中華人民共和国工場(制御整流素子)

近代化計画

調査報告書

1984年12月

国際協力事業団

No. 33

中華人民共和国工場(制御整流素子)

近代化計画

調査報告書

1984年12月

国際協力事業団

はしがき

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国上海整流器総廠における制御整流素子工場近代化計画策定のための調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、秋房義博氏を団長とする調査団を編成し、１９８４年3月１日から3月１８日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は、中華人民共和国政府および関係機関と協議しつつ、その協力を得て工場の診断、関係資料の収集等を行った。帰国後右工場診断の結果をふまえ、関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その成果を取りまとめたものであり、上海整流器総廠の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当たり多大のご協力をいただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本大使館、在上海日本国総領事館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

１９８４年１２月

国際協力事業団

総裁　有田圭輔

有田圭輔

目　　次

序　　章

1．調査の背景

中華人民共和国（中国）は、1979年に「調整・改革・整頓・向上」の方針を提起し、国民経済の調整に取りかかった。

こうした経済事情の下、1980年12月の第1回日中閣僚会議および1981年5月の日中高級事務レベル会議において、中国側から「中国の既存工場近代化計画策定にかかわる技術協力要請」が表明された。

その後1981年8月、中国科学技術委員会から日本政府への正式要請が行われた。これを受けて日本政府は、技術協力調査の実施を国際協力事業団に委託した。

中国では工業の基礎づくりが行われており、ほとんどの業種がそろい、約40万の企業を持つに至ったが各企業の技術レベルに遅れが見られた。

このため、今後20年間の技術改造の方針として、　①新技術を導入した新工場の建設、②新技術による既存工場の改造、を定めた。

この方針は、資金との関係で、新規工場建設（大型投資）は中堅企業だけについて行い、残りの企業については既存設備を可能な限り活用しつつ技術改造を行う方式、すなわち既存工場の改造による近代化を進める計画である。

現在直面している問題は、工業製品の品質レベルが低く、デザイン等の種類も少ないことで、これが不動在庫を抱える原因ともなっている。この解決の一つの手段として、品質向上、デザインの多様化、新製品の開発が急務となっている。

また、中国の工業製品製造のエネルギー消費量は、先進国の2倍以上になっており、今後のエネルギーの増大を防ぐためには、省エネルギーの推進もまた大きな課題である。

これらの背景のもとに、技術改造への協力について前述の日中双方の合意にもとづいて、国際協力事業団が派遣した事前調査団（1983年12月）の調査の結果、日中でとりかわされた合意書により、この調査が実施された。

2．調査の目的

上海地区における下記3．の上海整流器総廠三車間に対して工場診断を実施し、当該工場の製造技術，生産管理，品質管理等に関する近代化計画の策定について調査することを目的とする。

3．調査の対象工場および対象製品

対象工場　：　上海整流器総廠三車間

対象製品　：　制御整流素子（サイリスタ）

4．調査の対象範囲

調査の対象範囲は次のとおりとする。

(1) 工場の概要調査

(ⅰ) 建物，敷地

(ⅱ) 製品および生産（プロセス・品質・等）

(ⅲ) 製造設備

(ⅳ) 組織および人員

(ⅴ) 原材料

(ⅵ) 販売

(ⅶ) 生産計画および生産実績

(2) 生産工程調査

(ⅰ) ウェーハの受入

(ⅱ) 洗浄

(ⅲ) P型拡散

(ⅳ) 酸化

(ⅴ) 露光

(ⅵ) N型拡散

(ⅶ) 洗浄

(ⅷ) 合金焼結

(ⅸ) 蒸着

(ⅹ) アルミエッチング

(ⅺ) ベベリング

(ⅻ) シリコンエッチング

(xiii) コーティング

(xiv) 中間検査

(xv) シーリング

(xvi) 高温放置

(xvii) 放熱装置組込

(xviii) 出荷検査

(3) 生産管理調査

(i) 設計管理

(ii) 調達管理

(iii) 在庫管理

(iv) 工程管理

(v) 品質管理

(vi) 製造検査設備管理

(vii) 教育訓練

5．調査団の編成および日程

調査団は、昭和59年3月1日から、3月18日にかけて調査を実施した。調査団の編成および調査日程は次の通り。

(1) 調査団の編成

柳谷哲朗	(社) 日本電子工業振興協会嘱託	(団長)
小野智史	同　上	(生産、教育担当)
高瀬武臣	同　上	(設備、材料担当)
五十嵐行雄	同　上	(プロセス担当)
中沢重雄	同　上	(試験、品質担当)

(2) 調査日程 (昭和59年3月1日～3月18日)

3月 1日	上海着
2日	日本領事館訪問および上海市経済委員会等中国側関係者と打合せ
3日	上海整流器総廠三車間で打合せおよび現地の調査
4日	中国側技術団と打合せ
5日	交遊活動および資料整理
6日	工場調査 (200A～800Aクラスについて)
7日	工場調査 (　〃　)
8日	工場調査 (50Aクラスについて)
9日	工場調査 (5A～20Aクラスについて)
10日	設備、材料について調査、討議
11日	交遊活動および資料整理
12日	部品工場見学
13日	生産管理について調査，討議
14日	中国側技術団と近代化案につき討議

3月15日	中国側技術団と近代化案につき討議
16日	上海市経済委員会等に調査の結果および近代化の方向につき報告
17日	主任研究員と意見交換および日本領事館へ報告
18日	上海発

第1章　工場の概要調査

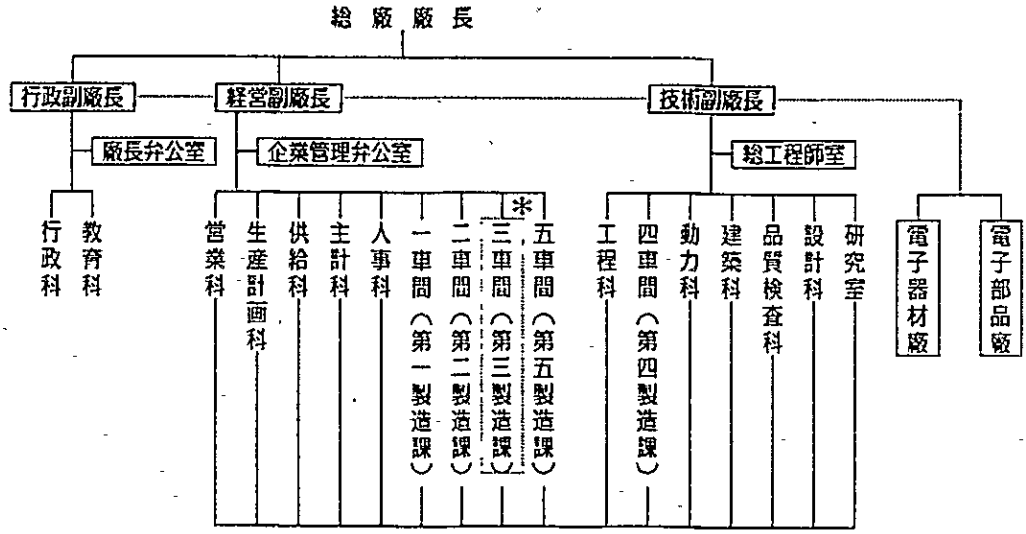
第１章　工場の概要調査

調査対象企業は、上海整流器総廠であるが、診断要請製品が表１－１の６種類の製品中サイリスタ素子にしぼられたので、調査も表１－２の三車間（サイリスタ製造課）主体に進められた。このサイリスタ製造課は、組織的には総廠内の１つの製造課（車間）であるが、場所的に本部とは離れており、独立した工場の観を体している。

表１－１．　上海整流器総廠主要製品および８３年度生産量

1	Si単結晶	2	ton
2	レクチファイアー素子	340	kP／年
3	サイリスタ素子（双方向性サイリスタを含む）	160	〃
4	MOS　IC	200	〃
5	光電素子	300	〃
6	サイリスタ装置	3.5（8.5～8.9万 kW）	

表１－２．　サイリスタ工場の全工場（総廠）組織内における位置（＊下記三車間）



1．1　建　物・敷　地

1．1．1　工　場　規　模

表1．1－1　工　場　規　模

	三　車　間	備考（全総廠）
敷地面積	8762 m^2	68990 m^2
建屋面積	7601 m^2	49202 m^2
容　積　率	87％	71％

生産施設，事務所，動力源設備の建屋面積は次のとおりである。

表1．1－2　建物別面積（三車間）

施　設　名	面　積（m^2）
1．生　産　施　設	計　(5881)
(1) 材料倉庫	458
(2) 機　械　室	481
(3) 製　造　棟	4356
(4) 金属加工棟	482
(5) 危険物倉庫	64
(6) H_2 タンク（ボンベ置き場）	40
2．動力源設備	計　(681)
(1) 中和池（2カ所）	17
(2) 純水製造棟	284
(3) ボイラ棟	363
(4) 水　　池	18
3．事　務　所（会議室を含む）	計　(1039)
	総計　7601

1．1．2　建物，主要施設の配置図（三車間）

工場全体の建物配置と製造棟主要施設の詳細配置図は、図1．1－1～3のとおりである。学校校舎であった建物を工場に改造したため、部屋サイズ、工程順序等の面で合理的でない点が残存している。

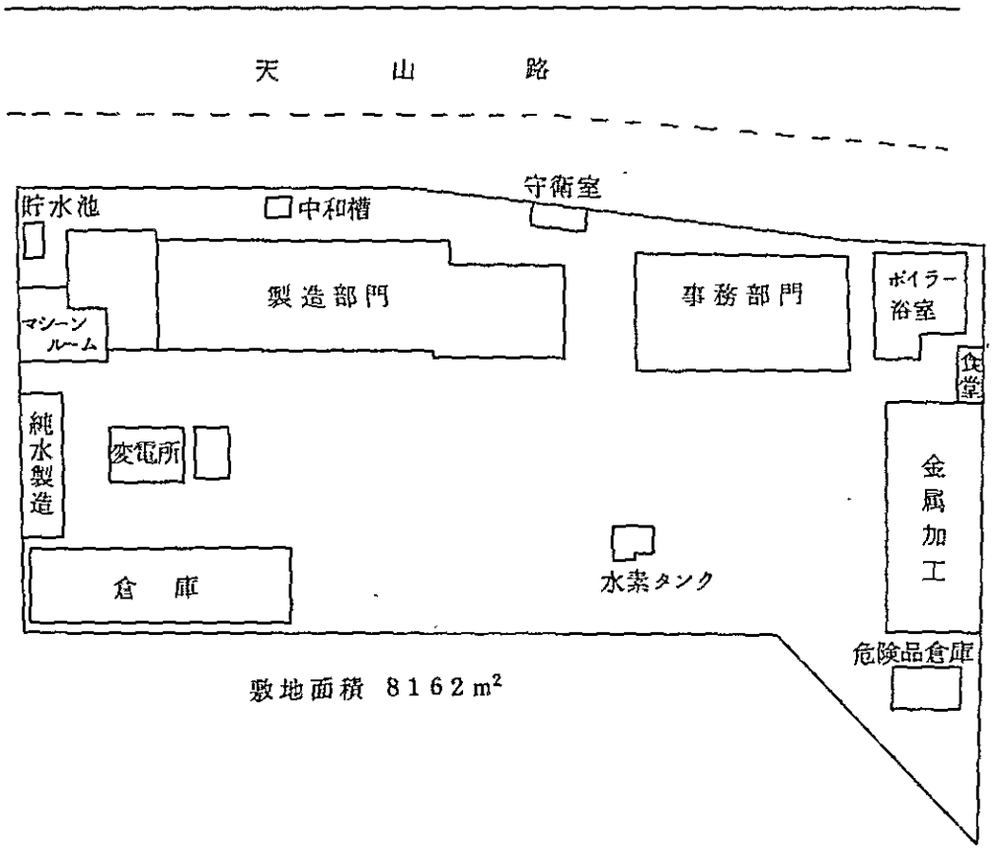
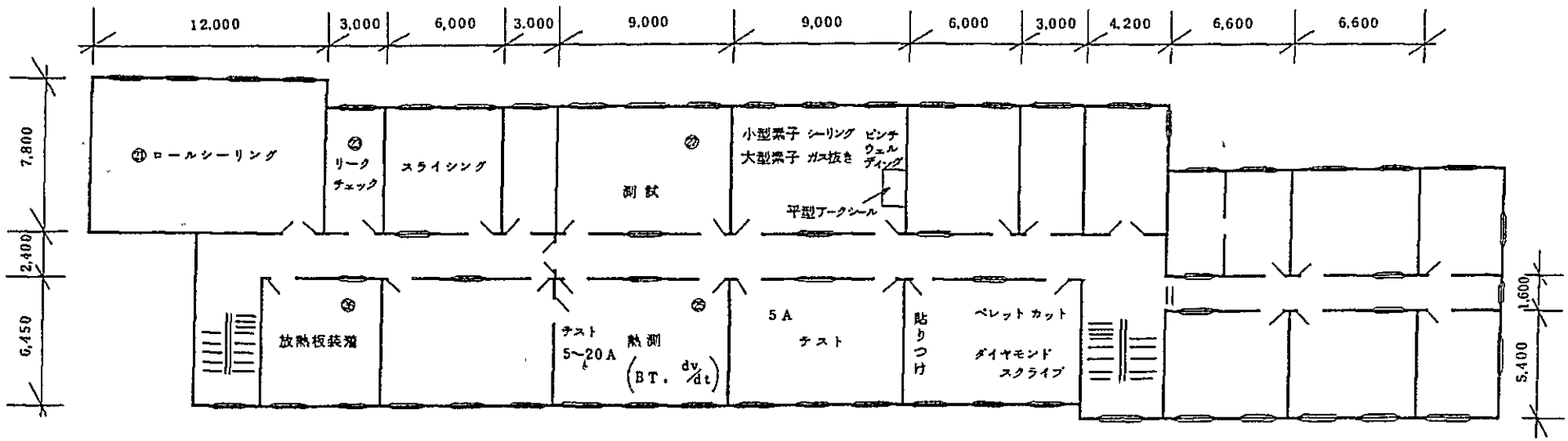
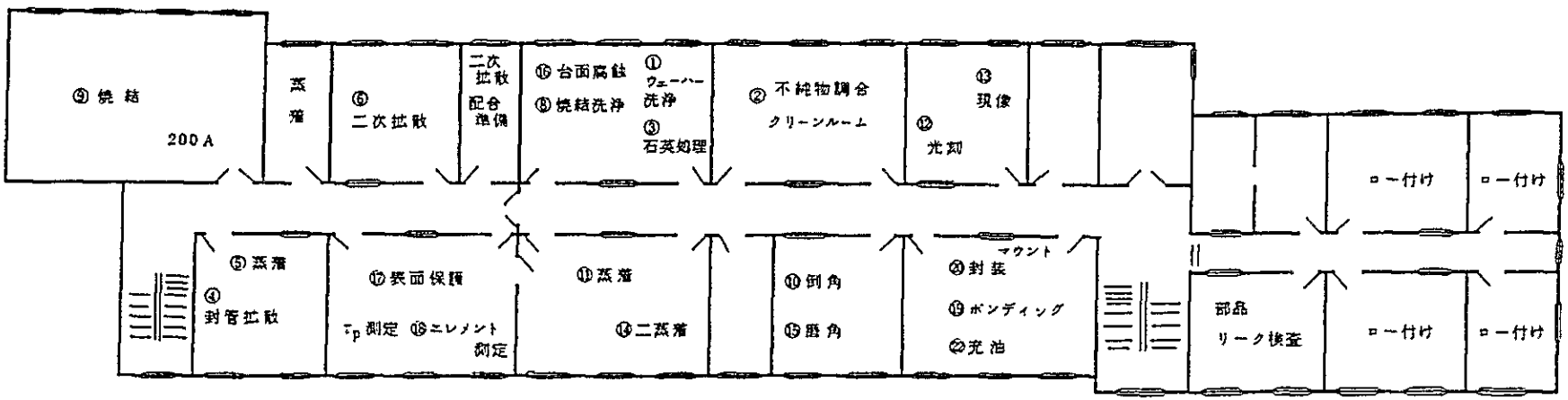


図1.1－1　上海整流器総廠 三車間 工場建屋平面図

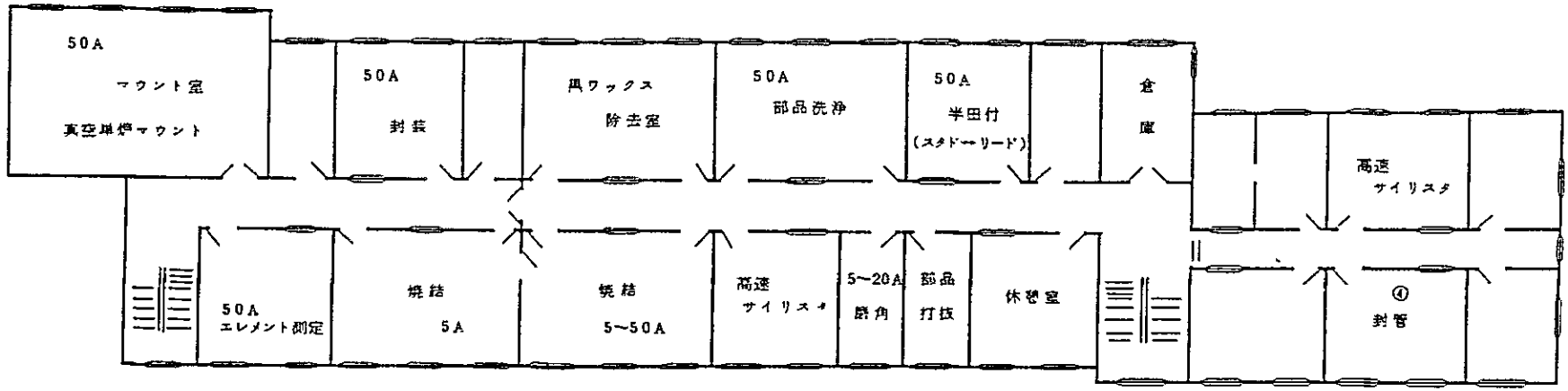


1 階 平 面 図

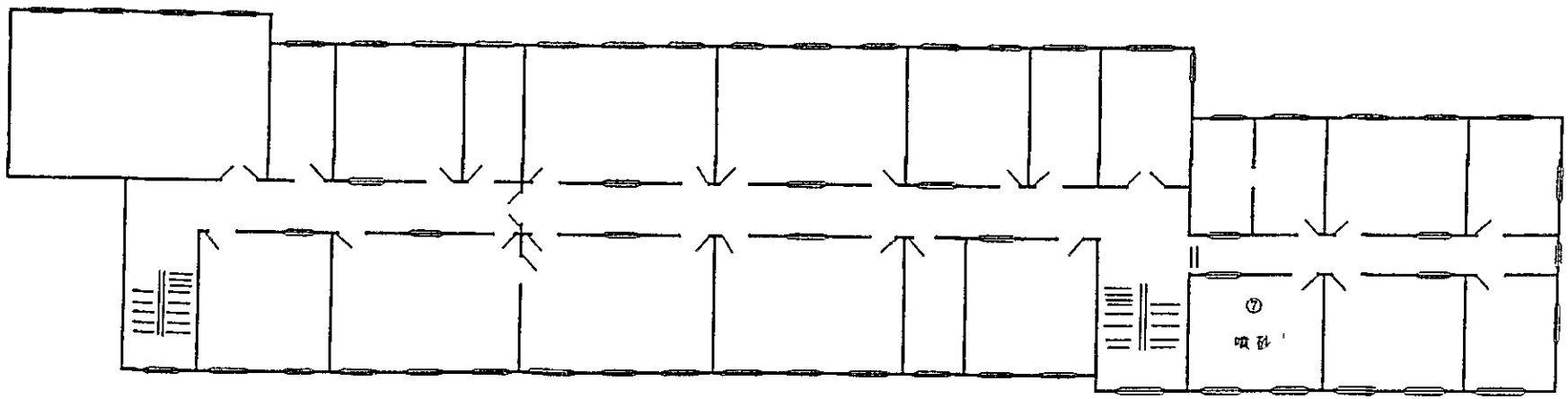


2 階 平 面 図

図1.1－2　三車間製造棟平面図（1,2階）



3 階 平 面 図



4 階 平 面 図

図 1.1－3　三車間製造棟平面図（ 3,4 階 ）

1．1．3　資　産　状　況（三車間）

（1）　固定資産の定義　；　使用年限1年以上のもの、設備は800元以上のもの。

（2）　固定資産の総額　；

表1．1－3

（単位万元）

年　　度	1981	1982	1983
固定資産合計	876	946	947
建　　物	275	282	282
機械装置	512	550	562
車両運搬具	38	42	56
土　　地	4	4	4
非生産用固定資産	27	49	27
そ　の　他	－	19	16

（3）　棚　卸　資　産　；

表1．1－4

（単位万元）

年　　度	1983
棚卸資産合計	617.2
材　　料	342.8
仕　掛　品	273.4

1．2　製品および生産

1．2．1　製品の種類

表1．2－1（工場サンプル値）

	IT(AV.)	VDRM. VRRM	dV/dt(V/μs)	Igt/Vgt(mA/V)	IDRM. IRRM	Tj (℃)
KP　5	5 A	100~2000(V)	－	5- 70/3.5	1 mA	100
20	20	〃	－	5-100/3.5	1	100
50	50	〃	30	8-150/3.5	2	100
200	200	〃3000	>100	10-250/4	3	115
500	500	〃	>100	20-300/5	8	115
800	800	〃				

診断は、汎用サイリスタ（KPシリーズ）主体に実施されたが、高速サイリスタ，トライアック等も生産されている。

ユーザからの増産要求は多く、信頼性についても厳しいものがある。例えば、生産量は、現在（1983年末12万個／年）レベルから約40万個／年に、また、信頼性は、IEC規格ならびにその他の先進国の国際規格に合格すること等である。

これらの諸要求を満足させ、現在中国で進行している大型プラントにも採用されて納入できるようになることが望まれる。

1．2．2　製品の生産状況

表1．2－2

	1983	1984（4月計画の12倍）	
KP 5	62659	78000	
20	20046	18000	
50	17411	21600	
200	17263	24000	
500（水）	3141	6360	水；水冷
500（空）	2317	2640	空；空冷
800	821	2400	
計	123663	153000	

この工場は、サイリスタ部品の製造に20年の歴史を持ち、中国国内では一応の定評を得ているが、国外先進技術との比較では大差があり、前記品質信頼性のみならず、歩留り，生産数量をそれぞれ、倍増、4倍増とすることが切望されている。

1．2．3 生 産 性

工場の生産性を示す指標として次の指標を使った。

（1） 1人当たり売上高 $\frac{\text{元}}{(\text{人}\times\text{年})} = \frac{\text{全売上高（元／年）}}{\text{従業員数}}$

（2） 1人当たり生産高 $\frac{\text{元}}{(\text{人}\times\text{年})} = \frac{\text{全生産高（元／年）}}{\text{従業員数}}$

表1．2－3 1983年の生産性

	1983
1人当たり売上高［元／（人×年）］	21,000（推定）
1 〃 生産高［ 〃 ］	23,750
平 均 賃 金［ 〃 ］	800

1．2．4 内外製部品

ほとんどの部品について、素材を購入して自分の工場で加工して仕上げている。

表1．2－4 一般サイリスタ用部品の内外製区分

	件 数	比 率
内 製 部 品	95	66%
外 製 部 品	49	34%
合 計	144	100%

1．2．5 治 工 具

代表的治工具は、表1．2－5のとおりである。作業者の大部分は女性であり、彼女らが使用している。製造元はすべて上海市内または自家製である。

表1．2－5　代表的治工具

番号	治工具名	型式，製造会社	備考
1.	1 kW電熱器	中国製	
2.	上皿天秤	〃	不純物測定
3.	バレル研磨器	〃	不純物量の制御
4.	マイクロメーター	〃	
5.	ノギス	〃	
6.	バキュームピンセット	〃	
7.	アロイ治具	〃	
8.	ピンセット	〃	
9.	ハンダゴテ	〃	150 W
10.	スプレーガン	〃	
11.	赤外線乾燥箱	〃	
12.	石英製ウエーハ立て	〃	
13.	前処理用テフロン治具	〃	
14.	マウント治具	〃	
15.	テストサンプル装備治具	〃	

1．2．6　生産形態

生産形態は、産業用サイリスタの特性と中国固有の社会形態により、受注生産（見込み生産でない）、多種少量生産、一貫作業型（外注利用型でない）である。

生産計画は、国家指標とユーザ要求の2を基として5カ年計画、10カ年計画が毎年作成（修正も含めて）される。それを総工場長 → 副工場長（技術，品質，経営，行政の各副工場長）→ 総工場企業管理事務室 → 生産計画科による車間生産計画と順次ブレークダウンされていく。

当サイリスタ工場としては、国家指標 ＋ ユーザ要求数を最少生産数量とし、安全のために生産能力の80％程度の生産計画にしている。

1．2．7　外注加工先

外注加工部品の主なものは次のとおりである。

可能な限り自廠内で自給自足を行うため、素材を購入し、自廠で加工して、使用している。

表1．2－6

外注工場名	外注部品	備考
電子器材廠	Si インゴット	総廠分廠
	Al 条	
	銀線	
	テフロン パイプ	
	セラミック	外囲器用
	銅板	外囲器用

1．2．8　リードタイム

KP形のサイリスタの第1ロットを生産するときのリードタイムは、国家統制材料および購入部品のリードタイム約1カ月と、工場からの発注指令から完成までの約2カ月の合計3カ月である。従って、第2ロット以降は2カ月（実質50日が多い）のリードタイムとなる。（図1．2－1参照）

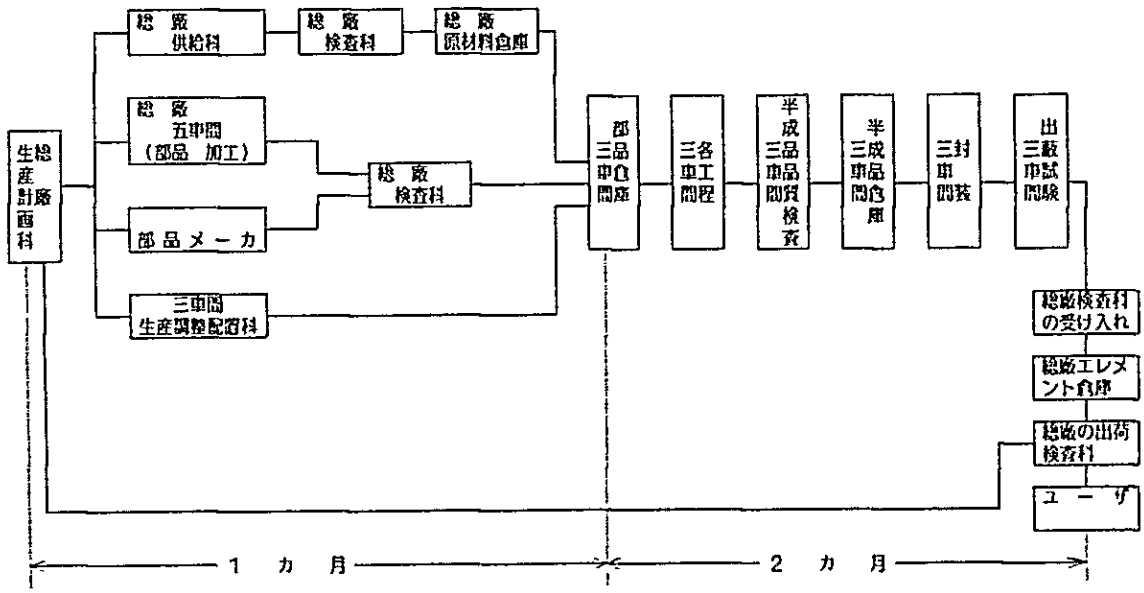


図1．2－1　三車間の生産品、原材料（直材）および部品の供給ルートとリードタイム

1．3 設　備

1．3．1 製造設備

表1．3－1

番号	設備名	形式，製造会社	台数	仕様 (cm・kg)
1.	超音波洗浄器	CSF-6 上海 …	5	発生器，90×50×110,200 洗浄槽；90×60× 80, 70
2.	拡散炉	DWK-703 上海 … JSK-110 金山 …	17	制御部；130×60× 50,120 炉本体；85×60×140,200
3.	バレル研磨器	中国製	3	
4.	封管装置	中国製	2	構成；封管系統 真空系統 ドライボックス
5.	スピンナー		1	
6.	露光器		2	
7.	真空メッキ M/C	GDM300b 上海 …	5	200×115×85,850
8.	高真空メッキ M/C	GDM600b 上海 …	1	制御部；160×570×60,300 作業台；200× 95×110,750
9.	クリーンベンチ	― 上海 …	6	138×84×110,250
10.	ドライホーニングM/C	中国製	1	
11.	真空アロイ炉	自社製	20	200×95×63,125
12.	ベベリング， コンタリング M/C		4	
13.	コンデンサ貯能熔接器	上海 …	2	コンデンサ部分；145×70×70,210 機械部分 ；145×70×70,520
14.	蒸着 M/C	GDM-300b 上海 …	5	200×115×85,850
15.	トリガボンディング M/C	PC-25 上海 …	2	電源;80×50×130・150 本体;32×12×120,320
16.	超音波カスト M/C	― 自社製	2	85×90×60,230
17.	真空熔接炉	〃	6	110×66×130,110
18.	電気熔接機	seal'g	1	

設備購入時期は、1967～70年ごろのものがほとんどだが、自力更生の精神に則り、ほとんどの設備が自製または上海市の会社製である。

1．3．2 試 験 設 備

表1．3－2 試 験 装 置

番号	設 備 名	形式，製造会社	台数	仕 様 (cm・kg)
1.	カーブトレーサー	自 社 製	1	120×120×50, 500
2.	少数寿命測定器	自 社 製	1	20×40×30, 15
3.	dv/dt 測定器	自 社 製	1	40×40×30, 50
4.	I_H 測定器 (V_F, V_g, I_g, V_R, V_D 同時測定)	自 社 製	7	120×120×40, 500
5.	V_R, V_B, I_g/V_g/Vg tester	自 社 製	5	80×50×40, 25
6.	t_{off}, t_{on}, dV/dt テスター	日本SD社	1	120×120×40, 300

設備購入時期は、製造設備同様1967～70年である。製造元は67年に日本SD社製テスター購入後はすべて自社製である。

1．3．3 評 価 設 備

表1．3－3 評 価 設 備

番号	設 備 名	形式，製造会社	台数	仕 様 (cm・kg)
1.	少数寿命測定器 —	自 製	1	30×40×30, 15 試験設備に同
2.	マニュプレーター顕微鏡	〃	1	
3.	四探針電阻測試験儀 (抵抗測定器)	〃	2	
4.	I_g/V_g 測 定	〃	1	試験設備に同
5.	P/N 判定器	〃	1	
6.	カーブトレーサー	〃	1	試験設備に同
7.	負偏圧測定器	〃	1	
8.	ユニバーサルメーター	〃	1	
9.	リーク 検査機	〃	1	
10.	負荷試験器	〃	1	

1．3．4　公害防止設備

酸廃水中和設備としては、$CaCO_3$パウダーを低部に充填した中和塔が6塔（能力；20 ton／日）あり、PH＝7とした後、中和水は川へ、炭酸ガスは空気中へ放出している。

有機薬品は、活性炭吸着後、排出している。

1．3．5　動　　力

純水製造設備一式が日本のK社から納入されている（1967年製）。原水は市水を使用している。17年前に製造された装置でもあり、微生物（バクテリア）は殺菌していない。微粒子の濾過とイオン交換樹脂による抵抗率の向上を行っており、～15 MΩ*cm*以上を順守している。不使用時の純水は、循環式による抵抗率の向上方法およびバクテリアの発生防止はとらず、使用末端で再度イオン交換樹脂を通すことで、動力室から使用端の行程中に低下した純水比抵抗を向上している。純水の温度は制御されていない。純水供給能力は6 ton/時である。

室温管理はなされているが、湿度管理はペレットテスト等、部屋により除湿機を設置している。従って、温度、湿度が中央動力室で制御されるシステムではない。

塵埃制御実施の清浄室は、サイドフロー型が一室あり、不純物調合および高耐圧測定に使用している。この清浄室は、新設設備で稼働後1年未満とのこと。ただし、湿度は管理されていなかった。

ガスについては、国家基準の仕様による充填ガスがボンベの状態で他会社から運搬され、使用されている。

高純度を要するO_2, N_2は窒素純化装置DC－4蘇州製1台　40×40×60（*cm*）15 kgを使用している。電力使用量は月当たり130,000 kW時であるが、停電時にはトラブルを避けるため、前もって連絡し、当日は工場休日としている。

1．3．6　生　産　能　力

生産能力は、歩留り、作業日数、設備稼働率、インデックス等から算出される。当工場では、危険率も見込み、表1．2－2にある生産実績、生産予定であるが、潜在能力としては更に20～30％程度は上がると思われる。しかし、何よりも製品歩留りの向上が優先されるべきであり、即効性のある生産能力向上要因である。

1．3．7 設 備 投 資

表1．3－4　最近3年の設備投資

	1981	1982	1983
設備投資	－		－
投資対象	－	清浄室への改造	－

1．4 労　働　力

1．4．1 組　織

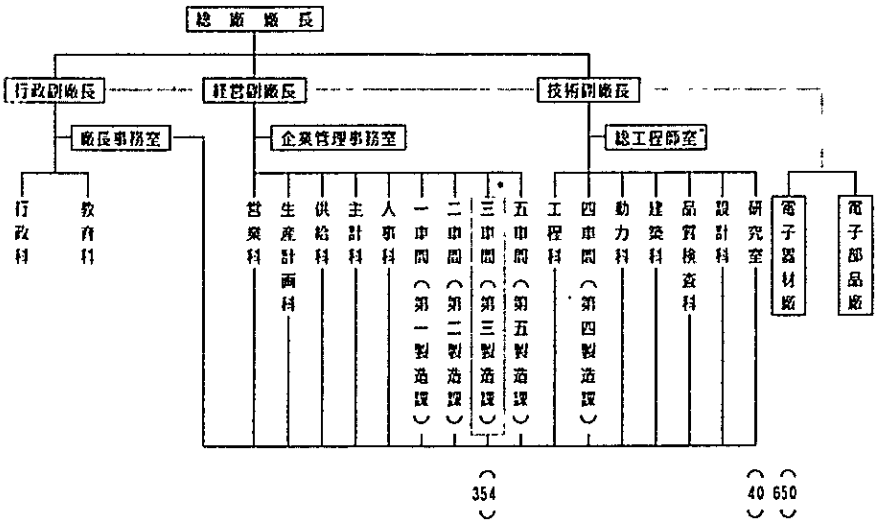


図1．4－1　上海整流器総廠組織別人数

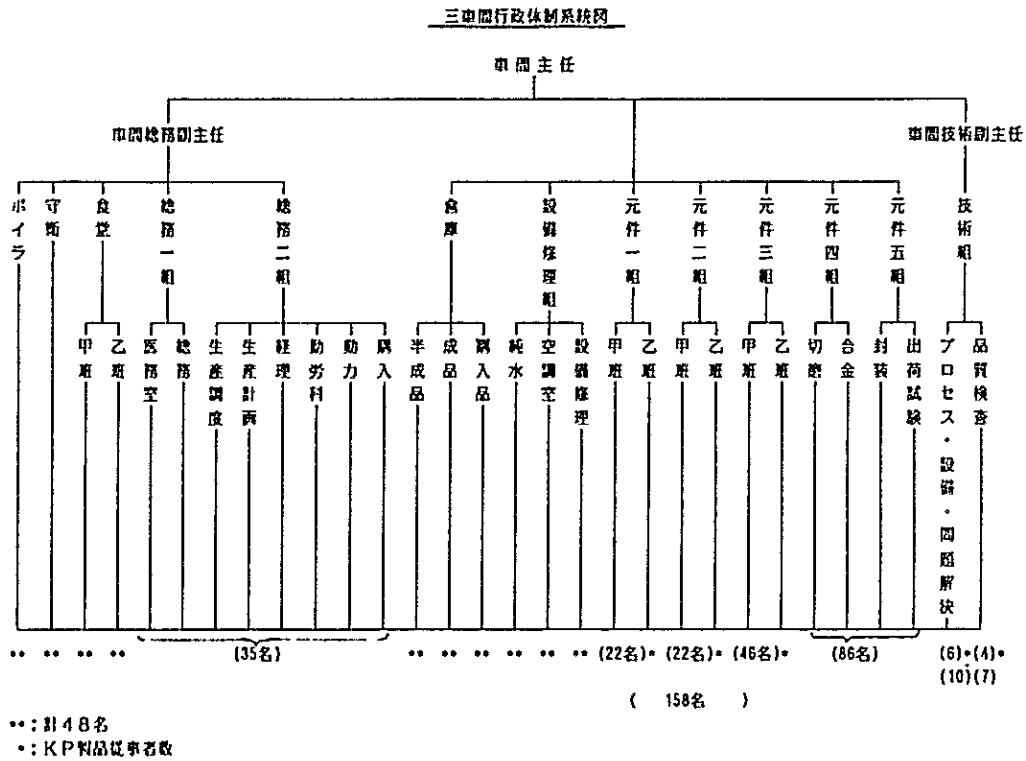


図1．4－2　三車間組織別人数

1．4．2 人員構成

表1．4－1 人員構成（総廠および三車間）

男女別人数		総廠			三車間		
		男（人）	女（人）	計（人）	男（人）	女（人）	計（人）
幹部（技術幹部含まず）							
副総工程師		1	0	1	0	0	0
技術幹部	工程師	39	11	50	3	1	4
	技師	11	0	11	0	0	0
	助理工程師	40	17	57	6	1	7
	技術員	17	27	44	0	5	5
（小計）		108	55	163	9	7	16
計							
一般	直接員			1899			158
	間接員			248			169
（小計）				2147	114	213	327
総計				2310			343
年齢構成	55歳以上	8	0	8			0
	40～55歳	68	23	91			8
	25～40歳	32	32	64			8
	25歳以下	0	0	0			0
平均年齢							

年齢構成；技術幹部のみ

1．4．3 技術者数

表1．4－2 担当職場別技術人員（総廠および三車間）

	総 廠（人）	三車間（人）
工程技術人員	259	16
管理技術人員	248	11
計	507	27

1．4．4 作業者

作業者の技能については考査制度があり、1級から8級までの8段階に等級分けされている。各級決定および昇級に際しては国家統一基準の試験があり、必ず試験に合格しなければならない。そのため試験用の指導書、補足講義（技術指導）がある。総廠技術等級の平均は3～4級と中程度の経験を必要としている。給料もこの等級により決定される。

1．4．5 勤務態様

表1．4－3 勤務時間

項目	内容			
年間稼動日	306日			
休日	毎週水曜日 52日／年　国民の祝祭日 7日／年			
勤務時間	勤務帯	勤務時間	食事時間	実働時間
	普通勤務	8：30～17：00	0.5	8：00
	2交代勤務	7：00～15：00	〃	7：30
		14：30～22：30	〃	〃
	3交代勤務	7：00～15：00	〃	〃
		14：30～22：30	〃	〃
		22：30～ 7：00	1.0	〃

毎年、国から工場への新人の配分があり、20％程度の余剰人員を抱えている。

生産計画も、市場要求数および国家指標数は必遂すべき最小限度であり、作業者の出勤率を見越して立案している。

1．5 研 究 開 発

1．5．1 組織および人員構成

研究開発関係の仕事は、図1．4－1の上海整流器総廠組織図のうち、技術副廠長傘下の組織が担当する。

新しい事業計画は、技術副廠長 → 総工程師室 → 研究室&設計室のラインで実施される。

研究室は、新製品開発、加工プロセス開発、生産技術開発、試験設備の開発を行い、総数40名（うち60％が技術者，40％が労働者）を擁している。ただし、三車間工場担当技術者（工程師）は4名。

総工程師室は、新事業の遂行義務（開発進捗度を含む）、報告義務（対公司）および技術責任がある。

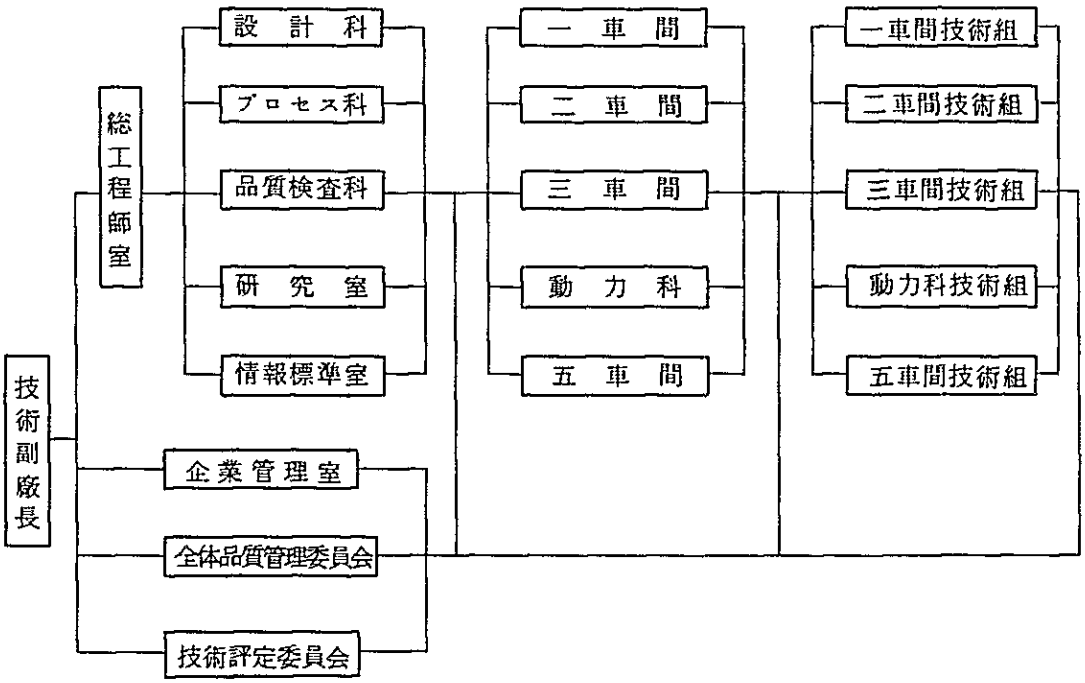


図1．5－1 技術管理体系図

1．5．2 技術情報

上海整流器総廠には、工場情報室があるが、更に大きな情報機関として次の情報研究所があり、研究者は週に2日程度は自由に情報入手のために出向くことができる。

(a) 上海市技術情報研究所（科学全文野における海外の刊行雑誌、特許等も含む）

例えば、JIS，IEC，東芝レビュー，日立評論など

(b) 上海市第一機電工業局情報研究所

1．5．3 開発設備

ダストレベル（MIL標準）でクラス100、1000、10000の3種類のクリーンルーム120 m^2を建設中（うちクラス100は27 m^2）。総廠の研究室は総床面積1500 m^2であり、この中には2 MeV、100μA容量の電子線照射設備（半導体素子の少数寿命制御用）も設置中であった。当然のことながらサイリスタ試作ラインも一連完備している。

1．6　材料および部品

国家統一標準規格があり、規格品を使用している。

1．6．1　直　接　材　料

表1．6－1

番号	直接材料名	主　仕　様	備　考
1	NTD Si－インゴット 中性子照射 Si	$(\rho_1-\rho_1)/\rho \leqq 0.20$	
2	メチルシリコーンオイル $(CH_3)SiO[Si(CH_3)_2O]_nSi(CH_3)$	$\eta 25 = 10 \sim 1000$リス	
3	Al（片箔）	4N	
4	Ga_2O_3	5N	
5	P_2O_5	5N	
6	Ag（リード箔）	98%	
7	Ni	98%	

仕様としては、固定規格に依存しているが、価格的には表1．6－1では貴金属のAgを除き可変である。サイリスタの直材は、大部分が可変国家価格といえる。

1．6．2　間　接　材　料

表1．6－2

番号	間接材料名	主　仕　様	備　考
1	トルエン $C_6H_5CH_3$	86.5～86.7% （分析級）	
2	エタノール C_2H_5OH	95% （分析級）	
3	アセトン CH_3COCH_3	99.5% （分析級）	
4	メチルエチルケトン $C_2H_5COCH_3$	99.5% （分析級）	
5	硝　酸 HNO_3	d＝1.526 95%　（分析級）	

表1．6－2（つづき）

番号	間接材料名	主　仕　様	備　考
6	塩化アンモニウム NH4Cl	99% （分析級）	
7	弗化アンモニウム NH4F	98% （分析級）	
8	氷酢酸 CH3COOH	d_{25} ＝1.04 99.9%　（分析級）	
9	苛性ソーダ NaOH	96% （分析級）	
10	アンモニア水 NH4OH	90% （分析級）	
11	塩酸 HCl	d＝1.18 36～38.7（分析級）	
12	過酸化水素水 H2O2	30%	
13	弗酸 HF	42% （分析級）	
14	燐酸 H3PO4	d＝1.71 85%　（分析級）	
15	トリクレン CHCCl3	d＝1.463～1.468 Tb=87±1（℃）	
16	窒素 N2	99.99 （高純度）	
17	酸素 O2	99.2% （工業用）	
18	水素 H2	98% （工業用）	

これらの薬品やガスの価格は不変である。

1．6．3 部　品

表1．6－3 部　品

番号	部品名称	主仕様	備考
1	モリブデン板 Mo	99.94%以上 平行度5%以内	Press加工品
2	セラミックパッケージ	95% Al2O3 リークなきこと（泡試験）	
3	テフロン （チューブ，リング）	引張強さ≧300kg／cm² 絶縁耐圧＝60 KV／mm	
4	Cu板 （上部，下部）	サイズ，公差	

ほとんどの部品材料は、部品用素材を購入して自工場で加工されている。

1．7　生　産　計　画

大別して、5カ年計画，10カ年計画があり、修正も含め毎年年間生産予定が立案される。生産計画の立案、指示の流れは次の通り。

国家指標数 ＋ ユーザ要求数	（国家開催の注文会の受注数） ＋ （ユーザから直接受注する件数）

↓

総廠廠長ガイド	総廠廠長 ＋ ①技術，品質副廠長 ②経営副廠長（生産およびP／L） ③行政　〃　（総務，教育）

↓

工場生産計画	総廠内企業管理事務室

↓

車間生産計画	車　間　生　産　計　画　科

この生産量に対する設備計画、スペース計画、人員計画、投資計画については、車間主任が計画書を作成し、上記流れの逆を溯り提出審議される。

1．8　問　題　点

（1）　工場組織と権限

責任と権限の均衡が必要。工場が近代化されて発展を維持するためには、従業員1人1人の創造性を鼓舞し続けなければならず、種々の改善意見を吸い上げ、実行、確認が時宜を得て実現できる体制になっていなければならない。

(2) レイアウト

高速サイリスタのライン、5～20Aサイリスタライン、50Aサイリスタライン、100A～800Aサイリスタのラインと4つのラインが入り乱れ、隔階を上り下りする不合理なレイアウトになっている。旧校舎の改造で工場専用でなかったため、合理的なレイアウトができ難かった点もあるが、工場としては当初の計画が大切である。

(3) 安全管理

結果的には、事故は大変少いが、配管、配線、耐薬品性に対する安全対策の実施が遅れている。上海市の廃水、廃気標準に対する対策、特に有機溶剤に対する対策が不完全であり、環境保護上至急着手する必要がある。

(4) 品質管理

温調は実施済みであるが、防塵、防湿、対バクテリア、水温制御および半製品の整理整頓を含め、均衡のとれた広範囲の管理が必要である。作り込みの品質管理であるためには、工程別、品質報告の実作業へのフィードバックが必要である。(1)の組織と権限とも相関がある。

(5) 製造設備と工程管理

現有設備は、直径30～60 *mm*のSiウエーハしか流せず、世界のトップレベルをめざすには大口径化(75～100 *mm*直径)が必要。また、個人差の大きくなる工程(例えば、洗浄工程)、品質、生産性向上にも役立つ工程短縮のためには、一部自動機械の投入が必要となる。

必要なサイリスタ特性を容易に得るための工程の確立、また、それを実現するための設備等が必要。

(6) 製造技術

5～20A, 50A, 100～800Aと一般サイリスタの製造工程が三分割されているが、できれば一つの製造工程で、不可なら二つの製造工程で全品種製作できるようにする必要がある。諸管理、経済性の面で特により良い結果を生む。

第2章　生　産　工　程

第2章 生 産 工 程

2．1 部品受入れ

現 状 分 析

（1） KP 200系に使用される購入部品は次のとおりである。

表2．1－1

	購入材料	担 当	検査項目
1	上部セラミック	三車間合金組	サイズ，公差
2	上部Cu板	〃 五車間	〃 〃
3	上部ツバ	〃 〃	〃 〃
4	下部セラミック	〃 〃	〃 〃
5	下部Cu板	〃 〃	〃 〃
6	下部ツバ	〃 〃	〃 〃
7	Siインゴット	三車間	抵抗率，τの偏差
8	Al箔	〃	サイズ，外形，公差
9	Mo板	〃	サイズ，均整度（平行度）
10	Al片	〃	〃 外形
11	銀リード	〃	〃
12	銀 箔	〃	
13	テフロンチューブ	〃	〃
14	テフロンリング	〃	〃 ，公差
15	表面保護剤	〃	漏れ電流の大きさ、試用

（2） ほとんどの購入材料は、三車間で加工される。（例えば次のとおり）

(a) シリコンウエーハは、インゴットを購入してスライス，ラップして仕上げる。

(b) 外囲器は、セラミックとツバを銀ロー付し、リーク検査を行う。

(c) Al箔は、シート状で購入し、圧延し、カットしてエッチングで厚さコントロールを行う。

（3） 個々の部品の受入れ検査は、倉庫保管時にノギス，マイクロメータで寸法測定するものと、加工後に行うものとに分かれ、当然検査場所も異るので管理が分散している。

問　題　点

（１）　受入れ検査場所が分散し、かつ内製加工等もあり、納期管理等を実施する上で、管理が複雑になっている。

（２）　受入れ検査は実施されており基準もあるが、現品管理が甘く、寸法不良、その他の異状品が組み立てられる可能性が大きい。

（３）　重要部品の受入れ検査、加工後の検査も、他の部品と同様に雑な検査が行われている。
……高精度の測定器はない。

2．2 部 品 保 管

現 状 分 析

（1） 部品保管場所として購入受入れ後の倉庫があるが、部品加工の必要があるため、各加工場所に分散している。

（2） 保管方法は、デシケータのようなガラスビンに入れて保管してあり、ほとんどの部品が積み重ねの状態である。

（3） 部品包装はほとんどなく、外囲器等は最終製品でキズだらけであり、外観品質レベルはかなり低い。

問 題 点

（1） 保管場所が分散されてるため、生産管理（平準化生産）等から考えて管理が複雑になっている。

（2） 保管方法も、部品が梱包されていないために、積み重ね出来ず、保管スペースが必要。

（3） 包装されていないため、キズがつきやすく外観不良となる。

2．3　作　　業（工程分析）

2．3．1　概　　要

現状分析と問題点

・製造工程の問題点を概略まとめると次のとおりである。

項　　目	現　状　分　析	問　　題　　点
エミッタ接合形成方法	5～20A：拡散＋合金形 50A：部分エッチング＋全面拡散形 200～800A： 全面拡散＋部分エッチング形	電気的特性を決めるプロセスが、製造上バラツキやすい方法になっている。
拡散前処理洗浄	手　　動	手動のため、個人差がある。洗浄時の取扱い、逆汚染等による不良発生、特性バラツキの要因となっている。
アロイング	真空バッチ方式	真空にして酸素雰囲気を除去しているが、アロイング面の酸化によるアロイ不均一性あり。
エッチング	弗酸，硝酸，燐酸の混合液で約2分間エッチングしている。	混合比率、エッチング時間不適による耐圧低下がある。
表面保護	エンキャップ剤（常温加硫型シリコーンゴム）を硬化させるための加湿源として、シャーレーに水を入れている。	硬化用保存箱，加湿方法等が不完全である。
封入ガス	スタッド型 ---- 空気 平　　型 ---- 油	スタッド型は半田を使用してマウントしているが、封入雰囲気が空気の場合半田劣化により寿命が短かい。

工　程	現　状　分　析	問　題　点
封入ガス		平型は、油注入後に外囲器の注入口を半田付けしているが、そのとき使用するフラックスが油に混入し、特性劣化を起こすことがある。
信頼性試験	初特性測定器は完備しているが、信頼性試験手段が少ない。	ロットによる品質確認や寿命試験等がないため、製品の品質レベルがどの程度であるのか把握されていない。

2．3．2　製造工程図

現　状　分　析

各製品の製造プロセスを図示すると次のとおりである。

200～800 A　　図2．1－1

50 A　　図2．1－2

5 ～20 A　　図2．1－3

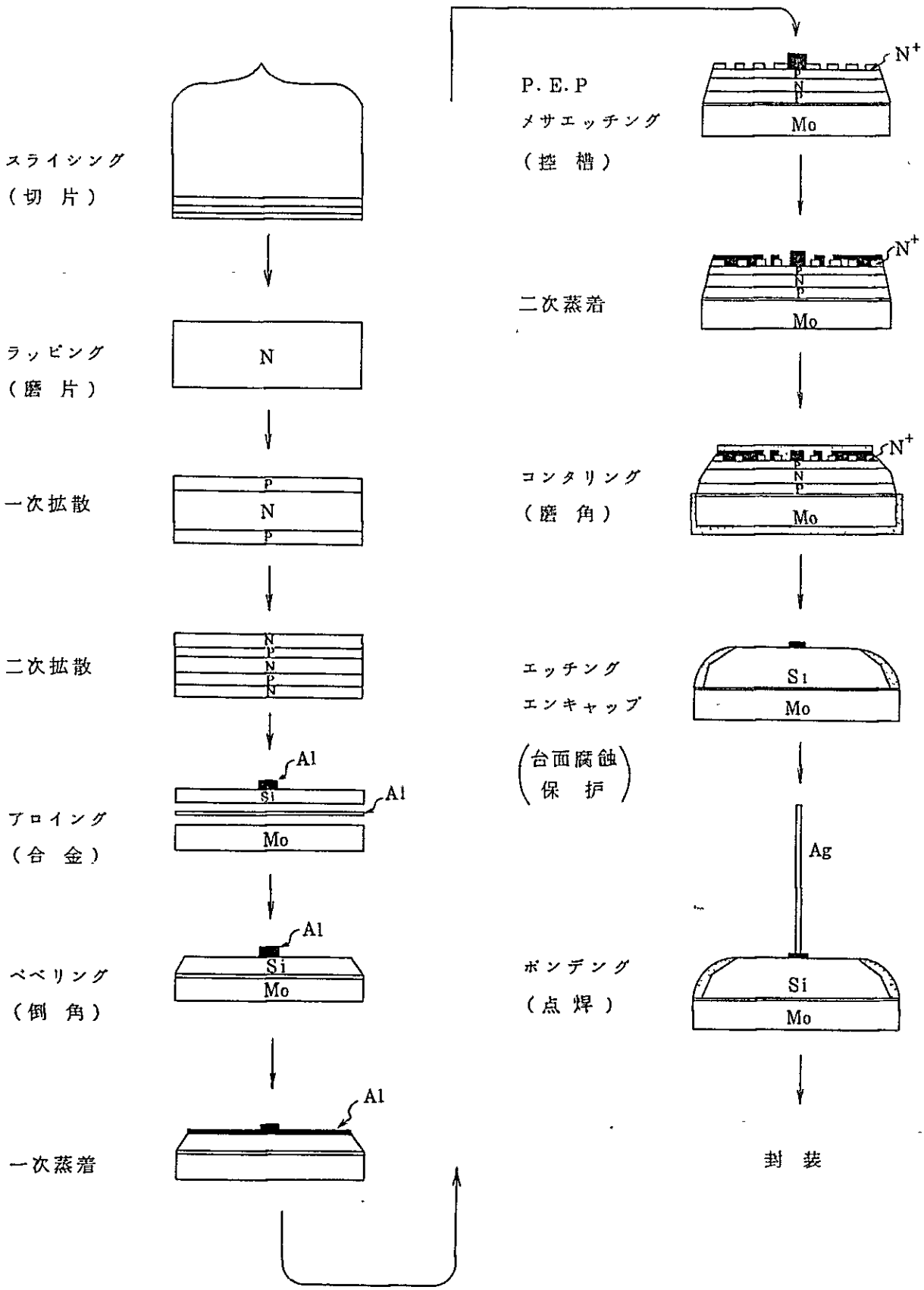


図21－1　200～800Aペレット工程図

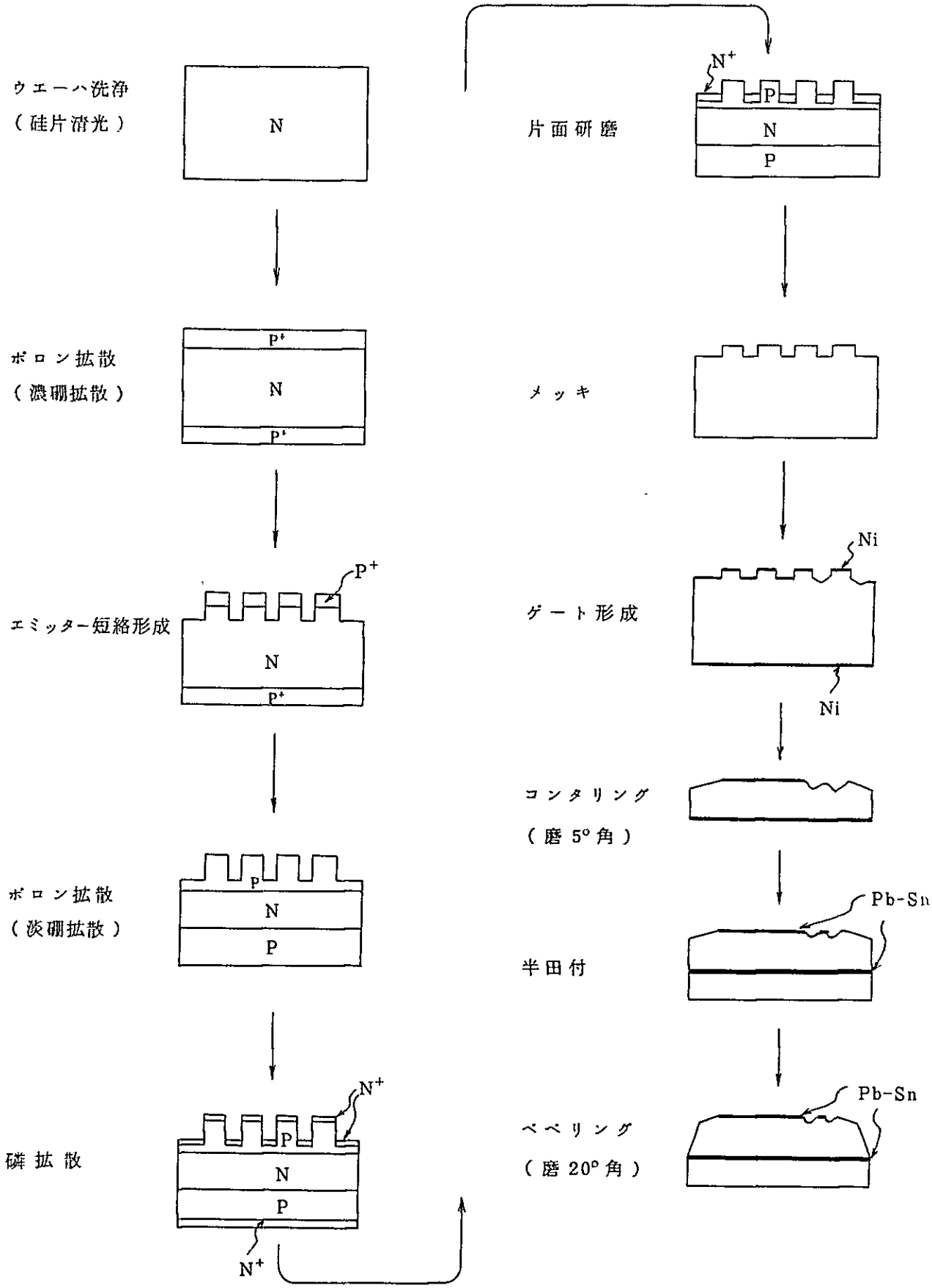


図2.1－2　50A ペレット工程図

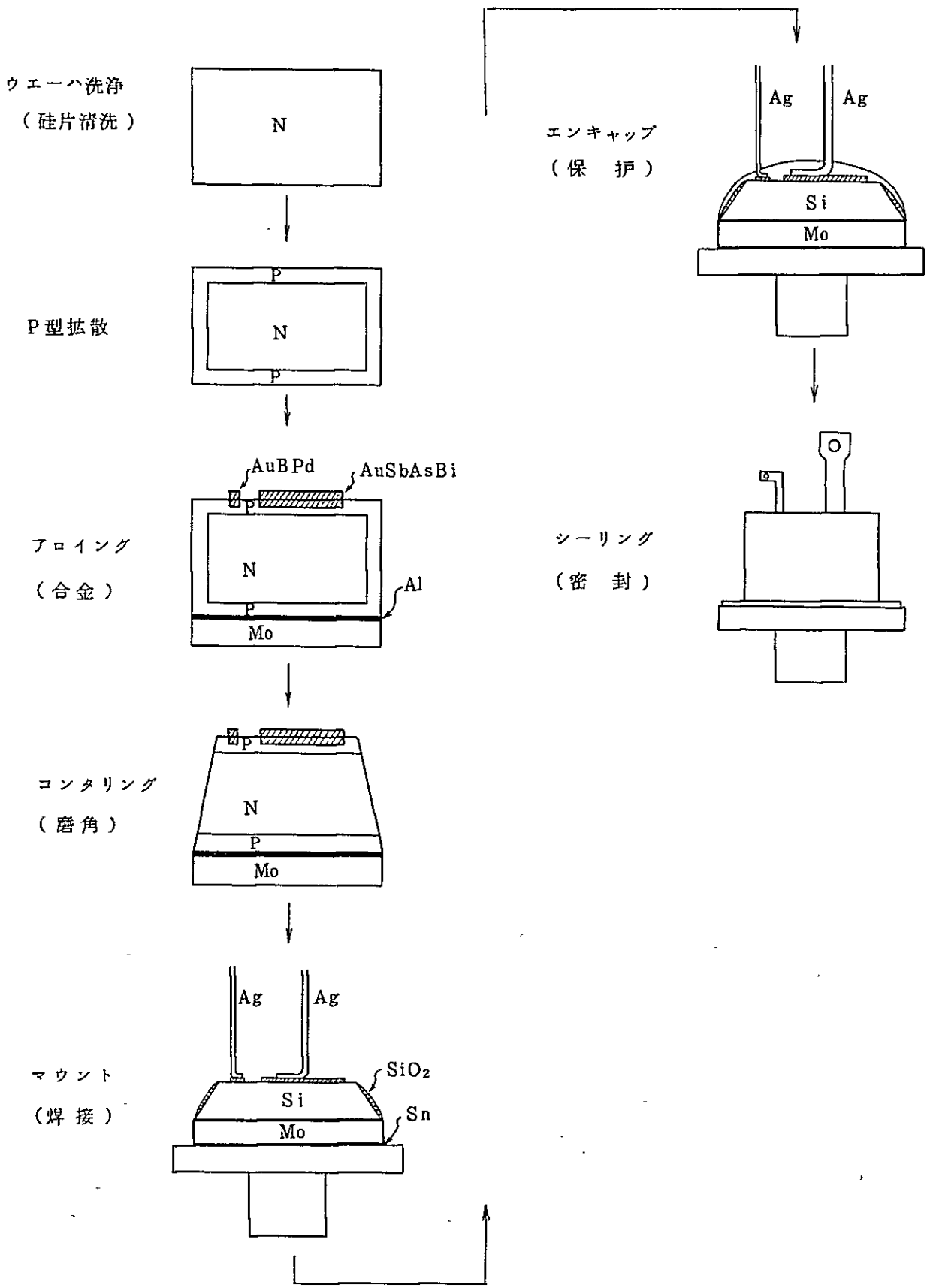


図21－3　5～20A製造工程図

2．3．3　工程分析詳細

各工程の詳細は次のとおりである。

（1）　200～800A

工　程	現状分析	問題点
ウエーハ洗浄	・シリコンウエーハを洗浄用サポートに並べる工程から洗浄後の乾燥まで、実質約7時間、日数として1.5～2.5日かかっている。	・洗浄時間が長くウエーハワレ，ウエーハ欠けの不良原因となっている。
拡散源配合	・$\rho > 1000\Omega - cm$のP型シリコン片を研磨鉢で粉末にし、ガリウムとともに石英管に封入して拡散源（Ga－Si)としている。 （拡散源の先行試験を3回実施している） ・拡散源の酸化ガリウムは5級（99.999％）を使用。	・研磨鉢からの汚れ等、拡散源の汚染になっている。 ・純度が悪い。
石英洗浄	・弗硝酸でエッチング後、高温処理（1240℃）しているが、その後王水で更に洗浄している。	・弗硝酸によって清浄化した後、王水洗浄することで汚染している。
封管拡散（一次拡散）	・封管作業にオイルポンプを使用している。	・Ga－Si－Alの拡散源を汚染している。 ・ウエーハが油汚染されている可能性がある。ライフタイムの低い原因でもある。

工　程	現状分析	問題点
評　価	・拡散深さ測定は、角度研磨し顕微鏡で測定。 ・先行テスト（１０枚）での合格率60%をロット合格としている。 ・一次（ベース）拡散の先行試験を3度やっている。	・測定器の精度悪く、再現性，正確性に乏しい。 ・ウエーハ間のバラツキが大きい。
二次拡散	・拡散条件は温度と時間を変えている。 ・P2 O5のアルコール溶液をウエーハ両面に付着・乾燥させ積重ねて拡散炉に入れる。 ・拡散工程は100～120℃／Hで徐冷している。	・拡散条件のファクタが2種類あり、作業者の感に頼っている。 ・ウエーハ同士が密着し分離するとき、ワレ，欠けの不良原因となる。 ・ウエーハ間隔が狭いこと、徐冷速度が速いことにより、拡散にともなう欠陥の発生、ライフタイムの低下をまねいている。
光　刻	・パターン精度が悪い。	・dV/dt，di/dtゲート特性のバラツキの要因となっている。
二　蒸	・アルミ蒸着膜厚は3～4μmである。	・アルミ蒸着膜薄く、接着強度も弱い。
サンドブラスト	・ノズルからダイヤモンドサンドを噴射し、ウエーハの拡散層の片面を削る。	・噴射面が少ないため削り層のバラツキが大きい。 （規格4μ以下→実際6μ）
アロイング	・ロー材として使用する65μm厚のアルミ箔を40～45μmまで弗硝酸の混酸でエッチングして、薄くしている。	・アルミ厚みのバラツキ大、アロイ不良となっている。

工　程	現状分析	問題点
アロイング	・ゲート電極は、アルミ箔をアロイングすることで形成している。 ・ロー材のアルミがAl, Siの合金となって外側にはみ出ている。 ・治具8個同時にアロイしている。	・アルミ箔のガイドが無い為、ゲートの位置ズレ不良が発生している。 ・Al厚みの管理が不十分。 ・重ねアロイのため、各ペレットでの荷重が異なる。
コンタリング（倒　角）	・シリコンとMoディク間の隙間があり不良となっている。	・アロイ工程でのAl厚み不十分。
蒸　着（一　蒸）		
P　E　P（光　刻）	・PEPを一般作業室で行っている。	・精度が悪い。
エッチング（控　槽）	・混酸でエミッタの溝をエッチングしている（1.5～2分）。 ・20～25μエッチングを40個／回実施。 ・アルミがマスクとなっている。 dV／dt測定はG－K間を－5Vでバイアスしている。	・混酸の液温管理がされていず溝深さのバラツキ大きい。 ・エッチング面が不均一である。
蒸　着（二　蒸）	・G－k接合を金属マスクでおおい、全面蒸着している。	・マスク蒸着のためズレ不良多い。

工　程	現状分析	問題点
コンタリング (磨　角)	・倒角：磨角工程とも手作業である。	・能率的でない。 ・寸法精度が出ない。
エッチング (台面腐蝕)	・混酸処理を1'30"，30～45"，15"の3回行っている。	・エッチング量が多くMoディスクが多量にエッチングされている。
表面保護 (表面保炉)	・エンキャップ剤を塗布し常温硫化後、トルエンでブラックゲルを剥離している。 ・湿度10%の雰囲気をシャーレーに水を入れて作っている。	・硬化させたエンキャップ済みエレメントを液体に入れ汚している。 ・湿度管理で不十分。
中間測定 (中間測試)	・高温特性は115℃で測定（保証）している。	
ゲートボンディング	・銀線をボンディングしている。 ・Alゲート電極上にAgをボンディングしている。	・ボンディング強度の管理が不十分。
マウント		
リング溶接		

工　程	現状分析	問題点
注　油 （灌　油）	・ケースに穴をあけて油を注入している。	・穴を封止するときフラックスを使用しているため、エレメント表面を汚染している。
高温放置 （高温存放）	・140℃の空気中に200時間放置している。	
高温測定 （熱　測）		
スタッキング	・800～1000 kgで締付けている。 ・放熱器を取り付けるのでエレメントが劣化（割れ）することがある。	・スタッキング時の平行度が出ていない。 ・フインの平面度，部品の平面度が悪い。
出荷検査	・BLTはサンプリング （90℃　16 Hr　1600 V）	・現状のプロセス、作業内容では全検の必要がある。

（２）　50Ａ　ただし、共通事項は除く

工　　程	現　状　分　析	問　　題　　点
シーリング	・内部電極を半田付け、空気封入でシーリングしている。	・雰囲気が空気であるため、通電により半田が劣化して寿命が短い。長期使用に耐えられない。
洗　　浄	・拡散前処理，ペレット工程の超音波洗浄能力が弱い。	・超音波洗浄装置の出力不足（調整不良含む）である。
N^+ エッチング	・Igt 管理値 1.5～130 mA である。	

（3）　5～20A　ただし、共通事項は除く

工　程	現状分析	問題点
ウェーハ洗浄	・5アンペア用ペレットは1000ペレット／ビーカー，20アンペア用ペレットは700ペレット／ビーカーで洗浄している。	・ビーカーの中でペレットが攪乱されるので、ウエーハ欠けの不良原因となっている。
封　管	・石英管を封止するとき水素バーナーの炎が石英管内に入っている。 ・5～20アンペア用ペレットは、1000～700ペレット／チャージで拡散するが石英容器にバラバラに入れている。	・Ga－Si－Alの拡散源を汚染している。 ・ペレットの相互の重なり等のため拡散深さ、不純物濃度，冷却勾配が均一でなく、特性のバラツキの要因となっている。
エッチング	・100～150個のペレットを同時にエッチングしている。	・エッチング量のバラツキ発生要因である。
アロイング	・金合金で接合を作っている。	・ベース幅の管理がむずかしい。
マウント	・金－銀の合金でリードを固定している。	・シリコンと金－銀合金との熱膨張率差により、シリコンにクラックが入る。

（４）　工程分析全般の問題点

・信頼性をプロセスで作り込まれていない。

・工程の改善が日常なされていない。（故事：流れない水はくさる）

・原価意識が技術者，作業者に不足している。

・作業手順の科学的根拠にかけている。（例えば、洗浄時間の決め方）

・工程の管理値がきつい割には検査・測定方法が甘い。

（±１～２μmの管理に対し測定器の精度が不足）

・検査項目に目視が多い。

・工程における製造バラツキが多い。

・レイアウトに一貫性が無く、移動に伴う余裕時間が多い。

・ウエーハ洗浄に２～３日費やしている。フィードバックが遅い。

2．4 検　査

現 状 分 析

（1） KP 200系の検査項目は次表のとおりである。

（2） 最終検査項目（全項目）について

全数検査は製造部門で、抜取り検査は質量検査部門で実施。

（3） 定期的に総工場の品質管理科で特殊試験を実施しているとのことである。

表2．4－1 検査項目表

項　　目	備　　考
① 順方向電圧降下 ② 高温くりかえし電圧（順方向，逆方向測定） ③ 常温　〃　（〃　〃） ④ 漏れ電流　（〃　〃） ⑤ IGT.（ゲートトリガ電流） ⑥ VGT.（ゲートトリガ電圧） ⑦ IH（保持電流） ⑧ dv/dt（電圧上昇率）	製品に荷札をつけ、その荷札にデータを記入して出荷している。ただし、検査は放熱板をつけた後で実施。
⑨ 通電試験 ⑩ ターンオオ時間 ⑪ ターンオフ時間 ⑫ ACブロッキングテスト	記録はとらない。

①，②，⑤，⑥，⑦について、KP 50とKP 200、2品種の出荷品分布データを図2．4－1～4に示す。

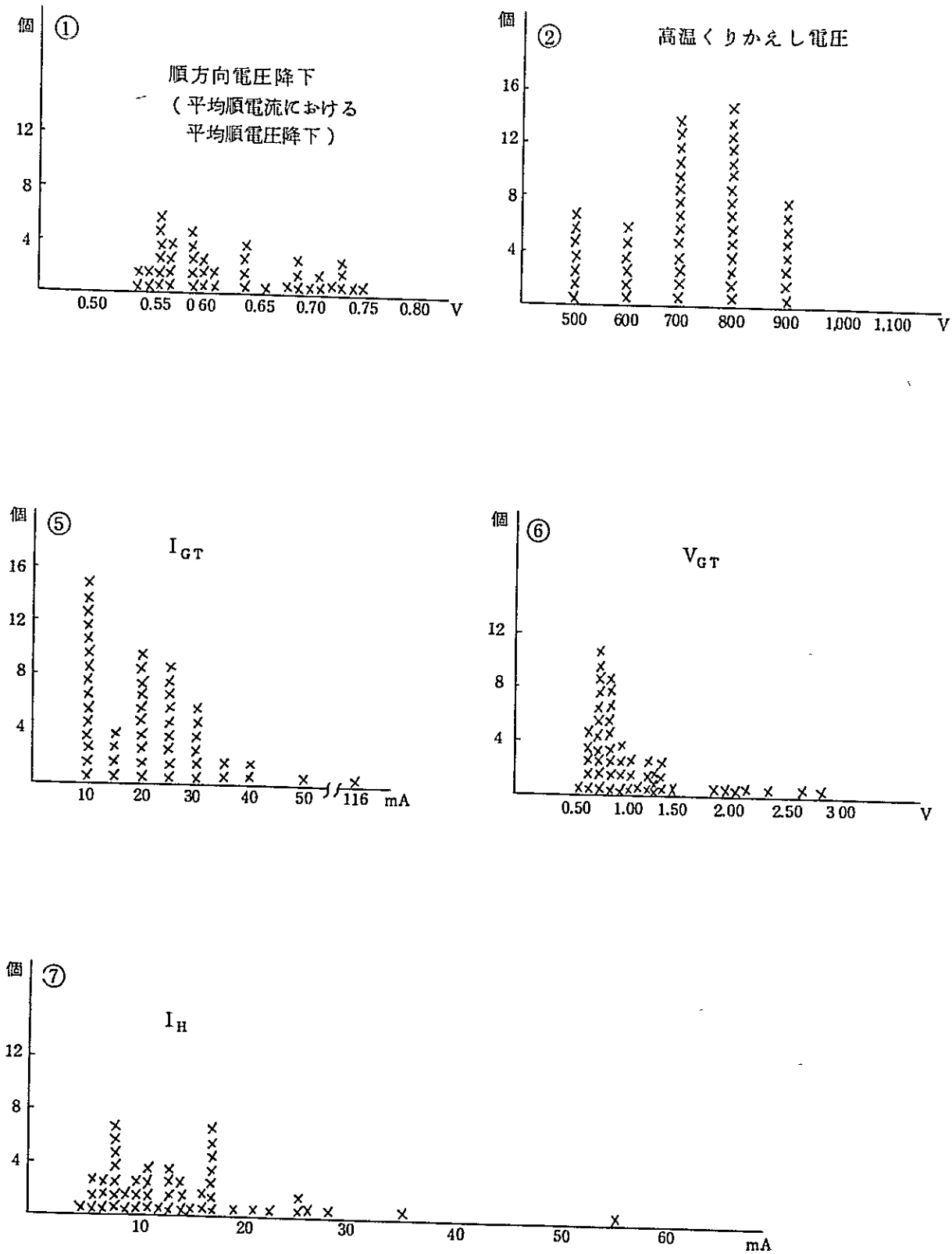


図２．４－１　KP－50Ａ　出荷品の分布データ

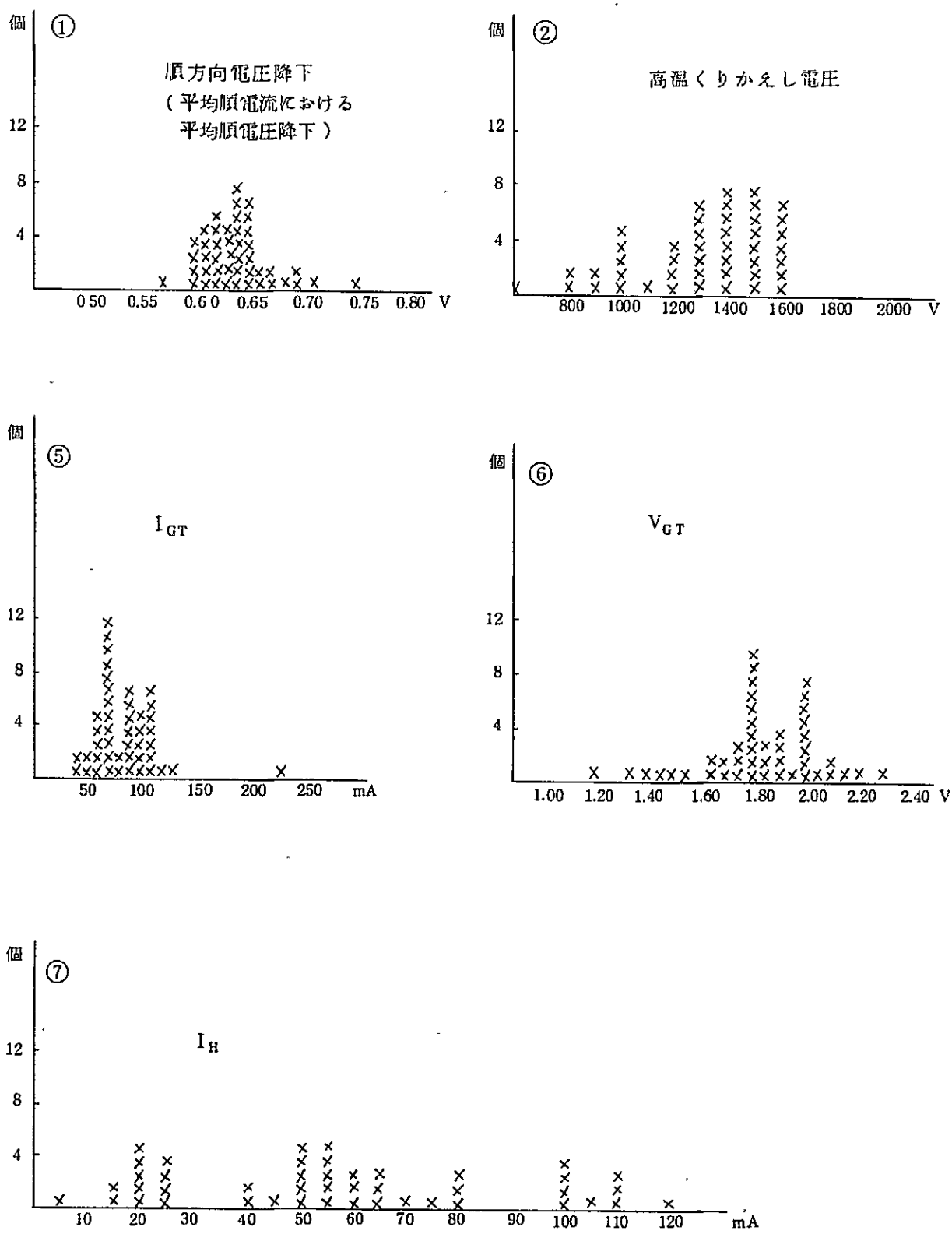
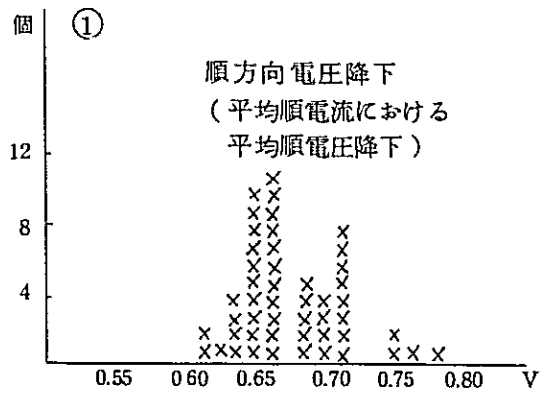
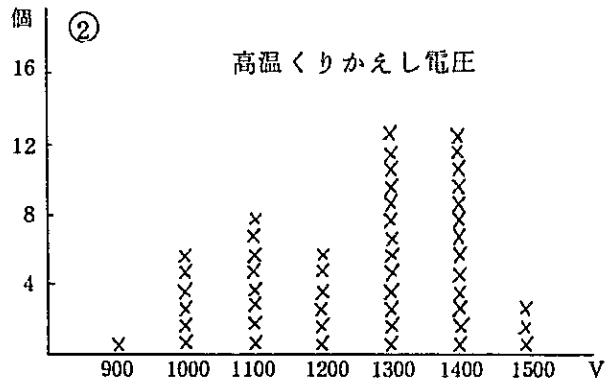
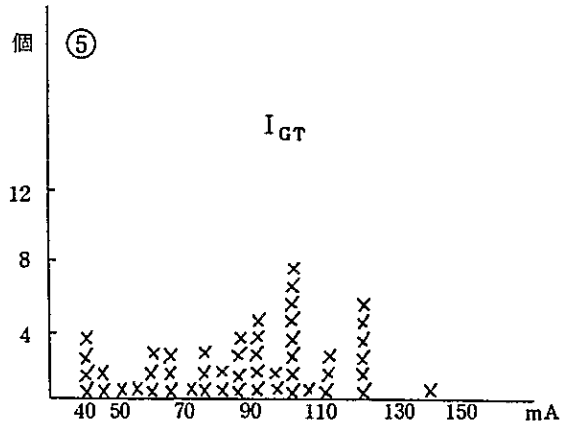
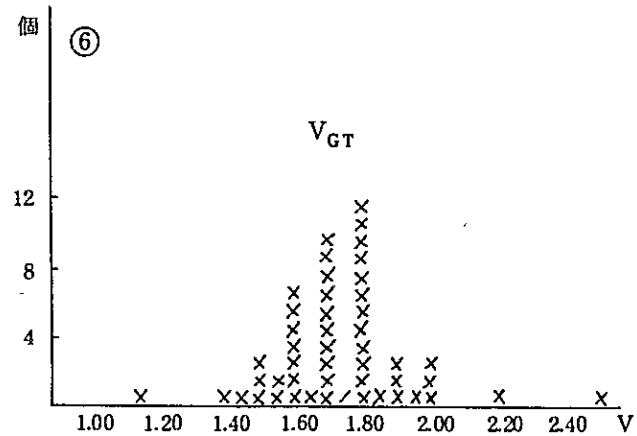


図２．４－２　KP－200Ａ　出荷品の分布データ









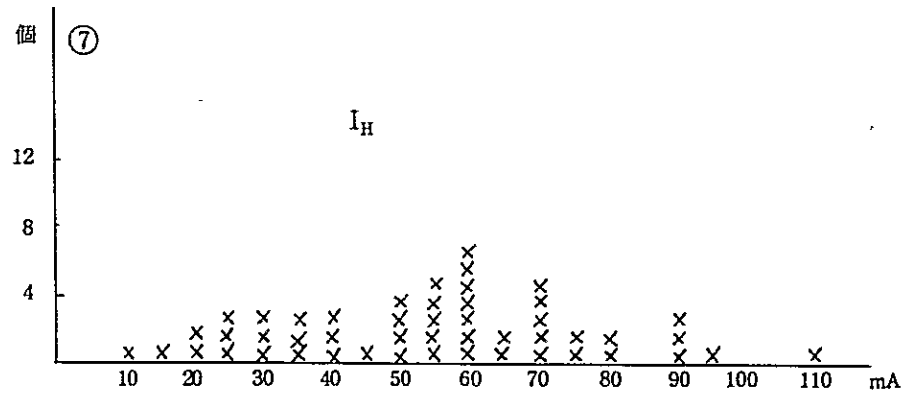
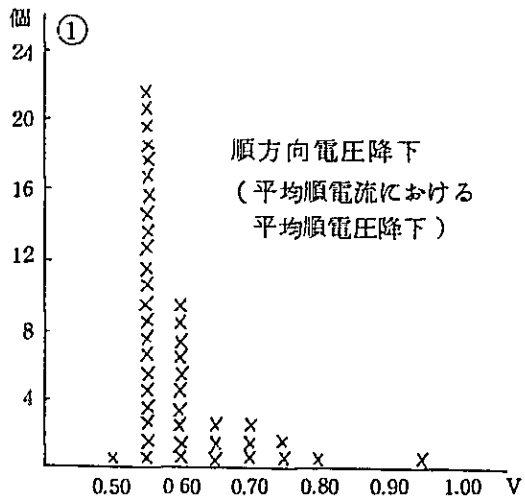
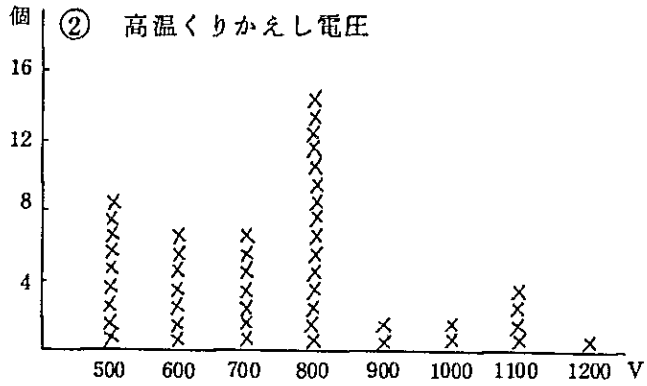
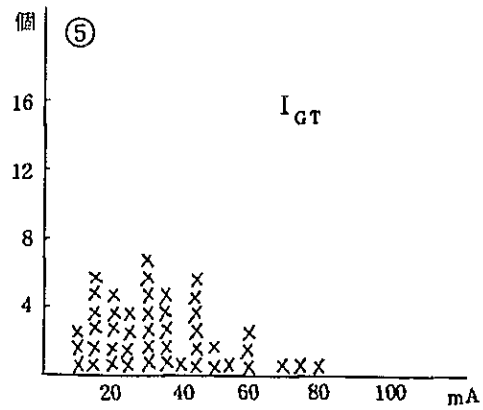
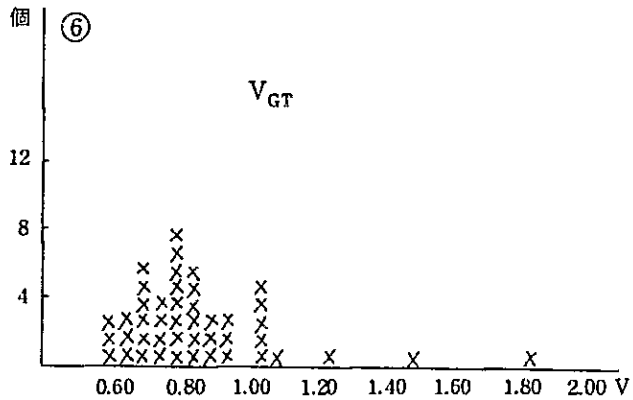


図２．４－３　KP 200　出荷品の分布データ









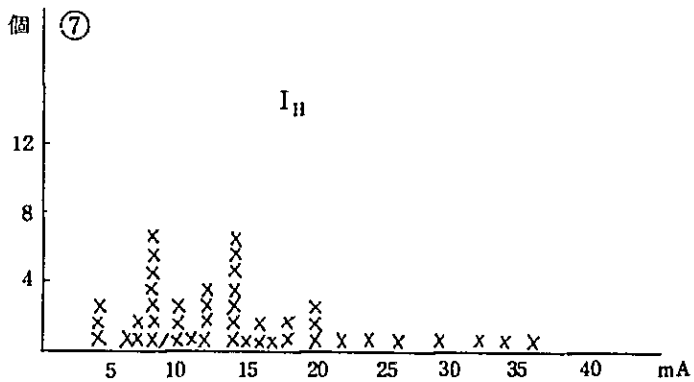


図２．４－４　KP－50Ａ（２）　出荷品の分布データ

問　題　点

（１）　測定方法が一般的な測定方法となっていない。

（２）　規格，基準は、中国関係省庁公布の基準によっているので、IEC規格は用いない。

（３）　測定器の較正方法は確認できなかったが、計測管理としての定期的較正が必要。

（４）　測定値の信頼度が薄い。

（５）　検査前に放熱板を取りつけているが、取付時の平行度管理や平面度管理が実施されていないし、素子自体にも傷が多く、耐圧劣化原因つながる。（今回の診断対象外）

２．５　梱包・出荷

・検査工程ですでに放熱板が取りつけられていることもあり、診断対象外として調査せず。

・出荷については荷札に記入されたデーターが付されて出荷されるが、その他出荷ルート，方法については不明。

第3章 生 産 管 理

第3章 生 産 管 理

3．1 設 計 管 理

3．1．1 企画・調査

現 状 分 析

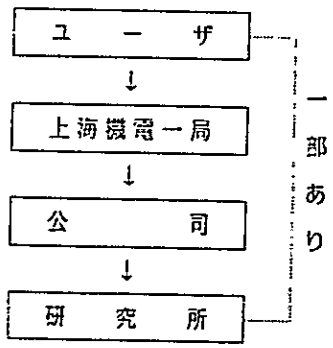
（1） 新 製 品 開 発

・長期的なアイテムは、海外文献を調査しそれに中国側事情を考慮して策定している。

・長期計画における研究所の意見は重視され、約90％の比率を占める。

・内容は研究所技術者達が立案し、工場責任者が決定している。

・短期・中期的なアイテムは次のルートで決める。



・現在、第6次5カ年計画の実施中であり、1985年までの計画である。

（2） 開発アイテム

・開発アイテムは工場研究室で立案し、公司、上海機電一局、上海市科学委員会へ報告する。その際、研究責任者は、開発目的、開発範囲を含む可能性につき報告書を出す。

・開発アイテムを決定するときは、大学，関係機関の専門家を呼び、可能性につき討論する。局から出たテーマについては局が専門家を呼ぶ。

（3） 開 発 費

・必要とする開発費を申請すると認可されるが、これとは別に奨励金制度があり、年間の開発件数、経済的効果等によりランク付けされている。

・国家からの開発アイテムは奨励金が高い。

（4） 開 発 担 当

・生産技術開発、試験設備開発、加工プロセス開発、エレメントチップの設計開発は、研究室が行う。

・工程変更は研究室・質料検査科で決める。

・新プロジェクトは、技術副工場長———総工程師室———研究室のラインで行う。

（5） サンプル試作

・研究室、試作組、生産組が共同で作る。

・図面、技術問題を全部提出する。

・生産上、問題無ければ設計合格とする。

・量産でのトラブルと責任は研究室にある。

3．1．2 日 程 管 理

現 状 分 析

・新製品開発期間は、製品の難易度にもよるが3000 V，800 Aサイリスタクラスなら1年ぐらいである。

・設備，工程上の問題で、生産ラインにのせるのに時間がかかる。そのため、プロセス変更，プロセス改善をするときに、研究所と工場間で意見が相違することがある。

・開発の進捗度は、公司からチェックされ原則として季ごとに報告する義務がある。開発が遅れた場合、その理由書を提出する。

・技術責任は総工程師室にあり、進捗度のチェックもしている。

3．1．3 標 準 化

現 状 分 析

（1） 設 計 確 認

・新製品の評価は、質料検査科内の試験室で国家基準にもとづき行っている。

・少量試作から量産に入るとき質料検査科のチェックがあり、もし問題が無く、計画生産に入った場合、その経営は副工場長が管理する。

・設計確認のために、設計責任者、研究機関、大学教授が集まり、設計資料等のデザインレビューを実施している。

・試作品は、装置に組入れて実装評価（試運転）し、その実績報告も検討会でチェックされる。

・検討会で承認が出ると、技術工場長と総工場長が少量試験の結果を見て開発完了としている。

・最近決めた制度として生産許可書を得て、生産に入るようにしている。

（2） 信　頼　性

・信頼性のレベルは、二等級，一等級，優等級があり、優等級は10年保証（市場故障年10^{-6}～10^{-7}個／時）であり国家基準がある。

・二等級，一等級は、自工場の検査基準により検査している。

3．1．4 設 計 基 準

現 状 分 析

・電流定格一定で電圧定格により数段階に分けている。使用しているシリコンウエーハの比抵抗は、次のとおり。

40～ 80　Ω－*cm*

80～120　Ω－*cm*

120～160　Ω－*cm*

・設計手順は次のとおり。

(1) 耐圧の決定

$$V_B = 110 \times \rho^{0.7}$$

ただし、V_B：ブレークダウン電圧

ρ：シリコンウエーハの比抵抗値

この式は中国内統一である。

(2) 空乏層の幅からウエーハ厚みを決める。

(3) 順電圧降下を計算し、ウエーハ径を決める。

(4) $\alpha 1$ $\alpha 2$ を決める。

ただし、　$\alpha 1$：PNP 接合の電流増幅率

$\alpha 2$：NPN 接合の電流増幅率

通常は、$\alpha 1 = 0.4$

$\alpha 2 = 0.6$

・試作結果を見てパラメータを再考慮する。これは、ユーザーの要求、設計者の考え方等でパラメータを選別している。

・1000～5000 V までのパラメーターリストを作ってある。

・今年末から 3 インチ NTD ウエーハの供給が可能となる。4 インチも試作は可能だが、生産上の問題ある。

3．2 調 達 管 理

「図1．2－1　三車間の生産品、原材料および部品の供給ルートとリードタイム」参照。

現 状 分 析

（1）　調達管理担当組織は、総廠生産計画科と供給科が担当する。

（2）　資材発注数量および時期；生産計画に基づく数量分が、該当月の半月ないし1カ月前に三車間から発注される。

なお、供給科，倉庫，車間担当者間では、材料，半製品仕掛品を見直し、週に1回調達会議が持たれている。

（3）　購買計画と生産計画との調整方法；余裕資金が少ないため、生産計画通り購入し、必要量以上調達しないようにしている。

（4）　外注管理，3カ月ごとに定例会議を開催し、三車間、総廠研究室、部品・材料メーカ、ユーザが出席し、購買先への改善・開発申し入れ、契約ロットごとの使用および購入単価の取り決めが行われる（次の価格構造参照）。なお、自廠の加工部品は、五車間で加工製作され、上記同様3カ月ごとの定例会議または非定例会議で管理運営される。

（部品，材料の価格構造）

	価格区分	材料，部品名
国家価格	不変部分（40%）	貴金属 薬品（HF, HCl, HNO3, H2SO4, etc） ガス（N2, O2 …… etc）
	可変部分（60%）	Si単結晶 拡散源 石英

問 題 点

（1）　調達基準値（量，納期）の設定が粗い。

（2）　購入品仕様書等が資料化されているにもかかわらず、材料，部品の製造まで実施しており、それだけ力が分散する。

（3）　調達材料，部品の品質と製品特性との相関等の基礎データが少ない。

3．3 在 庫 管 理

現 状 分 析

（1） 製造棚卸資産量の制御

金額換算で下記値を目指している。

$$\frac{\text{完成品金額}}{\text{未完成品金額（年生産量100\%歩留り）}} = 1.25 \pm 0.25$$

歩留りが約40％であることを考えると、約4カ月の棚卸資産となる。この値は、総廠財務科で決定される。

（2） 伝票とその流れ

「図1．2－1 三車間の生産品、原材料および部品の供給ルートとリードタイム」にあるルートに沿って伝票が動いている。

（3） 適 正 在 庫

生産工程の長さ、過去実績によるユーザからの産品要求規模，頻度，余裕資金等によって決まるが、50日の在庫期間が目標とされている。

実績は、21日～79日（KP 500 ---- 500Aサイリスタ）である。

問 題 点

（1） 管理方法、基準がありながら、結果として目標値に対しバラツキが大きくなっているが、これは、実態把握・データ蓄積が行われても次計画に新しい対策としてフィードバックしていないためであり、管理が生きていないことを示している。（または在庫管理値に対する設定が粗い。）

（2） 資材の保管状況が悪い。特に半製品、仕掛品は山積み状態であり、保管基準、管理基準、執行制度が厳格でない。

（3） （2）の状態では、工程での数量管理はきめ細かに行われていない。

3．4 工 程 管 理

3．4．1 生 産 計 画

現 状 分 析

（1） 生産計画の立案方法

（a） 生産計画は、大別して、5カ年計画，10カ年計画があり、修正も含めて毎年作成させる。両計画とも ①国家指標， ②ユーザの要求の2点に基づき、総工場長が、技術品質副工場長（技術および品質）、経営副工場長（生産および製造損益）、および行政副工場長（総務および教育）と相談し総工場長ガイドを立案する。その案に従って、企業管理事務室が各車間の生産計画を作成し指示する。

例えば'84－4月の生産予定は、三車間合計15,750～16,650P（15750／900と記入）の生産数で生産高169,55万元となっている（'84－2－28付発行）。

（b） 各車間は、更に細分化して生産計画科が月別の生産予定を決定する。1年間を1季度（1月～3月），2季度（4月～6月），3季度（7月～9月），4季度（10月～12月）に4区分し、生産予定を作成する。原則として生産予定は3カ月間は変更しない。

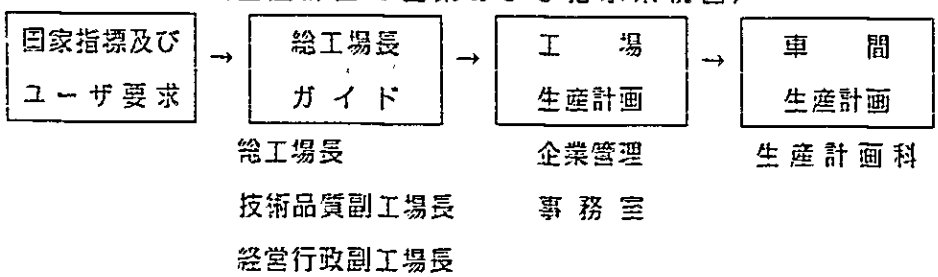
（2） 生産計画と販売計画の整合性

ユーザの要求については、総工場長ガイドに織込まれ調整される。また、季度による生産体制をとっているため原則としてユーザとの契約も3カ月単位で実施されている。

（3） 生産計画と生産能力の整合性

生産計画は、いつも生産能力の80%に設定されているので、人員対応（作業者の休暇，退社等）設備の稼動状況および生産変動に十分対応できると考えている。

（生産計画の立案および指示系統図）



問　題　点

（１）　生産管理の立案とフォロー方法が粗く、完成期日に余裕がありすぎる。

（２）　過去のデータの分析およびフィードバックが無く、立てられた計画に緻密性が欠けているため、生産計画が粗い。

（３）　設備計画，人員計画とも、各工程について十分余裕をもって計画されているため、工程の流れが極めて間欠的になっている。

（４）　計画の短縮化については考慮されていない。

（５）　生産計画が管理図式化されておらず、計画と実績の比較がしにくく進度管理が困難である。

（６）　レイアウトの適正化、仕掛品の適正，平滑が考慮されておらず、生産計画に読込まれていない。

３．４．２　日　程　計　画

現　状　分　析

（１）　日程計画立案

(a)　車間の加工，組立については生産計画科が担当している。

(b)　購入等の調達は供応科が担当している。

(c)　総合的な日程計画を立案する組織が無く、また立案するシステムも無いので、計画が立てられていない。

（２）　日程計画必要事項

(a)　要求納期の把握　……　正確に把握されていない。

(b)　生産期間の短縮化　……　計画性に乏しい。

(c)　納期精度　……　余裕を持たせている。

(d)　作業余裕の適正化　……　考えられていない。

(e)　過去の実績集計および活用　……　活用が不十分。

問　題　点

（１）　期間短縮、余裕の適正化など、改善の努力が少ない。

（２）　計数的な把握による完成期日計画が作られていない。

（３）　実行に当たっての途中チェックが荒く、実績の集計だけが行われている。

3．4．3 工 数 計 画

現 状 分 析

（1） 工数計画立案

人員計画，設備計画，スペース計画等、5年・10年の発展計画制度に基づいて決定。

（2） 作業工程への指示 …… 書面と口頭で行われている。

（3） 工程能力の把握 …… 細かく把握されていない。

（4） 余裕率の設定 …… 約20％に設定されている。

問 題 点

（1） 工程の標準時間が不正確。

（2） 時間管理の観念が低い。

3．4．4 材 料 計 画

現 状 分 析

（1） 材料計画の立案

経営副工場長が統括する供給科が担当作成する。

（2） 総合材料計画

購入品，素材，部品など個別に立案され、年度計画を基準とし、季度ごとを単位とする総合計画が粗末である。実際の数値は財務科と供給科が協議して決めるが、矛盾がある場合は経営副工場長が裁決する。

（3） 材料計画の種類

直接材料，間接材料，素材，購入品など、製品別計画が作成されている。

（4） 材料の見積もり

金額的な計画・見積もりは、経営副工場長が統括する財務科が担当する。

問 題 点

（1） 製品別の基準材料分析が行われておらず、基準材料費および実績材料費の算出や比較がしにくい。

（2） 製品別のロットやウエーハ単位での総合材料計画が立案されていない。

3．4．5 進 度 管 理

現 状 分 析

（1） 生産進捗状況の把握組織

車間生産副主任統括の生産計画係で行われている。

（2） 倉入（納入）状況の把握

10日ごとに行われており、生産調整係が担当している。

（3） 作業者に対する作業指示

各組は、職場の書面による計画に基ずき、各労働者に伝達する。

（4） 作業実績の把握

各組の質量管理係が担当し、チェック記入後生産日報を作成している。

（5） 工程間の製品の受渡し

各製品にプロセスカードがついていて、各組の質量管理係がチェックし現品と共に次の工程へ渡す。

（6） ロ ッ ト 構 成

拡散ロット構成となっている。

（7） 倉 入 の 精 度

倉入の月間配分として上旬30%，中旬30%，下旬40%という目標はあるが、実際には月初月末に集中して入庫される。

（8） 工程日数の把握

標準工程日数は決められておらず、KP－500Aの実績調査では、投入から検査完了まで21日～79日までバラツキがある。

問 題 点

（1） 計画の進行状況は、作業者へは知らされていない。

（2） 期日指定による倉入フォローのための各工程へのフィードバックがなされていない。

（3） 工程内，工程間に対する毎日の作業指示方法が明確でない。

3．4．6 現 品 管 理

現 状 分 析

（1） 現品および伝票のルート

三車間の製品は総工場の倉庫に送られ、そこからユーザに送られている。

伝票の流れは次のとおり。

三 車 間	→	総 工 場	→	ユ ー ザ
4部		3部		
1. 経 営 科		1. 経 営 科		
2. 生産計画科		2. 財 務 科		
3. 財 務 科		3. ユ ー ザ		
4. 控				

（2） 工程途中の職場内の仕掛品置場

基準が無く床，機械間などに直置、積重ねなどが行われており、整理整頓、清浄化など考慮されていない。

（3） 仕掛品の把握

各工程の仕掛品の数量管理がされていない。

問 題 点

（1） 仕掛品の保管状態が悪く、汚れ，キズなどが多数見受けられる。

（2） 工程での現品に対する数量管理は、月1回集計するだけである。

（3） 半導体とクリーンネスに対する認識が薄く、清浄化がほとんどなされていない。

（4） 良品，不良品の置場が厳格に区分されていない。

（5） 現品保管基準が本設定でまちまちの管理を行っている。

（6） 素手での取扱いが多い。

3．4．7 原 価 管 理

現 状 分 析

（1） 原価管理担当組織

経営副工場長の統括する財務科が担当している。

（2） 原価管理基準

原価管理基準は、国家の定める統一管理基準に従っている。

（3） 原 価 の 設 定

国家統計局が5年に1度決定する「統計コスト」と1年に1度決定する「工場コスト」があり、毎月の生産高の算出には工場コストを使用する。

問 題 点

（1） 採算性などに対する経営分析上必要な基礎資料が不足している。

（材料能率，労務能率，付加価値生産性売上利益率，損益分岐点，限界利益率など）

3．5 設 備 管 理

現 状 分 析

（1） 設備管理の担当組織、業務内容

	担当組織名	業 務 内 容	統括
(a)	総工程師室	・大設備の資産管理、維持管理	技術副廠長
(b)	動 力 科	・小設備の資産管理、維持管理 ・動力設備ボイラーの維持管理 ・変電設備の維持管理 ・電気・ガス・水道の維持管理 ・電気工事・保全	
(c)	品質検査科	・テスター・その他、 検査機器の維持管理、点検	
(d)	プロセス科	・酸廃水の中和も担当	
(e)	四 車 間	・治、工具担当	
(f)	基 動 科	・建造物の維持管理	
(g)	設 計 科	・設備の設計	
(h)	供 給 科	・設備付属物の供給 （製作、購入）	経営副廠長
(i)	人 事 科	・安全教育・人員配置	

（2） 設 備 管 理

a） 国産設備は、仕様，価格とも国家基準に従っており、購入経路は三車間要請 → 総工程師室チェック → 総廠動力科となり、車間に設置。

b） 外国製設備および大きな設備、新プロジェクトに基づく設備等は、総工程師室主導で管理方法が決定される。固定資産となる設備は総廠動力科が、固定資産とならない設備は各使用部署がそれぞれ管理する。

c)　定期検査は、次の標準で実施される。

	分　級	検査頻度
専用設備	1　級	3カ月毎
	2　級	6カ月毎
	3　級	2～3年毎
通用設備	―	5年毎

d)　設備管理記録

定期検査結果以外に事故についても記録しているが、大きな事故についてのみ記録。

e)　設備についての教育

原理、取扱い方法、保守は各職場にて先輩が後輩に6～12カ月間教育する。一般的な安全教育は人事科が実施する。

f)　設　備　開　発

新しいサイリスタの開発を行うための新設備の開発、および設備事故例をフィードバックした設備改良は工場ではほとんど行われていない。

問　題　点

（1）　サイリスタ製造工場は、場所的にも本部総廠の所在地とは離れ、独立した観を呈しているにもかかわらず（1）の業務内容からわかるように日常保全、定期点検以外の責任、権限は本部に依存している。または設備中心の集中管理をしている部署が無いことから、万事余裕をもった設備計画にせざるを得ない。対生産計画、対投資効率を上げる場合ネックとなる。

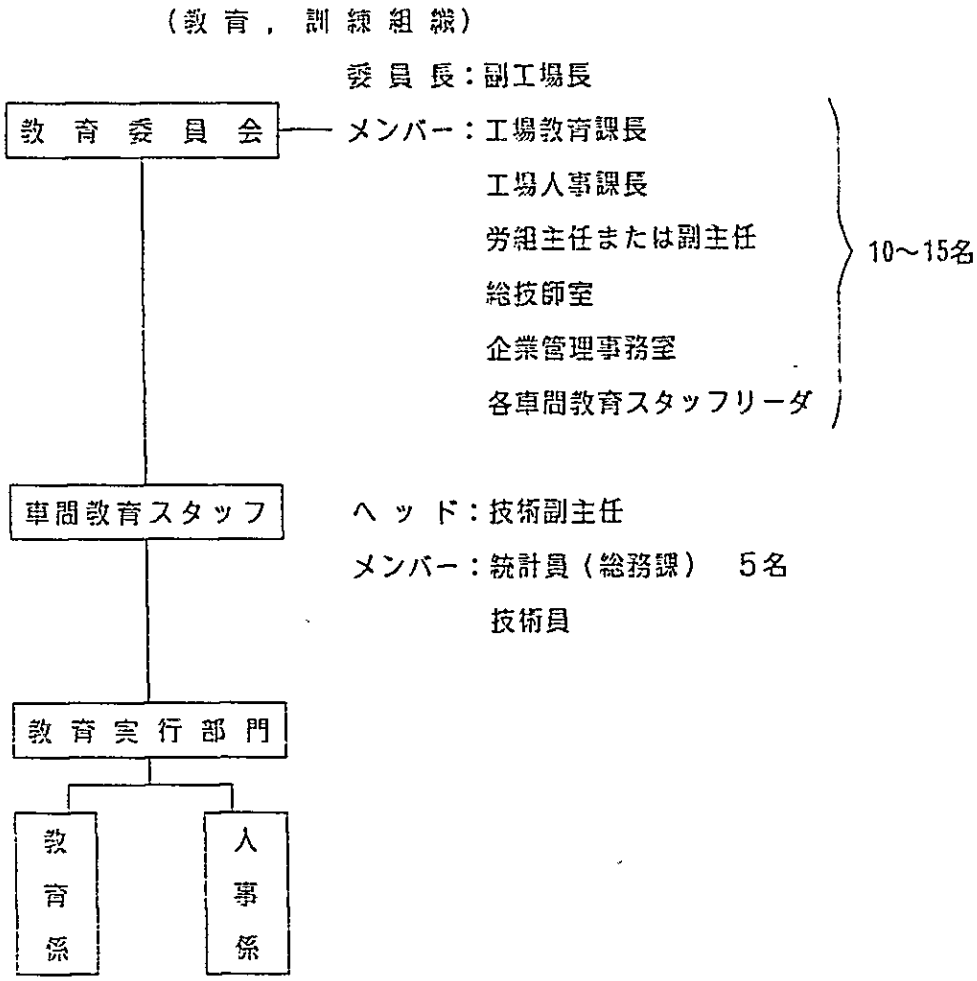
（2）　遊休設備は、工場内に放置されており、保管状態等管理が悪い。

3．6 教育訓練

現状分析

（1） 教育・訓練担当組織

行政副工場長の統括する教育科、経営副工場長の統括する人事科が担当する。



（2） 教育・訓練の内容

教育・訓練要綱（工作大綱：全5ページ）があり、その指導内容に従って実施されている。

（3） 教育・訓練の基準

文化，技術，知識の3点に基準を設定し、少なくとも作業員のレベルを中学校卒業程度を最低必要条件としている。

（４）　教育・訓練の評価

考査制度があり、１級から８級までの８段階に等級分けがされている。等級決定は、国家労働局で全国統一基準が定められており、試験内容も統一されている。

各級受験に際しては指導書があり、補足が必要であれば技術担当者クラスが講義を行う。試験内容の骨子は「知っていなければならない知識」と「出来なければならない技能」の２つである。

（５）　教育・訓練の評価結果と人事管理との関係

決定された等級については、人事科の台帳に記入登録され、これにより給料が決定されている。

問　題　点

（１）　労働者の自発的研修には便宜をはかっているが、教育はトップダウン指向である。

（２）　自発的自修制度を含む労働者の研修制度があるが、その制度は不完全である。

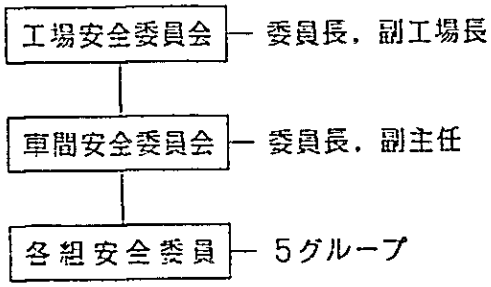
3．7　安全衛生管理

現　状　分　析

（1）　安全衛生管理の組織

経営副工場長が統括する人事科が担当し、専門安全委員を設置している。

（安全衛生管理の組織）



（2）　安全衛生管理の基準

全国統一の「安全管理制度」（全32ページ）がありその内容に基づいて実行されている。その内容は、次の15項目である。

(1) 要　　綱

(2) 安全生産管理制度

(3) 安全生産（作業）教育制度

(4) 各グレードの人員の安全生産責任制度

(5) 各グレードの安全生産組織の責任制度

(6) 事故（傷，死亡）報告制度（調査と処理制度）

(7) 保護具払出しの管理制度

(8) ボイラー安全管理制度

(9) 危険作業の承認制度

(10) 安全防災管理制度

(11) 倉庫安全管理制度

(12) 電気配置室安全操作および出入制度

(13) 安全技術措置制度

(14) 其の他の安全管理制度

(15) 安全生産検査，まとめ，評価制度

（3） 安全衛生に関する教育体系

3段階の安全教育ステップが設定されており、その内容は次のとおり。

			教育担当者
第一段階	工場安全教育	→	工場人事課委員
	↓		
第二段階	車間安全教育	→	車間副主任
	↓		
第三段階	組・班安全教育	→	組　長

（4） 安全教育の内容

新人は、必ず第一段階～第三段階の教育を受けなければならず、教育受講の結果は安全教育カードに記入登録されて人事科に保管されている。

また、全員が毎年3回，3月（文明月間），5月（安全月間），9月（品質月間）に安全教育を受け、同時に事故事例についての分析および処置・対策結果についての事例報告発表が行われる。

（5） 安全教育の受講結果と人事管理との関係

人事科保管の安全教育カードに記入されないと（教育を受けないと），「仕事に就けない」「保護具がもらえない」「給料がもらえない」規則になっている。

（6） 災　害　事　例

最近1年間で2件発生しており、事例は次のとおり。

発生状況：男子作業者（35歳）不注意によりカナヅチで自分の左手人指指の先を打傷骨折した。

処　　置：直ちに医院へ連行し手当を行い、更に人事科員と医院担当医と安全管理員が現場に行き現場調査を実施し、本人の意見も聞き、現場作業者全員で討論して安全教育を実施した。

（7） 現場の安全管理

薬品保護具を例にとると、手袋のリークチェックは作業開始前に実施されているが、記録は無い。また、リークチェック方法は、手袋に息を吹き込んで調べている。

（8） 公害処理の対策状況

局所排気処理装置と酸排水処理装置がある。

・局所排気処理装置……3回調査したが3回とも稼動していなかった。

実際に動かしてシャワーノズルをチェックしたところ、35個（5列×7列）のノズルのうち13個のノズルからは水

が流出していなかった。

・酸排水処理装置　……凝集沈澱方式であるが、各槽の底に「白雲石」が敷いてあり、また、各槽にNaOHを流すシステムになっているが装置の側に近寄れないほど乱雑になっており、PH測定も含め日常管理はされていない（数日ごとか数週間ごと）。

（9）　避　難　訓　練

全員による避難訓練が毎年1回（5月の安全月間）実施されている。

（10）　そ　の　他

調査中'84－3月9日午後3：23分に停電事故が発生したが、6分後の午後3：29分復旧した。

問　題　点

（1）　「安全管理制度」の基準書は、三車間に1冊（車間主任保管）しか無く、一般作業員に対する手引書などは無い。

（2）　安全に対する意識は、個人が中心でグループや作業場の改善に対する考え方が不十分。

（3）　整理整頓，点検作業，標準作業等、安全に対する基本的な認識が不足しており、徹底化が図られていない。

（4）　各制度は明文化されているが、具体的な安全施策が実施されていない。

（5）　危険物の表示や保護具着用の表示が無く、薬品作業もメガネ，前掛けなどは着用されていない。

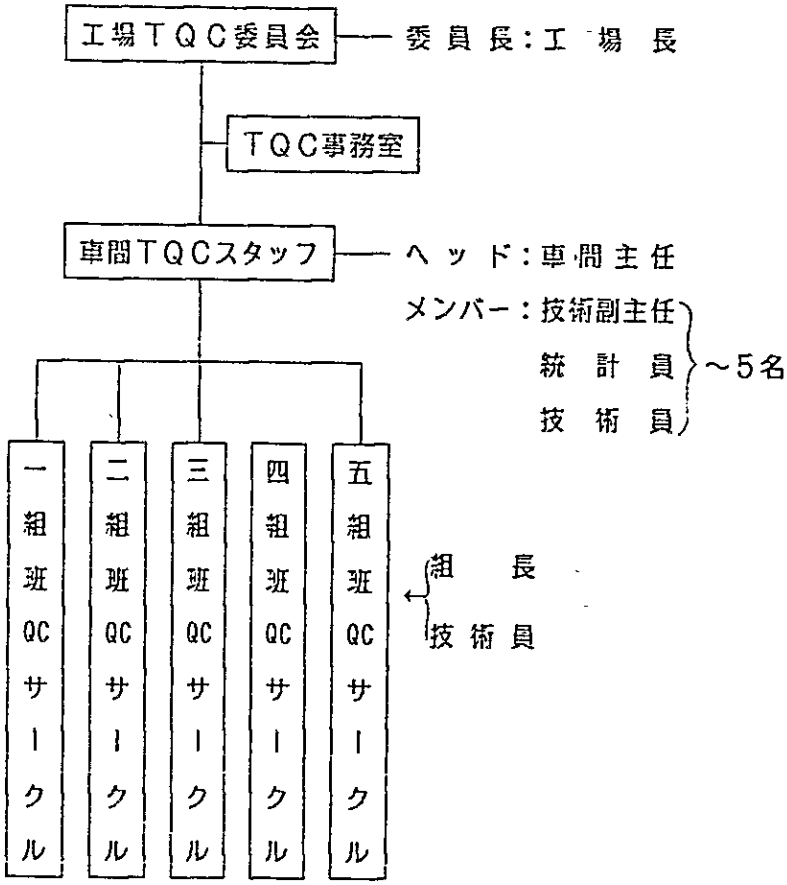
（6）　装置やブースの周囲が乱雑で拡散炉作業面に電極端子がムキ出しなど、配線・配管も安全対策が施されていない。

3．8　サークル活動について

現状分析

（1）　サークル活動の組織

QCサークル活動の組織は下記の通り。



サークルの構成員は組長，技術員，ベテラン作業員で構成され平均７名である。

（2）　サークル活動の内容

サークル活動は、品質についてだけである。各グループで討議された問題については、問題提起と改善案が提出され、その内容が各車間にまたがるものについては、解決のために「問題解決組」がその都度組織される。

改善案については、前記組織を遡る形で検討される。

（3） サークル活動の評価

改善案については1年に2回（9月と12月）次の4段階に評価され提案用紙に記入される。

1段階：価値あるもの

2段階：一般の価値のもの

3段階：4年後に価値があるかもしれないもの

4段階：価値がないもの

1と2については賞金が出される。ただし、3と4も、価値が出た時点で再評価される。賞金の等級は1～7等まであって、1，2等クラスは市または国家から表彰される。

（4） 改善提案の提出状況

昨年（'83）の実績は三車間で次のとおりであった。

1段階 5件

2段階 78

3段階 34

4段階 56

合計173

これを年間平均でとると、サークル構成員1人当たりでは5件、作業員1人当たりでは0.9件となる。

問　題　点

（1） サークル活動は存在するが、各組のサークルはそのまま製造ラインの組織と同体系で、サークル活動のための独自の小集団組織作りはされていない。

（2） サークル構成員は平均7名であり、各組の作業者の平均人員が40名であることを考えると極めて一部の人員が参加しているにすぎない。

（3） サークル活動はトップダウン指向が強く、作業者が自主的に活動して提言するボトムアップ指向はあまり無く、活発に活動しているとはいえない。

（4） 品質についてだけの活動であり、作業者自身が働く職場に関する幅広い取り上げ方はされていない。

（5） 改善提案は、年間1人平均0.9件と極めて少なく、活動は低調で改善意欲も弱い。

第4章 品 質 管 理

第4章　品　質　管　理

4．1　総合品質管理

4．1．1　組織と管理体制

4．1．1．1　品質管理体制について

現　状　分　析

（1）　全体の組織、品質管理に関する組織、情報ルートは、次の4つの図のとおり明確化されている。

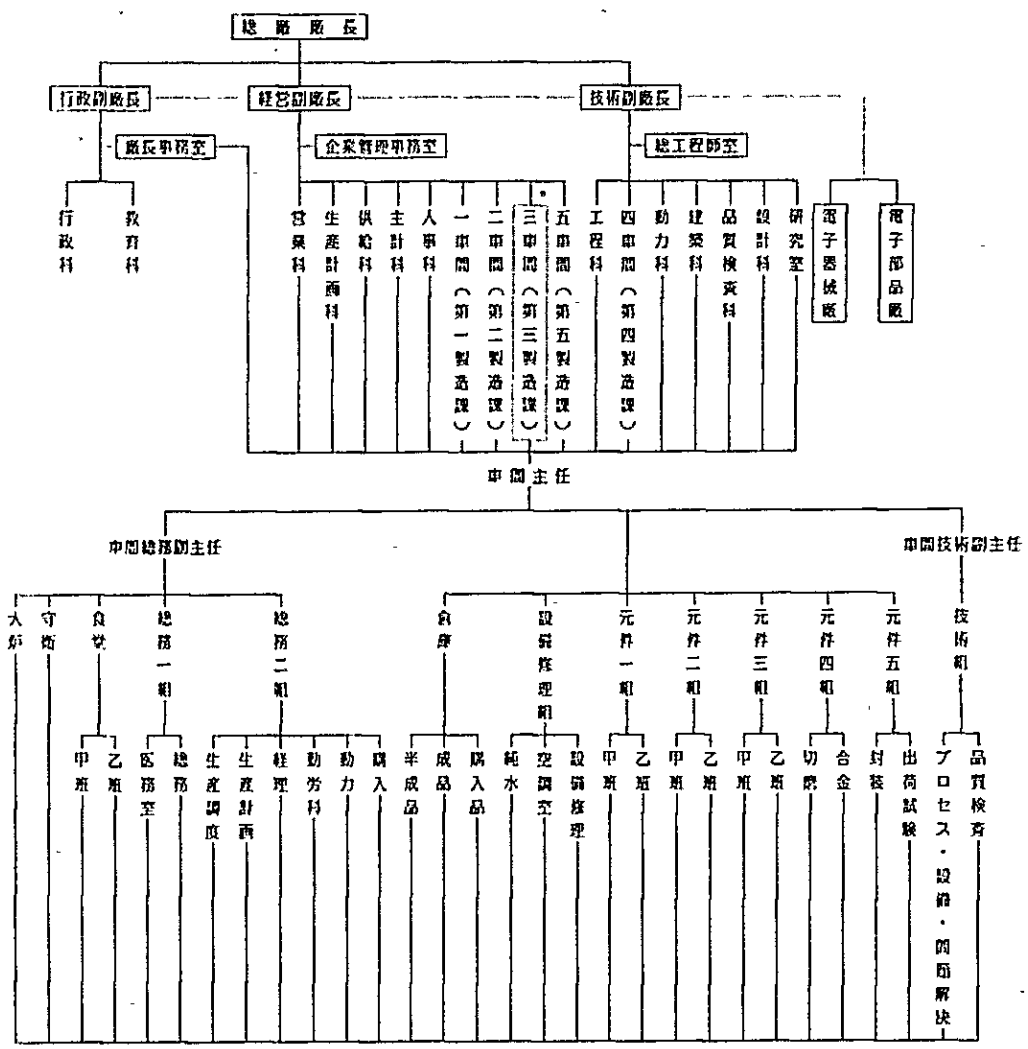


図4．1－1　総廠および三車組織図

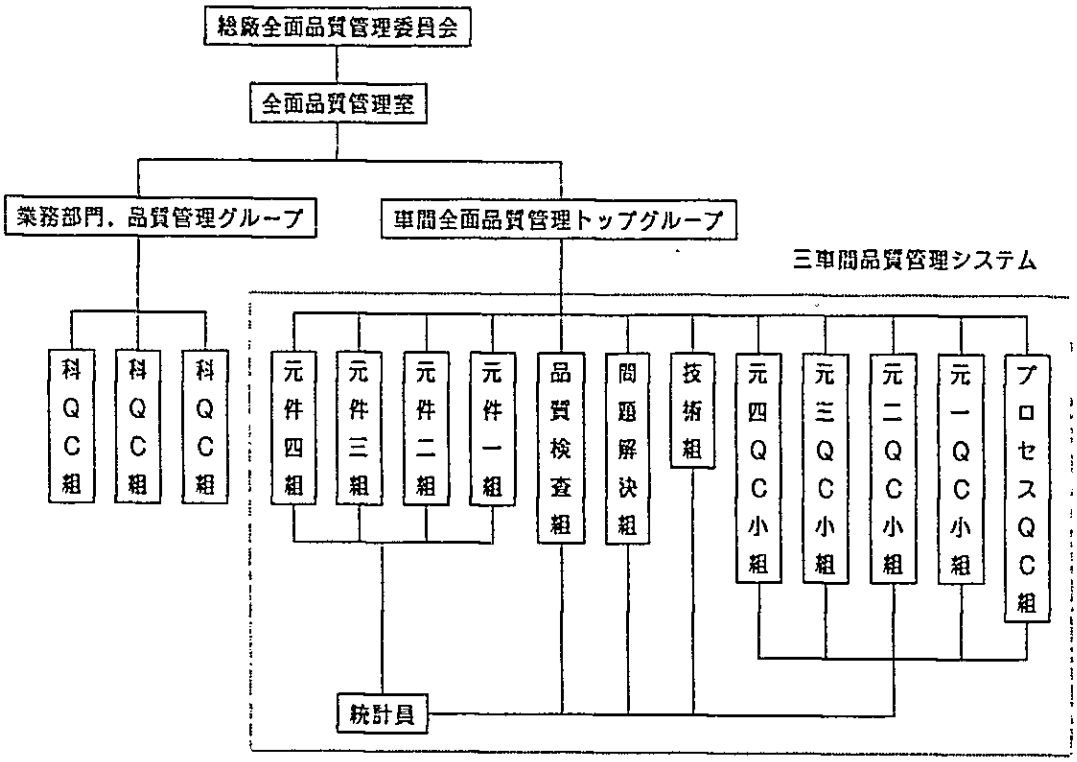


図４．１－２　総廠および三車間の品質管理体系図

品質、統計のコントロールの手段は次のとおり。

1　情報フィードバックシート

2　小集団活動

3　品質ポイントコントロール

4　二図一表（QCの７つ道具のうちの棒グラフ、特性要因図と対策表：4.1－３）

5　プロセスフローチャート

6　品質検査、半成品倉庫

（２）　工場および三車における品質情報の流れは、次のとおりである。

a)　工場全体の品質情報の流れ

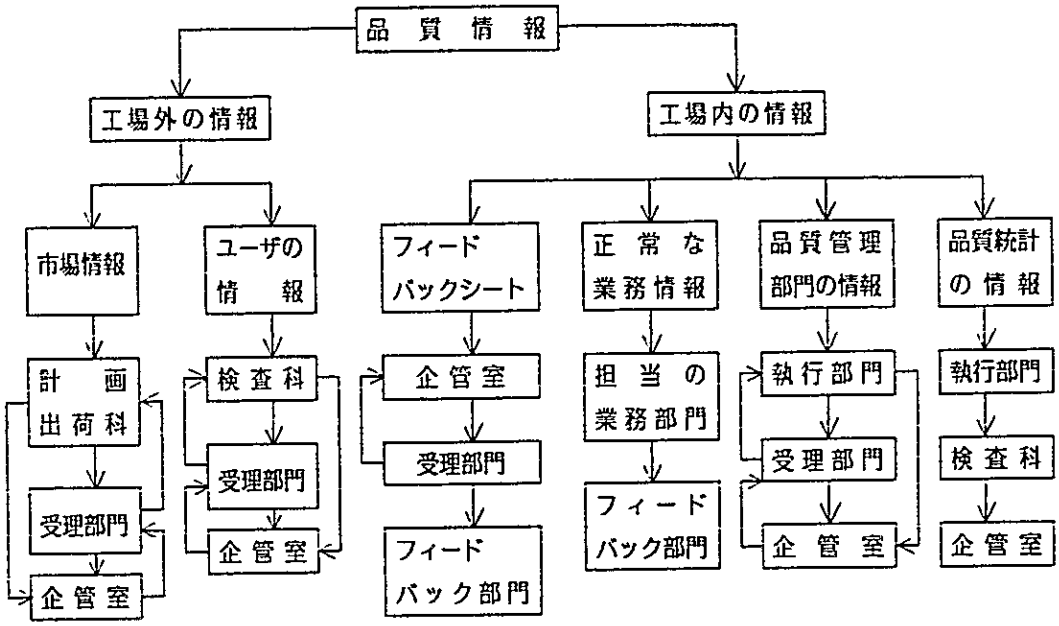


図４．１－３　総廠品質情報の流れ

b)　三車間の品質情報の流れ

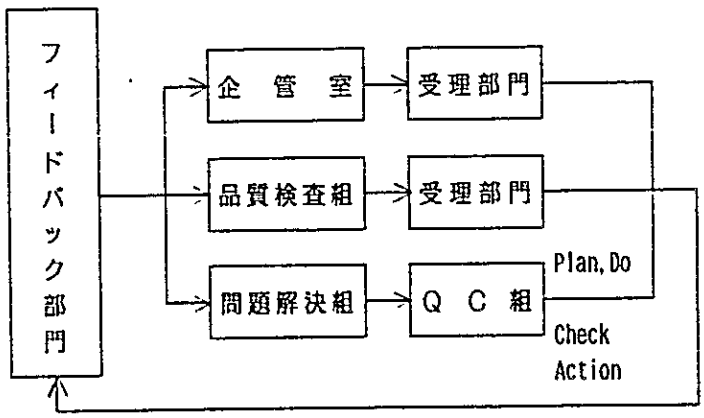


図４．１－４　三車間の品質情報の流れ

（３）　品質管理に関する指令ルートも決められており、次のとおりになっている。

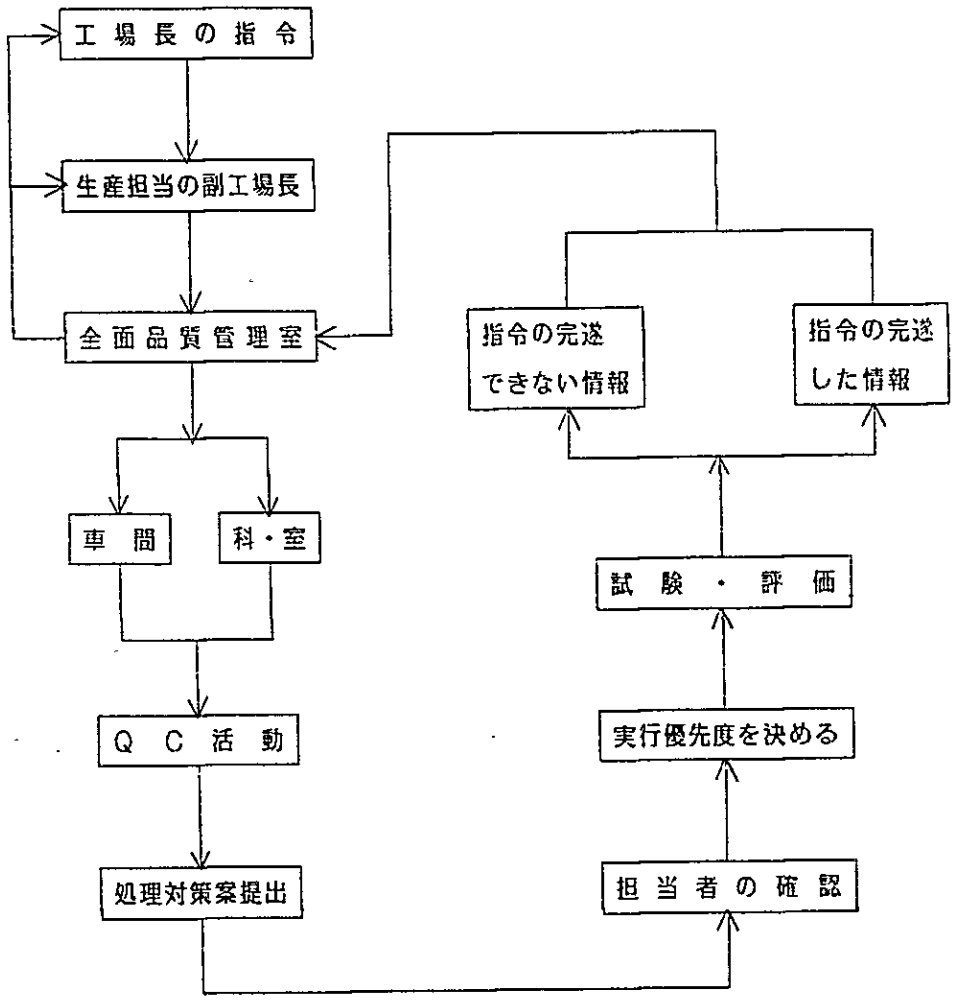


図４．１－５　品質管理指令ルート

問　題　点

（１）　組織としてはしっかりしているが、実際には組織機能が生かされていない。

（２）　工程における不良率集計が行われているが、そのフィードバックによる工程改善が比較的緩慢である。

（３）　検査が全工程には無く、あまり厳格ではない。

４．１．１．２　QCサークル活動について

現　状　分　析

（１）　組織は、次のような管理網になっている。

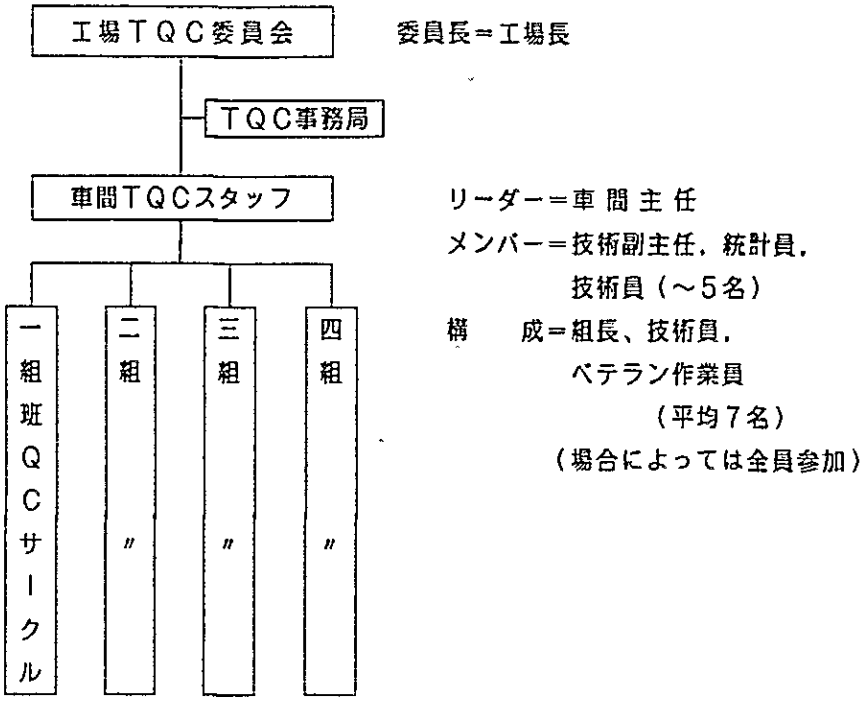


図４．１－６　QCサークル組織

（２）　各サークルで討議された問題については、「問題提起」と「改善案」が提出され、各車間にまたがる問題については当該車間同士で「問題解決組」がその都度組織されて解決に当たる。

これは「車間TQCスタッフ」「組班QCサークル」についても同様である。

問　題　点

（１）　サークル構成員は、平均７名（組長，技術員，ベテラン作業員）であるが、各組の作業者の平均人員が約40名であることを考えると、極めて少ない。

（２）　従って、ボトムアップというよりトップダウン指向が強いと考えられ、サークル活動が生きていない。

(3)　活動状況も活発とは言えない。

提案実績　173件／年　→　サークル構成員当たり５件／年

作業員当たり　0.9件／年

(4)　ライン（現場）での掲示物には活動らしきものがない。

４．１．２　管理手法

現状分析

（１）　毎月１回、質量統計信息（品質統計情報）を、三車間の質量検査組が工場品質検査科に提出するが、そのデータ内容は表４．１－１～４のとおりである。

（２）　データは、製品ロットごとの工程歩留、不良内訳、中間測定，製品テストデータ等をまとめたものである。

（３）　不良内訳からパレート図を作成している。

問　題　点

（１）　小集団活動が活性化されていない。

（２）　管理手法（QCの７つ道具：別添資料参照）が生かされていない。

（３）　分析データが生かされていない。不良内訳からパレート図を作成しているが、本質的問題点までは分析されていない。

浮动定额升降表(按各工序合格率换算)

表4.1-1 工程步留表

2-(2)　　年　月

工序	名称	定额	辅料15%	(1) 定额定额计	(2) 定额单计	(3) 投产数	(4) 合格数	(5) 合格率	(6)=(1)×(5) 计合格率	(7)=(2)×(6) 定额成本	备注
扩孔						721	581	81%			
烧结						581	548	94%			
光刻						548	543	99%			
蒸铝						503+45	536+45	99%	由此加入未参测量	计入合格率	
中测						581	417	72%			
封装						417	411	99%	未测完的报废417当色选		
									800A止停工了当		

上海金流四厂可控硅元件

产品规格 Kp-100A 系列

工序 / 班组 / 月 / 号	投产			扩散工序								烧结、烧焙、倒角工序										光刻工序					
	坩埚装炉	日期	片数	去光	一扩	二扩	机后	喷砂	硼铝扩散	日期	合格数	涉结洞后	四周钢丝	过倒	密封	沿周氧化层不良	焙片碎裂	返工 重氧	返工 重烧	日期	合格数	滴铝	扯断碎	点洞不良	腐蚀不良	日期	合格数
83-6-58	240	7/16	74							7/28																	
83-7-65	240	8/13	73		2	10			2	8/25	56 +7							10		10/10	53 +7					10/7	52 +9
83-8-73	100	10/20	71		1	2			10	10/27	67									11/7	67				1	11/12	66
83-8-75	100	10/21	71		1				2	10/27	66	1					10			11/9	61					11/12	61
83-8-76	100	10/29	71		2	3			1	10/31	69									11/12	69					11/14	69
83-8-77	100	10/29	71		2	3			5	10/31	56 +7						3			11/17	51 +7	1				11/24	50 +7
83-8-80	100	11/5	73		1	3			7	11/10	61			1				8		11/18	52	3				11/22	49
83-8-81	100	11/7	73		3	6			2	11/10	67						3			11/21	64					11/22	64
83-8-82	100	11/7	72						2	11/12	61	1					5			11/21	55					11/23	55
83-9-83		11/10	72						8	11/12	60			3						11/22	61					11/28	61
			721		12	21			33		565 +11	1		4			15	12			533 +6	4			1		1 +7
Kp-100A 元件报	33	5																									
Kp-800A 元件报	12	5																									
累计																											
百分比																											

表4.1-2(a) 工程别不良集計表

表4．1－2（b）　工程別不良集計表

试⑦．上海厂 029

____月　编号________

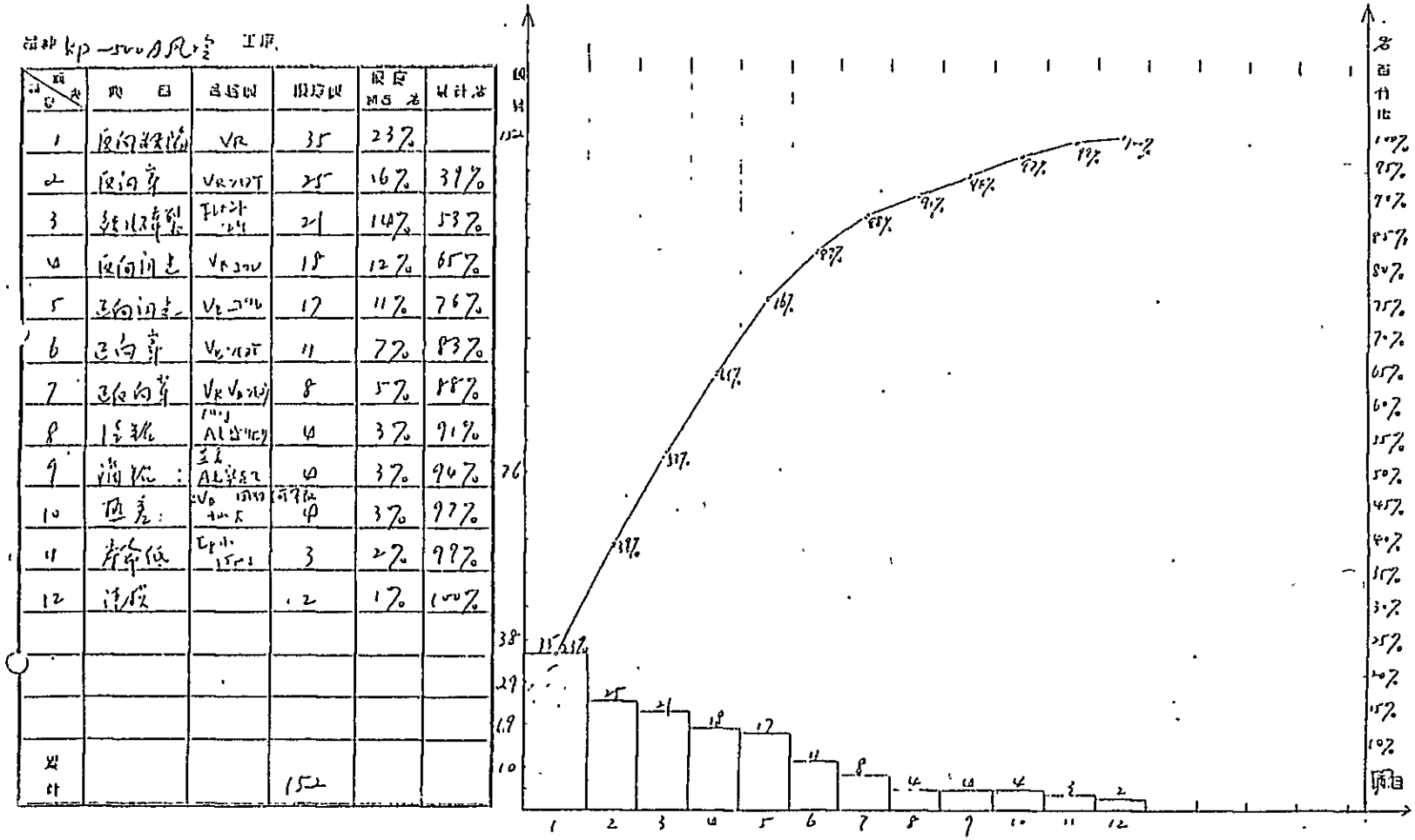
序工艺流程质量分析汇总表

烧前工序					烧结、中间测试工序													封装工序							老化合格	一次合格率	备注
点间短路	芯片碎裂	其他	日期	合格数	[illegible]	正向内比	反向内比	正反向穿	正向穿	反向穿	反向[illegible]	外观	内引不合格	其它	[illegible]	日期	合格数	[illegible]	[illegible]	引线返工	合计返工	[illegible]	日期	合格数			
		1	10/11	51^{+1}			4	4		11	5			1	6	10/17	25^{+4}						11/5	24	4	34.7%	[illegible]
	1		11/13	65		2	6		1	5	8	2			2	11/20	39						11/20	39		54.9%	
	1		11/13	60		8	3		1	2	4	2			2	11/20	38						11/20	38		53.5%	
	1		11/17	68		1	1	1		3	1				4	11/24	57				1		11/28	56		78.8%	
			11/21	50^{+7}		2		2		1	4				6	11/26	38^{+4}				3		11/27	35	4	54.9%	
	1		11/22	48					3		3			1	9	11/26	32						11/28	32		43.8%	
			11/23	64			2		2	2	1			1	2	11/28	54				1		11/28	53		72.6%	
	1		11/23	54			1		1	1	4				5	11/28	43						11/28	43		59.7%	
	1		11/24	60		4	2	1	3		5				7	11/28	38				1		11/28	37		51.3%	
	6	1		520 [illegible]		17	19	8	11	25	35	4		3	43		364 [illegible]				6			358	8	50.7%	

本月实际一次合格率达：

(358+8+33+12)÷721=57%

表4．1－3　不良分析ヒストグラム



順位	項目	品質特性	不良数	不良率	累計%
1	底面凹凸	VR	35	23%	
2	底面穴	VR	25	16%	39%
3	縦横寸法	[illegible]	21	14%	53%
4	底面凹凸	VR	18	12%	65%
5	底面凹凸	VR	17	11%	76%
6	底面穴	VR	11	7%	83%
7	底面凹凸	VR	8	5%	88%
8	傷	AL	4	3%	91%
9	汚れ	AL	4	3%	94%
10	硬さ	VR	4	3%	97%
11	寸法	[illegible]	3	2%	99%
12	汚れ		2	1%	100%
計			152		

図 不良管理 品質特性 パレート

品名 kp－500の品質管理　工程

試験・上蓋 024

表4．1－4　ＳＣＲ工程票

三车间可控硅生产流程卡

1.材料领取　　编号 F-7-65

材料规格	电阻率	晶向	硅片厚度	硅片直径	品种	备注	投产日期
7Ω	130~100	100	68	φ45	7Z		

2.扩散记录

扩散	源名称	硅片电阻	扩散次数	扩散温度	时间	投量	操作者	日期	检查		
									质量	时间	温度	操作者
第一次			16	1020				9/13				
第二次			[illegible]	1	[illegible]			[illegible]				

3.烧结封装统计

工序 / 统计	加工量	返工量	报废量	日期	投量	合格量	日期	操作者	备注
成型									[illegible]
固型									2000V 以上 1000V [illegible]
喷砂									返工后 [illegible]
清洗	56				56	9/19	[illegible]		
焊接	56				56	9/23	[illegible]		
自测	56	4			52	10/4			
第一次	52				52	10/6			
第一制	52				52	10/7			
第二次	52				52	10/7			
第二制									
高温	52	1			51	10/11			
回测	51	3		19	29	10/13			
成品测试	29	2		2	25	10/17			1000V 以上 2000V [illegible]
测试结果	反压	反漏	正反压	反内	正内	面台测	面漏负	外观	基座	正压	合格品
	24	9	4	2							25
喷漆											
配管	24				29	11/15			(静止 15 [illegible] 500 [illegible])
装配									
印字									
检查									
包装									
密封									

品質統計情報（質量統計信息）

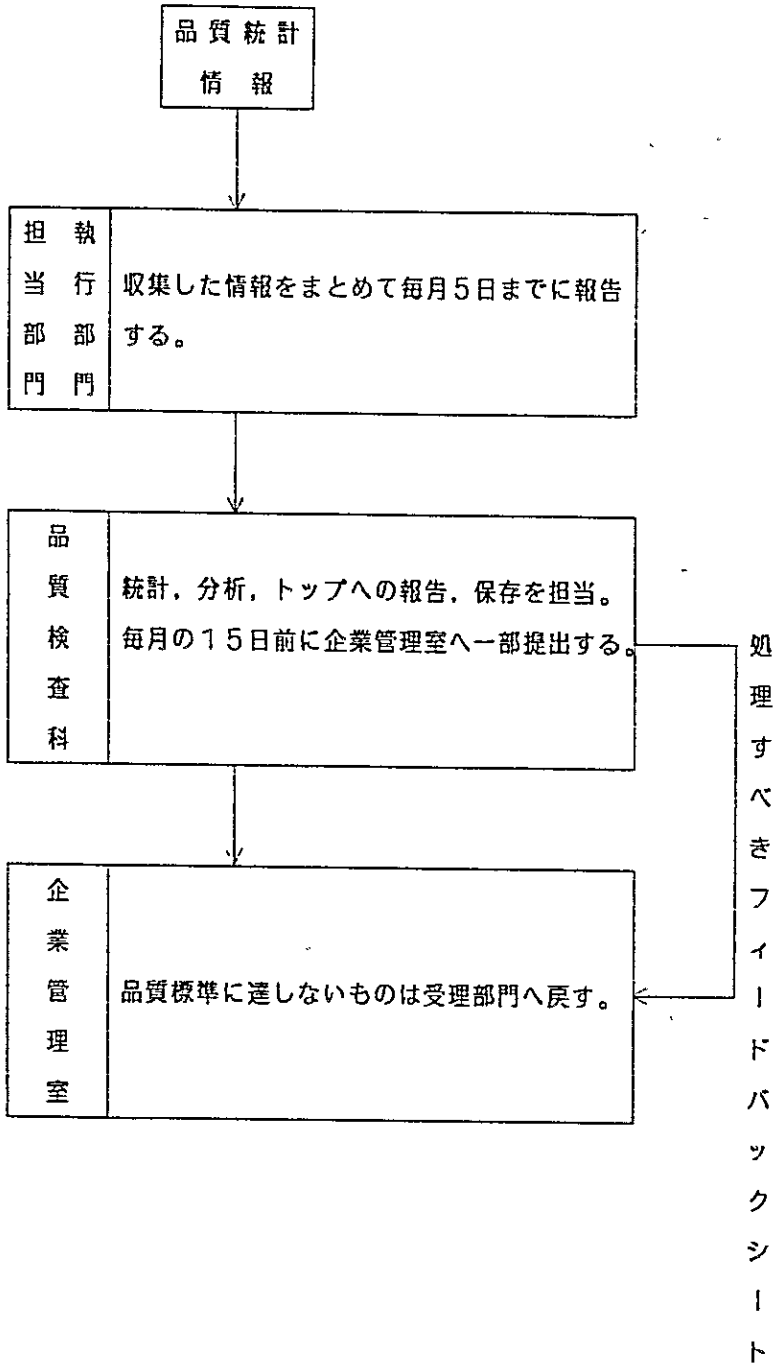


図４．１－７　品質統計情報

4．1．3 標 準 化

現 状 分 析

（1） 作業標準や工程品質管理標準は、国家指針に基づいて総工場が小冊子の形で成文化したものがあるが、ライン（現場）には個々の作業室に掲示してあるだけ（無いところもある）。また、検査規格については、検査員が転記したメモを使用していた。

問 題 点

（1） 作業管理をする上で必ず必要なものは作業標準であるが、この作業標準がどの程度まであるかということが大きな目安になると考えられる。

当工場の現状は、作業規準はあるが、末端の作業者までは成文化され責任者の確認の印のあるもの（通常、確認印が捺印され成文化されることを「標準化」という）は責任者が持っており、作業者は各担当が手書きしたメモ（標準化されていないものをメモという）をもって、ほとんどが経験によって作業が行われている。これでは、正しい作業統一はできない。

4．2 環 境 管 理

4．2．1 空調管理

現 状 分 析

（1） 上海は、東京と同様の気候風土であり、冬はマイナス10℃，夏は30℃程度になる。「グラフ4．2－1」は、今回診断時（3月1日～3月18日）の温，湿度コントロールされていない室内の温度，湿度推移である。（石油ストーブ使用）

期間　3月2日～3月6日

温度　Min　7℃，　Max　16℃

湿度　Min　37%，　Max　60%

（2） 「グラフ4．2－2」は、工場空調がされている作業室（焼結：ルーム　No320アロイング）の温度，湿度推移である。

期間	3月6日～3月12日		作業時間帯	
温度	Min　15℃，	Max　26℃，	Min　19℃，	Max　23℃
湿度	Min　20%，	Max　45%，	Min　28%，	Max　40%

（3） 空調設備を稼動しているにもかかわらず、窓が開放されていた。

（4）　「グラフ4．2－3」は、工場空調され、かつ除湿機を設置している作業室（中間測試：エレメントテスト）の温度，湿度推移である。

期間	3月12日－3月17日		作業時間帯
温度	Min　15℃，	Max　22℃，	20℃±2℃に入る。
湿度	Min　45％，	Max　59％，	50％±5％に入る。

（5）　エンキャップキュアーをブース内で実施しており、ブース内でウェットキュアーを行うため、シャーレーに水を入れて放置してある（ブースは密閉されていない）。そのため、「グラフ4．2－2」の作業室に比べ湿度が高い。

問　題　点

（1）　工場空調設備が稼働していながら窓が開放されている個所があり、空調管理している意味がない。

（2）　温度，湿度管理は、簡易寒暖計（写真4．2－1）で確認されているようであるが、チェックカード，確認表がなく、管理とはいえない。

（3）　工程別に見て、温度コントロールの重要な工程（封管拡散工程，その他）や湿度コントロールの重要な工程（PEP工程，エンキャップ工程，その他）等は重点管理がされていない。

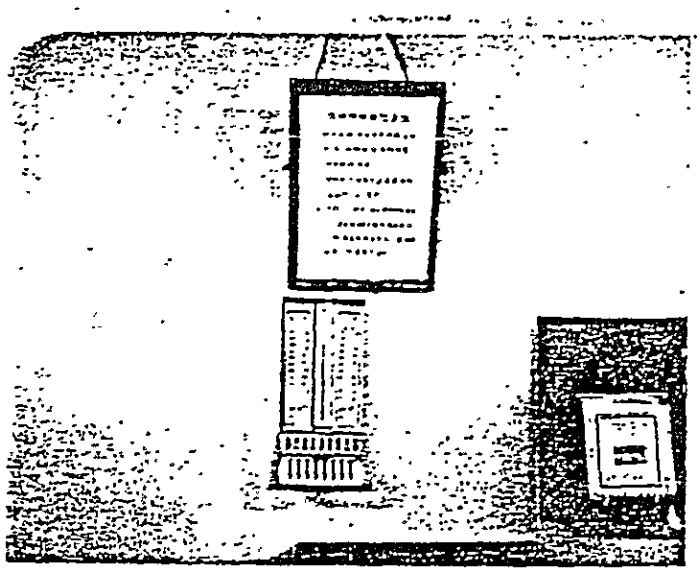
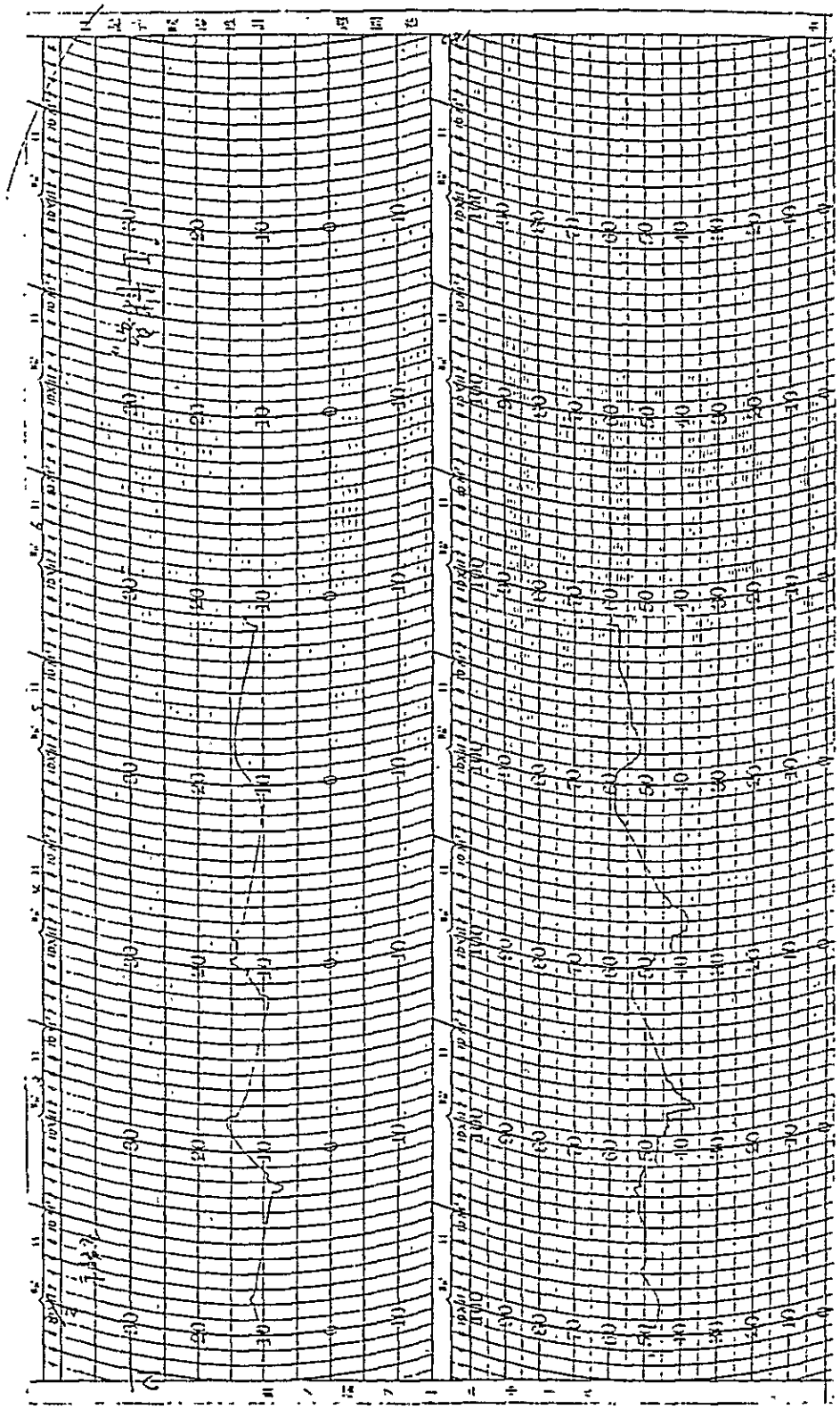


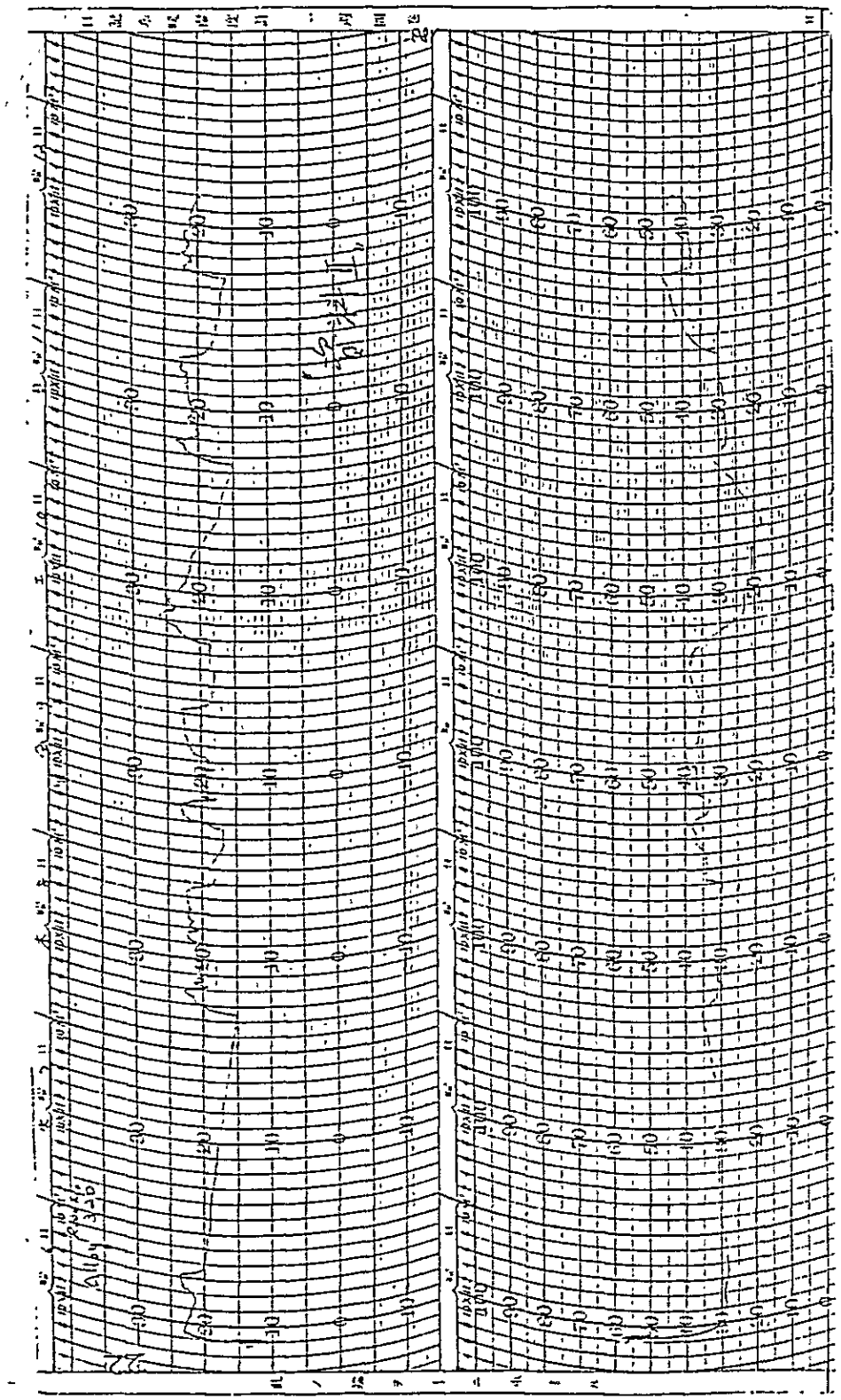
写真4．2－1　温，湿度計

グラフ４．２－１　温、湿度推移



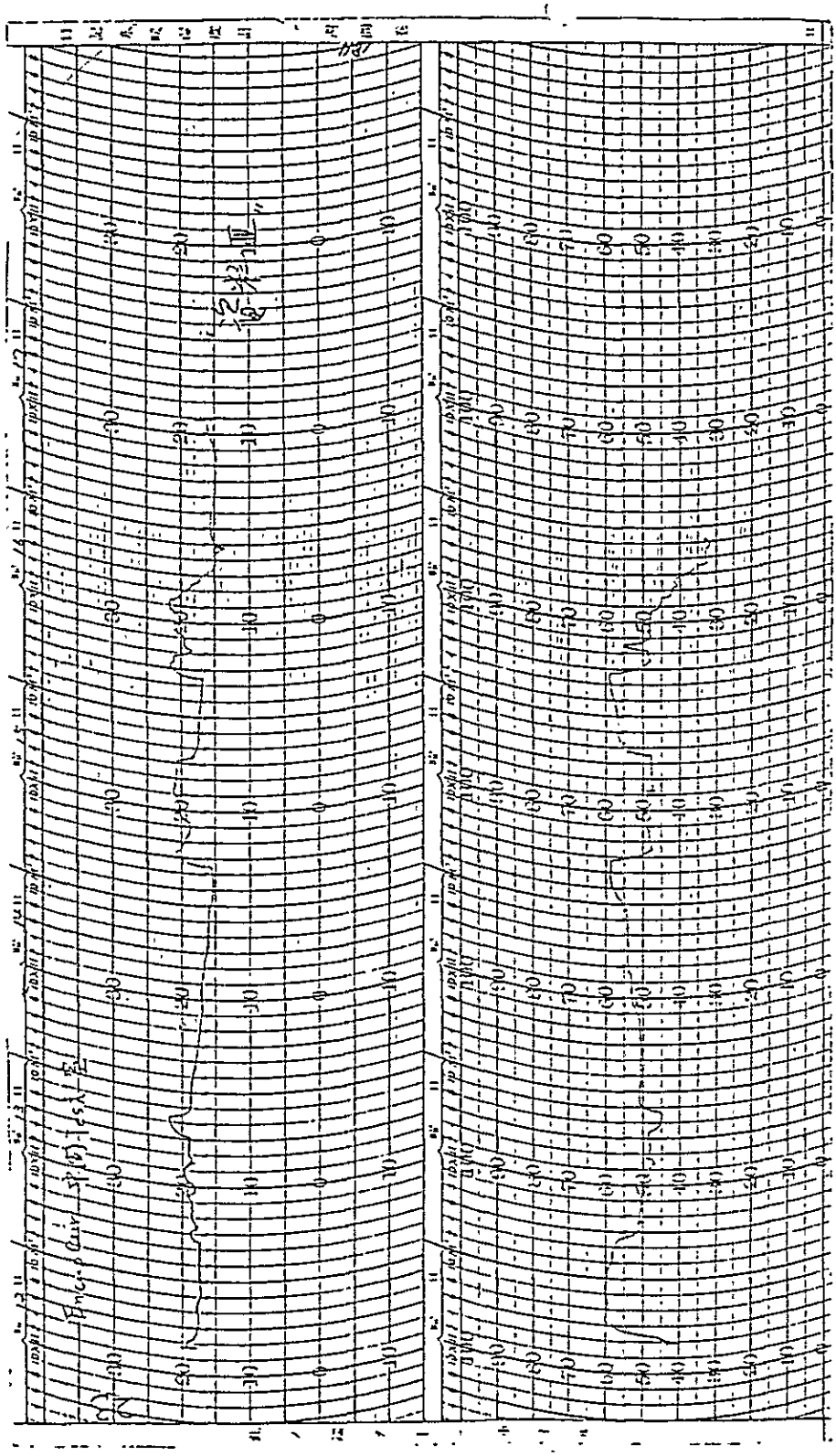
温　　度　　湿　　度

グラフ4．2－2　温、湿度推移



温　度　　湿　度

グラフ４．２－３　温、湿度推移



温　　度　　湿　　度

4．2．2　ダスト管理

現　状　分　析

（1）　クリンルーム（C・R）（サイドフロー方式）が一室ある。入口で白衣の衣替えをしエアーシャワーを通過して入室するようになっている。

（2）　C・Rは稼働後1年経っておらず、フィルター交換，掃除はまだ1度も実施されていない。

（3）　C・R内はサイドフロー方式だが、エアー流入側に設備等が配置されているため、開口面積が縮小化されている。

（4）　ダストカウント等のダスト管理は実施されていない。

（5）　内部にC・B（クリンベンチ）があり、不純物調合作業，高耐圧品の中間テストを実施している。

問　題　点

（1）　クリンルームの管理が、全然行われていない。

（2）　入室規定、その他も整備されていない。

（3）　クリンルームの使用方法に問題がある。

4．2．3　純水管理

現　状　分　析

（1）　純水にはかなり気を配っているようである。動力科で純水比抵抗の管理が行われ、使用場所においても、一部であるがアニオン、カチオンのイオン交換樹脂を設置している。

（2）　動力科では、比抵抗低下時は即洗浄等を実施している。

（3）　純水循環装置はなく、純水温度コントロールはしていない。

（4）　今回の測定では、バクテリアチェックは動力科の純水供給部でゼロ、末端のユースポイントで5個程度、比抵抗は17～18MΩ程度、純水温度は6～7℃であった。

問　題　点

（１）　純水循環装置がないため、夜の作業停止時には純水停滞が起こり、バクテリアの増殖が考えられる。

（２）　純水温度コントロールがされていないため、（１）との関連で夏季は温度上昇によるバクテリアの増殖、冬は温度低下による洗浄効果不足が起こる。

（３）　純水装置出口の比抵抗チェックでも、毎日のデータにバラツキが大きい。

４．３　部　品　管　理

４．３．１　資材の受入検査

現　状　分　析

（１）　サイリスタに使われる部品等は、素材を購入し切断、ロー付等の加工を行っている。

（２）　受入れ検査は、主要購入材料のうち（注油タイプ）KP200を代表例とすると、　表４．３－１のように実施されている。

表4．3－1　資料受入検査項目および担当

	購入材料	担　　当	検査項目
1	上部セラミック	三車間合金組	サイズ，公差
2	上部Cu板	〃　，五車間	〃　〃
3	上部ツバ	〃　〃	〃　〃
4	下部セラミック	〃　〃	〃　〃
5	下部Cu板	〃　〃	〃　〃
6	下部ツバ	〃　〃	〃　〃
7	Siインゴット	三車間	抵抗率，τの偏差
8	Al箔	〃	サイズ，外形，公差
9	Mo板	〃	サイズ，均整度（平行度）
10	Al片	〃	〃　外形
11	銀リード	〃	〃
12	銀　箔	〃	
13	テフロンチューブ	〃	〃
14	テフロンリング	〃	〃　，公差
15	表面保護剤	〃	漏れ電流の大きさ，試用

検査器具は、マイクロメーター，ノギスが主であり、Si材料チェック用にρsメーター，τ測定，等がある。

また、加工部品の検査も同様に行われている。

表4．3－2　加工部品検査項目および担当

部品名称	担　　当	項　　目
セラミックアセンブリー（トップ）	二車間，三車間	外観
（ボトム）	〃　〃	〃，リーフ検査
Siウエーハのスライシング品	三車間，品質組	サイズ，厚さ，外観
ラッピング品	〃　〃	〃　〃　〃
カッティング品	〃　〃	〃　〃　〃
Al箔のカット（打抜き）品	〃	〃，外形
エッチング品	〃	〃　〃
Al片のカット（打抜き）品	〃	〃　〃

特にセラミック部品は、バブルリークテストを実施していた。上記に記述したようにほとんどの材料が素材購入して自工場で加工等を行っているのは、現在の中国の工場についての思想と思われる。

4．3．2 購 入 仕 様

現 状 分 析

（1） 200 A～800 Aの注油タイプの部品の受入状況は、次のとおりである。

材 料 名

① 上部セラミック（セラミックリング）

② 下部セラミック（　　〃　　）

③ 上 部 銅 板　　担 当

④ 下 部 銅 板　　銀ロー付 → リーク検査 → 銀メッキ

⑤ 上 部 つ ば

⑥ 下 部 つ ば　　検査　　検査

↓　　↓

⑦ Siインゴット　スライス → ラップ → カット → 使用

⑧ Al箔　条で購入　打抜き後使用

⑨ Mo板 ――――――――――――――――直接使用

⑩ Al片　条で購入　打抜き後使用

⑪ 銀 リ ー ド　線で購入　作業者がハサミで切って使用

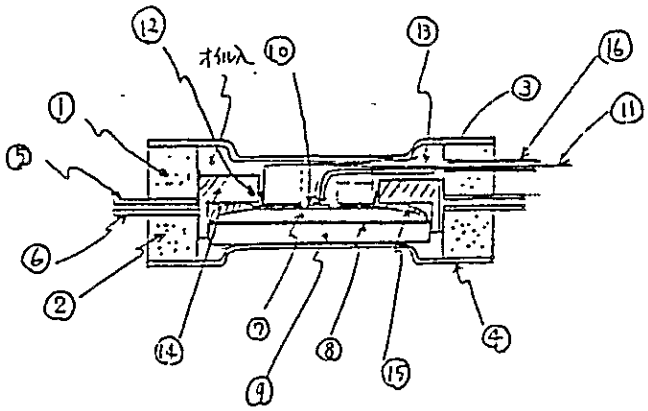
⑫ 銀 箔 ――――――――――――――――〃

⑬ テフロンチューブ　線で購入　作業者がハサミで切って使用

⑭ テフロンリング――――――――――――――――〃

⑮ 表 面 保 護 剤――――――――――――――――〃

組 立 図



（2） 購入規格は不明。国家基準によるとの説明があったが、基準および仕様については調査することができなかった。

問　題　点

（1）　部品製作が専業化されていない。その結果として、これからの高度成長化への進展度が遅れていると考えられる。

一例を挙げると次のとおりである。

Si単結晶については、現在、インゴットを購入し自工場内で結晶方位，抵抗率，P－N判定，τ測定を行い、更にスライシング、ラッピング，カッティング等の加工を行ってから、拡散投入している。

4．4　工　程　管　理

4．4．1　工　程　Q　C

現　状　分　析

（1）　工程ごとの管理項目については、上海整流器総廠，三車間で作成された小冊子「元件工芸流程質量検査標準」に集約されており、この規格に基づいて実施されている。

表4．4－2に200A～800Aタイプの品種について、QCS的にまとめてみた。

（2）　実施されている項目は、大別すると次のように分類される。

①　次の工程に払い出すのに必要な特性測定

②　真空装置の真空度管理

③　高温加工装置等の温度管理

④　外観検査

⑤　厚さ等の一般項目

われわれが考えている品質を確保するための項目、品質向上を図る項目、バラツキを管理する項目等が不足している。しかも「チェックだけ」を行う管理が多く、記録に残して異常時の対策や環境の履歴等がわかるようになっていない。

（3）　今回の診断でチェックした項目の測定結果

①　焼結（アロイング）工程のAl厚チェック

エッチング前のAl箔厚さ分布（サンプル数，7^{P}）

Min 43.5μm　　Max 52μm

X：46.71μm　　σ：2.72

エッチング後のAl箔厚さ分布（サンプル数，8^{P}）規格

Min 34.μm　　Max 39.5μm

X：36.13μm　　σ：2.03

② 焼結前の噴砂工程のウエーハ厚チェック

ウエーハ厚　Min481μm　　Max 498.5μm

　　X：492.5μm　　σ：5.95

ラップ量　Min 1μm　　Max 6μm

　　X：3.9μm　　σ：1.71

部品，半製品（ウエーハ）のロット内のバラツキ大、また、加工後のバラツキも当然大きく、歩留に悪影響していると考える。

③ 二次拡散炉の炉温測定

1240℃設定で、均熱部をチェックした。40 *cm* は維持されている。

表4．4－1　炉温測定結果

	右側				中心	左側	
測定位置	300 *mm*	250 *mm*	200 *mm*	100 *mm*	0	100 *mm*	200 *mm*
測定値	1206 °C	1231 °C	1242 °C	1241 °C	1240 °C	1241 °C	1242 °C

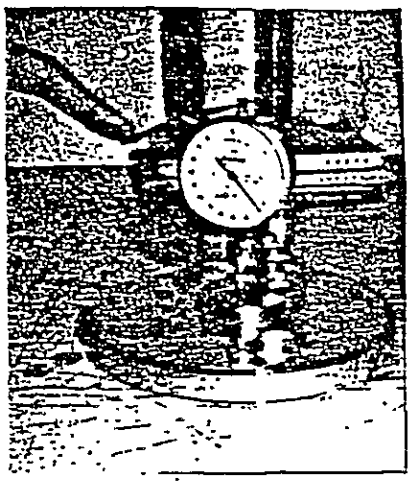
使用部分は、中心±150 *mm*（均熱部 30 *cm*）である。

温度管理は、±1.5℃で管理し、P．Rジャンクションで3点チェック方式。1回／月（？不明確）測定管理している。

ジャンクションは2回／年，質量検査科で較正チェックしているとのこと。

温度計（電位差計）も2回／年較正しているとのこと。

しかし、温測して管理しているにもかかわらず、二次拡散作業では一時拡散結果によりセンター調整で温度を変化させており、矛盾を感ずる。



（参考）写真４．４－１
上海側ダイヤルゲージ

写真のようにステージが平板で、しかも測定ポイントがサビていては、精度向上は計れない。

一般的には、球形のステージを使用する。（下図）

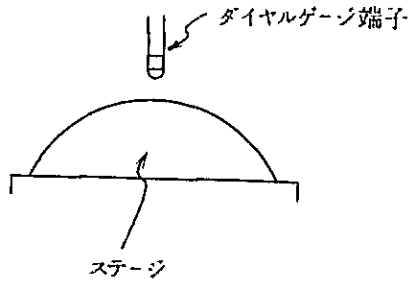


図４．４－１　ステージ略図

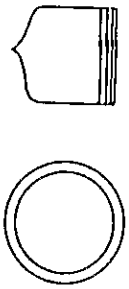
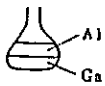
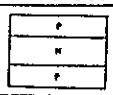
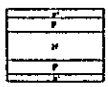
問　題　点

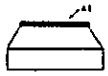
（１）　測定は実施されているが、項目的には選別テストの役目であって、不良率を減らすために活用されていない。

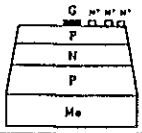
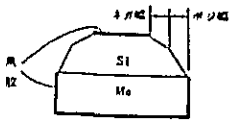
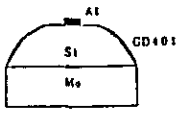
（２）　そのため、測定精度は無視されている。（品質管理されていないと考える。）

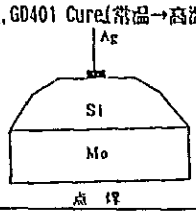
（３）　ほとんどの項目は工程カード（Tシート）に記入される（たぶん、合格率＝G. N. S＝と不良内訳ではないかと推定）。特性データだけが中測とファイナルテスト工程で記録紙に記入されている。分布データとしては、X, σ計算よりロットバラツキ等のチェックを行い、分布変動の場合は前工程にフィードバックすることが基本であるが、実情はフィードバックされていない。

表 4.4－2　工程ＱＣフローチャート（ＫＰ２００～５００の工程ＱＣについてまとめた図）

フローチャート	工程・部品名	プロセス条件	管理項目	管理規格	担当者	サンプリング	検査器具	記録用紙	アクション先	適用（関連）EI．EW
	単晶 切片 (Slicing) 磨片 (Lapping) (Cutting)		診断対象外のため調査せず							
	硅片清浄 (Wafer洗浄)	純水us 1Hr→#1液Boil→#2液Boil→希弗酸15min dip →#1液→#2液→希弗酸→#2液→王水 Boil 30分→純水超音波洗浄	清深度	汚れ欠陥なき事	作	全　数	目視			
			拡散後のτ	10μs	検	lot ごと	τ測定器			
	雑質源配制 （不純物配合）	拡散時間　50～70Hr 	試験拡散による不純物源チェック	τおよび合格率70%以上	作	3回	V/I 特性	中間テスト記録		＊ 3回中 2回以上OKの事
			τ測定	誤差 1μs	作	使用前	標準球	〃		
			V/I 特性測定器	所定の標準	測	4回／年	標準計			
	石英管処理	1240℃×22Hrガスパージ 800℃取出し王水 Boile	石英の清深度	透明である事 しみ，変形なき事	作	毎　回	目視	なし		
	封管拡散 (Base Diff)		真空度	10-3 Torr	作	毎Lot	真空計	なし		
	単片測量 (Evaluation)	1260℃×16～20Hr 4～5Hr で 200℃まで冷却 Ns : I=0.628A	Xj	90～ 100μm	品	〃	顕微鏡	拡散記録		
			Ns	6×10^{16} – 2×10^{17}	〃	〃	四探針測定器	〃		
			τ（trr）	10μs	検	〃	τ測定器	〃		
			小Lot 歩留	60%	〃	〃	標準	先行アロイング工程カード		先行試験行う
			外観	汚れ，キズ無き事	品	全　数	目視	なし		
	二次拡散	P_2O_5 の溶剤比率 4.5～10%  P_2O_5 不純物冷却乾燥 1250℃×2Hr	Xjn	17～22μm						
			Ns	2×10^{20} – 1×10^{21}		不明？				
			外観	汚れ，キズ無き事						
	噴砂	片面 4μm ～ 6μm 除去	Wafer 厚	4μm 以上除去	作	抜取り	ダイヤルゲージ	なし		
			外観	カケ，ワレ無き事	品	全　数	目視	〃		

フローチャート	工程・部品名	プロセス条件	管理項目	管理規格	担当者	サンプリング	検査器具	記録用紙	アクション先	適用（関連）E1、EW
	焼結清浄 (Alloy前処理)	#1, #2液Boil→HF,dip Al 片（アノード　）Et'g 弗＝硝＝3:1 で40～45μm に仕上Mo板Et'gする	Wafer 外観		作	全　数	目視	なし		
			Al 片外観		〃	〃	ダイヤルゲージ目測	〃		
			Mo板外観	表面光沢しみ φ29+ 1.9mm	品	〃	マイクロメータ	〃		
			ダイヤルゲージ	?	〃	2回／年	標準サンプル	不明		
			マイクロメータ	?	〃			〃		
	焼　結 （真空アロイ）	真空状態にて加熱 950℃ 600℃～ 700℃で 5～ 7分 400℃まで徐冷 100℃取出 	ゲート中心位置のみ	バラツキ 0.5mm 以下	品	毎Lot	目視 マイクロメータ	工程カード		
			アロイ効果	ハミ出し Al ― Si 0.7以下	〃	全　数	〃	〃		ベベル後検査
			Moの酸化 アロイズレ	酸化なき事 Mo-Si ズレ 0.5	〃 〃	〃 〃	〃 〃	〃 〃		
	倒　角 （コンタリング）	角度30℃ us洗浄→ HF 15秒dip 	外観	Mo-Si の境目が明確	品	全　数	目視	工程カード		工程カードとは Iシートの事らしい
				汚れ欠けなき事	品	〃	〃	なし		
	一　蒸 （1'st Al Evapo）	真空中 400℃昇温→ 200℃ 降温 5×10^{-5}蒸着→ 570℃ 昇温（シンター？）→ 100℃まで冷却取出し 	外観	表面は均一で Al 厚 3～ 5μ	(品)	全　数	目視	工程カード		Al は、抜取り Lotごとには未実施
			Mo板外観	酸化なき事	〃	〃	〃	〃		
	光　刻 (PEP)	プリベーク80℃×15min レジスト塗布1100～1500 rpm ×5min	パターン外観	パターン明確	作	全　数	目視	工程カード		
		ポストベーク80℃×15min →露光20秒→ 160℃焼付→ 現像→ Al Et'g (80℃)	ゲート位置	ゲート位置が Siとパターン合致	作	ロット検　査	マイクロメータ	なし		
	現　像 エッチング	Al Et'g レジスト除去 ↓ 検　査 ↓ エッチング	Pタイプ チェック	穴の中 P層の事 G・K 間40mm	(品)	全　数	P.N 測定機	なし		
			VG,IG 管理	VG 2.2～ 2.5V	〃	〃	VG,IG 測定機	〃		
			ゲート Al 高さ IG.VG 特性再検	中測規格に合致	〃 〃	〃 〃	目視 V-I 測定機	〃 工程カード		
			外観	汚れなき事		〃	目視	〃		

フローチャート	工程・部品名	プロセス条件	管理項目	管理規格	担当者	サンプリング	検査器具	記録用紙	アクション先	適用（関連）EI．EW
	二 熱 (2'nd-Al-Evap)	一熱に同じ 	ゲートパターン外観	ゲートと Al リングショートしない事	品	全 数	顕微鏡	工程カード		
	磨 角 （コンタリング）	表面に黒蝋を塗布 ポジ角 50℃ でコンタ ネガ角 25℃ リング 	ポジ角度の完全性	Mo板とSiの境目が明確な事	品	全 数	目視	工程カード		斜面幅 1.2～0.8mm
			ネガアングル外形	傾，水しみなき事	〃	〃	〃	〃		斜面幅 1.5～1.7mm
			カソード直径	22mm	〃	〃	ノギス			
			外観	ブラックゲルの保護が完全である事	〃	〃	目視	〃		
	台面腐蝕 (Et'g)	HF=HNO3=HAC=1=6=1 混酸で三回Et'g 1'30",1'30～1'45",15' HF dip 5" ～10" 中測を行う	外観	酸化ゲルの汚れのない事	〃	〃	〃	〃		
			カソードアノード外観	汚れない事	〃	〃	〃	〃		V-I 特性測定器 カーブトレーサ
			ジャンクション部の品質	0.1mA/1000V	〃	〃	カーブトレーサ	〃		ー
	表面保護 (Encap, Cure.)	GD401 を塗布 常温で湿度70% 以上で硬化12Hr→ブラックゲルを除去→高温 140℃=12 Hrでキュアー 	外観	膜が均一で気泡ない事	〃	〃	目視	なし		
			カソードアノード外観	ブラック残りなく清潔である事	〃	〃	〃	〃		
			VB, VR, IB, IR	VB=VR ≧1000V IB=IR ≦ 0.1mA	検	〃	カーブトレーサ	工程カード		
	中間測試 (Element Test) エレメントテスト	エレメントテストを行う	Vg, Ig	Vg≦4V Ig ≦ 200mA	検	〃	ゲート測定器	工程カード		
			τp	τp ≧10μs	〃	〃	τ 〃	〃		
			VB, VR(115 ℃)	VB, VR ≧900V	〃	〃	カーブトレーサ	〃		
			IB, IR(〃)	IB, IR ≦25mA	〃	〃	〃	〃		
			-Vg	VB 10%	〃		ネガバイアス測定器	〃		
			負偏圧測定器	電気メータ標準	〃	2回／年	ユニバーサルメータ	なし		

フローチャート	工程・部品名	プロセス条件	管理項目	管理規格	担当者	サンプリング	検査器具	記録用紙	アクション先	適用（関連）EI．EW
	ボンディング (Bonding)	銀リードμs ボンディング GD401 でボンディング部保護，GD401 Cure(常温→高温) 	ボンディングの品質	順方向耐圧劣化しない事	品	全 数	カーブトレーサ	工程カード		
			外観	カソードに流れていない事	作	〃	目視	〃		
	封 装 (Hount～Sealing) マウント シーリング	外囲器の洗浄	外囲器寸法	部品規格による	三重間	ロット検	ノギス	不明		
		Ag箔の洗浄（切削油除去）	圧接位置	カソードと増幅ゲート部の短絡なき事	作	全 数	目視	なし		
			カソード，ゲート回路	G-K の波形チェック	作	〃	ユニバーサルメータ	なし		
	リークテスト (Leak Test)	バブルテスト（アルコール漬け）バキューム － 760mmHg	Leak検査	Leakなき事	〃	〃	リーク検査器	工程カード		
	注 油	1mm程度の小穴を明け中にシリコン油を入れる。	短絡チェック	G-K チェック	作	全 数	ユニバーサルメータ	工程カード		
		半田で封止→リークチェック	リークチェック	リークない事	品	〃	リーク検査器	〃		
	高温存放 (Storage) ストレージ	140℃×200Hr	Vg，Ig チェック	Vg≦4V Ig≦200mA						
	熱 測	高温 115℃オーブンに30分放置 VB，VR，IB，dv/dt を測定	115℃VB，VR	VB，VR ≧600V	検	全 数	カーブトレーサ	記録表		
				IB，IR ≦ 2.5mA	〃	〃	〃	〃		
				dv/dt ≧100V/us	〃	〃	dv/dt 測定機	〃		
			dv/dt メータ	IEC 標準	〃	4日／年	標準メータ	なし		
	装散熱器（フィン付き）	加圧 800～1000Kg								
	出廠測試（出荷Test）	Ig，Vg，IHの測定記録 通電試験 5分後VB，VR，IB，IR測定	Vg，Ig	Vg≦4V Ig≦200mA	検	全 数	Gate 測定器	記録表		
			IH	－	〃	〃	〃	〃		
			VF	200A/0.8V	〃	〃	ロード試験器	〃		
		VF測定	VB，VR		〃	〃	カーブトレーサ	〃		

4．4．2　標準サンプルの活用

現状分析

（1）　ライフタイム（Trr）測定器の標準素子を確認しただけで、その他のものは確認できなかった。

（2）　測定に使用する測定器等は零点補正等を行い、その測定器の測定値を信用するという形で実施されているため、標準サンプル等の活用はほとんど無いものと考えられる。

問題点

（1）　計測器等の校正（較正）は年間2回程度，質量検査組でチェックされるとのことだが(残念ながら較正記録を見ることが出きなかった)、日常の管理として零点補正のうえ、標準球で測定値管理が実施されていない。

例　V／I特性測定器　　Ns測定器（メータ）

Xj測定，　各厚さ測定器，　ゲート特性測定器，　その他

4．4．3　仕掛製品分析報告

①　Al蒸着品の評価結果および所見

（1）　ショートエミッタ部のSEM写真評価

写真4．4－2 ---- 2'nd Al蒸着品

Alの断切れはみられず良好

写真4．4－3，写真4．4－4 ---- エンキャップテスト不良品

Alの断切れはみられず良好

（2）　ショートエミッタ部の溝深さ測定

データ4．4－1 ---- 2'nd Al蒸着品

穴の溝深さ　32μ程度でP層に完全に到達している。

外側が深くEt'gされている。　外側33μ　内側28μ

データ4．4－2 ---- エンキャップテスト不良品

穴の溝深さ　22μ程度

同一品種でも溝深さに10μものバラツキあり、これは、Ig, Vg, IHのバラツキにつながりエレメントテストでゲート特性不良が多発しているのはうなずける。

（3）　ゲートAl電極高さ

データ4．4－3 ----　カソード電極面からのAlゲート電極高さチェック、ゲート部は50μ～55μとバラツキ小、部品チェックしているためと考えられ良好。

（4） Al膜厚測定

データ4．4－4 ---- 2'nd Al蒸着品の右半分のAlを除去し、段差チェックを
と写真4．4－5 行う。

ほとんど段差なく約0.4μ程度（シンターでAl－Siが出きてしまったのか？）これでは加圧接触不均一等でVF大になりやすく、かつ加圧劣化しやすいと思われる。

2 'nd 蒸着品

ショートエミッタ部

SEM 写真

200 倍

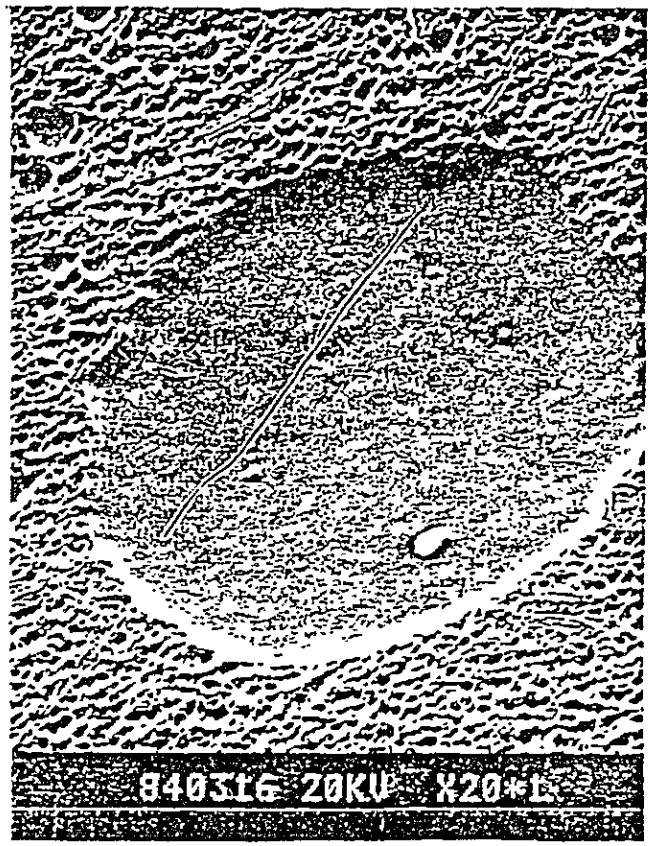


写真 4．4－2　Al 蒸着品　SEM 写真

Et'g 品

Al 蒸着跡

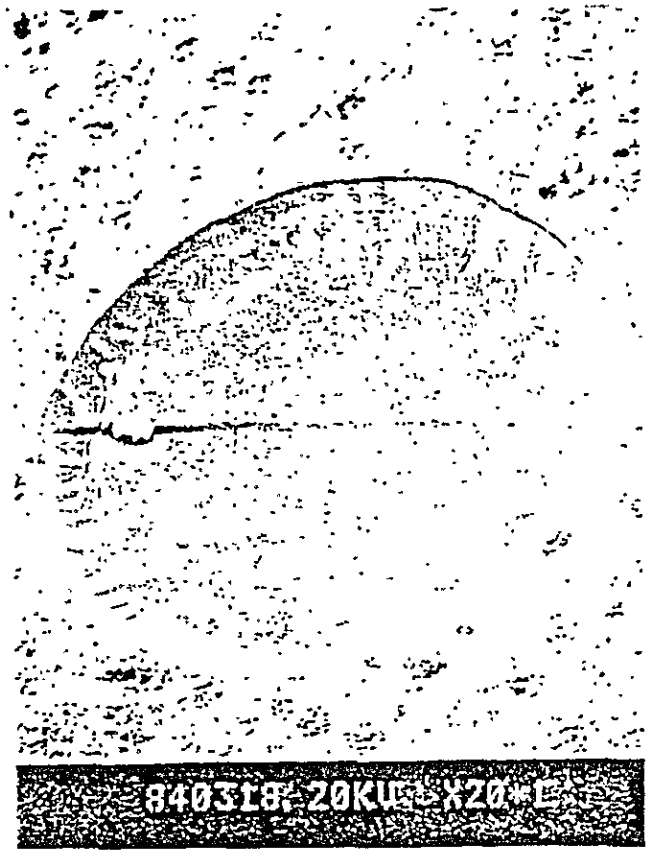


写真 4．4－3

200 倍

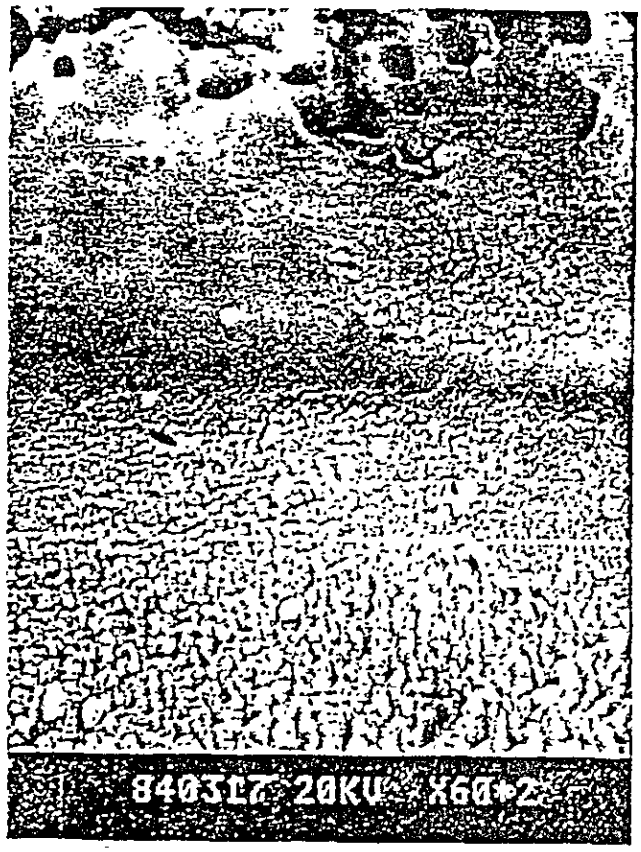
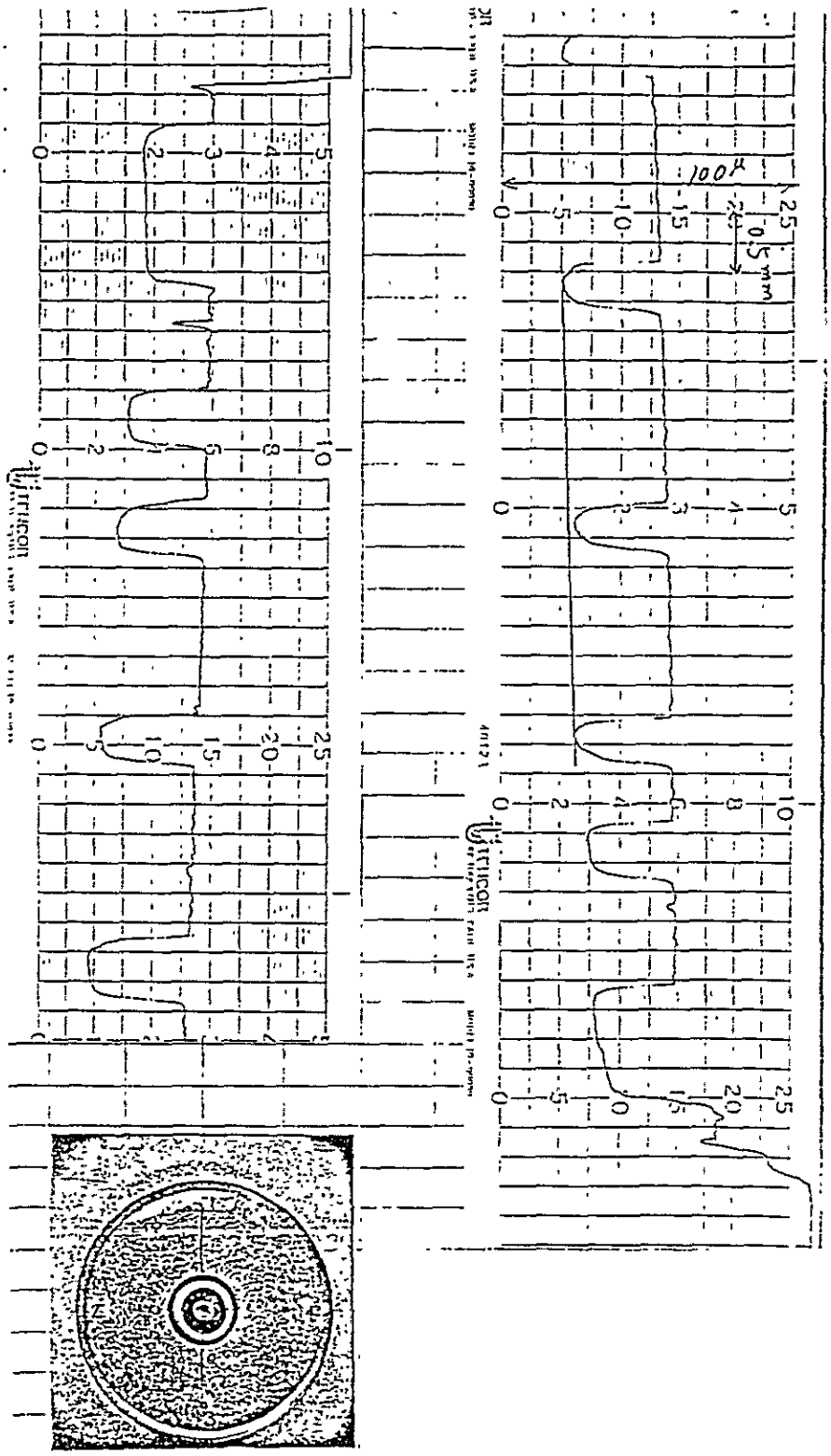


写真 4．4－4

600 倍

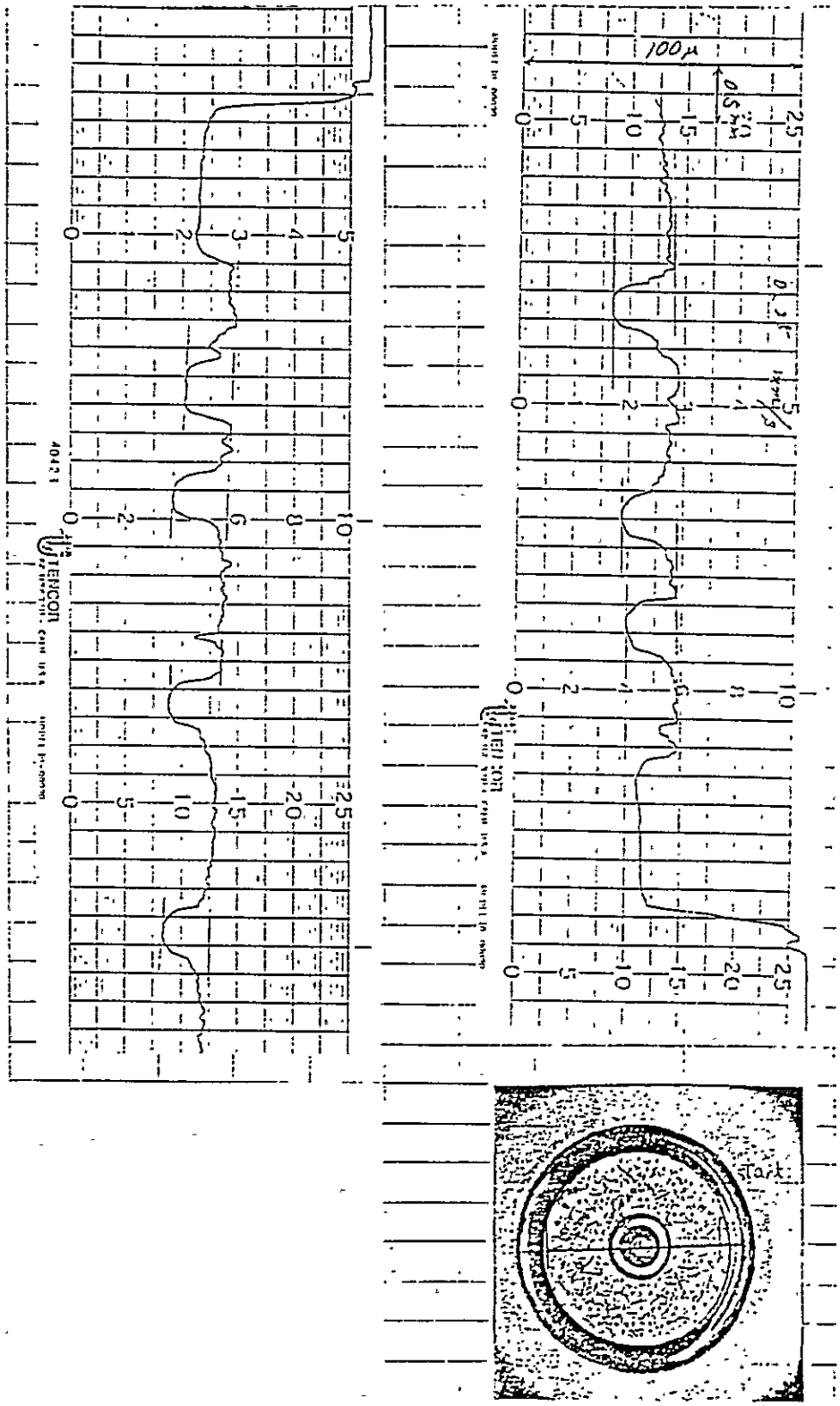
データ４．４－１　ショートエミッタ部溝深さ

（２'nd Al蒸着品）



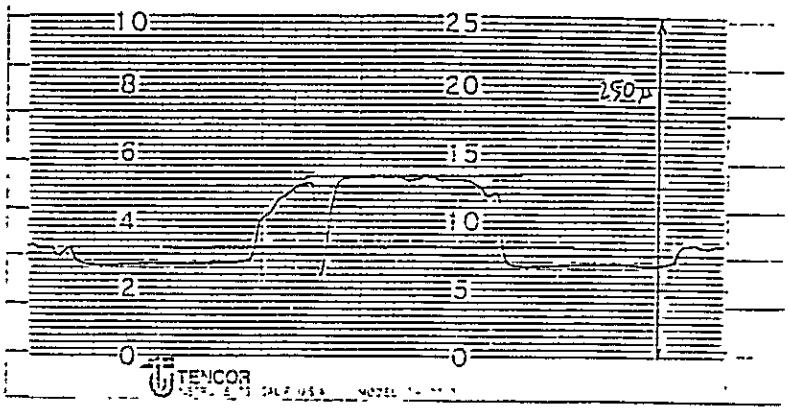
データ４．４－２　ショートエミッタ部溝深さ

（中間テストサンプル）



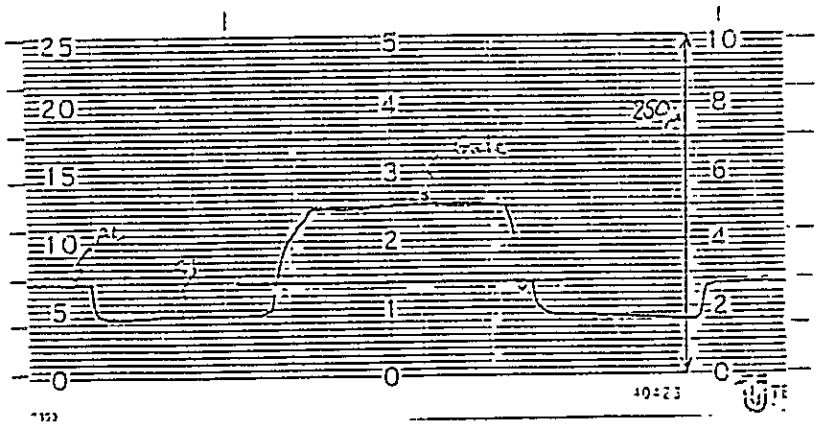
データ４．４－３　Al厚チェック

エッチング品のゲート部　Al厚



Alゲート高さ：50μ

2 'nd蒸着品のゲート部　Al厚



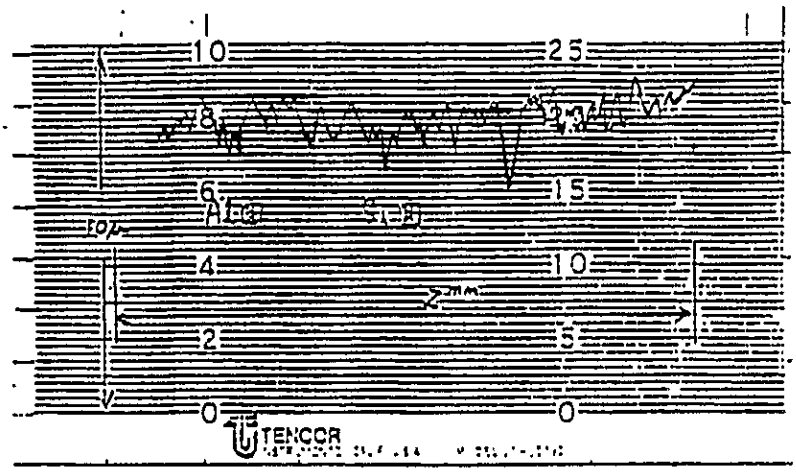
Alゲート高さ：55μ

データ４．４－４　Al厚チェック

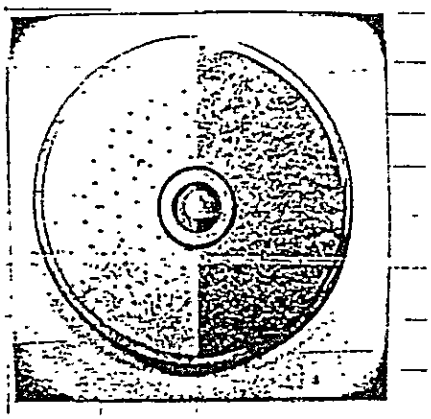
2 'nd Al蒸着品

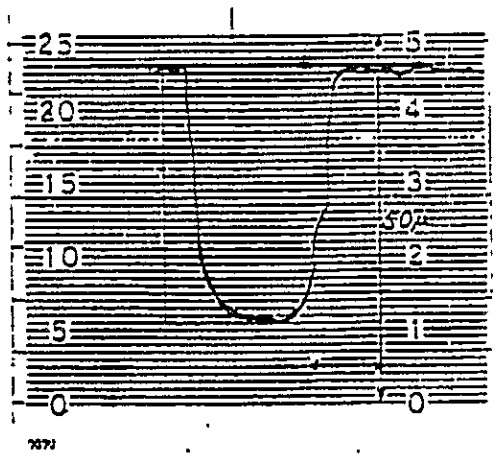
Al厚測定

測定器　シグマスキャン



S_1部の溝深さ　35μ





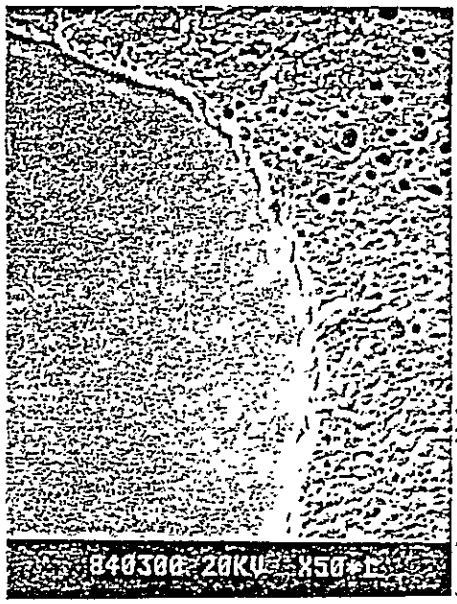
①　　②

2 'nd Al蒸着品で右半分のAl除去面と、左半分のAl面のSEM写真

（Si面）

①Al除去面

（Si面）



②Al蒸着面

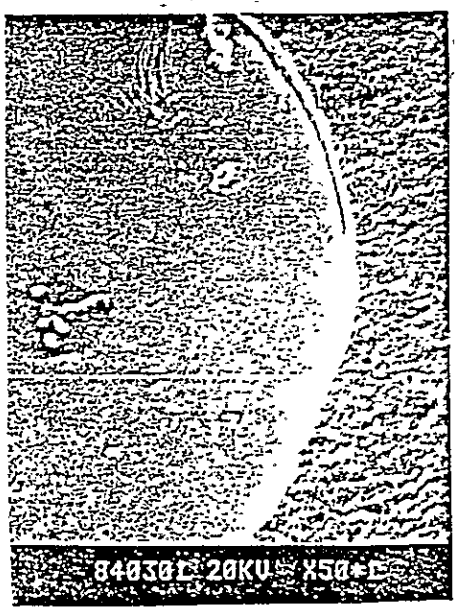
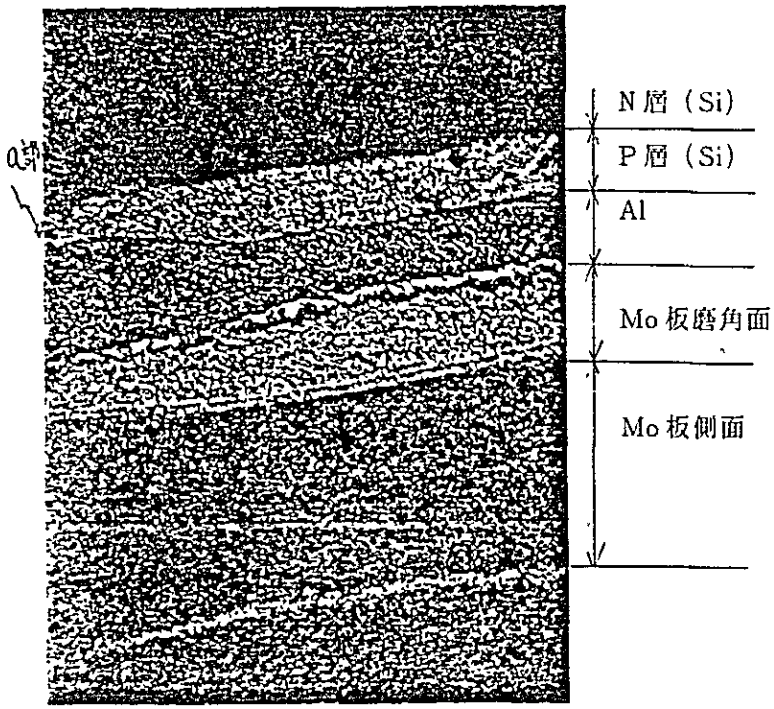


写真4．4－5　蒸着面のSEM写真

② 磨角済品の評価結果

（1） ジャンクション位置は、ほぼ正常であった。

（2） モリブデン板とシリコンウエーハ間のアルミのくい込みがあって、問題が残る。耐圧（逆阻止特性）特性面で劣化や破壊が起きやすく、歩留に影響しているものと考えられる。



a部のようなAlのくい込み層が周辺に多くある。

写真4．4－6 磨角済品のジャンクション写真

③ 一拡散済ウエーハと二拡散済ウエーハ片の評価結果および所見

表4．4－3　一次拡散と二次拡散評価結果

		Xjp	Xjn	LT	Ns
サンプルA－2	上海 Data	92 μ	－	－	7.1×10^{16}
(一次拡散済)	日本 Data	82 μ	－	－	3.3×10^{16}
F－2－11	上海 Data	－	－	－	－
(一次拡散済)	日本 Data	87 μ	－	－	－
F－2－11	上海 Data	－	22.5 μ	－	3.4×10^{20}
(二次拡散済)	日本 Data	117	14 μ	103 μ	1.5×10^{20}
A－2	上海 Data	－	－	－	－
(二次拡散済)	日本 Data	114	11 μ	103 μ	－

(1)　上記データのように、Xjp, Xjn とも上海データと日本データに大きな差がみられるが、これは上海側の測定方法，測定治具管理不十分、測定器精度のためと考える。
違いは次表のとおりである。

表4．4－4　評価結果の差の原因

上海での測定	日　　本
・Cu メッキ方式	スプレディングレジスタ使用
顕微鏡測定	(SR　M／C)
・ラップ角度 5 °C	5° 43'　2° 52'
＊貼りつけ面がガタガタ	鏡面に近い加工
・マイクロメータ (顕微鏡) で手動測定	SR　M／Cで自動測定

(2)　拡散プロファイルがサンプルによりバラツキがある。(図4．4－2，3，4，5参照。これは、不純物源が2種類であることと量コントロールに問題がある。)

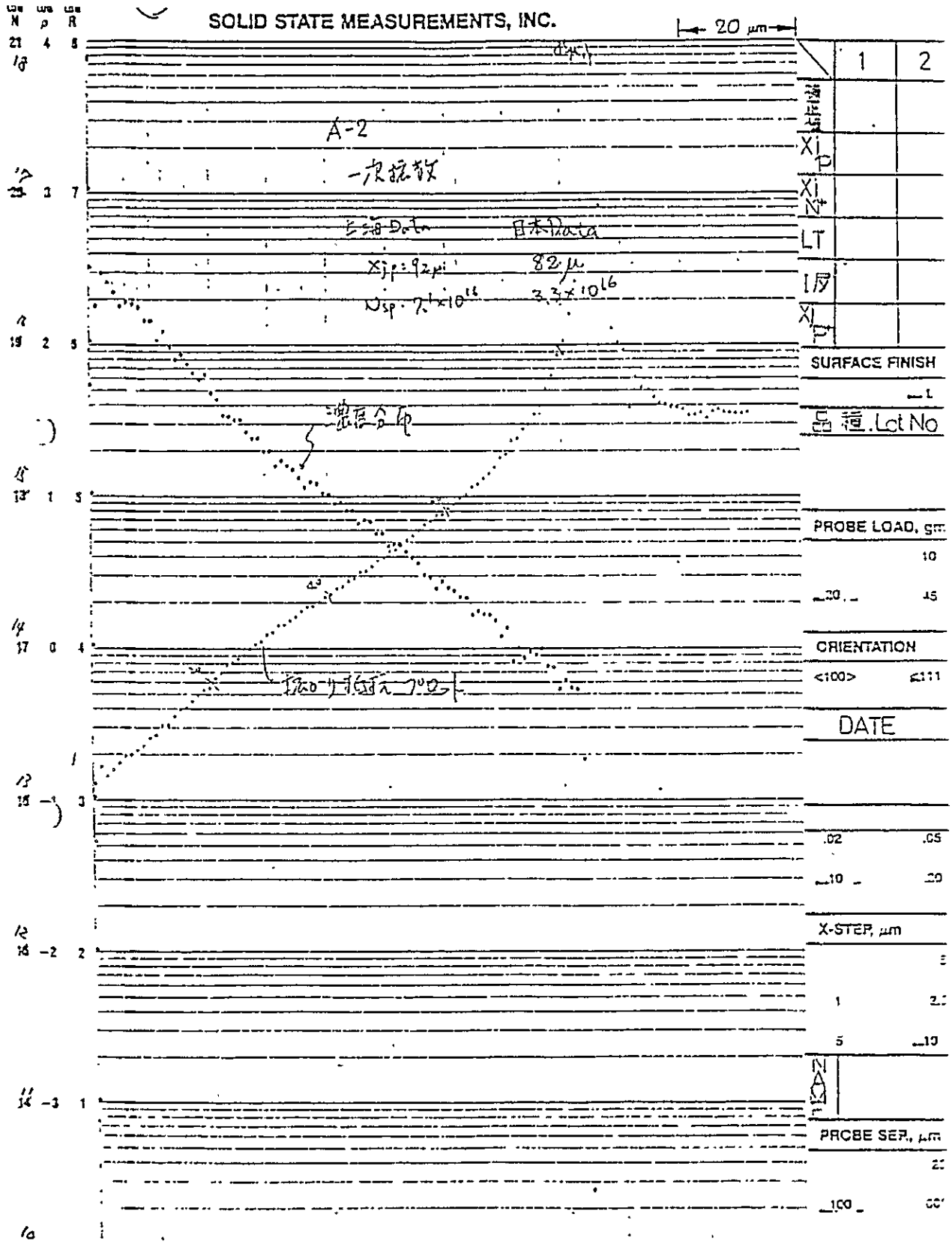


図4．4－2　一次拡散プロファイル

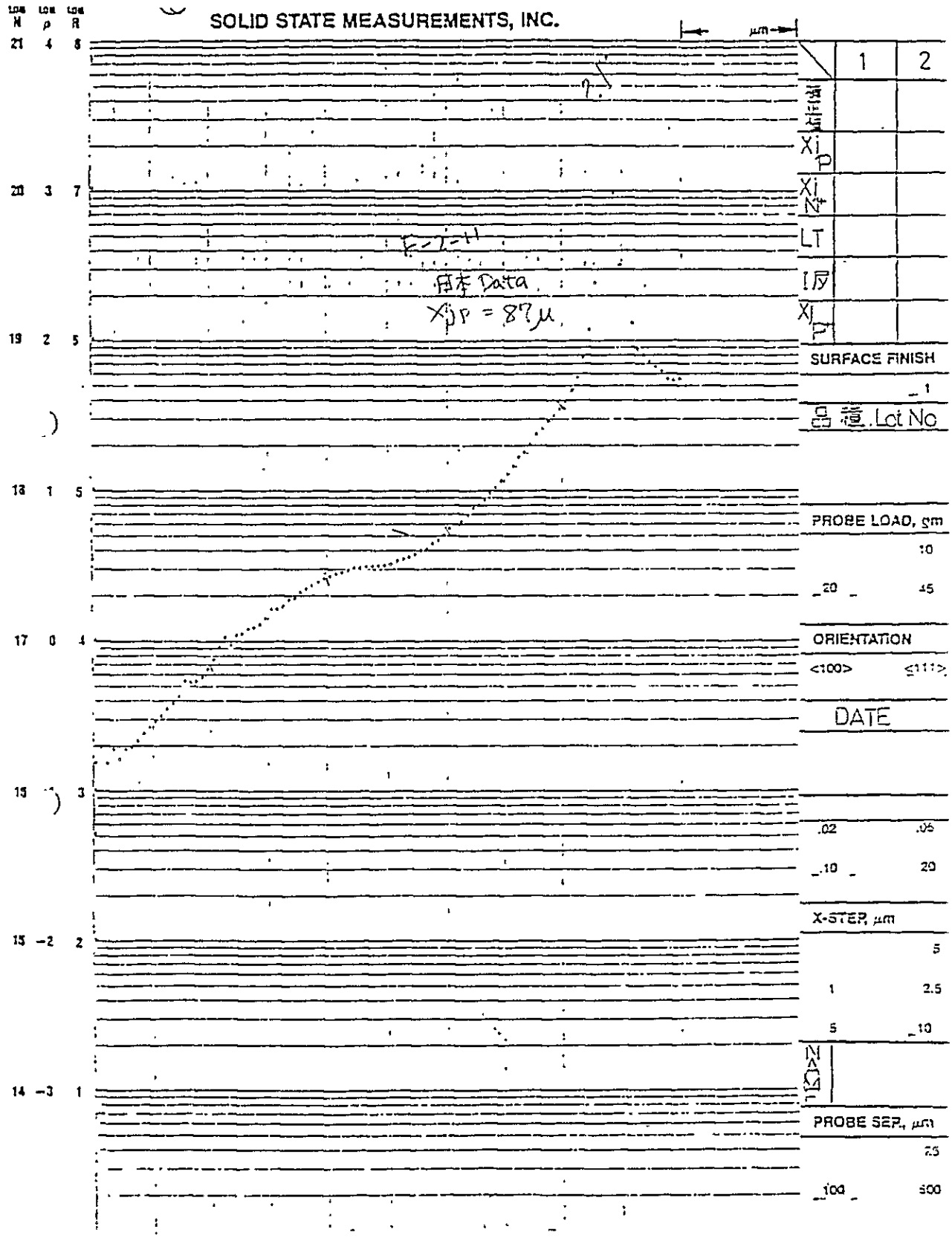


図４．４－３　一次拡散プロファイル

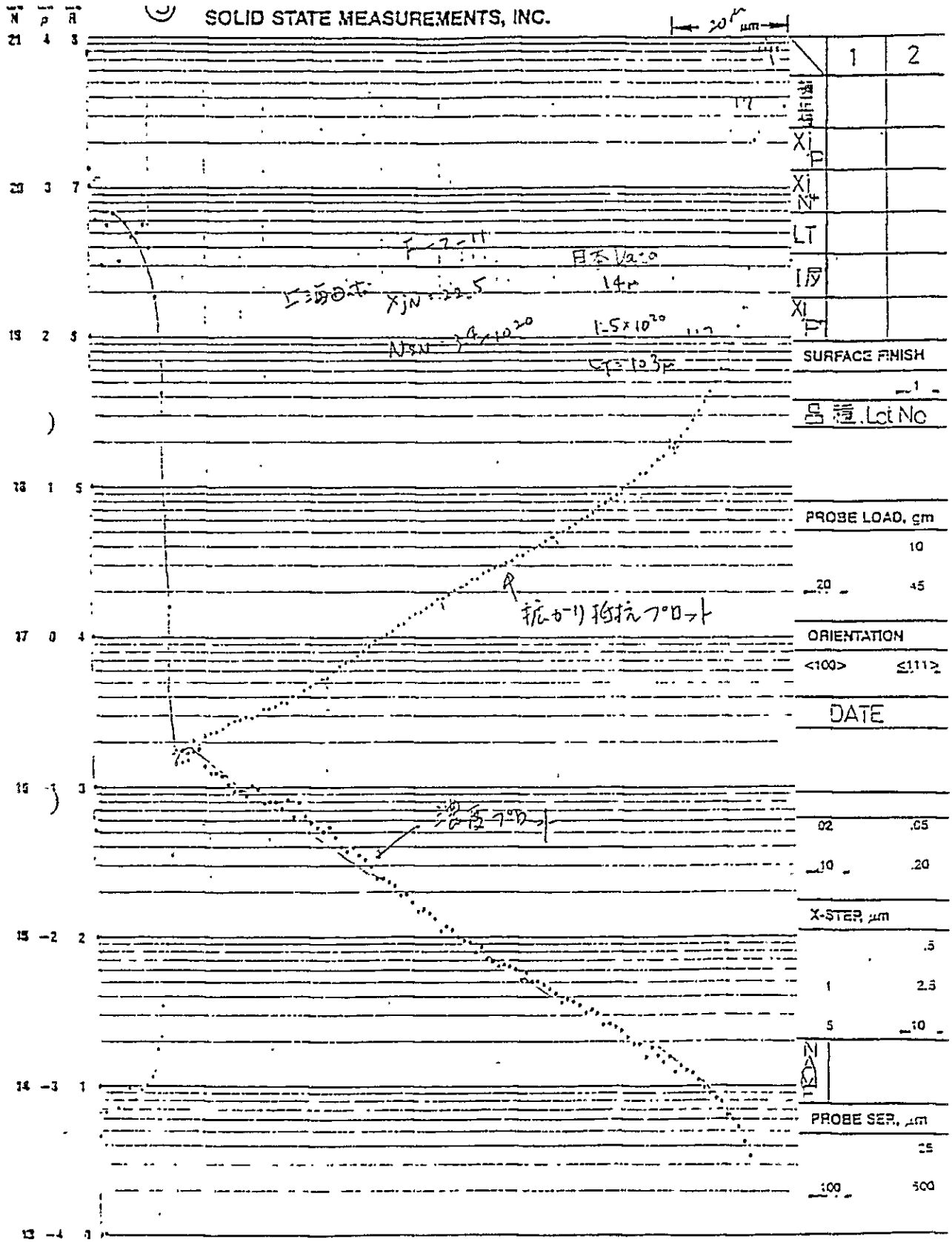


図４．４－４　二次拡散プロファイル

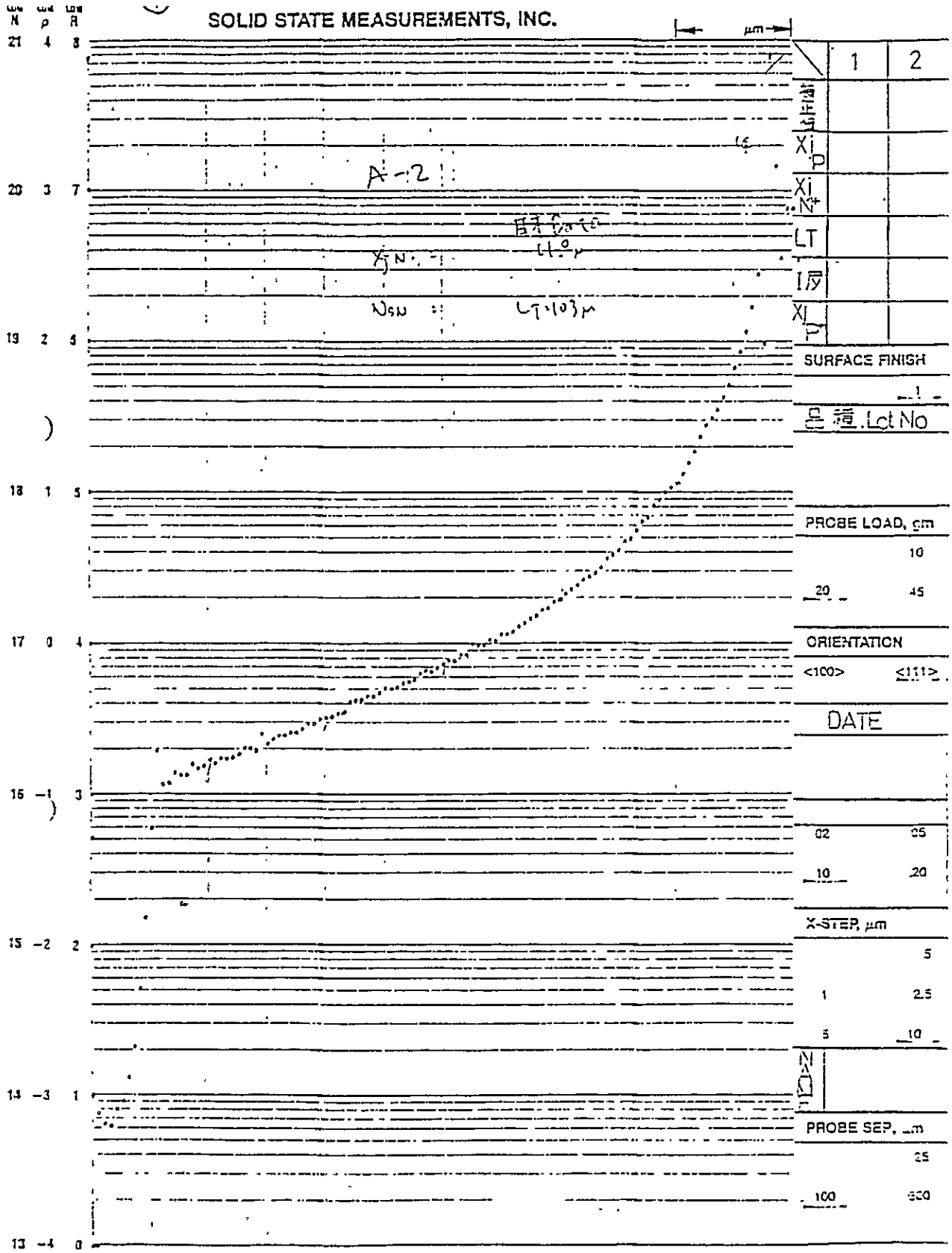


図４．４－５　二次拡散プロファイル

4．4．4　異状管理

現　状　分　析

（1）　異状の判断規準は、ロットアウトになった場合に行われているだけであり、異状の処置は異状（ロットアウト）が発見されたところで「異状報告書」をTシートにつけて図4．1－2のルートで処置の指示を受けるというシステムになっている。「異状報告書」は、図4．4－6のとおりである。

問　題　点

（1）　異状とすべきものの判断規準が低いと考えられる。

（2）　設備についての異状、部品についての異状等については、報告書形態がないと思われる。

上海整流器厂　　编号 002263 ③

报　废　单

车间 三分厂　　工作令

1983年11月15日

材料名称	规格及型号	单位	数量	计划单价	金额
KP500A风冷管	φ45(F-6-58)		7a		

报废原因	试烧寿命低	责任者	技术	责任部门主管	
	检验员	废品入库收	第一车间	废品处位	

财务科　　主管部门　　记账　　制单

第三联：记账

1.材料参照

材料实际	已领
7a	15

2.扩散参照

扩散	待流过	重片电片	扩散次数	扩散温度	时间	设定	炉号编	日期	检验		
首次			6	105				7/16	时间	设定	实际值
末次			0.03	60				7/27			

11/15 试烧后报废 根据车间意见 报总甲批作寿命低 部元件用。

部长签用

图4．4－6　異状連絡票

4．5　出荷管理

4．5．1　製品出荷管理

現状分析

（1）　最終のテスト工程は、質量検査組から派遣された検査員が行い、ロットごとの1個1個のデータを記録に残している（表4．5－1～4参照)。また、三車間では、冷却フィン付け作業まで実施されており、素子単体での出荷保証はしていない。更に、フィン組立後も再度抜取り方式で検査する等の出荷検査，倉入検査等のシステムはない。

問題点

（1）　出荷検査、倉入検査は、国家基準によるが、その基準が低すぎる。

4．5．2　製品サンプル分析報告

1．入手サンプルの分析結果

①　組立サンプルの特性評価結果および所見

（詳細データは、表4．5－5、写真4．5－1～3、図4．5－10～11を参照)

所見

（1）　初特性（VDRM，VRRM，IDRM，IRRM，IGT，VGT，IH）は非常に良好。

ただし、次の欠点がある。

◎　Igtが小さすぎる（KP 50）--- 誤動作の原因となりうる。

◎　IHが小さすぎる（　〃　）---　　〃

◎　VFが高い（KP 200）　--- 使用時のロス（損失）が大きくなり、発熱の原因となる。

τpが小さいためと判断

（2）　動特性は詳細に評価できなかったが、td, tgtは長く、dv／dtはKP 200は1000 V／μsと500 V／μsと予想（100 V／μs)以上によかった。

（3）　BLT特性は、KP 200については、VRだけのデータだが、長期的に使用すると必ず劣化すると判断する。(波形判断より)

（4）　KP 200は、Td.測定時 → dv／dt測定 → Tq測定の順でテスト中、Tq測定できず、異状発見耐圧チェックでVDが劣化していた（2個とも)。Td.　dv／dt測定時の加圧はいずれも0.5 tonの設定で行ったが、加圧により劣化したものと考えられる。

（5）　KP 50のNo4432は、Td測定中、条件設定ミスにより大電流が流れたために破損した。

表4．5－1　検査特性表（KP－200）

上海整流器厂 KP200元件电参数测试记录

项目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
正向压降	0.67	0.67	0.77	0.72	0.70	0.67	0.67	0.66	0.78	0.67	0.66	0.61 (0.63)	0.71	0.65	0.71	0.67	0.66	0.67	0.71 (0.70)	0.65	0.75	0.75	0.66	0.65	0.68					
高温反向漏电	1200	1400	1400	1400	1500	1400	1400	1500	1300	1300	1300	1000	1500	1300	1100	1400	1300	1400	1000	1400	1300	1400	1300	1000	1400					
动态反向漏电	1200	1400	1400	1400	1400	1400	1400	1500	1300	1300	1300	1000	1500	1300	1100	1400	1300	1400	1000	1400	1300	1400	1300	1000	1400					
反向击穿	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格					
高温栅极漏电	104	72	122	111	79	88	119	63	142	120	84	110	120	101	100	83	86	92	89	85	130	108	76	72	103					
栅极开通压降	1.9	1.6	1.72	20	1.72	180	185	1.6	218	20	18	1.7	175	182	171	172	1.6	20	189	165	25	17	155	15	1.7					
栅极电流	112	88	90	99	54	60	51	30	90	78	60	52	58	69	86	67	56	60	60	65	76	110	26	54	62					
动态开通电压	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100					
动态特性	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					

项目	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
正向压降	0.64	0.90	0.90	0.90	0.69	0.71 (0.70)	0.72		0.69	0.90 (0.65)	0.71	0.63 (0.64)	0.65 (0.66)	0.66	0.65	0.71	0.71 (0.66)	0.69 (0.64)	0.71	0.66	0.67	0.70	0.70 (0.65)	0.62 (0.64)	0.64					
高温反向漏电	1300	1300	1300	1000	1300	1300	1100	1000	1100	1100	1300	1100	1100	1300	1300	1400	1300	1300	1400	1400	1400	900	1100	1000	1100	1300				
动态反向漏电	1300	1300	1300	1000	1300	1300	1100		1100	1100	1300	1100	1100	1100	1300	1400	1300	1300	1400	1400	1400	900	1100	1000	1100	1300				
反向击穿	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格		合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格				
高温栅极漏电	76	87	91	88	100	110	90		100	98	80	100	88	54	94	60	64	40	49	42	45	60	69	40	47					
栅极开通压降	15	16	1.6	1.8	18	182	19		1.5	1.81	17	161	154	18	18	179	181	16	161	16	17	169	171	15	145					
栅极电流	54	58	54	61	69	70	69		88	46	36	52	26	34	69	32	16	21	9	70	26	35	38	20	24					
动态开通电压	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100		2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100	2100					
动态特性	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		✓						

表4．5－2　検査特性表（KP－200）

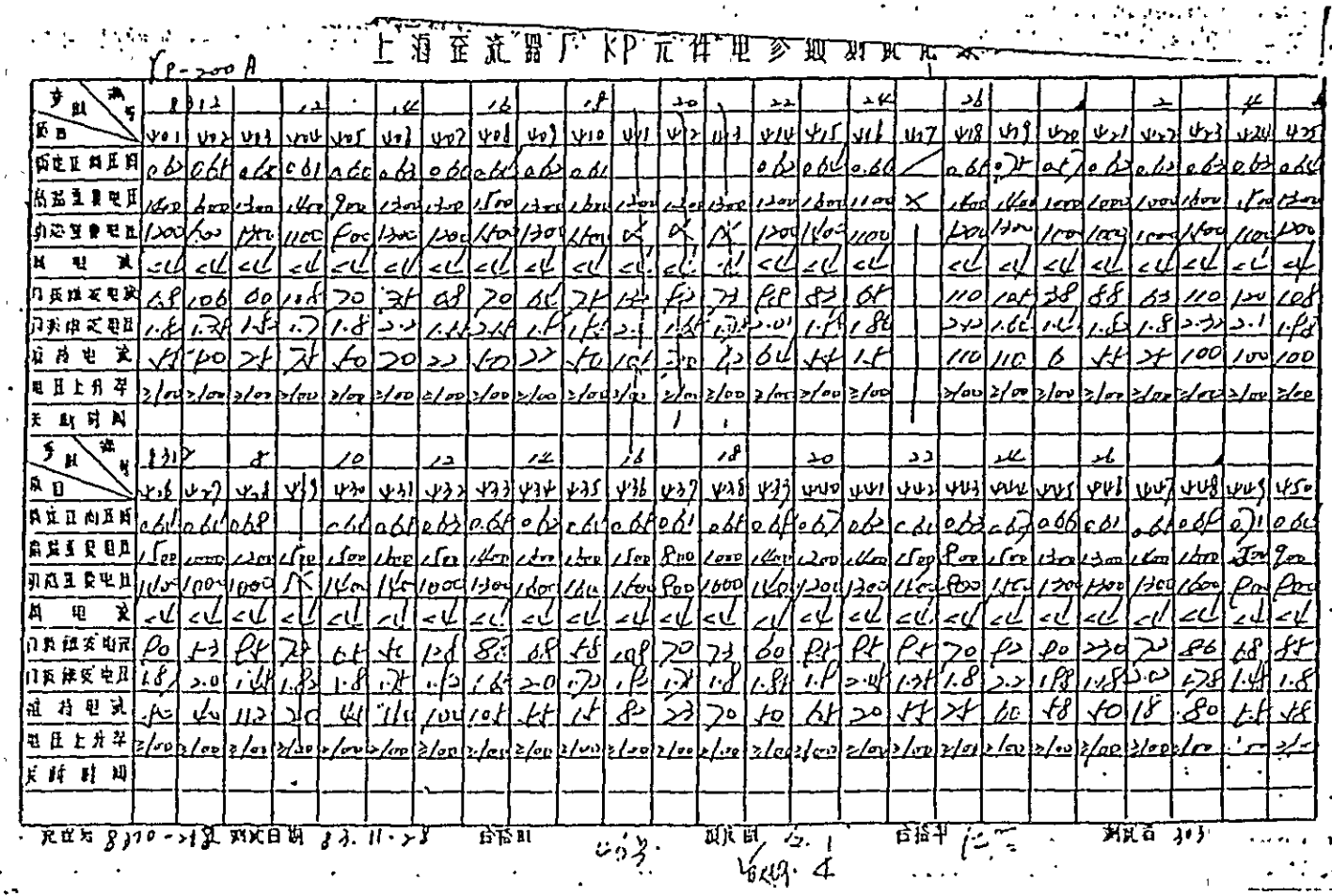
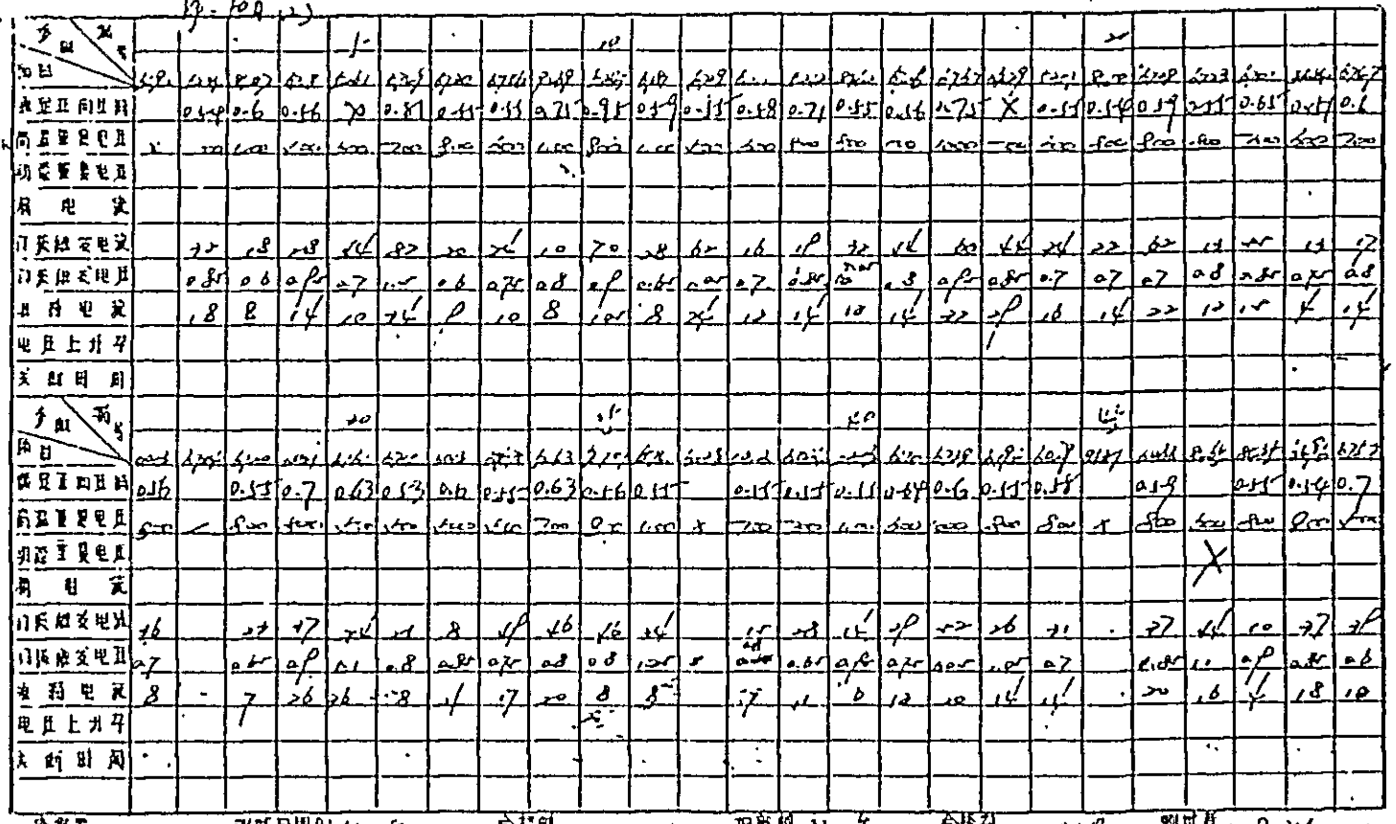


表4．5－3　検査特性表（KP－50)

上海整流器厂 KP元件电参数测试记录



测试日期 11.18　合格品 45　次废品 7　合格率 86%

表4．5－4　検査特性表（KP－50）

KP-50A　上海整流四厂KP元件电参数测试记录

表号：上整院077

序号 / 项目																									
项目	6921	7211	6948	6837	6946	6932	6813	6942	6917	6944	6926	7262	6865	6857	6982	6869	6824	6818	6800	9408	9447	9406	6883	6844	6889
稳定正向压降	0.66	0.69	0.70	0.5	X	0.71	0.64	X	0.68	0.5	0.61	0.57	0.57	0.60	0.76	0.55	0.60	0.56	0.56	0.57		X	0.55	0.56	0.56
高温反复电压	700	800	600	700	600	800	900	600	800	700	700	700	700	700	700	800	800	800	800	800	800	800	700	800	700
四区反复电压	900	800	600	700		800	600		800	600	700	700	600	600	700	800	600	600	800	800	X		600	800	700
断电流	<2	<2	<2	<2		<2	<2		<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2			<2	<2	<2
门极触发电流	24	25	20	11	16	22	12	10	11	18	13	24	21	22	34	21	28	22	26	37	28		11	12	28
门极触发电压	0.9	1.35	1.0	0.8	0.7	0.7	1.25	1.25	0.9	1.6	0.8	0.7	0.65	0.8	1.0	0.75	0.9	0.8	0.7	1.15	0.9	0.85	1.3	0.75	0.85
维持电流	25	11	19	5	17	8	8	8	6	16	7	13	8	17	28	10	17	7	14	25	16	17	6	9	13
电压上升率																									
关断时间																									

序号 / 项目																									
项目	6923	6857	6814	6947	6883	9404	9426	6882	6943	6928	6930	6913	6994	6885	9423	6918	9402	9445	6930	9443	9484	6869	6887	6886	6888
稳定正向压降	0.71	0.75	0.60	0.55	0.71	0.72	0.66	0.59	0.57	0.71	X	0.59	0.68	X	0.61	0.67	0.71	0.61	0.55	X	0.56	X	0.56	0.60	0.57
高温反复电压	900	800	800	600	700	900	800	600	700	700	600	600	600	600	900	800	800	700	700	700	600	600	600	600	800
四区反复电压	1100	700	600	500	600	600	800	600	600	800		500	600		900	800	800	700	700		600		600	600	800
断电流	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2		<2	—		<2	<2	<2	<2	<2		<2		<2	<2	<2
门极触发电流	28	17	14	18	22	24	27	27	10	14	12	10	17	28	11	21	12	24	9	8	15	24	16	11	28
门极触发电压	1.0	1.35	0.75	0.85	0.8	0.8	0.7	1.05	1.4	0.9	1.85	0.82	1.1	2.2	1.4	0.9	0.8	0.85	1.4	1.1	0.6	1.05	1.3	1.02	0.95
维持电流	14	8	6	11	21	25	14	17	11	26	17	15	11	25	10	17	7	15	9	13	8	25	12	9	13
电压上升率																									
关断时间																									

表4．5－5　持帰り製品の特性表

SEMICONDUCTOR LIFE TEST DATA

Subject 上海整流器総廠製 SCR

Type　　Lot No.

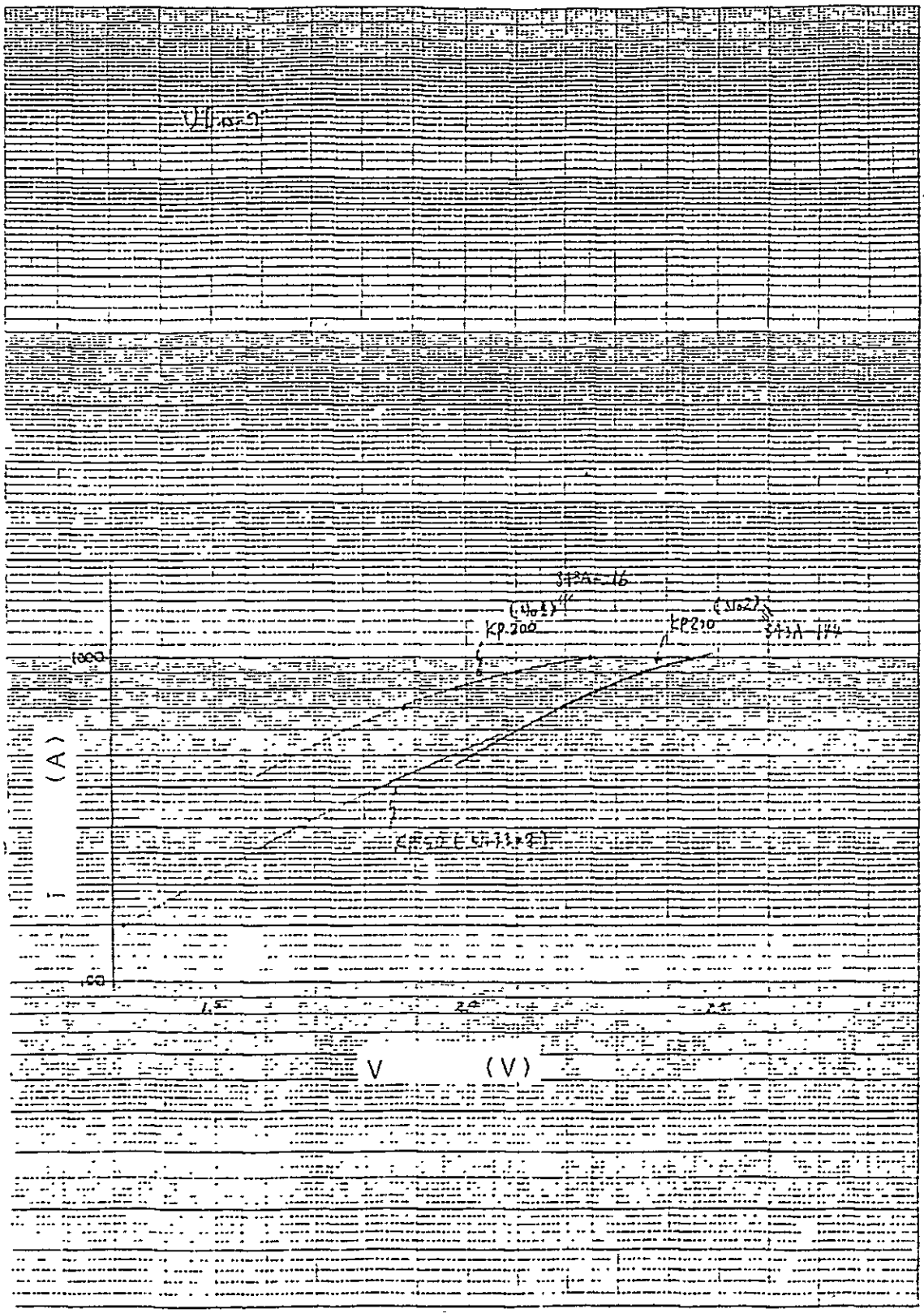
Test Term

～～：上海整流器総廠測定値

No	Item	V_{DRM}	V_{RRM}	I_{DRM}	I_{RRM}	V_{DRM}	V_{RRM}	V_{TM}
	Cond			V_{DRM}	2000V 800V		2000V 1800V	I_F=150A I_F=640A
	Test Set					T_c=115℃		
	Unit							
KP50 1432	1st	2300	2150	0.1	0.1	1.0	2.0	1.31
		1600	1600			0.35	0.49	
KP50 3308		1800	2000	0.1	0.1	0.6	2.0	1.32
		1500	1500			0.25	0.40	
		※；T_c=100℃						
KP200 843A-144 1		2200	2350	0.1	0.1	2.0	1.0	2.10
		2200	2200			1.0	1.0	
KP200 843A-216 2		1950	1800	0.1	0.1	1.0	2.0	1.81
		1900	1900			0.7	0.6	

No	Item	I_{GT}	V_{GT}	I_H	t_d	t_{gt}	t_q	dv/dt
	Cond.	I_G=6 R_L=6Ω			V_G=10V R_G=10Ω V_D=700V			
	Test Set							
	Unit	mA	V	mA	μS	μS	μS	
KP50 No. 4432		18	0.78	0.3	27μS	—	273μS	—
		21	0.90	9.0				
KP50 No 3308		14	0.81	3.1	2.2	7.5μS	250μS	—
		16	0.82	7.0				
					V_D=15V R_L=4.5Ω I_D=1050V			
KP200 843A-144		33	2.10	73	2.8	5.0	不明	1000
							100℃	
KP200 843A-216		55	2.31	90	3.2	4.3	不明	500
							100℃	

グラフ４．５－１　持帰り製品Ｖ－Ｉ特性



KP 200

dv/dt 特性

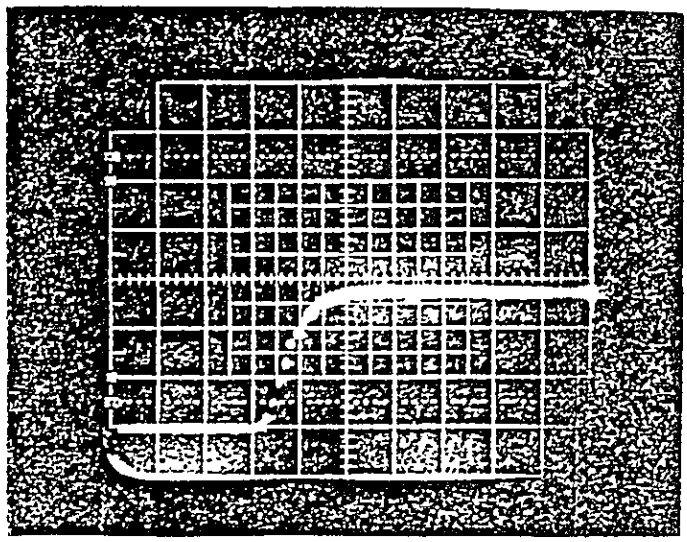
Tc = 125℃

500V

1 μS / Div

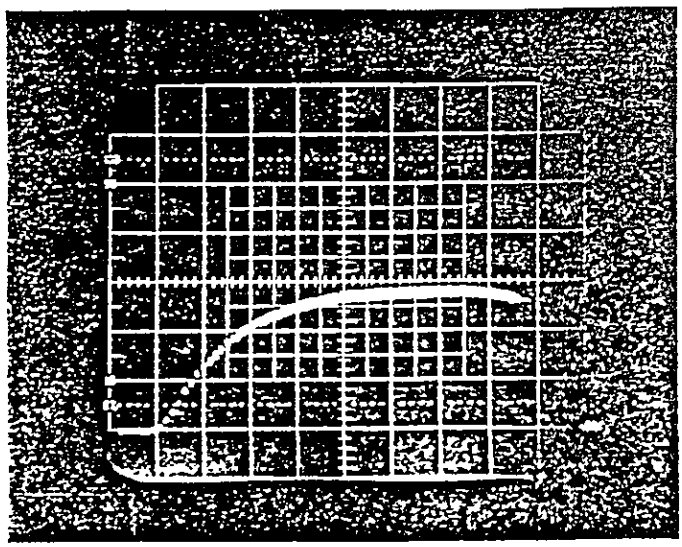
No. 1 843A-216

dv/dt : 1000V / μS



No. 2 843A-144

dv/dt : 500V / μS



↑
つぶれ

写真 4．5－1　dv／dt 特性（KP 200）

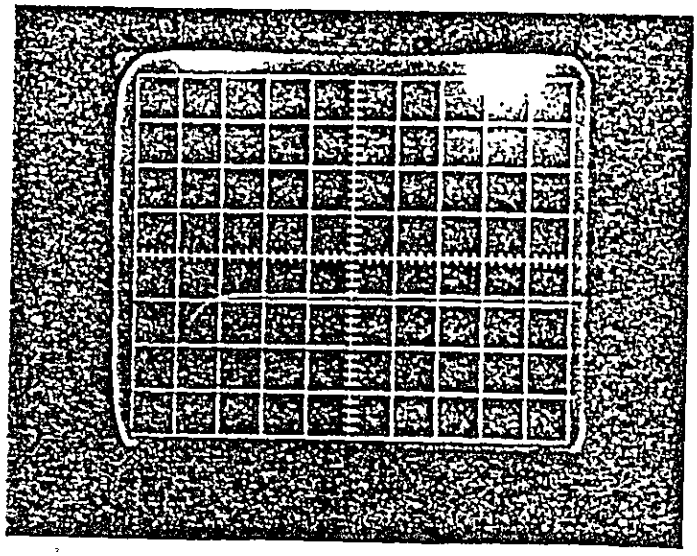
KP 50

Tg, Tgt　di. dt

条件

Gate　　10^{V}　10^{Ω}

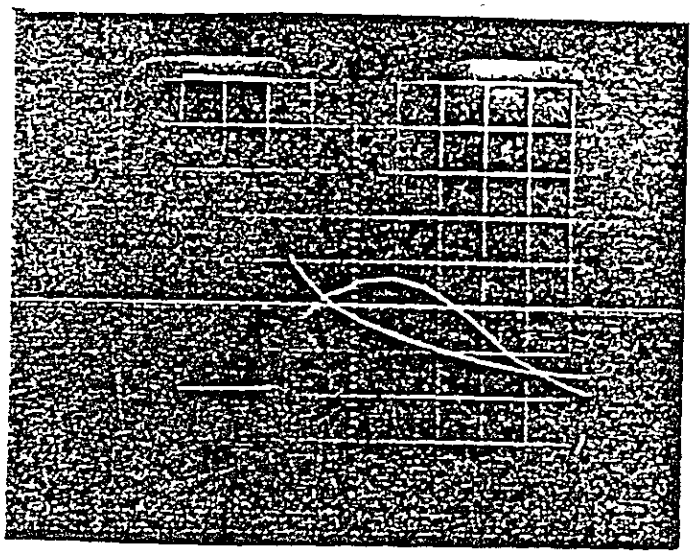
波形　　右図



5^{V}/Div　　$1^{\mu S}$/Div

No. 3308

Tgt = 7. 5μs



100^{V}/Div　　$1^{\mu S}$/Div　　100^{A}/Div

No. 4432

過電流により破壊

100^{V}/Div

100^{A}/Div

$1^{\mu S}$/Div

印加1200^{V}で破壊

↓　　$\frac{di}{dt} \simeq 300$

推定1500A通電？

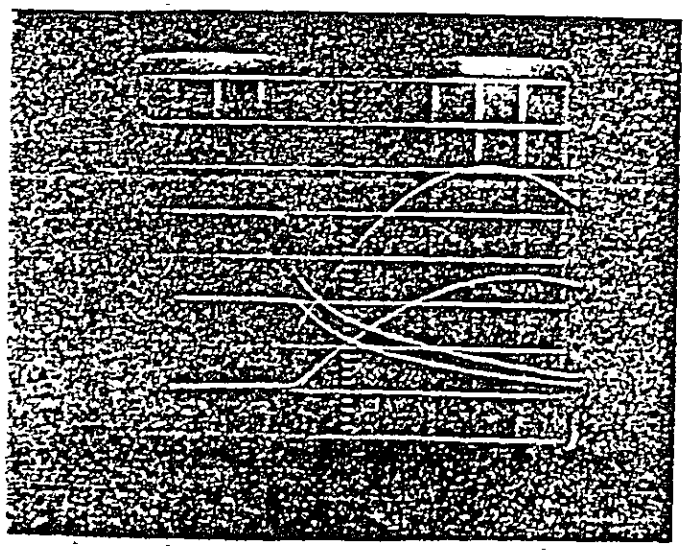


写真4．5－2　Tg，Tgt，di／dt特性（KP 50）