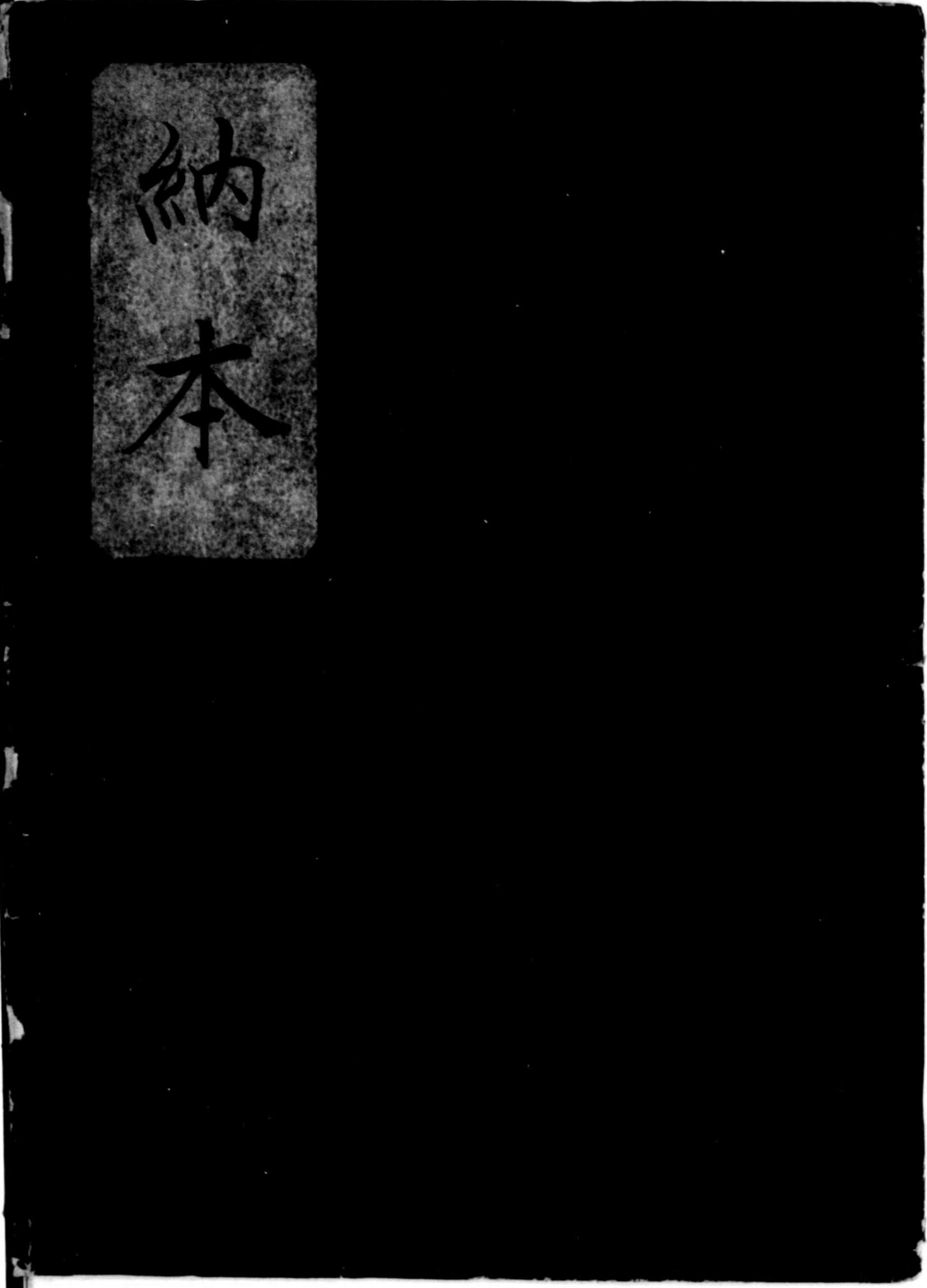




始



納本



997
16

307 ✓

549.2
TE24

真空管特許總覽



技術院監修

帝國發明協會編纂

CPA

社 團 法 人 帝 國 發 明 協 會 發 行



997
16

監 修 の 辭

電氣通信が、或は軍事に、或は外交に、或は銃後産業經濟の運営上に、その神経系統として重要な使命を有するものなることは謂ふ迄もない。

此の電氣通信機器の重要部品を構成するものが、真空管であることは、今日、何人もよく知るところであるが、更に、真空管は電波兵器、電氣計測器その他、弱電流機器の心臓部を成すのみならず、いはゆる強電流工業方面にも多くの應用分野を有し、之が發達の如何は、その影響するところ極めて大なるものがあるのである。

謂ふ迄もなく、真空管の發明は、比較的最近の事に屬するのではあるが、その發達は極めて急速なるものあり、今日、真空管に關する發明考案亦相當多數に達するのである。

然るに、從來、真空管に關する文献資料若干有りとは云へ、未だ、真空管關係の發明考案を網羅的に蒐集解説したもの無く、真空管の研究推進上、將又、真空管の生産増強上にも斯る文献資料の出現に對しては、多くの期待が掛けられてゐるのである。

時局の進展と共に、真空管に對する關心の愈々重加せられつゝ有る今日、社團法人帝國發明協會は、夙に其の要望を察知し、曩に同協會内に編纂委員會を設置し、以て本書の刊行を企圖したのであるが、之は洵に時宜を得たものと云ふべく、本院に於ては其の企圖に賛同を與へ、本書の編纂を監修することとなつたのである。

今や、戰の様相は、益々、凄愴苛烈の度を加へつゝあり。前戰に銃後に、真空管の果す可き使命が愈々加重せられつゝあるの秋に當つて、本書の刊行をみたことは、洵に慶賀に堪へぬものがあり、斯界の好資料として充分活用せられ以て熾烈なる國家要請に應へられんことを望むものである。

昭和十九年四月

技術院總裁 子爵 井上 匡 四 郎

序

今次大戦の性格は、國家總力戦である點で特徴づけられて居る。而して電波科學が、其の基幹を爲し、一國の神經系統として益々其の重要性を發揮してゐるのであつて、氣象通報、海外放送、作戰通信等に於ける電氣通信の活動如何に據り、又、航空機の計器、敵機に對する方向探知機等、電波兵器の性能及之が居利用の巧拙に由り、眞に戦争の勝敗が決定せられむと爲るのである。故に電波科學は正に日進月歩で、將來如何なる程度に發達するか豫斷を許さぬものがある。

扱て、この電波兵器なり電氣通信なりの心臓部を成すものは眞空管であつて、優秀なる眞空管の發明こそは、いま吾々に課せられたる最大の課題であると云つても敢へて過言ではない。かゝる現狀に鑑み本會に於ては技術院監修のもとに本書の編纂委員會を設置して「眞空管特許總覽」を刊行する運びとなつたのであるが、本書が必ずや斯界好個の參考資料であることを信ずると同時に、本書に依つて、更に眞空管に關する優秀なる發明を産み、大東亞戦争の完勝と、悠久なる邦家の隆運に寄與せられん事を切望して熄まぬ次第である。

尙、終りに、本書刊行に當つて特に御厚意を賜つた技術院當局、就中、編纂委員として執筆の勞を執られた參技官吉崎悅治、原田久、參技官補杉崎善樹、元特許局技手中野收の諸氏に對して茲に深甚の謝意を表す。

昭和十九年四月

帝國發明協會會長 鶴見左吉雄

真空管特許總覽

目次

序論

第1篇 真空管の特性	5
第1章 三極真空管	
1. 三極真空管の諸定数	5
2. 電極間容量	7
第2章 四極真空管	
1. 遮蔽格子管	9
2. 空間電荷格子管	11
3. 遮蔽格子管の改良	12
第3章 五極真空管	
1. 五極真空管の特性	17
2. ビーム管	18
第4章 其の他の多極真空管	
1. 可變増幅率真空管	21
2. 混合管	23
3. 複合管	27
4. 負の相互コンダクタンスを有する真空管	31
5. 偏向制御管	33
第5章 同調指示管	
1. 同調指示管の構造	35
2. 同調指示管の改良	37

第6章 二次電子増幅管

1. 二次電子放射..... 40
2. 静電型二次電子増幅管..... 42
3. 動電型二次電子増幅管..... 51
4. 二次電子増幅管に於ける問題..... 55

第7章 真空管の非直線歪

1. 非直線歪の発生..... 59
2. 非直線歪の除去..... 60

第8章 真空管の雑音

1. 雑音の種類..... 63
2. 雑音の除去..... 66

第2篇 真空管の材料及構造..... 73

第1章 陰 極

1. 陰極の作用..... 73
2. 熱電子放射..... 73
3. リチャードソンの公式..... 74
4. 単一金屬陰極..... 76
5. 単原子層陰極..... 78
6. 酸化物陰極..... 83
7. 陰極の形状..... 91

第2章 陽 極

1. 陽極材料..... 94
2. 熱輻射量の増大..... 98
3. 陽極の構造..... 101

第3章 格 子

1. 格子の作用..... 104
2. 格子材料..... 105
3. 二次電子放射の防止..... 106
4. 格子の構造..... 109

第4章 容 器

1. 容器の材料..... 115
2. 硝子容器..... 116
3. 外部冷却型容器..... 123
4. 金属容器..... 125
5. 陶磁器製容器..... 128

第5章 排 気

1. 排気とゲッター..... 132
2. 金属塊による瓦斯排気..... 133
3. ゲッター材料..... 135
4. ゲッター容器並加熱法..... 138

第6章 電極支持装置

第3篇 超短波用真空管..... 152

第1章 電 子 振 動

第2章 マグネトロン

1. A型振動..... 153
2. B型振動..... 157
3. ダイナトロン振動..... 159

第3章 マグネトロンの改良

1. 改良せらるべき諸點	139
2. 陽極の構造と共振組織	160
3. 多重分割マグネトロン	167
4. 空間電荷防止	174
5. 磁界の加へ方	179
6. バックヒート防止と迷走電子の處理	184
7. 複合管	190

第4章 特殊マグネトロン

1. 特殊マグネトロンの種類	194
2. 大阪管	194
3. 區劃マグネトロン	196
4. ビーム、マグネトロン	199
5. 多相高周波發生管	204

第5章 超短波の變調

第6章 超短波用特殊真空管

1. 速度變調管	210
2. 偏向制御管	214
3. 二極發振管	219
4. 超短波用極小真空管	220

索引

凡 例

本書に於ては下記各項に對する特許、實用新案を主として記載するものとす。

- (1) 通信用真空管の一般的構造、性能及び用途
- (2) 真空管の各種の變型及び夫等の改良
- (3) 真空管の特性上特に重要なる課題
- (4) 部分品の材料及び構造
- (5) 超短波用特殊真空管
- (6) 真空管を使用せる回路、其の他、真空管の使用方法に屬するものは原則として記載せざるも、説明上、特に必要と認めらるものは記載す
- (7) 一般的硝子技術並に製法に關するものは特に重要なるものの外は記載せず
- (8) 瓦斯放電管並に整流管等にて、通信に直接關係なきものは記載せず
- (9) ブラウン管、光電管、X線管、テレビジョン撮像管等は記載せず
- (10) 脚註に「特」とあるは特許番號、「實公」とあるは實用新案出願公告番號を示すものとす。

真空管特許總覽

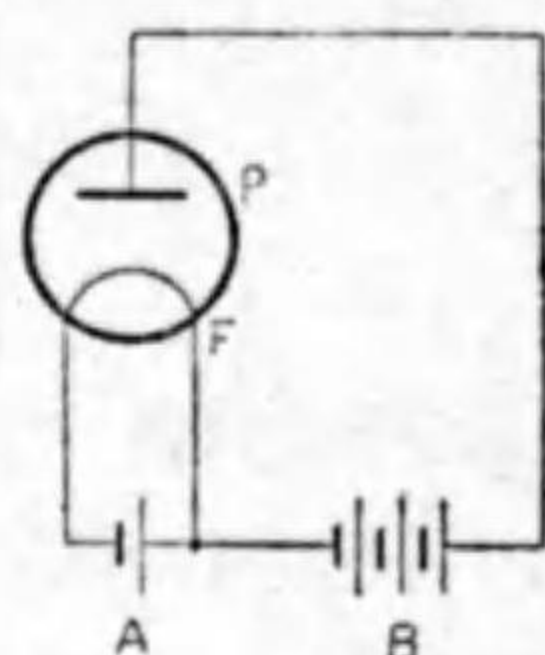
序論

真空管の發達 真空管の發明は、1904年、我が明治36年フレーミングの二極真空管の發明に始まる。彼のこの發明は、エヂソンの發見したエヂソン効果にそのヒントを得たもので、マルコニーが初めて無線電信を發明した1895年に遅るゝこと9年である。當時の二極管はたゞ整流管として受信信號の檢波に利用せられたに過ぎないのであるが、その後1906年、我が明治38年、ド・フォーレーは三極真空管を發明し、之に依り微弱信號の増幅は極めて容易になり、更に後に之が持續電波の發振に利用せられるに至り無線工學はそれより急速なる進歩を爲すに至つたのである。ド・フォーレーの發明した三極真空管は管内部の真空度の低い所謂ソフトバルブであるが、その後1914年即ち大正3年ラングミュアーは高真空真空管すなはち所謂ハードバルブを作り、今日無線工學其の他に使用せられる幾多の真空管の基礎を確立したのである。

その後、この三極真空管は更に改良せられて四極管或は五極管が發明せられるに及んで、真空管はその個々の動作に於て非常に優れたものが製作せられる様になつたのみでなく、又その用途に應じて色々の種類のものが世に現はるゝ様になり、遂に今日の如く無線工學發達の因を爲すに至つたのである。

真空管の基礎理論 真空中で金屬を高温度に加熱すると、その金屬表面から真空中に電子が放出せられ、放出せられた電子は真空中を走行して他の陽電位の電極に集められ、電流を生ずる。此の時放出せられる電

子は金属物質を構成してゐる自由電子である。即ち第1圖に示す様に織條陰極Fと陽極Pとを真空容器中に封入した二極真空管の織條陰極を電池Aで加熱し、陽極を電池Bで陰極より高い電位に保つ時は陰極表面より放出せられた熱電子は陽極に引き着けられ、外部回路には陰極端子より陽極端子へ向ふ電流が生ずる。然るに若し電池の極性を逆にし陽極を陰極よりも低い電位に置く時は、陰極表面に生じた電子は陽極で反撥せられる結果となり、之に到達し得ないから、この時は外部回路に電流は流れない。この事はこの二極真空管が高周波の検波及整流に利用せられる重要な特性である。



第1圖

更に陰極より放出せられる電子と陰極の温度其の他の關係を検べて見ると、今前述の二極真空管で陽極に陰極に対して充分高い正電位をかけると、放出された電子は全部陽極に流れる。その時の陰極の絶対温度をTとすれば、陽極電流 I_p は

$$I_p = AT^2 e^{-b/T} \text{ Amp/cm}^2$$

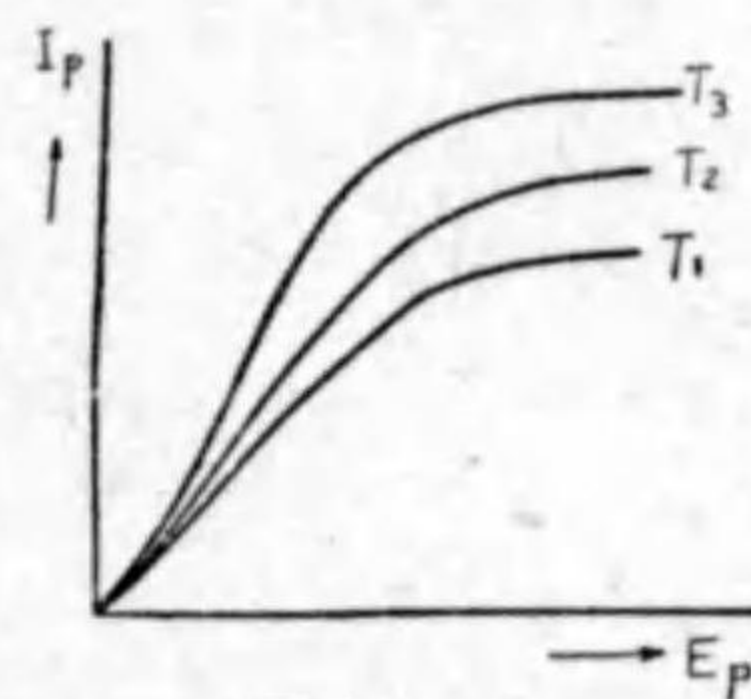
となる。これを飽和電流と云ひ熱陰極の單位面積當りの値で示してある。茲でAは理論上 $60.2 \text{ Amp/cm degree}^2$ の値の定數で b_0 は熱陰極の物質に依り定る定數である。最も多く使用せられるタングステンではこの b_0 の値は 5.24×10^4 度でトリエーテツドタングステンの場合には 3.15×10^4 度である。この飽和電流 I_p は陽極に供給する電壓が或る充分高い値(飽和電壓)以上ならば陽極に流れるが、電壓を其れ以上に上昇しても陰極から放出される電子の量は陰極の温度で定つてゐるから、飽和電流以上に増加しない。

更に陽極電流と陽極電壓との關係を見るに、陽極電壓が低い時は陰極

から放出された電子が陰極と陽極との中間に空間電荷を作り、これが陽極電流を制限する爲に飽和電流が流るゝことなく、陽極電壓を上昇すると共に徐々に電流を増加して飽和値に近づくのである。この時の陽極電流 I_p は次の式で表はされる。

$$I_p = KE_p^{3/2}$$

E_p は陰極に対する陽極電壓で、Kは電極の幾何學的寸法から定まる定數である。此の式から分る様に、飽和電壓以下の低い陽極電壓では陽極電流は理論上陰極温度に無關係であり、この部分を温度飽和の範圍と云ふ。然し實際には陰極を加熱した時、陰極全部が一様の温度で上昇しない爲に陰極加熱電流を増加すると多少陽極電流が増加する(第2圖)。



第2圖

真空管の種類と分類

現今無線工學に使用せられてゐる真空管の種類は極めて多く、到底之を一律に分類することは不可能である。最も一般的には真空管の有する電極の数により三極管、四極管、五極管……等に分類せられる。更にその使用の目的に応じて検波管、増幅管、周波數變換管、發振管、出力管、整流管等に或は送信管、受信管等に分けられる。是等はその用途に従つて

構造並に電氣的特性其の他を異にするけれども特殊のものを除いては其の作動原理に於て根本的な差異はない。

本書に於ては特許に現はれたるものを規準として、第1篇に於ては前者の分類方法に従つて各種真空管の根本原理と一般的特性とを説明し、第2篇に於ては真空管に使用せられる各種の材料並に電極其の他の構造に就き説明し、第3篇に於ては超短波用真空管に就き説明することにし

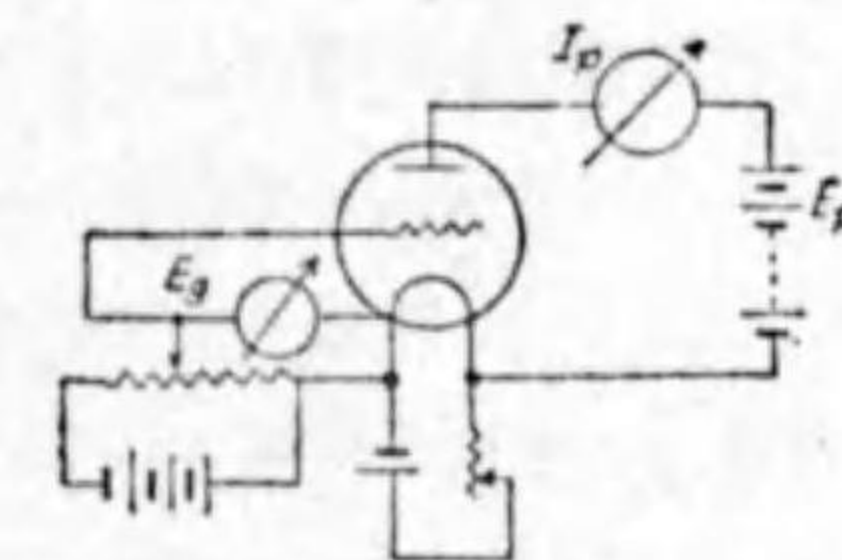
た。勿論、普通の真空管でも適當に設計せられたものは超短波に使用せられることは當然であるが、特に超短波用真空管として第1篇と區別したのは、超短波に使用せられる真空管には特殊の原理に基づきその構造も又一般ものと異なるものが多いのと、近時超短波の研究に特に注目すべきものが多いからである。

第1編 真空管の特性

第1章 三極真空管

1.1 三極真空管の諸定数

真空管の色々な特性や使用法を理解する爲には、先づその基本ともなるべき三極真空管の特性並に諸定数を知つて置く必要があるので、先づ順序として三極真空管に就いて一般的な諸特性を記述することにする。



第3圖 A

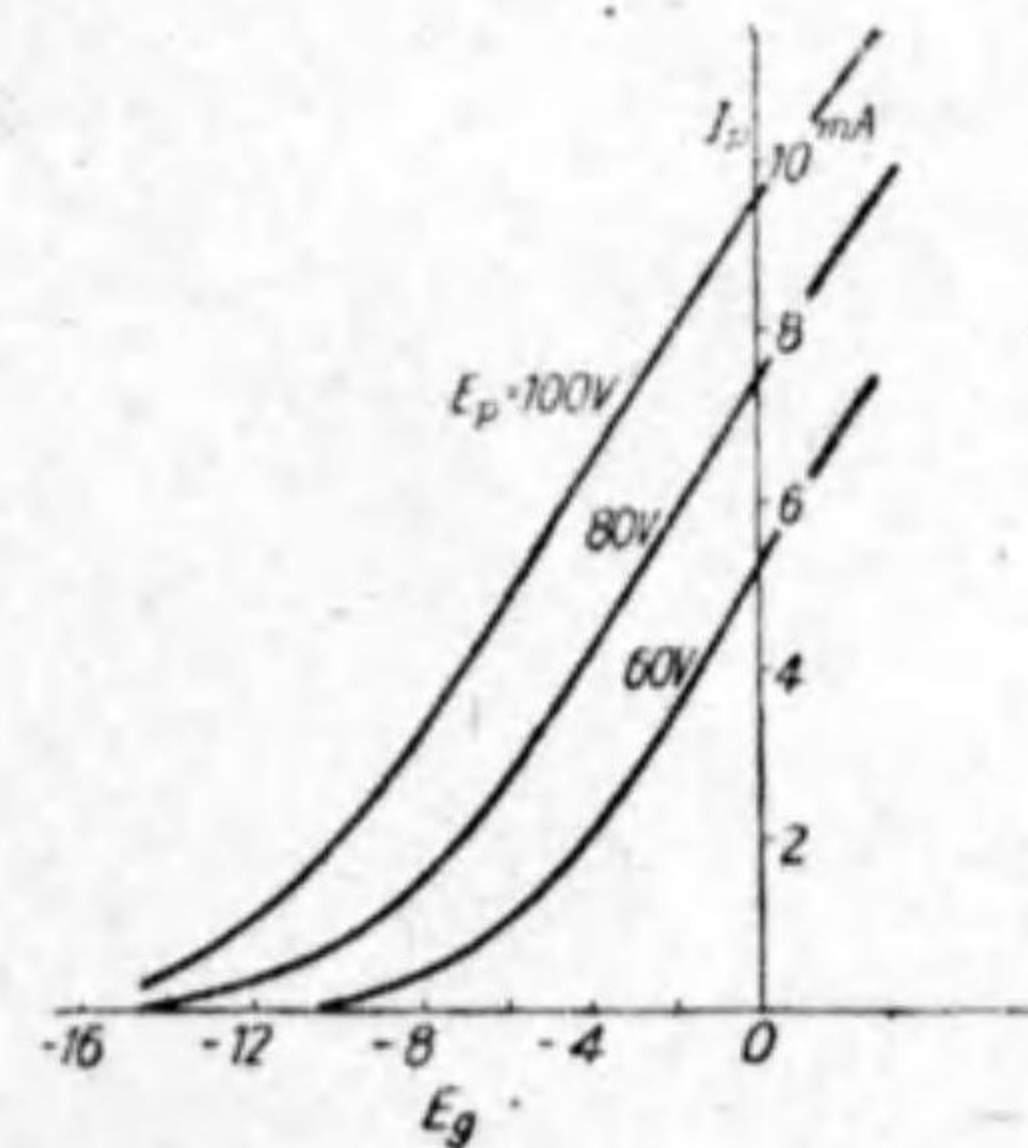
三極真空管を第3圖Aの様に接続し、格子電圧 E_g 及び陽極電圧 E_a の變化に對する陽極電流の變化を取つて看ると、第3圖Bの如くなる。この際是等の電壓並に電流の間には次の式が成立する。

$$I_p = K \left(E_g + \frac{E_p}{\mu} \right)^{\frac{3}{2}} \dots \dots (1)$$

茲に、 K は真空管の電極の形狀、大いさ其の他の構造に依つて定まる定数であつて、 μ は真空管の増幅率と謂はれる。上の式より

$$\mu = \frac{dE_p}{dE_g}$$

にして是は格子電壓と陽極電壓とが陰極表面に及ぼす静電力の比であつて、陰極、格子、陽極等の幾



第3圖 B

何學的寸法並に電極間の距離に依つて定り、格子が陰極に近づけば近づ

く程、又格子の目が細い程大となる。獨乙では増幅率 μ の代りにその逆数 $D \left(= \frac{1}{\mu} \right)$ を用ひ、之を逆増幅率（ドリフグリフ）と云ふ。

又陽極電圧が $J E_p$ だけ變つた時陽極電流が $J I_p$ だけ變ると其等の比

$$\frac{J E_p}{J I_p} = \frac{d E_p}{d I_p} = R_p$$

を真空管の内部抵抗と云ふ。これは陽極電壓對陽極電流特性曲線の傾斜の逆数になり、格子電壓及び陽極電壓の大いさに依つて多少異なる。又電極の大いさや相互間の間隔に依つても異り、陰極の表面積が大きくなる程、又陰極と陽極との距離が小になる程、この内部抵抗は小となる。又増幅率との關係は、普通の三極真空管同志の間では、増幅率が大きくなると、それだけ陰極に及ぼす陽極電壓の變化の影響は小になるから、内部抵抗は大體、増幅率に比例して大となる。

又陽極電流に對する格子電壓の變化の比

$$\frac{J I_p}{J E_g} = \frac{d I_p}{d E_g} = G_m$$

を真空管の相互コンダクタンスと云ひ、格子電壓對陽極電流特性曲線の傾斜である。獨乙では G_m の代りに S を用ひ之をスタイルハイトと云ふ。

是等定數の間には

$$G_m = \frac{\mu}{R_p}, \text{ 或は } \mu = G_m R_p,$$

獨乙式に現はすと

$$D \cdot S \cdot R_p = 1$$

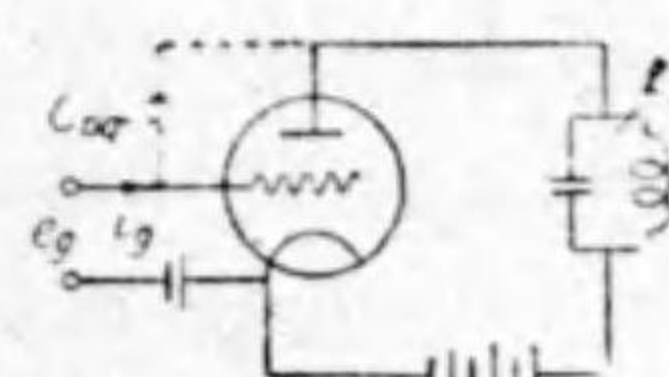
なる關係があり、増幅器に使用せられる通常の真空管の場合には内部抵抗低く、増幅率の大なる事が要求せられるのであるが、相互コンダクタ

ンス G_m は大體その性質を示す目易となるので、真空管の増幅特性を示す上に重要な定數である。

以上は三極真空管に就いて増幅率、内部抵抗、相互コンダクタンス等を定義したのであるが、三極真空管の場合のみに限らず、その他の多極管の場合にも陰極、格子、陽極の間には三極真空管の場合と同様の關係が保持されるので、其等の場合にも之と同様に増幅率、内部抵抗、相互コンダクタンス等を定める。

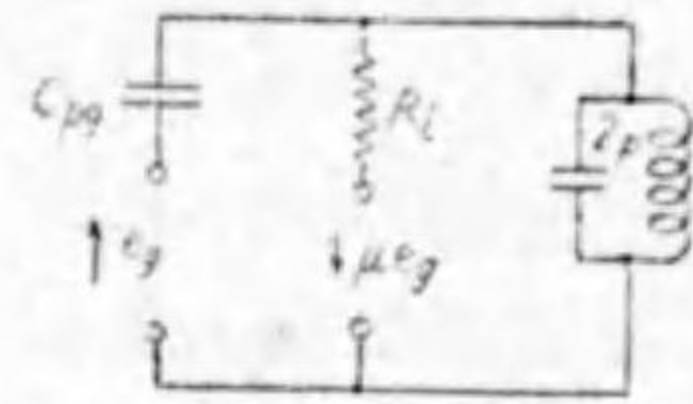
1.2 電極間容量

真空管の陰極と格子との間、格子と陽極との間、及び陰極と陽極との間には静電容量がある。勿論その外に電極導入線相互間にも静電容量が存在するわけであるが、是等は導入線の引出し方其の他に依つて左右されるもので一先づ論外として置く。上記3個の静電容量の内、陰極格子間の静電容量並陰極陽極間の静電容量は比較的小さく、又真空管の陰極格子間に入力回路を接続し、陰極陽極間に出力回路を接続した場合、是等の容量は夫々入力回路及び出力回路に並列に入ることとなり、従つて是等は入力回路及び出力回路に包含して考へる事が出来るので今は考へないで置く。最も重要なのは格子と陽極との間の静電容量で、大いさに於ても上記3個の静電容量内で最も大きい。



第4圖 A

今真空管を第4圖Aの様に接続し、陽極回路に Z_p なるインピーダンスの負荷を接続し、その入力に e_g なる交流電圧を供給する場合の格子電流を考へて見る。尚格子陰極間の洩漏抵抗は省略して考へると、第4圖Aの等價回路は第4圖Bの如く表はされ、従つて格子陽極間の静電容量 C_{pg} を通して流れる格子電流 i_g は



第4圖 B

$$i_g = \frac{j\omega C_{pg} \left(\frac{1}{Z_p} + \frac{1+\mu}{R_p} \right)}{j\omega C_{pg} + \frac{1}{R_p} + \frac{1}{Z_p}} e_g \dots\dots\dots(2)$$

となる。従つて格子、陰極間の入力端子より見たる真空管の入力アドミッタンス Y_1 は次の如くなる。

$$Y_1 = \frac{i_g}{e_g} = \frac{j\omega C_{pg} \left(\frac{1}{Z_p} + \frac{1+\mu}{R_p} \right)}{j\omega C_{pg} + \frac{1}{R_p} + \frac{1}{Z_p}} \dots\dots\dots(3)$$

此の式から分る様に、真空管を増幅器として使用せる場合に、若し陽極負荷インピーダンスが純粋抵抗か或は容量的である場合には、真空管の入力アドミッタンスは正となる。このことは電極間容量の爲に回路から餘分の電力が出力回路に取られることを意味し、格子に加へる電圧の周波数が低い場合にはこの値は小であつて無視し得る程度であるけれども、周波数が高く数千サイクル程度になると電極間容量が入力電圧に對して通路を與へることとなり増幅度が低下する。その爲、廣い周波数範圍に亘つて一様な増幅度を得ることは非常に困難となる。

又真空管を無線周波数の様な高周波の増幅に使用した場合、前の(3)式で陽極の負荷インピーダンスが誘導的となると、入力アドミッタンス Y_1 の實數部が負の値となる。そしてその負の値が相當に大きくなり、入力

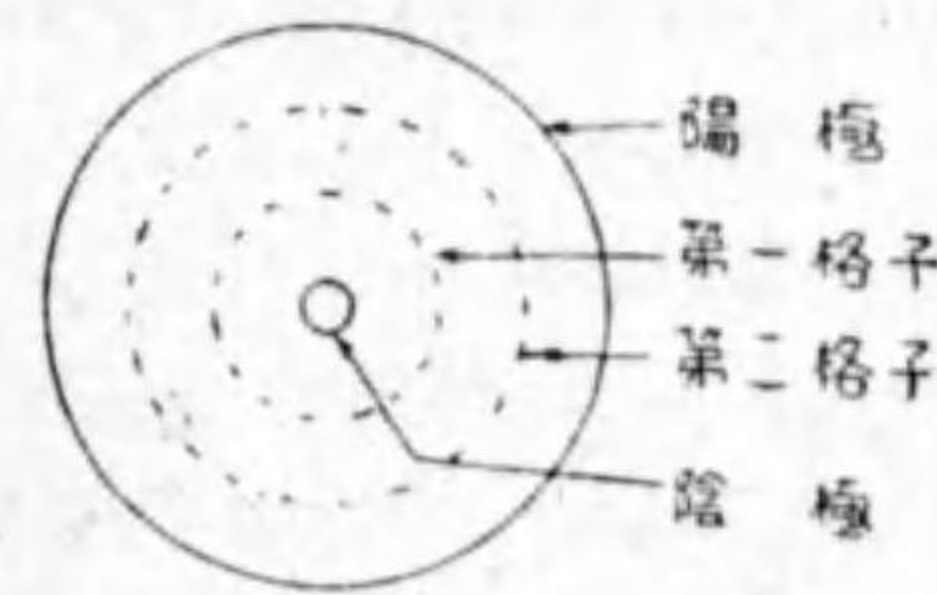
回路に同調回路があると、發振を起す様になり、増幅器としての作用をしなくなる。斯る場合には出力回路に發生した電圧の一部が格子陽極間の静電容量を通じて入力回路に反結合しその爲に發振するものと考へられる。この増幅回路が高周波に於て發振を起すのを防止する方法としてニュートロダイン法、超ヘテロダイン法等の回路方式が考へられてゐるが、より根本的に真空管の格子、陽極間の静電容量を少くする方法として次章に述べる遮蔽格子真空管が提案せられた。

第2章 四極真空管

2.1 遮蔽格子管

四極真空管には茲に述べる遮蔽格子管と次に述べる空間電荷格子管とがある。

遮蔽格子管は三極真空管の格子と陽極との間に第二の格子を附加し、真空管を使用する場合に此の第二格子を一定の陽電位に保持するもので、この第二格子を普通遮蔽格子と云ふ(第5圖)。この遮蔽格子は制御格子と陽極との間を充分に静電的に遮蔽する爲、普通陽極よりも遙に長く



第5圖

側方に延長するか、或は陽極の外部を包圍する様に出來てゐる。この爲、制御格子と陽極と間の電極間容量は三極真空管に比して遙かに小となるので、この電極間容量を通じて出力の一部が入力側に饋還される恐れが

無く、高周波増幅を容易に行ふことが出来る。

遮蔽格子管の特性を考へて看るに、全空間電流 I は次の式で示される。

(1) 特 44772 (2) 特 71095 (3) 特 80948

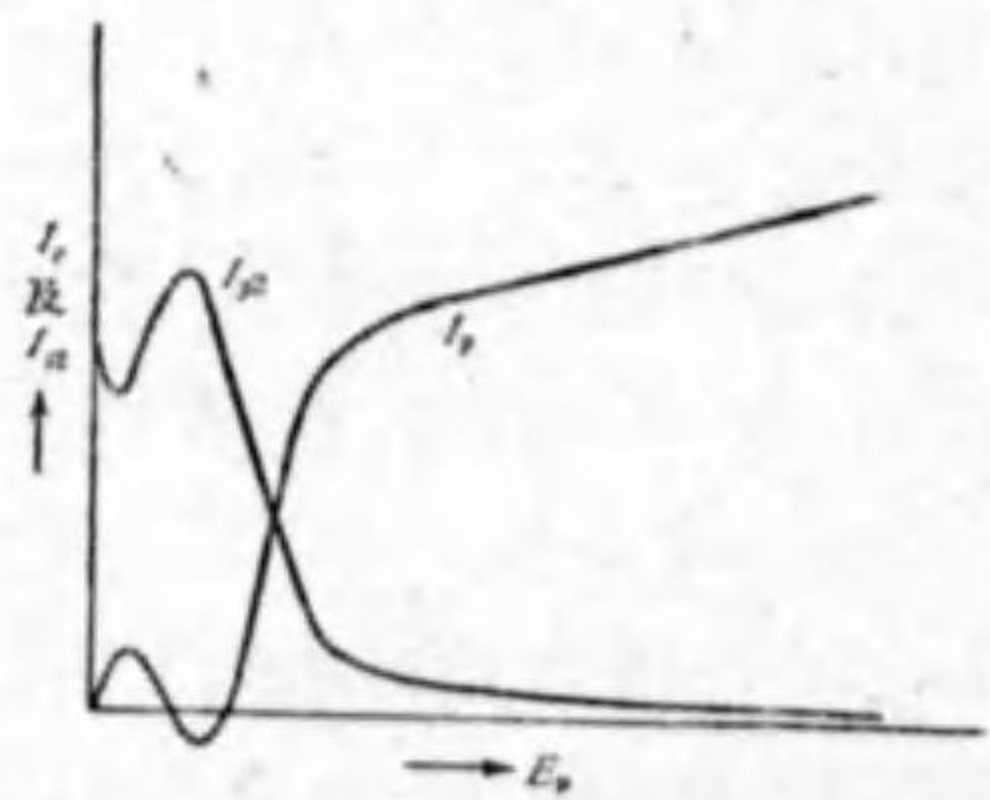
$$I = I_p + I_{sg} = K \left(E_g + \frac{E_{sg}}{\mu_{sg}} + \frac{E_p}{\mu_p} \right)^{3/2} \dots \dots \dots (1)$$

茲に、 I_p は陽極電流、 I_{sg} は遮蔽格子電流、 μ_{sg} は遮蔽格子を陽極と考へた時の制御格子の増幅率で、主として制御格子の構造と配置に依つて定まる。 μ_p は制御格子と遮蔽格子の両方が、陰極に対する陽極の静電力を遮蔽する程度を表はす量で、尙詳しくは遮蔽格子を制御格子と考へた時の陽極に対する増幅率と μ_{sg} との積になる。上の式から増幅率 μ は

$$\mu = - \left(\frac{dI_p}{dE_g} \right) = \mu_p$$

となり遮蔽格子が制御格子と陽極との間を静電的に遮蔽せる爲、この μ_p の値は非常に大きくなる。又陽極電圧の變化が陽極電流に及ぼす影響は極めて小であるから、内部抵抗は極めて大きくなり、陽極電流は主として制御格子電壓と遮蔽格子電壓とに依つて定まり、相互コンダクタンスも従つて大になる。

遮蔽格子管に於ける陰極より放出せられた空間電子流は、遮蔽格子と陽極との両方に分配せられるのであるが、この關係は陽極より二次電子放射の現象がある爲に非常に複雑なものになる。即ち第6圖に示す様に陽極電壓が上昇するに従つて陽極電流 I_p は最初増加し、次に減少し後再び増大して飽和値に近づく。この陽極電壓の上昇の途中で陽極電流が減少するのは、陰極より放出せられた一次電子の爲に陽極より二次電子が発生し、是が陽極より更に高い電位にある遮蔽格子に引き着けられ、それが陽極電流が丁度減少する様に働く爲と考へら



第 6 圖

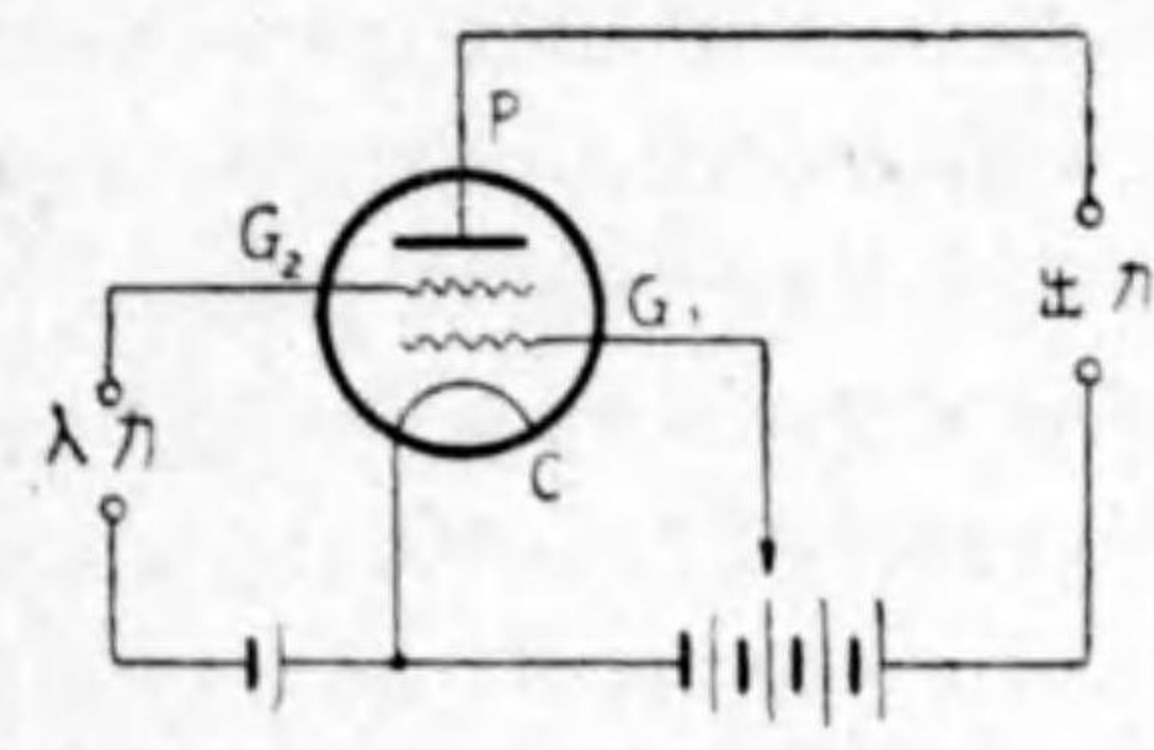
る。従つて遮蔽格子管を使用するに際しては、斯る現象の起らない所で使用する必要があるのであつて、換言すれば陽極電壓が遮蔽格子電壓よりも低くならない様な範圍で使用しなければならない。

れる。従つて遮蔽格子管を使用するに際しては、斯る現象の起らない所で使用する必要があるのであつて、換言すれば陽極電壓が遮蔽格子電壓よりも低くならない様な範圍で使用しなければならない。

2.2 空間電荷格子管

四極真空管のもう一つの型は空間電荷格子管である。⁽⁴⁾⁽⁵⁾

是は三極真空管の陰極と制御格子との中間に補助格子即ち空間電荷格子を挿入し、真空管を使用するに際し之を正電位に保持するものである(第7圖)。この空間電荷格子の作用は、是に依つて陰極附近の空間電荷を中和するにあるので、陰極附近の空間電荷はこの空間電荷格子の爲に引き出され、其等の一部は空間電荷格子に集められるが、大部分の電子は是を通り抜けて制御格子に向ひ、此處で制御格子の負電位の爲めに減速せられて制御格子に極めて近く第二の空間電荷が出来る。そしてこの空間電荷から通常の三極真空管に於けると同様に陽極電壓と制御格子電壓に支配せられて電子流が流れると考へられる。従つてこの真空管の増幅率はこの第二の空間電荷が出来た爲に考へられる虚陰極を本當の陰極と考へて之と制御格子並に陽極との關係に依つて定まる。そしてこの虚陰極は制御格子に極めて近く出来、又その斷面積は非常に大となるから同一の増幅率を有する三極真空管に比較して内部抵抗は極めて小となり、低い陽極電壓で働く。従てこの空間電荷格子真空管は、小電力で、一段で大きな増幅度を得るに適當である。然しながら特性曲



第 7 圖

速せられて制御格子に極めて近く第二の空間電荷が出来る。そしてこの空間電荷から通常の三極真空管に於けると同様に陽極電壓と制御格子電壓に支配せられて電子流が流れると考へられる。従つてこの真空管の増幅率はこの第二の空間電荷が出来た爲に考へられる虚陰極を本當の陰極と考へて之と制御格子並に陽極との關係に依つて定まる。そしてこの虚陰極は制御格子に極めて近く出来、又その斷面積は非常に大となるから同一の増幅率を有する三極真空管に比較して内部抵抗は極めて小となり、低い陽極電壓で働く。従てこの空間電荷格子真空管は、小電力で、一段で大きな増幅度を得るに適當である。然しながら特性曲

(4) 特 87348 (5) 特 44772

線が普通の三極真空管よりも大きな彎曲を持つてゐるから信號が大きいと歪が発生する。

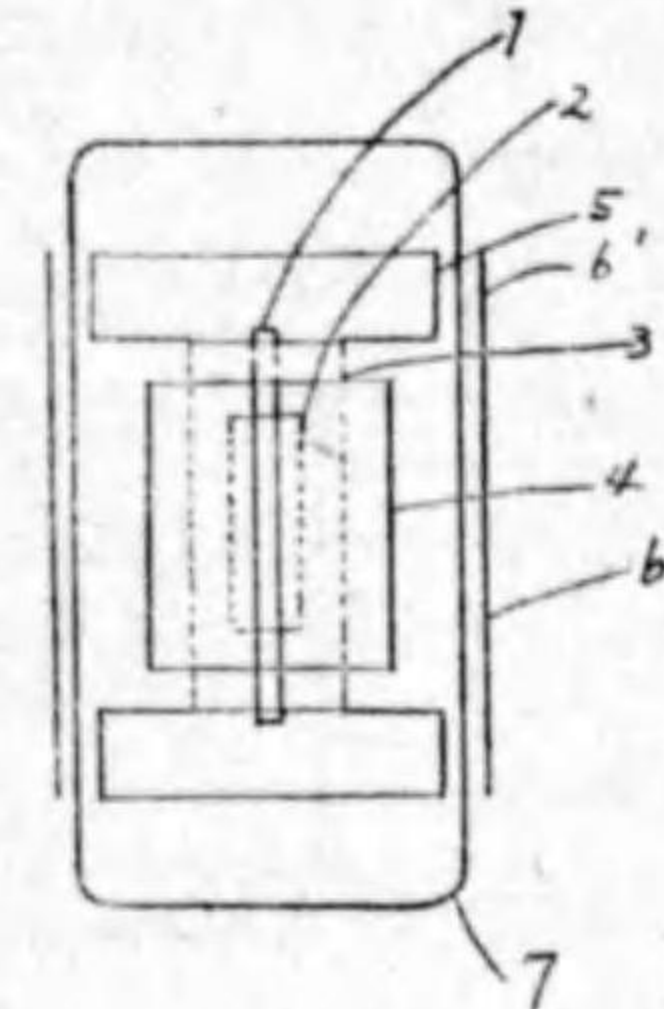
2.3 遮蔽格子管の改良

(a) 遮蔽格子管では、遮蔽格子の螺旋は一般に制御格子の螺旋よりも密に捲かれ、単位長さ當りの捲回数が制御格子の2倍とか3倍とかに定められる事が多い。斯う云つた場合に遮蔽格子の螺旋の或る部分は制御格子の捲線の上に位置して直接に電子の衝撃を受くるけれども、又他の部分は制御格子の捲線の陰になつて電子の衝撃を受けないことになる。遮蔽格子電圧が高くなつてその電流が大となると、遮蔽格子のうち電子衝撃を受けた部分は著しく加熱せられるけれども、さうでない制御格子の陰になつてゐる部分は、比較的低温の儘であり、遮蔽格子は局部的に温度の不同を生じ熱せられた部分は熔解、屈曲及瓦斯放出等の変ひがある。其處で制御格子と遮蔽格子との螺旋の方向を互に反對に捲くと陰極から見た時制御格子の捲線と遮蔽格子の捲線との交叉點の角度が、さうでない場合（制御格子と遮蔽格子とが同方向のとき）に比して増加し、制御格子の捲線の間に入る遮蔽格子の捲線の長さが、ずつと小となつて、加熱効果も従つて小となり、又各捲線とも略同様の電子衝撃を受けることになる。⁽⁶⁾尚又制御格子と遮蔽格子とを同方向に捲くことは兩螺旋が一致することにより遮蔽格子の作用が減する傾向があるけれども、反對方向に捲けば斯ることを阻止することが出来る。

(b) 受信用の遮蔽格子管では、陽極の全外周を遮蔽格子で包圍するのが普通であるけれども、斯うすることは、真空管の構造を非常に複雑にし、又残留瓦斯の排除操作等に不便が多いので、第8圖の様に陽極外部の遮蔽電極を省いたものもある。⁽⁷⁾すなはち、圖に、示す様に真空管の硝

(6) 特 93862 (7) 特 107807

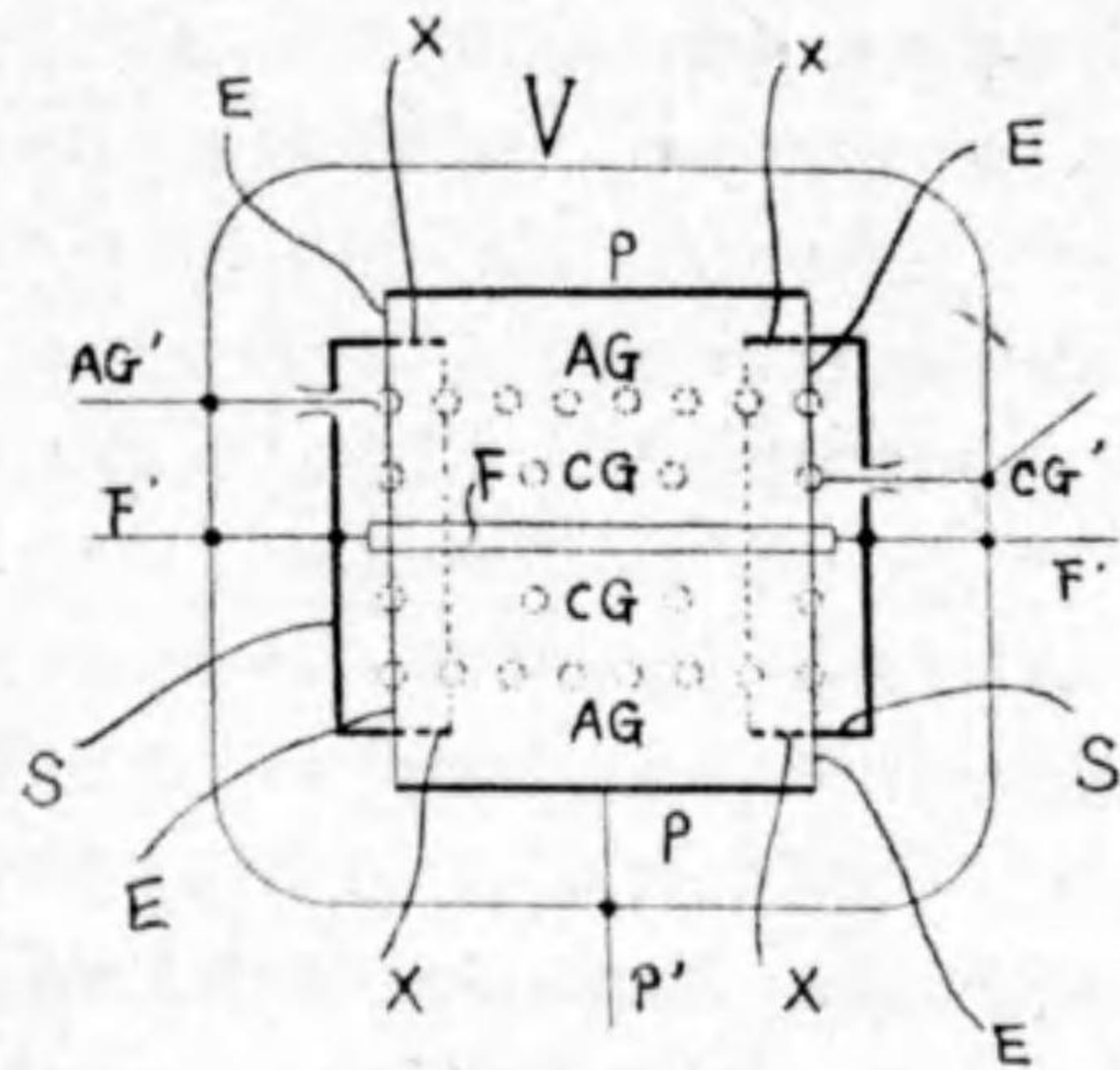
子管球(7)に接近して遮蔽電極(3)に接続した偏平な容量部(5)を作り、更に管球の外部に電導性被覆或は金屬遮蔽(6)を設けて之と前の電極端部の容量部とを靜電的に結合させて、遮蔽格子で陽極を包んだのと同様の効果を持たせたのである。



第8圖

(c) 通常の遮蔽格子管では、制御格子と陽極との間の靜電容量を實質的に零に近くする爲に、遮蔽格子は單に制御格子と陽極との對向面の間に配置するのみならず、電極の兩端部に於ける漏洩靜電力線に基づく靜電容量を阻止する様に、電極の兩端に陽極よりも遙かに長く延長するか、或は陽極の周圍を全部包圍する様な構造にする必要がある。然しながら、斯う云うものでは、電子流の一部が遮蔽格子の兩端の延長部分に引き出され、遮蔽格子電流が餘分に増加する不利があり、又送信用の真空管では陽極の大きさが小なる割合に管球が非常に大きくなり、換言すれば、管球の大なる割合に電力容量を大にし得ない缺點がある。是等の缺點を除く爲に第9圖の如きものが考へられてゐる。⁽⁸⁾このものでは圖から分る様に、陰極(F)に對して制御格子(CG)、正電位遮蔽格子(AG)及び陽極(P)を配置せる點は普通の遮蔽格子管と同様であるが、正電位遮蔽格子の長さは陽極と略同じ長さで、是等の外に電極の端部に一端が陽極と遮蔽格子との中間部に多少内在する端板(S)を置き、この端板の電位を陰極電位にある様に接続するのである。こうすると遮蔽格子の長さを長くしないで、電極端部に生ずる漏洩靜電力線はこの端板の爲に阻止せられることとなり、同時に又この端板はその附近の電位に對して

(8) 特 129601

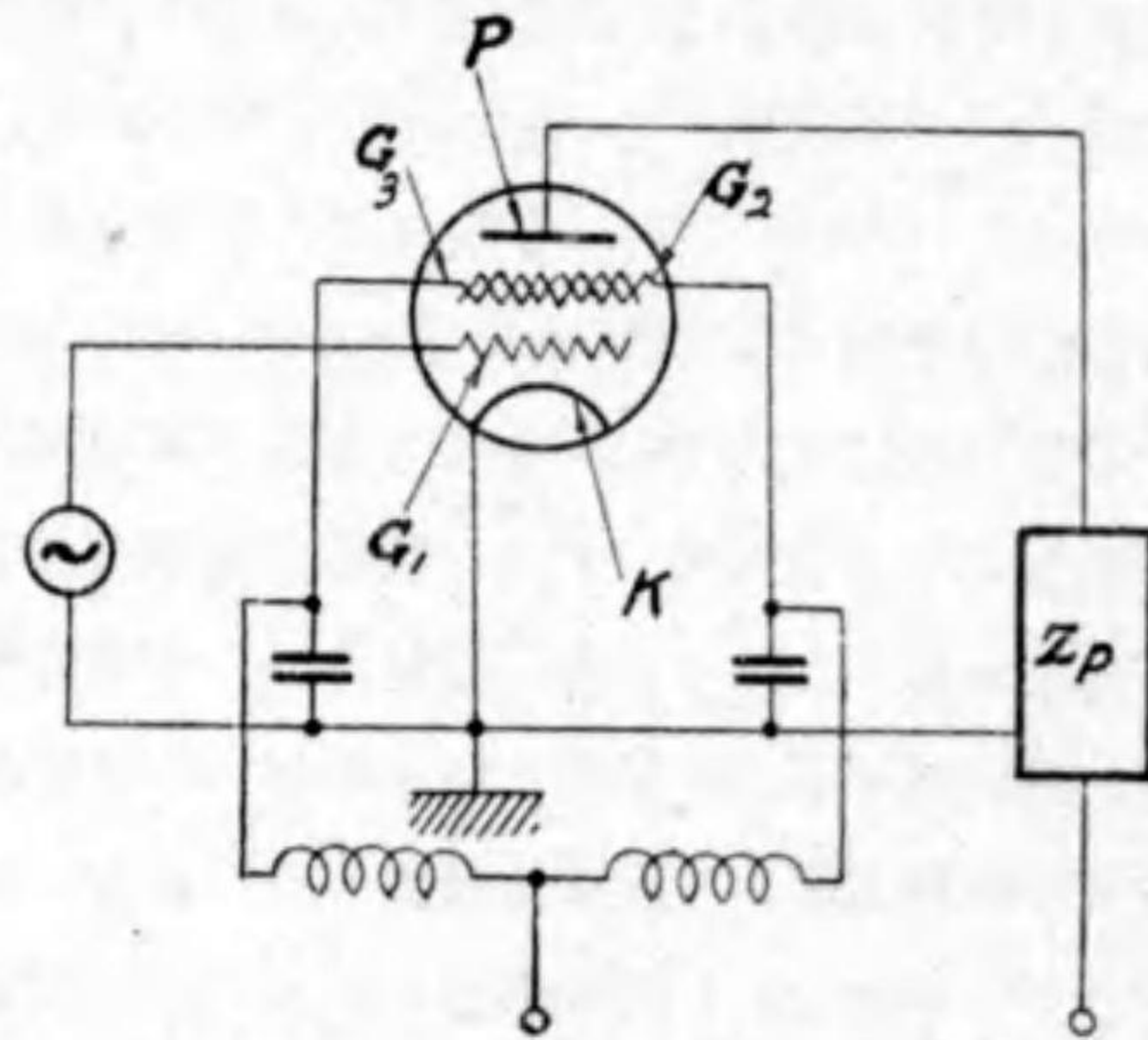


第 9 圖

負電位にある爲、後に述べるビーム管に於ける抑制電極と略同様な作用をして遮蔽格子を通り抜けた電子流に集束作用を及ぼし、電子流を擴散する事なくビーム状にして陽極に向けるので、結局上に述べた様な缺點なく電子流の消耗少く電力容量の割合に管球の大いさを小にする事が出来る。

(d) 遮蔽格子管で高周波増幅を行ふ際、搬送波の周波数が低い場合には大して問題にはな

らないけれども、周波数が高く短波或は超短波の場合には、遮蔽格子上の高周波電位が全部均等に作動しないで、その爲、遮蔽作用が充分に行はれず自勵振を發生して増幅作用が減少され、又は不可能と

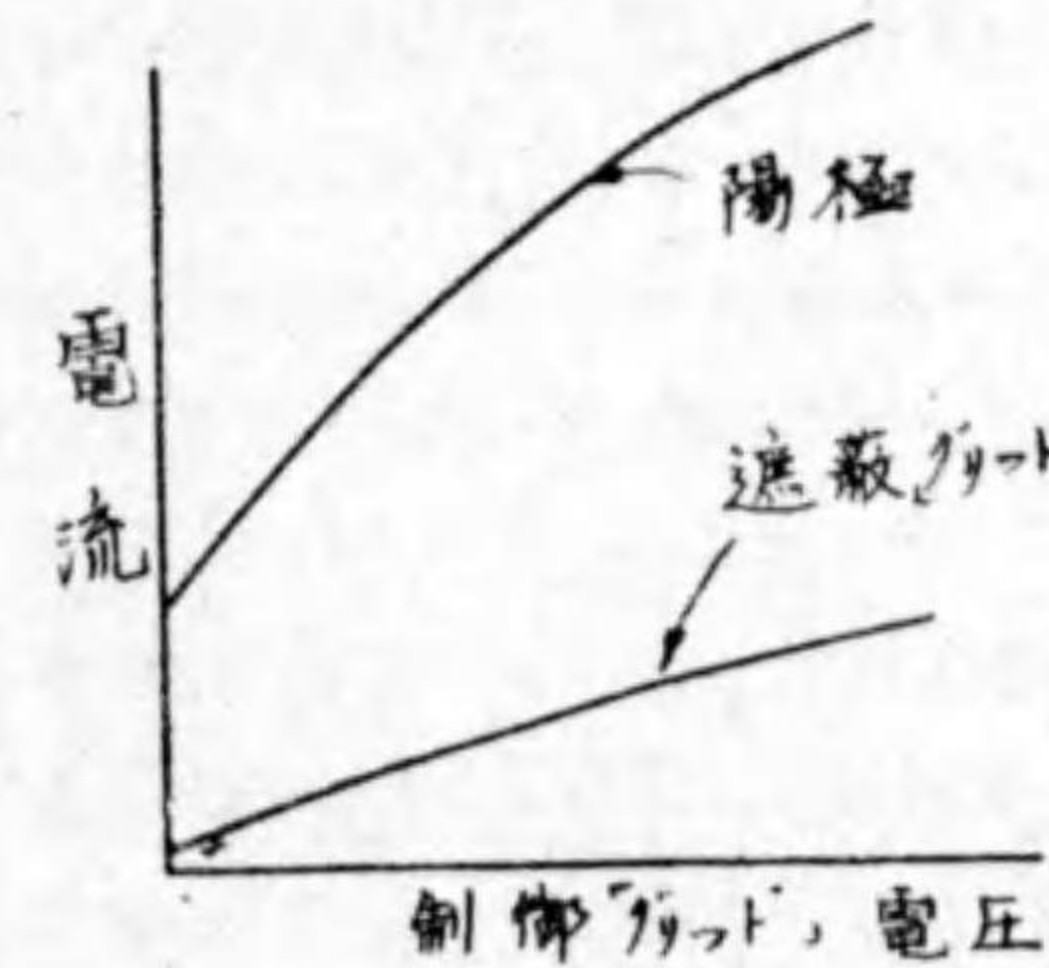


第 10 圖

なることがある。斯る缺點を阻止する爲、第 10 圖に示す様に同じ位置

に2個の遮蔽電極 (G_2, G_3) を置き、是等2遮蔽電極間の静電容量を他電極との間の容量に比して充分大となし、更にその接続導線も真空管の両端より別々に引き出す様にして遮蔽格子上の電位が均等になる様にしたものも考へられてゐる。⁽⁹⁾

(e) 遮蔽格子管で高周波増幅を行ふ際、遮蔽格子は普通正電位に置く爲、第11圖Aの如く、之に遮蔽格子電流が流れる。この遮蔽格子電流は制御格子の高周波電位に應じて變化するので、遮蔽格子上に交番電壓が現はれる。此の事は高周波電流を増幅するに際し回路を不安定にして不都合である。通常これを防ぐ爲に、遮蔽電極を高周波短絡蓄電器で接地するのであるが、斯うした場合、若し制御格子に加へられる電壓が低周波で變調された變調高周波である場合には、遮蔽格子の電位が變調の包絡線に従つて變化する事となり、真空管の増幅特性を悪化し歪を發生する原因となる。斯る事は又加速格子を有する真空管で低周波増幅を行ふ際にも同様に起る。第11圖Bは斯る原因による遮蔽格子の電位變化を除かうと



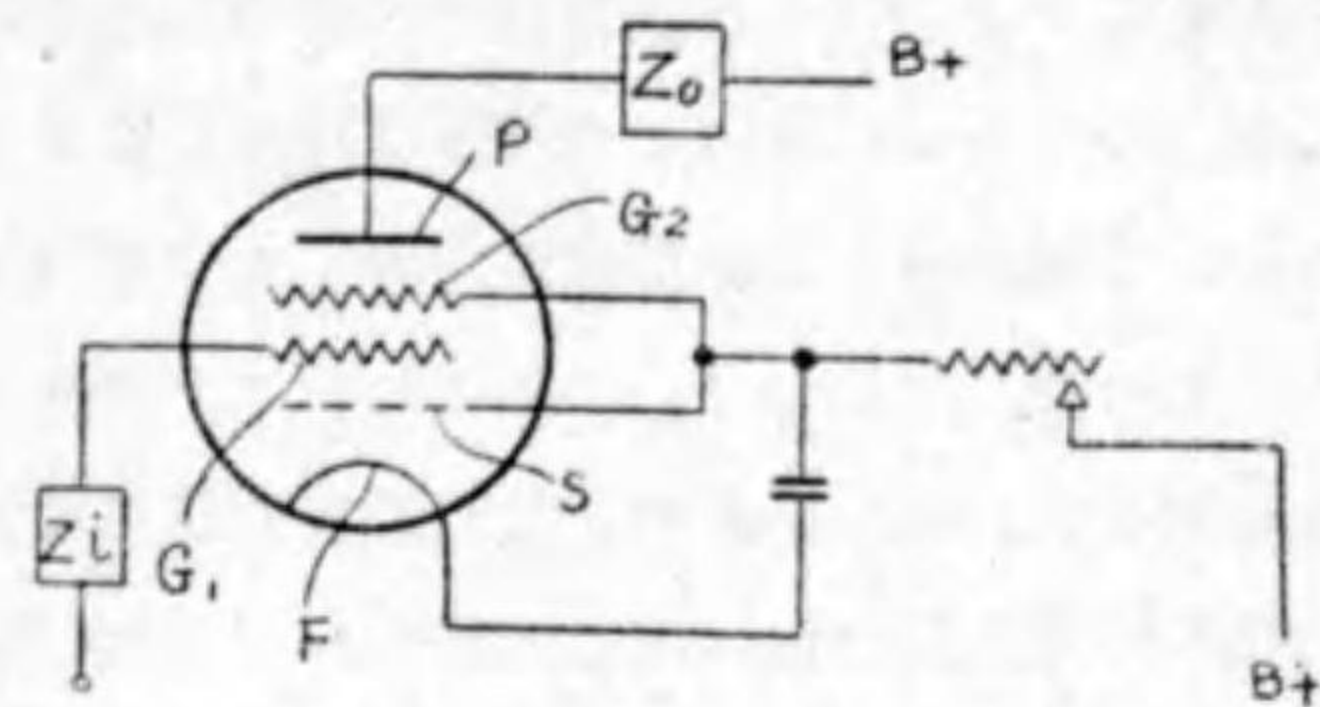
第 11 圖 A

せるもので真空管中に遮蔽格子の電流變化と反對に電流が變化する様な補助電極を置き之と遮蔽格子とを直接々續して遮蔽格子電流を一定にして遮蔽格子の電壓變化を補償するのである。

補助電極は第 11 圖Bに示す様に陰極と制御格子との間に配置しても良いし、或は遮蔽格子

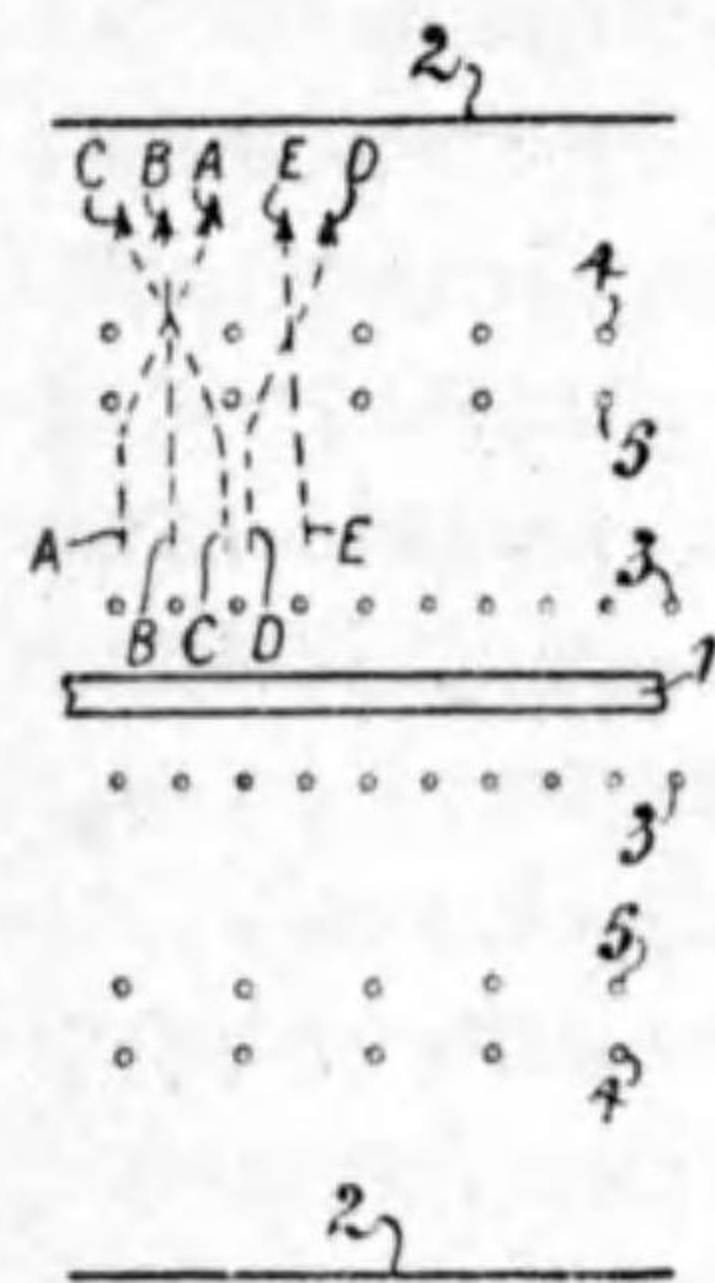
電流と逆特性を與ふる爲に二次電子放射現象を利用すれば、遮蔽格子と

(9) 特 122467 (10) 特 133990



第11圖 B

出来るだけ少くすることが望ましい。こうするには(a)で考へた時と反対に遮蔽格子の捲線と制御格子の捲線とを同一方向ににして、且各素子が陰極から見て一直線上に配列される様にすれば良いのであるが、斯うして充分な遮蔽効果を持たせるには制御格子と遮蔽格子との間の間隔が格子の捲線の刻みと同じ程度であることが必要となつて不便である。遮蔽格子電流を減少せしむる今一つの方法は、遮蔽格子の前面制御格子側に



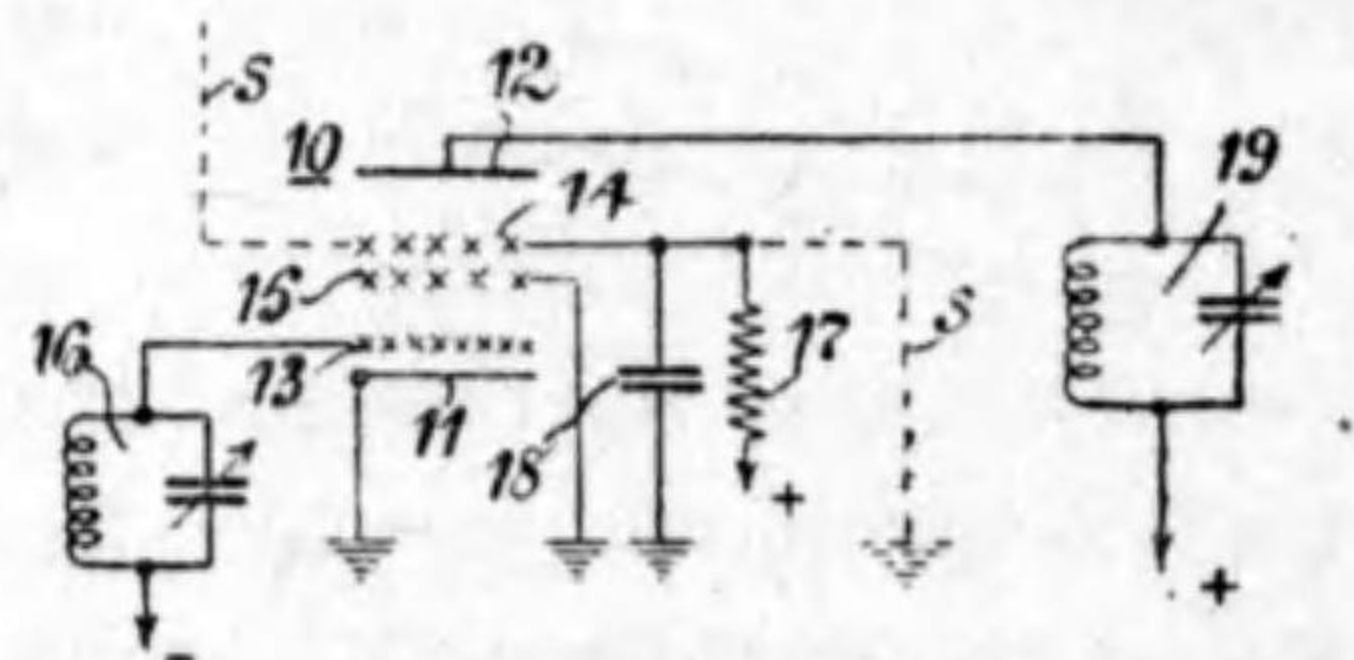
第12圖 A

(11) 特 133347

陽極との間に置く事も考へられる。

(f) 遮蔽格子を流れる電流は真空管の作動に對して何等有用な目的に役立つものでない。従つてこの電流は

今1個の補助電極を挿入するのである⁽¹¹⁾。即ち第12圖Aの様に陰極(1)陽極(2)制御格子(3)遮蔽格子(4)を有する真空管の補助格子(5)の捲線を遮蔽格子(4)の捲線と同一方向にし、且各々の捲線が一直線上に配列され



第12圖 B

る様になし、更に使用に當りこの補助格子に陰極に對して零又は小なる負電位を與へれば、同圖中に點線の矢印で示された様に電子通路はこの補助格子の爲に彎曲せしめられて遮蔽格子に電子が衝突することがなくなる。斯うすると遮蔽格子電流が減少するから遮蔽格子に交番電壓が現はれて歪を發生する様なこともなくなるし、又雑音對信號比を減少せしむることが出来る。第12圖Bは接続回路の一例である。

第3章 五極真空管

3.1 五極真空管⁽¹²⁾の特性

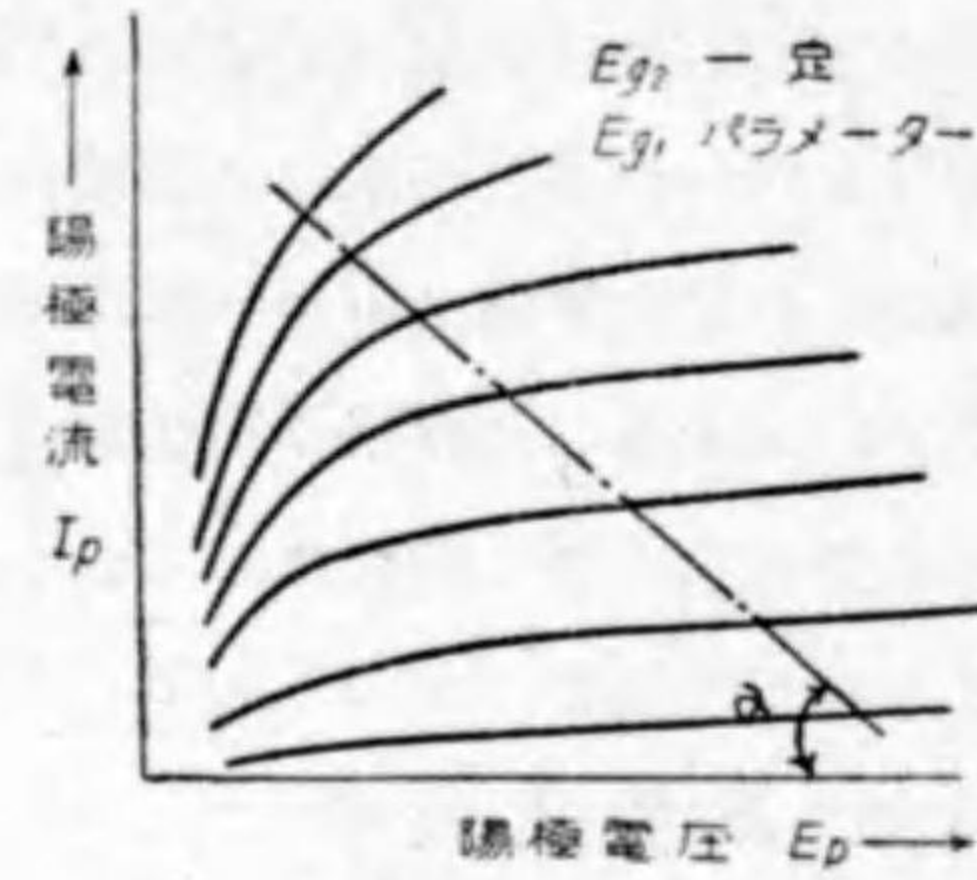
遮蔽格子管では遮蔽格子電壓より陽極電壓が低くなる時は、陽極に發生した二次電子が遮蔽格子に取られる爲第6圖に示した様に特性曲線に彎曲が生じ、この部分は實際上増幅に使用し得ないから普通陽極電壓は遮蔽格子電壓の2倍位に取る必要があり、陽極電壓は餘り低下させることが出来ない。五極真空管は遮蔽格子と陽極との間に今1個の格子を置き之を陰極の中點に接続したもので、この挿入した格子を抑制格子と云ふ(第13圖A)。斯うすると、陰極より放射され、制御格子で制御せられた電子は遮蔽格子で加速せられる爲、抑制格子の網目を通り抜けて陽極に到達するけれども、陽極に生じた二次電子は、たとへ遮蔽格子が陽極より高電位にある場合にも、この抑制格子に抑へられて遮蔽格子に到達せず再び陽極に引き戻されるから、四極真空管の場合の様に特性曲線に彎曲を生ずることがなく、従つて大出力の場合にも使用することが出来る。

五極真空管の特性は大體遮蔽格子管の特性と同様である。その特性曲線は第13圖Bに示すが如くである。圖では横軸に陽極電壓を縦軸に陽極電流を取り、制御格子電壓を負の範圍で色々變へた場合の特性が示してある。傾に引いた直線は作動直線で陽極回路の負荷抵抗Rが純粹の抵抗

(12) 特 87151



第13圖 A



第13圖 B

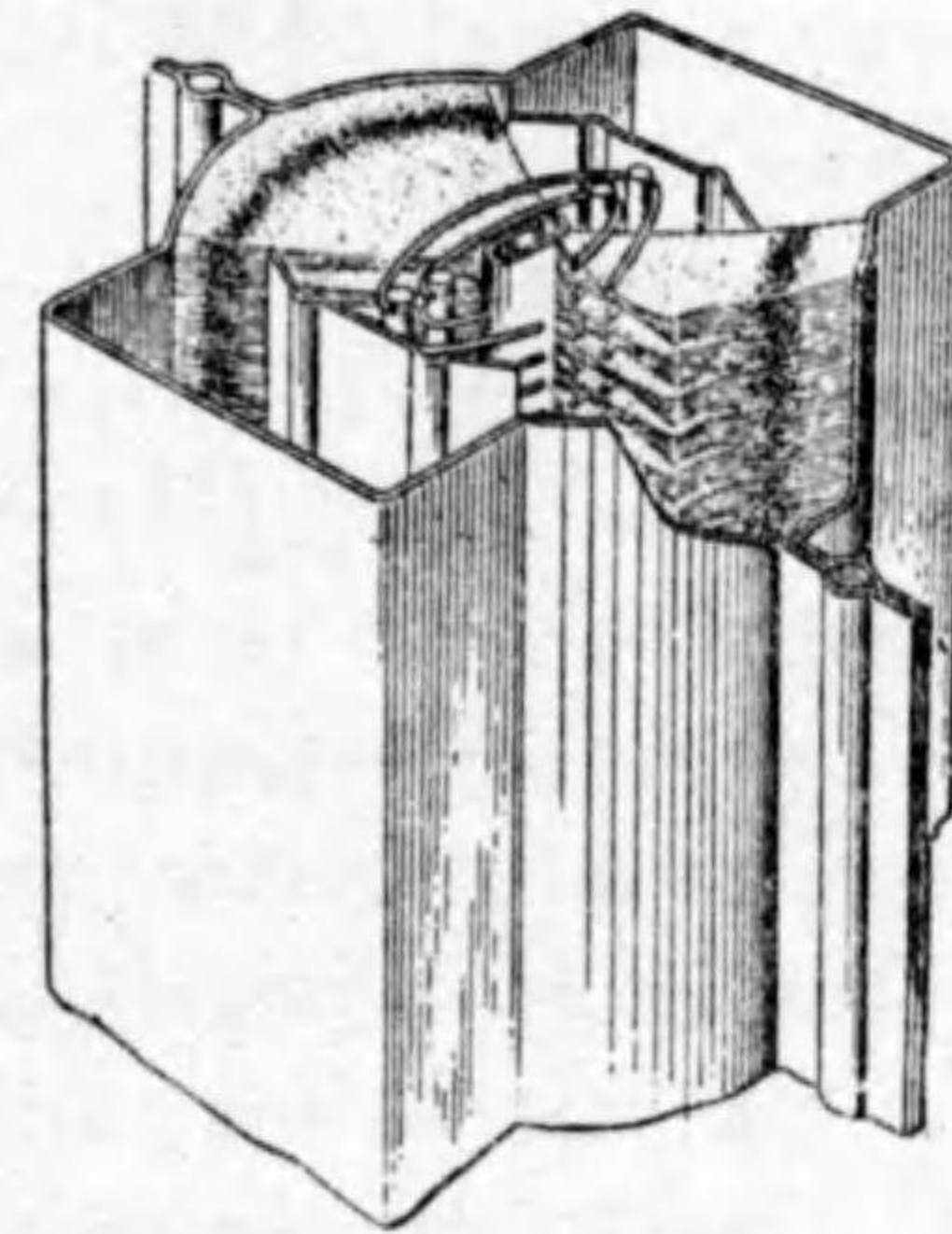
であると考へた場合の、負荷抵抗に依る電壓降下の爲、実際に真空管の陽極に加はる陽極電圧と電流との關係を示し $R = \cot \alpha$ となる。制御格子電圧が色々に變つた場合の作動點はこの直線と各曲線群の交點に相當する。圖から分る様に、負荷抵抗が高い時は負荷直線は角 α が益々小となるから制御格子電圧の同じ變化に對して陽極電流が場所に依つて比例しなくなるから出力に歪を發生する。その爲この五極真空管でも陽極電圧を餘り低下させることは出來ず、普通負荷の兩端に發生する交流電壓の波高値は陽極直流電壓の80%乃至85%を越へない様にする必要がある。

五極真空管は上述の様に出力管として低周波増幅に使用せられるのみならず高周波増幅にも使用せられる。其場合、抑制格子は遮蔽格子と共に陽極に對し制御格子を遮蔽するに役立つのみならず上に述べた様な理由で陽極電圧を遮蔽格子電壓の2倍に取る必要がなく陽極と遮蔽格子とを略同じ電圧に低くして使用する事が出来る。又近時抑制格子を陰極に接続せず之に信號電圧を加へた時抑制格子の電壓に對する陽極電流の變化が略直線的になる處から抑制格子變調として送信装置に使用せられる。

3.2 ビーム管

(13) 特 120383

五極真空管を改良し之に電子光學的理論を應用したものにビーム管がある。此の真空管の普通の電極構造は第14圖に示した様に、陰極を圍んで制御格子、遮蔽格子があり、一番外側に陽極がある點は、普通の遮蔽格子管と同様であるが、抑制格子が無く、その代りに電子通路の外側に電子を一方に集中する作用をする陰極電位に接続された二枚の金屬板から成る補助電極が置いてある。尚制御格子と遮蔽格子とは、全然同じ太さで、同じピッチで同方向に捲いて、然も丁度重なる位置に置いてあるから、陰極から見ると遮蔽格子は制御格子の蔭になつてゐる。この真空管の電子流の集束状態を考へるに、電極軸に直角な平面内では制御格子の

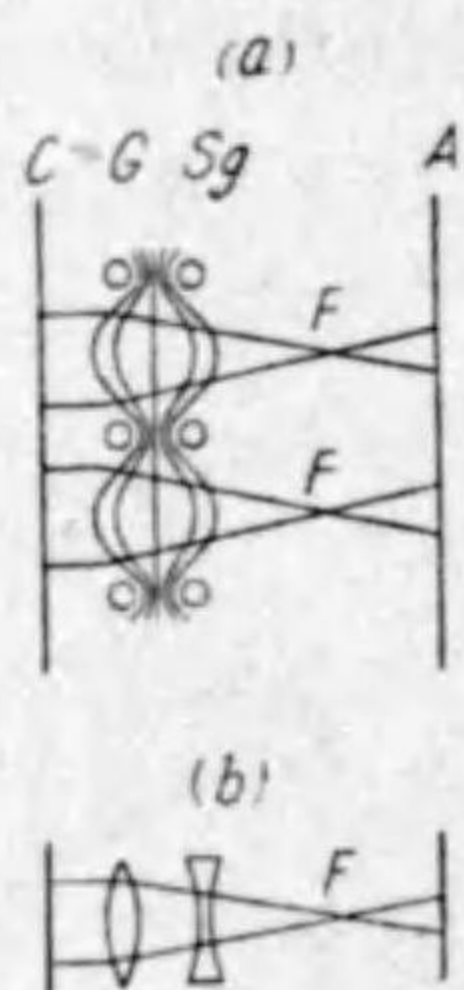


第14圖

縦の支持棒と負電位の補助電極とで陰極から放出した電子は放射狀のビームを作る。又電極軸を含む平面で考ふるに、制御格子と遮蔽格子とは縦方向に對して電子流を集束するものと考へられる。

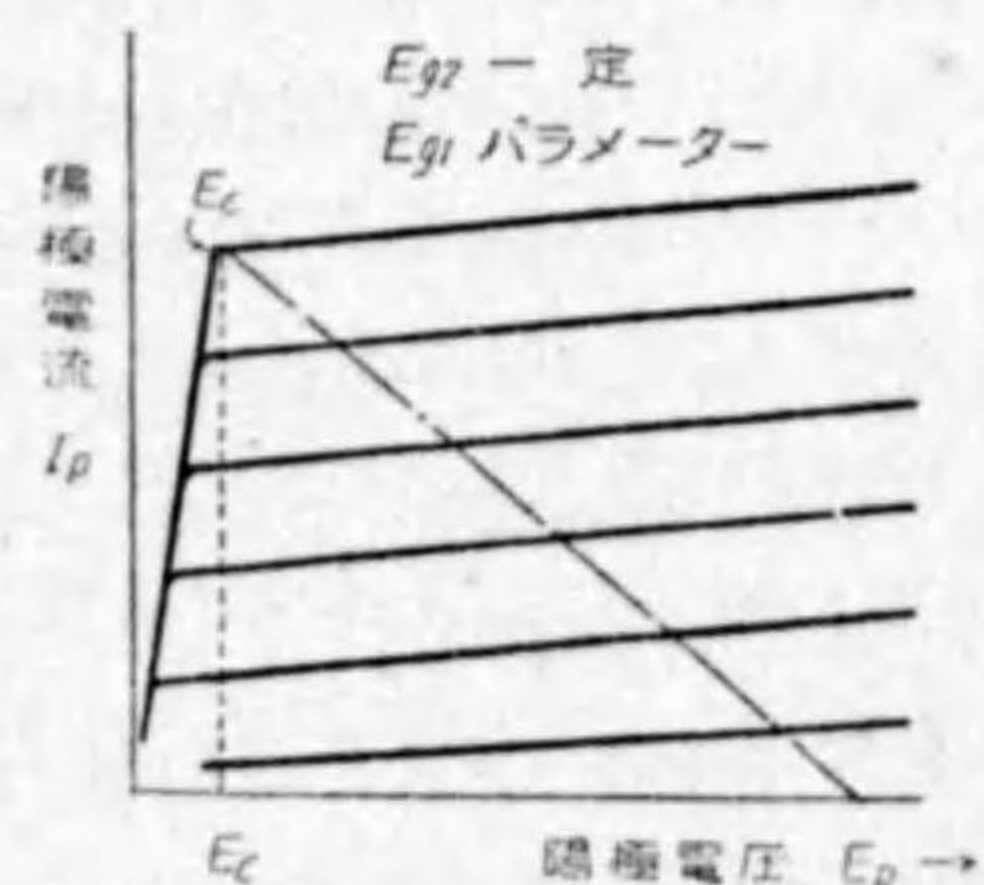
即ち制御格子は陰極に對して多くの場合、負電位であるから、陰極に接近して之と平行する二本の支持棒は電子を反撥する様な作用をなし、又補助電極も陰極と同電位で遮蔽格子より遙かに低い電位にあるから、制御格子の支持棒と共に陰極から出る電子流を2個の扇形ビームに集中す

るのである。次に格子の作用であるが、制御格子は凸レンズとして、遮蔽格子は凹レンズとして作用し、是等は第15圖に光學レンズと對照して示した様に、結局、凸レンズとして働き遮蔽格子と陽極との間の空間に電子流の焦點を結ぶ。この焦點の位置の電流密度が充分大きいと、この部分に電位の極小な部分が生じ、恰もFの位置に抑制格子を置いたのと同様に陽極より出た二次電子が逆流するのを防ぐ事が出来る。この場合、電子流は制御格子で集束せられ、遮蔽格子の網目の中央を通り抜けるから、遮蔽格子に依つて平等に加速せられ、且又遮蔽格子に流れる電子流も極く僅かで済む。そして普通の五極真空管の様に抑制格子が無い爲に、不規則な電界の作用を受けて電子速度の不均一を生ずる事もないので、陽極電圧が低下しても或る値までは陽極電流は略一定で、第13圖Bの左肩の部分の様に特性曲線が不規則になる事もなく、一次電子流が極小電位面を通過し得なくなつた或る陽極電圧で急に陽極電流は低下する。その特性は第16圖に示す様になる。従つて陽極電圧が低くなつても五極真空管の場合の様な歪を發生することがない。



第15圖

尚このビーム管では抑制格子の無い事から内部抵抗低く従つて内部抵抗に比して餘り小ならざる負荷抵抗を使用する事が出来て構造上相互コンダクタンスの極めて大なる事と相俟つて電力感度が高いので



第16圖

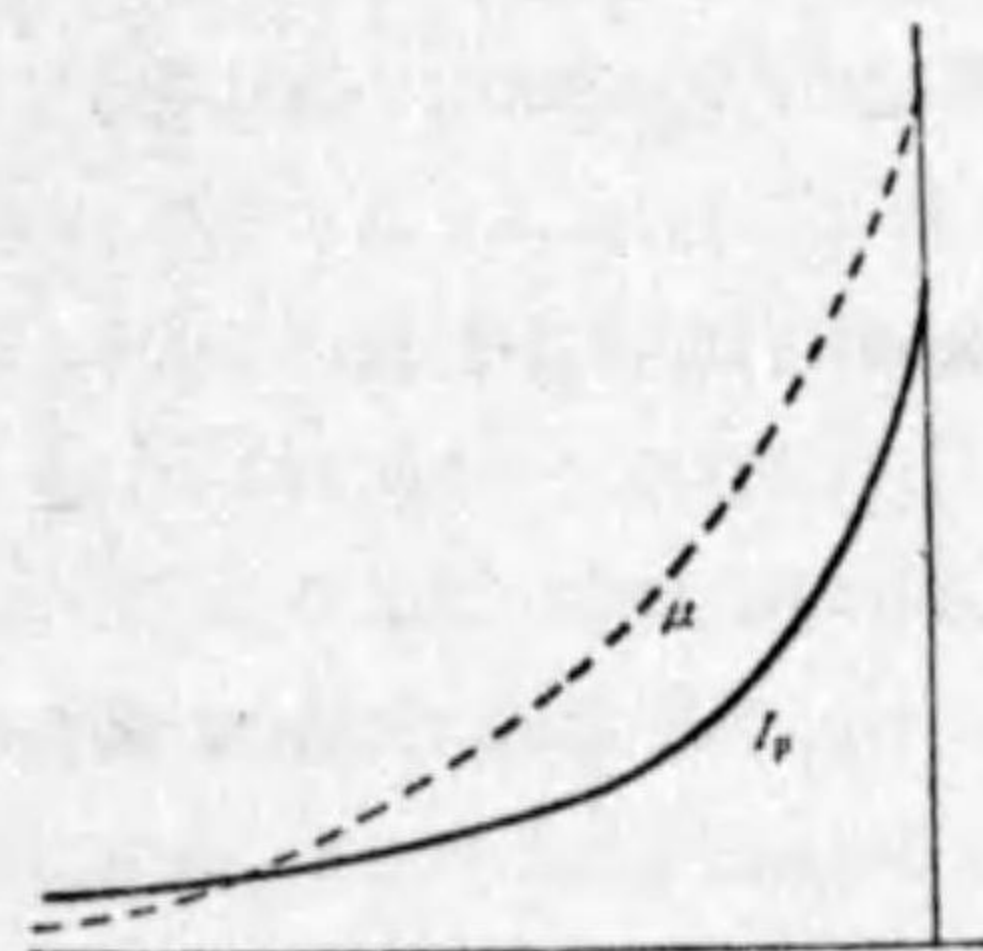
るのである。次に格子の作用であるが、制御格子は凸レンズとして、遮蔽格子は凹レンズとして作用し、是等は第15圖に光學レンズと對照して示した様に、結局、凸レンズとして働き遮蔽格子と陽極との間の空間に電子流の焦點を結ぶ。この焦點の位置の電流密度が充分大きいと、この部分に電位の極小な部分が生じ、恰もFの位置に抑制格子を置いたのと同様に陽極より出た二次電子が逆流するのを防ぐ事が出来る。この場合、電子流は制御格子で集束せられ、遮蔽格子の網目の中央を通り抜けるから、遮蔽格子に依つて平等に加速せられ、且又遮蔽格子に流れる電子流も極く僅かで済む。そして普通の五極真空管の様に抑制格子が無い爲に、不規則な電界の作用を受けて電子速度の不均一を生ずる事もないので、陽極電圧が低下しても或る値までは陽極電流は略一定で、第13圖Bの左肩の部分の様に特性曲線が不規則になる事もなく、一次電子流が極小電位面を通過し得なくなつた或る陽極電圧で急に陽極電流は低下する。その特性は第16圖に示す様になる。従つて陽極電圧が低くなつても五極真空管の場合の様な歪を發生することがない。

小なる勵振電力を以て歪み少なき大出力を得るに適する。

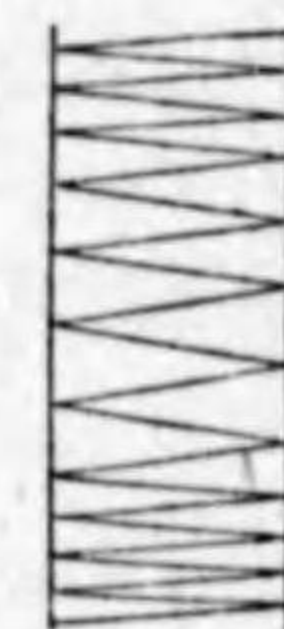
第4章 其の他の多極真空管

4.1 可變増幅率真空管

可變増幅率真空管は遮蔽格子管の一種で、通常の遮蔽格子管と異なるところは、制御格子電壓對陽極電流の特性曲線が、第17圖Aに示した様に、格子偏倚電壓の高い所で、急に零になることなく長く尾を引く點に



第17圖A



第17圖B

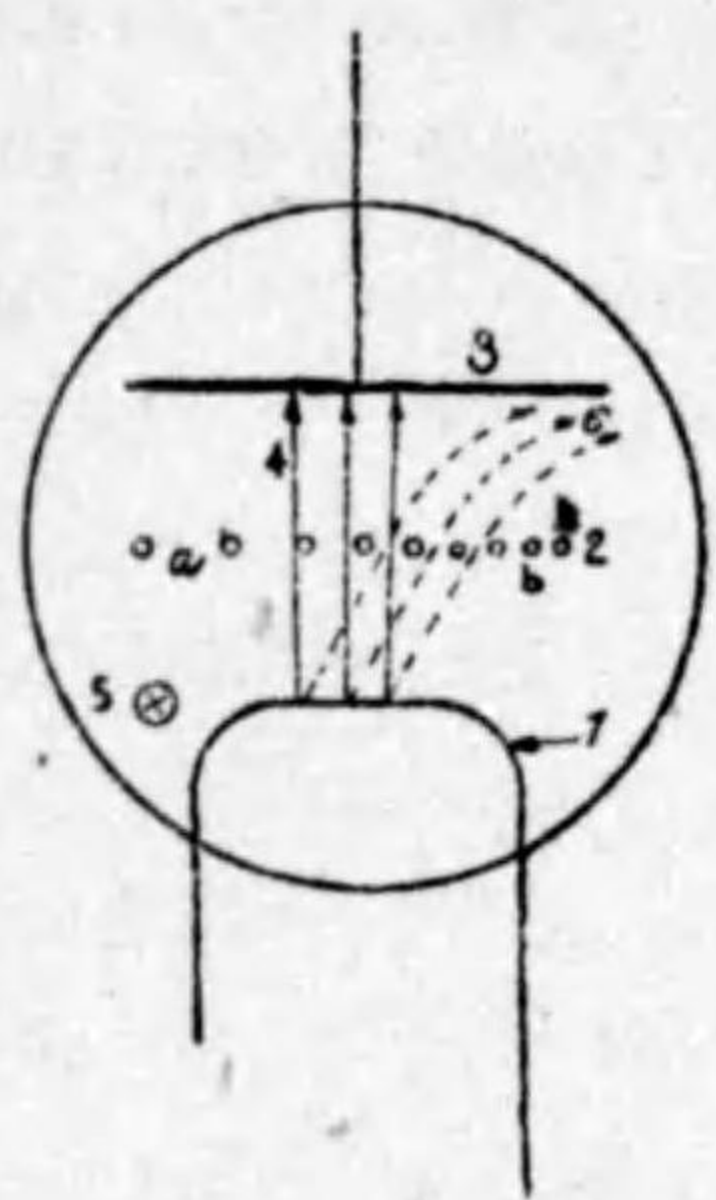
ある。斯う云つた特性を作る爲には、真空管の電極構造を均一にしなければ良いのであつて、通常、制御格子の中央部に捲線の無い部分を作るとか、或は格子の中央部の網の目を第17圖Bの様に粗くすることに依つて得られる。即ち制御格子の中央部の網の目を粗くするときは、この部分は偏倚電壓の大なる所でも陽極電流に對して制御格子は極く僅かしか影響を與へないから、陽極電流は極く徐々にしか變化せず、従つて第17圖Aに示した様な特性が得られるのである。

この可變増幅率真空管は、第17圖Aから分る様に、制御格子の偏倚電壓の大小に依つて増幅定数が異なるから、増幅器の増幅度を變化する場

合、例へば受信機の自動音量調節管に使用せられる。

以上は極く普通に使用せられてゐる可變増幅率真空管に就いて述べたのであるが、この外に特殊なものが考へられてゐる。

(a) 第18圖⁽¹⁴⁾はその一例で、圖に示す様に、陰極と陽極との間に漸増的に粗密を形成した格子が配置せられて居り、他方圖面に垂直の方向に磁界Hを加ふるのである。今陰極より放出せられて陽極に向ふ電子は磁場のない時は真直に格子を通り抜けるけれども、之に磁界を加ふる時は電子軌道は圖の點線矢印で示した様に彎曲せしめられる。一方制御格子はaよりbの方向に至るに従つて網の目が密になつてゐるから、電子軌道は圖面の點線の位置では格子の影響を受けることが大きくなり、従つて増幅率は大きくなる。斯うして磁界の強さを外部より變へることに依つて、増幅度を變化することが出来る。逆に又磁界を一定として陽極電圧を變化させても電子軌道は同様に變化するから、之に依つても増幅度を變へることが出来る。



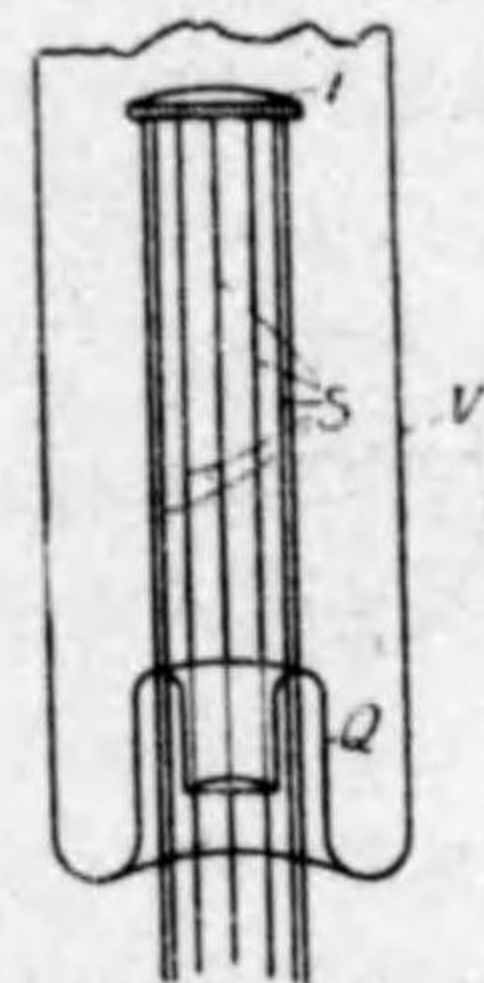
第18圖

従つて増幅率は大きくなる。斯うして磁界の強さを外部より變へることに依つて、増幅度を變化することが出来る。逆に又磁界を一定として陽極電圧を變化させても電子軌道は同様に變化するから、之に依つても増幅度を變へることが出来る。

(b) 通常の可變増幅率真空管と云はれてゐるものは前述せる様に、同一の特性曲線で制御格子電圧の値の異なるに従つて増幅度が異なるのであつて、真空管の特性曲線自体は真空管の製作の時決定せられてゐるから、之は變へることが出来ない。一方に於て出来上つた真空管の特性が外部接続に依つて任意に變へることが出来れば、同一の真空管を色々の目的に使用することが出来るから、實驗研究用として其の都度特殊の真空管を

(14) 特 121947

製作したり選擇したりする必要がなくて便利である。第19圖は斯る目的に⁽¹⁵⁾適する様に考へられたもので、圖に示す様に、真空容器(V)を輪狀封入足(Q)に依つて密封し、この封入足(Q)に多数の杆状電極(S)を融着し、是等の杆状電極の導入線は一本一本外部に引出してある。陰極及陽極は通常の真空管と同様に配置するのであるが、圖面では簡單の爲、省略してある。この杆状電極の接続の仕方に依つて色々の特性を得ることが出来るのであつて、例へば全部の杆状電極を互に直接に接続して、之に制御電圧を與ふれば、通常の増幅管となり、又各杆状電極に夫々少し異つた偏倚電圧を與ふる様にすればその特性曲線は扁平となり、その際その特性曲線は各偏倚電圧を適當に選擇することに依り種々の法則に従つたものを作ることが出来る。又一つ置ききの電極を正電位に接続すれば、遮蔽格子と同様の作用をし、中間の電極を制御電極として利用すれば、共面格子真空管となる。尙杆状電極を同一面上に配列しないで陰極よりの距離の異なる二つの圓筒面上の配列すれば、尙多種の變形が考へられる。



第19圖

を與ふる様にすればその特性曲線は扁平となり、その際その特性曲線は各偏倚電圧を適當に選擇することに依り種々の法則に従つたものを作ることが出来る。又一つ置ききの電極を正電位に接続すれば、遮蔽格子と同様の作用をし、中間の電極を制御電極として利用すれば、共面格子真空管となる。尙杆状電極を同一面上に配列しないで陰極よりの距離の異なる二つの圓筒面上の配列すれば、尙多種の變形が考へられる。

4.2 混合管

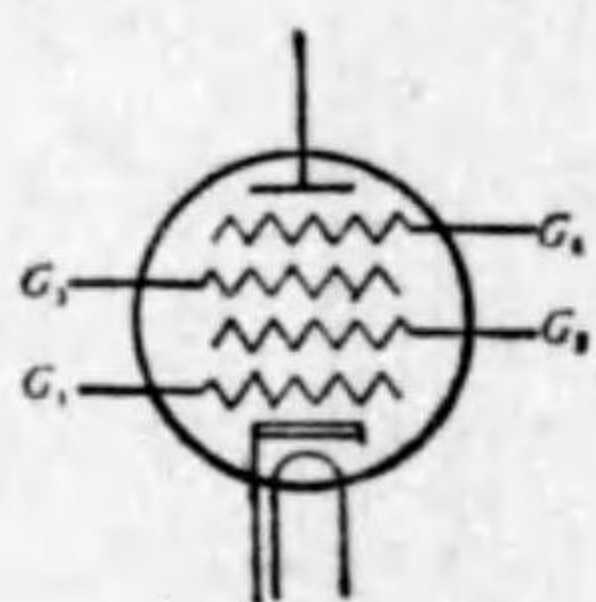
超ヘテロダイナ受信機では受信せられた高周波を一旦中間周波數に變換して増幅し、更に檢波して可聴周波増幅を行ふもので、入來高周波を中間周波に變換するには入來波と局部發振器に發生した電流とを混合するのであるが、この混合に使用せられる真空管、換言すれば、第一檢波管を通常混合管と呼んでゐる。混合に使用せられる局部發振波は別個の真空管に依つて發振させても良いのであるが、普通にはこの混合管で發振

(15) 特 115629

させ、發振と混合とを同一の真空管で行ふ。

(a) 六極真空管

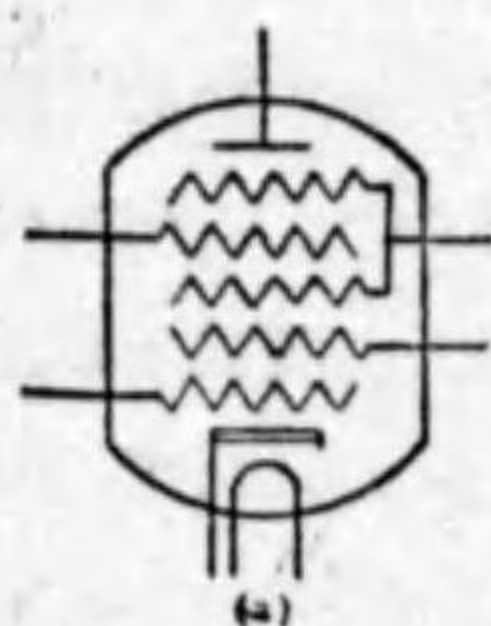
これは陰極と陽極との間に4個の格子を配置したもので、第20圖の如く、陰極と第一格子(G₁)、第二格子(G₂)は發振用三極管部分を形成し、第三格子(G₃)は遮蔽格子で之に正電位を與へる。第四格子(G₄)は制御格子で之に入來信號を加へる。この第四格子の作動は三極管部分を假想の陰極と考へれば、一種の空間電荷格子管と見做し得るから、三極管部分でf₁なる局部振動を發生せしめ、制御格子に周波數f₂なる入來高周波を加ふれば、陽極回路には(f₂-f₁)なる中間周波數の電流が得られる。



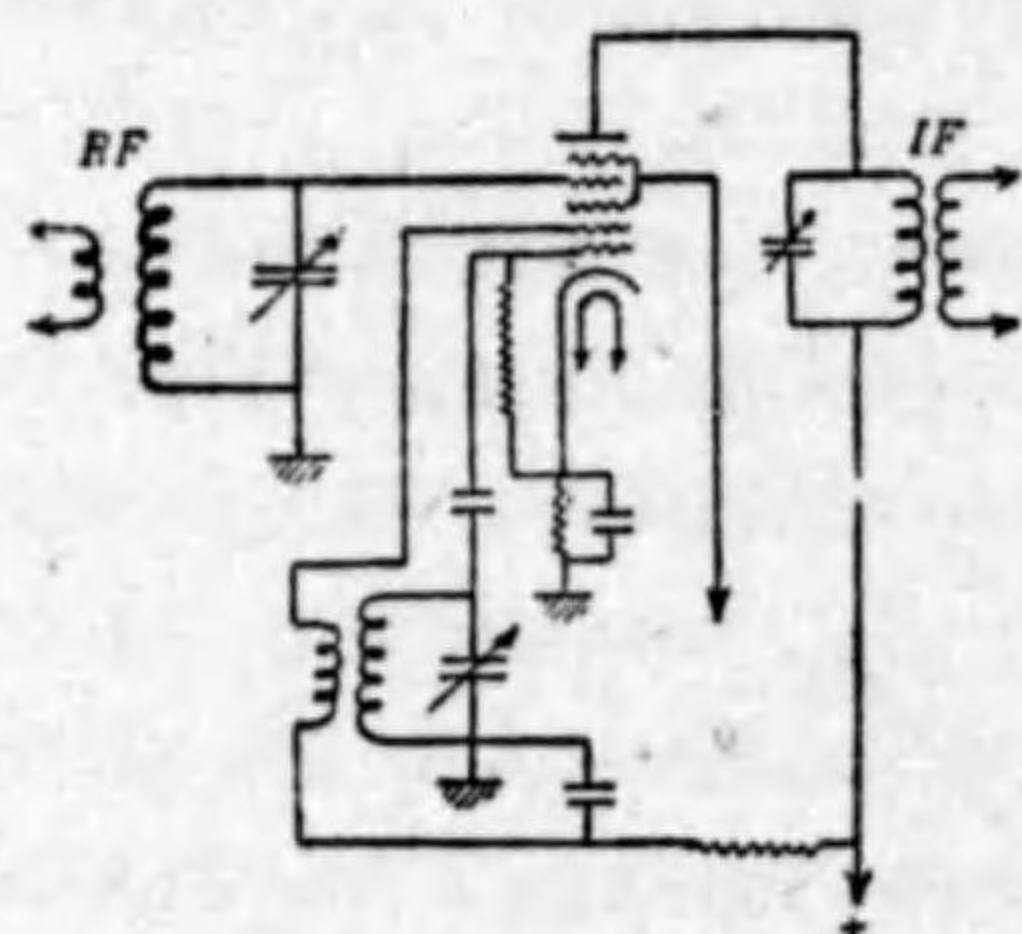
第20圖

(b) 五格子七極真空管

超ヘテロダイン受信機に最も普通に使用せられる混合管である。前述の六極管と異なるところは、制御格子と陽極との間に、遮蔽格子管に於けると同様に、遮蔽格子を置いた點にある。そして陰極に近い第一格子と第二格子とを以て局部振動の發振部を形成せしめ、第四格子を制御格子



第21圖



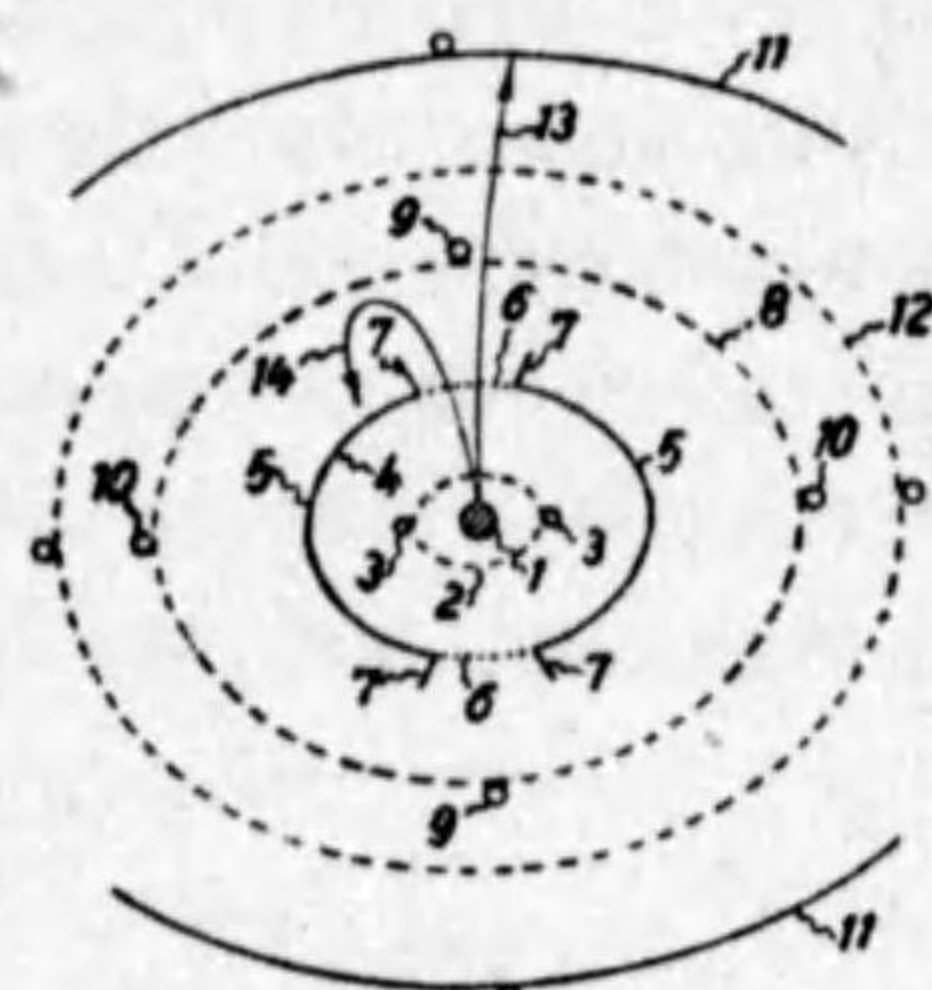
第22圖

として之に入來高周波を加へて局部振動と混合することは六極管の場合と同じである。第22圖はこの真空管を使用した回路の一例を示す。

(c) 混合管に於ける改良

以上の如き混合管を使用すれば、放送波長の範圍では回路が簡単になるので便利であるが、波長20米以下の短波になると變換コンダクタンス(中間周波出力電壓と入力信號電壓との比)の値が減小し、且感度を上げようとするれば、發振周波數の變動を生ずる傾向がある。この缺點を除き特に短波に適する様に工夫したものに第23圖に示す様なものがある⁽¹⁶⁾。その構造は陰極(1)を包圍して卵圓形の断面を有する第一制御格子(2)

を置き、その外に周圍の一部分のみが電子を通過せしめ、その他の部分は電子を遮斷する様にした遮蔽格子(5)を置き、更にその外側に棒状の支柱(9)を有する第二の制御格子(8)及び第二遮蔽格子(12)及び陽極(11)を配置せるものである。第一制御格子は卵圓形の断面を有してゐるから、電子流はその最少直徑の方向に或る程度集束せられ、又第一遮蔽格子も同様に卵圓形を爲してゐるから、この集束作用を助長し、電子流は第一遮蔽格子の開口部分より集束せられて陽極に向ふこととなる。尚第一遮蔽格子の開口部には漏斗狀の延長部(7)を設けて、電子を加速する様に出來てゐる。



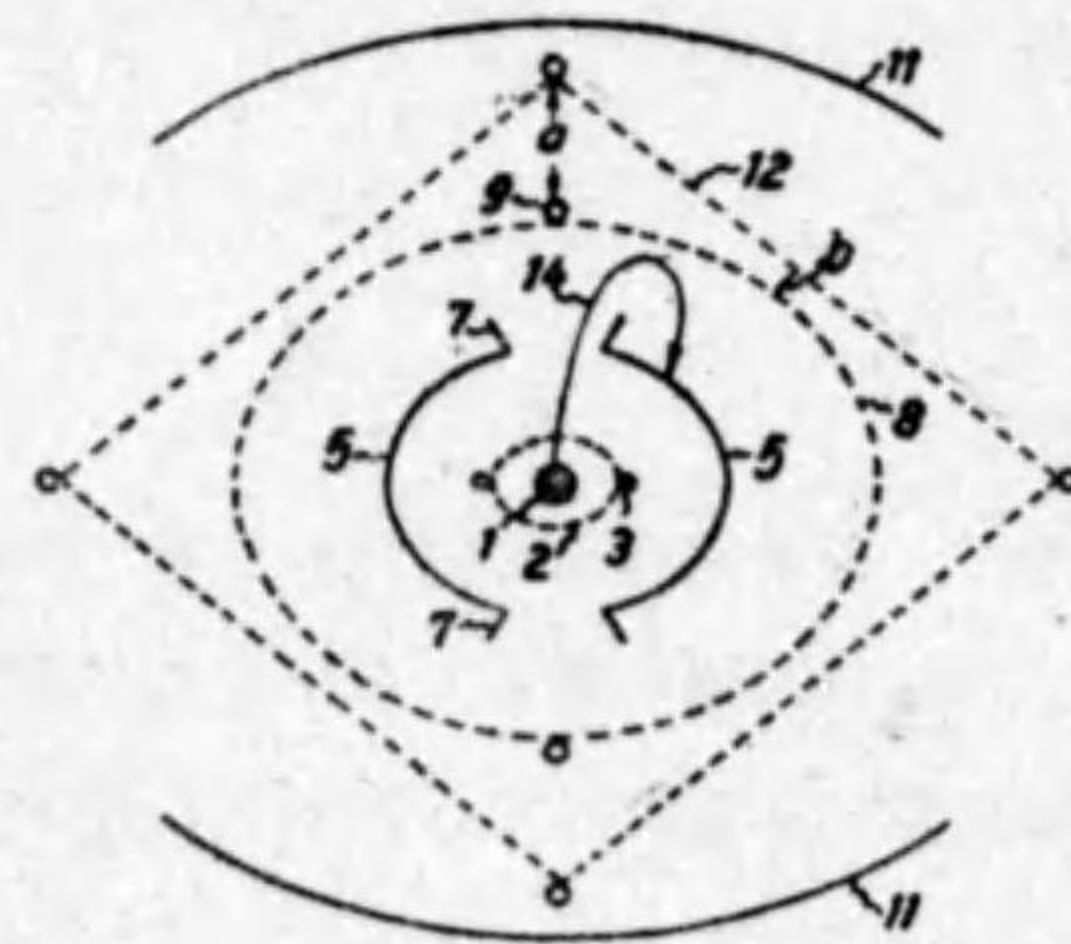
第23圖

この真空管を超ヘテロダインの混合管として使用する場合には、第一

(16) 特 141239

制御格子に受信振動を入れ、第二制御格子に局部発振器の振動を入れる。そして第一遮蔽格子には一定の正電圧を與へて置く。尙又正の電圧を加へた別個の補助陽極を第二制御格子の直前又は直後に置いて、局部振動をこの真空管自身で発生せしめてもよい。そして第一遮蔽電極の作用は、第二制御電極の電位が充分大であるときは、電子は圖中(13)の矢印で示す様な軌道を取つて陽極へ向ふけれども、第二制御電極の電圧が低いときは電子軌道は(14)に示す様な曲線を畫く、即ち第二制御電極の棒状の支柱(9)で反撥された電子は側方へ押し遣られて、第一遮蔽格子の開口部分に向ふ事なく、第一遮蔽格子の側壁及漏斗状の延長部に取られる事になり、従つて一旦遮蔽格子を通過した電子は第二制御格子の電位如何に關らず、第一制御格子に向つて逆戻りする事がない。このことは入力回路が電子の歸還に依つて受ける減衰作用を防止するに役立つのである。尙又第一遮蔽格子の漏斗状の延長部は電子を一層加速する作用をなして、その爲、電子の走行時間が短くなり、一層超短波に對して都合がよい。

第24圖は同様の原理に基づく他の變形で、大體は第23圖に示した



第24圖

ものと同じであるが、第二遮蔽格子が(12)圖で見る様に、第二制御格子(8)との間隔が一樣でない。その爲、電界が第二制御格子の支柱(9)の部分に於て弱く、それより側方に至るに従つて高いから、電子が(14)に示す様な曲線軌道を取るに都合よくなる。

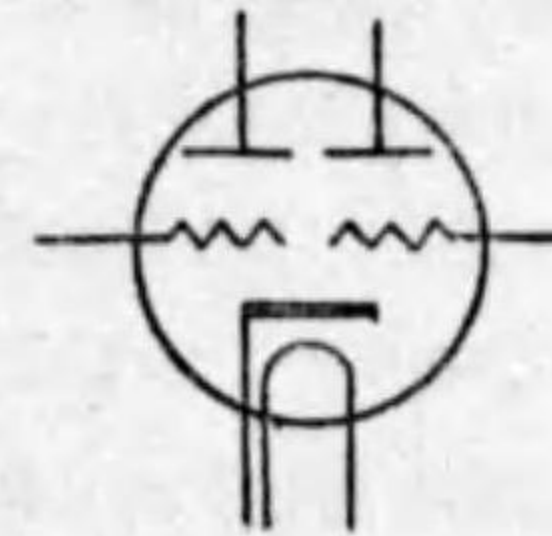
以上説明した様に、是等の真空管は波長10米以下の超短波を使用す

るテレビジョン信號の増幅に特に適當である。

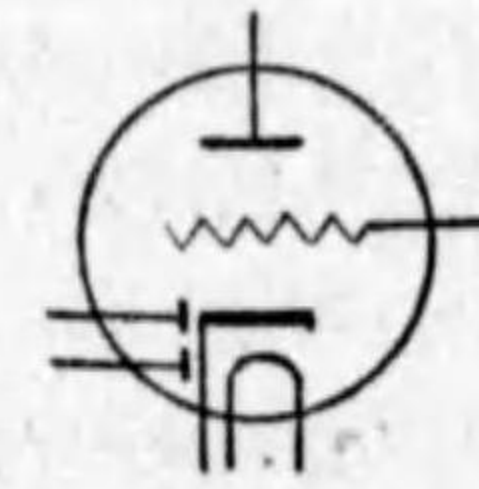
4.3 複合管

通常の四極真空管及び五極真空管等の多極管は、大體三極真空管の特性を改善したもので、普通の場合、1個の真空管が行ふ作用は單一のものであるが、この外に數種の電極組織を1個の共通の真空容器中に封じ込んで、1個の真空管で同時に各別に異なる作用を行ふ様にした所謂複合真空管がある。前に述べた混合管もこの一種である。斯ふ云ふものでは、1個の真空管が多數の真空管を使つたものと同様の作用をするから、澤山の真空管を使用する受信機等に使用する時は、真空管の數が少なくなつて、真空管の占むる容積が少くなり、且真空管相互間の距離が短くなるから、使用上極めて便利である。唯是等のものは、今迄に説明した真空管を單に組合せたものであるから、その原理並に特性上に於ては別段異つたものはない。その中の二三の例を擧げると

(a) 双三極管及び双四極管 是等は三極真空管或は四極真空管2個を、



第25圖

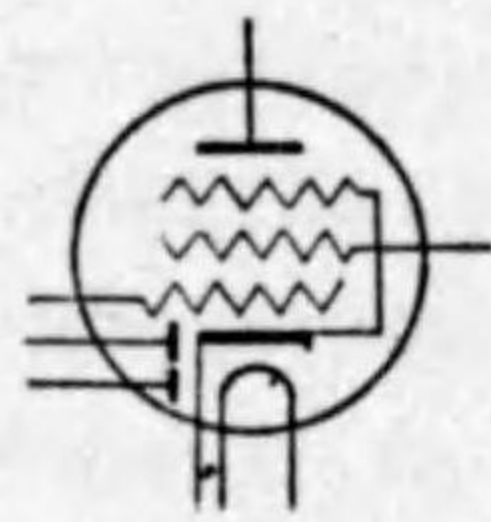


第26圖

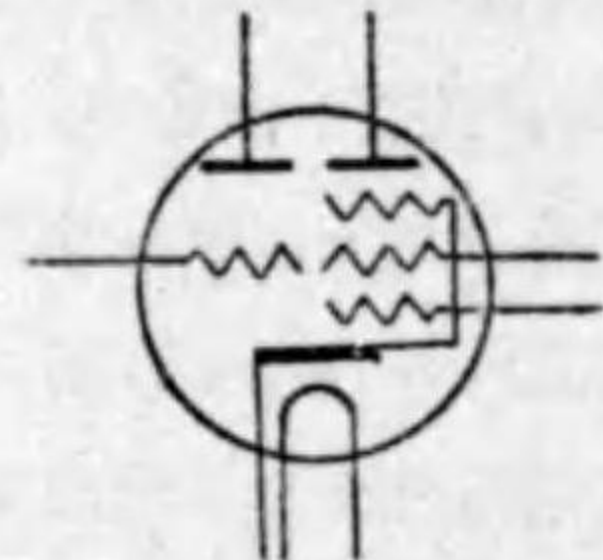
同一の真空容器中に封入したものであつて(第25圖)、B級のプッシュプル増幅を行ふに使用せられる。

(b) 双二極三極管及び双二極五極管 双二極三極管は第26圖の如く、一つの陰極を共通にして陰極を圍んで上方部に三極真空管の電極要素を配置し、下方部に2個の二極管に相當する陽極2個を配置したものであ

る。この真空管の二極管部は全波整流方式として、或は2個の陽極を並列に接続して半波整流方式に使用せられる。或は又一方を整流作用に、他の一方を二極管の電流限定作用を利用して、出力制御即ち自動音量制御に使用せられることもある。三極管部は普通の増幅に使用せられる。双二極五極管(第27圖)は、只双二極三極管の三極管部を五極管に變へただけで、作用その他の點では双二極三極管と同じである。



第27圖



第28圖

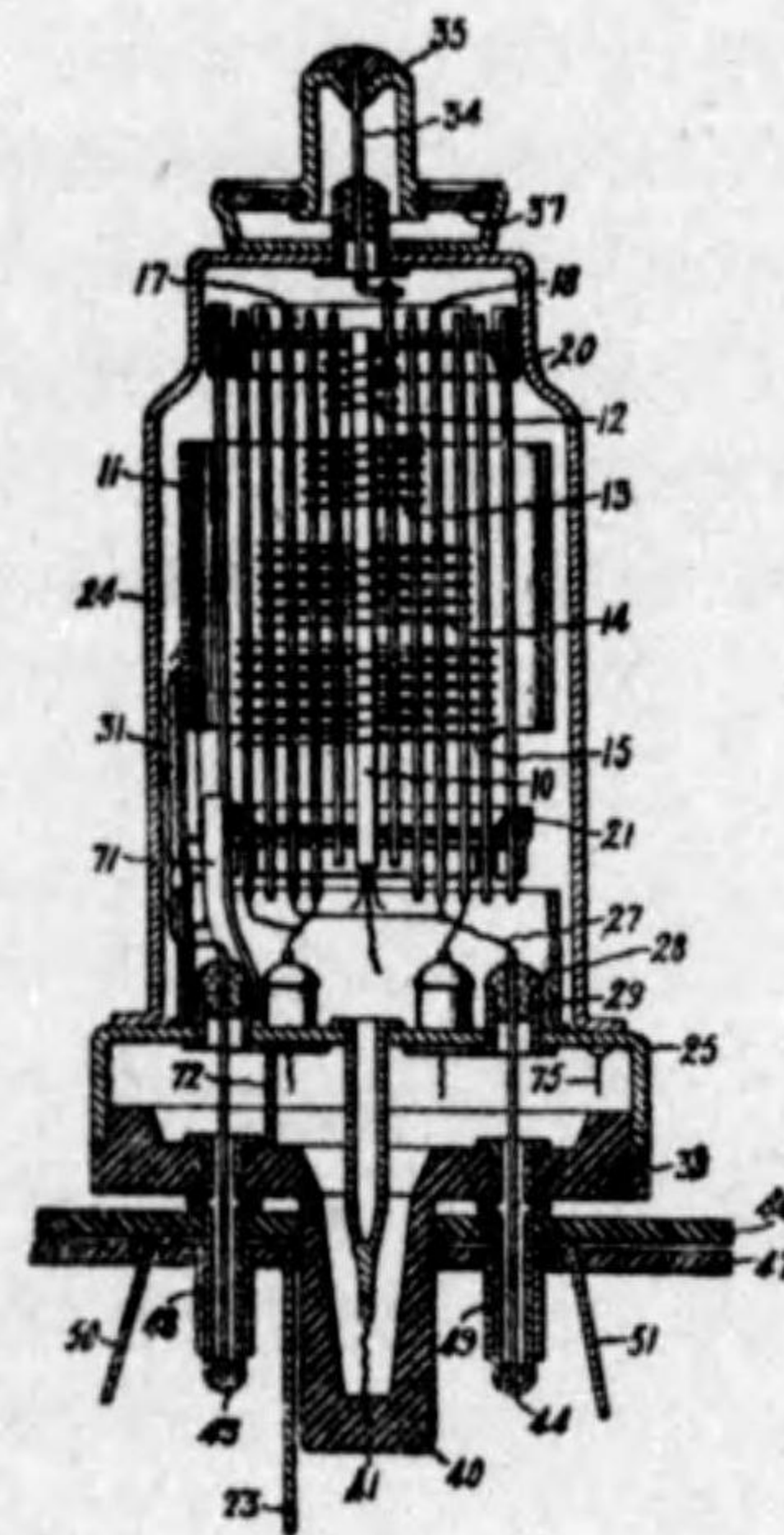
(c) 三極五極管 この真空管は第28圖に示す様に共通陰極上に、三極真空管と五極真空管の電極要素を配置したもので、各々獨立に動作せしめる事が出来る。通常、五極管部を陰極の上方に三極管部を下方に設ける。この真空管は三極管部を發振に使用して外部回路で結合して、之を五極管部に入れ超ヘテロダインの混合管として使用することが出来る。又三極管部を檢波に使用し、五極管部を増幅に使用することも出来るし、又五極管部を檢波或は増幅に用ひ三極管部を自動音量制御又は雑音抑制に使用することもある。

(d) 稍高級の受信機では、その出力に應じて自動的に音量を調節するのみならず、回路の選擇度を自動的に調節する自動選擇度調整を行ふ必要がある。通常は是等は別個の真空管に依つて行ふものであるけれども、1個の真空管で同時に是等2個の動作を行ふ様にせるものがある。⁽¹⁷⁾

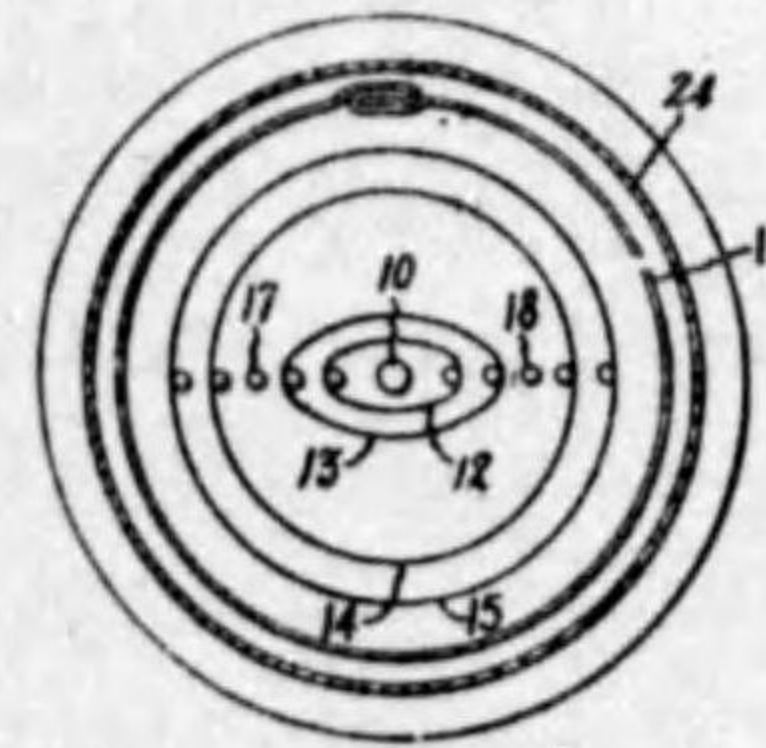
(17) 特 134512

嚴密な意味では複合管と云はるべきものではないけれども、1個の真空管で複機能を行ふと云ふ意味で此處に擧げる。

この真空管の構造は第29圖及び第30圖に示す如くで、陰極(10)と主陽極(11)との間に4個の格子と、2個の杆状導體(17, 18)を互に電氣的に接続した1個の補助陽極とを配置したものである。その内陰極から見て補助陽極及び陽極の手前にある格子は何れも遮蔽格子であつて、陰極と第一制御格子(12)と陽極とは通常の三極真空管を形成し、補助陽極と主陽極との間にある格子(14)は、第二制御格子である。今主陽極と補助陽極とを陰極に對して正電位にし、第二制御格子の電位を、零若しくは極めて低き正電位とする時は、陰極より放射せる電子は主として主陽極に向つて流れ補助陽極には殆んど流れない。然るに若し、第二制御格子の電位が

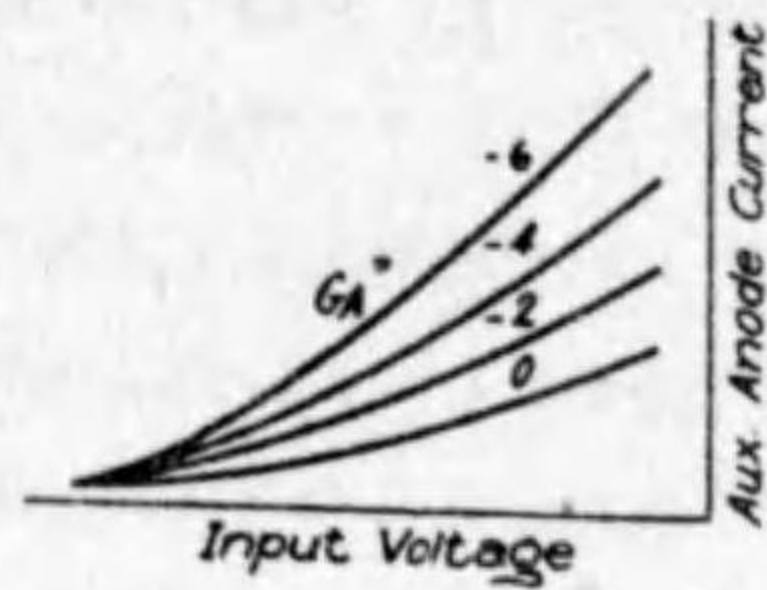


第29圖

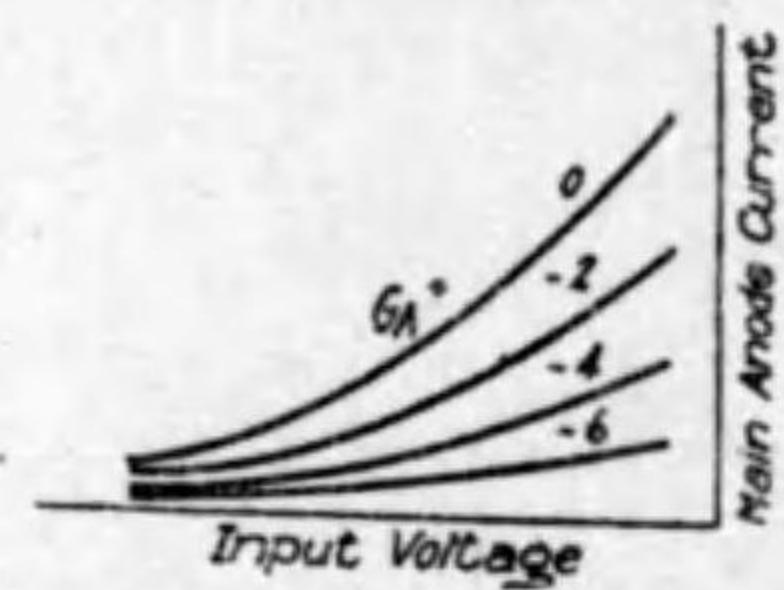


第30圖

負電位であると、陰極より放射せられた電子のうち主陽極に到達する数は減少し、補助陽極に到達するものは前よりも増大する。その結果、第一制御格子に入力交番電圧を加へた場合に、陰極と陽極と第一制御格子とから成る三極部の増幅率は格子(14)に與へられる偏倚電圧が増加するに従つて減少する。一方主陽極の増幅率が第二制御格子の偏倚電圧が増大するに伴つて減少するのに反し、補助陽極の増幅率はこゝに到達する電子が増加するのに従つて略逆比例的に増加する。是等の關係は第31圖

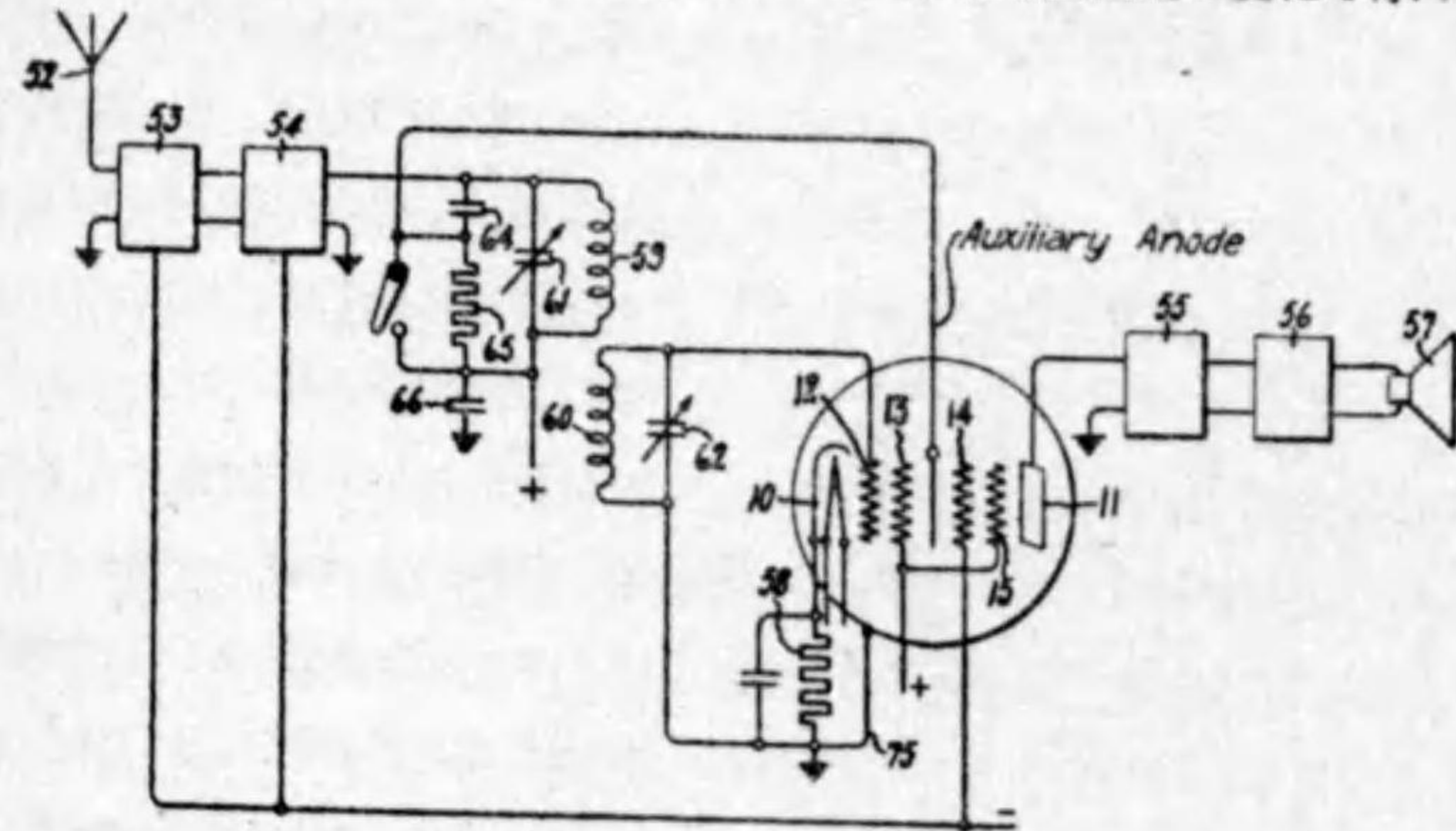


第31圖 A



第31圖 B

A, B に示す。是等の圖は第二制御格子に與へた偏倚電圧 G_A の種々の値に於ける入力電圧に対する主陽極電流及び補助陽極電流の變化を示すも



第32圖

のである。

この真空管を使用した回路の一例は、第23圖に挙げた様に、受信機の自動選擇度調整と自動音量調整の二作用を同時に行ふにある。圖に於て第一制御格子に入來信號波を加へ、第二制御格子に信號波の強度に比例した制御電圧を加へれば、この制御電圧に比例して補助陽極の電流が増減して、是に接続された入力線輪(59)及び(60)間の有效結合度を變じて、回路の選擇度を自動的に調整し、同時に主陽極回路の増幅度を逆に増減して出力の自動調整を行ふのである。斯うして受信波入力 of 極めて小さい場合には、電波相互の干渉を阻止する爲、選擇度を高くして増幅を大にし、入力が極めて大なる場合には、忠實度を増大せしむる爲、選擇度を下げ同時に、音量を小にすることが出来る。

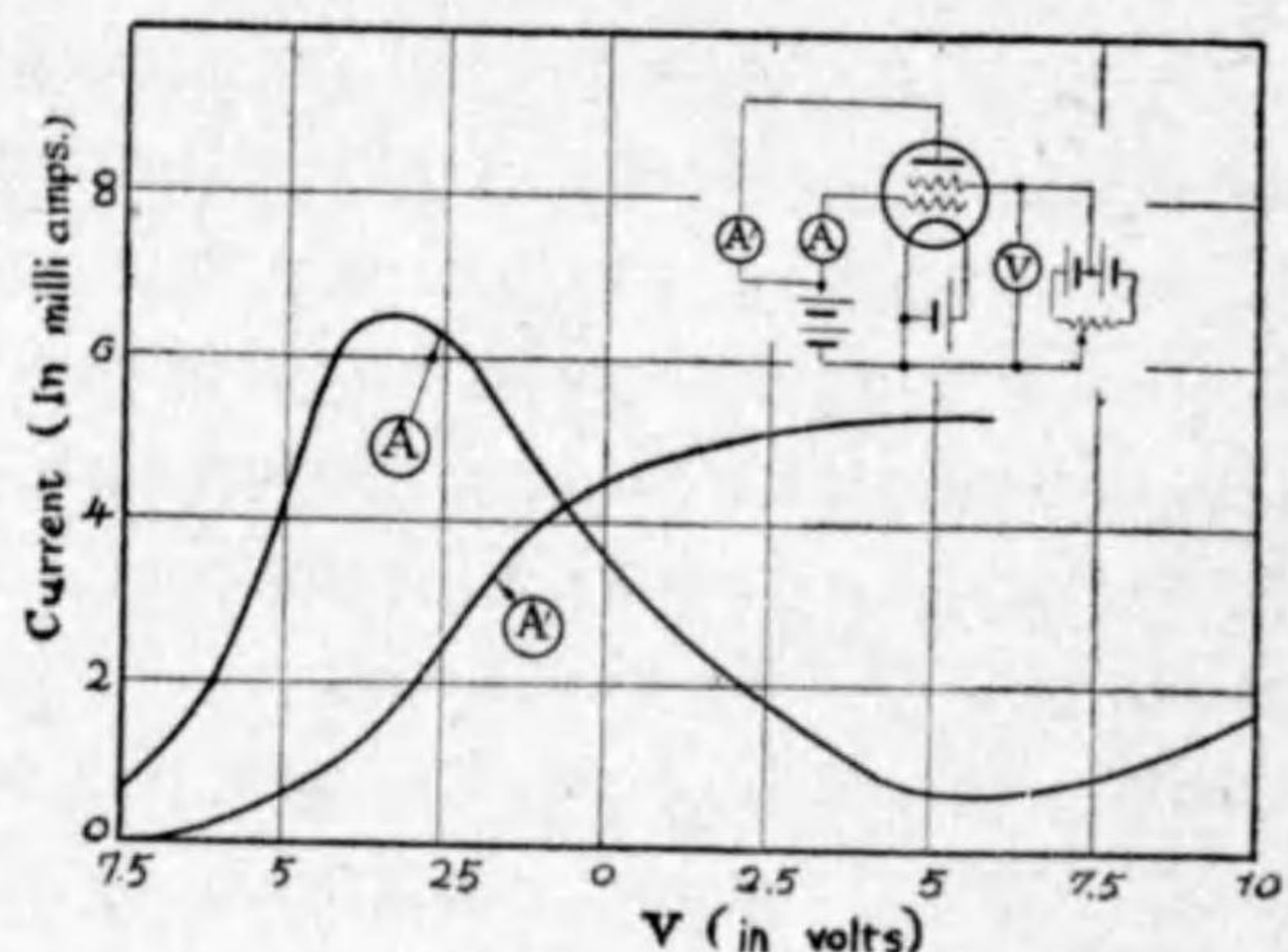
4.4 負の相互コンダクタンスを有する真空管

通常の三極真空管では、制御格子の電位が正方向に増加すると、陽極電流は増加する、即ち相互コンダクタンスは正である。是に對して、制御格子電位が正方向に増加すると、陽極電流が逆に減少する、負の相互コンダクタンスを有する真空管が考へられてゐる。かう云う真空管を使用する時は、特別の反結合線輪を使用することなく、發振作用を起させることが出来るし、又通常の正の相互コンダクタンスの真空管と一緒に抵抗結合のプッシュプル回路に使用する時は、單一の入力端子で作動させる事が出来る特徴があり、其の他にも色々用途がある。

この負の相互コンダクタンスを得る方法としては、三極管内の二次電子放射を利用した所謂ダイナトロンは古くから考へられてゐるけれども、茲には二次電子放射現象を利用せず、一次電子の分配に依つて負の相互コンダクタンスを得る方法を擧げることとする。

(a) 制御格子と陰極との間に正電位の補助電極を設けた所謂空間電荷

格子管で、制御格子電位の變化に對する陽極電流及空間電荷格子電流を調べて見ると、その特性曲線は第 33 圖に示す如く、制御格子の電位 V が負方向に増加するに従て、 A' に示す様に陽極電流は漸次減少するけれども、一方空間電荷格子電流は曲線 A に示す様に反對に増加する。こ

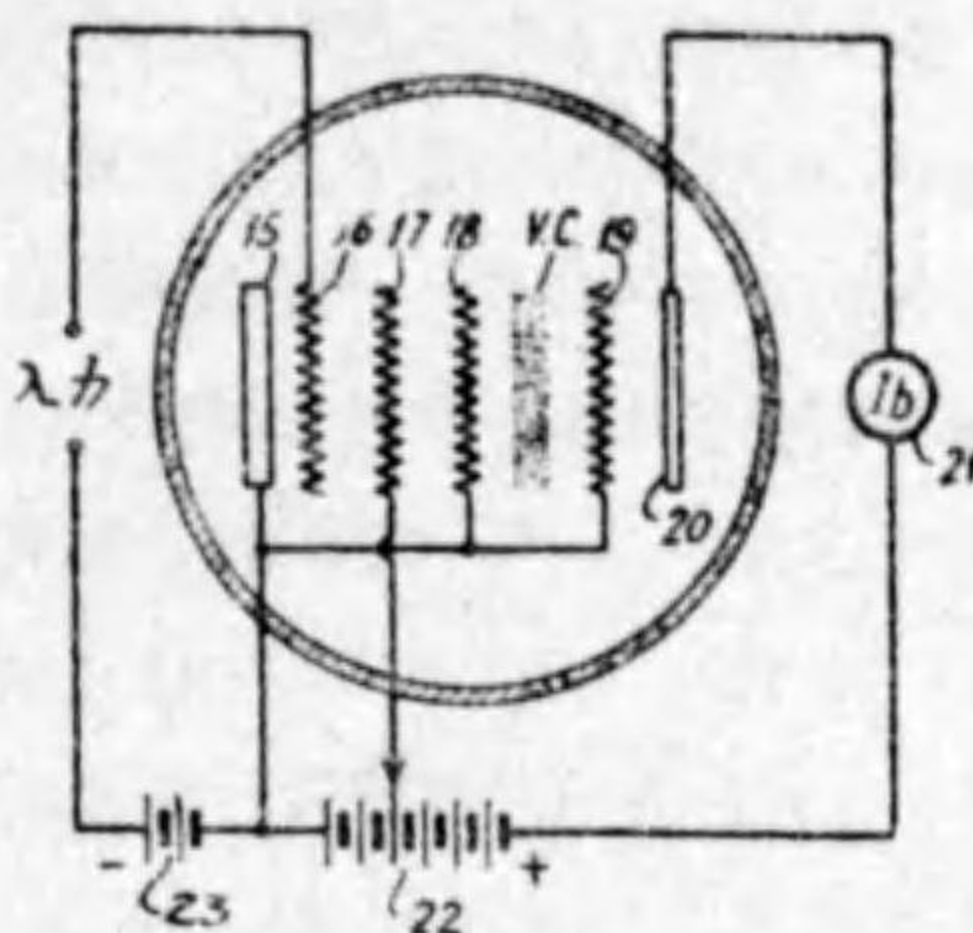


第 33 圖

れは制御格子の電位が餘り負でない時は、陰極より出た電子の一部は空間電荷格子に到達し、他の大部分の電子は空間電荷格子の網目を通り抜けて陽極に達するけれども、制御格子の電位が負性を増加するときは、大多數の電子は制御電極で追ひ返へされて空間電荷格子に到達するが爲めと考へられる。此の際、制御格子電壓と空間電荷格子電流とは反對に變化することとなり、その相互コンダクタンスは負の値となる。

(b) 相互コンダクタンスの値を負にした真空管の他の一例は第 34 圖に示す。即ち圖を見れば分る様に、陰極 (15) と陽極 (20) との間に

(18) 特 88411 (19) 特 133229



第 34 圖

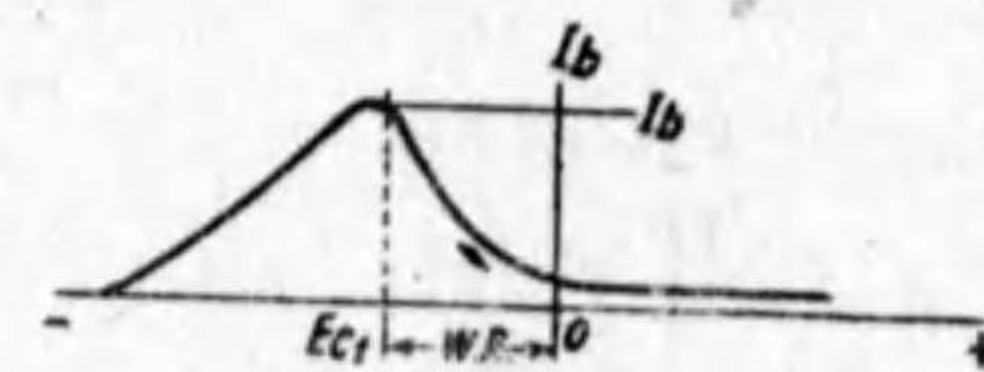
4 個の格子を置き、第一格子 (16) を制御格子とし、第三格子 (18) と第四格子 (19) を陰極電位に接続し、第二格子 (17) を正電位に接続するのである。そうすると第三格子と第四格子との間に電子速度の略零なる或る平面、即ち虚陰極 $V. C.$ が形成せられる。而もこの虚陰極の位置は制御格子たる第一

格子の電位に依つて前後に移動せしめられるのである。今制御格子に或る負電位が加へられ、此の負偏倚電位が減少せしめられるれば、虚陰極は第四格子よりも第三格子の方へ移動し、従つて陽極電流は減少す。反對に制御格子の負電位が増加すれば、虚陰極は第四格子の方へ移動して陽極電流は増加する。その場合、制御格子以外の格子は陽極を高さ正電位に保つた儘虚陰極を作る作用をする。殊に第四格子は虚陰極を陽極より遮蔽して陽極を高電位に働かし得る様にする爲、充分細い網目を用ふ。

この真空管の特性曲線は第 35 圖に示す。横軸に第一格子電壓、縦軸に陽極電流を示し、圖中 WR は作動範圍である。

4.5 偏向制御管

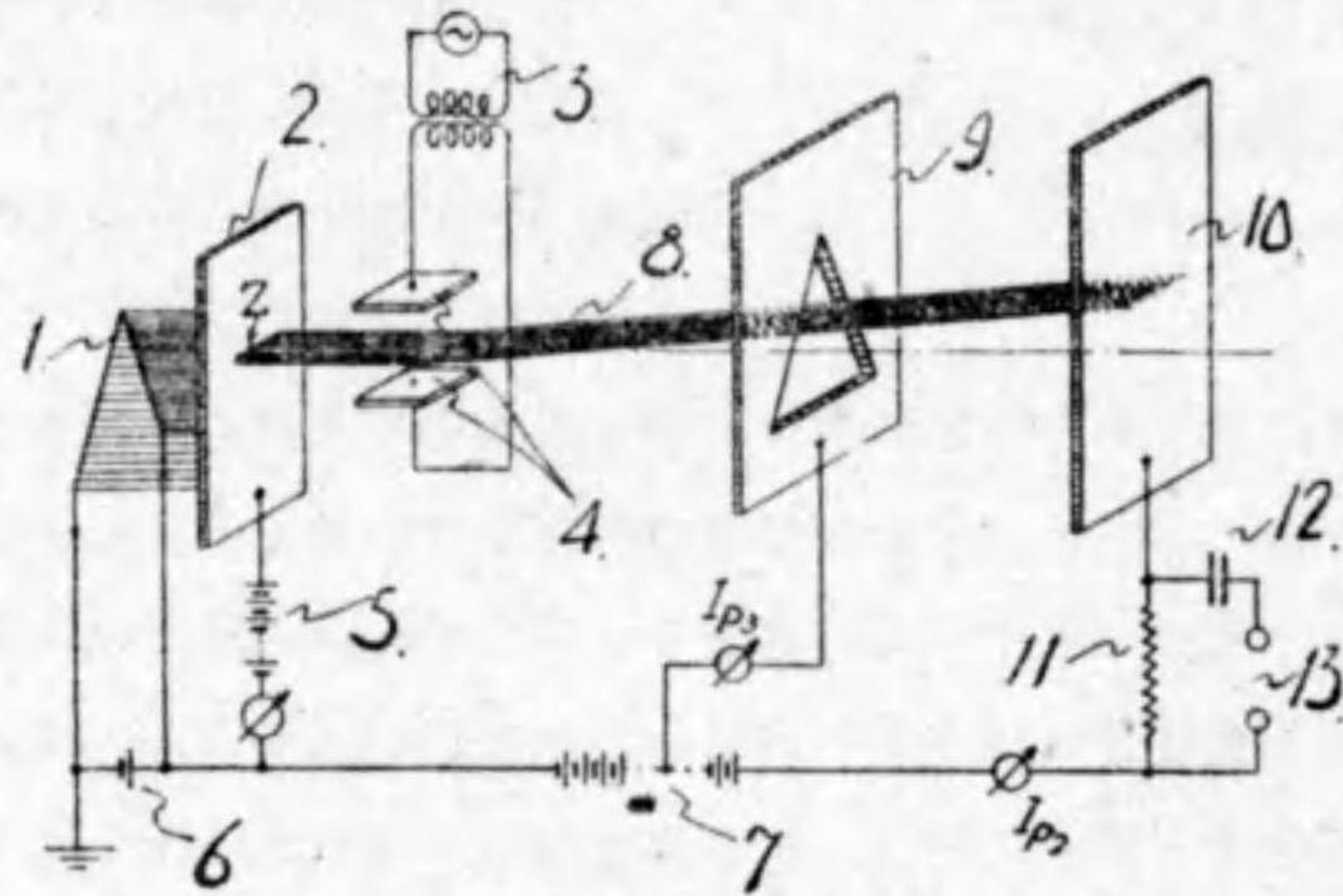
この真空管は、陰極より放出した電子流をビーム状にして陽極上に集中し、その中間に配置した偏向板に制御信號を加へて信號に應



第 35 圖

じて電子流を偏向することに依り、陽極に到達する電子の量を加減するものである。従來の制御格子で空間電荷を制御する真空管では、真空管

の特性曲線の彎曲の爲に直線的増幅、並に正弦波形以外の特殊波形電流の發生は非常に困難であるのであるが、この真空管ではその點が比較的簡単に解決せられる。その代表的一例は第36圖Aに示す。圖を看れば容易に分る様に陰極(1)より放射せられた電子は細隙Zを通して帯狀のビームとせられ陽極(10)に當てられる。一方その途中に偏向板(4)及び



第 36 圖 A

電子の通過量を制限する制御板(9)が配置せられてゐる。偏向板に信號電壓を加ふれば、それに相當して電子ビームは上下に偏向せられ、従つて制御板を通過して陽極へ到達する電子の量はこの偏向の速度と制御板



第 36 圖 B



第 36 圖 B

(20) 昭 14 實公 15292

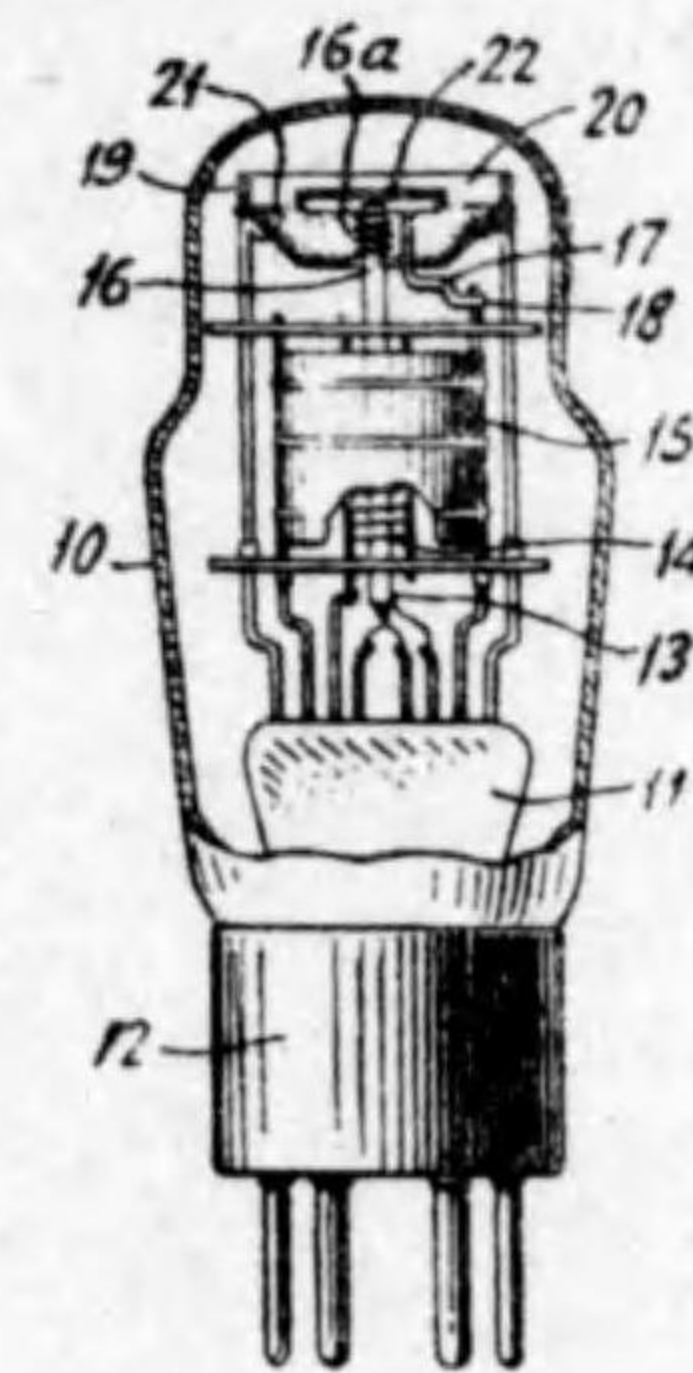
の電子透過部分の形状との函数になる。即ち入力電壓波形が一定ならば制御板の孔の形状を適當にすることに依り任意波形の出力が得られ、直線的増幅も可能となる。

又制御板の形状を第36圖Bの様に複數個の孔を設けたものとすれば、偏向電壓に應じてその2倍、3倍の周波數を得ることが可能となる。

第5章 同調指示管

5.1 同調指示管の構造

この真空管は主としてラジオ受信機に使用して同調を光學的に指示する役目をなすもので、俗にマジックアイと謂はれてゐる。その普通の構造は第37圖に示した様に、真空硝子球の内部に陰極(13)、制御格子



第 37 圖

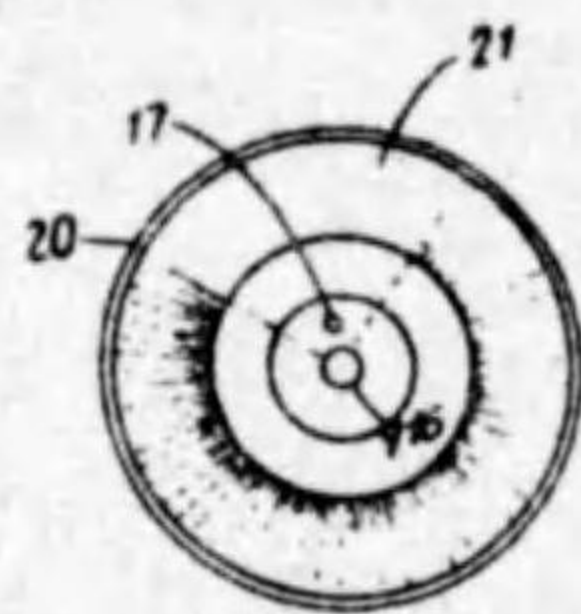
(14) 及び陽極(15)から成る三極管部の上方に同調表示部を組合せたものである。同調表示部は下側の三極管部と共通な陰極(16)と棒狀の制御電極(17)とその外側を包んだ皿狀の陽極(20)から出來てゐる。この陽極の内面には螢光物質が塗布されてをり、電子が是に衝突した時螢光を發生する。その際陰極から出た電子は、陽極の全内周面に向つて放出せられるのであるけれども、電子が到達する陽極の面積は制御電極の電壓に依つて決定せられる。即ち制御電極の電位が陽極に對してその負性が減するに従つて、換言すれば、陰極に對して制御

電極の電壓が正性を増加するに従つて電子が到達する陽極の面積は増加

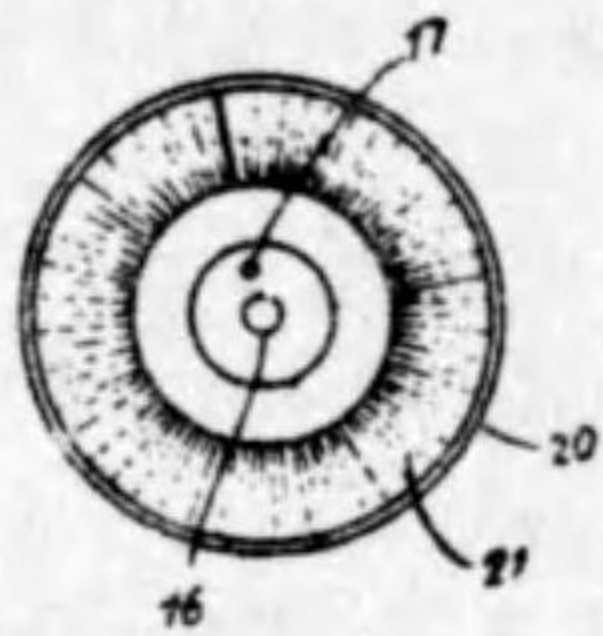
(21) 特 123728 (22) 特 125865

し、発光部の廣さが増加する。そして陽極の發光状態が真空管の上方からよく見へる様に陽極は皿状になつてゐる。

第38圖Aは同調指示部の制御電極へ加へらるゝ電位が低い場合の發

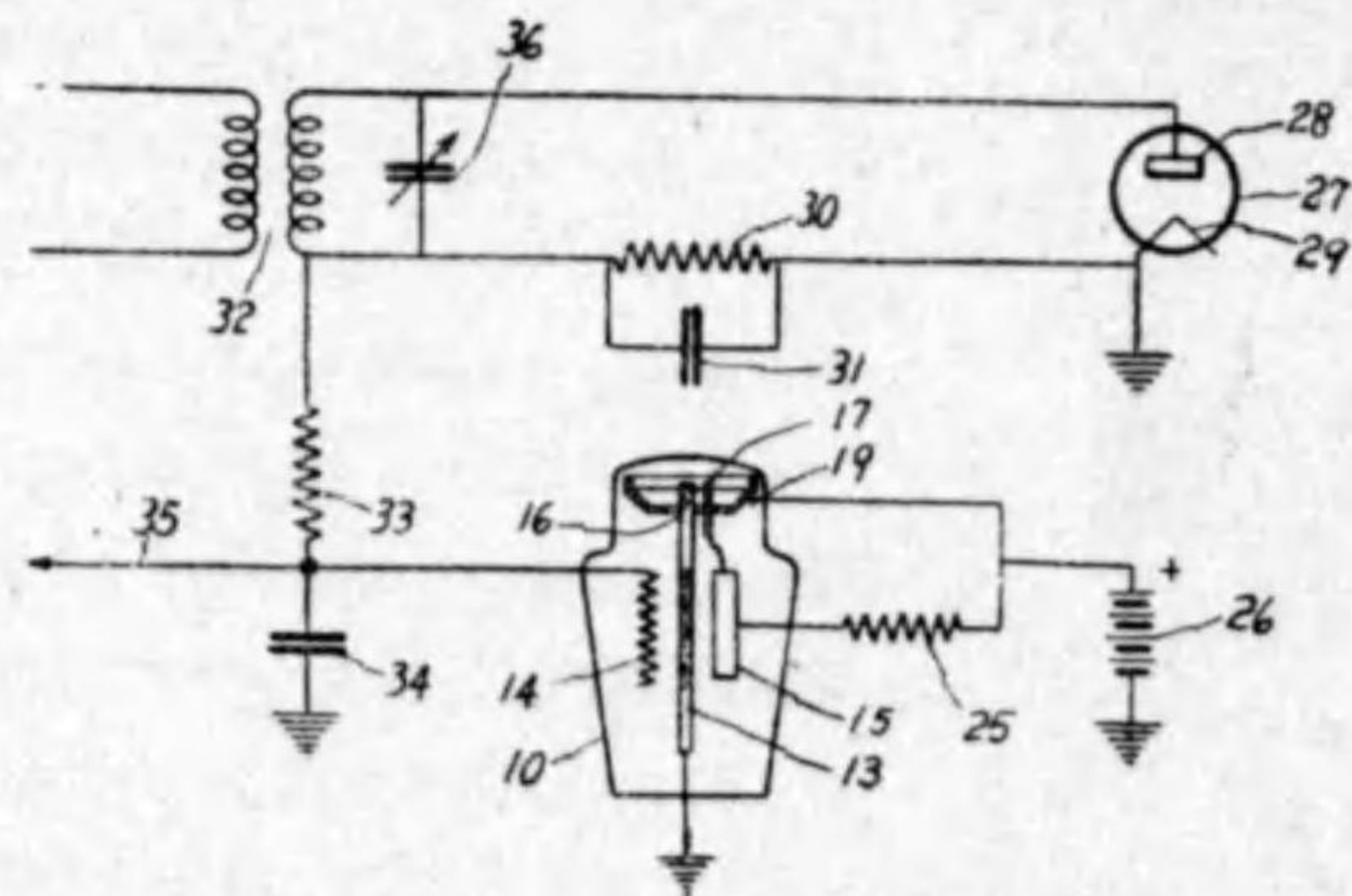


第38圖A



第38圖B

光状態を示すもので、陰線を附した螢光陽極の部分のみが發光する。制御電極の電位が正の方向に増加するに従て、發光部の面積は増加して、遂に螢光陽極の内面全面が發光する様になる(第38圖B)。此の時は回路が入來信號の搬送周波數に共振した時である。實際の使用例は第39圖に示す。圖面に於て同調指示管の三極管部の陽極と、表示部の陽極とは



第39圖

抵抗を経て接続せられ、又螢光陽極は電源に直接に接続せられてゐる。三極管部の陰極と陽極との間に電流がない時には、抵抗(25)中には電壓降下なく、従つて三極管部の陽極と表示部の陽極とは略同電位にあり、従つて表示部の制御電極も亦螢光陽極と同電位にある爲、陽極の發光部の面積は最大で陽極の略全内面が發光する。然るに、三極管部の陽極電流が流るれば、抵抗(25)中に電壓降下を生じ、制御電極(17)は陽極(19)に對して負となる。従つて三極管部の電流が増加する程、螢光陽極の發光面積は減少する。一方高周波又は中間周波變成器(32)の二次側は同調蓄電器(36)の兩端に接続せられ、且其等は又抵抗及蓄電器の並列接続を経て二極檢波管(27)に接続せられありて、檢波せられた電壓は同調指示管の三極管部の格子に供給せられてゐるから、受信回路が入來信號の搬送波に同調してゐない時には信號電流は變成器(32)を通らず、従つて抵抗(30)には信號電流が現はれないから、格子(14)は大地と同電位にあり、この時三極管部に最大なる電流が流れる。然るに同調せる時には信號電流が檢波管に依り整流せられ、従つて抵抗(30)に於ける電壓降下により格子(14)には三極管部の電流を減少する様な負電位が加はる。従て制御電極(17)は螢光陽極に對し負性を減じ、従つて螢光陽極の發光面積は増加する。そして回路が正確に同調したる時に暗黒部が最小になる。

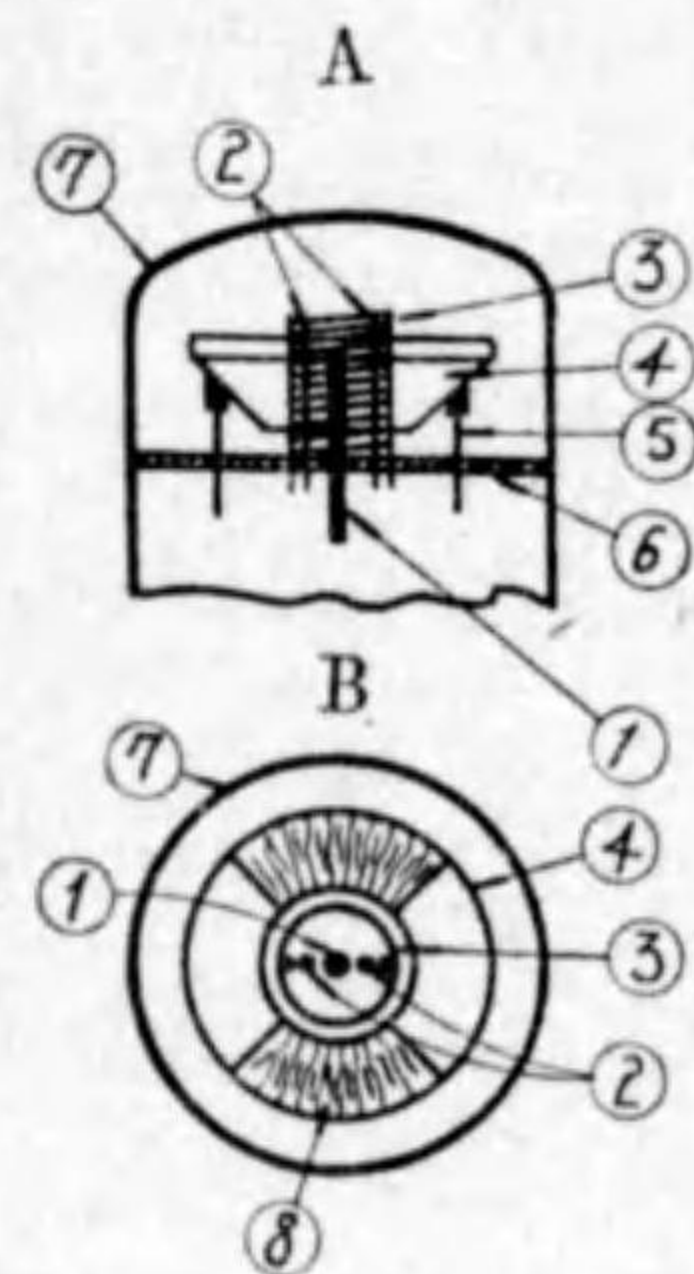
この同調指示管の表示部の制御電極は非常に速度の速い電子流を制御する爲、又電子の集束を良くして發光部の縁を明確にする爲に、大なる制御電壓を必要とし、且陰極に對して正電位であることが必要である。その結果、檢波管で整流された電壓を直接に表示部の制御電極に加へることは不適當で、下方の三極管部で一旦増幅することが必要となるのである。

5.2 同調指示管の改良

(a) 前に述べた同調指示管では發光部を制御する制御電壓として一般



に高い制御電圧を必要とし、受信機の整流電圧を直接に使用することが出来ない。その爲に同じ真空球中に三極管部の増幅管を封入する必要がある。處が斯うすることは、真空管の値段、従つて受信機の値段が高くなる缺點があるので、低い制御電圧で發光部の制御が出来れば都合が宜しい。第40圖はそうした目的に合ふ様に工夫せられた一例である。



第40圖

前節で述べた同調指示管と異なる點は、熱陰極(1)に對し、制御電極(2)及び陽極(4)を配置し、この制御電極と圓錐狀陽極との間に陰極と同電位か或はそれよりも低い電圧を加へた遮蔽電極(3)を設けた點である。斯うする時は、制御電極の附近の電子の速度は低くなり陰極上の電界強度は制御電極の電位に依つて強く影響せられるから低い制御電圧で發光部の制御が出来る。電子は制御電極を通過した後始めて發光を發生するに充分な速度に加速せられるのである。

このものでは、發光部の制御に必要なエネルギーは少くて済むから、制御の爲の特別な増幅器は必要でなくなる。然し実際には矢張り三極管部と一緒に一つの容器に封入し、三極管部は同調指示とは別個の目的に使用し、指示装置の爲に真空管の数を増さないで済む様になつてゐる。尙この真空管の今一つの特徴は、發光部の發光面積が變化すると同時に明さが變る點である。従つて心理學的に同調指示が正確となる。

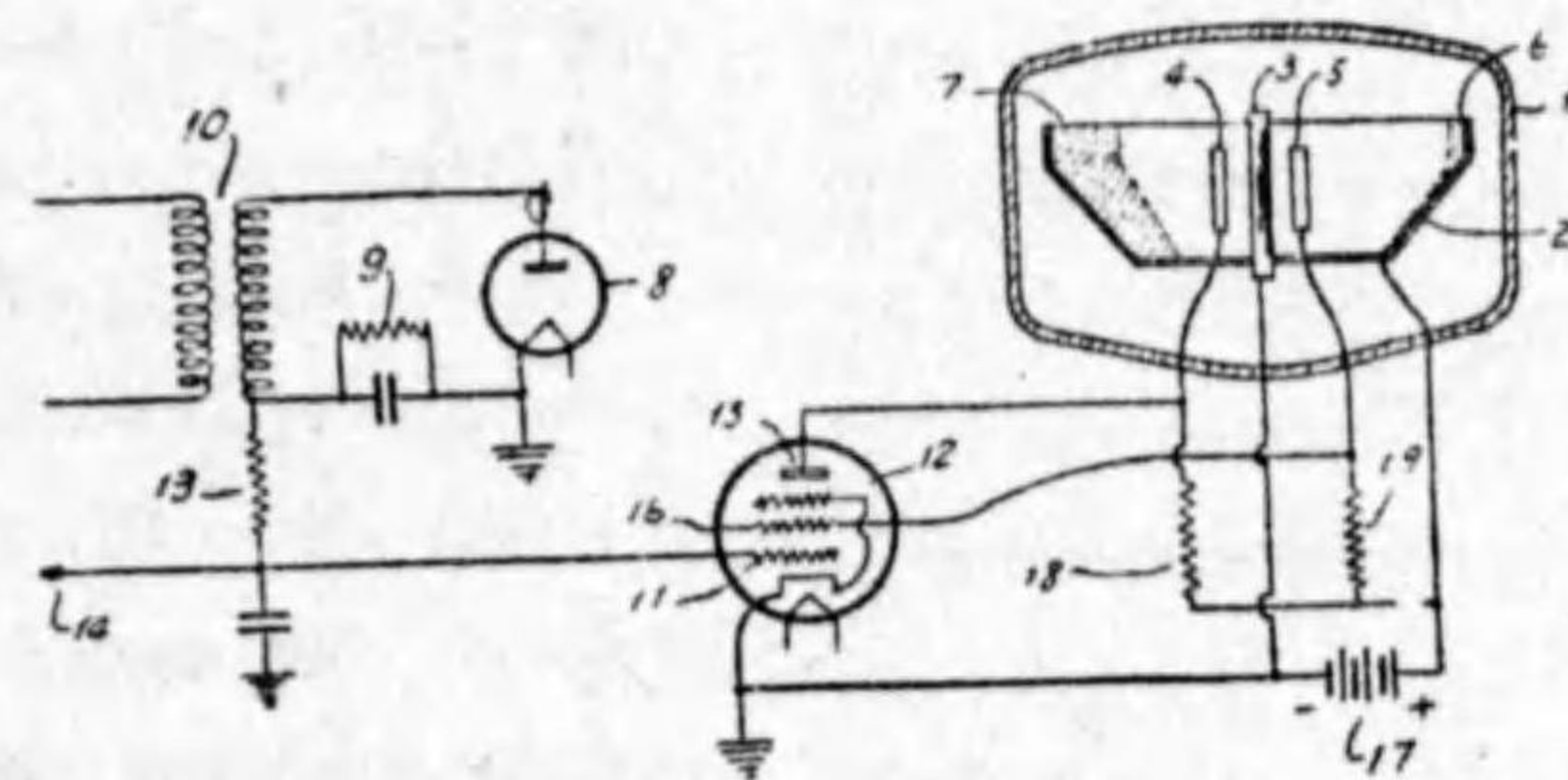
(b) 同調指示管の螢光陽極は、絶へず高速度の電子に衝撃せられてゐる

(23) 特 134928

るから、不當に加熱せられ、その壽命も比較的短い缺點がある。この缺點を除く爲に陰極と制御電極との間に陰極を同心的に取り圍んだ格子を配置し、この格子の電位を陰極より低く保つて陽極電流を少くして螢光陽極の加熱効果を少くしたのもある。⁽²⁴⁾

(c) 同調指示管では陰影の角度は同調状態では零となり、然らざる場合には同調状態に近づくに従つて漸次狹小となるものである事は、今迄説明せる通りであるけれども、一般には陰影の角度は受信機が豫め強力な受信信號の時に零になる様に調整せられた時には、弱い受信信號のときには零とならず、従つて精確な同調指示を與へる事が困難である。第42圖に示すものは1個の螢光陽極に對して2個の制御電極を設けて、上に述べた様な缺點を除いて受信信號の廣い範圍の強さに對して正確に同調表示を與へ得る様にしたものである。⁽²⁵⁾

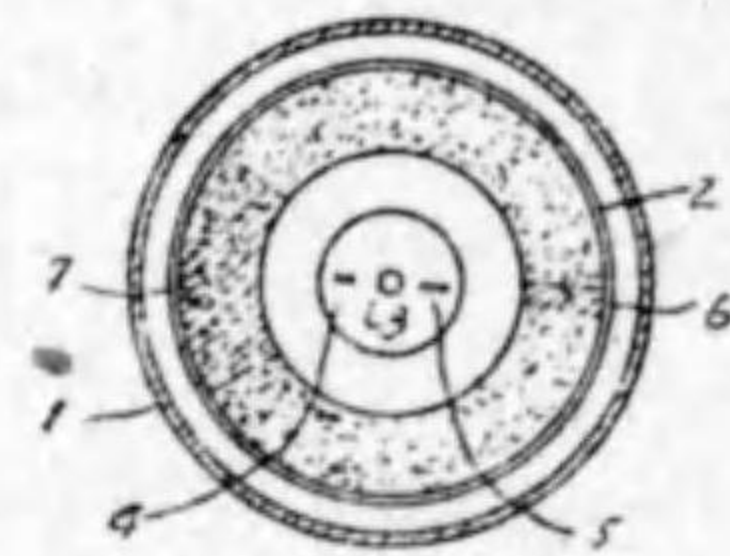
即ち第41圖に示す様に、陰極(3)螢光陽極(2)に對して2個の棒狀の制御電極(4)(5)が陰極の兩側に並行に支持せられて居り、其等には夫々前の増幅管(12)の陽極及遮蔽格子に接続せられた負荷抵抗(18)及び(19)



第41圖

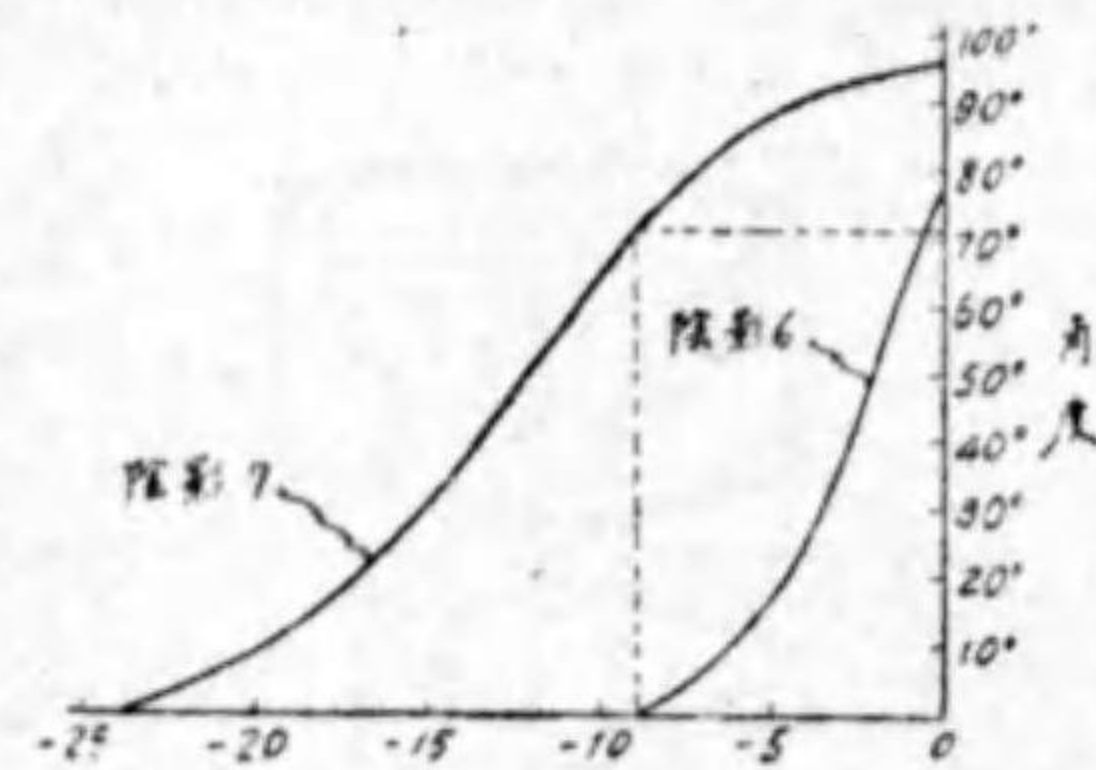
(24) 特 139661 (25) 特 142070

より電圧が供給せられてゐる。そしてこの前段の増幅管の制御格子には整流せられた信号電圧が供給せられることは従前のものと變りはない。螢光陽極の發光面の模様は、第42圖に示した如くで、(6)及び(7)は陰影の部分である。受信信号が弱い場合には、陰影角(6)の部分が無くなることに依つて同調が指示され、受信信号が強い場合には、陰影角(7)に依つて指示せられる。即ち制御電極(4)及び(5)は夫々遮蔽格子管の陽極及遮蔽格子に接続せられてゐて、この遮蔽格子管の制御格子の電位を變へた時、陽極電流と遮蔽格子電流とはその變化特性が異り、従つて制御格子電



第 42 圖

壓と螢光陽極の陰影の角度との關係は、第43圖に示す様に、遮蔽格子に接続せられた制御電極(5)に依る陰影角(6)は制御格子電壓の零と-9ボルトの間で急激に變化するに反し、増幅管の陽極に接続せられた制御電極(4)に依る陰影角(7)はこの範圍では大なる



第 43 圖

變化を示さずして、其れよりも更に低い電壓で漸次狭小となり約-24ボルトで初めて零になる。斯る特性に依つて弱い信号の時は陰影(6)を、強い信号に対しては陰影(7)を觀測する事によつて信号電壓の廣い範圍の強さの變化に對

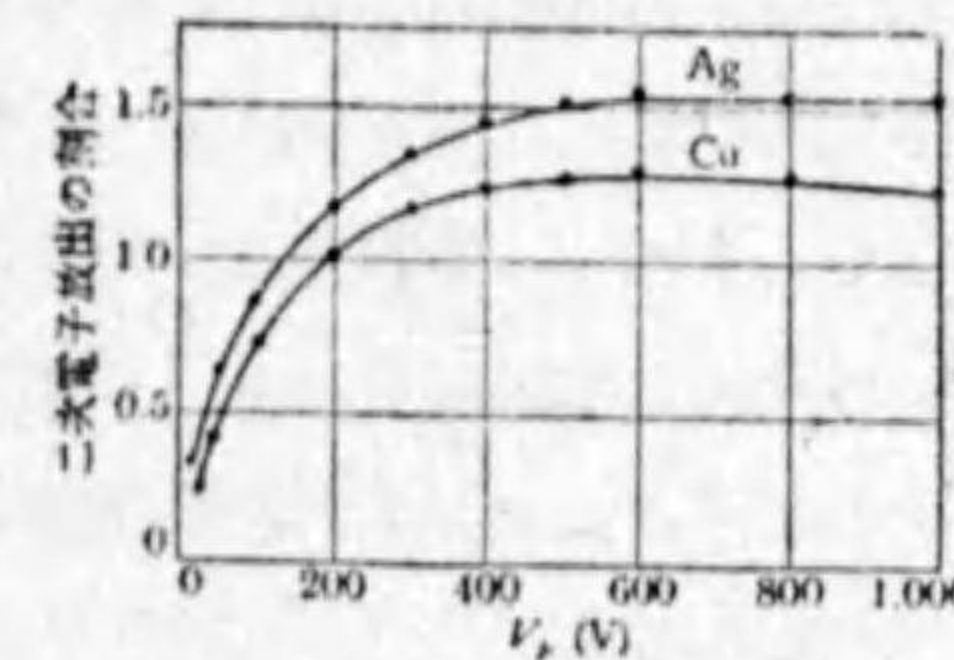
して正確に同調指示を與へることが出来る。

第6章 二次電子増幅管

6.1 二次電子放射

運動してゐる電子が固体面に衝突した場合、若し其の電子の速度が相當に高い時は、この面から二次的に電子が放出される。この場合、入射せる一次電子の数よりも放出される二次電子の数が多ければ、これに依つて電子の増幅作用が出来る理で、斯る原理に依つて電気信号の増幅を行ふ増幅装置を普通二次電子増幅管と云つてゐる。

金屬の表面より二次電子放射が行はれる場合その放射の程度は、(i)金屬の種類(ii)表面の處理(iii)一次電子の放射速度(iv)一次電子の入射角、等に依つて異なる。即ち純粋な單一金屬では1個の一次電子が衝突して1~1.5個の二次電子が放出されるに過ぎないが、金屬面に不純物が附着してゐれば、3~4個の二次電子が放出される。特にアルカリ又はアルカリ土類金屬が附着してゐる場合は非常に多くなり、酸化した金屬面にセシウム等の如きものを吸着せしむれば、1個の一次電子に對して10乃至10數個の二次電子が放出される。又一次電子の投射される速度に依つて二次電子放射数が異なることは、第44圖に示すが如くである。多くの



第 44 圖

場合、數百ボルトの電壓で最大となり、それよりも少い速度では勿論尠く、又それよりも大きくなつても又尠くなる。

又一次電子の入射角と二次電子の數との關係に就いては、一次電子が金屬面に斜に入射する程多く

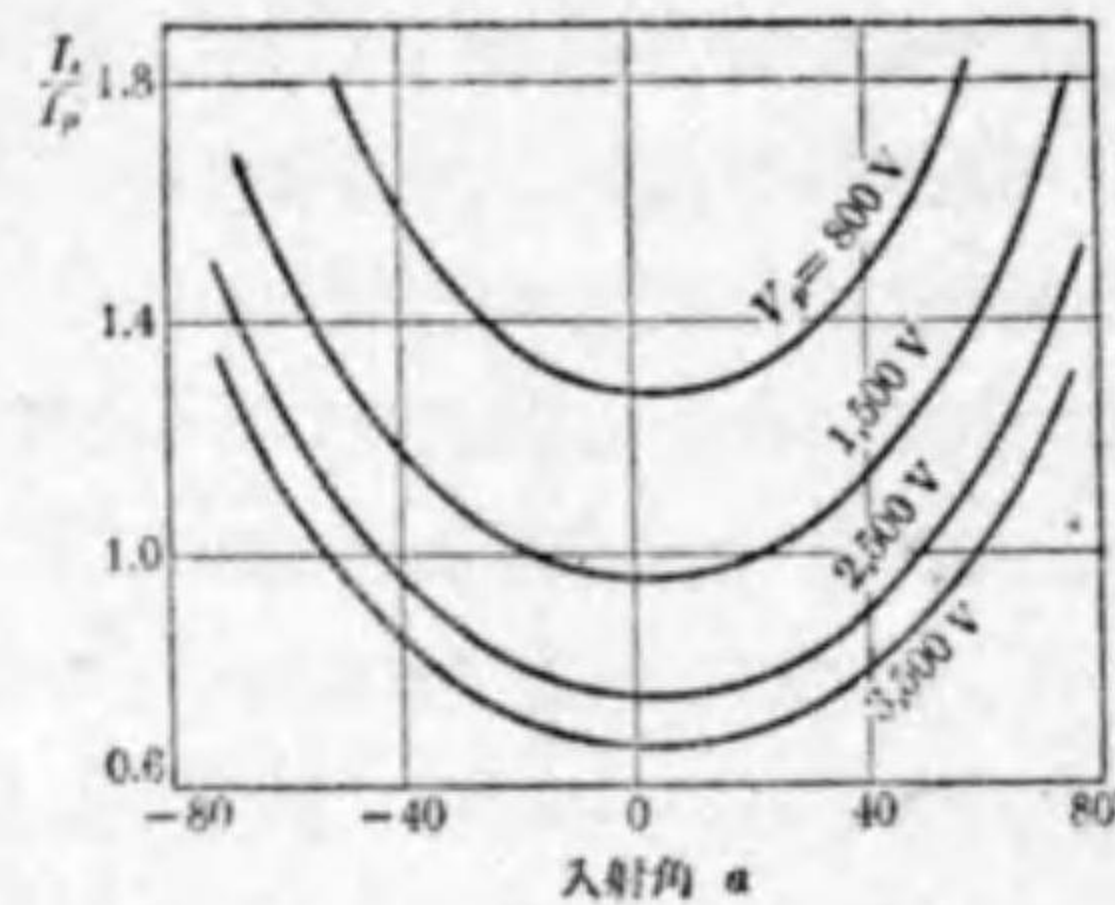
の二次電子が放出される。その關係は第45圖に示す。

二次電子増幅管は、その構造と動作の原理から大體次の二種類に大別される。

(a) 静電型二次電子増幅管

(b) 動電型二次電子増幅管

静電型二次電子増幅管と云ふのは、次第に高電圧を掛けた多数の二次電子放射電極があつて、一次電子は第一の二次電子放射電極で二次電子を誘發することに依つて増幅せられ、その増幅せられた電子流は更に第二の二次電子放射電極に當てられる。斯うして二次電子増幅を幾度か繰り返へして電子流は最後に収集電極に集められ



第 45 圖

るもので、電子の加速は主として直流電壓或は直流電壓と磁界とに依つて行はれる。

動電型二次電子増幅管は、2個或は其れ以上の電極の間に高周波電壓を與へて電子を加速するもので、電子は2個の電極の間を繰り返へし何回か往復して同じ電極で二次電子増幅を行ふものと、静電型二次電子増幅管と同様に、多数の二次電子放射電極で順次に増幅せられるものとある。この動電型二次電子増幅管では電子の加速は主として高周波電壓或は高周波電壓と磁界との組合せに依つて行はれる。

尙この型のもは管の構造が小型に出来る點と、直流高電壓を必要としない點が前の静電型のものに比べて有利であるけれども、全體の増幅率は必ずしも静電型の様に大になし得ない缺點がある。

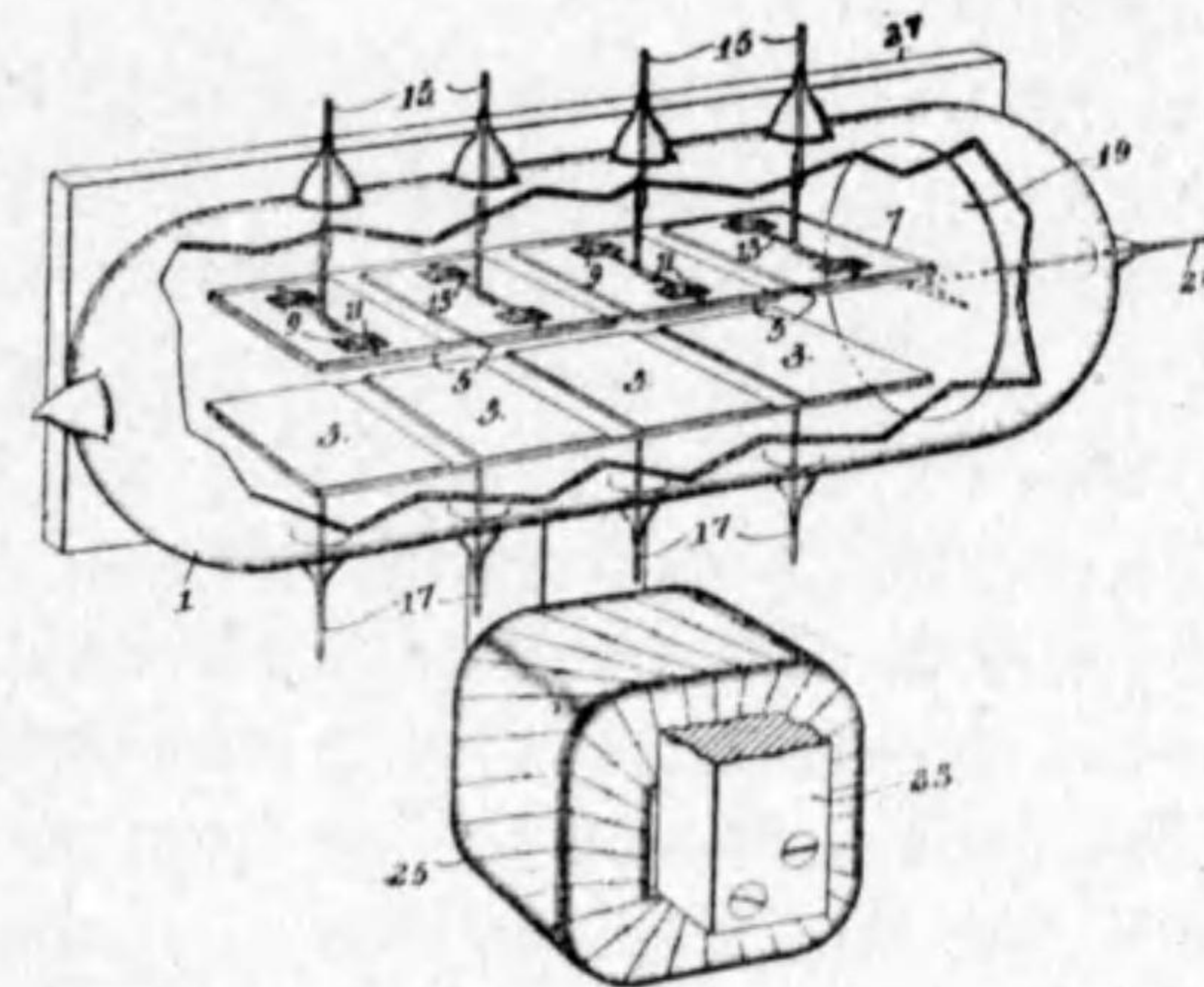
6.2 静電型二次電子増幅管

真空管内に發生する二次電子放射現象を電氣信號の増幅に利用しよう

と云ふ考へはかなり次前より提案せられてゐたのであるけれども、近年⁽²⁶⁾電子幾何光學が發達したこと、二次電子放射體として良好なものが得られる様になつた爲に漸く實用に供せられる様になつた。

この静電型二次電子増幅管に屬するものには、その形狀、構造、電壓の掛け方等色々のものがあるけれども、茲には極く一般的のものより順次特殊のものを擧げてその大略を説明することとする。

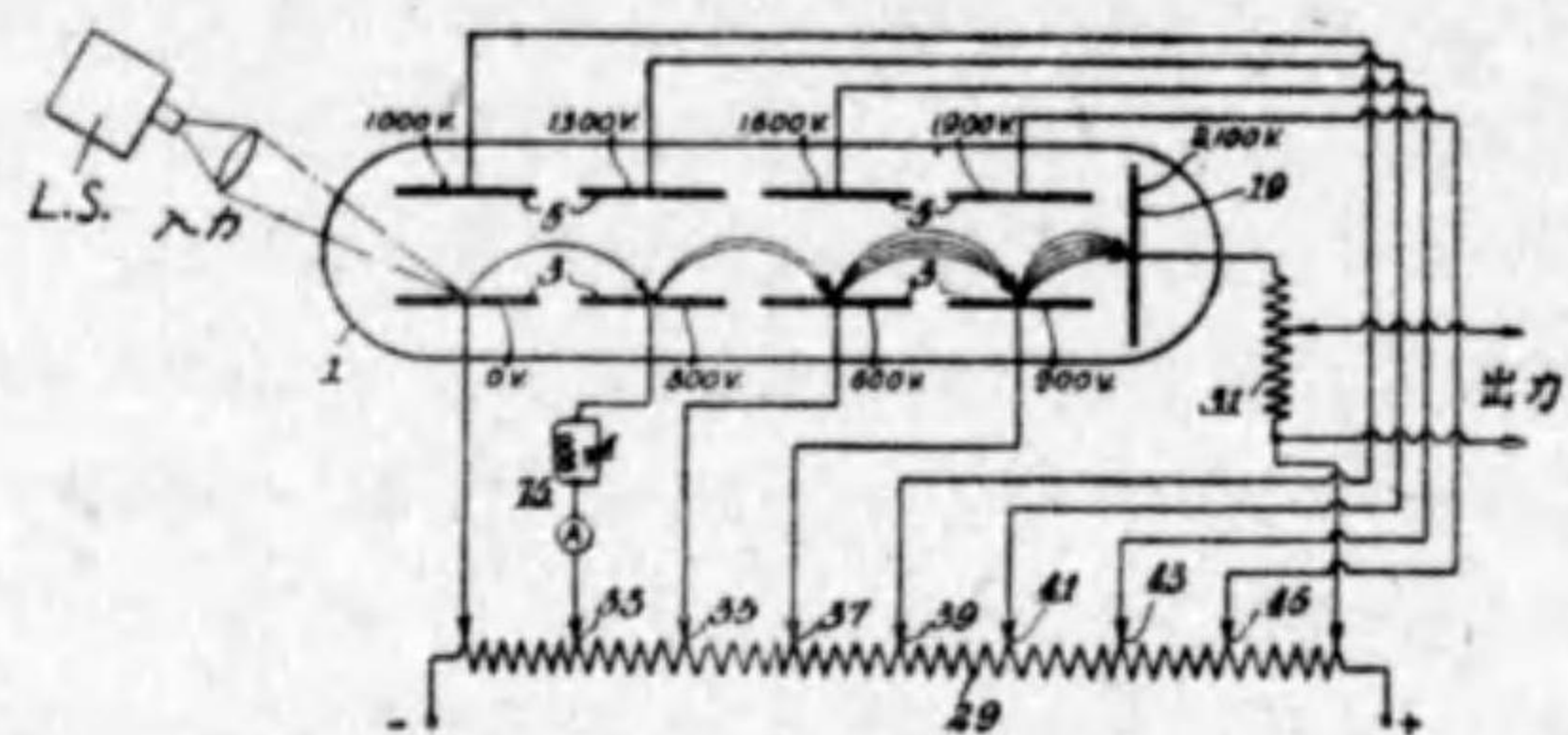
(a) 第 46 圖に示すものは静電型二次電子増幅管の最一般的のものである。⁽²⁷⁾その構造は硝子製の真空球の内部に複数個の感光性下側電極(3)(二次電子放射電極)及び複数個の上側電極(9)(加速電極)を一對宛相



第 46 圖

互に對向する様に配置し、是等の電極に平行に磁界を加ふるもので、平均に磁場が出来る様に電磁石及び鐵板が置いてある。電極間の接続は第

(26) 特 87349 (27) 特 118932



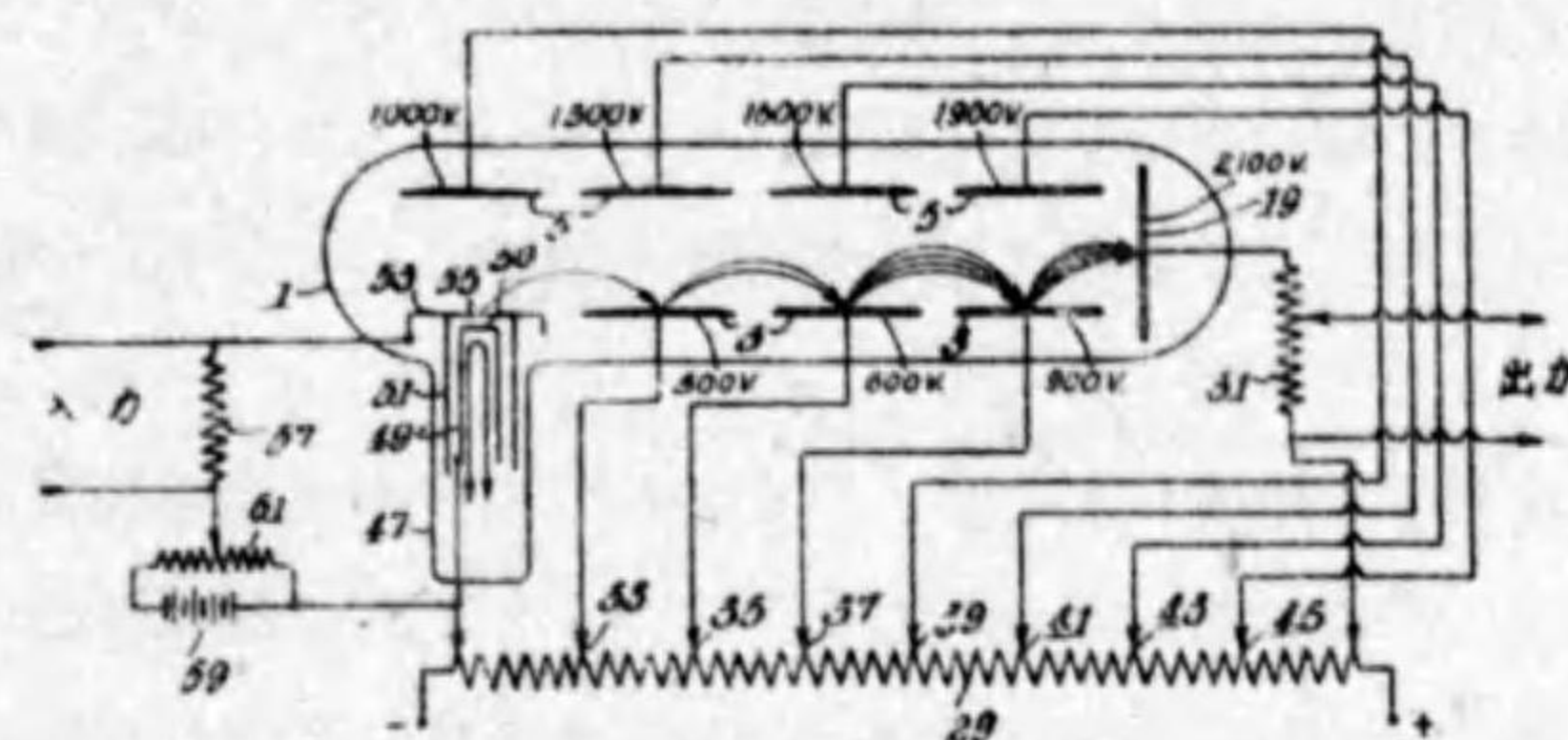
第 47 圖

47 圖に示す様に、下側電極及び上側電極にはポテンシオメーターで順次に高い直流電圧が加えられる。

今例へば、光源 LS より活動寫眞の音聲フィルムを通過した光線が第一下側電極へ射入するとすれば、この下側電極よりは、その光度に比例する一次電子が放出し、此の電子は上側の第一加速電極(5)に向つて加速せられる。そして若しこの場合、磁界が無ければ、この一次電子は第一加速電極へ衝突する理であるけれども、磁界の爲にその通路は彎曲せしめられて、次の擴大電極、即ち第二の下側電極に衝突せしめられる。この一次電子の衝突の爲に此處に生じた増倍せる二次電子は第二下側電極より放出せられ、前と同様の理に依つて、第三下側電極に衝突せしめられ、此處に於て更に増倍せられる。斯う云ふことを何回か繰り返へして最後に生じた二次電子流は出力電極(19)を衝撃し、この電極に接続せられた負荷抵抗(31)に電圧降下を生じて、出力として取り出される。

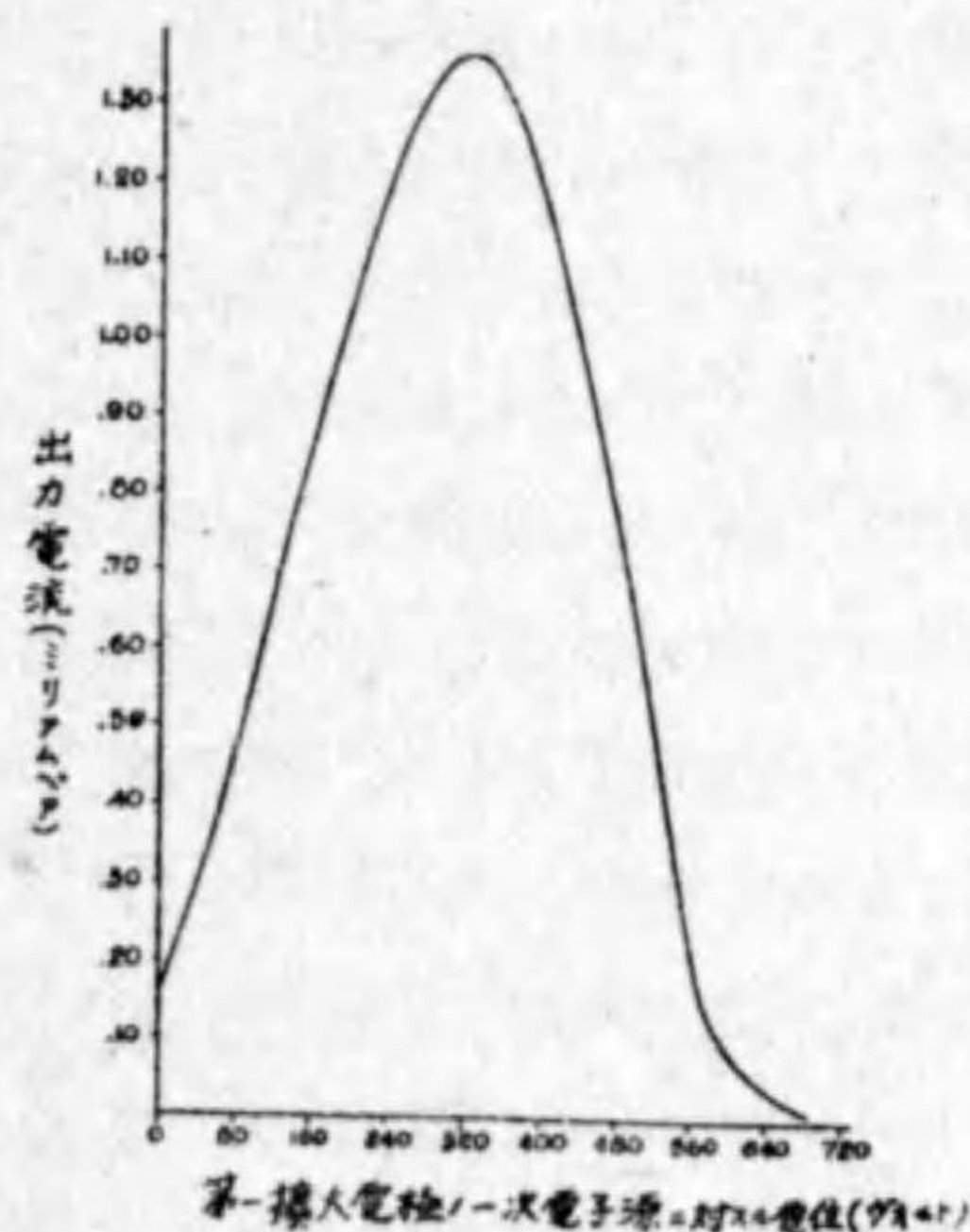
二次電子増幅を行ふ最初の一次電子は、上に述べた様に光電子流を使用する場合もあるが、又熱電子陰極を置き、その陰極附近の空間電荷を通常の三極真空管の場合の様に、通信信號に依つて制御して、その制御された電子流を二次電子増幅電極に衝突させて二次電子増幅を行ふ様に

することも出来る。



第 48 圖

この二次電子増幅管の出力電流は最初の一次電子流より放出せられる一次電子の數に比例すると共に、各擴大電極とその隣りにある低電位側の電極との間の電位差に關係して来る。例へば第49圖に於て、縦軸に管



第 49 圖

の最終出力電流を、横軸に第一擴大電極の一次電子源に對する陽電位を表はすものとする、この陽電位が零より或る臨界値に達する迄は、出力電流は漸次増加するけれども、その後は次第に低減して来る。斯ることは、擴大電極の相互の間に於てもその電位差を變化した時と同様の現象が起るのであるが、この原因は電圧が非常に高くなると前位電極より放出された電子の一

部が次位電極を飛越へて、其の次の電極に到達し、その電子は増幅を一段省略する結果、全體として増幅度の減少を來すものと考へられる。又或る電極のみの電位が増加する時は、その電極とその又次の電極との間の電位差が當然低くなる爲に電子の速度が減少し、その爲に全體の増幅度が低下することも考へられる。

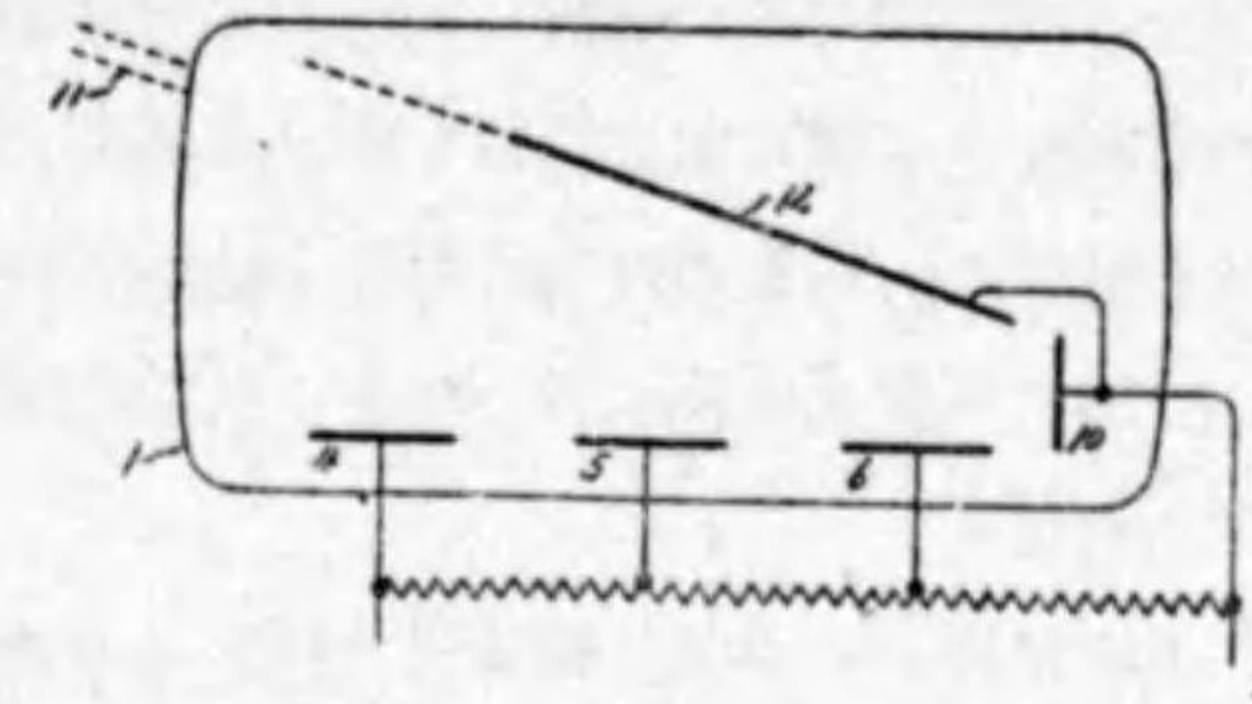
この二次電子増幅管に於ては、以上説明した所の電壓の按配に依つて擴大電極に負性抵抗を有せしむることが出来るから、例へば第47圖の例に示す様に並列共振回路(75)を第一擴大電極に接続し且電位を適當に調整すれば發振を起させることが出来る。且その場合、この振動電流は次位以下の擴大電極に依つて増幅せられる。

この構造の二次電子増幅管の他の型のものに比して優れた點は、電子の加速手段として靜電界と磁界とを併用し、更に電子擴大電極と電子加速電極とを別個に設けた點にある。斯うする事に依つて、電子が擴大電極に到達する電位とは無關係に加速電界を作成する事が出来て擴大電極附近にある二次電子を引き出す作用をする靜電界の強度を大きくして、二次電子の引出し數を大にする事が出来るのと、引き出した電子の殆んど全部を確實に次順位の擴大電極へ指し向ける事が出来る利益がある。

(b) 上に述べた(a)の様に各擴大電極に對して加速電極を別個に設ける代りに唯1個の加速電極を擴大電極の配列方向に對して光電子發生電極に近き端が擴がる様に傾斜して配置し、且接続導線を容器内で直接に出力電極に電氣的に接続する様にしたものもある。⁽²⁸⁾(第50圖)

此のものでは、加速電極は其の各部分が同一電位にあるに拘らず、擴大電極の最初の方の電位の低いものとの間の距離が、電位の高いものとの間の距離に比較して順次に大きくなつてゐる爲に、擴大電極の表面附

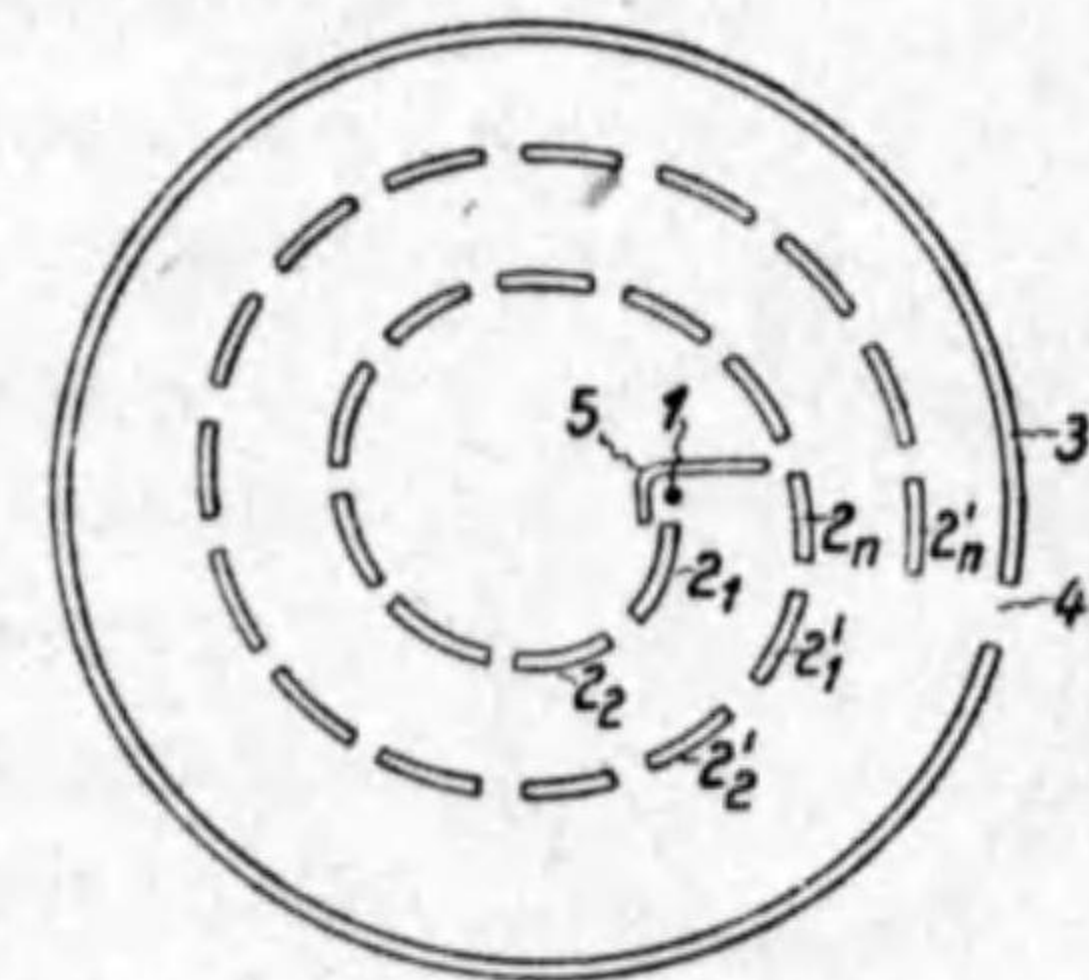
(28) 特 122464



第 50 圖

近に於ける電場の強さは略一樣で、電子流の運動は前に述べた(a)のものと別段の差異はない。唯斯うすると二次電子擴大物質の表面に活性物質を形成せしむる際に、單に容器の左端に側管を附して、これからセシウムのようなアルカリ金屬の蒸氣を容器内に導入して、擴大電極の面に沈着せしむれば良いのであつて、此の際、加速電極が別段邪魔になることがないと云う利點がある。

(c) 二次電子發生電極を、第51圖に示す様に螺旋狀に配置し、螺旋の内側より外側に往くに従つて次第に高い電壓を加へる様な構造にしたものもある。⁽²⁹⁾此の場合、螺旋の外側の電極は内側の電極に對して非常に高い電位差を持つ様になるから、自分自身、擴大電極の作用を爲すと同時に、内側の電極に對して加速電極の作用を



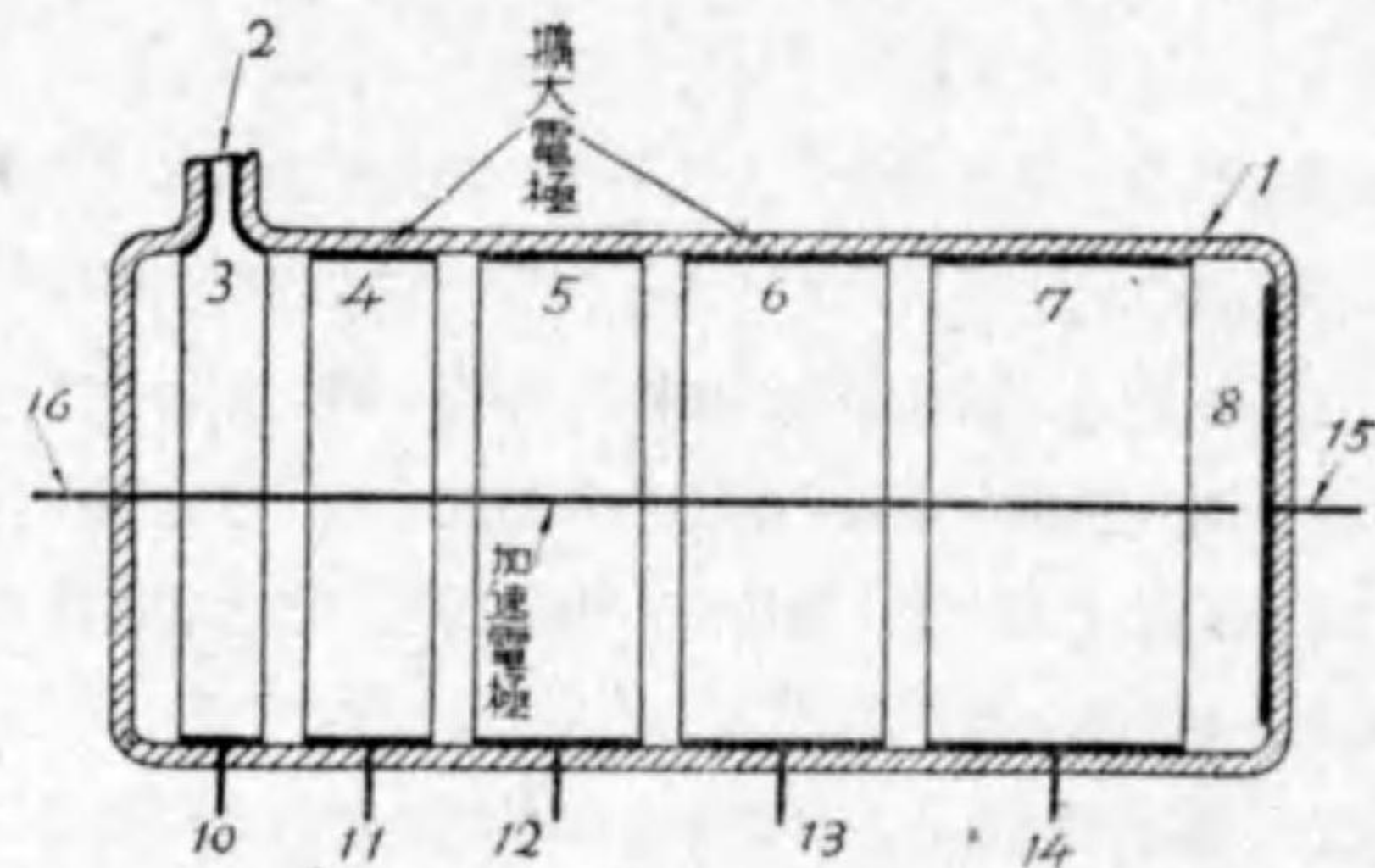
第 51 圖

爲し、加速電極として特に別の電極を設ける必要がなくなり、装置全體

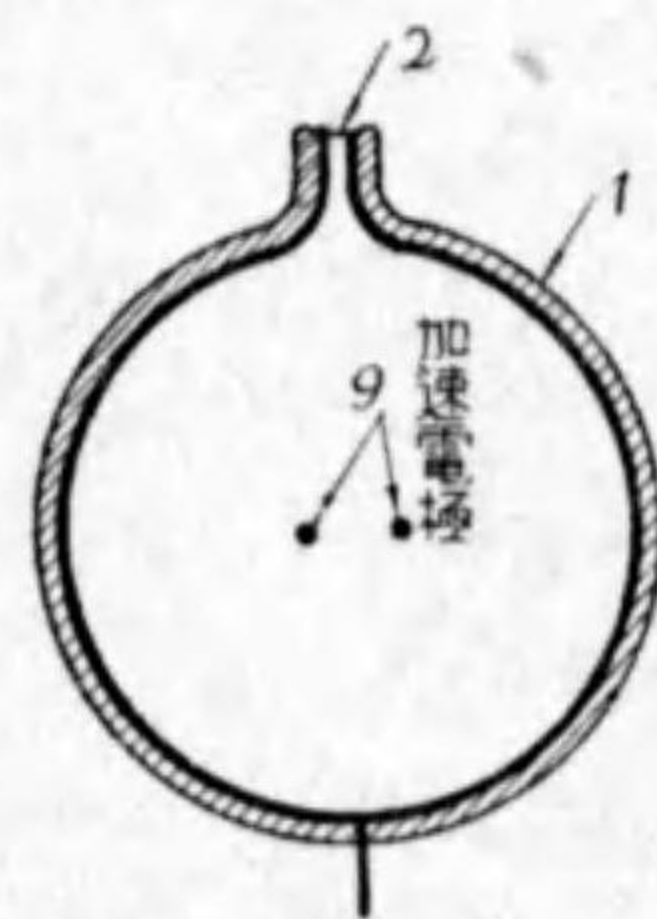
(29) 特 140653

が非常に簡単となる。磁場は勿論、紙面に垂直の方向に加へるもので、螺旋の一番外側の電極には、別に加速電極を設ける必要があるが、これは一連の圓筒(3)を置けば、螺旋の外側の電極とは各電極により距離が順次に異なるから、一定の電位を圓筒に與へても、各擴大電極上では一様の電界を作ることが出来る。

(d) 以上挙げたものは電子の加速に静電界と磁界とを使用するもので



第 52 圖 A



第 52 圖 B

あるが、此の外に加速手段として、直流電界のみを使用したものが色々工夫せられてゐる。

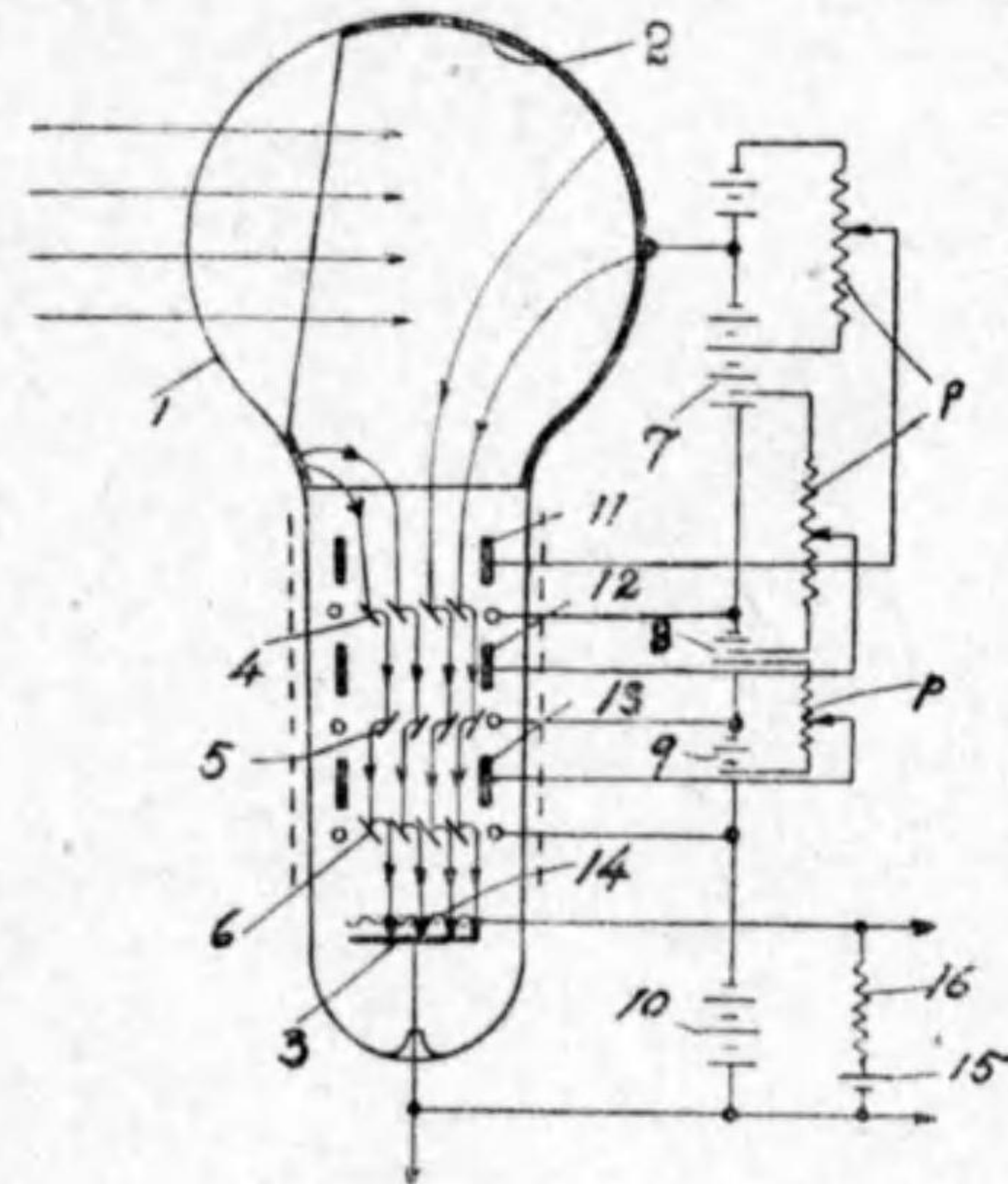
第 52 圖に示すものは、圓筒状の硝子壁の側壁に擴大電極を置き、中央に二次電子加速電極を配置せるものである。(30) A は縦断面 B は横断面を表はす。一次電子は開口(2)より流入せられて、第一の擴大電極に衝突せしめられる。擴大電極に發生した二次電子は圓筒内をジグザグ状に進行して蒐集電極(15)よ

(30) 特 111956

り出力として取り出されるのである。

(e) 第 53 圖に示すものは、光電管に二次電子増幅装置を附設したもので、二次電子増幅電極としては澤山の平板電極を電子の進行方向に對して

少々傾斜して段階的に設けてある。(31) 二次電子擴大電極で増幅された電子流は、圖面に矢印で示した様な徑路を取つて下方の電極に集められるのである。この際、電子の通路に沿つて静電界又は磁界を設けて電子流が正常の通路外に擴散しない様にしてある。

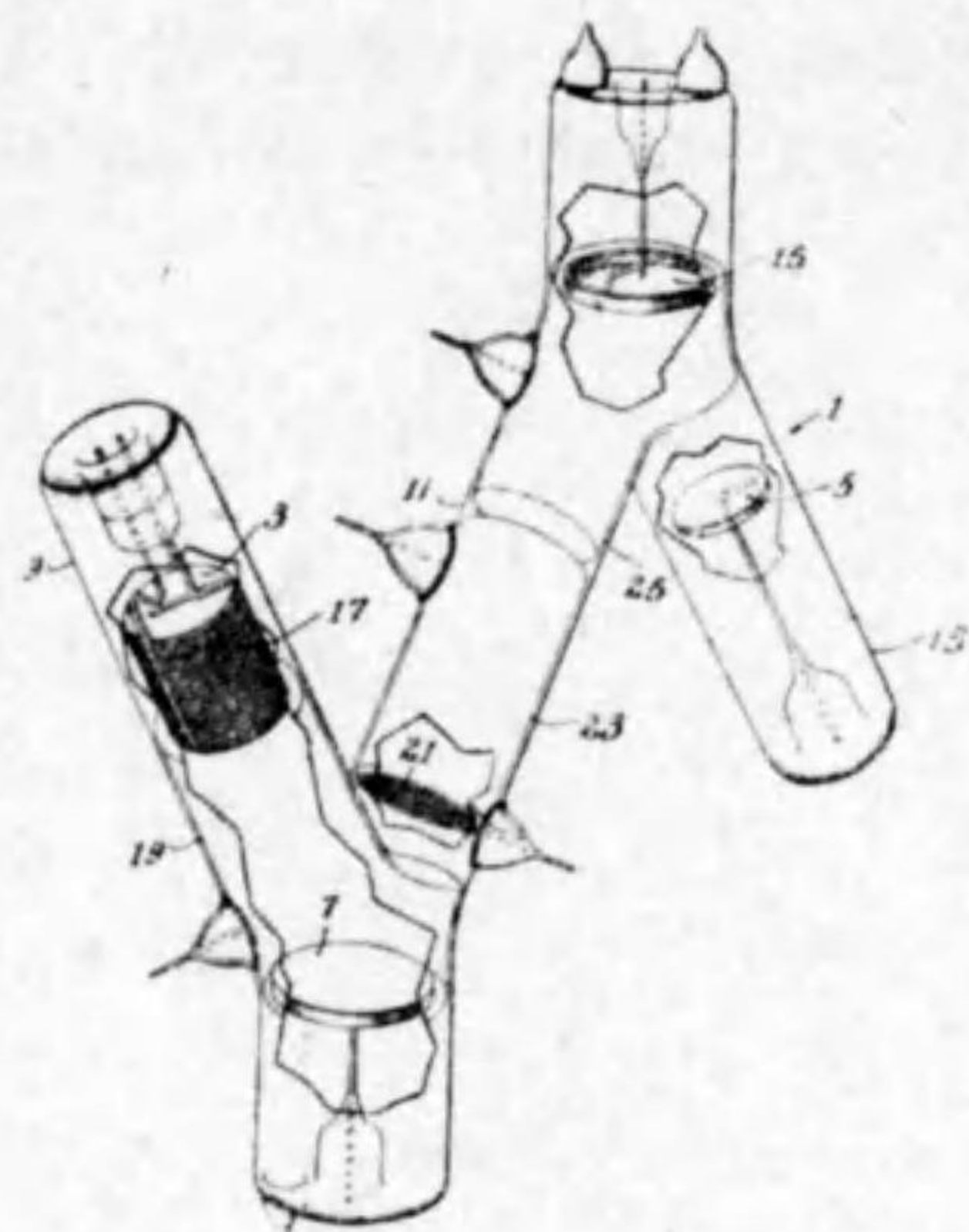


第 53 圖

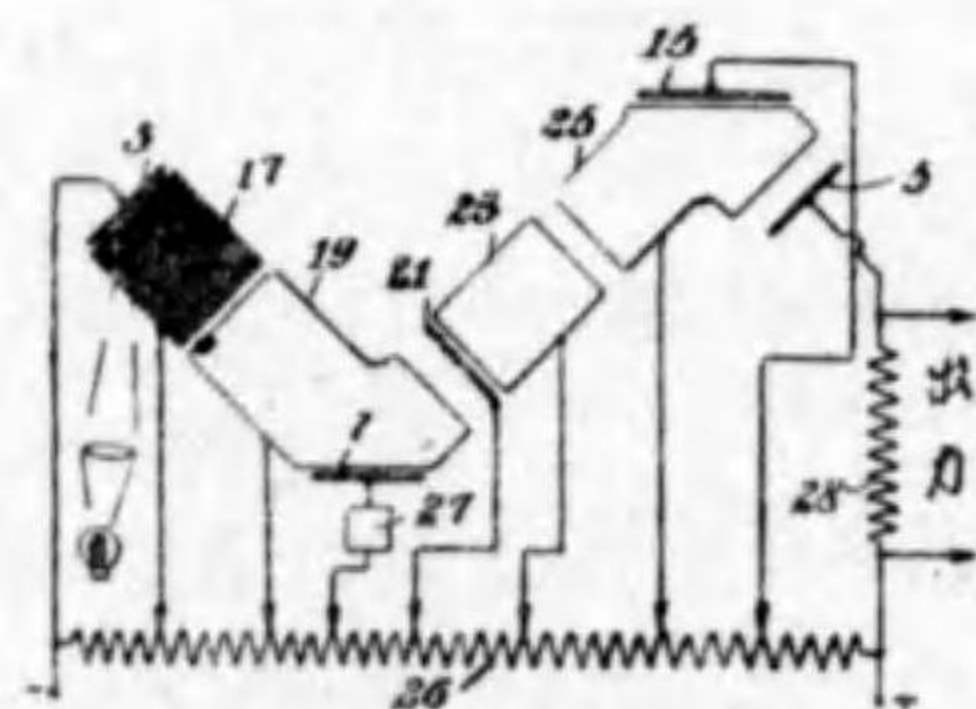
この型式のもので、二次電子増幅電極として多數の平板を設ける代りに、金屬の金網を以つてしたものもある。(32)

(f) 電子源より放出された總ての二次電子を、確實に次位の電極に向ける事は重要なことであつて、更に又二次電子を電極面より引き出す作用をする静電界を成る可く強くする爲めに、二次電子擴大電極相互の間に電子レンズと電子加速電極とを設けたものもある。(33) 第54圖及び第55圖はその一例で(17)は光電子を擴大電極(7)に集束する爲の電子レンズで

(31) 特 118794 (32) 特 121582 (33) 昭 15 實公 3416



第 54 圖



第 55 圖

(23)(25)に示すものは二次電子を次位の拡大電極(15)へ指向する爲の電子レンズで、(21)は加速電極である。

(g) 二次電子増幅管に使用する電子レンズの一例に逓信省の關及び松平兩氏の考察になる特殊のものがある。これは第 56 圖に示す様なプリズム形の電極を第57圖に示す様に配列したもので、運動する電子に對して三次元的な集束作用をする電子レンズを球面電子レンズとすれば、この様なプリズム形ものは運動する電子に對して二次元的な集束作用をなし、前のものに對し

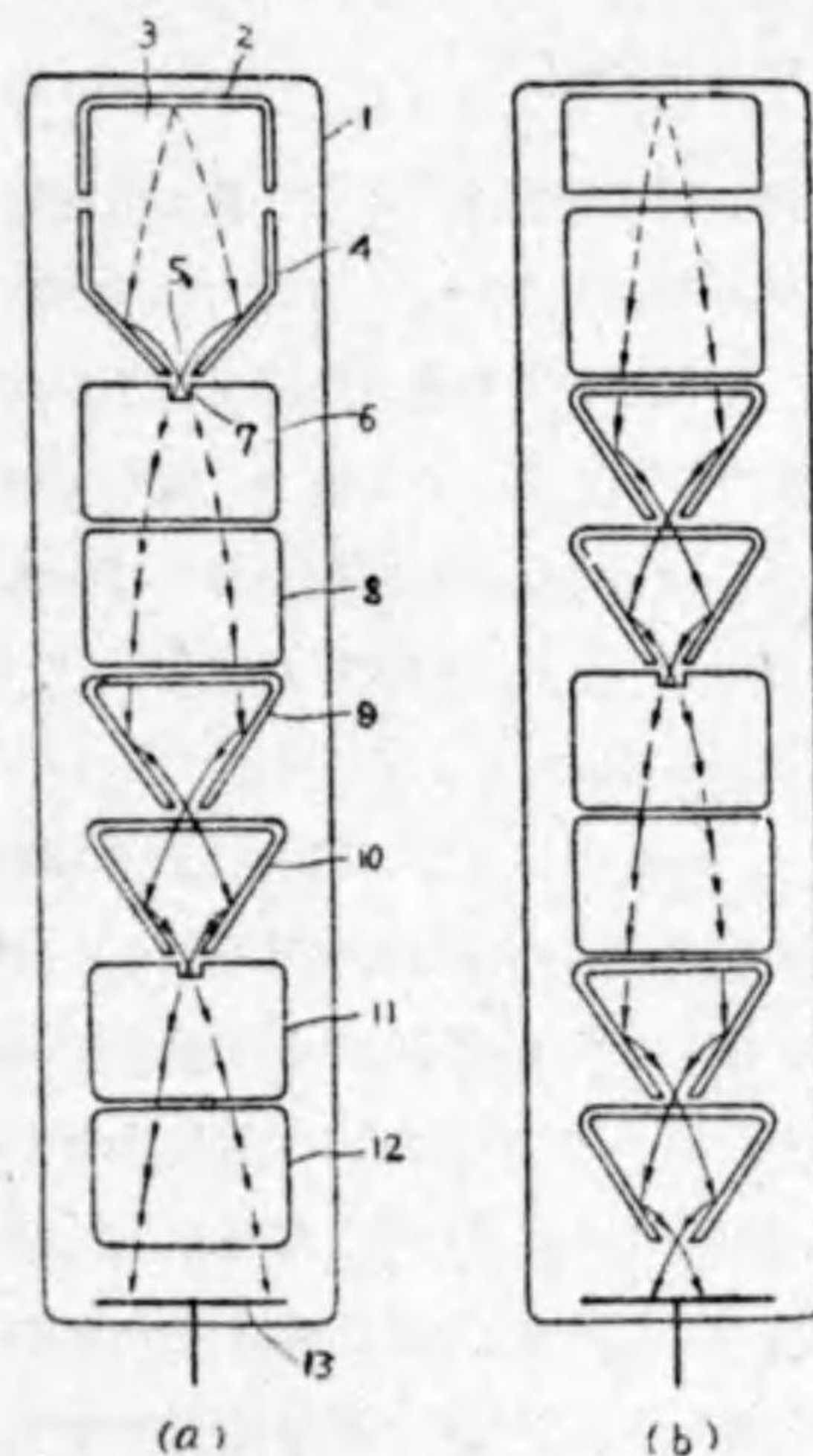
て四塔電子レンズと謂ふべきものである。

電子は各電極間に生ずる電子レンズの作用に依つて、集束作用を承け

(34) 特 129000



第 56 圖



第 57 圖

ながら圖面中の點線に示す様な徑路に沿ふて増幅せられる。

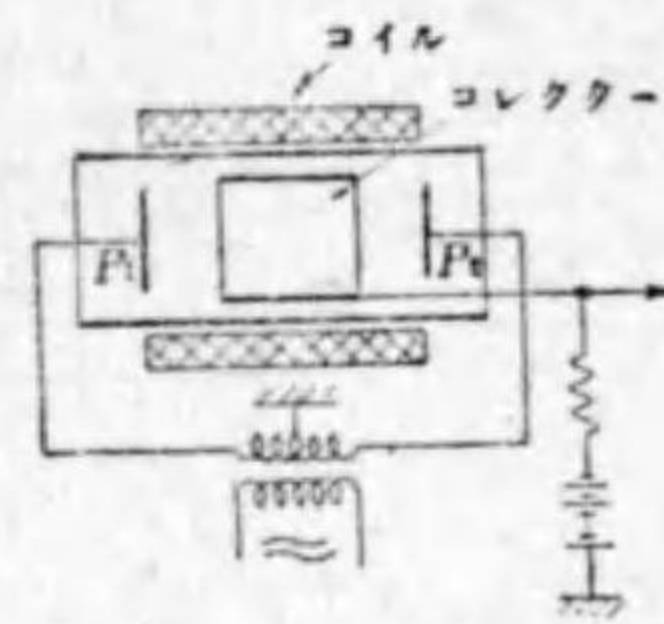
この二次電子増幅管の他のものに較べて良い點は電極構造が球面電子レンズのものに比べて簡單であり、電極の一侧方は恒に開口してゐるから、二次電子放射面をセシウムにて處理する際、その工作が容易に行はれ得る點にある。

6.3 動電型二次電子増幅管

この型に屬するものゝ一般的形態は、第58圖の様に、2個の二次電子放射電極 P_1, P_2

が相對して平行して配置せられ、その中央に輪狀の電子蒐集電極が置いてある。管外のコイルは電子を集束する役目を爲すものである。作動に

當つて二枚の電極の間に高周波電圧を供給し、その周波数を一方の電極から他方の電極へ電子が走行する時間が、加へられる高周波電圧の半周期の奇数倍になる様にと、相対する二次電子放射電極の交互から代る代る二次電子放射が行はれ、電子は次第にその数を増加して最後に蒐集電極に集められて外部回路に出力として取り出されるのである。



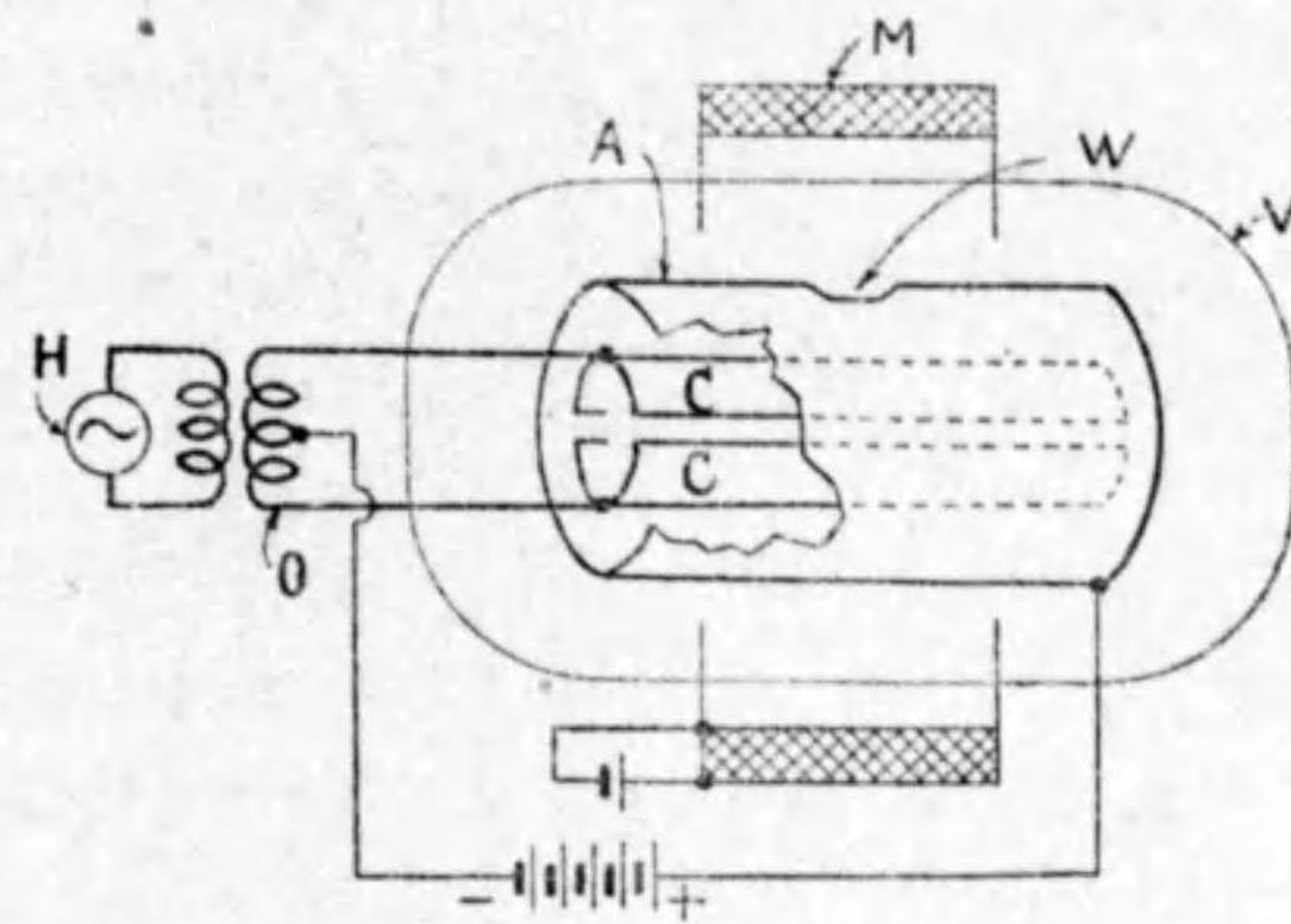
第 58 圖

この型の二次電子増幅管の特徴は、前の静電型のものゝ様に直流電圧を必要としないから、陽極電圧が低くて済むことゝ、管球の形状が非常に小さくなることである。然るに一方又二枚の電極板の間を電子が往復する途中、高周波電界の位相が丁度良い所へ来てゐる電子に対してのみ増幅作用を與へ、位相がずれた電子に対しては増幅作用を與へない爲、全體の増幅度はその割合に大きくならないと謂ふ缺點がある。

このものにも色々の變形及び改良がある。

(a) 第 59 圖は岡部氏の考案せるもの⁽³⁵⁾で、2個の二次電子放射電極 C, C の外側に電子加速電極 A 及び管の外部に電磁線輪 M を設けた點に特徴がある。圖は特に光電管として作られたものでたが、光線は W なる窓より電極に當てられる。そして此處に生じた光電子は圖面中に矢印で示した様な徑路を経て増幅されるのである。この際、電子は二次電子放射電極 C の表面に斜めに衝突する爲、二次電子放射作用が増加する。又二次電子加速電極が二次電子放射電極とは別個に且最も有効に作用する様な位置に置かれてある爲、二次電子放射作用を極めて良く利用し得る點に特徴がある。

(35) 特 118084



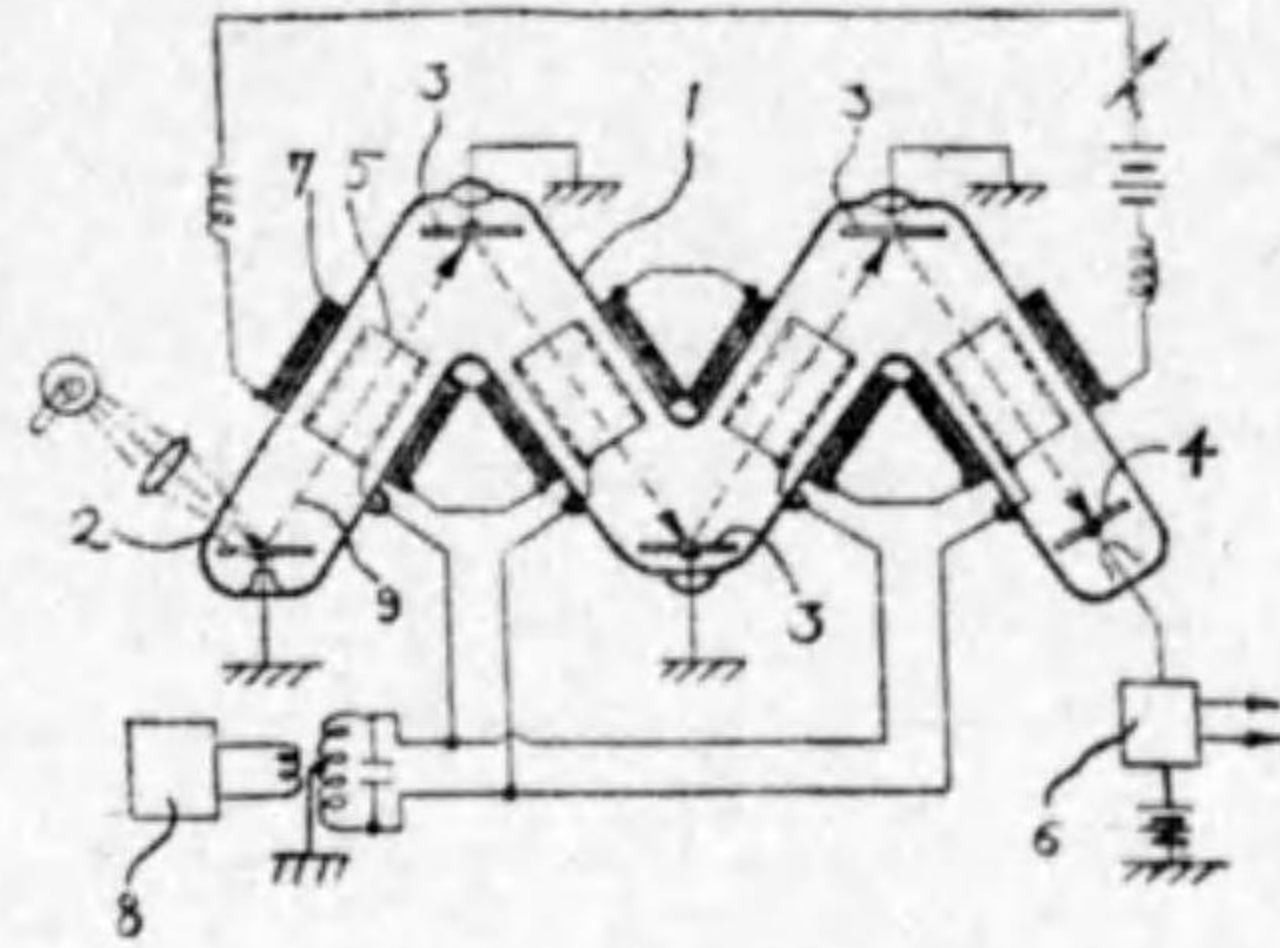
第 59 圖 A



第 59 圖 B

(b) 二次電子發生電極に高周波電圧を供給する代りに、2個の二次電子發生電極の中間に加速電極を置き之に高周波電圧を加へても同様のことが出来る。第60圖に示すものはその一例で、⁽³⁶⁾圖中(3)は二次電子放射電極、(4)は電子聚集電極、(5)は電子加速電極である。そして電極と電極との間を電子が通過するに要する時間を振動電圧の半周期に等しくなる様を選び、一つ置ききの加速電極を一纏にして互に逆位相に振動電圧が加へられる。(2)なる光電陰極に發生した光電子は第一の加速電極が正なる時吸引せられ、この電子が第一の加速電極を通過したる時この加速電極は符號が逆に負となり、光電子を二次電子放射電極(3)に衝撃せしめると共に、二次電子の逆流が防がれる。又この時は第二番目の加速電極は正となつてゐるから、

(36) 特 125686



第 60 圖

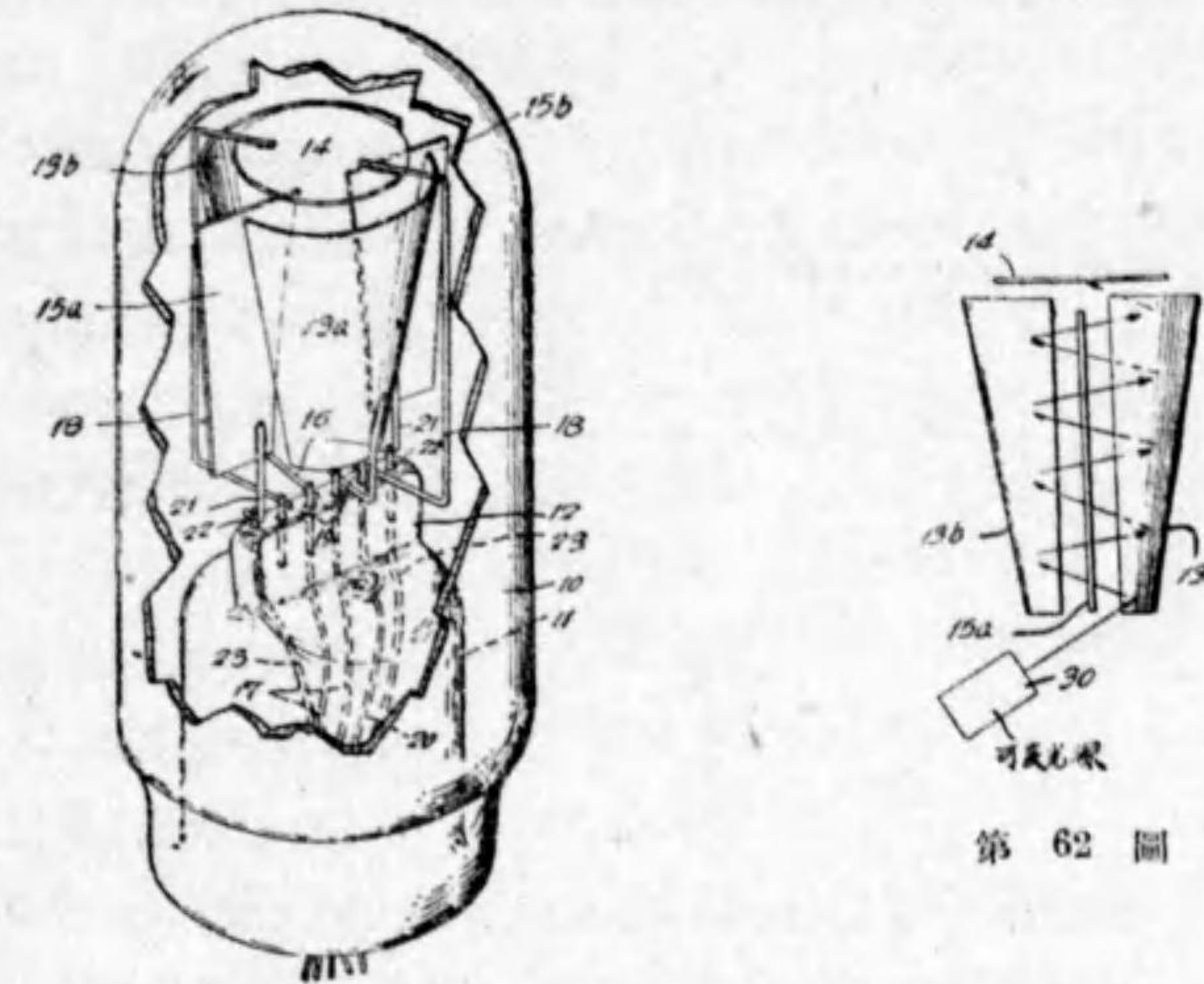
衝撃に依つて増大せられた二次電子を、吸引加速して、次の二次電子放射電極の方向に進行せしむるのである。この様にして順次に衝撃され、増大された電子流は聚集電極に吸引されて出力として取り出される。

この方式では比較的低い電圧で電子流の多段増幅が出来るのと、増幅段数が恒に一定してゐると云ふ利益がある。

(e) 動電型二次電子増幅管の他の一例に、第 61 圖に示す様なものがある。(37) 圖に於て (13a)、(13b) が二次電子放射電極で、(15a)、(15b) が加速電極である。二次電子放射電極は細長い溝形をなし聚集電極 (14) に向つて幅及び間隔が漸次増大する様に配置されてゐる。そして是に高周波電圧が與へられる。この場合の二次電子流の軌道は第 62 圖に矢印で示した如くである。

そして二次電子放射電極が先に行くに従つて擴がる爲の影響は加速電極を相互に近づけることに依つて除かれる。

このものでは、二次電子放射電極が溝形をなしてゐる爲に、電子がいつも對向面的一部分に指向せられて擴散する事がないのと、加速電界の爲に電子の走行時間が短くなり、且空間電荷効果を阻止し得られ、又二次電子放射面の特殊の形状と擴がりの爲に 1 個所に發生した電子が同一



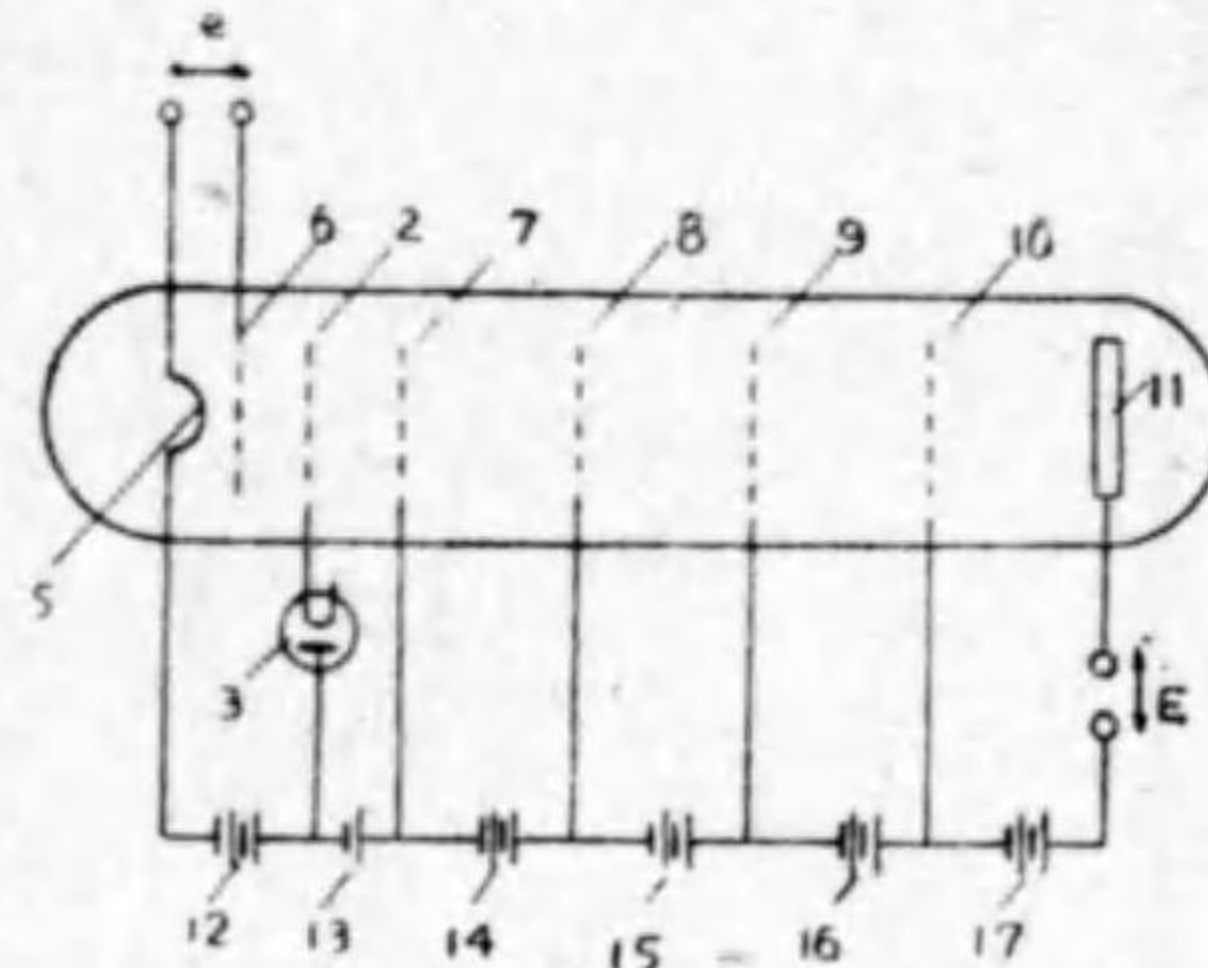
第 61 圖

部分に復歸して再生作用を起すと謂う様な事がないと云ふ特徴がある。

6.4 二次電子増幅管に於ける諸問題

(a) 二次電子増幅管で信號電流を増幅する場合に、最初の一次電子流中に直流分があつて、信號電流と共に脈流を作つてゐる場合には、その直流分も交流分と一緒に増幅せられる事となる。この事は増幅管として無用の電力を消費する事となり、又電極に餘分の負荷を掛けることゝなつて不經濟である。且つ之が有要な交流成分は不要な直流成分に比して一般に極めて小さい。其處で二次電子増幅管の最初の段で、この無用の直流分を除去すれば、増幅器の能率を改善することが出来る理である。第63圖は斯る原理に基づく一例を示すもので、圖中(2)なる定電流取り出し電

極に定電流二極管(3)を接続して直流分の一部を電子流中から除去する



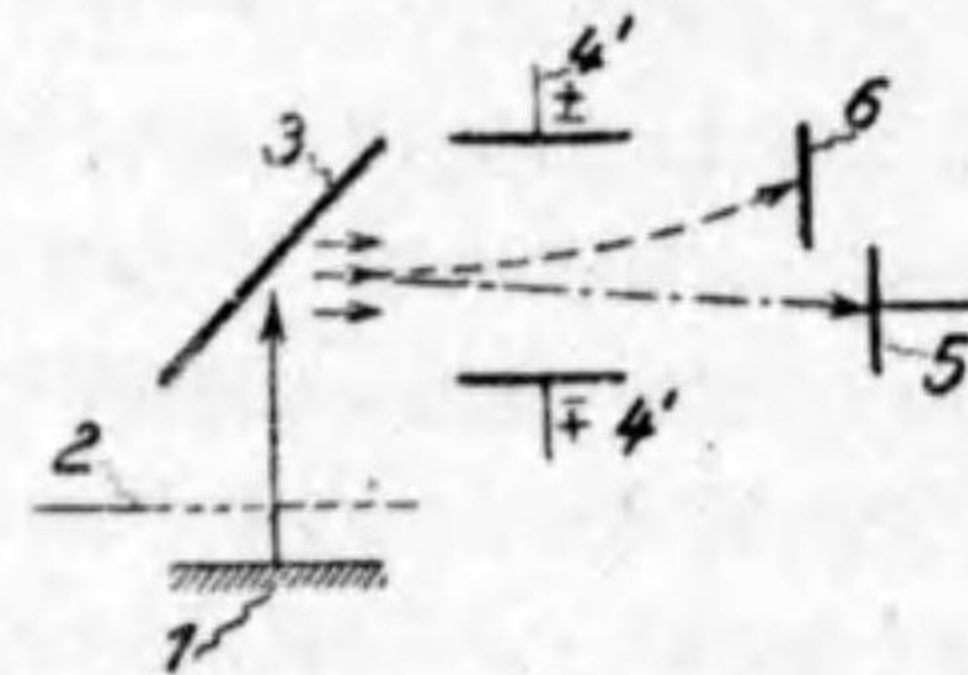
第 63 圖

様にしてある。この際、電極(2)の電圧は電子流の交流成分に依つて變動し電子流中の交流成分をも減少せしむる傾向があるから、この障害を除去する爲、圖にはないけれども電極(2)の前方に遮蔽格子を設ける必要がある。

(b) 二次電子増幅管に

於ける各増幅段の増幅は直線的に行はれる。即ち二次電子流は到來一次電子流に比例する。従つて最初の一次電子流として熱陰極に依つて出來

た空間電荷を、制御格子で制御することに依つて得られたものを使用する場合には、増幅管の最後の陽極電流と制御電圧との特性曲線は通常の真空管の特性曲線と類似で彎曲し、増幅すべき交流電壓に非直線歪を起す。斯る非直線歪を



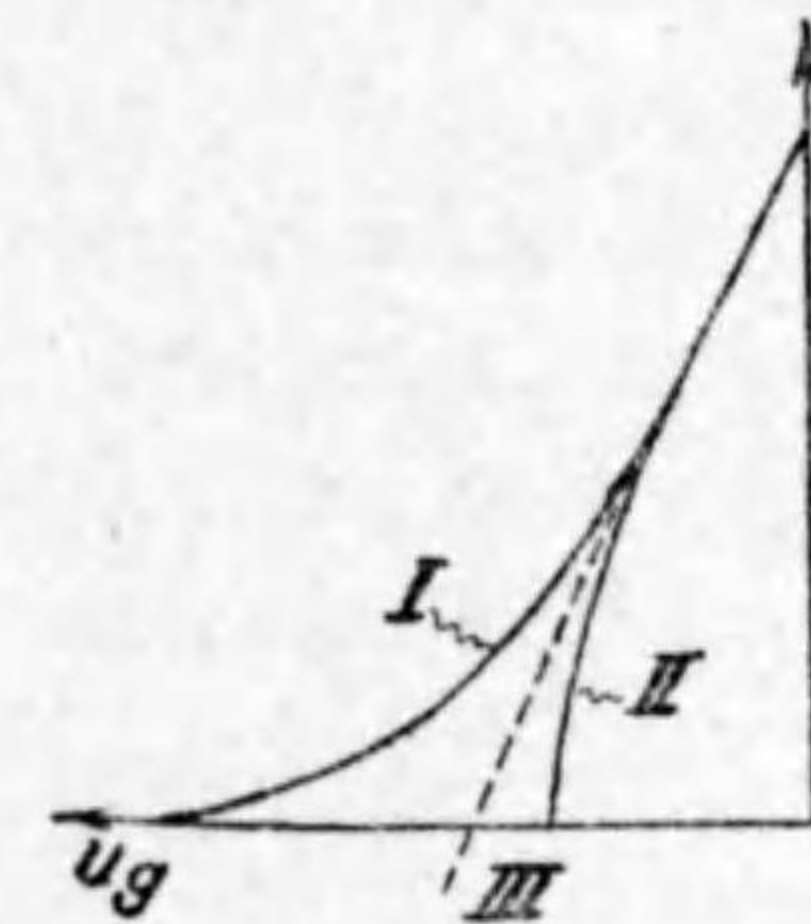
第 64 圖

補償に依つて除去せんとするものが提案せられてゐる。第64圖はその一例を示す。

このものでは、一次電子源、例へば、熱陰極(1)と二次電子放射電極(3)との間に、第一制御格子(2)を置いて、之に増幅すべき信號電壓を供給し、

(39) 特 135358

更に、二次電子放射電極(3)と陽極(5)との間に、第二制御格子(4)を置き、この第二制御格子には、第一制御格子に加ふべき電壓を位相を逆轉して加へるのである。斯うすると第一制御格子に依るその制御特性は、第65



第 65 圖

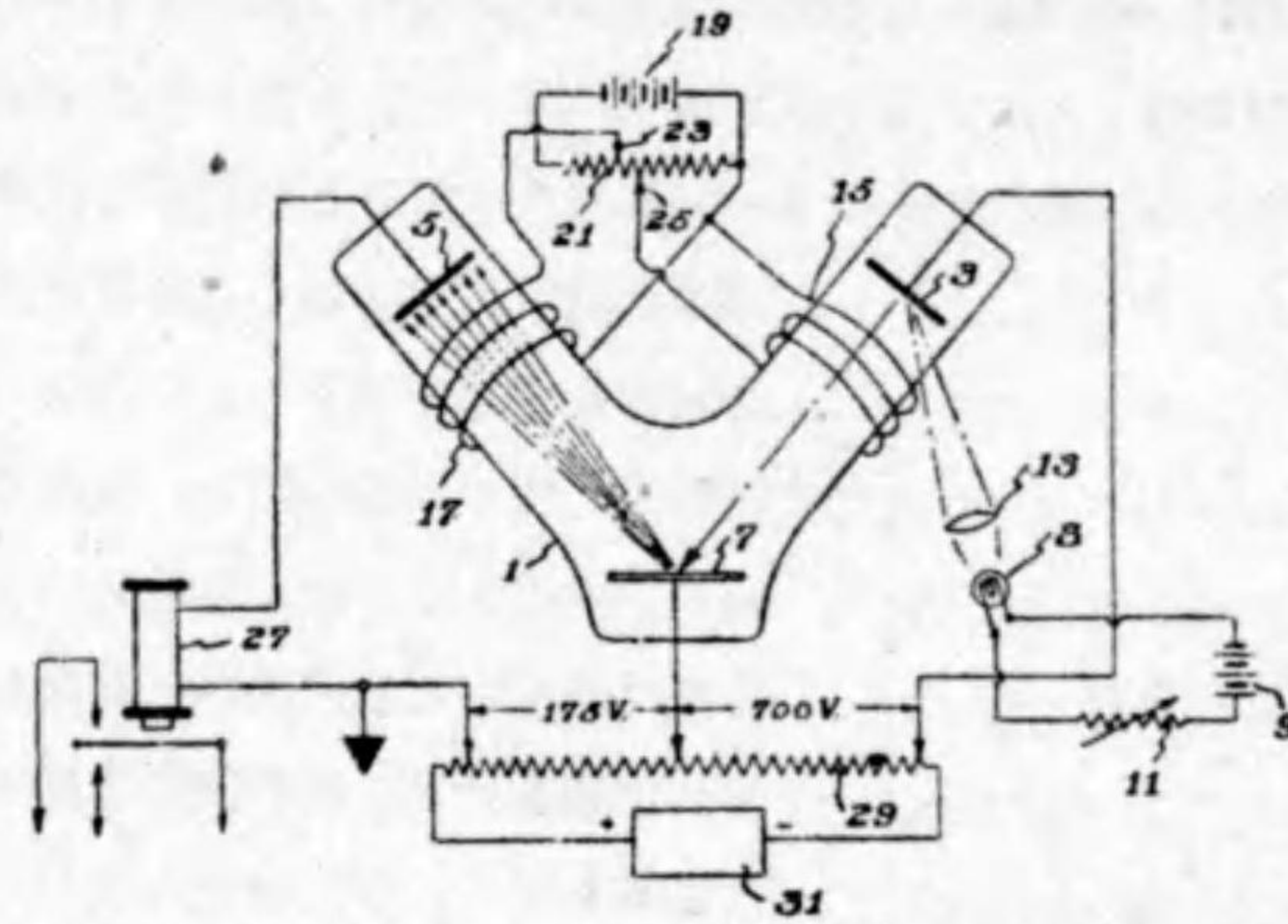
圖の曲線Iに示す如く、通常の真空管と略同様の彎曲を呈するけれども、第二制御格子に依る制御特性は、曲線IIに示す様に、曲線Iとは逆の特性を示すから、陽極に流れる電流は其等を綜合したもので、曲線IIIに示す様に制御電圧との關係は直線となり、非直線歪の發生を防止することが出来る。

(c) 二次電子放射電極として通常使用

せられるものは、銀の様な材料より成る基礎金屬の表面を酸化し、その表面にセシウム⁽³⁹⁾の様なアルカリ金屬を沈着せしめ、銀、セシウム、及び之等の酸化物等の特殊の分子的混合物から成るものであるが、斯う云つたものでは入射する一次電子に對して大體12乃至14倍程度の二次電子を發生する程度で、更に多數倍の二次電子増幅を必要とする場合には、二次電子放射電極を多數連續的に配置して多段増幅を行はなければならない。之に對して單一の二次電子放射電極で非常⁽⁴⁰⁾に澤山の二次電子放射を行ふものが提案せられてゐる。

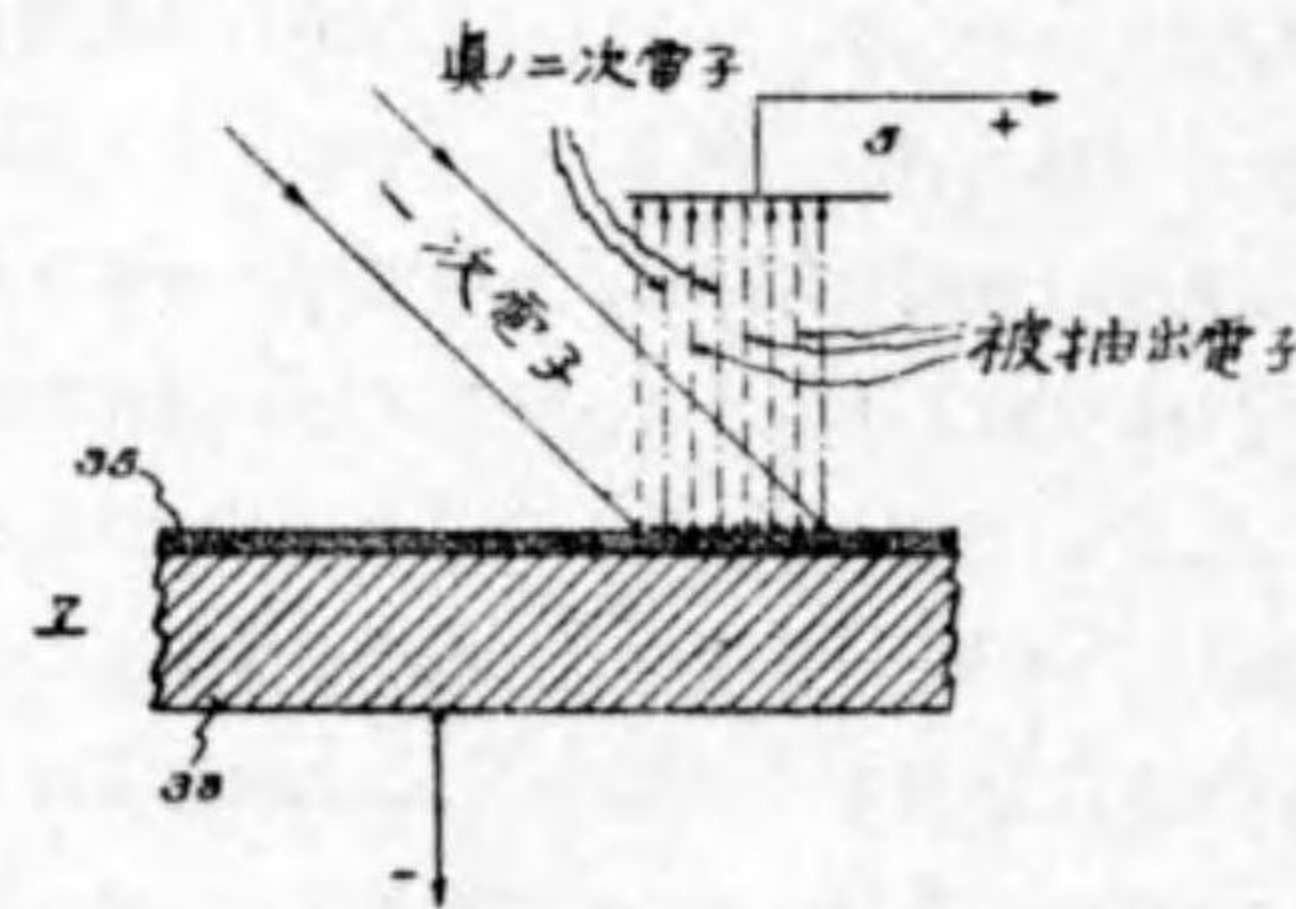
第66圖は其の構造を示す。全體の構造は通常の二次電子増幅管と特に異るところはないが、二次電子放射電極として特殊のものを使用してゐる。即ち第66圖Bに示す如くアルミニウム鍍(33)の表面に、電解に依つて 10^{-7} 糎乃至 3×10^{-6} 糎程度の酸化アルミニウムの薄層(35)を設け、更に

(40) 特 126723



第 66 圖 A

其表面に極く少量のアルカリ金属、例へばセシウムの分子的厚みの被覆を施したものである。その作用は陰極(3)より放出された一次電子が、この拡大電極(7)の表面に当たると、その表面より或る数の二次



第 66 圖 B

電子が放出せられ、此の二次電子は直に出力電極に向つて吸引せられ酸化アルミニウム層上に正の荷電を残す。然も酸化アルミニウムは高抵抗體であるから、此の正荷電は急に消失することなく、又酸化アルミニウムの層は極めて薄いから基鋳との間の電界強度は相當大となり、酸化アルミニウム及アルミニウム基鋳より極めて多数の附加電子を抽出する。

是等の附加電子は表面上の正荷電の間を通り抜けて出力電極に集められるものと説明せられてゐる。

このものでは入射時の一次電子流に対する被抽出電子流の割合は、最大3000位になると謂はれてゐるけれども、慣性が大きく一次電子遮断後24時間後にも被抽出電子を放出すると謂ふ缺點がある。

第7章 真空管の非直線歪

7.1 非直線歪の發生

真空管増増器に於ける振幅歪は、入力電壓と出力電流とが比例しない事から起る。即ち入力電壓(制御格子電壓)と出力電流(陽極電流)との關係が恒に直線的であれば、入力に比例した出力が正しく現はれて歪は起らないのであるが、その關係が非直線的であり相互電導度の値が一定でない時は、入力に正しい正弦波形の電壓を供給しても出力電流は歪んでその高調波を含む様になる。

一般に三極真空管に於ては、制御格子電壓 E_g と陽極電流 I_p との間には格子電流が流れない場合には

$$I_p = K \left(E_g + \frac{E_p}{\mu} \right)^{3/2}$$

なる所謂ラングミュアの $3/2$ 乗の法則に従ふ關係があり、更に真空管の内部抵抗は零でない爲、出力電壓に高調波を發生するのである。

斯る非直線歪があることは、無線受信器或は増幅器等に於ては音聲や音楽等の信號音を歪ませて、不快なる再生音を發生するのみでなく、最近盛に使用せられる搬送波を使用する多重通信等に於ては、中繼器中に斯る非直線特性のものが存在する時は漏活、混信等の原因となるので、特に多重通信に於ては、この非直線歪は重大なる問題である。一般に、この歪の多寡はクリルファクターなる量で表はせれ

$$K = \sqrt{\frac{P_2^2 + P_3^2 + \dots}{P_1^2}}$$

で定義せられる。茲に P_1 は原周波数の振幅、 P_2, P_3 は其の2次、3次等の高調波の振幅を表はす。

従て、真空管を増幅器其の他に使用する場合、この非直線歪を少なくすることは重要な問題で、その第一は真空管の特性曲線上の歪の少ない部分を使用することである。即ち陽極電流特性曲線の著しく曲つた部分（零電流の部分とか飽和電流の附近等）に動作範囲が及ぶと、陽極電流の波形が歪むから、斯る部分に動作範囲が及ばない様にする。又通常の増幅管では制御格子には負の偏倚電圧を與へて、負電位の範囲で動作せしむるのであるが、制御格子電圧の振幅が大で格子が正電位になる時には格子電流が流れ、この爲、格子、陰極間の抵抗が低下して勵振電圧が降下して、勵振波形が崩れ、これに従つて陽極電流が歪むから、勵振々幅は格子が正電位にならぬ様に注意する必要がある。

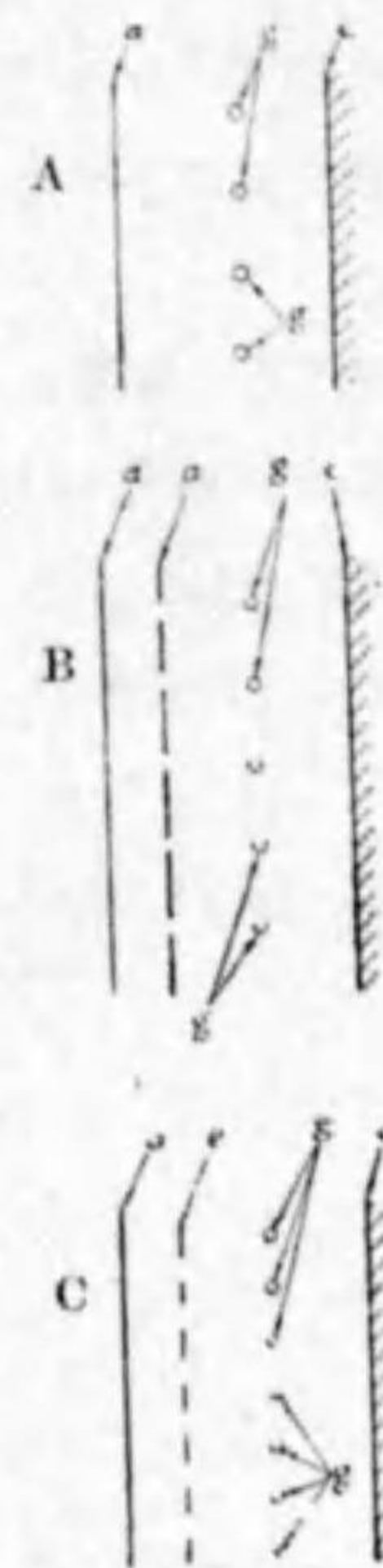
第二は、真空管中に発生した歪を、補償回路に依つて除去することである。この爲には、負饋還回路を使用するか、或は補償の爲に、別個の真空管回路を挿入すること等が挙げられる。

第三は真空管自體として歪の極めて少いものを作ることである。このことは、最簡單の様であるが、極めて困難な問題である。茲にはこの第三の場合だけに就いて論ずることとする。

7.2 非直線歪の除去

(a) 真空管の陽極電流と格子電圧間及陽極電流と陽極電圧間の非直線関係に基づく歪曲を減少する一つの方法は第67圖に示す。⁽⁴¹⁾ 第67圖Aは通常の三極真空管の電極配置を示すもので(c)は陰極表面、(g)は制

(41) 特 124099



第67圖

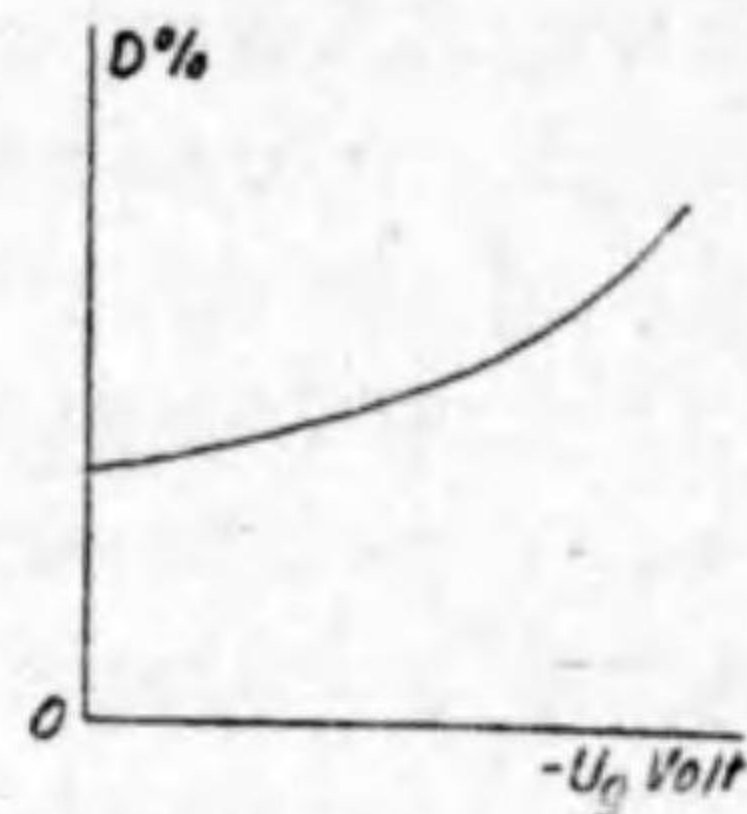
御格子線條、(a)は陽極である。直接加熱或は間接加熱陰極より放射せられる電子の通路は、格子線條の電位に影響せられる。格子線條の電位が、陰極に對して順次に負性の度を増加すれば、電子の通路は次第に格子線條間の中央部に局限せられ、同時に格子線條間を通過して陽極に到達する電子に或る集結作用を及ぼし、集結せる電子を格子線條の間に對應する陽極の部分に到達せしめる。この集結作用は、格子の負電位が増加するに従つて著明となる。又一方逆に格子の負電位が減少すれば、陽極に到達する電子流は擴散し、且つ格子線條間を通る電子の数は増加し、この増加の傾向は格子電圧の増加と直線的に比例せず、其れよりも餘計に速く變化する。従て格子電圧の増加に伴ふ格子電壓對陽極電流の關係を直線的に保持する爲には、格子電圧の増加に伴つて増加する電子流の一部を陽極以外の他電極、即ち第四電極に到達せしむれば良い。第67圖B及び第67圖Cはその目的の爲に工夫された真空管の電極配置の略圖である。

第67圖Bでは格子と同数の捲回数を有する扁平帶條を以て陽極(a)を作り、格子線條(g)に對向する點に間隙を作つて置き、なほこの陽極の外方に第四電極(d)を配置し、これに正電位を與へて置くのである。今陰極に對して格子の負性が大になると、格子線條間を通過する電子の全部又は略全部は、背後にある帶狀陽極上に落下するけれども、格子の負性が減少すれば、電子流は擴散し、電子数が増加する傾向を有し、其の幾分は陽極(a)の間隙を通過して外方電極(d)に牽引せられ、従つて真

の陽極電流は減少し、この減少の程度は陽極間隙及び第四電極電位を一定とすれば、格子電圧の函数となる。そして実験上この陽極電流の減少率は陽極電流に比例しないで之より大きくなるので、これに依つて格子電圧對陽極電流特性を直線状と爲す事が出来るのである。

第67圖CはB圖の變型で、第四電極を陽極よりも陰極に近く配置せるものである。即ち陽極と制御格子との間に扁平帯條狀の第四電極(d)を配置し、この第四電極の捲回数を制御格子の捲回数と同數と爲し、且つ陰極より見て格子の直接背後にある様にしたものである。その作動はB圖の場合と略々同じである。

(b) 支配率 D (μ の逆數) を一定にする爲の手段として、第71圖の如きものが提案せられてゐる。⁽⁴²⁾ 即ち第68圖に於て横軸に格子電壓 E_g を縦軸に支配率 D を取ると、陰極に對して制御格子を同心的に配置した通常の真空管では、電流が大になると、支配率は上昇する。この事は出力電流に歪を發生する原因となるので、歪を發生せしめない爲にはこの支配率の特性曲線が横軸に平行なる直

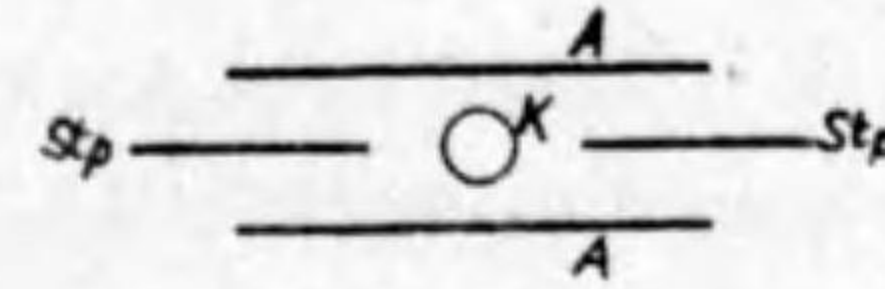


第 68 圖

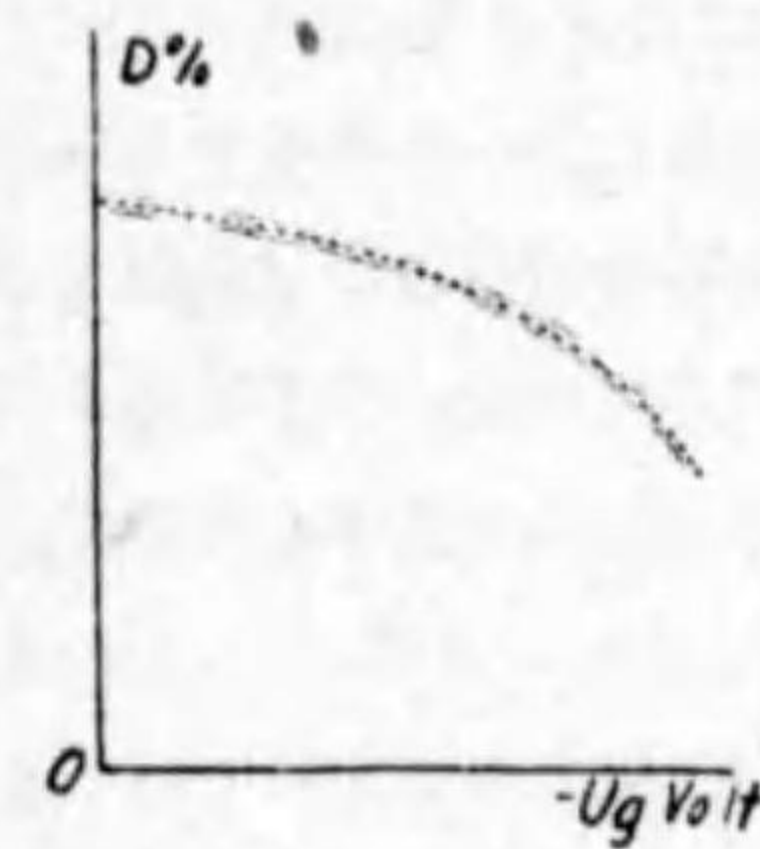
線でなければならない。處で制御格子を陰極と陽極との間に置かず、第69圖に示す様に制御電極(G)を平板状としその平面内に陰極がある様な真空管では、支配率特性曲線は上昇する事なく却つて下降する(第70圖)。

従つて、この兩方の制御格子を組合せれば、直線的な支配率、即ち制御格子電圧に従つて支配率の變化しない真空管が得られる理である。第71圖は1個の管球中にこの様な特性の逆な2個の真空管組織を組合

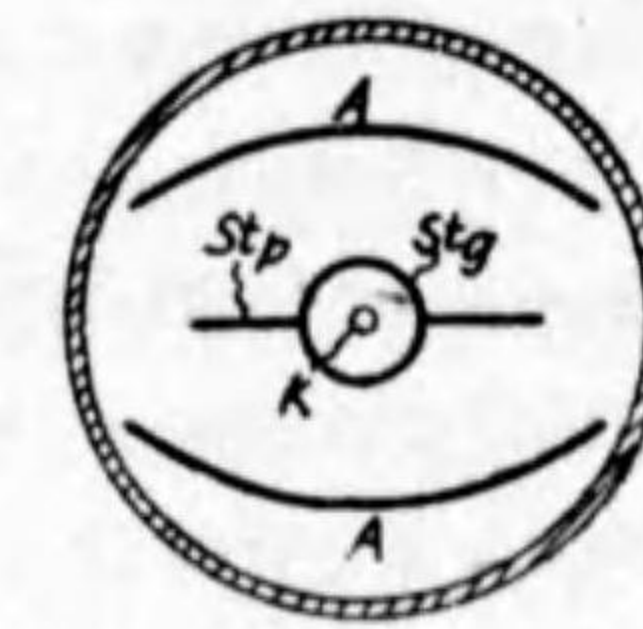
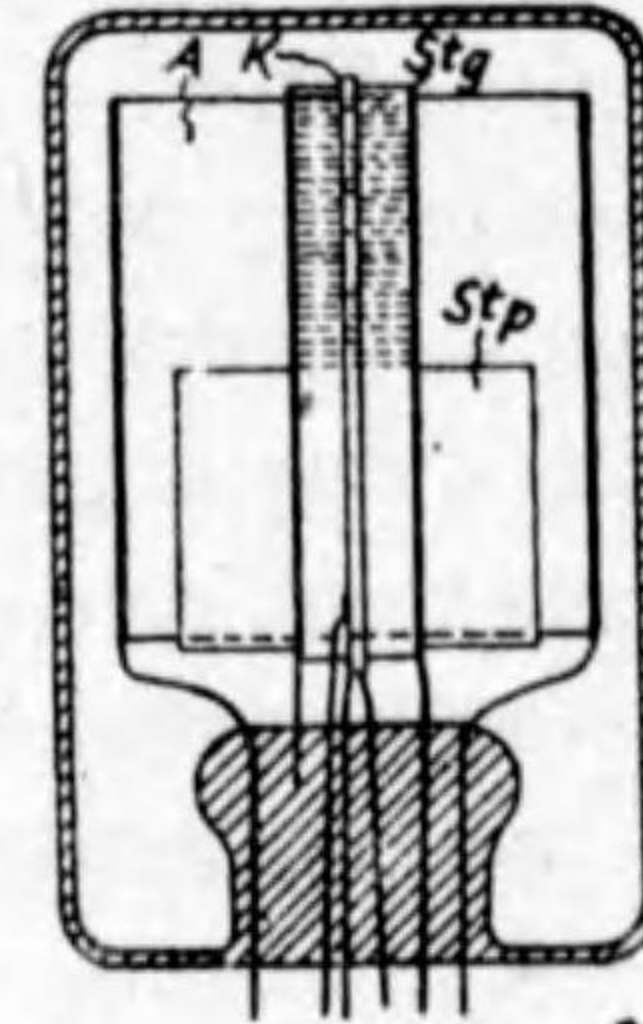
(42) 特 140657



第 69 圖



第 70 圖



第 71 圖

せ配置せるもので、圖中 K は共通の陰極 S_{tg} は陰極に同心的に捲いた制御電極、 S_{tp} は平板狀制御電極で、 S_{tg} と管球内で接続せられ、共通の引出線で外部に引出されてゐる。又 A は共通陽極である。

第8章 真空管の雑音

3.1 雑音の種類

ラジオ受信器や、テレビジョン受像器等其の他真空管を使用して、極めて小なる電圧振幅を持つた電氣振動を、大なる電圧振幅のものに擴大するものに於いては、増幅装置全體の増幅度は雑音に依つて制限せられる。通常この事を量的に表はす爲めに信號電壓と雑音電壓との比、即ち

$$\frac{E_n}{E_s} = \frac{\text{信号電圧}}{\text{雑音電圧}}$$

が使用せられる。即ち増幅器の出力に於ける信号對雑音比が大きくならなければ、如何に増幅器の増幅段数を増加しても、信号音を増幅するに伴つて雑音も又増幅せられる結果、音の明瞭度は良くなり、又原音に忠實なる増幅は出来ないから、結局斯る増幅器は無意味となるのである。

雑音の中最初より信号と共に増幅器の入力に加はるものは、増幅器そのもの、構造とは関係がないので、此處には論ぜず、此處では主として受信機或は増幅器の内部に就て發生する雑音に就いて説明する事とする。

受信器や増幅器の内部に於て發生する雑音の原因には又色々あるが是等は真空管の内部に於て生ずるものと真空管外部の接続導線や真空管の脚の接觸不良とか、古い蓄電池や電源濾波器の不良等の真空管以外の場所にその原因があるものとに分けられる。そして是等の中、その後者に屬する原因により發生せる雑音はその原因を見極める事によつて比較的容易に取り除く事が出来るが、前者の真空管内に發生せる雑音は是を無くする事は非常に困難である。茲には主としてこの真空管内部に發生する雑音に就いて、その原因並にその除去手段等に関して記述する事とする。

(1) マイクロホニツクノイズ 是は真空管自體の機械的振動に基づくものである。多くの場合、真空管の織條や其の支柱等が機械的振動に對して鋭敏である爲に起る。其等のもの、自然振動周波数が可聴周波數である時には、殊にこの種の雑音は大きくなる。真空管の内でも交流加熱の真空管では織條は酸化物被覆であるから、極めて太く且電極を取付けた支柱も丈夫に出来てゐるから、機械的振動に對して鈍感である。此の事は振動の多い場所に用ふる受信機或は可聴周波數の増幅度を極度に上げる様な場合重要な問題となる。

(2) 熱擾亂——導體中の電荷或は原子は熱擾亂の状態にある。この電荷の移動がある爲に真空管の格子陰極間に挿入せられた抵抗或は真空管の導入線中には、この熱擾亂に基づく雑音電圧が發生せられる。熱擾亂に基づく雑音は回路の抵抗、温度及増幅器の周波數帯等に依つて變化するけれども、導體の形狀や材料等には無關係である。或る人の計算した所に依れば、0.5メガオームの抵抗で華氏80度の温度の時、増幅器の周波數帯域が10000サイクルのもので、熱擾亂に基づく雑音は9.03 μ ボルト(r.m.s)であつて、この程度の雑音が増幅器の格子抵抗に發生すると、100 μ ボルト以下の信号は、この雑音の爲に打ち消されて増幅する事が困難である。真空管の格子回路が同調回路である場合には、増幅せられてヒツシングノイズを生ずる。増幅器の入力イムピーダンスが高い場合には、特にこの熱擾亂に基づく入力側の雑音は出力側に生ずるものより重大な問題となる。そして多くの場合、問題となるのは、入力回路に生ずる熱擾亂である。

(3) 霰射効果(ショット効果)——霰射効果に基づく雑音と謂ふのは真空管の織條より陽極に到達する電子流の不規則に因るものである。この霰射効果は織條の加熱電流に依つて非常に異り、加熱電流を零より徐々に増加して陽極電流の温度飽和に迄到達せしむれば、それに伴つて雑音は最初著しく増加し、次に織條電流に依つて變化しない或る一定値に達し、次いで陰極と陽極との間に空間電荷が出来て陽極電流が最早増加しない所謂温度飽和に到達する様になると、雑音は次第に減少して最後に零になる。此の事から真空管の織條は温度飽和の状態に於て作動せしむべきであると云ふ事が出来る。

(4) フリツカ効果——フリツカ効果と謂ふのは霰射効果の特に著しいもので、低周波で起るものを謂ふのである。この作用は陰極の放射材料の活性の度合の變化に基づくものと謂はれてゐる。酸化物被着の陰極で

はこのフリツカ効果は特に著しく、数千サイクルの程度で既に非常に多く、周波数が低減するに伴つて増加する。タングステン織條では數百サイクルの點で起り、周波数が下がるにつれて増加する。フリツカ効果も放射効果と同様に、空間荷電が出来ると或る程度減少する。是等放射効果やフリツカ効果に基づく雑音は、真空管の特殊の設計に依つて減少せしむることが出来る。

(5) イオン化——真空管中に存在する瓦斯に電子が衝突して發生する陽イオンは、陽極へ行かず、逆に空間電荷の領域中に飛び込んで来て、空間電荷領域の電界を攪亂して雑音を生ずる原因を作る。この陽イオン發生の原因は勿論、真空管の真空度、電壓、電極間の間隔、織條の温度等に依つて異なるけれども、特に瓦斯の壓力が高く陽極抵抗が高い場合の外は實際上餘り問題にならない。

(6) 光電効果——光電効果に基づく雑音は、餘りハツキリした値は發表されてゐないが、受信真空管中には光電効果に依つて格子或は陽極より光電子を發生するものがあるので、この事も一應雑音の原因となる。

(7) 漏洩と荷電——漏洩は硝子封緘部と陰極の加熱回路の絶縁部等を通じて起る。是等は夫々その原因を探求すれば容易に取り除くことが出来る。又真空管の容器の硝子壁の内側には電子が集り、是が段々電壓を上昇して或る電壓で放電する様になると雑音を發生する。

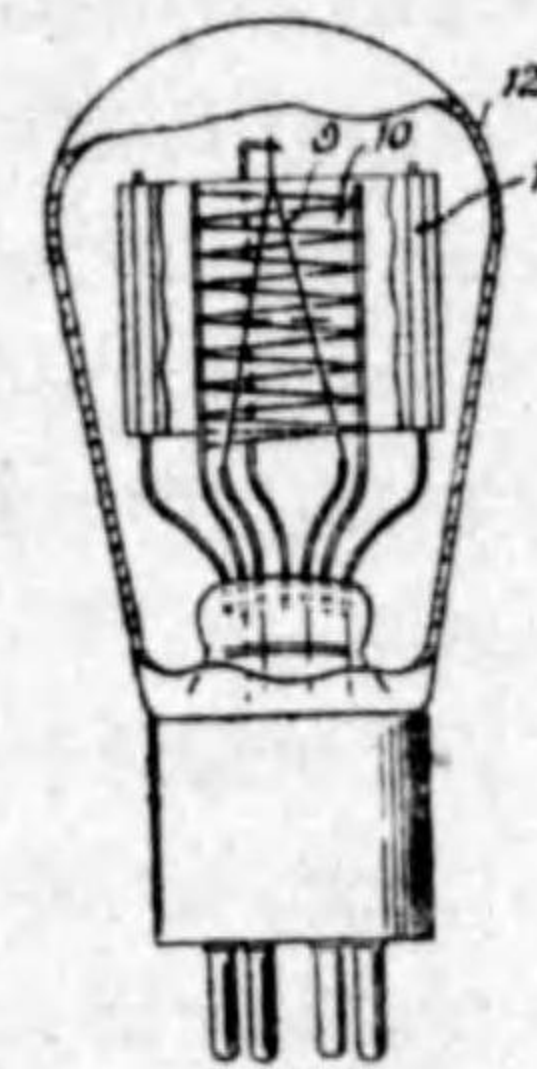
8.2 雑音の除去

(a) 真空管中の放射効果に依つて發生する雑音電壓は、理論的には陽極電流の平方根に比例する。従つて陽極回路の雑音電壓は、陽極電流の平方根に比例することとなる。一方受信器或は増幅器の利得を制御する場合、最初の段の真空管で制御する時は、利得は陽極電流の平方根よりも速かに低下するから、雑音の減少よりも利得の低下の方が速かになる。

斯る理由から放射雑音に関する限り、利得の制御は後段で行ひ、最初の真空管では、高き利得を與へる事が雑音の低下には望ましい事になる。

同様の事が、真空管を並列に接続する場合にも言へる。即ち n 個の真空管を並列に接続し、陽極インピーダンスを充分高いものとすれば増幅器の利得は n 倍となるが、陽極電流も n 倍となり、従つて雑音電壓は \sqrt{n} 倍となり、同じ感度に於て雑音は \sqrt{n} 分の 1 となり騒音對信號比を減少せしむる事が出来る。

この事を實際に利用する場合、多くの真空管を並列に接続する事は費用が増加し、又 1 個の真空容器中に複数の電極を封入する事は、管の構造を複雑にするし且電子放射の相互作用があると雑音が反つて増加する恐れがあるから、陰極、格子、及び陽極は單一にし電子流を複数の部分に分割する事が考へられてゐる。即第 72 圖に示す如く陰極(9) 制御格子(10) 陽極(11) を共通にし、陰極は第 73 圖 A 及び B に示す様に一部



第 72 圖



第 73 圖 A

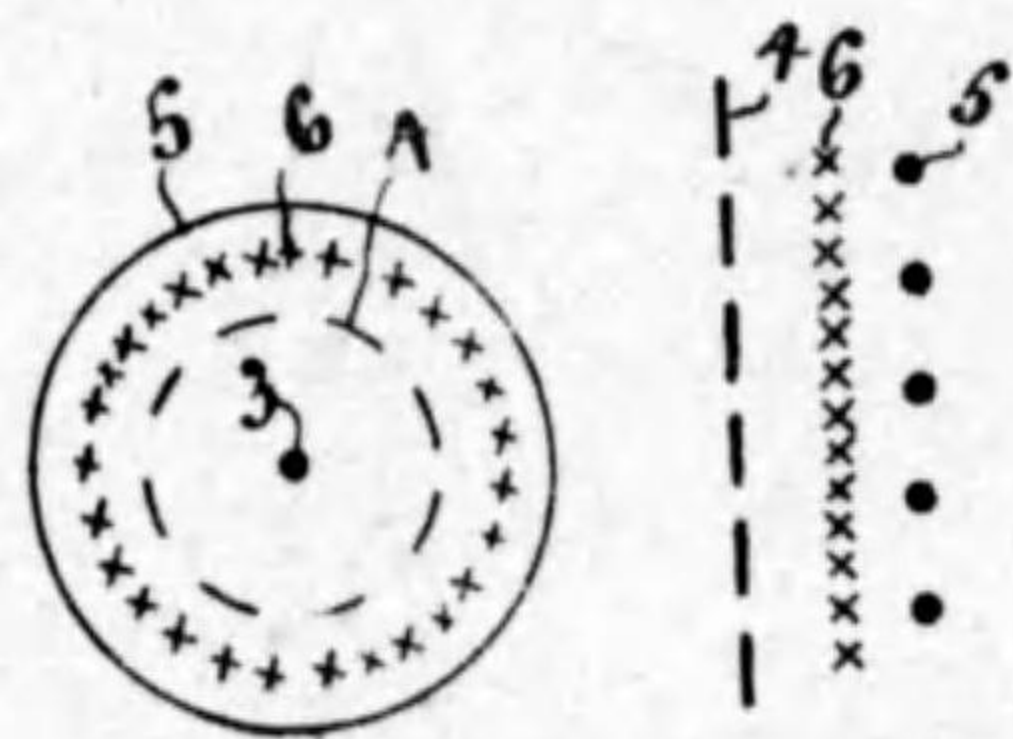


第 73 圖 B

分に突出片(13)を銲接するか、或は一部分(14)に放射物質を塗布しな

いで1個の共通の陰極から放射せられた電子流を相互作用がない様な2個の電子流に分割したもので雑音対信号比を減少する事が出来る。

(b) 放射効果に基づく雑音は陰極から放射される電子の速度の不均一なる事に原因すると云ふ考へから、陰極から放射して陽極へ向ふ電子速度を一様にせんとせるものがある。⁽⁴⁴⁾即赤熱陰極たる第一陰極より放出された電子を二次電子放射物質より構成せられた第二陰極に衝突せしめ、此處に発生せる多量の二次電子に依つて作られた空間電荷を、通常の三極真空管と同様に制御格子で制御するのである。二次電子放射材料としては入射せる一次電子に対して二次電子の数が充分大なる(1對3000位)のものを使用すれば、二次電子放射面上に爲された一次電子に依る仕事は一次電子の入射速度に應じて一定なるに對し、それに依つて放射される二次電子の量は極めて大であるから、各二次電子の持つ平均の初速度は最初の熱陰極より放射された熱電子の有する初速度よりも著しく小となり、従つて陽極に到達する電子の速度は平均され雑音は減少する。第



第 74 圖

74圖は斯る真空管の電極配置を示し(3)は一次白熱陰極、(4)は陽極は、(5)二次電子放射陰極、(6)は制御格子である。

尙この真空管では、陰極たる二次電子放射面の温度は通常の熱陰極に比べて遙かに低いから、制御格子を陰極に充分近づけることが出来る。通常の真空管では制御格子を陰極に近づけると格子が加熱せられ、それより電子放射の

(44) 特 130793

発生する惧れがあるが、このものでは斯る心配がない。従つて管の相互傳導度を充分大きくすることが出来る云ふ利益がある。

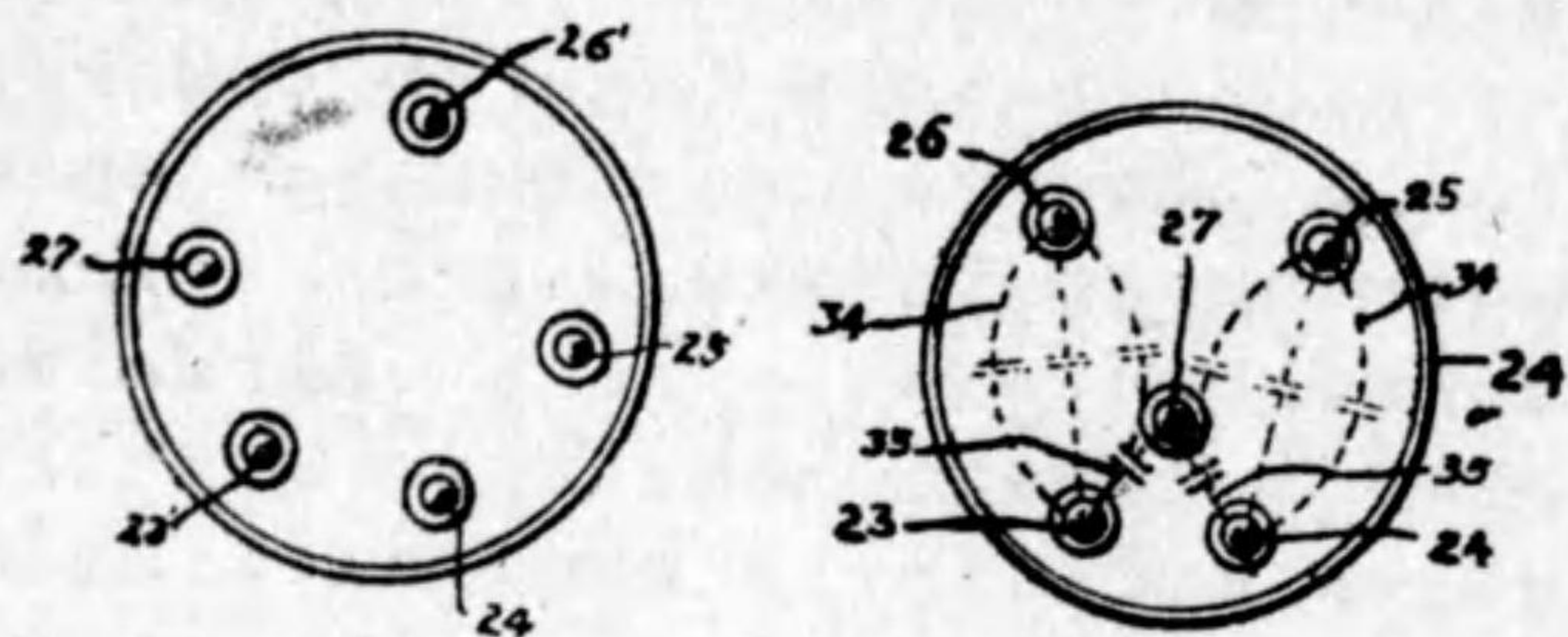
(c) 真空管の電源として交流を使用するものに於ては、織條を交流で加熱する爲に一般に 50 サイクル又は 60 サイクル及其の高調波からなるハムが現はれる。このハムが発生する原因は、大體三つの場合に區別せられる。第一は織條電圧が交流で變化する爲に起るハムで、陽極と織條間の電圧が織條の各部分で時間的に變化する爲に起り、その爲に陽極電流に交流分が現はれてハムとなるのである。第二は織條を流れる電流の磁氣作用に基づき、電子の通路が織條より陽極方向へ眞直にならないで彎曲せられる作用によるもので、是は織條電流が最大るとき磁場の作用も最大となり、従つてこの時陽極電流は最小となる結果、織條電圧或は織條電流を適當にすることにより、第一の作用と打ち消し合ひ、ハムを少なくすることが出来る。第三の原因は交流で點火する爲の織條の温度の變動に依る電子放射の變化に基づくハムである。是は特に織條を太く熱容量を大にすれば實用上防ぎ得る。

交流加熱に基づくハムを無くする最も普通の方法は、陰極を傍熱型にすることである。⁽⁴⁵⁾この傍熱型陰極の構造は既に知られてゐる様に細いニツケル或はニツケル合金より成る管の表面に熱電子放射材料たる金屬の酸化物を塗布し、その管の内部に管と絶縁して加熱用の心線を置き、之に交流を通じて表面のニツケル管を間接に加熱する様に出来てゐる。斯うすると熱電子を放出する陰極表面は等電位となり、陰極の熱容量も大きくなるから、ハムを除く事が出来る。

(d) 織條を交流で加熱する真空管では、加熱織條、陰極、制御格子、陽極等の導入線を同一の封入部より引き出す時には、是等導入線相互の

(45) 特 64545

間の干渉作用で陽極電流中にハムが生ずる惧れがあるので、是等導入線の配置を適當にしてハムを減少せしめることができる。⁽⁴⁶⁾第75圖は斯る導入線の配置を示すもので、第75圖では織條端子(23)(24)は交流に依る



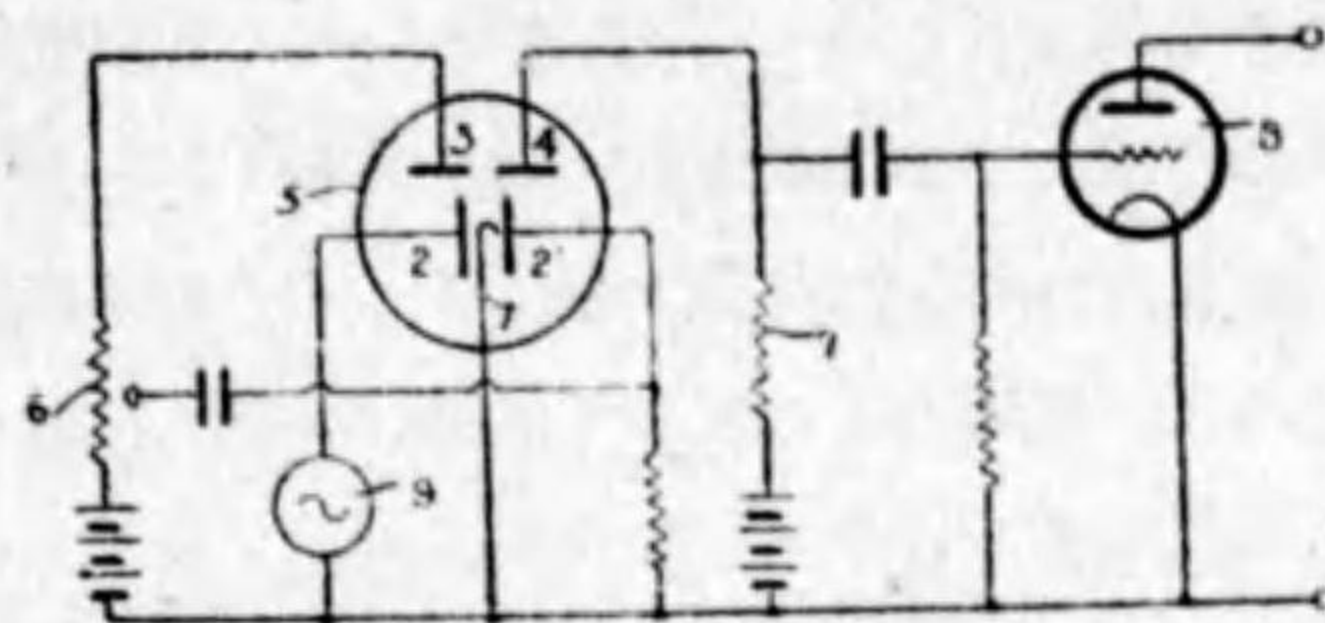
第 75 圖 A

第 75 圖 B

磁界變化を中和する様に互に接近して配置せられ、格子端子(26)及陽極端子(25)は織條端子よりの干渉を除く様に織條端子より遠く離して配置し、其等の中に略大地電位に置かれた陰極端子(27)を配置して遮蔽の役目を行はせてある。

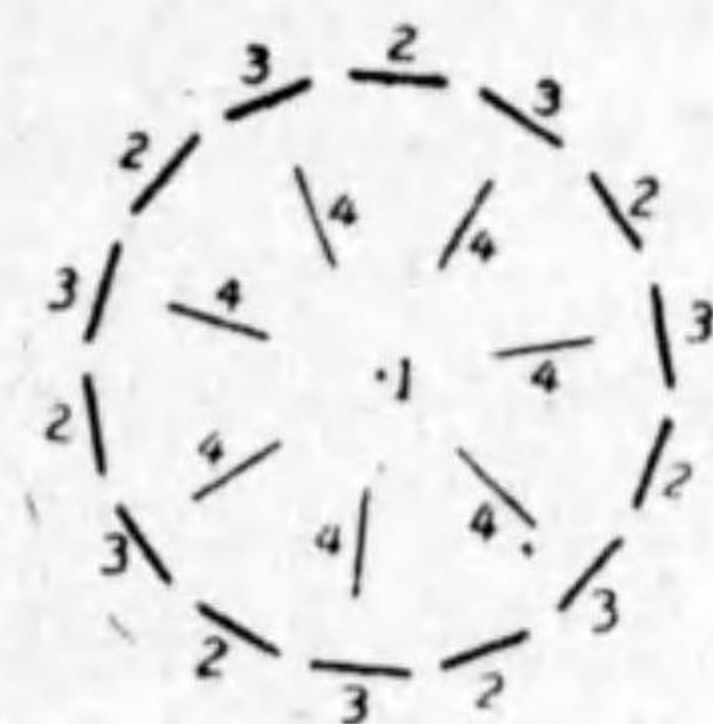
(e) 以上述べたところは、真空管中に發生する雑音を根本的に減少或は除去せんとするものであるが、斯る手段に依つて雑音を減少せしむるには自ら限度があり、又必ずしも容易な事ではない。其處で發生する雑音電流を真空管中にて互に相殺する様にして外部回路に雑音電流が現はれない様にしたものもある。⁽⁴⁷⁾第76圖はその一例で、真空管としては3個の分割された陽極(3)(4)と偏向板(2)とを有するものである。是を圖の如く接続し一方の偏向板に入力信號を加へ、是と反対側の陽極より出力電流を取り出すのである。今何等かの原因に依る雑音で陽極の電流が

(46) 特 86447 (47) 特 110201

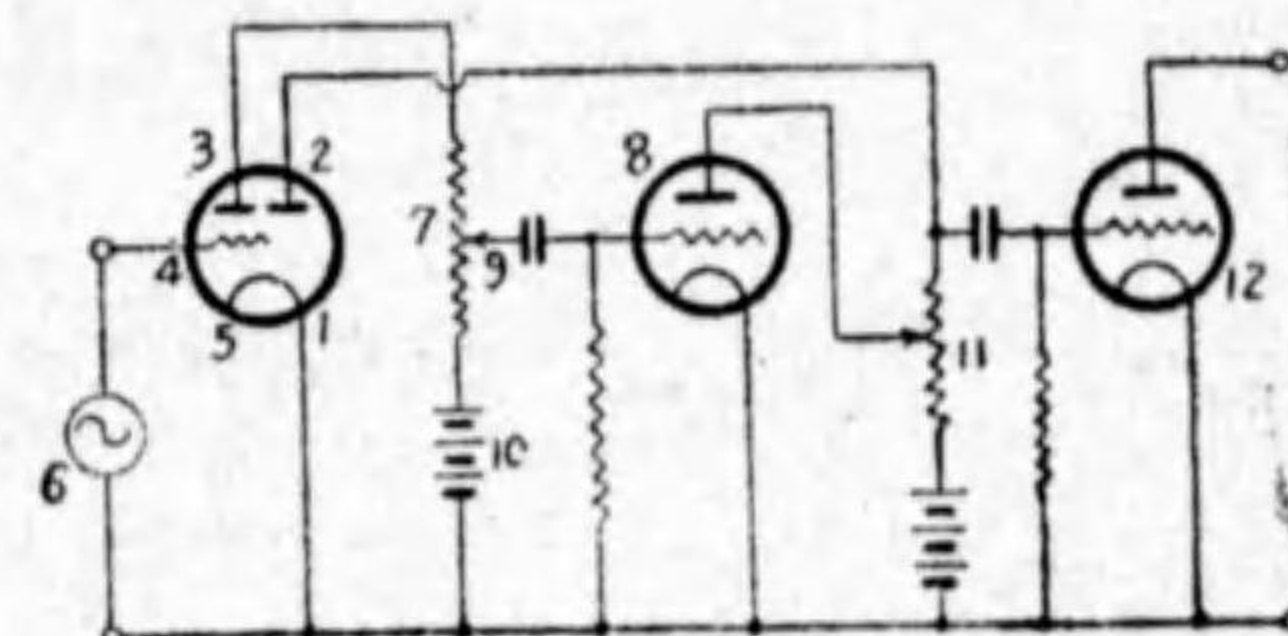


第 76 圖

増加しようとする時、陽極(3)の電流も増加し、是に應じて偏向板(2)の電圧も降下するから陽極(4)の電流は是に制御せられて増加する度合ひが減少し、従つて雑音が減少せしめられるのである。第77圖は他の一例で、⁽⁴⁸⁾圖に示した様に電子放射陰極(1)に対して2組の陽極(2)(3)と1組の制御格子(4)を設け、この制御格子の作用は主として陽極(3)に對してのみ働き、陽極(2)に對しては影響を及ぼさない様にしてある。



第 77 圖



第 78 圖

斯る真空管を第78圖の様に接続すれば、陽極(3)を流れる雑音電流は陽極抵抗(7)を通じて之に雑音電圧を誘起し、次位真空管(8)の入力電圧となつて、次位真空管の陽極抵抗(11)に雑音電圧を再起せしめる。

(48) 特 110204

この再起雑音電圧は陽極抵抗(7)に誘起せられた雑音電圧と丁度180度の位相差を持つてゐる。一方真空管(5)の陽極(2)を流れる同種の雑音電流は直接陽極抵抗(11)に合流する。そしてこの陽極(2)及(3)に流れる雑音電流は全く同種のものであつて抵抗(11)に流れる2個の雑音電流は180度の位相差を持つてゐるから、ポテンシオメータ(9)の適當なる調整に依り、之等2個の雑音電流は互に相殺して、その出力回路中の雑音電圧を零ならしむることが出来るのである。

第2編 真空管の材料及構造

第1章 陰極

1.1 陰極の作用

真空管に於ける陰極は電子を發生する電極である。真空管は、陰極より出發して陽極に向ふ電子流を、或る回路の電流要素として利用し、其の電子流に各種の制御を行つて、使用目的に沿ふ様に電流變化を起させる装置であるから、電子流發生の役割を持つて居る陰極は、真空管の生命を左右するものとして重要な使命がある。

現在一般に知られて居る電子發生を行ふ現象は熱電子放射、光電効果、二次電子放射、金屬面に強電界を印加する事、及び化學變化による電子放射である。使用場所、使用目的により都合のよいものを採用すればよいのであるが、狭い場所で割合簡單に多くの電子放射を行ふ事の出来ること云ふ利點のため、現在特殊なものを除いた通信用真空管に於ては専ら熱電子放射現象を利用した熱電子陰極が用ひられて居る。

1.2 熱電子放射

金屬又は固體が加熱され、その温度が一定温度以上に上昇すると、それ等物體は電子を放出する様になる。之の現象を熱電子放射現象と稱する。之は金屬中の自由電子が外部よりエネルギーを受けて外部に飛び出すものと考へられて居る。即ち金屬中には自由電子と稱するものが存在し、例へば一定體積中の氣體分子の様に任意の方向へ異つた速度で運動して居り而も金屬表面では電子は或る力によつて吸引され電子が金屬外部へ飛び出す事を防いで居る。しかし何等かの方法で電子にエネルギーが與へられ電子の有する運動エネルギーが一定値 W 以上に達すると、其の電子は金屬表面を通つて金屬外部へ放出される。即ち放出電子は次

の条件に適つて居る事が必要である。

$$\frac{1}{2}mv^2 \geq W = e\phi \dots \dots \dots (1)$$

此所で m, e, v は夫々電子の質量、荷電、速度、 ϕ は物質の仕事函数と呼ばれる常数

之の場合、エネルギーは熱(熱電子放射)、光(光電効果)、電子の衝突(二次電子放射)等の形で外部より與へられる。

金属中の自由電子は前に述べた様に、等しい速度で運動して居るのではないため、金属が加熱されると次第にそれ等の電子の平均速度が増加して(1)式の条件に相当する電子だけが金属外部へ飛び出し、金属外の空間を満すのである。而して其の際電子1個が金属外部に飛び出すために消費されるエネルギーは丁度 $W (=e\phi)$ に等しい。故に金属内部で W に等しい運動エネルギーを有する自由電子は零なる速度で金属外に飛び出し、運動エネルギーがそれより大なる場合には $\frac{1}{2}mv^2 - e\phi$ なる運動エネルギーを持つて金属外へ飛び出す結果、放出電子の有する初速度 v_0 は次の関係を持つ

$$\frac{1}{2}mv^2 - e\phi = \frac{1}{2}mv_0^2$$

$$v_0 = \sqrt{v^2 - \frac{2e}{m}\phi}$$

尚金属中の自由電子は速度の異つたものゝ集合であるため、之の放射電子も初速度の異つたものゝ集合となる。

1.3 Richardson の公式

陰極の熱電子放射量と温度との関係は Richardson によつて次の様な式に従ふ事が示された。

$$I_s = AT^2 e^{-\frac{\phi}{KT}}$$

茲に I_s ; 陰極の電流密度(飽和電流 Amp/cm²)

T ; 陰極の温度(K)

e ; 電子の荷電

K ; Boltzmann の常数(一定値)

A ; 物質により異なる常数

ϕ ; 物質により異なる常数(物質の仕事函数)

之の式によつて熱電子放射量は陰極温度の函数として増加し、常数 A が大で、仕事函数 ϕ が小さな物質程放射量が多い事が解る。常数 A は物質により餘り違つた値を取らぬため、電子放射量は主として陰極温度 T と仕事函数 ϕ によつて定められる。尚電子を放射するに費ひやされるエネルギーは、前節に述べた様に一電子當り $W (=e\phi)$ で仕事函数の小さな物質程同じ陰極加熱電力に對して多くの熱電子放射を得る事が出来る。故に電子放射量の多い事を必要とする陰極物質の選擇に當つては、使用可能な温度が高く仕事函数が小さな物質が望まれる。

以上の意味で現在實際に用ひられる陰極は

- (1) 単一金屬陰極
- (2) 單原子層陰極
- (3) 酸化物陰極

である。単一金屬陰極は一般に仕事函数が大きく、従つて熱電子放射効率 は低い が、高温度にて使用すれば、必要な電子放射量 が得られる。單原子層陰極は金属表面に熱電子放射活性を有する物質を吸着して仕事函数の低下を計つたものである。酸化物陰極はアルカリ土類金属等の酸化物を活性化して更に低温度で豊富な電子放射を行つたものである。



1.4 単一金屬陰極

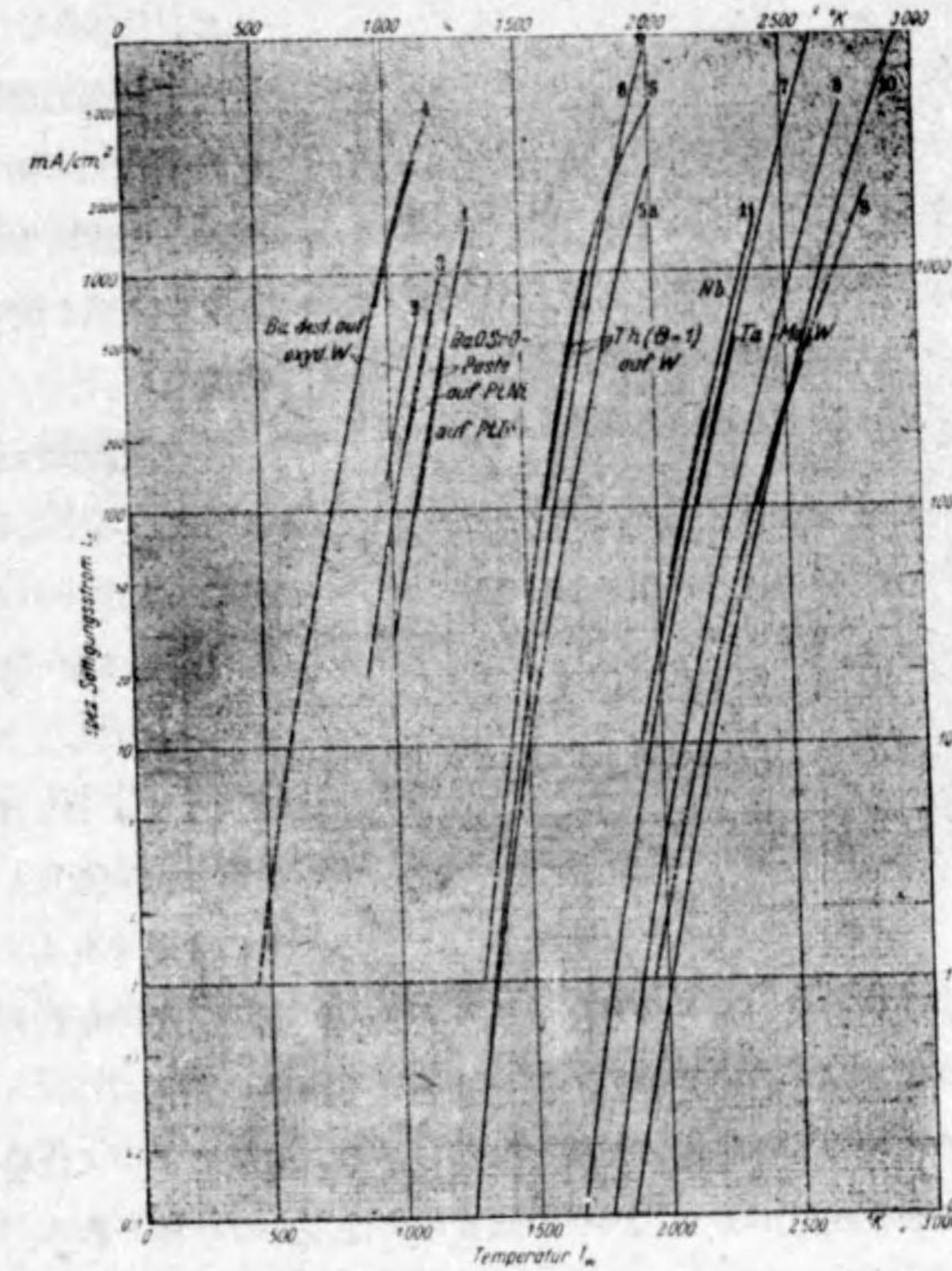
一般に単一金屬は仕事函数が大きいため、熔融點の高い高温使用の可能な物質を用ひる。現在此の種の陰極としては殆んど全部タングステン(W; 融點 3267°C. $\phi=4.54$)が用ひられ、稀にタンタラム(Ta. 融點 3030°C. $\phi=4.04$)、ニオブウム(Nb. 融點 1950°C. $\phi=3.96$)が用ひられる。単一金屬

Oberfläche	Untergrund	A	ϕ	Oberfläche	Untergrund	A	ϕ
Ag	massiv	0,76	3,56	Cs-Film . .	oxyd. Ag	$9,8 \cdot 10^{-2}$	0,75
Au	"	≈ 40	4,2	Fe	massiv	—	4,04
Ba	"	60	2,1	Hf	"	14,5	3,53
Ba-Film . .	W	—	1,66	Mo	"	55	4,15
Ba-Film . .	oxyd. W	$3 \cdot 10^{-1}$	1,1	Nb	"	57	3,96
BaO	PtIr	$10^{-4} - 10^{-2}$	1,0 bis	Ni	"	$1,38 \cdot 10^3$	5,03
(aktiviert)			1,1	Pd	"	≈ 60	4,99
BaO/SrO . .	PtIr	$10^{-3} - 10^{-2}$	1,03	Pt	"	$1,7 \cdot 10^4$	6,27
(aktiviert)				SrO	PtIr	10^{-4} bis	1,27
BaO/SrO . .	PtNi	$1 \cdot 10^{-2}$	1,00	(aktiviert)		10^{-2}	
(aktiviert)				Ta	massiv	34	4,04
C	massiv	5,9	3,9	Th	"	60,2	3,35
Ca	"	6,02	2,24	Th-Film . .	W	3	2,63
CaO	PtIr	$10^{-4} - 10^{-2}$	1,77	Th-Film . .	Mo	1,5	2,55
(aktiviert)				W	massiv	60-100	4,54
Cu	massiv	5-65	$\approx 4,3$	W oxyd. . .	W	$5 \cdot 10^{11}$	9,22
Cs	"	162	1,81	Zr	massiv	330	4,12
Cs-Film . .	W	—	1,36	Zr-Film . .	W	5	3,14
Cs-Film . .	oxyd. W	$1 \cdot 10^{-3}$	0,71				

第 1 表

陰極は高温にて使用すれば必要量の電子放射は得られるが、仕事函数が大きいため電子放射効率はいさ。然し此の種の陰極の大きな利點は單一物質で製られて居るので、陰極が均質であつて、各部一様の電子放射を行ふ事と、真空管内の残留瓦斯イオンが陰極に衝突しても熱電子發生機構は破壊されずに電子放射を続ける事が出来る事である。従つて高電壓の大型の真空管では現在の所殆んど此の種の陰極に限られて居る。

タングステンは熔融點高く、高温にて於て蒸氣壓低く、高温で機械的強度が大であつて都合がよいが、何よりも陰極材料としての缺點は仕事函数大きく電子放射効率の良くない點にある。しかし其の長所のために



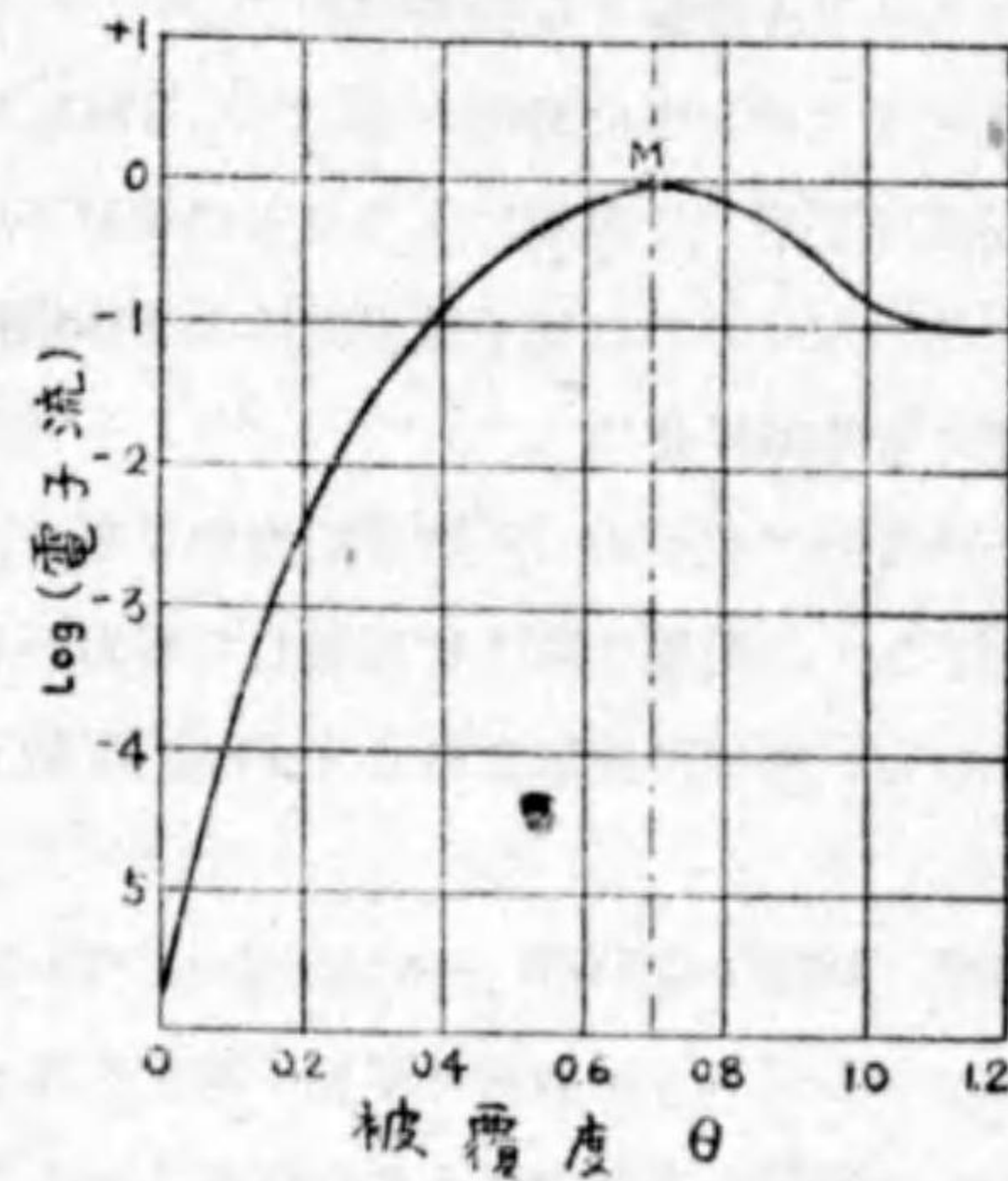
第 79 圖

単一金屬陰極として用ひられるものは殆んどタングステンである。タンタラムは、仕事函数がタングステンに比較すると小さく且つ熔融點も相當高く有望であるが、高温にて於て「こり」の現象のある事が難點とされる。ニオブウムは更に仕事函数が小さいが矢張りタンタラムと同様の缺點を有して居る。しかし之等金屬の仕事函数の小さい點を利用するた

$$\theta = \frac{\delta}{\delta_1}$$

となる。此所で δ は単位面積當りの Th の吸着原子の数である。

Th-W 陰極の熱電子放射量は被覆度 θ の値によつて著しく變化するものであつて、其の状態は第 81 圖に示す様なものである。 $\theta=0.7$ の



第 81 圖

時に電子放射量は最大となり、仕事函数は最少となり Richardson 常数は大體 $\Lambda=7$, $\phi=2.96$ eV となる。之は Th によつて W 表面に電氣的な二重層が出来、之の二重層のために仕事函数が小さくなると考へられて居る。此の様にして吸着されて居る Th 原子は中性原子の形で W 表面に吸着されて居るのではなく、陽イオンとなつて W 表

面に吸着されて居るのである。此の事は Th で蔽はれた表面が、さうでない面に比較して、接觸電位差が高いと云ふ事實や、電子顕微鏡の研究でも確かめられて居る。此の様な状態は單に W-Th 陰極の場合だけでなく、他の單原子層の材料として使用される陽電性金屬（電子を失つて陽イオンになり易い金屬、即ち周期率表で左の方の屬にある金屬）の單原子層の場合も同様である。

W-Th 陰極は真空管内の残留瓦斯、特に酸素に對して頗る敏感であ

つて、極めて僅かの酸素が存在しても、表面の Th は酸化されて電子放射量は激減し、瓦斯イオンにより表面を叩かれて、Th 原子の被覆度が變り電子放射量が變動する。

此の陰極を活性化せしむるには、前述の如く温度を高める方法の他に種々な提案がある。

陽極に電壓を加へて加熱する方法⁽²⁾、之は陽極に約 40 volt 程度の正電位を加へつゝ、陰極を 1960 K 附近に 10 秒位（温度は更に高い方がよいと考へられる）保つと活性化が行はれ、其の後は普通の使用に耐へる。之は正電荷を有する Th 原子が電界のため陰極より蒸發するのが防がれ、W 上に擴散して、容易に織條を被覆するためであつて、Th 含有量の少い場合に Th の消費を少く出来る。

不活性瓦斯中にて高温度に加熱する方法⁽³⁾、之は水素、アルゴン又は窒素の様な Th に反應しない瓦斯中に約 3000°K に 1 分間加熱し排氣を行ふとよい。之も矢張 Th の發散を防いだもので、管内の壓力の高いために Th 原子の蒸發をさまたげ、短時間に高温度に熱して活性化を行つたものである。

炭化水素瓦斯中で加熱する事⁽⁴⁾、之は酸化トリウム ThO_2 を炭化水素により還元し、Th 原子層の生成を促進させる方法である。特に此の方法によると、織條表面に基體金屬の炭化物 (W_2C の如きもの) が出来て、單に活性化を行つて居る時だけでなく、活性化が終つて實際に使用して居る時にも、 W_2C が ThO_2 と反應して Th 原子を分解し、又單に W を基體として用ひた時よりも吸着力が強く Th 原子の蒸發も $1/3 \sim 1/6$ 位に減少される。残留瓦斯の影響も非常に減少され、又 ThO_2 の分解が盛んになるので、たとへ陽イオンの衝擊を受けてもトリウム層の補給が出来る。

(2) 特 67688 (3) 特 96866 (4) 特 110583

従つて他の方法で活性化を行つた場合にも、此の炭化操作を行ふ事が望ましい。

W-Th 織條をクロム鍍金する事⁽⁵⁾、W-Th 織條をクロム鍍金を施す。即ち酸化クロム CrO_3 95% SO_4 0.2% 以下のクロム酸 33 オンスと硫酸 0.45gr を 1 ガロンの水に溶したものを電解液としてクロム鍍金を行ふ。此の様にして得られた織條を 2600°K にて 30 秒間加熱し活性化して使用温度を攝氏數百度にて使用すると、電子放射効率のよい陰極が得られる。之はクロムが接觸劑として作用し Th の織條面への急速な擴散を促進する事に原因するためである。

單原子層金屬としてのセシウム⁽⁶⁾、セシウムは仕事函數が非常に小さいので單原子層金屬として以前より種々研究されたが未だ安定なものが得られぬらしく、殆んど實用せられては居らない。此の陰極はタングステン織條を酸素瓦斯中にて加熱しタングステン表面を酸化し、次にセシウム瓦斯を通じつゝ加熱すると、表面にセシウムが吸着されて、セシウムの單原子層を有する陰極が得られる。之の陰極は仕事函數が小さく能率がよいのであるが、不安定である事と残留瓦斯イオンの影響を受け易く更に W-Th 陰極の様に單原子層を後から補給する事が困難な缺點がある。

稀土類金屬⁽⁷⁾、アルミニウム⁽⁸⁾を單原子層金屬として用ふる提案もあるが特に優れて居るとも思はれない。

W の表面に接觸によつてウラニウム、セリウム等の物質の合金を作り、熱電子放射を大ならしめんとする提案もある⁽⁹⁾。之は加熱した W 織條に前記物質粉末を接觸させれば得られる。

單原子層陰極は何と云つても電子發生機構を表面の單原子層に持つて

(5) 特 119406 (6) 特 70307 (7) 特 69153 (8) 特 69981 (9) 特 63572

居るので、陽イオン等の衝撃により影響を受けても補給が出来にくい。それを何等かの方法で補給を可能ならしめんとして酸化物陰極の様にペースト劑を用ふる提案がある⁽¹⁰⁾。即ち酸化トリウム、モリブデン、甘蔗糖をニトロセルローズ及醋酸アミール等の結合劑中に混じたペースト劑をタングステン上に被着させたもので、之を通常の方法で活性化して、被覆の表面にトリウム原子の單原子層を生成させて陰極として用ふるのである。一旦陽イオン等で原子層が破壊せられると、ペースト中の酸化トリウムは甘蔗糖の如き還元劑により還元され、再びトリウム層を生じ陰極として動作をなすのである。

1.6 酸化物陰極

アルカリ土類金屬の酸化物を適當に活性化して用ふると、單一金屬陰極又はトリウム入陰極に比較して、更に仕事函數の小さい効率のよい陰極が得られる。最も普通に用ひられるのは酸化バリウム BaO 酸化ストロンチウム SrO 及び兩者の混合物（此の場合は加熱分解で固溶體になつて居る）で之を適當に活性化して單一金屬や W-Th 陰極に比して遙かに低温度（1000°K）で動作し、且つ豊富な電子放射をする熱電子陰極を得るのである。活性化の操作は結局これ等酸化物を遊離狀のアルカリ土類金屬に還元する操作であつて、基體金屬の還元作用、陽極電流の電解による還元、又特に還元劑を加へて還元させる。

酸化物陰極よりの熱電子放射（即ち飽和電流）は、陰極の加熱温度が一定であつても陽極電壓によつて變化し、單一金屬の場合の様な明から飽和特性を示さない。又活性の度合によつても變化するし、長時間電子放射を行はせると時間的に減少して來る。従つて仕事函數も確定したものはなく測定者によつて種々異つた値を示して居る。此の種の陰極は W-

(10) 特 130634

Th 陰極より更に残留瓦斯イオンの衝撃に弱く、且酸化物中のアルカリ土類金属の蒸発によつて特性に変化を來し、餘り高温に加熱されると、遊離金属が發散してしまひ、陰極として用ひられない缺點がある。其のため高電圧を使用する送信管では餘り用ひられず、主として受信管に用ひられる。併ながら最近排氣技術の進歩によつて、少しづつ大型の真空管の方へ進出し始めた。

電子放射機構も古くから研究せられ、初期には酸化物の表面に活性化によつて還元された遊離アルカリ土類金属が單原子層的に吸着され、單原子層陰極の如き機構で電子放射を行ふと考へられて居つたが、最近では遊離金属は特に酸化物表面に擴散される事なく、酸化物中に原子的に混合分布して居り、其の部分より電子放射が行はれるのであらうと考へられて居る。

酸化物を陰極上に生成せしめる方法及びそれを活性化する方法には次に述べる如く多くの種類がある。

i. 蒸溜法⁽¹¹⁾、之は専ら直接加熱型の陰極に用ひられ、アルカリ土類金属の蒸発によつて織條にアルカリ土類金属の酸化物を附着せしめるのである。即ち豫め織條を酸化して(例へばタンダステン織條ならば表面に W_2O_5 の層を作つて)置く。Ba 蒸氣を發生せしむるには Ba (又は Sr) のアルミニウム合金を真空管組立前に適當な場所、例へば陽極内面に適當量取付けて置く。先づ管内を排氣し、次に未だ Ba 層のない織條を規定の動作温度(約 1000°K)に上昇させ、陰極以外の電極に正の 30~40 volt の電位を加へて後、陽極を管外部より高周波電流の如きで加熱すると、金属 Ba が蒸發し、電極電界其の他の作用によりイオン化された Ba 原子は陰極に向ひ短時間の内に陰極上に附着する。陰極に附着した Ba は

(11) 特 90720

W_2O_5 と置換して酸化バリウム層を作るのである。此の出来上つた酸化物の層を活性化するには、陰極表面に對して 0.5~1.0 Amp/cm² の密度の電流を通すればよい。斯うすれば酸化物は電流により電解還元され、金属 Ba を遊離するのである。之の方法によつて得られた陰極は單原子層陰極の場合に似て居り、Ba 層が薄い場合には單原子層陰極とも考へられる。後に述べるペースト法の場合に比較して均一な陰極が得られ、特性もそれに比して著しく飽和する性質を持つて居る。

ii ペースト法、此の方法は直熱型にも傍熱型にも使用され、使用する材料、材料の取扱ひ、被覆の方法等により種々な提案がある。

酸化物を直接被覆する事、陰極上に BaO+SrO の混合物(パラフィン油、醋酸アミル、或は他の結着剤中に懸濁せしめたもの)を作る。之を一層又は數層に陰極基體上に塗布法又は噴付法により附着させ、然る後、空氣中にて弱い加熱を行ひながら乾燥する。尙乾燥を眞空中で行へば酸化物の一部が空氣中の水分又 CO_2 と結合して水酸化物、炭酸鹽になるのを防ぐ事が出来る。乾燥された陰極を眞空管中に設置し排氣を行ひつゝ陰極を徐々に高温(1200°C 位)に加熱し酸化物中の瓦斯、揮發性物質を除き、不純物として含まれる水酸化物、炭酸鹽を酸化物に變換し、後電流密度 0.5~1.2 Amp/cm² で活性化する。此の場合の活性化は基體金属が還元性を持つて居るもの(例へば Ni, Co, Cu)の場合は電解と同時にそれ等金属の加熱による還元が同時に行はれる。酸化物は還元せられて、酸素は放出され金属 Ba 又は Sr は酸化物中に殘される。此の酸素は排氣操作により排除される。

化合物を被覆せしめる事、バリウム、ストロンチウムの炭酸鹽 (BaCO₃, SrCO₃)、硝酸鹽 (Ba(NO₃)₂, Sr(NO₃)₂) 又は水酸化物 (Ba(OH)₂,

(12) 特 86173

Sr(OH)₂ の一種又は數種の混合物をコロチオンのアルコール溶液、⁽¹³⁾ 醋酸アミル又は水中に懸濁せしめる。此の混合物は酸化物を直接用ふる場合に比し安定で空氣中に殆ど無制限に貯藏出來ると云ふ利點がある。陰極基體に塗布法又は噴付法により附着せしめ乾燥させ、空氣中又は眞空中で加熱し酸化物に分解する (BaCO₃ → BaO + CO₂, Ba(NO₃)₂ → BaO + NO₂ + O₂, Ba(OH)₂ → BaO + H₂O)。次で管内を排氣し、此の酸化物を加熱し、電流を通じて活性化を行ふ事は前と同様である。化合物の加熱分解は炭酸鹽及水酸化物は割合簡單であるが、硝酸鹽は分解し難い。従つて炭酸鹽、水酸化物を用ふる事が多い様である。尙アルカリ土類金屬の硝酸鹽は可溶性であるが炭酸鹽は不溶性であるため、基體金屬に對して硝酸鹽の方が緊密に結着する。此の理由で硝酸鹽の混合物を先づ基體に塗り、次に炭酸鹽の混合物を塗り、前述の如く加熱分解すると、硝酸鹽は基體に結着がよく、⁽¹⁴⁾ 炭酸鹽は酸化物に加熱分解され易い兩者の長所を共有した陰極を作る事が出来る。

尙此の様に炭酸鹽の層と硝酸鹽の層を有する陰極は板狀の基體に塗布する場合に、表面張力により硝酸鹽は第 82 圖 A の如く(中央に厚く、端部に薄く)附着するに反し、炭酸鹽の場合は第 82 圖 B の如く(中央に

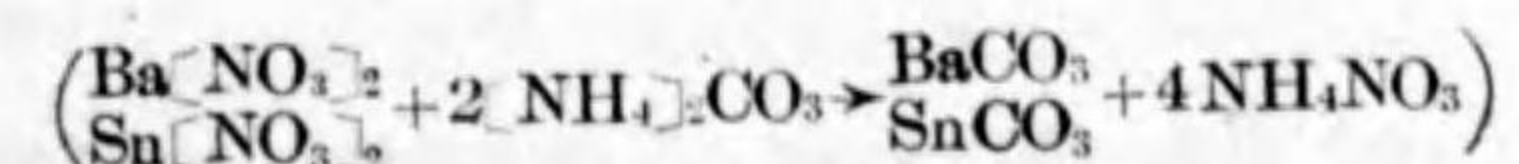


薄く端部に厚く) 附着するため、硝酸鹽を先に塗り、炭酸鹽を後から塗つて陰極を作ると第 82 圖 C の如く一様に被覆物の附着した陰極が得ら

(13) 特 63379 (14) 特 116506

⁽¹⁵⁾ れる。

炭酸鹽を分解して BaO + SrO の均一な混合物を得るには、⁽¹⁶⁾ Ba, Sr のそれぞれの硝酸鹽 (Ba(NO₃)₂, Sr(NO₃)₂) を水に溶し、此の兩液を等量混合し、炭酸アンモニアを加へると、炭酸バリウムと炭酸ストロンチウムの等量が均一に混合した沈澱を得る事が出来る。



之を結着劑と混じて基體上に塗布、加熱分解を行つて陰極を作れば、BaO + SrO の均一な混合物が得られる。

アルカリ土類金屬の水酸化物より酸化被覆を作るには、前の如き接着劑を含んだ混合物を用ひてもよいが、水酸化物 (Ba(OH)₂, Sr(OH)₂) を直接 450° ~ 750°C に加熱すると結晶水のために、前記水酸化物は熔液となる。此の熔液中に陰極基體を浸して引き上げると、基體上にはアルカリ土類金屬の水酸化物が緊密に附着したものが得られる。之を適當に熱分解して酸化被覆を作ると、酸化物が基體に密着した酸化物陰極が得られる。⁽¹⁷⁾

遊離 Ba を多く含んだ酸化物陰極、⁽¹⁸⁾ 酸化物陰極の電子放射は酸化物中の遊離 Ba による事は前に述べた通である。従つて特殊な場合には遊離 Ba を多くする事が望ましい。此の目的のためにバリウム、アザイド BaN₆ が用ひられる。BaN₆ は低温で熱分解し易い (BaN₆ → Ba + 3 N₂, 225°C で熱分解する)。従つて之をペーストを製する時、アルカリ土類金屬化合物に混じて置くと、加熱した時に金屬 Ba が遊離される。従つて普通の酸化物陰極の場合に比較して陰極中に含まれる遊離 Ba の量を非常に多くする事が出来る。此の場合の BaN₆ の混合量は所要の遊離 Ba の量により加減すればよい。

(15) 特 123262 (16) 特 130842 (17) 特 63379 (18) 特 104806

メタン瓦斯による陰極の活性化⁽¹⁹⁾、酸化物陰極の活性化を行ふ場合にメタン瓦斯其の他の炭化水素中にて 1200°~1300°C に暫く加熱すると酸化物は還元されて金属 Ba, Sr を遊離する。此の場合の化学変化は $BaO + CH_4 = Ba + CO + 2H_2$ の如き反應で、活性化が充分行はれた後、餘つた CH_4 並に放出された CO, H_2 は排氣されて、活性化が完了せられる。

酸化物中に Ni 其他金属を混する事、酸化物陰極の被覆物中に Ni, ⁽²⁰⁾Co; Al, Ti, Si; ⁽²¹⁾Au, Ag; Al, Si, Zr ⁽²²⁾等の細粉を混じたものを用ふると、熱電子放射の良好な陰極が得られる。Ni を混するには炭酸ニッケル⁽²⁴⁾を被覆物ペーストに加へて置くと $NiCO_3 \rightarrow NiO \rightarrow Ni$ の順に還元されて酸化物被覆中に非常に細い遊離 Ni が出来る。又金属粉末をペースト中に混合して置いてもよい。此の遊離金属の含有に依り、放射性のよい陰極が得られるのは、活性化の場合に之等金属が還元剤として作用する事、酸化物中に之等金属の細粉があるので導電性が増加する事、及び之等金属の表面にアルカリ土類金属が合金を作り乃至は吸着されて電子発生源の貯蔵をなす事で、寿命の點から云つても良好である。此の種の陰極として更に微細な Ni 等の金属を酸化物中に擴散せしむるのには、W 織條上に Ni を被覆せるものを基體金属として用ひ、酸化物のペーストを被覆してから織條を Ni の融點以上に加熱し、Ni の一部を蒸發させてペースト中に分子状にて擴散させると、電子放射性のよい陰極が得られると云ふ提案もある⁽²⁵⁾。

iii 陰極基體、酸化物陰極の基體として望ましい事は、酸化物とよくなじんで脱落させる事の少いこと、即ちアルカリ土類金属と合金を作る

(19) 特 110583 (20) 特 116867 (21) 特 103831 (22) 特 35143

(23) 特 121493 (24) 特 117486 (25) 特 152067

様なものがよく、又電子の放射性を助ける材料、即ち還元性金属で活性化に對して酸化物より遊離金属を還元する様な材料である事が望ましい。この様な意味で基體金属としてはニッケル、コバルト、銅、白金等がよいと云はれて居る。陰極が簡接加熱の場合には、或る程度低融點金属を用ひても差支へないから、ニッケル等の基體として都合のよい金属を用ふればよいが、直接加熱の陰極では、高温度で細い織條が相當の機械的強度を必要とするから、高融點金属である W, Ta, Mo 等を用ひなければならない。前に述べた様に織條を一旦酸化した後 Ba 等を蒸溜すれば、割合均一な酸化物陰極が得られるのであるが、此の方法によると、薄い酸化物層しか得られず、又製作に手間取るのでペースト法を用ふる。しかしペースト法を用ふると脱落の危険が生じて来る。かゝる脱落を防止するために種々の提案がある。

基體面を粗穢にする⁽²⁶⁾。之は基體の表面を機械的に粗穢化したり、又は電氣的、化學的に基體面を腐蝕して微細な凹凸を作り、被覆する酸化物の接着面積を大きくして脱落を防いだものである。

基體面に Ni 等の層を設ける事 Ni, Co, Pt 等はアルカリ土類金属と合金を作る性質があるため、W 織條に Ni 等の層を設け、其の上に酸化物ペーストを被覆させると、加熱處理に際してアルカリ土類金属の一部は還元されて、金属の状態 Ni 等と合金を作り、脱落が防がれる。又 Ni は酸化物を活性化させる場合に還元剤として作用し活性化を促進させ、良好なる電子放射が得られる。此の場合、W 織條上に此の種金属の表面層を作るには、W 等の心材の桿又は塊にニッケルの筒を嵌せ之を線引すると W は細くなり Ni は薄くなり、W 上に Ni 層を持つた織條が得られる。又 W を適當に線引して之に Ni を鍍金して上述の如き

(26) 特 72119

陰極基體を得る事も提案されて居る。⁽²⁷⁾此の方法による時は Ni 層に龜裂等を持たない織條が得られる。又 W 織條を酸化雰囲気中にて充分加熱し表面を粗鬆となし、之を Ni, Co 等の鹽中に浸し、乾燥後還元氣中にて強熱すると、Ni, Co 等は還元せられて W と融着し、粗鬆にして Ni 等の層を持つた酸化物陰極の基體として都合のよい W 織條が得られる。⁽²⁸⁾

又單に、酸化物に都合のよい金屬層を、高熔融點金屬上に被着するばかりでなく、高熔融點金屬と Ni 等の金屬を合金となし、之を陰極基體として用ふる事も同じ理由により都合がよいのである。⁽²⁹⁾

基體表面に Mn 層を設ける事、Ni が酸化物陰極として都合がよい事は既に述べたが、更にマンガン Mn を基體中混在せしめ、又は表面に層を作らせると、より良好な陰極基體が得られる。即ち電子放射は良好となり、安定となり、被覆層の附着力は増加し、被覆物が飛散するのを防止する事が出来る。之は Mn が Ni より更にアルカリ土類金屬と合金を作り易い性質を有する事に原因するらしく、此のため被覆物と基體との附着力が増加し、此の附着力の増加が基體金屬と被覆物との間の接觸電位をも低下せしめる事が電子放射を安定ならしめる原因である。此の様な陰極基體を作るには二酸化マンガン MnO_2 、又は過マンガン酸バリウム $Ba(MnO_4)_2$ の溶液又は浮遊液を作り、噴霧器により基體全面に吹付ける。之を水素爐内で $1300^\circ C$ に 5~15 分加熱すると、 MnO の場合は Mn の層を、 $Ba(MnO_4)_2$ の場合は Ba と Mn の合金の層が得られ、之等は基體の Ni 中にも幾分浸透して居る。

尙酸化物陰極に屬する酸極として、W の粉末に BaO の粉末を混合して、之に高壓を加へ加熱 (最大 $1300^\circ C$) して成形したものを使用する事がある。此の陰極は活性物質が陰極内に貯藏されて居るため、電子放

(27) 特 103927 (28) 特 128026 (29) 特 44989 (30) 特 128073

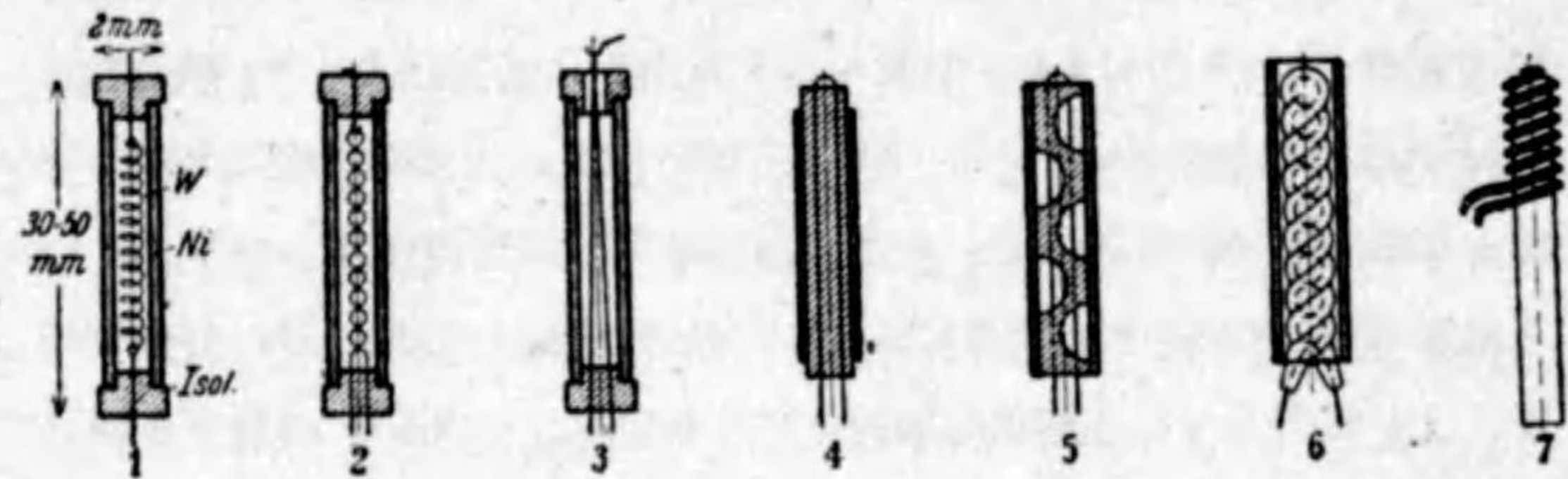
射機構が瓦斯イオン等によつて破壊されても、再び電子放射を行ひ得る。之の種のものとしては、Ni と Ba の合金を用ふるもの、⁽³¹⁾Pt と Ba の合金を用ふるもの等の提案がある。之は Ni の粉末及び BaO の粉末に還元劑 (Al の如きもの) を加へ還元瓦斯中にて加熱すると、酸化物は還元せられて遊離 Ba となり、Ni と合金を作り、還元劑は酸素を取つて滓となる。此の様な Ni-Ba 合金の桿を線引して陰極織條とする。又 Pt と金屬 Ba を真空中又は還元氣中にて混合加熱して Pt-Ba 合金を作り、之を線引してから酸化雰囲気中にて加熱して、BaO の層を表面に作る。之を陰極として用ふると、酸化物の層中に金屬 Ba が心材より遊離して擴散し、活性物質の補給を行ふ陰極が得られる。

1.7 陰極の形状

直接加熱を行ふものでは、織條を直線に又は V 字形、W 字形に配置する。大電力の真空管では加熱の爲の電流の量が大きく陰極織條の數も多く、織條を圓周上に平行に配置する事が多い。間接加熱の場合は、加熱織條を絶縁し、其の上に導電性の層を設け、陰極活性劑を附着させて用ふる。此の場合には、絶縁物並に其の上に被せる導體を任意の形にする事が出来る。尙間接加熱は熱電子放射機構に熱を加へるのに間接的であるため、幾分加熱エネルギーを餘計に必要とする。間接加熱の方法の長所は陰極と加熱織條との間に絶縁層があるため熱容量が大きく、交流加熱の場合、陰極面の温度の變動が少く、従つて電子放射を一定にする事が出来、加熱織條は電氣的に遮蔽されて居るので、交流加熱の他電極に對する電氣的の影響を少くすることが出来る。従つて間接加熱は主として小容量の受信管に多く用ひられ、雑音の少い事の要求せられる様な真空管に使用される。

(31) 特 73449 (32) 特 94198

第83圖は小型真空管の傍熱型陰極について示したもので、(I) 端部を素焼製の耐熱絶縁物にて塞いだ Ni 筒を陰極基體とし、其の中に空間



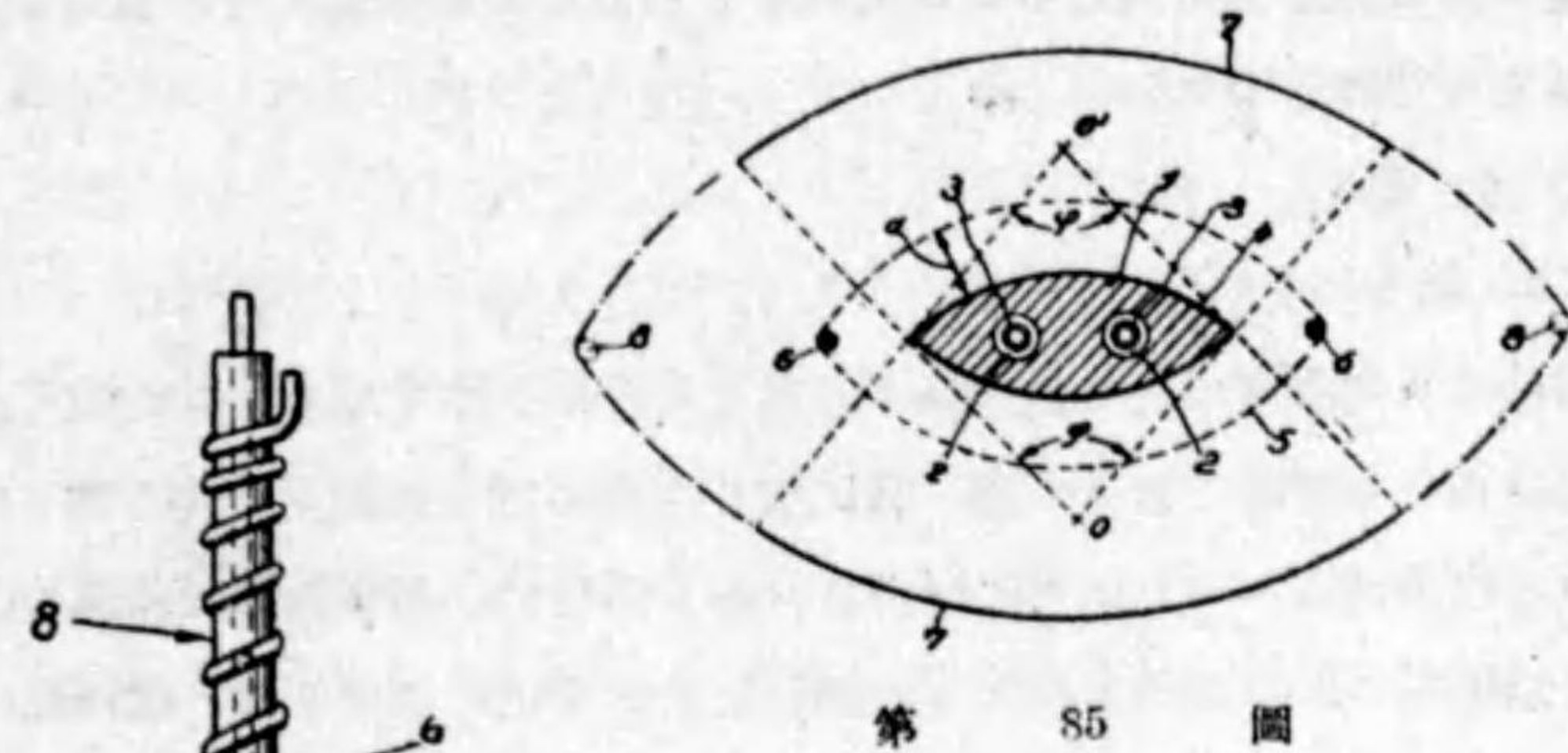
第 83 圖

的に隔離して、加熱織條を配置する方法 1. 2. 3, (II) 絶縁物に孔を開け内部に加熱導線を通じ、Ni 筒中に挿入する方法 4. 5, (III) 加熱織條にアルミナ、マグネシア等の耐熱絶縁物を結着材と共に吹付けて筒内に挿入する方法 6. 7 等である。此の場合、筒の代りに絶縁せる加熱素子に Ni をメタリコンして用ふる事もある。(33) 之の様にする、加熱素子と陰極との間に空隙がないので、加熱能率がよい。

陰極加熱を一樣ならしめる事、陰極の加熱に當つて通常の方法によると端部が冷却され易く、従つて中央部分の温度上昇が大きく、陰極に沿つて電子放射にむらが生ずる。之を防ぐのには第84圖の如く加熱線の分布を中央部を疎に、端部を密にすると陰極表面は一樣の温度に加熱されて電子放射も一樣に行はれる。

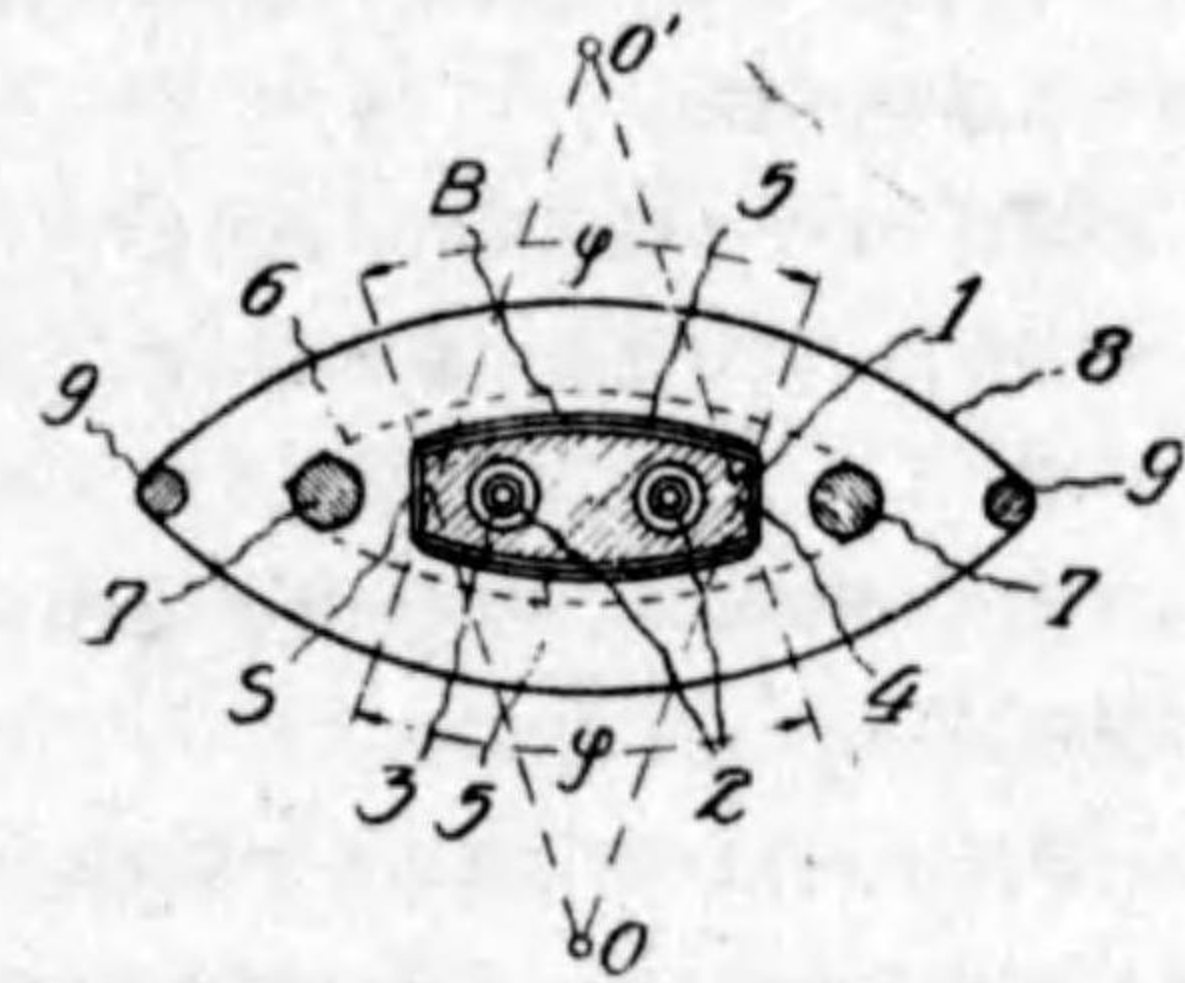
レンズ型陰極⁽³⁵⁾と麥酒樽型陰極⁽³⁶⁾、之は陰極の型に関するものであるが、間接加熱の陰極では、加熱部分と陰極とが電氣的に分離して居るため、陰極の形は他の條件より要求される任意の形状となす事が出来る。第85圖

(33) 特 104271 (34) 特 105970 (35) 特 117458 (36) 特 129618



第 85 圖

第 84 圖



第 86 圖

はレンズ型の陰極を示すもので、レンズ型の耐熱絶縁物 1 中に加熱素子 3 を通じ、絶縁物の表面に導電性の層 4 に酸化物被覆を行つたもので、此の陰極に對して橢圓形の格子、陽極を作ると陰極面に作用する電界強度は一樣となり、各部一樣の電子放射を行ふ事が出来て、真空管雑音の軽減出来る効果がある。更に第86圖は麥酒樽型の陰極で、矢張、橢圓形陽極並に格子を使用し、格子支柱を側部に置くと、支柱と陰極との距離が大きく、側面の電界強度が弱くなり、支柱の存在による陰極の主要面へ

の電界歪の悪影響を避ける事が出来る。そのため格子支柱も相当太くする事も可能になつて来る。

第2章 陽 極

2.1 陽極材料

陽極は、真空管に於て、陰極より出て格子によつて制御された電子流を受け止める電極であるため、常に或る速度の電子が衝突し其の電子の有する運動エネルギーが熱に変換されると同時に、通常陽極は高温の陰極を圍繞して居つて、それよりの輻射を受けて更に加熱され、陽極温度は上昇する結果となる。それ故、陽極の材料及び構造は次の如き条件を満足させる必要がある。

- (1) 高温になつても吸蔵瓦斯を放出しない事
- (2) 熔融点高く且つ高温で蒸気圧低く、壊散、飛沫等の現象の起り難い事
- (3) 高温にて變形せず、機械的に安定で且つ加工し易い事
- (4) 熱輻射を大にし得る事

第一の条件は、材料の排気処理が充分高温で行はれて居れば、使用状態に於ては、特別な材料を除いては、瓦斯を放出しない。故に陽極材料は材料の使用可能温度が高く、熱輻射の大なる材料を選択する事が必要である。而して、たとへ使用可能温度が高くとも、熱輻射が小なれば陽極損失は小にせねばならず、又使用可能温度が低い材料でも熱輻射の大きなものであれば、陽極損失は大に取る事が出来る。受信用真空管の如く餘り大きな陽極損失を必要としない真空管に於ては加工の容易な材料が撰ばれ、大電力の送信管其の他特殊な真空管に於ては高許容損失を有する材料が選擇される。尙之等陽極損失を大きく取る真空管では、高温で變形せぬ事、又た如何なる材料を用ひても温度變化により生ずる伸縮のため

に特性の變化しない様に設計する事が必要である。更に陽極が容器の一部を兼ね、外部に冷却翼を有する氣冷型真空管、又は直接陽極の廻りに水を通ずる水冷真空管の如く大きな陽極損失を生ずる様な真空管に於ては、此の陽極内面に生ずる熱損失が外部に早く導出される事が必要である。此のため、陽極材料としては熱傳導のよいものが選らばれる。

以上の如き意味より、現今の真空管の陽極はニツケル、グラフアイト、モリブデン、タンタラム、タングステン、銅、鐵等が使用される。

ニツケル、ニツケルは陽極に使用し得る材料として加工の容易であると云ふ特徴を有して居るため、一般受信用真空管には専らニツケルが用ひられる。尙安値であり、蒸気圧も比較的 low、容易に表面に炭素が沈着して、熱放射能を増大する事が出来る。炭素により表面黒化された場合は相當大きな陽極電力消費に耐る事が出来、純ニツケルの $3W/cm^2$ の最大許容損失に對して、黒化したものは $6\sim 10W/cm^2$ にする事が出来る。ニツケルは氣體を含有する事が比較的多いが、此の吸蔵氣體を豫め水素で置換して置く事が出来るため、真空管製作に對して排気が比較的容易である。ニツケルは高温度で處理すると甚だ柔くなるけれども、適當に襞をつくる様な構造で補強を行ふ事が出来る。この柔さは、結局、加工の容易な原因であり、又震動より來る雜音を防ぐ事にも役立つ。陽極材料としては普通純度の高いニツケルが用ひられる。

鐵、炭素含有量の少い鐵は餘りニツケルの豊富でない、我國に於てニツケルの代用として受信用真空管に使用されつゝある。鐵は CO 並に H_2 を多く吸収して居るが、適當な加工と熱處理を行へば、吸蔵瓦斯を排氣出來て陽極材料として使用が可能であるが、銹を生じ易い缺點があるので取扱ひに注意する必要がある。故に大量生産を行ふ様な場合には、手の汗其他で銹を生じたり、有害瓦斯を吸着したりして、材料として適

當でないので、豫め適當に處理した鐵板に、ニッケル又はニッケル、コバルト合金の如きを電鍍して置く⁽³⁷⁾と、大量生産的な工場作業に移しても、真空管陽極材料として差支へない。

タングステン、之は加工が困難で特に板にしにくいので殆んど使用されないが、熔融點は高く、蒸氣壓も低く高温使用に耐える上に、熱輻射係数も大きく陽極材料としての物理的性質がよいので、何等かの方法で加工が可能になれば、小型大容量の真空管陽極として期待される。

タンタラム、之は物理的性質は陽極材料として非常によい點が多いが、價格が高いのと、現在我國の冶金技術的に生産が困難なので、餘り多く用ひられない。即ち熔融點 2850°C で蒸氣壓も小さく加工も比較的容易で且つ多くの氣體と化學的に反應して、真空管内の残留瓦斯を高温で (600°C) 吸着してしまふ特色があり、熱輻射もモリブデンより大きく、常温では錆びない利點がある。唯高温で凡ての氣體と反應する結果、水素瓦斯中でさへ加熱出来なく、随つて焼きなまし又は半熔融は凡て高真空中で行はなければならない。小型大容量の真空管の陽極として期待される材料である。

モリブデン、之はタンタラムと同様高い熔融點をもつて居るし、加工も容易で、而もタンタラムに反して水素を殆ど吸藏せず、水素瓦斯中で處理する事が可能であるけれども、タングステンやタンタラムに比較して蒸氣壓が高い缺點がある。然も低温度で焼き戻される性質があるので餘り高温にすると、陽極が變形する事がある。尙熱輻射係数もタングステンやタンタラムに比較して小さく種々な對策が提案されて居る。以上の如く物理的性質はタンタラムに劣るが、タンタラムに比較して安價であるため送信用真空管の材料として使用される。

(37) 昭 15 實公 18931

グラフアイト、之は結晶性の炭素であつて、安價な上に種々な物理的によい性質を有するため、輻射によつて冷却する小型の送信用真空管や、大型の受信用真空管の陽極として多く用ひられる。グラフアイトは熔融點高く、熱輻射係数が大きい。又氣體の吸着に關しては、材質が多孔質で多量の氣體を吸着するが、割合容易に取り除く事が出来る。之はグラフアイトが表面に多くの氣體を吸着するが、内部に氣體を吸藏する事が少い性質の爲である。尙高温にて排氣された炭素は冷たい状態では、表面吸着を行ふため残留瓦斯を逆に吸着する性質を持つて居る。且つ高温に熱しても柔くなる事はない。蒸氣壓は略々モリブデンと同じでタンタラムには劣つて居る。上述の如き長所に對してグラフアイトの缺點は加工が困難で、事實上 1.5mm 以下の厚さにする事は出来ないし、又だ甚だ脆いため特に取扱ひ上注意を要する。其の上粉末が表面に附着し易く、之が真空管の雜音の原因に成る。要するにグラフアイトは細かな細工が出来ない。然し熱傳導率が相當良いため、厚い陽極を作つても許容熱損失を減する様な事はない。

銅、銅は今まで述べた材料と異つて、其の熱傳導度の大きな點を利用して、外部冷却型の氣冷型真空管、水冷型真空管の陽極の材料として重用される。外部冷却型真空管の問題は、陽極の内面にて發生した熱が冷却用物質の存在する陽極の外面に、傳導する時間を少ならしむる事で、従つて出来るだけ熱傳導度の大きい材料が選擇され、其の意味で銅が使用される。銅は單に熱傳導度大にして、外部冷却型の陽極材料として適するばかりでなく、真空管容器の一部をなす硝子と接續する場合に、端を薄いナイフエツチにして結合すると、銅の柔軟性のため温度變化で硝子を破る様な事なく、氣密に接續出来る利點を持つて居る。しかし銅は熔融状態では空氣中の酸素を吸ひ、水素瓦斯中又は水蒸氣中では水素を

分解吸収する。此の吸収した酸素は固化する場合に亜酸化銅となつて析出し、水素は溶液となつて残る。更に此の両者が結合すると、水蒸気を生じ、金属中に気泡となつて残り、脆く而も多孔質の材料となつてしまふ。従つてかかる材料を真空容器の一部として使用する場合は、有害ガスの透過を許し、高度の真空を保つ事が不可能となる。此の爲銅を用ふ場合は必ず脱酸剤を用ひ之の酸素を取除く必要がある。之の脱酸處理は陽極材料の銅を熔融して、此の熔融銅に脱酸剤を添加すればよい。

尙之の脱酸剤として次の様な提案がある。⁽³⁸⁾

硅 素 約 0.003%
 硼化カルシウム 0.55%

なる材料を熔融状態の銅に同時に、又は硼化カルシウムを先づ添加し、次に硅素を加へ脱酸處理を行ふのである。

更に使用時に於て銅から管内への瓦斯の放出を防ぐため、0.1~0.3%のジルコニウム Zr を含んだ銅を、陽極として使用せんとする提案がある。⁽³⁹⁾ 之の様な材料を使用すると、普通の銅を使用した時の10%程度の瓦斯しか放出しない。之はジルコニウムの瓦斯吸着性の強い事に原因を持つて居る様である。

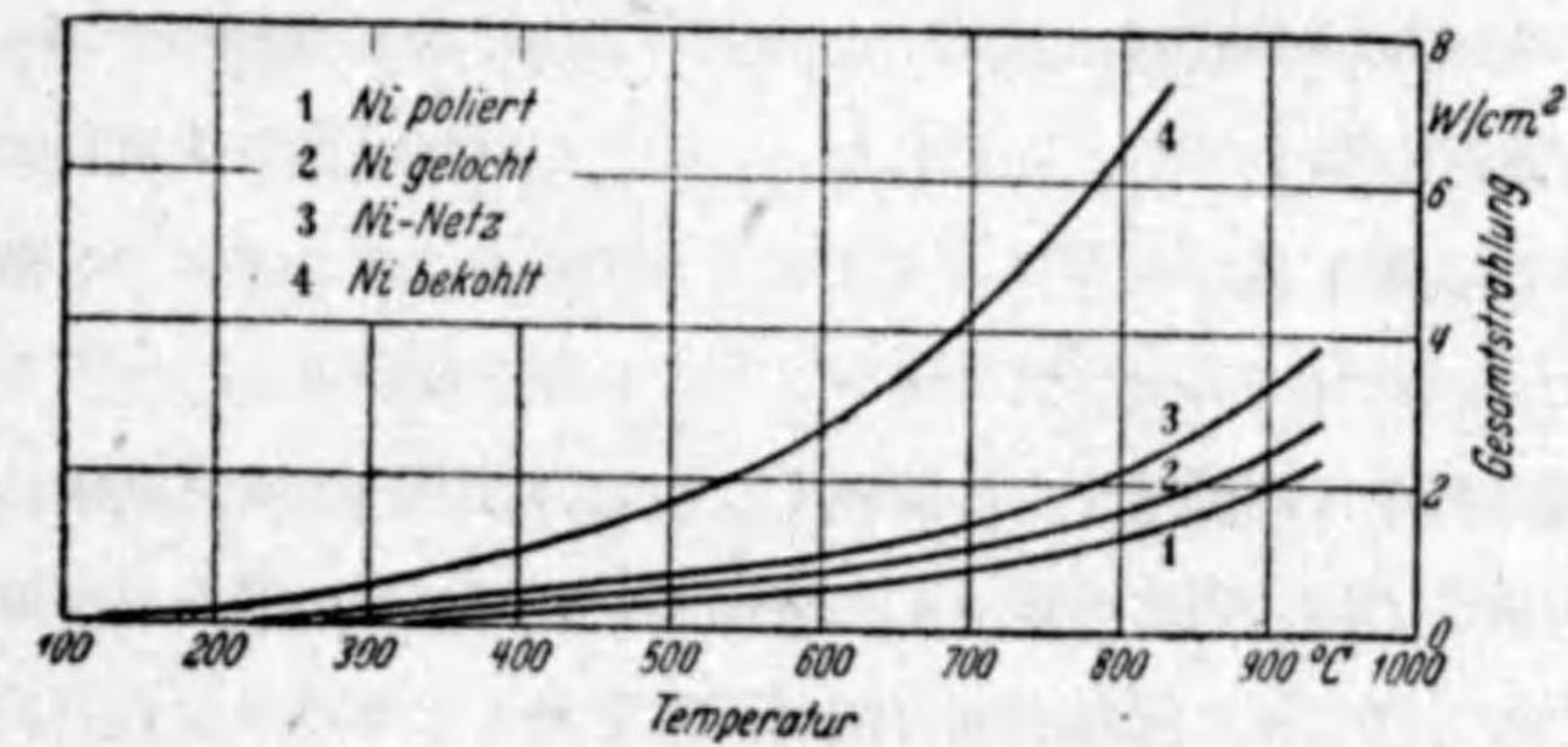
2.2 熱輻射量の増大

熱輻射冷却を行ふ空冷型真空管に於て、許容損失は陽極の熱輻射量によつて定まるため、陽極の構造、材料及び其の處理に種々な考慮が拂はれる。而して熱の輻射量は熱輻射係数と面積の相乗積に比例し温度の四乗に比例する。故に一定温度で熱輻射を大ならしめるためには、陽極の熱放散面積を大にするか、陽極面の輻射係数を大にすればよい。陽極表面にグラフアイト被膜を設けるのは輻射係数を増加するためであり、粗

(38) 特 103833 (39) 特 13126

第2表 各種材料の熱輻射係数

材 料	熱輻射係数% (黒體ヲ 100%)
タングステン	41~45
モリブデン	35~39
タンタラム	41~45
ニッケル	37
鐵(純)	40~44
鐵(表面酸化)	80
ジルコニウム	43~48
チタニウム	63
グラフアイト(滑面)	75~80
グラフアイト(粗面)	90



第 87 圖

面にするのは表面積を増加させるためである。例へばニッケル陽極の表面に各種處理を施したものの比較は第 87 圖の如くなる。

表面の輻射係数を大ならしめるには、輻射係数の大なるグラフアイト、

タングステン、ジルコニウム等の薄層を陽極表面に設けることが行はれる。

炭素の薄層を陽極上に生ぜしめるには、焰で煤けさせる方法、炭素をアクアゲックの如き結着剤と共に混じり陽極上に塗布した後、熱分解する方法、又はブタン C_4H_{10} の如き炭化水素を陽極表面上に熱分解する方法等がある。之等の方法の内最後の炭化水素を分解する方法が最も一般に用ひられるが、之の際生ずる炭素の被膜の状態は、分解温度で非常に異なるものである。モリブデン陽極は炭素により黒化する事が困難であるが、次の材料によるとよいと云ふ提案がある。⁽⁴⁰⁾

炭 素 紛 末	6
ゼ ラ チ ン	1~2
キ ヤ ラ メ ル	3~5
其 の 他	

以上を混合せる塗料をモリブデン電極に塗布、又は吹付により塗り、後真空中に $1000^{\circ}C$ 程度に加熱する。之の方法による被覆物は、モリブデンと熱膨脹係数が等しく剥落しない。尙之の材料は他の炭素塗布材料に比して二次電子放射が少い。モリブデン陽極上にタングステン薄層を設けるには、タングステン又はタングステン化合物粉末をデキストリン等の有機溶剤中に懸濁液となし陽極上に塗布、乾燥後、水素瓦斯中にて灼熱し、有機性の結着剤を燃焼せしめ金属タングステンを陽極上に焼結させる。之の方法は單に陽極表面の輻射係数を大となすのみならず、タングステン粒子のため表面が粗糲化され、輻射面も廣くなる。尙陽極表面の輻射係数を大ならしめる方法として、陽極表面に陽極物質の酸化被膜を生ぜしむる方法、炭化タングステン又は炭化ジルコニウムを被覆せし

(40) 特 140142 (41) 特 133444 (42) 特 39994

むる方法等の提案がある。⁽⁴³⁾ 尙ジルコニウム金属粉末も被覆物質として用ひられ、その熱輻射係数の大なる點からチタニウムも之の目的に使用出来る材料である。

次に輻射面を増加させる方法として、陽極面を粗糲にする事、陽極を網状にする事等が行はれる。⁽⁴⁴⁾ 面を粗糲化するには、サンドブラストの吹付作用、金属面を酸化して後還元せしむる方法、陽極に用ふる金属板の製作に際して、壓延用ローラーと壓延される金属板との間にカーボランダム等の硬質物質の細粉を添加して壓延し表面の粗糲化を計る方法等がある。⁽⁴⁵⁾ 更にタングステンの針金を網状となし其の上にタングステン粉末を附着せしめた材料を陽極として用ふる提案もある。⁽⁴⁷⁾

2.3 陽極の構造

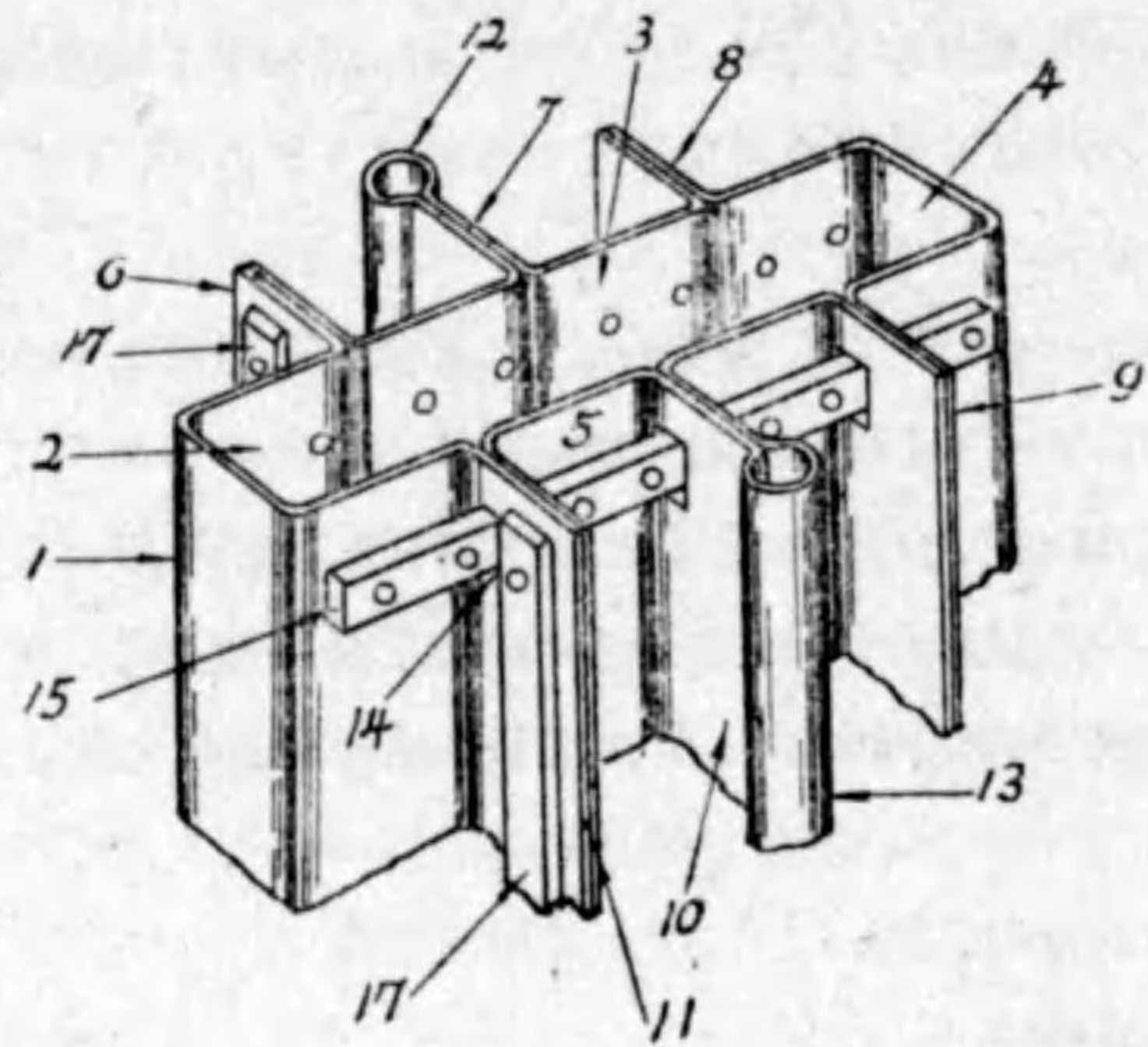
受信用真空管では容量が餘り大きくないので、餘り大きな陽極の熱損失は考へる必要はなく、大きな容量のものでせいぜい炭素による黒化を行ふ程度で、特に放熱効果を考へる必要はない。従つて陽極は單に加工に都合のよい構造に作られ、一般には圓筒形、扁平形の陽極が用ひられる。

送信用真空管の小容量のものでは受信用真空管と同じく輻射冷却型を採用するため、陽極の冷却には種々工夫がなされ、材料的に高負荷に耐へるものが選擇されると同時に、色々な形の冷却翼を設けて熱の輻射量を大ならしめると共に、陽極が高温になつても變形しない様に工夫が行はれる。

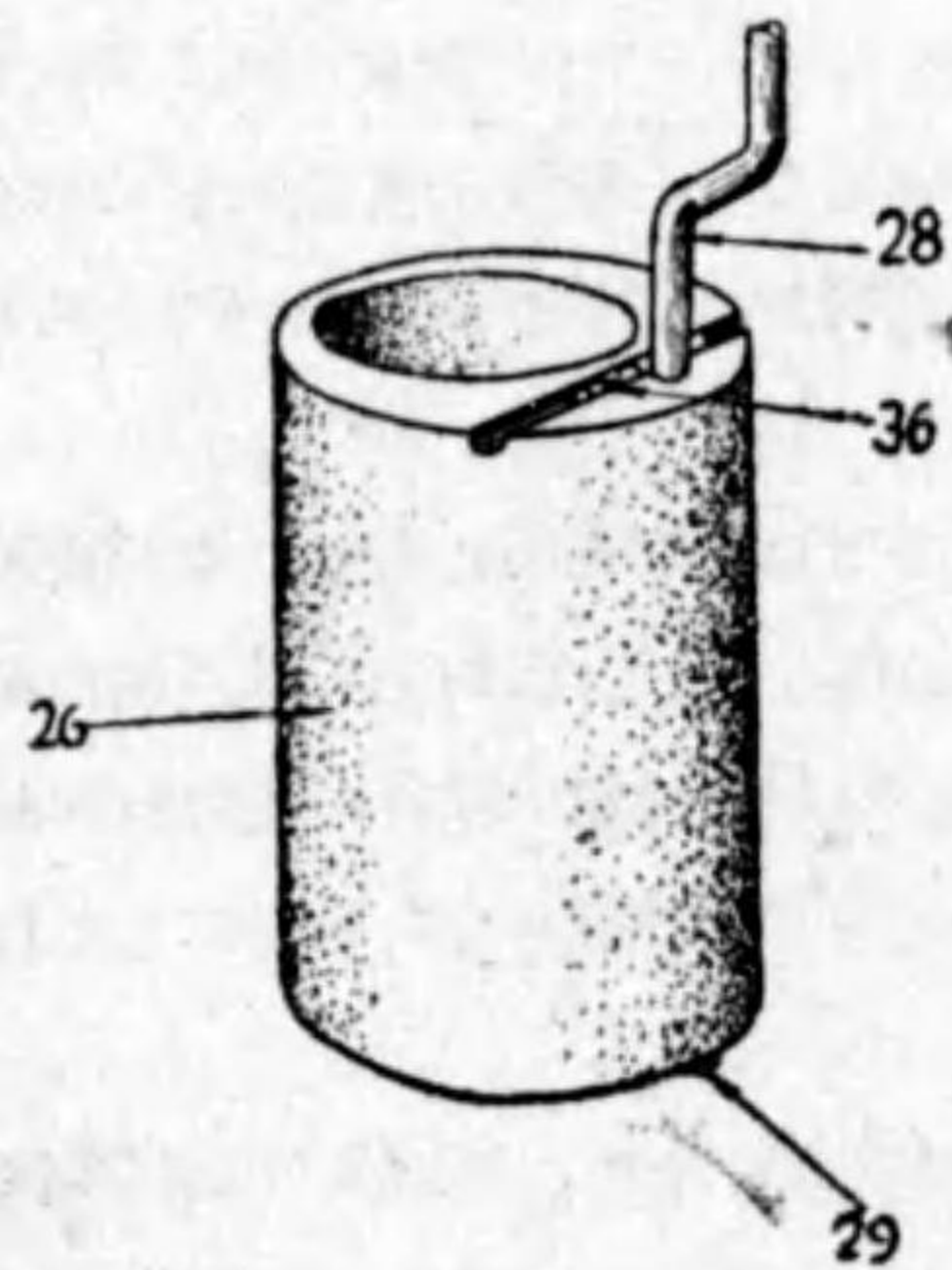
第 88 圖は其の一例で陽極を幾つかの區分に分ち、各區分の端部は折り曲げ、冷却翼を作り、それを帯金 15 で締着けて居る。冷却翼は熱

(43) 特 135163 (44) 特 68096 (45) 特 93514 (46) 特 118904

(47) 特 106753 (48) 特 70891



第 88 圖



第 89 圖

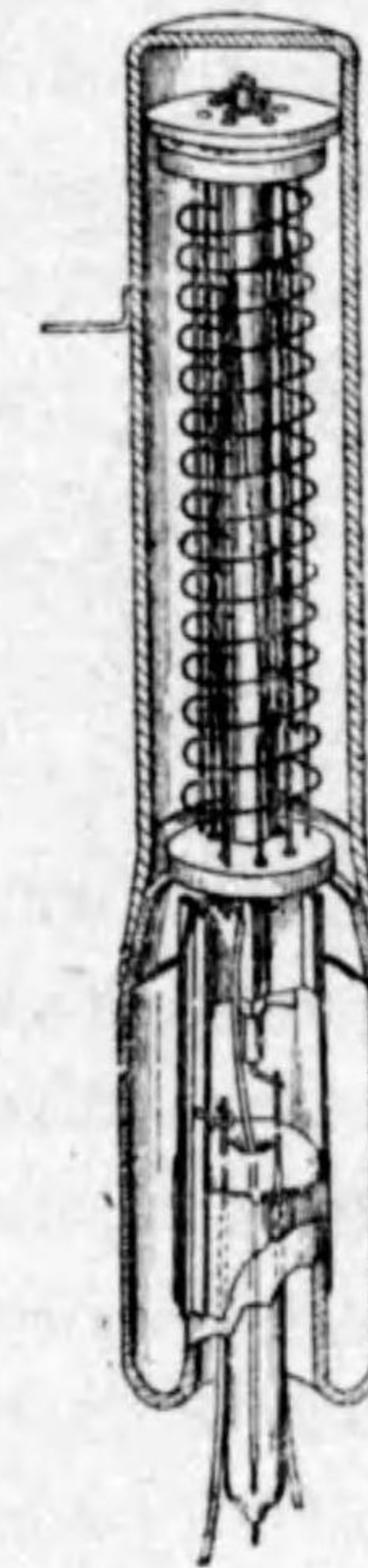
を放散させると同時に陽極の主要部分より低温で、機械的に強いから、陽極の機械的な補強に役立つて居る。

最近熱放散のよいグラフアイト陽極が好んで用ひられるが、之の圓筒型陽極ではグラフアイトの保持が現在餘りうまく行かないために變位し勝ちであるが、之を防ぐため第 89 圖の如き構造が提案されて居る。⁽⁴⁹⁾ グラフアイトの圓筒に小さな縦孔と上部に孤弦的な溝(36)

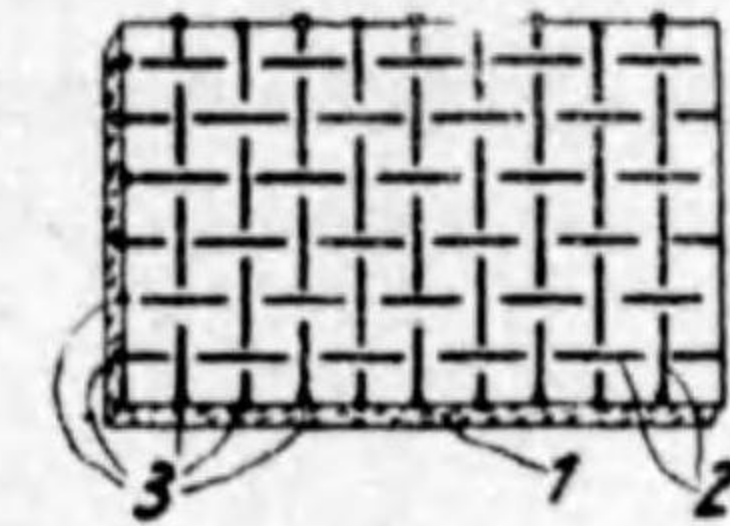
(49) 昭 14 年實、公 8277

を作つて支持棒の廻りの廻轉を防いで居る。

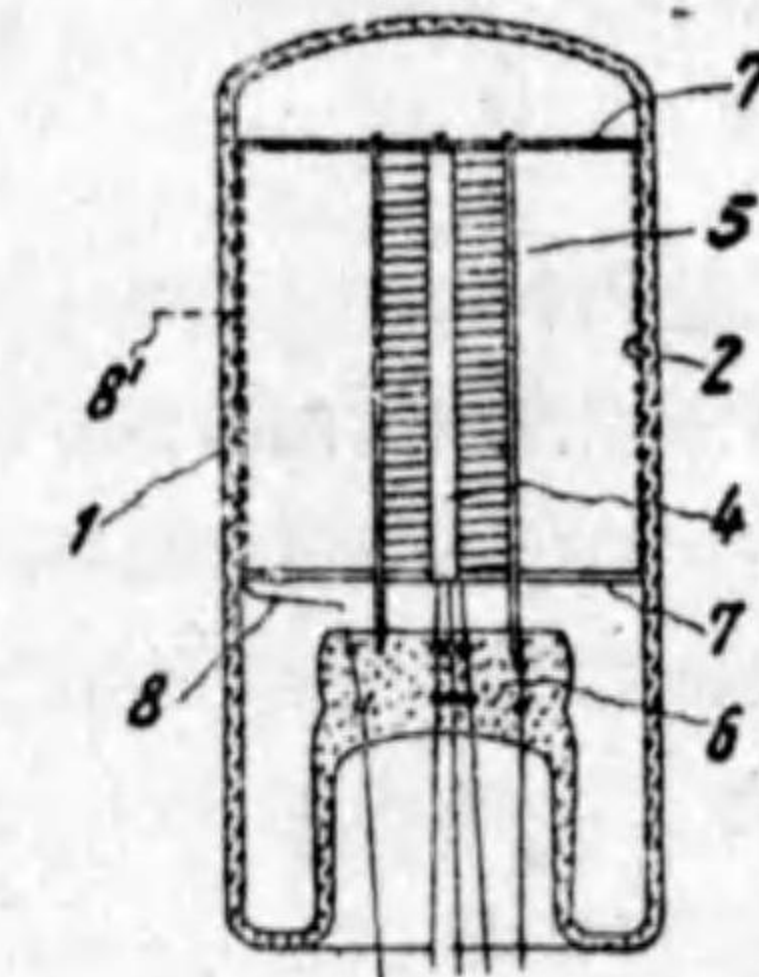
更に大きな陽極損失を要求される陽極では、陽極を容器の一部として、外部より直接陽極を冷却出来る様にした外部冷却型の構造(第90圖)が用ひられる。⁽⁵⁰⁾ 之の種の陽極は殆ど全部圓筒型であつて、一方のみに絶



第 90 圖



第 91 圖 A



第 91 圖 B

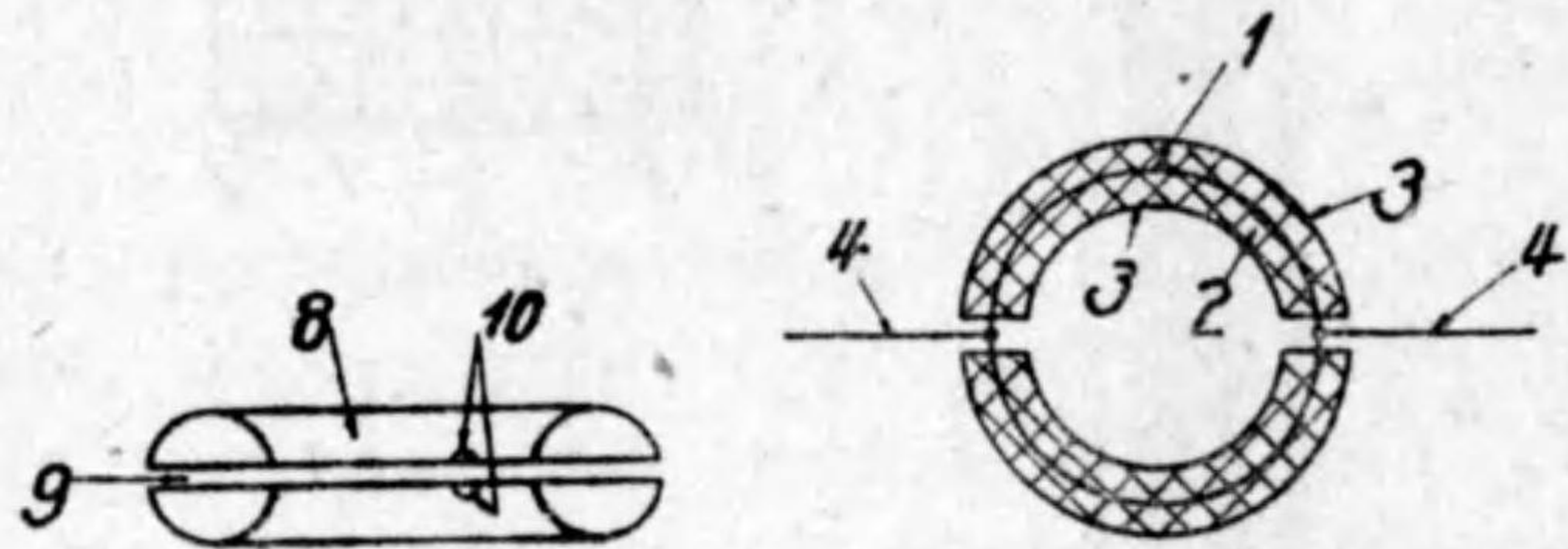
縁物容器を設けた單端型(第 90 圖)の如きものと、兩方に設けた兩端型とがある。

又陽極を直接外部に露出せず、絶縁物容器の内面に金屬網を埋込

(50) 特 38897

み、又は金属箔を融着せるものを使用せんとする提案がある。⁽⁵¹⁾第91圖Aの様
に容器絶縁物1の内面に金属網2を埋め込み、B圖の如く陽極として使用する
のであつて、陽極に生じた熱は直ちに容器に傳はり外部に熱を放散するため
大きな負荷に耐へる事が出来る。尙必要ならば容器の外部を冷却する事によつて
更に冷却を早める事も出来る。

真空管陽極として特異な形の提案では第92圖の様なトロイド型の環⁽⁵²⁾



第92圖 A

第92圖 B

状に電極配置を行つて陰極、格子、陽極間の電界を一様ならしめたもので、普通の真空管の様に端部で漏洩電界の生ずる事のない電極配置が得られる。之の場合陰極格子は第92圖Bの如く陰極1、格子3も環状に作り之を矢張環状の陽極を中に配置するのである。

第3章 格子

3.1 格子の作用

三極真空管に於ける格子は、陰極より陽極に流れる電子流を制御する目的にて、使はれるものであり、多極真空管に於ける格子は、電子流制御を行ふもの、遮蔽作用を行ふもの、或は陽極の二次電子放射を抑制するものである。故に格子は陰極と陽極との中間にあつて、其等電極より幅

(51) 特 140016 (52) 特 133443

射により加熱され、又遮蔽格子の如く陰極よりも正電位に置かれる格子には、相當多量の電子流が流れ込み、電力消費を行ひ、又た送信管の如き大型のものでは、格子にも大きな勵振電力が入るため高温に加熱される。格子は制御作用並に遮蔽作用が完全であるためには相當密にする事が必要であるが、餘り密にすると正電位の格子に對する格子電流が餘り大となり、陽極に行くべき電子を途中で吸収する。格子が高温度になると熱電子を放出し易くなり、又正電位の格子は外部より電子が衝突して二次電子を放出し易い。

3.2 格子材料

格子に使用せらるゝ材料は、陽極の材料と同様に高温度で使用出来る事と、同時に熱電子放射性並に二次電子放射性の少い物質を擇ぶ必要がある。特に陰極附近にあり負の電位を有する格子は、加熱せられて熱電子を放射し易く、正の電位を加へられた格子は電子の衝突によつて、二次電子を放出し易い故注意を要する。

現在一般に使用される格子の材料としてはタングステン、タンタラム、モリブデン、ニッケル、ニッケル合金、銅ベリリウム合金等である。

タングステン、之は熔融點高く、蒸氣壓は小さく、高温でも機械的に強く、吸蔵瓦斯の除去が容易であつて、其の上熱電子の仕事函数が大きいので熱電子を放出する事少く、二次電子放射も小さい材料であるため、格子材料としては非常に優秀なものである。しかし加工が相當困難で特に熔着が不可能であるため、工作上種々な困難がある。大型の真空管には其の材料的特性のよいためにも重用される。材料特性はよいが工作が困難なるため、種々な構造上の提案や、他物質上にタングステンを被覆させる提案が多い。

タンタラム、之は熔融點高く且つ蒸氣壓も小さく、機械的強度もある

上、二次電子放射が少く特に炭化されて表面に TaC の出来たものは非常に少い。しかしタングステン、モリブデンに比して仕事函数が大きく熱電子放出が多きく、且つ價が割合高價であるのが難點である。

モリブデン、之は熔融點高く加工が割合容易で、融着も可能であり、且つ瓦斯を排除する事も容易で仕事函数もタンタラム、ニオビウムに比して遙かに大なる値を有して居る。唯タングステン、タンタラムに比すると蒸氣壓も高く、高温で機械的強度も弱い、安價であるため通常大型の真空管の格子として多く用ひられる。然し乍ら二次電子放射能が相當大きいため、正に電壓を加へ得る格子には餘り望ましいものではない。従つてそれに伴つて二次電子放射性を低下せんとする工夫も多い。

ニッケル及びニッケル合金、純ニッケルは高温で焼き鈍すと非常に柔くなるので、格子材料とするには不適當であるが、マンガニズを少量加へると強度を増加する。特に之の材料は陰極からの活性金屬蒸氣が沈着しても、マンガニズの影響を受けて熱電子放射性が小さい、二次電子放射性も小である。高温ではニッケルの蒸氣壓のため使用出来ない。従つて受信管の如く小容量のものに重用される。

銅ベリリウム合金⁽⁵³⁾、之は銅を主體としベリリウムを僅か加へた合金で銅の機械的強度を増加させたものである。銅が主體であるため熱傳導度が大きく、格子上の熱を直ちに支柱乃至外部に導出する事が出来、格子の加熱を防止する事が出来る。然も之の合金は二次電子及熱電子の放射性は共に甚だ少い。外部への熱の導出を良好ならしむるため格子線のみならず、格子の支柱も之の銅ベリリウム合金で製作するとよい。しかし現在我國では未だ用ひられて居らない。

3.3 二次電子放射の防止

(53) 特 120470

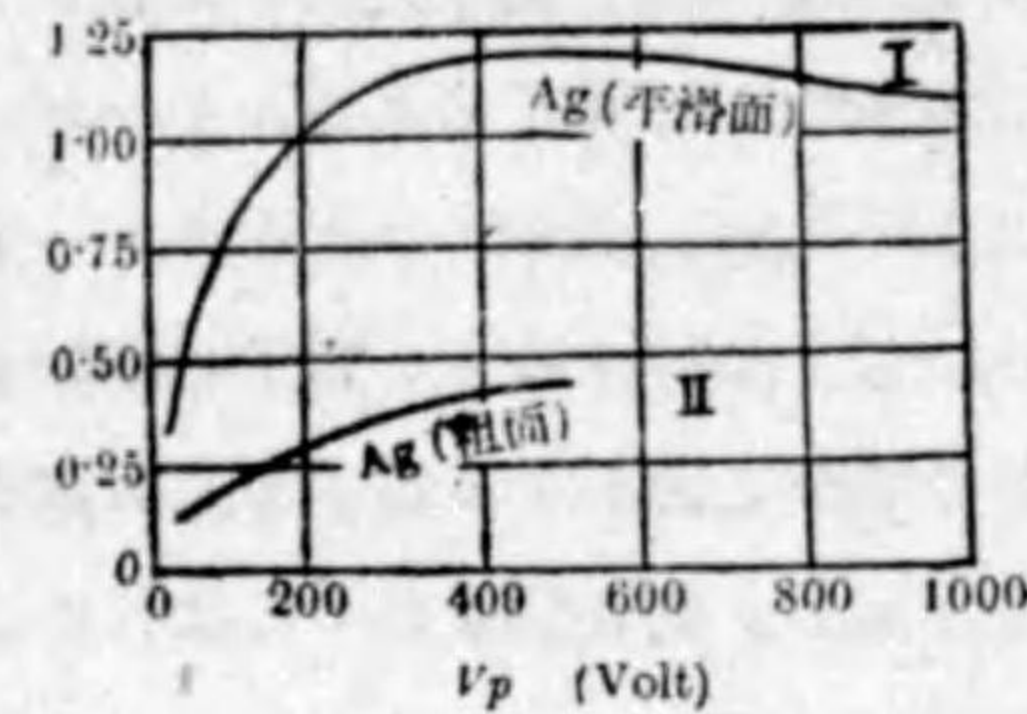
正電位にある格子は陰極より電子が衝突すると、衝突した一次電子より多量の電子を放出する事がある。之は衝突した電子のエネルギーが、衝突を受けた物體の表面附近の電子に加へられ、其のエネルギーが一定の値即ち熱電子の場合と同様 $W (=e\phi)$ 以上に達すると、電子が表面より放出される。之の衝突した電子を一次電子、放射する電子を二次電子と云ひ、之の現象を二次電子放射現象と云ふ。衝突電子の中には其のまゝ弾性的に反撥される反射電子も存在し、一般にはそれをも含めて二次電子と稱する。二次電子放射は熱電子放射の場合の様に、その放射量は仕事函数の小さな物質が多いが、必ずしも仕事函数によつてのみ定まるとは云へない。又た入射電子速度が速過ぎると入射電子が物質内部の深くにある電子にエネルギーを與へる結果、表面より飛び出す前に其のエネルギーが消耗するから電子放射量は少くなる。

最近ダイナトロンや二次電子増幅管が発達して、之の二次電子放射の現象を有利に利用する事が盛んになつて來たが、一般の真空管では之の現象のため電極の電流分布が變り、發振や増幅を行はせるために有害である。従つて之が爲に種々な對策が講ぜられて居る。



第 93 圖

a. 格子表面を粗にする事、表面を粗面化すると二次電子放射は少くなく、之は電位障壁を飛び越へて電子が一旦金屬表面を出て來ても衝突を繰返してはね返されるからである(第93圖)。例へば銀の平滑な面と、粗なる面の間の二次電子放射特性を比較すると第94圖の如くなる。之の様な粗面を作るには、噴砂法、表面を酸化し後還元する方法、又は不活性ガス中で金屬を蒸發させる方法等がある。之の後の方法はタン



第 94 圖

グステン又はモリブデン電極に
應用して効果がある。

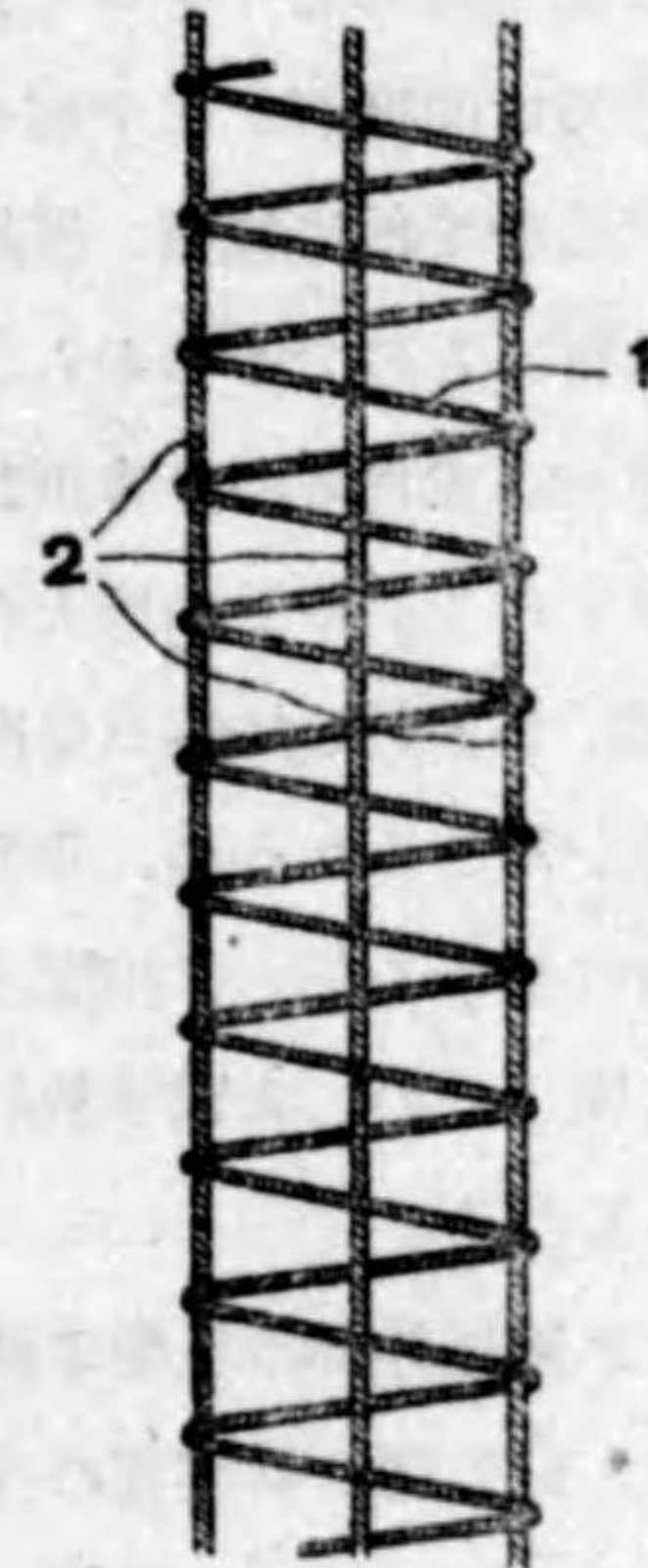
b. 格子に他物質を被覆せしめ
て二次電子放射を低下させる事
之には種々の提案がある故次に
列挙して見ると。格子にタンタ
ラム等を被覆せしめる事、タン

タラム、プラチナ、クローム等を格子上に電鍍又は機械的被着によりて
密着せしめたるものは二次電子放射が少ない。

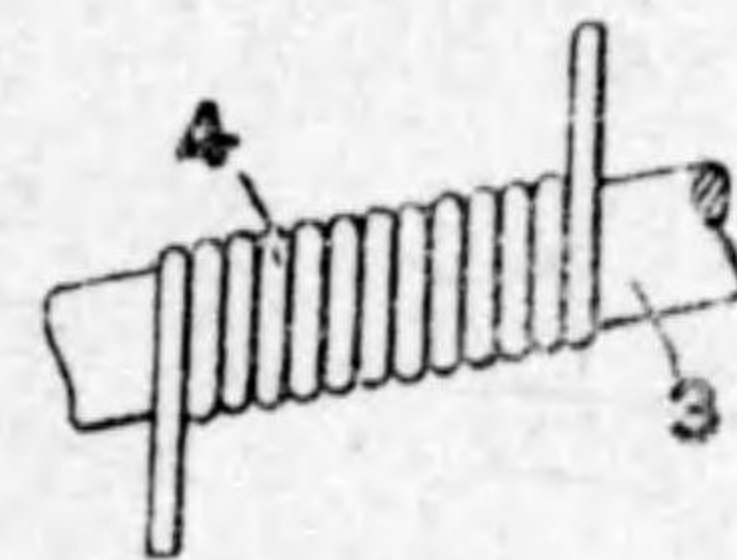
タングステン被覆を設くる方法。⁽⁵⁵⁾タングステン粉末又は其の化合物
(例へば酸化タングステン) にアラビヤゴム等の結着剤を加へ、水又は
アルコールの懸濁液を作り、之を格子、支持棒に塗布する。之を水素中
にて加熱(約 1300°C)還元すると格子上に灰色の金属タングステンが得
られる。之の場合結着剤としては、グリセリン又はデキストリンを用ひ
てもよく、懸濁液の塗布には噴霧法を用ふると便利である。

モリブデン等の心線上にタングステン線條を捲きたる複合線を格子材
料として用ふる事。⁽⁵⁶⁾之は第 95 圖に示す如くモリブデン、ニッケル等の熔
着の容易な金属 3 を心線とし其の上にタングステン、クローム等の二次
電子放射性の小さな金属 4 の織條を密に捲付けた複合線を、格子線の材
料として使用する。之はタングステンが二次電子放射性小で、格子材料と
して有利であるが、工作が困難で特に熔接が難かしい。之の方法の材料を
用ふると、熔着の場合には内部のモリブデンが、タングステン織條の間
から表面に熔け出て、容易に熔着出来る。且つ之の複合線に於てはタン
グステンは輻射係数大で且つ熱輻射面積も單一織條に比して大なるため、

(54) 特 88786 (55) 特 131857 (56) 特 10419



第 95 圖 A



第 95 圖 B

温度上昇を少く出来ると云ふ利點もある。

炭化ジルコニウムを被覆せしむる方法。⁽⁵⁷⁾
金属基體を豫め粗面となし、それにジルコ
ニウムと炭化水素又は炭水化物との混合物
を塗布し、之を水素氣中又は真空中で加熱
處理すれば得られる。勿論炭化ジルコニウ
ムを直接格子上に塗布してもよい。之の場
合被覆材料としては、上記材料のみならず
炭化タングステン、炭化モリブデン、炭化
硼素、炭化珪素の如き熔融點高き金属の炭
化物を使用してもよい。炭化タンタラムも
斯る材料として優秀である。

其の他格子の二次電子放射を低下せしむ
るには、陽極の場合に使用した炭素の被
覆、ジルコニウムの被覆(之は酸化ジルコ
ニウムを被覆し、還元氣中で加熱處理を行
ふと得られる)。⁽⁵⁸⁾アルミニウムの被覆を行ふ
事等が現在までに試みられて居る。其の内
ジルコニウムを被覆せる格子は、熱陰極物
質のバリウム等が沈澱しても二次電子放射
が少ない。之はバリウムとジルコニウムが
二次電子放射性の少ない固溶體を作る事に

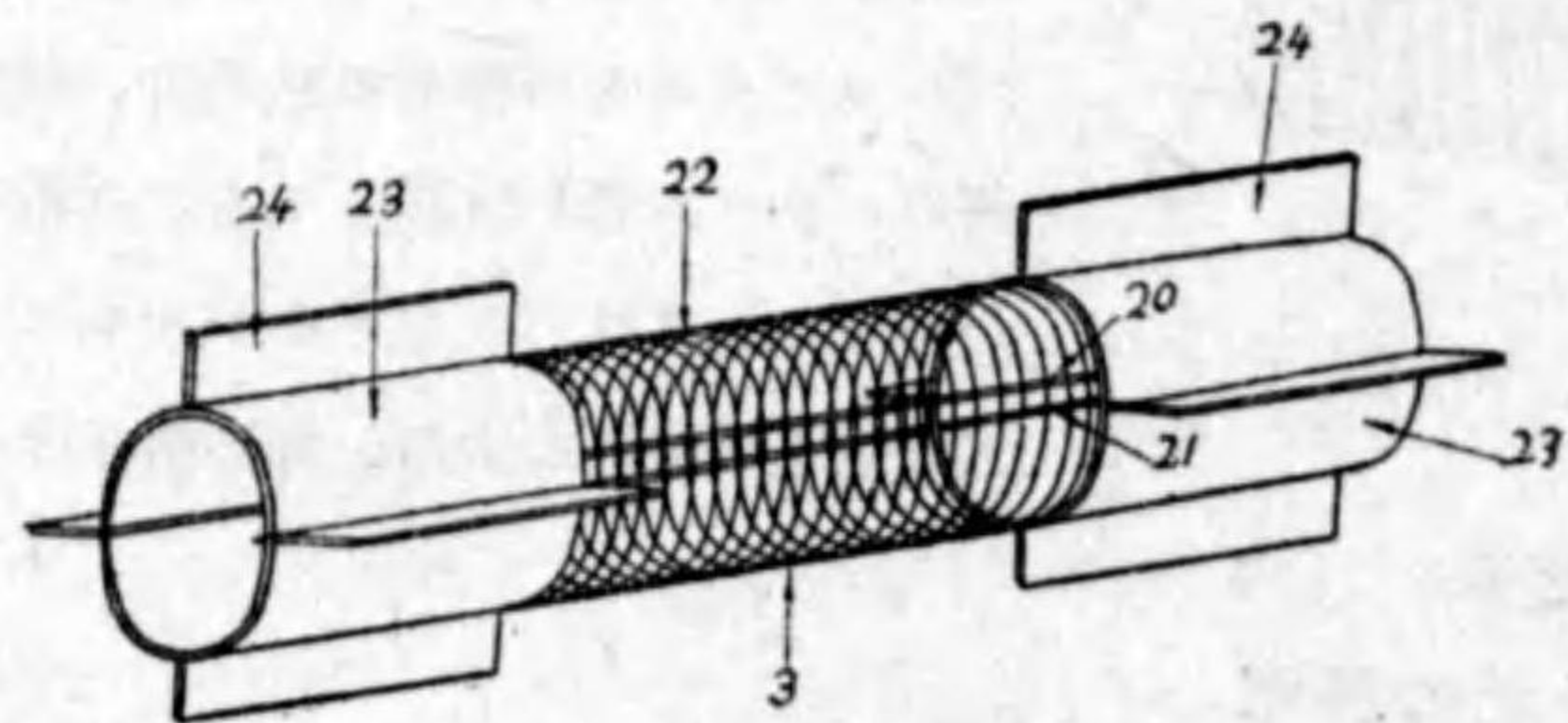
原因して居る。

3.4 格子の構造

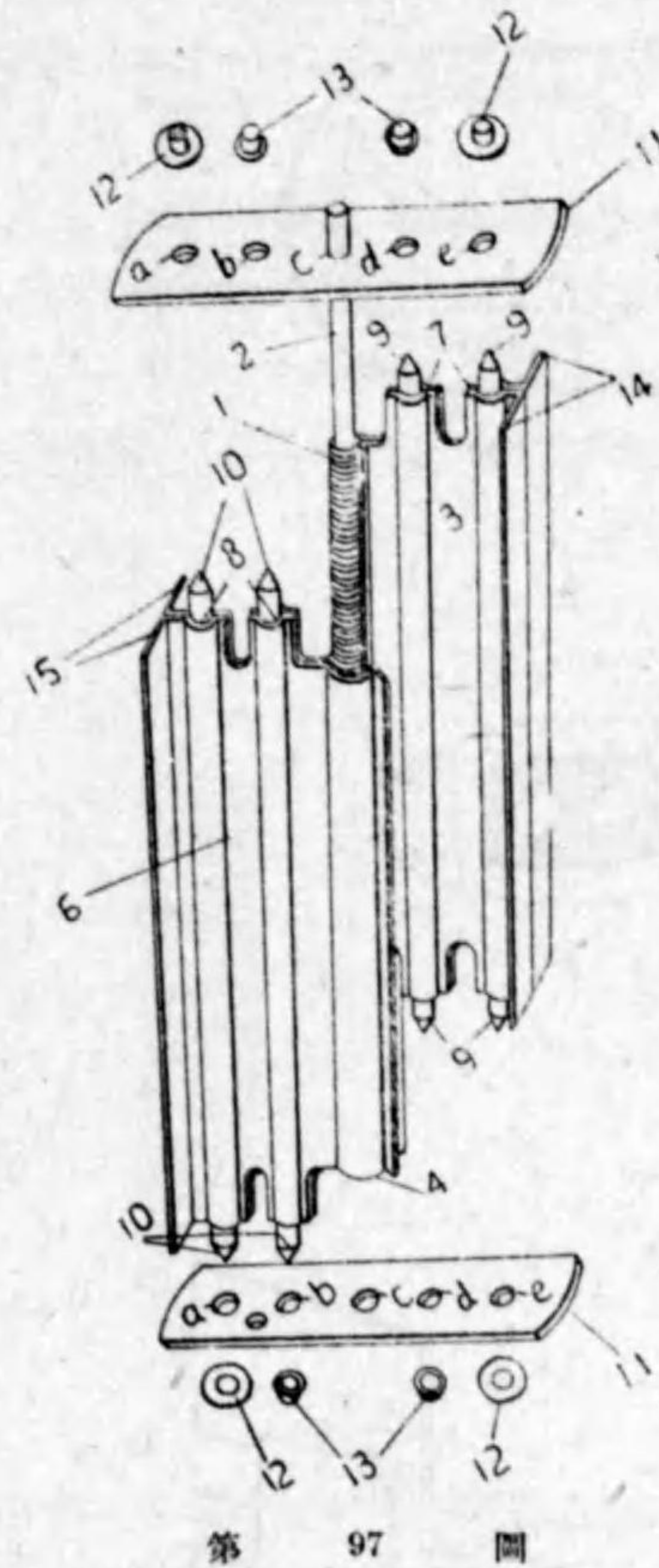
(57) 特 135163 (58) 特 70218

格子は陰極と陽極の間にあるため、形状は大體陽極の形によつて定まり、受信管では扁平、楕圓、圓筒形で、送信管では圓筒形、扁平形が多い。構造は受信管では殆んど捲線型であり、送信管では捲線型、横線型、網型、籠型である。格子は單に制御、遮蔽を行ふものであるから、織條はある程度細い事が望ましいが、機械的強度と、或程度の許容損失を持つ事が必要であるので、織條の細さには限度がある。格子の最大許容損失は、格子が機械的に保ち得る温度と、熱電子を放射し始める温度とから限定される。制御格子は前述の各種の構造が用ひられるが、遮蔽格子は陽極と制御格子との間の靜電結合を防ぐ目的であるから、相當目の細い捲線型、網型が用ひられる。抑制格子は陽極よりの二次電子放射を防ぐ目的であるので、通常目の粗い格子が用ひられる。

格子に於ても前述の如く許容損失が問題となり、陽極外部冷却型の真空管では陽極は相當大きな損失が許容出来るため、此の種の真空管の容量は格子の許容損失で定まると云ふ場合が出て来る。特に短波の發達によつて、電極間の距離の減少、勵振電流の増大、熱放射の低下等が原因して、格子許容損失の増大化が益々必要になつて來た。そのため此の許容損失を増大するために種々な提案が行はれて居る。



第 96 圖



第 97 圖

第 96 圖⁽⁸⁰⁾は格子の支持棒の先に冷却翼を設け、格子上に發生する熱を放射させて許容損失を大きくしたものである。

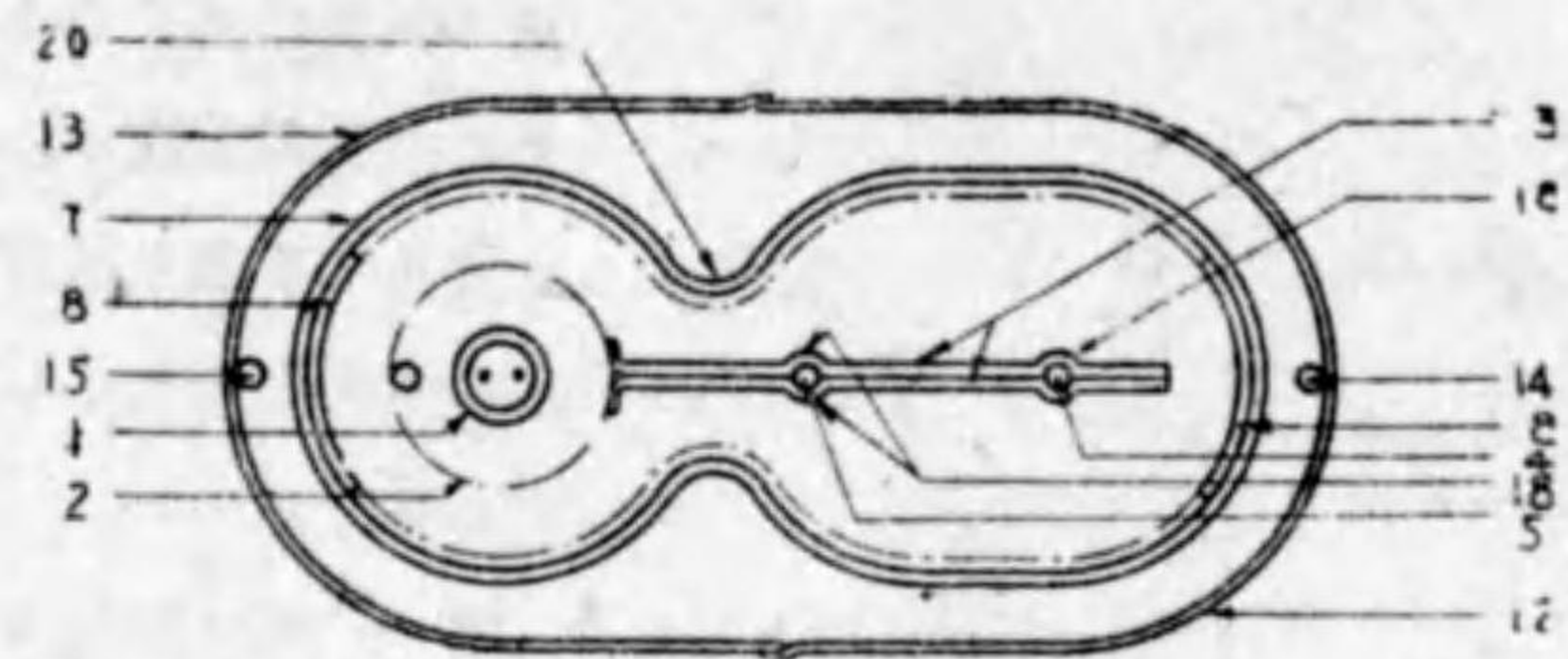
第 97 圖⁽⁶⁰⁾は陽極 4 を不完全圓筒となし、其の開口部より格子 1 を支持し、格子支持體 3 を延長して冷却翼を形成させたものである。

第 98 圖の構造は陰極 1 の周圍に捲線型の制御格子 2 を設け、之に冷却翼 3 を設けて、格子を支持せしめる。遮蔽格子 7 及び陽極 13 は、制御格子の圓筒部に並に冷却翼全體を包む様な構造にして、格子より熱の放射する面積を廣くする事が出来る。

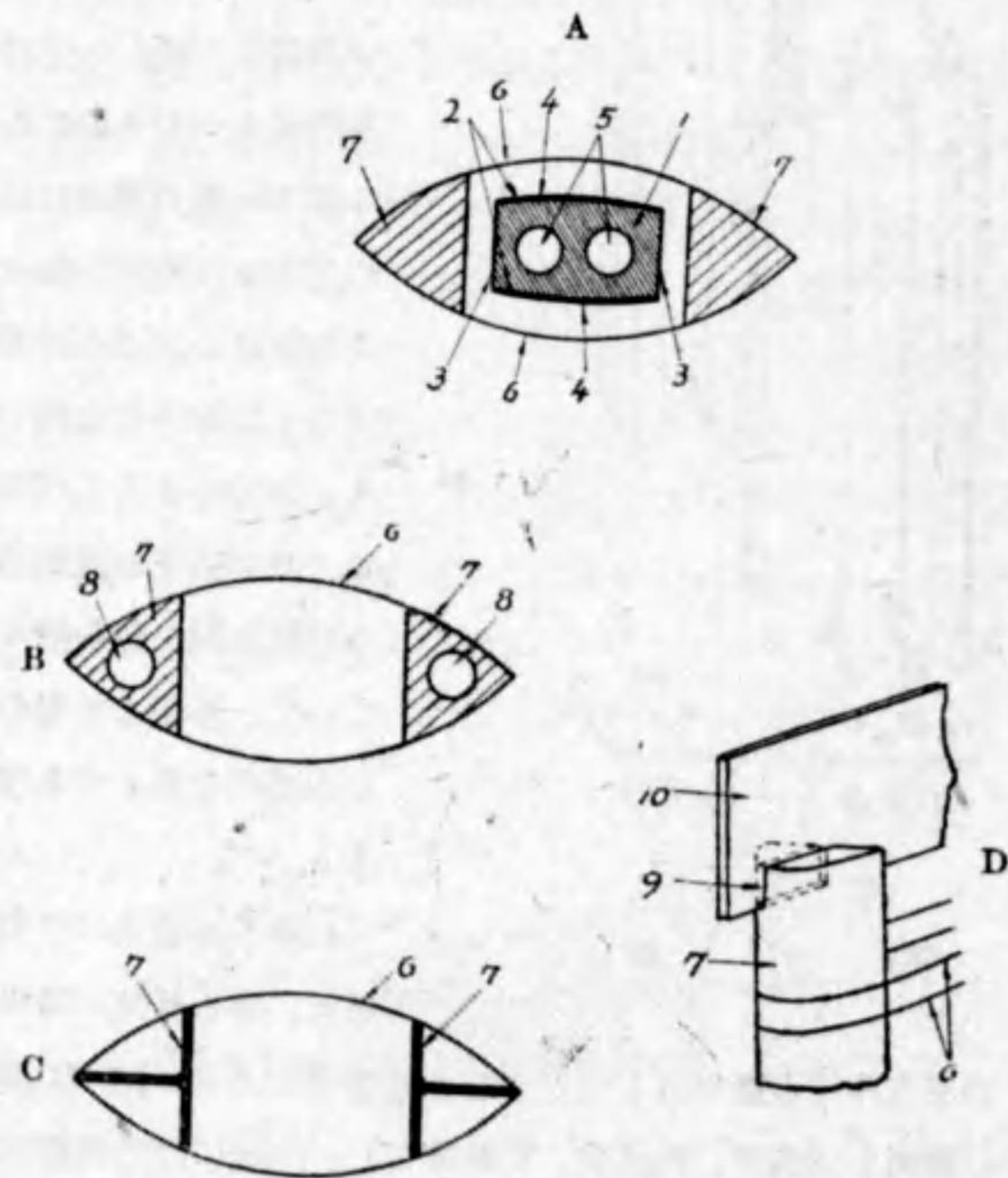
又格子に發生した熱を大量に、早く外部に導出する

ために、格子支持棒の斷面積を大ならしめる提案がある⁽⁶¹⁾。第 99 圖の様に支持棒の斷面を三角形、楕圓形、T 形等とし、陰極には麥酒樽狀陰極

(59) 昭 8 年 實、公 13504 (60) 特 105626 (61) 特 140655



第 98 圖

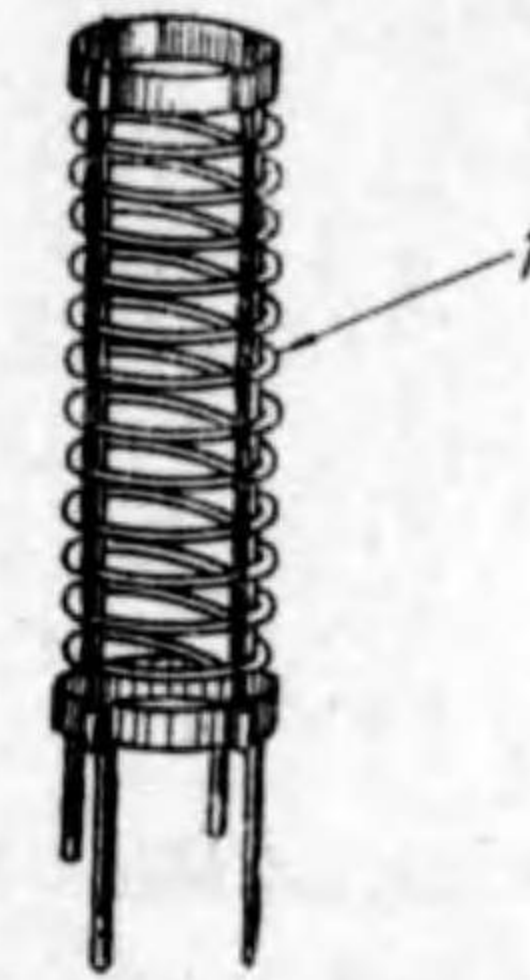


第 99 圖

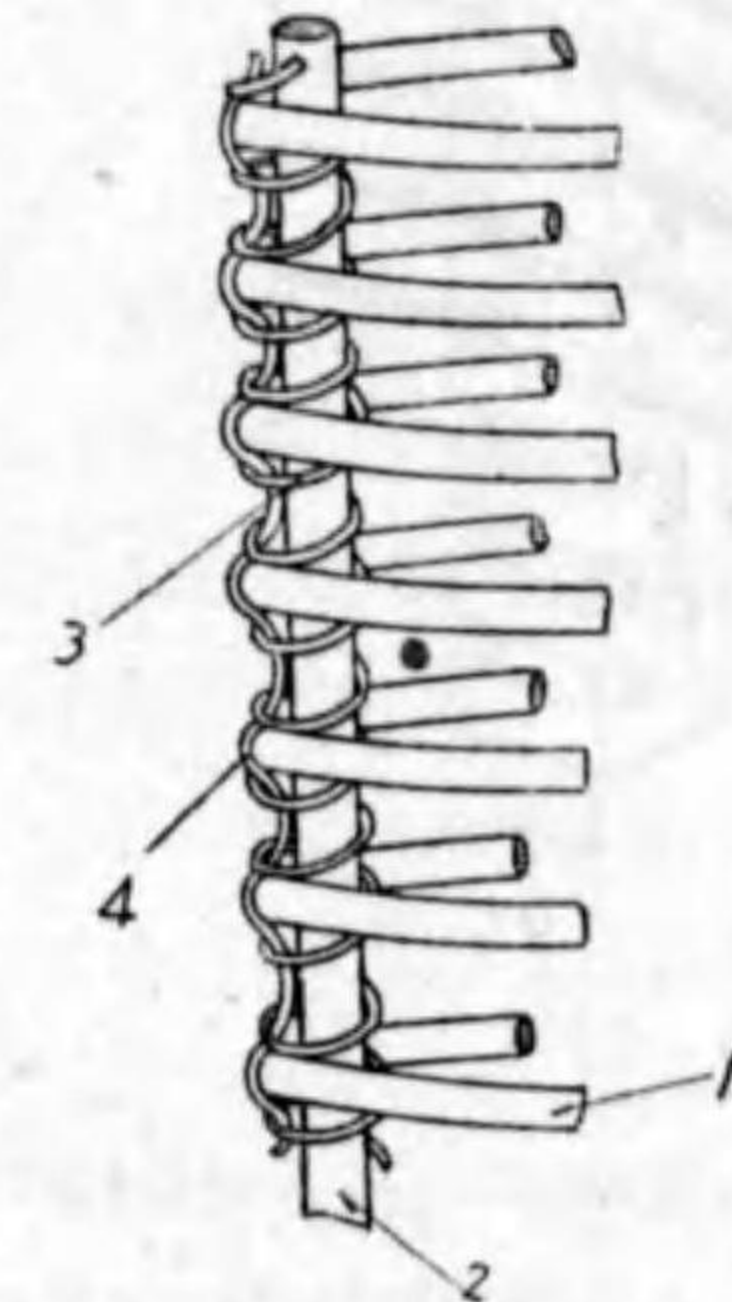
4を使用すれば都合よい。之の場合必要ならば支持棒内に孔8を設けて冷却水を通じ、又は支持棒端部に冷却翼10を設ければ、更に冷却効果が大きくなる。

3.5 格子の組立

格子は細い針金を一定間隔を以て、一定位置に保つ様に組立てる必要があり、使用する材料は高融融点金属で、特にタングステンの如く熔接し難いものであるため種々な組立構造並に組立方法が提案されて居る。



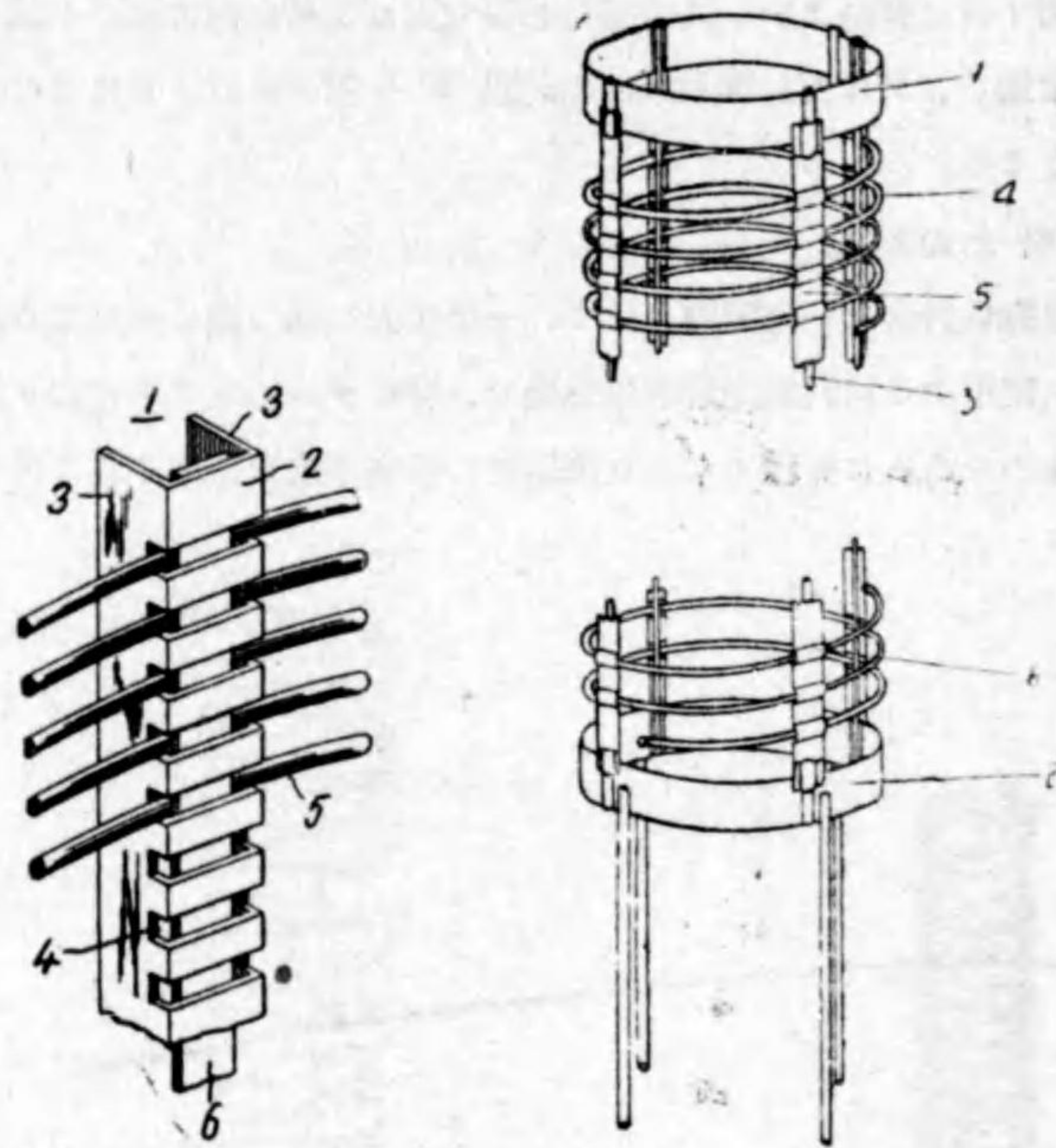
第 100 圖



第 101 圖

普通には、格子支持棒に切り込みを設けて捲線を埋込む事、材料が熔着可能な時は捲線を支持棒に熔着する事、細い針金で支持棒に緊着させる事等が行はれる。第100圖、第101圖は細い針金を用ひて捲線を支持棒に結び着けたものであり、第102圖は捲線を支持棒に組込んだものであり、

(62) 昭13年 實、公 7915 (63) 昭13年 實、公 7916 (64) 昭15年 實、公 4583

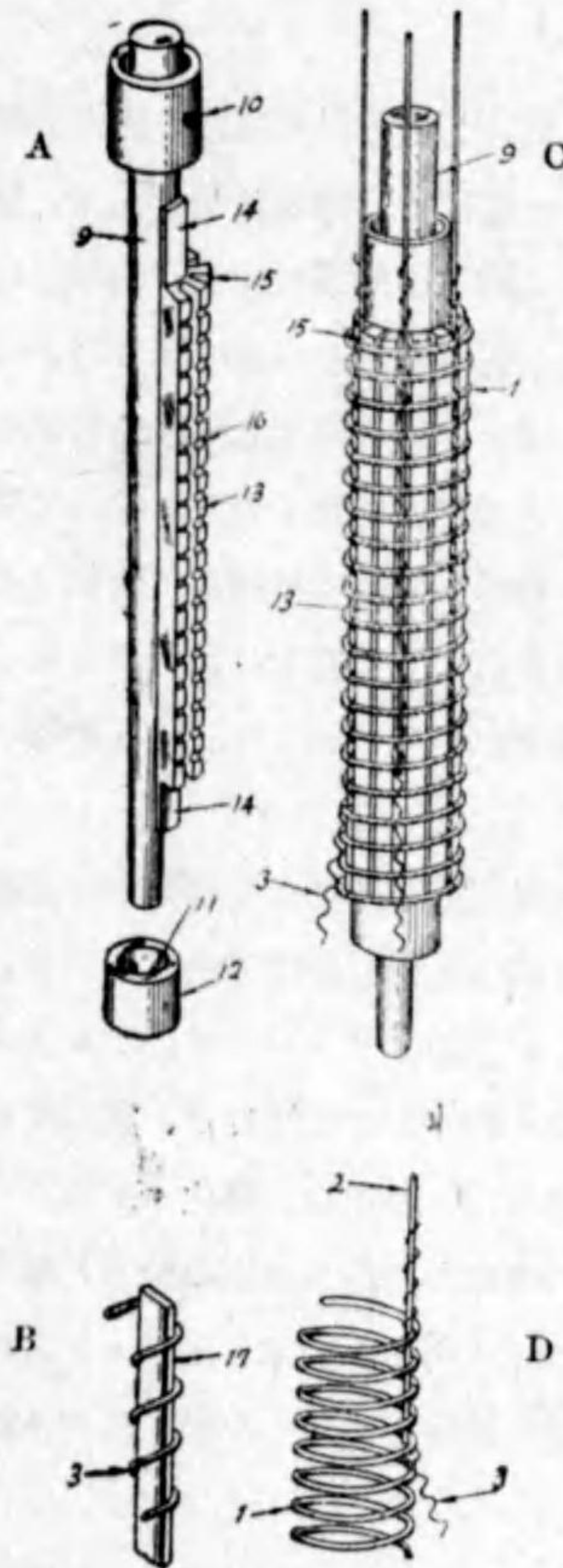


第 102 圖

第 103 圖

第 103 圖は支持棒 3 に格子捲線 4 を唾へたりボンを熔着した構造である。
 細線による捲線型格子の組立については次の様な方法がある。(66) 第 104 圖 A の様な組立自在なマンドレルに、先づスパイラル状に格子線 1 を捲き付ける。他に格子線のピッチに略々等しい細い針金の捲線を B の如く、何か適当な幅を持つた枝に巻いて作る。組立に際しては C, D に示される様に、支持棒を挿入しながら一ピッチ毎に、格子捲線の外部より結合線 3 を支持棒と捲線とを組合せる如く挿んで行くと、格子線と支持

(65) 昭14年 實、公 15565 (66) 特 89300



第 104 圖

棒との組合せを簡単に行ふことが出来る。

第 4 章 容 器

4.1 容器の材料

真空管の容器の材料は次の如き特徴を備へて居る事が必要である。即ち

- (1) 気密性を有する事
- (2) 電線の導入が可能である事
- (3) 加工容易である事

真空管内部を真空に保つためには、何としても容器材料が気密である事が必要である。即ち外部よりの氣體が擴散浸透しないばかりでなく、材料が吸収して居つた瓦斯を使用時に放出したり、又は材料自身が揮發し易い物質であつてはならない。各電極は容器内部にあるため導入線として少くとも織條は 2 本、他の電極は 1 本の導體が外氣に露出され、其上導入線相互間は、完全に絶縁されて居らなければならない。尙工業的に製作するのであるから加工

の容易な事も望ましい。

之の意味で現在用ひられる材料は硝子、金屬、陶磁器及之等の組合せ

である。

4.2 硝子容器

硝子を真空管容器として用ふる事は、真空管發達以前電球の製作で經濟であつたので、早くより用ひられた。硝子は容器の材料として、氣密性は充分であり、加熱すると柔くなつて加工が簡單であり、初期には必ずしも完全に硝子と膨脹係数の等しい金屬は發見せられて居なかつたが、一應導入線封入も可能であつたので、真空容器として最も普通の材料として、真空管が出現して以來今日まで用ひられて來た。そして電球の製作技術を繼承した爲、硝子容器の形狀、構造には殆んど變化なく進んで來た。唯極く最近に於て金屬容器を有する真空管に刺戟されて、ステムを排した形の小さい硝子製の真空管が出現し始めた。硝子容器に關係した提案を拾つて見ると。

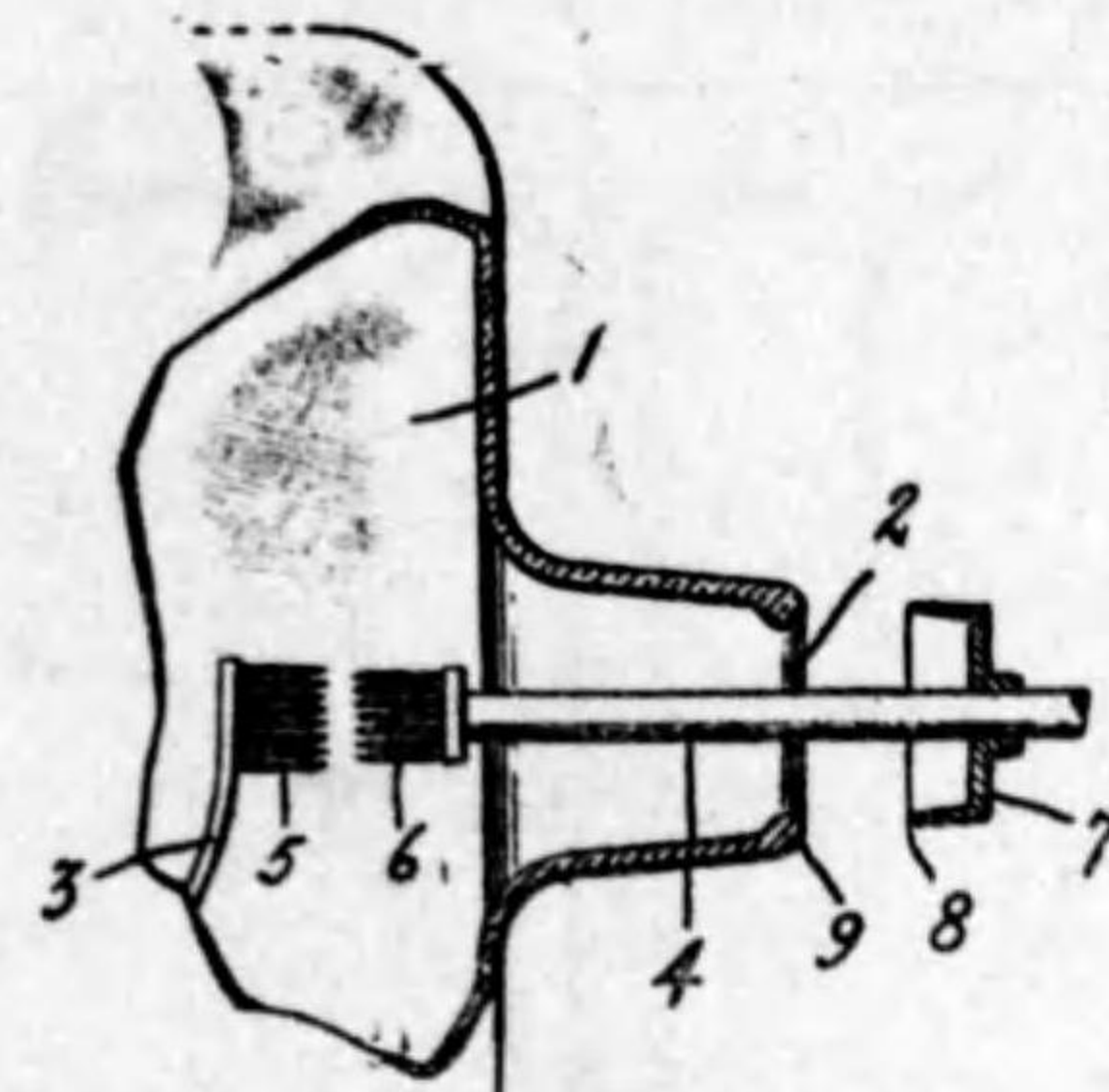
容器表面に金屬被膜を作る方法、之は真空管を外部より靜電的に遮蔽するために、容器の外表面に金屬膜を作る場合の膜の製作方法であつて、第一工程は容器に琥珀液、乾燥油、テレピン油、ペンゾール、アルミニウム粉末の混合液を塗布して、之を 120~170°C にて焼付け、第二工程では前の混合液のアルミニウム粉末の代りに、鹽化金、鹽化マグネシウムを加へた液を塗り、之の半乾燥状態の時に、黒鉛又は銅の粉末を噴射して 170°C 加熱すると、黒鉛又は銅の層が出来る。第三工程にて之に銅鍍金を行ふ。かくして得られた金屬層は真空管使用中加熱されても脱落する事なく、緻密なものが得られる。

導入線、之は通常硝子の膨脹係數に近い金屬線をステムの部分に封入して居る。特殊な場合に用ひられる導入線に關する二三の提案を示すと。

大電流を導く導入線、大容量の真空管では電極に導く電流も大い。従

(67) 特 124038

つて導入線は抵抗を少くするために太い導入線を用ふる必要がある。之の様な太い導入線は硝子封着中に不便を感じるので第 105 圖の様に内部



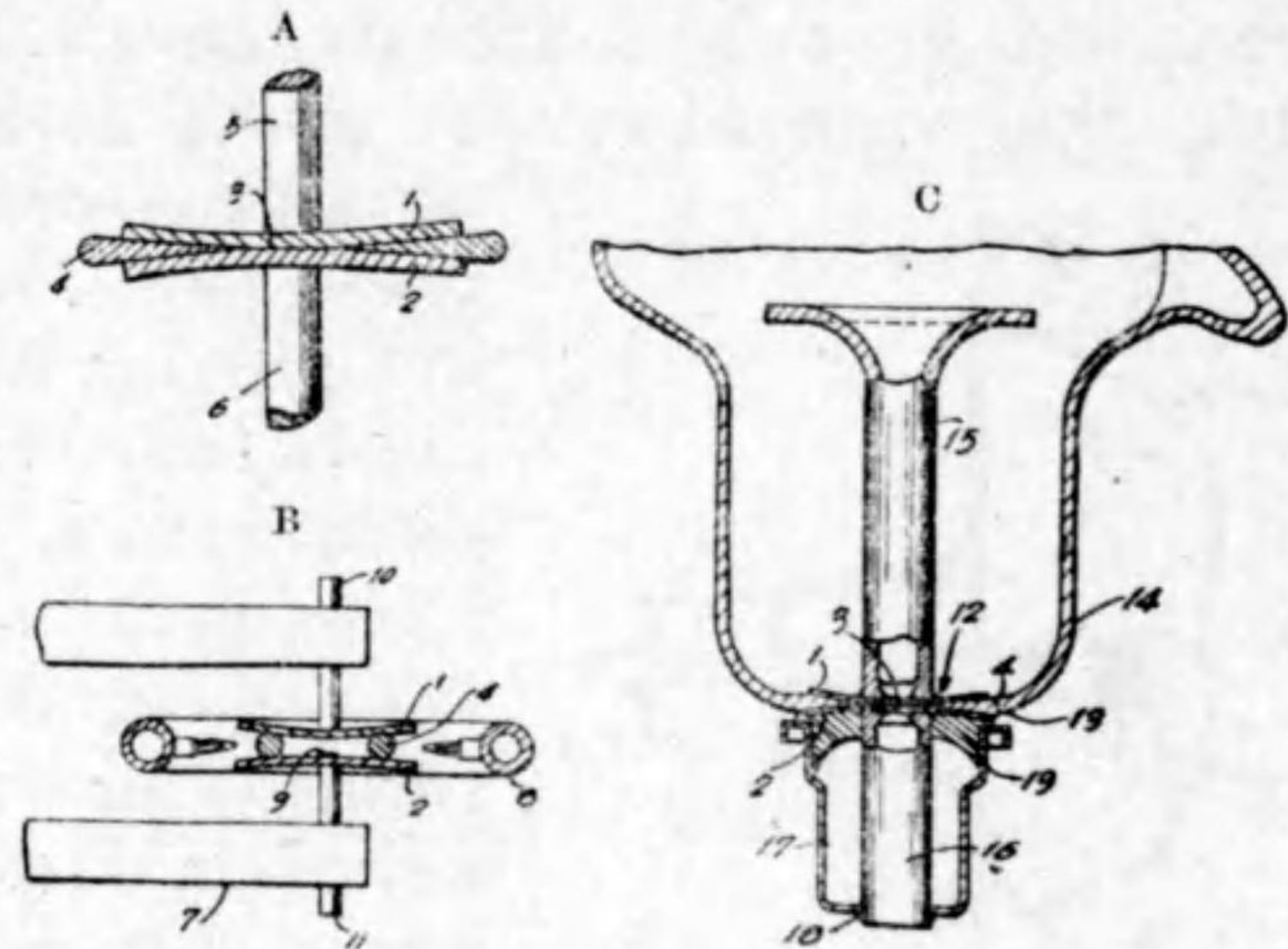
第 105 圖

導線 3 と外部導線 4 の間に 5.6 のスイッチのナイフの如きものを取り付け、硝子と封着される部分には 7 の輪封用環を取り付ける。之の導入線を接続するには、6 の板を 5 の板の間に挿入し輪封用環 7 を加熱して容器と熔着すれば、導入線の接続點は廣い面積で接觸して電氣抵抗少く、容器を封するにも單に普通の硝子—

金屬の接合で容易に行はれる。尙之の場合 6.7 の接続は高周波に對しては容量として作用するので更にインピーダンスは小になる。輪封用環は硝子と膨脹係數の近いクロム鐵の如きで作れば封着は容易である。

第 106 圖も大電流を通ずる導入線であるが、容器内外の導入線 5.6 (第 106 圖 A) の先に皿狀體 1.2 を取り付け、接続前には其の皿狀體の間に硝子環 4 (第 106 圖 B) を置き、側方より 8 の焰によつて加熱しながら、皿狀體を互に壓し着けると、硝子は外方に喰出されて、扁平となり、皿狀體は接觸し A 圖の如く完成する。之を電氣熔接によつて内外導入線 5.6 を皿狀體に熔接して硝子と導入線の接続部の工作を完了する。容器に之の導線を封着するには外部に喰出した硝子と容器とを接続すれ

(68) 特 100559 (69) 特 141705

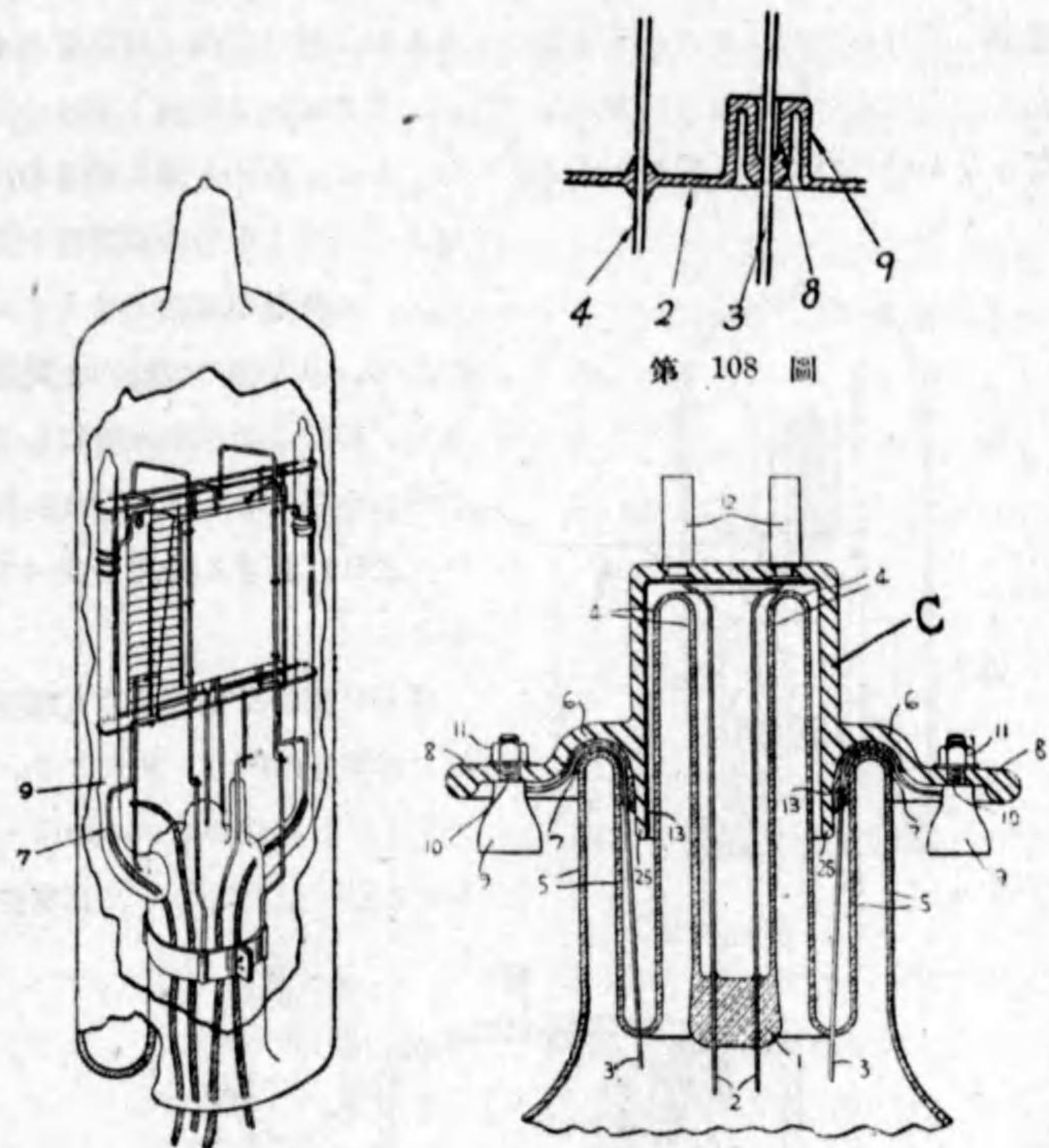


第 106 圖

ばよいので簡単に出来て、機械的に強く大電流を流せる導入線を容易に得る事が出来る。

導入線間の絶縁、硝子は高温になつても、相當よい絶縁物である。しかし其の表面絶縁抵抗は内部絶縁抵抗に比較して非常に小さい。其のため普通の真空管では餘り問題にならないが、特に高電圧に使用する真空管又は特に高周波に用ふる真空管では、之の表面絶縁抵抗に對して考慮を拂ふ必要がある。第 107 圖は高電圧の掛る導入線 7 を特に硝子管 9 で保護して、他の導入線との表面絶縁距離を大にしたものであり、第 108 圖に示すものは最近發達して來たボタシステム(70)の真空管の陽極に通ずる導入線 3 の廻りに、二重の壁 8、9 を作り他の導入線 4 との間の表面絶縁距離を大にして絶縁の完全を計つたものであり、第 109 圖は同じ様な目

(70) 特 37456 (71) 昭 16 年 實、公 14729 (72) 特 128836

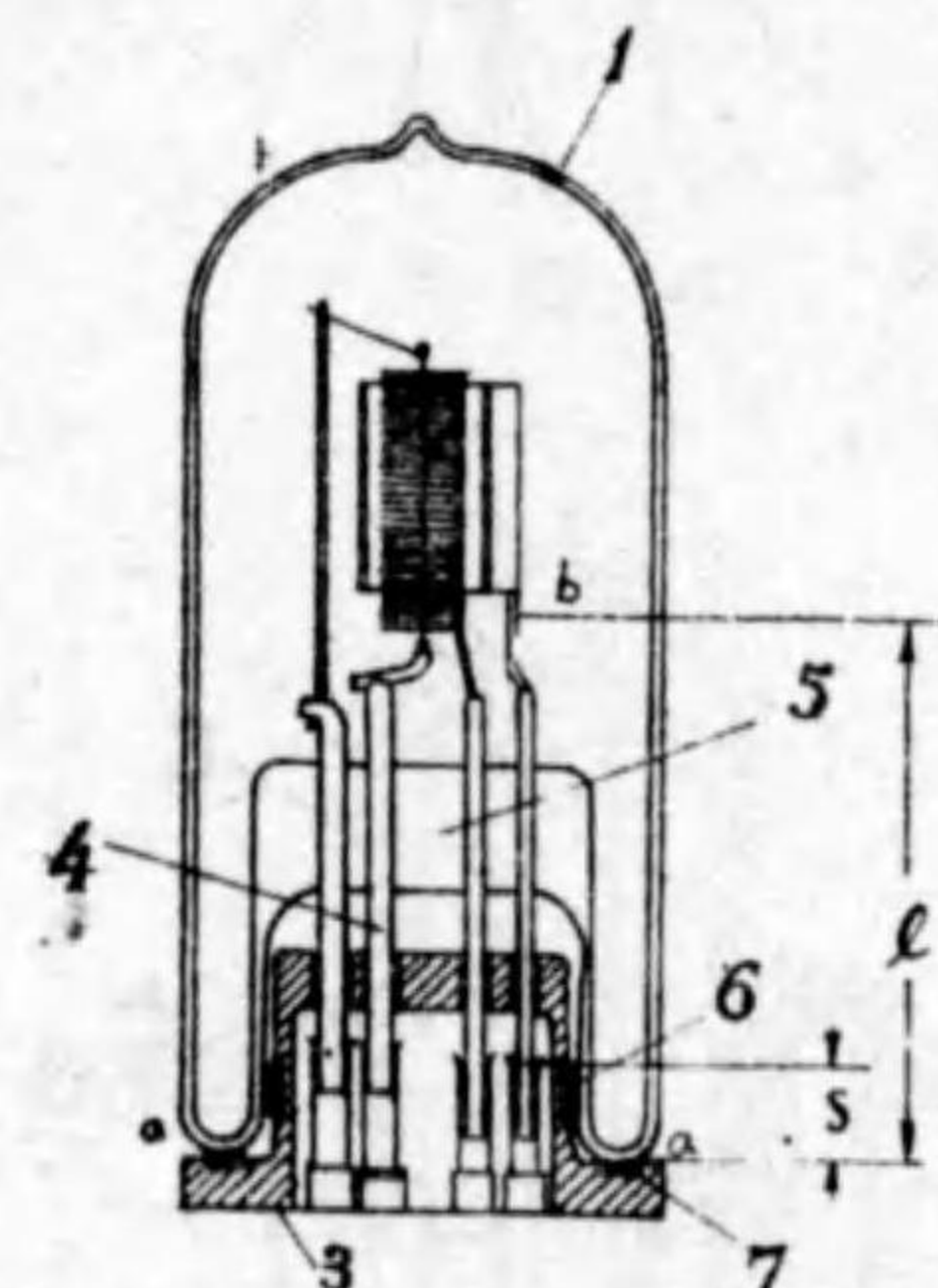


第 107 圖

第 109 圖

的で相當大きな容量の真空管に於て、導入線群 2 と導入線群 3 との絶縁をよくするために矢張り硝子壁を二重にしたもので、壁を二重にしたため構造が複雑となり、容器の機械的強度が弱くなるので、之の容器の二重壁を保護するために絶縁物で作つた盃状體 C を取り付けてたものである。

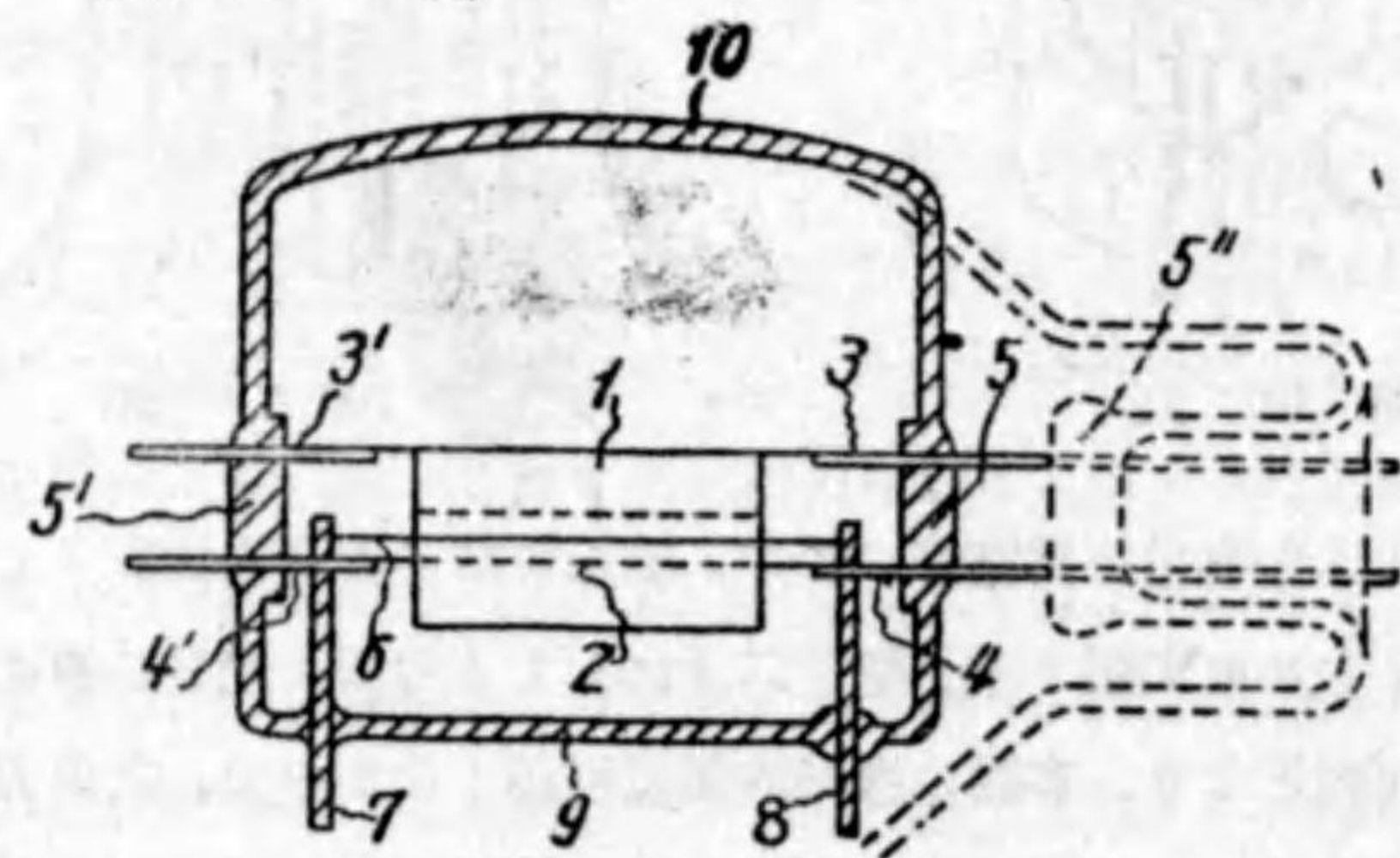
容器の形状による真空管の小形化、硝子容器はあくまで電球の容器を踏襲して居るので、ステムを適當にすると云ふ様な方法で真空管の小形化について古く提案された事があつたが、其の頃には特別小型にする必要もなかつたので餘り省みられなかつた。しかし近年金屬真空管の出現



第 110 圖

により現實に小型の真空管を見せられ、又使用周波數が増大するにつれて、導入線の短縮の必要等のため、容器の形状を適當にして真空管を小型にする事が行はれ出した。之れに関する特許を並べて見ると。

第 110 圖⁽⁷³⁾は真空管の導入線接続部を真空管の内方へ凹入させ、ソケットを真空管のステムの中へ挿入する様にしたもので、真空管の



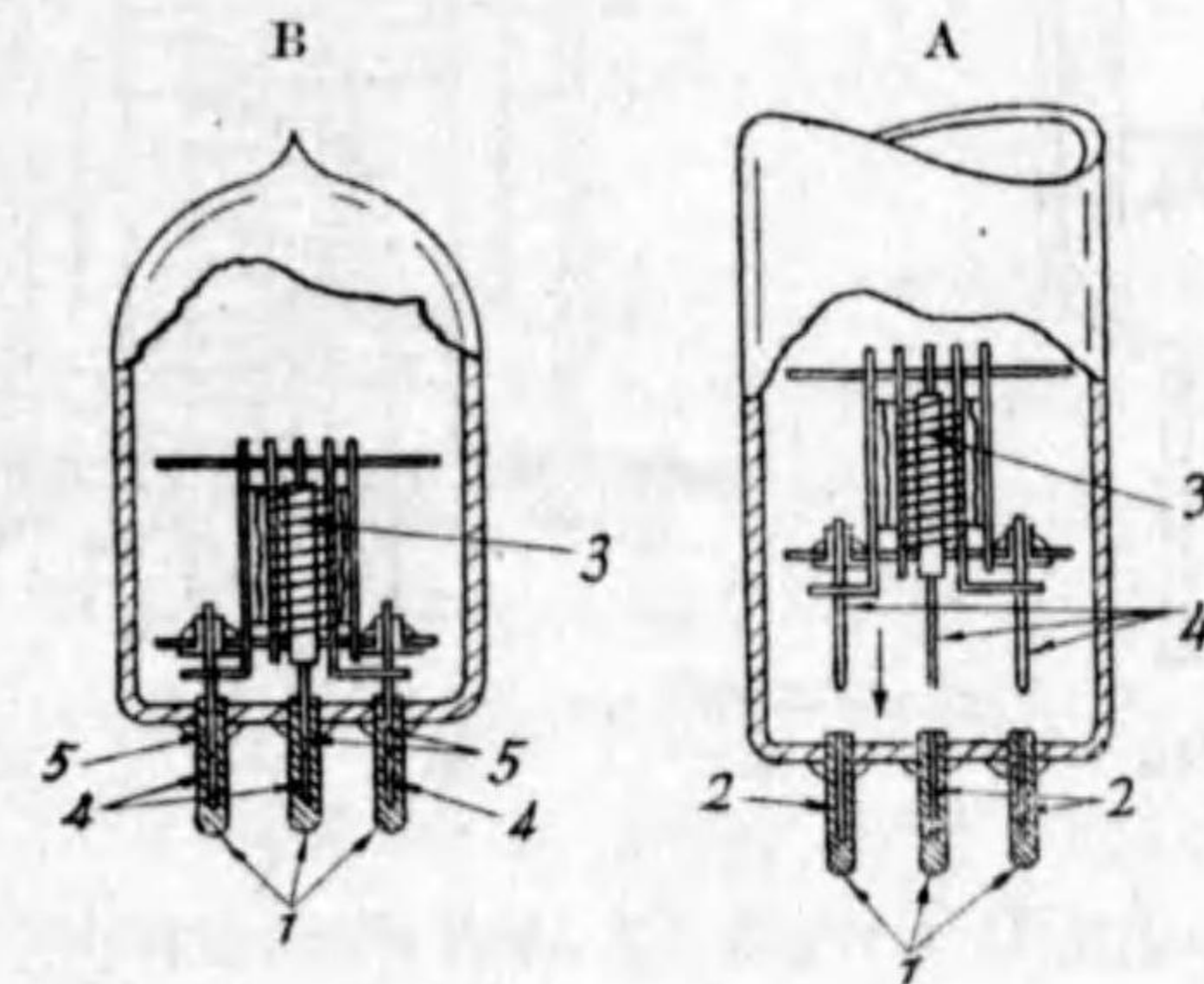
第 111 圖

(73) 特 111200

高さを減少する事が出来るもの。

第 111 圖に示す様に(點線は普通の型)普通の型の真空管に比較して小さな形状の真空管を製作するには、容器 10 の部分を開放し先づ導入線 3, 4; 3', 4' を封着した後、電極構體 1, 2 を取り付け、次に 10 を封じて容器を完成させる。之の様な方法を取らずに電極構體を取り付けてから導入線を封入すると、其の部分(硝子加工のために)加熱する焔によつて内部の電極が損傷されるからである。

第 112 圖はそれをもつと簡単にした方法⁽⁷⁴⁾で、容器の底部に豫め一端を塞がれた孔を有する導入線 2 を封着し、其の導入線 2 に合ふ様に製られ



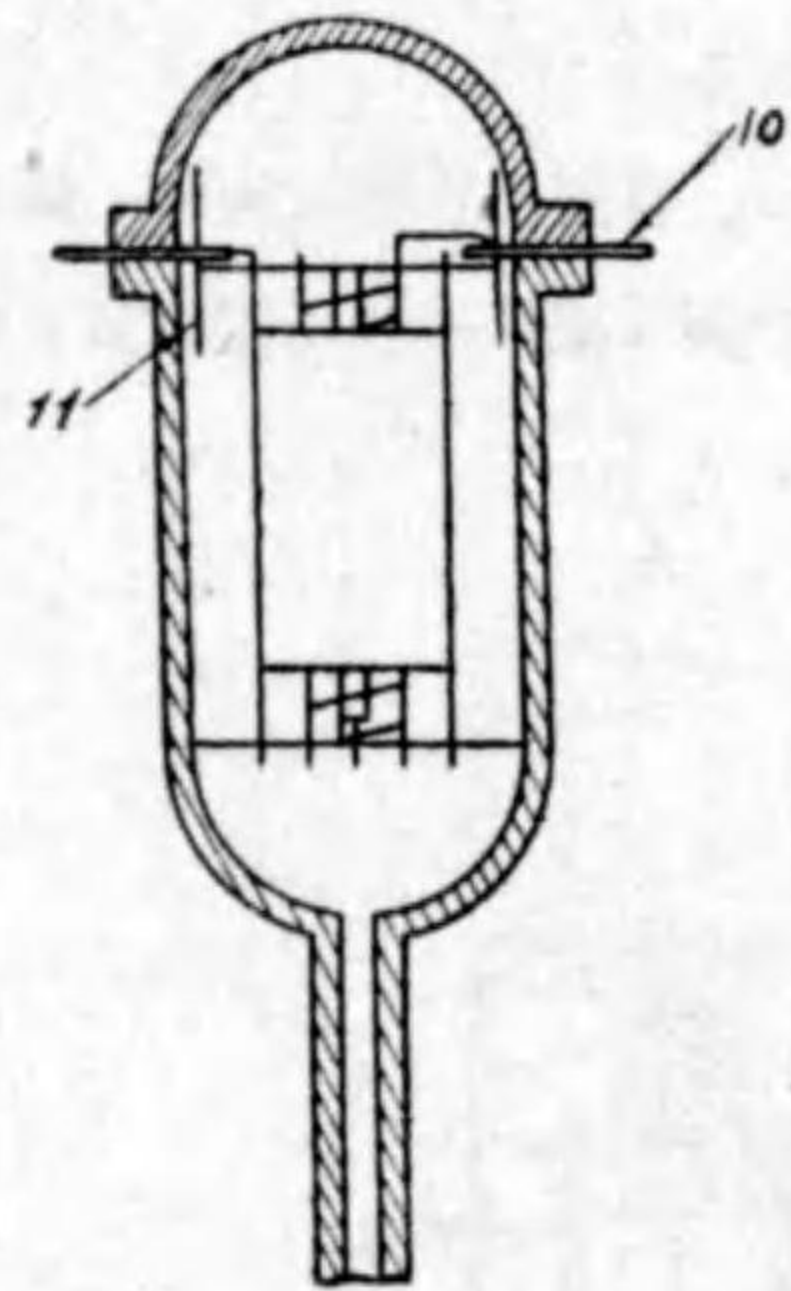
第 112 圖

た電極構體の導入線 4 を B 圖の如く挿入し、導入線 2, 4 を熔着して電極構體を支持する。一番終りに容器の上部を閉鎖して排氣すればよい。

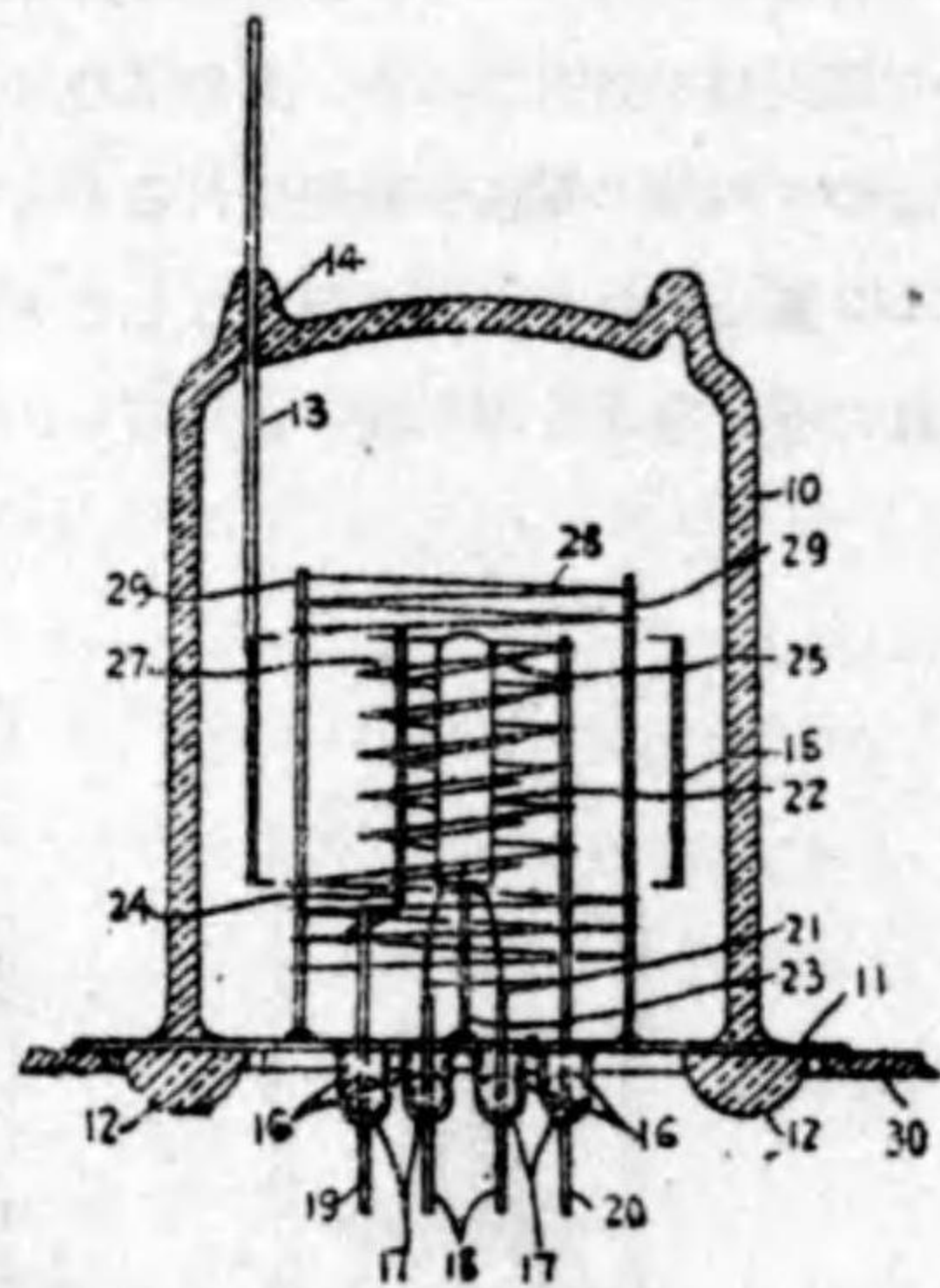
電極構體を容器内部に組み上げて後導入線の封着と容器の閉鎖を行ふ

(74) 特 135628 (75) 特 140658

様な場合には封着部分を加熱する瓦斯焰が内部の電極組織を損傷しない様に、第 113 圖に示す如く耐熱性の絶縁物で導入線 10 の封着部の内部に保護壁 11 の如きものを設けて、焰が直接内部に流入するのを防ぐ必要がある。⁽⁷⁶⁾



第 113 圖



第 114 圖

第 114 圖は金属板 11 に穴を穿ち之に硝子の様な材料 16 で、導入線 (17. 18) を取り付け之によつて電極組織を組立て、上部に硝子容器 10 を設けたもので、金属板が容器の底部として容器の一部をなすと同時に遮蔽作用をなし、之によつて形を小にして居る。(之の金属板への導入線の封着は後に述べる金属真空管の封着の方法を其のまゝ用いたものである)。

(76) 昭 16 年 實、公 8268 (77) 昭 16 年 特、公 5311

4.3 外部冷却型容器

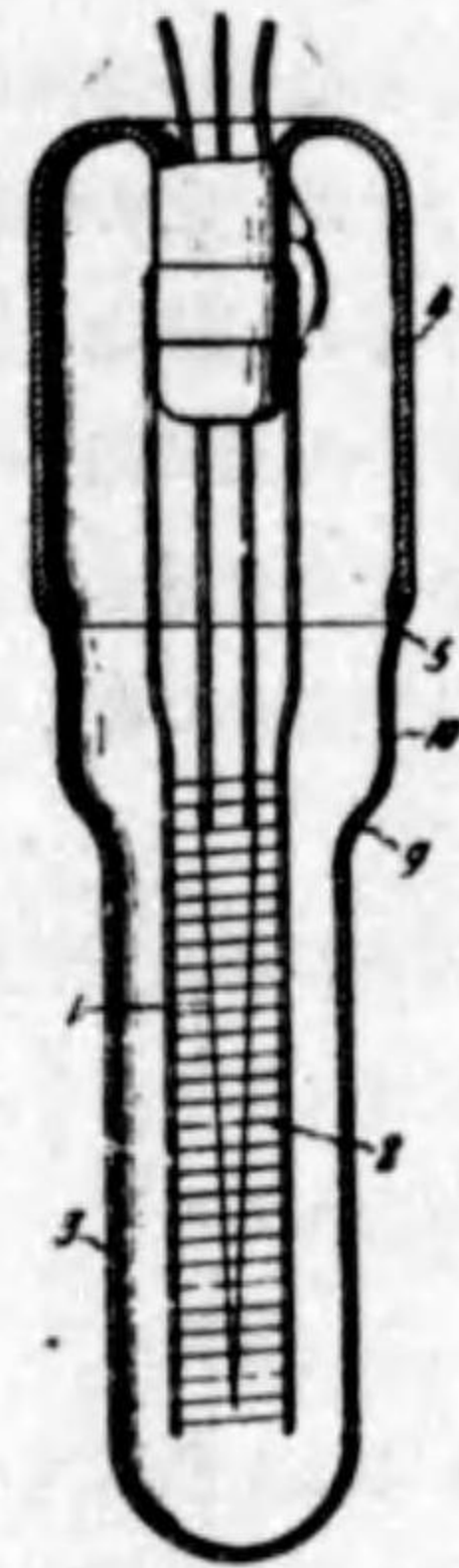
陽極を容器の一部として利用し、陽極を直接水なり他の冷却用の媒体を用ひて冷却する事は、既に陽極の説明に於て述べたが、之の場合に要求せられる問題は、容器の一部が金属で一部が硝子等の絶縁物であるため、其の間の気密的な接続が充分行はれる事、陽極の内面で起る陽極損失を出来るだけ早く外面に導出するため、熱伝導のよい金属を用ふること、容器であるからに金属部分も絶縁物部分も充分気密性である事等である。

硝子容器の場合の導入線では、少し位導入線と硝子の膨脹係数が異つても、接着部分が少であるため、内部歪はそれ程大きくないが、之の種の真空管では金属圓筒とそれと略同様の硝子管を接合するので、少しの膨脹係数の相異も大きな内部歪となつて作用する。之が対策として、初期には銅をナイフエツチにして、硝子の中へ埋込む方法が用ひられた。之は銅と硝子とは膨脹係数は異なるが、銅が軟い性質を持つて居るため、其の薄い部分は容易に變形して、内部歪を残さないためである。しかし之の方法は相當な手数を要し、現在では餘り用ひられず、接合部分を硝子と同じ膨脹係数を有する金属によりて作るのが大部分である。

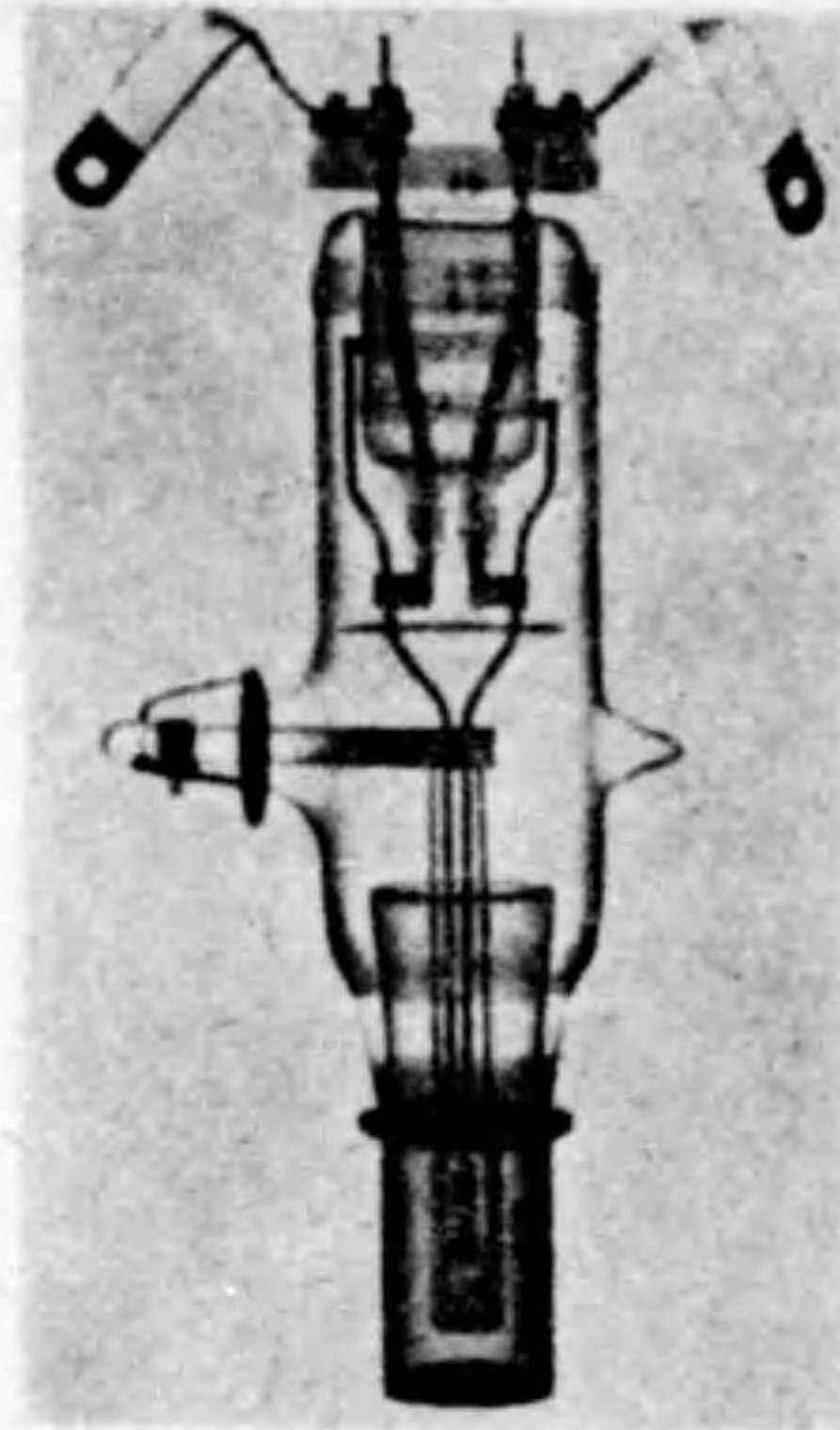
クローム鉄合金を接合部に用ふる方法、⁽⁷⁸⁾クローム鉄合金は、硝子と相當に近い膨脹係数を有するので、之を接合部分に用ふると簡単に封着出来る。

接合部の保護、陽極と硝子との接合部分は、陽極には相當高電圧が掛り、内部に低電位の陰極が存在するため、接合部は電界的にエツチを形成し、電界強度が高まり、電子が衝突して接合部を損傷する。第 115 圖は接合部の直径を陽極の直径に比べて廣げたものであり、第 116 圖は

(78) 特 89024 (79) 昭 11 年 實、公 4495



第 115 圖



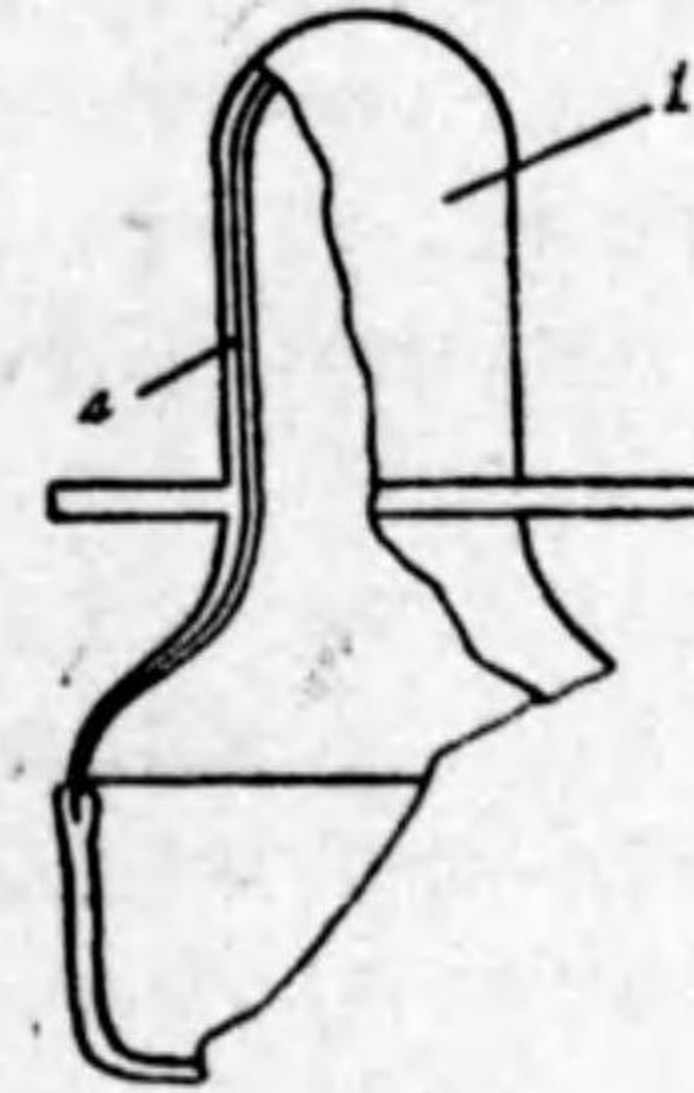
第 116 圖

接合部内部に、陽極を延長させた保護壁を設けて、電子が直接接合部に衝突しない様にして電界歪並に電子の衝突を防いだものである。

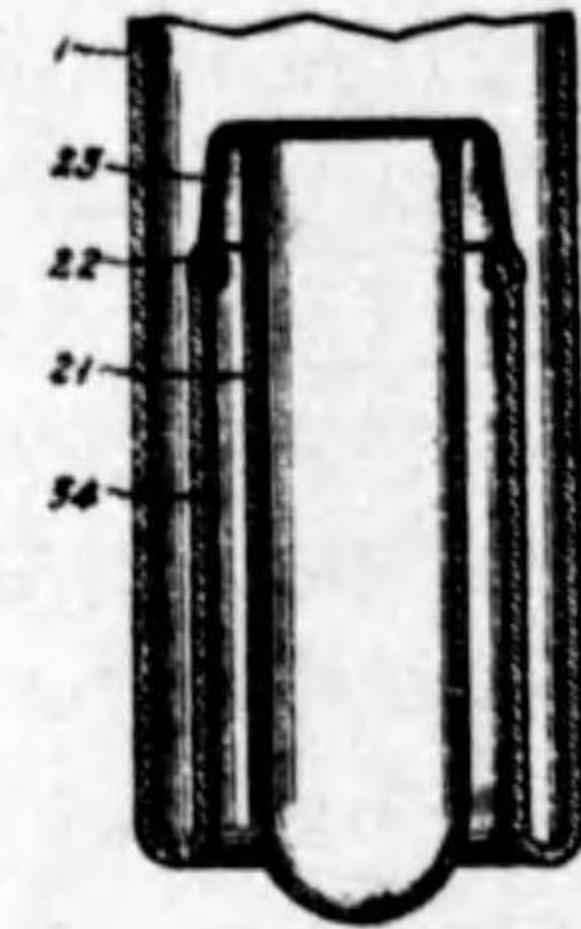
金属部の材料、容器の一部である金属部は直接陽極の役目をして居るので、其の内面は電子が衝突して陽極損を生じ、外面は冷却媒体により直接冷却されて居るので、其の材料は出来るだけ熱の傳導性のよいものが望ましい。従つて一般には銅を用ふるのが普通である。之の銅に就ては第2章に於て述べた通りである。

銅の内面に銅より融點の高い金属（ニッケル、クローム等）の層を設けると、銅は熱の傳導性はよいが融點低く低温度でも相當蒸氣壓を

(80) 特 150625



第 117 圖



第 118 圖

有して、管内の真空を害するので之を防ぐ事が出来る。(第 117 圖、4 が内面高融點金属)

第 118 圖⁽⁸¹⁾に示す真空管は水冷真空管で陽極を硝子器内部に挿入した形で、之の様にすると陽極と絶縁せられる他の電極への導入線との間の絶縁距離を短縮する事なしに、導入線及び管の長さを短かく出来る利點がある。

4.4 金属容器

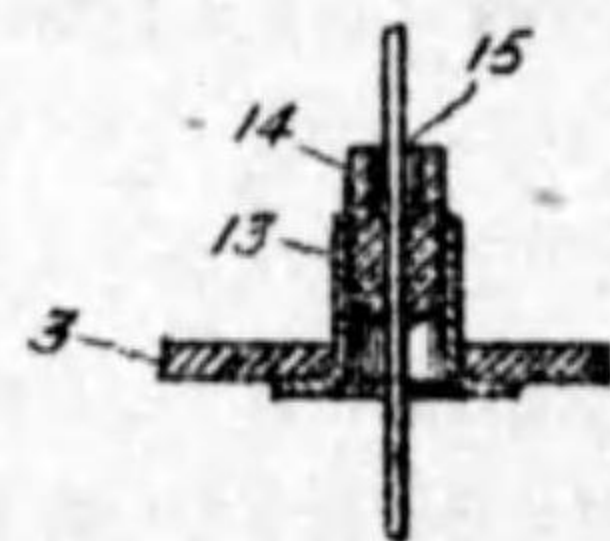
硝子製の容器を金属製のものに代へようと云ふ提案は既に古くからあつたが、現在の所謂金属真空管として用ひられて居る様な真空管に對する提案は、昭和9年頃に行はれた。真空管容器として金属容器を用ふる事の特長は、(I) 小型になる事、(II) 堅牢である事、(III) 静電遮蔽が完全である事、(IV) 管壁の電荷の悪影響がない事、(V) 導入線が短くする事が出来、其のインダクタンスを小とする事が出来る事等である。小型

(81) 特 88164 (82) 特 42928 (83) 昭12年 實、公 11249

に出来導入線を短縮出来る事は、特に金属容器に限られた事でないが、普通の硝子容器の真空管は大部分ステムを使用するので、それに比較すると、金属管の方が小型になる。堅牢である事は云ふまでもない事で、静電遮蔽と管壁の電荷の影響のないのは、金属の導電性に起因して居る。

金属容器で最初問題になつたのは矢張り導入線で、如何に金属容器と云つても導入線は絶縁して挿入されねばならない爲、又は適當な絶縁物金属と硝子との接合が必要である。之の接合は小さな硝子球が全面的に金属と接觸するため使用される金属の熱膨脹特性は、殆んど完全に硝子と等しい事が必要である。従つて現在使用される金属は所謂フェルニコ⁽⁸⁴⁾と呼ばれる合金で、コバルト 12~18%、ニッケル 24~35%、鐵 32~60% の割合を有し、硼硅酸硝子と熱膨脹特性が廣い温度範囲に亘つて等しいものである。

之の金属容器の真空管の製作は先づ鐵の圓板に小さな穴を設け、之に前記のフェルニコの合金製の鳩目 13 (第 119 圖) を熔接によつて取付け、

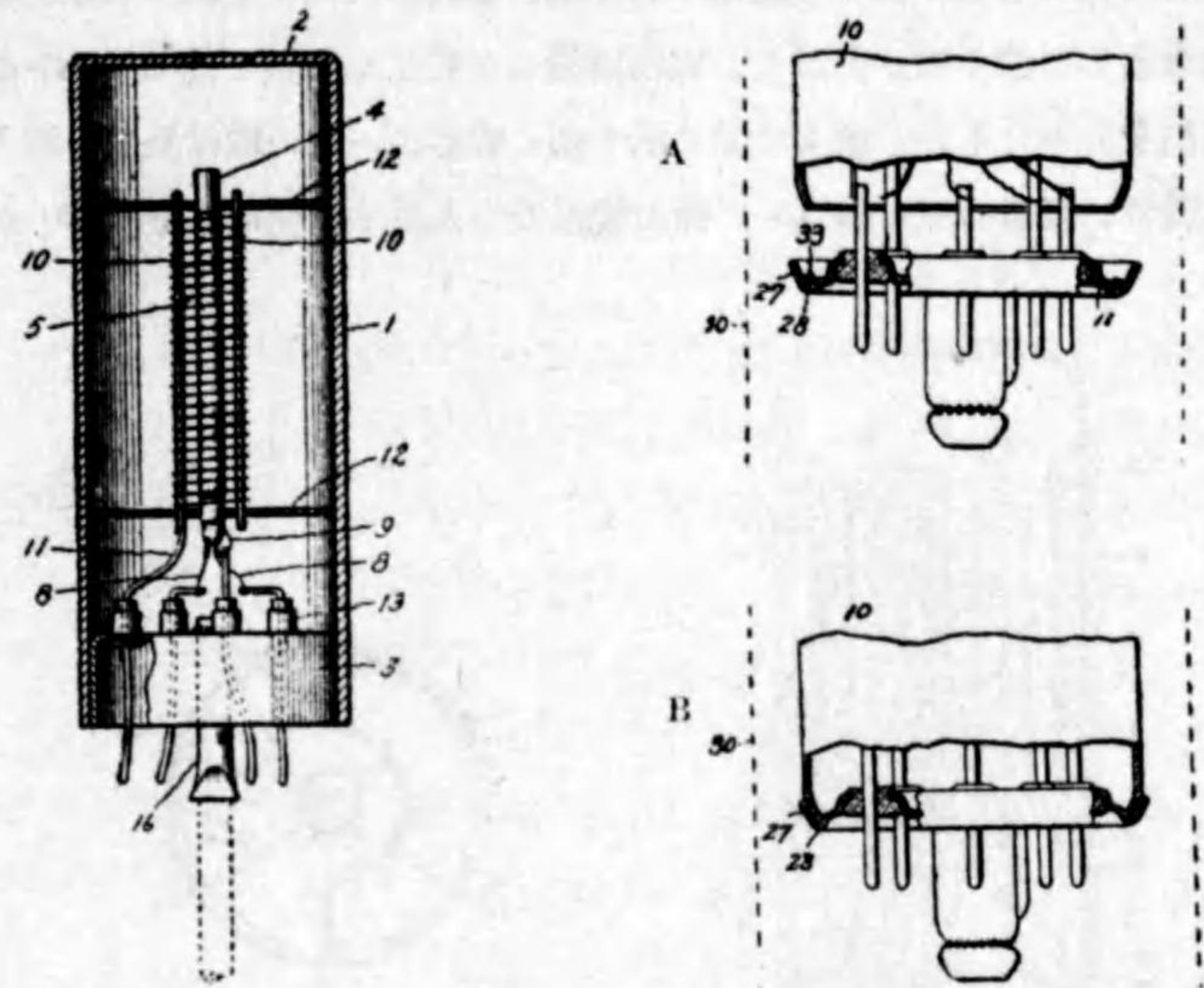


第 119 圖

導入線 15 に少量の硝子ビードを附して鳩目内に挿入加熱し、導入線を容器より絶縁して熔着するのである。之の上に電極構體を組立て、上から矢張り鐵製の圓筒状容器 1 を被せ、底部と熔着する (第 120 圖) 排氣は底部に設けられた金属管 16 によつて行ひ、排氣が終

つた時に之を壓潰し密着部を熔着するのである。最近更に簡単な排氣法が提案された⁽⁸⁶⁾。それは第 121 圖に示す如く容器基體 11 に導入線を取付け其の上に電極構體を組上げたものと、上から被せる容器 10 を、他の

(84) 昭 15 年 實、公 8729 (85) 昭 14 年 實、公 15023 (86) 特 148998



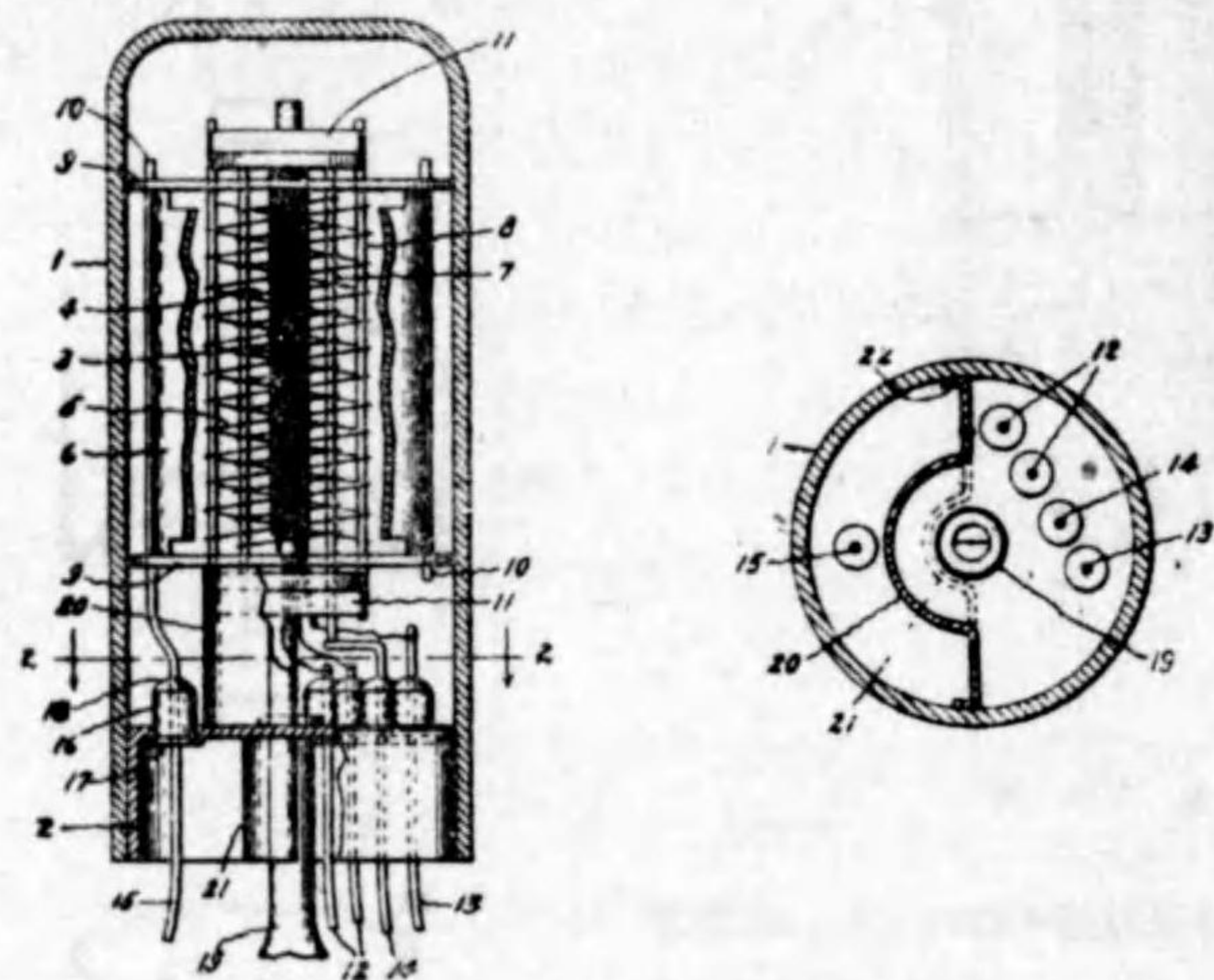
第 120 圖

大きな排氣容器 30 に入れ、真空管の内外を排氣する (第 121 圖 A)。充分に排氣出来た時に、外部より高周波加熱により容器基體の溝 28 内に豫め置きたる輪状のハンダ 33 (第 121 圖 C) を熔かし、熔けた時上部に容器 10 を被せて接合させる。(第 121 圖 B) つまり特に排氣管を設ける事なしに、容器の封塞と排氣とを同時に行つたもので大量生産を行ふ場合に便利である。



第 121 圖

其の外之の容器に關する提案としては、容器の内面を酸化し又は黒鉛等を塗着して熱の吸収を計り、電極構體にて發生した熱を速かに外部へ導出を計つたもの、第 122 圖に示す如く容器の一方の端に全ての導入線を設け、陽極の導入線 15 と他の電極の導入線との間に遮蔽板 20 を



第 122 圖

設け、陽極と他の電極の導入線間の静電容量を小にして、制御格子の導入線を管の上部に設ける手数を除いたもの等がある。

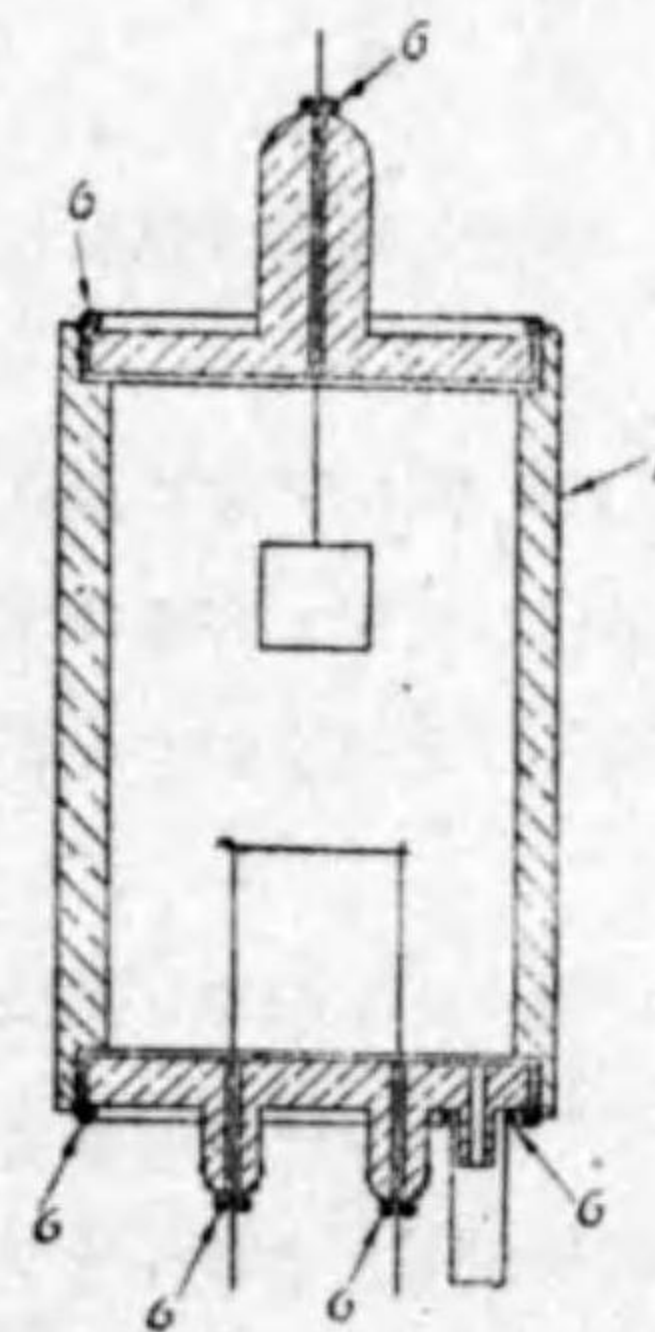
4.5 陶磁器製容器

硝子は高温度に加熱すると絶縁性が低くなり、絶縁抵抗は減少し、高周波に對しては誘電體損失が大きく、又機械的には高温で柔軟であつて、真空管の排氣操作では電極を加熱してから真空度を上げると、容器の變

(87) 特 130195 (88) 昭 14 年 實、公 4304

形等を起し易い缺點がある。之等の缺點は陶磁器を使用すると避ける事が出来るので、近年之の研究が多くなり、徐々に實用の方向へ向つて居る。現在獨逸で最も盛んに研究されて居る。

陶磁器を容器に使用する場合は、容器全體を陶磁器製にすることもあり、一部硝子又は金屬を使用し導入線封入部のみを陶磁器とする事もある。外部冷却型では、陽極以外の電極の支持、並に導入線の封入を陶磁器製體に依つて行ふ。陶磁器性の容器は、素燒のまゝでは多孔質であるため、素燒のまゝにては充分氣密性が無く、又陶磁器自體では金屬と接合する事が出来ず、導入線も直接には封着出来ないのので、硝子質の助けを借りる事が必要である。尙陶磁器相互間の接合も一旦燒物として出来上つてからでは、矢張硝子質の助けを借りなければ行はれない。容器に陶磁器材料を使用するものの特許を拾つて見ると。

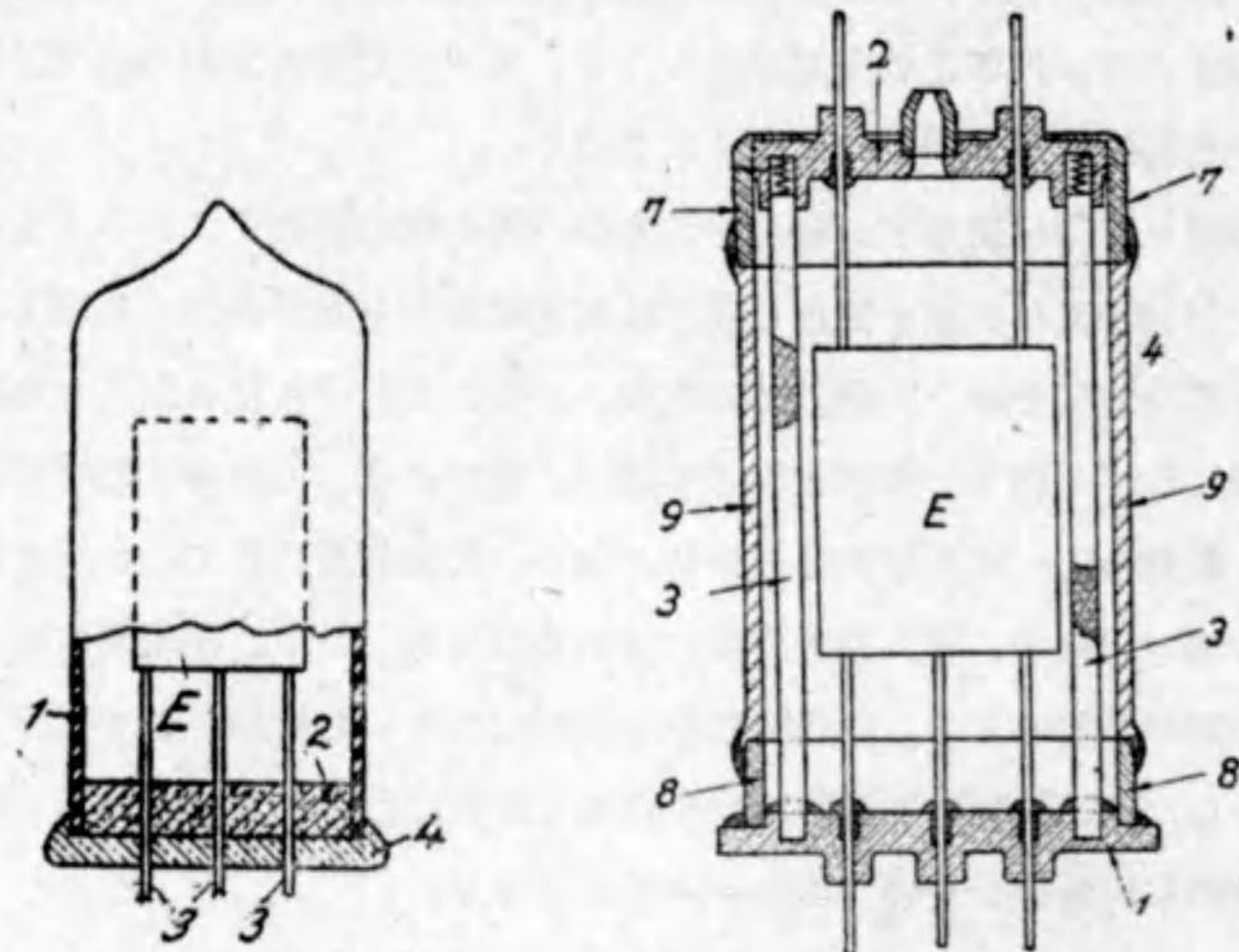


第 123 圖

接合面に鍍金を行ひ硬鐵により接合する方法、第 123 圖は容器 1 の接合部に鐵粉末のアルコール懸濁液を塗布して、真空爐中にて加熱し半融固化せしめ、之を圖の如く組立て接合部に硬鐵 6 (例へば銀—銅合金の如きもの) を配置し加熱すると、鐵は熔けて金屬層の間に浸入し、陶磁器相互間、導入線封入部を氣密に封鎖させる事が出来る。

第 124 圖は金屬容器 1 の導入線封着部を陶磁器材料を用ひて行つたもので、多孔質の陶磁器製の板 2 に導入線 3 を取付け、其の導入線上に電極構體 E を設置し金屬容器底部に挿

(89) 特 122715 (90) 特 134568



第 124 圖

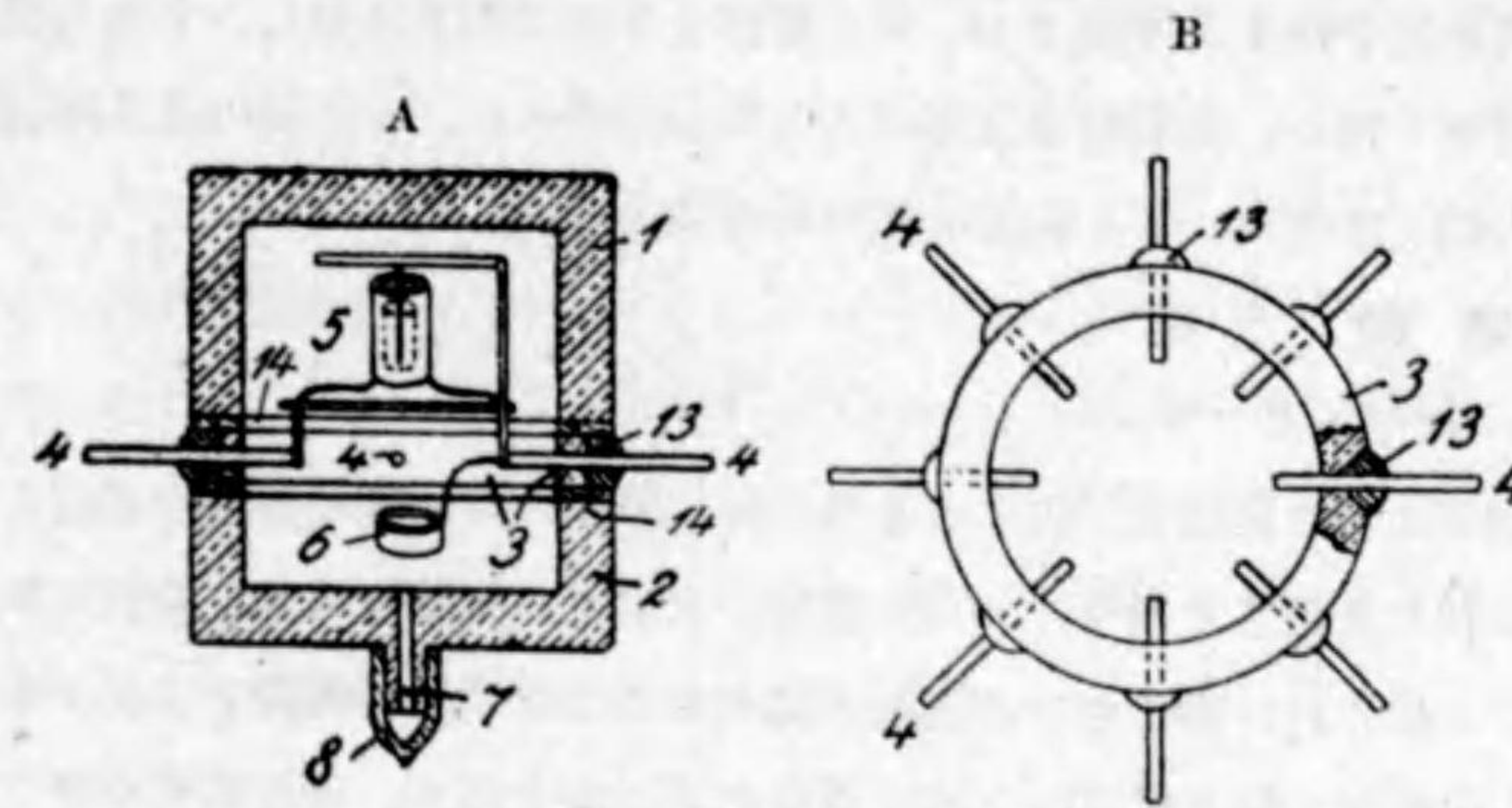
第 125 圖

入する。之を外部より硝子質の熔融した材料にて、容器と陶磁器製板とを定着して導入線も同時に封着するのである。

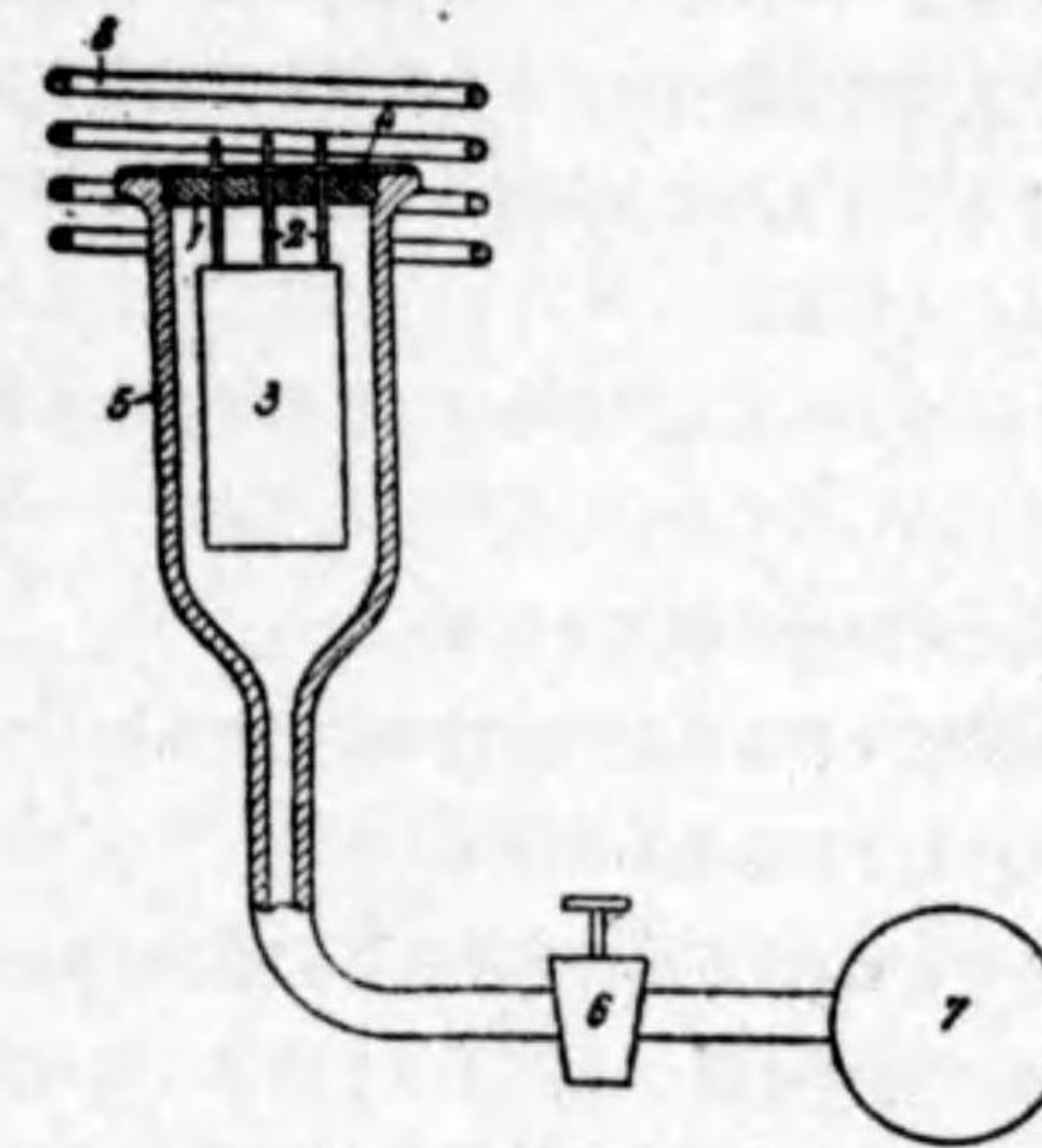
第 125 圖は電極構體を相對立した陶磁器製板の 1.2 間に正確に組立て、其の陶磁器製板の間は支柱にて正確に間隔を保持した後、容器の周圍部材 8.9.7 を上部より挿込み、硝子質の材料各接合部を封着したもので、電極相互間の組立を正確に行ふ事が出来る。

第 126 圖は超短波に使用される真空管の製作法に関するもので、陶磁器製の環状體 3 に輻射狀に孔を設け、之に導入線 4 を挿入し保持固着させ、それに電極構體 5 を取り付ける。之に真空容器の頭部 1 と底部 2 とを封着用硝子質の輪 14 により、接合したもので、電極相互間を正確に

(91) 特 143694



第 126 圖



第 127 圖

組立て得ると同時に、超短波に對して損失の少い真空管を製作出来る。

外部冷却型の真空管の絶縁部を、陶磁器材にて製作する場合は第 127 圖の様に陶磁器製板 1 に、電極構體 3 を組立て、其の陶磁器板の外部に

(92) 特 142831

硝子質の接着剤 4 を被覆する。次に外部より接着剤を加熱し、それと同時に排気を行ひ、接着剤は金属部 5 と陶磁器板の間、導入線の孔及陶磁器板の細孔に透入して、容器を気密に密閉する。

第 5 章 排 気

5.1 排気とゲッター

真空管は特に瓦斯を封入するものゝ外、普通には高度の真空を必要とする。特に最近多く用ひられる高電圧、大容量の真空管では、残留瓦斯がイオン化され、陽イオンが陰極に衝突して、電子放射機構を破壊するため、出来得る限り真空度を高める事が望まれて居る。その爲真空管では、一旦排気ポンプによつて排気を行つた後、金属又は金属瓦斯の瓦斯吸着現象を利用し、瓦斯吸着特性の大きな物質を真空管容器内にて蒸發させて瓦斯を吸収させ、排気の仕上を行つて居る。之の操作を一般に「ゲッターを飛ばす」と云ふ。

一般に金属は多かれ少かれ瓦斯を吸収する性質を持つて居り、吸収せられた瓦斯は

- (I) 金属表面に物理的に吸着されるもの
- (II) 金属と固溶體を作り金属内に溶けて居るもの
- (III) 金属と化合して化合物を作るもの

又はそれ等の組合せである。之の瓦斯を吸収する度合は金属により異り、温度によつても異なる。又温度に就ては、(I) (II) は多くは可逆的で、低温度にて吸収した瓦斯を高温度では放出し、又は高温度にて吸収した瓦斯を低温度で放出するが、(III) は温度に就ては普通非可逆的で、特に高温度に加熱して化合物を破壊するのでなければ、吸収した瓦斯を放出する事は少い。従つて真空管を排気するために、金属の瓦斯吸着現象を利用するには、瓦斯を吸収する材料を電極の一部として用ひたり、適當の温

度の場所にかゝる材料を設置して置く方法と、所謂ゲッターを飛ばす方法である。ゲッターを飛ばすには、蒸發氣化した時に残留瓦斯と化合物を作り易い金属を、外部より加熱して、蒸發させ、容器壁に沈着させる。其の蒸發の間に、ゲッター材料に残留瓦斯を化合吸収させるのである。ゲッターを飛ばせて排気を行ふ利點は、排気ポンプでは達する事の出来ない高真空度を得る事の出来る點と、真空度が高くなると、排気ポンプでは更に高い真空度を得るのに、長時間を要するのが、ゲッターで行へば、短い時間で排気を行へる點にある。

5.2 金属塊による瓦斯排気

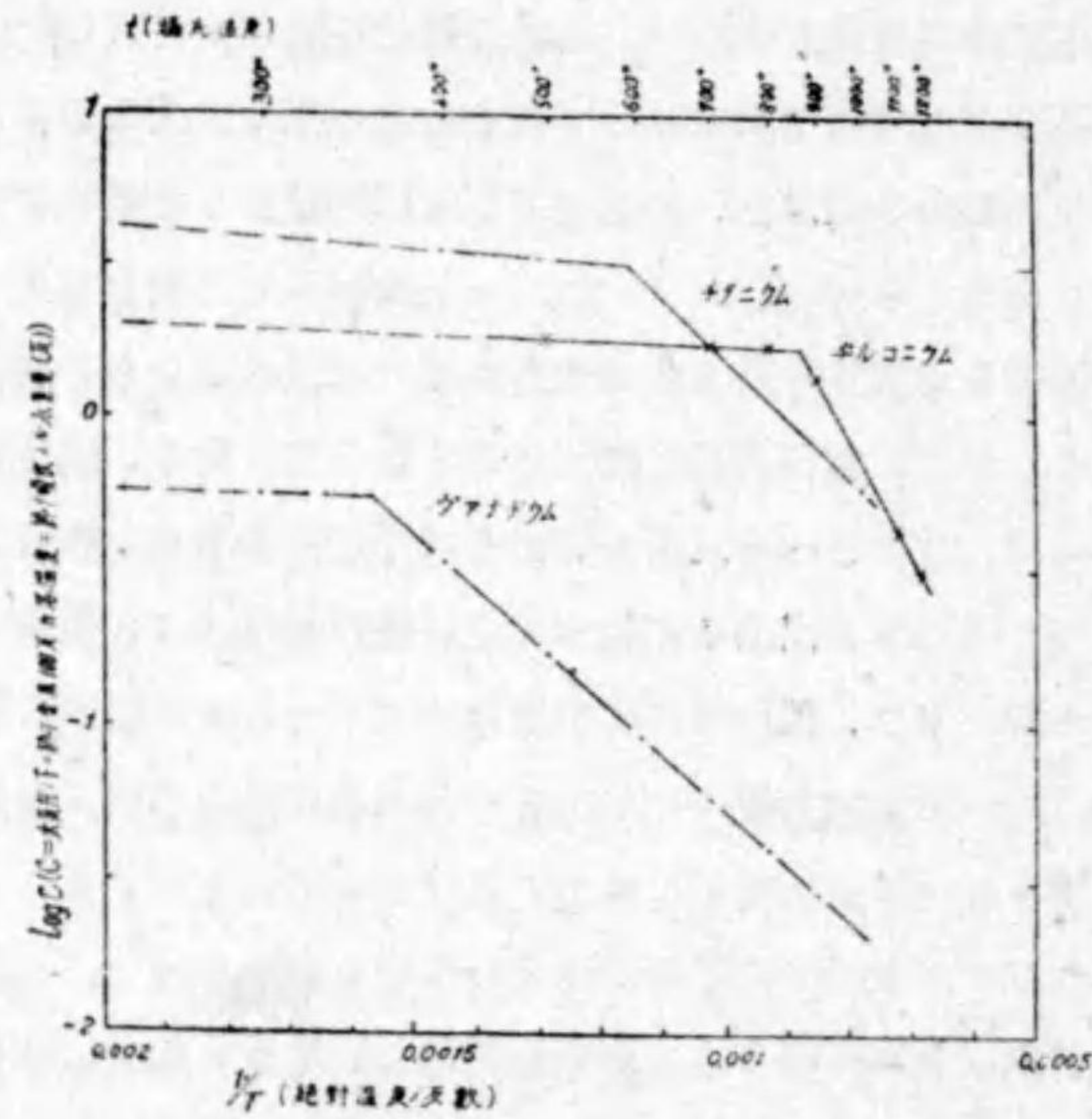
之は真空管内の適當な場所へ、瓦斯の吸着に適する材料を設置し、瓦斯吸着に適する温度に保持するのである。之の様な方法による瓦斯吸着は、主に表面吸着の現象と、金属が瓦斯を固溶體として吸収する現象とに依るのであるから、温度によつては、一旦吸収した瓦斯を放出する事もあるが、適當な温度に保持すると吸着作用は永續するから、製作當時完全に排気されずに、電極其他に吸収されて居つた瓦斯や、陰極物質の活性化が進んで、放出される瓦斯が容器内に浮遊する事なく吸収されて、高真空を長く保つ事が出来る。従つて之の種の排気法は、後述の普通のゲッターと共に用ひ、製作時には普通のゲッターにより完全に排気し、使用時になつて電極其他より放出される瓦斯の吸収を行ふと便利である。之に用ひられる材料としてはタンタラム、チタン、ジルコニウム、ハフニウム、ヴァナジウム等が擧げられて居る。

⁽⁹³⁾ **タンタラム**、之は高温でよく瓦斯を吸収し、水素、酸素、窒素を多量に吸収し、特に水素をよく吸収し、800°C 以内では約 740 倍の容積の水素瓦斯を吸収する。最もよい吸収率を示すのは 600°C であつて、赤色に

(93) 特 70694

加熱された程度の温度に等しい。併しタンタラムはアルゴン、ネオン、ヘリウム等の零族の元素の瓦斯は餘り吸収しない。吸収率のよい赤熱程度の加熱は、空冷真空管の陽極に相當大きく陽極損失を取つた場合に等しく、タンタラムは之の程度の温度では機械的にも強く、蒸氣壓は低く、熱の輻射率も大きいから、小型大容量の真空管、特に短波の送信用真空管の陽極として期待される。

チタン、ジルコニウム、ヴァナヂウム、之等の金屬もよく瓦斯を吸収し、其の水素吸収に對する温度特性は第 128 圖に示す如くである。特に



第 128 圖

ジルコニウムは約 200°~500°C で各種瓦斯に對する吸着特性がよいの

で、真空容器中でかゝる温度に保つ様に設置される。それにはジルコニウム金屬の塊を加熱される電極の附近に取り付けたり、高負荷の陽極(モリブデン等にて作られたもの)に粉末状のジルコニウムを附着させて用ひる。ジルコニウムは熱輻射係数が大きいので陽極の熱損失を放散させる効果がある。

之等の金屬は真空管中に取り付ける前に、空氣中で種々な瓦斯を吸収して居り、唯其のまゝ真空容器中に設置しても餘り効果がない場合がある。しかし之等の金屬は、或る温度以上では急に瓦斯を放出する特性(第 128 圖)を有する故、真空管の排氣に當つて瓦斯吸着用金屬を、特に其金屬の瓦斯吸着の限界温度(チタンでは約 600°C)以上 200°C 乃至それ以上加熱してやると、之等瓦斯吸着金屬はそれ以前に吸収して居つた瓦斯を放出し、其の瓦斯は排氣されてしまふので真空管動作中には管内の有害瓦斯を吸収し、充分其の目的を果し得る。

炭素、炭素が瓦斯吸着を行ふ事は周知であつて、之は主として表面吸着であるが、多孔性であるから瓦斯に對する表面積は相當に廣いと考へてよい。従つて真空中で加熱し充分に排氣したものは、多量の瓦斯を吸着する事が出来る。最近無定形炭素又はグラフアイトの陽極を用ふる事が多くなつたが、之は瓦斯吸着の意味よりも効果がある。

5.3 ゲッター材料

金屬瓦斯を蒸發させて行ふゲッターとして、現在までに提案せられた材料は、マグネシウム、バリウム、ストロンチウム、カルシウム、アルミニウム、セリウム族金屬又は其等の合金である。現在主として用ひられるのはマグネシウム、バリウム又は其等合金及主としてセリウム族金屬からなる所謂ミツシユメタルが用ひられる。

(94) 特 129619

マグネシウム、之は細いリボンにして、直接陽極に取付けたり、ニッケル小片に熔接した紐として用ふる。之を外部より加熱して、容器の内壁に蒸溜するのである。其の際酸素、窒素、炭化水素等を吸収する。しかし蒸溜後壁に附着して後、常温では（バリウムの場合に比較して）殆んど瓦斯は吸着しない。従つて取扱ひはバリウムより餘程簡単である。

バリウム、之は現在ある最もよいゲッター材料として知られて居る。従つて瓦斯吸収の特性は、マグネシウムに比較してずっと強い。バリウムは又た單に蒸發して氣體状態にある時だけでなく、蒸溜されて容器壁に附着した後、常温に於ても相當に強い吸着特性を示す。其のためゲッターを飛ばせる前のバリウムの塊も、空気中で有害瓦斯を吸収する可能性が多いから、充分注意して取扱ふ必要がある。其の豫防策は充分に空氣から隔離して置く事で、パラフィンで包んだり、金屬鞘等に封じ込んで置く。

ストロンチウム、カルシウム、之も共にバリウムに近い性質を持つて居るが、バリウムに比較すると瓦斯吸着性は弱い様である。

アルミニウム⁽⁹⁵⁾、之の金屬もゲッターの材料として良好な性質を有する様であるが、バリウムや次に述べるセリウム屬金屬に比較すると遠く及ばない様である。

セリウム屬金屬⁽⁹⁶⁾、トリウムを生産する場合に副産物として得られるミッシェメタルは、ゲッター材料として非常に優秀なものであつて、其の成分は主としてセリウム屬金屬である。之の材料はマグネシウム、アルミニウム、カルシウム等よりは數段高い瓦斯吸収特性を持つて居り、バリウムと同程度の瓦斯を吸収する。従つてバリウムと共に最もよいゲッター材料と考へられて居る。

(95) 特 41767 (96) 特 66528

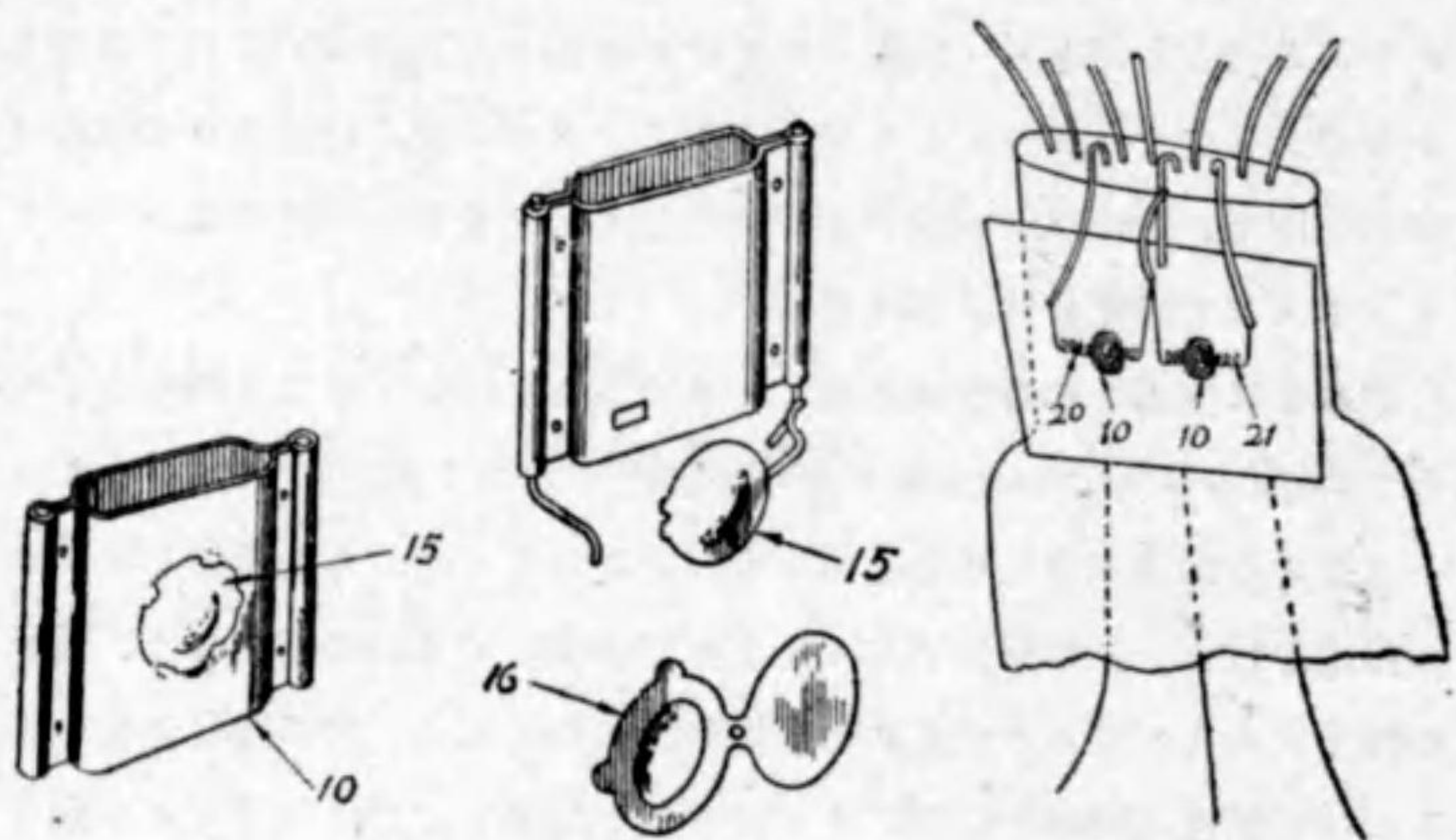
バリウム—マグネシウム合金、之はバリウムのみの場合より、空氣中で安定で、常温では瓦斯を吸収しないが、ゲッターを飛ばす場合に、マグネシウムとバリウムとが同時に蒸發するので、マグネシウムのみの場合よりも効果が多い。併し之の合金ではマグネシウムの方が先に蒸發するため、充分加熱しない時にはバリウムは蒸發せずにゲッター容器中に残る事がある。之を防ぐにはマグネシウム—バリウム合金中に、マグネシウムと合金を作り易い金屬（ニッケルの如き）を粉末状にして混合したものをゲッター材料として用ふると、マグネシウムは混合せる金屬と合金を作り、バリウムの方が主に蒸發して、瓦斯吸収特性の強いバリウムが主として排氣を行ふ事になる。

アルミニウム—バリウム合金⁽⁹⁷⁾、バリウムとアルミニウムとの合金を作ると、常温の空氣中では安定で真空容器内で加熱すると、アルミニウムとバリウムの蒸發する温度の違ひから、主としてバリウムが蒸發しゲッター作用を行ふ。之の場合アルミニウムが蒸發しても別に害はなく、前述の如くアルミニウムもゲッター作用を行ふのである。之の様な合金を作るには不活性瓦斯氣中にてアルミニウムを熔融し、之にバリウムを加へればよい。之の場合バリウムの量は約 25~50% がよく、又バリウムの代りにストロンチウムを用ひてもよい。尙之の合金にアルミニウムと化合し得る様な金屬（例へばニッケル）を、粉末状にして混合したものをゲッター材料として用ふると、單にアルミニウム、バリウム合金を使用する場合より、低温度にてバリウム蒸氣を蒸發させる事が出来る。（アルミニウム—バリウム合金のみを用ひた場合はバリウム蒸氣を發生させるのに約 1200°C を必要するのに、之にニッケルを混ぜると約 1000°C でバリウム蒸氣を發生させる事が出来る。）

(97) 特 152729 (98) 特 81730 (99) 特 134055

5.4 ゲッター容器並加熱法

ゲッターは陽極外面に直接取付け、又は陽極上の小容器 15 (第 129 圖) 内又は小皿状の容器 15, 16 (第 130 圖) 内にゲッター材料⁽¹⁰⁰⁾を保持し、之を外部より高周波の誘導により加熱してゲッターを飛ばせる。又たゲッター加熱用の織條 20 (第 131 圖) にゲッター材料 10 を取付け外部より



第 129 圖

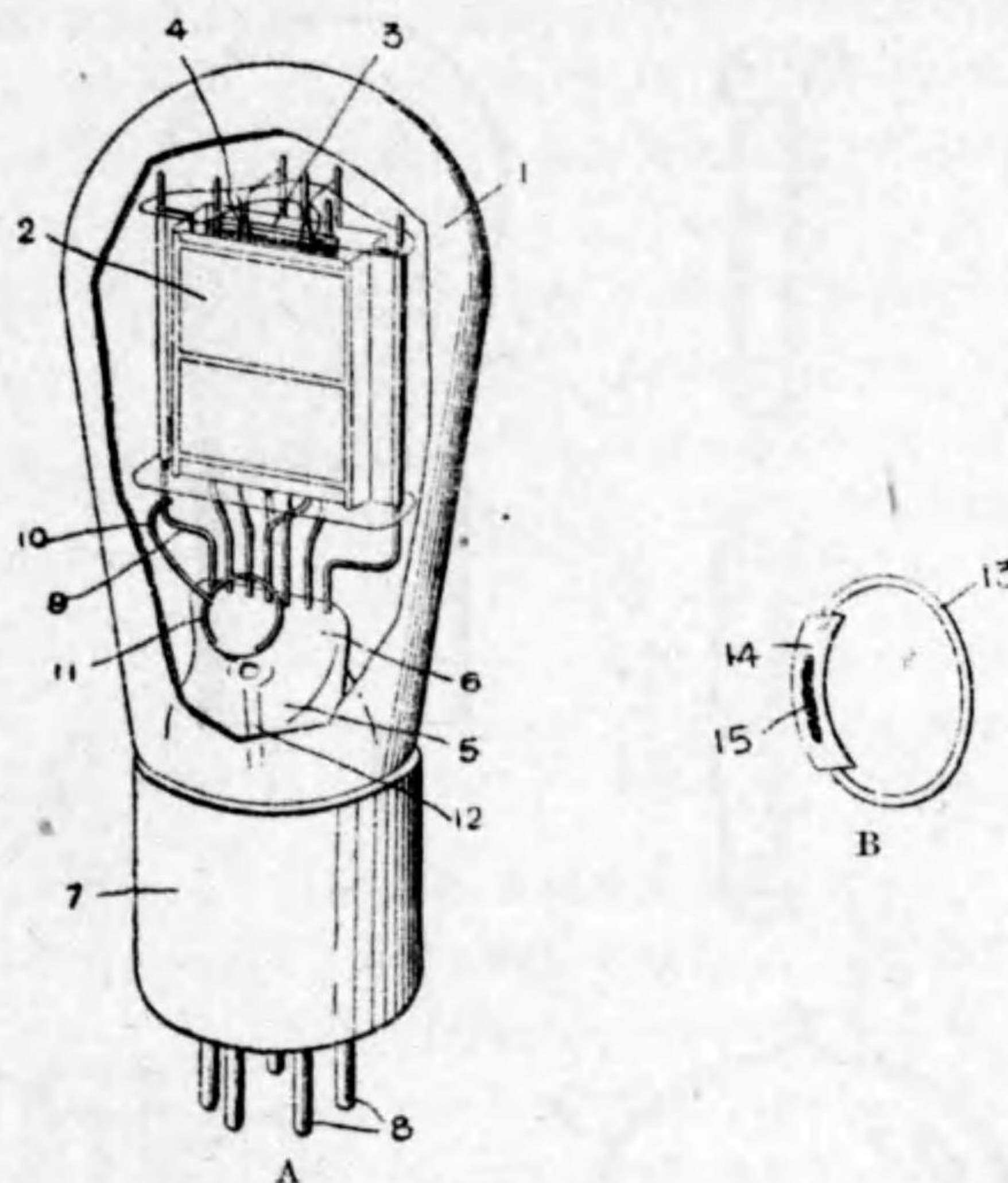
第 130 圖

第 131 圖

導線により電流を通じて加熱し、ゲッターを飛ばせる事もある。第 132 圖⁽¹⁰²⁾はゲッター材料 15 を環状のゲッター支持物 14 上に設置し、外部より高周波加熱に際し、高周波誘導の磁束の交叉する面積を廣くし、早くゲッターが所要の温度に達する如くしたものである。

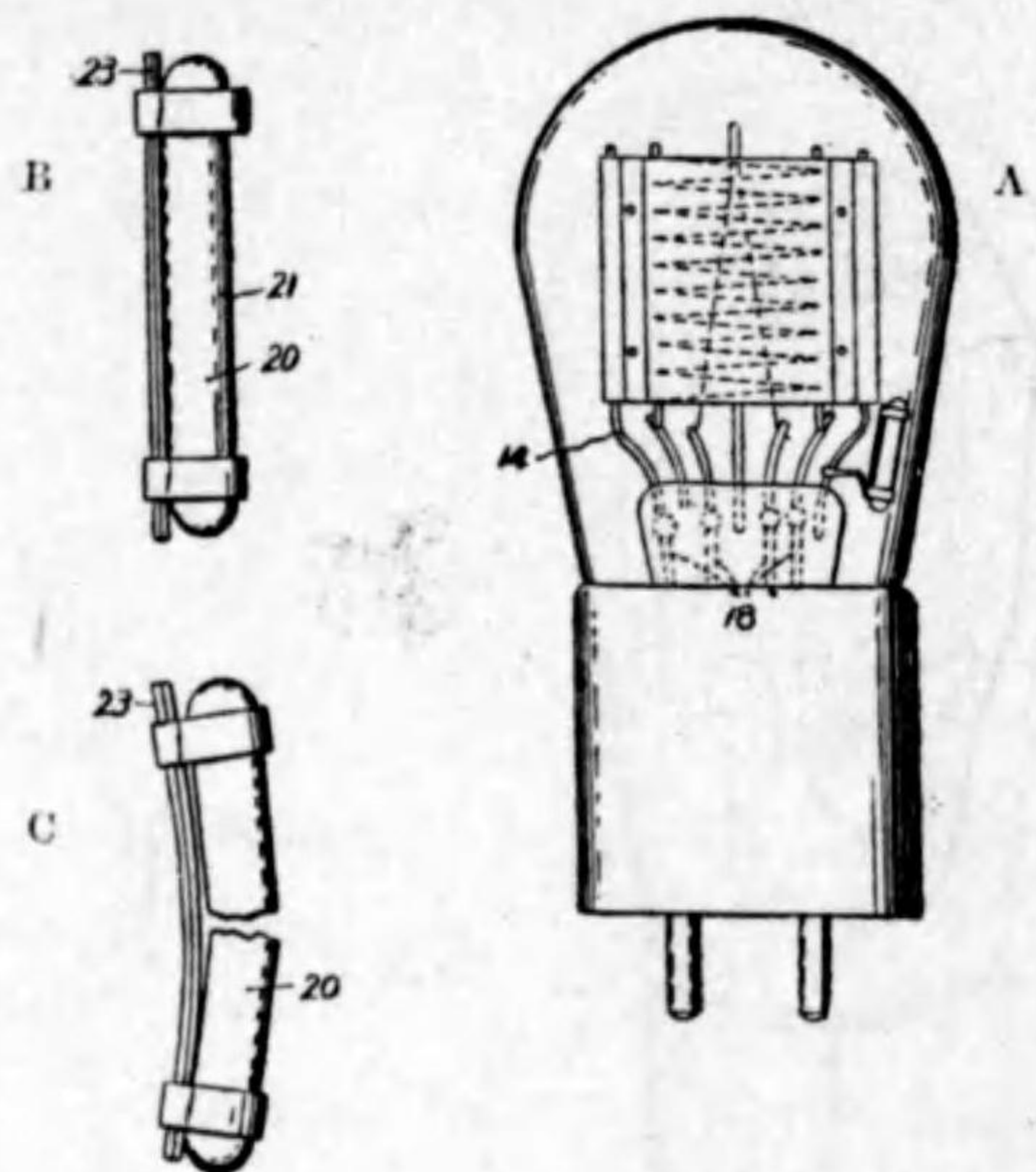
多量のゲッターを飛散させるには第 133 圖⁽¹⁰³⁾に示す如く、ゲッター材料を硝子の様な壊れ易い材料にて作ったカプセル 20 中に封入し、カプ

(100) 特 74862 (101) 特 89227 (102) 特 107185 (103) 特 148997

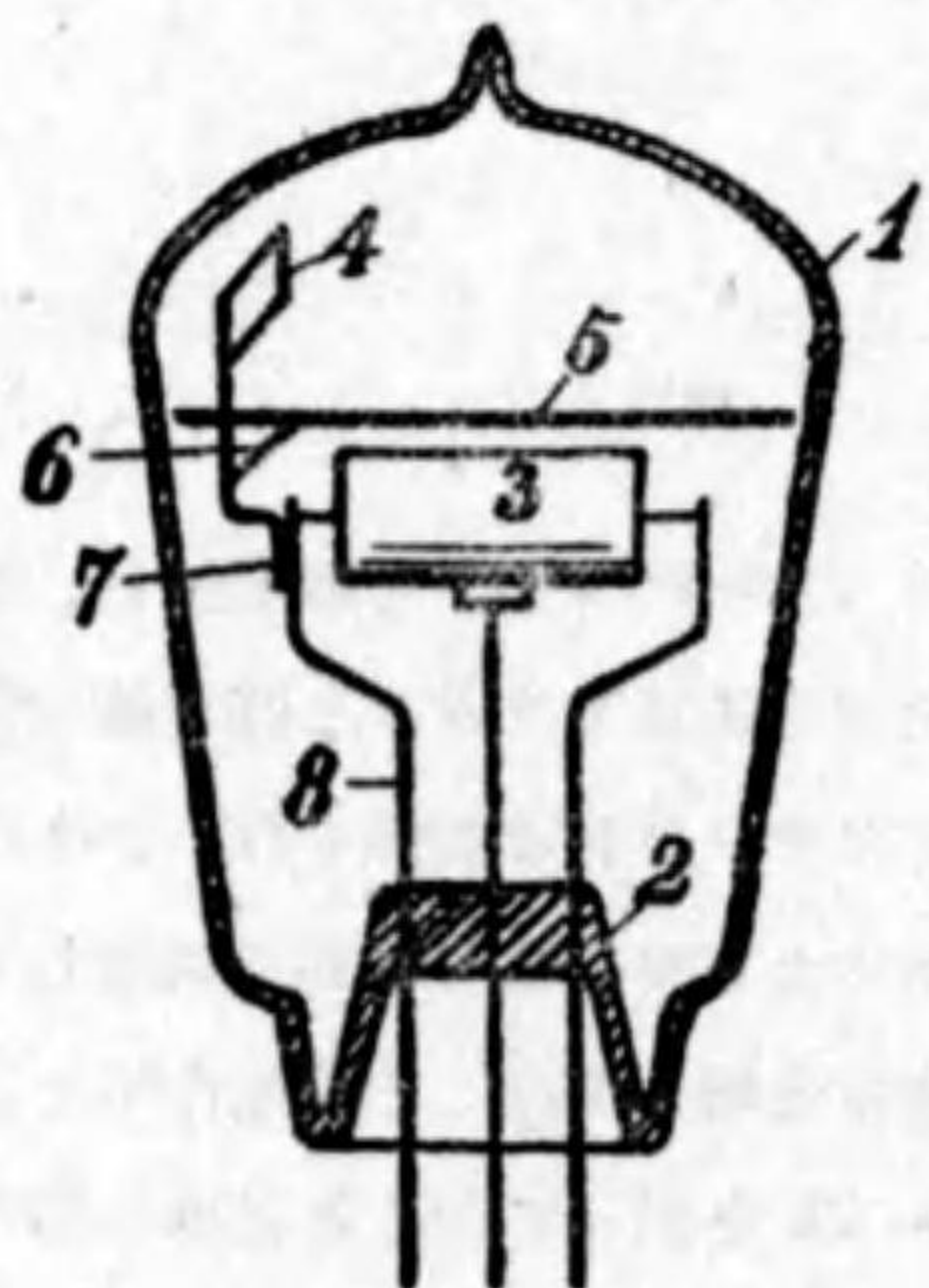


第 132 圖

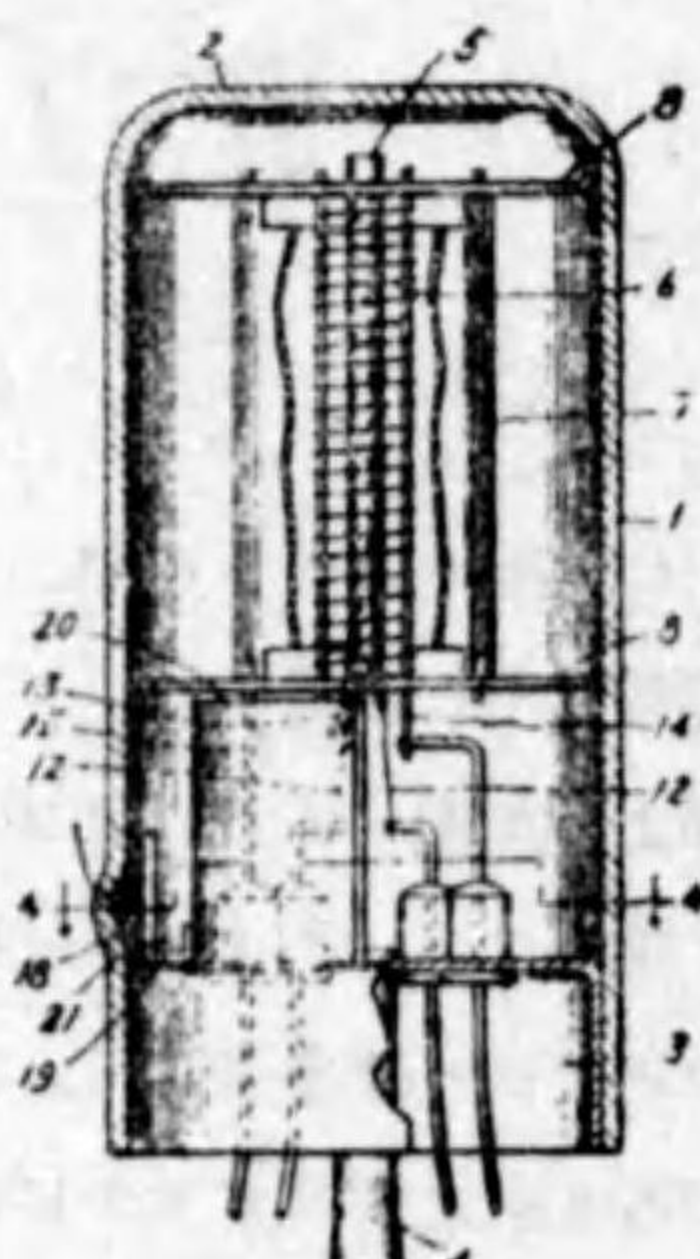
セルには熱すると C の如く彎曲するバイメタル 23 を取り付け、真空管容器の中に装置する。ゲッターを飛ばす時はカプセルを高周波装置で外部より加熱すると、カプセル中のゲッター材料は加熱されて、氣化すると同時に、バイメタルは彎曲するためカプセルは C の如く破壊して内部のゲッターは蒸發して、容器内の殘留及斯と反應して排氣作用を行ふのである。之のカプセルには切り込み 21 を設けて置くと破壊し易く便



第 133 圖



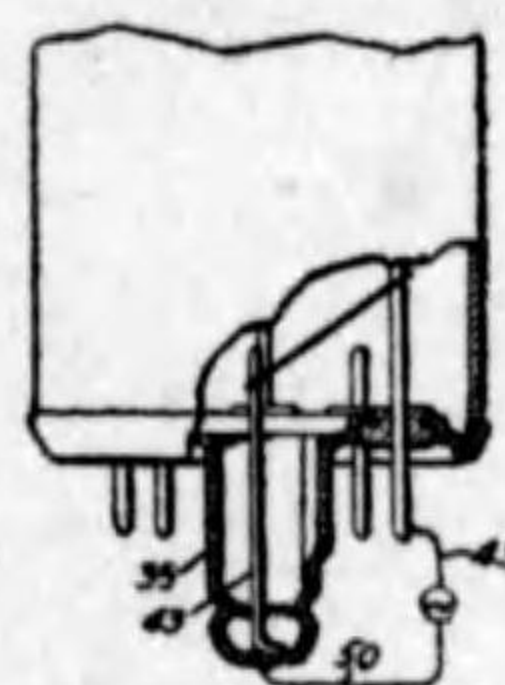
第 134 圖



第 135 圖

利である。第 134 圖はゲッター支持體 4 を雲母板 5 で他の部分と隔離しゲッター材料が電極、導入線封着部に沈着しない様にしたもので、ゲッター材料が導入線封着部に沈着すると導入線間の絶縁を害して困るので之を防いだものである。

金属真空管では外部より高周波で加熱する事は出来ないで、金属容器に凹所を作り之にゲッターを装着する(第 135 圖)⁽¹⁰⁵⁾。ゲッターを飛ばすには其の凹所を外部より瓦斯焔の如きで加熱するとゲッターを飛ばす



事が出来る。しかし金属真空管では最近容器底部の臍 35 の内部に、抵抗體 43 にゲッター材を取付け(第 136 圖)、外部より電流を通じて、臍 35 の内面に沈着させるのが普通の様である。

第 6 章 電極支持装置

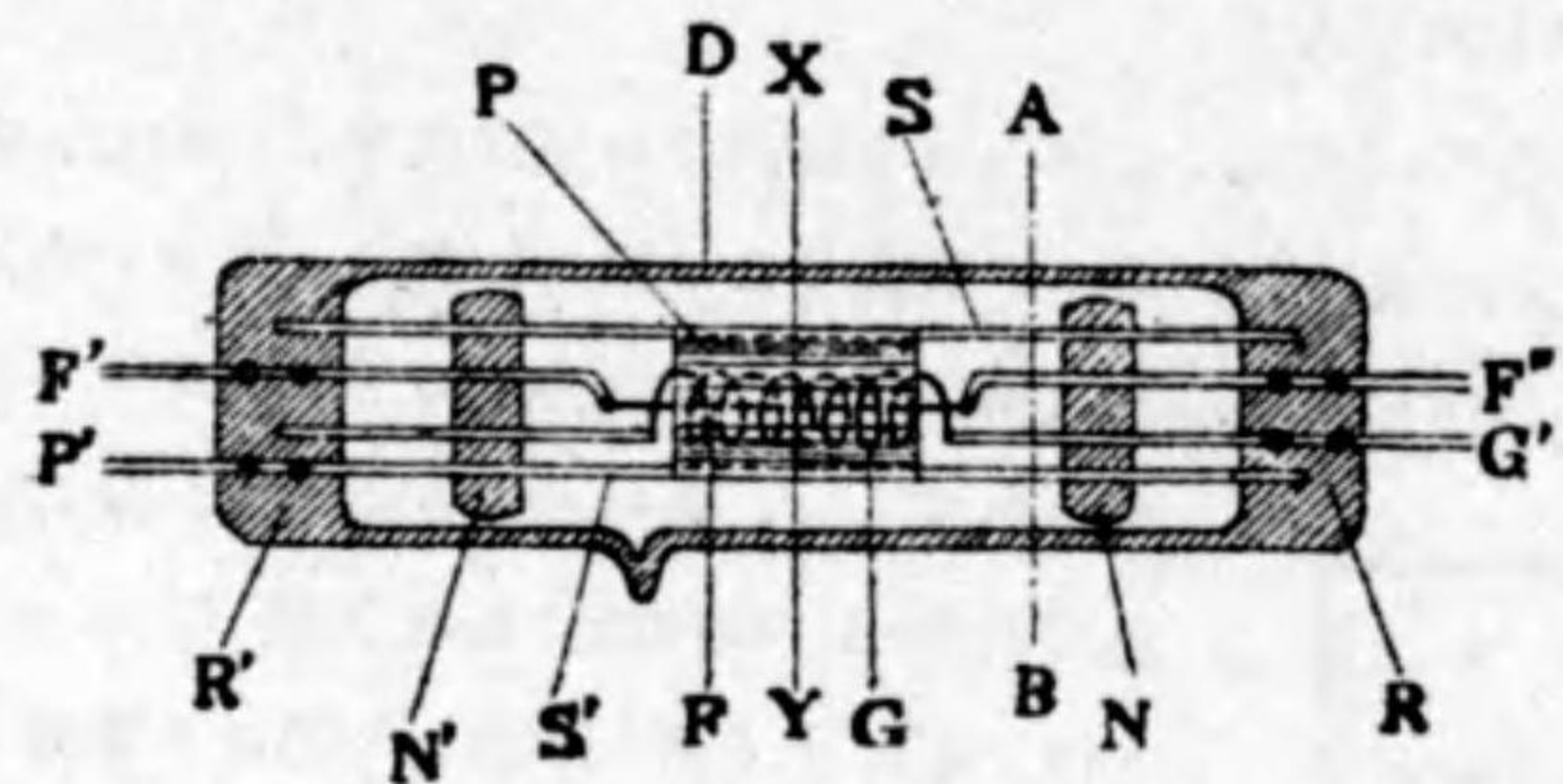
真空管電極は各電極が互に所定の位置を保つて、且つ電位の異なる電極相互間は、相當近い距離に配置されて居るにも關はず而も完全に絶縁されて居る事が必要である。真空管電極は動作時には相當高温度に加熱されるので、熱膨脹によつて、變形し、關係的位置が變化する可能性が充分ある。従つて電極支持に當つては、電極

を所定の位置に絶縁して保持する事に、充分の注意を拂ふと同時に、温度の上昇によつて、電極が膨脹し形状が變化しても、電極相互間の關係的位置が出来るだけ變化しない様に考慮を拂はなければならない。

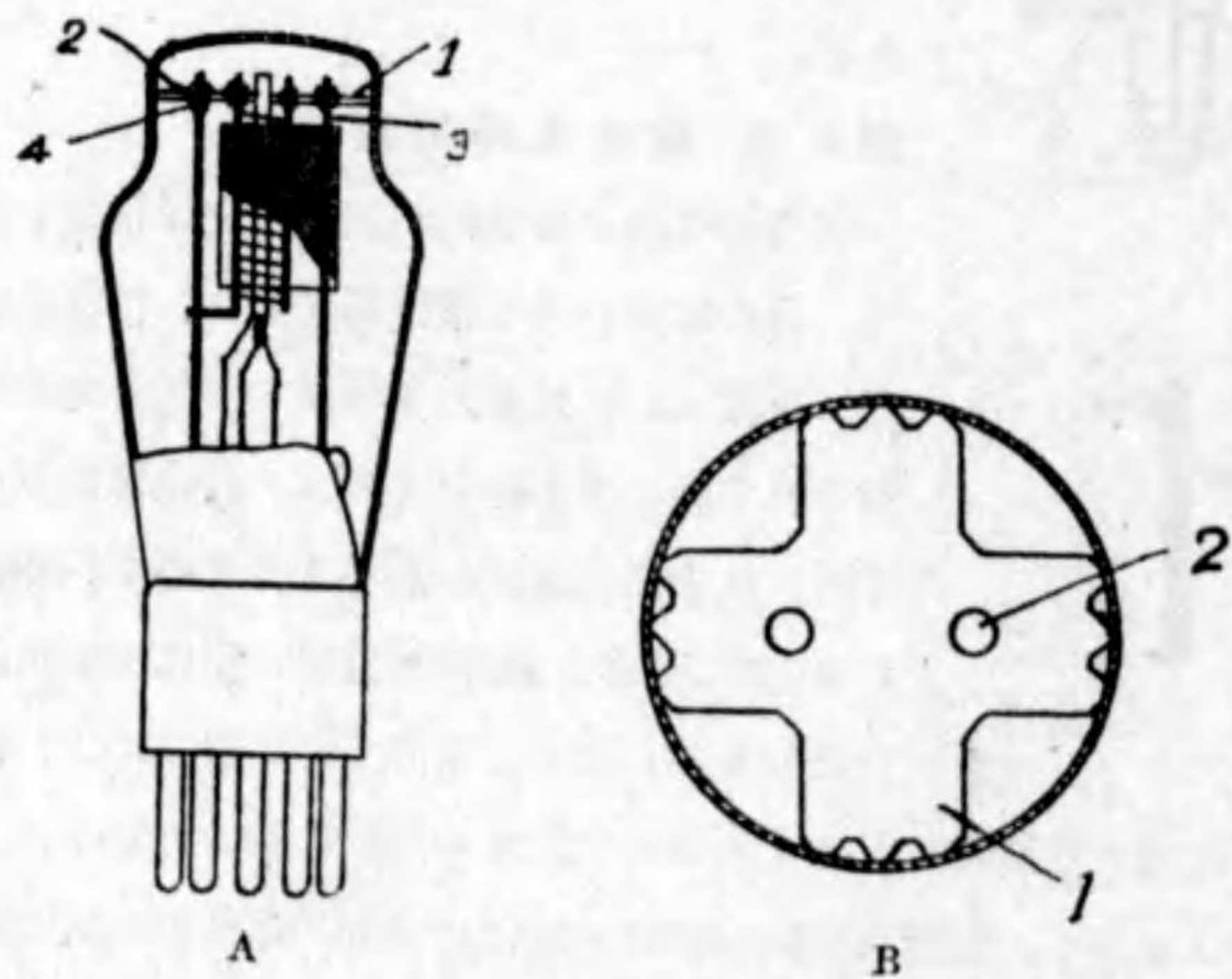
小型の真空管ではステムに植込んだ支持棒に、電極構體を取付けて支

(104) 特 89698 (105) 特 120095

持する。其の場合各電極を別々の支持棒によつて空間的に絶縁を保つ様に支持してもよいが、一般には二個の絶縁物、例へば雲母板又はステアタイト系の陶磁器製の絶縁物の間に各電極を取り付け、之の電極構體を



第 137 圖



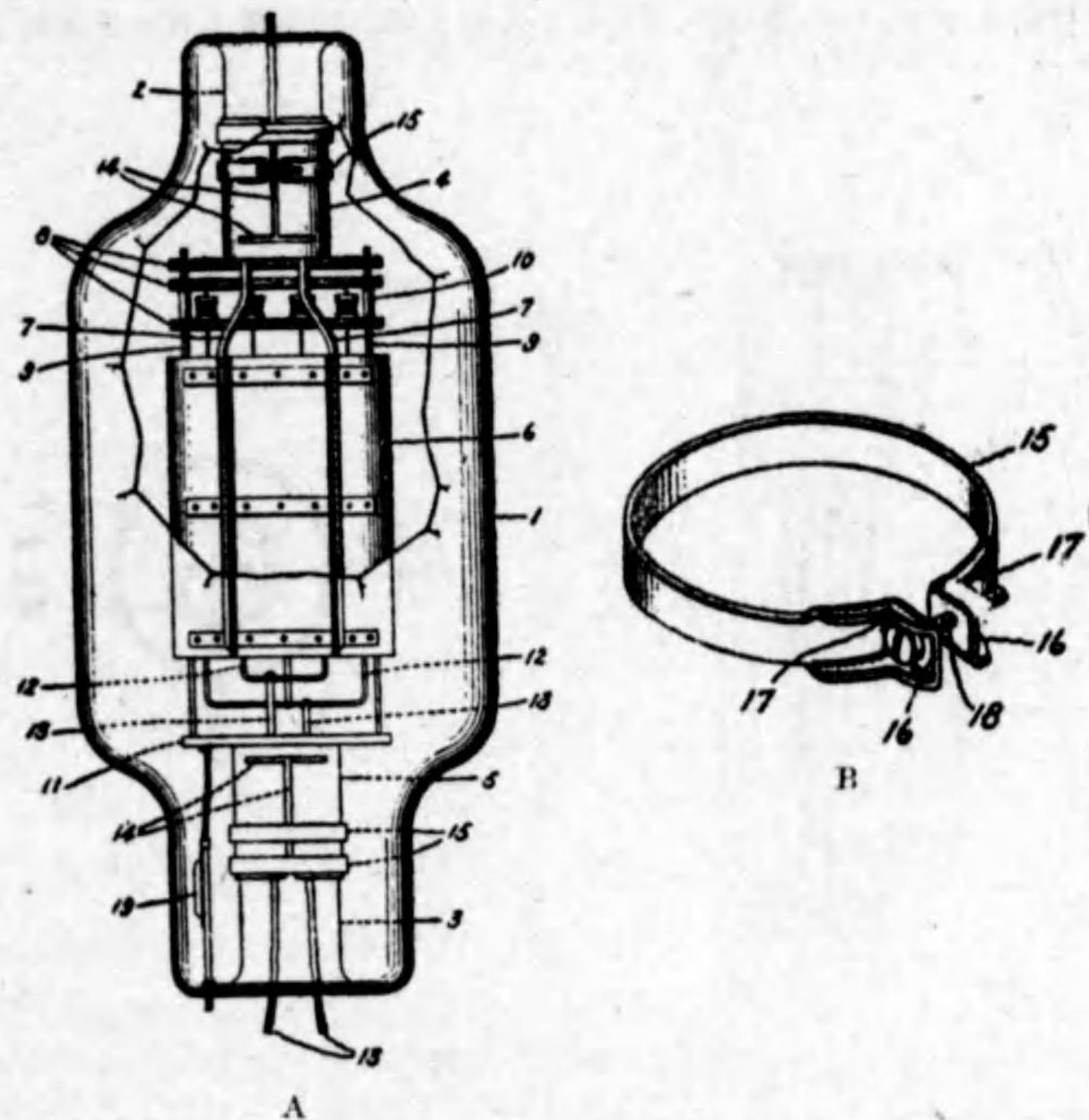
第 138 圖

適當な支持棒によりステムへ植附けるのが普通である。第 137 圖はかゝ

(106) 特. 45551

る構造で、N N' はガラス又は任意の絶縁物で電極を P. G. F で支持して電極構體を作り上げる。之をガラス容器 R に封着した様なものである。

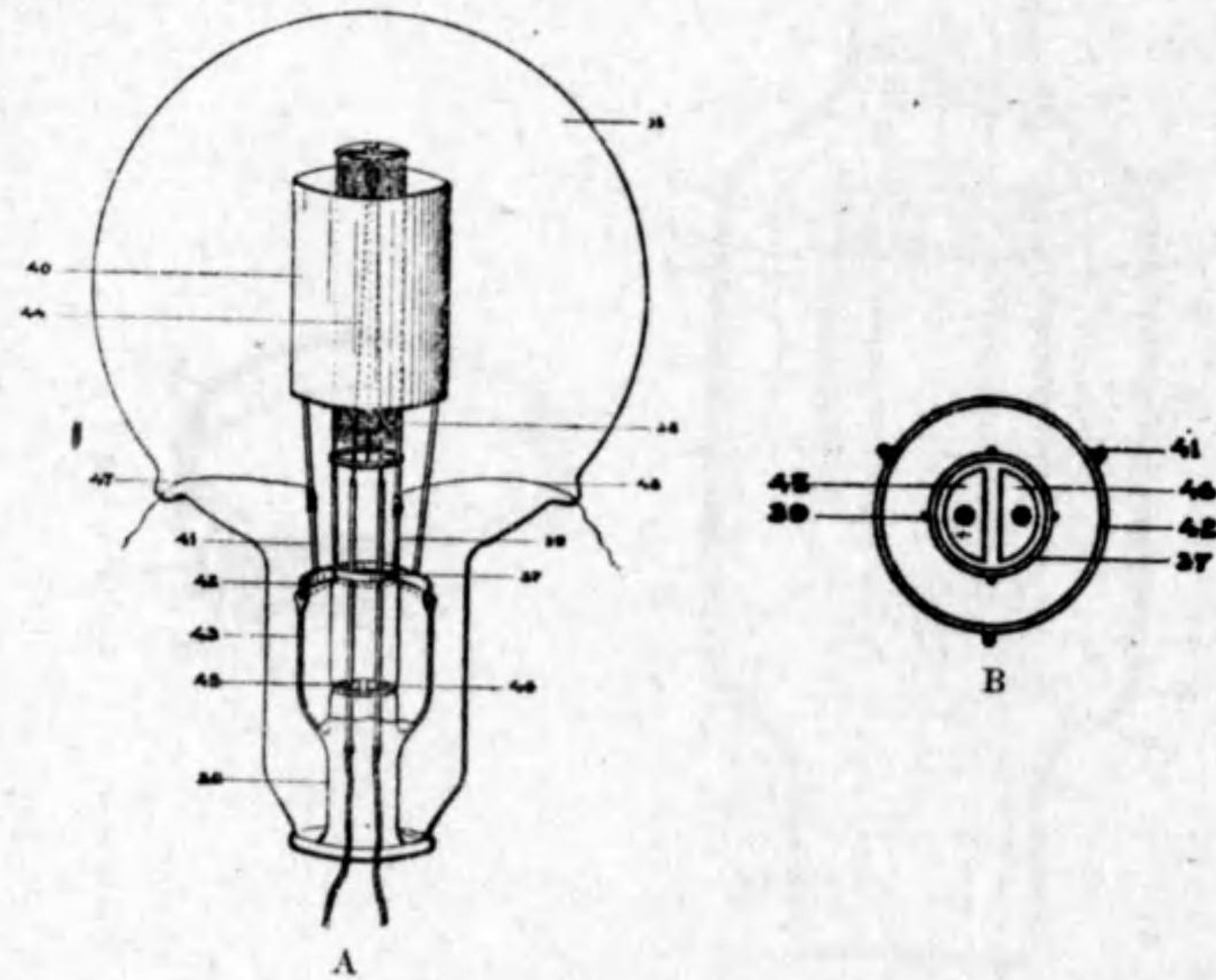
現在普通に用ひられる受信用の真空管では第 138 圖に示す様に、上部の電極支持用絶縁物を有し、之は容器壁まで達して居る。此の絶縁物がマイカ等であれば弾性的に容器と電極構體を連絡する事になり、電極構體の振動を防止し得る。更に單にマイカ板に孔 2 を開け電極支持棒を挿入した様な構造では、支持棒と孔との間に間隙が出来、電極が振動する



第 139 圖

ので、絶縁物支持板に支持棒を挿込んだ部分を、酸化鉛、硼砂を主體とするフリット釉硝子の細粉に有機結着剤を加へたものを固着剤として、⁽¹⁰⁷⁾固定すると、絶縁支持物の絶縁性を低下させる事なく、電極の振動を低下させる事が出来る。

大型の真空管ではステムに金属製の帯を締め付け、此の帯に電極支持棒を取付け支持を行ふ。第 139 圖に示したものはステム 2 に縦に割目 14 を有する金属管 4 を取り付け之に電極支持を行はせ、金属管 4 をステムに締着金具 15 に依り取付けて、電極を支持して居る。之の時締着金具 15 の材料をインバー (Ni 36; Fe 64) の如き低膨脹係数を有する金属を



第 140 圖

(107) 特 134395 (108) 特 88788

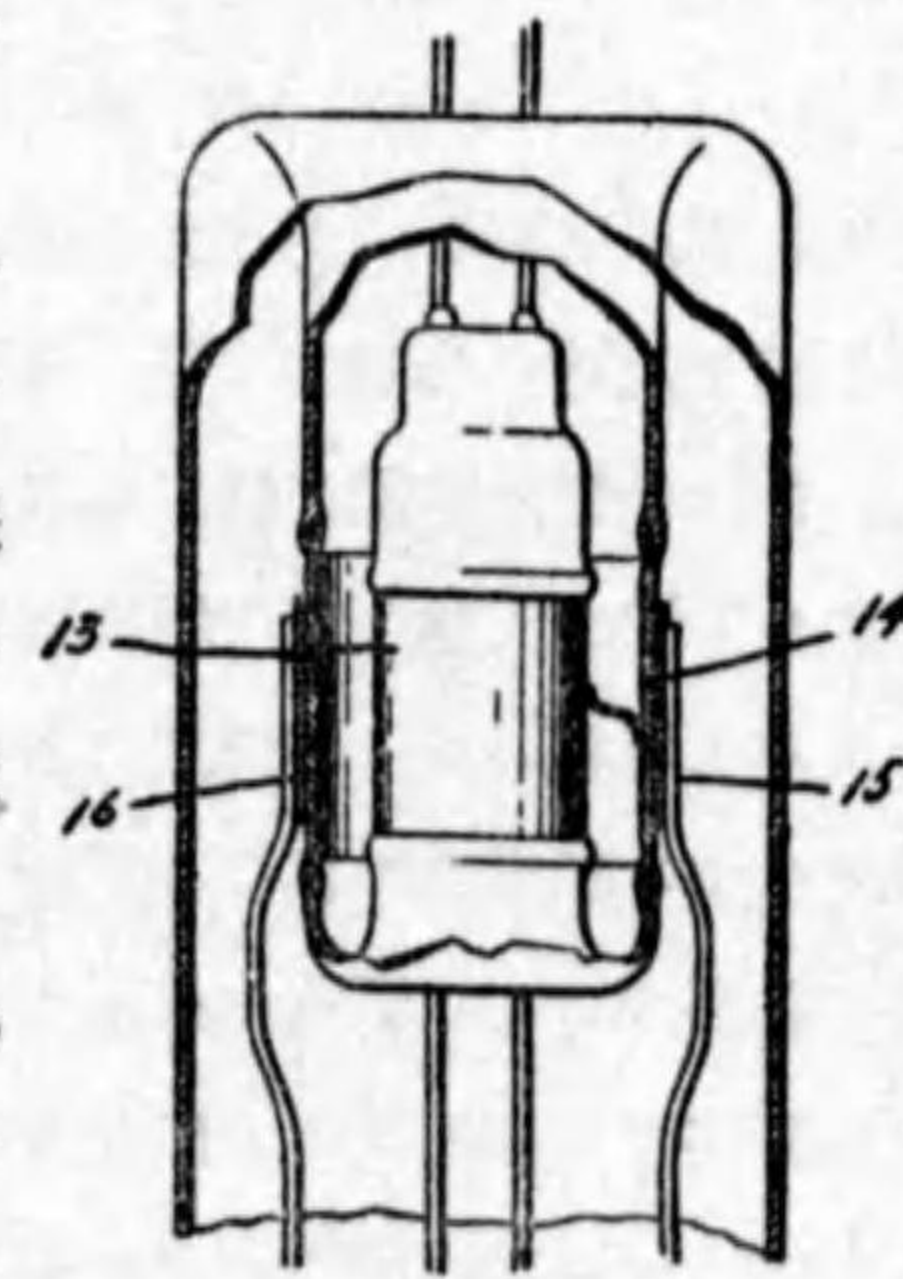
締着部分の温度が上昇しても、ステムと締着金具との間が弛む様な事がなく、電極支持を完全に行ふ事が出来る。

第 140 圖⁽¹⁰⁹⁾はステム上に硝子管を熔着して、其の硝子管の上に硝子と略等しい膨脹係数を有するクロム鐵の如き金属を熔着し、其の金属管に支持棒 41 を取付け陽極を支持して居る。格子も略同様な方法で支持され、陰極は B 圖に示される様な半圓形の金属板 45, 46 をステム上に熔着し、それに依り陰極導入線を保持させて居る。

第 141 圖⁽¹¹⁰⁾はステムの硝子管に金属管 14 及 13 を封着し、ステムを硝子管と金属管をつなげた如き構造とし、之の金属部に電極支持棒を取付け電極支持並びに電極への導入部分を形成して居るもので、ステム上加はる電氣的歪並びに誘電的な損失を除去したものである。

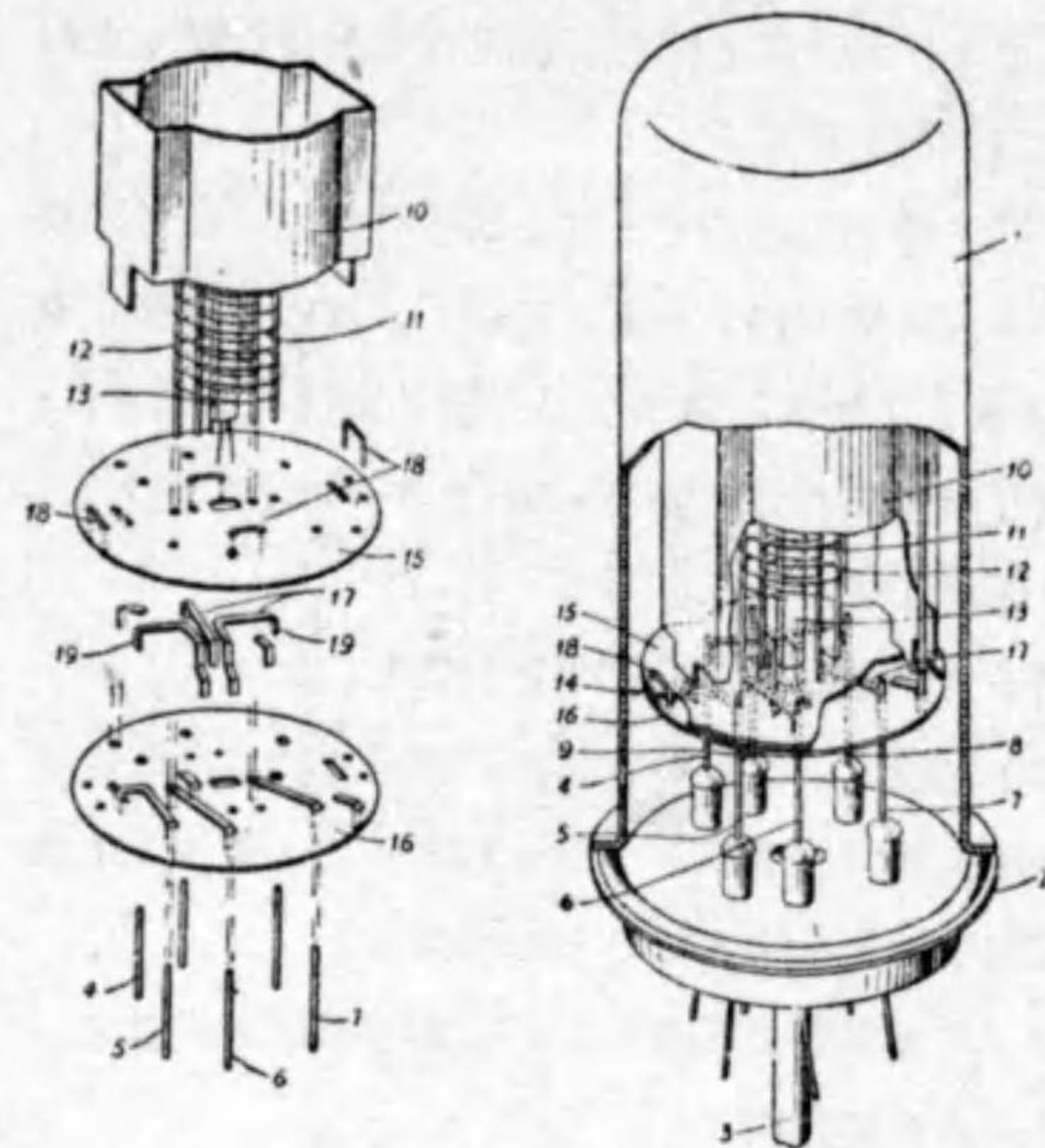
金属真空管では二板のマイカ板等の絶縁物の間に電極組織を組立て、之を金属管ステムに設けられた導入線に

取り着けて支持して居る。
金属真空管では普通導入線の位置が一定して居るため、之によつて電極支持を適當に行はせるために第 142 圖⁽¹¹¹⁾の様な提案がある。即ち二板のマイカ板 15, 16 を置き、電極構體を之のマイカ板上に組立て、全體を導入線 4, 5, 6, 7 にて支持し、導入線と電極間の電氣的な連絡は二板のマイカ板の間に扁平な導體 17 を置いて行つたもので製作を容易にして、電極を



第 141 圖

(109) 特 89422 (110) 特 88789 (111) 特 129222

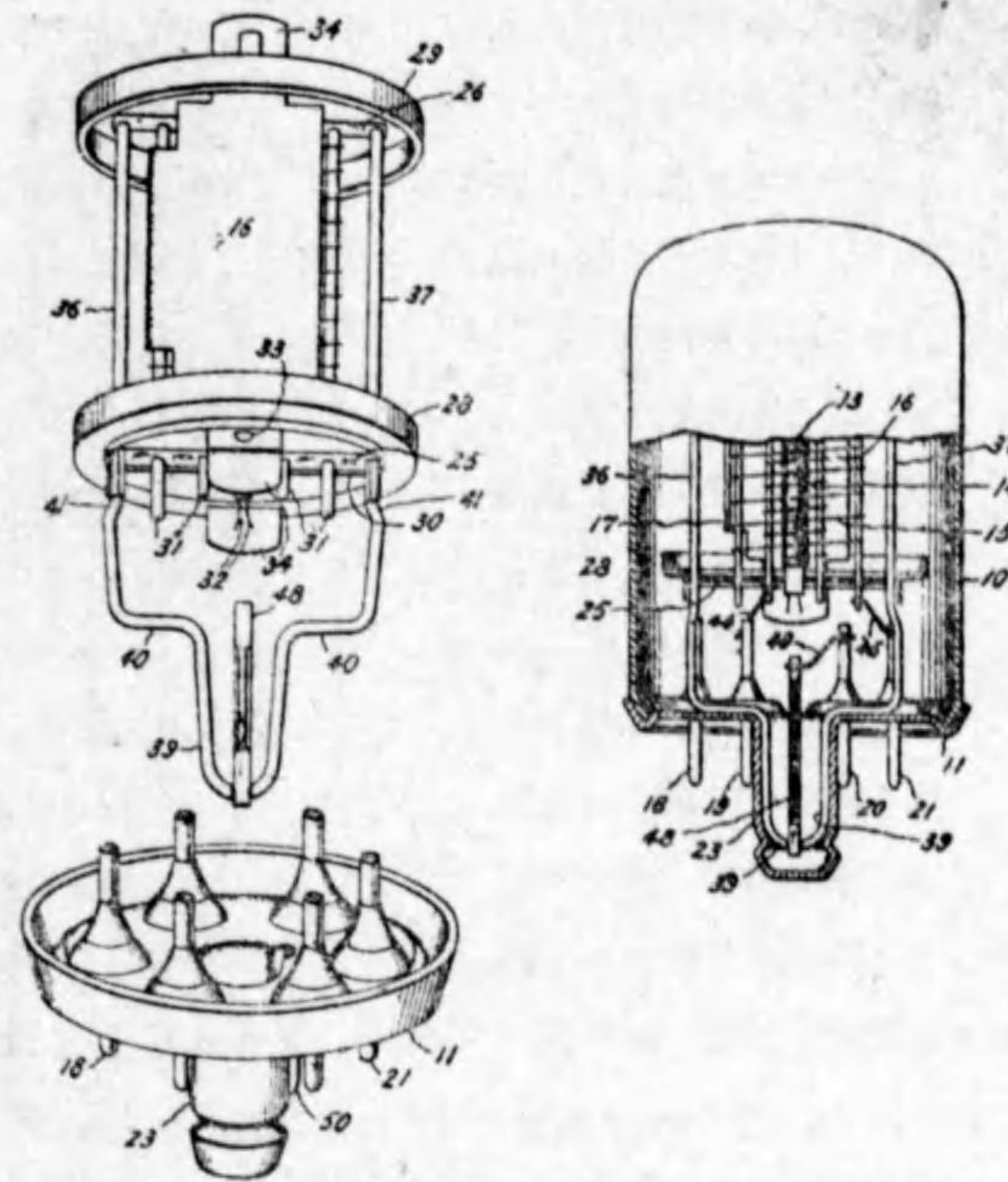


第 142 圖

確實に支持出来る。
 第 143 圖は金属真空管の電極構體を 36. 37. 39. 40 の金属線に依つて作られる枠體にて支持し、その枠體には 39 の様な突出部を作つて置き之の突出部を金属容器の基體の脛 23 の内部に挿入すると一時的には枠體の彈性的接觸のため電極構體を任意の位置に支持する事が出来る。先づ之の様に電極構體を支持して置いて、各電極と導入線を適當に接続して後、枠體突出部を脛内部に熔着（又はハンダ付け）を行ひ電極構體を強固に取付ける。

之の方法は大量生産で電極構體を取付けるのに非常に簡便である。
 真空管電極は種々の原因で加熱されるため、加熱に依る温度上昇によつて生ずる熱膨脹の爲に、電極相互間の關係的位置の變化する事を防ぐ事が必要である。電極中最も高温度に加熱されるのは陰極であつて、小さな真空管に利用される酸化物陰極でも 900°C. 温度の高い W 陰極では 1500°C 以上に加熱されるので大なる膨脹が行はれ、織條陰極では織條が伸びて弛んで他の電極に接觸したり、織條が振動して、真空管雑音

(112) 特 151623



第 143 圖

の原因になる。従つて之の對率は充分考慮して置く必要がある。

第 144 圖に示したものは陰極の螺旋狀の織條 14 の先端に 16 様な輪を設け、支持棒 15 を其の孔に通した様な構造とし、陰極が加熱に依つて膨脹すると、16 の輪が支持棒 15 に沿つて摺動して、熱膨脹に依つて織條 14 が其の周圍に存在する格子又は陽極に對して關係的位置を變化しないで済む。

第 145 圖はステム 2 に締め付けた帶金具に依つて電極構體を支持し、上部は絶緣物 16 に依つて電極相互間を組み上げ、其の絶緣物には二個

(113) 特 87487 (114) 特 73515



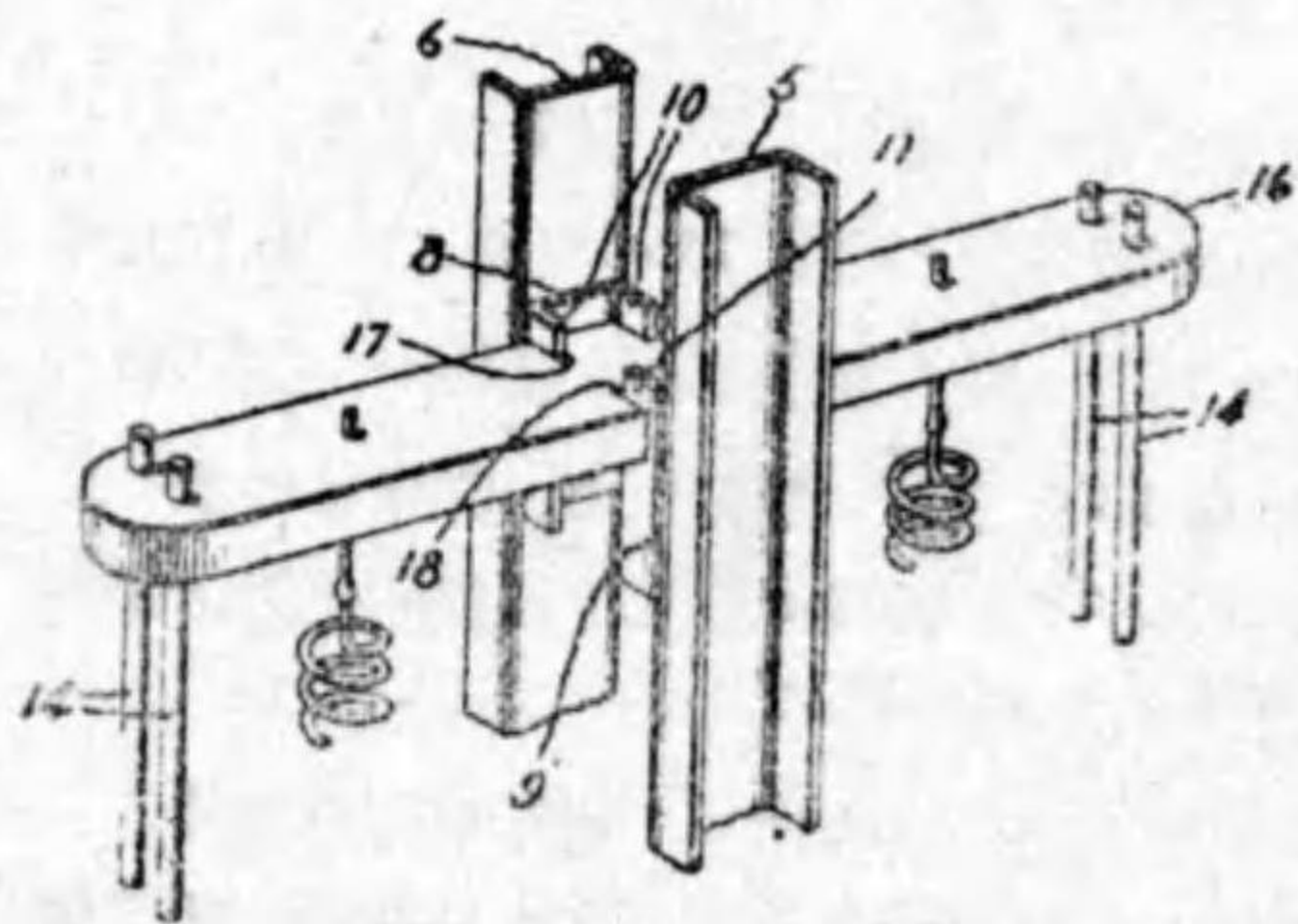
第 144 圖

溝 17, 18 を設けて、上部の帯金具に取付けたアングル 5, 6 に取付けた金具 10, 11 に依つて溝を摺動する様な構造にして居る。之は熱膨脹によつて電極が變形しても、電極系を歪なく支持しようとしたものである。

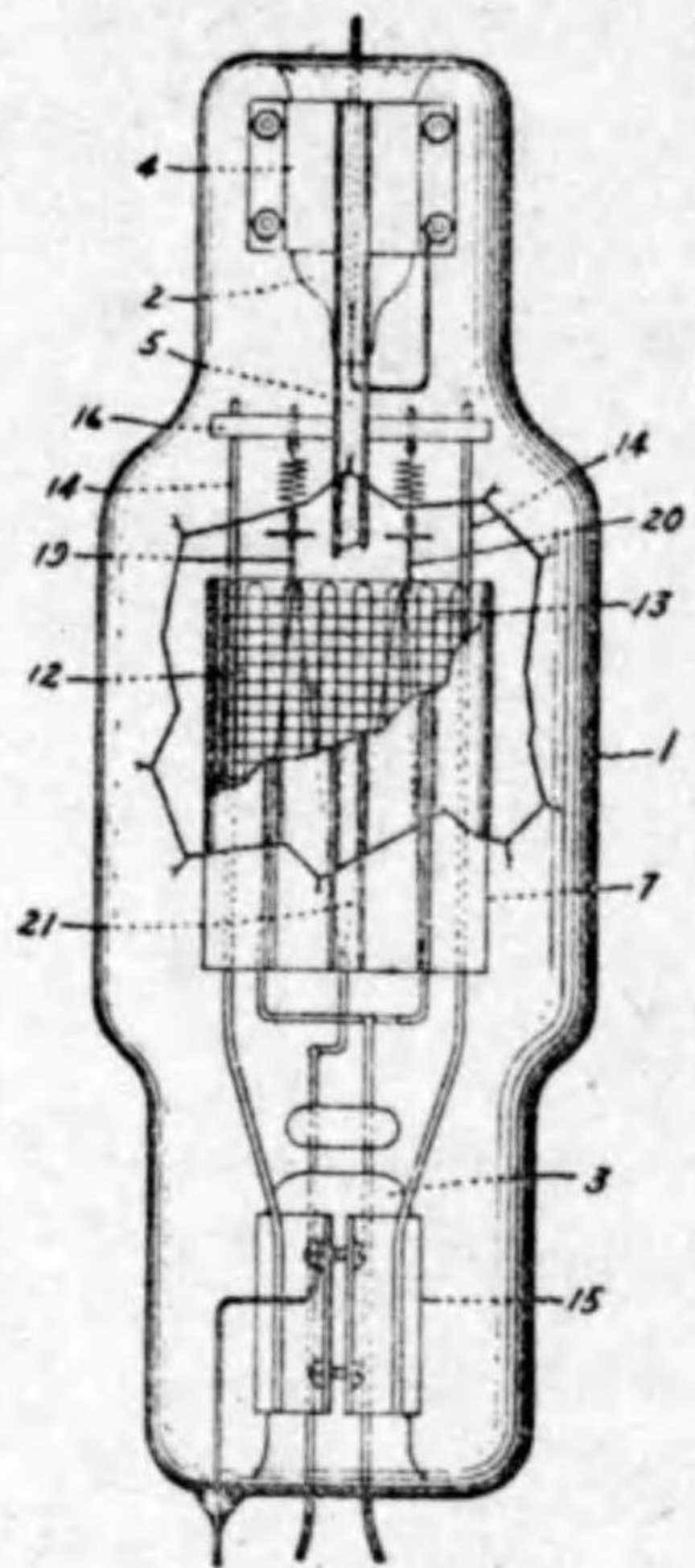
陰極織條は前に述べた様に熱膨脹に依つて弛む事が多いので、織條支持

に撥條を用ひて、陰極が加熱されて熱膨脹を行つても所定の位置に保つ様にして居る。

第 145 圖 B



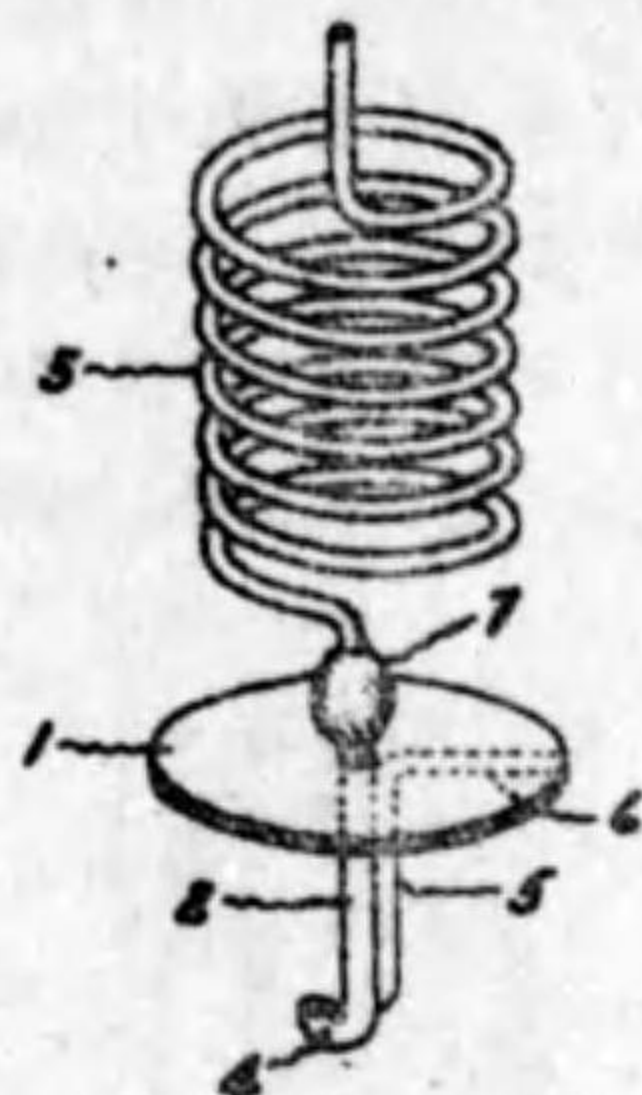
(115) 特 67827



第 145 圖 A

第 146 圖は陰極織條を支持する撥條とフック 4 の間に熱遮蔽板 1 を設けた構造で陰極より放出される輻射熱が撥條 5 に輻射するのを防ぎ、撥條が加熱によつて延びて了はない様にして居る。

(115)



第 146 圖

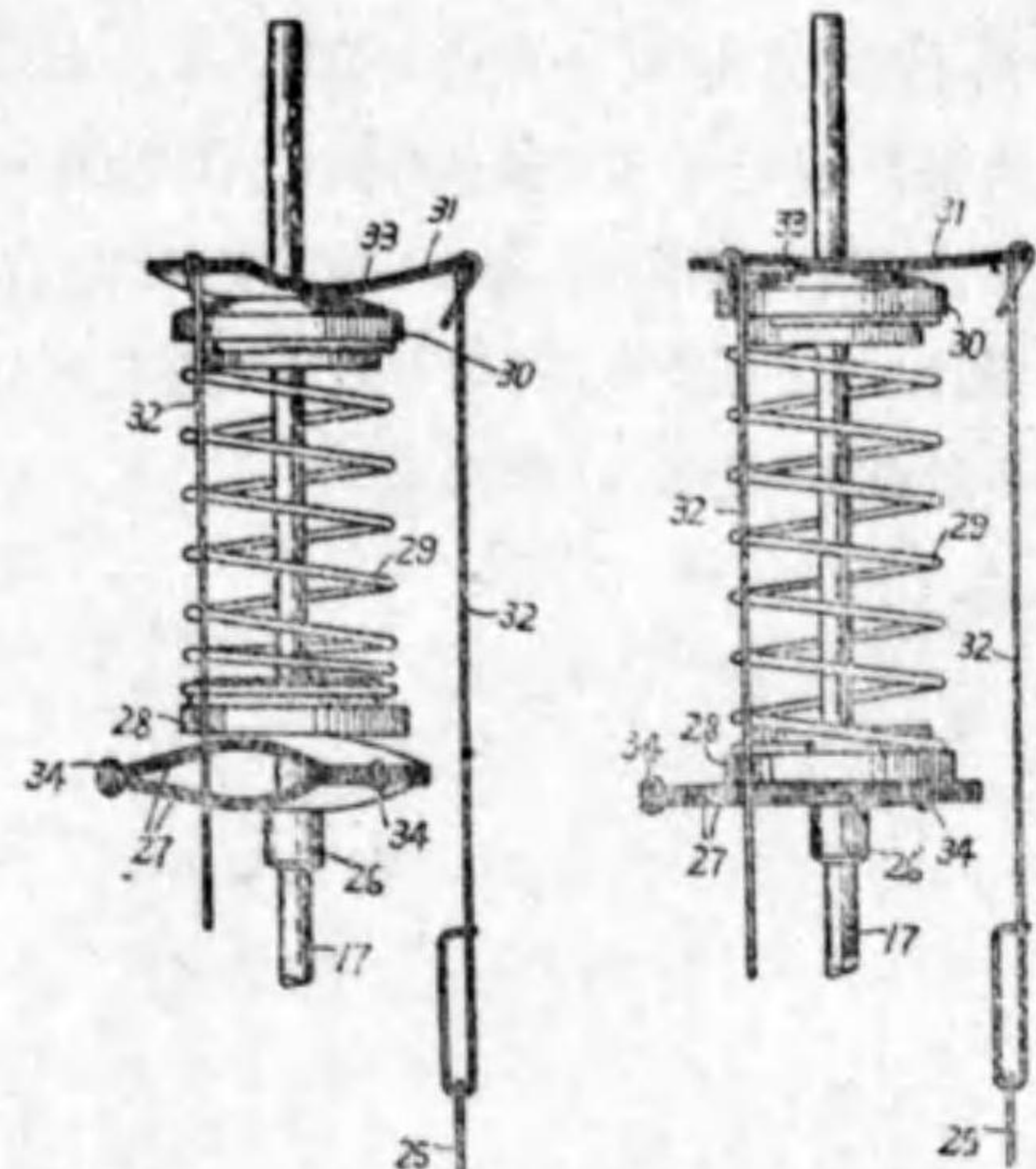
る。

陰極を緊張させるには通常タングステン線の撥條を用ひるが、之

のW-撥條は或る温度以上になると伸びきつてしまつて用をなさなくなる。之の様な温度に撥條が加熱されるのは主として真空管を製作する際電極の瓦斯を排氣するために加熱する時である。従つて其の様に撥條が加熱される時に撥條が變形して終はない様に、バイメタルを用ひて加熱時には撥條が伸びた形状に保つて置くことよ。第 147 圖は壓縮撥條を用ひたもので撥條 29 の上下部にバイメタル 31, 27 を設け、冷時は a 圖の如く撥條が壓縮され、加熱時は圖の如く撥條が延ばされる如くした構造である。従つて製作中に撥條部分が加熱されても、撥條が變形してしまふのを防ぐ事が出来る。

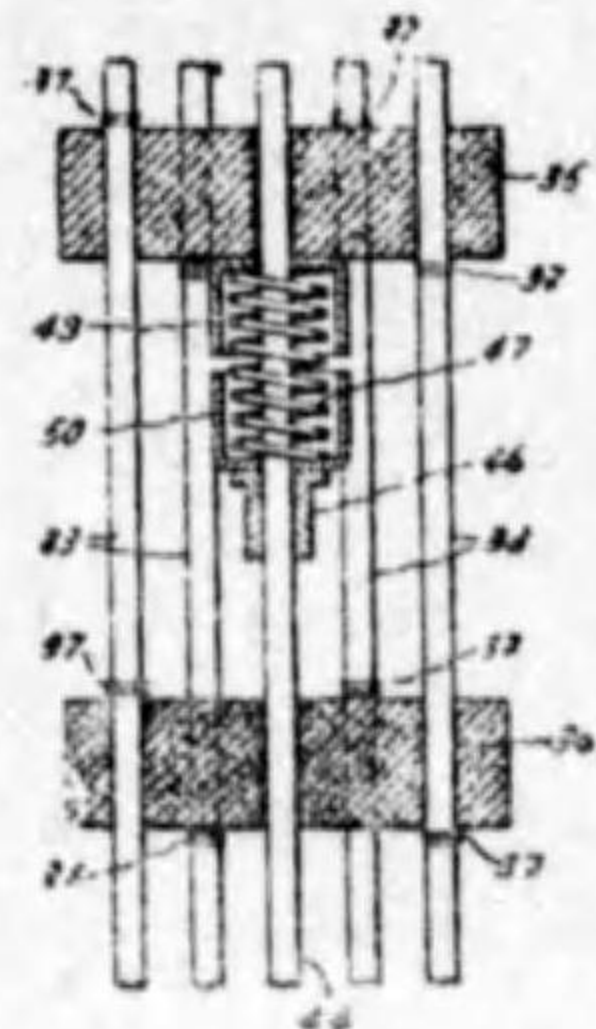
之の様に陰極織條を撥條によつて緊張を與へるのに、製作時に何の程

(116) 特 119573



第 147 圖

度の緊張度を與へるかについては手加減や、經驗に依るが、第148⁽¹¹⁷⁾圖の如く壓縮撥條 47 を固定板 35 と可動軸に取付け、板 44 を押して織條に張力を與へ、且撥條に分割した杯狀體 49. 50 を取付け、冷却状態では適當の緊張度を與へた時丁度兩杯狀體 49. 50 が互に接觸する様に設計して、撥條の長さ等を定めて置くと、電極組立の場合に簡単に織條の緊張度の適否を加減出来る。

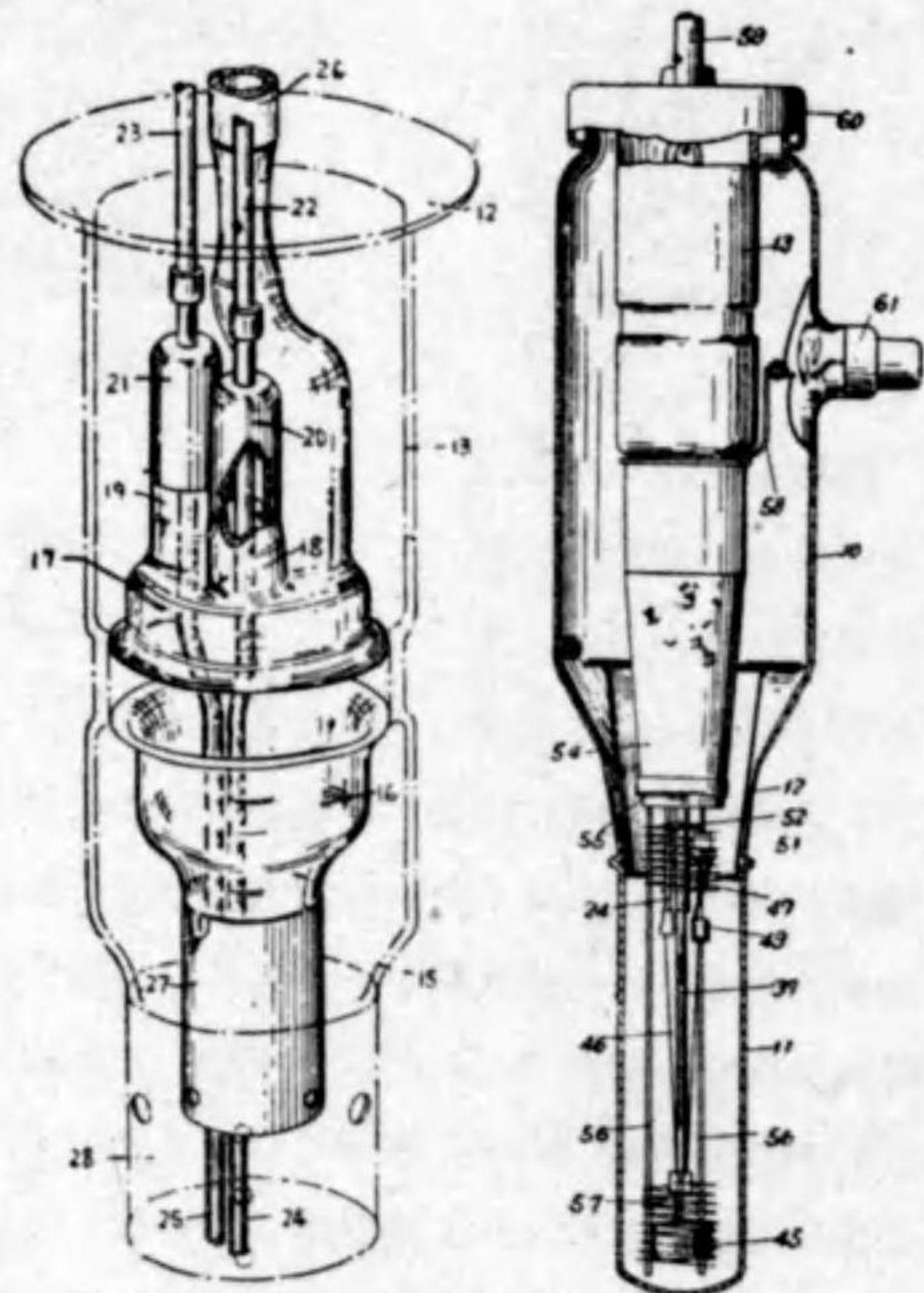


第 148 圖

陰極織條に緊張を與へる方法としては、前述の撥條による方法の外、織條の下部に錘を取り付け、其の重力によつて織條を緊張させる事もある。

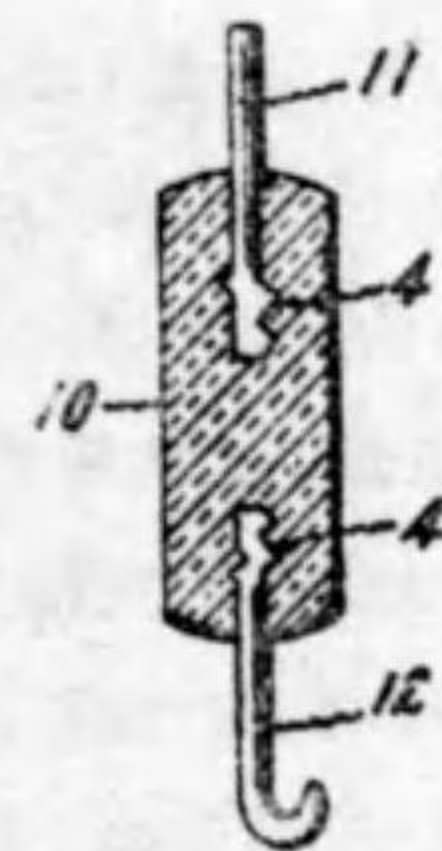
第149⁽¹¹⁸⁾圖は其の一例で織條 46 の下に重力 45 錘を吊下げた構造である織條は錘によつて適當な緊張度が與へられ、錘は中央支持棒 40 に沿つ

(117) 特 151001

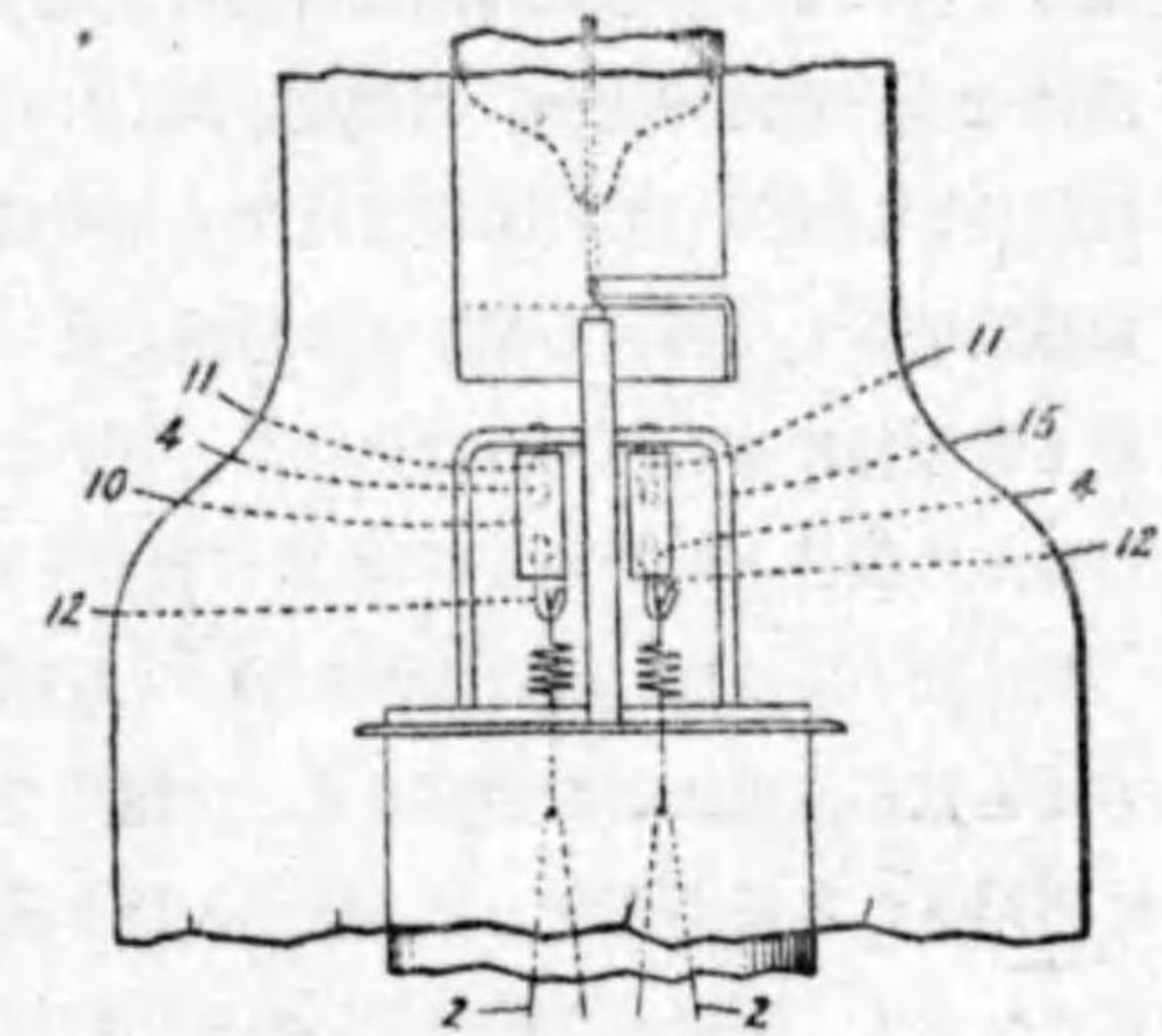


第 149 圖

て移動する如く組立てられ、又織條が或程度以上加熱されると錘は低下して、錘 41 は停止材料に達してそれ以上陰極に力を與へない様な構造とし、陰極が或程度以上伸び過ぎるのを防ぐ様な構造にしてある。



第 150 圖 A



第 150 圖 B

第150⁽¹¹⁹⁾圖は陰極支持用フックと他の電極を支持して居る枠體 15 に接続する棒 11 との間を石英等の耐熱性絶縁物 10 で支持した構造であつて、高温でも絶縁性を有し、且つ一般に行はれる絶縁物にフックを取り付ける方法に比較すると、大部分が金属による工作のため組立を簡単にする事が出来る。

(118) 特 129747 (119) 特 68094

第3編 超短波用真空管

第1章 電子振動

真空管の動作周波数が極めて高くなると種々考慮すべき問題が現れて来る。特に電子の飛翔時間は普通の高周波では問題にならぬが、超高周波になると飛翔時間が、高周波の周期に比較し得る程度になり、一般の真空管の構造及び動作方法では全く用を為さなくなる。其處で超高周波用真空管として特別の真空管が発達した。超高周波は無線工学の中でも最も將來性に富む應用分野を持ち、その主體となる真空管の研究は多くの興味と期待とがかけられ、本書に於ても特に一編を設けた次第である。

超短波の發生は一般の場合と同じく三極真空管を使用した反結合發振方式と電子振動による發振方式と大體二つの方法があるが、反結合發振に使用される真空管は、勿論前述の如く設計上特殊の考慮が拂はれてゐるけれども、波長は比較的長い部分に使用され、寧ろ一般真空管の特殊の場合と考へられる故、本論ではマグネトロンを中心とし、それに反結合用發振の特殊のもの即ちエーコン管、及び最近問題になつてゐる速度變調管とに就て述べる事にする。

1920年バルクハウゼンが、圓筒型三極真空管の補極に正の高電壓を加へ、陽極には零附近の正或は負の僅かな電壓を與へる時、極めて短い波長の振動が發生する事を發見した。この發振原因は管内に於ける電子の同期的運動である事が分り、これに電子振動なる名稱が與へられた。所謂B-K振動である。超短波が電子の管内飛翔時間の制限に依つて行詰りを生じたが、逆に電子の飛翔時間を利用したこの電子振動は其行詰りを打破し、超短波に新たな發展が期待された。

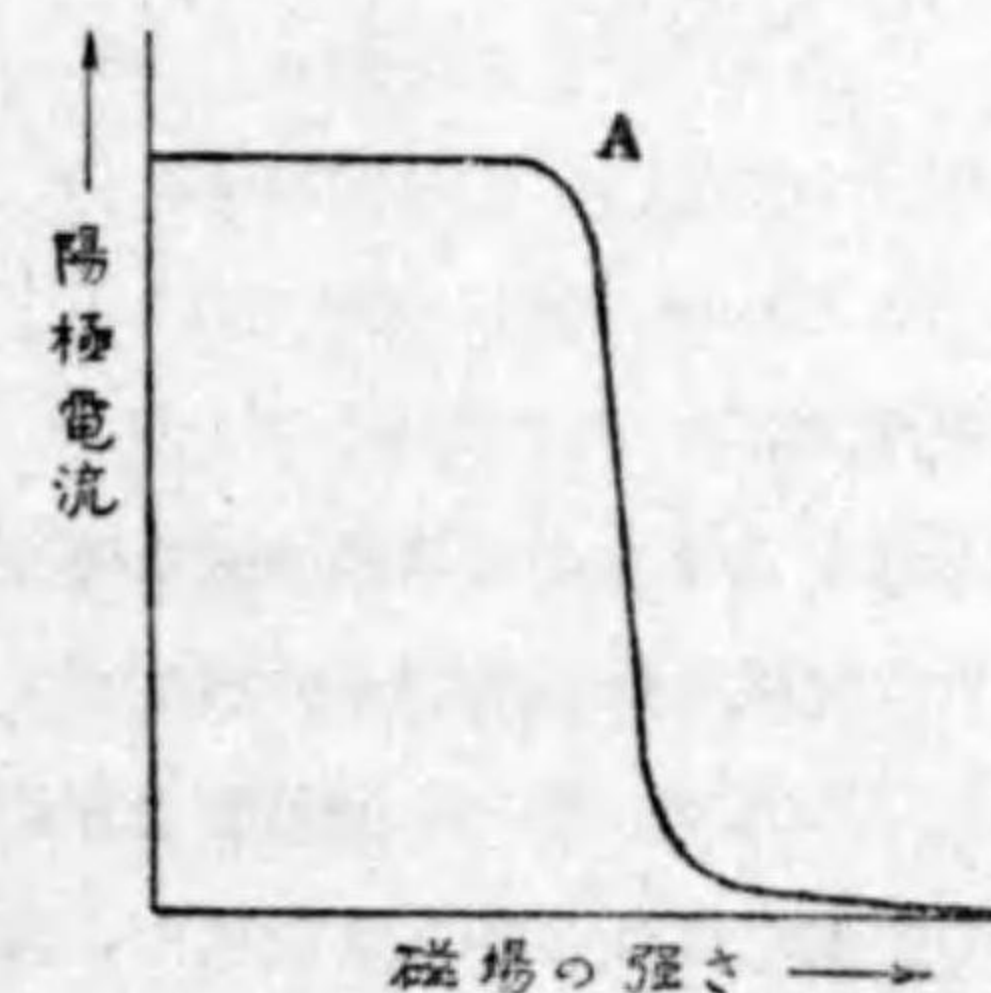
B-K振動は電子運動の制御を電界のみを以て行ふものであるが、電

界の外に磁界の作用をも加へた制御法を以て電子振動を發生せしめるものが、同じ頃(1921年)ハル氏によつて發見せられた。所謂マグネトロン振動である。B-K振動は其後多くの人達によつて研究されて來たが何分出力が小さく、實用方面への進歩は遅々たるものであつた。これに對しマグネトロンは岡部氏等の發明研究により可成りの出力が得られ、超短波發生には今の所他の追隨を許さぬ状態にある。従つて超短波發生用真空管としての發明は殆どマグネトロンに集中され、爲に本篇はマグネトロンを主體とせざるを得ない。

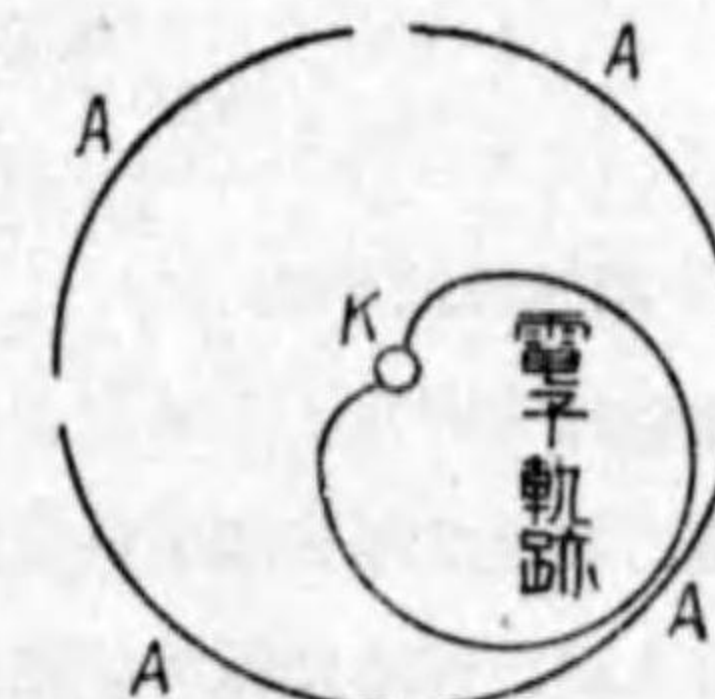
第2章 マグネトロン

§2.1) A型振動

圓筒陽極の中心に陰極(織條)を設けた二極真空管の圓筒軸方向に磁界を加へると、極めて短かい振動の發生が認められる。この事は以前から理論的に取扱はれた事はあつたがハルが初めて實證し、これにマグネトロン名稱を付けると同時に電子運動の理論的説明をも行つた。其後1924年に 陽極電壓300Vで波長29cmの超短波發生に成功し、マグネトロンによる超短波發生の端緒を造つた。其後は多くの人々の手



第151圖



第152圖

に依つて研究が進められたが、特に我國の岡部氏は理論的、實驗的に振動機構を明らかにし、マグネトロンの發達に大きな貢獻を爲した。

この振動の機構は陰極から出た電子が磁界の作用を受けて其運動路は曲げられ、磁界が或値に達すると最早電子は陽極に到達し得ずして再び陰極へ戻る事になる。従つて一定の陽極電壓では磁界に對する電流の變化は第151圖の如くなり、A點附近で陽極電流は急激に減少する。此の磁界の臨界値に於て運動電子の軌跡は第152圖に示す如き心臟型となり電子が陰極、陽極間を往復する運動に應じた電子振動を發生する。振動波長は電子が心臟型を畫くに要する時間

$$T = \frac{0.42 \times 10^{-6}}{H} \quad (\text{秒}) \quad H = \text{磁界強度}$$

から

$$\lambda = \frac{10700 \sim 13000}{H}$$

として磁界の強さにより求められる。

(10700 は理論的に、13000 は岡部氏により實驗的に値へられたるもの)

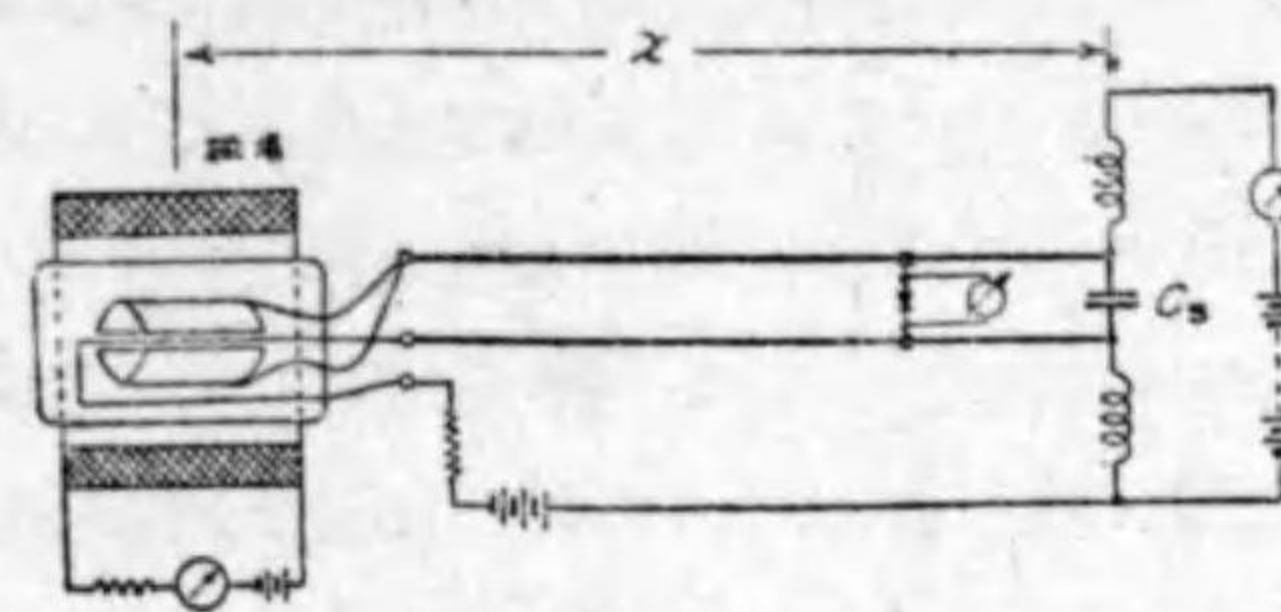
又磁界の臨界値は

$$H = \frac{6.72 \sqrt{V}}{r}$$

r = 陽極圓筒半徑 V = 陽極電壓

此の振動はマグネatron振動の基本形態を爲すものでA型振動と呼ばれてゐる、波長は極めて短い振動であつて糧波も比較的容易に發生する事が出来るが、能率は極めて悪くせいぜい15%で、B-K振動管より稍よい程度である。併し糧波發生にはこの振動に依るの外なき現狀で、其出力増大を計る發明が行はれて來た。獨乙ではハーバン氏が、我國では

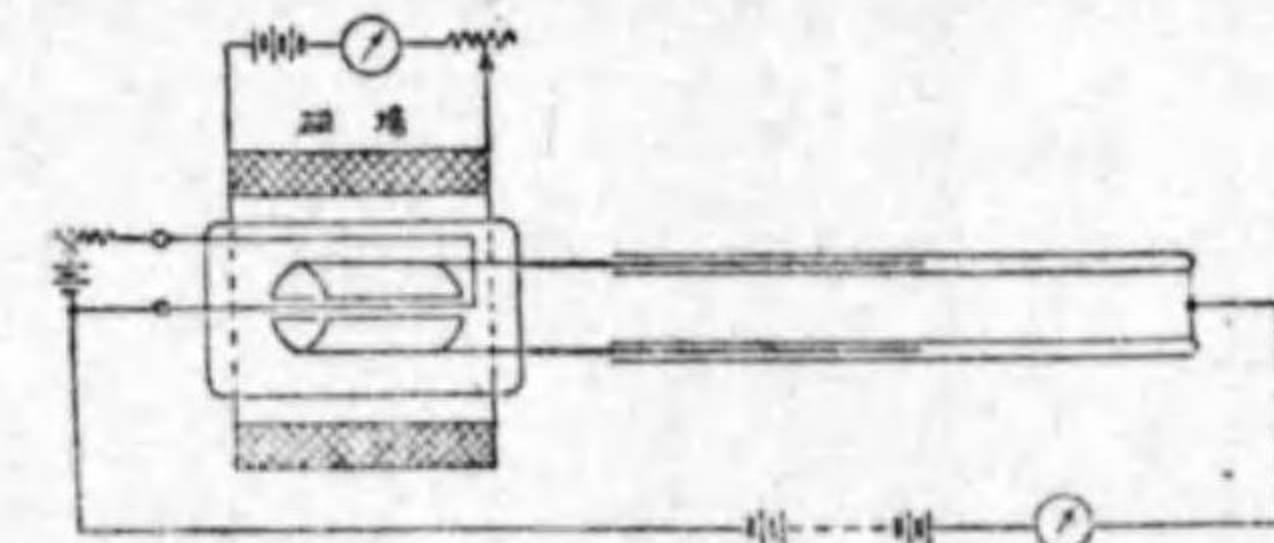
岡部氏が夫々陽極を二つに分割して、振動回路を兩陽極間に接続する方法が考へられた。獨乙ではハーバン發振器として、我國では分割陽極マグネatronとして、現在のマグネatronの代表的形態となつてゐる。岡部氏の分割陽極マグネatron⁽¹⁾は第153圖の如く最初は二つの陽極の分割



第153圖

片を夫々導線に接続し、真空管の外部に於て兩導線を結んでレツヘル線の一方の導線とした。他は陰極に結ばれてゐる。かく陽極を分割し、導線を

別々にした事に依つて、こゝに新しい一つの共振回路が出來上つた。従來の圓筒型陽極は陽極以外の部分は電導線であるに反し陽極に至つて急に圓筒形となる爲、定常波による電子振動助長の効果が減少し又渦流損も大きく發振能率が悪かつたが、この陽極を分割する事に依つて、陽極を共振回路の一部として使用する事が出來、更に第154圖の如き接続法に依つて振動をプッシュアップルに取出す事が出來出力を増加し得るのである。併しA型振動の發振機構から云ふと、この共振回路は單にエネルギー



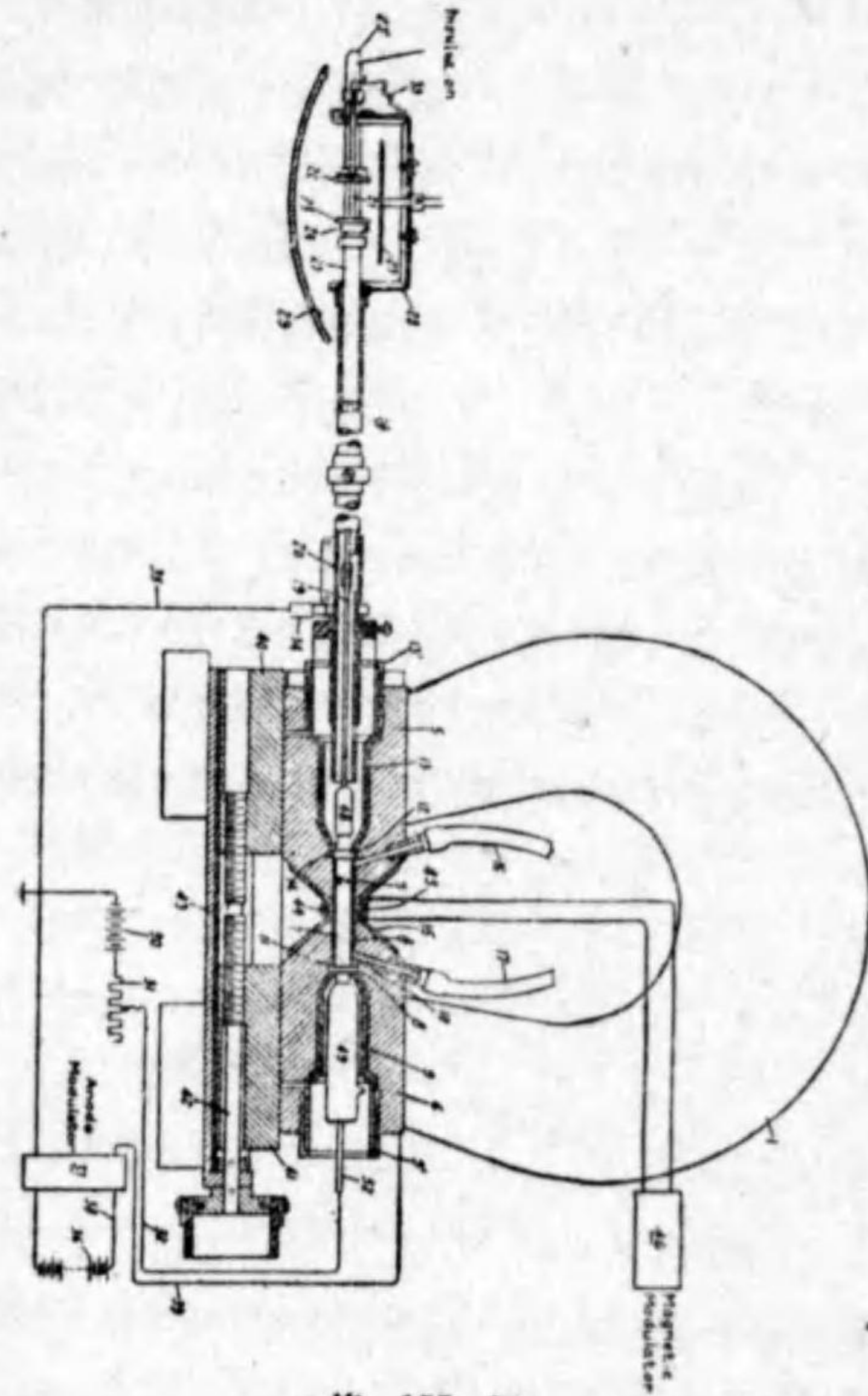
第154圖

を取出す二次回路として作用するに過ぎず、振動波長は陽極電壓と磁界の強さによつて決定され、この共振回路には殆ど關係がない。分割陽極マグネatronは寧ろ其眞價は後述のB型振動の發見によつて始めて發揮

(1) 特 75557

せられたものである。

B型振動の発見以後はマグネトロン研究の主力はその方に集中されたが、1936年米国のリッチ氏が波長4~5cmで、数ワットの出力を得る、此種A型振動のものでは可成り強力なマグネトロンを作つた。⁽²⁾第155圖



第 155 圖

(2) 特 122945

は其構造を示すもので馬蹄形永久磁石(1)の両端に二個の極片(5)(6)を固着し、相對する部分は截頭圓錐形を爲して居り、この極片の軸方向の開孔中に圓筒陽極二極管(2)を包む様に收容してゐる。而も發振作用に有效な陰極部分は極片の間隙部分に配置されてゐる故磁束は此部分に集中され、又極片(5)・(6)の圓錐形部には非磁性材料で枠管(15)が適合せしめられて、陽極の両端に設けられた環(8)・(12)と共に陽極の周圍に密閉空間を造

り、これに(16)・(17)を介して有効に冷却を行つてゐるので出力を増大し得られる。又極片の空隙に軟鐵の環(44)を配置すると出力を13倍に増大し得ると發明者は云つてゐる。これは空隙部分の磁束分布を調節する作用を有たせたのである。

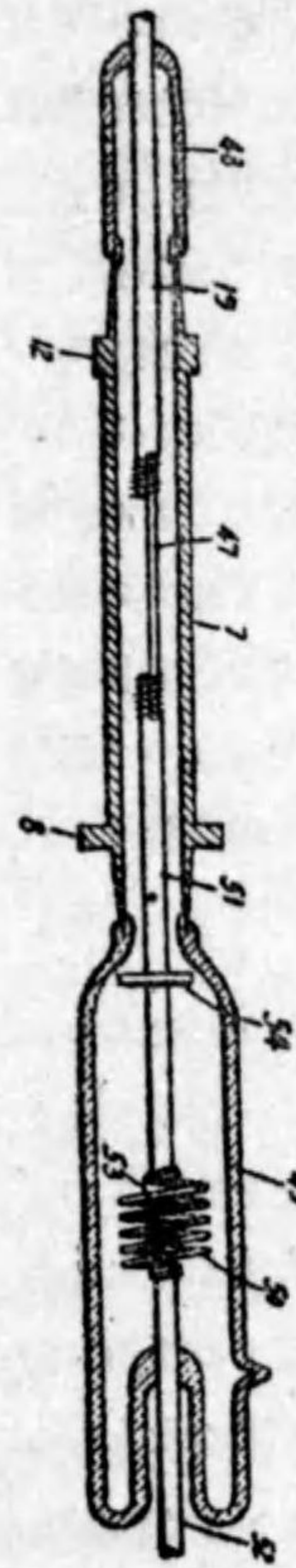
此装置の共振回路は、陰極を延長して同心導體(18)の中心導體(19)と連結し、露出部分(21)を輻射要素にしてゐる。同調整(22)を摺動して輻射部分の長さを加減すると同時に陰極の他の端にも反射盤(54) (第156圖参照)を設けて同調を取る様にし、陰極振動回路を形成せしめた點が特徴である。こうすると陽極が振動回路としての制限を受けないから、陽極許容損失を大に設計出來、出力増大の一因となつてゐる。

尙附加的には極片(5)・(6)に對し可變磁氣分路を形成する軟鐵片(40)・(41)を備へ、摺動機構に依つて軟鐵片間隙を調節し、磁界強度の簡單なる調整を計ると共に、この装置では出力が磁界分布に著しく敏感であるから軟鐵片(44)の所に線輪(45)を設けて別の磁界を加へ、これに依つて磁氣的變調をも出来る様にしてゐる。

以上の如く設計如何によつて可成り強力な發振は得られるが、振動機構そのものより來る能率の悪さは如何ともし難く、特殊の場合を除いては極波の實用性は他の強力な發振機構を待つ外はない現状である。

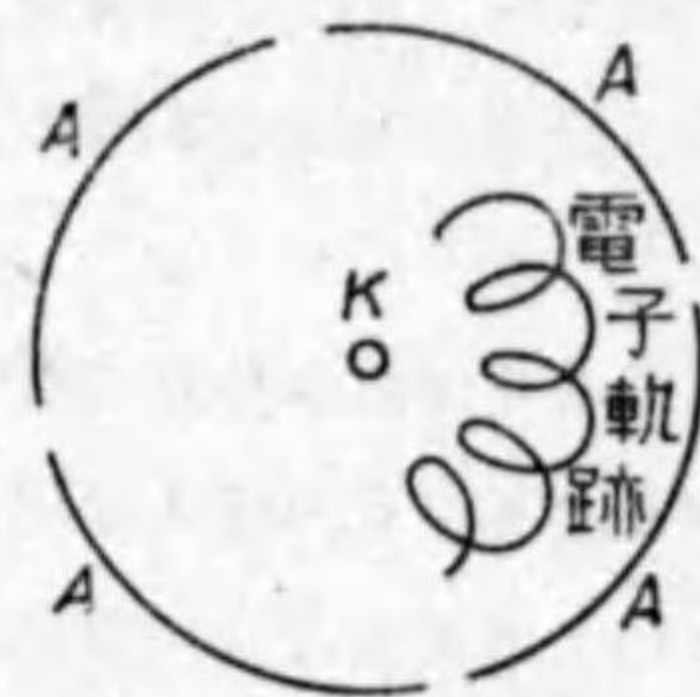
§ 2.2 B型振動

分割陽極マグネトロンに於て、磁界の強さを臨界値



第 156 圖

より更に高めて行くとA型振動と別個の振動が発生する事が岡部氏により見出された。A型振動の波長は何等外部共振回路に左右されないのに對し、この振動は外部共振回路に同期したものであり、共振回路の固有波長に應じて振動波長も變化する、A型振動の場合に比し振動出力も著しく大であり、A型振動の場合との間に何等連続的の過渡現象は見られず且波長もA型の場合より遙かに長いものであり、こゝに全然振動機構の異なる別種の振動が存在する事が明らかにされた。岡部氏はこの振動をB型振動と名付けた、このB型振動の発見は波長は稍長くなるが、實用上満足に得る出力が得られる爲に、マグネトロンによる超短波発生を實用化した功績は大きい。而して陽極の分割がその先決條件であるので分割陽極マグネトロンの眞價を發揮したものと云へる。併しこの名稱は振動機構に付けられたもので、同じ分割陽極マグネトロンで磁界の強さ如何によりA型、B型兩種の振動を発生し得るのであるから、發振真空管自體に使用する事は不適當であるが、其出力の實用性から云つて陽極を分割したものは特に明示せざる限りB型振動を利用する様設計せられるものと見做して差支へない。



第157圖

B型振動の發生機構も大體明らかにせられ、電子の運動軌跡は第157圖の如き一種のサイクロイドとなり、中心軌跡は螺旋型を畫くものと考へられてゐる。電子が一つの陽極から次の陽極に向ふ時、交流電界の方向が電子の運動方向と逆になれば電子と交流電界との間に最もよく

勢力の授受が行はれこの電子の旋回に伴ひ靜電誘導作用によつて陽極側に勢力を供給し、電子運動と外部共振回路の電界とが同期して發振する

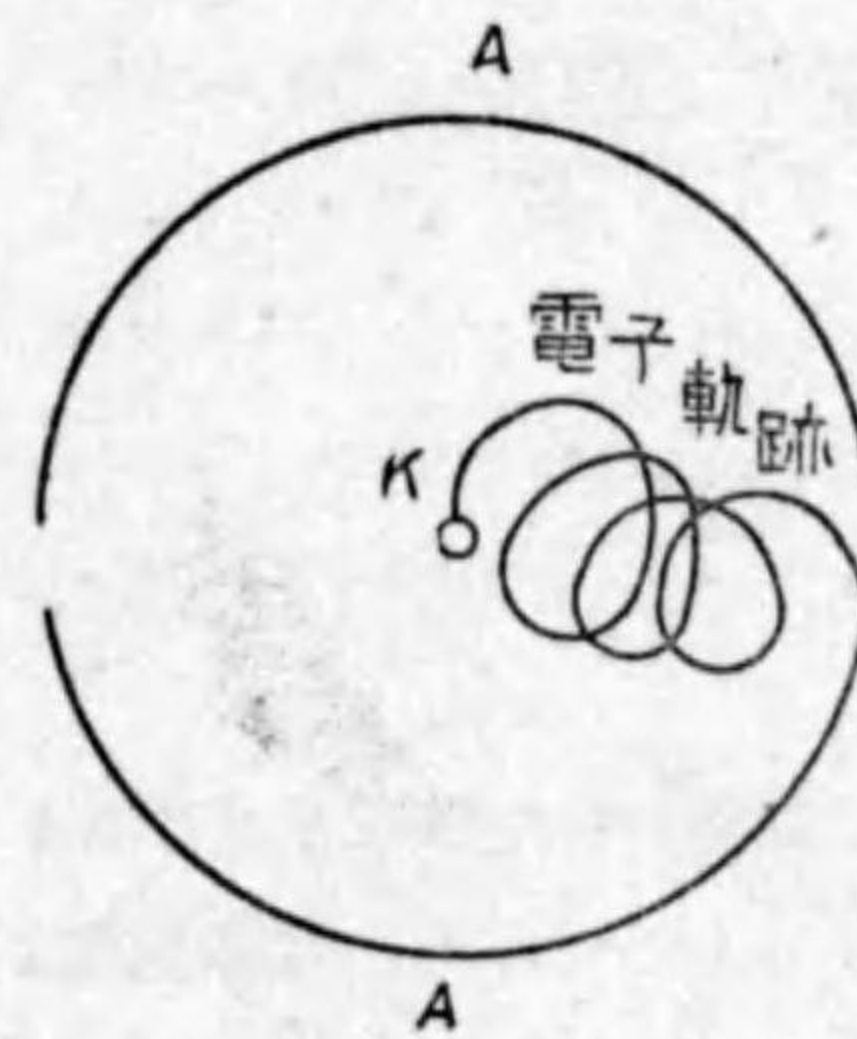
ものであると説明されてゐる。波長は磁界の強さに正比例し、陽極電壓に反比例する事が認められ、更に回轉運動電子の角速度から求めて、

$$\lambda = \frac{950 H r^2}{p V}$$

H=磁界強度 Gauss, r=陽極半径
p=陽極對數, V=陽極電壓

である事が計算され950の値は實驗的に1,000~1,100がよいとされてゐる § 2.3 ダイナトロン振動

分割陽極マグネトロンに於て磁界の強さがB型程大きくない範圍では、これと別個の振動が起る事が最近認められてゐる。分割陽極の場合電子の運動軌跡は、磁界が稍弱くなると、第158圖の如く低電位の陽極に電子が集まる様になる。即云ひ換へれば靜的の負性抵抗が現れる結果ダイ



第158圖

ナトロンと同じく發振せしめ得るのである。波長の短い部分ではB型と區別が困難であるが、波長5m位になると、磁界の強さが可成り異なるので判別出来る。

第3章 マグネトロンの改良

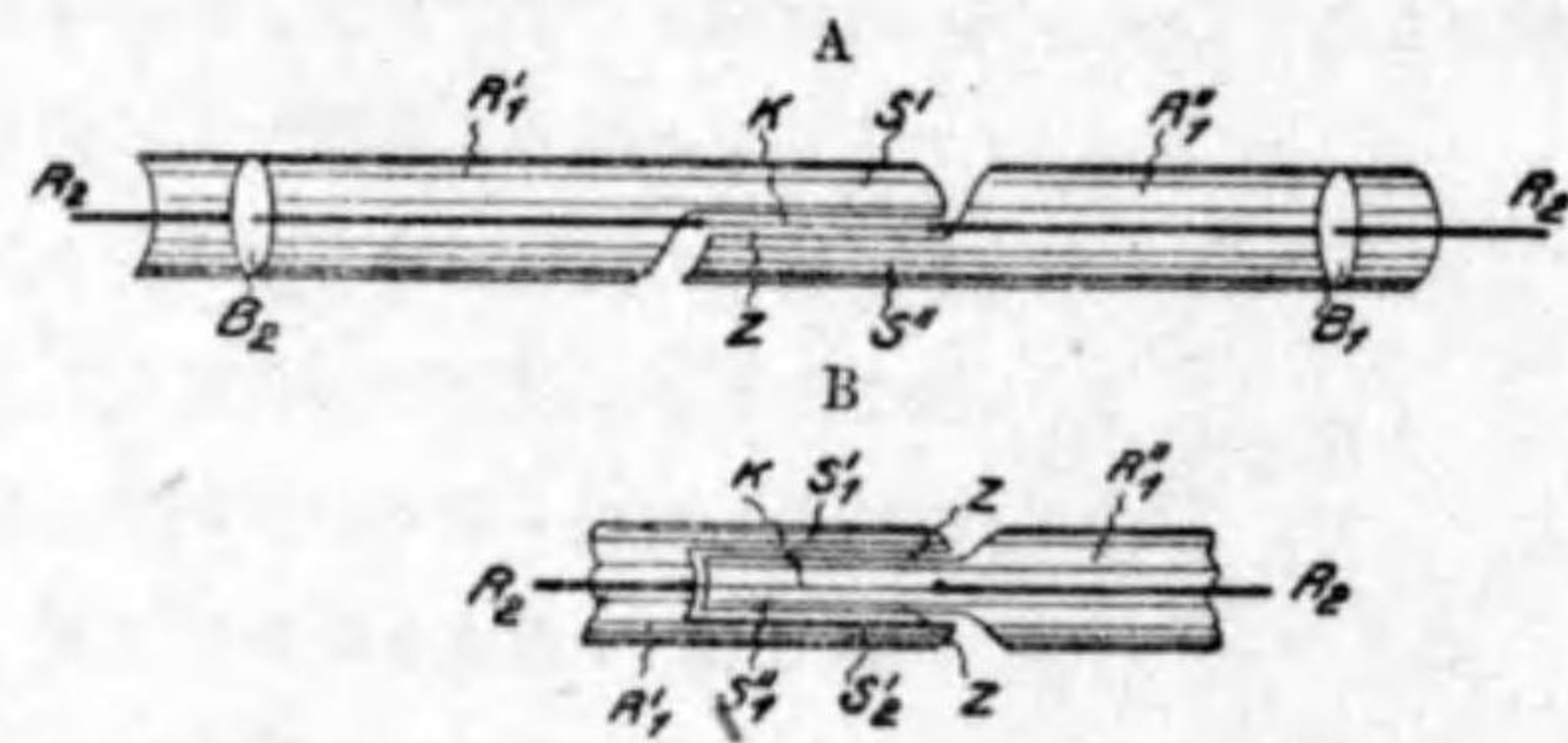
§ 3.1 改良せらるべき諸點

分割陽極マグネトロンを使用してB型振動を發振せしめれば、他の電子振動に比しては可成り強い超短波を發生し得るが、能率は25%程度を出せず、實用上の要求には未だ遙かに懸隔がある。従つて今日迄マグネトロンに關する多くの發明も大半は出力の増大を目的としたものである。其方法としては發振の能率向上を計る事、磁界の加へ方を改良する事、波長短縮を狙つたもの(原則として波長と出力とは比例するものであるから波長の短縮は出力増大の結果となる)、振動勢力取出し方を工夫するもの、パクツヒ

ートの防止等あらゆる手段が盡され其結果が特許にも現れてゐる。

§ 3.2 陽極の構造と共振組織

分割陽極マグネトロンが単一圓筒形陽極のものに比し勝れてゐる點の一つは外部回路との接続に際し急激なインピーダンスの變化を防ぎ、定常波による振動助長の効果を増加し、能率を高めた所にある事は既に述べた通りである。然し陽極と導線との間には未だ可成りのインピーダンスの急變が残る事は免れない。従つて此點に關し更に改良を加へたものがある。これは外部共振回路としてレッヘル線の代りに二個の同軸導體 (R₁) (R) を使用し、これを第159圖の如く兩者の終端 (S') (S'') が

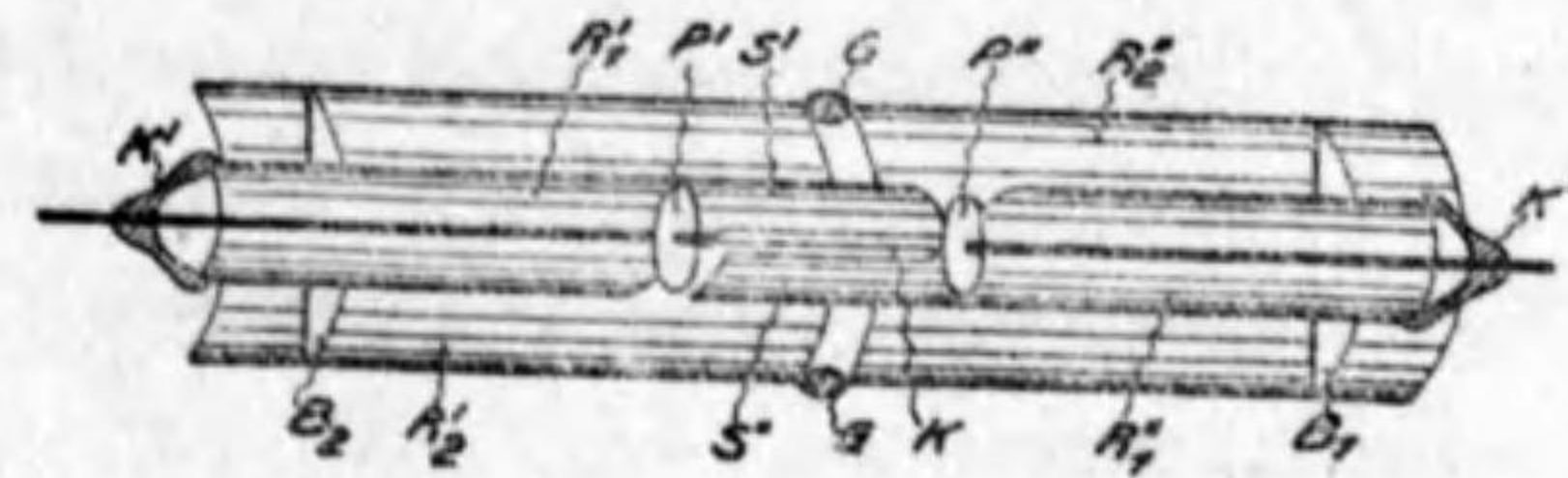


第 159 圖

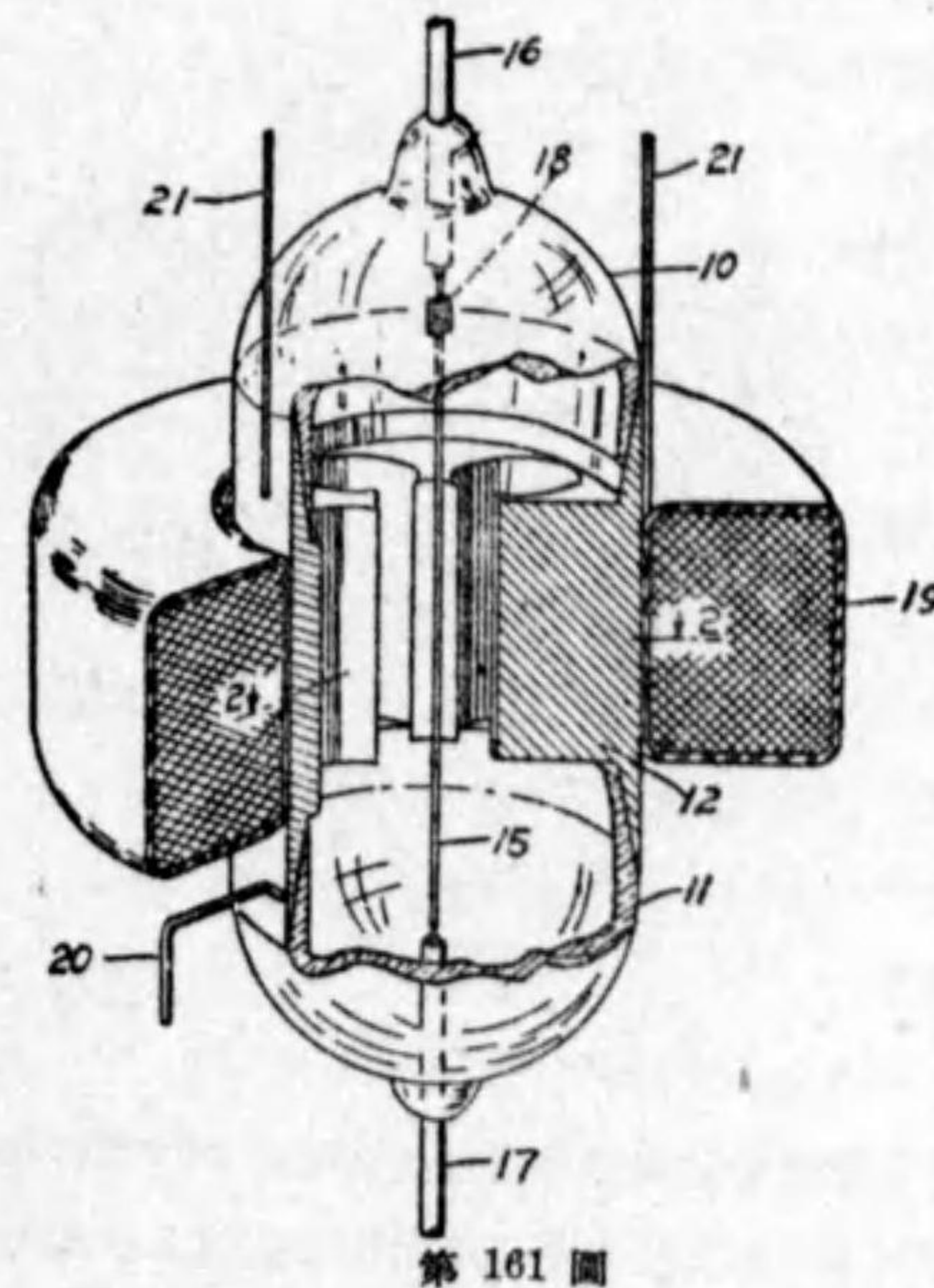
爪狀に相互に喰合ふ様組合はせ、この喰合ふ部分が分割陽極として働き延長部の筒狀體は外部共振回路として作動するものである。内部導體は陰極となり、これも中央部分 (K) が振動に與る様加熱纖維となつてゐる。この陽極構成によれば外部共振回路と振動發生部との間に殆ど不連続部分なく陽極を含む同軸導體が一體として共振導體を形成する爲有效に勢力を導出する事が出来る。所がこの装置の振動状態は兩短絡板 (B₁) (B₂) 間の中央に於て一つの電壓腹が出来る。従つて外部導體即兩陽極 (S') (S'') は同位相で振動する事になる。これは圓筒陽極の場合と變り

(3) 特]120472

なく分割陽極としての利點が發揮出来ない。故に此装置には更に 第160圖の如く外部導體 (R'₁) (R''₁) を内部導體とする様な外側導體 (R'₂) (R''₂) を設け、これを以て一個の共振回路としてゐる。尙 (R'₂) (R''₂)



第 160 圖

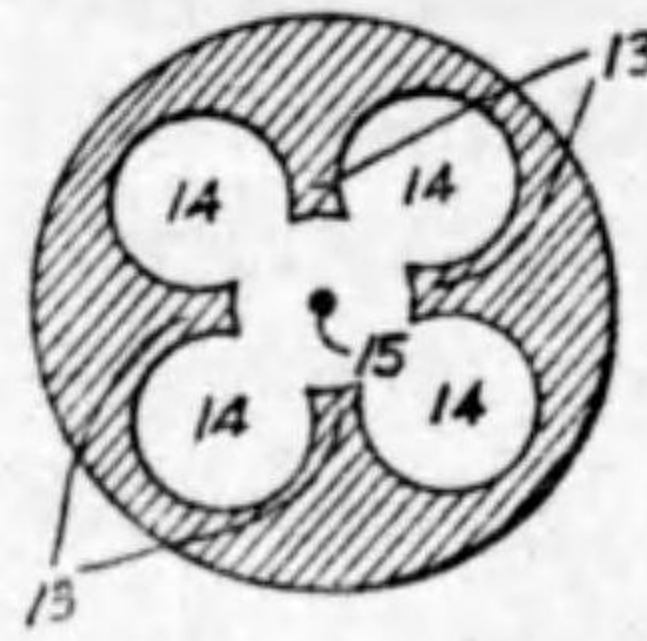


第 161 圖

の間に硝子製間隔輪 (G) を挿入し兩半分が $\lambda/4$ に於て振動せしめ、兩陽極 (S') (S'') に於て位相反對の高周波電壓が発生する事になる。

これと同様の意味から共振回路を真空管内に入れて陽極と一體に構成する考へもある。第161圖及第162圖に見られる様に、一個の金屬圓筒 (12) を軸方向に溝 (14) を作ると腕 (13) は陰極 (15) を中心として夫々分割陽極を構成すると同時に各

(4) 特 120666

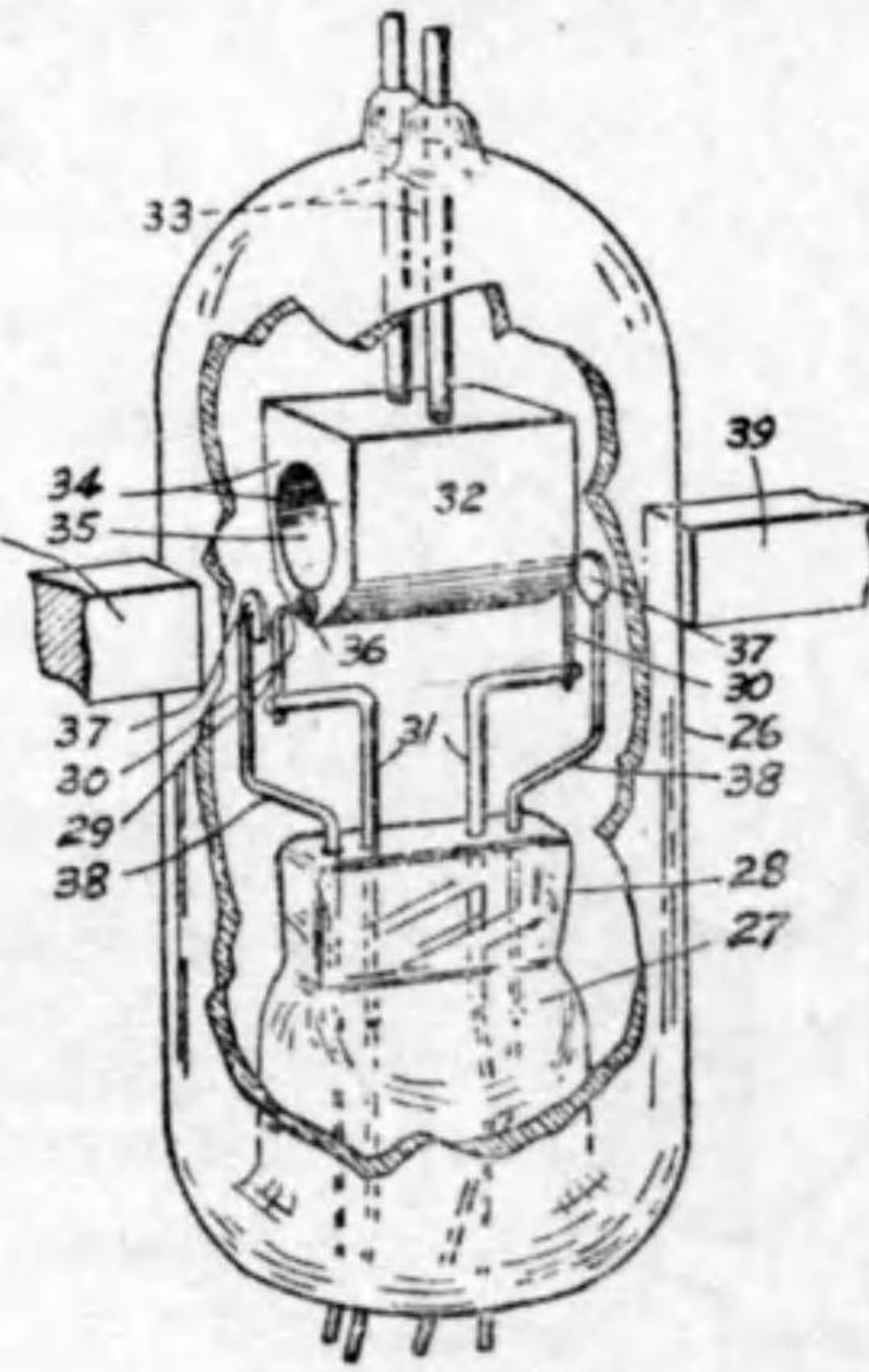


第162圖

陽極を相互に接続した形になつて、腕(13)は陰極及腕相互間の容量と溝(14)によつて形成された管状インダクタンスとによつて金属圓筒自身が一個の共振回路を形造る事になる。これは導入線による反射損失なく有効に振動勢力を取出し得る。これも前のものと同様磁界を加へる場合永久磁石は使用出来ないで線輪(19)を必要とするが、第163

圖の様にも設計出来る。共振回路即金属圓筒の形態は第164圖の如く色々考へられる。

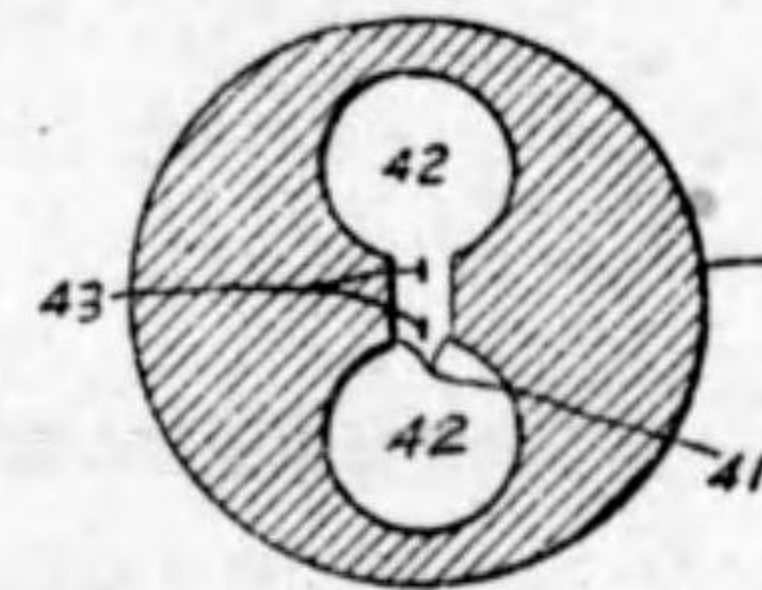
又これと似てゐるが分割陽極と圓筒共振回路との軸が互に直角になる様配置されたものがある。第165圖の(1)が分割陽極、(2)が共振圓筒であつて、(2)は真空球壁の一部として形成出来るから空冷或は第166圖の如く水冷(管7が冷却水を通ず)を受け陽極の許容損失を増す事が出来る。前の發明では第161圖の場合は冷却は容易であるが磁界の方向が圓筒(12)の軸方向と一致する爲に加へ難く、又第163圖の場合は磁界は永久磁石によつて容易に與へられるが冷却は困難である。本發明の場合は陽極と圓筒とが互に



第163圖

(5) 特 133615

直角に構成されてゐる爲、磁界、冷却共に容易に與へ得る點が特長である。振動は分割陽極(1)と圓筒(2)とが並列に二つの回路を形造つて共振される事は前と同様である。



第164圖

次に電子の加速組織(陽極)と振動の出力組織とを別個に分けると有利な場合がある。斯る型式のものを二三紹介すると、第一に海軍の伊藤庸二氏、伊藤恒雄氏の發明である二重電極マグネトロンがある。⁽⁶⁾

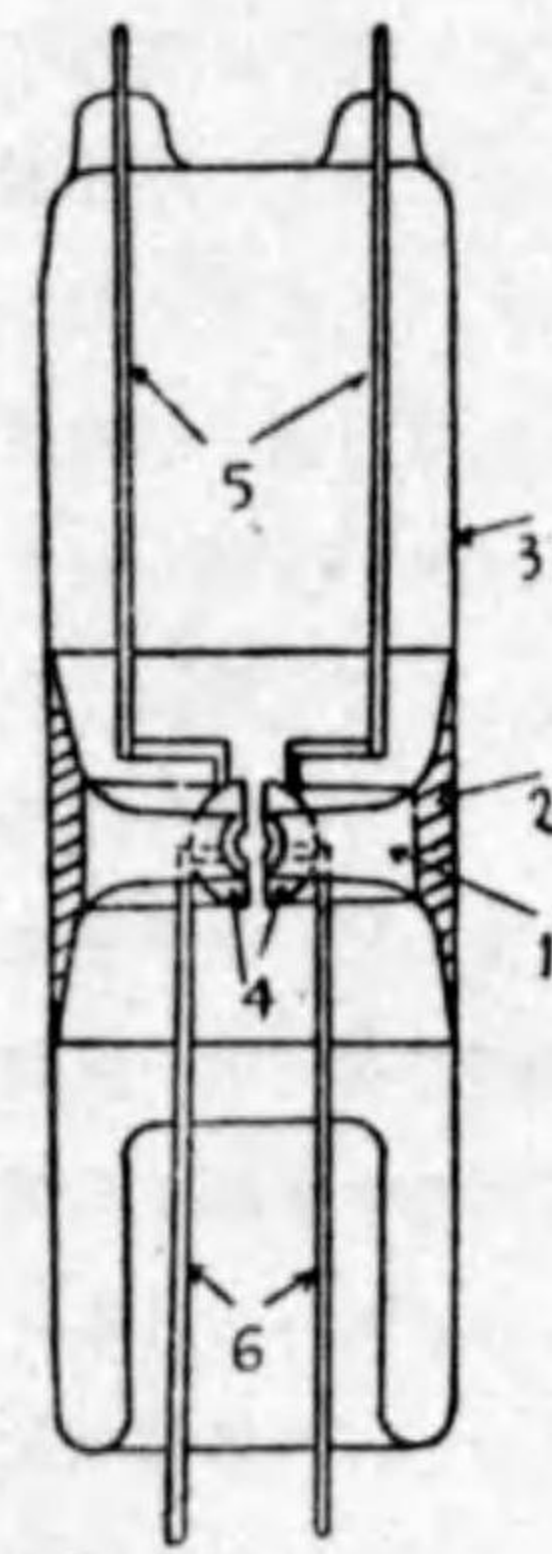
之は第167圖に略示する如く陰極に對し

て略同心圓的に内外二重に電極(1)、(2)が配置され、同數に分割されて居る。これを外部回路と接続する場合次の三種の方法がある。

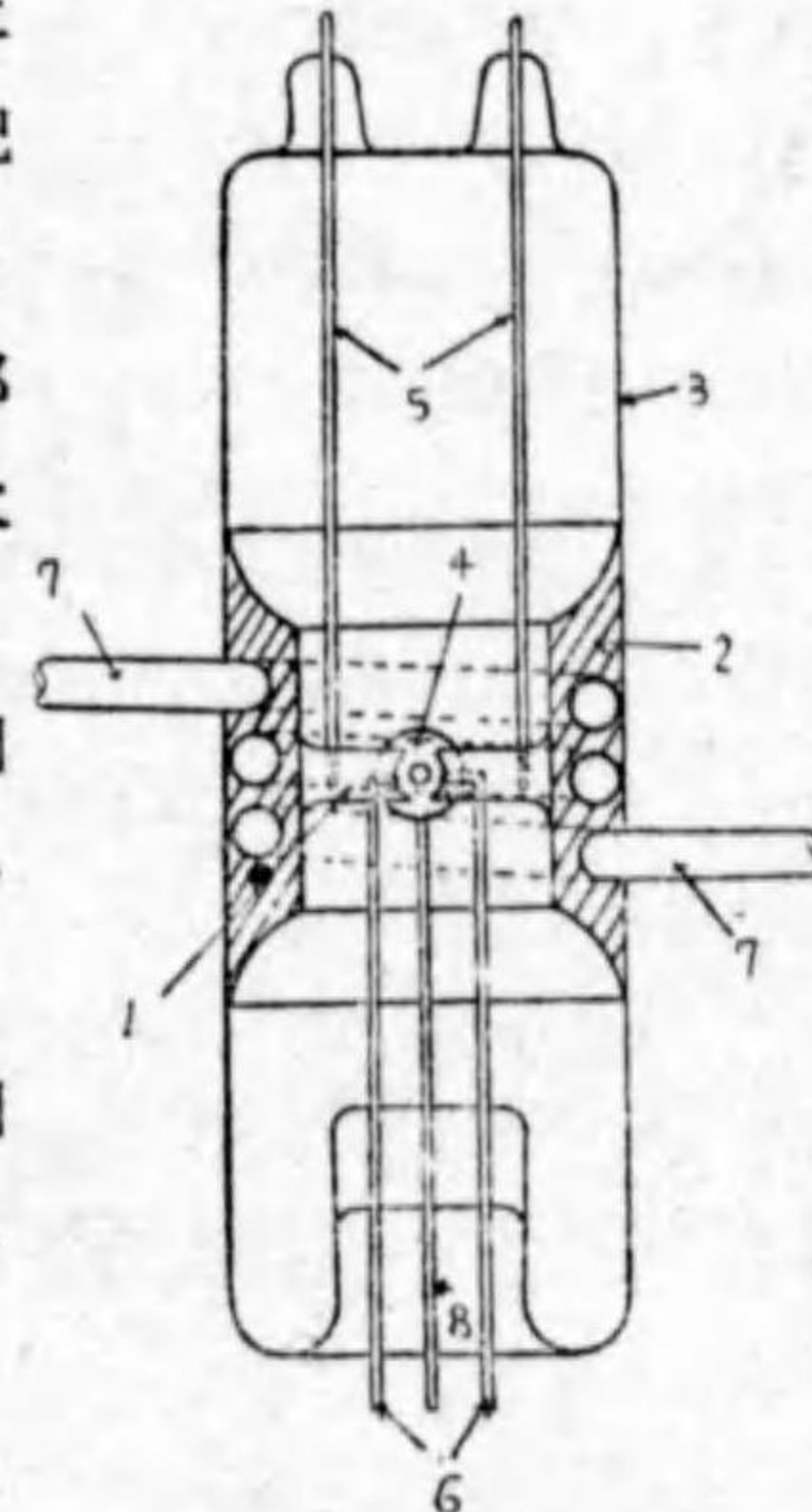
(一)外部電極相互間に振動回路を形成する場合。

(二)内部電極相互間に振動回路を構成する場合。

(三)内外電極夫々に振動回路を形成する場合。

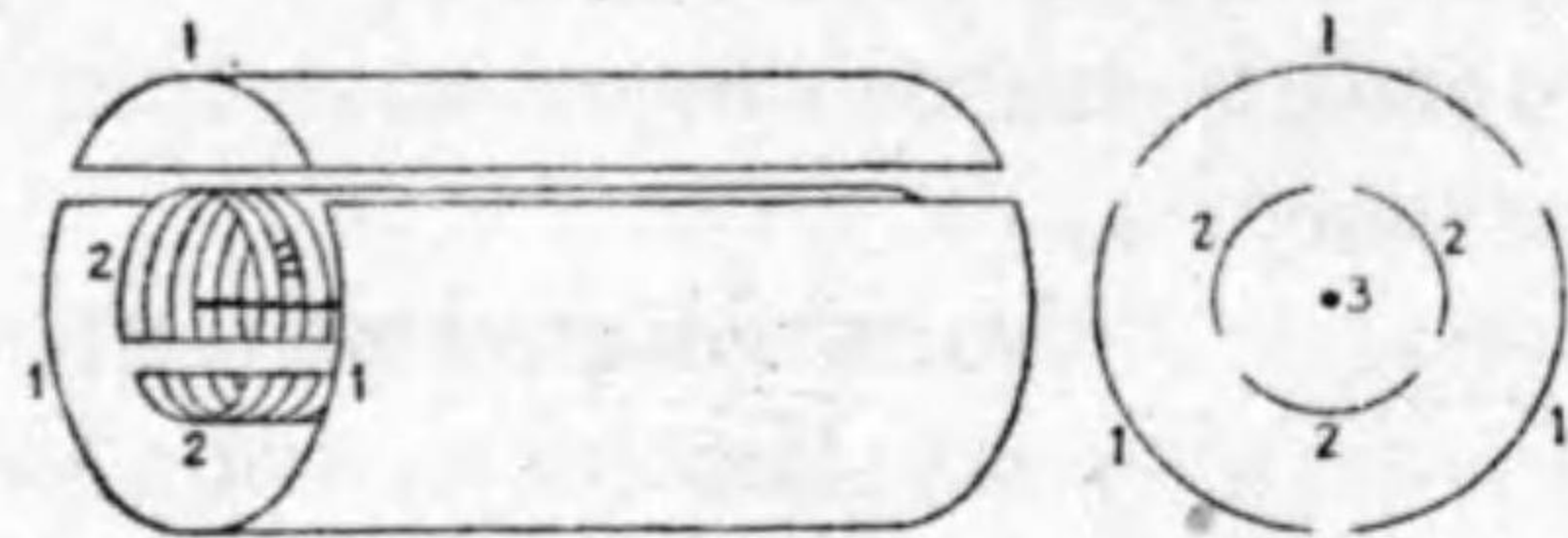


第165圖

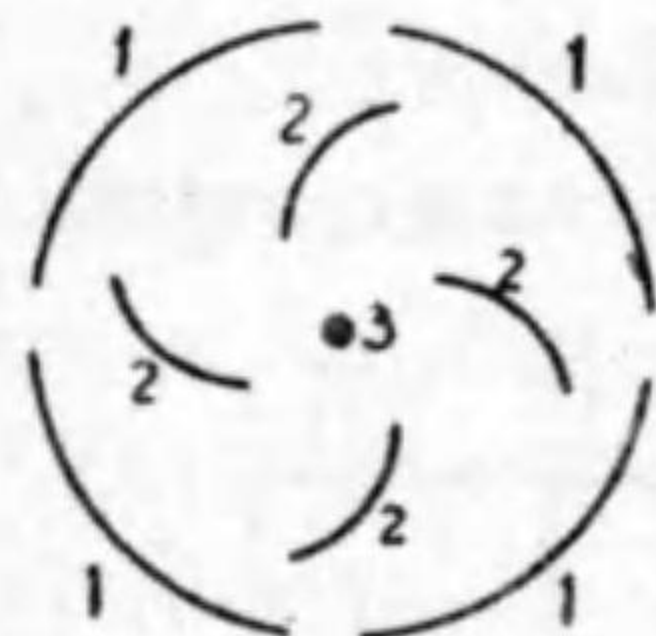


第166圖

(6) 特 122856



第 167 圖



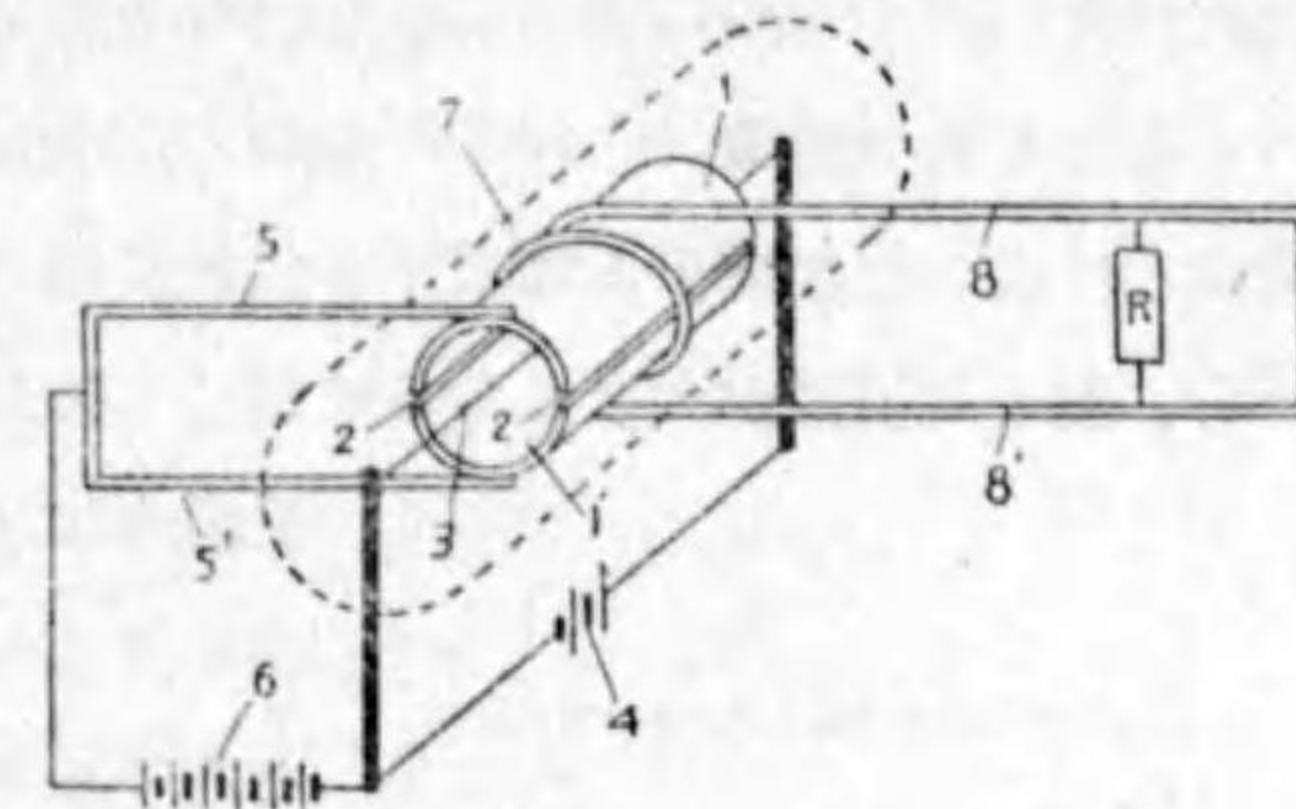
第 168 圖

(一)の場合には振動の勵發は外部電極間の電流制御作用に因つて行はれる。内部電極(2)は陰極しに對て其附近に生ずる空間電荷を中和すると同時に、再び陰極に戻つて來た電子が陰極に衝突せぬ様に途中で捕捉する役を爲す。外部電極(1)には高電壓を、内部電極には低電壓が與へられる。此場合内部電極(2)は充分電子が通抜

けられる様網状或は棒状に形成する必要があり、例へば第 168 圖の如き構造も考へられる。此の(一)の場合には陽極と出力組織とが同一電極であつて、内部電極は空間電荷格子の作用を爲す丈である。(二)の場合は外部電極は高電壓が加へられて専ら電子を加速し直流エネルギーを電子に與へ、内部電極(2)には低い電壓が與へられて交流電壓と共に電子流制御を行ひ、これによつて振動が勵發され、格子状内部電極を通過する電子のエネルギーを交流エネルギーとして變換されるものと考へられる。

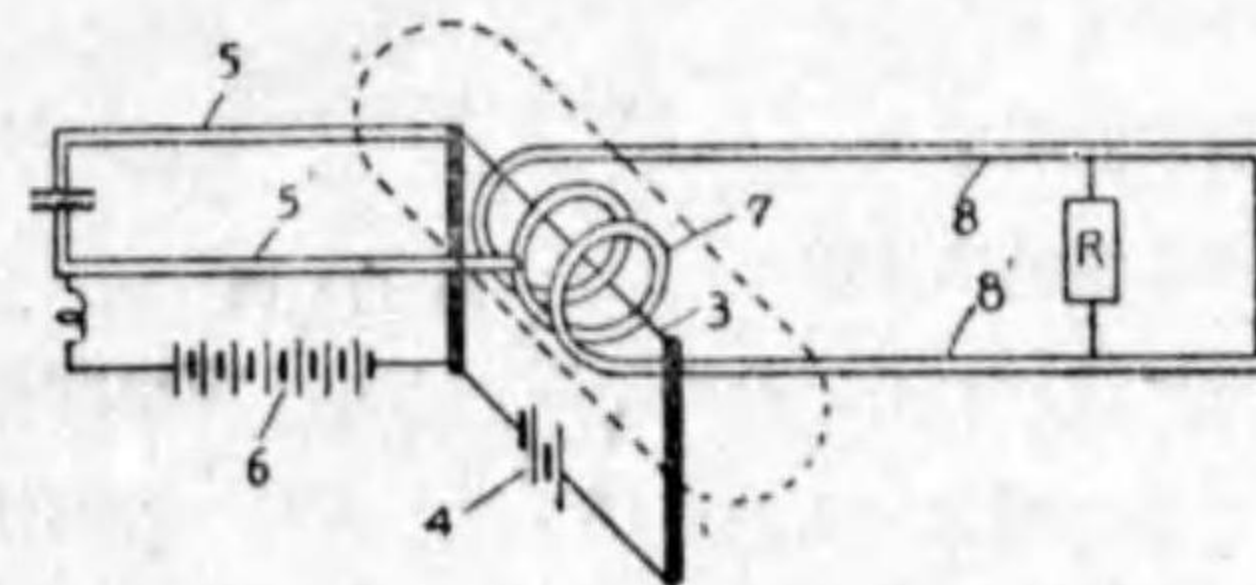
(三)の場合は(一)、(二)の場合と作動機構には大差なく、内外電極夫々の振動回路は管外に於て、或は管内電極間の静電容量を通じて互に結合され、この結果を利用して電子流制御は更に確實となる。發明者は之の場合に能率が 50% にも達することがあると云つてゐる。

(7) 特 134000



第 169 圖

次には矢張り出力組織を別個にしたもので、第 169 圖の如き發明がある。(1),(1')が分割陽極、(3)が陰極、(5),(5')が外部振動回路であつて、一般の分割陽極マグネトロンと變りはないが、高周波勢力を取出すに當つて振動回路(5),(5')を直接利用するが、陽極上に適當に巻かれた線輪(7)によつて電子運動のエネルギーを交流エネルギーに電磁的に變換し、陽極(1),(1')に容量的に或は直接結合する回路を設けるかと云ふ從來の方法を破つて居る。

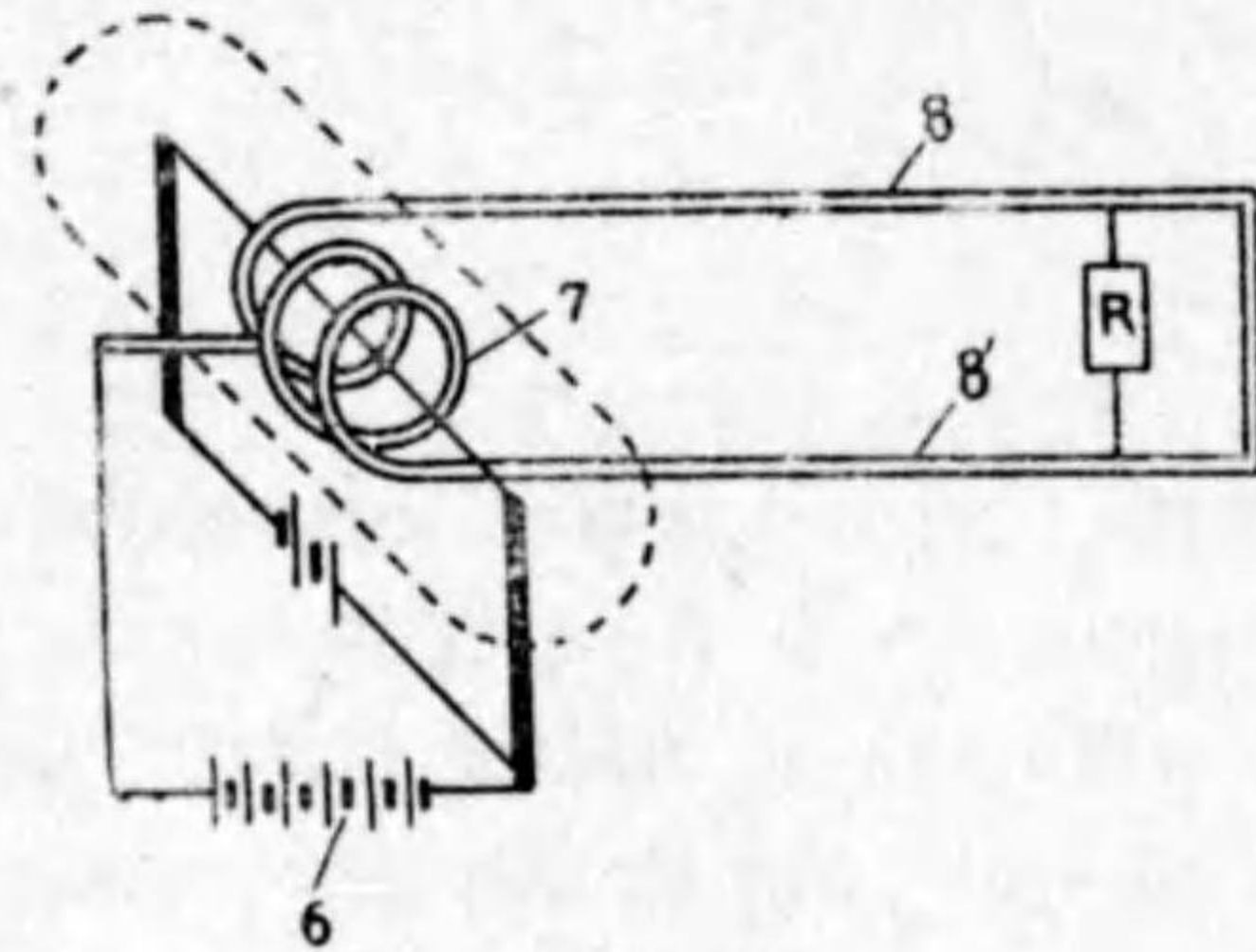


第 170 圖

これを出力回路(8),(8')に導くのであるが、之の場合エネルギー變換は運動電子の磁束變化によつて線輪に交流電壓を、電磁的に誘起させると云ふ新たな着想

に基いてなされると、發明者は説明してゐる。實際の使用に當つては例へば第 170 圖の如く線輪(7)が陽極を兼用する場合も考へられるし、第 171 圖の如く外部共振回路(5),(5')を省略した場合も実施例として擧げてある。一般に線輪(7)の巻數、直徑等は出力周波數其他を考慮して適當に定め

られるから、極端な場合として第172圖の如き溝(12)を設けた圓筒(13)を以て線輪に代へる場合もあり得る。これ等の場合の振動は、兎に角従来のエネルギー變換とは違ひ運動電子と鎖交する組織に高周波出力を取出すものであるから、發生周波數が大きくなるに従つて磁束鎖交に依つて



第 171 圖

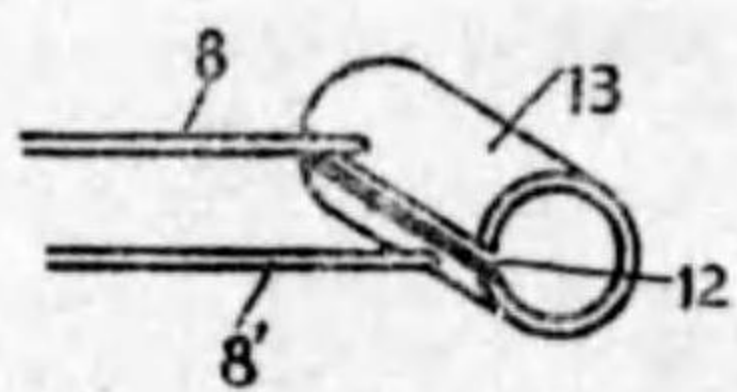
であらう。

後述のビームマグネトロンはこの出力組織と加速組織とを別個にした代表的のものであるが特殊マグネトロンとして別に説明する。

分割陽極マグネトロンに於ける振動は比較的波長の長いものである事は既に述べたが、その一原因として電極間の静電容量の影響を挙げ得る。この容量を可及的に小さくして同一表面積を有する圓筒分割陽極のものに較べて發生波長を短縮せんとする考へは當然起るべきである。其一方法として次の發明がある。⁽⁸⁾

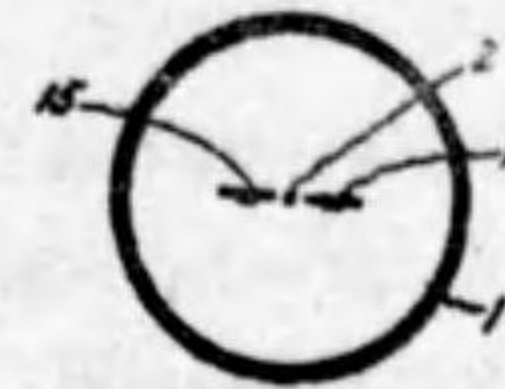
第172圖の如く陰極(2)の兩側に平面陽極(15)を配置したものである。他の部分は第174圖に見られる通り磁界の方向其他は一般のマグネトロ

組織中に誘起される電壓は大きくなる點が有利だと考へられる。然し本方式が従来の變換方式に較べてどの程度の能率が得られるか、又その變換が果して電子運動の純粹な磁束鎖交のみに依るものであるかは問題となる事



第 172 圖

(8) 特 91277

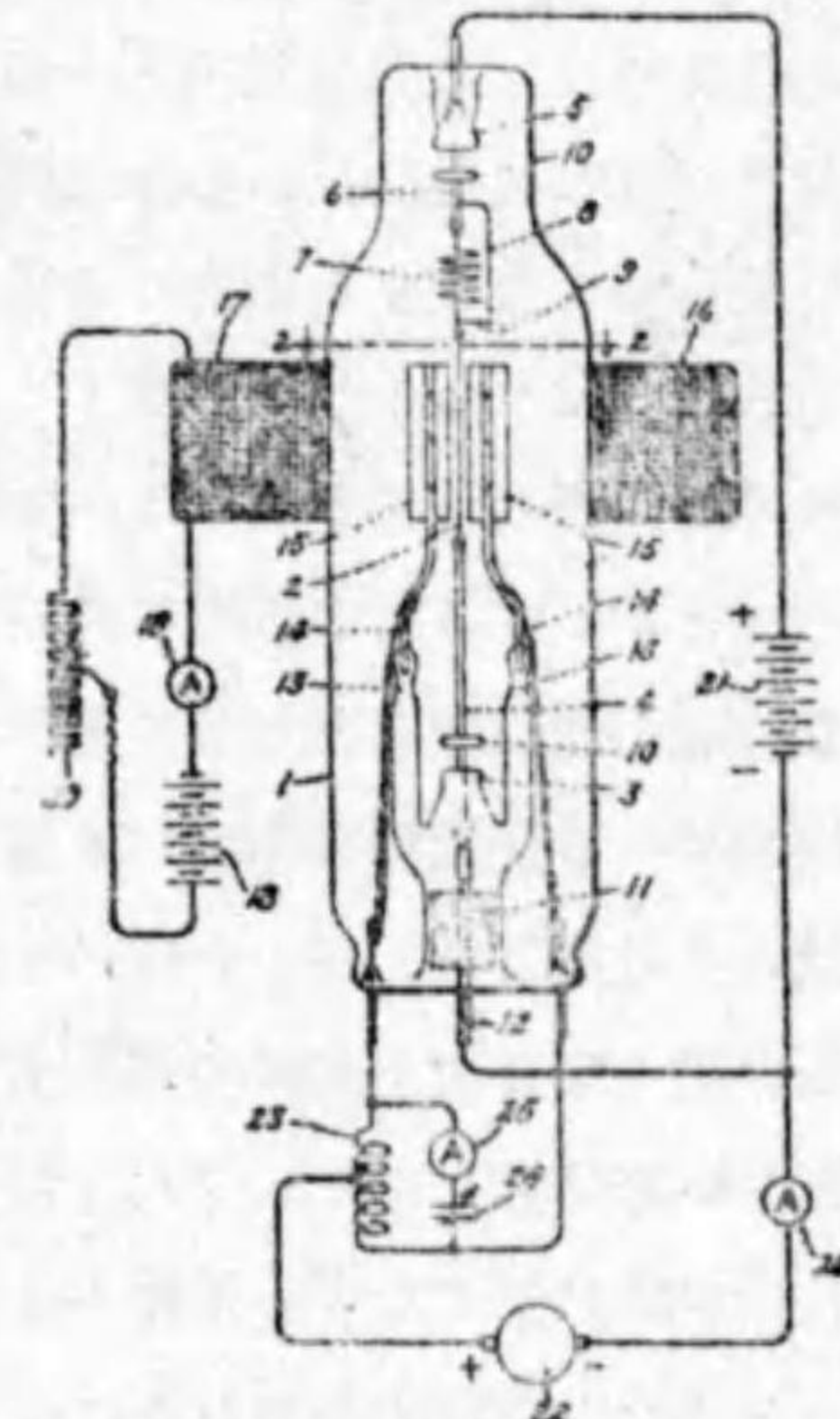


第 173 圖

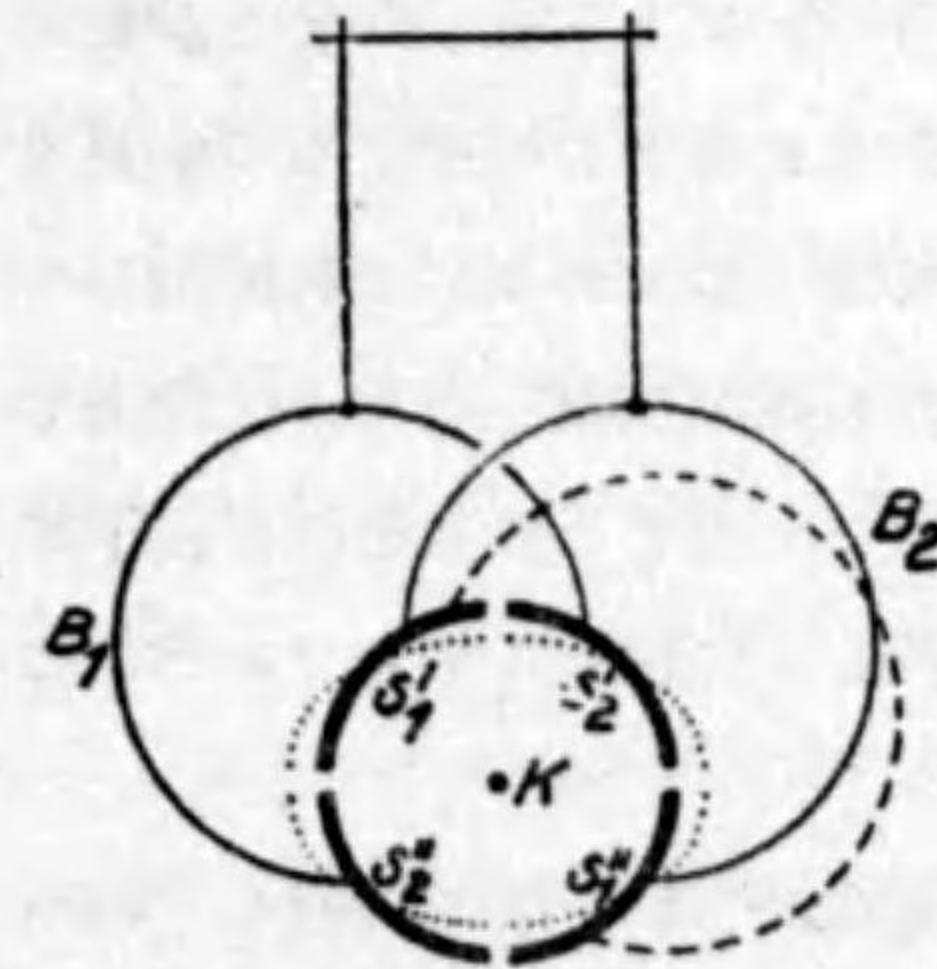
ンと同様で、丁度分割圓筒陽極を展開した形となつてゐる。この場合は電極間の静電容量は可成り減少される。發明者は波長は數分の一米程度の振動が發生し得ると述べて居るが、振動機構から云つて果し

て能率を低下させないで發振出来るかどうか疑問である。尙此の構造では能率の點から云つて必ずしも嚴密に各陽極が陰極と同一平面上になくともよく陰極を適當な位置へ持つて行くか、或は陽極を静電容量が餘り増大しない程度に傾けてもよいと云ふ事である。

3、多重分割マグネトロン
分割陽極マグネトロンは2分割に限らず、4分割にしてもよい譯であつて、陽極の直徑が同じなら4分割の方が2分



第 174 圖



第 175 圖

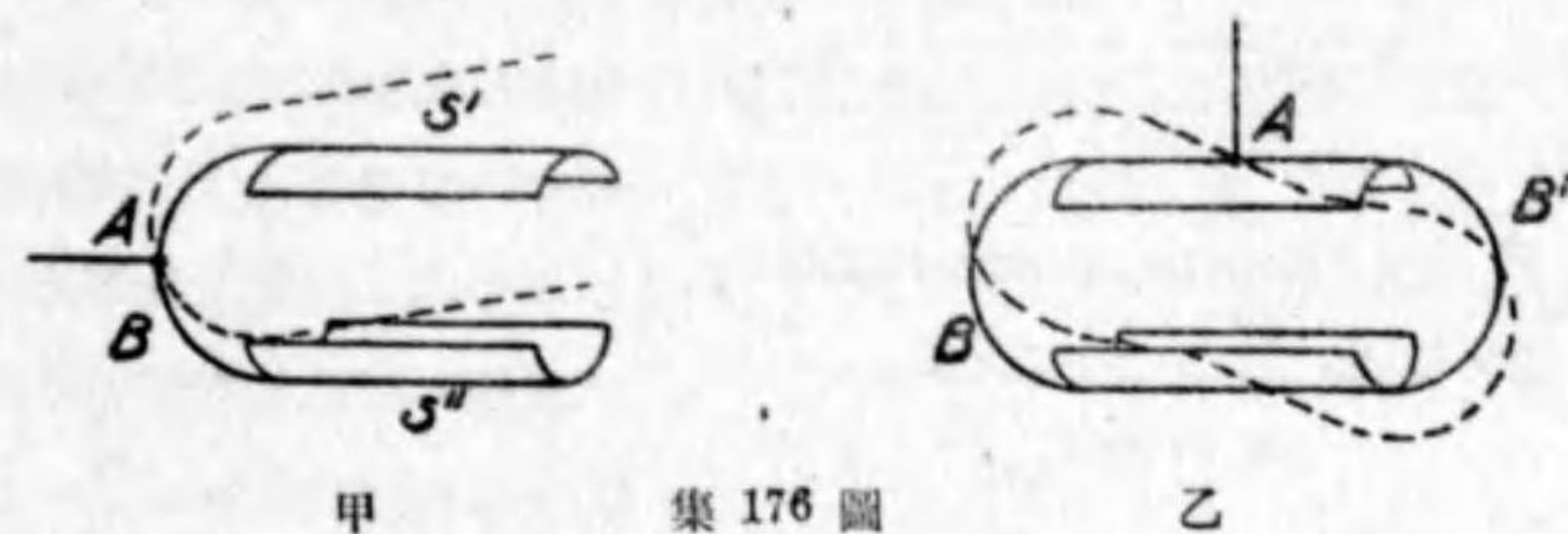
割のものより同じ出力でも波長は短くなる。この事は發生可能の波長が短くなればなる程出力も小さくなると云ふ原則から考へれば、同じ波長の振動を發生し得る管としては出力が増大した結果になる。従つて實際のデシメーター發振器では、陽極を4分割したものが多く、波長は2分割のものに比較して約1/2に

短縮される。更に6分割にしたものもある。

4分割の陽極と外部共振回路とを接続する場合は一般に第175圖の如く相對するセグメント (S'_1), (S''_1) 及び (S'_2), (S''_2) を夫々對にして連結弓 (B_1), (B_2) で相互に接続するのが普通である。これを外部共振回路、例へばレツヘル線に連結すると、兩セグメント對の交流電壓は外部回路の位相相反する共振電壓と一致して振動が発生される。所が外部回路の共振波長が比較的長い場合は問題にならないが、これが短くなり、云ひ換へると発生する振動の波長を短くする場合は、セグメント對と其の連結とを一體として形成する共振體の影響が現れて、陽極電壓は單純に外部回路の位相相反する共振電壓と一致せず、その上セグメント對、連結とから成る共振組織の共振電壓が重疊されて、丁度第175圖に示す様な(點線)電壓分布となると考へられる。この事は相對時するセグメント端に於ける交流電壓が正しく位相相反する場合、マグネトロンの能率が最大であると云ふ事から考へて、明らかに能率を低下する原因と見られる。従つて實用上或程度満足出来る能率を維持する爲には、比較的波長の長い部分を使用せねばならない事になつて、4分割にして波長を短縮した意味が無くなる。實驗上この様な4分割マグネトロンの發生波長がセグメント組織の固有波長に近づくと、急激に能率の減少するのが見られる。之は上記の理論は正しさを證明して居るのである。これに對しての方策は、セグメントと連結線とから成る共振組織そのものは除去し得ないのであるから、其の固有波長を出来る丈短くして實用波長以下にし、其の影響から逃れる事が考へられる。これに關してテレンケン⁽⁹⁾のホオルマン氏は次の様な陽極を作つた。

第一に第176圖甲の如くセグメント對を端部で(B)を以て接続しその中點Aを外部回路との接続點とすれば、電壓分布は圖の如くなつて可成り

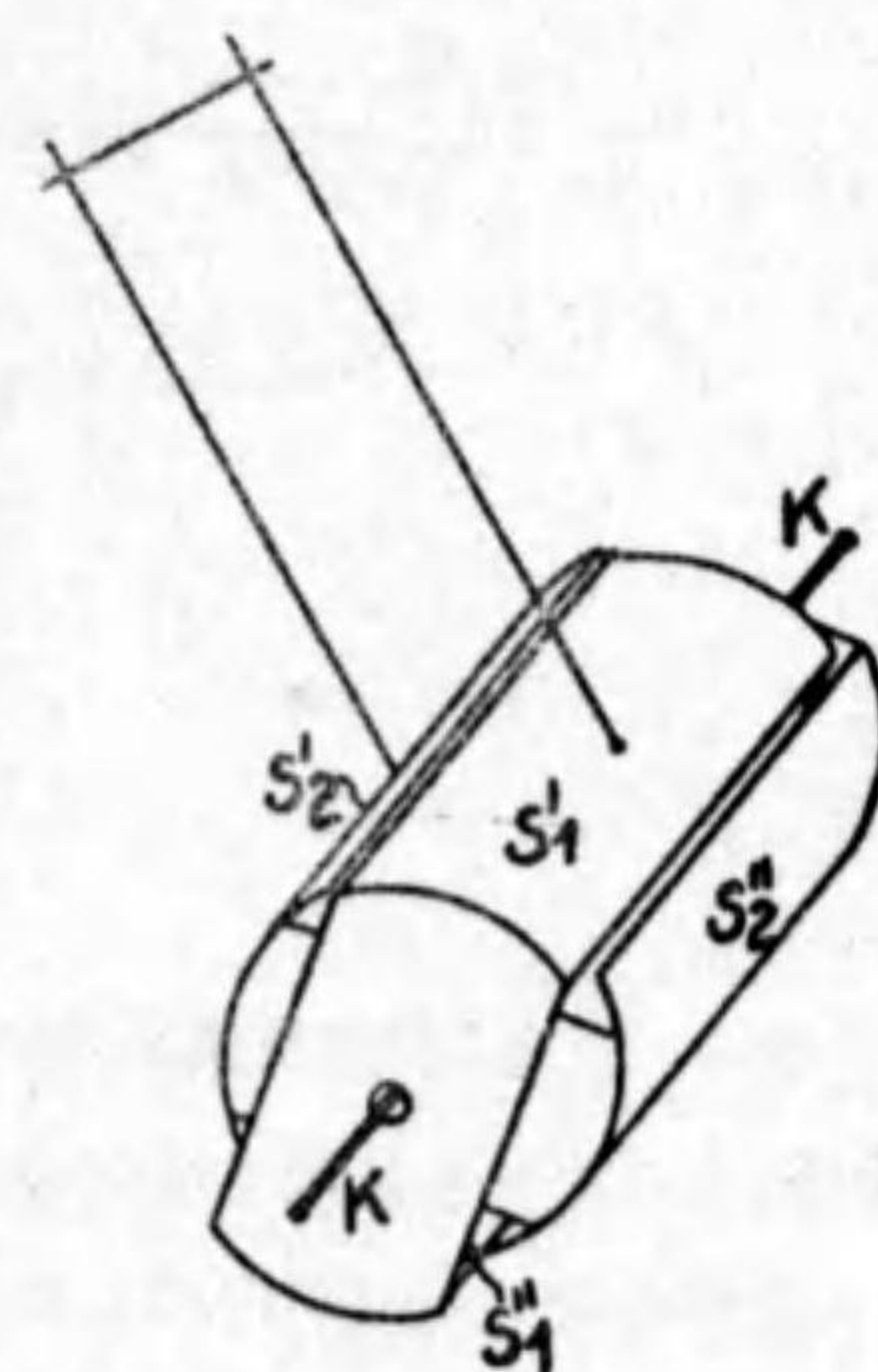
(9) 特 117951



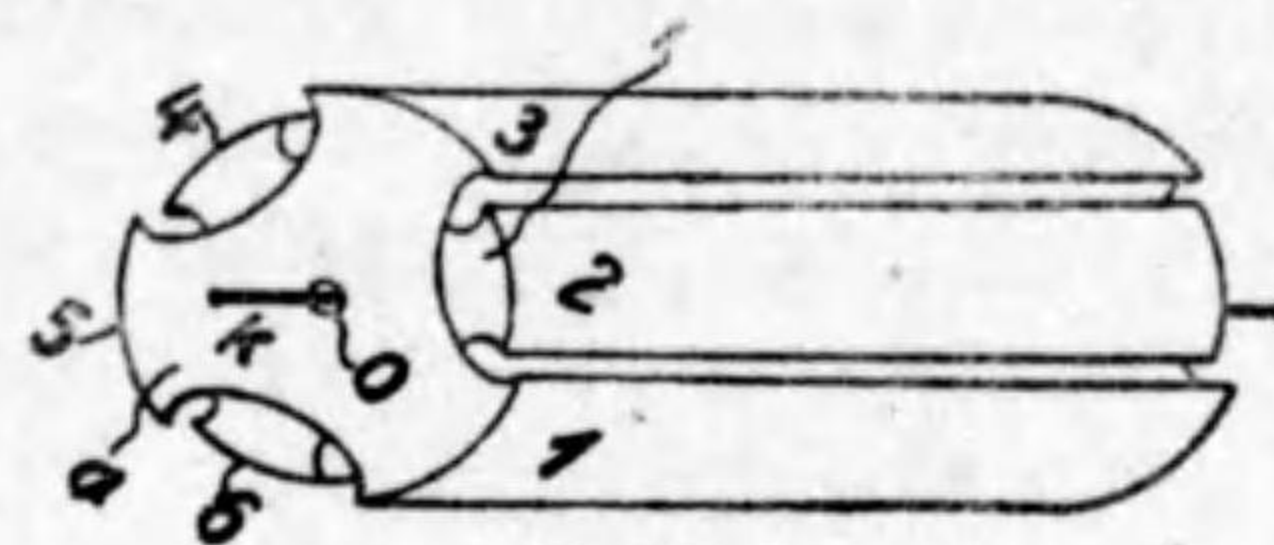
甲 集 176 圖 乙

短縮されるが、連結弓(B)から遠ざかるに従つて不利となるから、更に他の端をも(B'')で連結すれば、第176圖乙の如くセグメント波は1/4に短縮される。従つて實用上の波長範囲に影響を及ぼさない程度に設計し得る。この連結弓が單なる線状のものであれば、セグメントの周圍方向にも第175圖の小點線の様な電壓分布が出来て、これが振動波長と比較し得る程度になると都合悪い。其處で第177圖の如くセグメントの兩端を連結板で短絡し、セグメントの中央部に外部回路を接続すれば所期の目的が達せられる。この場合連結板中央に孔を開けて織條(K)を通す事と、兩對の連結板間の容量が過大とならぬ様に適當な間隔を保たせるのが必要である事は勿論ある。第178圖は6分割の場合を示す。

以上の如く短絡片を端部に設けた場合には又一つの問題がある。短絡片を出来る丈短くする事と而もこれが陽極と同様高電壓にある結果、熱電子の一部はこれに集中して衝突し、この部分が甚だしく加熱されると同時に、熱電子の一部を吸収する爲に能率が



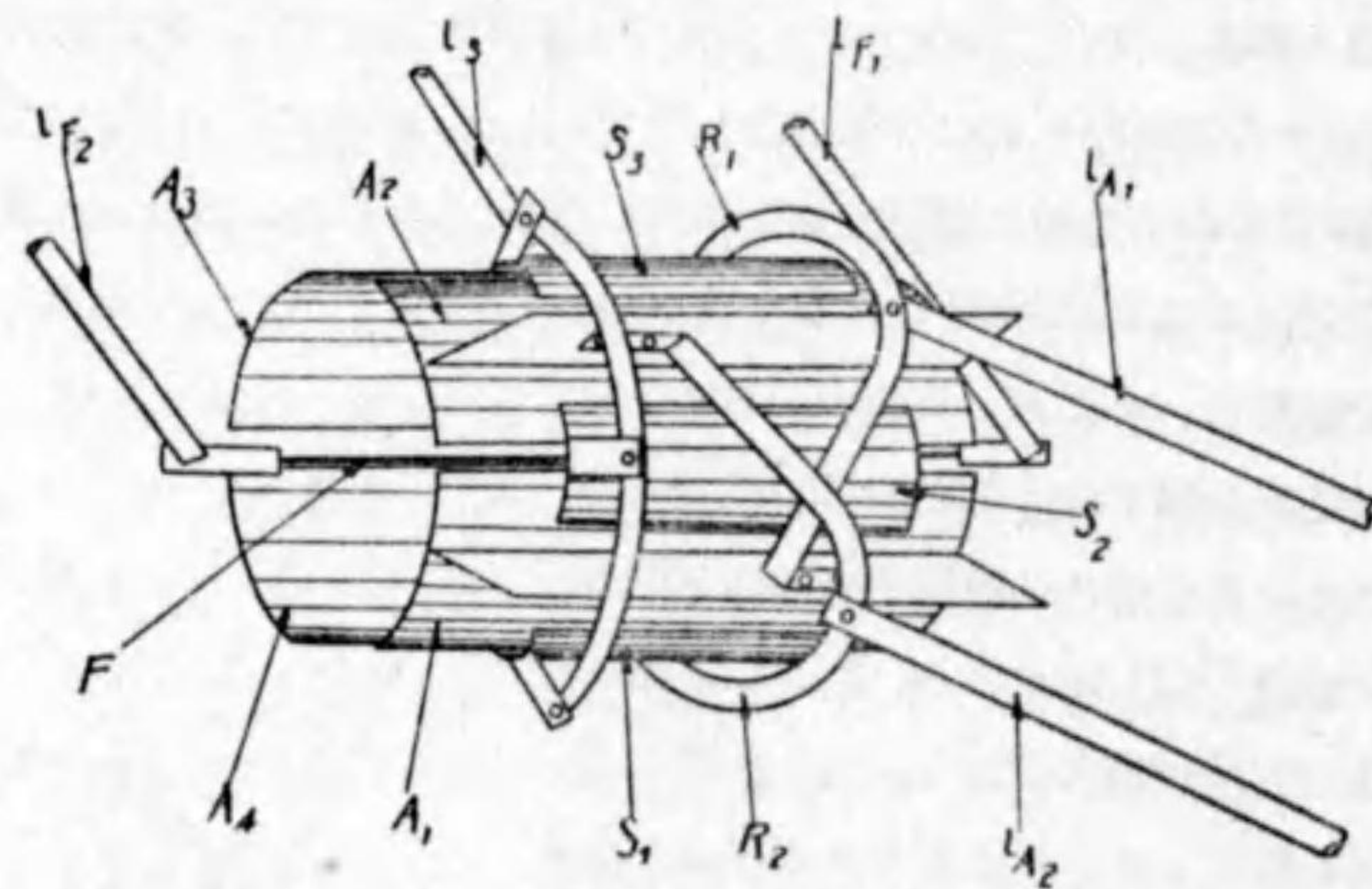
第 177 圖



第178圖

悪くなる。更に上記の如き短絡片を用ひず、第175圖の如き一般の場合でも連結を短かくする必要上此等導線は電極に接近して電極の電圧分布に悪影響を及ぼすと

共に陽極の分割間隙から迷走電子が衝突して加熱される虞れがある。この缺陷に對して高電位導線を適當に放電空間から遮蔽する考へが二三出



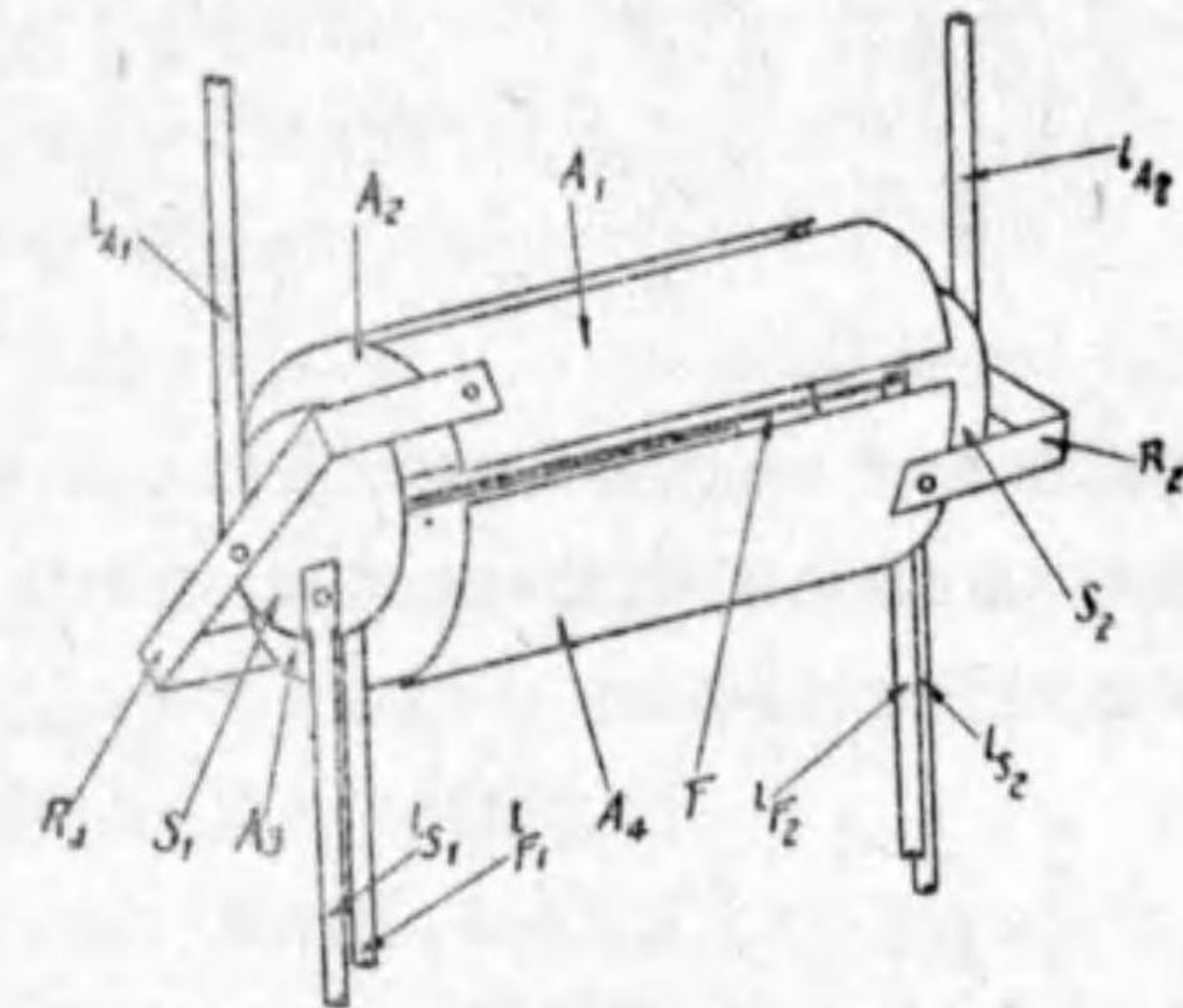
第179圖

てゐる。

その一つは⁽¹⁰⁾第179圖及第180圖に示す如く、 (A_1) 、 (A_2) 及び (A_3) 、 (A_4) の陽極セグメントを夫々連結弓 (R_1) 、 (R_2) で接続し、これを $(1A_1)$ 、 $(1A_2)$ で外部回路へ引出すのであるが、此等導線に對し (S_1) 、 (S_2) 、 (S_3) …の金屬板で放電空間から隔離し、これに負又は正の適當な電位を與へて遮蔽してゐる。第179圖は一般の場合で遮蔽電位を與へる爲の導線 (18) を

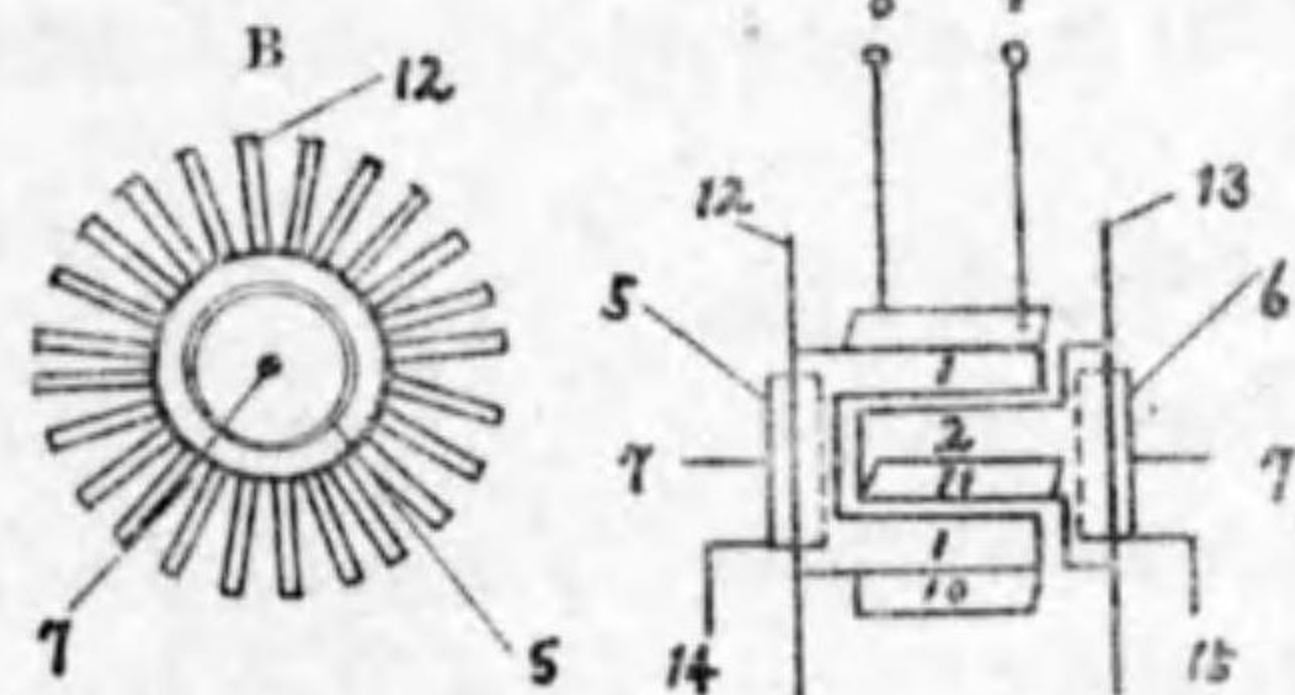
も遮蔽する。第180圖は前記端部に短絡板を設けた場合の遮蔽である。

これと同じ様な發明で⁽¹¹⁾第181圖の如きものがある。陽極セグメントの端部を短絡するのに環を用ひてゐる。第182圖の (3) 及び (4) が連結環(この圖では分割を示す)で (1) 及び (2) が各陽極であつて、 (A) 、 (B) が組合はされて1個の放電空間を構成するのであるが、この環状短絡の内側に環状の



第180圖

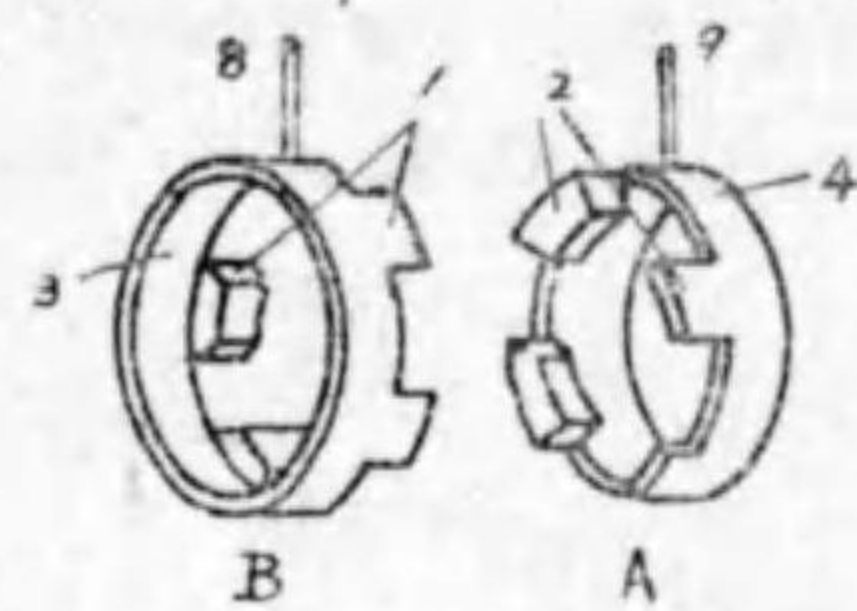
ガード板 (5) 、 (6) を設けて纖維 (7) から出た熱電子が短絡環に達するのを防いでゐる。勿論ガード板 (5) 、 (6) には適當な負電位が與へられ目的を達する事が出来る。尙第183圖の構造は短絡環 $3, 4$ の直徑を陽極の



第181圖

直徑より大きくしてガード板 (5) 、 (6) を設け易くした場合である。使用の場合はガード板に平行導體 (14) 、 (15) を取り付け真空管内に共振回路を作り (8) 、 (9) から高周波を取出すもの、分割陽極端子に導體 (16) を設けて共振回路を作つたもの、又たガード板端子 (14) 、 (15) から出力を

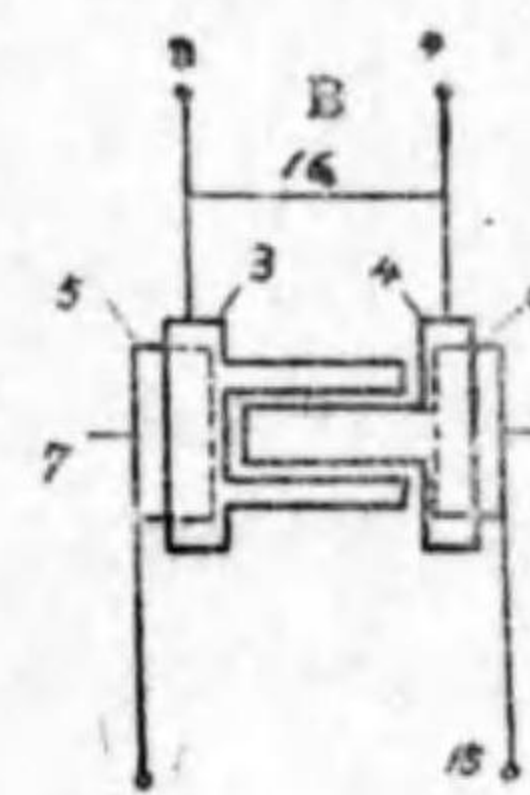
(10) 特 132852 (11) 特 138725



第182圖

とるもの等がある。この發明は圖面からも分る通り、ガード板が短絡環(3)(4)との容量結合によつて出力を取出す事もその特徴となつてゐる。

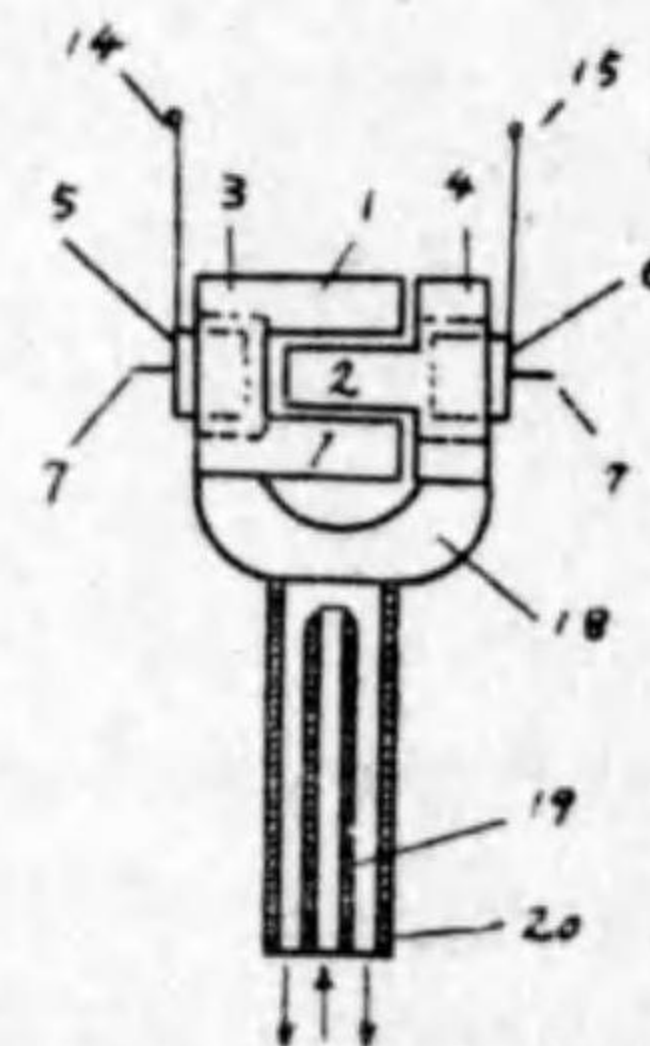
以上の如く分割マグネトロンに於て、波長の短い強力な振動電流を得る爲には多分割陽極にする事が極めて有効であつて、2分割より4分割、更に6分割と進んで来る様に考へられるが、陽極の数が増すにつれて其支持、連絡の構造が複雑になる事は以上の發明によつても明らかであつて、製作上の



困難を伴ふのみならず陽極の冷却にも不便を來たす様になる。尤も第184圖に示す如く短絡環(3)(4)が導體(18)によつて内部振動回路を形成する様にし、この導體片(18)の底部を水冷式にして間接に陽極を冷却する事も考へられるが設計上仲々苦心が必要である。

東京芝浦電氣ではこの様な複雑な陽極構造を使はずに、

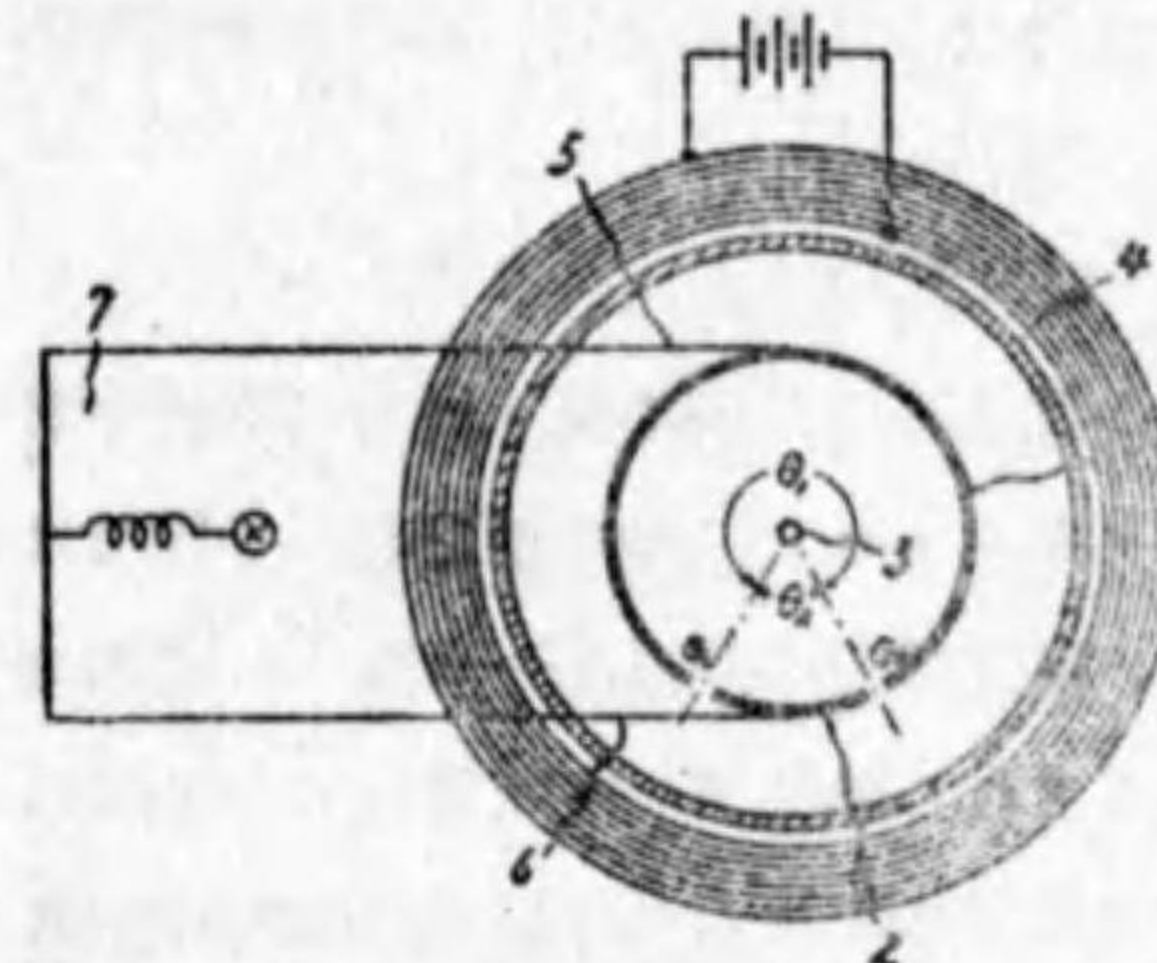
而も多分割と同じ様な波長の短い強力な振動を得ようとして非對稱分割陽極のマグネトロンを發明した。非對稱分割とは第185圖の如く陽極の弧長を異ならしめたもので、形の上では2分割陽極である。(1)(2)が陽極で陰極(3)に並行に加へられた線輪(9)の作る磁界の作用によつて發振し、各陽極に對する導線(5)(6)の延



第184圖

(12) 特 141250

長部に於ける共振回路(7)内に振動電流を發生する點は、一般の2分割のものと變りはないが、各區分(1)(2)は圖示の様に弧長を異にし、



第185圖

(1) 電子が一間隙から他の間隙に到達するまでの時間が振動周期の整数倍でない事

(2) 電子が一間隙から他の間隙を経て一回轉して再び始めの間隙に歸着する迄の飛翔時間が振動周期の整数倍である事

の二條件が満足する様設計

されれば、對稱分割陽極の場合に發生すると同様の波長の振動が得られると云つてゐるが、其時の波長或は對稱分割の場合と同様

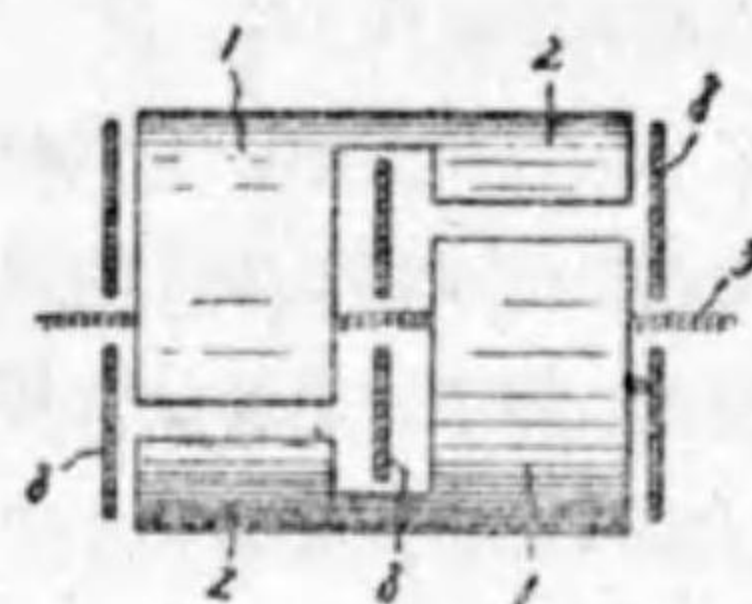
$$\lambda = \frac{K R a^2 H}{2 P V}$$

で表はせる様である。但し

- K = 常數
- Ra = 陽極半径
- H = 磁界の強さ
- V = 陽極電壓
- P = 對稱分割の場合の陽極の對數
- a = 整数
- m = O₁/O₂ (非對稱係數)

實驗によるとmは如何なる値でもよいが、m=2P-1の場合に略最大の能率が得られ數10%であると云つてゐる。以上からこの發明によると陽極を非對稱に分割すれば多分割と同様の結果が得られ、而も構造が非常に簡單で済むといふ事になる。更に第186圖の様に軸方向に2個の非對稱分割陽極を配列し、一方の陽極の小區分と他方の大區分1とを互に

接続すると大区分は小区分に対する熱放散面ともなつて、兩者の温度上昇は平均し陽極許容損失を大きくとれる故出力の増大も計り得る。尙圖の板8は後述の區割マグネトロンに於ける區割板と同じものと想像される。



第186圖

3, 4 空間電荷防止

陽極の構造や多分割に依り出力の増大を計る事はマグネトロンに於て重要な一手段ではあるが、空間電荷の問題も一應考へねばならぬ。放出された熱電子が空間電荷として陰極附近に停滯する事になれば振動能率を低下させる一原因となる事は確かであるから、この空間電荷の出来る様にするか或はこれを振動發生の運動に参加させるとマグネトロンの能率を上昇させる事が出来る。

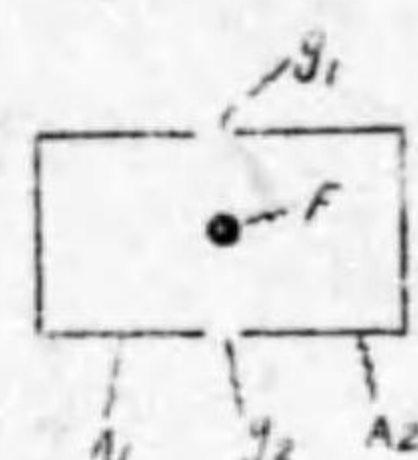
空間電荷の出来る模様を考へて見ると、圓筒型陽極と織條との間の電界分布は織條に對して對稱的であるから、電子は圓筒型陽極に向つて一樣に放出される。發振の爲に各陽極の電壓は異なつてゐるが少くとも一つの片に向つては電子が殆ど一樣に放出されると考へられる、此等電子の内、發振持續に對して位相正しく運動し得る電子は、或特定方向に向つて出發した電子のみで、他の方向に出發した電子は發振持續に對して位相は正しくない。而して位相が僅かに異なるものは發振運動に参加出来るが、位相が甚だしく相異なるものはその可能性を失ひ、空間電荷として織條際近に浮遊して電子の位相正しい運動を妨害し、又或は位相の正しくない時に陽極に到達して陽極損失を増大する結果となる。

この空間電荷を防止するには電子の大部分が一定方向に出發し、位相正しい運動に殆ど全部参加させる事が第一條件である。



第187圖

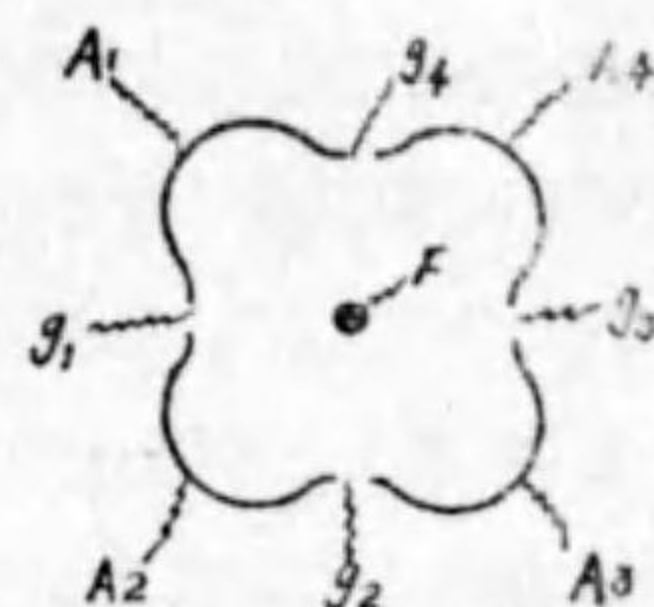
例へば第187圖の様に陽極(A₁), (A₂)を楕圓形に造り、間隙部(g₁), (g₂)が織條に最も近くにある様に構成される。織條を離れた電子は大部分(g₁)(g₂)部分に向つて出發し、他の電極部分に向つて出發するものは少ない。而も他の部分に向つた電子は電界強度が弱い爲に電子軌道の回轉半徑は小さく適當に電壓と磁界の強さを調整すれば、電子の大部分は發振持續に對して位の正しい運動を行はせる事が出来る。



第188圖

マグネトロンに於て運動電子が振動電壓に依つて制御を受けるのは、主として間隙附近の電界に依るものであるから此の構造で所期の目的を達成する事が出来るのである。

第188圖は別の型の陽極構造、第189圖は4分割の場合の一例である。



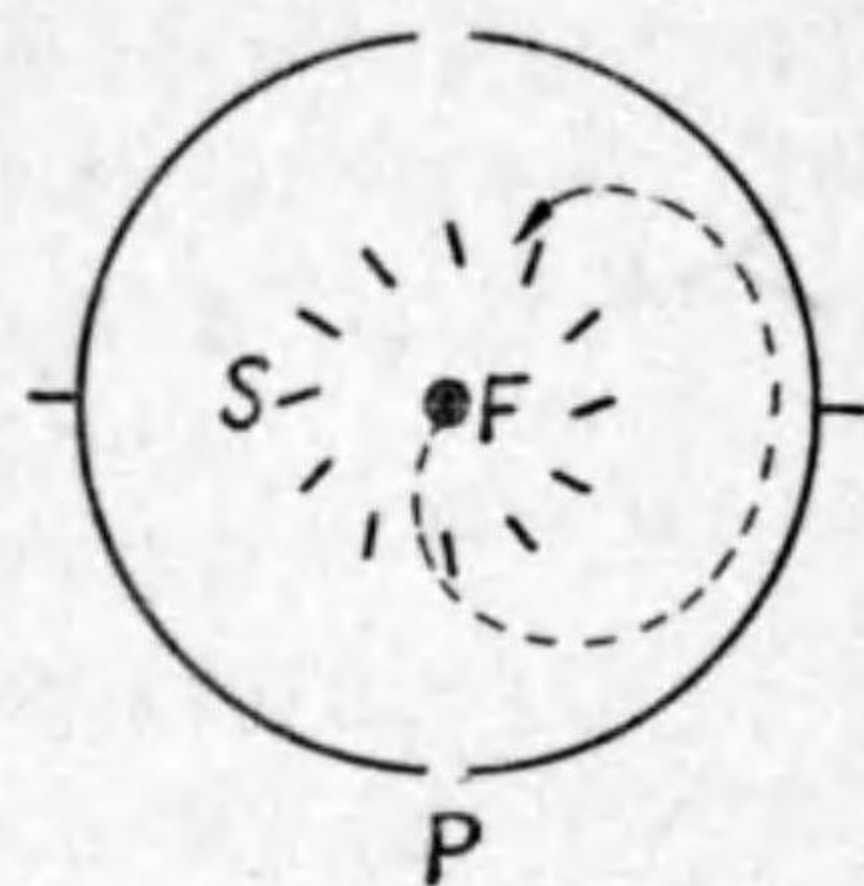
第189圖

然し乍ら空間電荷の原因としては再び織條附近に戻つて來る電子も考へなければならぬ。其處でもつと大きく空間電荷除去と云ふ立場から一般真空管に空間電荷格子を設ける事が考へられたと同じ様に、マグネトロンの場合にも陰極附近に空間電荷格子を入れる事が考へられてゐる。

四極管の場合にはこの空間電荷格子が電子を捕へて電流が多く流れ込まない様にする必要であるが、マグネトロンの場合も當然考慮される可き事である。其上前記の如く再び戻つて來る電子が空間電荷を形成する大きな原因となるので、この電子が陰極附近に浮遊しない様にする事も必要である。これ等の條件からこの發明は第190圖に見る様な水車狀の格子をマグネ

(13) 特 140061 (14) 特 86503

ロンの陰極附近に放射状に配置した。陰極を出た電子は高電位の格子(S)を通り過ぎて振動に参加し、(S)を通つて再び陰極へ戻つて来る電子は圖面から明らかな如く僅少となる。斯くして上記の條件に適ひ空間電荷を減少し得る事になる。その事は陽極電圧も低く、磁場の強さも減じて而も比較的強い振動が得られると云ふ事になる。此の發明は前に紹介した二重電極マグネトロンの(一)、即ち内部電極を空間電荷格子として作用せしむる場合と結果に於て類似してゐる。



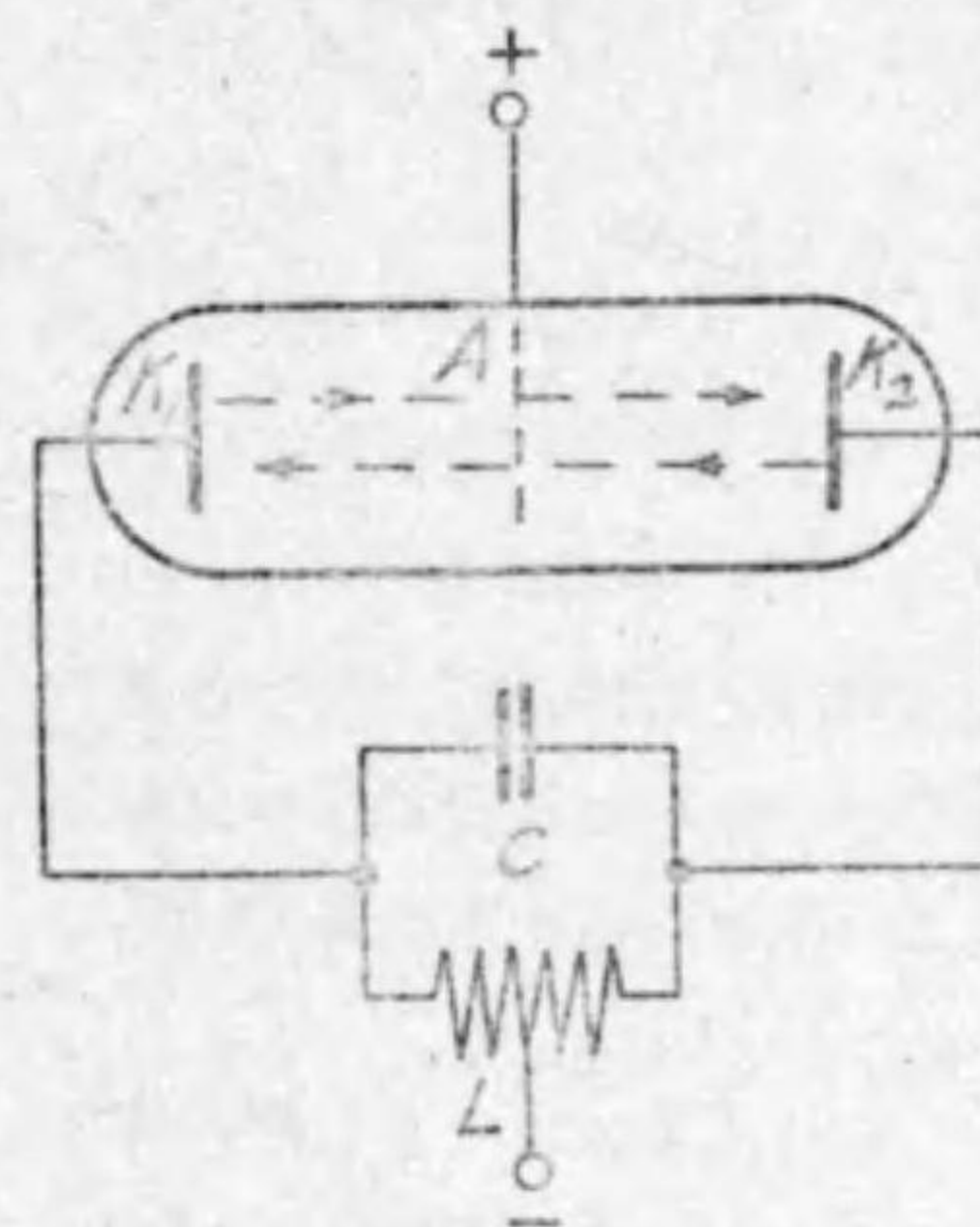
第190圖

空間電荷緩和に關する上記二つの方向を合はせ考へて、陰極を平板状に造り、陰極に戻つて来る電子を一次電子として二次電子を放出せしめ、更にこれを運動させる事によつて、戻つて来る電子と出發する電子との通路を分離して、空間電荷の影響を避けようとする考へがある⁽⁴⁶⁾。

第191圖はその原理を説明するものであつて、 (K_1) と (K_2) とは二つの平面陰極で二次電子放射の豊富な例へばセシウムオキサイド層で被覆されてゐる。 (K_1) 、 (K_2) の中間に陽極(A)を配置して高電圧を加へると、僅かながら放射された例へば光電子が加速されて陽極に引付けられる。所が陽極を格子状或は網目状等にして置けば、電子の大部分は通過して反對側の陰極に衝突する。若しこの衝突電子の速度が充分であれば一次電子の10倍乃至20倍の二次電子を放射する事が出来る。この電子は陽極に引張られ更にこれを通過して陰極 (K_1) に衝突し二次電子を放出する。斯くしてB-K管と類似の振動が勵發される譯であつて、これが此の發

(15) 特 125170

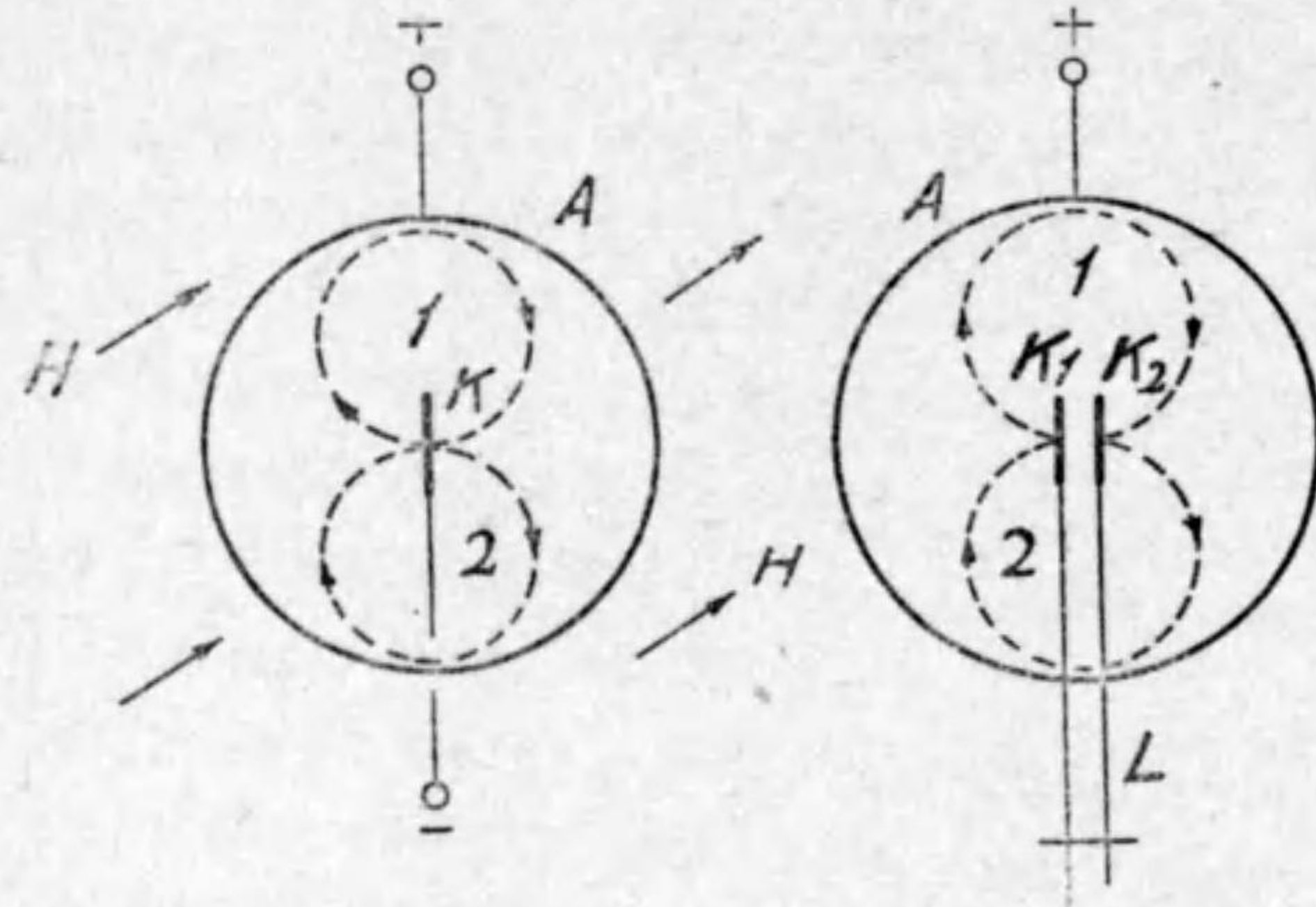
明の基礎となるものである。茲で上記の振動を勵發せしめる必要條件は、電子が陰極 (K_1) 、 (K_2) に衝突して二次電子放出に充分なる速度であるが、第191圖の儘では一方の陰極と陽極との間の加速界を通過すれば、次には他の陰極迄の間は制御界となる故、衝突速度は零となる筈であるから、此の兩陰極にL、C振動回路を接続し、電子が飛來する方の側の陰極に、正電位を與へる様、電子運動の周期と同期電壓を兩陰極間に與へてやる。この電壓は逆に電子運動によつて發生される事は勿論である。



第191圖

この状態では制御電界管であるが、此發明では更に之に磁界を加へてマグネトロンとした事が特徴である。二次電子は次第に増加して行くが或點で定常状態となる。この時の最大放射電流は陰極の電子放射能と空間電荷とに影響される。前者は主として陰極の材料に依るものであるが、後者は放電空間の形状、大きさを磁界の作用に依つて變へ、空間電荷の制限を緩和する事が可能である。

即ち第192圖の如く (K_1) 、 (K_2) を接近して背を合はせて設け、陽極は圓筒形として一般マグネトロンと、略類似の形體を持たせたのがこの發明の實際の形状で、運動電子は回轉して反對側の陰極は衝突し、二次電子を放射する様にしてある、これは (K_1) から (K_2) へ、 (K_2) から (K_1) へと向ふ電子の通路を、分離した處が空間電荷の影響を緩和する狙ひである。この場合も陰極間に振動が取出され、その電壓に依つて電子は同期運動を行ふ事も同様である。場合に依



第193圖

第192圖

つては陰極を1個にして表裏を使用する事も出来る(第193圖)。この時は陰極の延長上にレツヘル線を取付け、短絡線を摺動して同調を採つてもよい。又更に陽極に振動回路を接続してもよい事は明らかである。(第194圖参照)

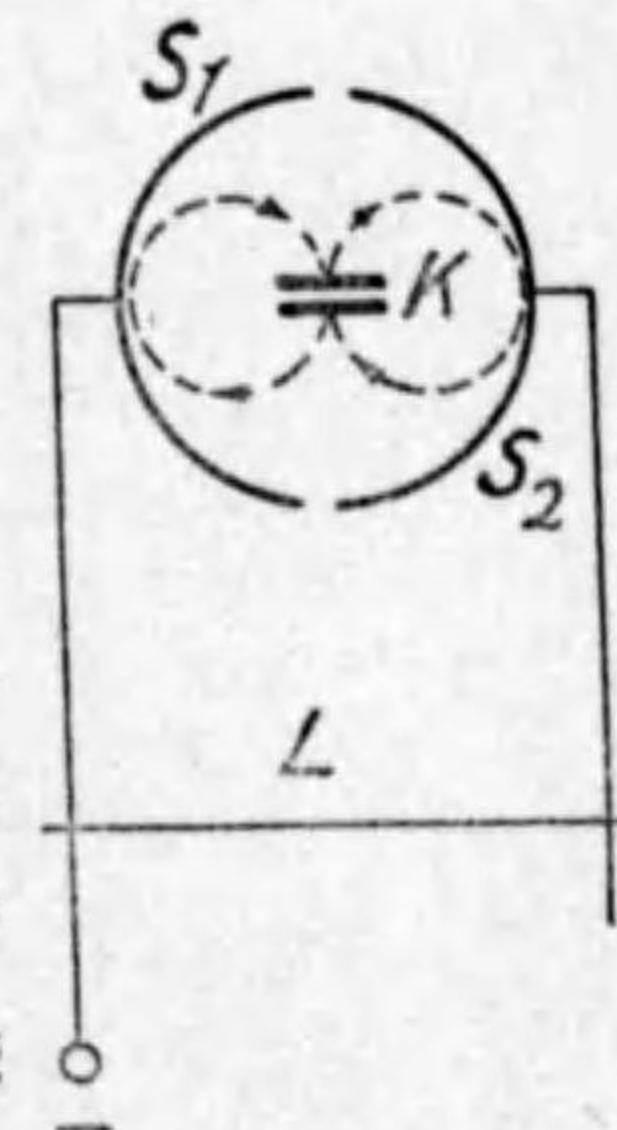
磁界の加へ方によつて空間電荷を減少せしめる事も、古くから知られてゐる一方法である。即ち磁界の方向をマグネトロンの軸方向に正しく一致させるよりも、マグネトロンの對稱軸が磁力線に對して數度の角度に傾けられた時に、能率がよい事は多くの人々に依つて確かめられてゐる。これは磁界のベクトルを直角二分力に分解して考へれば、一方は磁界が正しく軸方向に加へられた場合であるし、他の一方は電子の軸方向運動を與へるものであるから、電子は兩磁界分力の作用によつて螺旋狀軌道上に於いて、陰極に沿つて運動する事になり、空間電荷は分散されると考へられる。之が高能率の原由と考へてよい。

然し乍ら實際問題として不安定な磁力線に對して、精確な角度にマグ

ネトロンを配置する事は困難である。この電子の運動の軸方向分力を起させる爲に磁界分力を用ひずに電界を以てする事も一つの方法である。但この電界形成の方法が後述の區割マグネトロンと結果於て可成りに類似してゐるので、この發明に關しては後の區割マグネトロンの項で詳述する事にする。

3.5 磁界の加へ方

磁界はマグネトロンの絶對條件であつて、陽極の軸方向に加へる事には變りはないが、その加へ方の良否はマグネトロンの性能を左右するものであるから色々の工夫が重ねられてゐる、磁界發生には永久磁石或は電磁線輪に依るけれどもマグネトロンを實際に通信用其他に使用し、殊に携帯用に供する爲には出来る丈磁場發生装置を小型に而も簡單にする必要があり、一方には益々強力な磁場を必要とする。そこで第一には強力な磁石材料が要望されるが、又一方發生磁場を最も有効に利用する事が必要である。



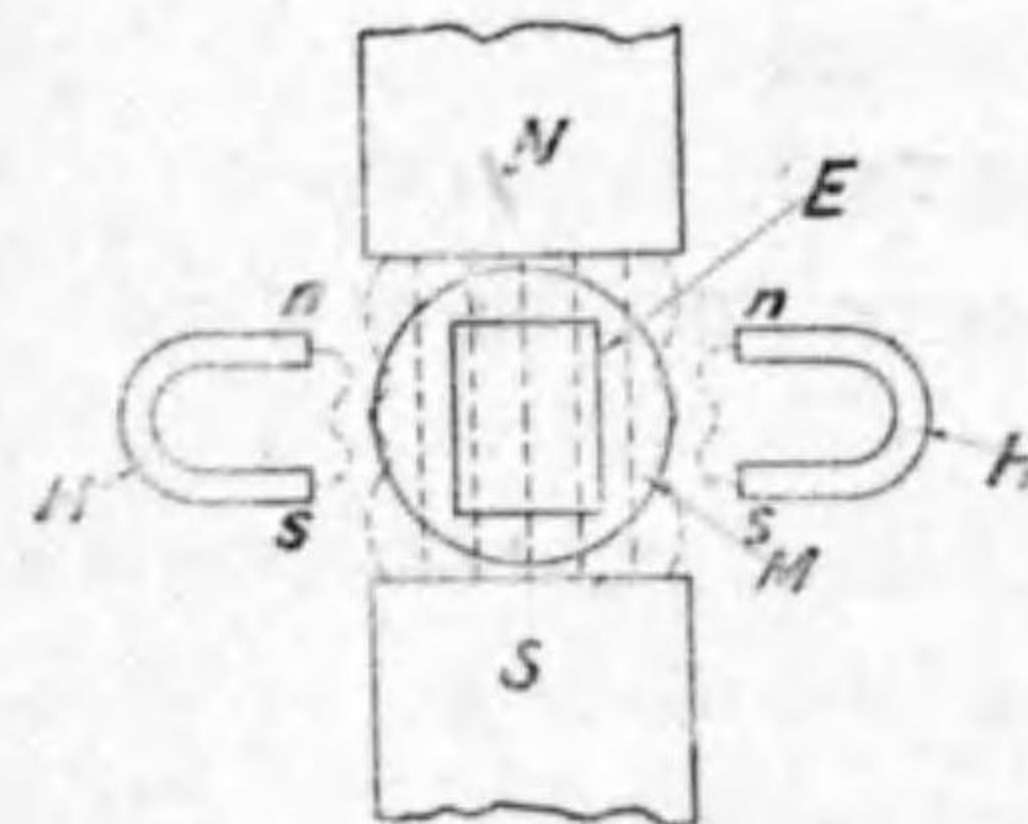
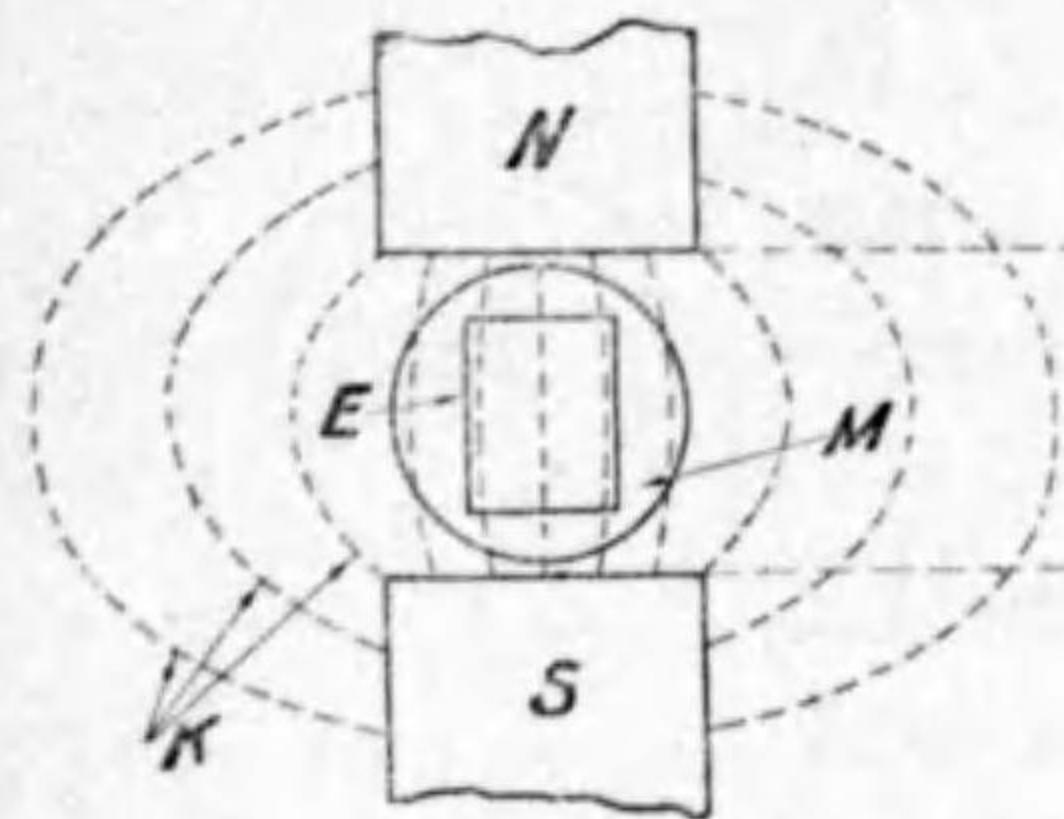
第194圖

普通のマグネトロンの場合を示すと第195圖の如く (N) (S)間に管球 (M)、陽極 (E) が配置されるが、有效磁界はその一部分に過ぎず、他の部分は磁力線經過 (K) を以て示せ如く、此の場合漏洩磁束として全く役に立たない、而も利用する陽極圓筒内の磁力線密度は出来る丈一定にする事が望ましいので、磁石としては大型のものが要求されるので益々漏洩磁界が増す事になる。

其處で考へられるのは管球の直徑を小さくする事である。併しこれは

管壁を陽極に接近させる事になり、従つて輻射熱によつて或は電子の衝突によつて損傷を受ける事が多くなるのでこれにも或限度がある。

この問題に關しては次の様な發明考案がある。⁽¹⁷⁾⁽¹⁸⁾硝子壁に孔を開け(第196圖参照)金屬性のコップ状體(7)の側壁(9)を氣密に熔着する。このコップ



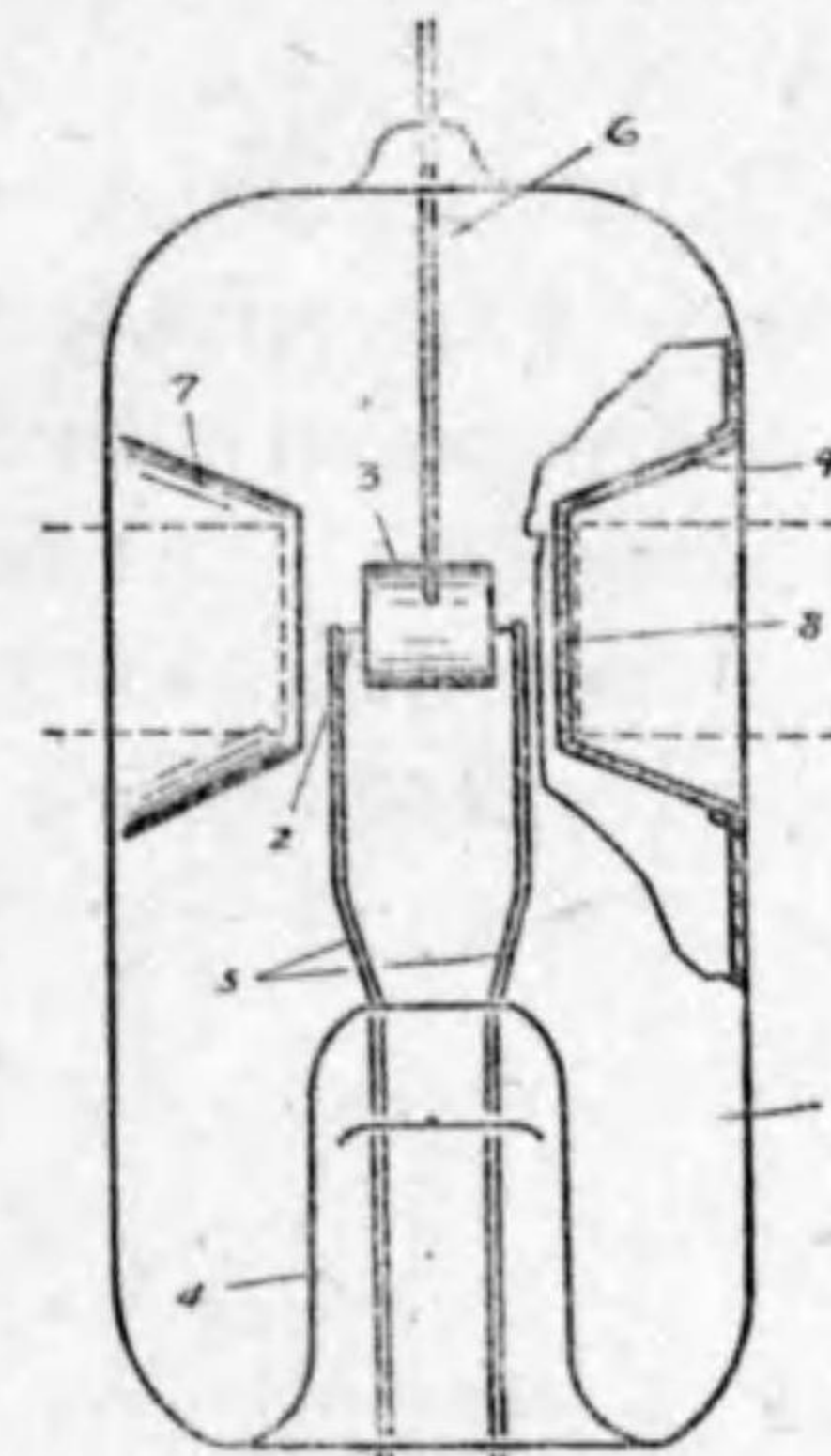
第195圖

の底部(8)は陽極に極く接近させ、この中に磁石を挿入すれば(點線)、管球の直径を殆ど陽極の長さに迄縮めたと同じ事になり有効に磁界が利用される。このコップ状體は硝子に氣密に熔着し得ると共に強磁性體である事がよい。例へばフェルニコ(ニッケル、コバルト、鐵の合金)と謂はれる合金等が適してゐる。底部が陽極端に接近してゐても金屬製であるから、前記の様な缺點はなく寧ろ逃走電子に対する遮蔽板の役をもする事になる。

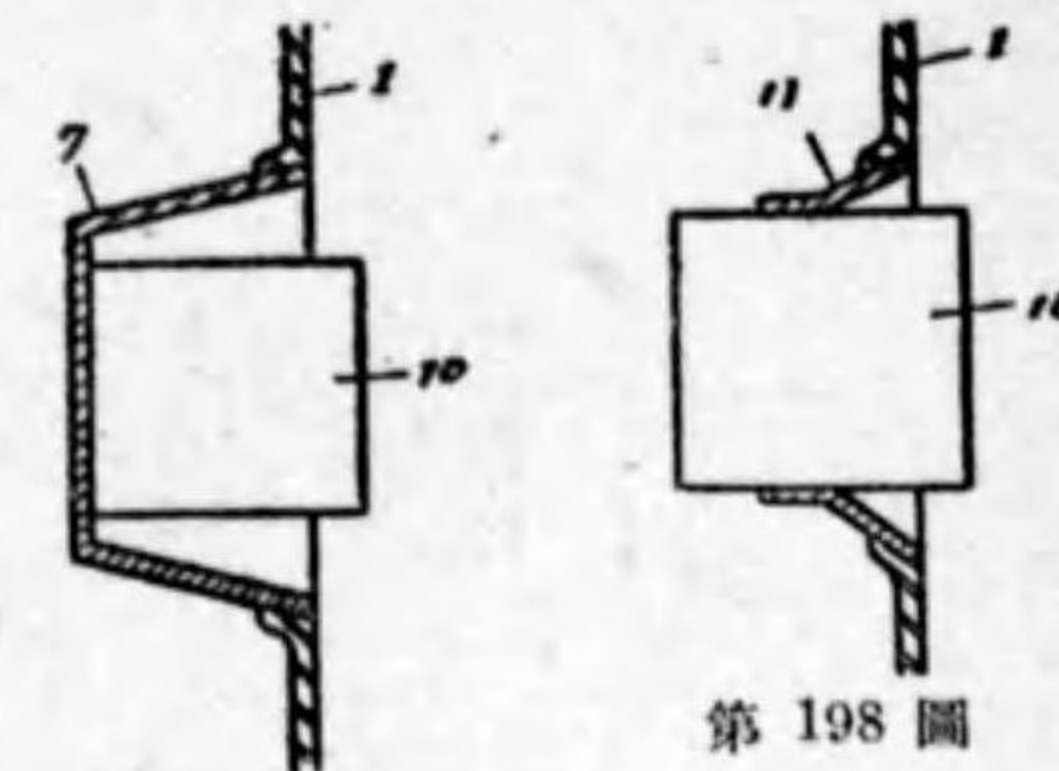
このコップ状體には第197圖の如く磁石の磁極部分のみを豫め固着してもよく、出来れば磁極自體を第198圖の如く熔着鏢(11)を介して直接管状に熔着した方がよい。

但しこの方法は管球の製作に特殊の技術と作業が必要であるが、磁界

(17) 特 135717 (18) 昭 14 實、公 18714



第196圖



第197圖



第198圖

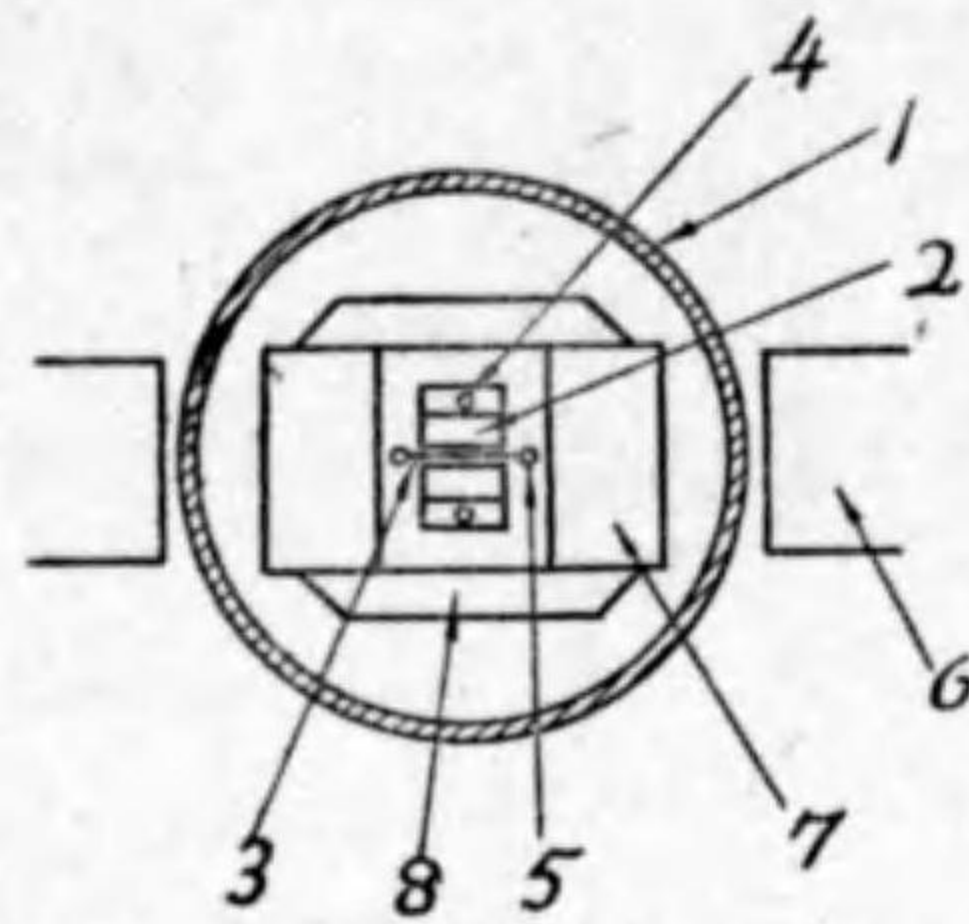
の加へ方の他に附加物もなく、而も磁石の一部が管球の内部に這入り込む爲に外部容積も小さくなる利點がある。

この様な管球に特殊の工作を施さずに磁界を有効に利用する方法として補助磁石⁽¹⁹⁾を利用する考へがある。強磁性體特に極(N)、(S)を有する磁石(H)を空氣間隙の周圍に第195圖の様に配置する。漏洩磁力線はこの磁石(H)に依つて押込められて磁力線密度も均一になり、新しい磁力線圖は下圖の如くなる。従つて磁界の大部分を電子運動に利用し得るのである。この方法は前の發明に較べては充分ではないが僅かの附加磁石によつて特殊の工作が必要がない。

處が逆に漏洩磁束を引張り込ると云ふ發明⁽²⁰⁾もある。第199圖の様に強磁性體(7)を管球の中に設けこれを非磁性體(8)で連結支持する。この(8)はモリブデンの様な高温に耐へ得るものが必要である。(2)が分割陽極、(3)が陰極であつて、こうすれば硝子壁と電極間の空隙は磁氣抵抗が非常に低く漏洩磁束が少くなる。而も硝子壁を電子の衝撃から防ぐ效

力がある。この様な管球に特殊の工作を施さずに磁界を有効に利用する方法として補助磁石⁽¹⁹⁾を利用する考へがある。強磁性體特に極(N)、(S)を有する磁石(H)を空氣間隙の周圍に第195圖の様に配置する。漏洩磁力線はこの磁石(H)に依つて押込められて磁力線密度も均一になり、新しい磁力線圖は下圖の如くなる。従つて磁界の大部分を電子運動に利用し得るのである。この方法は前の發明に較べては充分ではないが僅かの附加磁石によつて特殊の工作が必要がない。

(19) 特 116166



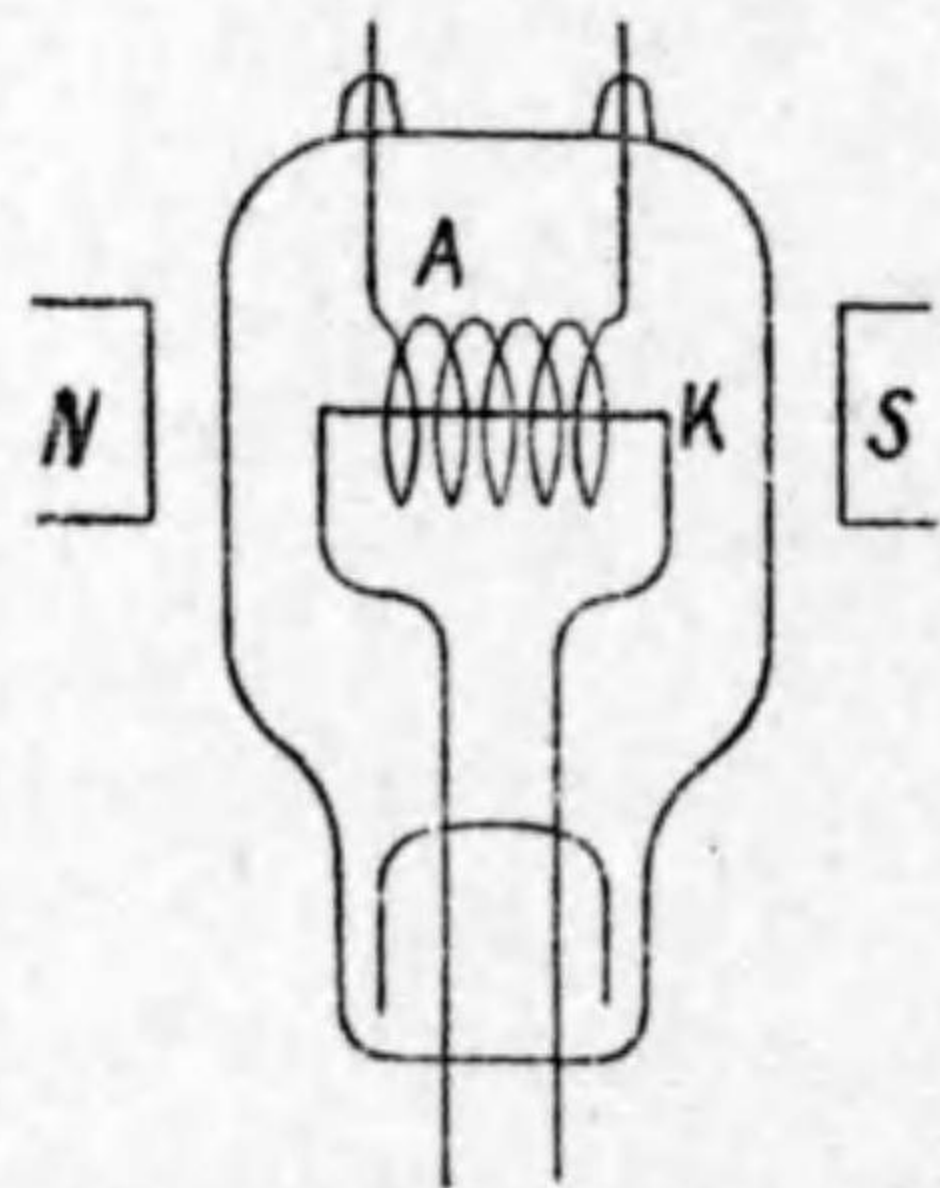
第199圖

果もある。
 以上は磁界の有効な利用法であるが磁界の加へ方に稍毛色の變つた方法がある、その一つは、第200圖に示す如く陽極を線輪型とし、これを流れる電流の造る磁界を外部磁界に重疊する事によつて放射電子流を制御するものである。(K)を陰極、(A)を線輪型陽極、

(N)、(S)を外部固定磁石とし陽極に所定電壓を與へると放射電子流はこの電界と磁界との作用を受けて普通のマグネトロンに於けると同様、電子軌道を彎曲して陽極電流は殆ど零になる。

今この陽極に電流を通するとそれに依つて磁界が出来、これが外部磁界に重疊し、その方向によつて全磁界は増減するから、この陽極電流によつて容易に放射電子流を制御することが出来る。この陽極に與へる電流は外部に獨立した直流電源か交流源によるが、或は外部振動回路からの反結合による振動電流でもよく、各々其目的に應じて任意に選べる。従つてこのマグネトロンは振動發生に限らず一般に磁界制御として廣い應用が考へられる。

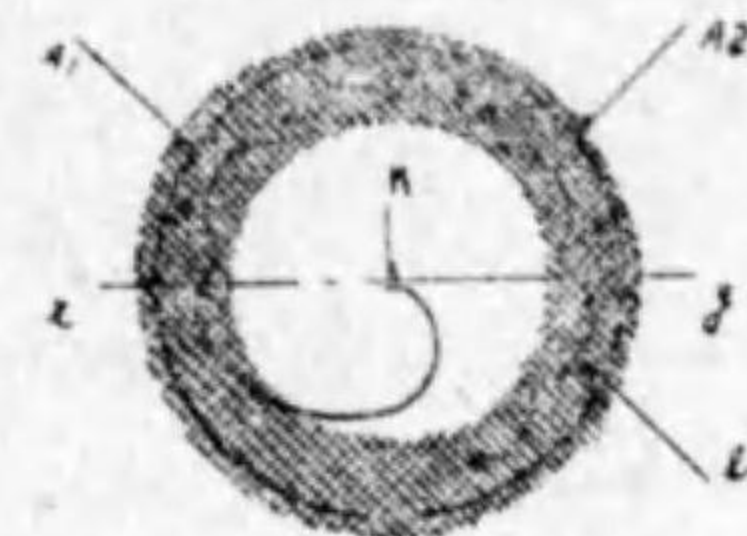
次には陽極軸方向に均一磁界を與へず局部的磁界を加へ短い波長の



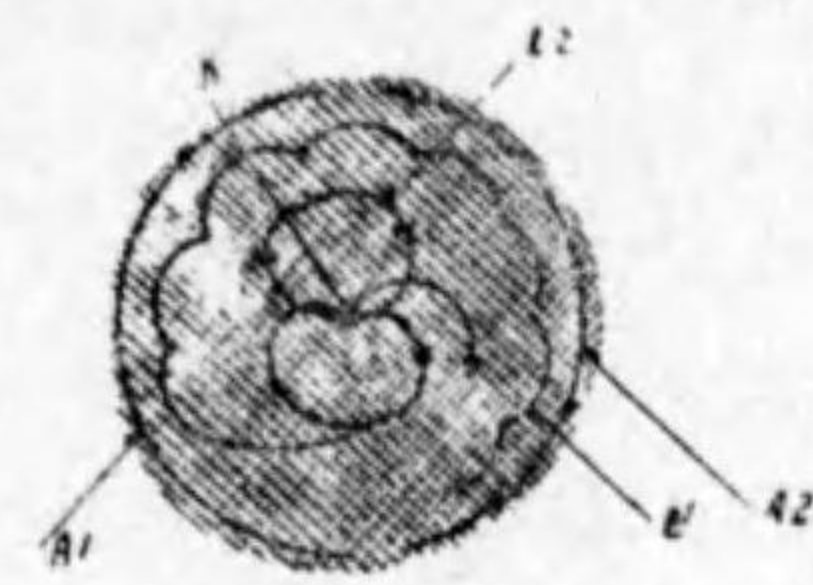
第200圖

(20) 特 133552 (21) 特 114486

而も能率よい振動を得ようと云ふものがある、その具體的實例の一つと



第201圖

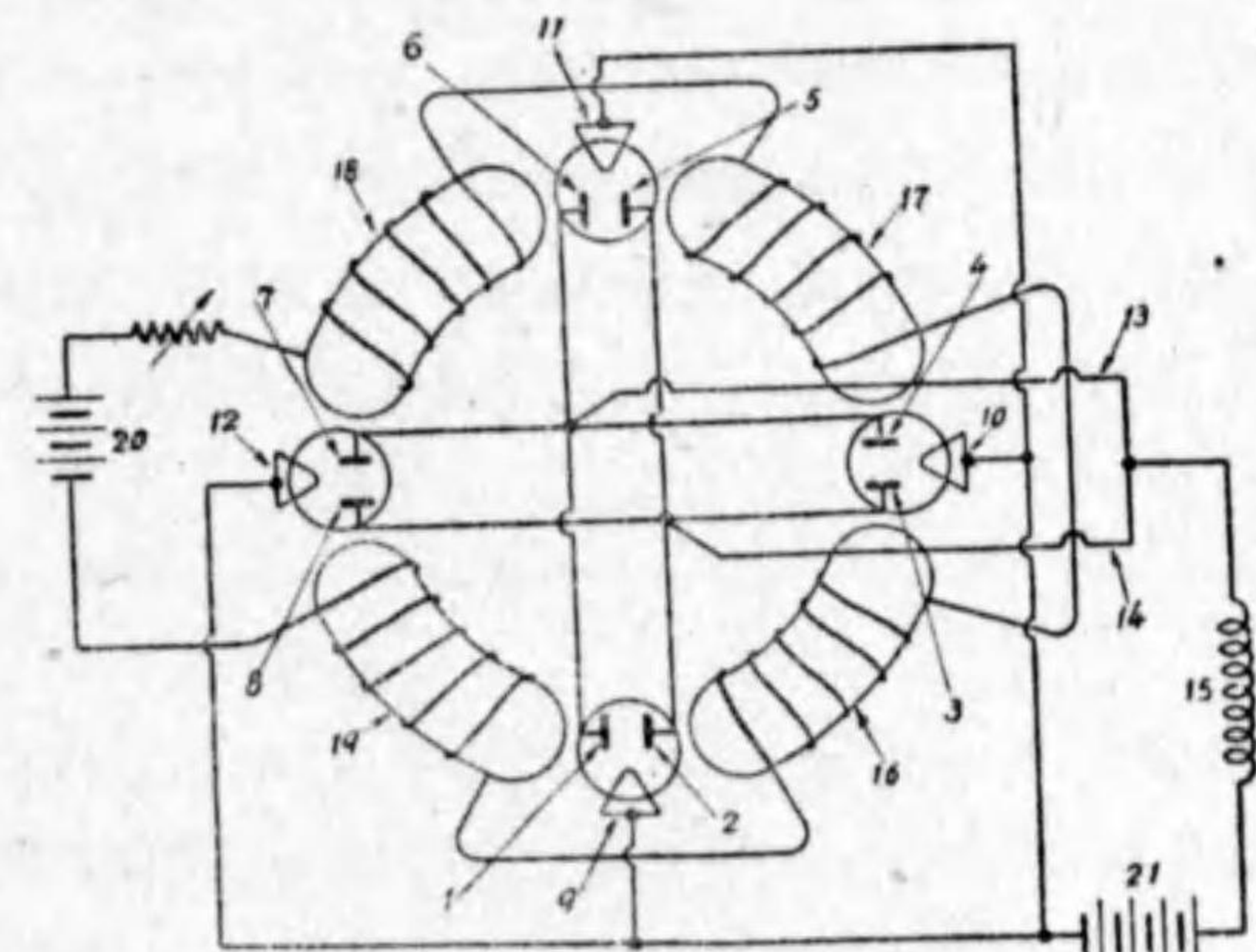


第202圖

して第201圖を示す。陽極の附近に強い磁界を與へると、普通の場合陰極附近にE₂の様な(第202圖参照)軌道を持つ電子運動に依つて空間電荷が形成されをのを防ぎ、陰極から放射された電子は殆ど直線軌道で陽極に向ひ、陽極附近で所謂マグネトロン振動を起す様になる。

更に特別な場合であるがマグネトロンの並列運轉をやる場合、外部磁石の配置を第203圖の様に環状にするとよい。各マグネトロンを輻射對稱

的に配置し、共振回路は(13)、(14)の如く共通にし、これに磁界を與へる爲磁石を環状に配置して漏洩磁束を少なくしたものである。



第203圖

(22) 特 141984 (23) 特 120324