

本資料は 年2001. 6. 6日付けで登録区分、
変更する。

[技術情報室]

高温挙動試験装置のコールド試験

1993年12月

動力炉・核燃料開発事業団
東海事業所

製、
して

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

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

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

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

ス



高温挙動試験装置のコールド試験

実施責任者 上村勝一郎*
報告者 富田 豊* 宇野 弘樹**
高橋 邦明* 河野 秀作*
山本 純太*

要 旨

高温挙動試験装置は、高富化度MOX燃料等の未照射燃料の融点を測定するために設置されたものである。ホット運転の前に、温度制御プログラム決定試験、カプセル溶接部健全性確認試験、真空計自動化プログラムの作成、昇温速度決定試験を行い測定条件を決定した。次に融点が既知である、 Al_2O_3 、Nb、Mo、 ZrO_2 、Ta を標準試料としてコールド試験を実施し、二色温度計の校正曲線の作成を行った。コールド試験の結果、標準試料の融点の測定値と文献値との差が最大258℃もあり、測定精度の向上が必要であることが分かった。誤差原因は、二色温度計の混色誤差と視野欠けが原因と推測される。こうした問題点の対策もあわせて報告する。

* 核燃料技術開発部 プルトニウム燃料開発室
** 検査開発株式会社

目 次

1. 目的及び概要	1
2. 試験内容	2
2.1 温度制御プログラム決定試験	2
2.2 タングステンカプセル溶接部健全性試験	3
2.3 自動化運転プログラムの作成	3
2.4 昇温速度決定試験	4
2.5 二色温度計の校正曲線の作成試験	4
3. 結果および考察	5
3.1 温度制御プログラム決定試験	5
3.1.1 出力リミットの決定	5
3.1.2 P I D値の決定	5
3.2 カプセル溶接部健全性試験	5
3.2.1 試料未封入カプセル	5
3.2.2 試料(Ta)封入カプセル	6
3.3 自動化運転プログラムの作成	6
3.4 昇温速度決定試験	6
3.5 二色温度計の校正曲線の作成試験	7
4. ホット運転のための問題点抽出	8
4.1 問題点	8
4.2 対 策.....	9
5. 参考文献	11
6. 表	12
7. 図	16
8. 付録 高温挙動試験装置シーケンサプログラム	52

1. 目的及び概要

プルトニウム燃料第一開発室R-232の高温挙動試験装置は、高富化度MOX燃料等の未照射燃料の融点を測定するために設置されたものである。ホット運転の前に融点が既知である Al_2O_3 , Nb, Mo, ZrO_2 , Ta を標準試料としてコールド試験を実施した。

試験は以下に述べる(1)~(5)項目で、これにホット運転のための問題点抽出を加えて報告する。

- (1) 温度制御プログラム決定試験
- (2) カプセル溶接部健全性確認試験
- (3) 真空計自動化プログラムの作成
- (4) 昇温速度決定試験
- (5) 二色温度計の校正曲線の作成
- (6) ホット運転のための問題点抽出

2. 試験内容

2.1 温度制御プログラム決定試験

本装置は温度の昇温、降温、保持をデジタルプログラム調節計を用いて行っている。このプログラムを組むには、次の8項目のデータの入力が必要である。

- (1) 温度シグナル
- (2) 出力リミット
- (3) P I D定数
- (4) 温度パターン
- (5) 昇・降温、保持時間
- (6) 繰り返し回数
- (7) センサ補正值
- (8) 出力変化量リミット

以上のうち(2)出力リミット、(3)P I D定数以外についてはオペレーターの計算値やマニュアルに記載された値を入力した。P I D定数は本装置にオートチューニング機能が無いので最適値を求めるために、オペレーターがトライアンドエラーで調整を行った。調整の手順¹⁾を次に示す。

- (1) P, I, Dの順で調節する。各定数を変えてから、目標値を段階的に変えて測定の変化をみる。ゆっくりと結果を確認し、経過をメモする。
- (2) P (比例帯) は大きい数字から小さい数字へと変えていく。測定値の振動が出てきたらやめる (図1)。
- (3) I (積分時間) も大きい数字から小さい数字へと変える。測定値の振動 (②より長い周期) が出てきたらやめ、若干大きめに戻す (図2)。
- (4) D (微分時間) は小さい数字から大きい数字へと変える。測定値の振動 (②より短い周期) が出てきたらやめ、若干小さめに戻す (図3)。
- (5) 設定時間を短くしたい時には、Pをさらに小さくして測定値の変化をみる。
- (6) 制御運転に入ってから、時々目標値変更時や自然の外乱による測定値の変化をみる。この時の再調整の目安を図4に示す (ただしPとIのみ)。

2. 2 タングステンカプセル溶接部健全性試験

次の2種類のタングステンカプセルについて、溶接部健全性の確認を行った。

- (1) 試料未封入状態で上部フタを溶接したもの。
- (2) Ta (株)レアメタリック、99.96 %、 $\phi 5 \text{ mm} \times H 5 \text{ mm}$ 、4.91g) の融点測定に使用したもの。

上記(1)、(2)の加熱条件を図5、6に示す。

2. 3 自動化運転プログラムの作成

本装置は炉内の真空排気、遠隔操作による非常時のブザー吹鳴、自動電源切断などをシーケンス制御を用いて行っている。

真空排気の操作としては、

・ R P	O N
・ 粗引バルブ	閉
・ 補助バルブ	開

炉内が 10^{-2} torr台に到達したら (約5分間)

・ D P	O N
-------	-----

約20分間の加熱後

・ 粗引バルブ	閉
・ 主バルブ	開

の順で行われる。

次に各機器の異常時における警報吹鳴としては、

- ・ 冷却水ポンプの異常
- ・ 過熱
- ・ D P 冷却水量の減少
- ・ 二色温度計異常
- ・ 発振器故障

が挙げられる。

これらの誤動作の防止、異常時の警報吹鳴、装置の停止を目的とした、シーケンサーによる自動化運転のためのプログラムを作成した。

2. 4 昇温速度決定試験

サーマルアレストの観察が容易でかつ昇温速度が速いという2条件を満たす昇温速度の最適値を求める事を目的として行った。

試料には、 Al_2O_3 (榊高純度化学研究所、99.99%、粒径2mm、3.75g)を用いて、昇温速度を $10^{\circ}C/min$ 、 $20^{\circ}C/min$ 、 $30^{\circ}C/min$ 、 $40^{\circ}C/min$ 、 $50^{\circ}C/min$ にして測定を行った。基本的な温度パターンを図7に示す。

2. 5 二色温度計の校正曲線の作成試験

融点が既知である金属、酸化物の測定を行い、この結果より実測値から真値への校正曲線を作成した。測定には Al_2O_3 、Nb、Mo、 ZrO_2 、Taを試料に用いた。試料の製造メーカー、純度、形状については表1、試料の重量については表2に示す。タングステンカプセルの再使用は行わず1回の測定で1個のタングステンカプセルを使用した。

3. 結果及び考察

3. 1 温度制御プログラム決定試験

3. 1. 1 出力リミットの決定

高周波発振器の盤面操作にて、出力の制御を行い、温度(°C)と高周波出力(KW)の関係を把握した。その結果を図8に示す。

次に高周波発振器の出力を最大出力に対する割合(%)で表し、それを設定値(%)とした。設定値にする温度を実測し、図9に示す。この結果を温度パターンを決定する際の「出力リミット」の入力に用いた。

3. 1. 2 PID値の決定

2. 1に示した試験方法に従い

- ・オフセット(目標値との差)
- ・オーバーシュート(指示値が目標値を超え、それが再び目標値をまで戻る時間)
- ・指示値の振動

が無くなるまでかあるいは最短になるまでトライアンドエラーで調節を行った。その結果を表3と図10、11、12に示す。また図13にこの試験結果から決定し、融点測定に用いた温度パターン、PID値などを示す。

3. 2 カプセル溶接部健全性試験

3. 2. 1 試料未封入カプセル

2. 2の試験内容に従い、50°C/minの昇温速度で3000°Cまで加熱した。加熱後のカプセルの外観写真を図14に示す。外観検査では傷、変形等は見当たらなかった。

次に加熱前のカプセル(図15)と加熱前のカプセルと同じものではないが同一条件で溶接した加熱後のカプセル(図16)の断面金相写真の比較結果と、Heリーク試験の結果を表4に示す。金相写真より結晶粒径、溶け込み深さについて調べたが、3000°Cという高温による粒成長は観察されるが、溶け込み深さには変化がなかった。またHeリーク試験の結果にも変化がないことから溶接部の健全性は保たれていると言える。

3. 2. 2 試料 (Ta) 封入カプセル

Ta粒を充填し、上部フタを溶接したカプセルを実験に用いた。このカプセルを3000℃まで昇温させ、サーマルアレストが観察されたところで降温を行った。

表5にHeリーク試験の結果を示すが、合格基準²⁾を満たしている。

次に加熱後の上部フタの外観写真を図17に示す。外観検査では傷、変形等は見当たらなかった。また溶接部断面金相写真を図18に示す。図18から3000℃の高温まで加熱を行ったため二次再結晶が生じ結晶粒が非常に成長しているのが分かる。粒界割れも観察されるが研磨時にできたかどうかは不明である。試料の溶出も無く、リーク試験にも合格していることから健全性は保たれたと言える。しかし、結晶粒の肥大化は材質の脆性につながるため、同一カプセルの繰り返しの使用は避けたほうが望ましい。

3. 3 自動化運転プログラムの作成

真空系、インターロック等の制御を行うためのシーケンス制御をラダー図を用いて表した(付録参照)。このプログラムは装置附設のマイクロシーケンサーに入力し、自動制御によって装置の運転を行う。

3. 4 昇温速度決定試験

サーマルアレストの観察温度帯において、昇温速度を10、20、30、40、50℃/minに変化させ試験を行った。表6にそれぞれの昇温速度から求めたAl₂O₃の融点を示す。また実測データを図19から23に示す。これらの図から昇温速度の遅いほうがサーマルアレストの確認は若干しやすいが、それ程影響がないといってよい。よってタングステンカプセルと試料との反応を少なくすることを考慮すると測定時間は短いほうが良いため、昇温速度は50℃/minにした。ただしこれはコールド試験についてであり、ホット試験に際しては再度確認する予定である。

3. 5 二色温度計の校正曲線の作成

Al₂O₃, Nb, Mo, ZrO₂, Ta の既知の融点を校正用の標準温度とした。Al₂O₃, Nb, Mo, Ta についてはそれぞれ3回測定し、ZrO₂は1回測定を行った。測定から求められた融点と文献値について表7に示す。表7をグラフ化した図を図24に示す。また実測データを図25から37に示す。

図24の温度校正曲線は、縦軸に実測値、横軸に文献値をとり、各プロットに対する近似値を与える線を引き、それを温度校正曲線としたものである。しかし表7から実測値と文献値の差は最大258℃もあり、また同じ標準試料の実測値どうしでも最大で275℃の差があるため、この温度校正曲線は信頼に足るものでない。このような温度差が生じた原因としては、次の2点が考えられる。

(1)混色誤差

測温孔の直径が2mmなのに対して、温度計の視野径は2.38mmであるため図38①に示した位置関係にある。このため、温度計を理想的にセットしたとしても、約29%は測温孔以外のカプセル底部を測定しており、混色誤差が生じている。さらに、高周波炉の振動によって温度計の視野がずれて測温孔以外の測定面積が増大し、混色誤差が大きくなる。測定結果の信頼性向上のために図38②示したように温度計の視野を測温孔よりも相対的に小さくなるようにし、多少のずれが生じてても混色誤差が生じないよう装置を改造する。

(2)視野欠け

のぞき窓と3箇所のパイプの径が二色温度計の測定視野よりも小さいため、視野欠けによる誤差が生じている。視野欠けによる誤差を無くすためには、視野欠けの生じているのぞき窓やパイプの径を広げる必要がある。

4. ホット運転のための問題点抽出

4. 1 問題点

(1) 上部リフレクター

リフレクターの交換スペースがリフレクターよりも小さいため、交換する場合は、ボックス内でリフレクターの分解、組立を行う必要があり、グローブ作業でこれを行うのは容易ではない。

(2) 温度指示のバラツキ

2000℃を超えると温度計の指示値がバラツキ、そのバラツキが記録されるためサーマルアレストの確認ができない（図3.6参照）。

(3) 炉開閉機構の振れ

炉の開閉に使用されるシリンダー軸倒れ防止バーが下側しか固定されていないため炉開閉時に振動で振れてしまい垂直に上下できない。

(4) 過熱防止器の不備

過熱防止器が上部温度計にしか接続されていないため、上部側の過熱防止器が故障した場合、インターロックが働かない恐れがある。

(5) 記録計

記録計が打点式であるためサーマルアレストのとき印字が飛んでしまい、正確に値を読むことが困難である。

(6) 一次冷却水配管破裂による水漏れ

一部のバルブが閉じたまま加熱した際、電熱ケーブルが異常過熱した。そこに急に冷却水を流したため配管が破裂した（報告書⁶⁾参照）。

(7) ルツボの中心加熱

ルツボの中心位置と炉中心位置がずれると上・下部の温度計の指示値がずれる（図 3 9 参照）。

(8) 視野欠けによる測定誤差

図 4 0 中の a ~ d で示したのぞき窓やパイプの径が二色温度計の測定視野よりも小さいため、視野欠けが生じている。

(9) 混色誤差による測定温度のずれ

二色温度計の測定視野がルツボの測温孔径よりも大きいため、混色誤差が生じている。さらに高周波炉の振動でルツボの位置がずれるため測温孔以外を測定する面積が増え誤差が拡大する。

4. 2 対策

(1) 上部リフレクター

リフレクターを 2 分割化し、リフレクターの分解・組立なしに交換できるようにした。

(2) 温度指示のバラツキ

温度指示のバラツキは、高周波炉の振動がルツボに伝わったため、保持台を円錐形から円柱形にする事で振動を減衰させた。その結果、振動はほぼ減衰された。（図 3 7 参照）。

(3) 炉開閉機構の振れ

シリンダー軸倒れ防止バーの先端をグローブボックスの天井に固定し、開閉時の振れを抑えた。

(4) 過熱防止器の不備

上部温度計に接続されている過熱防止器と同じタイプの過熱防止器を下部温度計にも取り付けした。

(5) 記録計

記録計を打点式から連続印字式に変更した。

(6) 一次冷却水配管破裂による水漏れ

各バルブに常時開・閉表示を付けるとともに、冷却水フロースイッチの設定を変更し、一部の冷却水が止まってもインターロックが働くようにした。また作業前点検表で装置全体の正常を確認するように改めた。さらに、現在高温挙動試験装置の冷却水フローは図41であるが、これを以下の方針で改造を行い図42のようにする計画である。

1. 現在付いているフローメータ（サイトグラス）をフロースイッチに交換する。
2. グローブボックス内のバルブを予備用を除き撤去し、代わりにフローメータ（目視確認用）を取り付ける。
3. 試料支持台の系統にフロースイッチを取り付ける。

(7) ルツボの中心加熱

装置に付属されている炉開閉用のプーリーには多少の遊びがあり、正確な位置を設定することが難しい。そこで、試料上下機構の製作を行い交換する。

(8) 視野欠けによる測定誤差

図40のa～dの内径を以下のように変更した部品と取り替える計画である。

のぞき窓 a 16.1mm → 44.0mm

パイプ b 内径20.0mm 外径30.0mm → 内径36.0mm 外径46.0mm

パイプ c 内径16.0mm d : 26.0mm → 内径30.0mm 外径36.0mm

パイプ d 内径12.0mm d : 16.0mm → 内径26.0mm 外径30.0mm

(9) 混色誤差による測定温度のずれ

二色温度計の視野を絞ることで対処する方針で、二色温度計を距離係数700のものと取り替える。

5. 参 考 文 献

- 1) 松本裕：だれでもわかる自動制御，省エネルギーセンター，（1992），31-34
- 2) 宇野弘樹：Eシート（検開-04-02），（1992）
- 3) 日本工業規格：温度測定方法通則（Z8710），（1980），21
- 4) 日本化学会編：化学便覧基礎編 I，丸善，（1984），205
- 5) 日本金属学会編：金属データブック，丸善，（1974），10
- 6) 富田豊：Eシート（プル開-05-060），（1993）

表1 試験に用いた試料

	製造メーカー	純度(%)	形状
$\text{Al}_2\text{O}_3 (\alpha)$	(株)高純度化学研究所	99.99	粒状(粒径2mm)
Nb	(株)レアメタリック	99.9	粒状(粒径4mm)
Mo	(株)レアメタリック	99.9	粒状(粒径4mm)
Ta	(株)レアメタリック	99.96	円柱状($\phi 5\text{mm} \times \text{H}5\text{mm}$)
ZrO_2	(株)レアメタリック	99.99	粉末

表2 試験に用いた試料の重量

	$\text{Al}_2\text{O}_3 (\alpha)$	Nb	Mo	Ta	ZrO_2
1回目(g)	3.53	3.46	17.14	4.91	1.23
2回目(g)	3.52	2.77	4.70	4.63	—
3回目(g)	3.68	3.93	3.78	4.89	—

表3 P I D 値

定数 温度	P (比例帯)	I (積分時間)	D (積分時間)
1500℃	4.0 図10 (a) 参照	2.0 図10 (b) 参照	0.2 図10 (c) 参照
2000℃	1.0 図11 (a) 参照	1.0 図11 (b) 参照	0.1 図11 (b) 参照
2500℃	1.0 図12 (a) 参照	1.0 図12 (b) 参照	0.1 図12 (b) 参照

表4 試料未封入カプセルの断面金相、Heリーク試験結果

	結晶粒径	溶け込み深さ	Heリーク試験
加熱前	0.24 mm	1.6 mm	1.2×10^{-9} atmcc/sec
加熱後	0.40 mm	1.6 mm	1.2×10^{-9} atmcc/sec

表5 試料封入カプセルのHeリーク試験結果

リーク量	7×10^{-9} atmcc/sec
合格基準	10×10^{-9} atmcc/sec

表6 昇温速度決定試験における Al_2O_3 の融点

昇温速度 ($^{\circ}C/min$)	10	20	30	40	50
融点 ($^{\circ}C$)	2050	2044	2051	2042	2058

表7 各試料の融点の実測値と文献値

	1回目 (°C)	2回目 (°C)	3回目 (°C)	文献値 (°C)
Al ₂ O ₃	2060 (6)	1935 (-119)	1970 (-84)	2054 ³⁾
Nb	2350 (-127)	2390 (-87)	2415 (-62)	2477 ³⁾
Mo	2640 (17)	2550 (-73)	2365 (-258)	2623 ³⁾
ZrO ₂	2565 (-150)	————	————	2715 ⁴⁾
Ta	2890 (-100)	2875 (-115)	2872 (-118)	2990 ⁵⁾

※ () の数字は文献値との差

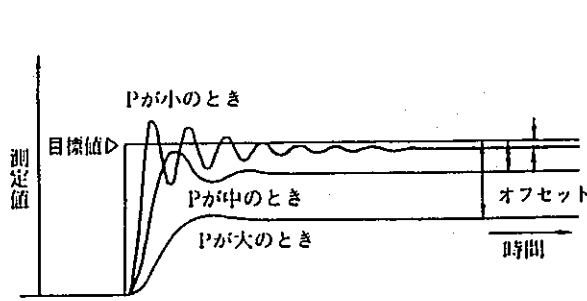
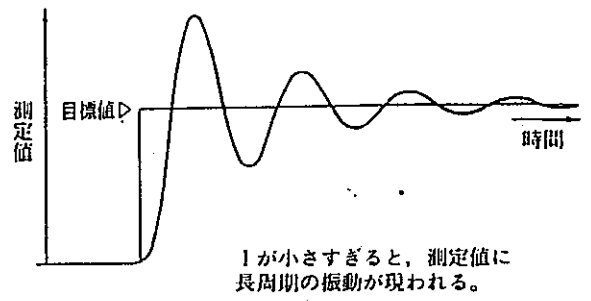
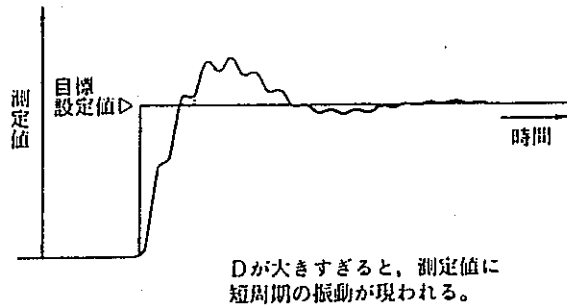


図1 P (比例帯) の調整



Iが小さすぎると、測定値に長周期の振動が現われる。

図2 I (積分時間) の調整



Dが大きすぎると、測定値に短周期の振動が現われる。

図3 D (微分時間) の調整

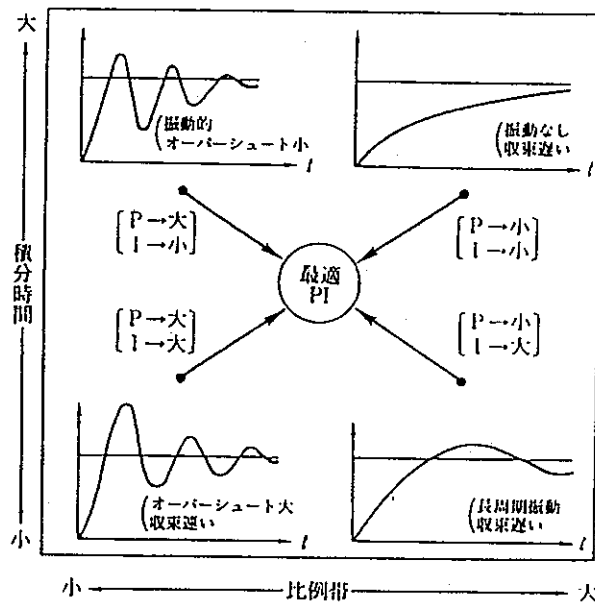


図4 測定値の変動波形による再調整の目安

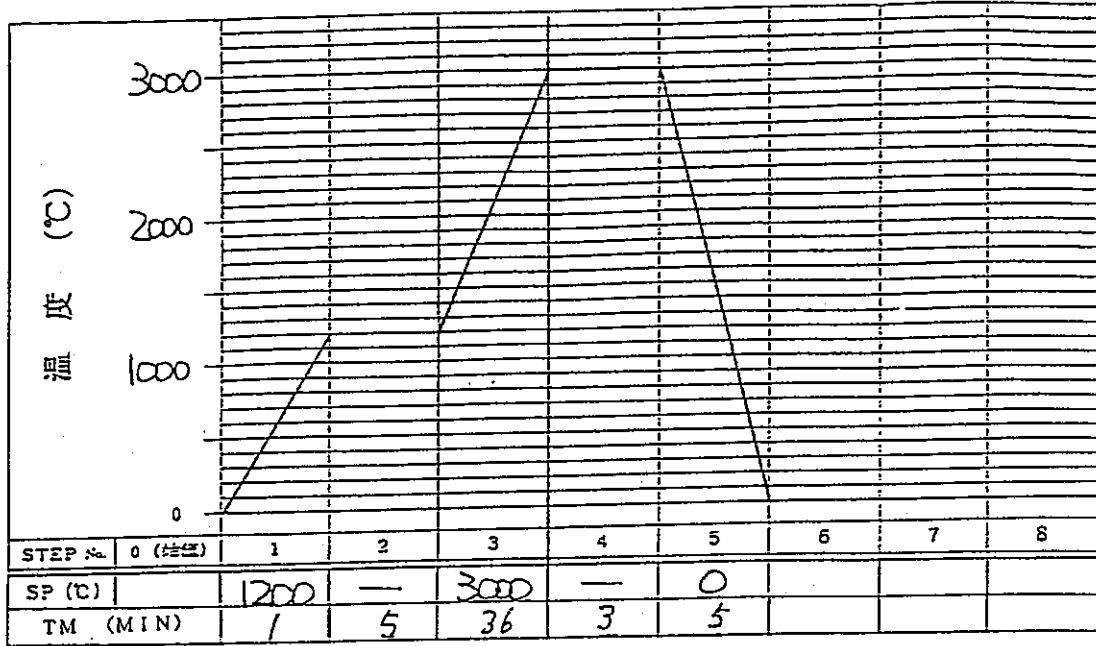


図5 試料未封入Wカプセル溶接部健全性試験の温度パターン

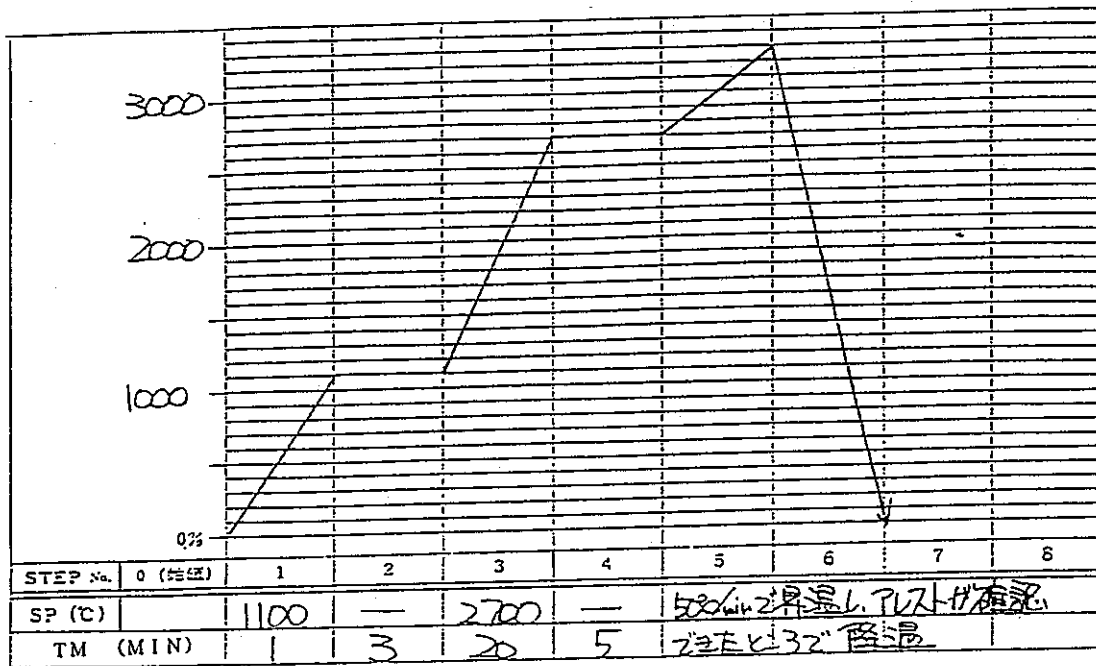


図6 試料 (T a) 封入Wカプセル溶接部健全性試験の温度パターン

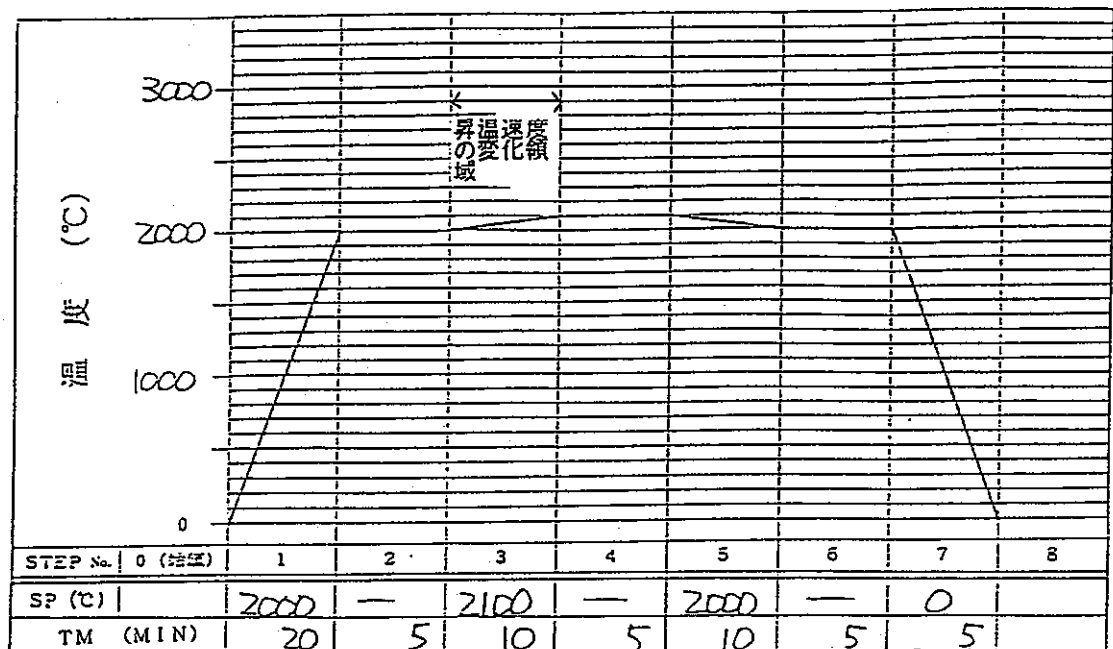


図7 昇温速度決定試験の基本的な温度パターン

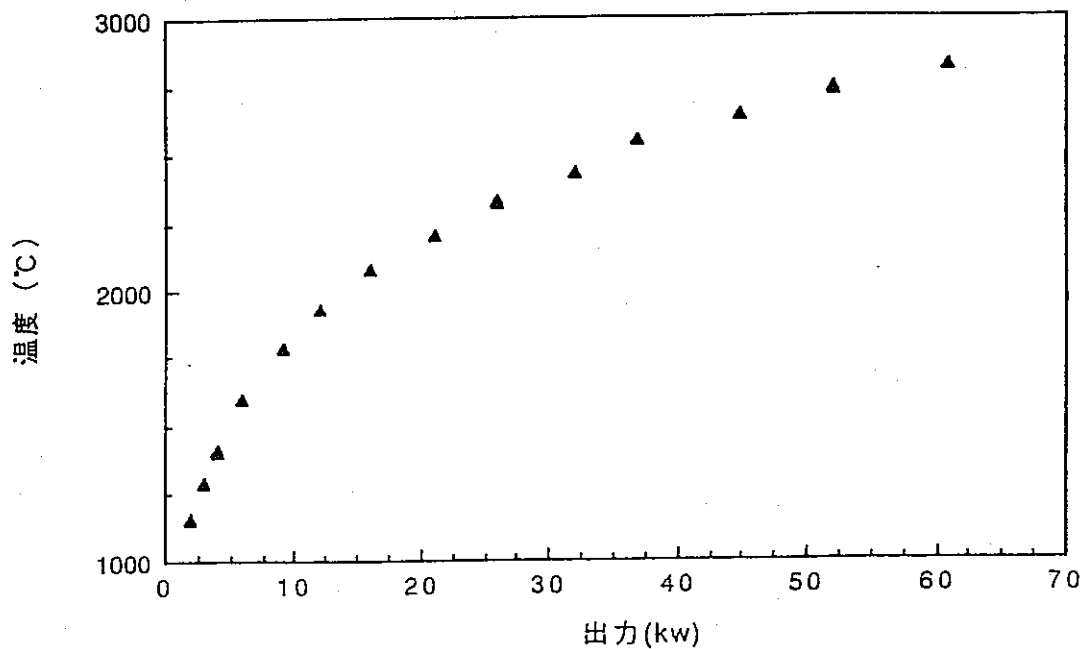


図 8 高温挙動試験装置 出力と温度の関係

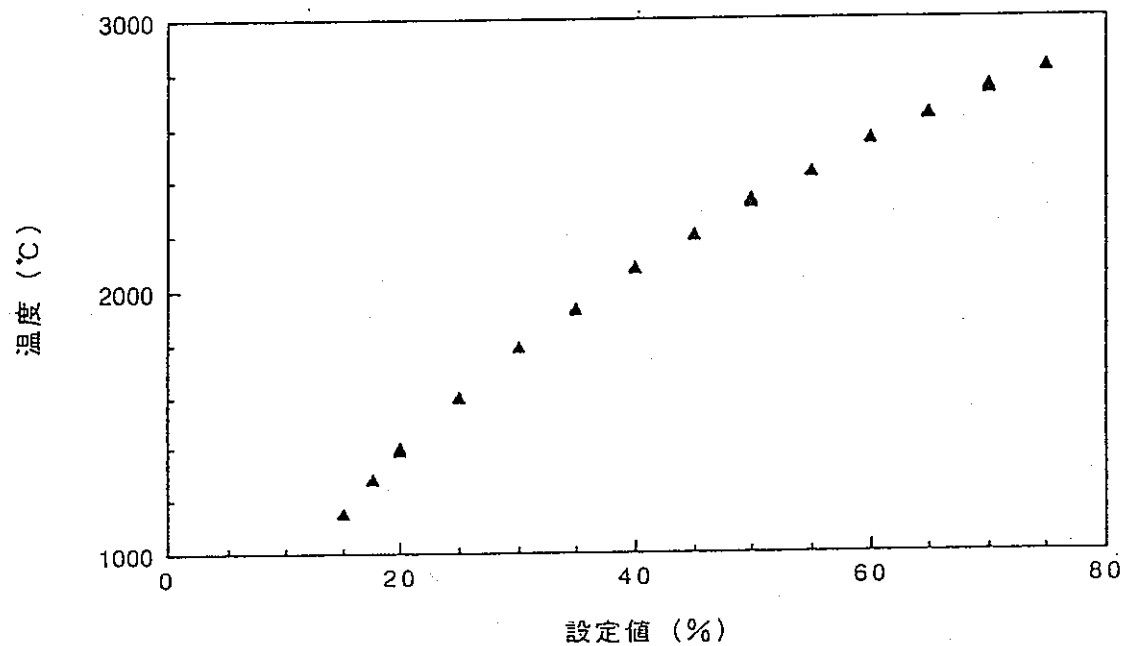


図 9 高温挙動試験装置設定値と温度の関係

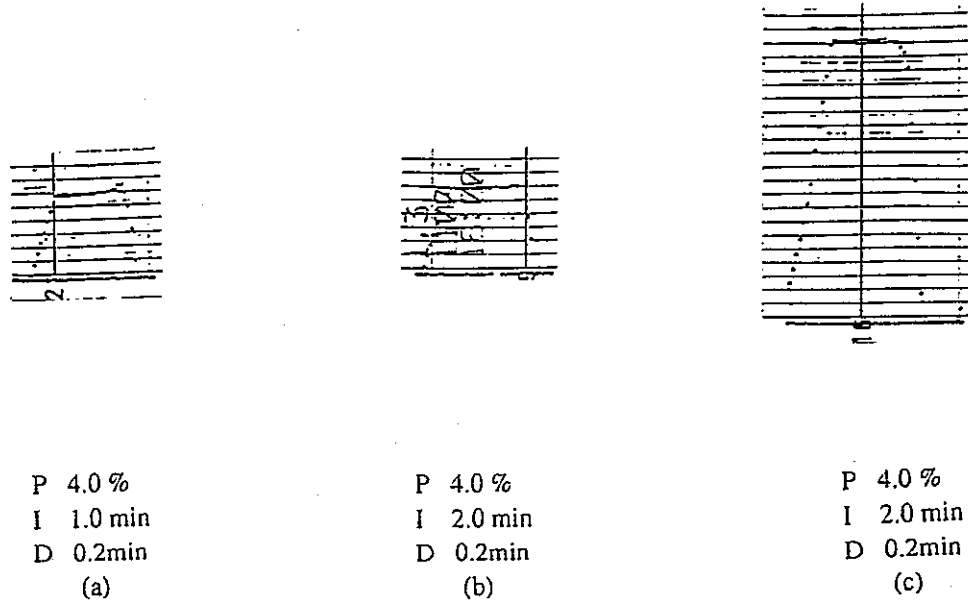


図 1 0 P I D 値設定のための昇降温度曲線 (1500°C)

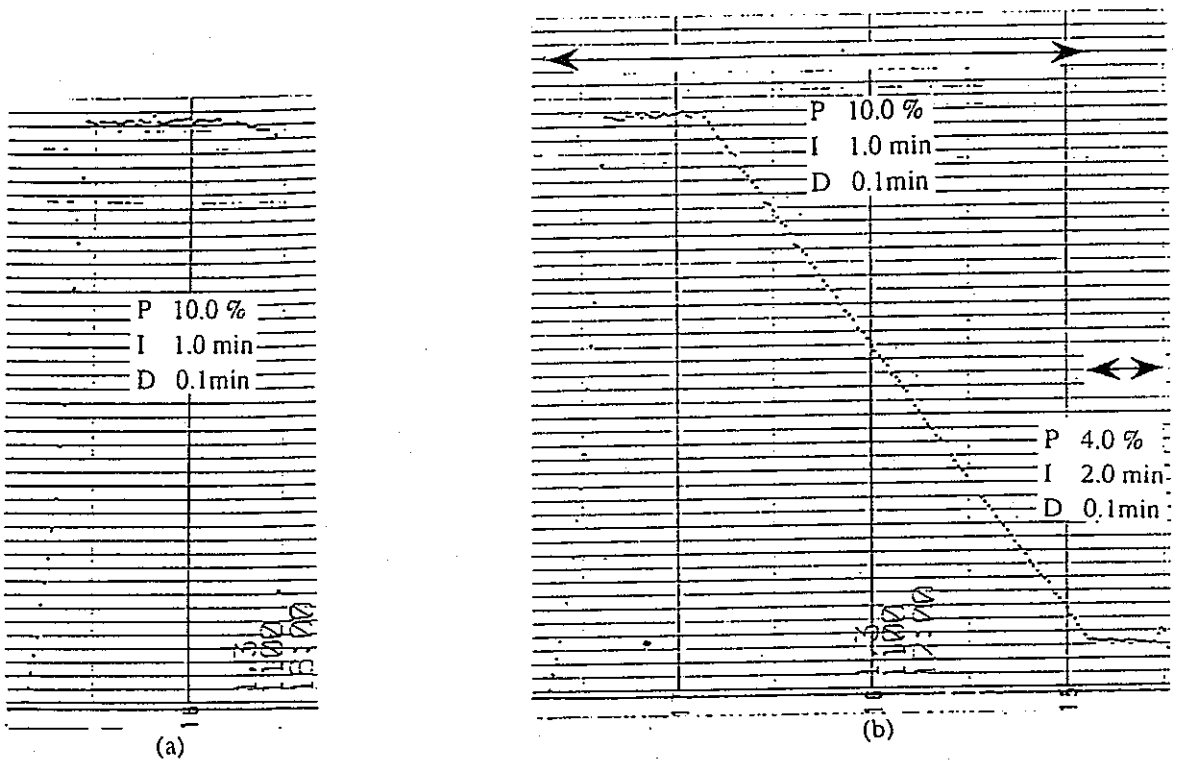


図 1 1 P I D 値設定のための昇降温度曲線 (2000°C)

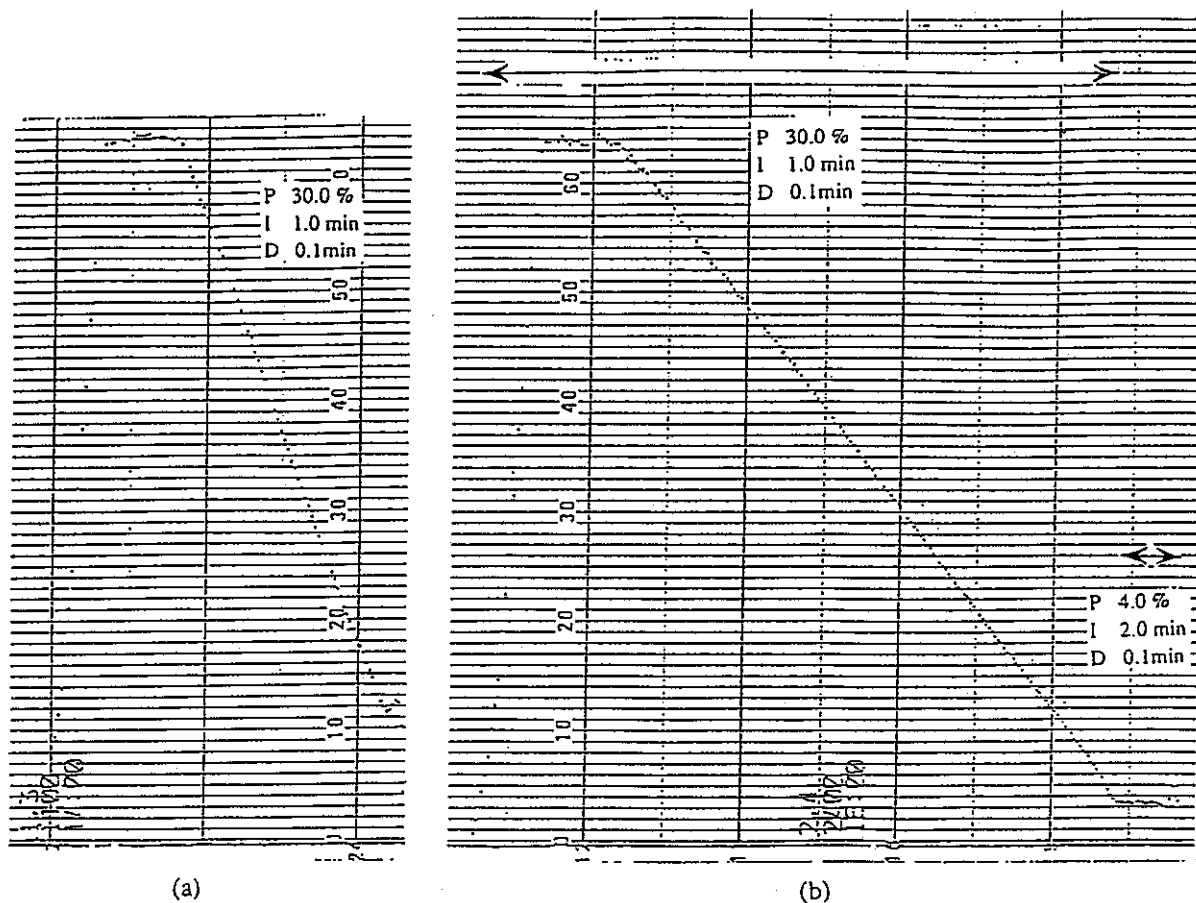
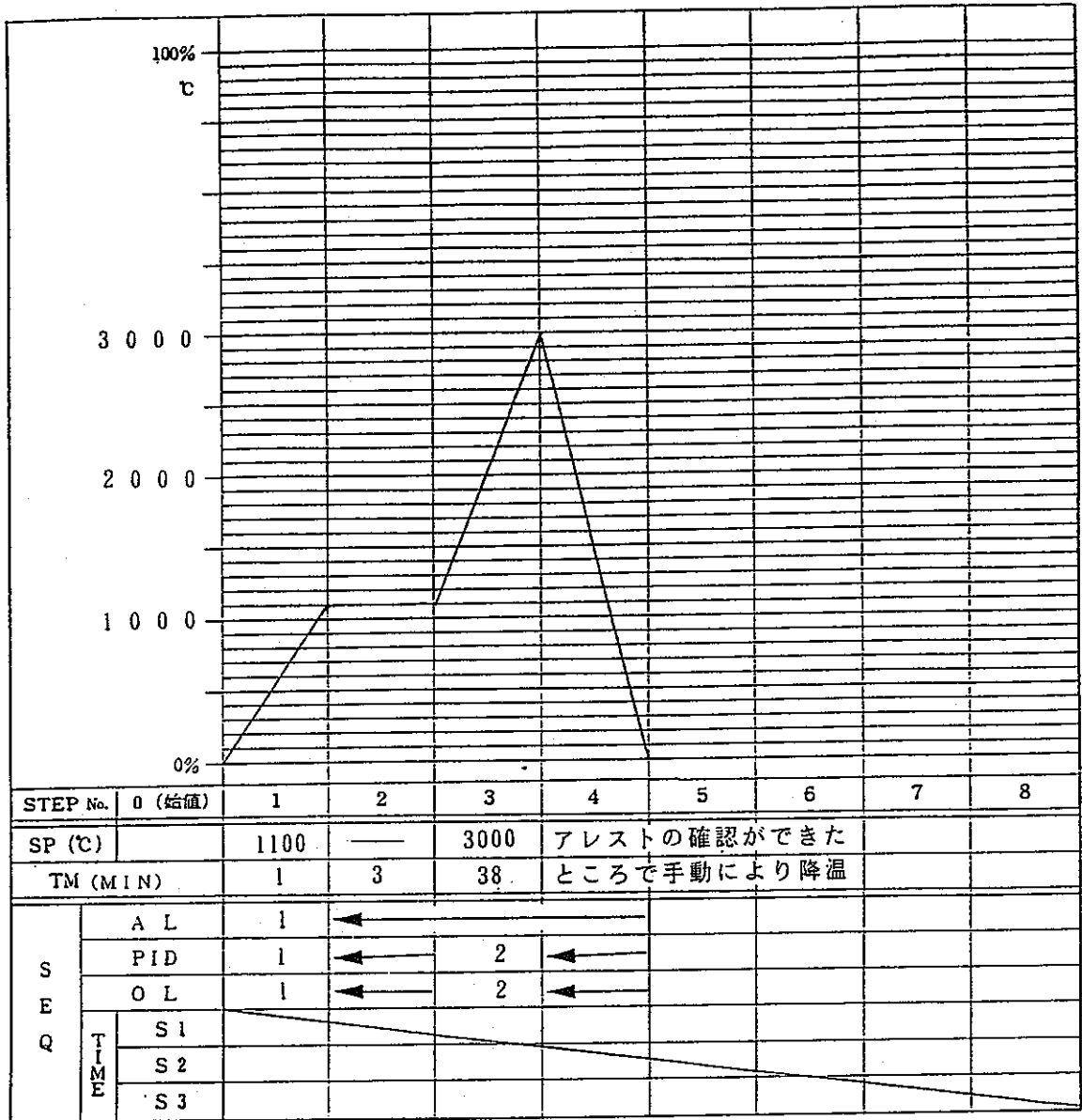


図 1 2 P I D 値設定のための昇降温度曲線 (2500°C)



パラ メ ー タ 番 号	温度シグナル (°C)		PID定数			出力リミット (%)		その他のパラメータ	
	設定No.	AL	設定No.	PID	設定No.	OL	PARA		
1	L (4000)	-5	1	P (20.0) 4.0 %	1	L (0.0) 0	繰返し回数	0	
2	H (4000)	-5	1	I (2.0) 2.0 MIN	1	H (100.0) 30.0	センサ補正値	(0.0) 0.0 °C	
3	L		2	D (0.5) 0.2 MIN	2	L 0	出力変化量リミット	(100.0) 5.0 %	
4	H		2	P 30.0	2	H 100.0	1	ON	
5	L		3	I 1.0	3	L	1	OFF	
6	H		3	D 0.1	3	H	2	ON	
7							2	OFF	
8							3	ON	
9							3	OFF	

()内の数字はイニシャルデータ

9 ALL ON
0 ALL OFF
タイムシグナル(オプション) MIN/HR

図 1 3 決定した温度プログラムパターン

測定孔

溶接部

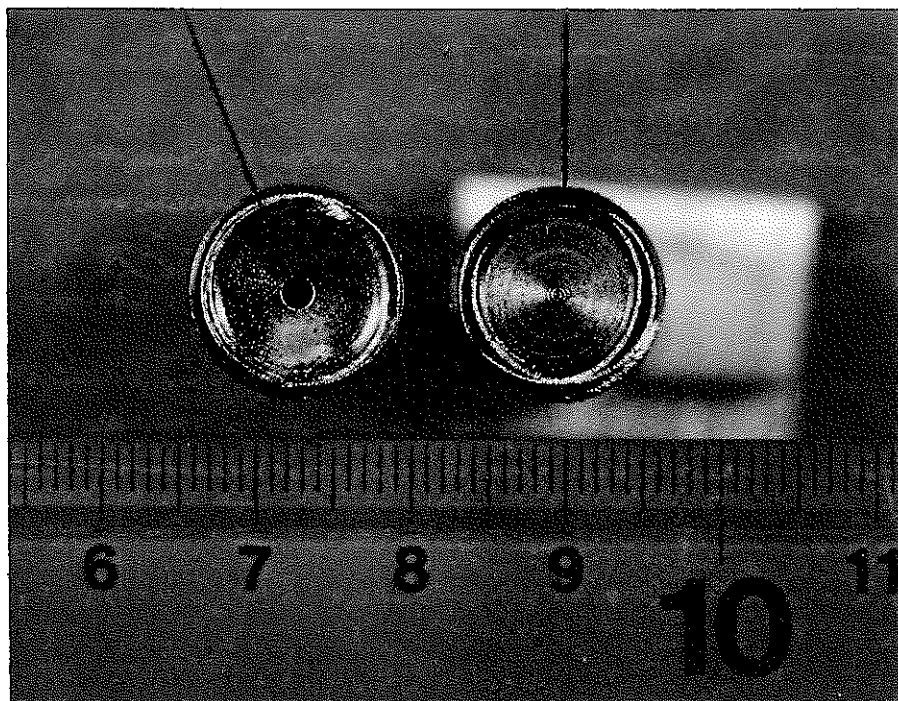
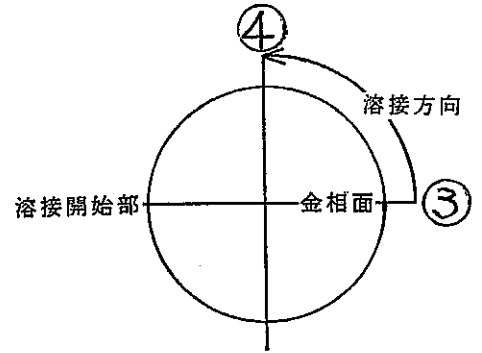


図14 試料未封入溶接部健全性試験に使用したWカプセルの外観写真(右)

Photo-40



③ METALLOGRAPHY
As Etched

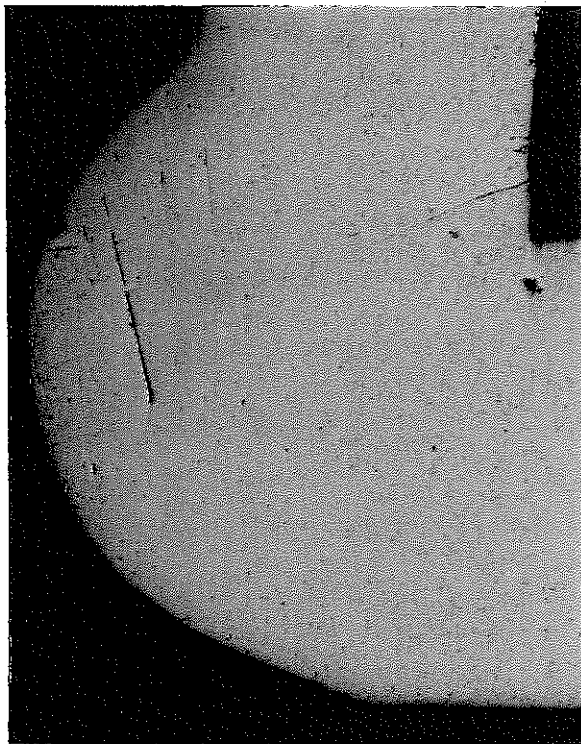
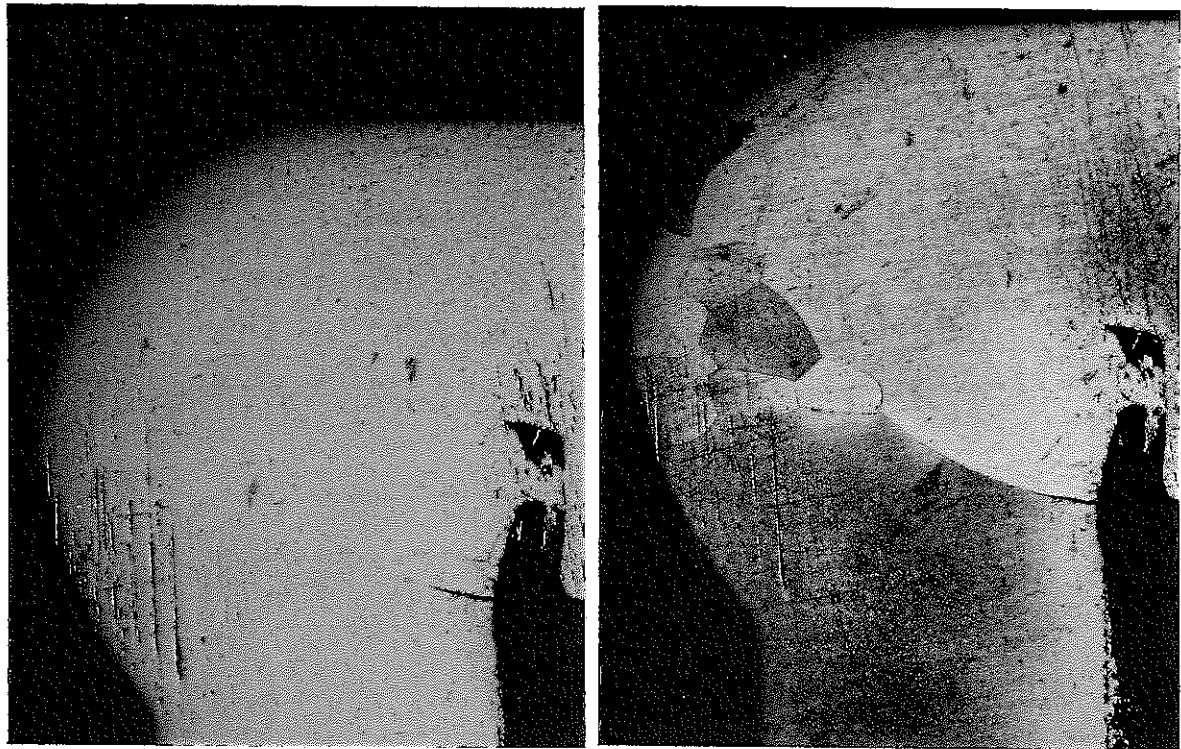


④

(4) 予熱ビーム電流試験
(No. 4-1-1)
予熱ビーム電流：
7 mA

図15 試料未封入溶接部健全性試験Wカプセルの金相断面写真(加熱前)

0.2 mm
x 50



As Polished



As Etched

0.2mm X50

図16 試料未封入溶接部健全性試験Wカプセルの金相断面写真(加熱後)

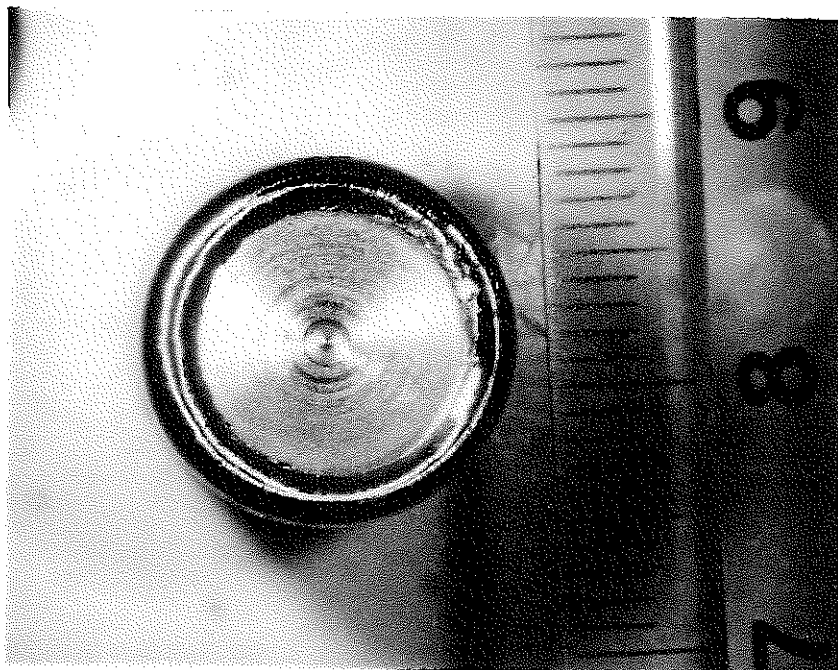


図17 試料封入(Ta)溶接部健全性試験
に使用したWカプセルの外観写真

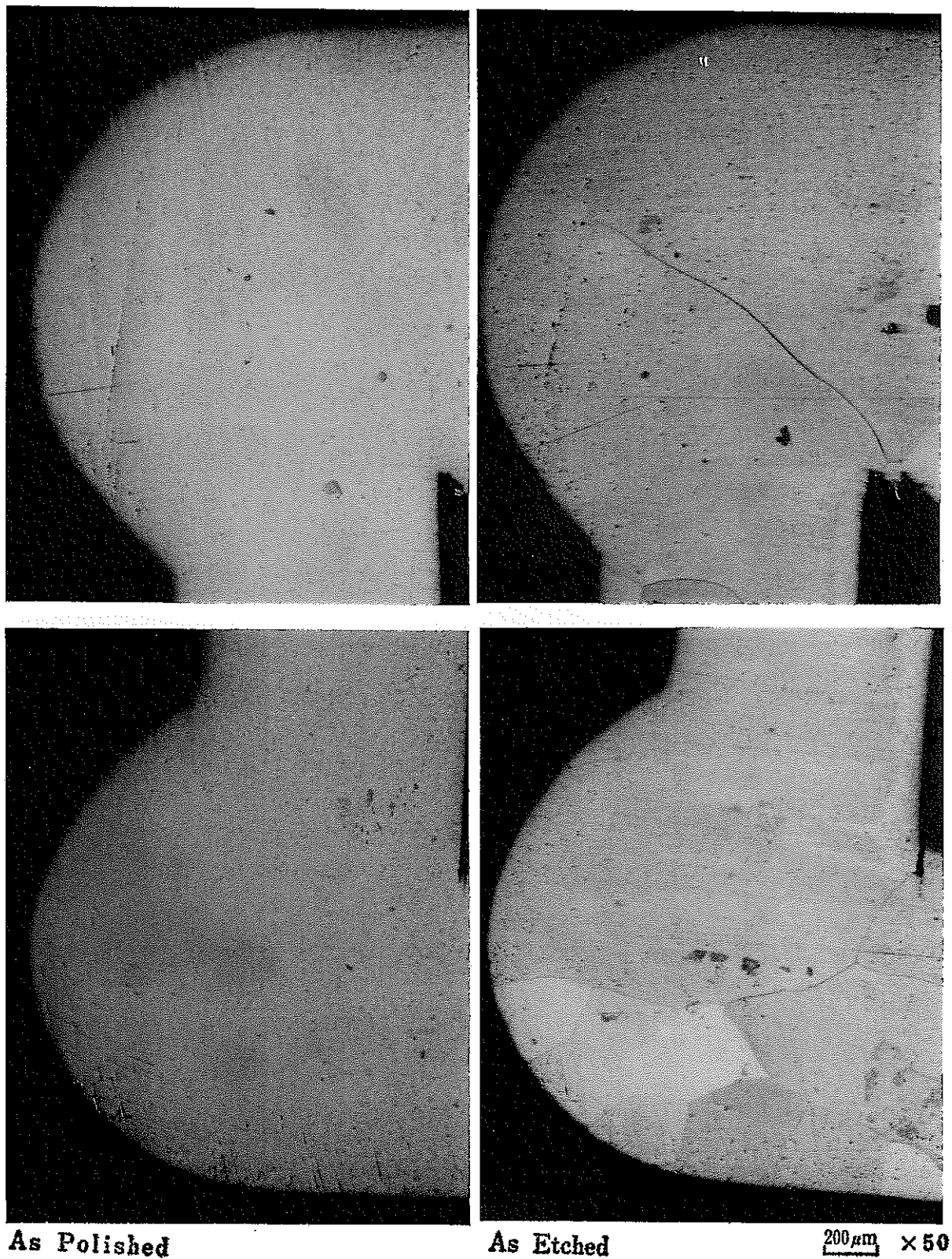


図18 試料封入(Ta)溶接部健全性試験
Wカプセルの金相断面写真(加熱後)

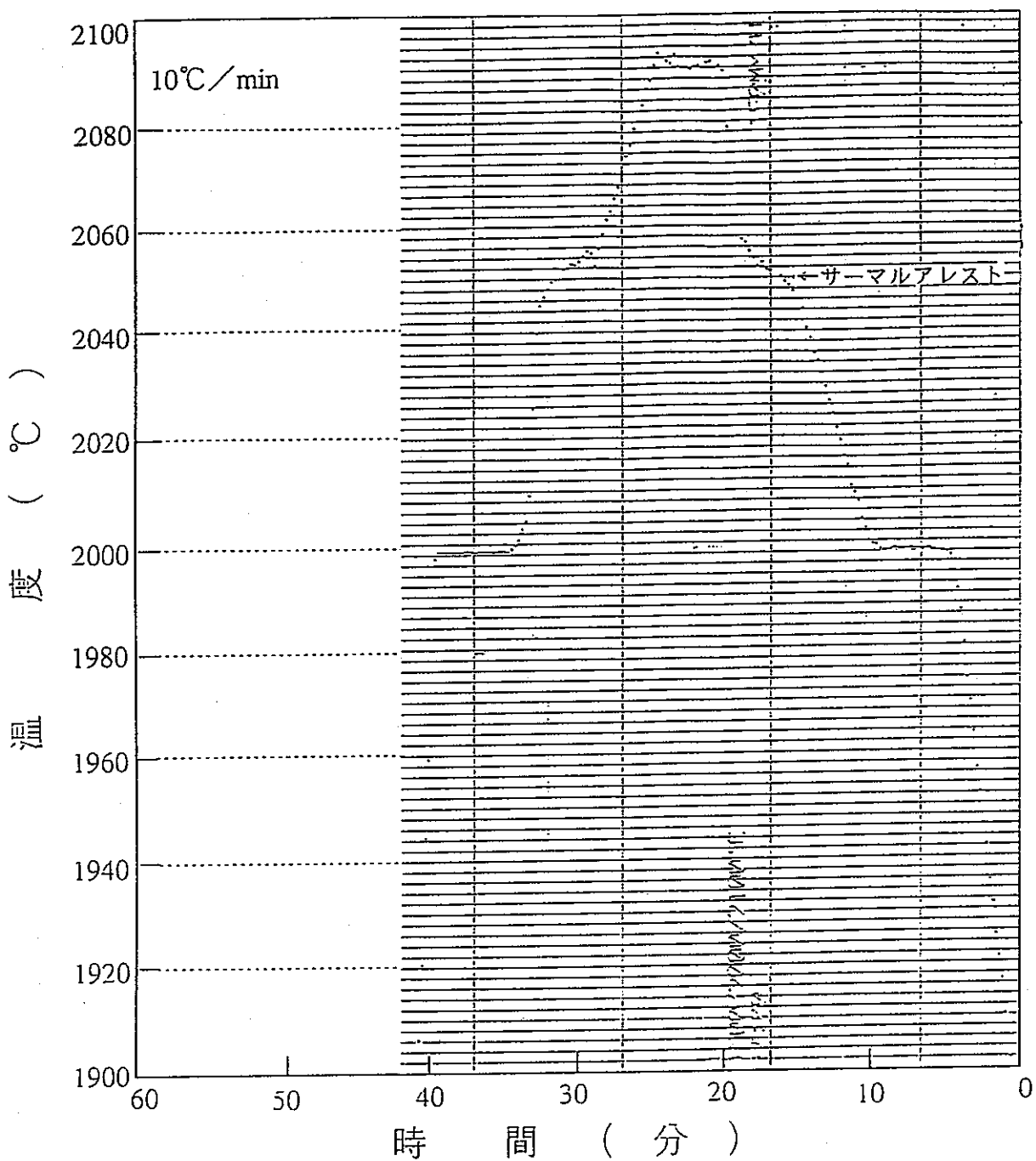


図 1 9 昇温速度決定試験 (Al_2O_3)

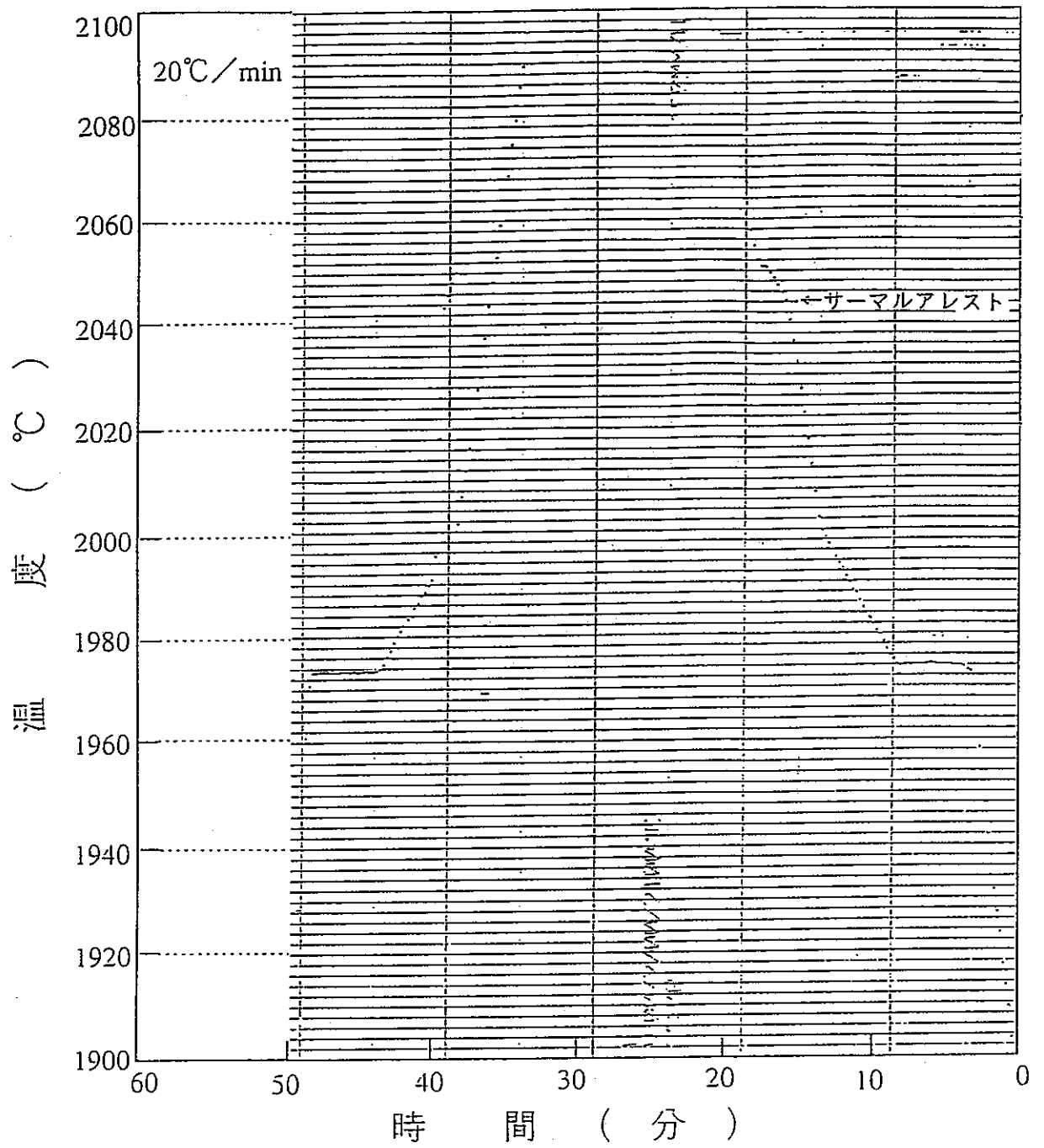


図 2 0 昇温速度決定試験 (Al₂O₃)

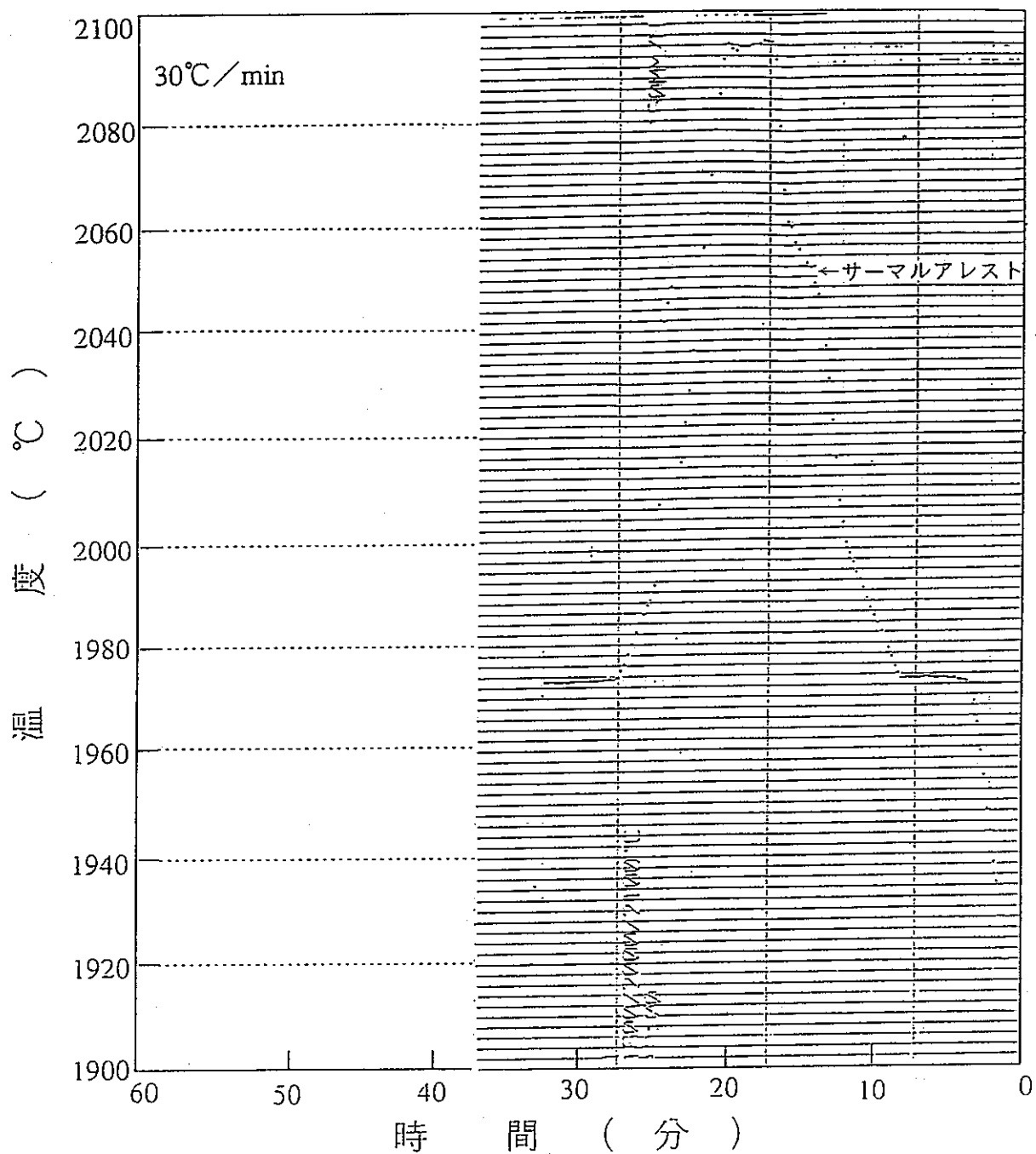


図 2 1 昇温速度決定試験 (Al_2O_3)

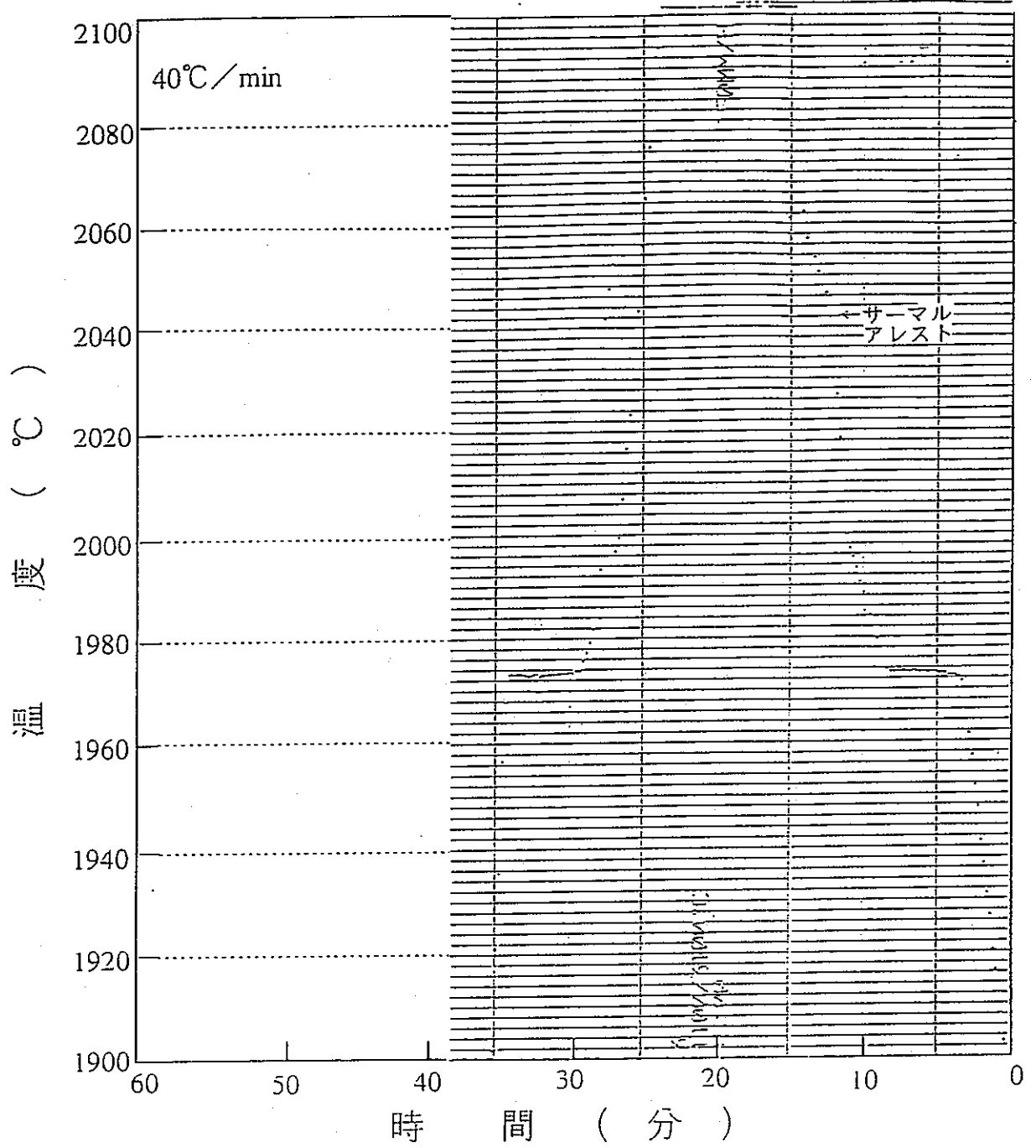


図 2 2 昇温速度決定試験 (Al_2O_3)

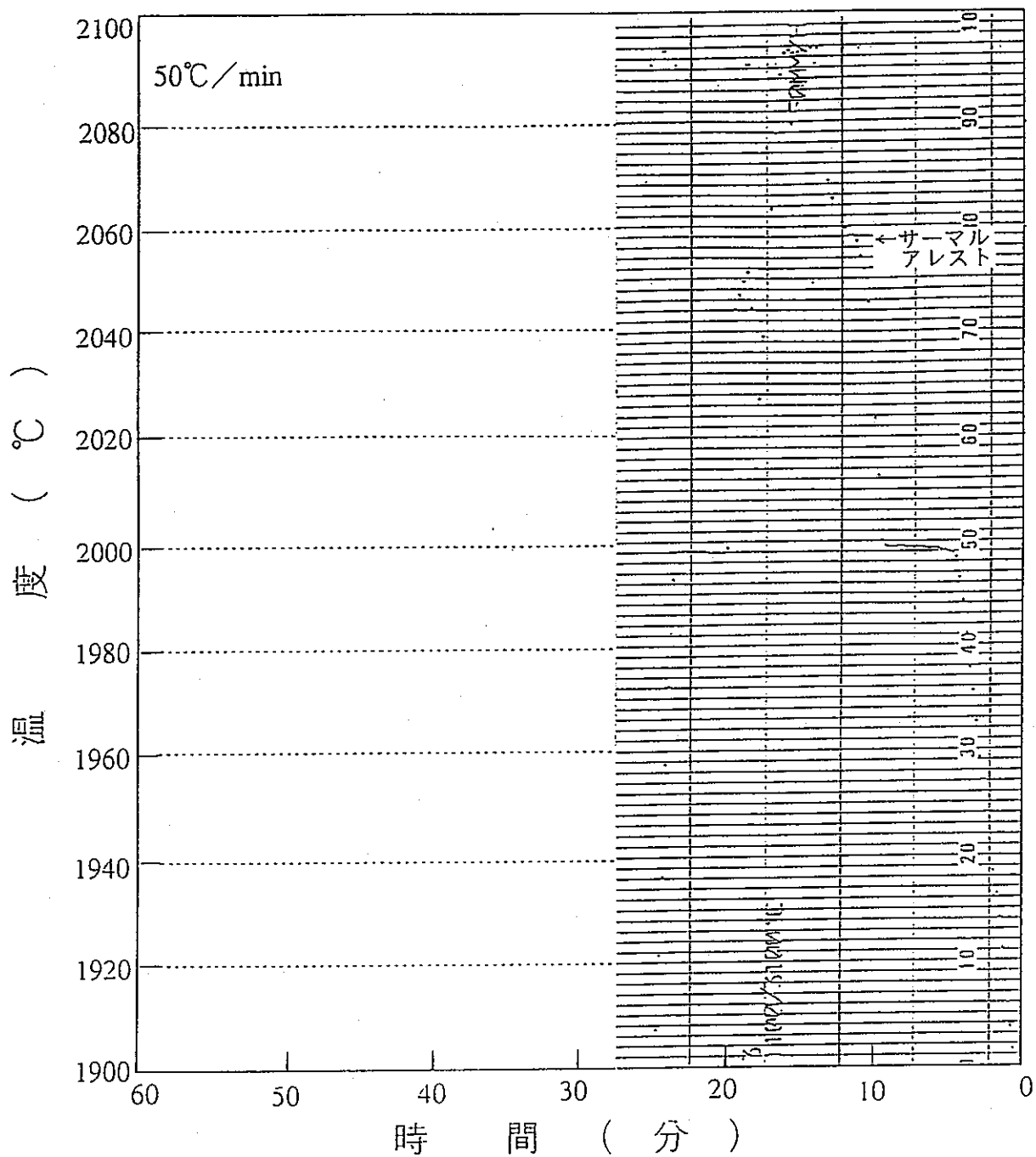


図 2 3 昇温速度決定試験 (Al₂O₃)

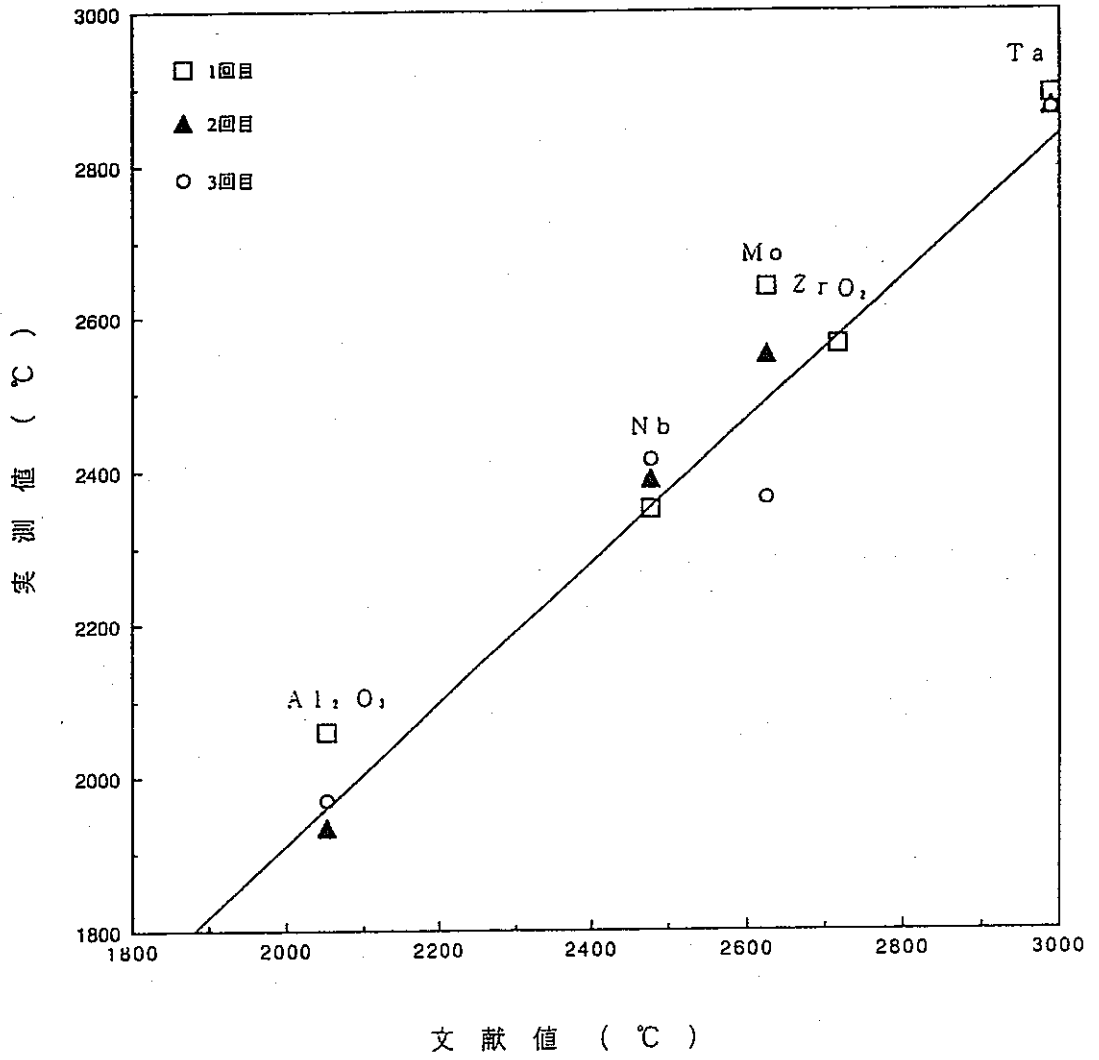


図 2 4 温度校正曲線

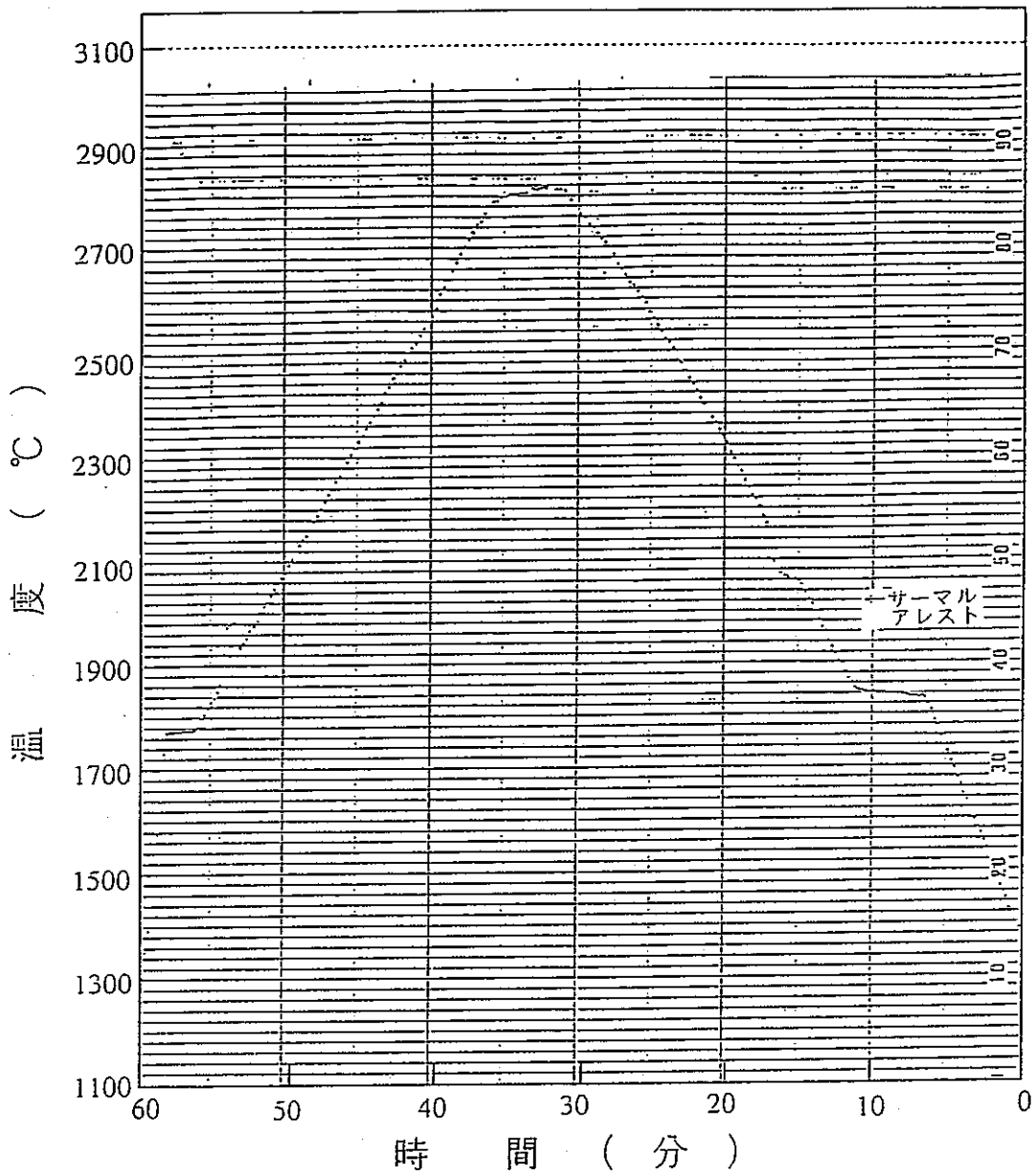


図 2 5 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Al_2O_3 1 回目)

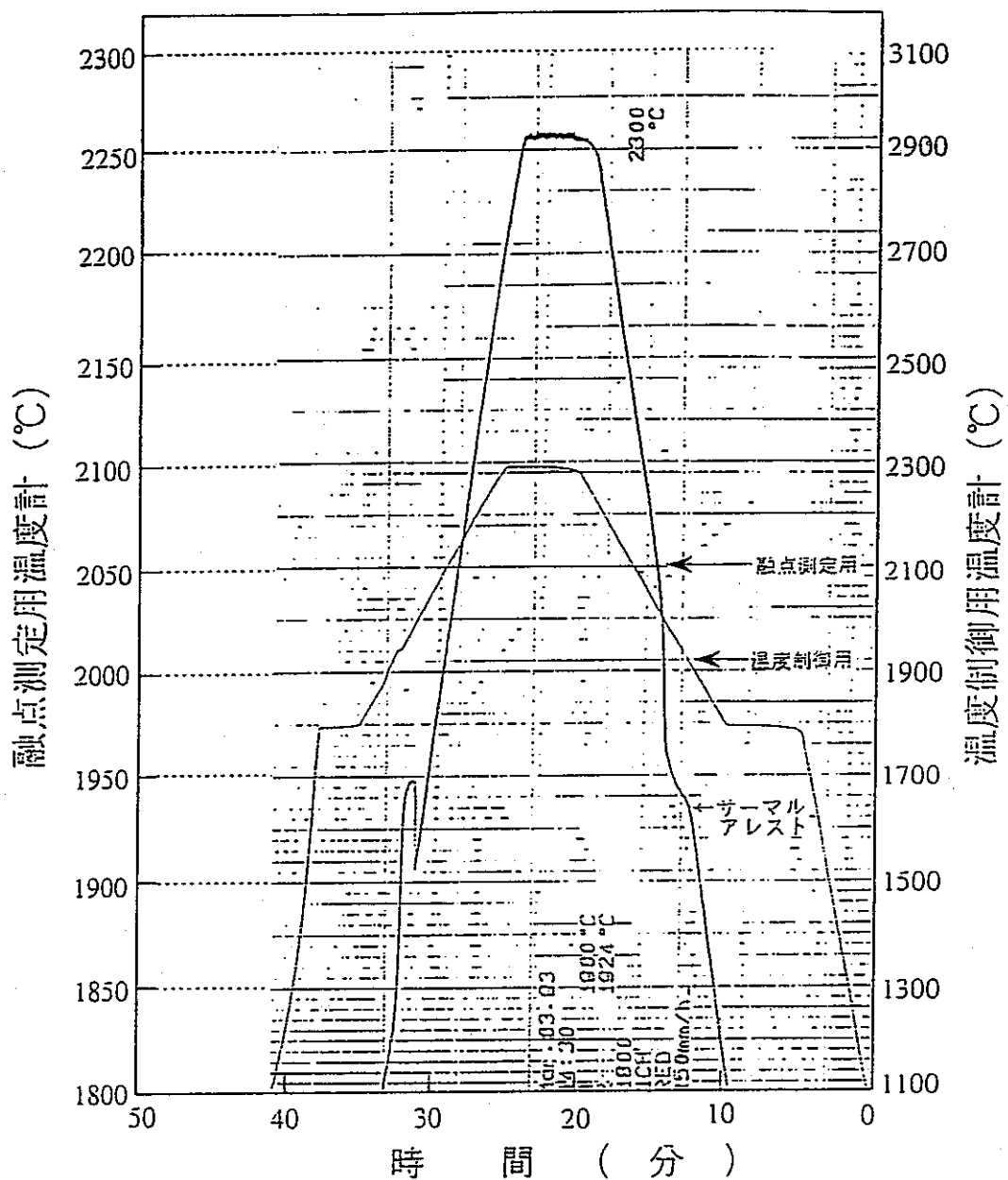


図 2 6 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Al₂O₃ 2回目)

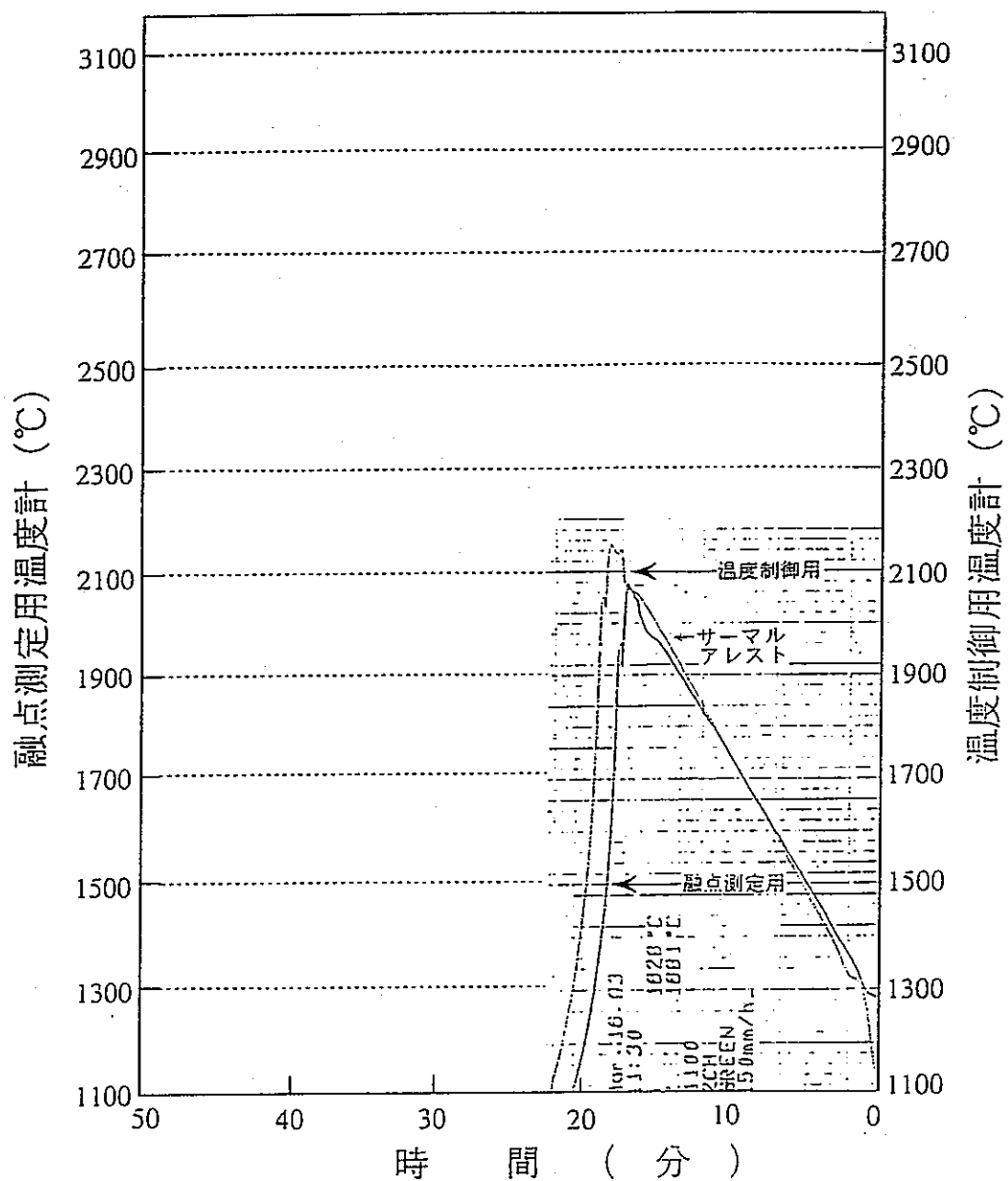


図 2 7 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Al₂O₃ 3回目)

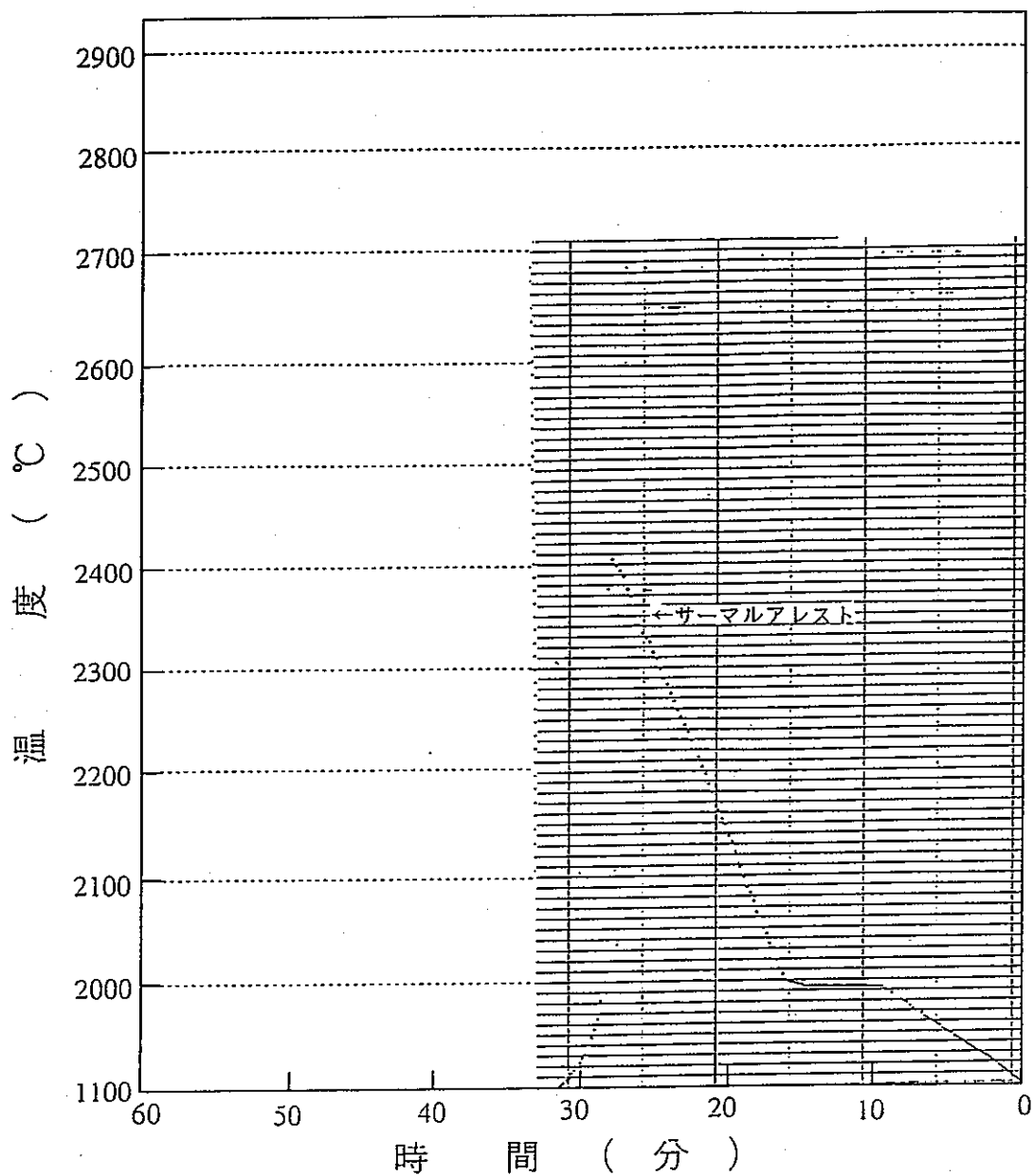


図 2 8 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Nb 1 回目)

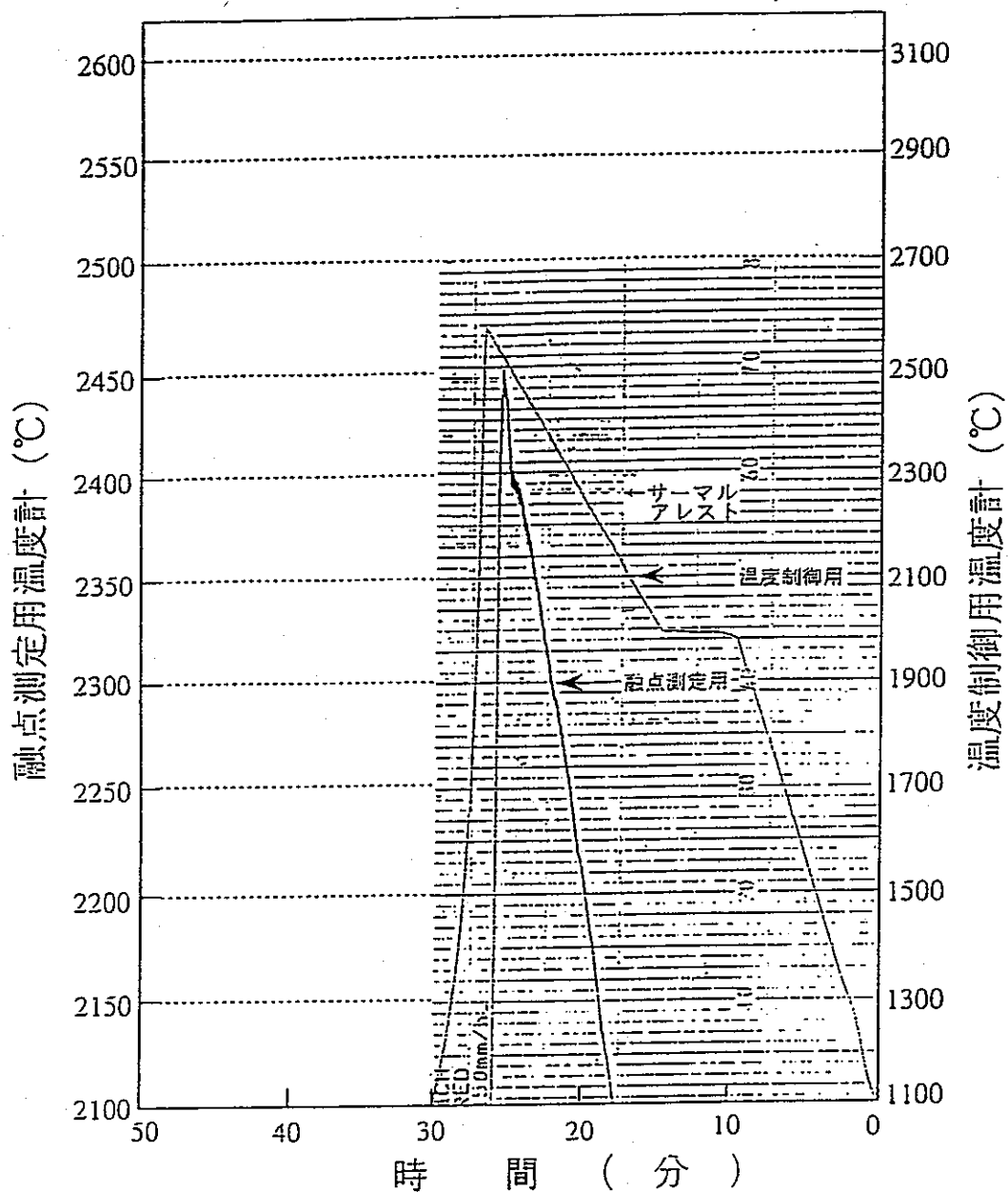


図 2 9 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Nb 2 回目)

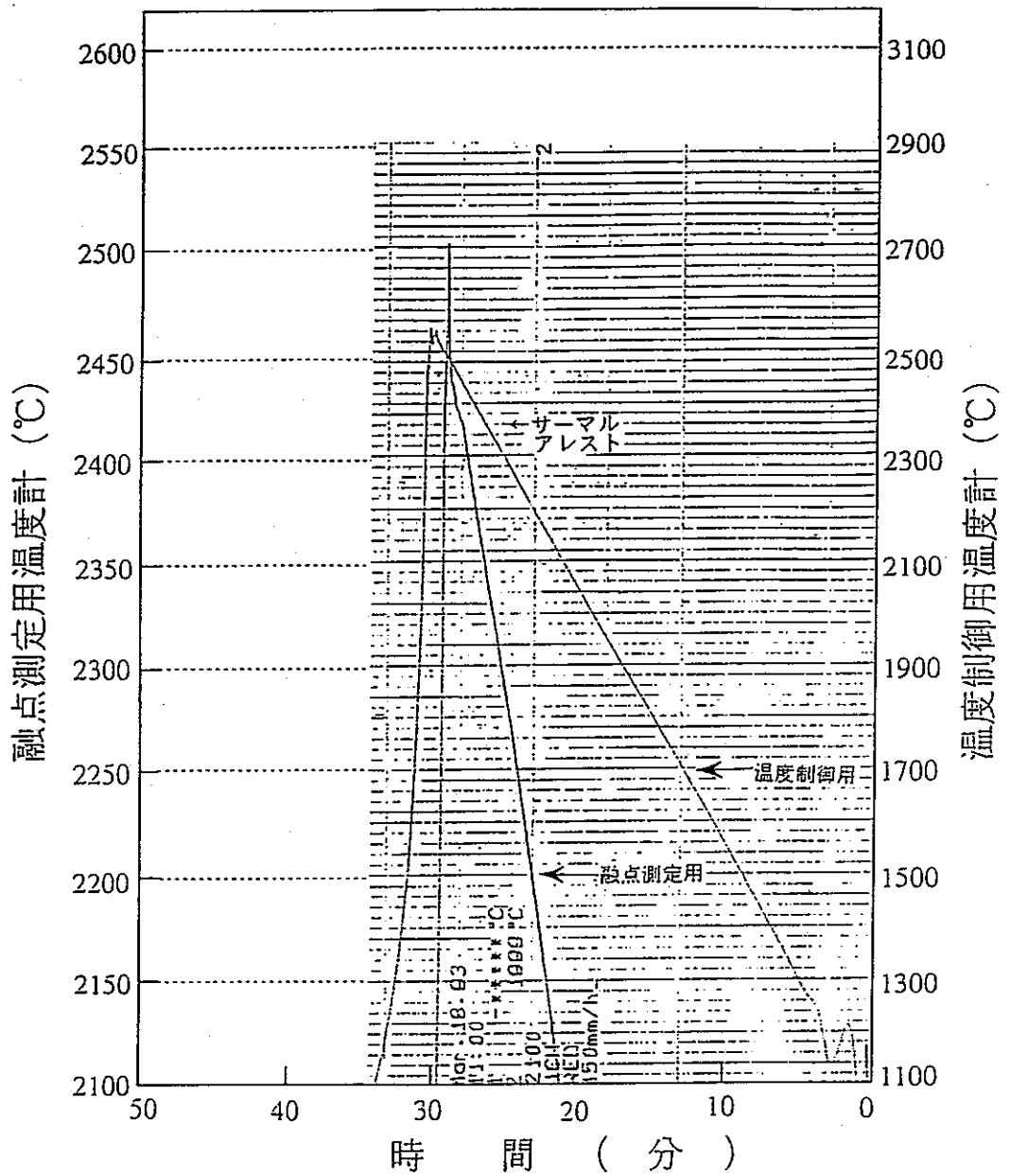


図 3 0 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Nb 3回目)

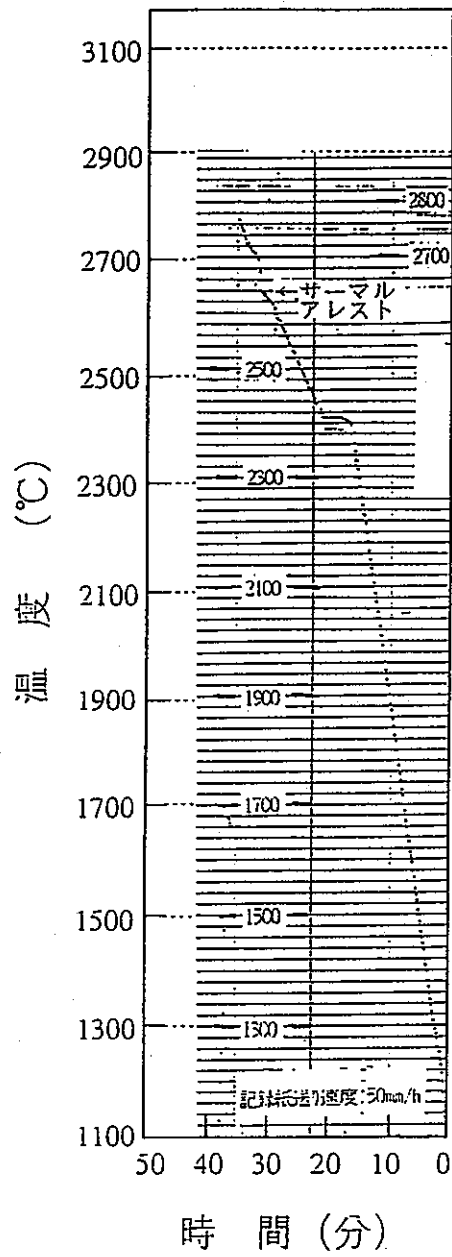


図 3 1 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Mo 1 回目)

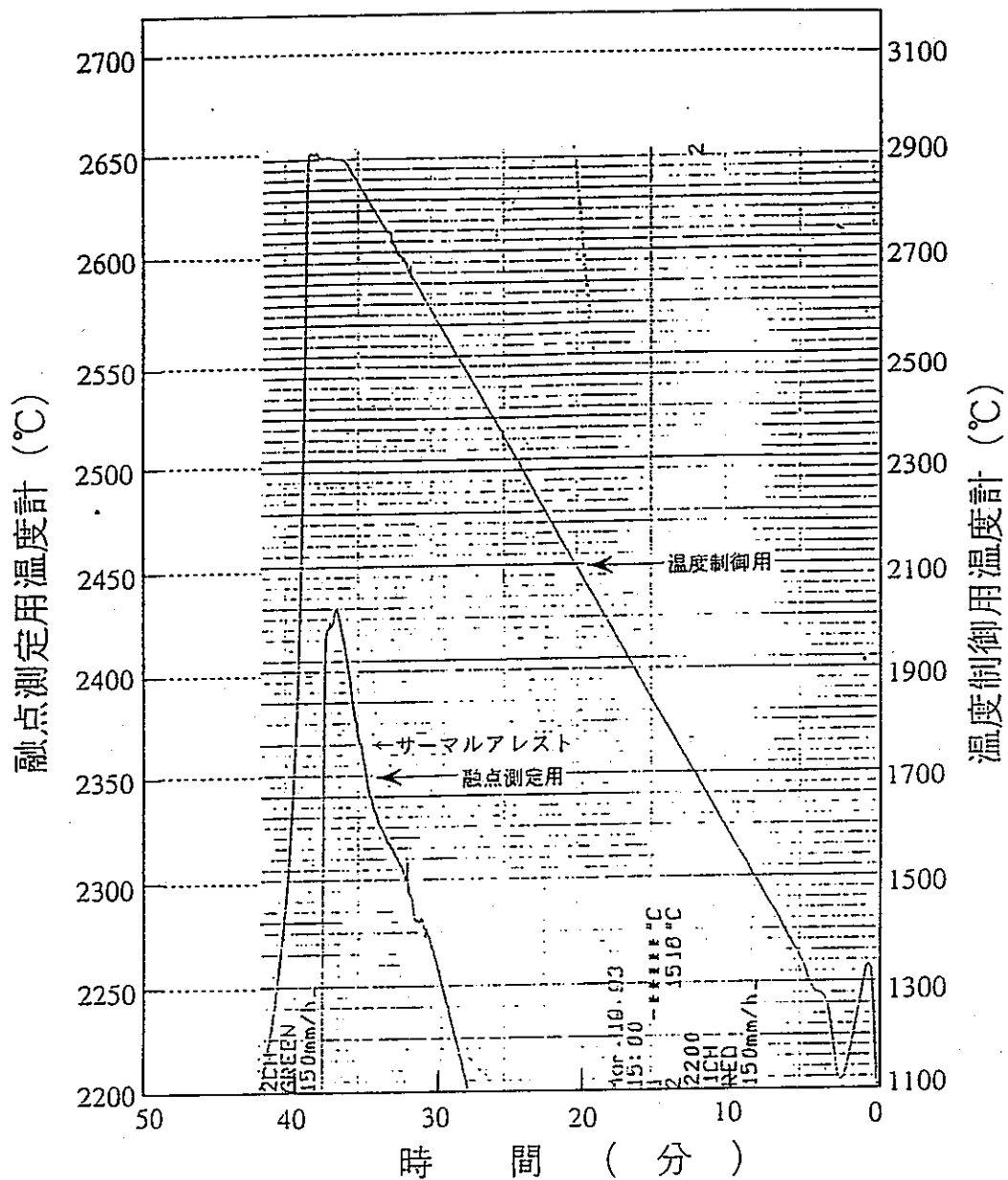


図 3 3 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Mo 3回目)

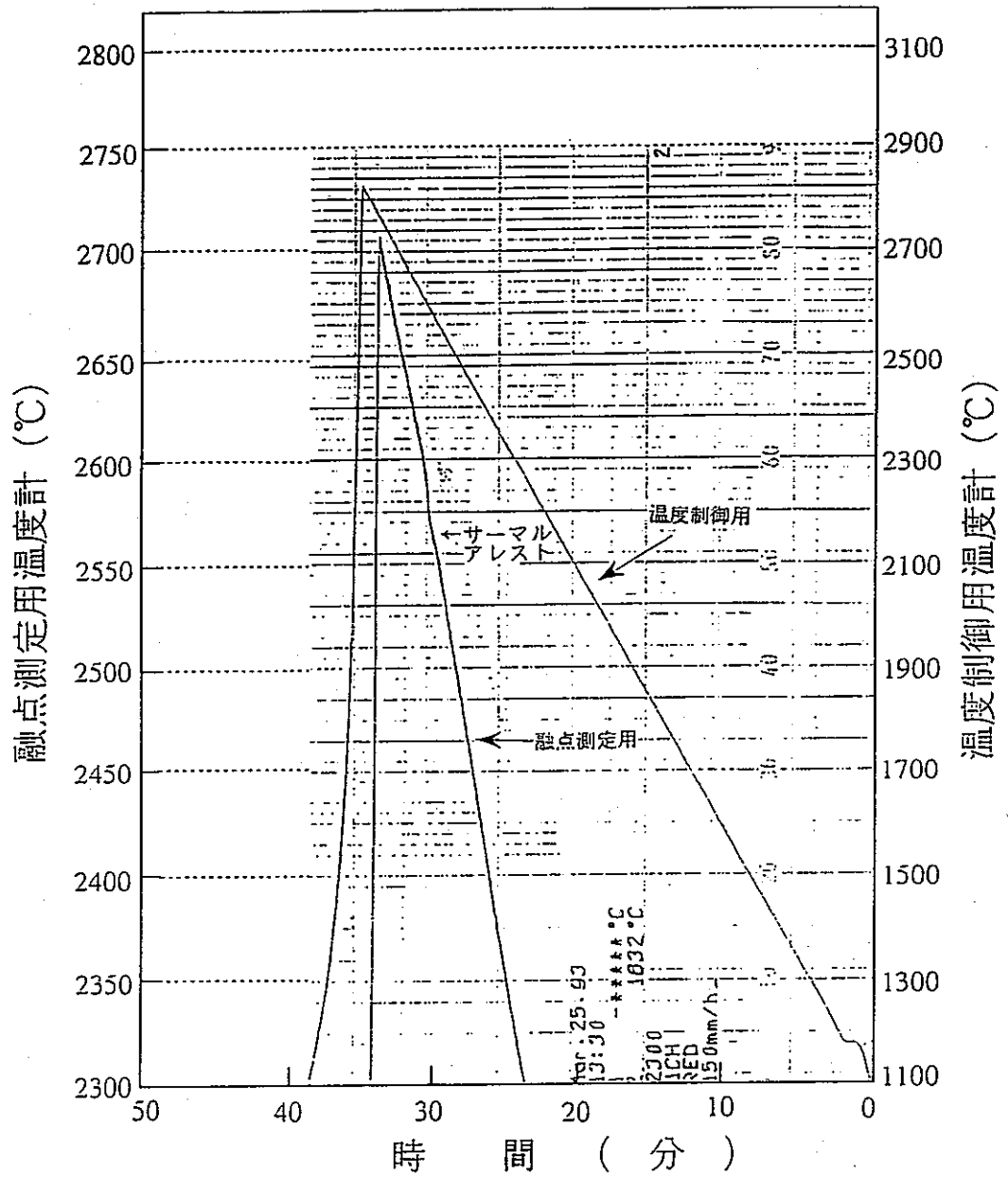


図 3 4 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (ZrO₂)

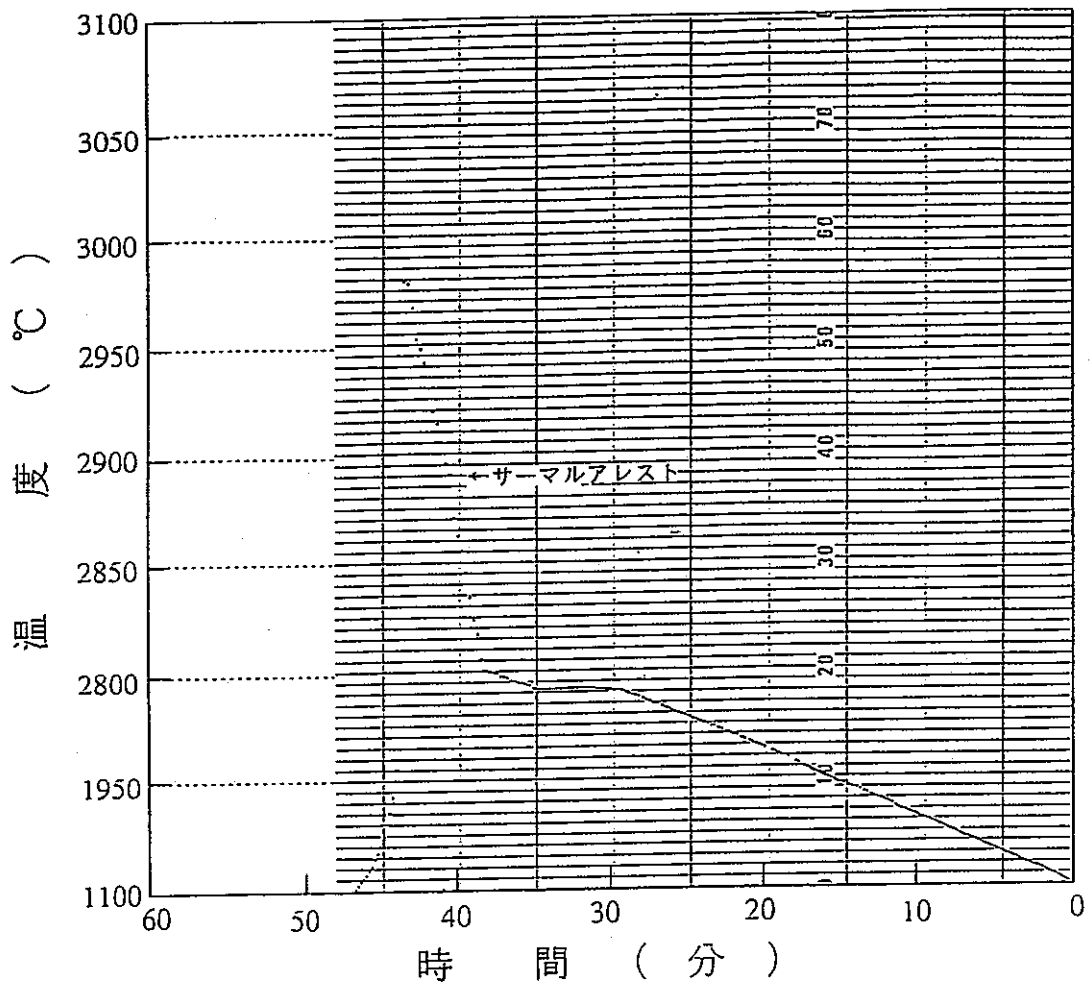


図 3 5 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Ta 1 回目)

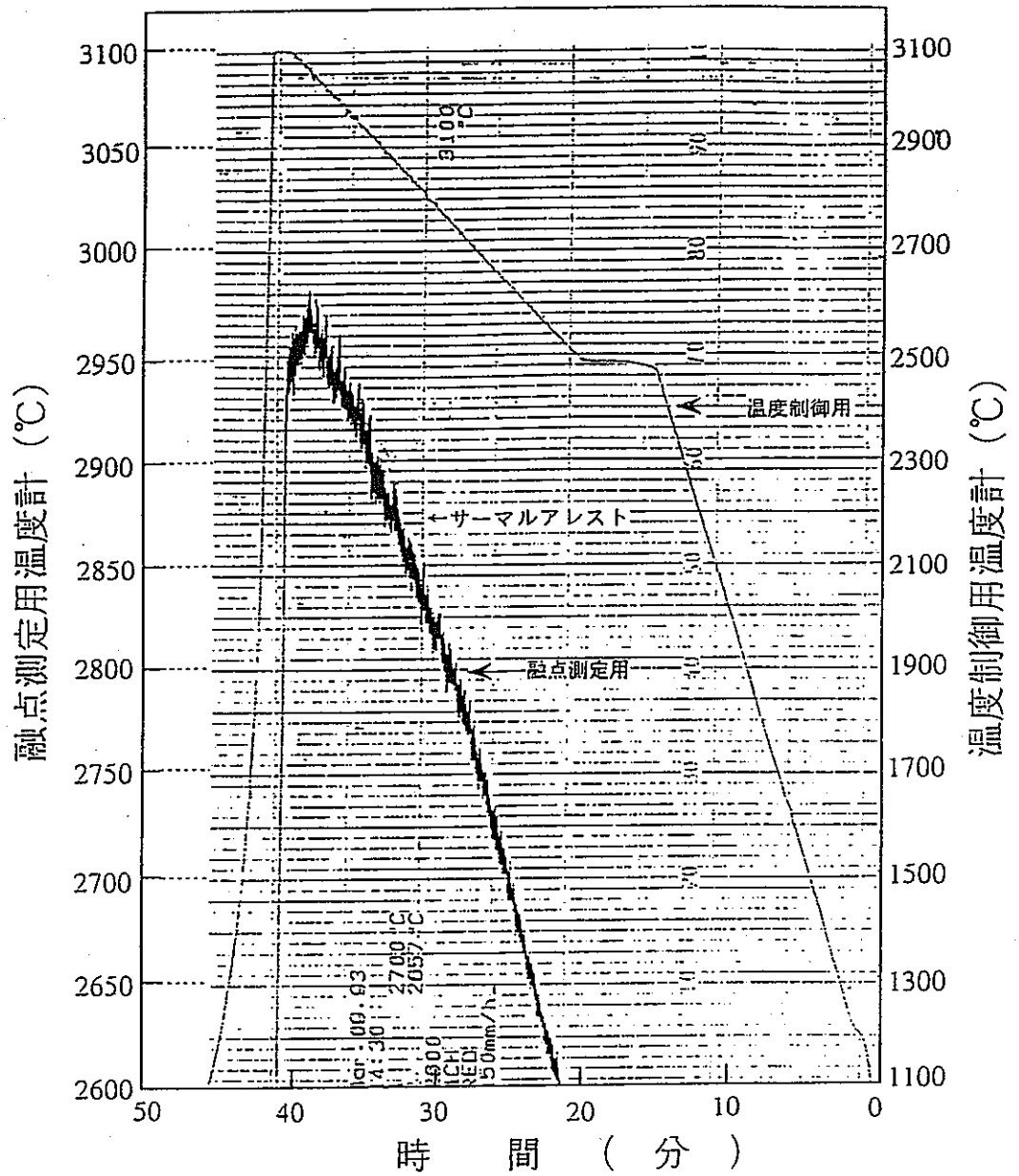


図36 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Ta 2回目)

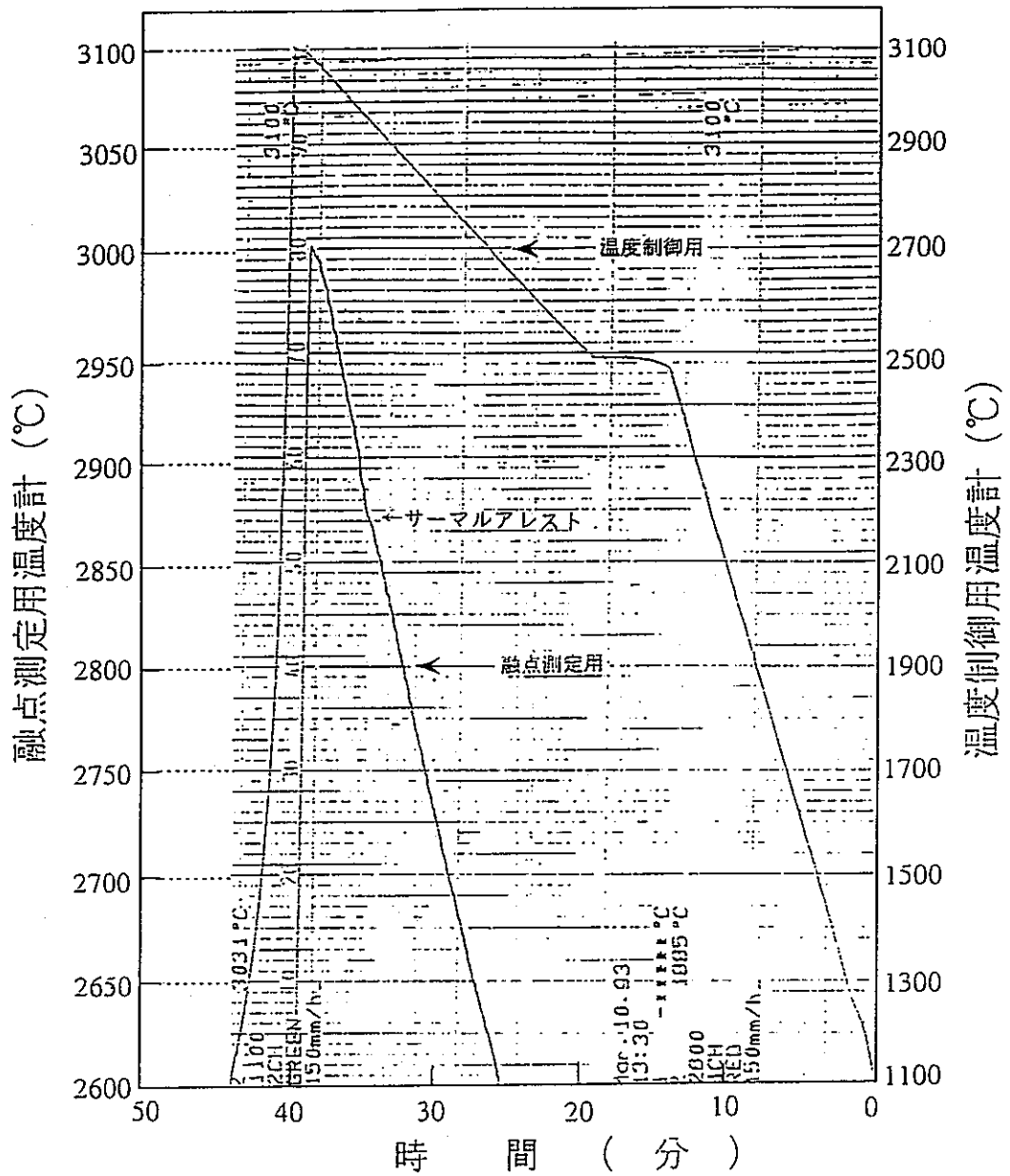


図 3 7 温度計の校正線図を作成するための融点測定 (Ta 3 回目)

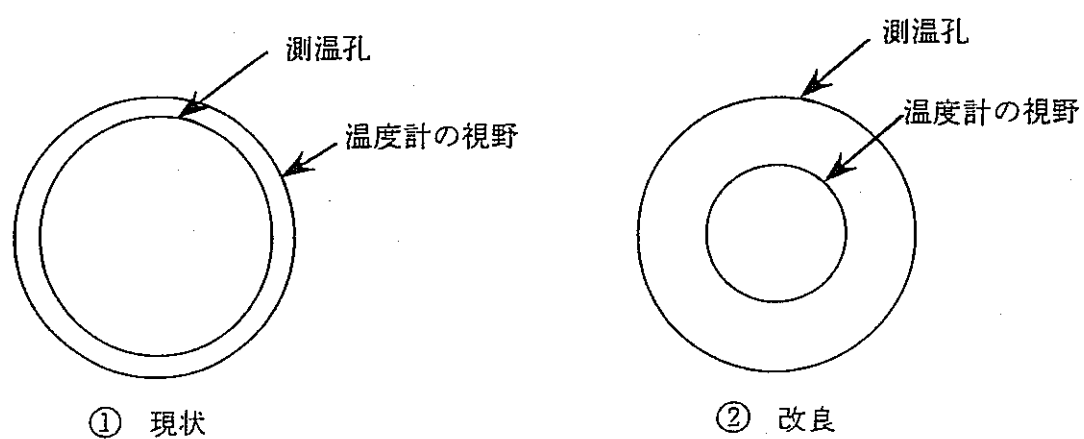


図 3 8 测温孔と温度计の視野の位置関係

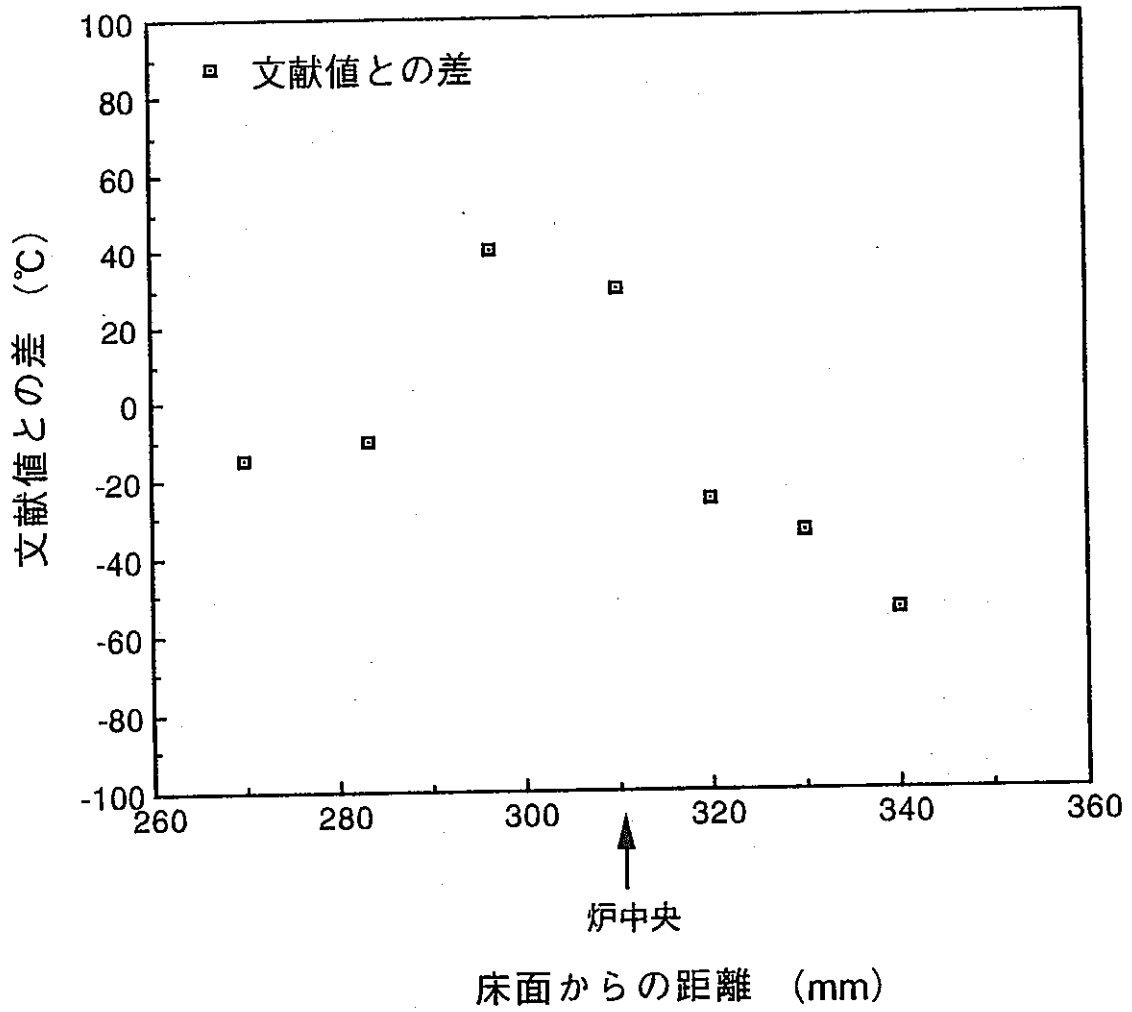


図 3 9 ルツボ位置による温度差

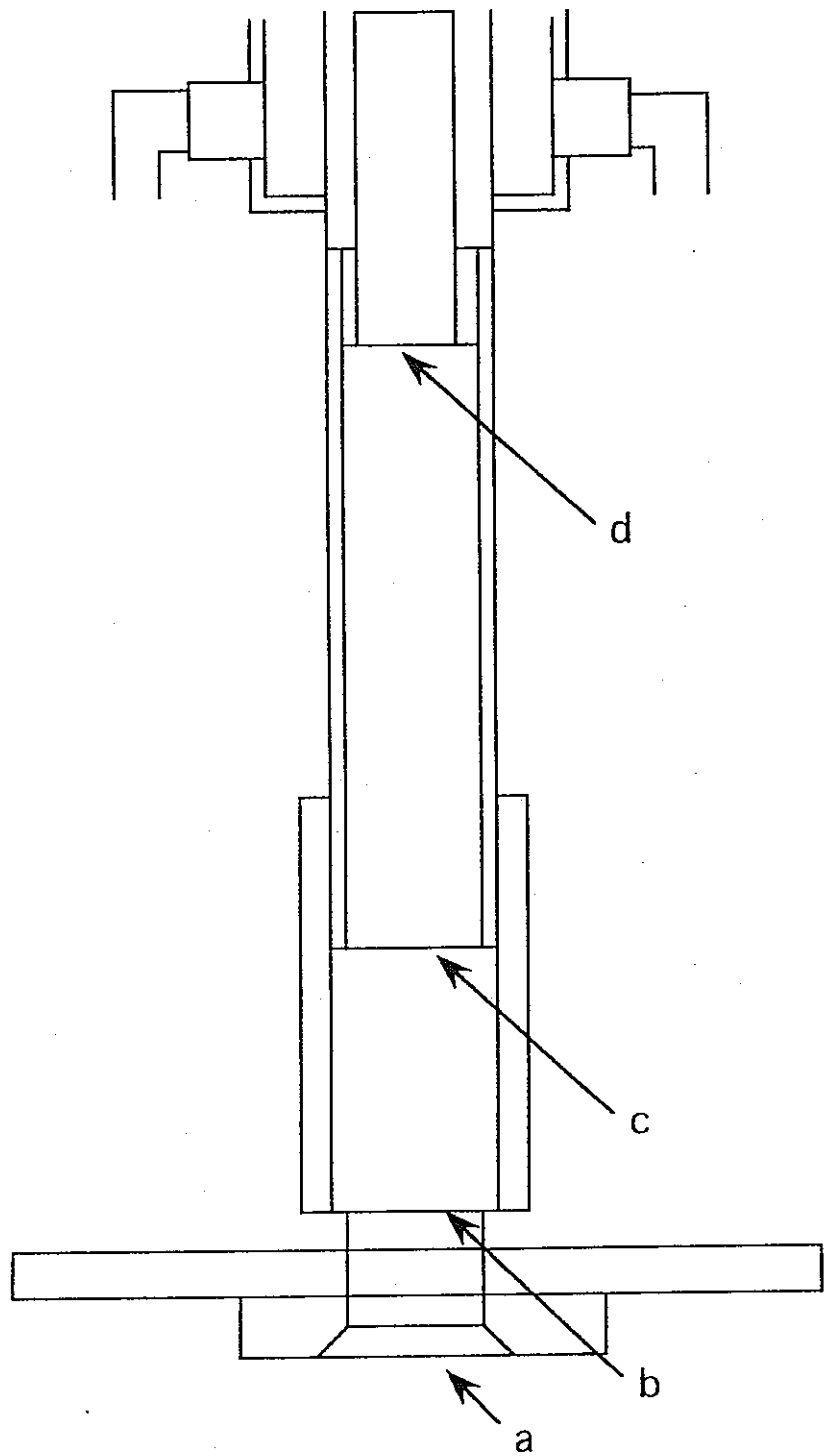


図 4 0 視野欠けが生じている部分

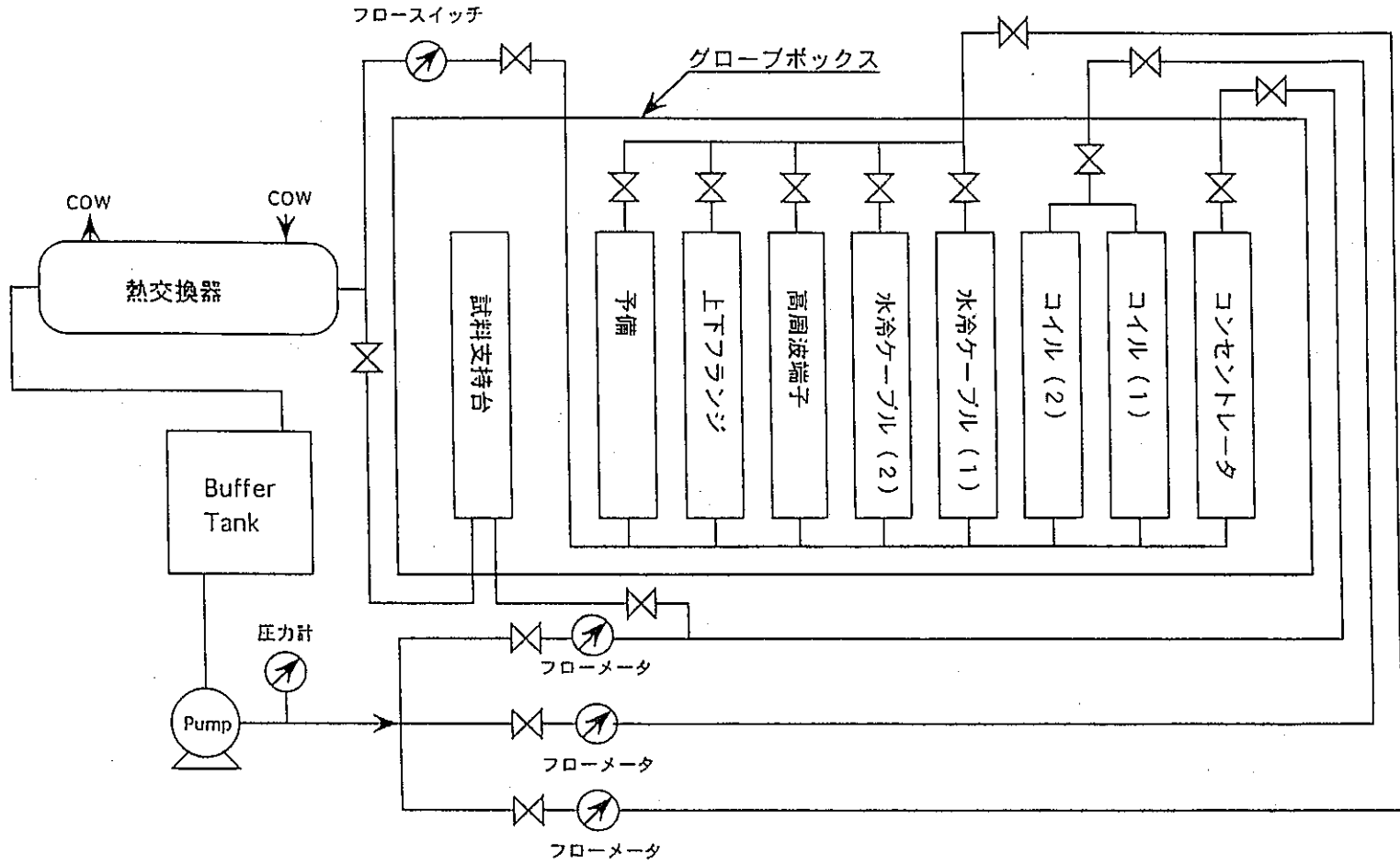


図 4 1 高温挙動試験装置冷却水フロー (改造前)

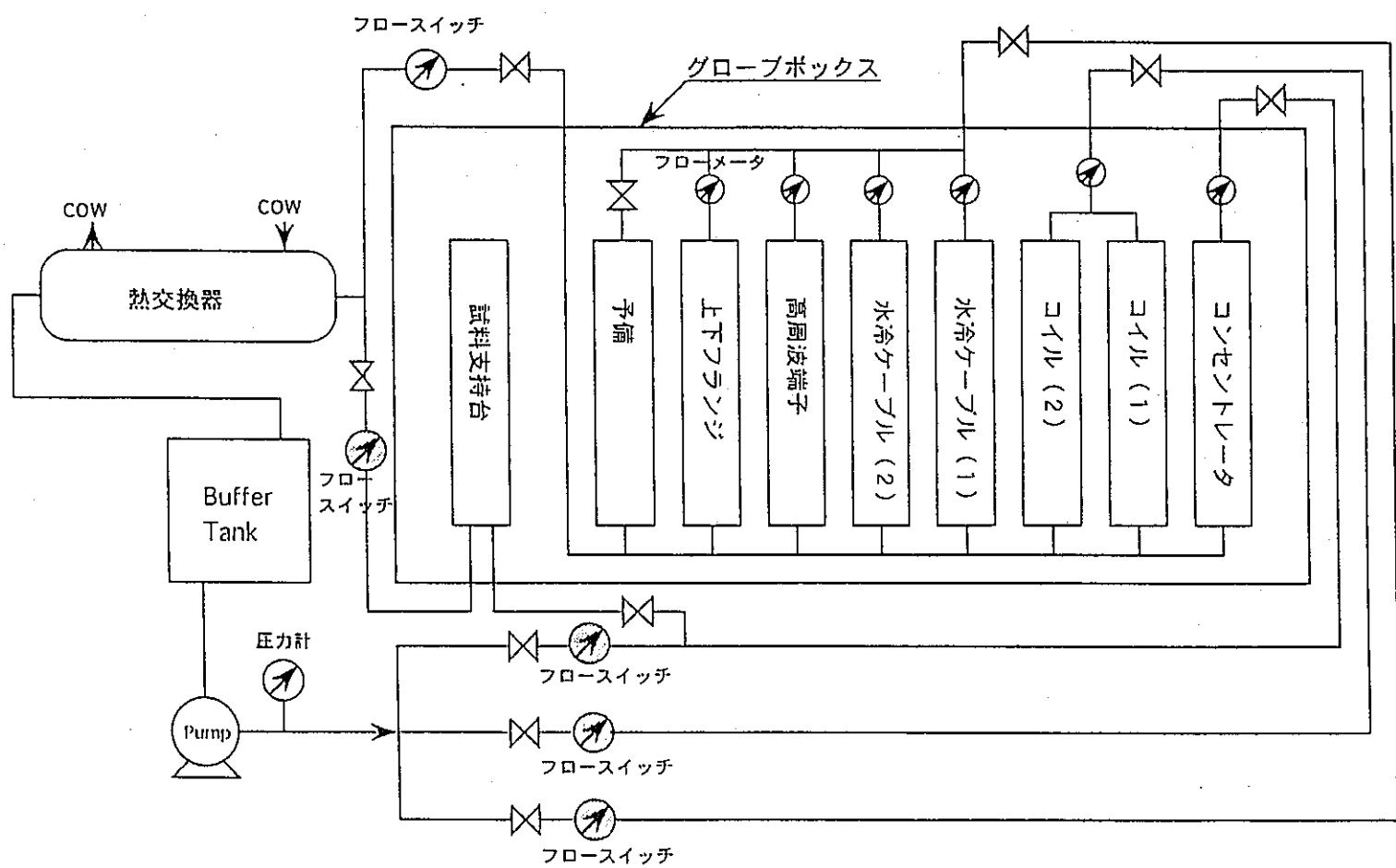
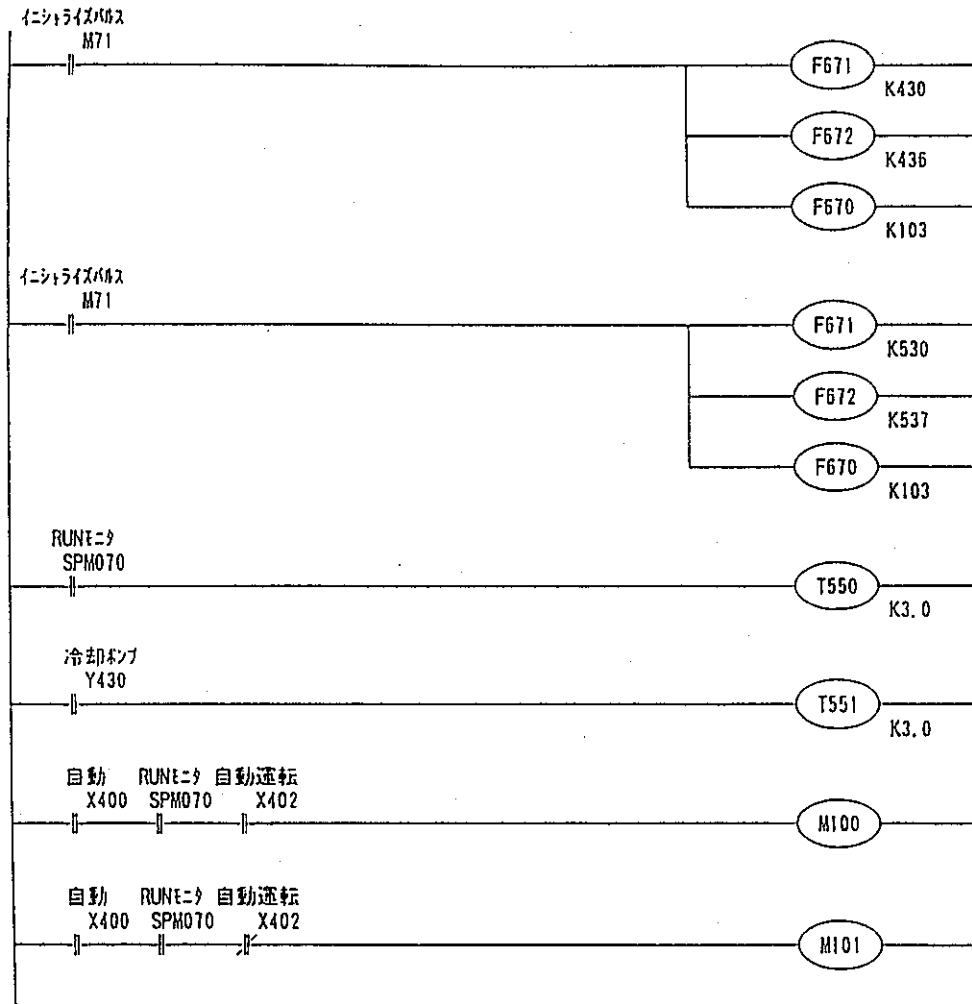


図 4 2 高温挙動試験装置冷却水フロー (改造後)



```

000 LD M071
001 OUT F671
002 K 430
003 OUT F672
004 K 436
005 OUT F670
006 K 103

007 LD M071
008 OUT F671
009 K 530
010 OUT F672
011 K 537
012 OUT F670
013 K 103

014 LD M070
015 OUT T550
016 K 3.0

017 LD Y430
018 OUT T551
019 K 3.0

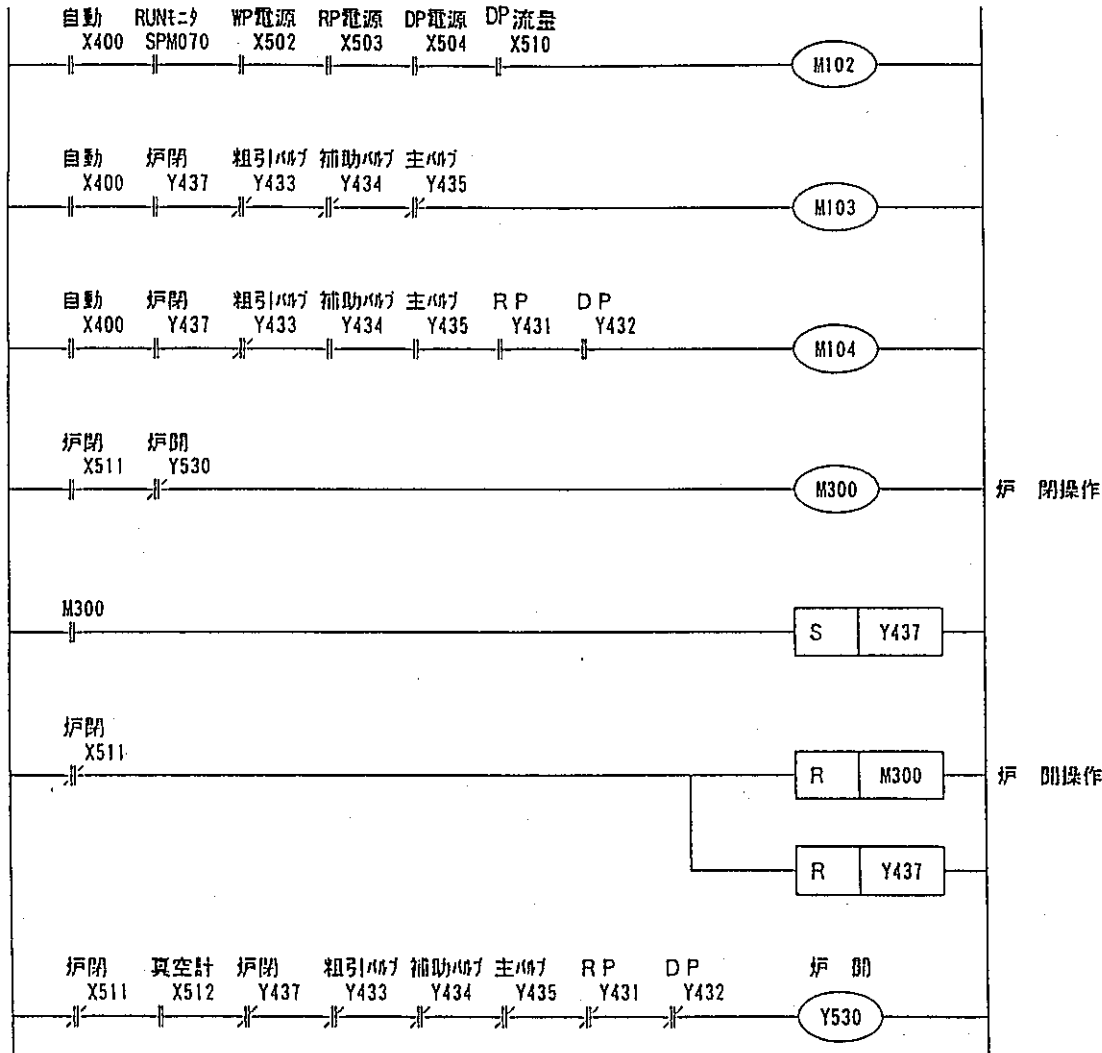
020 LD X400
021 AND M070
022 AND X402
023 OUT M100

024 LD X400
025 AND M070
026 ANI X402
027 OUT M101

028 NOP
029 NOP

```

付録 高温挙動試験装置シーケンサプログラム



```

030 LD X400
031 AND M070
032 AND X502
033 AND X503
034 AND X504
035 AND X510
036 OUT M102

037 LD X400
038 AND Y437
039 ANI Y433
040 ANI Y434
041 ANI Y435
042 OUT M103

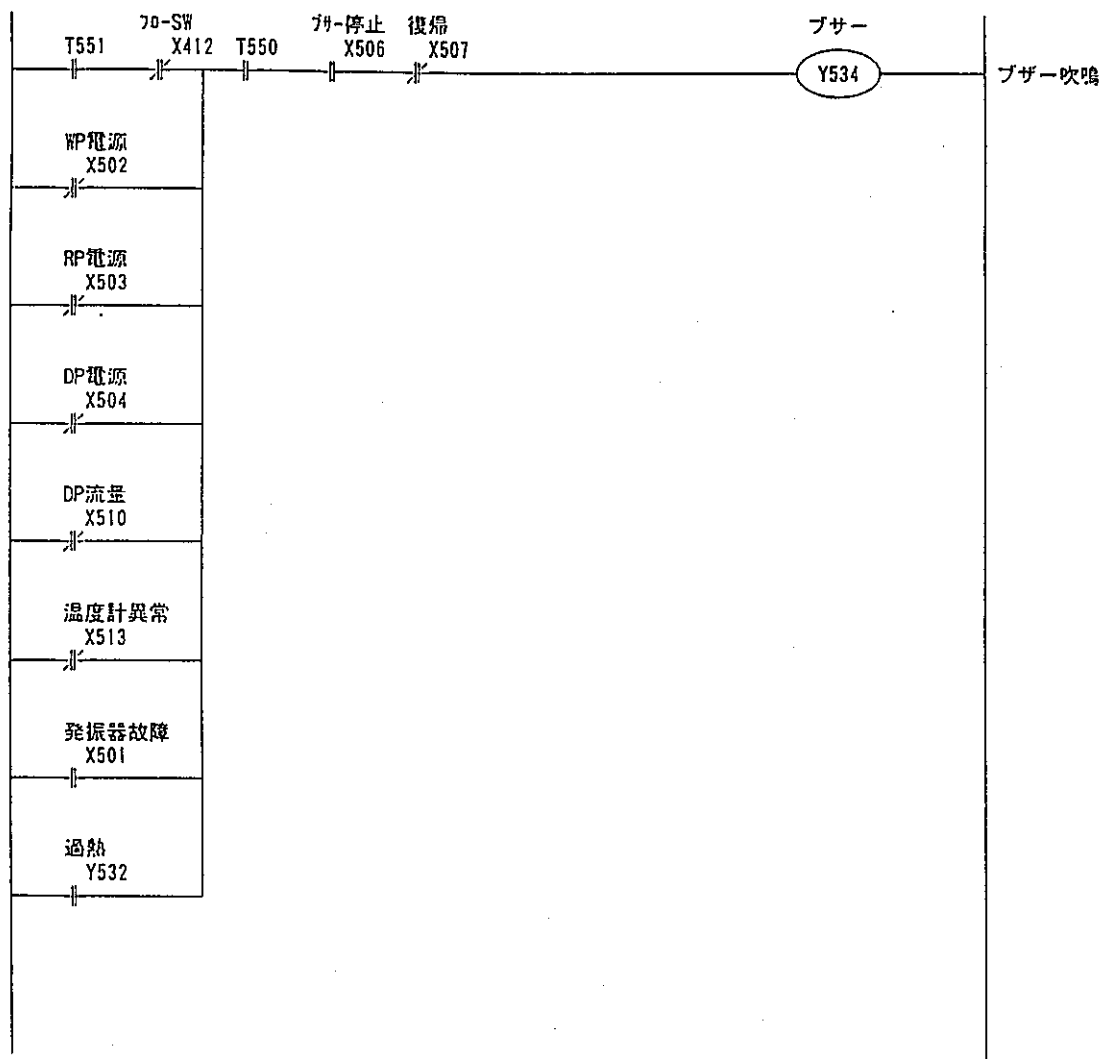
043 LD X400
044 AND Y437
045 ANI Y433
046 AND Y434
047 AND Y435
048 AND Y431
049 AND Y432
050 OUT M104

051 LD X511
052 ANI Y530
053 OUT M300

054 LD M300
055 S Y437

056 LDI X511
057 R M300
058 R Y437

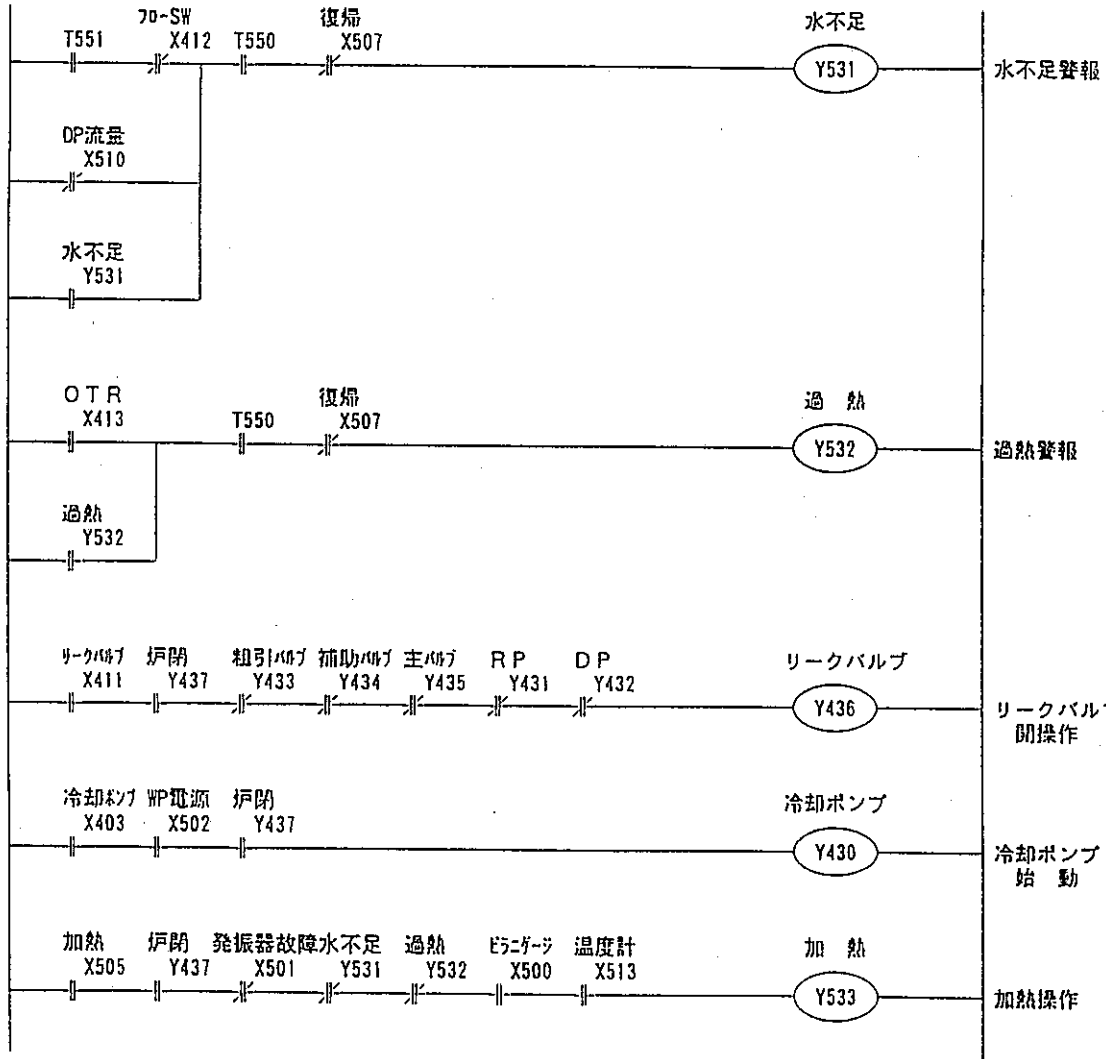
059 LDI X511
060 AND X512
061 ANI Y437
062 ANI Y433
063 ANI Y434
064 ANI Y435
065 ANI Y431
066 ANI Y432
067 OUT Y530
    
```



```

068 NOP
069 NOP

070 LD T551
071 ANI X412
072 ORI X502
073 ORI X503
074 ORI X504
075 ORI X510
076 ORI X513
077 OR X501
078 OR Y532
079 AND T550
080 AND X506
081 ANI X507
082 OUT Y534
    
```



```

083 LD T551
084 ANI X412
085 ORI X510
086 OR Y531
087 AND T550
088 ANI X507
089 OUT Y531

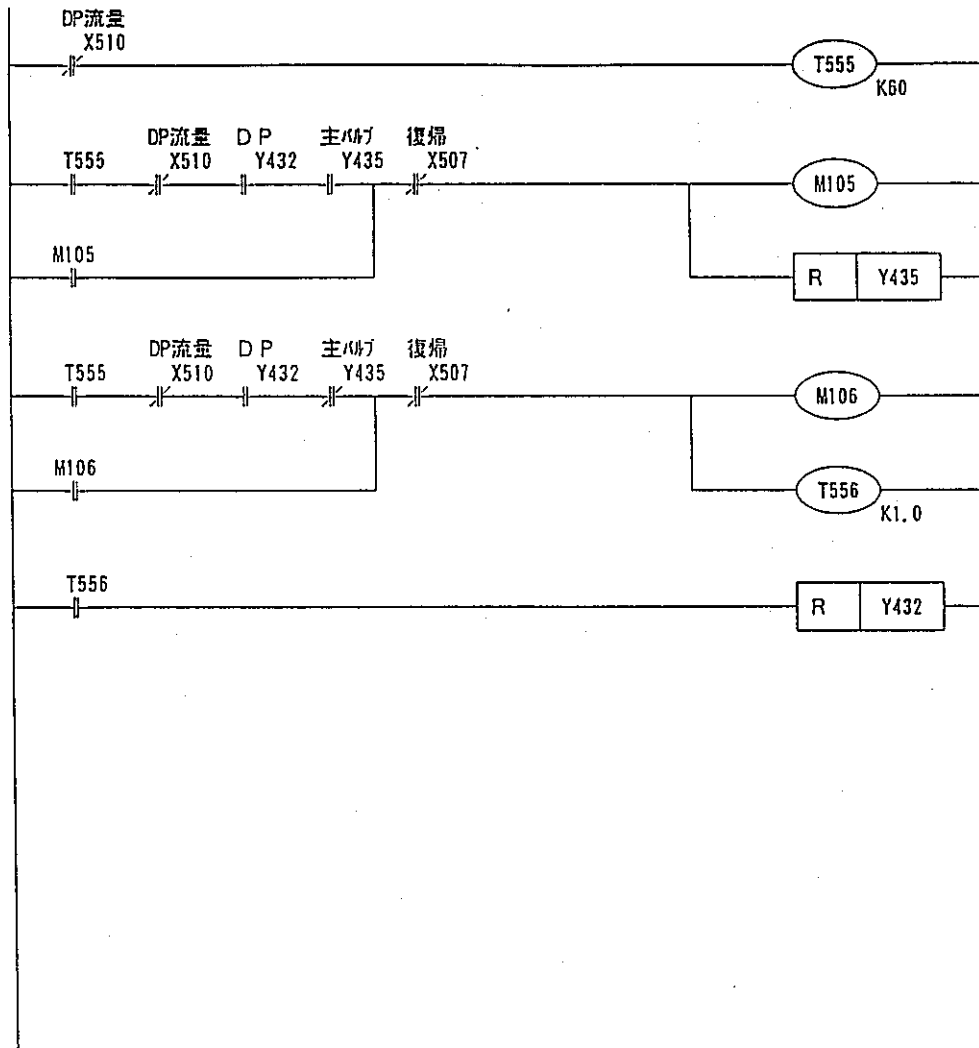
090 LD X413
091 OR Y532
092 AND T550
093 ANI X507
094 OUT Y532

095 NOP
096 NOP
097 NOP
098 NOP
099 NOP

100 LD X411
101 AND Y437
102 ANI Y433
103 ANI Y434
104 ANI Y435
105 ANI Y431
106 ANI Y432
107 OUT Y436

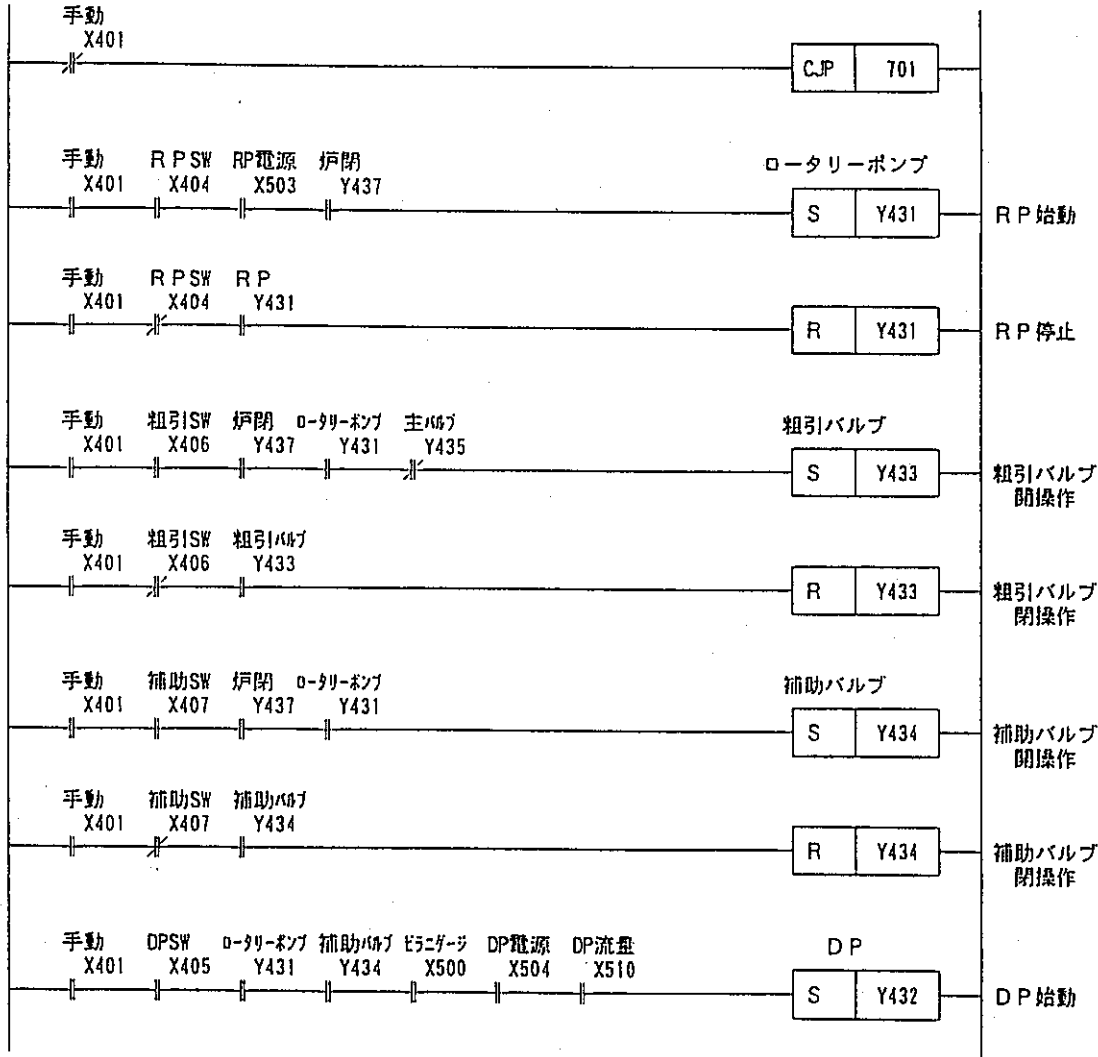
108 LD X403
109 AND X502
110 AND Y437
111 OUT Y430

112 LD X505
113 AND Y437
114 ANI X501
115 ANI Y531
116 ANI Y532
117 AND X500
118 AND X513
119 OUT Y533
    
```



```

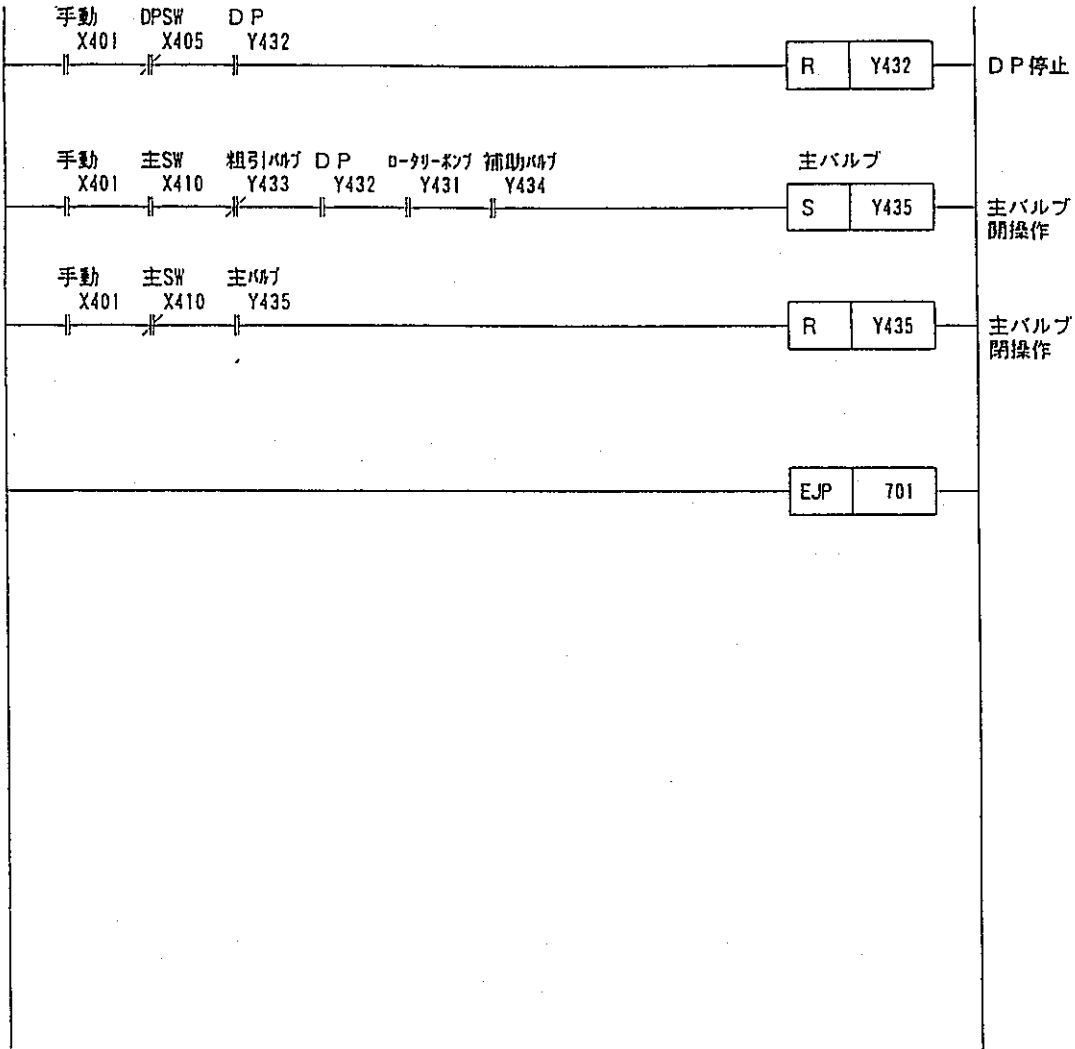
120 LDI X510
121 OUT T555
122 K 60
123 LD T555
124 ANI X510
125 AND Y432
126 AND Y435
127 OR M105
128 ANI X507
129 OUT M105
130 R Y435
131 LD T555
132 ANI X510
133 AND Y432
134 ANI Y435
135 OR M106
136 ANI X507
137 OUT M106
138 OUT T556
139 K 1.0
140 LD T556
141 R Y432
142 NOP
143 NOP
144 NOP
145 NOP
146 NOP
147 NOP
148 NOP
149 NOP
    
```



```

150 LDI X401
151 CJP 701
152 LD X401
153 AND X404
154 AND X503
155 AND Y437
156 S Y431
157 LD X401
158 ANI X404
159 AND Y431
160 R Y431
161 LD X401
162 AND X406
163 AND Y437
164 AND Y431
165 ANI Y435
166 S Y433
167 LD X401
168 ANI X406
169 AND Y433
170 R Y433
171 LD X401
172 AND X407
173 AND Y437
174 AND Y431
175 S Y434
176 LD X401
177 ANI X407
178 AND Y434
179 R Y434
180 LD X401
181 AND X405
182 AND Y431
183 AND Y434
184 AND X500
185 AND X504
186 AND X510
187 S Y432

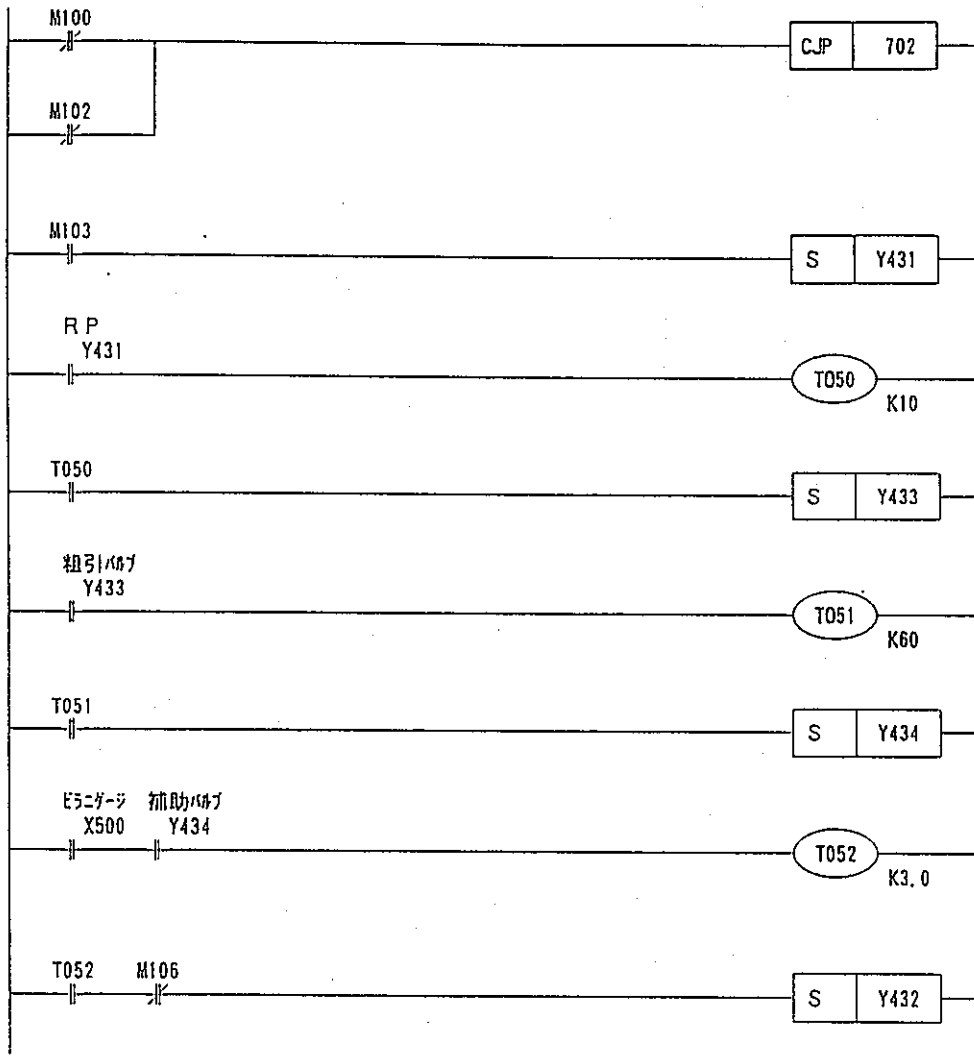
```



```

188 LD X401
189 ANI X405
190 AND Y432
191 R Y432
192 LD X401
193 AND X410
194 ANI Y433
195 AND Y432
196 AND Y431
197 AND Y434
198 S Y435
199 LD X401
200 ANI X410
201 AND Y435
202 R Y435
203 EJP 701
204 NOP
205 NOP
206 NOP
207 NOP
208 NOP
209 NOP

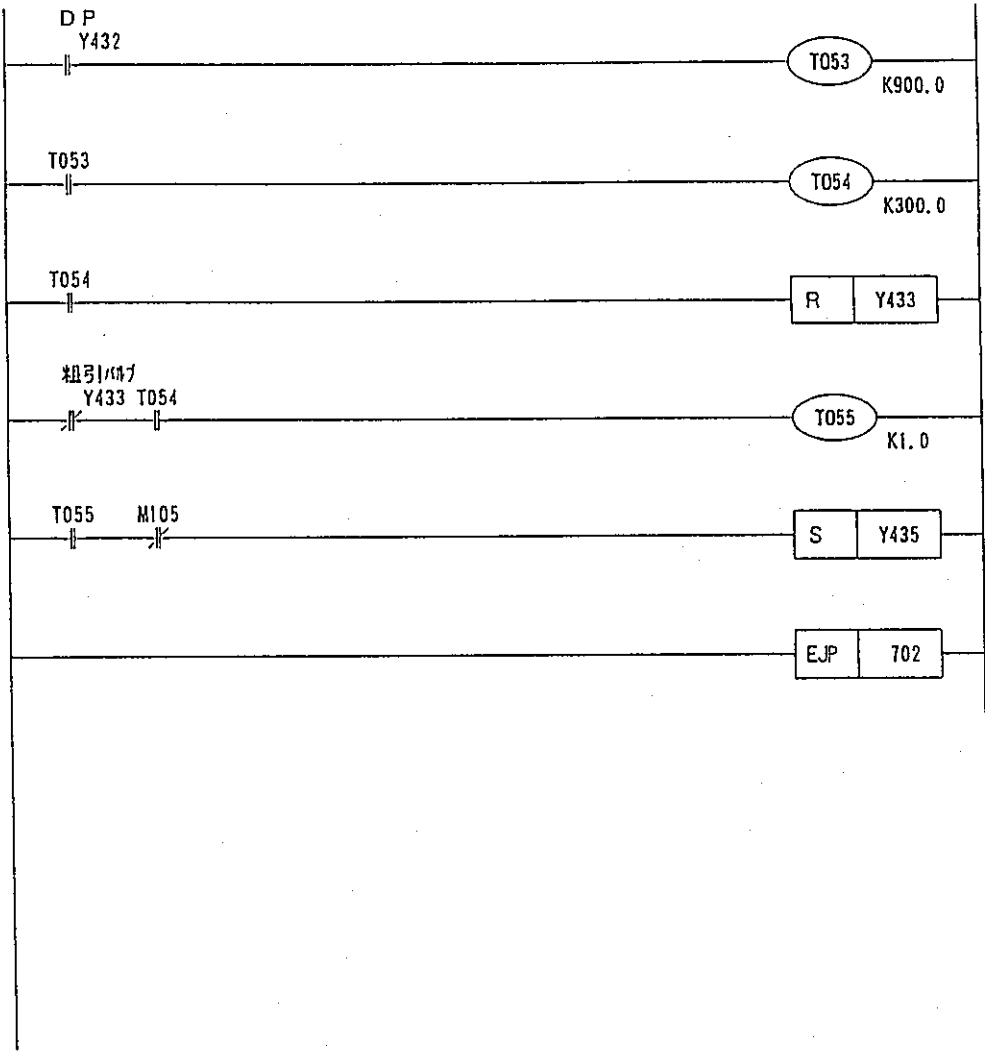
```

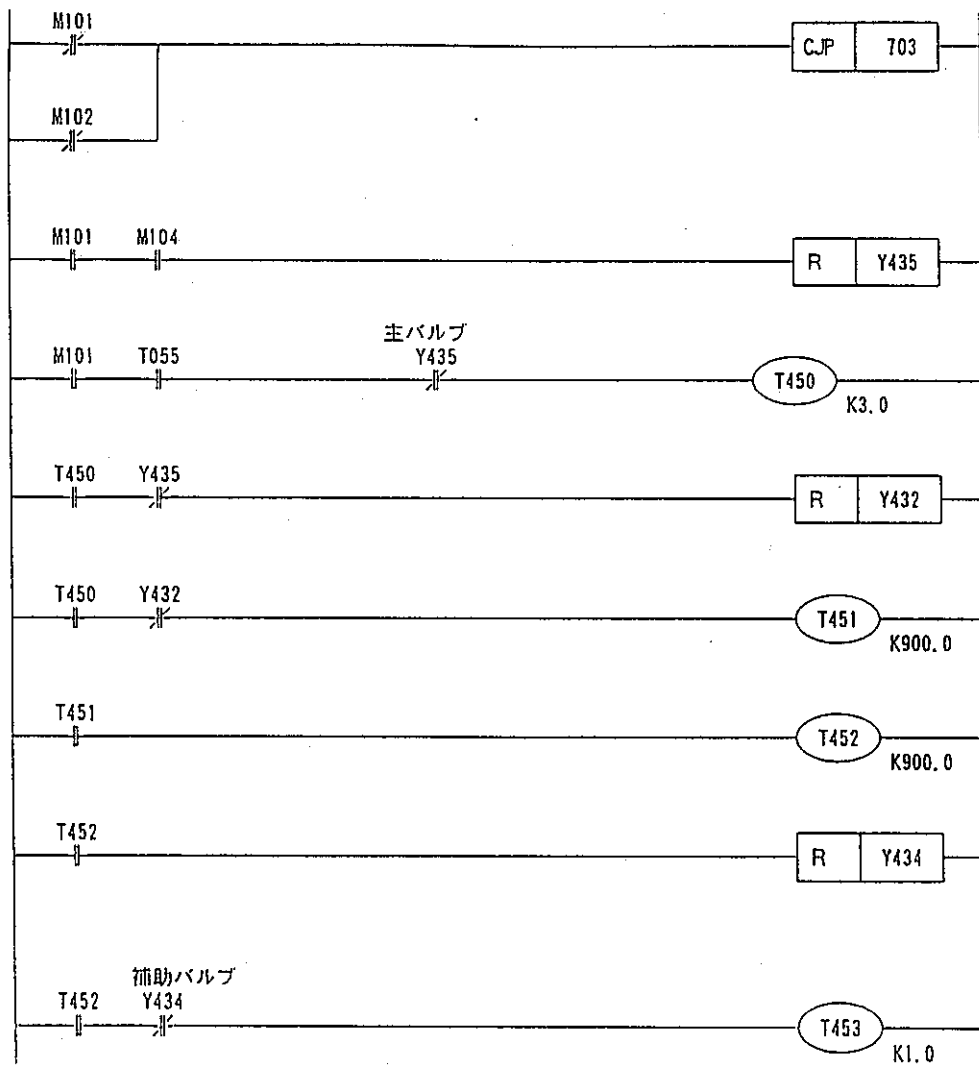


```

210 LDI M100
211 ORI M102
212 CJP 702
213 LD M103
214 S Y431
215 LD Y431
216 OUT T050
217 K 010
218 LD T050
219 S Y433
220 LD Y433
221 OUT T051
222 K 060
223 LD T051
224 S Y434
225 LD X500
226 AND Y434
227 OUT T052
228 K 030
229 LD T052
230 ANI M106
231 S Y432
232 LD Y432
233 OUT T053
234 K 900
235 LD T053
236 OUT T054
237 K 300
238 LD T054
239 R Y433
240 LDI Y433
241 AND T054
242 OUT T055
243 K 010
244 LD T055
245 ANI M105
246 S Y435
247 EJP 702
248 NOP
249 NOP

```





```

250 LDI M101
251 ORI M102
252 CJP 703
253 LD M101
254 AND M104
255 R Y435
256 LD M101
257 AND T055
258 ANI Y435
259 OUT T450
260 K 3.0
261 LD T450
262 ANI Y435
263 R Y432
264 LD T450
265 ANI Y432
266 OUT T451
267 K 900.0
268 LD T451
269 OUT T452
270 K 900.0
271 LD T452
272 R Y434
273 LD T452
274 ANI Y434
275 OUT T453
276 K 1.0
277 LD T453
278 R Y431
279 EJP 703
280 END

```

