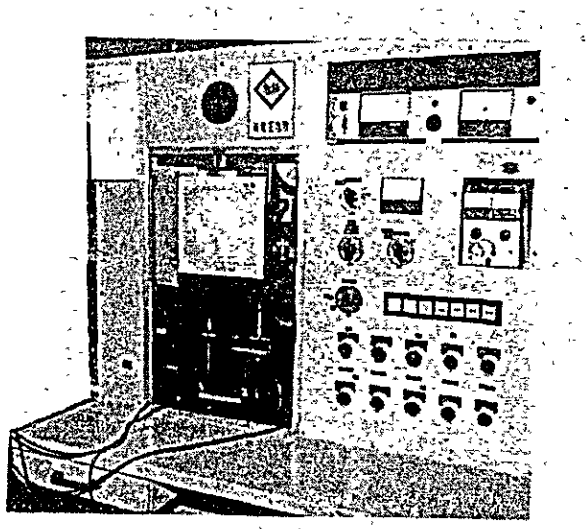
設　備　仕　様

番　号	T－011	設　備　名	ターンオン測定器
使用工程名	電気的特性試験		
使用目的	素子のターンオフ特性を測定する。		

寸　法	高　さ	奥　行	幅	重　量
重　量	1650 mm	1200 mm	2000 mm	1000 Kg

設備能力	
設備仕様	印加電圧　3000V 電　流　1000A 測定温度　～150℃

写真または図面		電力	220V単相＿1＿KW 380V3相＿20＿KW
		動力	純　水＿＿＿L／分 冷却水＿＿＿L／分 窒素ガス＿＿＿㎥／時 酸素ガス＿＿＿㎥／時 水素ガス＿＿＿㎥／時 高圧空気＿＿＿　／時 真　空＿＿＿L／分 酸排気＿＿＿㎥／時 一般排気＿＿＿㎥／時 酸排水＿＿＿L／分 一般排水＿＿＿L／分

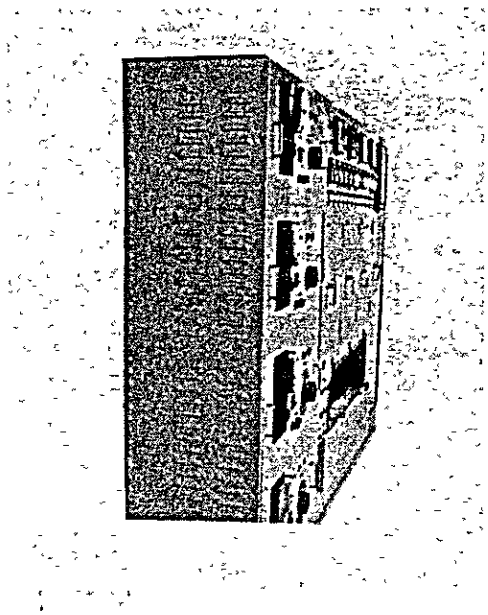
附帯設備治具・工具	
備　考	

設　備　仕　様

番　号	T－014	設　備　名	ブロッキングライフ試験装置（A）
使用工程名	電気的特性試験		
使用目的	平型素子のBLT		

寸　法	高　さ	奥　行	幅	重　量
重　量	1800 mm	800 mm	2600 mm	1000 Kg

設備能力	同時に16～20P　電圧印加
設備仕様	印加電圧　～3000V 温　度　～　150℃

写真または図面	電力	220V単相＿6＿KW 380V3相＿＿＿KW
	動力	純　水＿＿＿L／分 冷却水＿＿＿L／分 窒素ガス＿＿＿㎥／時 酸素ガス＿＿＿㎥／時 水素ガス＿＿＿㎥／時 高圧空気＿＿＿　／時 真　空＿＿＿L／分 酸排気＿＿＿㎥／時 一般排気＿＿＿㎥／時 酸排水＿＿＿L／分 一般排水＿＿＿L／分

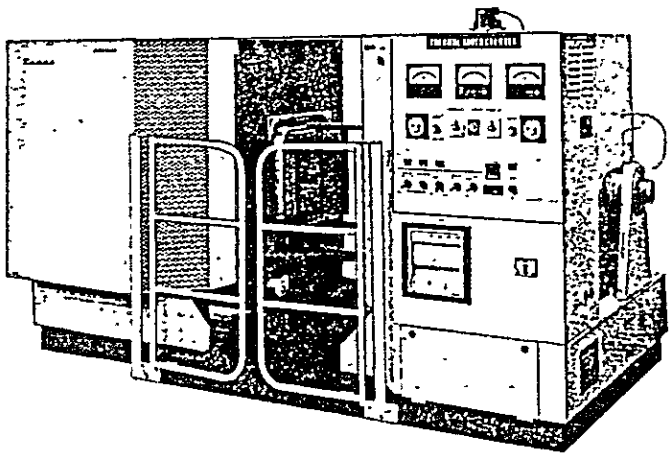
附帯設備 治具・工具	漏れ電流記録計 温度記録計
備　考	

設　備　仕　様

番　号	QC−002	設　備　名	温度サイクル試験機
使用工程名			
使用目的			

寸　法	高　さ	奥　行	幅	重　量
重　量	192 mm	168 mm	333 mm	2000 Kg

設備能力	テストエリア　600mm×600mm×600mm
設備仕様	高温恒温器 低温　〃

写真または図面	電力	220V単相＿＿＿KW 380V3相＿26＿KW
	動力	純　水＿＿＿L／分 冷却水＿30＿L／分 窒素ガス＿＿＿㎥／時 酸素ガス＿＿＿㎥／時 水素ガス＿＿＿㎥／時 高圧空気＿＿＿　／時 真　空＿＿＿L／分 酸排気＿＿＿㎥／時 一般排気＿＿＿㎥／時 酸排水＿＿＿L／分 一般排水＿＿＿L／分

附帯設備 治具・工具	
備　考	

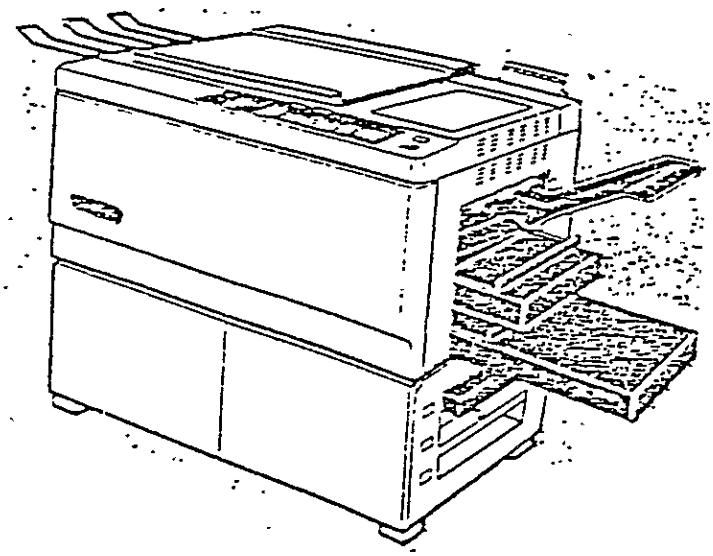
設　備　仕　様

番　号	QC−008	設備名	複　写　機
使用工程名	QC		
使用目的			

寸　法	高　さ	奥　行	幅	重　量
重　量	440 mm	580 mm	860 mm	120 Kg

設備能力	
設備仕様	間接電子写真方式（乾式） 原稿サイズ，最大A3 コピーサイズ　A3，B4，A4，B5，A5 倍率　1：1および1：0．7 連続コピー　100枚

写真または図面



電力	220V単相 1.5 KW 380V3相 ＿＿ KW
動力	純　水＿＿＿L／分 冷却水＿＿＿L／分 窒素ガス＿＿＿㎥／時 酸素ガス＿＿＿㎥／時 水素ガス＿＿＿㎥／時 高圧空気＿＿＿　／時 真　空＿＿＿L／分 酸排気＿＿＿㎥／時 一般排気＿＿＿㎥／時 酸排水＿＿＿L／分 一般排水＿＿＿L／分

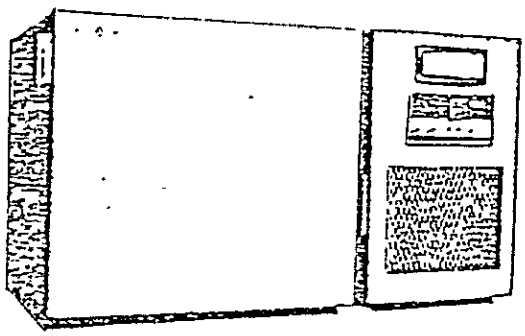
附帯設備治具・工具	
備　考	

設　備　仕　様

番　号	QC−009	設備名	恒　温　槽
使用工程名			
使用目的			

寸　法	高　さ	奥　行	幅	重　量
重　量	670 mm	710 mm	1100 mm	100 Kg

設備能力	
設備仕様	温度範囲　−65〜+180℃

写真または図面	電力	220V単相 3 KW 380V3相 ＿＿ KW
	動力	純　水＿＿＿L／分 冷却水＿＿＿L／分 窒素ガス＿＿＿　／時 酸素ガス＿＿＿㎥／時 水素ガス＿＿＿㎥／時 高圧空気＿＿＿　／時 真　空＿＿＿L／分 酸排気＿＿＿㎥／時 一般排気＿＿＿㎥／時 酸排水＿＿＿L／分 一般排水＿＿＿L／分

附帯設備 治具・工具	
備　考	

・人員計画

近代化ライン稼動時の直接人員試算結果は次の通り

品種	工程名	人員（人／月）	備考
5〜20アンペア	拡散	2	
	ペレット	2	
	組立	9	
	検査	8	
	（小計）	21	
50〜800アンペア	拡散	15	
	ペレット	25	
	組立	26	
	検査	15	
	（小計）	81	
合計		102	

6．5　近代化計画実施上の留意点

（1）　この近代化計画は、中国側から近代化構想の説明をうけ、実状調査で得た資料をもとに中国側と再三にわたる意見交換を行った上でまとめたものであるが、中国側の実状に合わせた修正を必要とする部分もあると考える。

この近代化計画実行の主体は中国側にありこの資料の点検および近代化計画のリファインがまず必要である。

（2）　半導体素子の製造は、構成材料であるシリコン外囲器等の部品の高品質はもちろん、純水，薬品の純度管理や設備管理等、製造条件の管理技術が重要である。中でも、半導体素子を構成する主要素であるペレットの製造については、特に、高精度・高信頼性のある設備，材料の使用が不可欠である。

（3）　歩留が伴う製品の製造には、各工程における品質管理（工程管理）が重要である。いかに早く、工程の異状を把握し、適切な処置をするかは、管理機構，管理手法の内容による。

これらの管理手法の技術修得も近代化の重要な課題である。

（4）　中国側は、近代化の時期を1986年末と希望している。従って、そのための準備期間は実質2年間で、計画実行のためには84年末または85年初めには先進国の技術導入を決定する必要があり、更に双方の努力によりこれを実行することが必要である。

参 考 資 料

6．6　近代化計画後の製品拡大策

6．6．1　モジュール製品

近代化計画ラインで生産されるガラスパシベーションペレットを用い、組立工程を自主開発することでモジュール化が可能である。

(図6．6－1～6．6－3は、モジュール製品の例)

6．6．2　ガラスパッシベーション製品

近代化計画では、5A、10A、20Aタイプの3シリーズであるが、更に30A、50Aタイプの製品は自主開発可能である。

(図6．6－4～6．6－5は、ガラスパッシベーション製品の例)

6．6．3　高耐圧・大電流製品

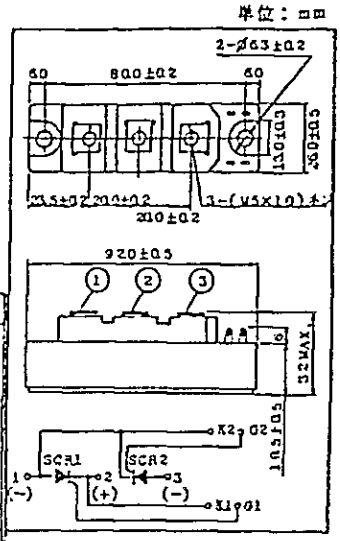
近代化計画では、800A－300V製品が最大であるが、技術動向の一つである大容量化は、ペレット工程以降の治工具新設および検査設備を容量アップすることで、自主開発が可能である。

(図6．6－6～6．6－9は，大容量サイリスタの製品例)

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧および逆電圧：$V_{DRM}=V_{RRM}=400\sim1600V$
- 平均オン電流（SCR 1個当り）：$I_{T(AV)}=30A$
- 臨界オフ電圧上昇率　：$dv/dt \geq 500V/\mu s$
- 絶縁耐圧
  - ：V_{ISOL}　100 ~ 800 V — 2000V AC
  - 1000 ~ 1600 V — 2500V AC
- ガラスパッシベーションになっています。

単位：mm



最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	100 ~ 1600	V
ピーク非繰り返し逆電圧（繰り返しなし<5ms，T_j=0～125℃）	V_{RSM}	150 ~ 1750	V
平均オン電流（単相半波 Tc=84℃）	$I_{T(AV)}$	30	A
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	47	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	600 (50Hz) / 660 (60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	1800	A^2s
臨界オン電流上昇率(注1)	di/dt	100	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	5	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	0.5	W
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	−5	V
ピークゲート順電流	I_{GM}	2	A
接合温度	T_j	−40～125	℃
保存温度	T_{stg}	−40～125	℃
締付トルク（注2） 主端子（M5）	—	20	kg·cm
締付トルク（注2） 取付（M5）	—	30	kg·cm
重量	～	170	g

注1：di/dt
Gate Supply：$t_{gr} \leq 250ns$
$I_G \geq 200mA$
$V_{DRM}=0.5\times$定格電圧

注2：締付トルク
主端子（M5）　16kg·cm
取付（M5）　24kg·cm

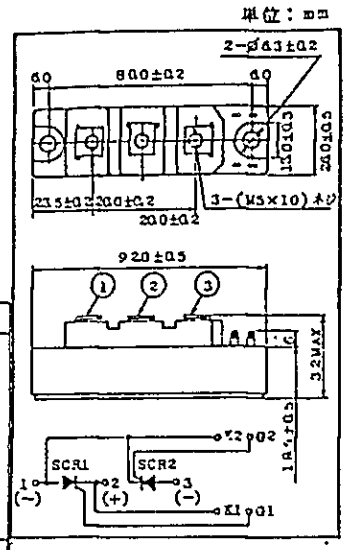
電気的特性（Ta=25℃）

項目	記号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	$V_{DRM}=V_{RRM}$=定格電圧，T_j=125℃		—	6	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM}=100A		—	1.5	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D=6V，R_L=10Ω		—	1.5	V
ゲートトリガ電流	I_{GT}			—	80	mA
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D=0.5×定格電圧，Tc=125℃		0.25	—	V
保持電流	I_H	R_L=100Ω		—	150	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	V_{DRM}=2/3×定格電圧，Tc=125℃ 指数関数上昇波形		500	—	V/μs
熱抵抗（接合－ケース間）	$R_{th(j-c)}$	—		—	0.8	℃/W
絶縁耐圧	V_{ISOL}	AC，t=60sec	100 − 800 V	2000	—	V
			1000 − 1600 V	2500	—	V

図 6.6−1　モジュール製品　30A　1600V　シリコン拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧および逆電圧：$V_{DRM}=V_{RRM}=400\sim1600V$
- 平均オン電流（SCR 1個当り）：$I_{T(AV)}=50$ A
- 臨界オフ電圧上昇率：$dv/dt \geq 500V/\mu s$
- 絶縁耐圧
  - ：V_{ISOL}　100～800 V　— 2000V AC
  - 1000～1600 V　— 2500V AC
- ガラスパッシベーションにたっています。



最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	100 ～ 1600	V
ピーク非繰り返し逆電圧（繰り返しなしで5msec, $T_j=0\sim125℃$）	V_{RSM}	150 ～ 1750	V
平均オン電流（単相半波 Tc＝86℃）	$I_{T(AV)}$	50	A
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	79	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	1000 (50Hz) / 1100 (60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	5000	A^2s
臨界オン電流上昇率（注1）	di/dt	100	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	5	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	0.5	W
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	−5	V
ピークゲート順電流	I_{GM}	2	A
接合温度	T_j	−40～125	℃
保存温度	T_{stg}	−40～125	℃
締付トルク（注2） 主端子（M5）	—	20	kg·cm
締付トルク（注2） 取付（M6）	—	30	kg·cm
重量	—	170	g

注1：di/dt
Gate Supply：$t_{gr}\leq 250ns$
$i_G \geq 200mA$
$V_{DRM}=0.5\times$定格電圧

注2：締付トルク
主端子（M5）16kg·cm
取付（M6）24kg·cm

電気的特性（Ta＝25℃）

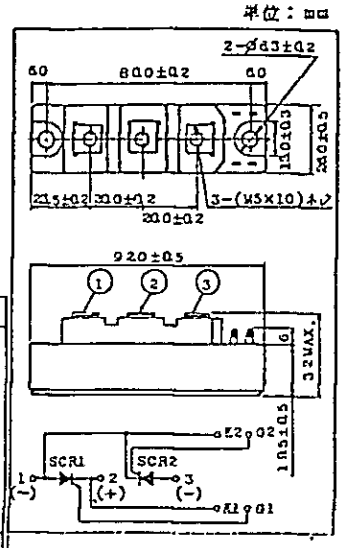
項目	記号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流およびピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	$V_{DRM}=V_{RRM}$=定格電圧，$T_j=125℃$		—	10	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	$I_{TM}=150A$		—	1.5	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	$V_D=6V$，$R_L=10\Omega$		—	2.5	V
ゲートトリガ電流	I_{GT}			—	80	mA
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	$V_D=0.5\times$定格電圧，Tc＝125℃		0.25	—	V
保持電流	I_H	$R_L=100\Omega$		—	150	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	$V_{DRM}=2/3\times$定格電圧，Tc＝125℃ 指数関数上昇波形		500	—	V/μs
熱抵抗（接合－ケース間）	$R_{th(j-c)}$	—		—	0.5	℃/W
絶縁耐圧	V_{ISOL}	AC t＝60sec	100 − 800 V	2000	—	V
			1000 − 1600 V	2500	—	V

図 6.6－2　モジュール製品　50A　1600V　シリコン拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧および逆電圧：$V_{DRM}=V_{RRM}=400\sim1600V$
- 平均オン電流（SCR 1個当り）：$I_{T(AV)}=90$ A
- 臨界オフ電圧上昇率　：$dv/dt\geq500V/\mu s$
- 絶縁耐圧
  - ：V_{ISOL}　100 ~ 800 V　— 2000V AC
  - 1000 ~ 1600 V　— 2500V AC
- ガラスパッシベーションにたっています。

単位：mm



最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	100 ~ 1600	V
ピーク非繰り返し逆電圧 (繰り返しなし<5ms, $T_j=0\sim125℃$)	V_{RSM}	150 ~ 1750	V
平均オン電流 (半波 Tc=81℃)	$I_{T(AV)}$	90	A
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	140	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	1800 (50Hz) / 2000 (60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	16200	A^2s
臨界オン電流上昇率(注1)	di/dt	100	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	5	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	0.5	W
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	−5	V
ピークゲート順電流	I_{GM}	2	A
接合温度	T_j	−40~125	℃
保存温度	T_{stg}	−40~125	℃
締付トルク(注2) 主端子(M5)	—	20	kg·cm
締付トルク(注2) 取付(M6)	—	30	kg·cm
重量	—	170	g

注1：di/dt
Gate Supply；$t_{gr}\leq250$ ns
$i_G\geq200$ mA
$V_{DRM}=0.5\times$定格電圧

注2：締付トルク
主端子(M5) 16kg·cm
取付(M6) 24kg·cm

電気的特性 (Ta=25℃)

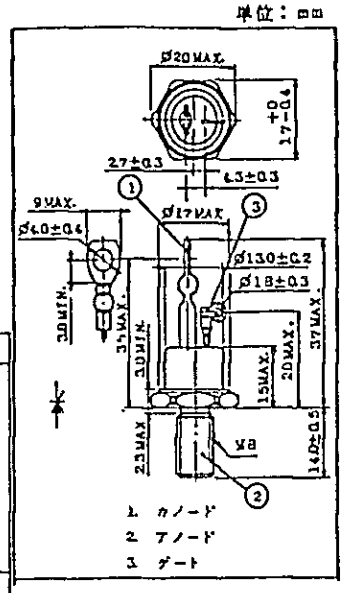
項目	記号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	$V_{DRM}=V_{RRM}$=定格電圧, $T_j=125℃$		—	15	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	$I_{TM}=280A$		—	1.5	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	$V_D=6V$, $R_L=10\Omega$		—	1.5	V
ゲートトリガ電流	I_{GT}			—	80	mA
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	$V_D=0.5\times$定格電圧, Tc=125℃		0.25	—	V
保持電流	I_H	$R_L=100\Omega$		—	200	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	$V_{DRM}=2/3\times$定格電圧, Tc=125℃ 指数関数上昇波形		500	—	V/μs
熱抵抗（接合−ケース間）	$R_{th(j-c)}$	—		—	0.3	℃/W
絶縁耐圧	V_{ISOL}	AC, t=60sec	100 − 800 V	2000	—	V
			1000 − 1600 V	2500	—	V

図66−3　モジュール製品　90A 1600V シリコン拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧 : V_{DRM} | 100～1200V
  ピーク繰り返し逆電圧 : V_{RRM}
- 平均オン電流 : $I_{T(AV)}$ = 30A
- 実効オン電流 : $I_{T(RMS)}$ = 47A

単位：mm



最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	100 ～ 1200	V
ピーク非繰り返し逆電圧 (繰り返しなしで30ms, T_j=0～125℃)	V_{RSM}	150 ～ 1350	V
平均オン電流(単相半波 Tc=76℃)	$I_{T(AV)}$	30	A
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	47	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	600(50Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	1800	A^2s
ピークゲート損失	P_{GM}	5	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	0.5	W
ピークゲート順電圧	V_{FGM}	10	V
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	-5	V
ピークゲート順電流	I_{FGM}	2	A
接合温度	T_j	-40～125	℃
保存温度	T_{stg}	-40～125	℃
締付トルク	—	50	kg-cm
重量	—	20	g

電気的特性 (Ta = 25℃)

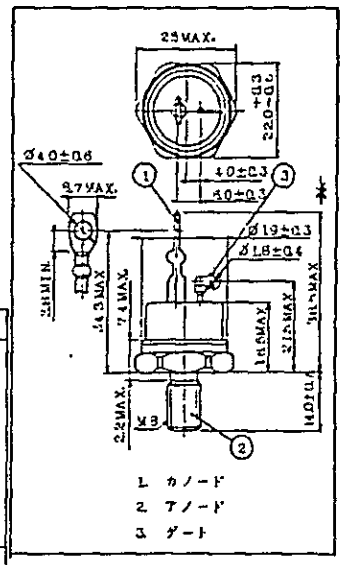
項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
ピークオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	V_{DRM} = V_{RRM} = 定格電圧 T_j = 125℃	—	—	8	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM} = 100A	—	—	1.9	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D = 6V, R_L = 6Ω	—	—	3	V
ゲートトリガ電流	I_{GT}		—	—	100	mA
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D = 定格電圧 × 1/2, Tc = 125℃	0.15	—	—	V
保持電流	I_H	R_L = 100Ω	—	—	150	mA
熱抵抗(接合～ケース間)	$R_{th(j-c)}$	DC	—	—	0.7	℃/W

図 6.6－4　ガラスパッシベーション製品 30A 100～1200V シリコン拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧：V_{DRM} ｝＝100 ～ 1600 V
  ピーク繰り返し逆電圧　：V_{RRM}
- 平均オン電流　：$I_{T(AV)}$＝50 A
- 実効オン電流　：$I_{T(RMS)}$＝78.5 A
- 臨界オン電流上昇率　：di/dt＝100 A/μs
- 臨界オフ電圧上昇率　：dv/dt＝200 V/μs

単位：mm



最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	100 ～ 1600	V
ピーク非繰り返し逆電圧 （繰り返しなし<5ms, T_j＝0～125℃）	V_{RSM}	150 ～ 1750	V
平均オン電流（単相半波 Tc＝81℃）	$I_{T(AV)}$	50	A
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	78.5	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	1000(50Hz)	A
電流2乗時間積	I^2s	5000	A^2s
臨界オン電流上昇率(注)	di/dt	100	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	5	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	0.5	W
ピークゲート順電圧	V_{FGM}	10	V
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	−5	V
ピークゲート順電流	I_{GM}	2	A
接合温度	T_j	−40～125	℃
保存温度	T_{stg}	−40～125	℃
締付けトルク	−	50	kgcm
重量	−	35	g

注：di/dt 試験条件
V_D＝定格電圧×1/2
Tc＝120℃
ゲート条件
（V_G＝10V, R_G＝20Ω, t_r≦1μs）

電気的特性（Ta＝25℃）

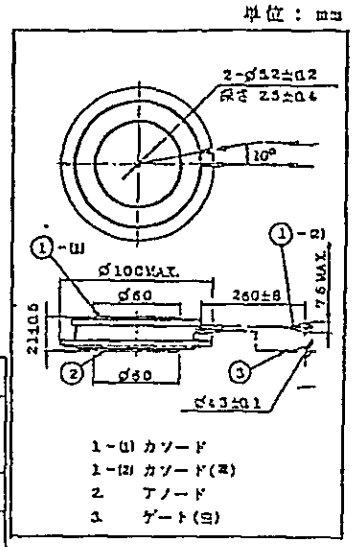
項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	V_{DRM}＝V_{RRM}＝定格電圧, T_j＝125℃	−	−	10	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM}＝150 A	−	−	1.7	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D＝6V, R_L＝6Ω	−	−	3	V
ゲートトリガ電流	I_{GT}		−	−	100	mA
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D＝定格電圧×1/2, Tc＝125℃	0.15	−	−	V
ゲート非トリガ電流	I_{GD}		2	−	−	mA
遅れ時間	t_d	V_D＝定格電圧×1/2, ゲート条件 V_G＝10V, R_G＝20Ω, t_r≦1μs）	−	−	4	μs
ターンオフ時間	t_{gt}		−	−	6	μs
ターンオフ時間	t_q	V_D＝定格電圧×1/2, I_{TM}＝100 A V_R≧50V, dv/dt＝20V/μs, Tc＝120℃	−	150	−	μs
保持電流	I_H	R_L＝100Ω	−	−	120	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	V_{DRM}＝定格電圧×2/3, Tc＝125℃ 指数関数上昇波形	200	−	−	V/μs
熱抵抗（接合－ケース間）	$R_{th(j-c)}$	DC	−	−	0.4	℃/W

図 6.6－5　ガラスパッシベーション製品　50A　100～1600V　シリコン拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧： V_{DRM}=4000V
- ピーク繰り返し逆電圧 ： V_{RRM}=4000V
- 平均オン電流 ： $I_{T(AV)}$=1000A (T_f=79℃)

単位：mm



重量：630g

最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	4000	V
ピーク非繰り返し逆電圧 (<5ms)	V_{RSM}	4400	V
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	1570	A
平均オン電流 (単相半波, T_c=79℃)	$I_{T(AV)}$	1000	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	20000 (50Hz) / 22000 (60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	200×10^4	A^2s
臨界オン電流上昇率(注)	di/dt	200	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	30	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	4	W
ピークゲート順電流	I_{GM}	6	A
ピークゲート順電圧	V_{FGM}	20	V
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	-5	V
接合温度	T_j	-40～125	℃
保存温度	T_{stg}	-40～125	℃
圧着力	—	3000±300	kg

(注)：V_D=1/2定格電圧, Tc=120℃, ゲート電流(V_G=15V, R_G=8Ω, t_r≦1μs)

電気的特性

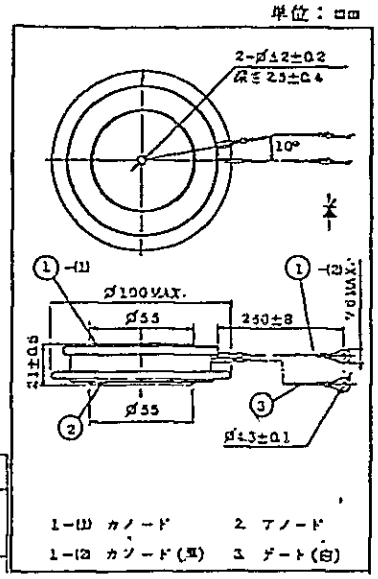
項目	記号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	V_{DRM}=V_{RRM}=定格電圧 T_j=125℃		—	50	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM}=3200A, Tc=25℃		—	2.3	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D=6V, R_L=3Ω	Tc=-40℃	—	4.5	V
			Tc=25℃	—	3.5	
ゲートトリガ電流	I_{GT}		Tc=-40℃	—	300	mA
			Tc=25℃	—	300	
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D=1/2定格電圧, Tc=125℃		0.2	—	V
ゲート非トリガ電流	I_{GD}			3	—	mA
遅れ時間	t_d	V_D=1/2定格電圧, Tc=25℃ ゲート電流(V_G=15V, R_G=8Ω, t_r≦1μs)		—	5	μs
ターンオン時間	t_{gt}			—	10	μs
ターンオフ時間	t_q	I_T=1000A, V_R≧200V, dv/dt=25V/μs Tc=125℃, V_{DRM}=1/2定格電圧		—	400	μs
保持電流	I_H	Tc=25℃, R_L=6Ω		—	300	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	V_D=2/3定格電圧, T_j=125℃ ゲート開放, 指数関数上昇波形		1000	—	V/μs
熱抵抗(接合－フィン間)	$R_{th(j-f)}$	DC		—	0.015	℃/W

図 6.6－6　高耐圧・大電流製品　1000A　4000V　シリコン全拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧：V_{DRM} } ≒ 2500V
  ピーク繰り返し逆電圧　：V_{RRM}
- 平均オン電流　：$I_{T(AV)}$ ≒ 1500A
- ターンオフ時間　：t_q ≒ 400μs（最大）
- 臨界オン電流上昇率　：di/dt ≒ 200A/μs
- 臨界オフ電圧上昇率　：dv/dt ≒ 500V/μs
- 重　量　：630g
- 両面冷却形

単位：mm



最大定格

項　目	記　号	定　格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧およびピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	2500	V
ピーク非繰り返し逆電圧（繰り返しなしくさび，T_j=0～125℃）	V_{RSM}	2750	V
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	2355	A
平均オン電流	$I_{T(AV)}$	1500	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	30000(50Hz) 33000(60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	3125×10^3	A^2s
臨界オン電流上昇率（注）	di/dt	200	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	30	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	4	W
ピークゲート順電流	I_{GM}	6	A
ピークゲート順電圧	V_{FGM}	20	V
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	5	V
接合温度	T_j	−40～125	℃
保存温度	T_{stg}	−40～125	℃
圧縮力	−	2000±200	kg

（注）V_D=1/2定格電圧，Tc=120℃，ゲート電源（V_G=15V，R_G=9Ω，t_r≦1μs）

電気的特性

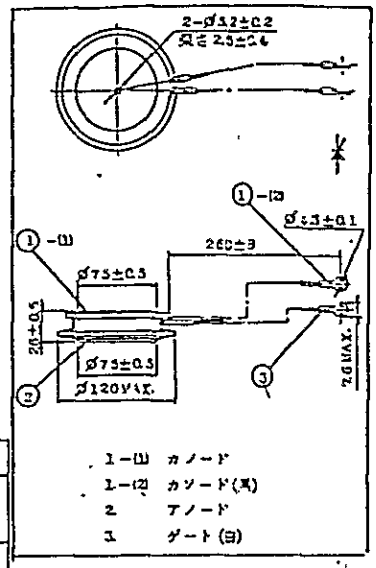
項　目	記　号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流およびピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	V_{DRM}=V_{RRM}=定格電圧 T_j=125℃		−	120	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM}=2500A，Tc=25℃		−	1.75	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D=6V，R_L=6Ω	Tc=−40℃	−	4.5	V
			Tc=25℃	−	3.5	
ゲートトリガ電流	I_{GT}		Tc=−40℃	−	600	mA
			Tc=25℃	−	450	
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D=1/2定格電圧，Tc=125℃		0.2	−	V
ゲート非トリガ電流	I_{GD}			5	−	mA
遅れ時間	td	V_D=0.5定格電圧，Tc=25℃ ゲート電源（V_G=15V，R_G=6Ω，t_r≦1μs）		−	5	μs
ターンオン時間	t_{gt}			−	10	μs
ターンオフ時間	t_q	I_T=1200A，V_R≧200V，dv/dt=25V/μs Tc=115℃，V_{DRM}=1/2定格電圧		−	400	μs
保持電流	I_H	Tc=25℃，R_L=6Ω		−	300	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	V_{DRM}=2/3定格電圧，T_j=125℃ ゲート開放，指数関数上昇波形		500	−	V/μs
熱抵抗（接合−フィン間）	$R_{th(j-f)}$	DC		−	0.035	℃/W

図6.6−7　高耐圧・大電流製品　1500A　2500V　シリコン全拡散接合型

○ 電力制御用

- ピーク繰り返しオフ電圧：V_{DRM} } = 4000V
- ピーク繰り返し逆電圧　：V_{RRM}
- 平均オン電流　：$I_{T(AV)}$ = 1500A
- ターンオフ時間　：t_q = 400 μs（最大）
- 臨界オン電流上昇率　：di/dt = 250A/μs
- 臨界オフ電圧上昇率　：dv/dt = 1500V/μs
- 重　量　：1350g
- 両面冷却形

単位：mm



最大定格

項　目	記　号	定　格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	4000	V
ピーク非繰り返し逆電圧 (繰り返しなし≦5ms, T_j=0～125℃)	V_{RSM}	4400	V
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	2355	A
平均オン電流	$I_{T(AV)}$	1500	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	30000(50Hz) / 33000(60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	4500×10³	A²s
臨界オン電流上昇率(注)	di/dt	250	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	30	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	4	W
ピークゲート順電流	I_{GM}	6	A
ピークゲート順電圧	V_{FGM}	30	V
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	5	V
接合温度	T_j	−40～125	℃
保存温度	T_{stg}	−40～125	℃
取付力	−	4000	kg

注：V_D=1/2定格電圧，Tc=120℃，ゲート電流（V_G=15V，R_G=8Ω，t_r≦1μs）

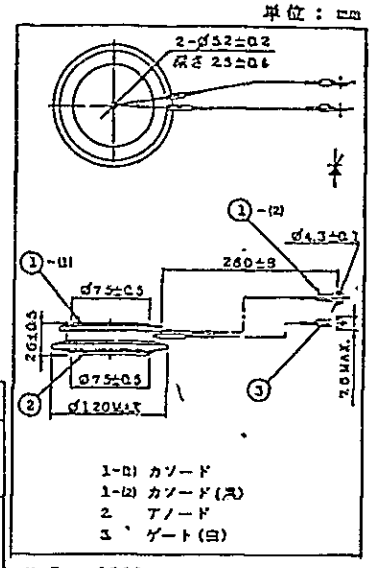
電気的特性

項　目	記　号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	V_{DRM}=V_{RRM}=定格電圧 T_j=125℃		−	120	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM}=3000A，Tc=25℃		−	2.4	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D=12V，R_L=6Ω	Tc=−40℃	−	4.5	V
			Tc=25℃	−	3.5	
ゲートトリガ電流	I_{GT}		Tc=−40℃	−	600	mA
			Tc=25℃	−	400	
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D=1/2定格電圧，Tc=125℃		0.2	−	V
ゲート非トリガ電流	I_{GD}			5	−	mA
遅れ時間	td	V_D=0.5定格電圧，Tc=25℃		−	3	μs
ターンオン時間	t_{gt}	ゲート電流（V_G=15V，R_G=8Ω，t_r≦1μs）		−	10	μs
ターンオフ時間	t_q	I_T=1200A，V_R≧200V，dv/dt=25V/μs Tc=115℃，V_{DRM}=1/2定格電圧		−	400	μs
保持電流	I_H	Tc=25℃，R_L=6Ω		−	300	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	V_{DRM}=1/2定格電圧，T_j=125℃ ゲート開放，指数関数上昇波形		1500	−	V/μs
熱抵抗（接合−フィン間）	$R_{th(j-f)}$	DC		−	0.02	℃/W

図 6.6－8　高耐圧・大電流製品　1500A　4000V　シリコン全拡散接合型

○ 電力制御形

- ピーク繰り返しオフ電圧：V_{DRM} } ＝2500V
- ピーク繰り返し逆電圧　：V_{RRM}
- 平均オン電流　：$I_{T(AV)}$＝2500A
- ターンオフ時間　：t_q＝400μs（最大）
- 臨界オン電流上昇率　：di/dt＝250A/μs
- 臨界オフ電圧上昇率　：dv/dt＝1500V/μs
- 両面冷却形



質量：1350g

最大定格

項目	記号	定格	単位
ピーク繰り返しオフ電圧 および ピーク繰り返し逆電圧	V_{DRM} V_{RRM}	2500	V
ピーク非繰り返し逆電圧 (繰り返しパルス幅5ms, T_j＝0～125℃)	V_{RSM}	2750	V
実効オン電流	$I_{T(RMS)}$	3925	A
平均オン電流	$I_{T(AV)}$	2500	A
ピーク1サイクルサージオン電流	I_{TSM}	45000(50Hz) 50000(60Hz)	A
電流2乗時間積	I^2t	1×10^7	A^2s
臨界オン電流上昇率(注)	di/dt	250	A/μs
ピークゲート損失	P_{GM}	30	W
平均ゲート損失	$P_{G(AV)}$	4	W
ピークゲート順電流	I_{GM}	6	A
ピークゲート順電圧	I_{FGM}	30	V
ピークゲート逆電圧	V_{RGM}	5	V
接合温度	T_j	-40～125	℃
保存温度	T_{stg}	-40～125	℃
圧接力	—	4000	kg

(注)：V_D＝1/2定格電圧，Tc＝120℃，ゲート電源(V_G＝15V，R_G＝8Ω，t_r≦1μs)

電気的特性

項目	記号	測定条件		最小	最大	単位
ピーク繰り返しオフ電流 および ピーク繰り返し逆電流	I_{DRM} I_{RRM}	V_{DRM}＝V_{RRM}＝定格電圧 T_j＝125℃		—	120	mA
ピークオン電圧	V_{TM}	I_{TM}＝8000A，Tc＝25℃		—	1.82	V
ゲートトリガ電圧	V_{GT}	V_D＝12V，R_L＝6Ω	Tc＝-40℃	—	4.0	V
			Tc＝25℃	—	2.5	
ゲートトリガ電流	I_{GT}		Tc＝-40℃	—	400	mA
			Tc＝25℃	—	250	
ゲート非トリガ電圧	V_{GD}	V_D＝1/2定格電圧，Tc＝125℃		0.2	—	V
ゲート非トリガ電流	I_{GD}			5	—	mA
遅れ時間	t_d	V_D＝0.5定格電圧，Tc＝25℃ ゲート電源(V_G＝15V，R_G＝8Ω，t_r≦1μs)		—	5	μs
ターンオン時間	t_{gt}			—	10	μs
ターンオフ時間	t_q	I_T＝1200A，V_R≧200V，dv/dt＝25V/μs Tc＝115℃，V_{DRM}＝1/2定格電圧		—	400	μs
保持電流	I_H	Tc＝25℃，R_L＝6Ω		—	300	mA
臨界オフ電圧上昇率	dv/dt	V_{DRM}＝1/2定格電圧，T_j＝125℃ ゲート開放，指数関数上昇波形		1500	—	V/μs
熱抵抗(接合－フィン間)	$R_{th(j-f)}$	DC		—	0.015	℃/W

図6.6－9　高耐圧・大電流製品　2500A　2500V　シリコン全拡散接合型

第7章　添付資料

第7章 添 付 資 料

7．1 品質管理の考え方

7．1．1 品質管理の考え方

（1） 品質管理の心構え

力あわせて、よい品を、安く、早く、多くの人に

品質管理とは、よい品を、安く、早く作り、多くの人によろこんで使ってもらうために、会社の各部門の人たち、すなわち研究、技術、製造、検査、倉庫、販売、サービスおよびその他の管理部門の人達がそれぞれ自分の知識、経験、技能を働かせて、与えられた職務を遂行し、かつ強調していく活動である。

そのためには、関係者みんなの意見をお互いに出し合って話し合い、良いと考えられることを着実に実施することが大切である。そして、実施した結果は、よく確認し、常に改善をはかり、それをまた実施に移すというようにしなければならない。

これらの活動は、日常行っていることであり、従って品質管理は特にむずかしいことを行うことではなく、目新しいことでもない。

（2） 仕 事 の 心 構 え

ものを作る場合、「悪いものができたらとり除く」よりも「悪いものを作らない」ほうがよいのは当然である。

そのためには、つぎのような仕事に対する心構えが必要である。

① 作業標準を守る

○みんなで決めたことは確実に実行する。

○作業標準に不備な点があったら改善提案をする。

○標準ができていない場合は、作ることに協力する。

② 問題点をさがす

○作業のやり方を常に反省し改善に心掛ける。

○常に問題意識をもち、みんなで問題点をさがす。

③ 異状を見落さない

○異状があったら、指示を受け事故を未然に防止するよう心掛ける。

○異状があったとわかったら、同じ異状が再び起こらないように対策をする。

④　正確な報告をする

○つごうの悪いこともかくさず報告する。

○正しいデータをとる。

⑤　品質に責任をもつ

○自分で作ったものの品質に対して責任と自信をもつ。

○次の工程をユーザと考え、不具合があったらまず自分のところを調べてみる。

以上は、仕事に対する心構えの一例だが、要ははじめから正しい作業をするZD（Zero Defects）の心構えが必要である。ZD運動が各職場で活発に推進されれば、結果として不良やロスが少なくなり、しかも安く、早く、楽にユーザに満足を与える品質のものを作ることができる。

従って、ZD運動も品質管理も、目的とするところは同じである。

（3）　品　質　と　は

消費者の要求する品質または評価する品質を「市場の品質」という。ユーザの要求する市場の品質を知り、次にどのような品質のものを作るべきかを考えて設計に入る。この設計で作り込まれるねらった品質を「設計の品質」といい、設計の品質をねらって製造した結果でき上がった製品の品質を「製造の品質」という。これらの関係は、次のようになる。

- 市場の品質
  - 設計の品質
    - メーカがねらって作り込むねらいの品質
    - カタログに書くことができる
  - 製造の品質
    - 製品を作る段階で与えられるできばえの品質
    - カタログに書けない

ねらいの品質も、できばえの品質も、よくなければユーザを満足させることはできない。

（4）　品　質　保　証

市場に出荷された製品は、ユーザが使いたいと思ったとき、いつでもその製品が期待どおり働いてくれるかどうかが問題になる。

このため、出荷する製品は、必ずユーザに「その製品のハタラキを約束する」つまり「品質を保証する」ことが必要になる。これが品質保証の考え方である。

品質保証は、工場を出るときの品質だけでなく、ユーザに渡ってからの品質まで重要視することである。製品がユーザの手に渡るまでには、いろいろな部門の人の手を経るが、品質保証は検査をキビシクするだけではできない。信頼できる設計、信頼できる製造と、さらにその他の各部門の協力があってはじめてできるのである。

（５）　信　　頼　　性

信頼性というのは、「信頼できる人」とか「信頼できる物」というように、日常私たちが使っていることばと同じことで、「信頼できる人（物）」というのは私たちの期待どおりの役割を果たしてくれる人（物）をいう。

これと同じように、製品に信頼性があるということは、「使用者が使いたいと思ったときに満足にその機能を果たすこと」もっと簡単にいえば「いつも安心して使える」ということで、、かなり確実であるとか、非常に信用できるという表現でなく、信頼できる度合いを数量的に表示したのが信頼度と呼ばれるものである。

宇宙ロケットや電子計算機などの例でもわかるように、最近は機器に対して非常に正確な動作が要求されるようになったことと、いろいろな機器の構造や動作が複雑化してきたことなどもあって、信頼性に対する関心が非常に強くなってきています。今後も科学技術の発達につれて、ますますその必要性が増してくるだろう。

このため、信頼性についてもっと認識し、設計、製造および使用の段階で製品に信頼性を折り込むようにしなければならない。これは、とりもなおさず品質の保証に結びつくからである。

７．１．２　グループ活動について

（１）　グループ活動はなぜ必要か

ZD運動とか、QCサークル活動は、製品の信頼性を高めるために「仕事をする人が誤りや仕損じをしないように心がけ、もし誤りなどが起った場合は、その原因をつかみ、処置をとって再び同じ失敗をしないようにする」活動で、そうすることにより、仕事の質を向上させ、原価を低減させたり、納期を確保するとともに、仕事の結果に対して自信と誇りをもつように仕向ける活動である。

これらの活動は、個人で活動するよりも、グループ活動で問題の解決に立ち向かった方がはるかに効果が上がる。自分の仕事は自分自身が一番よく知っているのであり、その仕事に創意と工夫を折り込んで効果を高めるために共通する仕事をもっている人々が集まってグループを作り「三人寄れば文珠の知恵」を実行しようというわけである。

グループは、グループ員たちの気持がひとつになって、常に新しい気持で自分たちの日常作業をみつめながら前進する集団であることが大切である。グループ員が、グループ長を中心としてみんな同じ立場で自由に話し合い、自分たちのやり方を決めていくわけで、参加した人の意見は尊重し、良いと思ったことは実行する。従って、お互いの勉強にもなり、改善もどしどし行われるわけである。

この関係は、表７・１ーのようになる。これにより、上からただ命令されるだけの関係でないことがよくわかる。お互いが平等に関係する話し合いが基本である。

（２）　よいリーダーになるには

グループ長はグループのまとめ役であり、そしてリーダーである。グループ活動は、グループ全員が何かの役目を受け持つようにした方がよいわけで、リーダーはそれをまとめ、困難にぶつかったときにはグループを盛り立てるようなふん囲気を作ったり上司に相談にいくことなどが大切な役目である。

グループ長はどんなことを考えながらグループをリードし、仕事を進めたらよいか、それを列記すると次のとおりである。

① 常に目的、方針を立てて進み、中途で（理由もなく）変えない。

② グループ全員の努力とそれぞれ持っている技術、知識、技能、時には関係部門の援助により目標の達成に全力をあげる。

③ 会社の方針や上司からの指示事項をよく理解し、グループ全員に十分徹底させる。

④ グループ員の参加意識を盛んにし、どんなささいな事柄でも改善提案や意見を出させるよう努める。

⑤ 自己啓発に心掛け、その能力を存分に発揮する。

⑥ 上司にもグループ員にも自由にものがいえる相互信頼の環境を作る。

これらは、どれも大切なことで全部を満足することは困難なことかも知れないが、少しでも理想の姿に近づくよう絶えず努力し続けることが立派なグループ長への道である。

（３）　グループ活動の進め方

今まで述べたことから、グループ活動の具体的な内容をまとめると次のようになる。

① グループの目標は上司の方針と自分たちの仕事内容に照らして重要と思われるものを自主的に決める。

② グループ全員のチームワークにより、目標の達成に努める。

③ 目標の達成は心がけだけでなく、必ず原因と結果の関係を明らかにして対策をとり、後戻りしないように標準化すること。この際QCの手法を活用する。

④ グループ員の自主性を尊重するとともに、一人一人の参加意識を高めるために各々に役割をもたせ、また話し合いの場をもち相互信頼のふん囲気を作る。

表7．1－1　標準的なグループ活動の進め方の一例

	すすめ方	参考
1	グループの編成 (1) グループの名称 (2) 所属の係，組，班 (3) グループ長の選任 (4) グループ人数	○上司と相談 ○グループは勤務別，職種別などグループ活動のしやすい単位で編成する
2	目標，実施計画をきめる (1) 目標項目と取り上げた理由 (2) 目標値，実績のとり方 (3) スケジュールと分担 (4) 効果の予想	○目標は自主的に決める（パレート分析の結果を活用する） ○現在の不良率をいつまでに何%にするなど，質，量，原価いずれでもよい
3	検討，改善活動の実施 (1) 改善意見を出し合う（話し合い，提案，提案メモの提出） (2) QC手法の活用 a) 問題点を見つける（パレート図など） b) 問題点に対する要因を見つける（特性要因図など） c) 要因でどれが大きく影響しているか調べる（層別，パレート図） d) 対策を考える e) 実施する f) 結果を調べる g) 標準化する（歯止めをする）	○QC手法 パレート図　P31 参照 特性要因図　P33 〃 層別　P34 〃 管理図　P23 〃 ヒストグラム　P17 〃 ○グループ活動の進捗状況が最初に決めたスケジュールと合っているかチェックする ○作業標準や QCS がなければ作る。あるならすぐ改訂する
4	グループ活動のまとめ (1) グループ活動の成果を把握する (2) 表彰を申請する（グループ活動をさらに盛り上げる動機づけとする） (3) 報告にまとめる（できれば社外の発表会等で発表する）	○報告にまとめる内容 (i) 取り上げた理由 (ii) 工程の概要 (iii) 現状の把握 (iv) 工程の解析，対策 (v) 結果と効果 (vi) 標準化 (vii) 今後の計画
5	再びグループ活動の計画をする	

7．1．3　品質管理の５つの原則

品質管理を進めるには、日常仕事にたずさわる誰もが自分の仕事について、次の５つのことをいつも考え、見直すことが大切である。

品質管理の５つの原則

① どんな品質のものを作ればよいか

② どうやって、その品質を作ればよいか

③ 今どんな品質のものができているか　どうやって知るか

④ 今できているものの品質が、いつもと同じか、どうやって判断するか

⑤ 異状があったとわかったら、どうしたらよいか

① どんな品質のものを作ればよいか

○規格の中心値と分布の中心値を合わせる。

○規格の幅より分布の幅を小さくする。

○不良率の小さいものを作る。

② どうやって、その品質を作ればよいか

○標準を守る。

○標準を作ることに協力し、また絶えず改善に努める。

③ 今どんな品質のものができているか、どうやって知るか

○正しく、早くはかる。

○記録を残す。

④ 今できているものの品質が、いつもと同じか、どうやって判断するか

○今までの記録と比較する。

○現物を調べてよく確認する。

○早く判断をつけ、判断の結果はすぐ上長に連絡する。

⑤ 異状があったとわかったら、どうしたらよいか

○とりあえず応急の処置をする。

○対策を相談し、対策の実施は自分たちでやる。

○対策の結果を確かめる。

7．1．4 標　準　化

（1） 事 例 研 究

－ 卵のゆで方 －

① 馬井さん一家は、奥さんと年ごろの娘さん2人と末っ子の太郎君の5人家族です。娘さんたちは、よく家事の手伝いをします。

今日は、太郎君がハイキングにいってきたので、馬井家の夕食は大へんにぎやかです。ところが太郎君が、卵のことで不平をいうのです。「今日、お姉さんのゆでた卵は、からがよくむけなかった。それにひびが入っていて形がくずれている上に黄身が固まっていなかった」というのです。これを聞いた馬井さんも、半熟卵を頼んだときに堅すぎたことを思い出しました。

② いつもはお母さんがやるのですが、今日はお母さんが外出するので、娘さんたちが手伝ったのです。お母さんは出掛ける時「煮たってから、かたゆで7分，半熟3分，ゆで上がったらすぐ水に入れること」といい伝えて出掛けました。

③ さて、娘さんたちがゆで卵にとりかかって見ると、そう簡単にはいかないことに気づきました。お鍋は大小あり、アルマイト製のうす底から鋳物のあつ底まであって、どれが適当なものかわかりません。火を多く出しすぎてやけどしそうになったり、お鍋の水が多すぎて、お湯があふれそうになったりしました。

ゆでている時、卵同士がぶつかりあってひび割れしました。ゆで上がりの卵を冷す水は、小さなボールに入れたので、すぐあたたまり効果がなかったようです。

④ 日曜日の朝食のあと、娘さんはお母さんと卵のゆで方について相談することにしました。そしてお母さんに卵のゆで方を実際にやってもらい、今まで気づかないこと、まずかったことなどを話し合いました。

⑤ お鍋はアルマイト製のものでよい（片手もちのうでのあるものが便利）。卵が十分かくれる程度に水を入れる（水が多すぎると煮こぼれるので注意、お鍋に6分目くらいがよい）。火はなべ底全面にかかる程度にする。急ぐ時はお湯を使うと仕事がはかどる。そのほかは前にお母さんのいったとおり。しかし、ゆでている間卵同士がぶつかりあって、カラにひびが入ったり、黄味が片寄ったりするので、お箸などでかき回す。時間になったとき、卵をすくい上げ水に入れる。この場合、水は流し放しにした。

皆さんは、これの作業標準を作ってください。

（２）　標準化の心構え

心　構　え

①　標準ができていなければ、まず作る。……相談，協議，検討をする。

②　標準があるときは必ずこれを守る。……必ず実行する。

③　初めから完全をねらわず、改善していく。……合理化、新しい技術などを採用する。

④　標準は勝手に変更してはならない。……公開する。

作業標準の作り方

①　作業標準を作成する時は、多くの人に参加してもらう。

②　使用する設備、装置、治工具および使用する材料または部品の名称と員数も記録しておく。

③　作業に要する時間、標準作業時間等、わかっているものは記入しておく。

④　作業要領要点を簡単に書く（例・成否，安全，やりやすさ）

⑤　必ず守れて実行できる内容であること、また見やすいこと。

⑥　作業上の指示および注意事項（例・起こりやすい事故，予防方法など）

⑦　使用設備、装置、治工具などの保守についても書く。

⑧　異状発生時の処置を明らかにする（起こりやすい異状とその原因，処置のとり方、報告先など）

⑨　関連規格（EI等）と食い違いのないこと。また、関連規格も記入しておく。

⑩　わかりにくい点は、図面や写真などを併用して説明する。

作業標準のフォロー

①　定期的に見直しをする。（見直しをした時は、日付を訂正して再発行してもらう）

②　変更した個所は※印を付けておく。
　　追加した個所は、※※印を付し、いつ、誰が、どこを訂正したかを明確にする。

③　設備、治工具、環境等がかわった時は、忘れずに見直す。

④　規格（EI）の変更があった時は、必ず作業標準を訂正し、食い違いのないようにする。

⑤　技術指示などにより試作を行っている時は、必ずその作業標準に従っていないということを、品質係へ連絡し、ロットを別にする。

⑥　改善，合理化を行った時、その提案内容を必ず作業標準に反映させる。

標準化の効果

①　方針が明確になる。

②　方法が合理化される。

③ 責任がはっきりする。

④ 誰でも同じように判断できる。

⑤ 後始末より、改善、合理化に力を入れられる。

⑥ 技術がうずもれない。

7．1．5 不良の原因と予防

不良品が発生すれば損失となることはよくわかっているが、歩留が悪いとどのくらいの材料が必要かを示したのが表7・1－2である。この表でわかるように、不良による損失は単に材料だけでなく、検査費用、人件費、動力費さらに組立て作業の場合は他の部品も一緒に不良にしてしまうことがあり、ムダになる。

このため、あらゆる作業において不良の発生を最小限におさえるとともに、不良が発生しないよう未然に予防する必要がある。これは、品質管理の5原則の第2「どうやってその品質のものを作れば良いか」を考えることであり、手法としてパレート図，特性要因図等が使われる。

表7．1－2 100個の良品を作る場合の歩留と必要材料数

歩　留	必要材料数
100%	100 個
90	111
80	125
70	143
60	167
50	200
40	250

（1） 不良の原因

生産品は、3％とか7％という不良が出てくる。これは、バラツキがあるためで、不良をなくすということはバラツキを小さくすることにほかならない。不良について調べてみると意外なところに原因がひそんでおり、部門別に分類してみると次のようなものがある。

① 不良の部門別分類

a) 市場不良　使用中の品質状況、市場の要望などのフィードバックの不足

→（営業部門）

b) 設 計 不 良　設計の間違い、図面の書き違いなど→（技術部門）

c) 製 造 不 良　→（製造部門）

d) 保 管 不 良　保管中の変質、混合など→（倉庫部門）

e) その他不良　生産手続、試験方法など→（その他の部門）

よい品は、すべての部門の人々の協力によって作られるもので、全員が品質意識をもち、不良発生の予防に努めることが大切である。これをみんなでやるQCという意味でTQC（トータル・コーリティ・コントロール）という。

② 上記の不良原因のうち、さらに製造に起因するバラツキの原因を大別すると次の6つに分けられる。

a) 人（Man）…… 作業標準の熟知，実行，訓練。適正配置。

b) 材料（Material）…… 質，量，取扱いに間違いはないか。

c) 機械（Machine）…… 始業時および日常の点検，整備，改善。

d) 作業方法（Method）…… 作業標準の確立，改善，安全の確保。

e) 測定法（Measure）…… 精度，等級，取扱法，定期点検はよいか。

f) 環境（Environment）…… 室温，湿度，塵埃，騒音など。

（2） 不 良 の 防 止

不良を防ぐためには、上にあげた条件をもっとも良い状態に調節することが必要であり、具体的には次のことがらに注意しなければならない。

a) 教育，訓練が正しく行われているか。

d) 健康状態は十分か。

c) 人員の配置は適材適所であるか。

d) 規定の材質、形状の部品を使っているか。

e) 設備、治工具の管理は十分か。

f) 定められた作業方法をとっているか。さらによい方法はないか。

g) 正しい計測器を正しい測定方法で使っているか。

h) 検査結果、測定結果が有効に使われているか。

i) 作業に適した環境であるか。整理整頓はよいか。

不良が発生した場合は、責任の押しつけ合いをしたり、不良のあと始末だけに走らず、不良の原因をよく調べて再び不良を繰り返さないよう標準の改定、機械の整備、訓練など、必要な手を打たなければならない。

できるだけ前の工程で確実に管理が行われれば、不良がなくなり、品質がよくそろい、材料や労力のムダがなくなるる。このため、原価も安くなり、納期に遅れることもなくなる。

(3) 工程の管理

工程の管理とは、材料，機械，環境，作業方法，測定法，人などの管理であり、今まで考えてきた5つの原則を個々の作業についてあてはめ実施することである。

この項目（管理点）は数多くあるが、いろいろな手法を適切に使って正しい判断を行い、急所は抜けのないように絶えず管理することか必要である。

QCS（Quality Control Standard：品質管理標準）

「どんな品質のものを作ればよいか」を考える場合、工程の急所を管理する、すなわち品質体系を整えることが重要である。この品質体系を標準にしたものをQCSと呼んでいる。QCSとは、工程における管理および検査の方式を工程図とともに併記し、その全容を一覧したものであり、管理項目、担当者、サンプリング、検査器具、記録様式、アクション先などを定めたものである。このようにして、工程の急所を絶えず洩れなく管理することが大切であり、日常の管理に管理図やQCSなどを適切に使い、工程を安定させることが必要である。

表7．1－3　工程図示記号の説明

区分	記号	内容	区分	記号	内容
基本	○	加工	応用		全数選別項目
	○	運搬			抜取検査項目
	□	検査			製品を抜取チェックする項目（工程に対するアクション）
	▽	貯蔵			装置作業目体をチェックする項目
	～	所管別区分			
	═	工程図示の区切			

表7．1－4　QCS－事例研究

工　　程	チェック No.	管理項目	担当者	サンプリング	検査器具	記録様式	アクション先	摘　要 関連EI，，EG
マウント			作業員					
マウント検査	1	外　観 構　造	作業員		視感ルーペ		班　長	EG3003-1-1
ゲッタ アッセンブリ								
ゲッタ溶接			作業員				班　長	EIR8-1-1
バルブ								
バルブ ベーキング			作業員				部	EG3-1-1
バルブ挿入			作業員				班　長	EG3-1-2
封止，排気	2	真空度	組　長			排　気 成績表	組　長	EG3-1-3
歪検査	3	ステム歪 バルブ歪	組　長	5/ロット	歪検査器		組　長	EG3003-1-2
歪検査	4	"B"テスト	組　長	16/時間	デフレクション コーン	Pチャート	組　長	EG3003-2-1
エージング			作業員				班　長	EG3-2-1
特性検査	5	Ib,Ic₁	検査員		gm試験器	仕上ラベル	班　長*	EIR3-1-1
外観検査	6	外観寸法	検査員		視感ゲージ	仕上ラベル		EIR6-4-1
特性検査	12	RS,gm	検査員		gm，RS 試験器	検査表	品質係	EG54-21-1
外観検査	13	外観寸法	検査員		視感ゲージ	検査表	品質係	EG54-21-2

記載事項

工　　程　工程名，工程図を記入する。

チェック No.　チェックする項目に対し，一連 No. をつける。

管理項目　管理する項目を記入する。

担当者　係名または作業者，検査員，班長など具体的に記入する。

サンプリング　頻度，個数など例えば5個／時間

検査器具　主な測定器具

記録様式　様式 No.，または E—R チャートなどの名称

アクション先　担当者の連絡アクション先

関連 EI, EW　関連する標準類の No. および摘要

7．1．6　日常の管理に使われる統計的手法とその活用

（1）　統計的な考え方

品質管理の第一歩は、まず事実を確かめることから始まる。そして、事実をデータによって確かめ、それを正しく判断してアクションに結びつけることが大切である。しかし、個々の事実だけで全体を判断したり、処置をとったりすることはできない。

ある条件の下で安定に生産した製品でも、その品質がある範囲内でバラツキをもっているのは避けられない。このため、私たちがサンプルをとったり、測定したりしてデータを得るのは、そのデータに基づいてサンプルがとられた母集団がどのようなものであるかの情報をつかみ、それによって母集団に対して処置をとろうと考えているからである。ある母集団からランダムにとられたサンプルが、どのような性質をもつかを知ることができれば、逆にサンプルから得られたデータに基づいて、そのサンプルのとられた母集団がどのようなものであるかを推察できるはずである。

①品質は避けられないバラツキをもっている。②個々の品質だけでなく、集団としての品質を問題にして品質を管理する。ということが統計的に品質を考える場合に必要で、判断をくだし、処置をとろうとしている対象はサンプルやデータ自身でなく、その母集団であることを常に認識すべきである。その際、正しい判断をするための一つの方法として、統計的なデータの処理の方法が役に立つのである。

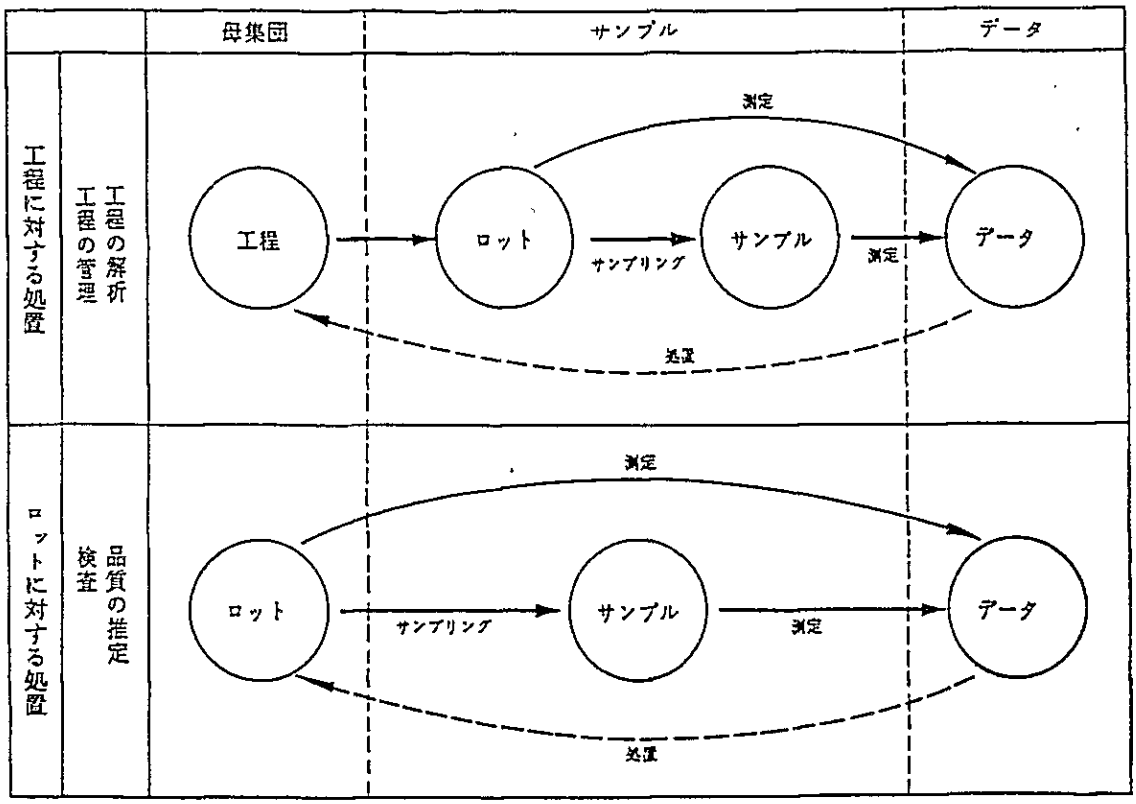


図7．1－1　母集団とサンプルとデータの関係

（2）　数字の扱い方

データを統計的に扱う上で、必要な基礎的なことがらについて考えてみよう。

データの分析は、中心の位置とバラツキの大小の程度がわかればいろいろな比較をすることができる。

中心の位置をあらわすもの（中心値）としては、

平均値……$\bar{x}$

中央値（メジアン）……$\tilde{x}$

バラツキの程度をあらわすものとしては

範　　囲……R

標準偏差……σ

がよく使われる。

ここで（7，2，9，4，3）という数値のグループについて考えてみよう。

平 均 値，普通，算術平均が用いられる。

$$\bar{x} = \frac{7+2+9+4+3}{5} = 5.0$$

中 央 値;数値を小さい順（または大きい順）に並べたとき、ちょうど中央にあたる値（データが偶数個の場合は中央の2個の値の平均値）

$\tilde{x}=4$　（2，3，④，7，9，）

範　　囲;グループの最大値と最小値の差であらわし、レンジともいう。

$R=9-2=7$

標準偏差;グループの個々の値が、平均値からどれだけ離れているかによってバラツキの大きさを決める。

σの計算方法については7．1．6（4）⑥を参照してください。

（3）　数値の丸め方

丸め方の種類

切捨て、切上げ法、四捨五入法、JISの丸め方などがあるが、品質管理関係ではおもにJISの丸め方を採用している。

計算値の扱い

(1)　計算値は測定値のケタより2ケタ下まで求めておく。

(2)　計算した結果を測定値の読み数字より1ケタ下の数字に丸める。

(3)　計算途中でなく、結果について適用する。

（例）　マイクロメータで部品3個の厚さを計ったところ、4.72 *mm*, 4.87 *mm*, 5.18 *mm* であった。

この平均値を求めると

$$\bar{x}=\frac{4.72+4.87+5.18}{3}=\frac{14.77}{3}=4.9233$$

平均値　4.923 *mm*

JISの丸め方

小数点以下2ケタ目に丸める場合の例

(1)　小数点以下3ケタ目の数字が5未満であれば2ケタ目の数字をそのまま残す。

2.344→2.34

(2)　小数点以下3ケタ目の数字が5をこえれば2ケタ目の数字を1だけ増す。

2.967→2.97

(3)　小数点以下3ケタ目の数字が正しく5の場合または切捨て、切上げによって5になっていることがわからない場合には

(a) 小数点以下2ケタ目の数字が0．2．4．6．8ならば2ケタ目の数字をそのまま残す。

0.625→0.62

(b) 小数点以下2ケタ目の数字が1．3．5．7．9ならば2ケタ目の数字を1だけ増す。

0.955→0.96

(4) 小数点以下3ケタ目の数字が切捨て、切上げたものかがわかっている場合は(1)(2)の方法による。

1.855（1.8552を切捨てたものとする）→1.86

0.545（0.5447を切上げたものとする）→0.54

（4） ヒストグラム

① ヒストグラムの書き方　演習（1）

表

表7．1－5

52	49	52	48	51	52	50	48	50	51
49	50	50	51	48	50	46	53	48	49
50	54	55	51	51	53	50	50	47	45
49	47	51	50	52	49	47	49	51	52
51	50	49	49	52	48	51	53	48	49

組みわけ表

表7．1－6

組	チ　エ　ッ　ク	度　数
45		
46		
47		
48		
49		
50		
51		
52		
53		
54		
55		

ヒストグラム

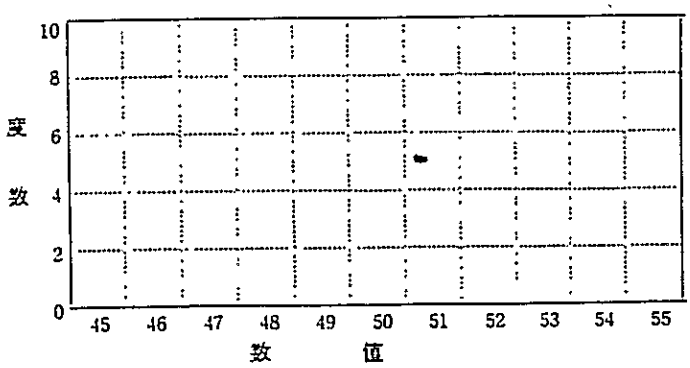


図7．1－2　ヒストグラム

② ヒストグラムの書き方

データをヒストグラムにまとめると分布の姿、工程の状況、製品の状況を一目でつかむことができる。データを解析する際には、ヒストグラムを書いてみることが必要になる。

ヒストグラムの書き方の手順

(a) セルの数を決める

セル（組）の数は6～20の間にすることが望ましい。データが250個以下であればセルの数は10位にすればよい。

(b) セルの間隔

データの中、最大値と最小値を求め（ただしこの際とびはなれた異常なデータは除く）、最大値と最小値の差をセルの数で割り、その値に近い測定の単位の整数倍（できれば奇数倍）の都合のよい値を求める。

例　最大値＝1,320,　最小値＝800

$$\frac{1,320-800}{10}=52$$

測定の単位は10，したがって50ときめる

(c) セルの境界

セルの境界値は測定の単位より1ケタ下の単位で5とする。

（例　775～825　825～875……）

(d) 表の作成

以上のようにセルわけをして表7．1－8に示すようにまとめる。

セルの番号、セルの境界値を上に小さい値を記入し、下に向かって順に大きい値を記入する。

セルの値を代表するセルの中央値は境界値の平均をとる。

（例　775～825の中央値は　$\frac{775+825}{2}=800$）

(e) 度数を求める

データがどのセルに入るかをチェックして度数を求める。

(f) 横軸に中央値あるいは境界値をとり、縦軸に度数をとりヒストグラム（柱状図）を画く。

(g) 平均値や標準偏差を計算することもできるが、そのためにはそれぞれ必要な欄を設ける必要がある。

③　ヒストグラムの書き方　演習（２）

表７．１－７

1,270	1,130	1,140	920	1,150	990	1,130	1,030	1,050	1,090
1,200	1,010	1,060	1,320	1,060	990	1,080	1,090	1,010	1,040
1,120	1,130	1,140	1,010	1,030	1,170	1,250	920	1,020	1,120
980	980	1,090	1,090	1,000	800	1,040	1,050	1,070	1,020
1,240	1,040	1,010	1,040	1,180	1,110	1,060	1,090	1,170	1,100
1,100	1,160	1,110	1,010	1,100	1,100	1,190	1,040	1,120	960
1,150	1,140	1,140	1,270	1,200	1,070	1,170	1,230	1,130	930
910	1,140	1,090	980	1,000	1,100	970	1,100	1,050	1,150
1,080	1,210	940	1,120	1,220	1,000	1,100	1,080	1,150	1,310
1,140	1,120	940	1,050	980	1,010	970	1,160	1,050	1,150

表７．１－８

セルの番号	セ　　ル	セルの中央値	テ　ェ　ッ　ク	度　　数
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

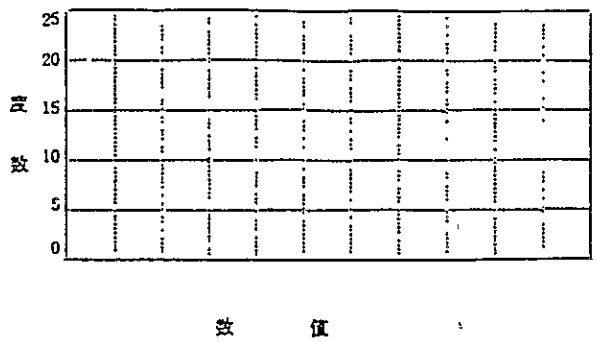


図７．１－３

④　ヒストグラムの見方

規格とのてらし合わせ

規格を満足する場合（図７．１－４）

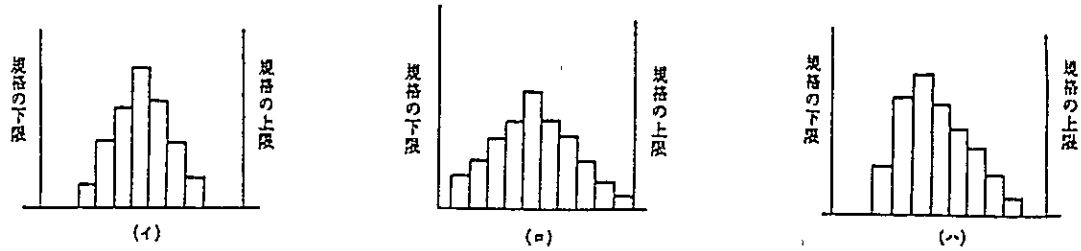


図７．１－４

規格を満足しない場合（図７．１－５）

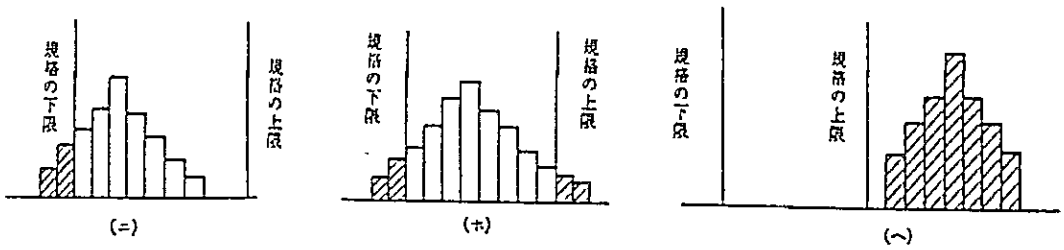


図７．１－５

(a) 規格の上限と下限の中に十分なゆとりをもっておさまっている場合、工程は規格に対して満足な状態にある。（イ）（ハ）

(b) （ロ）は規格を満足しているが、ゆとりがないから注意しなければならない。

(c) 規格の上限や下限からはみだしておれば規格に対して不満足な状態にある。

（ホ）はバラツキを小さくする処置が必要である。

（ニ）と（ヘ）は平均値を規格の中心に近づけるような処置が必要である。

また（ニ）の場合は、バラツキを小さくしてもよい。

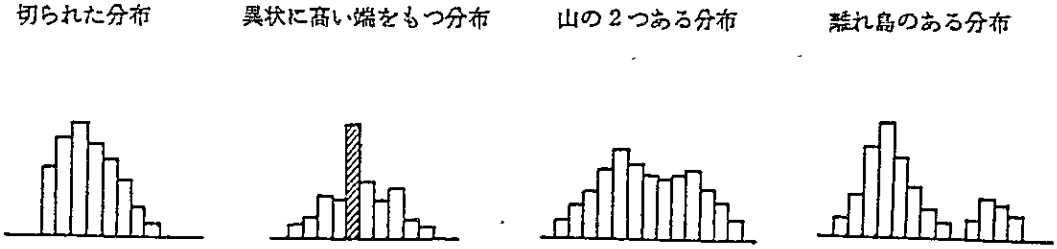


図７．１－６　いろいろの分布

⑤ 正 規 分 布

正 規 分 布;正規分布とは図7．1－7に示すように、左右対称で、なだらかな吊りがね型の分布で、ある値を狙って作ると多くのものはこのようなある値を中心とした形になる。

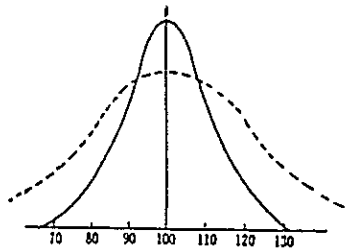


図7．1－7

標 準 偏 差;正規分布では、標準偏差σ（シグマ）は次のような意味を持っている。

(a) σは分布のバラツキの大きさをあらわしている。σの値が大きくなると図……のようになり、σが小さいほど最大、最小の幅がせまくなる。すなわちバラツキが小さくなる。

(b) 平均の両側にσの値をとると。($\bar{x}=100$, $\sigma=10$とすると)

$\bar{x}\pm 1\sigma$……90から110の間に総面積の約68%

$\bar{x}\pm 2\sigma$……80から120の間に総面積の約95%

$\bar{x}\pm 3\sigma$……70から130の間に総面積の約99.7%

をそれぞれ含むことになる。

このような正規分布の性質は管理図などに利用される。

⑥ x, σの計算法

ヒストグラムの数量化

度数分布だけでは概略の姿をつかむだけであるので、数量的裏付が必要な場合は平均値と標準偏差を次の計算表から求める。

$\bar{x}$の間隔　$h=50$

仮の平均　$a=1100$

fの計　$N=100$

fuの平均　$\frac{\text{fuの和}}{N}=-0.33$

$$x = a \times h \frac{fu\text{の和}}{N} = 1100 + 50\ (-0.33)\ = 1083.5$$

$$\sigma = h\sqrt{\frac{(fu^2\text{の和})\ -\ (fu\text{の和})^2/N}{N-1}}$$

$$= 50\sqrt{\frac{345 -\ (-33)^2/100}{99}} = 50\sqrt{3.38} = 91.9$$

表7．1－9　計　算　の　表

No.	x	(度数) f	(仮平均よりの順 u	f・u	f・u²	u＋u²	f(u＋u²)
1	800	1	−6	−6	36	30	30
2	850	0	−5	0	0	20	0
3	900	3	−4	−12	48	12	36
4	950	6	−3	−18	54	6	36
5	1,000	17	−2	−34	68	2	34
6	1,050	18	−1	−18	18	0	0
7	1,100	22	0	(−88)	(224)	↔	(136)
8	1,150	20	1	20	20	2	40
9	1,200	6	2	12	24	6	36
10	1,250	5	3	15	45	12	60
11	1,300	2	4	8	32	20	40
	計	100		(55)	(121)	↔	(176)
			計	−33	345	↔	312

(5)　管　理　図

①　管理図の概要

管理図とは

統計的に意味のある管理の限界を示す一対の線をひき、これに必要なデータを点として打って行く一種のグラフである。普通のグラフと違う点は、中心線とその両側に限界線がひいてあることである。打った点が限界の内側にあるか、外側にあるかなどによって、製造工程がよく管理された状態にあるかどうかを容易に判断することができる。

種類と用途

管理図は、機械，材料，作業標準，作業員の技量など、製造過程の中で製品の品質に影響を及ぼすすべての条件を、よく管理された状態に保つために用いる。

また、バラツキの原因は何か、今までの製造工程の状態はどうであったかを調べるためにも用いられる。

表7．1－10

管理図	管理するもの
$\bar{x}$－R $\tilde{x}$－R	計量値
p，pn	不良率，不良個数
c，u	欠点数

$\bar{x}$－R管理図

この管理図はその工程の品質特性が、長さ，目方，強度，純度，時間などのような計量値の場合に用いる。

$\bar{x}$管理図は主として分布の平均値の変化をみるため、R管理図は分布の幅、バラツキの変化を見るために用いる。

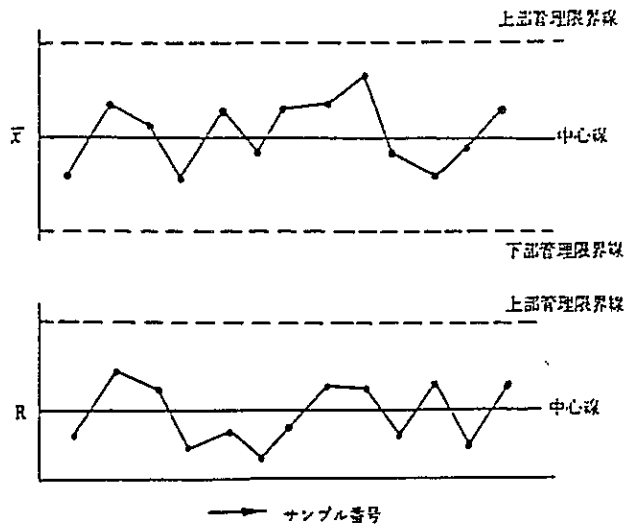


図7．1－8　x－R管理図

② 管理図の作り方

$\bar{x}$－R管理図

(a) 管理するものは何かを決める。

どの工程の、どの製品（部品）の、どんな特性について管理図を書くかを経済的、技術的に考えて決める。

（イ）要求される製品の品質と重要な関係にある特性であること。

（ロ）原料や半成品あるいは組立てる前の部品のように、なるべく前の工程の特性や製造条件であること。

（ハ）測定しやすく処置がとりやすいこと。

(b) 試料とり方，測り方

1日に何回、試料を何個ずつ（通常4個，5個）、どのようにして抜取り、また、どんな測定器具で測るかを決める。

(c) データを記録して管理線を計算する。

試料を20－25組とり、管理図用紙にデータを記入し各群ごとにx，Rを計算し、さらに$\bar{x}$Rを求め管理線を計算する。

データにより点を記入し管理線を記入する。

管理線の求め方

計 算 式 表

表7．1－11

管理図	中心線	上部管理限界線	下部管理限界線
$\bar{x}$	$\bar{\bar{x}}=\frac{\text{試料の平均値の和}}{\text{組の数}}$	$\bar{\bar{x}}+A_2\bar{R}$	$\bar{\bar{x}}-A_2\bar{R}$
R	$\bar{R}=\frac{\text{範囲Rの和}}{\text{組の数}}$	$D_4\bar{R}$	$D_3\bar{R}$

係　数　表

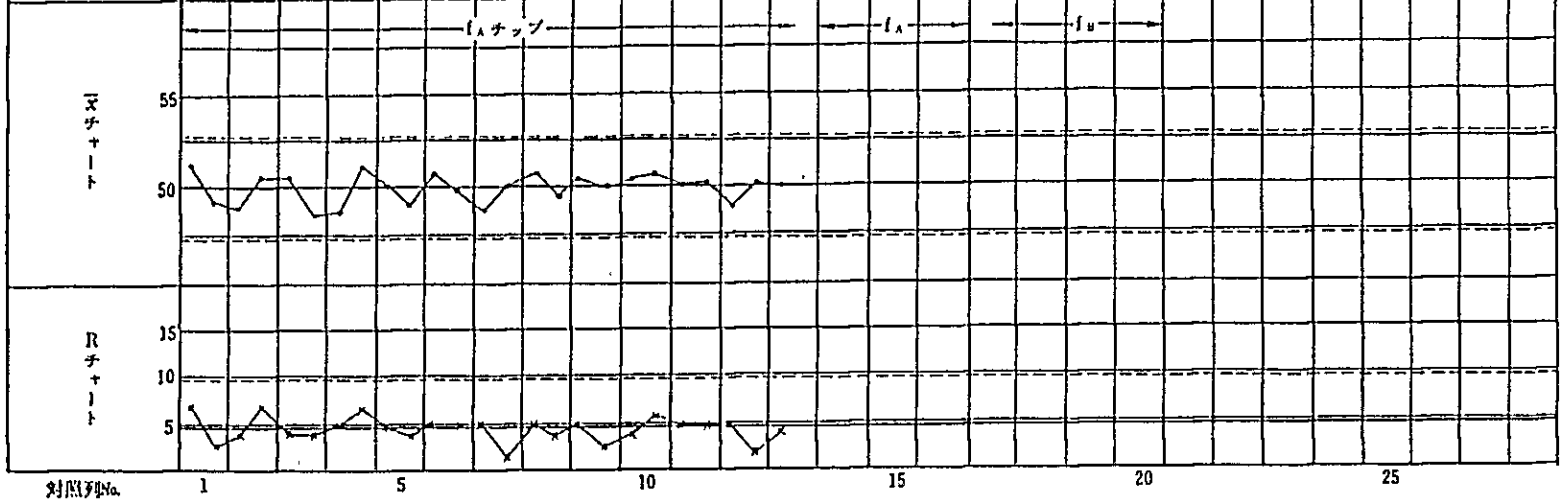
表7．1－12

群の大きさ	$\bar{x}$ 管理図	R 管理図		$\tilde{x}$ 管理図	$\sqrt{n}$
n	A_2	D_3	D_4	$m_3 A_2$	
2	1.880	0	3.267	1.880	1.414
3	1.023	0	2.575	1.187	1.732
4	0.729	0	2.282	0.796	2.000
5	0 577	0	2.115	0.691	2.236
6	0.483	0	2.004	0.549	2.450
7	0.419	0.076	1.924	0.509	2.646
8	0.373	0.136	1.864	0.432	2.828
9	0.337	0.184	1.816	0.412	3.000
10	0.308	0.223	1.777	0.363	3.162

x—R管理図の一例

規格値	E.I.	$T/\sqrt{n}$	管理限界	$\bar{x}$チャート	Rチャート	ノート欄
最大値			上部限界	52.63	9.7	
中心値			中心値	49.98	4.6	
最小値			下部限界	47.33	0	

日時																									
ロットNo.	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
サンプル測定値	48	48	47	50	50	49	49	47	51	48	52	51	48	51	49	47	48	52	52	54	49	53	47	49	51
	48	48	51	48	51	47	48	51	51	50	48	47	49	50	51	50	51	50	50	51	54	50	52	50	48
	53	50	51	55	50	48	51	53	50	50	50	50	45	49	50	51	50	49	50	48	50	48	48	50	50
	55	50	48	49	53	48	50	49	52	47	50	49	49	51	54	51	53	50	52	52	49	50	50	51	49
	52	51	48	51	49	51	46	53	47	51	53	52	50	50	50	49	51	49	48	48	49	51	48	51	52
$\bar{x}$	51.2	49.6	49.0	50.6	50.6	48.6	48.8	51.2	50.2	48.2	50.6	49.8	48.2	50.2	50.8	49.6	50.6	50.0	50.4	50.6	50.2	50.4	49.0	50.2	50.0
R	7	3	4	7	4	4	5	7	5	4	5	5	5	2	5	4	5	3	4	6	5	5	5	2	4



(型名)　　(測間)　　(品質特性)　　(単位)

図7.1－9　品質管理図用紙（$\bar{x}$－R用）

(d) 管理線の検討

データを調べた結果、点が全部管理限界内にあればそのままでよいが、点が管理限界外に飛び出している場合には、その原因を調べて処置する。処置がすんでからその点の試料を除いて管理線の計算をやり直す。飛び出した点でも原因がわからないか、わかっても処置ができなければそのデータは除かないで計算する。

(e) 規格との照し合わせ

規格が定められている場合には、管理線の計算に使った個々の測定値を全部使ってヒストグラムを作り規格との照し合わせをする。

(f) 経済的、技術的に考えて満足な状態になれば、この管理線を今後の製造工程の管理に採用する。

③ 管理図の見方

(a) 品質のバラツキと管理図

同じ原料を使い同じ作業を行っても、できた製品の品質は多かれ少なかれ必ずバラツキをともなうものである。

表7．1－13

バラツキの原因		バラツキの分類
1.	原料の品質が許容差の範囲で変わるため。	原因を調べても意味がない偶然のバラツキ
2.	作業標準で定められた許容差の範囲内で作業条件が変わるため。	
3.	作業標準を守らないで作業を行なったため	見のがすことのできない原因によるバラツキ
4.	作業標準を守ったが、作業標準が不完全で変動の原因がおさえられていなかったため	

管理図は、品質のバラツキの原因が、調べても意味のないものか、見のがすことのできないものかを区別する働きをするものである。

(b) 適切な管理図と適切でない管理図（図７．１－10）

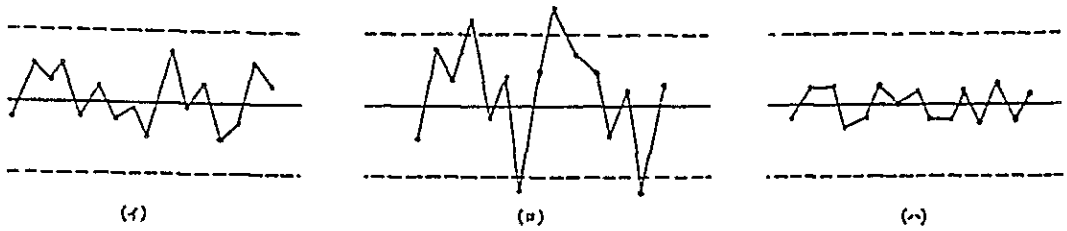


図７．１－10

(i) 適切な管理図とは、工程が不調になったとき、それを知らせ、また不調にならなければ図（イ）のような管理状態になるものでなければならない。

(ii) 適切でない管理図とは、図７．１－10（ロ）のようにしばしば点が飛び出し、そのつど原因を調べてもなかなかわからないもの、あるいは図（ハ）のように点が全然出る恐れのないものなどで、管理図としては役に立たないので検討する必要がある。

(c) 安定状態を示す管理図（図７．１－10（イ））

（ⅰ）管理図上の点が中心線付近に密集している。

（ⅱ）点が全くでたらめに散らばりっている。

（ⅲ）管理限界線付近には、極めてまばらにしかない

（ⅳ）通常　25点のうち０
35点のうち１点以下
100点のうち２点以下
が管理限界線外に出る程度であれば、製造工程その他が安定状態にあるといえる。

(d) 安定状態を示さない管理図

（ⅰ）管理外れ（図７．１－１１）

管理限界の外に飛び出した点を管理外れという。管理図で管理外れが起きた場合は、必ず見のがすことのできない原因があるものとして、その原因を調べなければならない。

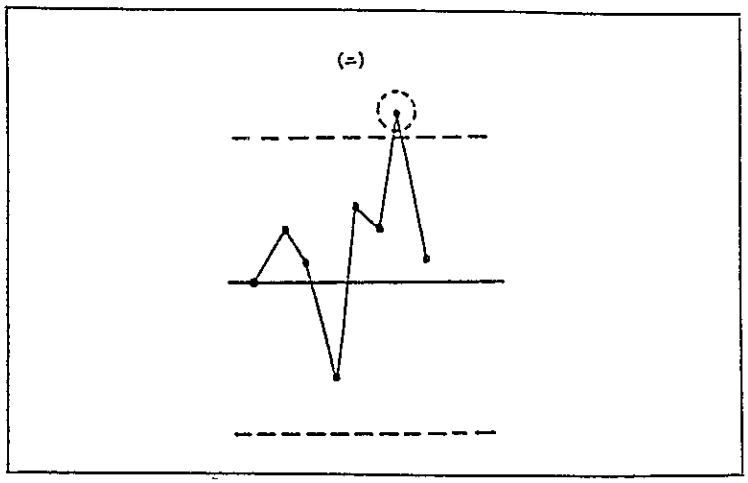


図７．１－11

（ⅱ）連（図７．１－12（ホ)(へ）図７．１－13（ト)(チ））

中心線で区分した場合、片側に並んだ点の状態を連といい工程に何か異状があると考えてよい（ホ)(へ)。また点がだんだん上昇するか（ト)、下降する（チ）傾向を示す状態を上り連、下り連といい、連と同様に考えてよい。

連続５点の場合　　将来の動きに注意する。

連続６点の場合　　原因を調査する。

連続７点の場合　　管理状態になるよう処置をとる。

連続11点の中10点
連続14点の中12点　　が中心線の片側にある場合は処置をとる。

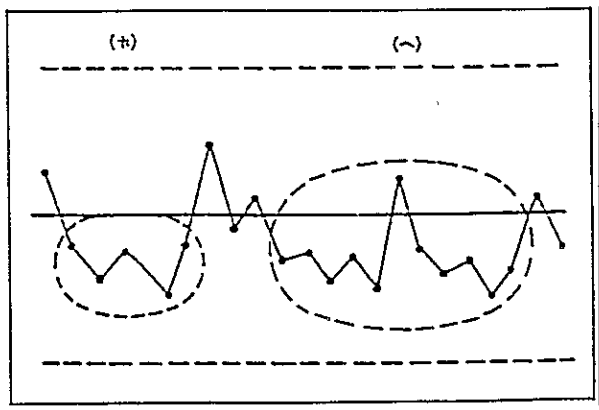


図７．１－12

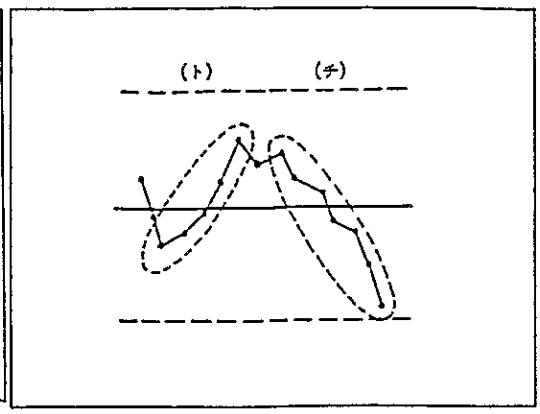


図７．１－13

（Ⅲ）周期性

周期性をもって上下に波打っているような特殊な傾向があれば調査を始める。

長い周期　　図7．1－14（リ）

短い周期　　図7．1－14（ヌ）

製造工程の管理に使われる管理図は工程の変化を見るために、わずかのサンプルによって過去の状態と比較して判断する道具である。

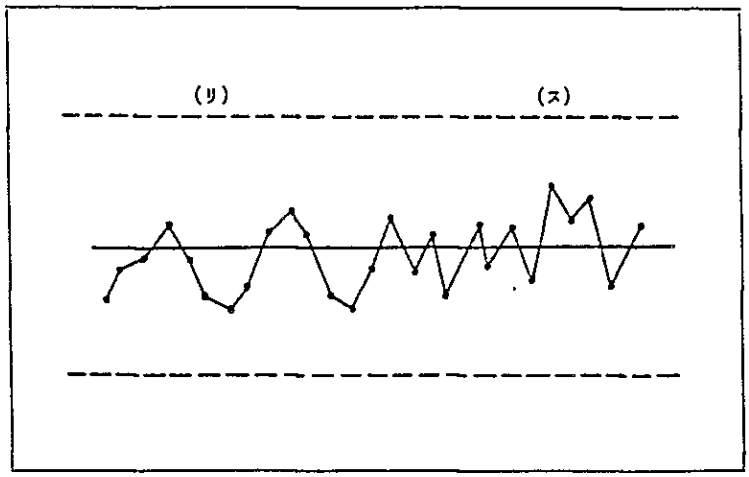


図7．1－14

④　その他の管理図

$\tilde{x}$－R管理図

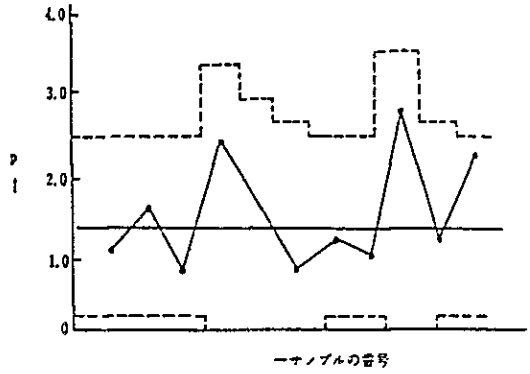
$\tilde{x}$の計算が面倒な場合、簡単な方法としてしばしば使われる。作り方の手順は$\bar{x}$－R管理図とほぼ同じである。

表7．1－14　管理線の計算式

	中心線	管理限界線	
		上部	下部
$\bar{x}$	$\bar{\bar{x}}=\frac{試料の\bar{x}の和}{組の数}$	$\bar{\bar{x}}+m_3A_2\bar{R}$	$\bar{\bar{x}}-m_3A_2\bar{R}$
R	$\bar{R}=\frac{範囲Rの和}{組の数}$	$D_4\bar{R}$	$D_3\bar{R}$

p管理図

例えば、部品100個中に8個の不良品があるというように、計数値の場合で製品や部品の何個中に不良品が何個あるというような不良率を管理するときに用いる。



管理線の計算式

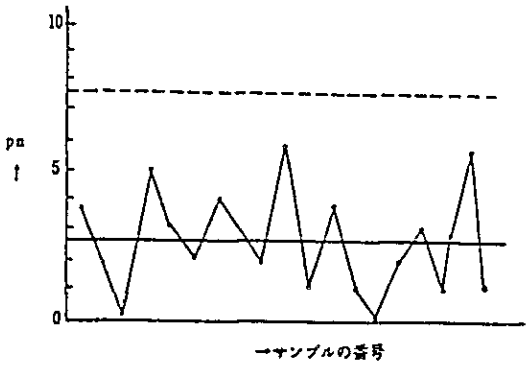
中　心　線	管理限界線
$\bar{p}=\frac{\text{不良個数の総和}}{\text{検査個数の総和}}$	$\bar{p}\pm3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$

図7．1－15

p管理図の管理限界線は計算式からわかるように、サンプルの大きさnが違うならそれぞれのサンプルの大きさnに対して管理限界を別々に計算する。

pn管理図

不良品を取扱うことはp管理図と同様であるが、不良率でなく不良個数を管理するとき用いる。



管理線の計算式

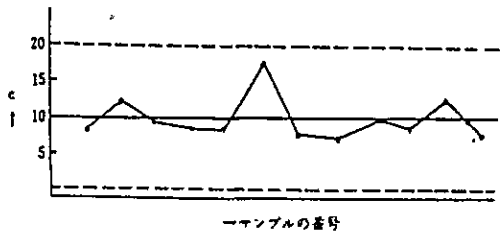
中　心　線	管理限界線
$\bar{pn}=\frac{\text{総不良個数}}{\text{群の数}}$	$\bar{pn}\pm3\sqrt{\bar{pn}(1-\bar{p})}$

図7．1－16

上式でわかるように、pn管理図ではpnもnにより変化する。従って、中心線も管理限界線もnによりすべて変化し、また、点の位置も非常に変化するのでpn管理図は各群の大きさnが一定の場合にだけ用いる。

c管理図

計数の場合、たとえば織物の一定面積中のキズの数、エナメル線の一定長さ中のピンホールの数、ラジオセットのハンダ付不良個所の数など、あらかじめ定めた一定の単位中にあらわれる欠点数を管理するときに用いる。



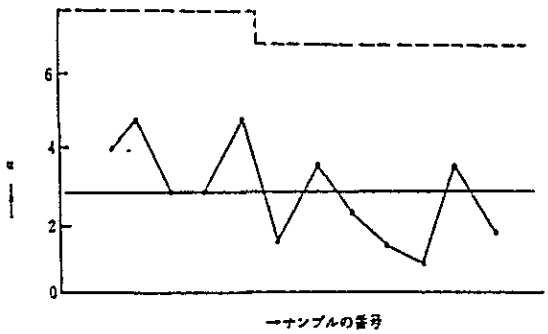
管理線の計算式

中　心　線	管理限界線
$\bar{c}=\frac{\text{欠点数の総和}}{\text{単位の数}}$	$\bar{c}\pm3\sqrt{\bar{c}}$

図7．1－17

u管理図

欠点数を取扱うことはc管理図と同様であるが、面積や長さが一定でないサンプル、たとえば織物の織むら数、エナメル線のピンホール数などの欠点数を管理するときに用いる。



管理線の計算式

中　心　線	管理限界線
$\bar{u}=\frac{\text{欠点数の総和}}{\text{サンプルの大きさの総和}}$	$\bar{u}\pm3\sqrt{\bar{u}/n}$

図7．1－18

(6) パレート図

① パレート図とは

改善を進めていく場合、改善の努力を集中させる重点として、何を目標に選ぶか決める必要がある。この場合のやり方として、例えば不良を減少する場合、不良の内訳を調べ、影響の大きい順に不良項目を並べた図を作れば、項目の種類とか、どの項目が、どのくらい影響を与えているかが一目でわかるようになる。

この図から、品質に大きな影響を与えている現象とか原因をさがし出して重点的に退治していけば効果が大きいわけで、対策をうたねばならない目標を具体的に知ることができる。この図をパレート図という。

パレート図は、簡単な手法だが、項目の選定、分類の仕方、縦軸の目盛の単位のとり方など、工夫して書くといろいろなことがわかる。

下の図は、パレート図の一例だが、この図から不良の大きい2～3を退治すれば、損害金額の72%以上を減少できることがわかる。

(単位：万円)

不良項目	損害金額	累積損害金額
出力小不良	21.6	21.6
消子捲肉パナレ不良	7.2	28.8
Ib 小不良	5.7	34.5
Is 小不良	3.3	37.8
カソードステムクラック不良	1.3	39.1
Ec 小不良	0.4	39.5
電極タッチ不良	0.2	39.7
電極オープン不良	0.1	39.8
管内異物	0.1	39.9
その他	0.1	40 0

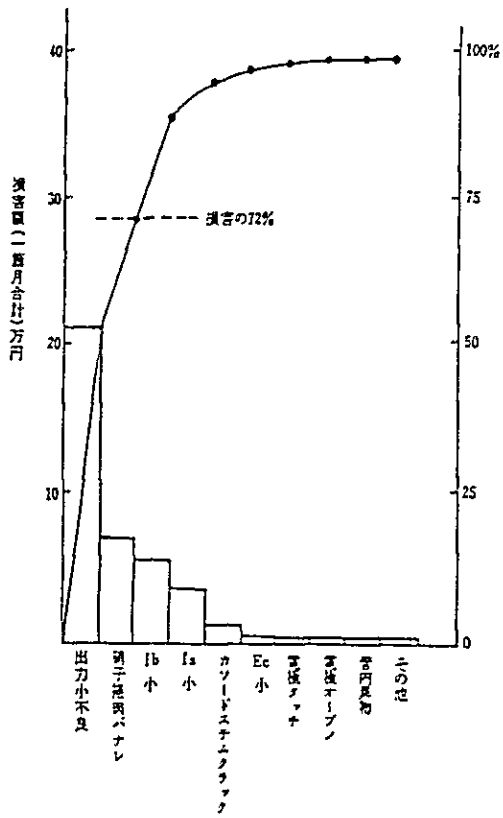


図7．1－19

② パレート図を作るには

(a) パレート図を作るには、まずデータの内容をよく調べ、次のような項目別に分類する。

(ⅰ) 不良の原因別

(ⅱ) 不良項目別（不良現象別）

(ⅲ) 品名別

(ⅳ) 工程別

(ⅴ) 機械別

(ⅵ) 日時，時間別

(b) 尺度をきめる。

(ⅰ) 金　額（不良を金額に換算することも含む）

(ⅱ) 不良発生件数

(ⅲ) 不良率

(ⅳ) 時　間

(c) 分類された項目ごとにデータを集計する。

(d) 縦軸に尺度をとり、分類項目ごとに大きいものから順に棒グラフに書く。

(e) 大きさの順番にその累積した和を求め、累積値を示す折線グラフを書き込む。

（全部の項目の合計を100％としたときの各項目ごとの百分率を求めグラフにしてもよい）

③ パレート図の使い方

パレート図を見ると

(a) 全体で不良がどのぐらいでているか。

(b) どの不良が一番大きいか、また不良の大きさはどんな順序になっているか。

(c) どの不良とどの不良を退治すれば、全体として不良はどのくらいまで減らせるか。

(d) 改善や不良対策によって不良項目の内容がどのように変ってゆくか。

などのことがわかるので、不良退治を効果的に行うには、まずパレート図を作って退治すべき項目を重点的にきめ、これによって改善を加えるところのネライをはっきりさせてから行うとよい。

また、いくつかのパレート図を比較してみて、そこに現われている不良項目の順序を調べたりすると改善の糸口をつかみやすいことが多い。

(7) 特性要因図

① 特性要因図とは

品質のバラツキの原因には、前にもやったように人、材料、機械、作業方法、測定方法、環境の6つがある。これらのバラツキの原因が重なり合って、その結果として品質にバラツキがあらわれる。この関係を図にあらわすと、原因と結果の関係がよくわかる。

この原因と結果の関係をあらわした図のことを特性要因図といい、問題となっている特性などについて現象を系統的に整理、分析したり、検討する際に活用すると便利な手法である。

下の図はハンダ付け不良の特性要因図の一例だが、一般には要因（原因）はもっと細かく具体的に手がうてるところまで解析する必要がある。

特性要因図の一例

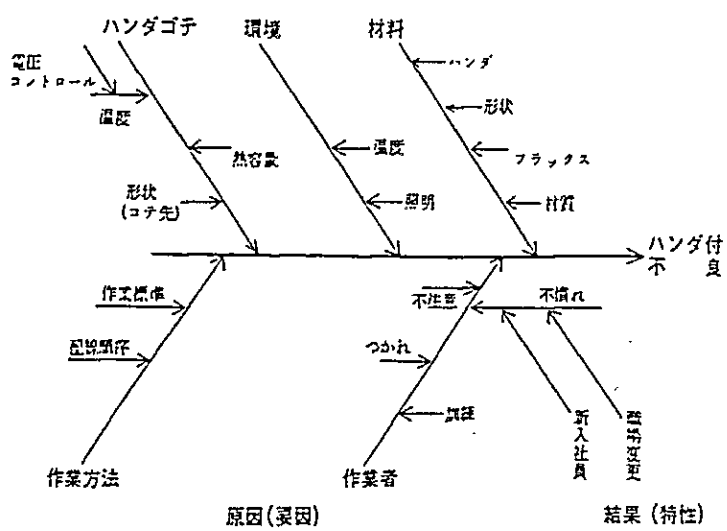


図7．1－20 特性要因図の一例

② 特性要因図を作るには

(a) 問題点（特性）をあげる

品質，価格，納期などに関する問題で、とくに自部門の日常活動を進めるうえでの問題点、あるいは消費者（次工程も消費者）からの要望で解決しなければならない問題点を把握する。

(b) 特性に影響をおよぼす要因を列挙する。

模造紙、マジックインキを用意し、用紙は壁，黒板などに貼りつけておく。

検討しようとする問題に関係ある人、その問題について十分な知識，経験のある人に集まってもらいブレーンストーミングなどで、どんどん要因をあげてもらう（1人でつくってはならない、できれば第三者的な立場の人にも参加してもらう）。

(c) 特性要因図を整理する。

意見が種切れになってきたら、適当なところで打切り

・手の打てるところまで要因は細かくなったか。

・ほとんど影響のないものはないか。

・手の打ちようがなく、書いておいても仕方のないものはないか。

などを検討する。

(d) 特性に影響を及ぼす要因の占有順位をきめる。

あげられた要因のうち、大きく影響すると思われるものを、再びブレーンストーミング方式により指摘してもらい赤丸をつける。赤丸のうちでもとくに大きく影響するものには、2重赤丸をつける。

影響する程度を数、量で表わせるものはパレート図で表わすとよい。

③ 特性要因図の生かし方

特性要因図は書くのが目的でなく、問題解決のために作るのであるから、作りっぱなしではなく取り上げたいくつかの原因について改善や維持をしていくことが必要である。

特性要因図は、特性と要因の関係が系統的に整理して理解できるだけでなく、管理点の設定などにも有効な方法で、また、技術的な面だけでなく、事務部門などにも広く活用できる。

活用する際は、パレート図，ヒストグラム，管理図などと併用するとさらに効果が上がる。

(8) 層　　別

① 層別とは

バラツキには、さけられない偶然のバラツキや不注意によるバラツキなどいろいろあるが、機械別とか作業者別あるいは材料ロット別というように分けてデータをとってみると、それぞれいろいろのクセや特徴があって、不良やトラブルなどの原因を調べるうえに役立つ。

このように、データを何かの基準や特徴によっていくつかに分けることを層別という。

② 層別のやり方

(a) どのような特性について検討するために層別を行うのかをハッキリさせる。

(b) どういう内容について層別するかきめる。

例 i) 時　　間　　月別，日別，午前，午後別など

ii) 原，材料　　ロット別，サイズ別，加工メーカ別など

iii) 作　　業　　工程別，加工機械別，作業者別，班別など

iv) 測　　定　　測定器別，測定方法別，測定者別など

7．1．7　検査の概要

検査とは、次工程やユーザへの品質保証を目的として標準（判定基準）を設定し、品物をなんらかの方法で測定して、その結果を標準と比較し、個々の品質の良，不良またはロットの合格、不合格の判定を下すことで、製品を処置し、品質情報を提供することである。

(1)　検 査 の 目 的

次の工程やユーザに不良品が渡されるのを防ぐこと。

品質情報を提供すること。

工程における品質の変動，異状を知る。

工程能力を測定し規格や公差との関係を知る。

作業標準類の指示事項を守っているかを知る。

検査員や測定器の正確さ、精度を知る。

製品，原材料，製造方法の改善のためデータを知る。

良い品物を次工程やユーザに提出しようとする意欲を刺激すること。

(2)　検 査 の 種 類

表7．1－15

検査の分類	種　　類
目　　的	(イ)受入検査　(ロ)購入検査　(ハ)中間検査または工程検査　(ニ)倉入検査 (ホ)出荷検査　(ヘ)その他長入検査，立会検査等
場　　所	(イ)定位置検査　(ロ)巡回検査
性　　質	(イ)破壊検査　(ロ)非破壊検査
方　　法	(イ)全数検査　(ロ)ロット別抜取検査

（３）　全数検査と抜取検査

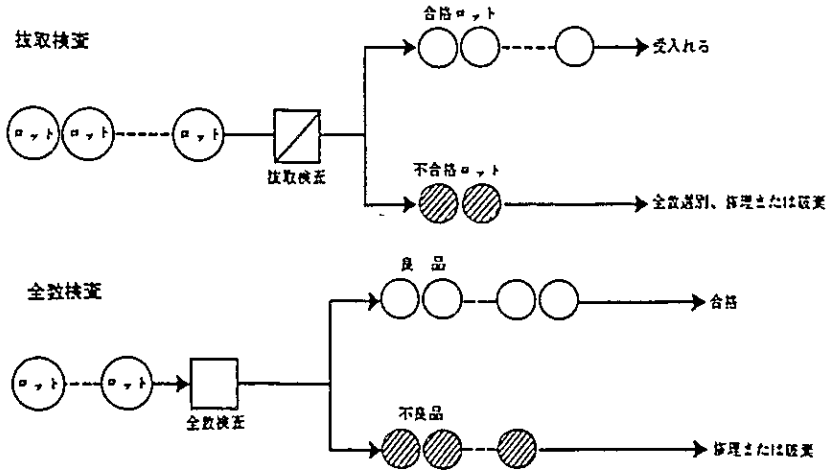


図７．１－21

（４）　抜取検査の考え方

抜取検査は「少数」のサンプルで「多数」のロットの品質を推測するのであるからロットとサンプルの関係、ロットからのサンプルの抜取り方、ロットの判定基準の決め方等は経済的な要求に基づいて統計的方法によってきめられる。

①　抜取検査の手順

手順１：検査の形式を決める。

手順２：ロットを形成する。

手順３：ロットからサンプルをランダムに抜取る。

手順４：サンプルを測定する。

手順５：判定の基準にてらしロットの合格、不合格を判定する。

手順６：ロットを処置し検査結果を知らせる。

②　検査特性曲線（OC曲線）

・OC曲線はロットの不良率ｐ（％）のものがどれくらいの割合で合格するかを表わしたグラフである。

・検査方式（Ｎ：ロットの大きさ，ｎ：サンプル数，ｃ：合格判定個数）をきめるとただ一つのOC曲線が書ける。

・抜取検査を受けるロットの不良率が高くなるにつれて、そのロットの合格する確率Ｌ（ｐ）が低くなる。

・OC曲線を見るとその検査方式の特性がよくわかる。

どのくらいの不良率の時に、ロットはほとんど（確率95％）合格するか→

→po：$\alpha = 0.05$（生産者危険）

どのくらいの不良率の時に、ロットはほとんど（確率10％）不合格となるか→

→p1：$\beta = 0.10$（消費者危険）

（5） 抜取検査の利点と重要な点

抜取検査の利点と重要な点

抜取検査を合理的に行なえば、次のような利益が得られる。

① 全数検査より明らかに経済的である。（人手，時間，場所，設備，その他の費用等）

② 普通の全数検査よりかえって正確な検査ができる。（全数検査では心理的に粗雑になり、ミスの起こるチャンスも多い）

③ 工程への品質情報が速くなる。（工程へのフィードバック）

④ 破壊試験にも適用できる。（試験に多大の時間または経費を要する場合に現実的には全数検査はできない）

⑤ 品質をロットごとハネルので生産者が緊張する。（検査課が全数検査をすれば、生産者は依頼心を起こす）

⑥ 検査員が自重して注意深くなり責任感が高まる。（測定のやり方ばかりでなく測定装置の保守もよくなる）

⑦ 念入りな検査ができる。（少数試料による精密検査および参考的な項目の検査もできる）

抜取検査の不適当な場合

① 品物の1個1個が厳密に規格に合っていなければならない場合、すなわち不良品が人命その他に危険を及ぼしたり、その品物を使用して組立てられると高価な品物を損するおそれのある場合などである。

② 品物の生産量が極端に少ない場合。

③ 品物がロットとして取扱えない場合。

④ 全数検査が簡単に行える場合、とくに自動機による検査を行うことのできる場合。

⑤ 選別型抜取検査で不合格となったロットの再選別を行う場合。

ボールの実験（表７．１－16）

表７．１－16

n=25

黄色のボールが不良の場合　　p=　　%

不良	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
計														

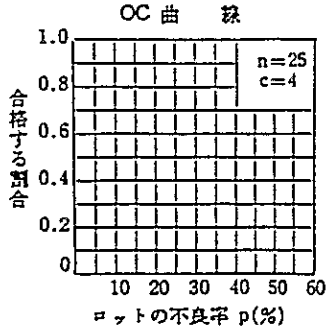
黄色と緑色のボールが不良の場合　　p=　　%

不良	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
計														

抜取検査　　n=25　c=4

ロットの不良率	合格割合

OC曲線



（補）　抜取検査の種類と特徴

抜取検査の分類

抜取検査は品質の表わし方、型および形式によって表７．１－17のように分類される。

しかもこれを組合わせて用いるので、その種類は多くなる。

表７．１－17

品質の表わし方別	型　　別	形　　式　　別
①計　　数	①規　準　型 ②選　別　型 ③調　整　型 ④連続生産型	①１回抜取検査 ②２回抜取検査 ③多回抜取検査 ④逐次抜取検査
②計　　量		

（例）　抜取検査の呼び方

・計数規準型２回抜取検査

計数抜取検査と計量抜取検査

計数抜取検査

ロットの合格，不合格の判定を下す基準が不良個数または欠点数で与えられるもの。

計量抜取検査

合格，不合格の判定基準が計量値（特性値）で与えられるもの。

抜取検査の型別による特徴

①　規準型抜取検査

生産者と購入者に対する保証を生産者危険（通常 $\alpha = 5\%$）および消費者危険（通常 $\beta = 10\%$）で保護するような抜取検査方式をいう。

②　選別型抜取検査

抜取検査で不合格になったロットは全数選別することを特徴とする。

品質保証の方法はロットごとの品質保証（LTPD：ロット許容不良率）と多数のロットの平均品質保証（AOQL；平均出検品質限界）とがある。

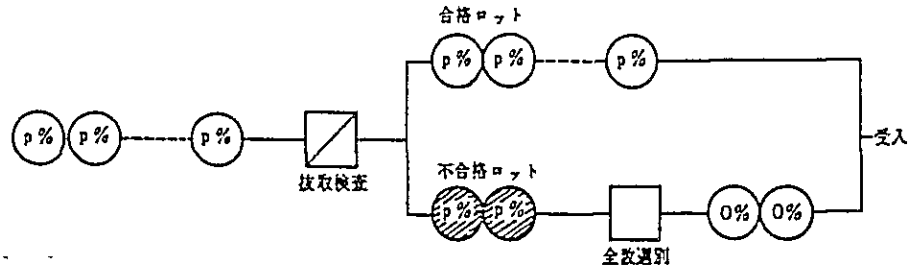


図７．１－22

③　調整型抜取検査

・供給者が提出する品物の品質によって購入者が抜取検査をゆるくしたり、きつくしたりして調整することを特徴とする。

・品質保証の方法は合格とすることのできる最悪の品質で表わす。これを合格品質水準（AQL）という。

品質がよいと推察される供給者に対し＝ユルイ検査…供給者に励みを与える。

品質がわるいと推察される供給者に対し＝キツイ検査…供給者に品質の向上を促す。

④　連続生産型抜取検査

・連続生産で品物が引続き流れてくる状態のままで適用することを特徴とする。

抜取検査の１例（図７．１－23）

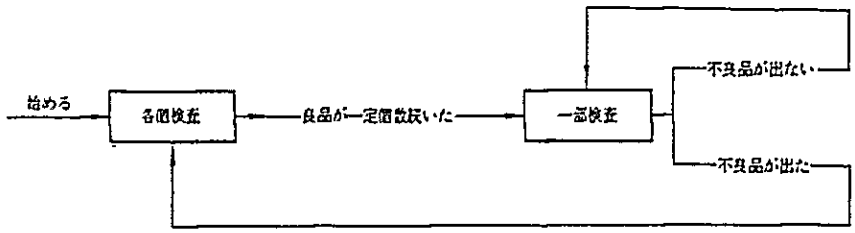


図７．１－23

抜取検査の形式別による特徴

①　１回抜取検査

・１回のサンプルを調べた結果によってロットの合格、不合格を決定する形式をいう。

② 2回抜取検査

・1回目では、合格、不合格のハッキリした場合のみ判定をくだし、その中間の結果を示した場合は2回目の試料の結果を追加して合格、不合格を決定する形式をいう。

③ 多回抜取検査

・2回抜取検査をさらに拡張したもので合格、不合格が決定するまで毎回定められた大きさの試料の抜取検査を行う。

④ 逐次抜取検査

・ロットからサンプル1個または1定個数ずつ抜取って測定しながらそのつど集計した成績を一定基準と比較することによって、ロットの合格、不合格、不確定を判定してゆき、そのロットの合格、不合格の判定をくだせるまで抜取検査を続行する。

7．1．8 ま と め

品質は工程で作り込め

職場では次から次へと休みなく生産が続けられて製品ができ上がっていく。その製品の品質を最もよく知っているのは、それを作っている作業者自身である。

その作業者が

・どんな品質のものを作ればよいか。

・どうやって、その品質のものを作ればよいか。

・今どんなものができているか。どうやって知るか。

・今できているものの品質が、いつもと同じか、どうやって判断するか。

・異状があるとわかったらどうしたらよいか。

ということをしっかりと仕事の中で意識し実行しているならば、消費者が満足して買ってくれる製品を安く、早く作り出すことができるでしょう。

「品質は工程で作り込め」といわれる。従って、「工程」は、現場の製造工程はいうにおよばず、間接部門のすべての仕事の流れも工程の一部であることを十分承知しておかなくてはならない。

工程で品質を作り込むために、次の管理の手順をふみ推進していくことは有効である。場合によっては、職場の中の担当者を決め、また、グループ活動として推進していくこともよい。

第１段階：計画する（Plan）

・品質の目標とそれを達成する方法を決める。

第２段階：実行する（Do）

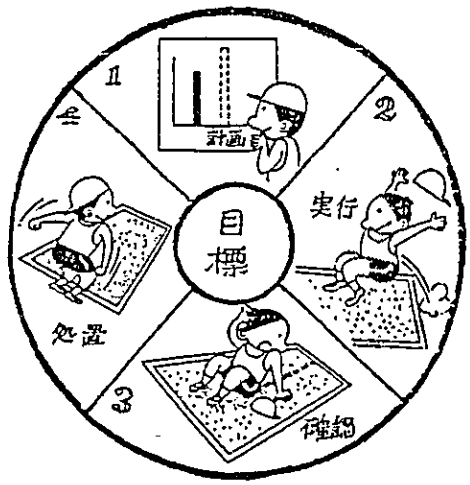
・標準について教育，訓練し作業を実施する。

第３段階：確認する（Check）

・標準通り作業が行われ、品質が作り込まれているか確認する。

第４段階：処置する（Action）

・標準からずれている場合は、是正処置を行い、再発防止に努力し是正処置をフォローアップするとともにデータをフィードバックする。



管理の輪は必ず閉じなければならない

図７．１－24

7．1．9 そ　の　他

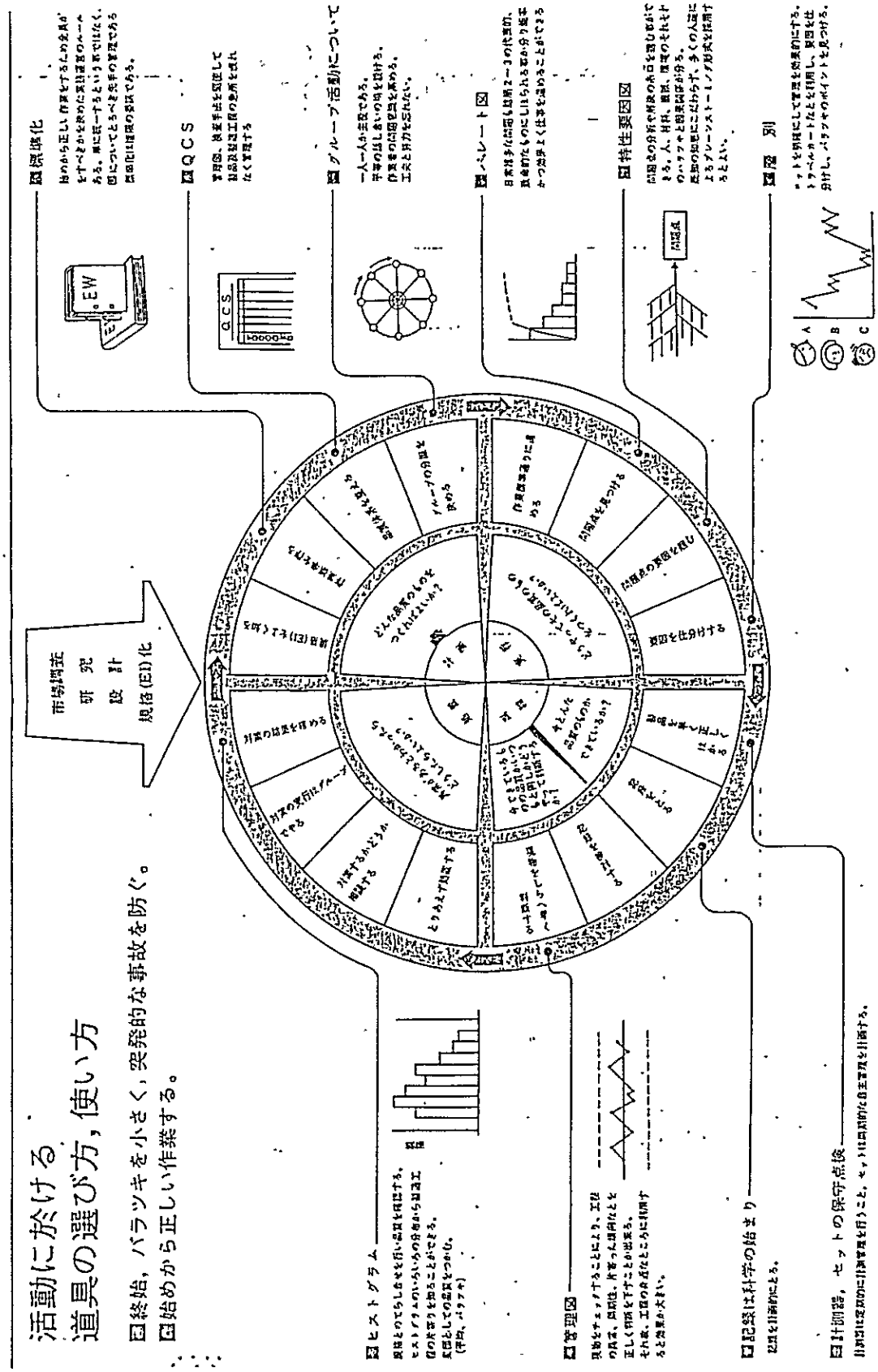


図7．1－25

7．2　中国上海市環境関連資料

7．2．1　排水中の有害物の最大許容濃度

表7．2－1

番号	有害物質	最大許容濃度 (mg／L)
1	鉛　(Pb)	0.1
2	フッ素　(F)	1.5
3	ヒ素　(As)	1.5
4	銅　(Cu)	0.1
5	水銀　(Hg)	0.005
6	ニッケル (Ni)	0.1
7	亜鉛　(Zn)	1.0
8	シアン　(CN^-)	0.1
9	塩素　(Cl_2)	0～0.5
10	二硫化炭素　(CS_2)	1.0
11	四塩化炭素　(CCl_4)	5.0
12	酸	0.1
13	硫酸　(H_2SO_4)	20～30
14	硝酸および硝酸塩 (HNO_3, NO_3^-)	30～35
15	アンモニウム　(NH_3)	5.0
16	カドミウム　(Cd)	0.01
17	コバルト　(Co)	1.0
18	鉄　(Fe)	0.5
19	ベンゼン　(C_6H_6)	0.5
20	蟻酸　(HCOOH)	0.1
21	硫化水素　(H_2S)	1～3
22	コールタール	20～50
23	硫化物と硫酸塩　(SO_4^{--})	2～3
24	青酸ナトリウム　(NaCN)	0.2～0.5

番号	有害物質	最大許容濃度 (mg/L)
25	三価クロムCr^{3+}	0.5
	六価クロムCr^{6+}	0.1
26	シアン化物（簡単な物）	0.1～0.2
	〃　（複雑な物）	0.12
27	テレビン油	0.2
28	フェノールクロライド（C_2H_4OHCl）	0.001
29	青酸銅合成物	0.1
30	四エチル鉛（$Pb(C_2H_5)_4$）	捨ててはいけない
31	六窒化エタン（C_2N_6）	0.02
32	スチレン（$C_6H_5C_2H_5$）	0.1
33	第1類ニトロベンゼン（$C_6H_4(NO_2)_2$）	1.0
34	石油および石油製品（多硫物）	0.1～0.2
	〃　〃　（その他）	0.12
35	D. D. T.	0.2
36	ピクリン酸（$C_6H_2(OH)(NO_2)_3$）	0.5
37	ジニトロフェノール（$C_6H_3(OH)(NO_2)_2$）	2.0～30.0
38	トリニトロトルエン（$C_6H_2(CH_3)(NO_2)_3$）	0.5
39	テトラニトロメタン（$C(NO_2)_4$）	0.5
40	ジクロルエタン（CH_2Cl_2）	2.0
41	安息香酸（C_6H_5COOH）	0.3
42	ジニトロベンゼン（$C_6H_4(NO_2)_2$）	0.5
43	ジニトロベンゼン（$C_6H_4(NO_2)_2$）	0.5
44	ベンゼンクロライド（C_6H_5Cl）	0.1

7．2．2　上海市工業用“廃気”“廃水”放出試行標準

次の13種の有害物質を工業用“廃気”に含む時には、排出口の放出量（または濃度）は表7．2－2および表7．2－3の規定に符合しなければならない。

表7．2－2　有害物質放出標準　　単位；kg／時

番号	有害物質の名称		煙突（放出口）　高さ（m）											
			10	20	30	40	45	50	60	70	80	100	120	150
1	二酸化硫黄 SO_2	冶金(製鉄)			20	36		56	80					
		化学工業	1.5	6	14	25		38	55	75	100			
		火力発電所			82		170		310		650	1200	1700	2400
2	煙　塵	火力発電所(煤粉)			82		170		310		650	1200	1700	2400
3	二硫化炭素（CS_2）		0.3	0.8	1.4	2.5		3.7	5.2	6.9	8.8			
4	硫化水素（H_2S）		0.07	0.2	0.4	0.6		0.9	1.3	1.7	2.2			
5	弗化物（F：換算）		0.06	0.3	0.6	1.0		1.5	2.2	3.0	3.9			
6	窒素化物（NO_2換算）		0.5	1.8	4.1	7.5		11.5	16.5	22.5	30.0			
7	塩素（Cl_2）		0.3	1.2	2.8	5.0		7.7	11.0	15.0	20.0			
8	塩酸（HCl）		0.2	0.6	1.4	2.5		3.8	5.5	7.5	10.0			
9	一酸化炭素（CO）				160				620			1700		

（注）表中の放出量の標準は大気が中性状態を成す事と結びついている。連続放出する単一汚染源が結合して上海地区の気象パラメーターをつくりあげている。火力発電の二酸化硫黄，煙塵は一酸化炭素同様「国家の工業“三廃”放出試行標準」と結びついている。

表7．2－3　有害物質放出濃度標準

単位；mg／標準 m^3

<table>
<tr><th rowspan="2">番号</th><th colspan="3" rowspan="2">有害物質　名称</th><th colspan="6">出口からの煙突高度（m）</th></tr>
<tr><th>10</th><th>20</th><th>30</th><th>40</th><th>50</th><th>60</th></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="3">硫酸（H_2SO_4）</td><td>16</td><td>65</td><td>145</td><td>260</td><td>400</td><td>600</td></tr>
<tr><td>2</td><td colspan="3">鉛　（Pb）</td><td>0.4</td><td>1.5</td><td>3.0</td><td>5.5</td><td>8.5</td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td colspan="3">水銀（Hg）</td><td></td><td>0.01</td><td>0.02</td><td>0.04</td><td>0.06</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">4</td><td colspan="3">ベリリウム化合物（Be換算）</td><td colspan="6">0.015（煙突高度45～80 m）</td></tr>
<tr><td colspan="3">工業用ボイラー</td><td colspan="6">200</td></tr>
<tr><td colspan="3">粉塵および酸化製鉄用</td><td colspan="6">150～200</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td rowspan="3">生産性粉塵</td><td colspan="2">水　泥</td><td colspan="6">150</td></tr>
<tr><td rowspan="2">生産性粉塵</td><td>第1類</td><td colspan="6">100</td></tr>
<tr><td>第2類</td><td colspan="6">150</td></tr>
</table>

（注）表中の生産性粉塵系は局部の通風除塵後、許される放出標準を示す。

第1類は10％以上の遊離二酸化硅素或いは石綿の粉塵を含んだものを指す。

第2類は10％以下の遊離二酸化硅素の媒塵及びその他の粉塵を含んだものを指す。

表7．2－4　工業“廃水”最高許容放出濃度①

	番号有害物質或いは項目名称	最高許容放出濃度
1	水銀およびその無機化合物	0.02 mg／L　(Hg 合計量)
2	カドミウム　〃　〃	0.1　〃　(Cd　〃　)
3	六価クロム化合物	0.5　〃　(Cr^{6+} 〃　)
4	ヒ素およびその無機化合物	0.5　〃　(As　〃　)
5	鉛　〃　〃　〃	1　〃　(Pb　〃　)
6	pH 値	6～9②
7	総浮遊物（水力による排灰，残渣および洗煤水）	500 mg／L
8	生化学的に必要な酸素量（5日20℃）	30　〃　③
9	化学的に消耗する酸素量（過マンガン酸カリウム法）	50　〃　④
10	硫　化　物	1　〃
11	揮　発　性	1　〃
12	シアン化物	1　〃　(CN^-合計量)
13	有　機　燐	0.5　〃
14	石　油　類	10　〃
15	銅およびその化合物	1　〃　(Cu 合計量)
16	亜鉛およびその化合物	5　〃　(Zn　〃　)
17	弗素の無機化合物	10　〃　(Fe　〃　)
18	ニトロベンゼン類	5　〃
19	アミノベンゼン類	3　〃

（注）① 全排入流量が小さく、稀釈能力が比較的小さい釣掘及び漁獲用、養殖用水の工業“廃水”最高許容放出濃度等は、当地の具体的情況を根拠にして、厳しく把握する事。

② 工場の排水総ての出口を指す。

③ 製紙，化繊漂白液および製革の三種の廃水と都市には入ってくる汚水処理工場の系統的工業廃水の生化学的に必要な酸素量の放出標準は200 mg／L迄赦されるものとする。

④ 製紙，化繊漂白液および製革の三種の“廃水”の消耗酸素の排放標準は500 mg／L迄赦される、都市には入ってくる汚水処理工場の系統的工業“廃水”の消耗酸素量の放出標準は200 mg／L迄赦されるものとする。

7．2．3　各月の最高温度の値

表7．2－5　各月最高温度値

月 年℃	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1976	15.7	21.3	15.6	29.8	29.4	31.4	34.5	36.2	31.7	26.8	24.7	17.6
1977	14.3	17.8	25.2	28.5	28.9	32.9	35.8	36.0	33.3	27.0	23.9	18.2
1978	16.1	17.5	18.2	27.8	29.0	36.0	38.1	33.5	33.0	26.9	21.1	21.4
1979	18.7	21.2	27.0	27.0	32.2	34.2	36.1	34.9	31.8	27.6	27.5	16.3
1980	13.4	15.5	17.6	23.8	33.5	35.3	36.5	34.2	32.0	28.7	23.0	17.3
1981	15.0	20.9	19.0	25.7	30.6	35.1	35.6	35.8	28.7	23.8	18.7	

7．2．4　1950～1972年度の各月最高温度が30℃を超える平均日数

表7．2－6　1950～1972年の各月最高温度が30℃を越える平均日数

月	4	5	6	7	8	9	10
平均日数（天）	0.3	1.2	3.5	24	25	7.3	0.2

7．2．5　1983年度最高温度・湿度情況表

表7．2－7　1983年最高温度湿度情況表

項目		月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14時	最高温度（℃）		21.5	14.4	19.0	30.2	31.2	29.5	37.6	38	33.8	29.5	21.9	17.4
	日　付		29	6	20	26,28	21	8	31	1	1	4	4	13
	相対湿度（%）		40	41	59	64	61	41	44	44	68	75	66	36
	湿度＜50%（日）		10	7	10	9	2	4	3	5	0	0	19	23
8－20時	最高湿度	Umax(%)	97	95	99	95	98	98	98	91	97	97	97	97
		日　付	11	11	20	18	30	23	17	28	17	16	2	6,8,13
	最高湿度	Umin(%)	37	25	21	16	34	30	37	39	49	46	17	22
		日　付	28	8	17,18	2	8	7	31	1	27,30	27	17	11

7．2．6　車間空気中の有害物質最高許容濃度

表7．2－8(1)

編集番号	物質名称	最高許容濃度 (mg/m^3)
	(一) 有毒物質	
1	一酸化炭素	30
2	メチルアミン	5
3	アセトアルデヒト	500
4	アクリロニトリル ($CH_2=CHCN$)	3
5	ニメチルアミン	10
6	ニメチルベンゼン (キシレン)	100
7	ニメチルアシラミン (皮)	10
8	ジメチルジクロルシラン	2
9	二酸化硫黄	15
10	二酸化セレニウム	0.1
11	二塩化 (皮)	5
12	二硫化炭素 (皮)	10
13	ニイソシアノゲントルオール	0．2
14	ブテン	100
15	ブタジエン	100
16	ブチルアルデヒド	0.01
17	三エチル塩化錫 (皮)	0.01
18	三酸化二ヒ素および五酸化二ヒ素	0.3
19	三酸化二クロム，クロム酸カリ，重クロム酸カリ (CrO_3換算)	0.05
20	三塩化シラン	3
21	ヘキサシクロアシラミン	10
22	五酸化燐	1
23	五塩化フェノールおよびそのナトリウム塩	0.3
24	BHC	0.1
25	プロピレンタイプBHC	0.05
26	アセトン	400
27	アクリロニトリル	2
28	アクリル酸	0.3
29	プロピルアルコール (皮)	2
30	トルエン	100

表7．2－8(2)

編集番号	物質名称	最高許容濃度 (mg/m³)
31	アセトアルデヒト	3
32	ホスゲン　有機燐化合物	0.5
33	デメトン　(E 059)(皮)	0.02
34	パラチオン(E 605)(皮)	0.05
35	〃　(3911)(皮)	0.01
36	〃　(4049)(皮)	2
37	メチルデメトン(メチル基E 059)(皮)	0.2
38	メチルパラチオン(メチル基E 605)(皮)	0.1
39	ROGOR(皮)	1
40	dibaichong(皮)	1
41	DDVP(皮) dichlor VOS	0.3
42	ピリジン　水銀その化合物	4
43	金属水銀	0.01
44	塩化水銀	0.1
45	有機水銀化合物(皮)	0.005
46	テレピン油	300
47	シクロオキシ塩化プロパン	1
48	シクロオキシエタン	5
49	シクロヘキセン	50
50	シクロヘキサノール	50
51	シクロヘキサン	100
52	ベンゼン(皮)	40
53	ベンゼンおよびそのニトロ化合物	
	(ニトロベンゼンおよびニトロトルエン)(皮)	5
54	ベンゼンおよびその2～3ニトロ化合物	
	(2ニトロベンゼンおよび3ニトロトルエン等)(皮)	1
55	ベンゼンおよびその2ニトロソ化合物	
	(1ニトロキシベンゼンおよび2ニトロキシベンゼン等)	1
56	アニリン，メチルアニリン，ディメチルアニリン(皮)	5
57	スチレン，バナジウムおよびその化合物	40
58	五酸化バナジウム煙	0.1
59	五酸化バナジウム粉塵	0.5
60	バナジウム鉄合金	1

表7．2－8(3)

編集番号	物質名称	最高許容濃度 (mg／m³)
61	苛性（NaOH 換算）	0.5
62	弗化水素および弗化物（F 換算）	1
63	アンモニア	30
64	オゾン	0.3
65	酸化窒素（NO_2 換算）	5
66	酸化亜鉛（ZnO）	5
67	酸化セレニウム（Seo）	0.1
68	ヒ化水素（AsH_3）	0.3
69	鉛およびその化合物（Pb）鉛煙	0.03
70	鉛塵	0.05
71	四エチル鉛（皮）（$Pb(C_2H_5)_4$）	0.005
72	硫化鉛	0.5
73	ベリリウムおよびその化合物（Be）	0.001
74	モリブデン（可溶性化合物）	4
75	モリブデン（不溶性化合物）	6
76	黄　燐	0.03
77	フェノール（皮）	5
78	ナフタリンのアルカン，四水素ナフタリン	100
79	青酸（HCN）および青酸塩（HCN 換算）	0.3
80	ベンゼン誘導体－ベンゼンのエーテル	7
81	硫化水素（H_2S）	10
82	硫酸および三酸化硫黄	2
83	ジルコニウムおよびその化合物	5
84	マンガンおよびその化合物（MnO_2 換算）	0.2
85	塩　素（Cl_2）	1
86	塩化水素および塩酸（HCl）	15
87	クロルベンゼン	50
88	クロルナフタリンおよびクロルベンゼン誘導体（皮）	1
89	クロールカーボン	1
90	ジクロルエタン	25

表7．2－8(4)

編集番号	物質名称	最高許容濃度 (mg/m³)
91	トリクロルエチレン	30
92	四塩化炭素（皮）	25
93	クロルエチレン	30
94	塩化ニブチレン（皮）	2
92	臭化メタン（皮）	1
96	ヨウ化メタン（皮）	1
97	溶剤用ガソリン	350
98	DDT	0.3
99	カルボニルニッケル	0.001
100	タングステン及び炭化タングステン	6
	脂肪酸	
101	醋酸メチル（プロピオン酸）	100
102	醋酸エチル（酪酸）	300
103	醋酸プロピル	300
104	醋酸ブチル（カプロン酸）	300
105	醋酸ペンチル	
	醋酸ペントール	100
106	メチルアルコール	50
107	プロピルアルコール	200
108	ブチルアルコール	200
109	ペンチルアルコール	100
110	フォスフィン（PH_3）	0.3
	（二）生産上の粉塵	
1	10％以上の遊離二酸化硅素の粉塵を含む場合（石英・石英岩等）	2
2	石綿粉塵および10％以上の石綿粉塵を含む場合	2
3	10％以下の遊離二酸化硅素を含有する砕石粉塵	4
4	10％以下の遊離二酸化硅素を含有する水泥粉塵	6
5	10％以下の遊離二酸化硅素を含有する煤塵	4
6	アルミニウム，酸化アルミニウム，アルミニウム合金の粉塵	4
7	グラスウールおよびスラグ粉塵	6
8	煙草および茶叶粉塵	8
9	その他の粉塵	10

表7．2－8の注

① 表中の最高許容濃度は、工場の労働者が空気中の有害物質に耐えられなくなる濃度の限度数値である。工場とは、労働者が生産の過程を観察・管理し日日あるいは時限的に停留している地点を指す。生産操作が車間内の別の地点で並行して多く行われている場合は、車間の平均を計算してその数値とすること。

② （皮）と標記があるのは、呼吸により外から吸収されるものを除き、皮膚を経て吸収され易い有毒物質をさす。

③ 労働者が車間内での停留時間を短縮し、措置をしても上記規定濃度の改善不能の時は、省，市，自治区の衛生主管部門が問題解決にあたらなければならない。

・一酸化炭素の最高許容濃度は、作業時間短縮時次のように規定が緩和される。

作業時間1時間以内　；　一酸化炭素濃度50 mg／m³

〃　30　〃　；　〃　100　〃

〃　15～20　〃　；　〃　200　〃

上記の条件下で反復作業を行うとき、作業時間間隔は2時間以上とするべきである。

‥80％以上の遊離二酸化硅素の生産粉塵が含有される時は、1 mg／m³を超えてはならない。

…その他の粉塵は、二酸化硅素の含有量が10％以下で、鉱物性と動物性の有毒物質を含まないこと。

④ この表に列挙している各項の有毒物質検査方法は、現行の「車間の空気観測検査実験方法」の執行による。

7．2．7　生活飲用水水質標準

表7．2－9

編号	項　　目	標　　準
	官能器官の性状指標；	
1	色	色度は15度を超えなく、異色しない
2	濁度	5度を超えない
3	臭および味	異臭，異味を与えない
4	肉眼で見られるものの化学指標	含有しない
5	PH値	6.5～8.5
6	総硬度（CaOによる）	250mg／Lを超えない。
7	鉄	0.3　〃
8	マンガン	0.1　〃
9	銅	1.0　〃
10	亜　鉛	1.0　〃
11	揮発性石炭酸類	0.002　〃
12	陰イオン系合成洗剤の毒理学指標；	0.3　〃
13	弗化物	1.0　〃
14	シアン化物	0.05　〃
15	ヒ　素	0.04　〃
16	セレニウム	0.01　〃
17	水　銀	0.001　〃
18	カドミウム	0.01　〃
19	クロム	0.05　〃
20	鉛	0.1　〃
	細菌学的指標；	
21	細菌総数	100個／ml
22	大腸菌群	3個／L
23	遊離性塩素イオン	30分接触さし0.3ml／Lより低下しない。集中式
		給水が、上述の要求に符合する工場排水を除いて、
		配管末梢水が0.05mg／Lより低下しない。

注：　分散式給水の水質は、その毒理学的指標が本条規定に符合すること。その他の指標が暫時水質標準に至らないときは、関係部門とともに愛国衛生運動を積極的に展開し、有効な飲用水浄化措置を採用して給水水質を不断に高めておくこと。

7．3 用 語 集

7．3．1 サイリスタ特性用語

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
di／dt	臨界オン電流上昇率	Critical rate of rise of On-state Current	通態電流臨界上升率
dv／dt	臨界オフ電圧上昇率	Critical rate of rise of off-state Voltage	臨界上升率断態電圧
I_{DRM} & I_{RRM}	ピーク繰り返しオフ電流	Peak off-state and reverse Current	
I_G	ゲート電流	Gate Current	栅流
I_{GT}	ゲートトリガ電流	Gate-trigger Current	門板触発電流
I_H	保持電流	Holding-Current	保持電流
I_L	ラッチング電流	Latching-Current	閉鎖電流
$I_{T\ (AV)}$	平均オン電流	Average Forward Current, On-State	平均正向電流
I_{TM}	ピークオン電流	Peak on Current	
I_{TSM}	サージオン電流	Peak One-Cycle Surge On-state Current	
Qrr	逆回復電荷	Reverse recovery Capacitance	反向恢復電容
R_L	負荷抵抗	Load resistance	負載電阻
Rth	熱抵抗	Thermal resistance	熱阻
Ta	周囲温度	Ambient temperature	周囲温度

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
Tc	ケース温度	Case temperature	
Tj	接合温度	Junction temperature	結温
td	遅れ時間	Delay time	延遅時間
tgt	ターンオン時間	Turn-on time	接通時間
tq	ターンオフ時間	Turn-off time	換向関断時間
tr	立ち上り時間	Rise time	上升時間
$V_{DRM}V_{RRM}$	ピーク繰り返しオフ電圧	Repetitive Peak off-state and reverse Voltage	正向断態重複峰値電圧
V_{GT}	ゲートトリガ電圧	Gate-trigger Voltage	門触発電圧
V_{RSM}	ピーク非繰り返し逆電圧	Transient peak reverse Voltage	
V_{TM}	ピークオン電圧	Peak-on-Voltage	

7．3．2 一 般 用 語

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
エージング	熟成 (素子安定化)	Aging	老煉
アロイ	アロイング (合金)	Alloying	焼結
AC	交流	Alternating Current	交流
アルミ	アルミニウム	[Al] = Aluminum	鋁
アングルラップ	角度研磨	Angle lapping	角度
	不純物配合	Arrangement of Impurity (Dopant)	雑質源配制
バクテリア	微生物 細菌	Bacterium	
バランス	釣合 均衡	Balance	平衡
バレル		Barrel	瑪瑙
ベベル	ベベリング	Beveling	倒角
ボイラー	湯沸かし	Boiler	鍋炉
ボンド	ボンディング	Bonding	点焊
ブース	(作業槽)	Booth (Etching booth)	隔開的小房間
ボトムアップ	下意上達	Bottom up	

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
セラミック	陶磁器	Ceramic	陶瓷的
チェック	点検 確認	Check	検査，験算
ケミカルエッチ	化学的エッチ	Chemical etching	化学的蝕刻
サークル	小集団	Circle	
C・B	クリーンベンチ	Clean bench	浄化台
C・R	クリーンルーム (防塵室)	Clean-Room	清浄室
コメント	注解 注釈	Comment	評論(注)
コンタ	コンタリング	Contouring	磨角
コピー	複写	Copy	複制
コスト	費用	Cost	費用
キュア	キュアリング (硬化，焼付)	Cure = Curing	
カーブトレーサー		Curve tracer	曲線描絵儀
カット	カッティング (切断)	Cutting	套囲
データ	記録 資料	Data	資料
ディフェクト	欠陥 (欠点)	Defect	欠陥，欠点

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
出検	出荷検査	Delivery Test	出厰測試
デザイン	設計，計画	Design	
デバイス	装置，器材	Device	装置，器件
デベロップ	現像	Development	槽
バラツキ	偏差	Deviation Distribution	編差
デイフュージョン	拡散	Diffusion	拡散
DC	直流	Direct Current	直流
ダスト	塵，ほこり	Dust	粉屑，粉末
エレクトロニクス	電子工学	Electoronics	電子学
エレメント	(中間工程の素子の総称)	Element	元件
エンキャップ	(カップをかぶせるの意味＝保護)	Encapsulate	表面保護
エネルギー	動力源	Energy Power Source	能量 功率源，能源
EI	技術標準	Engineering Instruction	
ETC＝etc	その他 (エトセトラ)	Etcetera	附加項目
エッチ	エッチング (食刻)	Etching (Et'g)	台面腐触

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
バキューム	吸着，吸引 真空	Evacuate Vacuum	抽空 真空
エバルエーション	評価	Evaluation	単片測量
エバポ	エバポレーション (蒸着)	Evaporation	蒸，一蒸，二蒸
EW	工場標準	Factory standards	
フィードバック	帰還	Feed back	反馈
ファイナルテスト	最終検査	Final Test	
フローチャート	流程図	Flow-chart	流程図
ガス	気体	Gas	気体
グループ	小団体＝小集団 仲間	Group	組
ヒストグラム	〃	Histogram	条帯図
ホーニング	吹付け	Honing	喷砂
インデックス	指数	Index	指数
イオン	イオン	Ion	离子
ジャンクション	接合	Junction	接合
ノウハウ	専門知識 秘けつ	Know-How	

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
ラップ	ラッピング（研磨）	Lapping-(Wafer) or polishing	磨片
レイアウト	配置図	Layout	布局
リードタイム	所要日数	Lead Time	
リークテスト	漏えい試験	Leak Test	漏试
レベル	水準	Level	
ライフタイム	寿命	Lifetime	寿命
ライン	現場，作業工程	Line	
リスト	目録，一覧表	List	目録，一覧表
ロス	損失	Loss	損失
ロット	一群，一組	Lot	組群
ロットアウト	ロット不良	Lot out	
メンテナンス	整備，保全	Maintenance	保持，維持
メーカ	製造者（側）	Maker	制造者
マーケット	市場	Market	市場
メンバー	組織員	Member	成員

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
マイクロメーター	〃	Micro meter	測微計
Mo	モリブデン	Molybdenum	钼
マウント ＝アセンブリー	組立 (山を組むの意味)	Mount ＝Assembly	
ノート	手帳	Notebook	本子
オキサイド	酸化	Oxide (thermal-Oxide)	酸化
パレート図	QC手法の1つ	Parate Diagram	
パーツ	部品	Parts, Components	零件
P．E	光食刻	Photo-engraving	光刻
PEP	光食刻工程	Photo-engraving -process	光刻
ピンセット	ピンセット	Pincette (Tweezers)	鑷子
プラント	設備，工場	Plant	工厰
メッキ	鍍金	Plate ＝Plating	電鍍
ポイント	要点	Point	要点
P．R ジャンクション	白金：白金ロジウム 熱電対	P. R-Junction	
プロセス	過程 手順	Process	過程

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
P／L	利益／損失	Profit／Loss	利潤／損失
プロジェクト	開発計画	Project	規画
QC	品質管理	Quality-Control	
QCS	品質管理標準	Quality-Control Standard	
ルート	順路	Route	路由
サンプル	試料	Sample	試様
サンドブラスト	サンドブラスト	Sand-blast	噴砂
SEM	走査型電子顕微鏡	Scanning Electron Microscope	掃描電子顕微鏡
スケジュール	計画，日程，予定表	Schedule	日程 預定計画
シール	封止	Seal Sealing	封装
ショートエミッタ	短絡エミッタ	Shorted Emitter	
シリコン	珪素	[Si]＝Silicon	硅
SCR	シリコン制御整流素子	Si Controled rectifier	可控硅整流元件
シリコーン	有機珪素化合物の重合体の総称	Silicone	硅有机化合物
シングルクリスタル	単結晶	Single crystal	单晶

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
サイズ	大きさ，寸法	Size	大小 尺寸
スライス	スライシング（切削）	Slicing-(Wafer)	切片
ノギス	寸法測定器の1つ	Slide calipers	
ハンダゴテ	半田ごて	Soldering iron	烙鉄
スペース	空間 余地	Space	空間
スピンナー	回転機	Spinner	旋塗器
スプレーガン	噴霧器	Spray gun	噴射銃
S・R M／C	拡がり抵抗測定器	Spreading Resistance Probe	拡散電阻探針
スタッフ	間接員（直接作業者以外の総称）	Staff	工作人員
ステージ	台	Stage	
ステップ	手順	Step	
ストレージ	高温放置	Storage	高温存放
システム	組織，制度 体系，系統	System	方式，制度 体系，系統
テフロン	テフロン	Teflon	
テスト	試験，検査	Test	試験 試検

用語		英語	中国語
専門語または略語	一般名		
テスター	試験器，検査装置	Tester	試験器
テストラン	試作開始	Test-Running	
サイリスタ	制御整流素子	Thyristor = Controled rectifier	半導体間流管
トップダウン	上意下達	Top Down	
トップレベル	高い水準	Top Level	最高級
TQC	総合品質管理	Total・Quality ・Control	
トラブル	故障，事故	Trouble	故障
タイプ	形式，種類 （型）	Type	型，式样
USW or USC	超音波洗浄	Ultrasonic Washing(or cleaning)	一清洗
U・P	ユースポイント （使用場所）	Use-Point	
ユーザ	使用者 顧客	User Customer	使用者 用戸
ウエーハ	ウエーハ	Wafer	晶片
ウェルド	熔接	Weld = Welding	熔接

7．4　サイリスタの使用法

7．4．1　定格と使用法

（1）　最大定格について

(a)　最大定格の意義

ダイオード・整流素子・サイリスタ・トライアック等に流し得る電流や、印加可能な電圧、逆電力の損失等の最大許容値は、最大定格値として定められいる。

半導体素子による回路を設計する上で最大定格を認識することは、素子を有効に動作させ、目標とする稼動時間に十分信頼させる上からも非常に大切なことである。半導体製品の特徴ある性質の一つとして、電気的特性が非常に温度に敏感なことが最大定格を規定する大きな要因となる。例えば、素子に一定電圧が印加された状態で、周囲温度が高くなり規定の接合温度を越えた場合、素子の導電率が高くなり電流が増大し、その結果素子に消費される逆電力損失が大きくなる。この電力損失により、さらに接合部の温度上昇の原因となって逆電流を増加せしめるといった悪循環が生じ、遂には半導体素子を破壊してしまうという場合がある。

最大定格値は、素子の寿命と信頼性を保証するために越えてはならない最大値であり、これらの値は構成している素材や設計、製造条件によって規制され、素子の容量および形状によって値を異にしている。最大定格としては、絶対最大定格の考え方を採用している。「絶対最大定格とは、瞬時といえども動作中に定格値を越えてはならないものである。」

(b)　電　圧　定　格

①　逆　　電　　圧（V_{RSM}，V_{RRM}，V_{RGM}）

サイリスタ

・ピーク繰り返し逆電圧（V_{RRM}）：特に指定のない場合，ゲートを開放として繰り返し印加できる逆電圧の最大許容瞬時値。

・ピーク非繰り返し逆電圧（V_{RSM}）：特に指定のない場合、ゲートを開放として定められた条件下で繰り返すことなく印加できる逆電圧の最大許容瞬時値。

・ピークゲート逆電圧（V_{RGM}）：サイリスタがオフ特に繰り返し印加できるゲート逆電圧の最大許容瞬時値

以上の定格に対し、万一この定格を越えた電圧が印加された場合、素子はブレークダウンし破壊するおそれがある。

② ピークオフ電圧

サイリスタ

・ピーク繰り返しオフ電圧：特に指定のない場合、ゲートを開放として繰り返し
(V_DRM)　印加できるオフ電圧の最大許容瞬時値。
なお、印加電圧の電圧上昇率は、規定の臨界オフ電圧上昇率以下で規定されている。小容量の高感度サイリスタは、1KΩ以下の抵抗をゲートとカソード間に挿入することが規定されているものもある。

・ピークゲート順電圧：ゲートとカソードもしくはT1端子に素子をオンさ
(V_{FGM})　せる方向に繰り返し印加できるゲート順電圧の最大許容瞬時値。ただし、電圧を印加した際、流れるゲート順電流がピークゲート順電流以下でなければならない。
もし定格のピークオフ電圧を越えて電圧が印加された場合、素子がブレークオーバーし、その際のターンオフ損失により破壊するおそれがある。

(c) 電 流 定 格

① 定常動作電流定格

定常時流すことのできる電流は、Tc Max（またはTa Max）－$I_{F(AV)}$（または$I_{T(AV)}$, $I_{T(RMS)}$）曲線で示されている。これらの曲線は、素子の接合温度がT_j Maxとなるように設定されている。

サイリスタ

・平 均 オ ン 電 流：指定された条件のもとで商用周波数（50Hz／60Hz）
($I_{T(AV)}$)　の正弦半波々形（導通角180°）の流しうる最大平均電流値。

・実 効 オ ン 電 流：指定された条件のもとで順方向（トライアックは両
($I_{T(RMS)}$)　方向）に流しうる最大実効値電流。

・ピークゲート順電流：ゲートとカソードもしくはT_1端子に素子をオンさ
(I_{FGM}, I_{GM})　せる方向に繰り返し流すことができる最大許容瞬時電流。

・臨界オン電流上昇率：指定された温度、ゲートバイアスおよびオフ電圧のもとで、素子がターンオンする際の電流の立ち上り時の最大許容電流上昇率値。
(di／dt)

なお、ゲートドライブが少ない場合、ブレークオーバーおよびdi／dtによる誤動作の場合のdi／dtは、規定の値に比べ非常に小さな値となる。この定格を越えて使用した場合、素子が破壊するおそれがある。

② 瞬時過電流

瞬時過電流の通電時の最大瞬時接合温度はT_j Maxを越えている。したがって、全使用期間での累積回数の総和が、100回程度の異常時電流を対象に考えたものである。

サイリスタ

・ピーク1サイクルサージ（オン）電流 (I_{FSM}・I_{TSM})：指定された接合温度で、50Hz正弦波々形（導通角180°、トライアツのみ360°）1サイクルを順方向に流しうる非繰り返し最大許容ピーク電流値。

・電流2乗時間積 (I^2t)：10 ms以下の時間幅の電流波形で、順方向に流すことのできる非繰り返し最大許容ピーク電流値を求めるための値。

I：電流実効値

t：パルス幅

整流素子については、特に定格として規定していないので次式により求める。

$$I^2t = \left(\frac{\text{ピーク1サイクルサージ電流値(50Hz)}}{\sqrt{2}}\right)^2 \times 0.01\ (A^2B) \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

また、最小の時間幅については、素子のチップの電流の広がり等により、整流素子は100μSec以上、サイリスタは1 mSec以上となる。

(d) 温度定格

① 接合温度

最大接合温度Tj Maxは、素子を構成する材料と信頼度によって規定され、単に動作するというだけでなく、劣化、寿命など信頼性とのかねあいで考えねばならな

い。一般に素子の劣化は、接合温度が短くなるにつれて加速され、平均寿命Lm（時間）、接合温度T_j（°K）との間にはA，Bを素子固有の定数として（2）式の関係が認められている。

$$\log Lm \fallingdotseq A + \frac{B}{T_j} \quad \cdots\cdots \quad (2)$$

したがって、長寿命の保証をする素子の最大接合温度が決定される。

また、逆電流（オフ電流）の温度依存性は、（3）式で表わされる。

$$\log I_R \propto A \cdot \frac{qV}{KT_j} \quad \cdots\cdots \quad (3)$$

A：素子固有の定数、　q：電子の電荷，　K：ボルツマン定数

T_j：接合温度（絶対温度），　V：印加電圧

（2）式より見られるように、高温時の逆電流は大きく、高温時の逆電流の電力損失も大きくなる。この電力損失により、接合温度を上昇させさらに逆電流を増大させるという繰り返しにより熱暴走をひきおこす場合がある。この熱暴走を抑制するためにも、接合温度および放熱条件等を十分に考慮する必要がある。

② 保　存　温　度

保存温度T_{stg}は、素子を動作させない状態で保存し得る周囲温度範囲で、これはシリコンチップ以外の素子を構成する材料の性質と信頼度から規定される。また、保存の際には、端子の酸化等については十分に注意し、保存法を配慮すること。

（2）　サイリスタの定格と使用法

(a)　ゲートトリガ特性

SCR、トライアック等のサイリスタは、ゲート電流を振り込むことにより、オフ状態からオン状態へスイッチングする。

サイリスタのゲート特性には、ゲートトリガ電圧、ゲートトリガ電流、ゲート非トリガ電圧、ゲート非トリガ電流があり、ゲートトリガ電圧、電流は、サイリスタをスイッチングさせるために必要な最少ゲート電圧、電流と定義される。また、ゲート非トリガ電圧、電流は、素子保証温度内でスイッチングすることができない最大電圧、電流と定義される。

また、ゲートトリガ特性は、ゲート信号がパルスの場合、そのパルス幅によって左右され、パルス幅の小さい程ゲートトリガ電流、電圧とも大きくなる。パルス幅が100μ秒以上になると、ほぼ直流レベルと同等になるが、これにより短くなると、ゲートトリガ電流は通電幅により2～3倍，3－5倍程度に増加します。ゲートトリガ

電圧は、それ程大きく変化せず、せいぜい2倍程度である。

(b)　ラッチングおよび保持特性

サイリスタが、スイッチングする時のアノード電流の特性として、ラッチング電流と保持電流がありる。ラッチング電流は、オフ状態からオン状態にスイッチした直後にゲート電流を除去し、その後サイリスタをオン状態に保つのに必要な最小アノード電流であり、保持電流は、オン状態を維持し得る最小アノード電流である。

サイリスタを小容量素子の集合体とみなした時、ラッチング電流は、ゲート近傍の小容量素子によって決定され、保持電流は最もオフしがたい小容量素子により決定される。素子の容量等によって異なるが、一般的にラッチング電流は、保持電流の1.5～3倍程度に分布している。特に、L負荷の場合には、電流の立上り（diA／dt－E／L）が緩かとなり、ゲートパルス幅以内にアノード電流iAが、ラッチング電流に達していませんと素子は再びオフ状態へ戻る。

したがって、ゲートパルス幅を十分広げるか、マルチパルス等を利用する。また、保持電流は、低電流レベルで素子を動作させる時に問題となる。保持電流、ラッチング電流は、負の温度特性を示す。

(c)　スイッチング特性

サイリスタのスイッチング特性には、大別してターンオン特性とターンオフ特性があり、前者は、di／dt耐量、直並列運転時等に問題となり、後者は、チョッパ、インバータ制御などの高周波スイッチング回路で問題となる。

①　ターンオン特性

ターンオン時間tgtは、ゲート電流が振り込まれてからサイリスタがオン状態へスイッチングする時間であり、遅れ時間td（ゲート電流ピーク値iGの10%から、オフ電圧V_Dが10%下降するまでの時間）と立ち上り時間t_r（V_Dが90%から10%まで下降するに要した時間）から成る。この時の波形は図7．4－1のとおりである。

ターンオン時間は、温度、ゲート条件オフ電圧等に依存する。

一般にt_{gt}＝4～6μs程度に分布している。表7．4－1は、t_d、t_rの各条件変化に対する依存性である。

表７．４－１　t_d，t_rの各条件に対する依存性

条件		変化の内容	遅れ時間 td	立上り時間 tr
温度		高温になる	短縮	あまり変化なし
オフ電圧		高電圧になる	短縮	若干短縮
ゲート	波高値	大きくなる	短縮	あまり変化なし
	立上り	速くなる	短縮	あまり変化なし
オン電流		高電流になる	あまり変化なし	長くなる

ターンオン時の損失については、図７．４－１に示す通り、ほとんど立ち上り時間内に発生する。di／dtの大きな回路の場合、サイリスタの広がり速度が約0.1 *mm*／μsであるために、電流がペレットの局部（ゲート近傍）に集中し、いわゆるホットスポットを生じる恐れがあるので、保護回路が必要となる。

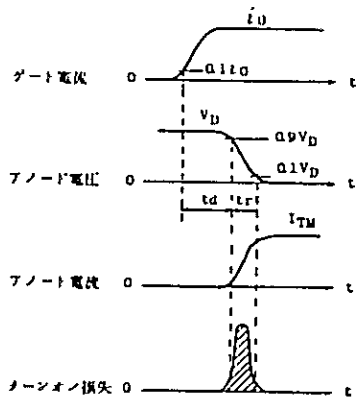


図７．４－１　ターンオン時の各部波形および損失

② ターンオフ特性

ターンオフ時間tqは、アノード電流が零になった時間から再び正のアノード電圧を印加しても、オフ状態へ移行できる最小の時間であり、この時の様子は図７．４－２のとおりである。

ターンオフ時間は、I_T，－（di／dt），V_D，dv／dt，接合部温度T_j，V_Rによって変化しその変化の内容は表７．４－２のとおりである。現在、商品化されている高速スイッチングサイリスタは、tq＝10～25μs程度になっている。

チョッパおよびインバータ制御の場合、回路のターンオフ時間が素子自身のtqよりも短くなると、転流失敗し大きなdi／dtをもつ電流が通電され、劣化もしくは破壊することがあるので注意を要する。

また、ターンオフ過程において、図7．4－3に示すとおりかなり大きな逆電流が流れ、その後、diR／dtで減少する。このdiR／dtと回路のインダクタンスによって大きな逆電圧が発生する。diR／dtは、素子によって異なり外部で抑制することはできない。したがって、逆電流の時間積（逆回復電荷量Q_{stg}）に応じて保護回路を示す必要がある。

また、逆回復損失は、I_{RM}後に発生する。

表7．4－2　tqの各条件に対する依存性

条件		変化の内容	ターンオフ時間
オン電流	I_T	大きくなる	増加
	$-(di/dt)$	大きくなる	増加
接合部温度		高温になる	増加
逆電圧		大きくなる	減少
オフ電流	(dv/dt)	大きくなる	増加
	V_D	大きくなる	増加

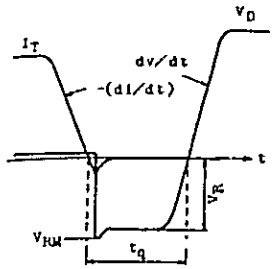


図7．4－2　ターンオフ時各部波形

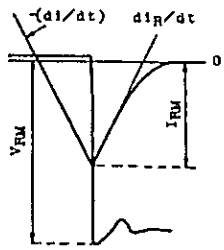


図7．4－3　逆回復特性

(d)　臨界オフ電圧上昇率

サイリスタは、理想的なスイッチと比較すると多くの相違点があり、その一つにオフ電圧上昇率 dv／dt の問題がある。これは、たとえば誘導負荷やインバータ等において、急な立ち上りの電圧が発生するような回路で、その電圧上昇率によって素子がターンオンするもので、通常臨界オフ電圧上昇率は、1 μs 当りの電圧上昇率で表わしている。

dv／dt によって素子がターンオンした場合、ゲートターンオンに比べて初期の電流が一部に集中するため、di／dt 耐量が著しく低下し、1／10～1／100 程度になる。したがって、素子に印加する dv／dt を素子の臨界値以下にする必要がある。この dv／dt の定義には、図7．4－4 に示すように2通りあり、各々指数関数上昇波形、直線上昇波形において、つぎのようになる。

$$dv/dt = \frac{0.63V_D}{t_1} \quad \text{or} \quad \frac{0.8V_D}{t_2}$$

この dv／dt によるトリガの機構は、次のように説明することができる。

サイリスタの接合部の等価回路は、図7．4－5 のようになるが、アノード・カソード間を順バイアスした時、この電圧は C_{j2} へ印加される。この時に変位電流 $i = dv/dt \cdot C_{j2}$ が流れ、ゲート順をバイアスする方向となり、通常のゲート電流と同様な機能をもつ。

dv／dt 耐量は、接合部温度、オフ電圧、ゲート・カソード間抵抗に反比例する。

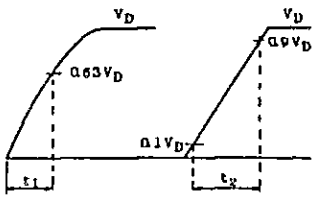


図7．4－4　dv／dt の定義

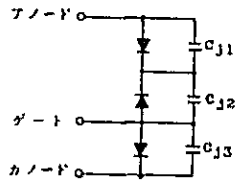


図7．4－5　サイリスタ接合部等価回路

7．4．2　整流素子、サイリスタの電気的試験法

（1）　逆阻止3端子サイリスタの試験法

(a)　ピーク繰り返しオフ電流および逆電流（I_{DRM} および I_{RRM}）

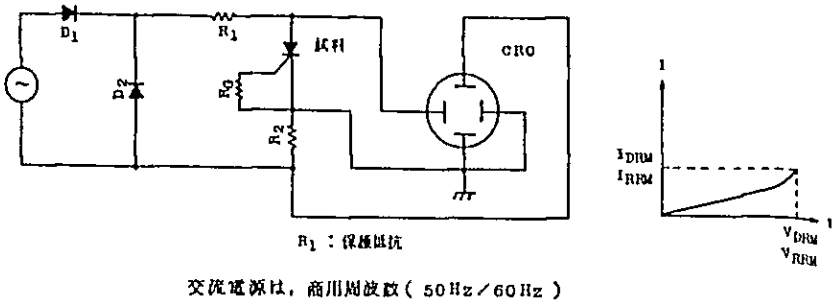


図7．4－6

(b)　ピークオン電圧（V_{TH}（V_{FM}））

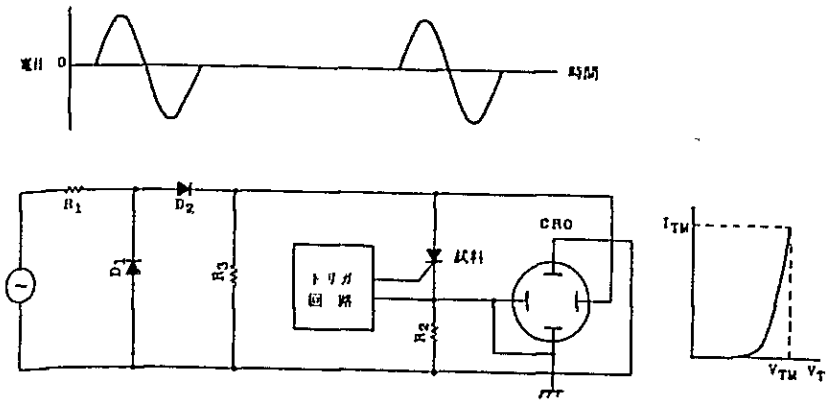


図7．4－7

接合部の温度上昇を小さくするために繰り返し、デューティは1％以下が望ましい。

(c)　ゲートトリガ電圧、ゲートトリガ電流（V_{GT}, I_{GT}）

ゲート非トリガ電圧、ゲート非トリガ電流（V_{GD}, I_{GD}）

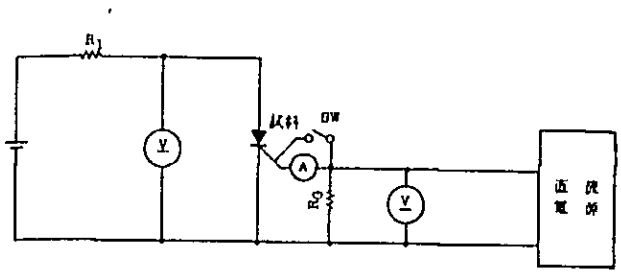


図７．４－８

I_{GT}を測定する際は、SWをOFFとし、V_{GT}を測定する際はSWをONとし電流計を短絡し測定する。

(d)　保　持　電　流　I_H

ゲートにトリガ電流を流して試料を導通状態となし、十分な順電流を流した後、ゲート電流をしゃ断し、アノード電流を徐々に減少させて阻止状態となる直前のアノード電流を測定する。

直流電源を指定の電圧とし、アノード電流の減少は負荷抵抗R_1の値を増加することによって行う。

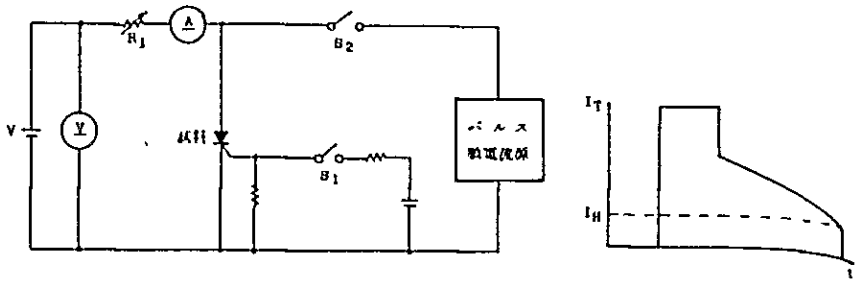
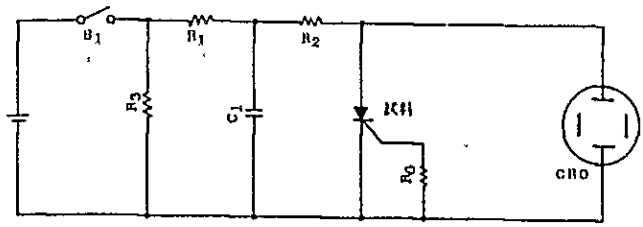


図７．４－９

スイッチS_1を閉じて試料にゲート電流を流して導通状態となし、負荷抵抗R_1を低くするかあるいはスイッチS_2を閉じて、試料に十分な順電流を流した後、S_1を開き試料が導通状態にあることを確認して、R_1を徐々に大きくする。

なお、パルス順電流源により試料に十分な順電流を供給する場合には、S_1はS_2の開かれる以前に開放しなければならない。

(e)　臨界オフ電圧上昇率（dv／dt）



R_1 ：無誘導抵抗
R_2 ：保護抵抗
S_1 ：水銀スイッチ

図７．４－10

S_1をONさせるとR_1とC_1の時定数により、アノード電圧が指数関数で図７．４－11のように上昇する。

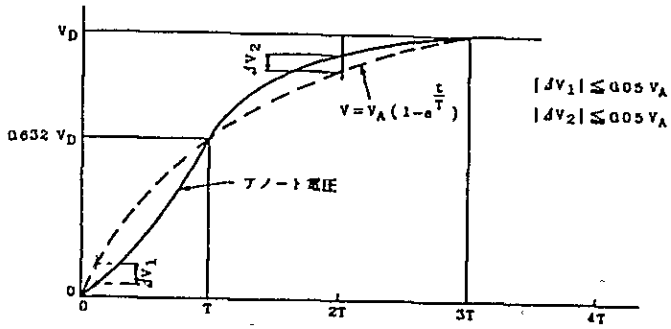
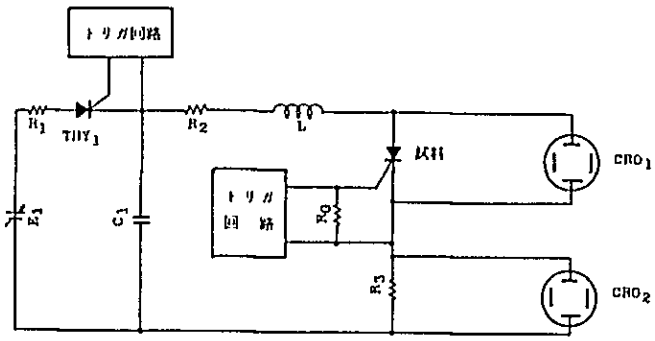


図７．４－11

この際のオン電圧上昇は、次式により求められる。

$$dv/dt = \frac{V_D}{T} \times 0.632 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1)$$

(f)　ターンオン時間、遅れ時間、立ち上り時間（t_{gt}, td, tr）



R_1 ： 保護抵抗　　CRO_1 ： 電圧波形観測用

R_2 ： 無誘導抵抗　　CRO_2 ： 電流波形観測用

L　：di／dt 制限用リアクタ

図７．４－12

THY 1 を ON して、R_1 を通し E_1 より C_1 に電圧（オフ電圧 V_D）を充電し、THY_1 が OFF となった後、試料に規定のゲート信号を供給し、試料を ON させる。

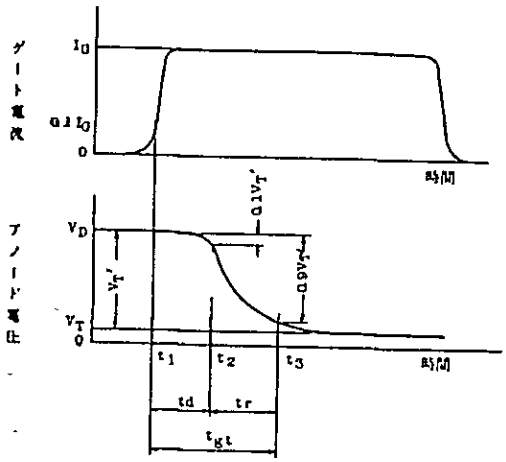


図７．４－13

(g)　ターンオフ時間（t_q）

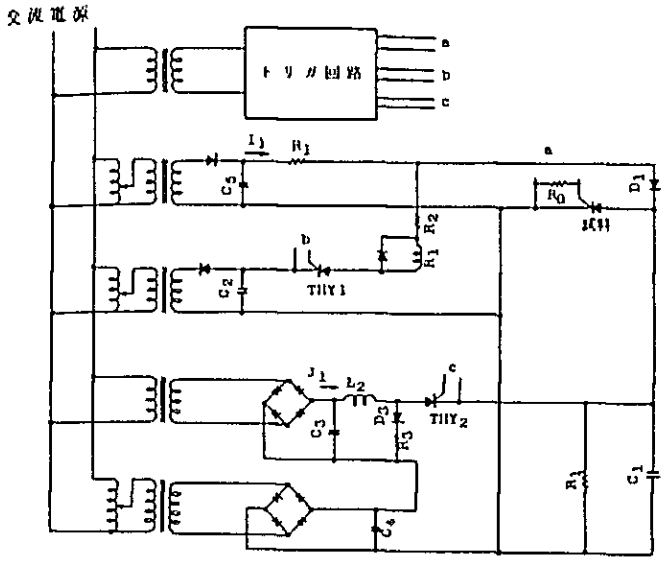


図７．４－14

トリガ回路のａにより試料のサイリスタをONとし、指定のI_{TM}を通電し、十分ONを接続した後、THY_1（ゲート信号ｂ）をONとすると試料に逆電圧が印加される。さらにその後で、THY_2（ゲート信号ｃ）をONとすると試料に再起順電圧が印加される。

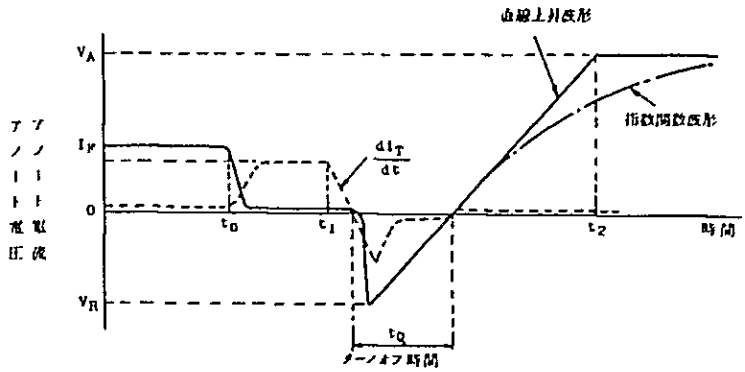


図７．４－15

(h)　熱抵抗（接合ケース間）（R_{th}（j−c））

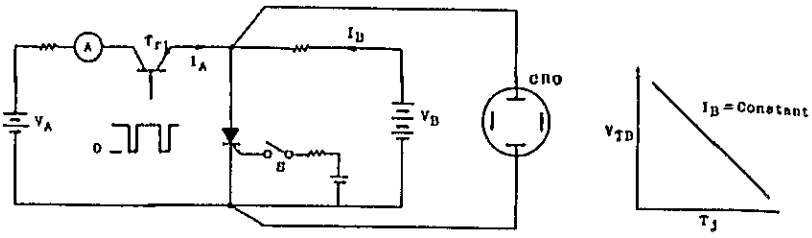


図７．４－16

あらかじめ試料のベース電流 I_B に対する電圧降下 V_{TB} の温度依存性を求めておく。次に試験回路により、スイッチＳを投入し、試料をＯＮさせ I_B を通電する。試料のアノード電流 I_A はトランジスタ T_{r1} により供給される。

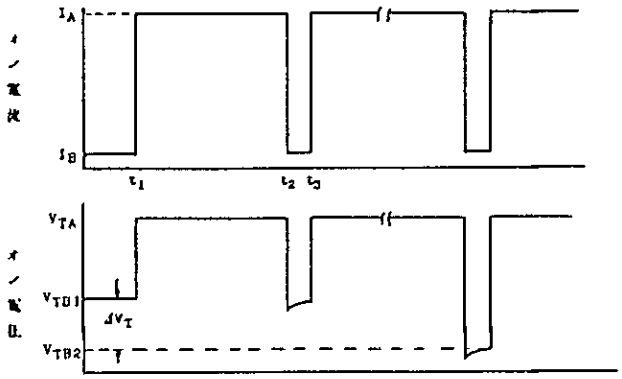


図７．４－17

ケース温度ＴＣが飽和した時点で、バイアス電流による V_{TB2} を測定し、接合温度 T_j を求め熱抵抗を次式により計算する。

$$R_th\ (j-c) = \frac{Tj-Tc}{P_T}\ (C/W) \quad \cdots\cdots \quad (2)$$

$$R_T = \frac{t2-t1}{t3-t1} \times I_A \times V_{TA} \quad \cdots\cdots \quad (3)$$

JICA