

JAERI-Tech
2001-006



JP0150358



表面反応分析装置仕様

2001年3月

寺岡 有殿・吉越 章隆

日本原子力研究所
Japan Atomic Energy Research Institute

本レポートは、日本原子力研究所が不定期に公刊している研究報告書です。
入手の間合わせは、日本原子力研究所研究情報部研究情報課（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村）あて、お申し越してください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-1195 茨城県那珂郡東海村日本原子力研究所内）で複写による実費頒布をおこなっております。

This report is issued irregularly.
Inquiries about availability of the reports should be addressed to Research Information Division, Department of Intellectual Resources, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 〒319-1195, Japan.

©Japan Atomic Energy Research Institute, 2001

編集兼発行 日本原子力研究所

表面反応分析装置仕様

日本原子力研究所関西研究所放射光科学研究センター

寺岡 有殿・吉越 章隆

(2001年 1月 23日受理)

Spring-8 の原研軟 X 線ビームラインに表面化学研究用の実験ステーションとして表面反応分析装置を設置した。本装置では、固体表面と気体分子の表面反応において、入射分子の並進運動エネルギーの効果を研究することを目的としている。そのため、超音速分子線発生装置、電子エネルギー分析器、質量分析器等を用いて、主に放射光を利用した光電子分光実験と反応性分子線散乱実験を行なう。本報告では、表面反応分析装置の仕様の詳細を述べる。

Specifications for Surface Reaction Analysis Apparatus

Yuden TERAOKA and Akitaka YOSHIGOE

Synchrotron Radiation Research Center
Kansai Research Establishment
Japan Atomic Energy Research Institute
Mikazuki-cho, Sayou-gun, Hyogo-ken

(Received January 23, 2001)

A surface reaction analysis apparatus was installed at the JAERI soft x-ray beamline in the SPring-8 as an experimental end-station for the study of surface chemistry. The apparatus is devoted to the study concerning the influence of translational kinetic energy of incident molecules to chemical reactions on solid surfaces with gas molecules. In order to achieve the research purpose, reactive molecular scattering experiments and photoemission spectroscopic measurements using synchrotron radiation are performed in that apparatus via a supersonic molecular beam generator, an electron energy analyzer and a quadrupole mass analyzer. The detail specifications for the apparatus are described in this report.

Keywords : Surface Reaction Analysis, Soft X-ray Beamline, SPring-8, End-station, Surface Chemistry, Translational Kinetic Energy, Reactive Molecular Scattering, Photoemission Spectroscopy, Synchrotron Radiation, Supersonic Molecular Beam, Electron Energy Analyzer, Quadrupole Mass Analyzer

目 次

1. 一般事項	1
1.1 適用	1
1.2 納入品構成	1
1.3 仕様範囲	5
1.4 提出図書	6
1.5 試験・検査	7
1.6 支給品・貸与品	7
2. 概要	8
2.1 表面反応分析室	9
2.2 表面構造分析室	9
2.3 質量分析室	10
2.4 ロードロック室	10
2.5 ビームモニタ室	11
2.6 超音速分子線装置	11
2.7 真空制御盤	12
2.8 インターロック制御盤	13
2.9 計測制御盤	13
2.10 架台	14
2.11 付属機器	14
2.12 真空配管	16
2.13 排気配管	17
2.14 窒素ガスリーク配管	17
2.15 水配管	18
2.16 圧空配管	18
2.17 電気配線	18
3. 設計条件	20
3.1 環境条件	20
3.2 耐震条件	20
3.3 電力入力条件	20
3.4 冷却水条件	20
3.5 圧空条件	21
3.6 搬入条件	21
3.7 設置条件	21

3.8 作業条件	21
4. 真空装置各部仕様	23
4.1 表面反応分析室	23
4.2 表面構造分析室	32
4.3 質量分析室	35
4.4 ロードロック室	38
4.5 ビームモニタ室	40
4.6 チョップ室	44
4.7 ノズル室	47
5. 制御盤各部仕様	52
5.1 真空制御盤	52
5.2 インターロック制御盤	53
5.3 計測制御盤	57
6. 試験・検査要領	59
6.1 リーク試験	59
6.2 動作試験	59
7. 工事要領	61
7.1 据付工事	61
7.2 配線工事	62
7.3 配管工事	62
付録	70

Contents

1. General Remarks	1
1.1 Application	1
1.2 Composition of Supplies	1
1.3 Extent of Manufacture	5
1.4 Papers to be Presented	6
1.5 Tests • Inspection	7
1.6 Provision • Lending	7
2. Outline	8
2.1 Surface Reaction Analysis Chamber	9
2.2 Surface Structure Analysis Chamber	9
2.3 Mass Analysis Chamber	10
2.4 Load-lock Chamber	10
2.5 Beam Monitor Chamber	11
2.6 Supersonic Molecular Beam Generator	11
2.7 Vacuum Control Rack	12
2.8 Interlock Control Rack	13
2.9 Measurement Control Rack	13
2.10 Stages	14
2.11 Mounted Devices	14
2.12 Vacuum Pipes	16
2.13 Pumping Pipes	17
2.14 N ₂ Gas Leak Pipes	17
2.15 Cooling Water Pipes	18
2.16 Compressed Air Pipes	18
2.17 Electric Wires	18
3. Design Terms	20
3.1 Environment Terms	20
3.2 Earthquake-proof Terms	20
3.3 Power Supply Terms	20
3.4 Cooling Water Terms	20
3.5 Compressed Air Terms	21
3.6 Bringing Terms	21
3.7 Setting Terms	21

3.8 Working Terms	21
4. Detail Specifications for Vacuum Chambers	23
4.1 Surface Reaction Analysis Chamber	23
4.2 Surface Structure Analysis Chamber	32
4.3 Mass Analysis Chamber	35
4.4 Load-lock Chamber	38
4.5 Beam Monitor Chamber	40
4.6 Chopper Chamber	44
4.7 Nozzle Chamber	47
5. Detail Specifications for Control Racks	52
5.1 Vacuum Control Rack	52
5.2 Interlock Control Rack	53
5.3 Measurement Control Rack	57
6. Tests • Inspection	59
6.1 Vacuum Leak Test	59
6.2 Performance Tests	59
7. Instructions for Construction	61
7.1 Setting Construction	61
7.2 Wire Setting	62
7.3 Pipe Setting	62
Appendix	70

1. 一般事項

1.1 適用

本仕様は SPring-8 蓄積リング棟実験ホール BL23SU ビームラインに設置される表面反応分析装置に適用する。

1.2 納入品構成

1.2.1 表面反応分析室

- (1) 真空チェンバ 1 式
- (2) ターボ分子ポンプ 2 式
- (3) 油回転ポンプ 1 式
- (4) 真空計 1 式
- (5) マニピュレータ 1 式
- (6) X線発生器 1 式
- (7) 電子エネルギー分析器 1 式
- (8) ビーム位置モニタ 1 式
- (9) 付属真空部品 1 式およびケーブル 1 式

1.2.2 表面構造分析室

- (1) 真空チェンバ 1 式
- (2) ターボ分子ポンプ 1 式
- (3) 油回転ポンプ 1 式
- (4) 真空計 1 式
- (5) マニピュレータ 1 式
- (6) トランスファーロード 1 式
- (7) 付属真空部品 1 式およびケーブル 1 式

1.2.3 質量分析室

- (1) 真空チェンバ 1 式
- (2) ターボ分子ポンプ 1 式
- (3) 油回転ポンプ 1 式
- (4) 真空計 2 式
- (5) 付属真空部品 1 式およびケーブル 1 式

1.2.4 ロードロック室

- (1) 真空チェンバ 1 式
- (2) ターボ分子ポンプ 1 式
- (3) 油回転ポンプ 1 式
- (4) 真空計 1 式

- (5) トランスファーロード1式
- (6) 試料ホルダー8式
- (7) ロードロックドア1式
- (8) 試料ホルダー用保持器1式
- (9) 付属真空部品1式およびケーブル1式

1.2.5 ビームモニタ室

- (1) 真空チェンバ1式
- (2) ターボ分子ポンプ2式
- (3) 油回転ポンプ2式
- (4) 真空計2式
- (5) XYスリット1式
- (6) 放射光フィルタ1式
- (7) ビーム位置モニタ1式
- (8) ビーム絶対強度モニタ1式
- (9) ビーム相対強度モニタ1式
- (10) 付属真空部品1式およびケーブル1式

1.2.6 超音速分子線装置

- (1) チョップパ室真空チェンバ1式
- (2) ノズル室真空チェンバ1式
- (3) スキマー用両面フランジ1式
- (4) ガス導入ノズル1式
- (5) ノズルマニピュレータ1式
- (6) チョップパ回転機構1式
- (7) ターボ分子ポンプ3式
- (8) 油回転ポンプ2式
- (9) 真空計2式
- (10) 付属真空部品1式およびケーブル1式

1.2.7 真空制御盤

- (1) 漏電検知ブレーカ盤1式
- (2) 絶縁トランス1式
- (3) コンセント盤1式
- (4) 19インチラック1式
- (5) 付属電気部品1式およびケーブル1式

1.2.8 インターロック制御盤

- (1) 漏電検知ブレーカ盤 1 式
- (2) 絶縁トランス 1 式
- (3) コンセント盤 1 式
- (4) 19 インチラック 1 式
- (5) インターロック表示盤 1 式
- (6) X線発生器用制御器 1 式
- (7) 試料温度制御器 2 式
- (8) ノズル温度制御器 1 式
- (9) ガス供給管温度制御器 1 式
- (10) 無停電電源 1 式
- (11) インターロック PLC 1 式
- (12) ノイズカットフィルター 1 式
- (13) ベーキング制御器 1 式
- (14) 付属電気部品 1 式およびケーブル 1 式、

1.2.9 計測制御盤

- (1) 漏電検知ブレーカ盤 1 式
- (2) 絶縁トランス 1 式
- (3) コンセント盤 1 式
- (4) モーター制御器およびトリガ回路 1 式
- (5) 19 インチラック 1 式
- (6) 電子エネルギー分析制御器 1 式
- (7) ノイズカットフィルター 1 式
- (8) 付属電気部品 1 式およびケーブル 1 式、

1.2.10 付属機器

- (1) 可視光レーザーおよび固定治具 3 式
- (2) 軟X線用フォトダイオードおよび計測回路 1 式
- (3) 照明装置 1 式
- (4) ベーキングカバー 1 式
- (5) ヒーター 1 式
- (6) 試料冷却器 2 式
- (7) アライメント用治具 1 式
- (8) 作業用踏台 3 式
- (9) 電子エネルギー分析制御用 PC およびディスプレイ 1 式
- (10) 付属部品 1 式およびケーブル 1 式

1.2.11 ソフトウェア

- (1) 電子エネルギー分析器用計測制御アプリケーションソフトウェア 1 式
- (2) 制御 PC 用オペレーティングシステムソフトウェア 1 式
- (3) インターロック書き込み用ソフトウェア 1 式

1.2.12 架台

- (1) 表面反応分析室、表面構造分析室、質量分析室、電子エネルギー分析器およびロードロック室用の架台 1 式
- (2) ビームモニタ室用の架台 1 式
- (3) 超音速分子線装置用の架台 1 式
- (4) 油回転ポンプ用の架台 1 式

1.2.13 真空配管

- (1) ビームライン上流側の取り合い点となるベローズとビームモニタ室を接続する真空配管および圧空駆動ゲートバルブ等 1 式、およびビームモニタ室第 2 差動排気部の上流側圧空駆動ゲートバルブ等 1 式
- (2) ビームモニタ室と表面反応分析室を接続する真空配管および手動ゲートバルブ等 1 式
- (3) 超音速分子線装置と表面反応分析室を接続する真空配管および圧空駆動ゲートバルブ等 1 式
- (4) ビームライン下流側の取り合い点となるベローズと表面反応分析室を接続する真空配管および圧空駆動ゲートバルブ等 1 式
- (5) 表面反応分析室と表面構造分析室を接続する真空配管および手動ゲートバルブ等 1 式
- (6) 表面構造分析室とロードロック室を接続する手動ゲートバルブ等 1 式

1.2.14 排気系配管

- (1) ビームモニタ室の第 1 差動排気部用、同第 2 差動排気部用、表面反応分析室用、表面構造分析室用、ロードロック室用、ノズル室用およびチョップ室用の排気配管 1 式、リークバルブ 1 式、圧空駆動バルブ 1 式、継手 1 式
- (2) 油回転ポンプの排気口と一般排気配管を接続する排気配管および継手 1 式
- (3) 油回転ポンプの排気口とガス除害装置（仕様外）を接続する排気配管および継手 1 式

1.2.15 真空リーク配管

- (1) メタルバルブ 1 式
- (2) 金属配管 1 式
- (3) 継手 1 式
- (4) 手動バルブ 1 式
- (5) ブロー弁 1 式
- (6) レギュレータ 1 式
- (7) フィルター 1 式

- (8) 窒素ガス流量計 1 式

1.2.16 水配管

- (1) 冷却水配管 1 式
- (2) 継手 1 式
- (3) 電磁バルブ 1 式
- (4) 手動バルブ 1 式
- (5) 接点付き水流量計 2 式
- (6) フィルター 1 式
- (7) ビームライン基幹水配管の分岐管 1 式

1.2.17 圧空配管

- (1) 圧空配管 1 式
- (2) 継手 1 式
- (3) 手動バルブ 1 式
- (4) レギュレータ 1 式
- (5) 接点付き圧力計 1 式
- (6) フィルター 1 式
- (7) ビームライン基幹圧空配管分岐管 1 式

1.2.18 電気配線

- (1) コンセント盤から真空制御盤、インターロック制御盤および計測制御盤までの動力用および計装用配線 1 式
- (2) 真空制御盤、インターロック制御盤および計測制御盤内の配線 1 式
- (3) 真空制御盤、インターロック制御盤および計測制御盤から各機器までの配線 1 式

1.3 仕様範囲

1.3.1 設計・製作および試験・検査

- (1) 本仕様に基づき、表面反応分析装置を設計し、製作する。
- (2) 納入前に自社工場において装置全体を組み立て、所定の試験・検査を実施する。
- (3) 所定の工場立ち会い検査を実施する。

1.3.2 指定場所までの搬入・据付および調整・試験

- (1) 装置を下記納入場所まで輸送し、搬入する。
- (2) 据付場所にて事前に測量・墨出しを行う。
- (3) 所定の位置に装置を組み立てて据え付け、指定の架台を床に固定する。
- (4) 装置を運転し、必要に応じて調整し、所定の試験・検査を行う。

1.3.3 現地工事

- (1) 測量・墨出し
- (2) 搬入・仮置き
- (3) 組み立て・据え付け
- (4) アライメント
- (5) 床固定
- (6) 電気配線工事
- (7) 圧空配管工事
- (8) 水配管工事
- (9) 窒素ガスリーク配管工事
- (10) 排気配管工事

1.4 提出図書

- | | | |
|-------------------------|----------------------|------------------|
| (1) 承認図 | 製作開始前提出
写し | 1部 (承認が必要)
2部 |
| (2) 試験・検査要領書 | 試験・検査前提出
写し | 1部 (承認が必要)
2部 |
| (3) 試験・検査成績書 | 試験・検査の都度提出
写し | 1部
2部 |
| (4) 立ち会い検査申請書 | 7日以上前に契約担当者に提出
写し | 1部 (承認が必要)
2部 |
| (5) 全工程表 | 契約時提出
写し | 1部 (承認が必要)
2部 |
| (6) 議事録 | 写し | 1部 (承認が必要)
2部 |
| (7) 完成図書 | | 4部 |
| ① 完成図 | | |
| ② 取り扱い説明書 | | |
| ③ 主要部品一覧表 | | |
| ④ カタログ | | |
| ⑤ インターロックソフトウェアプログラムリスト | | |
| ⑥ 議事録 | | |
| ⑦ 製作仕様書 | | |
| ⑧ 試験・検査要領書 | | |
| ⑨ 試験・検査成績書 | | |
| (8) CADデータ | 外部記憶ディスク | 1部 |
| (9) インターロックソフトウェア | 外部記憶ディスク | 1部 |

1.5 試験・検査

- (1) 本仕様書で規定する試験・検査要領の概要に従って受注者が試験・検査要領書を作成し、発注者の承認を得た上で試験・検査を実施する。
- (2) 試験・検査結果は試験・検査後速やかに試験・検査成績書として提出する。
- (3) 試験項目
 - ① 真空排気試験
 - ② ベーキング
 - ③ 試料移送試験
 - ④ 試料加熱試験
 - ⑤ 試料冷却試験
 - ⑥ ガス供給管加熱試験
 - ⑦ X線発生器動作試験
 - ⑧ 電子エネルギー分析器動作試験
 - ⑨ 超音速分子線装置動作試験

1.6 支給品・貸与品

1.6.1 貸与品

実験ホール内に設置されている天井走行クレーン (2 トン) 、ハンドパレットトラック (ビシャモン) 、台車、レーザーセオドライト、レベル、放射温度計、レギュレータ付き窒素ボンベ、レギュレータ/ガン付きHeボンベ、ピコアンメーター、オシロスコープ、レコーダーを貸与する。

1.6.2 支給品

質量分析器2式およびそれらの制御器2式、放射光フィルタ材、蛍光剤、シリコン試料、金属メッシュ、電子銃1式およびその制御器1式、イオン銃1式およびその制御器1式、LEED/AES分析器1式およびそれらの制御器各1式、およびパソコンデスクを支給する。

一般事項 以上

2. 概要

- (1) 実験装置の全体構成の参考図を図 2.1.1 に示す。本実験装置では分子が化学吸着した固体表面に高分解能の放射光を照射して主に光電子分光測定を行う。それによって化学吸着状態の電子状態を分析しようとするものである。分子を化学吸着させる手段として超音速分子線を用いる。分子の運動エネルギーを変化させるで、化学吸着に対する運動エネルギーの影響を研究する。特に表面で反応を起させながら同時に光電子分光測定を行えることを、この実験装置の大きな特徴とする。また、化学吸着分子の内殻を電子励起するで表面光化学反応を誘起し、表面の化学組成や吸着構造を非熱的に変化させるができる。分光された放射光を用いた選択的内殻励起による表面光化学反応を研究する。さらに、表面での熱化学反応の解析は非熱的反応と対比する上で重要であるため、差動排気質量分析法を手段として用いて研究する。以上の研究を遂行するための表面反応分析装置の基本的な設計条件を以下に示す。
- (2) 実験ステーションの領域はビームライン方向に 4 m、放射光上流側からみて右手側に約 2 m、左手側に約 3 m である。この領域内に全ての装置を設置する。
- (3) ビームラインとの取り合い点は既設ベローズとする。
- (4) 本装置は主に表面反応分析室、表面構造分析室、質量分析室、ロードロック室、ビームモニタ室、超音速分子線装置、真空制御盤、インターロック制御盤、計測制御盤にて構成する。
- (5) 本装置は通常、ガス供給装置（仕様外）から塩素ガスまたはトリメチルガリウム等の有機金属化合物ガスを超音速分子線装置のノズル室内に最大流量 500sccm で導入して使用する。
- (6) 塩素ガスの濃度は 1% 以下である。通常は He 等の希ガスで希釈した混合ガスとして本装置に供給する。有機金属化合物ガスの濃度は 10% 以下である。通常は He 等の希ガスで希釈した混合ガスとして本装置に供給する。
- (7) 表面反応分析室内の残留ガスがビームラインの上流側へ拡散するのを防止するため、ビームモニタ室の上下流端と、ビームモニタ室第 2 差動排気部上流の合計 3 箇所にオリフィスを設けて差動排気する。
- (8) 窒素ガス供給時、ノズル室、チョッパ室、表面反応分析室、ビームモニタ室第 2 差動排気部、ビームモニタ室第 1 差動排気部でのガス圧として、それぞれ 10^{-1} Pa 台、 10^{-3} Pa 台、 10^{-5} Pa 台、 10^{-6} Pa 台、 10^{-7} Pa 台を達成する。
- (9) 油回転ポンプから排気されたガスはガス処理装置（仕様外）に送られ、除害された後に実験ホール外に排気される。
- (10) 表面反応分析室に近接して計測制御盤、真空制御盤、インターロック制御盤を設置する。盤構成の参考図を図 2.1.2 に示す。
- (11) 電源は原則として実験ステーション用 CP 4 コンセント盤から供給する。不足の場合は他のコンセント盤からも供給する。
- (12) 圧空、冷却水は実験ステーションに近接したビームライン用圧空、冷却水基幹配管を分岐して用いる。

2.1 表面反応分析室

2.1.1 目的

- (1) ビームラインに挿入して設置する。放射光を導入し、且つ、放射光を下流側へ輸送するポートを備えた真空チェンバとする。
- (2) 主な目的は、放射光が照射された試料表面から放出される電子のエネルギー分析、試料表面から脱離するイオンの質量分析、導入される超音速分子線の質量分析、試料表面で散乱する分子の質量分析、試料表面から熱脱離する分子の質量分析、レーザーによる多光子イオン化質量分析である。

2.1.2 構成機器

- (1) 本真空チェンバでは、少なくとも、真空排気装置、真空計、マニピュレータ（加熱および冷却機構付き）、X線発生器、電子銃（支給品）、電子エネルギー分析器、四重極型質量分析器2式（支給品）、質量分析室（2重に差動排気）、ビューポート、メタルリークバルブ（2重）、レーザー導入ポートを具備する。
- (2) 飛行時間型イオン質量分析器（仕様外）等の増設に備えて、予備のポートを設ける。
- (3) マニピュレータで保持された固体試料表面の一点に超音速分子線装置、電子銃、放射光、X線、電子エネルギー分析器の見込む方向を合せる。

2.1.3 排気系およびベーキング

- (1) 真空チェンバは特に耐蝕性に優れたステンレスで製作し、バフ研磨、電解研磨、消磁処理を施す。
- (2) 2重の水冷ターボ分子ポンプ（ケミカル仕様）と油回転ポンプ（ケミカル/フッ素化油仕様）を用いて真空排気する。
- (3) 2重のメタルバルブを介して手動で窒素ガスリークする。
- (4) ベーキングのためにシースヒーターと熱電対を真空チェンバに取り付ける。
- (5) ベーキングカバーとシースヒーターを併用して200℃程度でベーキングする。

2.2 表面構造分析室

2.2.1 目的

- (1) 表面反応分析室とロードロック室の間に挿入して設置する。
- (2) 主な目的は、イオン銃による試料表面のクリーニングとLEED/AES分析による表面の化学組成分析および構造分析である。

2.2.2 構成機器

- (1) 本真空チェンバでは、少なくとも、真空排気装置、真空計、マニピュレータ（加熱および冷却機構付き）、イオン銃（支給品）、LEED/AES分析器（支給品）、ビューポート、メタルリークバルブ（2重）を具備する。

2.2.3 排気系およびベーキング

- (1) 真空チェンバはステンレスで製作し、バフ研磨、電解研磨、消磁処理を施す。
- (2) 水冷ターボ分子ポンプと油回転ポンプを用いて真空排気する。
- (3) 2重のメタルリークバルブを介して手動で窒素ガスリークする。
- (4) ベーキングのためにシースヒーターと熱電対を真空チェンバに取り付ける。
- (5) ベーキングカバーとシースヒーターを併用して 200°C程度でベーキングする。

2.3 質量分析室

2.3.1 目的

- (1) 表面反応分析室内の試料表面から、分子線散乱または熱エネルギーで脱離する原子・分子を検出する。

2.3.2 構成機器

- (1) オリフィスを介して表面反応分析室と隔てる。
- (2) 差動排気真空チェンバを2重に設ける。
- (3) 表面反応分析室に隣接する第1差動排気室は中間排気室として用い、残留ガス分析ポートを設ける。
- (4) 第2差動排気室に四重極型質量分析器（支給品）を装着する。
- (5) 両差動排気室に真空計を設置する。

2.3.3 排気系およびベーキング

- (1) 真空チェンバは特に耐蝕性に優れたステンレスで製作する。
- (2) 第1差動排気室はビームモニタ室第2差動排気部のターボ分子ポンプで排気する。
- (3) 第1差動排気室にはバフ研磨、電解研磨、消磁処理を施す。
- (4) 第2差動排気室はターボ分子ポンプと油回転ポンプで排気する。
- (5) 第2差動排気室を液体窒素シュラウド構造とする。
- (6) 第2差動排気室にはバフ研磨と電解研磨に加えて真空熱処理を施す。
- (7) ベーキングのためにシースヒーターと熱電対を真空チェンバに取り付ける。
- (8) ベーキングカバーとシースヒーターを併用して 200°C程度でベーキングする。

2.4 ロードロック室

- (1) 表面構造分析室にゲートバルブを介して接続する。
- (2) 試料ホルダーを8個収納可能とし、表面構造分析室との間で試料交換を容易に行えるようにする。
- (3) ターボ分子ポンプと油回転ポンプで排気する。
- (4) 少なくとも真空排気装置、ロードロックドア、トランスファーロード、真空計を備える。
- (5) 真空チェンバはステンレス製とする。

- (6) 真空チェンバにはバフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- (7) リークバルブを介して手動で窒素ガスリークする。
- (8) ベーキングのためにシースヒーターと熱電対を真空チェンバに取り付ける。
- (9) ベーキングカバーとシースヒーターを併用して 150°C程度でベーキングする。

2.5 ビームモニタ室

2.5.1 目的

- (1) 表面反応分析室の上流側ビームラインに挿入し、放射光の成形、強度測定、形状測定を行えるようにする。
- (2) 表面反応分析室から拡散するガスが、ビームラインのさらに上流側へ拡散しないように、ビームモニタ室の上下流端と第2 差動排気部上流側にオリフィスを設けて差動排気室としても機能させる。

2.5.2 構成機器

- (1) ビームライン上流側から、XYスリット部、放射光フィルタ部、第1 差動排気部、ビーム位置計測部、ビーム絶対強度計測部、ビーム相対強度計測部、第2 差動排気部で構成する。
- (2) 少なくともXYスリット機構、放射光フィルタ用直線および電流導入機構、ビーム位置モニタ用直線および電流導入機構（蛍光板付き）、ビーム絶対強度モニタ用直線および電流導入機構（フォトダイオードおよび計測回路付き）、ビーム相対強度モニタ用直線および電流導入機構（金属メッシュ付き）、真空計2式、ビューポートを具備する。

2.5.3 排気系およびベーキング

- (1) 第1 差動排気部と第2 差動排気部は独立に水冷ターボ分子ポンプと油回転ポンプを用いて排気する。
- (2) 真空排気装置と真空計の制御器は原則として真空制御盤に設置する。
- (3) 真空チェンバはステンレス製とする。特に第2 差動排気部の真空チェンバには耐蝕性に優れたステンレスを使用する。
- (4) ベーキングのためにシースヒーターと熱電対を真空チェンバに取り付ける。
- (5) シースヒーターを用いて 200°C程度でベーキングする。
- (6) 真空チェンバにはバフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- (7) 2重のメタルリークバルブを介して手動で第1 差動排気部と第2 差動排気部を独立に窒素ガスリークする。

2.6 超音速分子線装置

2.6.1 目的

- (1) 背圧数気圧のガスをノズルを通して真空中に噴出させるで分子線を発生させる。
- (2) ノズルの温度を変化させるで分子の運動エネルギーを制御する。

- (3) スキマーとオリフィスを用いて分子線の中心部分だけを切り出して試料表面に照射する。
- (4) 回転チョッパを用いて分子線をパルス化する。

2.6.2 構成機器

- (1) 表面反応分析室にゲートバルブを介して接続する。
- (2) 主にノズル室、チョッパ室、両面フランジ（ノズル室とチョッパ室を接続）で構成する。
- (3) ノズル室には加熱ノズル、両面フランジには水冷スキマー等、チョッパ室には回転チョッパを設ける。
- (4) ノズル先端にヒータを装着して、1200°C以上で数時間の連続的な加熱を可能とする。
- (5) ノズル装着部とスキマーの過熱防止のため、両方に水冷機構を設け、これらを両面フランジに取り付ける。
- (6) ガス供給管にヒーターと熱電対を設置して100°C以上に加熱可能とする。
- (7) ノズル位置はマンピュレータを用いてXYZ方向に調整可能とする。
- (8) チョッパ室内でスリット入りのステンレス製円盤（チョッパ）を任意の回転数で回転させるで分子線をパルス化する。
- (9) チョッパ用モータは真空チェンバの外部に設置する。
- (10) 超音速分子線装置は表面反応分析室とは独立した架台に設置し、表面反応分析室との分離を可能とする。
- (11) ノズル室のみの平行移動によって、架台上でノズル室とチョッパ室の分離を可能とする。
- (12) ノズルマンピュレータのガス受け口を分岐して2口とし、それぞれストッパバルブを取り付ける。

2.6.3 排気系およびベーキング

- (1) ノズル室とチョッパ室の間をスキマーで隔てて差動排気し、両室に真空計を設置する。
- (2) 両室とも独立にターボ分子ポンプ（水冷/ケミカル仕様）と油回転ポンプ（ケミカル/フッ素化油仕様）で排気する。
- (3) ノズル室では複合型ターボ分子ポンプを2重にする。
- (4) 2重のメタルバルブを介してノズル室を手動で窒素ガスリークする。
- (5) 真空チェンバは特に耐蝕性に優れたステンレスで製作し、バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- (6) ベーキングのためにシースヒーターと熱電対を真空チェンバに取り付ける。
- (7) シースヒーターにより150°C程度でベーキングする。

2.7 真空制御盤

- (1) ターボ分子ポンプ、イオンポンプと真空計の制御器を集中的に19インチラックに収納する。
- (2) コンセント盤からターボ分子ポンプとイオンポンプ用に単相200V、真空計その他計装用に単相100Vを絶縁トランスを経由して供給する。

- (3) 漏電検知ブレーカを設置する。
- (4) ラック最下部に単相 100 V用コンセントを 2 口以上設ける。
- (5) 19 インチラック 1 台に収納しきれない場合にはラックを増設する。

2.8 インターロック制御盤

2.8.1 インターロック表示盤

- (1) インターロック表示盤には液晶タッチパネルを設ける。
- (2) 液晶タッチパネルにはソフトウェアにて真空排気系の略図を描き、圧空駆動バルブの開閉状態、真空排気装置のオン/オフ状態、自動スローリークバルブのオン/オフ状態等を表示する。また、真空排気装置のリモート/ローカル操作のモード選択スイッチ、各センサおよび全インターロックの有効/無効の選択スイッチ、各種センサのステータス等を表示する。
- (3) 警報ブザーとその表示灯、および警報停止ボタン等を液晶タッチパネル外に設ける。
- (4) 本実験装置の異常をガス供給装置（仕様外）に知らせる無電圧接点とその有効/無効の選択スイッチを設ける。

2.8.2 構成機器

- (1) インターロック表示盤の他に、ベーキング制御器 1 式、X線発生器用制御器 1 式、試料温度制御器 2 式、ノズル温度制御器 1 式、ガス供給管温度制御器 1 式を集中的に 19 インチラックに収納する。
- (2) ガス処理装置（仕様外）のガス操作盤（仕様外）を収容するスペースを設ける。その電源はガス処理装置（仕様外）側から供給される。
- (3) ラック最下部に単相 100 V用コンセントを 2 口以上設ける。
- (4) 漏電検知ブレーカを用いる。
- (5) 19 インチラック 1 台に収納しきれない場合にはラックを増設する。

2.8.3 供給電源

- (1) コンセント盤から三相 200 V、単相 100 Vを絶縁トランスを経由して供給する。
- (2) 三相 200 Vはベーキング、X線発生器、試料温度制御、ノズル温度制御、ガス供給管温度制御、油回転ポンプに用いる。
- (3) 単相 100 Vはインターロック用に用いるため、ノイズカットフィルタを通す。
- (4) インターロック PLCを無停電電源でバックアップする。

2.9 計測制御盤

- (1) 19 インチラックに電子エネルギー分析器用制御器 1 式、質量分析器制御器 1 式（支給品）、モータ制御器およびトリガ回路 1 式、イオン銃制御器 1 式（支給品）、電子銃制御器 1 式（支給品）、LEED制御器 1 式（支給品）、AES制御器 1 式（支給品）を収納する。

- (2) 電子エネルギー分析器の制御用PCはラックに収納せず、ラック前面に配置する机の上に設置する。
- (3) コンセント盤から絶縁トランス、ノイズカットフィルターを經由して単相 100 V を供給する。
- (4) 漏電検知ブレーカを設置する。
- (5) ラック最下部に単相 100 V 用コンセントを 2 口以上設ける。
- (6) 19 インチラック 1 台に収納しきれない場合にはラックを増設する。

2.10 架台

- (1) 表面反応分析室、表面構造分析室、質量分析室、電子エネルギー分析器およびロードロック室はまとめて 1 台の主架台に載せる。
- (2) ビームモニタ室、超音速分子線装置、油回転ポンプはそれぞれ独立の架台に載せる。
- (3) それぞれキャスタ付きとし、フロアレベラで床面に設置し、アンカーボルトで固定する。
- (4) アンカーボルトで固定した状態での各々の真空チェンバ本体の位置調整マージンは放射光ビームの高さ (1240 mm) に対して ± 30 mm 以上、平面上 X Y 方向に ± 50 mm 以上とする。
- (5) 各真空チェンバは原則として架台の台座から支柱を立てて支える構造とする。それによって真空チェンバ下部の作業スペースを大きくとる。
- (6) オイル交換作業の便宜を考慮して、油回転ポンプ用架台を設計する。
- (7) 全ての油回転ポンプは防振材を用いて固定する。
- (8) 架台の塗装色は別途協議の上決定する。

2.11 付属機器

2.11.1 電子エネルギー分析器

- (1) 主架台に設置し、表面反応分析室に接続する。
- (2) 取り付け位置を上下左右方向に ± 5 mm 以上微調整できるようにする。
- (3) 差動排気するため、電子エネルギー分析器チェンバの排気ポートから手動バルブを介してベローズをビームモニタ室の第 2 差動排気部に接続する。
- (4) X線発生器を用いて正常動作を確認する。

2.11.2 X線発生器

- (1) 表面反応分析室に設置する。
- (2) イオンポンプを經由して表面反応分析室にバイパス排気管を接続する。
- (3) 試料の光電流を検出した上で、電子エネルギー分析器を用いて正常動作を確認する。

2.11.3 可視光レーザー

- (1) 放射光の模擬用に 1 式、電子エネルギー分析器の軸出し用に 1 式、分子線の模擬用に 1 式を同時に用いてアライメントを行う。

- (2) XY位置調整のできる治具をそれぞれ指定のフランジに固定し、その治具にレーザーを取り付けてアライメントを行う。

2.11.4 照明装置

- (1) 真空チェンバ内を照明するための光ファイバー式照明装置を1式納入する。

2.11.5 ベーキングカバー

- (1) 電子エネルギー分析器、表面反応分析室、表面構造分析室、質量分析室、ロードロック室を覆うベーキングカバーを1式納入する。
- (2) 真空チェンバの下部も覆う構造とする。
- (3) トランスファーロード、マニピュレータ、X線発生器、支給品の質量分析器、イオン銃、電子銃、LEED/AESも覆う構造とする。

2.11.6 ヒーター

- (1) 各真空チェンバ間の接続管の加熱および各所補助加熱用にテープヒーターを必要数納入する。
- (2) 真空チェンバ固定のヒーターも含めて、全てのヒーターにつき導通試験、絶縁試験、加熱試験を予め工場にて行い、漏電を防止する。
- (3) テープヒーターの電源は単相100Vとし、必要に応じてCP4コンセント盤以外のコンセント盤を使用する。

2.11.7 試料温度制御器

- (1) 試料温度をPID制御するため、温調器と電源を用いた温度制御器を表面反応分析室用に1式、表面構造分析室用に1式、合計2式納入する。
- (2) 試料の加熱試験を行い、試料表面の到達温度および温度分布を測定する。
- (3) 温度の外部出力(0-10V)端子を具備する。

2.11.8 試料冷却器

- (1) 液体窒素による試料冷却機構を表面反応分析室用に1式、表面構造分析室用に1式、合計2式納入する。
- (2) 試料の冷却試験を行い、試料の到達温度を測定する。

2.11.9 ノズル温度制御器

- (1) ノズル温度を制御するための直流電源を1式納入する。
- (2) ノズルの加熱試験を行い、到達温度を測定する。

2.11.10 ガス供給管温度制御器

- (1) ノズル室内のガス供給管温度を制御するための温度制御器を1式納入する。

- (2) ガス供給管の加熱試験を行う。

2.11.11 関連部品およびケーブル

- (1) 真空チェンバ上部での作業に適した踏台を、架台の構造に合わせて製作し、3式納入する。
- (2) 指定するポートにブランクフランジを取り付けて納入する。
- (3) 指定するポートにビューポートを取り付けて納入する。
- (4) 電源ケーブルを配線する。
- (5) 制御用ケーブルを配線する。
- (6) 計測用ケーブルを配線する。
- (7) 下げ振りフランジを下げ振り付きで指定数量納入する。
- (8) ケガキ線入りアクリル板を指定数量納入する。
- (9) 残材（配管、継手、コネクタ等）を添付する。

2.12 真空配管

2.12.1 ビームライン上流側ベローズ（取り合い点）とビームモニタ室の接続

- (1) 上流側から順に、既存のベローズ、ニップル（緊急遮断バルブとの置き換えを考慮して設計する。）、オリフィスフランジ、ニップル、圧空駆動ゲートバルブ、ビームモニタ室の順とする。
- (2) オリフィスフランジは両面フランジとし、交換可能とする。
- (3) オリフィス部分は上流側を平面、下流側にテーパのついたナイフエッジとする。

2.12.2 ビームモニタ室と表面反応分析室の接続

- (1) 上流側から順に、相対強度モニタ部、ニップル、オリフィスフランジ、圧空駆動ゲートバルブ、第2差動排気部、ニップル、溶接ベローズ、オリフィスフランジ、手動ゲートバルブ、表面反応分析室の順とする。
- (2) オリフィスフランジは両面フランジとし、交換可能とする。
- (3) オリフィス部分は上流側を平面、下流側にテーパのついたナイフエッジとする。

2.12.3 超音速分子線装置と表面反応分析室の接続

- (1) 上流側から順に、超音速分子線装置、溶接ベローズ、圧空駆動ゲートバルブ、手動シャッター、コリメーターフランジ、ニップル、表面反応分析室の順とする。
- (2) コリメーターフランジもオリフィスフランジと同様に両面フランジとし、交換可能とする。
- (3) コリメーター部分は分子線の当たる上流側を平面、下流側にテーパのついたナイフエッジとする。

2.12.4 ビームライン下流側ベローズ（取り合い点）と表面反応分析室の接続

- (1) 上流側から順に、表面反応分析室、ニップル、ビーム位置モニタ、圧空駆動ゲートバルブ、ニップル、既存ベローズの順とする。

2.12.5 表面構造分析室と表面反応分析室の接続

- (1) 表面反応分析室、手動ゲートバルブ、溶接ベローズ、表面構造分析室の順とする。

2.12.6 表面構造分析室とロードロック室の接続

- (1) 表面構造分析室、手動ゲートバルブ、ロードロック室の順とする。

2.13 排気配管

2.13.1 排気バイパス配管

- (1) 真空チェンバ間の排気バイパス配管およびバルブの納入と接続を行う。
- (2) 配管およびバルブは電解研磨仕様のステンレス製とする。
- (3) 真空シールにはコンフラットフランジを用いる。

2.13.2 排気系配管

- (1) 真空チェンバとターボ分子ポンプ間の排気配管、ターボ分子ポンプと油回転ポンプ間の排気配管、油回転ポンプとビームラインに既存の一般排気管の間の排気配管、それらに必要な継手、リークバルブ、圧空駆動バルブを納入し、接続工事を行う。
- (2) ターボ分子ポンプの排気口より下流側にはクイックカップリングを用いてもよい。ただし、その場合には配管とセンターリングはステンレス製、Oリングはバイトン製とする。

2.14 窒素ガスリーク配管

2.14.1 ボンベスタンド（仕様外）と装置間の渡り配管

- (1) リーク用窒素ガスはボンベスタンド（仕様外）から1/4インチステンレス管で供給される。その受け口を表面反応分析室用の架台に1箇所設ける。
- (2) 配管は1/4インチステンレス管（EP仕様）とする。
- (3) 流量計、レギュレータおよびフィルターを表面反応分析室用の架台に設置する。
- (4) 配管、継手、バルブ等の接続工事を行う。
- (5) 継手にはスウェージロックを用いる。

2.14.2 装置側真空チェンバリーク配管

- (1) ビームモニタ室の第1および第2差動排気部、超音速分子線装置のノズル室、ロードロック室、表面反応分析室、表面構造分析室にリーク用1/4インチステンレス管（EP仕様）を配管する。
- (2) 各末端部に分岐を設けてブロー弁とストップバルブを設置する。
- (3) ストップバルブはブランク止めとする。

2.14.3 油回転ポンプ吸気側リーク配管

- (1) 油回転ポンプの吸気側リークバルブに窒素ガスを供給する。
- (2) リークバルブはポンプ停止後一定時間開いた後閉じる。
- (3) ノズル室、チョッパ室、表面反応分析室、ビームモニタ室第2差動排気部用の油回転ポンプの吸気側にポンプ油をバブリングするための窒素ガスを供給できるようにする。

2.15 水配管

2.15.1 ビームライン基幹水配管との接続

- (1) ビームラインに既設の基幹水配管に分岐管を設けて冷却水を取水する。
- (2) ボールバルブを用いる。
- (3) 金属またはそれに準じる強度の配管材を採用する。
- (4) 継手は袋ナットネジ止め式とする。

2.15.2 装置側配管

- (1) 基幹水配管からの受け口を表面反応分析室用の架台に1箇所設ける。
- (2) 接点付き流量計2台とフィルター1台を表面反応分析室用の架台に設置する。
- (3) ターボ分子ポンプ冷却系戻り配管とノズル冷却系戻り配管に接点付き流量計を設置し、インターロックに取り入れる。
- (4) 配管、継手、バルブ等の接続工事を行う。

2.16 圧空配管

2.16.1 ビームライン基幹圧空配管との接続

- (1) ビームラインに既設の基幹圧空配管に分岐管を設けて圧空を分取する。
- (2) ボールバルブを用いる。
- (3) 継手は袋ナットネジ止め式とする。

2.16.2 装置側配管

- (1) 基幹圧空配管からの受け口を表面反応分析室用の架台に1箇所設ける。
- (2) 接点付き圧力計、レギュレータおよびフィルターを1台設置する。
- (3) 圧力計の接点をインターロックに取り入れる。
- (4) 配管、継手、バルブ等の接続工事を行う。
- (5) ベーキングで加熱される部位には金属製の配管を採用する。

2.17 電気配線

2.17.1 1次側配線

ビームラインに既設のコンセント盤から真空制御盤、インターロック制御盤、計測制御盤の各絶縁トランスへ動力用および計装用ケーブルを配線し、結線する。

2.17.2 2次側配線

真空制御盤、インターロック制御盤、計測制御盤の内部でケーブルを配線し、結線する。

2.17.3 3次側配線

真空制御盤、インターロック制御盤、計測制御盤から各機器に制御ケーブル等を配線し、結線する。

概要 以上

3. 設計条件

3.1 環境条件

各機器の設計は実験ホールの以下の環境条件を考慮して行う。

- (1) 室温： $25 \pm 3^{\circ}\text{C}$
- (2) 湿度：制御していない。
- (3) 放射線：耐放射線性は考慮する必要なし。
- (4) 振動：外部振動を考慮する必要なし。

3.2 耐震条件

- (1) 震度 5 程度の地震でも破損しない程度の堅牢さを有する。
- (2) 実験に支障を来す固有振動を発生させない。

3.3 電力入力条件

表面光化学実験ステーション用の CP 4 コンセント盤の容量は以下の通りである。これらは表面反応分析装置およびガス供給装置（仕様外）で共有する。ガス供給装置（仕様外）では単相 100V/15A コンセント 1 箇所を使用する。CP 4 コンセント盤で容量不足の場合には CP 3 コンセント盤を使用する。

3.3.1 単相 100V

- (1) 電圧：AC100V \pm 5%
- (2) 周波数：60Hz \pm 0.2%
- (3) 容量：60A（コンセント盤内に 30A ブレーカ 2 個）
- (4) コンセント：1 ブレーカ当たり 4 個 合計 8 個

3.3.2 単相 200V

- (1) 電圧：AC200V \pm 5%
- (2) 周波数：60Hz \pm 0.2%
- (3) 容量：30A（ブレーカ盤内に 30A ブレーカ 1 個）
- (4) コンセント：3 個

3.3.3 三相 200V

- (1) 電圧：AC200V \pm 5%
- (2) 周波数：60Hz \pm 0.2%
- (3) 容量：60A（コンセント盤内に 30 A ブレーカ 2 個）
- (4) コンセント：1 ブレーカ当たり 2 個 合計 4 個

3.4 冷却水条件

- (1) ビームライン基幹水配管の水温は 28°C 程度に制御されている。

- (2) ビームライン基幹水配管の水圧は 5kgf/cm^2 程度である。
- (3) X線発生器以外は、ビームライン基幹水配管の水を冷却水としてそのまま使用する。
- (4) 適宜、流量を調整して使用する。
- (5) 冷却水の配管をフラッシングしてから基幹水配管の戻り配管に接続する。

3.5 圧空条件

- (1) ビームライン基幹圧空配管の圧力は 10kgf/cm^2 程度である。
- (2) 適宜、減圧して使用する。

3.6 搬入条件

- (1) 蓄積リング棟 B4 大扉または C1 大扉前で荷おろしし、ハンドパレットトラックまたは台車等を用いて実験ホール内に搬入する。
- (2) 大扉から実験ホール内の組立場所または一時保管場所までの床をベニヤ板またはビニールシート等を用いて養生する。
- (3) 搬入時期、経路、方法の詳細は別途協議の上決定する。

3.7 設置条件

- (1) BL23SU の表面光化学実験ステーション(1)の領域に設置する。
- (2) 放射光の光軸合わせ、分子線の軸合せ等のアライメントを行って設置する。
- (3) 取り付け点は実験ステーション領域の上流側イオンポンプに接続されたベローズ (ICF70 フランジ) と下流側ゲートバルブに接続されたベローズ (ICF70 フランジ) とする。
- (4) これらの面間隔は設計上 4000mm である。
- (5) 真空チェンバのビームライン接続用フランジとこれらの取り付けフランジの間は適宜ニップル、溶接ベローズおよびゲートバルブ等で接続する。
- (6) 装置の設置時にはオートレベル、レーザーセオドライトおよび位置決め治具等を用いる。
- (7) 放射光の仮想的ビーム軸と電子エネルギー分析器の見込む軸、超音速分子線の軸が試料表面上の1点で交差するように各真空チェンバの設置位置を調整する。

3.8 作業条件

- (1) 実験ホール内は放射線管理区域であるため、実験ホール内で作業するためには、財団法人高輝度光科学研究センターに放射線作業従事者の登録をすることが必要である。
- (2) 作業者を雇用する事業所においても放射線作業従事者の登録がなされているが前提である。
- (3) 同財団に以下の書類を必要に応じて事前に提出する。
 - ① 従業員就業届 (作業期間が5日間以上の工事・作業のときに提出)
 - ② 構内通行許可願 (頻繁に構内に入構する場合に提出)
 - ③ 工事用仮設建物・材料置場許可願
 - ④ 火気使用届

⑤ 時間外作業届（夜間または休日に作業する場合に提出）

設計条件 以上

4. 真空装置各部仕様

4.1 表面反応分析室

4.1.1 放射光導入ポートおよび付属機器

(1) 放射光導入ポート

① ICF70 フランジ付きとする。

(2) 放射光導入側ゲートバルブ

① ICF70 フランジ付きとする。

② 手動駆動とする。

③ 本体はステンレス製とする。

④ ゲートシール材はバイトン製とする。

⑤ ボンネットシール材はメタル製とする。

⑥ 軸シールはベローズを用いる。

⑦ ベーキング温度は 200°C まで可能とする。

⑧ VAT Series 01 相当品

(3) オリフィス

① 両端 ICF70 フランジ付きとする。

② 中心に直径 10mm、15mm の小穴を設けたものを各 1 枚製作し、指定の 1 枚を取り付ける。

③ 上流側を平面、下流側にテーパをつけたナイフエッジとする。

(4) ベローズ

① 両端 ICF70 フランジ付きとする。

② 片端は回転フランジとする。

③ 溶接ベローズを採用する。

④ XY 方向変位を ±5 mm 以上とする。

⑤ Z 方向変位を 10 mm 以上とする。

(5) ニップル

① ICF70 フランジ付きとする。

② 片端は回転フランジとする。

(6) 軸出し用レーザー

① 可視光レーザーを用いる。

② スポット直径が試料表面で 2mm 以下である。

③ レーザー固定用の治具を添付する。

④ 据付・調整時にレーザー固定用の治具を放射光導入ポートに装着して用いる。

- ⑤ レーザー固定用の治具のXY方向変位を ± 5 mm以上とする。

4.1.2 放射光輸送ポート

(1) 放射光輸送ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② ビームモニタ室と接続する。

(2) ニップル

- ① 両端 ICF70 フランジ付きとする。
- ② 片端は回転フランジとする。

(3) ビーム位置モニタ

- ① 放射光輸送ポート下流に放射光ビームの位置および強度分布計測用のビーム位置モニタを具備する。
- ② ステンレス板に蛍光剤を塗布した蛍光板を光路に挿入し、ビーム位置と強度分布を測定可能とする。
- ③ 蛍光板を45度傾け、水平方向(X方向)からビューポートを通してCCDカメラが蛍光を受光できるようにする。
- ④ 蛍光板を放射光の光軸から完全に退避させるために垂直方向(Y方向)に移動距離50mm以上の直線導入器を設ける。
- ⑤ 蛍光板をアースから絶縁してBNCコネクタ(高温仕様)に接続し、電流測定を可能とする。
- ⑥ ICF70の六方クロスを採用する。

(4) 輸送側ゲートバルブ

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 圧空駆動とする。
- ③ 本体はステンレス製とする。
- ④ ゲートシール材はバイトン製とする。
- ⑤ ボンネットシール材はメタル製とする。
- ⑥ 軸シールはベローズを用いる。
- ⑦ ベーキング温度は200°Cまで可能とする。
- ⑧ VAT Series 01相当品
- ⑨ インターロックに取り入れる。

4.1.3 試料搬送ポート

(1) 試料搬送ポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。

- ② 表面反応分析室に接続する。

(2) ゲートバルブ

- ① ICF114 フランジ付きとする。
- ② 手動駆動とする。
- ③ 本体はステンレス製とする。
- ④ ゲートシール材はバイトン製とする。
- ⑤ ボンネットシール材はメタル製とする。
- ⑥ 軸シールはベローズを用いる。
- ⑦ ベーキング温度は 200°C まで可能とする。
- ⑧ VAT Series 01 相当品

(3) ベローズ

- ① 両面 ICF114 フランジ付きとする。
- ② 片端を回転フランジとする。
- ③ XY 方向変位を ± 5 mm 以上とする。
- ④ Z 方向変位を 10 mm 以上とする。
- ⑤ 溶接ベローズを採用する。

4.1.4 マニピュレータ

(1) マニピュレータ用ポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
- ② マニピュレータを装着する。

(2) マニピュレータ仕様

- ① XY 方向移動距離を ± 10 mm 以上 / 再現精度 0.01 mm とする。
- ② Z 方向移動距離を 100 mm 以上 / 再現精度 0.01 mm とする。
- ③ Z 軸回りの回転角度を 360 度以上 / 再現精度 0.1 度とする。
- ④ 面内回転角度を 180 度以上 / 再現精度 0.1 度とする。
- ⑤ 試料加熱
 - ・ シリコン試料表面で 1200°C 以上に加熱できる。
 - ・ 抵抗加熱方式とする。
 - ・ シリコン試料表面での面内温度均一性を全温度域で 2% 以下とする。
- ⑥ 試料冷却
 - ・ シリコン試料表面で -160°C 以下まで 30 分以内で冷却する。
 - ・ 液体窒素を用いて冷却する。
- ⑦ 熱電対
 - ・ 酸素、塩素、炭化水素、有機金属化合物の雰囲気でも安定に使用でき

るものを選定する。

- ・ ヒーター近傍に一組設置する。
- ・ 試料表面の温度を直に測定するための熱電対を一組設ける。
- ・ 二組の熱電対を ICF34 フランジから大気側に出し、温度補償導線を温調器まで延長する。

⑧ 試料電位

- ・ BNC端子（高温仕様）を用いて任意に試料電位を設定可能とする。
- ・ 試料が絶縁される構造とする。

⑨ 参考品

- ・ VG 製 HPT シリーズ
- ・ フランジに取っ手を付ける等、取り付け／取り外しの便宜を考慮して製作する。

4.1.5 脱離イオン検出用ポート

(1) 取り付けポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
- ② ICF152 ビューポートを取り付ける。

4.1.6 質量分析用ポート

(1) 取り付けポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
- ② アジャストアダプタを取り付ける。

(2) アジャストアダプタ

- ① X方向移動距離を±10 mm／再現精度 0.01 mmとする。
- ② Y方向移動距離を±10 mm／再現精度 0.01 mmとする。
- ③ マイクロメーター式の送り機構とする。
- ④ XY位置を固定できる機構を付ける。
- ⑤ 質量分析器（支給品）を固定するために、ICF114-70 変換フランジを付ける。
- ⑥ 質量分析器（支給品）を取り付ける。

4.1.7 差動排気質量分析室用ポート

(1) 取り付けポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
- ② 差動排気質量分析室を取り付ける。

4.1.8 超音速分子線導入ポート

(1) 取り付けポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 超音速分子線装置を接続する。

(2) ニップル

- ① 両面 ICF70 フランジ付きとする。
- ② 片端を回転フランジとする。

(3) コリメータ

- ① ICF70 両面フランジとする。
- ② 直径 5 mm、3 mm、2 mm の穴付き各 1 枚を納入する。
- ③ 上記コリメータの内、指定の 1 枚を取り付ける。
- ④ 上流側を平面とし、下流側をテーパとしたナイフエッジとする。

(4) シャッター

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 手動回転駆動とする。
- ③ 固定機構付きとする。
- ④ 分子線の中心軸から直角方向に 10 mm 以上変位した位置にシャッター回転軸を設定する。

(5) ゲートバルブ

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 圧空駆動とする。
- ③ 本体はステンレス製とする。
- ④ ゲートシール材はバイトン製とする。
- ⑤ ボンネットシール材はメタル製とする。
- ⑥ 軸シールはベローズを用いる。
- ⑦ ベーキング温度は 200°C まで可能とする。
- ⑧ VAT Series 01 相当品
- ⑨ インターロックに取り入れる。

(6) ベローズ

- ① 両面 ICF70 フランジ付きとする。
- ② 片端を回転フランジとする。
- ③ XY 方向変位を ±5 mm 以上とする。
- ④ Z 方向変位を 10 mm 以上とする。
- ⑤ 溶接ベローズを採用する。

4.1.9 電子エネルギー分析器

(1) 取り付けポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
- ② アジャストアダプタおよび電子エネルギー分析器を取り付ける。

(2) アジャストアダプタ

- ① 両端 ICF152 フランジとする。
- ② 片端を回転フランジとする。
- ③ ベローズ部分を設ける。
- ④ XY方向変位を±5 mm 以上とする。
- ⑤ Z方向変位を10 mm 以上とする。
- ⑥ 溶接ベローズを採用する。

(3) 電子エネルギー分析器仕様

- ① 真空外部から手動で操作、設定できる複数の入射および出射スリットを有する。
- ② レンズ倍率が1 - 5の範囲内で電氣的に可変である。
- ③ レンズパラメータを非線形に制御し、最適なレンズパラメータが使用可能である。
- ④ 電子の取り込み角度が最大±8度の範囲で可変である。
- ⑤ レンズ先端から試料位置までの距離が25mm 以上確保できる。
- ⑥ 電源系がデジタル制御可能である。
- ⑦ 制御系と信号系が電氣的に遮断されている。
- ⑧ 50eV以上のパスエネルギーを有し、且つパスエネルギーを連続的に可変である。
- ⑨ UPS測定時には、20meV以下のエネルギー分解能が保証されている。
- ⑩ Mg-K α 線、出力300WのX線発生器を用いたとき、Ag3d_{5/2}線の感度が半値幅1.00eVのとき650kcps以上である。
- ⑪ 複数の検出素子を有する。
- ⑫ 電子エネルギー分析器：オミクロン社 EA125 (5チャンネルトロン) 相当品
- ⑬ 制御電源：オミクロン社 EAC2000 相当品
- ⑭ プリアンプ、レシーバおよびケーブル1式付きとする。
- ⑮ 排気ポートとして使用できる ICF70 フランジを取り付ける。
- ⑯ 電子の取り込み口を見込むビューポートを具備する。
- ⑰ 観測する電子のエネルギーを固定した状態で、第3チャンネルトロンの出力パルスを外部計測器に取り出す。ができる BNC 端子付きのケーブル (2 m) を添付する。
- ⑱ とカラーディスプレイを1式添付する。
- ⑲ 計測制御用アプリケーションソフトウェアとオペレーティングシステムを1式制御用PCにインストールする。

(4) 軸出し用レーザー

- ① 可視光レーザーとする。
- ② 試料表面でのスポット直径が 2mm 以下である。
- ③ レーザーを固定できる治具付きとする。
- ④ 固定治具を電子エネルギー分析器のビューポートに設置して据付け・調整時のアライメントに用いる。
- ⑤ 固定治具の X Y 方向移動距離を ±5 mm 以上とする。

4.1.10 X線発生器

(1) 取り付けポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② アジャストアダプタおよび X 線発生器を取り付ける。

(2) アジャストアダプタ

- ① 両端 ICF70 フランジ付きとする。
- ② 直線移動距離を 100mm とする。
- ③ チルト機構付きとする。

(3) X 線発生器仕様

- ① オミクロン社 DAR400 相当品
- ② 消費電力：300 W 以上とする。
- ③ X 線エネルギー：1253.6eV (Mg) / 1486.6eV (Al)
- ④ Al/Mg クロストーク：0.35% 以下とする。
- ⑤ ベーキング温度：200°C 以上とする。
- ⑥ 閉サイクル水冷器を設置し、水冷配管を接続する。
- ⑦ 差動排気ポート付きとする。
- ⑧ 表面反応分析室に手動バルブを介して排気バイパスを接続する。
- ⑨ 排気速度 1 L/s 以上のイオンポンプを取り付ける。

4.1.11 電子銃用ポート

(1) 取り付けポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 電子銃（支給品）を取り付ける。

(2) アジャストアダプタ

- ① 両端 ICF70 フランジ付きとする。
- ② 直線移動距離を 100mm 以上 / 再現精度 0.1 mm とする。
- ③ チルト機構付きとする。

4.1.12 その他のポート

(1) ビューポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。／3箇所
- ② ICF114 ビューポートを取り付ける。
- ③ ICF70 フランジ付きとする。／5箇所
- ④ ICF70 ビューポートを取り付ける。

(2) X線発生器バイパス用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。／1箇所
- ② バルブを取り付ける。
- ③ フレキシブルチューブを取り付ける。

(3) 真空計用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。／1箇所
- ② 真空計を取り付ける。

(4) 予備ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。／4箇所
- ② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。
- ③ ICF114 フランジ付きとする。／2箇所
- ④ ICF114 ブランクフランジを取り付ける。
- ⑤ ICF152 フランジ付きとする。／2箇所
- ⑥ ICF152 ブランクフランジを取り付ける。

(5) 排気用ポート

- ① ICF253 フランジ付きとする。／1箇所
- ② 真空排気装置を取り付ける。

(6) リーク用ポート

- ① ICF70 フランジに ICF70-34 変換フランジを取り付ける。／1箇所
- ② メタルリークバルブを2重に取り付ける。

4.1.13 真空排気装置

(1) 主ポンプ

- ① ターボ分子ポンプを採用する。
- ② 水冷で使用する。
- ③ 完全磁気浮上型を採用する。
- ④ コンフラットフランジで真空チェンバに取り付ける。

- ⑤ 排気速度は 900 リッター/秒 (窒素ガス換算) 以上とする。

(2) 副ポンプ

- ① 複合型ターボ分子ポンプを採用する。
- ② 水冷で使用する。
- ③ 完全磁気浮上型を採用する。
- ④ 排気速度は 150 リッター/秒 (窒素ガス換算) 以上とする。

(3) 前段ポンプ

- ① 油回転ポンプを採用する。
- ② ケミカル仕様とする。
- ③ フッ素化油仕様とする。
- ④ フォアライントラップ (アネルバ 956-7105 相当品) を取り付ける。
- ⑤ 排気速度は 150 リッター/分以上 (60Hz) とする。

(4) リークバルブ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に一定時間窒素ガスを導入する。

(5) 圧空駆動バルブ

- ① 副ポンプと前段ポンプ間で、リークバルブとサーモカップルゲージの上流側に設置する。

(6) サーモカップルゲージ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に設置する。
- ② 接点付きとする。

4.1.14 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体/パイプ : SUS316LN 相当品を使用する。
- ② フランジ : SUS316LN 相当品を使用する。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面 : バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- ② 外面 : GBB とする。
- ③ ひずみ除去熱処理および消磁熱処理を施す。
- ④ ニップル、オリフィス、ベローズ等の真空部品を必要に応じて真空熱処理する。

(3) 溶接

- ① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 到達圧力

- ① 付属機器装着時に 3×10^{-8} Pa 以下を保証する。
- ② 付属機器装着時に大気から排気してベーキングせずに 12 時間以内に 5×10^{-6} Pa 以下とする。

4.2 表面構造分析室

4.2.1 試料搬送機構

(1) 試料搬送ポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
- ② 表面反応分析室に接続する。

(2) ロードロックポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
- ② アジャストアダプタとトランスファーロードを取り付ける。

(3) アジャストアダプタ

- ① ICF114-70 変換フランジ付きとする。
- ② 溶接ベローズ付きとする。
- ③ チルト機構付きとする。

(4) トランスファーロード

- ① マグネティックカップリング方式とする。
- ② アジャストアダプタに取り付ける。
- ③ 200°C でベーキングが可能である。

4.2.2 LEED/AES 用ポート

(1) 取り付けポート

- ① ICF203 フランジ付きとする。
- ② LEED/AES 分析器 (支給品) を取り付ける。

4.2.3 マニピュレータ

(1) マニピュレータ用ポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
- ② マニピュレータを取り付ける。

(2) マニピュレータ仕様

- ① XY 方向移動距離を ±10mm 以上／再現精度 0.01mm とする。
- ② Z 方向移動距離を 100mm 以上／再現精度 0.01mm とする。
- ③ Z 軸回りの回転角度を 360 度以上／再現精度 0.1 度とする。
- ④ 面内回転の回転角度を 180 度以上／再現精度 0.1 度とする。
- ⑤ 試料加熱
 - ・ シリコン試料表面で 1200°C 以上に加熱できる。
 - ・ 抵抗加熱方式とする。
 - ・ シリコン試料表面での面内温度均一性を全温度域で 2% 以下とする。
- ⑥ 試料冷却
 - ・ シリコン試料表面で -160°C 以下まで 30 分以内で冷却する。
 - ・ 液体窒素を用いて冷却する。
- ⑦ 熱電対
 - ・ 酸素、塩素、炭化水素、有機金属化合物の雰囲気でも安定に使用できるものを選定する。
 - ・ ヒーター近傍に一組設置する。
 - ・ 試料表面の温度を直に測定するための熱電対を一組設ける。
 - ・ 二組の熱電対を ICF34 フランジから大気側に出し、温度補償導線を温調器まで延長する。
- ⑧ 試料電位
 - ・ BNC 端子 (高温仕様) を用いて任意に試料電位を設定可能とする。
 - ・ 試料が絶縁される構造とする。
- ⑨ 参考品
 - ・ VG 製 HPT シリーズ
 - ・ フランジに取っ手を付ける等、取り付け／取り外しの便宜を考慮して製作する。

4.2.4 その他のポート

(1) 排気用ポート

- ① ICF203 フランジ付きとする。
- ② 真空排気装置を取り付ける。

(2) 真空計用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 真空計を取り付ける。

(3) リーク用ポート

- ① ICF70 フランジに ICF70-34 変換フランジ付きとする。

② メタルリークバルブを2重に取り付ける。

(4) 予備ポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。／2箇所
- ② ICF114 ブランクフランジを取り付ける。
- ③ ICF152 フランジ付きとする。／2箇所
- ④ ICF152 ブランクフランジを取り付ける。
- ⑤ ICF70 フランジ付きとする。／4箇所
- ⑥ ICF70 ブランクフランジを取り付ける。

(5) ビューポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。／3箇所
- ② ICF114 ビューポートを取り付ける。

4.2.5 真空排気装置

(1) 主ポンプ

- ① ターボ分子ポンプを採用する。
- ② コンフラットフランジで真空チェンバに接続する。
- ③ 水冷で用いる。
- ④ 排気速度は300リッター／秒以上(窒素ガス換算)とする。

(2) 前段ポンプ

- ① 油回転ポンプを採用する。
- ② 標準型とする。
- ③ 炭化水素系合成油仕様とする。
- ④ 排気速度は150リッター／分以上(60Hz)とする。
- ⑤ フォアライントラップ(アネルバ956-7105相当品)を取り付ける。

4.2.6 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体／パイプ：SUS316 LN相当品とする。
- ② フランジ：SUS316 LN相当品とする。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面：バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- ② ひずみ除去熱処理および消磁熱処理を施す。
- ③ 外面：GBBとする。

④ ニップル、オリフィス、ベローズ等の真空部品を必要に応じて真空熱処理する。

(3) 溶接

① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 到達圧力

① 付属品装着時に 3×10^{-8} Pa 以下を保証する。

② 付属機器装着時に大気から排気してベーキングせずに 12 時間以内に 5×10^{-6} Pa 以下とする。

4.3 質量分析室

4.3.1 第1 差動排気室

(1) 表面反応分析室に接続する。

(2) 取り付けフランジ

① ICF152 フランジ付きとする。

(3) 第1オリフィス板

① 表面反応分析室に突出する先端部分にビス止めする。

② オリフィス直径を 2mm とする。

③ 表面反応分析室側を平面とし、質量分析器側にテーパを設けてナイフエッジとする。

(4) 排気用ポート

① ICF70 フランジ付きとする。

② ビームモニタ室の第2 差動排気部に手動バルブを介してフレキシブル管を接続する。

(5) 真空計用ポート

① ICF70 フランジ付きとする。

② 真空計を取り付ける。

(6) 予備ポート

① ICF70 フランジ付きとする。 / 4箇所

② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。

4.3.2 第2 差動排気室

(1) 質量分析器取り付けポート

① ICF114 フランジ付きとする。

② RF ジェネレータおよびプリアンプをフランジに固定することを考慮して設計する。

③ 質量分析器 (支給品) を取り付ける。

(2) 第2オリフィス板

- ① オリフィス直径を2mmとする。
- ② オリフィス板を真空チェンバ先端にビス止めする。
- ③ 表面反応分析室側を平面とし、質量分析器側にテーパを設けてナイフエッジとする。

(3) オリフィス間隔

- ① 試料表面—第1オリフィス板の間隔を30mm程度とする。
- ② 第1オリフィス板—第2オリフィス板の間隔を10mm程度とする。
- ③ 第2オリフィス板—質量分析器イオン化部の間隔を10mm程度とする。
- ④ 試料表面—質量分析器イオン化部の間隔を50mm以内とする。

(4) 液体窒素シュラウド

- ① 特に質量分析器のイオン化部を取り囲む真空チェンバ部分を液体窒素シュラウド構造とする。
- ② 液体窒素注入口とガス排出口を設ける。
- ③ 液体窒素注入口に注入用の金属製ロート（容量1リッター以上）を装着する。

(5) 質量分析器主要構成品（支給品）

- ① コントローラ バルガス QMS421-C
- ② RF ジェネレータ バルガス QME125-2
- ③ プリアンプ バルガス EP112
- ④ 分析管 バルガス QMA125（チャンネルترون型）
- ⑤ RF ジェネレータおよびプリアンプをフランジに固定する台

(6) 予備ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。／2箇所
- ② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。

(7) 真空計用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 真空計を取り付ける。

(8) 排気用ポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
- ② 真空排気装置を取り付ける。

4.3.3 真空排気装置

(1) 主ポンプ

- ① ターボ分子ポンプを採用する。
- ② 空冷で使用する。
- ③ コンフラットフランジで第2 差動排気室に取り付ける。
- ④ 排気速度は 50 リッター/秒 (窒素ガス換算) 以上とする。

(2) 前段ポンプ

- ① 油回転ポンプを採用する。
- ② 標準仕様とする。
- ③ 炭化水素系合成油仕様とする。
- ④ 排気速度は 50 リッター/分以上 (60Hz) とする。
- ⑤ フォアライントラップ (アネルバ 956-7105 相当品) を取り付ける。

(3) リークバルブ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に一定時間窒素ガスを導入する。

(4) 圧空駆動バルブ

- ① 主ポンプと前段ポンプ間で、リークバルブとサーモカップルゲージの上流側に設置する。

(5) サーモカップルゲージ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に設置する。
- ② 接点付きとする。

4.3.4 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体/パイプ : SUS316LN 相当品とする。
- ② フランジ : SUS316LN 相当品とする。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面 : バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- ② 第1 差動排気室は消磁熱処理する。
- ③ 第2 差動排気室は真空熱処理する。
- ④ 外面 : G B B とする。

(3) 溶接

- ① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 到達圧力

- ① 付属品装着時に第2差動排気室で 3×10^{-8} Pa以下を保証する。

4.4 ロードロック室

4.4.1 試料搬送機構

(1) 試料搬送ポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
② 表面構造分析室に接続する。

(2) ロードロックポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
② アジャストアダプタとトランスファーロッドを取り付ける。

(3) アジャストアダプタ

- ① ICF114-70 変換フランジ付きとする。
② ベローズ付きとする。
③ チルト機構付きとする。

(4) トランスファーロッド

- ① マグネティックカップリング方式とする。
② アジャストアダプタに取り付ける。
③ 200℃以上でベーキング可能である。

(5) 試料ホルダー

- ① 8個組み上げて納入する。
② 真空熱処理を予め施しておく。
③ Ta、Mo等の耐熱金属、合成石英、伝導性セラミックス等を用いて製作する。

4.4.2 ロードロックドア

(1) 取り付けポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
② 片面ICF152-片面6インチ(バイトンOリング仕様)変換フランジを取り付ける。

(2) ロードロックドア

- ① 横開きロードロックドアを変換フランジに取り付ける。
② ウィンドー付きとする。

4.4.3 試料ホルダー保持器

(1) 取り付けポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 直線/回転導入機を取り付ける。

(2) 試料ホルダー保持器

- ① 8個の試料ホルダーを収容可能とする。任意の試料を選択して搬送できる機構とする。
- ② 上下2段構成とし、各段に4個ずつ収容する。
- ③ 直線/回転導入機を用いて上下段の任意の試料ホルダーを選択できるようにする。

4.4.4 その他のポート

(1) 排気用ポート

- ① ICF114 フランジ付きとする。
- ② 真空排気装置を取り付ける。

(2) 真空計用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 真空計を取り付ける。

(3) リーク用ポート

- ① ICF70 フランジに ICF70-34 変換フランジ付きとする。
- ② リークバルブを取り付ける。

(4) 予備ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。/ 2箇所
- ② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。

4.4.5 真空排気装置

(1) 主ポンプ

- ① ターボ分子ポンプを採用する。
- ② 空冷で使用する。
- ③ コンフラットフランジで真空チェンバに接続する。
- ④ 排気速度は 50 リッター/秒以上 (窒素ガス換算) とする。

(2) 前段ポンプ

- ① 油回転ポンプを採用する。
- ② 標準型とする。

- ③ 炭化水素系合成油仕様とする。
- ④ 排気速度は 50 リッター/分以上 (60Hz) とする。
- ⑤ フォアライントラップ (アネルバ 956-7105 相当品) を取り付ける。

4.4.6 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体/パイプ : SUS304 相当品とする。
- ② フランジ : SUS304 相当品とする。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面 : バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- ② 外面 : GBB とする。
- ③ 真空チェンバ、試料ホルダー保持器、トランスファーロード等を必要に応じて真空中で熱処理する。

(3) 溶接

- ① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 排気時間

- ① 大気圧から 60 分以内に 1×10^{-5} Pa 以下に排気する。

4.5 ビームモニタ室

4.5.1 XY スリット部

- (1) ビームモニタ室の最上流側に放射光ビームを部分的に遮光する XY スリットを設ける。
- (2) スリットは手動駆動とする。
- (3) スリットの前面を見こむビューポートを 2 箇所設ける。
- (4) スリット前面に蛍光剤を塗布する。
- (5) XY 方向それぞれに ± 10 mm の移動距離を持たせる。
- (6) 0.01mm の再現精度とする。
- (7) 4 枚のスリットが独立に駆動できる。
- (8) 蛍光剤は支給品とする。

4.5.2 フィルタ部

- (1) 放射光ビームの強度を減衰させる 4 種類の金属薄膜をフィルタとして用いる。
- (2) フィルタの切り替え、および光軸から完全に退避させるために、垂直方向 (Y 方向) に移動距離 100mm 以上の直線導入器を設ける。
- (3) フィルタをアースから絶縁して BNC コネクタ (高温仕様) に接続し、電流測定を可能と

する。

- (4) ビューポートを2箇所設ける。内1箇所は前面からフィルタを見込める。
- (5) フィルタを固定する枠の前面に蛍光剤を塗布する。
- (6) 金属薄膜フィルタと蛍光剤は支給品とする。

4.5.3 第1 差動排気部

(1) 排気用ポート

- ① ICF 152 フランジ付きとする。
- ② 真空排気装置を接続する。

(2) 真空計用ポート

- ① ICF 70 フランジ付きとする。
- ② 真空計を取り付ける。

(3) リーク用ポート

- ① ICF70 フランジに ICF70-34 変換フランジ付きとする。
- ② 2重にメタルリークバルブを取り付ける。

(4) 予備ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。 / 2箇所
- ② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。

4.5.4 ビーム位置モニタ部

- (1) ステンレス板に蛍光剤を塗布した蛍光板を光路に挿入し、ビーム位置と強度分布を測定可能とする。
- (2) 蛍光板を45度傾け、水平方向(X方向)からビューポートを通してCCDカメラが蛍光を受光できるようにする。
- (3) 蛍光板を放射光の光軸から完全に退避させるために、垂直方向(Y方向)に移動距離50mm以上の直線導入器を設ける。
- (4) 蛍光板をアースから絶縁してBNCコネクタ(高温仕様)に接続し、電流測定を可能とする。
- (5) 蛍光剤は支給品とする。

4.5.5 絶対強度モニタ部

- (1) IRD社製フォトダイオードを用いた放射光ビームの絶対強度の計測部を具備する。
- (2) フォトダイオードの電流端子をアースから絶縁して絶縁型BNCコネクタ(高温仕様)に接続する。
- (3) フォトダイオードの外付け回路を製作する。

- (4) フォトダイオードを放射光の光軸から完全に退避させるために垂直方向（Y方向）に移動距離 50mm 以上の直線導入器を設ける。

4.5.6 相対強度モニタ部

- (1) 放射光ビームの相対強度を計測する金属メッシュを具備する。
- (2) 金属メッシュを放射光の光軸から完全に退避させるために垂直方向（Y方向）に移動距離 50mm 以上の直線導入器を設ける。
- (3) 金属メッシュをアースから絶縁して BNC コネクタ（高温仕様）に接続する。
- (4) 金属メッシュは支給品とする。

4.5.7 第2 差動排気部

- (1) 排気用ポート
 - ① ICF 152 フランジ付きとする。
 - ② 真空排気装置を接続する。
- (2) 真空計用ポート
 - ① ICF 70 フランジ付きとする。
 - ② 真空計を取り付ける。
- (3) 電子エネルギー分析器排気用ポート
 - ① ICF70 フランジ付きとする。
 - ② 電子エネルギー分析器の排気ポートに手動バルブを介してフレキシブル管を接続する。
- (4) 質量分析器中間排気用ポート
 - ① ICF70 フランジ付きとする。
 - ② 質量分析器中間排気用ポートに手動バルブを介してフレキシブル管を接続する。
- (5) 予備ポート
 - ① ICF70 フランジ付きとする。／2箇所
 - ② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。
- (6) 放射光導入側ゲートバルブ
 - ① ICF70 フランジ付きとする。
 - ② 圧空駆動とする。
 - ③ 本体はステンレス製とする。
 - ④ ゲートシール材はバイトン製とする。
 - ⑤ ボンネットシール材はメタル製とする。

- ⑥ 軸シールはベローズを用いる。
 - ⑦ ベーキング温度は200℃まで可能とする。
 - ⑧ VAT Series 01 相当品
 - ⑨ インターロックに取り入れる。
- (7) オリフィスフランジ
- ① 相対強度モニタ部との間にオリフィスフランジを設ける。
 - ② オリフィスの直径は10mm、15mmのものを各1枚納入し、指定の1枚を取り付ける。
 - ③ 放射光上流側を平面とし、下流側をテーパとするナイフエッジとする。
- (8) ニップル
- ① ICF70 フランジ付きとする。
 - ② 片端は回転フランジとする。
 - ③ 相対強度モニタ部に接続する。
- #### 4.5.8 真空排気装置
- (1) 第1、第2 差動排気部共通仕様とする。
- (2) 主ポンプ
- ① ターボ分子ポンプを採用する。
 - ② コンフラットフランジで真空チェンバと接続する。
 - ③ 水冷で使用する。
 - ④ 排気速度は300 リッター/秒（窒素ガス換算）以上とする。
- (3) 前段ポンプ
- ① 油回転ポンプを採用する。
 - ② 標準型とする。
 - ③ 炭化水素系合成油仕様とする。
 - ④ 排気速度は150 リッター/分以上（60Hz）とする。
 - ⑤ フォアライントラップ（アネルバ956-7105 相当品）を取り付ける。
- (4) リークバルブ
- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に一定時間窒素ガスを導入する。
- (5) 圧空駆動バルブ
- ① 主ポンプと前段ポンプ間で、リークバルブとサーモカップルゲージの上流側に設置する。
- (6) サーモカップルゲージ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に設置する。
- ② 接点付きとする。

4.5.9 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体／パイプ：SUS304 相当品とする。
- ② フランジ：SUS304 相当品とする。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面：バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- ② 外面：G B Bとする。
- ③ 真空部品は必要に応じて真空熱処理する。

(3) 溶接

- ① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 到達圧力

- ① 付属品装着時に 3×10^{-8} Pa 以下を保証する。
- ② 付属機器装着時に大気から排気してベーキングせずに 12 時間以内に 5×10^{-6} Pa 以下とする。

4.6 チョッパ室

4.6.1 表面反応分析室用ポート

(1) 表面反応分析室接続フランジ

- ① ICF253 フランジ付きとする。
- ② 表面反応分析室接続ポートを設ける。

(2) 表面反応分析室接続ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 表面反応分析室に接続する。

4.6.2 ノズル室用ポート

(1) ノズル室接続ポート

- ① VG 250 フランジ付きとする。
- ② バイトン O リング仕様とする。

(2) 両面フランジ

- ① VG 250 フランジとする。
- ② バイトンOリング仕様とする。
- ③ 直径方向の接続の再現精度を 0.1 mm以下とする。
- ④ 両面フランジにスキマー、ノズル支持用ベアリング付き円筒を設置する。

(3) スキマー

- ① 間接的に水冷する。
- ② 先端直径を 1mm とする。
- ③ SUS316LN 相当品を用いて製作する。

4.6.3 チョップ

(1) チョップ

- ① 直径を 200mm 以下とする。
- ② 厚さを 1mm 以下とする。
- ③ SUS316LN 相当品を用いて製作する。
- ④ 分子線通過用スリットを加工する。
- ⑤ 大気側の軸に円盤を設けてスリットを刻み、フォトランジスタまたはフォトダイオードとその電気回路を用いて、立ち上がりまたは立ち下がり時間が 0.1 μ 秒以下のトリガ信号を取り出せるようにする。

(2) モータ

- ① 最大回転速度が 1000rpm 以上のものを採用する。
- ② 回転速度は連続可変とする。
- ③ 真空チェンバの大気側に設置する。

(3) モータ冷却

- ① 原則的に空冷とする。必要に応じて水冷する。

(4) 回転伝達機構

- ① モータ軸からチョップ軸への回転の伝達はベルト等により行う。

(5) チョップ軸真空シール

- ① 磁性流体を採用する。

4.6.4 その他のポート

(1) ビューポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。／2箇所
- ② ICF152 ビューポートを取り付ける。

- ③ ノズル先端を観察できるように、両面フランジに取り付けたスキマー付近にもビューポートを2箇所設ける。

(2) 真空計用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。／1箇所
- ② 真空計を取り付ける。

(3) 予備ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。／4箇所
- ② ICF70 ブランクフランジを取り付ける。
- ③ ICF114 フランジ付きとする。／2箇所
- ④ ICF114 ブランクフランジを取り付ける。
- ⑤ ICF 152 フランジ付きとする。／2箇所
- ⑥ ICF 152 ブランクフランジを取り付ける。

(4) 排気用ポート

- ① ICF253 フランジ付きとする。
- ② 真空排気装置を取り付ける。

(5) 作業用ポート

- ① ICF 253 フランジ付きとする。
- ② 取っ手付きのICF253 ブランクフランジを取り付ける。

4.6.5 真空排気装置

(1) 主ポンプ

- ① ターボ分子ポンプを採用する。
- ② ケミカル仕様とする。
- ③ 水冷して使用する。
- ④ 完全磁気浮上型を採用する。
- ⑤ コンフラットフランジで真空チェンバに接続する。
- ⑥ 排気速度は800 リッター／秒（窒素ガス換算）以上とする。

(2) 前段ポンプ

- ① 油回転ポンプを採用する。
- ② ケミカル仕様とする。
- ③ フッ素化油仕様とする。
- ④ 排気速度は250 リッター／分（60Hz）以上とする。
- ⑤ フォアライントラップ（アネルバ956-7105 相当品）を取り付ける。

(3) リークバルブ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に一定時間窒素ガスを導入する。

(4) 圧空駆動バルブ

- ① 主ポンプと前段ポンプ間で、リークバルブとサーモカップルゲージの上流側に設置する。

(5) サーモカップルゲージ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に設置する。
- ② 接点付きとする。

4.6.6 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体/パイプ：SUS316LN 相当品とする。
- ② フランジ：SUS304 相当品とする。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面：バフ研磨に加えて電解研磨する。
- ② 外面：G B Bとする。

(3) 溶接

- ① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 到達圧力

- ① ノズル室と結合し、付属品装着時に 3×10^{-7} Pa 以下を保証する。

4.7 ノズル室

4.7.1 チョップ室接続ポート

(1) 接続フランジ

- ① VG 250 フランジ付きとする。
- ② バイトンOリング仕様とする。

4.7.2 ノズル

(1) ノズル本体

- ① PBN を用いて製作する。
- ② 4個納入し、内1個をノズル水冷管に取り付ける。

- ③ ノズルオリフィスの直径は 0.1mm 以下とする。
- (2) ノズルヒーター
- ① グラファイトヒーターを PBN 膜で覆った構造とする。
 - ② 電流導入用の電極を設ける。
- (3) ノズル水冷管
- ① SUS316LN 相当品を用いて製作する。
 - ② ノズル本体を袋ナットを用いて接続する。
 - ③ ガasketとしてメタルCリング (外被: Ni 製/スプリング: インコネル製) を採用する。
 - ④ ノズルガス供給管を貫通させる。
 - ⑤ 電流導入線を貫通させる。
 - ⑥ 冷却水を循環させる。
 - ⑦ ベアリング付きの円筒を用いて保持する。
 - ⑧ 外表面に滑りやすくする加工を施す。
- (4) ノズルガス供給管
- ① SUS316LN 相当品を用いる。
 - ② 内面を電解研磨 (EP 仕様) したものを採用する。
 - ③ 真空チェンバ内で接続する場合にはVCR継手を採用する。
 - ④ シースヒーターと熱電対を取り付ける。
 - ⑤ 電流導入フランジと熱電対フランジを経由して電線と温度補償導線をガス供給管温度制御器に接続する。
- (5) ノズル支持用円筒
- ① センターをスキマーのセンターにあわせる。
 - ② 脱脂したベアリング付きとする。
 - ③ 水冷管の軸方向のしゅう動を可能とする。
 - ④ 両面フランジに設置する。
- (6) ヒーターおよび熱電対
- ① ガス供給管をシースヒーターにより加熱し、測温する。
 - ② 酸素、塩素、炭化水素、有機金属化合物の雰囲気では支障の無い熱電対を採用する。
- (7) 測温帯
- ① タンタル製のバンドを PBN ヒーターに装着する。
 - ② 幅を 10 mm 以上とする。

4.7.3 マニピュレータ

(1) マニピュレータ用フランジ

- ① ICF356 フランジ付きとする。
- ② マニピュレータ用ポートを取り付ける。

(2) マニピュレータ用ポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。
- ② マニピュレータを取り付ける。

(3) マニピュレータ仕様

- ① XY 方向移動距離を±10mm/再現精度 0.01mm とする。
- ② Z 方向移動距離を 50mm/再現精度 0.01mm とする。
- ③ 冷却水導入ポートを ICF34 フランジとする。/2 箇所
- ④ 冷却水配管を接続する。
- ⑤ 電流導入ポートを ICF34 フランジとする。/2 箇所
- ⑥ ヒーター用電流導入線を配線する。
- ⑦ 熱電対ポートを ICF34 フランジとする。/2 箇所
- ⑧ 熱電対用温度補償導線を配線する。
- ⑨ ガス導入口を 2 つに分岐して、それぞれにストップバルブを設ける。
- ⑩ ガス供給渡り配管（仕様外）との接続口には V C R 継手を用いる。
- ⑪ V C R 継手はブランク止めとする。

4.7.4 その他のポート

(1) 真空計用ポート

- ① ICF70 フランジ付きとする。
- ② 真空計を取り付ける。

(2) 作業用ポート

- ① I C F 305 フランジ付きとする。
- ② 取っ手付きの ICF305 ブランクフランジを取り付ける。

(3) 予備ポート

- ① ICF152 フランジ付きとする。/2 箇所
- ② ICF152 ブランクフランジを取り付ける。
- ③ ICF70 フランジ付きとする。/4 箇所
- ④ ICF70 ブランクフランジを取り付ける。
- ⑤ ICF114 フランジ付きとする。/4 箇所

⑥ ICF114 ブランクフランジを取り付ける。

(4) 排気用ポート

- ① ICF 305 フランジ付きとする。
- ② 真空排気装置を取り付ける。

(5) リーク用ポート

- ① ICF70 フランジに ICF70-34 変換フランジ付きとする。
- ② 2重のメタルリークバルブを取り付ける。

4.7.5 真空排気装置

(1) 主ポンプ

- ① 複合型ターボ分子ポンプを採用する。
- ② ケミカル仕様とする。
- ③ 水冷して使用する。
- ④ 完全磁気浮上型を採用する。
- ⑤ コンフラットフランジで真空チェンバに接続する。
- ⑥ 排気速度は 2000 リッター/秒 (窒素ガス換算) 以上とする。

(2) 副ポンプ

- ① 複合型ターボ分子ポンプを採用する。
- ② ケミカル仕様とする。
- ③ 水冷して使用する。
- ④ 完全磁気浮上型を採用する。
- ⑤ 排気速度は 200 リッター/秒 (窒素ガス換算) 以上とする。

(3) 前段ポンプ

- ① 油回転ポンプを採用する。
- ② ケミカル仕様とする。
- ③ フッ素化油仕様とする。
- ④ 排気速度は 300 リッター/分以上 (60Hz) とする。
- ⑤ フォアライントラップ (アネルバ 956-7105 相当品) を取り付ける。

(4) リークバルブ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に一定時間窒素ガスを導入する。

(5) 圧空駆動バルブ

- ① 副ポンプと前段ポンプ間で、リークバルブとサーモカップルゲージの上流側に設置

する。

(6) サーモカップルゲージ

- ① 圧空駆動バルブと前段ポンプ間に設置する。
- ② 接点付きとする。

4.7.6 真空チェンバ材質および表面処理

(1) 材質

- ① 真空チェンバ本体／パイプ：SUS316LN 相当品とする。
- ② フランジ：SUS304 相当品とする。
- ③ 再生材料は使用しない。

(2) 表面処理

- ① 内面：バフ研磨に加えて電解研磨を施す。
- ② 外面：G B B とする。

(3) 溶接

- ① 原則として真空チェンバの内側から TIG 溶接する。

(4) 到達圧力

- ① チョップ室と結合し、付属品装着時に 3×10^{-7} Pa 以下を保証する。

4.7.7 軸出し用レーザー

- ① 可視光レーザーを使用する。
- ② レーザーを固定するための治具を添付する。
- ③ 固定用治具をマニピュレータ用ポートに装着して据付け・調整時のアライメントに用いる。
- ④ 固定用治具の XY 方向移動距離を $\pm 5\text{mm}$ 以上とする。

真空装置各部仕様 以上

5. 制御盤各部仕様

5.1 真空制御盤

5.1.1 真空排気装置の基本仕様

本実験装置で使用する真空排気装置の基本的な仕様を表 5.1.1 にまとめる。排気速度は窒素ガス換算値である。

5.1.2 真空計の基本仕様

本実験装置で使用する真空計の基本的な仕様を表 5.1.2 と表 5.1.3 にまとめる。

5.1.3 真空制御盤の構成

(1) 19 インチラック

- ① 前面を開放し、側背面は脱着可能な金属板とする。
- ② 前面の空きスペースにはブランクパネルを取り付ける。
- ③ 内部に収納機器用の電源コンセントを設ける。
- ④ キャスタ、フロアレベラー付きとする。
- ⑤ アンカーボルトで固定するための器具を添付する。
- ⑥ ラックの塗装色は別途打ち合わせの上、取り決める。
- ⑦ 吸出し型の空冷ファンを上部に取り付ける。
- ⑧ ラック最下部に単相 100V コンセントを 2 口以上設ける。
- ⑨ アクリル製の銘盤に盤名を英字で彫刻して貼り付ける。

(2) 収納機器

- ① 本実験装置の油回転ポンプを除く真空排気装置および真空計の制御器を収納する。

(3) 漏電ブレーカ盤

- ① 単相 200V (動力系) 用漏電ブレーカを設ける。
- ② 単相 100V (計装系) 用漏電ブレーカを設ける。

(4) 絶縁トランス

- ① 単相 200V (動力系) 用絶縁トランスを設ける。
- ② 単相 100V (計装系) 用絶縁トランスを設ける。

5.1.4 供給電源

- (1) 真空制御盤には単相 200V (動力系)、単相 100V (計装系) を CP4 コンセント盤から供給する。単相 200V (動力系) はターボ分子ポンプとイオンポンプに用いる。単相 100V (計装系) は真空計、ラックコンセント、ランプおよび空冷ファン等に用いる。
- (2) 単相 200V (動力系)、単相 100V (計装系) の全てに絶縁トランスを用いる。
- (3) CP4 コンセント盤の容量が不足する場合には他のコンセント盤から電力を供給する。

5.1.5 漏電対策

漏電検知ブレーカを用い、ブザーの吹鳴により検知を知らせる。

5.1.6 接地

ラック筐体も含めてラック内でアース線を1箇所にもとめ、CP4コンセント盤のアース端子に接続する。

5.2 インターロック制御盤

5.2.1 インターロック動作

各種センサ等を用いて本実験装置の状態を検知し、異常発生時はブザーで警報を発し、ガス供給装置側へ無電圧接点信号（異常時オフ）を出す。

5.2.2 インターロック制御盤の構成

(1) 19 インチラック

- ① 前面を開放し、側背面は脱着可能な金属板とする。
- ② 前面の空きスペースにはブランクパネルを取り付ける。
- ③ 内部に収納機器用の電源コンセントを設ける。
- ④ キャスタ、フロアレベラー付きとする。
- ⑤ アンカーボルトで固定するための器具を添付する。
- ⑥ ラックの塗装色は別途打ち合わせの上、取り決める。
- ⑦ 吸出し型の空冷ファンを上部に取り付ける。
- ⑧ ラック最下部に单相 100V コンセントを 2 口以上設ける。
- ⑨ アクリル製の銘盤に盤名を英字で彫刻して貼り付ける。

(2) インターロック表示盤

- ① 单相 100V（計装用）から電源を取る。
- ② 10 インチ程度の液晶タッチパネルを用いる。

(3) 試料温度制御器

- ① PID 制御用温調器を用いる。
- ② 直流電源を用いる。
- ③ 三相 200V（ヒーター系）から電源を取る。

(4) ノズル加熱制御器

- ① 直流電源を用いる。
- ② 三相 200V（ヒーター系）から電源を取る。

(5) ガス供給管加熱制御器

- ① 直流電源を用いる。
- ② P I D制御用温調器を用いる。
- ③ 三相 200V (ヒーター系) から電源を取る。

(6) ベーキング制御器

- ① 三相 200V (ヒーター系) から電源を取る。
- ② 電圧制御または電流制御とする。

(7) X線発生器

- ① 三相 200V (ヒーター系) から電源を取る。

(8) 漏電ブレーカ盤

- ① 三相 200V (ヒーター系) 用漏電ブレーカ盤を設ける。
- ② 単相 100V (計装系) 用漏電ブレーカ盤を設ける。

(9) 絶縁トランス

- ① 三相 200V (ヒーター系) 用絶縁トランスを設ける。
- ② 単相 100V (計装系) 用絶縁トランスを設ける。

(10) 無停電電源

- ① 単相 100V (計装系) 用無停電電源を設ける。
- ② インターロック用 PLC をバックアップする。

(11) フィルタ

- ① 単相 100V (計装系) 用ノイズカットフィルタを設ける。

5.2.3 インターロック表示盤の構成

- (1) 液晶タッチパネルを設ける。
- (2) 警報ブザーおよび警報表示ランプを設ける。
- (3) 警報ブザーのストップスイッチを設ける。

5.2.4 液晶タッチパネルの機能

- (1) リモート/ローカルのモード切り替えスイッチを設ける。
- (2) 全インターロック有効/無効の切り替えスイッチを設ける。
- (3) 全インターロックのリセットスイッチを設ける。
- (4) 各センサの状態を表示する。
- (5) 各センサの有効/無効の切り替えスイッチを設ける。

- (6) 真空排気装置のオン/オフ操作と状態表示を行う。
- (7) 圧空駆動バルブの開閉操作と状態表示を行う。
- (8) リークバルブの開閉操作と状態表示を行う。
- (9) その他、安全上必要な機能を設ける。

5.2.5 操作モード

- (1) 真空排気装置の操作はリモートモードではインターロック表示盤（インターロック制御盤内に設置）の液晶タッチパネル上で行い、ローカルモードでは真空排気装置の制御器で行う。
- (2) リモート/ローカルのモード切り替えは液晶タッチパネル上で行えるようにする。

5.2.6 圧空駆動バルブ制御

- (1) 前段ポンプと主ポンプの間に設けられる圧空駆動バルブの操作は、リモート/ローカルモードを問わず、インターロック表示盤の液晶タッチパネル上で行う。

5.2.7 リークバルブ制御

- (1) 前段ポンプの吸気側に設けるリークバルブの操作は、リモートモード/ローカルモードどちらでもインターロック動作とする。
- (2) 圧空駆動バルブの閉、前段ポンプの停止を条件に一定時間リークする。
- (3) 開時間を設定可能とする。
- (4) 油回転ポンプのバブリングのため、インターロックを無効にして開閉操作を可能とする。

5.2.8 供給電源

- (1) インターロック制御盤には三相 200V（ヒーター系）、単相 100V（計装系）を CP4 コンセント盤から供給する。三相 200V（ヒーター系）は油回転ポンプ、試料温度制御、ノズル加熱、ガス供給管加熱およびベーキングに用いる。単相 100V（計装系）は表示器、ラックコンセント、ランプおよび空冷ファン等に用いる。
- (2) 三相 200V（ヒーター系）、単相 100V（計装系）の全てに絶縁トランスを用いる。
- (3) CP4 コンセント盤の容量が不足する場合には他のコンセント盤から電力を供給する。

5.2.9 漏電対策

漏電検知ブレーカを用い、ブザーの吹鳴により検知を知らせる。

5.2.10 停電対策

インターロック用 PLC を無停電電源でバックアップする。

5.2.11 ノイズ対策

単相 100 V（計装系）にノイズカットフィルタを用いる。

5.2.12 接地

ラック筐体も含めてラック内でアースを1箇所にとりまとめ、CP4コンセント盤のアース端子に接続する。

5.2.13 冷却水アラーム

- (1) 水冷するターボ分子ポンプの水冷配管の戻り側を一本にとりまとめ、接点付き水流量計を設置し、そのステータスをインターロックに取り込む。
- (2) ノズル冷却配管の戻り側に接点付き水流量計を設置し、インターロックに取り込む。
- (3) 流量が規定値以下に低下したとき、またはセンサ故障時には独立に警報が発報し、且つ警報ランプが点灯する。警報ブザーをストップしても正常に復帰しない限り警報ランプはリセットされないものとする。

5.2.14 油回転ポンプアラーム

- (1) 油回転ポンプの排気能力低下を接点付きサーモカップルゲージで検知する。そのステータスをインターロックに取り込む。
- (2) 通常の排気中に規定値以上に圧力が上昇したとき、もしくはセンサ故障時には独立に警報が発報し、警報ランプを点灯させる。ブザーをストップしても正常に復帰しない限り警報ランプはリセットされないものとする。
- (3) 吸気側の圧空駆動バルブを閉じてからポンプを停止させるインターロックとする。

5.2.15 ターボ分子ポンプアラーム

- (1) ターボ分子ポンプのアラーム信号をインターロックに取り込む。
- (2) ターボ分子ポンプ異常：アラーム時もしくは電源オフ時には独立に警報が発報し、警報ランプを点灯させる。ブザーをストップしても正常に復帰しない限り警報ランプはリセットされないものとする。

5.2.16 圧空アラーム

- (1) 接点付き圧力計のステータスをインターロックに取り込む。
- (2) 圧力が規定値以下に低下した場合もしくはセンサー異常時には警報が発報し、警報ランプを点灯させる。ブザーをストップしても正常に復帰しない限り警報ランプはリセットされないものとする。

5.2.17 実験装置異常

- (1) ガス供給装置に実験装置の異常を知らせるための無電圧接点出力を端子台に設ける。
- (2) 実験装置異常の条件：ロードロック室を除く真空排気装置のアラーム時、電源オフ時、圧力以上時またはUPS運転時に無電圧接点を開とする。
- (3) ガス供給装置（仕様外）と本実験装置の間のインターロック配線工事は仕様外とする。

5.3 計測制御盤

5.3.1 機器構成

(1) 19 インチラック

- ① 前面を開放し、側背面は脱着可能な金属板とする。
- ② 前面の空きスペースにはブランクパネルを取り付ける。
- ③ 内部に収納機器用の電源コンセントを設ける。
- ④ キャスタ、フロアレベラー付きとする。
- ⑤ アンカーボルトで固定するための器具を添付する。
- ⑥ ラックの塗装色は別途打ち合わせの上、取り決める。
- ⑦ 吸出し型の空冷ファンを上部に取り付ける。
- ⑧ ラック最下部に単相 100V コンセントを 2 口以上設ける。
- ⑨ アクリル製の銘盤に盤名を英字で彫刻して貼り付ける。

(2) 電子エネルギー分析器制御器

- ① 単相 100V (計装系) から電源を取る。

(3) イオン銃制御器

- ① 単相 100V (計装系) から電源を取る。
- ② 支給品とする。

(4) 電子銃制御器

- ① 単相 100V (計装系) から電源を取る。
- ② 支給品とする。

(5) 質量分析器制御器

- ① 単相 100V (計装系) から電源を取る。
- ② 支給品とする。

(6) LEED制御器

- ① 単相 100V (計装系) から電源を取る。
- ② 支給品とする。

(7) AES制御器

- ① 単相 100V (計装系) から電源を取る。
- ② 支給品とする。

(8) 漏電ブレーカ盤

① 単相 100V (計装系) 用漏電ブレーカ盤を設ける。

(9) 絶縁トランス

① 単相 100V (計装系) 用絶縁トランスを設ける。

(10) フィルタ

① 単相 100V (計装系) 用ノイズカットフィルタを設ける。

5.3.2 供給電源

- (1) 計測制御盤には単相 100V (計装系) を CP4 コンセント盤から供給する。
- (2) 単相 100V (計装系) に絶縁トランスを用いる。
- (3) CP4 コンセント盤の容量が不足する場合には他のコンセント盤から電力を供給する。

5.3.3 漏電対策

漏電検知ブレーカを用い、ブザーの吹鳴により検知を知らせる。

5.3.4 ノイズ対策

単相 100V (計装系) 用ノイズカットフィルタを設ける。

5.3.5 接地

ラック筐体も含めてラック内でアースを 1 箇所にとりまとめ、CP4 コンセント盤のアース端子に接続する。

制御盤各部仕様 以上

6. 試験・検査要領

6.1 リーク試験

- (1) 質量分析器を真空チェンバに装着して大気側からHeガスを吹き付け、真空チェンバのリークを試験する。検出限界圧力が 2×10^{-12} mbar以下の質量分析器を使用する。
- (2) 工場にてビームモニタ室を個別にリーク試験する。
- (3) 工場にて表面反応分析室に電子エネルギー分析器、質量分析室、X線発生器、電子銃等を装着した状態でリーク試験する。
- (4) 工場にてロードロック室を個別にリーク試験する。
- (5) 工場にて超音速分子線装置を個別にリーク試験する。
- (6) 工場にて表面構造分析室にLEED/AES分析器、イオン銃等を装着した状態でリーク試験する。
- (7) 納入場所にて表面反応分析装置を組み上げた上で、質量分析器をビームモニタ室、表面反応分析室、表面構造分析室、ロードロック室、超音速分子線装置に順次取り付けて再度リーク試験を実施する。

6.2 動作試験

6.2.1 真空排気試験

- (1) 表面反応分析装置を組み上げて、全ての真空排気装置を運転し、個々の真空排気装置が正常に動作し、それらのリモート制御が正常に行えることを試験する。
- (2) 工場立ち会い時および現地据付け時に実施する。

6.2.2 ベーキング

- (1) 真空排気試験に合格した後、ベーキングを行い、ベーキング機器の動作が正常であることを確認する。
- (2) 到達圧力を仕様で定めた圧力以下とする。
- (2) 工場立ち会い時および現地据付け時に実施する。

6.2.3 試料移送試験

- (1) ベーキング後、ロードロック室と表面反応分析室の間で試料ホルダーの移送が円滑に行えることを確認する。
- (2) 工場立ち会い時および現地据付け時に実施する。

6.2.4 X線発生器動作試験

- (1) X線発生器の供給者の係員によって、X線発生器が正常に動作することを確認する。
- (2) 現地据付け時に実施する。

6.2.5 電子エネルギー分析器動作試験

- (1) 電子エネルギー分析器の供給者の係員によって、電子エネルギー分析が正常に行えるこ

とを確認する。

- (2) 現地据付け時に実施する。

6.2.6 超音速分子線発生試験

- (1) 超音速分子線装置を運転し、超音速分子線の発生とそのパルス化が正常に行えることを質量分析器（支給品）を用いて確認する。
- (2) 超音速分子線装置を用いて窒素ガス供給時に、ノズル室、チョッパ室、表面反応分析室、ビームモニタ室第2 差動排気部、ビームモニタ室第1 差動排気部でのガス圧として、それぞれ 10^{-1} Pa 台、 10^{-3} Pa 台、 10^{-5} Pa 台、 10^{-6} Pa 台、 10^{-7} Pa 台を達成する。
- (3) 現地据付け時に実施する。

6.2.7 試料加熱試験

- (1) シリコン基板を試料として、表面反応分析室内および表面構造分析室内において、試料を加熱し、仕様で定めた温度に到達すること、および、仕様で定めた面内温度分布であることを確認する。
- (2) 現地据付け時に実施する。

6.2.8 試料冷却試験

- (1) シリコン基板を試料として、表面反応分析室内および表面構造分析室内において、試料を冷却し、仕様で定めた温度に到達する。
- (2) 現地据付け時に実施する。

6.2.9 ノズル加熱試験

- (1) ノズル室内において、PBNノズルを加熱し、仕様で定めた温度に到達することを確認する。
- (2) 現地据付け時に実施する。

6.2.10 ガス供給管加熱試験

- (1) ノズル室内において、ガス供給管を加熱し、仕様で定めた温度に到達することを確認する。
- (2) 現地据付け時に実施する。

試験・検査要領 以上

7. 工事要領

7.1 据付工事

7.1.1 測量・墨出し

- (1) 据付け場所の床にはビームラインの基準線が既に描かれている。
- (2) ビームラインの床基準線を基にして装置の設置場所を決め、床に墨入れする。

7.1.2 搬入・仮置き

- (1) 蓄積リング棟B 4大扉またはC 1大扉から装置および機器を搬入する。
- (2) 搬入日時、使用車両、作業員等を事前に届け出る。
- (3) 器材の仮置き場所はBL23SU 近くの実験ホール内とする。

7.1.3 組み立て・据え付け

(1) 設置順序

- ① まず、表面反応分析室用架台を据付ける。次に超音速分子線装置用架台を据付ける。
- ② 次にビームモニタ室用架台を据付ける。
- ③ 最後に真空チェンバ間のニップル等を取り付け、既存のビームラインに接続する。

(2) 設置方法

- ① 各真空チェンバを基準線上へ据付ける際には、真空チェンバ両端のフランジに下げ振りフランジを取り付け、基準線上へ下げ振りを合わせて放射光ビーム軸方向の位置を決める。
- ② レベルを用いて、下げ振りフランジ中心の高さを放射光ビーム高さに合わせて、上下方向の位置を決める。

7.1.4 アライメント

(1) ビーム位置モニタの微調整

ビームモニタ室または表面反応分析室を設置した後、それぞれの真空チェンバに付属するビーム位置モニタのケガキ線交点の高さと左右のズレを、レベルとレーザーセオドライトを用いて補正する。

(2) レーザー軸合せ

- ① 表面反応分析室と超音速分子線装置を設置した後、放射光ビーム軸と分子線軸と電子エネルギー分析軸を1点に合わせるためにレーザー軸合せを行う。
- ② 表面反応分析室の放射光導入ポート、超音速分子線装置のノズルマニピュレータポート、電子エネルギー分析器のビューポートに可視光レーザーを据付け、それらの軸が試料表面で1点に集まるように超音速分子線装置と電子エネルギー分析器の位置を微調整する。

7.1.5 床固定

- (1) 全ての架台設置、アライメントが終了した後に、架台を床にアンカーボルトで固定する。
- (2) 床へ開ける穴の深さは5 cm程度とする。
- (3) 床コンクリート内部の鉄筋、電線管等を損傷した場合には溶接等により補修する。

7.2 配線工事

7.2.1 電気配線工事

(1) 1次側配線

- ① コンセント盤から各制御ラックへ配線工事を行う。
- ② ケーブルにはケーブル名を明記したタグを取り付ける。

(2) 2次側配線

- ① 各ラック内部で収納する機器への電源供給および信号処理のための配線工事をする。

(3) 機器側配線

- ① 各ラックから使用する機器への配線工事をする。

7.3 配管工事

7.3.1 圧空配管工事

(1) 1次側配管

- ① ビームラインの基幹圧空配管に3本に分岐する管を設ける。
- ② それぞれの分岐口をボールバルブで止める。
- ③ 内2箇所はブランクネジ止めとする。他の1箇所から装置側に圧空配管を接続する。

(2) 2次側配管

- ① ビームモニタ室、表面反応分析室、表面構造分析室、質量分析室、ロードロック室、超音速分子線装置側で圧空配管工事を行う。

7.3.2 水配管工事

(1) 1次側配管

- ① ビームラインの基幹水配管に3本に分岐する管を設ける。
- ② それぞれの分岐口をボールバルブで止める。
- ③ 内2箇所はブランクネジ止めとする。他の1箇所から装置側に水配管を接続する。

(2) 2次側配管

- ① ビームモニタ室、表面反応分析室、表面構造分析室、質量分析室、超音速分子線装置側で水配管工事を行う。

7.3.3 窒素ガス配管工事

(1) 1次側配管

- ① 表面反応分析装置へのリーク用窒素ガスの1次配管工事は仕様外とする。

(2) 2次側配管

- ① ビームモニタ室、表面反応分析室、表面構造分析室、ロードロック室、超音速分子線装置側でリーク用窒素ガス配管工事を行う。

7.3.4 排気配管工事

(1) 臨時配管工事

- ① ガス処理装置（仕様外）が設置されるまでは、油回転ポンプの排気ガスは臨時にビームライン一般ガス排気管に排気する。そのために、油回転ポンプの排気管を1本にまとめてビームラインの一般ガス排気管に接続する。

(2) 本配管工事

- ① ガス処理装置（仕様外）への配管工事は仕様外とする。
- ② ガス処理装置（仕様外）への配管部品は納入する。

工事要領 以上

表 5. 1. 1 真空排気装置の基本仕様

排気対象	主ポンプ		補助ポンプ		前段ポンプ	
表面反応分析室	種類	ターボ分子ポンプ	種類	ターボ分子ポンプ	種類	油回転ポンプ
	形式	超高真空型または複合型 完全磁気軸受け コンフラットフランジ ケミカル型 水冷	形式	複合型 完全磁気軸受け バイトフランジ可 ケミカル型 水冷	形式	ケミカル型 フオンプリン仕様 フォアライトラップ付き
	排気速度	900L/s以上	排気速度	150L/s以上	排気速度	150L/min以上
	相当品	セイコーSTP1000 三菱重工FT1200 ハルサスTMU1600MC(DN200)	相当品	セイコーSTPH200C 三菱重工FT300W ハルサスTMU400MC(DN100)	相当品	アルカテルT2010C1
表面構造分析室	種類	ターボ分子ポンプ	なし		種類	油回転ポンプ
	形式	超高真空型または複合型 ピボット軸受け可 コンフラットフランジ 非ケミカル型可 水冷			形式	標準型 炭化水素系合成油 フォアライトラップ付き
	排気速度	300L/s以上			排気速度	150L/min以上
	相当品	セイコーSTP300 三菱重工PT300 ハルサスTMU520(DN160)			相当品	アルカテルT2010SD
ロードロック室	種類	ターボ分子ポンプ	なし		種類	油回転ポンプ
	形式	超高真空型または複合型 ピボット軸受け可 コンフラットフランジ 非ケミカル型 空冷			形式	標準型 炭化水素系合成油 フォアライトラップ付き
	排気速度	50L/s以上			排気速度	50L/min以上
	相当品	ハルサスTMU065(DN63) 三菱重工PT-50			相当品	アルカテルT2005SD
質量分析室	種類	ターボ分子ポンプ	なし		種類	油回転ポンプ
	形式	超高真空型または複合型 ピボット軸受け可 コンフラットフランジ 非ケミカル型可 空冷			形式	標準型 炭化水素系合成油 フォアライトラップ付き
	排気速度	50L/s以上			排気速度	50L/min以上
	相当品	ハルサスTMU065(DN63) 三菱重工PT-50			相当品	アルカテルT2005SD

排気対象	主ポンプ		補助ポンプ		前段ポンプ	
	チョップ室	種類	ターボ分子ポンプ	なし	種類	油回転ポンプ
形式		ケミカル型 完全磁気浮上 超高真空型または 複合型 コンフラットフランジ 水冷	形式		ケミカル型 フロンリッ仕様 フォアライトラップ付き	
排気速度		800L/s以上	排気速度		250L/min以上	
相当品		パルサSTMU1000MC(DN200) セイコーSTP1000C 三菱重工FT1200W パルサSTMU1600MC(DN200)	相当品		アルカテルT2015C1	
ノズル室	種類	ターボ分子ポンプ	種類	ターボ分子ポンプ	種類	油回転ポンプ
	形式	ケミカル型 完全磁気浮上 複合型限定 コンフラットフランジ 水冷	形式	ケミカル型 完全磁気浮上 複合型限定 パイトフランジ可 水冷	形式	ケミカル型限定 フロンリッ限定 フォアライトラップ付き
	排気速度	2000L/s以上	排気速度	200L/s以上	排気速度	300L/min以上
	相当品	セイコーSTPH2000C 三菱重工FT2200W	相当品	セイコーSTPH200C 三菱重工FT300W パルサSTMU400MC(DN100)	相当品	アルカテルT2021C1
ビームモニタ室 第1差動真空排気部 XYスリットからビーム相 対強度モニタまでを 排気する。 第2差動排気部 反応分析室上流側 質量分析室差動排気 エネルギー分析器差動排気	種類	ターボ分子ポンプ	なし	種類	油回転ポンプ	
	形式	超高真空型または 複合型 水冷 非ケミカル型可 ピボット軸受け可 コンフラットフランジ		形式	標準型 炭化水素系合成油 フォアライトラップ付き	
	排気速度	300L/s以上		排気速度	150L/min以上	
	相当品	パルサSTMU520(DN100) セイコーSTP300 三菱重工PT300		相当品	アルカテルT2010SD	
X線発生器	種類	イオンポンプ	なし	なし		
	形式	希ガス排気型				
	排気速度	1L/s以上				
	相当品	ハリアンVaclon				

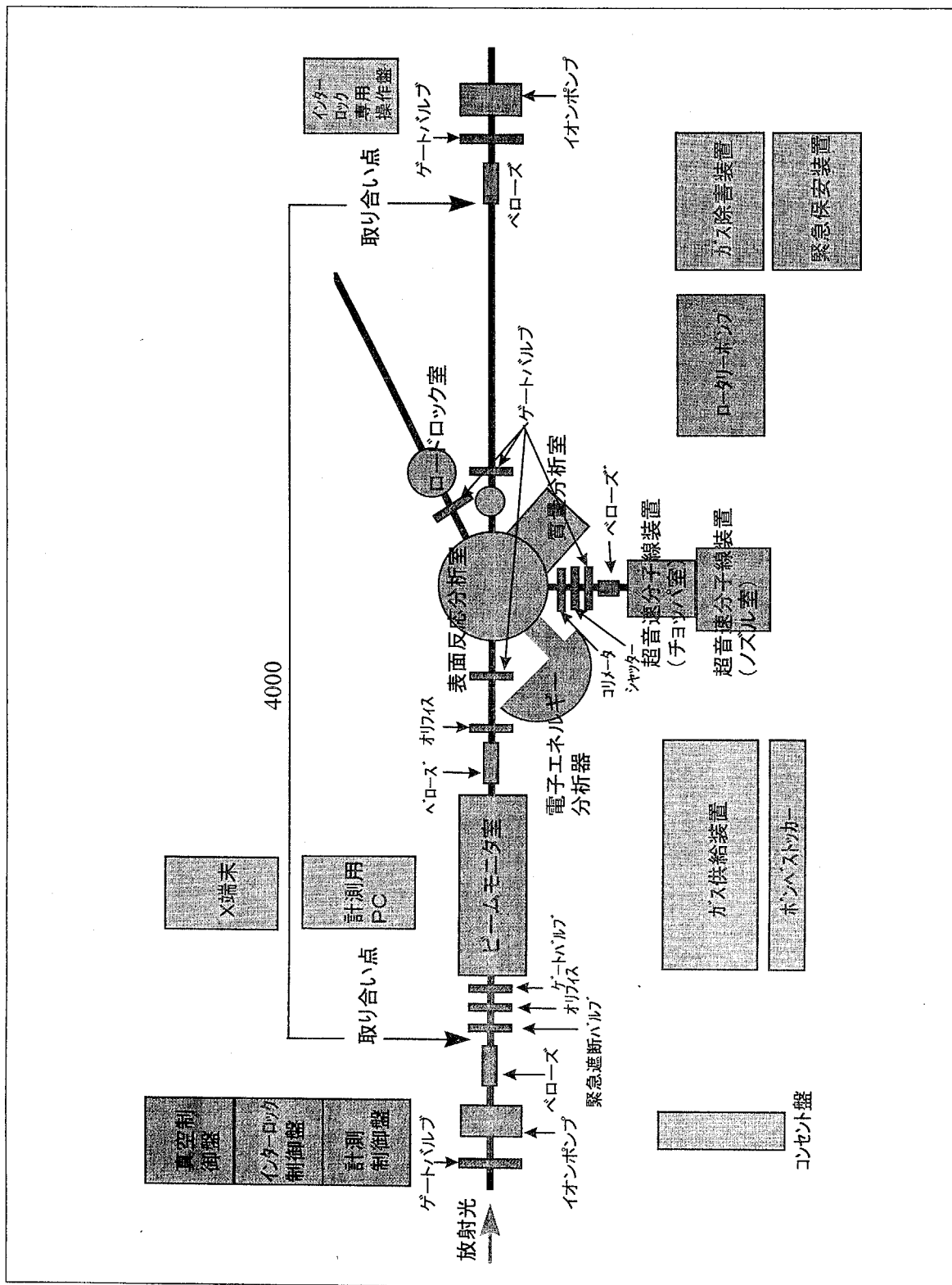
排気速度:窒素ガス換算値

表 5.1.2 真空計の基本仕様

計測対象	主ポンプ用真空計		前段ポンプ用真空計	
表面反応分析室	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	超高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン UHVイオンゲージUHV-24	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
表面構造分析室	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	超高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン UHVイオンゲージUHV-24	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
ロードロック室	種類	冷陰極真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン コールト・カソードゲージ524-2F	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
質量分析室 (第1差動排気室)	種類	電離真空計	なし	
	仕様	超高真空対応型		
	相当品	ハリアン UHVイオンゲージUHV-24		
質量分析室 (第2差動排気室)	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	超高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン UHVイオンゲージUHV-24	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
ビームモニタ室 (第1差動排気部)	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	超高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン UHVイオンゲージUHV-24	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
ビームモニタ室 (第2差動排気部)	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	超高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン UHVイオンゲージUHV-24	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
チョップ室	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン BAイオンゲージ580	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536
ノズル室	種類	電離真空計	種類	サーモカップル真空計
	仕様	高真空対応型	仕様	大気圧対応型
	相当品	ハリアン BAイオンゲージ580	相当品	ハリアン ハッフルサーモカップル536

表 5.1.3 マルチ真空計の基本仕様

ゲージコントローラ	インターフェイス	真空ゲージ
真空計コントローラNo.1 (真空制御盤に設置) (ハリアンマルチゲージ相当品)	UHVポート	ビームモニタ室第1差動排気部用UHVイオンゲージ
	UHVポート	ビームモニタ室第2差動排気部用UHVイオンゲージ
	サーモカップルポート	ビームモニタ室第1差動排気部用サーモカップルゲージ
		ビームモニタ室第2差動排気部用サーモカップルゲージ
	セットポイントポート	
真空計コントローラNo.2 (真空制御盤に設置) (ハリアンマルチゲージ相当品)	BAポート	チョッパ室用BAイオンゲージ
	BAポート	ノズル室用BAイオンゲージ
	サーモカップルポート	チョッパ室用サーモカップルゲージ
		ノズル室用サーモカップルゲージ
	セットポイントポート	
真空計コントローラNo.3 (真空制御盤に設置) (ハリアンマルチゲージ相当品)	UHVポート	表面反応分析室用UHVイオンゲージ
	UHVポート	第1差動排気質量分析室用UHVイオンゲージ
	UHVポート	第2差動排気質量分析室用UHVイオンゲージ
	サーモカップルポート	表面反応分析室用サーモカップルゲージ
		第2差動排気質量分析室用サーモカップルゲージ
セットポイントポート		
真空計コントローラNo.4 (真空制御盤に設置) (ハリアンマルチゲージ相当品)	コールドカソードポート	ロードロック室用コールドカソードゲージ
	UHVポート	表面構造分析室用UHVイオンゲージ
	サーモカップルポート	ロードロック室用サーモカップルゲージ
		表面構造分析室用サーモカップルゲージ
	セットポイントポート	



実験装置の全体構成

図 2.1.1

計測制御盤

Measurement Controller
LEED制御器
AES制御器
電子エネルギー 分析器制御器
質量分析制御器
イオン銃制御器
電子銃制御器
モータ制御器
漏電ブレーカ盤 (絶縁トランス・フィルタ) 単相100V
インサネン

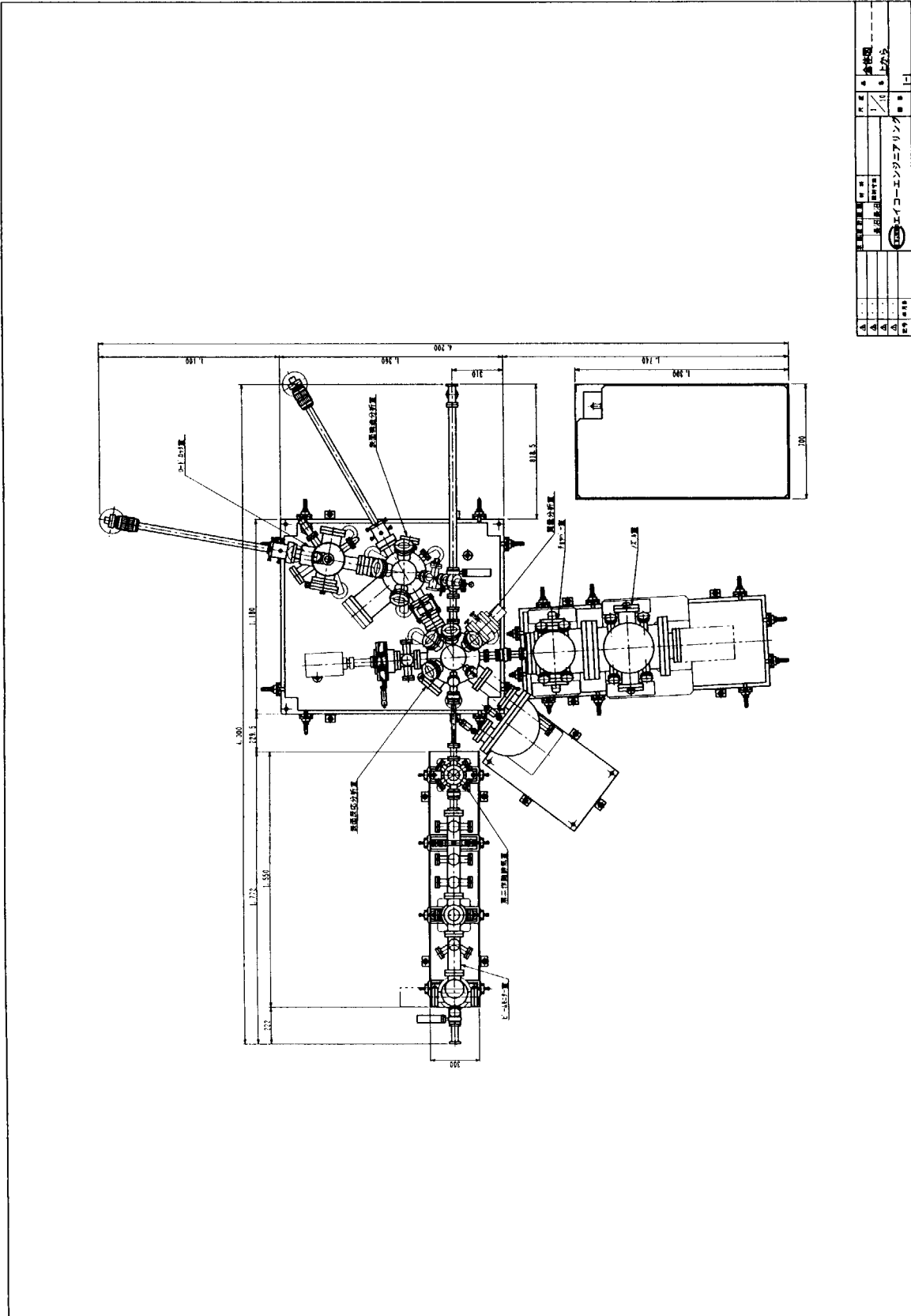
真空制御盤

Vacuum Controller
マルチゲージ
ターボ分子ポンプ イオンポンプ 制御器
漏電ブレーカ盤 (絶縁トランス) 単相200V/100V
インサネン

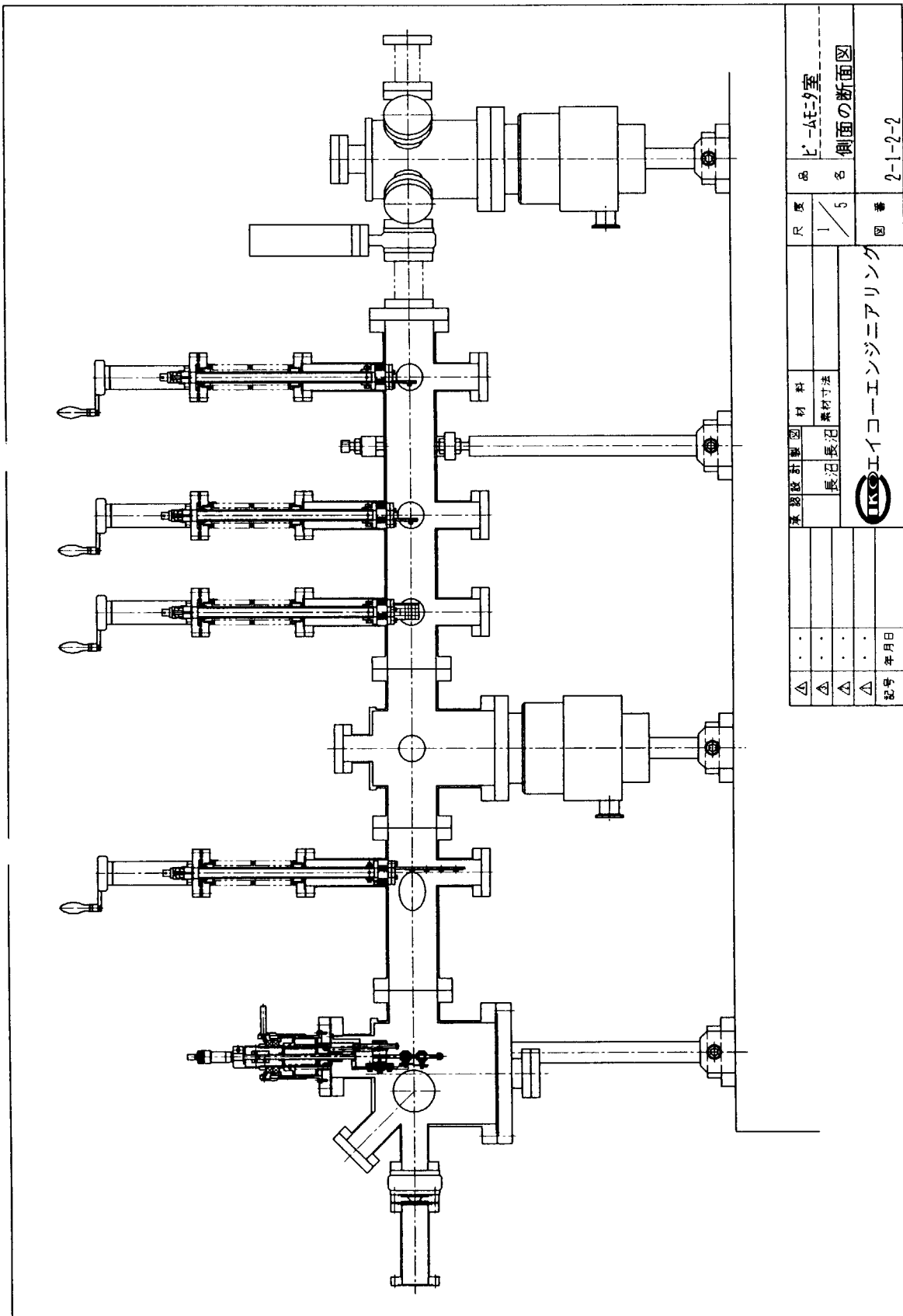
インターロック制御盤

Interlock Controller
ガス操作盤
インターロック表示盤
試料温度制御器#1/#2
ノズル温度制御器
ガス供給管温度制御器
X線発生器制御器
バーキング制御器
漏電ブレーカ盤 (絶縁トランス・フィルタ) 三相200V/単相100V

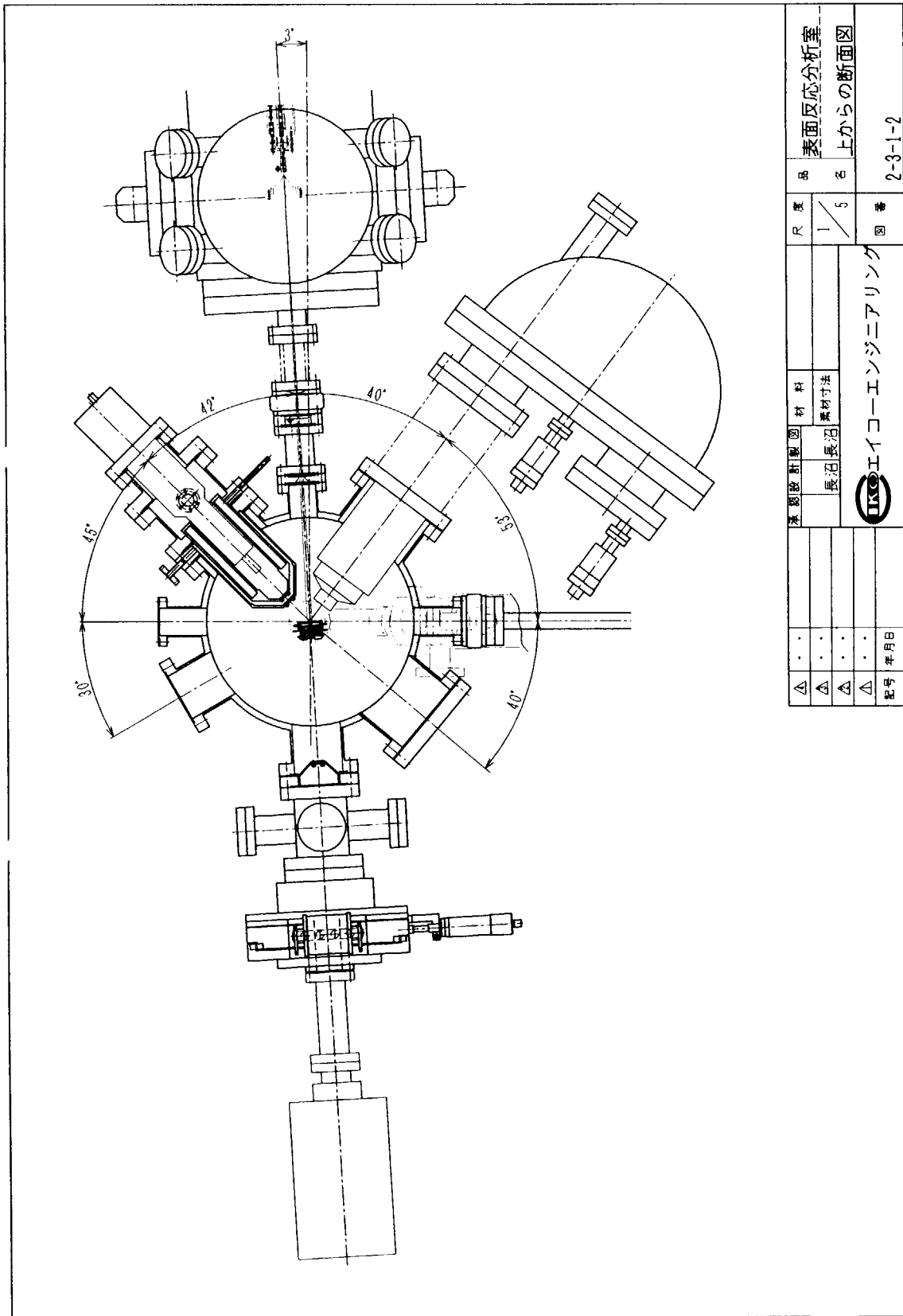
図 2.1.2 制御盤の構成



付図1 実験装置の上面全体図

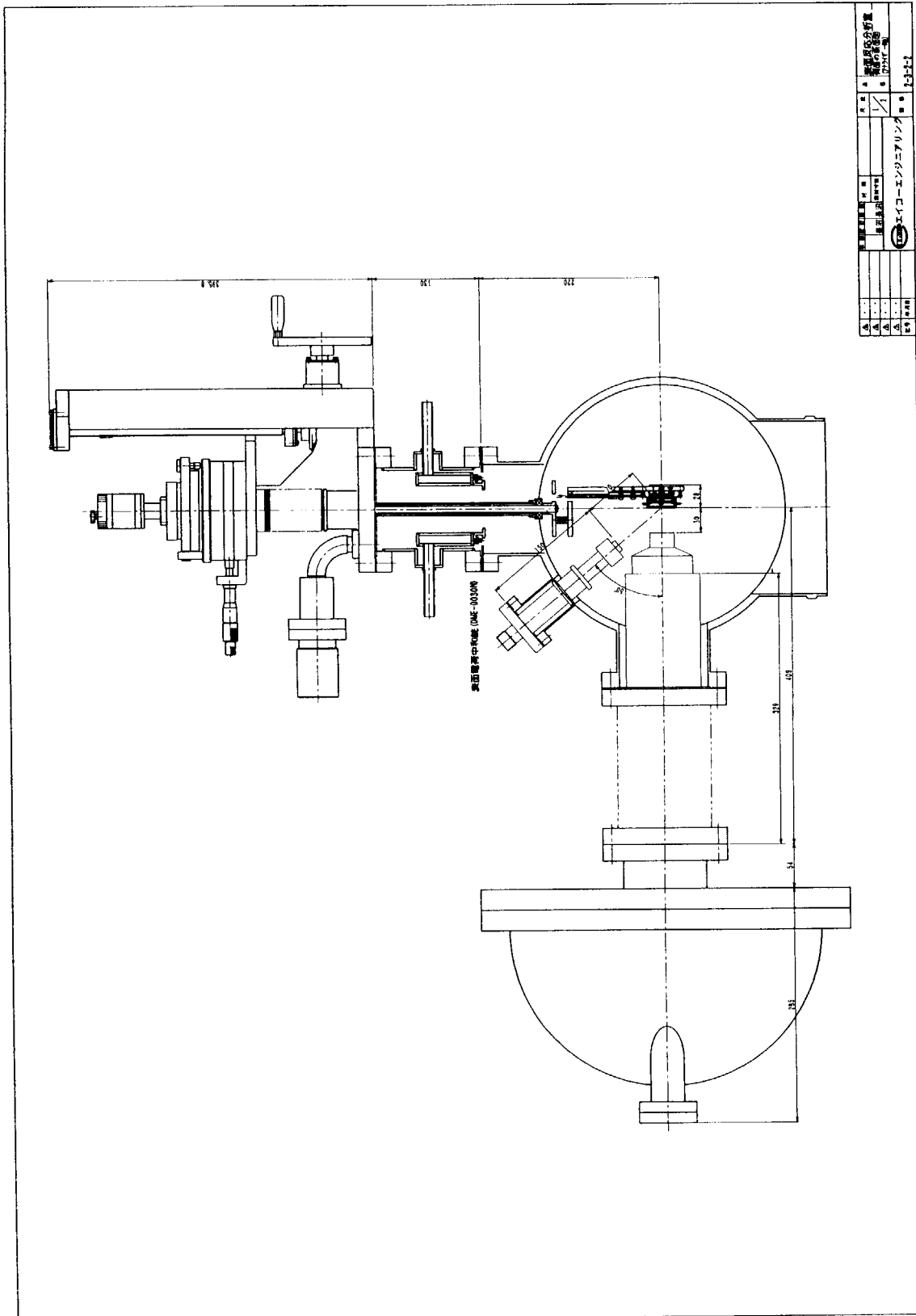


付図3 SRビームモニタ室の側面断面図

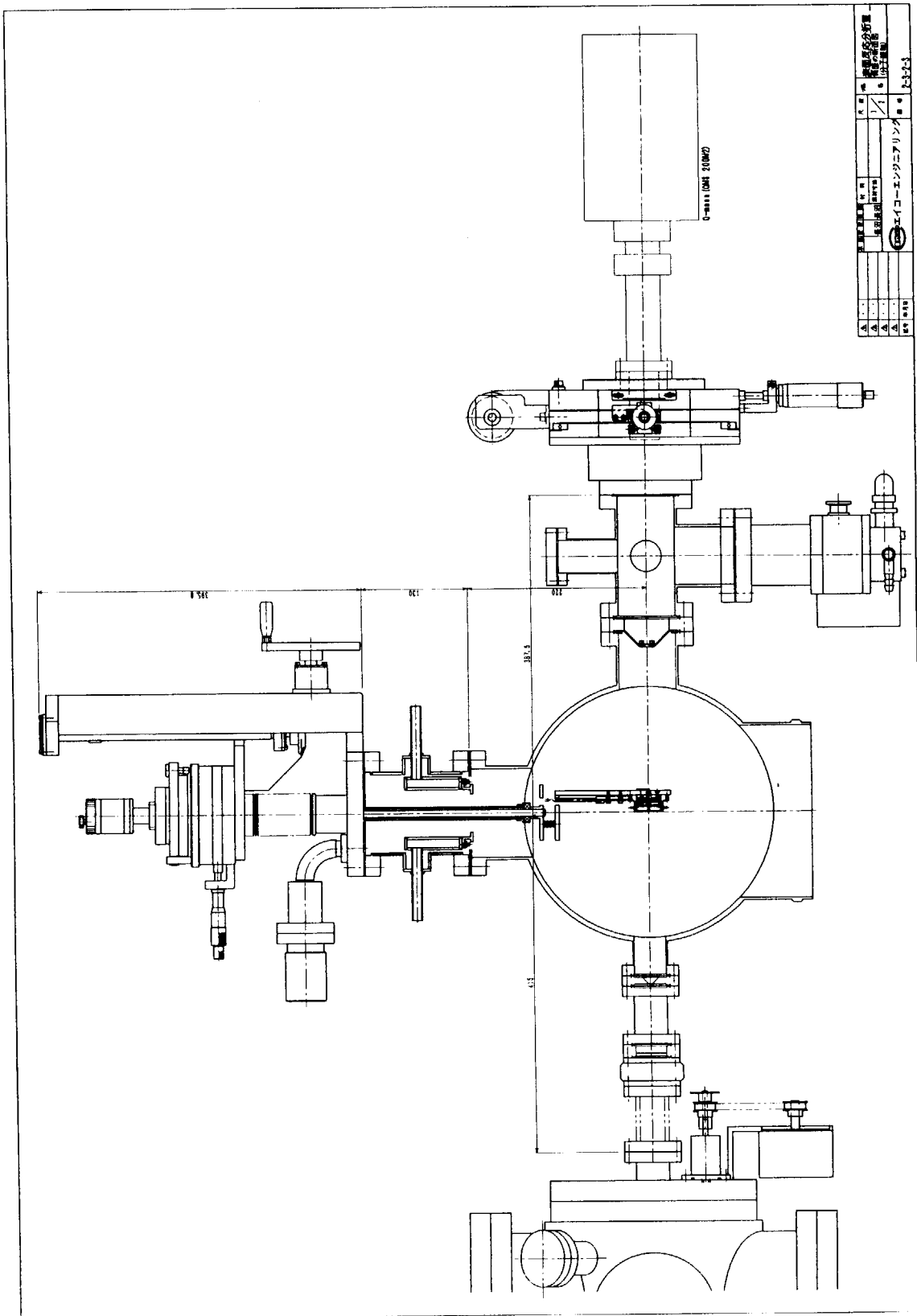


△	年月日		記号				IKC エイコーエンジニアリング		図番	2-3-1-2
△									図	
△									番号	
△									材料	
△									構造寸法	
△									長沼長沼	
△									表面反応分析室	
△									上からの断面図	
△									尺度	1/5
△									品名	表面反応分析室

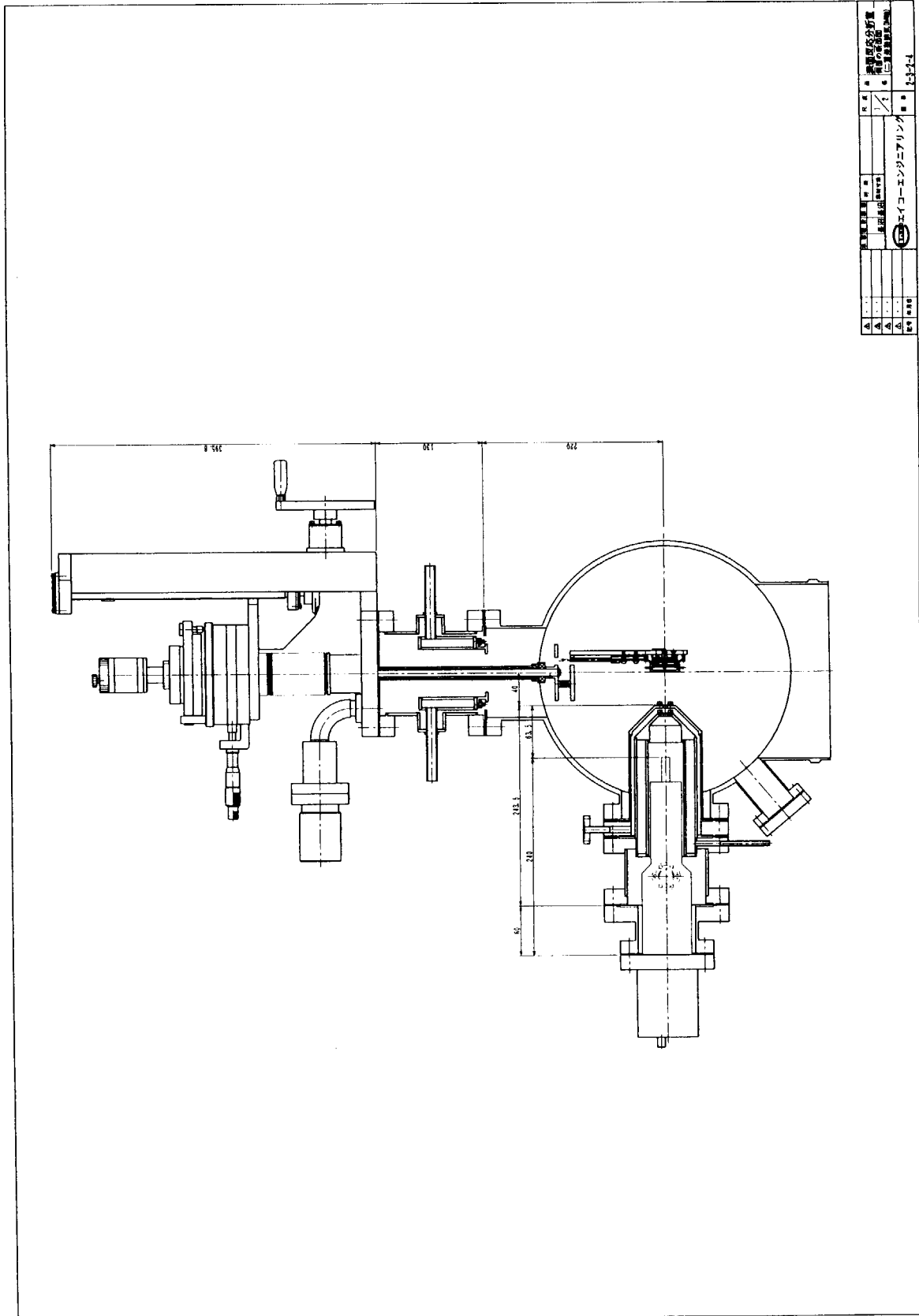
付図 5 表面反応分析室、超音速分子線発生装置、質量分析器、電子エネルギー分析器の上面断面図



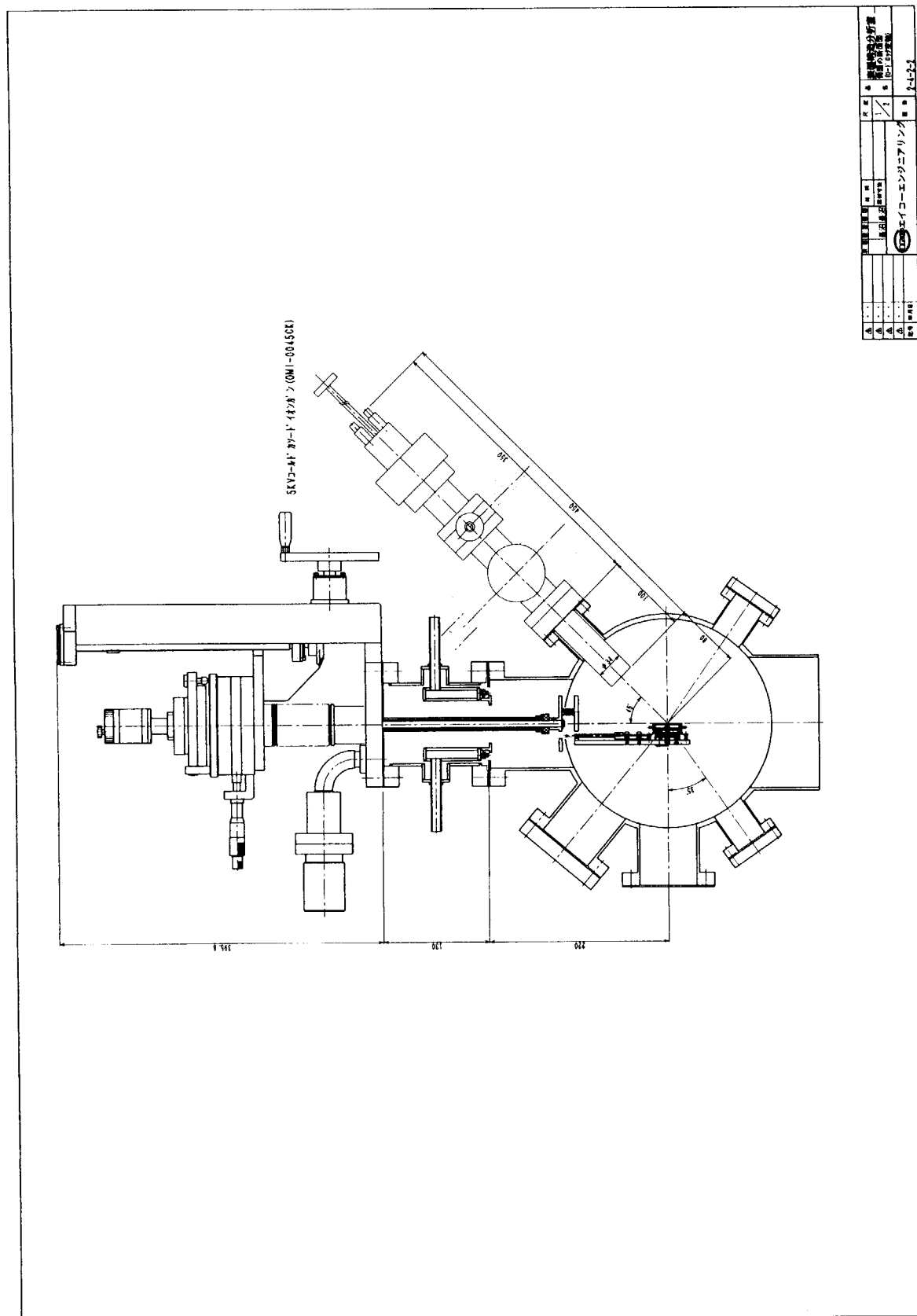
付図 7 表面反応分析室と中和電子銃、電子エネルギー分析器、マニピュレータの側面断面図



付図 8 表面反応分析室と超音速分子線発生装置、分子線分析用質量分析器、マニピュレータの側面断面図

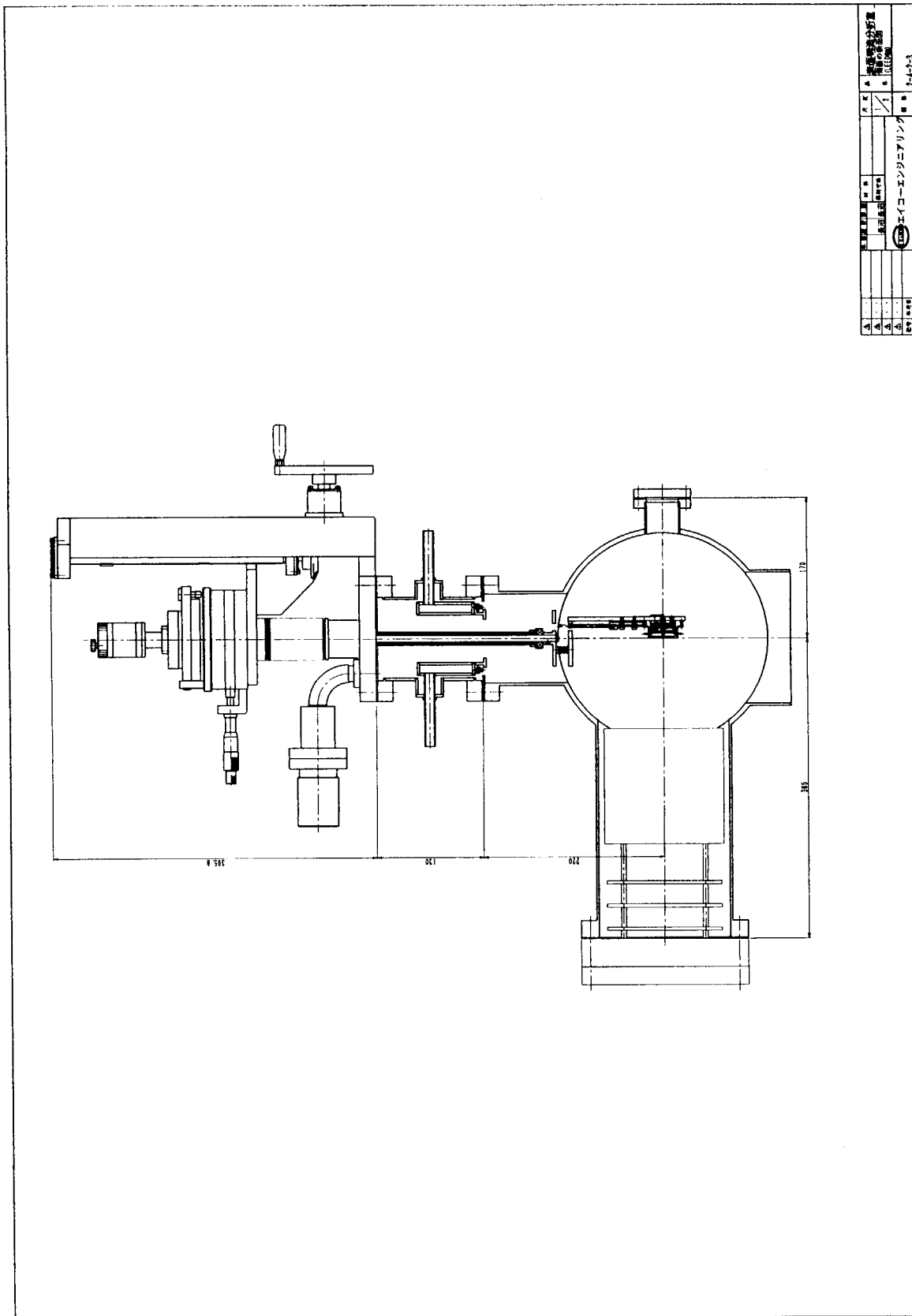


付図 9 表面反応分析室と昇温分離分析質量分析器、マニピュレータの側面断面図

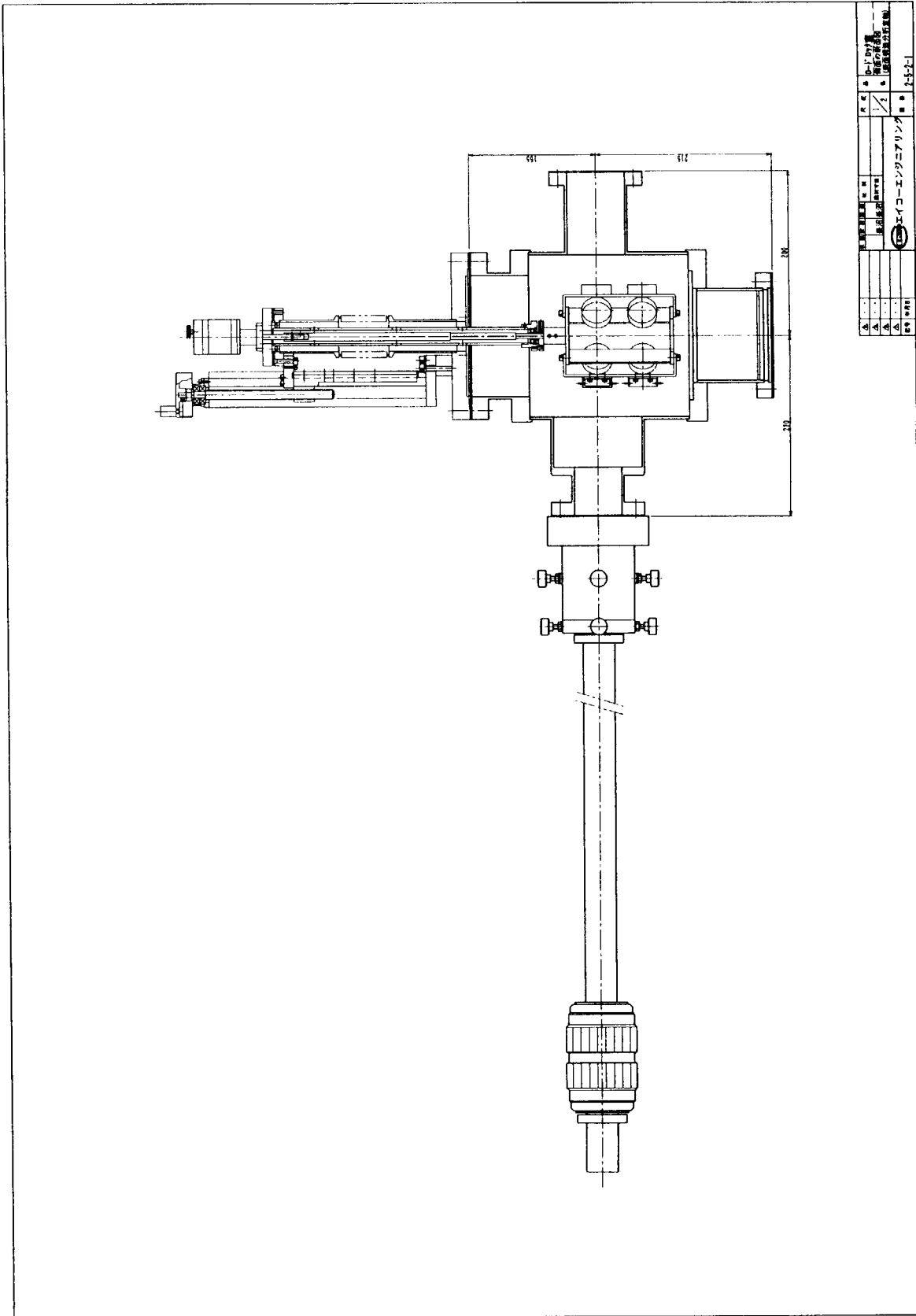


図名	表面構造分析室とイオン銃、マニピュレータの側面断面図
図号	2-10-1
縮尺	1/1
製図者	藤田 隆夫
検査者	藤田 隆夫
承認者	藤田 隆夫
備考	電子線照射装置

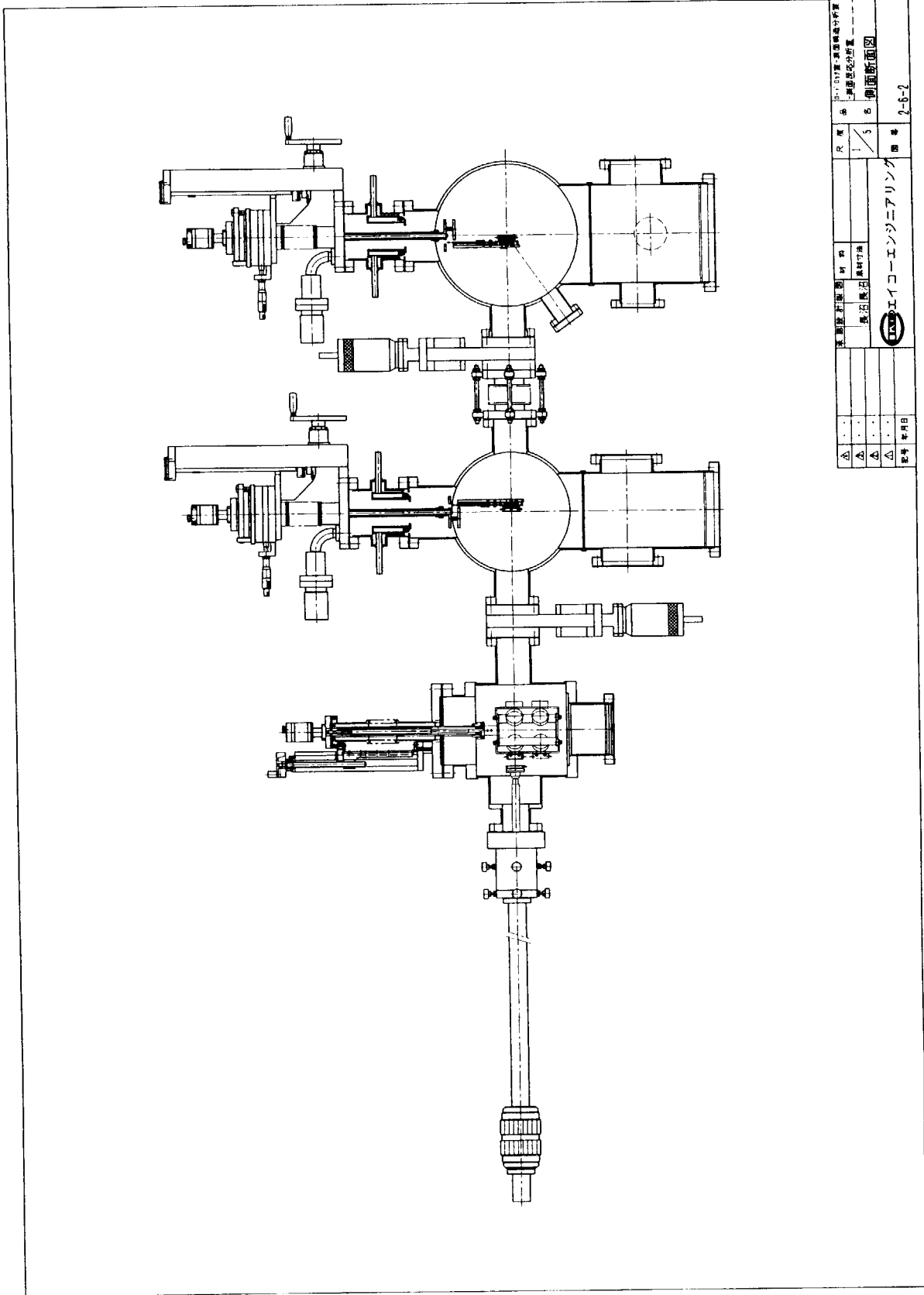
付図 10 表面構造分析室とイオン銃、マニピュレータの側面断面図



付図 11 表面構造分析室と LEED/AES、マニピュレータの側面断面図

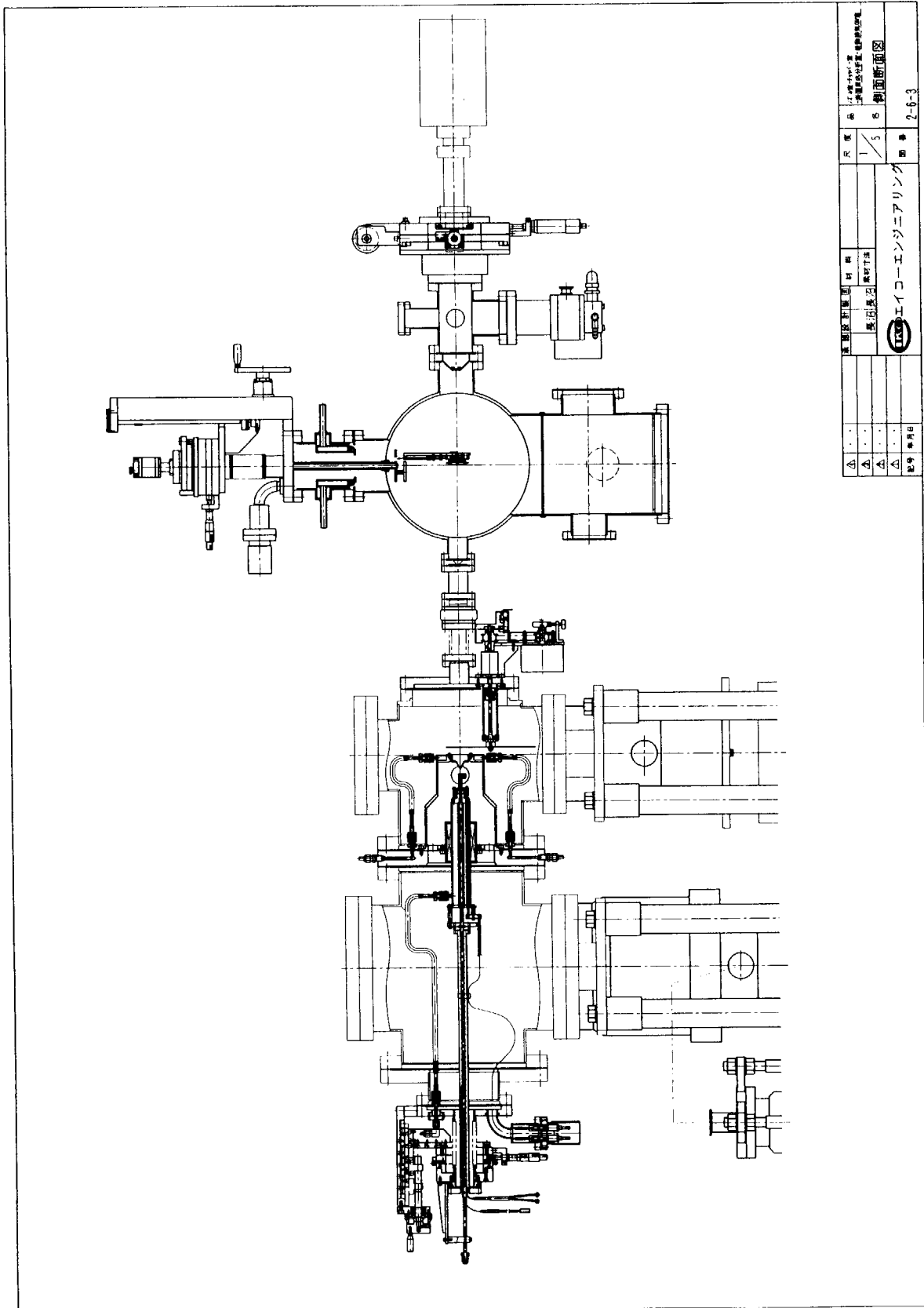


付図 12 ロードロック室の側面断面図

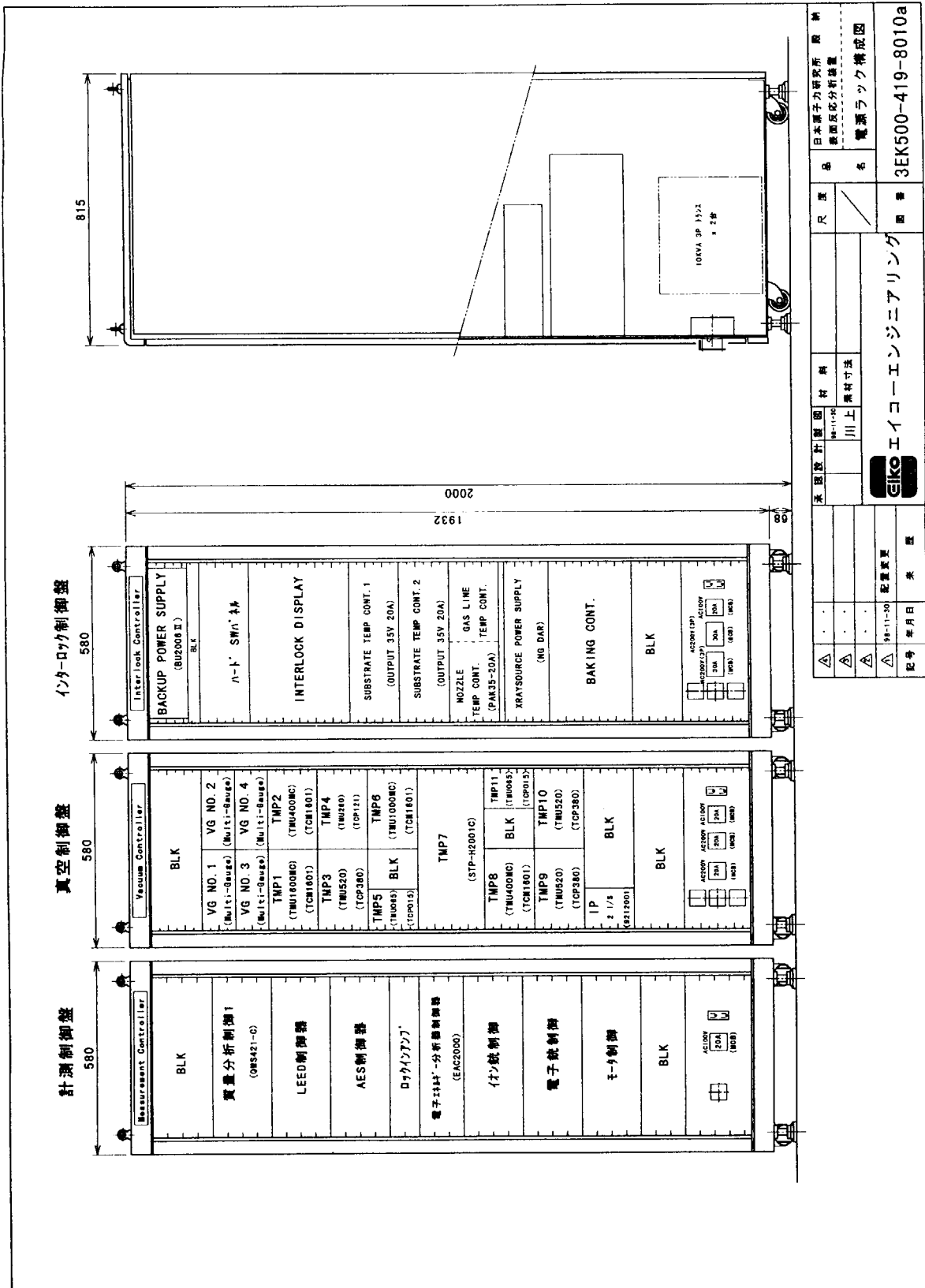


JAERI-Tech 2001-006		表面反応分析室の側面断面図	
図名	表面反応分析室の側面断面図	図号	2-6-2
縮尺	1/5	製図者	エコーエンジニアリング
製図者	エコーエンジニアリング	製図日	
製図日		製図場所	
製図機		製図機	
製図機		製図機	
製図機		製図機	
製図機		製図機	
製図機		製図機	

付図 14 ローロック室と表面構造分析室、表面反応分析室の側面断面図

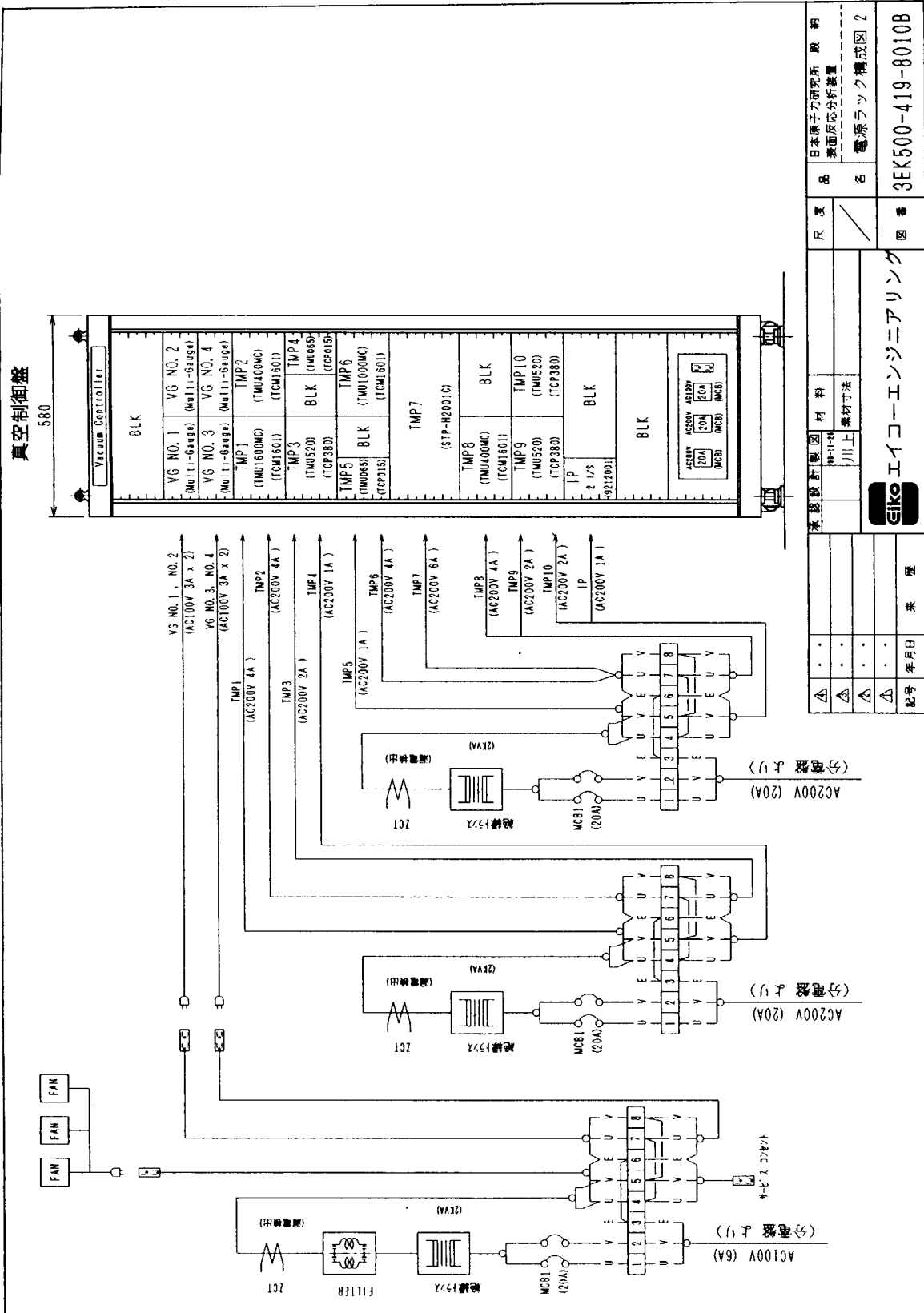


付図 15 超高速分子線発生装置と表面反応分析室、分子線分析用質量分析器の側面断面図

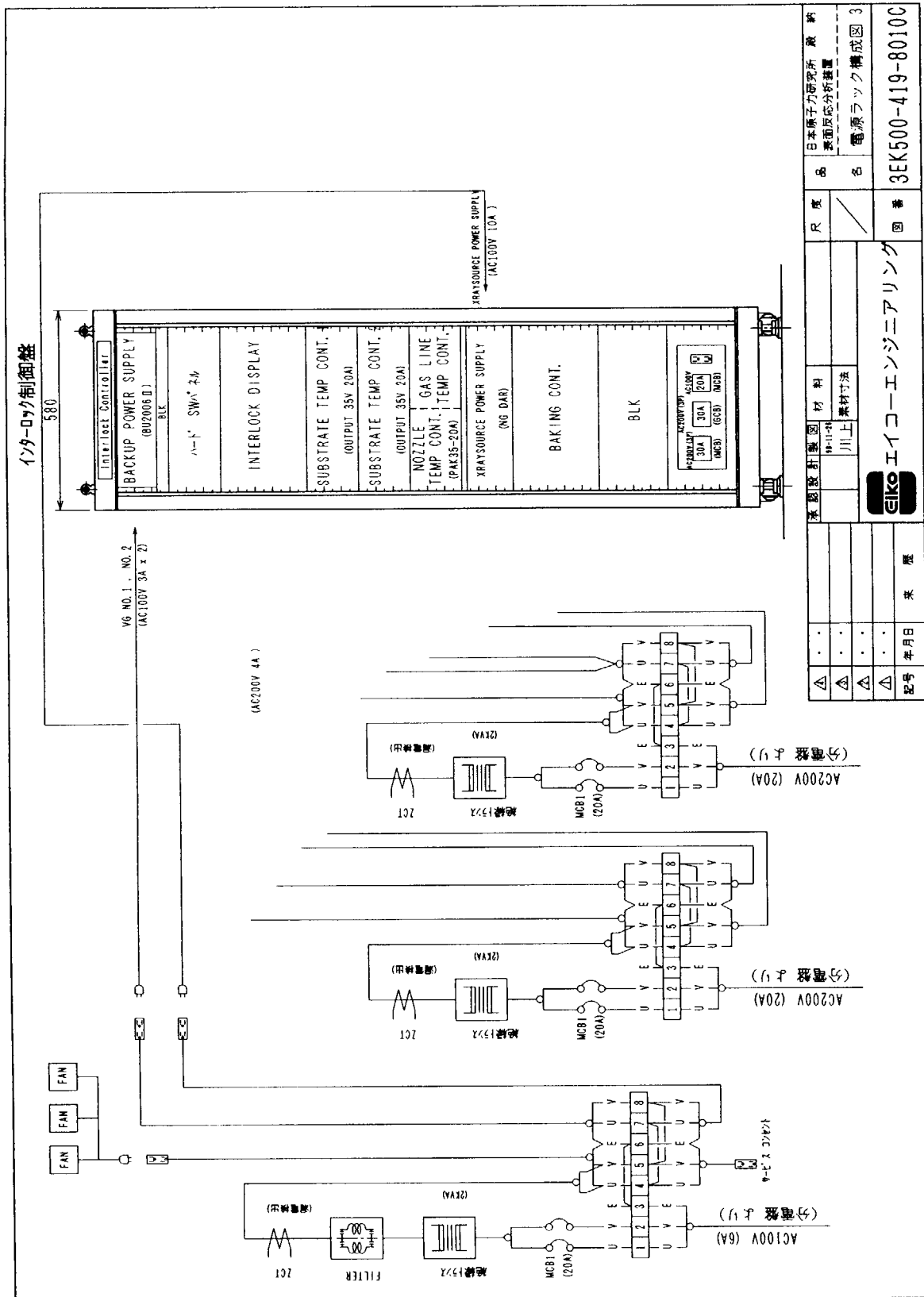


制御盤の全体構成図

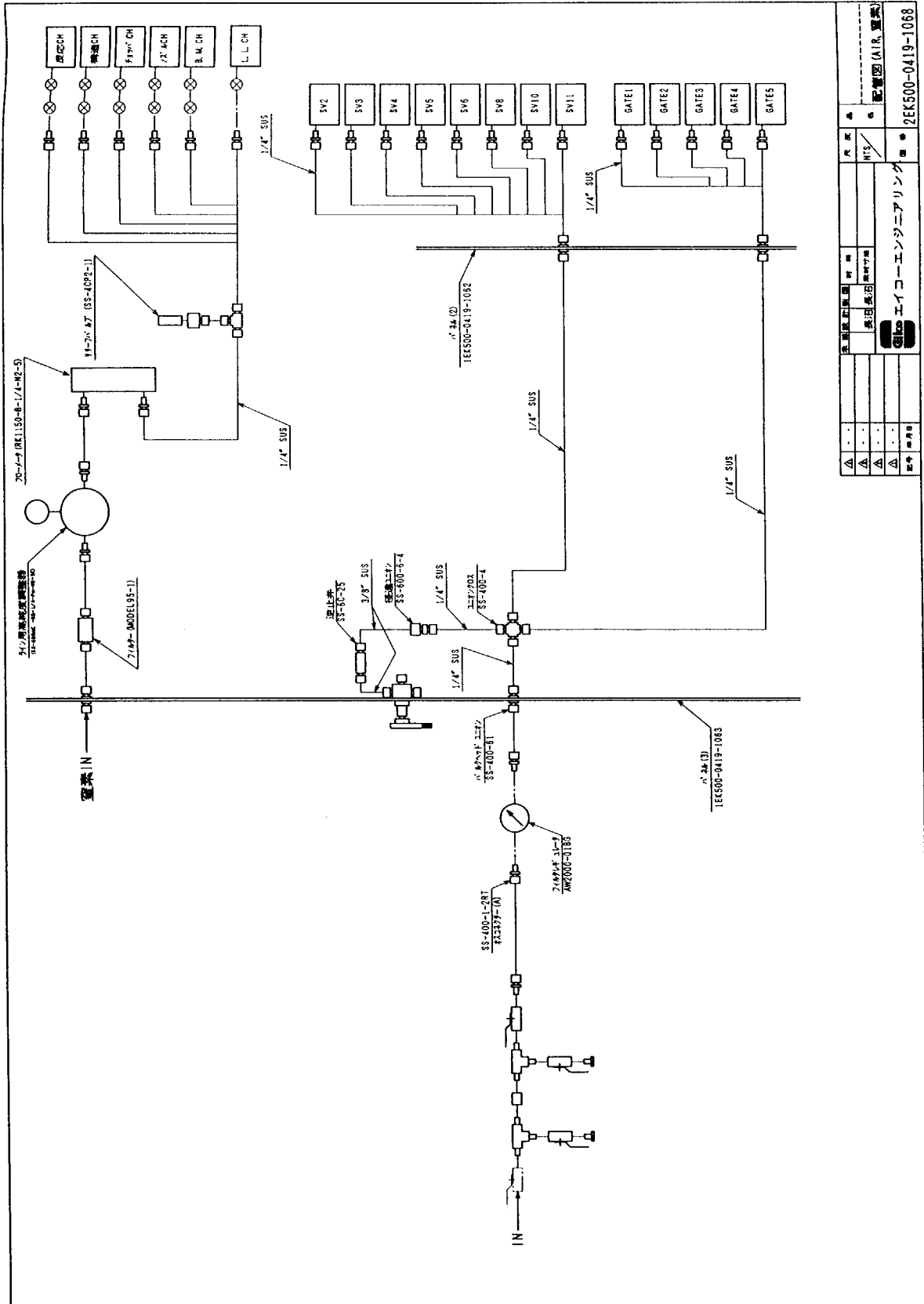
付図 17



付図 19 真空制御盤の電源および構成図



付図 20 インターロック制御盤の電源および構成図



付図 21

圧空および窒素の配管図

図名	圧空および窒素の配管図
図番	21
設計者	NTS
承認者	
製作	
検査	
配管図 (AIR, 窒素)	2EK500-0419-1068

This is a blank page.

国際単位系 (SI) と換算表

表1 SI基本単位および補助単位

量	名称	記号
長さ	メートル	m
質量	キログラム	kg
時間	秒	s
電流	アンペア	A
熱力学温度	ケルビン	K
物質	モル	mol
光度	カンデラ	cd
平面角	ラジアン	rad
立体角	ステラジアン	sr

表3 固有の名称をもつSI組立単位

量	名称	記号	他のSI単位による表現
周波数	ヘルツ	Hz	s ⁻¹
力	ニュートン	N	m·kg/s ²
圧力, 応力	パスカル	Pa	N/m ²
エネルギー, 仕事, 熱量	ジュール	J	N·m
工率, 放射束	ワット	W	J/s
電気量, 電荷	クーロン	C	A·s
電位, 電圧, 起電力	ボルト	V	W/A
静電容量	ファラド	F	C/V
電気抵抗	オーム	Ω	V/A
コンダクタンス	ジーメンズ	S	A/V
磁束	ウェーバ	Wb	V·s
磁束密度	テスラ	T	Wb/m ²
インダクタンス	ヘンリー	H	Wb/A
セルシウス温度	セルシウス度	°C	
光束	ルーメン	lm	cd·sr
照度	ルクス	lx	lm/m ²
放射能	ベクレル	Bq	s ⁻¹
吸収線量	グレイ	Gy	J/kg
線量当量	シーベルト	Sv	J/kg

表2 SIと併用される単位

名称	記号
分, 時, 日	min, h, d
度, 分, 秒	°, ', "
リットル	l, L
トン	t
電子ボルト	eV
原子質量単位	u

1 eV = 1.60218 × 10⁻¹⁹ J
1 u = 1.66054 × 10⁻²⁷ kg

表4 SIと共に暫定的に維持される単位

名称	記号
オングストローム	Å
バール	bar
ガリ	Gal
キュリー	Ci
レントゲン	R
ラド	rad
レム	rem

1 Å = 0.1 nm = 10⁻¹⁰ m
1 b = 100 fm = 10⁻²⁸ m²
1 bar = 0.1 MPa = 10⁵ Pa
1 Gal = 1 cm/s² = 10⁻² m/s²
1 Ci = 3.7 × 10¹⁰ Bq
1 R = 2.58 × 10⁻⁴ C/kg
1 rad = 1 cGy = 10⁻² Gy
1 rem = 1 cSv = 10⁻² Sv

表5 SI接頭語

倍数	接頭語	記号
10 ¹⁸	エクサ	E
10 ¹⁵	ペタ	P
10 ¹²	テラ	T
10 ⁹	ギガ	G
10 ⁶	メガ	M
10 ³	キロ	k
10 ²	ヘクト	h
10 ¹	デカ	da
10 ⁻¹	デシ	d
10 ⁻²	センチ	c
10 ⁻³	ミリ	m
10 ⁻⁶	マイクロ	μ
10 ⁻⁹	ナノ	n
10 ⁻¹²	ピコ	p
10 ⁻¹⁵	フェムト	f
10 ⁻¹⁸	アト	a

(注)

- 表1-5は「国際単位系」第5版, 国際度量衡局 1985年刊行による。ただし, 1 eV および 1 uの値はCODATAの1986年推奨値によった。
- 表4には海里, ノット, アール, ヘクトールも含まれているが日常の単位なのでここでは省略した。
- barは, JISでは流体の圧力を表わす場合に限り表2のカテゴリーに分類されている。
- EC閣僚理事会指令では bar, barn および「血圧の単位」mmHgを表2のカテゴリーに入れている。

換算表

力	N (=10 ⁵ dyn)	kgf	lbf
	1	0.101972	0.224809
	9.80665	1	2.20462
	4.44822	0.453592	1

粘度 1 Pa·s (N·s/m²) = 10 P (ポアズ) (g/(cm·s))
動粘度 1 m²/s = 10⁴ St (ストークス) (cm²/s)

圧	MPa (=10 bar)	kgf/cm ²	atm	mmHg (Torr)	lbf/in ² (psi)
	1	10.1972	9.86923	7.50062 × 10 ²	145.038
力	0.0980665	1	0.967841	735.559	14.2233
	0.101325	1.03323	1	760	14.6959
	1.33322 × 10 ⁻⁴	1.35951 × 10 ⁻³	1.31579 × 10 ⁻³	1	1.93368 × 10 ⁻²
	6.89476 × 10 ⁻³	7.03070 × 10 ⁻²	6.80460 × 10 ⁻²	51.7149	1

エネルギー・仕事・熱量	J (=10 ⁷ erg)	kgf·m	kW·h	cal (計量法)	Btu	ft·lbf	eV	1 cal = 4.18605 J (計量法) = 4.184 J (熱化学) = 4.1855 J (15 °C) = 4.1868 J (国際蒸気表)
	1	0.101972	2.77778 × 10 ⁻⁷	0.238889	9.47813 × 10 ⁻⁴	0.737562	6.24150 × 10 ¹⁸	
	9.80665	1	2.72407 × 10 ⁻⁶	2.34270	9.29487 × 10 ⁻³	7.23301	6.12082 × 10 ¹⁹	
	3.6 × 10 ⁶	3.67098 × 10 ⁵	1	8.59999 × 10 ⁵	3412.13	2.65522 × 10 ⁶	2.24694 × 10 ²⁵	
	4.18605	0.426858	1.16279 × 10 ⁻⁶	1	3.96759 × 10 ⁻³	3.08747	2.61272 × 10 ¹⁹	仕事率 1 PS (仏馬力) = 75 kgf·m/s = 735.499 W
	1055.06	107.586	2.93072 × 10 ⁻⁴	252.042	1	778.172	6.58515 × 10 ²¹	
	1.35582	0.138255	3.76616 × 10 ⁻⁷	0.323890	1.28506 × 10 ⁻³	1	8.46233 × 10 ¹⁸	
	1.60218 × 10 ⁻¹⁹	1.63377 × 10 ⁻²⁰	4.45050 × 10 ⁻²⁶	3.82743 × 10 ⁻²⁰	1.51857 × 10 ⁻²²	1.18171 × 10 ⁻¹⁸	1	

放射能	Bq	Ci
	1	2.70270 × 10 ⁻¹¹
	3.7 × 10 ¹⁰	1

吸収線量	Gy	rad
	1	100
	0.01	1

照射線量	C/kg	R
	1	3876
	2.58 × 10 ⁻⁴	1

線量当量	Sv	rem
	1	100
	0.01	1

