

528
92

6 7 8 9 10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

始



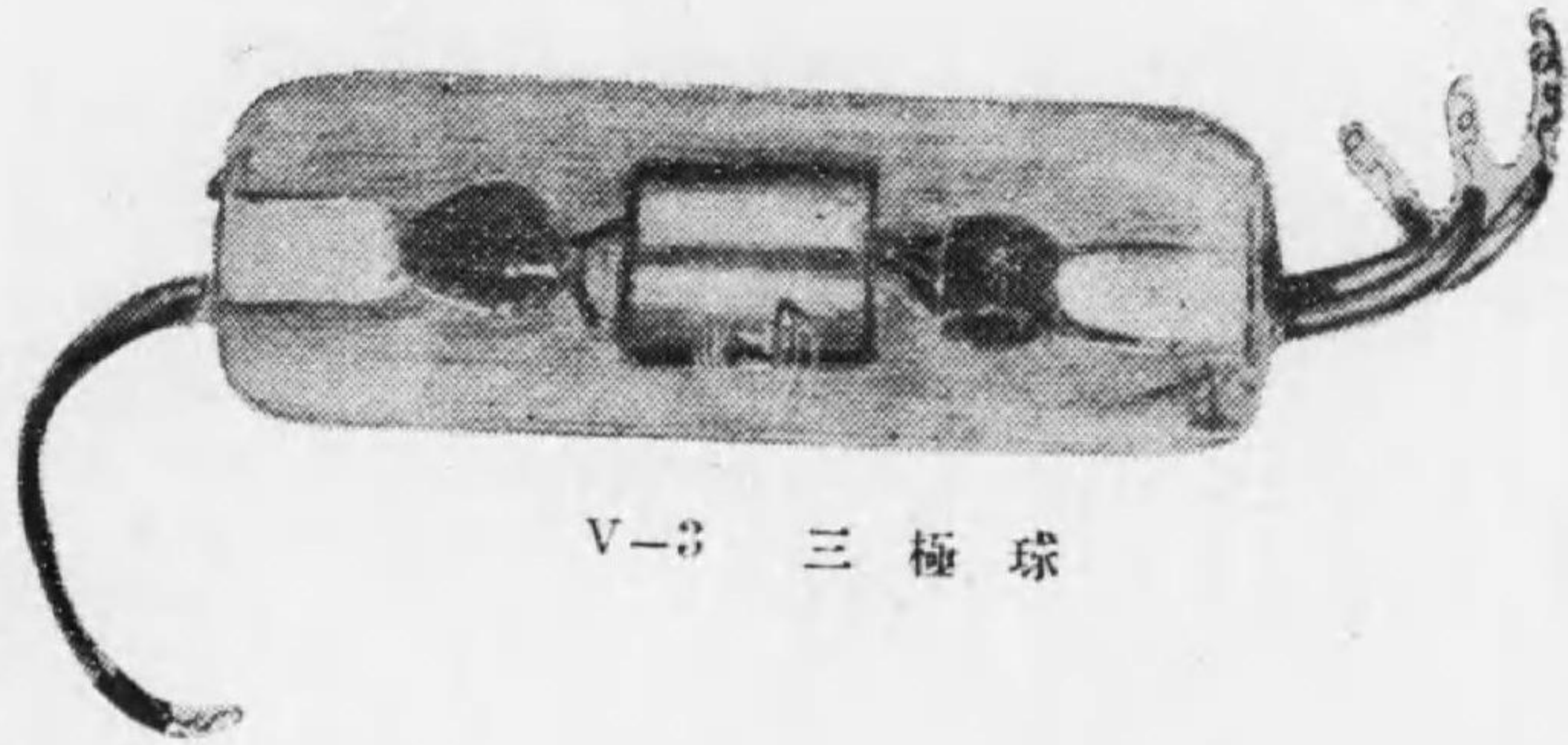
東京發明
研究所長
濱地常康著

無線用真空球の原理と應用

東京 誠文堂藏版

大正
13. 8. 1
内交

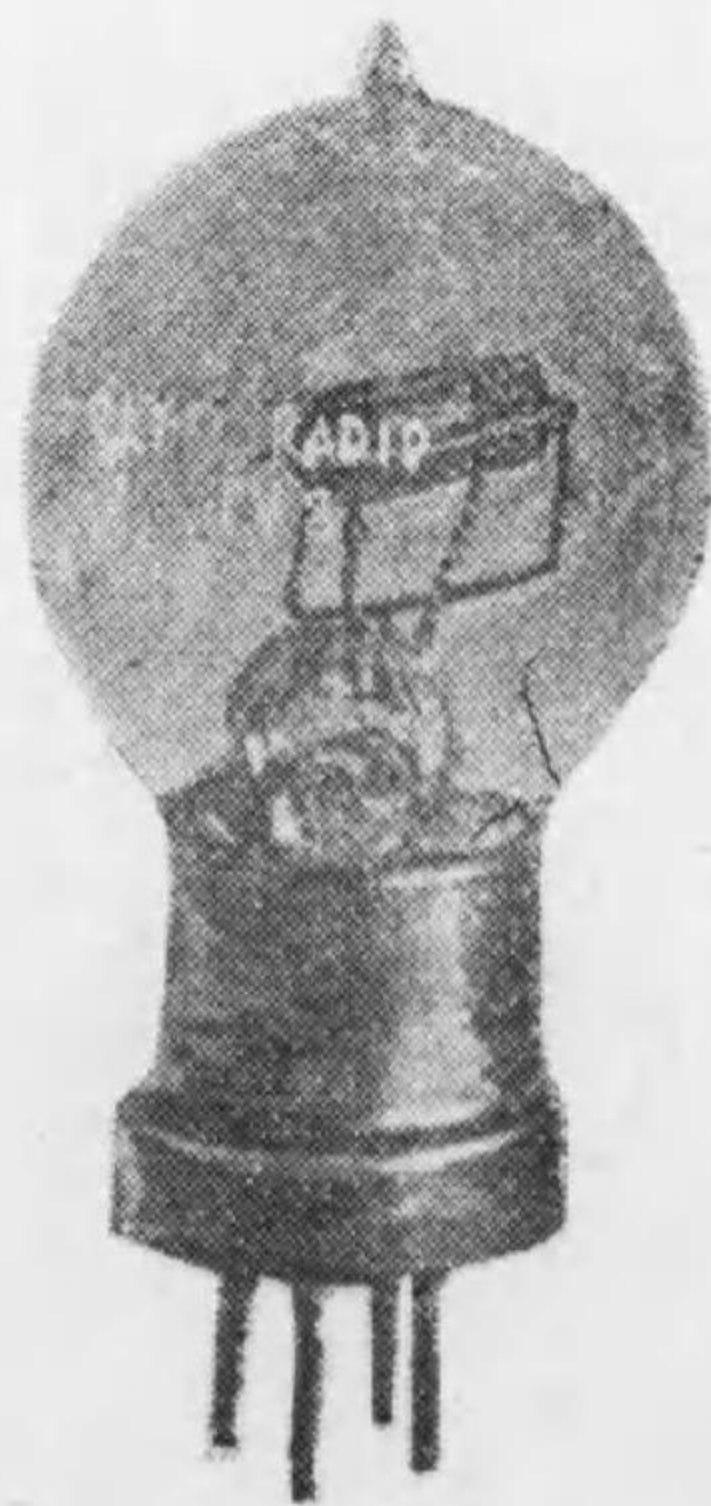
著者の実験に使用せる三種の三極真空球



V-3 三極球



V-2 三極球



V-1 三極球

528-92

自序

現在の無線電話装置の根本は真空球であらう。

無線電話の研究者が先づ無線電話の配線に興味を得られ
たならば、尙進んで其の根本問題の解決に努めらるゝであ
らう。

これ等熱心なる研究者の爲めに、著者は真空球の概念を
極めて平易に解り易く説明するここにした。

頃日來屢々研究者より『真空球の原理と應用』に就て研

無線用真空球の原理と應用

究材料を執筆する様にご希望者の多かりしかば、黙するに忍びず脱稿することにしたのである。

無學短才なる一無線職工に過ぎない著者が、僅か三年間の經驗上から得た處の和製の球に依つて親しく實測に依る眞空球の曲線と、其説明、並に製作上に必要なる式、及測定法を書いたのが即ち本書である。

短期間の經驗より得た結果を發表せしこくなれば、自然説明其他に満足の出來ない箇所があるかも知れない、并は他日版を改むるの時に之を改むることにした。特に讀者の

寛恕を仰ぐ次第である。

曩に著者の著せし『眞空管式無線電話の實驗』と本書とを併讀せられなば、必ずや其の得らるゝ處の鮮少にあらざるを信ずるものである。

大正十三年七月

排日案實施の日

府下大井工場實驗室に於て

著 者 識

無線用真空球の原理と應用

目次

目次	目
第一章 電流と熱	一
第二章 フ井ラメントと電子流	一四
第三章 プレート電流	三五
第四章 電離	四〇
第五章 電力の整流	四八
第六章 グリッドの制御力	五五
第七章 擴大常數	六九

無線用真空球の原理と應用

	目	次
第八章	内部抵抗	八五
第九章	相互傳導度	九四
第十章	擴大作用	一〇一
第十一章	電壓擴大	一一一
第十二章	工率擴大	一二七
第十三章	三極真空球に依る起振動作用	一三三
第十四章	二極真空球に依る受信作用	一四九
第十五章	三極真空球に依る受信作用	一五五
第十六章	無線電話	一六四
第十七章	結論	一七六

目次 畢

無線用真空球の原理と應用

濱地常康 著

第一章 電流と熱

無線電話を研究せんとする人々が、先づ無線電話の配線に興味を得たならば、必らず其の根本問題を解決せんとするであらう。

この真空球の原理と、其の應用に就て、以下章を遂ふて記述しやう。其れには真空球の概念を得て置くならば、必らずや大に得る處があるであらう。

電流と熱

無線用真空球の原理と應用

無線用真空球とは、真空中に物質を加熱して、其の物質より放出する處の陰イオン、或は陰電子の作用が、此の球を働かせる處の原動力となるのであるから、少し繁雜の嫌ひはあるが、説明の順序として、電流と熱及び被熱體に就いて説明する。

諸君も知らるゝ如く、電燈は真空中に物質を電流に依つて熱せしめて、光線を得るものである。

であるから、電流と熱と題する本章も、電燈を主として説明することになるのである。

電燈球は、硝子管中に抵抗大なる、而して熔解點高き金屬細線を封入して、之れを熱するのである。

して、斯の如き金屬細線をフシラメントと稱し、無線用球の場合は、それよ

り出づる電子（後章に詳しく述べる）を、最も巧みに、之れを利用したものである。

然し電燈球の場合は、光線を得るが目的であるが、此等無線球の場合は、電子流を得るが目的であるから、兩者各々異なる所は、多くは球中の排氣とフシラメントの物質にあるのみである。

今一個の抵抗線に電流を通じたる場合、其の單位時間に發する熱量はジュールの定律に依り

$$J = RI^2 \dots \dots \dots (1)$$

である。

即ちJは、單位時間に發生する熱量ジュールで、Rは其の線の抵抗オーム、Iは、其れに通ずる電流アンペヤである。

而して之の値をカロリーで求むる時は

$$H = I^2 R t \cdot 0.237$$

Hはカロリーである。

通常の場合、Vボルトの電圧が、Iアンペヤの電流を通じたる場合、オームの法則にて、Rの抵抗力は

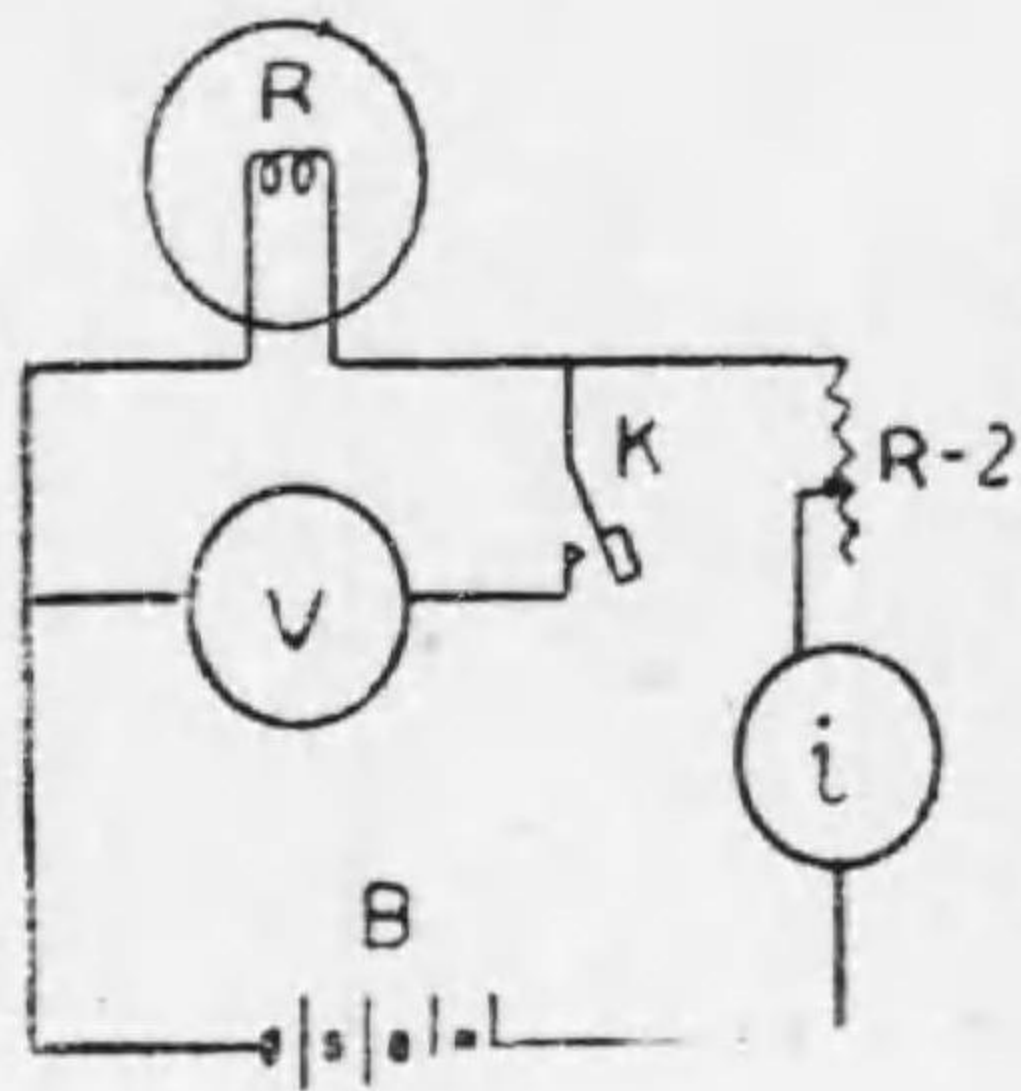
$$R = \frac{V}{I} \text{である。}$$

今第一圖の如く、一個の電燈と加減抵抗器 $R-2$ を装置し、電燈に併列に電圧計Vを入れる。之の回路中に、電流計I及電池Bを接続する。

Rの抵抗は球中のフッラメントの抵抗であるが、之の値は物質に依り、又熱せらるゝ温度に依り變化するから、圖中先づRを求むるのである。

REI RI

第一圖



$R-2$ を加減してRを或る點に輝かしたとする、其の場合Iアンペヤの電流が通つたとする。

次にKの電鍵を押してR兩端の電圧をVボルトであつたとすれば、其の場合の抵抗は約

$$R = \frac{V}{I} \text{である。}$$

で、Rを熱する熱量は(カロリー)

$$H = 0.237VI \dots \dots \dots \text{であり。}$$

又 $H = 0.237RI^2 \dots \dots \dots \text{である。}$

此の式中

Rを構成して居る物質の比熱をCとし、其の重さをmグラムとする。

無線用真空球の原理と應用

$$mct = 0.237RI^2$$

$$t = \frac{0.237RI^2}{mc} \dots\dots\dots (2)$$

而して、 t は攝氏の温度である。
或は

$$t = \frac{0.237VI}{mg} \dots\dots\dots (3)$$

でも求むる事が出来る。

此の場合、 V はフ井ラメントと併列せられた電圧計の値、即ちフ井ラメントの電位である。

m の質量は比重より求むことが出来る。

$$S = \frac{m}{Q} \dots\dots\dots (4)$$

S 密度、 Q 體積 cm^3 、 m 質量グラムであるから、此の式より $m = SQ$ である。
で、此の場合、 S は比重である。

前式に此の値を代入すれば

$$t = \frac{0.237VI}{c\pi r^2/S} \dots\dots\dots (5)$$

であつて、 t 攝氏温度、 c 比熱、 r 可熱體の半径 (cm)、 l 其の長さ (cm)、 S 其の物質の比重、 V 電圧、 I 電流である。

然し、之の場合には全部の電流が熱として、フ井ラメントに作用すると思つた場合である。

無線用真空球の原理と應用

比 重		比 熱	
銀	10.5	銀	0.056
銅	8.9	銅	0.093
白金	21.5	白金	0.032
鐵	7.8	鐵	0.110
タングステン 16-19		タングステン(不明)	

フ井ラメントは、 t 度に熱せらるゝのであるが、之の値を絶體温度で表はせば

$$t = \frac{0.237VI}{CMT^2/s} \quad \text{式に於て}$$

で求むるのである。

今比重及比熱を各物質に付いて表とすれば、以上の如き値である。

第一圖の如き配線に依つて、點火せられた球のフ井ラメントの電壓電流、及其の物質の質量を知り、尙ほ

比熱を知れば大約のフ井ラメントの温度は決定し得るのである。

して電燈の場合は、輻射として熱は失はれ行くのみと見て良いのである。今フ井ラメントを構成する物質の融解點を示せば

元 素	白金	イリヂウム	タンタラム	オスミウム	タンダステン	炭素
融解點	1800°	2200°	3200°	2500°	3200°	3750°

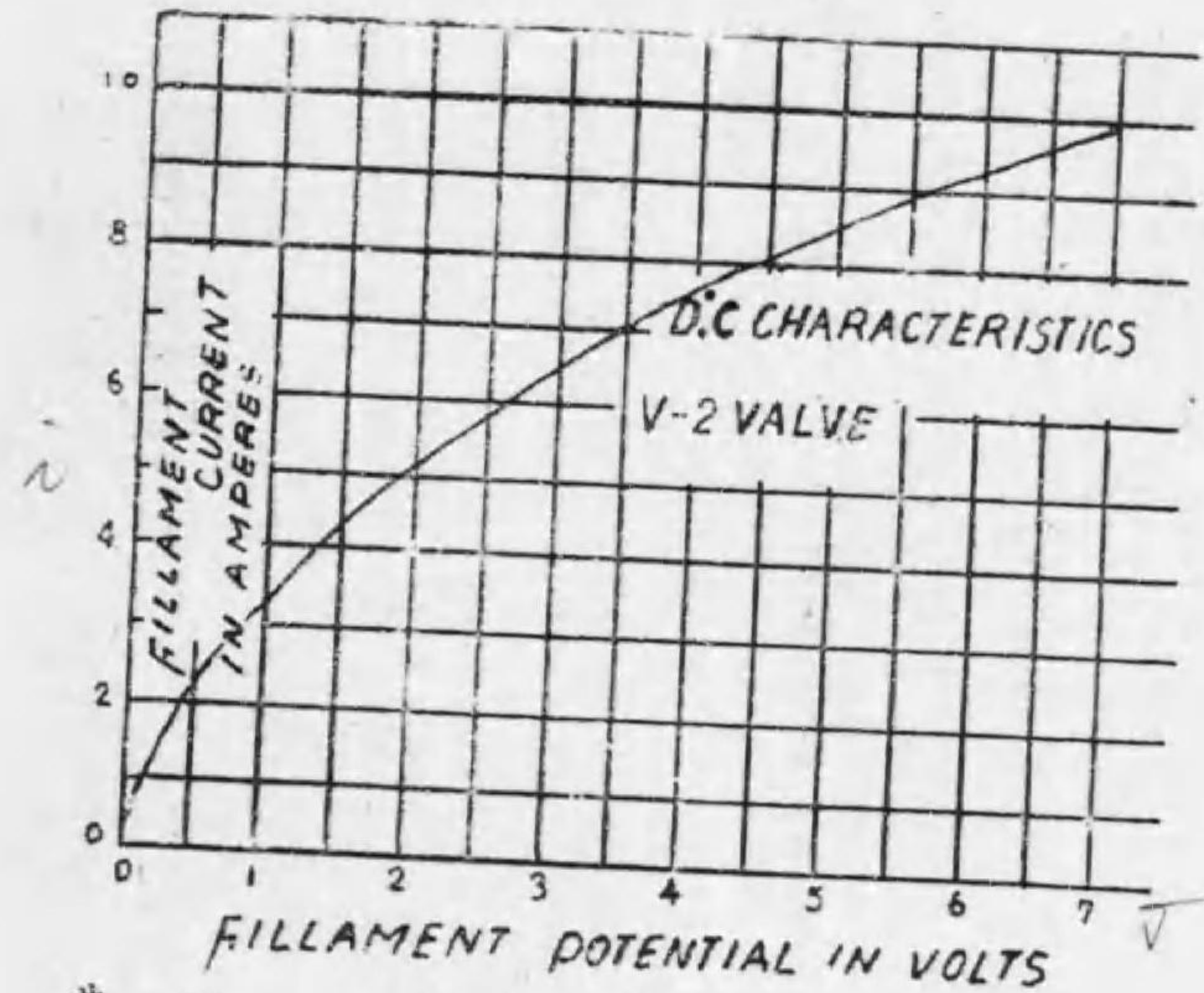
である。

で炭素は實際に於ては、攝氏 1200°。以上に熱する事は出来ぬ、壽命を甚しく短縮するからである。

然し、タングステンは攝氏 3200°。度に熱するも、炭素の如く粒子の飛散を見ないのである。

無線用真空球の原理と應用

第二圖



然し、タングステンに於ても、2200。以上熱する時は、微粒子飛散して10時間を保つ事を得ないのである。

フ井ラメントの壽命は、一々適當なる熱度に熱する事であつて、適當なる熱度に於ても、自然とフ井ラメントよりは長時間に微粒子飛散し、フ井ラメントは細くなり、終に切れるのである。第一圖の如き、配線を用ひフ井ラメントを輝かす電圧を種々に變化し、フ井ラメントに流るゝ電流を曲線に書く

時は、第二圖の如き曲線を得るのである。曲線の下方水平線上にフ井ラメント電圧をとり、左方垂直に其の電流を求むるのである。

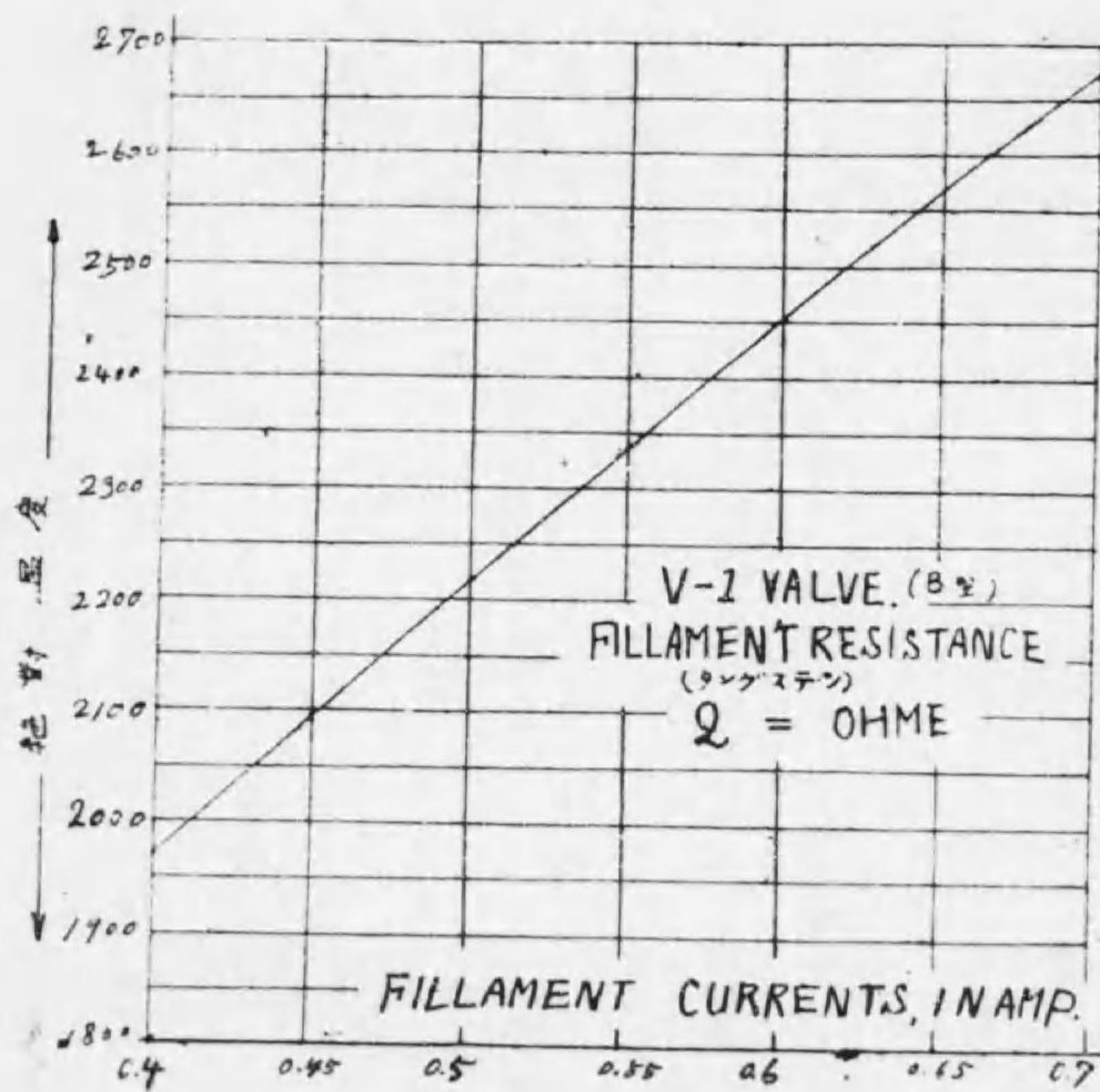
之の曲線を見る時、一定のフ井ラメントに於て、其の電圧と電流は正比例しないのである。

即ち、二ボルトの電圧の時、電流は5 AMP. 流れ得るに拘はらず、4ボルトにして 7.3 AMP. 外か流れないのである。

此れはフ井ラメントを構成する物質の温度係數に起因するのであつて、之の場合には温度を増すにつれ、フ井ラメントの抵抗が増加した事を知るであらう。

即ち、二ボルトの時は四オームであるが、四ボルトの時は0.47オームとなるのである。

第三圖



今フ井ラメントの電流と、フ井ラメントの温度を第三圖に示すとフ井ラメントの温度はほぼ直線となるのである。

之の曲線は發明研究所「三極真空球」就いて實測した値より畫いたのである。

そこで下方水平部は

無線用真空球の原理と應用

フ井ラメントの電流であり、左方垂直部は絶対温度に於けるフ井ラメントの温度である。

で、之の球のフ井ラメントの通常の抵抗は約二オームである。

球のフ井ラメントはタングステンにして、東京電氣株式會社即ち C.E. の特許フ井ラメントを用ひたのであつた。

電圧は六ボルト電池より與へ、其の回路中に抵抗器を入れて電流を加減し、之の値を測定したものであつた。

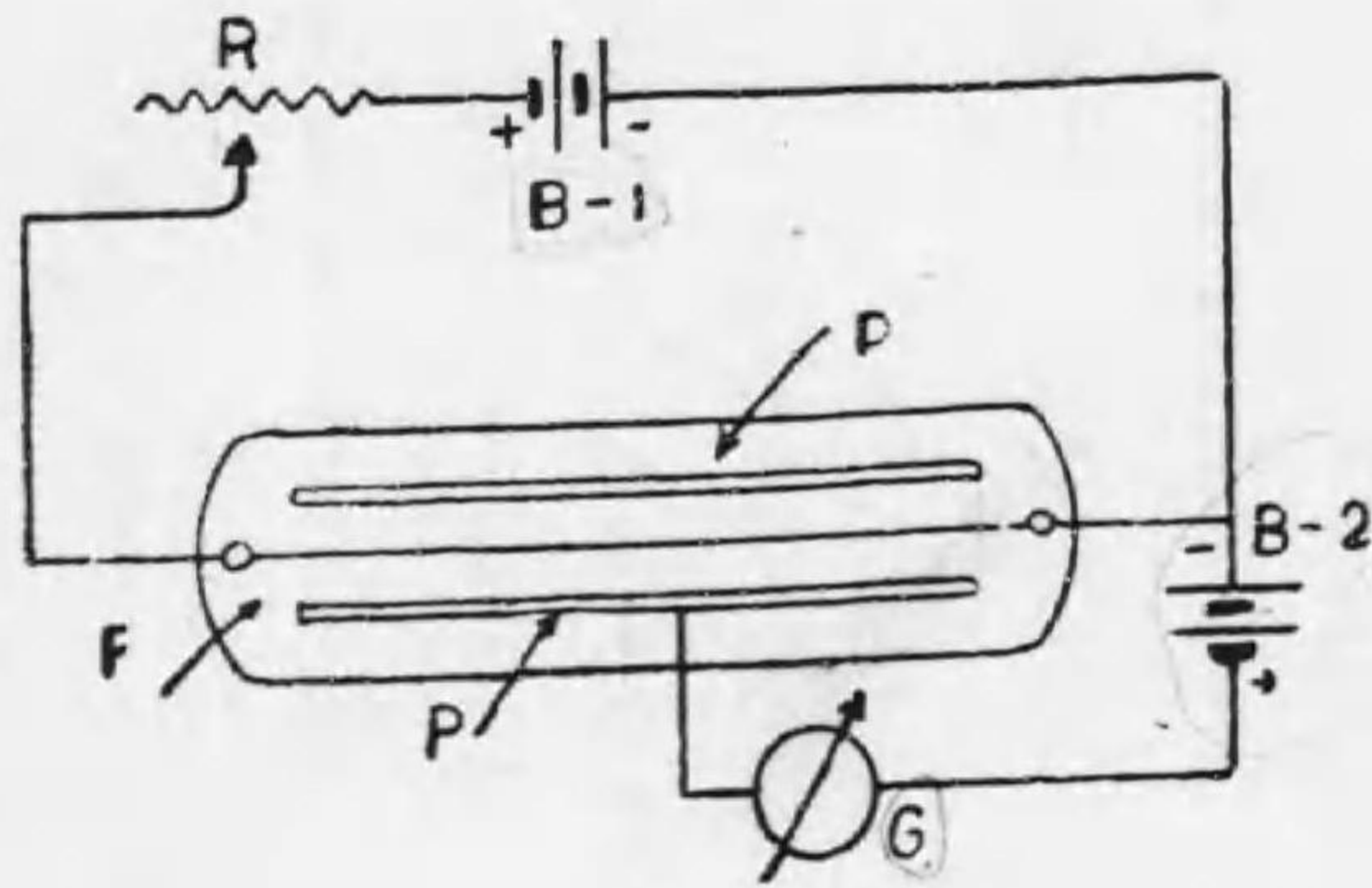
0.4 アンペヤの時、1970度、又0.7アンペヤの時に於ては、2670度にフ井ラメントは熱せられたのである。

第二章 フ井ラメントと電子流

通常の温度に於ける導體は、或る一定な抵抗力に依つて其の内より電子は飛び出す事はないが、其の導體に温度を興へる時は、或る一種の抵抗力に打ち勝つて電子は導體外へと飛び出るのである。而して空中を充するのである。之れを空間充電と云ふ。

リチャードソン氏 (Richardson) は、嘗て第四圖の如く硝子管中に金屬製の圓筒Pを安置し、此の中央に沿ふて白金線Aを張つたものを作り、之の球を千分の一ミリメートル以下に排氣し、之のフ井ラメントFにコーの電池より電流を興へ、Pと此のフ井ラメントの間に電流計Gを入れ、Pを陽極に充電せる場合、P-F間に電流が流れたのであつた。で此の電流は、フ井ラメントを輝す

第四圖



無線用真空球の原理と應用

方、即ちフ井ラメントFを電流に因つて、高温度に熱する方大なる電流を得たのである。氏が白金線を1500°C位まで熱した時、Pにフ井ラメントの表面積1ミリメートル平方に付き、約一ミリアンペヤの電流が、而して炭素フ井ラメントを用ひた場合は約一アンペヤの電流を得たのである。之を以つて見れば、フ井ラメントの物質に依り、又それを熱する温度に依りフ井ラメント表面より出づる電子の量は變化するのであ

る。

リチャードソン氏は、其の實驗の結果によつて次の如き式を出したのである。

$$I_s = A T^2 e^{-\frac{W}{kT}}$$

式中 A は一センチメートル平方に付き、出づる電子の數、 k 及 W は常數であり、 e は自然對數の常數、及 T は絶對溫度である、(絶對溫度とは、分子活動の全々起らざる時の溫度にて攝氏零度以下二百七十三度、) 絶對溫度であるから攝氏溫度に二百七十三の數を加へた値となり之れをケルウイン溫度とも云ふ。

今ダツシユマン氏が (S. Dushman) 與へた、タングステンのフ井ラメントに就いて絶對溫度プレート飽和電流、フ井ラメント、ワット其他に付いて表として書いて見る。

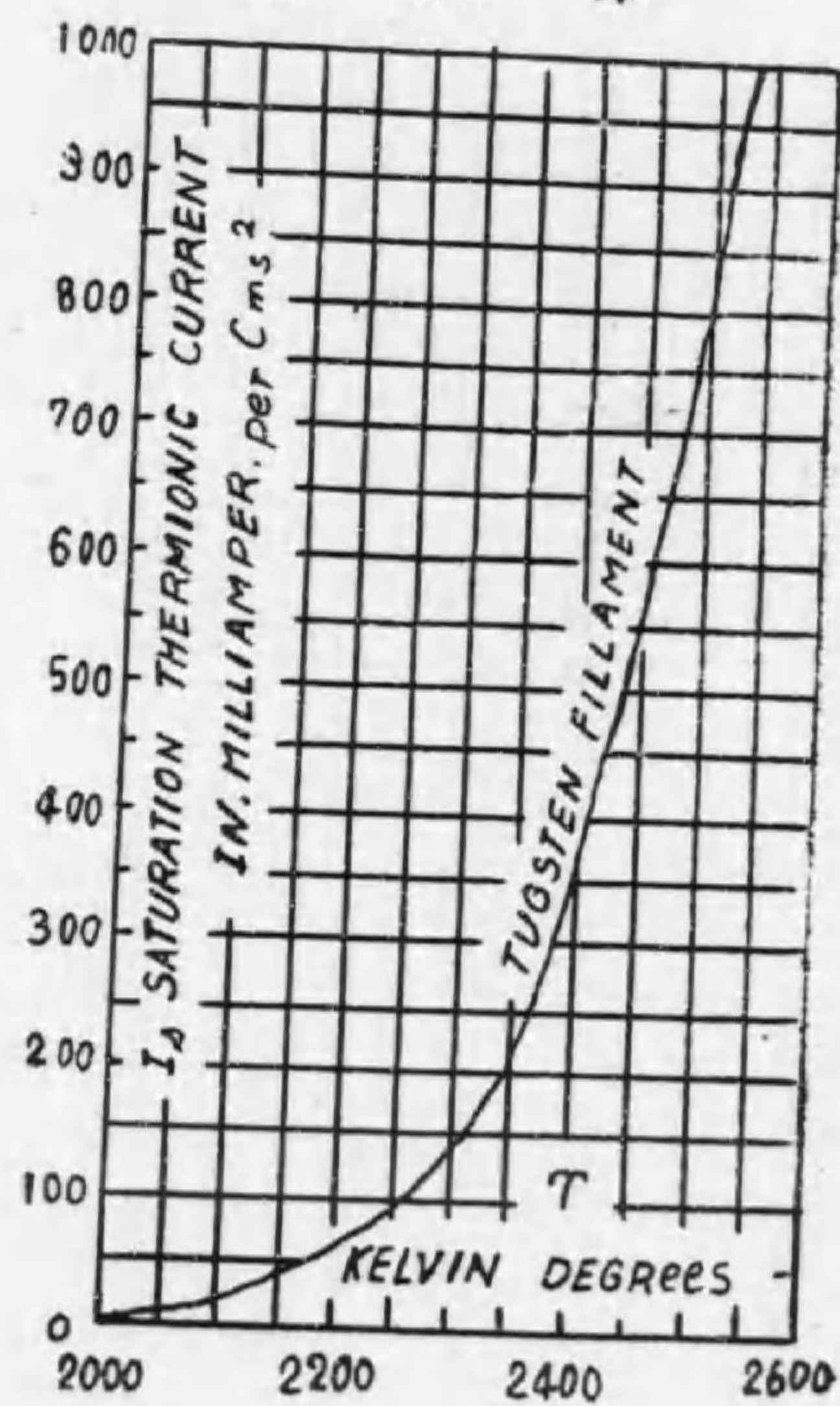
T	P	I_s	S	T	P	I_s	S
1000	0.9	1.2×10^{-11}	1.25×10^{-11}	2200	43*	48.3	4.5×10^{-1}
1500	6.9	6×10^{-11}	8.7×10^{-11}	2300	53*	137.7	2.6
1800	16.4	3×10^{-11}	1.8×10^{-11}	2400	65*	364.8	5.6
2000	26.9	4×10^{-11}	1.6×10^{-11}	2500	77.5*	891.0	11.5
2100	34*	15	1.6×10^{-11}	2600	90*	2044	22.4

表中 T は絶對溫度、 P はフ井ラメント一センチメートル平方を點火するワット、 S はフ井ラメントのワットで、サチレーション電流を割つたもの、 $\frac{I_s}{P}$ の熱電子勢力、 $\frac{I_s}{P}$ はフ井ラメント一センチメートル平方飽和電流 (ミリアンペヤ) である。

此の表により、 T に依つて得る處の飽和電流 (電子の) の曲線を書いて見る

無線用真空球の原理と應用

第五圖



(ミリアンペヤ)の値を求め、下方水平部には、2000度の絶対温度より2600までタングステンに加へる絶対温度の割合 (Degree) である。之の曲線に於て見る時、如何に電子流が熱に依つて、甚だしく増されるかが

第五圖の如き曲線となるのである。

即ち曲線は、左に其の千分の一時フ井ラメント、直徑タングステン一センチメートル、平方に對する飽和電流

知ることが出来るであらう。

であるから同一物質にして、同一面積より發する電子の差は、温度の昇るに従つて増大するのである。

電子放射面は、大なるだけ正比例して電子流は増すのである。

又熱電子勢力、Sは、次の式より求むる事が出来る。

$$S = C \sqrt{m} \dots \dots \dots (7)$$

C及nは常數である。

Pはフ井ラメントを點火する時、 C_{ms} 面積に對するワット即ち力率である。

又 \bar{v} 即ち飽和熱電子 (milliamperes²に對する)は

$$I_s = C_{pm} + 1 \dots \dots \dots (8)$$

である。

無線用真空球の原理と應用

でタングステンのフ井ラメントであれば

$$C = 1.812 \times 10^{-7} \text{ である、}$$

$$n = 4.13 \dots \dots \dots \text{ である。}$$

又リチャードソン氏の式に依れば

e を電子の電荷、即ち (electroionic charge) とすれば、センチメートル平方に對する飽和電流は

$$I_s = AT^{1/2} e^{-b/T} \dots \dots \dots (9)$$

である。e の値は、此式に於て

$$2.718281828590 \dots \dots \dots$$

此の場合、 I_s は飽和電流アンペヤである。A 及 b は常數にて、物質にて異なる

T は絶對温度である。

而して次ぎの表の値は、ラングミニューア (Langmuir) 氏の値である。

A は C_{max} に對するアンペヤであり、b は絶對温度より得た常數である。

即ち一定導體より生ずる單位面積の電子は、其の物質を熱する温度に依つ

物 質	A	b
Oxide coat (W.F.)	$(8.24) \times 10^4$	$(1.92-2.38) \times 10^4$
タングステン	2.36×10^7	5.25×10^4
トウケム	2.0×10^8	3.9×10^4
タングラム	1.12×10^7	5.0×10^4
モリブデン	2.1×10^7	5.0×10^4

て増し、温度が一定せる場合には、一定量以上の電子を放出する事は出来ない

無線用真空球の原理と應用

のである。

此の場合に於ける電子は、全部飽和せらるゝのである、即ち物質中よりの全部の電子は出ださるのである。

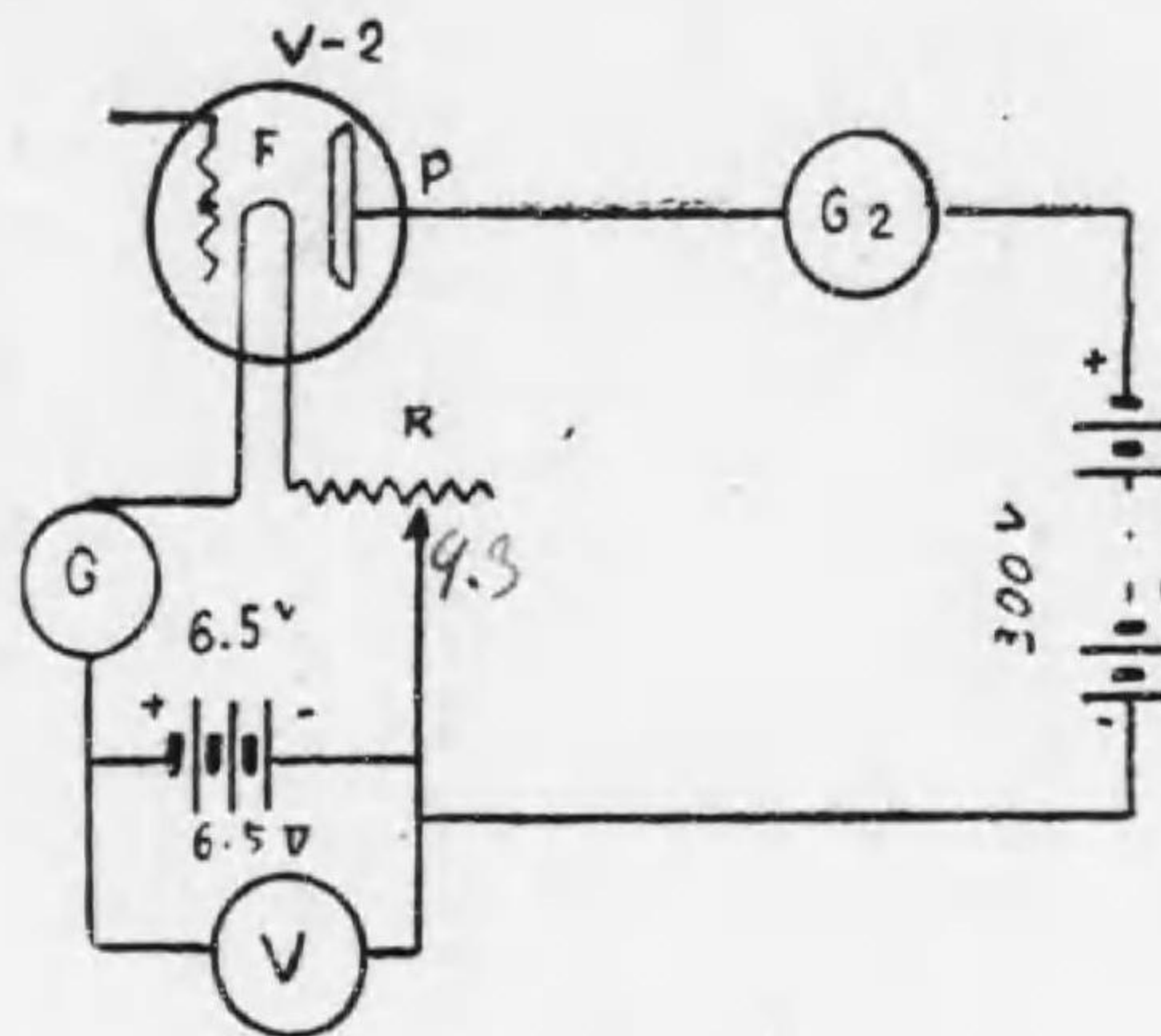
この場合を飽和電流と云ふのである。

今、第六圖の如く、真空球のプレートに三百 μ のポテンシヤルを與へ置き、フ井ラメントの電流を變化し、各電流の下にフ井ラメントを點火する。即ちフ井ラメントを電流に依つて各温度に熱するのである。

然してプレートに流るゝ電流を、 I_p の電流計に依つて計る時、以下の値を得たのである。

球は μ に球を用ひ、フ井ラメントの通常温度に於ける抵抗は 300Ω であつた。

第六圖



のであつた。

無線用真空球の原理と應用

表中 I_p は、フ井ラメントの電流、 G に依つたアンペヤ、 I_p はプレートに流れた I 電流に依つて熱せられた場合の飽和電流である。

此の場合實驗に用ひしプレート電壓は、 300

ボルトであり、フ井ラメント電壓は 6.5 ボルトを用ひた

I_f	I_p	フ井ラメントの全抵抗
0.4	0.2	16.5
0.45	0.7	14.65
0.5	0.9	13.00
0.55	3.4	12.00
0.6	9.6	11.00
0.62	15.0	10.05
0.65	22.6	10.15
0.7	42.6	9.43

即ち此の場合、 Γ_2 により熱せられた電子電流が全部プレートに引きつけられたのである。即ちフイルラメントが熱せられ居れば、球中には常に Γ_2 に等しい電子が自由に出てて空間充電をしてゐるのであるが、プレートが陽に電位せられてゐる爲め、電子は全部プレートに吸引せられて流れるのである。

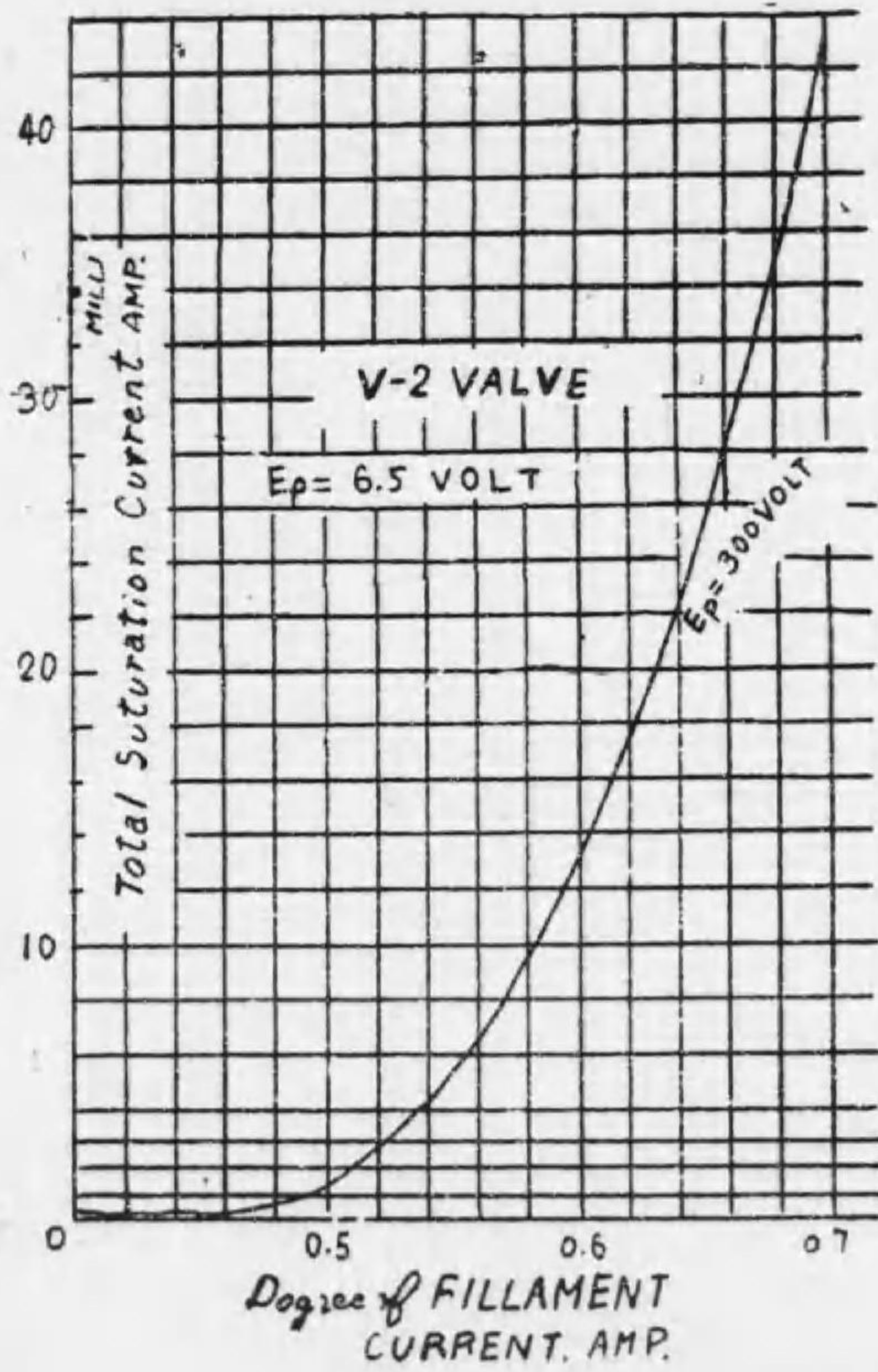
電子一個の電荷は、約 4.68×10^{-10} CGS. 静電單位である。

又は 1.56×10^{-18} CGS. 電磁單位である。

今前表よりプレート回路に得る所の電流と、フイルラメントを輝す（即ち熱する）電流をプレート電位として 300 ボルトを與へた場合のプレート電流の曲線を畫いて見ると甚だ興味ある曲線となるのである。

即ち第七圖の曲線となるのである。

フイルラメントの電位と、フイルラメントの電流に依つて得る曲線は、即ち熱せら



第七圖

無線用真空球の原理と應用

るる事に依つて、如何に電流が急速に増加するかを知る事が出来るのである。

之の實測に使用した球は、タングステン、フイルラメント球であつたが此のフイルラメント

の物質に依つては、又甚しい變化を與へるのである事は前述したが、尙ほ其のフ井ラメントに、或種の金屬を加へる時は、低温度に於ても、良く電子の放射量を増させる事が出来るのである。

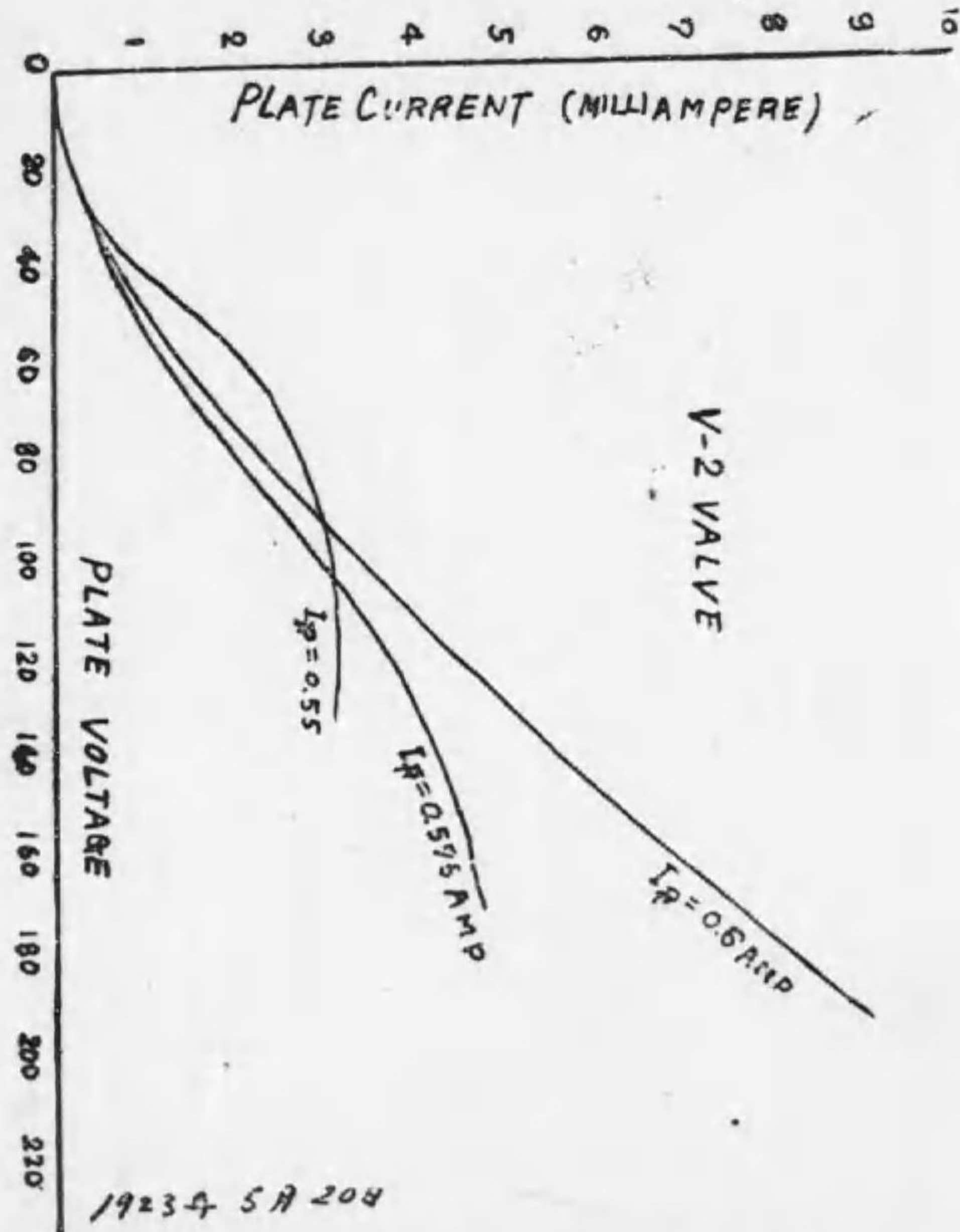
電子の放射、即ち電子の放出量はフ井ラメントの物質に依つて、其の面積に依つて、尙ほ其れを熱する温度如何に依つて、決定せられるのであつて、如何にプレート電位を増すも、一定以上には電子流は流れ得ない。即ちフ井ラメントより放出して空間充電をなす全電子を吸引するのみにて、其れ以上はフ井ラメントをより熱するか、物質を換えるか、或はフ井ラメント表面積を増すかせねばより多くの電子は得られないのである。

第八圖はプレート電位に依つて得たプレート電流である。

今 0.55 アンペヤに依つて、フ井ラメントを點火した場合は、100 ボルト附近

第八圖

無線用真空球の原理と應用



よりはプレート電流はプレート電位を増すとも、最早増さないものである。即ち $I(0.55)$ の時は、 E_{p1} は 100 ボルトにて飽和電流したのであつて此の點を飽和點と云ひ、其の時プレートに得た電流を

飽和電流と云ふのである。

然るに、今 If が 0.575 Ampere であつた時、160 Volt で飽和するのであつて之れ以上の電位を増すも、其の電流は同一である。

之を以て考える時はフ井ラメントは甚だ重大なものにて、之より得るプレート電流は、皆フ井ラメントより出づる電子を只プレート電位が吸引するに依つて得らるゝのである。

フ井ラメントの第一生命、即ち真空球の第一生命はフ井ラメントの壽命と、其れより出だし得る電子の量であらねばならない。

今電子對フ井ラメントの事は前述したが、フ井ラメントと其の壽命に就いて述べるに、先づ受信球としては餘り大なる電子流を要せない、即ち多くのプレート電流を得るより大なる擴大率を持たせねばならない。

然して出來得るだけプレート電位は少なるほど使用に便利である。然らばフ井ラメントは細いもので、電力の少ないものでなければならぬ。然し一方に於ては其の壽命を考える必要が起るのである。

而して受信の場合は餘り球を輝す事が少ないから、割合に其の壽命は永いのであるが、然し起振動用球としては大なるプレート電子流を得る爲めに大なるフ井ラメントを要するし、大なる電子流を要するから、此の場合はフ井ラメントに就いての問題は考えねばならない。然し高價な球も只一本のフ井ラメントが切れる事に依つて最早使用する事は出來なくなる。何れにせよフ井ラメントは餘り輝かして用ひる時は短命となり、通常の場合は 1000 時間以上壽命を有せしめるには次ぎの如くする必要があるが實際は一千時間餘が生命であらう。

左表に於ては、フ井ラメントの直徑ミル。に 1000 時間を生命を保つ爲めの安全

フキラメント直徑	安全熱命 2000時間の生命	ls per Cm. × length	Watt per Cm. length
5ミル	2475	30	3.1
7ミル	2500	50	4.6
10ミル	2550	100	7.2
15ミル	2575	200	11.3

熱、長さセンチメートルに於ける飽和電流、センチメートルのフキラメントの長さに対する $Watt$ である。此の表はダツシユマン氏より得たのである。

又タングステンフキラメントに於て、徑五ミルのものを $2400^{\circ}K$ に熱した場合、 4000 時間を使ふ事が出来たが、十ミル徑の回路を、 $2500^{\circ}K$ に熱した場合は、 3000 時間であつたそうである (K とは絶対温度である)

此等から見る時はフキラメントの壽命は、其れを熱する温度如何に依つて、驚く程の變化があるのである。

即ち多くの場合フキラメントの細大よりそれを熱する温度の低い方、其のフキラメントの壽命は永く保たれるのである。

フキラメントを熱する温度低くして、作用する目的に作られた球はネルンストランプの如く、他金屬にアルカリ土屬をフキラメントの表面、或はフキラメントを構成する金屬に混合して使用せらるゝ事もある。

又タングステン、フキラメントに酸化トリウムを混合したる場合に於ては、同一タングステン、フキラメントの數倍大の電子を放出せしむる事が出来るのである。

或はプラチニウム、フキラメント表面に、酸化ストロンチウム、酸化マグネシウム、酸化カルシウム、酸化バリウム等を被金して用ひる時は同一フキラメントに於て、赤熱状態に於て作用せしむる事が出来るから、甚だ其の壽命

を永く保たしめ得るのである。

然し、此等の被金フ井ラメントは、白熱せしむれば却つて破壊せらるゝのである。

最も有効にフ井ラメントより大なる電子を、成る可く小なる温度の下に出し得る事が出来るなれば、三極真空球、其他 Thermionic Valve の使用は、尙ほ更多くなるであらう。

我々が、之れから研究せねばならぬ、又発見せねばならぬ、球はフ井ラメントの改良、即ち如何なる化合物、或は混合體が最も低温度にして、大なるサーミツクエミツション(熱電子流)を得るかを、現在以上に知る事に依つて、發明は立派に成し得られ、現在より一層無線用、或はX線クリツヂ管用フ井ラメントとして人々が重寶とする事であらう。

まだフ井ラメントに就いては、大なる一問題が其の解決を我々の上に待つてゐるのである。

前述せるトリウム、タングステン混合フ井ラメントは、ラングミニユーア氏に依つて発見せられ、他はネルンスト氏に依つて見出だされたのである。

之れから無線電話の世の中であると同時に、無線用發振器として、或は其の電源として、三極及二極真空球利用が増加するのである。

而る時は大無線局に於て使用せんとするに、現在の球にては、大なる電力の使用は現在限定せられてゐる感がある。現在の球では100キロワット以上の物を作るには困難である。

之れが解決は、其のプレートの過熱を防ぐ事と、最良な硝子球と、其のフ井ラメントである。

冷却装置は、今日既に解決に近づいてゐる。

又硝子は或る程度まで、オキシアセチレンブロームパイプに依つて、即ち水晶硝子の使用と云ふ事に依つて、之れ又解決に近づいてゐる。

只、現在未解決な問題はフ井ラメントの生命と、其れより出づるサーモイオニツク、エミツションを出來得る限り増大せんとする事である。

數個併列に使用する時は、最良の場合に於ても、くゞしかならないのである。大なる電力を出ださんとするには、球の一個を使用する方が能率は多いのであると云ふ事を知れば、尙更ら前述せる點を注意する必要があるであらう。

第三章 プレート電流 (Plate Current.)

今球中のフ井ラメントに電流を流す時は、其のフ井ラメントは熱せられて、フ井ラメント中の電子は球中に空間充電をなすのである。

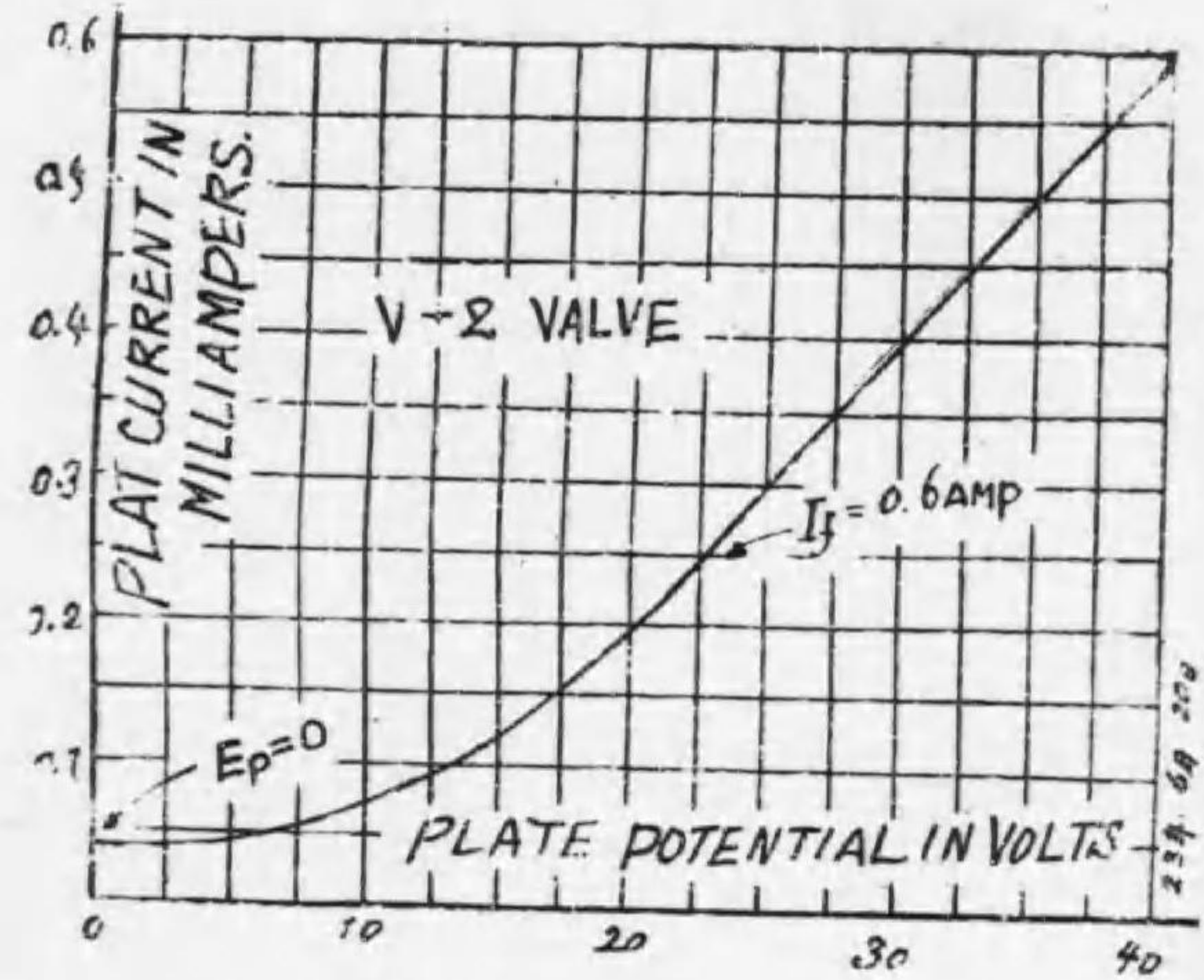
して之の放出は、球中のプレートに電位無き場合に於ても放出せられて、空間充電をなす熱電子に依つて、プレートには第九圖の如く極めて少量の電流が流れ得るのである。

プレートに陽の電位を與へる時は、其の電位差を増し行く事に依つて、空間充電をしてゐる熱電子は、次第にプレートに引吸せられて行くのである。

即ち、熱電子流は、次第にプレートに流るる量を増すのである。

然るに、或程度以上プレートに電位を加へた時は、即ち全フ井ラメントより

圖 九 第



出づる熱電子をプレートが吸引した場合
は、最早やプレートに電位を増すも、電
流は、其れ以上は流れ得なくなるのであ
る。

此の點を飽和點と稱し、之の場合流る
る熱電子流を飽和電流と云ふのである。
前述の如く、之れはフ井ラメントより出
づる熱電子が全部プレートへ吸引せられ
たからである。

フ井ラメントが、或る温度に熱せられ
た時出づる全熱電子流は、第(9)式で求

むる事が出来るが、此の場合熱電子が、フ井ラメントに無限大に有すると考
へたとし、即ち飽和するプレート電位以内の電圧に於ける熱電子と、プレート
電位には次ぎの如き關係がある。

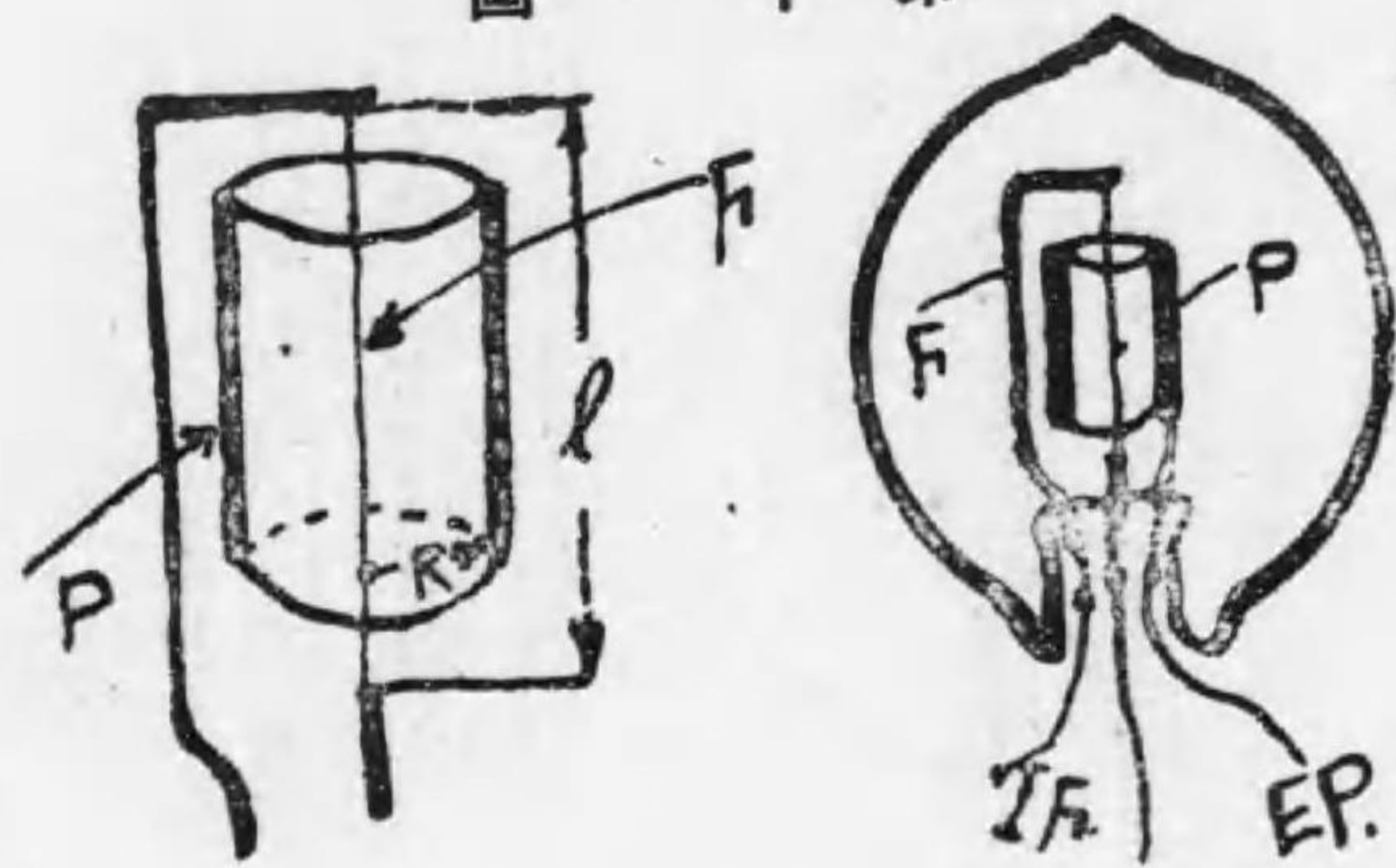
第十圖の如き、二枚併列のプレートの中に、フ井ラメントを有する球に於
て、 Γ_1 及 Γ_2 の中間に、Fのフ井ラメントが張られてゐるとする。然る時プレ
ートに、或る電位を陽に與へるなら、フ井ラメント及プレートに流るゝ電流は、
何アンペヤであるかと云ふに、

$$I = 2.333 \times 10^{-4} \frac{A E^{\frac{3}{2}}}{d^2} \dots \dots \dots (10)$$

で求むる事が出来るのである。
Iはプレートの一センチメートル毎に流るゝ電流とする。

無線用真空球の原理と應用

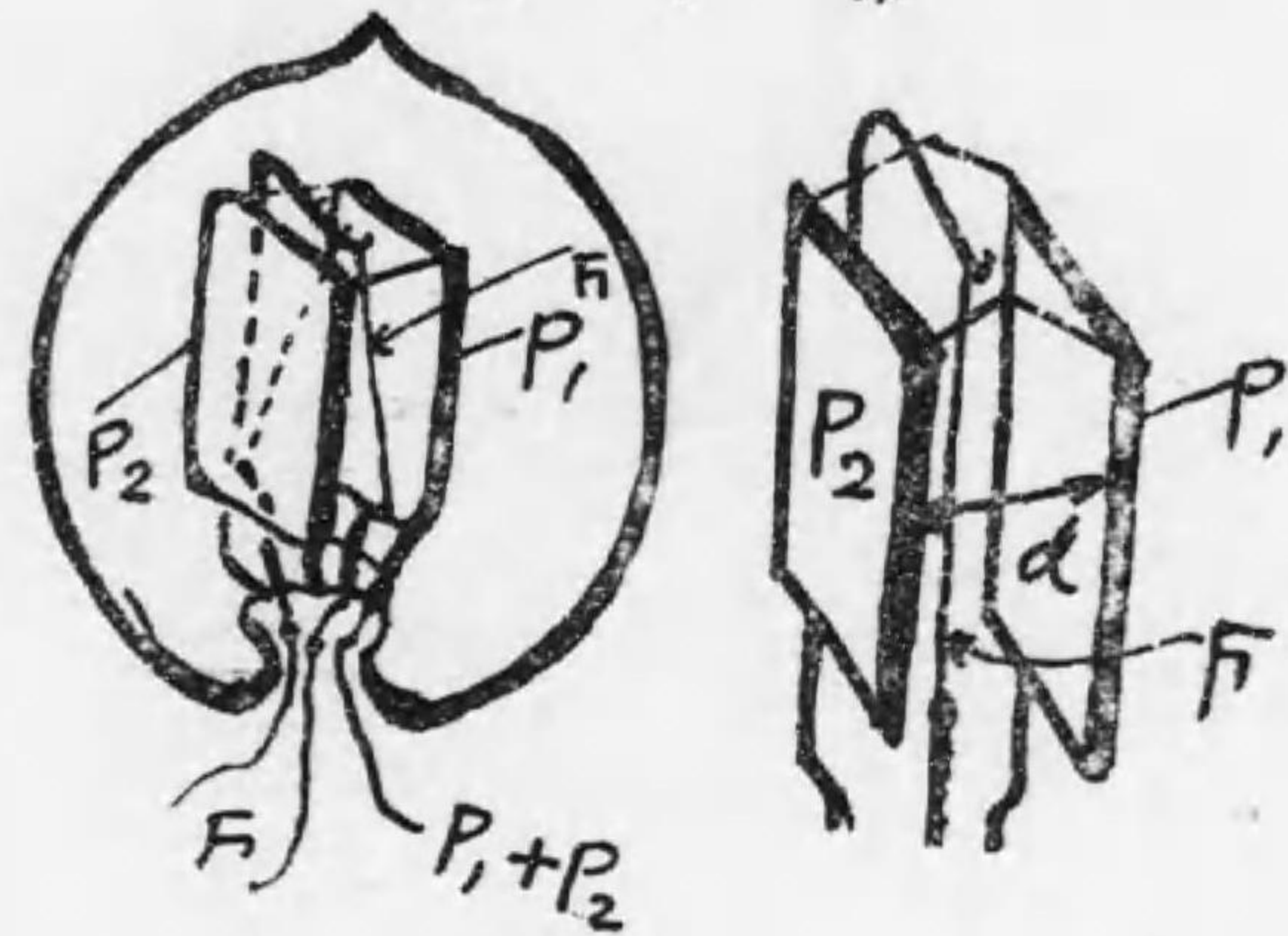
圖一十第



無線用真空球の原理と應用

トの内半径 0.5 cm はフ井ラメントの長さ 0.5 cm で、
 I はプレート一センチメートル、長さ毎の熱電子流 AMP. である。
 此れ等の空間充電と熱電子流の關係は、其のプレート電位に依つて得る電流の曲線が大いに延長せらるゝものとした場合、即ち飽和せないものと考えた場合であるが、前式 $CE^{\frac{3}{2}}$ に依つて見る時は、此の場合に於てプレート電位が増せば、其の電流は、其の電壓の $\frac{3}{2}$ べきに比例して増す事を知るであらう。

圖十第



d は二枚併列せるプレートの對向距離、即ち圖中 P_1, P_2 間の距離、 E はプレートの陽に充電せらるゝ電壓、 A はカソード (フ井ラメント) の面積 0.5 cm^2 で (第十二圖の如く) である。
 筒型のプレートの中央に、一本のフ井ラメントを張りし真空球に於ては其のプレートの長さ一センチメートルに對しての電流は

$$I = 14.65 \times 10^{-8} \frac{1}{\sqrt{d}} E^{\frac{3}{2}} = CE^{\frac{3}{2}} \dots \dots (11)$$

である。

E はプレート電壓 (Volt) r 筒型プレート

第四章 電 離

前述せるは、全部絶対の眞空の場合であるが、若し氣體が球中に殘留してゐるなら電離作用が起るのである。一原素氣體に就いて、電離作用を説明して見ると、原素は陰イオン及陽イオンから成立されて居るものである。

之の場合陰電子と、陽電子は中和の状態にある。して一原素を構成してゐると考へる事が出来る。

今之の原素が眞空球中に存在してゐたとする。

フ井ラメントを電流で熱したる場合、其のプレートに電壓を與へる時は、フ井ラメントより放出する熱電子は、存在する氣體原子附近、或は其の原子内を突貫してプレートへと流れるであらう。

然る時は、高速度に飛び行く熱電子の強電力を以て、原子内の電子を反撥追放し、又其の運動エネルギーの一部分を付與するのである。

此の場合に於て、元の原素は電子に對する電荷だけ失ふ事となる。即ち熱電子に依つて飛び行きたる電子の値、 $(1.68 \times 10^{-10}$ 靜電單位) だけ陽電荷を得たと見られる。

然らば、中和的に見られる原素は、陽原子となつたものと見る事が出来る。原素より出でたる電子は、暫くは其の運動を繼續するであらうが、又他の中和的電子に附著して、之の原子を陰電荷化するであらう、即ち陰イオンを形成するのである。

斯の如き作用が繰返えさるゝ時は、陰イオン陽イオンが生ずるのである。一旦陰陽イオンが発生する時は、氣體は之が爲に新に導體の性質を收得する

無線用眞空球の原理と應用

のである。即ち之の作用を電離と云ふのである。

之の場合に就ては、プレートへ流れる電流は甚だ増すのであつて、其の中の氣體電離作用は熱電子の運動エネルギーに依つて、即ち其の速度に依つて増し氣體の性質に依つて異なるのである。

眞空球中に於て、氣體分子の存在せる場合に於て、尙ほ説明して見ると、フ井ラメントよりの熱電子がプレートに大なる電圧を與へられて居る場合に於ては、熱電子流に依つて前述せる如く、盛んに陰陽イオンが作られる。

陰イオンはプレートへと吸引せられて行き、プレートの電流を増し、同時に陽イオンはフ井ラメントと吸引衝突して集めらるゝのである。

然し、陽イオンの衝突はフ井ラメントを甚だ破壊し易いものである。

之等の電離作用が甚だしくなる時は、我々は球中に青色、或は薄紅青色其他

グロー (Glow) と稱せらるゝ状態を見るのである。

之の場合は、著しくプレート電流が増して、熱イオンが増大した事を知るのである。

通常一般の電離をなす作用は、運動エネルギーと、氣體如何に依つて異なるものである事は説明したが、電子の運動エネルギーと、電場の電圧の關係は

$$\frac{1}{2}mv^2 = eV \dots \dots \dots (12)$$

であると云ふ事が出来る。

式中に電子の質量、 m 速度 (一電子運動の) とする、然る時は $\frac{1}{2}mv^2$ は運動エネルギーである。

e は電子の電荷、即ち靜電單位で、 4.8×10^{-10} であり、 V は電圧である。

無線用眞空球の原理と應用

m は電子の質量、即ち 9×10^{-31} グラムとする。

である。

$$\text{前式から } v \text{ をボルトで出す時は、} V = \left(\frac{mv^2}{2e} \times 3 \times 10^{10} \right) \div 10^8 \dots \dots (13)$$

例へば水素を電離するに、其の電子の速度が毎秒 1×10^8 センチメートルだとする、然らば前式より此の原素を電離し得る電圧は求め得らるゝのである。

して氣體に於て電離作用を起さしめる處の電場の電圧を其の氣體の電離電位或は電離電壓、(Ionization potential or Ionization Voltage) と云ふのである。

今各種氣體に就いて、此の電離電圧を示せば、大約以下の表の如き値である。

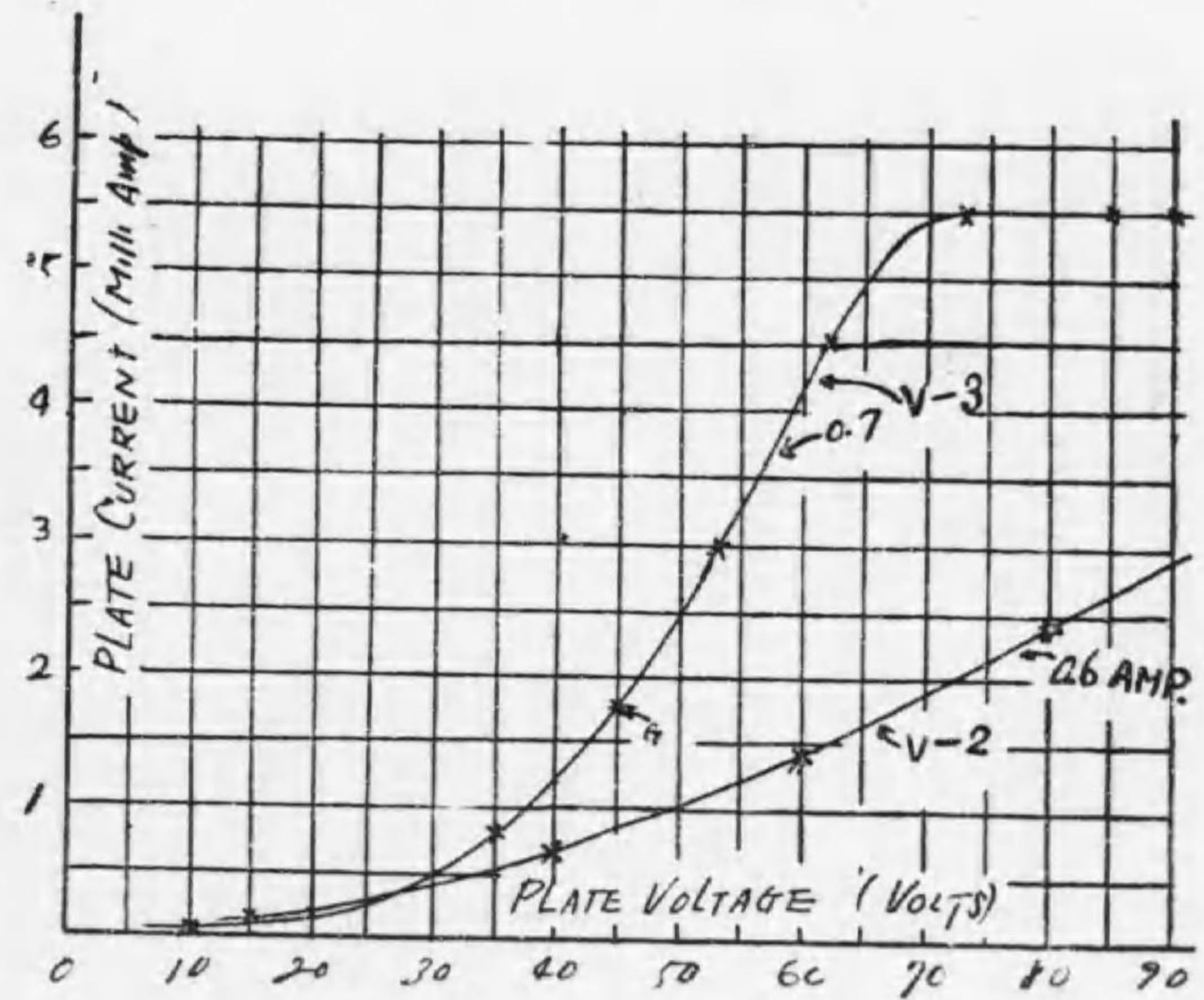
電 壓	原 素 名
10.4	水 銀 蒸 氣

等である。

此等の分子が管中に残留してゐる場合は、通常熱電子流と、イオンがプレートへと流れ行くのであるから、高度真空を有する管に比較して、其のプレート

無線用真空球の原理と應用

第 十 二 圖



ポテンシヤル或はグリッドポテンシヤルに依る電流の曲線は甚だしく峻度を増すものである。

後章にグリッドに依るものは書くが、今プレート電圧に依る電流の曲線を高度真空のもの、低度真空のものと比較して曲線上看ると第十二圖の如き曲線となるのである。

ミーゴとあるはソフトの受信用球、ミーには高度の擴大用五ワット球（共に東京發明研究所發賣）である。

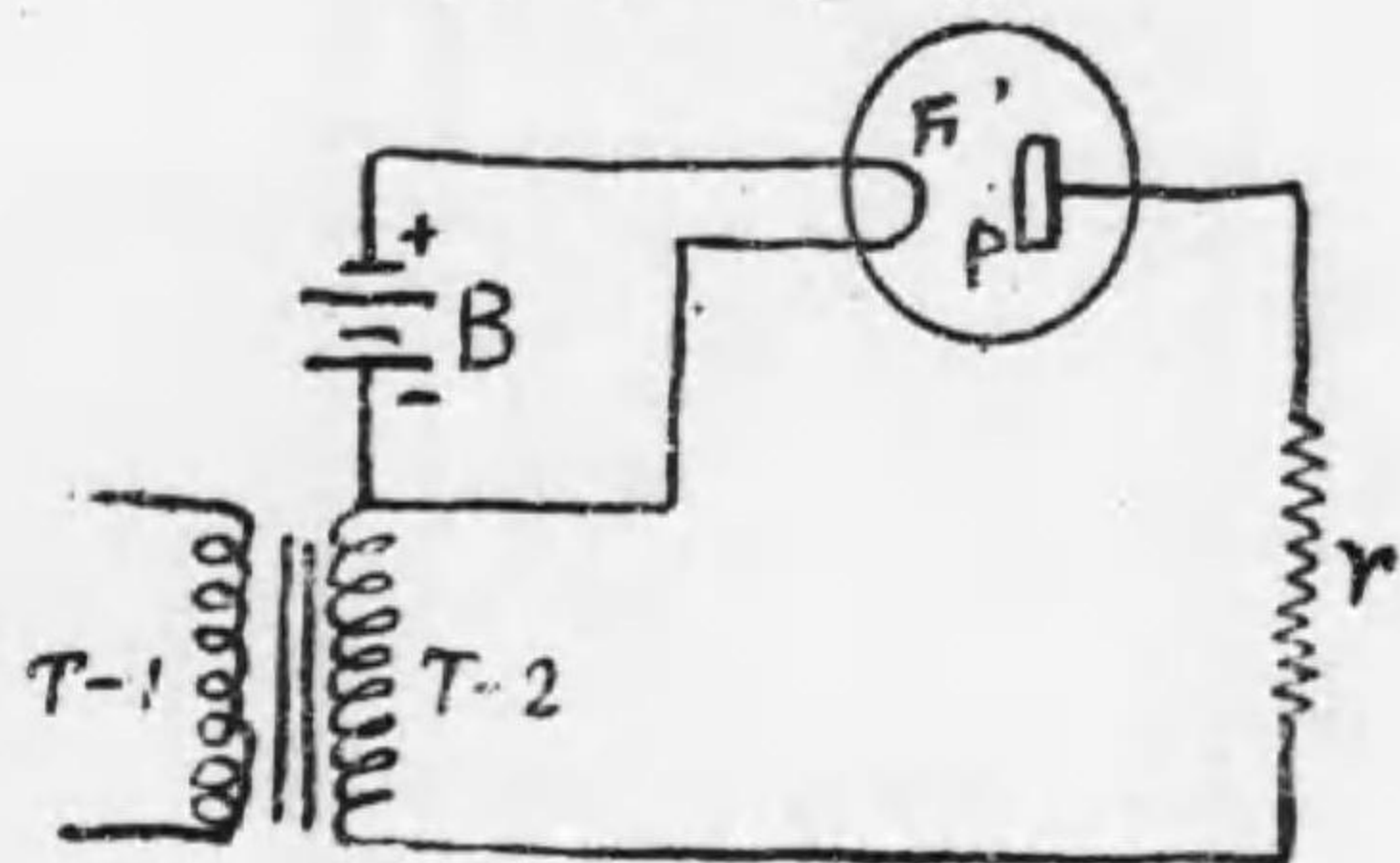
同一なプレート電位に於て、二個の球のフキラメントの構造は異なるが、ミーの球に於ては、30ボルトに於て既にサチレーションして居る、其の曲線は、ミーに比し甚だ峻度が増してゐる。して、 ∞ 點に於ては既にグローが出たのである。

ミー球は、約三百ボルト以上に於て、サチレーションするのである。之の場合を考えるに（後章に説明はするが）、 ∞ 度の真空を有するイオン作用ある球は受信用、即ち檢波器としては甚だ有効である事を知ることが出来るであるが。擴大用其他ヘテロダイン、或はレゼネラチーブサーキット等には餘り良い結果を得る事が出来ないこと云ふ事となるのである。

無線用真空球の原理と應用

第五章 電力の整流

第 三 十 圖



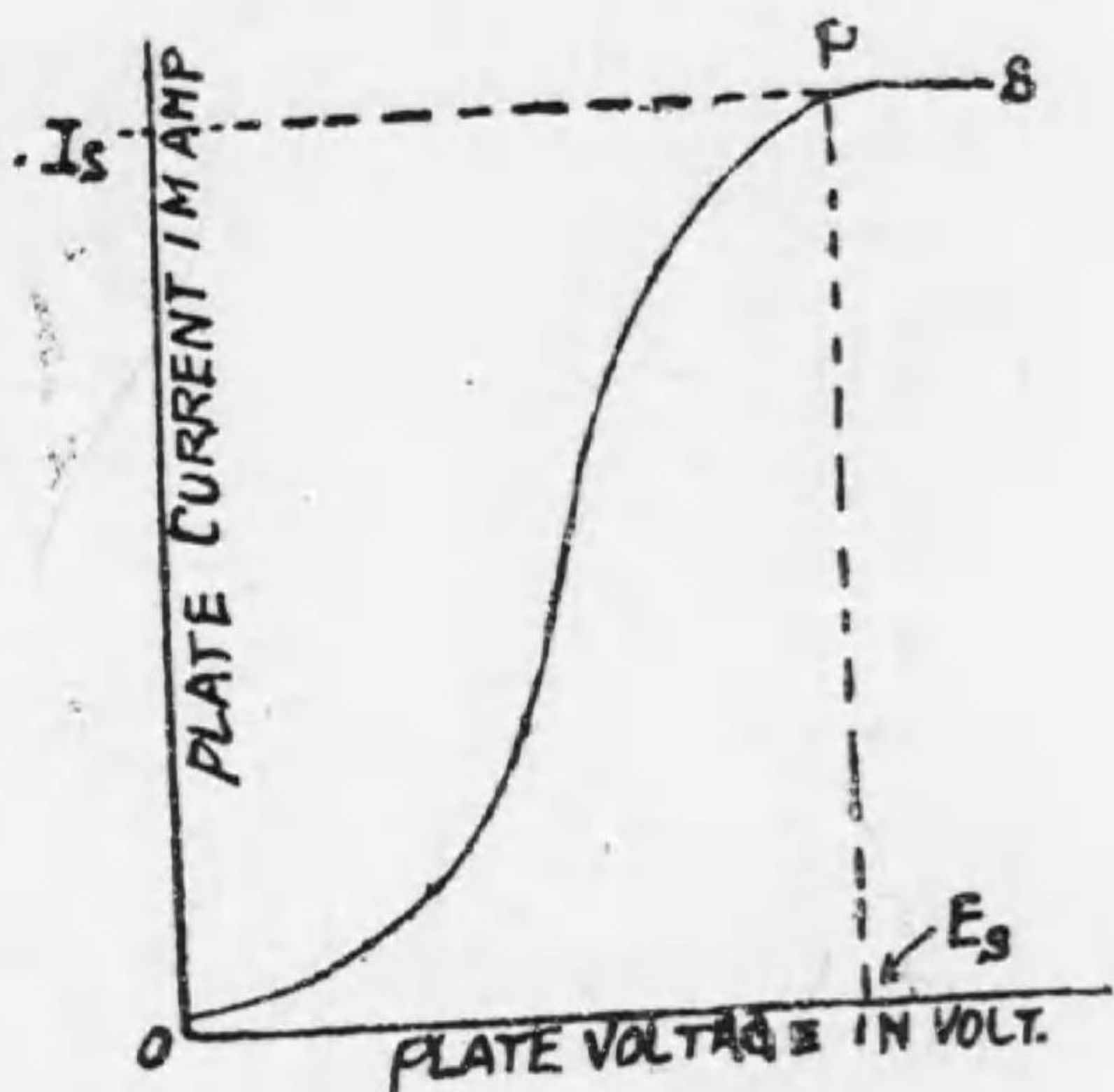
大電力の整流には、高度真空の二極真空球を使用するのである。

之の場合は、多くは交流を高電圧の直流に整流して三極真空球に依るプレート電源として用ひるのである

第十三圖の如く、一個の二極真空球を用ひて、整流をなす場合を考えて見ると、交流を與へ「 π 」より「 $\pi/2$ 」に或る電壓を得るとする。

之の電壓に依つて、「 π 」より出づる電子流は決定せらるゝのである。

第 四 十 圖



性曲線を第十四圖の如く得たなら、之れに依つて説明して見ると、其の波形が明瞭するのである。

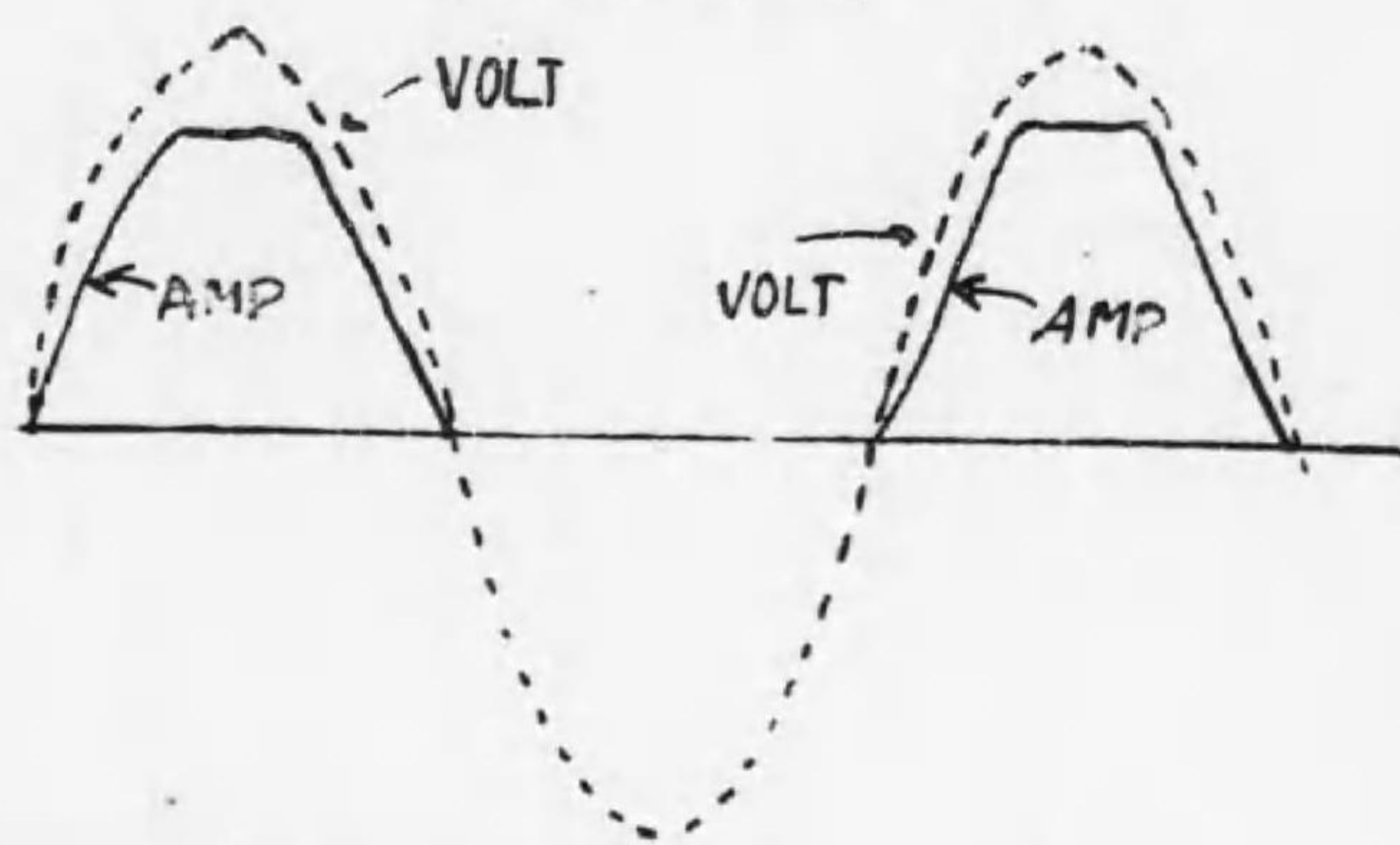
無線用真空球の原理と應用

今Fの輝きを一定して置くものとす。してPに與へらるゝ電壓がFより出づる電子流を完全に吸引するなら、最も大なる電流をプレート回路に得る事となるのである。

然しながら、此の場合には整流せらるゝは半波であつて、他は消却せねばならない事となる。

今プレート電位に依つて、或る特

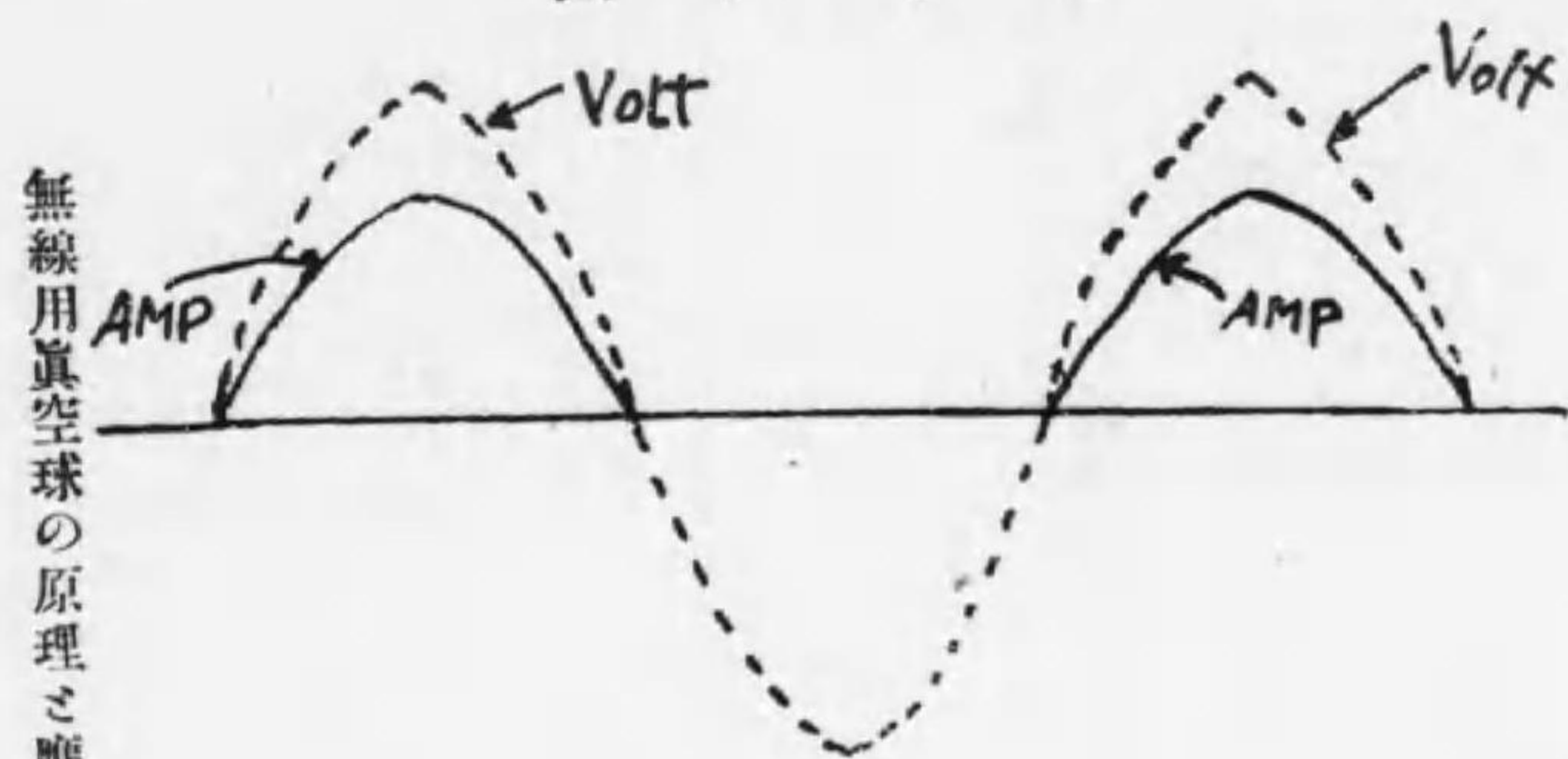
圖 五 十 第



この點は熱電子流と、プレート電流が等しい時とする、即ちこの電壓に依つて、飽和した點とする。

今この場合は、熱電子が全部プレートへと流れた時であるから、フイルメントの電流を増さない限り E_1 より以上の電流は流れる事は出来ない、であるから E_2 の點に電壓を加えた時、即ち E_2 の電壓の交流を整流する時、 (E_2) の電壓の交流を通じたる時、最も大なる電流をプレートへ流す事が出来るから甚だ良い結果を得るのである。

圖 六 十 第



無線用真空球の原理と應用

以上 E_1 に電壓をして、整流せられた直流的な波形は第十五圖の如く、上方が平面となる事は明であらう。即ち E_1 以上には熱電子流がならないから上面は必らず水平となつた波となるわけである。

然しながら E_2 以下に電位せられたなら、之の整流の波形は第十六圖の如く連続的な波形となるのである。

然しながら、最大の電流を得るに最も經濟な點は E_2 の所、即ち飽和の電壓に交流をなして整流する時であらう。

今IをA₀の面積から来る陰電子流とする。
して

- A_c=をカソードの面積 (ツリラマントの面積也)
- A_a=アノードの面積 (プレート面積也)
- d=カソードよりアノードに至る距離とする。

然る時

$$I = F(A_c A_a d) E^{1.5} \dots \dots \dots (14)$$

である、F 常数、E^{1.5} 電圧とする。

然して第十四圖の如くEが、E_sの點、即ちサチレーションする電圧であれば

I = I_s、即ち熱電子流 I_s とプレート電流 I は等しい時である。

即ち I_s = A_c A_a T₁^{1.5} e^{- $\frac{1}{kT}$ }} である。(リチャードソン式)から、之の式に代入して

$$E_s^{1.5} = \frac{A_c A_a T_1^{1.5} e^{-\frac{1}{kT}}}{F(A_c A_a d)} \dots \dots \dots (15)$$

である。

A₀ はカソードの面積、(Cm²) であり、r 及 A は (9) 式中に在る値、T は

絶對温度である。

と云ふ事が出来る。

又實際は、リチャードソン氏式を用ひずして、最も簡單にIを求める事が出来る。

$$I = A_0 C P^{1.41} \dots \dots \dots (16)$$

A₀ はカソードの面積、C 及 n は常数 P はカソードを輝す電流のカソード面積一センチメートル平方に就いてのワットである、即ち (20) 式である。

無線用真空球の原理と應用

之の場合、 E_s がサチレーションの電圧であつた場合の式である。
 然して E_s は熱電子流ミリアンペヤである。

A_e は(センチメートル)のカーリド表面、

○ はタングステンなれば 1.812×10^{-1}

ニ はタングステンなれば 1.133 の値である。

又

$$I \text{ 電流は } I = K \frac{A_c \cdot A_a}{d^2} E_s^{n+1} \dots \dots \dots (17)$$

式から求むる事が出来る。

ニ 間隙 (C_{ms}) A_c フ井ラメント面積、 A_e プレート面積、共に (C_{ms})² であるとする。して K は常数とする。

然して之の二式 $I_s = I$ であるから

(16) 式より (17) 式より

$$K \frac{A_c \cdot A_a}{d^2} E_s^n = A_c O P^{n+1} \quad \text{となる。}$$

$$E_s^n = \frac{O P^{n+1}}{K A_a} \quad \text{故に}$$

$$E_s^n = \frac{C}{K} \cdot \frac{d^2}{A_a} P^{n+1} \dots \dots \dots (18)$$

即ちサチレーション電圧は、(18式)より求むる事が出来る事となる。

で K は此の場合常数である。

A_a は、プレートの面積 (C_{ms})² C はタングステンなれば、 1.8×10^{-1} の値、其の時 n は 1.133 E_s の内の n は 1.133 の値である。

無線用真空球の原理と應用

第六章 グリツドの制禦力

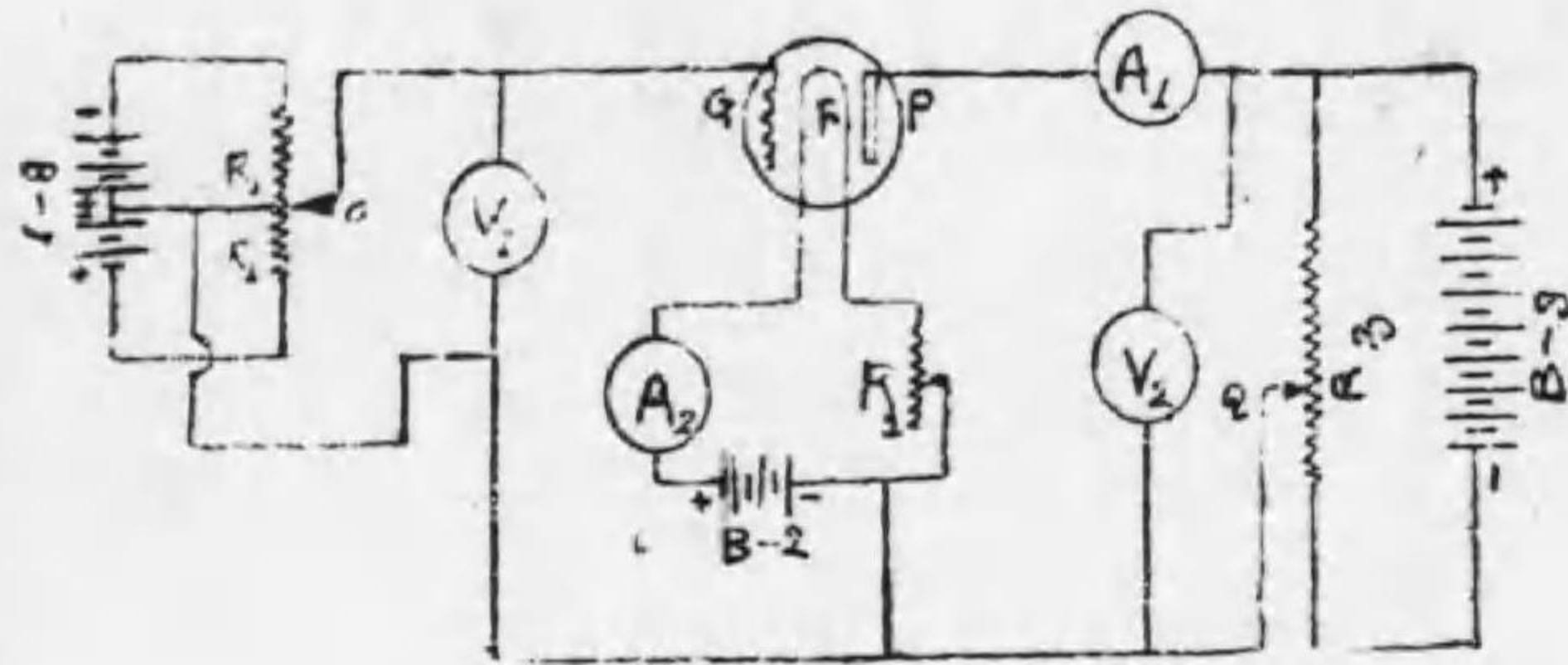
プレート電流は、其のフ井ラメントの熱に依つて、決定せらるゝのであつて今二極真空球のプレート、フ井ラメント間にグリツドと稱する一種の金網を入るゝ時、其れに依つてフ井ラメントよりプレートへと吸引せらるゝ電子流は、種々に變化する事が出来るのである。

グリツドは電子が之へ飛來して、其の目を通過する時、常に陰に充電せらるる事となるのである。

然るに今グリツドに、或るポテンシャルを與へ置くなら、プレートへと流る熱電子流は、此れに依つて制禦せらるゝ事となるのである。

今第十七圖の如く、一個の三極真空球のプレート回路に A_1 の電流計を直結し

圖七十第



無線用真空球の原理と應用

尚ほ A_1 及 A_2 に依つてポテンシオメータを作り $B-1$ の高電圧を各種の電圧に變化し得る如く、又其の電圧を見る爲に V_1 の電圧計を入れ置き、プレートを陽にフ井ラメントと回路を作り置く。

一方フ井ラメントは $B-1$ の電池、 R_1 の抵抗器及 V_1 の電流計にて、回路を作りて之を點火する。

他方グリツドには、 $B-2$ に依つてポテンシオメータを作り、 $B-3$ の電池にて各種の電圧及各異なる極をグリツドに與へる如くなし置き、其の電圧を V_2 にて讀む如くして、フ井ラメントへと

回路を作り置くのである。

して、今Qを或るRの點に置き之の電壓をVにて讀み、或るボルトにプレートにチャージして置き、尙ほフキラメントの電流は一定となしR₁R₂のO點を各R₁R₂上に移動して、Qに種々の電壓を與へ、之の電壓に依つてI_pに流るゝ電流を曲線に畫く時は、真空球の特性曲線を得るのである。

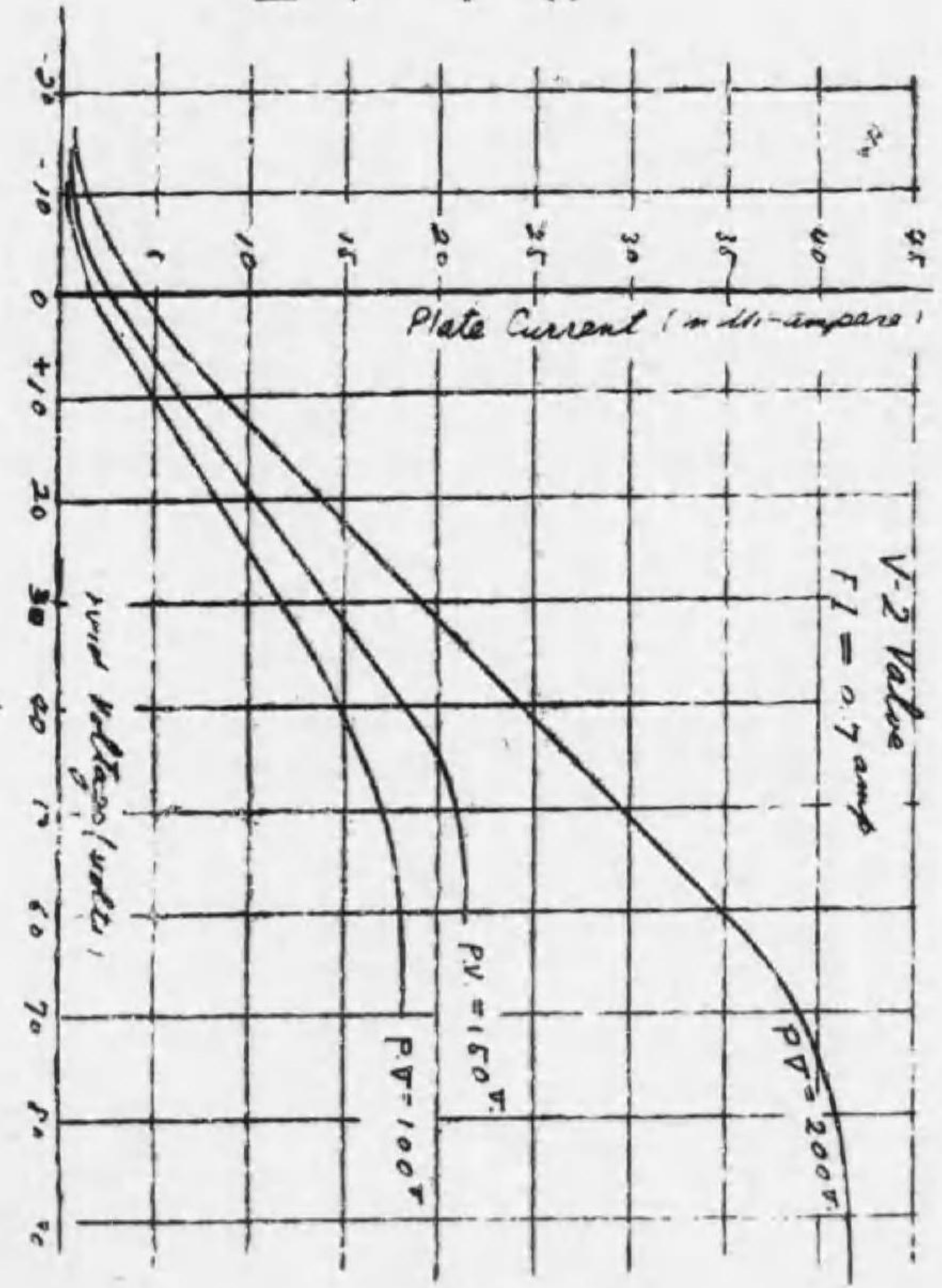
而して、ラングミニユア氏の式に依つて示せば

$$I_p = A (E_p + KE_g)^{3/2} \dots\dots\dots (16)$$

である。

E_pは、サチレーション前のプレート電流であり、E_gはプレート電壓、E_gはグリッド電壓、K及Aは常數である。

第十八圖



無線用真空球の原理と應用

今プレート電壓を一定としてグリッドポテンシャルを變化して畫いた、東京發明研究所のV-2球のV-3球の曲線に就て説明して見る。而して又プレート電流は次の

式に於ても説明せられる

$$I_p = F \left(\frac{E_p}{M} + E_g + e \right) \dots \dots \dots (20)$$

I_p プレート電流

F 常数

M アンプリファイケーションコレスタント(次章にある)

E_p プレート電圧

E_g グリッド電圧

e E. M. F.

である。

第十八圖は、東京發明研究所高度眞空を有する約五ワットの發振用球に於て

其のフ井ラメントを、0.1アンペヤに輝かした場合、其のプレート電圧を200ボルト150ボルト及100ボルトの三種に於て、グリッドポテンシャルを變化した場合得た所の曲線である。

して之の三種のプレート電壓に於ける曲線は、電壓高き時は、其の曲線の峻度を増すに止まり、全體の型には大した異りを見ないのである。

グリッド電位零の時、或は陰にグリッドがポテンシャルとせらるゝ時は、グリッドに流るゝグリッド電流(フ井ラメントよりグリッドに流るゝ熱電子流に依つて起る)は論外として良いのであるが、グリッドが陽に充電せらるゝ場合に於ては極めて少量ではあるが、グリッドには電流が流るゝのである。

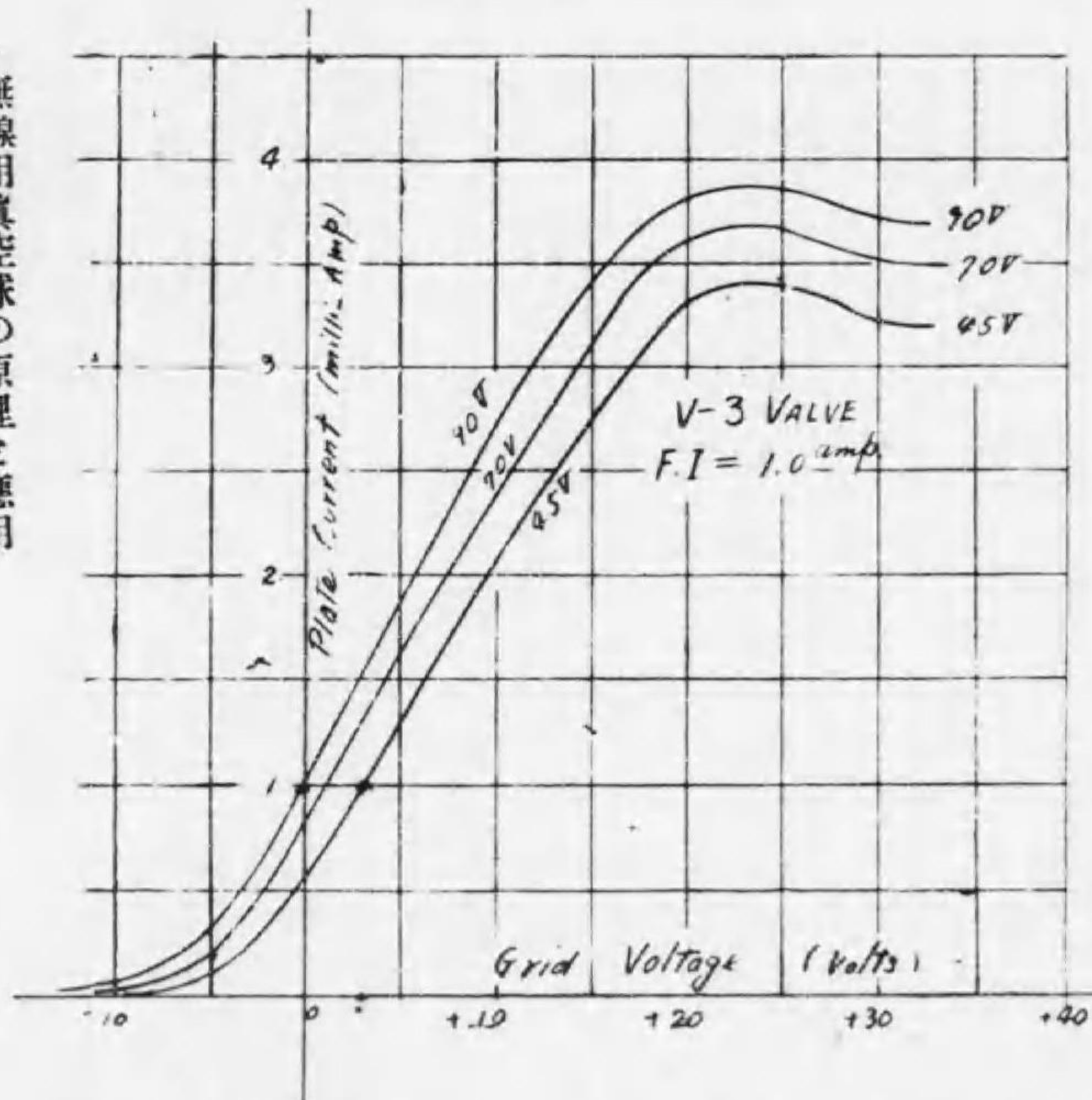
而してグリッドポテンシャルが最大の値となる時は、プレート電流はサチレーションして是れ以上は流れ得なくなるのである。

圖中グリッドが陽に、 50 ボルトポテンシャルせられた場合、 100 ボルトの電圧に依つて、プレート充電せらるる時に、サチレーションをなし。 100 ボルトのプレート電圧なる時は、グリッドポテンシャルは 50 ボルトにてプレート電流はサチレーションを爲してゐる事が明であらう。

然して、グリッド電圧零なる時は、 200 ボルトのプレート電圧に於て約四ミリアンペヤのプレート電流を得るに過ぎないものが、今グリッドを陽に 50 ボルトポテンシャルせる場合は 20 ミリアンペヤのプレート電流を得たのである。即ち、 50 ボルトのグリッドポテンシャルに依つて、 20 ミリアンペヤのプレート電流の増加を示してゐる。

今グリッドポテンシャルを零となし、プレートポテンシャルを増して、 50 ミリアンペヤより 20 ミリアンペヤに増加せしむるプレートポテンシャルを考へ

圖九十第

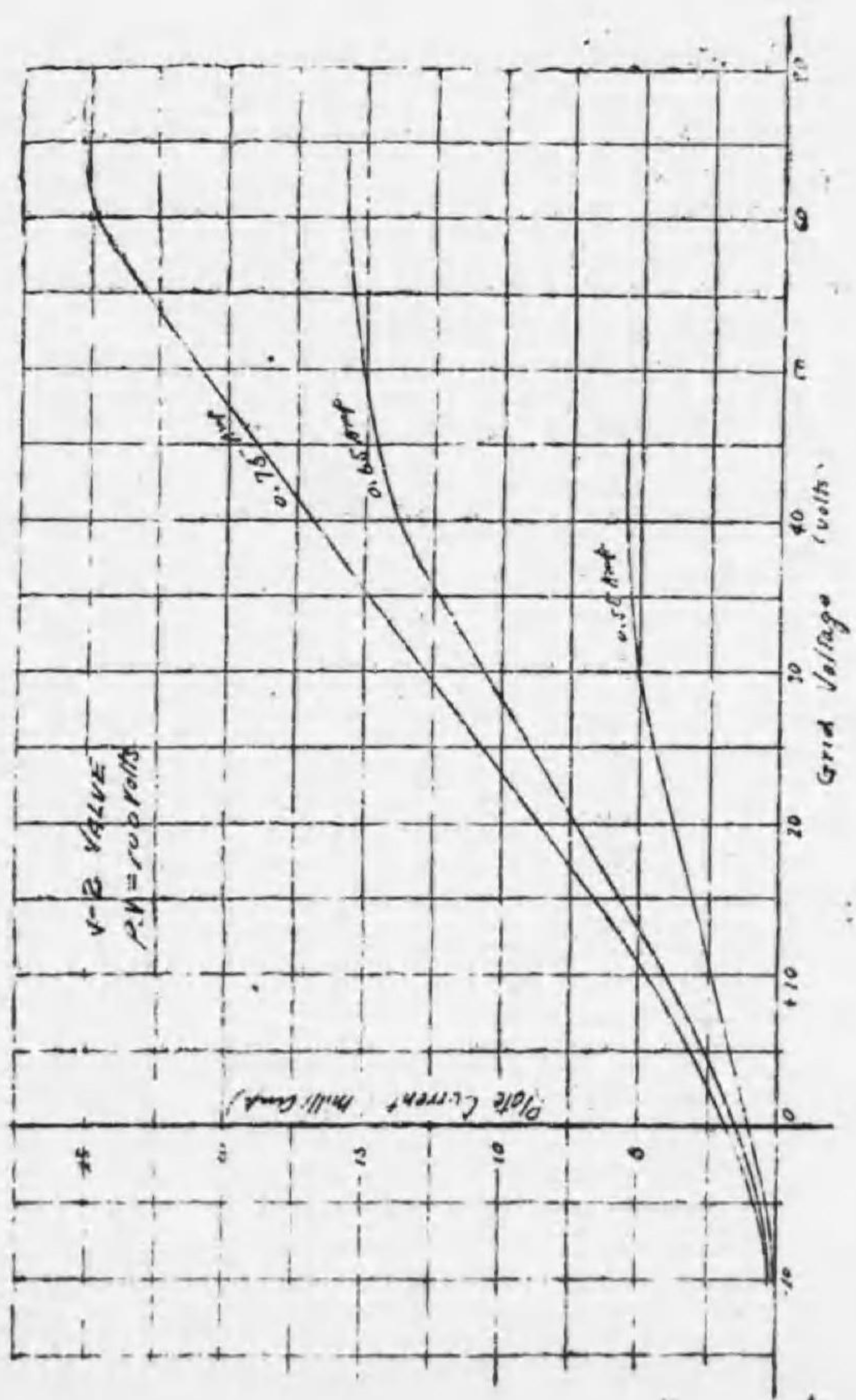


無線用真空球の原理と應用

る時は、 400 ボルト餘を要するであらう、假に之の電圧を 400 とすれば、 $400 \div 40 = 10$ 即ち 10 倍以上のプレート電圧に等しい値となるのである。

第十九圖は、 $V-3$ の受信用低度真空の三極真空球の特性曲線である。

低度真空の球は、其の曲線の峻度が高度のものに比



紙 二 十 圖

して多いの
ご、直線部
が少ない、
即ち抵壓に
於てサチレ
ーションせ
らるゝので
ある。
故に少な
る電位を利
用する場合

は、其の峻度の多いこと云ふ事に於て、甚だ便利に取り扱ふ事が出来るから、多くは受信用にのみ使用せらるゝのである。

第二十圖は、 μ に球のフ井ラメントを種々の電流にて點火せる場合、其のグリッドポテンシャルにて得た曲線であつて、只曲線の型には餘り變化なく、サチュレーション點が移動するのである。然れ共抵壓の管 μ に於ては、フ井ラメントの電流にて可成り烈しい變化が生じて來るのである。

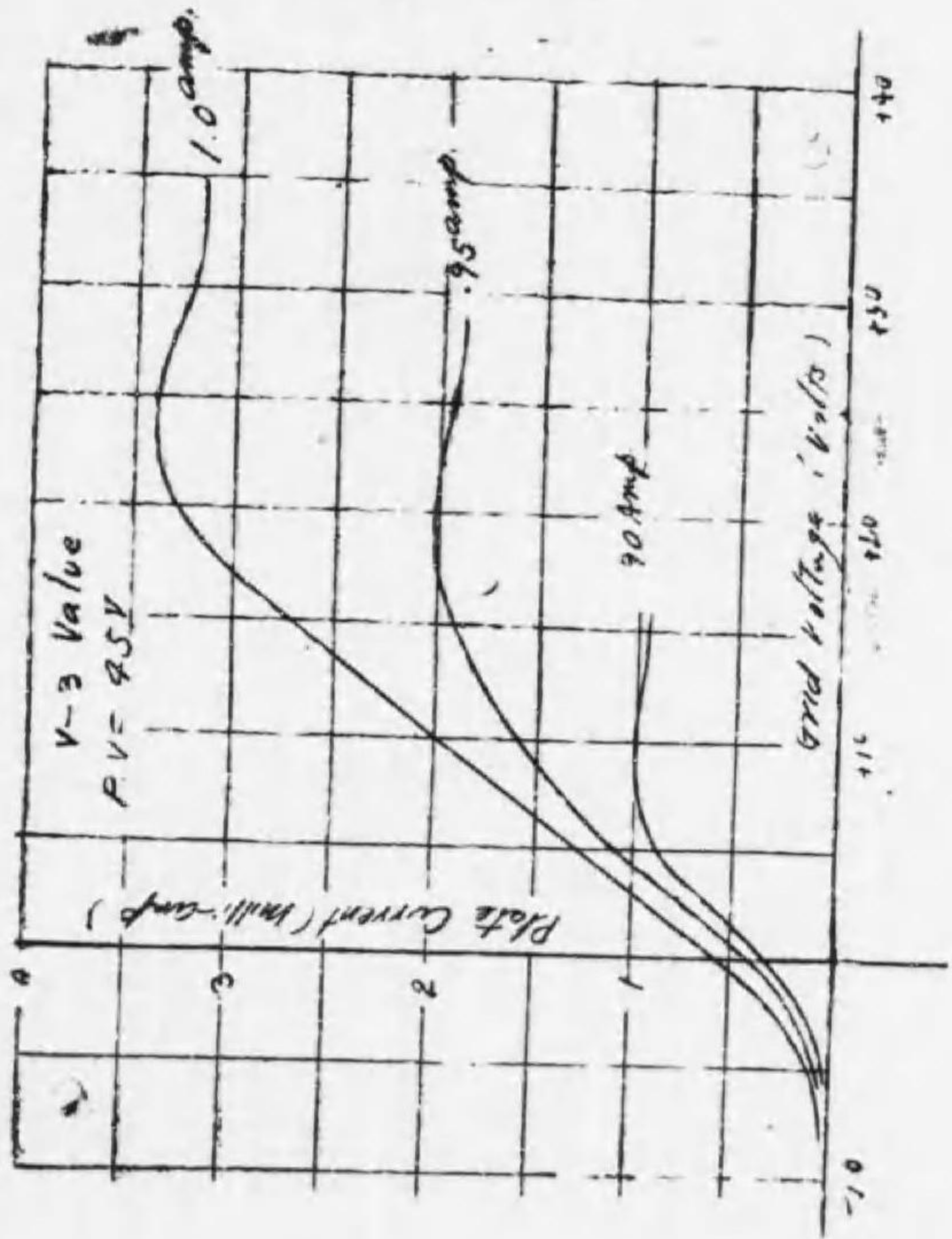
第二十一圖は即ち、此の曲線であつて、抵度真空を有する管の其のフ井ラメントの輝は、受信能率を大いに變化する事を知らるゝであらう。

今曲線の内働き得る範圍内に於て Amplifier ならば、其のプレート電流は、次の如き式で示す事が出来る。

$$I_p = a \left(\frac{1}{\mu} - 2 E_p + 2 E_g + c \right)^2 \dots \dots \dots (21)$$

無線用真空球の原理と應用

図 1 中 概



二極球に比して或る電圧がグリッドに加はりし場合其のプレート電圧は E_p

である。

しては常數、 μ はアンプリファイケーション、コンスタント E_p はフ井ラメントプレート間の電壓、 E_g は、フ井ラメントグリッド間の電壓、は E_{p1} である。要するに、グリッド無き場合の管、即ち

$+E_g$ と見らるゝのである。

μ は球のアンプリファイケーション、コンスタント、 E_g はグリッド電圧、 E_p はプレート電位である。

今グリッド無き時の E_p によりこの電流を I_p とし、 K を常數とすれば

$$I_p = K E_p^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (22)$$

である事は前述したが、グリッドを有し、其のグリッドポテンシャルを E_g とすれば

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

となるのである。

今シリンドリカルなプレートを有する球について

$$I_p = K (E_p + \mu E_g)^{\frac{3}{2}} = 14.65 \times 10^{-8} \frac{1}{r} (E_p + \mu E_g)^{\frac{3}{2}} \dots\dots\dots (23)$$

無線用真空球の原理と應用

と成るであらう。

然して、之の場合プレート長さ一センチメートルアに對する電流である、 I_p フ
井ラメントの長さ (C_{ms}) r プレート半径 (C_{ms}) E_p プレート電圧 \equiv 擴大率
(出來上りし球の) E_g グリッド電圧である。

第七章 擴大常數

(Amplification Constant or

Voltage Amplification Factor)

一定のグリッド電位をグリッドに與へた場合、其のプレート電位を變化する
事に依つて、プレート電流は變化するのである。

三極真空球に於て、同一なプレート電壓の場合、其のグリッド電位をグリッ
ドに加へる事に因つて、流れ得るプレート電流は變化するのである。

即ちグリッドが陽に電位を與へる場合は、プレート電位は同一にしても、プ
レート電流は増し、グリッド電位が陰に電位せらるゝ場合は反對に、プレート
電流は減るのである。

今グリッド電位を零とした場合プレートに I_0 アンペヤの電流を得た時、
 之の場合のプレート電位を E_0 とする。

而してグリッド電位を $+E_0$ だけ増した場合、 I_0 に等しい電流をプレートに
 得る爲めには、プレート電圧を E_0 とせねばならぬ。

即ち E_0 を E_1 に増さねばならぬ。

今之れを式で示す時は

$$\mu = \frac{E_1 - E_0}{E_0} \dots \dots \dots (24)$$

μ はアンブリフ井ケーション、コンスタントである。之れは絶対的な値では
 ないのである。

此の式は、グリッド電位零の場合に於てのみ、稍等しい値を求むる事が出来

るに過ぎないのである。

解し易く(24)式を説明する。

グリッド電位零の時、プレートに1.0ミリアンペヤの電流を得る爲めに、1.0
 ボルトのプレート電位を要したのである。

然るにグリッドに $+1$ ボルトの電位を與へた時、1.0アンペヤのプレート電
 流を得る爲めに、プレート電位を 1.5 ボルトに減じたのである。

即ちグリッド電位 $+1$ に對してプレート電流が 1 、九ミリアンペヤとなすに
 はプレート電位を 6 倍減じねばならぬ。

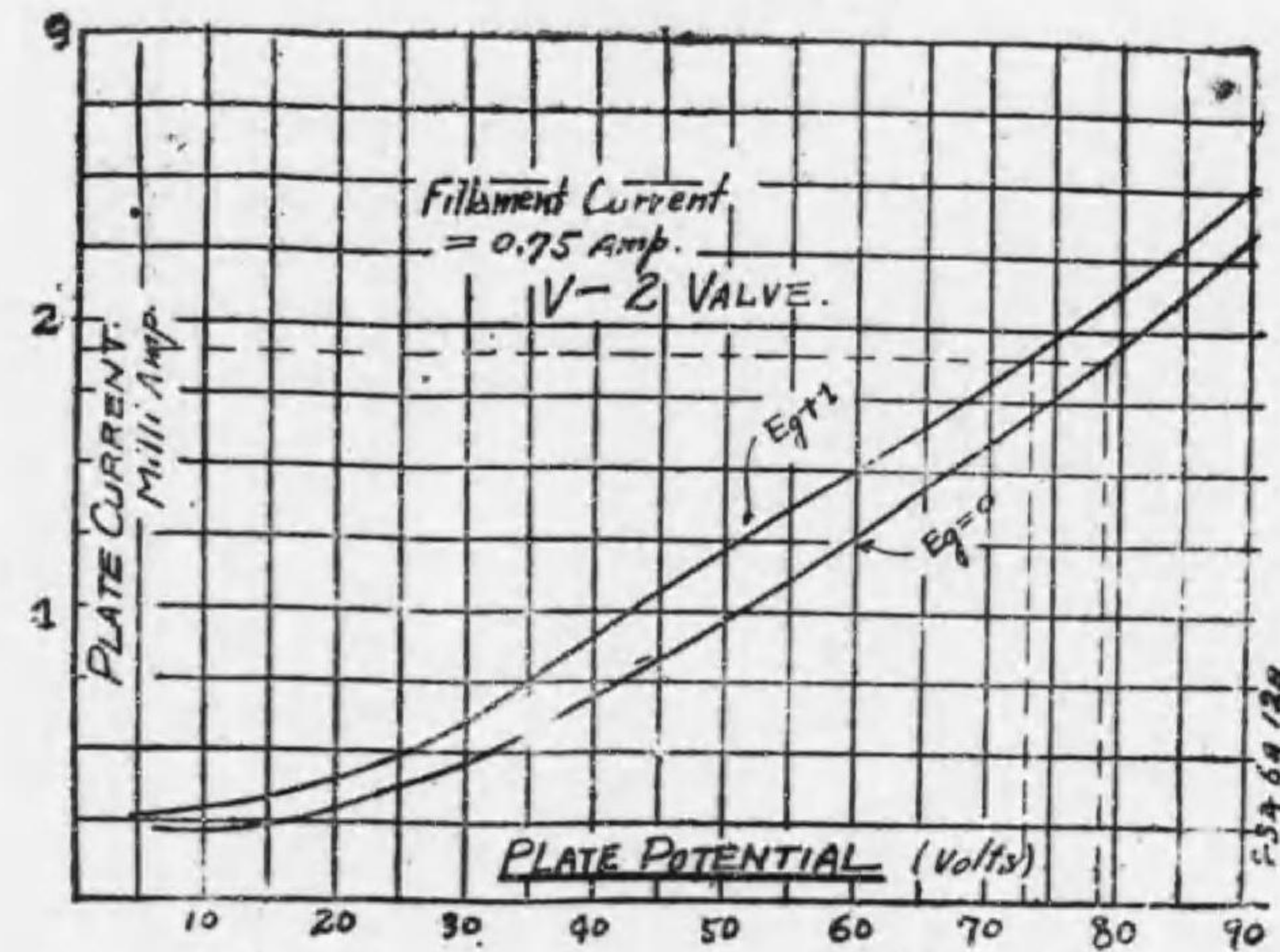
此の場合 6 と云ふ數がアンブリフ井ケーション、コンスタントである。

第二十二圖は、此の説明實測圖である。

東京發明研究所發賣の μ —2型三極真空球に於て、フ井ラメントを0.75アン

無線用真空球の原理と應用

圖 二 廿 第



ペヤに點火せる場合プレート電位に依つて得た、プレート電位の曲線である。

今 $E_{g1} = 0$ の曲線、即ちグリッド電位零の時の曲線に於て、1.0 ミリアンペヤの電流を得るプレート電位は、73ボルトの所である。

此の時 $E_{g1} = 1$ 曲線に於ては、1.0 ミリアンペヤをプレート電流とするプレート電位は 79 ボルト即ちコンスタントは 0.

$$\frac{79 - 73}{1} = 6 \dots \dots \dots \text{である。}$$

アンプリファイケーション、コンスタントとはグリッド電位を變ずる事に依つて同一なプレート電流を得る所のプレート電位の差と、グリッドに加へられた電位との比である。故にグリッド電位を増す事に因つて、同一な電流をプレートに得る爲めには μ 倍のプレート電位の差を生ずるのである。

アンプリファイケーション、コンスタントは一より大なる數であつて、其の値は球中の排氣度及管中グリッド、プレート、及フィラメントの構造、及配置に依つて決定するのである。

球中の氣壓が大にして、分子の球中に幾分が存在する時は、 μ は高度排氣の電子管に比して大となるのである。

然し此の場合は、プレート及グリッドを著しく大きく作るのである。

一般に三極真空球のアンプリファイケーションは球中のグリッドとプレートの

無線用真空球の原理と應用

距離が大となるだけ、即ちグリッドはフ井ラメントに近きプレートは、グリッドに遠かるだけ大となるのである。

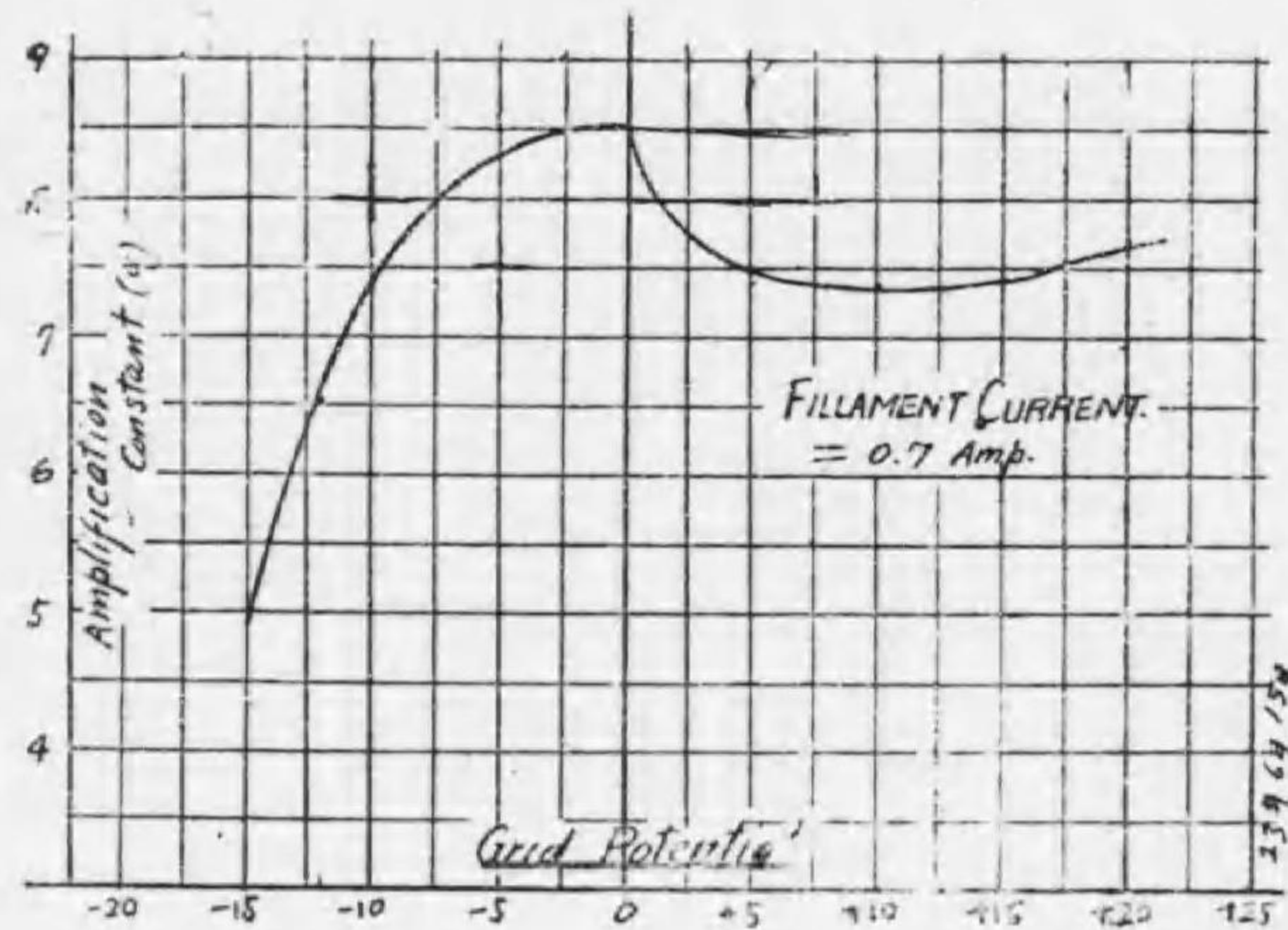
○又スパイラルに捲かれたグリッドなれば、其のスパイラルのピッチはアンプリフィケーションに變化を與へ、球の個々の特性となるのである。

グリッドが網状のものなれば、其の網の目も又スパイラルのピッチの如く擴大常數 μ に變化を與へるのである。

斯の如く球中の構造、及球中の排氣に依つて、三極真空球は個々に其の特性たる μ の變化があるのである。

其他一個の球に於てフ井ラメントの輝き、即ちフ井ラメントの電流、プレート電圧、或はグリッドのポテンシャル等に因つても擴大常數の値は變じるのである。

圖 三 廿 第



無線用真空球の原理と應用

グリッド電位に於て變化する μ の値を曲線で示して見ると第二十三圖の如き曲線となるのである。

此の曲線は、同じく μ に球を以て測定したものである。フ井ラメント電流 0.7 アンペヤ、プレート電位 100 ボルトの場合グリッド電位を變化して、其の時のアンプリフィケーション、コンスタントを曲線に書いたのである。

圖中最高の μ を有する點は、0 ボルトより 10 ボルトの電位をグリッドに

與へた時である。

今之れを式にて書くこと

グリッド電位 E_{g1} の時 E_p のプレート電流を得る爲めには、プレートに E_p の電圧を加へる。

此の時、グリッド電位を陽に E_{g1} に變化したものとす。して其の場合 E_p に等しい、電流がプレートに流れるに、 E_{g1} だけを要したなら

して $E_{g1} > E_{g2}$ にて

$E_p > E_{p1}$ ならば

$$\mu = \frac{E_p - E_{p1}}{E_{g1} - E_{g2}} \dots \dots \dots (25)$$

μ は E_{g1} にグリッドポテンシャルせられてゐる場合の アンプリフィケーション

ヨン、コンスタントと見る事が出来るのである。

三極真空球の擴大常數はグリッドに依る特性曲線の成る可く、直線部分の μ を計る事が必要である。

フ井ラメントの輝きに因つて、アンプリフィケーションが變化すると云ふ事は前述したが、尙ほ之を曲線に示して説明して見ると、

第二十五圖の曲線の如き變化が實測せられたのである。

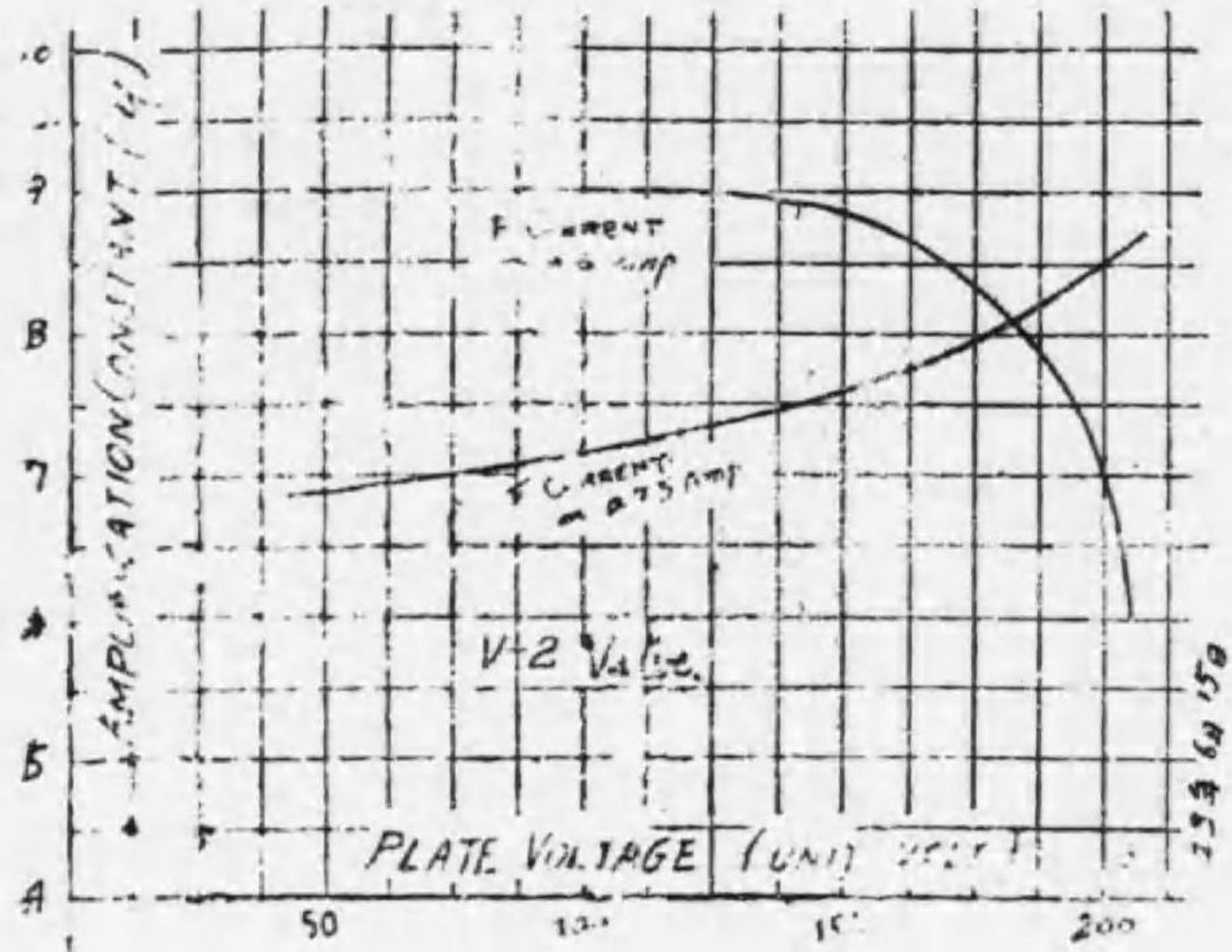
測定した球は、同じく μ 球の同一な球を使用したのである。

實測範圍は、明かにブリツチにて聴き得たものであるから可成り小さいものであるが、サチレートせる點まで測定したから、大體に於て之を見れば、他は想像する事が出来るであらう。

プレート電位 100 ボルトの時、 μ 球に於て最も μ の大なる所は、このボ

圖 五 廿 第

無線用真空球の原理と應用



抵抗器を有せしむること云ふ事は、即ち最大な μ を以つた點を求むる事が得るからである。

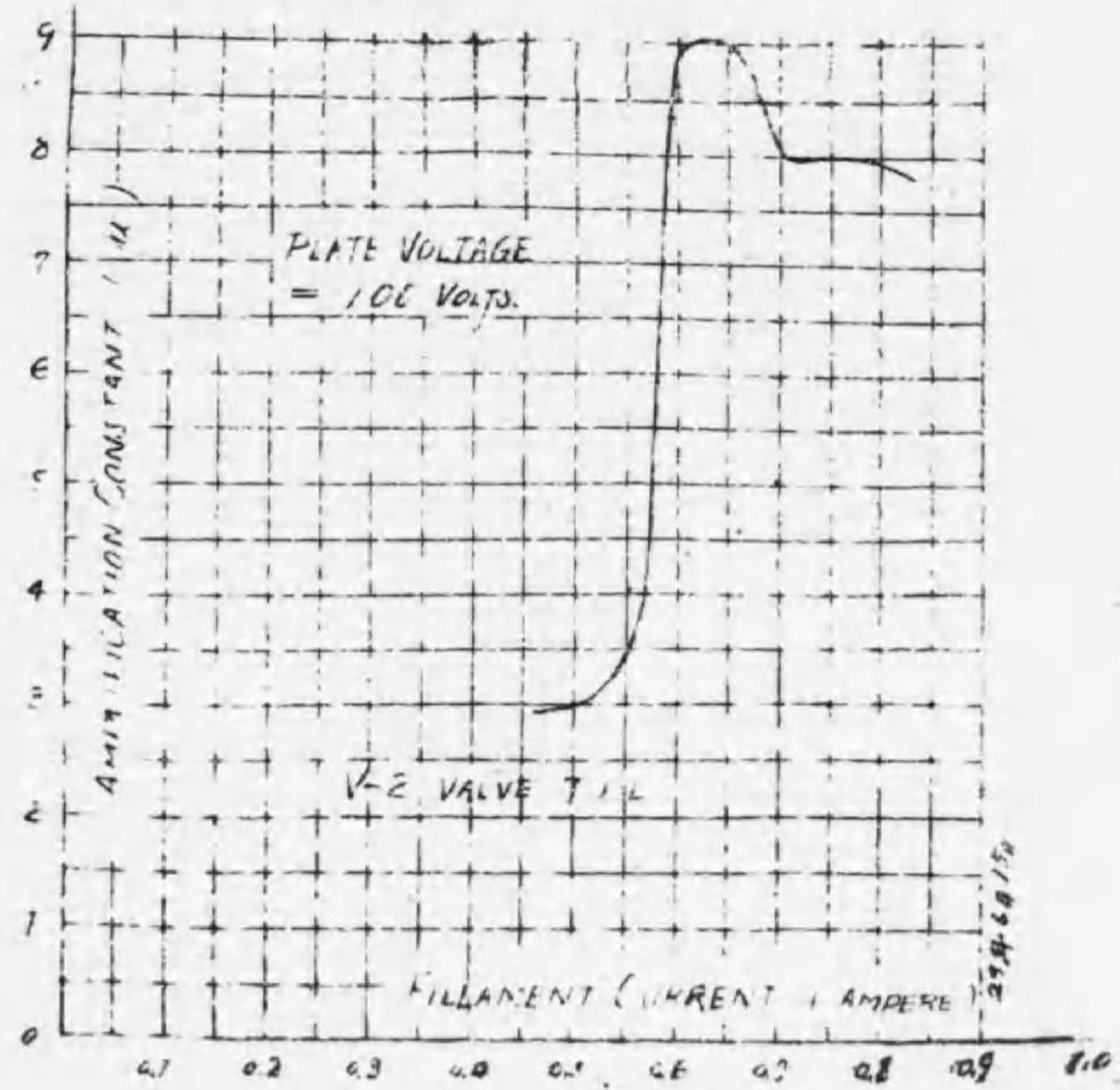
余の實測に依れば、プレート電壓を増す時は、フィラメントを輝す方が、大なる擴大常數を得たのである。

第二十五圖は、プレート電壓を變化した場合擴大常數の實測曲線である。

球は、 $V = 2V_{a0}$ の同一なものであつた。

曲線に於て見る如く、フィラメント電流 0.75 アンペヤの時に於ては、擴

第 廿 四 圖



ルトから 0.65 ボルトの時であつた 0.5 ボルトよりは急劇に底下するのである。

一般受信装置に於て、フィラメントの輝に因つて受信音が大いに變ずるは之の理に依るのである。

即ち、或る三極真空球に於て、其れを用ひて受信する場合最も細かくフィラメントの電流を變化せしむる

大常數 μ の最大なる所は、 V_1 でプレート電位 V_2 ボルトより V_3 ボルトの時であるが、之れ以上の電圧をプレートに加へる時は μ は減少して行くのである。

然るにフ井ラメントを V_4 アンペヤに輝かす時は反對に、 V_5 ボルトの時は V_6 の擴大常數を得たが段々プレート電圧を増すに従つて、 μ も増したのであつた。

して V_7 ボルトのフ井ラメント電流の場合と、 V_8 の場合の曲線の交る點の μ は、即ち同一な値の μ を得た兩曲線の V_9 の時は、 V_{10} ボルト、プレートがプレートに電位せられた時であつた。

斯の如く μ は各電壓の状態に依つて變化するものであるが、之が一般的な測定は次の如くして、 μ を決定するのである。

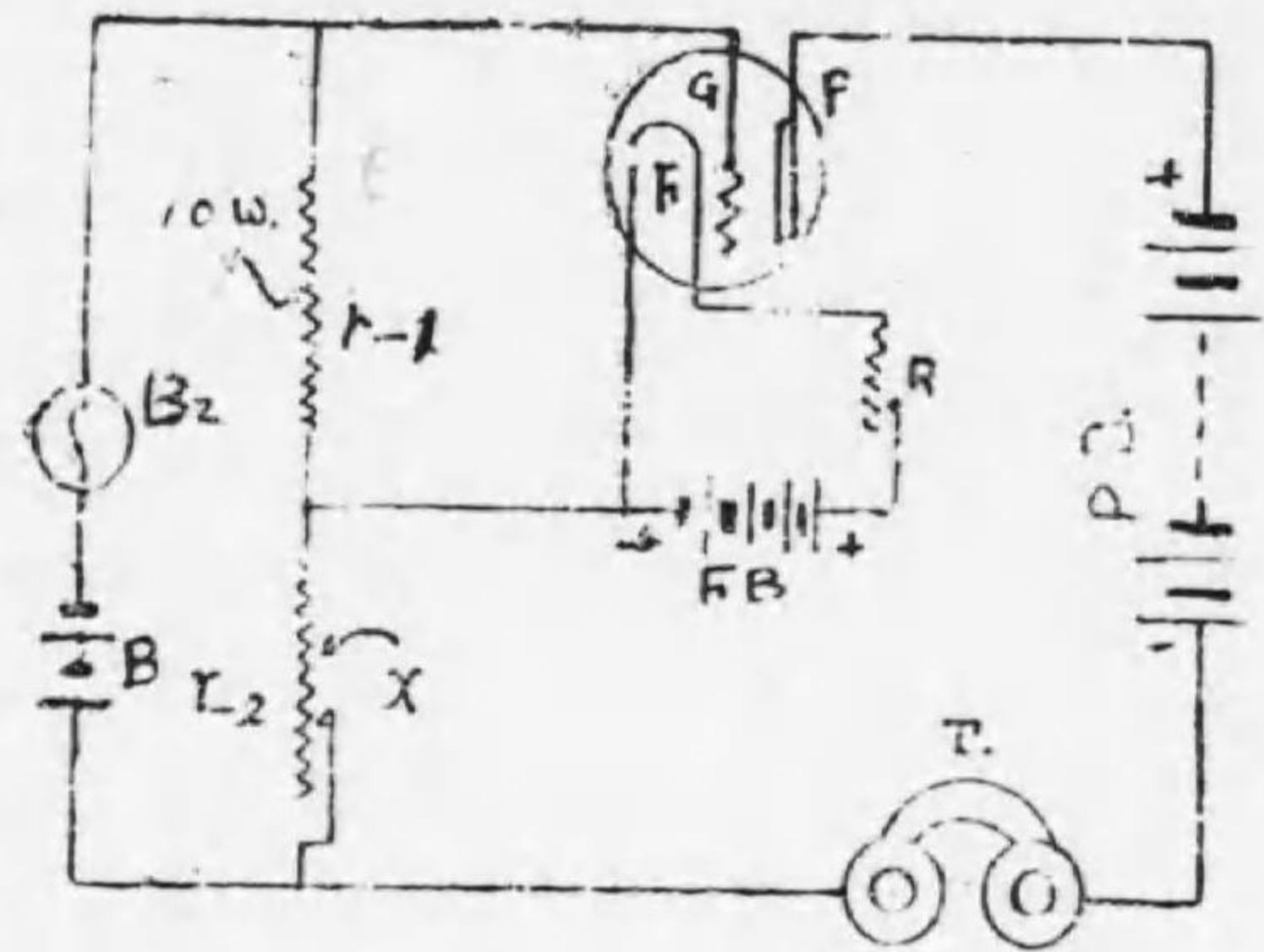
之の方法は最も簡單にして、平均的なアンプリフィケーション、コンスタントを決定する事が出来るのである。

然し之の場合と雖も、フ井ラメントを點火する電流 I_1 、プレートの電位は指定して置かねば μ を完全に決定する事は困難である。

即ちフ井ラメント電流何アンペヤにして、プレート電壓幾のボルトの時の μ の値は幾つ……と云ふのである。

アンプリフィケーションを測定するには交流を一個の電源より、グリッド回路及プレート回路に與へ、其の二個の回路には、グリッド、プレートに與へる電位差を變じて、プレート回路に挿入せられたる受話器に音を聞く事の得ざる時、グリッド回路の電位にてプレート回路電位を割るなれば、 μ は測定する事が出来るのである。

圖 六 廿 第



路を作る。

してB₂のゲッターは、Bの電池を直結して、直結せられた抵抗 r_1 に

第二十^二圖に於て、先づ三極真空球のフ井ラメントをFBの電池にRのフ井ラメント抵抗を入れて接続し、Rに依つてFの輝きを適當な電流にて輝す。

Gのグリッドは、 r_1 の抵抗(無誘導)を直結して、フ井ラメントを點火する電池FBの陰極に、之よりは r_1 の無誘導抵抗を直結してTの受話器及PBのプレート電圧を與へる電池の陰極に、其の陽極よりはPのプレートへと回

兩端より交流を送るのである。

今全回路を働かして、 r_1 の抵抗を變じてプレート回路にあるTに音の聞えなくなつた時、 μ は.....

$$\mu = \frac{r_1 - r_2}{r_1 - 1} \dots \dots \dots (26)$$

である。

測定の便宜上今、 r_1 の抵抗を10オームとして置く時は

$$r_1 - 1 = 10 \text{ 故に } \mu = \frac{r_1 - r_2}{r_1 - 1} = \frac{r_1 - r_2}{10} \text{ である。}$$

即ち r_1 にオームの10分の1が μ となるのである。

前述せる如く、之の場合Rを變じ或はPBの電圧を變じる時は、之の μ は變化

無線用真空球の原理と應用

するものである。

或る點以内Fを輝す時は、 μ は $\frac{1}{2}$ を増す事に依つて多くなるが、Rを増したる場合、即ちFを暗くし過ぎた時は、 μ は最少となるのである。或る程度までは μ をプレート電位と、フ井ラメント電流に依つて一定する事が出来るのである。

然し之の場合は最大の μ の値以内に於ての事である。

通常の三極真空球に於ける μ は、10以内であるが、受信に使用する球の排氣壓抵^圧壓なもの、10以上28位のものもある。

何れにせよ、 μ は1以上の數である事は明瞭であらう。

第八章 内部抵抗

(Plate Resistance
or
Internal impedance.)

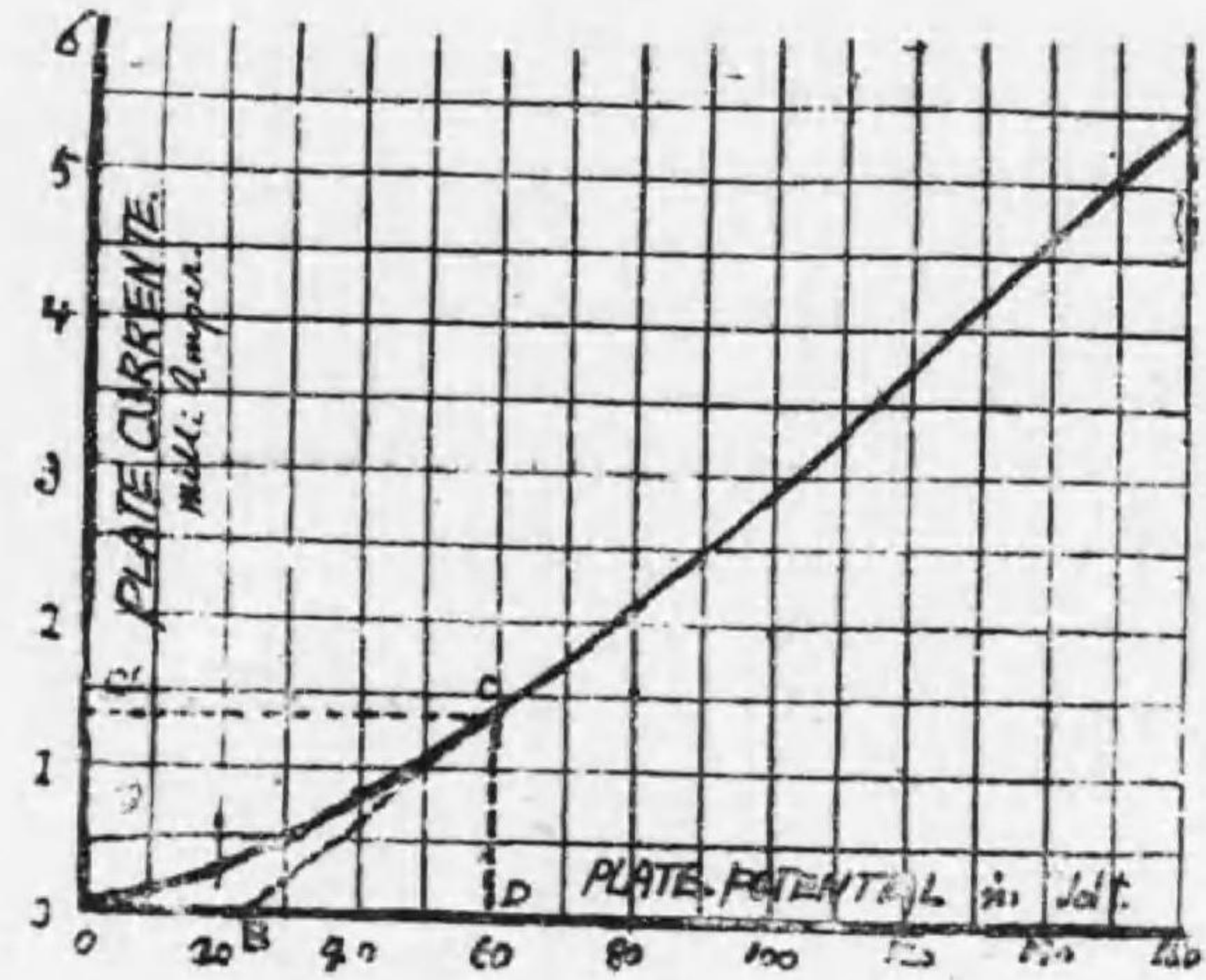
内部抵抗 (Plate Resistance) とは、真空球中の陰極より陽極に至る抵抗である。

即ち球中の、フ井ラメントよりプレートに至る抵抗 (或はインピーダンス) である。

之れは、三極真空球を使用する擴大装置の設計に於て、甚だ必要なものである。

通常擴大装置に於て、プレート回路に内部抵抗に等しい値の抵抗を入れた場

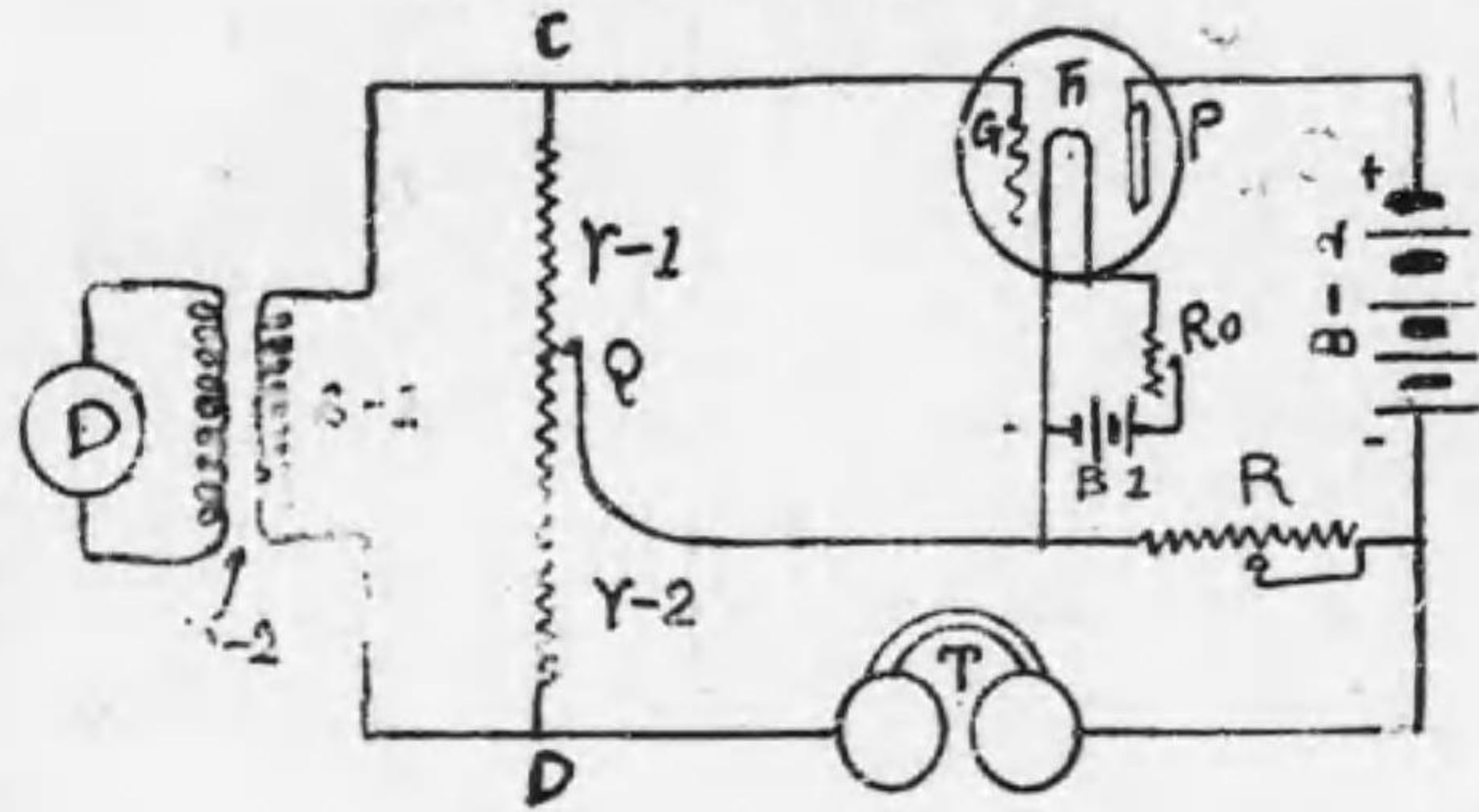
第 廿 七 圖



合、最も良い結果を得るのである。
内部抵抗 (Plate Resistance) を測定するには、今第二十七圖に於て、C 點の内部抵抗を考えて見ると。

C 點の延長の曲線、即ち C 點を含む、曲線はプレート電位に依つて得たプレート電流の曲線であるから、C 點に於てはプレート電圧 60 ボルトの時に於て得たるプレート電流 1.3 ミリアンペヤ即ち C' の點の電流である。今、之の曲線の C 點に於ける正切線、(Tangent) CB の線を引く、然る時は内部抵

圖 八 廿 第



無線用真空球の原理と應用

抗は、BD の電位差を CD の電流で割つたものに等しいのである。

解り易く説明すれば、

圖に於て D 點の電圧は 60 ボルトであるが、正切線 (Tangent) に於て、B 點の電圧は 1.3 ボルトである。然る時 DB の電圧差は

$$60 - 24 = 36 \text{ Volt}$$

DC は 1.3 ミリアンペヤであるから

$$R_p = \frac{36}{0.0013} = 27700 \text{ オームに等しいのである。}$$

内部抵抗を測定するには、第二十九圖の如き、

配線を用ゆるのである。

D は、500 より 800 サイクルの発電機、或は其他のオシレータを用ゆるのである。三極真空球の振動数 (Audion frequency) に等しき交流を発生するもの (オヂオンフレケンシーは、約八百餘サイクルなり) を用ひる。

して之れを E_1 の變壓器一次線より E_2 の二次線に與へ、 E_1 の二次線には少なくとも、50 ミリアンペヤの電流を得る如くする。

E_1 及 E_2 には、スライドの一本の抵抗約 1 オーム R_1 は 10000 オームの變化式無誘導抵抗である。

今適當に R_2 の抵抗に依つて、球中の D を輝かしめ、而して E_1 を適當な電壓となしたる場合に於て、r の受話音が聞へざる様、Q の接觸子及 R の抵抗を加減する時はプレートレヂスタンスは

である。

此の場合、 E_1 は QO 間のオーム、 E_2 は QD 間のオーム、及 R は R の抵抗オームの各値である。

本式中 E_1 は、即ちアンブリフィケーション、コンスタント μ である。

今 R 抵抗を切り取る時は、アンブリフィケーション、コンスタントの測定式より明かである。それ故前式は、

$$R_p = (\mu - 1)R \dots \dots \dots (26)$$

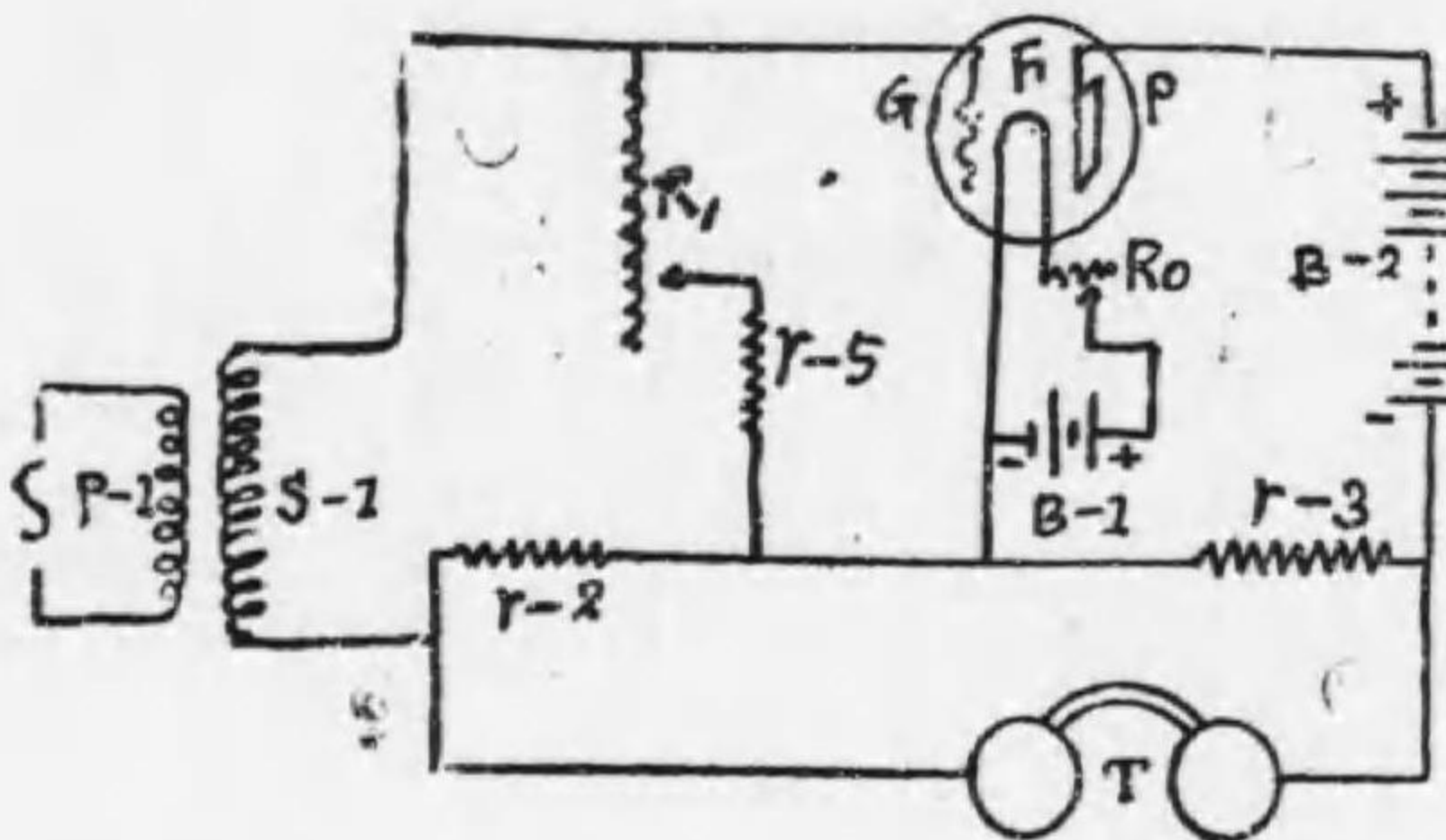
で求める事が出来るのである。

此の場合、初め K を切り取つて、 μ を測定して置き、次ぎに E_1 と E_2 に上の

無線用真空球の原理と應用

$$R_p = \left(\frac{E_1 - E_2}{E_1 - 1} - 1 \right) R \dots \dots \dots (27)$$

第 廿 九 圖



即ちC、D間のQ接點を平均な位置、即ち r_1 、 r_2 の間に固定して、Rを變化した値を求むるのである。又 R_p は、次の如くしても求むる事が出来る。第二十九圖に於て、Dより交流を與へ、之れを r_1 よりグリッド及プレート回路に入れる。 R_1 は、約1000オームの變化抵抗、 r_1 、 r_2 、 r_3 はそれ／＼抵抗である。然して (r_1+r_2) 、 (r_1+r_3) 、 (r_2+r_3) に於て、之れ等を變化して、Tに音が消た時は、次の如く R_p はなる。

$$R_p = \frac{r_1}{r_2} \mu (R_1 + r_2) - r_3 \dots \dots \dots (29)$$

である。

而して今 r_2 を10オームとし

r_3 を1000オームとする。

而して被測定球のアンプリフィケーション μ の値の10倍の數をオームにした數を r_1 のオームとする。

斯の如くして置く時は、只Rを變化する事に依つて、簡単に R_p を測定することを得るのである。

今之の各rの値を前式に代入して。

$$r_2 = 1000\omega, \quad r_1 = 10 \times \mu, \quad r_3 = 10\omega, \quad R_1 = x$$

$$R_p = \frac{r_1 R_1 \mu}{10\omega} + \frac{r_1 r_2}{10\omega} - r_3$$

無線用真空球の原理と應用

$$R_p = \frac{r_3 R_1}{10\mu} + \frac{r_3 r_5}{10} - r_3$$

$$= \frac{1000 \times R_1}{10}$$

$$= 100R_1 \dots\dots\dots (30)$$

即ち $r_3 \parallel 1000$ オーム、 $r_2 \parallel 10\mu$ 、 $r_5 \parallel 10$ オームにして置き、 R_1 を加減してTに音の聞へざる時の内部抵抗 R_p は、Rの其の時のオームの百倍を以て求むる事を得るのである。

内部抵抗はフ井ラメントがプレートへ遠ざかる程大である。

球の構造及フ井ラメントの輝。プレートの電位に依つて、其の値を變化するのである。

何れにせよ、Amplification Constantを増さんとするれば、プレートをフ井ラメントより遠けるのであるが、此の場合には、 R_p は増すものであるから、 R_p と μ とは常に逆比例するのである。

此の點が、三極真空球の構造の最も設計するに困難であるが、又面白い點である。

第九章 相互傳導度

(Mutual Conductance)

Mutual Conductance とは、内部抵抗の逆数にアンブリフ井ケーション、コンスタント μ を乗じたものである。

即ち内部抵抗で μ を割りこものである。

$$g_m = \frac{P_1}{R_p} \mu = \frac{\mu}{R_p} \dots \dots \dots (31)$$

今、或る電圧 E_g をプレート電位となし、或る電流でフ井ラメントを點火する時、グリッドに E_g ボルトだけ電位を増せば、プレートの電位は $E_g + \mu E_g$ なるのである。

即ち E_g だけ、プレート電位は加ふるのである。

全球の μ 即ち E_g に於て、零の時 $E_g + 1$ ボルトに對する μ の値は、グリッド零に對する 1 ボルトを増すに、プレートの電位に加はる電圧と見る事が出来る。

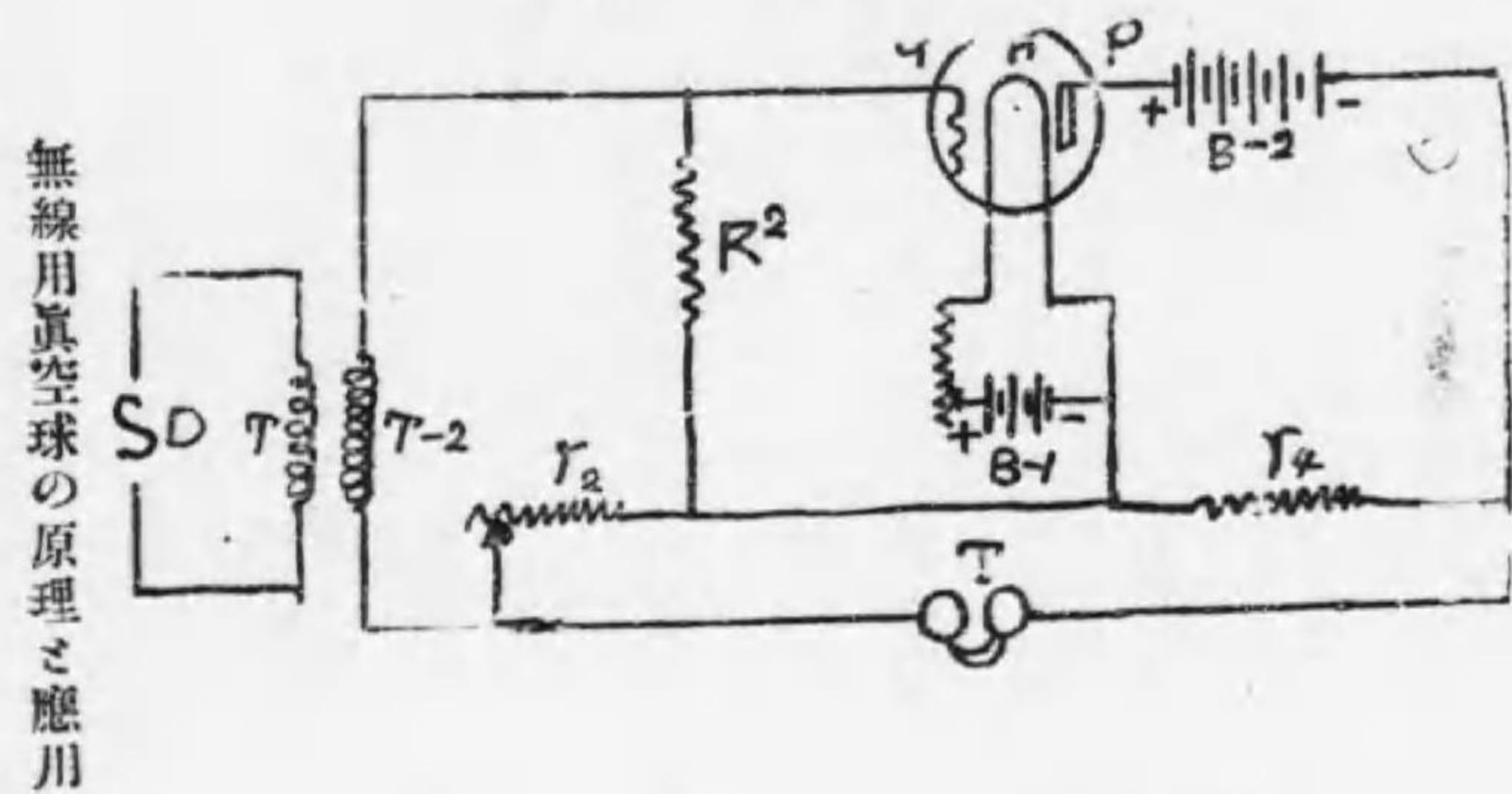
之の數をプレート抵抗で割る時は、プレートに μ に依つて、即ち 1 ボルトのグリッド電位に對する電流を得るのである。

即ちグリッド電位 1 ボルトに對するプレート電流に加はる所の電流である。

第三十圖に於て説明して見ると、其の曲線は $E_g = 0$ 、即ちグリッドに電位零の時、プレート電壓に依つて得たものである。
今 E_g ボルトにプレート電位を電位せる場合、電流は I_0 にミリアンペヤ、プレートに流れるのである。

無線用眞球空の原理と應用

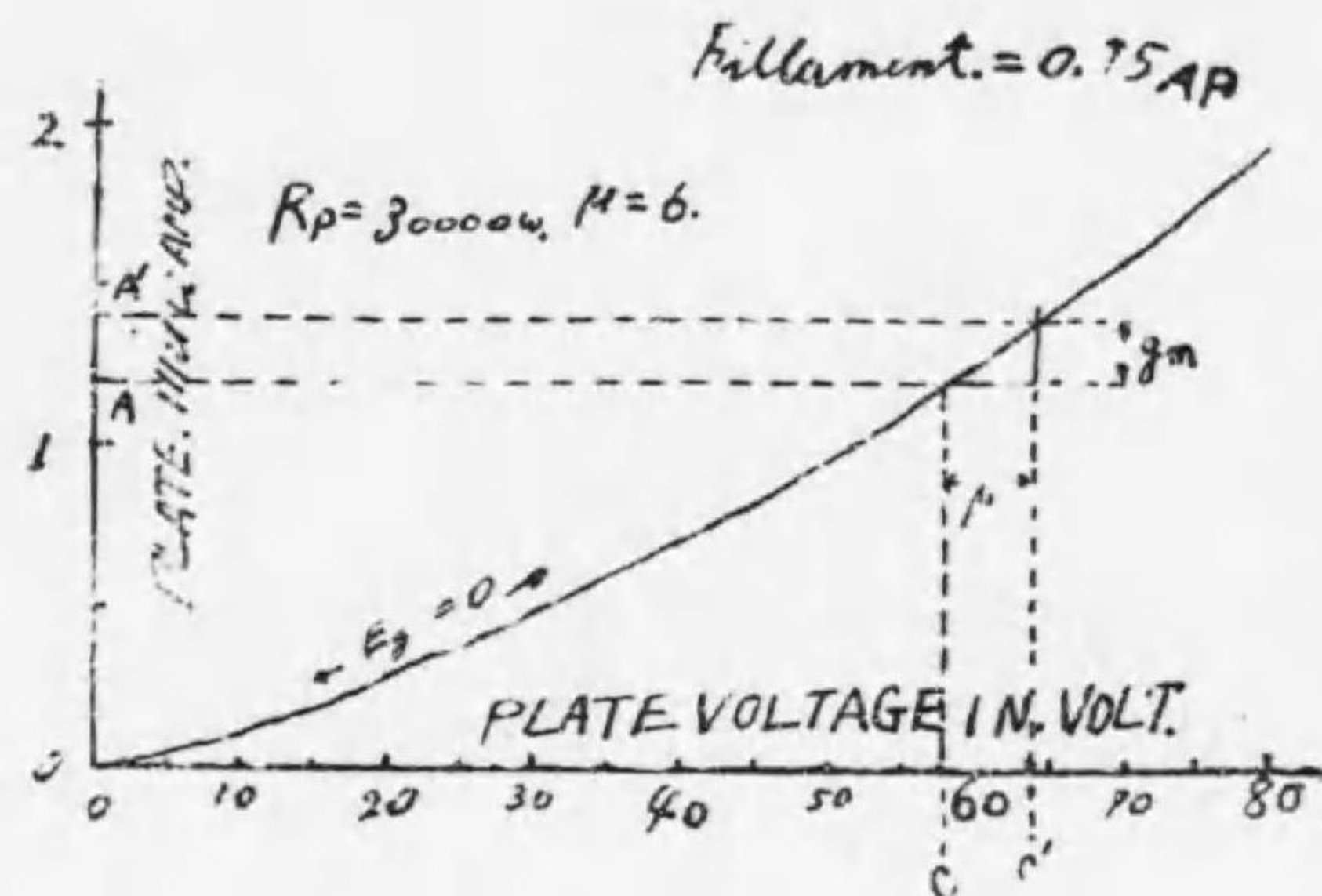
圖一卅第



無線用真空球の原理と應用

μ に依つて増すと見られるのである。
 μ を知り R_p を測定する時は Mutual Conductance M は計算し得るが、直接之の値を測定する方法は、第三十圖の如き配線に依つてなされるのである。
 D は 200 サイクルの発電機、或は $\frac{1}{2}$ ザーとする。
 T 及 T-1 は變壓器にして、T-1 は其の二次線にて、約 30 ミリアンペヤの電流を得れば足るのである。
 R_p 及 μ は共に、無誘導の抵抗とする。

第三十圖



然るに此の球は、Amplification Constant μ を 6 とする、T-1 に 1 ボルトの電位を加へる時は、プレート電位は 60 + 1 = 61 ボルトとなるのである、即ち 60 + 1 = 61 に対する電流は 1.5 + 0.1 = 1.6 ミリアンペヤである。然る時は、T-1 に 0.1 のミリアンペヤは μ に依つて増した電流であらねばならない。之の値が μ である。
 此の曲線を測定した時の内部抵抗は、30000 オームであつたから、 μ のなれば

$$\mu = \frac{6}{30000} = 0.0002 \text{ アンペヤだけ電流は}$$

Tは受話器Cにはプレート電位を與へる爲めの電池、Cはフ井ラメントを輝す爲の電池で抵抗を付し、任意な電流をフ井ラメントに與へるのである。今 E_1 、 E_2 及 E_3 を變化して、Tに音を聽かざる點に於て、 G_{12} は

$$G_{12} = \frac{r_1}{r_1 R_2} \dots\dots\dots (32)$$

である。

便宜上、 R_2 を1000オームとして置き、 E_2 を100オームとして置く時は、只 E_2 を變化する事に依つてブリッチを平衡する事が出来る。

之の場合 mutual Conductance は

$$r_1 = 100\omega, \quad R_2 = 1000\omega.$$

$$G_{12} = \frac{r_2}{100 \times 1000} = \frac{r_2}{100000} = r_2 \times 10^{-4} \dots\dots\dots (33)$$

で求め得らるのである。

三極真空球に於て、其の特性を表はすに要する單位は、アンブリファイケーション、コンスタント μ 内部抵抗 R_p 及此の Mutual Conductance の各値であるから最も良く之れ等を知り、之れ等を解する事が出来れば、球の之の三個の値を知り自ら球の得失を知り得るのである。

Mutual conductance は μ の大なる程大である。即ち大なる μ を持つ球ほど大なる電流をグリッド電位に依つて増す事が出来るのである。

又プレート抵抗の小なるほど G_{12} は大である。

然るに前述せる如く、 μ を大とすれば、フ井ラメントよりプレートの距離を大とせねばならぬ、然る時は R_p は共に大となる。 R_p 大なれば G_{12} は小となる、之等 G_{12} 及 R_p は單に三角關係を持つてゐるのである。

無線用真空球の原理と應用

球の構造、即ち球を設計する人々の最も注意すべき、又最も興味ある問題では無いであらうか。

第十章 擴大作用

三極真空球に於てなされる擴大は、グリッドに於ける電位の爲めである事は知る事が出来るが、今一層此の一定した擴大作用の源を辿つて見ると、擴大と云ふ事は、プレートに電位してゐる電源の電流より、餘分の力が出来ること考へる事が出来るであらう。

然して其の餘分の電流が、即ち擴大された電流で、其の力は、グリッドに與へらるゝ他よりの電位に依つて現はれるのである。

即ちグリッドの電位に依つて、擴大せられた電流の總計は全く現はれるのである。

其の原因は、全くグリッドにあつて、フ井ラメントよりプレートへ電子が飛ぶ

無線用真空球の原理と應用

時、グリッドは常に陰電子を含むと云ふ事を知つておらねばならぬ。
 以下の場合に於て、擴大用として使用する事が出来るのである。

$$\begin{aligned} & \sqrt{\mu} \left[E_{g2} + e \right] + \left[E_{g3} \right] \\ & \sqrt{\mu} \left[E_{g1} + e \right] - \left[E_{g2} \right] \dots\dots\dots (34) \\ & \mu \left[E_{g2} + e \right] + \left[E_{g3} \right] \\ & \mu \left[E_{g1} + e \right] - \left[E_{g2} \right] \dots\dots\dots (35) \end{aligned}$$

此の二つの式に於て、 E_{g2} はグリッドが最大な値を持した時のフ井ラメント
 と、プレート間の電位差とする。 E_{g3} はグリッド電池の電位、 e は入力電位

E_{g2} はグリッドが感知する事が出来る電流の場合、フ井ラメントに陽極を與へ
 る點であるとする。

然る時は

$$\sqrt{\mu} \left[E_{g2} + e \right] + \left[E_{g3} \right] \dots\dots\dots \text{である}$$

と云ふ事が出来る。

して e は、グリッド及フ井ラメントに入る所の電位である。

然して擴大は(34)と(35)式に依つて、限定せられた範圍中に於て、球を使
 用した場合である事を知るのであらう。

プレート回路中の抵抗は、電壓の範圍を越しても、又特性曲線を作る事が出
 來るのである。

又擴大率の最大な點を與へる位^ひ、回路の常數が變化した場合でも、尙ほ實

無線用真空球の原理と應用

驗上に於ては、満足した結果を得るのである。

此等の場合プレート回路に擴大せられて得た交流電流 i_p は。(グリッドに與られた電位に依つて得た)

$$i_p = \frac{\mu e^2}{R_p + Z_0} \dots\dots\dots (36)$$

或は

$$= \frac{\mu e^2}{R_p + R_0} \dots\dots\dots (37)$$

である。

之の式は簡單に我々に、擴大率 (Amplification) を與へるのである。

式中 R_0 は、球のプレート抵抗、即ちフ井ラメントよりプレートに至る抵抗

第 三 十 二 圖



Z_0 或は R_0 はプレート回路に直結せられた、インピーダンス、又は抵抗である。して μ は擴大率

(Amplification Constant) E_g はグリッドに與へらるゝ電位差である。

第三十二圖に於て説明して見る。

D は交流を與へる發電機とする。して其の電流は E_g の變壓器一次線よりグリッド回路にある、其の E_g の二次線に電壓を與へるとする。

V は三極真空球、G は其のグリッド、F はフ井ラメント及 P はプレートである。

$B-1$ の電池で適當に F を點火して置く、 $B-2$ はプレート電位を與へる爲の

無線用真空球の原理と應用

に與へられたとする。

通常なれば、(アンプリファイケーションがなければ)之の時得る電流は、常に I_{p0} の交流を得る事になるが、 V の場合に於ける、 μ がある以上、之の電流は I_{p0} の交流の+の場合に於ては $I_{p0} + I_{p1}$ の電流がプレートに得らるゝのである。

之内 I_{p1} は、 V にグリッドに電位せられた場合、プレートの電位に依つて得る電流であるから $e(I_{p1} + I_{p0}) - I_{p0} = I_{p1}$ であつて、 I_{p0} だけプレートには電流を増したと見る事が出来るのである。

之の I_{p1} は、 E_{μ} に依つて得られたのであると見るより外はないのである。

之の圖中 $A-B$ はグリッド電壓の極の境である。 $A-B$ より右は陽に、電位するとし、左は陰に電位すると見るのである。

之等の三極真空球に依る擴大装置の重要な點は、 μ の大なる點を選ぶ事、即

ち最も適當な電位を先づグリッドに與へて置く事である。

特に注意す可き事は、グリッドの電壓に依つて少しく μ の値が異なる事である。

第十一章 電 壓 擴 大

(Voltage Amplifications)

電壓擴大とは、プレート回路に擴大常數に依つて、擴大せらるゝ電位量である。

前述したところの

$$E_p = \frac{\mu E_g}{R_p + Z_o}$$

の式に於て、 $R_p + Z_o$ は、プレート回路の全抵抗であり、 Z_o はプレート回路に挿入せられたインピーダンスである。して μ は擴大常數 μ は E_g 即ち、グリッドに與へられた他よりの電位差に依つて増したプレート電流である。

プレート回路の抵抗 Z_o を増す時は、プレート回路に得る電壓 e_o は $e_o = i_p Z_o$ にして

前式

$$i_p = \frac{\mu E_g}{R_p + Z_o} \text{ より}$$

$$E_o = \frac{\mu E_g Z_o}{R_p + Z_o} \text{ である。} \dots\dots\dots (38)$$

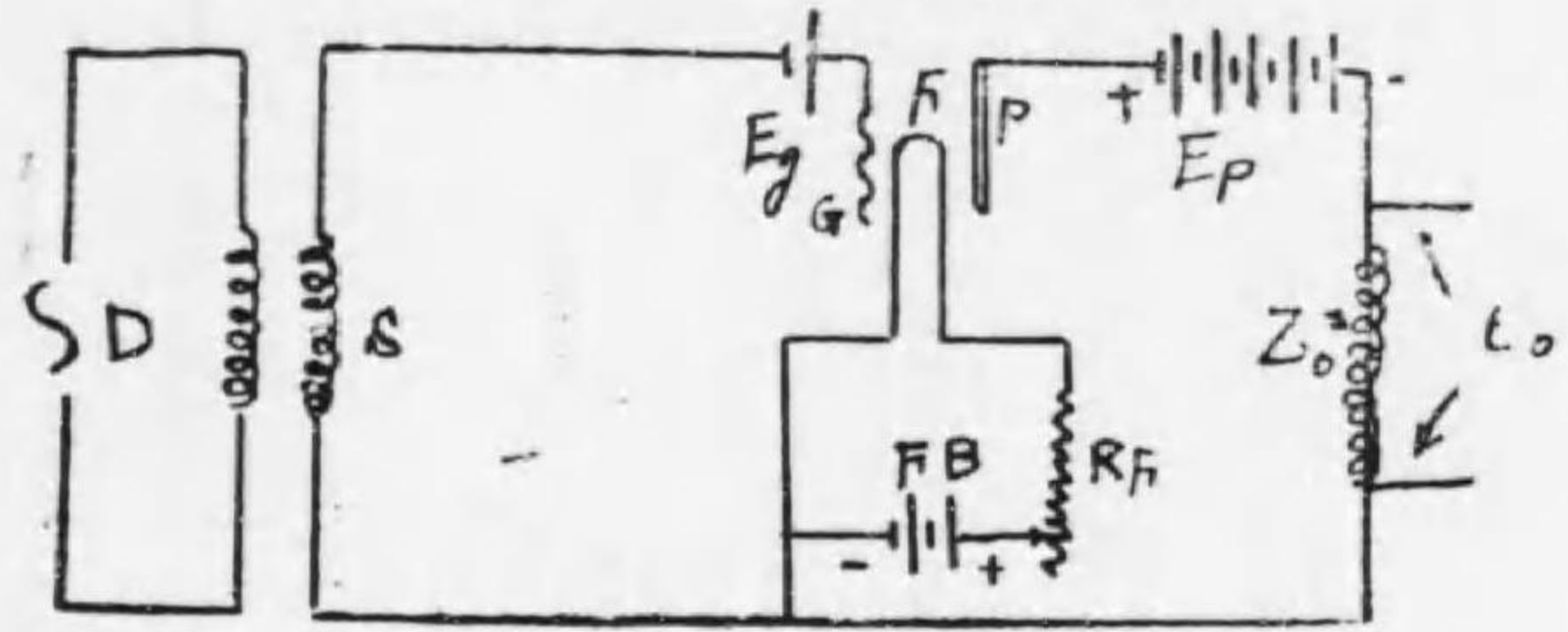
して電壓擴大 μ' は、グリッド回路に與へられた電壓 E_g と、プレート回路に發生せられた電壓 E_o の比である。

即ち μ' とは

$$\mu' = \frac{E_o}{E_g} = \frac{\mu Z_o}{R_p + Z_o} \dots\dots\dots (37)$$

無線用真空球の原理と應用

圖 四 卅 第



である。

第三十四圖に於ける配線に於て、Dより交流が與へらるゝものとするれば、Nの兩端に於ける電位(グリッドポテンシヤルに依つて増されたる)はN×Eである事は明かである。

してμが増す事は大なる電壓量を得る事になるのである。

此の式中Nはインピーダンス
即ち

$$Z_0 = r_p + r_n \text{ である。}$$

此の式中Z₀は、Nを構成する線輪の抵抗でありN

はリアクタンスである。

解し易く説明すれば

$$\frac{C_0}{C_g} = \frac{\mu \times \sqrt{r_p^2 + X_0^2}}{\sqrt{(r_p + r_n)^2 + X^2}}$$

である。

LリアクタンスN₀はN₀=2πf×Lである。

fは周波數(オヂオンフレケンシー800とした)。

然る故にN₀即ちプレート回路に抵抗が無誘導なものであつたなら、即ちN₀が無かつたなら、Lの自己誘導が無いから、次の式で計算する事が出来る。

$$\mu^2 = \frac{\mu I_0}{I_p + I_0}$$

無線用真空球の原理と應用

此の場合はプレート直列抵抗は無誘導である。

又インピーダンスに於てRが最小であるなら、即ちRが1であるなら

$$Z = \sqrt{r_p^2 + (2\pi fL)^2} \text{ に於て } Z \text{ をインピーダンスとする}$$

$$Z = \sqrt{(2\pi fL)^2} = 2\pi fL = X$$

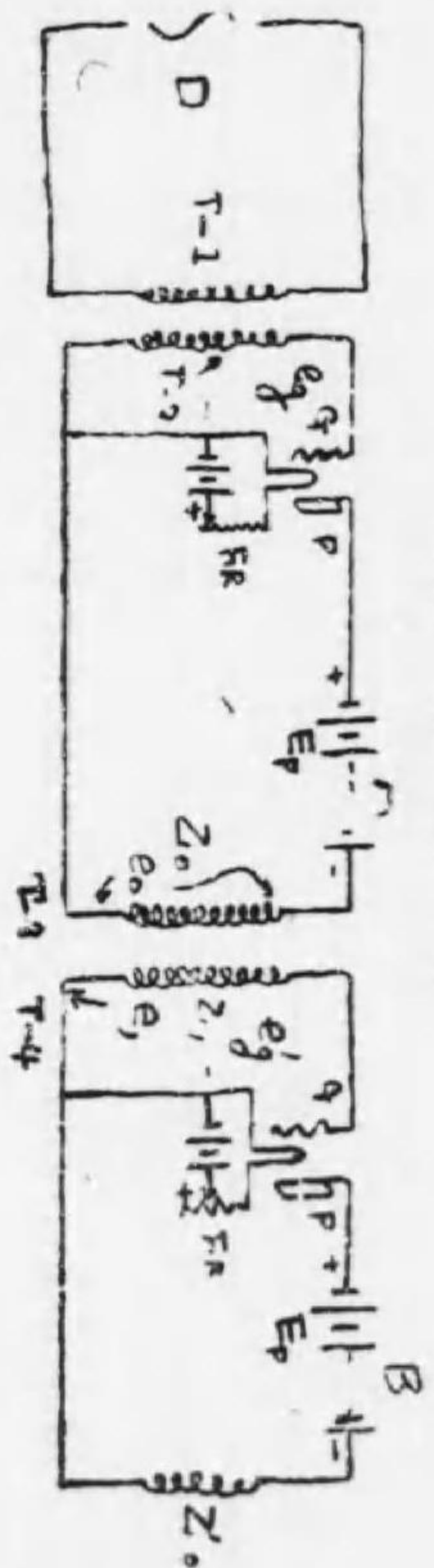
即ち此の場合、リアクタンスのみであるから Z_0 に極めて抵抗少なきインピーダンスを入れた場合の μ' は

$$\mu' = \frac{\mu \cdot X_0}{\sqrt{r_p^2 + X_0^2}}$$

で求むる事が出来るのである。(ラヂオトランスホーマ使用の場合等に用ひらる)

數段に擴大を付する場合の、電壓擴大 μ' は
次の如き關係となるのである。

第 三 十 五 圖



$$\mu' = \frac{\mu E_g Z_0}{R_p + Z_0}$$

である。

E_{g1} の電壓の比が、 $\frac{Z_0}{Z_0}$ の比とすれば、B球のグリッド回路に於て發生する電壓 e_{g2} は

無線用真空球の原理と應用

第三十五圖に於

て、A球に於ての Z_0 に依つて得らる電壓 e_{g2} は

$$C_v = \frac{\mu_{CG} \sqrt{Z_1 Z_0}}{(R_p + Z_0)}$$

が得らるゝのである。

第十二章 工 率 擴 大

(Power Amplification)

力率擴大とは、三極真空球を使用する擴大回線に於て、其のプレート回路に直結する處のインピーダンス中に於ける力の擴大を云ふのである。

前章に於て、電壓擴大 μ は、プレート回路のインピータンスに於ける電位擴大であるが、インピーダンス Z_0 に於ける電壓を V_0 とすれば前述せる如くである。

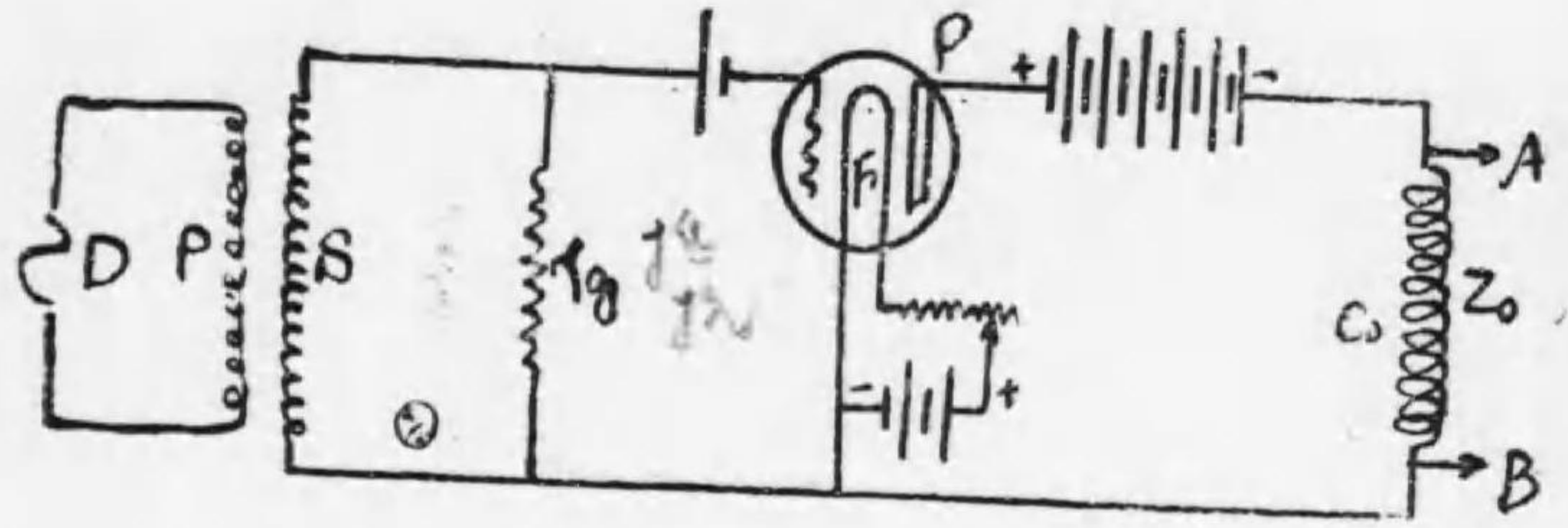
$$C_v = \frac{\mu_{CG} Z_1}{r_p + Z_0}$$

である。

μ 、は擴大常數 μ_{CG} はプレート抵抗又 r_p はグリッドに與へらるゝ電位とす

無線用真空球の原理と應用

圖 六 十 三 第



る。

若し E_p を E_s 電圧に依つて (交流) 出づる所のプレート電流とする。

$$i_p = \frac{u_c E_s}{r_p \times Z_0}$$

である。

尙ほ少しく

第三十六圖に就いて説明して見ると。

D の交流が P より S に、即ちグリッド回路にのポテンシャルを與へる時、 i_p は FPAB に、 Z_0 に依つて得る電圧であり。又 i_p は FPAB に流る。

電流であるから、 Z_0 に於ける工率は

$$\begin{aligned} e_p i_p \cos \phi &= \frac{u_c E_s}{r_p + Z_0} \times \frac{u_c E_s Z_0}{r_p + Z_0} \times \cos \phi \\ &= \frac{u_c^2 E_s^2 Z_0 \cos \phi}{(r_p + Z_0)^2} \dots\dots\dots (40) \end{aligned}$$

である。

$\cos \phi$ は Power Factor (力率) である。

然して、交流を導びく一次線に併列に大なる抵抗を適當な比に入れる時は工率擴大を最良な値にする事が出来るのである、之の抵抗と與へらるゝ力率に依り、工率擴大は計算する事が出来るのである。

今 Z_0 を適當なものとして、プレートに無誘導抵抗を入れるものとして、之の

工事擴大率は

$$\eta = \frac{M^2 r_g r_o}{(r_p + r_o)^2} \dots \dots \dots (41)$$

で求むる事が出来る。

然して γ が、無誘導抵抗でない場合、即ちリアクタンスの加れる場合は

$$\eta = \frac{M^2 r_g r_o}{(r_p + r_o)^2 + X_o^2} = \frac{M^2 r_g r_o}{(r_p + Z_o)^2} \dots \dots \dots (42)$$

$$X_o = \sqrt{R^2 + (2\pi F \times L)^2}$$

である。

R 抵抗 F 振動數 (オチオンなれば 800) L 自己誘導ヘンリーで求むるのである。

工事擴大の最大な點は、 γ が γ_o と等しき場合である。

即ち $\frac{N_o}{r_p}$ の比が 1 となつた時である。

今 $N_o = n r_p$ とする、即ちプレートレジスタンスの n 倍を N_o とした場合に於ては

$$\eta = \frac{M^2}{r_p} \frac{r_g \text{Cos } \phi}{(1+n)^2} \dots \dots \dots (43)$$

である。

而して $\frac{M}{r_p}$ は、ヴルヴの特性、即ち Mutual Conductance である。

$$\text{して } \text{Cos } \phi = \frac{r_o}{\sqrt{r_o^2 + X_o^2}}$$

即ち、インピーダンスで N_o 中の抵抗 (リアクタンスなき直流的な) を割つた値である。

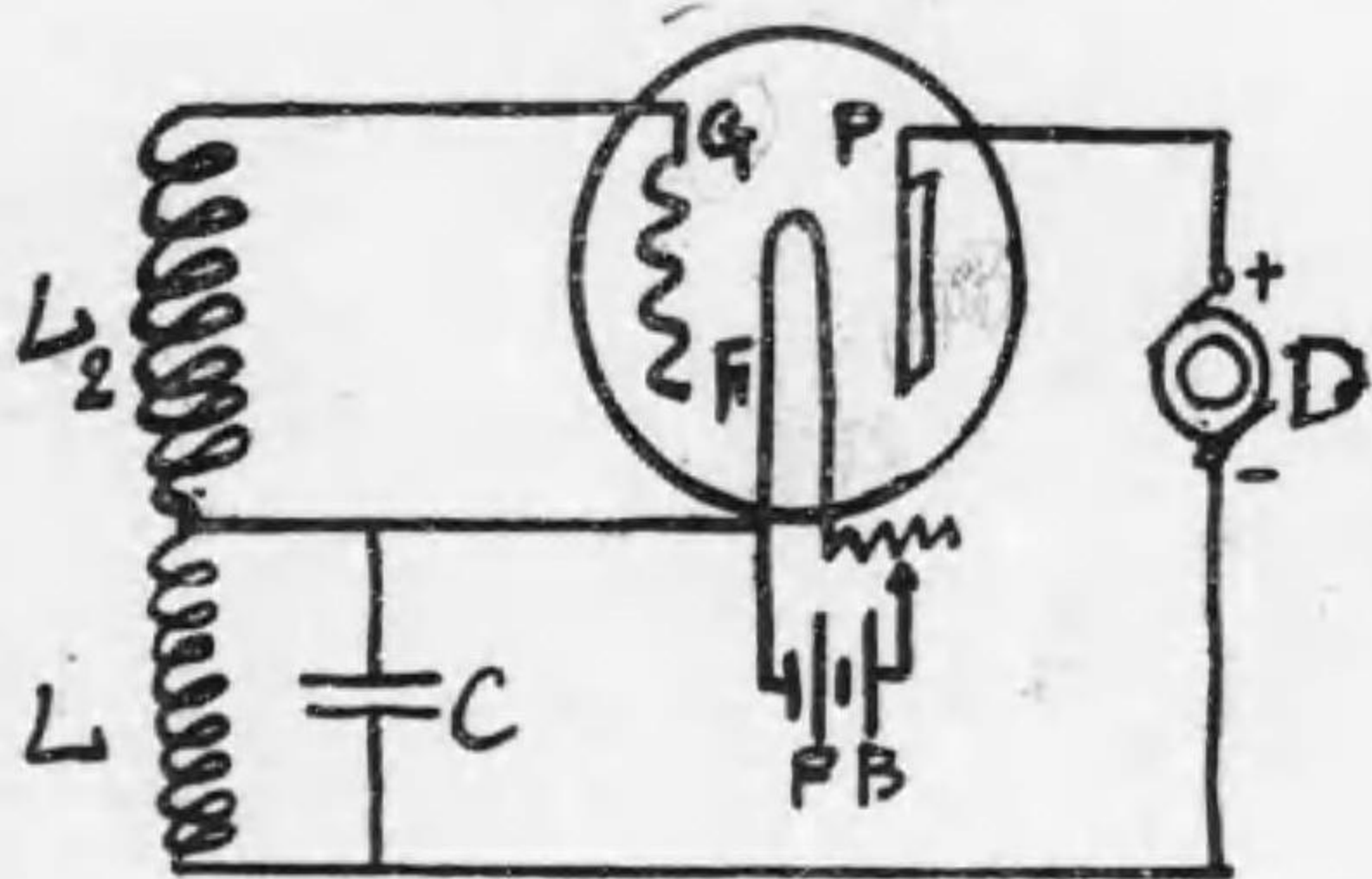
無線用真空球の原理と應用

三極真空球に依る起振動作用

三極真空球の起振動作用は、其球中のグリッドの制御力に起因するのであるが、球中のサーモイオニツクカソードに其初動を與へらるゝ事は明かである。

第三十七圖に於て、Fをフ井ラメントとしPを其のプレート、Gをグリッド、Dをプレート用高直流電源、E、Bをフ井ラメント點火電源、Lを或る値の自己誘導線輪、又Cを或る電氣容量として回線を作つたものとして説明して見ると

第三十七圖



先づ、Fが点せらるゝなら。Pが陽に充電せられ居る故、Fよりの熱電子はPに吸引せらるゝ。然る時は、Pの電圧は下降し、Dよりは此れを補ふ可くPに電流流れ、然る時は、Fの電圧は、又下降する故、又DよりはFに即ち反対に電流流れて、Fを補ふ、斯くの如くして、P、D、F間には交流が発生する。

此の様にプレート回路に發生する交流は毎秒3000サイクル餘の振動となるのである。

此れをオーディオンフレンクンシー (Audion frequency) と云ふ。之の交流は、L及Cよりなる振動回路に電流を與へて、L及C回路に振動を起させる。

然しながら三極真空球であるから、其のグリッドはFよりの電子に依つて、常は(一)に電位せらるゝのであるが、其のグリッド回路にCがあつてLに發生

する振動流をGに導く時、Gの電位は其の振動電流に依つて(+)交流に變化せらるる。

然る時は、Gの禦動力に依りプレートとの電流は其のL、Cの振動電流と等しく振動して、時計の振子の如く持続的な振動電流の發生を見るのである。

先づプレート回路にスタートの交流發生し。其の交流により振動回路は振動しはじめる、其の電流がグリッドをオペレートする、然る時はプレート回路の振動も振動回路の如くグリッドにより振動せしめらるゝのである。

今バザーをL、C回路中入れて、之れを働かした場合を考へる時は、此の理は明であらう。

然して、バザーの振動數(即ちバザーの音と見て)は或は異なるも、其の發生せらるゝ振動電流の値、即ちサイクルはL、Cに依つて決定する事が出来る

のである。

之の場合實用的な式としては、

其のLの値をヘンリーにて、Cの値をファラードとせる場合發生する振動電流の振動數は

$$N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots\dots\dots (41)$$

である。

然して、バザーの振動數は、一秒間に於て千以上の振動を作る事はなかく困難である。

前の三極真空球の場合に於ても、真空球自身の振動は、即ち500より800サイクルに過ぎないのであつて、通常 Audion Frequency (オデオンフレイケンシ

無線用真空球の原理と應用

1)と稱して居るのである。
 然しながら、其より起生せらるゝ振動電流 (Oscillation Current) は其の回路中の LC に起因して、任意な波長を發生するのである。
 今 C の値をマイクロファラードとし、L の値をセンチメートルアとして、發生する處の電波長は、

$$\lambda = 59.6 \sqrt{L \cdot C} \text{ であり。}$$

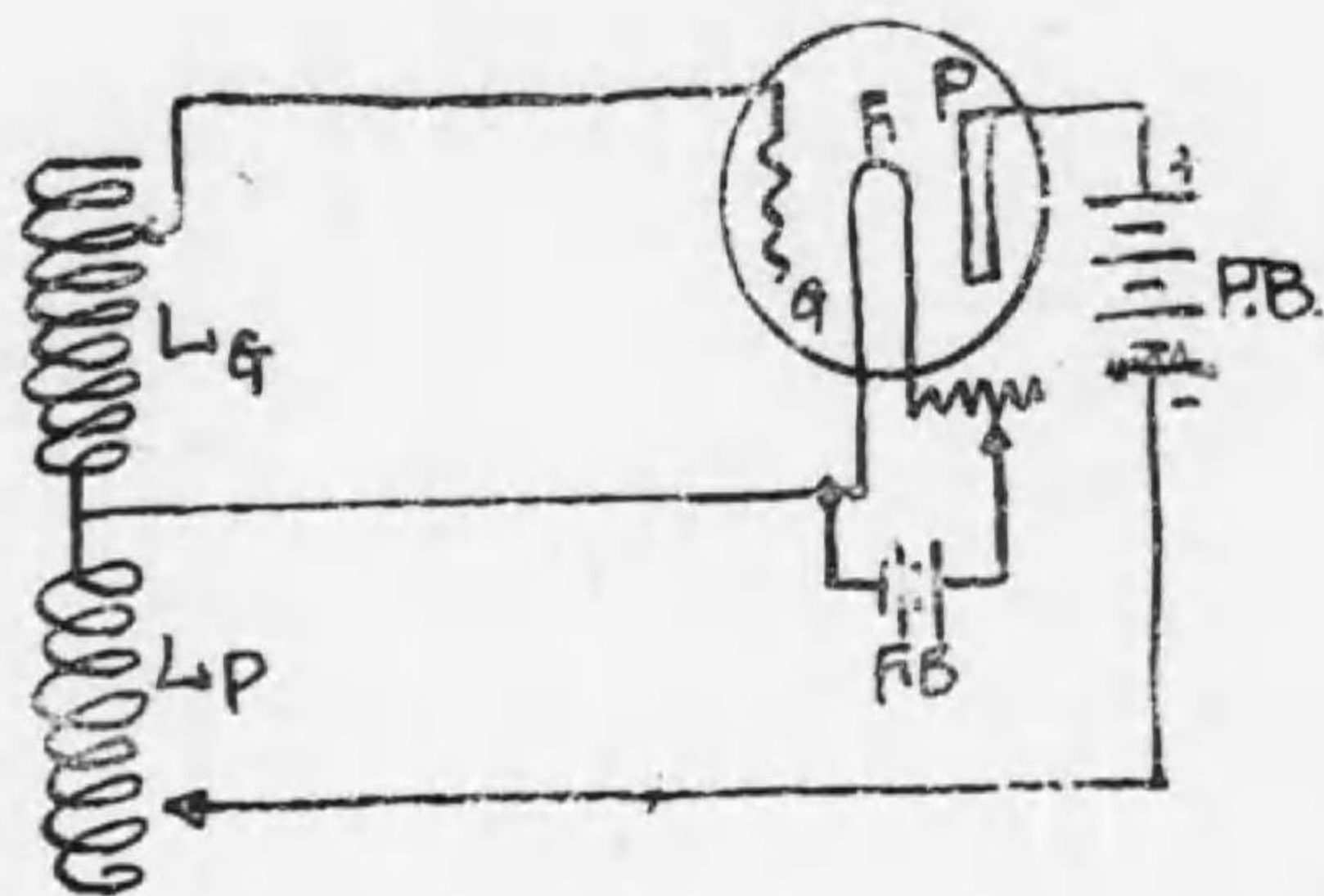
其の振動数は、

$$N = \frac{3000,000,000}{59.6 \sqrt{LC}} \dots\dots\dots (45)$$

である。

然しながら、第三十八圖に於ては、只理論上よりの話して、實際は此の起振

圖 八 十 三 第



無線用真空球の原理と應用

動作用は瞬間に發生するのである。

第三十八圖は、一種の變壓器 (テストラ型の) を使用して、グリッドに反動するプレート電流の變化 (オチオンフレクンシー) を與え、Lg 内の振動電流を、グリッド回路の、Lp コイル中に交流 (等しき振動の) を發生せしめて、グリッドに依り、回路に發生せられた交流 (振動電流) に依る變化を球中の熱電子流を變化せしめて制御をなし、振動電流を起生せしめるのである。

グリッドのポテンシャルは、大なる變化をプ

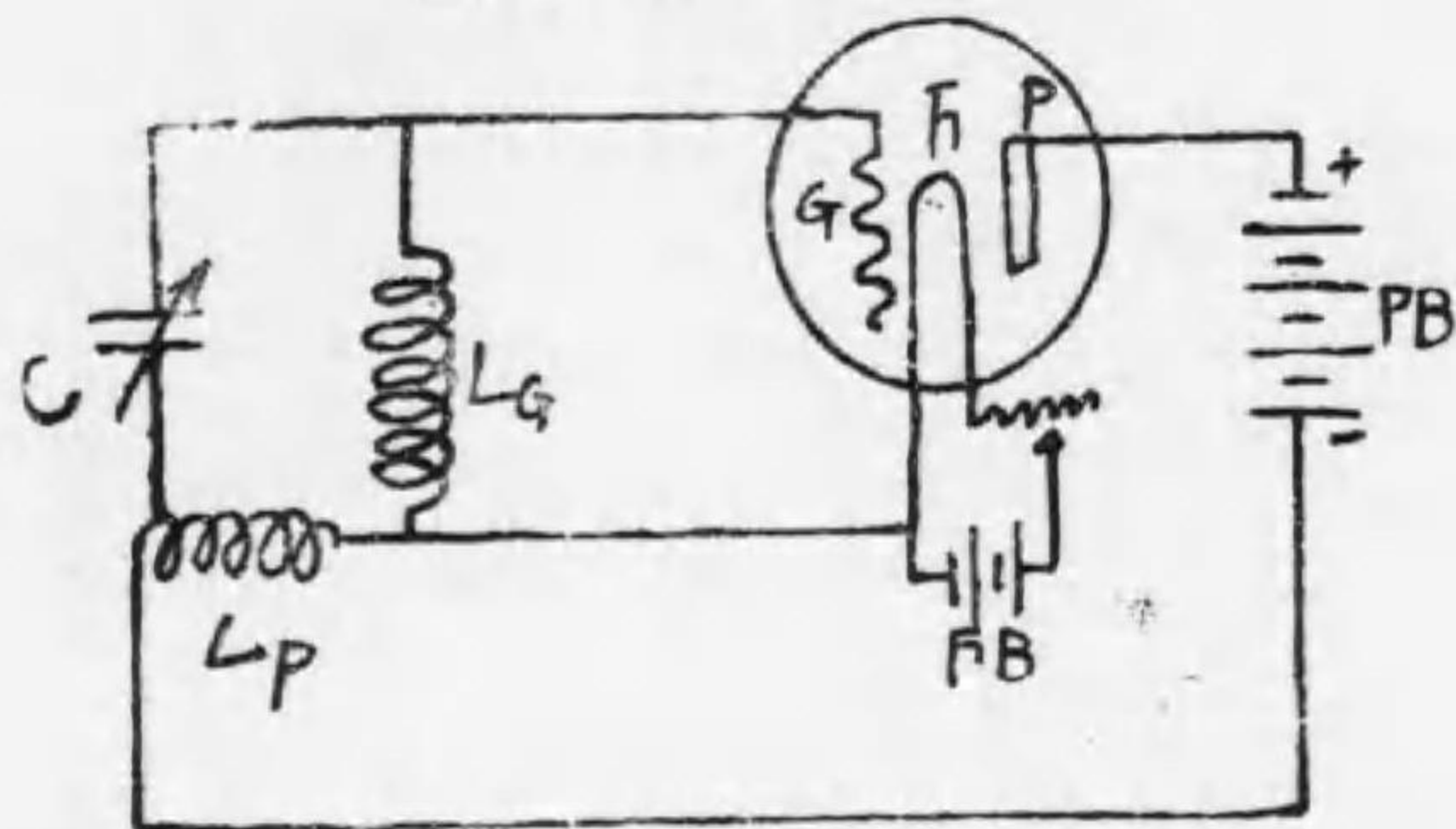
プレート回路に及ぼす事は前述せる如くであるから、極めて僅かの力に依つて、大なる電流を變化して、此處に大なる振動電流を發生するのである。
然して、之の場合實驗的に研究する時は、 L_p, L_g に依つて、發生する所の振動電流の波長は、之の回路に於て發生する波長より事實は長いのである。
通常之の波長は、次の如くして求むるのであるが、

$$L = 59.6 \sqrt{(L_g + L_p + 2M) \times (C_1 + C_2)} \dots\dots\dots (46)$$

となる。

然して、 L_g はグリッドコイルの自己誘導であり、 L_p はプレートコイルの自己誘導、 C_1 は両コイルの電氣容量、 C_2 は回路中の電氣容量、又は球中の Internal Capacity、或はソケットに於ける容量、又 M は相互誘導である。

圖 九 十 三 第



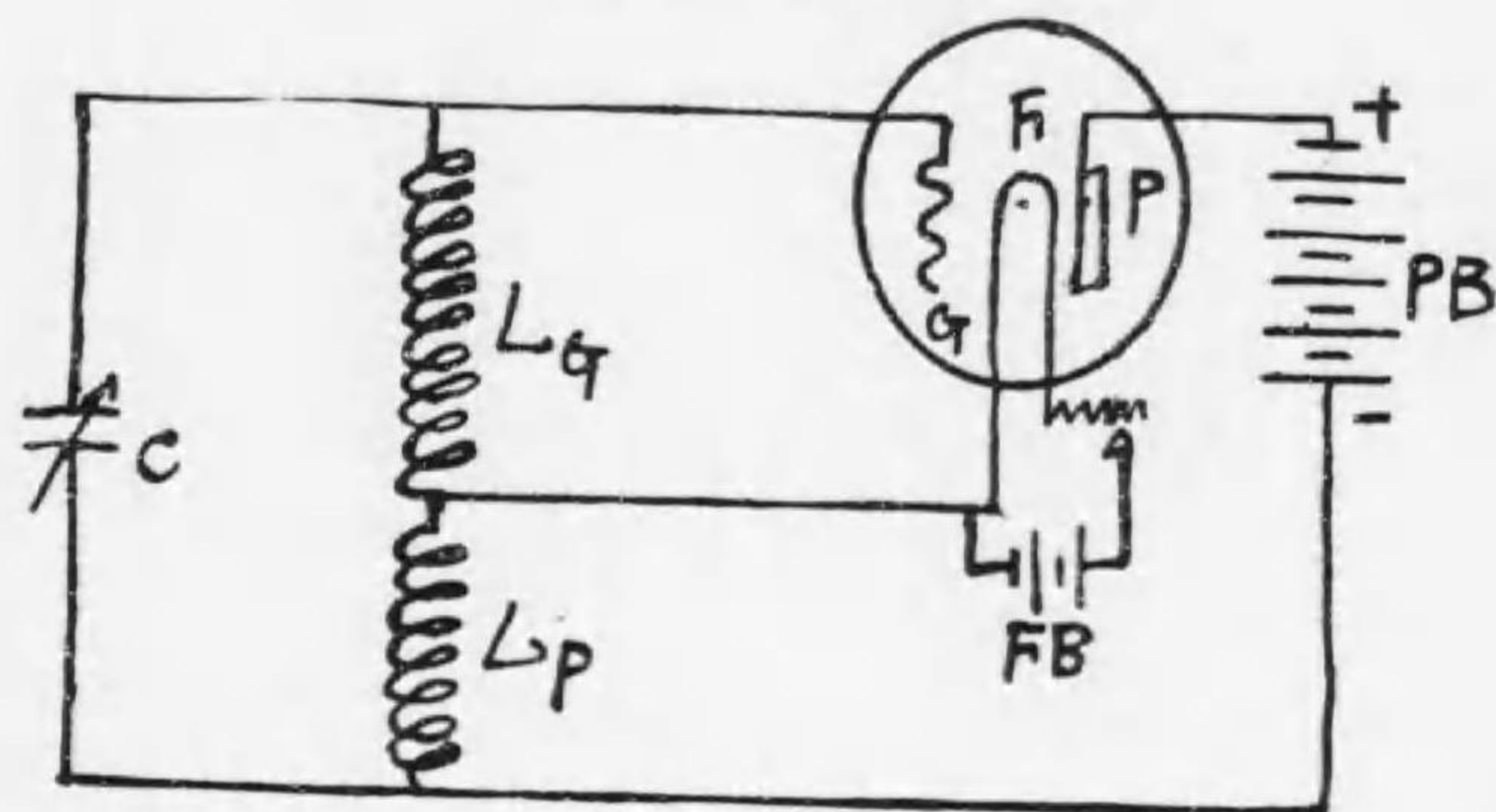
無線用真空球の原理と應用

然しながら、第三十九圖の場合は、磁氣的に結合する配線と見らるゝのであるから、グリッドに作用せらるゝ（或はグリッドがプレートに完全に制動する）電壓に達する點にして、始めて完全なる振動電流が發生せらるゝと、見るのが至當かも知れないのである。

第四十圖は、 L_g と L_p が交感せず、 C の容量が其の両端に入れられてゐるのである。

今プレート回路に (pulsating current) 即ち脈流が起る時は、 L_p 内には、振動電流が發生する事は前述したが、其の結果 L_g 内に電壓を與え、グ

第十四圖



リッドは制動作用をするものである。
 而して之の場合発生せらるる振動電流の振動
 数は、 L_g 、 L_p 及び C に依つて求めらるゝ
 のである。

$$N = \frac{300,000,000}{59.6 \sqrt{(L_g + L_p)C}} \dots\dots\dots (47)$$

である。
 然しながら、球中或は回路中、又は球のソケ
 ットの電気容量の大なる場合、或は C の最少な
 場合は、発生する振動電流の N は求むる式より
 大なるのである。

余の實驗せる場合、 C が大なる程大なる振動電流を、クローズサーキットに
 於ては得る事が出来たのである。然しながら之の配線は餘り多くは使用せられ
 ないのであつて、第四十圖の如く、 L_g と L_p が交感せる場合の配線を用ゆるの
 である。

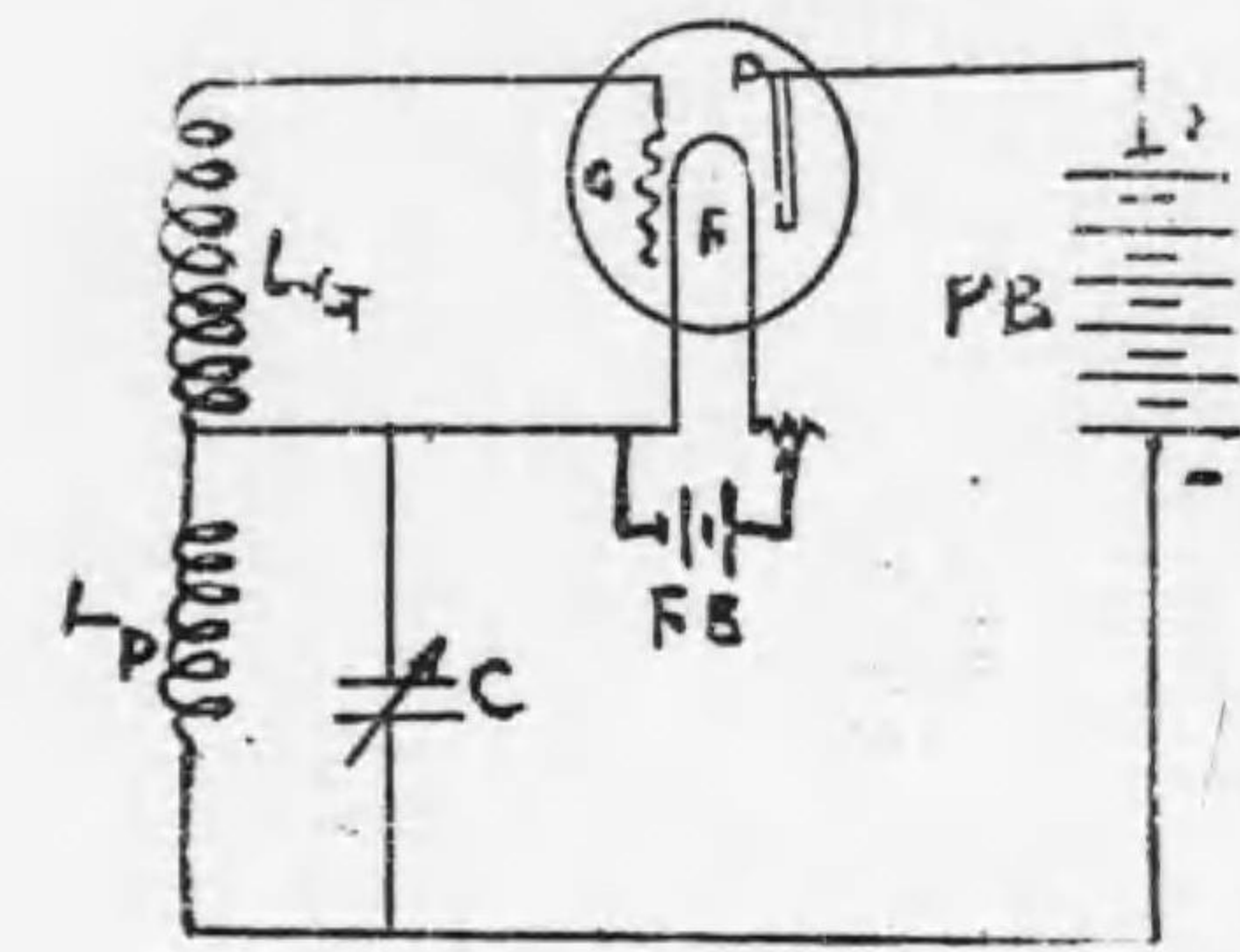
之の場合は

$$N = \frac{300,000,000}{59.6 \sqrt{(L_g + L_p + 2M)C}}$$

と成るのである。
 然して、他の部分の電気容量は、感えてないのである。
 之等は、皆磁氣的にグリッドコイルとプレートコイルを感えたものであるか
 ら。簡單であるが。然し L_g と L_p の線輪の巻き數、或はインダクタンスと言

無線用真空球の原理と應用

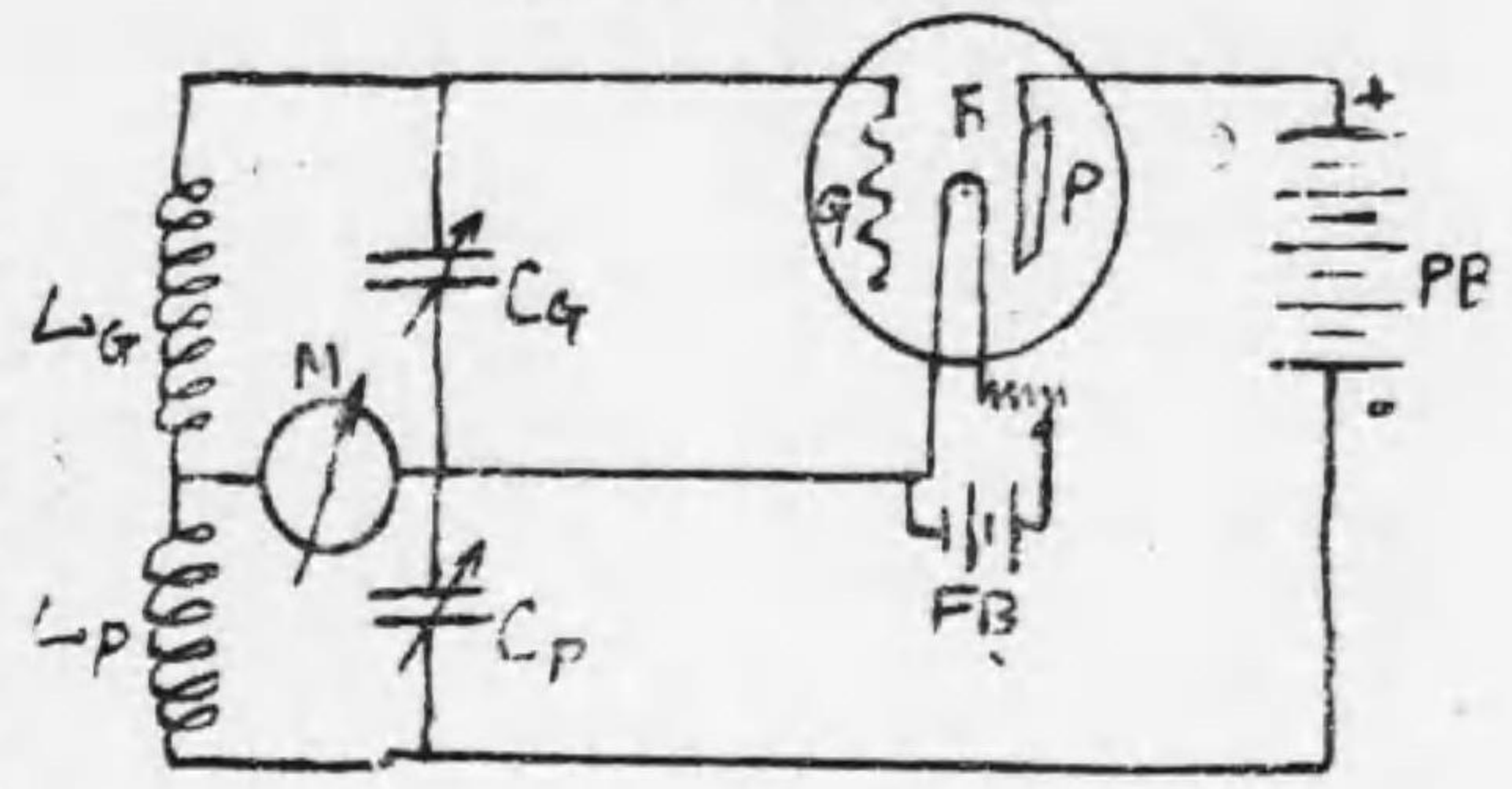
圖 一 十 四 第



ふ事は、可成り面白いものでなくてはならないと思はれる。
 L_p が過大にして、 L_f が小さいか、或は此の反対の場合は良い結果は望まれない。余の實驗に依れば、其の L_p と L_f は、等しい値のインピーダンスか或は兩コイルの波長が等しい時に於て、最も良い結果となりはせぬかと思はれる事が時々ある事を發表して置きたいのである。

第四十一圖は、 L_p に變化蓄電器を併列に入れた配線である。此の場合、 L_p を一定にして置き、 L_f 併列の C の容量を變化して行く時、或る D 係にて振動電流の最大となる點がある。
 此の場合、此の振動電流の波長は、ほとんどの振動回

圖 二 十 四 第



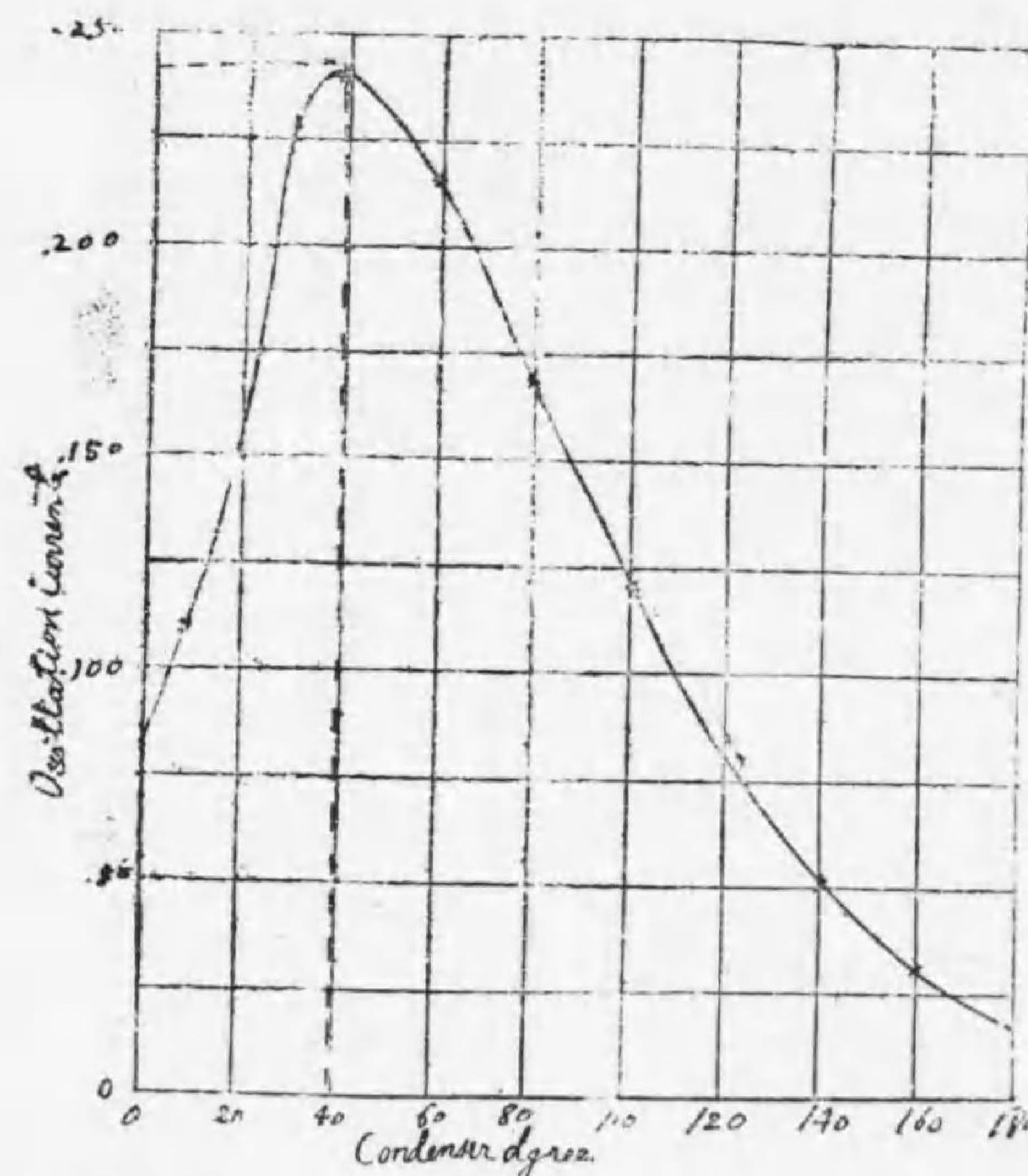
無線用真空球の原理と應用

路の、 L_p 、 L_f 及 L_g と、併列したる蓄電器の容量よりなる波長と等しいのである。

今 L_p 及 L_f の振動回路のみの波長を考へる時 L_p 、 C に依る回路の波長と、即ちプレート振動回路とグリッド回路の波長が等しい場合に於て最大振動電流が此の全回路に發生する様である。

第四十二圖に於ては、グリッド L_g にも、又併列に電氣容量を入れたるものである。

而して L_p 、 C を或る所に固定して置きたる時、 C を變化する時、適當なる L_g 、 C を得るなら、 M に最大な電流を發生する事が出来る、第四十三圖は



全電氣容量、0.0012 MFID. の變化式蓄電氣を回轉した角と其の場合の振動電流を示すものである。之れを以て見る時は、今 $L_p C_p$ に依つて、振動電流が起りしとすれば、 $L_p C_p$ をして $L_p C_p$ に共振する如く $L_p C_p$ をせる場合に於て最大な振動電流が発生するらしいのである。

即ちプレート (Pulsating Current) に依つて、或るサイクルの振動電流が極めて最少にしても始め $L_p C_p$ に起生したとする。して之の $L_p C_p$ にグリットが $L_p C_p \parallel \sqrt{L_p C_p}$ ならば、之の電流は共鳴に依つて、 L_p 回路に發生し之れがグリットを制御して、大なる振動電流を全回路に發生するのではないであらうか。

余が實測せる場合、之の配線に於ける波長は、今完全に振動の大なる時の波長を 320 米突と測定したのである。

此の時、 C_p を除きたる、 $L_p L_p C_p$ の波長は (二極真空球其他を除き) 320 米突にして、 C_p を除きたる、 $C_p L_p$ の波長、278 米突餘となつたのである此の場合に最大な振動が起り得たのである。

實際に於て、此の場合の事が成立するなれば、此の配線及 C_p を除きたる場

無線用真空球の原理と應用

合等の配線に於ては、其の波長は次の如く、 $L \ll L_p C_p$ に依つて與へられ、 L_p は、只之と共鳴せしむるのみにて、波長に於ては餘り問題視せぬ事となるのである。

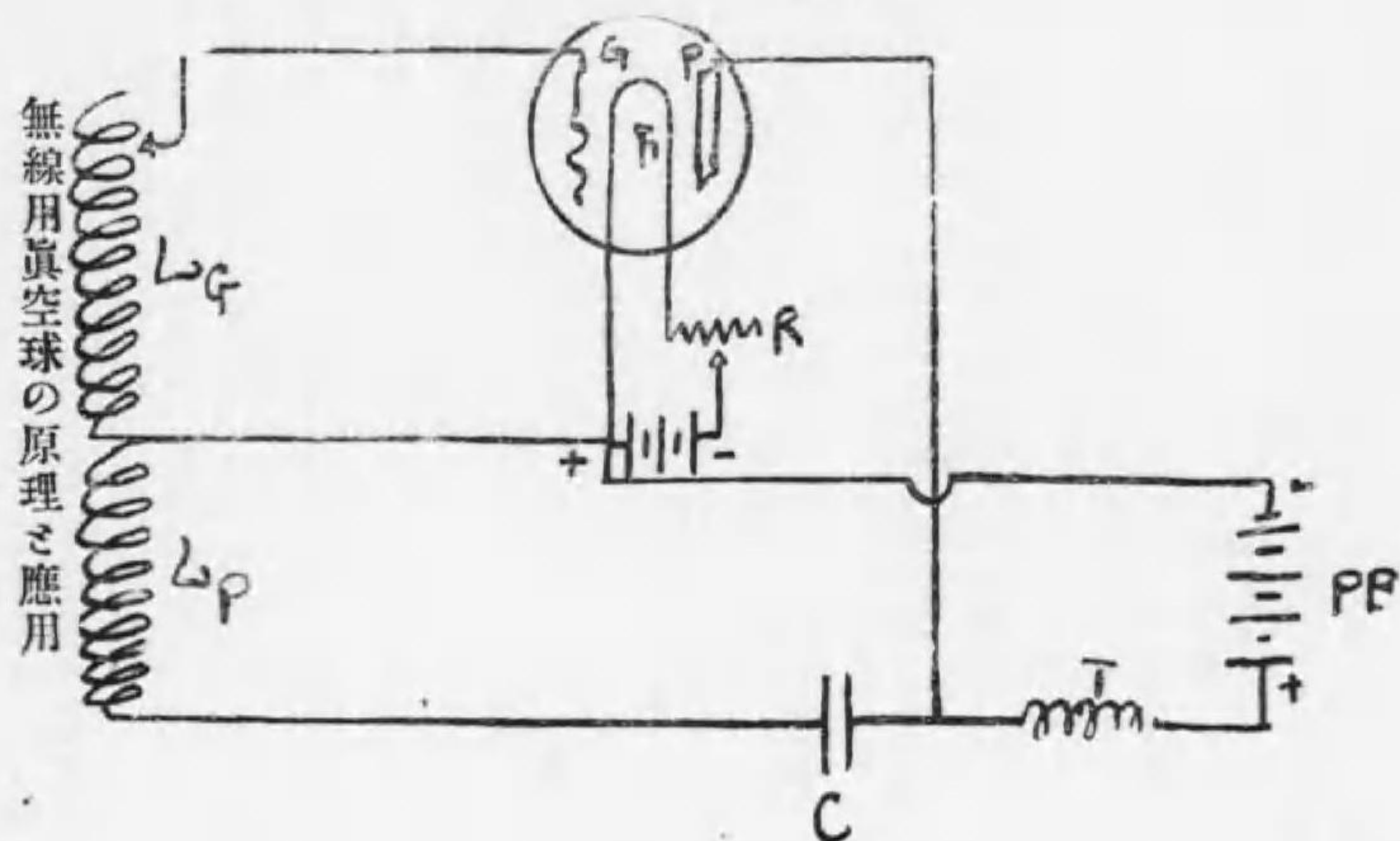
$$\lambda = 59.6 \sqrt{L_p C_p}$$

然しながら未だ多くの場合を實驗しないので、完全に斷言する事は出来ない又球中其他の電氣容量と云ふ事も忘れてはならないのである。

今前式が完全であるとしても、之の式よりする時は、波長は實際より小さいものとなる。

して之等の配線に於ても、 L_p は大にして、 C_p は少にして、即ち L_p と L_p の捲数は L_p を大とし、兩コイルを共鳴せしむる爲めの蓄電器は、少として、 L_p 回路に共鳴せしむる方、其の結果は良い様である。

圖 四 十 四 第



無線用真空球の原理と應用

而して、 L_p の方は C_p を大とするが良いのである。

第四十四圖の起振動回路は、靜電的に結合せられた回路である。

して第三十九圖の如く L_p と L_p に依つて、其の振動数は定まるのであつて、只此の場合は、

C の蓄電器は、直流を通せぬ爲めに入られて居るに過ぎない。

C の電氣容量は、多くの場合は 0.0001 μ より小さいものを入るゝ時は好結果

を得られないのである。

然して之の振動数は

$$N = \frac{300,000,0000}{59.6 \sqrt{(L_p + L_z + 2M) \times C}}$$

である。

實際は、之れ以上長い波長となるのではあるが。近い値を得る事が出来る。

之の配線中、Tは高振動電流をプレート回路に流さぬ爲めのプレートチョークであつて、之の値の大少は少しではあるが、起生する振動電流の波長を變化せしむる事があるのである。

多くの場合は、2ミリヘンリー位のもを通常使用し、コアは有せないものである。

而して、之の配線に於て、プレート電源に直結に大なる自己誘導を使用する事がある。

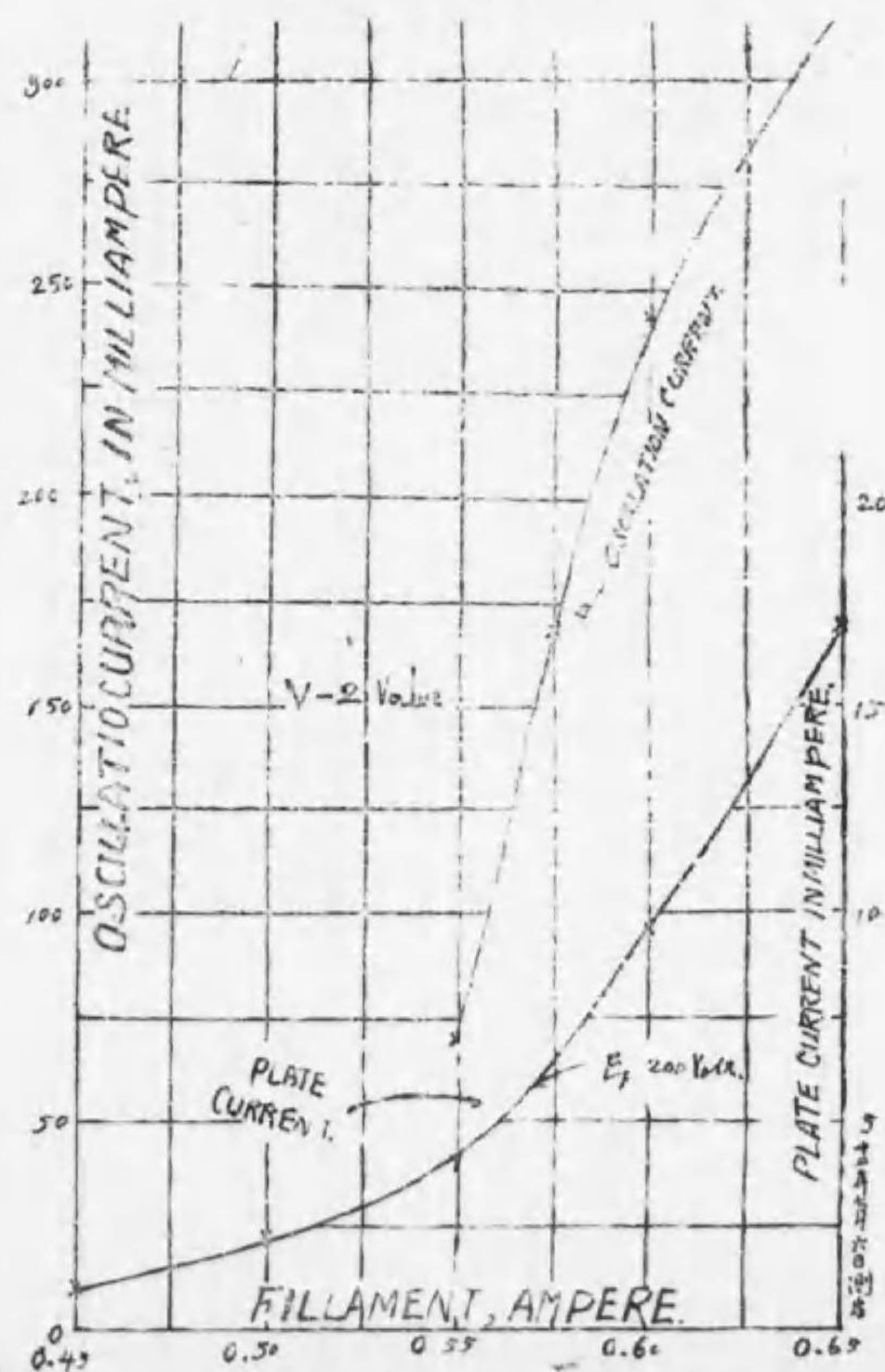
之れはコアを有するものであつて、オデオンフレクシオン用のチョークとして自己誘導に依つて、一定電流を與へる爲めに使用するのであるが、此の自己誘導線輪は、1ヘンリー以上のものを使用するが良い結果を得るのである。

此の故か、此等プロツキング蓄電器と、自己誘導を有する回路を、(Constant current system)と稱されてゐるのである。

又、此の式の配線に於て、グリッドに蓄電器を入れ、之れと併例にリークを付するものが多くあるが、我々の實驗した所に依ればグリッドに直列蓄電器を入れる時は、リークを大にして抵抗零となしたる方が大なる振動電流を得る事が多々あるから、余は之れに言及しないのである。

無線用真空球の原理と應用

第四十五圖



今此等の起振動回路に於て、フ井ラメントの電流と起り得る振動電流の關係を説明すること、第四十五圖の如きものとなるのである。

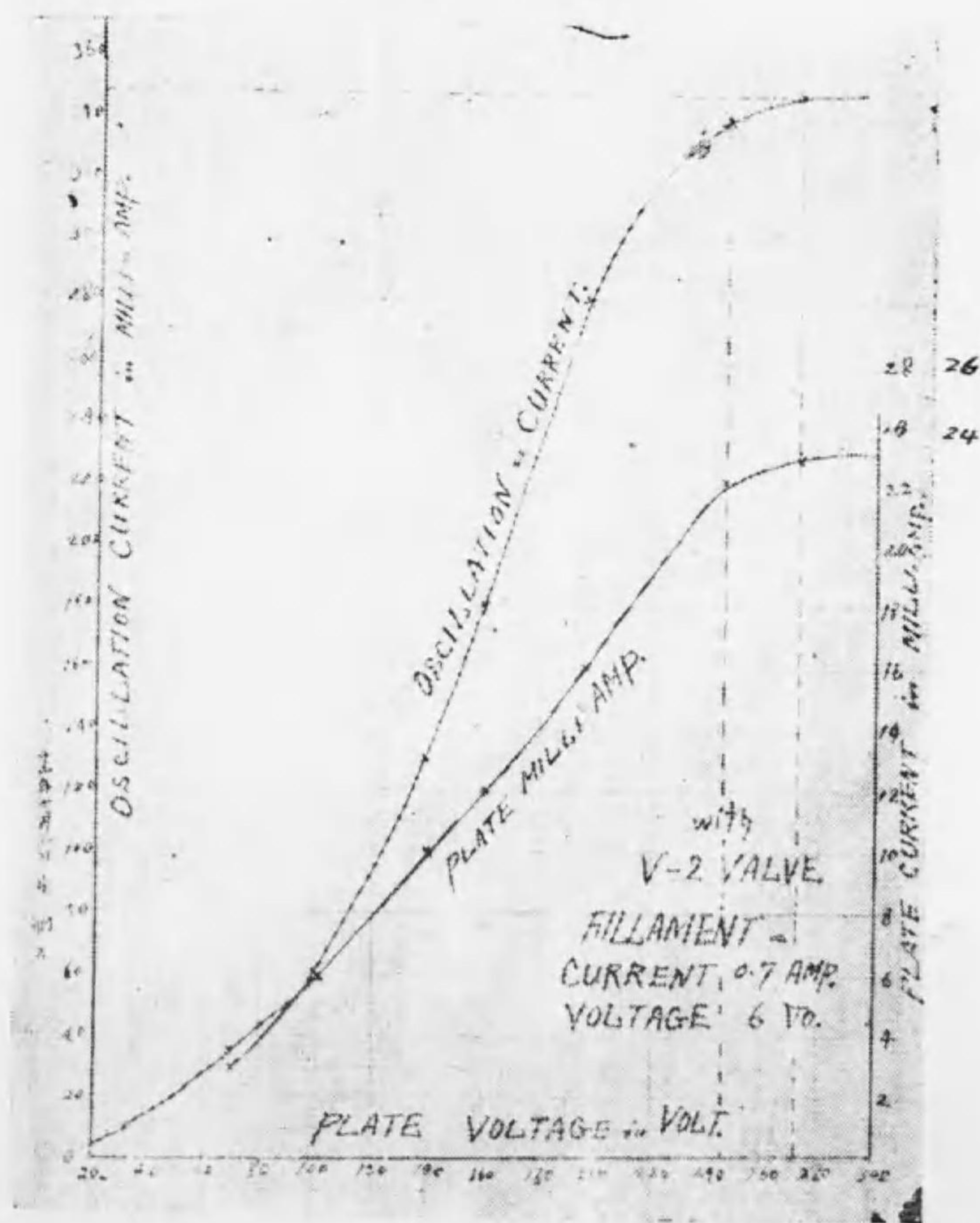
即ちフ井ラメ

ントより出づる熱電子流は、其のフ井ラメントの大きさ及フ井ラメントの温度に依つて決定せらるゝものである。して、今一定なプレート電圧を與へ居るものとすれば、其のサチレーション電流は、フ井ラメントの温度に依つて流れるのであるから、Oscillation currentも又サチレーション電流に依つて、起り得る事は明かである。

然し、或る温度以下にフ井ラメントが熱せらるゝ時は、振動電流は起り得なくなるのである。然して、フ井ラメントを一定以上の輝に依つてサチレーションせられた時も、それ以上は振動電流は流れ得なくなるのである。

此の曲線は、東京發明研究所の球に依つて得たものである。プレート電位は、200 ボルトをもち、フ井ラメントを抵抗器にて、其の電流を變化して得た所のプレート電流を左に、又それに依つて得た、振動電流の曲線を右に求めたのである。

圖 六 十 四 第



此の場合には第四十二圖の配線を用ひて得たのである。
 前述の配線に於て、最も大なる振動電流を得る點は、プレート振動回路であるから、余も又プレート振動回路に於て、電流の値を求めたのである。
 今之れと同一な配線に於て、フ井ラメントの電流を一定とし、其のプレート電位を種々に變化する時は第四十九圖の如き曲線を求むることが出来る。
 即ち、 μ に研究所の球に於て、其のフ井ラメント電流を0.7アンペアとせる場合、 μ にボルト附近にして、其の熱電子流はサチレーションする事が出るのである。して其の場合のプレート電流は左に求め、約3.5ミリアンペアであつて其の振動電流は最大を示し、3.5ミリアンペアとなり、之れ以上は、フ井ラメントの電流を増さねば、振動電流も又サチレーションするのである。
 理論上より之の振動電流のエネルギーは、振動回路のインピーダンス(抵抗)

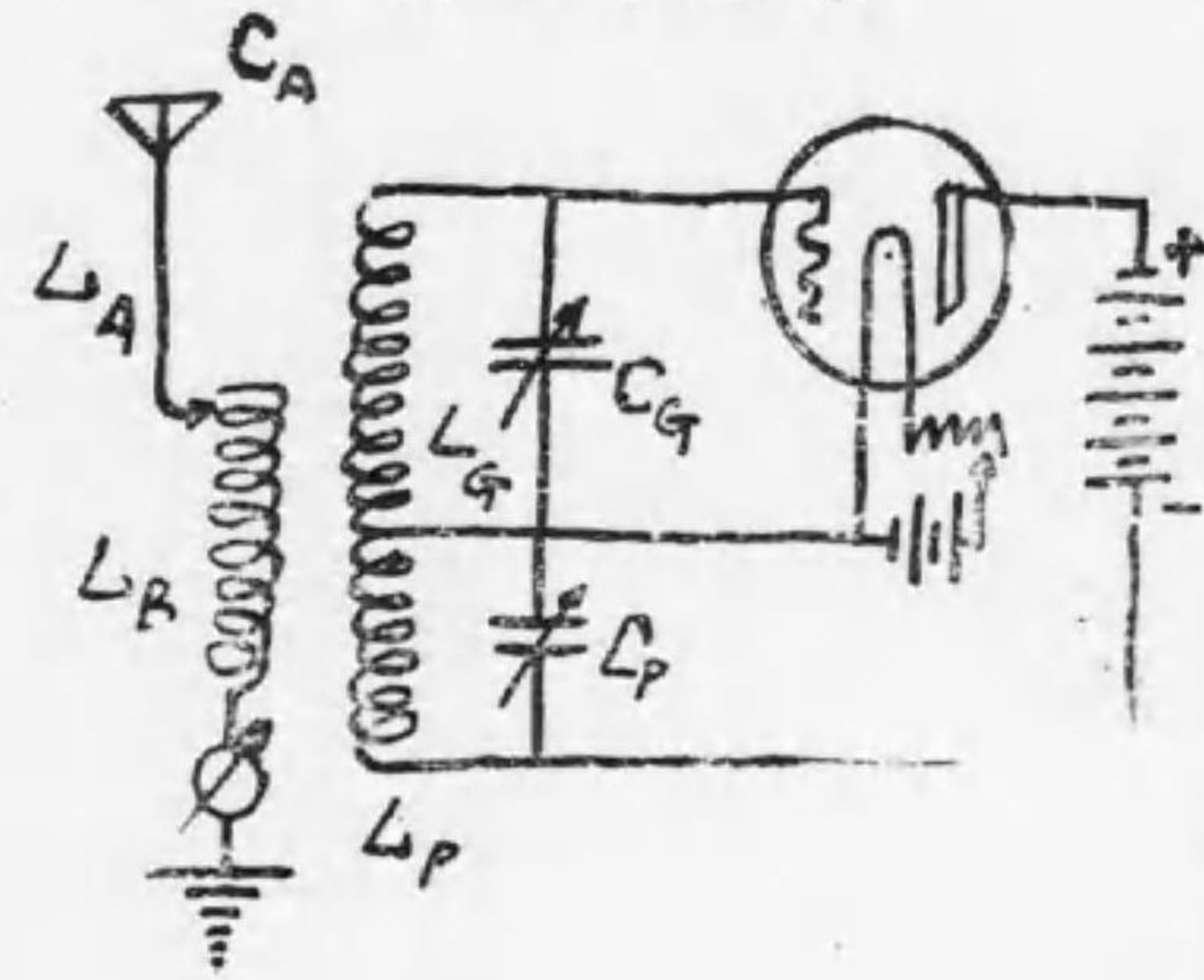
無線用真空球の原理と應用

と其の電流の相乗積と、プレート電位との相乗積とフキラメントの電圧及電流の積に等しくならねばならぬが實際の場合には之より甚だ小さいものとなるのである。

此れは熱其他のエネルギーを回路中に、失はれるからであると思はれるのである。

今此等の配線に於て、空中線に電流を導くには、フキラメントを接地し、其のプレート回路を、空中線に導くのであるが。之の場合

第七十四圖



プレート回路に於ける波長は、空中線固有波長に依つて少しく増大するのである。

今空中線の自己誘導を知り、其の電氣容量

を知るなれば、空中線固有波長は決定せらるるのであつて、之の場合第四十七圖の如く、 L_{11} 中の振動電流の振動數に等しき振動數を有するなれば、空中線には共鳴に依り、最大なラデレーションが起り得るのである。

今之等の配線に於て、其の大體の振動數は前述せる如く、 $L_{11} < L_{11} C_{11}$ に依つて決定せられたのであるから、之が空中線と共鳴せしむるには、空中線固有波長の根本なる空中線自己誘導を、 L_{11} 電氣容量を C_{11} 其の第一次線の自己誘導を L_{11} とする時、其の空中線回路の振動數は

$$N = \frac{V}{59.6 \sqrt{(L_{11} + L_{11}') \times C_{11}'}}$$

に依つて與へらるるのである。

即ち、起振動回路の電波長を λ とし、空中線回路電波長を λ' とすれば、

無線用真空究の原理と應用

なる時、最大なる空中線電波が得らるゝのである。
即ち空中線回路の波長は

$$\lambda = 59.6 \sqrt{(L_s + L_a) \times C_a}$$

で求め得らるゝのであつて、此の場合 C_a はマイクロファラードにてローフレケンシーの場合、 L_s, L_a は共にセンチメートルア單位である。

今空中線電流を、三極真空球の全能率 (Total Efficiency) を比較すれば、空中線電流として、空中線より放出せらるゝ、電流は驚く可き程小さなパーセンテージを示すのである。 η_{ges} は全能率として、

$$AC \parallel \text{空中線振動電流。 (アンペヤ)}$$

$$FC \parallel \text{フ井ラメント點火電流 (アンペヤ)}$$

$$FV \parallel \text{フ井ラメント電壓 (ボルト)}$$

$$PC \parallel \text{プレート電流 (アンペヤ)}$$

$$PV \parallel \text{プレート電壓 (ボルト)}$$

$$\eta_{ges}$$

空中線抵抗を AR オームとすれば、エネルギーの比は

$$\eta_{ges} = \frac{AC^2 \times AR}{(FV \times FC) + (PV \times PC)} \dots\dots\dots (47)$$

である。

$$\text{今 } FV \parallel 12\text{Volt} \quad FC \parallel 3\text{Amp}$$

$$PV \parallel 400\text{Volt} \quad PC \parallel 0.1\text{Amp}$$

なる時、全電気エネルギーは

$$(FV \times VC) + (PV \times PC) \text{ である。}$$

無線用真空球の原理と應用

而して、空中線に1アンペアの電流を得たとする。空中線抵抗が1オームであつたとすれば $AC=1.0\text{Amp.}$ $AR=9\omega$

上式より、

$$\eta_{gs} = \frac{1.0 \times 9}{36 + 40} = 12\%$$

である。

又電氣的能率 (Electric Efficiency) は

$$\eta_e = \frac{AC \times AR}{IV \times FC} \approx 22.5\% \dots \dots \dots (48)$$

である。

第十四章 二極真空球に依る受信作用

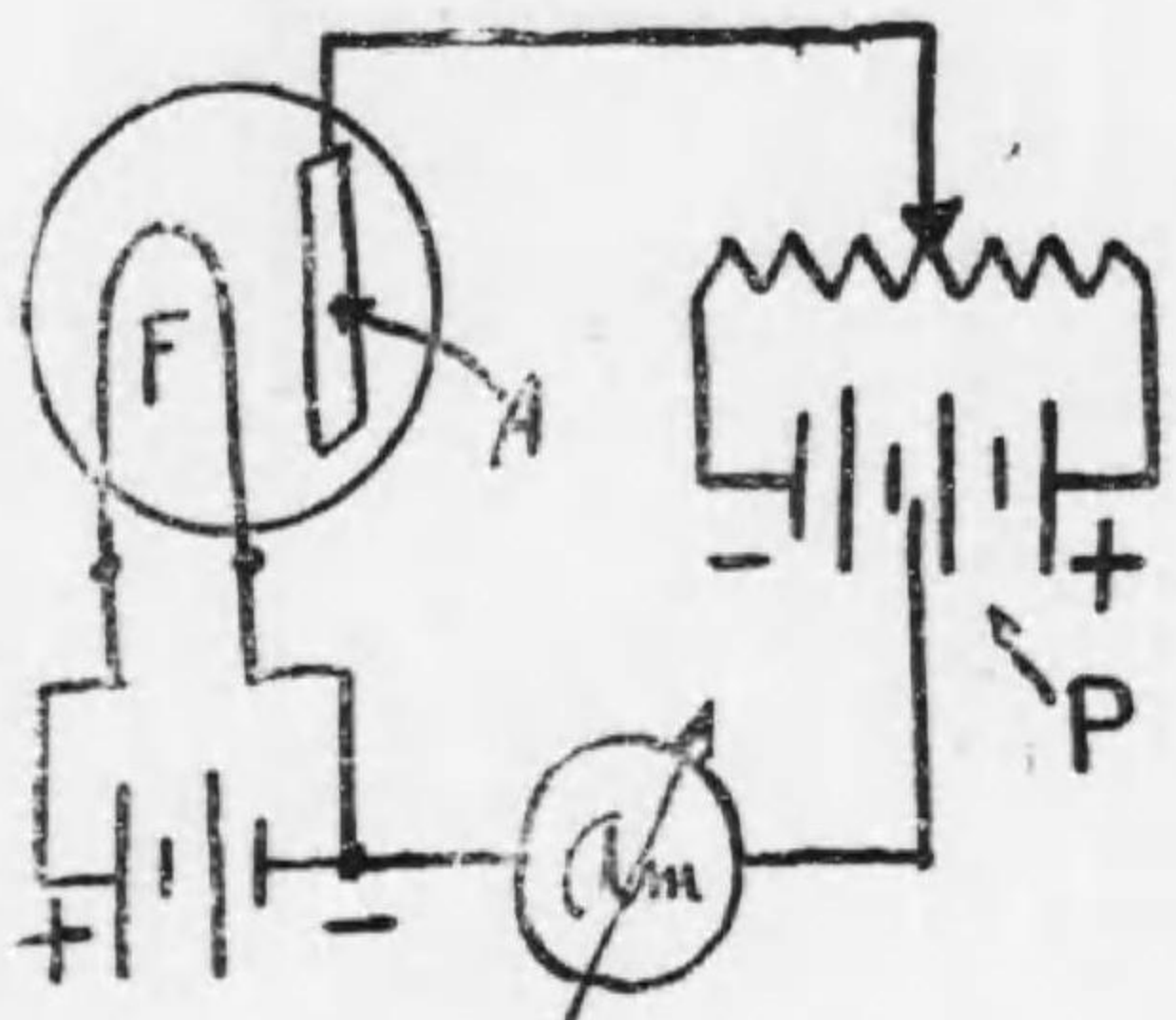
二極真空球とは、三極真空球からグリッドを除いた真空球であつて、此式のもの

はフレミング (Fleming) 氏の創作に係るが故に、一つにフレミングヴァルヴ (Fleming Valve) とも稱せられる。

一體此式のヴァルヴは、最も最初に表はれた真空球で、後にデフォレスト博士がグリッドを挿入せしめたものである。

そこで今此二極真空球を第四十八圖の様に配線する。ポテンシオメーターPはアノード

第 四 十 八 圖

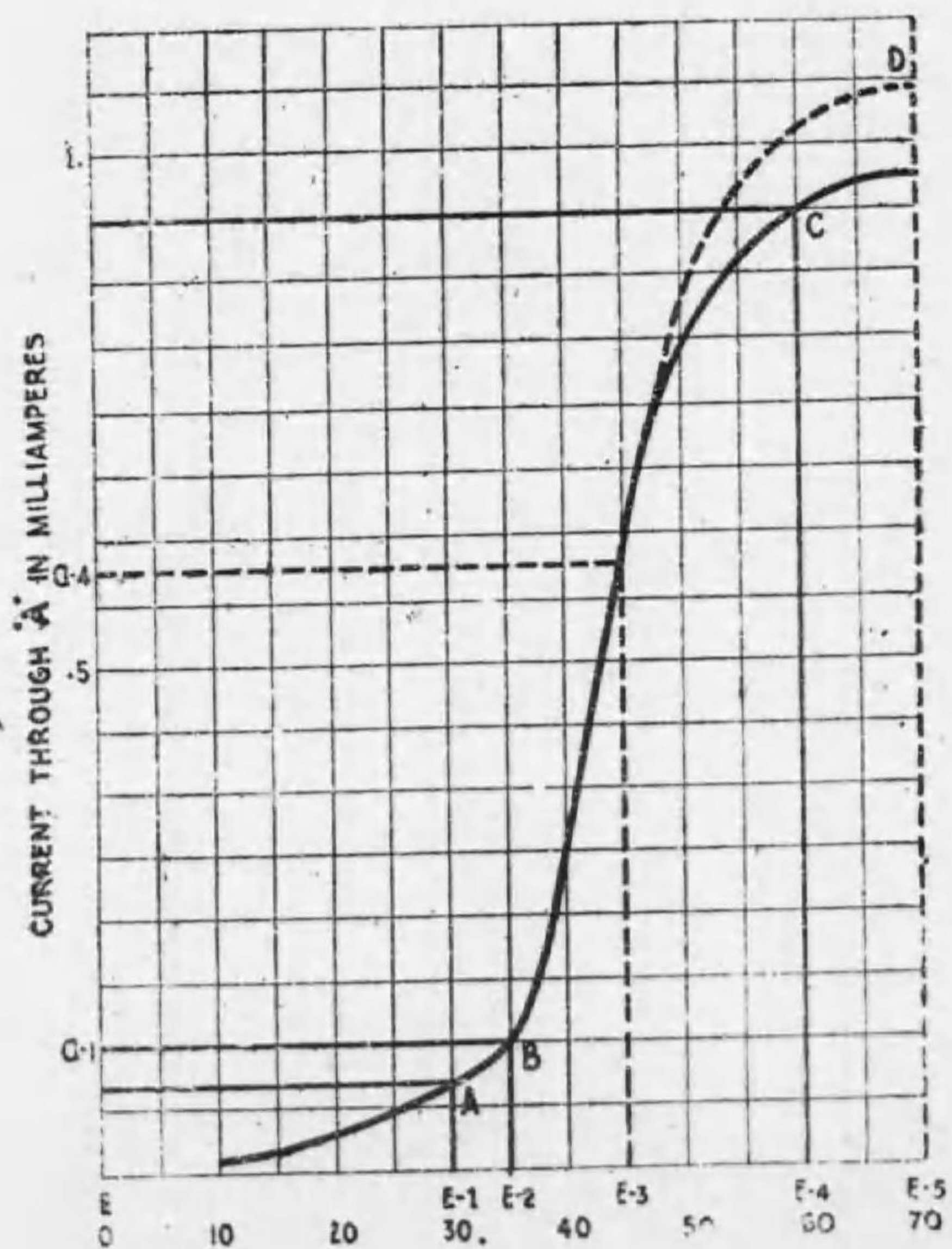


無線用真空球の原理と應用

(陽極板) A に任意な正電圧を與へ得るとする。
 而る時は、F線より放出せられる電子は、Aに向つて吸引せられ、此處に所謂電子流を生じ、従つて電流はAよりFに向つて流るゝであらう。
 して、Aに於ける電圧が多ければ多い程、換言すれば、AとF間の電位差が多いたる程電子流は多くなる事は明な事であるが、今反對にAに於ける電位が負となつた場合は、電子流は止まる。此關係を曲線圖で表はした物は第四十九圖の様になるのである。

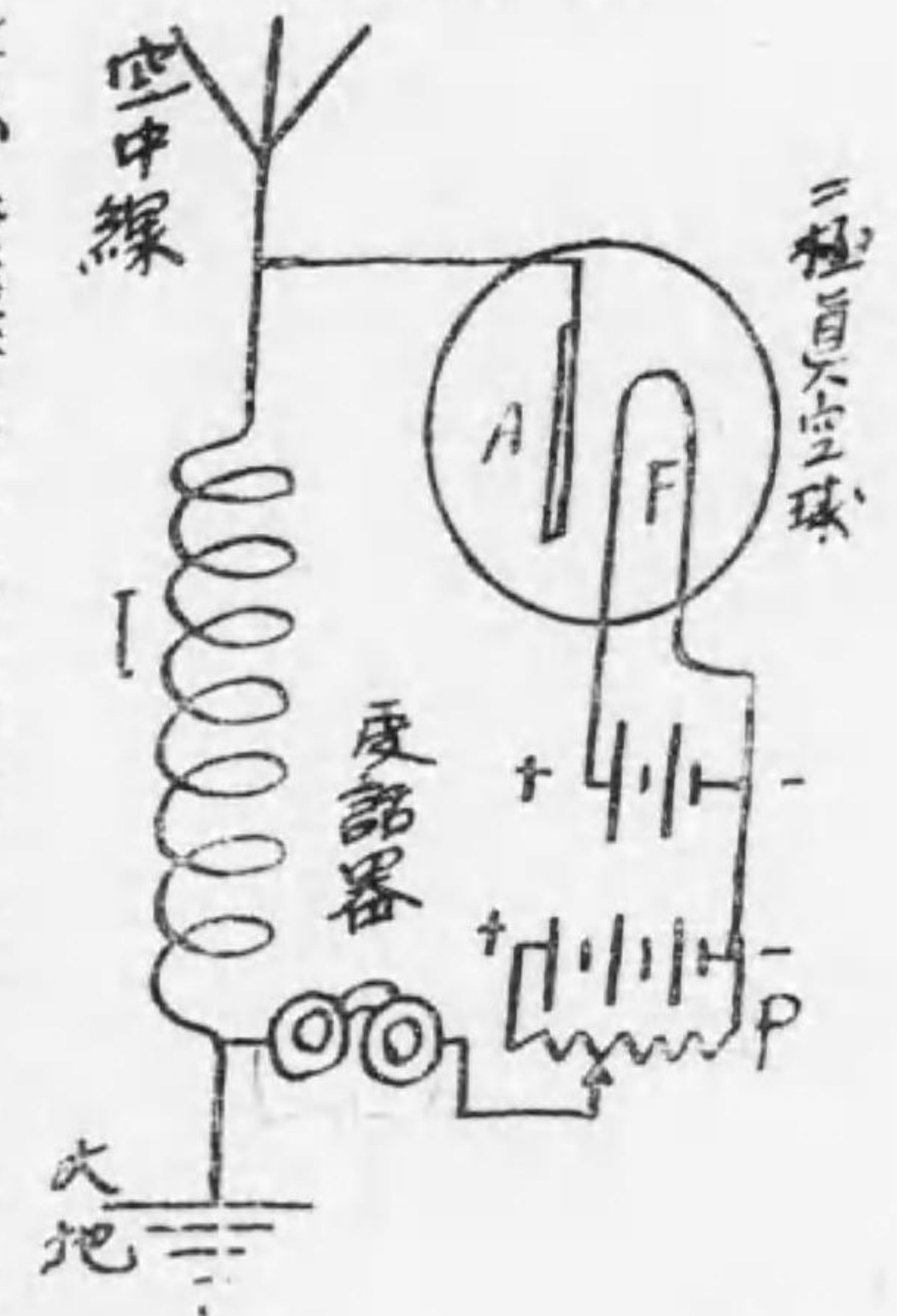
これに依つて見れば、Aに加はる電圧が正負に係らず、A及F間に流るゝ電流は常に同方向であらねばならない。
 即ち整流せしむる性質のものである。
 そこで、此の二極真空管を使用する受信作用を説明することにしやう。

第四十九圖



無線用真空球の原理と應用

第十五圖

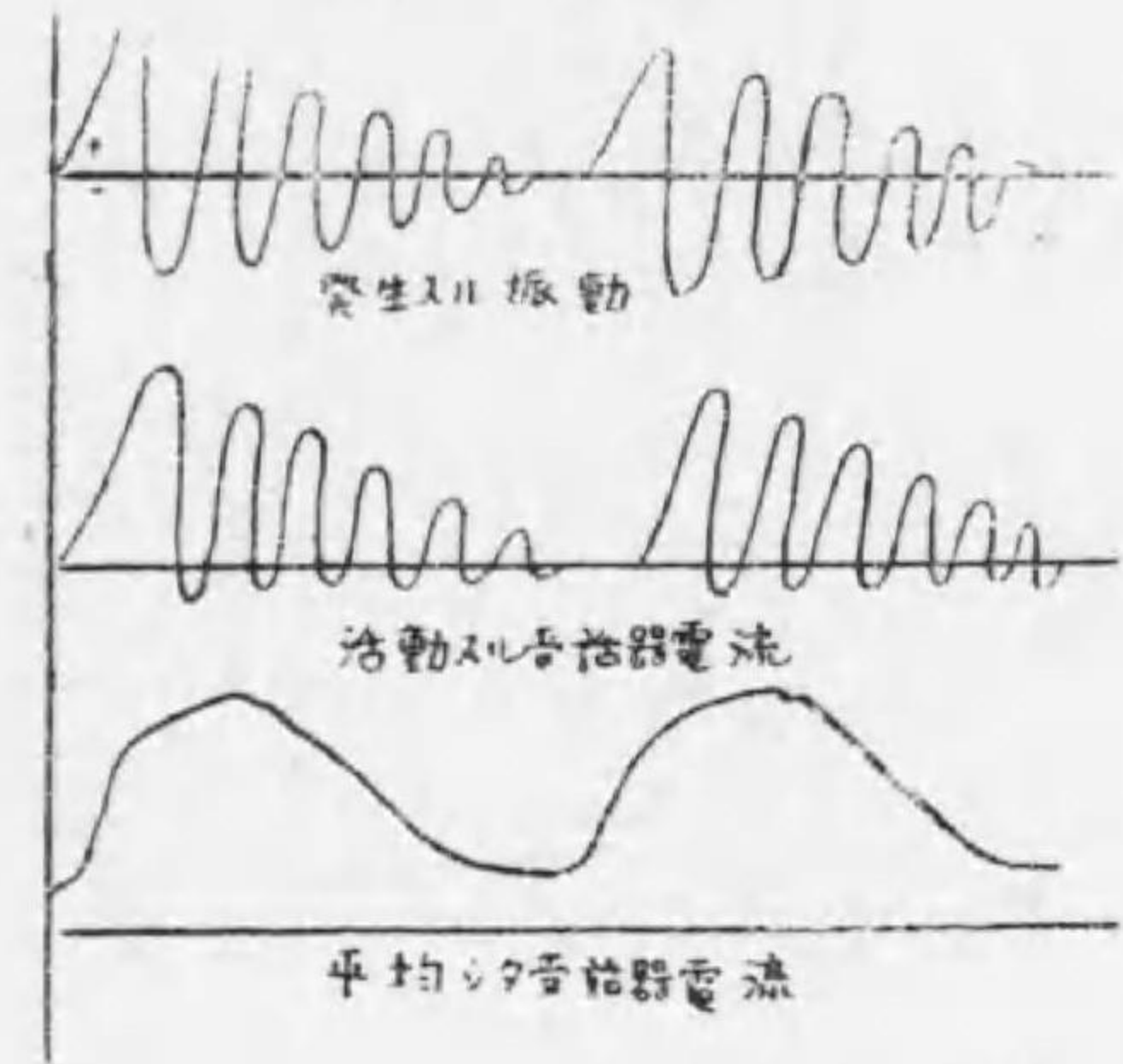


して、發振所から或る波表を有する電波が來り、空中線に振動電流を誘起したとする。

此時、誘導コイルIの兩端に於て與へらるゝ電位差は、直ちにA及F間に與へらるゝ爲めに曲線圖(第五十圖)に於ける横線上に、左右の電壓變調を來し

今第五十圖の様に配線する。此時、ポテンシオメータPは、陽極板Aに適當な正電位を與ゆるのであるが、此のポテンシオメータに依り、曲線圖の最大能率を得べき點を搜出するのである。

第十五圖



従つてV₁とV₂間の電流の増減を來すのである。

されば、受信する振動電流が正負に係らず、二極真空球を含む曲線中を流る電流は整流せられ、來る振動電流と同じ波型の正電流が受話器を通じて流れ、受信なし得るものである。之れを模型圖に表はす時は第五十一圖の通りである。

即ち二極真空球の場合に於ては

$$V_1 = K E_1 \quad \text{式となるのであつて}$$

今この電壓の來る時は

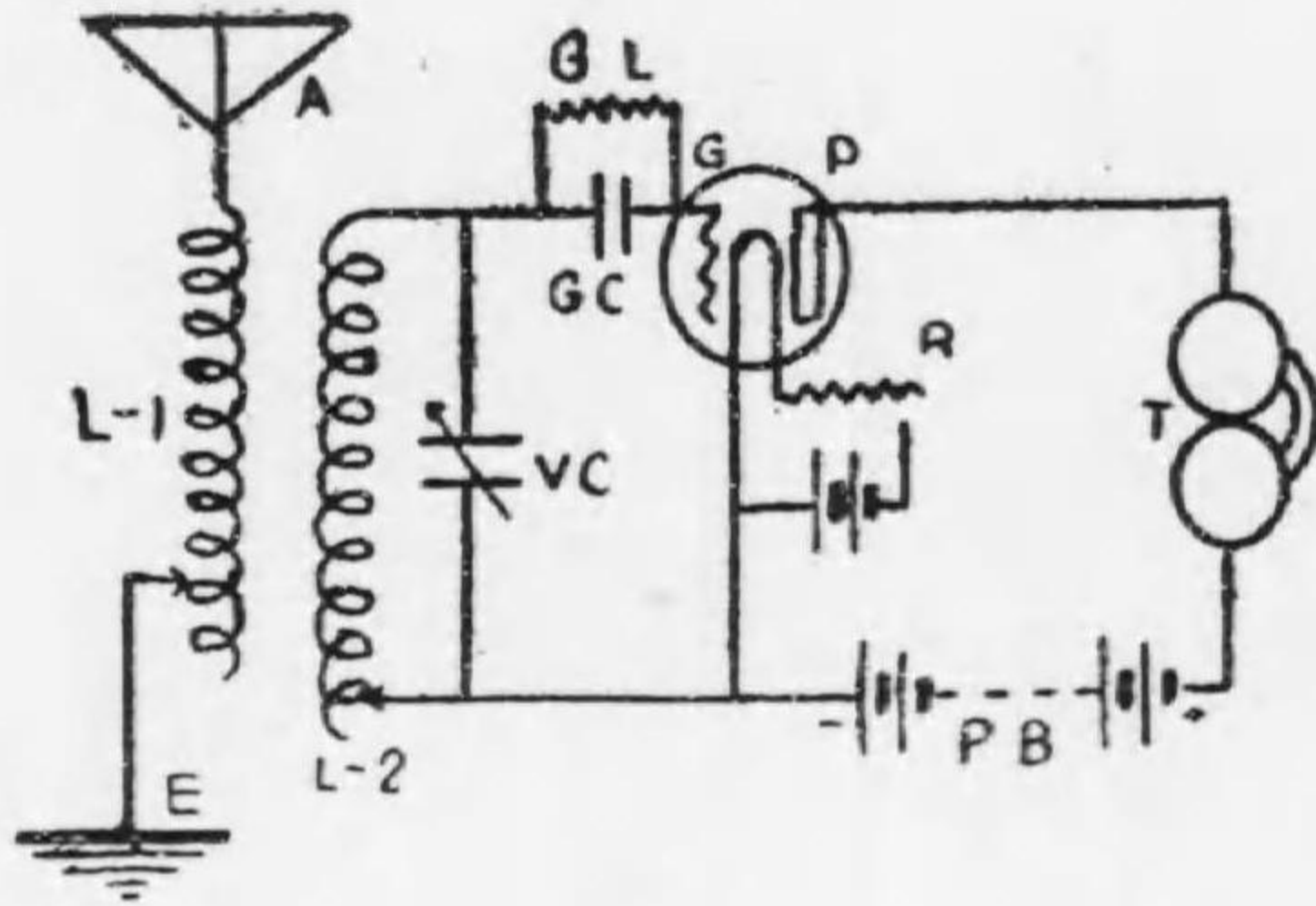
$$V_1 = K(E_1 + C) \dots \dots \dots (49)$$

となり得るのである。

無線用真空球の原理と應用

即ち I_p はプレート電流、 K 常數、 E 電壓、 e 交流(來りたる)の電壓である。

圖二十五第



無線用真空球の原理と應用

第十五章

三極真空球に依る受信作用

三極真空球の特性、及作用は前項に詳説した如くであつて、本項には三極真空球を使用する受信作用に就いて述べるとする。

第五十二圖の「 L 」の空中線回路より、

「 L 」に及キャパシター「 VC 」に依る振動回路に、或る振動が誘發せられる。

而るに此振動が、正に始まらんとする當所に於ては、グリッド G は F に對して零電位を有する事は、グリッド蓄電器がグリッドの前

に挿入されて、直流的電路遮断をしてゐる事に依つて明かなる所であらう。只グリッドリーク (GL) の極めて高抵抗のみに依つてGに連結されてゐるけれども、これは省略しても善い程の高抵抗である。

而るに該振動回路 (L₁C₁) に起つた振動はG及F間に電位差を與ゆるのであるが、此場合、Gに陽電位が加はつた時は、此處に (L₁C₁) 回路、即ちグリッド回路に、電流を通ずる。(グリッド電流) 而るに、此グリッド電流は常にGよりFに通ずる事は、假りにGとPとを交換して考へた時容易に判明する事が出来得よう。其故、(L₁C₁) のG面に向つた面は、次第に負電位を充電されるのであるが、何故、グリッド蓄電器 (C₁) の必要があるのであらうか。

試みに、三極真空球の特性曲線を考へて見る時は、若しグリッドがFに對し零電位であつた場合、振動電流の正負各電壓が、+10ボルト及-10ボルトの間に

變化したと假定する。此時に於ては前述せる如く、單に振動電流と、同波型の整流電流をプレート回路に流すばかりである。

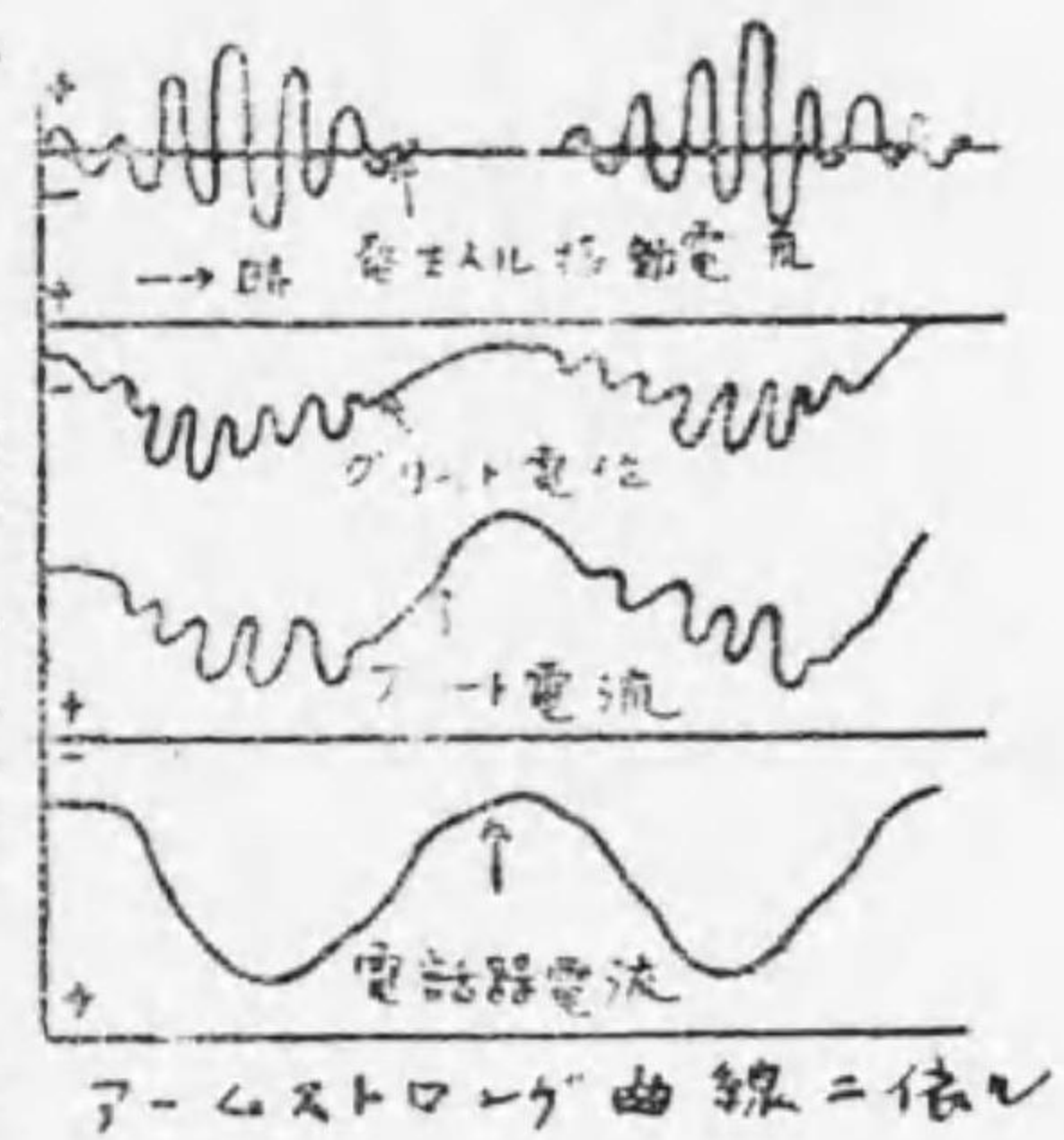
而るに若し、グリッド其物に或負電位を加へ、特性曲線の下部に於ける曲部の最列附近にして置く。

而る時は、G及F間に加へらるゝ電位差の正半はプレート電流の大なる變化を與へ

負半はプレート電流に、さして大なる變化を與へないであらう。夫れ故に一旦整流化せられたる振動電流は、此處に始めて可聴電流と變化せられるのである。第五十三圖は此の徑路を圖化したもので、之れに依つて明瞭たる事であらう。

グリッド蓄電器 (C₁) は此の目的に於て挿入せられた小容量の蓄電器で、前

圖 三 十 五 第



リツドリーク (G.I.) が使用せられ、振動電流の一節の終りに於て、一旦 (G.C.) の蓄電を放電せしめ、再び第二の振動電流を受けしむべくするのである。

通常 (G.C.) は、0.0001 乃至 0.00025 M.F.P. の容量を用ひ、(G.I.) は、1 メガオーム乃至 5 メガオームを使用する。

述の理由に依り絶えずグリッドに負電位を與ゆるものであるが、而し、過乗のグリッド充電は例へ、振動電流の正半が加へらるる時と雖、餘りに曲線の下部を使用せしむる事になり、良結果を得られない爲め或蓄電の後に於ては、一旦 (G.C.) 兩端の蓄電を放電せなければならぬ。此の目的に於てグ

又、此 (G.C.) の作用を用ゆる代りに、電池に依つて G に適當な負電位を與ゆる方式もある。之れはグリッド回路に直列に挿入した電池の負電位側を G に入れるのである。之れに依つても、矢張り同じ様な作用をするけれども、此の方式は實際に於ては、餘り好結果を生むとは言はれないのである。

然して、今受信回路に於て、其のプレート電流を考へるに
或る點にグリッドが E_g にポテンシャルせられてゐる時、其のプレート回路に流るゝ電流は

$$I_p = K(E_p + \mu E_g)$$

である

然して、 E_g の振動電流が振動回路に、他より與へられたなら、其の電壓は μE_g としてプレート回路に及ぼすのであらう。

無線用真空球の原理と應用

三極受信作用

即ち之の場合に於ては、プレート電圧 E_p に E_{cm} は加はり、其れに對する電
 壓の電流がプレートには流れるのである。

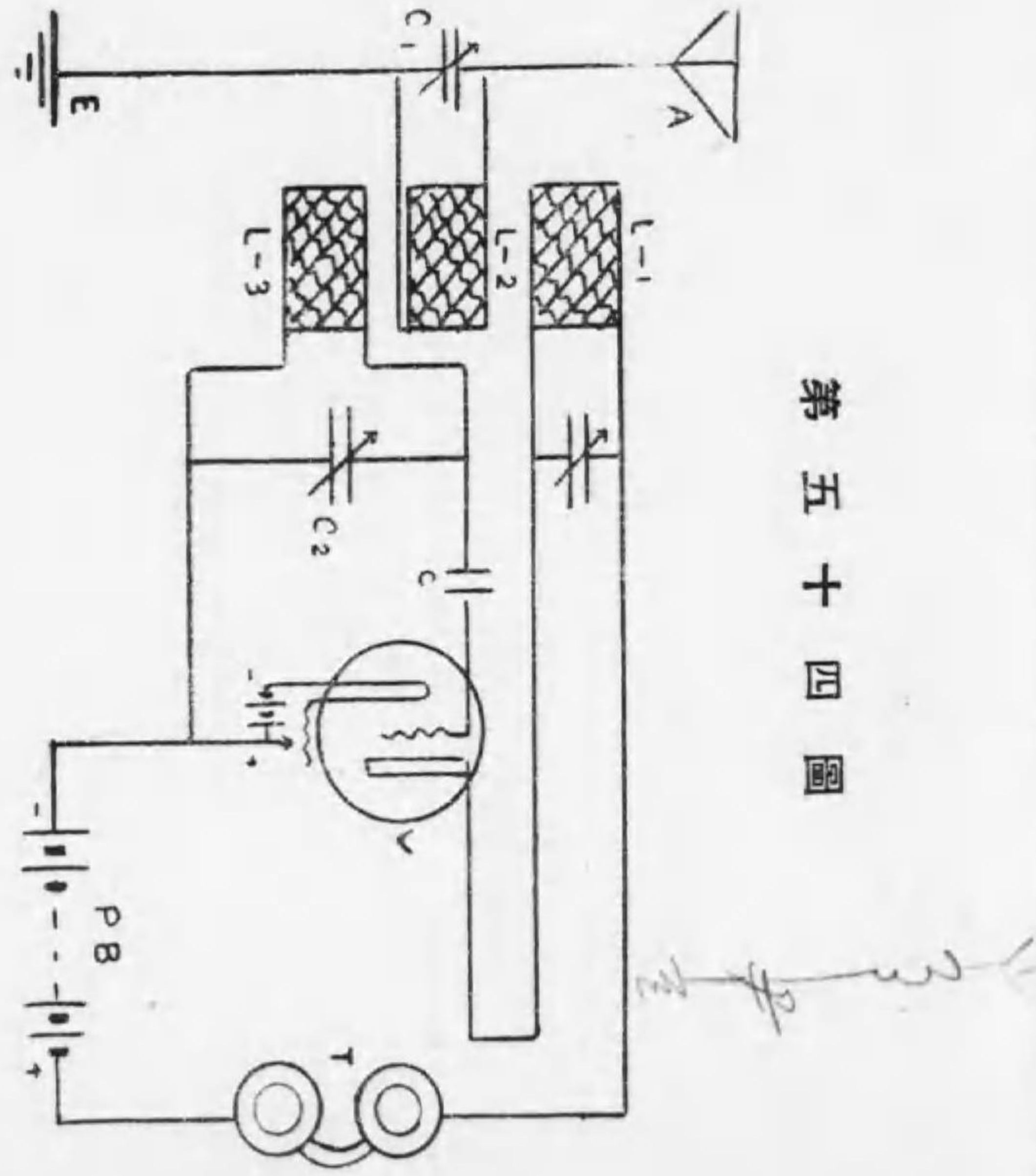
而して、 μ は擴大率であるから、 E_{cm} に依つてプレート回路に増す處の電流
 は、 μE_{cm} である。プレート抵抗 R_p は相互傳導度 g_m であるから E_{cm}
 の電流が、 μ に加はる事と考へらるるのである。

×然しながら、之れは受話器のインピーダンスを考へぬ時であるが、受話器の
 インピーダンスを考へる時は (25) 式に依り、其のインピーダンスが、 R_p 即
 ちプレートレジスタンスに等しい時が最良となる。

然しながら μ は前述せる如く、フ井ラメントの輝及其他に依つて異なるもの
 であるから最も最大な μ の状態を求めて受信するが、最も必要條件である。

受信方式に今一つの方式がある。これは所謂ヘテロダイン受信方式で、發信

三極受信作用



第五十四圖

無線用真空球の原理と應用

所が持續振動電波を發射する時に於て用ひられる。
 一體普通の受信回路では持續振動電波は受信し得ない、何となれば、波型に高低がない爲、

露光量違いの為重複撮影

1954. 10. 10



1954. 10. 10

1954. 10. 10

受話器に於ける瞬時的電流を増すのみで、何の受信音も得られない。

ヘテロダイン式は、自己が受信回路を構成すると同時に、又、或一定波長の電波を發射してゐるものである。

例へば、今振動數毎秒一千回の音響に別に九百回の振動數を有する音響が發生されたとする。然らば、茲に唸り、(Beat)といふ現象を生ずるであらう。

これは、兩種波の合併して聞ゆる爲めで兩者の上波同志の重なりたる時の波の高さは、兩者の波高の和となり、上波及下波の重なり合ひたる時は、波高は兩者の差である。夫れ故に音に唸りを聞く譯であるが、却説、今發振所から、或波長例へば 100Miter の波が到達する。然るに受信装置からも、或る波長の波例へば 100Miter の波を發射してゐるとする。其時兩者の波が内部に於て重り合つた時は、茲に唸りの現象を來し、人耳に聽き得るのである。

次に然らば、如何なる装置の許に、受信器其の物も持續電波を發射し得るや第五十四圖は此の方式の配線方式である。

大體説明して見ると、プレート回路を一旦インダクタンスコイルに結合させる、斯くすれば發振装置の方式と同じ理由の許にある方式となり、受信器其物も又一種の發振装置となる。此の場合、此のコイルを特にチックラーコイル (Tucker Coil) と稱する。チックラーコイルの兩端に變化式蓄電器を挿入するのは、完全なる振動と、最良の波長を發射せしむる爲である。

第十六章 無線電話

三極真空球を以て無線電信となすは、其のプレート電流を断続するか、或は空中線を断続するかする時は、符號を送り得るのであるが、無線電話の送話装置に於ては電話電流の如く其の振動電流を音聲に應じて變調せしめる必要がある。

之が變化にはソリトバック炭素送話器を以てするのである。

炭素送話器の變化は、通常の状態に於て、約 50 オームより 200 オームの抵抗に變化するものである。

然して、之れが變化度を之れ以上増大する爲めには通常一次線と、二次線とを有する、變壓器を用ゆるのであつて、之の物を *modulation Transformer* と稱す

るのである。

今有線の場合に於て、之の變壓器を用ひたる時と、否とを比較して見ると、先づ或る受話器と、送話器とを有する回路に於て、其の受話器及送話器を接続する線の抵抗を 10000 オームであつたとすれば、送話器の抵抗變化は 50 オームより 200 オームであるから、全抵抗の最小値は 10050 オームであつて、最大値は 10200 オーム即ち 200 パーセントの變化に過ぎないが、之の場合變壓器の一次線を電池と通話器に依り回路を作り、其の二次線を他の受話器と、直結に回路を作り置く時、然して送話器を除きたる局部回路を 50 オームと設定すれば局部回路に於ける抵抗變化の範圍は、 200 オームより 500 オームである、故に最小値の五倍半は最大値となる。

然るが故に、變調變壓器を用ひたる場合は、用ひざる場合に比し、 400 パー

無線用真空球の原理と應用

セントと云ふ驚く可き数となるのである。

故に變化の割合をして百倍とする事が出来るのである。

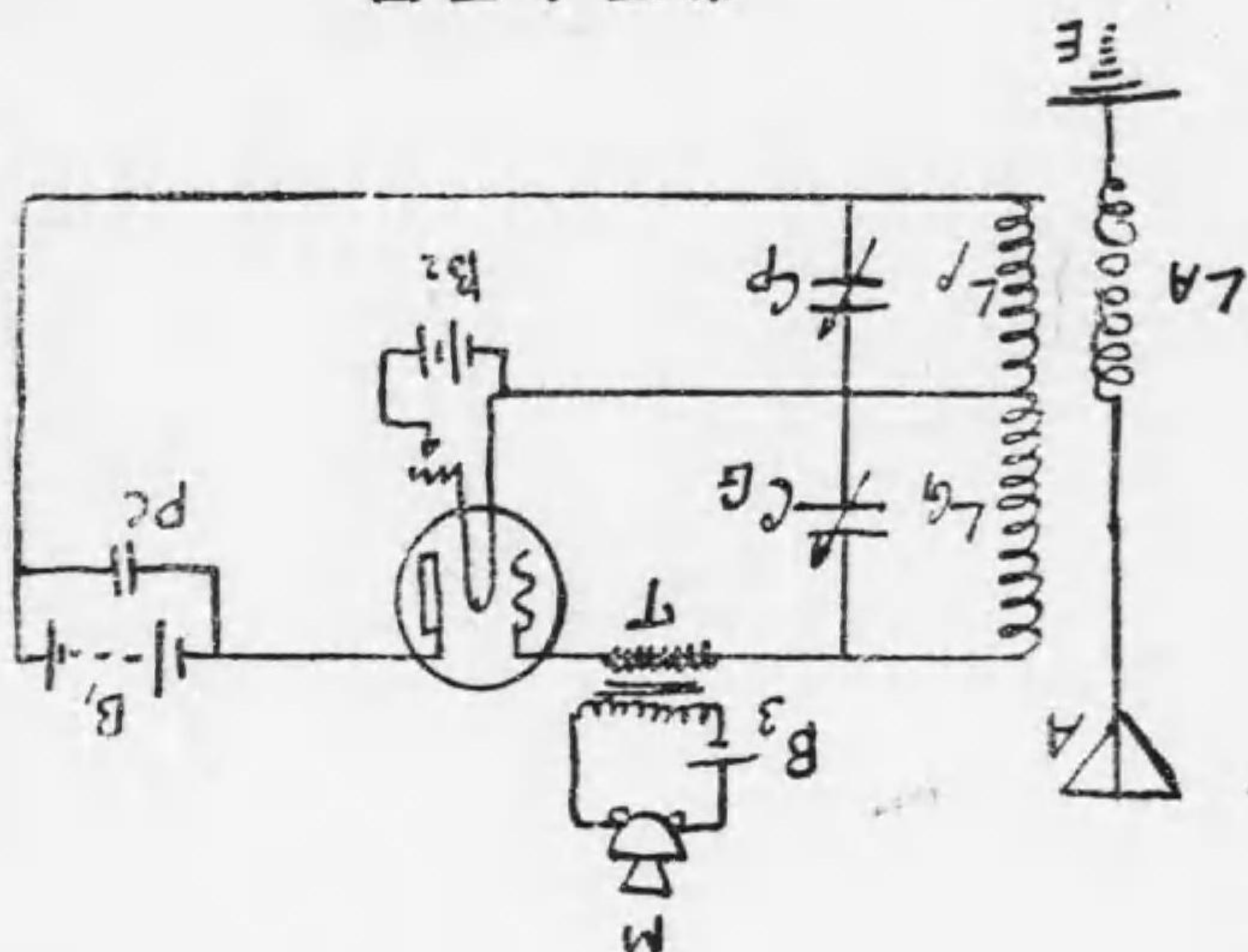
無線電話の音聲變調として、之れを用ゆれば、一は變化度を大にする事、他は二次線に於て電壓を高める事に依つて多く使用するのである。

而して、之の場合第二次線に誘導する電壓は、之を多くはグリッドに與へグリッド電位に依つて、其のプレート電流のサチレーションする以内の適當な度に使用するのである。

一次線の抵抗は50オームより100オームを使用するが良く、其の一次線及二次線の捲き數の比は1:30より1:50位までを現在には多く使用してゐるのである。

最も簡単な方法は、空中線回路の根本に、直結に送話器を入れたものであつて、之の場合は其の回路の抵抗を變じる爲め、空中線電流は變化を及ぼし、其

第五十五圖



無線用真空球の原理と應用

の振動電流の振幅を變化する故モユデレーションする事が出来るのである。

又は空中線回路に直列に、送話器と、自己誘導（コアを有せず）或は蓄電器と併列とした送話器を入れる事がある。

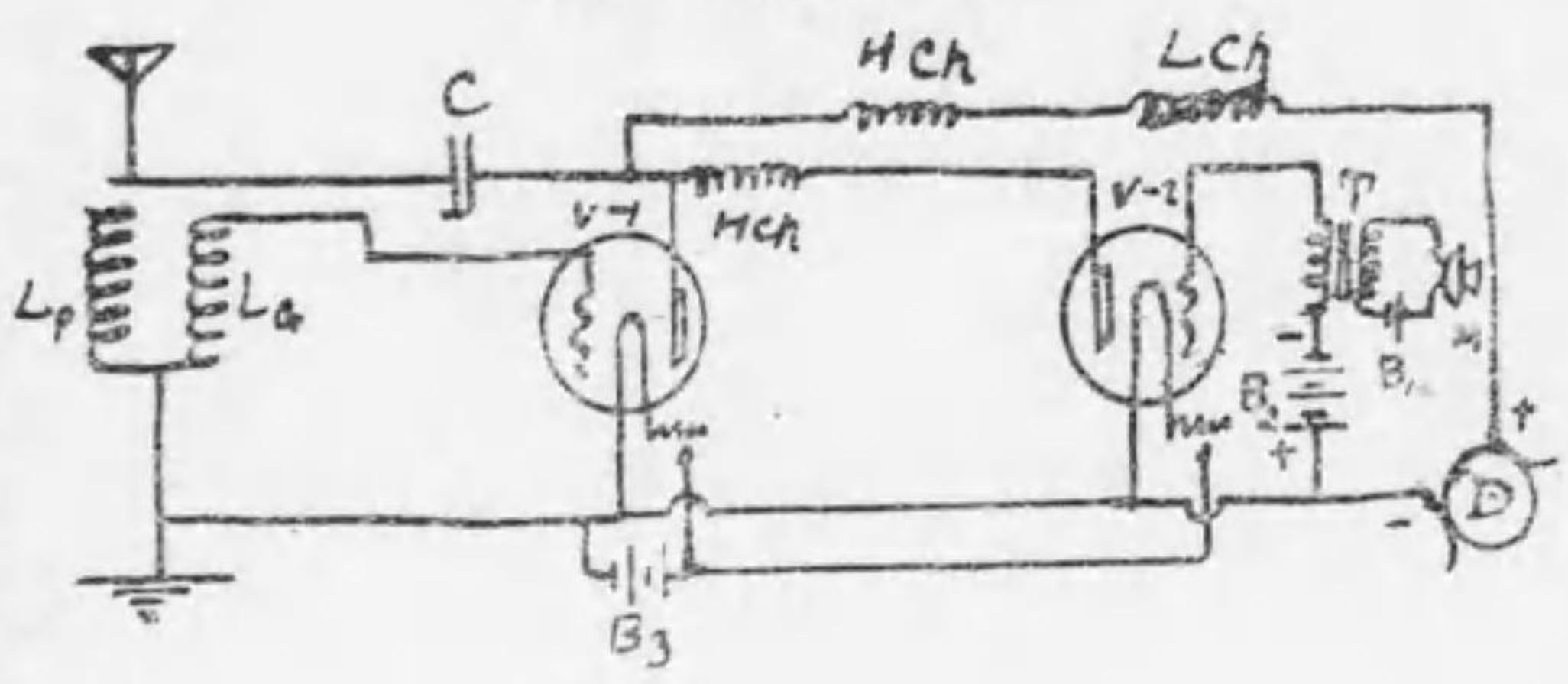
之れ等の配線に於ては、何れも其の波長は、音聲に依つて異なる電波長を出すのであるから、餘りシアブの受信装置を以てする時は明瞭に聞

き得ない事が無いではない。
 又グリッド回路に送話器を入れる、第五十五圖の如きものは普通に使用せらるる。之は變壓器に依つて、グリッドのポテンシャルを變化し振動電流の振幅を變化するのである。

或は、振動回路のグリッド回路と直列に送話器を入れる、場合がある、して振動電流を變化するのであるが、此の場合には送話器が「 ∞ 」オーム以内位の抵抗となつてゐる場合には有効である（實驗的に）。又は之の回路に送話器と、自己誘導コイル（コアを有せず）を併列としたものを直列に入れる事がある。之れは波長を變じてモデレーションするものと見る事が出来る。

然し現在最も良い方法として、我々が使用してゐるのは、二個の真空球を使用する處のものであつて、其の内の一個を起振動に使用し、他の一個をモデユ

第五十六圖



無線用真空球の原理と應用

レーション用を使用するのである。

第五十六圖は此の種の配線である。

此の配線は、Constant current System の線であつて、 L_p, L_s に振動電流が発生した時は、 $V-1$ は其の振動を起生する爲めの球として、 $V-2$ はモデレーションする爲めの球である。して、HCH は Radio チョークにて、 L_s, L_p 回路の振動電流を他に導かぬ爲め付したものである。

之の配線に於て、 L_s, L_p はオデオンチョークであつて、此の種の配線に於て最も必要なものである。此の L_s, L_p は、 $V-1$ 及 $V-2$ に與へる處の電流を

常に一定せしむる目的に入れられたものである。

今 V_1 のグリッドに於ては、 B の電池にて、或る適當な電位をグリッドに陰に與へて置くのである。

然して、 V_1 及 V_2 に與へらるゝ電流は I_{c1} に依つて一定出來た時は、 T の變壓器二次線に依つて、グリッドがポテンシヤルせらるゝなら、其の値に應じて、 V_2 には、電流が流れるのである。

兩球の電流は、 I_{c1} に依つて一定なものである故、 V_1 に流るゝ電流は、増減するのである。

今 V_1 及 V_2 に各 X アンペヤの電流が常に流れ得てゐるとする。而して V_1 には X_1 の電流に依つて、 Y の振動電流が起つてゐる時、 V_1 のグリッドが陽にポテンシヤルを持たしめたなら、 V_1 に流れ得る電流は大とな

る故、 X_2 に依つて得てゐた Y の電流は減少せねばならない事となるから、 M の送話器に依つて V_1 のグリッドに與えらるゝ音聲に依つて、 V_1 より生ずる振動電流の振幅は變化せらるゝ事となるのである。

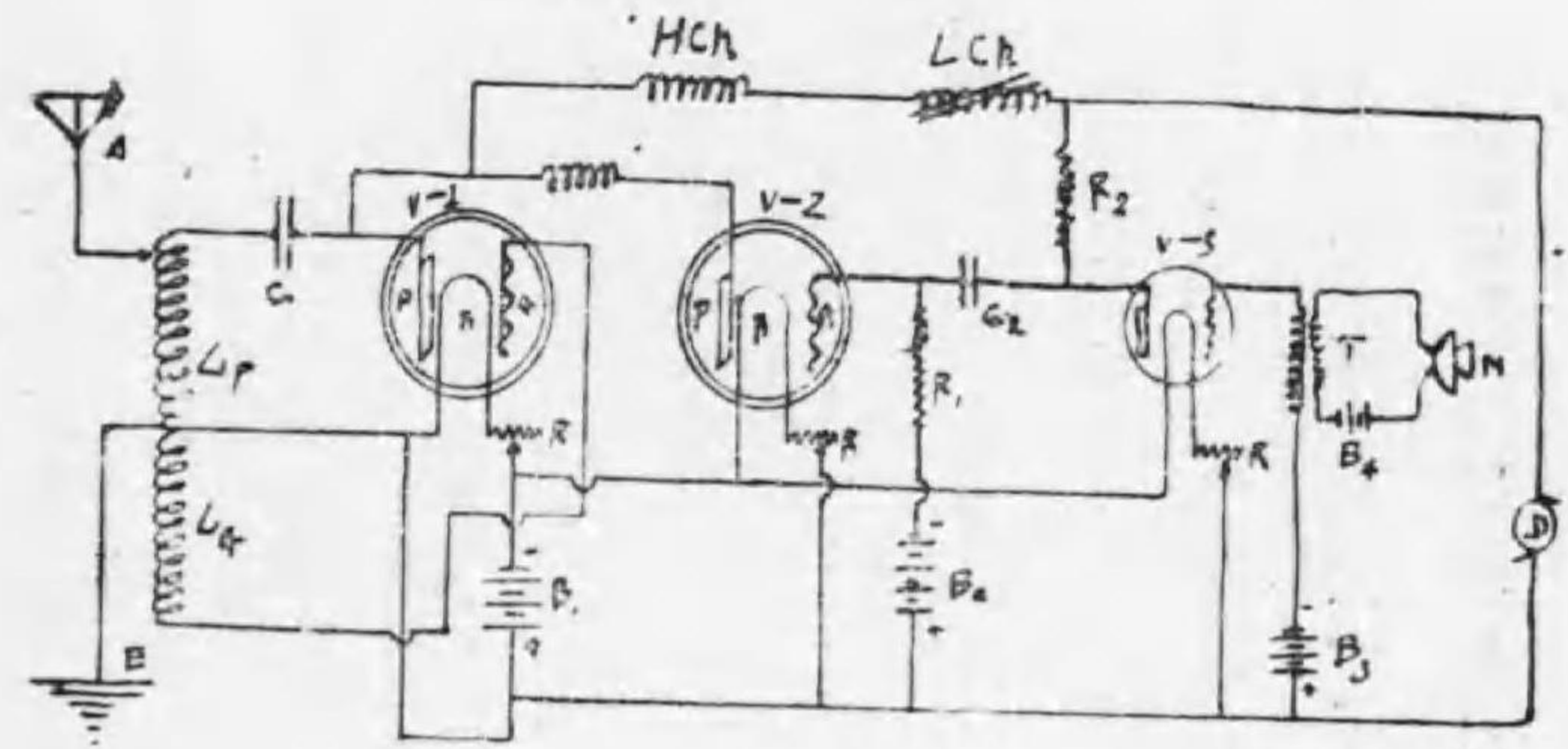
即ち此の配線に於ての I_{c1} は、甚だ有効なものであつて、之れに依つて完全に一定電流となる如く、 $V_1 + V_2$ の電流を制御するなれば、最も良い結果を得る事となるのである。

通常 I_{c1} は 1 ヘンリーより 3 ヘンリー位のを、我々は使用して良い結果を得てゐるのである。

モデュレーションの振幅の大小は、其の通信距離に甚だ大なる變化を與へるのである。

最も注意すべき事は、アーチクレーションの良不良である、即ち音聲の明瞭

第七十五圖



は聲の大小より甚だ困難なる問題である。
 其等の爲めに、モジュレーション球のグリッド回路に擴大装置（真空球に依る）を附したるものが、遠距離通信用として用ひらるゝのである。

第五十七圖は此の一例である。

V-1は起振動球、V-2はモジュレーション球、V-3は擴大球であつて、此の装置に於ては通常V-3の球は、 $\frac{1}{10}$ Powerの大きさのもので良いのである。

先づMに依る變化を、V-3のグリッド回路

に與へるのである。グリッド回路に於ては、其のグリッドを陰に、或るB₂の電池よりTの二次線を通つて、ポテンシャルを與へある故、Mに依つて其のポテンシャルは大いに變化せしめらる。

V-1のプレート回路には、レヂスタンス擴大装置を附しありて、R₁のレヂスタンスに依り、最も電壓を大となす如く作らる。してV-1の球及V-2の球は、共に併列せられてゐる。

V-2の球の電流は、其のプレート回路に於て大なる擴大を以てモジュレーション球のグリッドに作用して、V-1の起振動球をして色々な其の振幅を制御するのである。

V-1に於て、其のグリッド回路中の電池は、陰にグリッドにポテンシャルを與へ置く、して値は、μの最大なる點が良いであらう。

余が實驗し、又製作してゐる、此の種の装置は、 V_{12} 及 V_{11} に 50 ワット球を用ひるなら V_{12} には、5 ワット球を用ひ、 C_2 は 1. MFD-2. MFD. R_2 は 15000 オームより 10000 オーム R_1 は 15000 オームを用ひ、 B_1 及 B_2 は B_3 ボルトを使用するのである。

いづれの音聲變化装置にしても、其の振動電流が最大な點を使用してはならぬ、振動電流の最大な點より 20% 少ない點を使用せねば良いモヂュレーションは得難いのである。此の場合に於てはカップルを加減するか、或は自己誘導を加減して、最大電流發生物より 20% 餘減じた點となし、送話す可きである。第五十七圖に於ても L_{12} の兩端に併列に變化蓄電器を入るゝ時は、大いに振動電流は高まるのであるが、電信として以外は使用しては良い結果は得られない。

無線電話の最大な生命たるモヂュレーションの研究は甚だ興味深いものであろうが、此の理論たるや現在まだ區々として一定せぬ事が多いのである。

第十七章

結 論

一般に我々が知ろうとする真空球の特性は、先づ其の概要だけは稍や書き盡したのである。

各項の總論として……物質と熱……熱に依る電子の放出……電子流の應用より出來上りたる無線用真空球、其の特性、其の一般的利用等の外恐らくは此等電子管のある限りは、此の物の利用が廣く電波を利用する以外のものにて應用せらるゝであらうが、要は物質を熱して電子を働かしむる事に勉めるのである。

今我々が檢波器として、三極球を使用する場合は、其の球はソフトの管を選らび、而して其の球には適度なプレート電壓や、適度なフキラメント熱を要す

る必要がある事を知る。又擴大用としては、排氣高き球を用ひ、之れが振動電流擴大の場合に於ては、リアクタンス或はインピーダンスをプレート回路に於ても、或はグリッド回路に於ても等しくする時が良く。又抵周波擴大であれば其の二次線には、力率の擴大を望むのであるから、成る可く、其の擴大球のプレート回路に入る一次線は其の球の内部抵抗を等しくする必要が起り得るのである。然らば無線用受話器の抵抗高き事も知られるであらう。

三極球の特性たるアンブリフイケーション、内部抵抗及ミユルチユアルコンダクタンス等も、一個の球に於て、或る程度に我々が變化せしめ得る事を知つた以上、我々が受話に際して、プレート電壓を加減したり、或はグリッド蓄電器を變化したり、又はフキラメントの抵抗を變じたりして最良感度の受話が出來得る事は明な事である。

であるから、此等のファクターと見做るゝものも、或る程度は自分で自由に變化し得るのである。従つて又面白き配線も作り得らるゝのである、然して球の最大の能率を發起せしめ得るであらう。

余は無線電話電信を書く爲めに本書を綴つたのでは無く、只真空球の實驗的性質を知る方法と、特性とを知らしめんことを主眼として本書を草したのである。

我々が今諸君に待つ事は、無線電話が音聲を出す時に於てのみ電波が放射せらるゝ方法や、其他種々な事があるが、真空球としての大問題は、如何にせば小電流にして大なるサーミツク、エミツションを得るフ井ラメントを造り得るかと云ふ事と、真空球に於てイオニゼーションを發生せる場合に、グローと稱する輝の利用法等算え來れば甚だ多いのである。

諸君が一個の真空球を求めた場合、最も簡単に色々な實驗に依つて、真空球のテストをなされ、先づ其の真空球の性質を知り、之れを以て其の使用せしむ可き器械を選ぶ事は、只送らるゝ電波の受信をして、遊ぶより幾倍の愉快と利益があるであらうか。

して之等をテストするには、只一個の^アザー、及一個のホイストンブリツチ、及受話器等にて出來得るのである。

今や無線時代は我が國にも來りつゝあるのである。決して余は六ヶ敷しい事を書いた筈ではないのである。

諸君とても無線を研究する以上は、其の生命たる真空球の原理を知らんことにつとめらるゝであらう、して此の小著に依つてよし少くとも其の興味が起つたなれば、日本に於ても彼のヴンダアビル氏以上に立派なる真空球の本を著し

て、余を始め他の（ラヂオ國）の人々に鼻をあかさしめ以て、所謂米國の劣等國民の力の一端を知らさしむると云ふことも、あながち無益のことではないと信するのである。

(一)

無線用真空球の原理と應用

終

大正十三年七月十五日印刷
大正十三年七月十八日發行

【定價金貳圓】

著 者 構 所 有



無の 原 小 眞 空 球
球 用 應 眞 小 原 無

著 者 濱 地 常 康

東京市神田區錦町一丁目十九番地

發 行 者 小 川 菊 松

東京市麴町區有樂町二丁目三番地

印 刷 者 大 戸 作 逸

東京市麴町區有樂町二丁目三番地

印 刷 所 朝 陽 印 刷 株 式 會 社

發行所

東京市神田區錦町一丁目十九番地
振替東京六二九四番

誠文堂書店

528
92

終