U.D.C. 621.358.4/.5 621.396.694

# 中短波送信用新型五極管及びビーム四極管の陽極電流特性

中原富士朗\* 内田 淳美\*\*

The Anode Current Characteristics of New Pentodes and Beam-Tetrodes for Medium and High Frequency Transmission

> By Fujiro Nakahara and Atsuyoshi Uchida Mobara Works, Hitachi, Ltd.

#### Abstract

In the design of transmitting tubes used as class C amplifiers, much more stress should be laid on to anode current characteristic than other characteristic constants such as amplification factor  $\mu$ , mutual conductance  $g_m$ , etc. To provide a tube with higher power output and higher plate efficiency, such anode characteristic curves as would show the least decrement of anode current when their anode potential reached

their minimum value under normal operating conditions must be realized. In designing new transmitting pentodes and beam tetrodes, the writers have succeeded in obtaining the anode current characteristic curves with ideal shapes. This has been achieved by improving the division of current between anode and each grid.

Some methods and processes improving current division in the design of pentodes and beam tetrodes are discussed in this paper. To adjust the bottom potential of potential valley between screen grid and anode which is necessary to suppress secondary electrons from anodes seems to be most effective, according to the writers' study.

### 〔I〕 緒

言

最近我国の中短波用送信機には殆ど例 外なく五極送信管が使用されている。そ の理由は五極送信管が他の三、四極管と 比較して

- (1) 電力利得が大きく増幅段数を減 少し得る。
- (2) 電話送信機の場合に変調電力が
   少く、しかも変調歪も比較的少い第
   三格子変調が可能である。
- (3) 自己発振防止用中和裝置を必要 とせず調整が容易である。

等の長所を有し、送信機の構成上有利で

\* \*\* 日立製作所茂原工場



論



第2図 C 級 増 幅 管 の 陽 極 電 流 Fig. 2. Anode Current of Class C Amplifier

あるためである。

又一方五極管と並んで比較的新しい品種であるビーム 四極管は最近 100~200 MC の VHF (Very High Frequency) 域用小型送信管として盛んに活躍しているが、 中短波用としては未だ余り用いられていない。しかし今 後その高能率の動作特性と、ビーム四極管の発達してい る米国の影響とによつて、今後相当五極管の分野を侵す ことが予想されている。 長はボタンステムの採用、電極寸法の切りつめ等構造的 改善により、電極間静電容量、導入線インダクタンスを 減じて使用周波数限界の向上をはかると同時に、陽極電 流特性を改善して陽極能率を高めた点にある。以下五極 管及びビーム四極管の陽極電流特性に就て若干解説を行 うことにする。

#### 〔II〕 送信用真空管と陽極電流特性

送信用真空管に要求される性能は多岐にわたつている が、最重要項目は特殊な変調専用の管種等を除けば*C*級 電力増幅管として陽極能率の良いことである。*C*級増幅 器に於ける真空管動作の特長は**第2図**に示すように陽極 電流が連続的に流れず、高周波の各サイクル毎に衝撃的 に流れ、電流平均値一定の場合その中に含まれる交流分 を大きくしていることにある。増幅器負荷の同調回路は そのような衝撃的繰返し電流中の交流基本波分に対して のみ高抵抗値を示すよう調整されている。その抵抗値を  $R_p$ ,陽極電流交流基本波分の尖頭値を  $i_p$  とすれば、 $\frac{1}{2}$  $R_p i_p^2$  がその増幅器の出力となる。真空管陽極直流電源 より供給される電圧、電流をそれぞれ  $E_p$ ,  $I_p$  とすれば、 真空管陽極に於ける直流一交流電力変換能率  $\eta$  は

 $x = \frac{1}{R} \frac{1}{i^2/F} \frac{1}{i} = \frac{1}{(c/F)(i/I)} \frac{1}{EF}$ 

日立製作所は最近数種類の中短波送信用新型五極管及びビーム四極管の製作を開始したが、これ等新型管の特

$$Q_p = E_p I_p - \frac{1}{2} R_p i_p^2 = E_p I_p (1-\eta) \dots (2)$$



- 44 ----

が真空管陽極に於ける熱損失(陽極損失)となる。この  $\eta$  が陽極能率である。(1)式に於て  $\epsilon_p$  は陽極電圧交流 分尖頭値を示し $\xi = \epsilon_p/E_p$  は電圧利用率、 $K_1 = i_p/I_p$  は 電流利用率である。

送信機としては η の高い程小容量の真空管と電源とに よつて所望の出力が得られることになり、又電力も節約 される。(1)式からわかるように η を高めるためには周 波数の上昇と共に低下する負荷イムピーダンスの値を極 力確保すると同時に、電流利用率を高めなければならな い。電流利用率は近似的に次に示す(3)式で与えれ、定 性的には極力格子偏倚電圧を深くして陽極電流々通角 θ<sub>1</sub> を狭め、尖鋭な波形の電流とすればその値を増すことが 出来る。

$$K_1 = i_p / I_p = \frac{\theta_1 - \sin \theta_1 \cos \theta_1}{\sin \theta_1 - \theta_1 \cos \theta_1} \dots \dots \dots (3)$$

しかした  $\circ 0_1$  を減らせば当然平均陽極電流  $I_p$  が減 少するから、必要な陽極入力を確保し乍ら陽極能率  $\eta$  を 上昇せしめるためには  $\theta_1$  を減少せしめて行くと同時に 陽極電流尖頭値を増加せしめなければならない。その際 一般に陽極電圧、電流の変化は逆相の関係にあり、陽極 電流尖頭値は陽極電圧最低値  $e_p \min = E_p - \varepsilon_p = E_p (1 - \xi)$  に於て得られるから、必要な陽極入出力を確保するた 長しなければならない(oī''aī'')。前者の負荷減少は出力 減少及び電圧利用率低下による陽極能率低下となつて不 利であるから一般に後者の方法による。但しこの場合格 子はBの場合より正の高電圧迄励振されることになり、 その時格子に入射する電子流によつて大きな格子電流が 流れるから格子励振電力は大きくなつて電力利得が減 る。又格子はBの場合より大きな熱損失に耐えなければ ならなくなる。送信用三極管はこのような格子励振の大 きな状態で使用されるからその格子は十分大きな熱損失 に耐えるように設計されなければならない。(五極管又は ビーム四極管の最大許容第一格子損失は通常最大許容陽 極損失の5%以下に設計されるのに対し、三極管の場合 には両損失の比は 10~15% を必要とする。)

結局Bに示した五極管及びビーム四極管の特性が高い 電力利得と陽極能率を得るためには有利であることにな る。.

# 〔III〕 五極管及びビーム四極管の陽極電流 特性と電極間電流分配

3.1 五極管及びビーム四極管の陽極電流特性曲線の形 状

五極管及びビーム四極管は共に遮蔽格子四極管の進歩

めには陽極電圧が大きく低下した状態で十分大きな陽極 電流が流れなければならない。こゝで真空管の陽極電流 特性の良否が問題となる。

一例として第3図 A, B に示す陽極電流特性の真空管 があり、これを同一の負荷、陽極電圧、励振状態に於て 動作せしめた場合に就て考える。この2つの真空管は或 定格の陽極直流電圧値に於ける陽極電流値は互に等しい が、陽極電圧の低下に伴う陽極電流減少の模様を互に異 にしている。Aは一般の三極管、Bはビーム四極管又は 陽極能率に設計重点を置いた五極管の陽極電流特性曲線 の形をそれぞれ示している。

これ等真空管の動作に於て、陽極電流 が流れゝば負荷に於ける電圧降下によつ て真空管の陽極電圧は次第に低下し、陽 極電圧一電流の関係は図中直線 $\overline{o_1a_1}$ ,  $\overline{o_2a_2}$ を以て示されるようになる。(厳密には電 圧一電流の関係は直線にはならないが今 は簡単のため直線とした。)第3図からわ かるように格子励振電圧が等しければ陽 極入力電流の値はAがBより小さい。A の陽極入力を増加するためには、負荷イ ムピーダンスを減少して動作直線 $\overline{o_1a_1}$ の 傾斜を大きくし $\overline{o_1'a_1}'$ のようにするか又 は格子励振電圧を増加して動作直線を延 改善されたものである。遮蔽格子四極管の陽極電流特性 は第4図(a) に示すように陽極電圧の低い部分に電流谷 があり、そのため電圧利用率を 60% 以上にとることは 通常困難である。この電流谷は陽極電圧が第二格子電圧 より低い値にあるとき、陽極より放射された二次電子が 陽極より高電位にある第二格子に流入することによつて 生ずることは衆知の通りである。この二次電子流を陽 極、第二格子間に設けた第三格子による電位谷により陽 極へ追い戻し第二格子へ流入することを抑制するのが五 極管であり、同様の作用を陽極第二格子間の空間電荷集





- 第5図 五極管又はビーム四極管の電流分配
- Fig. 5. Current Division in Pentodes or Beam Tetrodes

積による電位谷に行わしめるのがビーム四極管である。 十分な設計的検討を経たビーム四極管及び五極管の陽極 電流特性は第4図(b)に示すように陽極電流が陽極電圧 の0Vからの増加に対して急速な飽和を示し、その曲線 には所謂「肩」があらわれ先に説明した陽極能率の向上 に対しては最も都合のよい形状となる。

上記電位谷の深さは陽極より放射される二次電子のエ



第6図 正格子附近の電子軌道彎曲 Fig. 6. Side Wise Displacement of Electron Orbits Near Positive Grid

た電位谷を超えることが出来ず第二格子へ吸收され、残りは正の第一格子へ吸收されるもの、第1格子又は陰極近傍で再び進行方向を逆転して陰極からの電流に合流するもの等になる。(*Ig2*", *Ign*")

以上の他陽極及び第二、第一格子より放射される二次 電子が問題になるが、陽極及び第二格子よりの二次電子 は大体再び元の電極へかえるため電流分配には影響な

ネルギ分布に対応し、谷の底電位が陽極より 50V も低 ければ十分とされている。この電位谷が深過ぎる時は二 次電子流は勿論完全に抑制されるが、一方第二格子より 陽極へ向う一次電子流のうちでこの電位谷を越えること が出来ず第二格子へ引返すものゝ割合が増加し、陽極電 流特性は劣下して来る。第三格子変調を目的として設計 された五極管は後述する理由によりこの傾向を帯びるも のであり、その設計に当つては陽極電流特性と第三格子 変調特性とを適当に妥協せしめなければならない。

結局五極管又はビーム四極管に於てその陽極電流特性 を改善するためには、陰極より放射された電子流に対す る加速電極としての第二格子をしてその加速作用を十分 行わしめると同時に、その高電位にもかゝわらずそれ自 身は極力電子流を吸收せしめないように管内電流分配を 改善しなければならない。

#### 3.2 五極管及びビーム四極管の管内電流分配

五極管及びビーム四極管に於て、陰極より放射された 電子流のうち各格子に吸收されて陽極に達し得ないもの を列挙すれば次のようになる。(第5図)

- (1) 第一格子が正電圧にある時第一格子の吸收する 電子流 I<sub>g1</sub>'
- (2) 第二格子は通常正の一定電位に保たれる。第二 格子の吸收する電子流 *I*<sub>92</sub>
- (3) 第二格子を通過して陽極へ向う途中、先に記し

は八体内の元の電磁へがえるため電流分配には影響な く、第一格子よりの二次電子は第一格子が通常二次電子 抑制処理を施されているので放射量が少く問題とならな い。陽極電流特性を改善するためには以上各項の電流を 極力抑制することが必要である。以下各項電流の抑制に ついて考察しよう。

上記各電流のうち  $I_{g1}$ ,  $I_{g2}$  は三極管に於て格子が正 電位にある時格子に吸收される電流と本質的に同じであ る。Spangenberg は正格子三極管の陽極電流  $I_p$  と格子 電流  $I_q$  との比に対し電子軌道計算を行つて次の式を導 いた<sup>(4)</sup>。

$$\frac{I_p}{I_g} = \frac{a}{2(y_1 + r_g)} - 1 \dots (4)$$

$$y_1 = \frac{a\mu \left[ \left( \frac{d_{cg} + d_{gp}}{2 \pi d_{gp}} \frac{V_g - d_{cg} V_p \right]}{2 \pi d_{gp} \left( V_p + \mu V_g \right)} \\ \times \frac{r_g}{2 d_{cg}} \ln \left( \frac{4 e d_{cg}}{r_g} \right) \dots (5)$$

(5)(6) 両式の  $y_1$  は第6図に示ように格子面に入射する 電子のうち格子線を擦る電子の格子線へ向つての変位で あつて、これより格子線に近い軌道を通過する電子はす べて格子に吸收されることになる。その他の記号につい ては、a; 格子ピッチ、 $r_g$ ; 格子線半径、 $d_{cg}$ ; 格子陰極 距離、 $d_{gp}$ ; 格子陽極距離、 $\mu$ ; 増幅率、 $V_p$ ; 陽極電圧、  $V_g$ ; 格子電圧である。

(5) 式は次のように書き直せば多極管への応用に便利 な形となり、又物理的意味も明らかとなる。

--- 46 -----

- <u>7</u>			

(6) 式に於て  $F_1$ ,  $F_2$  はそれぞれ格子の陰極側、陽極側 の平均電場、 $\overline{V}_g$  は格子面空間の平均電位である。格子 の電荷を  $q_g/(ピッチ・cm)$  とすれば(6)式は更に次の ように変形される。

$$y_{1} = \frac{q_{g}}{E_{g} + 2q_{g} \ln \tanh \frac{2\pi r_{g}}{a}} \cdot r_{g} \cdot \ln \left(\frac{4e \, d_{cg}}{r_{g}}\right)$$
.....(7)

Spangenberg は計算上の困難から室間電荷を 無視し ているので、以上の諸式による計算値は電流密度が大き くなるに従つて実測値と離れてくるが、現在迄発表され ている電流分配諸式のうちでは最も設計検討上便利であ って、適当に空間電荷による補正を加えれば相当正確な ・結果も得られる可能性がある。

(6)(7) 式はこのまゝ五極管、ビーム四極管の第一、 第二格子に於ける格子面通過電流と格子吸收電流との比 に対して適用可能である。(5)~(7) 式を定性的に 検討 すれば電流分配改善のためには次の各項が有効であるこ とがわかる。

(1) 格子により或一定の静電的効果を生ぜしめる場合に構造的に許し得る限り細い格子線と小さいピッチを用いてそれを行うこと。格子線径が小さくなれば(5)~(7)式に於ける  $r_g$ が小さくなるうえ、(7)式に於ける格子電荷  $q_g$ も減少することゝなり、単なる格子の遮蔽率 $2r_g/a$ 減少の効果以上に有効である。

る。

以上のように陰極より放射された後直接格子に捕捉さ れる電子流に関しては定量的定性的検討が可能である。 しかし乍ら第二格子、陽極間の電位谷で引返す電子流に 関してはそれが陽極電流特性の良悪に最も影響するにも かゝわらず現在迄の所量的推定には不可能に近い。その 理由はこのような電子流の量を求めるためには空間電荷 による静電場の変化と、そのような電場に於ける電子軌 道とのからみ合つた解不能の問題を解かなければならな いからである。

このような電子は陽極電圧が第二格子電圧より遙に高 いような状態に於ては殆ど問題にならない。しかし陽極 電圧が第二格子電圧以下に下り、第二格子陽極間電位谷 の底電位が次第に低下するに従つて引返す電子は次第に 増加し、そのため一般に陽極電圧が第二格子電圧の 2/3 ~1/4 に迄下れば第二格子電流が急激に増加して陽極電 流を越えるに至る。このような陽極電流急減、第二格子 電流急増を極力低い陽極電圧迄生ぜしめないことが陽極 電流特性改善の最も重要な点である。電位谷から引返す 電子には次の二種が考えられる。

(1) 第三格子の格子線又は空間電荷集積によつて生じた仮想陰極等の0電位箇所にいたり、一旦その速度を失い再び第二格子へ向う電場に加速されて引かえす電子。

(2) 格子面を境として生ずる電場変化を出来るだけ 小ならしめること。最も問題となるのは電位 峠を形成する第二格子であるが、例えば五極 管に於て第二格子と第三格子との距離を必要 以上に狭めて電位峠を急峻ならしめることは 避けなければならない。

(3) 一般に第一格子と第二格子のピッチ を等しくし、陰極よりビームに対して第二格 子が第一格子の蔭に位置するようにすること が行われる。これは格子が下に凸の電位分布 曲線の屈曲点に位置した時は電子ビームに対 して集飲レンズ作用を行うことを応用したも のであつて、第一格子が負電位にある時等第 二格子電流は極めて小さい値に抑え得る。し かし第一格子が励振され正の相当高い電位に なつた時に屢々逆に格子が上に凸の電位曲線 屈曲点に位置するようになり集飲作用は失わ れ第二格子電流に 増加する。吾々が 前述の ような検討を行うのはこの状態について ゞあ (2) 各格子通過の際進行方向を曲げられ、陽極えの 方向と直角方向の速度成分を得てその横方向運動エネル ギーに対応した値の電位の位置から引かえす電子。

前述したようにこの両電子の量を知ることは不可能で



47 -

1414 昭和 27 年 12 月

立 評 論

日

第34卷第12号

あるが、たゞこの両電子を量的に減少せしめるためには 陽極より二次電子を抑制するための電位谷を出来るだけ 浅くすること及び五極管の場合には第三格子の遮蔽率 2rg/aを減少せしめることが最も有効と考えられる。

#### 3.3 第二格子陽極間電位谷

以上説明したように五極管及びビーム四極管に於て陽 極電圧が第二格子電圧より低下した時には第二格子陽極 間に陽極よりの二次電子を抑制するに十分な深さの電位 谷を生ぜしめなければならないが、陽極電流特性改善の ためにはその深さを極力浅くする必要がある。具体的に は陽極直流電圧定格値 Epの真空管があり、この真空管 に対し例えば 90% の電圧利用率を期待するとすれば、 陽極電圧が  $E_p \times (1-0.9) = 0.1 E_p$  迄低下した状態に於 て十分且つ最少の深さ(約50V)の電位谷が生じ得るか 否かを先づ検討すればよい。通常陽極電圧がこの最低値 より上昇するに從つて陽極電圧と電位谷底位との差は次 第に増す(谷が深くなる。)ことが多いが、ビーム四極管 の場合には陽極電圧が第二格子電圧の値迄上昇した状態 についても検討しておく必要がある。(空間電荷集積不足 による電位谷消失の可能性検討。)以上のような諸検討を 行うにあたり電位谷の深さの推定が必要となるが、以下 その推定計算法の概略を説明しよう。



Fig. 8. Dimensions of Pentodes and Beam Tetrodes

(8) 式に於て

 $E_{g1}, E_{g2}, E_{g3}, E_p$ はそれぞれ第一、第二、第三(又は

一般にビーム四極管は室間電荷集積によつて上記電位 谷を生ぜしめ、五極管は第三格子によつて静電的にそれ を行わしめるとされている。しかし送信管の場合にはビ ーム四極管に於ても電子ビームのひろがりを防ぎ室間電 荷集積助長を主眼目とするビーム形成板による静電場を 省略することは不可能であり、又五極管に於ても室間電 荷による谷電位低下を無視することは出来ない。結局ビ ーム形成板と第三格子との構造差違にもかゝわらず同様 の取扱が可能となる。

等角写像計算によつて各電極に印加された電圧と電荷 との関係は次のように表わされる。

ビーム形成板)、各格子及び陽極の印加電圧、*qc*, *qo*, *qo*,

(9) 式の各記号は第8図に示す通りであるが、ビーム 四極管の場合には a' には二枚のビーム形成板の間隔を とり、rg' は一枚のビーム形成板をその両縁においた2 本の導体棒を以ておきかえた時、その等価的導体の半径 をとればよい。

(8), (9) 式を解いて各電極の電荷が求められゝば、電 位谷の電位は次のように求められる。(式中 y について は第8図参照。)

$$-2 \ln \tanh \frac{2\pi r_{g}}{a} = 0 \qquad 0$$

$$-\frac{4\pi}{a} d_{2} \qquad -2 \ln \tanh \frac{2\pi r_{g}}{a} = 0$$

$$-\frac{4\pi}{a} (d_{2}+d_{3}) \qquad -\frac{4\pi}{a} d_{3} \qquad B$$

$$-\frac{4\pi}{a} (d_{2}+d_{3}+d_{4}) \qquad -\frac{4\pi}{a} (d_{3}+d_{4}) \qquad -\frac{4\pi}{a} d_{4} \qquad \dots \dots \dots (9)$$

$$\frac{\cos \frac{2\pi r_{g}'}{a'}}{d_{1}} = -\cos \frac{2\pi r_{g}'}{a'} \end{pmatrix}$$

中短波送信用新型五極管及びビーム四極管の陽極電流特性



Cは電位谷の平均電位であつて



- 第10図 電位谷電位分布(第三格子電圧 Egg 負の場可)
- Fig. 10. Potential Distribution in Potential Valley (Grid No. 3 with Negative Potential)

高電位推定値  $V_{g3m}'$  であり、陽極電圧とこの  $V_{g3m}'$  との差が必要且つ最小の値を有するように設計検討を行えばよい。

#### 3.4 五極管の第三格子変調と陽極電流特性

五極管に於ける第三格子変調は第三格子電位により陽 極電流と第二格子電流との電流分配率が変化し、陽極電 流も変化することを応用する。從つて第三格子変調が容 易に行われるためには第三格子が静電的に或程度強力に 作用することを必要とする。第三格子変調に用いられる 四極管は第三格子電圧0Vの状態に於ても第三格子変調 不適当管に比し陽極電流特性は劣るのを常するが、これ は前者は後者に比し第三格子近傍電位谷で深くならざる を得ぬためである。

電位谷中最高電位は格子線の中間部に生ずるから(第9 図)  $y = \frac{a'}{2}$  とおいて、

$$V_{g3m} = -q_{g3} \left\{ ln \left[ \frac{2}{\left( \cosh \frac{4\pi d_4}{a'} + 1 \right)} \right] + \frac{4\pi d_4}{a'} \right\} + C$$

.....(12)

次にこれ等の電位につき空間電荷集積による電位低下の 補正を行わなければならない。この補正を厳密に行うこ とは不可能であるが、最も簡単な方法として次のような 近似方法がある。

(イ) (8), (9) の解を応用して第二格子面平均電位  $E_{g2} + 2q_{g2} l_n \tan h - \frac{2\pi r_g}{a}$ を求める。

(P) 期待する陽極電流値と電極寸法及び電場を考慮して電流密度を求める。

(ハ) 平行電極間の室間電荷流に関する Fay, Samue & Shockley<sup>(2)</sup> 又は Plato, Kleen u. Rothe<sup>(3)</sup> の方法に より、第二格子(先に計算した一様の平均電位を有する 平面と考える。)陽極を両電極として第三格子位置に於け る電位の垂下の値  $V_{g3}$  を求める。

静電的電位谷があると空間電荷集積及びそのための電 位垂下は助長されるから以上のように電位谷を無視して 求めた V<sub>93</sub>は実際より小さい値になる筈であつて一つの 最小見積値としての価値を有する。

このようにして求められた  $V_{g3m} - V_{g3}$  が電位谷の最

第三格子変調特性と陽極電流特性とを適当に妥協せし めることは五極管設計に於て最も困難な問題であるが、 第三格子による陽極電流遮断電圧の適当な選定と、設計 上の工夫によつて或程度の解決は可能である。

第三格子変調は通常第三格子に深い負偏渏電圧を印加 し、第三格子を負電圧範囲に於て励振することによつて 行われる(第10図)。第三格子の負電圧による陽極電流の 制御特性は先に記した静電的計算法を応用することが出 来る。

#### 〔IV〕 陽極電流特性の測定法

先に説明したように、C級動作を解析するには、格子 が大きな正の電圧となった時の電圧電流特性が重要であ って、普通相当深い負格子電圧で測定している所謂静特 性や µ, gm 等の定数は大して意味がない。

第一格子に正の電圧を与えると、送信管の各電極には 大きな電流が流れ、連続的にこの状態をつゞけると真空 管は容易に破壊される。從つて普通の静特性測定の場合

- 49 ----

1416 昭和27年12月

日 立 評 論 第 34 巻 第 12 号



- 第11 図 陽極電流一第一格子電圧特性曲線 測定回路
- Fig. 11. Measuring Circuit for Anode Current-First Grid Charactristic Curve







と同様に(第一格子電圧負で測定している。)直流電圧を 各電極に与えて直流計器で測定する方法をとりえない。

正格子の特性をとるには既に発表されているように種 々あるが<sup>(5)(6)(7)</sup>、いづれも数 m sec. 程度のきわめて短 時間電流を流して、電圧電流の関係をブラウン管に描か せる方法である。

真空管に三つの定数があるように、送信管の特性もこ れに応じ、陽極電圧をパラメータとした第一格子電圧一 陽極電流特性、第一格子電圧をパラメータとした、陽極電 圧一陽極電流特性、及び陽極電流をパラメータとした第 一格子電圧一陽極電圧特性が考えられ、それぞれ長短が あり、又いづれかの特性があれば他の特性に容易に書き なおすことが出来る。こゝでは裝置として最も簡単な第 一格子電圧-陽極電流特性の測定法につき簡単に述べる。

第11図にその原理図を示す。供試管の陰極を点火し、 第一格子には十分大きな偏倚電圧を、他の陽極、第二格 子にはそれぞそ測定しようとする電圧を与えておき、第



一格子に巾数  $m \sec$ . の衝撃波を適当な繰返周波数で与 える。この時第一格子電圧は十分大きな正の値となり、 各電極に大きな電流が流れても、その継続時間は極めて 短いので、平均された各電極の損失は小さく、真空管は 破壊されることがない。第一格子に与えられた電圧は  $R_{g1}$ によりブラウン管の水平偏向板に、又陽極電流は、  $R_p$ によつて電流に応じた電圧降下をとり出し増幅器を

— 50 —

中短波送信用新型五極管及びビーム四極管の陽極電流特性



通じて垂直偏向板に加える。したがつてブラウン管の輝 点は、格子電圧と陽極電流に応じて移動し第12図のよう な $I_p - E_{on}$ 特性曲線がえられる。この場合陽極電源、第 二格子の電源には十分大きな容量を入れておき、測定期 間中の電圧変動を少くする。又 $R_p$ も小さくし、これに よつて生ずる電圧降下をなるべく少くして誤差を少くす るため増幅器を使用する。図のような特性曲線を多くの 陽極電圧について測定しておけば、これから容易に陽極 電圧一陽極電流特性を求めることが出来る。第13図乃至 第15図はその例である。

## 〔V〕 結 言

以上送信用五極管及びビーム四極管の陽極電流特性に ついて解説を行つた。尙陽極電流特性の一例として日立 製作所に於て製作されている送信用五極管 6P80,4P60 ビーム四極管 4B13 の陽極電流特性を第13~15図に示し た。(最大陽極損失は 6P80 600W, 4P60 120W, 4B13 100W で 4P60 のみ第三格子変調可能。)

終りに終始御指導を賜つた日立製作所茂原工場内海部 長、宮城、橋本両博士に感謝して筆をおく。

#### 参考文献

- (1) Jonker: Pentode and Tetrode Output Valves,W.E. Vol. 16 p.p. 274–286, 344–349, July, 1939.
- (2) Fay, Samuel and Shockley: On the Theory of Space Charge between parallel Plane Electrode.
   B.S.T.J. Vol. 17, p.p. 49-79, Jan. 1938.
- (3) Plato, Kleen u. Rothe: Die Raumladungsgleichung f
  ür Elektronen mit Anfangsgeschwindigkeit., Z. Phys. Bd. 101, 509–520, Bd. 104, 711–723.
- (4) Spangenberg: Current Division in Plane Electrode Triodes. I.R.E., Vol. 28 p.p. 226-236, May, 1940.

- (5) 松原:送信管の静特性直視装置について。電通学
   誌、昭 25-6.
- (6) 関谷、太田:送信真空管の定電流特性直視装置に ついて。電通学誌、昭 26-8.
- (7) Kazanowski & Mouromtseff: Vacuum Tube Characteristics in the Positive Grid Region by an Oscillographic Method, I.R.E, Vol. 21, Aug., 1933.



日立製作所社員社外寄稿一覧表(昭和27年10月受付分)

投 稿 先	題名	執筆者所属	執筆者
電気工学年報	電気集塵及び静電塗裝	日立研究所	橋本清隆
電気工事の友	屋外取付用積算電力計に就いて	多賀工場	宗像晋介
小峰工業技術	板金材料の扱い方	戸 塚 工 場	岩 間 嘉 吉
電 気 学 会	超高圧変圧器(成出発電所 70,000kVA 変圧器に ついて)	日立工場	木 沢 修
金属	金属の迅速分析に光電光度計と分光光電光度計	本 社	<b>彦</b> 沢 芳 郎
電気工学年報	電 子 顕 微 鏡	中央研究所	只野文哉
窯 業 協 会	ガラスバルブ品種の相違による不良率の差につい ての統計的考察	茂 原 工 場 茂 原 工 場	宮城清吉安岡修一
電気工学年報	絶 縁 油	日立研究所	高橋治男
電気学会	送電線の接地事故の際、発電機側に誘起する異状 電圧	日立研究所	牧 元 笈 川 俊 雄
養 賢 堂	最近の水力タービン	日立工場	小森谷享
電気工学年報	絶 縁 材 料	日立絶縁物工場	小野千冬
電気工学年報	炭 素 材 料	日立研究所	高橋治男
電気協会	通信機工場に於ける空気調和の効果について	戸 塚 エ 場 戸 塚 エ 場	小林季八加藤政雄
中国地方公益時報	弧光式電気炉の電力使用合理化に就いて	安来工場	矢 野 武 彦
家庭電気文化会	モートルの取扱方について	本 社	香田武夫
電 気 計 算	海外揚水発電所と沼沢沼揚水発電所	本 社	吉山博吉
色彩教育研究会	工場の種別による色彩調節・	亀 戸 工 場	山 津 幸 夫
按 報 堂	工 場 実 施 (色彩調節)	亀 戸 工 場	山田正臣
金 属	金属学に於ける電子顕微鏡と鋳鉄黒鉛の観察例	中央研究所中央研究所	奥本武臣只野文哉
工業化学雑誌	フェノール・ホルムアルデヒド樹脂の研究(第16報) (エタノールによる熱硬化反応の観察)	日立研究所 戸塚工場	<ul><li>鶴 田 四 郎</li><li>桜 井 清</li></ul>
工業化学雑誌	フェノール・ホルムアルデヒド樹脂の研究(第17報)	日立研究所	鶴 田 四 郎
Same and the second second	(アセトンとエタノールによる熱硬化反応の観察)	戸 塚 工 場	桜 井 清
炭 礦 技 術	作業用圧縮空気の昇圧法について	川崎工場	大質重信
産業図書K.K.	水 車 の 理 論 と 構 造 (水車の調整裝置) 下巻	日立工場	深栖俊一
九州炭礦技術連盟	世界のポンプ	亀 有 工 場	寺 田 進
事務と経営	R.R.会計機を中心とした計算事務の改善	笠 戸 工 場	麻 生 武
高 分 子	超遠心機の高分子	中央研究所	黒 崎 重 彦
工業化学雑誌	エナメル線皮膜の導体への接着性(第10報) (珪素樹脂皮膜)	日立電線工場	間 瀬 喜 好