TN8410 88-068
PNC ~~TN8410 88-068~~

リサイクル技術開発室
エルボダウン型高性能マニピュレータの
片腕試作研究
完成図書

本資料は2001年06月20日付けで
登録区分変更する。　[東海事業所技術情報室]

1987 8
~~昭和~~ 年 ~~3~~ 月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184　茨城県那珂郡東海村村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

電話：029-282-1122（代表）
ファックス　：029-282-7980
電子メール：jserv@jnc.go.jp

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)

軽水炉燃料再処理技術

高速炉燃料再処理技術

遠隔保守技術

トルクチューブ

高レベル廃液固化技術

遠隔ハンドリング技術

バイラテラル機能

マンマシン

動力炉・核燃料開発事業団 殿

リサイクル技術開発室

エルボダウン型高性能マニピュレーターの片腕試作研究

完　成　図　書

昭和60年2月

株式会社 明電舎

動力炉・核燃料開発事業団殿
リサイクル技術開発室

エルボダウン型高性能マニピュレーターの片腕試作研究

— 総目次 —

1 契約仕様書
2 打合せ議事録
3 全体工程表
4 現地作業計画書
5 決定図
6 機器取扱い説明書
7 単線および展開接続図
8 複線接続図
9 製作過程
10 鳥かん図
11 検査要領書
12 検査成績書
13 照射試験データシート

1

契約仕様書

RD58E-3052

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

契約仕様書

昭和５９年１１月

株式会社　明電舎

1．件名

エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

2．概要

動力炉・核燃料開発事業団殿では、昭和６２年度に『高レベル廃液ガラス固化パイロットプラント』、昭和６４年度には『高速炉燃料リサイクル試験施設』の建設着工が予定されています。 いずれの施設も両腕型マニピュレータの導入を始めとした積極的な遠隔保守技術の適用が必要になっています。

動力炉・核燃料開発事業団殿では、昭和５７～５８年度にかけて両腕型高性能マニピュレータの試作１号機を製作し、遠隔保守モックアップ試験に供しています。 さらに、昭和５９～６０年度には、試作２号機の製作が計画されており、設計思想を違えた仕様で製作した１号機と２号機を比較評価する事が計画されています。

本件においては、昭和５８年度実施の『両腕型高性能マニピュレータの設計研究』の成果を踏まえて、エルボウダウン型マニピュレータの試作および電子部品の照射試験を行ないます。

本件で得られた成果は、試作２号機の設計製作に反映させるとともに、制御技術の開発に供することになっています。

3．一般仕様

3．1 製作範囲

1) エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究 一式

2) 電子部品の照射試験 一式

3．2　納期

昭和６０年　２月２０日

3．3　納入場所

茨城県那珂郡東海村村松４－３３
動力炉・核燃料開発事業団　東海事業所
技術部　第１応用試験棟内　指定場所

3．4　納入方法

据付・調整渡しと致します。

3．5　検収条件

３．９に定める提出図書の完納および　４．１（３）に定める試験検査に合格をもって検収戴くこととします。

3．6　瑕疵担保責任

お引渡しの日から１年以内に製作者の責に帰すべき設計および製作上の瑕疵が発見された場合は、無償にて速やかに補修もしくは良品と交換致します。　また、本章の定めにより、補修もしくは交換した箇所（物品、部分）についての保証については、別途協議の上決定するものと致します。

3．7　協議

本仕様書に記載されている事項および本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、動力炉・核燃料開発事業団殿と協議の上、その決定に従うものと致します。

3．8　適用法規、規格、基準

労働安全衛生法
ＪＩＳ規格、ＪＥＣ規格、ＪＥＭ規格
動力炉・核燃料開発事業団殿が定める保安規定、作業基準等
に準拠致します。

3．9　提出図書

動力炉・核燃料開発事業団殿の定める別添資料１の通りと致します。

3．10　完成図書の作成および取扱いについて

動力炉・核燃料開発事業団殿の定める別添資料２の通りと致します。

3．11　支給物件

工事用電力、工事用水道水を支給戴くものと致します。

3．12　貸与物件

建屋内クレーン（２．８ton)を貸与戴くものと致します。

4．技術仕様

4．1　片腕マニピュレータの試作

(1) 製作範囲
製作する機器、装置および工事は以下のものと致します：
① 片腕スレーブアーム
② 片腕スレーブアーム用取付スタンド
③ 片腕マスターアーム
④ 片腕マスターアーム用取付スタンド
⑤ 片腕マニピュレータ用制御装置およびコントロールボックス

⑥ 第１応用試験棟内取付調整工事

(2) 構造、形状、方式および性能

① スレーブアーム

a) 腕の形状　　エルボーダウン

b) 自由度　　７＋（トランスポータ取付部の旋回１）　計８

c) 取扱荷重　　１５Kg以上

d) 動力伝達　　トルクチューブ方式

e) 動作範囲および動作速度の目標値　　表１による

表１において、各値は各軸個別駆動時の最大値を示します。腕各部の位置による相互干渉による制約については、別途協議にて決定することと致します。

表１　各軸の動作範囲および動作速度

	動作範囲	無負荷時最大速度
１軸（肩振り）	0～ 180度	60度／秒
２軸（肘回し）	0～ 180度	60度／秒
３軸（肘曲げ）	0～ 135度	60度／秒
４軸（手首ピッチ）	0～ 180度	200度／秒
５軸（手首ヨー）	0～ 180度	200度／秒
６軸（手首回転）	0～ 360度	300度／秒
７軸（トング）	0～105mm	500mm/秒

② マスターアーム

a) 腕の形状　　エルボーダウン

b) 自由度　　7

c) 力帰還最大値　　４Kg

d) 動力伝達　　トルクチューブ方式

e) 動作範囲　　協議決定による

f) 支持方式　　スタンド取付式

③ 片腕マニピュレータ制御装置

a) 制御方式　　デジタル演算方式

b) 補償制御　　スレーブ各軸干渉補償および自重演算補償

なお、これら補償制御は制御アルゴリズムを模索するためのものであり、それぞれ次の補償を満します：

各軸干渉補償制御：　操作終値では補償

自重演算補償制御：　各ブロック重心点荷重で演算

c) コントロールボックス

これはマスターアーム用取付スタンドに搭載できる構造とし、かつスレーブアーム各軸個別に操作できるものとし、操作は位置制御によるものと致します。

④ 取付スタンド

取付スタンドの形状および寸法については協議によって決定致します。 なお、マスターアーム用取付スタンドにはトランスポータ操作用フットスイッチの取付ができるように致します。

⑤その他

現時点において、後で制御技術開発に必要と考えられる機能を具現化できるような構造または付加できるような構成と致します。

⑥ 第1応用試験棟内取付調整工事

既設のトランスポータへのスレーブアーム搭載、スタンド搭載、マスターアームおよび制御装置の設置、電気工事および調整を行ないます。

(3) 試験検査

試験検査の詳細は、別途協議にて決定する『試験検査要領書』によるものと致します。 試験検査の大項目は次の通りと致します。

a) 外観・寸法検査

b) 電気機器・装置の絶縁耐力、絶縁抵抗試験

c) 動作範囲試験

d) 動作速度試験

e) 荷重試験

以上の外にメーカにて独自に行なう試験のうち、例えば各軸の所要始動トルクおよび各軸のアソビなどの計測については、協議のうえ試験に立会戴くものと致します。

4．2　電子部品の照射試験

(1) 試料の種類

５８年度のγ線照射試験（10^5 R/h ×100h）によって耐放射線性のあるものと判定された一般工業用電子デバイスおよびMIL 規格を満たす耐放射線性があると言われている電子デバイスについて行ないます。

種類は、マニピュレータ（TVカメラおよび光通信関連は除く）の制御計測にセル内で使用されると予想れるものを選定し、表２に示すものと致します。

(2) 試料数

下記(4) の方法に対し各種類５個×２（１０個）と致します。 ただし、CPU については各種類３個×２（６個）と致します。

(3) 照射条件

一般工業用電子デバイスについては、10^6 R/h ×50h ×2(10^8 R)で行ない、耐放射線性電子デバイスについては、10^5 R/h ×50h ×2(10^7 R)でγ線照射試験を行ないます。

(4) 試験方法

先ず、静特性試験（照射のみ）を行ない、その結果をもとにして動特性試験を行ないます。

(5) 性能評価

性能変化等により評価を行ないます。

(6) 検討事項

1) 性能評価の結果、マニピュレータの計測制御回路上問題となる点を明らかに致します。

2) 今後必要なＲ＆Ｄ項目を明らかに致します。

(7) 特記事項

1) 照射試験の内容（方法、結果等）を取りまとめる際には、動力炉・核燃料開発事業団殿が定める『照射試験の記載事項及び様式』（別添資料３）を遵守します。

2) 各試料毎の『データシート』（別添資料４）を作成します。

表２ 電子部品の種類

品目		種類
一般工業用	1. 抵抗	炭素被膜抵抗、金属被膜抵抗、 巻線可変抵抗、サーメット型可変抵抗
	2. コンデンサ	ポリエステルフィルムコンデンサ、タンタルコンデンサ、 積層セラミックコンデンサ
	3. ダイオード	ガラス封入型シリコンダイオード、ツェナダイオード
	4. トランジスタ	小信号用トランジスタ（PNP 型、NPN 型） パワートランジスタ
	5. ＩＣ類	TTL(NAND、 Dタイプ FF、デコーダ、インバータ、他）、 小型リレー、高速広帯域オペアンプ、アイソレータ、 高速 8ビットA/D コンバータ
	6. その他	水晶発振器
耐放性用	1. マイコン、メモリ	16ビットマイクロプロセッサ、 8ビットマイクロプロセッサ、バイポーラ型PROM、バイポーラ型RAM
	2. デジタルＩＣ	TTL(NAND、 Dタイプ FF、デコーダ、インバータ） CMOS(NOR、カウンタ、インバータ） カレントループ用ラインレシーバ
	3. リニアＩＣ	高出力電流型オペアンプ、タイマIC、 高速コンパレータ、電圧レギュレータ（DC+5V、1A）、 逐次比較型 8ビットA/D コンバータ、 並列変換型 4ビットA/D コンバータ、 電流出力型10ビットD/A コンバータ、 高速型サンプル／ホールドアンプ、高速オペアンプ

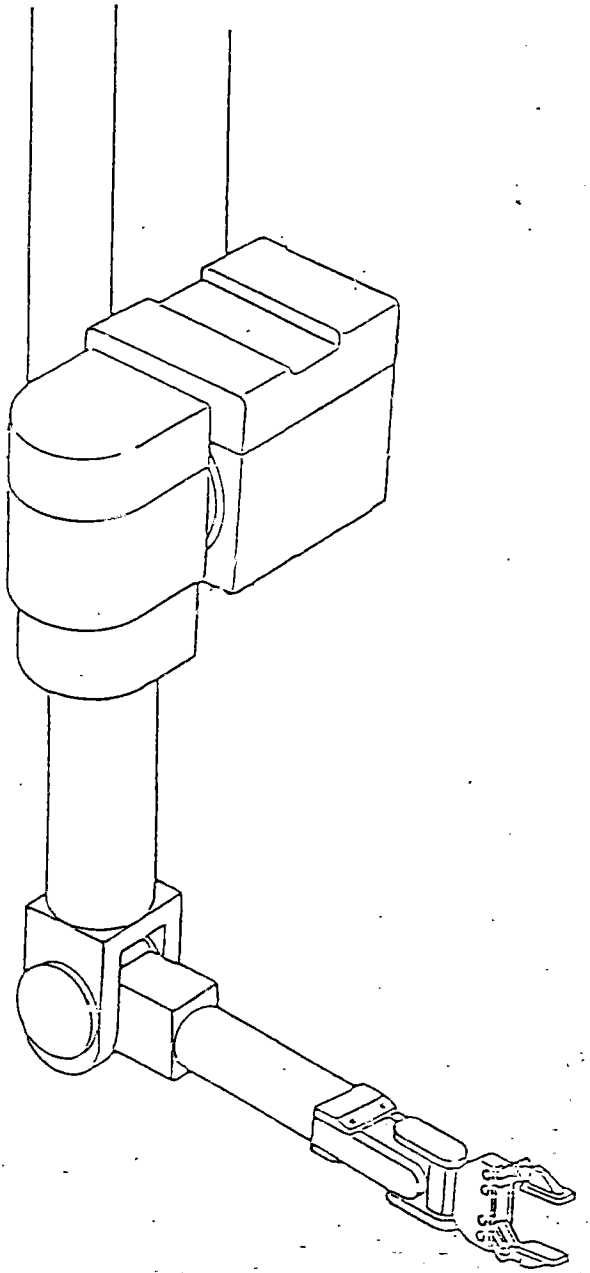


図１　　スレーブアーム概念図

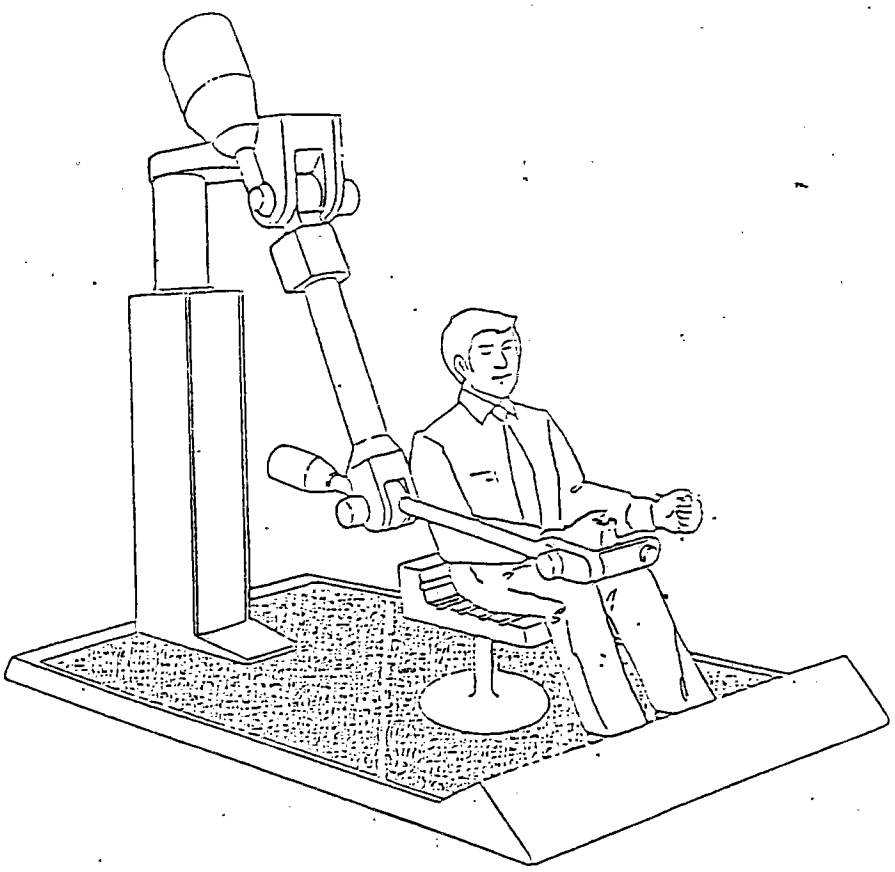


図２　　マスターアーム概念図

［別添資料１］

報告書等一覧表

報告書等	部数	提出期間	提出先	検査	備　考
1. 全体工程表	3+1	契約後速やかに	東海事業所 技術部ＲＴＤ	対象	図書の提出時期を明示する事
2. 製作承認申請図書	3+1	製作着手前	同上	対象	検討書、外形図
3. 機器取扱説明書	3	検査開始前	同上		機器リスト、運転整備・点検・補修マニアル
4. 検査要領書	3+1	検査開始１週間前	同上	対象	
5. 検査成績書	3	検査後速やかに	同上		
6. 製作報告書	3	試作後速やかに	同上		決定図、鳥瞰図、製作過程
7. 工事関係図書	協議	協議	同上		３週間工程表、安全組織表、一般安全チェックリスト、作業日報等
8. 完成図書	10	納期	同上		
9. 打合議事録	3+1	打合後速やかに	同上	対象	
10. データシート	3	納期	同上		照射試験の結果

［別添資料２］

技術資料の作成および管理

① 完成図書については、動力炉・核燃料開発事業団の定める『委託研究最終報告書作成指針』に従うこと。

② 本委託試験内容はノウハウとして保持すべき技術内容を含むため、完成図書の資料区分は、開示制限とする。

③ 報告書は、別に定める提出部数を越えて印刷してはならない。 さらに、報告書原稿・印刷用版下も厳重に保管し、事業団の要求があれば、速やかに提出しなければならない。

④ 打合せ会議用技術資料・報告書ドラフトなどその他の関係技術資料の取扱いについても報告書に準じ、厳重に保管すること。 複製は必要最低限にとどめ、本委託終了時には、直ちに廃棄すること。

⑤ 本委託試験に関連すると当事業団が判断する開示制限資料については、必要最低部数の貸出しを行なうが、本委託関係者以外への開示、複製、勤然開示制限資料（報告書）以外への転載・引用を絶対行なわないよう厳重に管理すること。
本委託試験終了後直ちに返却を行なうこと。

［別添資料３］

照射試験の記載事項及び様式

(1) 試験試料

＊ 品目（ダイオード、トランジスタ、ＩＣ等）　＊ 種類
＊ 型式　＊ 機能
＊ パッケージ構造　＊ 型番・メーカー
＊ 仕様（特性値）

［注　型番・メーカーを記入しないときは文献（最下欄）に記入のこと。］

(2) 試験・測定方法・判定基準

a)照射条件

＊ 放射線種（ガンマー線等）　＊ 線源
＊ 照射場所
＊ 照射年月日　＊ 照射時温度（℃）

集積照射線量（　　）	
線量率　　（　　）	
照射時間　　（Hr）	

b)照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

＊ 測定系・試験装置の図、　　を出来るだけ多く挿入する。
＊ また判定基準からみた代表測定項目（評価ひうもく）の選定理由を理論的に説明する。
＊ 線量校正・測定器なども可能なかぎり言及する。

c)判定基準・測定項目(MIL-STD) など基準

測定項目	
記号（Ｉ、Ｖなど）	
判定基準値	

(3) 試験結果

＊ なまデータは、巻末に添付資料として記載しここには実験　　のわかるグラフ表（まとめ）を記す。
＊ 表・グラフの内容はすべて英語で記す。（表・グラフの説明は和文でよい）

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

＊ 実験データの理論解析を行う。
＊ 判定基準・考察を出来るだけ十分に記載する。（考察者名記入）

(5) 文献

＊文献の記載要項は原子力　　法の様式とする。

［別添資料４］

データシート

Sheet No.	Abstract	Contractor
Date filled out	Irradiation Testing Data	Person filled out

1. Specimens

*Device Name	Resistors
*Generric	Carbon film resistor
*Structure	Carbon film
*Function	Fixed resistor
*Type 、Manufacturer and Lot No.	R25X、Rohm

2. Irradiation Condition

*Radiation Type	γ-ray
*Source of Radiation	Co-60
*Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
*Date	Jan.27～Feb.13、1984
*Total Irradiation Dose	10^7 R
*Dose Rate	10^5 R/H
*Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
*Temperature (℃)	Room Temperature
*Number of Specimens	5
*Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

*Resistance (R)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to

打合せ議事録

RD58E-2122

動力炉・核燃料開発事業団殿

打合せ議事録

件名

エルボーダウン型高性能

マニピュレータの片腕試作研究

（第　1回）

打合せ月日　　昭和５９年１１月１５日

打合せ場所　　ＰＮＣ　（技）ＲＴＤ

（株）　明電舎

１．　出席者

イ）　事業団殿　　三好殿、　小林殿

ロ）　明電舎　　戸田、　天野、　山尾（記）、　木下

議　題

１）　エルボーダウン型高性能マニピュレータ
　　の片腕試作研究

資　料

１）　マスターアーム外形図　　（ＭＥＭ－３４４９３）

２）　マスターアームスタンド
　　外形図　　（ＭＥＭ－３４５２７）

３）　スレーブアーム外形図　　（ＭＥＭ－３４４９４）

４）　スレーブアームスタンド
　　外形図　　（ＭＥＭ－３４４２１）

５）　マンマシン装置外形図　　（ＭＥＥ－３０１０４）

６）　全体接続図　　（ＭＥＥ－３０１０６）

７）　制御装置盤外形図　　（ＭＥＥ－３０１０７）

８）　制御装置コントローラ
　　ＳＷ配置　　（ＭＥＥ－３０１０８）

９）　単線接続図　　（ＭＥＥ－３０１０９）

１０）　全体工程表

２．　エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究に関して

（１）　設置場所に関して

機器設置場所および設置方法に関してはＰＮＣ殿より別途御指示いただけるものとします。

（２）　スレーブアームの計画に関して

1)０軸（架台取付部の旋回）の動作範囲は０～１８０度、最大速度は５度／秒とします。

2)４軸の動作範囲は０～１８０度とします。

3)スレーブアームの分割部分は以下の部分とします。

①グリップ部

②各軸用アクチュエータ部

③腕全体と肩部の境

4)１軸～７軸までをバイラテラルありとします。

5)各部の材質は以下とします。

①本体はアルミニウム合金　ＡＮＰ７９　Ａ５０５６Ｂ、およびＳＵＳ３０４とします。

②歯車はＳ４５Ｃとし焼入れをしたものとします。

③潤滑油は低粘度のグリースとします。

6)スレーブアームの外形寸法はスレーブアーム外形図（ＭＥＭ－３４４９４）とします。

7)スレーブアームスタンドの外形寸法はスレーブアームスタンド外形図（ＭＥＭ－３４４２１）とします。

8) 1軸～７軸までの重量は約１７０Kgとなります。

9)制御方式はＰ－Ｐ制御方式とします。

10)動作範囲および最大速度の検証方法案は別途試験要領書で提出します。

11)バイラテラル感度の比率はマンマシン装置にて各軸個別に変更可能とします。

12)取付スタンドはアウトリガー無しでアンカーボルト固定とします。

（３）　マスターアームの計画に関して

1)動力伝達方式はトルクチューブ方式とします。

2)マスターアームのグリップ部に関して構造の検討図を提出します。

3)操作スイッチは以下のものとします。

①制御ON-OFFスイッチ

②７軸ロックスイッチ

③６軸回転スイッチ

④インデックススイッチ

4)７軸ロックスイッチの動作状態の表示を検討します。

5)各部の材質は以下とします。

①本体はアルミニウム合金　ＡＮＰ７９　Ａ５０５６Ｂ、およびＳＵＳ３０４とします。

②歯車はＳ４５Ｃとします。

③潤滑油は低粘度のグリースとします。

6) 1軸～７軸までの重量は約１３０Kgとなります。

7)マスターアームの外形寸法はマスターアーム外形図（ＭＥＭ－３４４９３）とします。

8)マスターアームスタンドの外形寸法はマスターアームスタンド外形図（ＭＥＭ－３４４２７）とします。

（４）　制御装置の計画に関して

1)制御盤の外形寸法は制御装置盤外形図（ＭＥＥ－３０１０７）とします。　但し前面扉付とします。

2)制御盤にフィルターを取付ます。

3)制御盤の塗装色はマンセル５Ｙ７／１とします。

4)電源容量は３φ５０HZ２００Ｖ　約１３ＫＶＡとします。

5)制御盤よりのケーブル引出しは下出しとします。　但しケーブル引出用チャンネルベースを製作します。

6)コントロールボックスの機能図を制御装置コントローラＳＷ配置（ＭＥＥ－３０１０８）に示します。

7)コントロールボックスの各軸の操作方法に関して検討書を提出します。

8)コントロールボックスにバイラテラルバランス調整スイッチを検討します。

（５）　その他の計画に関して

1)Ｆ－Ｐ制御方式の検証が可能ように別途スレーブアームの肩部のみを製作します。

2)マニピュレータ装置のＲ＆Ｄ用に簡易マンマシン装置を製作します。　外形寸法はマンマシン装置外形図（ＭＥＥ－３０１０４）とします。

（６）　電気工事に関して

1)既設分電盤からの分岐用ＭＣＢを設置します。

（７）　全体工程表について説明した。

以上

RD58E-2130

動力炉・核燃料開発事業団殿

打合せ議事録

件名

エルボーダウン型高性能

マニピュレータの片腕試作研究

（第　2回）

打合せ月日　　昭和59年11月22日

打合せ場所　　PNC　（技）RTD

（株）　明電舎

１．　出席者

イ）　事業団殿　　本橋殿、　三好殿、　小林殿

ロ）　明電舎　　戸田、　天野、　山尾（記）、　木下

田村、　宮本、　森川

議　題

１）　エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

資　料

１）　コントロールボックスポテンショ設定機能についての検討（ＲＤ５８ＥＡ１５７）

２）　コントロールボックス操作機能についての打合資料（ＲＤ５８ＥＡ１５８）

３）　マスターグリップの形状検討書（ＲＤ５８Ｅ７１５９）

2．　エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究に関して

（１）　設置場所に関して

機器設置場所および設置方法は、納期前に納入の場合は、既設両腕型マニピュレータプロトタイプⅠ用テレスコチューブに取付けます。　但し、ケーブルは直接マニピュレータスレーブアームより制御盤へ配線し、既設ルートは使用しません。更に、両腕型マニピュレータプロトタイプⅠ用テレスコチューブに取付ける場合の作業姿勢は限定した姿勢で運転されるものとします。

テレスコチューブへの取付けに関しての強度検討書を次回打合までにご提出します。

（２）　マスターグリップの形状に関して

『マスターグリップの形状検討書』によってＡ案、Ｂ案、Ｃ案の得失をご説明しました。　ご検討戴いた結果、Ａ案を基本として製作することをご確認いただきました。

（３）　コントロールボックスポテンショ設定機能に関して

『コントロールボックスポテンショ設定機能についての検討』および『コントロールボックス操作機能についての打合資料』によって、各軸の設定方式を位置設定にするか、又は速度設定にする場合の得失をご説明しました。　その結果次回打合までにＰＮＣ殿より設定方式をご検討いただき、ご指示いただけるものとします。

以上

RD58E-2142

動力炉・核燃料開発事業団殿

打合せ議事録

件名

エルボーダウン型高性能
マニピュレータの片腕試作研究
（第　3回）

打合せ月日　　昭和59年11月28日

打合せ場所　　PNC　（技）RTD

（株）　明電舎

1．　出席者

イ）　事業団殿　　堀井主査、　三好殿

ロ）　明電舎　　山尾（記）、田村

議　題

1）　エルボーダウン型高性能マニピュレータ
　　の片腕試作研究

資　料

1）　両腕型高性能マニピュレータシステム御参考用資料
　　（RD58EA175）

2）　制御装置盤外形図　（MEE－30107）

3）　制御装置コントローラSW配置
　　（MEE－30108）

4）　単線接続図　1/2 、2/2
　　（MEE－30109）

5）　制御装置盤組立図　（MEE－30149）

6）　マスターグリップ外形図
　　（MEM－52146）

7）　マスターグリップモデル

2．　エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究に関して

（１）　コントロールボックス機能および外形図に関して

（ａ）資料名称の変更

両腕型高性能マニピュレータシステム御参考用資料（ＲＤ５８ＥＡ１７５）をエルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究御参考用資料（ＲＤ５８ＥＡ１７５）と変更します。

（ｂ）コントロールボックス機能

①制御盤の電源入、操作後一定時間のちに、コントロールボックスの制御切ランプが、点灯します。

②コントロールボックスでのマニピュレータスレーブ操作は、ポテンショによる個別位置制御方式とします。

③パラメータ設定中でも非常停止が可能とします。

④ある操作中、インタロックをとられている他の操作を行なうと、誤操作とみなしブザーを鳴らします。

（ｃ）コントロールボックス外形図

①０軸、６軸のＣＷ、ＣＣＷ操作用スイッチの型式については、ＰＮＣ殿のご要望に変更すべく再調査いたします。ただし適当なものがない場合は原案で製作いたします。

②本日提出した制御装置コントローラＳＷ配置（ＭＥＥ－３０１０８）で上記①を除いて本図面で製作することをご確認いただきました。

（２）　マスターグリップの形状に関して

マスターグリップ外形図（ＭＥＭ－５２１４６）および本日お持ちしたマスターグリップモデルをご確認いただき、これによって製作することとします。

（３）　制御盤

①制御装置盤外形図（ＭＥＥ－３０１０７）、制御装置盤組立図（ＭＥＥ－３０１０７）によって製作することをご確認いただきました。

（４）その他

①単線接続図（ＭＥＥ－３０１０９）等図面に記号説明をいれます。

②現在まで提出した図書の一覧表を提出します。

以上

RD58E-2172

動力炉・核燃料開発事業団殿

打合せ議事録

件名

エルボーダウン型高性能

マニピュレータの片腕試作研究

（第　4回）

打合せ月日　　昭和60年　2月　7日

打合せ場所　　PNC　（技）RTD

（株）　明電舎

1．　出席者

イ）　事業団殿　　堀井主査、前田殿、本橋殿、三好殿
　　阿部殿

ロ）　明電舎　　戸田、山尾（記）、木下、藤社

議　題

1）　エルボーダウン型高性能マニピュレータ
　　の片腕試作研究

資　料

1）　検査要領書　（ＭＥＥ－３０１０７）

2）　単線及び展開接続図　（ＥＥ－３０１８６）

3）　複線接続図　（ＥＥ－３０１８７）

4）　電子部品の照射試験報告書

2．　エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究に関して

（１）　製作承認申請図書に関して

製作承認申請図書（再提出分、昭和６０年１月３０日提出）に関して御説明しました。

(a) 指針書の“基本的な考え方”の(1)の(d)項目の　そのために各部の応力は、高く設定する。　を　そのため許容応力の高い部品を採用しました。　に変更します。

（２）　単線及び展開接続図、複線接続図に関して

単線及び展開接続図、複線接続図に関して御説明しました。

（３）　検査要領書に関して

(a) 動作試験、負荷試験の項で“適当”を“適切”に変更します。

（４）　電子部品の照射試験報告書に関して

電子部品の照射試験報告書に英文のデータシートを添付して“データシート”として提出いたします。

（５）　現地作業計画書に関して

現地作業計画書（昭和６０年２月１日提出）で工場御立会日を昭和６０年２月１５日に変更いたします。

以上

RD58E-2173

動力炉・核燃料開発事業団殿

打合せ議事録

エルボーダウン型高性能マニピュレータ
の片腕試作研究
（第　5回）

打合せ月日　　昭和60年　2月15日

打合せ場所　　明電舎応接室

（株）　明電舎

１．　出席者

イ）　事業団殿　　堀井主査、本橋殿

ロ）　明電舎　　戸田、天野、山尾（記）、木下、宮本

議　題

１）　エルボーダウン型高性能マニピュレータ
の片腕試作研究

資　料（提出資料）

１）　機器取扱説明書（（ＲＤ５８Ｅ８０１４）

２）　製作報告書（ＲＤ５８Ｅ７２３８）

３）　自主検査成績書

４）　打合議事録（ＲＤ５８Ｅ２１７２）

５）　御立会検査日程表

２．　エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究御立会検査に関して

（１）　自主検査成績書に関して

(a) スレーブアーム用、及びマスターアーム用直流電動機特性表を提出します。

(b) 自主検査成績書を御承認戴きました。

（２）　機器取扱説明書に関して

プリンター、ＣＲＴディスプレー単体の機器取扱説明書を提出します。

（３）　御立会検査に関して

御立会検査をして戴いた結果、合格と判定して戴きました。

（４）　動力炉・核燃料開発事業団殿への機器の搬入に関して

昭和６０年２月１８日に機器を搬入し、据付けを行ないます。

以上

全体工程表

資料番号 RD58E-2162　　頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

全体工程表

昭和 59 年 11 月 15 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

RD58E-2162

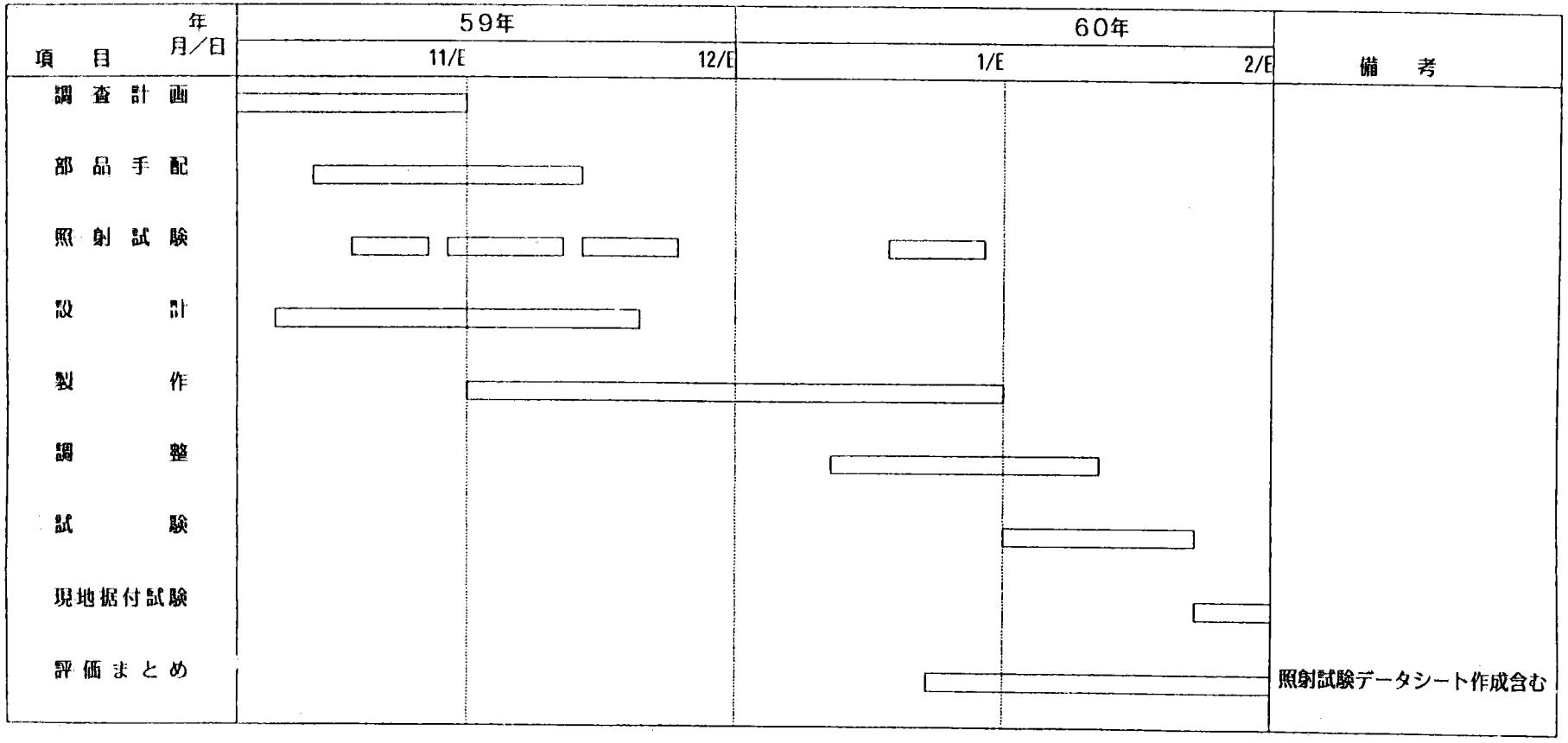
全　体　工　程　表

動力炉・核燃料開発事業団殿

昭和５９年１１月

㈱ 明電舎

－エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究－



現地作業計画書

4

パワートロニクスの 明電

資料番号 RD58E-2169　　頁数

動力炉・核燃料開発事業団東海事業所
技術部リサイクル技術開発室殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

現地作業計画書

昭和 60年 2月 1日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

現地作業計画書

1．まえがき

本計画書は、動力炉・核燃料開発事業団殿との契約『エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究』に、付帯する現地作業に関するものである。

2．工事場所

動力炉・核燃料開発事業団　東海事業所　技術部
リサイクル技術開発室　第一応用試験棟　遠隔保守試験室

3．工事期間

昭和６０年　２月１８日　着工予定
昭和６０年　２月２０日　竣工予定

4．工事項目

4．1　マニピュレーター式の搬入、据付
4．2　制御盤の搬入、据付、配線
4．3　マニピュレータの試験調整

5．工事要領

1）搬入

建屋入口の前でトラックよりトラックのジブクレーンで、スレーブ、マスター、制御盤等を降し、リフターで建屋内に搬入する。主な物の重量は、

スレーブ（付属品も含む）	約　２００kg
マスター（付属品も含む）	約　３３０kg
制御盤	約１１８０kg

2）据付

イ．スレーブは、梱包したまま、タイプ１を取外したテレスコチューブに、その昇降動作を利用して、取付ける。その後、梱包を解体する。または、専用架台に取付けて動燃殿が、ご指定する位置に固定する。

ロ．マスターは、架台ごと動燃殿が、ご指定する位置に配置する。
尚、マスターの架台には、キャスターが取付けてある。

ハ．制御盤は、動燃殿が、ご指定する位置に、アンカーボルトで固定する。

3）配線

イ．商用電源（２００Ｖ３φ）は、動燃殿が、ご指定する分電盤内ブレーカより配線する。ケーブルは、キャブタイヤケーブルを使用する。尚、工事は、動燃殿の電気従事者の立会のもとで行う。

ロ．スレーブ、マスター等と制御盤間の配線は、コネクタ処理された専用ケーブルで行う。この際、極力建屋内のトレンチを使用することとする。

６．検査

工事・試験調整完了後、検査を行う。検査項目、検査方法および判定基準は、別途提出の検査要領書による。

７．安全対策

８．１　共通

現場組織表を８．２に、緊急通報連絡体制を８．３に示す。

８．２　作業中の安全確保

１）盤内の配線を行うときは、安全に必要なＮＦＢ（ノーヒュズブレーカ）を切り、メインＮＦＢに作業中の表示をする。

２）試験・調整等のためマニピュレータを動作させるときは、マニピュレータ周囲を関係者以外立入り禁止にし、尚且つ周囲を確認した上で行う。

３）重量物の取扱いには、吊上げワイヤのチェック、吊り角度のチェックを行い、作業の遂行には常に指さし呼称を行い安全を確認してから次の動作に移る。

８．添附資料

８．１　概略工程表

８．２　現場組織表

８．３　緊急通報連絡体制

工　　程　　表(現地工事)

昭和 60 年 1 月 31 日

ご注文主 動力炉・核燃料開発事業団 殿　最終納入先 (技)リサイクル技術開発室 殿　ご注文番号

機器名称 ルーズダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究　製作数量 1 式　製作工号

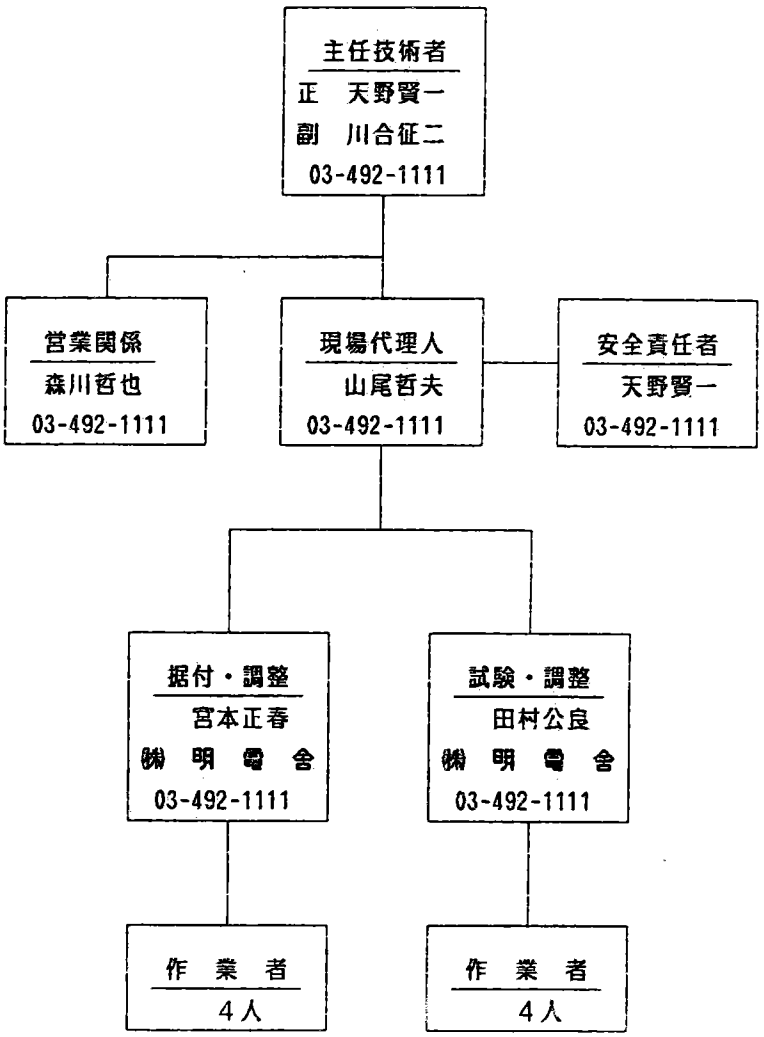
工事場所　リサイクル技術開発室第一応用試験棟 遠隔保守試験室

明　電　舎

工程順位 ＼ 月日	2 12(火)	13(水)	14(木)	15(金)	16(土)	17(日)	18(月)	19(火)	20(水)	21(木)	22(金)	23(土)	24(日)	25(月)	26(火)
工場立会			═	═											
現地搬入							○								
据付							═								
試験調整								═	═	═					
自主検査								═	═	═					
現地立会									═	═					
片付作業										□					

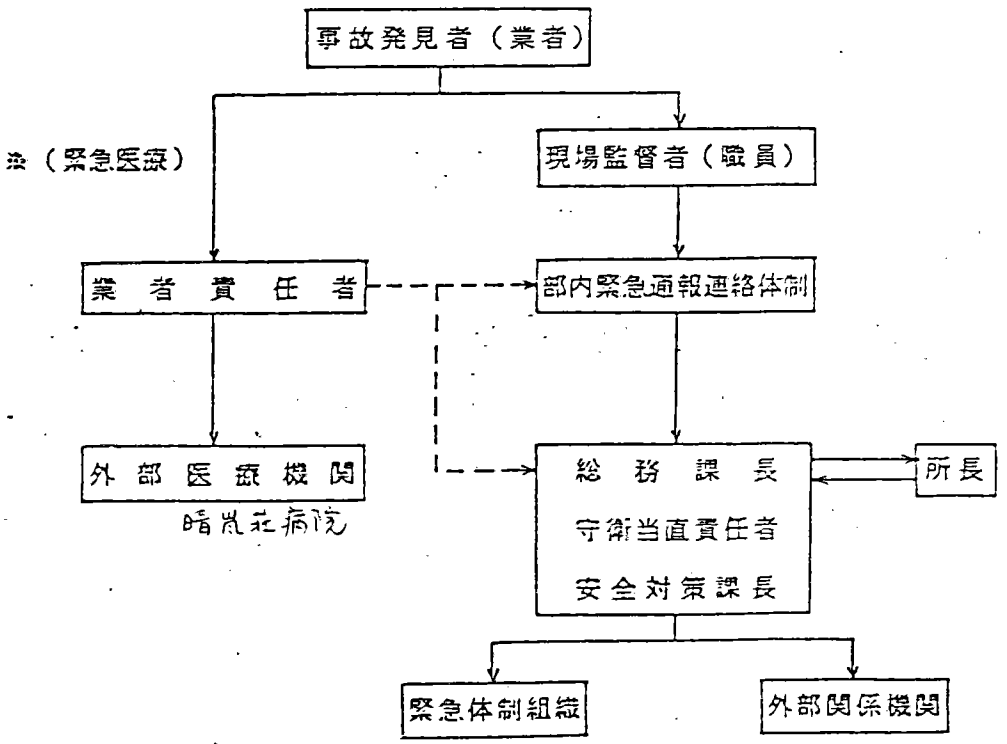
TA6-0217 A-4 (1)

現場組織表


主任技術者
正　天野賢一
副　川合征二
03-492-1111
営業関係
森川哲也
03-492-1111
現場代理人
山尾哲夫
03-492-1111
安全責任者
天野賢一
03-492-1111
据付・調整
宮本正春
㈱明電舎
03-492-1111
試験・調整
田村公良
㈱明電舎
03-492-1111
作業者
4人
作業者
4人

緊急通報連絡体制

〔勤務時間内・外共通〕



※　人身に係る緊急やむを得ない場合

ただし，出来るだけ早急に現場（PNC）より電話を通して報告すること。

株式会社　明電舎

作業員名簿

No	氏名	備考	No	氏名	備考
1	川合征二		20		
2	山尾哲夫		21		
3	宮本正春		22		
4	松元大陸		23		
5	小山内剛		24		
6	藤社好司		25		
7	山崎貞明		26		
8	阿部誠		27		
9	西田利夫		28		
10	天野賢一		29		
11	田村公良		30		
12	森本昭		31		
13	後藤啓介		32		
14	恩田寿和		33		
15	木下陽右		34		
16	大竹剛史		35		
17	石川良成		36		
18			37		
19			38		

決　定　図

パワートロニクスの 明電

資料番号 _____ 頁数 _____

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

決　定　図

昭和 60 年 2 月 15 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

USER :
最終需要家 動力炉・核燃料開発事業団東海事業所
技術部リサイクル技術開発室殿

CUSTOMER :
ご注文主 動力炉・核燃料開発事業団殿

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
2-1, 2CHOME. OTEMACHI
CHIYODAKU. TOKYO. JAPAN
TEL (246) 7111
株式会社 明電舎
東京都千代田区大手町2丁目2番1号
新大手町ビル(8階)
電話東京(246) 7111

DRAWING LIST 提出図面一覧表

CLASSIFICATION 図面の種類	DRAWING FOR APPROVAL FINAL DRAWING ~~ご承認用図面・完成図~~ ・決定図

SERVICE 用途: エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

MASTER JOB No. 製番:

ITEM No.	JOB No. 工号	TITLE OR TYPE. RATING 名称又は形式定格	Q'TY 数量	DRAWING No. 図面番号	CONTENTS 提出内容 1	2	3	4	5
1	1H9136HA	スレーブアーム設置図		MEM-34736A	○				
2	〃	スレーブアーム外形図		MEM-34754	○				
3	〃	作動範囲図		MEM-34755	○				
4	〃	スレーブアーム各部名称、図番		MEM-34670	○				
5	〃	スレーブアーム駆動部筐体外形図		MEM-34753	○				
6	〃	スレーブアーム肩・上腕部外形図		MEM-34694	○				
7	〃	スレーブアーム肘部外形図		MEM-34695	○				
8	〃	スレーブアーム前腕部外形図		MEM-34696	○				
9	〃	スレーブアーム手先部外形図		MEM-34697	○				
10	〃	スレーブアーム速隔分割図		MEM-34680	○				
11	〃	テレスコ設置図		MEM-34734	○				
12	〃	マスタアーム設置図		MEM-34737A	○				
13	〃	マスタアーム外形図		MEM-34752	○				
14	〃	マスタアーム各部名称、図番		MEM-34671A	○				
15	〃	マスタアーム肩駆動部外形図		MEM-34698A	○				

REMARKS 連絡事項: 図面名称に用いる契約件名を"マニピュレータの片腕試作研究"と記入する。

NOTES
1. IN CASE OF DRAWINGS FOR APPROVAL PLEASE RETURN ONE APPROVED COPY DULY SIGNED BY _____.
OTHERWISE THE DRAWINGS SHALL BE ACCEPTED AS APPROVED.
2. ON ALL CORRESPONDENCE PLEASE ADVICE OUR JOB No. AND DRAWING No.

ご承認用図面の場合はご承認の上
年 月 日 までに
本図を一通ご返却下さい。
上記期日までにご返却のない場合は本図どおりにてご承認いただけたものとし製作致します。
お問合せの折は工号及び図面番号をもってご連絡下さい。

FINISHED COLOUR 塗装色	JOB No. 工号	DRAWING LIST No. 図面表番号	
	1H9136HA	MEM-52265A	1/2

PREPARED BY 作成

	白	セ
A1		
A2		
A3		
A4		

回数	種類	提出
1		
2		
3		
4		
5		

a	b	c	d
承	再	決	完
e	f	g	h
取	見	参	打
i	j	k	l
申			

配布先 地区	宛先	部数
営・担	殿 行	
五反田	製番G 行	
	行	
	行	
本社	行	
	行	
沼津	行	
	行	
名・工	行	
	行	
	行	
	経	
合計		

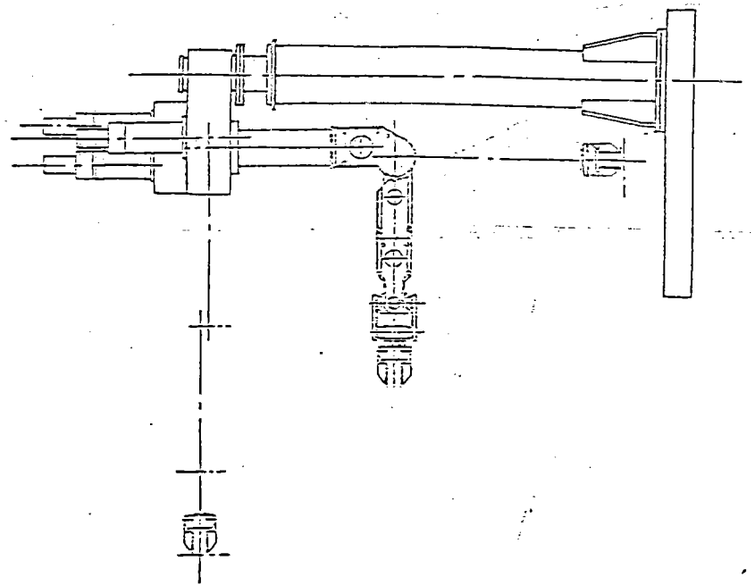
DRAWING LIST 提出図面一覧表

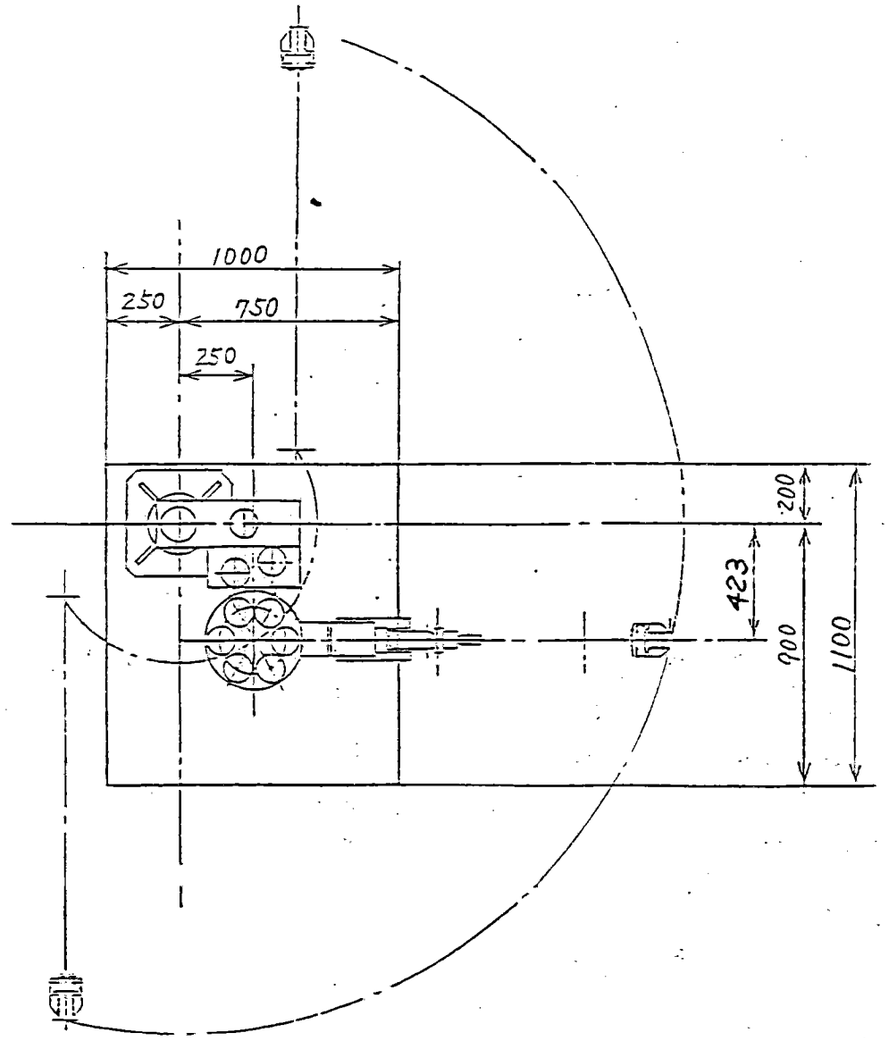
ITEM NO.	JOB NO. 工号	TITLE OR TYPE. RATING 名称又は形式定格	QTY 数量	DRAWING NO. 図面番号	CONTENTS 提出内容 1	2	3	4	5
16	1H9136HA	マスタアーム上腕・肘・前腕部外形図		MEM-34699	○				
17	〃	マスタアーム手先部外形図		MEM-34700	○				
18	〃	マスターグリップ外形図		MEM-52146	○				
19	1H9137HA	全体系統図		MEE-30151	○				
20	〃	腕制御盤単線接続図 1/2~2/2		MEE-30109	○				
21	〃	コネクタ・ケーブル一覧表		MEE-30152	○				
22	〃	スレーブアーム部コネクター覧表		MEE-30164	○				
23	〃	マスターアーム部コネクター一覧表		MEE-30166	○				
24	〃	全体接続図		MEE-30157	○				
25	〃	スレーブアーム部コネクター接続図 1/2~2/2		MEE-30158	○				
26	〃	マスターアーム部コネクタ接続図 1/2~2/2		MEE-30159	○				
27	〃	コントロールボックス内接続図		MEE-30160	○				
28	〃	腕制御盤外形図		MEE-30107	○				
29	〃	腕制御盤組立図		MEE-30149	○				
30	〃	マンマシン装置外形図		MEE-30104A	○				
31	〃	コントロールボックス外形図		MEE-30177	○				
32	〃	コントロールボックススイッチ(SW)配置図		MEE-30108	○				

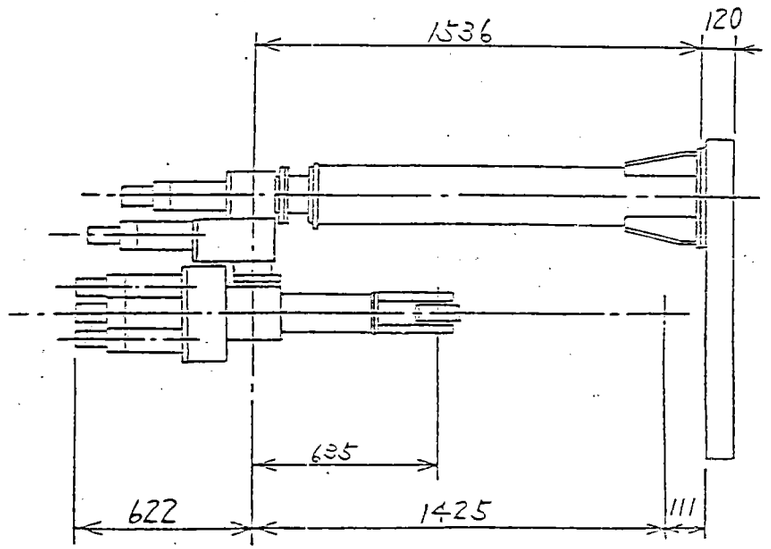
JOB NO. 工号: 1H9136HA

DRAWING LIST NO. 図面表番号: MEM-52265A

MEIDEN





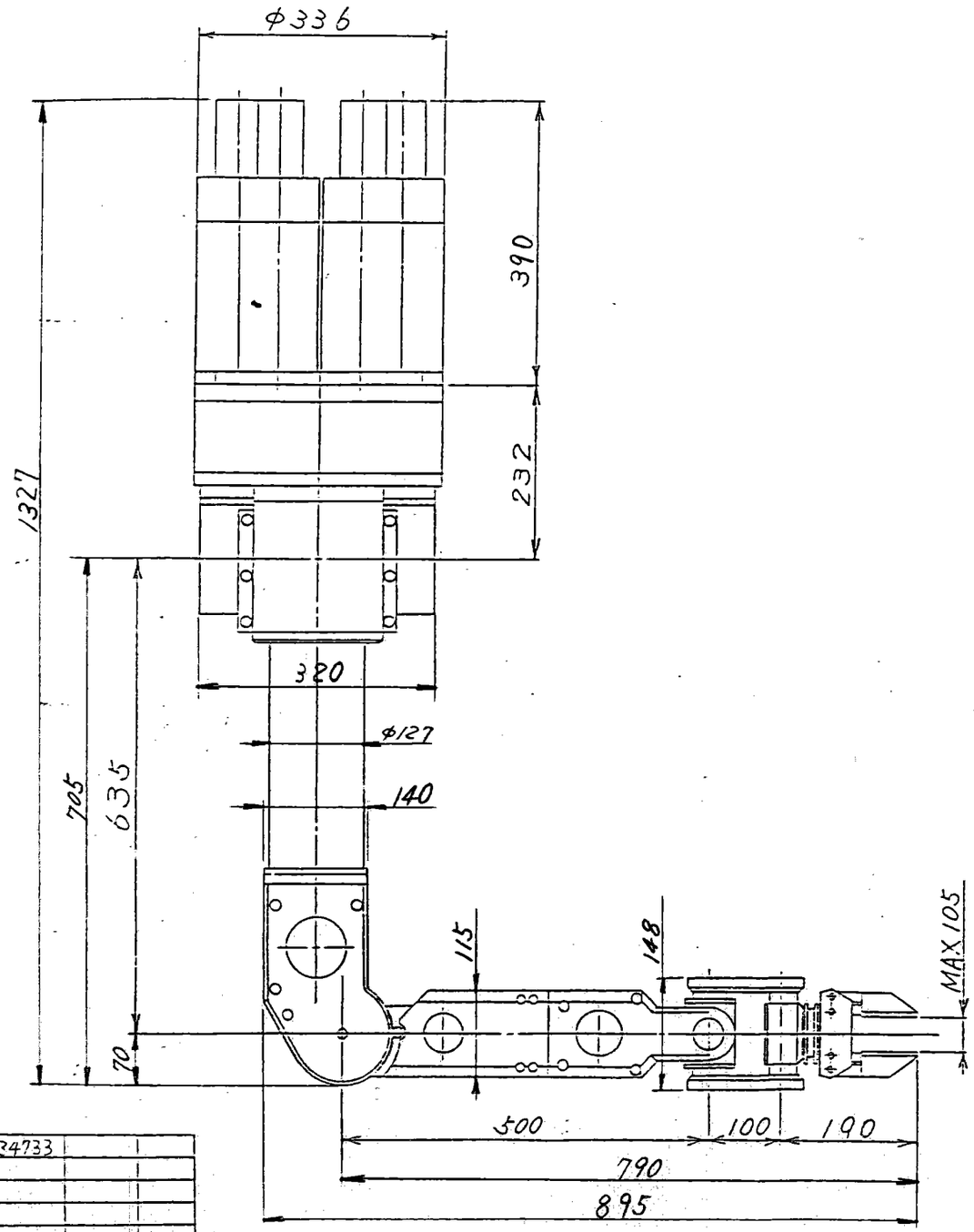


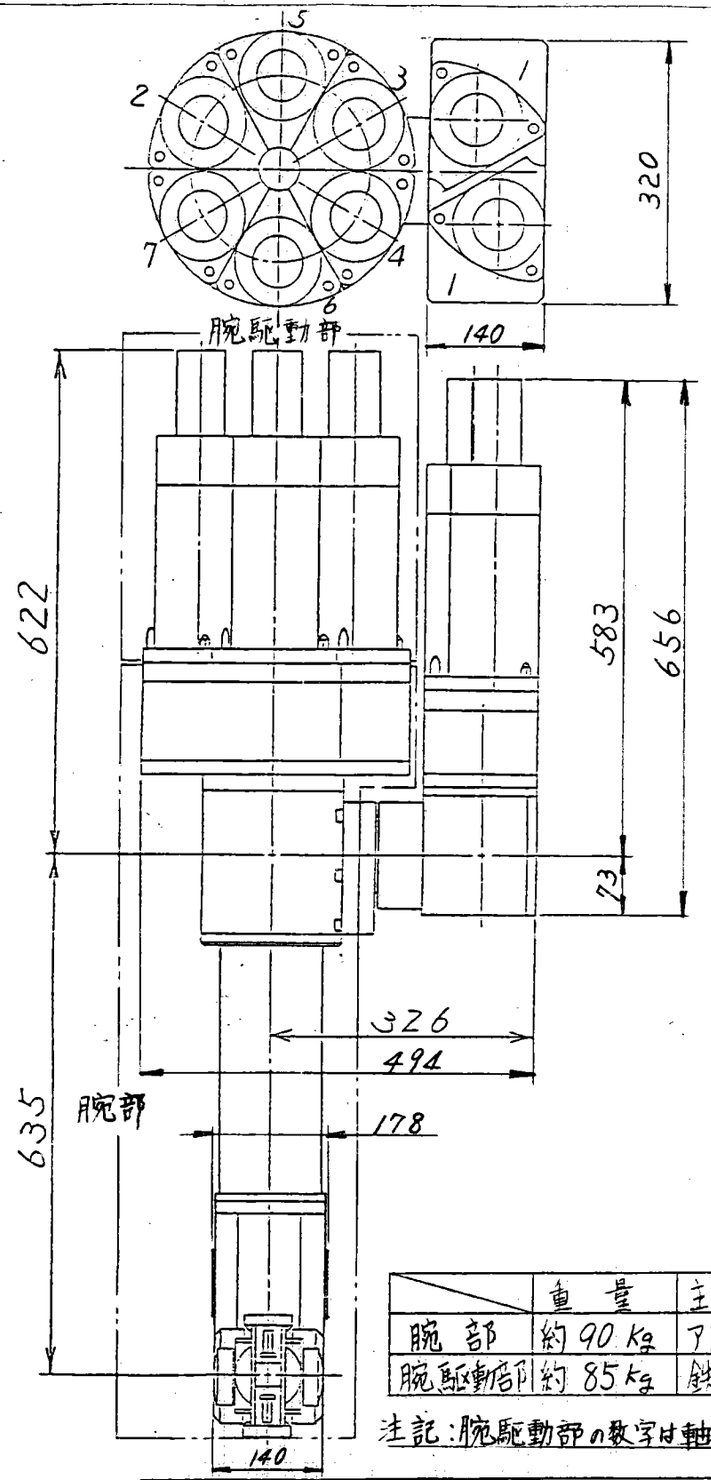
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	阿部	木下	スレーブアーム設置図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ∞	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM-34736 A

MEIDEN





	重量	主要材料
腕部	約 90 kg	アルミ合金
腕駆動部	約 85 kg	鉄鋼

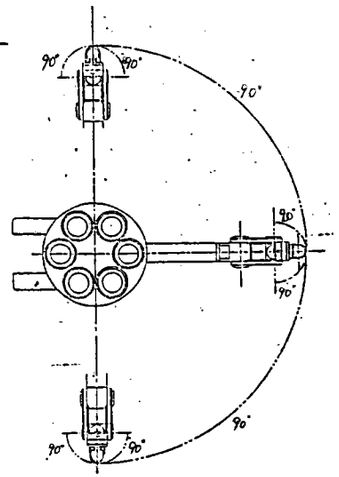
注記：腕駆動部の数字は軸番号を示す

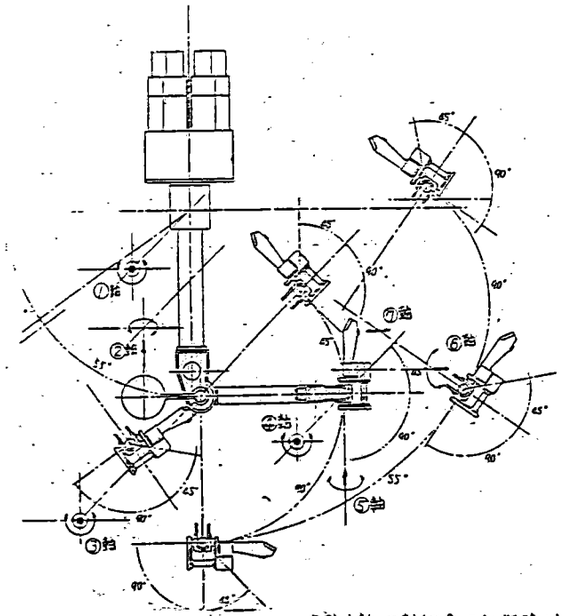
△	親図番 MEM-34733		
△			
△			
△			
改訂記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査図	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM 770)
	木下	D.m	スレーブ外形図
3rd ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 取図	SCALE 尺度 ××	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM-34754

MEIDEN

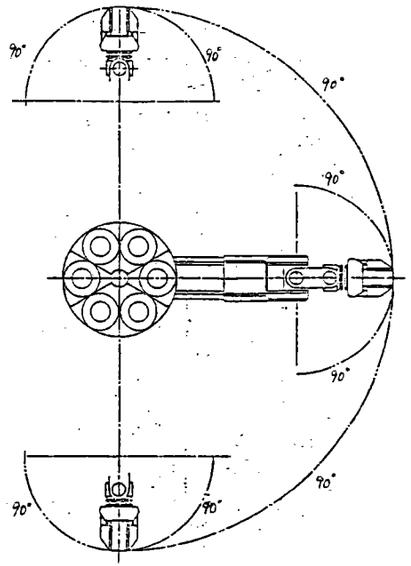
マスタアーム作動範囲

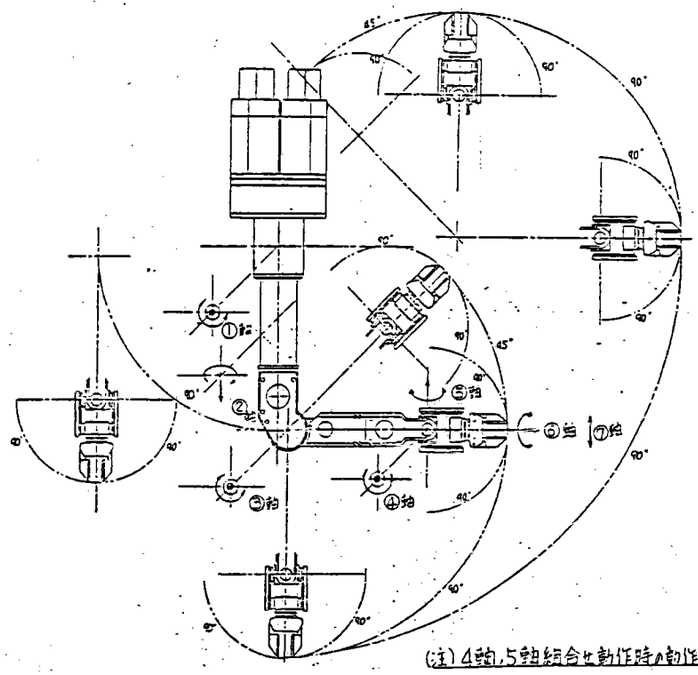




(注) 4軸, 5軸組合せ動作時の動作範囲は45°が基本

スレーブアーム作動範囲





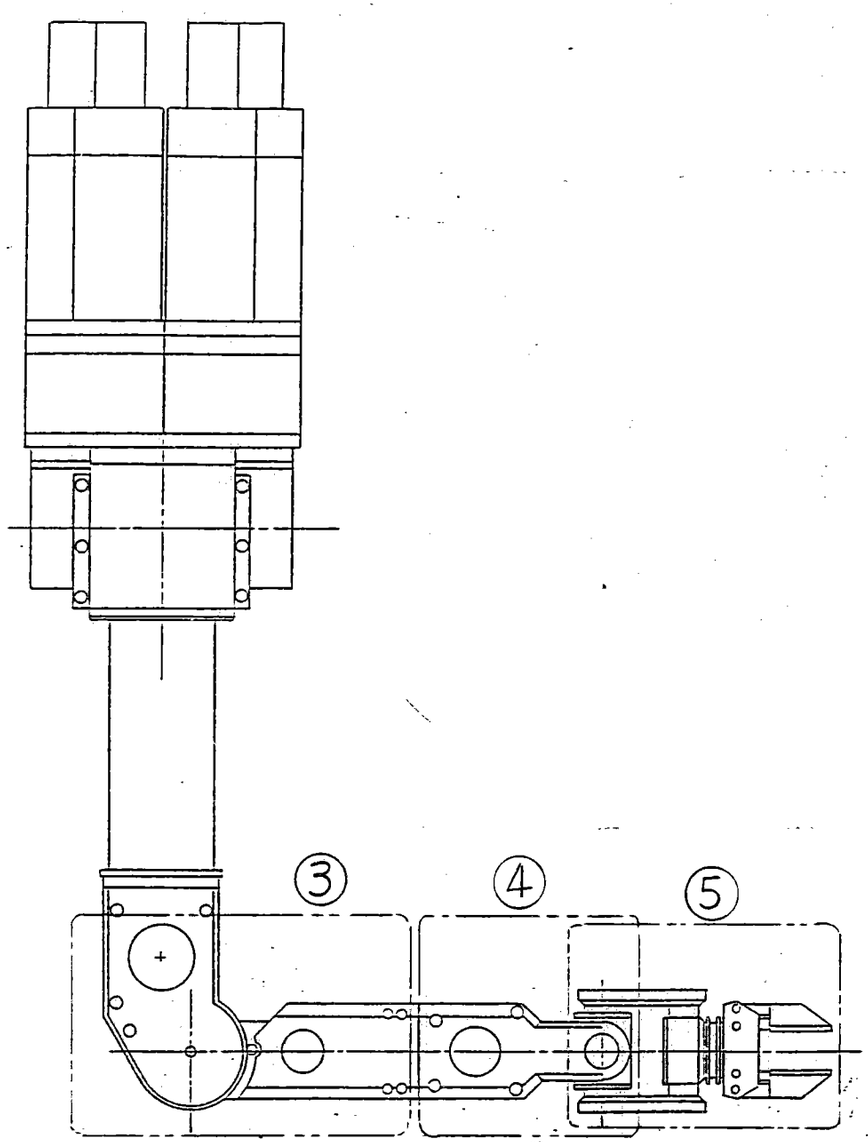
(注) 4軸, 5軸組合せ動作時の動作範囲は45°が基本

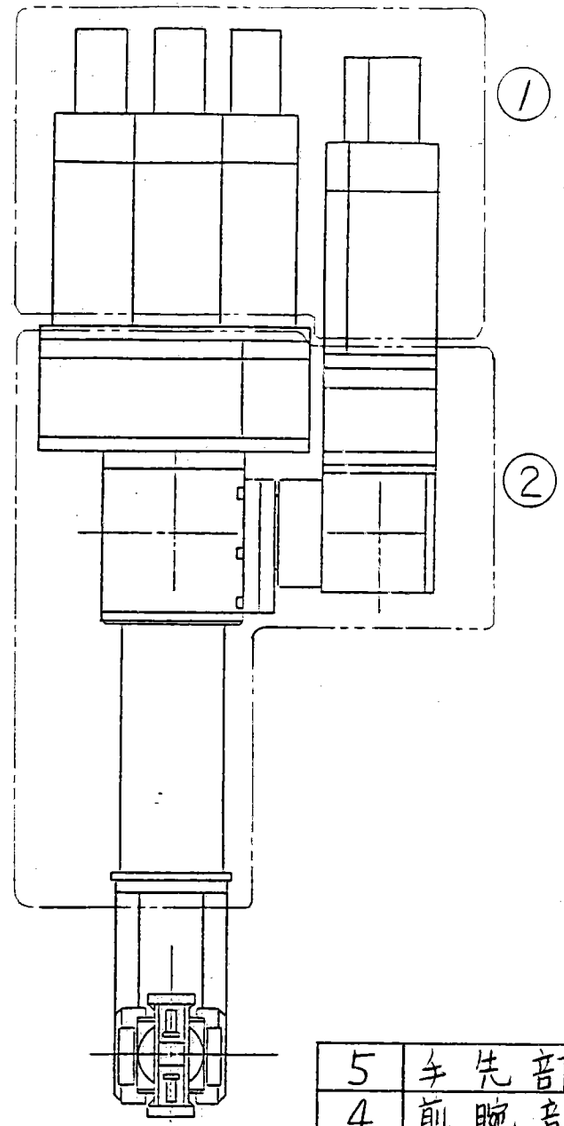
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	M. Miyamoto	石川	作動範囲図
3RD ANGLEPROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM－34755

MEIDEN





5	手先部	MEM-34697
4	前腕部	MEM-34696
3	肘部	MEM-34695
2	肩・上腕部	MEM-34694
1	駆動部	MEM-34704
項番	各部名称	外形図図番

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
	木下	阿部
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

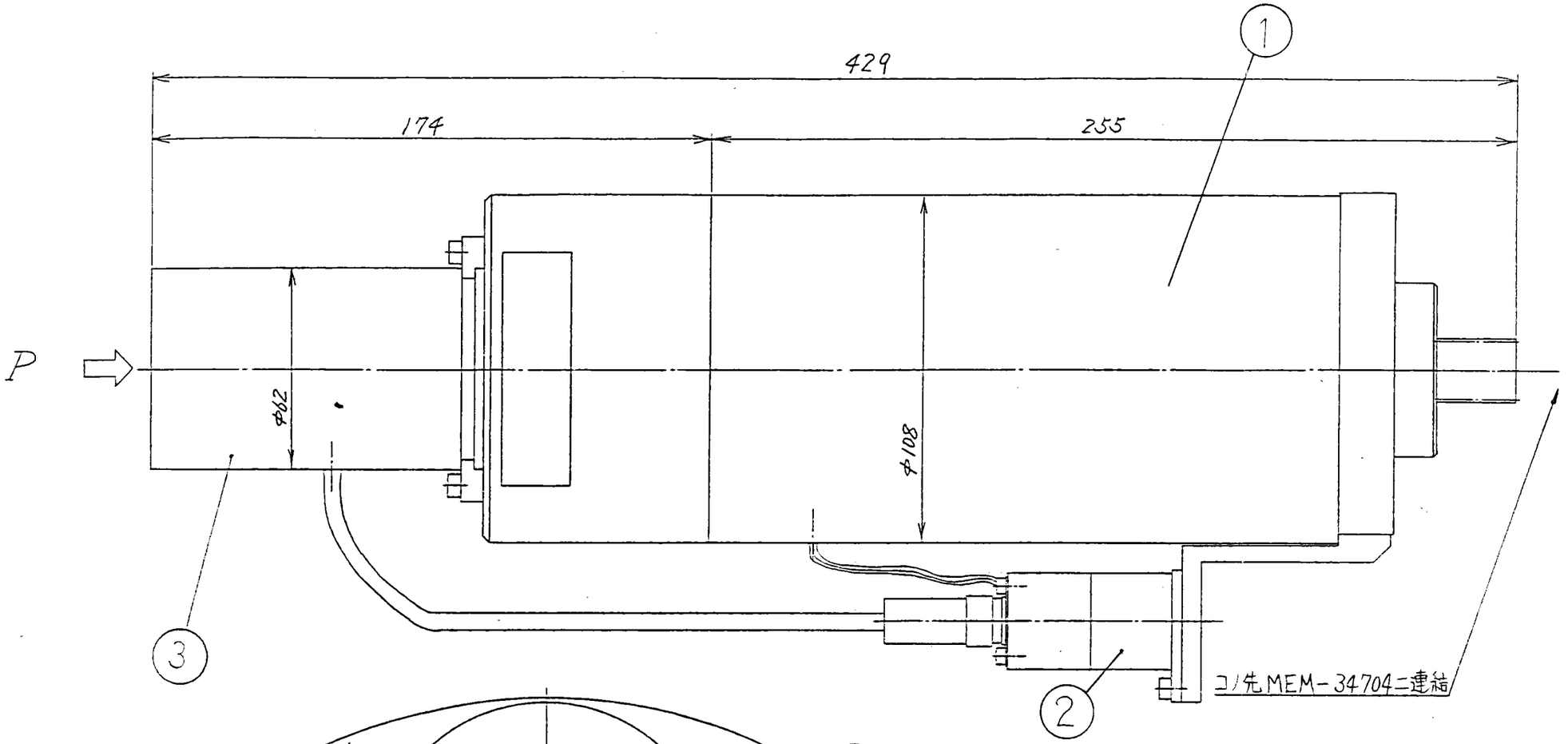
スレーブアーム各部名称、図番

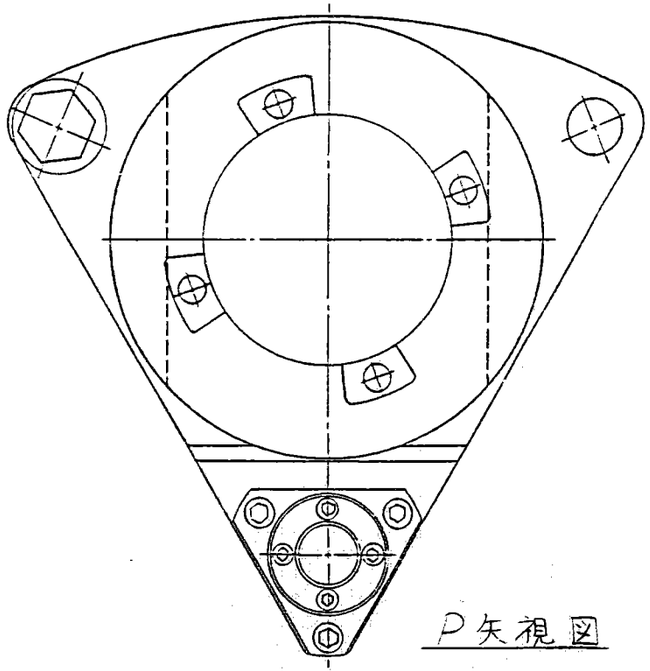
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H9136HA

DWG. NO. 図番 MEM-34670

MEIDEN





P矢視図

① 駆動部

型式	DSV-2506
定格トルク	25 (kg·cm)
定格回転速度	600 (rpm)
定格電機子電流	2.3 (A)
定格出力	150 (W)
定格電機子電圧	85 (V)
最大トルク	97.5 (kg·cm)
*瞬間定格	5 (min.)
*電機子電流	8.5 (A)
*回転数	330 (rpm)
重量	9 (kg)

＊印は、最大トルク時の数値

② 遠隔コネクタ

型式	プラグ SRCQ6A21-18P
	レセプタクル SRC02A21-18S

③ 位置検出器

型式	MRE-xSP062SAA
慣性モーメント	6.8×10^{-2} (g·cm·sec)
摩擦トルク	500 (g·cm)
軸許容荷重	スラスト 5 (kg)
	ラジアル 10 (kg)
機械的許容回転数	3600 (rpm)
重量	1.5 (kg)
総回転数	32 (回転)
温度ドリフト	− 0.01 (%/c)
出力形式	2^{16} バイナリデータ+ラッチ信号
出力回路	TTLオープンコレクタ出力
サンプリング時間	0.1 (ms)

REVISION 訂正	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日
△	親図番 MEM-34704		
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
	M.Miyamoto	D.Matsumoto
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ×

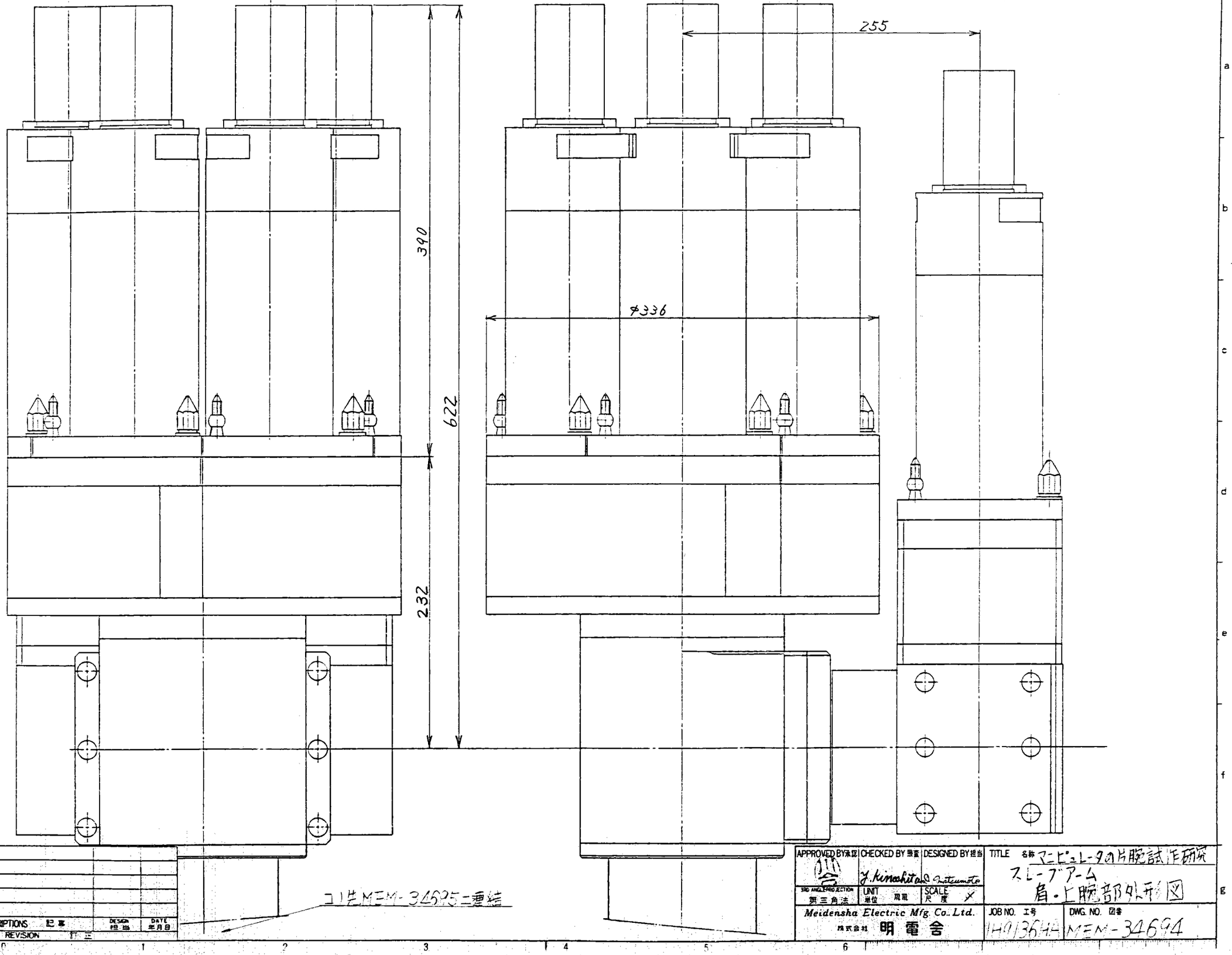
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
スレーブアーム
駆動部単体外形図

JOB NO. 工号 1H913AHA

DWG. NO. 図番 MEM-34753

MEIDEN



MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△	REVISION 訂正		

コ1生MEM-34525二連結

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
	Y. kinoshita	Y. Matsumoto
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 NS

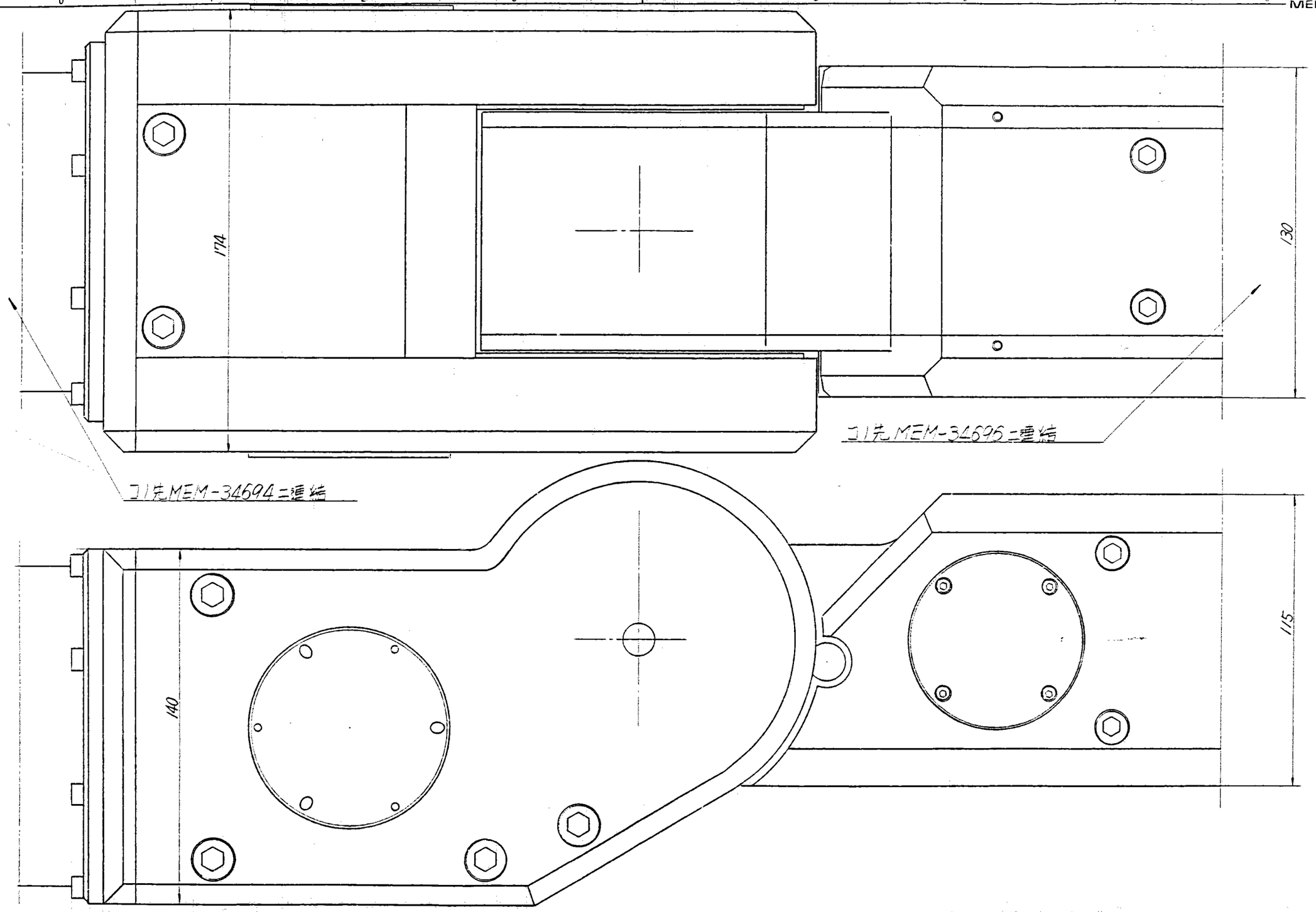
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

TITLE 名称 マニピュレータの片脱試作研究
スレーブアーム
肩・上腕部外形図

JOB NO. 工号 IH91364-

DWG. NO. 図番 MEM-34694

MEIDEN



△			
△			
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査 Y.Kinoshita	DESIGNED BY 担当 阿部
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1

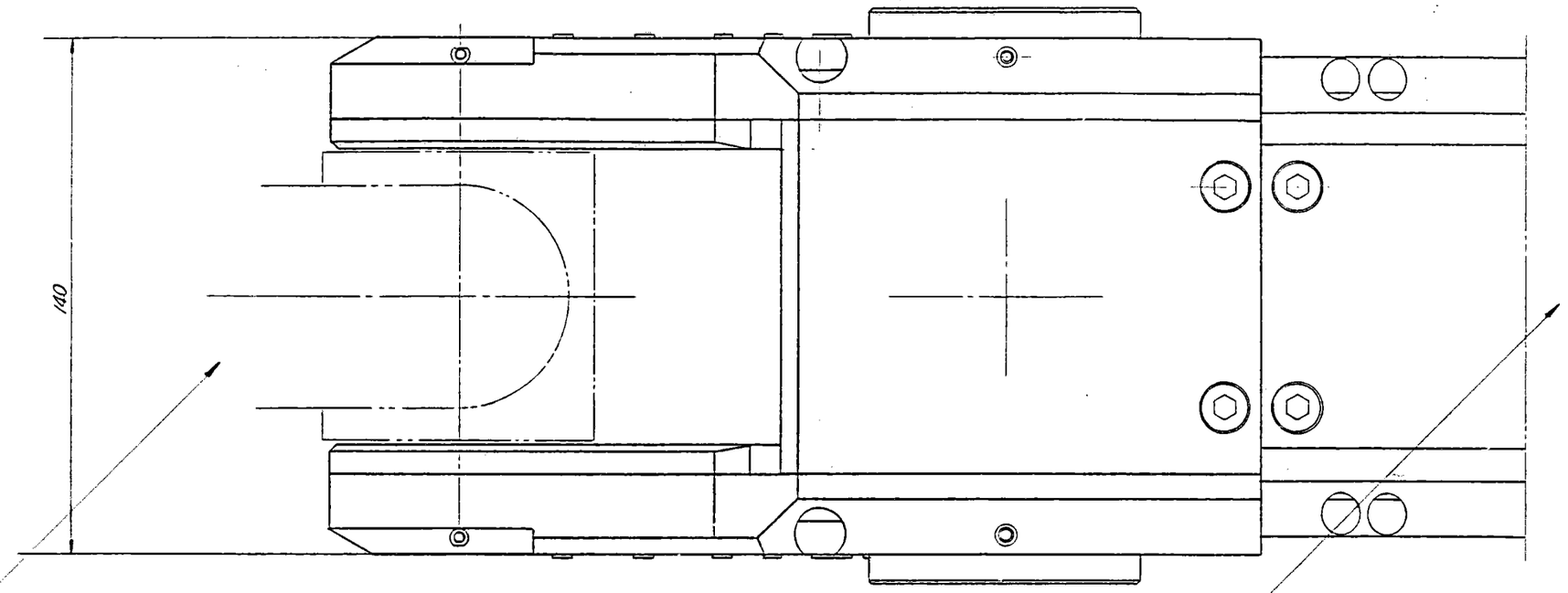
TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
スレーブアーム
肘部外形図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H9136HA

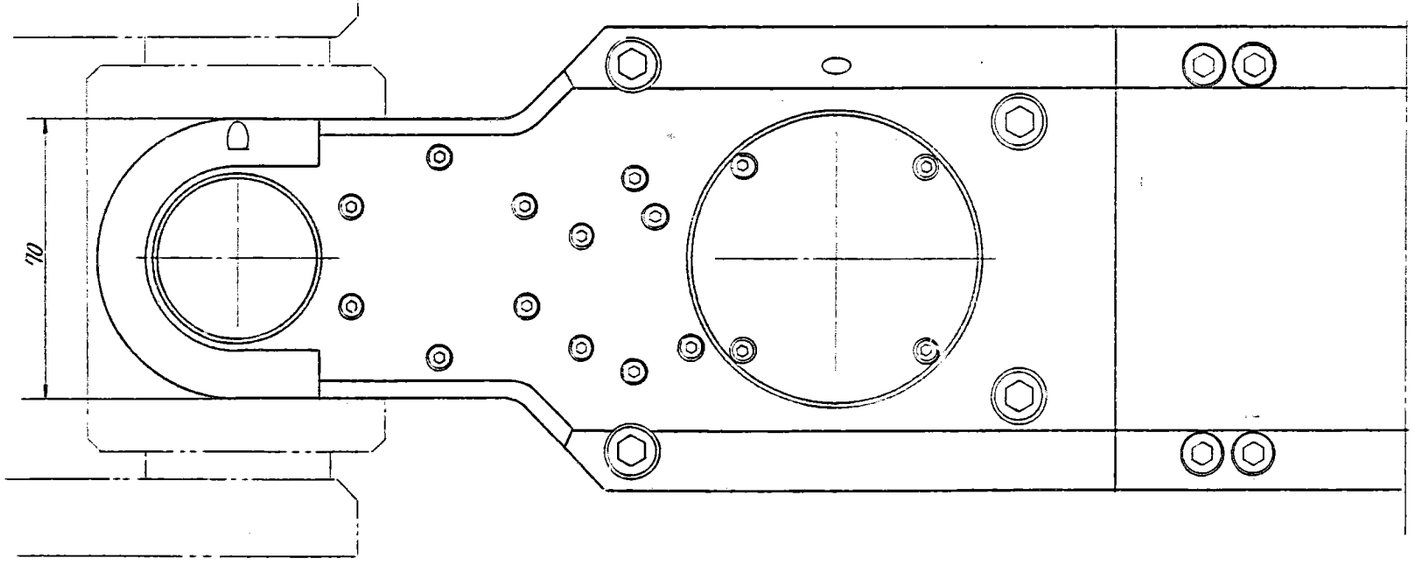
DWG. NO. 図番 MEM-34695

MEIDEN



コ1先MEM-34695ニ準拠

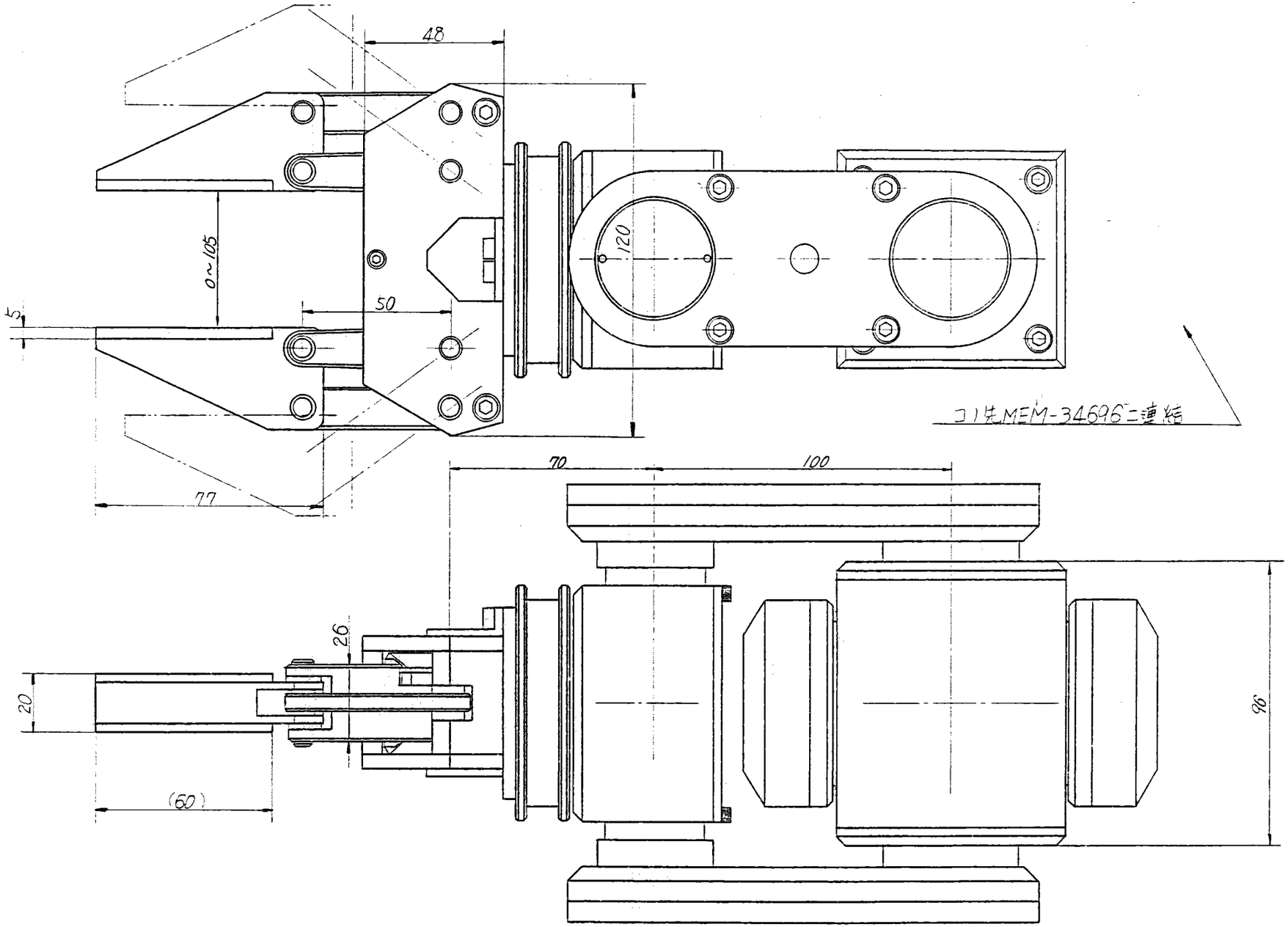
コ1先MEM-34697ニ準拠



MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査 Y.Hiroshita	DESIGNED BY 担当 阿部	TITLE 名称 マニピュレータ 右片腕試作 スレーブアーム 前腕部 外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H91364-A / DWG. NO. 図番 MEM-3469F

MEIDEN

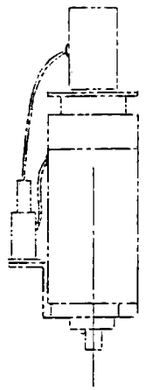


コイ先MEM-34696ニ連結

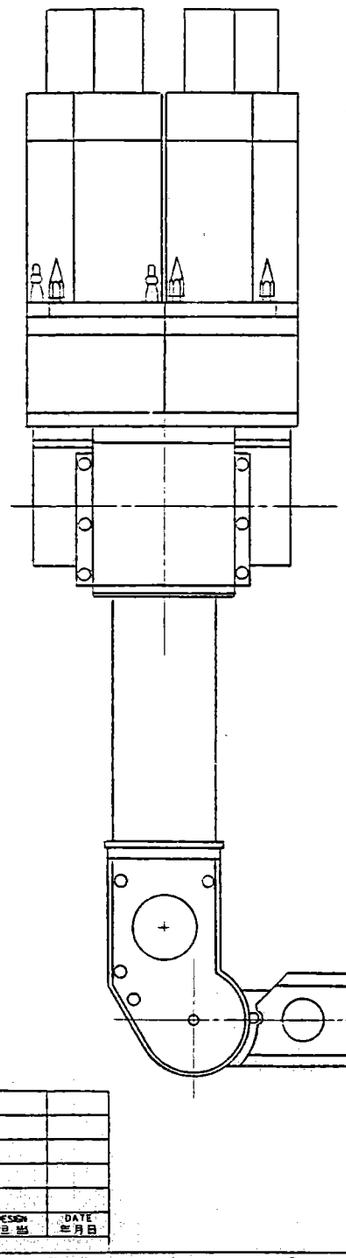
△			
△			
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

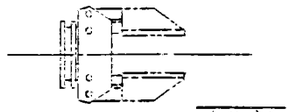
APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	y. Kinoshita	阿部	スレーブアーム 手先部 外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM-34697

MEIDEN

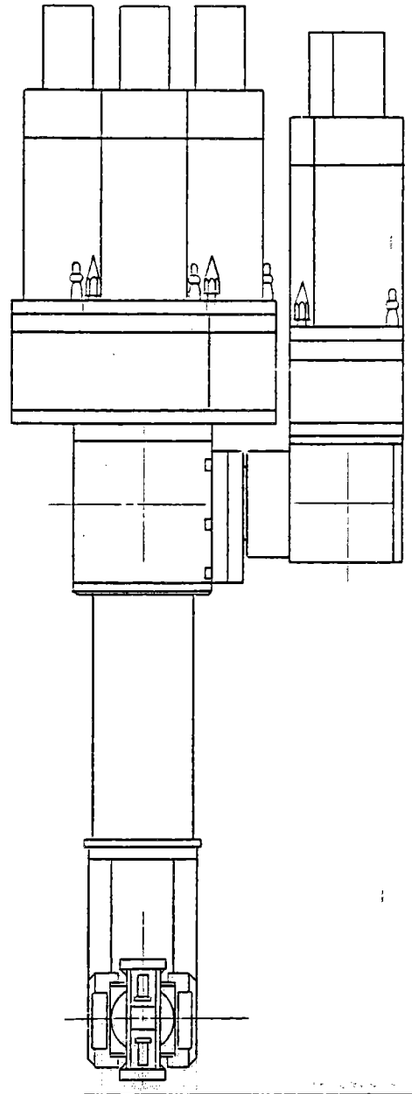


駆動モータユニット





手先部

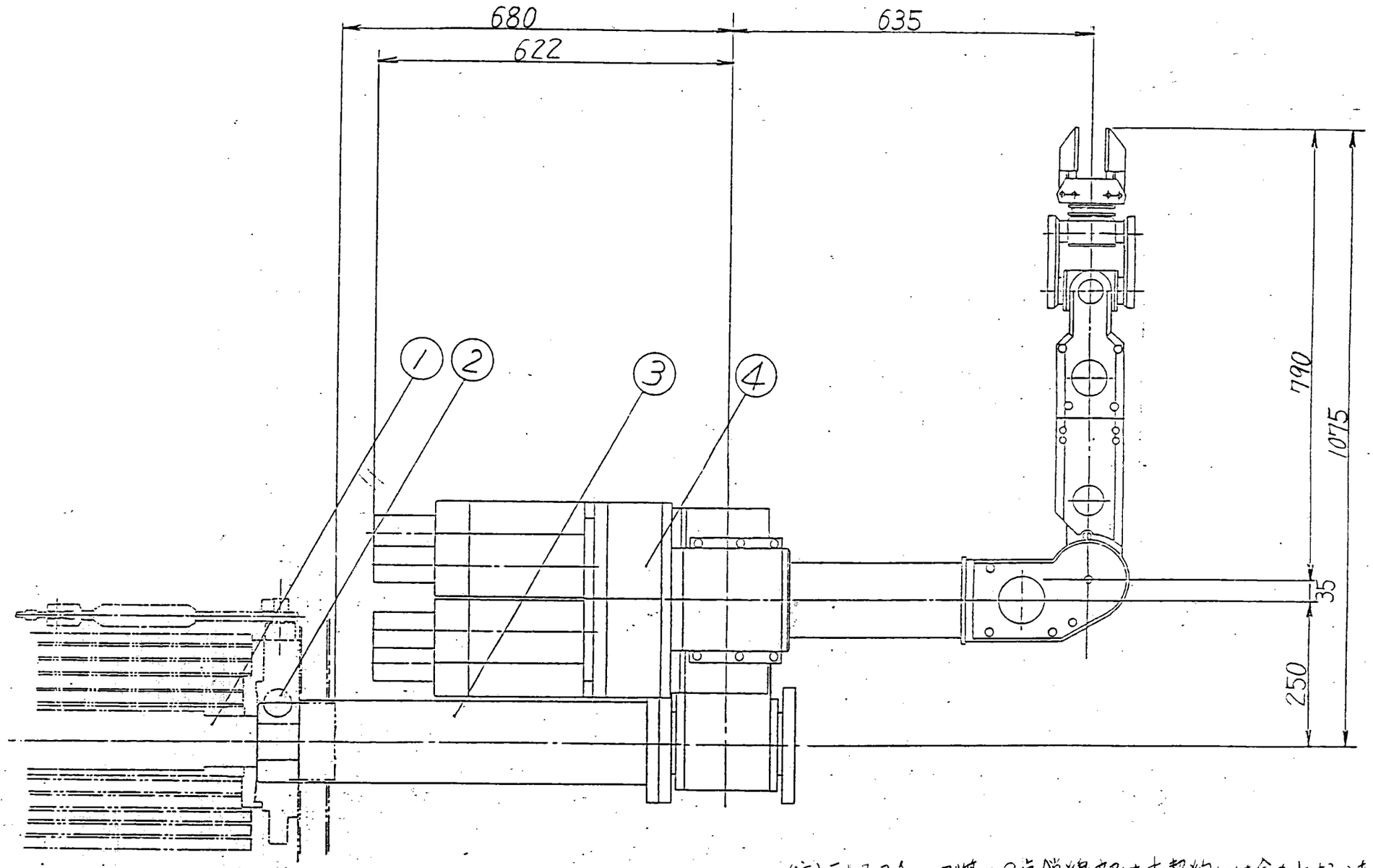


MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	木下	阿部	スレーブアーム連隔分割図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ×	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM-34680

MEIDEN



(注)テレスコチューブ等の2点鎖線部は本契約には含まれないものとする

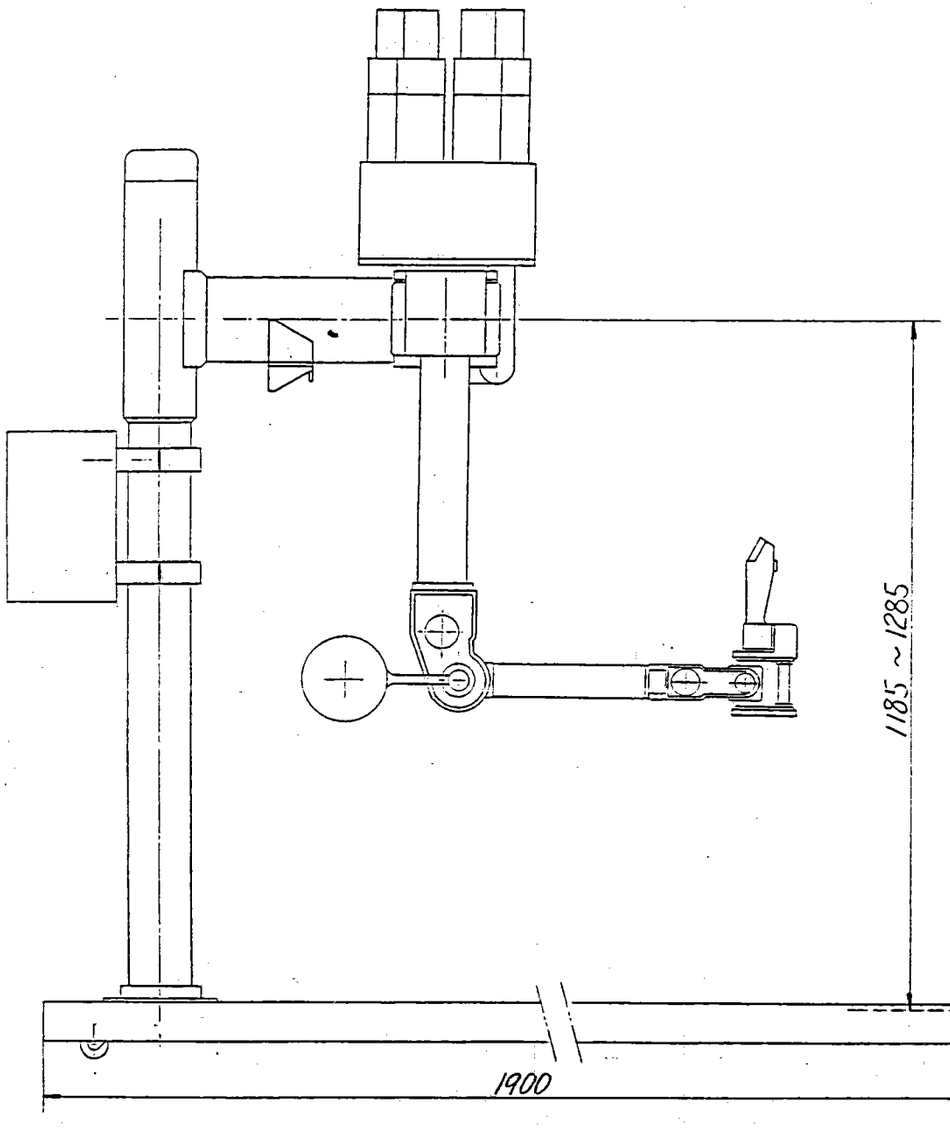
①テレスコチューブ
②脱着ピン
③センターパイプ
④スレーブアーム

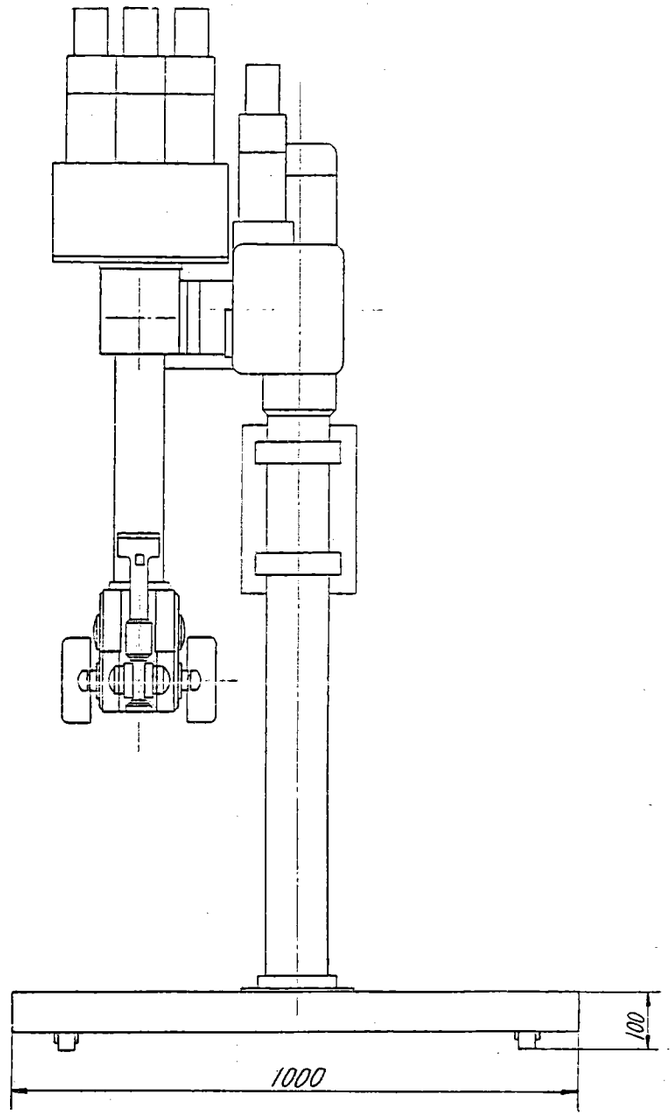
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
川合	阿部	木下	テレスコ設置図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ノ	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM-34734

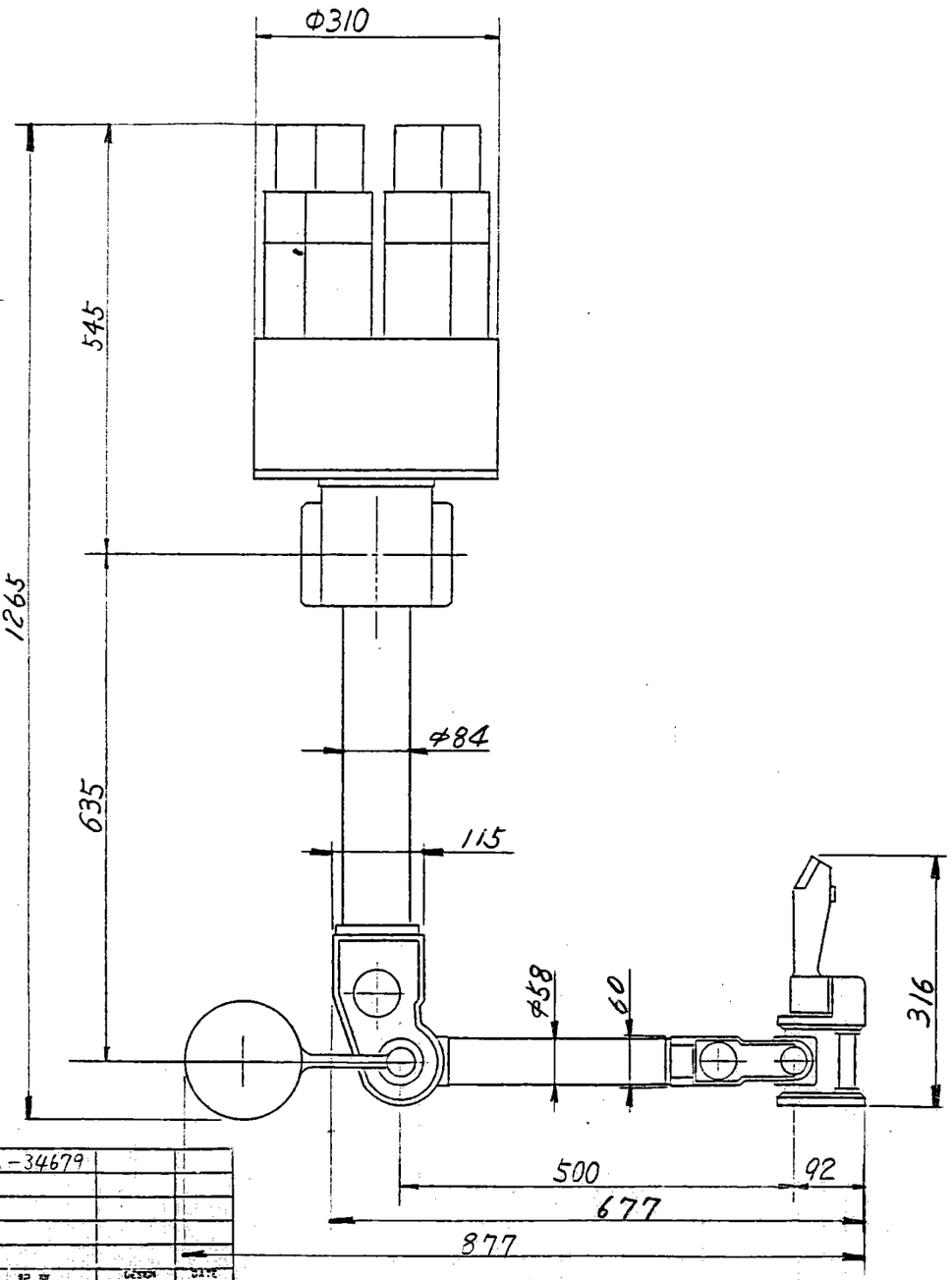
MEIDEN

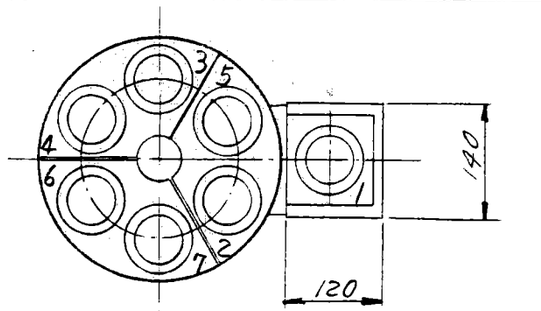


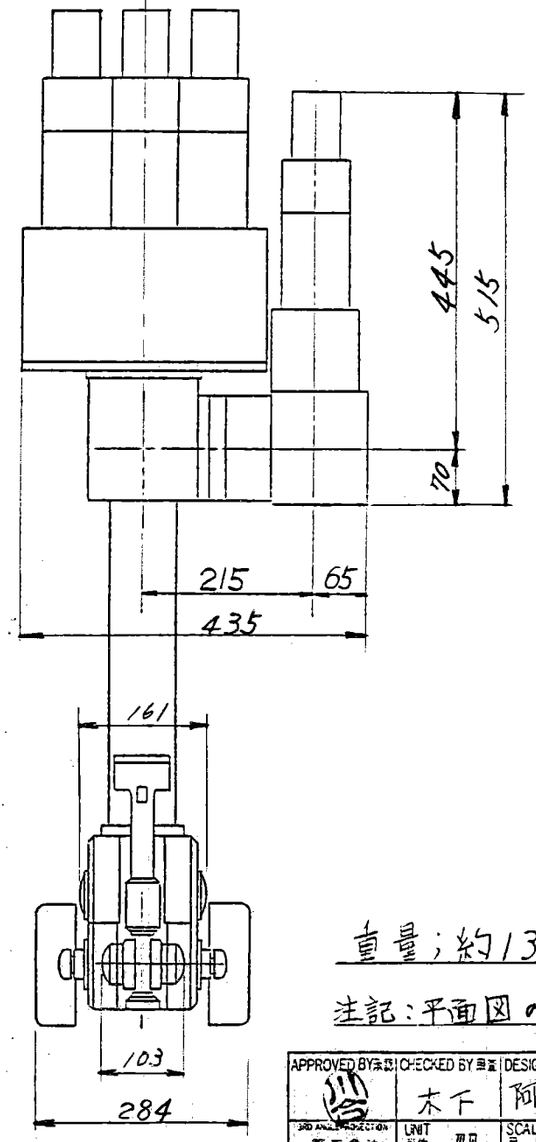


MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
第三角法	木下	阿部	マスタアーム設置図
	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136H4 / DWG. NO. 図番 MEM-34737A







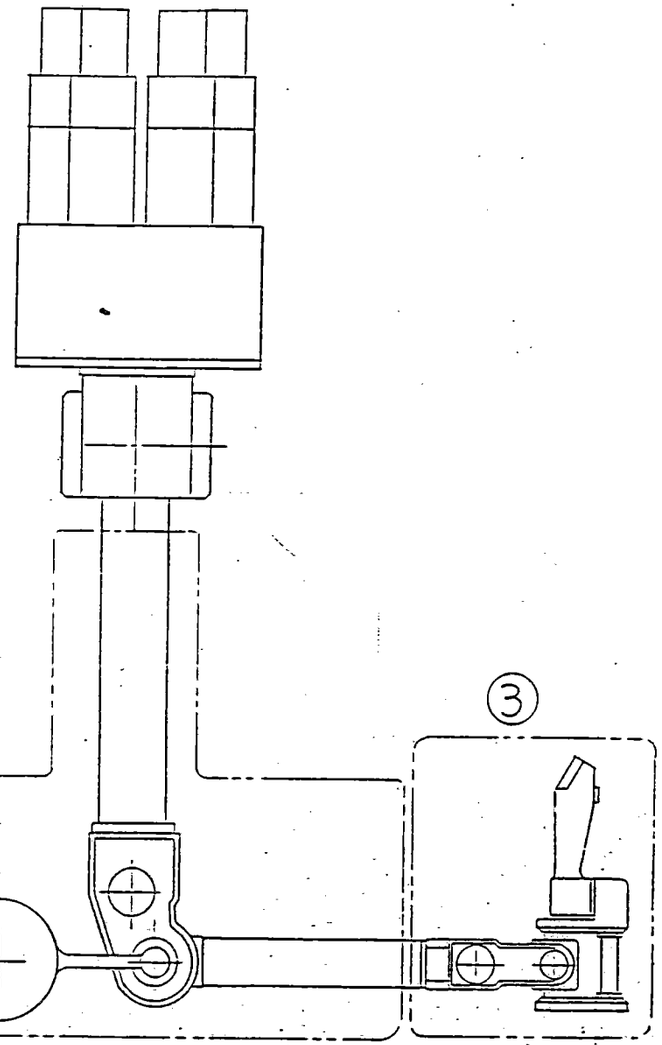
重量；約130kg，材質；アルミ合金

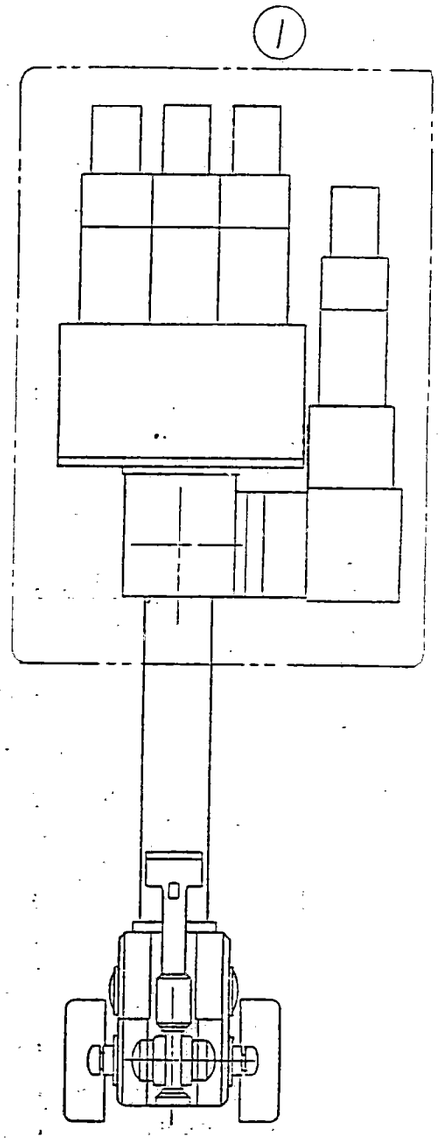
注記：平面図の数字はモーターの軸番号を示す

△	親図番 MEM-34679		
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 作当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	木下	阿部	マスタアームの外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/4	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 MEM-34752

MEIDEN





3	手先部	MEM-34700
2	上腕・肘・前腕部	MEM-34699
1	肩・駆動部	MEM-34698
項番	各部名称	外形図 図番

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
	木下	阿部
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

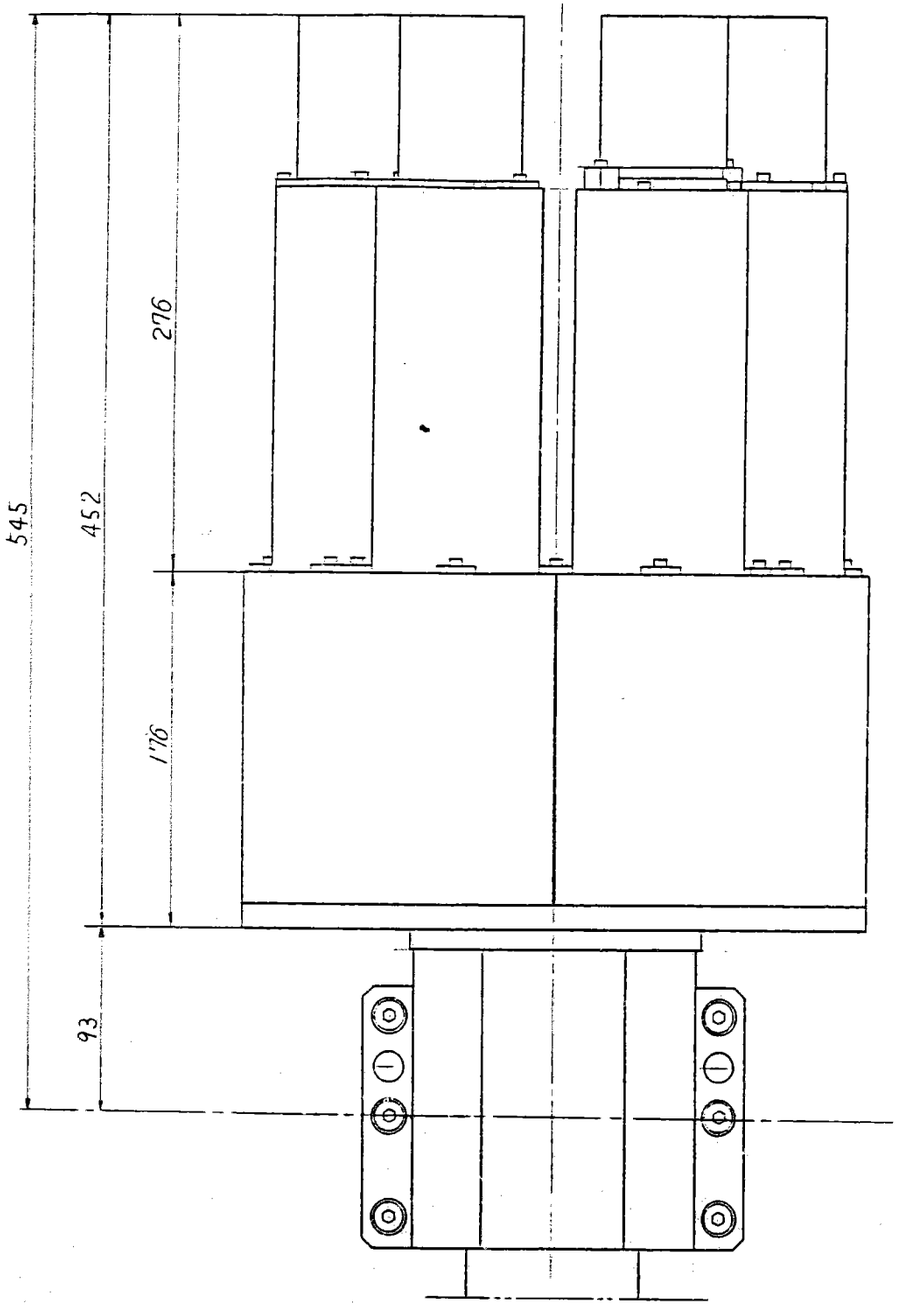
マスタアーム各部名称、図番

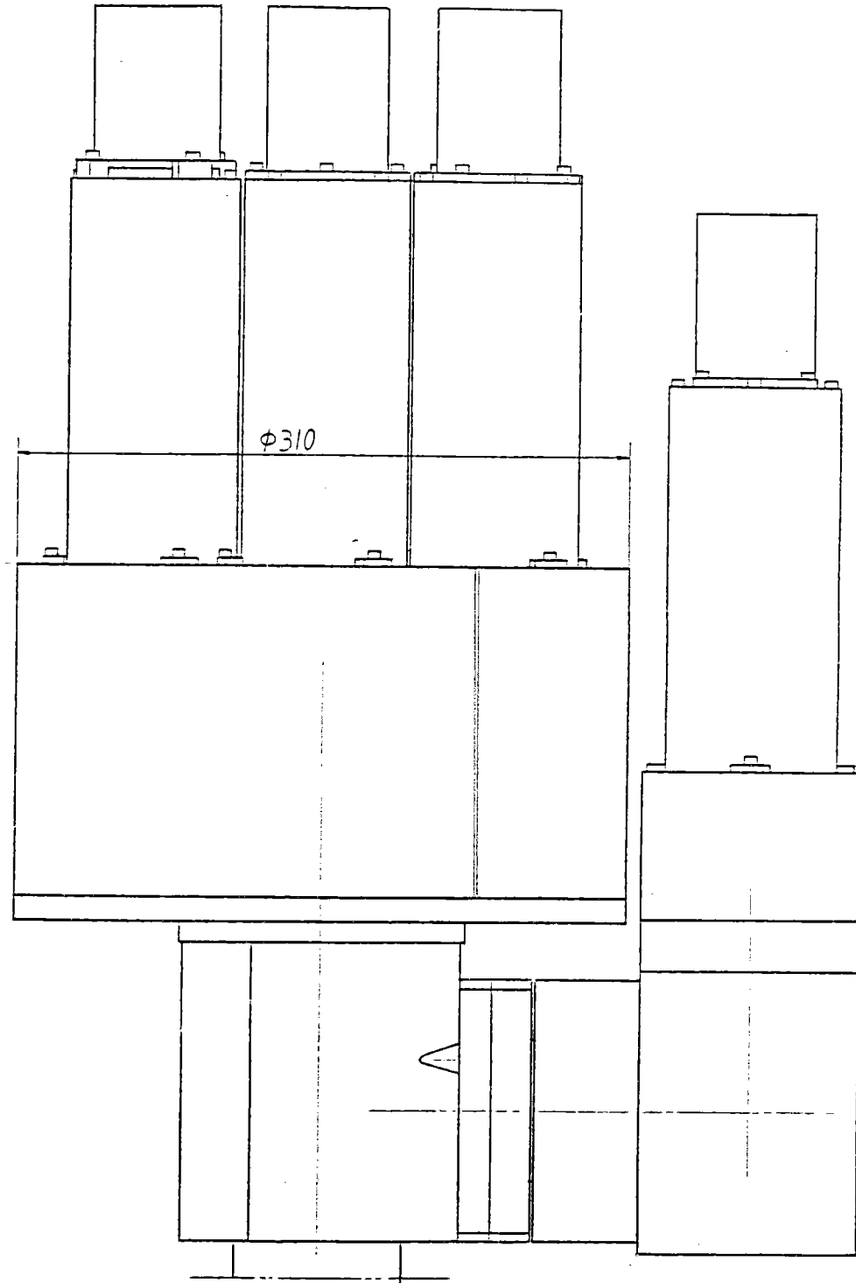
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H9136HA

DWG. NO. 図番 MEM-34671A

MEIDEN





コ1先MEM-34699ニ連結

NO. 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△	REVISION 訂正		

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
川会	Y. Kimoshita	阿部
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1

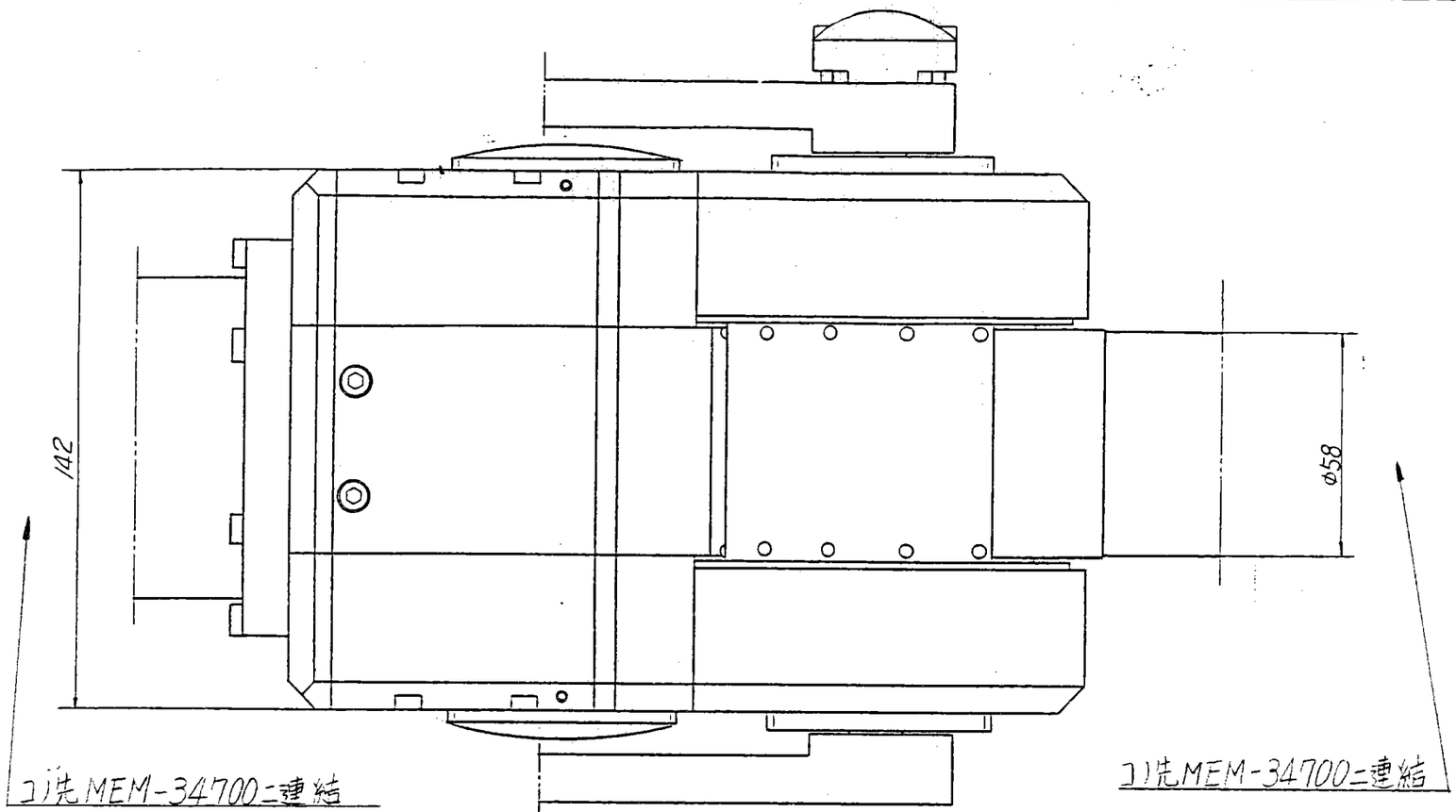
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

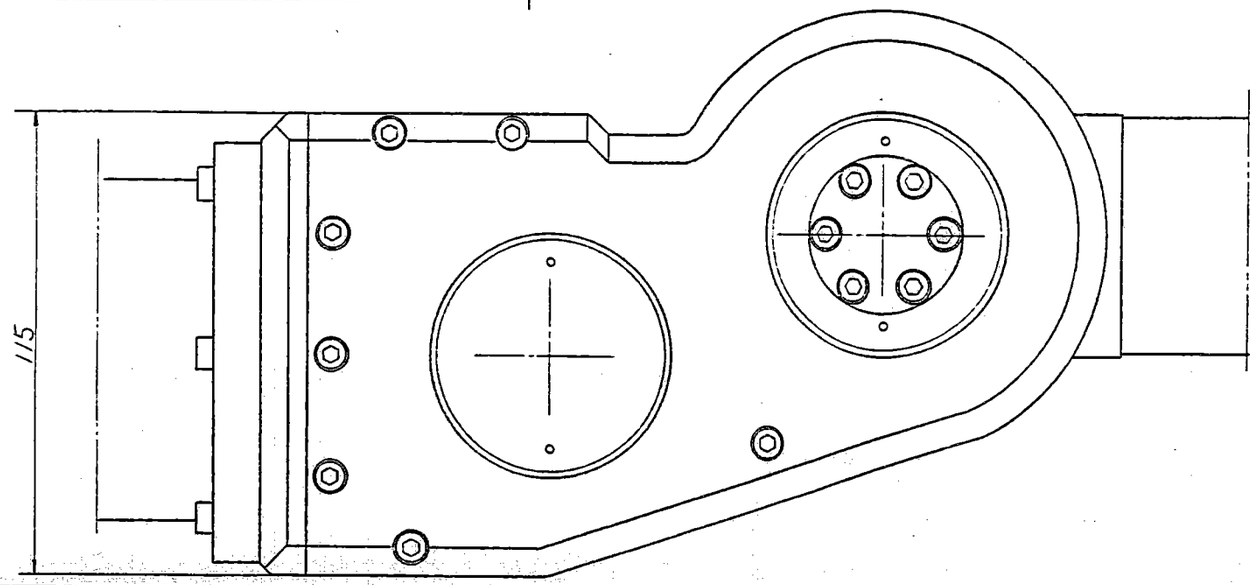
TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
マスタアーム
肩・駆動部外形図

JOB NO. 工号 1H9136HA

DWG. NO. 図番 MEM-34698 A

MEIDEN

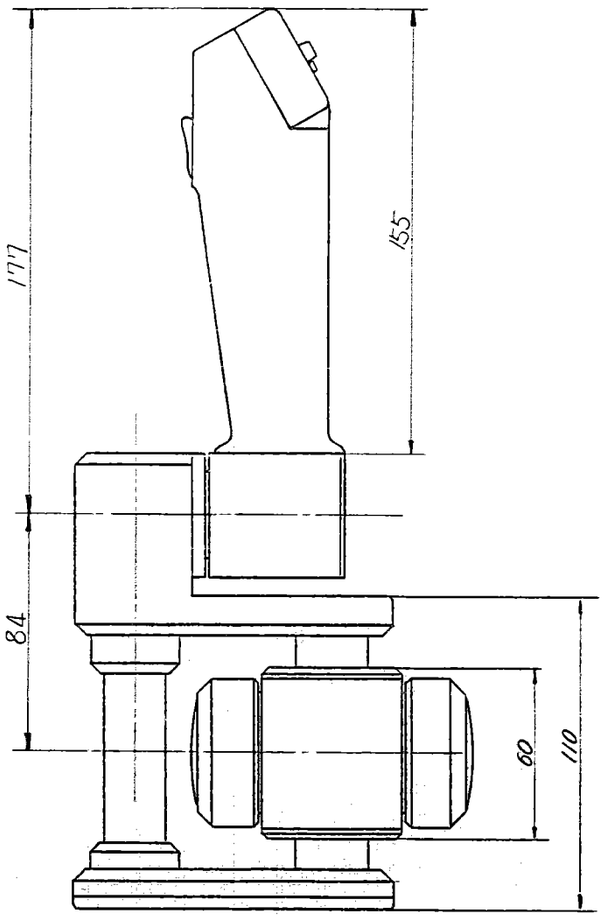


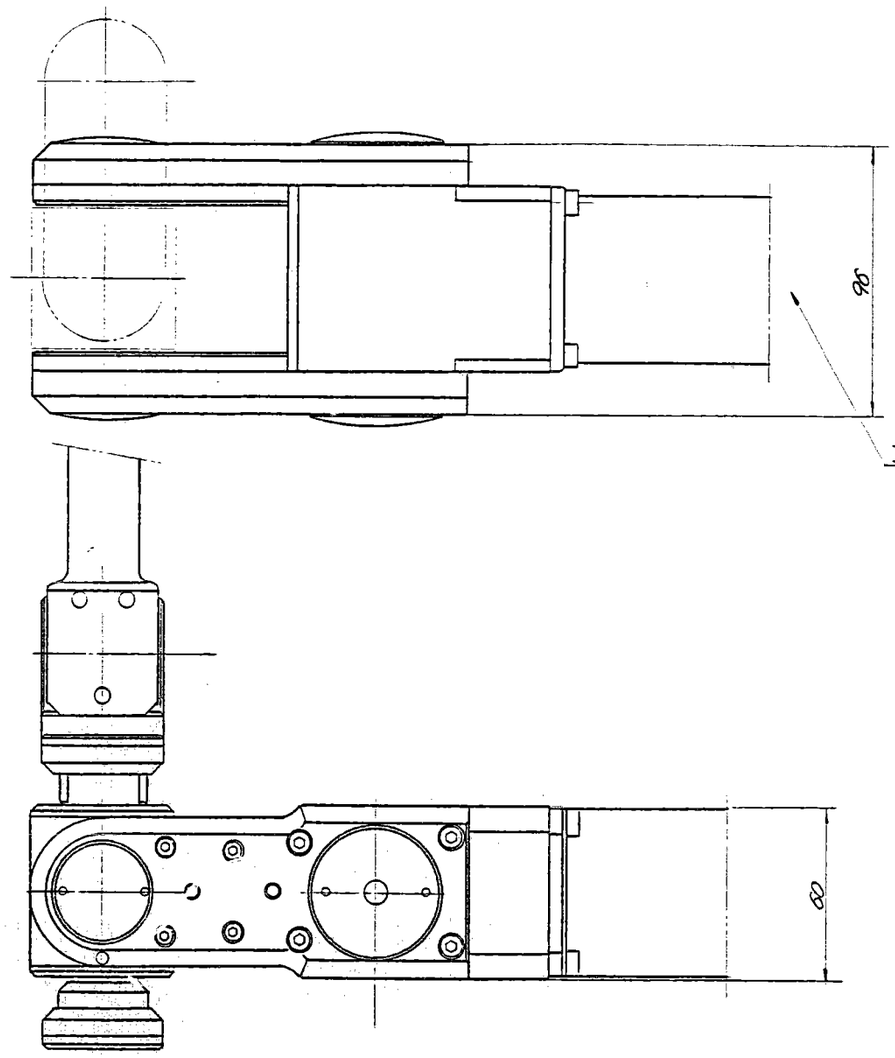


△			
△			
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 設計	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	木下	阿部	マスターアーム 上腕・肘・前腕部外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H913FHA / DWG. NO. 図番 MEM-34699

MEIDEN



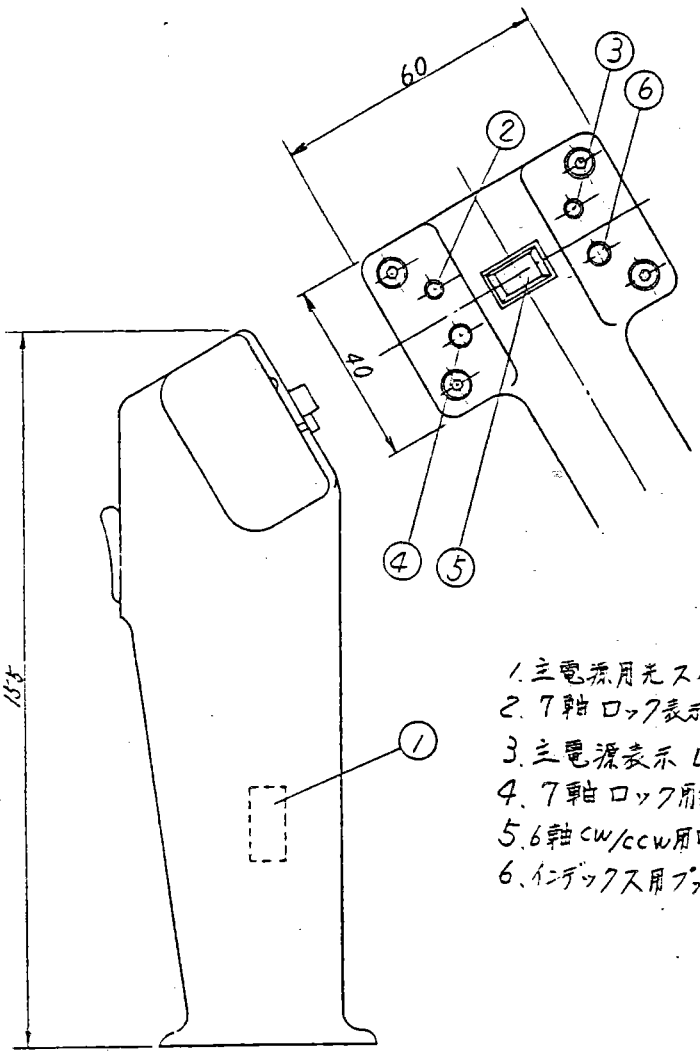


コ)先MEM-34699ニ準ジ

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	Y. Kinoshita	阿部	マスターム 手先部 外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136H-2	DWG. NO. 図番 MEM-34700

MEIDEN



1. 主電源用光スイッチ
2. 7軸 ロック表示 LED
3. 主電源表示 LED
4. 7軸 ロック用プッシュスイッチ
5. 6軸 CW/CCW用ロッカースイッチ
6. インデックス用プッシュスイッチ

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			

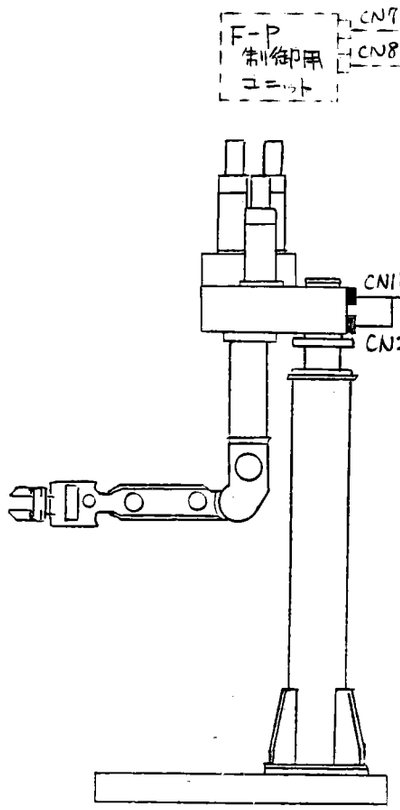
REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
川	y. Kinoshita	大竹	マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM770-M) マスターグリップ外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	

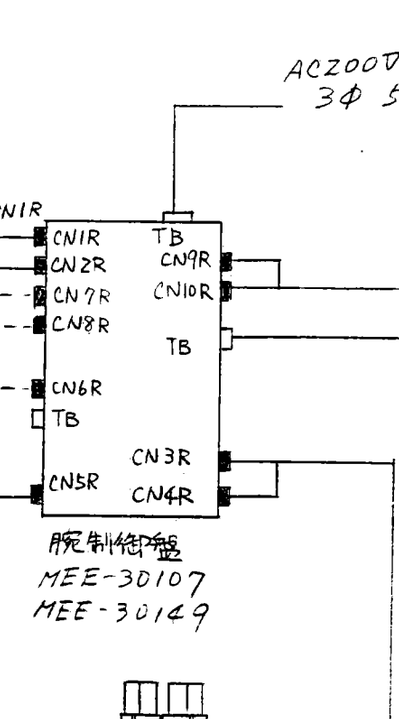
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番
IH 9136HA	MEM-52146

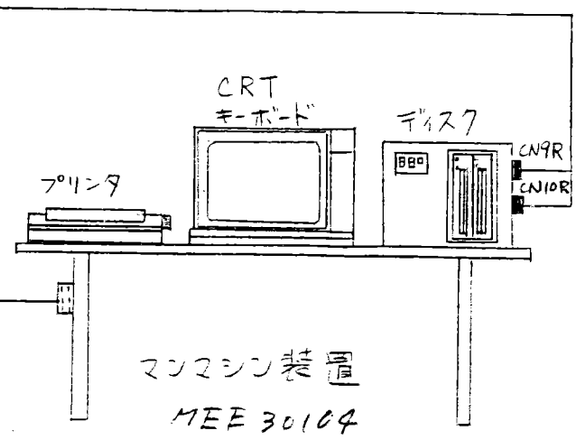
MEIDEN



スレーブアーム
MEM-34670

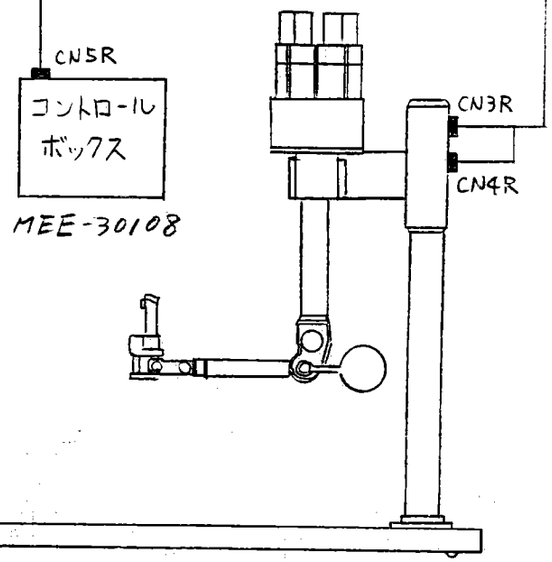


腕制御盤
MEE-30107
MEE-30149



マンマシン装置
MEE 30104

AC200V
3φ 50Hz



MEE-30108

マスターアーム
MEM-34671

[ ] 内は別途設備

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当
矢野	山尾	山尾
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

全体系統図

Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H9137HA

DWG. NO. 図番 MEE30151

MEIDEN

3φ 200V 50Hz
50A

EF

3P MCCB-1
50AF
50AT
(SK53)

2P MCCB-2
50AF
30AT
(SK52)

2P MCCB-3
30AF
15AT
(SK32)

3φ Tr
10KVA
200/100-80-60-50V
(AIH)

1φ Tr
5KVA
200V/100V
(AIH)

200V
制御電源

MC-S
(SRC-3631
-PS 2a)

MC-SH
(ムセ)

MC-M
(ムセ)

84C

MC-100
(SRC3631-2)

※1 (3/2へ)

3PMCCB-4
30AF
30AT

3PMCCB-S
50AF
50AT

3PMCCB-SH
30AF
30AT

3PMCCB-M
30AF
30AT

2PMCCB-5
30AF
15AT

2PMCCB-6
30AF
10AT

2PMCCB-7
30AF
15AT

2PMCCB-8
30AF
15AT

テ倫

84S

84SH

84M

KS30A
0.5A

KS30A CPU
0.5A

電源

計装電源

マンマシン用電源

AC/DC コンバ-9
AC100V/DC36V
15A

AC/DC コンバ-5
AC100V/DC24V
3A

PC
NC

サーボドライブ ユニット

サーボドライブ ユニット

サーボドライブ ユニット

BR
200W×3

BR
300W×3

BR
200W×3

DCL

DLL

DCL

DCL

MC-BS
(M9160-2W)

MC-BH DC制御電源
(K9162-2W)

OR

OR

DM7

DM2

DM 1-2

DM 1-1

DM0

DM1

DM2

DM7

B7

B2

B1-2

B1-1

B0

B1

B7

スレーブアーム

マスタアーム

スレーブアームブレーキ

マスタアームブレーキ

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当
天野	山尾	田村
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✗

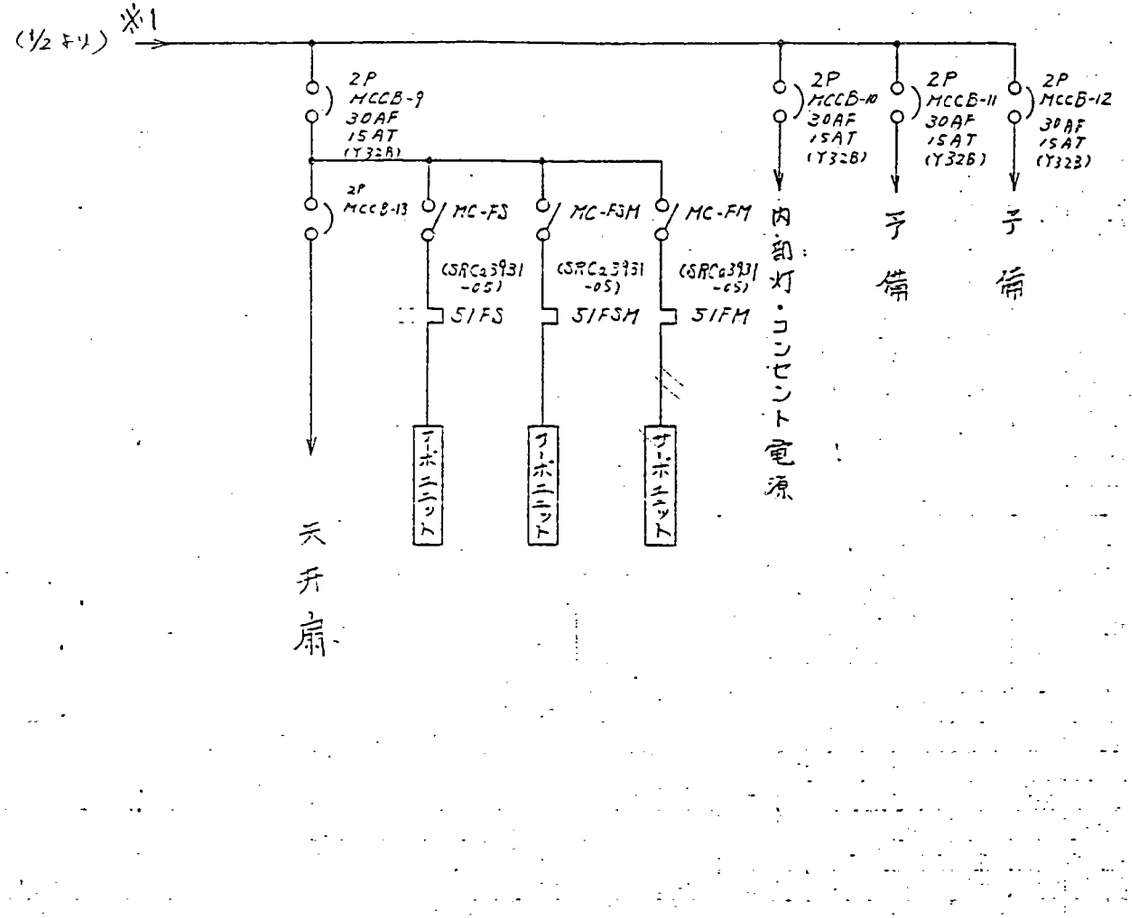
TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

腕制御盤単線接続図 1/2

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

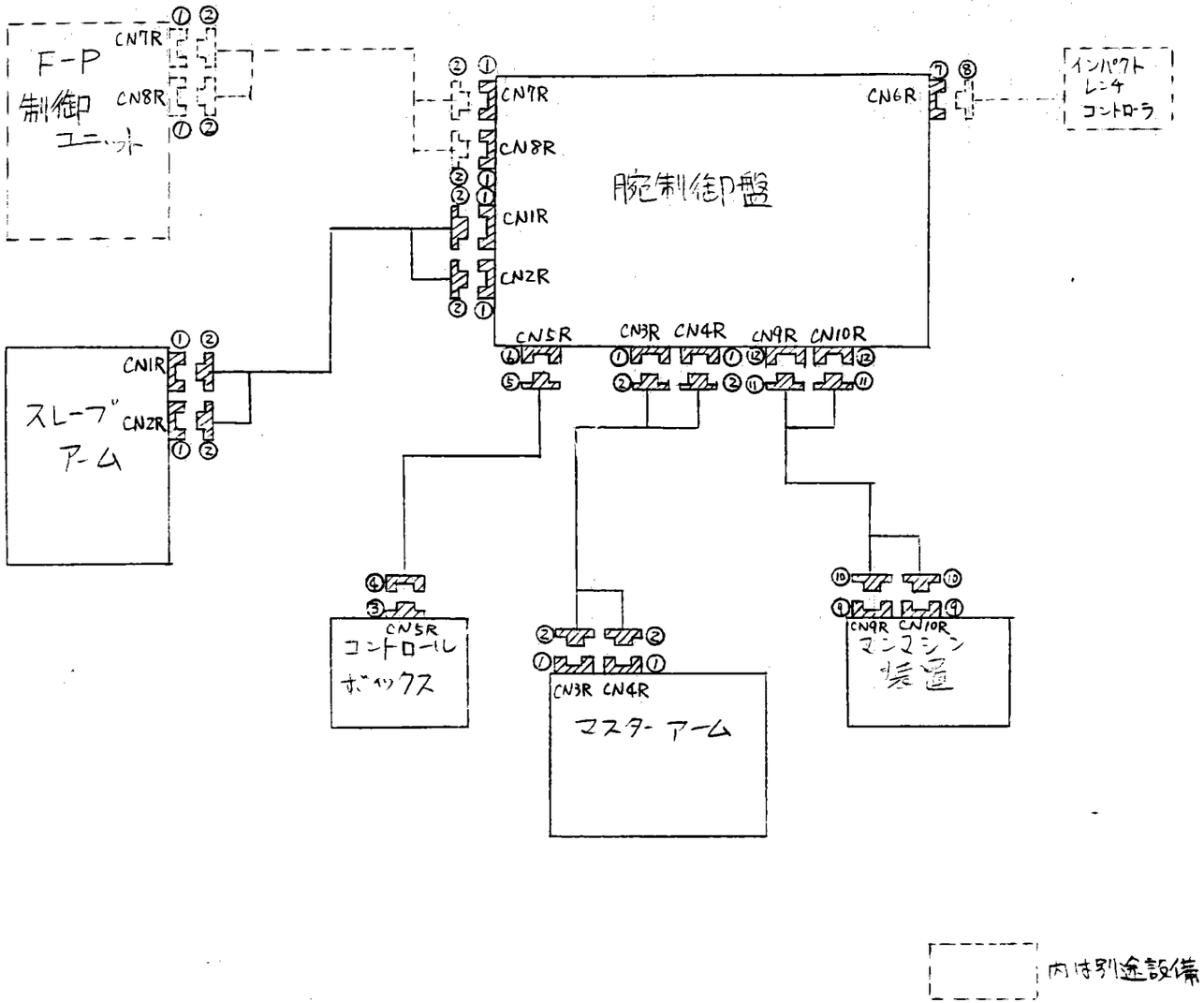
JOB NO. 工号 1HG137HA

DWG. NO. 図番 MEE30109



MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
天野	山尾	田村	マニピュレータの片腕試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ×	腕制御盤 単線接続図 2/2
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	JOB NO. 工号 1H9137HA	DWG. NO. 図番 MEE30109	



コネクター型式

NO.	型式	備考
①	MS3102A 36-7S	第一電子工業製
②	MS3106A 36-7P	
③	8016-090-000-702	エルコーインターナショナル製 コンタクトピン型式 3/3
④	〃 709	
⑤	〃 703	
⑥	〃 707	
⑦	SRC02A 21-10S	日本航空電子工業製
⑧	SRC06A 21-10P	
⑨	DB-25S	日本航空電子工業製
⑩	DB-25P	
⑪	57-30360	第一電子工業製
⑫	57-40360	

ケーブル長

NO	長さ(m)	備考
CN1R, CN2R	40m	バイラームケーブル
CN3R, CN4R	15m	バイラームケーブル
CN5R	15m	コントロールボックスケーブル
CN6R		別途設備
CN7R, CN8R		〃
CN9R, CN10R	15m	マニマシンケーブル

コネクター ガイドピン番号

NO	ガイドピン番号	
	左	右回
CN5R	3	1

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY照査	DESIGNED BY担当
天野	山辰	山辰
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕

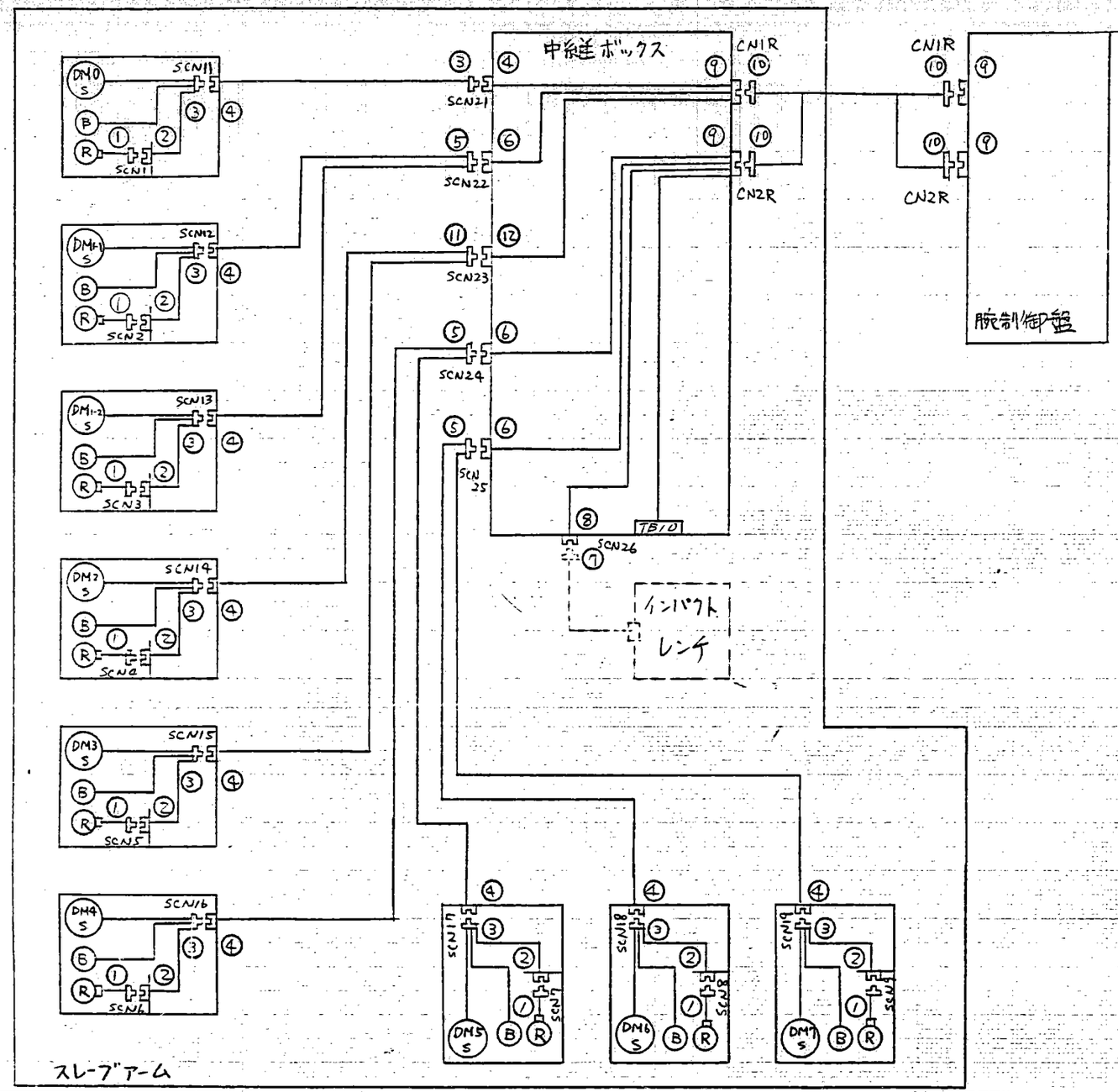
TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

コネクタ・ケーブル一覧表

Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H9137HA

DWG. NO. 図番 MEE 30152



コネクタ型式

NO.	型式	備考
1	R04-PB9M8.0	ヨコヤマ製 無線製
2	MRE-325P062SMC用 レセプタクル	〃
3	SRC06A21-18P	日本航空電子工業製
4	SRC02A21-18S	〃
5	MS3106B28-15P	オ1電子工業製
6	MS3102A28-15S	〃
7	SRC06A21-10P	日本航空電子工業製
8	SRC02A21-10S	〃
9	MS3102A 36-73S	オ1電子工業製
10	MS3106A 36-73P	〃
11	MS3106B28-15P	日本航空電子工業製
12	MS3102A28-15S	〃

□ 内は別途設備

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY照査	DESIGNED BY担当
天野	山尾	山尾
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

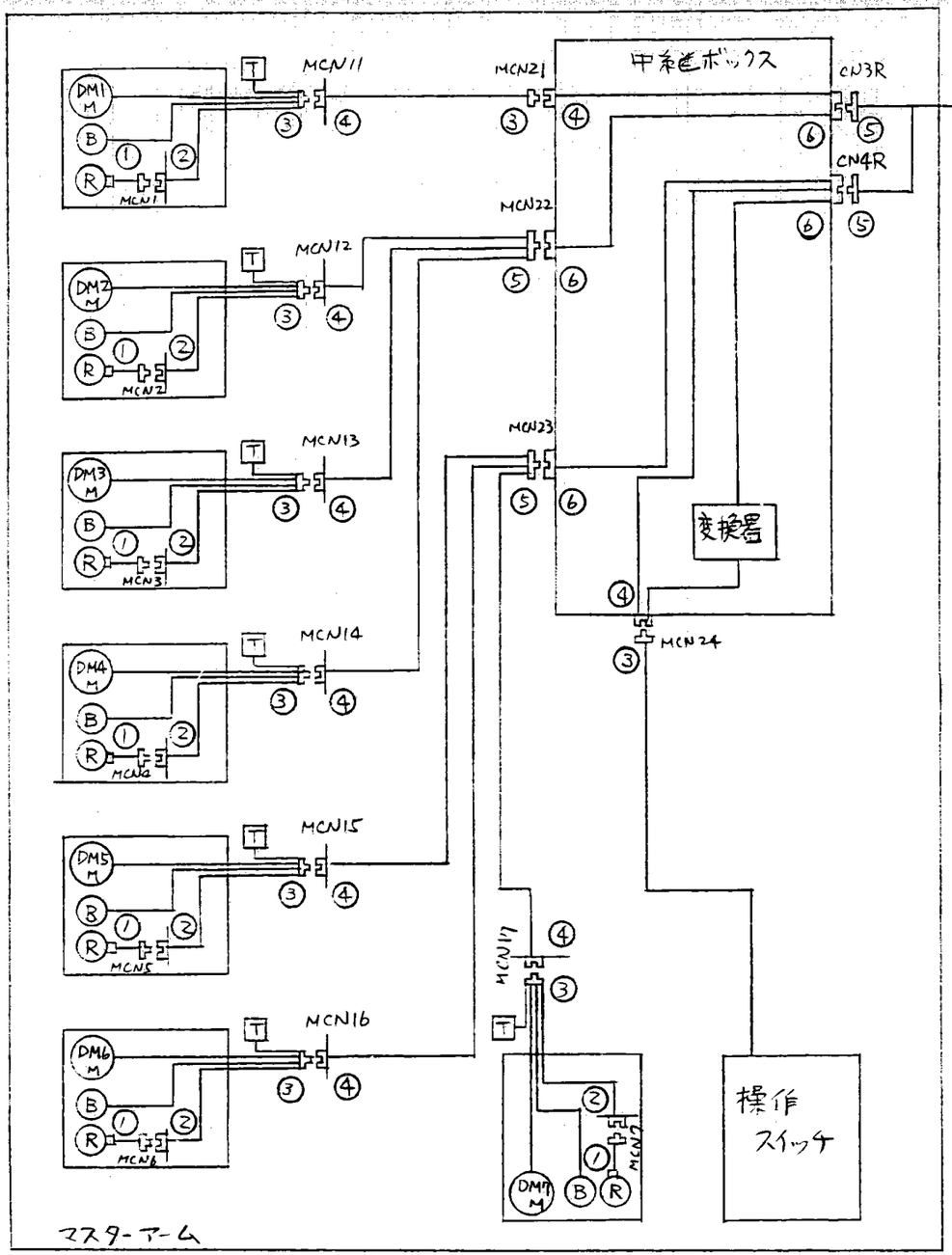
スレーブアーム部 コネクター覧表

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H9137HA

DWG. NO. 図番 MEE 30164

MEIDEN



コネクタ型式

NO.	型式	備考
①	R04-PB9M8.0	ヨシカワ無線製
②	MRF-32SP062SMC用 レセプタクル	〃
③	SRC06A21-18P	日本航空電子工業製
④	SRC02A21-18S	〃
⑤	MS3106A 36-7SP	第1電子工業製
⑥	MS3102A 36-7SS	〃
○		
○		
○		
○		

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
矢野	山尾	山尾	マニピュレータの片腕試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	マスターアーム部コネクター覧表

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番
	1H9137HA	MEE 30166

MEIDEN

DM0 SCN11 SCN21 SCN22 CN1R CN2R
DMH SCN12 SCN2
DM12 SCN13 SCN3 SCN23
DM2 SCN14 SCN4 SCN24
DM3 SCN15 SCN5 SCN25
DM4 SCN16 SCN6 SCN26
DM5 SCN17 SCN7
DM6 SCN18 SCN8
DM7 SCN19 SCN9
TB10
中継ボックス
インパクト レンチ
スレーブアーム

インパクト レンチ コントローラ
CN1R CN2R CN7R CN8R CN6R TB11

リアクトル×9
リアクトル×7
回生抵抗×6
回生抵抗×6
回生抵抗×6
ドライバ S9 S6 S5 S4 S3 S2 予備
ドライバ S8 S11 S0 M1 予備
ドライバ M7 M6 M5 M4 M3 M2 予備
CN58 CN511 CN512 CN52 CN53 CN54 CN55 CN56 CN57
中継ユニット
リレーシーケンス
盤面スイッチランプ
制御装置 マイクロコンピュータ CN1R CN10R
予備 予備 予備 予備 予備 予備 予備
CNM1 CNM2 CNM3 CNM4 CNM5 CNM6 CNM7
制御盤

コントロールボックス CN5R CN5R
CN3R CN4R
CN3R CN4R
MCN21 MCN22 MCN23 MCN24
MCN11 MCN12 MCN13 MCN14 MCN15 MCN16 MCN17
MCN1 MCN2 MCN3 MCN4 MCN5 MCN6 MCN7
DM1 DM2 DM3 DM4 DM5 DM6 DM7
操作スイッチ
マスターアーム

CN9R CN10R
マイクロコンピュータ
プリンタ
キーボード
CRT
マンマシン装置

内は別売設備

REVISION 訂正			
△			
△			
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 当査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
矢野	山辰	山辰	全体接続図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 NS	
Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9137HA	DWG. NO. 図番 MEE 30157

MEIDEN

腕制御盤へ

腕制御盤へ

CN1R

CN2R

中継ボックス

SCN21

SCN22

SCN23

SCN24

SCN11

SCN12

SCN13

SCN14

SCN15

SCN16

SCN1

SCN2

SCN3

SCN4

SCN5

SCN6

DM0 5

B0 5

DM1 5

B1 5

DM2 5

B2 5

DM3 5

B3 5

DM4 5

B4 5

レゾルバ 0

レゾルバ 1

レゾルバ 1-2

レゾルバ 2

レゾルバ 3

レゾルバ 4

※1

※2

REVISION	DESCRIPTIONS 記事	承認	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
天野	山尾	山尾
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 取置	SCALE 尺度 ※

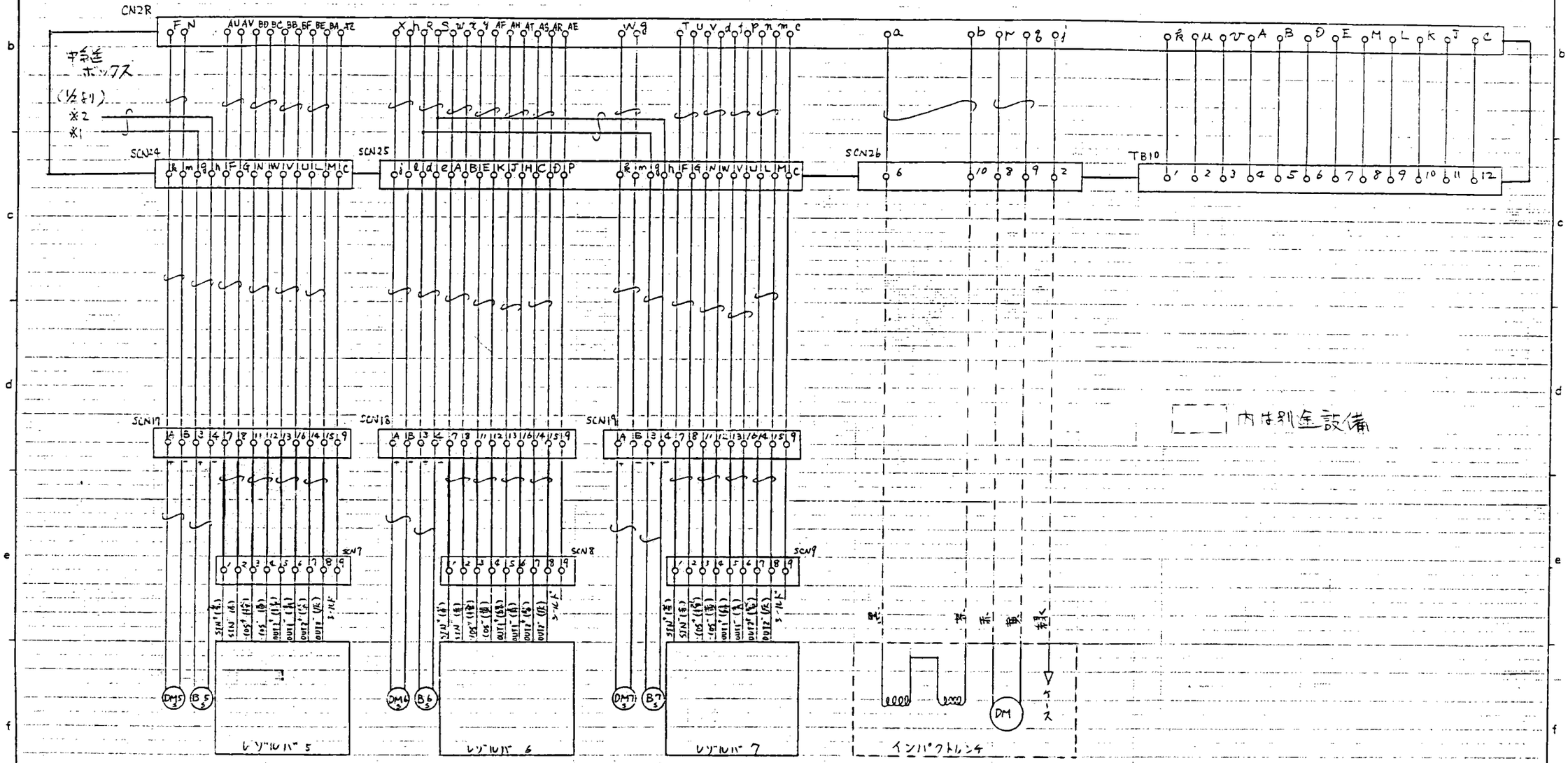
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

TITLE 名称 マニピュレータの用途試作研究
スレーブアーム部コネクター接続図 1/2

JOB NO. 工号 1H9137HA

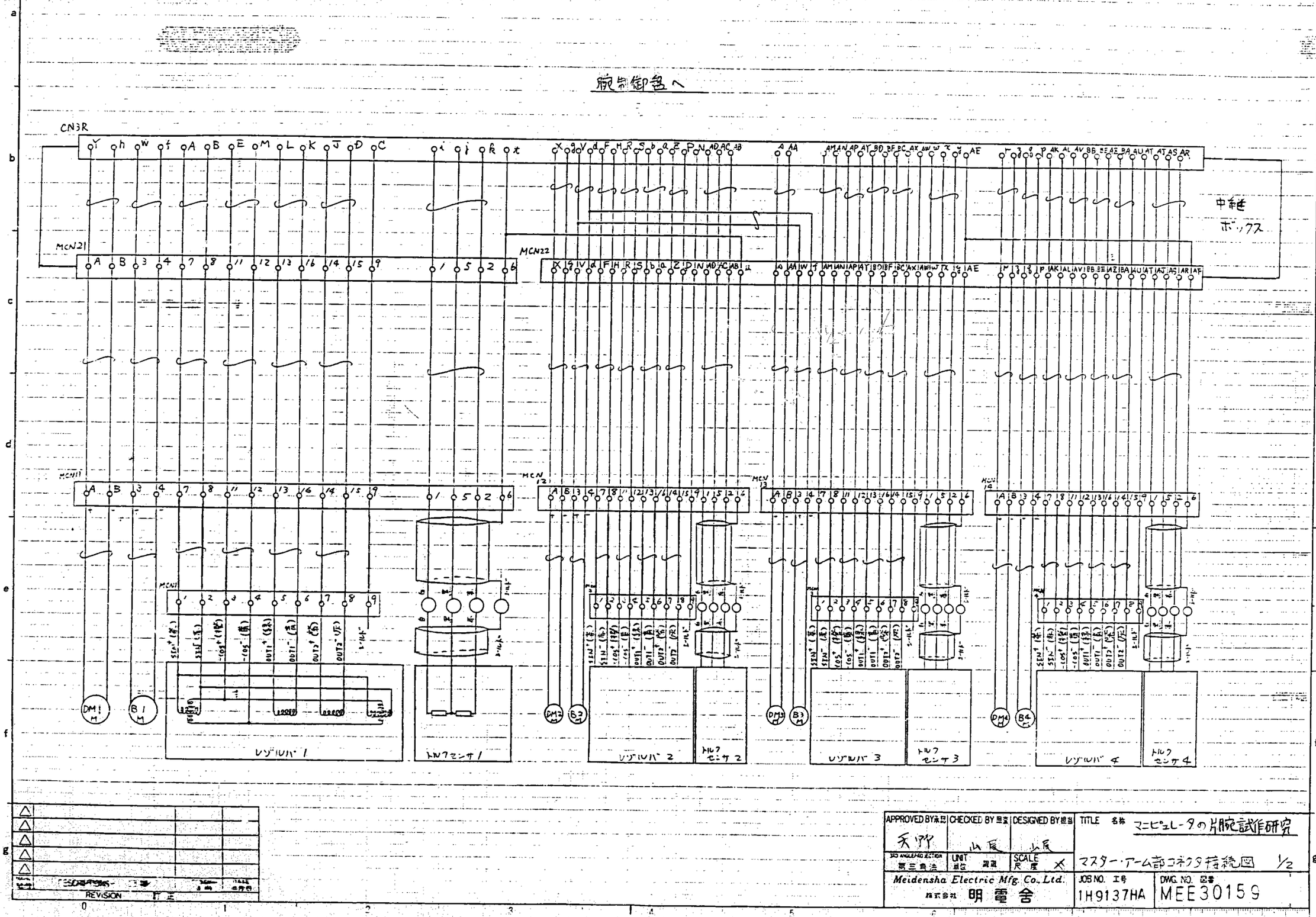
DWG. NO. 図番 MEE 30158

MEIDEN



△			
△			
△			
△			
NO.	DESCRIPTIONS 内容	DRAWN 作図	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
天野	山辰	山辰	
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※	スレーブアーム部コネクター接続図 2/2
Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9137HA	DWG. NO. 図番 MEE30158



APPROVED BY承認 矢印	CHECKED BY 照査 山辰	DESIGNED BY 担当 山辰	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	マスター・アーム部コネクタ結線図 1/2
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9137HA / DWG. NO. 図番 MEE30159

△ DESCRIPTIONS 摘要 DATE 年月日 APPD 承認
REVISION 訂正

MEIDEN

腕制御盤へ

CN4R

中継ボックス

MCN23

MCN13

MCN16

MCN19

MCN24

DM5 B5

DM6 B6

DM7 B7

レゾルバ 5

トルク センサ 5

レゾルバ 6

トルク センサ 6

レゾルバ 7

トルク センサ 7

+24V G

DC/DC +5V

DC/DC ±15V

5V 50Ω

4.7kΩ

1kΩ

1kΩ

原点ロック

原点ロック表示

CW

CCW

6軸

インデックス

主電源表示

主電源ON-OFF

DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
矢野	山辰	山辰

3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/4

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

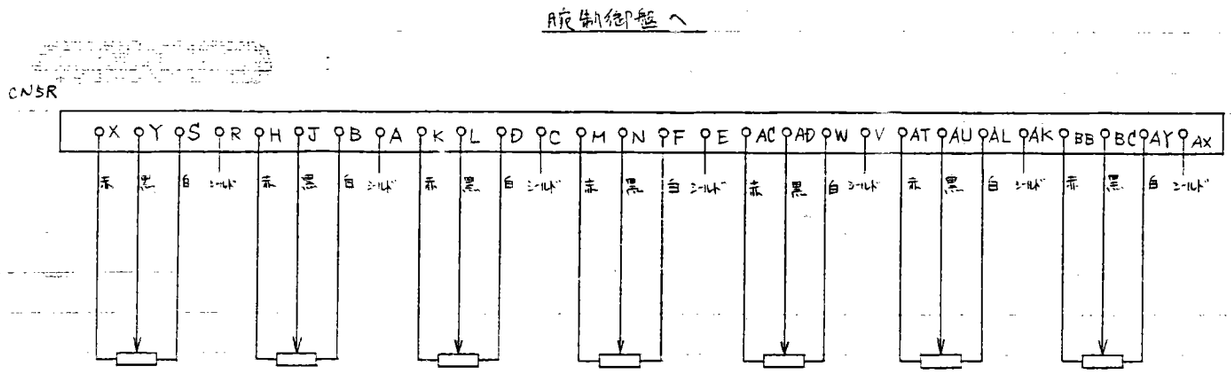
マスター・アーム部コネクタ接続図 2/2

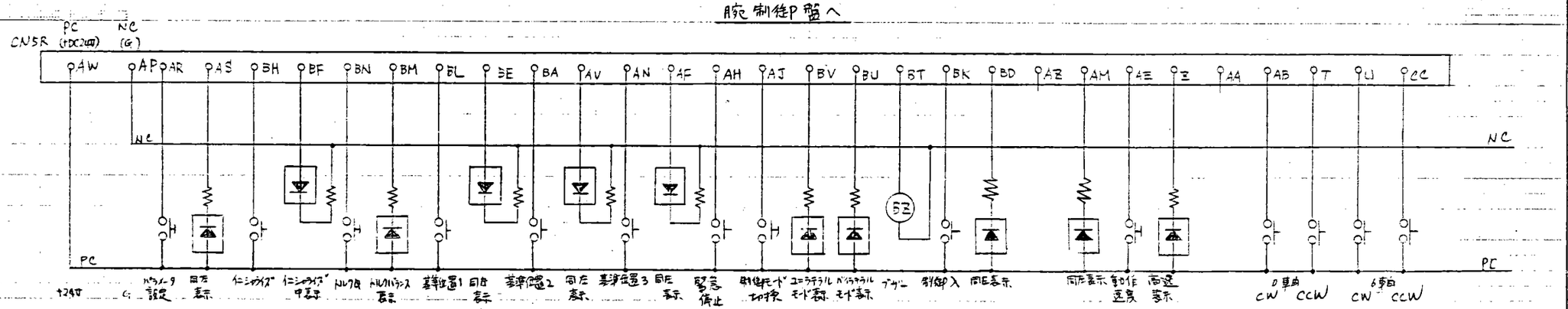
Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎

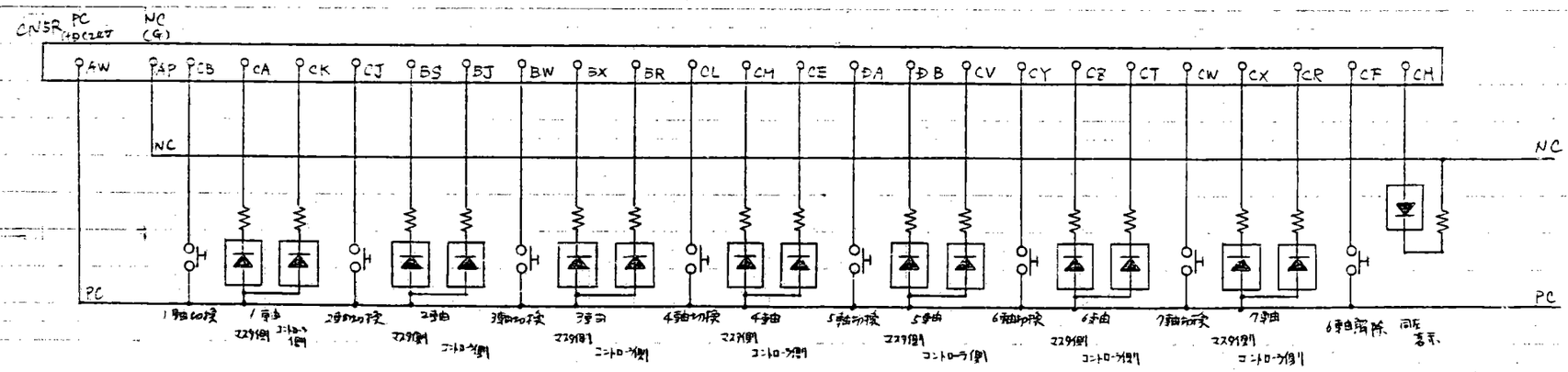
JOB NO. 工号 1H9137HA

DWG. NO. 図番 MEE30159

MEIDEN







記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△	REVISION 訂正		

APPROVED BY承認	CHECKED BY 担当	DESIGNED BY 担当
矢印	山尾	山尾
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※

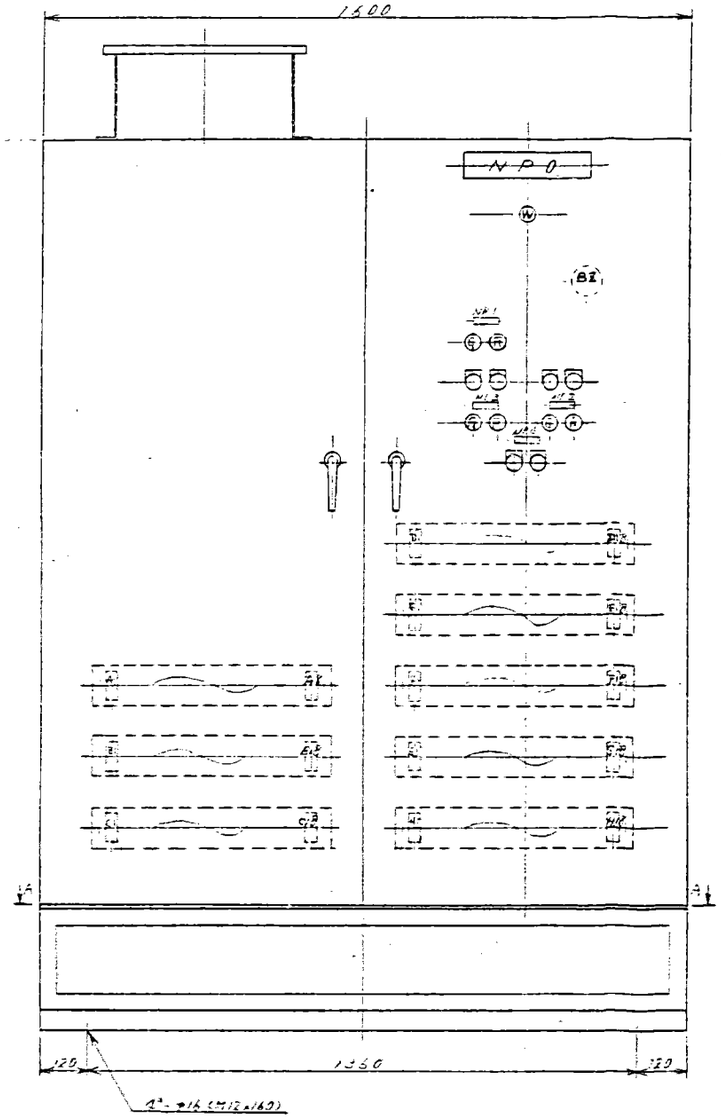
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

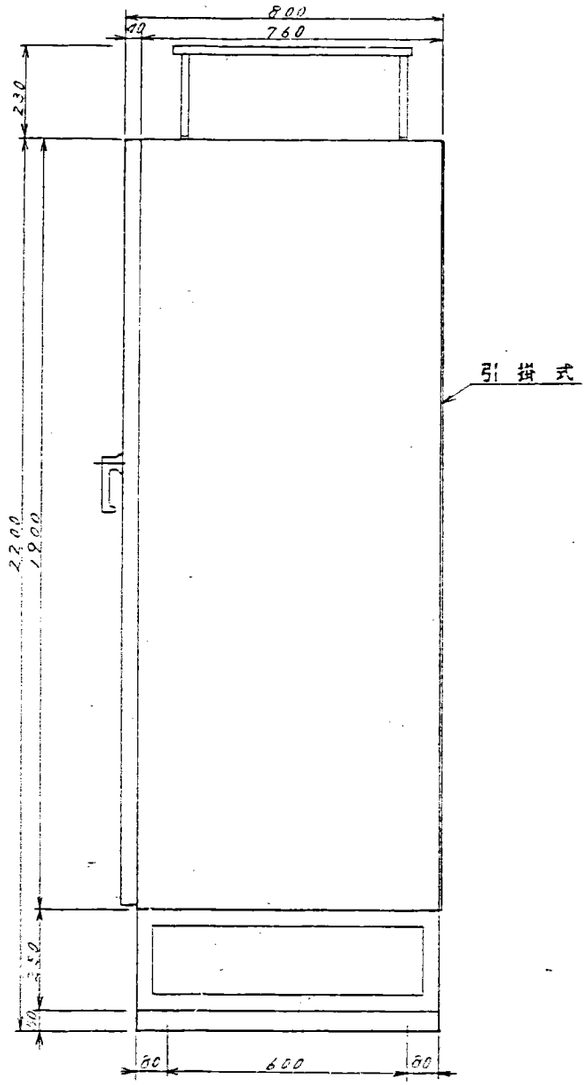
TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
コントロールボックス内接続図

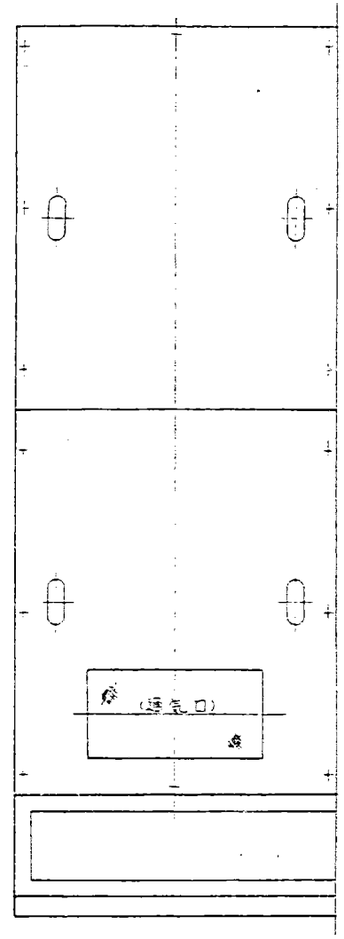
JOB NO. 工号 1H9137HA

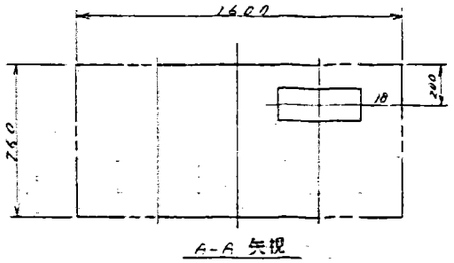
DWG. NO. 図番 MEE30160

MEIDEN









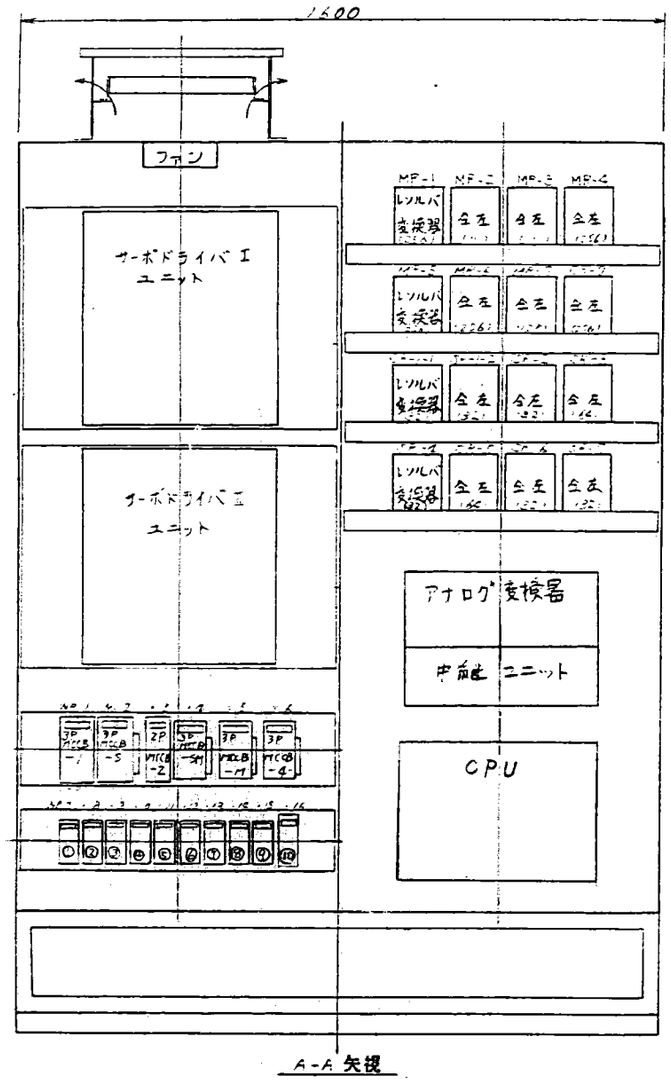
塗装色 (マンセル)						
	表面	5Y7/1	○	16	430×170	
	内面	5Y7.1	○	17	430×280	
板厚 (mm)	扉	3.2	○	16	430×380	
	電子電子	3.2	—	15	430×480	
	背面 IN	1.6	○	14	(W-100)×150	
	天井	2.3	○	13		
	前手	2.3	—	12	50×130	
	側上出	1.6	○	11	55×125	
	底	2.3	○	10	横寸法×縦寸法	
筐体形式		BCAE-FF			ケーブル引込口寸法	
ケーブル引込口		無塗	切板			

盤重量 1180kg

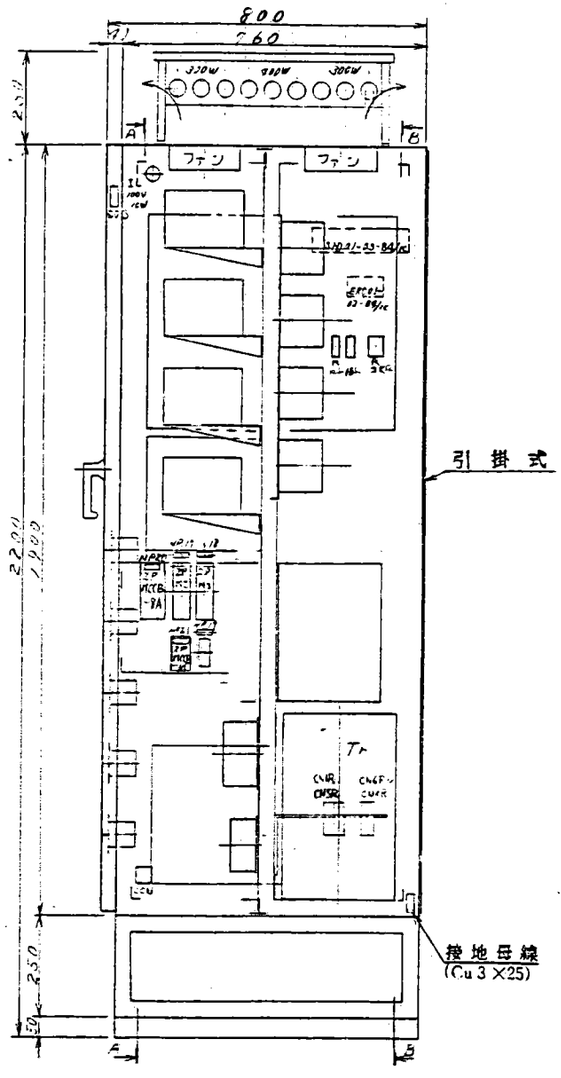
NP NO	記入文字
0	制御盤
1	主制御電源
2	スレーブアーム制御電源
3	マスターアーム制御電源
4	アーム用制御電源

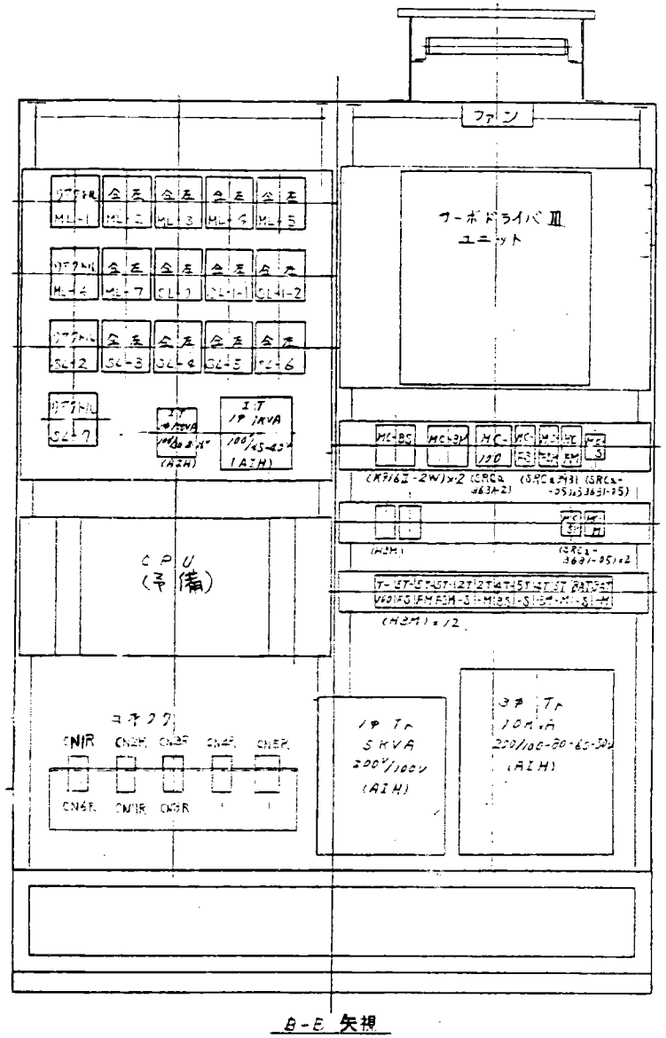
記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設当	DATE 年月日
	REVISION		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
矢野	山尾	田村	腕制御盤 外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 *	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9137HA	DWG. NO. 図番 MEE50107



A-A 矢視





B-B 矢視

	MCCB名称		MCCB名称
①	2P MCCB-5	⑥	2P MCCB-10
②	2P MCCB-6	⑦	2P MCCB-11
③	2P MCCB-7	⑧	2P MCCB-12
④	2P MCCB-8	⑨	2P MCCB-13
⑤	2P MCCB-9	⑩	2P MCCB-3

NP.NO	記入文字	NP.NO	記入文字
1	3φ主電源	13	予備
2	サーボドライバ I	14	予備
3	1φ主電源	15	天井扇
4	サーボドライバ II	16	サーボドライブ電源
5	サーボドライバ III	17	コレータ用
6	予備	18	制御用
7	AC/DC用電源	19	電源
8	CPU電源	20	制御電源
9	お楽電源	21	予約箱用電源
10	マンマシン用電源		
11	角用電源		
12	内部灯・コンセント		

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
天野	山尾	田村
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位	SCALE 尺度 1/1

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究

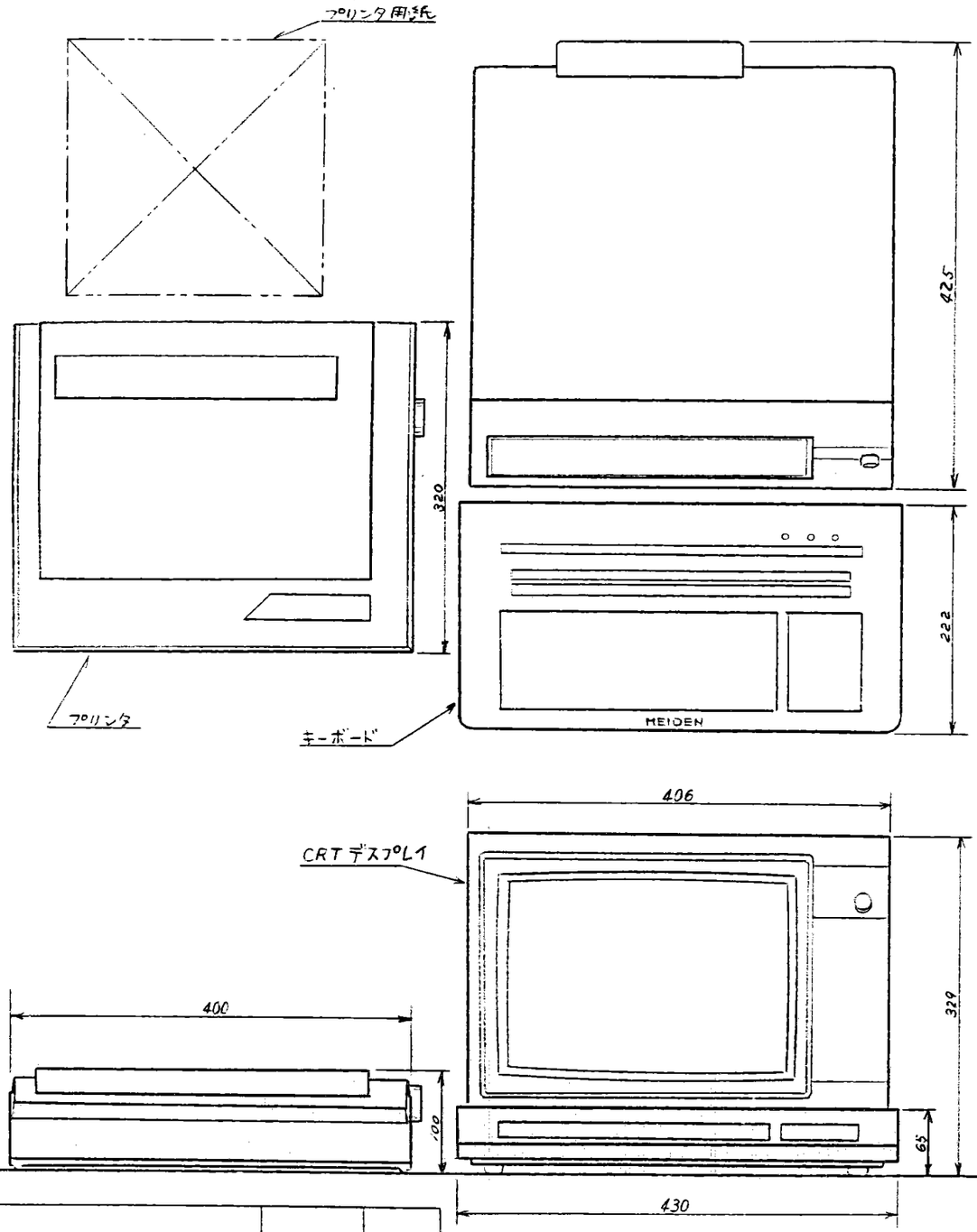
腕制御盤 組立図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 149137HA

DWG. NO. 図番 ME30149

MEIDEN



概略仕様

CPU部	CPU	i8086, i8087
	メモリ容量	768 KB
	補助記憶装置	8インチフロッピーディスク 1MB×2
	インターフェイス	RS232C
CRTディスプレイ		14インチカラーディスプレイ 80字×25行 JIS第一水準漢字 カラー 8色
キーボード		JIS配列 (テンキー, ファンクションキー付)
プリンタ		ドットインパクト方式 80桁印字 漢字印字(24ドット)

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△	概略仕様を追加	恩田	

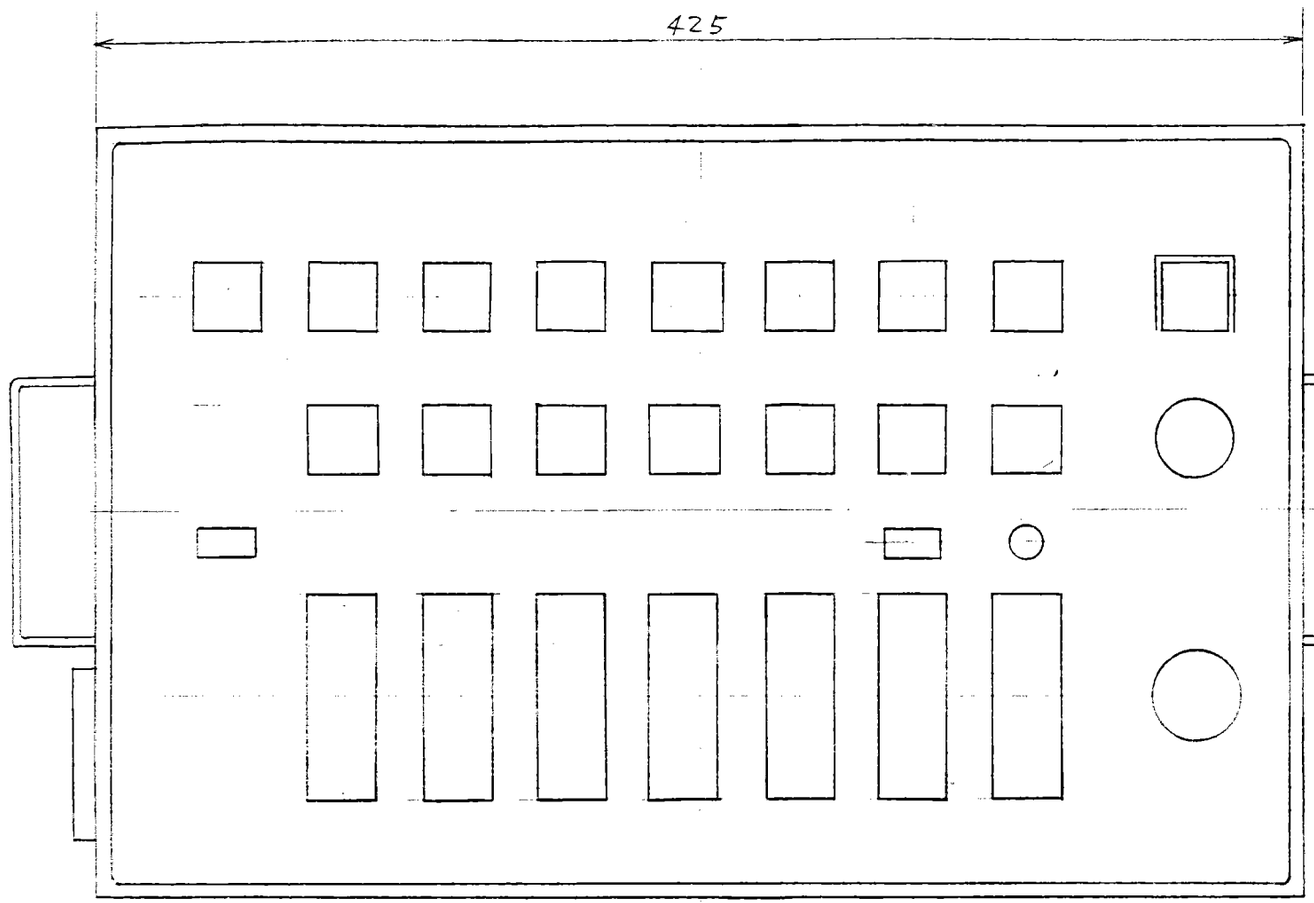
REVISION 訂正

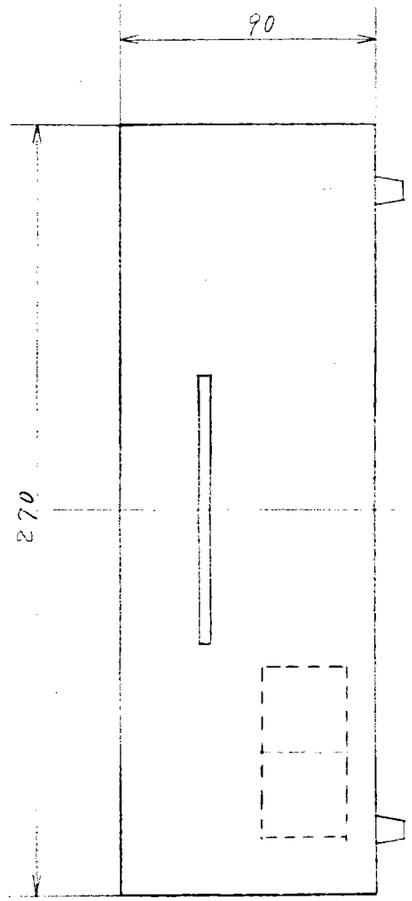
APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
天野	山尾	恩田
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕

TITLE 名称: マニピュレータの片腕試作研究
マンマシン装置外形図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号: 1-9137HA
DWG. NO. 図番: MEE 30104 A





塗装　マンセル　N 8.0 半つや

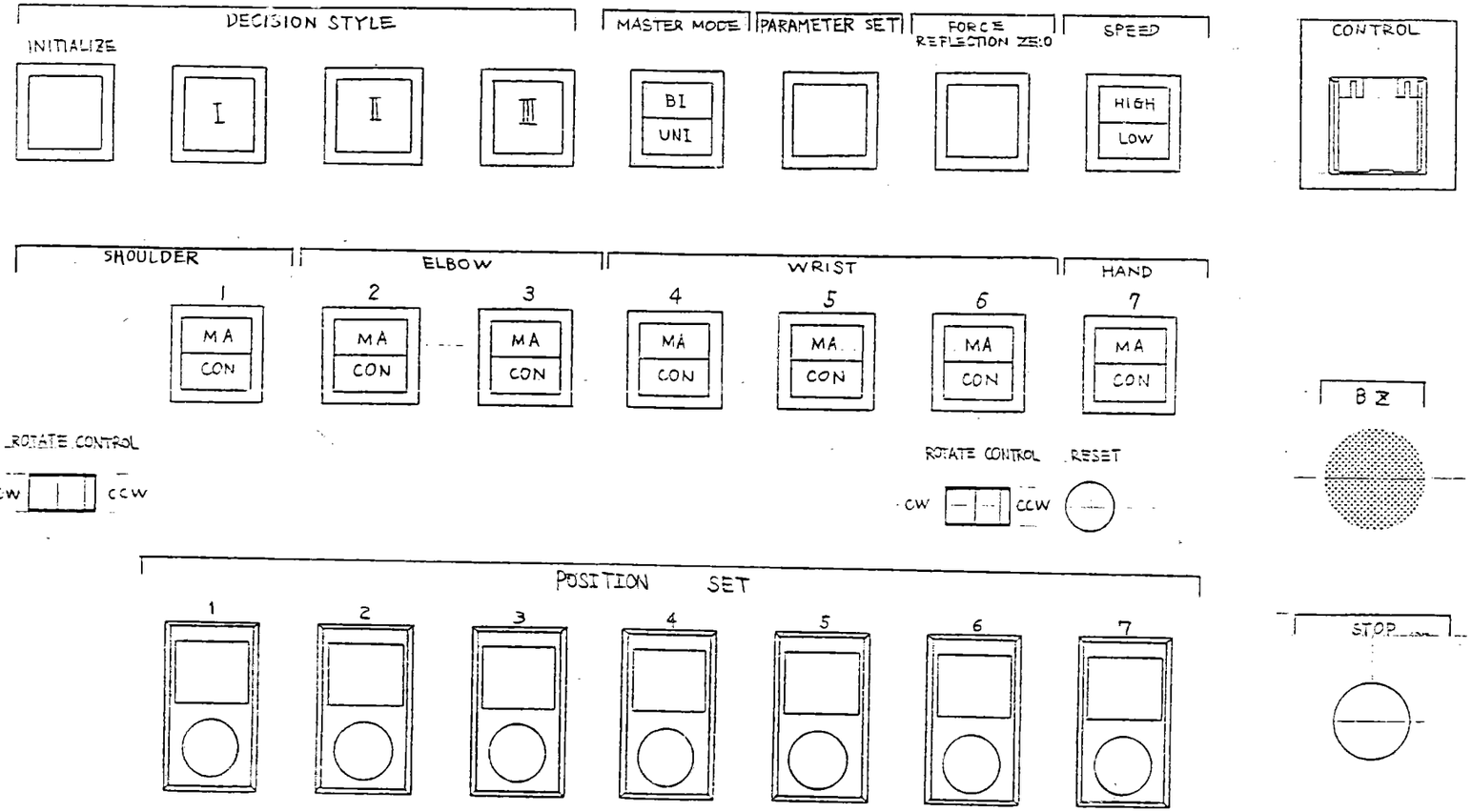
鋼板厚　1.6mm

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION 訂正	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
天野	山辰	田村	マニピュレータの制定試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※	コントローラボックス外形図
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H 9137HA / DWG. NO. 図番 MEE 30177

MEIDEN

MEIDEN BILARM 770 CONTROLLER



△			
△			
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事 REVISION	DESIGN 設計	DATE 改訂日

APPROVED BY 承認 天野	CHECKED BY 審査 山崎	DESIGNED BY 担当 田村	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	コントロールボックス スイッチ(SW)配置図
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9137HA
			DWG. NO. 図番 MEE30108

資料番号 RD58E-7232

頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究
設計書

昭和 59 年 11 月 28 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

目　次

資料番号

設計書 …… RD58E-7232

1．概　要

指針書 …… RD58E-7233

1．まえがき

2．基本的な考え方

3．基本仕様

検討書

1．スレーブアームの構造検討 …… RD58E-7223

2．マスターアームの構造検討 …… RD58E-7228

3．制御内容 …… RD58E-A245

計算書

1．サーボモータ選定とバックドライブ力 …… RD58E-7229

2．重量 …… RD58E-7230

3．歯車、ベアリング、軸及びトルクチューブ …… RD58E-7231

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究　　設計書

1．概要

動力炉・核燃料開発事業団殿では、昭和５７～５８年度にかけて両腕型高性能マニピュレータの試作１号機を製作し、遠隔保守モックアップ試験に供している。

さらに、昭和５９～６０年度には、試作２号機の製作が計画されており、設計思想を違えた仕様で製作した１号機と２号機を比較評価する事が計画されている。

本件においては、昭和５８年度実施の『両腕型高性能マニピュレータの設計研究』の成果を踏まえて、高速、高出力のエルボダウン型マニピュレータの試作、および電子部品の照射試験を行なう。

本件で得られた成果は、試作２号機の設計製作に反映させるとともに、制御技術の開発に供することになっている。

この設計書は、指針書、検討書、計算書からなっている。

RD58E-7233

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

指針書

昭和　　年　　月

株式会社　明電舎

1．まえがき

この指針書では、エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究について、その基本仕様（３項に記述）を展開する上での基本的な考え方について述べる。

この試作研究の目的は、両腕型高性能マニピュレータ試作２号機を開発する上で検討を要する以下の項目について、エルボダウン型マニピュレータの片腕を試作し、定性的な、または定量的な検討を行なうことである。

検討項目

(1) 構造に係わる問題
  (a) トルクチューブ、ギア、およびその他の構造物の形状、重量、強度
  (b) 力および動作の干渉
(2) 制御に係わる問題
  (a) P-P 制御と F-P 制御
  (b) 干渉補償など制御性の研究
(3) 操作性に係わる問題
  (a) 動作速度
  (b) バイラテラル感度

2． 基本的な考え方

従来のサーボマニピュレータは特にマスター操作についてスレーブの追従に遅れがあり、操作性におよぼす要因の一つとして、この動作速度があげられる。

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究における試作機は、昭和５８年度実施の『両腕型高性能マニピュレータの設計研究』の成果を踏まえて、基本仕様の項に示すように、高速度の仕様とした。

仕様については、本試作研究でその適合性も見直していく考えである。

(1) 構造に係わる問題

(a) 高速、高出力化のためには、肩部にアクチュエータを集中配置し、テープなどに比べて機械的信頼性の高いトルクチューブと歯車で、動力伝達する。

(b)　基本寸法は図－１に示すように、製作経験のあるパワーマニピュレータ（BILARM 83A）、および高性能マニピュレータの開発動向を参考に決定した。

(c)　マスターは関節寸法をスレーブと同じで小形化する。この関節長さは、操作者の肘部などが干渉しないために必要な寸法である。
また、軽量化による操作性の向上を計る。

(d)　強度耐久性については実用化までには多くの検証が必要であるが、高速、高出力を出すため、できるかぎり軽量化する。そのために各部の応力は、高く設定する。

(2)　制御に係わる問題

(a)　制御はトルクセンサーを必要とせず、制御が容易とされるＰ－Ｐ制御で試作し、後にＦ－Ｐ制御と比較する。

(b)　高速、高出力のマニピュレータを実現するために、余裕をもったサーボドライブ装置とする。

(c)　制御技術の開発に備えて、精度の良い位置センサとする。

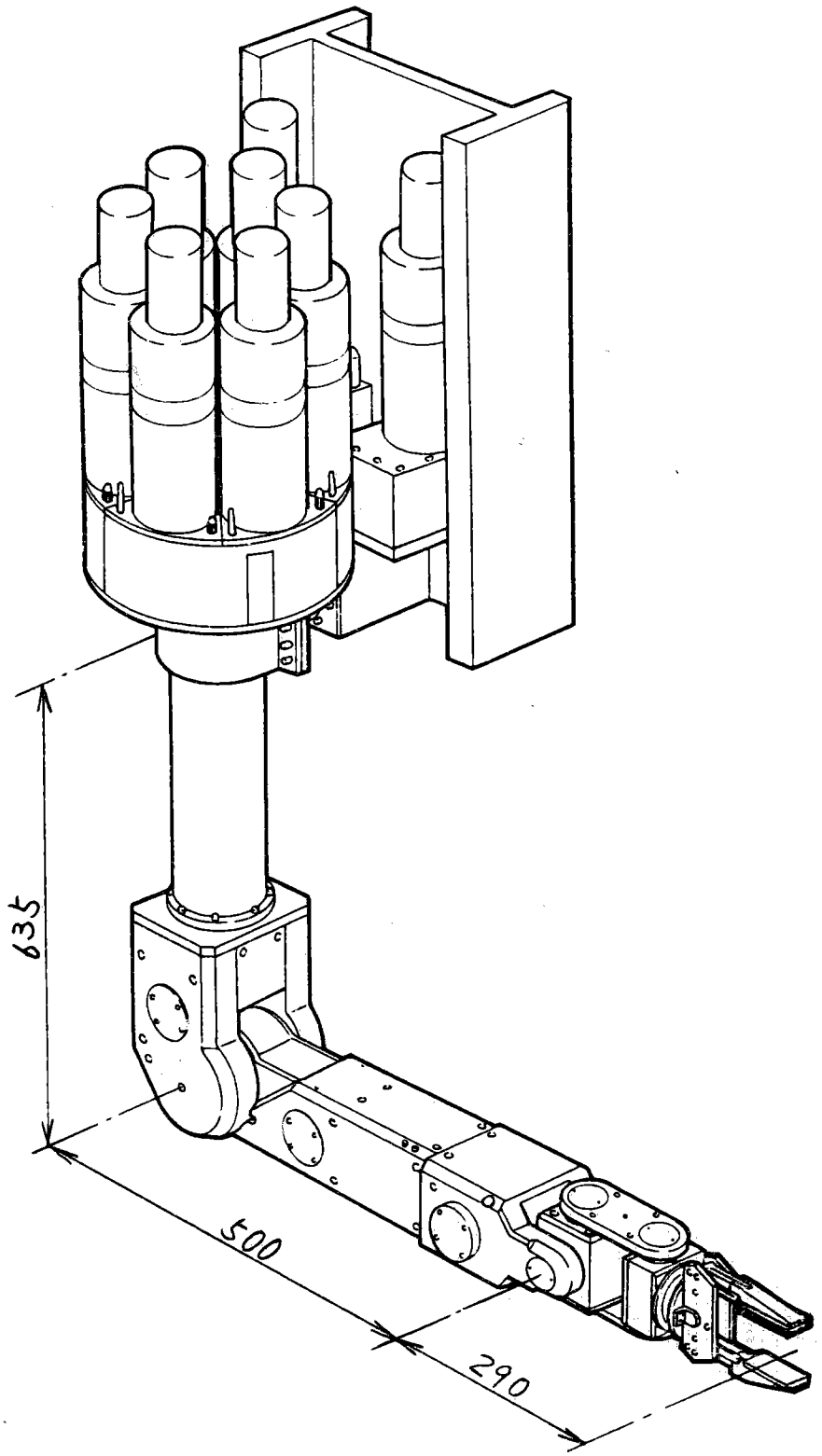
(d)　各種補償制御を実現させるためにデジタル制御装置とする。

(e)　制御技術の開発に必要な情報収集および処理を行ない、更に将来のマンマシン装置の開発のために、簡易マンマシン装置を付加する。

(3)　操作性に係わる問題

(a)　モータは現在使用できる中で最も小形高出力のＤＣサーボモータを考える。但し他の方式についても研究開発をおこない将来見直す。

(b)　バイラテラル力感覚を全関節に設け、切替操作により、操作性における力感覚の有無について比較できるようにする。



図－1　スレーブアームの基本寸法

3．基本仕様

3．1　片腕マニピュレータの試作

(1) 製作範囲

製作する機器、装置および工事は以下のものとする

① 片腕スレーブアーム
② 片腕スレーブアーム用取付スタンド
③ 片腕マスターアーム
④ 片腕マスターアーム用取付スタンド
⑤ 片腕マニピュレータ用制御装置およびコントロールボックス
⑥ 第1応用試験棟内取付調整工事

(2) 構造、形状、方式および性能

① スレーブアーム

a) 腕の形状　　エルボダウン
b) 自由度　　7＋（トランスポータ取付部の旋回1）　計8
c) 取扱荷重　　15Kg以上
d) 動力伝達　　トルクチューブ方式
e) 動作範囲および動作速度の目標値　　表1による

表1において、各値は各軸個別駆動時の最大値を示す。

表1　各軸の動作範囲および動作速度

	動作範囲	無負荷時最大速度
1軸（肩振り）	0～ 180度	60度／秒
2軸（肘回し）	0～ 180度	60度／秒
3軸（肘曲げ）	0～ 135度	60度／秒
4軸（手首ピッチ）	0～ 180度	200度／秒
5軸（手首ヨー）	0～ 180度	200度／秒
6軸（手首回転）	0～ 360度	300度／秒
7軸（トング）	0～ 105mm	500mm／秒

② マスターアーム

a)	腕の形状	エルボダウン
b)	自由度	7
c)	力帰還最大値	4 Kg
d)	動力伝達	トルクチューブ方式
e)	動作範囲	スレーブアームに準ずる。
f)	支持方式	スタンド取付式

③ 片腕マニピュレータ制御装置

a) 制御方式　　デジタル演算方式

b) 補償制御　　スレーブ各軸干渉補償および自重演算補償

なお、これら補償制御は制御アルゴリズムを探索するためのものであり、それぞれ次の補償を満す：

各軸干渉補償制御：　操作終値では補償

自重演算補償制御：　各ブロック重心点荷重で演算

c) コントロールボックス

これはマスターアーム用取付スタンドに搭載できる構造とし、かつスレーブアーム各軸個別に操作できるものとし、操作は位置制御によるものとする。

④ 取付スタンド

マスターアーム用取付スタンドにはトランスポータ操作用フットスイッチの取付ができるように考慮する。

⑤その他

現時点において、後で制御技術開発に必要と考えられる機能を具現化できるような構造または付加できるような構成とする。

⑥ 第1応用試験棟内取付調整工事

既設のトランスポータへのスレーブアーム搭載、スタンド搭載、マスターアームおよび制御装置の設置、電気工事および調整を行なう。

3．2　電子部品の照射試験

(1) 試料の種類

５８年度のγ線照射試験（10^5 R/h ×100h）によって耐放射線性のあるものと判定された一般工業用電子デバイスおよびMIL 規格を満たす耐放射線性があると言われている電子デバイスについて行なう。

種類は、マニピュレータ（TVカメラおよび光通信関連は除く）の制御計測にセル内で使用されると予想れるものを選定し、表２に示すものとする。

(2) 試料数

下記(4) の方法に対し各種類５個×２（１０個）とする。

ただし、CPU については各種類３個×２（６個）とする。

(3) 照射条件

一般工業用電子デバイスについては、10^6 R/h ×50h ×2(10^8 R)で行ない、耐放射線性電子デバイスについては、10^5 R/h ×50h ×2(10^7 R)でγ線照射試験を行なう。

(4) 試験方法

先ず、静特性試験（照射のみ）を行ない、その結果をもとにして動特性試験を行なう。

(5) 性能評価

性能変化等により評価を行なう。

(6) 検討事項

1) 性能評価の結果、マニピュレータの計測制御回路上問題となる点を明らかにする。

2) 今後必要なＲ＆Ｄ項目を明らかにする。

(7) 特記事項

1) 照射試験の内容（方法、結果等）を取りまとめる際には、動力炉・核燃料開発事業団殿が定める『照射試験の記載事項及び様式』（別添資料１）を遵守する。

2) 各試料毎の『データシート』（別添資料２）を作成する。

表２　電子部品の種類

品　目		種　類
一般工業用	1. 抵抗	炭素被膜抵抗、金属被膜抵抗、 巻線可変抵抗、サーメット型可変抵抗
	2. コンデンサ	ポリエステルフィルムコンデンサ、タンタルコンデンサ、 積層セラミックコンデンサ
	3. ダイオード	ガラス封入型シリコンダイオード、ツェナダイオード
	4. トランジスタ	小信号用トランジスタ（PNP 型、NPN 型） パワートランジスタ
	5. ＩＣ類	TTL(NAND、 Dタイプ FF、デコーダ、インバータ、他）、 小型リレー、高速広帯域オペアンプ、アイソレータ、 高速 8ビットA/D コンバータ
	6. その他	水晶発振器
耐放性用	1. マイコン、メモリ	16ビットマイクロプロセッサ、 8ビットマイクロプロセッサ、バイポーラ型PROM、バイポーラ型RAM
	2. デジタルＩＣ	TTL(NAND、 Dタイプ FF、デコーダ、インバータ） CMOS(NOR、カウンタ、インバータ） カレントループ用ラインレシーバ
	3. リニアＩＣ	高出力電流型オペアンプ、タイマIC、 高速コンパレータ、電圧レギュレータ（DC+5V、1A）、 逐次比較型 8ビットA/D コンバータ、 並列変換型 4ビットA/D コンバータ、 電流出力型10ビットD/A コンバータ、 高速型サンプル／ホールドアンプ、高速オペアンプ

［別添資料１］

照射試験の記載事項及び様式

(1) 試験試料

* 品目（ダイオード、トランジスタ、ＩＣ等）　* 種類
* 型式　* 機能
* パッケージ構造　* 型番・メーカー
* 仕様（特性値）

［注　型番・メーカーを記入しないときは文献（最下欄）に記入のこと。］

(2) 試験・測定方法・判定基準

a)照射条件

* 放射線種（ガンマー線等）　* 線源
* 照射場所
* 照射年月日　* 照射時温度（℃）

集積照射線量（　　）	
線量率　　（　　）	
照射時間　　(Hr)	

b)照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

* 測定系・試験装置の図、　　を出来るだけ多く挿入する。
* また判定基準からみた代表測定項目（評価ひうもく）の選定理由を理論的に説明する。
* 線量校正・測定器なども可能なかぎり言及する。

c)判定基準・測定項目(MIL-STD) など基準

測定項目	
記号（Ｉ、Ｖなど）	
判定基準値	

(3) 試験結果

* なまデータは、巻末に添付資料として記載しここには実験全般のわかるグラフ表（まとめ）を記す。
* 表・グラフの内容はすべて英語で記す。（表・グラフの説明は和文でよい）

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

* 実験データの理論解析を行う。
* 判定基準・考察を出来るだけ十分に記載する。（考察者名記入）

(5) 文献

＊文献の記載要項は原子力学会誌の様式とする。

［別添資料２］

データシート

Sheet No.	Abstract	Contractor
Date filled out	Irradiation Testing Data	Person filled out

1. Specimens

*Device Name	Resistors
*Generric	Carbon film resistor
*Structure	Carbon film
*Function	Fixed resistor
*Type 、Manufacturer and Lot No.	R25X、Rohm

2. Irradiation Condition

*Radiation Type	γ-ray
*Source of Radiation	Co-60
*Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
*Date	Jan.27～Feb.13、1984
*Total Irradiation Dose	10^7 R
*Dose Rate	10^5 R/H
*Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
*Temperature (℃)	Room Temperature
*Number of Specimens	5
*Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

*Resistance (R)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to

資料番号 RD58E-7223

頁数 17

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボウ・ダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検討書

(スレーブアームの構造検討)

昭和 59年 11月 28日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

スレーブアームの構造検討書

1. 概要 1

2. 基本仕様 1

3. 構造検討 5

3.1 検討内容 5

3.2 検討結果 6

3.3 検討図面 8

4. 添付資料

1. 概要

動力炉・核燃料開発事業団殿委託により当社が昭和59年度に実施した「両腕型高性能マニピュレータの設計研究」を基本として、現在 エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究を進めている。

ここでは、「両腕型高性能マニピュレータの設計研究」のうち 第3分冊の「[III] マニピュレータ本体の設計研究」を基本として、スレーブアームの構造について検討した結果を示す。

2. 基本仕様

スレーブアームの構造を検討するに当り、強度計算や作動範囲の基本仕様を以下に示す。

① スレーブアームの概念図 (図2.1)

② スレーブアームの仕様 (表2.1)

③ 所要動力の計算結果 (表2.2)

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

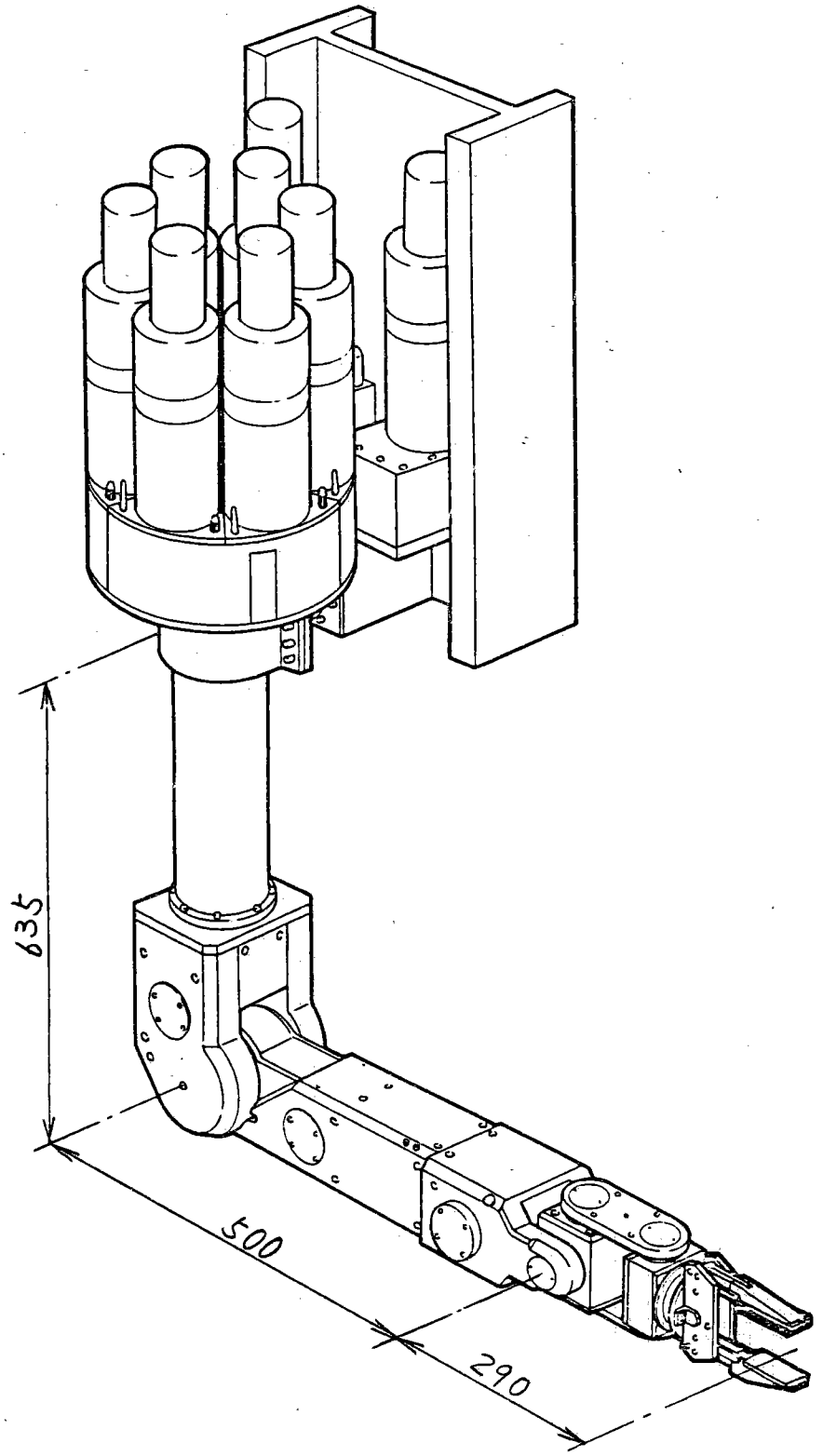


図2.1　スレーブアームの概念図

表2.1　スレーブアームの仕様

節番号	片腕あたりの作動部	作動範囲	作動速度（無負荷時）	動力伝達方式
1	肩部回転	±90°	60°／S	ギャダイレクト方式
2	肘部回転	±90°	60°／S	トルクチューブ方式
3	肘部曲げ	＋45° －90°	60°／S	トルクチューブ方式
4	手首部曲げ	±90°	200°／S	トルクチューブ方式
5	手首部曲げ	±90°	200°／S	トルクチューブ方式
6	手首部回転	± 180°	300°／S	トルクチューブ方式
7	指部開閉（握力）	0～ 105㎜ 握力 30 Kg	500㎜／S	トルクチューブ方式
	取扱荷重	15 Kg以上		
	重　量	170 Kg／アーム以下		
備考	1. 作動範囲内は、インデックス機能付とする。 2. 作動速度は、無負荷時における速度とする。			

表2.2　所要動力の計算結果

	計算式	諸元	計算結果	備考
1軸	$P = 1.03 \cdot T \cdot N / \eta$ T：トルク (kg－m) N：回転数 (rpm) η：効率	自重のみの場合（BW付） T＝6 (kg－m) N＝60°／s＝10 (rpm) η＝0.6	自重のみの場合 P＝1.03×6×10／0.6 ＝103 (W)	
		負荷のみの場合（負荷15kg） T＝22.5 (kg－m) N＝10 (rpm) η＝0.6	自重＋負荷の場合 P＝1.03×22.5×10／0.6＋103 ＝490 (W)	
2軸	$P = 1.03 \cdot T \cdot N / \eta$ T：トルク (kg－m) N：回転数 (rpm) η：効率	自重のみの場合 T＝5.3 (kg－m) N＝60°／s＝10 (rpm) η＝0.6	自重のみの場合 P＝1.03×5.3×10／0.6 ＝91 (W)	
		負荷のみの場合（負荷15kg） T＝11.43 (kg－m) N＝10 (rpm) η＝0.6	自重＋負荷の場合 P＝1.03×11.43×10／0.6＋91 ＝288 (W)	
3軸	2軸に同じ	2軸に同じ	2軸に同じ	
4軸	$P = 1.03 \cdot T \cdot N / \eta$ T：トルク (kg－m) N：回転数 (rpm) η：効率	自重のみの場合 T＝0.22 (kg－m) N＝200°／s＝33.3 (rpm) η＝0.4	自重のみの場合 P＝1.03×0.22×33.3／0.4 ＝19 (W)	
		負荷のみの場合（負荷15kg） T＝3.81 (kg－m) N＝33.3 (rpm) η＝0.4	自重＋負荷の場合 P＝1.03×3.81×33.3／0.4＋19 ＝346 (W)	
5軸	4軸に同じ	4軸に同じ	4軸に同じ	4軸に同じ
6軸	$P = 1.03 \cdot T \cdot N / \eta$ T：トルク (kg－m) N：回転数 (rpm) η：効率	負荷のみの場合（負荷15kg） T＝0.75 (kg－m) 指の先端負荷とした場合 N＝50 η＝0.3	自重＋負荷の場合 P＝1.03×0.75×50／0.3 ＝129 (W)	
7軸	$P = 9.8 \cdot F \cdot V \cdot / \eta$ P：荷重 (kg) V：速度 (m／s) η：効率	負荷のみの場合（負荷15kg） P＝15 (kg) V＝500 (mm／s) ＝0.50 (m／s) η＝0.3	自重＋負荷の場合 P＝9.8×15×0.5／0.3 ＝245 (W)	

3. 構造検討

3.1 検討内容

スレーブアームの構造を検討する上で、「両腕型高性能マニピュレータの設計研究」の第3分冊の「[II] マニピュレータ本体の設計研究」の「3.2.1 スレーブアーム」に記載されている構造概念図を基本として、以下の項目について詳細に検討を行った。

① 構造の設計検討

② 歯車の強度検討

③ 作動範囲の検討

なお、ここでは、スレーブアームの肘部の構造についてのみ検討を行った。その理由としては、肘部には、スレーブアーム全関節の歯車が集中しているので、肘部の構造の検討結果(特に歯車の強度計算など)が他の関節部分に適用できるためと、さらに肘部でより十分なる検討を行なうためである。

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

3.2 検討結果

スレーブアームの肘部の構造検討の結果を表3.1に示す。
その結果、図3.3の方式を採用する。
その理由の主なものを以下に示す。

① 「[II] マニピュレータ本体の設計研究」では、図3.4の方式が推奨案となっていたが、スレーブの動作範囲、歯車箱のシールド性を考慮して設計すると寸法的に大形化し、しかも歯車箱の設計が困難である。

② 外形寸法の比較では、図3.4に次いで2番目に小型のもので、詳細設計により図3.4よりも小型化が可能である。(図3.6に詳細設計の目標値を示す。)

③ 作動範囲を大きくできる。

④ 歯車箱のシールドが容易にできる。

なお、詳細設計を行うに当っては、肘部以外のバランスを考慮する必要がある。つまり、干渉マトリクスや組立なども考慮して詳細設計しなければならない。

表 3.1 スレーブアーム肘部の構造検討

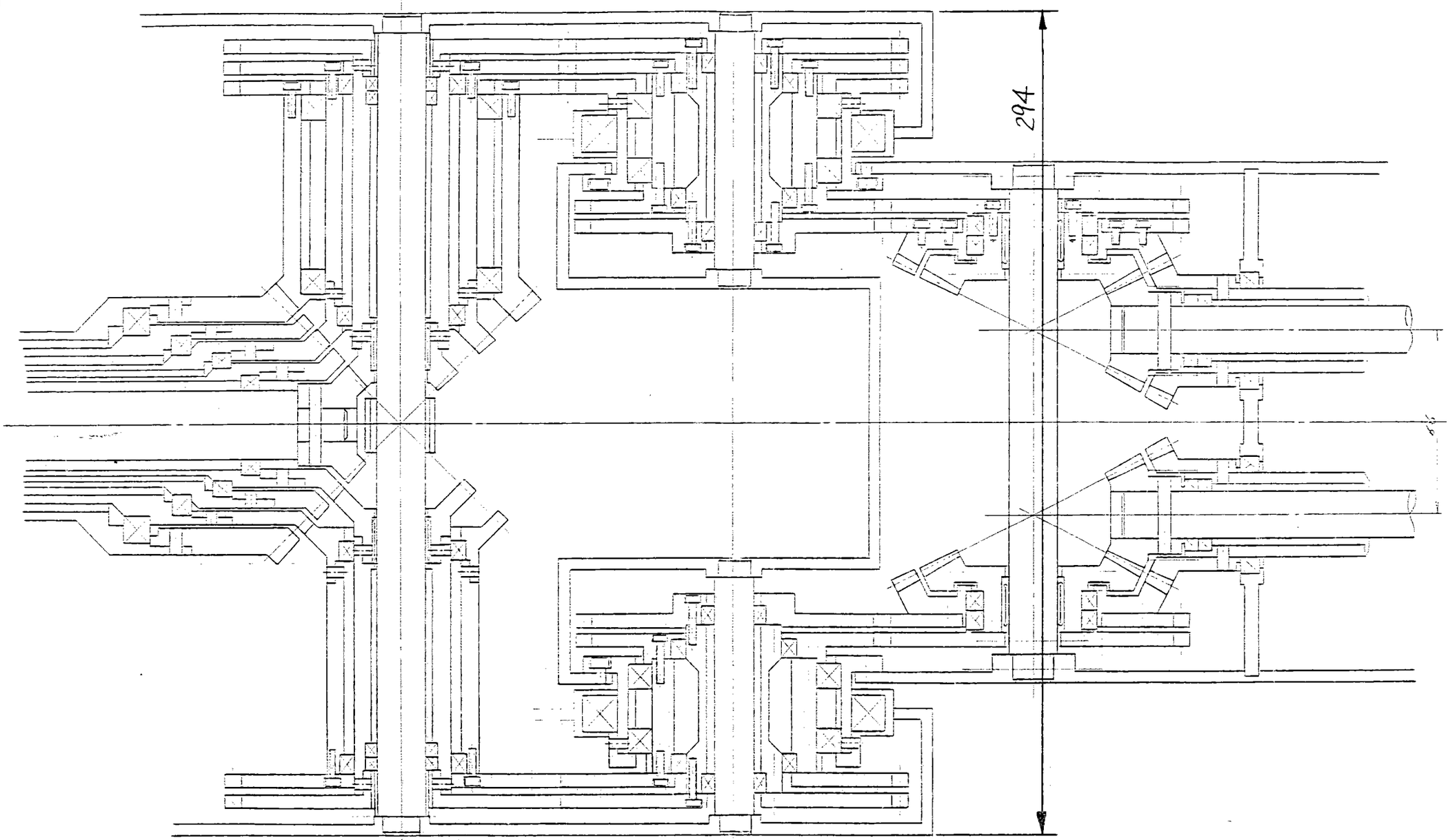
構造図	特　　徴
図3.1	(1) 上腕部と前腕部を連結する歯車列を全て外側方向に配置したもので、幅寸法が294 mmと一番大きい。 (2) 上腕部が1列、前腕部が2列のトルクチューブの構造で組立が容易。
図3.2	(1) 図3.1の前腕部のカサ歯車の噛合部を改良したもので、幅寸法が260 mmとなった。
図3.3	(1) 図3.2の上腕部と前腕部を連結する平歯車の配列を改良したもので、幅寸法が210 mmとなった。 (2) さらに小型化が可能であり、幅寸法で約180 mmの達成見込みである。
図3.4	(1) 図3.3の上腕部と前腕部を連結する歯車列の配置を改良したもので、幅寸法が約180 mmの見込みである。 (2) 歯車箱の設計およびシールド性が困難である。
図3.5	(1) 上腕部と前腕部の連結をカサ歯車列1組で構成して、構造をシンプルにしたもので、組立、調整が容易である。 (2) 幅寸法が190 mmであり、さらに小型化が可能である。 (3) シールド性、作動範囲に難がある。

表3.1より 幅寸法、作動範囲、設計難易等を考慮した結果 今回は、図3.3の構造を採用する。

更に 図3.3構造については、別途 資料を添附する。

1) 外形図 --- 図3.6
2) 強度計算 --- 表3.2
3) 歯車リスト --- 図3.7
4) 作動範囲図 -- 図3.8

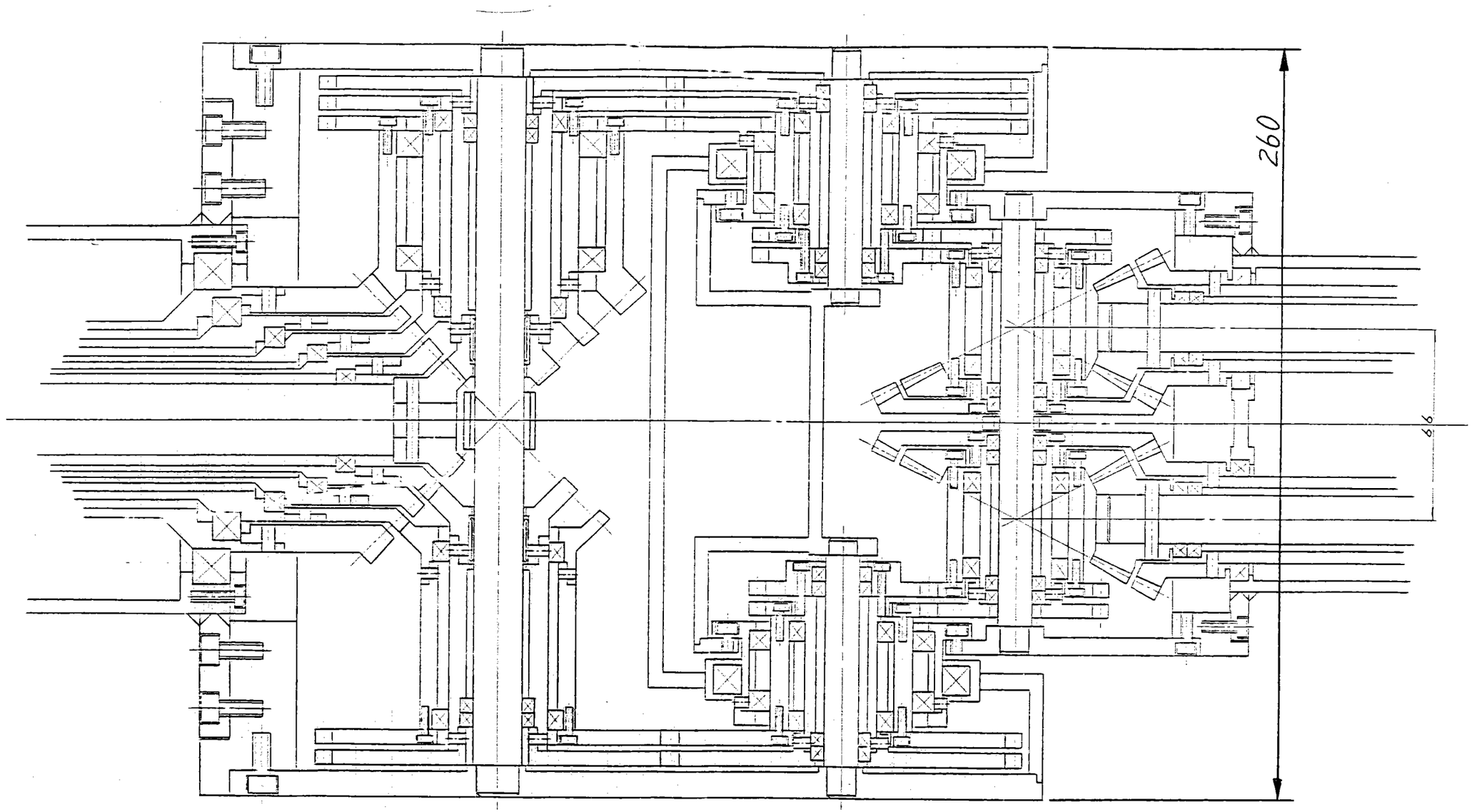
3.3 検討図面



71%縮尺

REVISION 訂正	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN / DATE 担当 / 年月日

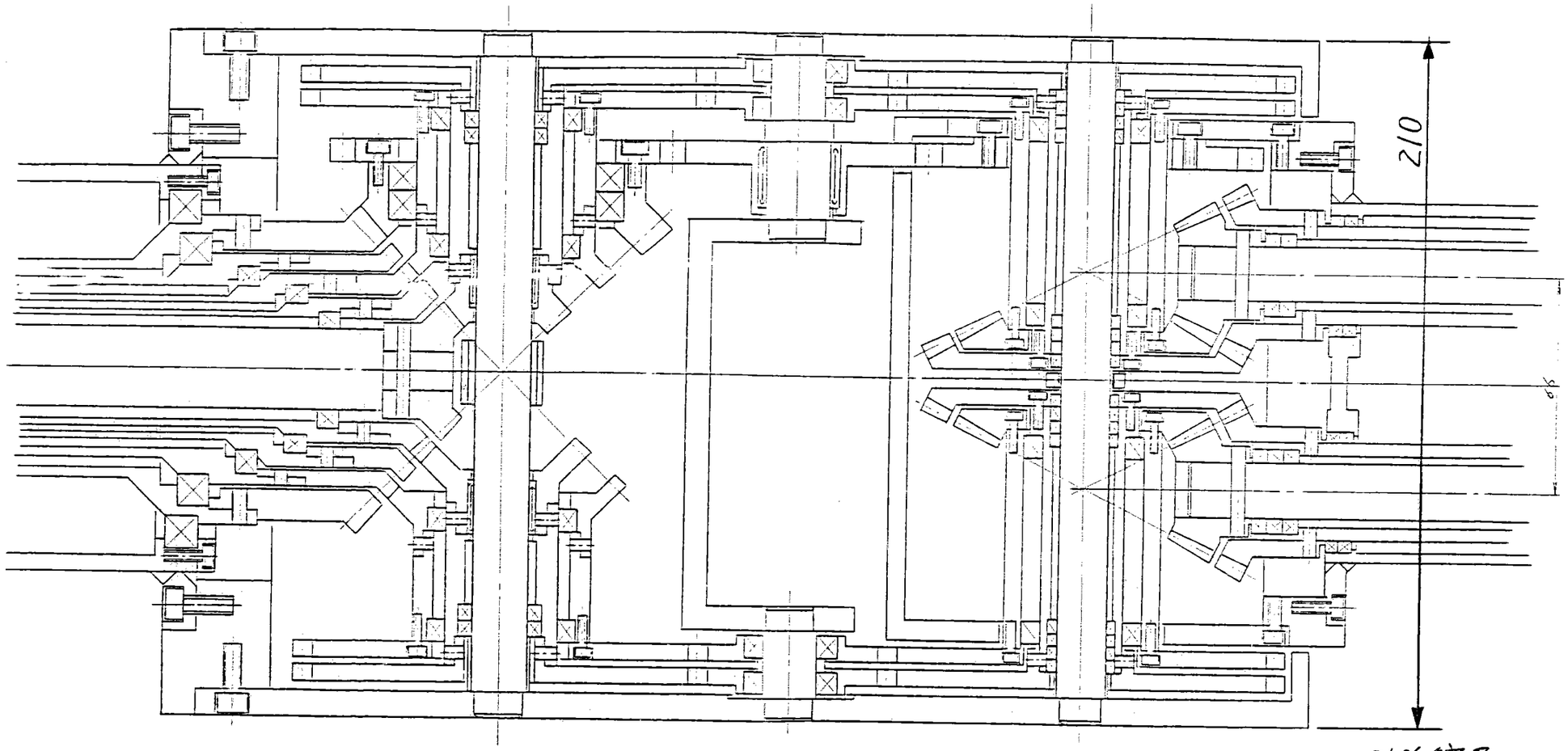
APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称
	3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	図3.1 肘部の構造(1)
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. MEW 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 / DWG. NO. 図番



71% 縮尺

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日
	REVISION		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称
	3RD ANGL.PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 ㎜	図3.2 肘部の構造(2)
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. MEW 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番



材質		
表面処理		
熱処理		
耐圧試験	立会・成績表提出	
材料試験		
非破壊検査		
寸法検査		

機械加工寸法の普通許容差 (mm)		仕上面粗さ(Rmax)		面取り (mm)
寸法区分	公差	仕上記号	粗さ	
0.5以上6以下	±0.1	▽▽▽▽	0.8S	C
6を超え18以下	±0.2	▽▽▽	6.3S	R
18 〃 50	±0.3	▽▽	25S	
50 〃 120	±0.5	▽	50S	凹部 R

凸部

項番	名称	材質	個数	記事
	承認 照査 担当 製図			

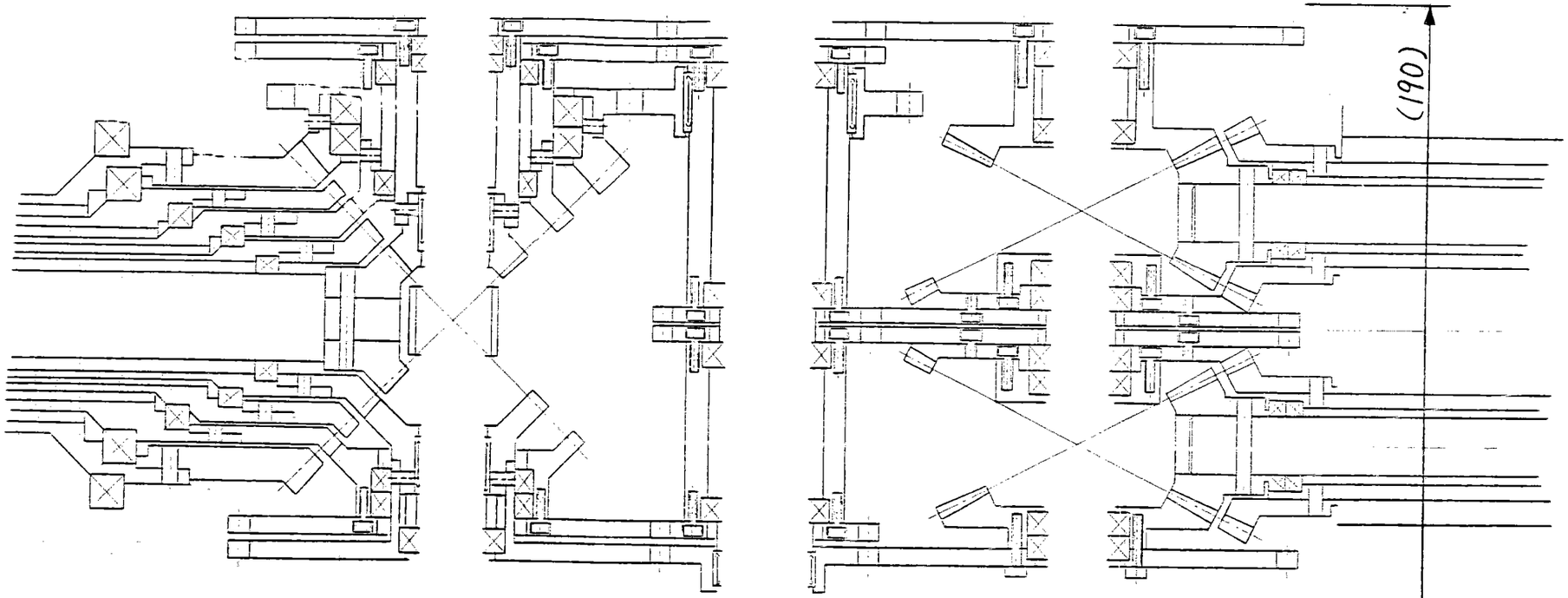
三角法

尺度 ※

図番

株式会社 明電舎

図3.3 肘部の構造(3)



71% 縮尺

品番	名称	材質	個数	kg/1台	記事
承認	照査	担当	製図		

三角法

尺度 1/1

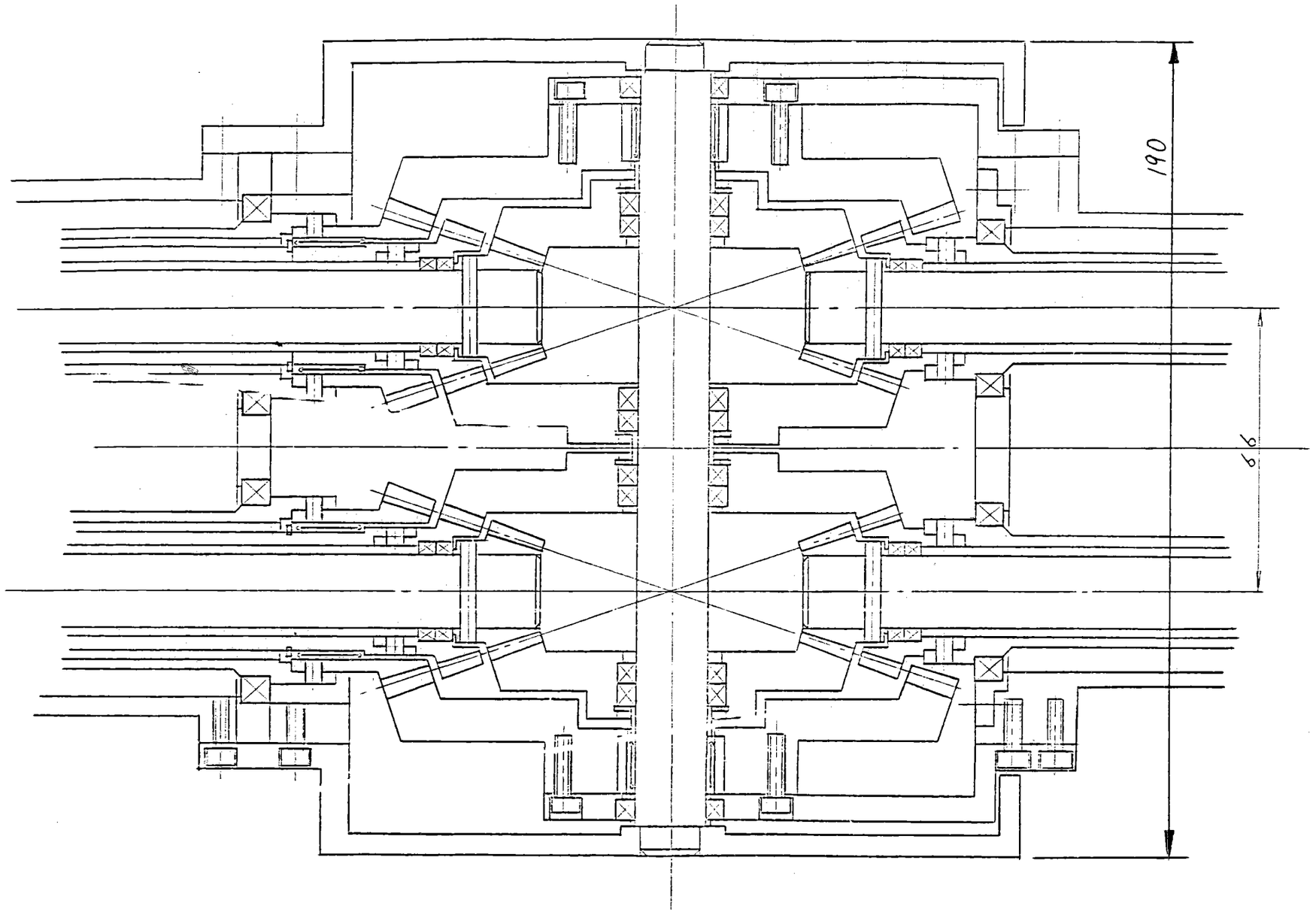
図3.4 肘部の構造(4)

図番

株式会社 明電舎

総重量	
表面処理	
熱処理	
耐圧試験	立会、成績表提出
材料試験	
主寸検査	
一般検査	

機械加工寸法の普通許容差 (mm)			仕上表面粗さRmax		面取り (mm)
寸法区分	公差		仕上記号	適さ	
0.5以上6以下	±0.1	250を超え500以下	±0.8	0.8S	C
6を超え30以下	±0.2	500を超え1000以下	±1.0	6.3S	R
30を超え50以下	±0.3	1000を超え2000以下	±1.2	25S	R
50を超え120以下	±0.4	2000を超え4000以下	±2.2	50S	



MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
	3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm 1/1	図3.5 肘部の構造(5)
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. MEW 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番

原寸

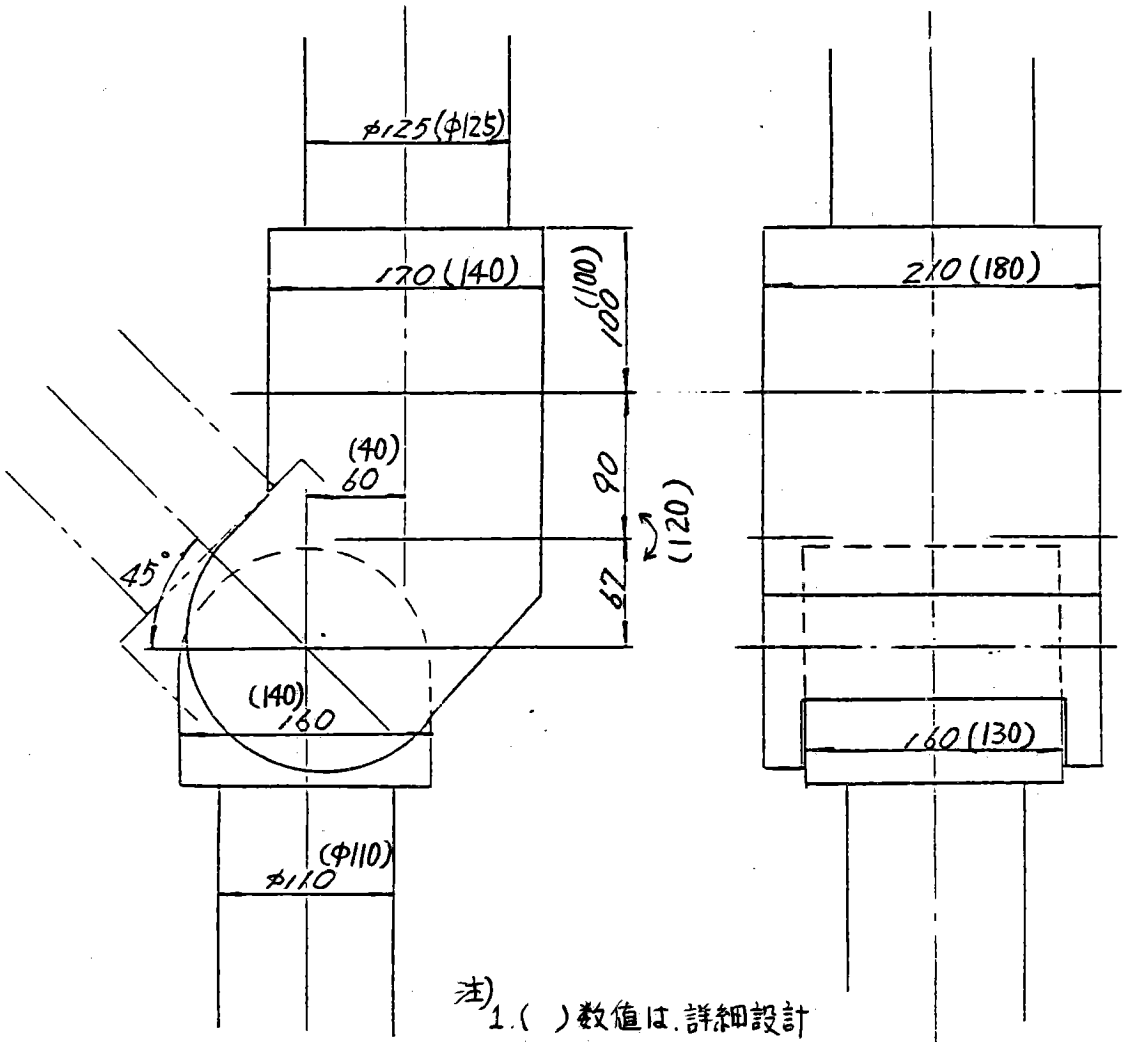


図3.6　スレーブアーム肘の外形図

表3.2 かさ歯車の強度計算〔肘の構造(3)〕

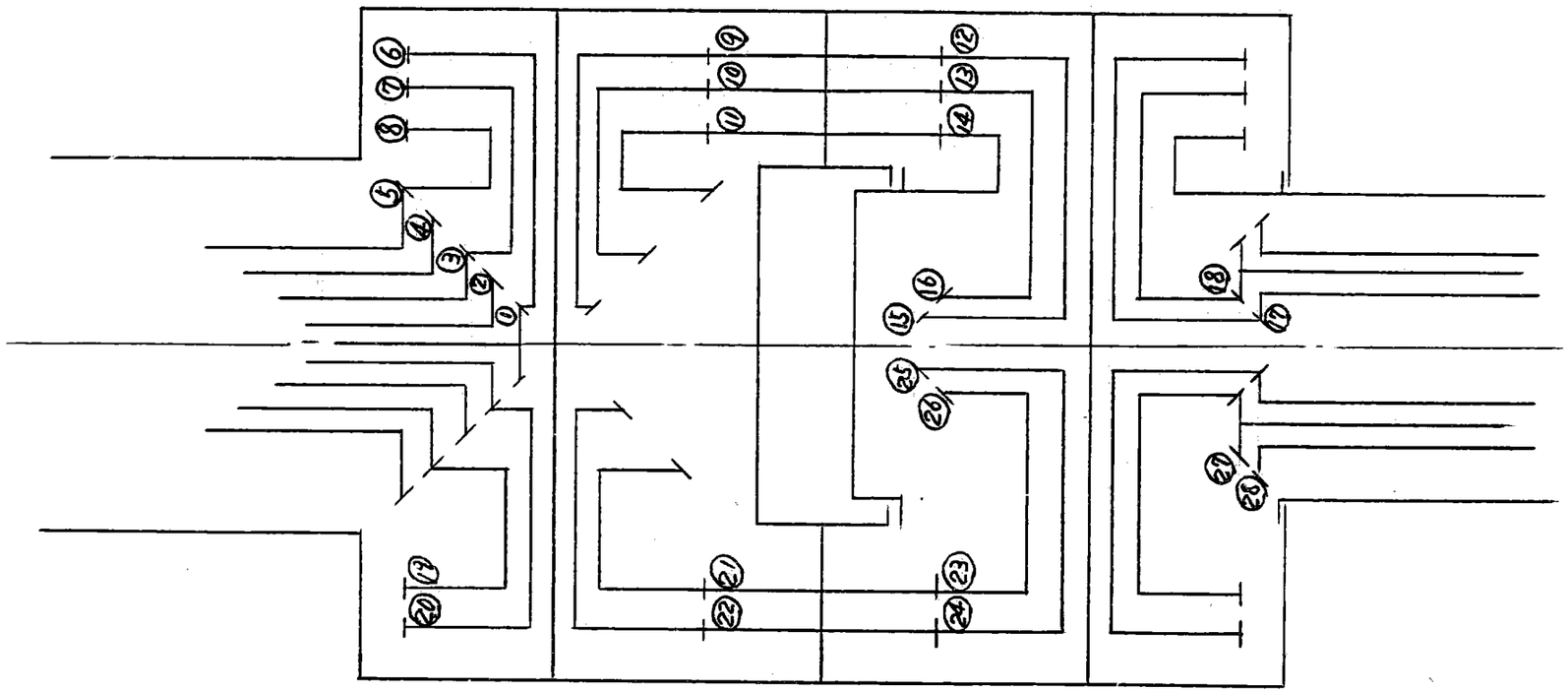
かさ歯車の強度計算（曲げ強さ）

歯直諸元	3	4	5	6	7
ピッチ円直径 (mm)	95	75	55	40	65
歯数	20	20	20	20	20
圧力角 (度)	20	20	20	20	20
中点ねじれ角 β_m (度)	0	0	0	0	0
外端正面モジュール m (mm)	4.75	3.75	2.75	2	3.25
許容円周力 F_{tmlim} (kg)	474.8	1483	214.8	1822	20
歯幅 b (mm)	12	5	8	10	5
外端円すい距離 R_a (mm)	67.2	53	38.9	28.3	46
歯形係数 Y_F	2.65	2.65	2.65	2.65	2.65
荷重分配係数 Y_ε	0.617	0.617	0.617	0.617	0.617
ねじれ角係数 Y_β	1	1	1	1	1
二軸直径影響係数 Y_C	1	1	1	1	1
寿命係数 K_L	1	1	1	1	1
寸法係数 K_{Fx}	1	1	1	1	1
歯先荷重分布係数 K_M	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
動荷重係数 K_V	1	1	1	1	1
過負荷係数 K_O	1	1	1	1	1
信頼度係数 K_R	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
計上許容曲げ応力 σ_{FLim} (kg/mm²)	33.8	31.6	40.2	40.9	4.8
材料許容曲げ応力 (kg/mm²)	52	52	52	52	52
計算上安全率	1.5	1.6	1.3	1.3	10.8

備考：上記計算はJGMA（日本歯車工業会）の式により計算を行なった。

$$F_{tmlim} = 0.85 \cos\beta_m \cdot \sigma_{FLim} \cdot m \cdot b \cdot \frac{R_a - 0.5b}{R_a} \cdot \frac{1}{Y_F \cdot Y_\varepsilon \cdot Y_\beta \cdot Y_C} \cdot \left(\frac{K_L \cdot K_{Fx}}{K_M \cdot K_V \cdot K_O}\right) \cdot \frac{1}{K_R}$$

歯車番号	P.C.D	歯数	モジュール	歯幅
1	40	20	2	10
2	55	20	2.75	8
3	65	20	3.25	5
4	75	20	3.75	5
5	95	20	4.75	12
6	120	40	3	4
7	120	40	3	4
8	120	40	3	6
9	60	20	3	4
10	60	20	3	4
11	60	20	3	6
12	120	40	3	4
13	120	40	3	4
14	120	40	3	6
15	100	40	2.5	9
16	80	40	2	15
17	50	20	2.5	9
18	40	20	2	15
19	120	40	3	4
20	120	40	3	4
21	60	20	3	4
22	60	20	3	4
23	120	40	3	4
24	120	40	3	4
25	100	40	2.5	9
26	80	40	2	15
27	40	20	2	15
28	50	20	2.5	9



MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
			図3.7 歯車リスト〔肘部の構造〕
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番

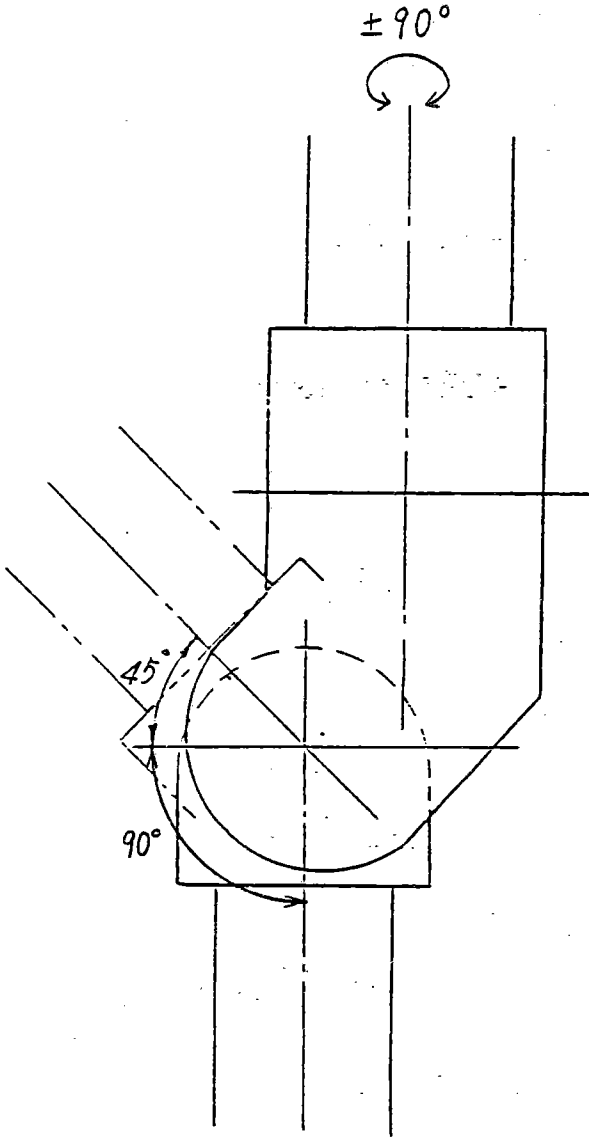


図3.8　スレーブアームの肘の動作範囲

資料番号 RD58E-7228

頁数 47

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボウ・ダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検討書

（マスター・アームの構造検討）

昭和 59 年 11 月 28 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

マスターアームの構造検討

1. 概要 1

2. 基本仕様 1

3. 構造検討 4

3.1 検討内容 4

3.2 検討結果 5

3.3 設計方針 9

3.4 検討内容の詳細 13

3.4.1 構造概念の設計検討 13

3.4.2 歯車のバックラッシュの比較検討 26

3.4.3 重量の比較検討 28

3.4.4 慣性の比較検討 35

3.4.5 制御方式別の構造比較検討 40

3.4.6 変換マトリクスの検討 43

4. 添付資料

マスターアームの構造検討

1. 概要

動力炉・核燃料開発事業団殿が昭和58年度に実施した「両腕型高性能マニピュレータの設計研究」に基づいて、現在、エルボウ・ダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究を進めている。

ここでは、マスターアームの設計方針を確立するために、動力伝達方式別に基本的な構造の比較検討を行う。

2. 基本仕様

マスターアームの構造を検討するための基本仕様を以下に示す。

① マスターアームの概念図　　図2.1

② マスターアームの仕様

ⓐ 腕の形状　　エルボウ・ダウン

ⓑ 自由度　　7

ⓒ 力帰還最大値　　4 kg

ⓓ 動力伝達

③ スレーブアームの構造概念図　　図2.2

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

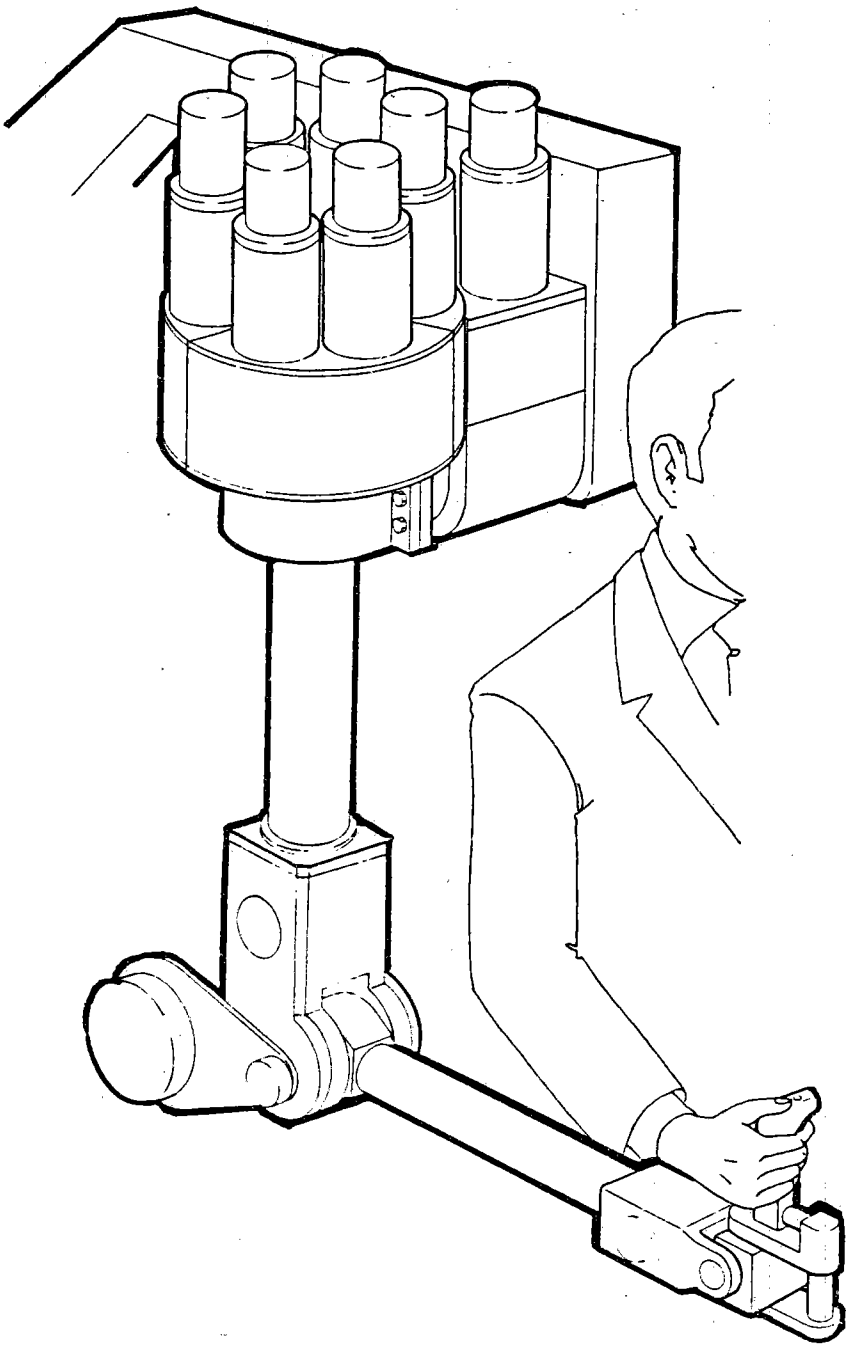


図2.1 マスターアームの概念図

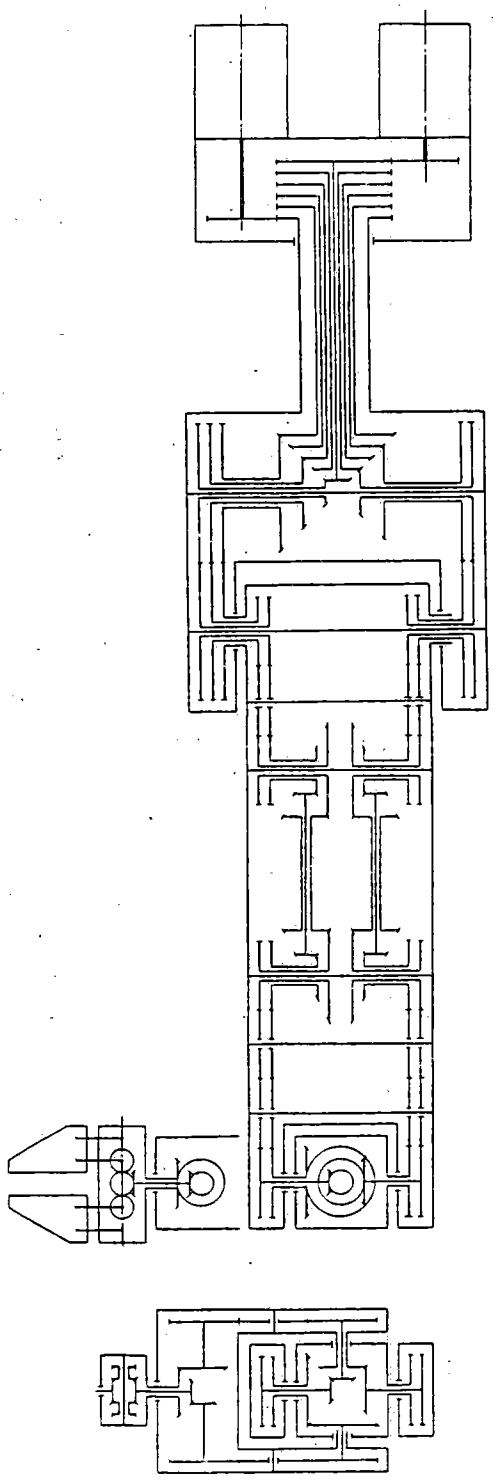


図2.2　スレーブアームの構造概念図

3. 構造検討

3.1 検討内容

マスターアームの操作性は、極めて重要であり遠隔保守の効率を左右する要素の一つである。 したがってマスターアームの構造を決定する場合には、あらゆる角度からマニピュレータの性能に関する検討を十分に行わなければならない。

ここでは、基本仕様にも記載されている動力伝達別に、マスターアームの性能比較を行い、その結果に基づいて設計方針を確立する。

マスターアームの構造の検討項目を以下に示す。

① 構造概念の設計検討

② 構造別の歯車のバックラッシュの比較検討

③ 構造別の重量の比較検討

④ 構造別の慣性の比較検討

⑤ 制御方式別の構造比較検討

⑥ 変換マトリクスの検討

なお、マスターアームの構造を決定する上で、スレーブアームの構造も重要な要素であり、これも含めて検討を行った。

3.2 検討結果

全歯車式，テープ式，MS改造方式の動力伝達別の構造比較の結果を表3.1に示す。

詳細の検討結果については、3.4検討内容の詳細に示すが、ここでは、その最終結果の概要を表3.1および以下に述べる。

(1) 構造概念の設計検討

動力伝達別に特徴比較した結果を、3.4.1項の表3.4に示すが、それぞれ一長一短あり、優劣の判断については、以下の検討結果に依存する。

(2) 構造別の歯車のバックラッシュの比較検討

動力伝達別に歯車の噛合い箇所の数を比較したものを、3.4.2項の表3.5に示す。　歯車のバックラッシュは、噛合い箇所の数に依存するので、これを比較すると、マニピュレータの手先の変位に影響度の高い1軸から3軸までの歯車の噛合い箇所の数は、動力伝達方式の違いによる差は無かった。

4軸から7軸までは、テープ方式　　が優れている。

(3) 構造別の重量の比較検討

動力伝達別に重量を比較したものを、3.4.3項の表3.6に示す。

その結果、テープ式、MS改造方式、全歯車式の順にそれぞれ約10kg

C.7-010
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

づつ軽量化できる。これは、スレーブアームと異構造にした場合であり、制御性を考慮して、干渉マトリクスをスレーブアームと同一とすると、動力伝達別の総重量は、表3.6の結果が示すように、差の無いものであった。

(4) 構造別の慣性の比較検討

動力伝達別に慣性を比較したものを3.4.4項の表3.7から表3.9に示す。ここでは、動力伝達別にマスターアームの各関節におけるモータおよび負荷、自重のGD²を概算した結果を示した。

その結果、2軸から7軸の部分については、モータおよび負荷のGD²が全体のGD²に占める割合いが大きく、自重分の影響、つまり動力伝達方式による構造の違いでの差は無いものであった。

(5) 制御方式別の構造比較検討

P-P制御およびF-P制御の制御方式別に、構造を比較したものを3.4.5項の表3.11に示す。ここでは、段歯車、遊星歯車、ハーモニック減速機の減速機別に構造および性能を比較した結果を示した。

その結果、P-P制御には段車歯が、F-P制御にはハーモニック減速機が適している。

構造上からは、制御方式自体の優劣が明確にならないため両者の比較ができるF-P-P方式を採用する。

(6) 干渉マトリクスの検討

動力伝達別の干渉マトリクスを 3.4.6項の 図3.18 から 図3.21 に示す。 干渉マトリクスは、制御の難易度に影響を及ぼすもので、スレーブアームの干渉マトリクスと同一の方が、制御が簡単となる。

全歯車式とテープ方式がスレーブアームと同一にする事が可能であるが、構造設計面を考慮すると全歯車式がはるかに有利である。

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

表3.1 構造検討の結果

	全歯車式	テープ方式	MS改造方式
構造概念 (3.4.1項)	① 変換マトリクスがスレーブアームと同一 ② 機械的信頼性が高い	① 歯車のバックラッシュが小さい。 ② 慣性および重量が小さい。	① 自動追従式自重メカバランスが可能 ② 同左
歯車のバックラッシュ (3.4.2項)	① 4軸～7軸が大	① 4軸～7軸が小	① 4軸～7軸がやや小
重量 (3.4.3項)	① 約100.5kg (バランスウェイト含まず)	① 約81.5kg ② 約98.5kg ⓐ バランスウェイト含まず ⓑ干渉マトリクスがスレーブアームと同一	① 約90kg
慣性 (3.4.4項)	① モータ部と負荷のGDが全体の約70%以上である。	① 同左	① 同左
制御方式 (3.4.5項)	① F-P-P制御方式を採用する。		
変換マトリクス (3.4.6項)	① スレーブアームと同一。	① スレーブアームと異なる。(同一とする事も可能だが構造が複雑)	① スレーブアームと異なる。

3.3 設計方針

マスターアームの構造検討の結果を基に、その他の要因も加えて動力伝達別に比較検討したものを表3.2に示す。

その結果をふまえて、マスターアームの設計方針を以下の通りとする。

① マスターアームの動力伝達を全歯車式とする。(図3.1)

② 変換マトリクスをスレーブアームと同一にする。

③ 制御方式をF-P-P制御方式とする。(図3.2)

その理由の主なものを以下に示す。

① 構造検討の結果から、動力伝達による差が殆んど見られなかった。

② 制御性に影響を及ぼす変換マトリクスの設計に幅が全歯車式が広いため、スレーブアームと同一にする事が容易である。

③ スレーブアームの構造が全歯車式であり、設計、製作が容易である。

④ 全歯車式の場合、機械的信頼性が高い。

表3.2 構造別の比較検討

	全歯車式	テープ方式	MS改造方式
構造	◎	○	○
位置精度（歯車のBR）	×	○	△
重量	△	○	△
慣性	○	○	○
変換マトリクス	◎	○	△
設計	◎	○	○
制御性	○	△	△
信頼性	◎	△	△
モジュール化	○	○	○
保守性	○	△	×
備考			

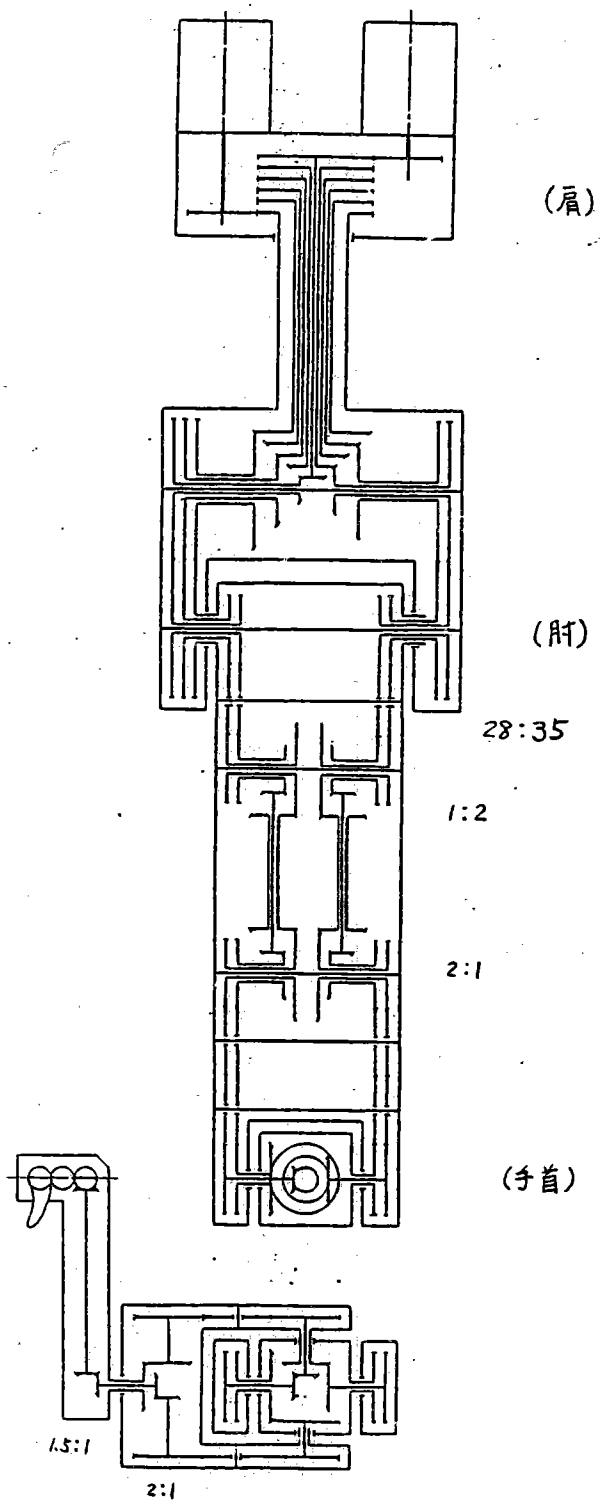
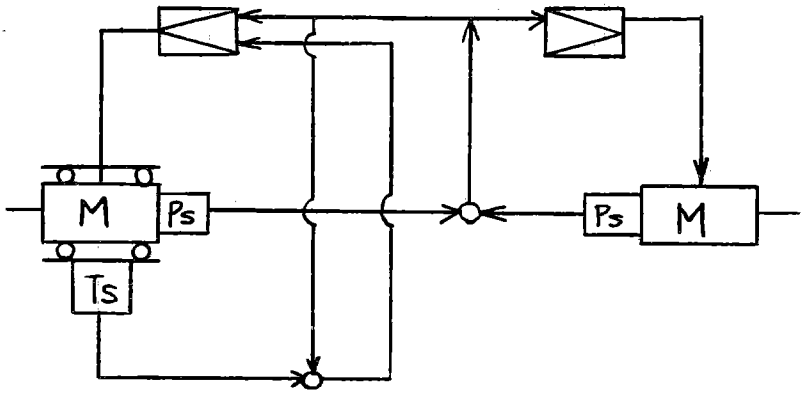


図3.1　マスターアーム構造概念図

M: モータ
Ps: 位置センサー
Ts: トルク センサー



マスターアーム　　スレーブアーム

図3.2　F-P-P制御方式の概念

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

3.4 検討内容の詳細

3.4.1 構造概念の設計検討

(1) 目的

マスターアームの構造を決定するために、全歯車式、テープ方式、MS改造方式の動力伝達別に構造概念を設計検討する。

(2) 構造概念の設計

動力伝達別に構造概念を設計した図面リストを表3.3に示す。

全歯車式は、機構的にスレーブアームと同一にしたもので、変換マトリクスも同一となる。

テープ方式は、全歯車式の構造の一部にテープを採用したもので、軽量化および歯車のバックラッシュの軽減が期待できる。

MS改造方式は、既存のMA-22Aを改造して、7自由度、エルボウ・ダウン型としたものである。　特徴としては、テープ方式と殆んど同じである。

これらの方式について、構造概念、変換マトリクス、外形図をここでは設計して構造を検討する。

表3.3 マスターアームの図面リスト

	全歯車式マスター	テープ方式マスター	MS改造方式マスター
構造概念図	図3.3	図3.4, 図3.5	図3.6
変換マトリクス	図3.7	図3.8	図3.9
外形図	—	図3.10	図3.11
備考		ORNL型は、マトリクスがスレーブと同一	

注記	

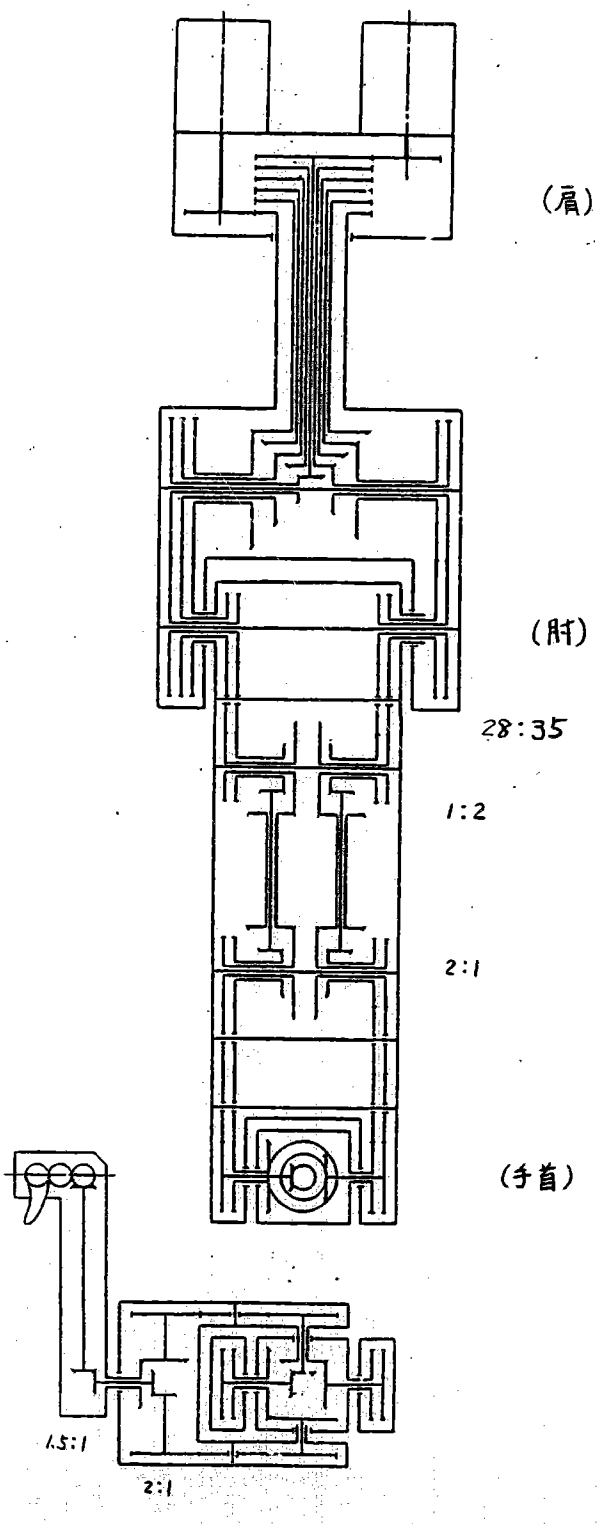


図3.3 マスターアーム構造概念図

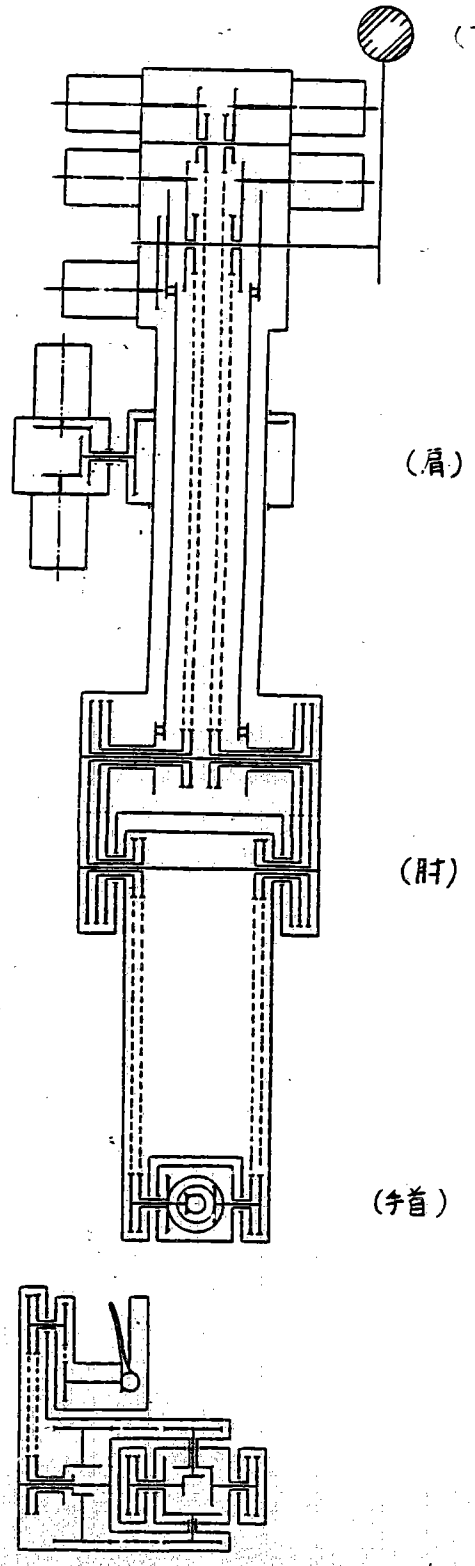


図34 マスター・アーム構造概念図

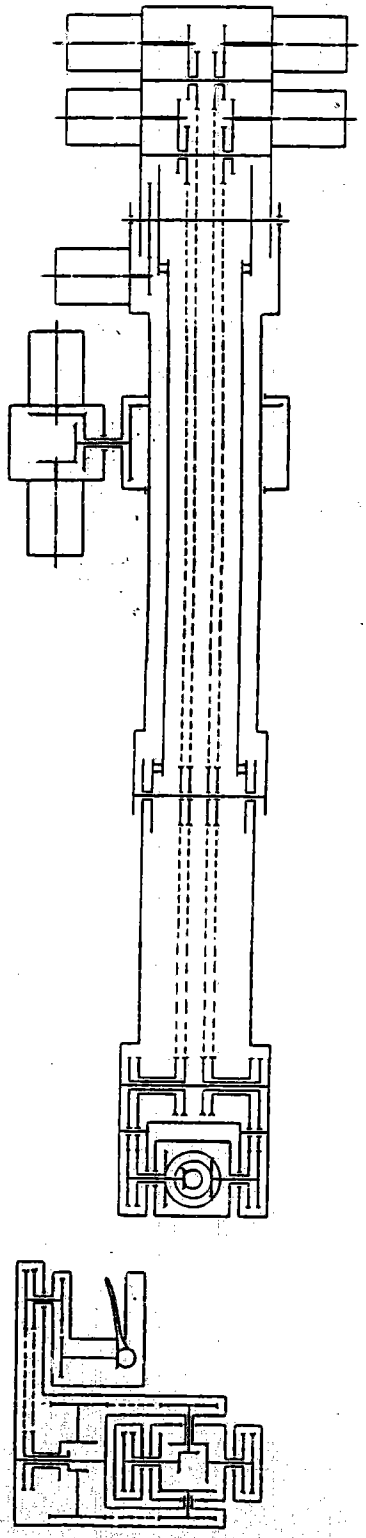


図3.5 マスター・アーム構造概念図

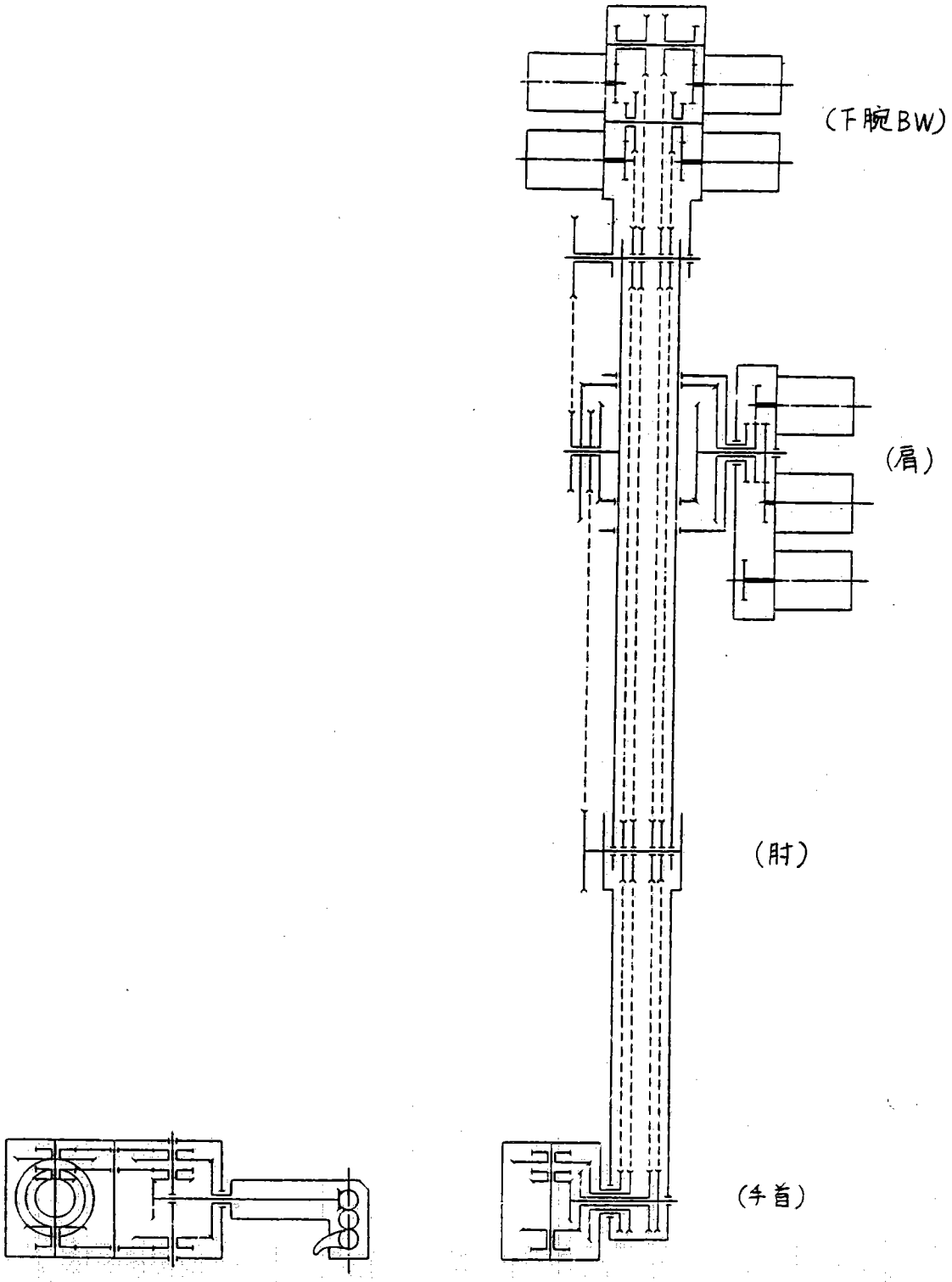
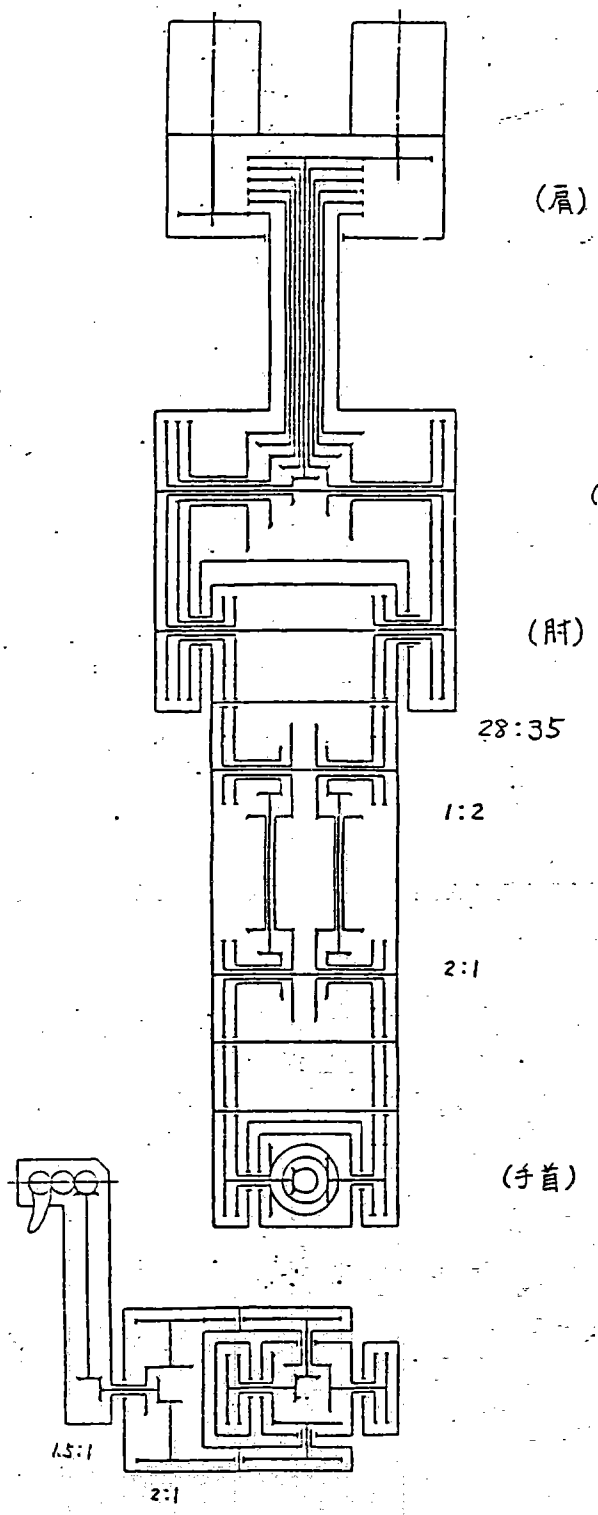


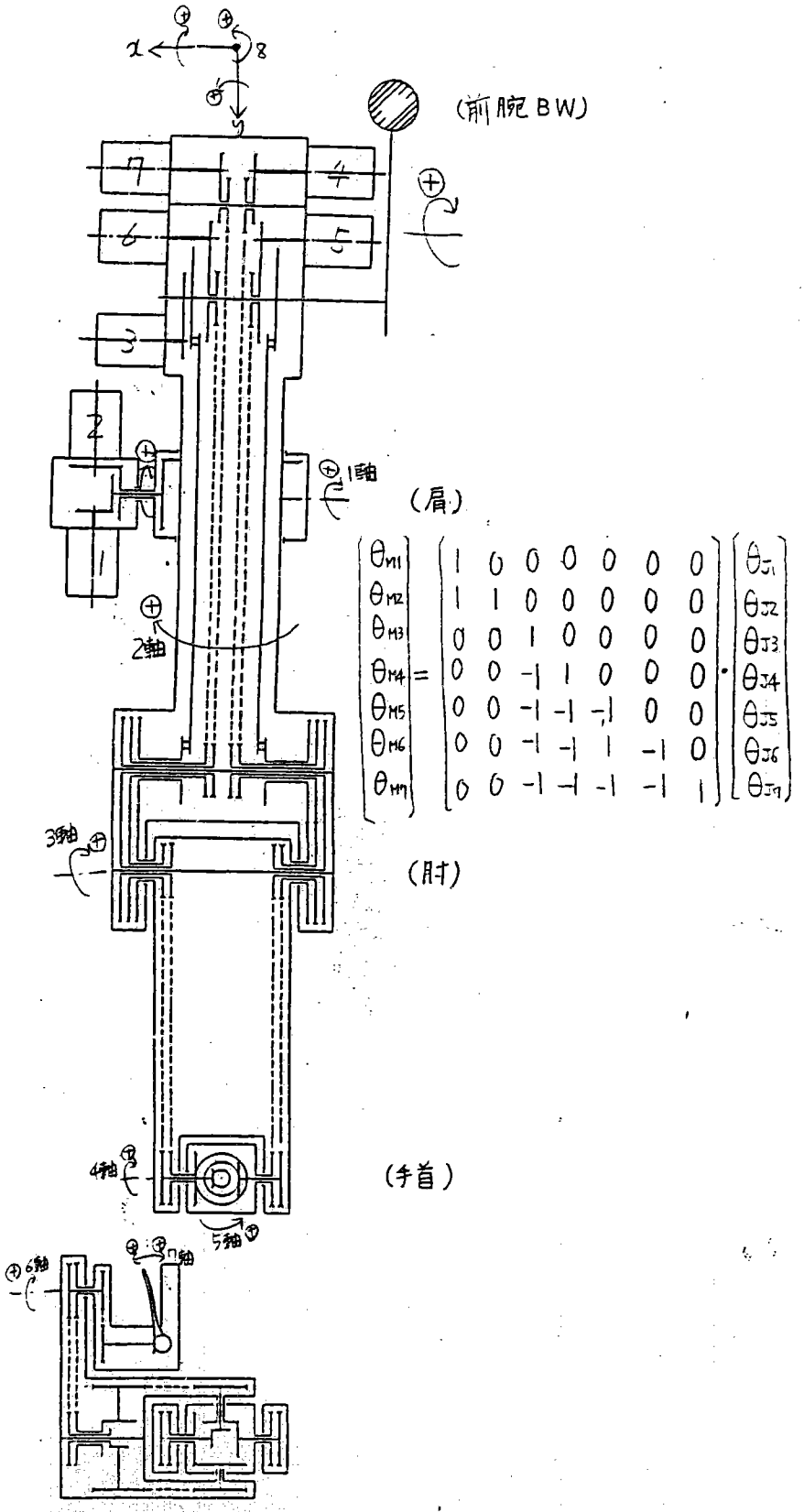
図3.6 マスター・アーム構造概念図



$$\begin{pmatrix} \theta_{M2} \\ \theta_{M3} \\ \theta_{M4} \\ \theta_{M5} \\ \theta_{M6} \\ \theta_{M7} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \frac{4}{5} & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \frac{4}{5} & \frac{4}{5} & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -\frac{4}{5} & -\frac{4}{5} & -\frac{8}{5} & 0 \\ 1 & -1 & -\frac{4}{5} & -\frac{4}{5} & -\frac{8}{5} & -\frac{12}{5} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \theta_{J4} \\ \theta_{J5} \\ \theta_{J6} \\ \theta_{J7} \end{pmatrix}$$

(肩) モータ回転角 — 関節角

図3.7 マスターアーム伝達マトリクス(全歯車式)



$$\begin{bmatrix}\theta_{M1}\\ \theta_{M2}\\ \theta_{M3}\\ \theta_{M4}\\ \theta_{M5}\\ \theta_{M6}\\ \theta_{M7}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1&0&0&0&0&0&0\\ 1&1&0&0&0&0&0\\ 0&0&1&0&0&0&0\\ 0&0&-1&1&0&0&0\\ 0&0&-1&-1&-1&0&0\\ 0&0&-1&-1&1&-1&0\\ 0&0&-1&-1&-1&-1&1\end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix}\theta_{J1}\\ \theta_{J2}\\ \theta_{J3}\\ \theta_{J4}\\ \theta_{J5}\\ \theta_{J6}\\ \theta_{J7}\end{bmatrix}$$

図3.8 マスターアーム伝達マトリクス (テープ方式)

上腕駆動モータ
(上腕バランスウェイト)

$$\begin{bmatrix}\theta_{M1}\\ \theta_{M2}\\ \theta_{M3}\\ \theta_{M4}\\ \theta_{M5}\\ \theta_{M6}\\ \theta_{M7}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1&0&0&0&0&0&0\\ 1&-1&1&0&0&0&0\\ 1&1&1&0&0&0&0\\ 0&0&0&1&0&0&0\\ 0&0&0&1&-\frac{1}{4}&-1&0\\ 0&0&0&1&-\frac{1}{4}&1&0\\ 0&0&0&1&\frac{1}{4}&-1&\frac{1}{4}\end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix}\theta_{J1}\\ \theta_{J2}\\ \theta_{J3}\\ \theta_{J4}\\ \theta_{J5}\\ \theta_{J6}\\ \theta_{J7}\end{bmatrix}$$

モータ回転角度 ↑ 関節角度

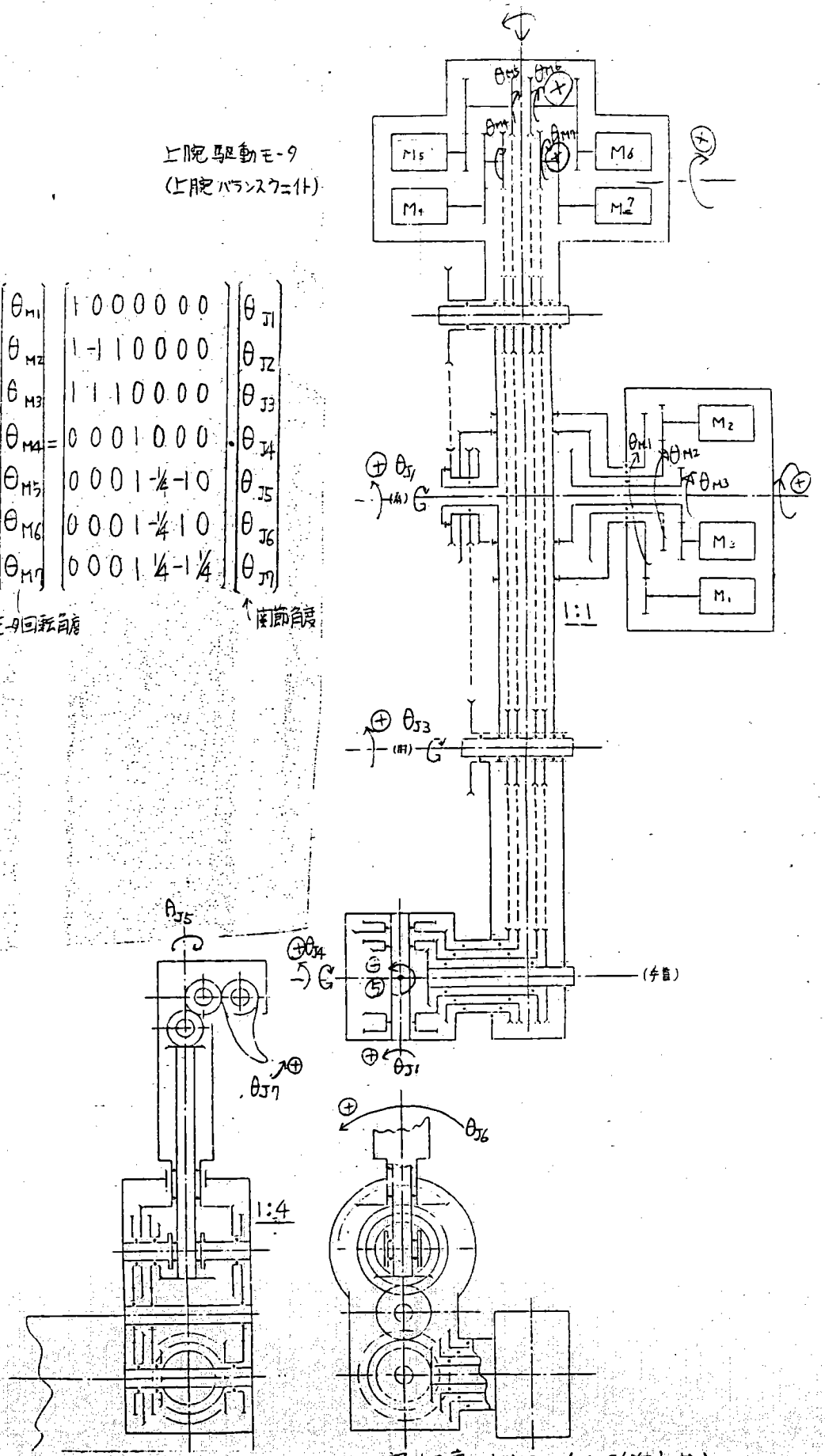


図3.9 マスタアーム実伝達マトリクス(MS改造方式)

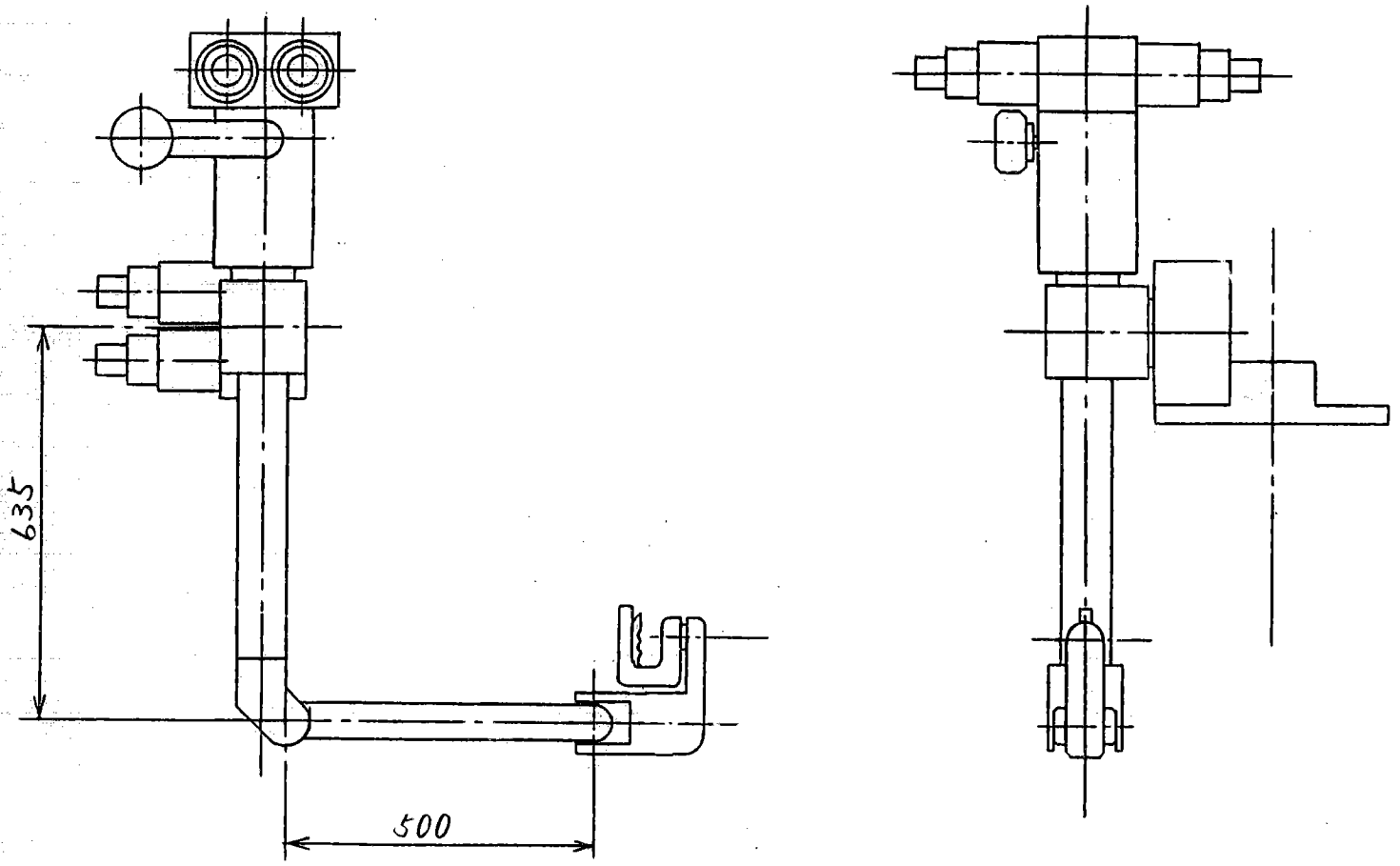


図3.10 マスターアーム 外形図 (テープ方式)

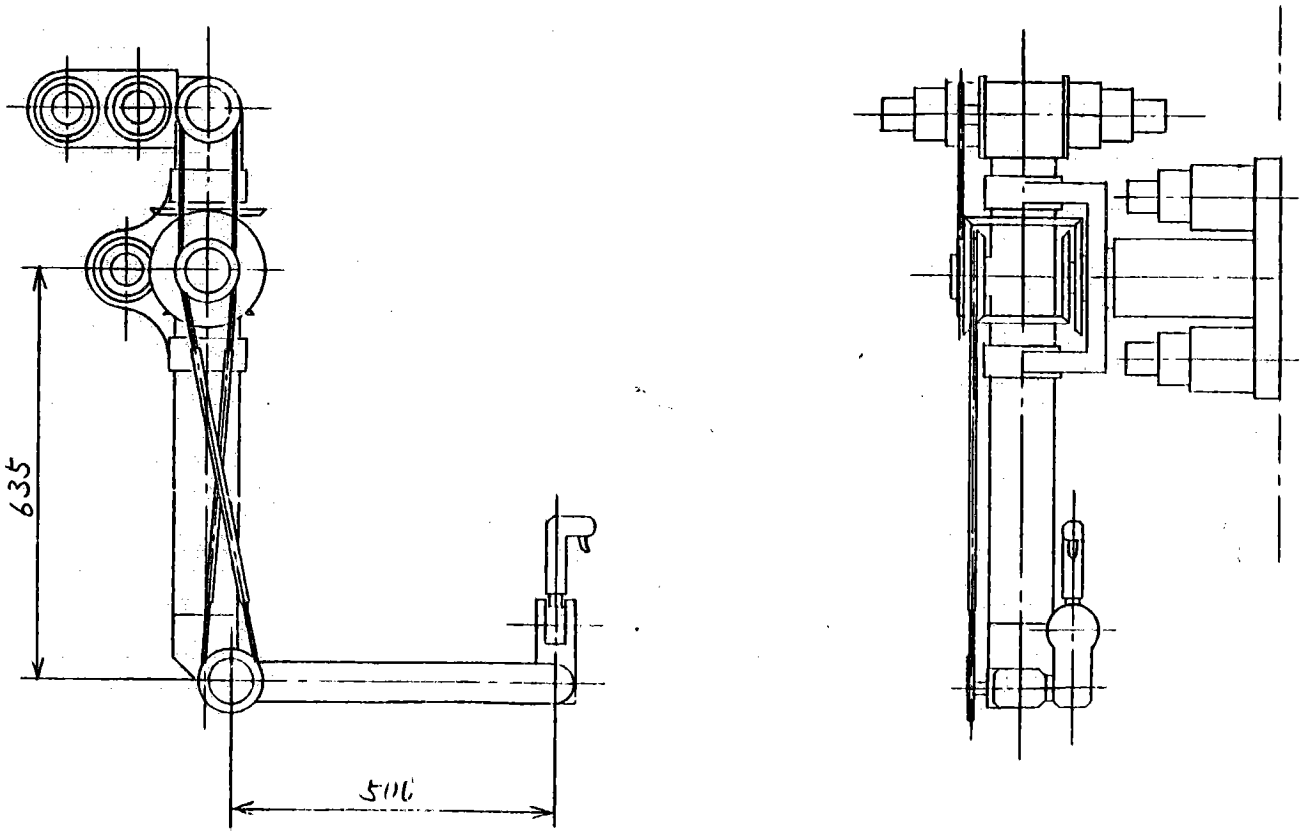


図3.11　マスター アーム 外形図 (MS改造方式)

(3) 構造概念の比較検討

動力伝達別の構造概念を比較したものを表3.4に示す。

全歯車式は、構造がスレーブアームと同一で設計が容易で、しかも機械的強度が他の方式に比べ高い。かつ変換マトリクスがスレーブアームと同一であり、制御も容易である。

テープ方式の場合には、歯車のバックラッシュや慣性が小さくできる。また使用の実績も多く、操作性も良い。

MS改造方式もテープ方式と同様の利点がある。

表3.4の結果は、動力伝達別にそれぞれ一長一短あり優劣は、つけがたい。

表3.4 マスターアーム構造の特徴比較

	全歯車式マスター	テープ方式マスター	MS改造方式マスター
利点	① 位置に関する変換マトリクスがスレーブと同一であり制御が簡単である. ② スレーブと同一構造であり機械設計が容易である. ③ 機械的強度が高い.	① 位置に関する変換マトリクスがスレーブに近いので,制御が比較的簡単である. ② スレーブの構造に準じているので機械設計が比較的容易である. ③ 歯車のバックラッシュ,慣性が小さい. ④ 手首の回転軸がオペレータ軸と同一で操作しやすい.	① MSの構造が明確であり機械設計が比較的容易である. ② 歯車のバックラッシュ,慣性が小さい, ③ 自重バランスがモータ部であり,自動追従式である.
欠点	① 歯車のバックラッシュ,慣性が大きい. ② 手首の回転軸がオペレータ軸と異なっている.	① テープの交換が困難である.	① 位置に関する変換マトリクスがスレーブと異なっており制御が複雑である. ② テープの交換が困難である.
備考		① ORNL相当タイプ 相異点 i) 7軸バイラテラル機能 ii) 6軸作用点 iii) 2軸変換マトリクス	① MA-22A 改造タイプ

3.4.2 構造別の歯車のバックラッシュの比較検討

(1) 目的

マスターアームの構造を決定するために、全歯車式、テープ方式、MS改造方式の動力伝達別に、歯車のバックラッシュを比較検討する。

(2) 比較検討

動力伝達別に歯車の噛合い箇所の数を比較したものを、表3.5に示す。

歯車のバックラッシュは、噛合い箇所の数に依存するので、これを比較すると、マニピュレータの手先の変位に影響度の高い1軸、2軸、3軸については、動力伝達別の差は無い。

4軸、5軸、6軸、7軸については、テープ方式が噛合い箇所が少なく優れている。

表3.5 動力伝達別の歯車噛合数の比較

軸番号	全歯車式		テープ方式				MS改造方式	
	図3.3		図3.4		図3.5		図3.6	
	平歯車	カサ歯車	平歯車	カサ歯車	平歯車	カサ歯車	平歯車	カサ歯車
1	3	1	3	1	3	1	3	0
2	3	0	3	1	3	1	3	2
3	4	1	4	0	3	0	3	2
4	9	3	4	0	3	0	3	0
5	9	4	4	1	3	1	5	2
6	11	5	4	2	3	2	5	2
7	13	7	4	3	3	1	7	3
合計	52	21	26	8	21	6	29	11
	73		34		27		40	
備考								

3.4.3 構造別の重量の比較検討

(1) 目的

マスターアームの構造を決定するために、全歯車式、テープ方式、MS改造方式の動力伝達別に、重量の比較検討を行う。

(2) 比較検討

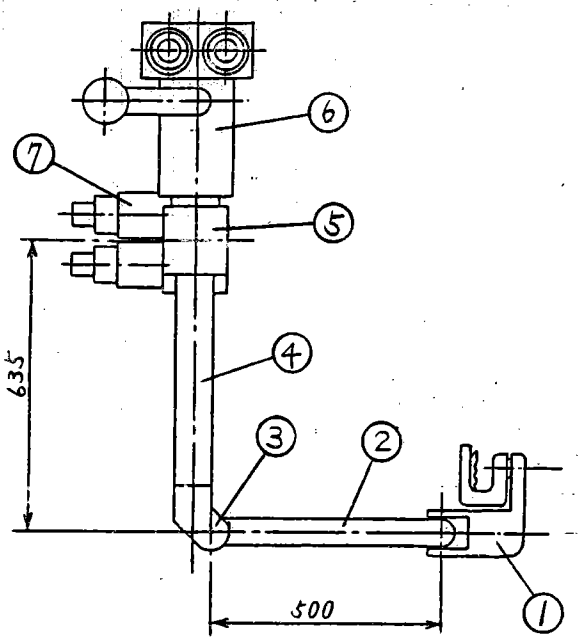
動力伝達別に、重量を比較したものを表3.6に示す。

その詳細については、図3.12から図3.16に示す。なお外形寸法は、強度計算などによって推定した。

表3.6の結果、テープ方式、MS改造方式、全歯車式の順に、それぞれ約10kgづつ軽量化できる。

ただし、これはスレーブアームと異構造にした場合であり、図3.15のように、スレーブアームに干渉マトリクスを同一とすると、重量も、テープ方式と全歯車式がほぼ同じとなる。

表3.6 マスターアームの重量比較



① 手先ブロック
② 手腕ブロック
③ 肘ブロック
④ 上腕ブロック
⑤ 肩ブロック
⑥ BWブロック
⑦ 1軸ブロック

		全歯車式 (図3.12)	テープ式 (図3.13)	テープ式 (図3.14)	テープ式 (図3.15)	MS式 (図3.16)
重量	1	3.5 kg	8.0 kg	5.0 kg	8.0 kg	4.7 kg
	2	11.0	1.0	2.0	1.0	2.0
	3	4.5	1.0	4.0	4.0	1.0
	4	7.0	3.0	3.0	2.5	2.0
	5	62.0	5.0	5.0	70.0	22.5
	6		40.0	40.0		27.0
	7	13.0	23.5	23.5	13.0	30.0
	計	100.5	81.5	82.5	98.5	90
備考		(肘BW含まず) 干渉マトリクスがスレーブアームと同一		(肘BW含まず)	(肘BW含まず) 干渉マトリクスがスレーブアームと同一	

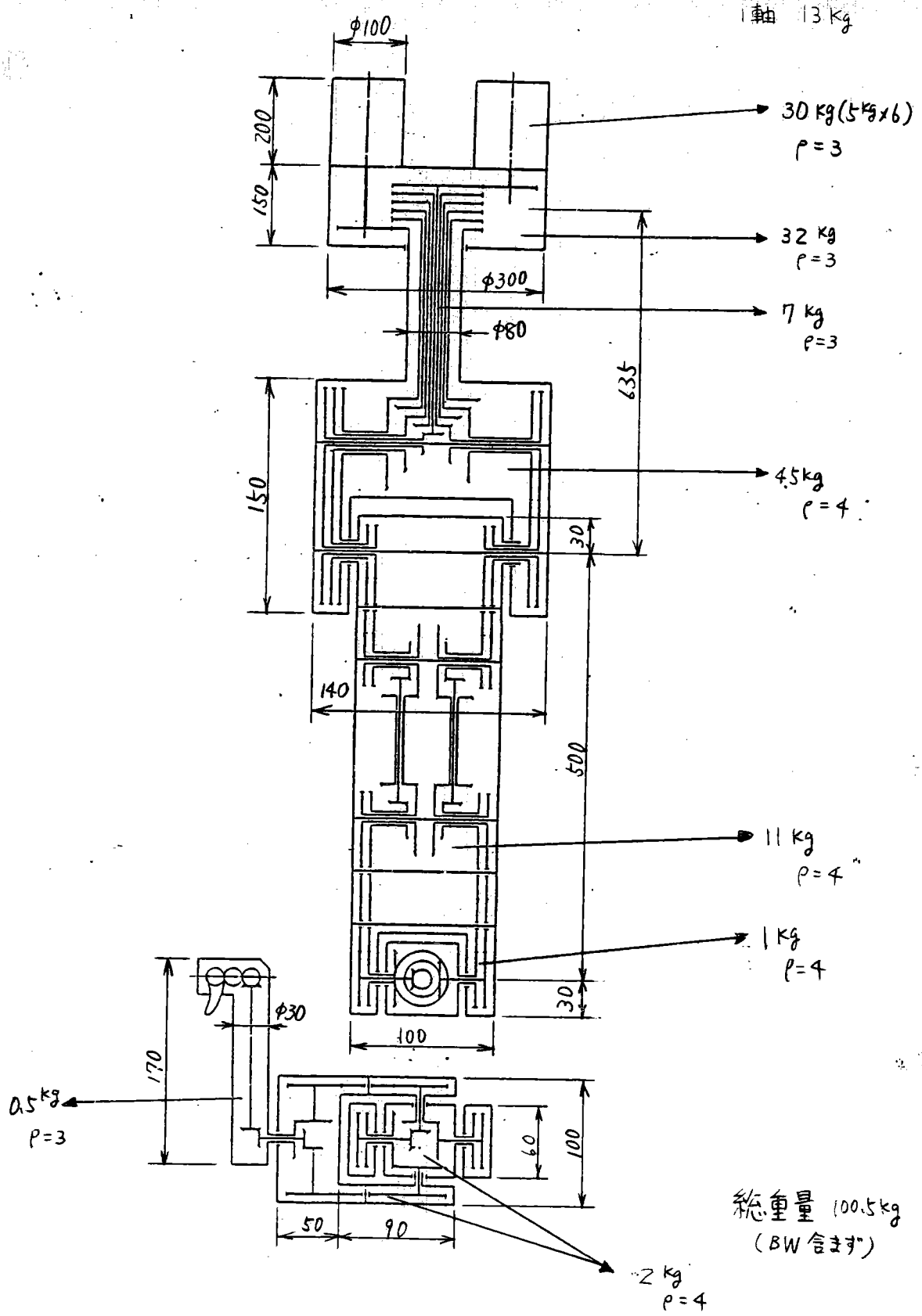
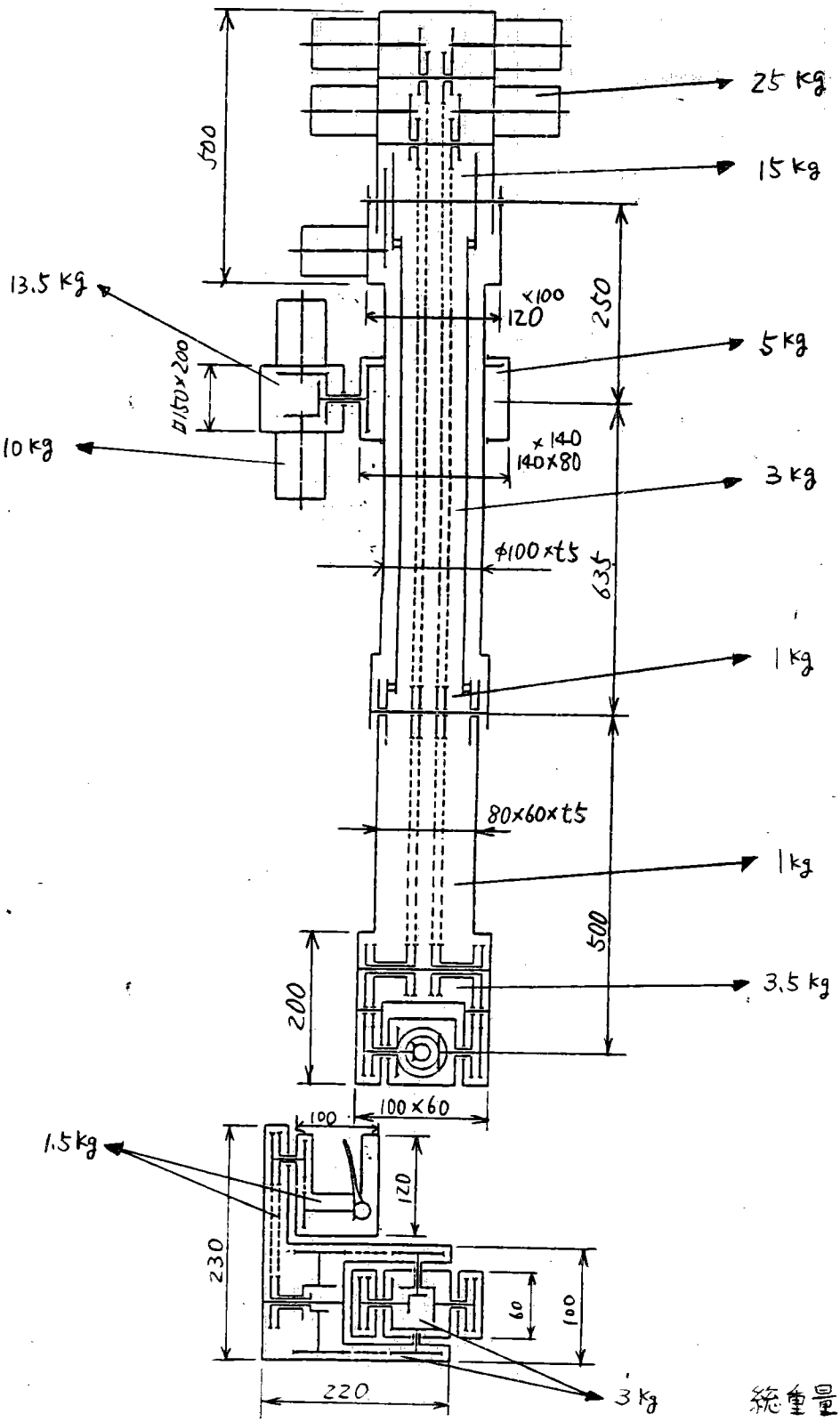


図3.12 マスター アームの重量，寸法（全歯車式）



総重量 81.5 kg

図3.13 マスターアームの重量,寸法 (テープ式)

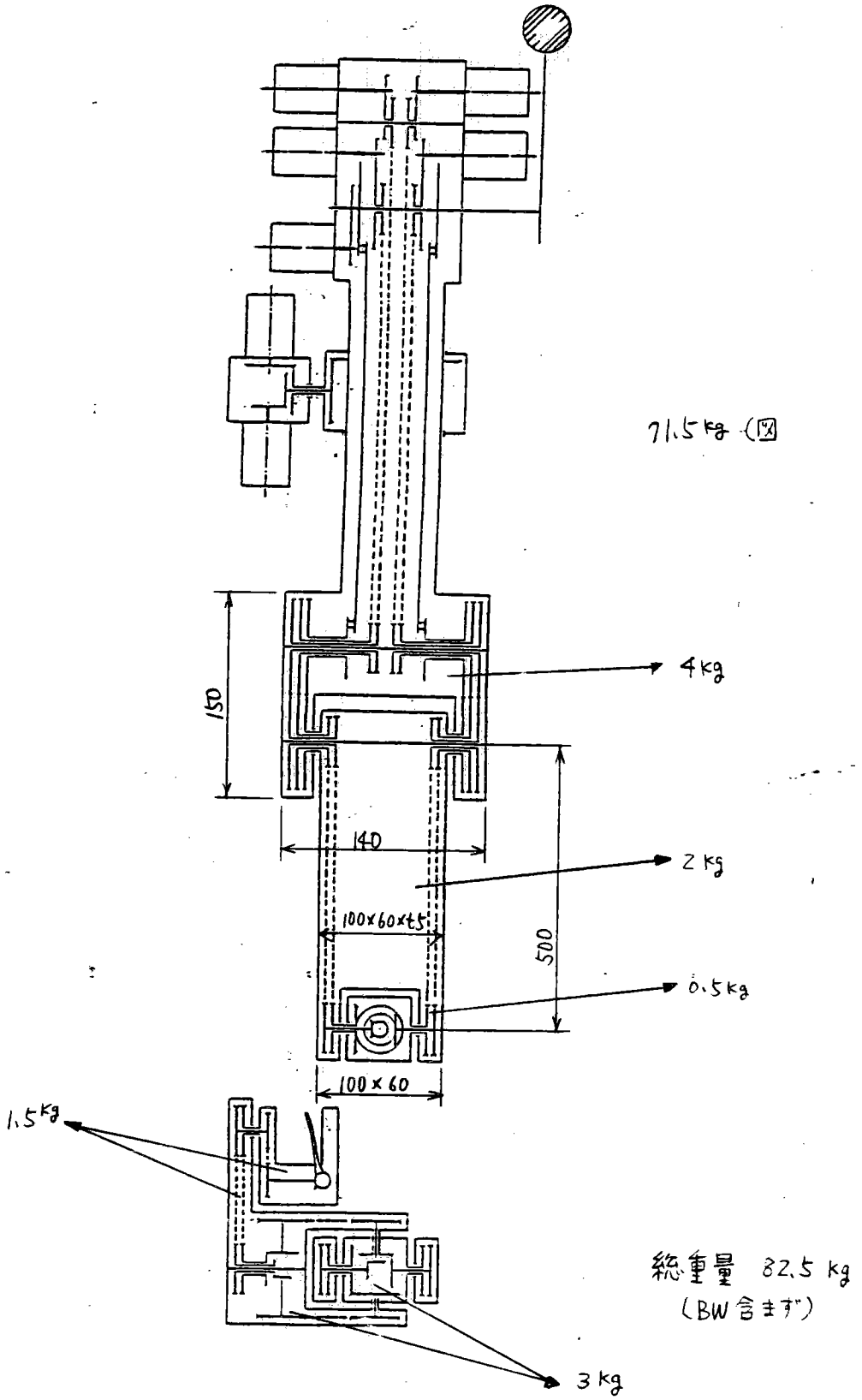
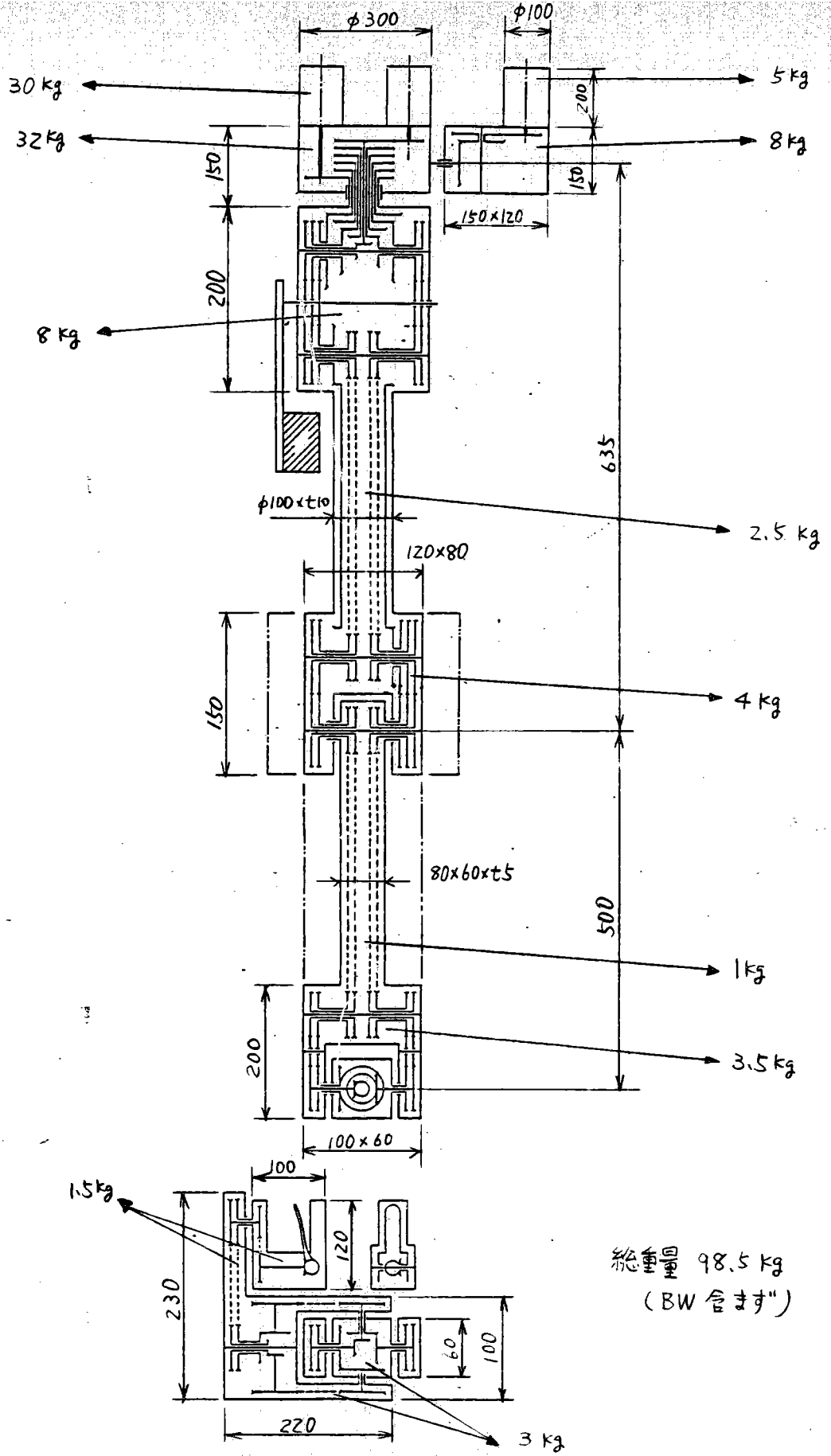
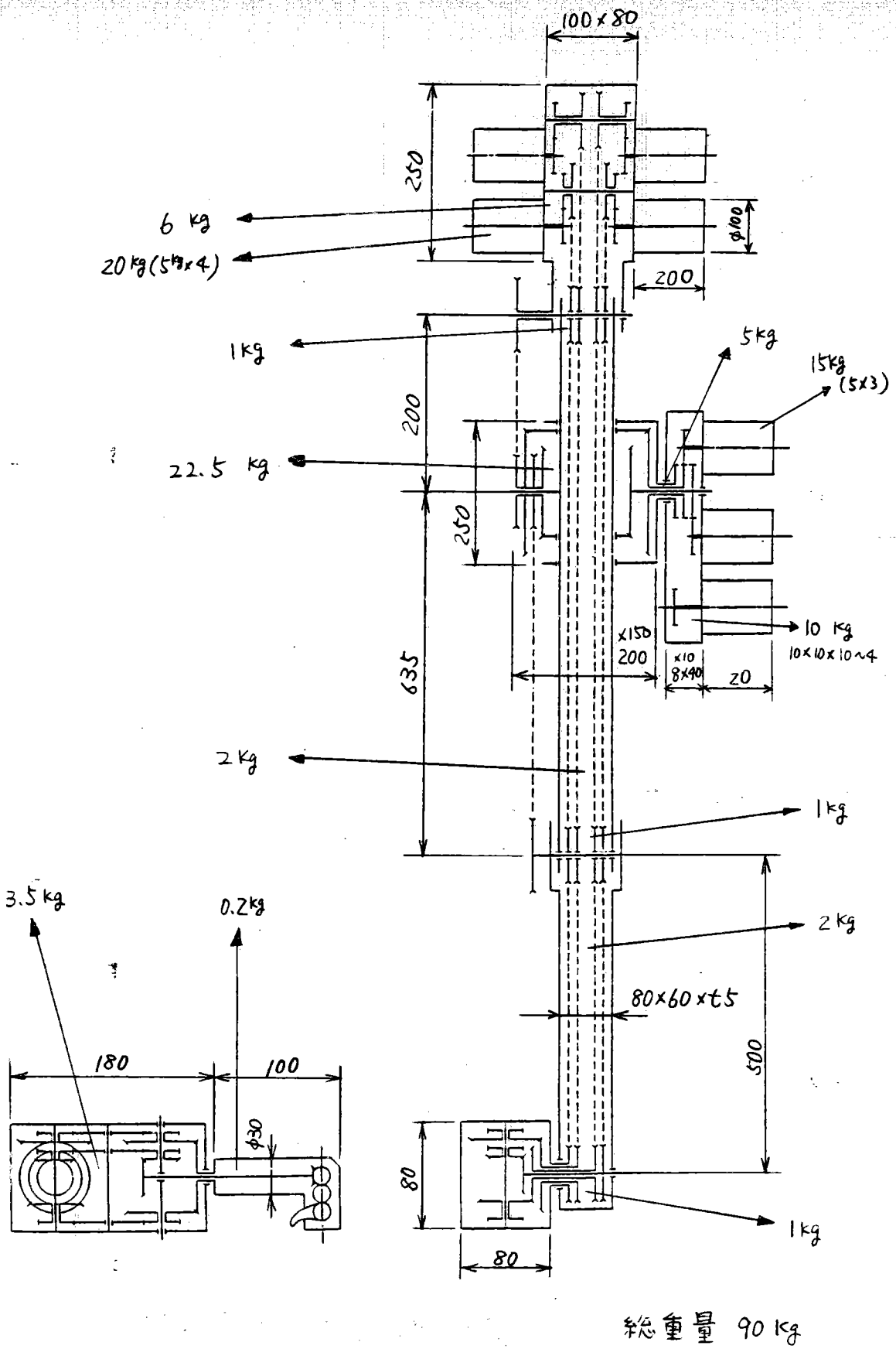


図3.14 マスターアームの重量,寸法(テープ式)



総重量 98.5 kg
(BW 含まず)

図3.15 マスター アームの重量，寸法 (テープ式)



総重量 90 kg

図3.16 マスターアームの重量,寸法(MS改造式)

3.4.4 構造別の慣性の比較検討

(1) 目的

マスターアームの構造を決定するために、全歯車式、テープ方式、MS改造方式の動力伝達別に、慣性の比較検討を行う。

(2) 比較検討

動力伝達別の慣性を表3.7から表3.9に示す。

ここでは、マスターアームの各関節におけるモータ、負荷、自重の GD^2 を示す。

表3.7から表3.9の結果、2軸から7軸については、モータおよび負荷の GD^2 が全体の GD^2 の70%以上と大半を占めているので、自重分の影響、つまり動力伝達別の構造の違いによる差が殆んど無いと言える。

また、慣性が制御性に与える影響を推定してみると表3.10に示すように始動操作力などに影響を及ぼしてくる。この値は、かなり大きく、これを解決するためには、モータおよびアーム自重の GD^2 を小さく設計するとか、慣性補償制御などを検討しなければならない。

表3.7 マスター アームの GD² (全歯車式 図3.12)

軸番号	自重×重心 (kg) × (mm)	腕の長さ (mm)	減速比	モータ GD² (kg m²)	負荷 GD² (Kg m²)	自重 GD² (kg m²)
1	32×75 30×25 7×315 4.5×635 11×885 1×1135 2.5×1280	1425	1/42.5	1.010 ×10⁻²	1.799 ×10⁻²	3.297 ×10⁻²
				1824.4	3249.0	5532.1
2	11×250 1×500 2.5×645	790	1/53.2	0.505	0.353	0.279
				1429.3	998.6	791.0
3	11×250 1×500 2.5×645	790	1/53.2	0.505	0.353	0.279
				1429.3	998.6	791.0
4	2.5×145	290	1/17.6	0.505	0.434	0.068
				156.4	134.6	21.0
5	2.5×145	290	1/17.6	0.505	0.434	0.068
				156.4	134.6	21.0
6	0.5×100	150	1/10.53	0.505	0.325	0.018
				56.0	36.0	2.0
7	0.1×25	50	1/8.44	0.505	0.056	—
				36.0	4.0	—

表 3.8 マスターアームの GD^2 (テープ式 図3.15)

軸番号	自重×重心 (Kg)×(mm)	腕の長さ (mm)	減速比	モータ GD^2 (Kg m²)	負荷 GD^2 (Kg m²)	自重 GD^2 (Kg m²)
1	32×75 30×95 8×175 2.5×315 4×635 1×885 8×1135	1425	1/42.5	1.010 $\times 10^{-2}$	1.799 $\times 10^{-2}$	2.997 $\times 10^{-2}$
				1824.4	3249.0	5413.0
2	1×250 8×500	790	1/53.2	0.505	0.353	0.291
				1429.3	998.6	825.0
3	1×250 8×500	790	1/53.2	0.505	0.353	0.291
				1429.3	998.6	825.0
4	4.5×145	290	1/17.6	0.505	0.434	0.122
				156.4	134.6	37.8
5	4.5×145	290	1/17.6	0.505	0.434	0.122
				156.4	134.6	37.8
6	0.5×50	50	1/10.53	0.505	0.036	0.005
				56.0	4.0	0.5
7	0.1×50	50	1/8.44	0.505	0.056	—
				36.0	4.0	—

表3.9 マスターアームのGD²（MS改造式 図3.16）

軸番号	自重×重心 (kg)×(mm)	腕の長さ (mm)	減速比	モータGD² (kg m²)	負荷GD² (kg m²)	自重GD² (kg m²)
1	(11×50, 2×315, 1×635, 2×885, 4.7×1125) ×2倍(BW)	1425	1/42.5	1.010 ×10⁻²	1.799 ×10⁻²	3.607 ×10⁻²
				1824.4	3249.0	6515.3
2	(2×250, 4.7×500) ×2倍(BW)	790	1/53.2	0.505	0.353	0.368
				1429.3	998.6	1040.0
3	×2倍(BW) (2×250, 4.7×500)	790	1/53.2	0.505	0.353	0.368
				1429.3	998.6	1040.0
4	3.5×80, 0.2×200	290	1/17.6	0.505	0.434	0.039
				156.4	134.6	12.2
5	0.1×25	290	1/17.6	0.505	0.434	—
				156.4	134.6	—
6	0.2×100	100	1/10.53	0.505	0.144	0.007
				56.0	16.0	0.8
7	0.1×25	50	1/8.44	0.505	0.056	—
				36.0	4.0	—

表3.10 P-P制御におけるマスターアームの性能(推定)

軸番号	基本仕様 作動範囲(°)	基本仕様 作動速度(°/s)	出力軸換算GD^2(図3.15) モータ ($kg\,m^2$)	出力軸換算GD^2(図3.15) 自重 ($kg\,m^2$)	作動時間 (作動範囲/作動速度)	始動時間 (sec)	運転モード	始動操作力 (kg)	バックドライブ力 (干渉無し) (kg)
1	±90	60	18.24	54.13	3 sec	0.64	3sec 3sec	0.64	0.25
2	±90	60	14.29	8.25	3	0.26	3sec 3sec	0.33	0.56
3	+45 −90	60	14.29	8.25	2.25	0.26	2.25sec 2.25sec	0.39	0.56
4	±90	200	1.56	0.38	0.9	0.20	0.9sec 0.9sec	0.70	0.51
5	±90	200	1.56	0.38	0.9	0.20	0.9sec 0.9sec	0.70	0.51
6	±90	300	0.56	0.005	0.6	0.17	0.6sec 0.6sec	3.31	1.77
7	0~20 mm	500 mm/s	0.36	—	0.04	0.16	0.04sec 0.04sec	3.25	1.42
備考						$t=\frac{GD^2\cdot N}{375T}$		$T=\frac{GD^2\cdot N}{375\cdot t}$ $F=\frac{T}{L}$	

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

3.4.5 制御方式別の構造比較検討

(1) 目的

マスターアームの構造を決定するために、P-P制御, F-P制御の制御方式別に構造を比較検討する。

(2) 比較検討

制御方式別に構造を比較したものを表3.11に示す。

ここでは、段歯車、遊星歯車、ハーモニック減速機の減速機別に、構造および性能を比較した。

その結果、P-P制御の場合の段歯車がF-P制御の場合は、ハーモニック減速機が適している構造となっている。

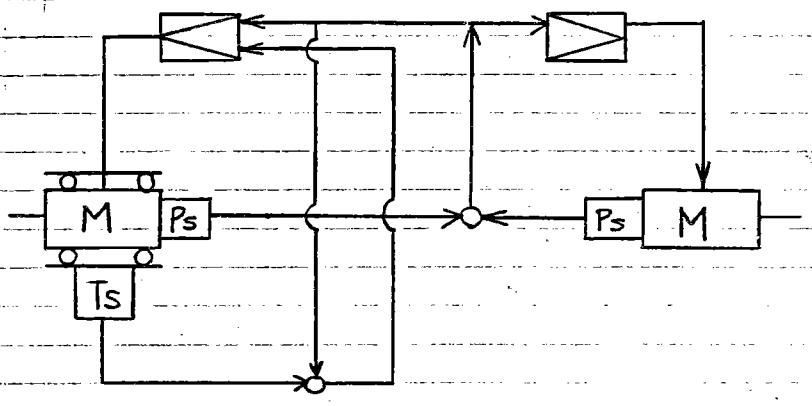
また、制御方式自体のP-PとF-Pの優劣が構造上からは明確にならない。このため今回はP-P及び、F-P両方式の比較できる構造として F-P-P方式とする。

表3.11　マスターの制御方式比較

	P-P 制御方式	F-P 制御方式
段歯車	1. 減速比 1/8 ～ 1/50 の P-P 制御が可能 2. バックドライブできる。ただしバイラテラル感度が仕様値達成困難 3. 摩擦補償が困難	1. 体格が大型 2. トルクセンサーの設置が困難 3. よって F-P 制御が困難
遊星歯車	1. 減速比 1/8 ～ 1/50 の P-P 制御が可能 2. トルクセンサーの設置が容易で摩擦補償が可能 3. バイラテラル感度の達成が容易 4. バックラッシュが段歯車の 3～4 倍と大きい	1. F-P 制御が可能 2. 同左 3. 同左 4. 同左
ハーモニック減速機	1. バックドライブが不可能 2. よって P-P 制御も不可能 ただし、スレーブに段歯車、マスターにトルクセンサーを設置して、模擬 P-P 制御は可能。(F-P-P 制御)	1. F-P 制御が可能 2. バイラテラル感度の達成が容易 3. 摩擦補償が容易 4. バックラッシュが小さい 5. バックドライブもトルクセンサーにより容易
備考		

C7-010
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

M: モータ
Ps: 位置センサー
Ts: トルク センサー



マスターアーム　　スレーブアーム

図3.17　F-P-P制御方式の概念

全C7-010 ㊥
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

3.4.6 変換マトリクスの検討

(1) 目的

マスターアームの構造を決定するために、全歯車式、テープ方式、MS改造方式の動力伝達別に、スレーブアームの変換マトリクスを基本として、マスターアームの変換マトリクスの検討を行う。

(2) 比較検討

スレーブアームの変換マトリクスを図3.18に示す。

マスターアームの動力伝達別の変換マトリクスを図3.19から図3.21に示す。

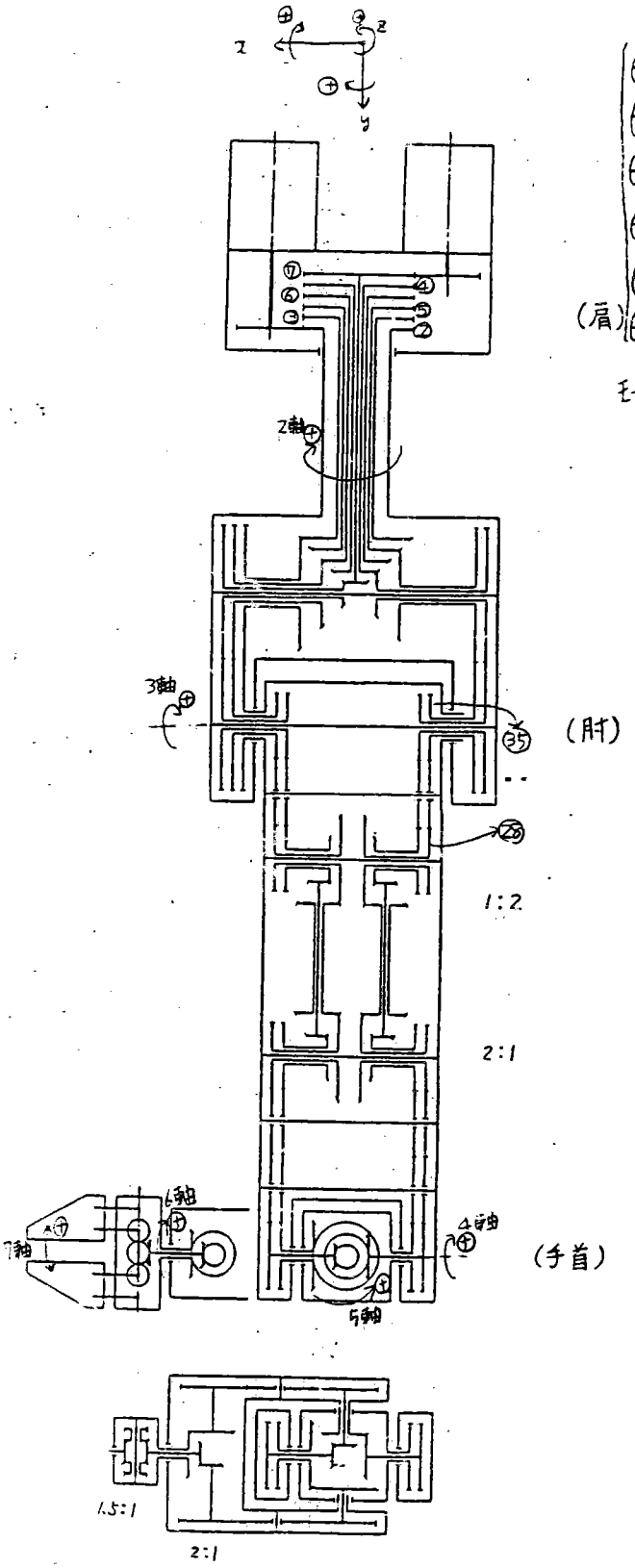
その結果、全歯車式は、グリップを除いてスレーブアームと同一に設計する事ができ、しかも歯車の組合せの選定幅が広いので、変換マトリクスをスレーブアームと同一にできる。

テープ方式は、図3.20のものは、慣性などを考慮して構造をシンプルにしたため、変換マトリクスもスレーブアームと異なる。

この方式では、スレーブアームと変換マトリクスを同一にする事も可能であるが、構造が複雑になり、重量も重くなる。

MS改造方式は、図3.21に示す通りで、変換マトリクスがスレーブアームと異なるものであり、制御性に難がある。

157 全C7-010 Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.



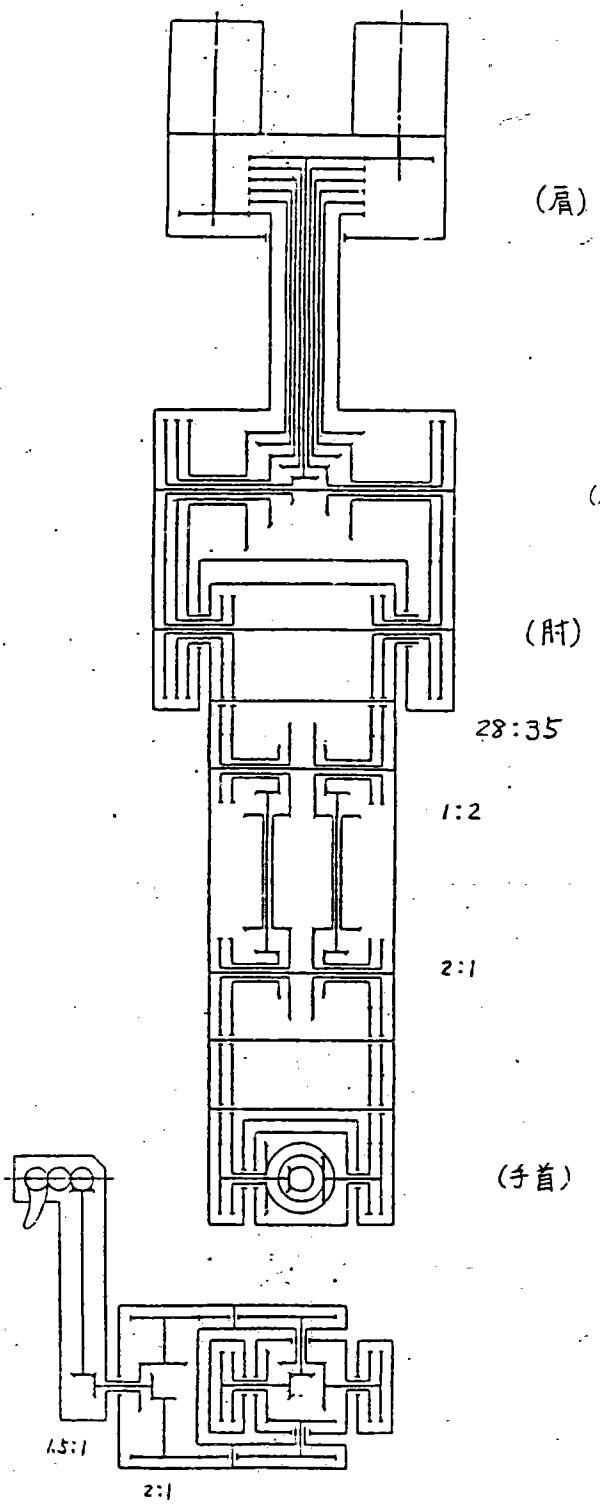
$$\begin{pmatrix}\theta_{M2}\\ \theta_{M3}\\ \theta_{M4}\\ \theta_{M5}\\ \theta_{M6}\\ \theta_{M7}\end{pmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \frac{4}{5} & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \frac{4}{5} & \frac{4}{5} & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -\frac{4}{5} & -\frac{4}{5} & -\frac{8}{5} & 0 \\ 1 & 1 & -\frac{4}{5} & -\frac{4}{5} & -\frac{8}{5} & -\frac{12}{5} \end{bmatrix} \cdot \begin{pmatrix}\theta_{J2}\\ \theta_{J3}\\ \theta_{J4}\\ \theta_{J5}\\ \theta_{J6}\\ \theta_{J7}\end{pmatrix}$$

(肩)

モータ回転角

関節角

図3.18 スレーブアーム伝達マトリクス



$$\begin{bmatrix} \theta_{M2} \\ \theta_{M3} \\ \theta_{M4} \\ \theta_{M5} \\ \theta_{M6} \\ \theta_{M7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \frac{4}{5} & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & \frac{4}{5} & \frac{4}{5} & 0 & 0 \\ 1 & -1 & -\frac{4}{5} & -\frac{4}{5} & -\frac{8}{5} & 0 \\ 1 & -1 & -\frac{4}{5} & -\frac{4}{5} & -\frac{8}{5} & -\frac{12}{5} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \theta_{J4} \\ \theta_{J5} \\ \theta_{J6} \\ \theta_{J7} \end{bmatrix}$$

(肩)

モータ回転角

関節角

図3.19 マスターアーム伝達マトリクス(全歯車式)

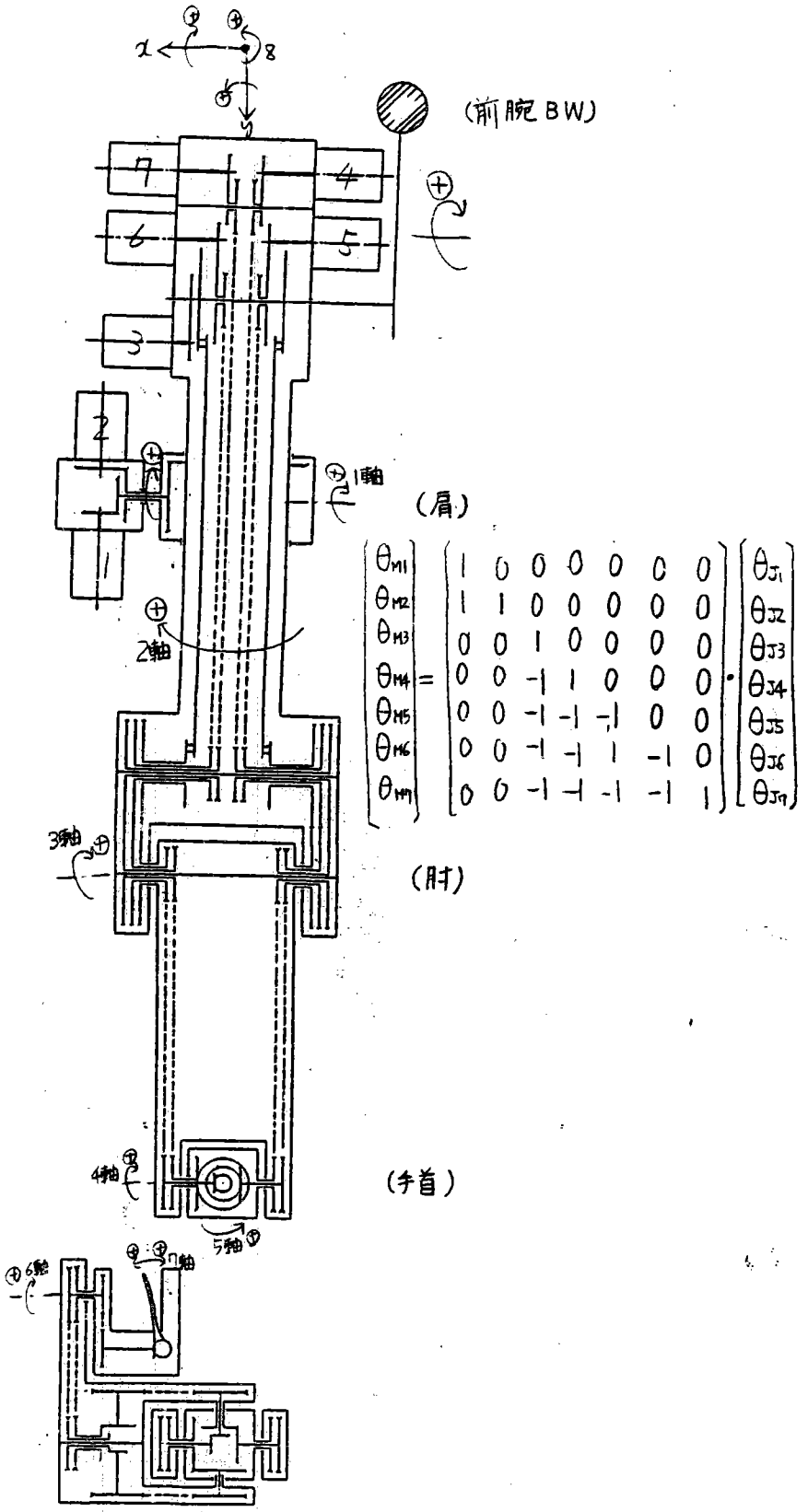


図3.20 マスター・アーム伝達マトリクス (テープ方式)

上腕駆動モータ
(上腕バランスウェイト)

$$\begin{bmatrix}\theta_{M1}\\ \theta_{M2}\\ \theta_{M3}\\ \theta_{M4}\\ \theta_{M5}\\ \theta_{M6}\\ \theta_{M7}\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}1&0&0&0&0&0&0\\ 1&-1&1&0&0&0&0\\ 1&1&1&0&0&0&0\\ 0&0&0&1&0&0&0\\ 0&0&0&1&-\frac{1}{4}&-1&0\\ 0&0&0&1&-\frac{1}{4}&1&0\\ 0&0&0&1&\frac{1}{4}&-1&\frac{1}{4}\end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix}\theta_{J1}\\ \theta_{J2}\\ \theta_{J3}\\ \theta_{J4}\\ \theta_{J5}\\ \theta_{J6}\\ \theta_{J7}\end{bmatrix}$$

モータ回転角度　　関節角度

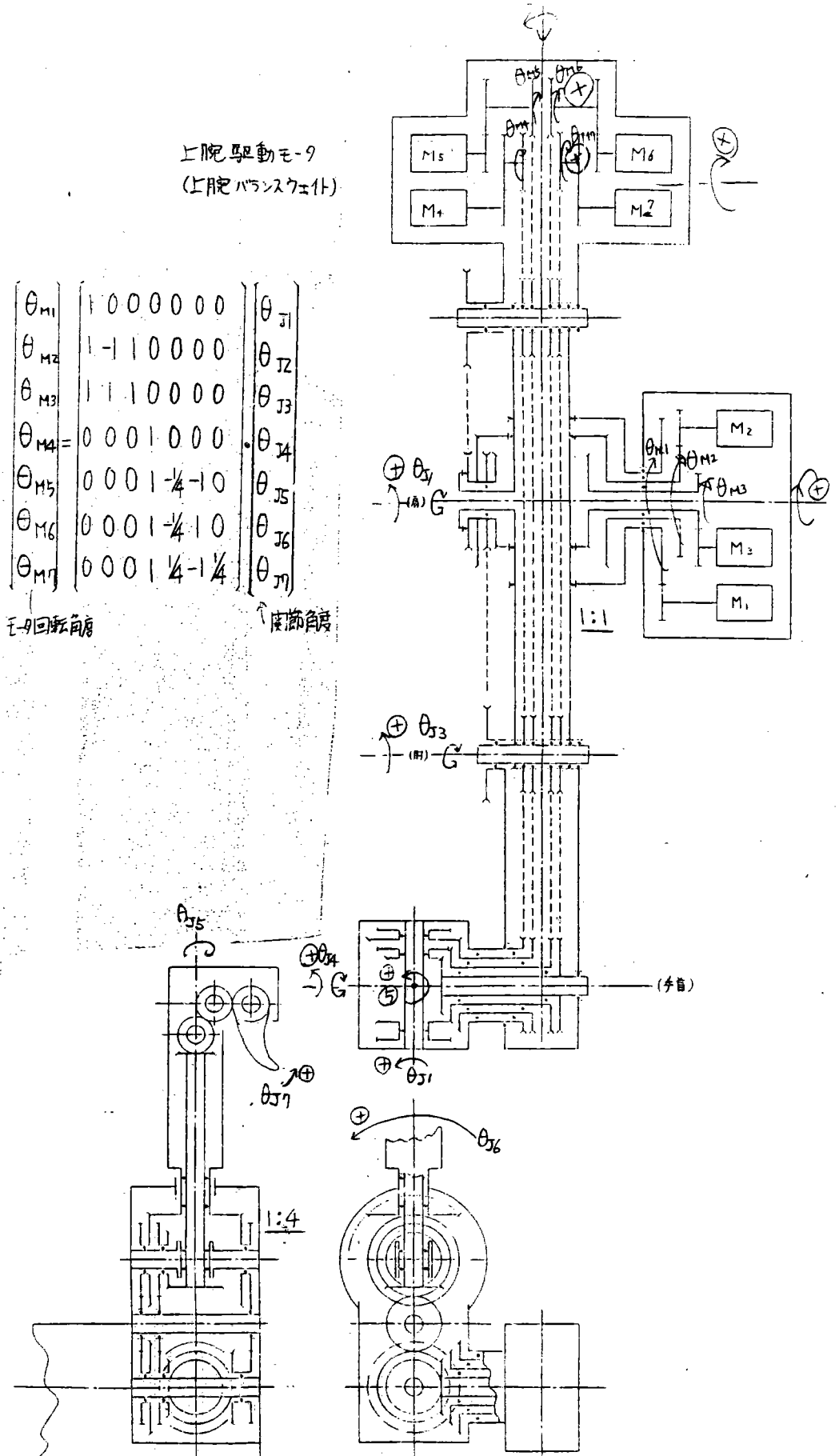


図3.21 マスタアーム系 三重マトリクス(MS改造方式)

資料番号RD58E-A245

頁数 16

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボウ・ダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検討書
(制御内容)

昭和 59 年 11 月 28 日

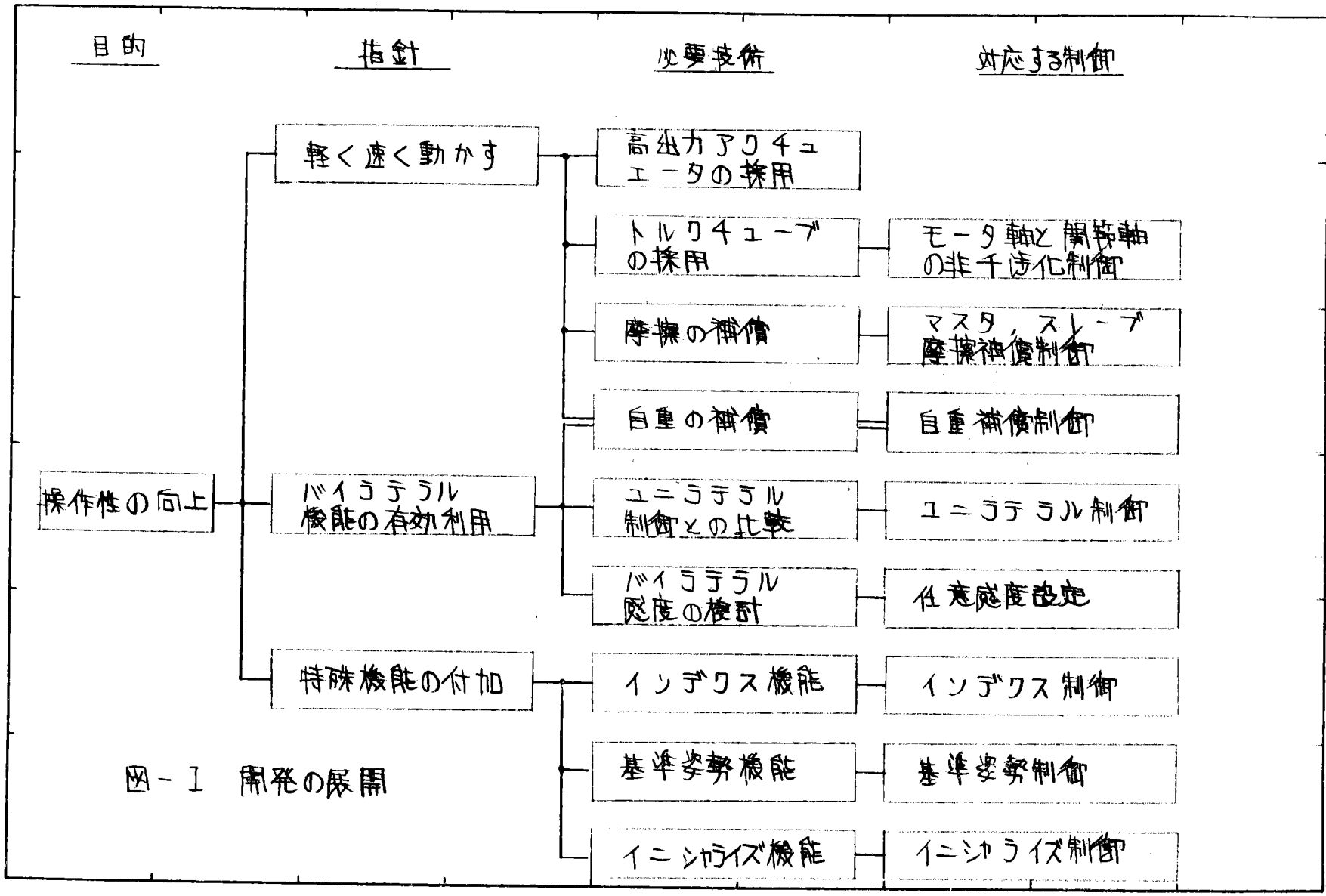
株式会社 明電舎

1.	まえがき	1
2.	開発の指針と必要技術	3
3	対応する制御	6

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

1. まえがき

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究において，制御側からみた開発の展開を図－1に示す。各展開において必要となる指針，必要技術，対応する制御内容の各項について以下に説明する。



図－1　開発の展開

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

2. 開発の指針と必要技術

(1) 軽く速く動かせること

操作性の良否を決める際の大きな要因の一つであり，軽量化，トルクチューブ方式の採用，高トルクアクチュエータの開発といったハード的な要素が大きいが，制御側からは次のような対応が必要となる

(a) 摩擦補償

バイラテラル方式にあっては，スレーブ側，及びマスター側で発生する摩擦力はすべてオペレータへの反力となり余分な操作力を発生させる。よってあらかじめ摩擦力を相殺するような補償回路をもう付軽く動かせるよう考慮する（特に無負荷時）

(b) 干渉補償

トルクチューブ方式を採用することにより，モータ軸と関節軸が1対1に対応せず，お互いに干渉する構造となる。これに対し，制御はあくまでもマスター，スレーブの関節軸対応で行うため，モータ軸を関節軸に変換して制御を行い，再び制御結果をモータ軸へ変換して出力する処理を行う必要がある。

(c) 自重補償（スレーブ側）

あらかじめスレーブの姿勢が分っていれば，スレーブ自重の各関節軸回りのモーメントが求まる。よって，このモーメントに相当する駆動トルクをあらかじめ与えれば，スレーブアームの重量を等価的に補償できる。よって速応性の向上のためには自重補償制御が必要となる。

(2) バイラテラル機能の有効利用

バイラテラル機能とは力感覚に他ならないが，この力感覚の有効性の検討，また最適な設定値等についての定量的な実験等はあまり行われていない。これらを把握し，バイラテラル機能の効果を十分に活用しなければならない。このために制御上次のような点を考慮する必要がある。

(a) 自重補償（マスタ側）

バイラテラル制御（対象形）において，マスタへの反力にはスレーブ自重の影響が含まれている。よって反力より自重分を取り除き，真の反力（負荷）のみを検出できるような処理を行う必要がある。

(b) ユニラテラル制御との比較

バイラテラル制御は力感覚のフィードバックという特長を持つが，反面，位置の突き合わせを持たないため，マスタ，スレーブの姿勢を保つために常時オペレータが目視をもとにマスタ側に力を加えておくことになる。これに対しユニラテラル制御は，力感覚は持たないがマスタにスレーブを一致させる位置ループを持っており，オペレータは反力を感じないで容易にマスタの姿勢をコントロールする。このときオペレータはマスタの姿勢を保つのに理想的には力を加えなくてすむ。すなわちユニラテラル制御は姿勢を一定に保とうとする努力をオペレータに要求しない。以上より，これら2方式を比較すれば力感覚の効果(特に操作感覚の向上)，逆効果(特に疲労)についての検討が行える。よってユニラテラル制御が行えるよう考慮する必要がある。

(c) バイラテラル感度の検討

人間の力感覚自体の特性がどのようなものか定量的にはつかめていない。よってバイラテラル感度(反力感度)特性は単に入力に比例するだけでなく，任意の特性を設定でき，バイラテラル感度の最適値についての検討が行えるよう考慮しなくてはならない。

(3) 特殊機能の付加

一定動作や，くり返し動作等についてはスイッチ操作による簡易化を考慮し，さらに計算機支援による操作性の向上を計ることは非常に有効である。これらについて以下のような機能を考慮した。

(a) インデクス機能

操作しずらい姿勢となったとき，スレーブとマスタの相対的な位置関係は保ったまま，マスタ側を操作しやすい姿勢に変更し，継続して操作出来るようにする機能である。この機能によりオペレータの有効な作業範囲が増大し操作性の向上が計れると考えられる。

(b) 基準姿勢機能

マスタ，スレーブともに一定の姿勢となるよう制御するものでスイッチ操作により行う。

(c) イニシャライズ機能

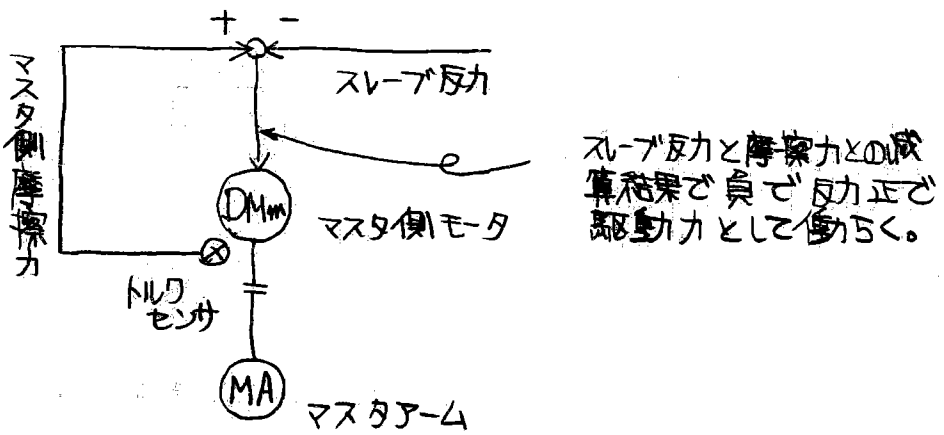
制御開始時に，まずスレーブの姿勢とマスターを合わせる機能である。またインデックスを解除しマスタ，スレーブの姿勢を一致させる際にも用いる。

3. 対応する制御

(1) 摩擦補償

(a) マスタ側

各駆動モータにトルクセンサをもうけ、マスタ側で発生する摩擦トルクを検出し、このトルクをスレーブ側反力よりあらかじめ減算しておく。これによりオペレータはマスタを動かすのに必要なトルクをさしひいた反力（真の反力）を感じる。また無負荷時等はトルクセンサ信号がマスタモータの駆動力として働くことになり、軽く速い動作を可能とする。



補償効果を検討するためにマスタ側摩擦力、スレーブ反力の重みは任意に調整できるよう考慮してある。

(ℓ) スレーブ側

モータ回転数に比例した粘性摩擦を補償する。これは、スレーブ側モータの回転数に比例した信号をモータ駆動力へ加算することにより行う。

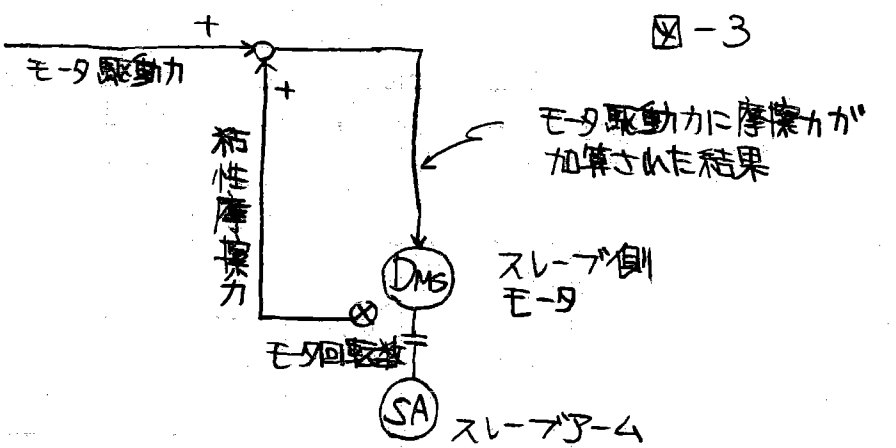


図-3

補償効果を検討するために、モータ駆動力と粘性摩擦信号の重みは任意に調整できるよう考慮してある。

② 干渉補償

トルクチューブ構造におけるマスタ，スレーブのモータ軸角と関節軸角の関係は(1)，(2)式のように示される。

(A) マスタアーム

$$J_M = \begin{bmatrix} \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \frac{5}{2}\theta_{J4} \\ \frac{5}{2}\theta_{J5} \\ \frac{5}{2}\theta_{J6} \\ \frac{5}{2}\theta_{J7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \theta_{M2} \\ \theta_{M3} \\ \theta_{M4} \\ \theta_{M5} \\ \theta_{M6} \\ \theta_{M7} \end{bmatrix} = A^{-1} \cdot M_M \quad \cdots\cdots (1)$$

θ_{Jn}：マスタアーム第n関節軸角度

θ_{Mn}：〃　第nモータ軸角度

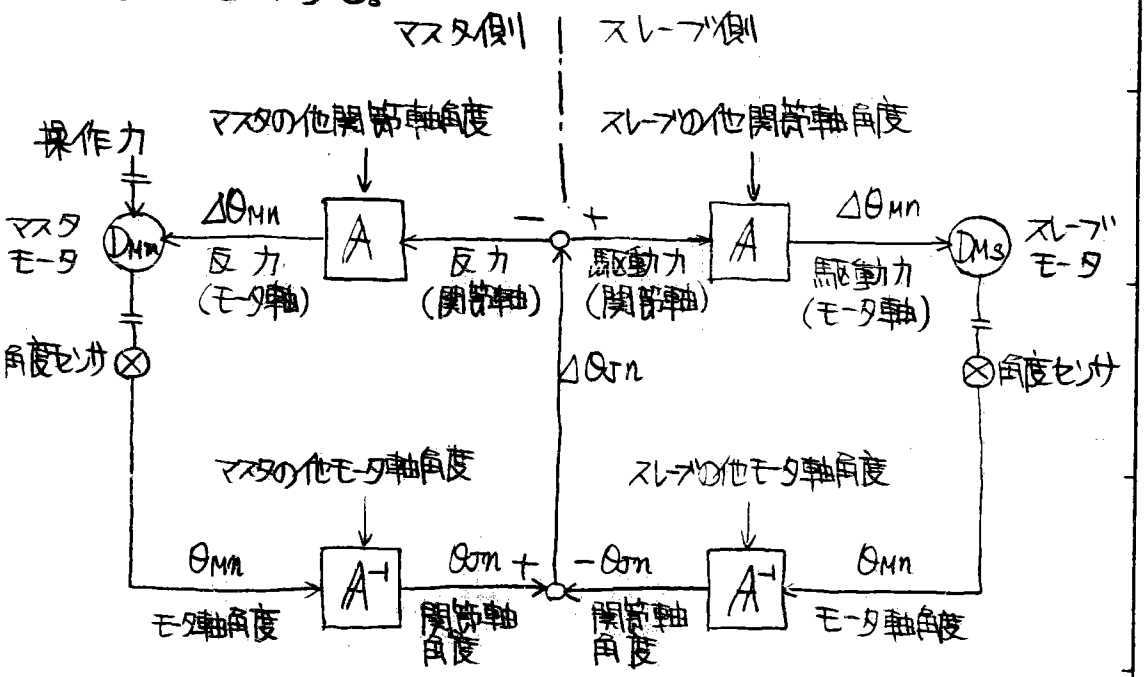
(B) スレーブアーム

$$J_S = \begin{bmatrix} \theta_{J2} \\ \theta_{J3} \\ \frac{4}{5}\theta_{J4} \\ \frac{4}{5}\theta_{J5} \\ \frac{8}{5}\theta_{J6} \\ \frac{12}{5}\theta_{J7} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 2 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 2 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 2 & 1 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \theta_{M2} \\ \theta_{M3} \\ \theta_{M4} \\ \theta_{M5} \\ \theta_{M6} \\ \theta_{M7} \end{bmatrix} = A^{-1} \cdot M_S \quad \cdots\cdots (2)$$

θ_{Jn}：スレーブアーム第n関節軸角度

θ_{Mn}：〃　第nモータ軸角度

以上より，モータ軸角度と関節軸角度は相互に干渉し1対1には対応していないことが分る。よって関節軸で制御を行い，この結果でモータを駆動するためには，制御ループ上でモータ軸角度と関節軸角度の非干渉化を行う必要がある。図－4にバイラテラル制御における例をもって説明する。



A^{-1}：モータ軸角度 ⟶ 関節軸角度 変換マトリクス

A：関節軸角度 ⟶ モータ軸角度 変換マトリクス

図－4

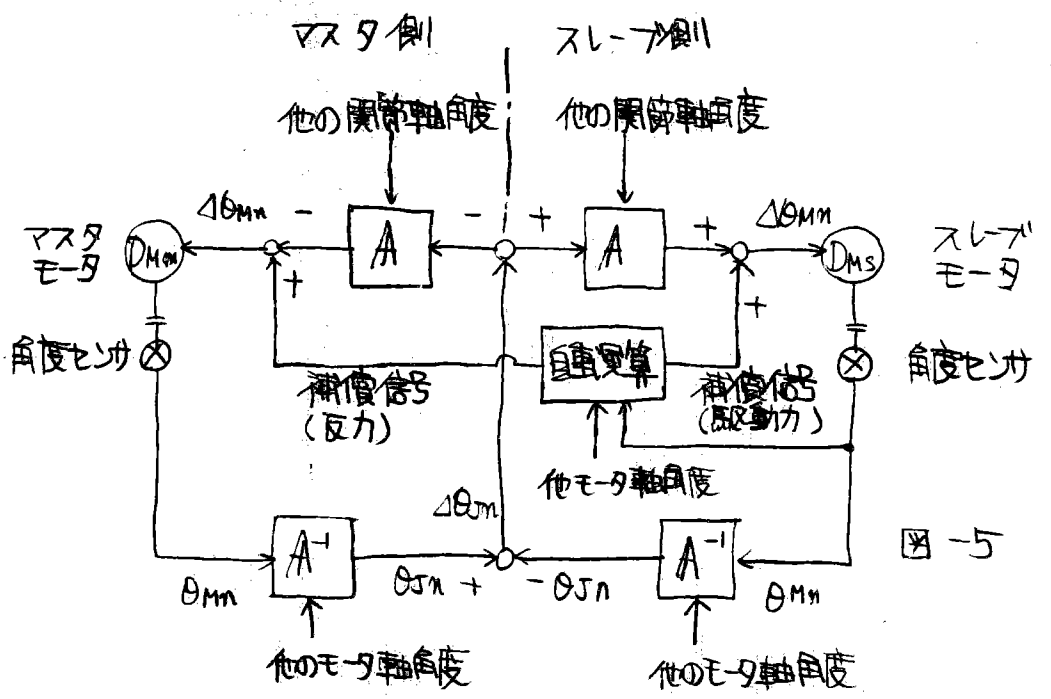
まずマスタ，スレーブの各モータ軸角度に対し(1)(2)式の演算がほどこされ各関節軸角度がもとめられ，マスタ側

信号とスレーブ側信号が突き合わされ $\Delta\theta_{sn}$ が求められる。$\Delta\theta_{sn}$ はマスタ，スレーブ各関節軸間の角度差であり，これが負荷トルクに比例している。よってスレーブへは駆動力として，マスターへは反力として作用させることになるが，このとき実際に制御を行うモータ軸回りでの力に変換しなければならない。この変換は(1)(2)式より A^{-1} の代りに A を用いた計算を行えばよいことが分る。

(3) 自重補償制御

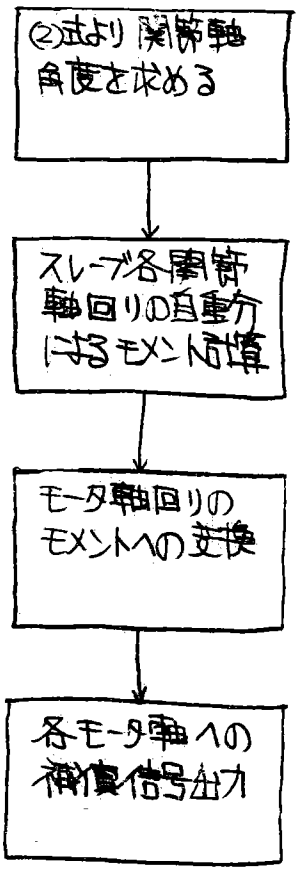
スレーブ側自重を補償するには2つの方法がある。1つはスレーブ側反力から自重分を除いた信号をマスタにもどすものであり，いま一つはあらかじめスレーブ側駆動力に自重分をささえるだけの力を加算しておく方法である。前者において，反力に自重分は含まれないが，制御上は自重分も負荷と同等な影響を及ぼす。後者はフィードフォワード的にスレーブ重量を補償するので，理想的には静的な状態でスレーブ重量をゼロとみなせる。ただしフィードフォワード的な制御は系を不安定にする恐れがあるためにいずれの方法についても検証しておく必要がある。

図－5をもって説明を行う。



図－5

自重演算は図－6に示す処理によっている。また補償信号には任意の重みがつけられるよう考慮してある。



図－6

(4) ユニラテラル制御

ユニラテラル制御は標準的な位置サーボ系と同様な構成となる。図-7をもって説明する。

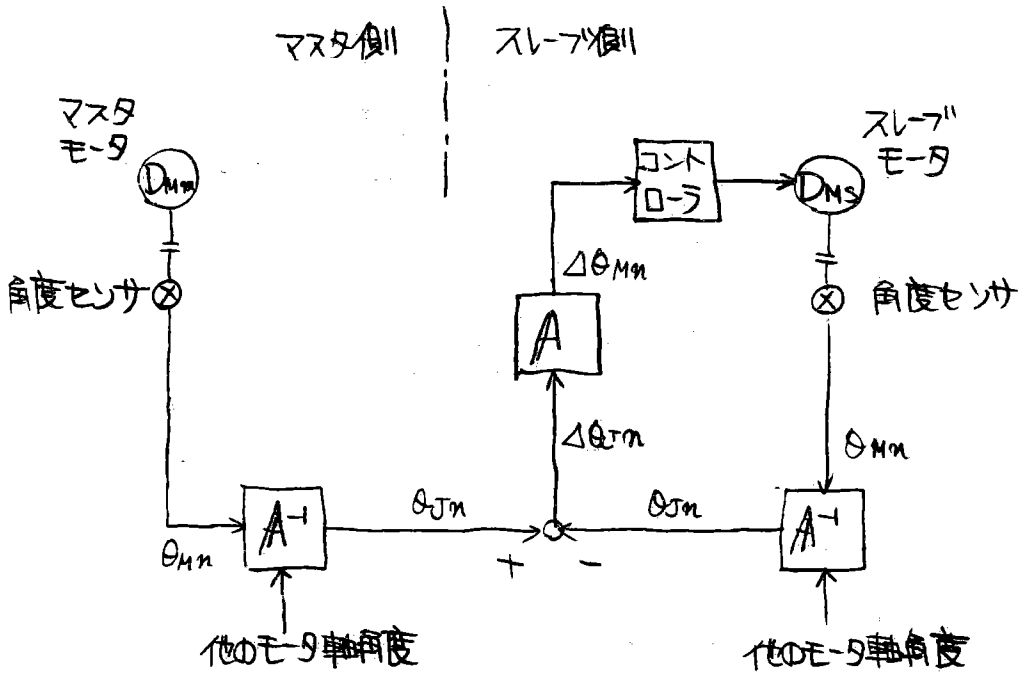


図-7

関節軸角度差 $\Delta\theta_{Jm}$ を求めるまではバイラテラル制御と同じであるが、ユニラテラル制御では $\Delta\theta_{Jm}$ を0とするように制御を行い、マスタとスレーブの姿勢を一致させる。コントローラは $\Delta\theta_{Jm}$ を0とする処理を行う。なお実際には $\Delta\theta_{Jm}$ はモータ軸角度差 $\Delta\theta_{Mm}$ に変換されて制御される。

(5) バイラテラル感度設定

スレーブからの反力信号に重みをつけることにより任意の反力感度が設定できるよう考慮してある。図-8をもって説明する。

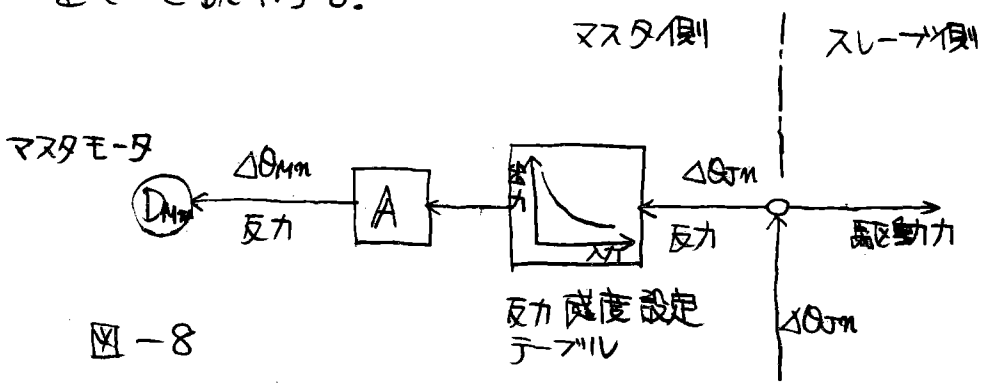
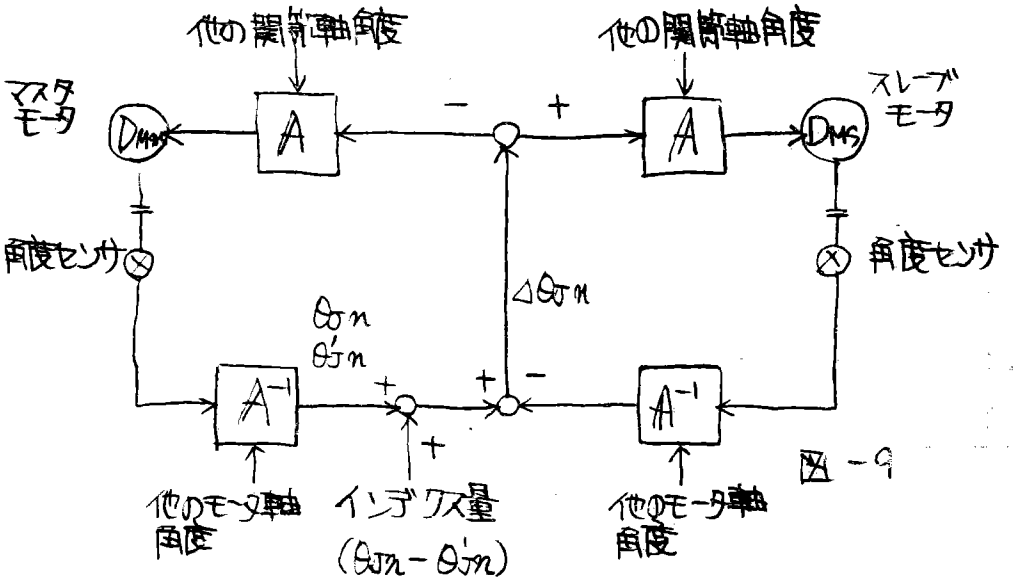


図-8

$\Delta\theta_{Jm}$ として検出された反力は感度設定テーブルにより任意の入出力特性を持たせられ，オペレータの特性に合った反力感度が得られる。

(6) インデクス制御

マスタが作業性の悪い無理な姿勢になるような場合，マスタの姿勢をスレーブを動かすことなしに作業性の良い姿勢に一旦設定し，以後設定する前のスレーブとの相対位置を保ったままご動作を継続させることを可能とする。図－9 に概念を示す。



図－9

θ'_{Jn} ：インデックス設定前のマスタ関節軸角度

θ_{Jn} ：　〃　　後　　〃

常にインデックス設定を行った前後の関節軸角度変化分をマスタ側関節軸に加算することにより，マスタとスレーブは設定前の相対位置を保つ。

以上基本的な制御回路の特徴とその必要性について述べたが、これ以外にも安全性等についての対処が当然されているが、これらについては別述取扱説明の項で述べる。

資料番号 PDS8E-7229　　頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

計算書

（サーボモータ選定とバックドライブ力）

昭和 59 年 11 月 28 日

株式会社 明電舎

サーボモータ選定とバックドライビングトルク

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究で用いられるサーボモータの選定をバックドライビングトルクについて計算を行なう。

1. サーボモータ選定

マスターでは操作反力4kg, スレーブでは取扱荷重22.5kgのときで, 且つ自重バランスを考慮したサーボモータの許容トルクを算出した. その結果を表1, 表2に示す.

これから, サーボモータは次のように選定した.

方式	アームの別	最高回転速度 [rpm]	定格トルク [N-m]	最大トルク [N-m]
F-P	スレーブ	4000	0.75	1.5
P-P	スレーブ	600	2.5	9.7
(共通)	マスター	4000	0.2	0.4

<付録> P-P 方式スレーブ用dcサーボモータの温度特性

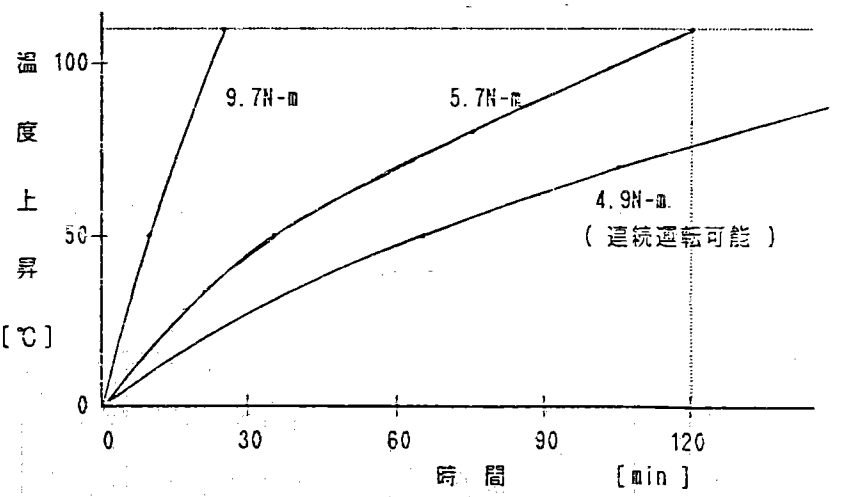


Fig 1 試験データ基準の温度上昇特性

2. 各関節の Back Drivable Torque

各関節単独の Back Drivable Torque と、その関節の干渉系のそれを加味した値を計算した。

モータの摩擦トルクは P-P方式の低速DCモータで 0.14 [N-m]、F-P方式の Back Drivable Torque に影響するアクチュエータの実効摺動摩擦トルクは 0.2 [N-m] として計算した。

計算結果を表1、表2に示す。

3. 歯車のバックラッシュ

日本工業規格 (JIS) の歯車のバックラッシュの最小値と軸受スキマを考慮して概算のスレーブアームのバックラッシュを計算した。

計算結果を表1、表2に示す。

表示は角度表示とした。(Deflection Angular [deg])

表1. F-P 制御（高速dcモータ使用時）

		Shoulder Swing	Elbow		Wrist			Clamping
			Rotation	Swing	Pitching	Swing	Rotation	
Required Torque of Servo Motors [N-m]	Slave Arm	2.3 *	1.5	1.5	1.5	1.4	0.46	1.5
	Master Arm	0.35	0.17	0.17	0.14	0.04	0.19	0.24
Back Drivable Torque [N-m]	Slave Arm	0.74	1.53	1.42	0.99	0.5	0.55	0.47
	Master Arm	0.35	0.48	0.46	0.33	0.27	0.19	0.11
Defrection Angular [deg]	Slave Arm	0.11		0.17	1.			

＊：モータ 2台で駆動

注：スレーブのみ F-P 制御で，マスターは，F-P-P御御のときの値である。

表2. P-P 制御（dcモータ使用時）

		Shoulder Swing	Elbow		Wrist			Clamping
			Rotation	Swing	Pitching	Swing	Rotation	
Required Torque of Servo Motors [N-m]	Slave Arm	13 *	5.3	5.3	5.7	5.6	3.4	8.6
	Master Arm	0.35	0.17	0.17	0.14	0.04	0.19	0.24
Back Drivable Torque [N-m]	Slave Arm	20.2	44.3	30.8	14.8	8.7	5.9	3.3
	Master Arm	0.35	0.48	0.46	0.33	0.27	0.19	0.11
Defrection Angular [deg]	Slave Arm	0.14		0.18	1.1			

* ：モータ 2台で駆動

注：スレーブのみ P-P 制御で，マスターは、F-P-P制御のときの値である。

資料番号PD58E-7230

頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

計算書

(重量)

昭和59年11月28日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

No.

片腕試作研究における重量について

1. スレーブアーム及びマスターアーム共にその重量は通常の機械装置以上に軽量化を必要とするものである。操作上で軽く作動させるため自重が小さく，慣性が小さいことが望ましく，特にスレーブ自身の保守上からも軽量で取扱いを容易にしたい。

2. 一方試作設計の目的にもっと基本的な作動特性，例えば，関節作動の干渉に関して諸特性を実測するなど早急に検討すべきことが残っていた。構構上からもまだ確立されていない段階で，あまり加工工数をかけられず軽量化は，今後の課題として残った点もある。

3 試作設計における重量を分析してみると付図に示すように，スレーブアーム可動部約17.5kg/片腕及びマスターでは約11.4kgである。

この中ではアクチュエータの比率が大きいが，これはまず作動力を確保するため，諸特性を推定していることに対して多少の余裕をとっているなどによ

コクヨ コピー170 (37×25)

No.

る。

4. 試作設計においても採用した材質の比重は考慮して選択してあり、将来ともあまり改善はできない。

但し、コスト的な面を別にすれば、鋼材の歯車をチタン合金製にするなどの検討が考えられる。

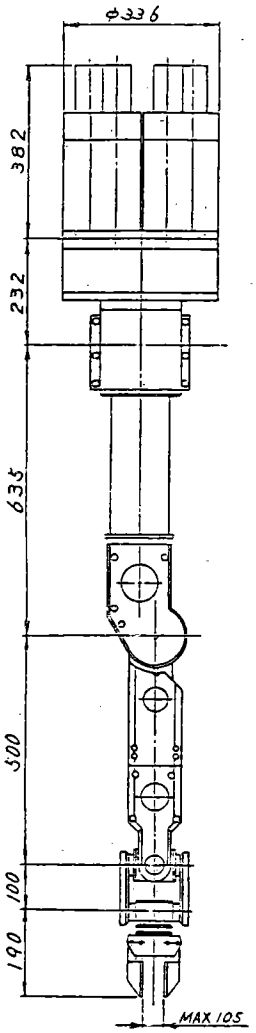
5. 将来の軽量化対策として当面の考えは、作動特性及び機構等の試作結果より、余裕のあるところを、細かく節約し、アクチュエータ部を約40%軽量化するなどで、概算目標重量でおおよそ、30%程軽量化したスレーブが考えられる。

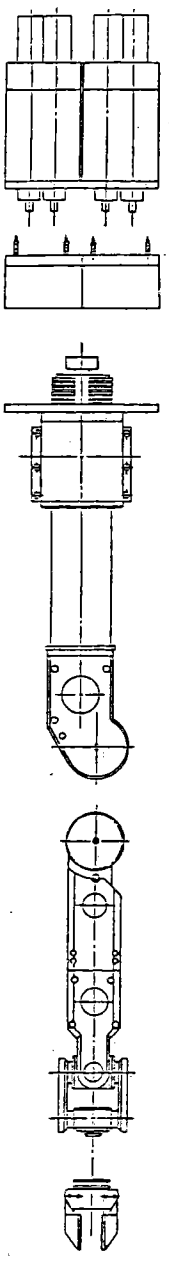
さらに、作動速度などの仕様についても、試作の結果により実用上の配慮をすることで、可能なかぎり軽量化を推進すべきと思われる。

コクヨ コピー17D (37×25)

SLAVE ARM WEIGHT

S59 R&D
試作品





BLOCK WEIGHT
85 kg

GEARS WEIGHT
[/] kg

15 kg

2.9 kg

46.5 kg

11.6 kg

torque tube
(6.2) kg

27.5 kg

11.8 kg

torque tube
(0.8) kg

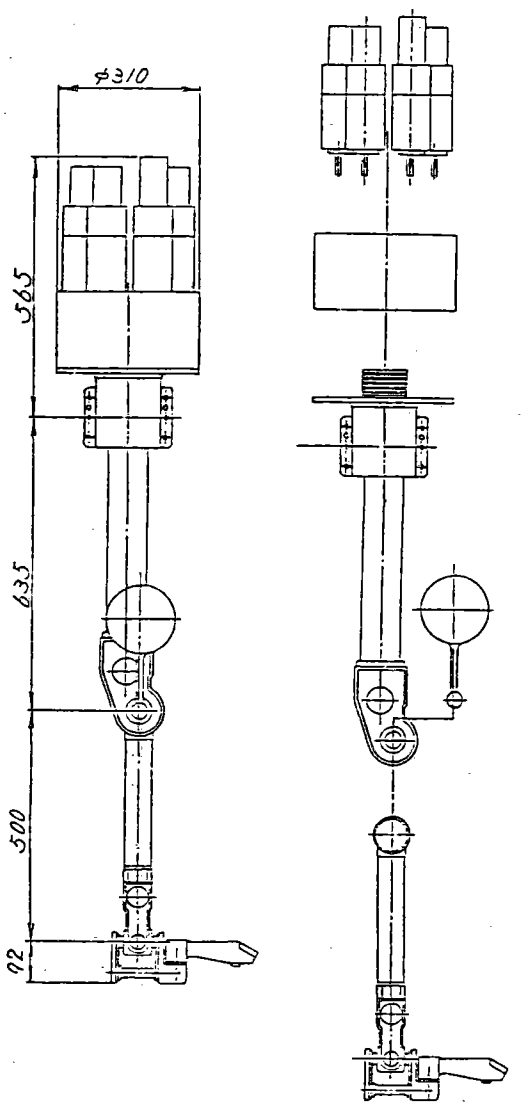
1 kg

0.2 kg

ACTUATER	85.0
GEAR	26.5
TORQUE TUBE	7.0
FRAME	56.5
TOTAL	175

MASTER ARM WEIGHT

S59 R&D
試作品



BLOCK WEIGHT
35.5 kg

GEARS WEIGHT
[redacted] kg

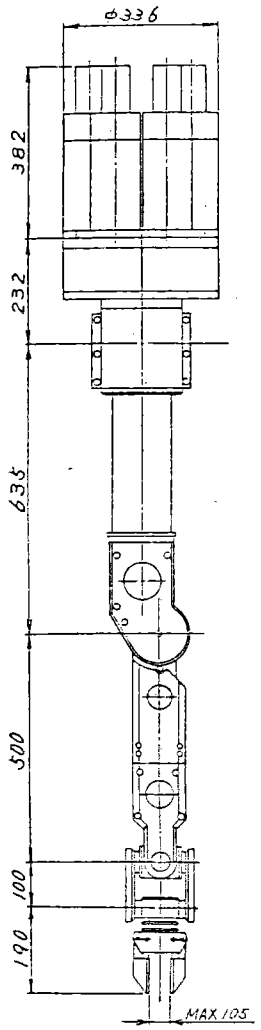
29 kg
1.6 kg

39.5 kg
5.7 kg
torque tube
(8) kg
balance weight
(11) kg

10 kg
3.1 kg
torque tube
(2.2) kg

ACTUATER	35.5
GEAR	10.4
TORQUE TUBE	10.2
FRAME	57.9
TOTAL	114

SLAVE ARM WEIGHT



	S59 R&D 試作品	目標
BLOCK WEIGHT	85 kg	51
GEARS WEIGHT	⁄ kg	⁄
	15 kg	9
	2.9 kg	2.5
	46.5 kg	42
	11.6 kg	8
torque tube	(6.2) kg	(6.2)
	27.5 kg	22
	11.8 kg	10.3
torque tube	(0.8) kg	(0.8)
	1 kg	1
	0.2 kg	0.2

ACTUATER	85.0	51.0
GEAR	26.5	21.0
TORQUE TUBE	7.0	7.0
FRAME	56.5	46.0
TOTAL	175	125

RD58E-7230 A

資料番号PD58E-7231

頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

計算書

（歯車，ベアリング，軸およびトルクチューブ）

昭和59年11月28日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

計算書

（歯車，ベアリング，軸およびトルクチューブ）

目　次

	ページ
1　基本仕様	1
2　強度計算	2
2-1　歯車	2
2-1-1　歯元曲げ応力の計算式	2
2-1-2　計算結果	3
2-1-3　考察	4
2-1-4　参考	5
2-2　ベアリング	7
2-2-1　ベアリング寿命計算式	7
2-2-2　計算結果	7
2-2-3　考察	8
2-3　軸及びトルクチューブ	9
2-3-1　計算式	9
2-3-2　計算結果	10
2-3-3　考察	11

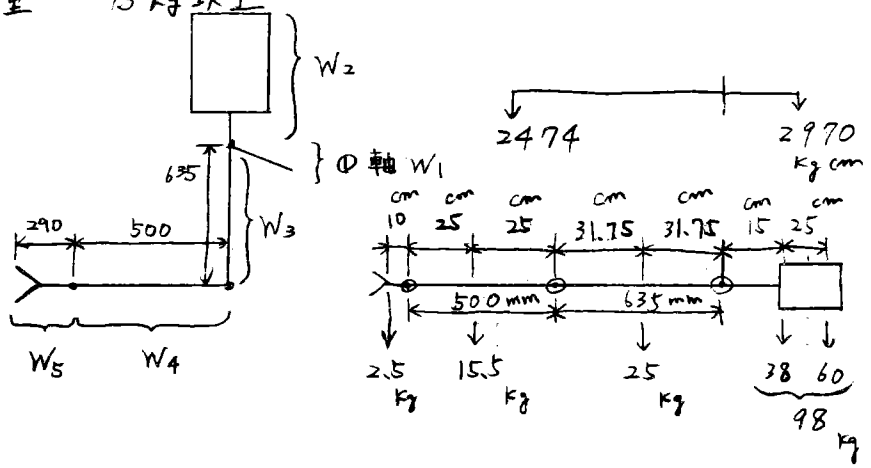
歯車，ベアリング，軸およびトルクチューブについて設計計算を行なう．

1. 基本仕様

(1) 制御方式　　P-P方式　　バックドライブカを考慮して全減速比を Max 1/50 程度とする．

(2) 寸法・動作範囲・速度・自重（両腕共通）

(3) 取扱荷重　　15 kg 以上



軸 No	動作速度 °/s	動作範囲 °
1	60	±90°
2	60	±90°
3	60	+45° −90°
4	200	±90°
5	200	±90°
6	300	±180°
7	500 mm/s 285	(61°) MAX 105 mm

ブロック No	重量 kg
W1	33
W2	98
W3	25
W4	15.5
W5	2.5
Total	174

C 7 - 010

2、強度計算（以下の計算は負荷 20kg として計算してあります。）

2-1 歯車

2-1-1 歯元曲げ応力の計算式（日本歯車工業会の式による）

（カサ歯車）

$$\sigma_F = F_{tm} \frac{Y_F Y_\varepsilon Y_\beta Y_c}{0.85 \cos\beta_m m_b} \frac{R_a}{R_a - 0.5b} \left(\frac{K_M K_V K_O}{K_L K_{FX}} \right) k_R$$

ここに F_{tm} ：中央ピッチ円上の時び円周力（kgf）

Y_F ：歯形係数

Y_ε ：荷重分配係数

Y_β ：ねじれ角係数

Y_c ：工具直径影響係数

β_m ：中央ねじれ角（度）

m ：外端正面モジュール（mm）

b ：歯幅

R_a ：外端円すい距離（mm）

K_M ：歯すじ荷重分布係数

K_V ：動荷重係数

K_O ：過負荷係数

K_L ：寿命係数

K_{FX} ：歯元応力に対する寸法係数

k_R ：歯元曲げ破損に対する信頼度係数

（平歯車）

$$\sigma_F = F_t \frac{Y_F Y_\varepsilon Y_\beta}{m_n b} \left(\frac{K_V K_O}{K_L K_{FX}} \right) S_F$$

ここに F_t ：ガみあいピッチ円上の時び円周力（kg）

m_n ：歯直角モジュール（mm）

S_F ：歯元曲げ破損に対する安全率

（他は同上）

2-1-2 計算結果

a) カサ歯車（肩部は、使用する2種類の歯車を、手先肘部は応力の大きい方より2種類を示す）

肩部	圧力角	曲げ応力	(参考) 材質による許容応力の一般値	手先肘部	圧力角	曲げ応力	(参考) 材質による許容応力の一般値
A	20°	40.35 kg/mm²	S45C (焼入) 25 kg/mm²	A	20°	37.9 kg/mm²	S45C (焼入) 25 kg/mm²
B		44.7 kg/mm²	SNCM23 (焼入) 52 kg/mm²	B		47.95 kg/mm²	SNCM23 (焼入) 52 kg/mm²

肩部係数

$Y_B = 1$

$Y_C = 1$

$K_L = 1.5$

$K_{FX} = 1$

$K_M = 1.6$

$K_V = 1$

$K_O = 1.25$

$K_R = 1.2$

手先肘部係数

$Y_B = 1$

$Y_C = 1.15$

$K_L = 1.5$

$K_{FX} = 1$

$K_M = 1.6$

$K_V = 1$

$K_O = 1$

$K_R = 1.2$

b) 平歯車（肩部、手先肘部とも応力の大きい方より2種類の歯車を示す。）

肩部	圧力角	曲げ応力	(参考) 材質による許容応力の一般値	手先肘部	圧力角	曲げ応力	(参考) 材質による許容応力の一般値
A	20°	30.9 kg/mm²	S45C (焼入) 25 kg/mm²	A	20°	38.4 kg/mm²	S45C (焼入) 25 kg/mm²
B		9.9 kg/mm²	SNCM23 (焼入) 52 kg/mm²	B		36.7 kg/mm²	SNCM23 (焼入) 52 kg/mm²

肩部係数

$Y_B = 1$

$K_V = 1$

$K_O = 1.25$

$K_L = 1.5$

$K_{FX} = 1$

$S_F = 1.2$

手先肘部係数

$Y_B = 1$

$K_V = 1$

$K_O = 1$

$K_L = 1.5$

$K_{FX} = 1$

$S_F = 1.2$

2-1-3 考　察

今回の設計において、外形を小さくする上で一番の問題となったのは、歯車であった。歯車の応力を小さくとって設計すると、外形が非常に大きくなってしまう。

計算結果は、応力の大きい歯車の例であるがその他の歯車は、応力 4.0 kg/mm² 以下の値である。

今回の歯車材質はほとんどS45Cであり、非常に応力的に厳しい設計を行なった。

一部、応力の非常に大きい所には、将来の歯車材質の検討もかねて許容応力の大きい歯車材を使用した。

しかし、今回の設計計算結果から、その歯車材を使って設計しても、あまり応力的に余裕はもてそうにない。

今後の課題として、外形寸法に大きく影響する歯車の材質及び許容応力の選定がある。

今回の試作機をもとに今後十分な検討が必要である。

今回は、歯元曲げ応力の計算式によって計算を行なったが、歯車の計算式には、その他に、面圧強さの計算式などがあるが、今回歯車回転数が遅いことなどを考慮して、歯元曲げ応力の計算式により計算した。

2-1-4 参考.

a) カサ歯車ヘルツ応力の計算式（日本歯車工業会の式）

$$\sigma_H = \sqrt{\frac{\cos\delta_{01}\, F_{tm}}{d_{01}\, b}\,\frac{i^2+1}{i^2}\,\frac{R_a}{R_a-0.5b}\,\frac{Z_H Z_M Z_\varepsilon Z_\beta}{K_{HL} Z_L Z_R Z_V Z_W Z_{HX}}}\sqrt{K_{H\beta} K_V K_O C_R}$$

ここに

d_{01} ： 小歯車の外端ピッチ円直径 (mm)

b ： 歯幅 (mm)

i ： 歯数比

R_a ： 外端円すい距離 (mm)

Z_H ： 領域係数

Z_M ： 材料定数係数

Z_ε ： かみあい率係数

Z_β ： 歯面強さに対するねじれ角係数

K_{HL} ： 歯面強さに対する寿命係数

Z_L ： 潤滑油係数

Z_R ： 粗さ係数

Z_V ： 潤滑速度係数

Z_W ： 硬さ比係数

K_{HX} ： 歯面強さに対する寸法係数

$K_{H\beta}$ ： 歯面強さに対する歯すじ荷重分布係数

K_V ： 動荷重係数

K_O ： 過負荷係数

C_R ： 歯面強さに対する信頼度係数

b) 歯車の曲げ応力の計算式（ルイスの式）

$$\sigma_b = \frac{P_b}{b \cdot y \cdot M \cdot f_v \cdot \xi}$$

ここに

P_b ：曲げ許容伝達荷重 kg

b ：歯幅 (mm)

y ：歯形係数

M ：モジュール (mm)

f_v ：速度係数

ξ ：衝撃係数

2-2 ベアリング

2-2-1 ベアリング寿命計算式

$$f_n = \left(\frac{33.3}{n}\right)^{\frac{1}{p}}$$

ここに

f_n ：速度係数

n ：回転数 (rpm)

p ：玉軸受…3　　ころ軸受…$\frac{10}{3}$

$$f_h = f_n \frac{C}{P}$$

ここに

f_h ：寿命係数

P ：等価荷重 (kg)

C ：基本動定格荷重 (kg)

$$L_{10h} = 500 f_h^{\,p}$$

ここに

L_{10h} ：基本定格寿命 (時間)

2-2-2 計算結果 (肩部，先肘部とも寿命の短い方より2種類のベアリングを示す。)

肩部	寿命
A	846 時間
B	1845 時間

先肘部	寿命
A	164 時間
B	1847 時間

2-2-3 考察

マニピュレータの操作を最高速度で定格負荷をかけて行なうことは、ほとんどなく、操作時間も1月にせいぜい5～10時間以下と予想される。

ここで行なったような条件の悪い計算による場合では、おおよそ500時間の寿命があれば十分であろう。

計算結果の例は寿命の短かかったベアリングを示したが、他の物はほとんど500時間以上である。

また、一例として実用上の代表的な速度としては定格速度の1/10～1/3程度が予想されるが、仮に速度が1/5となれば寿命は2500時間以上となり、1日4時間 100日/年として6年以上の寿命となる。

さらに、一つのベアリングには、いろんな歯車からの荷重がかかるわけであるが、この計算は、ベアリングにかかる荷重の方向がすべて同一方向と仮定して計算してあり、実際には荷重方向は同一方向ではない。したがって、ここに示された計算結果よりも寿命は長いものが多い。

2-3 軸及びトルクチューブ

2-3-1 計算式

a) 軸の曲げ応力の式

$$\sigma = \frac{M}{Z} = \frac{M}{\frac{\pi}{32} d^3}$$

ここに、

M ：曲げモーメント (kg mm)

Z ：断面係数

π ：円周率 (3.14)

d ：軸径 (mm)

b) 軸及び中空軸のねじり応力の式

(軸) $\sigma = \frac{16T}{\pi d^3}$

ここに T：ねじれモーメント(トルク) kg mm

(パイプ) $\sigma = \frac{16DT}{\pi (D^4 - d^4)}$

ここに D：外径 (mm)

d：内径 (mm)

2-3-2 計算結果

a)肩部トルクチューブ

対応軸	ねじり応力 kg/mm²	(参考) ねじり許容応力の一般値
2	0.23	S45C の場合 6 kg/mm² 以下
3	0.69	
4	1.86	
5	0.41	
6	0.22	
7	1.74	

b)手先・肘部軸(応力の大きい方より4種類の軸を示す。)

	曲げ応力 kg/mm²	(参考) 曲げ許容応力の一般値
A	38.6	S45C の場合 12 kg/mm² 以下
B	15.5	
C	13	
D	10	

2-3-3　考　察

トルクチューブとは、トルク(動力)を伝える軸又は中空軸である。軸のねじれは、動力の伝達性(伝達速度)を低下させ制御性を悪くする。

トルクチューブの計算結果では、ねじり応力が非常に小さい値となっているが、これは、動力伝達時のチューブのねじれ角が非常に小さい値になるよう設計されているためである。

軸の曲げ応力は、比較的大きな値となっている。
軸には、ベアリングにかかる負荷がそのままかかるが、ベアリングの計算の時には、負荷方向がすべて同一方向として計算した値であり、実際には、ベアリングにかかる負荷はもっと小さい。

また、計算結果例の軸には、数個のベアリングが付いているが、　これもまた負荷が同一方向にかかるとして計算されているので、実際軸の曲げ応力は、もっと小さい。

A軸の曲げ応力は非常に大きいがこの軸は、ハンド部リンクに使われているピンである。

これは、ハンド部は、脱着交換が簡単であるので、過負荷時に、内部の破壊を防ぐように、このピンは応力の高い設計とした。

6

機器取扱い説明書

RD58E8014

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボーダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

機器取扱説明書

昭和６０年２月

株式会社　明電舎

目　次

1．まえがき	1
2．システムの概要と基本仕様	1
3．制御盤の構成、機能とその操作	4
4．コントロールボックスの操作	20
5．マスターアームの操作	26
6．インタロック機能	29
7．マンマシンの構成、機能とその操作	31
8．スレーブアームの遠隔分割部	59

1．まえがき

この機器取扱説明書には、システムの構成、機能とその操作取扱いが詳しく説明してありますので、よく御理解いただけるものと思います。

取扱いを御理解後、やさしい作業から練習をしていただき、順次高度の又は、限界的な作業をマスターしたオペレータにより取扱うことをおすすめいたします。

2．システムの概要と基本仕様

2.1 概要

本システムは、原子力関連機器の遠隔保守作業用のエルボーダウン型高性能マニピュレータシステムです。

システムは、下記の機器から構成されています。

①片腕スレーブアーム	一式
②片腕スレーブアーム用取付けスタンド	一式
③片腕マスターアーム	一式
④片腕マスターアーム用取付けスタンド	一式
⑤片腕マニピュレータ用制御盤	一面
⑥コントロールボックス	一式
⑦マンマシン装置	一式

全体構成図を図１に示します。

2.2 基本仕様

エルボーダウン型高性能マニピュレータシステムの基本仕様を以下に示します。

(1) 構造、形状、方式および性能

① スレーブアーム

a) 腕の形状　　エルボーダウン

b) 自由度　　７＋（トランスポータ取付部の旋回１）　計８

c) 取扱荷重　　１５Kg以上

d) 動力伝達　　トルクチューブ方式

e) 動作範囲および動作速度の目標値は表１によります。
腕各部の位置による相互干渉による制約がありますので注意願います。

表１　各軸の動作範囲および動作速度

	動作範囲	無負荷時最大速度
１軸（肩振り）	0～ 180度	60度／秒
２軸（肘回し）	0～ 180度	60度／秒
３軸（肘曲げ）	0～ 135度	60度／秒
４軸（手首ピッチ）	0～ 180度	200度／秒
５軸（手首ヨー）	0～ 180度	200度／秒
６軸（手首回転）	0～ 360度	300度／秒
７軸（トング）	0～105mm	500mm/秒

② マスターアーム

a) 腕の形状　　エルボーダウン

b) 自由度　　7

c) 力帰還最大値　　4 Kg

d) 動力伝達　　ワイヤまたはテープ方式

e) 支持方式　　スタンド取付式

③ 片腕マニピュレータ制御装置

a) 制御方式　　デジタル演算方式

b) 補償制御　　スレーブ各軸干渉補償および自重演算補償

なお、これら補償制御は制御アルゴリズムを模索するためのものであり、それぞれ次の補償を満します：

各軸干渉補償制御：　操作終値では補償

自重演算補償制御：　各ブロック重心点荷重で演算

c) コントロールボックス

これはマスターアーム用取付スタンドに搭載できる構造とし、かつスレーブアーム各軸個別に操作できるものとし、操作は位置制御によるものと致します。

④ 取付スタンド

取付スタンドはマスターアームを取付る物と、スレーブアームをとりつける物の２種類あります。

⑤ その他

現時点において、後で制御技術開発に必要と考えられる機能を具現化できるような構造または付加できるような構成となっています。

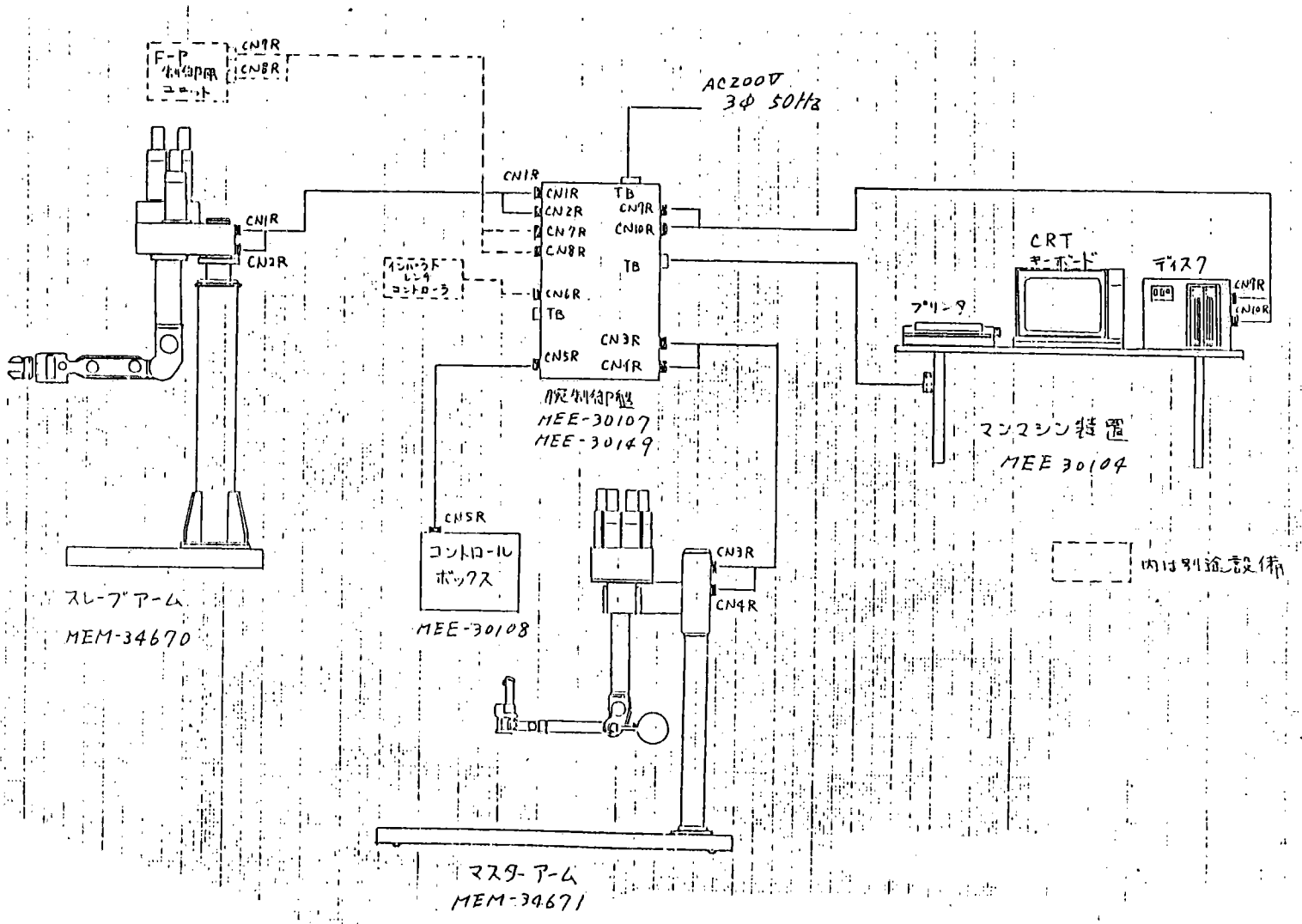

F-P
制御部
ユニット
CN7R
CN8R
AC200V
3φ 50Hz
CN1R
CN2R
CN1R
CN2R
CN7R
CN8R
CN6R
TB
TB
CN1R
CN2R
CN7R
CN8R
TB
CN6R
TB
CN3R
CN5R
CN4R
インターフェース
レンタ
コントローラ
CRT
キーボード
ディスク
プリンタ
CN7R
CN10R
脱制御部
MEE-30107
MEE-30149
マンマシン装置
MEE 30104
CN5R
コントロール
ボックス
MEE-30108
CN3R
CN4R
スレーブアーム
MEM-34670
マスターアーム
MEM-34671
内は別途設備

図1．全体構成図

３．制御盤の構成、機能とその操作

3.1 制御盤の構成

本マニピュレータシステム全体を制御する装置で、下記に示す構成となっています

①電源部
②角度センサ変換器
③制御ＣＰＵ部、及び中継ユニット
④サーボドライバ
⑤リレーシーケンス

図２．に制御盤の構成を示します。

3.2 制御盤の機能

制御盤を構成する各部の機能を以下に示します。

(1) 電源部

３ΦＡＣ２００Ｖ５０Ｈｚを受電して、各負荷に分岐させる機能を持ちます。　分岐の状態を図３に示します。
分岐、及びき電はＭＣＢの手動開閉によりますが、一部シーケンスと連動する部分があります。（シーケンスの項を参照願います。）

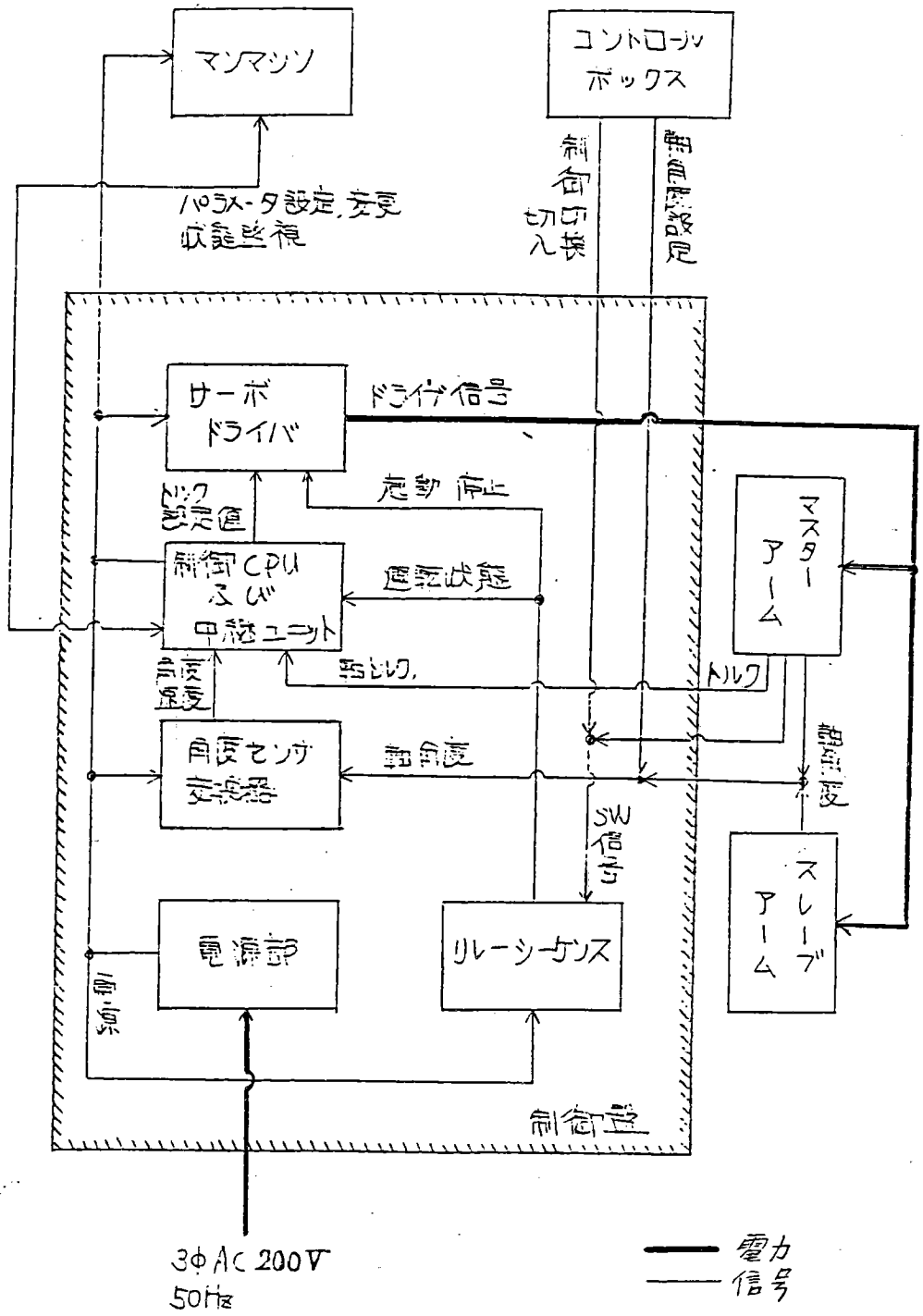

マンマシン
コントロール
ボックス
パラメータ設定,変更
波形監視
補間切換入
速度設定
サーボ
ドライバ
ドライブ信号
偏差停止
パルス
設定値
制御CPU
および
中継ユニット
運転状態
マスター
アーム
トルク
指令パルス
指令速度
角度センサ
変換器
角速度
角速度
SW信号
スレーブ
アーム
電源部
リレーシーケンス
電源
制御盤
3φAC 200V
50Hz
電力
信号

図2．制御盤の構成

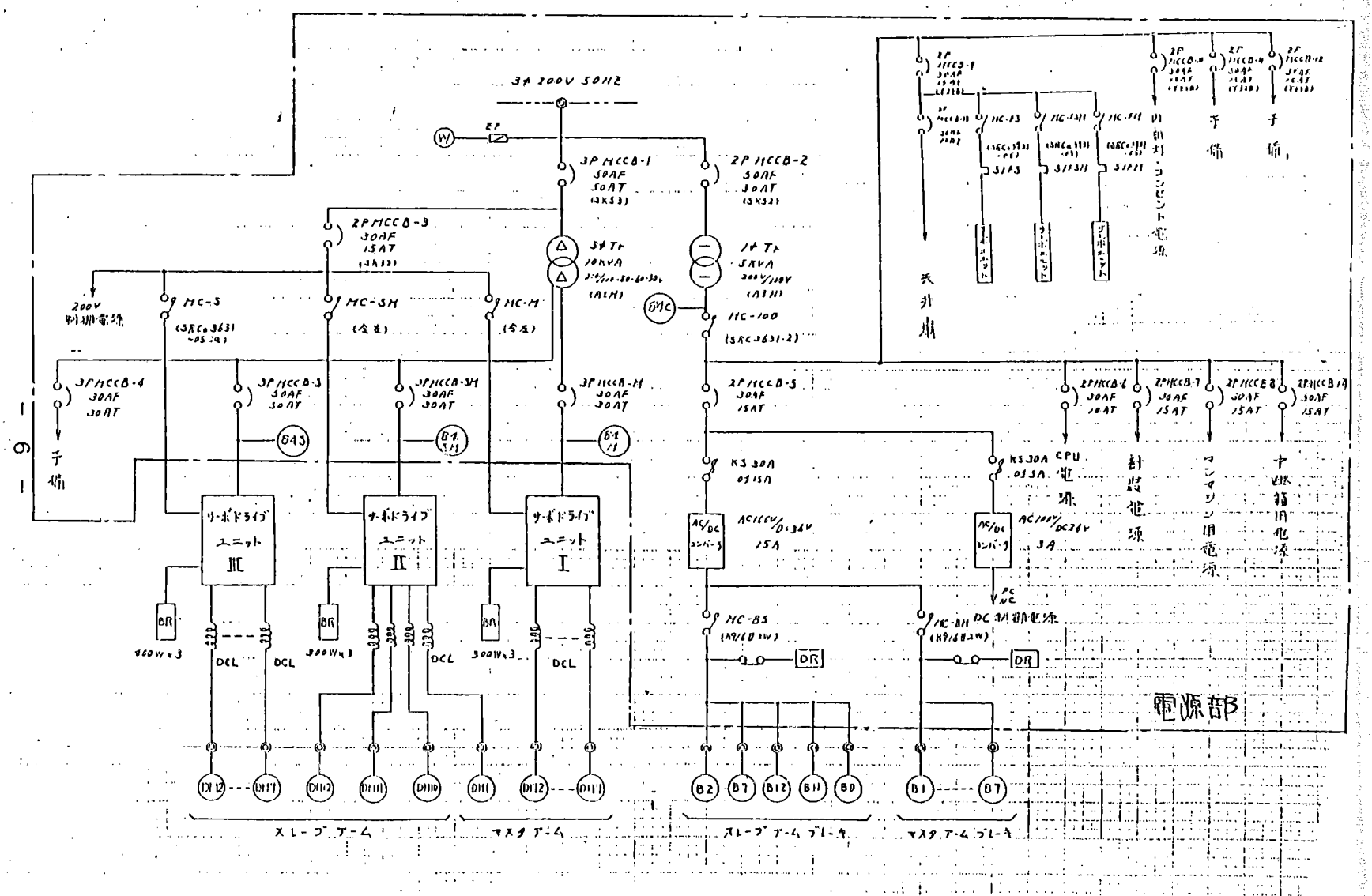

3φ 200V 50HZ
2P MCCB-1
2P MCCB-2
2P MCCB-3
MC-S
MC-SH
MC-H
MC-100
2P MCCB-4
2P MCCB-S
2P MCCB-H
2P MCCB-5
2P MCCB-6
2P MCCB-7
2P MCCB-8
2P MCCB-9
予備
天井灯
制御・コンセント電源
サーボドライブ ユニット III
サーボドライブ ユニット II
サーボドライブ ユニット I
AC/DC コンバータ
CPU 電源
計装電源
マンマシン用電源
中継箱用電源
DC 24V 制御電源
DCL
DR
スレーブアーム
マスタアーム
スレーブアームブレーキ
マスタアームブレーキ
電源部

図3．電源部の構成

(2) 角度センサ変換器

マスターアーム、スレーブアームの軸角度センサ（レゾルバ）への励磁電源の供給、センサ出力信号の入力、及び変換、変換後の信号の出力を行なう機能を持ちます。

概念図を図４に示します。

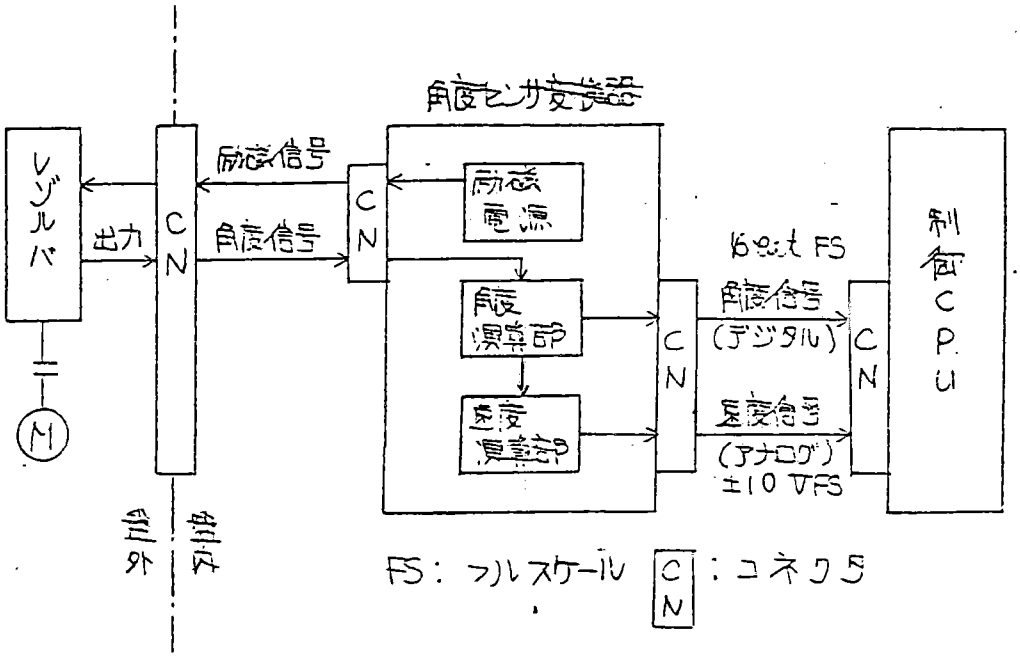


図４．センサ部の構成

レゾルバからの出力は、Ecos(ωt+α) という信号で、αが軸角度に比例します。 よって角度センサ変換器は、一旦実角度に変換して出力します。 同時に微小時間毎の角度変化より軸速度を計算し、この信号をも出力します。

これらの信号は、制御ＣＰＵ装置へ入力されて制御ループに取込まれます。

213

(3) 制御ＣＰＵ装置、及び中継ユニット

バイラテラル、ユニラテラルその他すべての制御を行なう中心部です。　具体的な制御内容については、後述の操作説明の項で行なうものとし、本項では、全体構成と機能について御説明します。

(a) 制御ＣＰＵ装置

５台のＣＰＵユニット（ＣＰＵ０～ＣＰＵ４）とＡＩ（アナログ入力ユニット）、ＡＯ（アナログ出力ユニット）、ＤＩ（ディジタル入力ユニット）、ＤＯ（ディジタル出力ユニット）、ＳＩＯ（シリアル入出力ユニット）、ＩＮＴ（割込ユニット）から構成されます。

ＣＰＵ０は、制御装置全体の管理を行ない、ＣＰＵ１は０，１，２，３軸関係、ＣＰＵ２は４，５軸関係、ＣＰＵ３は６、７軸関係の制御を行ないます。

またＣＰＵ４は自重補償演算専用として用いられます。

(b) 中継ユニット

制御ＣＰＵ装置と外部との信号授受に際し、入力信号を制御ＣＰＵ装置が入力できるレベルに変換し、出力信号は外部装置が受け取れるレベルに変換する機能を持ちます。

具体的には図５に示すような構成となっています。

214

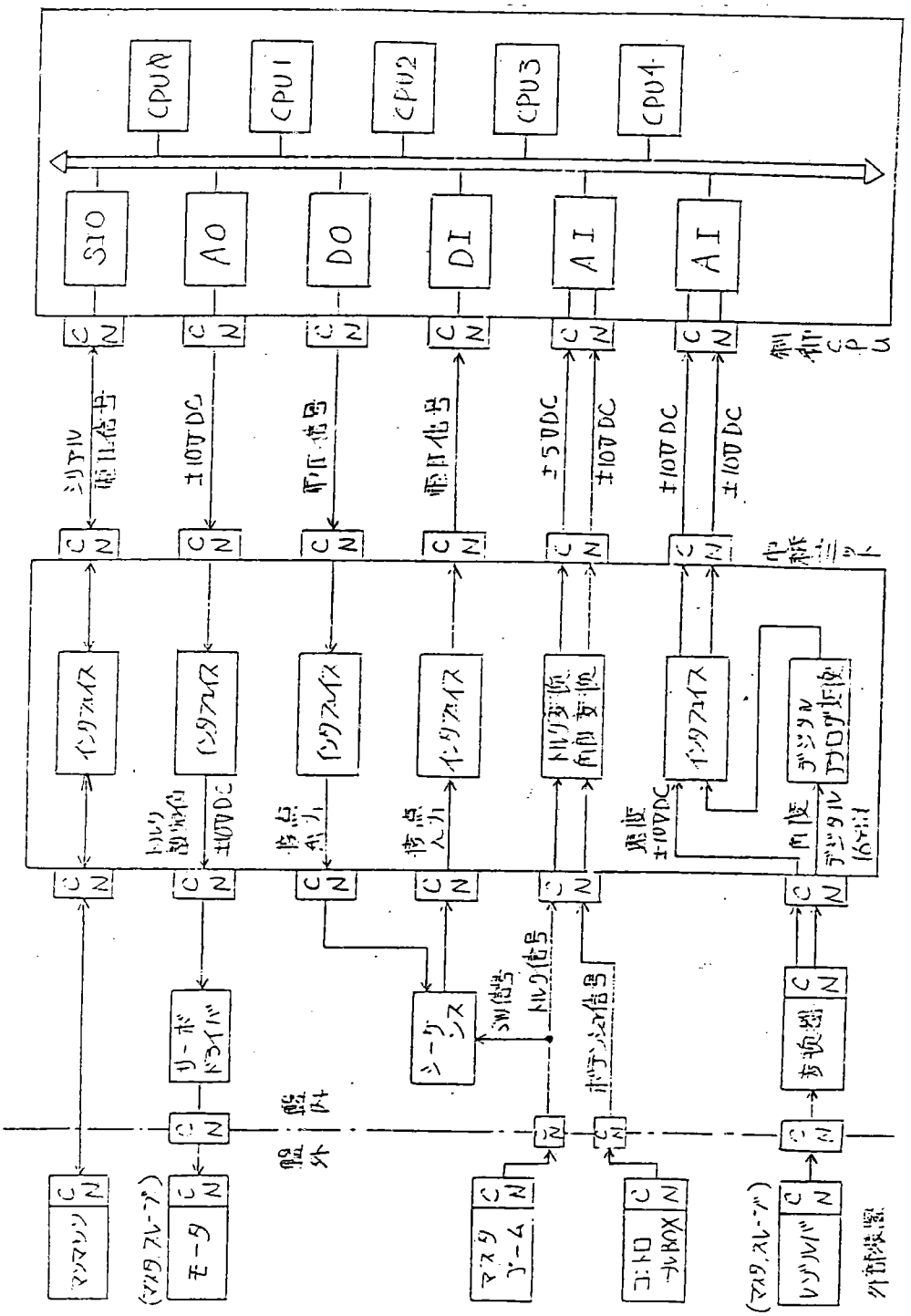


図5．制御CPU装置、中継ユニットの構成

(4) サーボドライバ

制御装置より出力されるトルク設定（電流設定）信号を入力して、トルク一定（電流一定）制御を行ないます。

サーボドライバは６台分を１ユニットとしたサーボドライブユニット３セットより構成されています。

各ユニットの構成を図６に示します。

サーボドライブユニットの概略機能を図７に示します。

(a) 共通回路部（図７）

６台のサーボドライバへの電源供給と、サーボドライバの保護を行ないます。

電源はＡＣで入力後、全波整流されて、各サーボドライバのＰＷＭ回路に接続されています。

保護回路１は、共通回路部のみの保護を行なうもので、不足電圧、過電圧となったときにＡＣ入力を遮断し、同時に故障状態を接点信号として外部へ出力します。

この信号はリレーシーケンスに取り込まれ、サーボドライバの停止、ブレーキＯＮといった一連の処理を行ないます。

回制回路は、急な停止動作等を行なったときモータに蓄えられる回制エネルギーを抵抗で消費させ過電圧の発生を防ぎます。

起動、停止回路は共通回路部の機能の起動、停止を行なうもので、この指令は、リレーシーケンスから、いくつかの起動条件、停止条件を満足したとき出力されます。

（詳細については、後述の操作の項を御参照下さい。）

(b) サーボドライバ（図７）

制御ＣＰＵ装置からの設定信号を受けて、トルク一定制御（電流一定制御）を行ないます。

制御部は、モータ電流のフィードバック制御となっています。

保護回路２は、各サーボドライバ毎にあり、速度異常、電流異常、温度異常を検出します。

このとき保護回路はサーボドライバのＰＷＭゲート回路をＯＦＦさせ、トルク設定があったとしてもサーボドライバ出力を０とします。

同時に故障接点が外部に出力され、リレーシーケンスはこれを

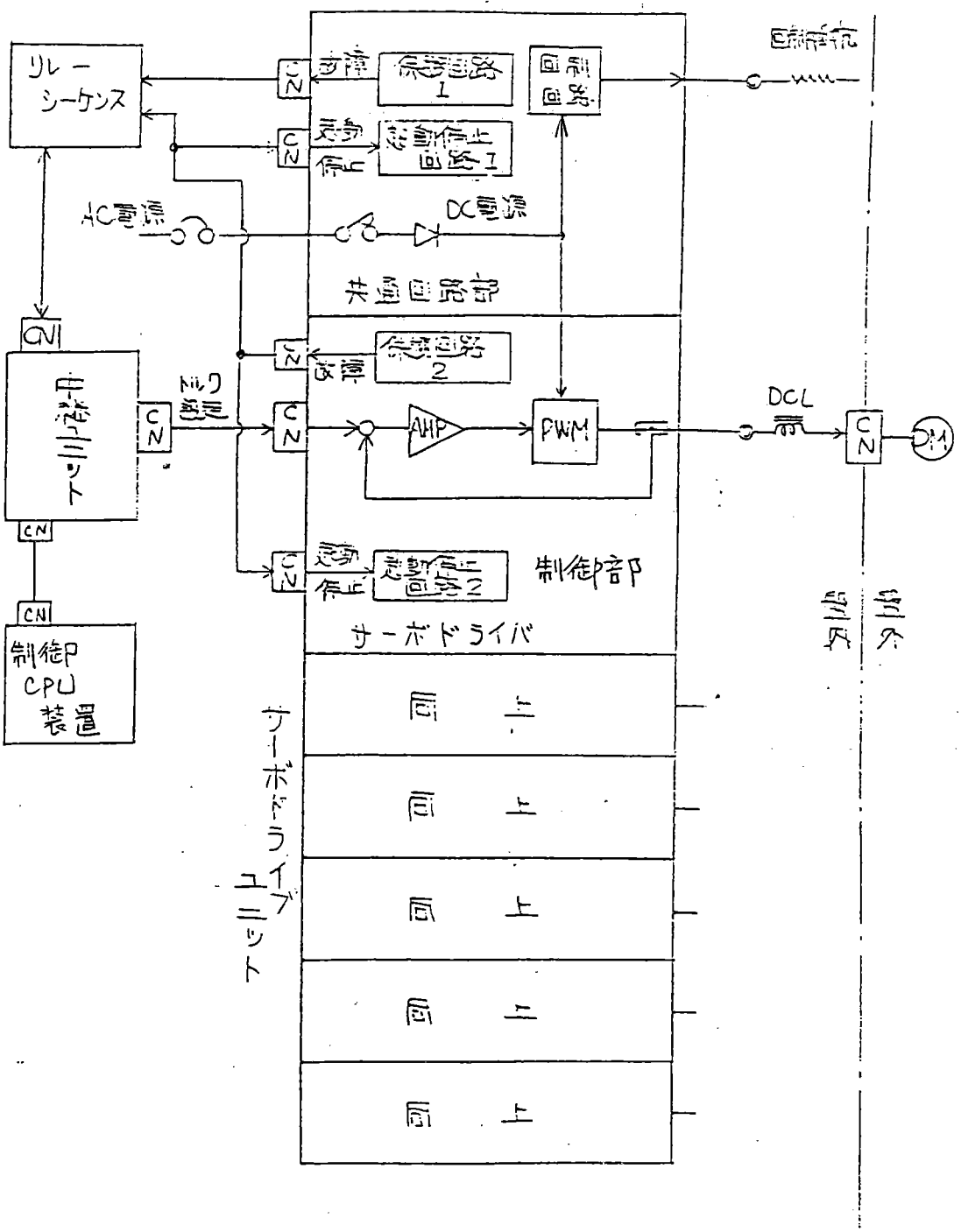
受けてサーボドライバの停止、ブレーキＯＮといった処理を行ないます。
起動、停止回路は共通回路と同様に、リレーシーケンスでコントロールされます。
（詳細については、後述の操作の項を御参照下さい。）

(5) リレーシーケンス（図７）

主にサーボドライバの起動、停止、故障処理といったことを行ないます。
制御電圧はＡＣ２００Ｖ系とＤＣ２４Ｖ系に分れていて、ＡＣ２００Ｖ系はサーボドライバの起動及び故障回路に用いられ、ＤＣ２４Ｖ系はコントロールボックス関係、制御ＣＰＵ装置関係、マスターアーム関係との取りあいの回路に使用されています。
なお、リレーシーケンスの内容については操作方法の項を御参照下さい。

217

図6．サーボドライブユニットの構成

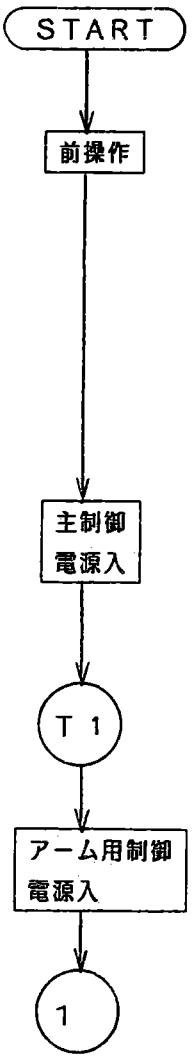

リレー
シーケンス
CN
共通回路部
CN
CN
CN

3.3制御盤の操作方式

(1) 起動と停止

フローチャートを図８～図１１に示します。 なお、このフローチャートは主に制御盤でのシステム全体の起動、停止操作について述べたものです。

実際の運転に入ってからの各種動作については、コントロールボックスの項を御参照下さい。



(1) 制御盤面取付の電源確認ランプ（白色）により電源が給電されていることを確認して下さい。
(2) 盤内のすべてのMCB（配線遮断機）、KDS（ナイフスイッチ）を投入して下さい。
(3) 盤面の主制御電源グリーンランプ及びスレーブアーム制御電源、マスターアーム制御電源のグリーンランプ点灯を確認して下さい。

(1) 盤面の主制御電源用BS（ボタンスイッチ）をONにして下さい。
(2) 主制御電源レッドランプ点灯を確認して下さい。
(3) 制御、計装、CPU、マンマシン、中継箱、ブレーキ、ファンコンセント用の各電源が入ります。

(1) 主制御電源入からアーム用制御電源入まではT1 にセットされた秒数が確認時間として必要（タイマデバイスT100 ）です。

(1) マスターアーム用制御電源、スレーブアーム用制御電源のBSをONして下さい。
(2) 各レッドランプ点灯を確認して下さい。

図8フローチャート1

220

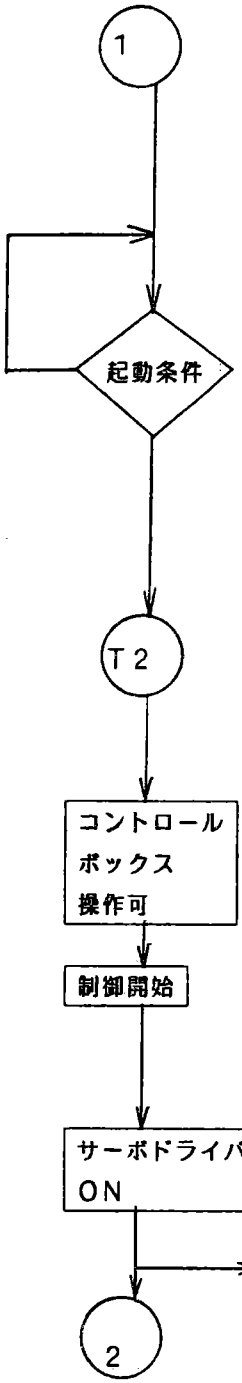


図9フローチャート2

(1) 次の起動条件が満足されているとき操作可能となります。
  (a) サーボドライバユニット、及びサーボドライバのすべてが故障でないこと。
  (b) ブレーキがすべてONであること。
  (c) 動作速度がコントロールボックスで低速側に選択されていること。
  (d) 各軸の操作場所がコントロールボックスですべてコントロールボックス側に選択されていること。
  (e) 制御CPU装置が制御可能であること。
  (f) サーボドライバ冷却ファンがONであること。

(1) 起動条件確認用タイマ
  (タイマデバイス2T−M：マスターアーム側、2T−S：スレーブアーム側)

(1) この時点でコントロールボックスの操作機能が生き、制御切替、ポテンショメータ操作等が可能となります。 なお、コントロールボックス上のCONTROL BSのOFF側ランプが点灯することで制御可能となります。

(1) ランプ点灯確認後CONTROL BSをONにして下さい。
(2) CONTROL BSのON側レッドランプ点灯を確認して下さい。

(1) サーボドライバが生き、出力を開始します。

221

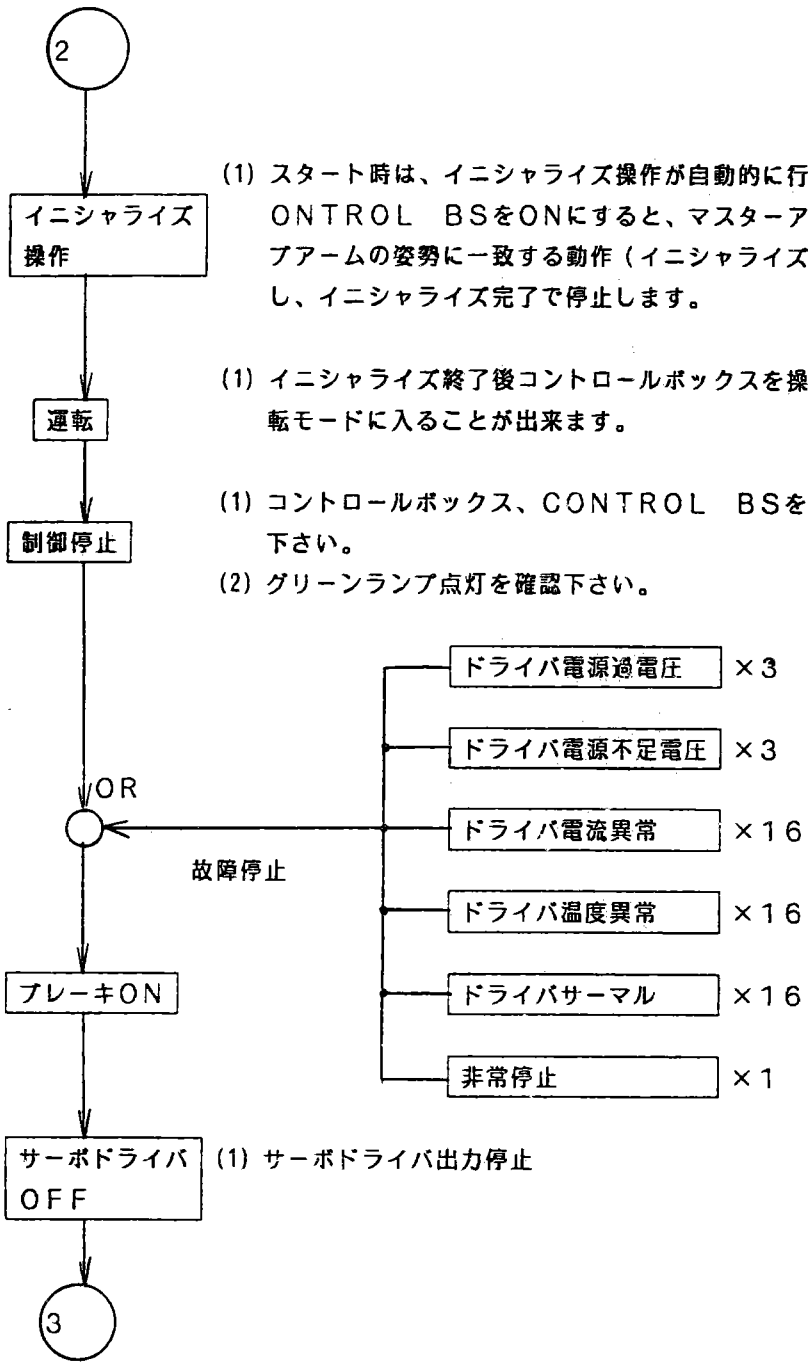
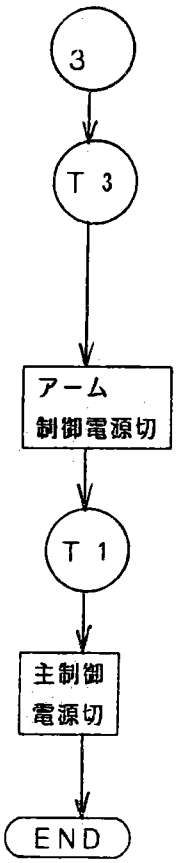


図10フローチャート3



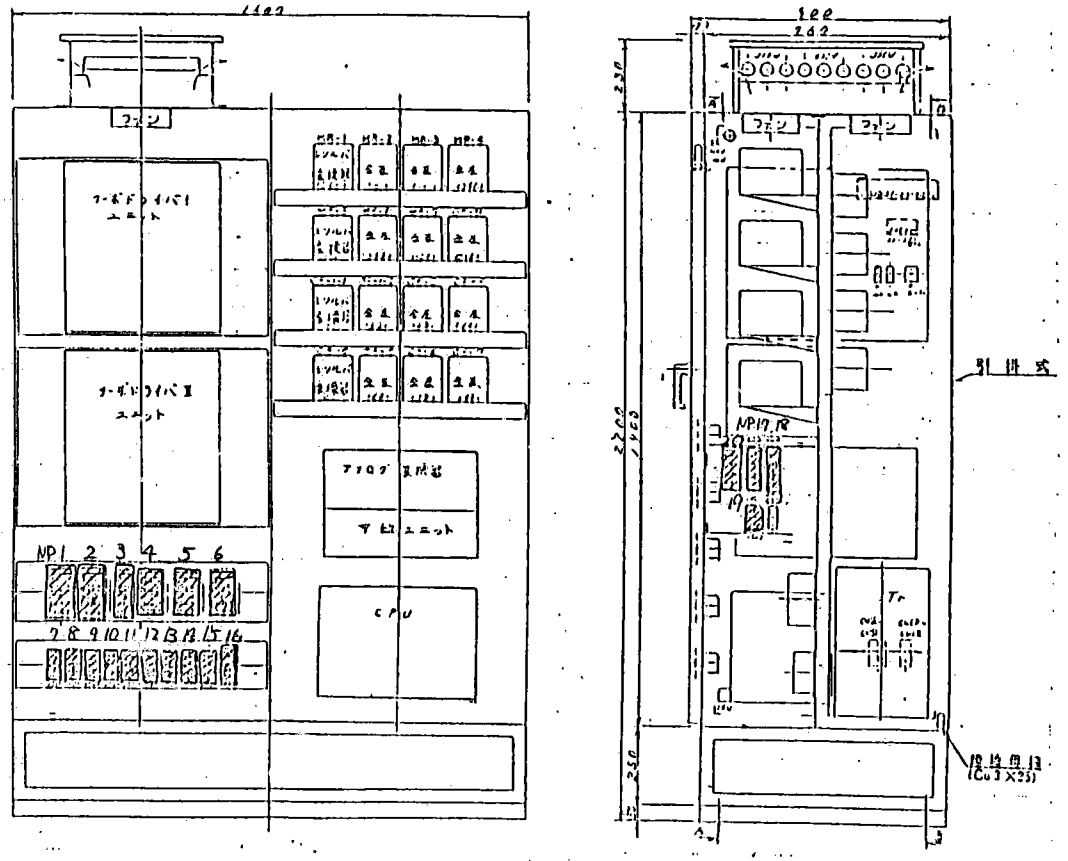
(1) サーボドライバ停止後、アーム制御電源切替可能までは、T 3秒の確認時間が必要（タイマデバイス、5T−M：マスターアーム、5T−S：スレーブアーム）です。

(1) 制御盤面のマスターアーム制御電源、スレーブアーム制御電源BSをOFFして下さい。
(2) 各グリーンランプ点灯を確認して下さい。

(1) 盤面主制御電源BSをOFFして下さい。
(2) グリーンランプ点灯を確認して下さい。

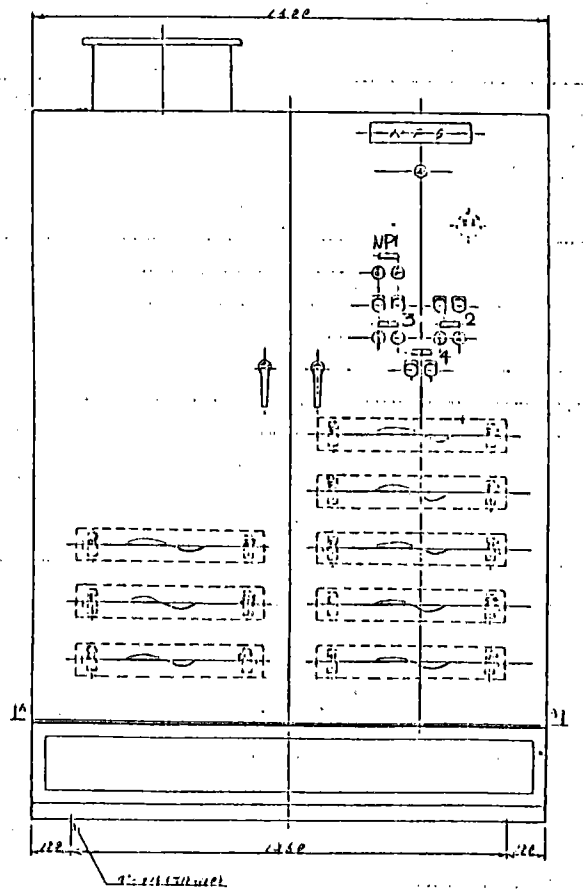
図11フローチャート4

223



NP1	3 主主電源 (MCB)
2	サーボドライバ I (MCB)
3	1 主主電源 (MCB)
4	サーボドライバ II (MCB)
5	サーボドライバ III (MCB)
6	予備 (MCB)
7	AC/DC 用電源 (MCB)
8	CPU 電源 (MCB)
9	計装用電源 (MCB)
10	マンマシン用電源 (MCB)
11	扇用電源 (MCB)
12	内部灯・コンセント (MCB)
13	予備 (MCB)
14	予備 (MCB)
15	天井扇 (MCB)
16	サーボドライブ電源 (MCB)
17	ブレーキ電源 (ナイフスイッチ)
18	制御電源 (ナイフスイッチ)
19	中継箱用電源 (MCB)
20	制御用主電源 (MCB)

図１２．電源分岐回路の位置



NP0 制御盤
1 主制御電源
2 スレーブアーム制御電源
3 マスタアーム制御電源
4 アーム用制御電源

図13．制御盤面取付スイッチ

4．コントロールボックスの操作

コントロールボックスは、マニピュレータ操作において制御モードの切替、あるいは制御場所の切換等を行います。
以下にコントロールボックスの操作スイッチについて説明します。

4.1各操作スイッチ

(1) CONTROL（スイッチデバイス：1－RC）

運転状態によって2個のモードを作ります。

(a) 起動時

マニピュレータシステムを起動する時であり、全体の動きはリレーシーケンスの項を参照下さい。
まず、すべての起動条件が成立していると、グリーンランプが点灯し、起動可能となります。
次にCONTROLスイッチを押すとグリーンランプが消灯し、レッドランプが点灯します。
ここで起動時の場合は自動的にイニシャライズ動作が始まり、マスターアームがスレーブアームに一致して止まります。
この状態からコントロールボックスの各スイッチの操作が可能となり、スイッチ選択に応じた制御を行なうことが出来ます。

(b) 運転時

運転中にCONTROLスイッチを切ると、マスターアーム、スレーブアームともにスイッチが切られる直前の姿勢で停止します。
なお、この停止はブレーキによるものではなく、スイッチを切る直前の姿勢を設定値とし、その設定値に一致する姿勢制御を行なうことにより実現しています。
次に再びスイッチを入れると、スイッチを切る直前の制御状態から処理が再スタートされます。

(2) SPEED（スイッチデバイス：43－S）

動作速度の上限値の選択スイッチです。

起動時は低速側（LOW）になっていることが起動条件となっているために、このスイッチをLOW側に選択しなければCONTROLスイッチの制御可ランプ（グリーン）が点灯しません。

一旦運転中になれば、高速側（HIGH）、低速側は自由に選択可能となります。

高速、低速のデータ設定はマンマシン側で行ないます。

(3) FORCE REFLECTION ZERO（スイッチデバイス：R－3）

バイラテラル制御において、バイラテラル感度（反力感度）を0にセットするスイッチです。

スイッチを押すと感度0になり、更に押すと反力感度は以前の値となります。 以前の値とは、マンマシン側から設定されている感度値です。

(4) PARAMETER SET（スイッチデバイス：R－1）

マンマシン側から各種パラメータを設定するときに押すスイッチです。

パラメータ設定中は、マスターアーム、スレーブアームの動作は行わせないために、このスイッチを押すとマスターアーム、スレーブアームはスイッチが押される直前の姿勢となるよう制御され一定姿勢を保ちます。（CONTROLスイッチ切操作時と同じで、以後この状態をホールドモードと呼びます。）

復帰は、マンマシン側でパラメータ設定が終了したことを確認して、再びスイッチを押せば行なえます。

復帰後は、パラメータ設定前の制御状態でスタートします。

(5) MASTER MODE（スイッチデバイス：R－7）

バイラテラル制御か、ユニラテラル制御かの選択を行なうスイッチです。

ただし、切換操作が可能な軸は、各軸の操作場所切換スイッチ（SHOULDER、ELBOW、WRIST、HAND）がマスターアーム側になっている軸のみです。

コントロールボックス側になっている軸はポテンショメータからの角度設定になります。

(6) INITIALIZE（スイッチデバイス：R－2）

マスターアームの姿勢をスレーブアームに一致させるためのスイッチです。このスイッチを押すと、操作場所切換スイッチがマスターアーム側になっている軸が、対応するスレーブアームの軸角度に一致するように制御が行われます。

一致するとランプが消灯して、イニシャライズ操作を行う前の制御状態から再スタートします。

ただし、マスターアームのグリップについた制御スイッチがONになっていることを条件とします。（マスターアームのグリップをオペレータが握るとマスターアーム操作が可能となります。）

(7) DECISION STYLE I、II、III

（スイッチデバイス：R－5A、R－5B、R－5C）

マスターアーム、スレーブアームを同時に基準姿勢に一致させるように制御します。

姿勢が一致するとランプが消灯し、基準姿勢操作を行う前の制御状態から再スタートします。

(8) SHOULDER、ELBOW、WRIST、HAND

（スイッチデバイス：CM－1～CM－7）

各軸の操作をマスターアーム側で行うか、コントロールボックス側で行うかを選択します。

(a) コントロールボックスからマスターアームへの切換操作

軸操作用ポテンショメータの設定と、マスターアームの対応する軸角度の差が十分小さければ、自動的にマスターアーム側に制御権が変ります。

角度差が大きい場合は、スイッチ上のMA、CONのランプを交互にフリッカさせ、これを確認可能とします。

次に、オペレータは、ポテンショメータを操作し角度差が小さくなるように調整します。

小さくなるとフリッカが消え、自動的にマスターアーム側に切換ります。

なお、ポテンショメータ操作の際は、マスターアーム側の対応する軸は停止状態（ホールド状態）となり、スレーブアーム側の軸がポテンショメータ操作に応じて動きます。

228

(b) マスターアームからコントロールボックスへの切換操作

原則として、コントロールボックスのポテンショメータ操作を行わずに自動的に切換えます。

すなわち、ポテンショメータと対応するマスターアームの軸角度に差があっても、ソフトウエアで処理してバンプレスな切換が可能としています。

ただし、ポテンショメータと軸角度差が処理できる範囲を越えている場合は、ポテンショメータを手動操作し、ポテンショメータ角度を処理可能な範囲まで戻します。

このときは、まずスイッチのランプをフリッカさせオペレータに知らせます。

次にオペレータはフリッカしている軸のポテンショメータを調整します。 これによりポテンショメータ角度が処理可能な範囲に入るとフリッカを停止し、自動的にマスターアームからコントロールボックスへ切換えます。

(c) その他

起動時は、すべてのスイッチがコントロールボックス側になっていることを条件としているので、切換操作を行って下さい。

(9) ROTATE CONTROL（スイッチデバイス：R－0、R－6）

0軸と6軸の回転動作を行うスイッチで、CWで時計方向、CCWで反時計方向に回転します。

なお、6軸については操作場所切換スイッチ（WRIST6）がコントロールボックス側になっていることを条件とします。

(10)RESET（スイッチデバイス：RM－6）

6軸のCW又は、CCW操作を行なった後、再び6軸をマスターアーム側から操作するとき、操作場所切換スイッチをマスターアーム側に切換える前に行います。

これにより切換えたときマスターアームとスレーブアーム6軸に角度差があってもスレーブアームは動かず、そのときの相対的な位置を保ったままマスターアームの操作可能となります。

基本的には後述するインデックス機能と同じものです。

(11)ＳＴＯＰ（スイッチデバイス：５Ｅ）

緊急停止のスイッチで、これを押すとドライバが停止し、ブレーキがかかります。

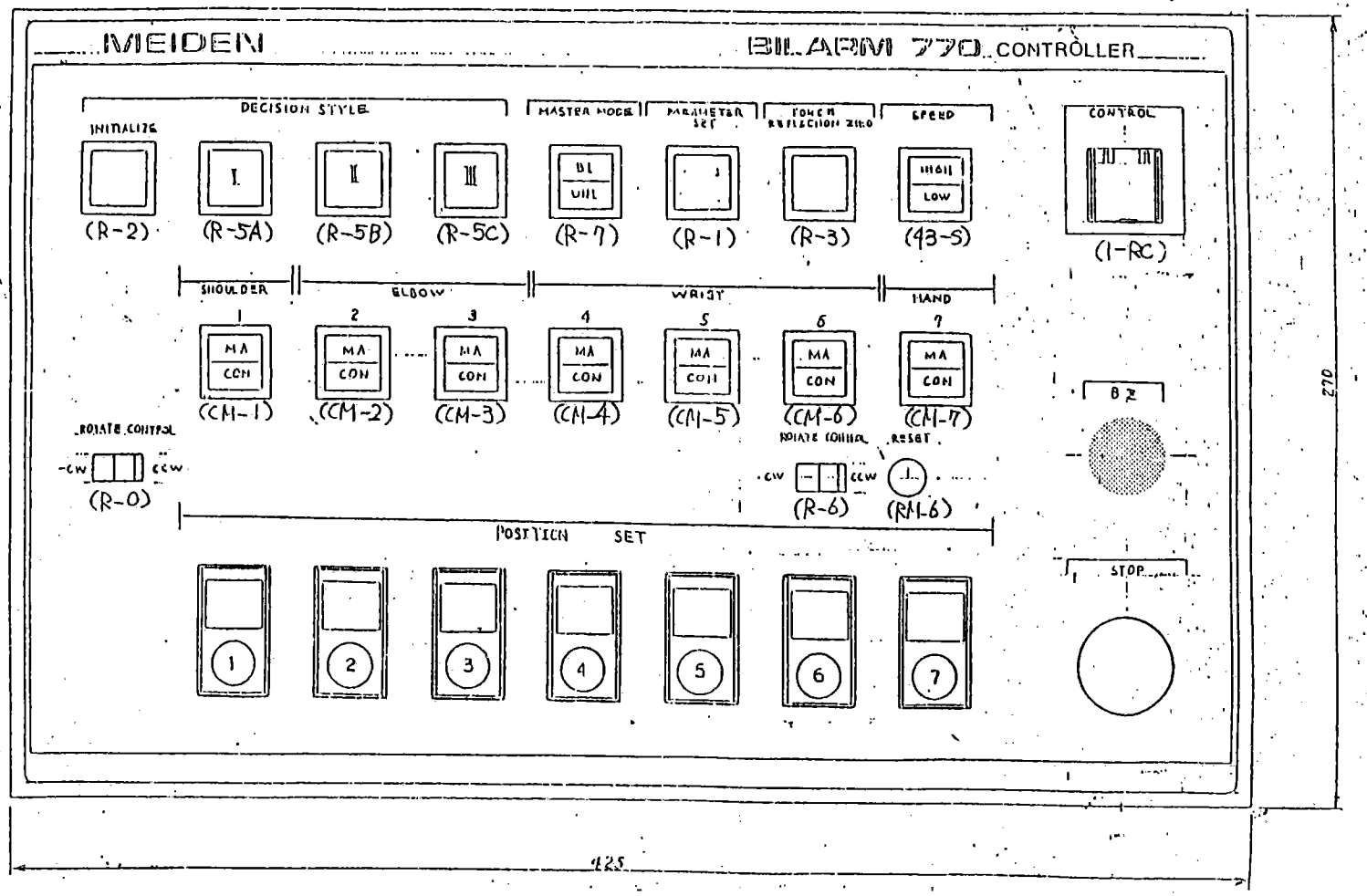


図14．コントロールボックスパネル

5．マスターアームの操作

コントロールボックスにある操作場所切換スイッチでマスターアーム側になっている軸のコントロールを行ないます。
スイッチはマスターアームのグリップに取付けられます。
マスタグリップの外形図を図１５に示します。

(1) 制御入－切
マスターアーム側に切換っている軸の制御の入－切を行います。
スイッチは光検知式で、手で光を遮るとＯＮし、手をはなすとＯＦＦします。
オペレータがグリップを握った状態（ＯＮ状態）ではマスターアーム側に選択された軸は、そのとき選択されている制御モードで運転されます。
手をはなすとマスターアーム側に切換っている軸が停止します。
ただし、この停止はホールド状態です。　再びグリップを握れば手をはなす前の制御状態から再スタートします。
グリップにはＬＥＤの表示灯がついています。

(2) ７軸ロック入－切
７軸（指先）を一定開度に保持しておくためのスイッチです。
一度押すと保持状態となり、更に押すと解除されます。
解除されるとロック前の制御状態からスタートします。
ロック中はグリップについたＬＥＤ表示灯が点灯します。

(3) ６軸ＣＷ、ＣＣＷスイッチ
マスターアーム側で６軸のＣＷ、ＣＣＷ操作を行なうときに用います。
操作後の解除はコントロールボックスのＲＥＳＥＴスイッチにより行います。
解除後は、ＣＷ、ＣＣＷ操作前の制御状態でスタートします。

(4) インデックス用スイッチ

このスイッチを押すと、スレーブアームが停止しマスターアームだけが操作可能となります。

この状態でマスターアームを停止し、操作のしやすい姿勢に設定します。

設定後インデックス用スイッチを離すと、そのときのマスターアームとスレーブアームの相対的な姿勢を保ったまますべての制御が可能となります。

インデックスの解除はコントロールボックス上のＩＮＩＴＩＡＬＩＺＥスイッチを押すことにより行ないます。

このときはマスターアームがスレーブアームの姿勢に一致するよう動作し、一致すると解除前の制御状態からスタートします。

なお、インデックスについてもマスターアーム側に切換っている軸についてのみ可能です。

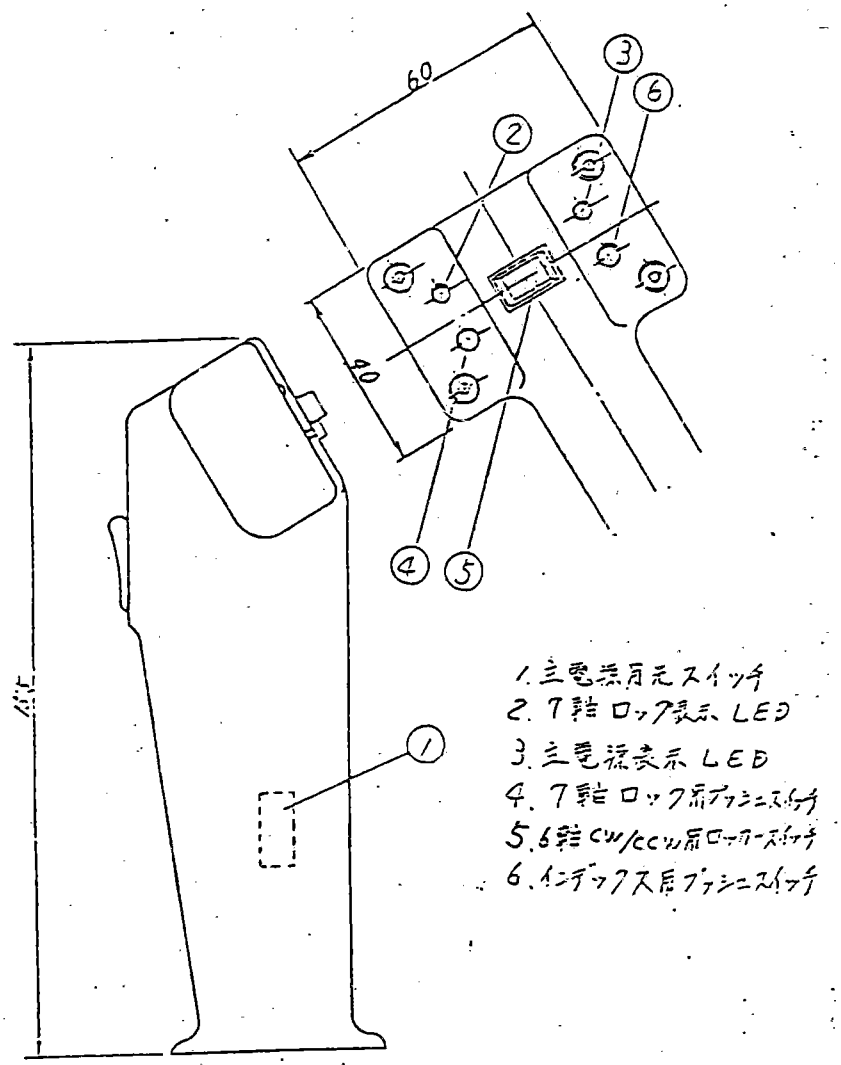


図15. マスターアームグリップの外形図

6．インタロック機能

危険防止及び制御上の問題から、コントロールボックスあるいはマスターアームでのスイッチ操作において種々のインタロックをもうけてあります。

(1) 起動条件

リレーシーケンスの項でも述べたように、各軸の操作場所切換スイッチがすべてコントロールボックス側になっていて、更に、動作速度がＬＯＷ側になっていることを条件とします。

(2) パラメータ設定時

パラメータ設定は、制御系の特性を変化させることに等しいので、この設定が終了するまではいかなる動作も行なえないようにします・

具体的には、コントロールボックスからの、ＩＮＩＴＩＡＬＩＺＥ、ＤＥＣＩＳＩＯＮ　ＳＴＹＬＥ、ＲＯＴＡＴＥ　ＣＯＮＴＲＯＬ、ＲＥＳＥＴ、マスターアームのグリップ上のインデックス、７軸ロックといった動作がパラメータ設定中は行えないものとし、これらのスイッチを操作した場合はコントロールボックス上のブザーをならし、誤操作であることをオペレータに教えます。

なお逆の場合は、動作が終了後パラメータ設定のモードに入るものとし誤操作とはしません。

その他、操作場所切換スイッチ、ＳＰＥＥＤ、ＦＯＲＣＥ　ＲＥＦＬＥＣＴＩＯＮ　ＺＥＲＯ、ＭＡＳＴＥＲ　ＭＯＤＥといったスイッチは動作を行わせるものではなく、制御の切換であることからインタロックはもうけず、パラメータ設定中にこれらの操作を行ってもブザーはならさずパラメータ設定終了後は切換られた条件で制御がスタートします。

(3) 同時操作

異なった動作を同時にさせようとした場合は、ブザーをならし後からの動作は行いません。

たとえば、イニシャライズ動作中に基準姿勢動作スイッチを押した場合や、６軸回転中にイニシャライズ動作スイッチを押すといったような場合です。

(4) 故障

非常停止、故障の場合はドライバが停止し、ブレーキがかかります。
ただし、故障復帰後コントロールボックスのCONTROLスイッチをいれると、故障前の制御状態からスタートします。

7．マンマシン装置の構成、機能とその操作

マンマシン装置はソフトウエアサーボ及びコントロールボックスの機能検証用として、設定変更及びデータ表示を容易に行なうためのものです。
大量のデータを取扱うため、会話型のメニュー選択方式をとっています。

(1) マンマシン装置の構成

マンマシン装置の構成を図１６、図１７に示します。
フロッピーディスクドライブを持った制御装置部、テンキー、ＣＲＴ表示装置、プリンターより構成されています。

(2) マンマシン装置の操作

設定変更、データ表示を行なう場合は、キーボード操作により、ＣＲＴ表示装置を見ながら会話型ですべて行なうことが出来ます。
プリンターは、今後のＲ＆Ｄの検証用に設置していて、今回は機能を用意していません。
キーボードのキー配列を図．１８に示します。

(a) 番号の選択は数値を入力するだけで出来ます。
(b) 各データの設定は会話型になっています。

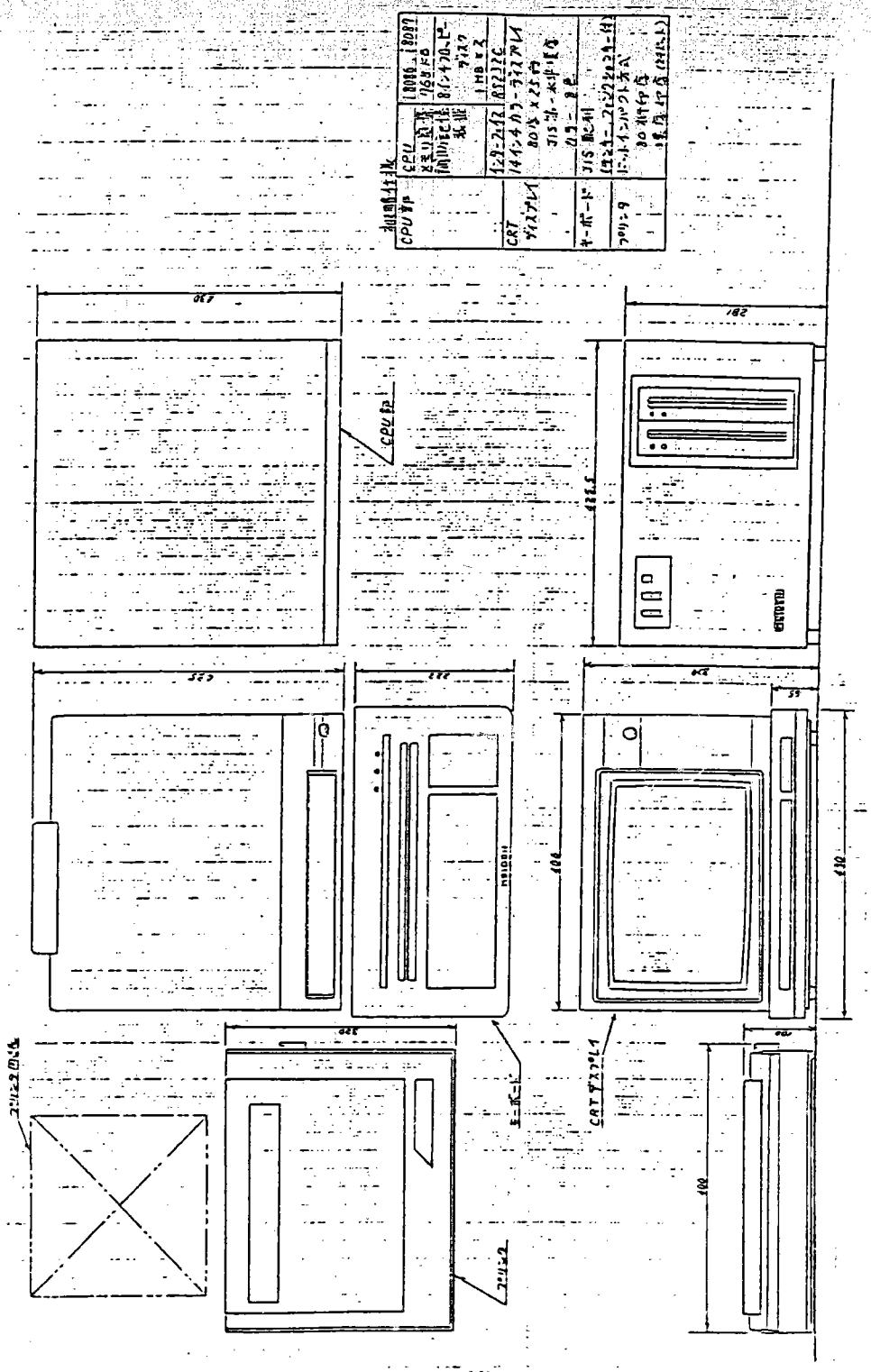
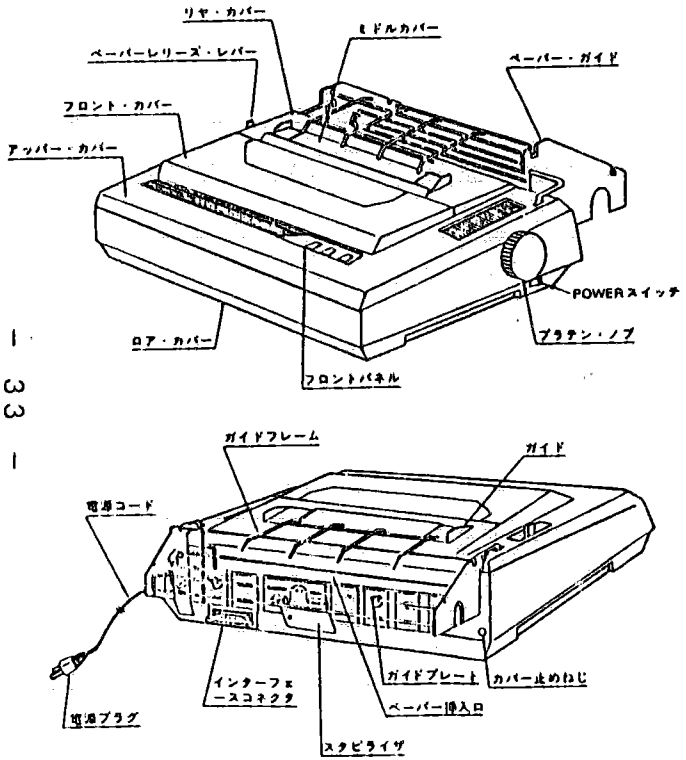
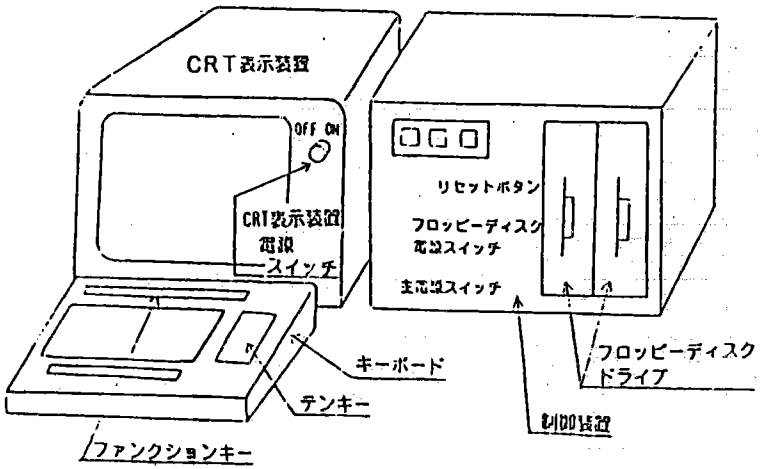


図16．マンマシン装置外形図





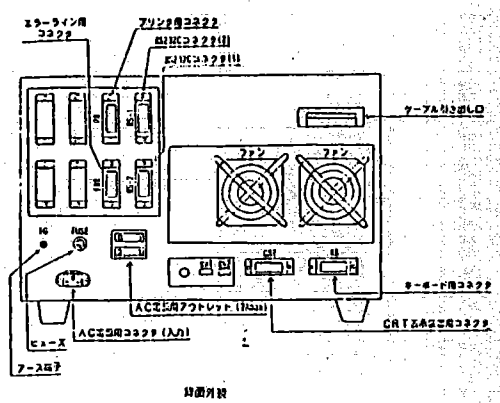


図１７．マンマシン装置概観図

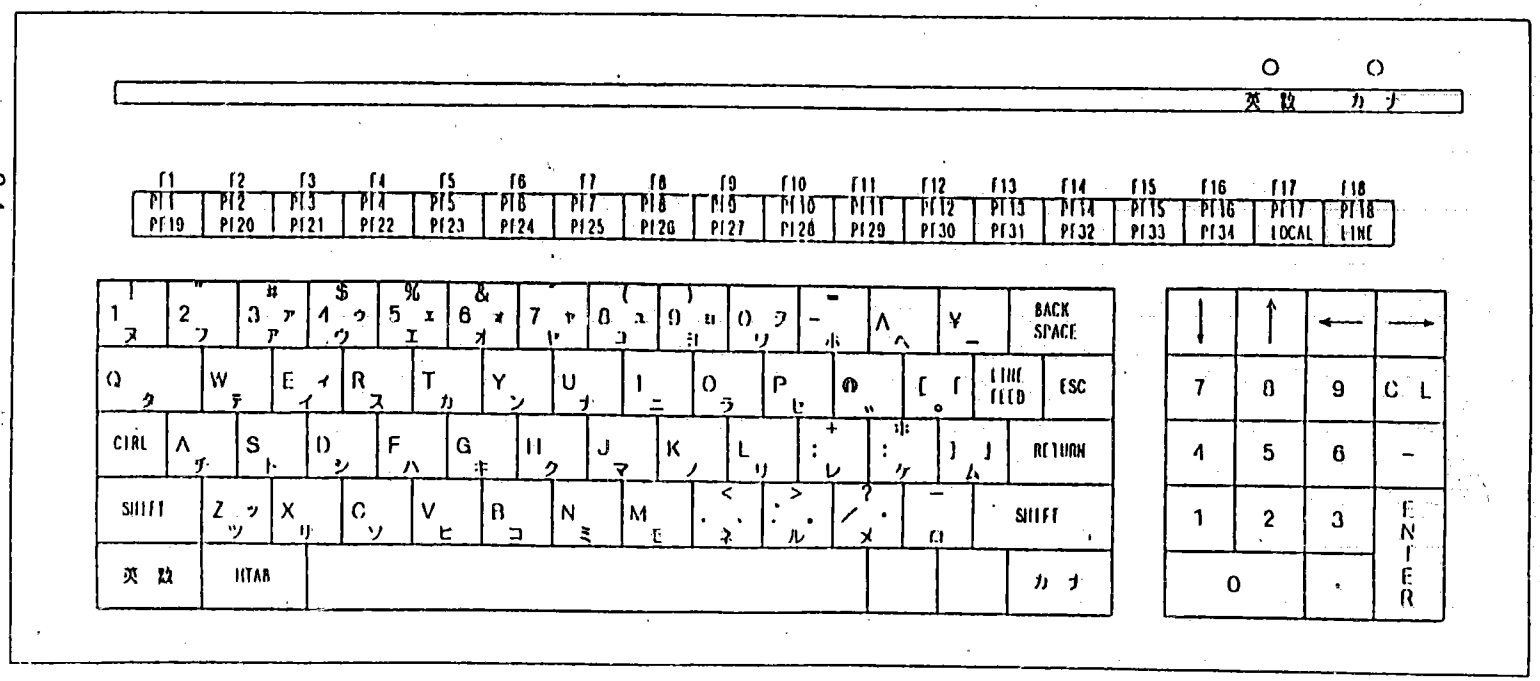


図18．キーボード　キー配列図

(3) 設定変更及びデータ表示方法

ＣＲＴ表示装置には、常時システムコマンドメニューを表示しています。
システムコマンドメニューは１１種類のコマンドから構成されています。
今回は、８，９，１１番の機能は用意していません。

プロトタイプII　システム　コマンドメニュー	
１．システム終了	７．干渉マトリクス設定
２．動作解除	８．状態監視
３．基準姿勢設定	９．状態監視データプリント
４．定数設定	１０．データ監視
５．パラメータ設定	１１．データ監視データプリント
６．トルク感度設定	

番号を選択して下さい。

キーボードのキー“１”～“１１”までのキーを押して、その後キー“RETURN”を押して下さい。
番号によって画面が変ります。

(a) システム終了

サーボマニピュレータ用マンマシンシステムの終了処理を行ないます。
画面の表示はありません。　但し、左下隅に“Ａ>”が表示されます。
フロッピーディスクを取る場合には、キー“Ｅ”、“Ｘ”、“Ｉ”、“Ｔ”を順番に押して下さい。

(b) 動作解除

動作解除命令を実行しますか。？（Y／N）

キー“Y”、“RETURN”で現在動作中の動作を解除します。
動作は次のものを対象としています。
①イニシャライズ姿勢動作
②基準姿勢動作
③６軸回転解除動作
④マスターアーム、コントロールボックス切換動作

キー“N”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります。

(c) 基準姿勢設定

基準姿勢設定が選定されると、まず基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面が表示されます。

```
        基準姿勢データ設定項目　メニュー　一覧

  1．基準姿勢データ定数
  2．定数設定終了



番号を選択して下さい。
```

キー“１”、“RETURN”で基準姿勢データ変換定数設定画面が表示されます。。

キー“２”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります

基準姿勢データ変換定数　設定

		基準姿勢１	基準姿勢２	基準姿勢３
マスタ	１軸			
	２軸			
	３軸			
	４軸			
	５軸			
	６軸			
	７軸			
スレーブ	０軸			
	１軸			
	２軸			
	３軸			
	４軸			
	５軸			
	６軸			
	７軸			

データ入力エリア

１／１ページ

今回はスレーブの１～７軸の設定のみ有効です。
キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“Ｅ”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“Ｔ”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

(d) 定数設定

定数設定が選定されると、まず定数設定項目メニュー一覧の画面が表示されます。

```
                定数設定項目　メニュー　一覧

  1．アナログ入力データ工学単位変換定数
  2．アナログ入力データ工学単位変換定数
  3．定数設定終了



番号を選択して下さい。
```

キー“1”、“RETURN”で各種アナログ入力設定値一覧画面が表示されます。

キー“2”、“RETURN”で各種アナログ出力設定値一覧画面が表示されます。

キー“3”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります。

245

各種　アナログ入力設定値　一覧

		位置傾き	位置切片	位置上限	位置下限
マスタ	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				
スレーブ	0軸				
	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				

データ入力エリア

1／4ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
キー“N”を押すと、次画面が表示されます。
キー“P”を押すと、前画面が表示されます。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

各種　アナログ出力設定値　一覧

		トルク傾き	トルク切片	トルク上限	トルク下限
マスタ	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				
スレーブ	0軸				
	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				

データ入力エリア

1／2ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
キー“N”を押すと、次画面が表示されます。
キー“P”を押すと、前画面が表示されます。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

(e) パラメータ設定

パラメータ設定が選定されると、まずパラメータ設定項目メニューの画面が表示されます。

```
                パラメータ　設定項目　メニュー

１．各種ＰＩＤ設定      ２．各種ゲイン設定      ３．各種リミッタ設定

４．突き合わせ設定      ５．パラメータ設定終了




番号を選択して下さい。
```

キー“１”、“RETURN”でＰＩＤ設定値一覧画面が表示されます。

キー“２”、“RETURN”で各種ゲイン設定値一覧画面が表示されます。

キー“３”、“RETURN”で各種リミッタ設定値一覧画面が表示されます。

キー“４”、“RETURN”で突き合わせ設定値一覧画面が表示されます。

キー“５”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります。

PID 設定値 一覧

		比例帯	積分時間	微分時間	制御周期
マスタ	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				
スレーブ	0軸				
	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				

データ入力エリア

1／3ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
キー“N”を押すと、次画面が表示されます。
キー“P”を押すと、前画面が表示されます。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

各種ゲイン　設定値　一覧

		サーボ	FB	自重補償	M速度	S速度
マスタ	1軸					
	2軸					
	3軸					
	4軸					
	5軸					
	6軸					
	7軸					
スレーブ0軸						
	1軸					
	2軸					
	3軸					
	4軸					
	5軸					
	6軸					
	7軸					

データ入力エリア

1／2ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
キー“N”を押すと、次画面が表示されます。
キー“P”を押すと、前画面が表示されます。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

各種リミッタ　設定値　一覧

		入力ゲイン	入力リミッタ	入力不感帯	出力リミッタ	出力不感帯
マスタ	1軸					
	2軸					
	3軸					
	4軸					
	5軸					
	6軸					
	7軸					
スレーブ	0軸					
	1軸					
	2軸					
	3軸					
	4軸					
	5軸					
	6軸					
	7軸					

データ入力エリア

1／1ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

突き合わせ　設定値　一覧

偏差変化率制限H		CBマスタ角度差	スレーブ回転角度
1軸	1軸	0軸	
2軸	2軸	6軸	
3軸	3軸	解除	
4軸	4軸		
5軸	5軸		
6軸	6軸		
7軸	7軸		

偏差変化率制限L		動作設定角度差
0軸	0軸	
1軸	1軸	
2軸	2軸	
3軸	3軸	
4軸	4軸	
5軸	5軸	
6軸	6軸	
7軸	7軸	

データ入力エリア

1／1ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

(f) トルク感度設定

トルク感度設定が選定されると、まずトルク感度設定項目メニューの画面が表示されます。

```
                トルク感度　設定項目　メニュー

  1．各種トルク感度テーブル設定

  2．トルク感度設定終了




番号を選択して下さい。
```

キー“1”、“RETURN”でトルク感度選択ナンバー及びテーブル設定画面が表示されます。

キー“2”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります。

トルク感度選択ナンバー及びテーブル　設定

	設定値	数値	トルク感度選択ナンバー名称
1軸		0	トルク感度0選択
2軸		1	トルク感度比率　1：1
3軸		2	トルク感度比率　1：2
4軸		3	トルク感度比率　1：4
5軸		4	トルク感度比率　1：8
6軸		5	予備
7軸		6	非線形感度テーブル

データ入力エリア

1／2ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
キー“N”を押すと、次画面が表示されます。
キー“P”を押すと、前画面が表示されます。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

トルク感度選択ナンバー及びテーブル　設定

	設定値	設定値	設定値	設定値
感度NO 1	感度NO17	感度NO33	感度NO49	
NO 2	NO18	NO34	NO50	
NO 3	NO19	NO35	NO51	
NO 4	NO20	NO36	NO52	
NO 5	NO21	NO37	NO53	
NO 6	NO22	NO38	NO54	
NO 7	NO23	NO39	NO55	
NO 8	NO24	NO40	NO56	
NO 9	NO25	NO41	NO57	
NO10	NO26	NO42	NO58	
NO11	NO27	NO43	NO59	
NO12	NO28	NO44	NO60	
NO13	NO29	NO45	NO61	
NO14	NO30	NO46	NO62	
NO15	NO31	NO47	NO63	
NO16	NO32	NO48	NO64	

データ入力エリア

2／2ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
キー“N”を押すと、次画面が表示されます。
キー“P”を押すと、前画面が表示されます。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

(g) 干渉マトリクス設定

干渉マトリクス設定が選定されると、まず干渉マトリクス設定項目メニュー一覧の画面が表示されます。

```
                干渉マトリクス設定項目　メニュー　一覧

  1．動力伝達干渉マトリクス変換定数

  2．定数設定終了




番号を選択して下さい。
```

キー“１”、“RETURN”で動力伝達機構干渉マトリクス変換定数設定画面が表示されます。

キー“２”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります。

動力伝達機構干渉マトリクス変換定数　設定

マスタ	ギア係数	軸順変換成分	モータ係数	軸逆変換成分
2軸				
3軸				
4軸				
5軸				
6軸				
7軸				

スレーブ	ギア係数	軸順変換成分	モータ係数	軸逆変換成分
2軸				
3軸				
4軸				
5軸				
6軸				
7軸				

データ入力エリア

1／1ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

(h) 状態監視

コントロールボックスの状態変化データを表示します。

但し、今回は、機能を用意していません。

(i) 状態監視データプリント

コントロールボックスの状態変化データをプリンターに出力します。

但し、今回は、機能を用意していません。

(j) データ監視データプリント

各種データをプリンターに出力します。

但し、今回は、機能を用意していません。

(k) データ監視

データ監視が選定されると、まず各種表示データ選択メニュー一覧の画面が表示されます。

各種表示データ　選択メニュー　一覧

1．各種ゲイン表示データ
2．各種リミッタ表示データ
3．各種ＰＩＤ表示データ
4．各種干渉マトリクス表示データ
5．各種自重トルク演算表示データ
6．表示終了

番号を選択して下さい。

キー“１”、“RETURN”で各種ゲイン表示データー覧画面が表示されます。
キー“２”、“RETURN”でリミッタ表示データー覧画面が表示されます。
キー“３”、“RETURN”でＰＩＤ表示データー覧画面が表示されます。
キー“４”、“RETURN”で動力伝達干渉マトリクス表示データー覧画面が表示されます。
キー“５”、“RETURN”で自重補償トルク演算表示データー覧画面が表示されます。
キー“６”、“RETURN”でシステムコマンドメニュー画面に戻ります。

各種ゲイン　表示データ　一覧

		サーボ偏差入力	サーボ速度出力	ＦＢ速度入力	速度ＦＢ量出力
マスタ	１軸				
	２軸				
	３軸				
	４軸				
	５軸				
	６軸				
	７軸				
スレーブ	０軸				
	１軸				
	２軸				
	３軸				
	４軸				
	５軸				
	６軸				
	７軸				

データ入力エリア

１／１ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“Ｅ”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“Ｔ”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

リミッタ　表示データ　一覧

		リミッタ入力	リミッタ出力
マスタ	1軸		
	2軸		
	3軸		
	4軸		
	5軸		
	6軸		
	7軸		
スレーブ	0軸		
	1軸		
	2軸		
	3軸		
	4軸		
	5軸		
	6軸		
	7軸		

データ入力エリア

1／1ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

PID 表示データ 一覧

		PID入力	PID設定値	PIDアンサ	PID操作量
マスタ	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				
スレーブ	0軸				
	1軸				
	2軸				
	3軸				
	4軸				
	5軸				
	6軸				
	7軸				

データ入力エリア

1／1ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

動力伝達干渉マトリクス　表示データ　一覧

	順変換入力	順変換出力	逆変換入力	逆変換出力
マスタ　1軸				
2軸				
3軸				
4軸				
5軸				
6軸				
7軸				
スレーブ0軸				
1軸				
2軸				
3軸				
4軸				
5軸				
6軸				
7軸				

データ入力エリア

1／1ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“E”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“T”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

自重補償トルク演算　表示データ　一覧

	工学変換出力	軸逆変換出力	自動演算出力	軸順変換出力
スレーブ１軸				
２軸				
３軸				
４軸				
５軸				
６軸				
７軸				

データ入力エリア

１／１ページ

キー“スペース”はデータ変更せずに、“＞”のみを移動させます。
“＞”の場所がデータ変更可能です。
数値及びキー“RETURN”を押して下さい。
設定終了した場合は、キー“Ｅ”を押すと、データ伝送無しで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。
設定終了した場合は、キー“CTRL”と“Ｔ”を同時に押すと、データ伝送有りで基準姿勢データ設定項目メニュー一覧の画面に戻ります。

8．スレーブアームの遠隔分割部

スレーブアームは、図19に示すように

(1) 手先部

(2) 駆動モータユニット

が遠隔分割できる構造となっています。

分割および装着は以下の手順で行ないます。

(1) 手先部

(a) ボールロックリングを手先方向にスライドさせると、手先部が簡単にはずれます。

(b) 装着は、円周上4か所のガイドピンにあわせて、手先部をスレーブアームに押付けますと、ボールロックリングが前後にスライドしてパチンと装着できます。

(2) 駆動モータユニット

(a) 遠隔ボルトをゆるめると、駆動モータユニットを上方に引抜くことができます。

(b) 装着は、ガイドピンにあわせて挿入し、遠隔ボルトを締付けます。

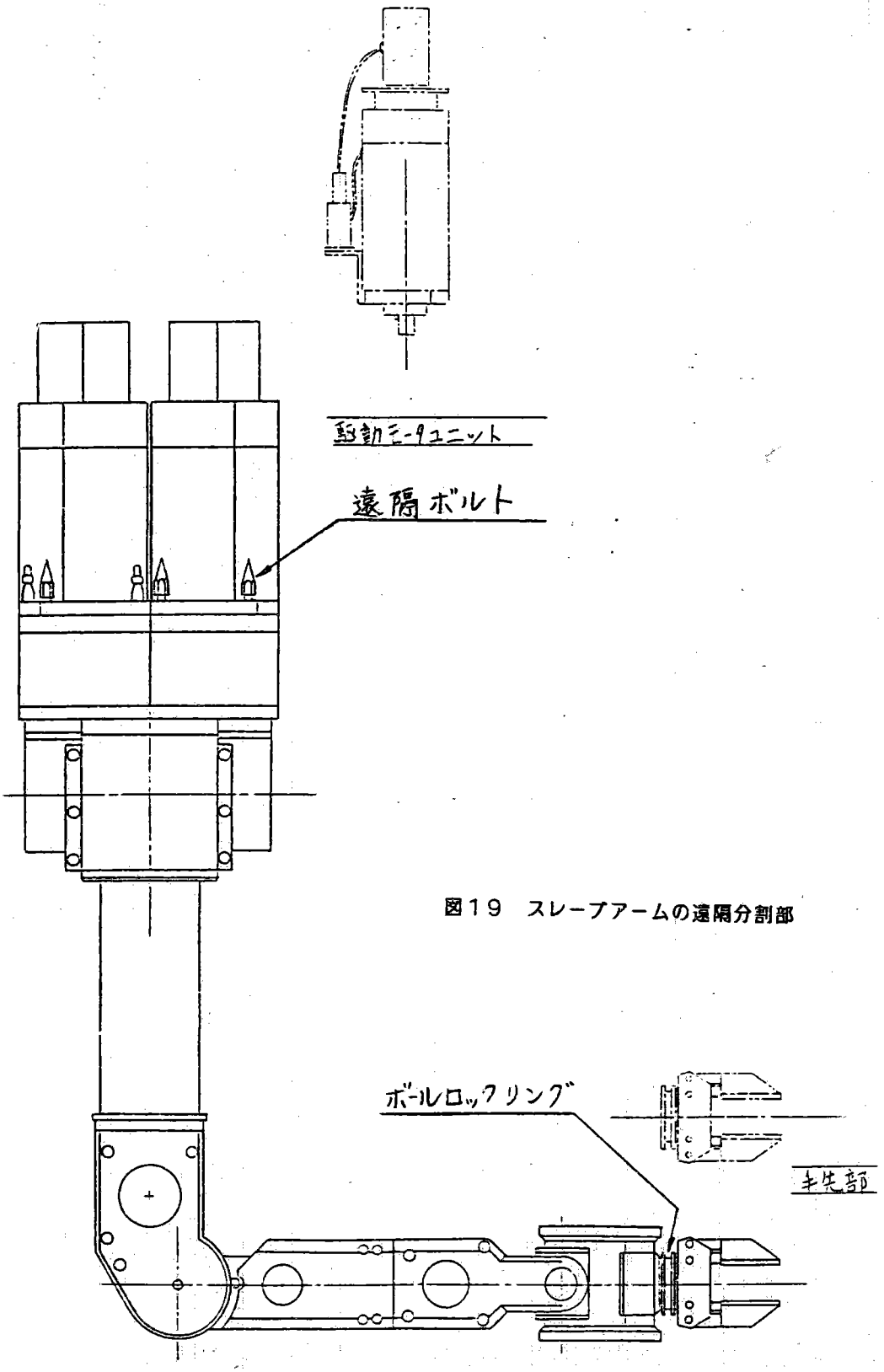


図19　スレーブアームの遠隔分割部

単線および展開接続図

MEIDEN

CUSTOMER
(御需要家) 動力炉・核燃料開発事業団東海事業所
技術部リサイクル技術開発室殿

SUPPLIER
(御注文主) **動力炉・核燃料開発事業団殿**

APPLICATION
(装 置 名) エルボタウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

SINGLE LINE AND SCHEMATIC DIAGRAMS
(単線および展開接続図)

PAGE	D W G NO.	TITLE	PAGE	D W G NO.	TITLE
1		COVER (表 紙)	26		
2			27		
3			28		
4			29		
5			30		
6			31		
7			32		
8			33		
9			34		
10			35		
11			36		
12			37		
13			38		
14			39		
15			40		
16			41		
17			42		
18			43		
19			44		
20			45		
21			46		
22			47		
23			48		
24			49		
25			50		

REVISION
訂 正

Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd.
株式会社 明電舎

SECTION CHIEF 承認
CHECKED BY 照査
DESIGNED BY 担当
JOB NO. 工号
DWG NO. 図番 EE 30186
PAGE 1/

MEIDEN

3φ 200V 50HZ

EF

3P MCCB-1 50AF 50AT (SK53)

2P MCCB-2 50AF 30AT (SK52)

2P MCCB-3 30AF 15AT (SK32)

3φ Tr 10KVA 200/100-80-60-50V (AIH)

1φ Tr 5KVA 200V/100V (AIH)

84C

MC-100 (SRC3631-2)

200V 制御電源

MC-S (SRC3631-05 2Q)

MC-SM (令左)

MC-M (令左)

84S

84SM

84M

84C

	L	Y
O_9	3	045
O_{10}	1	047
O_{11}	2	
O_{12}	3	
	4	

	L	Y
O_9	3	045
O_{10}	1	047
O_{11}	2	051
O_{12}	3	
	4	

	L	Y
O_9	3	047
O_{10}	1	
O_{11}	2	051
O_{12}	3	
	4	

	L	Y
O_9	3	047
O_{10}	1	
O_{11}	2	
O_{12}	3	
	4	

3P MCCB-4 30AF 30AT

3P MCCB-S 50AF 50AT

3P MCCB-SM 30AF 30AT

3P MCCB-M 30AF 30AT

2P MCCB-5 30AF 15AT

2P MCCB-6 30AF 10AT

2P MCCB-7 30AF 15AT

2P MCCB-8 30AF 15AT

2P MCCB-14 30AF 15AT

予備

84S

84SM

84M

KS 30A 0.5A

KS 30A 0.5A CPU 電源

計装電源

マンマシン用電源

中継箱用電源

サーボドライブユニット

サーボドライブユニット

サーボドライブユニット

AC/DC コンバータ

AC100V/DC36V 15A

AC/DC コンバータ

AC100V/DC24V 3A

PC NC

DC 制御電源

MC-BS (K9/6Ⅱ-2W)

MC-BM (K9/6Ⅱ-2W)

DR

DR

BR 200W×3

BR 300W×3

BR 300W×3

DCL

DCL

DCL

DCL

DM12 DM7 DM12 DM11 DM10 DM1 DM2 DM7

B2 B7 B12 B11 B0 B1 B7

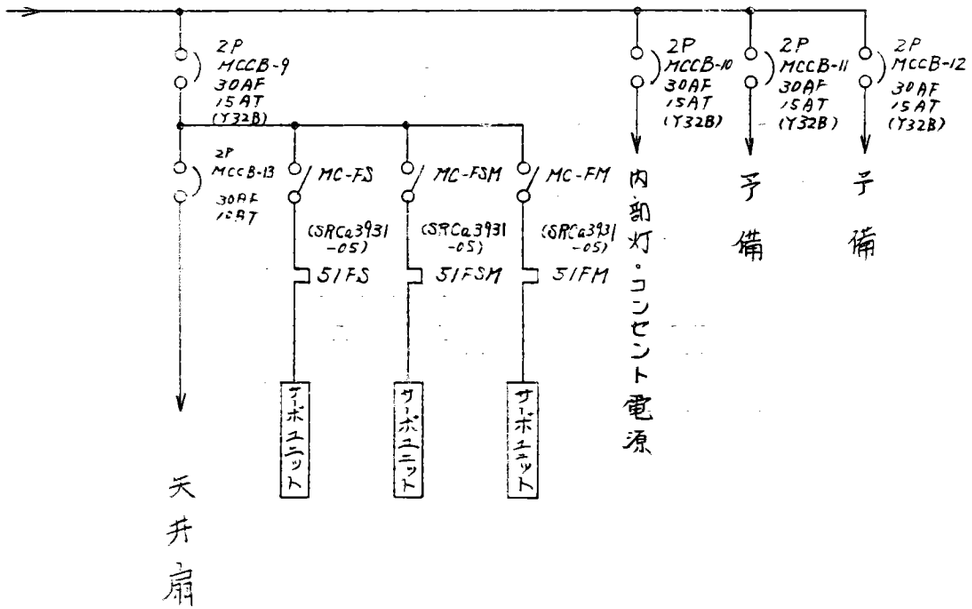
スレーブアーム

マスタアーム

スレーブアームブレーキ

マスタアームブレーキ

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 2



REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE
						3

SHEET NO.

MEIDEN

2P MCCB-8A
30AF
10AT

RC0 — RC — RC

AC200V 50HZ

TC0 — TC

84C

BS1 (コイル)

BS2 (メイン) (メイン)

MC-100 — MC-CS — MC-CM — MC-CSM

MC-100

T-100

BS3 (コイル) — BS4 (メイン)

BS3 X — BS4 X — MC-S — 5X-S

TX-100 — 84S — 84SM

BS3 X — BS4 X — MC-SM — 5X-S — 5X-M

TX-100 — 84SM — 84S — 84M

MC-100 — R — T-100 — G

TX-100 — TY-100 — BS3 X — BS4 X — MC-S — MC-CS — MC-CSX — MC-SM — MC-CSM — MC-CSMX

SHEET NO.

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE 4

MEIDEN

RC

RC

BS3 X

BS4 X

MC -M

5X -M

TX -100

84M

84SM

MC-CSM

MC -CS

MC -CM

MC -CSX

MC -CMX

51X -FS

MC -CS

MC -FS

5T -FS

MC -CS

51X -FSM

MC -CSM

MC -FSM

5T -FSM

MC -CSM

51X -FM

MC -CM

MC -FM

5T -FM

MC -CM

MCCB -13

51 -FS

51 -FSM

51 -FM

MC -M

MC -CM

MC -CMX

MC -FS

MC -FSX

5T -FS

MC -FSM

MC -FSMX

5T -FSM

MC -FM

MC -FMX

5T -FM

51X -F

51X -FS

51X -FSM

51X -FM

R

R

G

G

TC

TC

SHEET NO.

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE 5

MEIDEN

RC

RC

5EY

51X
-F

80D
X

30S
-S

MC
-CS

MC
-CSM

MC
-FSX

MC
-FSMX

MC
-BSX

43S
X

43R
X

INT
-CPU

2T
-S

2S1

2S2

2T
-S

1秒

30S
-M

MC
-CM

MC
-SM

MC
-FMX

MC
-FSMX

MC
-BMX

43S
X

43R
X

INT
-CPU

2T
M

2M1

2M2

2T
-M

1秒

TC

TC

H 3 M

0	3 063
1	4
0	6
8	5

M Y 4

O_9	3 063
	1
O_{10}	4 077
	2
O_{11}	1 073
	3
O_{12}	4 097
	1

M Y 4

O_9	3 205
	1
O_{10}	4 209
	2
O_{11}	1
	3
O_{12}	4
	1

H 3 M

0	3 065
1	4
0	6
8	5

M Y 4

O_9	3 066
	1
O_{10}	4 073
	2
O_{11}	1 077
	3
O_{12}	4 092
	1

M Y 4

O_9	3 202
	1
O_{10}	4 209
	2
O_{11}	1
	3
O_{12}	4
	1

SHEET NO.

REVISION		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE
訂正	△					6

MEIDEN

RC

TC

2S1 5R×1 1R X 4S×1 4S Y1

2S1 5R×1 4S×1

4S Y1

4S×1 5T -S

5X -S 4S×1

2M1 5R×1 1R×1 4M×1 4M Y1

2M1 5R×1 4M×1

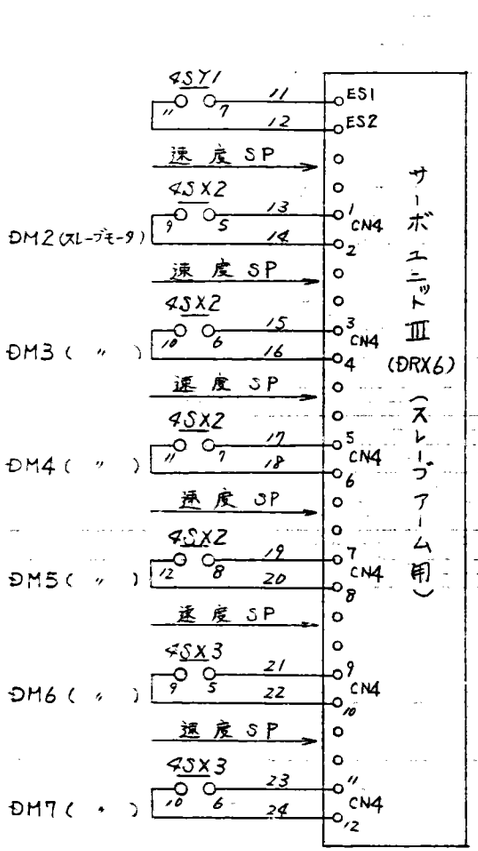
4M Y1

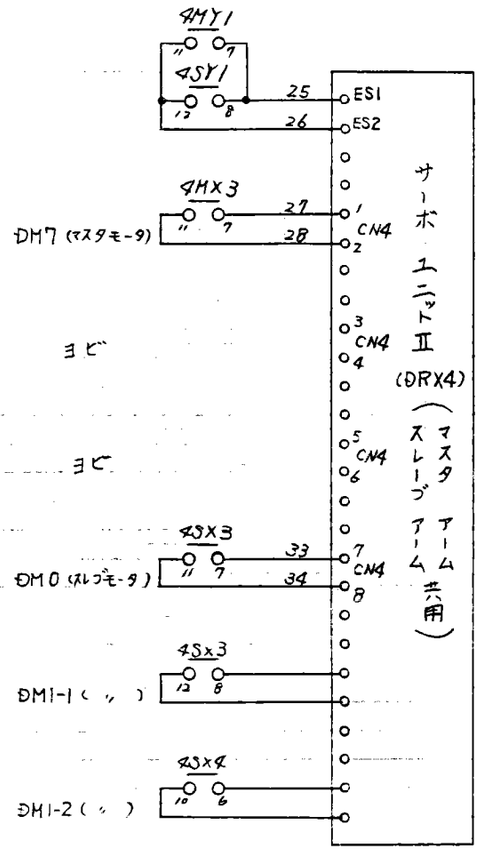
4M×1 5T -M

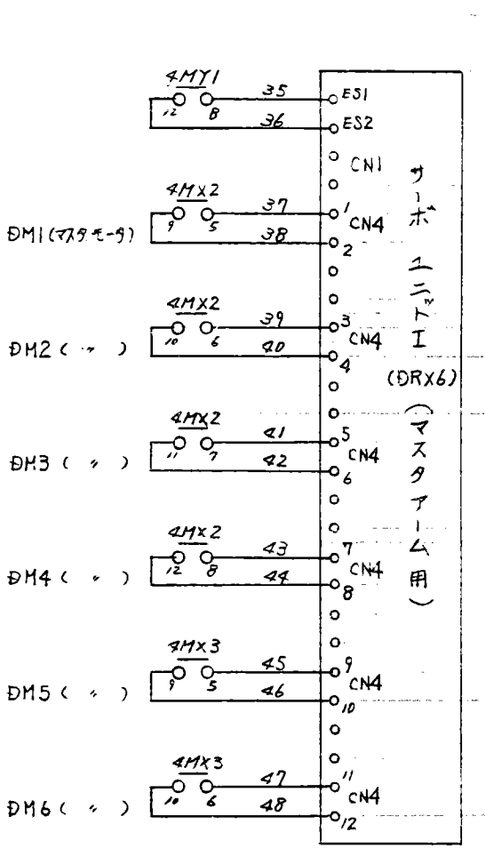
5X -M 4M×1

4S×1 4S×2 4S×3 4S×4 4S Y1 4S Y2 4T -BS 1秒 5X -S 5T -S 5秒 4M×1 4M×2 4M×3 4M Y1 4M Y2 4T -BM 1秒 5X -M 5T -M 1秒

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 7







SHEET NO.

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE 8

MEIDEN

PC

5R ×2

2SI

2MI

4T -BS

MC -BS

4T -BM

MC -BM

MC -CSMX

MC -S

MC -M

BSR

(故障復帰)

8AT -S

8AT -M

MC -BS

MC -BSX

MC -BM

MC -BMX

BAT -S

BAT -SX

BAT -M

BAT -MX

30R X

30R X1

30RX1

CNC13-7

CNC13-25

TC

K916I-2W

20-21	091
22-23	
30-31	061
32-33	

K916II-2W

20-21	092
22-23	
30-31	062
32-33	

H3M 094

H3M 095

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 9

MEIDEN

RC

BAT -5X

30R X

1011

5150 CN3

3050 CN5

5S11 CN3

30S11 CN5

5S2 CN3

30S2 CN5

5S12 CN3

30S12 CN5

30RS

30X -50 | 30Y -50

30X -S11 | 30Y -S11

30X -S2 | 30Y -S2

30X -S12 | 30Y -S12

30X -50

30Y -50

30X -S11

30Y -S11

30X -S2

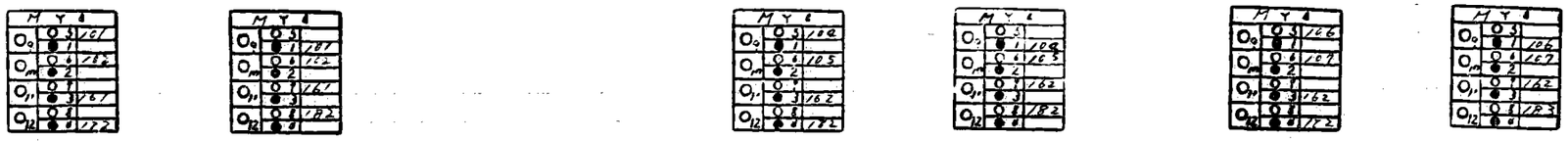
30Y -S2

30X -S12

30Y -S12

TC

TC



REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 10

MEIDEN

RC

1011

CN3 3 4 5153 — 11 — CN5 3 4 3053 — 12 — 30RS

CN3 5 6 5154 — 31 — CN5 5 6 3054 — 32 — 30RS

CN3 7 8 5155 — 51 — CN5 7 8 3055 — 52 — 30RS

CN3 9 10 5156 — 71 — CN5 9 10 3056 — 72 — 30RS

	30X -53	30Y -53	30X -54	30Y -54	30X -55	30Y -55	30X -56	30Y -56
9	○	○	○	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○	○	○	○
5	○		○		○		○	
6	○		○		○		○	
1		○		○		○		○
13	21		33		53		73	
14	22		34		54		74	
	30X -53	30Y -53	30X -54	30Y -54	30X -55	30Y -55	30X -56	30Y -56

TC

MTB

	3	1	2	4
O0	111	112	113	114
O1	121	122	123	124
O2	131	132	133	134
O3	141	142	143	144

	3	1	2	4
O0	115	116	117	118
O1	125	126	127	128
O2	135	136	137	138
O3	145	146	147	148

	3	1	2	4
O0	151	152	153	154
O1	161	162	163	164
O2	171	172	173	174
O3	181	182	183	184

	3	1	2	4
O0	155	156	157	158
O1	165	166	167	168
O2	175	176	177	178
O3	185	186	187	188

SHEET NO.

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE
					11

MEIDEN

1011
RC
1011
1231
CN3 11 12 51S7
CN5 11 12 30S7
CN3 1 2 51M1
CN5 1 2 30M1
CN3 3 4 51M2
CN5 3 4 30M2
CN3 5 6 51M3
CN5 5 6 30M3
9 5 8AT -MX
10 2 30R
30RS
30RM
TC
TC
30X -S7
30Y -S7
30X -M1
30Y -M1
30X -M2
30Y -M2
30X -M3
30Y -M3

SHEET NO.

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE
					12

MEIDEN

RC

1231

CN3 7 8 51M4

CN5 7 8 30M4

11

12

30RM

9 5 30X -M4 13 30X -M4 14

9 1 30Y -M4 13 30Y -M4 14

CN3 9 10 51M5

CN5 9 10 30M5

31

32

10 6 30X -M4 13 30X -M4 14

10 6 30Y -M4 13 30Y -M4 14

9 5 30X -M5 13 30X -M5 14

9 1 30Y -M5 13 30Y -M5 14

CN3 11 12 51M6

CN5 11 12 30M6

51

52

10 6 30X -M5 13 30X -M5 14

10 6 30Y -M5 13 30Y -M5 14

9 5 30X -M6 13 30X -M6 14

9 1 30Y -M6 13 30Y -M6 14

CN3 1 2 51M7

CN5 1 2 30M7

71

72

10 6 30X -M6 13 30X -M6 14

10 6 30Y -M6 13 30Y -M6 14

9 5 30X -M7 13 30X -M7 14

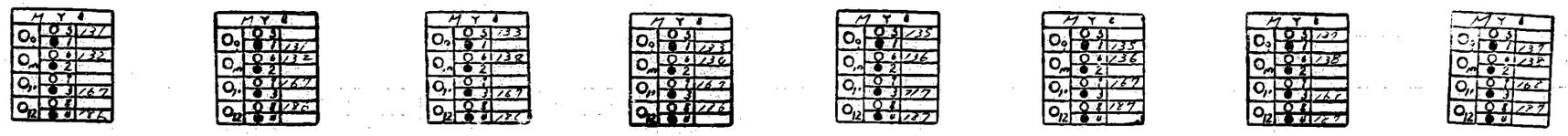
9 1 30Y -M7 13 30Y -M7 14

10 6 30X -M7 13 30X -M7 14

10 6 30Y -M7 13 30Y -M7 14

TC

TC



SHEET NO.

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE
						13

MEIDEN

1011
RC
1231
RC
30RS
30RM
TC
TC

8AT -SX
8AT -MX
30S
30M
303M
30R
30X -S
30Y -S
30X -SM
30Y -SM
30X -M
30Y -M
302 -S
302 -SM
302 -M

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 14

MEIDEN

RC

MCCB -S (KC)

MCCB -SM (KC)

MCCB -M (KC)

302 -S

51AX -S

51X -FS

302 -SM

51AX -SM

51X -FSM

302 -M

51AX -M

51X -FM

30W -M

30W -S

30W -SM

30S -S

30S -M

11

15

21

31

45

65

81

13 51AX -S 14

13 51AX -SM 14

13 51AX -M 14

13 30W -S 14

13 30W -SM 14

13 30W -M 14

BZ

TC

TC

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 15

MEIDEN

RC

RC

TC

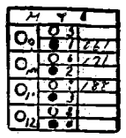
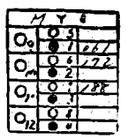
TC

| | | |

MEIDEN

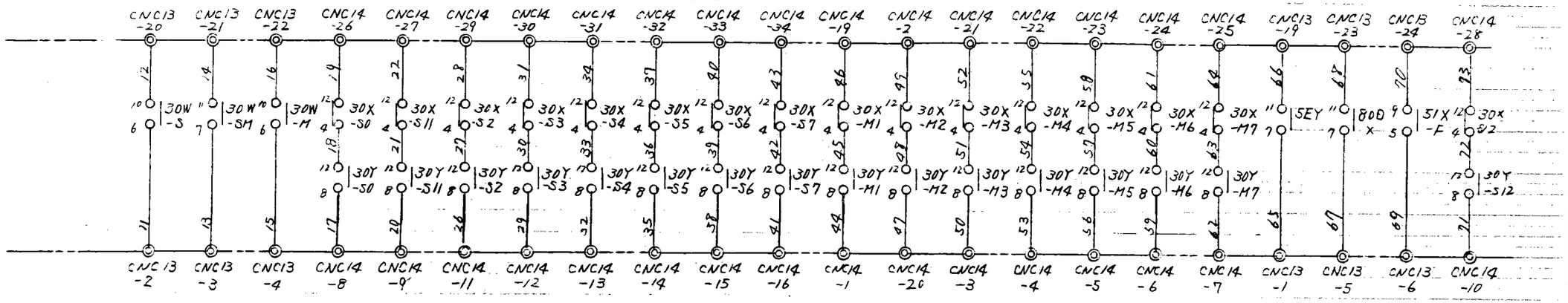
RC

12 30R
4
11
A1 5E 9 5EX 10 5EY 9 TY-100 10 80D
A2 5 6 5 6
21
4 80D
3
12 22
13 13
SEY 80D
14 14
TC

REVISION 訂正 △ △ △	*Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.* 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 17

MEIDEN



サーボドライバ
主回路故障

スレーブアーム サーボドライブ故障
0軸 1軸 2軸 3軸 4軸 5軸 6軸 7軸

マスターアーム サーボドライブ故障
1軸 2軸 3軸 4軸 5軸 6軸 7軸

非常停止

直流制御電圧低下

天井扇故障

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 18

MEIDEN

(A3PJ-5763-24E / A3PJ-7040-1)　(A3PJ-5701-24E / A3PJ-7030-1)　(A3PJ-5701-24E / A3PJ-7040-1)　(A3PJ-5701-24E / A3PJ-7030-1)　(今 左)

PC　NC

コントロールBOX側

パラメータ　イニシャライズ　トルクP　基準位置1　基準位置II

R

CN5R　AW　AP　AR　AS　BH　BF　BN　BM　BL　BE　BA　AV

R3

両新盤側

21　22　31　41　45　61　71　75　85

R1

80-G　R1　R2　R3　R5A　R5B

CNC9-1　CNC9-19　CNC9-2　CNC9-20　CNC15-15　CNC9-3　CNC9-21　CNC9-4　CNC9-22　CNC16-1　CNC9-5　CNC9-23　CNC16-2　CNC15-33　CNC16-19　CNC16-20

イニシャライズ中　基準位置I動作中　基準位置II動作中

CPU側

SAV-FM7

MYT

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 19

MEIDEN

(A3PJ-5701-24E A3PJ-7030-1) (左) (A3PJ-5763-24E A3PJ-7040-1) (A3PJ-5702-24E A3PJ-7030-1) (A3PJ-5703-24E A3PJ-7030-1)

PC NC PC

基準位置Ⅲ　緊急停止　制御モード切換　制御入(二連)　制御切

コントロールBOX側

CN5R AN AF AH AJ BV BU BT BK BD AZ AM

BZ

制御盤側

BZX 2S2 2M2 IRX2 INT 5RY 5RX2 4S Y2 4M Y2 TRX

R7 R5C SEX BZX INT IRX2 IRX1 5RY 5RX1 5RX2 INT-CPU TRX

CNC9-6 CNC9-24 CNC16-3 CNC9-7 CNC9-25 CNC16-5 CNC9-8 CNC9-26 CNC16-4 CNC9-9 CNC9-27

CNC16-21 基準位置Ⅲ動作中

CNC16-23 誤操作時 DN

CNC16-22 CPU条件 OK

CPU側

INT IRX1 IRX2 5RY

H3M

REVISION		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 20
訂正	△					

MEIDEN

(A3PJ-5751-24E)
A3PJ-7040-1

(ASW33-20)

(ASW33-20)

(A3PJ-5751-24E)
A3PJ-7040-1

PC
NC
PC

動作速度
コントロールBOX側
CN5R
AE
Z

0軸 CW
AB

0軸 CCW
T

6軸(二連) CW
U

CCW
CC

1軸切換
CB
CA
CK

制御盤側

11
12
8
43SX
12

21
31
41
51
71
72
73

43SX 12 13
43SX 9 5

RO-CW 12 13
RO-CW 9 5

RO-CCW 12 13
RO-CCW 9 5

R6-CW 12 13
R6-CW 9 5

R6-CCW 12 13
R6-CCW 9 5

R-CM1 12 13
R-CM1 9 5

NC
PC

15 16
CNC9 -10 CNC9 -28

25 26
CNC9 -12 CNC9 -30

35 36
CNC9 -11 CNC9 -29

45 46
CNC9 -14 CNC9 -32

65 66
CNC9 -13 CNC9 -31

75 76
CNC10 -1 CNC10 -19

CNC15 -1
CNC15 -2

CNC15 -19
1軸
マスタ側
コントロールBOX側

CPU側

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 21

MEIDEN

(A3PJ-5751-24E)
A3PJ-7040-1

(今 左) (今 左) (今 左) (今 左) (今 左)

PC
NC
CN5R
PC

2軸切換
3軸切換
4軸切換
5軸切換
6軸切換

コントロール BOX側

CJ BS BJ BW BX BR CL CM CE DA DB CV CY CZ CT

制御盤側

11 21 22 25 31 32 41 51 52 55 63 64 71 81 82

R CM2 R CM3 R CM4 R CM5 R CM6

CNC10-2 CNC10-20 CNC15-3 CNC15-4
CNC10-3 CNC10-21 CNC15-5 CNC15-6
CNC10-4 CNC10-22 CNC15-7 CNC15-8
CNC10-5 CNC10-23 CNC15-9 CNC15-10
CNC10-6 CNC10-24 CNC15-11 CNC15-12

NCN15-21 2軸
NCN15-23 3軸
CNC15-25 4軸
CNC15-27 5軸
CNC15-29 6軸

CPU側

マスタ側 コントロールBOX側

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 22

MEIDEN

(A3PJ-5751-2QE)
A3PJ-7040

PC
NC
PC

7軸切換

コントロールBOX側

6軸解余

CN5R
CW
CX
CR
CF
CH

制御盤側

R CM1
R CM2
R CM3
R CM4
R CM5
R CM6
R CM7

R CM7

R CM7

R3R

R6R

CNC10 -7
CNC10 -25
CNC 15-13
CNC15 -14
CNC15 -31
7軸

CNC9 -15
CNC9 -33
CNC16 -6
CNC16 -24

解余中ON
解余終了OFF

マスター側

コントロールBOX側

CPU側

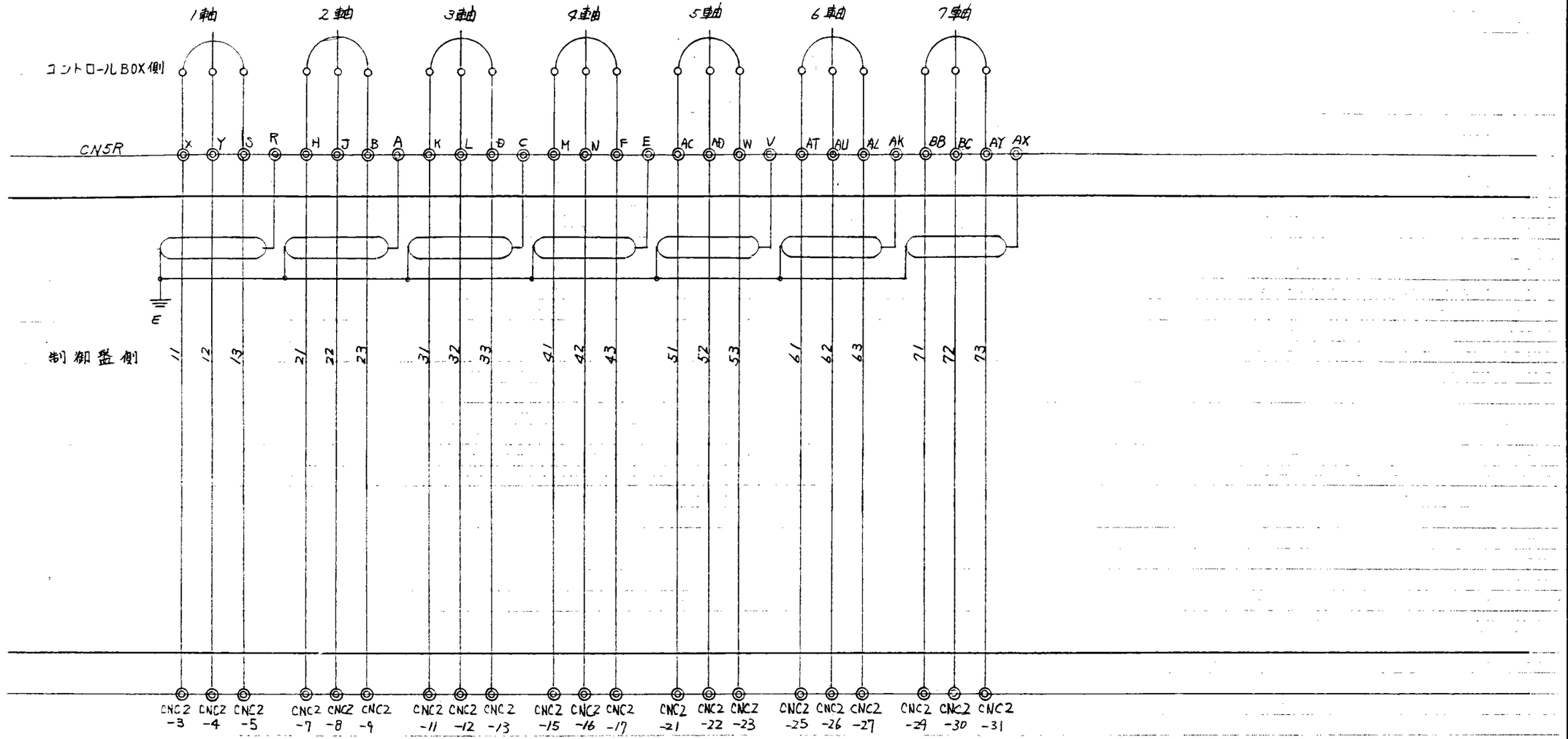
REVISION	
訂 正	△
	△
	△

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE
			23

MEIDEN

ポテンション（軸角度）



REVISION		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE
訂正	△	株式会社 明電舎				24

MEIDEN

マスタ側

7軸 ロック

6軸 運統

CW

CCW

インデックス

CNCR

R

S

a

b

t

u

v

g

PC

R
2KΩ ½W

制御盤側

RM1 Y

RM1 X

RM1 Z

RM1 ZX

RM6 CW

RM6 CCW

RM2

CNC11 -2

CNC11 -20

CNC11 -6

CNC11 -24

CNC11 -7

CNC11 -25

CNC11 -3

CNC11 -21

CNC11 -1

CNC11 -19

NC

CPU 1(R1)

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 25

MEIDEN

(SR-0) レゾルバ変換器デバイス
CNS0 変換器側コネクタ デバイス

サーボドライバ / ブレーキ回路 / リアクトル SL1-1 / ブレーキ回路

(SR-1-1)
CNS11

リアクトル SL1-1

(SR-1-2)
CNS12

CN1R

Y	h	g	P	A	B	E	M	L	K	J	D	C	X	g	T	U	F	H	K	S	b	a	Z	P	N	A	AA	i	j	k	V	AD	AC	AB	M	x
PR241+	PR242-	PBS1+	NBS1-										PR251+	PR252-	PBS1+	NBS1-										PR261+	PR262-									

1	2	3	4	5	6	7	8	9	シールド
赤	赤	橙	黄	緑	青	紫	灰		

DMQ S / BQ S

レゾルバ 0

SR-0

DM1-1 S / B1-1 S

レゾルバ 1-1

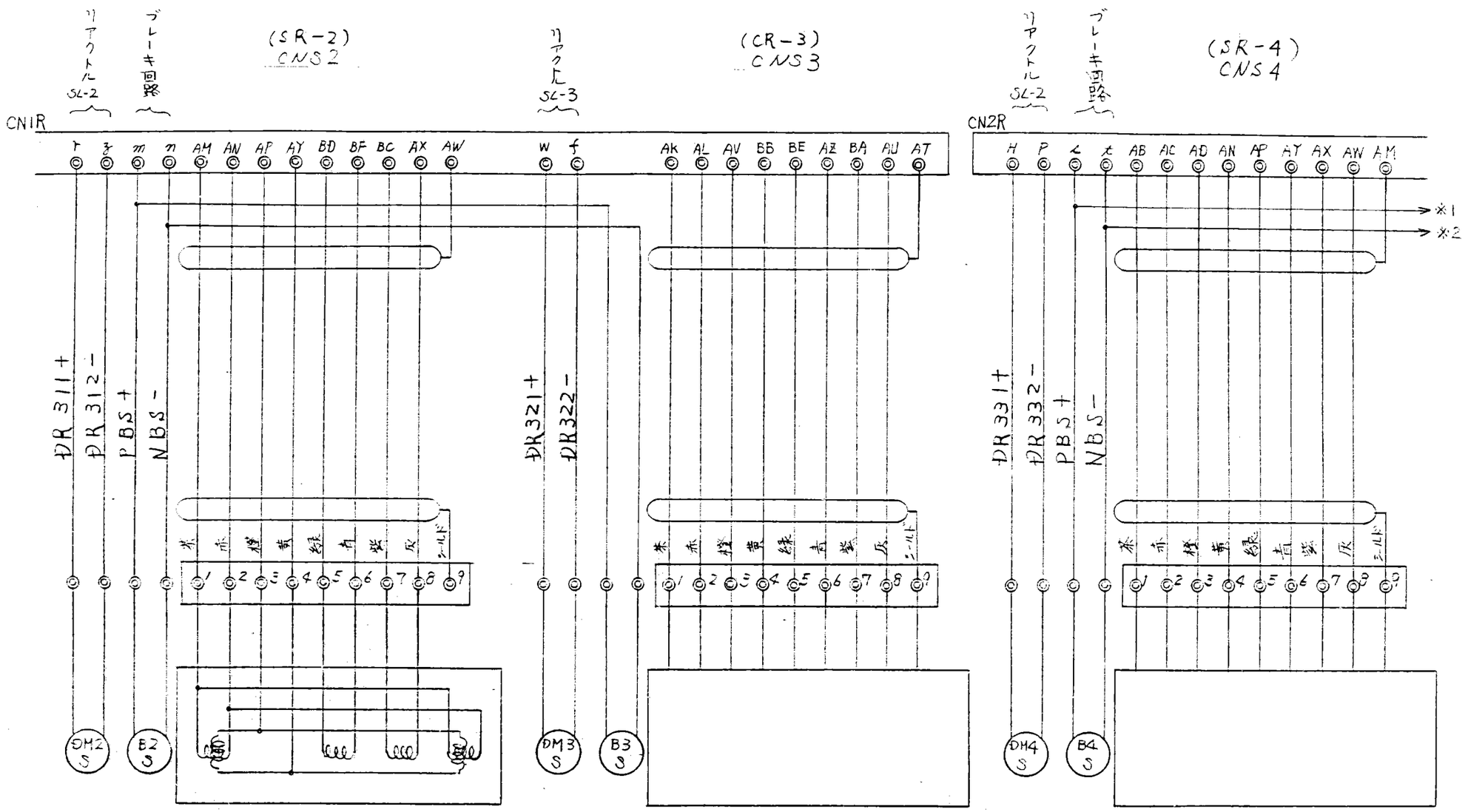
SR-1-1

DM1-2 S / B1-2 S

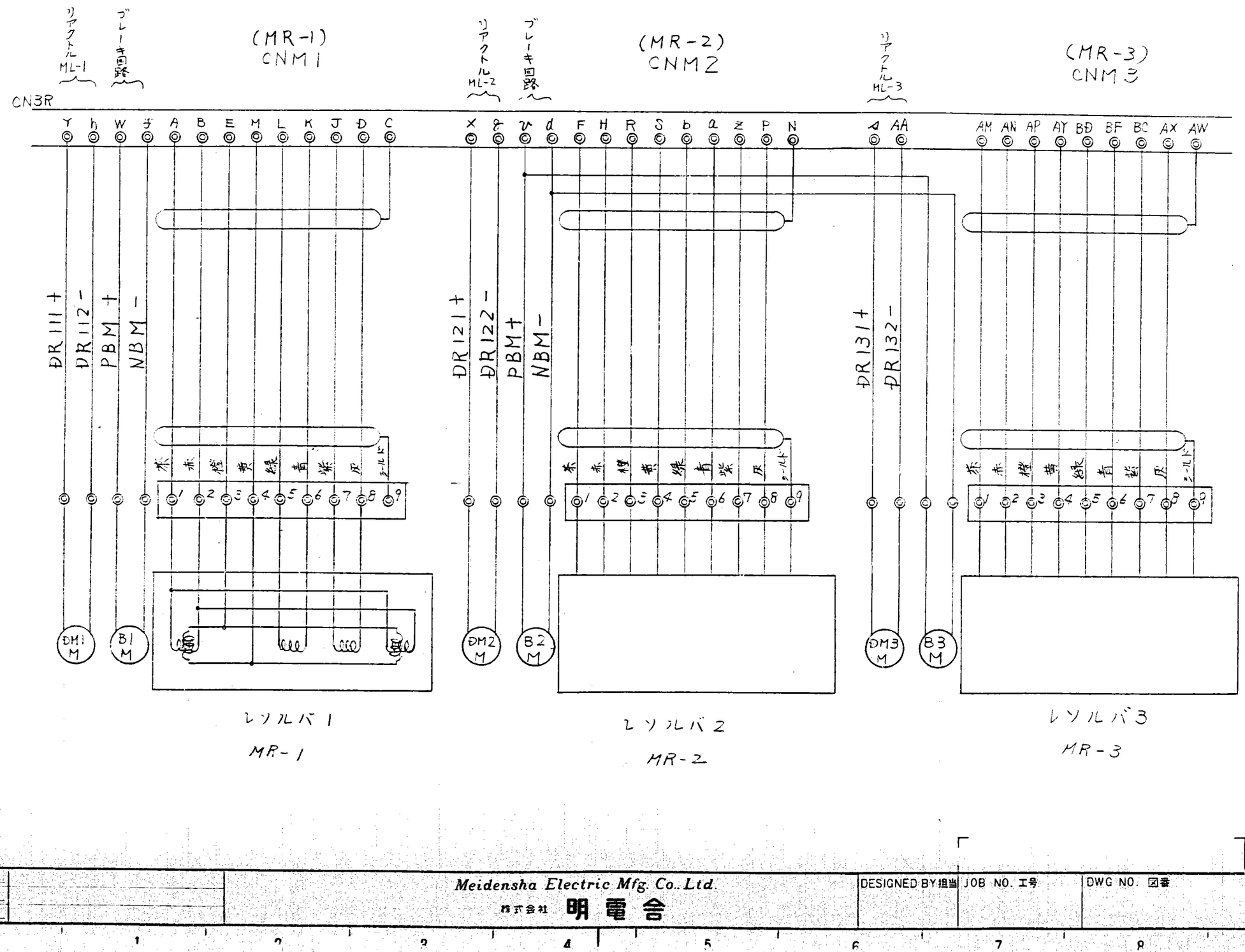
レゾルバ 1-2

SR-1-2

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 26



REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE



REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE

MEIDEN

(SR-5)
CN55

(SR-6)
CN56

(SR-7)
CN57

CN2R

コネクタ SL-5

コネクタ SL-6

ゴースト回路

コネクタ SL-7

F N AU AV BD BC BB BF BE BA AZ

X h R S W x y AF AH AT AS AR AE

W g T U V d f p n m C

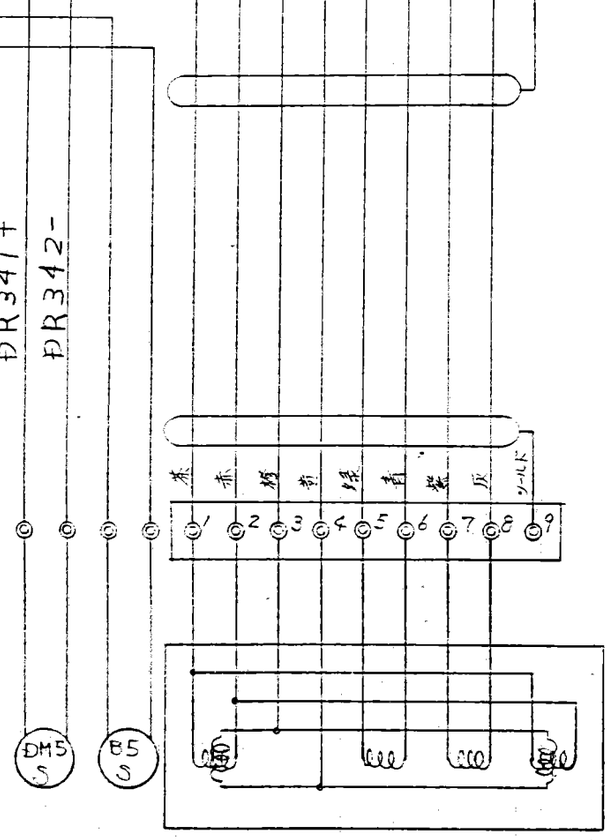
※1

※2

DR341+
DR342-

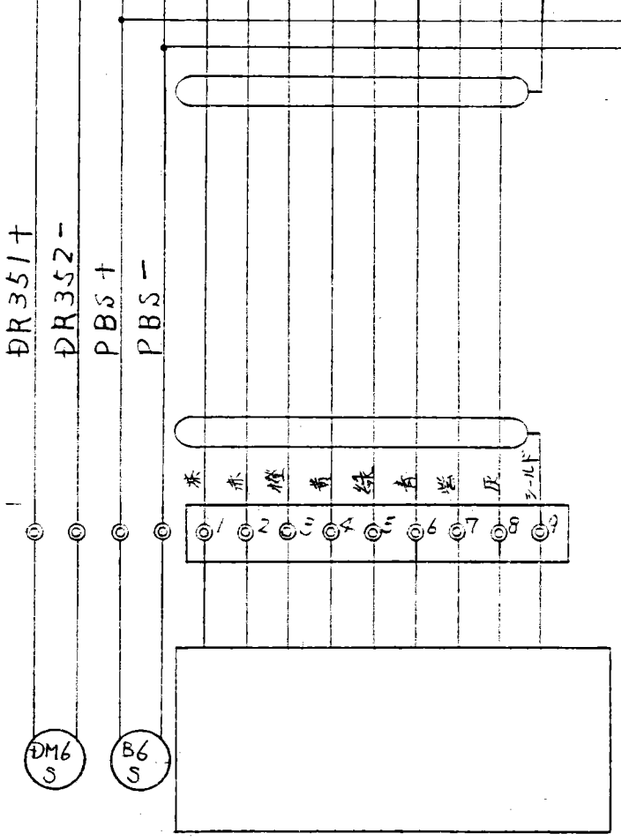
DR351+
DR352-
PB5+
PB5-

DR361+
DR362-



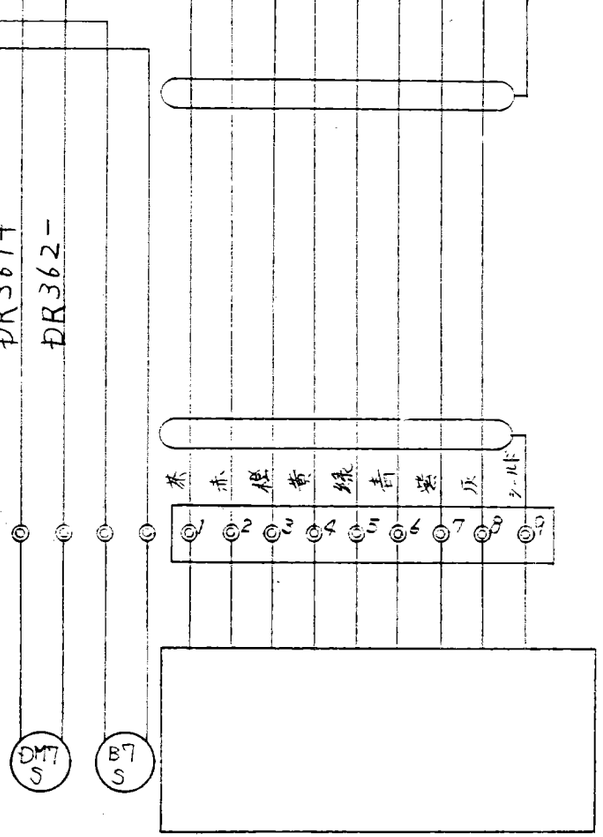
レソルバ 5

SR-5



レソルバ 6

SR-6

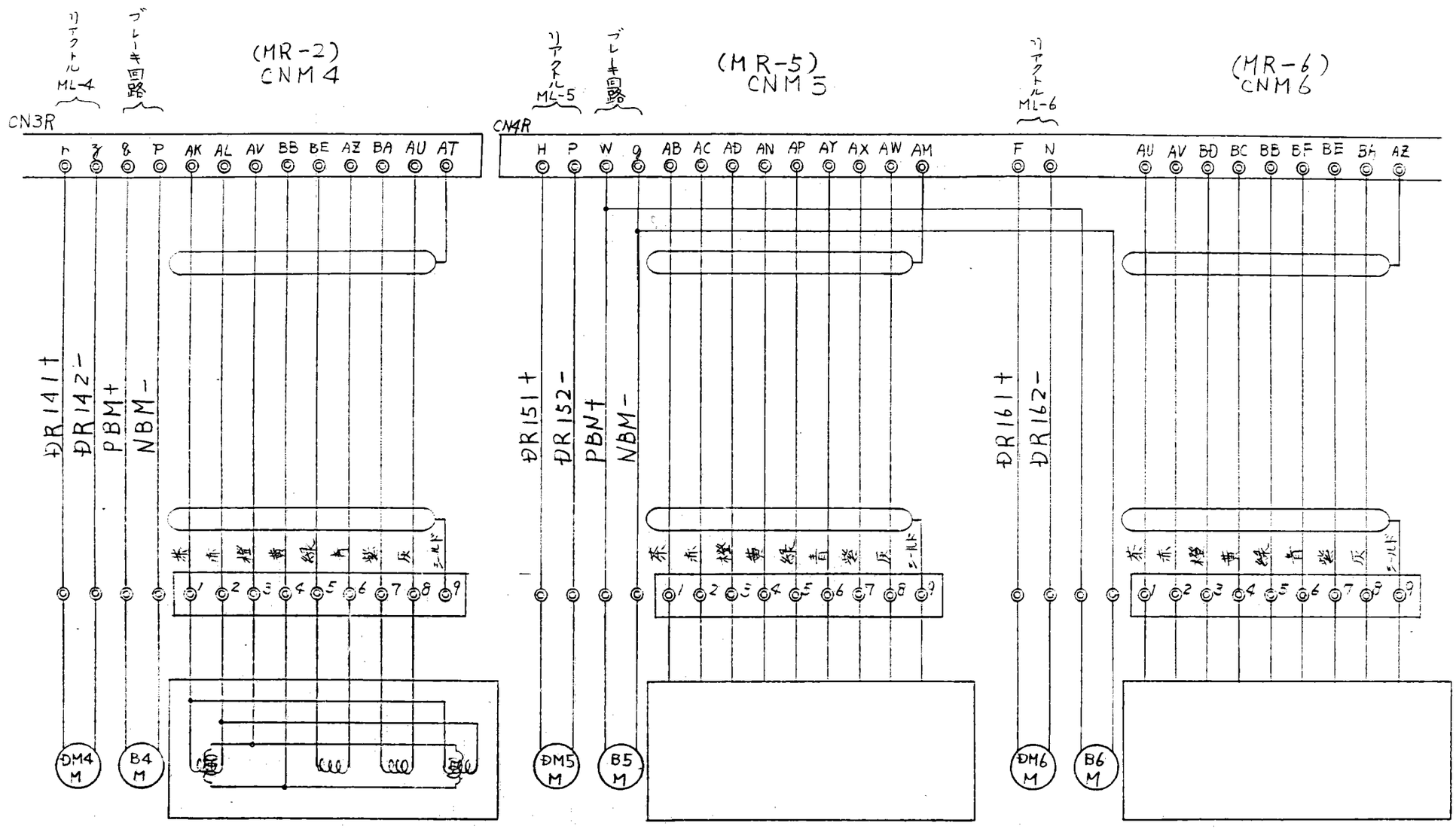


レソルバ 7

SR-7

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 27A

MEIDEN



レゾルバ4
MR-4

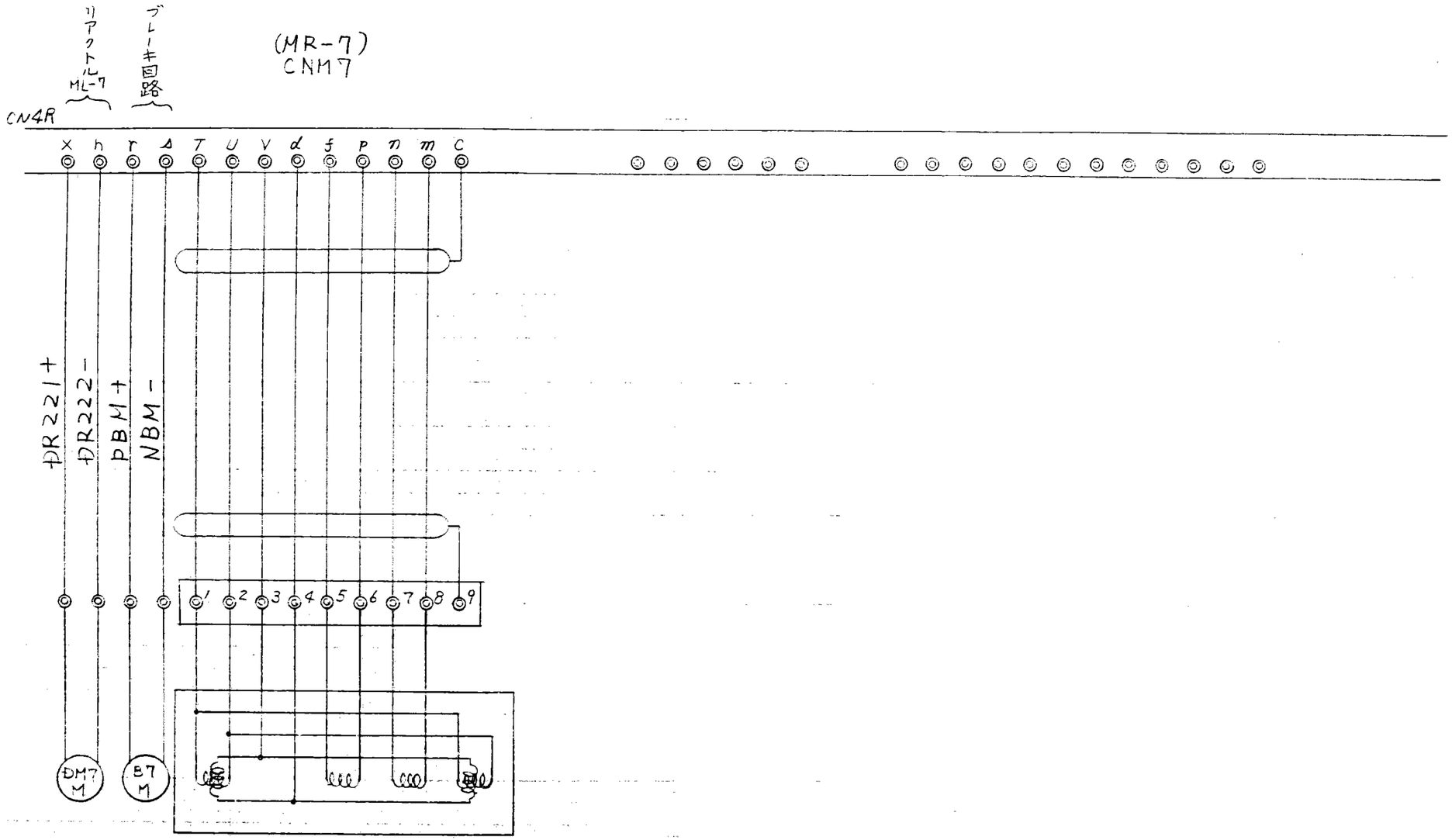
レゾルバ5
MR-5

レゾルバ6
MR-6

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE

MEIDEN

(MR-7)
CNM7



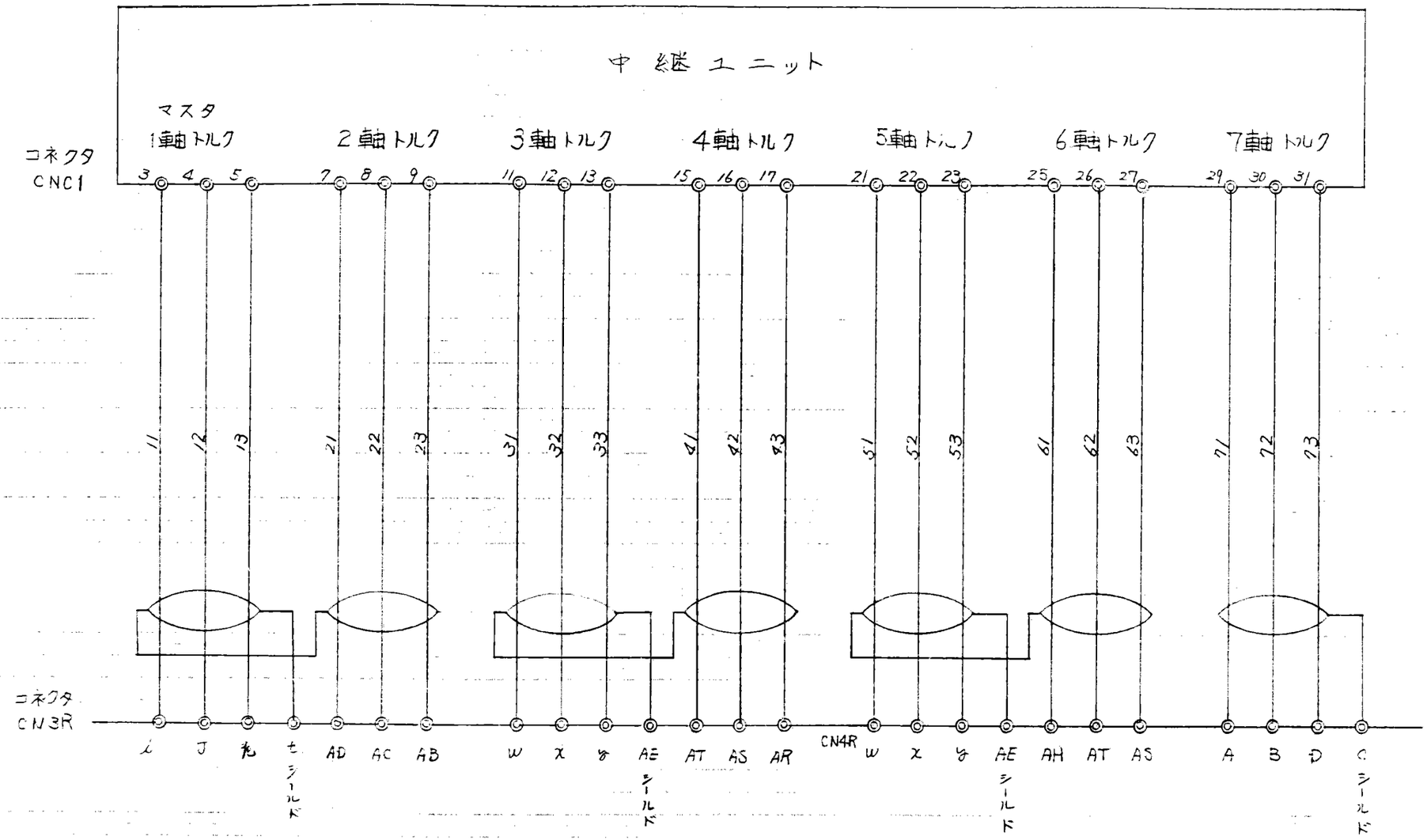
レゾルバ 7

MR-7

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 2

MEIDEN

中継ユニット



REVISION		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd.	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO.
訂正		株式会社 明電舎				PAGE 30

複線接続図

MEIDEN

CUSTOMER 動力炉・核燃料開発事業団東海事業所
御需要家 技術部リサイクル技術開発室殿

APPLICATION
装置名 エルボタウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

TITLE MULTI-LINE CONNECTION DIAGRAM
図面名称 複線接続図

	PANEL CODE 盤記号	PANEL DESIGNATION 盤名称	DWG. NO. OR PAGE 図番又はページ	PANEL CODE 盤記号	PANEL DESIGNATION 盤名称	DWG. NO. OR PAGE 図番又はページ	PANEL CODE 盤記号	PANEL DESIGNATION 盤名称	DWG. NO. OR PAGE 図番又はページ
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									

TOTAL

REV.		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	APPROVED BY 承認	CHECKED BY 検図	DESIGNED BY 設計	JOB NO. 工事	DWG. NO. 図番	PAGE
△							EE 30187	1/4
△								
△								

MEIDEN

3φ 200V 50HZ

PL R01 EF R S T A

MCCB-1 3P 50AF 50AT

MCCB-3 2P 30AF 15AT

MC-S (SRCa3631-05)

MC-SM (SRCa3631-05)

MC-M (SRCa3631-05)

3φTR 10KVA 200/100-80-60-50V (AIH)

200V 制動電源

MCCB-4 3P 30AF 30AT

MCCB-S 3P 50AF 50AT (64S) (LY4)

MCCB-SM 3P 30AF 30AT (84SM) (LY4)

MCCB-M 3P 30AF 30AT (84M) (LY4)

予備

サーボドライブユニット(3)

サーボドライブユニット(2)

サーボドライブユニット(1)

RG1(DR6) (DR5) (DR4) (DR3) (DR2) (DR1)

RG2

SL-7 SL-6 SL-5 SL-4 SL-3 SL-2 DCL X6

SL-1-2 SL-1-1 SL-0 ML-7 DCL X4

ML-6 ML-5 ML-4 ML-3 ML-2 ML-1 DCL X6

400WX3

300WX3

300WX3

IV1.25□

スレーブアーム

マスタアーム

REVISION 訂正	Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 2

MEIDEN

A
R
T

MCCB-2
2 P
50AF
30AT

R41 T41

1φTR
5KVA
200/100V
(AIH)

13
14 84C (LY4)

R42 T42

MC-100
(SRC3631-2)

R43 T43

MCCB-5
2 P
30AF
20AT

R44 T44

2PCKS
30A
0F15A

R45 T45

1φIT
1KVA
100/45-40V
(AIH)

R46 T46

ダイオードスタック
DC16A
(SID01-03-B4/1C)

PBS NBS

MC-BS
(K916Ⅱ-2W)

PBS1 NBS1

DR
30W 14Ω

PBS NBS

KIV0.75□

CN2R-R CN3R-S CN2R-A CN2R-L CN1R-M CN1R-N CN1R-T CN1R-U CN1R-B CN1R-A

B7 B6 B5 B4 B3 B2 B12 B11 B0

スレーブアームブレーキ

R43 T43
B

MCCB-6
2 P
30AF
10AT

R61 T61

MCCB-7
2 P
30AF
15AT

R71 T71

MCCB-8
2 P
30AF
15AT

R81 T81

2PCKS
30A
0F5A

R51 T51

CPU電源

1φIT
100VA
100/30-28-26V
(AIH)

計装電源

マンマシン用電源

R52 T52

ダイオードスタック
DC3A
(ERC01-02-B4/1C)

PC NC

制御電源

MC-BM
(K916Ⅱ-2W)

PBM1 NBM1

DR
30W 16Ω

PBM NBM

KIV0.75□

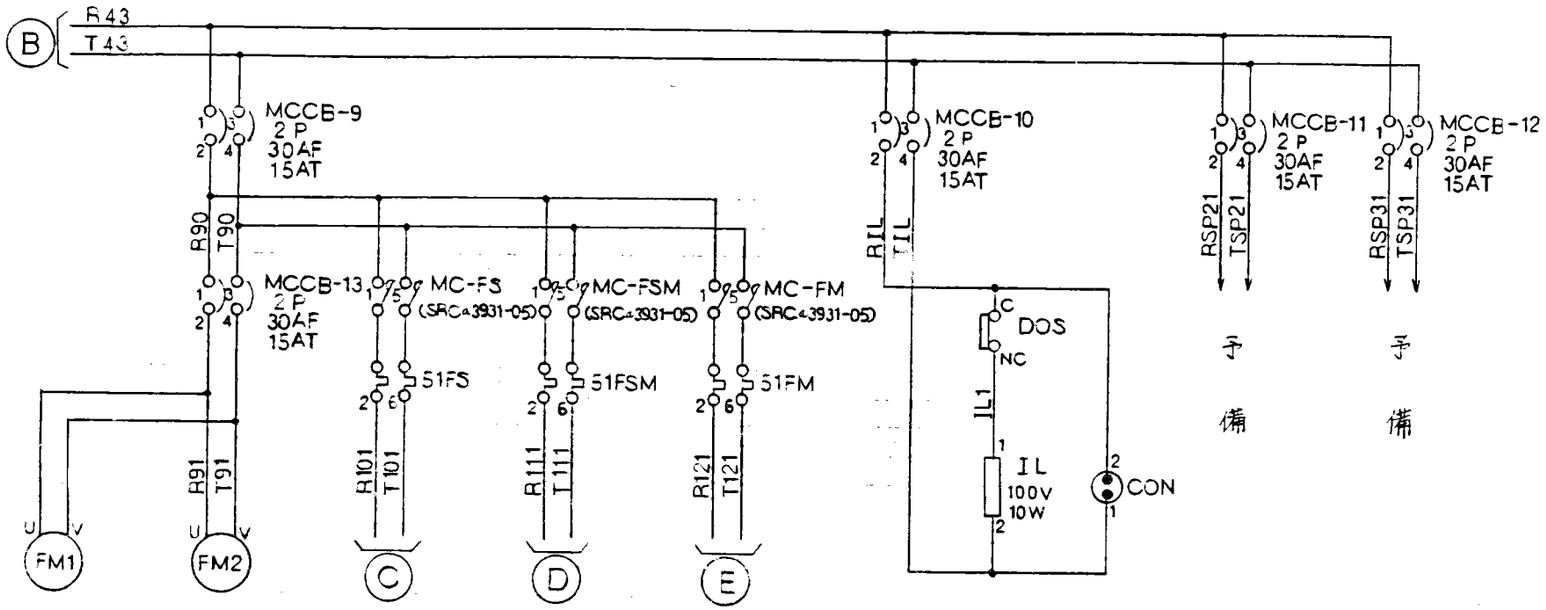
CN4R-T CN4R-A CN4R-W CN4R-B CN3R-B CN3R-P CN3R-V CN3R-A CN3R-W CN3R-S

B7 B6 B5 B4 B3 B2 B1

マスターアームブレーキ

SHEET NO.

REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	PAGE 3



REVISION 訂正		Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎	DESIGNED BY 担当	JOB NO. 工号	DWG NO. 図番	SHEET NO. PAGE 4/4

Meidensha Electric Mfg Co., Ltd.

明電舎

TITLE

配線番号一覧表

A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	MY4 DC24V
R1	R2	R3	R5A	R5B	R5C	5EX	R7	B2X	1RX1	5RX1	5RX2	INT-CPU	
A14	A15	A16	A17	A18									
43SX	R0-CW	R0-CCW	R6-CW	R6-CCW									
B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	MY4 DC24V
R-CM1	R-CM2	R-CM3	R-CM4	R-CM5	R-CM6	R-CM7	43RX	R6-R	RM1X	RM1Y	RM1Z	RM6CW	
B14	B15	B16	B17	B18									
RM6CCW	RM2	X	5RY	1RX2									
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11			LY4 AC100V
84S	84SM	84M	84C	MC-B3X	MC-BMY	INT	RM1ZX						
				M1-4			M1-4						
D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10	D11	D12	D13	MY4 AC200V
TX-100	TY-100	BS3X	BS4X	MC-CS	MC-CSM	MC-CM	51X-F	51X-FS	51X-FSM	51X-FM	2S1	2S2	
D14	D15	D16	D17	D18									
2M1	2M2	4SX1	4SX2	4SX3									
E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	MY4 AC200V
4SX4	4SY1	4SY2	5X-S	4MX1	4MX2	4MX3	4MY1	4MY2	5X-M	8AT-SX	8AT-MX	30RX	
E14	E15	E16	E17	E18									
30X-S0	30Y-S0	30X-S1	30Y-S1	30X-S2									

Meidensha Electric Mfg Co., Ltd.

明電舎

TITLE

盤面表示一覧表

F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	
30Y-S2	30X-S3	30Y-S3	30X-S4	30Y-S4	30X-S5	30Y-S5	30X-S6	30Y-S6	30X-S7	30Y-S7	30X-M1	30Y-M1	MY4 AC200V
F14	F15	F16	F17	F18									
30X-M2	30Y-M2	30X-M3	30Y-M3	30X-M4									
G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	MY4 AC200V
30Y-M4	30X-M5	30Y-M5	30X-M6	30Y-M6	30X-M7	30Y-M7	30X-S	30Y-S	30X-SM	30Y-SM	30X-M	30Y-M	
G14	G15	G16	G17	G18									
30Z-S	30Z-SM	30Z-M	51AX-S	51AX-SM									
H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	MY4 AC200V
51AX-M	30W-S	30W-SM	30W-M	30S-S	30S-M	5EY	8DDX	MC-FSX	MC-FSMX	MC-FMX	MC-CSX	MC-CSMX	
H14	H15	H16	H17	H18									
MC-CMX	30XS12	30YS12	30RX1	3.6"									

製作過程

9

RD58E-7238

動力炉・核燃料開発事業団殿

製作報告書

（製作過程）

件名

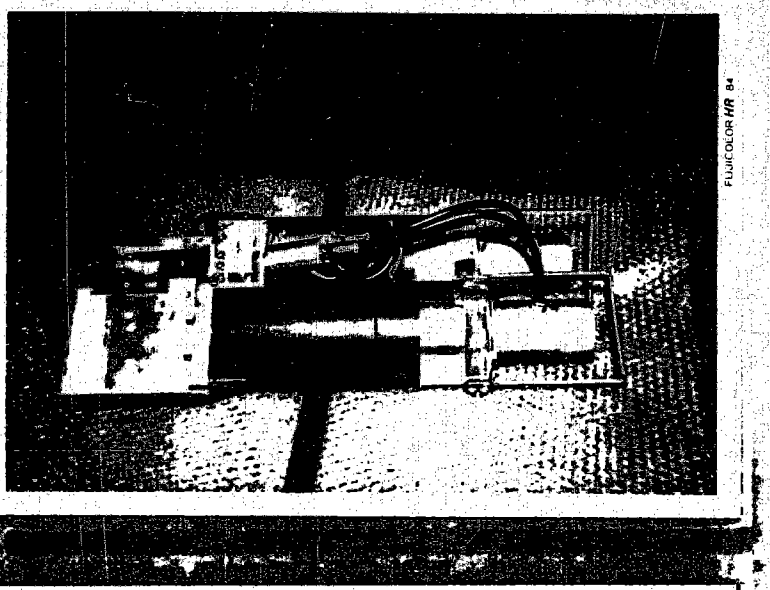
エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

昭和60年　2月15日

（株）　明電舎

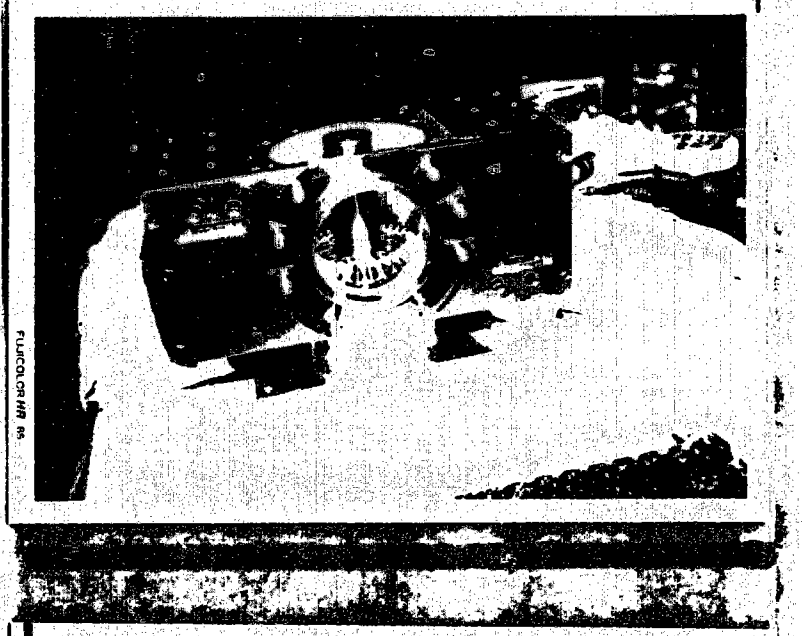
スレーブ

アクチュエータとギヤボックス。
モータフランジ部より分離可能な
構造になっている。



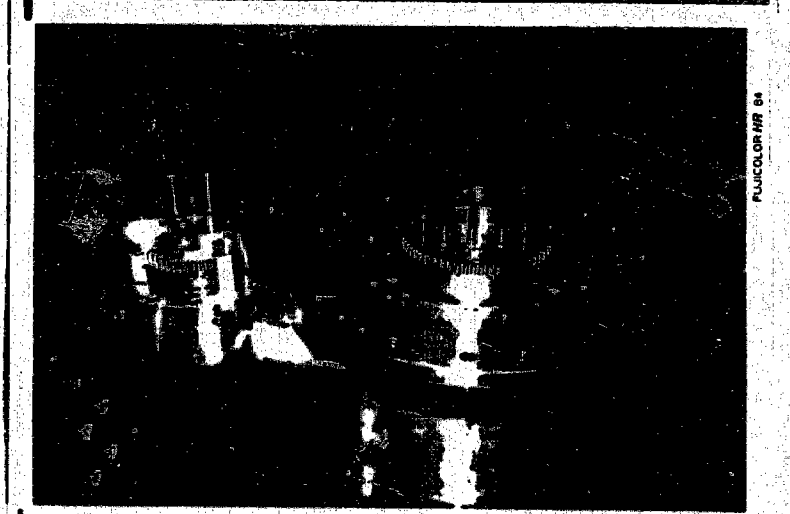
スレーブ

1軸用ギヤボックスベース。
手前の面にギヤボックスが取
付けられる。



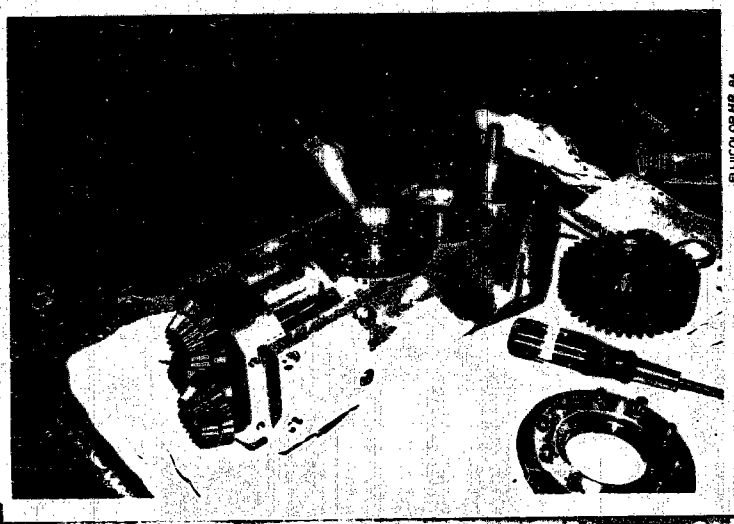
スレーブ

肩部を上方から見たところ。この
上に1～7軸のギヤボックスが取
付けられる。



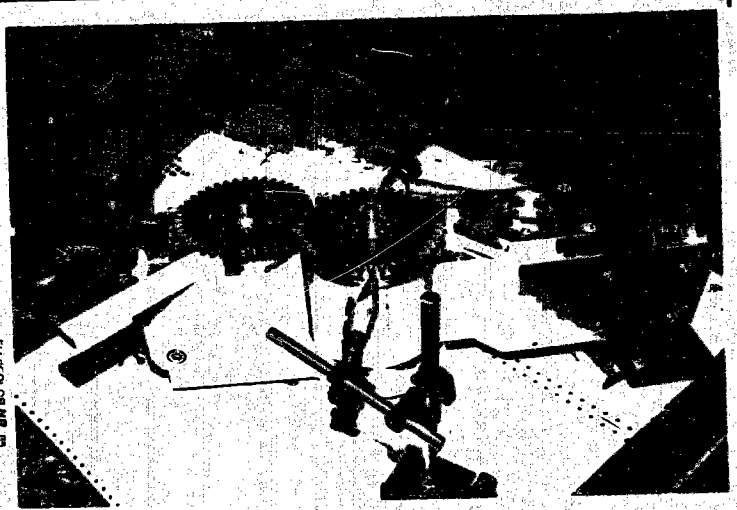
スレーブ

上腕と肘部。
右方にトルクチューブ入力ギヤが見える。（2～7軸用）



スレーブ

前腕部。左側の４個の傘歯車が手先４軸の駆動用ギヤである。



スレーブ

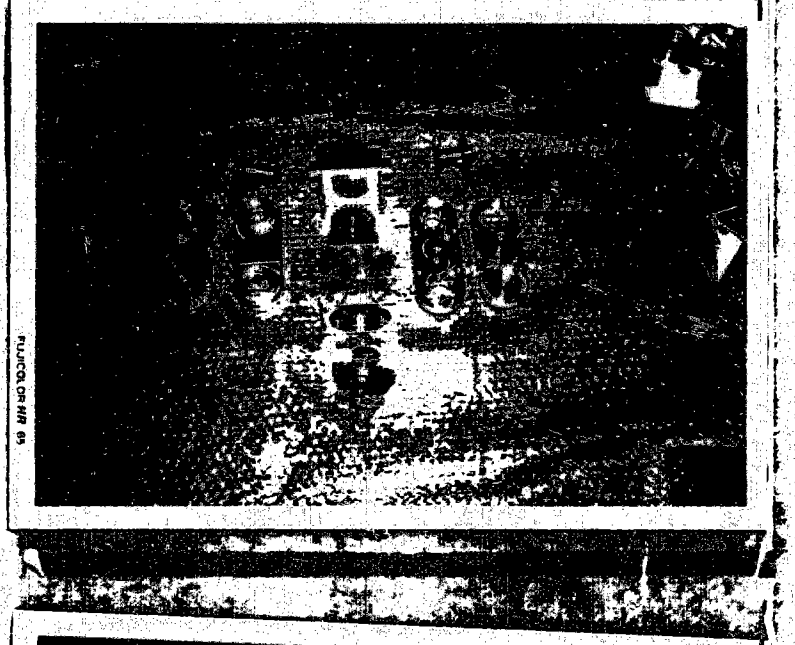
肘部と前腕部を連結したところ。
左側が上腕につながる。

スレーブ

前腕と手首部の連結部。上の部品はギヤ部のみを取り出したところ。

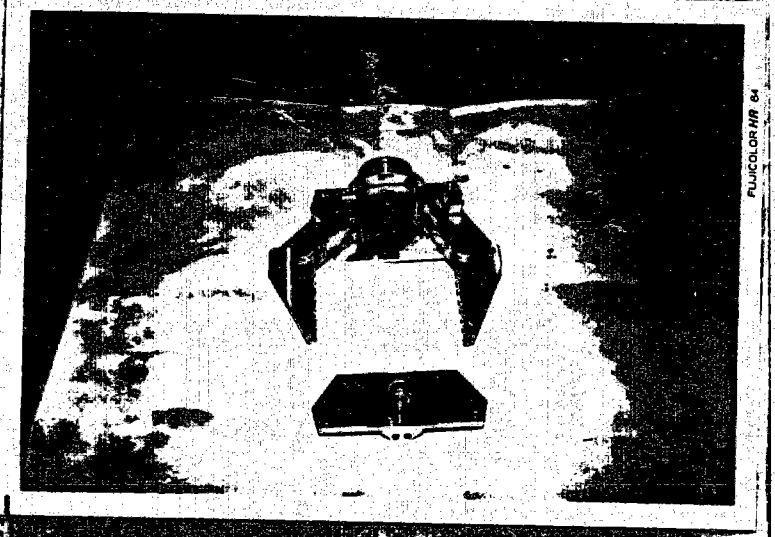
スレーブ

手首ギヤボックス部。上の小さい方のケースに指先が取り付けられる。



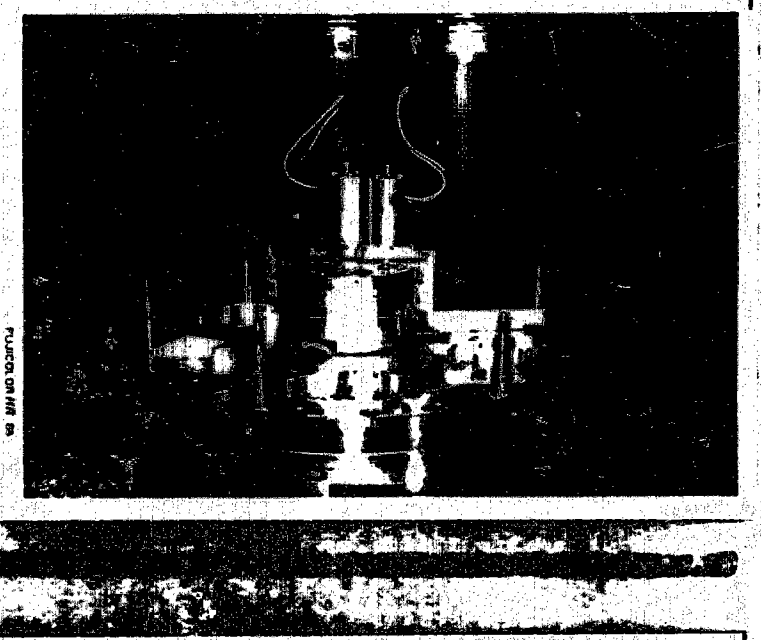
スレーブ

4自由度手首部。左右のギヤは、それぞれ手首の回転用と指の開閉用である。



スレーブ

指部。片面を取り外してあるので
内部のギヤ構造がわかる。



スレーブ

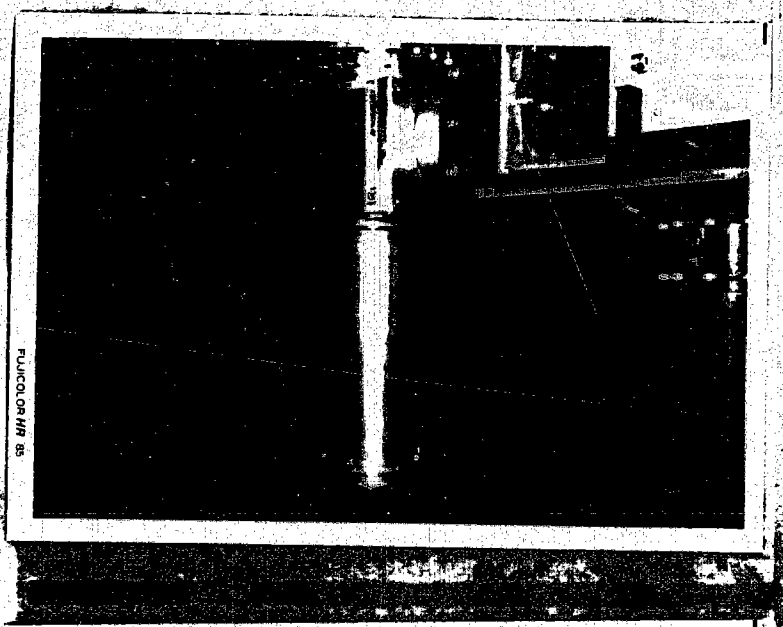
アクチュエータのコネクタ部。
モータフランジと一体構造に
なっている。

スレーブ

スレーブアーム外観と架台。

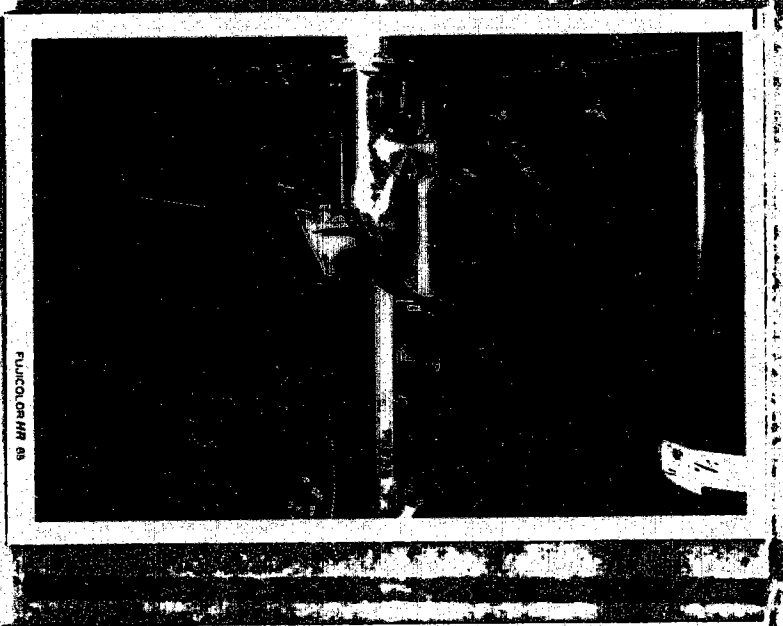
スレーブ

上腕トルクチューブ部外観。



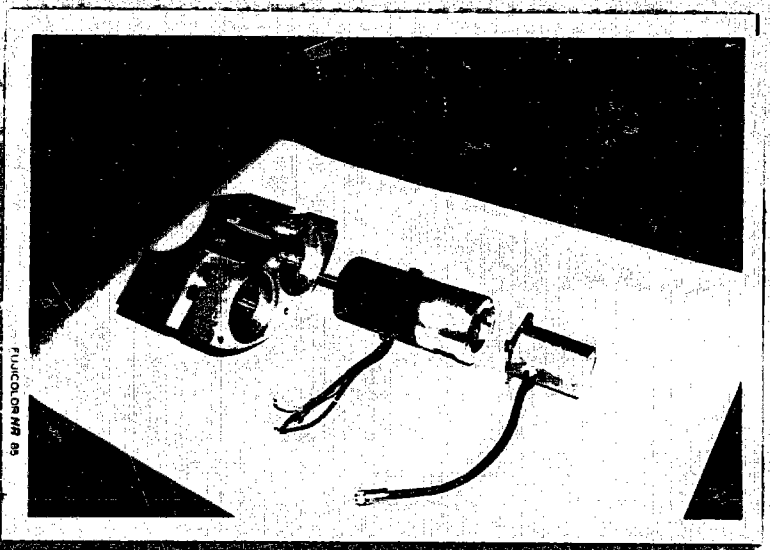
スレーブ

肘部と前腕部の外観。



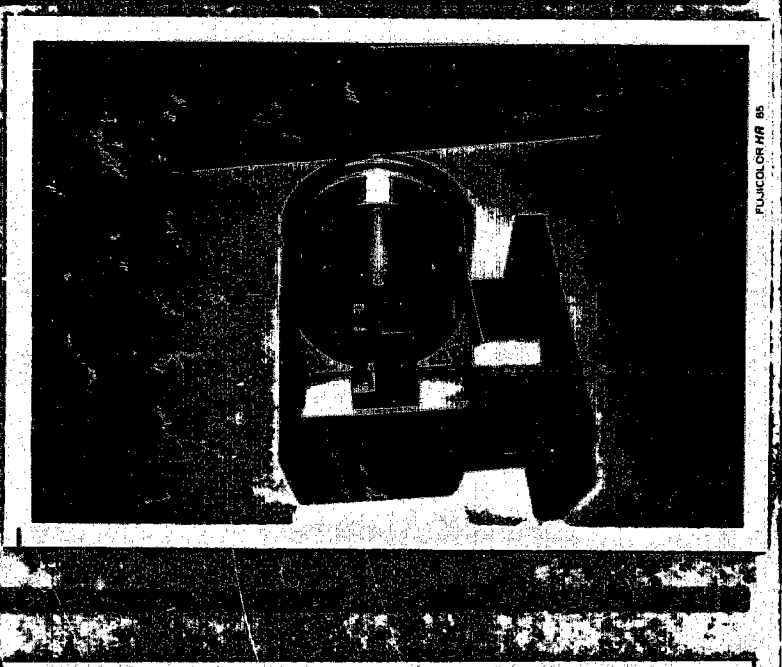
スレーブ

前腕部と４自由度手先部の外観。



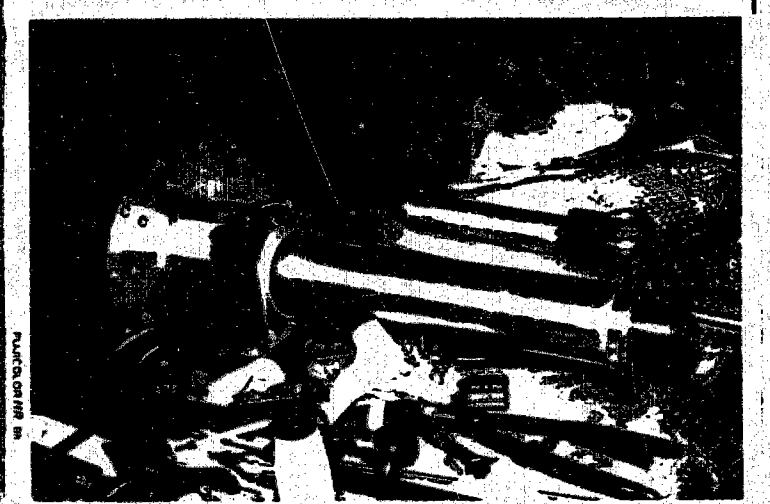
マスター

肩部ギヤボックス（2～7軸用）とモータ及びセンサー。



マスター

1軸用ギヤボックス。
上方にモータが付き、右側にアームが付けられる。

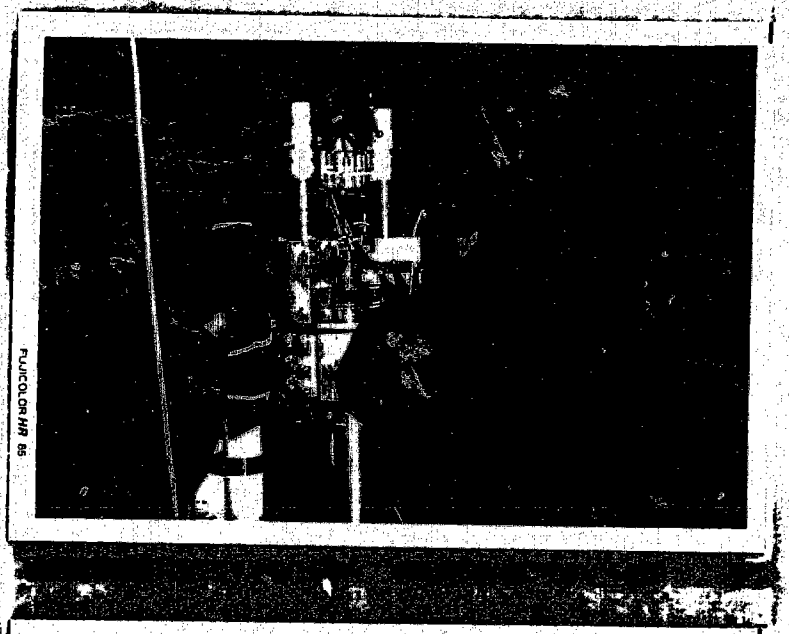


マスター

上腕トルクチューブ部。
右側に肘部が取り付けられる。

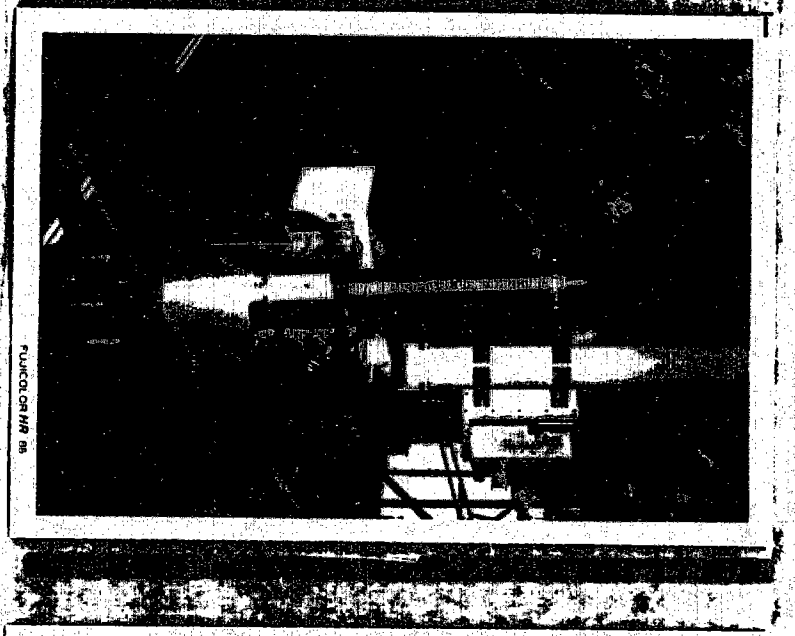
マスター

肩部を組み立てているところ。
トルクチューブ入力ギヤが見える。



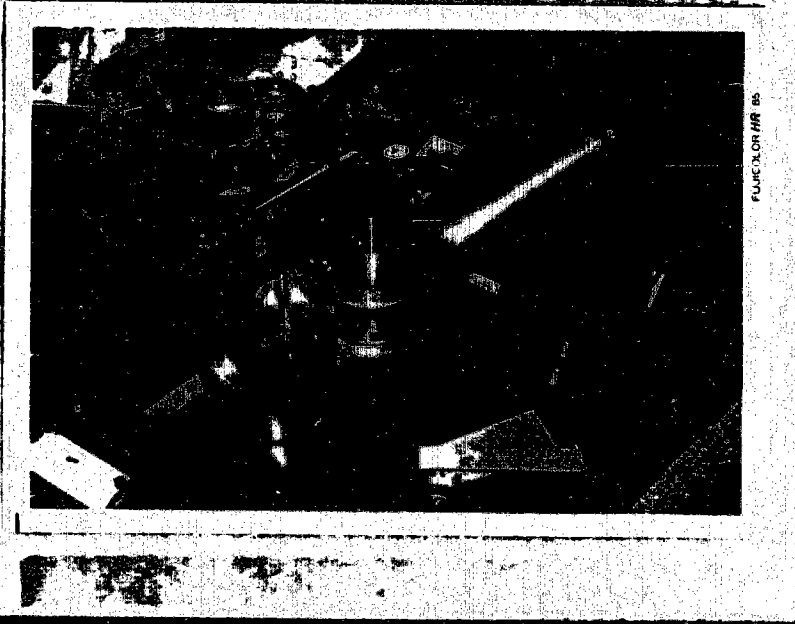
マスター

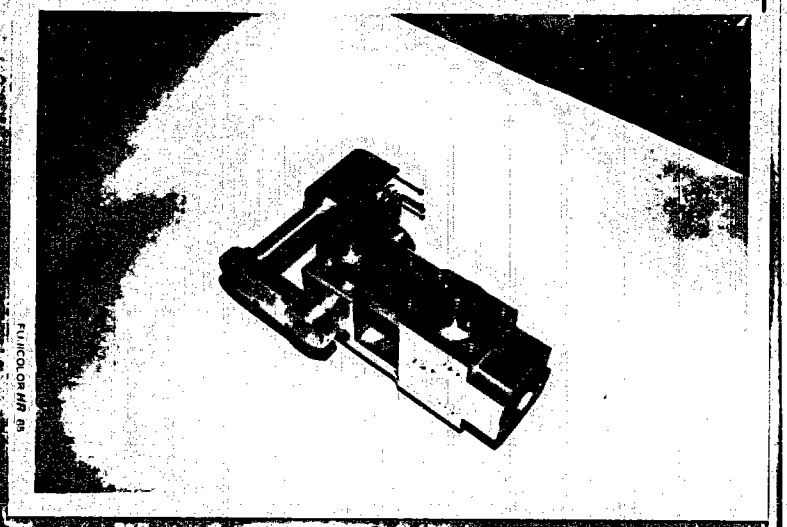
肘部より上方を架台に取り付けた
ところ。



マスター

肘部と前腕部。
右側にグリップ部が付く。





マスター

4自由度手首部。右側を前腕に取り付ける。グリップ部は外してある。

マスター

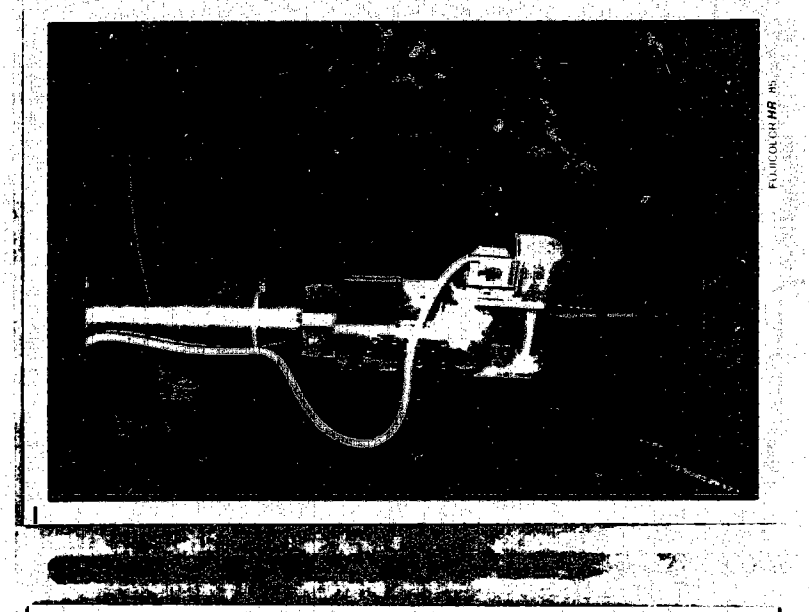
肩部外観。
右のモータは1軸用である。

マスター

肘部の外観。
コネクタとリード線は試験用。

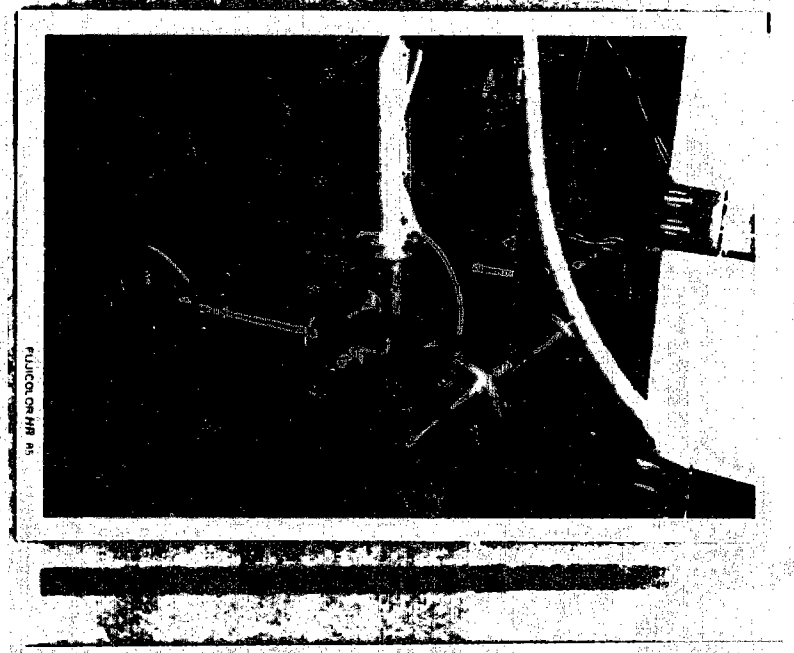
マスター

手先部外観。先端の赤いレバーは指開閉用である。



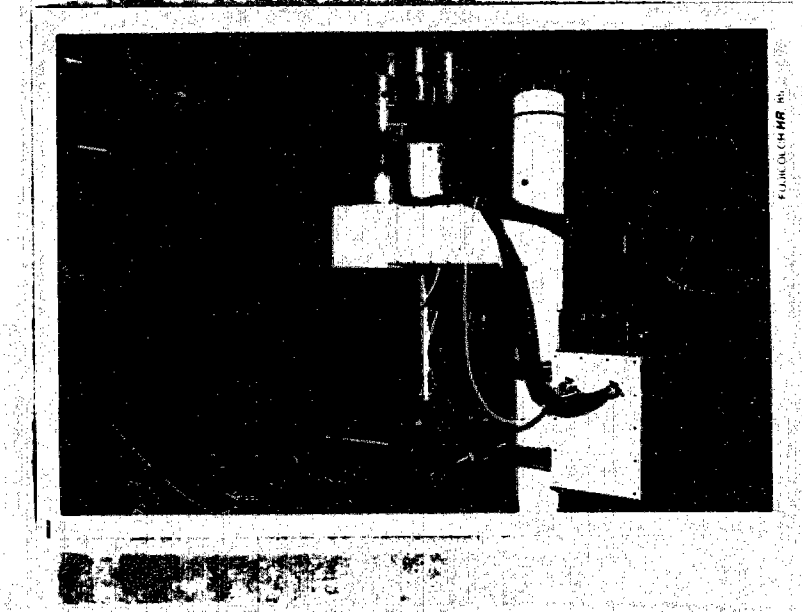
マスター

上腕部より下部の外観。
手前に3軸用のバランスウエイトが見える。



マスター

左後方より全体を見る。



鳥かん図

資料番号RD58E-8017

頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

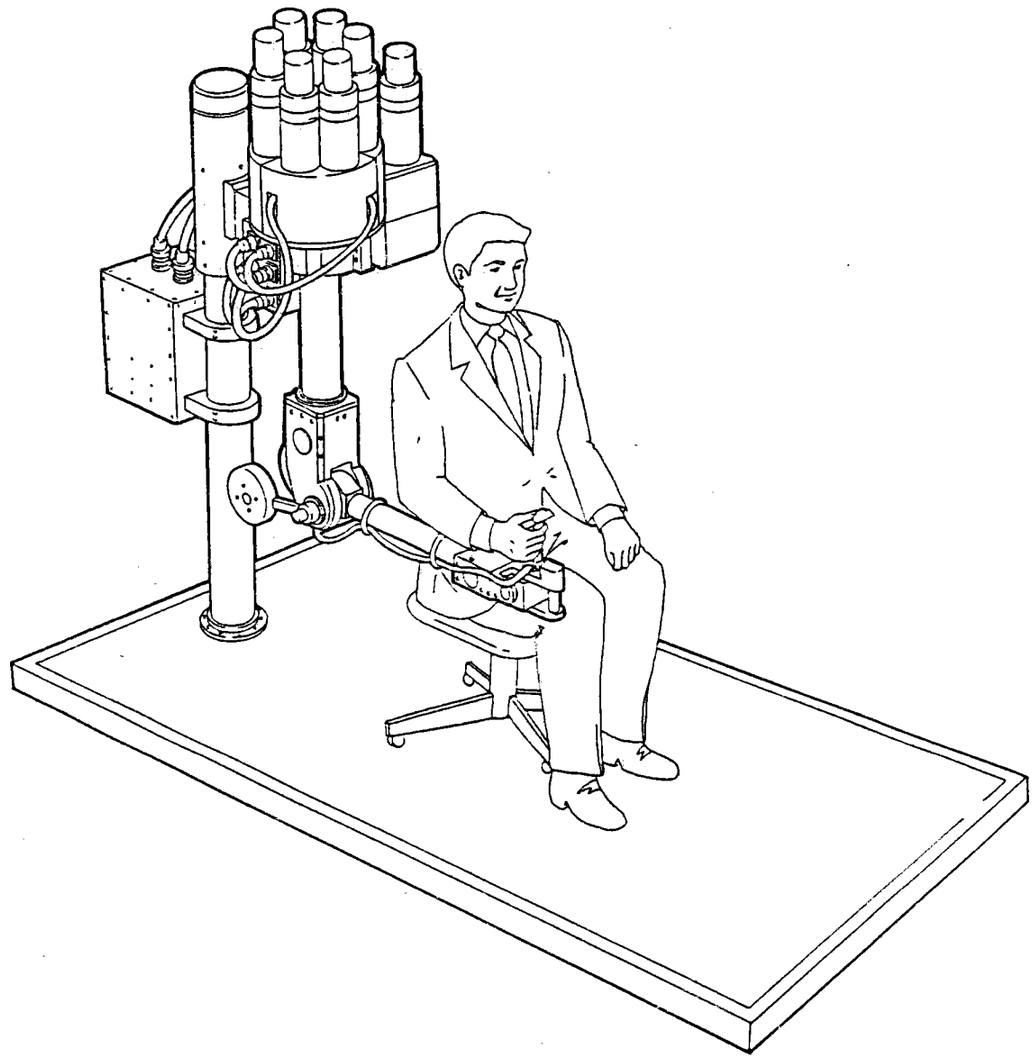
エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

鳥 瞰 図

昭和 60 年 2 月 15 日

株式会社 明電舎

MEIDEN

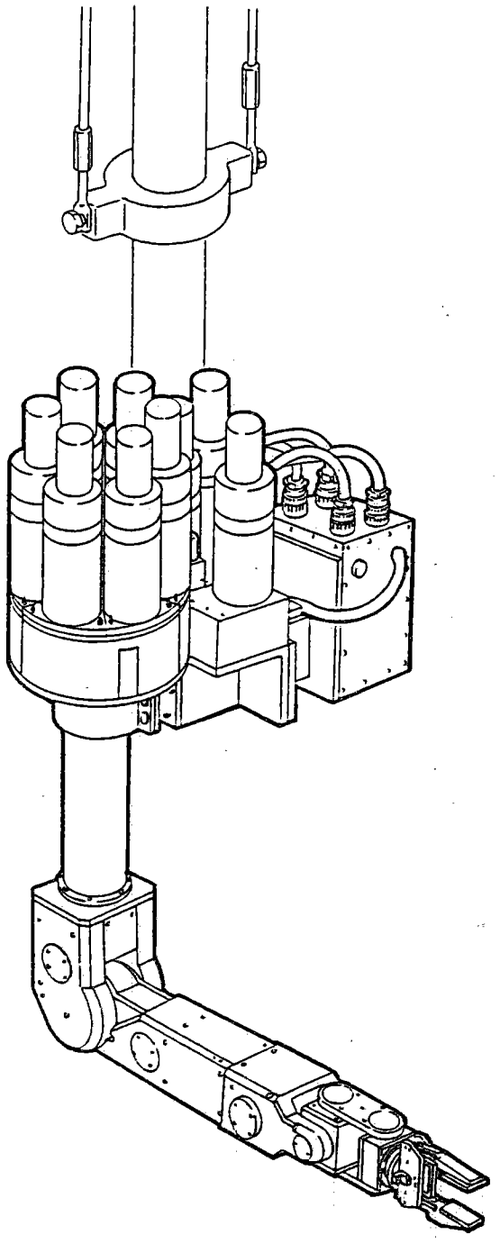


MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
川合	木下	石川	マスターアーム鳥瞰図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA / DWG. NO. 図番 MEM-34759

MEIDEN



△			
△			
△			
△			
△			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
川合	木下	石川	スレーブアーム鳥瞰図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA / DWG. NO. 図番 MEM-34758

11

検査要領書

資料番号 RD58E-8016

頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検査要領書

昭和 60年 2月 7日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検査要領書 目次

[1] スレーブアーム

1.	外観検査	1
2.	寸法検査	1
3.	絶縁検査	1
4.	動作試験	1
5.	負荷試験	1

[2] マスターアーム

1.	外観検査	2
2.	寸法検査	2
3.	絶縁検査	2
4.	動作試験	2

[3] 制御盤

1.	外観検査	3
2.	寸法検査	3
3.	塗装検査	3
4.	絶縁検査	3
5.	耐圧試験	3

[4] コントロールボックス

1. 外観検査 4
2. 寸法検査 4
3. 塗装検査 4
4 動作試験 4

[5] スレーブアーム取付スタンド

1. 外観検査 5
2. 寸法検査 5
3. 塗装検査 5
4 機能試験 5

[6] マスターアーム取付スタンド

1. 外観検査 6
2. 寸法検査 6
3 塗装検査 6
4. 機能試験 6

[7] 付属品及び取付工事用品

1. 員数検査 7
2. 外観検査 7
3. 寸法検査 7

添付図 1	8
添付図 2	9
別 表 (1)	10
添付図 3	11
添付図 4	12
別 表 (2)	13
添付図 5	14
別 表 (3)	15
添付図 6	16
別 表 (4)	17
添付図 7	18
別 表 (5)	19
添付図 8	20
別 表 (6)	21
別 表 (7)	22
添付図 9	23
別 表 (8)	24

検査対象		スレーブアーム		○：御立会 △：自主検査 □：書類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○	○	
2	寸法検査	添附図（/,2）（承認図と同一内容）に示す A ～ J	別表（ / ）に示す。	○		
		測定箇所を適切な測定員を用いて測定する。				
3	絶縁検査	モータの各々の巻線を短絡し、これとモータフレームとの間の絶縁抵抗を、DC500Vのメガで測定する。（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）	JEM 1220、JIS C 4004に基づき明電舎基準として1MΩ以上とする。	△	△	
4	動作試験	コントロールボックス操作による動作を目視検査する。	正常に動作すること。	○	○	
5	負荷試験	取扱負荷15㎏を指部中央で把握した状態で各関節の動作を目視検査する。	正常に作動すること。	○	○	

検査対象		マスターアーム		○：御立会 △：自主検査 □：鋳類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○	○	
2	寸法検査	添附図（3,4）（承認図と同一内容）に示す A ～ K 測定箇所を適切な測定員を用いて測定する。	別表（2）に示す。	○		
3	絶縁検査	モータの各々の巻線を短絡し、これとモータフレームとの間の絶縁抵抗を、DC500Vのメガで測定する。 （JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）	JEM 1220、JIS C 4004に基づき明電舎基準として1MΩ以上とする。	△	△	
4	動作試験	マスター操作によってスレーブアームの動作を目視検査する。	正常に動作すること。	○	○	

検査対象		制御盤		○：御立会 △：自主検査 □：書類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○	○	
2	寸法検査	添附図（ 5 ）（承認図と同一内容）に示す A～C	別表（ 3 ）に示す。	○		
		測定箇所を適切な測定員を用いて測定する。				
3	塗装検査	塗装の色、仕上り状態を目視検査する。	標準色見本と比較相違ないこと。	○	○	
		塗装色：マンセル 5Y 7/1 半つや	ムラのないこと。			
4	絶縁検査	主回路線間及び主回路に接続されている回路を短絡し、	JEM 1220、JIS C	○	△	
		これと大地間との間の絶縁抵抗を、DC500Vのメガ	4004に基づき明電舎基準とし			
		で測定する。（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）	て1MΩ以上とする。			
5	耐圧試験	主回路線間及び主回路に接続されている回路を短絡し、	試験中に印加電圧の変動、放電、	△		
		これと大地間との間に規定電圧(50Hz 1500V)を1分間	閃絡などの異常がないこと。			
		印加する。（JEM 1321、JIS C 0704 に基づく）	(JEM 1321、JIS C 0704 に基づく)			

検査対象		コントロールボックス		○：御立会 △：自主検査 □：書類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○	○	
2	寸法検査	添附図（6）（承認図と同一内容）に示す A ～ C	別表（4）に示す。	○		
		測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。				
3	塗装検査	塗装の色、仕上り状態を目視検査する。	標準色見本と比較相違ないこと。	○	○	
		塗装色：マンセル N8.0 半つや	ムラのないこと。			
4	動作試験	スレーブアームの動作試験と兼ねる。	正常に動作すること。	○	○	

検査対象		スレーブアーム取付けスタンド		○ ； 御立会 △ ； 自主検査 □ ； 書類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○		
2	寸法検査	添附図（ 7 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ C	別表（ 5 ）に示す。	○		
		測定箇所を適切な測定員を用いて測定する。				
3	塗装検査	塗装の色、仕上り状態を目視検査する。	標準色見本と比較相違ないこと。	○		
		塗装色： マンセル 10B 3/5	ムラのないこと。			
4	機能試験	スレーブアームを取付けられることを確認する。	取付けられること。	○		

検査対象		マスターアーム取付けスタンド		○：御立会 △：自主検査 □：書類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○		
2	寸法検査	添附図（ 8 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ C	別表（ 6 ）に示す。	○		
		測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。				
3	塗装検査	塗装の色、仕上り状態を目視検査する。	標準色見本と比較相違ないこと。	○		
		塗装色：マンセル 7.5Y 9/1	ムラのないこと。			
4	機能試験	マスターアームを取付けられることを確認する。	取付けられること。	○	○	

検査対象		付属品及び取付工事用品		○：御立会 △：自主検査 □：書類審査		
NO	検査項目	検査及び、試験方法	判定基準	検査区分 工場	検査区分 現地	備考
1	員数検査	目視にて確認する。	別表（ 7 ）に示す品物と比較、	○	○	
			相違ないこと。			
2	外観検査	製品の形状、状態を目視検査する。	有害なキズ等がないこと。	○	○	
3	寸法検査	添附図（ 9 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ L	別表（ 8 ）に示す。	○		
		測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。				

別　表（1）

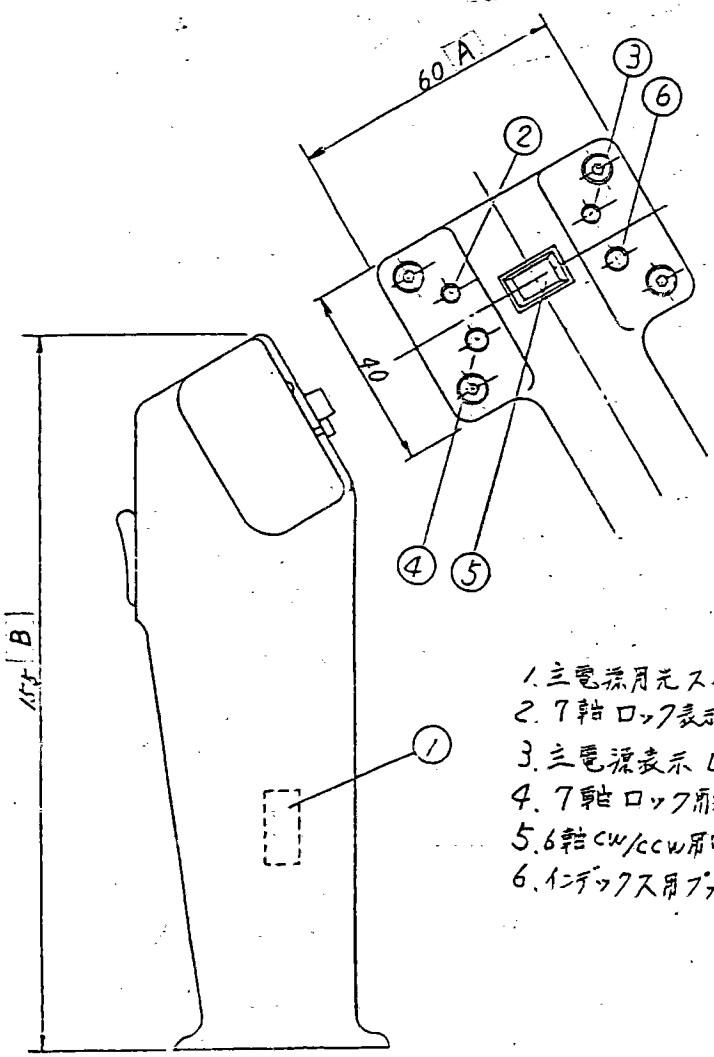
（添附図 1，2 参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	105	105以上	
B	148	±3	
C	140	±3	
D	178	±3	
E	895	±7	
F	φ127	±3	
G	140	±3	
H	320	±4.5	
I	656	±6	
J	1327	±10	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

MEIDEN



1. 主電源用元スイッチ
2. 7軸 ロック表示 LED
3. 主電源表示 LED
4. 7軸 ロック用プッシュスイッチ
5. 6軸 CW/CCW用ロッカースイッチ
6. インデックス用プッシュスイッチ

— 11 —

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		
△			
△	MEM-52146 使用		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称
	Y. Hiroshita	大竹	マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM 770-M)
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	マスターグリップ外形図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番
	IH 9136HA	添付図 3

339

別　表　（２）

（添附図　３，４　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	60	±2.2	
B	155	±3	
C	316	±4.5	
D	103	±2.8	
E	161	±3	
F	877	±7	
G	φ84	±2.8	
H	120	±2.8	
I	140	±3	
J	515	±5.5	
K	1265	±10	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

3K0

別　表　（３）

（添附図　5　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1600	±10	
B	2200	±14	
C	800	±6	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

341

別　表　（4）

（添附図　6　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	425	±5	
B	270	±4	
C	90	±2.8	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

342

別　表　（5）

（添附図　7　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1000	±7	
B	1100	±8	
C	120	±2.8	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

343

別　表（6）

（添附図　8　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1900	±11	
B	1000	±7	
C	100	±2.8	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

別　表　（ 7 ）

付属品及び取付工事用品

名　　称	数 量	員 数 確 認
マンマシン装置		
本　体	1	
CRT	1	
キーボード	1	
プリンタ	1	
記録紙	1	
取付工事用品		
トランスポータ取付部の旋回機構	1	
トランスポータ取付用チューブ	1	

別　表　（ 8 ）

（添附図　9　参照）

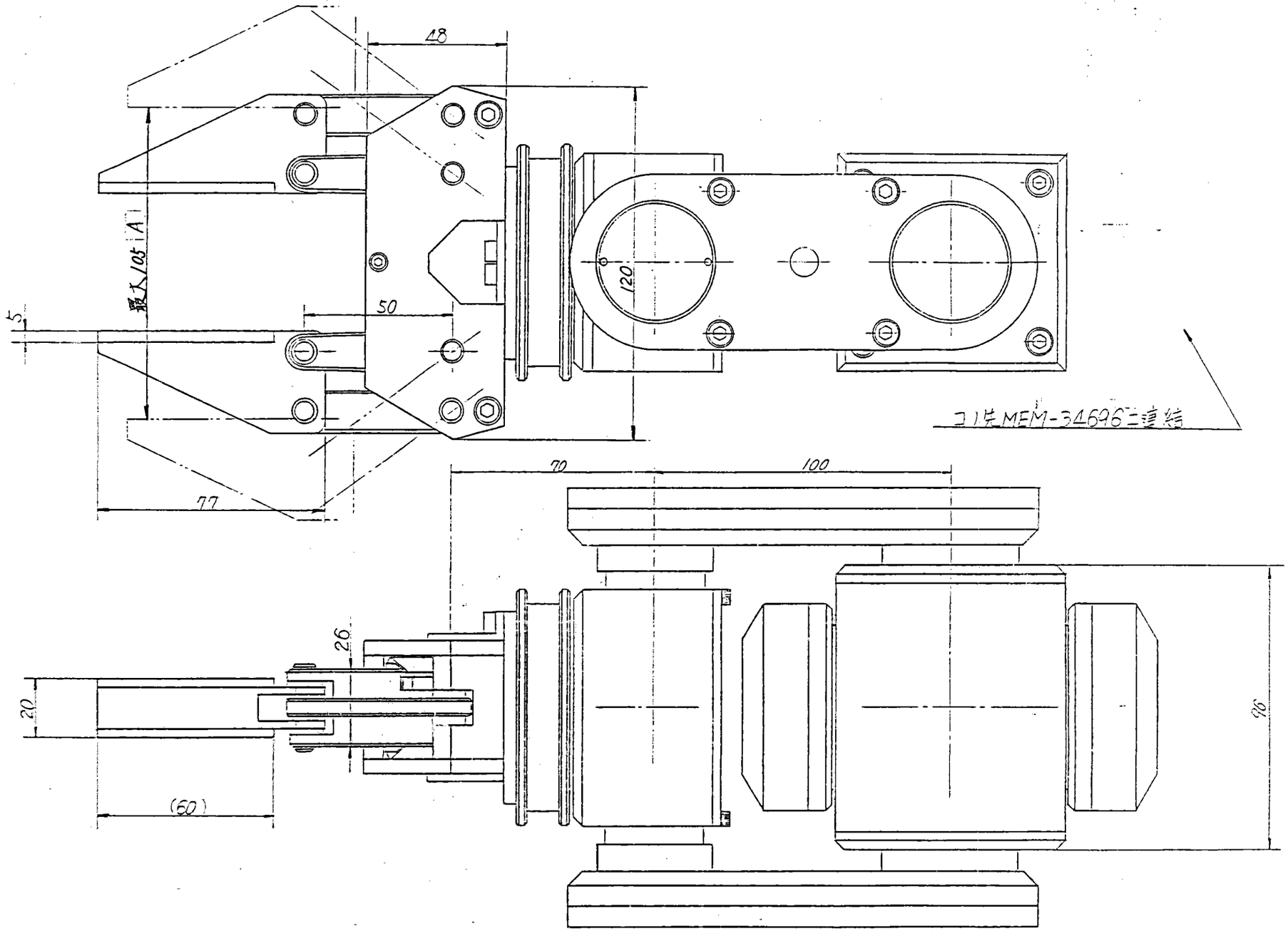
単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	400	±4.5	
B	100	±2.8	
C	320	±4.5	
D	430	±5	
E	65	±2.2	
F	222	±3.5	
G	406	±5	
H	329	±4.5	
I	425	±5	
J	425.5	±5	
K	281	±4	
L	430	±5	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

346

MEIDEN



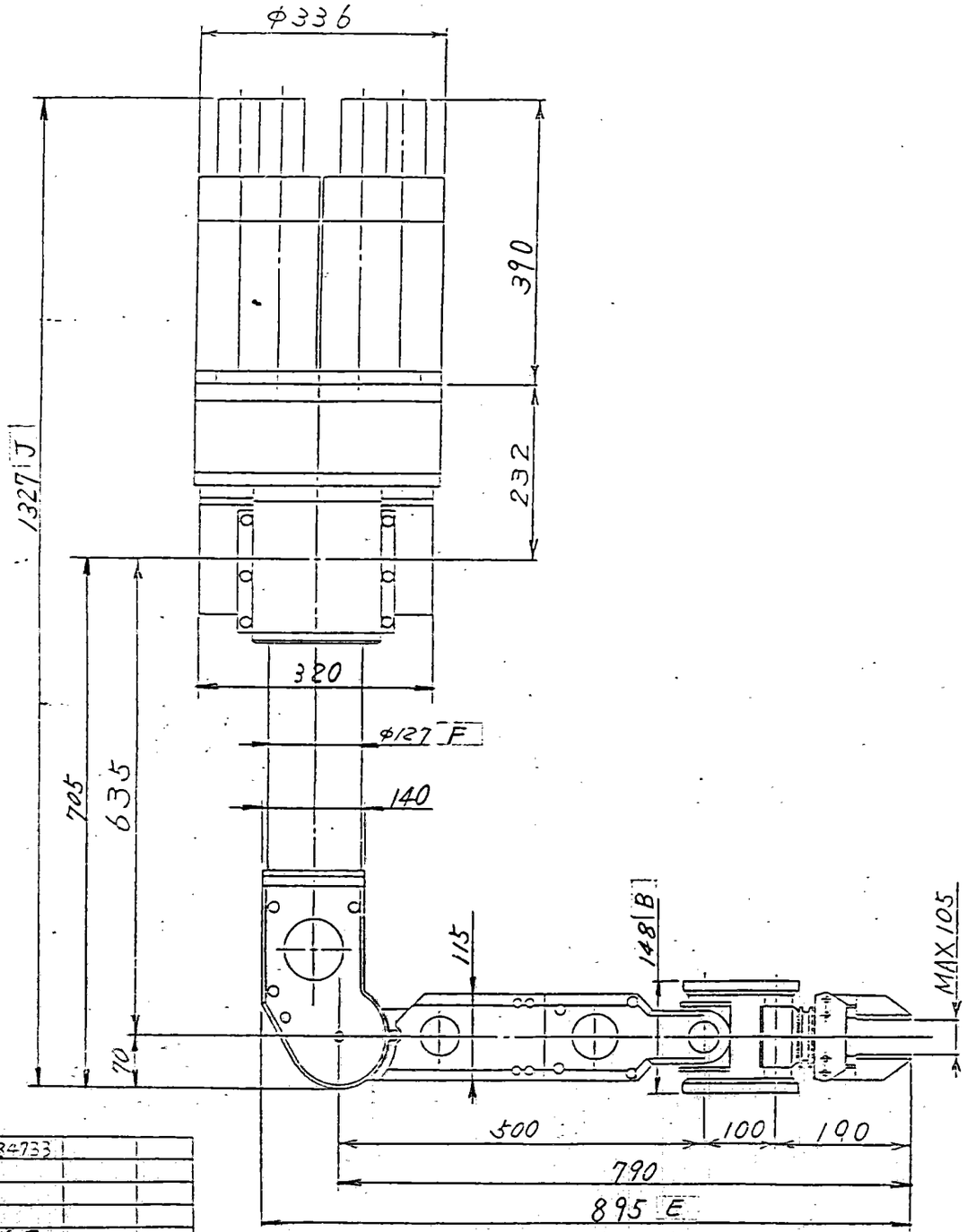
コ1先MEM-34696ニ連結

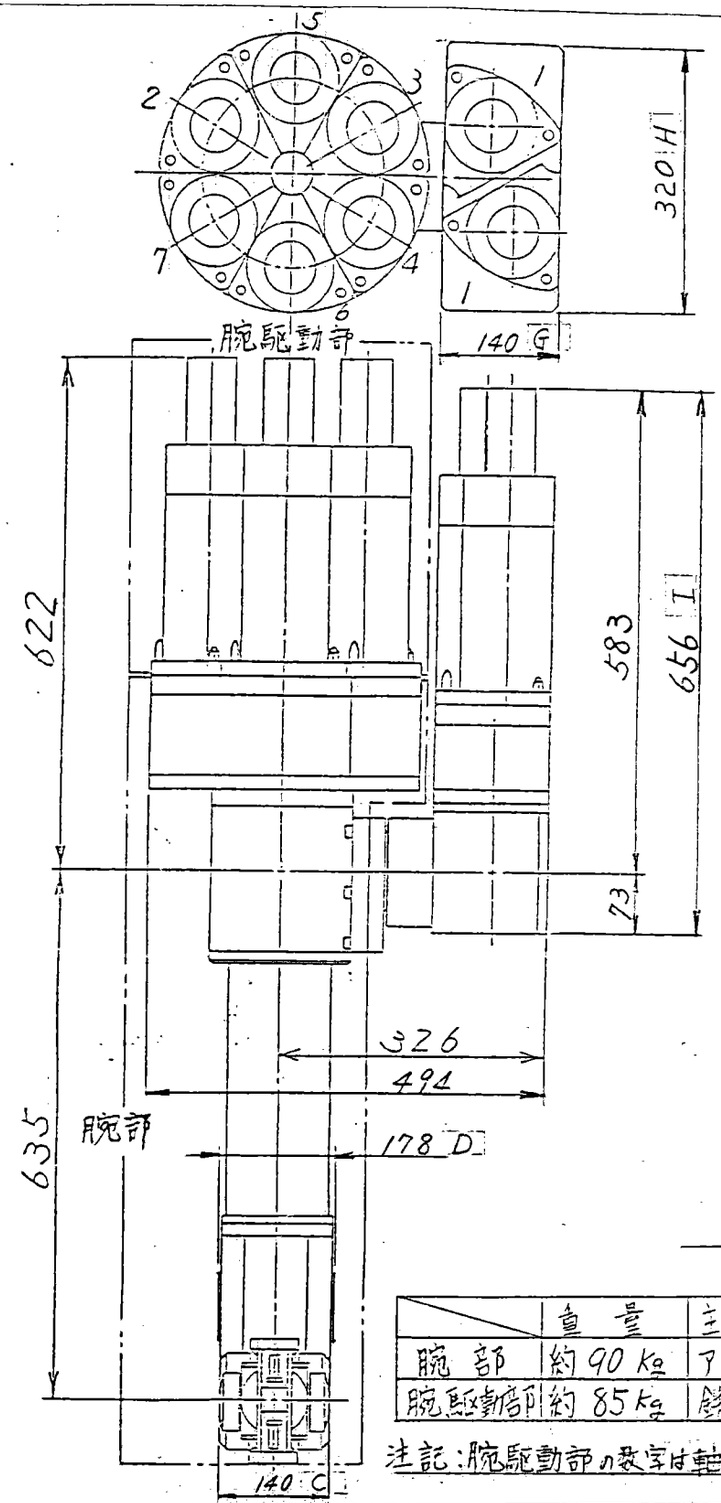
— 8 —

△			
△			
△			
△			
△	MEM-34697 使用		
REVISION	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	Y. Kinoshita	阿部	スレーブアーム 手先部 外形図
第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA / DWG. NO. 図番 添付図 1

MEIDEN





— 9 —

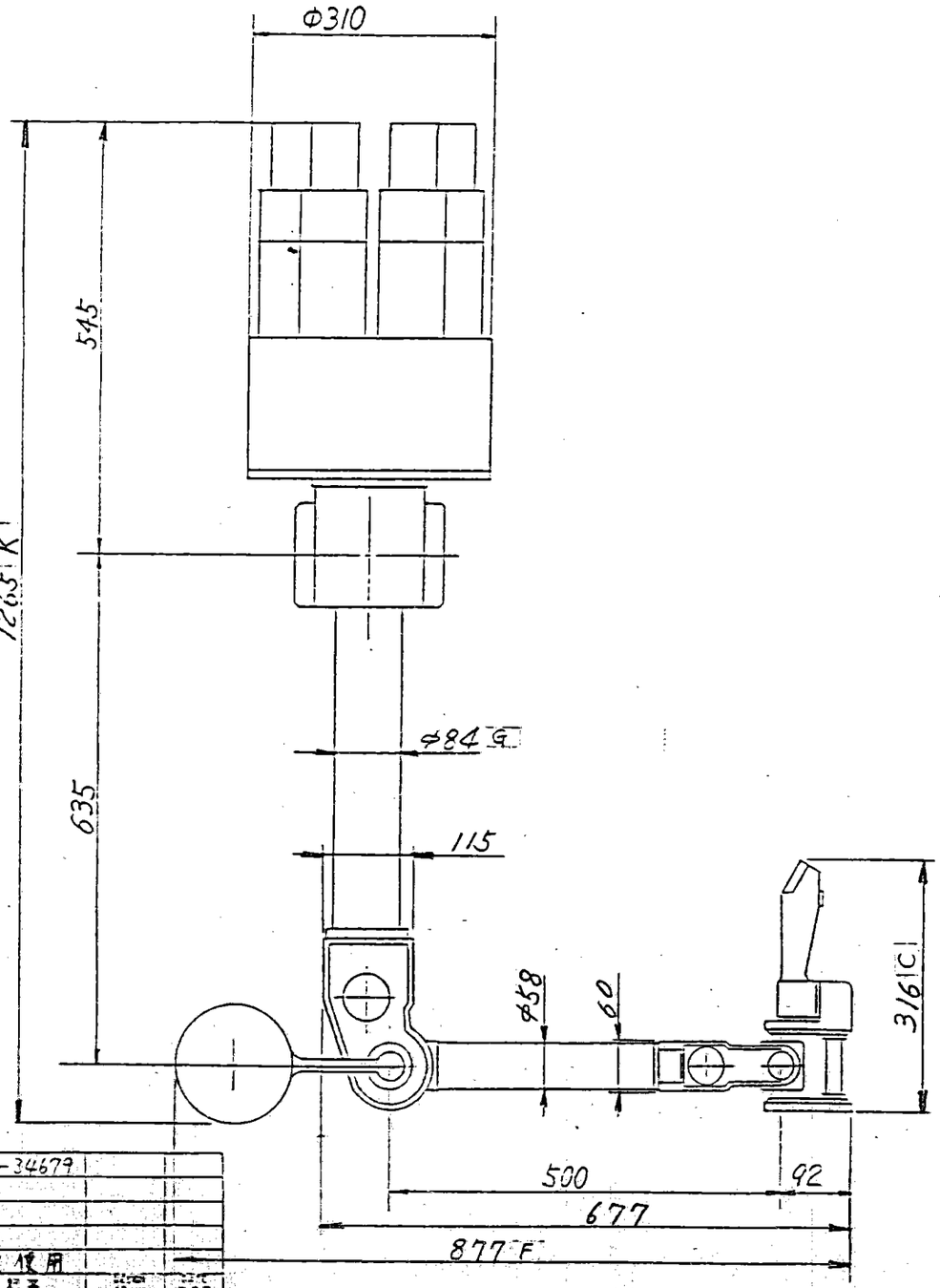
	重量	主要材料
腕部	約 90 kg	アルミ合金
腕駆動部	約 85 kg	鉄鋼

注記：腕駆動部の数字は軸番号を示す

△	承認番号 MEM-34733		
△			
△			
△	MEM-34754 使用		
REVISION	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究 (TIL ARM 770) スレーブ外形図
	木下	0.9m	
第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/4	
Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 IH9135HA DWG. NO. 図番 添付図 2

MEIDEN



— 12 —

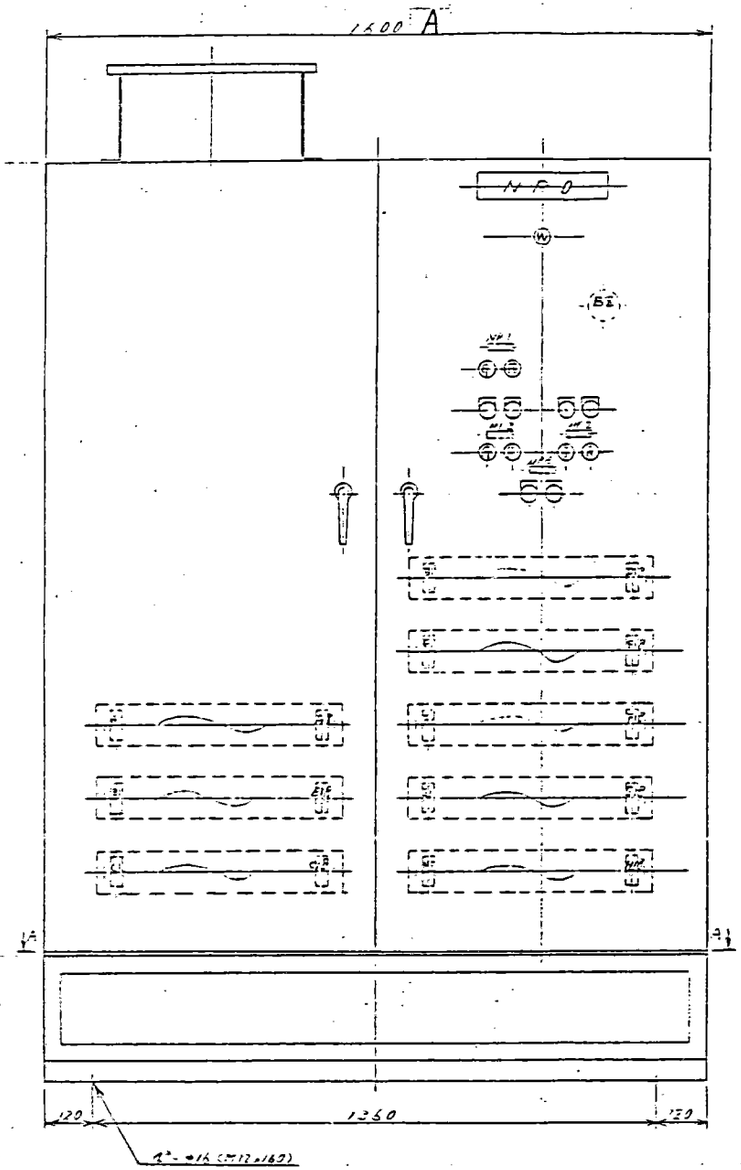
重量；約130kg，材質；アルミ合金

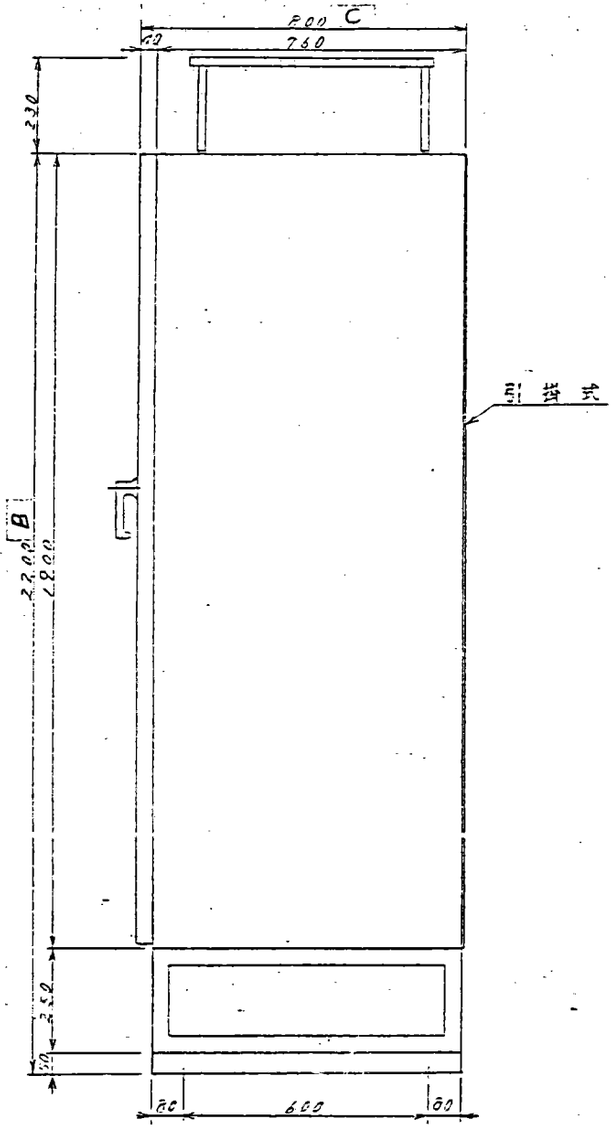
注記：平面図の数字はモーターの軸番号を示す

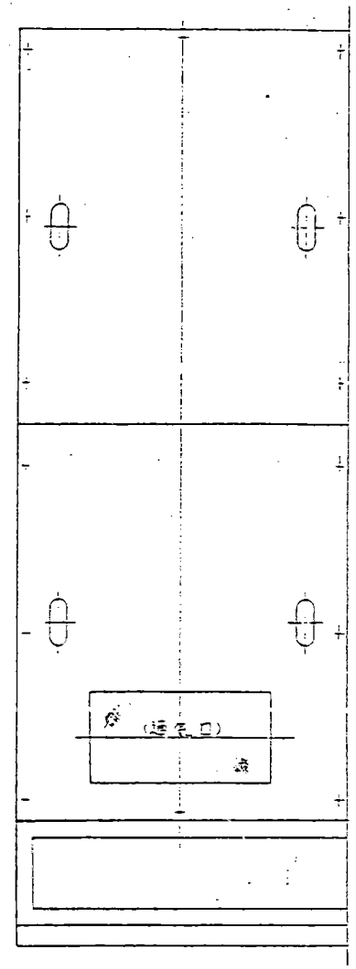
△ 設変 MEM-34679		
△		
△		
△ MEM-34752 改用		
DESCRIPTION		

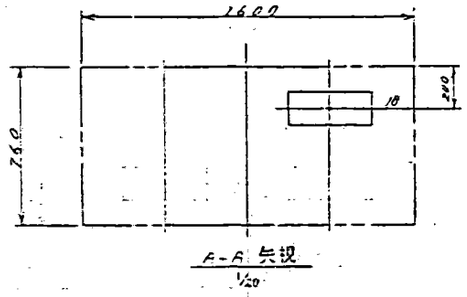
APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作納入
	木下	阿部	マスタアーム外形図
三菱金属	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/4	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA / DWG. NO. 図番 添付図 4

MEIDEN









塗装色 (マンセル)	前面	5Y7/1	○	15	430×170
	内面	5Y7/1	○	17	430×280
板厚 (mm)	扉	3.2	○	16	430×360
	後面扉	3.2	—	15	430×480
	後面枠	1.6	○	14	(W-100)×150
	天井	2.3	○	13	
	後面板	2.3	—	12	50×130
	側面板	1.6	○	11	55×125
	底板	2.3	○	10	特記以外は本体寸法
防塵		BCAE-FF		ケーブル引込口寸法	
ケーブル引込口		上面	側板		

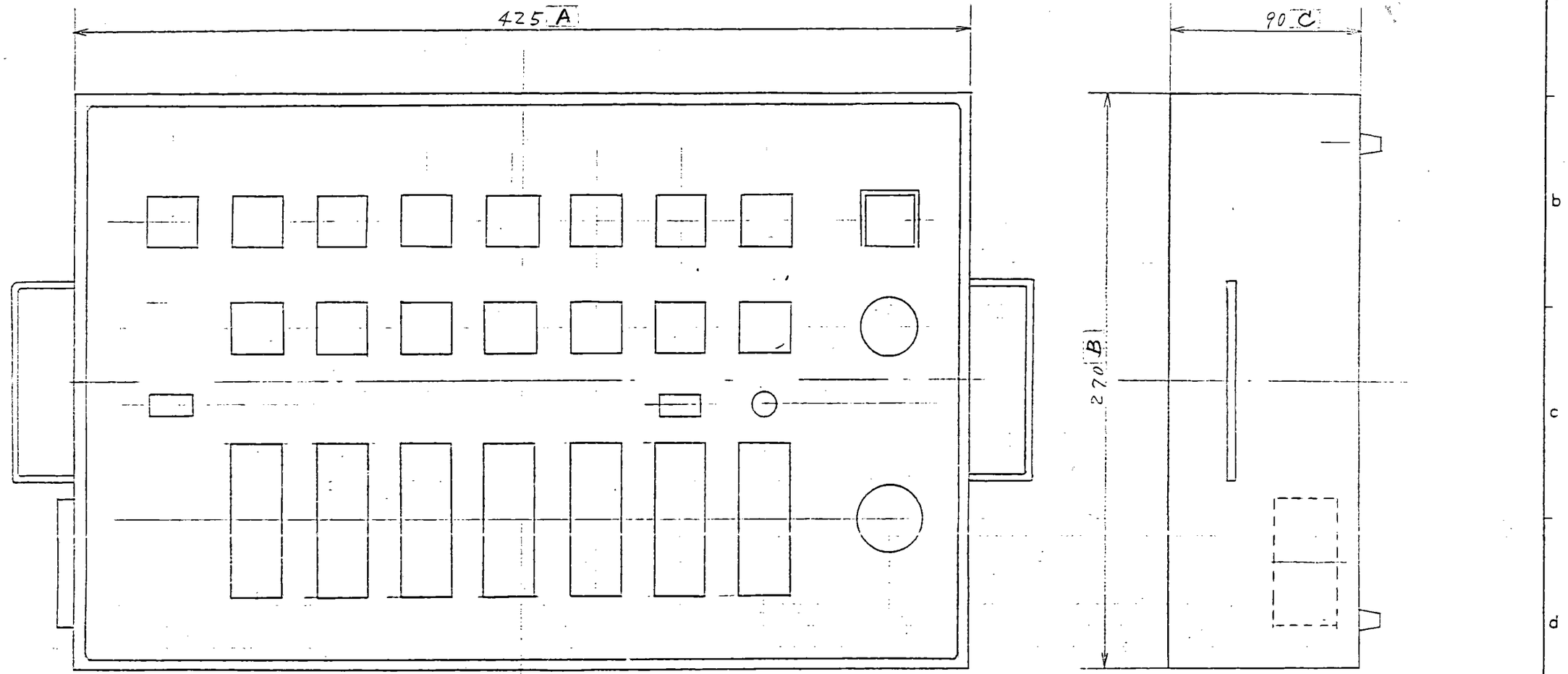
盤重量 1,180kg

UP.NO	記入文字
0	制御盤
1	主制御電源
2	スレーブアーム制御電源
3	マスターアーム制御電源
4	アーム系制御電源

△			
△			
△			
△			
△ MEE-30107 使用			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日
REVISION 訂正			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査図	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
天野	山尾	田村	腕制御盤外形図
第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/4	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	JOB NO. 工号 1H9137HA	DWG. NO. 図号 添付図 5	

MEIDEN



塗装　マンセル　N 8.0 ツヤ

鋼板厚　1.6mm

— 16 —

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△	MEE-30177 使用		

REVISION 訂正

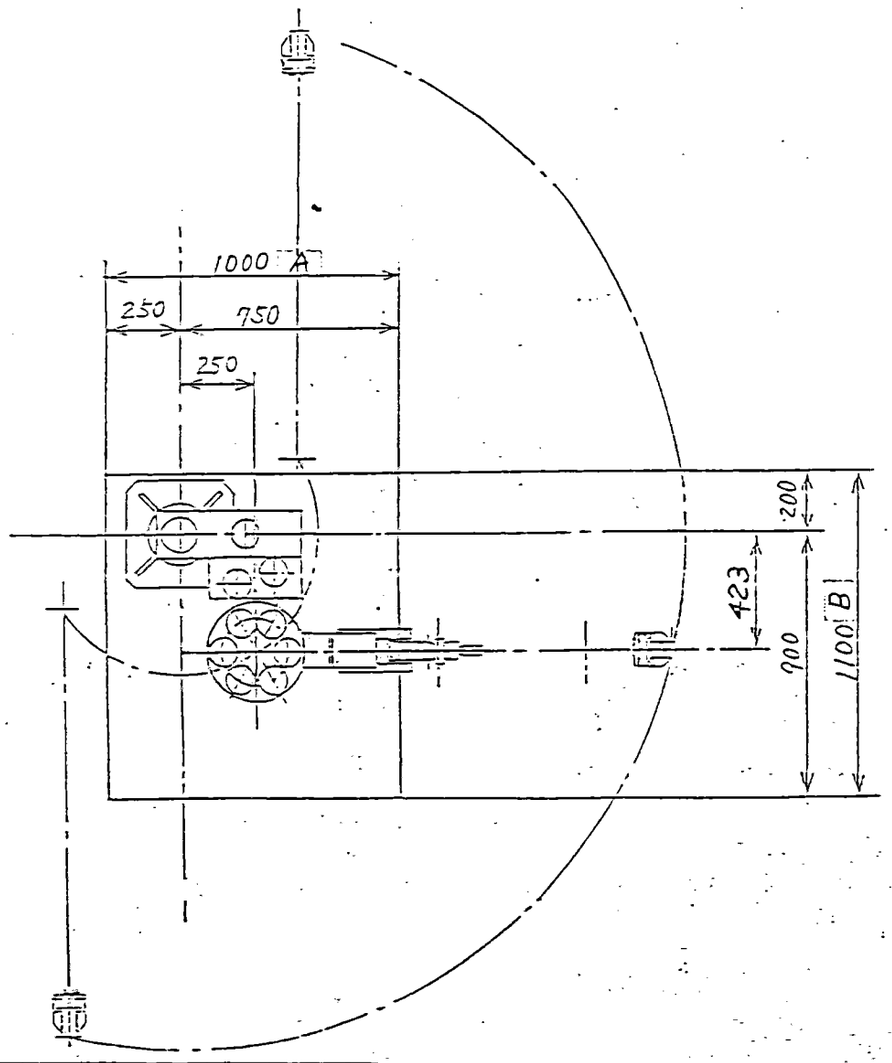
APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当	TITLE 名称
天野	小長	田村	マニピュレータの自動試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 X	コントロールボックス 外形図

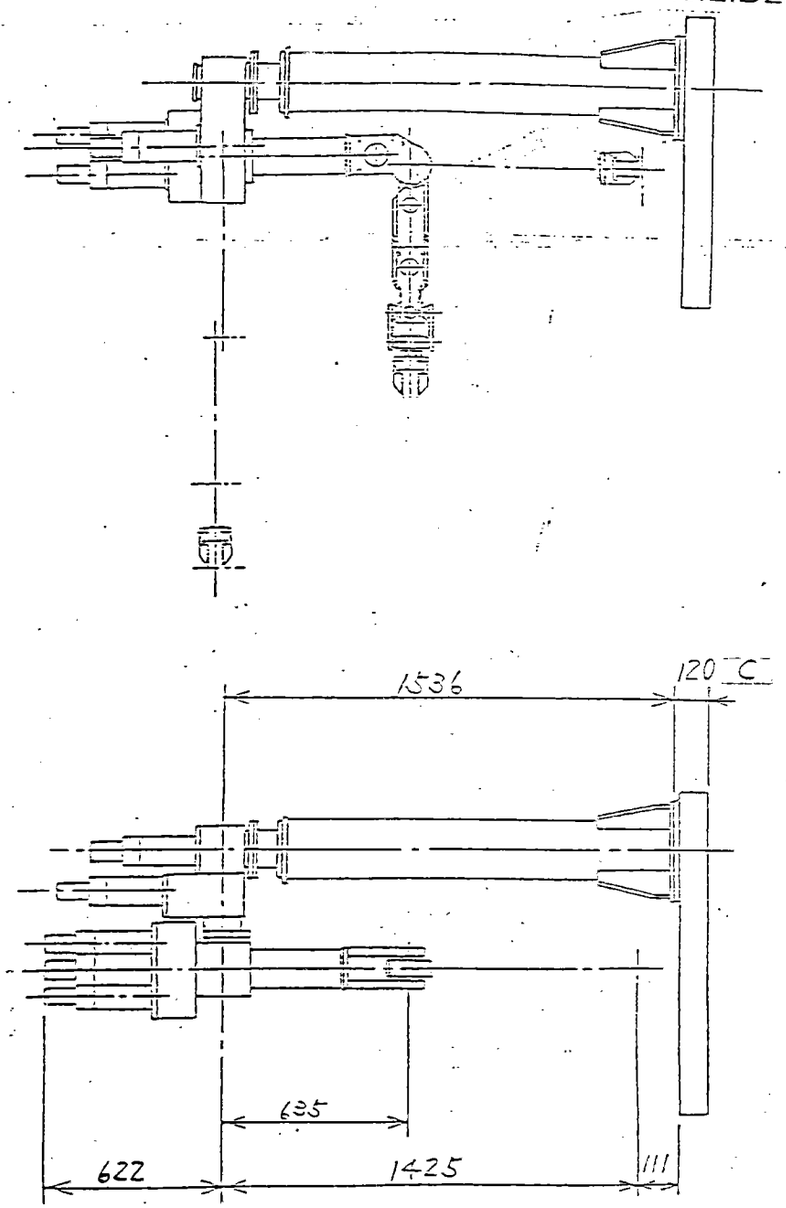
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H 9137HA

DWG. NO. 図番 添付図 6

MEIDEN

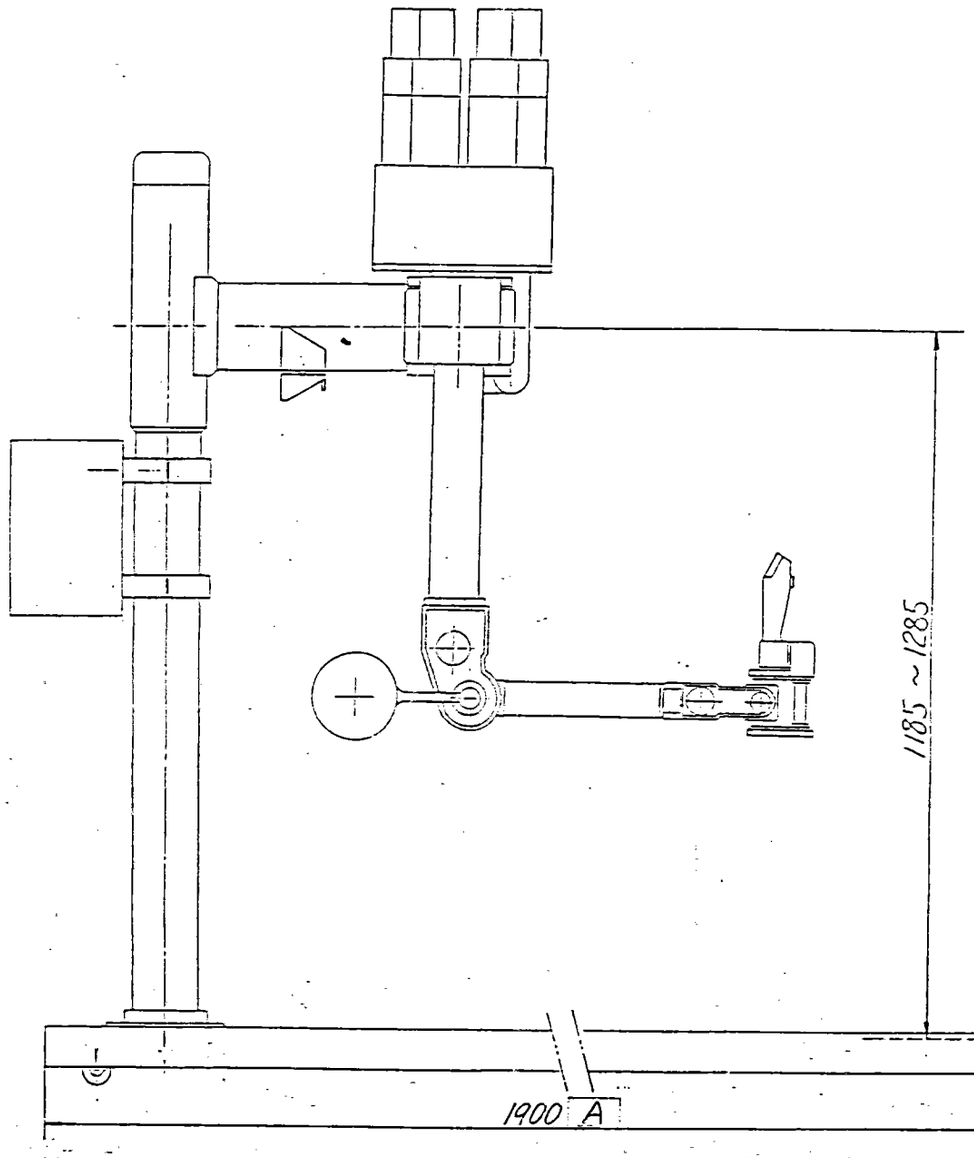


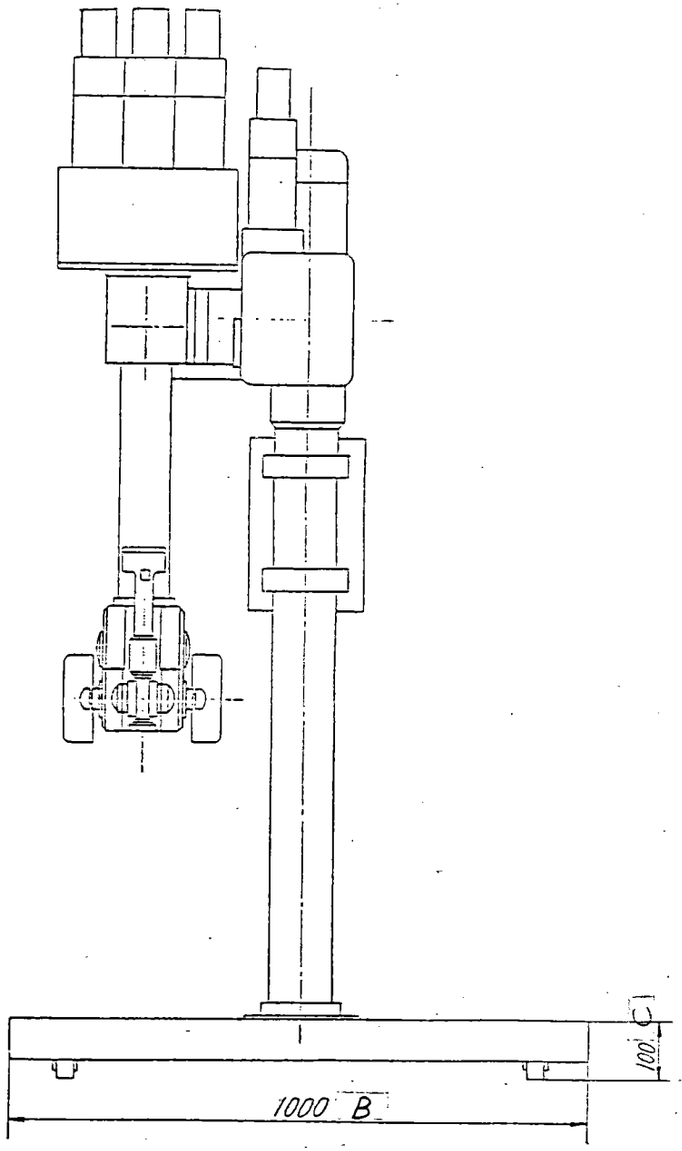


MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△	MEM-34736A 使用		

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	阿部	木下	スレーブアーム設置図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ⅹ	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA / DWG. NO. 図番 添付図 7

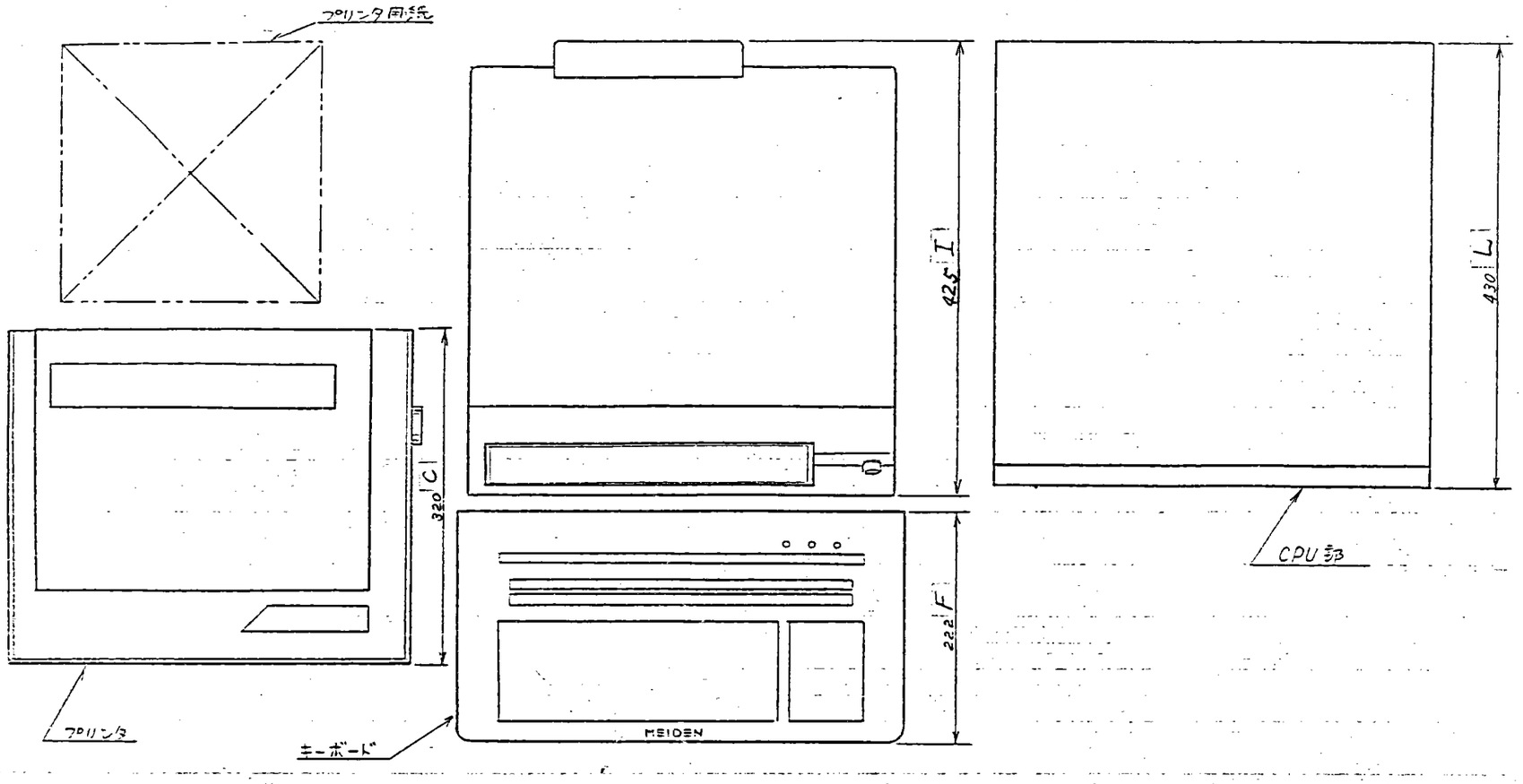




△			
△			
△			
△			
△ MEM-34737A 使用			
NO.	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査定	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	木下	阿部	マスタアーム設置図
第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 X	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA1 DWG. NO. 図番 添付図 8

MEIDEN



概略仕様

CPU部	CPU	i8086, i8087
	メモリ容量	768 KB
	補助記憶装置	8インチ2Mバイトディスク 1MB×2
	インターフェイス	RS232C
CRTディスプレイ		14インチカラーディスプレイ 80字×25行 JIS第一水準漢字 カラー 8色
キーボード		JIS配列 (テンキー、ファンクションキー付)
プリンタ		ドットインパクト方式 80桁印字 漢字印字(24ドット)

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△	MEE-30104A 使用		
⚠	概略仕様 欄追加	恩田	

REVISION 訂正

APPROVED BY承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY担当
天野	山尾	恩田
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

TITLE 名称
マニピュレータの片腕試作研究
マンマシン装置外形図

JOB NO. 工号 1H9137HA

DWG. NO. 図番 添付図 9

検査成績書

12

資料番号 ＿＿＿＿＿＿＿＿　　頁数 ＿＿＿＿

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

自主検査成績書

昭和 60 年 2 月 14 日

株式会社 明電舎

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

自主検査成績書　目次

[1] スレーブアーム

1.	外観検査	1
2.	寸法検査	2
3.	絶縁検査	3
4.	動作試験	4
5.	負荷試験	5

[2] マスターアーム

1.	外観検査	6
2.	寸法検査	7
3.	絶縁検査	8
4.	動作試験	9

[3] 制御盤

1.	外観検査	10
2.	寸法検査	11
3.	塗装検査	12
4.	絶縁検査	13
5.	耐圧試験	14

[4] コントロールボックス

1. 外観検査	15
2. 寸法検査	16
3. 塗装検査	17
4 動作試験	18

[5] スレーブアーム取付スタンド

1. 外観検査	19
2. 寸法検査	20
3. 塗装検査	21
4. 機能試験	22

[6] マスターアーム取付スタンド

1. 外観検査	23
2. 寸法検査	24
3. 塗装検査	25
4. 機能試験	26

[7] 付属品及び取付工事用品

1. 員数検査	27
2. 外観検査	28
3. 寸法検査	29

添付図 1	30
添付図 2	31
別 表 (1)	32
添付図 3	33
添付図 4	34
別 表 (2)	35
添付図 5	36
別 表 (3)	37
添付図 6	38
別 表 (4)	39
添付図 7	40
別 表 (5)	41
添付図 8	42
別 表 (6)	43
別 表 (7)	44
添付図 9	45
別 表 (8)	46
添付資料 1	47
添付資料 2	48

至C7-010 ㊥

外観検査記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和60年2月14日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸　法　検　査　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会　自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図（1,2）（承認図と同一内容）に示す A ～ J
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具
ノギス 150 mm JIS1級 1/20 mm（三豊製作所製）
30 cm 〃 〃
100 cm 〃 〃
コンベックス 2 m JIS1級 1 mm（KDS製）
3.5 m 〃 〃

2. 判定基準

別表（ / ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

別表（1）に示す。

4. 判定

合格

絶　縁　試　験　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	小山内
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	藤社

1.　検査及び、試験方法

モータの各々の巻線を短絡し、これとモータフレームとの間の絶縁抵抗を、ＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220 、JIS C 4004 に基づく）

測定器
電池式絶縁抵抗計 TYPE 3213
（横河電機製）

2.　判定基準

JEM 1220 、JIS C 4004 に基づき
明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

3.　検査及び、試験結果

モータ軸No	絶縁抵抗値	モータ軸No	絶縁抵抗値
0	∞	4	∞
1	∞	5	∞
2	∞	6	∞
3	∞	7	∞

4.　判　定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1.　検査及び、試験方法

コントロールボックス操作による動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判定

合格

負　荷　試　験　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	小山内
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	恩田

1.　検査及び、試験方法

取扱い負荷 15㎏ を指部中央で把握した状態で
各関節の動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に作動すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判定

合格

外観検査記録

検査対象	マスター アーム	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和60年2月14日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	マスターアーム	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和60年2月14日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図（3,4）（承認図と同一内容）に示す A ～ K
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具

ノギス 150mm JIS1級 1/20mm（三豊製作所製）
30cm 〃 〃
100cm 〃 〃
コンベックス 2m JIS1級 1mm（KDS製）
3.5m 〃

2. 判定基準

別表（ 2 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

別表（2）に示す。

4. 判定

合格

絶　縁　試　験　記　録

検査対象	マスター アーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	小山内
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	藤社

1.　検査及び、試験方法

モータの各々の巻線を短絡し、これとモータフレームとの間の絶縁抵抗を、ＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220 、JIS C 4004 に基づく）

測定器
電池式絶縁抵抗計 TYPE 3213
（横河電機製）

2.　判定基準

JEM 1220 、JIS C 4004 に基づき　.
明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

3.　検査及び、試験結果

モータ軸 No	絶縁抵抗値	モータ軸 No	絶縁抵抗値
1	600 MΩ	5	1000 MΩ
2	1000 MΩ	6	∞
3	600 MΩ	7	1000 MΩ
4	800 MΩ		

4.　判　定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	マスターアーム	検査区分	御立会　自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	山尾
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	恩田

1.　検査及び、試験方法

マスター操作によってスレーブアームの動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判　定

合格

外観検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 5 ）（承認図と同一内容）に示す [A] ～ [C]
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具
コンベックス 3.5m JIS1級 1mm (KDS製)

2. 判定基準

別表（ 3 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

別表(3)に示す。

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 5Y 7/1 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

370

絶 縁 試 験 記 録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会　自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	小山内
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	藤社

1. 検査及び、試験方法

主回路線間及び主回路に接続されている回路を短絡し、これと大地間との間の絶縁抵抗をＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

測定器
電池式絶縁抵抗計 TYPE 3213
（横河電機製）

2. 判定基準

JEM 1220、JIS C 4004 に基づき
明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

3. 検査及び、試験結果

絶縁抵抗値　∞

4. 判 定

合 格

耐　圧　試　験　記　録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	小山内
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	藤社

1.　検査及び、試験方法

主回路線間及び主回路に接続されている回路を短絡し、これと大地間との間に規定電圧（５０Ｈｚ　１５００Ｖ）を１分間印加する。

（JEM 1321、JIS C 0704 に基づく）

測定器
絶縁耐圧試験器　JPM-52
（タカサゴ）

2.　判定基準

試験中に印加電圧の変動、放電、閃絡などの異常がないこと。

（JEM 1321、JIS C 0704 に基づく）

3.　検査及び、試験結果

良　好

4.　判　定

合　格

外観検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 6 ）（承認図と同一内容）に示す [A] ～ [C]
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具
コンベックス 2m JIS1級 1mm (KDS製)

2. 判定基準

別表（ 4 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

別表(4)に示す。

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色： マンセル N8.0 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 15日	測定者	山尾
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	恩田

1.　検査及び、試験方法

スレーブアームの動作試験と兼ねる。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判定

合格

外観検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和60年2月14日	測定者	石川
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 7 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ C 測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具
コンベックス 3.5m JIS1級 1mm（KDS製）

2. 判定基準

別表（ 5 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

別表(5)に示す。

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 10B 3/5

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

機能検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

スレーブアームを取付けられることを確認する。

2. 判定基準

取付けられること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和60年2月14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 14 日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 8 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ C
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具
コンベックス 3.5m JIS 1級 1mm (KDS製)

2. 判定基準

別表（ 6 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

別表（6）に示す。

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 7.5 Y 9/1

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

機能検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

マスターアームを取付けられることを確認する。

2. 判定基準

取付けられること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

員数検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

目視にて確認する。

2. 判定基準

別表（ 7 ）に示す品物と比較、相違ないこと。

3. 検査及び、試験結果

別表(7)に示す。

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 14日	測定者	石川
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	木下

1. 検査及び、試験方法

添附図 (9) (承認図と同一内容) に示す A ~ L

測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

測定具

コンベックス 2m JIS1級 1mm (KDS製)

2. 判定基準

別表 (8) に示す。

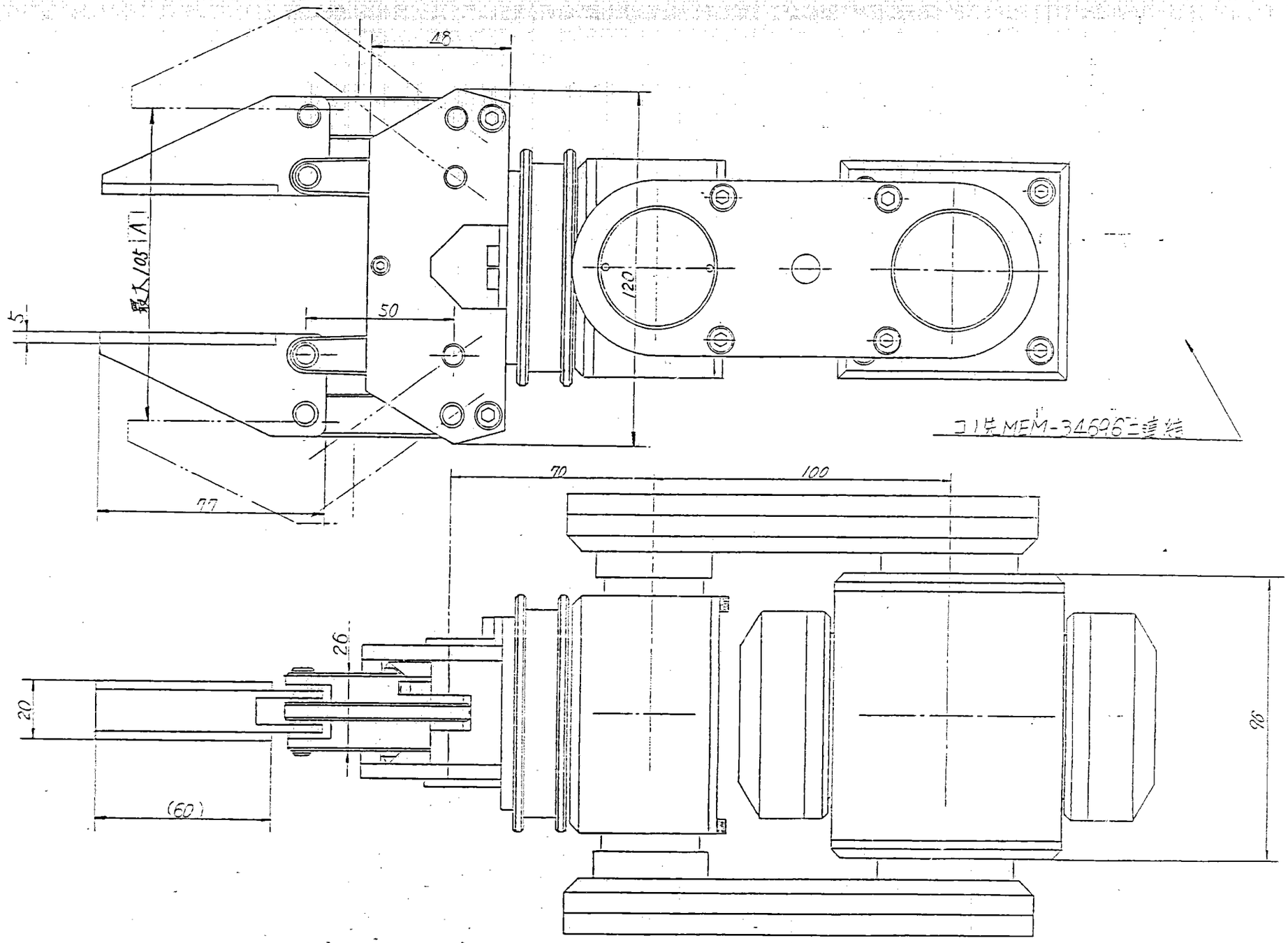
3. 検査及び、試験結果

別表(8)に示す

良好

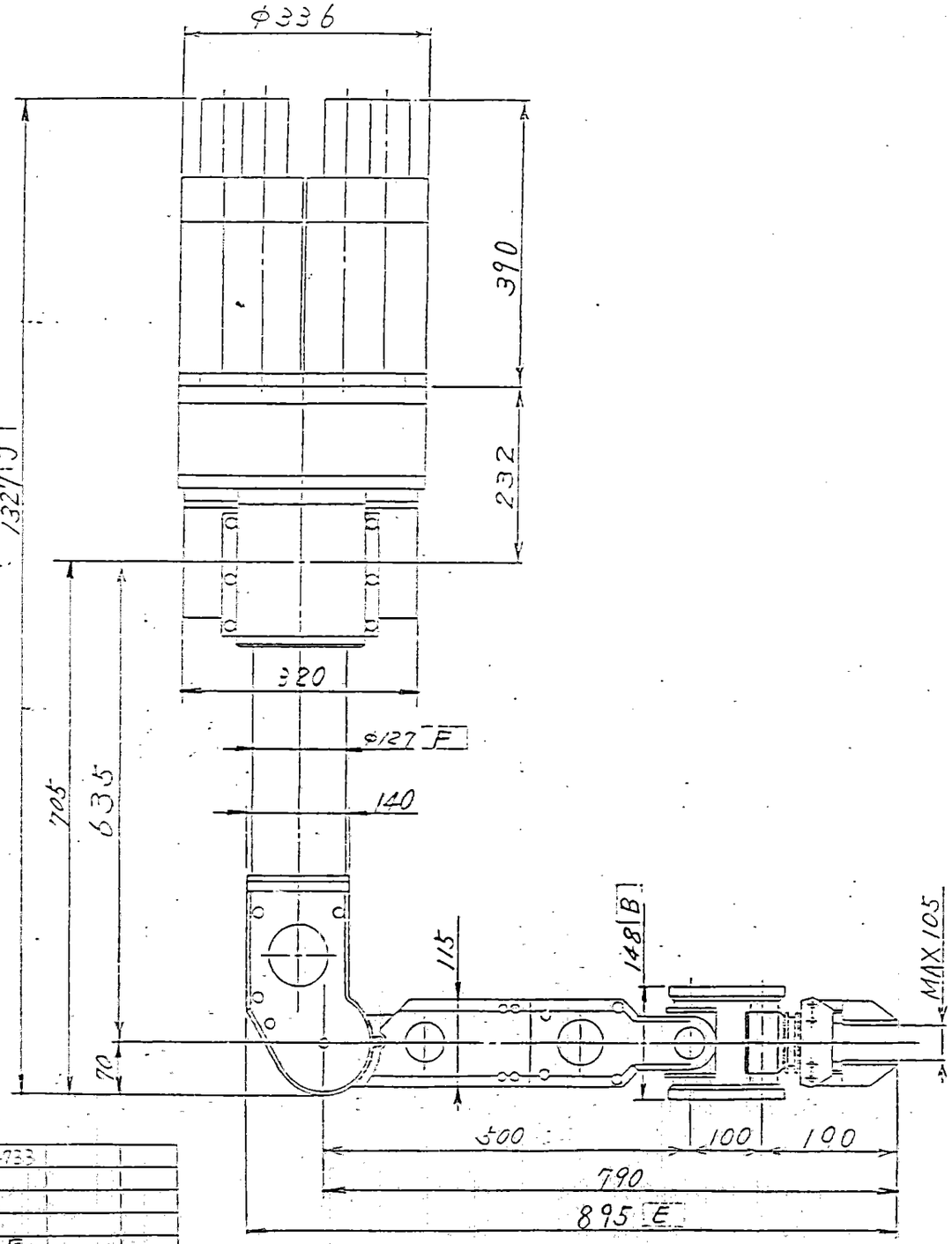
4. 判定

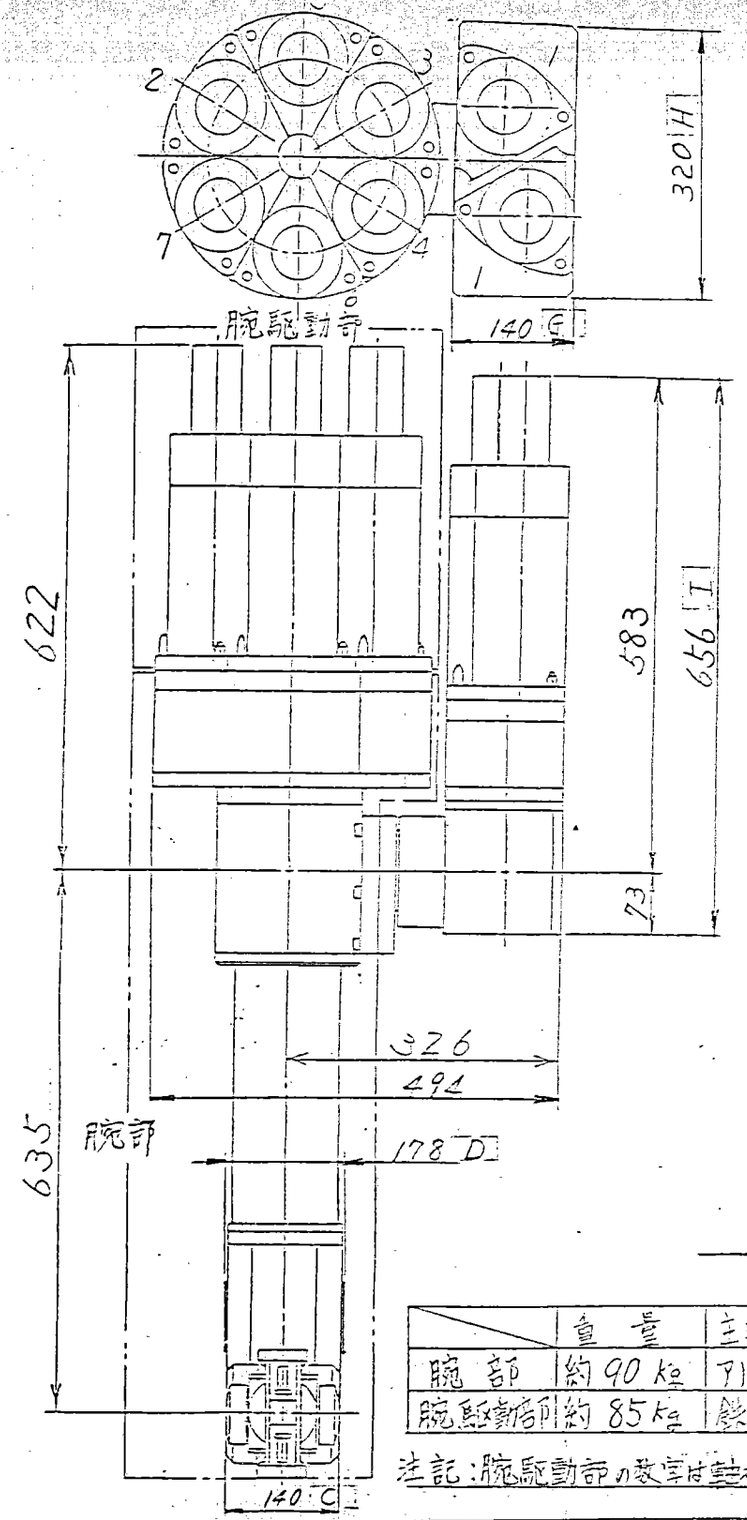
合格



△	MEM-34607 13 再
DESCRIPTIONS	

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査図	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作納品
	K. Kinoshita	阿部	スレーブアーム 手先部 外形図
ISO PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H0136HA
			DWG. NO. 図番 添付図 1





	重量	主要材質
腕部	約 90 kg	アルミ合金
腕駆動部	約 85 kg	鉄鋼

注記：腕駆動部の数字は記番号を示す

—31—

△ 変更歴 MEM-3-754 3
△
△
△
△MEM-3-754 依頼

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 検図	DESIGNED BY 作図	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM 770) スレーブ外形図
	木下	9.9m	
UNIT 単位	SCALE 尺度		
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	JOB NO. 工番 IH-9136HA	DWG NO. 図番 添付図 2	

別　表（ / ）

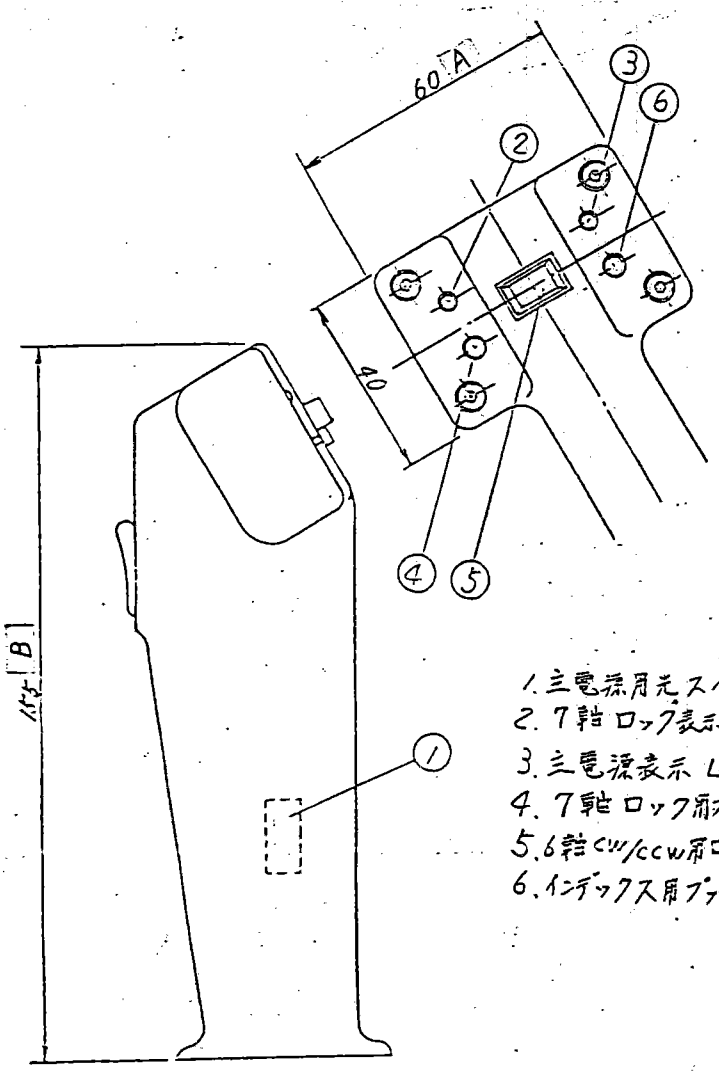
（添附図　1，2　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	105	105以上	118.5
B	148	±3	148.7
C	140	±3	140.8
D	178	±3	177.9
E	895	±7	896.8
F	φ127	±3	127.1
G	140	±3	140
H	320	±4.5	320
I	656	±6	654.7
J	1327	±10	1329.2
		-	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

MEIDEN



1. 三電源用元スイッチ
2. 7軸 ロック表示 LED
3. 三電源表示 LED
4. 7軸 ロック用プッシュスイッチ
5. 6軸 CW/CCW用ロッカースイッチ
6. インデックス用プッシュスイッチ

△
△ MEM-52146 使用

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
	REVISION 訂正		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 点査	DESIGNED BY 担当
	Y. Kinoshita	大竹

3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※

TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM 770-M)
マスターグリップ外形図

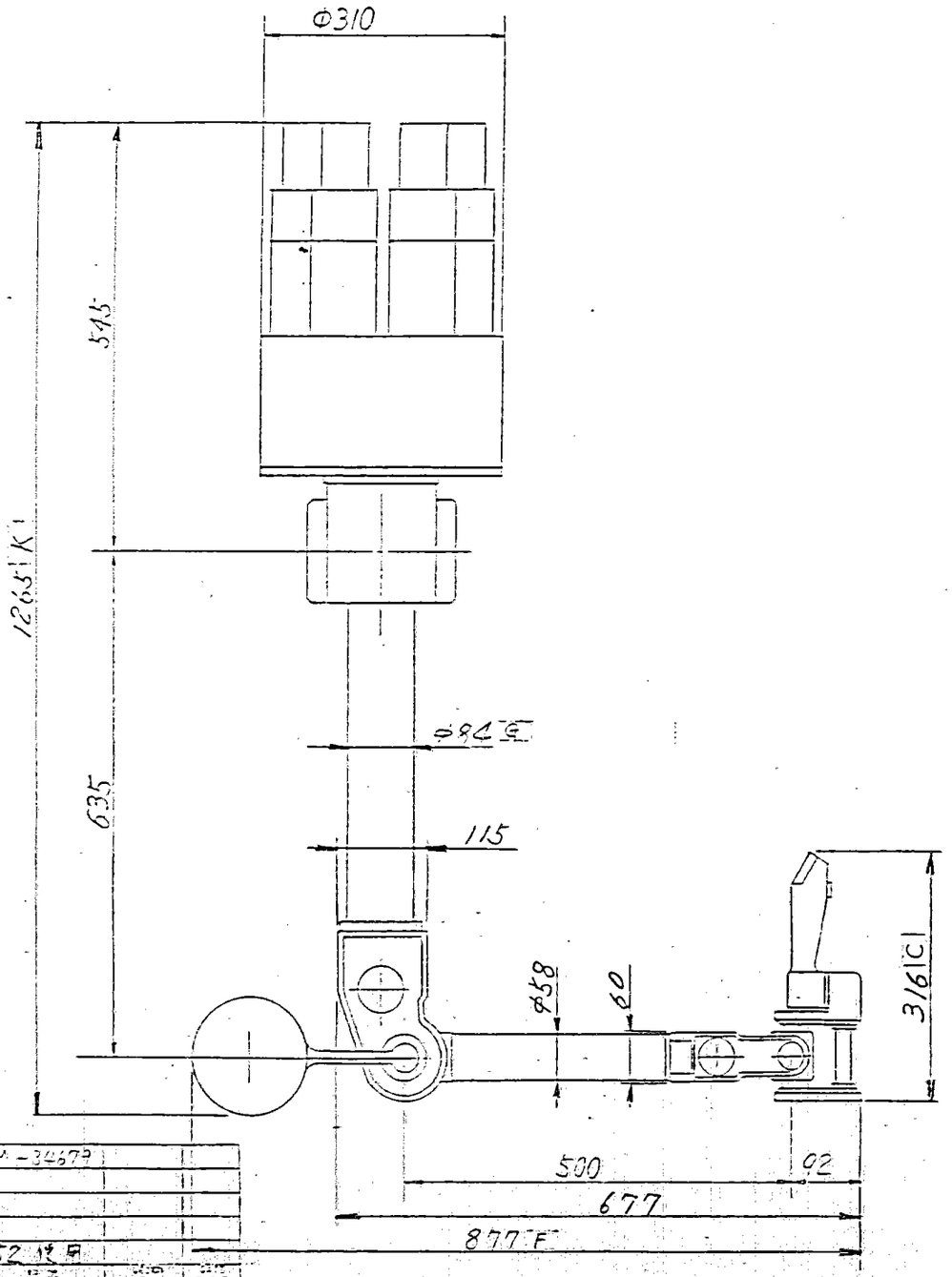
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

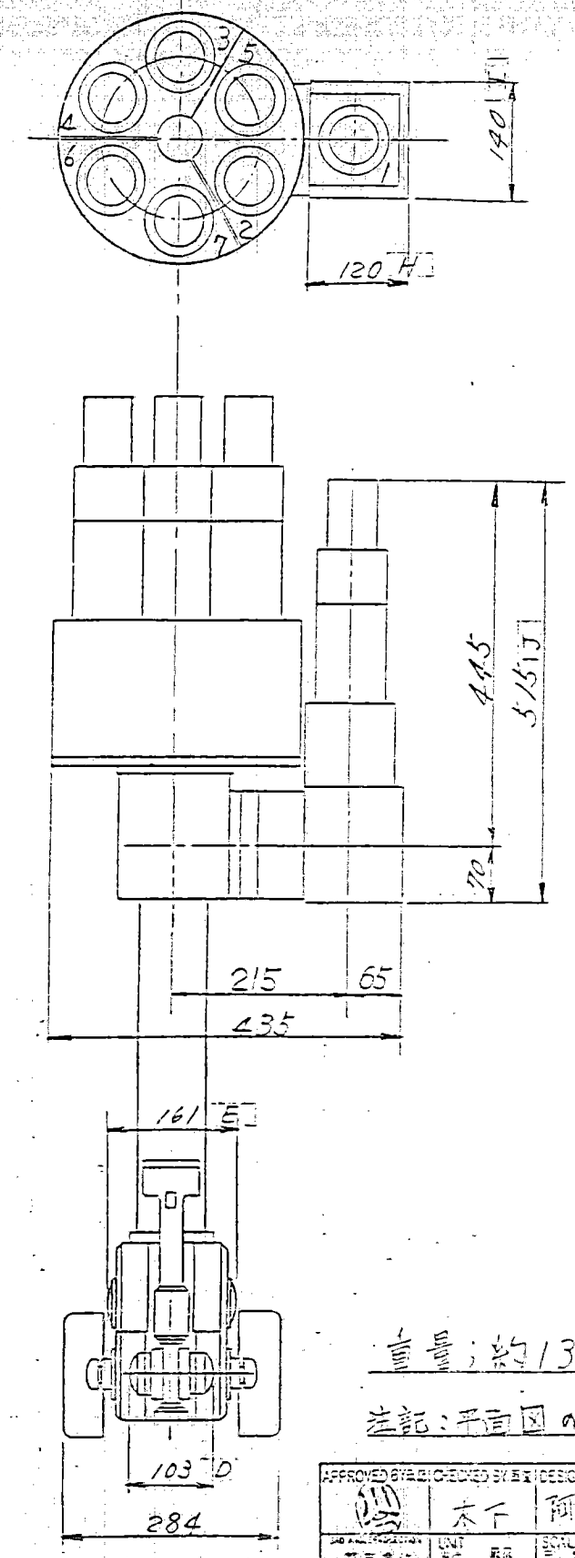
JOB NO. 工号 1H 9136HA

DWG. NO. 図番 添付図 3

—33—

391





重量；約130kg，材質；アルミ合金

注記：平面図の数字はモーターの取付番号を示す

△ 改訂番号 MEM-34679	APPROVED BY 承認	CHECKED BY 検図	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研修
△		木下	阿部	マスターアーム外形図
△ MEM-34752 作成	UNIT 単位	SCALE 尺度	米	
DESCRIPTIONS 摘要	Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工番 1H9136HA	DWG NO. 図番 添付図 4

別　表（2）

（添附図　3，4　参照）

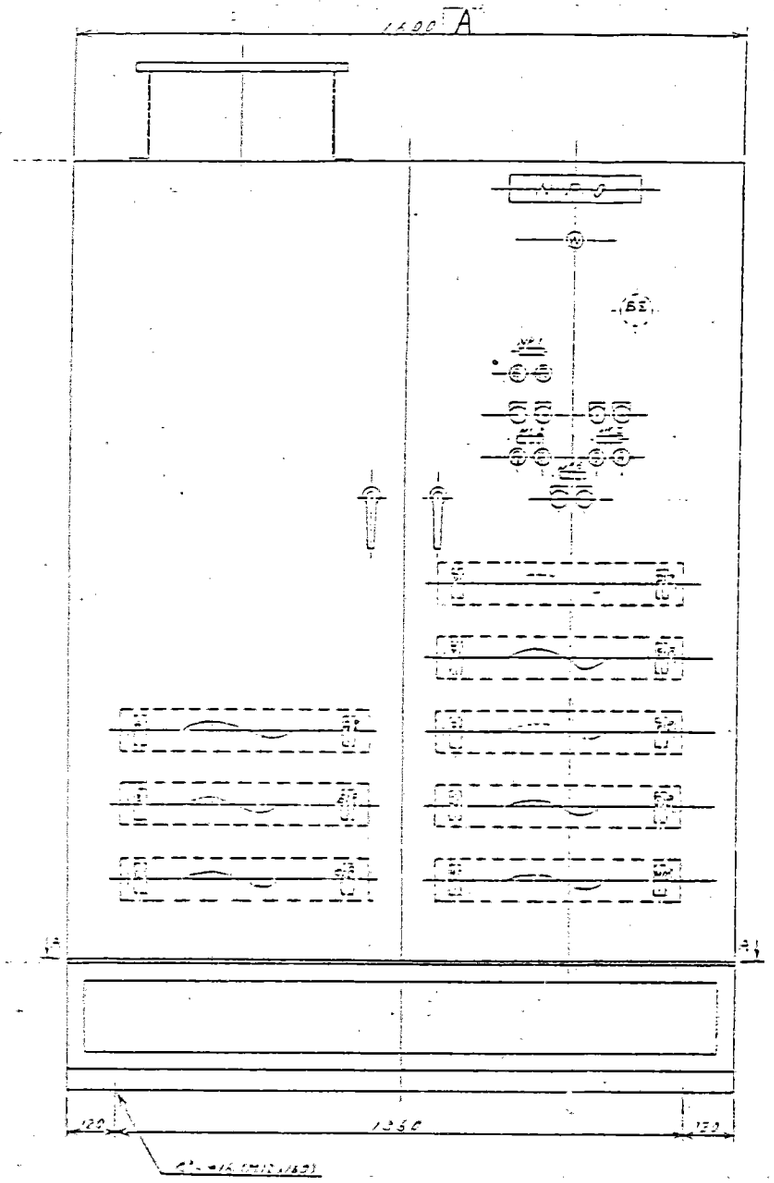
単位 mm

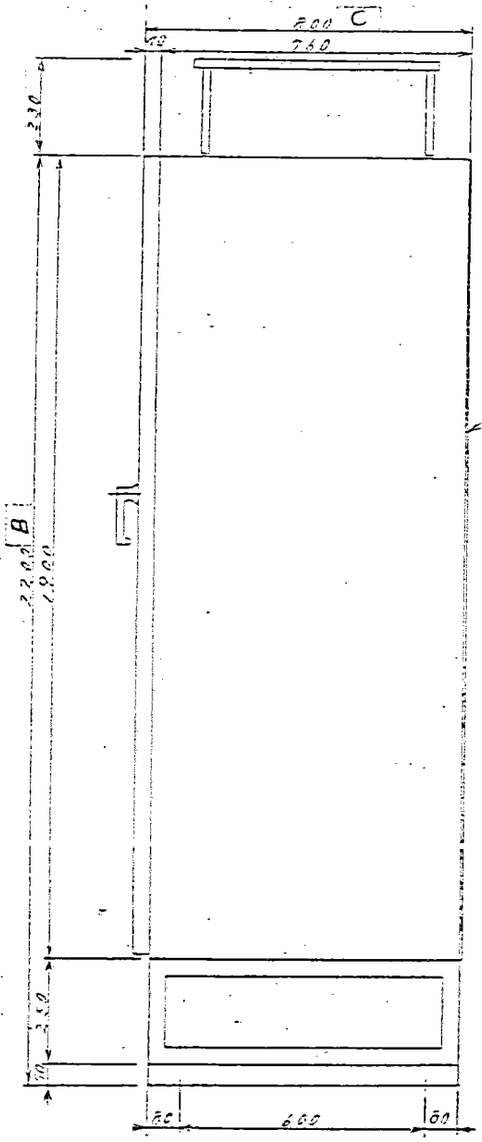
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	60	±2.2	58.7
B	155	±3	153
C	316	±4.5	315.3
D	103	±2.8	103
E	161	±3	158.4
F	877	±7	875
G	φ84	±2.8	83.6
H	120	±2.8	120
I	140	±3	140
J	515	±5.5	515.2
K	1265	±10	1268

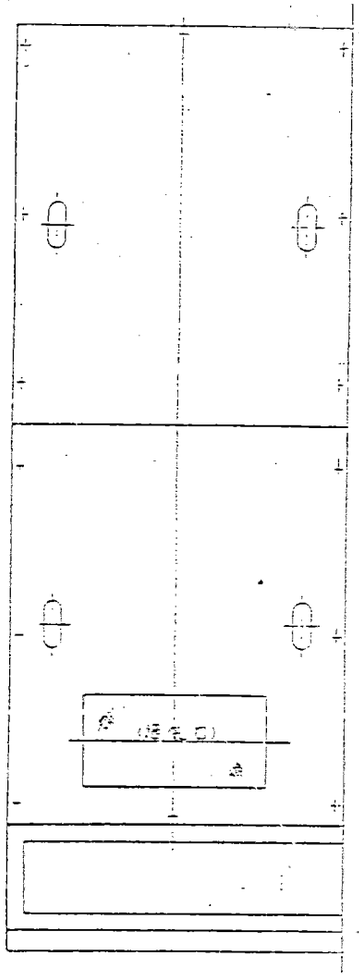
判定基準　　JIS B 0404　18級による。

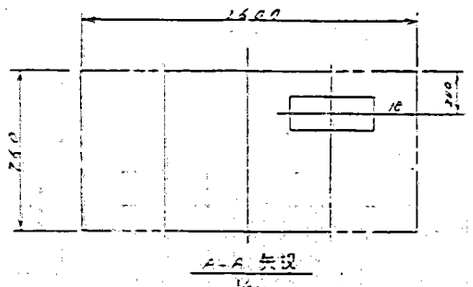
39

MEIDEN









塗装色			
(マンセル)	表面	(5Y 7/1)	○ 1161430×170
	内面	(5Y 7/1)	○ 1171430×280
板厚 (mm)	扉	3.2	○ 1161430×350
	底面	3.2	— 1151430×480
	取付板	1.6	○ 114 (1Y-101×151)
	天井面	2.3	○ 113
	補強材	2.3	— 112 50×30
	底上板	1.6	○ 111 55×125
	底板	2.3	○ 1101特注3×紛下3
質量		約240kg	ケーブル引出口寸法
ケーブル引出口		上面	前面

色重量 1,180kg

NO.	記入文字
0	制御盤
1	主制御電源
2	スレーブアーム制御電源
3	マスターアーム制御電源
4	アーム共制御電源

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作品
矢野	山尾	白井	制御盤外形図
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED 特記事項	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/10	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工番 1H9137HA	DWG. NO. 図番 添付図 5

MEE-20107 作図

	DESCRIPTION	記事	承認	年月日

別　表（3）

（添附図　5　参照）

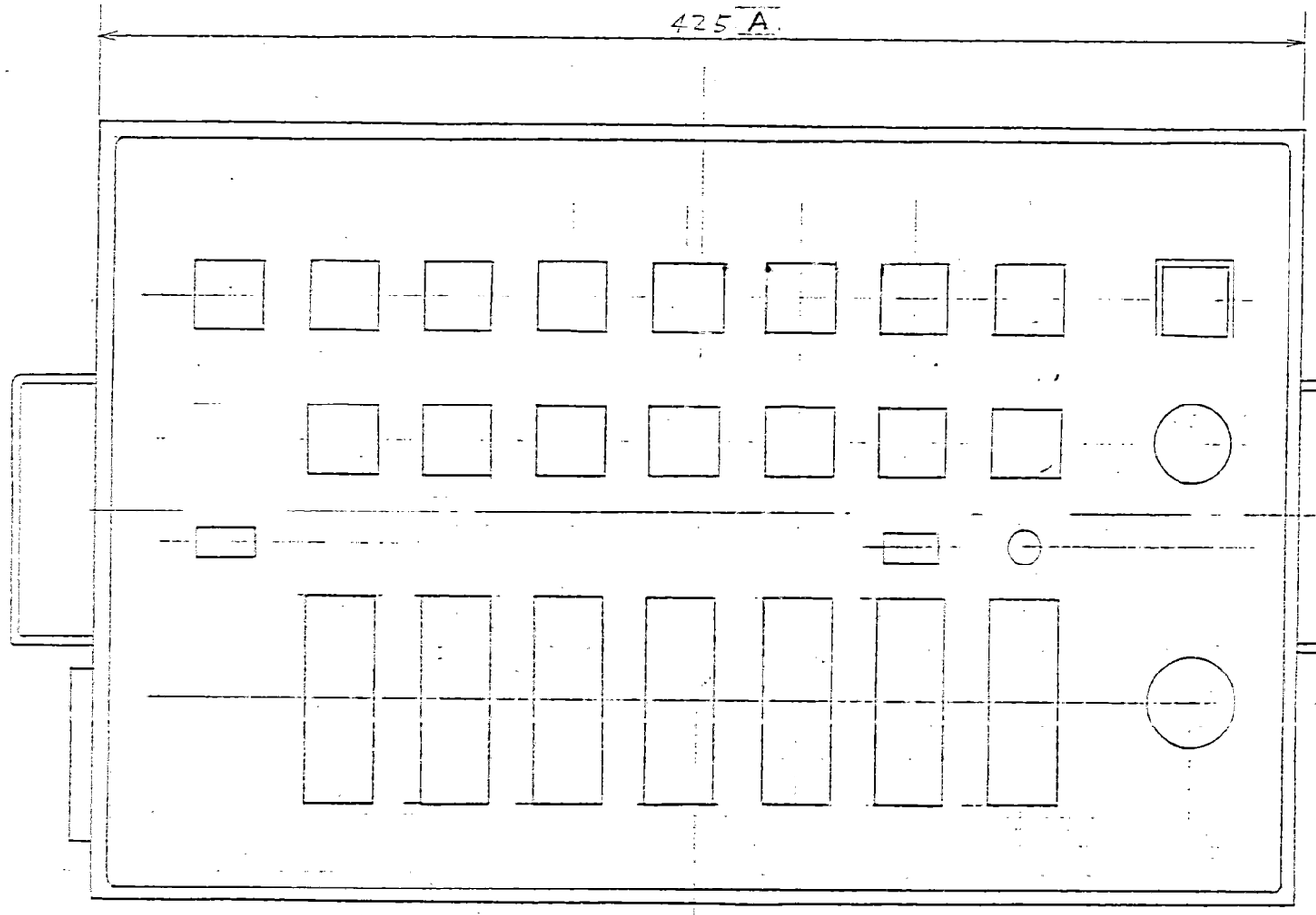
単位 mm

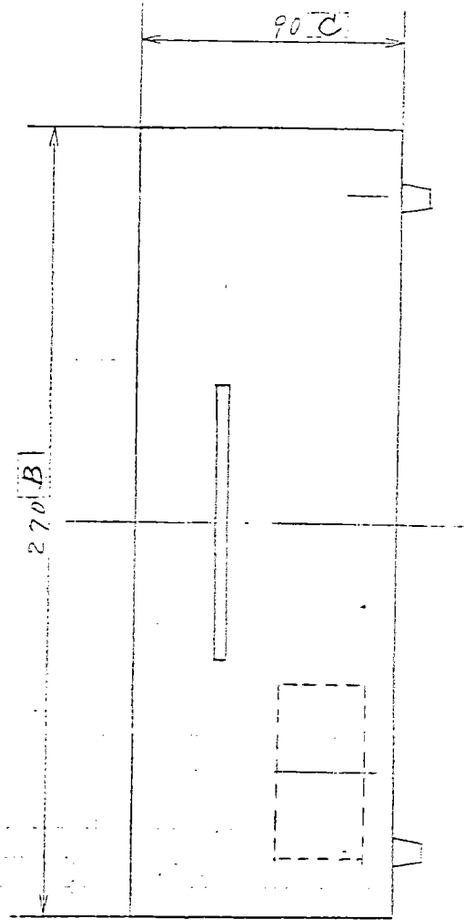
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1600	±10	1601
B	2200	±14	2200
C	800	±6	800

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

395

MEIDEN





塗装　マンセル　N 8.0 半つや

鋼板厚　1.6mm

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△	MEE-30177 使用		
△			
△			
△			
△			

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称
天野	小長	田村	マニピュレータの出荷試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※	コントロールボックス外形図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H 9137HA

DWG. NO. 図番 添付図 6

別　表（4）

（添附図　6　参照）

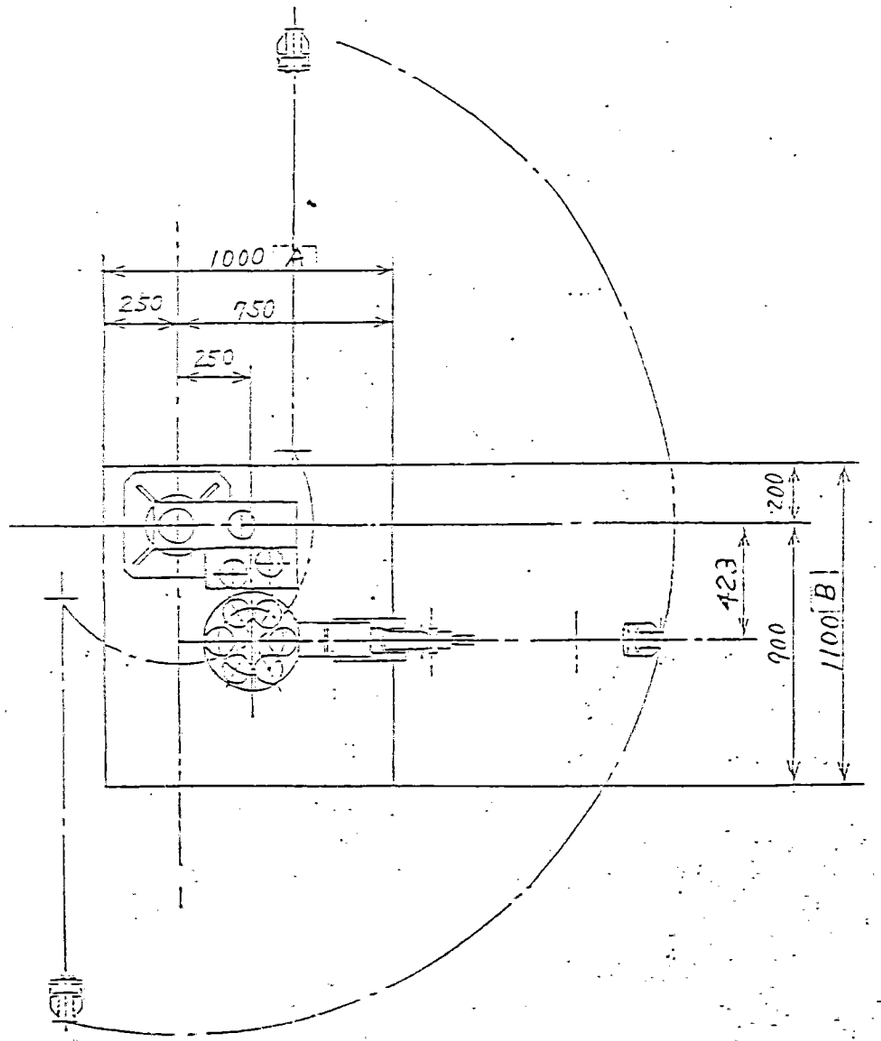
単位 mm

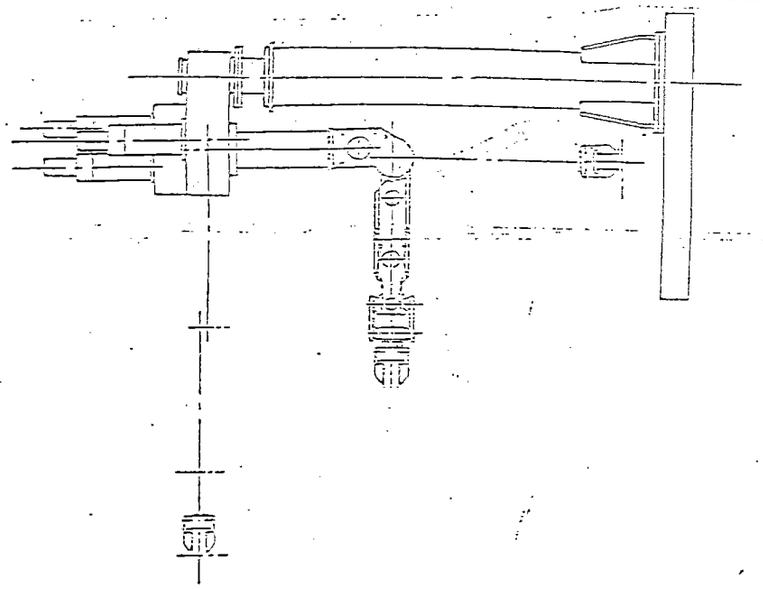
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	425	±5	429
B	270	±4	270
C	90	±2.8	90

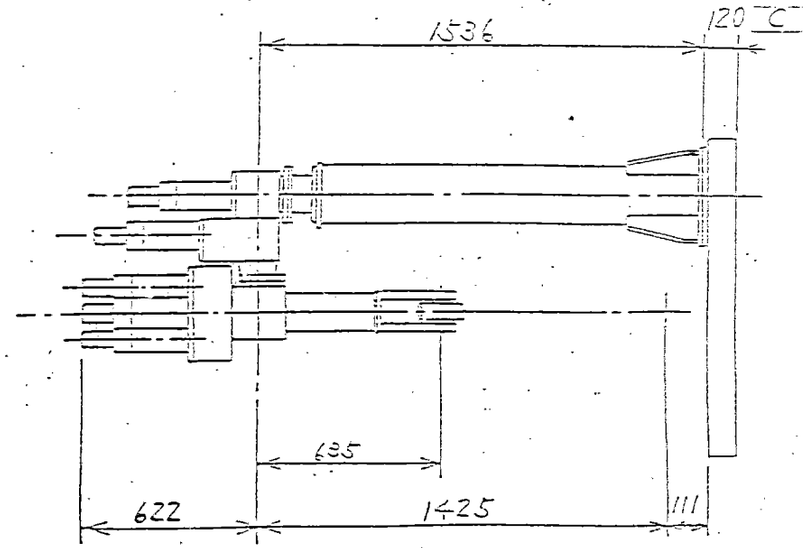
判定基準　　JIS B 0404　18級による。

397

MEIDEN







—40—

△			
△			
△			
△			
△ MEM-34736A 使用			
NOTE 記事	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 設計	DATE 年月日
REVISION 訂正			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
	阿部	木下	スレーブアーム設置図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 IH9136HA	DWG. NO. 図番 添付図 7

0 1 2 3 4

別　表（5）

（添附図　7　参照）

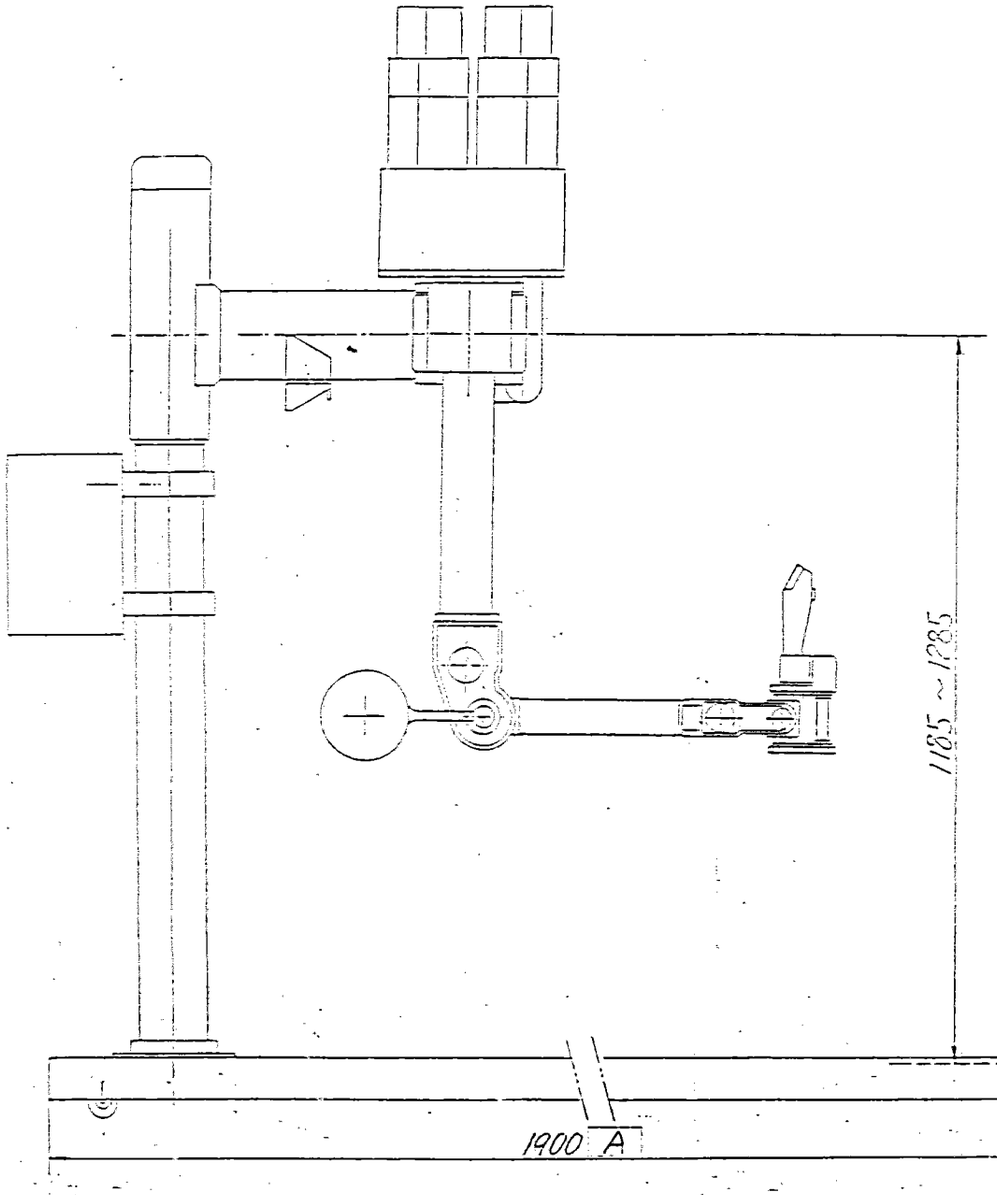
単位 mm

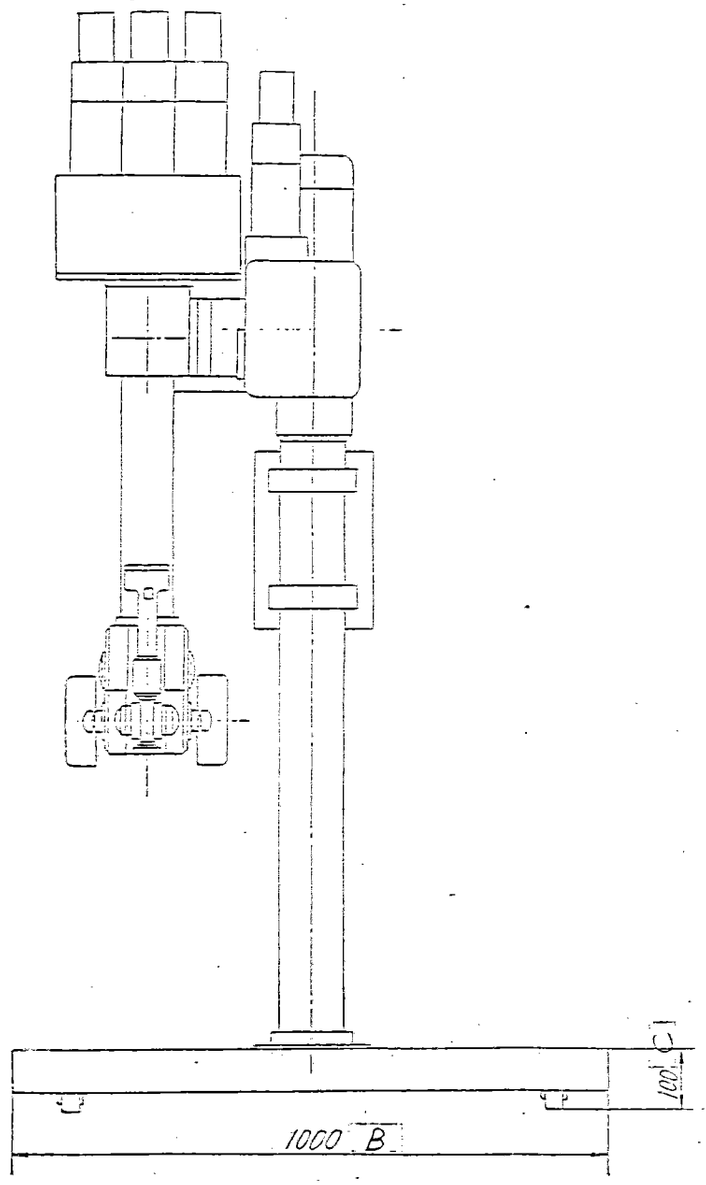
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1000	±7	1000
B	1100	±8	1101
C	120	±2.8	120

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

399

MEIDEN





△			
△			
△			
△			
△ YEM-347376 R3			
NO.	DESCRIPTION 内容	DRAWN 製図	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕組立研究
	木下	阿部	マスタアーム設置図
第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ×	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工番 IH9136H1 DWG. NO. 図番 添付図 8

別　表　（6）

（添附図　8　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1900	±11	1901
B	1000	±7	1003
C	100	±28	102

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

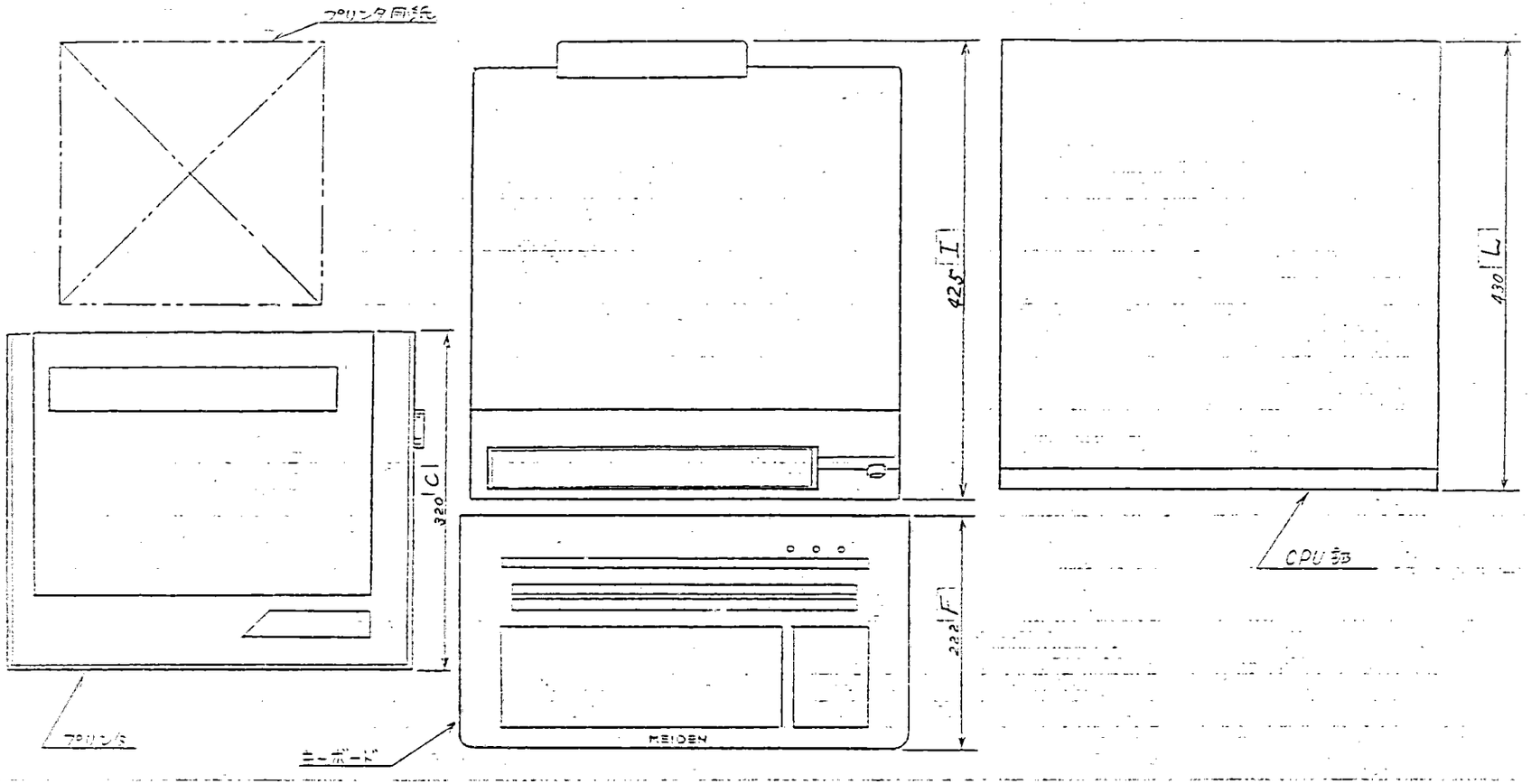
401

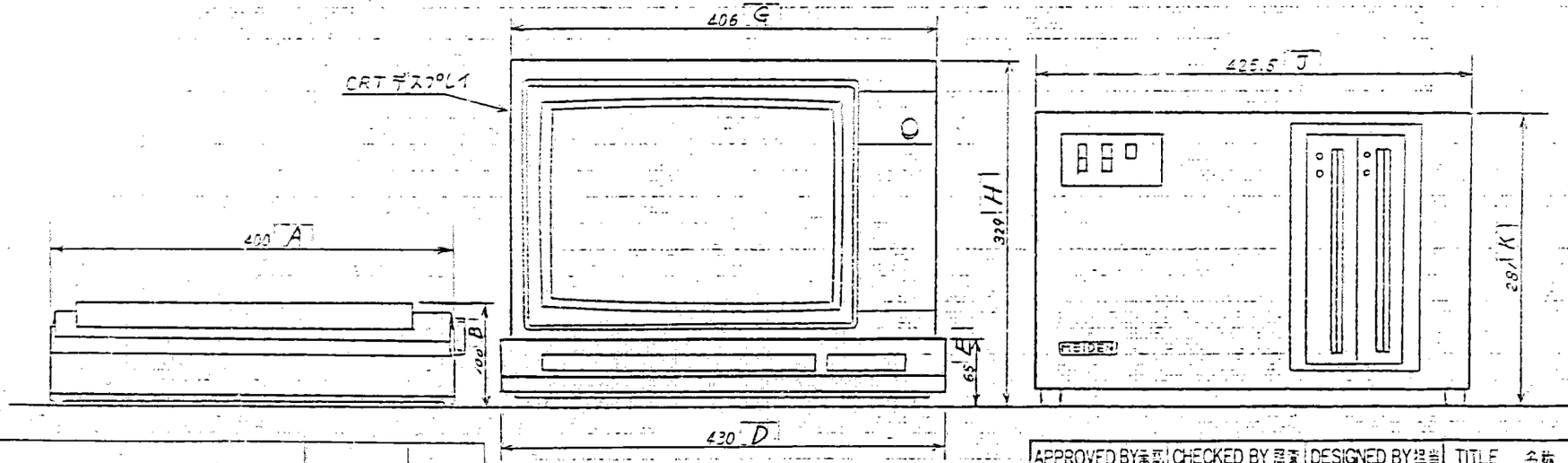
別　表　（ 7 ）

付属品及び取付工事用品

名　　称	数 量	員 数 確 認
マンマシン装置		
本　体	1	有
CRT	1	有
キーボード	1	有
プリンタ	1	有
記録紙	1	有
取付工事用品		
トランスポータ取付部の旋回機構	1	有
トランスポータ取付用チューブ	1	有

MEIDEN





概略諸仕様		
CPU部	CPU	i8086, i8087
	メモリ容量	768 KB
	補助記憶装置	8インチ 70ヶビーディスク 1MB×2
	インターフェイス	RS232C
CRTディスプレイ		14インチカラーディスプレイ 80字×25行 JIS第一水準漢字 カラー 8色
キーボード		JIS配列 (テンキー、ファンクションキー付)
プリンタ		ドットインパクト方式 80桁印字 漢字印字(24ドット)

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△	MEE-30104A 使用		
△	組合せ枠削除	同上	

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
矢野	山尾	恩田
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕

TITLE 名称: マニピュレータの片腕試作研究
マンマシン装置外形図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎

JOB NO. 工号: 1H9137HA

DWG. NO. 図番: 添付図 9

別　表（8）

（添附図　9　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	400	±4.5	400
B	100	±2.8	102
C	320	±4.5	320
D	430	±5	430
E	65	±2.2	65
F	222	±3.5	222
G	406	±5	403
H	329	±4.5	327
I	425	±5	425
J	425.5	±5	426
K	281	±4	280
L	430	±5	430

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

403

添付資料（1）

直流電動機特性（スレーブ用）

代表特性

項　目		単　位	
定格トルク	Tr	kg−cm	25
定格回転速度	Nr	rpm	600
定格電機子電流	Ir	A	2.3
定格出力	Pr	W	150
定格電機子電圧	Er	V	85
時間定格		min.	連続
最大トルク		kg−cm	97.5
※　電機子電流		A	8.5
※　回転速度		rpm	330
重　量		kg	9

上記の値は、周囲温度が、20℃における値です。
※印は最大トルク時の値

404

添付資料(2)

直流電動機特性

代表特性 (マスター用)

項　目		単　位	
定格トルク	Tr	kg−cm	4
定格回転速度	Nr	rpm	4000
定格電機子電流	Ir	A	5.6
定格出力	Pr	W	160
定格電機子電圧	Er	V	45
時間定格		min.	連続
電機子最大許容温度		℃	155
励磁方式	永久磁石		
冷却方式	全閉自冷		
重　量		kg	4.3

上記の値は、周囲温度が20℃における値です。
※印は最大トルク時の値

405

資料番号 _____ 頁数 _____

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検査成績書

昭和 60 年 2 月 15 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

工場御立会記録

1．検査対象

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作機　　一式

2．検査場所

株式会社　明　電　舎　東京事業所

3．検査年月日

昭和60年　2月15日

4．総合判定

合格

5．御指摘事項

特になし

6．御立会検査官

堀井信一　　本橋自学

7．測定者

木下陽右

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検査成績書 目次

[1] スレーブアーム

1.	外観検査	1
2.	寸法検査	2
3.	動作試験	3
4.	負荷試験	4

[2] マスターアーム

1.	外観検査	5
2.	寸法検査	6
3.	動作試験	7

[3] 制御盤

1.	外観検査	8
2.	寸法検査	9
3.	塗装検査	10
4.	絶縁検査	11

[4] コントロールボックス

1. 外観検査 12
2. 寸法検査 13
3. 塗装検査 14
4 動作試験 15

[5] スレーブアーム取付スタンド

1. 外観検査 16
2. 寸法検査 17
3. 塗装検査 18
4. 機能試験 19

[6] マスターアーム取付スタンド

1. 外観検査 20
2. 寸法検査 21
3. 塗装検査 22
4. 機能試験 23

[7] 付属品及び取付工事用品

1. 員数検査 24
2. 外観検査 25
3. 寸法検査 26

添付図 1 27
添付図 2 28
別 表 (1) 29

添付図 3 30
添付図 4 31
別 表 (2) 32

添付図 5 33
別 表 (3) 34

添付図 6 35
別 表 (4) 36

添付図 7 37
別 表 (5) 38

添付図 8 39
別 表 (6) 40

別 表 (7) 41
添付図 9 42
別 表 (8) 43

外観検査記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 15日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図 (1,2) (承認図と同一内容) に示す A ～ J 測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

別表 (/) に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動作試験記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 15日	測定者	山尾
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

コントロールボックス操作による動作を目視検査する。

2. 判定基準

正常に動作すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

W3

負荷試験記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月15日	測定者	山尾
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

取扱い負荷 15kg を指部中央で把握した状態で
各関節の動作を目視検査する。

2. 判定基準

正常に作動すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	マスター アーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 15日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	マスターアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月15日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図（3,4）（承認図と同一内容）に示す A ～ K
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

別表（ 2 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	マスターアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月15日	測定者	山尾
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

マスター操作によってスレーブアームの動作を目視検査する。

2. 判定基準

正常に動作すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年 2月15日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 5 ）（承認図と同一内容）に示す [A] ～ [C]
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

別表（ 3 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

419

塗装検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 5Y 7/1 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

絶縁試験記録

検査対象	制御盤	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	藤社
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

主回路線間及び主回路に接続されている回路を短絡し、これと大地間との間の絶縁抵抗をＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

2. 判定基準

JEM 1220、JIS C 4004 に基づき
明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

3. 検査及び、試験結果

絶縁抵抗値 ∞

4. 判定

合格

621

外観．検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

422

寸法検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 6 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ C 測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

別表（ 4 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル N8.0 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和　年　月　日	測定者	山尾
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1.　検査及び、試験方法

コントロールボックス操作による動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判定

合格

425

外観検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

寸法検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月15日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 7 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ C
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

別表（ 5 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

427

塗装検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 25日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 10B 3/5

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

627

機能検査記録

検査対象	スレーブアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 15日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

スレーブアームを取付けられることを確認する。

2. 判定基準

取付けられること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

430

寸法検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 8 ）（承認図と同一内容）に示す [A] ～ [C]
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

別表（ 6 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 7.5 Y 9/1

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

機能検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

マスターアームを取付けられることを確認する。

2. 判定基準

取付けられること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

員数検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 15日	測定者	木下
検査場所	関電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

目視にて確認する。

2. 判定基準

別表（ 7 ）に示す品物と比較、相違ないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

43K

外観検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎 東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

435

寸法検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 15 日	測定者	木下
検査場所	明電舎東京事業所	検査官	

1. 検査及び、試験方法

添附図（ 9 ）（承認図と同一内容）に示す A ～ L
測定箇所を適切な測定具を用いて測定する。

2. 判定基準

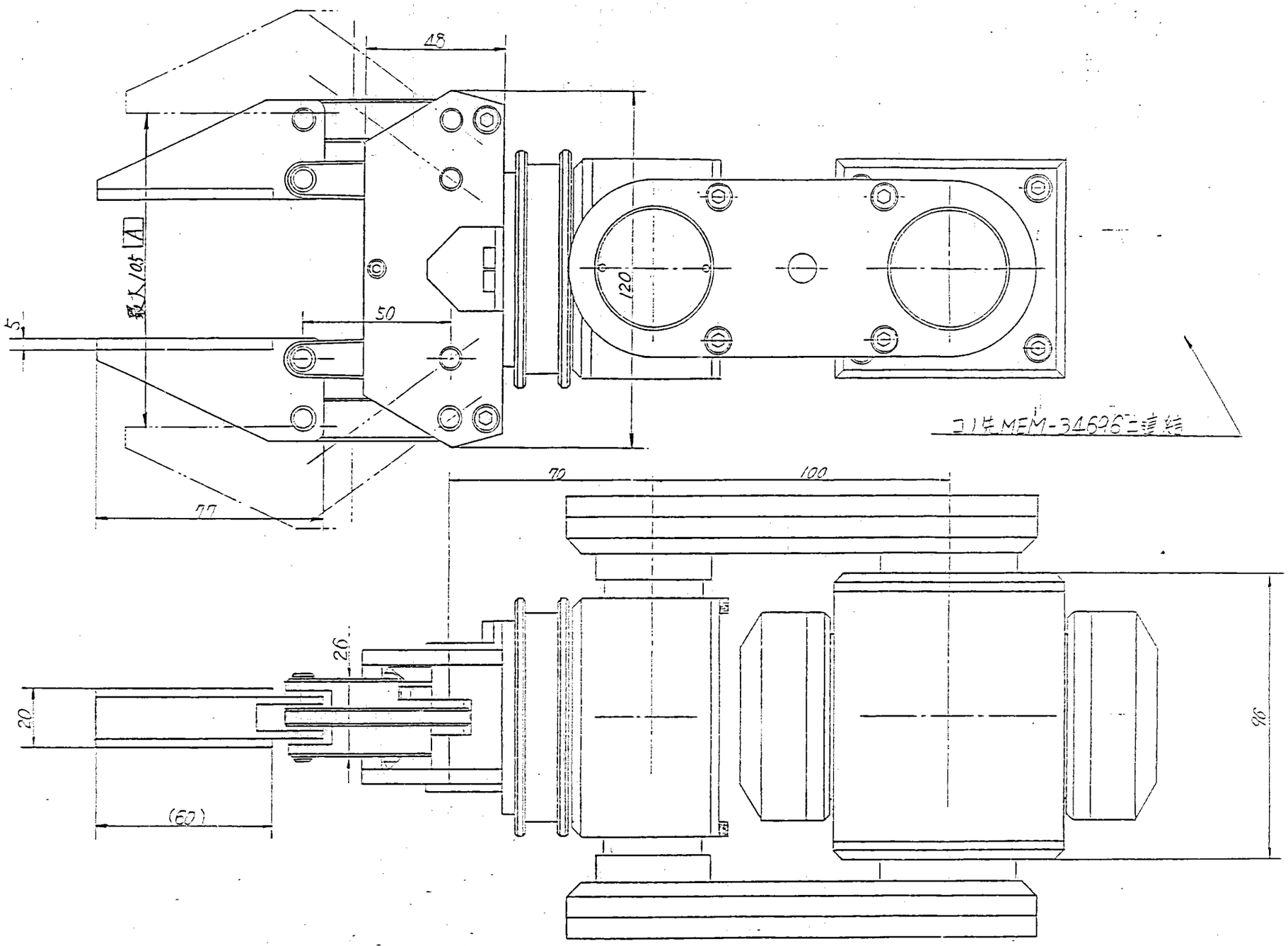
別表（ 8 ）に示す。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

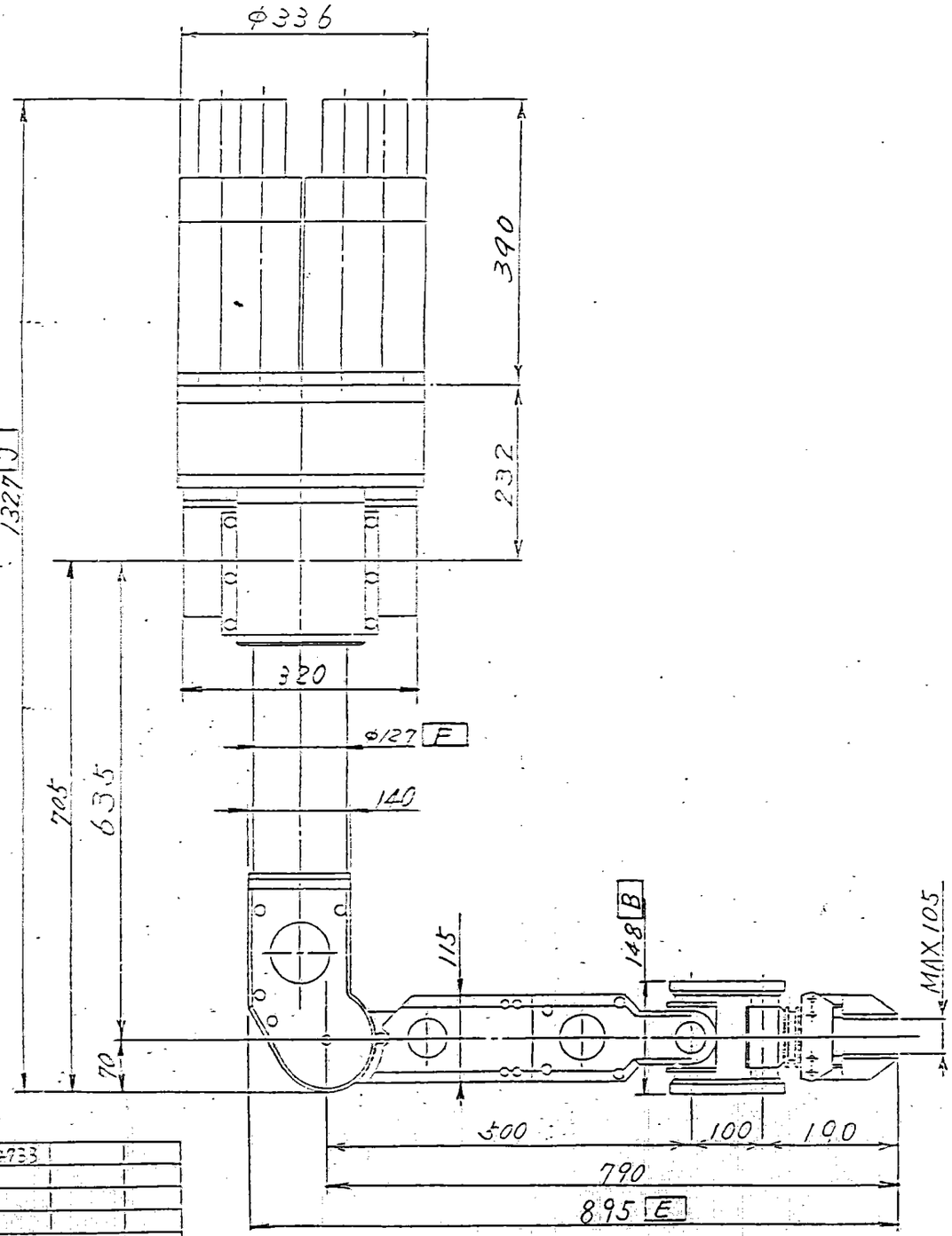
合格

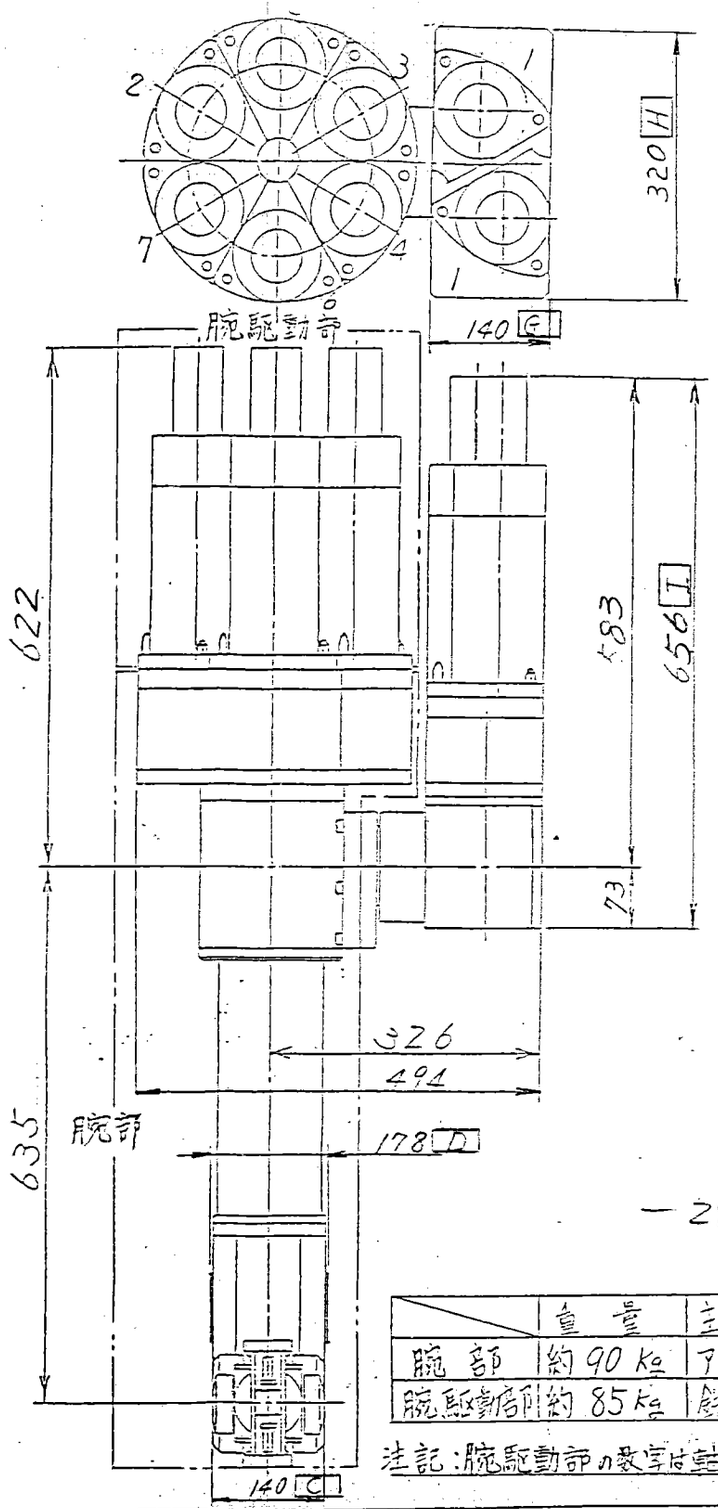


コ1先MEM-34696ニ準拠

△	
△	
△	
△	
△ MEM-34697 付用	
DESCRIPTIONS 摘要	DATE 年月日
REVISION	

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータ 片腕試作部門
	K. Kinoshita	阿部	スレーブアーム 二先部 外形図
JIS 三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/1	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工号 1H9136HA
			DWG. NO. 図番 添付図 1





	重量	主要材料
腕部	約 90 kg	アルミ合金
腕駆動部	約 85 kg	鉄鋼

注記：腕駆動部の数字は記番号を示す

— 28 —

△ 設図No. MEM-3a733
△
△
△
△ MEM-3a754 使用

MARK 記号	DESIGNATIONS 記事	DATE 年月日

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査図	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM 770) スレーブ外形図
	木下	0.9m	
第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ×	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工番 11H9136HA / DWG NO. 図番 添付図 2

別　表（1）

（添附図 1，2 参照）

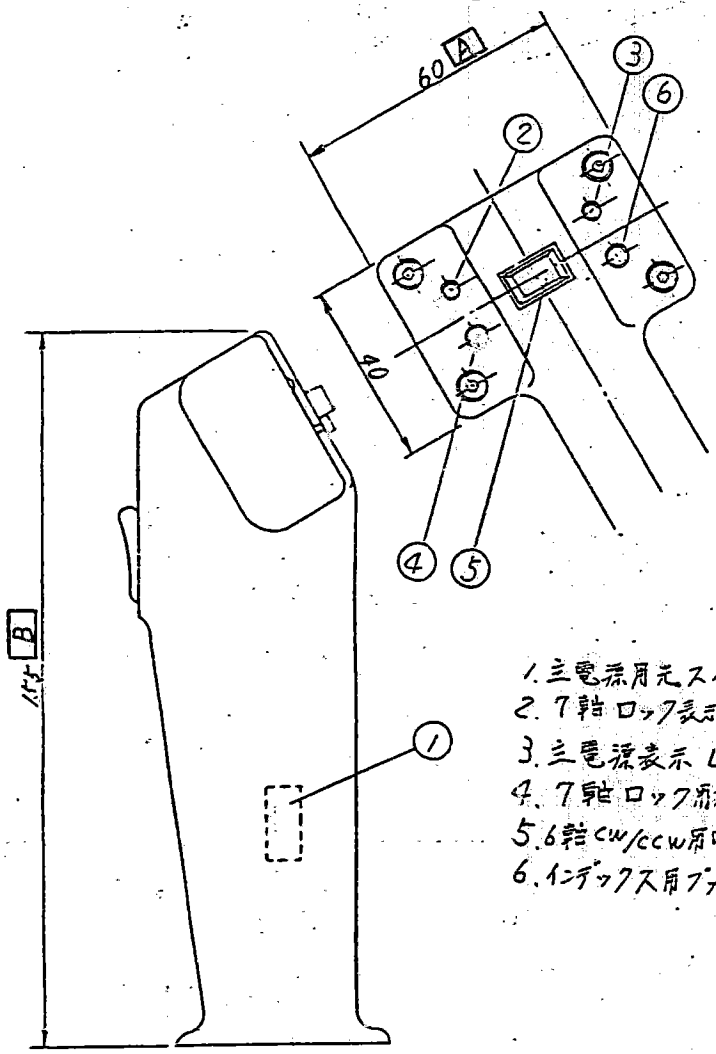
単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	105	105以上	
B	148	±3	
C	140	±3	
D	178	±3	
E	895	±7	
F	φ127	±3	127.4
G	140	±3	
H	320	±4.5	
I	656	±6	
J	1327	±10	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

439

MEIDEN



1. 三電源用元スイッチ
2. 7軸ロック表示 LED
3. 三電源表示 LED
4. 7軸ロック用プッシュスイッチ
5. 6軸CW/CCW用ロッカースイッチ
6. インデックス用プッシュスイッチ

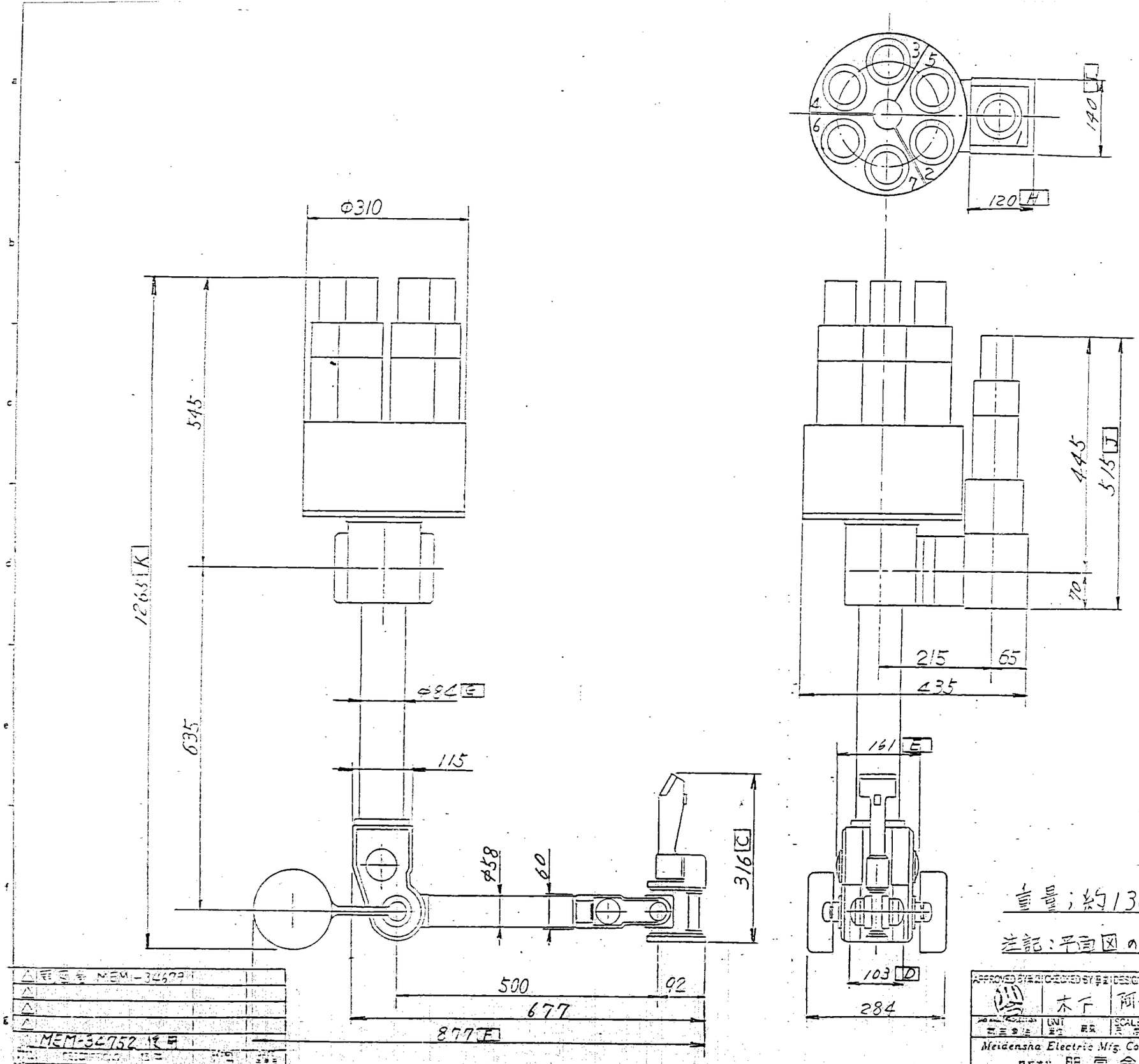
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△	MEM-52146 使用		

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称
	y. Hiroshita	大竹	マニピュレータの片腕試作研究 (BILARM770-M) マスターグリップ外形図
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ½	

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎	JOB NO. 工号	DWG. NO. 図番
	1H 9136HA	添付図 3

-30-



—31—

重量；約130kg，材質；アルミ合金

注記：平面図の数字はモーターの軸番号を示す

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの性能試作研究
	木下	阿部	マスタアーム外形図
製図番号	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 1/4	
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工番 1149136HA	DWG NO. 図番 添付図 4

△ 承認番号 MEM-32752 (1)
△
△
MEM-32752 (1)

別　表　（２）

（添附図　３，４　参照）

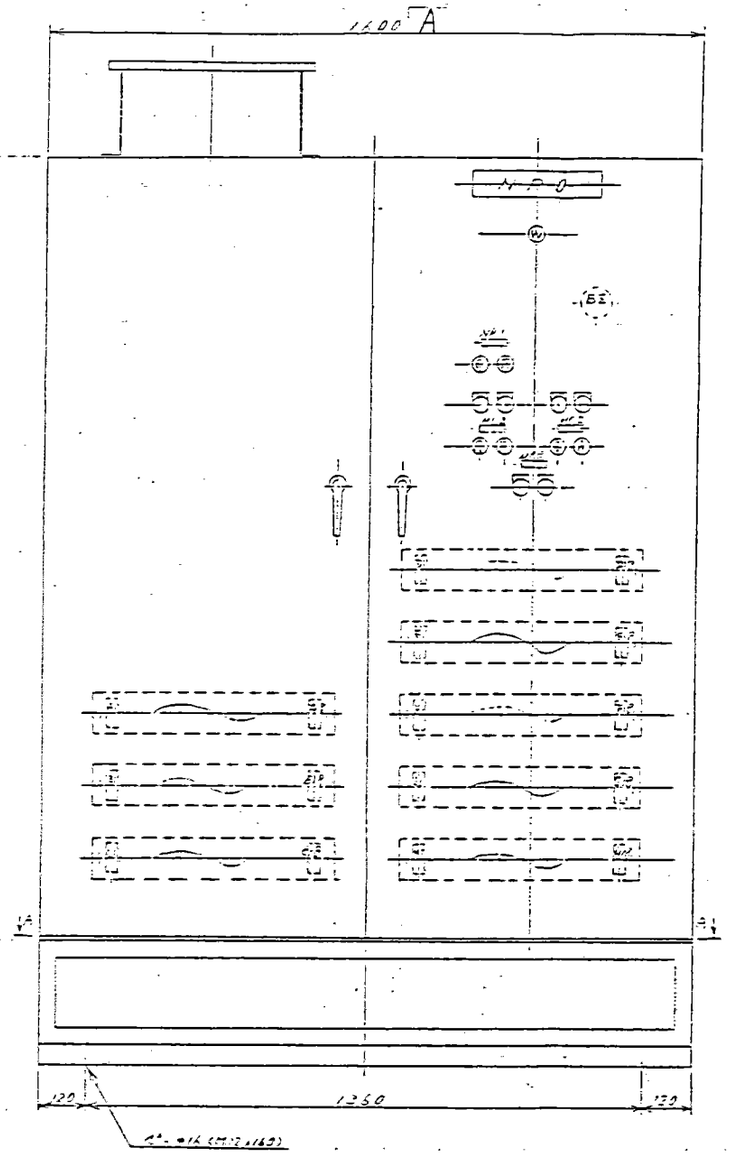
単位 mm

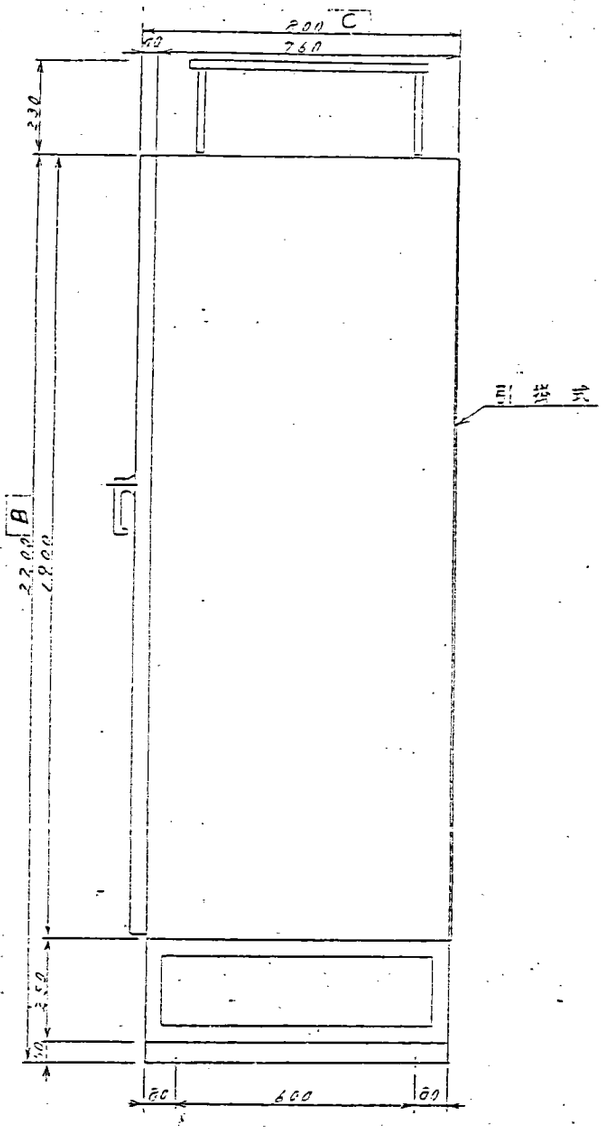
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	60	±2.2	
B	155	±3	
C	316	±4.5	315.4
D	103	±2.8	
E	161	±3	
F	877	±7	
G	φ84	±2.8	φ83.5
H	120	±2.8	
I	140	±3	
J	515	±5.5	
K	1265	±10	

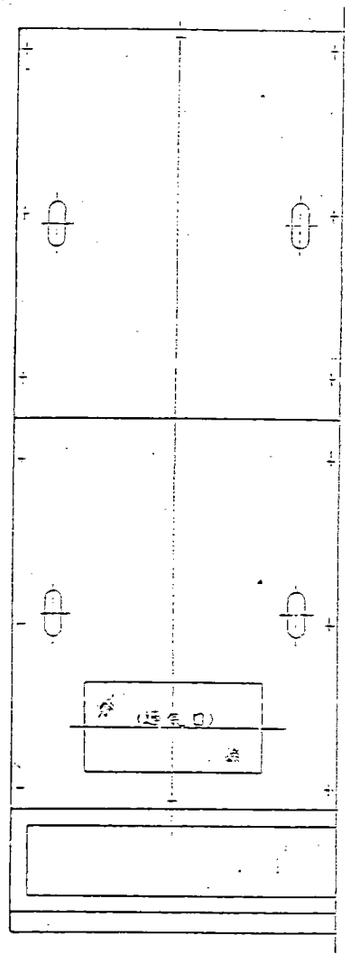
判定基準　　JIS B 0404　18級による。

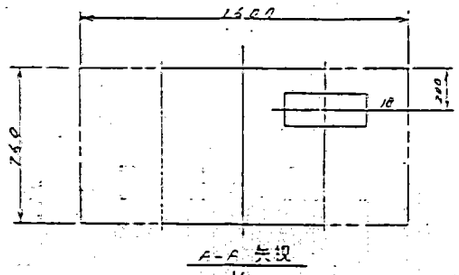
442

MEIDEN









塗装色					
(マンセル)	表面	SY7/11	( )	15	430×170
	内面	SY7/11	○	17	430×280
板厚 (mm)	扉	3.2	○	16	430×360
	金物ベース	3.2	—	15	430×480
	背面板	1.6	○	14	(W-100)×150
	天井板	2.3	○	13	
		2.3	—	12	50×130
	底板	1.6	○	11	55×125
	床板	2.3	○	10	取付穴×4箇所
塗装仕様		BC-AE-FF			ケーブル引出口付き
ケーブル引込口		側面			

質量 1,180 kg

NO.	記入文字
0	制御盤
1	主制御電源
2	スレーブアーム制御電源
3	マスターアーム制御電源
4	アーム系制御電源

NO.	DESCRIPTIONS 摘要	DATE 年月日	APPROVED 承認
5	MEE-30107 使用		

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 審査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称 マニピュレータの分解試作研究
矢野	山尾	日吉	腕制御盤 外形図
SCALE 尺度	UNIT 単位		
*	mm		

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 明電舎	JOB NO. 工号	DWG. NO. 図号
	1H9157HA	添付図 5

別　表（3）

（添附図　5　参照）

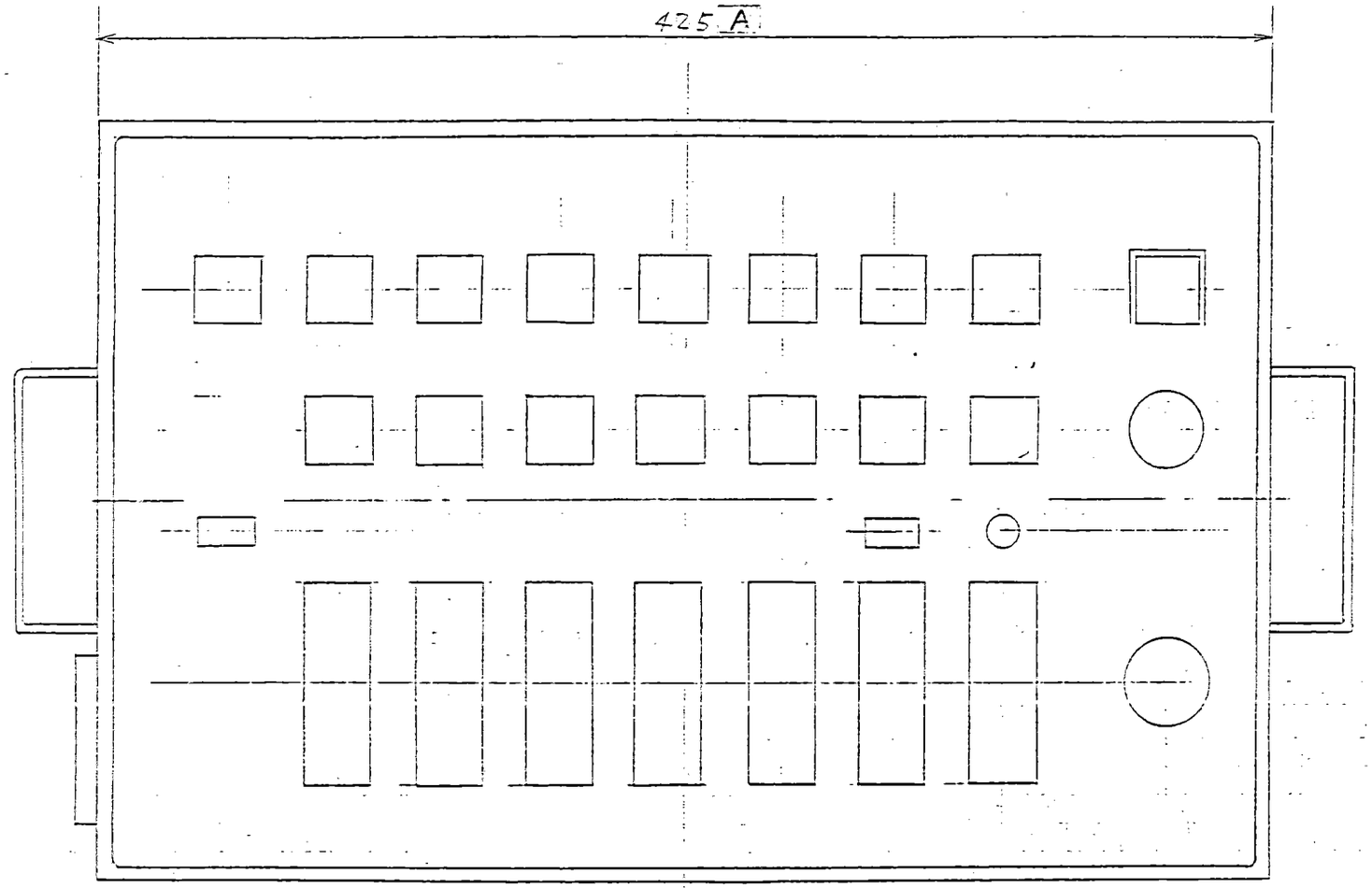
単位 mm

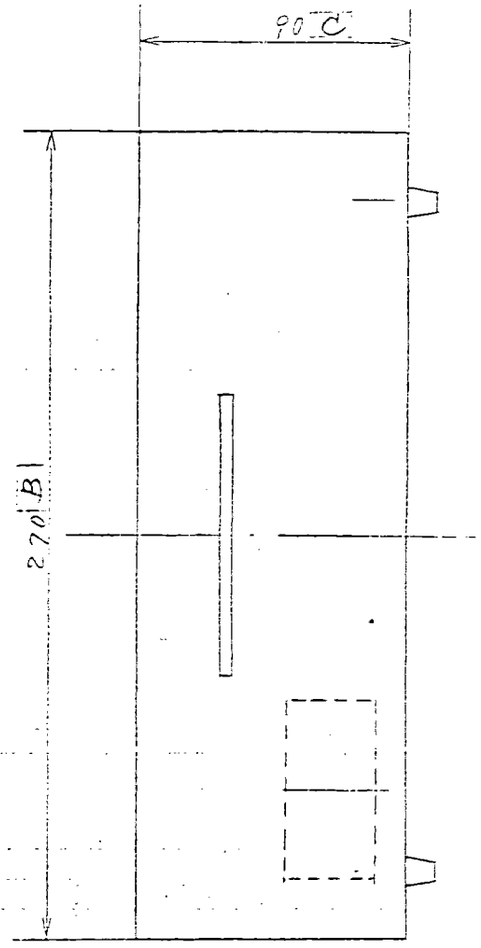
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1600	±10	
B	2200	±14	
C	800	±6	802

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

644

MEIDEN





塗装　マンセル　N 8.0 半つや

鋼板厚　1.6mm

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△			
△	MEE-30177 使用		

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当	TITLE 名称
天野	小長	田村	マニピュレータの耐震試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※	コントロールボックス外形図

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号 1H 9137HA

DWG. NO. 図番 添付図 6

別　表　（4）

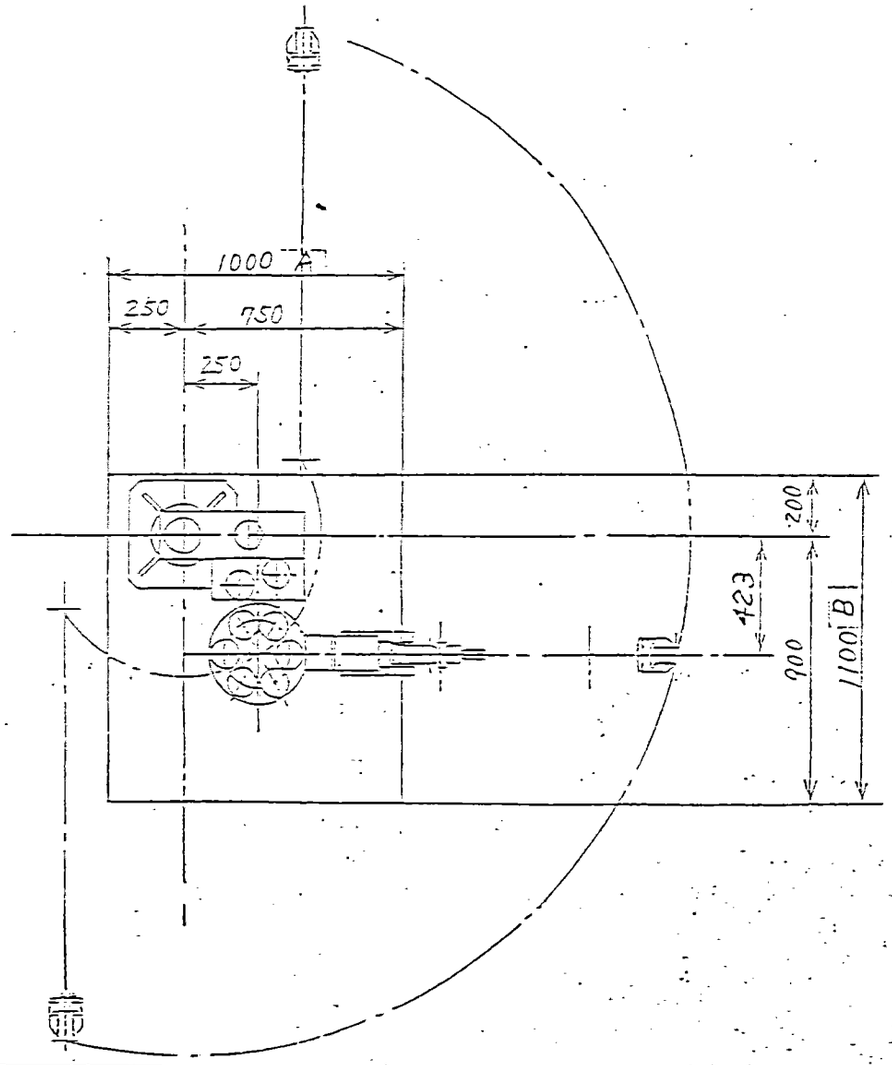
（添附図　6　参照）

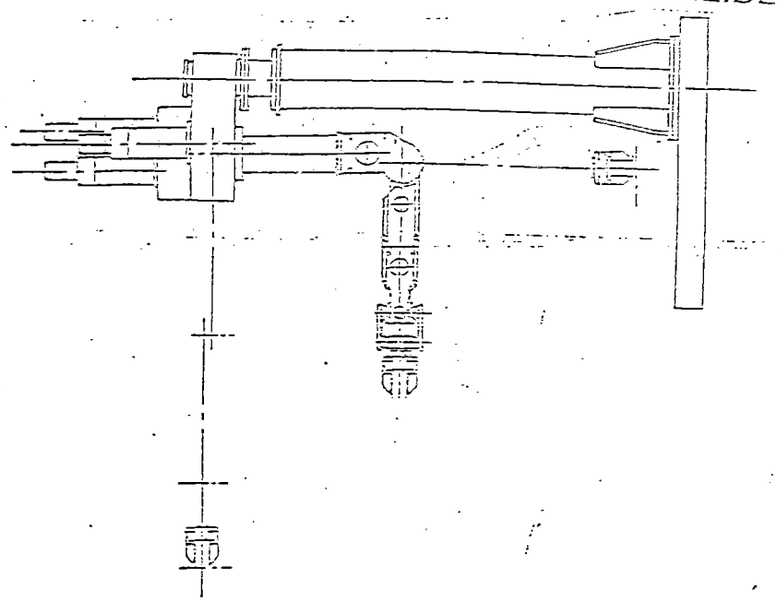
単位 mm

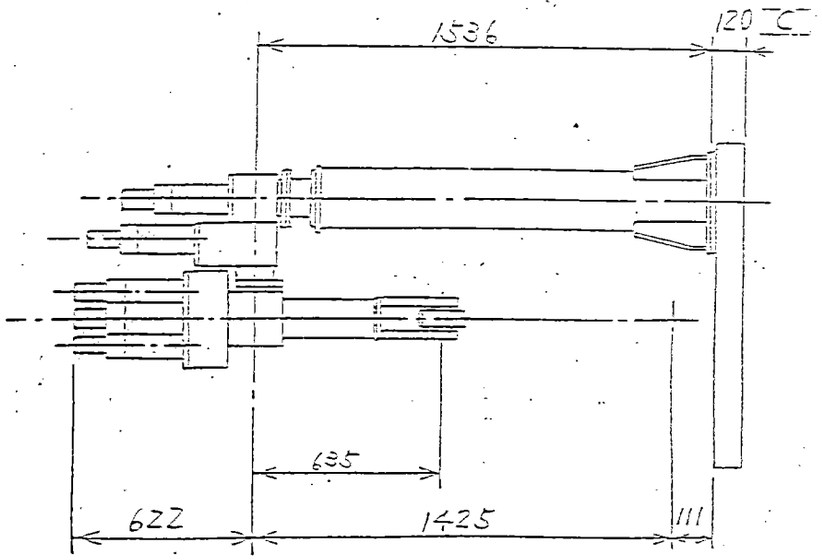
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	425	±5	
B	≧70	±4	≧70
C	90	±2.8	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

MEIDEN







— 37 —

△			
△			
△			
△			
△ MEM-34736A 使用			
MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
REVISION 訂正			

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査 阿部	DESIGNED BY 担当 木下	TITLE 名称 マニピュレータの片腕試作研究
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ✕	スレーブアーム設置図
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎		JOB NO. 工号 1H9136HA	DWG. NO. 図番 添付図 7

別　表（5）

（添附図　7　参照）

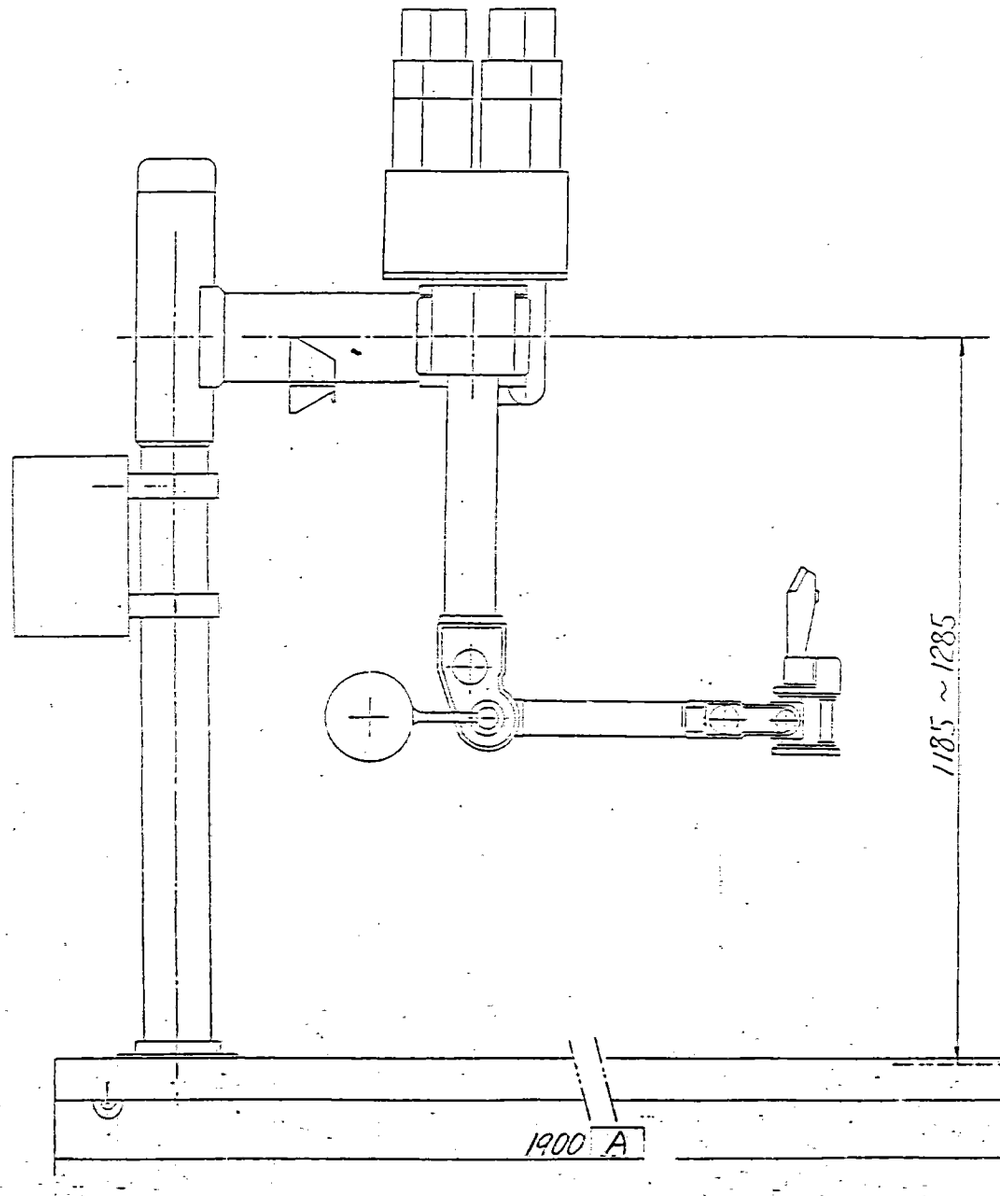
単位 mm

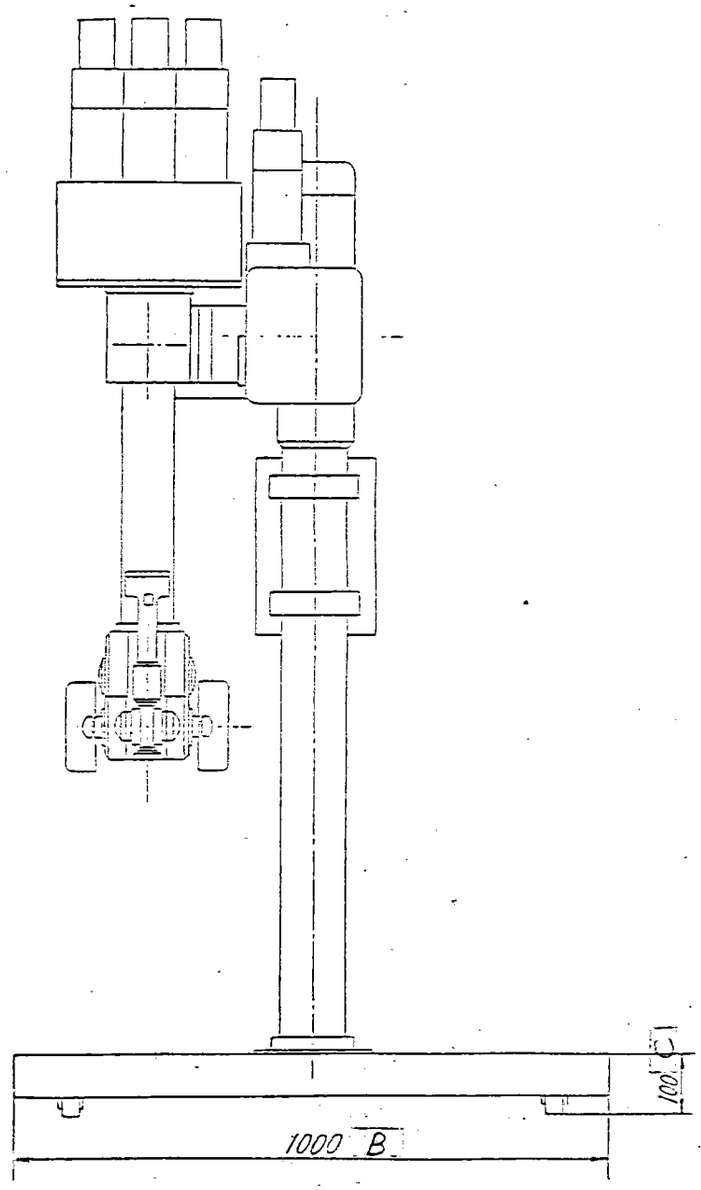
測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1000	±7	1000
B	1100	±8	
C	120	±2.8	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

448

MEIDEN





△			
△			
△			
△			
△	1EM-34737A 改訂		
NO.	DESCRIPTION 摘要	DRAWN 製図	DATE 改訂日

REVISION 改訂

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 査図	DESIGNED BY 設計	TITLE 名称 マニピュレータの片腕組作研究
	木下	阿部	マスタアーム設置図
第三角法	UNIT 単位	SCALE 尺度	×
Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd. 株式会社 明電舎			JOB NO. 工番 1H9136H2 DWG. NO. 図番 添付図 8

別　表（6）

（添附図　8　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	1900	±11	
B	1000	±7	1003
C	100	±28	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

650

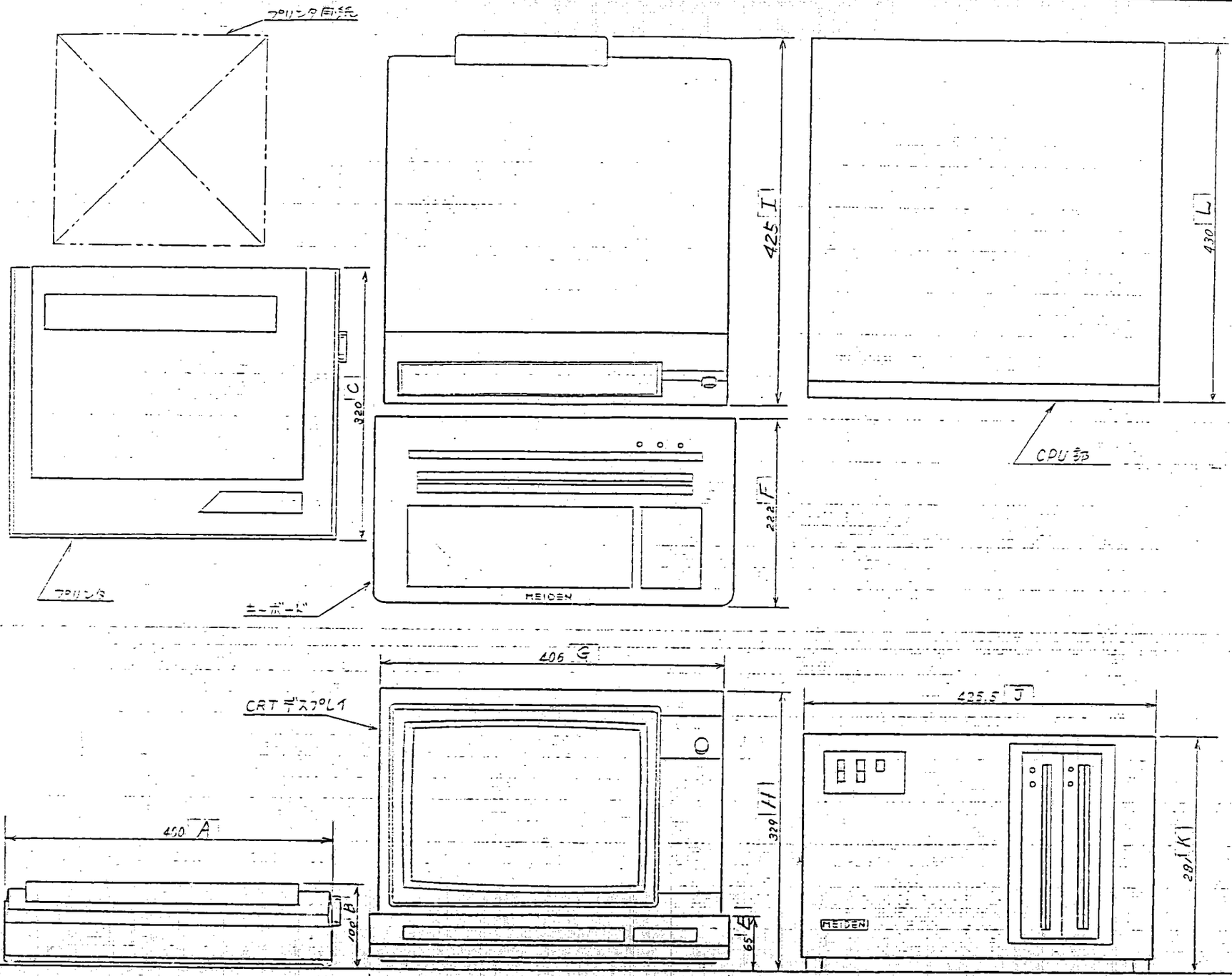
別　表（7）

付属品及び取付工事用品

名　　称	数　量	員数確認
マンマシン装置		
本　体	1	/
CRT	1	/
キーボード	1	/
プリンタ	1	/
記録紙	1	/
取付工事用品		
トランスポータ取付部の旋回機構	1	/
トランスポータ取付用チューブ	1	/

451

MEIDEN



相当品仕様

CPU部	CPU	i8086, i8087
	メモリ容量	768 KB
	補助記憶装置	8インチ70mmビーディスク 1MB×2
	インターフェイス	RS232C
CRTディスプレイ		14インチカラーディスプレイ 80字×25行 JIS第一水準漢字 カラー 8色
キーボード		JIS配列 (テンキー、ファンクションキー付)
プリンタ		ドットインパクト方式 80桁印字 漢字印字(24ドット)

MARK 記号	DESCRIPTIONS 記事	DESIGN 担当	DATE 年月日
△			
△			
△			
△	MEE-30104A 使用		
△	相当仕様 追加	恩田	

REVISION 訂正

APPROVED BY 承認	CHECKED BY 照査	DESIGNED BY 担当
矢野	山尾	恩田
3RD ANGLE PROJECTION 第三角法	UNIT 単位 mm	SCALE 尺度 ※

TITLE 名称: マニピュレータの片腕試作研究
マンマシン装置外形図

Meidensha Electric Mfg. Co. Ltd.
株式会社 明電舎

JOB NO. 工号: 1H9137HA

DWG. NO. 図番: 添付図 9

別　表（8）

（添附図　9　参照）

単位 mm

測定箇所	図面寸法	判定基準	実測値
A	400	±4.5	
B	100	±2.8	
C	320	±4.5	
D	430	±5	
E	65	±2.2	
F	222	±3.5	
G	406	±5	
H	329	±4.5	
I	425	±5	
J	425.5	±5	
K	281	±4	
L	430	±5	

判定基準　　JIS B 0404　18級による。

K53

資料番号 PNSE-7210　　頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

自主検査成績書

昭和 60 年 2 月 19 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

自主検査成績書　目次

[1] スレーブアーム

1. 外観検査　1
2. 絶縁検査　2
3. 動作試験　3
4. 負荷試験　4

[2] マスターアーム

1. 外観検査　5
2. 絶縁検査　6
3. 動作試験　7

[3] 制御盤

1. 外観検査　8
2. 塗装検査　9
3. 絶縁検査　10

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

[4] コントロールボックス

1. 外観検査 11

2. 塗装検査 12

3. 動作試験 13

[5] マスターアーム取付スタンド

1. 機能試験 14

[6] 付属品及び取付工事用品

1. 員数検査 15

2. 外観検査 16

別表 (7) 17

外観検査記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

457

絶　縁　試　験　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

モータの各々の巻線を短絡し、これとモータフレームとの間の絶縁抵抗を、ＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

測定器

電池式絶縁抵抗計 TYPE 3213 (YEW)

2. 判定基準

JEM 1220、JIS C 4004 に基づき

明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

3. 検査及び、試験結果

モータ軸No.	絶縁抵抗値	モータ軸No.	絶縁抵抗値
0	∞	4	∞
1	∞	5	∞
2	∞	6	∞
3	∞	7	∞

4. 判　定

合格

458

動　作　試　験　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1.　検査及び、試験方法

コントロールボックス操作による動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判　定

合格

459

負荷試験記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和60年2月19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

取扱い負荷 15kg を指部中央で把握した状態で
各関節の動作を目視検査する。

2. 判定基準

正常に作動すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	マスターアーム	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	対応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

絶　縁　試　験　記　録

検査対象	マスターアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 19 日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1.　検査及び、試験方法

モータの各々の巻線を短絡し、これとモータフレームとの間の絶縁抵抗を、ＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

測定器
電池式絶縁抵抗計 TYPE 3213
(YEW)

2.　判定基準

JEM 1220、JIS C 4004 に基づき
明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

3.　検査及び、試験結果

モータ軸 No.	絶縁抵抗値	モータ軸 No.	絶縁抵抗値
1	600 MΩ	5	1000 MΩ
2	1000 MΩ	6	∞
3	600 MΩ	7	1000 MΩ
4	800 MΩ		

4.　判　定

合　格

動　作　試　験　記　録

検査対象	マスターアーム	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 19 日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1.　検査及び、試験方法

マスター操作によってスレーブアームの動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判　定

合格

463

外観検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

46

塗装検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 5Y 7/1 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

465

絶　縁　試　験　記　録

検査対象	制御盤	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和60年2月19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1.　検査及び、試験方法

主回路線間及び主回路に接続されている回路を短絡し、これと大地間との間の絶縁抵抗をＤＣ５００Ｖのメガで測定する。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

測定器
電池式絶縁抵抗計 TYPE 3213
(YEW)

2.　判定基準

JEM 1220、JIS C 4004 に基づき
明電舎基準として 1MΩ 以上とする。

（JEM 1220、JIS C 4004 に基づく）

3.　検査及び、試験結果

絶縁抵抗値　∞

4.　判　定

合格

外観検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	水1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル N8.0 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動作試験記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	御立会　(自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

スレーブアームの動作試験と兼ねる。

2. 判定基準

正常に動作すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

461

機能検査記録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

マスターアームを取付けられることを確認する。

2. 判定基準

取付けられること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

470

員数検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60 年 2 月 19 日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

目視にて確認する。

2. 判定基準

別表（ 7 ）に示す品物と比較、相違ないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

K71

外観検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	御立会 (自主検査)
検査年月日	昭和 60年 2月 19日	測定者	小山内
検査場所	第1応用試験棟	検査官	宮本

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

別　表　（7）

付属品及び取付工事用品

名　　称	数　量	員数確認
マンマシン装置		
本　体	1	/
CRT	1	/
キーボード	1	/
プリンタ	1	/
記録紙	1	/
取付工事用品		
トランスポータ取付部の旋回機構	1	/
トランスポータ取付用チューブ	1	/

資料番号 KBSE-7241

頁数

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検査成績書

昭和 60 年 2 月 20 日

株式会社 明電舎

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

現地御立会記録

1．検査対象

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作機　　一式

2．検査場所

第一応用試験棟遠隔保守試験室

3．検査年月日

昭和60年　2月20日

4．総合判定

合格

5．御指摘事項

特になし

6．御立会検査官

堀井信一

7．測定者

山尾哲夫　　恩田寿和

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

検査成績書　目次

〔1〕スレーブアーム

1. 外観検査　1
2. 動作試験　2
3. 負荷試験　3

〔2〕マスターアーム

1. 外観検査　4
2. 動作試験　5

〔3〕制御盤

1. 外観検査　6
2. 塗装検査　7

〔4〕コントロールボックス

1. 外観検査　8
2. 塗装検査　9
3. 動作試験　10

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

[5] マスターアーム取付スタンド

1. 機能試験 11

[6] 付属品及び取付工事用品

1. 員数検査 12

2. 外観検査 13

別 表 (7) 14

Meidensha Electric Mfg. Co., Ltd.

外観検査記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月20日	測定者	山尾 恩田
検査場所	第1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

478

動　作　試　験　記　録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾　恩田
検査場所	汎用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

コントロールボックス操作による動作を目視検査する。

2. 判定基準

正常に動作すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

477

負荷試験記録

検査対象	スレーブアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾、恩田
検査場所	第1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

取扱い負荷 15kg を指部中央で把握した状態で
各関節の動作を目視検査する。

2. 判定基準

正常に作動すること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

480

外観検査記録

検査対象	マスターアーム	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月20日	測定者	山尾、恩田
検査場所	汎用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	マスターアーム	検査区分	(御立会)　自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾　恩田
検査場所	次1応用試験棟	検査官	

1.　検査及び、試験方法

マスター操作によってスレーブアームの動作を目視検査する。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判　定

合格

482

外観検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月20日	測定者	山尻、恩田
検査場所	水1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

423

塗装検査記録

検査対象	制御盤	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾、恩田
検査場所	第1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル 5Y 7/1 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

外観検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60 年 2 月 20 日	測定者	山尾. 黒田
検査場所	第1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

塗装検査記録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾、恩田
検査場所	第1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

塗装の色、仕上り状態を目視検査する。

塗装色：マンセル N8.0 半つや

2. 判定基準

標準色見本と比較、相違のないこと。

ムラのないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

動　作　試　験　記　録

検査対象	コントロールボックス	検査区分	(御立会)　自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾、恩田
検査場所	水1応用試験棟	検査官	

1.　検査及び、試験方法

スレーブアームの動作試験と兼ねる。

2.　判定基準

正常に動作すること。

3.　検査及び、試験結果

良好

4.　判定

合格

機　能　検　査　記　録

検査対象	マスターアーム取付スタンド	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾、恩田
検査場所	次1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

マスターアームを取付けられることを確認する。

2. 判定基準

取付けられること。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

員数検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和 60年 2月 20日	測定者	山尾、宮田
検査場所	水1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

目視にて確認する。

2. 判定基準

別表（ 7 ）に示す品物と比較、相違ないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

459

外観検査記録

検査対象	付属品及び取付工事用品	検査区分	(御立会) 自主検査
検査年月日	昭和60年2月20日	測定者	山尾、忍田
検査場所	第1応用試験棟	検査官	

1. 検査及び、試験方法

製品の形状、状態を目視検査する。

2. 判定基準

有害なキズ等がないこと。

3. 検査及び、試験結果

良好

4. 判定

合格

別　表（7）

付属品及び取付工事用品

名　　称	数 量	員数確認
マンマシン装置		
本　体	1	/
CRT	1	/
キーボード	1	/
プリンタ	1	/
記録紙	1	/
取付工事用品		
トランスポータ取付部の旋回機構	1	/
トランスポータ取付用チューブ	1	/

431

照射試験データシート

13

動力炉・核燃料開発事業団殿

エルボダウン型高性能マニピュレータの片腕試作研究

電子部品の照射試験

データシート

昭和６０年　２月　　日

(株)　明　電　舎

電子部品の照射試験（目次）

		頁
第１章	まえがき	1
第２章	一般工業用部品の照射試験	3
	２．１　目的	4
	２．２　試験方法	5
	２．３　試験結果（データシート和文）	４６
	２．４　評価	９２
第３章	耐放射線性部品の照射試験	９７
	３．１　目的	９８
	３．２　試験方法	９９
	３．３　試験結果（データシート和文）	１０７
	３．４　評価	１４９
第４章	検討事項	１５４
	４．１　問題点とその対策	１５５
	４．２　今後必要なＲ＆Ｄ項目	１５８

付録　Ａ．　γ線照射試験証明書

Ｂ．　文献リスト

Ｃ．　データシート（英文）

（図目次）

		頁
図　1	マニピュレータシステム　ブロック図	9
図　2	照射室内略図	24
図　3	照射試験用ラック　概略図	25
図　4	照射試験用ラック　写真	26
図　5	照射試験方法　概略図	27
図　6	照射施設　平面図	29
図　7	照射室　平面図	30
図　8	静特性試験　装置構成図	32
図　9	静特性試験用動作チェック回路　ブロック図	36
図　10	静特性試験用動作チェック回路　写真	37
図　11	動特性試験　模式図	39
図　12	動特性試験　装置構成図	41
図　13	動特性試験葉制御回路　ブロック図	44
図　14	動特性試験葉制御回路　外観写真	45
図　15	動特性試験葉制御回路　内部写真	45

（表目次）

		頁
表　1	一般工業用電子部品の試料リスト	22
表　2	一般工業用電子部品の評価表	93
表　3	耐放射線性電子部品の試料リスト	102
表　4	耐放射線性電子部品の評価表	150

第１章　まえがき

マニピュレータシステムにおいて、放射線環境下となるセル内に設置する機器、及びその周辺設備についてはすべて耐放射線性を考慮したものでなければならない。　従来までのマニピュレータシステムでセル内での使用が想定されるスレーブマニピュレータの構成要素であるモータ、ポテンショメータ、ケーブル、材料等についての耐放射線性は、システム製作毎にγ線照射試験によって明らかになっている。　しかしながら将来的にセル内での使用が想定される電子回路の構成部品については、文献等で抵抗、コンデンサ、半導体素子といった単位で研究室の段階での耐放射線性が知られている程度で、実際にマニュピュレーターシステムで使用する部品が耐放射線性に優れているか、また、マニピュレーターシステムを動作させる電子回路が放射線環境下で正しく動作するか、といったかたちでのデータの蓄積はほとんどないのが現状である。

将来的にマニピュレータシステムを確立する上で、セル内での使用が想定される電子部品については、特にγ線照射試験を行ってその耐放射線性を調査し、検証した上でシステム設計をする必要がある。

５８年度にその第１ステップとして、一般的に工業分野で使用されている電子部品について、1×10^{5} R/H で１００時間のγ線照射試験を行っている。　これは、マニピュレータシステムの適用対象をガラス固化パイロットプラントに想定し、そのプロセスセルの設計条件（1×10^{5} R/H　×１０００ H）

の線量率に基づいた照射試験をしたものである。 これによって、1×10^{5} R/H の線量率の環境下では使用できないものと、使用できる可能性のあるものとを選別することができた。 これらセル内で使用できる可能性のあるものについて、今回はさらに、プロセスセルの設計条件の積算線量に基づいた照射試験を行い、その耐放射線性を調査する。 すなわち、1×10^{6} R/H で１００時間、積算線量で、1×10^{8} R のγ線照射試験を行うものである。

照射試験の結果、将来的にセル内で使用できない部品については、例えば耐放射線性を考慮した電子部品を使用する方法がある。 しかしながら、耐放射線性の電子部品といっても、一般には軍事用、宇宙用に開発されたものが多く、そのままマニピュレータシステムに適用できるかどうかの保証はない。 従って、これらをマニピュレータシステムで使用するには、やはりγ線照射試験などによって、その耐放射線性を調べておく必要がある。 今回その一部を入手することができたので、γ線照射試験を行う。

第２章　一般工業用部品の照射試験

５８年度に、一般工業用部品の中からマニピュレータシステムで将来的にプロセスセル内での使用が想定されるものを代表的に選択し、1×10^{5} R/H ×１００H のγ線照射試験を行った。　今回はこの結果、使用できる可能性があると評価されたもの、すなわち、1×10^{5} R/H ×１００H の照射中、および照射の前後で機能上、大きな変化のみられなかった電子部品について、さらに、ガラス固化パイロットプラントの設計条件（1×10^{5} R/H ×１０００H ）の積算線量に基づく照射試験を行った。　今回の照射レベルは1×10^{6} R/H ×１００H とした。

この章は、この、一般工業用部品のγ線照射試験について述べたものである。

2.1　では、今回の照射試験の背景を説明し、目的を明らかにした。

2.2　では、今回の照射試験の方法、手順について具体的に述べた。　さらに試料の選択、試料リストと各試料の説明、γ線照射試験の方法、静特性試験の手順、動特性試験の手順についても詳細に述べた。

2.3　では、照射試験の結果を各試料毎にデータシートにまとめた。

2.4　では、 2.3の結果をもとにして各試料のセル内での使用の可能性について評価を行った内容を述べた。

２．１　目　的

マニピュレータシステムは、将来ガラス固化パイロットプラントなどに適用することを目標に設計、研究を進めているが、放射線の環境下となるプロセスセルの設計値は、照射線量で、1×10^{5}R/H $\times$ １０００H $=1\times10^{8}$Rとされている。

このプロセスセル内での使用が想定される機器と、これを構成する部品、特に電子部品は、システム設計を行うまでにγ線照射試験によってその耐放射線性を調査しておく必要がある。

５８年度にその第１ステップとして、一般的に工業分野で使用されている電子部品について、1×10^{5}R/H $\times$ １００Hのγ線照射試験を行い、その結果、このレベルで使用できるものが明らかになっている。　今回はさらに進めて、これらの中から、積算線量でプロセスセルの設計値となる、1×10^{8}Rまで使用できる電子部品を、γ線照射試験により明らかにする。

この結果、５８年度の照射試験の結果と合わせて、プロセスセルの設計値を線量率、積算線量ともに満足する電子部品を選別することができるようになる。

これを今回の照射試験の目的とする。

２．２　試験方法

この節では、一般的に工業用に使用されている部品の中から、今回の試験の試料として選定した部品について説明し、γ線照射試験と試料評価の方法について具体的に述べた。

2.2.1 では、今回行った照射試験の概要を述べた。 すなわち、同一の試料についてまず静特性試験を行い、この結果を踏まえて動特性試験を行い、双方の結果を合わせて評価する手順について示した。

2.2.2 では、５８年度に行った照射試験の結果、セル内で将来的に使用できる可能性のあるもの、すなわち、今回の照射試験の試料のリストを示した。

2.2.3 では、今回γ線照射試験を行なった施設とγ線照射の方法について述べた。

2.2.4 では、試料の静特性試験の方法を、 2.2.5 では、動特性試験の方法を述べた。

2.2.1 照射試験の概要

電子部品の、照射試験による耐放射線性の調査は、基本的に、

1) 試料の選定

2) γ線照射試験

3) 2)の結果による評価

の手順で行う。

今回の照射試験の目的は、５８年度の照射試験の結果、将来的にセル内で使用できる可能性のあるものについて、さらに強い照射線量での試験を行うことにあるので、今回照射試験を行う試料は、５８年度の照射試験の結果、使用できるとされたものと同一のものを選択する。

γ線照射試験は、1×10^{6} R/H $\times$ １００H $=1\times10^{8}$ R の照射線量で行う。 これは、ガラス固化パイロットプラントの設計値の積算線量に基づくものである。 照射試験についてはまず静特性試験を行い、次いで動特性試験を行う。

静特性試験とは、試料を非通電状態のままγ線を照射し、照射の前後での特性、機能の変化の有無を調べるものである。この結果、その試料が放射線環境下に放置された後に正しく機能するのかどうかを検討できる。

これに対して動特性試験とは、 試料に電源を供給し、所定の機能で動作させた状態でγ線を照射し、照射中、および照射の前後での特性、機能の変化の有無を調べるものである。 この結果、その試料が放射線環境下で正しく機能するのかどうかを検討できる。

マニピュレータシステムのセル内で使用する時には、電子回路に電源を供給して、動作させるものであるから、照射試験も同様な使用状態で、動特性試験を行っておけばよいと考えられる。 しかしながら、γ線の影響としては、単に機能劣化して動作しなくなるものと、絶縁破壊などにより、電源や他の回路にまで、影響を及ぼすものが予想される。 後者の場合、予め静特性試験を行ってその影響がわかれば、動特性試験の制御回路に反映させることができ、確実な試験が行えることになる。 逆に、そのような事を考慮せずに、制御回路を製作して動特性試験を行い、仮にある特定の試料が絶縁破壊をひきおこして、他の試料にも影響をおよぼした時に、それらの試料の性能変化が、γ線によるものなのか、他の試料によりひきおこされたものなのかが判別しにくく、また、最悪、測定ができなくなってしまう事も考えられる。

従って、今回も実際の使用状態を想定した動特性試験の前に、静特性試験を行うことにする。

さいごに、静特性試験と動特性試験の結果を合わせて考慮し、いずれの試験においても機能上の変化がみられなかった電子部品を、“使用できるもの”として評価する。

2.2.2　試料

（１）マニピュレータシステムにおける電子回路とその構成部品

マニピュレータシステムをセル内とセル外に分割し、それぞれに設置される装置をブロック図で表わしたのが図　１　である。　この中で電子回路を使用するのは、ＩＴＶカメラ本体と光通信関係、すなわち光ファイバケーブルと電気－光変換器を除けば、セル内では機能的にみて、

①マニピュレータ、トランスポータ等のうち、トルク等の計測装置、

②ＩＴＶの雲台や将来的にはサーボマニピュレータ等の制御装置、

③これらの信号をセル内外で伝送するための通信制御装置、

である。

これらの装置を構成するための電子回路を考える。　計測装置の計測対象は、

①サーボマニピュレータの各関節の位置、すなわちポテンショメータ出力またはエンコーダ出力、

②各関節のトルク、すなわちトルクセンサの出力、

③トランスポータの位置、すなわち位置センサの出力、

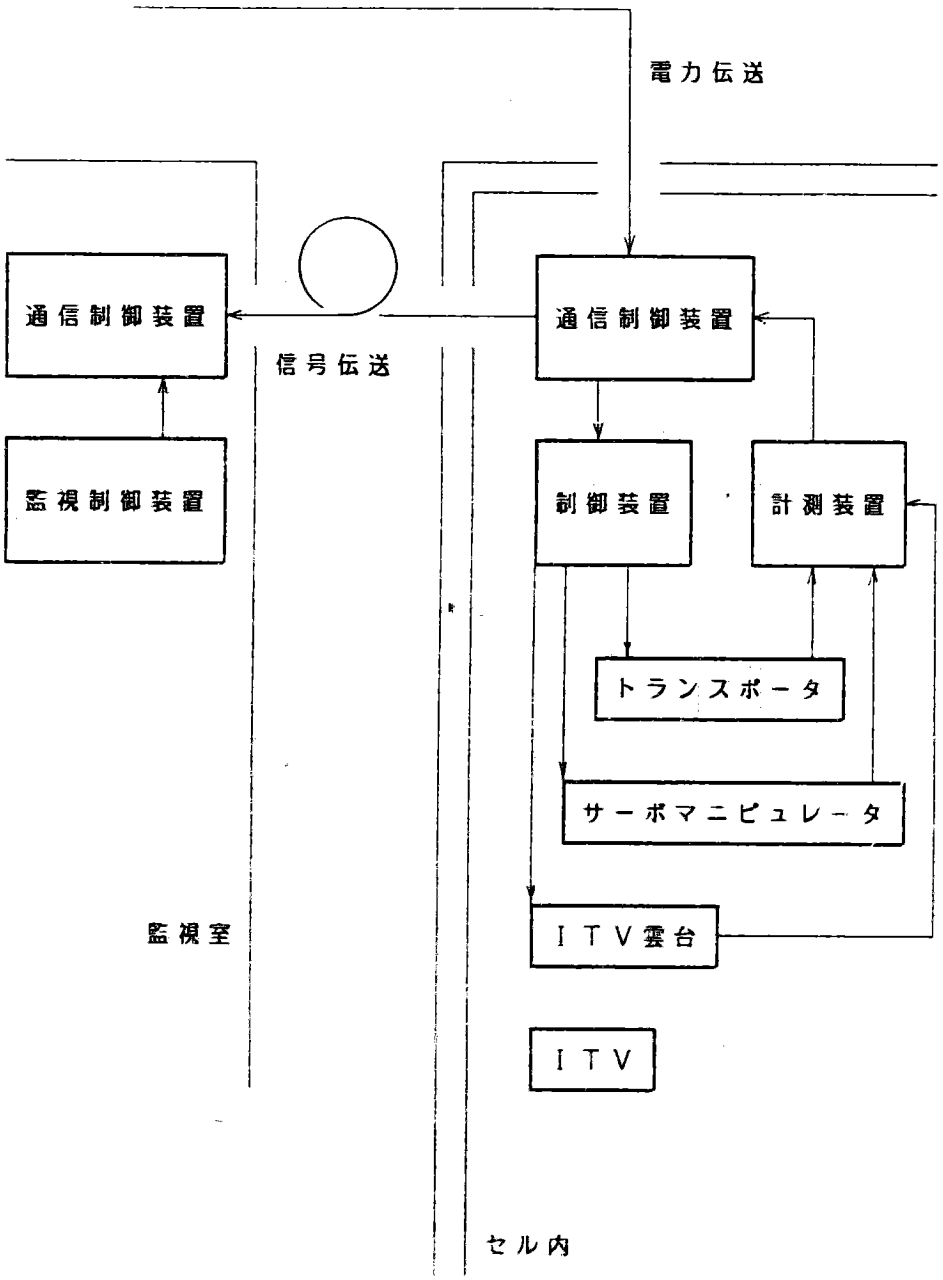


図 1　マニピュレータシステム　ブロック図

等である。

これらを計測するのに必要な電子回路は、アナログ増幅回路、パルス入力回路、および電源回路である。　制御装置では制御の対象は将来的なものも含めて、

①ＩＴＶ雲台、

②サーボマニピュレータの各関節の角度、トルク、

③トランスポータの位置、速度

である。

これらを制御するのに必要な電子回路は、パルス出力回路、アナログ増幅回路、サーボモータドライブ回路、及び電源回路である。　通信制御装置では伝送容量、伝送速度、とその伝送内容とを考えて、デイジタル通信を想定すれば、発振回路、変復調回路、非線形回路、ディジタル回路、の電子回路および電源回路が必要である。

以上をまとめれば、マニピュレータシステムにおいてセル内で使用する電子回路は、増幅回路、パルス回路、変復調回路、非線形回路、ディジタル回路、およびサーボモータのドライブ回路と電源回路である。

これらの電子回路を構成するのに必要な部品は、

（ａ）抵抗

（ｂ）コンデンサ

（ｃ）ダイオード

（ｄ）トランジスタ

（ｅ）ディジタルＩＣ

（ｆ）アナログＩＣ

（ｇ）その他

に大別できる。

抵抗とコンデンサは全ての電子回路に欠かせない構成要素で、増幅回路のゲインや入出力特性、パルス回路の時定数などを決定する重要な部品である。

ダイオードとトランジスタは半導体素子で、パルス回路のスイッチングやドライブ回路のスイッチングや出力増幅に使われる構成要素である。

ディジタルＩＣ、アナログＩＣはダイオードやトランジスタ、抵抗、コンデンサ等を１つのチップ上に集積した回路素子で、増幅回路、ディジタル回路、非線形回路などのまとまった機能を実現するものであり、電子回路で多く使用されているものである。　ＬＳＩはディジタルＩＣをいくつかまとめてメモリやマイクロプロセッサ、カウンタやタイマといった大きな機能を一つのチップで実現できるもので、特にマイクロプロセッサとメモリ等で構成するマイクロコンピュータは通信制御装置、計測装置という装置レベルでの動作に将来的には欠くことのできないものである。

そのほか、例えば水晶発振器はマイクロコンピュータや変復調回路など、正確な時間の基準が必要なときにその基準クロックを発生するもので、欠くことができない。

（２）試料リスト

今回の照射試験は、５８年度の照射試験の結果を踏まえたものであり、試料としては、５８年度の照射試験の結果使用できるとして評価されたものを選択する。　表１　は、これをもとにして、今回の照射試験で試料として選択した部品のリストである。

（ａ）抵抗（抵抗器）

電子回路で使用する抵抗器は、抵抗値が一定の固定抵抗器と、抵抗値を変えられる可変抵抗器の２種類である。固定抵抗器はその抵抗体の材質が炭素系のものと金属系のものが一般的で、特に炭素皮膜抵抗と金属皮膜抵抗が広く用いられている。　両者を比較すると、前者は一般的な電子回路全般に用いられ、低価格であるのに対して、後者は価格が高い反面、温度係数や安定度が前者より１桁以上優れているので、特に安定した精度を要求される部分に使用される。　マニピュレータシステムにおいても、一般的な電子回路には炭素皮膜抵抗を、また、ポテンショメータの出力など、高い精度が要求される部分には金属皮膜抵抗の使用を想定している。

可変抵抗器は、マニピュレータシステムの電子回路では、調整時に抵抗値を変化させるがそれ以外は抵抗値一定で使用する、半固定抵抗器を用いる。　このような使い方をする半固定抵抗器は、巻線形の可変抵抗器とサーメット形の可変抵抗器があり、これらを適当に使用する。　前者は後者に比べて温度特性に優れている反面、抵抗値が断続的で連続にとれず、微調整がきかない面があるのに対し、後者は抵抗値が連続的に変化させられるが、温度特性に劣る面がある。

（ｂ）コンデンサ

コンデンサは、一般に誘電体の材質で分類し、紙コンデンサ、マイカコンデンサ、ガラスコンデンサ、などがあるが、電子回路でプリント板上に実装して使用することを想定すると、フィルムコンデンサ、セラミックコンデンサ、が一般的である。　フィルムコンデンサはポリエステルなどプラスチックの薄いフィルムを電極となる金属箔ではさみ、まるめたもので、紙コンデンサ、マイカコンデンサなどに比べて小さくなるために、よく使われている。　セラミックコンデンサ、特に積層セラミックコンデンサは、薄いセラミックの板と電極を多層に重ねた構造のもので、フィルムコンデンサよりも更に小形にでき、加えて、温度特性の良好なコンデンサが得られるため、時定数（ＲＣ）のベースに用いることが多い。　マニピュレータシステムでも、固定コンデンサとして、フィルムコンデンサと積層セラミックコンデンサを使用することを想定している。　ディジタル回路はＯＮ／ＯＦＦのいずれかの信号で成り立っているので、電源電流の変動が激しい。　この電流の大きな変動に対して安定な電源電圧を保つために、電子回路のなかにも、電源電圧を保持するコンデンサが必要である。

一般的には、このような用途には電解コンデンサが使われるが、マニピュレータシステムではその中でも特にスパイクノイズの除去能力の高いタンタルコンデンサを使用することを考えている。

（ｃ）ダイオード

電子回路では様々な種類のダイオードが使用されている。機能的に分類すれば、

①発光ダイオード（ＬＥＤ）

②スイッチング用ダイオード

③整流用ダイオード

④定電圧用ダイオード

⑤フォトダイオード

の５つである。

これらのうち、５８年度の照射試験の結果使用できるとされたものは②③④である。　そこで今回の試料としては、この３種類の代表的なものを選択する。

スイッチング用と整流用は、一般的なガラス封入形シリコンダイオードを選択した。

定電圧ダイオード（ツェナダイオード）も、一般的によく使用されているものを選択した。

（ｄ）トランジスタ

トランジスタは、取り扱う信号の大小で、小信号用トランジスタと電力用トランジスタに分類できる。　電子回路で使用するのは主として前者であるが、マニピュレータシステムでは将来的に電源回路をセル内に設置することも考えられる。　従って、今回の照射試験の試料としては、両者をそれぞれ代表的に選択する。

トランジスタはその内部構造により、ＰＮＰ形とＮＰＮ形とがあるので、小信号用トランジスタの試料として、両方のタイプを選択した。　電力用トランジスタ（パワートランジスタ）については、大電力用のトランジスタをドライブするのに使用される、中電力増幅用のパワートランジスタを選択した。

（ｅ）ディジタルＩＣ

最近の電子回路で、ディジタル回路を構成する主要素はディジタルＩＣである。

大きく分けてＴＴＬ（Transistor Transistor Logic ）と、ＣＭＯＳ（Compremental y Metal Oxide Silicon ）論理ＩＣとがある。　両者を比較すると、動作スピードで１０倍以上前者が勝るが、消費電流は後者が格段に小さく、特にＯＮ／ＯＦＦ動作をしていない時はほとんどゼロである。　従って特に、通常は動作しない回路が多く、回路全体の消費電流を小さくしたい時には、ＣＭＯＳが使用される。

５８年度の照射試験で、ＴＴＬは使用できる、ＣＭＯＳは使用できないと評価された。

ＴＴＬと一口にいってもその種類によって様々な機能をもつものがある。　照射試料としては、これらの中から代表的なものを選択して評価する。

①論理回路の基本的なものとしてＮＡＮＤゲート、

②順序回路の基本でＤタイプフリップフロップ、

③機能回路の基本として、ディジタル回路でよく使われるデコーダ

④アナログ信号とのインターフェイスに使われるシュミットトリガ入力のインバータ、

⑤マイクロコンピュータ等のバスラインのドライブに使用する双方向ドライバ、

⑥分周回路

をＴＴＬの代表として選択した。

そのほかマニピュレータシステムではディジタルＩＣ、というよりも状態信号のインターフェイス用として、小型リレーを使用する。　これは、電子回路と他の回路との間でＯＮ／ＯＦＦの状態信号の受け渡しを行う際にこれを信号絶縁するために用いられる。

小型リレーはプリント板上に実装するタイプのもので、無電圧節点出力が得られるものである。

（ｆ）アナログＩＣ

アナログＩＣ（リニアＩＣとも呼ぶ）には、オペアンプ、コンパレータ、Ａ／Ｄコンバータなどがあるが、マニピュレータシステムで使用するのは主に、セル内のアナログ信号の増幅やフィルタに使うオペアンプと、アナログ信号のディジタル処理のためのＡ／Ｄコンバータである。　コンパレータを使用する機会が全くないわけではないが、コンパレータは基本的にはオペアンプとほぼ同様な構造であるので、今回の試料としては選択せず、オペアンプの結果より類推することにする。

オペアンプ、Ａ／Ｄコンバータとも、将来のマニピュレータシステムでの高速処理を想定し、高速用のものを選択した。

上記以外にも、アナログモジュールとして、アナログ信号絶縁器（アイソレータ）の使用を考えている。　アイソレータはアナログ信号の信号絶縁器で、アナログ信号の信号伝送に使用する。

（ｇ）水　晶

結晶の水晶は圧電効果をもち、電気的な変動（交番電界）と機械的な変動（振動）とを可逆的に変換することができる素子である。　そして、その機械的な固有振動数が周囲の環境の変動の影響を受けにくいために、周波数や時間の基準として、広く利用されている。

マニピュレータシステムで使用する電子回路にも時間と周波数の標準は必要不可欠で、例えば、通信制御装置の伝送速度の同期をとったり、１ミリ秒毎に各関節の角度を検出するなどという動作は、安定したクロックのもとで行わなければ正しい処理を保証できない。　また、特にマイクロコンピュータシステムでは、ＣＰＵとメモリや他の周辺回路とのデータのやりとりを、全て基準クロックのもとで行っており、クロックが不安定では正しいやりとり、ひいてはマイクロコンピュータシステムとしての正しい動作ができなくなってしまう。

照射試験の試料として、この水晶振動子を利用した水晶発振器を選んだ。

表　1　一般工業用部品　試料リスト

	品　目	種　類	形　式	メーカ	備考
1	抵　抗	炭素皮膜抵抗	R25XJ−1．2KΩ	ローム	
		金属皮膜抵抗	CRB25BZ−5KΩ	ローム	
		巻線可変抵抗	λ−6T−5KΩ	コパル	
		サーメット形可変抵抗	RJ6P−5KΩ	コパル	
2	コンデンサ	フィルムコンデンサ	TDY1H333M	ニチコン	
		タンタルコンデンサ	CS90EIV3R300R58	富士通	
		積層セラミックコンデンサ	SR305A103K	AVX	
3	ダイオード	ガラス封入形ダイオード	1S953	NEC	
		ツェナーダイオード	RD7AL	NEC	
4	トランジスタ	PNP形トランジスタ	2SA578	NEC	
		NPN形トランジスタ	2SC1010	NEC	
		パワートランジスタ	2SD78	NEC	
5	ディジタルIC	TTL　NANDゲート	SN74LS00N	TI	
		Dタイプフリップフロップ	SN74LS74N	TI	
		3／8　デコーダ	SN74LS138N	TI	
		インバータ	SN74LS14N	TI	
		双方向ドライバー	SN74LS245N	TI	
		1／10　分周回路	SN74LS390N	TI	
		小形リレー	G2N−1001M	オムロン	
6	アナログIC	オペアンプ	μPC159A	NEC	
		A／Dコンバータ	ADC82AG	バーブラウン	
		アイソレータ	M3106A	mtt	
7	水　晶	水晶発振器	CO34A1−2Mz	明通工	

2.2.3　γ線照射試験

今回の耐放射線性研究において、γ線照射は、財団法人放射線照射振興協会（放照協）に依頼し、日本原子力研究所高崎研究所内のCo-60 γ線照射施設を利用して行った。　図２　はこの施設の照射室内の概略図で、試料を照射台上にセットして面上のCo-60 線源からのγ線を照射するものである。

試料は、今回の照射試験用に製作したアルミニウム製のラックの線源の面と平行な平面上にセットし、線量率が試料をセットした場所によらず一定になるようにした。　図３　はこのラックの概略図で、図４　はこれに試料をセットした写真である。

これを、図５　のように、試料をセットした面が線源から一定の距離で線源と平行となるように設置して、γ線の照射を行った。

γ線の線量率の測定は、放照協に依頼し、ＰＭＭＡ線量計を試料と同一平面の数ヶ所にセットして、γ線照射の前後の吸光度の差からγ線の積算照射線量（Ｒ）を求める方法で行った。

今回の照射試験は、10^{6}R/H の線量率で５０時間の連続照射を２回行い、合計１００時間、積算線量で10^{8}R となるまで照射した。

照射室内略図

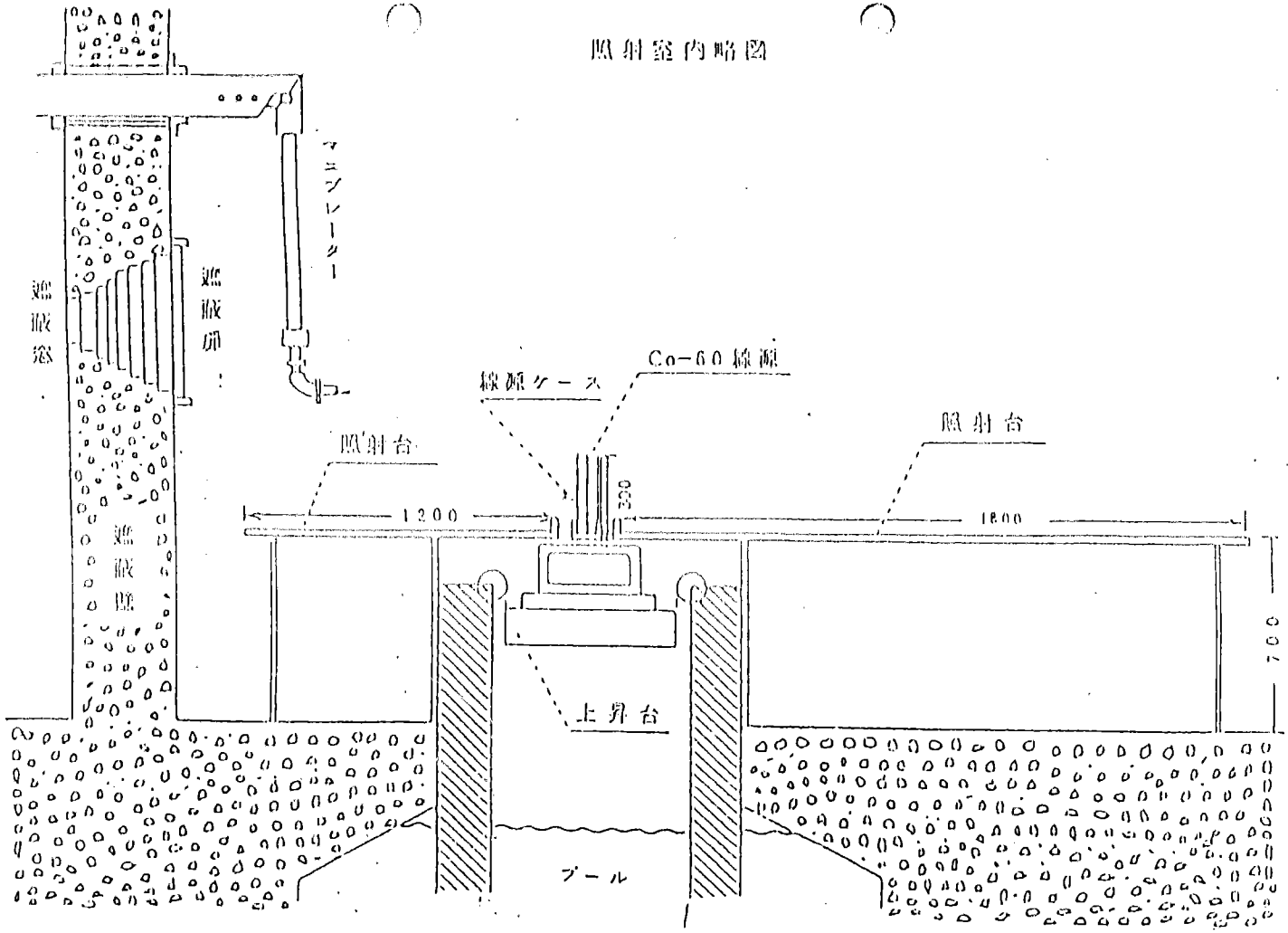


図 2　　照射室内略図

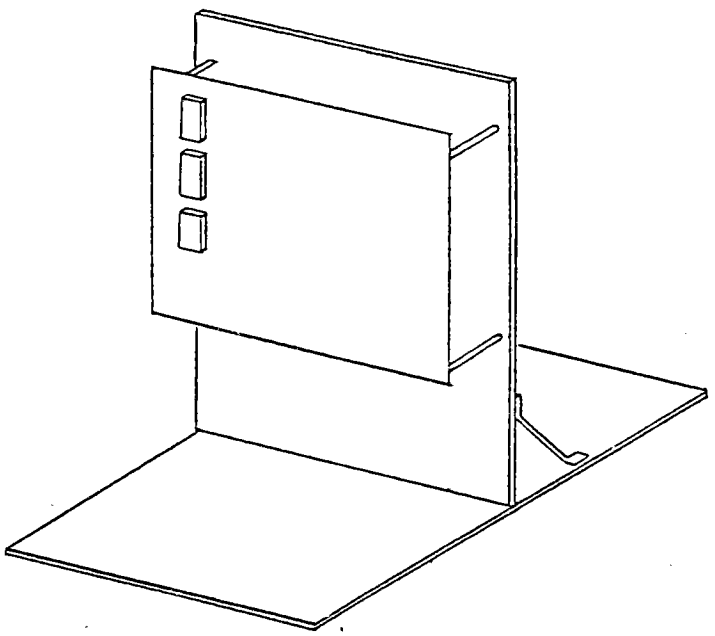


図 3　　照射試験用ラック　概略図

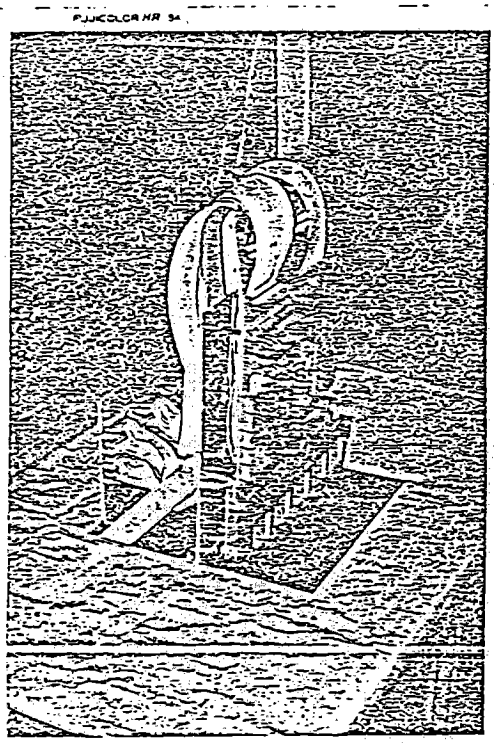


図４　　照射試験用ラック　写真

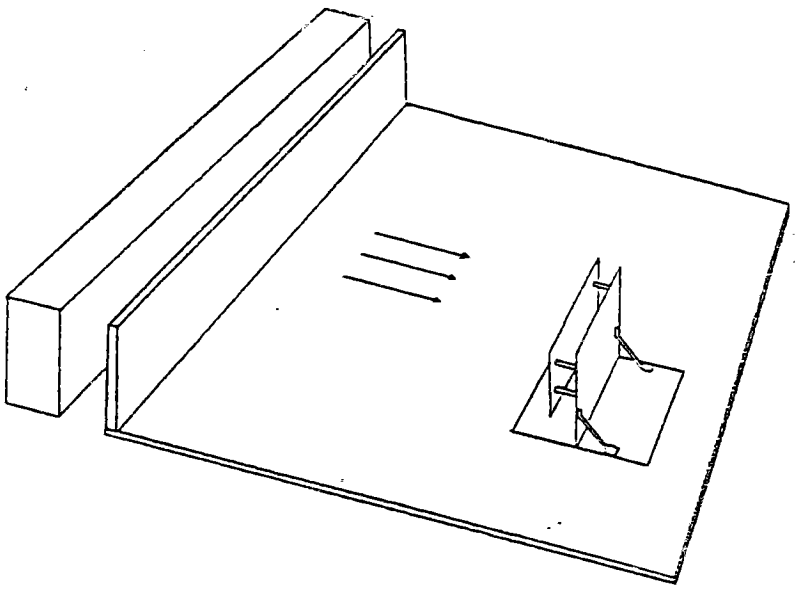


図 5　　照射試験方法　概略図

図６　は、今回照射試験を行ったγ線照射施設の平面図である。　正しくは、日本原子力研究所高崎研究所内コバルト第２棟で、この中の第６照射室を利用した。

静特性試験では、試料をセットした照射用ラックを、照射室内の照射台の上に設置して、γ線の照射を行った。　照射台上で　10^{6} R/H となる位置は、線源からおよそ１７㎝の所である。

動特性試験を行う時は、試料と照射室外に設置する制御回路とを、ケーブルで接続する必要がある。　今回使用した照射室（図７　）には、直径約１０㎝の貫通穴がＢのところにあるので、これを利用した。　このために、試料（Ａの位置に設置）と制御回路（Ｃの位置に設置）との間は約２０ｍのワイヤケーブルで接続した。　長さ２０ｍのケーブルは制御回路側からみた時に、等価的には、試料と制御回路との間に抵抗を直列に、コンデンサを並列に接続したかたちとなる。　今回の試験では、試料の特性の絶対的な値を知りたいのではなく、その相対的な変化をみるのが主目的なので、これら抵抗分、容量分に変化がなければ、試料の特性変化の測定には影響しない。　そして、今回の試験では、ケーブルを10^{6} R/H 以下のところに通しているので、その影響を無視できると考える。

図 6　照射施設　平面図

図 7　照射施設概略図

2.2.4 静特性試験の試験方法

静特性試験とは、試料単体にγ線を照射し、照射後にも、照射前と同様の動作をするか、性能に変化がないか、などを調べるものである。 従って、照射中には試料に電源を供給せず、当然、動作させないまま、照射試験を行うものである。

（１）静特性試験の手順

（ａ）装置構成

①Co-60 γ線線源、照射施設、線量計

②セル内試料ラック

③静特性試験用動作チェック回路、測定装置

静特性試験に使用する装置は以上である。

これらの関連図を示したのが、図８ である。

①は群馬県高崎市の放照協で、③は東京都品川区の明電舎大崎工場である。

③でγ線照射前の動作チェックを行い、①の照射施設でγ線を試料に照射した後に、再び③で動作チェックを行うのである。 ①と③の間の移送中と、①におけるγ線の照射中は、常に試料を②のラックにセットしておく。

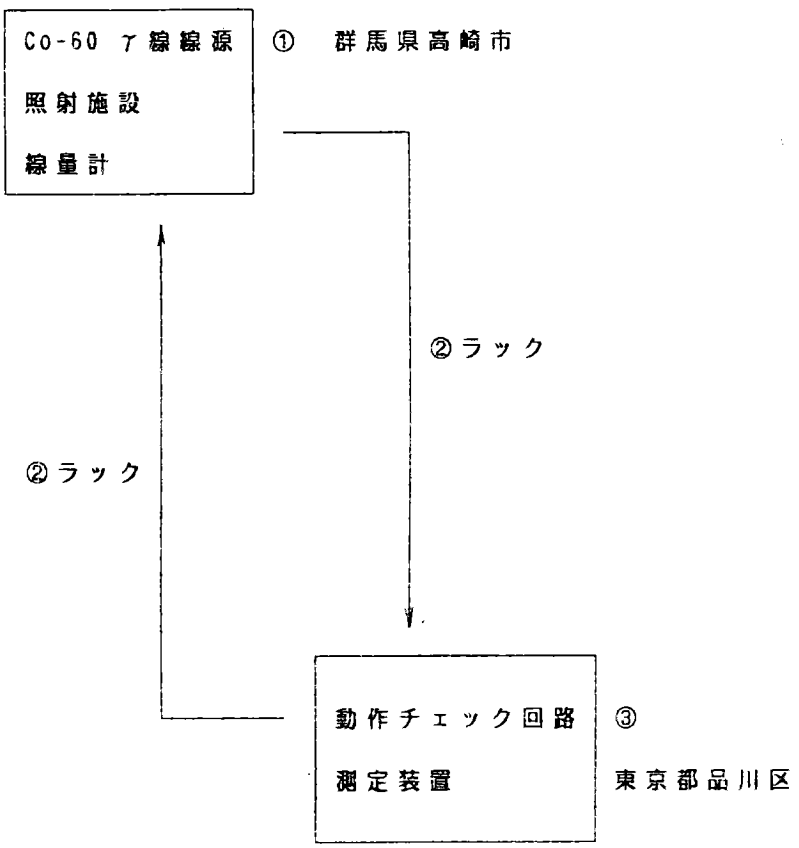


図 8　　静特性試験　装置構成図

（ｂ）試験の手順

静特性試験の手順は、以下のとおりである。

①試料を各５個ずつ抽出する

②照射前の動作チェックを行う

③試料をラックにセットする

④ラックをγ線照射施設に持ち込む

⑤γ線照射試験を行う

⑥ラックを工場に持ち帰る

⑦試料をラックからはずす

⑧照射後の動作チェックを行う

⑨結果をまとめる

（２）動作チェック回路と測定装置

静特性試験に使用する、試料の動作チェック回路と、各種測定装置について述べる。

（ａ）　抵抗器の抵抗値の測定に、ブリッジ形測定器

ＹＨＰ社製　Ｒ／Ｃユニバーサルプログラマ

を使用する。

（ｂ）　コンデンサの静電容量の測定に、ブリッジ形静電容量測定器

・General Radio 社製　ＴＹＰＥ　１６１５

を使用する。

（ｃ）　ダイオードの整流特性の観察に、カーブトレーサ

菊水電子　model ５８０２

を使用する。

（ｄ）　その他の試料の測定は、それぞれ専用の動作チェック回路を製作し、使用する。　こ、カーブトレーサ

動作チェック回路は、基準クロックパルス発生器と、各電子部品の駆動回路、およびＬＥＤランプで構成する。

図９　は、この動作チェック回路のブロック図で、図１０　は、その写真である。

動作検証の方法として、トランジスタやディジタルＩＣなどは、スイッチング動作の確認を行い、アナログＩＣ類は、模擬信号を入力して、入出力特性を確認するものである。

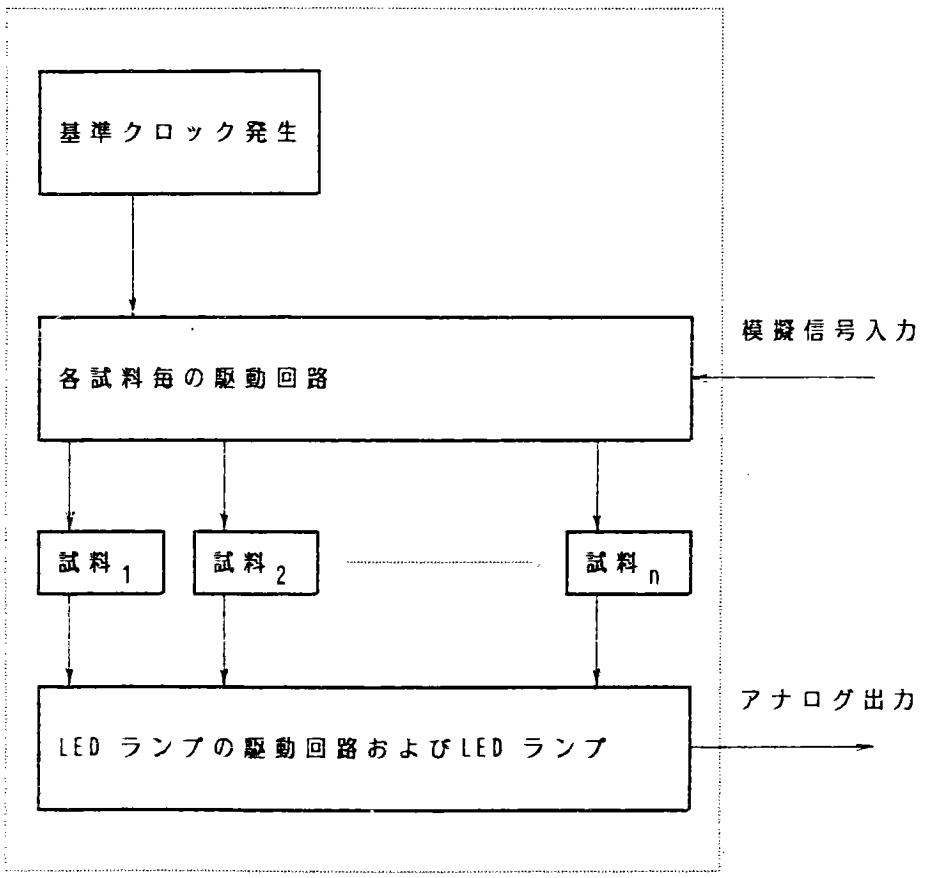


図 9　　静特性試験用動作チェック回路　ブロック図

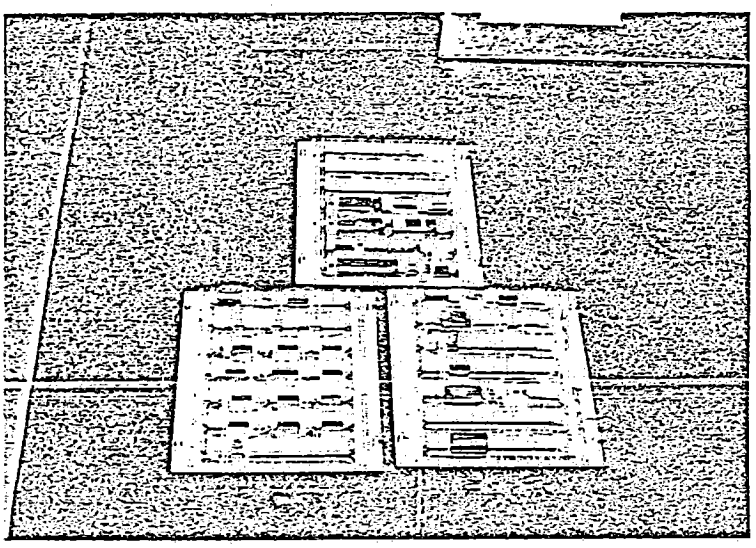


図 10　　静特性試験用動作チェック回路　写真

2.2.5 動特性試験の試験方法

動特性試験とは、照射試験において、γ線の照射中も試料に電源を供給して所定の動作をさせ、γ線の照射の影響がその動作、性能にあらわれるかどうかを調べるものである。 すなわち、マニピュレータシステムのセル内で使用されるのと同様な状態で、各試料が正しく動作するかどうかを確認するための試験である。

今回の試験は、試料が部品単体として、正しく動作するかどうかをみるためのものである。 つまり、試料は単体でγ線照射室内に設置し、照射室外部の電源、および、制御回路とケーブルで接続して動作させ、照射試験を行うのである。 制御回路の動作、ひいては試料の動作は、記録計にとって、ある程度の耐放射線性の目安をつける。 図１１ は、これらの関係を示した模式図である。

試料を照射室外部から動作させる制御回路は、複数の種類の試料を、それぞれ複数個同時に動作させる、という特殊性を考慮し、今回の試験のために、専用のものを製作する。

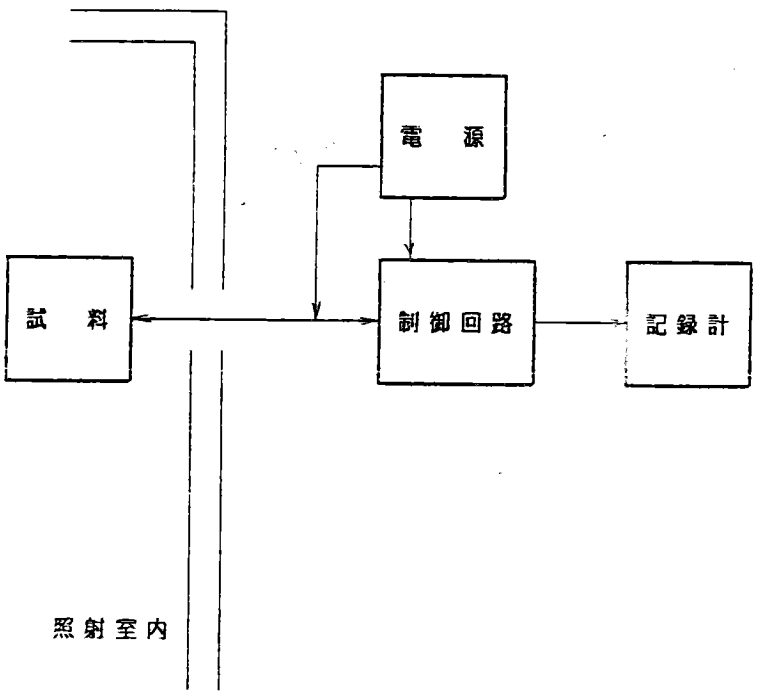


図11　　動特性試験　模式図

（１）動特性試験の手順

動特性試験は、試料を通電状態で動作させながら、γ線を照射し、照射前から照射中、照射後にかけての試料の動作状態をみるものである。

（ａ）装置構成

①Co-60 γ線線源、照射施設、線量計
②セル内試料ラック、セル内制御回路
③セル外制御回路
④ケーブル　（セル内、セル外間）
⑤自動記録装置

以上が動特性試験で使用する装置である。
これらの関連図を、図１２　に示した。
動特性試験は、群馬県高崎市の放照協で行った。
①に試料をセットした②を持ち込み、④で③と接続して照射試験を行い、その状態を⑤で記録するものである。

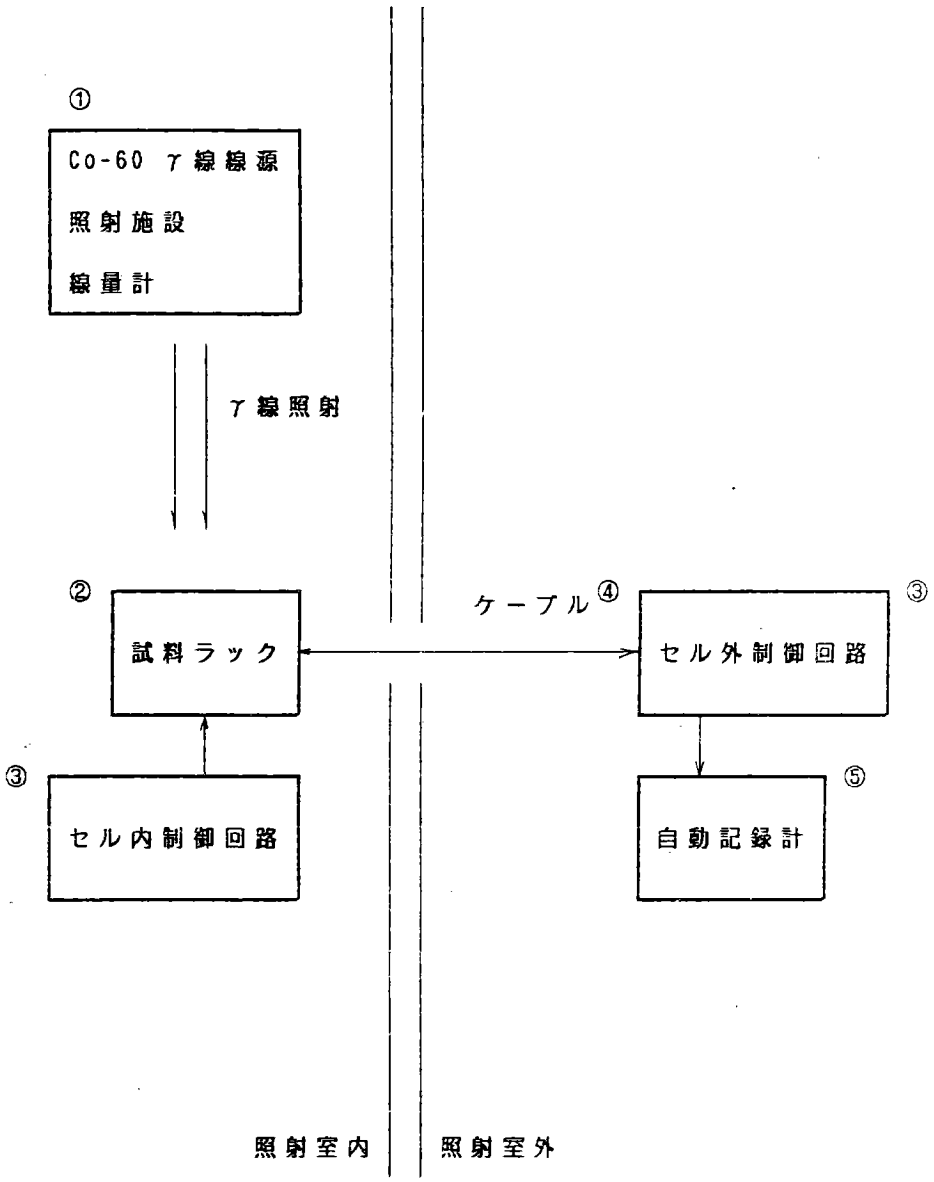


図12　　動特性試験　装置構成図

（ｂ）試験の手順

動特性試験の手順は、以下のとおりである。

①試料を各５個ずつ抽出する

②照射前の動作チェックを行う

③試料をラックにセットする

④ラックをγ線照射施設に持ち込む

⑤動特性試験装置をセットする

⑥動作チェックを開始する

⑦γ線照射試験を行う

⑧動特性試験装置をはずしてラックを工場に持ち帰る

⑨結果をまとめる

（２）制御回路と測定装置

動特性試験では、γ線照射室内の試料を動作させるのに、専用の制御回路を製作し、使用する。

制御回路は、消費電流の増加を考慮した　４系統の電源ラインと、試料毎の駆動回路、および、試料からの出力をチェックしてデータを記録装置に送る、データ切り換え回路とで構成する。　図１３　は、この制御回路のブロック図を示したものであり、図１４　、図１５　は、その外観を示した写真である。

試料ラックと制御回路との間の信号は、減衰防止のために、プルアップして、ハイレベルとローレベルが確実に伝送できるように配慮した。

今回の試験では、２３種類の試料を各５個ずつ、合計１１５個の試料に同時に電源を供給し、模擬信号を入力して動作させた。　ところで、これらの動作を同時に記録することは、記録計の入力点数などを考えると、むずかしいので、データ切り換え回路で時分割して、記録することにする。　記録計は、アナログ電圧を自動記録するので、制御回路の動作状態を、Ｆ／Ｖ変換回路、平滑化回路などで、アナログ信号に変換するが、上記の理由により、これらの回路は共有化している。

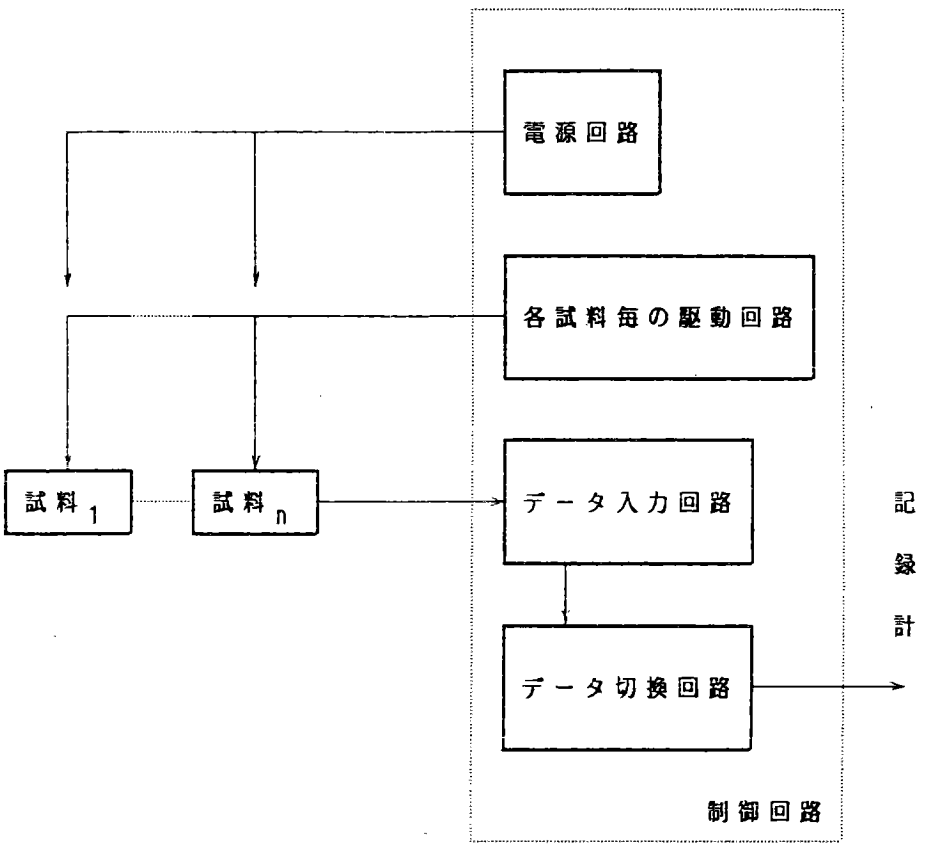


図13　　動特性試験　制御回路　ブロック図

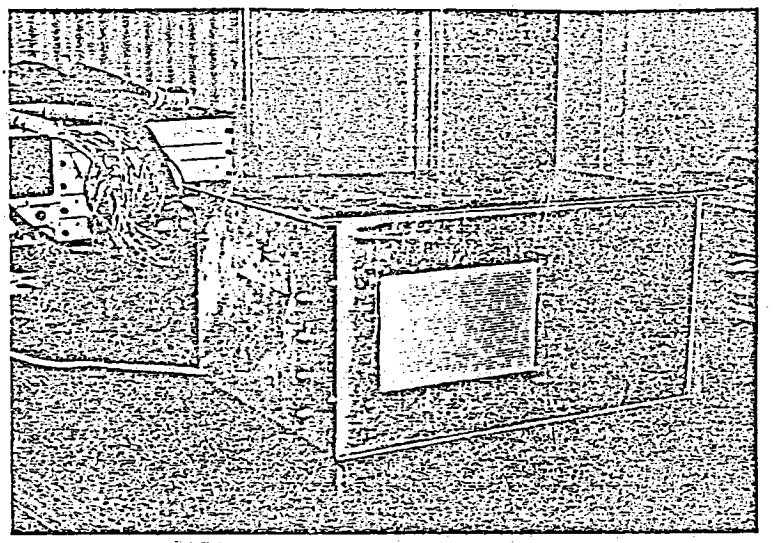


図 14　　動特性試験　制御回路　外観写真

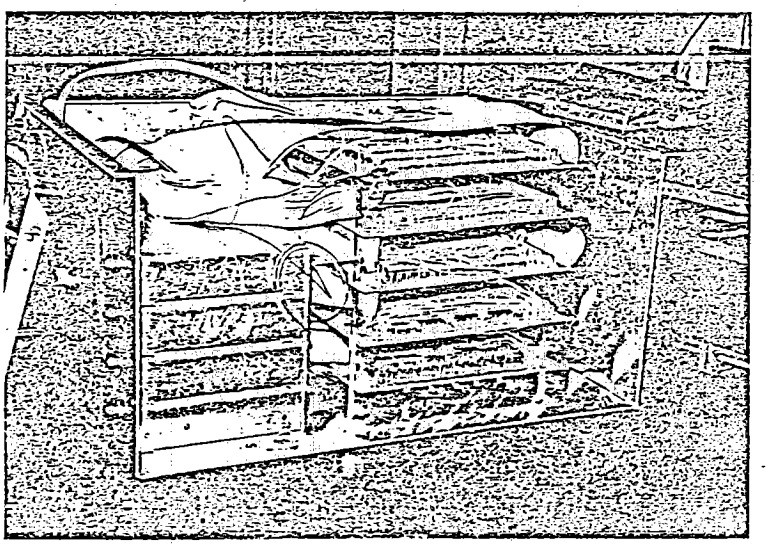


図 15　　動特性試験　制御回路　内部写真

２．３　試験結果　（データシート和文）

(1) 試験試料

・品目（種類）　　炭素皮膜抵抗
・形式（メーカ）　　Ｒ２５ＸＪ－１．２ＫΩ　（ローム）
・仕様（機能、構造）　　固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）
静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目
測定項目　　照射の前後の抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　　Ω
判定基準値　　変化幅　±１％以内

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	1.20kΩ	1.20 kΩ
2	1.20	1.20
3	1.21	1.21
4	1.21	1.21
5	1.22	1.22

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

抵抗値の変化幅は　±１％以内
使用できる

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　炭素皮膜抵抗
・形式（メーカ）　Ｒ２５ＸＪ－１．２ＫΩ　（ローム）
・仕様（機能、構造）　固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　通電状態での抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ω
判定基準値　変化幅　±１％以内

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

抵抗値の変化は、±１％以内であった。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　金属皮膜抵抗
・形式（メーカ）　　ＣＲＢ２５ＢＺ－５ＫΩ　（ローム）
・仕様（機能、構造）　　固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後の抵抗値
記号（Ｉ．Ｖなど）　Ω
判定基準値　　±０．１％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	5.01 KΩ	5.01 KΩ
2	5.01	5.01
3	5.01	5.01
4	5.01	5.01
5	5.01	5.01

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

抵抗値の変化は±０．１％以内であった。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　金属皮膜抵抗
・形式（メーカ）　ＣＲＢ２５ＢＺ－５ＫΩ　（ローム）
・仕様（機能、構造）　固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　通電状態での抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ω
判定基準値　±０．１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

抵抗値の変化は許容範囲内であった。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　巻線可変抵抗
・形式（メーカ）　λ－６Ｔ－５ＫΩ　（コバル）
・仕様（機能、構造）　半固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{6}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ω
判定基準値　±１％程度

(3) 試験結果

No.	Before irradiation	after irradiation
1	4.86 kΩ	4.86 kΩ
2	5.09	5.10
3	5.12	5.12
4	4.99	4.99
5	4.87	4.87

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足している。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　巻線可変抵抗
・形式（メーカ）　λ－６Ｔ－５ＫΩ　（コパル）
・仕様（機能、構造）　半固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　通電状態での抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ω
判定基準値　±１％程度

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　サーメット形可変抵抗
・形式（メーカ）　　ＲＪ６Ｐ－５ＫΩ　（コパル）
・仕様（機能、構造）　　半固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後の抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ω
判定基準値　　±１％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	4.77 kΩ	4.80 kΩ
2	[illegible]	4.87
3	4.57	4.60
4	4.77	4.78
5	[illegible]	4.56

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　サーメット形可変抵抗
・形式（メーカ）　　ＲＪ６Ｐ－５ＫΩ　（コパル）
・仕様（機能、構造）　　半固定抵抗器

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　通電状態での抵抗値
記号（Ｉ，Ｖなど）　　Ω
判定基準値　　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ポリエステルフィルムコンデンサ
・形式（メーカ）　ＴＤＹ１Ｈ３３３Ｍ　（ニチコン）
・仕様（機能、構造）　固定コンデンサ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の静電容量値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ｆ
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	28.7 nF	28.8 nF
2	29.1	29.2
3	28.3	28.3
4	28.1	28.2
5	29.5	29.6

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ポリエステルフィルムコンデンサ
・形式（メーカ）　ＴＤＹ１Ｈ３３３Ｍ　（ニチコン）
・仕様（機能、構造）　固定コンデンサ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　通電状態での静電容量値
記号（Ｉ．Ｖなど）　Ｆ
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　タンタルコンデンサ
・形式（メーカ）　ＣＳ９０ＥＩＶ３Ｒ３００Ｒ５８　（富士通）
・仕様（機能、構造）　パルスリミッタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の静電容量値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ｆ
判定基準値　±５％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	3.95 μF	3.94 μF
2	3.72	3.30
3	3.30	3.36
4	3.66	3.67
5	4.09	4.11

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　タンタルコンデンサ
・形式（メーカ）　ＣＳ９０ＥＩＶ３Ｒ３００Ｒ５８　（富士通）
・仕様（機能、構造）　パルスリミッタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　通電状態での静電容量値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ｆ
判定基準値　±５％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　積層セラミックコンデンサ
・形式（メーカ）　ＳＲ３０５Ａ１０３Ｋ　（ＡＶＸ）
・仕様（機能、構造）　固定コンデンサ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の静電容量値
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ｆ
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	10.16 nF	10.17 nF
2	10.23	10.23
3	10.25	10.26
4	10.16	10.17
5	10.41	10.42

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　積層セラミックコンデンサ
・形式（メーカ）　ＳＲ３０５Ａ１０３Ｋ　（ＡＶＸ）
・仕様（機能、構造）　固定コンデンサ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　通電状態での静電容量値
記号（Ｉ，Ｖなど）　F
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ガラス封入形シリコンダイオード
・形式（メーカ）　１Ｓ９５３　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　通信工業用整流素子

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	0.700V/6mA	0.68V/6mA
2	0.70V/6mA	0.68V/6mA
3	0.69V/6mA	0.68V/6mA
4	0.70V/6mA	0.68V/6mA
5	0.69V/6mA	0.68V/6mA

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ガラス封入形シリコンダイオード
・形式（メーカ）　１Ｓ９５３　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　通信工業用整流素子

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ツェナダイオード
・形式（メーカ）　　ＲＤ７ＡＬ　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　　定電圧ダイオード

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　１×１０^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　１×１０^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後のツェナ電圧
記号（Ｉ，Ｖなど）　　Ｖ
判定基準値　　±１％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	6.55V/1mA	6.50V/1mA
2	6.60V/1mA	6.60V/1mA
3	6.45V/1mA	6.45V/1mA
4	6.40V/1mA	6.45V/1mA
5	6.50V/1mA	6.55V/1mA

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ツェナダイオード
・形式（メーカ）　ＲＤ７ＡＬ　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　定電圧ダイオード

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のツェナ電圧
記号（Ｉ，Ｖなど）　Ｖ
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　小信号用トランジスタ
・形式（メーカ）　　２ＳＡ５７８　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　　ＰＮＰ形トランジスタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　小信号用トランジスタ
・形式（メーカ）　２ＳＡ５７８　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　ＰＮＰ形トランジスタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　小信号用トランジスタ
・形式（メーカ）　２ＳＣ１０１０　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　ＮＰＮ形トランジスタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　小信号用トランジスタ
・形式（メーカ）　　２ＳＣ１０１０　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　　ＮＰＮ形トランジスタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　パワートランジスタ
・形式（メーカ）　２ＳＤ７８　（ＮＥＣ）
・仕様（機能、構造）　大電流スイッチング用トランジスタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　パワートランジスタ
・形式（メーカ）　　2SD78　（NEC）
・仕様（機能、構造）　　大電流スイッチング用トランジスタ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和59年11月30日～12月10日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10^{8}
線量率　（R／H）　　1×10^{6}
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　TTL
・形式（メーカ）　SN74LS00N　（TI）
・仕様（機能、構造）　4－2入力NANDゲート
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　ＳＮ７４ＬＳ００Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　　４－２入力ＮＡＮＤゲート
　　プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
　集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
　線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
　照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　TTL
・形式（メーカ）　SN74LS74N　（TI）
・仕様（機能、構造）　2－Dタイプフリップフロップ
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　ＳＮ７４ＬＳ７４Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　　２－Ｄタイプフリップフロップ
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法．判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　ＳＮ７４ＬＳ１３８Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　　３－８デコーダ
　　プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
　集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
　線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
　照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

　静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
　試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

　測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
　記号（Ｉ，Ｖなど）
　判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

　正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　TTL
・形式（メーカ）　SN74LS138N　（TI）
・仕様（機能、構造）　3－8　デコーダ
　プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月30日～12月10日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　ＳＮ７４ＬＳ１４Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　６－インバータ、シュミットトリガ入力
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{6}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　TTL
・形式（メーカ）　SN74LS14N　（TI）
・仕様（機能、構造）　6－インバータ、シュミットトリガ入力
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月30日～12月10日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　ＳＮ７４ＬＳ２４５Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　８ライン双方向ドライバ
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{5}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{3}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　ＳＮ７４ＬＳ２４５Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　　８ライン双方向ドライバ
　　プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　ＳＮ７４ＬＳ３９０Ｎ　（ＴＩ）
・仕様（機能、構造）　２－１０進分周回路
ｐｒａパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１１月１６日～１１月２６日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）

・形式（メーカ）　　ＳＮ７４ＬＳ３９０Ｎ　（ＴＩ）

・仕様（機能、構造）　　２－１０進分周回路
プラスチックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）

・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所

・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日

・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気

集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}

線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}

照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間

試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性

記号（Ｉ，Ｖなど）

判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　小型リレー
・形式（メーカ）　G2N－1001M　（オムロン）
・仕様（機能、構造）　小型リレー、無電圧接点出力
プラスチックケース入り

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　小型リレー

・形式（メーカ）　G2N－1001M　（オムロン）

・仕様（機能、構造）　小型リレー、無電圧接点出力
プラスチックケース入り

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）

・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所

・照射年月日　昭和59年11月30日～12月10日

・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気

集積照射総量（R）　1×10^{8}

線量率　（R／H）　1×10^{6}

照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間

試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性

記号（I，Vなど）

判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　オペアンプ
・形式（メーカ）　　μPC159A　（NEC）
・仕様（機能、構造）　　オペアンプ、高速高帯域
　　メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10^{8}
線量率　（R／H）　　1×10^{6}
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　±1%

(3) 試験結果

No.	output (V) / input (V)					
	0	0.99	1.99	2.98	3.98	4.99
1	0	0.99	1.99	2.99	3.99	4.99
2	0	1.00	1.99	2.99	3.99	4.99
3	0	1.01	2.01	3.00	4.00	5.00
4	-0.01	1.00	1.99	2.99	3.99	4.99
5	-0.01	0.99	1.99	2.99	3.98	4.99
standard	0	0.99	1.99	2.99	3.98	4.99

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　オペアンプ
・形式（メーカ）　μPC159A　（NEC）
・仕様（機能、構造）　オペアンプ、高速高帯域
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月30日～12月10日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　照射中の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　±1%

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　アイソレータ
・形式（メーカ）　M3106A　（mtt）
・仕様（機能、構造）　絶縁増幅器
プラスチックモールド

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　±1%

(3) 試験結果

No.	output (I) / input (V)					
	0	0.99	1.99	2.98	3.97	4.98
1	20	20	20	20	20	20
2	〃					
3	〃	〃	〃	〃	〃	〃
4	〃	〃	〃	〃	〃	〃
5	〃	〃	〃	〃	〃	〃
standard	0	4	8	12	16	20

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

出力電流が200mAで固定し、入力電圧に応答しなくなった。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　アイソレータ
・形式（メーカ）　M3106A　（mtt）
・仕様（機能、構造）　絶縁増幅器
　プラスチックモールド

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月30日～12月10日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c. 判定基準、測定項目　照射中の入出力特性
測定項目
記号（I，Vなど）　±1%
判定基準値

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　水晶発振器
・形式（メーカ）　CO34A1－2MHz　（明通工）
・仕様（機能、構造）　基準周波数発振回路
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{8}
線量率　（R／H）　1×10^{6}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の発振周波数
記号（I，Vなど）　Hz
判定基準値　±1％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	2.000 MHz	2.000 MHz
2	2.000	2.000
3	2.000	2.000
4	2.000	2.000
5	2.000	2.000

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）

・形式（メーカ）　　ＣＯ３４Ａ１－２ＭＨｚ　（明通工）

・仕様（機能、構造）　基準周波数発振回路

メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）

・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所

・照射年月日　　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日

・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気

集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{8}

線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{6}

照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間

試料数　　５個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　　照射中の発振周波数

記号（Ｉ，Ｖなど）　　Ｈｚ

判定基準値　　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。

使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　A／Dコンバータ
・形式（メーカ）　　ADC82AG　（バーブラウン）
・仕様（機能、構造）　　高速8ビットA／Dコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和59年11月16日～11月26日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10⁸
線量率　（R／H）　　1×10⁶
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　±1%

(3) 試験結果

No.	output (V) / input (V)					
	0	0.99	1.98	2.97	3.96	4.96
1	9.76	7.96	6.03	3.98	2.07	0.64
2	9.76	7.96	6.04	3.99	2.08	0.64
3	9.75	7.95	6.01	3.96	2.03	0.64
4	9.75	7.91	5.94	3.85	1.98	0.64
5	9.73	7.89	5.93	3.84	1.97	0.64
standard	9.81	7.99	6.03	3.98	2.09	0.58

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）

・形式（メーカ）　ＡＤＣ８２ＡＧ　（バーブラウン）

・仕様（機能、構造）　高速８ビットＡ／Ｄコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）

・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所

・照射年月日　昭和５９年１１月３０日～１２月１０日

・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気

集積照射線量（Ｒ）　1×10^{8}

線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{6}

照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間

試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の入出力特性

記号（Ｉ，Ｖなど）

判定基準値　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。

使用可能

(5) 文献

２．４　評　価

この項では、今回の一般工業用電子部品の照射試験のまとめとして、γ線照射試験の結果から、将来的にマニピュレータシステムで使用できる可能性のあるものと使用できないものとを分類した。

表２　は、今回の照射試験の結果をまとめた評価表である。

評価表は、使用できる部品と使用できない部品とを分類したもので、使用できる部品とは、10^{6}R/H の線量率のγ線環境のもとで１００時間のあいだ正しい機能で動作し、積算線量で10^{8}R となるまで照射した後にも、正常な動作をしたものである。　使用できない部品とは、上記に示した以外の試料で、10^{6}R/H のγ線環境下で１００時間になるまでに正しい動作をしなくなり、その後回復しなかったもの、および、10^{8}R の照射後に正常な動作をしなくなったものである。

以下、試料毎に、評価表の内容を説明する。

表　2　　一般工業用部品の評価表

使用できる部品		10^8R の照射後
抵　抗		抵抗値に変化ない
コンデンサ		静電容量に変化ない
ダイオード	ガラス封入型	スイッチング特性に変化ない
	シリコンダイオード	整流特性に変化ない
	ツェナダイオード	ツェナ電圧に変化ない
トランジスタ		スイッチング特性に変化ない
ディジタルIC	ＴＴＬ	スイッチング特性に変化ない
	小形リレー	スイッチング特性に変化ない
アナログＩＣ	オペアンプ	入出力特性に変化ない
	Ａ／Ｄコンバータ	入出力特性に変化ない
水　晶	水晶発振器	発振特性に変化ない

使用できない部品		10^8R の照射後
アナログＩＣ	アイソレータ	出力が変わらなくなる

（１）　使用できる部品

(a)　抵抗については、固定抵抗器として、炭素被膜抵抗と金属皮膜抵抗、半固定抵抗器として、巻線可変抵抗と導電性プラスチック形可変抵抗の照射試験を行なったが、これらの抵抗の抵抗値に実用上の変化はみられなかった。

(b)　コンデンサについては、フイルムコンデンサ、タンタルコンデンサと積層セラミックコンデンサを試料として照射を行なった。　いずれもその静電容量値に、実用上の変化がみられなかった。

(c)　ダイオードのうち、ガラス封入形シリコンダイオードについては、専用の制御回路でみたスイッチング特性に異常な点がみられず照射後の整流特性にも変化がみられなかった。

ツェナダイオードについては、照射試験の前後、および照射試験中も含めて、ツェナ電圧に実用上の変化がみられなかった。

(d)　トランジスタは、小信号用のＰＮＰ形トランジスタと、ＮＰＮ形トランジスタ、および中電力用のパワートランジスタについて、専用のチェック回路と制御回路で動作させた。　照射中、および照射の前後でその動作に変化がみられなかった。

(e)　デジタルＩＣのうち、６種類のＴＴＬはいずれも専用の制御回路で動作させたが、照射中、照射前後を通して、動作に異常がみられなかった。　小型リレーについても同様にスイッチング動作に変化がみられなかった。

(f)　アナログＩＣで、オペアンプはボルテージフォロワ回路を構成してその入出力特性をとったが、照射前後と照射中を通して実用上の特性変化が見られなかった。　Ａ／Ｄコンバータについては、連続的にＡ／Ｄ変換させて、入力アナログ値と出力のディジタルデータとの関係をみたが、照射中も照射後も、照射前と同じ正しいデータに変換していた。

(g)　水晶発振器は、照射の前後で発振周波数に実用上の変化がなく、発振波形にも変化が見られず、照射中も発振動作を継続していた。

以上の試料は、いずれも10^{6}R/H の線量率で１００時間の照射試験の、試験中、および照射後を通じて、照射前の特性、動作に変化がみられなかったもので、積算線量で　10^{8}R であり、マニピュレータシステムにおいて、将来的にセル内で使用できる可能性がある、として評価できるものである。

（２）　使用できない部品

(a)　アイソレータは、通電しながら照射試験を行った限りでは照射前と照射後に出力電圧の異常はみられなかった。しかしながら、非導通状態で10^{8}Rの静的照射を行った後の試料は、５つの試料の全てが入力電圧によらず出力が変化しない状態になっていた。

従って基本的には、このアイソレータを使用できないと評価する。

第３章　耐放射線性部品の照射試験

５８年度に、一般工業用部品の中からマニピュレータシステムで将来的にプロセスセル内での使用が想定されるものを代表的に選択し、1×10^{5}R/H ×１００H のγ線照射試験を行った。　５９年度はこの結果、使用できる可能性があると評価されたもの、すなわち、1×10^{5}R/H ×１００H の照射中、および照射の前後で機能上、大きな変化のみられなかった電子部品について、さらに、ガラス固化パイロットプラントの設計条件（1×10^{5}R/H ×１０００H ＝10^{8}R ）の積算線量に基づく照射試験を行ったが、これらの結果、将来的にセル内で使用できない部品については、例えば耐放射線性部品を使用するなどの対策をとる必要がある。

この章は、今回一般工業用部品の照射試験に引き続いて行った、耐放射線性部品のγ線照射試験について述べたものである。

3.1　では、今回の照射試験の背景を説明し、目的を明らかにした。

3.2　では、今回の照射試験の方法、手順について、具体的に述べた。　加えて、試料リストと各試料の説明も行った。

3.3　では、照射試験の結果を各試料毎にデータシートにまとめた。

3.4　では、 3.3の結果をもとにして各試料のセル内での使用の可能性について評価を行った内容を述べた。

３．１　目　的

マニピュレータシステムは、将来ガラス固化パイロットプラントなどに適用することを目標に設計、研究を進めているが、放射線の環境下となるプロセスセルの設計値は、照射線量で、1×10^{5}R/H $\times$１０００H $=10^{8}$R とされている。　このプロセスセル内での使用が想定される機器と、これを構成する部品、特に電子部品は、システム設計を行うまでにγ線照射試験によってその耐放射線性を明らかにしておく必要がある。５８年度にその第１ステップとして、一般的に工業分野で使用されている電子部品について、1×10^{5}R/H $\times$１００H $=$ 10^{7}Rのγ線照射試験を行い、その結果、このレベルで使用できるものと使用できないものが明らかになっている。

γ線照射試験の結果、将来的にセル内で使用できない部品については、例えば耐放射線性を考慮した電子部品を使用する方法がある。　しかしながら、耐放射線性の電子部品といっても、一般には軍事用、宇宙用に開発されたものが多く、そのままマニピュレータシステムに適用できるかどうかの保証はない。従って、これらをマニピュレータシステムで使用するには、やはりγ線照射試験などによって、その耐放射線性を調べておく必要がある。　今回は、これら耐放射線性があるとされている電子部品、特にＩＣ類のうち、マニピュレータシステムでの使用が想定されるものを代表的に選択してγ線照射試験を行い、その適用性を調べることを目的とする。

３．２　試験方法

この節では、耐放射線性があるとされている部品の中から、今回の試験の試料として選定した部品について説明し、γ線照射試験と試料評価の方法について具体的に述べた。

3.2.1 では、今回行った照射試験の概要を述べた。 すなわち、同一の試料についてまず静特性試験を行い、この結果を踏まえて動特性試験を行い、双方の結果を合わせて評価する手順について示した。

3.2.2 では、今回の照射試験の試料のリストを示した。いずれの試料も耐放射線性があるとされているものである。

3.2.1 照射試験の概要

電子部品の、照射試験による耐放射線性の調査は、基本的に

1) 試料の選定

2) γ線照射試験

3) 2)の結果による評価

の手順で行う。

今回の照射試験の試料は、耐放射線性部品の中から将来的にマニピュレータシステムでの使用が想定されるものを、代表的に選択した。 マニピュレータシステムにおける電子回路とその構成部品については、 2.2.2で詳しく述べたので、この章では試料のリストのみを示すことにする。

γ線照射試験は、1×10^{5}R/H $\times$ 100H $=10^{7}$R の照射線量で行う。 これは、ガラス固化パイロットプラントの設計値の線量率をもとにしたものである。

γ線照射試験については、一般工業用部品の照射試験と同様にまず静特性試験を行い、次いで動特性試験を行う。

さいごに、これらの結果を合わせて考慮し、いずれの試験においても機能上の変化がみられなかった電子部品を“使用できるもの”として評価する。

なお、γ線照射試験の方法や、静特性試験、動特性試験の手順は、一般工業用部品の照射試験の時と同様のものであり、これらの詳細については、 2.2.3、 2.2.4、 2.2.5、に述べたので、詳細な説明はこの章では省略する。

2.2.2 試料リスト

マニピュレータシステムでセル内への設置が想定される電子部品については、2.2.2に既に示した分類をもとにさらに詳細に展開する。表3 は、これをもとにして、今回の照射試験で試料として選択した部品のリストである。

表 3　耐放射線性部品　試料リスト

	品　目	種　類	形　式	メーカ	備考
1	マイコン	16ビットマイクロプロセッサ	F9445-16DMQB	FC	
	メモリ	8ビットマイクロプロセッサ	F6802DMQB	FC	
		バイポーラ　PROM	93453DMQB	FC	
		バイポーラ　RAM	93422DMQB	FC	
2	ディジタルIC	TTL　NANDゲート	54F00DMQB	FC	
		Dタイプフリップフロップ	54F74DMQB	FC	
		3／8　デコーダ	54F138DMQB	FC	
		インバータ	54F14DMQB	FC	
		CMOS　NOR	4001BDMQB	FC	
		カウンタ	4040BDMQB	FC	
		インバータ	40014BDMQB	FC	
		カレントループ用ラインレシーバ	55107ADMQB	FC	
3	リニアIC	オペアンプ	μA759HMQB	FC	
		タイマIC	μA555RMQB	FC	
		コンパレータ	μA710HMQB	FC	
		電圧レギュレータ	μA7805KMQB	FC	
		逐次比較形　8ビットADC	TDC1001J8C	TRW	
		並列変換形　4ビットADC	TDC1021J9C	TRW	
		電流出力形　10ビットDAC	DAC100CCQ3	PMI	
		高速サンプル／ホールドアンプ	SMP-11GY	PMI	
		高速オペアンプ	OP21GJ	PMI	

（１）マイコン、メモリ

近年のディジタル技術の進歩は目ざましいものがあり、特にマイクロコンピュータとその周辺技術は数年前と比較して格段の違いをみせている。　マニピュレータシステムにおいても、主たる制御方式をアナログ方式からディジタル方式に変換し、より機能の高い制御を行わせようとしている。　セル内の計測制御回路もこれにともなって、高機能化が要求されており、可能ならばマイクロコンピュータシステムを適用することを考えておく必要がある。　５８年度の照射試験の結果、一般工業用のマイクロコンピュータとその周辺ＩＣ、メモリが使用できないことがわかったので、今回は耐放射線性のマイクロコンピュータ、メモリを試料として選択し、γ線照射試験を行うものとする。

マイクロコンピュータはバイポーラの１６ビットＣＰＵの耐放射線性バージョンのものと、ＮＭＯＳ構造のの８ビットＣＰＵの耐放射線性バージョンのもののうち、比較的入手し易いものを選択した。

メモリは、やはりバイポーラのＰＲＯＭとＳＲＡＭの、いずれも耐放射線性バージョンのものを今回の試料として選択した。

（２）ディジタルＩＣ

最近の電子回路で、ディジタル回路を構成する主要素はディジタルＩＣである。

大きく分けてＴＴＬ（Transistor Transistor Logic）と、ＣＭＯＳ（Compremental y Metal Oxide Silicon）論理ＩＣとがある。　両者を比較すると、動作スピードで前者が１０倍以上勝るが、消費電流は後者が格段に小さく、特にＯＮ／ＯＦＦ動作をしていない時はほとんどゼロである。　従って特に、通常は動作しない回路が多く、回路全体の消費電流を小さくしたい時には、ＣＭＯＳが使用される。

マニピュレータシステムでは、スピード面を考慮して、一般的にはＴＴＬでディジタル回路を構成するが、一部、メモリやカウンタなどの部分、にＣＭＯＳ論理ＩＣを使用したいと考えている。

また、５８年度の照射試験の結果、ＣＭＯＳ論理ＩＣが使用できないとされているので、この耐放射線性バージョンのものを含めて、今回照射試験の試料として選択する。

ＴＴＬと一口にいってもその種類によって様々な機能をもつものがある。　照射試料としては、これらの中から代表的なものを選択して評価する。

①論理回路の基本的なものとしてＮＡＮＤゲート、

②順序回路の基本でＤタイプフリップフロップ、

③機能回路の基本として、ディジタル回路でよく使われるデコーダ、

④アナログ信号とのインターフェイスに使われるシュミットトリガ入力のインバータ、

をＴＴＬの代表として選択した。

ＣＭＯＳ論理ＩＣについても同様に、

①ＮＯＲゲート、

②カウンタ、

③シュミットトリガ入力インバータ、

を代表として選択した。

そのほか、信号伝送において、信号を電流のあるなしで伝送するカレントループ方式が古くから使われているが、このための機能をＩＣ化したものがあり、これらの中に耐放射線性バージョンのものがある。　ドライバＩＣとレシーバＩＣが一対のものとして使用されるが、今回はこのうちレシーバＩＣを代表的に試料として選択した。

（３）リニアＩＣ

リニアＩＣ（アナログＩＣとも呼ぶ）には、主としてアナログ信号の変換に使用する、オペアンプ、コンパレータなどと、ディジタル信号とアナログ信号とのインターフェイスに使用するＡ／Ｄコンバータ、Ｄ／Ａコンバータとがあり、いずれも耐放射線性バージョンのものがある。

マニピュレータシステムのセル内に設置する計測制御回路には、これらリニアＩＣが必要不可欠である。

オペアンプは、セル内のアナログ信号の増幅やフィルタの基本部品として使用する。　タイマＩＣは、回路内の、一定時間の待ち合わせなどの時間の基準を発生させるために使用する。　コンパレータは、２つの電圧の比較、判別を行うＩＣである。　電圧レギュレータは、主に電源回路で使用し、電源電圧を安定化するのに使用する。

Ａ／Ｄコンバータ、Ｄ／Ａコンバータは、ディジタル回路とアナログ回路のインターフェイスとして使用する。サンプル／ホールドアンプは、一定時間入力電圧を保持して出力するもので、回路出力の保持、入力データの同時化などに使用する。

いずれも、耐放射線性バージョンを今回の照射試験の試料として選択する。

３．３　試験結果　（データシート和文）

(1) 試験試料

・品目（種類）　１６ビットマイクロプロセッサ
・形式（メーカ）　Ｆ９４４５ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　バイポーラ１６ビットＣＰＵ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　３個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の基本動作
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　所定の機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3
before irradiation	OK	OK	OK
after irradiation	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射後は動作しなくなった。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　１６ビットマイクロプロセッサ
・形式（メーカ）　Ｆ９４４５ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　バイポーラ１６ビットＣＰＵ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　３個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の基本動作
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　所定の機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3
before irradiation	OK	OK	OK
under irradiation	NG	NG	NG
after irradiation	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射中に全ての出力ピンが機能しなくなった。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　８ビットマイクロプロセッサ
・形式（メーカ）　Ｆ６８０２ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　ＮＭＯＳ構造、８ビットＣＰＵ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の基本動作
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　所定の機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射後には動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　８ビットマイクロプロセッサ
・形式（メーカ）　Ｆ６８０２ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　ＮＭＯＳ構造、８ビットＣＰＵ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の基本動作
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　所定の機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	NG	NG	NG	NG	NG
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射中に動作が停止した。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　PROM
・形式（メーカ）　93453DMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　バイポーラ構造、PROM
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年12月14日～12月24日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のメモリ機能
記号（I，Vなど）
判定基準値　メモリとして正しく機能するか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　PROM
・形式（メーカ）　93453DMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　バイポーラ構造、PROM
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のメモリ機能
記号（I，Vなど）
判定基準値　メモリとして正しく機能するか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ＳＲＡＭ
・形式（メーカ）　９３４２２ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　バイポーラ構造、ＳＲＡＭ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のメモリ機能
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　メモリとして正しく機能するか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＳＲＡＭ
・形式（メーカ）　　９３４２２ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　バイポーラ構造、ＳＲＡＭ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のメモリ機能
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　メモリとして正しく機能するか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　５４Ｆ００ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　４－２入力ＮＡＮＤゲート
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時湿度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　５４ＦＯＯＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　４－２入力ＮＡＮＤゲート
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　５４Ｆ７４ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　４－Ｄタイプフリップフロップ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　TTL
・形式（メーカ）　54F74DMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　4－Dタイプフリップフロップ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　５４Ｆ１３８ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　３－８デコーダ
　　セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
　集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
　線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
　照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

　静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
　試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

　測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
　記号（Ｉ，Ｖなど）
　判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

　正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　５４Ｆ１３８ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　３－８デコーダ
　　セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　　５４Ｆ１４ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　６－インバータ、シュミットトリガ入力
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60 ）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　ＴＴＬ
・形式（メーカ）　５４Ｆ１４ＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　６－インバータ、シュミットトリガ入力
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　CMOS論理IC
・形式（メーカ）　4001BDMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　CMOS構造、NOR
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年12月14日～12月24日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射後は動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　CMOS論理IC
・形式（メーカ）　4001BDMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　CMOS構造、NOR
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	NG	NG	NG	NG	NG
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射中に動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　CMOS論理IC
・形式（メーカ）　4040BDMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　CMOS構造、カウンタ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年12月14日～12月24日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射後は動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　CMOS論理IC
・形式（メーカ）　4040BDMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　CMOS構造、カウンタ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	NG	NG	NG	NG	NG
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射中に動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　ＣＭＯＳ論理ＩＣ
・形式（メーカ）　　４００１４ＢＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　　ＣＭＯＳ構造、インバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射後は動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　CMOS論理IC
・形式（メーカ）　40014BDMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　CMOS構造、インバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	NG	NG	NG	NG	NG
after irradiation	NG	NG	NG	NG	NG

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

照射中に動作しなくなっていた。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　カレントループ用ラインレシーバＩＣ
・形式（メーカ）　５５１０７ＡＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　カレントループ信号伝送用、バイポーラ構造
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　カレントループ用ラインレシーバＩＣ
・形式（メーカ）　５５１０７ＡＤＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　カレントループ信号伝送用、バイポーラ構造
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　1月１８日～　1月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中のスイッチング特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　オペアンプ
・形式（メーカ）　μA７５９HMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　高電流出力形オペアンプ
　メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

No	output (V) / input (V)					
	0	1.05	2.1	3.15	4.2	5.25
1	-0.003	1.057	2.10	3.14	4.14	5.16
2	-0.018	1.04	2.07	3.09	4.07	5.11
3	-0.022	1.004	2.05	2.97	3.90	4.91
4	-0.022	1.028	2.06	3.09	4.13	5.18
5	-0.022	1.028	2.07	3.12	4.15	5.20
standard	-0.022	1.046	2.10	3.14	4.18	5.24

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　オペアンプ
・形式（メーカ）　　μA759HMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　　高電流出力形オペアンプ
　　メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
　集積照射線量（R）　　1×10^{7}
　線量率　（R／H）　　1×10^{5}
　照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　±1%

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　タイマＩＣ
・形式（メーカ）　μＡ５５５ＲＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　タイマ用ＩＣ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の発振特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　発振機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　タイマＩＣ
・形式（メーカ）　μＡ５５５ＲＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　タイマ用ＩＣ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　１×１０⁷
線量率　（Ｒ／Ｈ）　１×１０⁵
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の発振特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　発振機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　コンパレータＩＣ
・形式（メーカ）　μＡ７１０ＨＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　電圧コンパレータ用ＩＣ
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の入出力特性（スイッチング）
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　コンパレータＩＣ
・形式（メーカ）　μＡ７１０ＨＭＱＢ　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　電圧コンパレータ用ＩＣ
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の入出力特性（スイッチング）
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　スイッチング機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　電圧レギュレータ
・形式（メーカ）　μA７８０５KMQB　（ＦＣ）
・仕様（機能、構造）　電圧安定化ＩＣ
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60 ）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の出力特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　±５％

(3) 試験結果

No.	before irradiation	after irradiation
1	5.016 V	5.172 V
2	5.035	5.101
3	5.022	5.160
4	5.075	5.195
5	5.111	5.185

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　電圧レギュレータ
・形式（メーカ）　μA7805KMQB　（FC）
・仕様（機能、構造）　電圧安定化IC
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　±5%

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　A／Dコンバータ
・形式（メーカ）　　TDC1001J8C　（TRW）
・仕様（機能、構造）　　逐次比較形8ビットA／Dコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和59年12月14日～12月24日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10⁷
線量率　（R／H）　　1×10⁵
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　±3%

(3) 試験結果

No.	output states input (V)	
	2.2 mV	-490 (mV)
1	φφφφ φφφφ	1111 1111
2	φφφφ φφφφ	1111 1111
3	φφφφ φφφφ	1111 1φφ1
4	φφφφ φφφφ	1111 1111
5	φφφφ φφφφ	1111 1φ11
standard	φφφφ φφφφ	1111 1111

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　A／Dコンバータ
・形式（メーカ）　　TDC1001J8C　（TRW）
・仕様（機能、構造）　　逐次比較形8ビットA／Dコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10^{7}
線量率　（R／H）　　1×10^{5}
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　±3%

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　A／Dコンバータ
・形式（メーカ）　　TDC1021J9C　（TRW）
・仕様（機能、構造）　　並列変換形4ビットA／Dコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和59年12月14日～12月24日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10^{7}
線量率　（R／H）　　1×10^{5}
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　1LSB

(3) 試験結果

No	output states	
	input (V)	
	3.2 mV	-990 mV
1	φφφφ	111φ
2	φφφφ	111φ
3	φφφφ	111φ
4	φφφφ	111φ
5	φφφφ	111φ
standard	φφφφ	111φ

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　A／Dコンバータ
・形式（メーカ）　　TDC1021J9C　（TRW）
・仕様（機能、構造）　　並列変換形4ビットA／Dコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10^{7}
線量率　（R／H）　　1×10^{5}
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　1LSB

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　D／Aコンバータ
・形式（メーカ）　DAC100CCQ3　（PMI）
・仕様（機能、構造）　電流出力形10ビットD／Aコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和59年12月14日～12月24日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10⁷
線量率　（R／H）　1×10⁵
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　1LSB

(3) 試験結果

No.	output (V)	
	input states	
	φφφφφφφφφ11	1111111111
1	9.883	0.0018
2	9.917	0.0018
3	9.937	0.0018
4	9.919	0.0018
5	9.872	0.0018
standard	9.973	0.0017

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　　D／Aコンバータ
・形式（メーカ）　　DAC100CCQ3　（PMI）
・仕様（機能、構造）　　電流出力形10ビットD／Aコンバータ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　　γ線（Co-60）
・照射場所　　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　　1×10^{7}
線量率　（R／H）　　1×10^{5}
照射時間　　（H）　　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　　照射中の入出力特性
記号（I，Vなど）
判定基準値　　1LSB

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　サンプル／ホールドアンプ
・形式（メーカ）　ＳＭＰ－１１ＧＹ　（ＰＭＩ）
・仕様（機能、構造）　高速サンプル／ホールドアンプ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の入出力特性（ホールド機能）
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　ホールド機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	NG	NG	NG	NG	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

５個の試料のうち、４個は照射後にホールド機能を失った。
使用できない

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　サンプル／ホールドアンプ
・形式（メーカ）　SMP－11GY　（PMI）
・仕様（機能、構造）　高速サンプル／ホールドアンプ
セラミックパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和60年　1月18日～　1月28日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（R）　1×10^{7}
線量率　（R／H）　1×10^{5}
照射時間　（H）　100　（50×2）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続50時間の照射を2回で合計100時間
試料数　5個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の入出力特性（ホールド機能）
記号（I，Vなど）
判定基準値　ホールド機能が正しく行われるか

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

正しく機能する。　使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　オペアンプ
・形式（メーカ）　ＯＰ２１ＧＪ　（ＰＭＩ）
・仕様（機能、構造）　高速オペアンプ
メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a. 照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和５９年１２月１４日～１２月２４日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b. 照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

静特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c. 判定基準、測定項目

測定項目　照射の前後の入出力特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

No	output (V) / input (V)					
	0	1.02	2.15	3.22	4.30	5.37
1	0.005	1.026	2.156	3.227	4.299	5.374
2	0.005	1.026	2.156	3.227	4.298	5.373
3	0.004	1.025	2.155	3.227	4.298	5.374
4	0.002	1.025	2.156	3.227	4.299	5.375
5	0.004	1.025	2.155	3.226	4.298	5.374
standard	0.005	1.026	2.156	3.227	4.299	5.374

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

(1) 試験試料

・品目（種類）　オペアンプ
・形式（メーカ）　ＯＰ２１ＧＪ　（ＰＭＩ）
・仕様（機能、構造）　高速オペアンプ
　メタルパッケージ

(2) 試験、測定方法、判定基準

a.照射条件

・放射線種（線源）　γ線（Co-60）
・照射場所　日本原子力研究所高崎研究所
・照射年月日　昭和６０年　１月１８日～　１月２８日
・照射時温度（℃）　一般実験室雰囲気
　集積照射線量（Ｒ）　1×10^{7}
　線量率　（Ｒ／Ｈ）　1×10^{5}
　照射時間　（Ｈ）　１００　（５０×２）

b.照射試験方法（連続、断続照射、試料数など）

動特性試験、連続５０時間の照射を２回で合計１００時間
試料数　５個

c.判定基準、測定項目

測定項目　照射中の入出力特性
記号（Ｉ，Ｖなど）
判定基準値　±１％

(3) 試験結果

NO.	1	2	3	4	5
before irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
under irradiation	OK	OK	OK	OK	OK
after irradiation	OK	OK	OK	OK	OK

(4) 判定結果（使用可能性判定）・考察

許容値を満足する。
使用可能

(5) 文献

３．４　評　価

この項では、今回の耐放射線性電子部品の照射試験のまとめとして、γ線照射試験の結果から、将来的にマニピュレータシステムで使用できる可能性のあるものと使用できないものとを分類した。

表４　は、今回の照射試験の結果をまとめた評価表である。

評価表は、使用できる部品と使用できない部品とを分類したもので、使用できる部品とは、10^5R/H の線量率のγ線環境下で１００時間のあいだ正しい機能で動作し、積算線量でいって10^7R となるまで照射した後にも、正常な動作をしたものである。　使用できない部品とは、上記に示した以外の試料で、10^5R/H のγ線環境下で１００時間になるまでに正しい動作をしなくなり、その後回復しなかったもの、および、10^7R の照射後に正常な動作をしなくなったものである。

以下、試料毎に、評価表の内容を説明する。

表4　耐放射線性部品の評価表

使用できる部品		10^7R の照射後
メモリ	PROM	機能上の問題がみられない
	SRAM	機能上の問題がみられない
ディジタルIC	TTL	スイッチング特性に変化ない
	レシーバIC	スイッチング特性に変化ない
アナログIC	オペアンプ	入出力特性に変化ない
	コンパレータ	入出力特性に変化ない
	A／Dコンバータ	入出力特性に変化ない
	D／Aコンバータ	入出力特性に変化ない
	電圧レギュレータ	出力特性に変化ない

使用できない部品		10^7R の照射後
マイコン	μCPU	動作しなくなる
ディジタルIC	CMOS論理IC	出力が固定し、動作しない
リニアIC	サンプル／ホールド	非通電状態で出力電圧が固定し、
	アンプ	機能しなくなる

（１）　使用できる部品

(a)　バイポーラメモリのうち、ＰＲＯＭにはあらかじめ所定のデータを書き込んでおき、照射中および照射後にこのデータが変化しないことが確認できた。　ＳＲＡＭはγ線照射中および照射後に、書き込んだデータと読みだしたデータとが同一で、変わることがなかった。

(b)　デジタルＩＣのうち、４種類のＴＴＬはいずれも専用の制御回路で動作させたが、照射中、照射前後を通して、動作に異常がみられなかった。　カレントループ用ラインレシーバについても同様にスイッチング動作に変化がみられなかった。

(c)　アナログＩＣで、オペアンプはボルテージフォロワ回路を構成してその入出力特性をとったが、照射前後と照射中を通して実用上の特性変化が見られなかった。　Ａ／Ｄコンバータについては、連続的にＡ／Ｄ変換させて、入力アナログ値と出力のディジタルデータとの関係をみたが、照射中も照射後も、照射前と同じ正しいデータに変換していた。　Ｄ／Ａコンバータについても同様に、連続的にＤ／Ａ変換させて、入力ディジタル値と出力のアナログデータとの関係をみたが、照射中も照射後も、照射前と同じ正しいデータに変換していた。

コンパレータについても、入力を連続的に変化させて出力の状態を確認したが、その入出力特性に変化がみられなかった。

電圧レギュレータは、入力電圧にかかわらず出力電圧を一定にする機能を持ったものであるが、照射中、照射後を通して、その出力特性に変化がみられなかった。

以上の試料は、いずれも10^5Rの線量率で100時間の照射試験の、試験中、および照射後を通じて、照射前の特性、動作に変化がみられなかったもので、積算線量でいうと10^8Rであるが、マニピュレータシステムにおいて、将来的にセル内で使用できる可能性がある、として評価できるものである。

（２）　使用できない部品

(a)　マイクロプロセッサは、所定の機能チェック回路を製作して動作を調べたが、今回試料として選んだマイクロプロセッサはいずれも正しい機能をしなくなっていた。　一般に耐放射線性バージョンとされるものは、一般工業用のもんと比較してひとけた程度放射線に対して強いとされているだけであり、照射線量で規定されたものではないが、今回の試料はガラス固化パイロットプラントでは使用できないものとして評価する。

(b)　ＣＭＯＳ論理ＩＣは、いずれの試料も照射中に出力が固定して変化しなくなる状態となり、その後回復することがなかった。　このような状態になる前には正しくない出力をするような誤動作も見られ、基本的にＣＭＯＳ論理ＩＣは耐放射線性バージョンであっても使用できないと評価する。

(c)　リニアＩＣのうちサンプル／ホールドアンプは、動特性試験においては所定の機能を示していたものの、静特性試験の結果出力電圧が変化してしまう試料があり、総合的にみて使用できないものと評価する。

第４章　検討事項

この章では、今回の電子部品の照射試験のまとめとして、一連の照射試験の結果から、マニピュレータシステムの計測制御回路設計上の問題点を洗い出すとともにその対応策を検討し、今後必要なＲ＆Ｄ項目を示した。

4.1では、今回の照射試験の結果使用できないとされた部品を中心にして、マニピュレータシステムでセル内で使用する電子部品の、回路構成上特に注意する必要のある点を示し、設計上の問題点について検討を行った。

4.2では、上記の問題点に基づく、今後必要なＲ＆Ｄ項目を示して、その内容を説明した。

４．１　問題点とその対策

4.1.1　一般工業用電子部品

積算線量で10^8Rの放射線環境下で使用できないとした部品について、マニピュレータシステムのセル内で、これらを使用する必要がある時への対処の方法を述べる。

（１）　アイソレータは、アナログ信号の信号絶縁器であり、アナログ信号の伝送に使用することを想定したものである。　今回の照射試験において、動特性試験においては問題がみられなかったものの、静特性試験の結果正しい出力をしなくなったため、使用できないとして評価した。アイソレータは基本的に、トランス、オペアンプ、トランジスタ、フィルタ回路で構成するものであるため、これらの部品を使用してアイソレータを作ることができる。ただし、このようにしてアイソレータを実現する場合は、同一機能のアイソレータモジュールと比較して部品数が多くなり、全体装置が大形化する可能性があるのでシステム設計には相応の注意が必要である。

4.1.2 耐放射線性電子部品

今回耐放射線性部品のγ線照射試験を行い、この結果、一部の部品については、耐放射線性バージョンではあっても将来的にセル内で使用できないとして評価した。 この項では、これらの使用できないとされた部品の代替となる部品、回路について検討を行った。

（１） マイクロプロセッサとしては、バイポーラ構造の１６ビットＣＰＵとＭＯＳ構造の８ビットＣＰＵのいずれも耐放射線性バージョンのものについて照射試験を行った。結果は、いずれも10^{8}R以下で正しい機能をしなくなっており、使用できないとして評価した。 マイクロコンピュータシステムは、現在あらゆる電子回路で中心的な存在となっており、将来的にはマニピュレータシステムでもセル内に設置したいと考えている。 しかしながら、マイクロコンピュータシステムは、基本的にはディジタル回路の集合体であるので、マイクロプロセッサおよびその周辺回路用ＩＣがセル内で使用できない時には、最悪、ＴＴＬ等で構成することは可能である。 実際的には、簡単な回路ならばともかく、複雑なマイクロコンピュータシステムを全てＴＴＬ等で実現するには、数多くのＩＣが必要であり、実用的ではないと考える。

（２）　ＣＭＯＳ論理ＩＣは低消費電流化を図る時に使用するディジタルＩＣである。　機能的には、全てＴＴＬで代替えが可能であるので、ＴＴＬが使用できれば、ＣＭＯＳが使用不可能でも設計上は問題ない。　ＣＭＯＳを使用すればＴＴＬの回路に比べて消費電流の低減ができるが、それができなくなるだけである。

（３）　サンプル／ホールドアンプは、一定時間入力電圧を保持して出力するもので、回路出力の保持、入力データの同時化などの用途に使用するものである。　今回の照射試験では、動特性試験の結果は問題がみられなかったものの、静特性試験の結果出力が異常になっていたため、使用できないとして評価した。　サンプル／ホールドアンプは、オペアンプ、スイッチ、コンデンサで、基本的には構成できるため、機能的には問題ない。　しかしながら、回路は大きくなってしまう欠点がある。

４．２　今後必要なＲ＆Ｄ項目

4.2.1　耐放射線性電子部品の10^8Ｒの照射試験

耐放射線性電子部品について、今回の照射試験では、将来的にセル内で使用できない電子部品を明らかにすることを主な目的として、照射条件を、

$$1\times10^5\ \mathrm{R/H}\times100\mathrm{H}=10^7\ \mathrm{R}$$

として行った。　これにより、1×10^5R/H の線量率の環境下で１００時間のあいだに動作しなくなるものが判明した。マイクロプロセッサやＣＭＯＳ論理ＩＣなどがそれである。

ところで、マニピュレータシステムが設置される環境条件のうち、放射線環境は、

$$1\times10^5\ \mathrm{R/H}\times1000\mathrm{H}=10^8\ \mathrm{R}$$

であり、最終的には電子回路の構成部品もこの環境下にさらされるものとして設計する必要があるはずである。

そこで、今後必要なＲ＆Ｄ項目の一つとして、今回の耐放射線電子部品の照射試験の結果、使用できる（可能性がある）と評価された部品について、さらに高い積算線量のγ線の照射後の性能変化を調べることを考える。　これにより、マニピュレータシステムの設計目標値である10^8Ｒの環境下のセル内でも正しく動作する部品を抽出することができ、電子回路を構成するための基礎資料を得ることができると考える。

照射条件は照射施設の問題もあり、

$$1\times10^{6}\ R/H\times100H=10^{8}\ R$$

としたい。

これら耐放射線性部品の照射試験の結果と、５９年度までに結果が判明する一般工業用電子部品の照射試験結果とを合わせて、マニピュレータシステムへの電子部品の適用基準を部品レベルで明らかにすることができる。

4.2.2 基本回路の照射試験

4.2.1で述べてきたR&D項目は、一般工業用、耐放射線性の違いはあっても、部品単体としての照射試験についてである。

そして基本的には、これらの照射試験の結果をもとにして、今後セル内で使用する電子回路を設計、製作し、使用していくことになる。 すなわち、今後はセル内で実際に使用する電子回路については、照射試験で使用できるとして評価される部品のみで設計し、製作した毎に電子回路としての照射試験を行い、使用の可否を明らかにしていくかたちをとるのである。 ところで、仮に電子回路として構成したものが、その後の照射試験の結果、使用できないと評価された時には、当然、設計変更するなどして、最終的にはセル内で使用できる電子回路を構成していかなければならない。 しかしながら、ここで設計変更するとしても、部品レベルの耐放射線性はわかっているので、設計変更とは、回路構成の一からの見直しを意味し、加えて、そのような変更で耐放射線性に優れた回路が構成できるという保証がないのは、設計変更前と同様である。 マニピュレータシステムでセル内で使用する電子回路は、最終的にはシステム構成や制御法案が決まらなければ、全部を設計できないが、部分的には、例えば、信号伝送装置やサーボアンプなど、基本回路のレベルで設計できるものもある。

以上を考慮すると、最終的な電子回路を設計するための次のステップとして、信号系統とパワー系統のそれぞれについて、信号伝送装置やサーボアンプなどを構成する基本回路を設計し、これに基づいて製作した基本回路の耐放射線性を、γ線照射試験により明らかにする必要があると考える。

付　録

A．　γ線照射試験証明書

B．　文献リスト

C．　データシート（英文）

Sheet No. 1	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Carbon film resistor
- Structure: Carbon film
- Function: Fixed resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: R25X, Rohm

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 2	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Carbon film resistor
- Structure: Carbon film
- Function: Fixed resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: R25X, Rohm

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 3	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Metal film resistor
- Structure: Metal film
- Function: fixed resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: CRB25 , Rohm

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th , 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 4	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Metal film resistor
- Structure: Metal film
- Function: fixed resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: CRB25 , Rohm

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 5	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Wire wound variable resistor
- Structure: Wire wound
- Function: Variable resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: λ-6T, Copal

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 6	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Wire wound variable resistor
- Structure: Wire wound
- Function: Variable resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: λ-6T, Copal

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 7	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Conductive plastic variable resior
- Structure: Conductive plastic
- Function: Variabke resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: RJ6P, Copal

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 8	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Resistors
- Generic: Conductive plastic variable resior
- Structure: Conductive plastic
- Function: Variabke resistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: RJ6P, Copal

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Resistance (R)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 9	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Capacitors
- Generic: Film capacitor
- Structure: Poliester film
- Function: Fixed capacitor
- Type, Manufacturer and Lot No.: TDY , Nichicon

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th , 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Capacitance (C)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 10	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Capacitors
- Generic: Film capacitor
- Structure: Poliester film
- Function: Fixed capacitor
- Type, Manufacturer and Lot No.: TDY , Nichicon

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Capacitance (C)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 11	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Capacitors
- Generic: Tantalum electrolytic capacitor
- Structure: Tantalum
- Function: Fixed capacitor
- Type, Manufacturer and Lot No.: CS90, Fujitsu

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Capacitance (C)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 12	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Capacitors
- Generic: Tantalum electrolytic capacitor
- Structure: Tantalum
- Function: Fixed capacitor
- Type, Manufacturer and Lot No.: CS90, Fujitsu

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Capacitance (C)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 13	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Capacitors
- Generic: Multilayer ceramic capacitor
- Structure: Ceramics
- Function: Fixed capacitor
- Type, Manufacturer and Lot No.: SR, AVX

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Capacitance (C)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 14	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Capacitors
- Generic: Multilayer ceramic capacitor
- Structure: Ceramics
- Function: Fixed capacitor
- Type, Manufacturer and Lot No.: SR, AVX

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Capacitance (C)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 15	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Diodes
- Generic: Glass sealed diode
- Structure: Glass sealed Package
- Function: Diode
- Type, Manufacturer and Lot No.
  1S953, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th , 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Rectifire characteristics (V-I)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 16	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Diodes
- Generic: Glass sealed diode
- Structure: Glass sealed Package
- Function: Diode
- Type, Manufacturer and Lot No.: 1S953, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Rectifire characteristics (V-I)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 17	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Diodes
- Generic: Zener diode
- Structure: Glass sealed package
- Function: Zener diode
- Type, Manufacturer and Lot No.: RD, NEC

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
• Total Irradiation Dose	10^8 R
• Dose Rate	10^6 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Rectifire characteristics (V-I)
- Zener voltage (Vz)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 18	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Diodes
- Generic: Zener diode
- Structure: Glass sealed package
- Function: Zener diode
- Type, Manufacturer and Lot No.: RD, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Rectifire characteristics (V-I)
- Zener voltage (Vz)

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 19	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Transistors
- Generic: PNP transistor
- Structure: Metal can Package
- Function: PNP transistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: 2SA578, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 20	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Transistors
- Generic: PNP transistor
- Structure: Metal can Package
- Function: PNP transistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: 2SA578, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 21	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Transistors
- Generic: NPN transistor
- Structure: Metal can Package
- Function: NPN transistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: 2SC1010 , NEC

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Nov. 16th ~Nov. 26th , 1985
• Total Irradiation Dose	10^8 R
• Dose Rate	10^6 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 22	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Transistors
- Generic: NPN transistor
- Structure: Metal can Package
- Function: NPN transistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: 2SC1010 , NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens workedw .ter irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 23	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Transistors
- Generic: Power transistor
- Structure: Metal can Package
- Function: Power transistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: 2SD78 , NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th , 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 24	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Transistors
- Generic: Power transistor
- Structure: Metal can Package
- Function: Power transistor
- Type, Manufacturer and Lot No.: 2SD78 , NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 25	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Digital IC
- Generic: LS-TTL
- Structure: Plastic Package
- Function: Quad 2 Input NAND Gates , etc.
- Type, Manufacturer and Lot No.
  SN74LS00N, etc., TI

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th , 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 26	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Digital IC
- Generic: LS-TTL
- Structure: Plastic Package
- Function: Quad 2 Input NAND Gates , etc.
- Type, Manufacturer and Lot No.: SN74LS00N, etc., TI

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~ Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 27	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Digital IC
- Generic: Compact relay
- Structure: Plastic Package
- Function: relay
- Type, Manufacturer and Lot No.: G2N-1001M, Tateishi

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 28	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Digital IC
- Generic: Compact relay
- Structure: Plastic Package
- Function: relay
- Type, Manufacturer and Lot No.: G2N-1001M, Tateishi

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 29	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Analog IC
- Generic: Operational amplefire
- Structure: Metal can Package
- Function: Operational amplefire
- Type, Manufacturer and Lot No.: μPC159A, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- input/output characteristics as voltage follower circuits.

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 30	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Analog IC
- Generic: Operational amplefire
- Structure: Metal can Package
- Function: Operational amplefire
- Type, Manufacturer and Lot No.: μPC159A, NEC

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- input/output characteristics as voltage follower circuits.

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

(PNC Data Base)

Sheet No. 31	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Hybrid IC
- Generic: A/D converter
- Structure: Ceramic Package
- Function: 8-bits A/D converter
- Type, Manufacturer and Lot No.: ADC82AG, BB

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- input/output characteristics.

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 32	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Hybrid IC
- Generic: A/D converter
- Structure: Ceramic Package
- Function: 8-bits A/D converter
- Type, Manufacturer and Lot No.: ADC82AG, BB

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- input/output characteristics.

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 33	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T.Onda

1. Specimens

- Device Name: Hybrid module
- Generic: Isolation amplifire
- Structure: Plastic Package
- Function: Isolation amplifire
- Type, Manufacturer and Lot No.: M3106A, mtt

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- input/output characteristics.

4. Test Results

All specimens had not work after irradiation.

Ther outputs are constant even if different inputs.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 34	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Hybrid module
- Generic: Isolation amplifire
- Structure: Plastic Package
- Function: Isolation amplifire
- Type, Manufacturer and Lot No.: M3106A, mtt

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- input/output characteristics.

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 35	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name
- Generic — Oscilator module
- Structure — Metal can Package
- Function — Quartz cristal oscilator
- Type, Manufacturer and Lot No.
  C034A, Meitsuukou

2. Irradiation Condition

- Radiation Type — γ-ray
- Source of Radiation — Co-60
- Facilities — Japan Atomic Energy Research Institute
- Date — Nov. 16th ~Nov. 26th ,1985
- Total Irradiation Dose — 10^8 R
- Dose Rate — 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.) — 100 Hrs.
- Temperature (°C) — Room Temperature
- Number of Specimens — 5
- Specimens Condition — No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Oscilating characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 36	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name
- Generic: Oscilator module
- Structure: Metal can Package
- Function: Quartz cristal oscilator
- Type, Manufacturer and Lot No.: C034A, Meitsuukou

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Nov. 30th ~Dec. 10th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^8 R
- Dose Rate: 10^6 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, width use of control circuits.

- Oscilating characteristics

4. Test Results

All specimens workedwell under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 37	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	LSI
• Generic	Microprocesser
• Structure	Bipoler, Ceramic package
• Function	16 bits microprocesser
• Type, Manufacturer and Lot No.	F9445DMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Functional characteristics, checked by the test circuit.

4. Test Results

All specimens did not work after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 38	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: LSI
- Generic: Microprocesser
- Structure: Bipoler, Ceramic package
- Function: 16 bits microprocesser
- Type, Manufacturer and Lot No.: F9445DMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~ Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Functional characteristics, checked by the test circuit.

4. Test Results

All specimens did not work under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 39	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	LSI
• Generic	Microprocesser
• Structure	NMOS, Ceramic package
• Function	8 bits microprocesser
• Type, Manufacturer and Lot No.	F6802DMQB, Fairchiled

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Functional characteristics, checked by the test circuit.

4. Test Results

All specimens did not work after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 40	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: LSI
- Generic: Microprocesser
- Structure: NMOS, Ceramic package
- Function: 8 bits microprocesser
- Type, Manufacturer and Lot No.: F6802DMQB, Fairchiled

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Functional characteristics, checked by the test circuit.

4. Test Results

All specimens did not work under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 41	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	LSI
• Generic	PROM
• Structure	Bipoler, Ceramic package
• Function	Programmable read only memory
• Type, Manufacturer and Lot No.	93453DMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Functions as a read only memory

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 42	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T.Onda

1. Specimens

- Device Name: LSI
- Generic: PROM
- Structure: Bipoler, Ceramic package
- Function: Programmable read only memory
- Type, Manufacturer and Lot No.: 93453DMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Functions as a read only memory

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 43	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	LSI
• Generic	RAM
• Structure	Bipoler, Ceramic package
• Function	Random access memory
• Type, Manufacturer and Lot No.	93422DMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Functions as arandom access memory

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 44	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: LSI
- Generic: RAM
- Structure: Bipoler, Ceramic package
- Function: Random access memory
- Type, Manufacturer and Lot No.: 93422DMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~ Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Functions as arandom access memory

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 45	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Disital IC
• Generic	TTL
• Structure	Bipoler, Ceramic package
• Function	Quad 2 input NAND gates, etc.
• Type, Manufacturer and Lot No.	54F00DMQB, etc., Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 46	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Disital IC
- Generic: TTL
- Structure: Bipoler, Ceramic package
- Function: Quad 2 input NAND gates, etc.
- Type, Manufacturer and Lot No.: 54F00DMQB, etc., Fairchild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 47	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	Disital IC
• Generic	CMOS logic IC
• Structure	CMOS, Ceramic package
• Function	Quad 2 input NOR gates, etc.
• Type, Manufacturer and Lot No.	4001BDMQB, etc., Fairhild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Switching characteristics

4. Test Results

All specimens did not work after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 48	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Disital IC
- Generic: CMOS logic IC
- Structure: CMOS, Ceramic package
- Function: Quad 2 input NOR gates, etc.
- Type, Manufacturer and Lot No.: 4001BDMQB, etc., Fairhild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~ Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens did not work under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 49	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	Disital IC
• Generic	Communication control IC
• Structure	Bipoler, Ceramic package
• Function	Current loop line receiver
• Type, Manufacturer and Lot No.	55107ADMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 50	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Disital IC
- Generic: Communication control IC
- Structure: Bipoler, Ceramic package
- Function: Current loop line receiver
- Type, Manufacturer and Lot No.: 55107ADMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~ Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 51	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Operational amplefire
• Structure	Metal can package
• Function	Power operational amplefire
• Type, Manufacturer and Lot No.	μA759HMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 52	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Operational amplefire
- Structure: Metal can package
- Function: Power operational amplefire
- Type, Manufacturer and Lot No.: μA759HMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~ Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 53	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Timer IC
• Structure	Ceramic package
• Function	Single timer circuit
• Type, Manufacturer and Lot No.	
	μA555RMQB, Fairchld

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 54	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Timer IC
• Structure	Ceramic package
• Function	Single timer circuit
• Type, Manufacturer and Lot No.	
	μA555RMQB, Fairchld

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

• Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 55	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Comparator
• Structure	Metal can Package
• Function	High-speed Differential comparator
• Type, Manufacturer and Lot No.	μA710HMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 56	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Comparator
- Structure: Metal can Package
- Function: High-speed Differential comparator
- Type, Manufacturer and Lot No.: μA710HMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Switching characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 57	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out I. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Voltage regulator
• Structure	Metal can Package
• Function	3-terminal positive voltage regulator
• Type, Manufacturer and Lot No.	μA7805KMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Output voltage (v)

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 58	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Voltage regulator
• Structure	Metal can Package
• Function	3-terminal positive voltage regulator
• Type, Manufacturer and Lot No.	μA7805KMQB, Fairchild

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

• Output voltage (v)

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 59	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Analog to disital converter
- Structure: Ceramic packageg
- Function: 8 bits successive approximation A/D converter
- Type, Manufacturer and Lot No.: TDC1001J8C, TRW

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 60	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Analog to disital converter
- Structure: Ceramic packageg
- Function: 8 bits successive approximation A/D converter
- Type, Manufacturer and Lot No.: TDC1001J8C, TRW

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~ Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 61	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Analog to disital converter
• Structure	Ceramic Package
• Function	4 bits flash type A/D converter
• Type, Manufacturer and Lot No.	TDC1021J9C, TRW

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

• Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 62	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Analog to disital converter
- Structure: Ceramic Package
- Function: 4 bits flash type A/D converter
- Type, Manufacturer and Lot No.: TDC1021J9C, TRW

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 63	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Disital to analog converter
• Structure	Ceramic Package
• Function	10 bits current output D/A converter
• Type, Manufacturer and Lot No.	DAC100CCQ3, PMI

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 64	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Disital to analog converter
- Structure: Ceramic Package
- Function: 10 bits current output D/A converter
- Type, Manufacturer and Lot No.: DAC100CCQ3, PMI

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Input-output characteristics

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 65	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

• Device Name	Linear IC
• Generic	Sample and hold amplifier
• Structure	Ceramic Package
• Function	Low droop rate sample and hold amplifier
• Type, Manufacturer and Lot No.	SMP-11GY, PMI

2. Irradiation Condition

• Radiation Type	γ-ray
• Source of Radiation	Co-60
• Facilities	Japan Atomic Energy Research Institute
• Date	Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
• Total Irradiation Dose	10^7 R
• Dose Rate	10^5 R/H
• Irradiation Time (hr.)	100 Hrs.
• Temperature (°C)	Room Temperature
• Number of Specimens	5
• Specimens Condition	No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- Switching characteristics
- Sample and hold functions

4. Test Results

4 of 5 specimens had not work after irradiation.
Ther outputs do not change even if hold command.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 66	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Sample and hold amplifier
- Structure: Ceramic Package
- Function: Low droop rate sample and hold amplifier
- Type, Manufacturer and Lot No.: SMP-11GY, PMI

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- Switching characteristics
- Sample and hold functions

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 67	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th. 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Operational amplifier
- Structure: Metal can Package
- Function: Low power operational amplifier
- Type, Manufacturer and Lot No.: OP21GJ, PMI

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Dec. 14th ~ Dec. 24th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: No Bias Voltage

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before and after irradiation.

- input/output characteristics.

4. Test Results

All specimens worked well after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation

Sheet No. 68	Abstract Irradiation Testing Data	Contractor Meidensha
Date filled out Feb. 20th, 1985		Person filled out T. Onda

1. Specimens

- Device Name: Linear IC
- Generic: Operational amplifier
- Structure: Metal can Package
- Function: Low power operational amplifier
- Type, Manufacturer and Lot No.: OP21GJ, PMI

2. Irradiation Condition

- Radiation Type: γ-ray
- Source of Radiation: Co-60
- Facilities: Japan Atomic Energy Research Institute
- Date: Jan. 18th ~Jan. 28th, 1985
- Total Irradiation Dose: 10^7 R
- Dose Rate: 10^5 R/H
- Irradiation Time (hr.): 100 Hrs.
- Temperature (°C): Room Temperature
- Number of Specimens: 5
- Specimens Condition: Remote Testing

3. Measuring Methods and Parameters

Following parameters were measured before, after, and under irradiation, with use of control circuits.

- input/output characteristics.

4. Test Results

All specimens worked well under and after irradiation.

5. Reference to a more detailed explanation