

# 電子管用ガラスの品質管理

安岡 修 一\*

## Statistical Quality Control of Glass for Electron Tubes

By Shuichi Yasuoka  
Mobara Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

It is held in general that the properties of glass can hardly be kept constant on account of the peculiarity of the glass manufacturing process. On the other hand, the recent trend to the wider adoption of the mass production system for the manufacture of electron tubes has been imposing more and more severe requirements on the quality of glass. Hence, the quality control of glass should be the requisites if the quality control of the electron tube is to be perfected.

From the viewpoint of glass manufacturing, the discussion of the quality control of glass bulb and tubing should be centered on the following three main points.

- (1) The quality control of glass properties from the physical and chemical viewpoint.
- (2) The quality control as regards dimensional preciseness of the glass bulb and tubing.
- (3) Operation control in the glass melting.

The control of the glass properties essentially consists of the constant observation of the thermal expansion of glass and the adjustment of the variation of the chemical composition of glass. In this article the writer pointed out statistically the variation of the glass properties and explains the method of adjusting method of these variations. The control of the bulb size is carried out by the sampling and quick methods: In case of the small bulb, the weight of the sample bulb is measured and from the known weight of it the wall thickness of the bulb is estimated, while the large bulbs are measured at certain points of the bulb to assume the average thickness. In these measurements, the writer used the several kinds of the statistical methods, such as the correlation of the bulb weight and the bulb thickness, etc.

### 〔I〕 緒 言

一般に窯業製品はその製造方法の特殊性により寸法精度の保持、最終特性の把握が比較的困難である。一方電子管製造は機械化、これに伴う高速化に関して最近めざましい進歩を示しており、したがって使用される材料は

\* 日立製作所茂原工場

さらに特性がすぐれ、特に品質変動の少いことが重要な条件となつてきた。ガラスの電子管における役割は他の化学、金属材料とともにその重要度は依然として高く、したがって課せられる条件もまた苛酷である。ガラスの品質管理の要点は品質変動に対する製造上の要因の解明にあり、これらは順次実験計画法その他で促進されている。また現場管理にあつては既知の品質管理方式をで



きるだけ利用し、克明な記録保存によつて作業を規格化することが急務と思われる。本報にはこれらの概要と実務の一端を記述した。

〔II〕 ガラス製造上の諸問題

通常ガラス工場において管球用ガラスは第1図のごとき工程を経て製造される。

すなわち原料粉末およびカレットと称する戻り屑ガラスを検査して受入れ、これを秤量混合して炉内ルツボへ投入し、熔融を完了したものの特性を検査し、管引あるいは吹上の製造を終り、除歪その他の仕上を経て検査出荷という工程をたどる。ガラス製品の不良は特性不良、素地不良、寸法不良があり、上記工程図よりも推察されるごとく特性不良に対しては期待値は原料、カレットにより、寸法の不良は吹上管引の作業条件により、素地不良は主として熔融作業により支配される。したがつて管理の要点は

- (a) 特性の管理
- (b) 寸法の管理
- (c) 熔融の管理

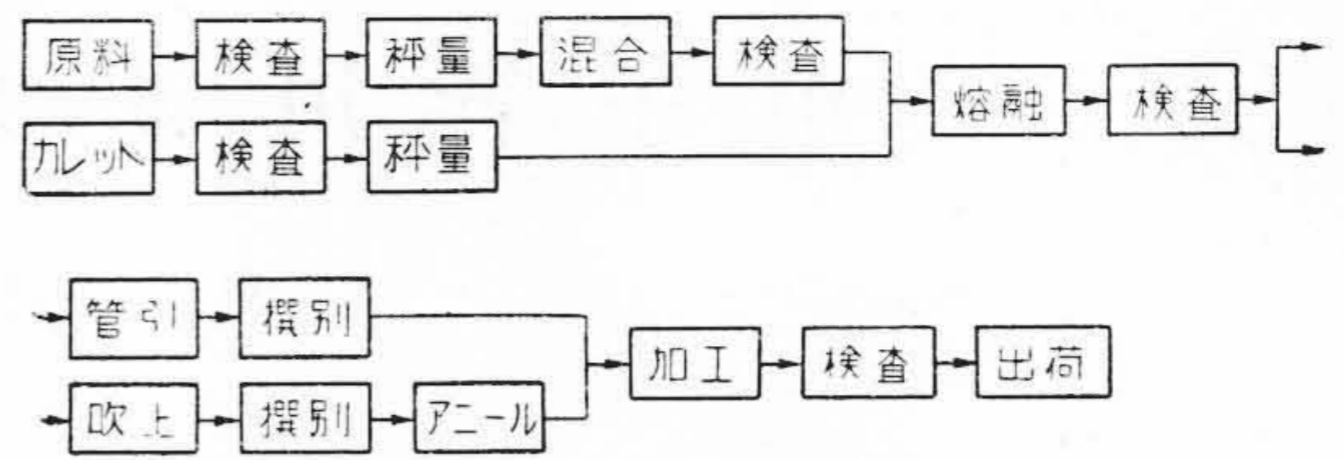
に集約される。(c)はガラス工場内における歩留りの致命的因子であるが、実際には(a),(b)はこれを用いた電子管の最終特性にも関連し、したがつてこの2項目が電子管用ガラスの品質を決定する。

〔III〕 特性の管理

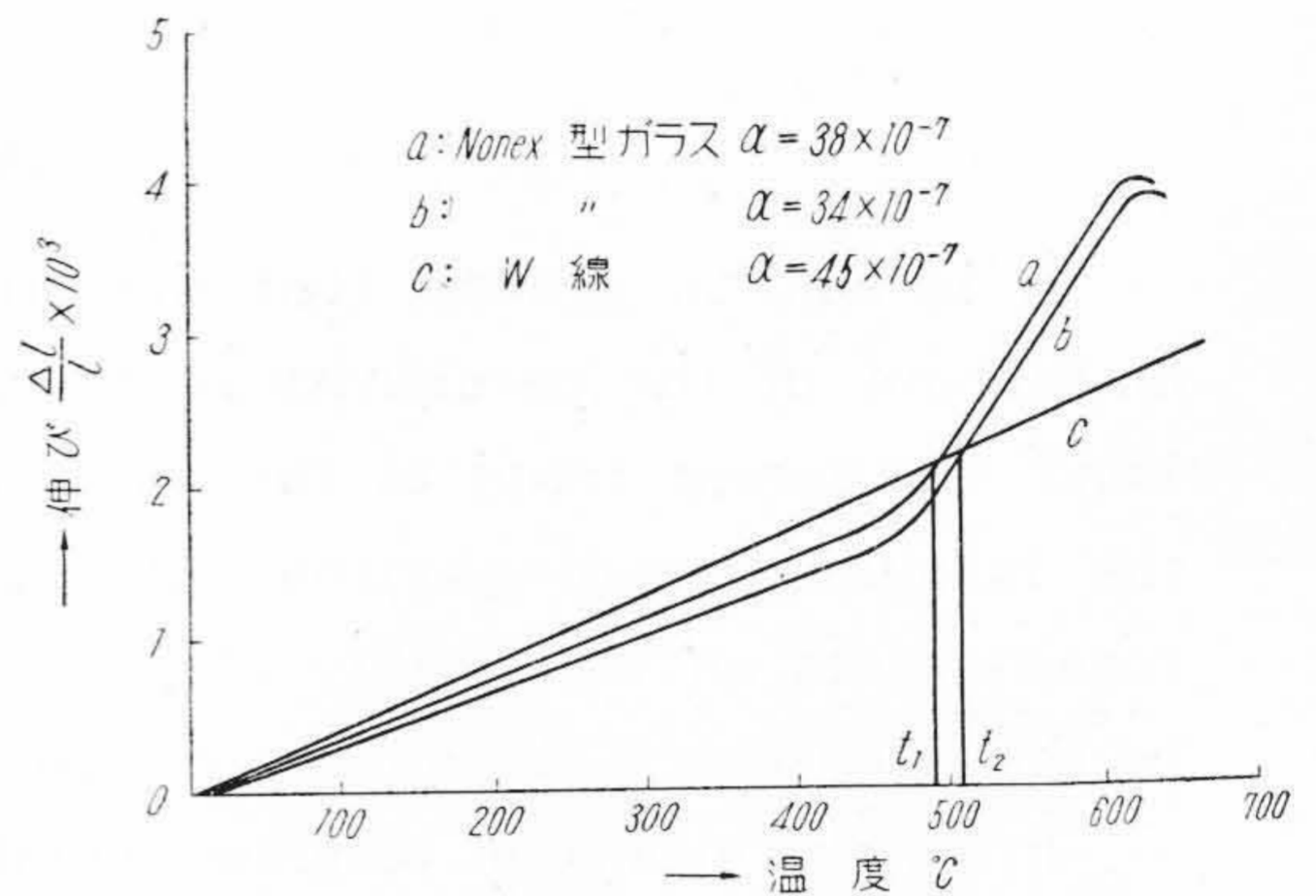
電子管材料として明示すべきガラスの特性は下記のごとくであろう。

- (a) 熱膨脹率
- (b) 転移点
- (c) 屈伏点
- (d) 軟化温度
- (e) Strain Point
- (f) Annealing Point
- (g) 冷熱抵抗値
- (h) 電気抵抗値
- (i) 耐水性
- (j) 抗張力
- (k) 比重

ガラスの熱加工に際しては(a)~(f)で作業の条件が定まり、管球製造後の耐破壊性、劣化度に関しては主として(g)~(j)を判定の資料とする。これらはいづれも試験室の精密測定に属し現場はその測定機能を持たぬ場合が多い。しかしながらこのうち(a)熱膨脹率はガラスと金属との熔封に致命的な役割を演じ常に忘れることはできない。他の特性は熱膨脹率に比し変動が製品に直接的でないこと、あるいは変動の範囲が小数の抜取によつて保証しうることなどの条件に応じ、それぞれ定められた周期をもつて測定を繰返し管理を行うことが可能である。よつて電子管用ガラスにあつては熱膨脹率の管理は他の特性管理に先行し、また全体的な品質変動の最大の



第1図 電子管用ガラスの製造工程  
Fig.1. Manufacturing Process of Glass for Electron Tube



第2図 Nonex 型ガラスおよびタングステン線の熱膨脹曲線  
Fig.2. Thermal Expansion Curves of Nonex Type Glass and Tungsten Wire

目安とするのが常である。

(1) ガラス特性規格値の要求

上述のように電子管用ガラスに対して要求される特性の第一は熱膨脹率の一定化である。電子管におけるガラスと金属との熱膨脹率の適合の重要性についてはすでに周知の事柄であり<sup>(1)</sup>、たとえば Nonex 型ガラスにタングステン線を封入する場合、ガラスの熱膨脹率(30~380°C)が  $(36 \pm 2) \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$  の範囲を逸脱したとすれば、タングステンとガラスの熱膨脹曲線の交点は第2図に示すごとく 20°C の懸隔をもち、アニール温度、時間一定条件ではいずれも常温においては張力、または圧力いずれかの伸長差を残して無歪とはならない。

これらの許容範囲はたとえば電球のステムに見られる不調和封じ<sup>(2)</sup>などにあつてはガラスの熱膨脹率  $(\alpha \pm 3) \times 10^{-7}$  以下、送信管関係にあつては  $(\alpha \pm 2) \times 10^{-7}$  以下を標準とするのが経験上妥当のようである。よつてガラス製造現場はこの許容範囲を基として逆に統計的変動を算出してこの範囲内に熱膨脹率を再現し、かつ量産品としてロット保証を行う必要が生じてくる。

(2) 原料純度による熱膨脹率の変動

ガラス原料調査は一定の規格をもつて明示せられ、理論的には期待される熱膨脹率は常に実現が可能な筈であ



る。しかしながら実際連日のガラス熔融に際し熱膨脹率の変動はまぬがれえない。その原因は主としてつぎの二つにあると思われる。

(a) 原料の品質変動

(b) カレットの品質変動

ガラス調合には珪石、長石のごとき自然石を始めとし少くとも5種以上の原料を混合するのを常とするからこれらの原料純度の変動によつて熱膨脹率も当然変動を生ずる。しかしながら純粹にして変動が少い原料はその市場性、価格とのかねあいがあり、その規格は工業用として適当なところで許容範囲を設定せねばならない。したがつてわれわれは原料純度規格値から変動の最大幅を計算し、その規格値の妥当性をあらかじめ知つておく必要がある。実際に各品種の抜取分析によつて原料の受入検査を実施したところ最近半箇年において第1表のごとき実績がえられた。

さてガラスの熱膨脹率はガラス組成の各酸化物比による加成性則が成立し<sup>(3)</sup>、宮城博士によれば<sup>(4)</sup>これはつぎのごとく説明される。ガラスの線膨脹率 $\alpha$ は加成性則により

$$3\alpha = \frac{\sum b_i w_i}{\sum \phi_i w_i} \dots \dots \dots (1)$$

のごとく表現される。

- こゝに  $w_i$ :  $i$  番目の原料の調合量
- $b_i$ :  $i$  番目の原料の熱膨脹の定数
- $\phi_i$ :  $i$  番目の原料の保有率

こゝで  $k$  番目の重量を  $\delta w_k$  だけを変化させた場合、 $\alpha$  の変化  $\delta\alpha$  は最終的には

$$\delta\alpha = \left( b_k - \frac{\sum b_i w_i \phi_k}{\sum \phi_i w_i} \right) \left( \frac{\sum w_i}{\sum \phi_i w_i} \right) \left( \frac{\delta w_k}{\sum \phi_i w_i} \right) \dots (2)$$

となる。すなわち  $\delta w_k$  の変化によつて  $\alpha$  の変化  $\delta\alpha$  は

$$b_k - \frac{\sum b_i w_i \phi_k}{\sum \phi_i w_i} \dots \dots \dots (3)$$

に比例しその値が  $>0$  ならばその原料の調合量増加によつて熱膨脹率は増加することとなる。第1表の原料純度変動より推定される熱膨脹率の変動はすなわち(3)式の正負に関連し純度の変動は原料重量の増減と考えることができる。いまステム用鉛ガラスとして第2表のごとき調合例があつたとする。

こゝで第2表より  $b_i$  に Winkelman, Schott の係数<sup>(5)</sup>を用い上述の変動値より第3表の計算結果がえられる。

本ガラスの熱膨脹率計算補正は計算値に  $12 \times 10^{-7}$  を加えている。よつて本節に述べた原料純度変動によりこのガラスの熱膨脹率は  $94 \sim 97 \times 10^{-7}$  の間を動き  $3 \times 10^{-7}$  の変動幅の可能性のあることを知るのである。

第1表 原料純度の変動

Table 1. Variation of Chemical Purities of Low Materials

原料名	分子式	ガラス中の酸化物	保有率理論値	保有率規格値	保有率実測値	変動 S	試料数 N
珪石粉	SiO <sub>2</sub> ·XAl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	1,000	0.96<	0.978	0.0037	20
		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0	0.02>	0.016	0.0003	
ソーダ灰	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	0.585	0.57<	0.580	0.0021	22
炭酸マグネシウム	MgCO <sub>3</sub>	MgO	0.478	0.40<	0.428	0.0105	21
炭酸石灰	CaCO <sub>3</sub>	CaO	0.560	0.53<	0.545	0.0052	16
炭酸カリ	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	0.681	0.64<	0.670	0.0066	21
硝石	KNO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	0.465	0.45<	0.459	0.0050	18
チリ硝石	NaNO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	0.365	0.35<	0.358	0.0038	24
硼酸	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.564	0.55<	0.558	0.0055	47
硼砂	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·10H <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	0.162	0.15<	0.160	0.0028	23
		B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.366	0.35<	0.361	0.0029	
鉛丹	Pb <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	PbO	0.977	0.95<	0.964	0.0056	23

第2表 鉛ガラスの調合

Table 2. Batch of Lead Glass for Stem

原料	$w_i$
珪石粉	56.0
ソーダ灰	16.5
チリ硝石	2.4
鉛丹	24.2
硼酸	0.3

第3表 原料純度による熱膨脹率の変動

Table 3. Variation of Thermal Expansion Coefficient of Lead Glass According to the Change of Purity of Raw Materials

原料変動	$\sum b_i w_i$	$\sum \phi_i w_i$	$\alpha \times 10^{-7}$
原料純粹の場合	225.12	90.23	83
最大を示す場合	223.87	87.99	85
最小を示す場合	220.82	89.23	82

(3) アルカリ塩水分の変動

ガラス原料中、ソーダ灰、炭酸カリ、チリ硝石のごときアルカリ塩類は空気中の水分を吸収し、調合重量に意外に大きな影響を与える。現場においては原料中の一種類のみが函数であるとして水分に対応する補正表または射影図を作成して重量補正を行う必要が生じてくる。

これらの理論については宮城博士の詳細な研究があるが<sup>(4)</sup>、いま数種のガラスについてソーダ灰1%の変化による熱膨脹率の影響を計算すれば第4表(次頁参照)のごとくなる。



第 4 表 ソーダ灰水分 1% 変動に対する熱膨脹率の変化

Table 4. Variation of Thermal Expansion Coefficient According to the Change of 1% of the Moisture of Soda Ash

ガラス	熱膨脹率の変化 ( $\times 10^{-7}$ )
N	0.4
D	0.3
P	0.3
M	0.1

しかしながら本問題については根本的な対策として包装、保管方法の管理改善が行われる必要があり、倉庫管理の規格化、メーカーへの包装規程の明示によつてこの変動は夏季において 10% 以下、冬季において 5% 以下に抑えることが可能である。

(4) カレットの品質変動

カレット品質の変動は原理的には前述の原料純度の変動と同様な考察の対象となる。カレットは自工場で発生するもの、加工工場より返送されるもの、および他所より購入されるものに分類されるが、採算上の得失が管理の良否によつてより大きく支配される場合、安価であつても出所不明の購入カレットは使用しないのが賢明である。いま自工場発生のカレットの熱膨脹率を  $\alpha_a$ 、返送カレットの熱膨脹率を  $\alpha_b$ 、調合粉溶解によつてえられるガラス熱膨脹率の期待値を  $\alpha_c$  とするとき、総合された熱膨脹率  $\alpha_s$  は

$$\alpha_s = P_a \alpha_a + P_b \alpha_b + (1 - P_a - P_b) \alpha_c \dots \dots \dots (4)$$

なる関係におかれる。すなわち  $P_a$ 、 $P_b$  は発送カレット、返送カレットの使用比率である。いうまでもなく現場においては熔融の技術上のカレット使用率規格が定められ、本関係より熔融ガラス品質の推定が行われる。たとえば  $P_a$ 、 $P_b$  の比率がそれぞれ 0.5、0.2 と定められるならば  $\alpha = (94 \pm 2) \times 10^{-7}$  なるガラスにあつては  $\alpha_s$  は常に 94 であり、第 3 図のごとき  $\alpha_a$  と  $\alpha_c$  との関係を求めることができる。たゞこゝで問題となるのは管理の実状であつて管理乱脈は常に自らへの反映となり、調合補正が大幅であるときはますます混乱が繰返されることである。管理不徹底の現場では  $\alpha_c$  と調合補正との悪循環がなかなか消失しないのである。

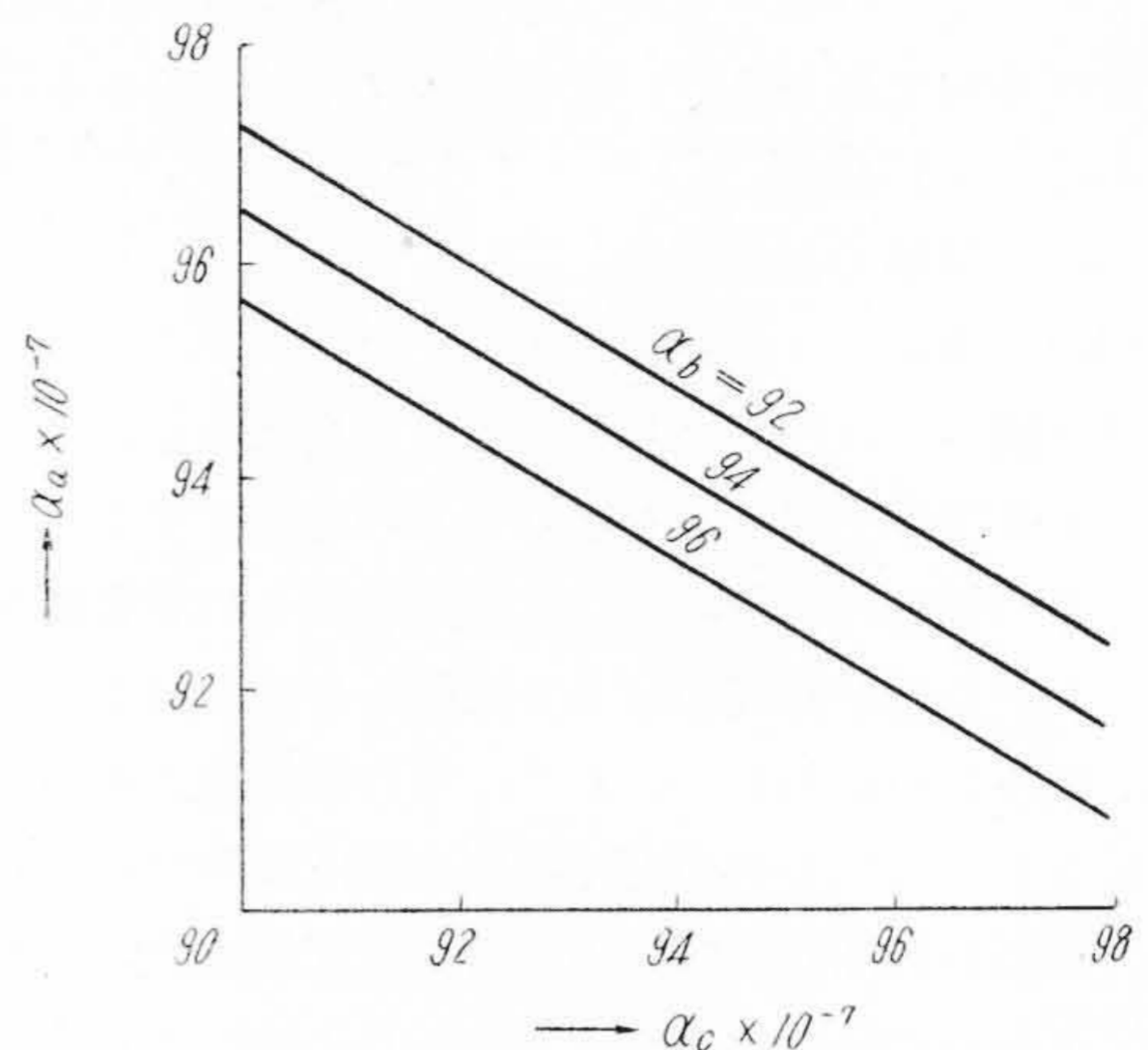
(5) 熱膨脹率の管理

いま品質の変動が正規分布であると仮定した場合確率積分が 95% となるためには確率函数  $\phi(x)$  は

$$\int_{-1.96}^{1.96} \phi(x) dx = 0.95 \dots \dots \dots (5)$$

となる。本式より熱膨脹率の管理限度を

$$L_{95} = \pm 1.96\sigma \dots \dots \dots (6)$$



第 3 図 カレットと補正調合の熱膨脹率の関係  
Fig. 3. Relation between the Thermal Expansion Coefficient of Cullet and Correct Batch

第 5 表 ガラス熱膨脹率の変動

Table 5. Variation of the Thermal Expansion Coefficient of Glass

ガラス	$\bar{\alpha} \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$	推定量 $\hat{\sigma}$
N	106.7	1.39
D	95.5	1.29
P	94.4	1.29
M	50.2	0.98

とすれば測定値がこの限度内に入るときは与えられた標準偏差内で品質が正常と見なされるであろう。

さて前述のごとき変動を知り、種々の管理を実施した結果、最近半箇年間に於いては第 5 表のごとき実績がえられた。

第 5 表の  $\hat{\sigma}$  を見ることによつて現状の管理水準が推定しえられるが、アルカリ塩類を多量に含むガラスにあつては変動は必ずしも問題なしとしない。いうまでもなく (6) 式より

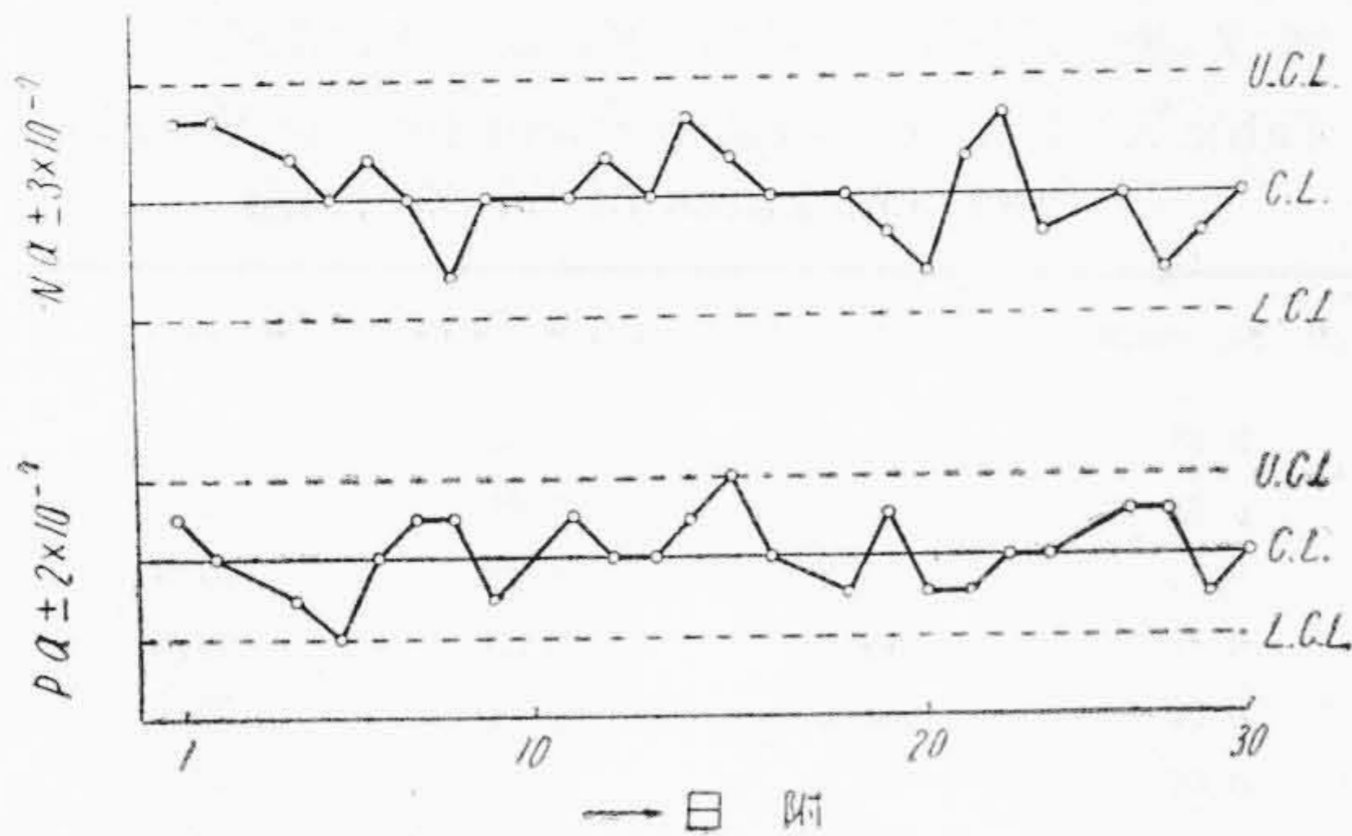
$$\sigma = 1.5 \text{ のとき 公差} = \pm 1.96 \sigma \approx \pm 3$$

$$\sigma = 1.0 \text{ のとき 公差} = \pm 1.96 \sigma \approx \pm 2$$

となり、 $\sigma = 1$  以下は M ガラスのみである。しかしながら前述した規格値の要求に対しての実績はその許容範囲を満足するであろう。第 4 図には熱膨脹率管理図の実例を示した。

以上ガラス特性の管理の代表として熱膨脹率の管理を取上げたが、この管理には変動の要因をよく知り、常に要因を監視することが重要であると思われる。このため現場にあつては熱膨脹管理図を主管理図とし総合して第 6 表の管理図を駆使している。





第4図 熱膨脹率管理図

Fig.4. Control Charts for the Thermal Expansion Coefficient

第6表 熱膨脹率用管理図

Table 6. Control Charts for Thermal Expansion Coefficient of Glass

管理図	観測値	管理限度	打点間隔
原料純度	$\bar{X}, R$	規格値	ロット毎抜取
ソーダ灰水分	X	3σ	1日1回
熱膨脹率	X	規格値	1日1回
転移点	X	規格値	1日1回
屈伏点	X	規格値	1日1回

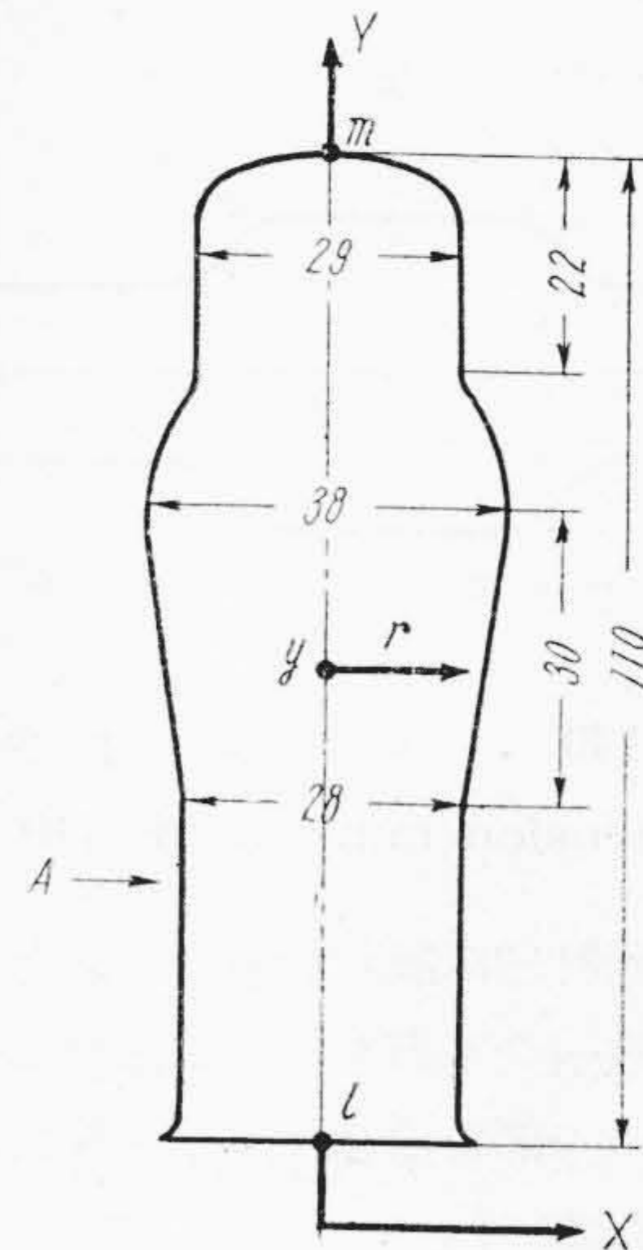
〔IV〕 寸法の管理

電子管工場で取扱われる大部分の部品，材料は機械加工を経たものが多いが，管球用ガラスは熟練した作業員によつて型吹きもしくは宙吹きと称される一連の動作をもつて成型されるのが普通である。この場合バルブにあつては外径寸法は吹型の寸法によつて規正されるが，肉厚は全く作業員の経験によつて調整されるものである。したがつて寸法管理の要点は吹上げられたガラス寸法の統計的解明と変動の把握，さらにこれに対応する作業指導ということになるであろう。

(1) 小型バルブ重量，肉厚の実測

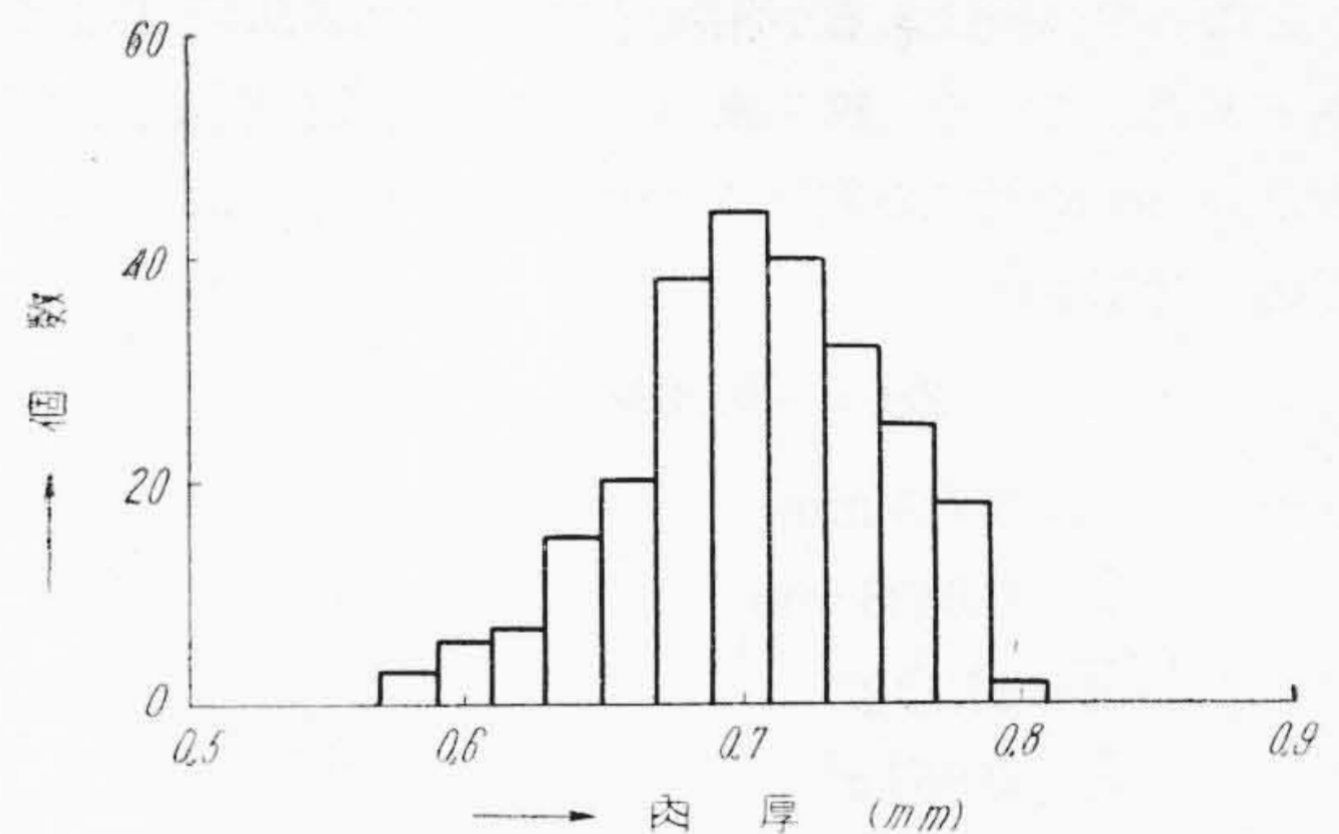
小型バルブの形状は管状，あるいは一端が拡がつたものが多い，その肉厚の測定は特定の場所では光学測定器によるか，あるいは破片を直接測定するかのいずれかである。また小型バルブは通常熱加工は高速ユニット機が使用され，生産も数万箇に達する量産品の場合が多く，他の簡易な測定をもつて肉厚測定にかえることが望ましい。

いま受信管用バルブ ST-38 を例にとれば本品は大略第5図のごとき形状をしている。図中A部は封止部に当り，加工の場合にはこの部分の均一性が使用者側の最も希望するところである。封止部は口元に近いためダイヤルゲージを差込んで測定が可能であり，この円周上の3



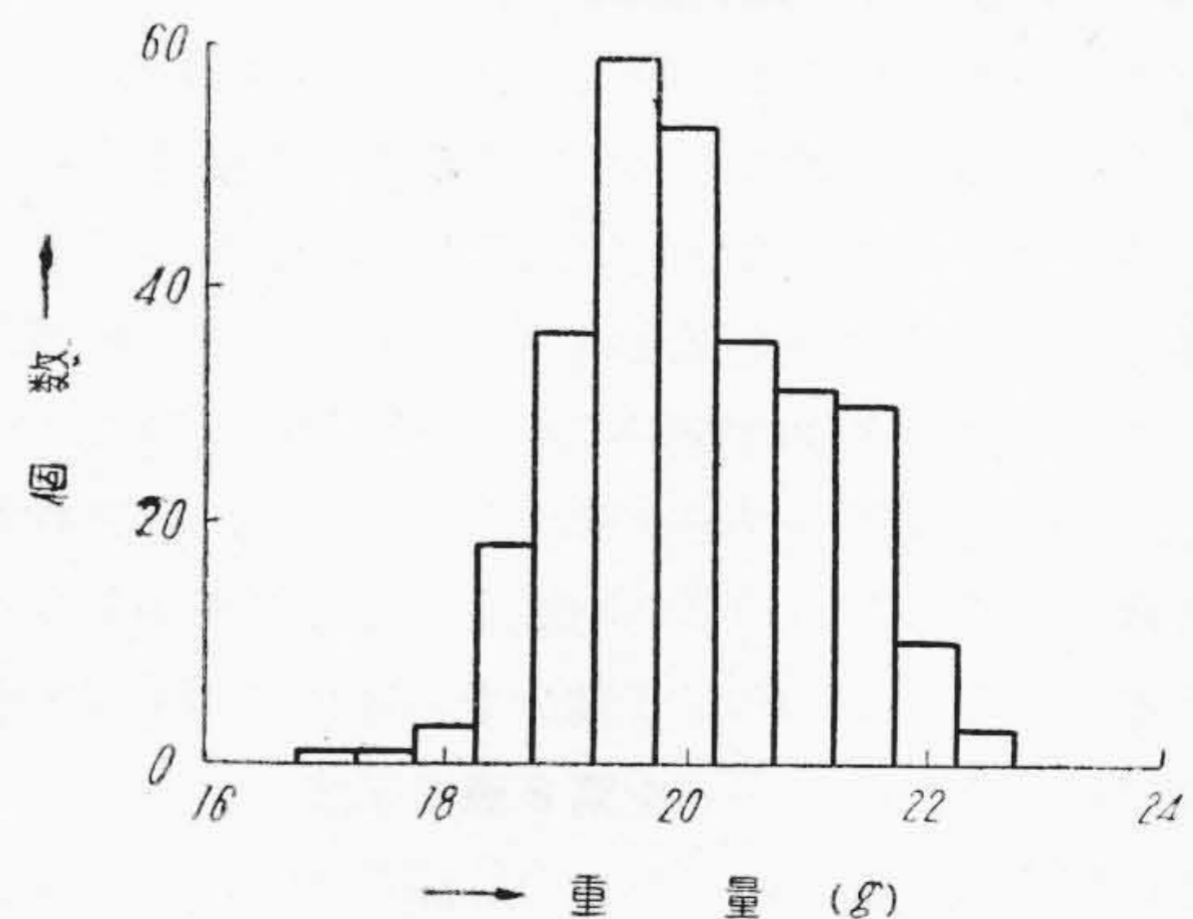
第5図 ST-38 バルブの寸法 (mm)

Fig.5. Dimension (mm) of ST-38 Bulb



第6図 ST-38 バルブの肉厚分布

Fig.6. Frequency Distribution for the Thickness of ST-38 Bulb

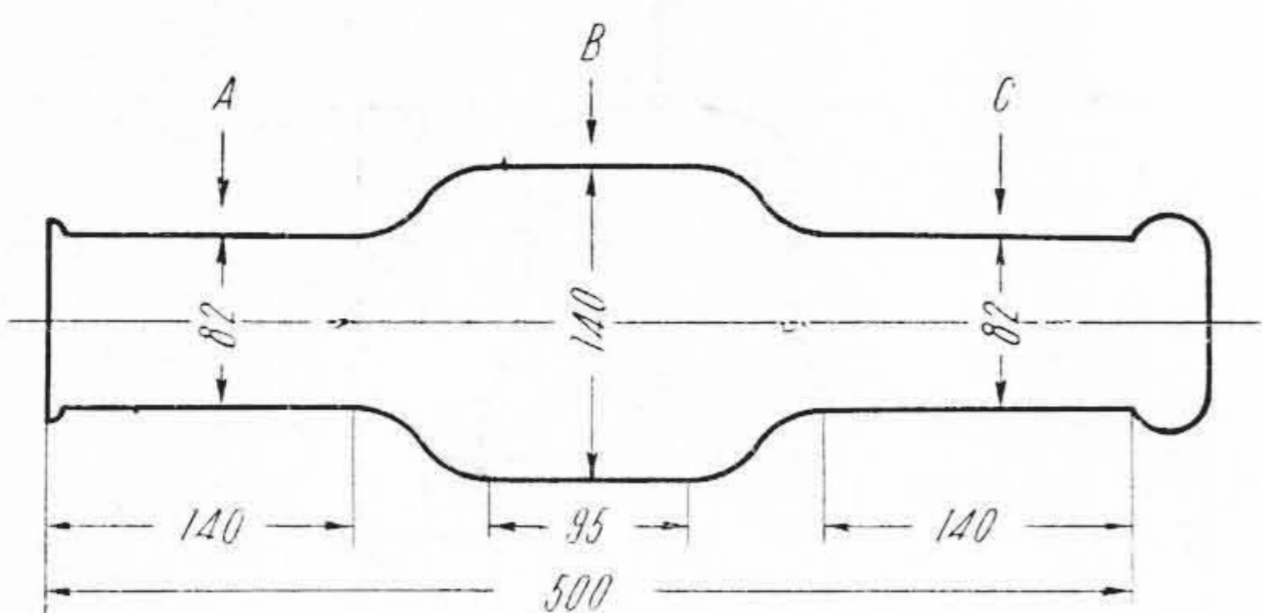


第7図 ST-38 の重量分布

Fig.7. Frequency Distribution for the Weight of ST-38 Bulb

箇所の内厚を平均したものを平均肉厚とし，試料 250 箇について各箇にその平均肉厚と重量との度数分布図を画けば第6図および第7図のようになる。この分布は正規





第 8 図 SP-140 バルブの寸法 (mm)

Fig. 8. Dimension (mm) of SP-140 Bulb

分布型に近似し統計的に証明が可能であり、爾後の検査実施に当つて抜取検査基準を定める保証となると考えられる。いま測定の一部を示せば肉厚と重量との関係は第 6 表のごとくなる。

宮城博士の研究によれば、この種の小型バルブについては一般に重量と肉厚との間に相関々係があり、作業者ごとに多少の差はあるが相関係数  $r$  は大略 0.65 前後であるとされている。第 7 表のもとに測定値を集録すれば重量  $w$  (g) に対する肉厚  $t$  (mm) の回帰直線式は次式のごとく計算される。

$$t = 0.0286 w + 0.129 \dots\dots\dots (7)$$

- たゞし  $\bar{t} = 0.714$  mm
- $\hat{\sigma}_t = 0.0428$  mm
- $w = 20.43$  g
- $\hat{\sigma}_w = 0.953$  g
- $r = 0.637$

この関係より重量を測定して肉厚を推定しようとする方式は妥当のように思われる。

(2) 大型バルブの肉厚の実測

大型バルブの製作は一般にガラスの巻取重量も大きく、また小型バルブに比べて数倍の肉厚を要求されることが多い。さらに特殊な条件はその形状であつて種々の複雑な部位相互間の肉厚は均一に仕上げることが困難となつてくる。いま送信管用バルブ SP-140 を例にとれば本品は大略第 8 図のごとき形状をしており、中央最大径部とネック部分との肉厚平均値はかなりの差がある。光学測定器により A, B, C 3 部分を、前述の ST-38 の肉厚を同様に算出した一例を第 8 表に示す。

この場合は重量との肉厚との関係のようにこの 3 部位間に相関が成立するとは限らない。吹上直前のバルブ原型たるパリソンの製作が一定化されないためであろう。したがつてこの 3 部位間の重相関々係を求めてもこれらは平均の関係を示すに止まり、変数間の変動の推定に役立たない場合が多い。こゝではむしろ問題となる肉厚最小部 B と肉厚最大部 C との関係を求め、この 2 変数間の関係をあきらかにしておくことが有効であろう。

第 7 表 ST-38 バルブの重量と肉厚の実測値

Table 7. Data of Measurement for the Weight and Thickness of ST-38 Bulb

肉厚 (mm)	重量 (g)	肉厚 (mm)	重量 (g)
0.75	21.3	0.68	19.7
0.73	20.0	0.74	19.9
0.74	22.5	0.72	21.3
0.71	19.2	0.69	19.9
0.78	21.4	0.72	21.2
0.68	19.5	0.74	20.4
0.74	22.0	0.76	20.8
0.69	19.7	0.78	20.3
0.77	20.9	0.72	19.6
0.71	19.2	0.66	20.2

第 8 表 SP-140 バルブの肉厚の実測値

Table 8. Data of Measurement for the Thickness of SP-140 Bulb

No.	A 部肉厚 (mm)	B 部肉厚 (mm)	C 部肉厚 (mm)
1	2.00	1.55	1.85
2	1.95	1.70	2.10
3	1.85	1.25	1.65
4	1.85	1.50	1.95
5	2.10	1.15	1.90
6	1.95	1.30	1.85
7	2.15	1.60	1.95
8	1.90	1.50	2.00
9	1.95	1.85	2.10
10	1.65	1.50	2.05
11	1.85	1.35	2.15
12	1.75	1.60	2.35
13	1.90	1.45	2.40
14	1.85	1.35	2.30
15	2.25	1.60	2.55
16	1.85	1.55	2.05
17	2.50	1.75	2.50
18	1.80	1.65	2.20
19	2.00	1.40	2.65
20	2.35	1.75	2.50
$\bar{t}$	1.97	1.52	2.15
$\hat{\sigma}$	0.207	0.180	0.224

第 8 表の B, C 間の相関係数  $r_{BC}$  は 0.456 となり、C 部肉厚 (mm) に対する B 部肉厚 (mm) の回帰直線式は次式のごとく計算される。

$$B = 0.367 c + 0.731 \dots\dots\dots (8)$$

すなわち平均の状態において BC 間には 0.4~0.8 mm の肉厚の差のあることが推定せられるのである。

(3) 規格値の設定

ガラスバルブの肉厚は従来よりの製作、加工の作業経験より大略の基準が定められている。例えばブラウン管のごとき耐圧が問題となるバルブや、大型ガラス水銀整



流器のごとく機械的強度が問題となるバルブなどでは数mmの指定もあり、また受信管バルブのごとき小型の高速加工品は1mm以下という具合である。

小型バルブ ST-38 を例にとり第5図に示すごとく任意の点  $y$  におけるバルブ外半径を  $r$  とし、バルブの上下端をそれぞれ  $m, l$  とすれば、全周にわたり 0.8mm の肉厚を指定しようとする場合、回転体の性質を利用してバルブの表面積  $S$  は

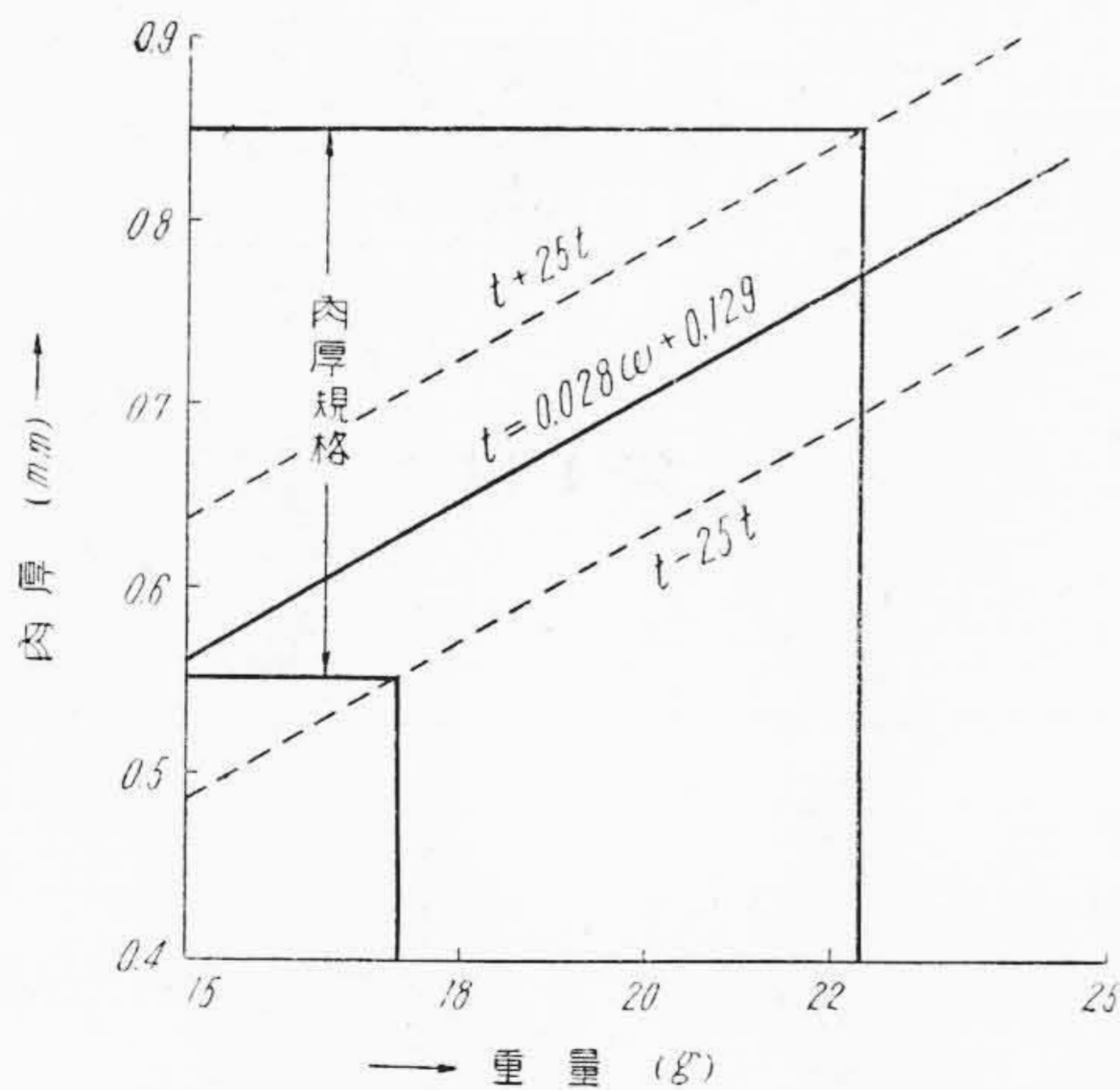
$$S = 2\pi \int_e^m r dy \dots\dots\dots (9)$$

により 168 cm<sup>2</sup> と計算され、ガラスの比重を 2.5 とすれば重量  $w$  は 22.4g となる筈である。ところがガラスバルブは機械加工品のごとく全周均一なる肉厚に仕上げることは不可能に近い。(8)式を利用すればこの関係は第9図のごとくなり、上述の 0.8mm の肉厚では実際重量は 23.3g となる。すなわちバルブ肉厚の設計はこれら実測値の相関々係を参考として指定され、かつ所望の肉厚規格は重量規格によつておきかえることができる。第9図によればこの場合肉厚を 0.55~0.85 mm の範囲内に抑えんとすれば重量規格は 18~22g の指定をすればよいこととなる。

大型バルブにあつては問題はやゝ複雑ではあるが前節に述べたごとく各部位間の平均、変動の関係を知り、たとえば SP-140 にあつては A, C 部は封止加工より判定して 2.0±0.4 mm, B 部は機械的強度のみを考慮して 1.5±0.3 mm のごとく指定を行うこととなる。

(4) バルブ寸法の管理

以上バルブの肉厚、重量変動の一例を示したが、実際ガラス工場において発生する変動は複雑であつて作業者



第9図 ST-38 重量肉厚の回帰線  
Fig.9. Regression Line between the Weight and the Thickness of ST-38 Bulb

第9表 バルブ寸法管理図  
Table 9. Miscellaneous Control Charts for Dimension of Bulb

管理図	観測値	管理限度	打点間隔
イロハ別バルブ重量	$\bar{X}, R$	規格値	ロット毎抜取
バルブ重量	$\bar{X}, R$	規格値	ロット毎抜取
バルブ肉厚	$\bar{X}, R$	規格値	ロット毎抜取
バルブ偏肉	$\bar{X}, R$	規格値	ロット毎抜取

間の変動、時間的変動、偏肉の変動はそれぞれ現場において統計的な実態を熟知する必要がある、母集団分布を常に監視しなければならない。吹上げられたバルブの選別、検査は工場の実態によりすべて検査部課所管とするか、あるいは現場で選別を受持つかは区々である。たゞ数値の変動を現場では刻々に知る必要がある、一貫した警告方式を確立することが必要となるであろう。

バルブに関する諸統計量が正規分布である場合、いままでもなく抜取見本によつて母集団平均との差を推定することができる。いま前述の ST-38 を例にとれば見本平均を  $\bar{w}$ , 母集団平均を  $\tilde{w}$  として任意見本の数  $N$  は 5%以内の誤差をもつてつぎのごとくなる。

$$\bar{w} - \tilde{w} = \delta \dots\dots\dots (10)$$

$$N = \sqrt{\frac{t\sigma}{\delta}} \dots\dots\dots (11)$$

ここで  $t$  は正規分布函数における確率  $Q$  より求められた数値 1.960 として  $N$  は大略 4 箇となる。すなわち実際には仕切ごとに 5 箇抜取をもつて出荷品質を保証している。

以上を総括し寸法管理の一例として肉厚、重量の管理を取上げたがガラス製造現場では第9表の管理図を掲げて努力している。

[V] 結 言

以上を総括すれば

- (1) ガラス品質管理に関し特性、寸法の管理の実際をのべた。
- (2) 特性管理の一例として熱膨脹率をあげ、変動要因を指摘し、かつ変動の実例を示した。
- (3) 寸法管理の一例として肉厚の実測値を示し、これらの相関々係をのべ、定められたる規格値および変動の実態をのべた。

管球用ガラスの品質管理は [II] 章において記したごとくその他の困難な管理項目が多々ある。ガラス工場内にあつては熔融による歩留りは常に重要な管理対象であつて熔融温度、素地不良率<sup>(6)</sup>、ルツボ寿命<sup>(7)</sup>などには別途の品質管理方式が実施される。本報に記した品質管理方式はすべて宮城部長の御教示によるものであるが、今後



主題は製品の精密化に対応する規格幅の縮小に移るであろう。

本研究に対して与えられた日立製作所茂原工場宮城設計部長、内海製造部長、川口硝子課長の御指導、御鞭撻に厚く感謝の意を表するとともに、管理に当つて示された正田研究課員、伊従硝子課員の御協力に厚く感謝する次第である。

参考文献

(1) 宮城： ガラスと金属との熔封，60 (昭 19)

(2) J. H. Partridge: Glass-to-Metal Seals, 2 (1949)

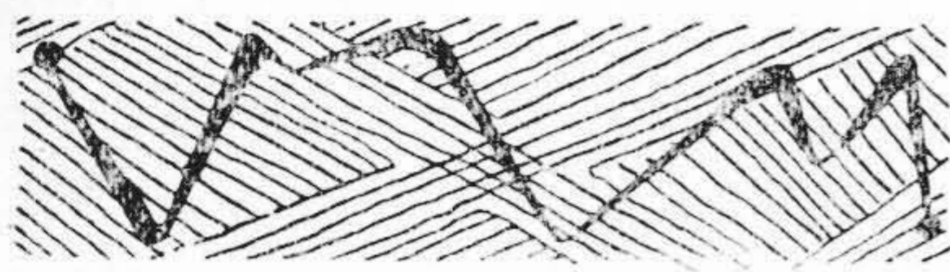
(3) H. Thiene: Glass, Bd. 1 115 (1939)

(4) 宮城： 窯業協会誌，59 13 (昭 26)

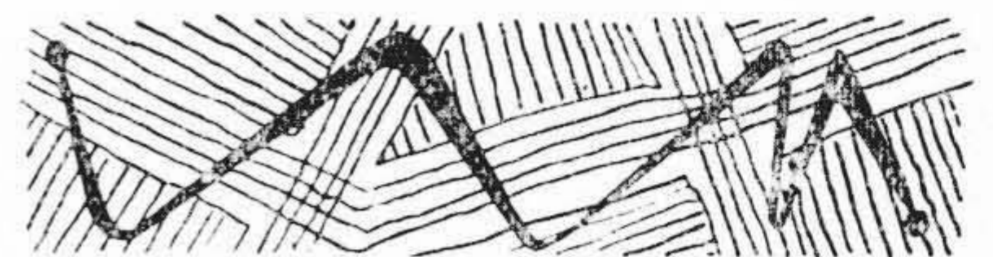
(5) G. W. Morey: Properties of Glass, 270 (1938)

(6) 宮城，安岡： 窯業協会誌，61 361 (昭 28)

(7) 宮城： 日立評論，33 34 (昭 26)



特許の紹介



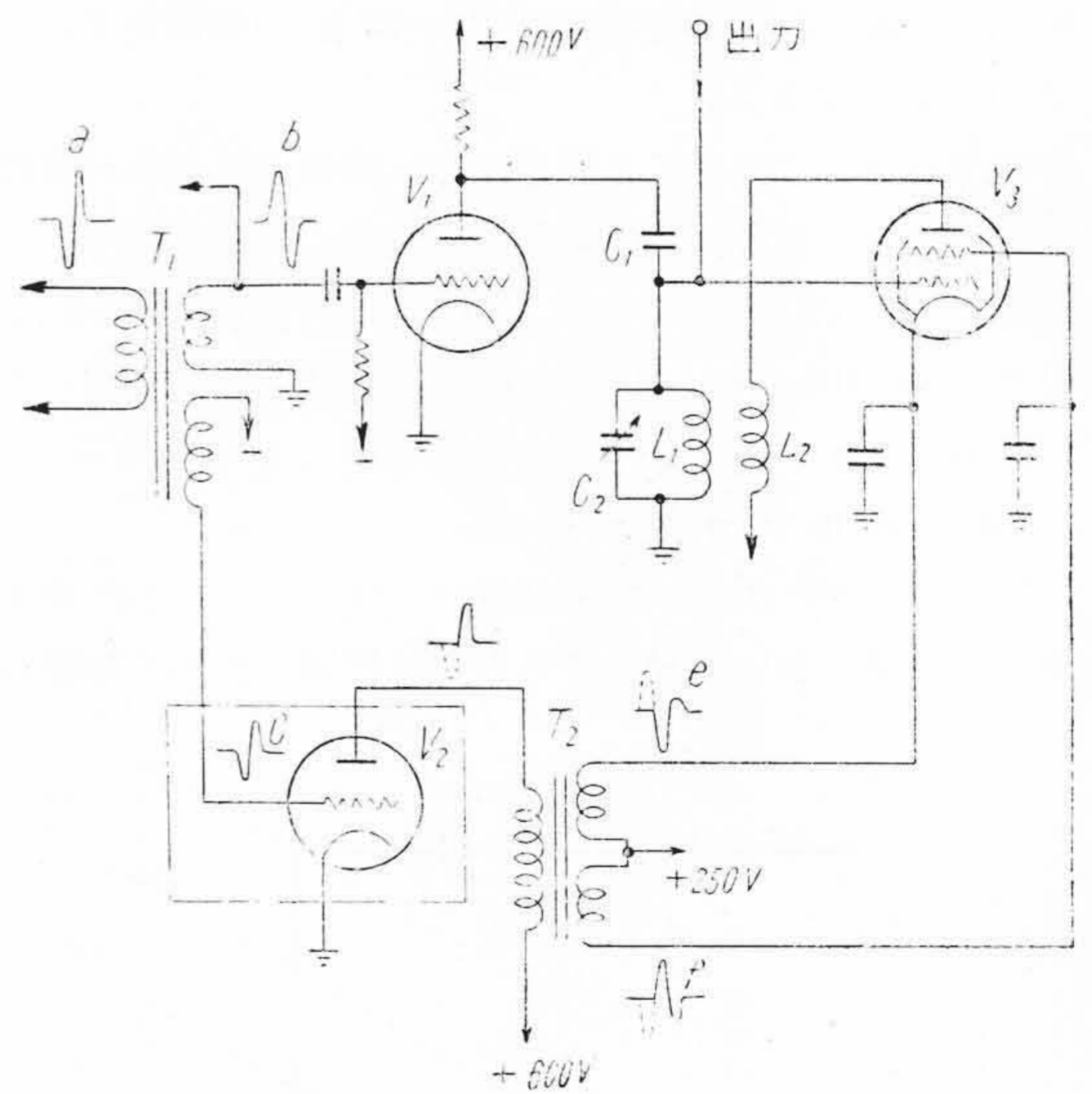
特許 第 205209 号

安藤 文雄 ・ 池上 和一

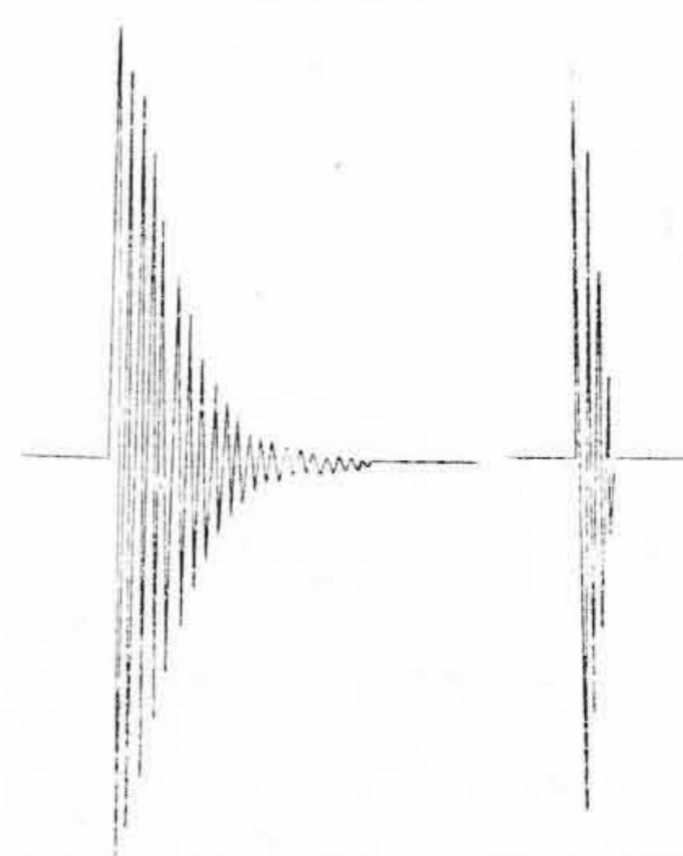
高周波インパルス発生方法

この発明は第 1 図に示すようにサイラトロンもしくは真空管  $V_1$  を用いて  $b$  で示した波形の衝撃電圧により  $L_1 \cdot C_2$  よりなる共振回路に第 2 図に示す高周波減衰振動を発生せしめるとともに、遅延回路により前記減衰振動発生後に短時間遅れて負性饋還真空管  $V_3$  を動作させ、これによつて前記減衰振動を瞬滅せしめて第 3 図に示すような高周波インパルスが発生させる方法にかゝるものである。すなわち衝撃波変成器  $T_1$  の一次側に  $a$  なる波形の衝撃電圧が加えられると、その二次巻線の  $b$  なる波形の電圧でサイラトロン  $V_1$  は動作を始め、蓄電器  $C_1$  に充電されていた電荷は放電を始め、このとき  $C_2, L_1$  よりなる共振回路に第 2 図に示すような減衰振動を生ずる。一方衝撃波変成器  $T_1$  の第三巻線より  $b$  とは反対な  $c$  なる波形の電位が衝撃波増幅管  $V_2$  の格子に加わり、格子電位が正となるまでの時間経過後始めて陽極電流を通ずる。すなわちこの真空管  $V_2$  はこの場合半サイクルの遅延回路として作用し、その後負性饋還真空管  $V_3$  を動作させるのである。変成器  $T_2$  の両端子はそれぞれ真空管  $V_3$  の陰極および第 2 格子に接続されているが、変成器  $T_2$  に信号のない状態では陰極電位が正のため  $V_3$  は動作しない。しかし変成器  $T_2$  の一次に信号が加わると  $V_3$  の陰極および第二格子にそれぞれ  $e$  および  $f$  なる波形の電位が加わり動作状態となる。これで線輪  $L_1$  に誘起されていた振動電圧は増幅され、線輪  $L_2$  において逆位相の電流となつて現われ、線輪  $L_1$  の振動は急激に減衰する。しがつて出力側には第 3 図に示すように確実に瞬滅する高周波インパルスがえられるのである。

(谷 田)



第 1 図



第 2 図

第 3 図