

# 送信管グリッドの温度上昇

## Analysis on the Temperature Rise of Transmitting Tube Grids

中原 富士朗\*  
Fujio Nakahara

### 内 容 梗 概

送信管グリッドへの熱的入力解析と、実例についてのグリッド温度上昇の数値計算とを行い、グリッド温度に対してグリッド損失以外に次の要因が影響することを定量的に述べた。  
 (1) 空冷送信管においては陽極温度が上がって陽極損失がグリッド温度に大きく影響する。  
 (2) 外部陽極型送信管においては陽極内面の反射率がグリッド温度に影響する。  
 (3) グリッド端冷却の効果はグリッド構造が太く短い場合には大いに期待しうるが短波用送信管においてはあまり効果は大きくない。

### 〔I〕 緒 言

最近開発された送信管は旧型送信管と比較するとまず外形、電極が著しく小型化していることがわかる。この小型化によつて電極間静電容量、リードインダクタンスは減少し、陰極グリッド間隙の縮小による高相互コンダクタンス特性の実現と相まって全入力動作可能の最高周波数、動作能率とも著しく向上している。一例として約10年前の第一線品種であつた UV-861 と最近開発された 5F23 との比較を第1図および第1表に示したが、最高周波数は UV-861 の 10Mc より 5F23 の 75Mc に上昇し、出力も 5F23 の方が大きくとれるのに対し外形は 5F23 がはるかに小さい。

このように送信管が小型化することによつて生ずる第一の問題は各部の温度上昇が大きくなることである。特にグリッドはその熱的入力に比して構造が次第にせん細となつてゆくのに對し、一方グリッドの冷却は真空管の外囲器あるいは陽極のように強制空冷、水冷のような効果的手段によることが困難であり、残りの手段としての輻射でさえも周囲を反射率の高い陽極に囲まれているため、あまり有効ではない。最近の送信管においてはグリッドが動作中陰極について高い温度に達する場合が多く、そのため送信管の動作を不安定ならしめるグリッドからの熱電子放射(いわゆるグリッドエミッション)、グリッドの変形などの防止が問題となつた。

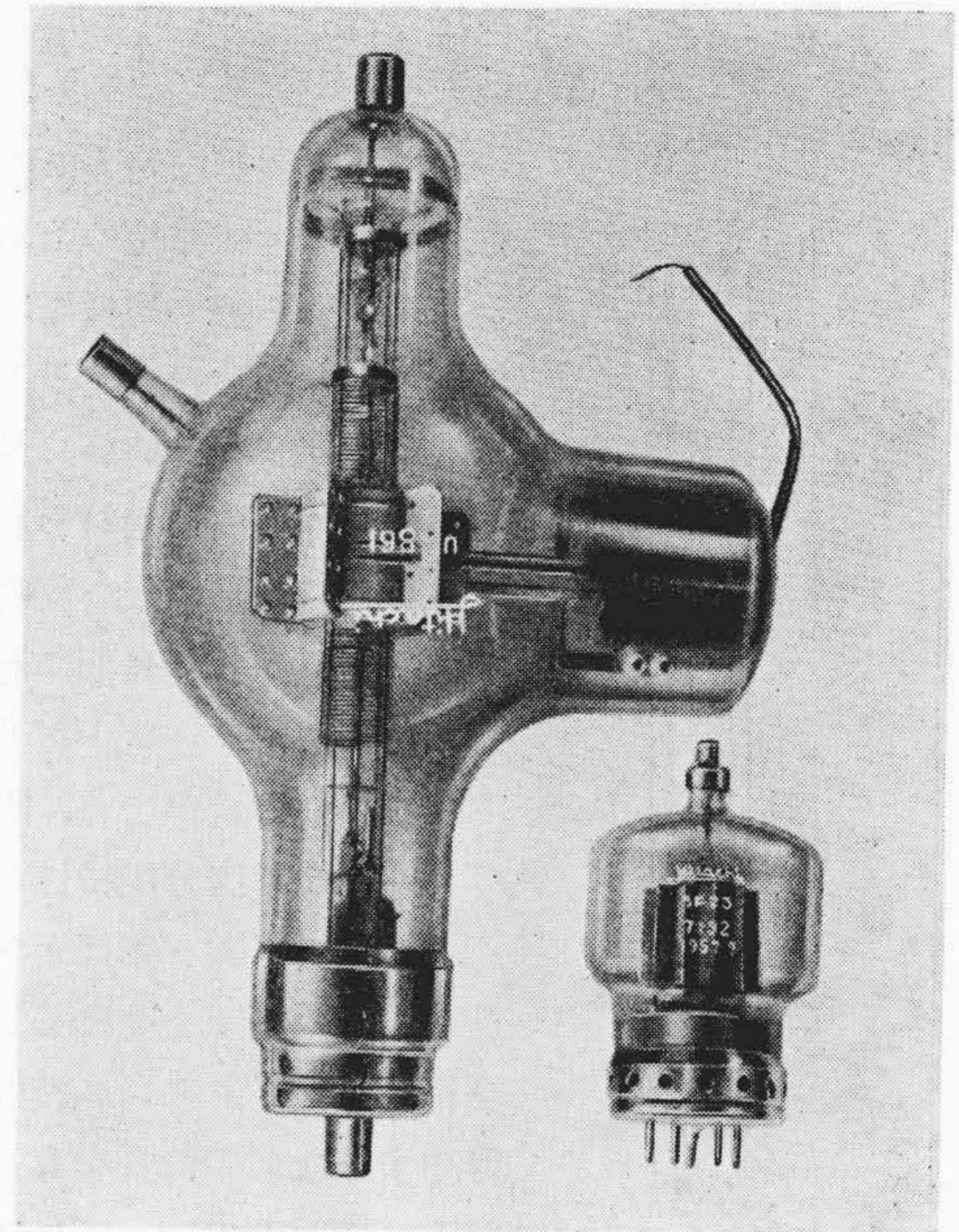
以下主としてトリウムタングステンフィラメントを有する中型送信管について、グリッドへの熱的入力の近似的解析方法を述べ、さらに熱的入力およびグリッド温度に影響する諸要因について考察することとした。

### 〔II〕 グリッドへの熱的入力

#### (1) グリッドへの熱的入力の成分

以下グリッドが吸収する熱の成分をあげ、各成分について近似的計算式を求める。それらの計算式は後に各成分の性質を検討する場合に役に立つ。

\* 日立製作所茂原工場



第1図 UV-861 (左) と 5F23 (右)

第1表 送信管小型化の一例

型 名	UV-861	5F23
種 別	空 冷 4 極 管	空 冷 4 極 管
最 高 周 波 数	10Mc	75Mc
最 大 陽 極 損 失	500W	400W
C級電信最大入力	1,100W	1,400W
全 長	435	156
最 大 部 直 径	175	90

#### (A) フィラメント直射

陰極のトリウムタングステンフィラメントは動作中 1,900~2,000°K の高温に加熱される。そのようなフィラメントからの輻射はフィラメントを囲むグリッドの網目をくぐつて外へ出るとき一部グリッドに直射し吸収される。この熱は次式により求められる。

$$F_0 = e_{g0} \cdot P_f \cdot S \dots\dots\dots (1)$$

$e_{g0}$ : グリッド表面の比輻射能 (= 吸収能)

$P_f$ : フィラメント加熱電力 (W)

S : グリッド遮へい率

グリッド遮へい率とはその上にグリッド線が配列されている曲面の面積に対し、その曲面上で実際にグリッド線の断面積が示めている割合のことであつて、たとえば第 2 図に示すようにグリッド線が円筒上に配列されているとき S は次式により計算される。

$$S = \frac{nd_g}{2\pi R_g} \dots\dots\dots (2)$$

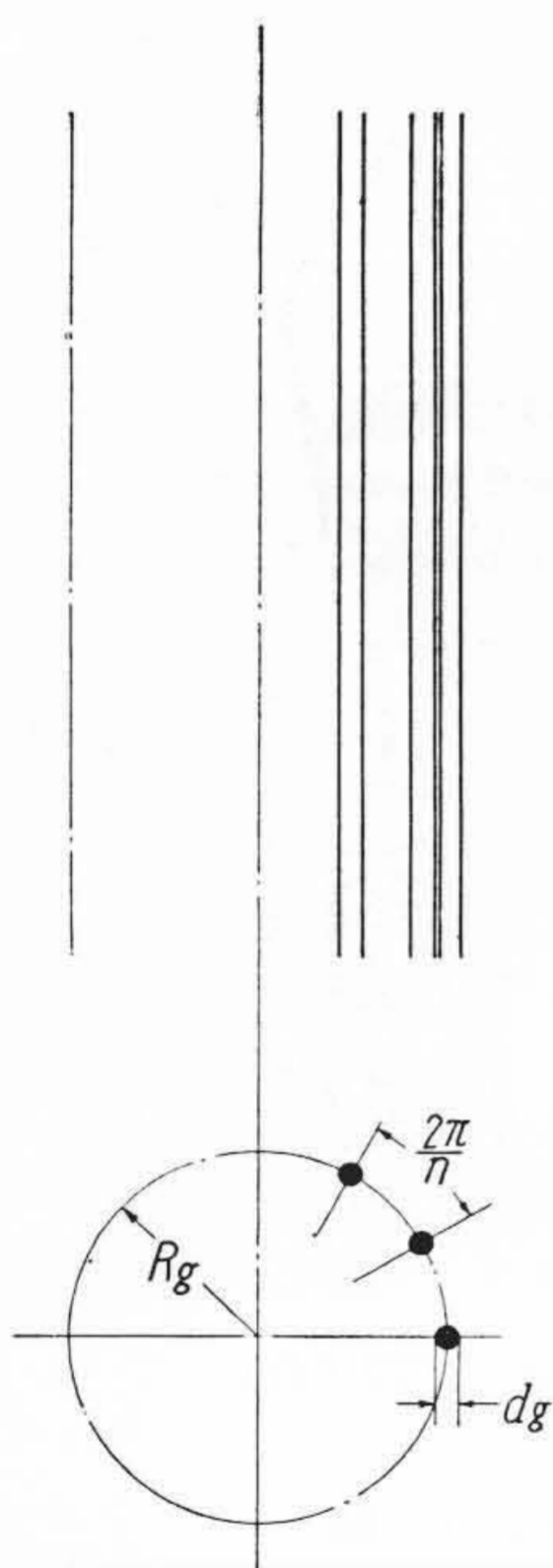
R<sub>g</sub> : グリッド線が配列されている円筒の半径 (cm)

d<sub>g</sub> : グリッド線径 (cm)

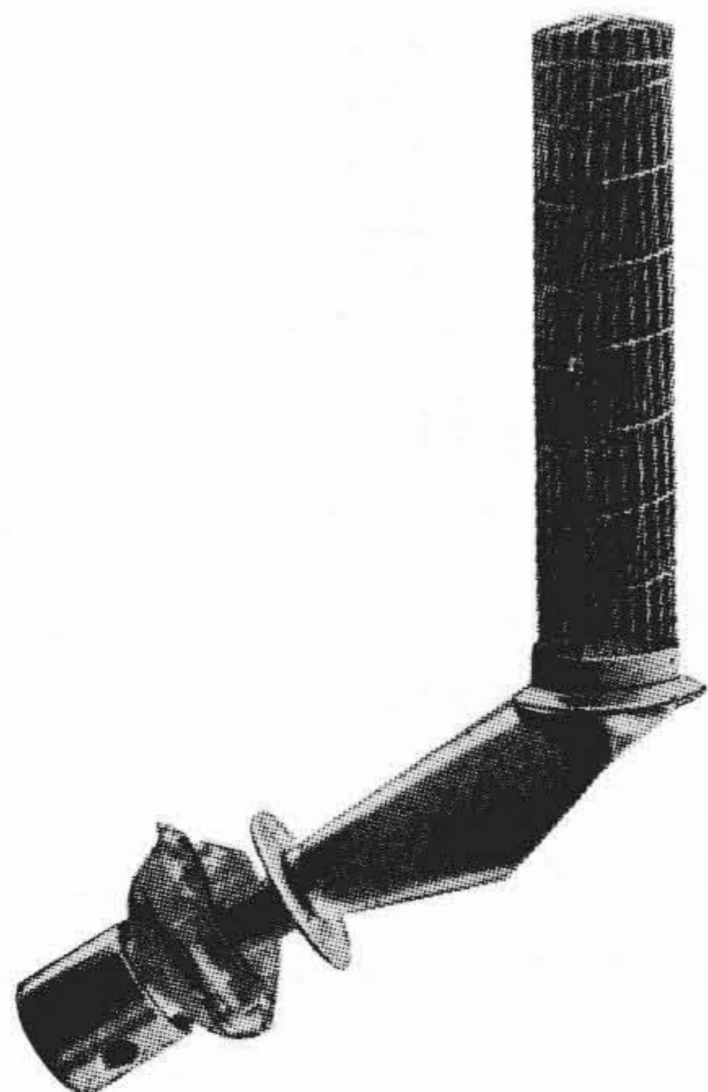
n : グリッド線本数

グリッド線が円筒上に配列されこれに形状保持のため若干のグリッド線と同線径の横線を加えた構造のグリッドをかご型グリッドといい、最近の送信管には広く用いられている。この構造は太い支持線をグリッドの有効長部に有しないためフィラメントグリッド間の静電容量が少く、陽極グリッドの電流分配特性が良く、グリッド線有効部とフィラメントの間隙をせまくして高相互コンダクタンス特性を得やすいなどの特長を有している。横線の少いかご型グリッドの遮へいに対しては(2)式が適用される。

(1) 式はフィラメント加熱電力はフィラメントの端冷却



第 2 図 円筒グリッド



第 3 図 かご型グリッド

なしにすべて輻射されると考え、またグリッド上下端の変化、フィラメント形状による変化などを省略してあるが、このフィラメント直射分は後記数値列からもわかるようにあまり大きな値とならないのでこれらの省略は全体から見て問題とならない。

(B) フィラメント間接入射

フィラメントからの輻射のうちグリッドへ直射した残りは陽極内面へ入射し、そこで一部は吸収され、残りは乱反射される。この乱反射された輻射は一部陽極の開口端から外部へ逃げ去り、また一部はグリッドフィラメントへも入射するが残りは大部分ふたたび陽極内面に入射しふたたび吸収反射が行われる。以下このようにして相互反射がくり返されるうち輻射の一部はグリッドにも入射しグリッドに吸収されることになる。

このような相互反射の過程を考慮し 附記—1 に示すような方法を用いて次のようなフィラメント間接入射分の計算式を求めた。

$$F = e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) (1 - e_p) \frac{1}{1 - \beta} (P_f - F_0) \quad (W) \dots\dots\dots (3)$$

$$\beta = \left[ 1 - \alpha - e_{gc} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) \right] (1 - e_p) \dots\dots\dots (4)$$

e<sub>p</sub> : 陽極内面の比輻射能

S<sub>g</sub> : グリッド全表面積 (cm<sup>2</sup>)

S<sub>p</sub> : 陽極内面の面積 (cm<sup>2</sup>)

α : 陽極開口率 (陽極開口部の面積と陽極内面全面積との比)

e<sub>g0</sub>, P<sub>f</sub>, F<sub>0</sub> : (1) 式の場合と同じ

このフィラメント間接入射分は前に記したフィラメント直射分より一般に大きな値となる。

(C) 陽極輻射

外部銅陽極型の水冷または強制空冷の送信管にあつては陽極は 180°C 以下の低温に保たれ陽極内面の熱輻射に無視される。しかし陽極が輻射で冷却される自然空冷型の送信管は陽極が最大陽極損失を与えられたとき 900°C 近くに達するものが最近多くなり陽極内面の熱輻射によるグリッドの熱吸収はフィラメント輻射による分より大きい場合がしばしばあるようになった。

陽極輻射はフィラメント輻射とまったく同様の相互反射の過程を通してグリッドにその一部が吸収され、その大きさは 附記—2 に示すように次の式で計算される。

$$P = e_{g0} e_p S_g \frac{1}{1 - \beta} \sigma T_p^4 \quad (W) \dots\dots\dots (5)$$

σ : ステファンボルツマン常数

$$(5.73 \times 10^{-12} \text{W}/(\text{°K})^4 \cdot \text{cm}^2)$$

$T_p$  : 陽極温度 (°K)

$e_{g0}$  : グリッド表面の比輻射能

$e_p, S_g, \beta$  : (3)(4)式の場合と同じ

(D) グリッド損失

C級動作におけるグリッド損失は次の近似式によつて求められる。

$$D = E_{gm} I_c \dots\dots\dots (6)$$

$E_{gm}$  : グリッド正電圧の尖頭値 (V)

$I_c$  : グリッド直流電流 (A)

(E) グリッドへの熱的入力

グリッドへの熱的入力は以上の(1)(3)(5)(6)式で計算される値の和として次式により計算される。

$$P_g = F_0 + F + P + D \text{ (W)} \dots\dots\dots (7)$$

(2) グリッドへの熱的入力の数値列

第2表に最近開発され現在第一線品種として活躍している送信管のうちから空冷3極管2品種, 空冷4極管および水冷3極管各1品種について以上の諸式による計算結果を示す。これら品種のグリッドはいずれもかご型を採用している。

第2表の品種のうち8T20A および5F23は表面輻射能の小さいグリッド材料を使用しており ( $e_{g0}=0.15$ として計算) 5T31 および7T40は輻射能の大きい場合について計算した ( $e_{g0}=0.85$ )。

通常グリッドへの熱的入力としてはグリッド損失が主なものであるように考えられているがこれらの計算結果からフィラメントや陽極の輻射による分が大きな割合をしめていることがわかる。

第2表 送信管グリッドへの熱的入力数値例

送信管型名		5T31	7T40	5F23	8T20A
内容	種別	空冷3極管	空冷3極管	空冷4極管	水冷3極管
	フィラメント電力(W)	90	120	70	480
	最大陽極損失(kW)	0.450	1.000	0.400	10.000
	陽極の冷却方式	輻射	輻射	輻射	水冷
熱的入力	フィラメント直射(W)	12.3	13.9	1.2	10.1
	フィラメント間接入射(W)	29.2	33.7	3.1	21.0
	陽極輻射(W)	72.6	74.0	3.1	0
	グリッド損失(W)	26.2	33.0	3.0	100
	熱的入力合計(W)	140.3	154.6	10.4	131.1
グリッド温度推定値(°C)		960	940	1040	1080

注: (1) 陽極輻射分は実用上の陽極温度最高値を850°Cとして計算した。最大陽極損失(瞬時たりともこえることが許されぬ値)を与えたときは空冷管3管種とも陽極温度実測値は850°Cをこえる。  
 (2) グリッド損失はC級電信動作における実用上の最大励振状態から計算した。  
 (3) 5F23は第1グリッドに関する値  
 (4) グリッド温度は数値計算により求めた値

〔III〕 グリッド温度に影響する諸要因

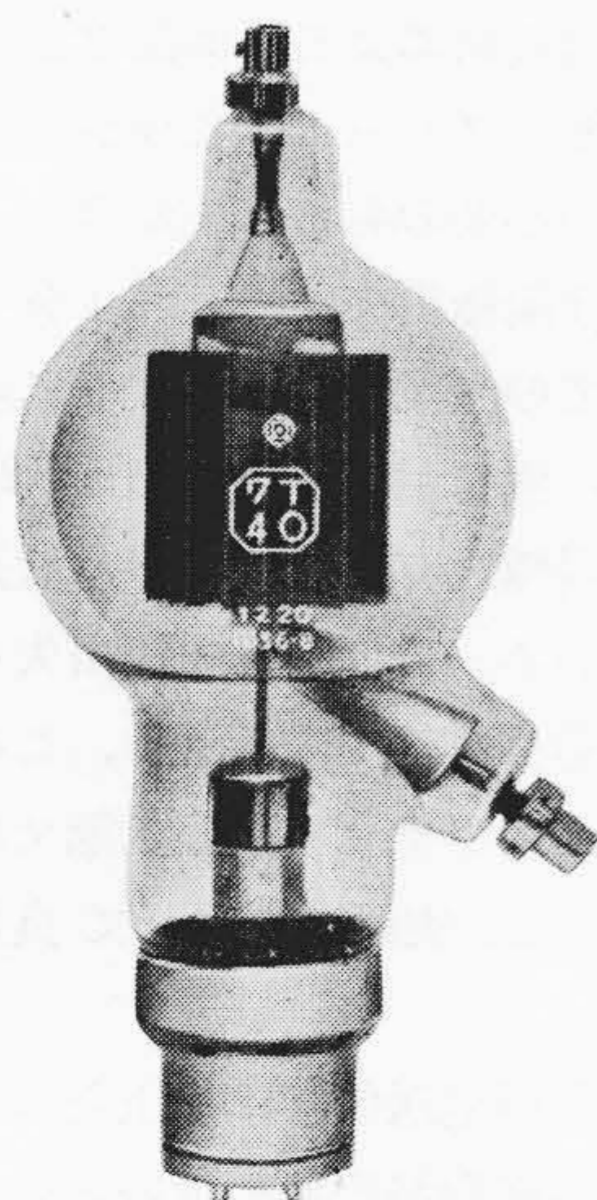
(1) グリッド温度の推定

かご型のグリッドについてはグリッドへの熱的入力と後に記すグリッドの実効比輻射能とが求められれば附記—4に示す方法によつてグリッドの温度分布が推定される。この方法により求めたグリッドの温度分布の例を第6,7図に示す。

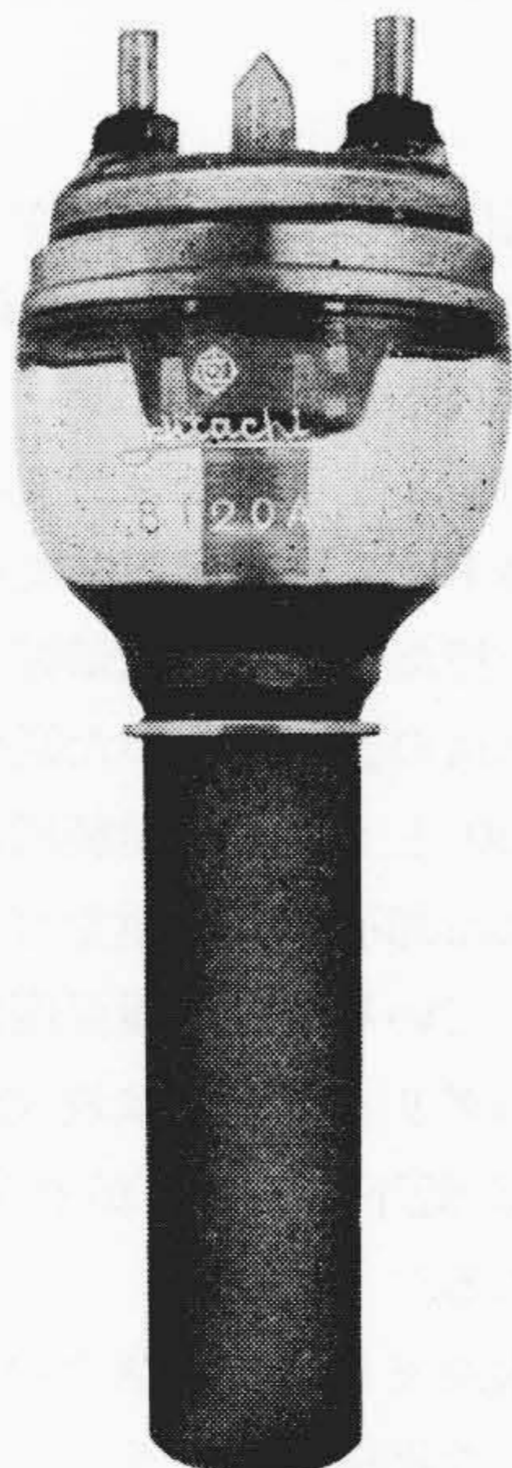
(2) グリッド損失

送信管のグリッド温度に影響する要因としてまず第一に考えられるのはグリッド損失である。第8図にグリッド損失とグリッド温度(温度分布中の最高温度)との関係を示した。8T20A以外の空冷管4品種はいずれも陽極温度を850°Cとして計算してある。

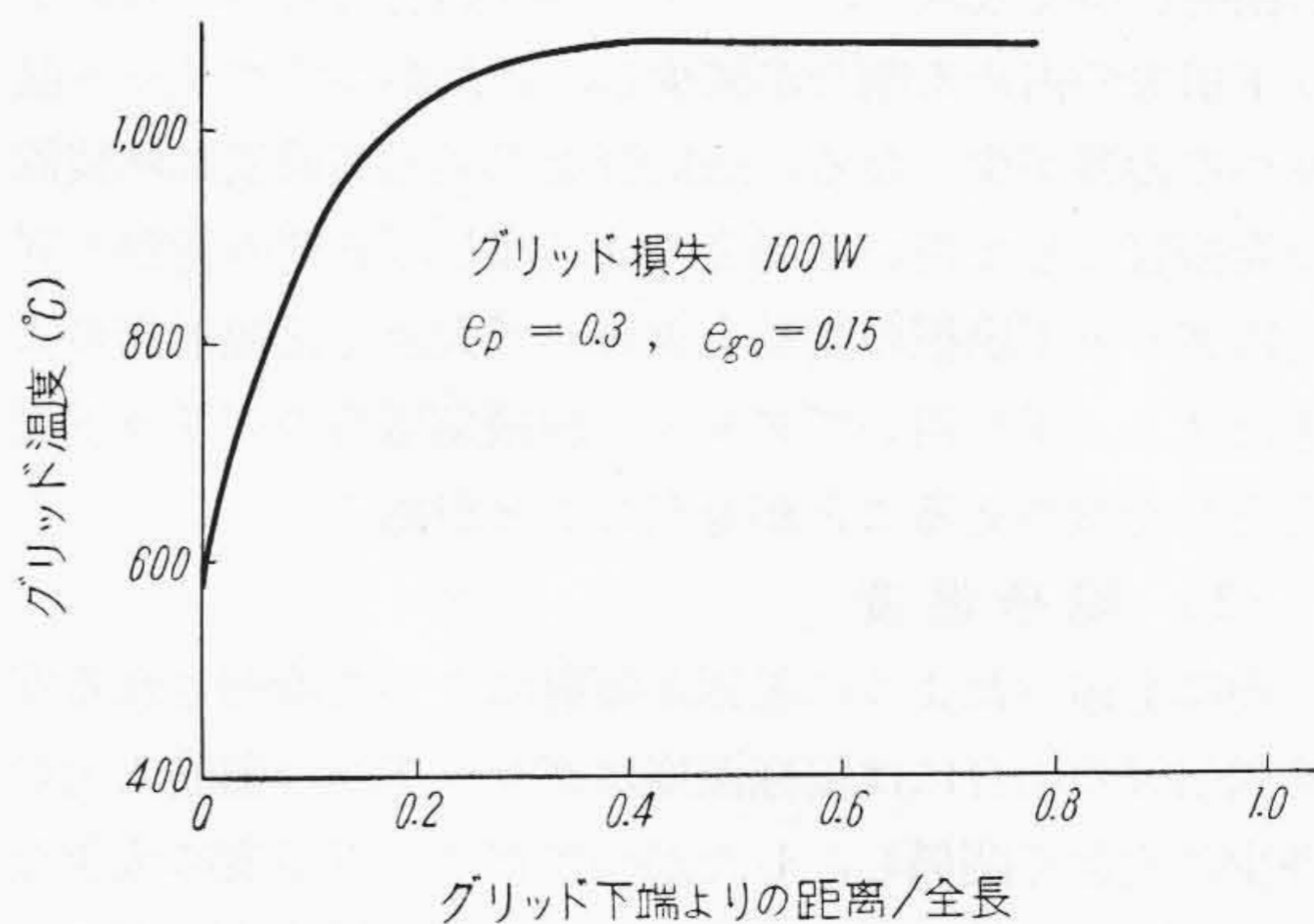
第8図において5F23と8T20Aはグリッド損失によるグリッド温度の変化が大きくほかの3品種には小さい。この差は5F23と8T20Aはグリッドの比輻射能



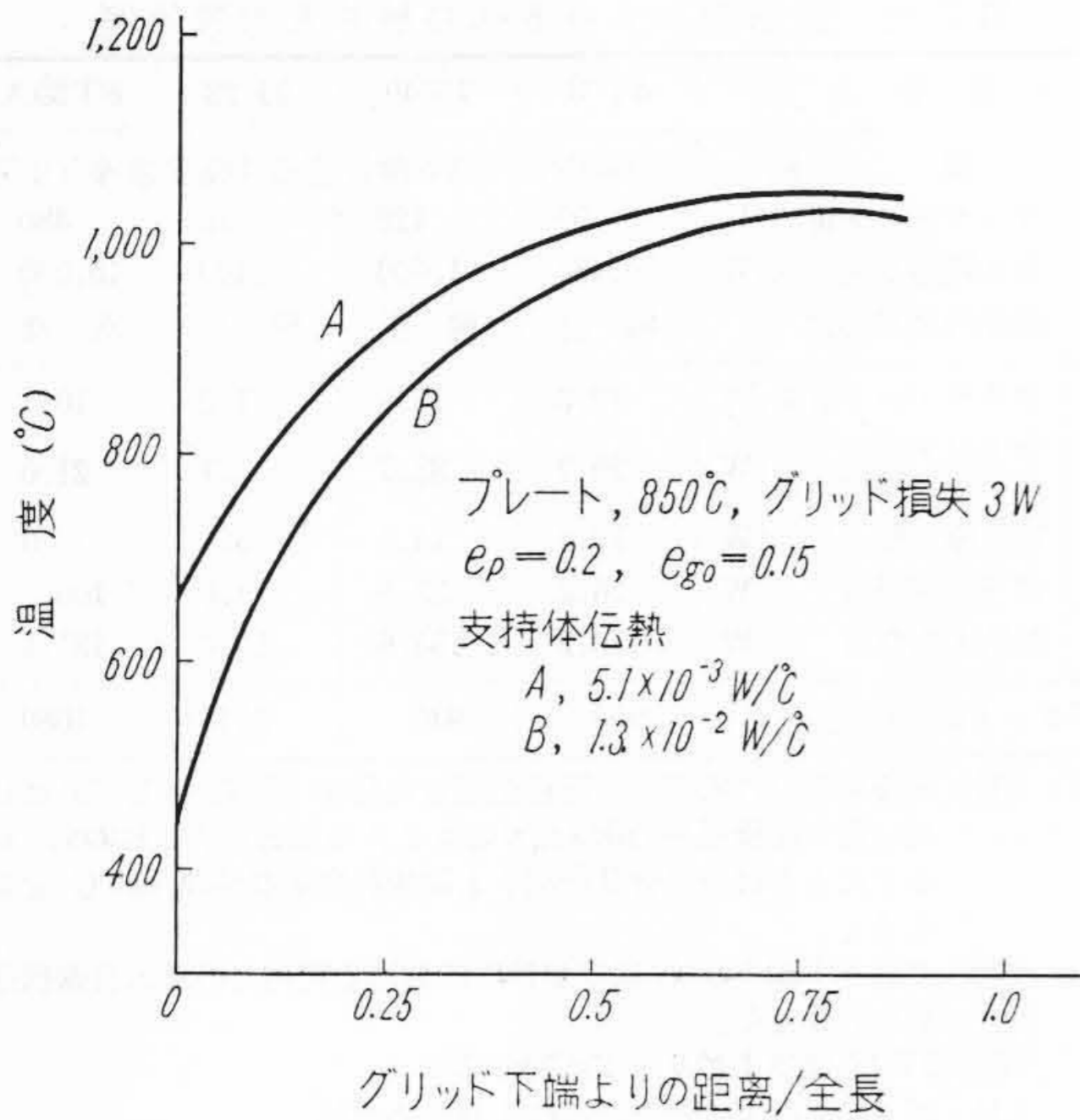
第4図 日立 7T40



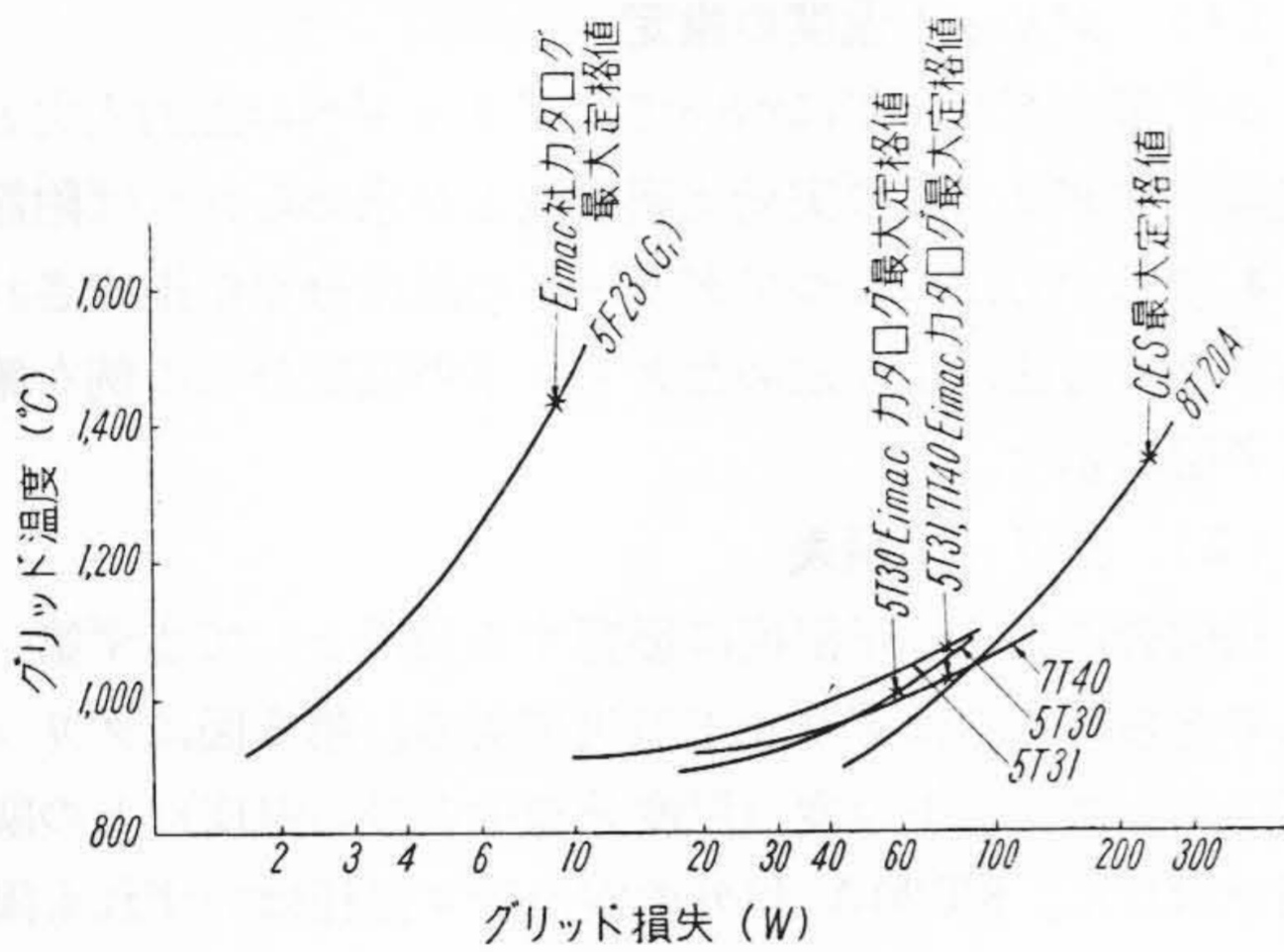
第5図 日立 8T20A



第6図 8T20A グリッド温度分布



第 7 図 5F23 第 1 グリッドの温度分布に及ぼす支持体伝熱の影響

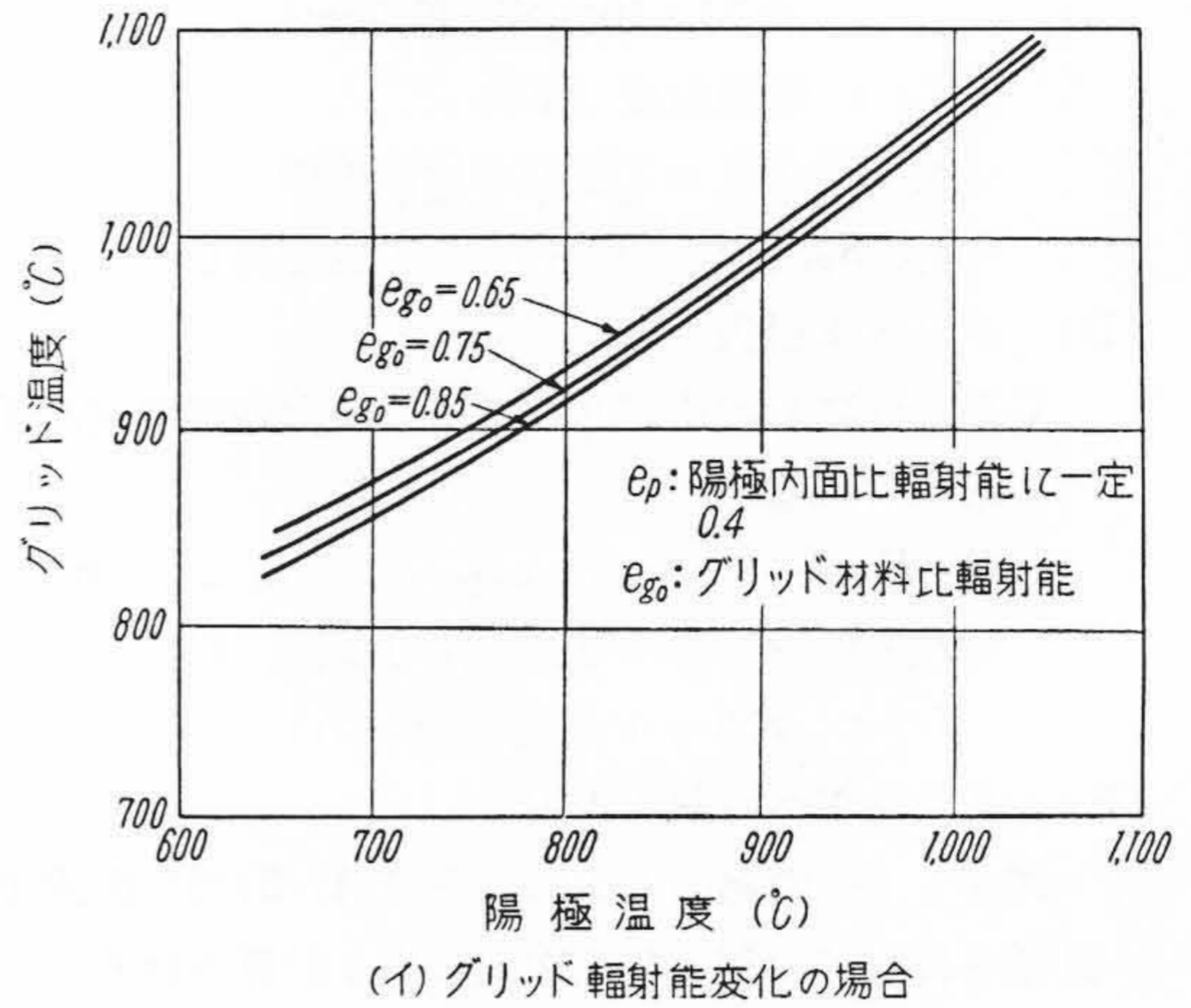


第 8 図 グリッド損失とグリッド温度

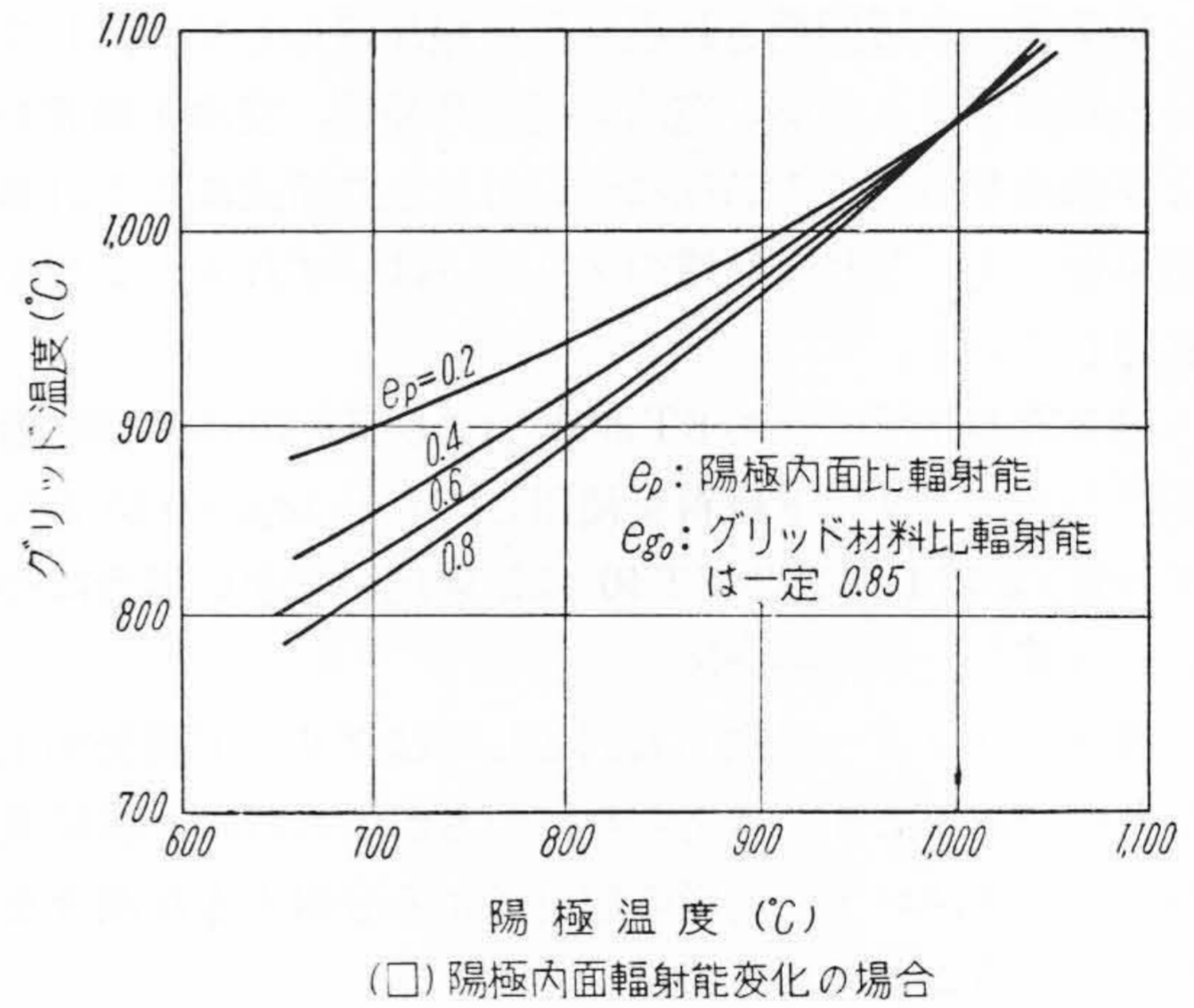
を小さくとり ( $e_{g0}=0.15$ ) 5T31, 5T31, 7T40 は大きくとつたためである。 ( $e_{g0}=0.85$ ) グリッドの比輻射能の大きい場合にはグリッドはフィラメントおよび陽極からの輻射を多く吸収し、グリッドへの熱的入力のうちグリッド損失の占める割合が減少し、したがってグリッド温度への影響が少くなる。送信管を工業用高周波加熱装置の発振管として用いる場合にはしばしば負荷の変動と同時にグリッド励振の変動もきわめて大きく比輻射能の大きなグリッドを用いてグリッド励振急増時のグリッド温度上昇をおさえることが有利なことがある。

(3) 陽極温度

前にも述べたように陽極が輻射によつて冷却される空冷送信管の場合には陽極温度はグリッドへの熱的入力の多少に大きく関係し、したがってグリッド温度に大きな影響を持つ。第 9 図は 7T40 について陽極温度とグリッド温度との関係を示している。



(イ) グリッド輻射能変化の場合



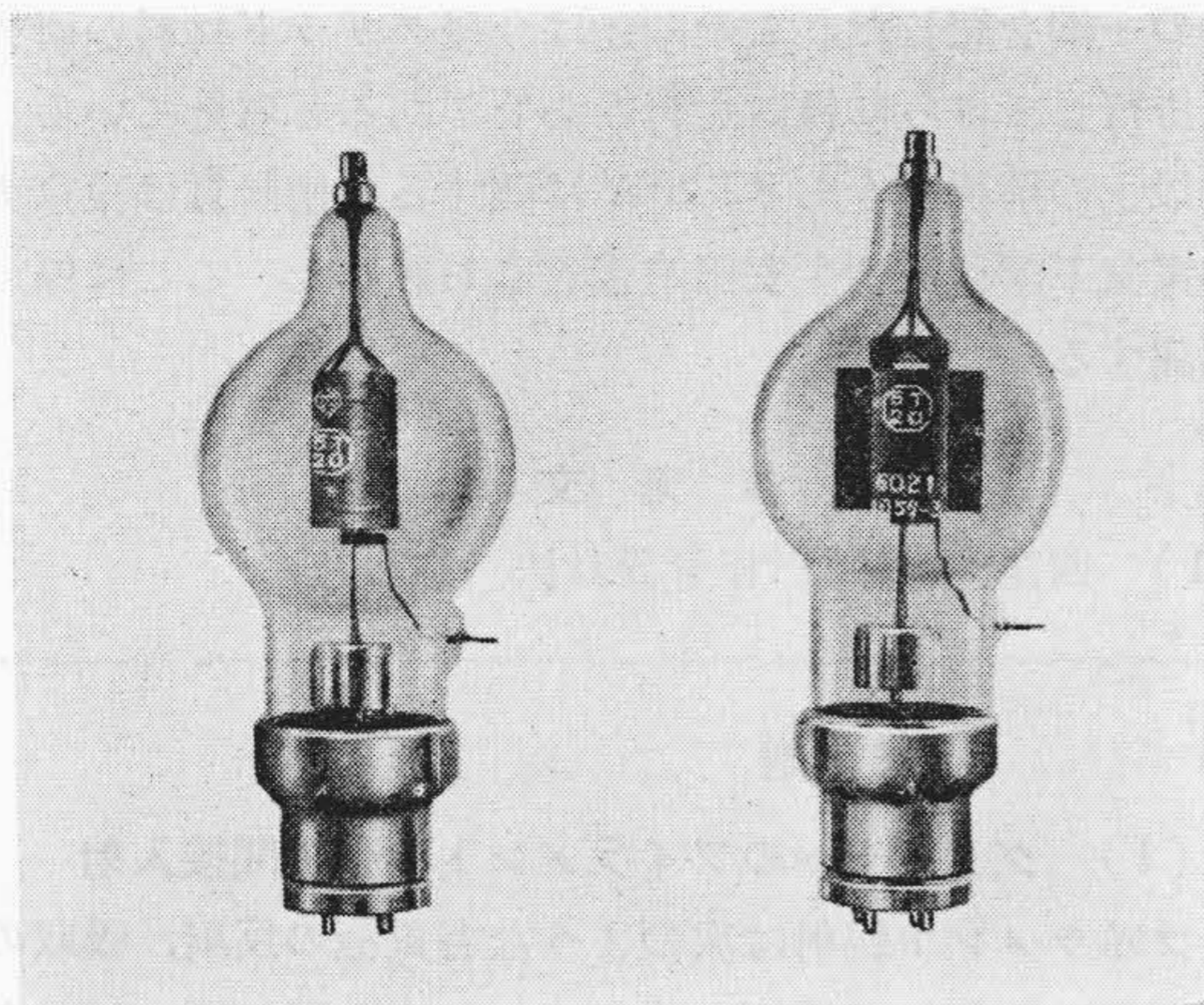
(ロ) 陽極内面輻射能変化の場合

第 9 図 7T40 陽極温度-グリッド温度の関係

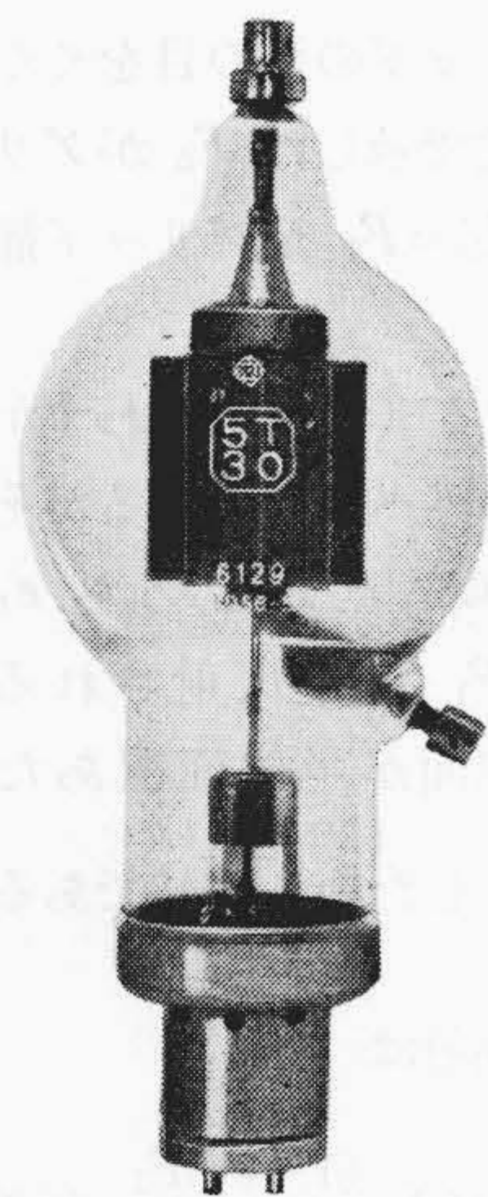
送信管を工業用発振管として用いる場合には一般に負荷の変動はなはだしく短時間過負荷による陽極温度過上昇のあるときにもグリッド温度をグリッドエミッションの問題とならぬ低い温度に保つ必要のあることが多い。

第 10, 11 図は陽極温度を下げ陽極損失に対して十分余裕を持たせ工業用送信管としての激働に耐えるように陽極構造の改善を行つた送信管の例を示す。これら 5T20, 5T30 と旧型は単純円筒型陽極を有していたが、改造品は冷却羽つき陽極を有している。最大定格陽極損失を生じているとき陽極温度は改造型が約 120°C 低く、このためグリッド温度は最大陽極入力を生ずる励振状態で約 75°C 低下することが推定された。実績もきわめて良好である。

水冷または強制空冷の外部陽極型送信管は上記したような陽極からグリッドへの熱移動が皆無に近いという点において熱的に大きな長所を有している。最近 UHF



第10図 日立5T20旧型(左)および新型(右)



第11図 日立5T30 (新型)

送信管などで次第に小型の送信管まで外部陽極型が採用されつつある理由の一つはこの点にある。

以上記したように空冷送信管にあつてはグリッド温度はグリッド損失および陽極損失のどちらが変化しても変化する。従来送信管グリッドの熱的定格としてはグリッド損失またはその代りにグリッド電流があげられているがこれらの数値は将来は一定値としてではなく陽極損失の函数として図表などを用いて示さるべきものであらうと考えられる。

(4) 陽極内面の比輻射能および反射率

水冷または強制空冷の外部陽極型送信管においては陽極内面の反射率 ( $\equiv 1 - [\text{陽極内面比輻射能}]$ ) を低下せしめることにより、グリッド温度を著しく低下させることができる。すなわち陽極内面の反射率低下は (3) 式からも推定されるようにグリッドへのフィラメント輻射の間接入射を減らす。また一方後記する (8) 式から推定されるようにグリッドの実効比輻射能を増してグリッドの輻射冷却を増す。たとえば 8T20A (第5図) について計算して見ると陽極内面反射率を 0.9 から 0.7 に下げることによりグリッドへのフィラメント間接入射はフィラメント加熱電力定格値 480W において 56W から 21W に減少し一方グリッドの実効比輻射能は 0.13 から 0.14 に増加する。このような効果が重なりグリッド損失 100W を生じているときグリッド温度は 1,200°C から

1,080°C に低下する。この種送信管では動作時間の経過とともにグリッドエミッションが低下することがしばしばあるが、この原因の一つは陽極内面がフィラメントなどよりの蒸着物のため反射率が低下しグリッド温度が下がるためと考えられる。

空冷送信管においては陽極が前述のように 800°C に達することもあり、そのときには陽極内面の反射率低下 (=比輻射能増加) は陽極内面の熱輻射増加を生じてグリッドへの熱的入力増加となるため外部陽極型の場合について記した効果は大きく打消される。7T40 について計算した結果は第9図に示してあるが陽極温度が 700°C 以下に保たれるならば陽極内面の反射率低下も相当有効であるが 900°C にも達すると効果が非常に少なくなることがわかる。

(5) グリッド表面の比輻射能

高温物体の温度を低下させようとするとき、まず考えられるのはその表面輻射能を上げて輻射冷却を増してやることである。しかしながら送信管グリッドの場合には輻射能の増加の効果は以下記すように相当大幅に減殺される。

まず輻射能の増加による輻射冷却について考えて見よう。グリッドは周囲の大部分を反射率の高い陽極に囲まれグリッドから一度出た輻射は前に考察したフィラメントや陽極からの輻射とまったく同様の相互反射の過程をたどり一部は陽極に吸収され、一部は陽極開口端より外部へ輻射されるが、また一部はふたたびグリッドへもどされる。したがってグリッドからの輻射はグリッドが真空中に単独にある場合より減少してグリッドの実効比輻射能はグリッド材料そのものの比輻射能よりも低下することになる。実効比輻射能の値は陽極の形状、内面比輻射能とも関係し次式によつて計算される(附記-3 参照)。

$$e_g = e_{g0} \left[ 1 - e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) \left( \frac{1 - e_p}{1 - \beta} \right) \right] \dots\dots\dots (8)$$

記号はすべて (2) 式と同じ。

例として 5T31, 7T40 のグリッド材料の比輻射能を 0.85 とし (8) 式により実効比輻射能を求めて見るとそれぞれ 0.53, 0.58 となりグリッド材料の比輻射より大幅に低下するものであることがわかる。(8) 式から推定されるようにグリッド材料の比輻射能が大きい場合ほど実効比輻射能は大幅に低下する。しかしこのような低下があるとしても依然としてグリッド材料そのものの比輻射能の大きいほど実効比輻射能も大きくなることには変りがない。

一方比輻射能 (=比吸収能) を高めることにフィラメントや陽極からの輻射の吸収量を増すことになりグリッド輻射冷却増加の効果を相殺しようとする。このような熱吸収増加は (1) (3) (5) 式によつて計算することがで

きる。

最終的にどうなるかを実際に計算して見るとグリッド材料の比輻射能増加はグリッド温度をわずかに低下させることになる。たとえば 5F23 および 8T20A はグリッド材料の比輻射能を 0.15 から 0.2 に変えることによりグリッド温度をそれぞれ 20°C および 40°C 低下させることができる(陽極内面比輻射能 0.2, 5F23 陽極温度 850°C として)。

第9図に7T40についての計算結果を示してあるが、この結果もグリッド材料比輻射能の増加はあまり大きな効果を生じないことを示している。

(6) グリッドの端冷却

グリッド温度引下げのためにはグリッド端冷却の増加は相当効果がありそうに思われるが実際に計算して見ると端冷却の増加により最高温度はほとんど変化しないものが多い。

第6図にあげた8T20Aのグリッド温度分布においてグリッド全長の1/2附近から温度分布は水平になつているがこれは最高温度が熱入力と輻射冷却との平衡によつて決定され伝熱冷却は最高温度決定にあづからないことを示している。今までに記した5T20, 5T30, 5T31, 7T40もほぼ同様の状況にある。これは端冷却によつて失われる熱量がグリッドへの全熱入力に比してはるかに小さいためでもありグリッド損失、陽極輻射が少く熱入力の少ない範囲においては端冷却の効果がかえつて現われる。

第7図に示した5F23のグリッド温度分布は端冷却の効果がややあることを示しているがそれでもグリッド支持体の伝熱力を倍増してグリッド最高温度は20°Cしか低下していない。

以上今までにあげた例では端冷却の効果は少いが短く太い構造の送信管においては効果は期待しうる。

[IV] 結 言

以上送信管グリッドの温度上昇について行つた解析結

果の一端を記した。この問題は今後グリッド材料の研究と併行してさらに検討を行う必要があると考えている。

以上の解析のうち8T20Aに関する数値計算は東京大学電気工学科実習生安田靖彦君にお願いした。ここに厚く感謝する。

参 考 文 献

- (1) 西尾：送信三極管設計法(修教社)

附 記

(1) グリッドへのフィラメント輻射の間接入射

フィラメント輻射は次のような各電極の反射、吸収の繰返しの中に各電極に吸収され、また陽極開口端から放射されて失われてゆく(記号はすべて(3)式に同じ)。

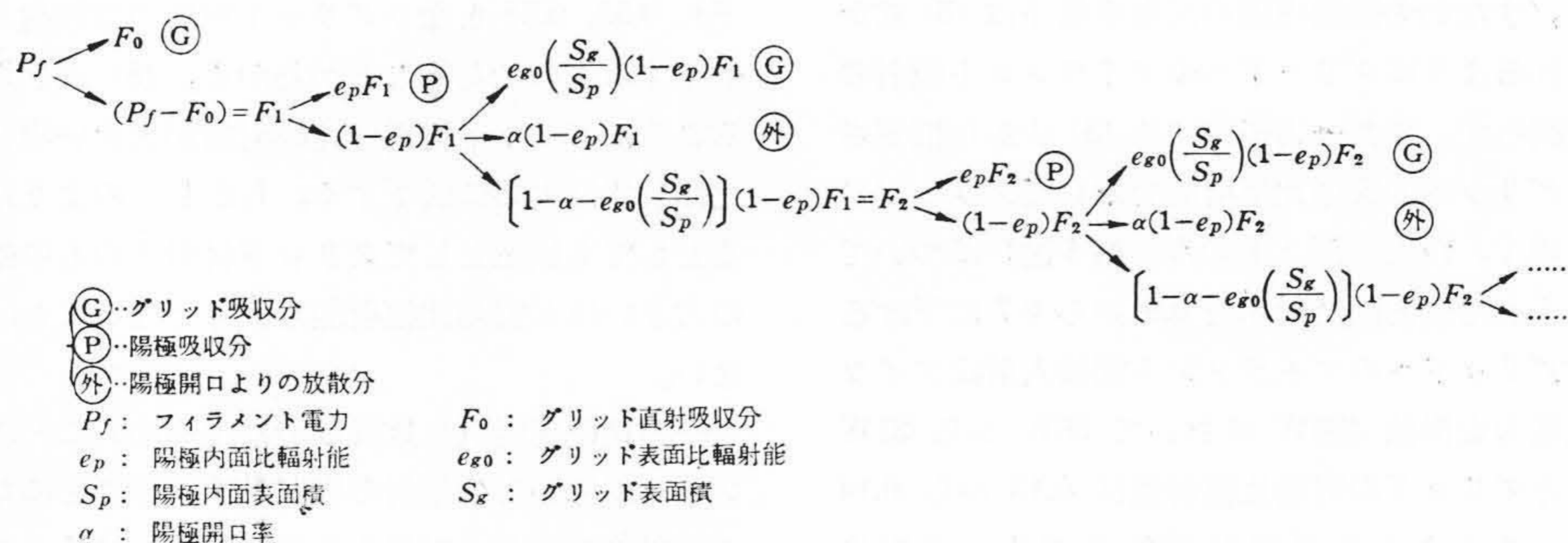
(1) フィラメントからの熱輻射  $P_f$  (≡フィラメント加熱電力とした) はまずグリッドの籠の目をくぐつて外へ出る。そのとき(1)式で示した  $F_0$  がグリッドへ吸収され残りの  $(P_f - F_0) = F_1$  がグリッド籠の外へ出る。

(2)  $F_1$  は陽極内面に入射する(このうちわずかのものは陽極開口部から陽極の外へ放射されるがその量は無視しうる)。陽極へ入射した  $F_1$  のうち  $e_p F_1$  は陽極に吸収され  $(1 - e_p) F_1$  は乱反射される。 $(1 - e_p) F_1$  の乱反射は陽極内面が単位面積あたり  $\frac{(1 - e_p)}{S_p} F_1$  の密度の輻射をしたのと同じである。

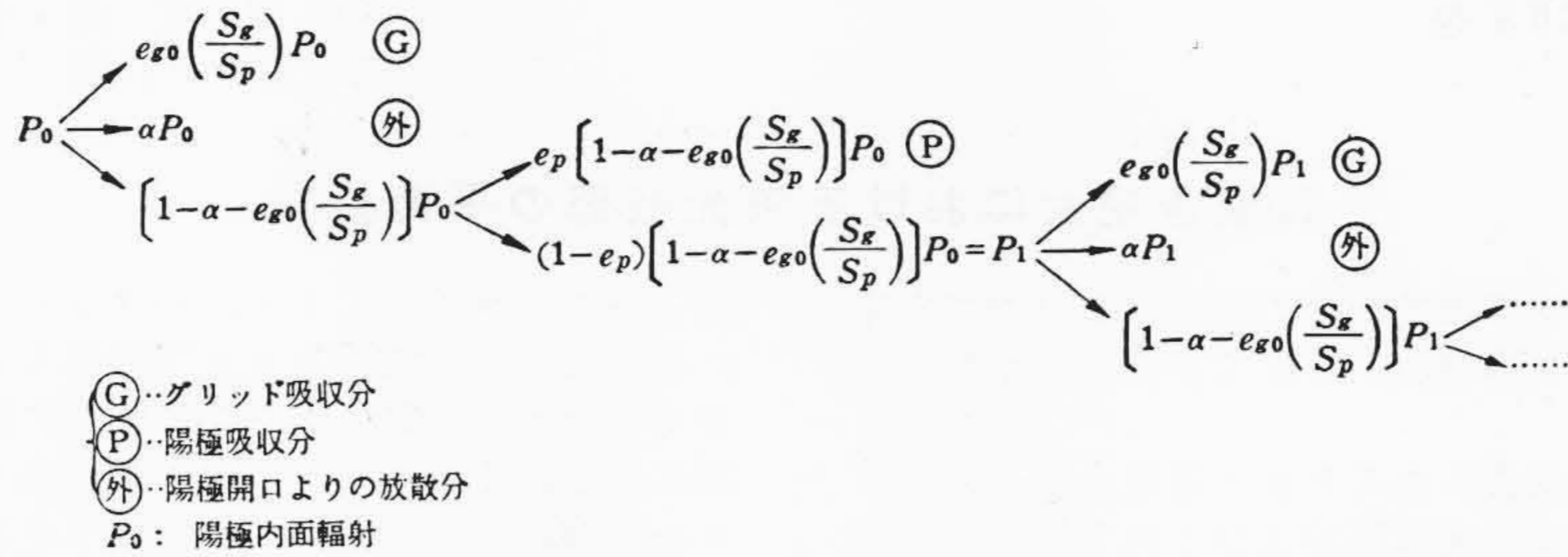
(3)  $\frac{(1 - e_p) F_1}{S_p}$  の密度の輻射は

- (a) グリッドへ入射して  $e_{g0} S_g \frac{(1 - e_p) F_1}{S_p}$  がグリッドへ吸収され
- (b)  $\alpha(1 - e_p) F_1$  は陽極開口端から放射され
- (c) 残りの  $\left[ 1 - \alpha - e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) \right] (1 - e_p) F_1 = F_2$  がふたたび陽極内面に入射する。

(4)  $F_2$  のうち  $e_p F_2$  は陽極に吸収され残りの



第 12 図 フィラメント輻射の各電極反射吸収過程



第13図 陽極内面輻射の各電極反射吸収過程

(1 - e<sub>p</sub>)F<sub>2</sub> は反射される。以下 (2) (3) (4) と同じ過程がくりかえされる。このような過程を図示したのが第11図である。

結局 P<sub>f</sub> のうちグリッドへ吸収される分は

$$F = F_0 + e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) (1 - e_p) (F_1 + F_2 + \dots)$$

ここで  $\left[ 1 - \alpha - e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) \right] (1 - e_p) = \beta$  とすれば

$$F = F_0 + e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) (1 - e_p) F_1 (1 + \beta + \beta^2 + \dots)$$

$$= F_0 + e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) \left( \frac{1 - e_p}{1 - \beta} \right) (P_f - F_0)$$

この式は先に示した (3) 式と同じである。

(2) 陽極輻射のグリッドへの入射

陽極内面輻射の反射吸収の過程は(附-1)とまったく同様であつて第13図に示される。グリッドの吸収は同様に無限級数の和となり(1)と同様にして(3)式が得られる。

(3) グリッドの実効比輻射能

この値は一度グリッドから出た輻射のうち相互反射の過程においてふたたびグリッドへ吸収される割合を求め、グリッド材料そのものの比輻射能をこの割合だけ減らして求める。

グリッドからの輻射を G<sub>0</sub> とすればこのうちふたたびグリッドへ吸収される輻射 G は (3) の (P<sub>f</sub> - F<sub>0</sub>) を G<sub>0</sub> でおきかえて得られる値に等しく

$$e_{g0} \left( \frac{S_g}{S_p} \right) \left( \frac{1 - e_p}{1 - \beta} \right) G_0 \dots \dots \dots (9)$$

となる。グリッドから本当に失われる輻射は G<sub>0</sub> からこの値を差引いた残りであつて、その値を G<sub>0</sub> で割り (8) が得られる。

(4) グリッドの温度分布の数値計算

かご型グリッドにおいて横線を見捨てた線について熱平衡の方程式をたてれば次のようになる。

$$P = e_g a_g \sigma T^4 - b_g K \frac{d^2 T}{dx^2} \dots \dots \dots (10)$$

T: グリッド線の温度 (°K)

P: グリッド線単位長当りの熱入力 (W)

e<sub>g</sub>: グリッド線実効比輻射能 ((8)式による)

a<sub>g</sub>: グリッド線単位長当り表面積 (cm<sup>2</sup>)

σ: ステファンボルツマンの常数  
(5.73 × 10<sup>-12</sup> W/(°K)<sup>4</sup> · cm<sup>2</sup>)

b<sub>g</sub>: グリッド線断面面積 (cm<sup>2</sup>)

K: グリッド線材料の熱伝導度 (W/°K · cm)

(10)式を積分して次の形にする。

$$\frac{dT}{dx} = \sqrt{\frac{2}{5} AT^5 - 2BT + C} \dots \dots \dots (11)$$

$$A = e_g a_g \sigma / b_g K, \quad B = p / b_g K$$

C: 積分常数

(11)式を数値積分により解く。その場合次のような二つの境界条件を満足するよう cut and try を行つた。

(a) グリッドは支持端と反対側の端近くに最高温度点を有しておりその点において  $\frac{dT}{dx} = 0$  である。その位置として支持端よりグリッド全長の3/4の位置をとつた。

(b) グリッド支持体のガラスバルブ貫通部温度を 180°C に固定した。またグリッド端と支持体の接続点において両者は等温でありグリッドが支持体に伝える熱は支持体そのまま管外へ運ぶとした。すなわち支持体の輻射は省略した。

具体的にはグリッド支持端の温度 T<sub>0</sub> を仮定すれば

(a) グリッドの温度分布を計算する。温度分布から支持端の温度傾斜がわかり、グリッドが支持体へ伝えるべき熱量 q<sub>1</sub> を求める。

(b) グリッド支持体の伝熱量 q<sub>2</sub> を求める。

T<sub>0</sub> を変えて計算し q<sub>1</sub> = q<sub>2</sub> となるような温度分布が求める温度分布である。



X線透視台における蛍光板部の平衡装置

X線透視台の蛍光板部は透視台のいかなる位置でも完全に平衡を保つて円滑軽快に操作できることが望ましい。

普通透視台が垂直位置にあるときは透視台背面に設けたバランスウエイトで蛍光板部およびこれと連動する可動部分全体の平衡を保ち、透視台が水平位置にあるときは蛍光板部の支持枠内に設けたバランスウエイトで蛍光板部だけの平衡を保つようにしているが、この方法では透視台を垂直にしたとき蛍光板部のバランスウエイトの重量が可動部分の重量に加算されるため、これと平衡すべきバランスウエイトの重量も大となり、いきおい蛍光板部の操作が重くなる欠点がある。

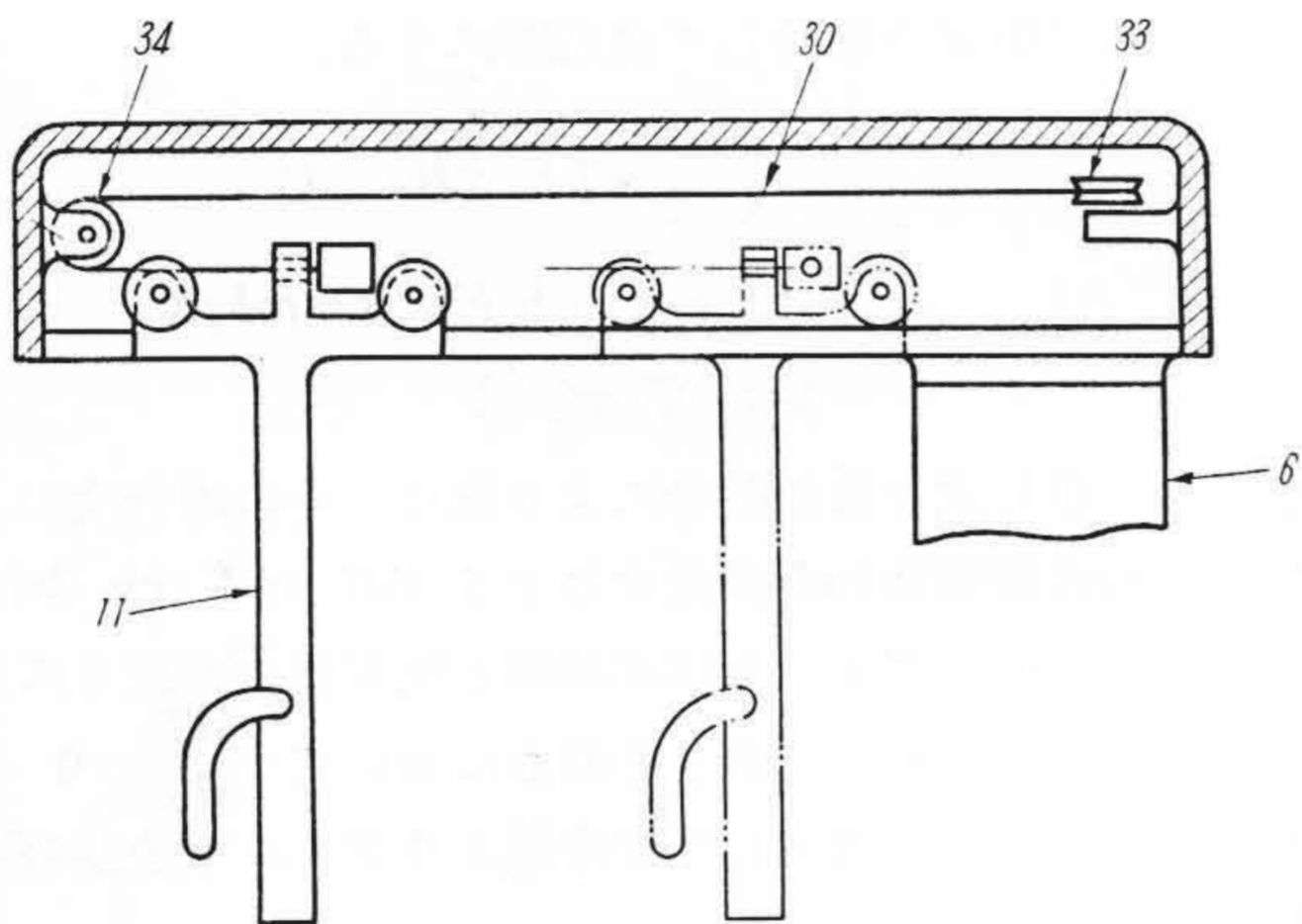
この発明は蛍光板部のバランスウエイトを透視台が垂直位置にあるとき可動部分全体の重量と平衡するバランスウエイトの一部に兼用しようとするもので、第1図はこの発明を実施した透視台の裏から見た板面である。板中20は透視台の両側のレール4に沿って移動するバランスウエイト、21はバランスウエイト20に軸24によつて取付けられ、これを支点として透視台の面と直角の方向に

動くバランスウエイトで、バランスウエイト20は滑車23に掛けたロープ22により上下動部5と連結され、一方バランスウエイト21は滑車25, 26, 27に掛けたロープ28の一端に結び、その他端には滑車29を吊つて、これに掛けたロープ30の一端を滑車31を経て左右動部6に連結し、他端は滑車32, 33, 34を経て透視台前面にある蛍光板部11に連結してあり、透視台を垂直にした場合は二組のバランスウエイト20, 21が共同して蛍光板部およびこれと連動する可動部分5, 6の重量と平衡し、透視台を水平にした場合はバランスウエイト21が第2図の鎖線で示すように回転して蛍光板部11の重量と平衡するものである。

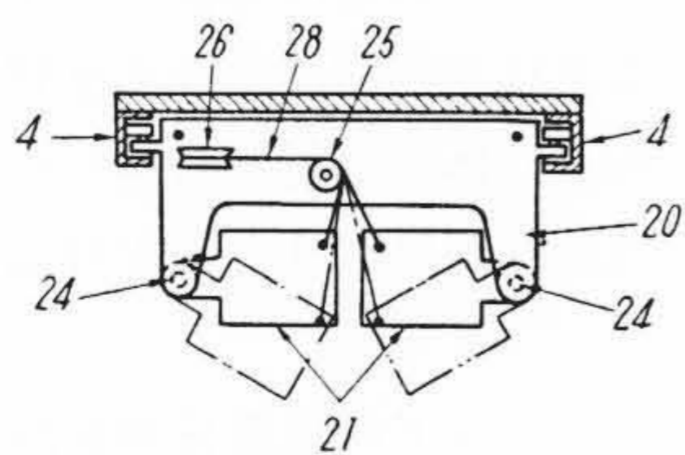
なお透視台が垂直位置にあるときはロープ30を蛍光板部11より切離してロープにたるみができないようにする。

以上のように構成することにより透視台可動部分およびバランスウエイトの重量が大いに軽減され、蛍光板部の操作を軽くすることができた。

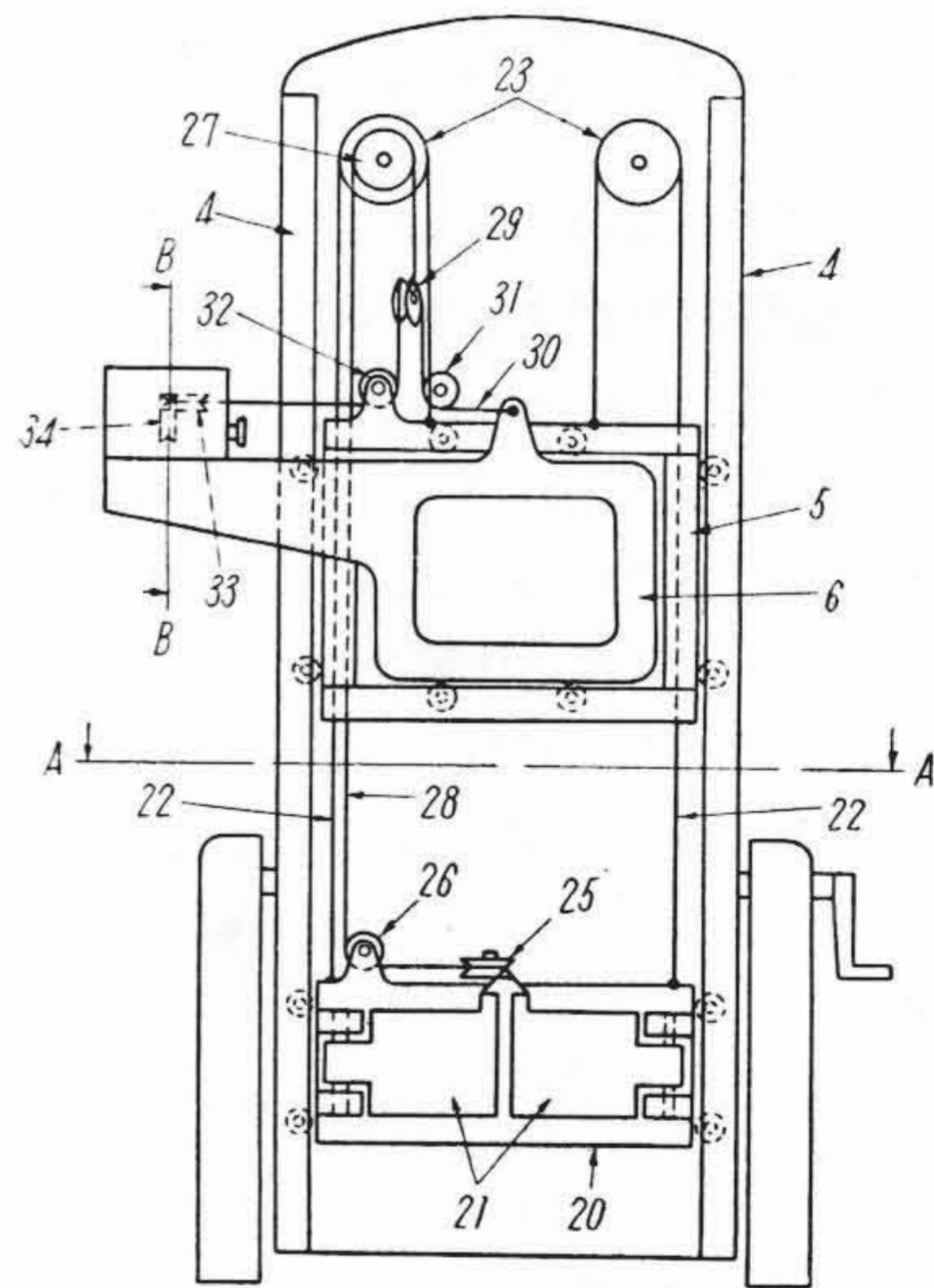
(坂本)



第 1 図



第 2 図



第 3 図