

JAERI-M
84-044

ガラス固化体作製装置
(設計と試運転)

1984年3月

田代 晋吾・森田 潤一*・坪井 孝志
吉川 静雄・塩田 得浩・谷口 彰正**

JAERI-M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。

入手の問い合わせは、日本原子力研究所技術情報部情報資料課（〒319-11 茨城県那珂郡東海村）あて、お申しこしてください。なお、このほかに財団法人原子力弘済会資料センター（〒319-11 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。

JAERI-M reports are issued irregularly.

Inquiries about availability of the reports should be addressed to Information Section, Division of Technical Information, Japan Atomic Energy Research Institute, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-11, Japan.

© Japan Atomic Energy Research Institute, 1984

編集兼発行 日本原子力研究所
印刷 山田軽印刷所

ガラス固化体作製装置
(設計と試運転)

日本原子力研究所東海研究所環境安全研究部

田代 晋吾・森田 潤一*・坪井 孝志
吉川 静雄・塩田 得浩・谷口 彰正**

(1984年1月31日受理)

ガラス固化体作製装置は、高レベル放射性廃棄物ガラス固化体の処理-貯蔵-処分に係る安全性試験に供されるガラス固化体を作製するため廃棄物安全試験施設(Waste Safety Testing Facility : WASTEF)のNo.2セル内に昭和56年の11月に設置された。

本装置は、最高50,000 Ciの実廃液を含む放射性物質を用いて、最高5ℓのガラス固化体を作製することが出来る。

本装置は、約1年間、53ランのコールド試運転の後、昭和57年11月からホット運転に入っている。

本報告書は、この装置について設計と試運転を中心にまとめたものである。

* 出向職員、三井石油化学(株)

** 現在、三井造船(株)原子力事業部

Vitrification Apparatus
(Design and Performance Test)

Shingo TASHIRO, Jun-ichi MORITA*, Takashi TUBOI
Shizuo KIKKAWA, Ukou SHIOTA and Akimasa TANIGUCHI**

Department of Environmental Safety Research
Tokai Research Establishment, JEARI

(Received January 31, 1984)

A vitrification apparatus was installed on November 1981 in No.2 cell of Waste Safety Testing Facility(WASTE-F) in order to prepare samples for safety performance tests of HLW vitrified forms under the simulated conditions of long-term storage and disposal.

The apparatus is capable to make a vitrified product of 5 liters in maximum volume and of 50,000 Ci in maximum radioactivity including actual HLW.

On November 1982 the hot operation of the apparatus has been started after cold test operations of 53 runs.

The report describes outlines of the design and results of the performance tests.

Keywords: Vitrified Form, High-level Radioactive Waste, Design,
Performance Test

* On leave from Mitsui Petrochemical Industries, Ltd.

** Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.

目 次

1. 装置の目的	1
2. 基本設計条件	2
2.1 基本条件	2
2.2 基本仕様	3
2.3 予備試験	3
2.4 プロセス	4
3. 装置仕様	9
3.1 工程仕様	9
3.2 機器仕様	17
3.3 計測及び制御	30
3.4 配置	30
3.5 安全対策	37
4. 保守及び点検	39
4.1 除染	39
4.2 点検—保守	39
5. 試運転及び改良点	42
5.1 コールド運転	42
5.2 ホット試運転	42
謝辞	51
参考文献	51

Contents

1. Purpose of the apparatus	1
2. Basic design	2
3. Specification	9
4. Maintenance	39
5. Performance test	42
References	51

Contents of Tables and Figures

Table 1	Composition of HLLW.....	10
Table 2a	Controller and alarm on No.1 panel.....	33
Table 2b	Controller and alarm on No.2 panel.....	34
Table 3a	Maintenance(major equipment).....	40
Table 3b	Maintenance(electrical equipment & instrument)....	41
Table 4	Specification of cold vitrification test.....	44
Table 5	Specification of hot vitrification test.....	44
Table 6	Composition of synthtic waste(calculated).....	45
Table 7	Surface contamination levels after hot run.....	48
Fig. 1	Vitrification apparatus in No.2 cell.....	1
Fig. 2	Layout of WASTE-F in the first floor.....	2
Fig. 3	Procedure of vitrification process.....	4
Fig. 4	Process specification.....	6
Fig. 5a	Process flow of the vitrification apparatus(1)....	7
Fig. 5b	Process flow of the vitrification apparatus(2)....	8
Fig. 6	Heating pattern.....	13
Fig. 7	Feature of shutter.....	14
Fig. 8	Storage tank(VE-1001).....	17
Fig. 9	Buffering tank(VE-1002).....	18
Fig. 10	Evaporator/Denitrator(VE-1003).....	19
Fig. 11a	Melter made of Pt-lining(FU-1001).....	20
Fig. 11b	Melter made of INCONEL(FU-1001).....	21
Fig. 12	Receiver(FU-1002).....	22
Fig. 13	Ru-absorber(TW-1001).....	23
Fig. 14	Scrubber(TW-1002).....	24
Fig. 15	HEPA-filer unit(FT-1001).....	25
Fig. 16	Condenser-1(HE-1001).....	26

Fig. 17	Condenser-2(HE-1002).....	27
Fig. 18	Steam ejector(EJ-1007).....	29
Fig. 19	Arithmetic seqence unit.....	31
Fig. 20	Sequence control unit.....	31
Fig. 21	Control panel.....	32
Fig. 22a	Layout(elevation view).....	35
Fig. 22b	Layout(Plan view).....	36
Fig. 23	Heating pattern for melting.....	46
Fig. 24	Cooling pattern.....	46
Fig. 25	Sampling points by smear chips.....	47
Fig. 26	Activity distribution in down stream.....	49
Fig. 27	Improved feature of shutter.....	50

1. 装置の目的

高レベル放射性廃棄物のガラス固化技術は、すでにフランスでは実証規模装置 (AVM) の運転が続けられ、¹⁾ イギリス、アメリカ等の諸外国でも研究開発が進んでいる。²⁾

我が国でも動燃事業団再処理工場ではすでに実廃液の貯蔵が開始されており、そのガラス固化のため昭和 60 年代前半の運転を目ざしてホットパイロットプラントの準備がなされている。³⁾

原研においては、高レベル廃棄物固化体の処理処分に係わる安全性について試験研究を進めており、昭和 49 年にガラス固化体 1ℓ を製造する固化試験装置を試作して安全性試験用のコールド模擬試料を作製してきた。

昭和 56 年には、コールド模擬試験の結果を基に、実際の再処理廃液を使用した試験を実施するため、廃棄物安全試験施設 (Waste Safety Testing Facility ; WASTEF) が建設された。⁴⁾

本施設では、最大 50,000 Ci の放射能を持った 5ℓ のガラス固化体を取り扱って長期貯蔵及び処分時の安全性試験を実施することになっている。

本装置は、これらの試験に供する試料として、1 バッチ 1ℓ のライジングレベル方式によって最大 5ℓ のガラス固化体を作製するために、設置したものである。

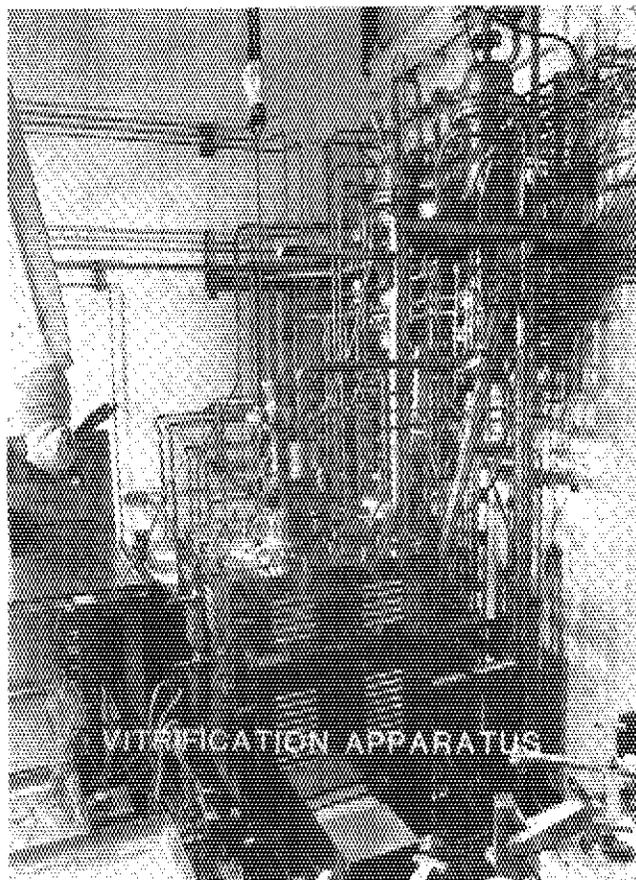


Fig.1 VITRIFICATION APPARATUS
IN NO.2 CELL

2. 基本設計条件

2.1 基本条件

2.1.1 機器及びプロセス条件

- (1) WASTEF内No.2セルに設置する (Fig. 2 参照)
- (2) 運転は、すべて自動遠隔操作で行う
- (3) 溶融ルツボ及び溶融ルツボ付ヒータは、遠隔で交換可能とする
- (4) 安全上、ギ酸の過剰供給、溶融ルツボの過熱及び加圧
並びに計器用空気、冷却水及び冷水の供給異常にはインターロックを設ける

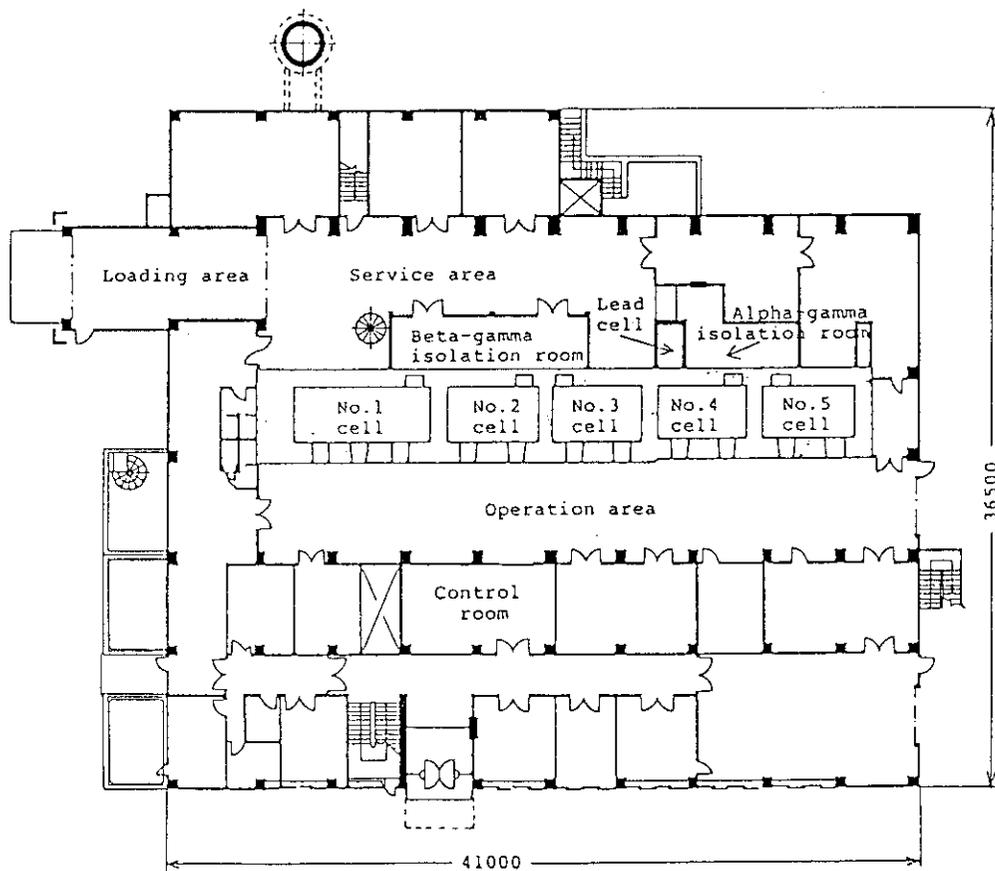


Fig.2 LAYOUT OF WASTEF
IN THE FIRST FLOOR

2.1.2 作製固化体条件

- (1) 各種の製法で得られる固化体の組成を模擬できる
- (2) 安全性試験に耐える均質性を保証する
- (3) 固化体の容量は、0.2から5 ℓの間、可変とする
- (4) 使用放射性物質は、最大 50,000 Ci とする
- (5) 作製中、きょう雑物の混入を低く押える
- (6) 固化体は、金属製容器又は裸で取り出せる

2.2 基本仕様

2.2.1 取扱試料

- (1) 種類
 - a) 軽水炉燃料再処理工場の第一抽出サイクル及び溶媒洗浄工程より発生する高レベル放射性廃液（以下「HLLW (High-Level Liquid Waste)」という）
 - b) RI 試料
- (2) 比放射能 最高 10,000 Ci/ℓ
- (3) 発熱量 最高 8.73 W/ℓ

2.2.2 試験回数及び処理能力

- (1) 試験回数 最高 10 Run / 年
- (2) 処理能力 最高 5 ℓ (ガラス固化体) / Run
1 ℓ (ガラス固化体) / Batch

2.2.3 運転条件等

- | | |
|--------------------|-----------------------------------|
| (1) 廃液の処理方式 | ライジングレベル方式を加味したバッチ方式 |
| (2) 廃液の前処理 | ギ酸による硝酸分解 |
| (3) ガラス熔融温度 | 最高 1400 °C |
| (4) 槽類、配管系及びオフガス処理 | セル内圧以下の負圧 |
| (5) その他 | Ru 吸着塔、オフガスフィルタ及びオフガスプロアは、予備を設ける。 |

2.3 予備試験

ガラス固化体作製装置の設計製作に先だち、設計上の不明確な点を試験するため、予備試験を行った。その結果、次のことが判明した⁵⁾

- (1) 加熱炉の最高到達温度 1250 °C における炉表面の温度は、200 °C 以下を保持出来る。
- (2) 熔融ルツボ内生成仮焼体による熔融ルツボ上部のブロッキングの防止は、上部加熱ゾーンから昇温する方法により可能である。
- (3) ガラス固化体の均質化は、再熔融方式及びガスバブリング方式により可能である。

- (4) フリーズバルブ機能とシャッターの作動は、バルブとシャッターのクリアランスを狭くし、シャッターを大きくすることによって良好となる。
- (5) 熔融ルツボの材料の耐久性は、158時間30分の運転時間では白金ライニング(継ぎ目を除く)は、良好で(腐食はほとんどなく、白金の剥離防止にセラミック溶射が有効であることを確認)インコネルは、0.4mmの厚みの減少があった。
- (6) 装置の遠隔交隔性は、次の点に配慮が必要である。
 - a) 熔融ルツボフランジの脱着 : クランプの取付位置, シャフトの形状及び締付けの強さ
 - b) 電気炉の昇降 : ラチェットスピナの長さ及び締付けトルク
 - c) 電気用コネクタの脱着 : アームの長さ
 - d) 熱電対の脱着 : 熱電対の取付状態
 - e) 熔融ルツボの据付 : フリーズバルブの芯出し

2.4 プロセス

本装置は、1バッチ1ℓのガラス固化体を作製する能力を持った抵抗加熱式の熔融ルツボを中心とした熔融系、脱硝-濃縮槽等の前処理系、及びRu吸着塔等のオフガス処理系に大別される。本装置に於けるHLLWの処理の概要をFig. 3に示す。

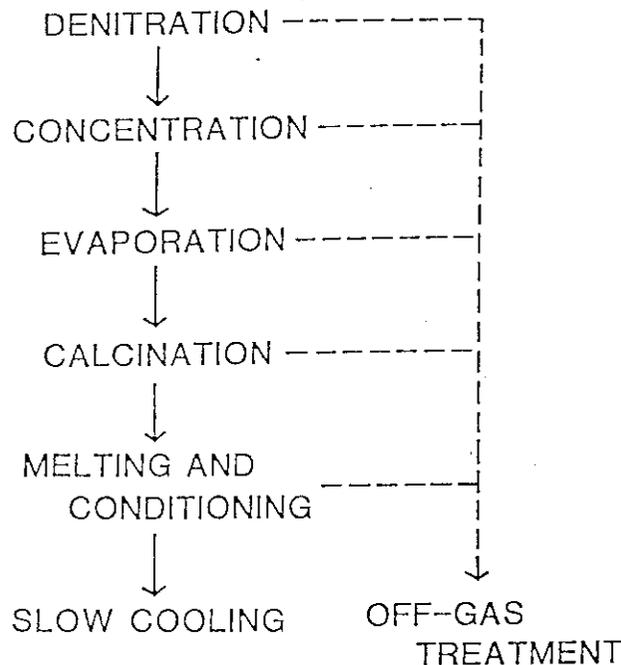


Fig.3 PROCEDURE OF
VITRIFICATION PROCESS

本装置のプロセス熱収支、物質収支（各工程におけるF. P.の揮発、飛沫同伴割合及び各機器の除染係数）及び圧力収支をFig. 4に示す。

装置主要部の熔融ルツボ及び熱電対保護管の材料は、最高使用温度1400°Cに耐えるクロムを主体とする合金（CRIMAX）にセラミック溶射、白金ライニングを施したものと及び最高使用温度1200°Cで、昇温速度を大きく出来るニッケルを主体とする合金（INCONEL 600）の2種類を使用する。

熔融ルツボ下部のフリーズバルブ部のシャッター機構は、試料のサンプリングの便及びガラスの糸引き現象を防止するために設置した。

フリーズバルブ径（7.8 mm）、シャッターとフリーズバルブ先端とのクリアランス（0.2 mm）及びシャッター台座内面の冷却方式等は、熔融ガラスを熔融ルツボ内に長時間留めておくとともに、取り出し時は、スムーズに流出させることが出来る。また、熔融ルツボ内には空気による攪はんを行って、ガラス固化体組成を均一にするためのバブラー管を設けている。

オフガス処理系は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ を充填したRu吸着塔、ラッシヒリングを充填した窒素酸化物吸収用の洗浄塔、微粉塵等の回収用のフィルタで構成し、有害物質の本装置外への流出を防止している。

Fig. 5 a 及び 5 b に詳細プロセスフローを示す。

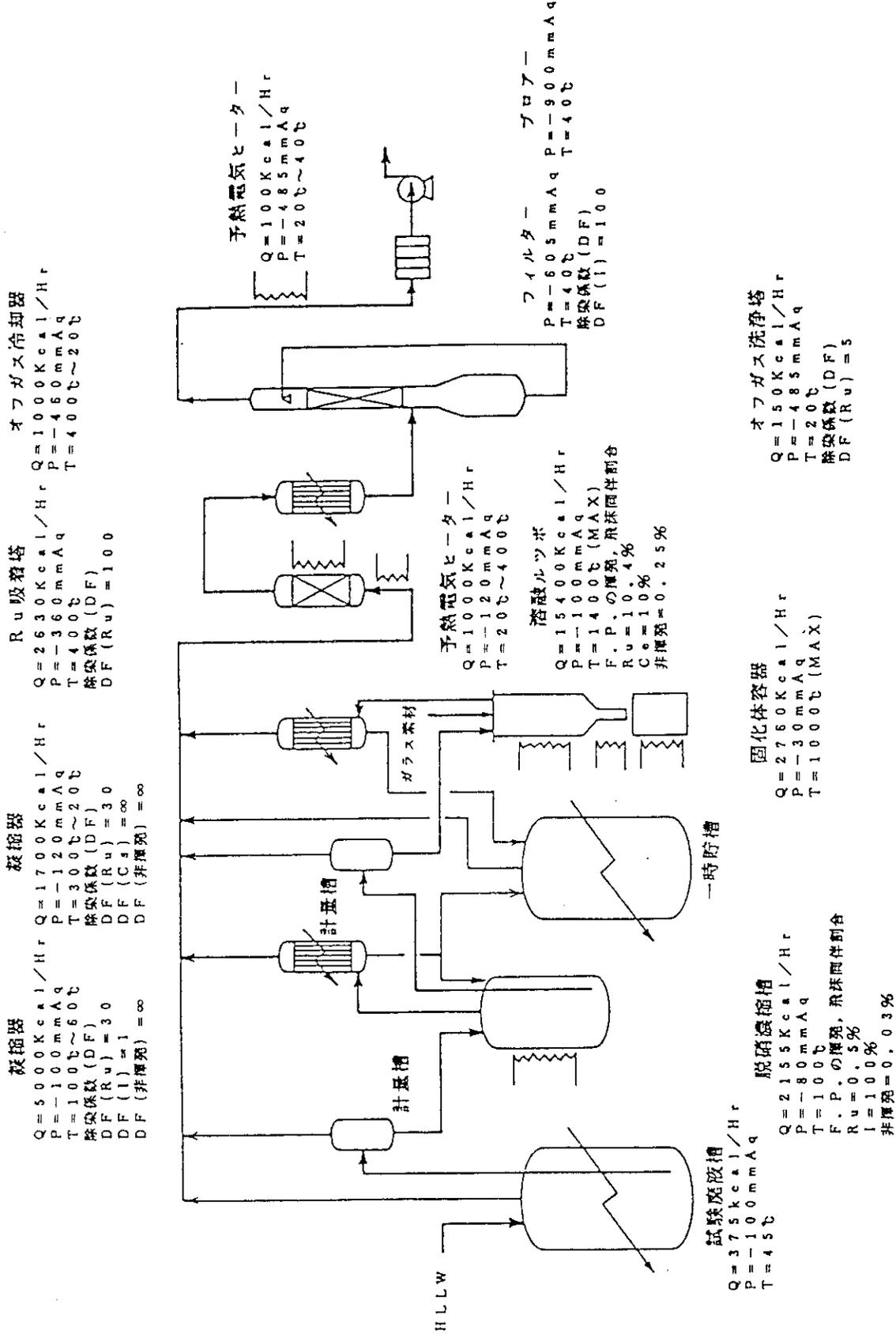


Fig.4 PROCESS SPECIFICATION

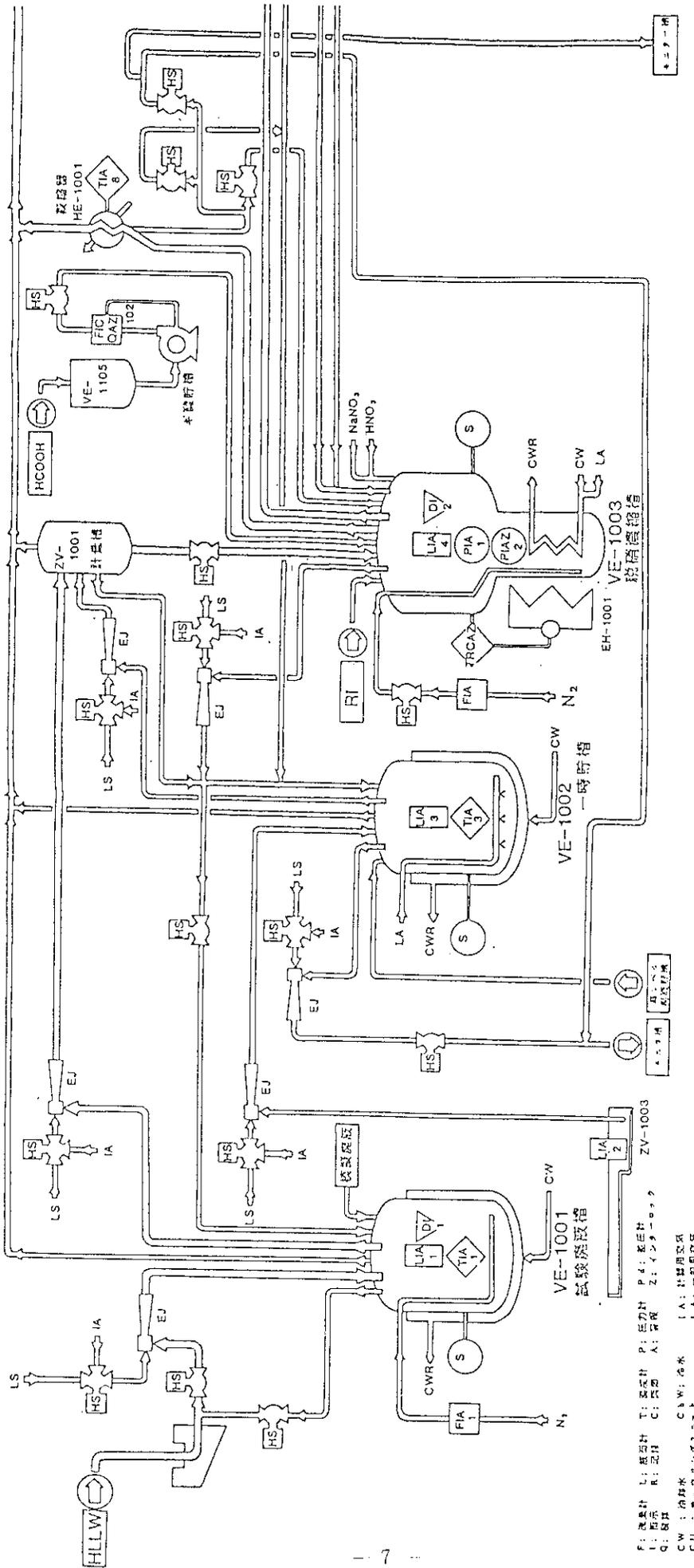


Fig.5a PROCESS FLOW OF THE VITRIFICATION APPARATUS(1)

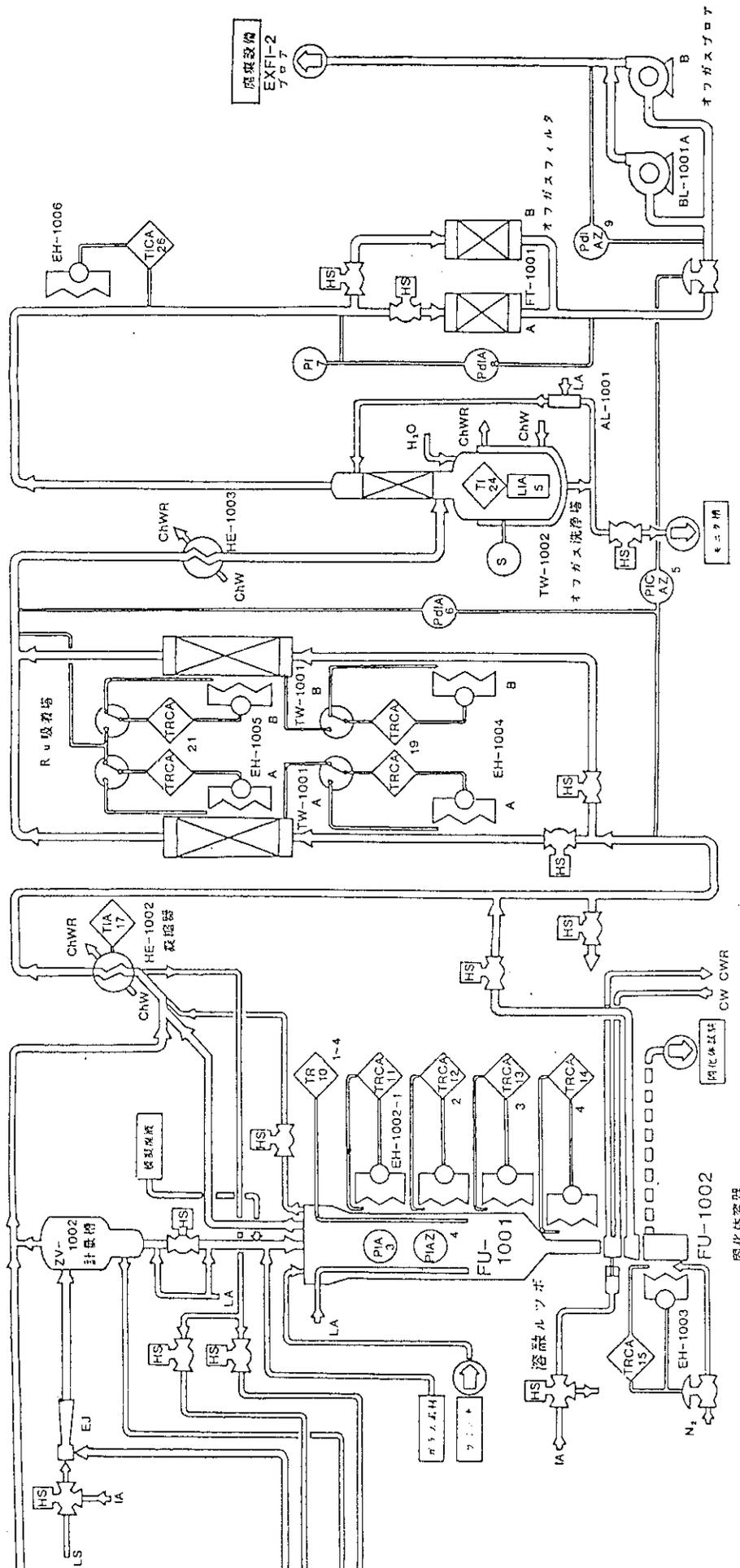


Fig.5b PROCESS FLOW OF THE VITRIFICATION APPARATUS (2)

3. 装置仕様

3.1 工程仕様

本装置は、廃液の受入れ工程、脱硝-濃縮工程、溶融-焼なまし工程、オフガス処理工程、及び試薬供給工程によって運転されている。以下に各工程における設計基礎及びプロセスの内容について述べる。

3.1.1 廃液の受入工程

本工程の目的は、HLLWの受入れ及び貯蔵を行うことである。

3.1.1.1 工程設計基礎

(1) 取扱い試料と貯蔵能力

- a) 取扱い試料：Table 1 に記載のHLLWを標準とするもの
- b) 貯蔵能力：試験廃液槽 50 ℓ

(2) 主な安全対策

- a) 過剰廃液量の受入防止
設定値以上の液面で警報
- b) 発生水素の爆発防止
窒素による水素の希釈及び酸素の混入防止、窒素量低下で警報
- c) 放射性廃液の漏洩防止
受け皿及び漏洩液回収装置の設置、受け皿に液が溜まると警報

3.1.1.2 プロセス内容

再処理工場より受入れるHLLWは、液体輸送容器により、Na 2セルの背面のβγアイソレーションルームまで移送され、スチームエゼクター（EJ-1001）により液体輸送容器から液体輸送容器接続口を通して、試験廃液槽（VE-1001）に移送され、一時貯蔵される。一時貯蔵の間は常時液位を監視すると共に冷却水による崩壊熱の除去、窒素による廃液の攪はん及び発生水素の希釈を行う。

3.1.2 脱硝-濃縮工程

本工程の目的は、廃液の受入工程から廃液の一定量を移送して脱硝し濃縮を行うことである。

3.1.2.1 工程設計基礎

(1) 取扱い試料と処理能力

- a) 取扱い試料：Table 1 に記載のHLLW

Table 1 Composition of HLLW

Element		Concentration (g-atom/l-HLLW)
Fission Products	Se	1.06E-3
	Rb	7.57E-3
	Sr	1.90E-2
	Y	1.30E-2
	Zr	7.75E-2
	Mo	7.00E-2
	Tc	1.72E-2
	Ru	4.26E-2
	Rh	9.26E-3
	Pd	2.53E-2
	Ag	1.46E-3
	Cd	1.39E-3
	Sn	7.44E-4
	Sb	1.97E-4
	Te	8.24E-3
	Cs	4.03E-2
	Ba	2.37E-2
	La	1.81E-2
	Ce	3.41E-2
	Pr	1.69E-2
	Nd	5.63E-2
	Pm	6.56E-4
	Sm	1.09E-2
Eu	2.02E-3	
Gd	1.20E-3	
Actinides	U	7.11E-3
	Np	2.69E-3
	Pu	2.73E-4
	Am	1.38E-3
	Cm	1.97E-4
Inerts	Na	5.97E-1
	P	2.63E-2
	Fe	1.94E-1
	Cr	2.96E-2
	Ni	2.61E-2
HNO ₃		2.00E+0

- b) 処理能力 : 10 ℓ (HLLW) / Batch
- | | | |
|----|--------|------|
| 脱硝 | ギ酸定量供給 | 1 時間 |
| | 保持 | 2 時間 |
| | 濃縮 | 3 時間 |

(2) 主な安全対策

- a) 過剰廃液量の移送防止
設定値以上の液面で警報
- b) 発生水素の爆発防止
窒素による水素の希釈及び酸素の混入防止, 窒素量低下で警報
- c) 脱硝時の異常反応防止
ヒータ及び冷却水による温度制御, 設定限界外で警報
- d) 負圧及び過圧の防止
設定限界外で警報

3.1.2.2 プロセス内容

試験廃液槽 (VE-1001) の HLLW は, スチームエゼクター (EJ-1002) により気液分離槽(1) (ZV-1001) に移送され, 10 ℓ 計量した後, 脱硝-濃縮槽 (VE-1003) に重力流で移送される。脱硝-濃縮槽内の HLLW は, 脱硝-濃縮槽付電気ヒータ (EH-1001) により約 100 °C に加熱した後, 試薬供給系フード内に設置してあるギ酸ポンプ (PU-1101) を起動し, ギ酸を定量供給する。ギ酸を供給した後, 約 2 時間保持し, 還流させながら硝酸分解を行う。脱硝が完了したら約 5 分の 1 まで濃縮する。(但し, HLLW の性状によって濃縮しない場合もある。) 濃縮の際の濃縮液は一時貯槽へ送られ貯留される。脱硝-濃縮の間は常時液位, 密度及び圧力を監視すると共に窒素による廃液の攪はん及び発生水素の希釈を行う。

3.1.3 溶融-焼なまし工程

本工程の目的は, 脱硝-濃縮工程から濃縮廃液を移送してガラス素材を混合し, 蒸発, 仮焼, 溶融及び冷却を行うことである。

3.1.3.1 工程設計基礎

(1) 取扱い試料と処理能力

- a) 取扱い試料: 脱硝-濃縮された HLLW 約 2 ℓ 又は RI 試料及びガラス素材またはガラスフリット
- b) 処理能力 : ガラス固化体 1 ℓ / Batch
(固化体容器付電気ヒータは最大 5 ℓ のガラス固化体を焼なますことができる)
最高加熱温度 1400 °C, 昇温速度 600 °C/hr 以下 (白金ライニング溶融ルツボ)
最高加熱温度 1200 °C, 昇温速度 1800 °C/hr 以下 (インコネル溶融ルツボ)

(2) 主な安全対策

a) 過剰廃液量の移送防止

移送廃液の計量

b) オフガスの閉塞に伴う内圧上昇防止

設定限界値外で警報，溶融ルツボ真上部配管は，緊急開閉弁付バイパスライン設置

3.1.3.2 プロセス内容

脱硝-濃縮したHLLWを溶融ルツボ(FU-1001)に移送する前に，試薬供給系フード内に設置してあるガラス素材貯槽よりガラス素材スラリーを重力流で溶融ルツボに供給し，溶融ルツボ付電気ヒータを加熱して，水分を蒸発させる。蒸発が完了したらエゼクター(EJ-1007)により脱硝-濃縮したHLLWを気液分離槽(2)(ZV-1002)に移送し，2ℓ計量後，重力流で溶融ルツボに供給する。溶融ルツボ内のガラス素材及びHLLWはFig. 6に示す様な加熱モードで運転し，蒸発，仮焼，溶融及び焼なましを行う。蒸発は，溶融ルツボ上段(No.1ゾーン)を200℃，中段(No.2ゾーン)及び下段(No.3ゾーン)を400℃で内部温度(TRCA-206-1~4)が150℃に達するまで約13時間保持する。

仮焼は，No.1ゾーン及びNo.2ゾーンを1000℃，No.3ゾーンを750℃で約2時間保持する。特に仮焼工程では上段加熱を行うと共に昇温順序をルツボの上段から行って，ルツボ上部への仮焼体のブロッキングを防止している。

溶融は，No.3ゾーンを1300℃に約2時間保持して行う。

また，溶融ルツボ内にはバブラー管を設けており，溶融時の初期に30分程度空気攪はんを行い，ガラスの均一性を向上させている。

溶融したガラスは，フリーズバルブ(No.4ゾーン)を約1000℃に加熱して，固化体容器(FU-1002)に流出させる。この際，固化体容器は約600℃に加熱しておく。フリーズバルブの下部には，エアシリンダーによって作動するシャッター機構(Fig. 7参照)を設けており，ガラスの小出し及び糸引きを防止している。なお，これらの操作はセル内に設けたITVによってフリーズバルブの下端を見ながら行う。固化体容器に流出したガラスは，固化体容器付電気ヒータ及び冷却用窒素によって除冷され焼なまされる。

溶融-焼なましの間は常時，温度及び圧力が監視され異常があれば警報及びインターロックが作動する。

3.1.4 オフガス処理工程

本工程の目的は，各工程で発生する窒素酸化物，炭酸ガス及びオフガスに伴伴されるダストの除去を行うことである。

3.1.4.1 工程設計基礎

(1) 各機器の設定除染係数

a) Ru吸着塔 : $DF(Ru) = 100$ b) オフガス洗浄塔 : $DF(Ru) = 5$

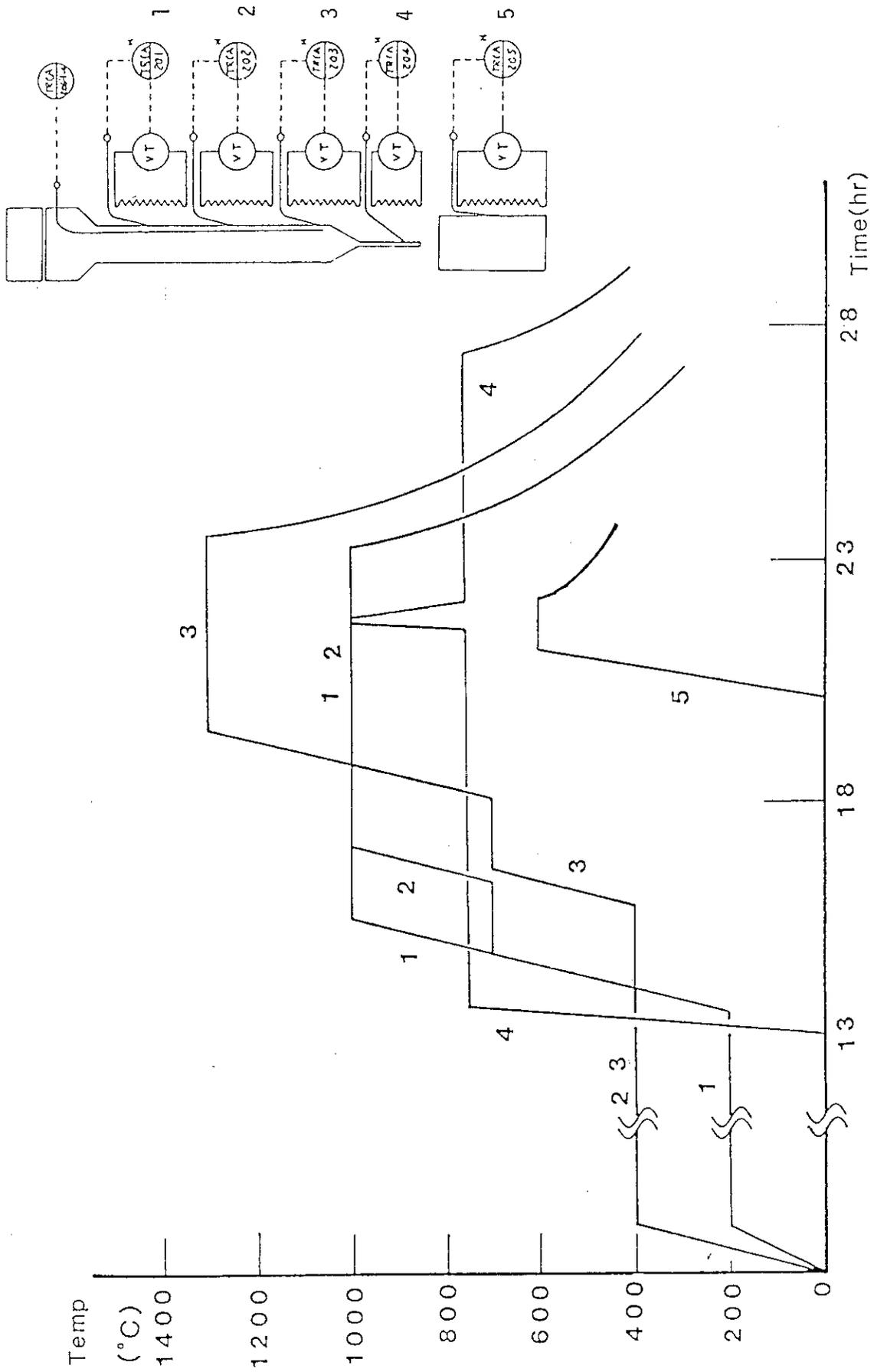


Fig.6 HEATING PATTERN

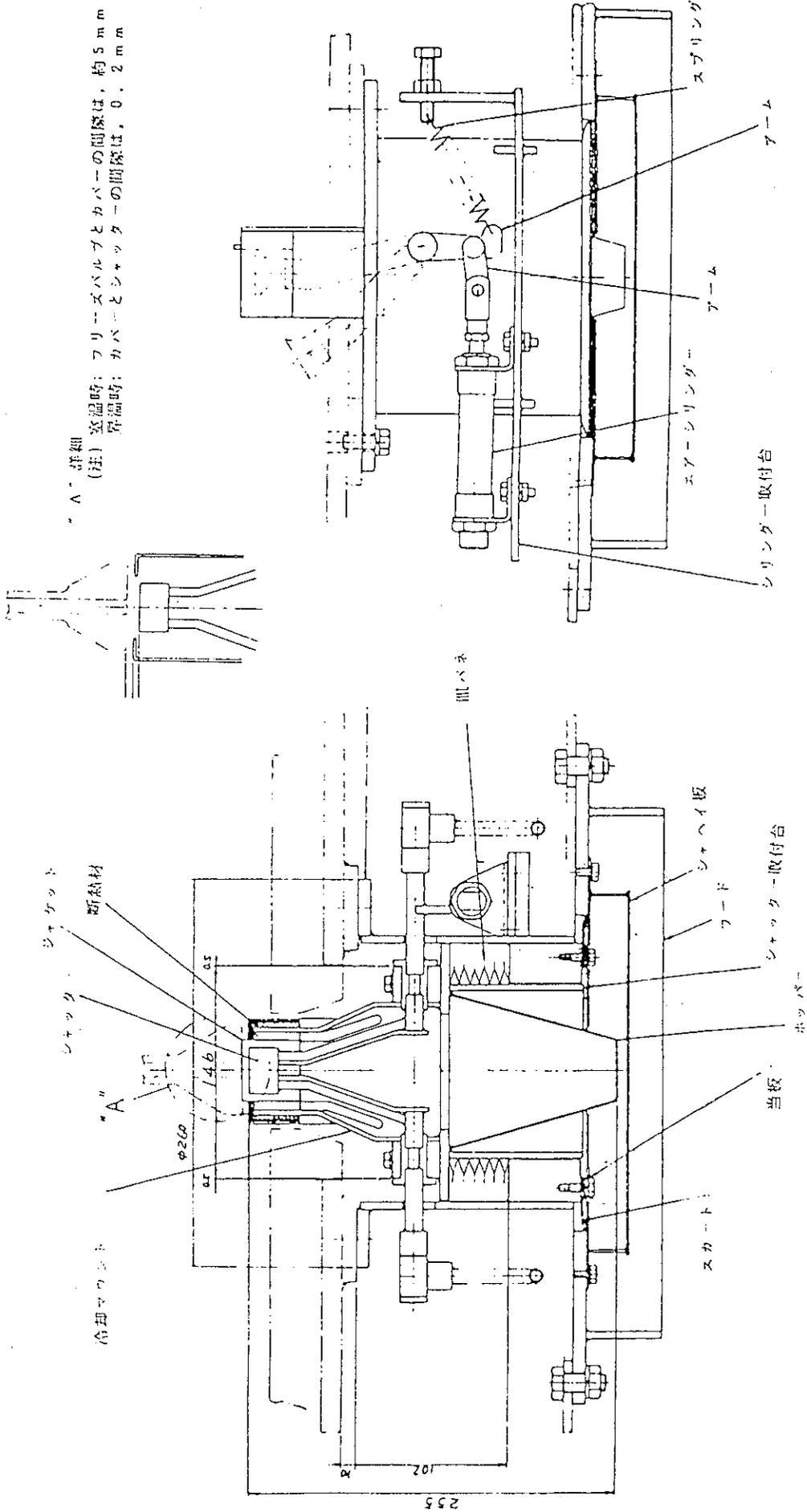


Fig.7 FEATURE OF SHUTTER

c) オフガスフィルタ：DF (Ru) = 100

(2) 主な安全対策

- a) 系内の目詰り及びオフガスブロアの停止による圧力上昇防止
 差圧設定限界値外で警報
 予備器の設置

3.1.4.2 プロセス内容

脱硝-濃縮工程のオフガスは、脱硝-濃縮オフガス凝縮器 (HE-1001) で約 60℃ に冷却された後、廃液の受入工程及び溶融工程のオフガスと合流する。これらのオフガスは溶融オフガス凝縮器 (HE-1002) で約 20℃ まで冷却した後、Ru 吸着塔予熱ヒータ (EH-1004 a, b) で約 400℃ に加熱され $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ を充填した Ru 吸着塔 (TW-1001 a, b) に送られ Ru が除染される。その後、オフガスはオフガス冷却器 (HE-1003) で 20℃ まで冷却され、オフガス洗浄塔 (TW-1002) に送られ NO_x が除染される。 NO_x の吸収は水で行い、水の循環はエアリフト (AL-1001) によって行う。その後、オフガスはオフガスフィルタ予熱ヒータ (EH-1006) で約 40℃ に加熱され、オフガスフィルタ (FT-1001 a, b)、オフガスブロア (BL-1001 a, b) を経て、建屋換気系へ送られる。なお、目詰り等で交換頻度の高い Ru 吸着塔、オフガスフィルタ及び故障時に系内の加圧の要因となるオフガスブロアには予備を設けている。

オフガス処理工程を運転している間は常時、圧力が監視され、異常時には警報及びインターロックが作動する。

3.1.5 試薬供給工程

本工程の目的は、除染液を各工程へ、脱硝用薬液を脱硝-濃縮槽へ、模擬廃液を脱硝-濃縮槽へ、そして、ガラス素材を溶融ルツボへ供給することである。

3.1.5.1 工程設計基礎

(1) 取扱試薬及び供給方法

- a) ろ過水 : ポンプによる定量供給
 b) 硝酸 : ポンプによる定量供給
 c) ギ酸 : ポンプによる定量供給
 d) ガラス素材溶液 : 重力流による定量供給
 e) 亜硝酸ソーダ : 重力流による定量供給
 f) 模擬廃液 : 重力流による定量供給

(2) 主な安全対策

- a) ギ酸の過剰供給防止
 設定限界値以上で警報

3.1.5.2 プロセス内容

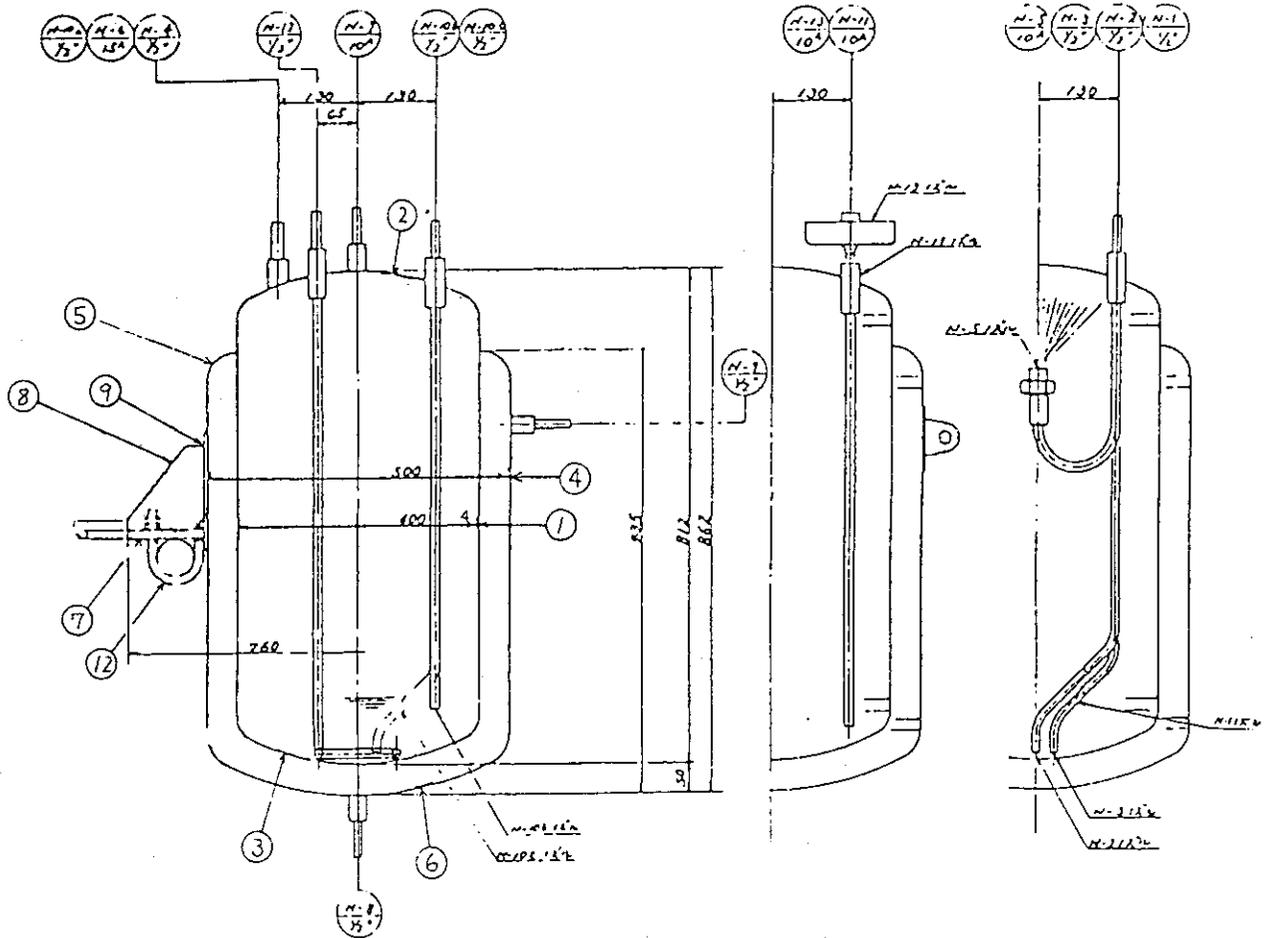
試薬供給工程は、除染液貯槽 (VE-1101)、亜硝酸ソーダ貯槽 (VE-1102)、模擬廃液槽 (VE-1103)、計量槽 (VE-1104)、ギ酸貯槽 (VE-1105)、ガラス素材貯槽 (VE-1106) で構成されている。除染液 (ろ過水、硝酸) 及びギ酸は、各々除染液供給ポンプ (PU-1102) で定量供給する。一方、亜硝酸ソーダ、模擬廃液、ガラス素材溶液は重力流で供給する。

3.2 機器仕様

3.2.1 試験廃液槽 (VE-1001)

Fig. 8 参照

- a) 型式 : 壺型円筒 (ジャケット付)
- b) 主要寸法 : 400 ϕ × 650 L
- c) 容量 : 94 ℓ
- d) 主要材質 : SUS 304 L
- e) 冷却能力 : 375 kcal/hr
- f) 攪はん方式 : 窒素攪はん



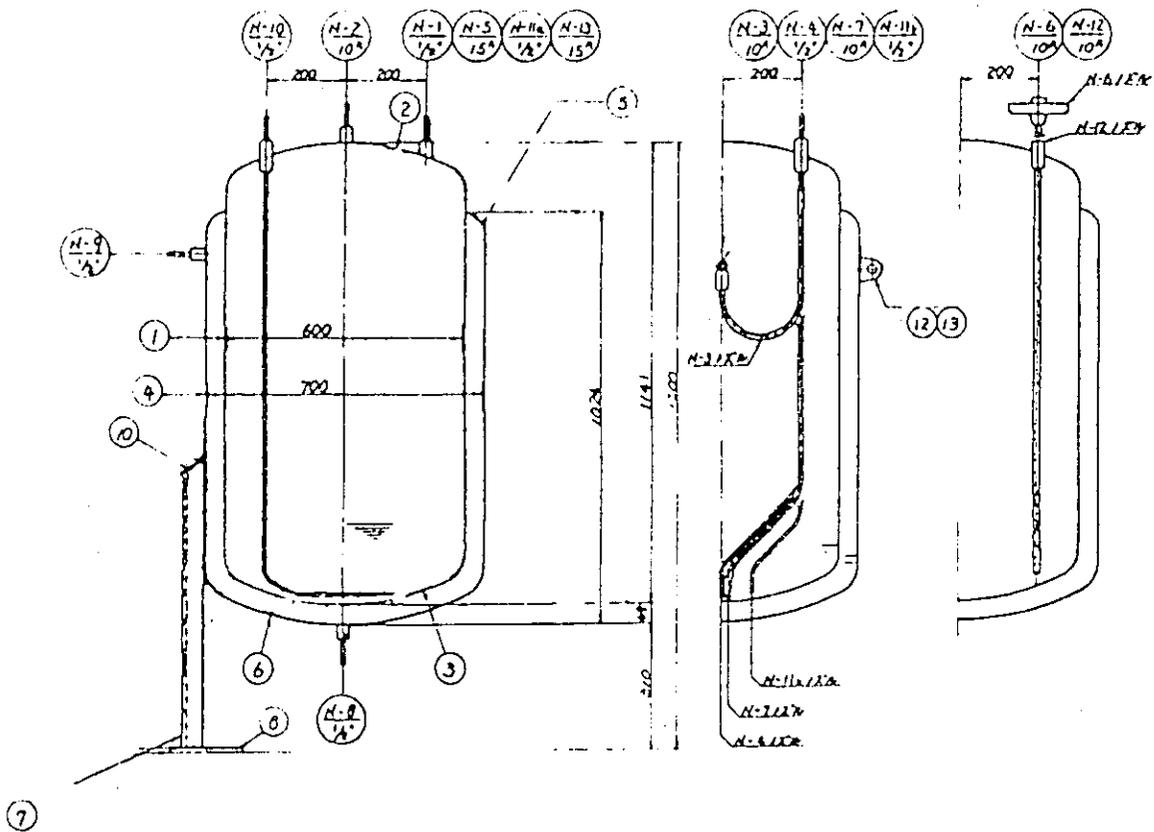
12	Uボルト, ナット	SUS-304	4
9	当て板	SUS-304	2
8	リブ	SUS-304	4
7	ベースプレート	SUS-304	2
6	ジャケット下部殻	SUS-304	1
5	ジャケット上部殻	SUS-304	1
4	ジャケット胴	SUS-304	1
3	本体下部殻	SUS-304 L	1
2	本体上部殻	SUS-304 L	1
1	本体胴	SUS-304 L	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.8 STORAGE TANK(VE-1001)

3.2.2 一時貯槽 (VE-1002)

Fig. 9 参照

- a) 型式 : 堅型円筒 (ジャケット付)
- b) 主要寸法 : 600 ϕ \times 900 L
- c) 容量 : 297 ℓ
- d) 主要材質 : SUS 304 L
- e) 冷却能力 : 375 kcal/hr
- f) 攪はん方式 : 空気攪はん



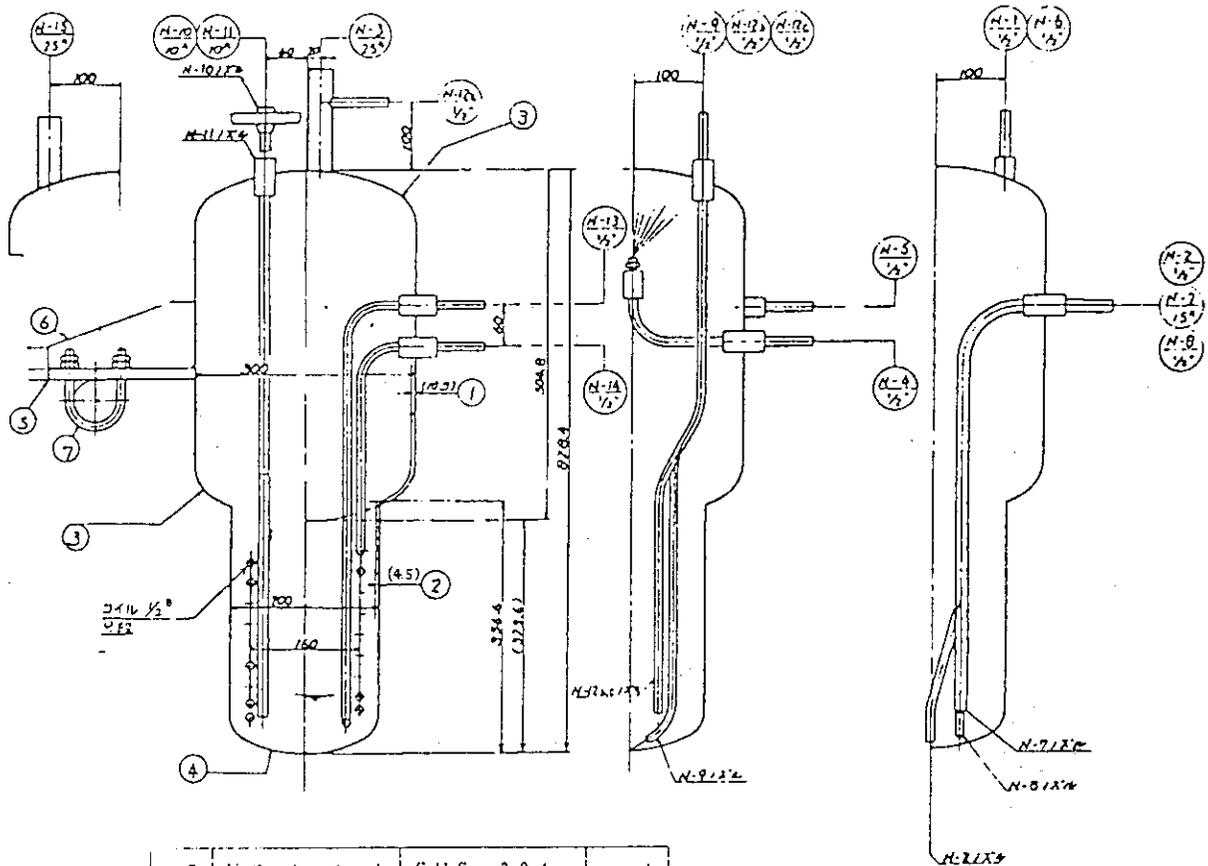
13	当て板	SUS-304	2
12	リフティングラグ	SUS-304	2
10	プレート	SUS-304	4
8	ベースプレート	SUS-304	4
7	脚	SUS-304	4
6	ジャケット下部鏡	SUS-304	1
5	ジャケット上部鏡	SUS-304	1
4	ジャケット胴	SUS-304	1
3	本体下部鏡	SUS-304 L	1
2	本体上部鏡	SUS-304 L	1
1	本体胴	SUS-304 L	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.9 BUFFERING TANK(VE-1002)

3.2.3 脱硝濃縮槽 (VE-1003)

Fig. 10 参照

- a) 型式 : 豎型円筒
- b) 主要寸法 : 上部 12" sch 20 s × 350 L
下部 8" sch 20 s × 300 L
- c) 容量 : 40 ℓ
- d) 主要材質 : SUS 304 L
- e) 冷却能力 : 39 kcal/hr
- f) 攪はん方式 : 窒素攪はん



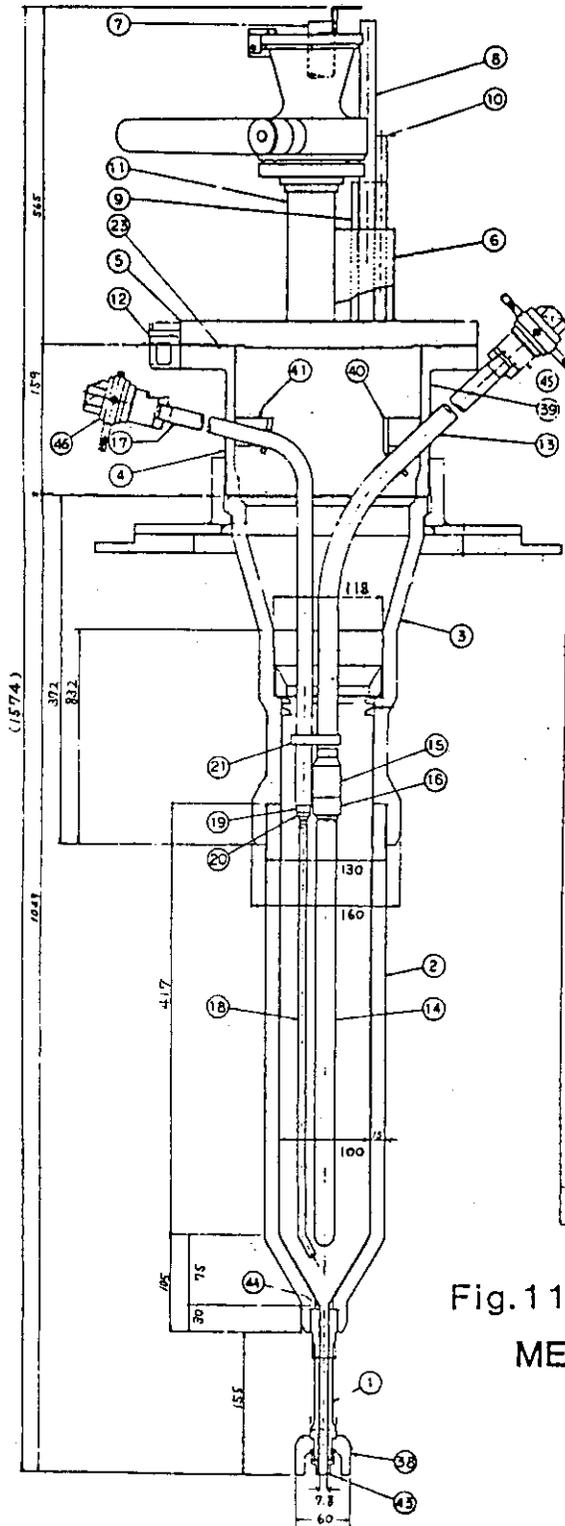
7	Uボルト・ナット	SUS-304	4
6	リブ	SUS-304	2
5	ブラケット	SUS-304	2
4	ジャケット胴	SUS-304	1
4	200Aキャップ	SUS-304	1
3	300Aキャップ	SUS-304	2
2	200A胴	SUS-304L	1
1	300A胴	SUS-304L	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.10 EVAPORATOR/DENITRATOR(VE-1003)

3.2.4 熔融ルツボ (FU-1001)

Fig. 11 参照

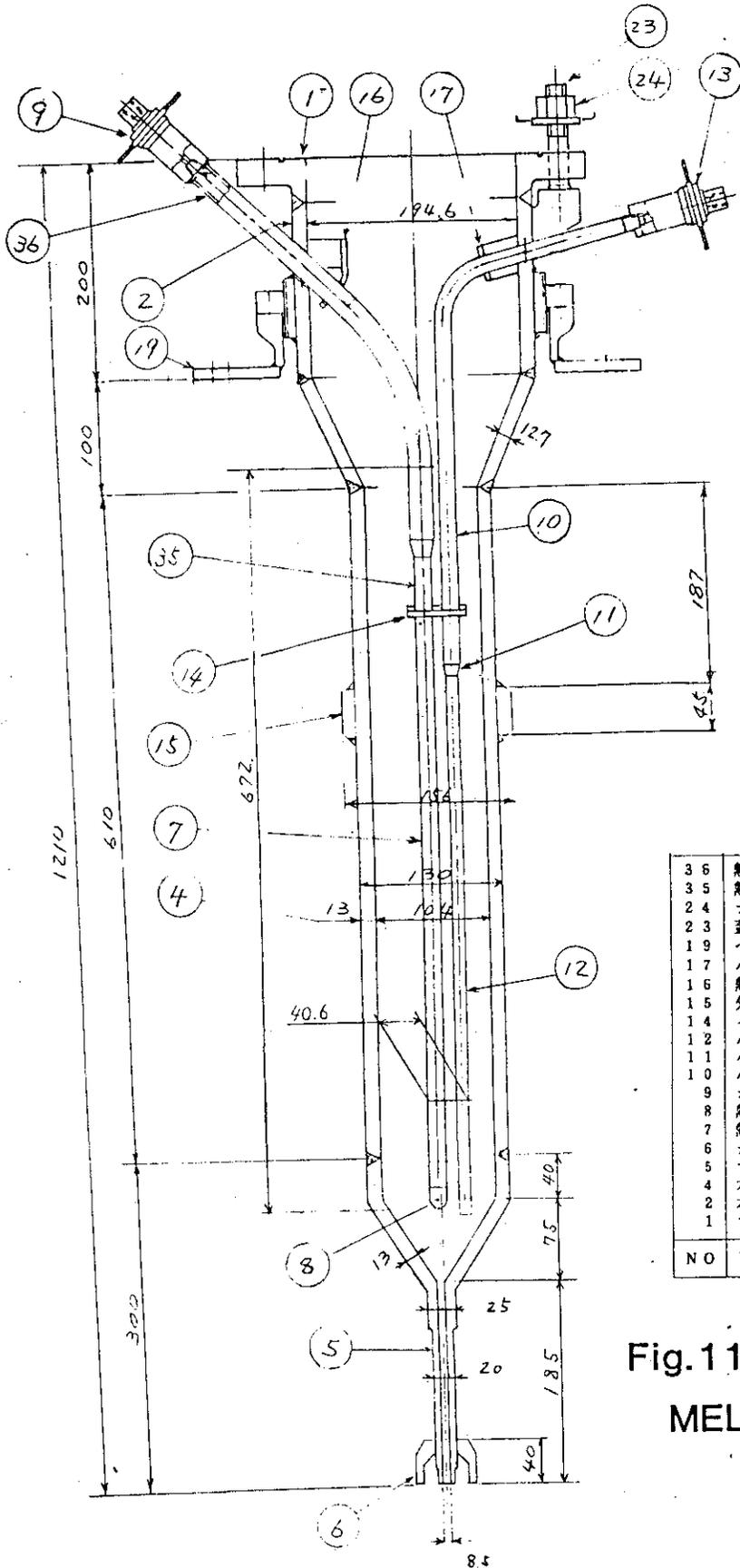
- a) 型式 : 縦型円筒
- b) 容量 : 12.5 ℓ
- c) 主要材質 : 白金ライニングまたはインコネル
- d) 攪はん方式 : 空気攪はん



46	バブラ用コネクタ	SUS-304	1
45	保護管用コネクタ	SUS-304	1
44	白金ライナー座	アルミナ	1
43	フリーズラップ	インコネル 600	1
41	バブラ管サポート	SUS-304L	1
40	熱伝対保護管サポート	SUS-304L	1
39	フランジ	SUS-304L	1
23	Oリング	SUS-304	1
21	インターナルサポート	インコネル 600	1
20	バブラ管溶接スリーブB	Pt 10%Rh	1
19	バブラ管溶接スリーブA	インコネル 600	1
18	バブラ管B	Pt 10%Rh	1
17	バブラ管A	インコネル 600	1
16	保護管溶接スリーブB	Pt 10%Rh	1
15	保護管溶接スリーブA	インコネル 600	1
14	熱伝対保護管B	Pt 10%Rh	1
13	熱伝対保護管A	インコネル 600	1
12	ガイド	SUS-304	4
11	ガラスフリット供給ノズル	SUS-304L	1
10	導任管ノズル	SUS-304L	1
9	スラリー配管ノズル	SUS-304L	1
8	圧力増減配管用ノズル	SUS-304L	1
7	オフガス配管用ノズル	SUS-304L	1
6	ノズル補強管	SUS-304L	1
5	蓋	SUS-304L	1
4	本体上部胴	インコネル 600	1
3	本体中間部	KRIMAX	1
2	本体下部	KRIMAX	1
1	フリーズバルブ	KRIMAX	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.11 a

MELTER(Pt LINING FU-1001)



36	熱伝対保護管	インコネル 600	1
35	熱伝対保護管	インコネル 600	1
24	ナット	SUS-304	4
23	蓋締付ボルト	SUS-304	1
19	ベースプレート	SUS-304	1
17	パブラ管サポート	SUS-304	1
16	熱伝対保護管サポート	SUS-304	1
15	外部品	インコネル 600	1
14	インターナルサポート	インコネル 600	1
12	パブラ管	インコネル 600	1
11	パブラ管	インコネル 600	1
10	パブラ管	インコネル 600	1
9	カブラ及びプラグ	SUS-304	1
8	熱伝対保護管	インコネル 600	1
7	熱伝対保護管	インコネル 600	1
6	ガラスカッター位置調整ラグ	インコネル 600	2
5	フリーズバルブ	インコネル 600	1
4	本体下部	インコネル 600	1
2	本体上部胴	インコネル 600	1
1	フランジ	SUS-316L	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

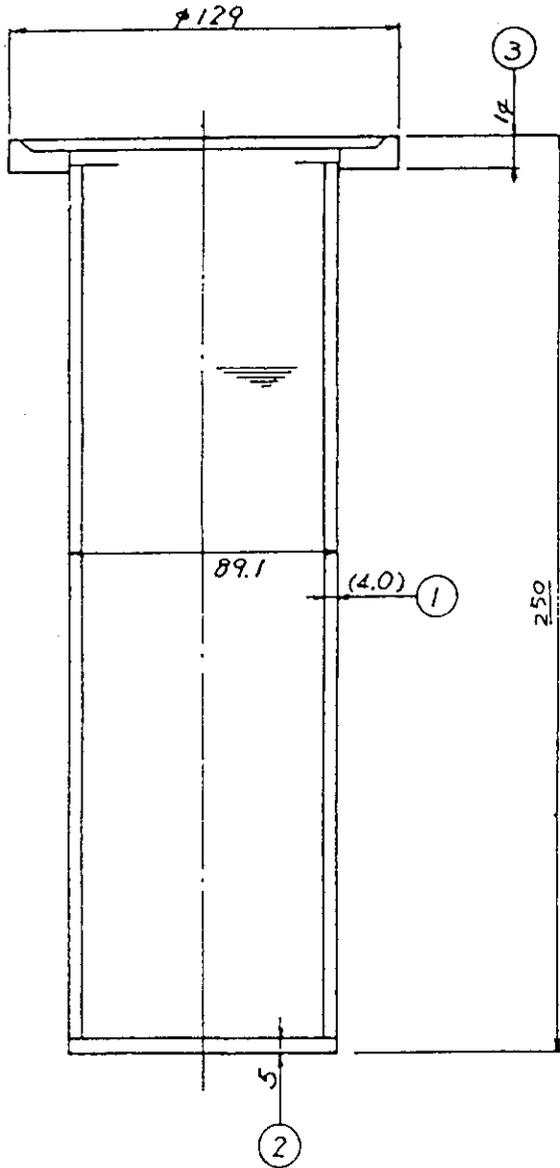
Fig.11b

MELTER(INCONEL FU-1001)

3.2.5 固化体容器 (FU-1002)

Fig. 12 参照

- a) 型式 : 堅型円筒
- b) 主要寸法及び容量 : 0.2 ℓ 50 φ × 200 L
 1.5 ℓ 3" sch 20 s × 250 L
 7.4 ℓ 150 φ × 330 L
- c) 主要材質 : SUS 304 L 又は 黒煙



3	リング	SUS-304	1
2	底板	SUS-304L	1
1	本体胴	SUS-304L	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.12 RECEIVER(FU-1002)

3.2.6 Ru吸着塔 (TW-1001 a, b)

Fig. 13 参照

- a) 型式 : 充填塔式
- b) 主要寸法 : 10" sch 20 s × 740 L
- c) 容量 : 40 ℓ
- d) 主要材質 : SUS 304
- e) 充填剤 : Fe₂O₃ - SiO₂
- f) 操作温度 : 400

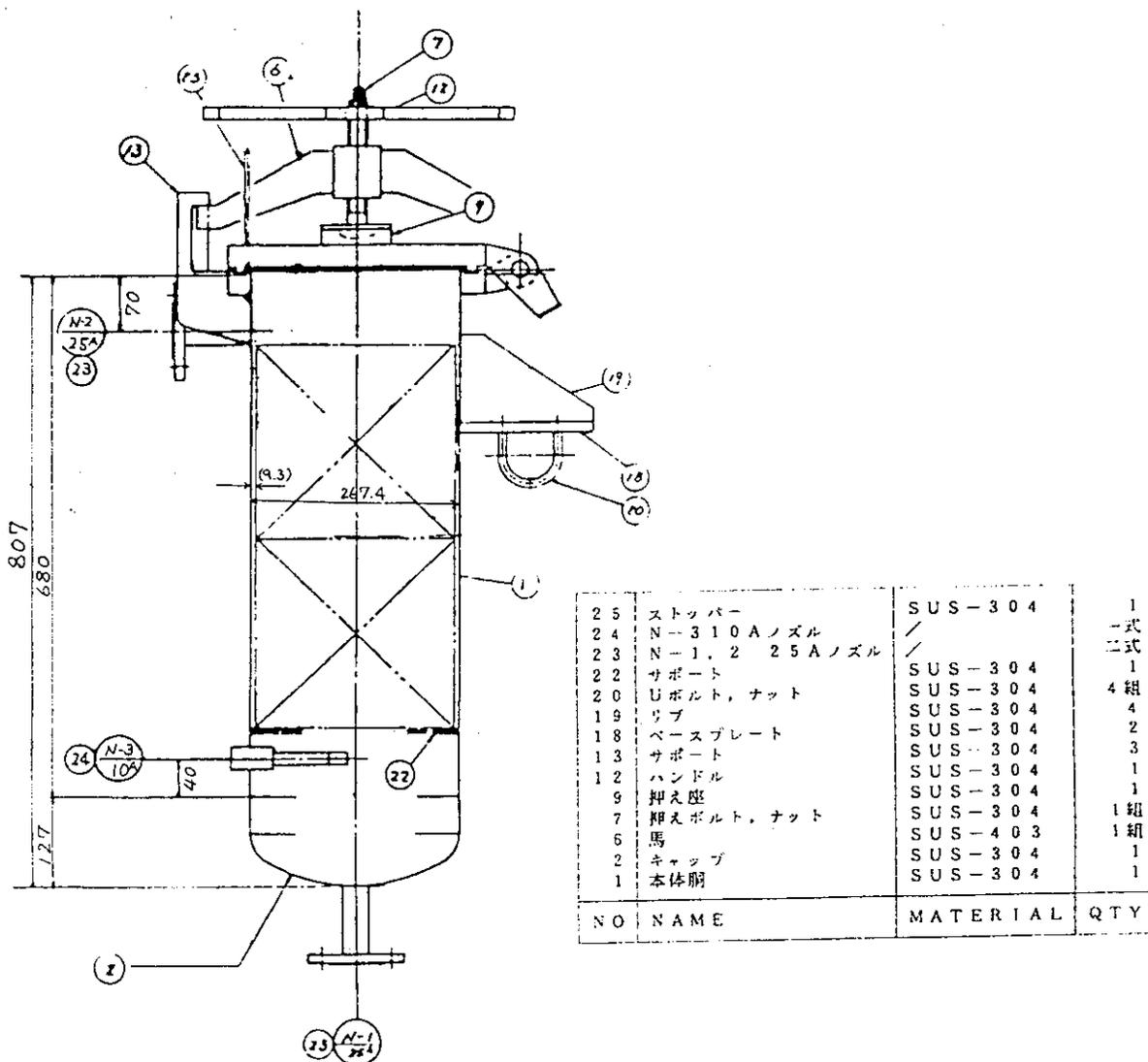


Fig.13 Ru-ABSORBER(TW-1001)

3.2.7 オフガス洗浄塔 (TW-1002)

Fig. 14 参照

- a) 型式 : 充填塔式
- b) 主要寸法 : 上部 4" sch 20 s × 1150 L
下部 18" sch 20 s × 570 L
- c) 主要材質 : SUS 304
- d) 充填剤 : 1/8" ラッシュヒリング
- e) 冷却能力 : 150 kcal/hr
- f) 循環液量 : 50 ℓ/hr

24	ラッシュヒリング	SUS-304	--式
23	デミスター	SUS-304	--式
20	グレーチング	SUS-304	--式
12	ガスケット	V/φ4010	2
11	ボルト、ナット	SUS-304	4組
10	フランジ	SUS-304	2
8	100A 鏡	SUS-304	1
7	100A 胴	SUS-304	--式
4	ジャケット 鏡	SUS-304	1
3	ジャケット 胴	SUS-304	1
2	本体 鏡	SUS-304	2
1	本体 胴	SUS-304	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

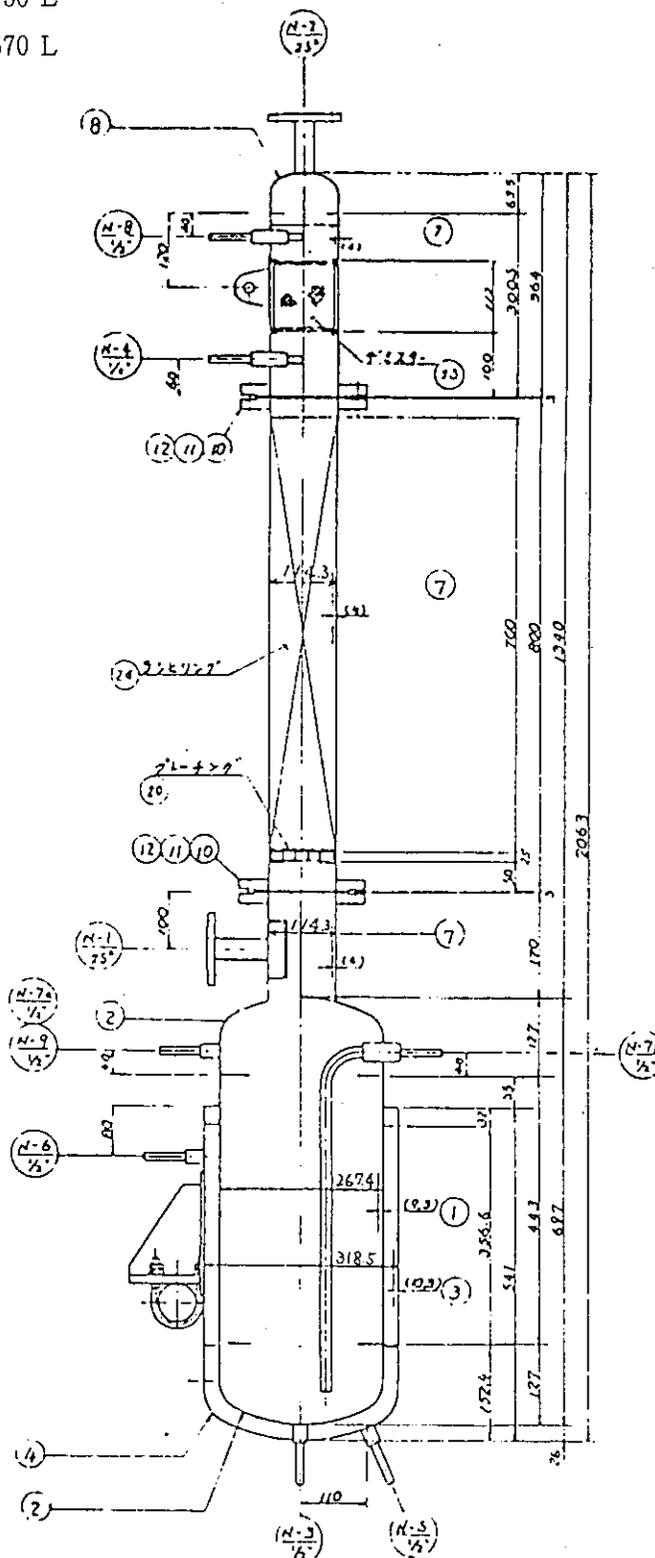
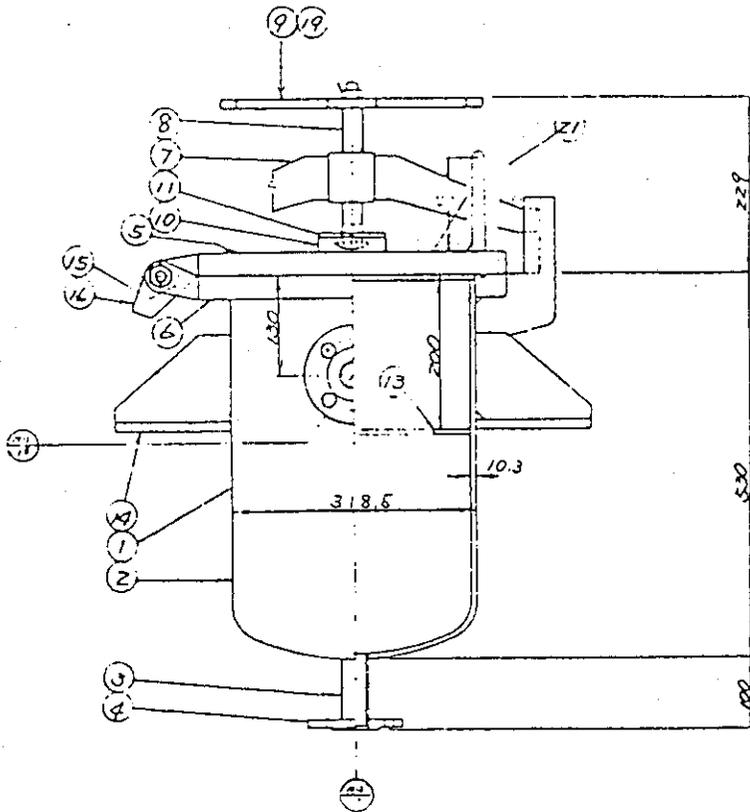


Fig.14 SCRUBBER(TW-1002)

3.2.8 オフガスフィルタ (FT-1001 a, b)

Fig. 15 参照

- a) 型式 : 壺型円筒
- b) 主要寸法 : 12" × 530 L
- c) 主要材質 : SUS 304 (ケーシング)
- d) 構成 :
 - プレフィルタ 1段
 - HEPAフィルタ 2段
 - 活性炭フィルタ 1段



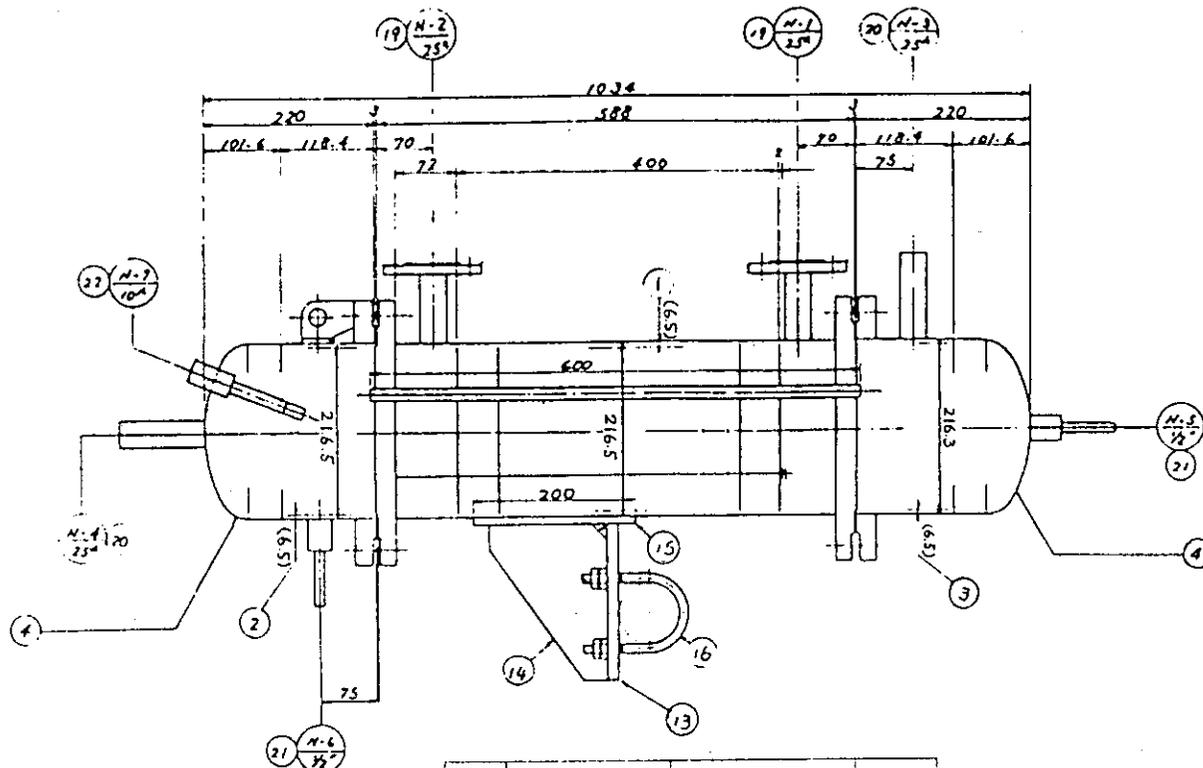
21	グリップ	SUS-304	1
19	ナット	SUS-304	1
16	ヒンジ	SUS-304	1
15	ヒンジ	SUS-304	2
14	ラダ	SUS-304	一式
13	フィルタ	SUS-304	1
11	固定プレート	SUS-304	1
10	台座	SUS-304	1
9	ハンドル	SUS-304	1
8	押入ボルト	SUS-304	1
7	馬	SUS-304	1
6	本体フランジ	SUS-304	1
5	蓋	SUS-304	1
4	ノズルフランジ	SUS-304	2
3	ノズル	SUS-304	2
2	キャップ	SUS-304	1
1	胴体	SUS-304	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig. 15 HEPA-FILTER UNIT(FT-1001)

3.2.9 脱硝濃縮オフガス凝縮器 (HE - 1001)

Fig. 16 参照

- a) 型式 : 多管式
- b) 主要寸法 : 8" × 600 L
- c) 主要材質 : 胴 SUS 304
チューブ SUS 304 L
- d) 交換熱量 : 5000 kcal/hr



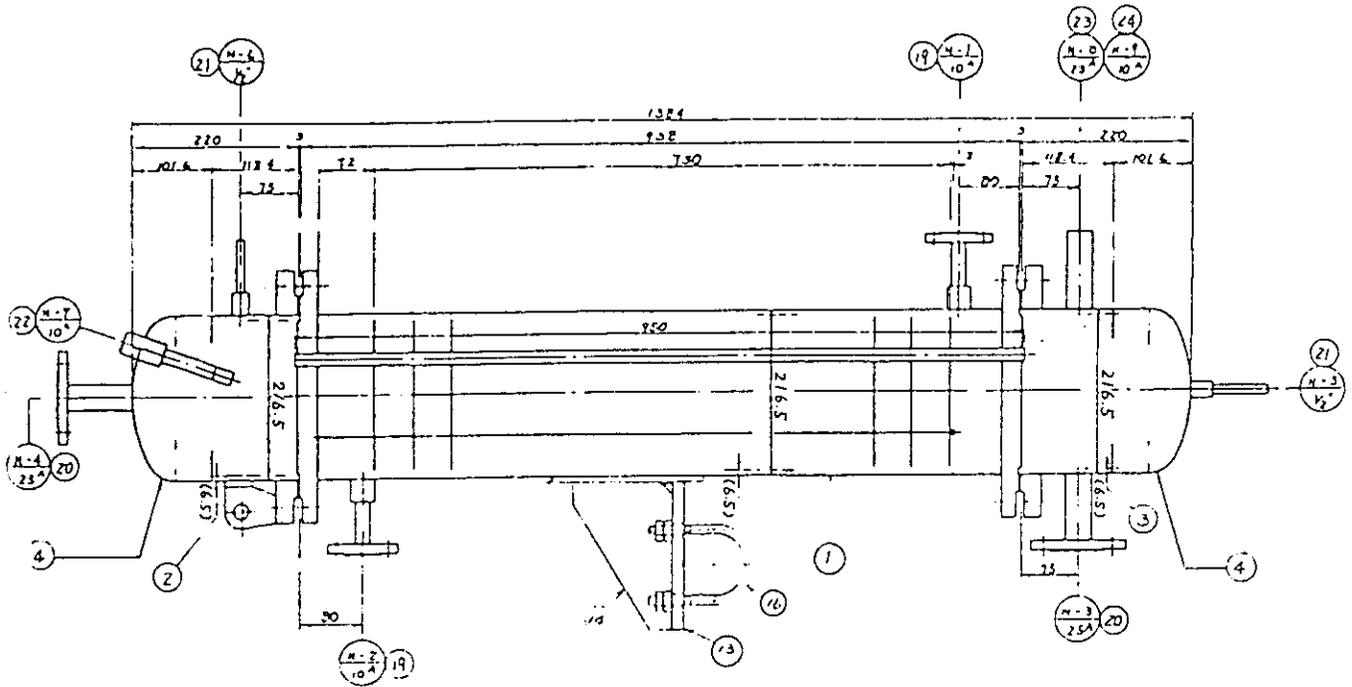
22	ノズル	SUS-304L	一式
21	ノズル	SUS-304L	一式
20	ノズル	SUS-304L	一式
19	ノズル	SUS-304L	一式
16	Uボルトナット	SUS-304	4組
15	当て板	SUS-304	2
14	リブ	SUS-304	4
13	ベースプレート	SUS-304	2
4	キャップ	SUS-304L	2
3	チャンネル胴	SUS-304L	1
2	チャンネル胴	SUS-304L	1
1	本体胴	SUS-304	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.16 CONDENSER-1(HE-1001)

3.2.10 溶融オフガス凝縮器 (HE-1002)

Fig. 17 参照

- a) 型式 : 多管式
- b) 主要寸法 : 8" × 950 L
- c) 主要材質 : 胴 SUS 304
チューブ SUS 304 L
- d) 交換熱量 : 1700 kcal/hr



22	ノズル	SUS-304L	一式
21	ノズル	SUS-304L	一式
20	ノズル	SUS-304L	一式
19	ノズルトナット	SUS-304L	一式
16	Uボルトナット	SUS-304	4組
15	当て板	SUS-304	2
13	ベースプレート	SUS-304	2
4	キャップ	SUS-304L	2
3	チャンネル胴	SUS-304L	1
2	チャンネル胴	SUS-304L	1
1	本体胴	SUS-304	1
NO	NAME	MATERIAL	QTY

Fig.17 CONDENSER-2(HE-1002)

3.2.11 脱硝濃縮槽付電気ヒータ (HE-1001)

- a) 型式 : 抵抗式
- b) 主要寸法 : 450 ロ × 460 H
- c) 主要材質 : ケーシング SUS 304
 マイクロヒータ SUS 304
 シースヒータ SUS 316
- d) 操作温度 : 100°C
- e) 加熱ゾーン : 2 分割
- f) 電気容量 : 5 kW
 マイクロヒータ 4.5 kW
 シースヒータ 0.5 kW
- g) 昇温速度 : 150°C/hr
- h) 制御方式 : PID制御

3.2.12 熔融ルツボ付電気ヒータ (HE-1002)

- a) 型式 : 抵抗式
- b) 主要寸法 : 700 ロ × 1060 H
- c) 主要材質 : ケーシング SUS 304
 発熱体 炭化珪素
- d) 加熱ゾーン : 4 分割 (フリーズバルブ部を含む)
- e) 電気容量 : 34.5 kW
 No.1 加熱ゾーン 8 kW
 No.2 加熱ゾーン 8 kW
 No.3 加熱ゾーン 15 kW
 No.4 加熱ゾーン 3.5 kW (フリーズバルブ)
- f) 最高加熱温度 : No.1 加熱ゾーン 1100
 No.2 加熱ゾーン 1100
 No.3 加熱ゾーン 1400
 No.4 加熱ゾーン 1000 (フリーズバルブ)
- g) 昇温速度 : 600°C/hr
- h) 制御方式 : PID制御

3.2.13 固化体容器付電気ヒータ (HE-1003)

- a) 型式 : 抵抗式
- b) 主要寸法 : 400 ロ × 400 H
- c) 主要材質 : ケーシング SUS 304
 発熱体 カンタル
- d) 電気容量 : 6 kW

- e) 最高加熱温度 : 1050°C
- f) 昇温速度 : 600°C/hr
- g) 制御方式 : PID制御

3.2.14 オフガスブロー (BL-1001 a, b)

- a) 型式 : ターボ式
- b) 容量 : 20 m³/hr
- c) 主要材質 : SUS 304
- d) 負圧度 : 1080 mmAg

3.2.15 キ酸供給ポンプ (PU-1101)

- a) 型式 : ダイアフラム式
- b) 容量 : 3ℓ/hr
- c) 主要材質 : SUS 304 (接液部)
- d) 揚程 : 15 m

3.2.16 エゼクター (EJ-1007)

Fig. 18 参照

- a) 型式 : スチームエゼクター
- b) 主要材質 : SUS 304 L
- c) 揚程 : 2.5 m
- d) 揚量 : 115ℓ/hr

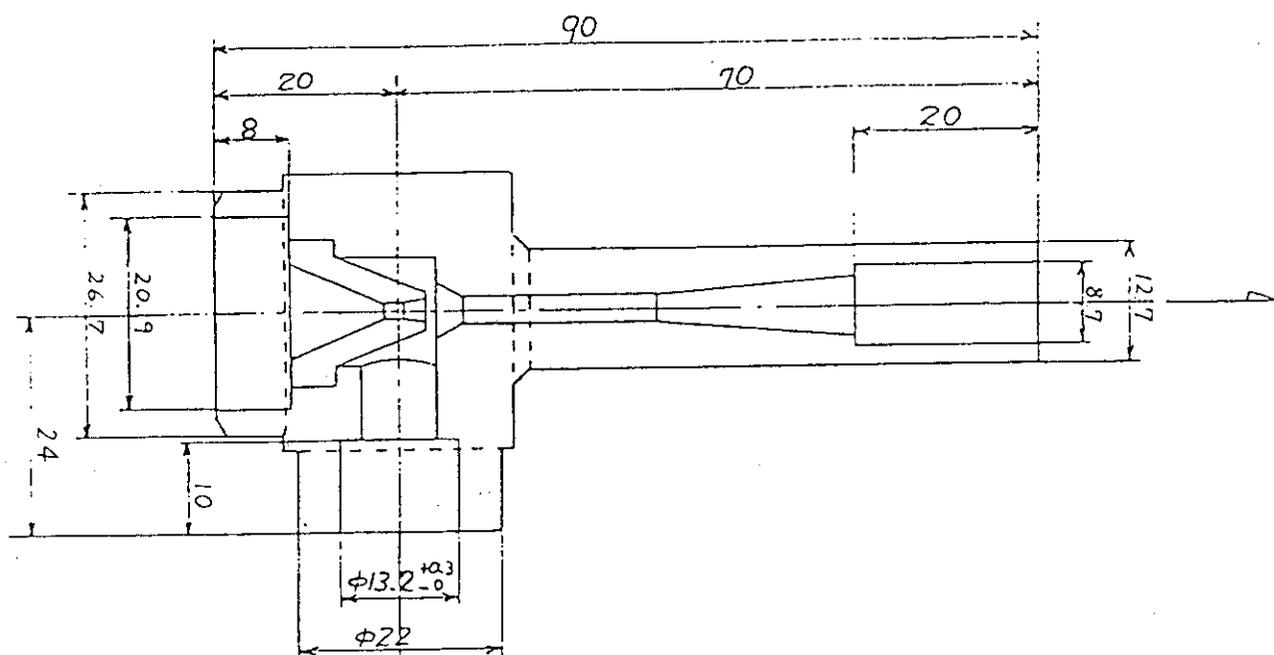


Fig.18 STEAM EJECTOR(EJ-1007)

3.3 計測及び制御

3.3.1 計測及び制御の方式

- a) 計測及び制御の方式は、原則として空気式とした。
- b) 熔融ルツボ及び固化体容器の電気ヒータ (EH-1002, 1003) の温度制御は、アナログ表示器、CPU及びセッティングステーションから構成される計測制御システムとし、演算制御器 (Fig. 19 参照) による自動制御を行う。

自動制御の場合、演算制御器に各ヒータの加熱モードをプログラムしておけば、シーケンス操作器 (Fig. 20 参照) の押ボタンをONするだけで、蒸発、仮焼、熔融及び焼なましを行うことが出来る。

3.3.2 材質

放射性の液又はガスに接する計器は、接触部をSUS 304又はSUS 304 Lとした。

3.3.3 用役条件

(1) 計装空気源

- a) 圧力 10 kg / cm² G
- b) 温度 40 °C
- c) 露点 - 22 °C
- d) 容量 20 NM³ / hr

(2) 計装電源

- a) 一般電源 電圧100V, 容量3kVA
- b) 非常用電源 電圧100V, 容量3kVA, 切替時間1分以内

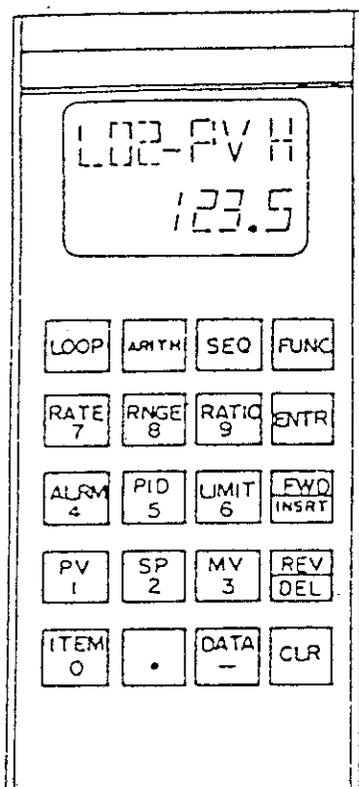
3.3.4 計器の型式等

プロセスの制御は、すべてセル外部、主として操作室の操作盤 (Fig. 21 参照) で行う。操作盤に配置される各計器、警報等の種類及び型式をTable 2 a及び2 bに示す。

3.4 配 置

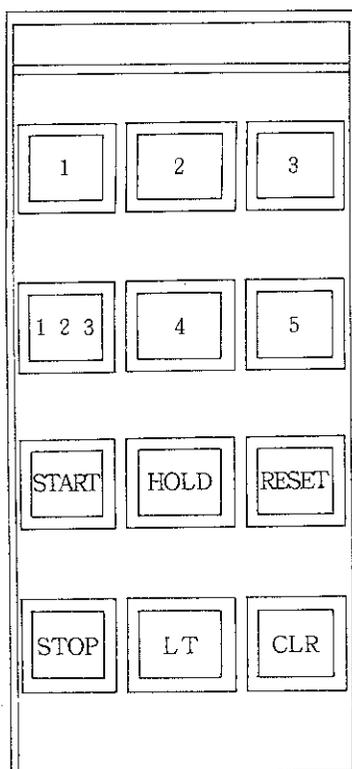
本装置の機器の配置は、運転の操作性、安全性、遠隔保守、物流等を考慮して配置した。以下に各機器の配置場所を記載する。

- (1) No.2セル：HLLWの受入、脱硝、濃縮、熔融、焼なまし及びオフガス処理に関連する機器類 (Fig. 22)
- (2) 操作室：制御盤
- (3) β γ アイソレーションルーム：オフガスブローア及び発信器類
- (4) サービスエリア：試薬供給に関連する機器類及び動力盤(2)
- (5) コールド機械室：動力盤(1)



押ボタン・スイッチ	用 途
LOOP	演算モジュール、ターミナルモジュールの表示/設定
ARITH	演算モジュールの表示/設定
SEQ	シーケンス コマンド テーブル、タイマ/カウンタ、内部スイッチの表示/設定
FUNC	システム ファンクション(動作モード、スタートモード指定など)の表示/設定
ITEM	モジュールのアイテム番号指定
DATA	データ値の設定
ENTR	データの書き込み指令
FWD	表示の順次更新(順方向)
REV	表示の順次更新(逆方向)
CLR	表示の消去
テンキー	データ値の設定
INSRT	シーケンス コマンドの挿入
DEL	シーケンス コマンドの消去

Fig.19 ARITHMETRIC SEQUENCE UNIT



押釦名	棟別	説 明	押釦名	棟別	説 明
1	L.S	TRCA-11 点灯: 選択完了 点滅: ボンド防除	START	S	プログラム制御起励
2	L.S	TRCA-12 同 上	HOLO	L.S	プログラム制御一時停止
3	L.S	TRCA-13 同 上	RESET	S	ループ選択準備
1 2 3	L.S	TRCA-11, 12, 13 同時操作表示 点灯, 点滅, 同上	STOP	S	プログラム制御停止, リセット
4	L.S	TRCA-14 点灯: 選択完了 点滅: ボンド防除	LT	S	ランプテスト
5	L.S	TRCA-15 同 上	CRT	S	ループ選択取消

棟別……LS ; 照光式 押釦 スイッチ
L ; 押釦 スイッチ

Fig. 20 SEQUENCE CONTROL UNIT

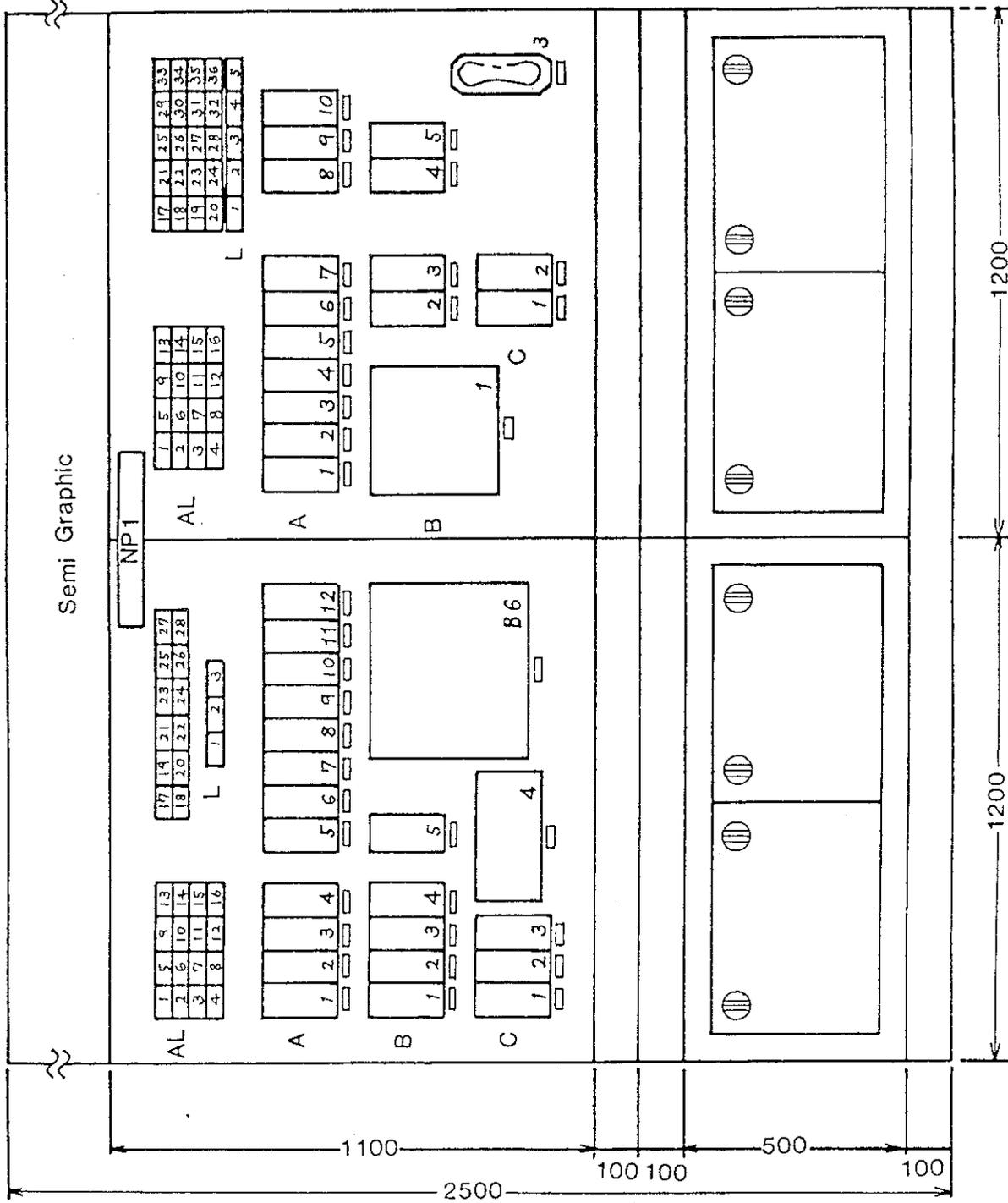


Fig.21 CONTROL PANEL

NO.1

NO.2

Table 2a CONTROLLER AND ALARM
ON NO. 1 PANEL

No	計器の種類及び型式等	No	計器の種類及び型式等
NP	名称板	A	計器等
1	ガラス固化体作製装置制御盤	1	LIA-1 差圧式
AL	警報表示ランプ	2	LIA-3 差圧式
1	FIA-1 面積式	3	LIA-4 差圧式
2	LIA-1	4	TIA-8 CA熱電対
3	LIA-2	5	シーケンス操作器
4	TIA-1	6	演算制御器
5	LIA-3	7	TRCA-11 PR熱電対
6	TIA-3	8	TRCA-12 PR熱電対
7	FIA-5 面積式	9	TRCA-13 PR熱電対
8	LIA-4	10	TRCA-14 PR熱電対
9	TRCAZ-5 H	11	TRCA-15 CA熱電対
10	TRCAZ-5 L	12	TZ-11/15
11	PIA-1	B	計器等
12	PIAZ-2	1	TIA-1 CA熱電対
13	TIA-8	2	TIA-3 CA熱電対
14	TIA-17	3	TRCAZ-5 CA熱電対
15	HS-27 閉動作	4	TIA-17 CA熱電対
16	FICQAZ-102 面積式	5	PIA-3 パージ式
17	PIA-3		PIAZ-4 パージ式
18	PIAZ-4 H	6	テレビモニター
19	PIAZ-4 VH	C	計器等
20	TRCA-11	1	LIA-2 静電容量式
21	TRCA-12	2	予備
22	TRCA-13	3	PIA-1 パージ式
23	TRCA-14		PIAZ-2 パージ式
24	TRCA-15	4	モニター制御器
25	TRCA-14		
26	TRCA-15		
27	演算制御器異常		
28	TRCA-11~14		
L	表示ランプ		
1	プログラム終了		
2	動力盤1 200V電源		
3	動力盤1 415V電源		

No. ; パネル上のTAG No. (Fig. 21参照)

F; 流量計 L; 液面計 T; 温度計 P; 圧力計 Pd; 差圧計
 I; 指示 R; 記録 C; 調節 A; 警報 Z; インターロック
 Q; 積算 H; 高 L; 低 V; 超

Table 2b CONTROLLER AND ALARM
ON NO. 2 PANEL

No	計器の種類、型式等	No	計器の種類、型式等
AL	警報表示ランプ	A	計器等
1	TICA-19a H	1	PICAZ-5 パージ式
2	TICA-21a H	2	PdIA-6 パージ式
3	TICA-19b H	3	TICA-19a CA熱電対
4	TICA-21b H	4	TICA-21a CA熱電対
5	PdIA-6 H	5	TICA-19b CA熱電対
6	LIA-5 H	6	TICA-21b CA熱電対
7	LIA-5 L	7	LIA-5
8	予備	8	モニター槽C (排水用) 液面計
9	PdIA-8 H	9	モニター槽D (排水用) 液面計
10	TICA-26 H	10	予備
11	PICAZ-5 H	B	計器等
12	PICAZ-5 VH	1	TR-10 CA熱電対
13	PdIAZ-9 L	2	TI-24 CA熱電対
14	BL-1001a/b 過電流	3	TICA-26 CA熱電対
15	EH-1001, 4-6 過熱	4	PIAZ- (スチーム)
16	予備	5	PIAZ- (IA)
17	PIAZ- (スチーム) L	C	計器等
18	PIA- (N2) H	1	PI-7/PdIA-8 パージ式
19	PIA- (N2) L	2	PdIAZ-9 パージ式
20	予備	3	インターホーン
21	PIAZ- (IAo) H		
22	PIAZ- (IAo) L		
23	PIAZ- (IAo) VL		
24	PIAZ- (LA) H		
25	PIAZ- (IAi) H		
26	PIAZ- (IAi) L		
27	PIAZ- (IAi) VL		
28	PIA- (LA) L		
29	FIAZ- (CW) L		
30	TIAZ- (CW) H		
31	TIAZ- (ChW) L		
32	TIAZ- (ChW) H		
33	過電流		
34	CU-1 高圧力, 凍結, 過電流		
35	EXFI-2 過電流, 低風量		
36	予備		
L	表示ランプ		
1	HCV-301/302		
2	P-28 停止-運転		
3	CU-1 停止-運転		
4	EXFI-2 運転		
5	予備		

No; パネル上のTag. No. (Fig. 21参照)
 IAo; 計器用空気 (操作室側) IAi; 計器用空気 (アイソレーション室側)
 LA; 一般用空気 CW; 冷却水
 ChW; 冷水 CU; チーリングユニット

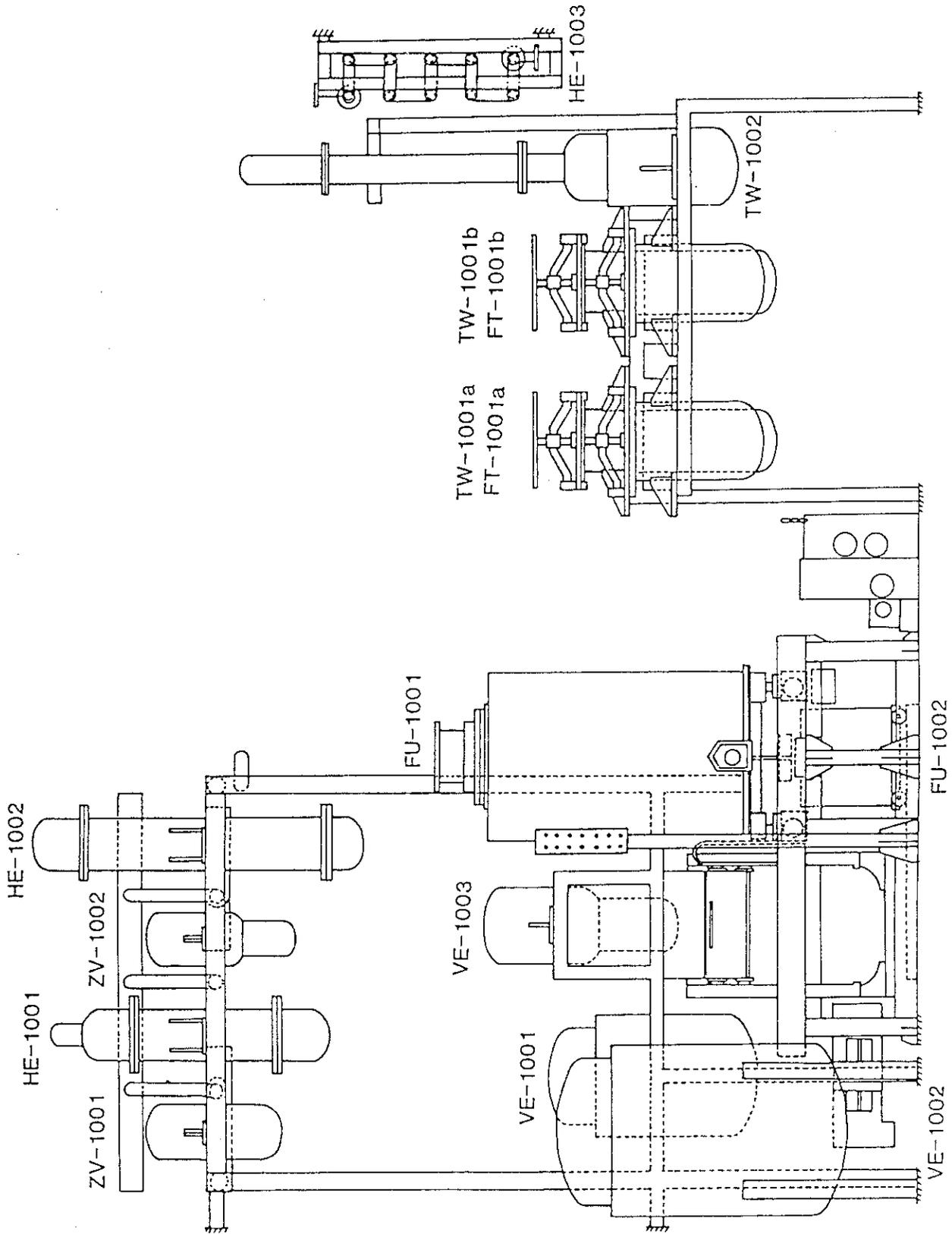


Fig.22a LAYOUT(ELEVATION VIEW)

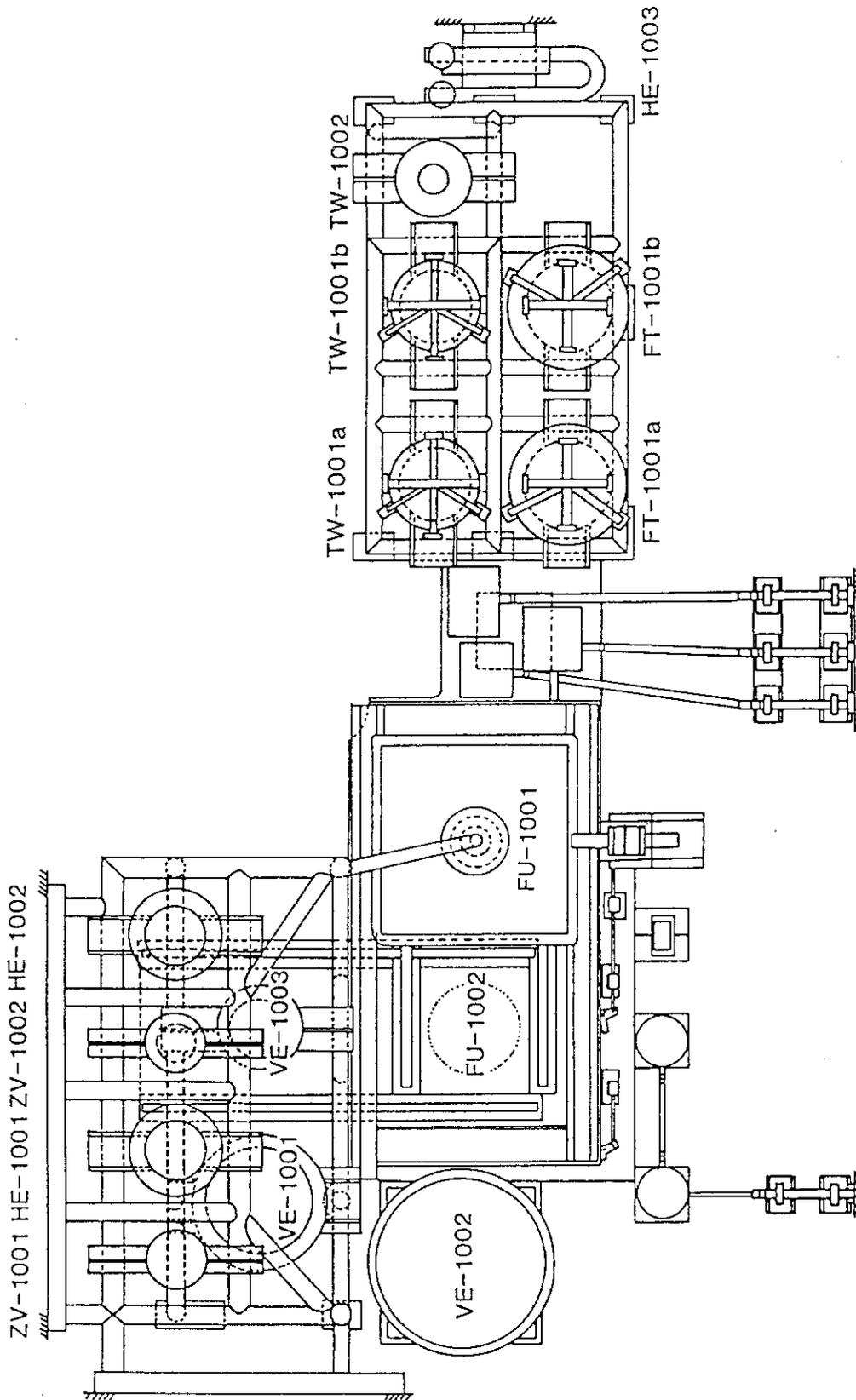


Fig.22b LAYOUT(PLAN VIEW)

- (6) その他：特に、セル内機器の配置に関しては以下に示す様な点に留意して配置した。
- a) 主要機器は、遮蔽窓の視野に十分入り、遠隔操作、保守等がインセルクレーン、マスタースレーブマニプレータ及びパワーマニプレータで容易に行える位置に設置
 - b) セル間仕切り扉、セル間試料移送装置用ポート、背面扉等のセル設備の機能を阻害しない位置に設置
 - c) 直接保守の必要な機器類はアクセスが可能な位置に設置

3.5 安全対策

3.5.1 廃液の受入工程

試験廃液貯槽内においては、水の放射線分解によって水素が発生する。発生水素の爆発防止対策として、装置の接地及び槽内の水素濃度が爆発限界（4 vol %）を越えないよう常時窒素ガスで換気する。

試験廃液槽から万一漏洩した場合は、受け皿にたまるようになっており、一時貯槽へ移送することができる。

又、過剰液量の移送がないよう試験廃液槽の容量は、液体輸送容器の容量より大きくしている。

3.5.2 脱硝、濃縮工程

脱硝は、廃液にギ酸を供給して行うが、廃液との反応は、一定時間（誘導時間）経過後急速に進行するために、もしギ酸が多量に供給されると、一時的に多量のガスが発生し内圧が上昇することがある。これに対して次のような対策を行っている。

- (1) 亜硝酸ナトリウム等の添加剤を加えて誘導時間をなくし、反応を円滑に行わせる。
- (2) 脱硝、濃縮槽内の液温が反応温度以上にならないければ、ギ酸を供給できないインターロックを設けている。
- (3) ギ酸の供給を制御し、円滑な反応に必要な液量以上の供給が出来ないようにしている。

万一供給量が多くなればポンプを停止させるインターロックを設けている。

脱硝、濃縮槽においても試験廃液槽と同様に発生水素による爆発の危険があるための試験廃液槽と同様の対策を講じている。

又、過剰液量の移送がないように、気液分離槽(1)により計量して移送する。

3.5.3 溶融、焼きなまし工程

溶融ルツボのベントラインは、突沸及び飛沫同伴等により閉塞し内圧が上昇する場合がある。ベントラインの閉塞に対する防止対策としては、溶融ルツボの Vapor Space の確保及び溶融オフガス凝縮器までの距離の短縮化を図っている。万一、閉塞して内圧が上昇した場合には、加熱を停止すると共にベントラインのバイパスラインのバルブを開にして内圧を下げるインターロックを設けている。

又、過剰液量の移送がないように気液分離槽(2)により計量して移送する。

3.5.4 オフガス処理工程

換気系は、負圧を維持し、セル内への放射性物質の漏洩を防止する。

Ru 吸着塔及びオフガスフィルタの日詰りに対しては、直ちに検出され警報が鳴る。警報が鳴った場合は予備機への切り換え等の処置を行う。

又、オフガスブローは、予備機を設けると共に停電時に備えて非常用発電機に接続している。

3.5.5 ユーティリティ系統

窒素、除湿空気、一般空気、冷却水（ろ過水）、冷水及び蒸気系の安全対策を以下に示す。

(1) 窒素系

窒素は、試験廃液槽、脱硝、濃縮槽の攪はん及び固化体容器の冷却用に使用している。供給圧力が設定範囲外になると警報がなる。

(2) 除湿空気系

除湿空気は、主に計装用空気として使用している。供給圧力が設定範囲外になると警報が鳴り又、極低圧の場合は、制御系の一部が働かなくなるため脱硝、濃縮槽付電気ヒータ及び溶融ルツボ付電気ヒータの電源を切るインターロックを設けている。

(3) 一般空気系

一般空気は、一時貯槽の攪はん及びオフガス洗浄塔のエアリフト用空気として使用しているが、窒素系と同様に供給圧力が設定範囲外になると警報がなる。

(4) 冷却水系

冷却水は、脱硝、濃縮オフガス凝縮器、試験廃液槽、一時貯槽等に供給されているが、万一、供給流量又は供給温度が設定範囲を越えた場合には、警報が鳴ると共に、加熱源である脱硝、濃縮槽付電気ヒータの電源を切るインターロックを設けている。

(5) 冷水系

冷水は、溶融オフガス凝縮器、オフガス冷却器及びオフガス洗浄塔に供給されている。万一、供給流量又は供給温度が設定範囲を越えた場合には、警報が鳴ると共に、加熱源である脱硝、濃縮槽付電気ヒータ及び溶融ルツボ付電気ヒータの電源を切るインターロックを設けている。

(6) 蒸気系

蒸気は、スチームエジェクターの駆動源として使用している。万一、供給圧力が設定範囲外になると元弁が止まり、逆流を防止するために除湿空気が供給されるインターロックを設けている。

4. 保守及び点検

4.1 除 染

本装置は、高放射性の液体を取扱うため、機器及び配管内が高度に汚染される。セル内機器の中には、装置の構造上直接保守をおこなわなければならないものがあり、保守時には除染が必要になる。本装置では、各 Run ごとに以下に述べるような除染を行い、放射性物質の堆積及び堆積に伴う詰りを防止する。

高放射性廃液を取り扱う機器内には原則としてスプレーノズルまたは除染液ノズルを設ける。除染液としては硝酸またはろ過水を使用し、試薬供給設備内に設けた除染液供給ポンプにより供給し除染する。脱硝濃縮槽及び熔融ルツボのように高度に汚染している可能性のある箇所は、ヒータで加熱して除染を容易にする。また、高放射性廃液及び凝縮水が通る配管は、上記の機器に除染液を溜め、スチームエジェクタ及び重力流で移送し管内を除染する。なお、計装用の導圧配管には、除染タップを設けており、万一汚染した場合はこのタップより除染液を供給し除染する。

4.2 点検—保守

本装置の機能を維持するために行う点検—保守についてその内容を、Table 3 a 及び 3 b に示す。

熔融ルツボ及び発熱体は、苛酷な環境に晒されていて破損によって生ずる被害が大きいため、又 Ru 吸着剤及び HEPA フィルタは、高度な安全性を要求されるためいずれも次により交換して機能の維持を図る。

- (1) 熔融ルツボ…………… 10 Run 以上
- (2) 発熱体…………… 20 Run 以上
- (3) Ru 吸着剤…………… 10 Run 以上
- (4) HEPA フィルタ …… 出入口の差圧 120 mmAq 以上

Table 3a MAINTENANCE (MAJOR EQUIPMENT)

点検対象	点検内容
試験廃液槽 VE-1001	1. 外観, 据付状態 2. サンプリングノズル 3. 機器へのつなぎ込み配管 (スウェジロック継ぎ手) のゆるみ
一時貯槽 VE-1002	1. 外観, 据付状態 2. サンプリングノズル 3. 機器へのつなぎ込み配管 (スウェジロック継ぎ手) のゆるみ
脱硝濃縮槽 VE-1003	1. 外観, 据付状態 2. サンプリングノズル 3. 機器へのつなぎ込み配管 (スウェジロック継ぎ手) のゆるみ
溶融ルツボ FU-1001	1. 外表面及び内部目視点検
オフガスフィルタ FT-1001	1. 外観, 据付状態 2. フィルターエレメントの目視点検 3. ガスキットの交換
Ru吸着塔 TW-1001	1. 外観, 据付状態 2. 充填物及びパッケージの外観目視点検 3. ガスキットの交換
脱硝濃縮槽付 電気ヒーター用 架台Z-1010	1. 外観, 据付状態 2. 作動点検 (上下動, 水平動, ストッパ駆動) 3. 駆動チェーンのゆるみ
溶融ルツボ付 電気ヒーター用 架台Z-1011	1. 外観, 据付状態 2. 作動点検 (上下動, 水平動, ストッパ駆動) 3. 駆動チェーンのゆるみ 4. グリスの補給
固化体容器付 電気ヒーター用 架台Z-1012	1. 外観, 据付状態 2. 作動点検 (水平動, ストッパ駆動) 3. 駆動チェーンのゆるみ
シャッター機構 Z-1013	1. 外観, 据付状態 2. 外観目視点検
オフガスブローア BL-1001	1. 作動点検 2. 分解点検, グリス補給 3. ベルトの張り 4. 異常音, 異常振動, 異常昇温の有無の確認
除染液供給ポンプ PU-1101	1. 外観, 据付状態 2. 部品交換 (ダイヤフラム, ダイヤフラムシート, バルブガasket)
ギ酸供給ポンプ PU-1101	3. 異常音, 異常振動, 異常昇温の有無の確認 4. モーターの導通, 絶縁抵抗測定
攪はん機 AG-1103 AG-1105	1. 外観, 据付状態 2. ペラのゆるみ 3. 作動点検 4. 異常音, 異常振動の有無の確認 5. モーターの導通, 絶縁抵抗測定
チーリングユニット	1. ポンプの分解点検 2. 冷媒の点検 3. モーターの絶縁抵抗測定

Table 3b MAINTENANCE (ELECTRICAL EQUIPMENT & INSTRUMENT)

点検対象	点検内容
脱硝濃縮槽付 電気ヒーター	1. 電源接続部の点検 2. 導通, 絶縁抵抗測定
溶融ルツボ付 電気ヒーター	1. 電源接続部の点検 2. 導通, 絶縁抵抗測定
固化体容器付 電気ヒーター	1. 電源接続部の点検 2. 導通, 絶縁抵抗測定
Ru吸着塔予熱 電気ヒーター	1. 電源接続部の点検 2. 導通, 絶縁抵抗測定 3. 保温の脱落
Ru吸着塔保温 電気ヒーター	1. 電源接続部の点検 2. 導通, 絶縁抵抗測定 3. 保温の脱落
オフガスフィルタ 予熱電気ヒーター	1. 電源接続部の点検 2. 導通, 絶縁抵抗測定 3. 保温の脱落
デジタルコントロ ールシステム 圧力計	1. 計器の点検調整 1. 示度検査 2. 接点作動検査
パーシメーター	1. フロート及びテーパ管内の汚れの点検 2. フロート作動検査 3. 減圧弁のドレン抜き
熱伝対	1. 外観点検 (シーす部) 2. 接続部の点検 3. 導通, 絶縁抵抗測定
増湿器	1. 外観点検 2. 水レベルの調整
工業用テレビ セット	1. 点検調整
空気式差圧発信機	1. 性能点検, 校正
空気式圧力発信機	2. 作動点検
空気式差圧発信機 (微差圧)	1. 性能点検, 校正 2. 作動点検
パネル計器, ラッ ク計器	1. 性能点検, 校正 2. 作動点検
圧力スイッチ	1. 性能点検, 校正 2. 作動点検
液封式温度計 (接点付)	1. 性能点検, 校正 2. 作動点検
バイメタル式 温度計	1. 性能点検, 校正 2. 作動点検
制御盤	1. 外観目視点検 2. 端子台, ケーブル接続部のネジゆるみ点検 3. 絶縁抵抗測定
動力ケーブル	1. 導通, 絶縁抵抗測定
動力盤	1. 外観目視点検 2. 端子台, ケーブル接続部のネジゆるみ点検 3. 絶縁抵抗測定

5. 試運転及び改良点

本装置を使用して、ガラス固化体の安全性試験用のホット試料を作製するに先だち安全対策の有効性、予備試験結果の確認、各機器の性能、能力の把握及び操作の習熟のためのコールド運転並びにオフガス系の運転効率及びセル内の汚染の度合を確認するためのホット試運転を行った。その概要をTable 4及びTable 5に示す。

5.1 コールド運転

(1) 運転方法

コールド運転は、各機器単体ごとの運転、各工程ごとの運転及び全工程の総合運転に分けておこなった。

各工程ごとの運転及び総合運転は、HLLWを簡略模擬した合成廃液（JW-C⁶¹）を使用して行った。

(2) 運転結果

コールド運転の結果、各機器の性能及び能力は、機器の仕様に記した設計条件を十分満足していた。また予備試験で検討を加えた装置の遠隔交換性についても良好であった。

インコネル製の溶融ルツボの加熱性能については、1000℃以下では最高30℃/minの昇温速度に耐え、白金製に比しガラス固化体の作製時間を短縮できることが確認された。

5.2 ホット試運転

(1) 運転方法

ホット試運転は、全工程のうち、脱硝-濃縮工程を省いてRIを直接溶融ルツボへ投入し、溶融-焼なまし工程及びオフガス処理工程を運転して、2種のガラス素材を使用し、2段階の模擬レベルで行った。

使用した合成廃液の調合に当っては、あらかじめ作成した計算プログラムを使用して、これにガラス素材、Fission Product、等の混合割合、作製するガラス固化体の体積等をインプットすることにより、調合する試薬の量をコンピュータの端末に表示するようにした。(Table 6)

運転は、合成廃液を溶融ルツボに投入して仮焼溶融し、一定時間保持後容器に流出させ徐冷固化した。

仮焼溶融時の温度条件は、インコネル製溶融ルツボを使用して最短時間でガラス固化体が作製出来るように設定した。そのパターンをFig. 23に示す。

容器に流出したガラス溶液の冷却時の温度条件は、自然冷却と一部を制御する冷却の二種類設定した。制御のパターンをFig. 24に示す。

(2) 運転結果

a) セルの汚染状況

各ホット試運転後セル内設備の表面汚染をスマイヤ法で測定した。

測定位置及び測定値をFig. 25 及びTable 7 に示す。

b) オフガス系での放射性物質の除去

オフガス処理能力をチェックするため、オフガス処理系で捕集された放射性物質の放射能濃度、及びセル内の放射能濃度を測定した。

その結果をFig. 26 に示す。

以上の運転結果より溶融ガラス流出時のシャッター機構部からのガス拡散防止のためシャッター機構部を改造した。(Fig. 27 参照)

またオフガス処理系の処理能力については、比較的揮発性の高いCs 及びMo を使用したにもかかわらずオフガス系への流出割合は、投入RI の20 万分の一から最高3 千分の一と少く良好な結果となった。

Table 4 SPECIFICATION OF
COLD VITRIFICATION TEST

Process	No. of run	Check items
Denitration and Concentration	8	Feed rate Capacity of concentration
Evaporation	4	Heating rate, temp. and holding time
Calcination and Melting	4	Heating rate, temp. and holding time
Discharge of molten glass	18	Temp. of freeze valve and receiver
Off-gas treatment	7	Temp. of Ru-absorber Circulation rate of scrubber
Over all	12	Total performance

Table 5 SPECIFICATION OF
HOT VITRIFICATION TEST

Run No.	Composition of Product			Weight of product (g)	Purpose of production
	Matrix (wt%)	Waste (wt%)	Ri (mCi)		
H82001	JAERI	JW-C (12.5)	Cs-137 (0.16)	3054.8	Test of following items. 1) Contamination of the apparatus and cell 2) Performance of off-gas system 3) Waste generation
H82002	JAERI	JW-C (12.5)	Cs-137 (12.8)	2848.8	
H82003	JAERI	JW-C (12.5)	Cs-137 (15.4)	3052.0	
H82004	COGEMA	JW-C (17.5)	Cs-137 (15.9)	2722.5	
H83001	COGEMA	JW-C (17.5)	Mo-99 (830)	1331.0	Powderization behavior test
H83005	COGEMA	JW-A (17.5)	Cs-134 (511)	1171.0	Volatilization behavior test
H83006	COGEMA	JW-C (17.5)	Mo-99 (1700)	1209.0	Powderization behavior test

Table 6 COMPOSITION OF SYNTHETIC WASTE(CALCULATED)

NO	ELM	MOL WT	F.P. WT%	ACT WT%	C.P. WT%	FRIT WT%	TOTAL WT%	NAME	MOL WT	CHEMICALS G
1	SI	28.1	0.0	0.0	0.0	45.20	45.20	SI02	60.1	1175.2
2	B	10.8	0.0	0.0	0.0	13.90	13.90	NA2B4O7	201.2	522.4
3	AL	*****	0.0	0.0	1.70	3.20	4.90	AL(OH)3	78.0	194.9
4	NA	*****	0.0	0.0	3.70	6.10	9.80	NA2CO3	106.0	160.5
5	CA	40.1	0.0	0.0	0.0	4.00	4.00	CAC03	100.1	185.6
6	LI	6.9	0.0	0.0	0.0	2.00	2.00	LI2CO3	73.9	129.0
7	ZN	65.4	0.0	0.0	0.0	2.50	2.50	ZNO	81.4	65.0
8	SE	79.0	0.02	0.0	0.0	0.0	0.02	SE02	111.1	0.5
9	RS	85.5	0.12	0.0	0.0	0.0	0.12	RBN03	147.5	5.0
10	SR	87.6	0.34	0.0	0.0	0.0	0.34	SR(N03)2	211.6	18.0
11	Y	88.9	0.20	0.0	0.0	0.0	0.20	Y(N03)3.6H2O	382.9	17.7
12	ZP	91.2	1.65	0.0	0.0	0.0	1.65	ZR0(N03)2.2H2O	267.2	92.8
13	MO	95.9	1.74	0.0	0.0	0.0	1.74	H2MO04.H2O	179.9	56.4
14	TC	54.9	0.21	0.0	0.0	0.0	0.21	MN(N03)2.6H2O	286.9	22.1
15	RU	101.1	0.92	0.0	0.0	0.0	0.92	RUCL3.3H2O	261.4	49.9
16	AG	107.9	0.03	0.0	0.0	0.0	0.03	AGNO3	169.9	1.1
17	CD	112.4	0.03	0.0	0.0	0.0	0.03	CD(N03)2	236.4	1.5
18	SN	118.7	0.02	0.0	0.0	0.0	0.02	SNCL4.5H2O	350.5	1.2
19	SB	121.8	0.00	0.0	0.0	0.0	0.00	SBCL3	228.1	0.2
20	TF	127.6	0.23	0.0	0.0	0.0	0.23	TE02	159.6	5.9
21	CS	132.9	0.98	0.0	0.0	0.0	0.98	CSNO3	194.9	35.2
22	BA	137.3	0.63	0.0	0.0	0.0	0.63	BA(N03)2	261.3	27.7
23	LA	139.9	0.51	0.0	0.0	0.0	0.51	LA(N03)3.6H2O	432.9	35.1
24	CE	*****	1.01	0.90	0.0	0.0	1.91	CE(N03)3.6H2O	434.1	128.2
25	PR	170.2	0.50	0.0	0.0	0.0	0.50	PR(N03)3.6H2O	434.9	32.9
26	ND	*****	1.55	0.0	0.0	0.0	1.65	ND(N03)3.6H2O	438.2	111.8
28	SM	150.4	0.33	0.0	0.0	0.0	0.33	SM(N03)3.6H2O	444.4	21.7
29	EU	152.0	0.06	0.0	0.0	0.0	0.06	EU(N03)3.6H2O	446.0	4.0
30	GD	157.3	0.04	0.0	0.0	0.0	0.04	GD(N03)3.6H2O	451.3	2.4
33	P	31.0	0.0	0.0	0.30	0.0	0.30	H3PO4	98.0	10.8
34	FF	55.8	0.0	0.0	0.70	0.0	0.70	FE(N03)3.9H2O	403.9	92.1
35	FE	55.8	0.0	0.0	2.20	0.0	2.20	FE2O3	159.6	57.2
36	CR	52.0	0.0	0.0	0.50	0.0	0.50	CR(N03)3.9H2O	400.0	68.4
37	MI	58.7	0.0	0.0	0.40	0.0	0.40	NI(N03)2.6H2O	290.7	40.5
39	ZR	91.2	0.0	0.0	1.00	0.0	1.00	ZR02	123.2	26.0
40	RU	101.1	0.0	0.0	0.12	0.0	0.12	RU	101.1	3.1
41	RH	102.9	0.0	0.0	0.15	0.0	0.15	RH	102.9	3.9
42	PD	106.4	0.0	0.0	0.43	0.0	0.43	PD	106.4	11.1
	TOTAL		11.2	0.9	11.20	76.9	100.20			3417.1

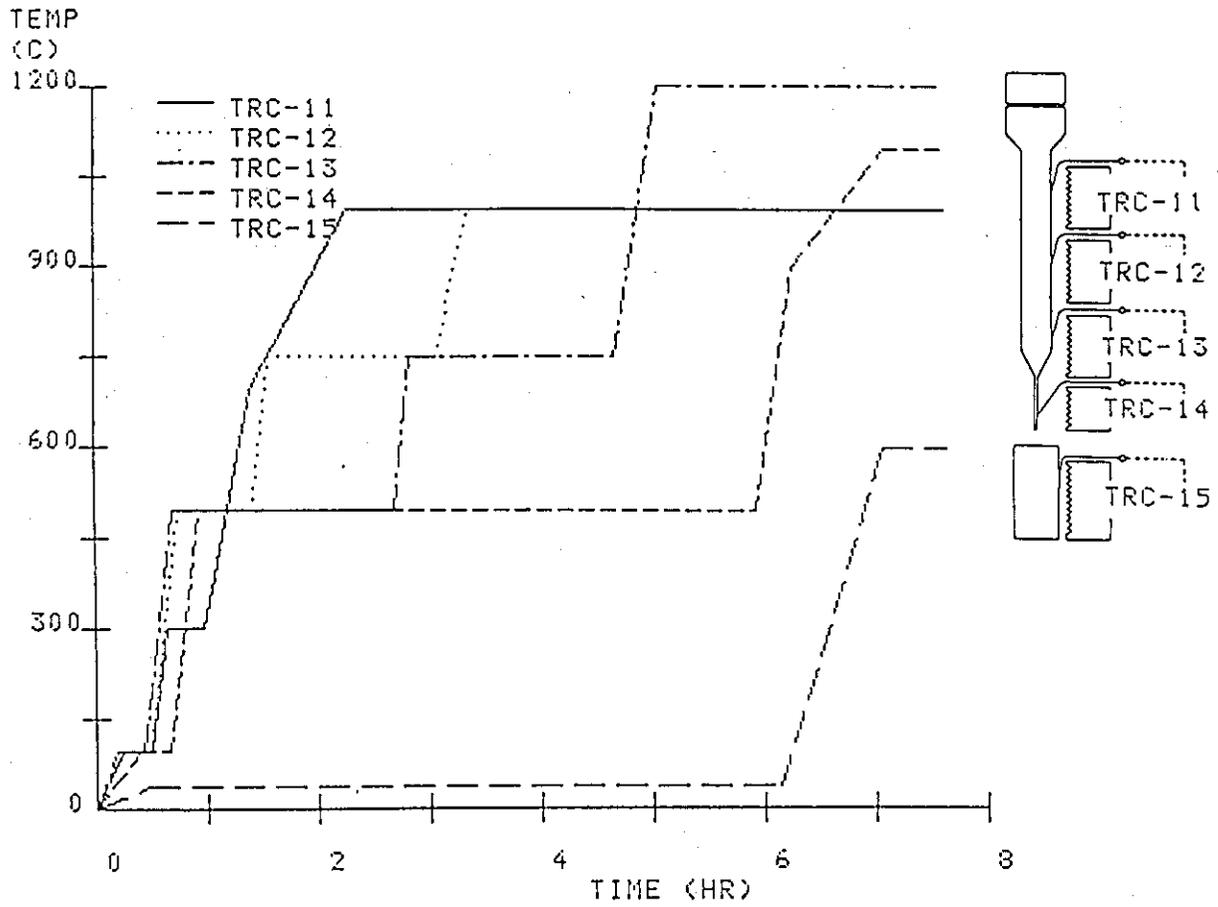


Fig.23 HEATING PATTERN FOR MELTING

DATE 83.12.21 15:26

PATTERN NO 10

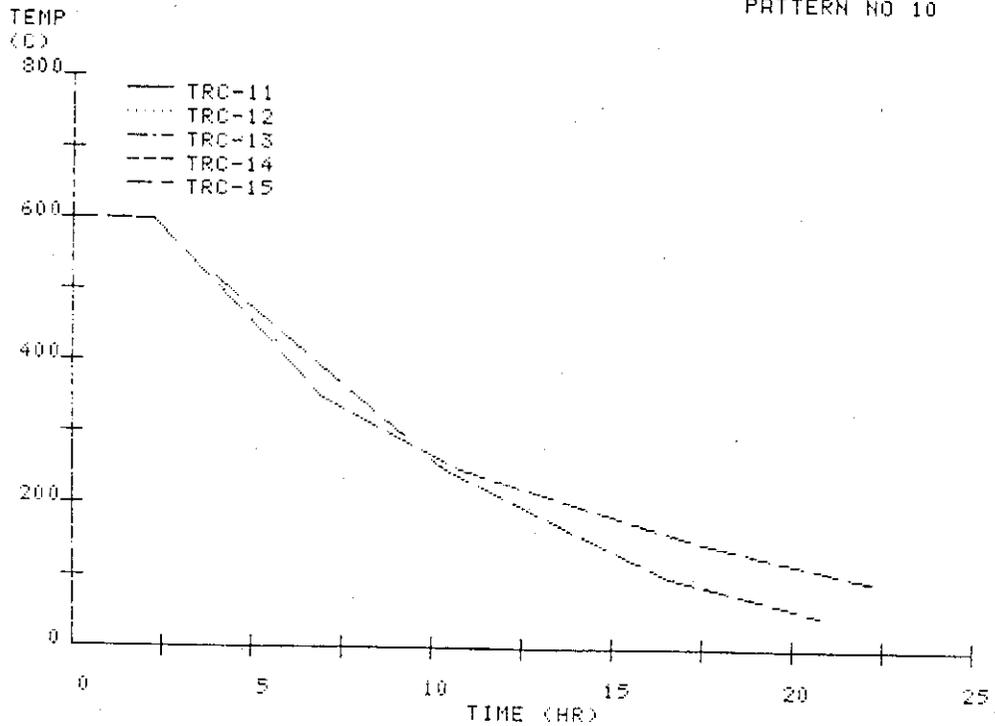
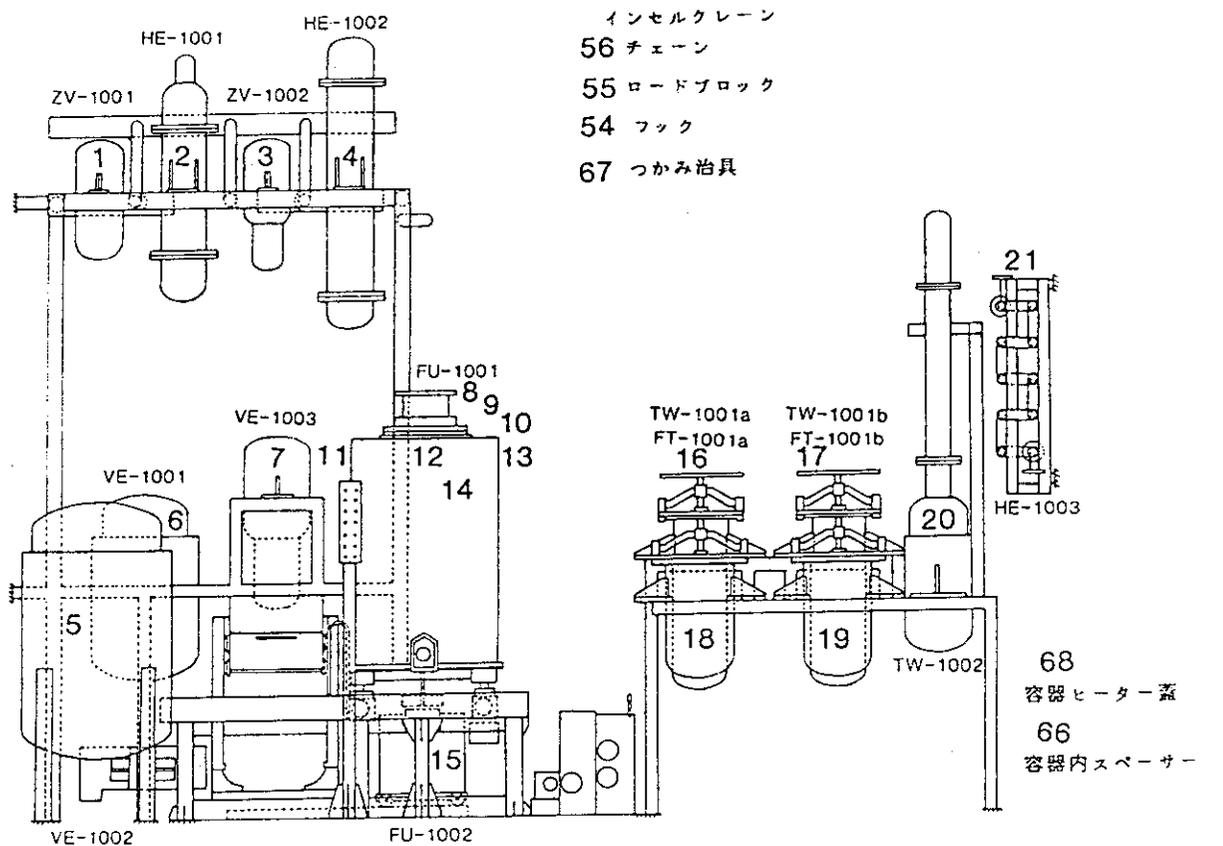


Fig.24 COOLING PATTERN



- インセルクレーン
- 56 チェーン
- 55 ロードブロック
- 54 フック
- 67 つかみ治具

- 68 容器ヒーター蓋
- 66 容器内スペーサー

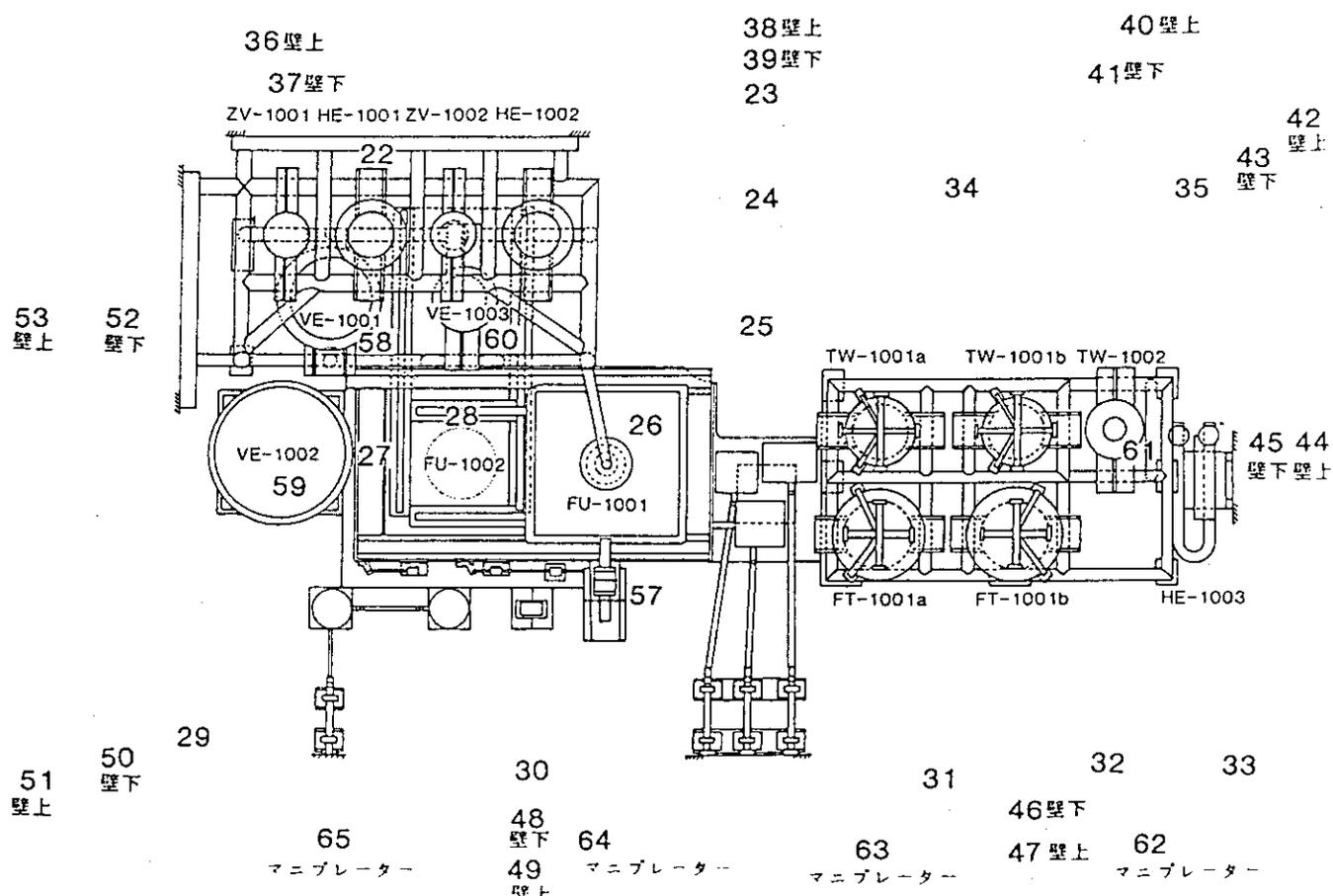
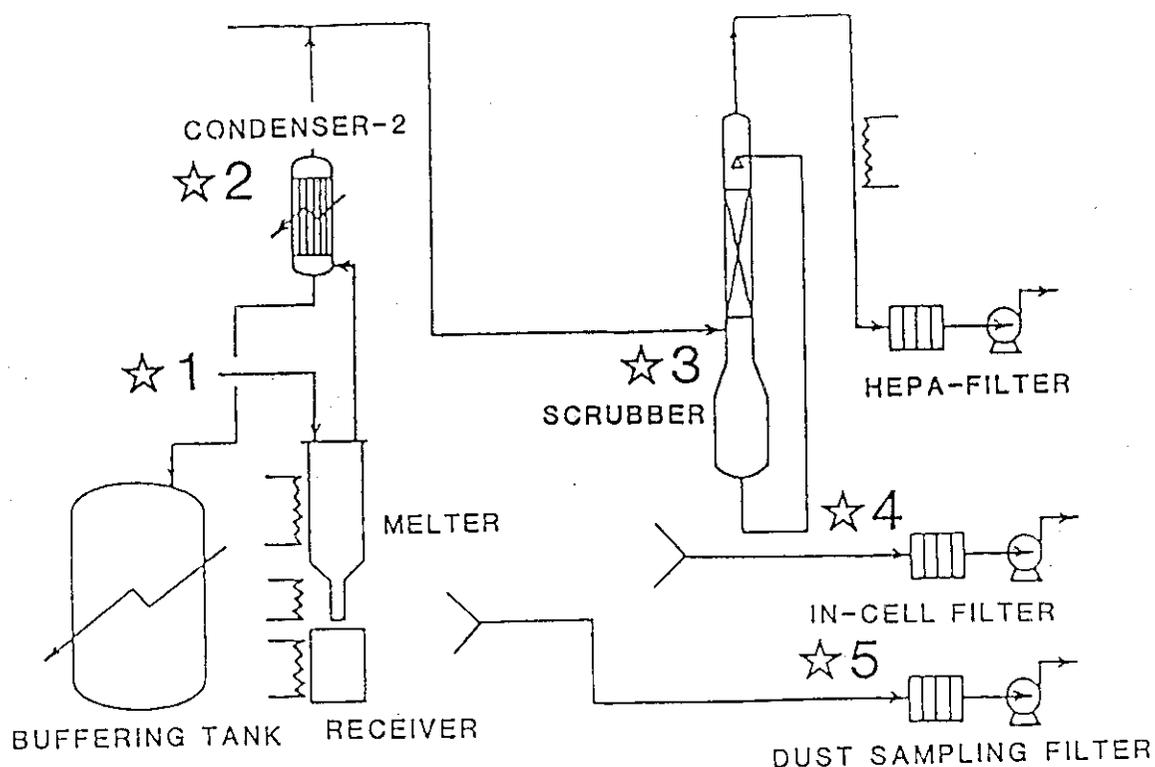


Fig.25 SAMPLING POINTS BY SMEAR CHIPS

Table 7 SURFACE CONTAMINATION LEVELS AFTER EACH HOT RUN
(単位: 100 dpm/100 cm²)

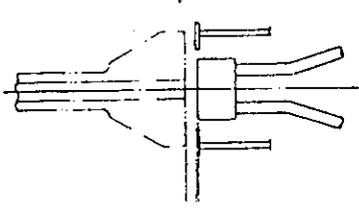
No	H82	H82	H82	H82	H83	H83	H83
	001	002	003	004	001	005	006
	mCi						
	0.16	12.8	15.4	15.9	830	511	1700
1	<2	<2	<2	<2			
2	<2	<2	<2	<2			
3	<2	5	<2	<2			
4	<2	<2	<2	<2			
5	<2	5	<2	<2	67	4	9
6	<2	5	<2	<2			
7	<2	3	<2	<2			
8	<2	<2	<2	<2			
9	<2	<2	<2	<2			
10	<2	<2	<2	<2	2335	85	5
11	<2	<2	<2	<2			
12	<2	<2	<2	<2			
13	<2	<2	<2	<2			
14	<2	<2	<2	<2			
15	<2	14	<2	<2		2	906
16	<2	<2	<2	<2		<2	4
17	<2	<2	<2	<2			
18	<2	<2	<2	<2			36
19	<2	<2	<2	<2			
20	<2	<2	<2	<2			
21	<2	<2	<2	<2			
22	<2	7	<2	<2			
23	<2	<2	<2	<2			
24	<2	3	<2	<2			<2
25	<2	5	<2	<2			
26	<2	3	<2	<2			
27	<2	<2	<2	<2			
28	<2	<2	<2	<2			
29	<2	10	<2	<2	3	>30k	3
30	<2	6	<2	<2		48	55
31	<2	5	<2	<2	<2	14	3
32	<2	13	<2	<2			
33	<2	4	<2	<2			
34	<2	140	<2	<2	7	42	34
35	<2	11	<2	<2			
36	<2	<2	<2	<2			
37	<2	<2	<2	<2			
38	<2	<2	<2	<2			
39	<2	<2	<2	<2			
40	<2	<2	<2	<2			
41	<2	<2	<2	<2			
42	<2	<2	<2	<2			
43	<2	<2	<2	<2			<2
44	<2	<2	<2	<2			
45	<2	<2	<2	<2			
46	<2	<2	<2	<2			
47	<2	<2	<2	<2			
48	<2	<2	<2	<2			
49	<2	<2	<2	<2			
50	<2	<2	<2	<2			
51	<2	<2	<2	<2			
52	<2	<2	<2	<2			
53	<2	<2	<2	<2			
54	<2	<2		<2			
55	<2	<2		<2			
56	<2	<2		<2			
57	<2	<2	<2	<2			
58	<2	<2	<2	<2			
59	<2	<2	<2	<2			
60	<2	<2	<2	<2			
61	<2	<2	<2	<2			
62	<2	<2	<2	<2			
63	<2	<2	<2	<2			
64	<2	<2	<2	<2			
65	<2	<2	<2	<2			
66	<2	<2		<2			
67	<2	<2		<2			
68	<2	<2	<2	<2			

注) >30k: サーベイメーターで測定した値 (単位 c/m)



Run No.	Feed ★1 (mCi)	Cond. ★2 (uCi)	Scrub. ★3 (uCi)	Cell ★4 (x10 Ci)	Melter ★5 (x10 Ci)
H82001	0.16	0.1	-	-	-
H82002	12.8	0.1	0.56	3.8	-
H82003	15.4	0.1	0.25	51	4.3
H82004	15.9	0.1	2.50	27	20
H83001	830	4.5	41.0	96	110
H83005	511	13.0	12.9	-	-
H83006	1700	160	5000	-	-

Fig.26 ACTIVITY DISTRIBUTION
IN DOWN STREAM



・A・詳細
 (注) 空温時: フリーズバルブとカバーの間隙は、約5mm
 昇温時: カバーとシャッターの間隙は、0.2mm

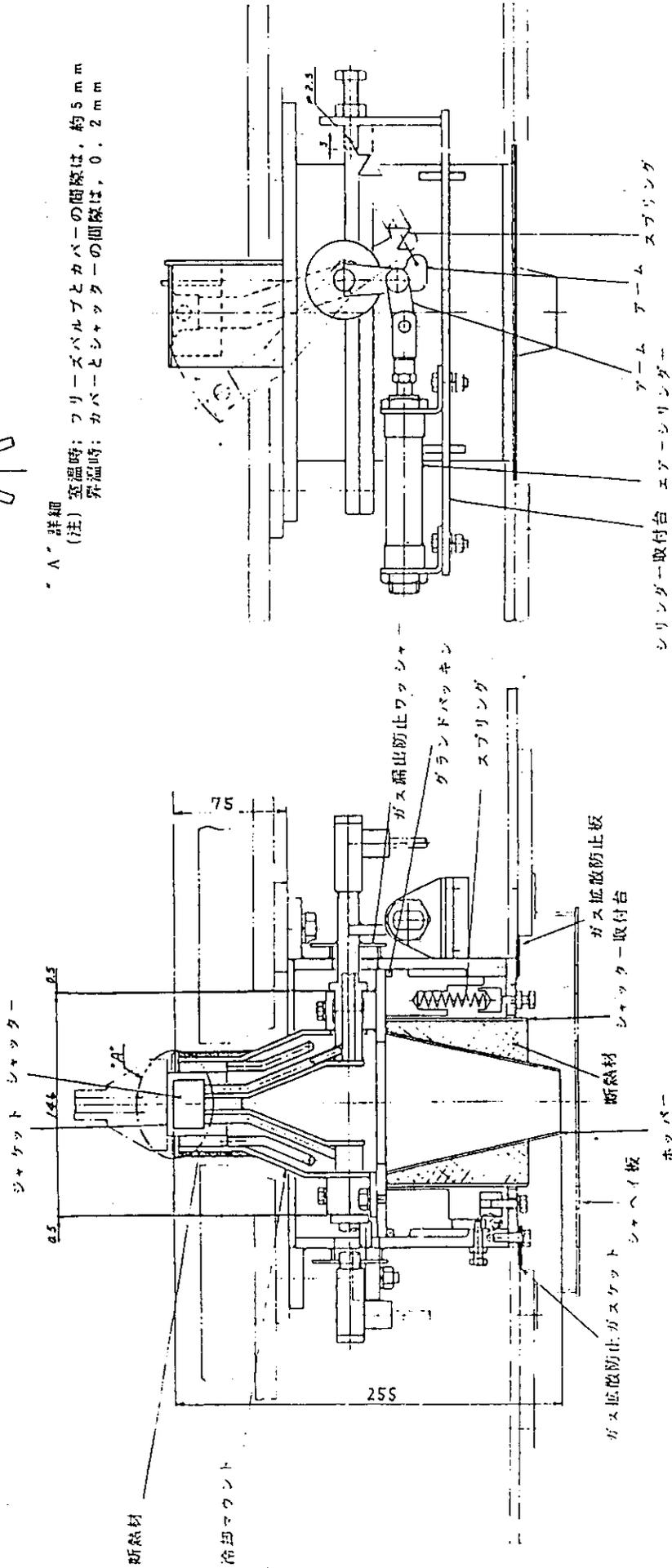


Fig.27 IMPROVED FETURE FEATURE OF SHUTTER

謝 辞

本装置の設計と運転に当たり御指導を賜った環境安全研究部今井和彦部長及び荒木邦夫次長に感謝致します。

本装置の設計と試験項目の選定に当たっては、高レベル廃棄物処理処分研究室妹尾宗明副主任研究員（現在科学技術庁出向）、馬場恒孝及び三田村久吉各氏に有益なコメントを頂いた。また本装置の製作段階においては、三井造船(株)原子力事業部鈴木重紀氏に御尽力を頂いた。合わせてここに感謝致します。

参 考 文 献

- 1) M. M. Chotin et al. ; " Operational experience of the first industrial HLW vitrification plant " , CONF - 790420 , P 73 (1979)
- 2) IAEA ; " Techniques for the solidification of high-level waste " , IAEA Technical Reports Series No.176 (1977)
- 3) 動燃事業団 ; " 高レベル放射性廃棄物の固化貯蔵に関する研究開発の現状について " (VI) , N 141 , 80 - 05 (1980)
- 4) 田代晋吾他 ; " 廃棄物安全試験施設 (WASTE F) " , JAERI - M 83 - 175 (1983)
- 5) 田代晋吾他 ; " ホット試験用ガラス固化体作製装置のモックアップ試験 " , JAERI - M 9192 (1980)
- 6) T. BANBA ; Simulated HLLW compositions for cold test of waste management development , JAERI - M 82 - 088 (1982)

謝 辞

本装置の設計と運転に当たり御指導を賜った環境安全研究部今井和彦部長及び荒木邦夫次長に感謝致します。

本装置の設計と試験項目の選定に当たっては、高レベル廃棄物処理処分研究室妹尾宗明副主任研究員（現在科学技術庁出向）、馬場恒孝及び三田村久吉各氏に有益なコメントを頂いた。また本装置の製作段階においては、三井造船機原子力事業部鈴木重紀氏に御尽力を頂いた。合わせてここに感謝致します。

参 考 文 献

- 1) M. M. Chotin et al. ; " Operational experience of the first industrial HLW vitrification plant " , CONF - 790420 , P 73 (1979)
- 2) IAEA ; " Techniques for the solidification of high-level waste " , IAEA Technical Reports Series No.176 (1977)
- 3) 動燃事業団 ; " 高レベル放射性廃棄物の固化貯蔵に関する研究開発の現状について " (VI) , N 141 , 80 - 05 (1980)
- 4) 田代晋吾他 ; " 廃棄物安全試験施設 (WASTE F) " , JAERI - M 83 - 175 (1983)
- 5) 田代晋吾他 ; " ホット試験用ガラス固化体作製装置のモックアップ試験 " , JAERI - M 9192 (1980)
- 6) T. BANBA ; Simulated HLLW compositions for cold test of waste management development , JAERI - M 82 - 088 (1982)