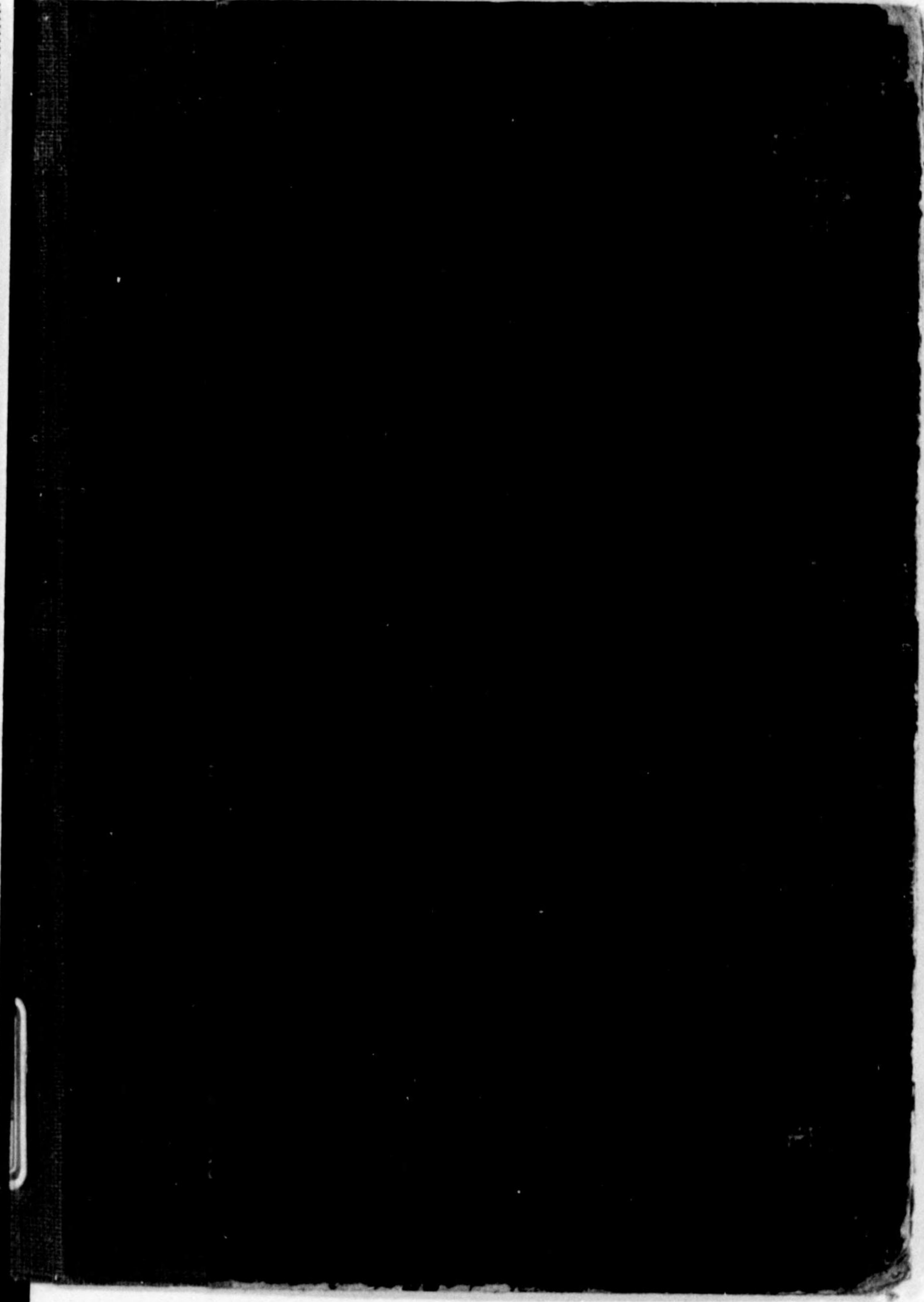


始





548

D58

1002
46

548
D58

無線工學の原理と實際

電氣通信技術研究會

著



電 氣 書 院



1902
46

序

従來の無線工學の關係書は、理論に偏して高踏的であるか、鶉呑式の低級な實際書であつた。これが、我が國無線工學技術の水準向上を阻害した最も大きい理由の一つである。

高度の文化國を目標として邁進せねばならない、我が國の明日を想ふ秋、無線工學技術の正しい普及を熱望するのは、豈に著者一人のみではあるまい。

即ち、本書の意圖した處は、無線通信の基礎理論を徹底的に教授すると共に、吾々が日常、取扱ふ受信装置の組立、診断、修理に對する實際技術を與ふるにあつた。換言すると、理論の裏付を持つた實際技術を與へることに苦心した。著者等の不敏は所期する處を十分に果し得たとは思はれないが、其の幾分かは達成し得たのでないかと、自から慰める次第である。

版を重ねる毎に訂正を加へたいと心得てゐるから何分の御叱正を賜りたい。

尙、上述のやうな意圖であつたから、本書では特に第6章と第8章に重点を置いた。又、最近、開放せられた国際短波放送聴取への一助として第7章を設けた。

昭和21年3月15日

著者識

附記 ① 本書は著者の1人が先に刊行した、電氣通信とラヂオ（電氣技術講座、第七巻、電氣書院発行）から、再録した箇所が相當ある。此の点、御了解を願つて置きたい。

② 尙、本書で盡し得なかつた点は、近刊される下記の2書に就て研究せられたい。

真空管の理論と應用

無線工學講義

③ 本文中で、例へば、空中線線輪を線輪ともコイルとも記したが、之れは、兩様の用語に慣れて頂けるので強ひて用語の統一はしなかつた。

無線工學の原理と實際

目次

1. 概説	
1.1 無線電信電話の歴史	1
1.2 有線通信と無線通信	4
1.3 無線通信の原理	6
2. 電波の發生と傳播	
2.1 磁力線と電氣力線	10
2.2 電波の發生	13
2.3 電波の傳播	17
2.4 電波傳播上の諸現象	21
2.4.1 反響現象(エコー)	
2.4.2 フェージング	
2.4.3 跳躍現象	
2.4.4 散亂現象	
2.4.5 電波傳播に於ける地物の影響	
2.4.6 電波傳播上に於ける氣象の影響	
3. 無線回路	
3.1 直列共振回路	24
3.2 並列共振回路	27
3.3 結合回路	29
3.4 振動回路	32
3.5 無線回路に於けるR-L-C	34
4. 真空管及真空管回路	
4.1 自由電子	37

4.2	二極真空管と其の回路	37
4.3	三極真空管と其の回路	42
4.4	多極真空管と其の回路	47
4.4.1	四極真空管	
4.4.2	五極真空管	
4.5	特殊真空管	53
4.5.1	複合真空管	
4.5.2	可變增幅管	

5. 送信装置

5.1	送信装置の一般	56
5.2	真空管發振回路の原理	57
5.3	自勵式發振回路	59
5.4	他勵式發振回路	61
5.5	電鍵操作及變調装置	63
5.6	真空管送信機の電源装置	66
5.7	送信並受信用空中線と接地	67
5.7.1	空中線の理論	
5.7.2	各種の送信用空中線	
5.7.3	空中線用支持物及材料	
5.7.4	空中線の接地	

6. 受信装置

6.1	受信装置の概要	79
6.2	檢波装置	81
6.2.1	鐵石檢波装置	
6.2.2	真空管檢波装置	
6.2.3	陽極檢波と格子檢波の比較	
6.2.4	再生式檢波装置	
6.3	增幅装置	92
6.3.1	增幅装置の一般	
6.3.2	增幅回路の結合方式	

6.3.3	高周波增幅と低周波增幅	
6.3.4	電力增幅回路	
6.4	電源と負荷の接続方式	102
6.5	整流回路と平滑回路	103
6.5.1	各種の整流回路	
6.5.2	平滑回路の作用	
6.6	受信装置用電源	106
6.6.1	A 電源	
6.6.2	B 電源	
6.6.3	C 電源	
6.7	各種の受信方式	109
6.7.1	ヘテロダイン式	
6.7.2	スーパーヘテロダイン式	
6.7.3	超再生式	
6.7.4	レフレックス式	
6.7.5	ニュートロダイン式	
6.8	受信機組立の各種實例	114
6.8.1	電池式受信機	
6.8.2	交流受信機	
6.8.3	5 球スーパーヘテロダイン受信機	
6.8.4	特殊受信機	
	パワー・トランスレス受信機、交直兩用受信機	
	自動車用受信機	
6.9	高聲器とピツクアップ	122
6.9.1	マグネチック・スピーカー	
6.9.2	ダイナミック・スピーカー	
6.9.3	マグネチック型とダイナミック型の比較	
6.9.4	電氣落音機(ピツクアップ)	
7.	短波受信装置	
7.1	短波受信一般	127
7.2	短波受信に於けるスーパーヘテロダイン方式	128

7.3 放送受信機に短波受信部を附設	129
7.3.1 電源の余裕調査	
7.3.2 周波数変換器の組立	
7.3.3 短波受信装置の調整	
8. ラヂオ受信機の故障と處置	
8.1 導通テスターと其の使ひ方	136
8.2 受信回路点検法	137
8.3 故障の診断と修理	142
8.4 雑音の原因と防止方法	149
8.5 故障の應急修理	152
附 録	
電氣單位一覽表	155
記號の解説	156
全國放送局一覽表	160
受信真空管特性一覽表	164
ソケット接続一覽表	173
真空管型名解説	174

無線工學の原理と實際

1. 概 説

1.1 無線電信電話の歴史

昔から“必要は發明の母、”と云はれ、必要に迫られ、夫れを目標として種々と創意工夫を重ねる處に、發明が生れるとされてゐる然るに、無電の發明は此のルートを取らずに、或る科學上の研究結果を多數の學者が、順次に助長して行つて、今日の成果を得た。其處で其の歴史を語るには、之れに關係した人々の話を綴るのが早道であらう。

〔ファラデー〕氏は英國の有名な物理學者、否、電氣學者であつて、今日の電氣工學の發達は氏に負ふ處、極めて大きなものがある氏は、1840年頃、電氣磁氣に關する研究を行ひ、電磁誘導現象は不良導體内にある或種の媒質の作用であると主張した。

〔マクスウエル〕氏も亦、英國に生れ、ファラデー氏の學説を基礎として種々研究を續け、導體に電流を流すと、導體中及其の周圍の空間に變化を生ずることを發見した。1865年に「光の電磁波説」を提唱し、又、地球を取りまいてゐる空氣中に電波と稱する波を起すことが出來ると豫言した。即ち、電氣の傳はる速度は、光と同じく、毎秒3億米 (3×10^{10} c.m/s) であるとした。氏は斯様に電波の存在を豫言したが、之れを實驗的に確かめる暇なく、不幸、1878年に逝去した。

〔ヘルツ〕マクスウエル氏の死後、1888年に獨逸の學者、ヘルツ氏は、電波を起す實驗に成功し、電波の存在を發見した。ヘルツ氏は、「ヘルツ發振器」と稱する火花放電により電波を起す装置を考案し、更に共鳴受信器を考案して、電波の送受に成功し、電波の存在を立證した。(此の電波をヘルツ波と稱した) 然して、其の實驗は實驗室の一隅に發振器を据へ、他の一隅に受信器を据へた貧弱なものであつたが、正に無電の元祖である。此のヘルツ氏も不幸にして

39歳で不歸の客となつたので、電波を利用して通信することは出来なかつた。

〔ロツヂ〕 ヘルツ氏の電波の発見後、各國の學者は争つて研究を行つたが、其の中でも英人ロツヂ氏は、電波の到來を知るコヒラーを發明した。これは、青年發明家マルコニー氏、出現の準備的偉業であつた。

〔マルコニー〕 伊太利の青年。マルコニー氏は年齒僅かに20歳で發明を完成した。氏は發信機及受信機に空中線（アンテナ）と接地（アース）を繋ぐと、ヘルツの實驗よりも、更に強い電波を起すことが出来て、遠方通信が可能となることを発見した。

マルコニー氏は初め低い空中線を張つて試みた處、豫想外に遠方に達したので、次第に空中線を高くし、1.5哩の處迄、通信し得るやうになつた。其處で、伊太利の學界に報告し、大仕掛の實驗をしやうと世人の助力を求めたが、當時、僅か20歳の無名書生の妄想として、世人は受けなかつた。處が、當時英國遞信局の技師をしてゐたブリース氏は電信線の代りに海水に電氣を傳へて、通信が出来るか否かを種々研究してゐた。マルコニー氏は之れを風聞し、自分の發明を打明け、助力を仰ぐべく、燃ゆる希望を胸に、英國にと渡つた。ブリース氏はマルコニー氏の實驗に驚倒し、自己の研究の貧弱を悟り、マルコニー氏の爲めに自己の研究室を與へ、青年發明家を後援した。又、ブリース氏は英國內の學者を召集、マルコニー氏の發明を公表した處、絶讚、湧くが如くであつた。其の後、數度の公開實驗に成功し、世人の大なる期待の裡に、相次ぐ研究と實驗を行ひ、英國にマルコニー會社を創立、世界各地に無線電信局を建設した。斯くて、遂に大西洋横斷無線通信に成功したのである。

然して、マルコニー氏の考案したのは火花放電式であつて、電信機の或る部分に火花が発生すると、夫れに依つて、電波が起る方法である。即ち、電車の走行中、電車線に接觸するボールの先のホキールから、バチバチと音を發して火花の飛ぶのを目撃されやう。あの時にも電波が発生して居るのであつて、マルコニー式は之れを應用したものである。此の火花式では電波がとぎれとぎれとなるので時には完全な通信が出来ないやうなことになる。

其の後、デンマークのバウルゼン氏が電弧式を發明した。これは電信機を働かしてゐる間は、絶へず電波が発生されて通信が出来るので、高周波發電機式が生れた。

電弧式、或は高周波發電機式では連続に電波が発生されるが、無線電話として完全に通話が出来ない。電信であると、モールス符號だけ送ればよいが、電話になると、音聲を其のまゝ電波として出さねばならない。バウルゼン氏の電弧式の發明以來、各國で盛んに、無線電話の研究並に試験を重ね、之れが眞空管の發明に依つて完成した。

即ち、英人フレミング氏が眞空管を發明、米人ドフォーレス氏が之れに改良を加へて完成した。

無線放送、即ち、ラヂオは、放送局から無線電波が發せられ、之れが四方八方に傳播するので、夫れが届く限りの何處でも受信し得る。勿論、一方的な通信であつて、受信者が返信をすることは無い。此のラヂオの放送は、大正9年、米國で初めて行はれたピツバーグの KDKA 局が最初である。此の KDKA、とか JOAK, JOBK と云ふのは放送局の局名で、之れを呼出符號（コールサイン）と云つてゐる。

爾來、放送局の數は幾何級數的に増加し、現在では何千とあり、加入者も何千萬以上と云ふ盛況で、先進諸國では1家に1台の受信機は必ず備へてゐる。

我が國でラヂオが公衆に向つて放送されたのは、大正14年3月1日、芝浦の東京放送局仮放送所より開始された。尤も當初は雑音ばかりで音聲は聴き取れなかつたが、其後改良を加へて、同年7月15日に、愛宕山の放送局から、放送が開始された。現在、全國各地に50に近い放送局があり、受信機も普及し、愈々盛況に向ひつゝある。

斯様に多くの放送局があると、電波がぶつつかかり合つて、放送が混信するのでないかと思はれるが、各々の放送局から出す電波の波長を夫々違へて、加入者で自己の希望の波長、即ち、電波の長さに合はすと、混信は少い。然し、波長間の開きが少いと混信を生ずることがある。

例へば、大阪放送局の第一と第二が混信するが如くである。其處で、土地狹隘な我が國では、一地方に多數の放送局を設置することは出来ない。従つて有線放送方式等も考へられる。

1.2 有線通信と無線通信

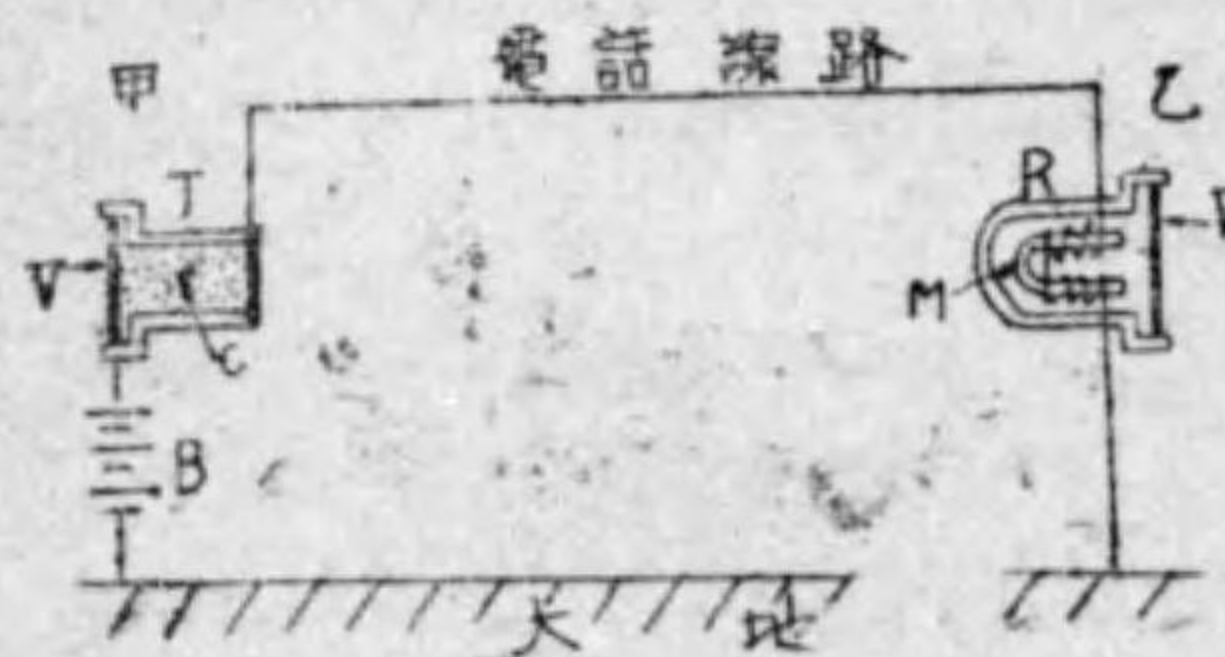
有線電信の原理を示すと、第1.1圖の如くであつて、通信しやうとする甲地と乙地の間に電線を張り、之れに電池B、電鍵K、音響器Sを接続する。此の接続で電鍵Kを押すと、B-K-電線-S-大地と循環路が出来る。従つて、電池Bから電流が流出して、乙地にある音響器Sに電流が流れる。此の電鍵Kを押す時間が長いと、Sが長く鳴りKを押す時間が短いとSが短く鳴る。其處で、此の長短を適當に組合せて信号を作ると、甲地から乙地に通信することが出来る。



第1.1圖 有線電信の原理

之れがモールス符號で、例へば、- - がイを、- - - - がロを意味する。故に、送信所で、電鍵を短く長く押へ、次で、短く長く、短く長く押へると、受信所の音響器は、テンツ-.....テンツ-、テンツ-.....と鳴り、甲地からイロと通信して來たことが分る。現在、廣く實用されてゐる電信符號には、モールス符號の他に、現波符號、印刷機符號等がある。

次に、有線電話の原理を示すと、第1.2圖の如くであつて、通話しやうとする甲地と乙地間に電線を張り、之れに電池B、送話器T、受話器Rを接続すると、B-T-電線-R-大地-Bと通信回路が出来る。此の送話器Tに向つて音響を發すると、音響に應じて、Tの振動板Vが



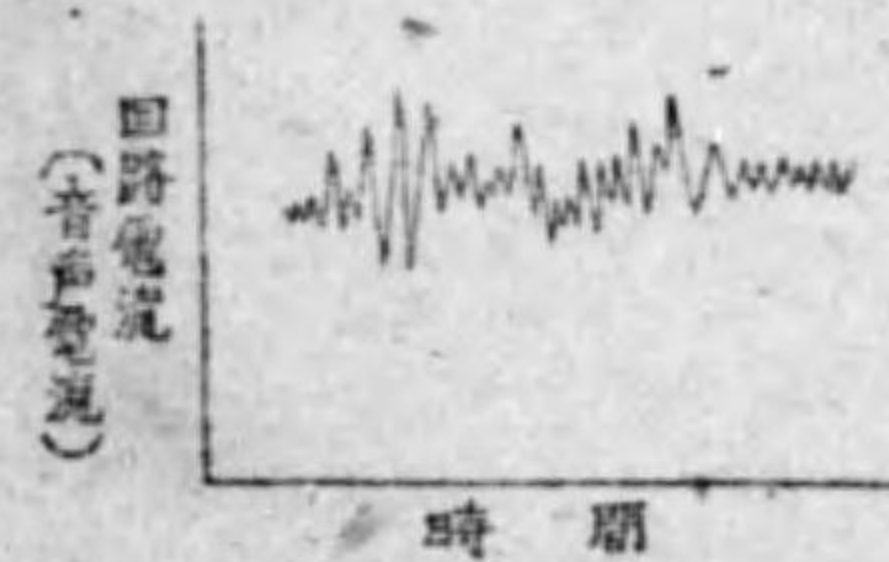
第1.2圖 有線電話の原理

振動する。此の振動に比例して、T内にある炭素粒Cを壓迫、又は弛緩する。炭素粒を壓迫すると、粒間の接觸がよくなり、抵抗が減る。弛緩すると、之れに反して、抵抗が増加する。然るに、オームの法則に依ると

$$\text{回路の電流} = \frac{\text{回路の起電力(Bの起電力)}}{\text{回路の抵抗}}$$

であるから、音響に應じて、Cの部分の抵抗、即ち、回路抵抗が變化すると、之れに逆比例して、回路の電流が變化する。此の電流は受話器Rの電磁石Mに流れるから、Mが振動板Vを吸引する力も變化する——TのVを強く吹くと、回路電流を増し、RのMがVを強く引く。Vを弱く吹くと之れに反する——斯様に受話器の振動板が送話器の振動板の振動に比例して振動するので、此處で送話器Tに發した音響が再現されることになる。重ねて云ふと、甲地で送話器に向つて話したことが、乙地で音響となつて、吾々の耳に響き、甲地と乙地間で通話を行ふことが出来る。

扱、第1.2圖の回路電流の變化を、時間を横軸に取つて表はすと



第1.3圖 音響電流

第1.3圖のやうになる。此の通信回路の電流が取りも直さず、音響の形を表はしてゐるのであつて、之れを音響電流と云ふ。元來、音の強弱、音色等は、此の電流の大きさ、周波數、波形に表はれて來る。

餘談であるが、仮に、尺八の名人に送話器に向ひ吹奏して貰ひ、之れを電流で表はし、其の大きさ、周波數、波形を分析的に研究するならば、自から其のコツが分る筈で、名人に速成的になれそうである。實際は、しかく、簡単に參るまいが.....

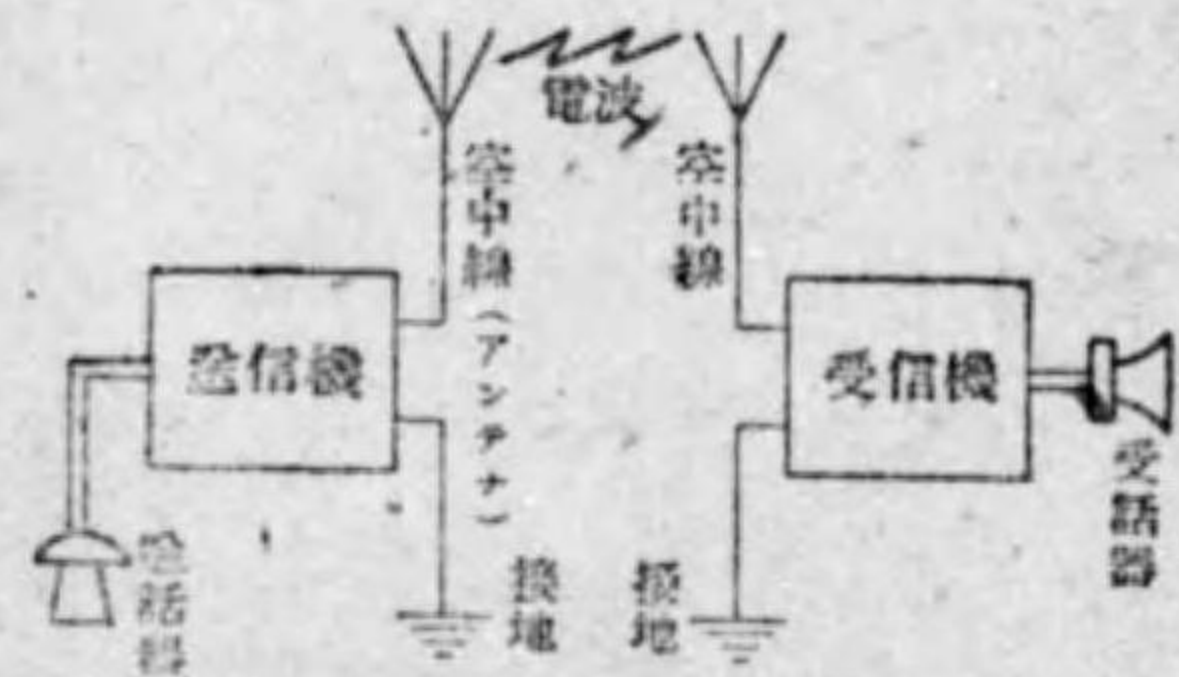
以上は、有線電信、電話であつたが、無線電信、電話では、電線路の代りに電波を用ひて、電波に信號なり音響を乗せて運ぶ。

故に、無線電信、電話の送信装置は、此の電波を作る電波發振装置と、電波に信號なり音響を乗せる變調装置から成つてゐる。同様に受信装置の方も、受信機なり受話器の他に、信號、音響を電波か

ら下す検波装置がある。くり返して云ふが、有線通信の電線の代りに電波を用ひて、電線路を省略したのが無線通信であつて、電線路が不用となり、遠距離に通信が出来、然かも其の範囲は廣く、格段の便益がある。

1.3 無線通信の原理

無線通信の原理を示すと、第1.4圖の如くであつて——圖では無線電話の場合を示したが、送話器を電鍵装置、受話器を印字機に置き代へると無線電信になる。以下では、無線電話特にラヂオを中心として話を進めたい。何れにしても原理には變りがない——送信機で



第 1.4 圖 無線電話の原理

1秒間に數十萬回の振動數を持つ、高周波電流が発生され、之れが空中線と接地間に流されて、空中線から電波になつて、四方に傳播してゐる。此の高周波電流に送話器から來た音聲電流を加へると、高周波電流は音聲電流に依つて變化する。之れを變調と云ひ、變調せられた電流を一定の電力で變調電壓に増幅し、之れを大地と、高さ100米以上もある空中線の間に加へると、空中線と大地間に變調電流が流れる。空中線に變調電流が流れると、丁度、靜かな水面に石を投込んだ時、石の落下点を中心として、波紋を生じ、之れが次第に擴大して、四方に傳達して行くのと同様に、空中線を中心として電波を生じ、之れが四方に傳達される。

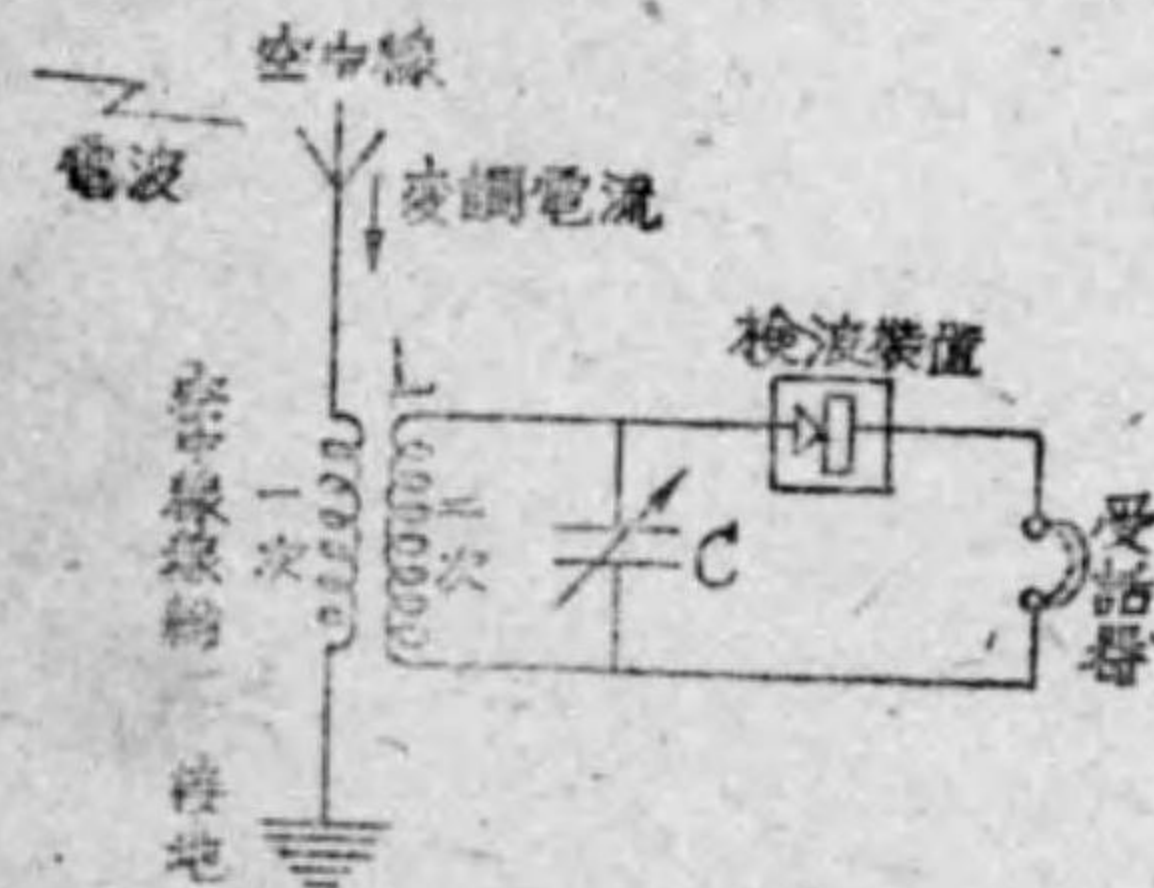
波紋の場合、遠くなる程、波紋は次第に弱くなつて遂には消えてしまふ。石を投げる力が強い程、波紋は遠くに迄、傳達される。之れと同様に、空中線に加へられる變調電流の電力が大きい程、電波は遠くに達するのであつて、放送電力が1kWの時よりも10kWの時の方が電波が遠くに迄、達する。

斯様にして生ずる電波は、光線、X線、各種の放射線と同様に電磁波であつて、唯、波の長さ、即ち波長のみが異り、其の傳達速度

は1秒間に3億米である——地球を1秒間に7廻り半する——音波は1秒間に332米しか進まないから、電波に比べると、停止してゐるとの餘り變りがない。

此の電波が廣々とした空氣中を行く時は、障害はないが、處が何物かにつき當ると、相手に依つては、其のまゝ通り抜けることもあり、阻止されることもある。面白いことは、電氣を通じないガラスとかエポナイト等の不良導體の中だと、平氣で通り抜けて行くのだが、反對に電氣をよく導く銅とか鐵等では、吸收されてしまふ。従つて、是等の導體に適當な装置をすれば、電波に應ずる變調電流が流れる。取りも直さずラヂオの受信機は此の装置であつて、受信用空中線で電波を吸ひ取つて、變調電流として受信するのである。又電波は太陽光線に吸ひ取られるので、晝よりも夜の方が遠方に達する。

斯様に、變調された電波が放送局の空中線から四方に飛び出して聽取者の空中線にぶつかつて



第 1.5 圖 受信機の原理(鎖石式)

受信用空中線に變調電流を流す。第1.5圖に示すやうに、受信用空中線から、受信機中の空中線線輪(一次)を経て、大地に流れる變調電流は、空中線線輪の二次側に之れと同一周波數同一波形の電壓を誘導する。之れに依つて、インダクタンスLと可變靜電容量

(バリコン)Cの直列回路に流れる電流は、交流理論で學ばれたやうに

$$2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} = 0 \quad f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

の場合に最大になる。Cを調整して、上記の關係を満足するやうにすることを同調を取ると云ふ。言ひ換へると、L-C回路の固有波長と受信電波の波長を合一さすのであつて、同調を取るとを波長を合せとも云ふ。其處でLの一次側を空中線線輪(アンテナコイル)

と云ひ、Lの二次側を同調線輪と稱する。

斯様に、受信空中線に流れ込む電流は送信所の空中線に流れた電流と同様の高周波變調電流である。

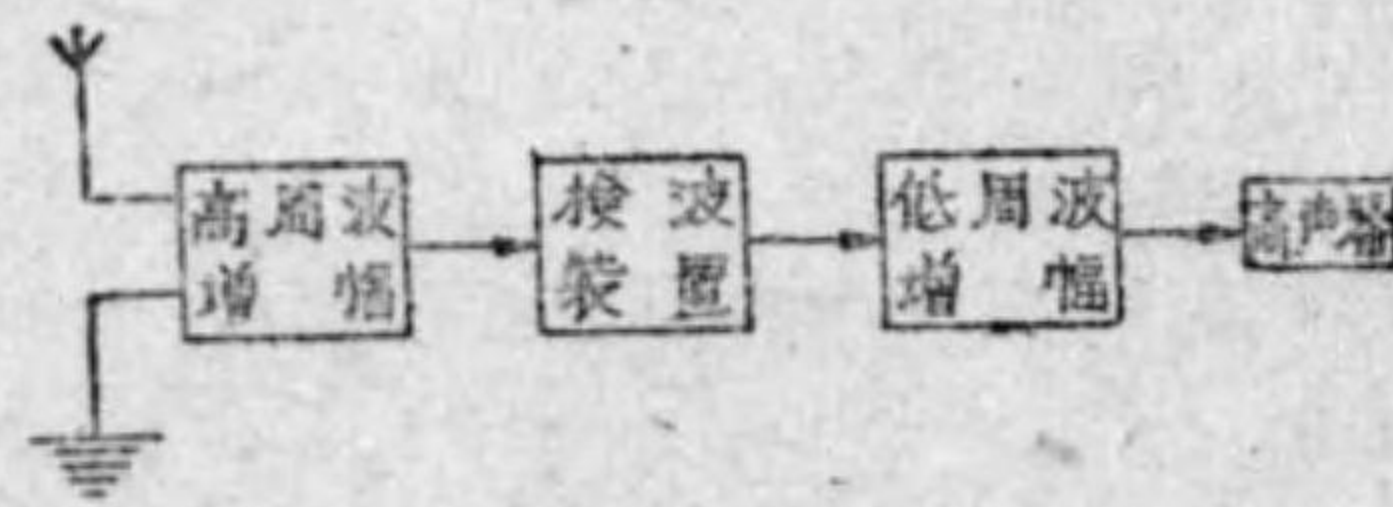
此の數十萬サイクルと云ふ高周波電流は、受話器の振動板を動かすことが出来ない。例へど動かし得たとしても、吾々の耳の鼓膜を振動させることが出来ぬ。元來、耳の鼓膜が感動し得る周波数は1秒間に30~15,000サイクル程度であつて、之れより少く共、多く共、聴取し得ない。即ち、音として感じない譯である。餘談であるが、此の宇宙には實に種々雑多な周波数の音が充満して居るのであつて、吾々の耳が、更らに廣い範圍の音が聴取出来る程に、敏感であればとても夜も眠られず、人類は1人残らず神経衰弱にならう。

吾々が聴き得る範圍のものを低周波とも可聴周波とも云ふ。

上述の如くであるから、受話器で音聲を聴くには、空中線で受けた高周波電流の中から音聲電流だけを抜き取つて、受話器に通ぜねばならない。即ち、高周波電流は、單に音聲電流を送信所の空中線から受信所の空中線に運ぶだけの役目であるから、之れを搬送電流と云ふこともある。

此の高周波電流から受話器に入れる音聲電流を抜き取る操作を檢波と云ひ、方鉛礦、等の特殊な礦石、又は真空管が此の役目を果す礦石式では、此の檢波されたまゝの電流を受話器に接続するのであるが、勿論、之れは甚だ微少な電流であるから、高聲器(スピーカー)を働かせて大多數の人に聞かせることが出来ない。其處で、真空管の働きと變壓器の働きを合せ、電池又は電燈線の助けを借りて、此の電流を大きくする。之れを増幅と云ふ。

此の増幅の方法には、第1.6圖のやうに、檢波する前の高周波電



第 1.6 圖 高周波増幅と低周波増幅

流を増幅する高周波増幅と、檢波してからの音聲電流を増幅する低周波増幅がある。

圖では1回だけ増幅してゐるが、2回以上に亘つて増幅すること

もあつて、之れを、例へば高周波1段増幅とか、低周波2段増幅と云つてゐる。高聲器から出る音聲は1段よりも2段増幅の方が大きくなり、高周波増幅の結果は遠距離受信が可能になる。然し、各3段以上の増幅装置を作ることは、結果として能率は上るが、音聲電流の波形に歪を生じたり、或は他の障害があつて、特殊の場合を除くと、一般には餘り採用されない。

又、真空管を動かす爲の電源に電池を用ふる電池式と、電燈線を用ふる交流式又はエリミネーター式がある。現今では維持費の僅少取扱ひの簡易な点から、電燈線の來てゐる處では、殆んど此のエリミネーター式が用ひられてゐる。

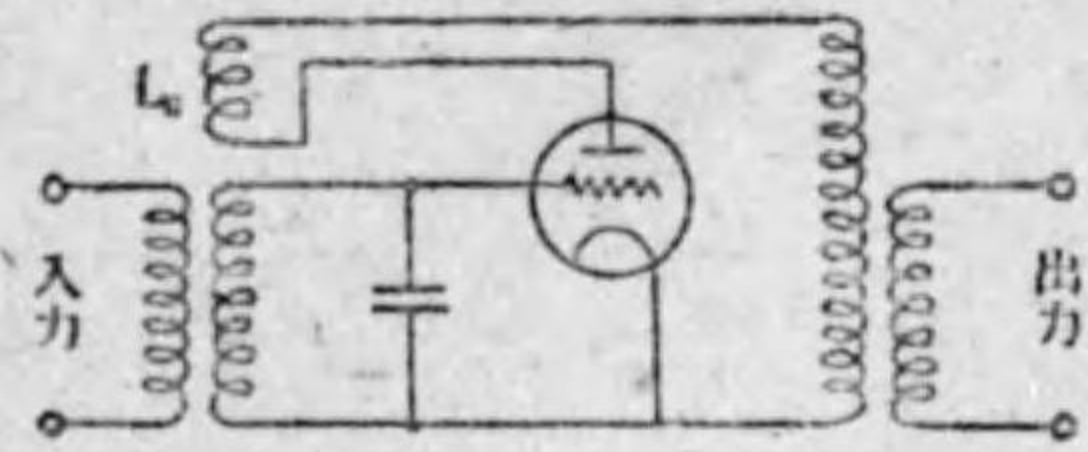
交流式の種類は真空管の筒數、其の種類、接続方式に依つて分類されるが、真空管の筒數に依る場合は、3球式、4球式、又は何球式等と云ひ、此の方法が最も廣く用ひられてゐる。次に、檢波管の種類を冠して、例へば、UY27型を用ひた3球セットを、27-3球式と云ひ、或は、最終球として、UY47又は47B(所謂、ペントード・バルブ)を使用したものは、此の名を取つて、ペントード3球式又は4球式と稱する。或は接続方式に依つて、再生式、無妨害再生式、ニユートロダイン、スーパーヘテロダイン等と云つてゐる。

再生式は取扱上、注意を要する点があるので、一先づ若干の説明を付け加へて置く。(第1.7圖参照)

空中線から受けた高周波電流の中から檢波して、音聲電流だけを抜き取ることは普通の方式と同様である。此の檢波された電流中には、尙、少々の高周波電流を含んでゐる。

檢波管から出た高周波電流を別の線輪及蓄電器に接続して、再び檢波管に送ると、同調回路に作用して、檢波管を通る高周波電流は約20倍も強くなる。斯様なセットを再生式と云ふのである。此の方法に依ると、受信感度が甚だ大きくなるので、現在、普及されてゐるセットの大部分は此の方式を採用してゐる。然し、再生式セットは一度、檢波管から出た高周波電流を再び、再生コイル(L_{reg})、再生バリコンを通して送り返すので、回路全体が發振状態に近いものになる故に、再生バリコンを調整してゐると、時々、ピーピー又はポコポコと云ふ音が出る。之れは、此の回路が自己振動を起したのであ

つて、之れを再生音と云ひ、セツトの設計、又は製造の不適當、受信機取扱上の不馴れ、又は無理解或は無理な遠距離受信及び過大な音量を含む時等に、此の再生音が強くなる。然して、再生音は自分自身のセツトのスピーカーに出ると共に、空中線から



第 1.7 圖 再生式

逆流して外部に發射される。吾々がラヂオを聴いてゐる時、ピーピーと云ふ雑音が出て困ることがあるのは、附近で誰かが再生式セツトを調整して居るからである。又、設計の不適當なセツトが附近にあると、特に雑音が著しく、自分の家のラヂオが故障したのではないかと思ふ程に迷惑を受ける。故に、再生式の調整には十分に注意せねばならない。

重ねて、附言する迄もあるまいが 無線通信は音聲の代りに電波を操作して信號を送るのであり、無線放送では放送局に放送装置があり、聴取者の處に受信機がある。無線電話では、送受何れの側にも、送信装置と受信装置がある。

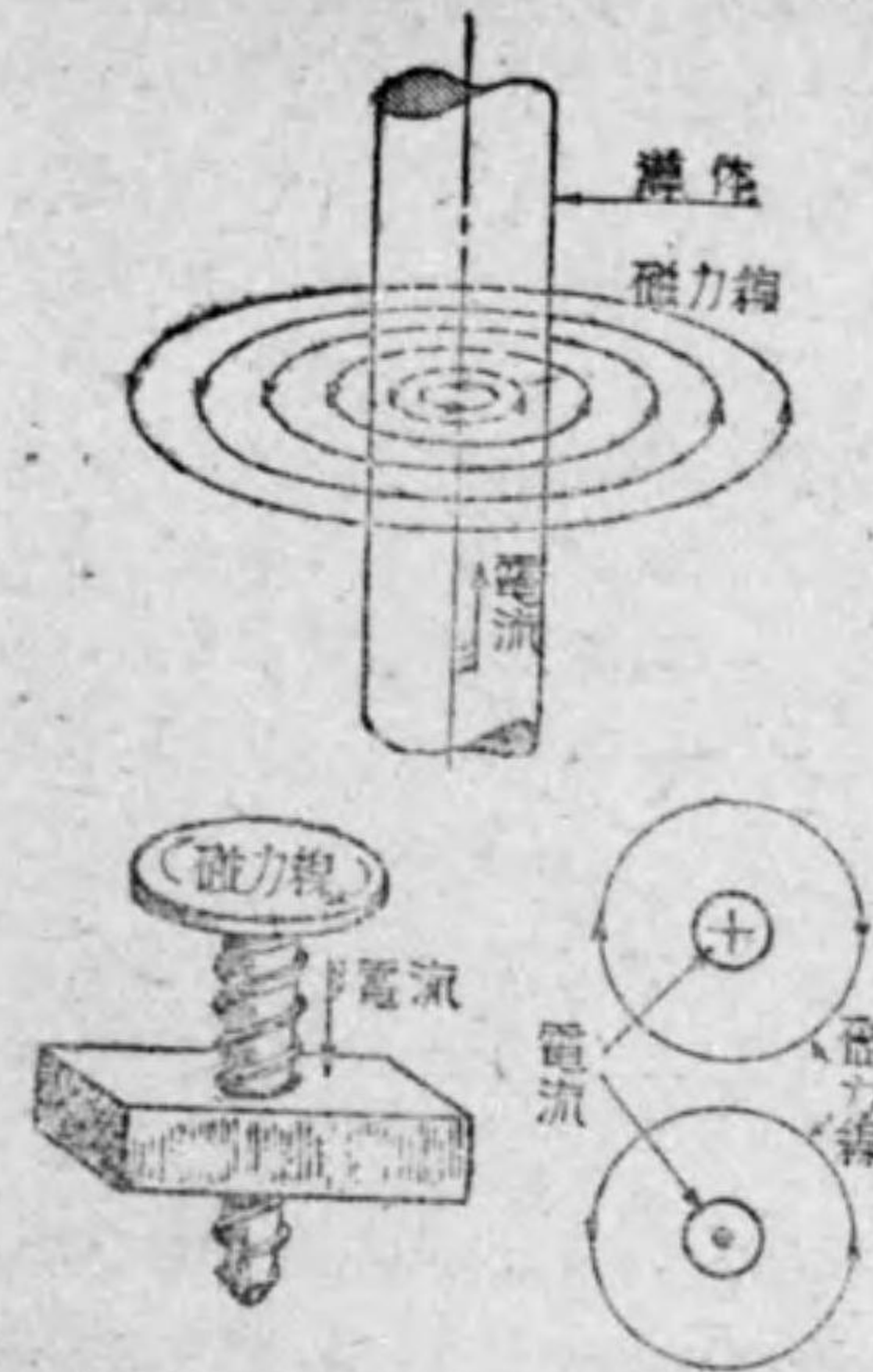
本節は、先づ一通りの概念を述べたのであつて、夫々の詳細は以下各章で講述する。

2. 電波の発生と傳播

2.1 磁力線と電氣力線

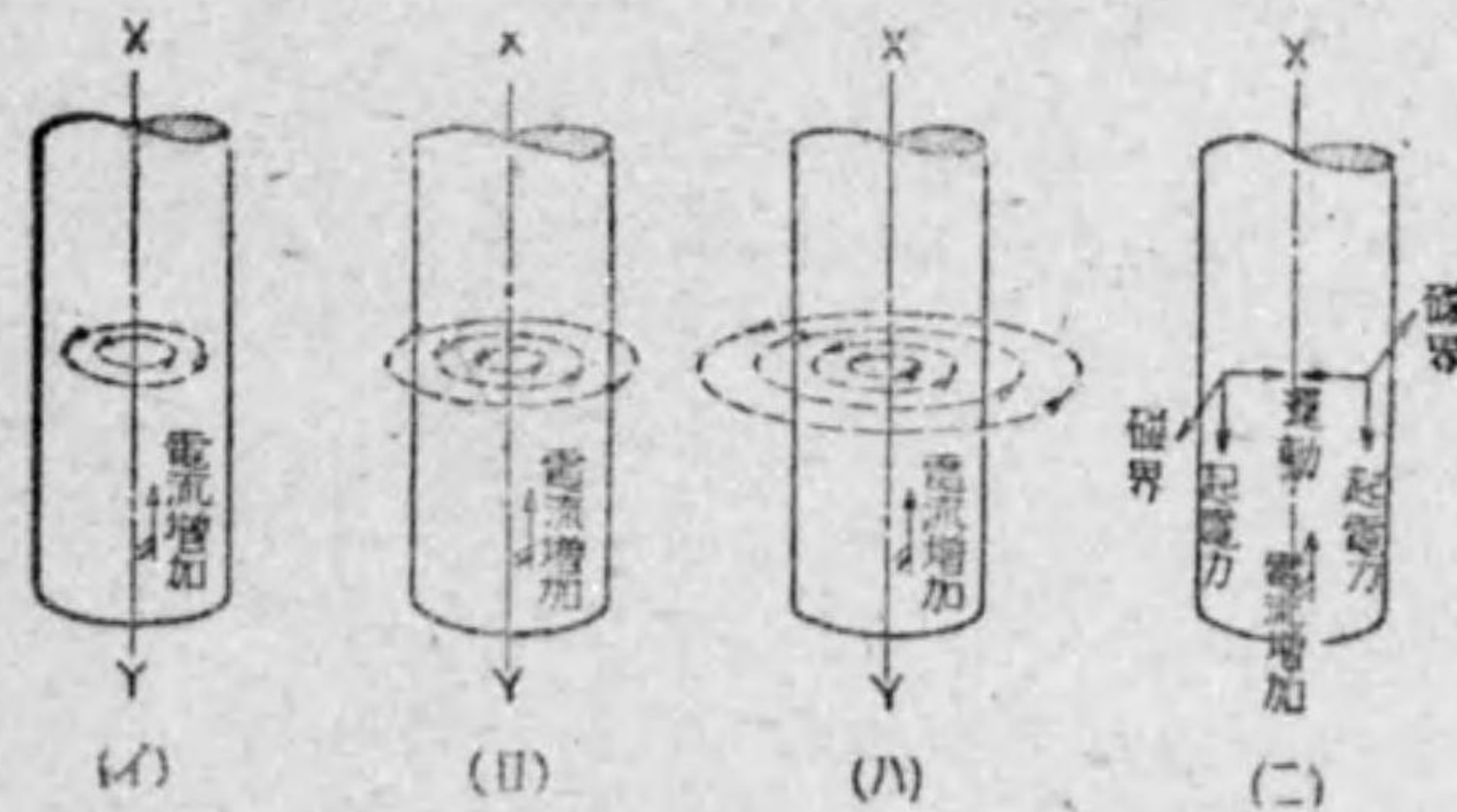
導体に電流を流すと、導体の中心を中心として、流れる電流の値に応じて、同心圓狀の幾多の磁力線を生ずる。電流の方向と、磁力線の方向の関係は、第 2.1 圖 に示すやうに、電流の流れる方向に右ネチを進めるものとする、ネチを廻す方向に磁力線を生ずる。

導体に交流を流すと、電流の値及方向の變化に応じて、此の磁力線の數及方向が變化し、其の結果として、導体が磁力線に切られて誘起起電力を生ずる。此の誘起起電力の方向を右手の法則に依つて調べると、第 2.2 圖 に示すやうに常に電流の變化を阻止する方向を取る。此の場合、誘起起電力は自己の生ずる磁力線に依て發生され



第 2.1 圖 通電導体に生ずる磁力線

下圖右は導体の断面に就て示した。⊙は電流が紙面下に向ふ場合を、⊙は紙面上に向ふ場合を示す。電流が増加して磁力線が生成する過程では磁力線は導体の中心に生れて次第に其の半徑を大とする。電流が減少して磁力線が減少する場合は其の半徑を次第に小として、導体の中心に消え込むものと考へてよい。

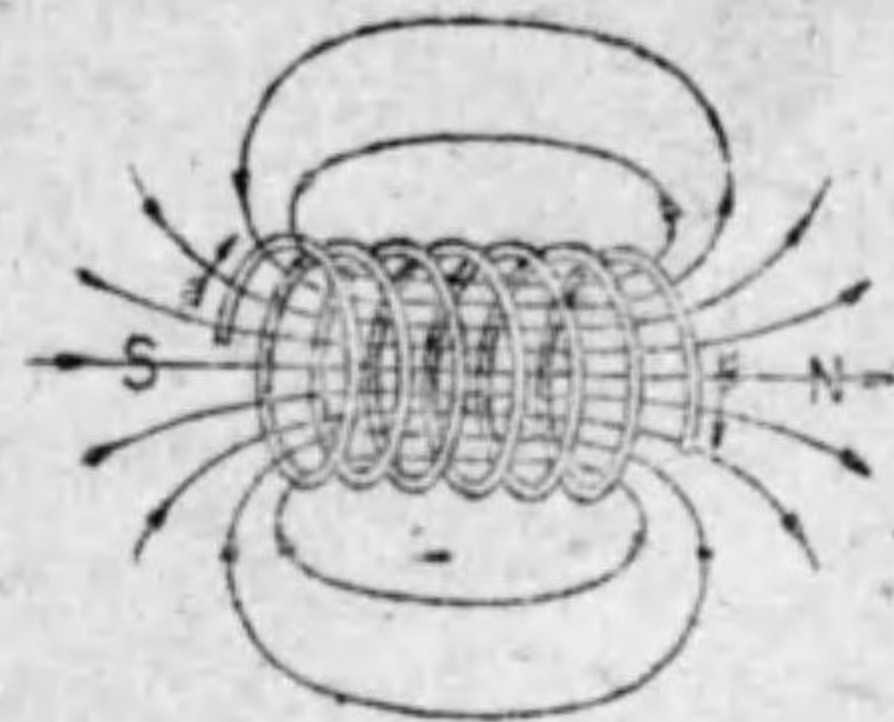


第 2.2 圖 自己誘導起電力の方向

たのだから、自己誘導起電力と云ふ。この自己誘導の割合を自己インダクタンスで表はす。即ち、電流が毎秒 1 アンペアの割合で變化した時、生ずる起電力の大きさが L ボルトだとすると此の回路の自己インダクタンスは L ヘンリであると稱する。周波數 f サイクルの正弦波電流 I アンペアが、自己インダクタンス L ミリヘンリ——1 ミリヘンリ (mh) は $1/1000$ ヘンリで、ヘンリなる單位は實用上、過大に失するので、一般にミリヘンリで表はす——だと、回路に生ずる、自己誘導起電力 E_L は

$$E_L = 2\pi f L I \times 10^{-3} \text{ ボルト}$$

此の E_L は電流より 90° 進んだ位相を取る。1 本の電線では生ずる磁力線の數も少く、自己インダクタンスの値も微少であ



第 2.3 圖 線 輪

るが、之れを、第 2.3 圖のやうな線輪(コイル)とすると、磁力線が加はり合つて、インダクタンスの値——即ち、同一電流に於ける自己誘導起電力の値——が大きくなる。扱、線輪に磁力線の生ずる状況を見ると 1 つの棒状磁石 NS のやうな形になる。此の線輪の中に鐵心を入れると、鐵は空氣よりはるかに磁力線を通じ易く、5,000~15,000 倍もの磁力線を生ずる。

前の式 $E_L = 2\pi/L \times 10^{-3} \times I$ を直流の場合の $E = RI$ と比較すると、 $2\pi/L \times 10^{-3}$ ——L はミリヘンリ——が、抵抗と同一性質のものになる。之れを誘導リアクタンス (x_L) と云ひ、其の單位はオームで表はされる。

$$\text{即ち } x_L = 2\pi/L \times 10^{-3} \quad E_L = x_L I \quad I = \frac{E}{x_L}$$

註; 上述の詳細は「交流理論及計算」(上巻) P 8 以下及 P 116 以下に就て學修されたい。

次に、導体に電壓を加へて充電をすると、之れから電氣力線が放射される。其の状況の一般を示すと、第 2.4 圖の如くで、(イ)は 1 本の電線を + に充電した場合、(ロ)は平行して置かれた 2 本の電線を +, - に充電した場合、(ハ)は何れも + に充電した場合であり、(ニ)は平行板蓄電器の場合である。

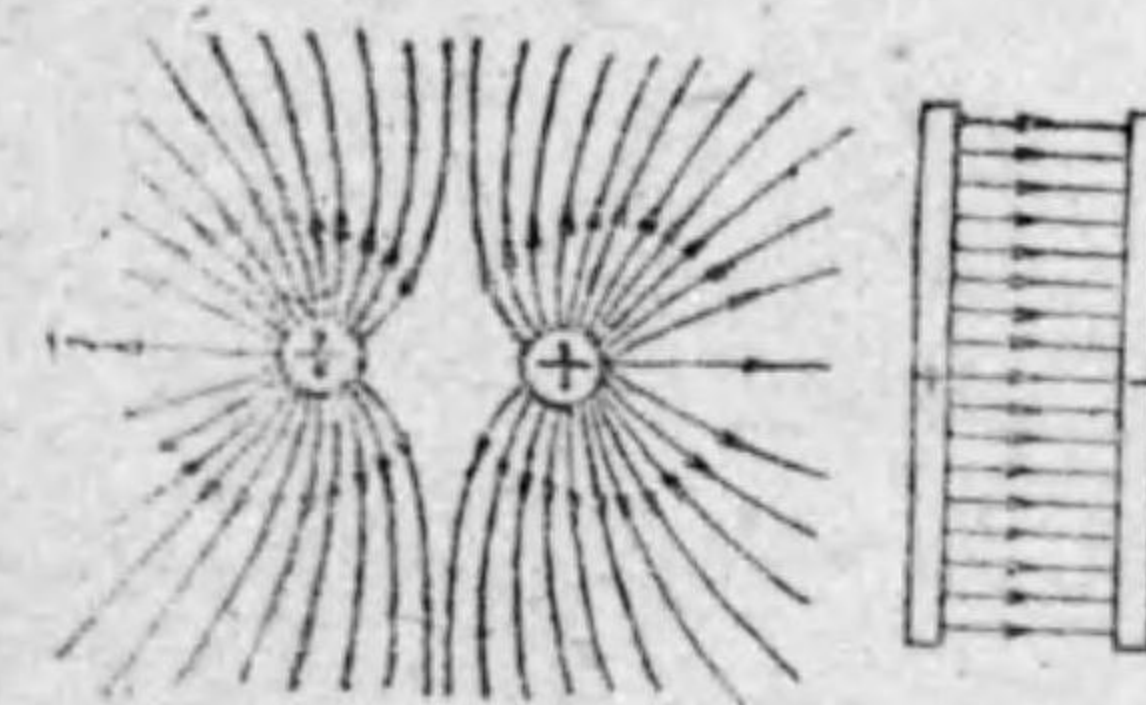
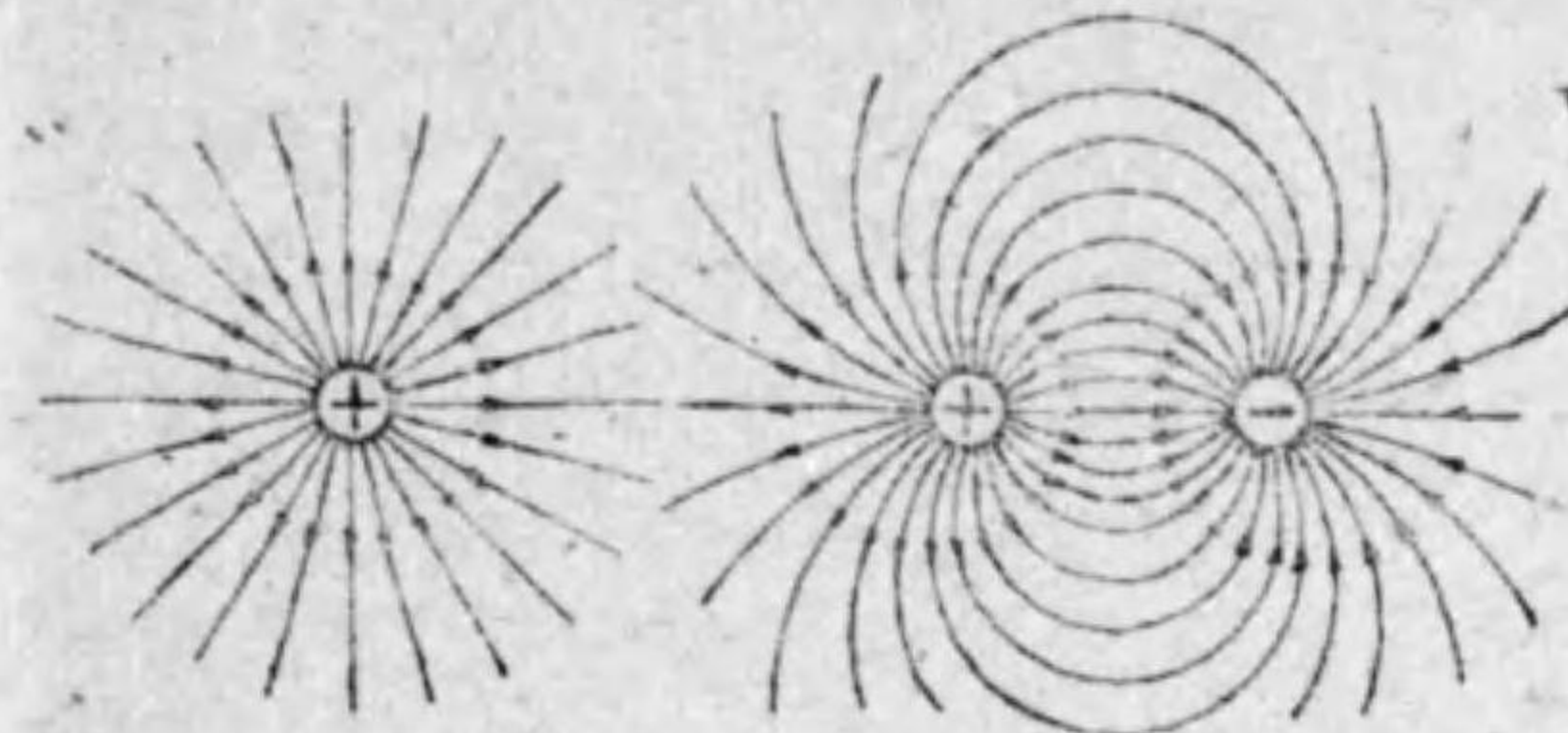
元來、電氣力線は正電荷より發して負電荷に終るのだから、電氣力線が生じて居ると云ふことは、其の數に應じた電氣量(電荷)の貯へられてゐることを意味する。

次に、蓄電器に於て、電壓 V ボルトを加へた時、Q クーロンの電氣量——1 クーロンとは、1 アンペアの電流に依つて、1 秒間に運ばれる電氣量——が貯へられたとすると、此の蓄電器の靜電容量 C は

$$C = \frac{Q}{V} \text{ フアラド (F)}$$

であると云ふ。つまり、1 フアラドとは、電壓 1 ボルトを加へた時

(イ) (ロ)



(ハ) (ニ)

第 2.4 圖 電氣力線の分布

正弦波交流電壓 E ボルトを加へると、流れる電流は

$$I_C = 2\pi f C E \times 10^{-6} \text{ アンペア}$$

$$\text{茲に } x_C = \frac{1}{2\pi f C \times 10^{-6}} \text{ オーム}$$

を靜電リアクタンスと云ひ、此の場合、電流は電壓よりも 90° 進むことになる。

註; 上述の詳細に就ては「交流理論及計算」(下巻) P 6 以下及 P 16 以下及 P 47 以下を學修されたい。

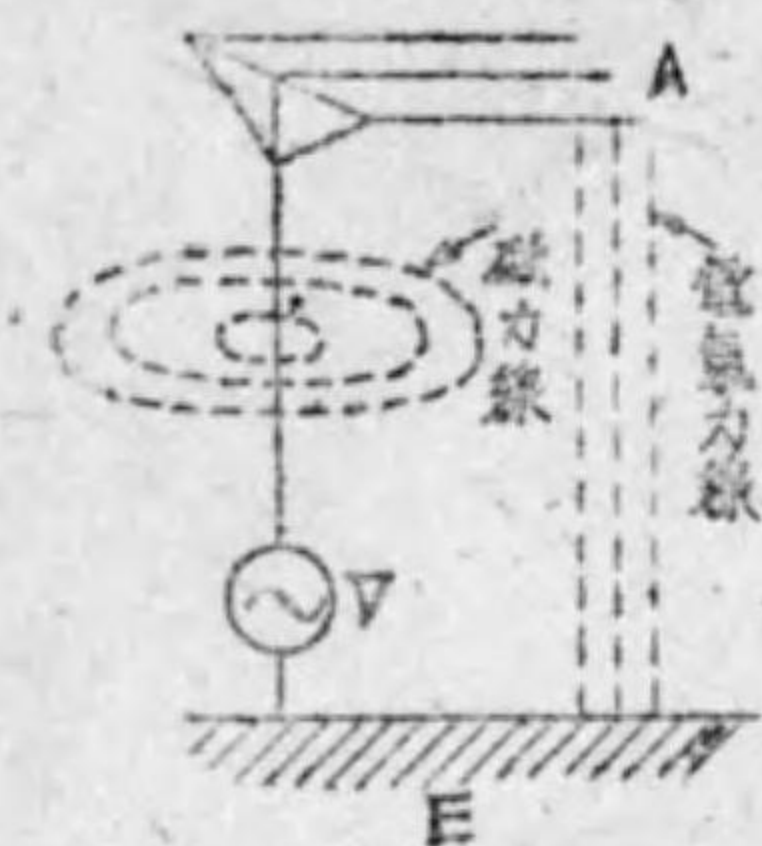
實は、上述の磁力線、電氣力線共に説明の便宜上、斯様なものがあると假想されたものではあるが、一應は實在して居るものと考へられて支障はない。

2.2 電波の發生

空中線回路に、第 2.5 圖のやうに、高周波電圧 V を挿入して、空中線 A と大地 E 間に電壓を加へると、A と E は 1 つの蓄電器を

貯へられる電氣量が 1 クーロンとなる靜電容量を云ふ譯である。實用上、フアラドは過大であるから、此の百萬分の 1 (10^{-6}) であるマイクロフアラド (μF) を用ふる。

今、靜電容量が C マイクロフアラドである蓄電器に、周波數 f サイクルの



第 2.5 圖
空中線に於ける
磁力線と電氣力線

形成するから、A E 間に圖示の如く電氣力線を生じ、空中線回路に充電電流が流れる結果、圖示のやうに磁力線を生ずる。V 電源の周波数が小さい間は、電流の消長變化に應じて磁力線及電氣力線が單に變化するだけであるが、V 電源の周波数が大きくなると、電氣力線は電氣波を起し磁力線は磁氣波を起して、之れを四方に放射するに至る。これは丁度、鞭をゆつくり振つてみると何ともないが、——空中線に直流電壓を加へた場合は鞭を靜止した状態と同じである——激しく振ると、音を發するのと同様である。此の場合は、鞭を激しく振ることに依つて、周圍の空氣に異常な歪を與へ、空氣の粗密として音が傳へられるのである。即ち、鞭を左に振ると右側の空氣は引き伸ばされたやうな形で粗となり、右に振ると右側の空氣は壓縮されて密となる。——左側の空氣は之れに反する——斯様に空氣の粗密が次ぎ次ぎに送られることが音の傳はる所以である。

或は、水面に棒をつき立て、之れをゆつくり上下に動かすと、餘り波紋を生じないが、之れを激しく上下に動かすと、活潑に波紋を生じて遠方にまで及ぶ。

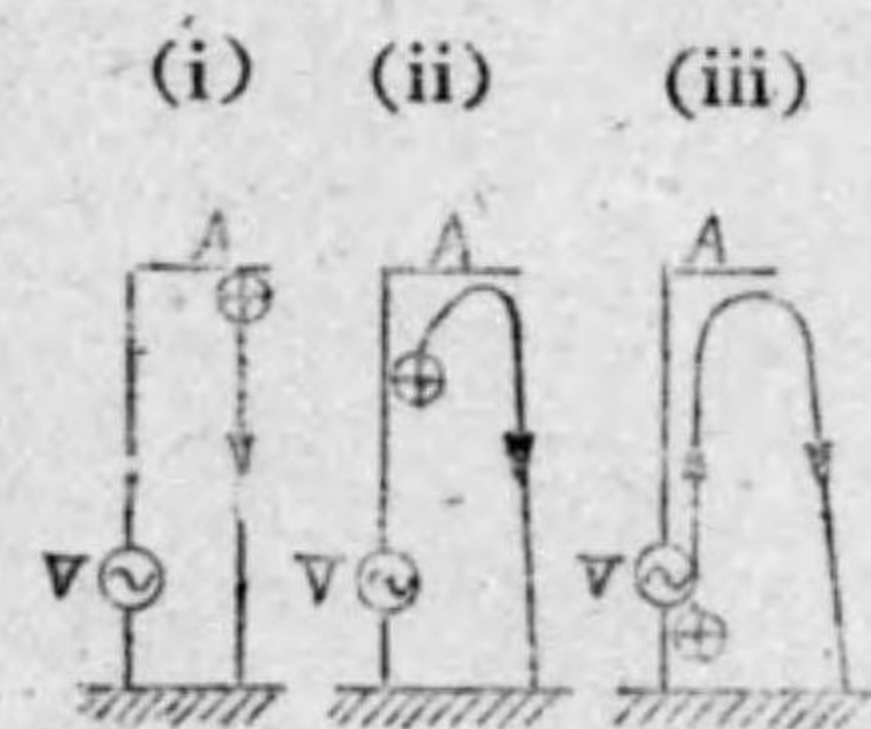
電波の場合も同様であつて、音の場合の空氣、波紋の場合の水と同一の役割をするのが、宇宙に充滿してゐると考へられるエーテルである。相對性原理に依るとエーテルの存在は否定されてゐるが、磁力線、電氣力線と同様に之れがあるものと假想した方が便利であり、實際上の支障はない。

即ち、空中線に生ずる電氣力線及磁力線の變化が劇しくなると、エーテルに歪を與へ、其の結果として電氣波と磁氣波が生ずる譯で電氣力線は云はゞ垂直面の振動であり、磁力線は水平面の振動であるから、電氣波と磁氣波は互に垂直である。其の狀況を示したのが第 2.6 圖である。



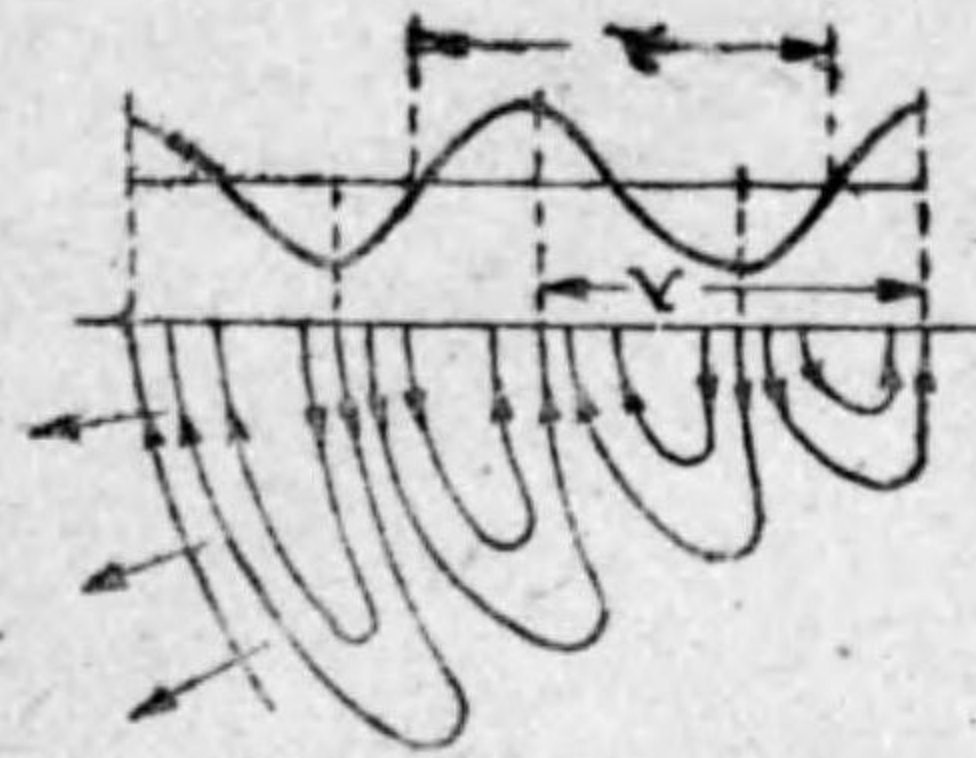
第 2.6 圖 電氣波と磁氣波

此の電氣波と磁氣波を合して、電磁波或は略して電波と云ふ。従つて、電波は電氣波と磁氣波から成り、兩者は形影相伴つて存在するものである。何となれば、電氣波を送る爲めには電氣力線の變化、即ち電荷の移動、充電電流が流れねばならない。電流が流れると磁力線を生じ、充電電流の變化に應じて磁力線が變化して磁氣波が生れる。此處で注意して頂きたいのは、空間に第 2.6 圖のやうな形の電波が、のたくつて行くと誤解することである。例を水面の波紋に取つたので、之れと聯想し易いのであるが、實は電氣力線なり磁力線の周期的な疎密の變化をエーテルが媒介して傳へる。その波動が電波であつて、電氣力線なり磁力線の密度の變化を時間を横軸として縦軸に表はすと、波形になると云ふのである。これは丁度、電線に正弦波交流を流した時、電線中を正弦波形の電流がのたくつて行くのでなく、時間を横軸に取つて電線中を流れる電流の値を各瞬間に就て、縦軸に記録すると正弦波を畫くと云ふのと同様である。



第 2.7 圖 電氣波の發生過程

今少しく此の間の狀況を別の方面から明かとする爲めに、接地空中線から出る電氣波の模様を考察して見やう。第 2.7 圖で單位の正電荷が、空中線にある (i) の狀況から接地に移動する (ii) 迄の狀況を示した。この電荷は電氣力線なる足を持つてゐるが、此の足は圖のやうに移動する。(iii) 以後では、正電荷は A に登り、上記の變化をくり返す高周波になつて此の移動が激しいと、此の電氣力線は A から外へと飛び出し、第 2.7 圖のやうに空間に飛び出して行く。此の電氣力



第 2.8 圖 電氣波の傳播

線の密度を各点で表はすと、下の波形のやうになる。圖で正の最大は下より上に向ふ部分中で最も密度の大きい處であり、負の最大は、上より下に向ふ部分中で、密度の最も大きい處であつて、零点に近い處は疎な部分である。

此の疎密變化の波形的表示で

$$v = \lambda f \quad f = \frac{v}{\lambda} \quad \lambda = \frac{v}{f}$$

1 變化をする區間を波長 λ と云ふ。又、1 秒間に此の變化を何回するかを周波數 f で表はす。故に、 λ に f を乗すると、1 秒間に電波の進行する距離、即ち、速度 v が得られる。

但し、 v は光の速度と等しく 3×10^{10} c.m/sec である。主に用ひられる無線通信用電波の波長と、周波數に依る名稱區分を示すと次表の如くである。

無線通信用電波

名	稱	波 長	周 波 數
長	波	30km—3km	10kc—10kc
中	波	3km—200m	100kc—1500kc
中	短 波	200m—50m	1500kc—6MC
短	波	50m—10m	6MC—30MC
超	短 波	10m—1m	30MC—300MC
極	超 短 波	1m—1cm	300MC—3000MC

但し、km=千, m=米, cm=釐, kc=キロサイクル(サイクルの1000倍)
MC=メガサイクル(1000 キロサイクル)

送信空中線の電位傾度の變化が電氣力線の變化となるのだから、電氣力線が電氣波として傳達される空間には、夫れだけの電位傾度を與へることになる。従つて、受信空中線の處に傳播して來る電界

の強さを單位長に就て e とすると、高さ h なる空中線に誘起される電壓は eh となり、空中線抵抗を R とすると、空中線の電流は eh/R になる。以上の電氣波、即ち、電界の強さは地面に直角に傳播して來るが、同時に、磁氣波、即ち、磁界の強さは地面に平行に振動しながら直進して來て、空中線に電磁誘導電流を流す。之れは送信空中線を一次線輪、受信空中線を二次線輪、兩者間の空間を鐵心と仮想するなら、變壓器と同様に考へられる。従つて、空中線回路が此の電波の周波數と同調すると、最大の空中線電流が流れる。

送信所から電波が送られて來て、受信所の受信機を働かすと云ふことは、送信所から受信所に電力が送られてゐるのである。丁度、發電所から受電所に電力が送られるのと同様で、此の場合、或る値の電壓と電流が送られて始めて電力が傳送される。電壓が電氣波に電流が磁氣波に相當することは説明を加へる迄もなく了解されやう従つて、電壓が低いと遠くに電力が送れないやうに、電氣波が弱いと受信が出来ない。現在の技術では、一般の受信設備で、到來電波の電界強さが 1 米に就て $15 \sim 20 \mu V$ (マイクロ・ボルト $1 \mu V = 10^{-6} V$) を必要とする。然し、短波受信機の最良のもの、例へばスーパーヘテロダイン式なら、 $0.1 \mu V$ 以下でも受信が可能である。

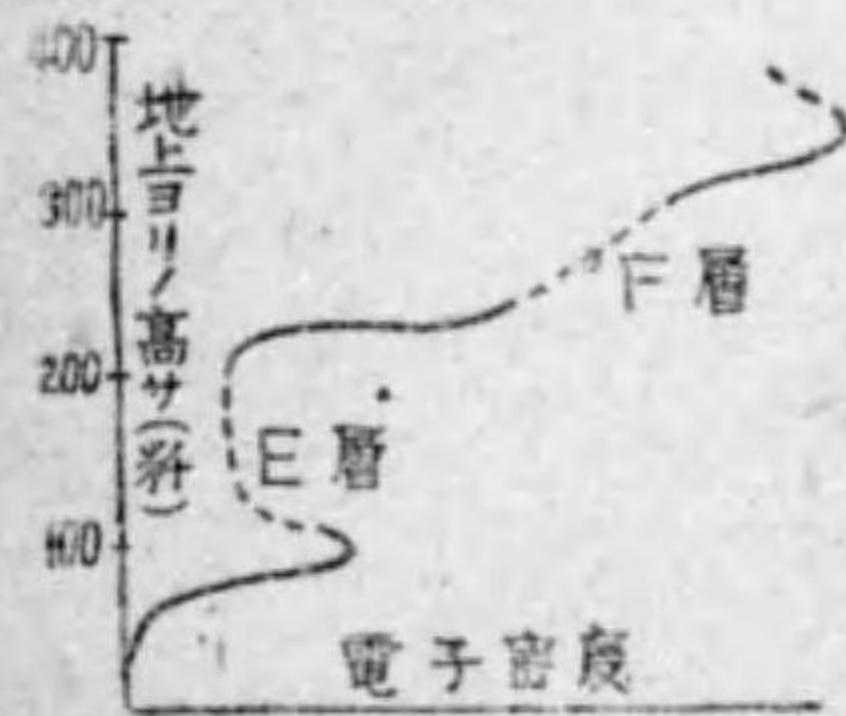
2.3 電波の傳播

電波も光と同じく、電磁波であるから——光の波長は $380 \sim 810 m \cdot \mu$ ($1 m \cdot \mu$ は百萬分の 1 耗)——直進、反射、屈折、廻折、干渉等に於て、光と同一の性質を有してゐる。特に波長が光線に近い超短波にあつては、準光線と云はれる程、光に酷似した性質を有する。

扱、電波が光と同様に直進するものとする、地球の表面は球面であるから、或る距離以上の地表面には到達しない筈である。然るに實際は、丁度、地球の表裏にある送信所と受信所の間に於ても完全に通信を行ひ得る。之れは一体、如何にして傳達されるのか、長らく疑問とされてゐた。

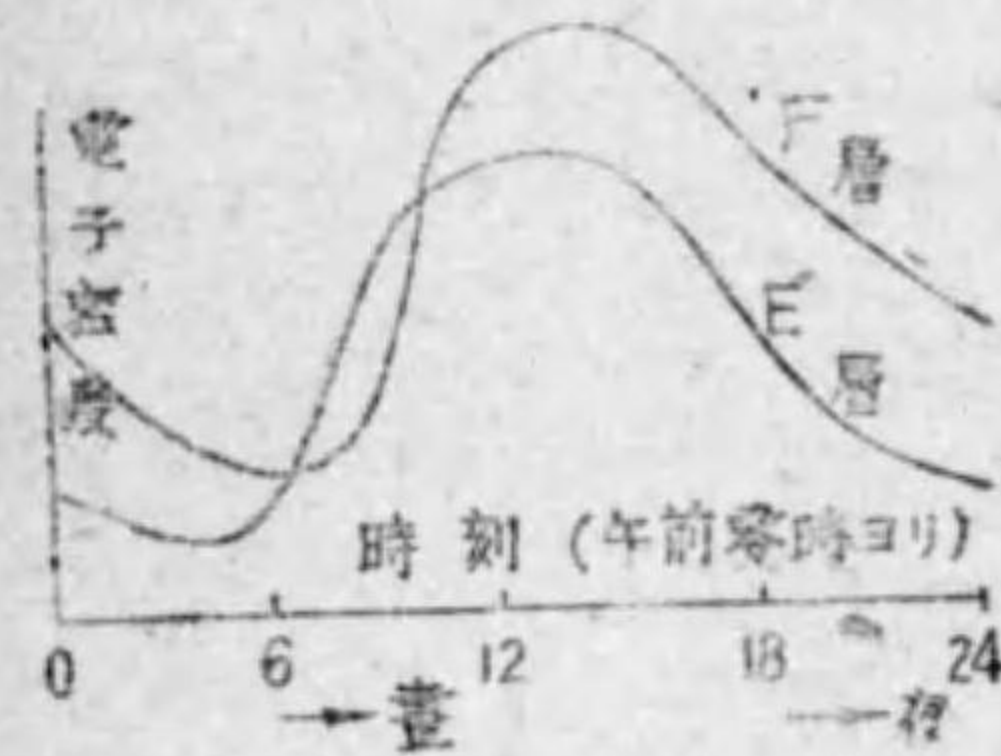
然るに、1901 年、英人ヘビサイド氏並米人ケネリー氏が、空気の上層に電離層が存在し、之れが地上よりの電波を反射して、地球の裏側に到達させると説明した。

即ち、空気の上層部分は、太陽光線に依つて著しく電離され、イオン（電荷を有する分子）が密集して良好な導体状を呈し、電波を反射する。此の電離層を發見者の名を取つて、ケネリヘビサイド層又は K-H 層と稱する。

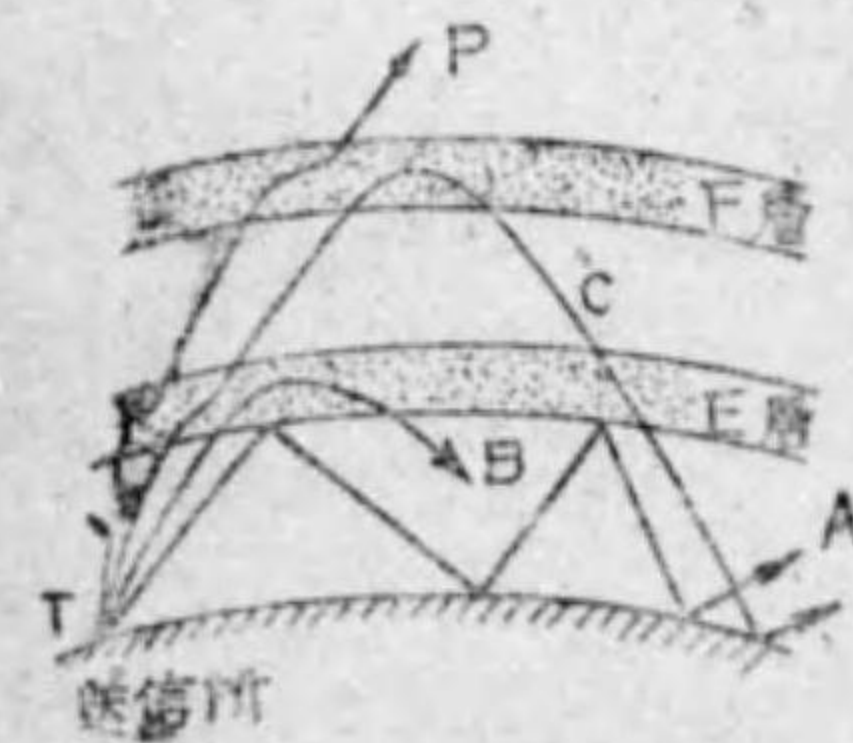


第 2.9 圖 K-H 層の機構

扱、此の電離層は、第 2.9 圖 に示すやうに、2 つの層から成り、之れを E 層及 F 層と云つてゐる。其の地表上の高さは E 層が大體 100 米、F 層が 300 米である。又、此の電離密度は第 2.10 圖に示すやうに、晝間に於て著しく大で、夜間では小さい。申す迄もなく、晝間は強い太陽光線の爲めに電離が旺盛であり夜間は之れに反するので、圖のやうな結果になる。



第 2.10 圖 K-H 層に於ける 1 日中の電子密度の變化



第 2.11 圖 各種波長の電波の傳播狀況

- A...長波、中波
- B...中短波
- C...短波
- P...極超短波

次に、送信所の空中線から發射せられる電波の傳播経路を考察すると、第 2.11 圖の如くである。即ち、1 部 A は地表面に沿つて傳播し、他の B, C, P は上空に向つて傳播し、電離層に依つて反射又は屈折せられて、再び地表面に到達する。此の前者を地表波、後者を空間波と稱する。

地表波は送信所より離れるに従つて弱くなり、遠方に行く程、減衰度を急に増して来る。これは大地が電波を吸収する爲めと、傳播経路に於ける土地の状況に依る。例へば、乾燥した土地、山、森林等のある場合、電波は著しく弱められ、海上だの濕潤地では餘り弱められない。

註；電波が減衰されると云ふことは、電波の振幅が減ずることを意味する。従つて電界強度が減少する。

此の地表波 A は、長波及中波であつて、上記のやうに、電離層の下側表面で反射せられて地上に歸り、再び地面に反射せられて電離層に向ふ。

斯様にして、長波、中波は傳播せられるのであつて、之れが受ける減衰の度は波長の短い程、大である。換言すると、波長の長いもの程遠方に到達する。然し、地上を傳播して行く内に減衰するから受信可能範圍は著しく狭められ、送信所の電力にも依るが、普通は小範圍の一定區域しか受信されない。但し、電離層の中に入らないから、其の影響を受けることが少く、晝夜の別に依つて受信感度の異なるやうなことは少い。

次に波長が短くなり、中短波になると、電波は次第に電離層の内部に侵入して、B のやうに漸次屈折した通路を畫いて地表面に歸つて来る。此の B のやうな通過経路を持つ中短波は、電離層内で其のエネルギーが吸収されて減衰する。其の減衰度は波長の短いもの程



第 2.12 圖 晝夜間の電波傳播

増加する。又、前述したやうに、電離層内の電子密度は晝夜の別々甚しく相違するので、電子密度の大きい晝間では大きな減衰を受け、夜間では之れに反して餘り減衰を受けない。電波は空間を通過する

間は殆んど減衰を受けず、電離層、地表面に衝突した時だけ減衰されるから、夜間に於ては、遠距離に到達する。吾々が晝間全く聞き取れなかつた遠方の放送を夜分に聴取し得るのは此の理に依る。(第2.12圖 参照)

更に波長が短くなり—第2.11圖—短波 C の如くになると、E 層を突き抜けて F 層に達し、此處で屈折せられて地表面に歸る。此の程度の波長の電波では、F 層で受ける減衰は大きなものでなく、E 層で受ける減衰は波長の2乗に比例して増大するので、此の種の電波で通信を行ふ場合には、F 層を突き抜けない程度に於て波長を短くすることが望ましい。

更らに波長が短くなると、極超短波 P の如くに、遂に F 層をも突き抜けて地球から飛出して行く。斯くなると、最早、地表面相互間の通信には用を爲さなくなる—月、或は火星と通信する時代が来れば之れを用ひねばなるまい—

上述の如くであるから、長波、中波のやうな地表波となつて傳播するものは、近距離通信、特にラジオに適當であり、短波及中短波のやうな空間波は遠距離通信に適する。

但し、電離層の状況は、上述の如く、季節、晝夜、其の時刻に依つて相違するから、空間波を利用する短波遠距離通信では、各季節各時刻に依つて適當な波長を撰定する。例へば、晝間は電子密度が大きいから、E 層を通過する際の減衰度を小とする爲に比較的短い短波を使用する。之れが夜間になると、E 層の電子密度は稀薄になるから、其の儘の波長では F 層をも突き抜ける處がある。故に夜間に於ては比較的長い方の短波に切り換へる。

元來、短波の通信は長波のものに比して、送受信機並空中線の構造が簡單でよいので、大洋横断用等の遠距離通信に採用される。尤も長波(8,000~25,000 m)も大電力大空中線とすると、遠距離通信用となるが、現在では殆んど用ひられてゐない。

又、中波(200~600 m)は放送波帯と云はれ、近距離のラジオ放送、或は船舶、航空機相互間及之れと陸上間の通信に採用されてゐる。

超短波は非常に鋭敏な指向性を有し、其の装置も簡單であるから

島嶼相互間、之れと陸地間の通信に採用されてゐる。此の超短波は周波数が廣い範囲に取れるので、電視放送(テレビジョン)用として研究されつゝある。

2.4 電波傳播上の諸現象

2.4.1 反響現象(エコー)

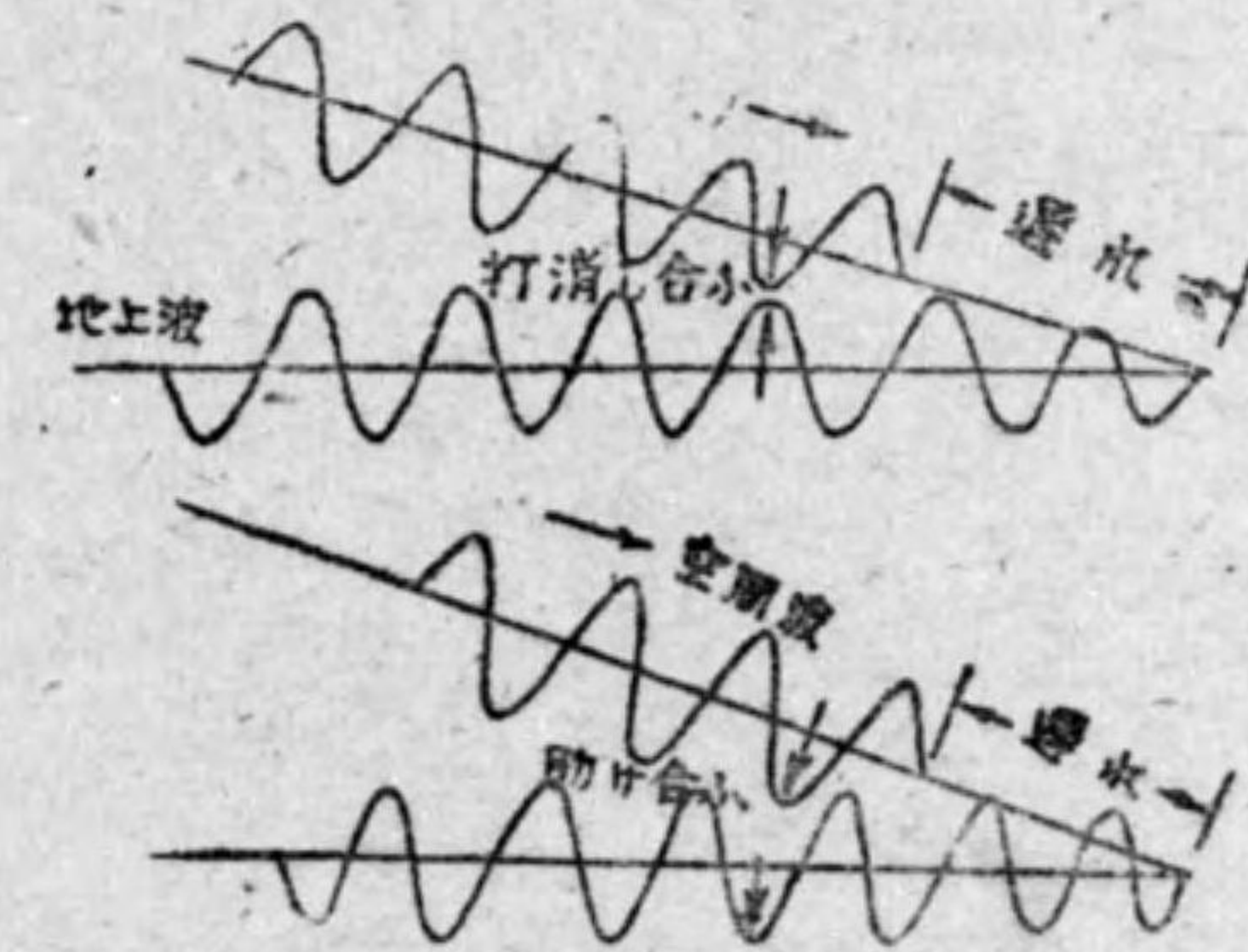
送信所の空中線から發射された電波の悉くが、同一經路を経て受信所に達するやうなことはない。夫れは丁度、電燈から机上来る光線が、電燈から一直線に机上来るものばかりでなく、一度、天井、壁等に反射されて来るもの、或は何度も反射をくり返して来るもの等、種々雑多なのと同様である。

其處で、電波受信に於ても、最短距離から来るものと、最長距離から来るものでは、到達時間に多少の差を生じて、同一信號を續いて聴くことがある。之れを反響現象と云ひ、長波、中波、中短波及超短波には全くなく、短波通信に屢々起る。

之れは、使用波長の撰擇、指向性空中線の垂直面内の指向性を尖鋭に撰定、或は指向性空中線と反射器の併用等に依つて或程度は防止することが出来る。

2.4.2 フェージング

送信所空中線から發射される電波は、空間波と地上波に分れて受信所空中線に達するが、兩者の傳達經路が異なるので、時間差を生じ、兩電波は時には相加はり合ひ、時には打ち消し合つて受信感度に著しい高低を生ずる。此の現象をフェージングと稱する。第2.13圖は之れを示したものであつて、空間波は地上波より傳達距離が長いので、圖示の様に過



第2.13圖 フェージング

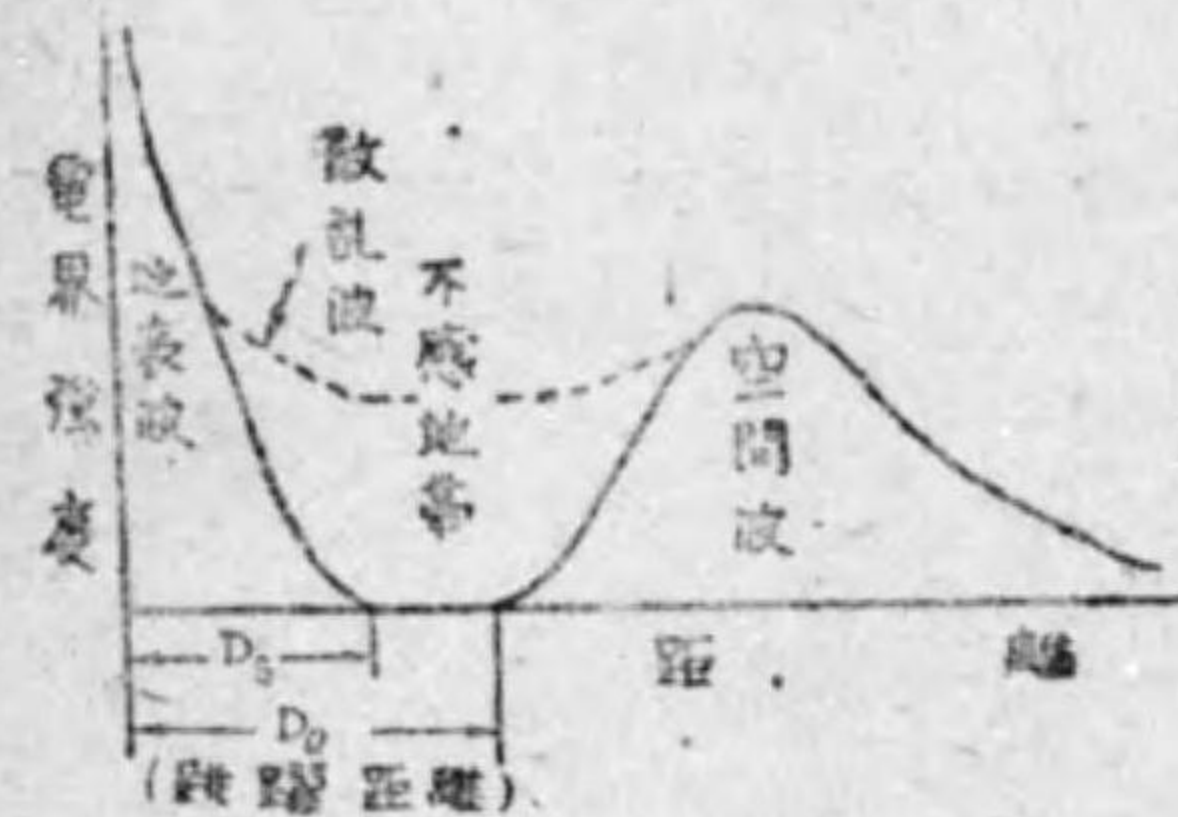
れてゐる。此の遅れ加減で兩電波が上のやうに打ち消し合ひ、或は下のやうに相加はり合ふ。又、K-H層の高さが緩慢ではあるが、常に上下に變動してゐるので、之れに依つてフェージングが起る。

新様なフェージングの現象は、地上波が十分に強い場所では空間波の影響が小で起らない。最も甚しいのは、送信所から100軒内外の所で、此の距離では地上波と空間波の強さが、略々同様になり、フェージングの影響が著しい。之れ以上の距離では、空間波が強くなつて、フェージングは少くなる。

此の現象を防止するには、垂直空中線とループ・アンテナを併用したアンチ・フェージング・アンテナを用ひたり、或は自動音量調整器を採用する。

2.4.3 跳躍現象

前述の如く、長波の殆んどが地表波として傳播するのに対して、短波になる程、地表波は著しい減衰をして、傳播距離が減少する。従つて、短波になると、地表面の吸収が大きく、地表波は空間波の



第 2.14 圖 跳躍現象

降下し始める地点 D_1 迄も達せず D_2 で終る。(第2.14圖) 此の ($D_1 - D_2$) 間は全くの不感地帯となる。即ち送信所から、空間波の初めて現はれる地点迄の距離、 D_1 を跳躍距離と稱する。跳躍現象を生ずる電波は、晝間にあつては約 40 米以下

2.4.4 散亂現象

電波の進行経路に、山、建物、鐵塔等があると、是等が電波を反射又は吸収するので、其の進行方向に狂ひを生じて來る。此のことは長波に少く短波に多い。

前圖の跳躍距離内で短波受信をする場合、電波があらゆる方向から來て、其の方向性を定め難い場合がある。此の現象を散亂現象と

稱し、電離層下面にある電子雲の影響だと云はれてゐる。

稱し、電離層下面にある電子雲の影響だと云はれてゐる。

2.4.5 電波傳播に於ける地物の影響

電波の通路に完全導体を置くと、電波は全反射されて内部に侵入しないが、不完全導体だと、反射と共に屈折して内部に浸透する部分を生ずる。

例へば、大きな導体を地上に立てたと考へられる山岳の影響は、第 2.15 圖 に示す如くであつて、地質が岩石等の不良導体であると



(イ) (ロ) (ハ)

第 2.15 圖 山岳の電波傳播に與へる影響

(イ) 圖のやうに電波の 1 部は反射せられ、他は屈折浸透して進路を曲げる。又、濕地等で比較的良導体であり、然かも波長に比して廣大な面積を

有してゐる (ロ) のやうな場合には、其の表面に沿つて進む。地質が導電性で峻峰であると (ハ) 圖のやうに山頂で廻折する。其の何れの場合にしても、吸収作用が著しく、電波は減衰せられる。故に山地は平地に比して通信距離が半減される。或は、送信空中線の近くに鐵筋コンクリート建物があつて、其の固有周波数が電波の周波数に近いと——建物の高さの $\frac{1}{4}$ が電波々長に近いと——電波が著しく吸収される。

建物に限らず、鐵塔、煙突等も相當の吸収作用を生ずるから、送信用空中線の附近には、是等の施設のないことが望ましい。短波になる程、多くの吸収を受けるので、短波受信では家屋の内外に於てさへ受信感度に相當の差を生ずることがある。

2.4.6 電波傳播上に於ける氣象の影響

電波の傳播が氣象状態に依つて著しく影響されることは、ラヂオ受信に於て歴々經驗して居る事柄である。例へば、ラヂオの受信感度、即ち、其の音量で、明日の天氣が次のやうに推定されると云ふ人さへある。

- (イ) 日没後、音量を増すと、明日は天候不良
- (ロ) 日没後、音量が減ると、明日は好天氣
- (ハ) 晝夜間共に變化がないと、天候に變化がない。

新様に、無線通信と気象は密接な関係がある。例へば、既述のやうに晝夜間に依つても影響され、季節に依つても影響を受ける。

其の他、前記したやうに、太陽の黒点、磁気嵐、日蝕、極光等に影響されるが、吾々が最も普通に経験するのは、空電の影響である。空気中には浮遊電荷が存在し、之等が寄つて雷雲を形成し、空間に電位傾度を生じ、雷雲間に放電を生じて、電磁波を発生し、これが空中線に作用して空電を生ずる。空電に依る障害を大別すると、次の3種になる。

クリツク……カリツ、カリツと云ふ鋭い不連続的な音を生ずるもので、雷雨の際に現はれることが多い。遠雷が其の原因で、温帯では冬の夜に多く、熱帯、亜熱帯では夜間に多い。音が連続しないので餘り受信の妨害にならぬ。

グラインダー……ガラガラと云ふ連続した雑音で、空電に依る障害の最も普通なものである。

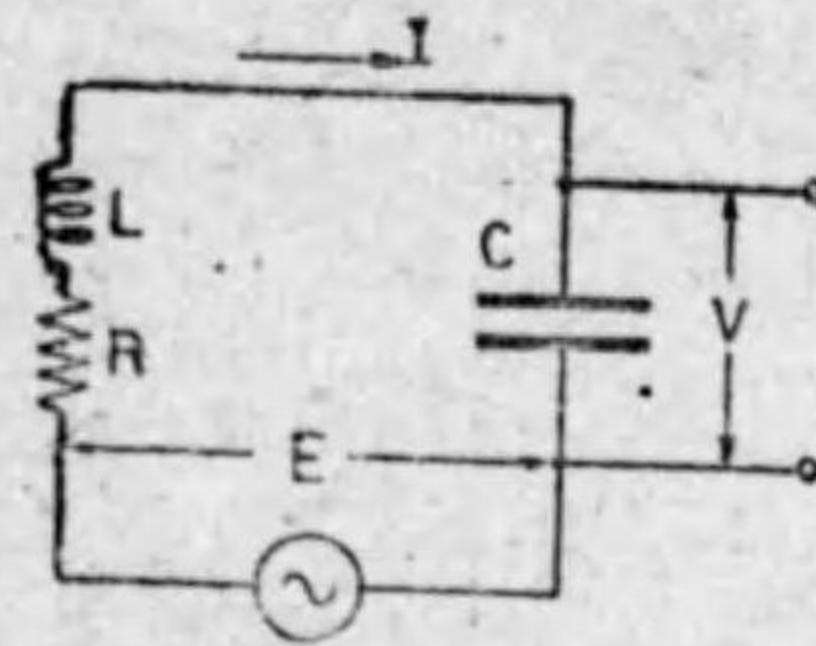
ヒツシング……フュー、フュー又はジュー、ジューと云ふ連続した音を生ずる。空電の影響で吹雪になつたり、電が降つたり、砂塵が押寄せた時等に生じ易い。これは主として、空電に依る静電誘導作用で大地に誘導された電荷を空中線を通じて吸上げ、或は雷雲が空中線に觸れて大地に放電する際に生ずる。

扱、此の空電は発生原因が區々である關係上、之れに一定の性質をあてはめて考へることは困難であるが、大体の傾向は、夏に多く冬は少く、午後から夜分にかけて多い。又、季節に依つて、空電の來る方向が大体定つて來る。従つて、指向性空中線を用ゑると、空電が送信所以外の方から來る時は、其の障害を除くことが出来る。又、接地空中線の使用を避けると、ヒツシングは除去し得る。

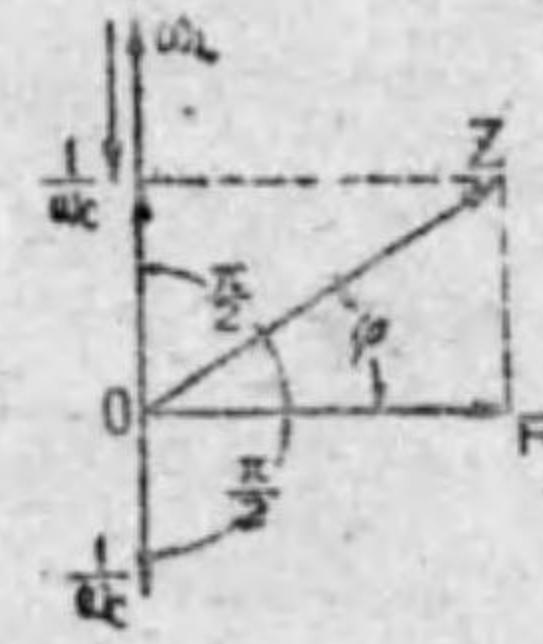
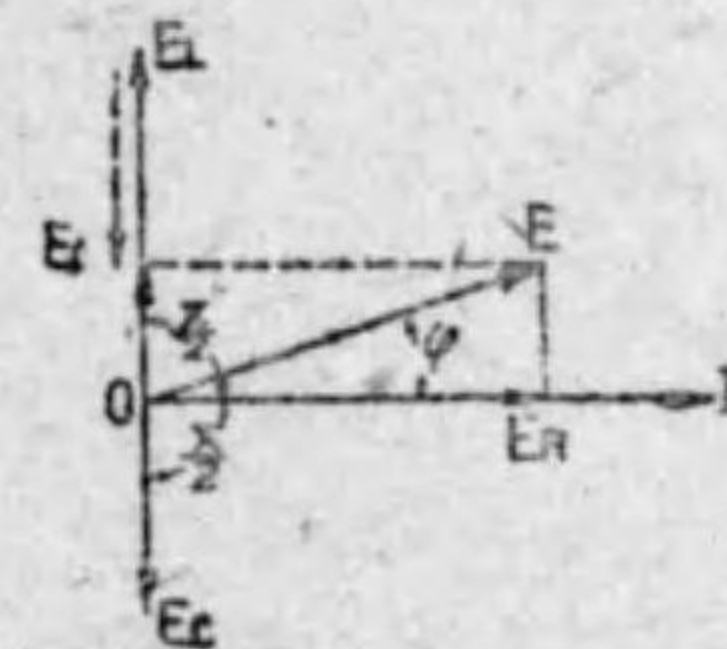
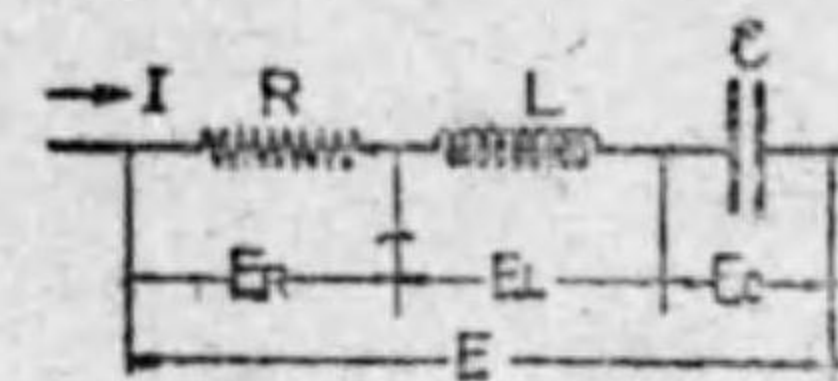
3. 無線回路

3.1 直列共振回路

自己インダクタンス L ヘンリ、抵抗 R オームなる線輸と、静電容量 C フアラッドなる蓄電器を直列として、之れに周波数 f サイクルなる正弦波交流電壓 E ボルトを加へた時、(第3.1圖) 此の回路



第 3.1 圖
R, L, C の直列回路



第 3.2 圖

R, L, C 直列回路の電壓と電流 扱、直流回路の場合と同様に、オームの法則が成立する。

又、回路電壓 E と電流 I の相差角 φ は

$$\varphi = \arctan \frac{E_L - E_C}{E_R} = \arctan \frac{2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}}{R}$$

扱、此の回路に於て、 $f=0$ (直流) より f を次第に大きくした

に I アンペアが流れたとすると、電流各部の電壓のベクトル關係は、第 3.2 圖の如くなる。即ち、各部に共通な電流を水平基準ベクトルとすると、 R の電壓 E_R は之れと同相にあつて、 $E_R = IR$ であり、 L の電壓 E_L は之れより 90° ($\pi/2$) 遅れて、 $E_L = Ix_L \dots \dots$

$x_L = 2\pi f L \dots \dots$ となり、 C の電壓 E_C は I より 90° ($\pi/2$) だけ進んで $E_C = Ix_C$

$\dots \dots x_C = \frac{1}{2\pi f C}$ である。此の E_R, E_L, E_C のベクトル和が、供給電壓 E に等しくなるから

$$E = \sqrt{(E_R)^2 + (E_L - E_C)^2}$$

$$= I \sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}$$

$$\therefore \Gamma = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}}$$

$$= \frac{E}{Z}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}$$

此の Z はオームで表はされ、回路のインピーダンスと云ひ、 $I = \frac{E}{Z}$ となつ

て、直流回路の場合と同様に、オームの法則が成立する。

時、これに應ずる回路の合成リアクタンス ($x_L \sim x_C$)……は大きな方より小なる方を引くと云ふ記號……及回路の供給電壓 E を一定として回路の電流 I の變化を畫くと 第 3.3 圖 の如くなる。即ち、誘導リアクタンス $x_L = 2\pi fL$ は f の増加に正比例して、直線的に増加し、 $x_C = \frac{1}{2\pi fC}$ は f に反比例して減少し、此の差が合成リアクタンス x であつて、インピーダンス Z の式は上記より

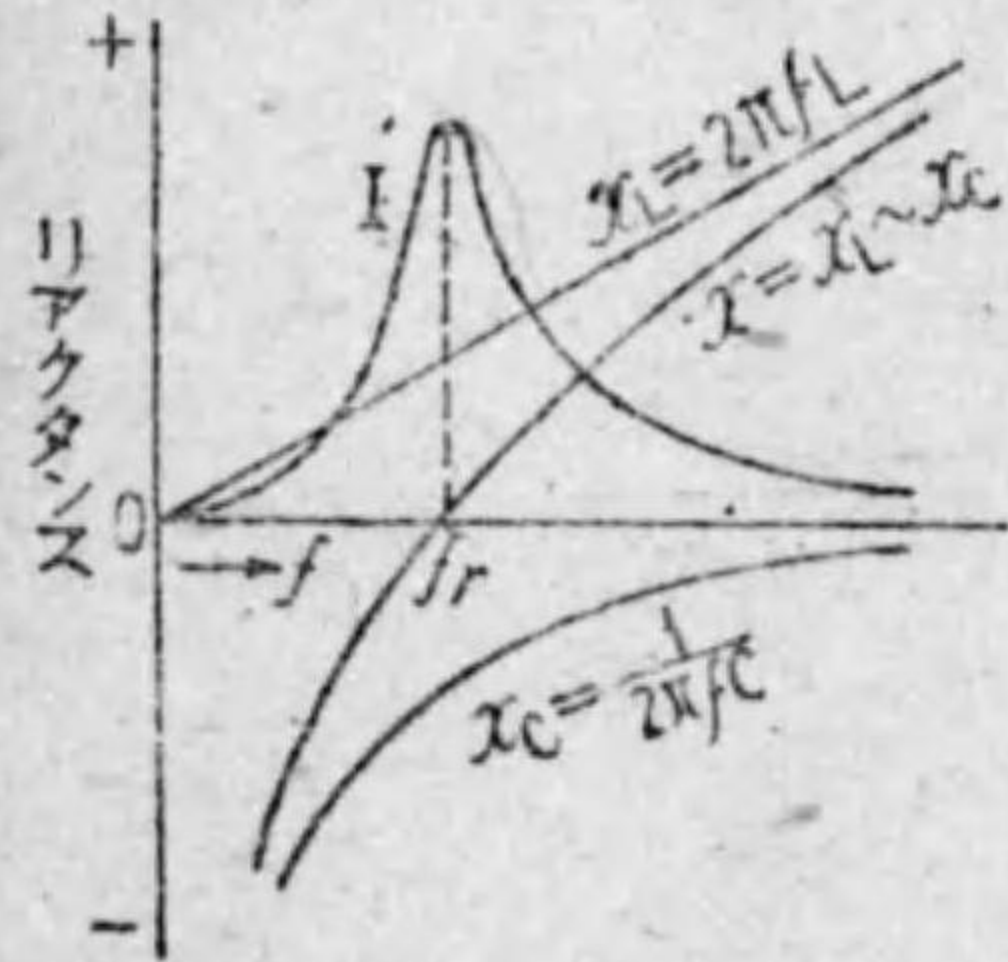
$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2} = \sqrt{R^2 + x^2}$$

R を一定とすると、 x が最小の時、 Z も最小となる。然るに、 x の項は 2 乗であるから、 x が負となつても正數で、其の最小は

$$x = 0 \quad 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}$$

の時である。L-C の直列回路が此の状態にある時、直列共振と云ふ。回路の L 又は C を調整して

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$



第 3.3 圖 共振(同調)曲線

($2\pi f_r L = \frac{1}{2\pi f_r C}$) の状態とすることを同調さすとも云ふ。

同調を取ると回路電流 I は最大となる。

但し、 $f=0$ でも $f=\infty$ でも $x=\infty$ となり、 $Z=\infty$ で $I=0$ である。

此の直列共振を利用して回路電流を最大としたり、或は低い電壓の電源から高い電壓が得られる。第 3.1 圖 に於て、電源電壓を E とし、 L と C を直列共振とした時の C の端子電壓を $E_C = V$ とすると、 V の E に対する割合は

$$x = x_L - x_C = 0 \quad \therefore Z = R$$

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{E}{R} \quad V = \frac{I}{\omega C} = \frac{E}{\omega CR}$$

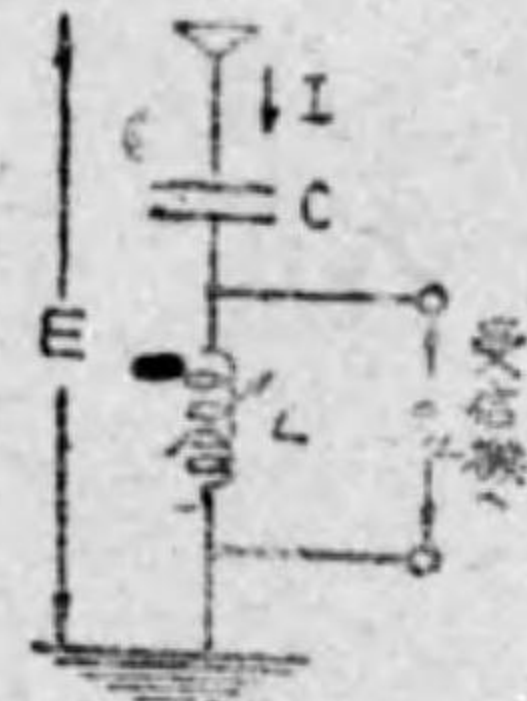
$$\frac{V}{E} = \frac{1}{\omega CR} \quad \text{但し、} \omega = 2\pi f$$

然るに $\omega = 2\pi f = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ であるから $\frac{V}{E} = \frac{\sqrt{LC}}{CR} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$\text{或は又 } \frac{1}{C} = \omega^2 L \text{ より } \frac{V}{E} = \frac{1}{R} \sqrt{L \times \omega^2 L} = \frac{\omega L}{R}$$

となる。此の $\mu = \frac{V}{E}$ を電壓利得とも云ひ、 R を小とし、 L を大 C を小にすれば、 μ を大きくすることが出来、 E が數ボルトであるのに、 V を數千ボルトにすることも可能である。

例へば、これを 第 3.4 圖 のやうに、空中線回路に利用し、空中線回路に挿入した静電容量 C 又はインダクタンス L を調整して、受信電波の周波數に共振させる。即ち、 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ とする。



第 3.4 圖

空中線回路の直列共振

此の時の空中線の誘起電壓を E 、空中線回路の抵抗を R とすると、流れる電流 I は

$$I = \frac{E}{R} \text{ であつて}$$

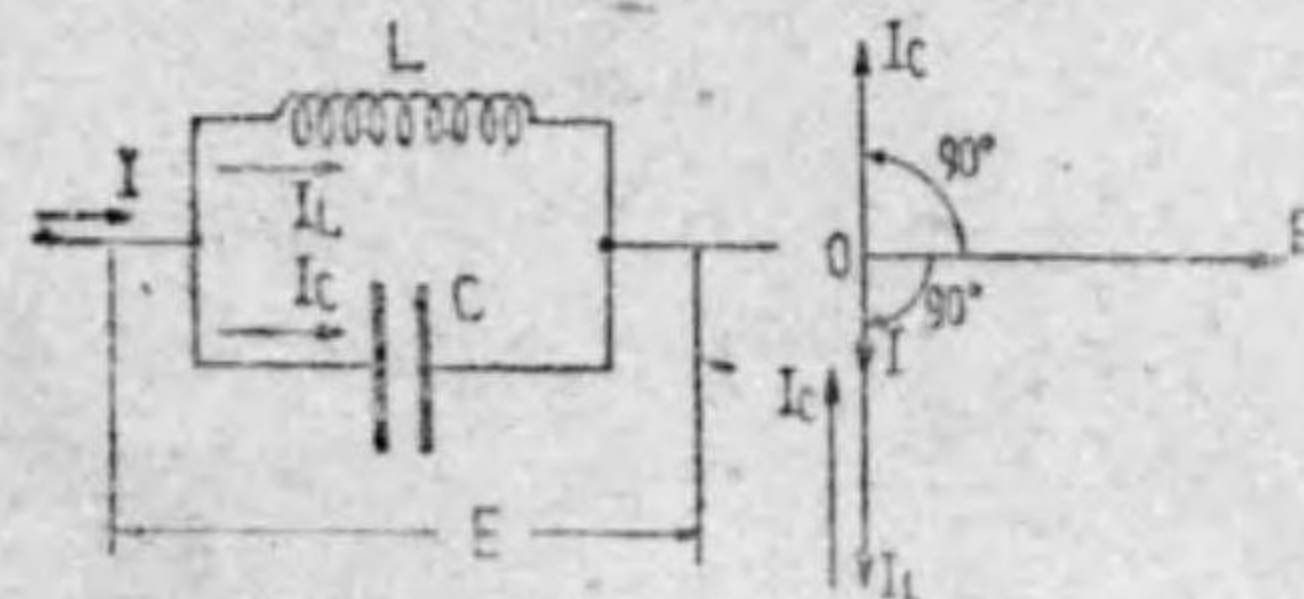
$$\text{受信機への電壓 } e_L = \omega LI = 2\pi fL \frac{E}{R}$$

此の場合の電壓利得は $\mu = \frac{e_L}{E} = \frac{2\pi fL}{R}$

R を小さく、 L を大きくすることに依つて、微少な空中線誘起電壓を擴大して、受信機に導くことが出来る。

註：上式の f を回路の固有周波數とも云ふ。

3.2 並列共振回路



第 3.5 圖 並列共振回路

自己インダクタンス L ヘンリと、静電容量 C フアラドが並列にある、第 3.5 圖 の如き回路に於て各分路に共通な E を水平基準ベクトルとすると

L の電流 I_L は、電圧 E より 90° 遅れ、C の電流 I_C は E より 90° 進む。従つて、回路の合成電流 I は兩者の差 ($I_L - I_C$) となり

$$I_L = \frac{E}{2\pi f L} = \frac{E}{\omega L} \quad I_C = 2\pi f C E = \omega C E$$

$$I = I_L - I_C = \frac{E}{\omega L} - \omega C E = E \left(\frac{1}{\omega L} - \omega C \right)$$

$$= E \left(\frac{1}{2\pi f L} - 2\pi f C \right)$$

回路のインピーダンス Z は

$$Z = \frac{E}{I} = \frac{1}{\frac{1}{2\pi f L} - 2\pi f C} = \frac{\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

此の場合、 I は E より 90° 遅れる。之れに反して $I_C > I_L$ ($\omega C > \frac{1}{\omega L}$) であると、此の反對となつて、 I は E より 90° 進む。

今仮に、 $I_L = I_C$ となるやうに、 L 又は C を調整すると

$$\frac{E}{\omega L} = \omega C E \quad \frac{1}{\omega L} = \omega C \quad \frac{1}{2\pi f L} = 2\pi f C$$

或は $2\pi f L = \frac{1}{2\pi f C}$ であつて、 f との関係は

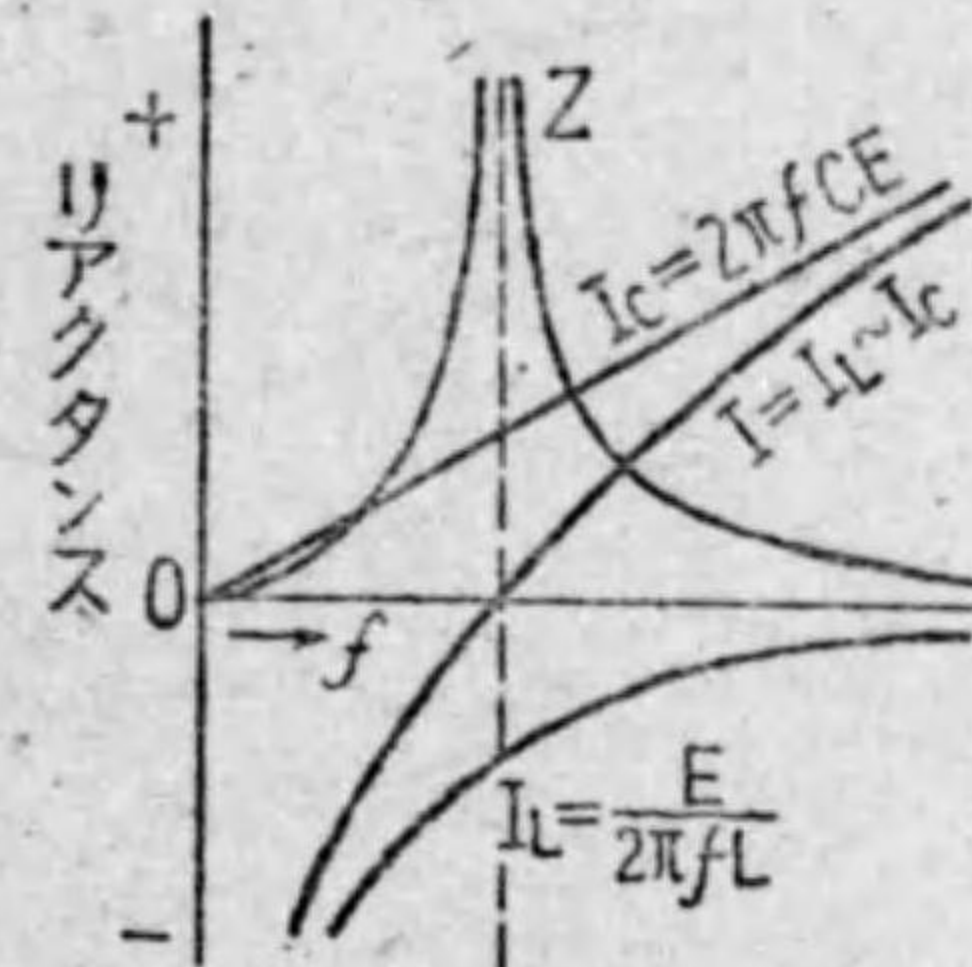
$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

となり、前節の直列回路の場合と同一の條件で、 $I_L - I_C = 0$ となり、 L 及 C の分路には電流が流れてゐるのに、回路全体としての電流が零になる。此の場合を並列共振と稱し、回路のインピーダンスは

$$Z = \frac{1}{\frac{1}{2\pi f L} - 2\pi f C} = \frac{1}{0} = \infty$$

即ち、 Z が無限大になるから、回路の電流は當然、零である。前の直列共振では、 L と C の電圧が夫々如何程にも大きくなり得るので、之れを電圧共振と云ひ、之れに対して、並列共振では、 L と C の電流が夫々如何程にも大きくなり得るので、電流共振と稱する。

L-C の並列回路のインピーダンス Z 及電流 I が周波数 f の増大に應じて如何に變化するかを圖示すると、第3.6圖の如くであつて、 $f=0$ では $I_C=0$, $I_L=\infty$ となり、 f の増加と共に I_C は直線的に増加し、 I_L は f に反比例して減少する。此の I_L と I_C の差が全電流 I になる。

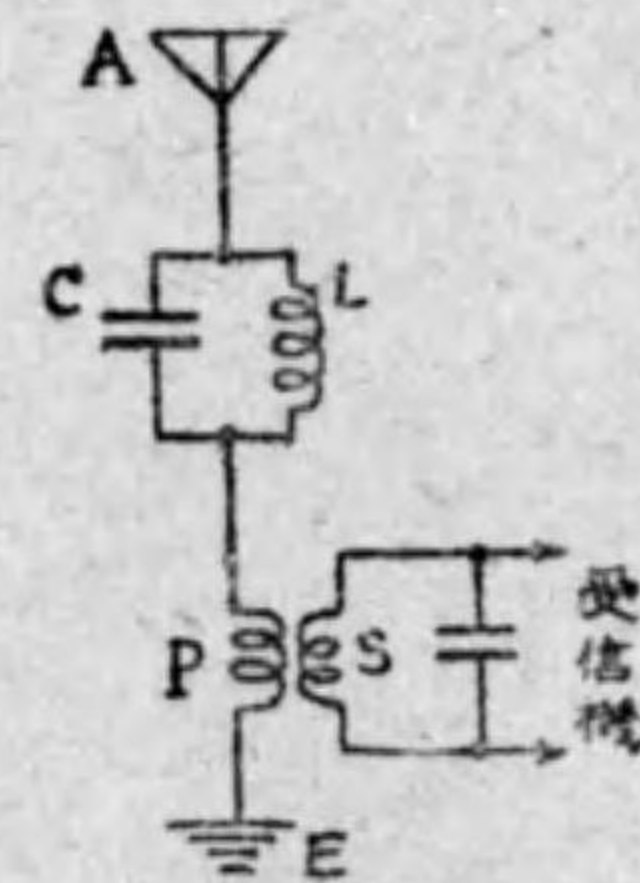


第3.6圖 並列共振曲線

然して $I_L = I_C$
 $\frac{E}{2\pi f L} = 2\pi f C E$
 $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$

に於て $I=0$, $Z=\infty$ で、 f が之れ以上になると $I_C > I_L$ となり、 I が増加し、 Z が減少する。
 斯様に並列共振回路では $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ の條件が成立すると、此の周波数に対しては無限大のインピーダンスとなるから、此の周波数の電流を阻止することが出来る。

例へば、第3.7圖のやうに、空中線回路に L と C の並列回路を挿入して、混信し易い周波数に対して、



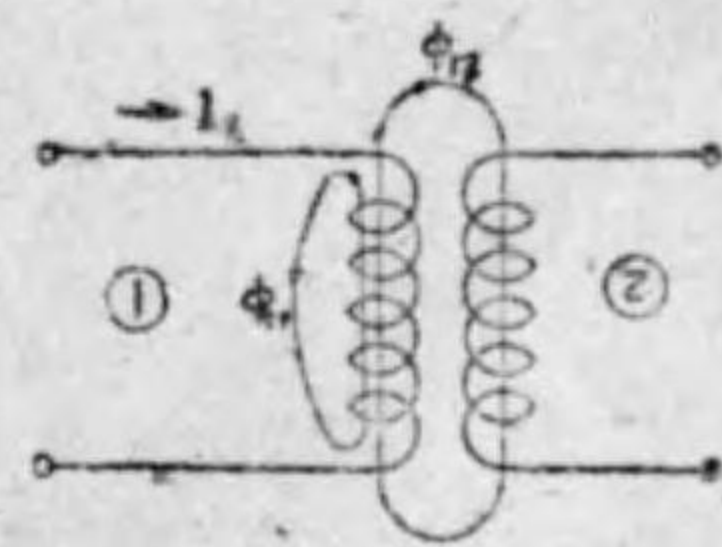
第3.7圖

空中線に於ける
 濾波回路

$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$ となるやうにすると、此の部分の f に対するインピーダンスが無限大となり、混信電流を流さない。尙、空中線全体として受信周波数に共振させ、受信電流を最大とする。

3.3 結合回路

第3.8圖のやうに、1つの線輪①に接近して、今1つの線輪②を置き、①の線輪に電流 I_1 を流すと、之れに依つて、其の線輪に磁力線を生ずる。此の磁力線を分つと、自分自身の線輪のみと鎖交する(切り合ふ) ϕ_{11} と他の線輪②とも鎖交する ϕ_{12} になる。勿論、 $\phi_1 = (\phi_{11} + \phi_{12})$ が



第 3.8 圖
相互誘導結合回路

一次線輪 ① に生ずる全磁力線であつて之れが夫れ自身を切つて生ずる誘起起電力が一次の自己インダクタンス L_1 に相當する逆起電力になる。又、二次線輪と鎖交する ϕ_{12} に依る二次線輪の誘起起電力を相互誘導起電力と云ひ、此の割合を示すのが相互インダクタンスで、①線輪の電流變化が毎秒 1 アンペア宛の割合で

あつたとき、②線輪の誘起起電力が M ボルトであると、①②線輪間の相互インダクタンスは M ヘンリであると稱する——此の場合、②線輪に毎秒 1 アンペア宛の電流變化を與へると、①線輪の相互誘導起電力も亦 M ボルトになる——

今、①線輪の正弦波交流 I_1 の周波数を f サイクルとすると、二次線輪の誘起起電力 e_2 は

$$e_2 = 2\pi f M I_1 = \omega M I_1 \quad \text{但し } \omega = 2\pi f$$

となり、 I_1 と 90° の位相差がある。

①②線輪を共通の鐵心上に捲いて、漏洩磁力線 ϕ_{11} を極小とし ϕ_{12} を増加したのが變壓器である。

以上のやうに ②の回路に電壓が誘導されると、之れに負荷を結ぶと負荷に電流が流れ、①回路の電力が②回路に傳達せられる。詳細は「交流理論及計算」上巻 P46 以下及下巻 P145 以下を参照。斯様にして、①回路と②回路が相互インダクタンスで結合せられることになる。斯様な回路を結合回路と稱する。

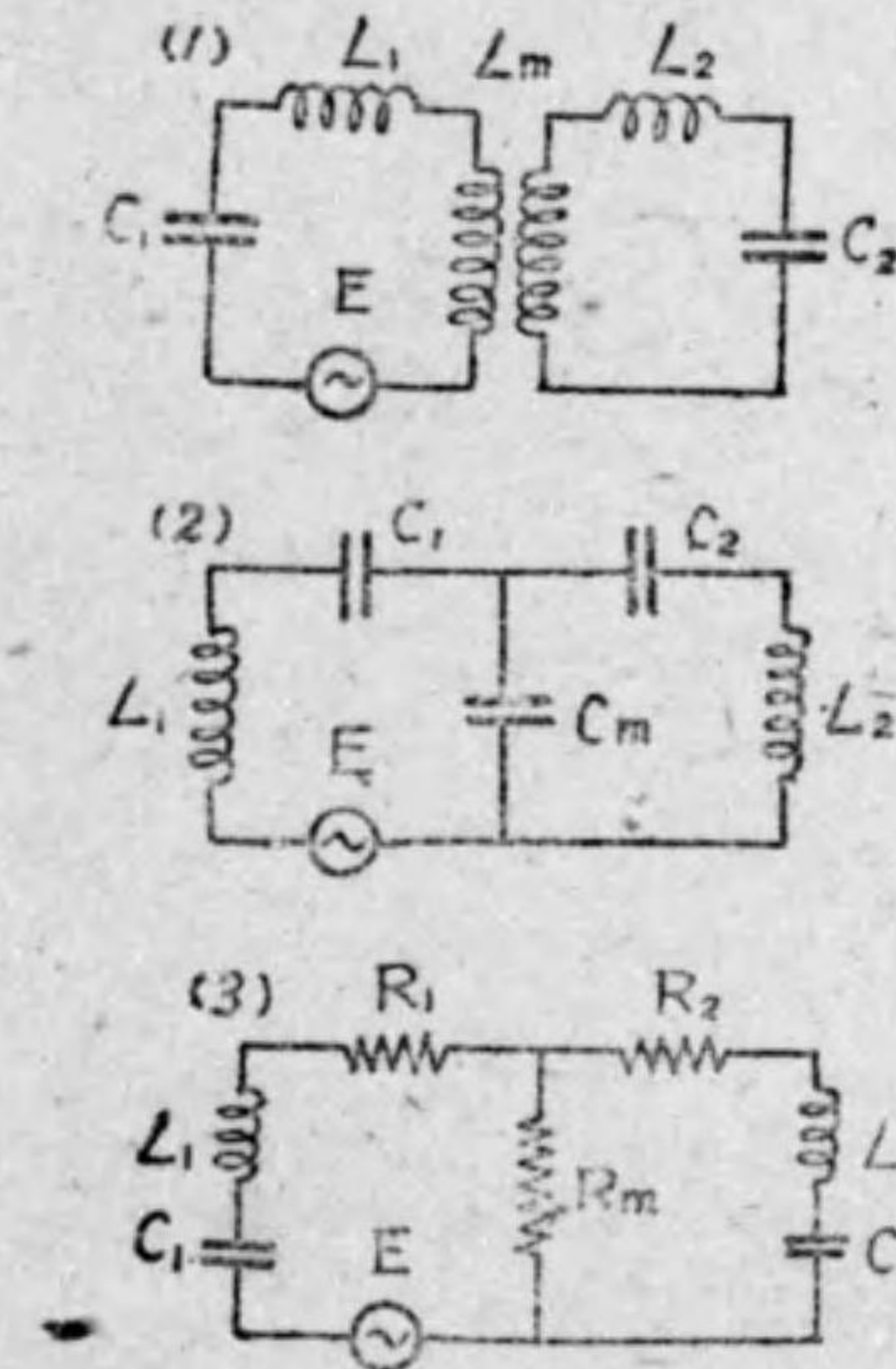
1つの回路と他の回路を結合する素子には R, L, C, M の何れかが用ひられる。第 3.9 圖は其の 1 例を示したものであつて、(1) は前に説明した相互誘導線輪で電磁的に結合される誘導結合の 1 種で鐵心を含む場合もあり、又、單巻變壓器接続のものもある。(2) は容量結合の 1 種であつて、1つの蓄電器 C_m を共用してゐる。同じく (3) は 1つの抵抗 R_m を共用する抵抗結合の 1 種である。

斯様な結合回路では、1方の回路のインピーダンスを變化すると其の影響が他の回路の電流に及ぶことがある。回路相互間に影響する此の作用は、共通な部分の大きい程著しいのであつて、相互作用

の著しいこと—第 3.8 圖の ϕ_{12} が大一を結合が密である、即ち、密結合と云ひ、そうでない時、結合が粗である、即ち粗結合と稱する。此の結合が甚しく粗—第 3.8 圖で $\phi_{12} = 0$ —であると、一次と二次の回路間の相互作用が極く僅少となるので、最早、兩者を結合回路と考へることが出來ない。單に、1方の回路から他方の回路に起電力を與へてゐるに過ぎなくなる。

以上の粗密の程度を表はすものが結合係数であつて、其の一般的な定義は

“各回路共通の抵抗又はリアクタンスと、之れと種類の等しい各回路の抵抗、又はリアクタンスの積の平方根の比を云ふ、



第 3.9 圖 各種の結合回路

これを一般式で書くと

$$\text{結合係数 } K = \frac{X_{12}}{\sqrt{X_1 X_2}}$$

此の定義を、第 3.9 圖の各回路に適用すると

$$(1) \quad K = \frac{\omega L_m}{\sqrt{\omega L_1 \times \omega L_2}} = \frac{L_m}{\sqrt{L_1 L_2}}$$

$$(2) \quad K = \frac{1/\omega C_m}{\sqrt{\frac{1}{\omega C_1} \times \frac{1}{\omega C_2}}} = \frac{\sqrt{C_1 C_2}}{C_m} \quad \text{此の場合に注意のこと}$$

$$(3) \quad K = \frac{R_m}{\sqrt{R_1 R_2}}$$

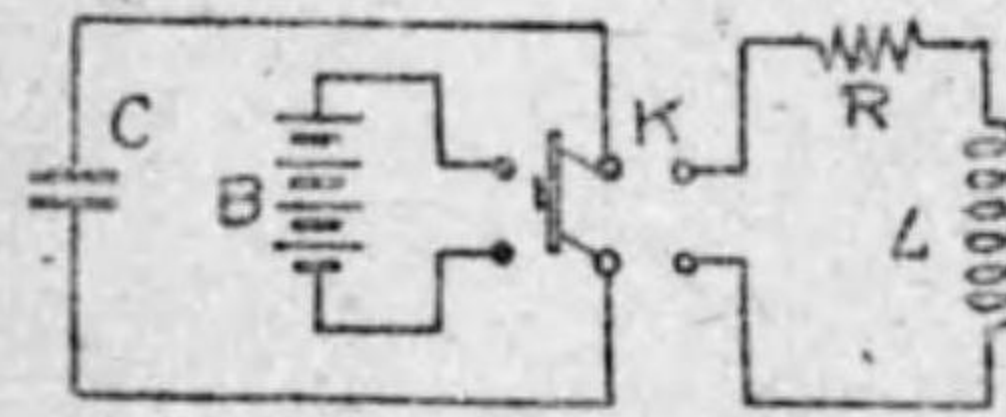
最も多く用ひられる無線回路は第 3.9 圖の (1) であつて、電流を有する側を一次回路、他を二次回路と稱する。多くの場合、一次及二次各回路の固有周波数が同一であつて、回路の抵抗は省略される程小さいから、

$$f_1 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_1 L_1}} \quad f_2 = \frac{1}{2\pi \sqrt{C_2 L_2}}$$

茲に、 $f_1 = f_2$ とすると、 $C_1 L_1 = C_2 L_2$ に調整せねばならない。

3.4 振動回路

第3.10圖のやうに、静電容量 C 、自己インダクタンス L 、抵抗 R を接続して、開閉器 K を左側に倒し、 C を電池 B で充電する。電池の電圧が V であると、 C に貯へられる電氣量 Q は、 $Q = VC$ である。次に K を右側に倒して、 $R-L$ を通じて



第3.10圖 振動回路

此の Q を放電して見やう。

此の時、 C に貯へられた電氣量に依つて電流が L に流れる。言ひ換へると、 C に貯へられた電界エネルギーが L に移り、 L で磁界エネルギーとして貯へられる。次で此の磁界エネルギーに依る電圧で C が前と逆に充電されて、今度は、 L の磁界エネルギーが次第に C の電界エネルギーとして貯へられ、次で前と同じ變化をする。手取り早く云ふと、電氣エネルギーが C から L に、 L から C にと交互に受授されることになる。



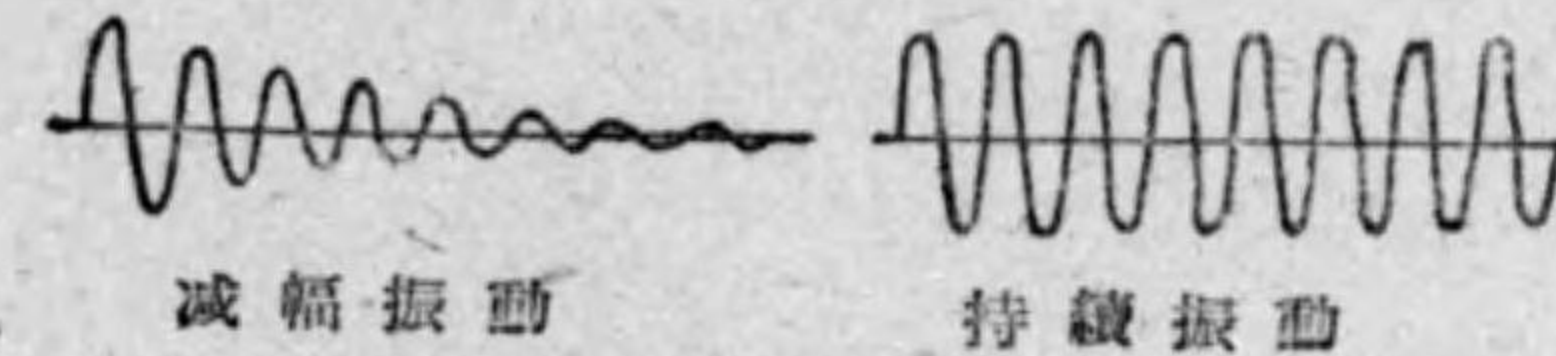
第3.11圖 機械的振動の1例

此の間の状況を更らに詳しく知る爲めに、第3.11圖のやうな機械的振動の例を持つて來て説明しやう。スプリング S の左端を固定して、右端に重量物 W を結合する。此の W を右に引張ると、 S が伸長する。其處で手を放すと、 W は S に引かれて左方に突進し、突進の勢ひで S を壓縮するので、或る程度、 W が左に行くくと右につき返される。斯くて W が右に走ると、其の勢ひで S を引き伸し、 W が或る程度右に行くと、今度は S に引かれて左にと歸る。斯様にして W は左右に振動する。この事を言ひ換へると、最初、 S を引張つたエネルギーは W を引くことに依つて運動エネルギーとして W に移り、之

R を接続して、開閉器 K を左側に倒し、 C を電池 B で充電する。電池の電圧が V であると、 C に貯へられる電氣量 Q は、 $Q = VC$ である。次に K を右側に倒して、 $R-L$ を通じて

れが S を壓縮して S に移り、次で W に移つて右方に行き、 S を伸長することに依つて S に移る。斯様に W と S 間で交互にエネルギーを受授することが、振動現象として現はれる譯である。此の場合を前圖の電氣回路と比較すると、 S が C に、 W が L の作用に比敵することになり、 W の移動が電流に相當する。然して、 W の振動は此の振動系統の固有振動數になる。同様に第3.10圖の電氣回路に於ける振動は、此の回路の固有周波數に一致する。

第3.11圖の W の振動は、永久に續くものでなく、間もなく靜止する。之れはエネルギーが振動の際の摩擦——例へば W の下面との接觸摩擦——に依つて失はれる爲めである。同様に第3.10圖に於ても、回路抵抗に於て、次第にエネルギーが消耗されて——何れの場合でも結局は、エネルギーが熱になる——電流の振動は次第に減幅する。——振動の振幅が減ずる——然し、回路の抵抗が極めて小さいか、或はエネルギーが常に補給せられるなら、振動電流は長く持續する。前者を減幅振動と云ひ、後者を持續振動と稱する。之れを圖示したのが第3.12圖である。



減幅振動 持續振動
第3.12圖 減幅振動と持續振動

然して、第3.10圖に於て、如何なる場合でも振動が起ると云ふのではなく、回

路の定數 L, R, C の間に

$$\frac{1}{LC} > \left(\frac{R}{2L}\right)^2$$

なる關係が成立したとき、放電電流が振動的となるのであつて、其の周波數 f は

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$$

となる。此の振動回路を利用して振動電流を作り、之れを音聲電流で變調させて送信用空中線に導く譯である。斯様な高周波回路では $2\pi/L$ 及 $1/2\pi/C$ の方が R よりも格段に大きいから、近似的には R を零として、發振周波數を

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \text{ で表はすことが出来る.}$$

之れに相當する波長 λ を回路の固有波長と云ひ、下式で表はされる。

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2\pi v \sqrt{LC}$$

但し、 $v = 3 \times 10^{10}$ c.m/sec (纏/秒)

前式を無線回路に適用し易いやうに單位を撰定すると

$$f_{kc} = \frac{5}{\sqrt{C_{\mu F} L_{mh}}} \quad \lambda_m = 6 \times 10^5 \sqrt{C_{\mu F} L_{mh}}$$

但し、 f_{kc} ……キロサイクルで表はされた周波數

$C_{\mu F}$ ……マイクロファラドで表はされた靜電容量

λ_m ……米で表はされた波長

次に、第3.10圖の回路に交流電壓を加へると、回路には2つの振動電流が流れる。其の1つは加へられた交流電壓と同一の周波數を有するものであり、他の1つは前記の回路の R, L, C に依つて定る周波數のものである。前者を強制振動と云ひ、後者を自由振動と稱する。

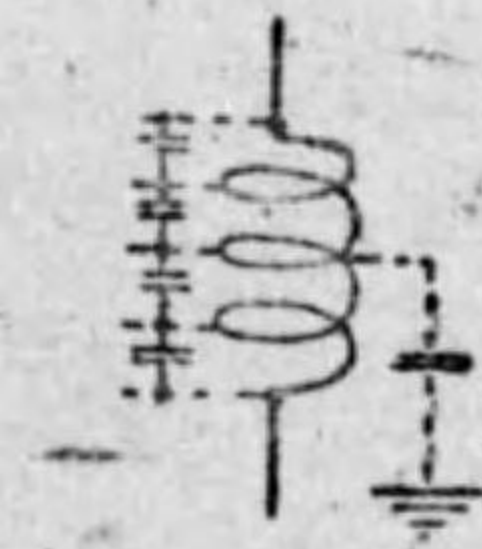
電源の周波數又は回路の定數を變化して強制振動と自由振動の周波數が等しい様に調整する事を同調すると云ふ譯である。此の時、回路は共振を起して最大電流を通ずる。

3.5 無線回路に於ける R-L-C

同じ1つの線輪でも、之れを商用周波回路——賣買取引が行はれる電力の周波數、我が國では 50~60 サイクル——に接続した時と高周波無線周波回路に接続した場合は様子が全く異つて来る。即ち、商用周波回路で大きく現はれない誘導リアクタンス $2\pi fL$ も f が多くなると大きな存在になる。同様なことが、靜電リアクタンス $1/2\pi fC$ に就ても云へる。尤も、抵抗も周波數が大きくなると表皮作用——電線の自己誘導起電力は電線の中心になる程、多くの磁力線に切られるので大きくなり、電流が之れに阻止されて電線表面に密集し、夫れだけ電線の斷面積が減じたのと同様で、電氣抵抗を増大する——の影響で大きくなる。然し、何と云つても、L と C

の影響が壓倒的に大きく、多くの場合、回路の抵抗を無視してよい程になる。

今、1つの線輪を高周波回路に接続した場合を考へると、線輪各巻間の靜電容量——層間靜電容量とも云ふ——

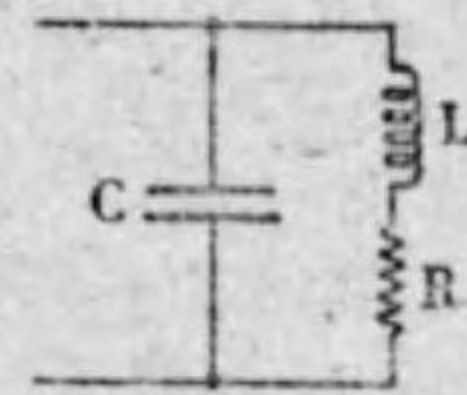


第 3.13 圖

高周波に於ける線輪回路

と各部分の對地靜電容量、或は他の回線との間の靜電容量等があつて、回路に蓄電器が結ばれてゐないから、靜電容量はないとする譯には行かない。斯様に回路の各部分に抵抗があると共に、インダクタンス及靜電容量が分布して存在してゐるが、之れが集中してゐるものとする、線輪の電氣的等價回路は、

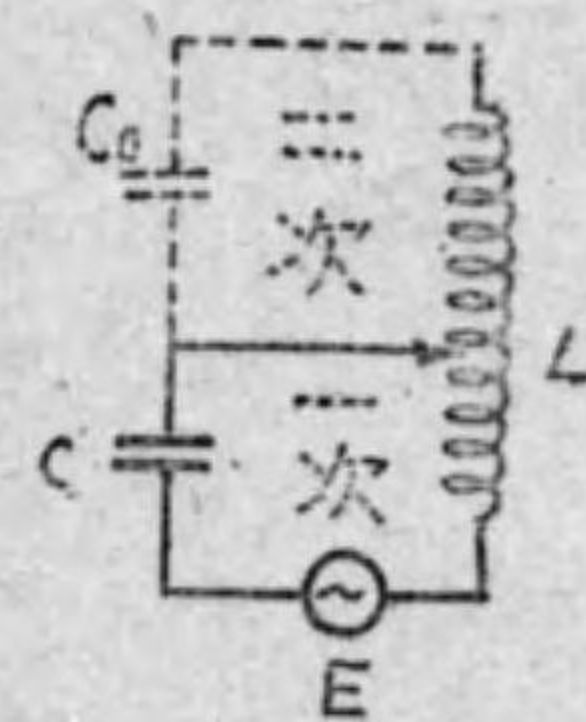
第3.14圖の如くに、抵抗 R とインダクタンス L の直列に靜電容量 C が並列にあるものとして取扱ふこと



第 3.14 圖 線輪の等價回路

が出来ると。此の回路のインピーダンスを最小とする周波數は矢張り $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ になる。

高周波回路になると、上述のやうに、分布靜電容量等が現はれて来るので、回路がないと考へて居る處にも、回路を形成することがあり、此の点十分に注意をせねばならない。



第 3.15 圖

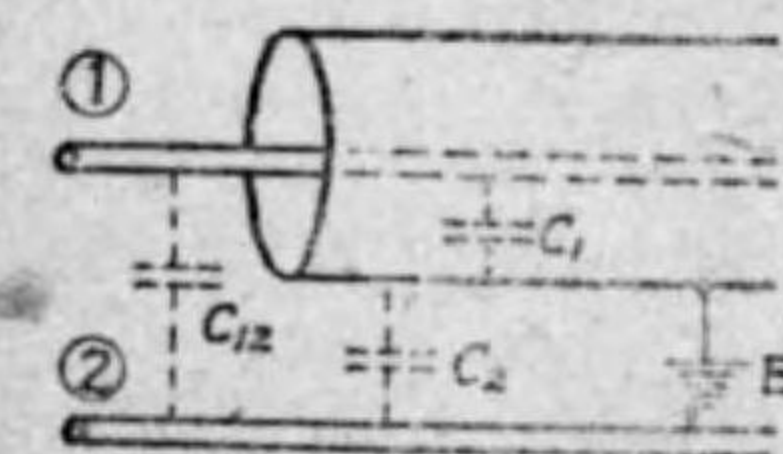
分布靜電容量による回路の形成

例へば、第3.15圖に於て、インダクタンス線輪の1端は回路に接続されてゐないのだが、此の分布靜電容量が圖の C_0 の如くにあるから点線の如き二次回路の形成する。此の一次回路並假想二次回路にも相當の電流が流れることになる。故に、一次回路の抵抗及リアクタンス、従つて、共振周波數、電流の値は相當の影響を受けるので、二次回路を考へずに、一次回路のみで諸定數を測定したり計算することは出来ない。即ち、結合回路の1

種として取扱ふ必要がある。二次の部分のインダクタンス線輪が一次の部分より極めて大きい時は、此の部分に短絡して置くと影響が少く、又、此の二次の部分に一次よりも著しく小であると、其の儘にして置く方が影響が少い。

又、1つの回路が他の回路に與へる静電誘導並電磁誘導は高周波になる程、大きくなる。即ち、兩者間の相互静電容量を C_m 、電位差を V とすると、兩者間の充電電流は $2\pi f C_m V$ であつて、周波数 f に比例して増加する。回路間の相互インダクタンスを M とすると、①の回路電流 I_1 に依つて、②の回路に誘起される起電力は $2\pi f M I_1$ で、之れも周波数 f に比例して増大する。故に、1つの回路の影響を他に與へない爲めには適當な遮蔽装置を用ふる。

静電誘導を除くには、兩者間が電氣力線で直接に結ばれることを避ける。例へば第3.16圖で①②の電線間には C_{12} なる静電容量がある——①②間が電氣力線で直接結ばれる——然るに、今①の電線を鉛管に入れて、此の圓筒を接地すると、①の電氣力線は鉛管で終り——



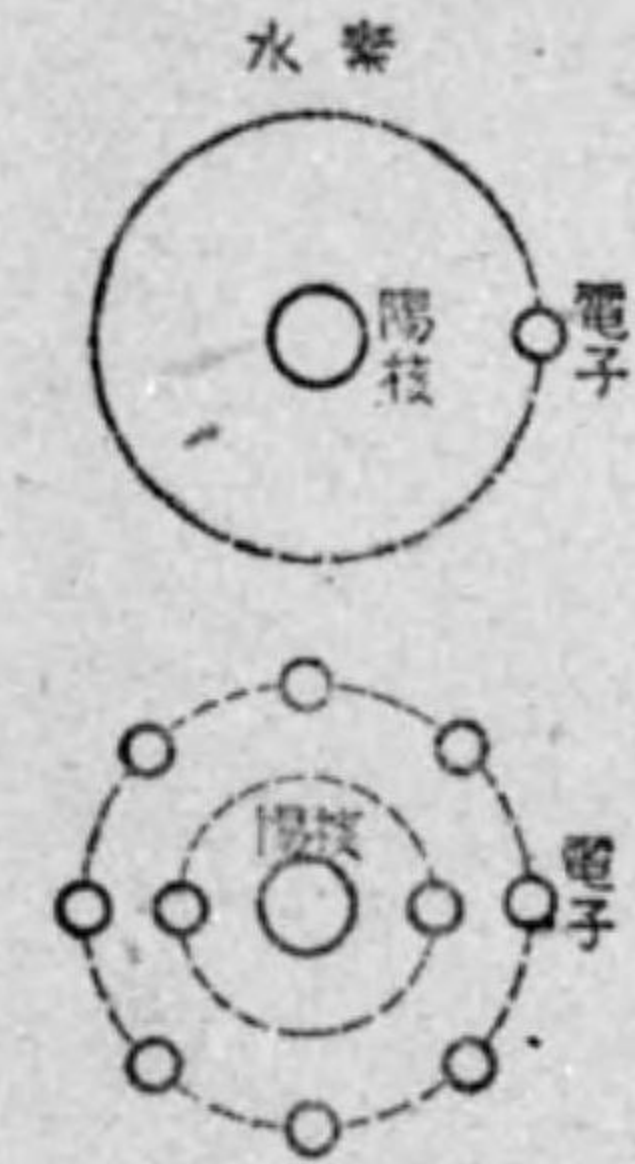
第 3.16 圖 静電遮蔽

静電容量 C_1 を形成する——②の電氣力線も鉛管で終る——静電容量 C_2 を形成する——ので兩者間の静電誘導作用は消失する。云ひ變へると、夫々と大地間には充電電流が流れるが、①②電線間には充電電流が流れない。斯様に兩回路間の静電誘導を除くことを静電遮蔽と稱する。電磁誘導も同様であつて、磁力線を多く生ずる。例へば、變壓器等を導磁率の大きい鐵函で蔽ふと、變壓器からの漏洩磁力線は此の鐵函で終り、磁氣抵抗の大きい外部の空氣中には出ないから、他の電氣回路に與へる電磁誘導作用は消失する。之れを磁氣遮蔽と稱する。此の鐵函を小さくすると、漏洩磁力線通路の磁氣抵抗が減じて、漏洩磁力線を増し、變壓器の損失を増加して、能率を低下するから、なるべく大型にする方がよいが、場所の制限される受信機等では、能率を犠牲にして小型として居るのが通例である。

4. 真空管及真空管回路

4.1 自由電子

物質を細分すると分子となり、分子を更らに細分すると原子になる。此の原子の機構は、陽核を中心として、其の周圍の一定軌道に電子が高速度で輪轉してゐて、各原素に依つて輪轉する電子の数が異つてゐると假想されてゐる。例へば、第4.1圖の上圖は水素原子であつて、陽核と1箇の電子より成り、ネオン原子は下圖の如く陽核と10箇の電子から成つてゐる。斯様に原子を構成してゐる電子を拘束電子とも云ふ。是等の電子は普通の手段では移動することも、追放することも出来ない。之れを強行すると原子は破壊せられて、他の原子に變る。此の拘束電子に對して自由電子と云つて、一定量の負の電荷(電氣量)を帯び、物質内を自由に移動する電子がある。



第 4.1 圖 原子機構の一例

自由電子の移動が即ち電流である。第4.2圖でAが正電位、Bが負電位であると、兩者間を導体で結ぶと、負の電荷を有する自由電子はAの正電位に



第 4.2 圖 自由電子の移動と電流

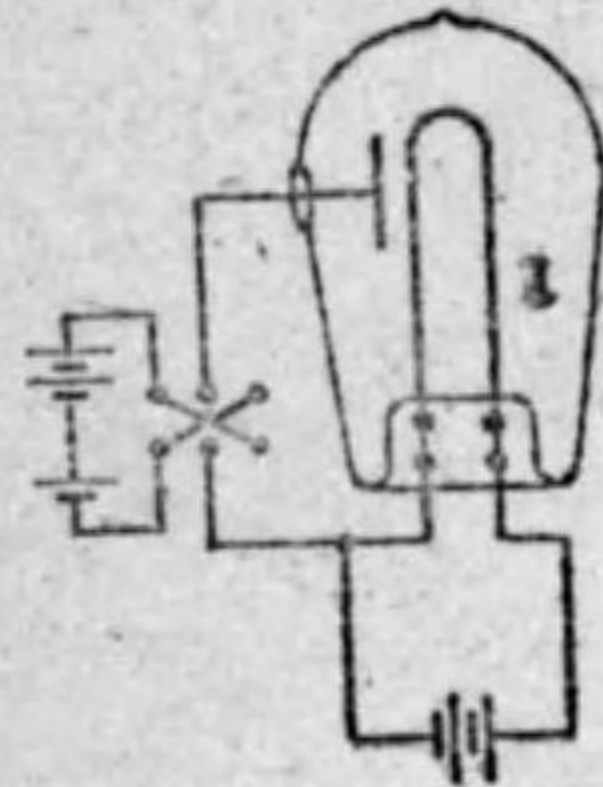
引かれて、BからAに移動する。此の時、負電荷が、BからAに行くのだから、正電荷が逆方向AからBに行くとして、電流はAからBに流れると考へる。

斯様に、自由電子は負電荷を有するので、正電位に引かれ、負電位には反撥される。之れは、真空管の動作を理解する基礎となるものだから、牢記して頂きたい。

4.2 二極真空管と其の回路

電氣工學に不朽の功績を残した米人エチソン氏は、氏の發明した

電球に就て次のやうな実験をしてゐる。

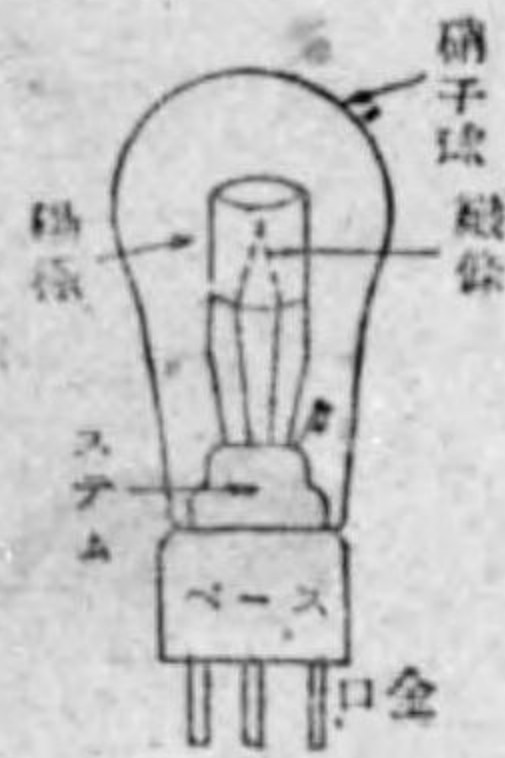


第 4.3 圖
エヂソン効果

第 4.3 圖のやうに電球の内部に 1 枚の金属板を封入して、電球の織條を下の電池で加熱し、金属板と織條間に左の電池を接続するに金属板が織條に対して正電位になると、金属板と織條が接觸してゐないのに電流が流れる。然るに、金属板を織條に対して負電位にすると全く電流が流れない。即ち、金属板に流入する方向にしか電流が流れない。此のことをエヂソン効果と稱した。エヂソン氏自身は此の効果を之れ以上に研究しなかつたが、之れ

が今日の真空管の濫觴であつて、エヂソン氏は真空管の生みの母と迄は云へなくとも、確かに祖母位には當らう。

其後、リチャードソン氏等の學者の手に依つて、二極真空管がエヂソン効果を基礎として作られたのである。其の構造略圖は第 4.4 圖の如くで、陰極織條 (F) — フィラメント

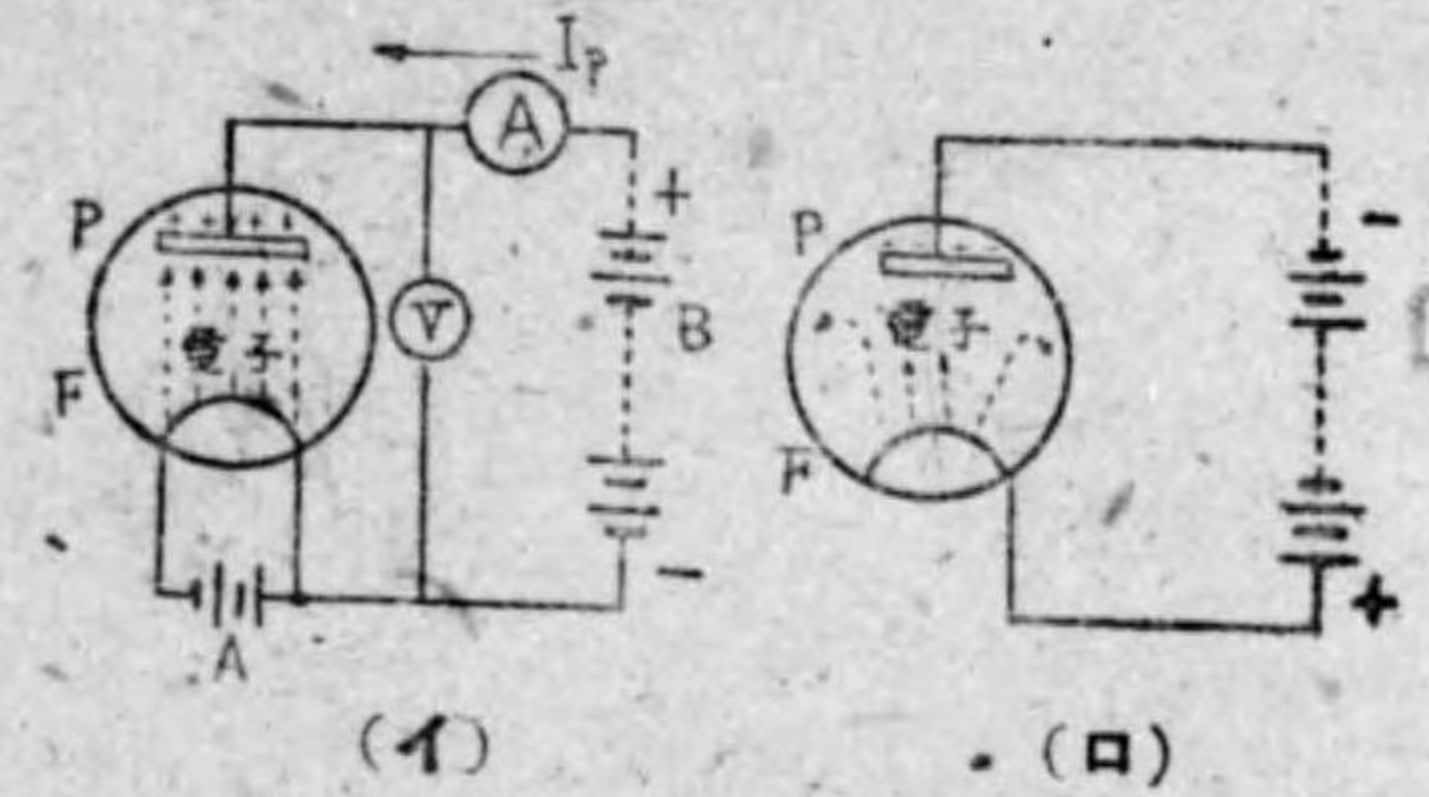


第 4.4 圖
二極真空管の構造

又はカソードとも云ふ——を取りかこんでニッケル薄板の陽極——プレートともアノードとも云ふ——がある。織條にはタングステンか又は電子を多く放射させる爲に、トリウム入タングステン、又はタングステンの上をアルカリ土金属の氧化物で覆つたものを用ふる。此の全体をガラス球の内部に納め、真空ポンプで排氣する。ポンプだけで十分に排氣が出来ない場合には、内部でマグネシウムを燃

焼させて真空を高める。圖では、ステムの右上に小さな杓子のやうなものがついてゐるが、此の中にマグネシウムの粉末を入れて置いて加熱發火させる。

次に、其の動作を説明しやう。第 4.5 圖で明かなやうに、陰極 F を A 電池——A 電源とも云ふ——に依つて加熱する。斯様に織條を加熱すると、之れを構成する分子の活動が活潑になり、熱湯が蒸發して蒸氣を發生するやうに、遂に之れから自由電子を放射するに至

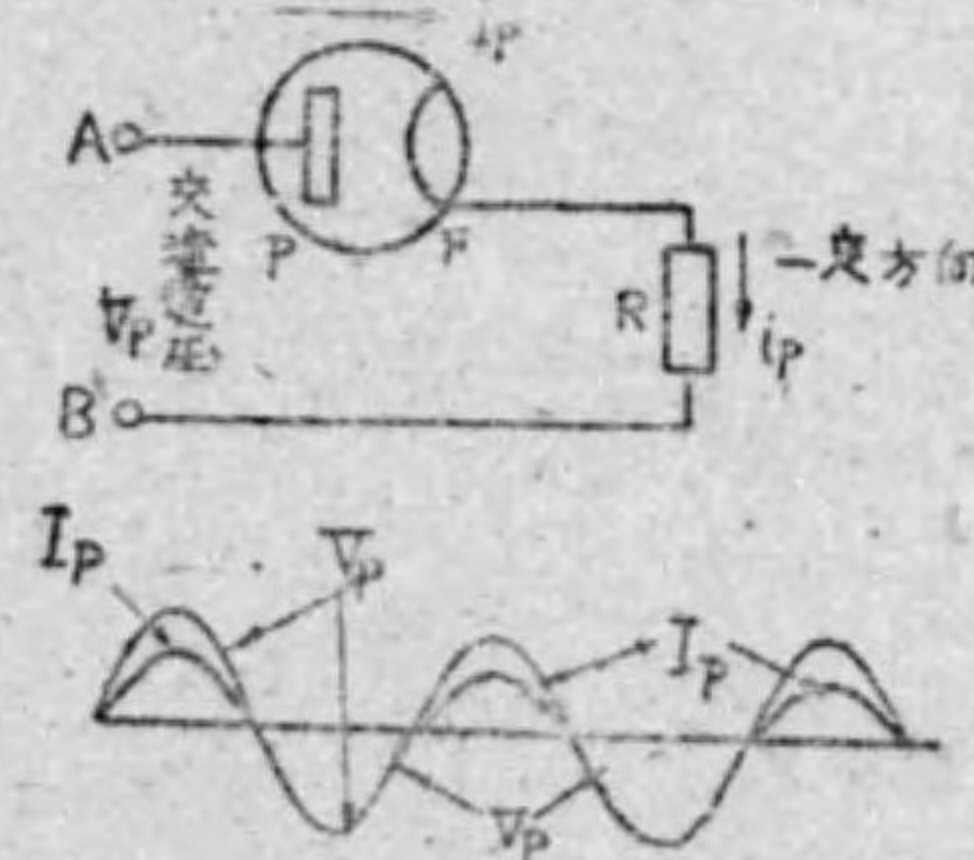


第 4.5 圖 二極真空管の動作

(ロ)圖のやうに A 電源を省略して書くことが多い。圖になくとも之れが必ずあるものと承知して頂きたい。

る——此の場合、高熱に依つて發生したのだから熱電子とも云ふ——然るに陽極 P は、B 電池——之れを B 電源とも云ふ——に依つて織條に対して正電位であるから、点線の矢の如くに、F から自由電子は P に吸引され、F より P に、更らに B を経て元の F に歸り、F が赤熱されてゐると再び F より放射されて P に至る。斯様に - 電子が移動するので、電流が I_p の矢のやうに $B \rightarrow P \rightarrow F \rightarrow B$ の回路に流れる。此の I_p の流れる回路を陽極回路 (プレート回路) と稱し、電流計 ④ の指示 I_p を陽極電流 (プレート電流)、電圧計 ⑤ の指示 V_p を陽極電圧 (プレート電圧) と云ふ。

然るに、(ロ)圖のやうに P を B 電源の負 (-) 端子に接続すると、勿論、P は負電位になるから、同性の負電子である F からの電子を反撥して寄せつけない。其の結果、電子は管内で F の近くに浮游して、F から放射されて来る後續電子を反撥し、押へつけて放射させない。故に、此の場合は、陽極電流が流れぬ。其處で此の二極管の B 電池の代りに、交流電源を結ぶと、上述から明かなやうに、P が + になつた瞬間だけ I_p の方向に電流が流れる。即ち



第 4.6 圖 二極管半波整流回路

交流の正の半波だけ、陽極回路に電流を流すから、一定方向の電流が得られる。此の原理を示したのが、第 4.6 圖である。即ち端子 A B 間に交流電圧 V_p を加へると、二極管で整流せられ、負荷 R には $P \rightarrow F$ 方向に電流 I_p が流れ、此の反対方向には流れない。然し、圖の装置では I_p は V_p の半波毎に流れる断續電

流である。

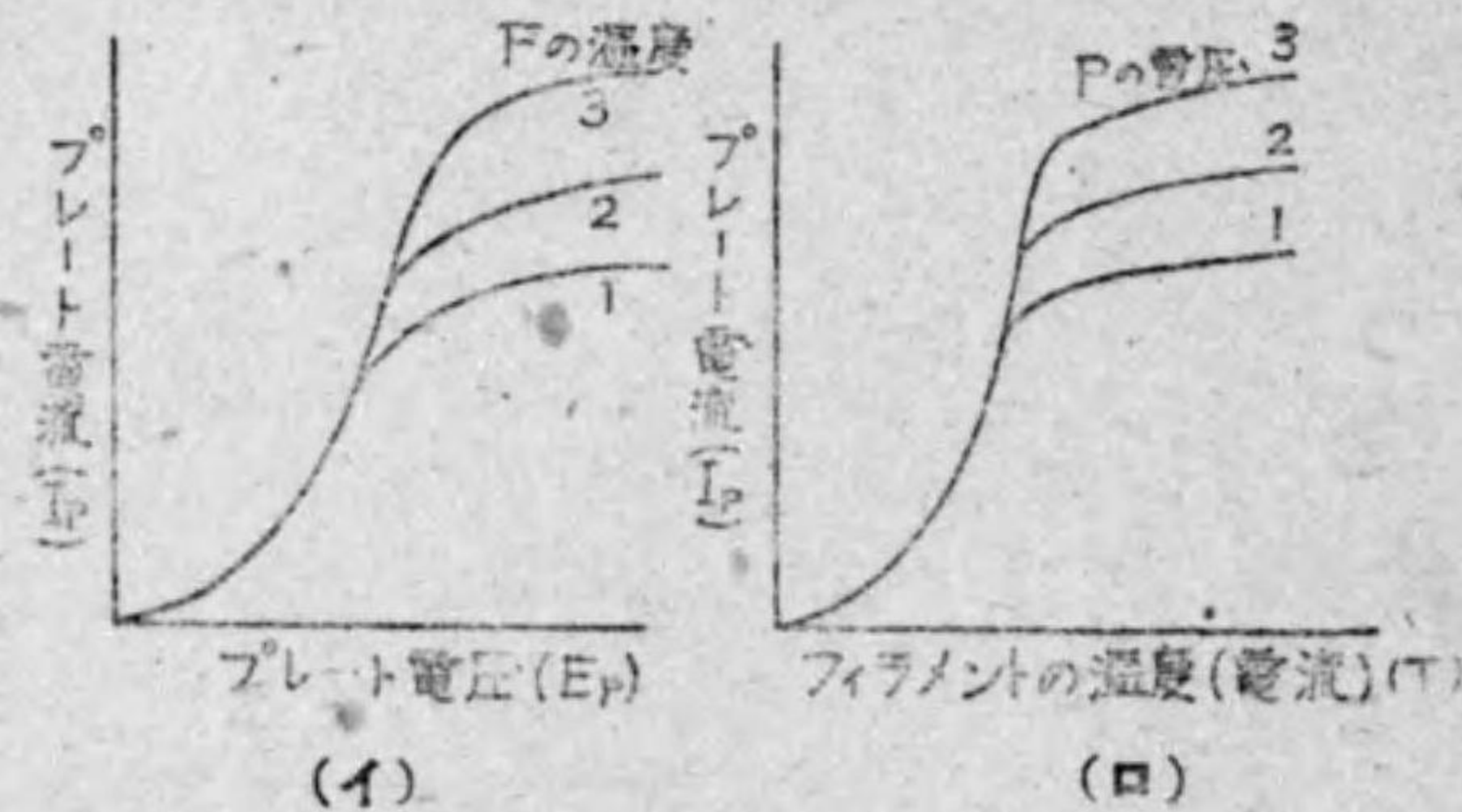
斯様に、方向は一定であるが、其の値が時々刻々に變化する電流を脈流と稱する。申す迄もなく、値も方向も時々刻々と變るのが交流であり、定方向、定値の電流が純正直流である。

註：① 陽極電流 I_p は織條 F の兩側に分れて分流し、電池 A を通過するものもある。

② 真空管を真空とするのは、電球の場合と同様に、織條から空氣の對流で放散する熱を無くし、小電力で織條を熱し、且つ、織條の酸化に依る斷線を防ぐ。又、空氣中に電子が放射されると空氣分子と衝突して複雑な現象を起す。これを防止する爲めである。尤も、高温の織條に作用して之れを破壊しないやうな、例へば、トリウム、水銀蒸氣を封入して、ガスのイオン分子に作用させ、低電壓で大電流を得やうとすることも有る。又、真空度が低い(残留空氣分量が多い)と、陽極から芒光放電を行ふ。陽極電壓が高い程、此の眞が大きいから、此の点からも真空度を高める必要がある。普通のもので、真空度は 10^{-5} 耗であり、10 kV 級になると 10^{-8} 耗程度にする。

③ 以上の説明では、織條が加熱されて之れから熱電子を放出する直熱型に就て述べたが、陰極を之れを加熱する織條を別にした傍熱型がある。此の場合には織條即陰極(カソード)と云ふことは出来ない。

二極管に於て、織條を点火して、此の電流を一定、即ち一定温度

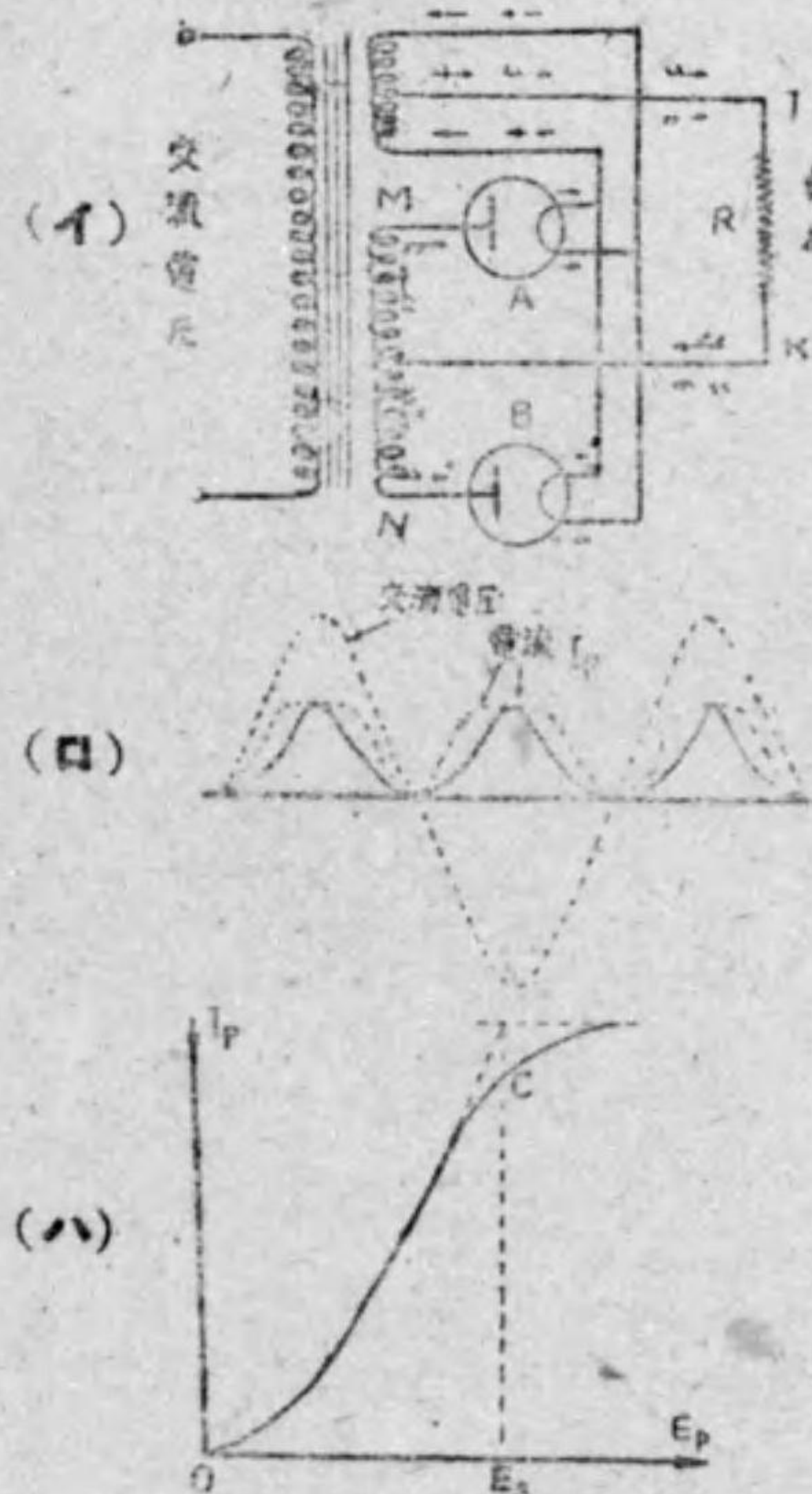


第 4.7 圖 二極管の特性曲線

として陽極電壓を次第に増加すると、之れに應じて、陽極電流も増加するが、一定の限度に達すると、第 4.7 圖 (イ) のやうに陽極電流が増加せずに、一定限度に達する。之れを飽和電流と云ふ。又、此の時の陽極電壓を飽和電壓とも稱する。織條の温度を上げると、

1, 2, 3 に示すやうに、飽和電流が増加する。之れは最初、陽極電壓を増加すると、之れに吸引される電子数が増すが、織條温度が一定であれば、放出される電子数も一定だから、此の悉くを陽極が吸収すると、夫れ以上に吸収電子数即ち陽極電流を増加しない。逆に陽極電壓を一定として織條温度を増すと、(ロ) 圖のやうに陽極電流が増加するが、之れにも限度があり、飽和曲線になる。尤も、陽極電壓を増すと、1, 2, 3. で示すやうに飽和電流が増加する。

第 4.6 圖の整流回路では半波整流になるが、之れを全波整流とする爲めに第 4.8 圖の如くに 2 箇の二極管 A 及 B を用ふる。斯様に接続すると (ロ) 圖が示すやうに全波整流となるのであつて、J K 間に接続された負荷抵抗 R には、常に J より K の方向に電



第 4.8 圖 二極管の全波整流回路

流が流れる。即ち、今、主變壓器の M 端子が正電位 — N 端子が負電位 — になつた時は、A 二極管にのみ電流が流れ — B 二極管は N に結ばれる陽極が負電位だから電流を通じない — 其の経路は實線の矢のやうに、負荷抵抗 R には J より K の方向に電流が流れる。次に、N 端子が正電位になると、B 二極管より点線の矢のやうに電流が流れ負荷抵抗 R の電流は矢張り J より K の方向である。即ち、A, B, 2 管が交互に半波宛を整流するので、(ロ) 圖のやうな全波整流となる。上記の何れの場合でも、二極管の電流は陰極織條加熱用巻線の兩側から入つて、その中性線

より出て J に行くので、巻線两部分の作る磁束は打ち消し合ひ、リアクタンスとならない。圖では織條加熱用として、主變壓器巻線の一部を用ひたが、全く別の加熱電源用變壓器を用ふこともある。此の場合、陽極に加はる交流電壓（主變壓器二次電壓の $\frac{1}{2}$ ）が飽和電壓 E_s より小であると、(ロ) 圖の實線のやうな脈流が R に流れる。之れに反し、交流電壓が E_s より大であると、点線のやうな電流になる。この前の場合は、織條を必要以上に加熱してゐるのだから、電力が不經濟であり、壽命を短縮する。後の場合は、一定の陽極電流 I_p を得るのに、必要以上の交流電壓を加へてゐるのだから、陽極損失が増加して不經濟である。

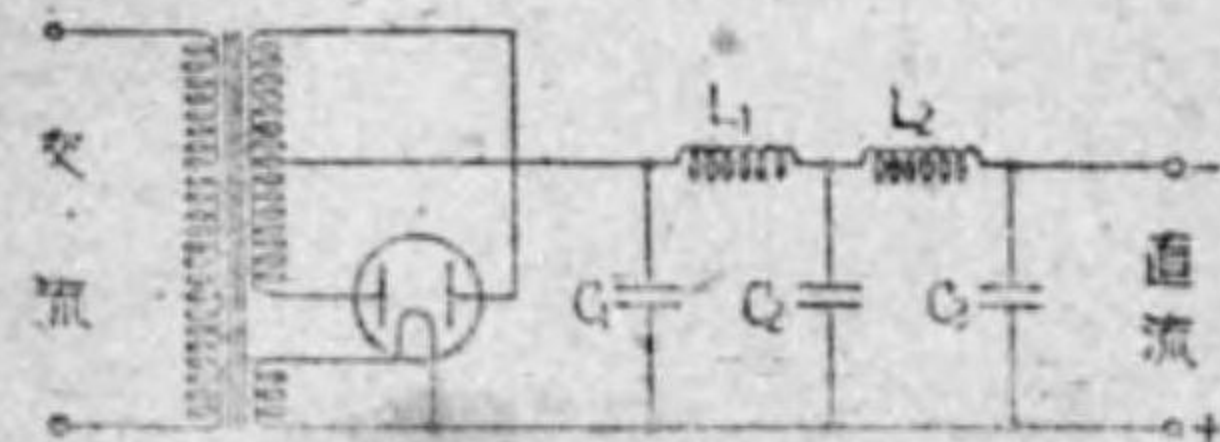
結局、陽極電壓が (ハ) 圖 E_p-I_p 曲線の彎曲点 C に来るやうにするのが最も適當である。

註：第 4.8 圖の AB 2 管を 1 つのガラス球内に納め、陰極織條を共通とした、1 陰極、2 陽極の整流管もある。(次圖参照)

二極真空管は最初、檢波器として用ひられたが、現在では、檢波器としては三極真空管が用ひられ、二極管は整流専用となつてゐる。即ち、小は小型受信機のエリミネータ用、大は 100 kV 以上の超高壓用整流器として使用されつゝある。

扱、整流器として用ひる場合、第 4.8 圖に示したやうに、整流電流が脈動するので、之れを平滑化して純正直流に近くする爲めに、

電容量 C、自己インダクタンス L を回路に挿入する。即ち、電壓の高い間は、C に充電し、電壓が低くなると C が放電して之れに補充する。又、L は電流の増加する過程では、電流の増加を阻止し、電流の減少する過程では電流の減少を妨げる。斯くして直流側の平滑化を計る。第 4.9 圖は其の 1 例であつて、2 箇の L と 3 箇の C を組合してゐる。斯様な回路は波形の脈動分を除くことより、濾波器とも稱せられる。

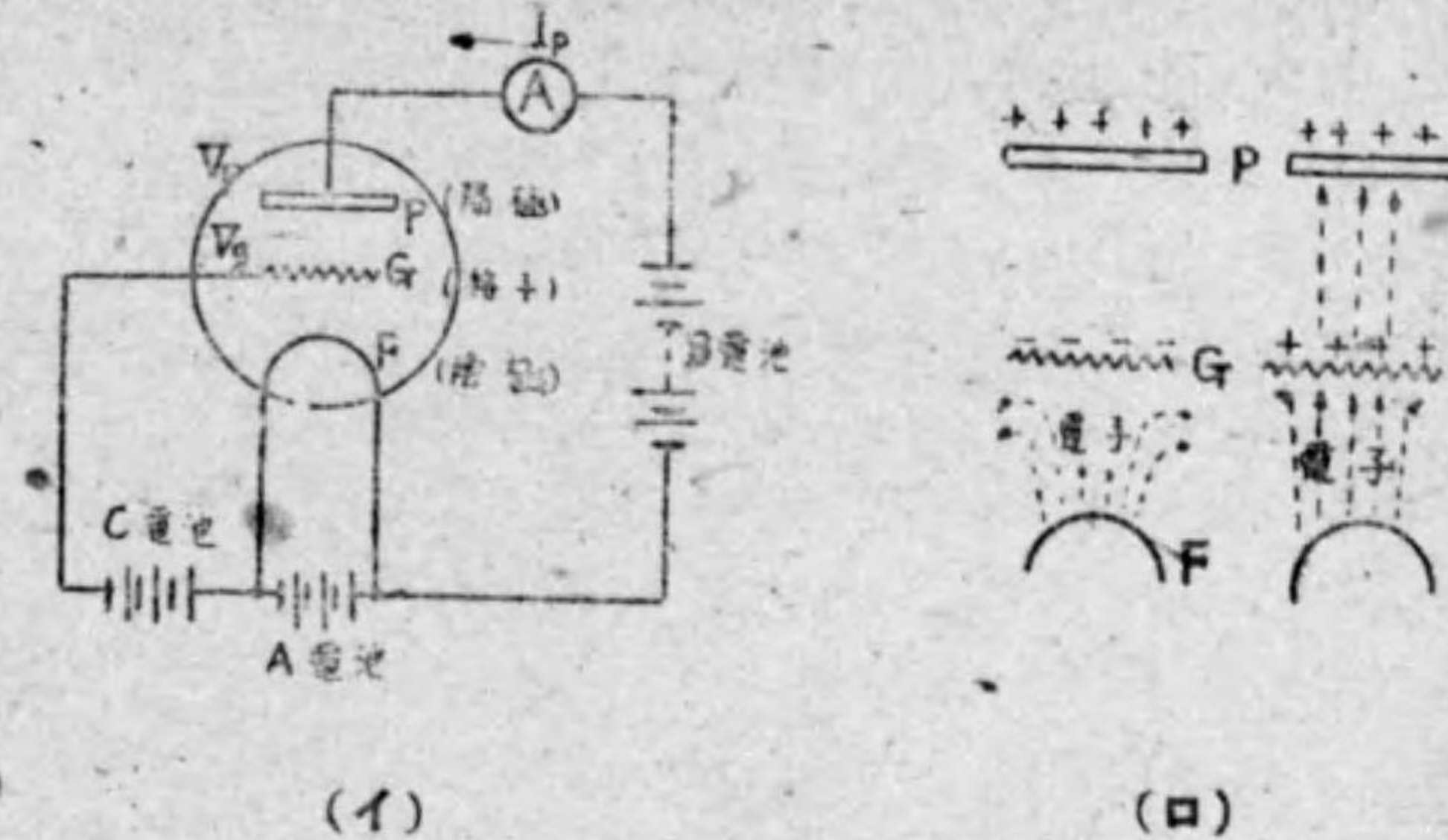


第 4.9 圖 L と C からなる平滑回路

4.3 三極真空管と其の回路

三極真空管は二極真空管の陽極と陰極の間に更に第三版として格

子を挿入したものであつて、其の作用を第 4.10 圖に示した。圖か



(イ) (ロ)
第 4.10 圖 三極真空管の作用

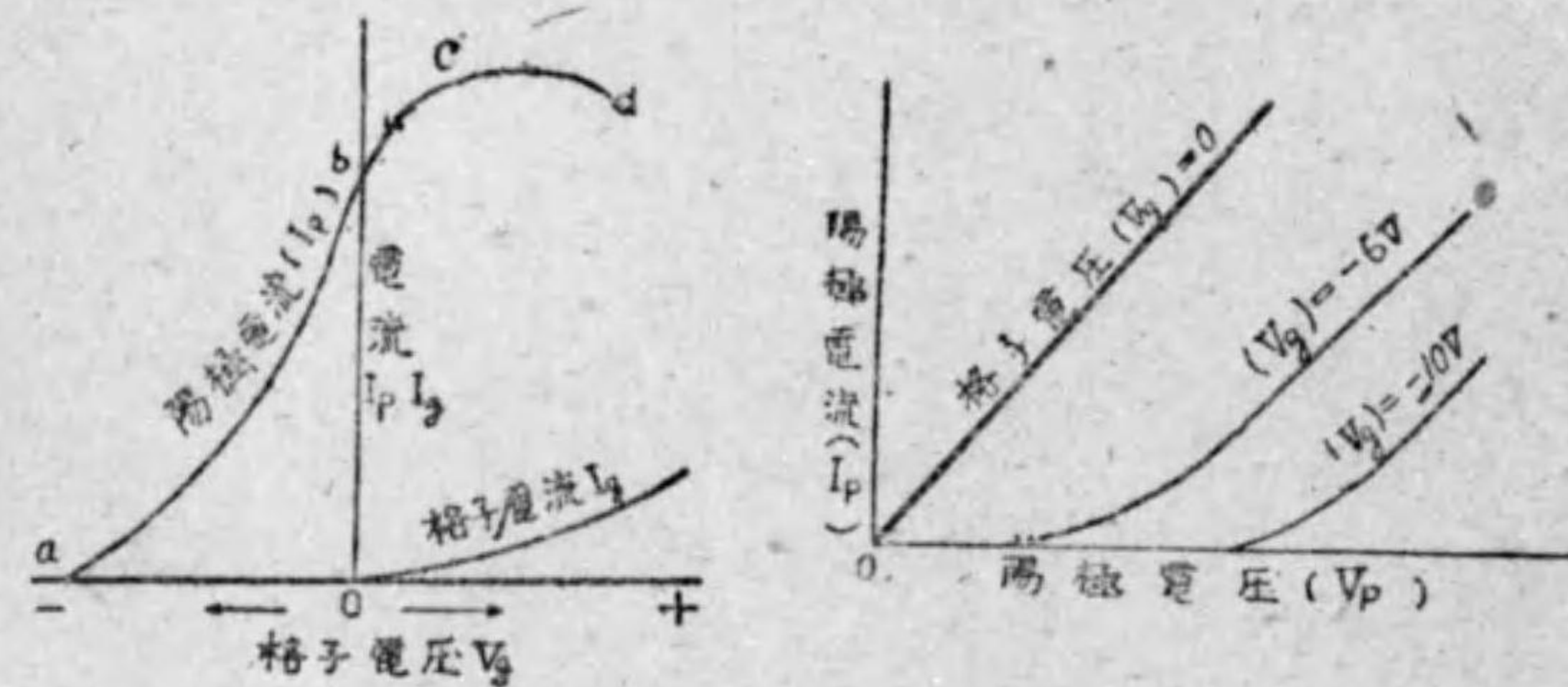
ら明かなやうに、陽極 P と陰極 F の間に今 1 つの電極 G が挿入されてゐる。之れを格子電極（グリッド）と稱し、網目を持つた電極である。扱、この 3 つの電極に外部で (イ) 圖のやうに A, B, C 電池を接続する。此の場合、格子に結ばれる電池を C 電池とも C 電源とも云ふ。

斯様にすると、(ロ) 圖から明かなやうに、格子 G が負電位で、其の値が陽極電壓に對して或る程度以上だと、陰極 F から放出される負電荷を有する熱電子を反撥し、追ひ返して陽極 P に達せさせない。従つて、此の場合には P F 間に電流が流れず、電流計 A の指示は零である。次に、C 電池の極性をつなぎ變へて、格子 G に正電位を加へると、陰極 F から放出される電子を吸引し、加速して陽極 P に達せさせる。故に、此の場合には、P F 間に電流が P→F→B→P と流れ、電流計 A は此の電流を指示する。即ち、格子 G を正電位とするか、負電位とするかに依つて、陽極電流が通過し阻止される。結局、格子は弁（バルブ）の作用をする。

但し、格子の負電位が低く、陽極電壓が高いと、格子は陰極から陽極に向ふ電子を全面的に阻止するには力弱く、若干の電子は陽極に達し、陽極電流 I_p が流れる。次に、格子を正電位にすると、F からの電子は此の正電位に引かれて加速され、G の網目を通り越して P に達するので、陽極電流は増加する。然し、餘り G の正電位を

高くすると、P が電子を引く力よりも、G の引く力が大きくなるので、G に止つて P に行かない電子、或は加速されて一應は G の網目を通り越すが、後髪を引く G の力が大きいので G に舞ひ戻る電子等を生ずる。此の時は $G \rightarrow F \rightarrow C \rightarrow G$ と格子電流が流れることになる。

但し、G を負電位にした時は、其の値の大小に拘らず、格子電流は流れない。



(イ) $V_g - I_p$ 曲線 (ロ) $V_p - I_p$ 曲線

第 4.11 圖 三極管の特性曲線

此の間の状況を示したのが第 4.11 圖であつて、(イ)は $V_g - I_p$ 曲線である。圖に於て格子電圧の値 V_g を横軸に取り、之れに應ずる陽極電流の値 I_p を縦軸にとると V_g が負電位で其の値が a 以上だと $I_p = 0$ であり、 V_g の値を次第に減すると、夫れに應じて I_p も増加する。 V_g を正電位にすると I_p は最初は増加するが V_g の値が大きくなると、格子電流が次第に増し、夫れだけ I_p が減じて c, d のやうな變化を辿る。

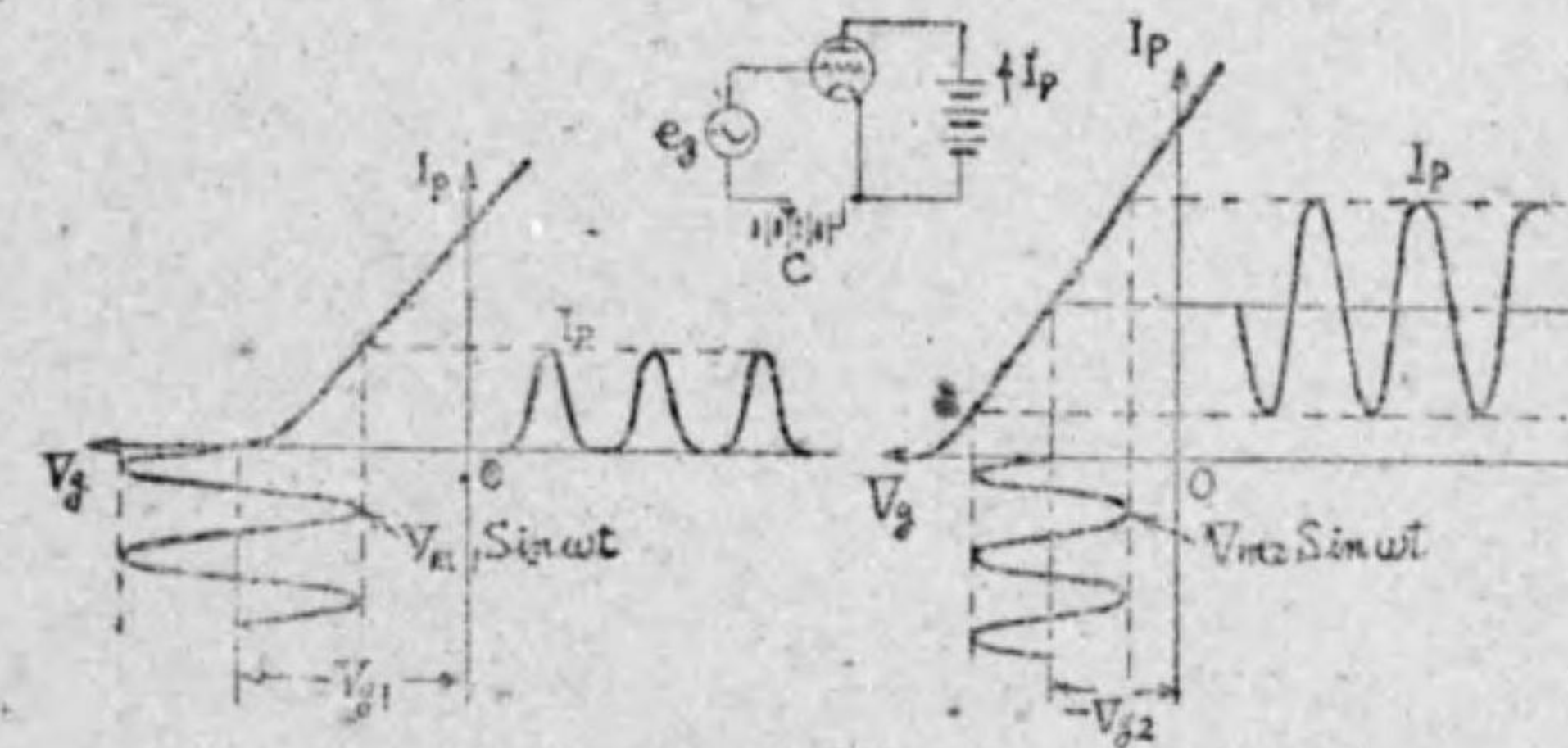
(ロ)圖は $V_p - I_p$ 曲線であつて、一定値の格子電圧に於て V_p を横軸に取り、 I_p を縦軸に表はして、 V_p に應ずる I_p の變化を記録したものである。申す迄もなく、 V_p を次第に大きくすると、之れに應じて I_p の値も増加する。

圖からも明かなやうに、格子電圧 $V_g = 0$ であると、陽極電流 I_p は陽極電圧 V_p に正比例し、飽和電圧の範囲内では兩者の關係は直

線的である。と云ふことは、三極真空管を 1 つの抵抗回路と見ると其の内部抵抗が一定なることを意味する。

三極真空管の構造は、第 4.4 圖に示した二極真空管に於て、 μ ツケル線を螺旋状又は網として陰極を包むやうに、格子が配置せられてゐる。

三極真空管には、整流作用、増幅作用、發振作用の 3 つの重要な働きがある。



(イ) 整流作用 (ロ) 増幅作用

第 4.12 圖 三極管の整流及増幅作用

其の一般を示したのが第 4.12 圖であつて、(イ)圖に於て、格子に C 電池に依つて $-V_{g1}$ を加へ、更らに $e_g = V_{m1} \sin \omega t$ を加へたとすると、圖に示すやうに、 V_{m1} が正波の時にのみ陽極電流 I_p が流れ、負波の時には殆んど流れない。即ち、陽極電流は一方向にのみ流れる。此の状態では、真空管は整流作用を行ふ。又、格子電圧を $-V_{g2}$ とした(ロ)圖に於ては、圖から明かなやうに、陽極電流は $e_g = V_{m2} \sin \omega t$ の正波、負波の何れに於ても流れ、陽極電流は正弦波状に變化する——但し、交流ではなく、陽極回路の I_p の方向は一定である——圖から明かなやうに、此の場合は、小さい格子電圧の變化に依つて大きな陽極電流の變化が得られるので、真空管は増幅作用を行ふ。

斯様に、真空管の使用目的に應じ、特性曲線上で動作点を適當に調整する爲め、格子に加へる電圧 V_{g1} 、 V_{g2} 等を格子偏倚電圧(グリッド・バイアス電圧)と云ふ。増幅作用を行はす爲めには、格子

に加えられる交流電圧の變化範圍が、相なるべく特性曲線の直線部分上に納るやうに格子偏倚電壓を撰定する。

此の増幅の程度を表はすのに、増幅率を用ふる。前述したやうに陽極電流は、格子電壓を變化しても、陽極電壓を變化しても變化するが、今、陽極電流を同一量 ΔI_P だけ變へるのに、陽極電壓だと ΔV_P の加減を要し、格子電壓なら ΔV_g の加減を要するものとする

$$\text{真空管の増幅率 } \mu = \frac{\Delta V_P}{\Delta V_g}$$

此の増幅率の値は小型の三極真空管で大体 10 位であり、大型のものになると、100 以上に及ぶものさへある。換言すると、同じ陽極電流を變化さすのに、格子電壓は陽極電壓よりも 10 倍も効果があることになる。

又、三極真空管の陽極抵抗又は内部抵抗と云はれるものは、陽極電壓の變化に對する陽極電流の變化であつて

$$\text{陽極抵抗(内部抵抗)} R_P = \frac{\Delta V_P}{\Delta I_P}$$

尙、陽極電流の變化に對する格子電壓の變化を相互コンダクタンスと云ひ

$$\text{相互コンダクタンス } G_m = \frac{\Delta I_P}{\Delta V_g}$$

以上の 3 者を三極真空管の 3 定數と云つて、是等の間には次の關係がある。

$$\mu = \frac{\Delta V_P}{\Delta V_g} = \frac{\Delta I_P}{\Delta V_g} \times \frac{\Delta V_P}{\Delta I_P} = G_m R_P$$

上述の如くに、 $\mu = \frac{\Delta V_P}{\Delta V_g}$ であるから、 $\Delta V_P = \mu \Delta V_g$ となり、格子電壓が e_g の變化をするものとするれば、陽極電壓が μe_g だけ變化したのと同じの影響を陽極電流に與へる。然るに、第 4.11 圖 (ロ) から明かなやうに、陽極電流 I_P は、飽和電壓の範圍内では、陽極電壓に直線的に比例するから、 μe_g に相當する陽極電流は、陽極回路の負荷インピーダンスを Z とすると

$$I_P = \frac{\mu e_g}{Z + R_P} \quad \text{但し、} R_P \text{ は真空管の内部抵抗である。}$$



第 4.13 圖 三極真空管の等価回路

これを示したのが、第 4.13 圖であつて、左圖は右圖のやうな等價回路で表はすことが出来る。圖に於て A B C 電池を記入してゐないが、勿論、之等はある譯で、交流分

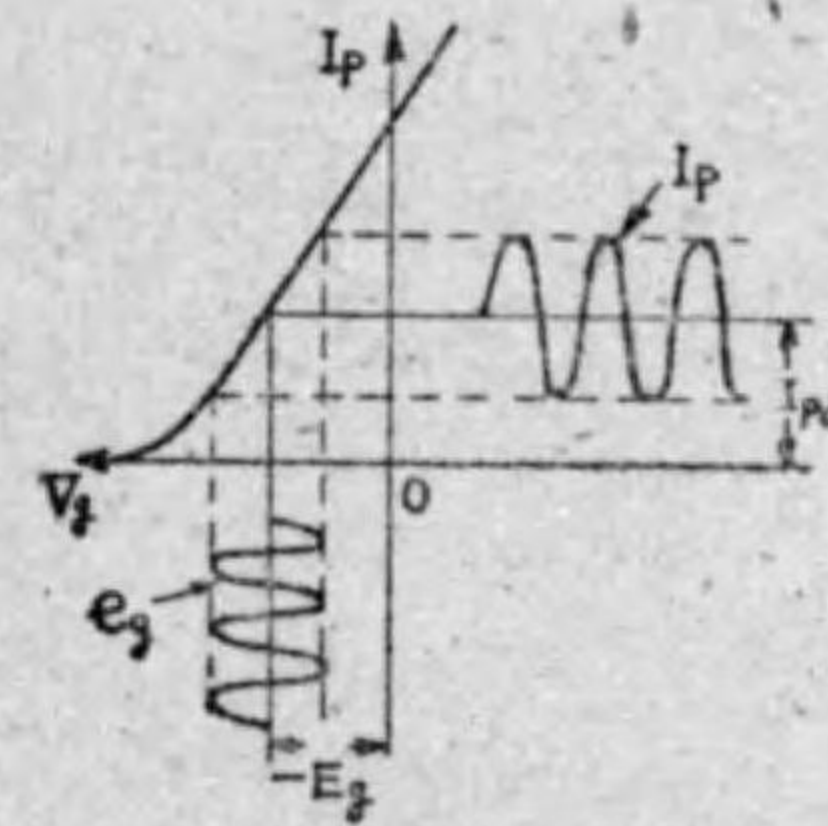
電流のみに就て示したものである。くり返して、此の間の状況を、 $V_g - I_P$ 曲線に就て説明すると、第 4.14 圖の如くであつて、C 電池の格子偏倚電壓 $-E_g$ 及之れに依る陽極電流 I_{Pa} — 陽極電流の直流分 — を除いて交流分のみに就て考へると、格子に加はる交流分電壓 e_g に對する陽極電流 I_P — 陽極電流の交流分 — は、陽極電壓 μe_g に對する値となり、陽極電流は陽極電壓に直線的に比例するから、前式の如くに求められる。今、負荷インピーダンス Z の抵抗分を r 、リアクタンス分を x とすると

$$|I_P| = \frac{\mu e_g}{\sqrt{(R_P + r)^2 + x^2}} \quad \text{となる。}$$

三極真空管の應用回路としての發振回路、變調及檢波回路、増幅回路等に就ては、之れを講述する夫々の章に於て説明することにしやう。

4.4 多極真空管と其の回路

三極以上の真空管を多極真空管と總稱するなら、實用されてゐる主なるものは、四極真空管、五極真空管、五格子七極真空管等の複合管である。然し、何れにしても其の根本は三極真空管であつて、



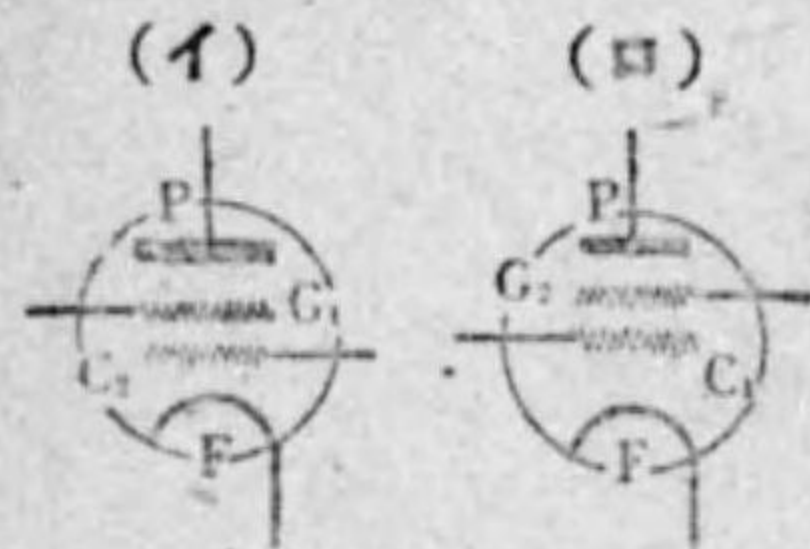
第 4.14 圖

前圖等價回路の説明

夫々の用途に応じて三極真空管の性能を補ふ爲めに電極を追加して多極管にしたり、或は1管で整流作用、檢波作用、増幅作用等の異なる働きを同時に行はせて、場所を節約し、配線の手間を省く爲めに複合管としてゐるに過ぎぬ。但し、複合管、特殊真空管に就ては節を改めて述べる。

4.4.1 四極真空管

四極管は三極管に今1つの格子を追加したもので、1陽極、1陰極、2格子の4極となつてゐる。此の場合、制御格子 G_1 を陽極側とするか、陰極側とするかに依つて第4.15圖(イ)(ロ)の如く兩様の場合を生ずる。



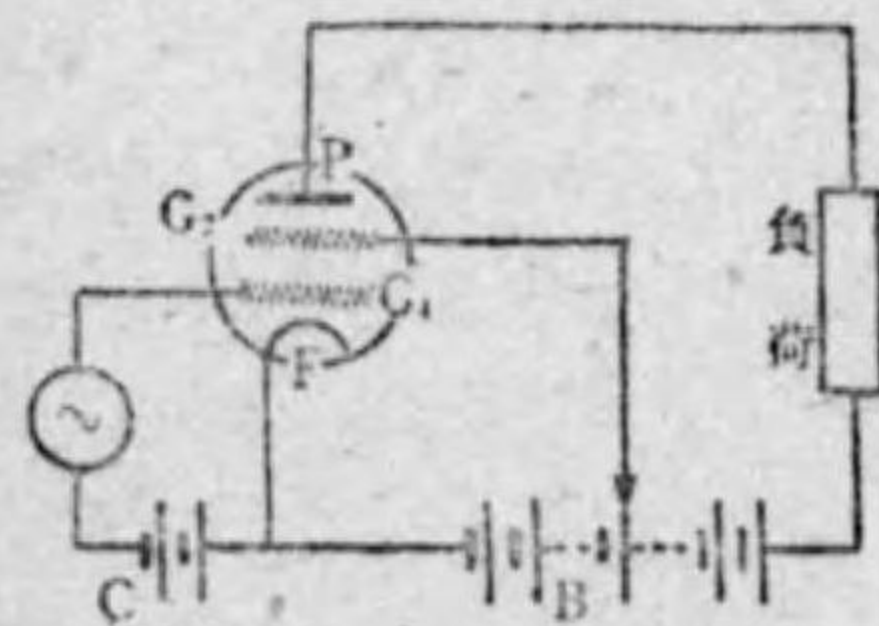
空間電荷格子管 遮蔽格子管
第 4.15 圖
四極真空管の2種

即ち、(イ)圖の場合は、 G_2 が陰極 F に接近してゐるので、其の電位は陰極附近の空間電荷に大きな影響を與へる。従つて之れを空間電荷格子管と云ふ。(ロ)圖の場合は、 G_2 が陽極 P と制御格子 G_1 の間に存在して、其の通路を扼するから、其の電位の如何に依つて、兩電極間の電界分布に、大きな影響を與へ、P と G_1 を電氣的に遮断して仕舞ふ。故に

之れを遮蔽格子管と稱する。

斯様に、 G_2 の配置方法で、真空管としての性能が異つて來るので用途も自から別になる。次に項を分つて夫々の特性を説明しやう。

〔遮蔽格子管〕 第4.16圖に示すやうに、遮蔽格子 G_2 を B 電

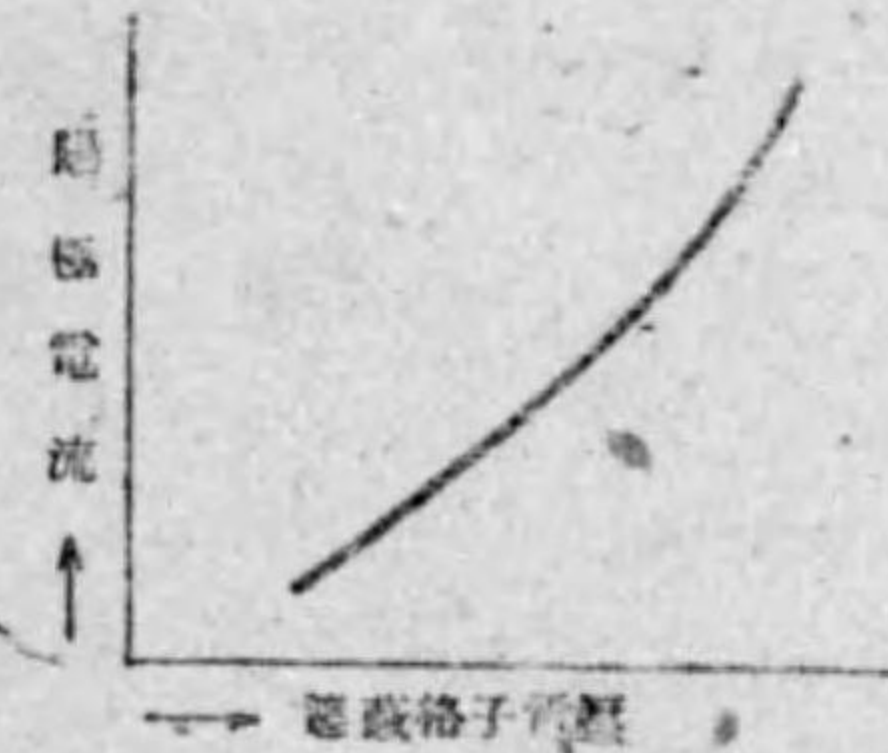


第 4.16 圖 遮蔽格子管回路

なる。其の結果、陽極 P と制御格子 G_1 との間の静電容量は著し

く小となる。

今、陰極 F から放射された電子に就て考へると、遮蔽格子 G_2 は正電位であるから、電子は之れに引かれ加速されて飛來し、遮蔽格子 G_2 の網目を通過して陽極 P に達する。従つて遮蔽格子電圧を大とする程、強く電子を吸引して加速するので、陽極電流を増加する。其の状況の一般を示したのが第4.17圖であつて、圖より明

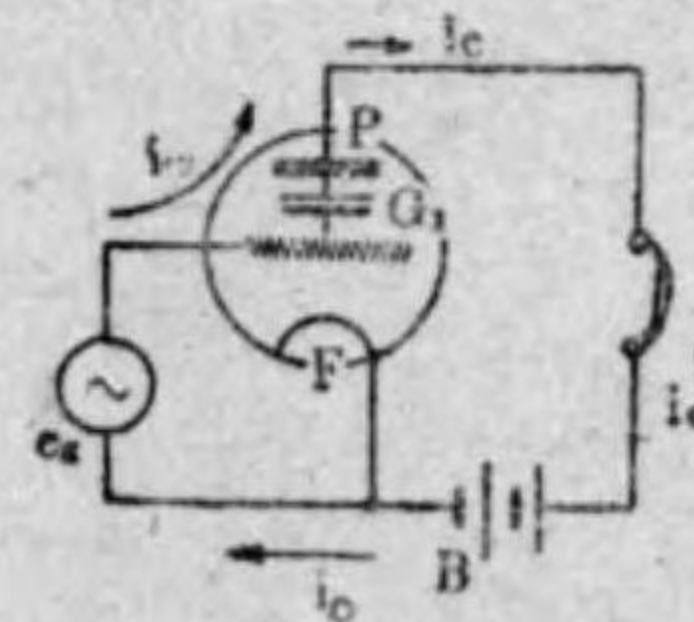


第 4.17 圖
遮蔽格子電圧と陽極電流

かなやうに、陽極電流は遮蔽格子電圧の増大に應じて増加する。然し、之れを餘りに過大にすると、陽極に行く電子を吸引して之れに止め、遮蔽格子回路に電流を通ずる。其の結果は却つて陽極電流を減するやうな仕儀になるから、一般に遮蔽格子電圧は B 電源電圧の $1/2$ 以下とされる。

上述で明かなやうに、遮蔽格子の働きは、陽極と制御格子間の静電容量を著しく微小とする。— $0.01 \sim 1 \mu\mu F$ の程度に—同時に、陽極と制御格子を相當に引離しても、B 電源電圧を餘り高くすることなく、陽極電流を大きな値に保ち得る。尙、陽極と制御格子間の静電容量は高周波交流の増幅作用を妨げるので、此の値の小さいことは増幅作用を大として好都合である。

斯様に、遮蔽格子管は三極管に比して大きな増幅率を有し、増幅管として適當である。殊に P と G 間の静電容量を小さくするので、上述の如く高周波増幅に最も適し、此の目的に多く用ひられる。



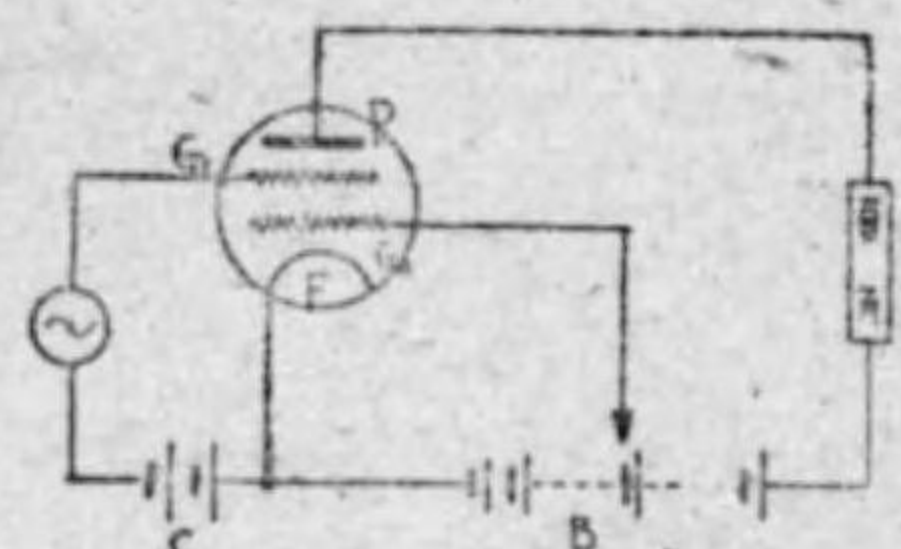
第 4.18 圖
P と G_1 間の静電容量の影響

附説する迄もあるまいが、陽極 P と制御格子 G_1 間に静電容量が形成されるので、第4.18圖に示すやうに、 G_1 に交流電圧が加はると、充電電流 i_c が G_1 から P へと流れる。故に、陽極電流を正しく格子電圧 e_g の變化に順應させることが出來ない。これはラジオ回路等で正しい音聲電流の得られないこ

とを意味する。

小型真空管として採用されてゐる一般的な構造は、遮蔽格子が内側から陽極を包んで外側へと一杯に蔽つてゐる。内側の部分は螺旋形に巻いた細いモリブデン線で、天井はニッケル圓板、外側には圓筒形のニッケル網か、又は小孔を無数にあげ、凹凸を作つたニッケル板等が用ひられてゐる。此の外側は勿論、遮蔽効果を十分とする目的ではあるが、又、放熱体としての役目を果すことにもなる。

〔空間電荷格子管〕 先の遮蔽格子管で、 G_1 と G_2 を入れ換へると、空間電荷格子管になるやうであるが（第 4.15 圖 参照） 夫々の場合に應じて格子の構造並配置が異なるので左様にする譯には行かない。夫れはともかくとして、外見上は、遮蔽格子管の G_1 と G_2 が



第 4.19 圖 空間電荷格子管回路

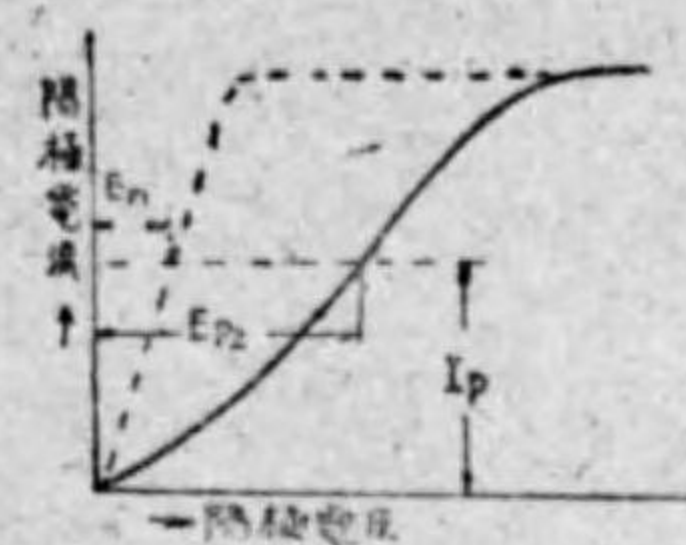
第 4.19 圖 のやうに入れ替へるだけで、陽極 P に近い外側の格子 G_1 を制御格子とし、陰極 F に近い内側の格子 G_2 に B 電源に依つて F に対し正電位を加へる。此の G_2 を空間電荷格子と稱する。

今更らに申す迄もないことであるが、真空管に於て陰極 F より放射される負の電荷を有する電子は陽極の正電位に引かれて陽極板 P に突進するが、電子自身は負の電荷を有して居るから、お互ひに反撥し合つて其の速度を失ひその一部は陰極と陽極間の空間に浮遊する。これを空間電荷と云ひ、其の状況は 第 4.20 圖 に示すやうに、陰極の附近に密集する——陽極の附近では其の正電位に引かれる力が強いので密集しない——其の結果、陰極よりの電子は此の空間電荷を突き破つて陽極に達せねばならない關係上、陽極電圧の上昇に應じ、遂次に陽極電流を増加する。此の状況を示したのが 第 4.21 圖 であつて、点線は此の空間電荷がないとした場合の陽極電圧に應ずる陽極電流である。即ち、陽極電流は陽極電圧



第 4.20 圖 空間電荷

に直線的に比例し、陰極の放出する電子の悉くが陽極に到達すると、後は陽極電圧を如何に増加しても陽極電流を増さない。然るに實際は空間電荷があるので、陽極が此の空間電荷の全部を引きつける程、高い電圧にならない限り、空間電荷が陰極より陽極に行く電子の行進を妨げて、陽極電圧増加の割合に對し、陽極電流の増加は少い。これを示したのが實線であつて、同一の陽極電流 I_p に對して、陽極電圧 E_p の値が $E_{p2} > E_{p1}$ のやうになる。



第 4.21 圖 陽極電圧と陽極電流

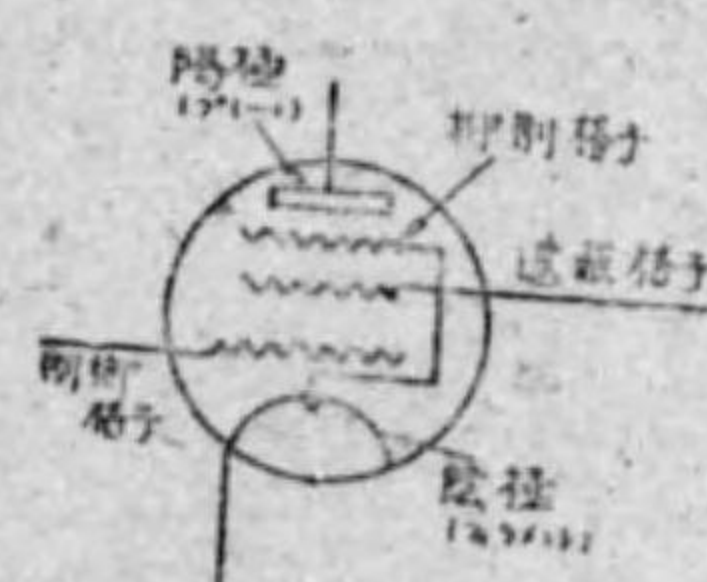
扱、第 4.20 圖 に歸つて、陰極 F の近くに格子を設け、これを正に充電したとすると、陰極附近に浮遊する電子、即ち空間電荷は、 G_2 に吸引せられて消失するので、陰極 F より放出される電子は空間電荷の妨害を受けずに陽極に達することが出来る。其の結果、比較的低い陽極電圧で大きな陽極電流が得られるやうになる。これが空間電荷格子管の特長である。此の空間電荷格子 G_2 に加へられる電圧は、陽極電圧の $1/4 \sim 1/2$ 程度にされる。

上述のやうに、空間電荷格子管は、B 電源電圧の低くてよい事が特長で、携帯用無線受信機等に採用されてゐる。其の構造は、陰極附近の空間電荷をなるべく多く吸収するやうに螺旋形ならピッチを狭く、網状なら其の網目を密にする。

4.4.2 五極真空管

四極遮蔽格子管で遮蔽格子と陽極との間に更らに今 1 つの格子を追加したのが五極真空管である。即ち、第 4.22 圖 に示すやうに、陽極と陰極の他に制御格子、遮蔽格子、抑制格子がある。結局、1 陽極、1 陰極、3 格子で、全部で 5 箇の電極を有する

第 4.22 圖 五極真空管



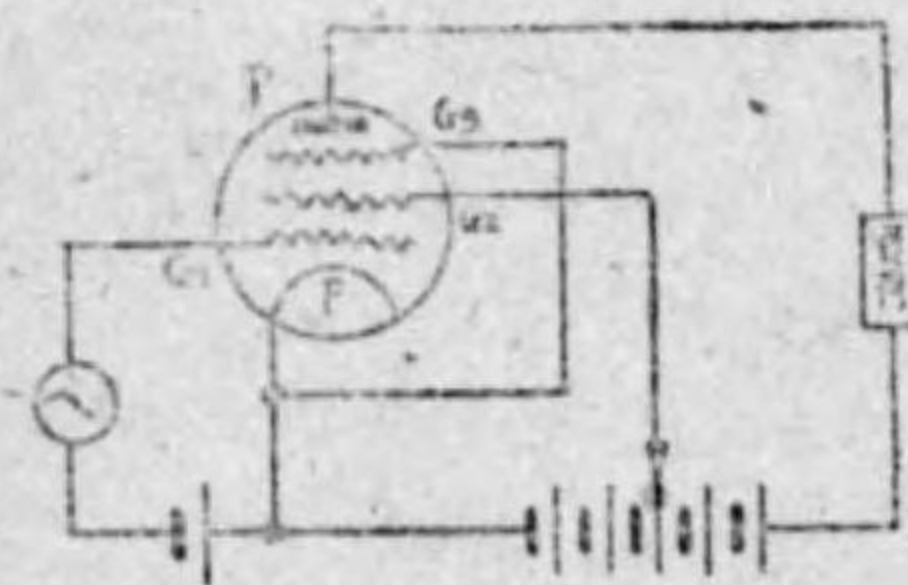
第 4.22 圖 五極真空管

圖は抑制格子が真空管の内部で陰極條條の midpoint に結ばれた場合を示したが、或は外部で陰極の 1 端に接続するやうにしたものもある。（第 4.23 圖 参照）何れにせよ、特別に電圧は加へられない。五極真空管の四極遮蔽格子管と相違する處は、抑

制格子のあることで、其の特異な性質は全く之れに所來する。

之れを説明する爲めに、今一應、遮蔽格子管に歸つて考へる。遮蔽格子に高電圧が加へられると、陰極よりの電子は之れに吸引、加速されて飛來し、遮蔽格子を突き抜けて陽極に突進し、之れと激突する。其様に電子が陽極板に激突すると、板中の自由電子が此の勢ひで板外に飛出すやうになる。之れを二次電子放射と稱する。此の二次電子の放射が起つても、此の附近に高い電圧がないと、二次電子は元の陽極に復歸して何の現象も現はさない。然るに、遮蔽格子管では、陽極の附近に正電位の遮蔽格子があるので、二次電子は之れに吸引される。又、陰極より飛來する電子の一部も遮蔽格子に止まるので、遮蔽格子には是等の和に相當する電流が流入する。其の結果、陽極電流が減少するので、陽極電壓對陽極電流の特性曲線上に複雑な凹凸を生じて、大きな入力電圧に對して歪みのない増幅が行へなくなる。

其處で、二次電子放射は止むを得ぬとこでも、之れが他の電極に累を及ぼさないやうにする工夫はないか、斯く考へて到達したのが陽極と遮蔽格子の間に今1つの電極を入れて、此の二次電子が遮蔽格子に達しないやうにする抑制格子の挿入である。之れを外部で陰極の1端に接続した接続圖の1例を示すと第4.23圖の如くである

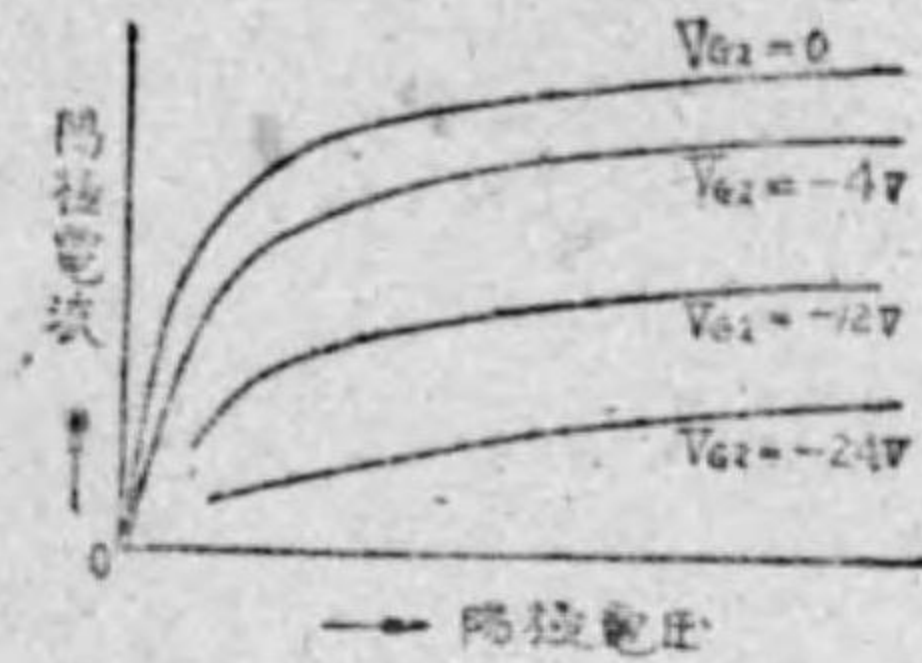


第 4.23 圖 五極管回路

斯様にすると、抑制格子 G_3 の附近は陰極と同電位になるので陽極 P から放出される二次電子は此の G_3 に阻止されて、遮蔽格子 G_2 に達しない。斯様にすると、陰極 F から陽極 P に突進して來る電子も阻止するやうに働くのであるが、 F よりの電子は遮蔽格子 G_2 に依つて十分に加速されてゐるので、抑制格子 G_3 の阻止力も及ばず、其の網目を通過して陽極に到達する。斯く陽極から出る二次電子は G_3 に阻止されて再び陽極に立ち戻る。従つて、二次電子の放射の影響は少しも外部に現はれないから、陽極電壓對陽極電流の特性曲線は第4.24圖の如くに、平滑なものにな

る。

る。



第 4.24 圖 五極管の $E_p - I_p$ 曲線

加ふるに陰極から出た電子は遮蔽格子に依つて加速されて陽極に達するから、陽極はただ電子を收容すればよく陽極電圧が低くとも働く。従つて、陽極電圧を低下してもよいことになり、夫れだけ陽極能率が向上する。勿論、曲線が平滑になると、大きな入力電圧に對しても増幅作用を行ひ得て、大なる出力を得ることが出来る。要するに

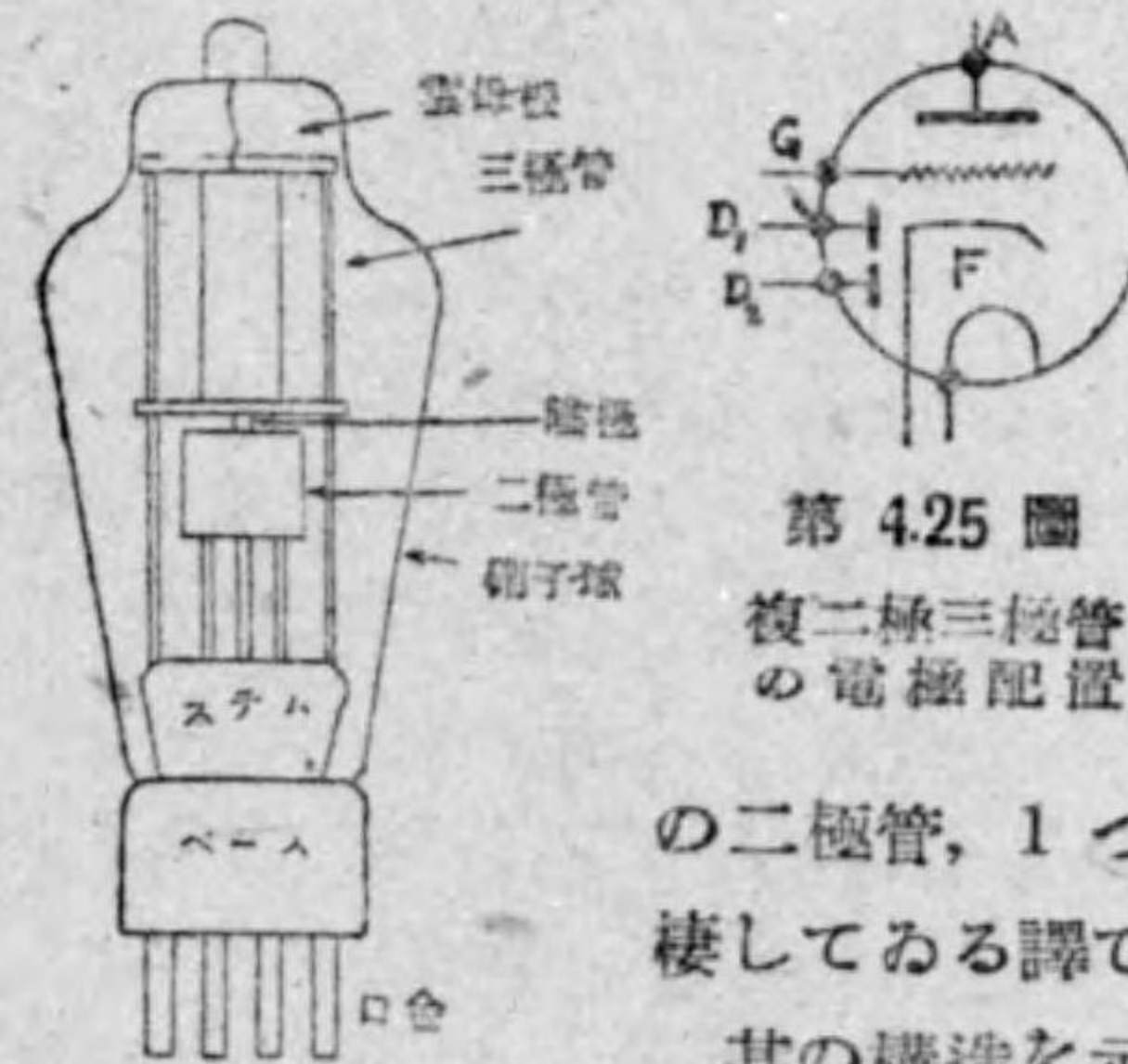
三極真空管が五極真空管に成長して初めて其の機能を十分に發揮し得るに至つたと云へやう。

4.5 特殊真空管

4.5.1 複合真空管

受信機等に於て、場所を節約し、配線を簡單として能ふ限り小型とする爲めに、2 箇以上の真空管を1箇のガラス球内に納めることがある。之れを複合真空管と云ひ多極真空管になる。其の二三の例に就て簡単に説明しやう。

〔複二極三極管〕電極の配置を示すと、第4.25圖の如くであつて、陰極 F と2つの陽極 D_1, D_2 は、全波整流— D_1 と D_2 を並列とすると半波整流—を行ふ二極管部であり、陰極 F と陽極 A 、格子 G が三極管部である。結局、2つ



第 4.25 圖 複二極三極管の電極配置

の二極管、1つの三極管が陰極を共通として同棲してゐる譯である。

第 4.26 圖 複二極三極管の構造

其の構造を示すと第4.26圖の如くで、上部が三極管部であり、其の下にツケル小箱内に二極管部が遣入つてゐる。此の小箱は陰極に

接続され、之れと同電位にされるので、電子を追ひ返して三極部との間を遮蔽する。

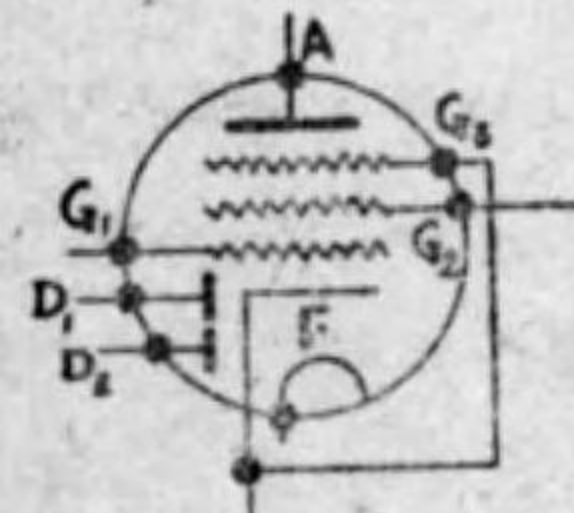
先きに二極管の處でちよつと述べたやうに、此の場合、陰極として



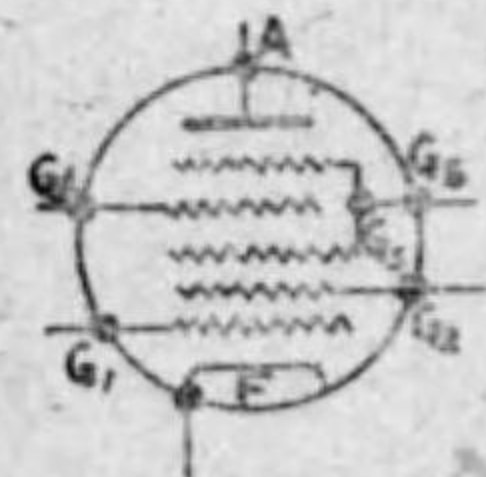
第 4.27 圖 傍熱型陰極の構造

はニツケルの小さな管の表面に酸化物の被覆を施したのを用ひ、之れをタングステンの抵抗線からなるヒーターで間接的に加熱する。其の構造を示したのが第 4.27 圖である此の加熱電源として交流を用ふると、交流の波形の變化に従つて、發熱の状態が異り、電子の放射状況も之れに應ずる。従つて、陽極電流が脈動する虞がある。之れを防止する爲めに、熱容量が大きくなるやうな構造とする

〔複二極五極管〕電極の配置は第 4.28 圖の如くであつて、全波整流を行ふ陰極 F と陽極 D₁ D₂ から成る複二極管部と、増幅作用を行ふ E G₁ G₂ G₃ A の五極管部が 1 つのガラス球内に納められ、両者は遮蔽されてゐる。



第 4.28 圖 複二極五極管



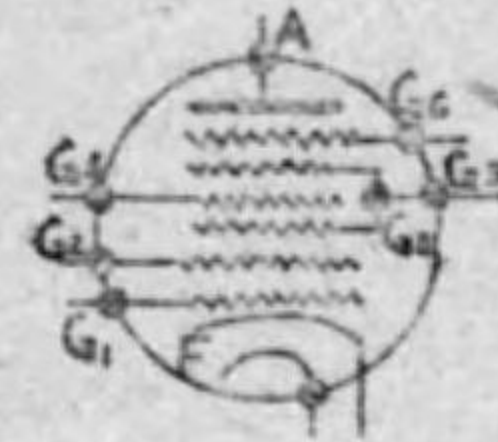
第 4.29 圖 五格子七極管

〔五格子七極管〕電極の配置は第 4.29 圖の如くであつて、5 箇の格子がある。圖では陰極に近いものから順次に、第一格子 G₁、第二格子 G₂……と云ふやうに命名した。超ヘテロダイン受信法では、周波數 f₁ である到來電波電壓に、局部發振器から出る周波數 f₂ なる電壓を組合せて周波數 f₁-f₂ を得てゐる。此の組合せ操作を 1 箇の真空管で行ふやうにしたものが、此の真空管であつて、1 種の周波數變換管である。

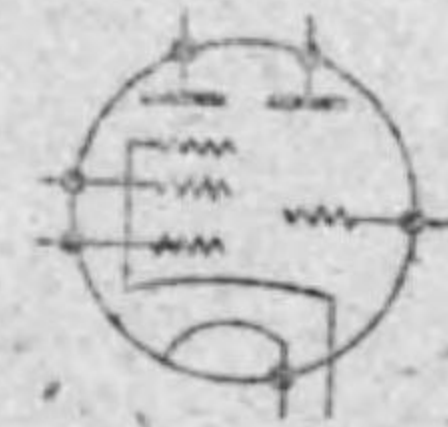
圖に於て、G₁ 及 G₂ を三極管の制御格子及陽極として用ひ、之れに局部發振管の役目をさせる。此の局部發振管の周波數で變調せられた電子流は G₃ の作用で陽極 A へと流れるが、其の途中にある G₄ には到來電波に依る電壓が加はるので、2 重の變調を受けて

陽極に達する。G₃ と G₄ は圖示したやうに内部で接続され、之れに正電壓が加へられる。之れは四極真空管の遮蔽格子と同様で、陽極への電子流を加速する。

〔六格子八極管〕之れも前管と同様に、陰極に近いものから、第一格子 G₁、第二格子 G₂……と命名する。第 4.30 圖は其の電極配置圖であつて、第六格子 G₆ は抑制格子としての作用を行ひ、用途は前と同じく周波數變換管である。



第 4.30 圖 六格子八極管

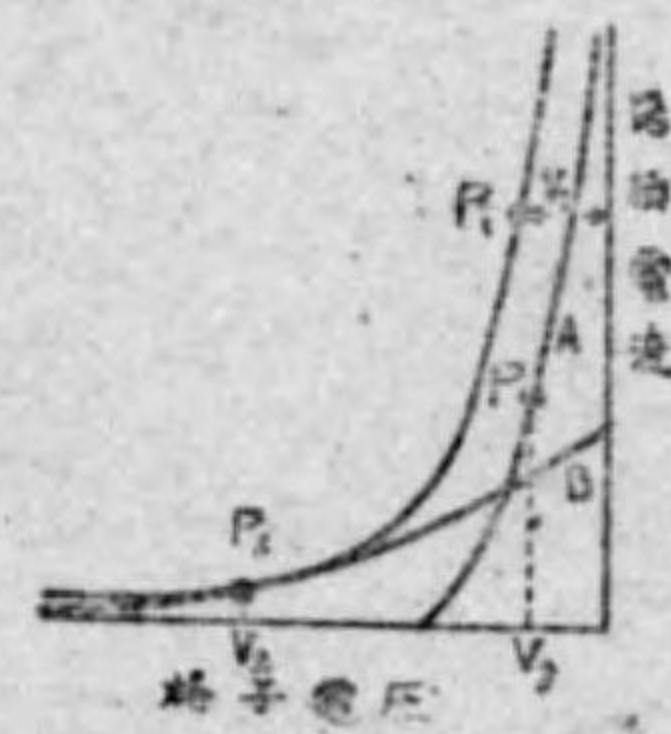


第 4.31 圖 三極五極管

〔三極五極管〕之れは第 4.31 圖に示すやうに、三極管部と五極管部とを同一の真空管内に納めたもので、陰極は共通に用ひられてゐる。此の兩部共に増幅用として用ひられ、超ヘテロダイン受信法では、三極管部を局部發振用に、五極管部を第一檢波用としてゐる

4.5.2 可變増幅管

可變増幅管は真空管の制御格子電壓對陽極電流の特性曲線の形狀を變へ、格子偏倚電壓の調整に依つて、廣い入力電壓に對し満足な増幅を行ふものである。一般に真空管の増幅率を大きくすると、特性曲線は第 4.32 圖の A のやうに右方に寄る。従つて、小なる入力電壓の増幅に適する。然るに、増幅率を小さく設計すると特性曲線は B のやうに左方に寄り、大なる入力電壓の増幅に適する。即ち、A 曲線の P 点を動作点——格子偏倚電壓は V₂——とすると、格子電壓の振幅の小さい時はよいが、振幅が大きくなると左方はすぐ彎曲してゐるので、出力波形に歪みを生ずる此の格子電壓の振幅が大きい場合は B 曲線に依るとこの歪みがない。

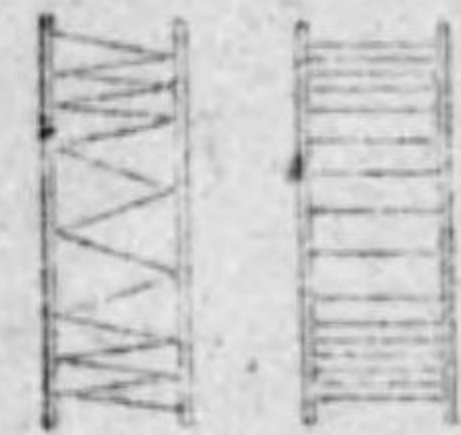


第 4.32 圖 可變増幅管の特性曲線

其處で、A 曲線と B 曲線を合せた C 曲線のやうな特性曲線にして、入力電壓の小さい時は格子偏倚電壓を V₁ として P₁ 点で働

かせ、入力電圧の大きい時は格子偏倚電圧を V_2 として P_2 点で働かせる。斯様にすると、廣い格子電圧に対して都合のよい増幅を行ひ得る。

之れに應ずる真空管の構造としては、A と B の別々の特性を有するやうなものを1箇の真空管に納むればよい。之れが爲めに制御



第 4.33 圖
可變增幅管の
格子の構造

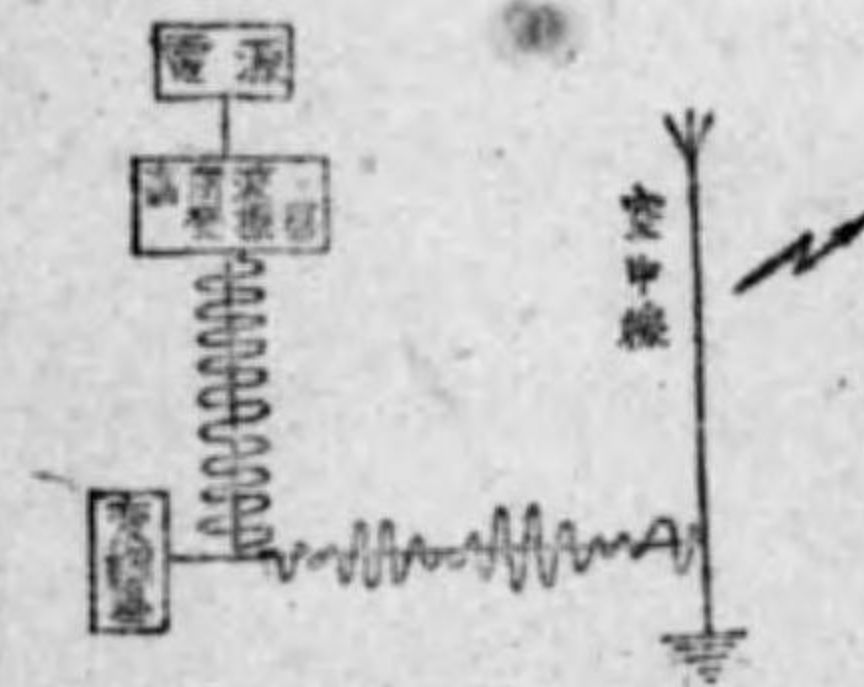
格子の網目を 第 4.33 圖 のやうに、粗密とする方法が一般に採用されてゐる。

此の可變增幅管は主として、四極管及五極管に適用されてゐる。

5. 送信装置

5.1 送信装置の一般

無線通信の一般は既に 第 1 章 の總説で述べた通りであつて、送信所に於て高周波電流を發生し、之れを電信符號又は電話電流等に依つて適當な波形に変更し、之れを空中線に導いて電波として四方の空間に發射する受信所に於ては、此の電波を受信して電信符號又は電話電流を検出して送信の意味を知るのである。第 5.1 圖 は送信装置の組立を示したものであつて、



第 5.1 圖 送信装置の 1 例

一定周波數の高周波電流を發生させる高周波發振器と之れが電源装置、此の高周波電流を通信電流に應じて變形させる變調裝置——電信にあつては電鍵裝置——及此の高周波變形電流を電波として空中に發射させる空中線 (アンテナ) の 4 部から成る。

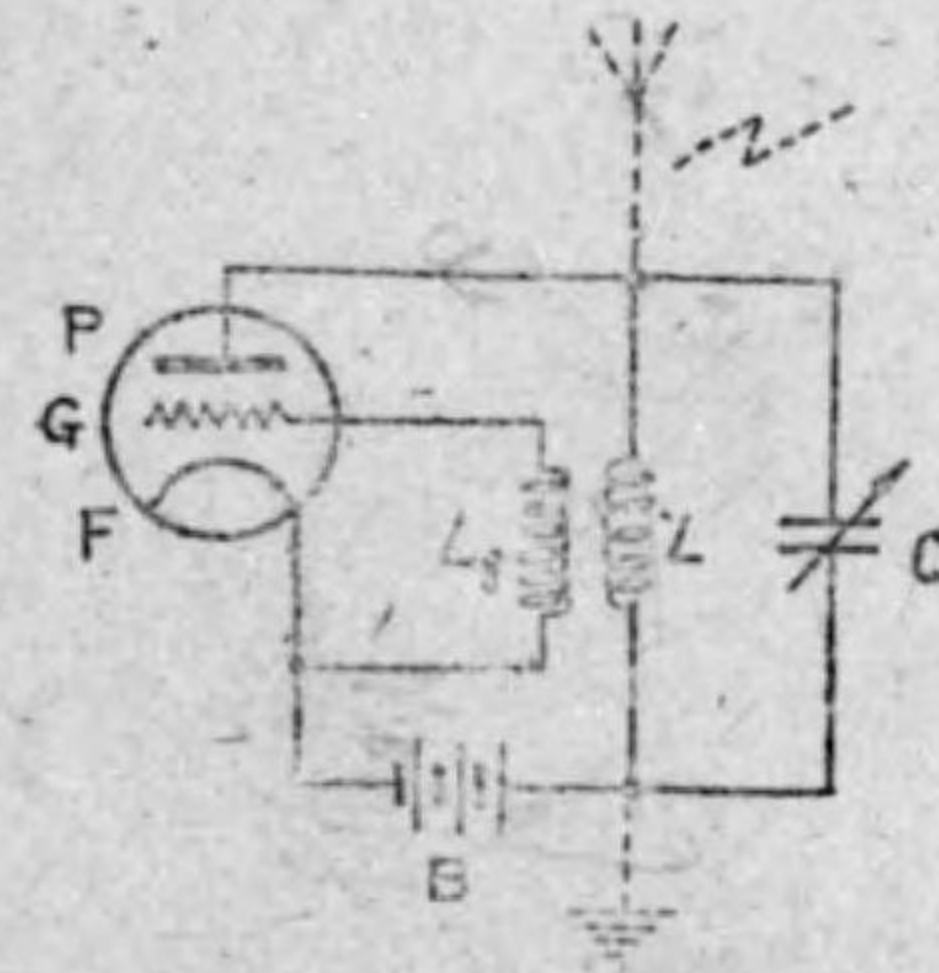
電源装置、高周波發振器、變調器の 3 者をまとめて送信機と稱する。送信機には各種のものがあるが、振動電流を發生させる方法に依つて、火花式、發電機式、電弧式、真空管式等に分類される。然し簡単に持渡電波が發生され、容易に各種の電波が得られ、然も裝置が簡單である真空管式が全盛であつて、他は歴史的の遺物であると云つても過言でない程であるから、本章では之れに就て述べるこ

とにする。

5.2 真空管發振回路の原理

真空管發振回路としては種々様々のものであるが、其の最も簡単な 1 例に就て其の動作を考察して見やう。此の根本を理解すれば、接続が如何に複雑になつても、其の動作が自から明かにならう。

基本的な接続圖の 1 例は、第 5.2 圖 に示す通りであつて、前章で



第 5.2 圖 真空管發振回路

説明した如く、陰極 F から放出される負の電荷を有する電子は、陽極 P の正電位に引かれて、F から P に飛來するので、電流は P から F に流れることになる。従つて、電流は B 電源よりインダクタンス L を通つて、陽極 P より陰極 F に流れ F から B に歸る。此の陽極電流の方向は斯く一定で、勿論、直流である。但し、其の値は後述のやうに時々刻々と變るから正しくは脈流である。

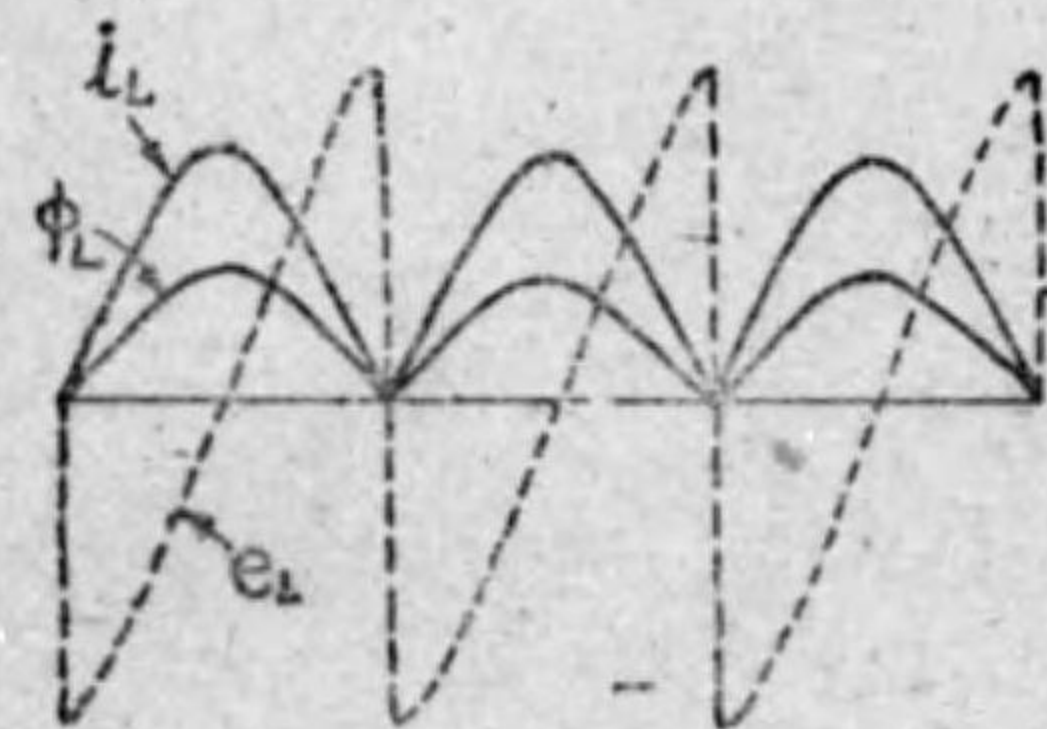
扱、此の回路に振動電流が流れる状況を考察して見やう。陽極電流が流れ始めた過程に於て、L の回路のみに就て考へると、之れに流れる電流が遂次に増加すれば、L に誘起される自己誘導起電力は此の電流の増加を阻止する方向に生ずる。故に、L の電流は急激に増加し得ず漸増する。一方、C の電流は、最初に於ては電壓が急に加はるのだから大きく、充電の進行と共に減少する。結局、L の電流は漸増し、C の電流が漸減するので、何れが大きいかに依つて陽極電流は漸増ともなり、漸減ともなる。何れにしても同じことであるから、陽極電流が漸増する場合に就て考察して見る。L に流れる電流が増加すると、之れに依る磁力線が増加して L_r の線輪を切つて、之れに誘起起電力を生ぜさせる。此の時の誘起起電力が、格子 G に正電位を與へるやうに接続して置くと、G は正電位となつて F より放射電子を一層に強く吸引し、陽極電流を増加して、L の電流を増し、L の作る磁束を大とする。従つて、 L_r の誘起電壓を前

の方向——G を正電位に充電する方向——に高め、更らに陽極電流を増加する。と云ふやうに、原因は結果となり、結果は原因となつて急激に陽極電流を増加する。

然し、陰極 F の電子放射数にも、電源の容量にも限度があるので陽極電流は或る限度以上に増加し得ない。

註; F の温度を變へない以上、其の電子放射数は一定値であつて、放射電子の悉くを陽極が吸収するやうになると、之れ以上に陽極電流は増加しない。又、電源の容量に制限があると云ふのは、電流が大きくなると内部電壓降下が増して端子電壓が低くなり、電流が増加し得なくなることを指す。

斯様に、一度び陽極電流の増加が止ると、L の磁力線の變化も止り、 L_2 の誘起電壓は 0 になる。従つて、G が F の放射電子を吸引する力がなくなり、陽極電流は減少し、L の電流が減少して磁力線も減少する。此の磁力線變化は前と反對に減少するのであるから L_2 の誘起電壓は前と逆の方向、即ち、G に負電壓を與へる方向になる。斯く G が負電壓になると、陰極 F の放射電子を押さへて陽極電流を減少させ、L の電流も亦、減少して、愈々増々、陽極電流を減少させる。斯様にして、急激に陽極電流が減少する。斯くて陽極電流が零となると、之れが減少の終点で、L の電流も零になり G に負電壓を與へてゐる L_2 の電壓も零——正しくは 0 を通過して急激に反對方向になる——になるから、F からの電子の放射を抑制する力がなくなり、反對に吸引して陽極電流を増加する過程に入る。



第 5.3 圖 L の電流、電壓

同形の ϕ_L になる。 ϕ_L に依る L の自己誘導起電力 e_L は i_L の増

斯様にして陽極電流は激しく脈動する。此の間に於ける L の電流及其の誘起電壓を圖示すると、第 5.3 圖の如くで、L の電流 i_L は陽極電流の 1 部であつて、上述のやうに脈流——陽極電流は常に P→F の方向である——となる。L の磁力線 ϕ_L はアンペア回数に比例して i_L と

加する過程では、此の増加を阻止する方向、 i_L の減少する過程では此の減少を阻止する方向を取る。従つて、兩場合の e_L の方向は反對であり、且つ、其の大きさは磁力線の變化の割合に比例するので、 ϕ_L の零値附近で最大となり、 ϕ_L の最大値附近では零になる。

註; 横軸を細く等分して、縦軸に於ける ϕ_L の差を取ると、之れが磁力線變化の割合になる。之れを行ふと明かなやうに、 ϕ_L の變化の割合は ϕ_L の零値の附近で大きく、 ϕ_L の最大値の附近で小さい。

上記の如くであるから e_L の變化状況は点線の如くに交流電壓となり、之れが静電容量 C の兩端に加へられるのだから、C には變化の激しい交流の流れることが分らう。

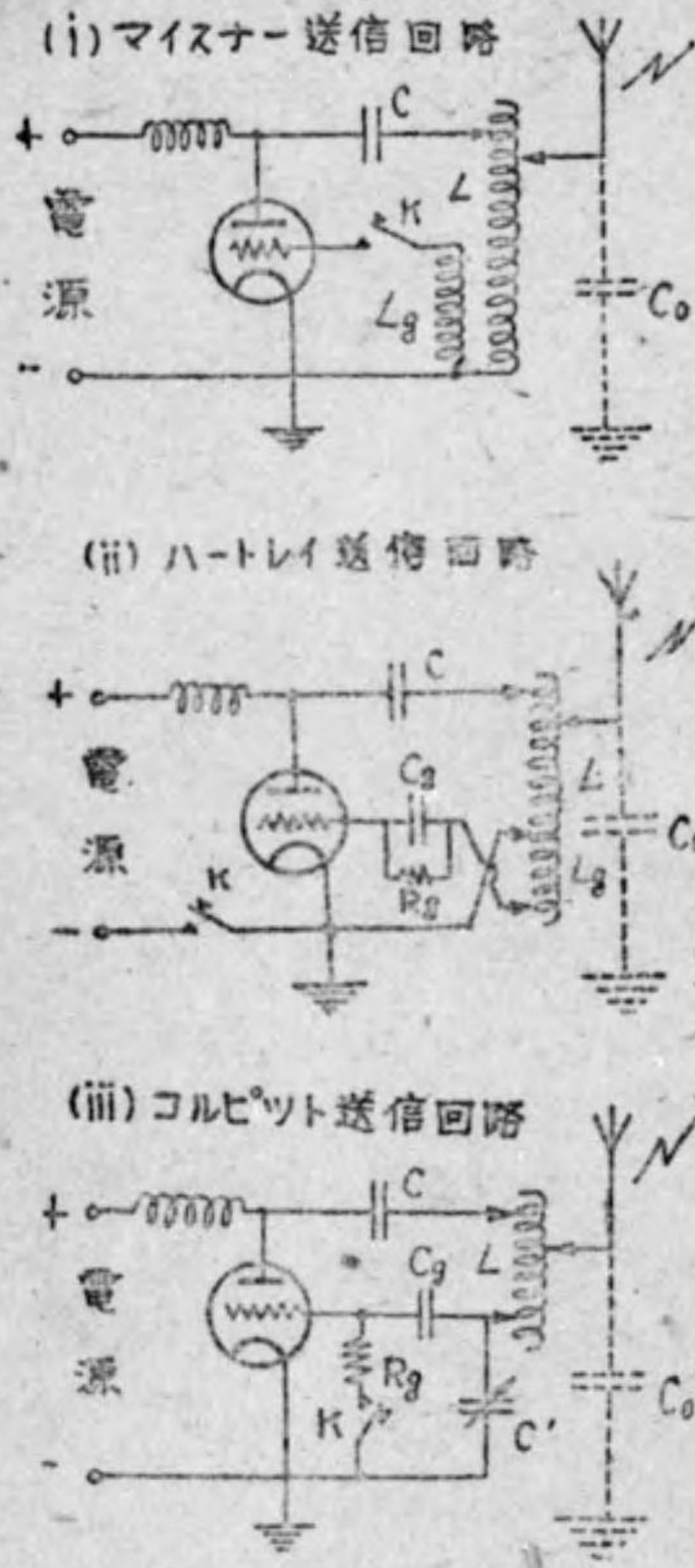
扱、第 5.2 圖に於て、L の上端を延長して空中線に接続するなら C は空中線の静電容量と考へてよく、此の C は空中線と大地間に存在するのだから、空中線と大地間には變化の激しい交流充電電流が流れることになり、持続的の電波が空中線から放射されることになる。

斯様に、三極真空管の格子 G を回路に結合すると、強力な振動電流を發生する。此の場合、G に加へる制御電壓 V_g の取り方に依つて、發振器としての能率が著しく相違する。制御電壓を零と飽和電壓——之れ以上に V_g を増しても I_p の増加しない電壓——の間にとると、能率は 50% 以下であり、此の範圍を越へて V_g を大きくする—— L_2 の巻数を大とする——と理論的には能率を 100% とすることも可能である。

5.3 自動式發振回路

第 5.2 圖の真空管發振回路では、陽極電流に相當する真空管の出力の 1 部が L_2 を通じて元の真空管に返されて振動を増幅するので、此の種のもを自動發振器と稱する。

自動式の接続方式にも各種各様があるが、代表的な例を示すと、第 5.4 圖の如くである。圖に於て、(i) はマイスナー式であつて、其の出力回路は L と C。で振動回路を形成し、入力回路との結合は L と L_2 の相互誘導に依つてゐる。此の L_2 回路に電鍵 K を入れて送信を行ふ。本方式は構造が簡單で、調整箇所が少ないので、船舶



第 5.4 圖 自勵式發振回路の 1 例

ることもある。

次に、(ii) はハートレイ式であり、(iii) はコルピット式で、共に電力及周波数が広い範囲に亘つて、能率よく簡単に調整されるので長波のみならず短波の發振回路としても實用されてゐる。

(i) の回路で L と L_g の結合を單卷式とし、G の回路に C_g と R_g を用ひて、電鍵を B 電源側に移すと (ii) の回路になる。又、出力側と入力側の結合に静電容量を用ふると (iii) の回路になる。此の場合の振動回路は C L C' であり、(ii) では C, L, L_g である夫々の振動回路の動作は前節の説明を玩味するなら、自から明か

局での海岸局に採用されることが多い。但し、此の電鍵操作に依つて振動電流に高調波を多く含むことになり、周波数變動の大きい欠点がある。

尚、左の接続圖に於て、静電容量 C は電源側の直流が直ちに空中線回路に行くことを阻止してゐる。

今、陽極が B 電源(左端)に依つて + に充電されると、C の L 側は - になり、L と空中線の静電容量 C₀ より成る振動回路に電流が流れ振動を生ずる。之れが L_g に誘導電圧を生じ、格子 G の電位を振動させて、L-C₀ の回路の振動を強化することは前節に説明した通りである。

但し、此の L_g の回路に (ii) と同様に格子蓄電器 (グリッド・コンデンサー) C_g 及格子抵抗 (グリッド・リーク) R_g を用ふ

あらう。

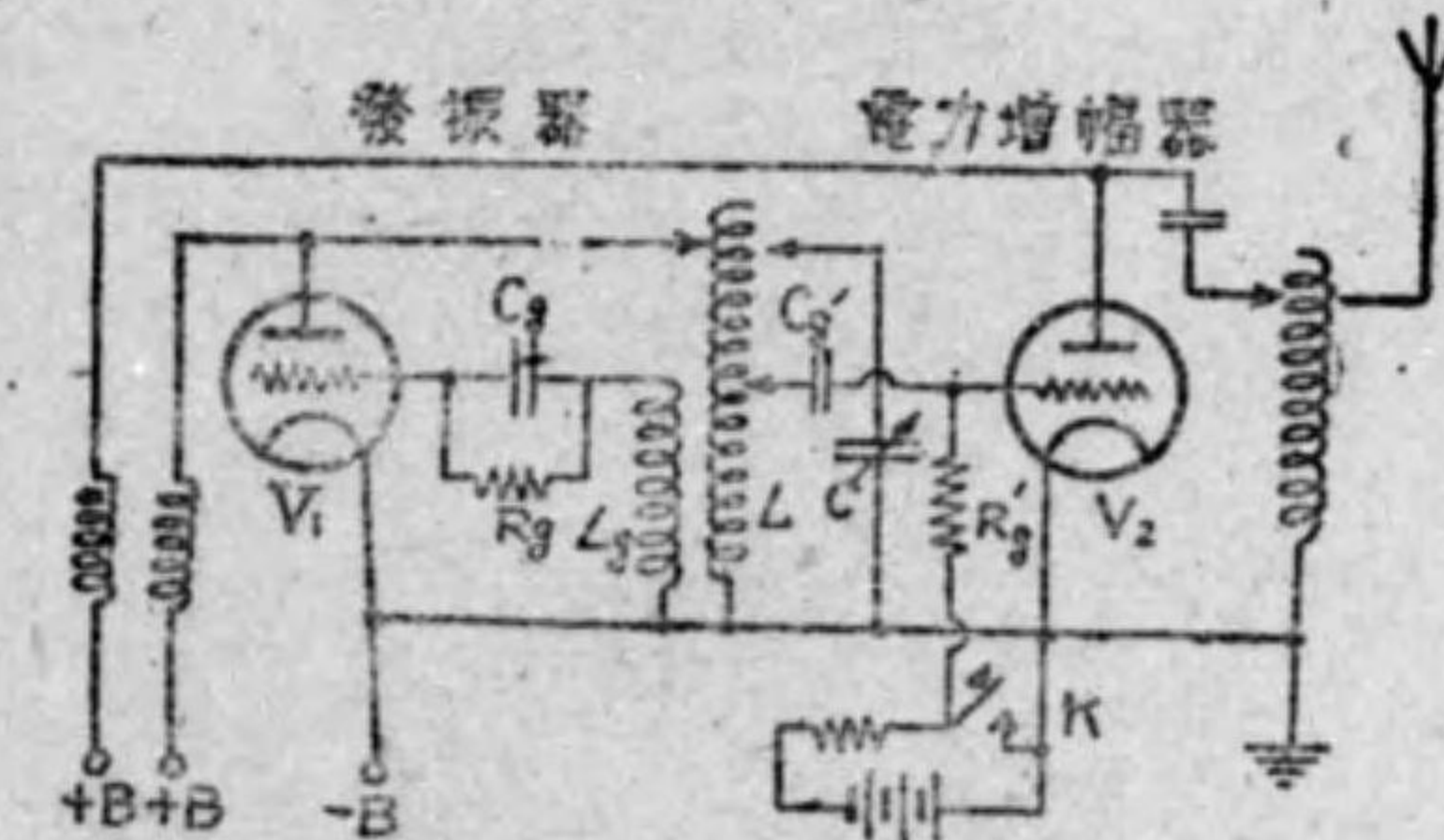
註：何れの場合も、電源と真空管との間に塞流線輪 (チョーク・コイル) を入れてゐるが、之れは振動電流が電源回路に流れるのを阻止してゐるのである。

5.4 他勵式發振回路

前節の自勵式發振回路では、空中線回路を振動回路とするので、送信周波数 (即ち、電波長) f は $f=1/2\pi\sqrt{LC}$ で、空中線回路の定數 L や C が風雨等の爲めに變化すると、 f が自から異つて來る然るに、混信を防止する目的で一送信所の波長帯は制限されてゐるから、 f の變動は好しくない。又、電波長に變動を生ずると、受信も困難になる。

其處で、送信電波長を一定とするやうな發振方式を採用せねばならぬ。之れが他勵式發振器であつて、他の電源より絶えず振動電流の供給を受け、之れを増幅發振する。

例へば、比較的小電力の真空管で發振して、之れを大電力真空管の格子回路に結んで振動電流を増幅する。此の場合、發振真空管は送信中常に一定の振動電流を發生する。然も、電鍵は大電力管の回路に挿入して置くから、振動が此の影響を受けず、波長の變化も極めて少い。此の増幅管を何段にも採用すると一層に強力な電波が得られ、空中線回路の定數の變化だの電鍵操作の影響を殆んど受けな



第 5.5 圖 他勵式發振回路の 1 例

"+B₁" は B 電源の + 極に "-B₁" は B 電源の - 極に接続する。

くなる。再言する迄もなく、其の主旨は發振器を空中線に直接接続せず、増幅管を挿して間接に然も増幅的に結合して、發振器の受ける外部影響を尠少とするにある。

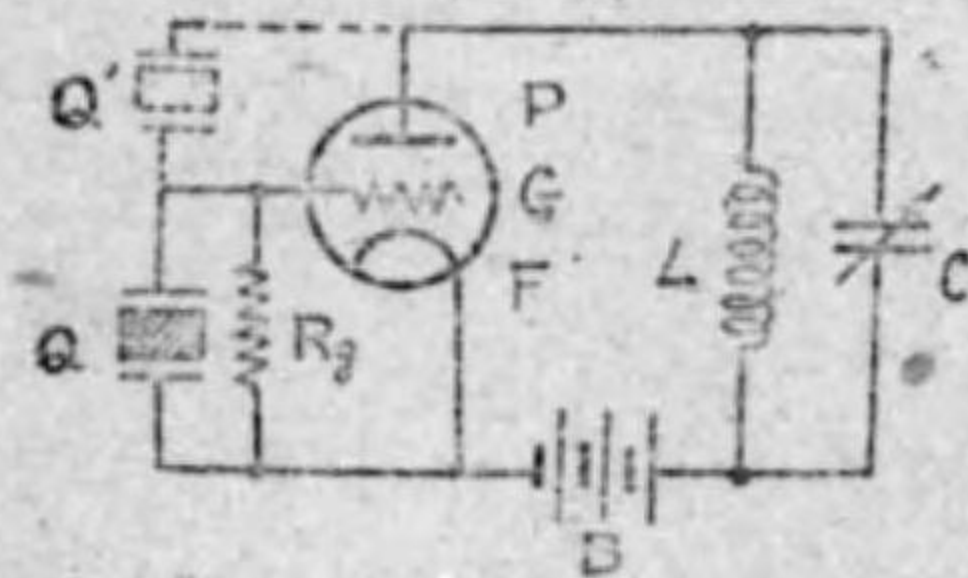
その接続圖の 1 例を示すと、第 5.5 圖

の如くであり、 V_1 は既述した發振管であつて、此の振動電流を直ちに空中線に結ぶ代りに、 V_2 なる電力増幅管の格子 G に結ぶ。更らに、 V_2 の出力側を空中線に結んで持続振動電流を供給すると共に、此の格子回路に電鍵 K 及電池を挿入して信號電流を送る。

要するに、此の方式は電力増幅管 V_2 から見ると他勵式—— V_1 より振動電流の供給を受ける——であり、發振管 V_1 から見ると増幅式と云へる。

此の種他勵式は短波發振に對しては十分でないので、水晶發振器が用ひられる。

水晶を適當に裁斷して板を作り、之れに壓力を加へると、壓力の方向と直角方向に電氣力を生ずる。逆に電氣力を與へると伸縮を生ずる。今、板の厚さを適當として、水晶板が伸縮する周期と加へる電氣力の周期を一致させると盛に伸縮する。此の現象——ピエゾ電氣とも云ふ——を應用したのが水晶發振器である。其の基本的な發振回路の 1 例を示すと、第 5.6 圖の如くで、 Q が水晶振動子である。



第5.6圖 水晶發振器の基本回路

第 5.2 圖に於て、回路に振動の生じたのは、 L_g に依つて格子回路に振動電壓を與へたからである。今、 L_g の代りに之れに生じた誘起電壓と同様な振動電壓を格子 G に供給し得るなら別に L_g を必要としない。此の L_g の代りに水晶振動子を置いたのが第 5.6 圖である。

圖に於て、 Q と並列にある R_g はグリッド・リークに相當するもので、 G の電位が F の電位より高くなる半サイクル毎に電荷が G に蓄積せられ、其の負電位を高めて遂には F より電子放射を抑制するので、之れが適當値になると、 R_g を通じて $G \rightarrow R_g \rightarrow F \rightarrow G$ と放電をするやうに R_g を挿入する。即ち、前に示した發振回路のグリッド・リークと同一の働きをする。 R_g の代りにチョーク・コイルを用ふることもあるが、餘分な振動を起す處がある。又、格子回路には適當な格子偏倚電壓を加へることもある。

扱、圖に於て、陽極 P が充電されると、 P G 間の靜電容量に依

つて Q が充電される。其處で、 Q は歪みを受け、此の歪みに依つて Q に電荷を生じ、之れが G 回路に働いて、第 5.2 圖の場合と同様にして發振のスタートが切られる。此の際、 $L-C$ 回路の固有振動數を Q の固有振動數に近くすると、一層に振動が強調される——實際は $L-C$ の固有振動數が Q の固有振動數より大でないといふ振動が起らない。

此の Q を圖の点線 Q' のやうに PG 間に接続することも出来る。此の場合には、 $L-C$ 回路の固有振動數が Q の固有振動數よりも小さいことが必要である。

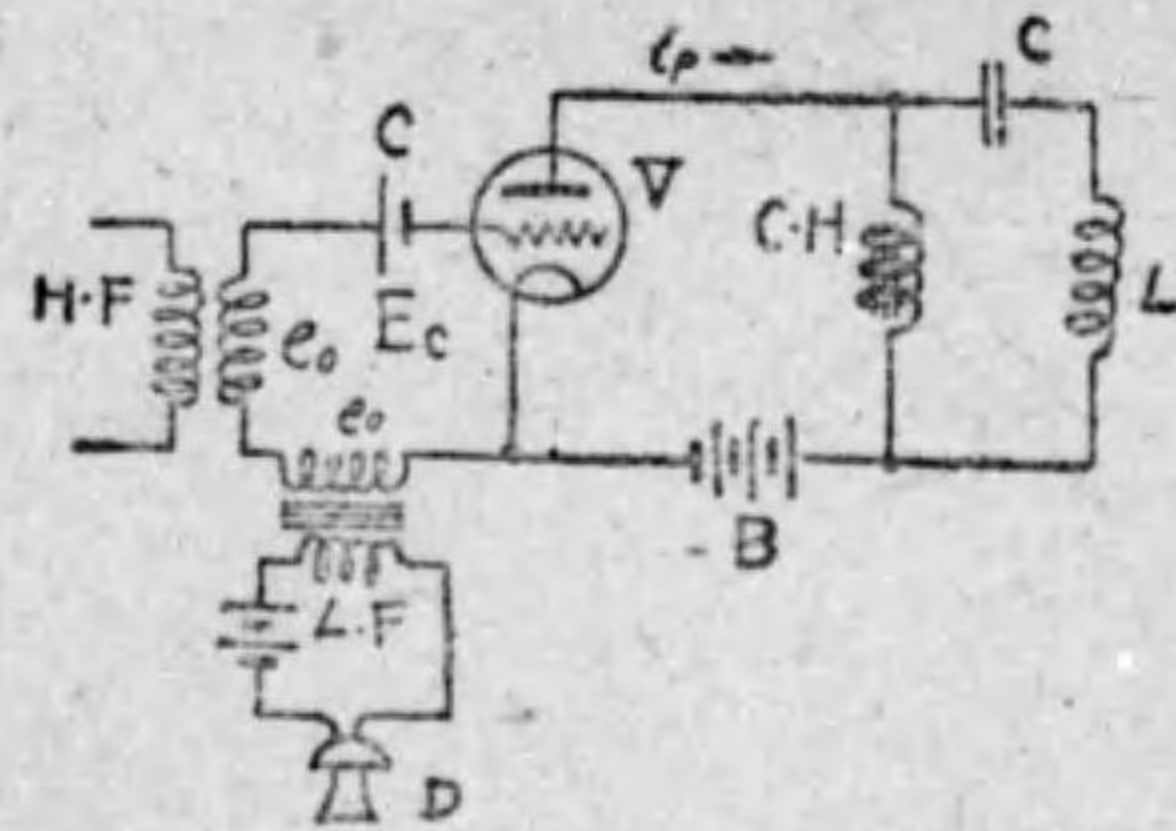
水晶振動子と之れを回路に結ぶ電極間に相當の摩擦があると發振が不良になるので、振動子の表面も電極面の表面も能ふ限り清淨にして置くことが必要である。之れが爲め、電極を兼ねた丈夫な容器に納めてある。水晶發振器の特長は、發振周波數が正確に一定なことであつて、溫度に依つて多少の變動を生ずるので、嚴密に周波數の一定値が要求される場合には、之れを恒温槽の内部に納める。

今日、水晶發振器は最も廣く用ひられて居つて、一般に五極管を採用してある。五極管は三極管に比して、増幅率が大きく、 GF 間の靜電容量が甚だ小さいので發振器の同一出力に對して、振動子に流入する電流が著しく小さく、振動子内に生ずる歪も小で破損の處が少い。又、内部抵抗が大きいので、陽極回路にある。振動回路の定數が變化した場合にも周波數の變動は小である。

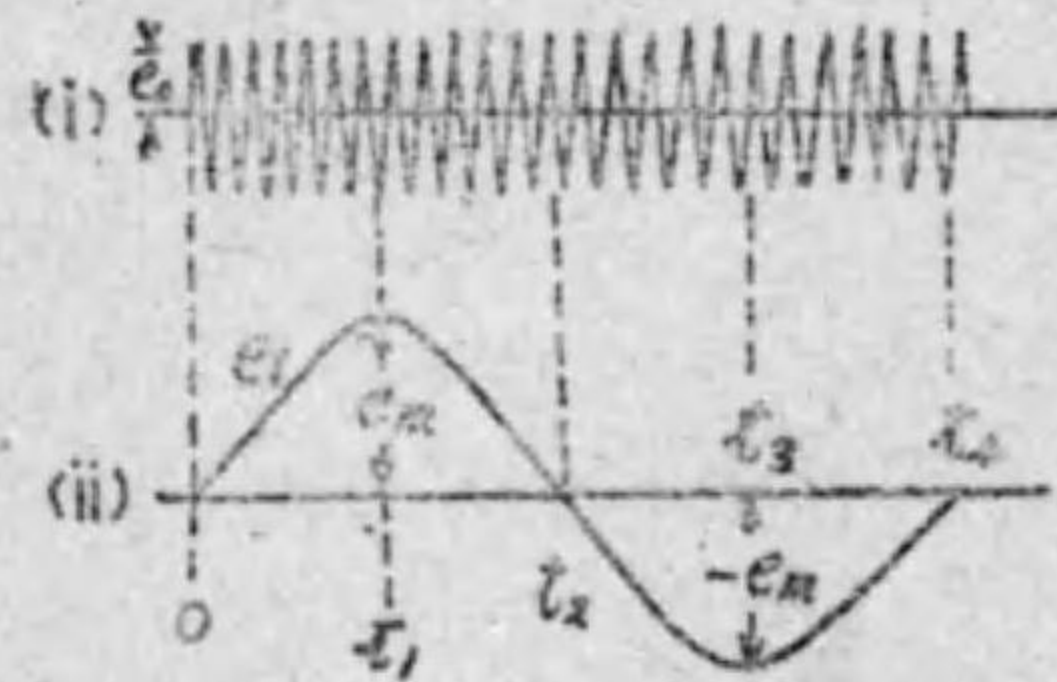
斯様にして水晶發振器で得られた振動電流を増幅して空中線に送る。

5.5 電鍵操作及變調裝置

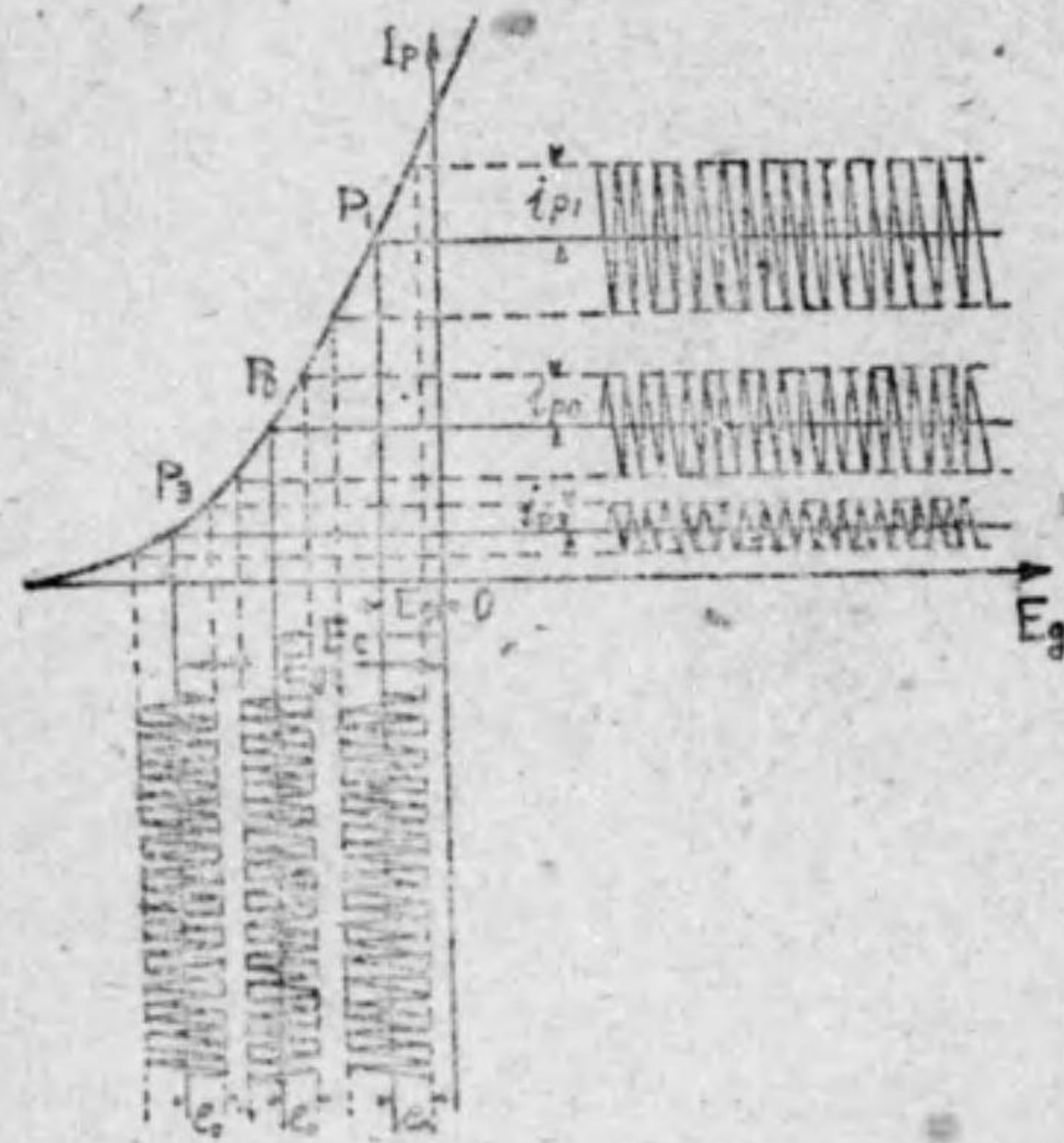
無線電信では發信すべき電信符號に應じて、電鍵に依り電波の斷續操作を行ふ。この斷續をモールス符號の通りにすると通信が出来る。電鍵の挿入箇所としては、陽極回路に挿入する場合と格子回路に挿入する場合がある。第 5.4 圖に示したハートレイ式のやうに、電鍵を陽極回路に挿入すると、電壓が高く電流の大きい場合には接觸點に火花を生じて完全な操作が出来ないから特別の工夫を要するマイスナー式及コルビット式のやうに、格子回路に電鍵を挿入する



第 5.7 圖 變調回路の 1 例



第 5.8 圖 振動電流と音聲電流



第 5.9 圖 變調電流

と、小電力であるから斷續操作が容易である。従つて此の方式が主として用ひられる。

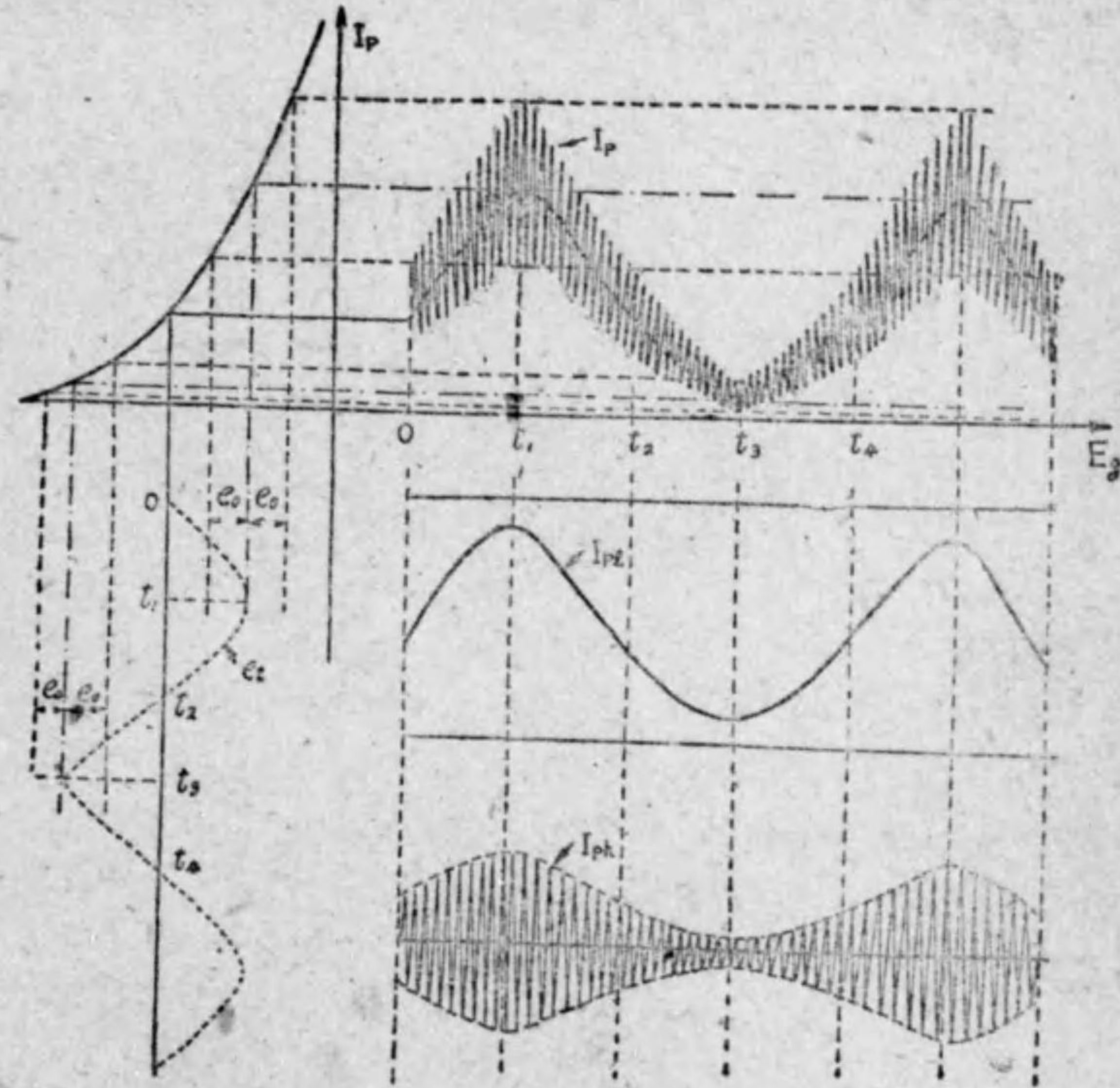
次に、無線電話では電波を斷續させずに變調するのであつて、變調には振幅變調、周波數變調及位相變調があるが、一般には振幅變調を採用してゐるから、以下は之れに就て述べることにする。

先づ基本的な變調回路を示すと、第 5.7 圖の如くであつて、發振回路で發振した高周波電流を H.F. に導き L.F. に通話電流を導くと、

三極真空管 V の格子回路には夫々に相當する二次誘起電壓 e_0 及 e_1 が重疊して加へられる。此の 2 つの電波の波形を畫くと、第 5.8 圖の如くであつて、(i) は高周波電壓 e_0 であり、(ii) は音聲の強弱高低に依つて生ずる通話電流に依る低周波電壓 e_1 である。扱、この 2 つの振動電壓が格子に加へられた時、如何なる電流が陽極回路に

流れるかを真空管の $E_g - I_p$ 特性曲線より研究して見やう。

今、 $e_1 = 0$ に於ては格子 G には C 電池の $-E_c$ 電壓が加へられ



第 5.10 圖 變調發振電流

$-E_c \rightarrow P_0$ と作圖すると、 P_0 を中心として前圖の (i) の高周波電壓 e_0 の振動に依り、陽極回路に i_{p0} のやうな高周波脈動電流が流れる。 t_1 秒の時 $e_1 = e_m$ で、格子に $e_m - E_c = -E_{g1}$ が加へられるものとする、 $-E_{g1} \rightarrow P_1$ と作圖して P_1 を中心として e_0 の振動に依り、陽極回路には i_{p1} のやうな高周波脈流が流れる。次に t_3 秒の時、 $e_1 = -e_m$ で、格子に $-e_m - E_c = -E_{g3}$ が加へられるものとする、 $-E_{g3} \rightarrow P_3$ と作圖して、 P_3 を中心として e_0 の振動に依り、陽極回路には i_{p3} のやうな高周波電流が流れる。之れを e_1 の各瞬時に就て求めると、第 5.10 圖の I_p の如くなる。此の I_p は、 e_1 に対する I_{p1} と e_0 に対する I_{p0} に分解することが出来る。

其處で、第5.7圖に歸つてLとCの直列回路を I_{Ph} に對して共振させる。即ち、 I_{Ph} の周波数を f_h とすれば、

$$2\pi f_h L - \frac{1}{2\pi f_h C} = 0 \quad \therefore \sqrt{LC} = \frac{1}{2\pi f_h}$$

となるやうに、LとCを撰定する。斯様にすると、此の高周波電流の殆んど全部がL-C回路に流れる。又、塞流線輪分路C.Hは周波数の低い I_{Pl} に對してはインピーダンスが殆んど0に近く——誘導リアクタンス $x_L = 2\pi f_i L_{ch}$ で f_i は其の値が小さいから x_L は極めて小さく、 f_h は其の値が大きいので x_L は極めて大きい—— I_{Pl} の殆んどがC.Hの回路に流れる。之れに反して高周波電流 I_{Ph} は之れに流れない。然して、 I_{Ph} に對してはL-Cの直列回路は共振状態にあるから、 I_{Ph} の殆んどは之れに流れる。

—斯様にして陽極電流より容易に低周波の I_{Pl} と高周波の I_{Ph} が分解的に得られる。然して、圖より明かなやうに、 I_{Ph} の最高値を連絡する包絡線は通話電流の波形を表はしてゐる。之れが送信用空中線から發射されるのである。

上述から明かなやうに、要するに、變調作用とは

“一定振幅の高周波振動電壓(e_0)が、通話電壓(e_i)の正值で大きい時には、 $E_g - I_p$ 曲線の上で働かされて其の振幅を擴大し、負値で小さい時には同曲線の下部で働かされて其の振幅を縮小する。

斯くて、通話電流の波形に應じて高周波電流の振幅が大きく、或は小さくなり、其の包絡線が通話電流の波形を再現する。”ことを云ふ。

實際の變調回路には何段もの増幅器が接続される。

5.6 真空管送信機の電源装置

真空管に用ひられる電源装置に就ては、何れ受信機の處で説明されるから、茲では特に送信装置用として特異な点に就て簡単に述べて置かう。

真空管送信機の電源として必要なのは、陰極加熱用のA電源、格子偏倚電壓用のC電源並陽極回路用のB電源の3つである。

A電源は陰極さへ加熱すればよいのだから、直流でも交流でもよい。但し、交流を用ふる場合は適當な低電壓が得られないので、變壓器に依つて選降する。此の場合の陽極回路との接続方法に就ては何れ後述する。

B及C電源は必ず直流でないといけなないので電池、直流發電機或は整流器が用ひられる。電池としては主に鉛蓄電池が採用される。此の場合、電壓に脈動のないことが特長であるが、充電操作が面倒であり、保守には入念な注意を要する。尙、蓄電池は豫備電源として他の電源と併用されることもある。

無線電話用として直流發電機が採用されることもあるが、此の場合、整流子に依る脈動電壓を除去する爲めに、濾波回路を用ふる。又、負荷の變動に依る電源電壓の變動を防止する目的で、適當な自動電壓調整器を採用する。

B電源用として數千ボルトの電壓を要するものは、整流の点から直流發電機は適當でなく、整流器を用ひて交流を直流に變成する。

整流器としては二極真空管(ケノトロン)又は熱陰極水銀整流管が採用される。前者の特長は、構造が堅牢で壽命が長く逆耐電壓の大きいことである。然し、電子流だけを利用するのだから内部抵抗が大きく管内電壓降下が大で、電壓變動率も大きくなる。之れに反して後者はイオン電流を利用するので管内電壓降下が少く、電壓變動率も小であるが、逆耐電壓の乏しいことが欠点である。何れにせよ、斯様な整流器を用ひた場合は交流電源の相數を増加するなり、平滑回路を用ふるなりして直流側電壓の脈動分を除かねばならぬ。

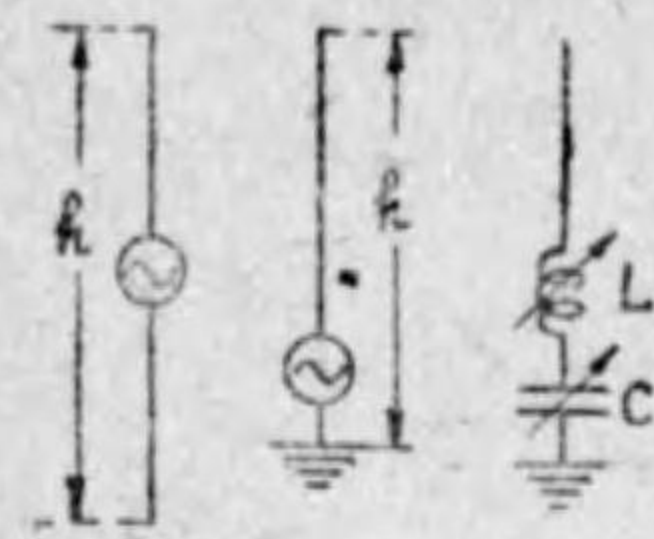
5.7 送信並受信用空中線と接地

5.7.1 空中線の理論

送信用空中線は高周波電流を電波に變へ、受信用空中線は電波を高周波電流に變へる勢力變換装置である。本節では、説明の便宜上受信用に就ても説明する。

空中線の最も簡単な形は第5.11圖(イ)に示すやうに1條の直線導線であつて、其の中央に高周波電源を接続する。勿論、此の導線は抵抗Rを有すると共にインダクタンスLと静電容量Cを

(イ) (ロ) (ハ)



第 5.11 圖

最も簡単な空中線

導線の高さ h との関係は次の如くである。

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2h \quad \text{但し, } v = 3 \times 10^{10} \text{ c.m./sec.}$$

此の場合、大地の影響を無視し、附近に障害物がないとすると、電波は導線と直角の方向に一樣に圓形に發射される。之れを無指向性空中線と云ふ。

次に(ロ)圖のやうに導線の1端を接地した時、導線の下半部が地中にあるものと考へると(イ)圖の場合と全く同じである。——大地を完全な導体として——従つて、此の場合の導線の高さと、固有波長 λ の関係は

$$\lambda = \frac{v}{f} = 2(2h) = 4h \quad \text{但し, } v = 3 \times 10^{10} \text{ c.m./sec.}$$

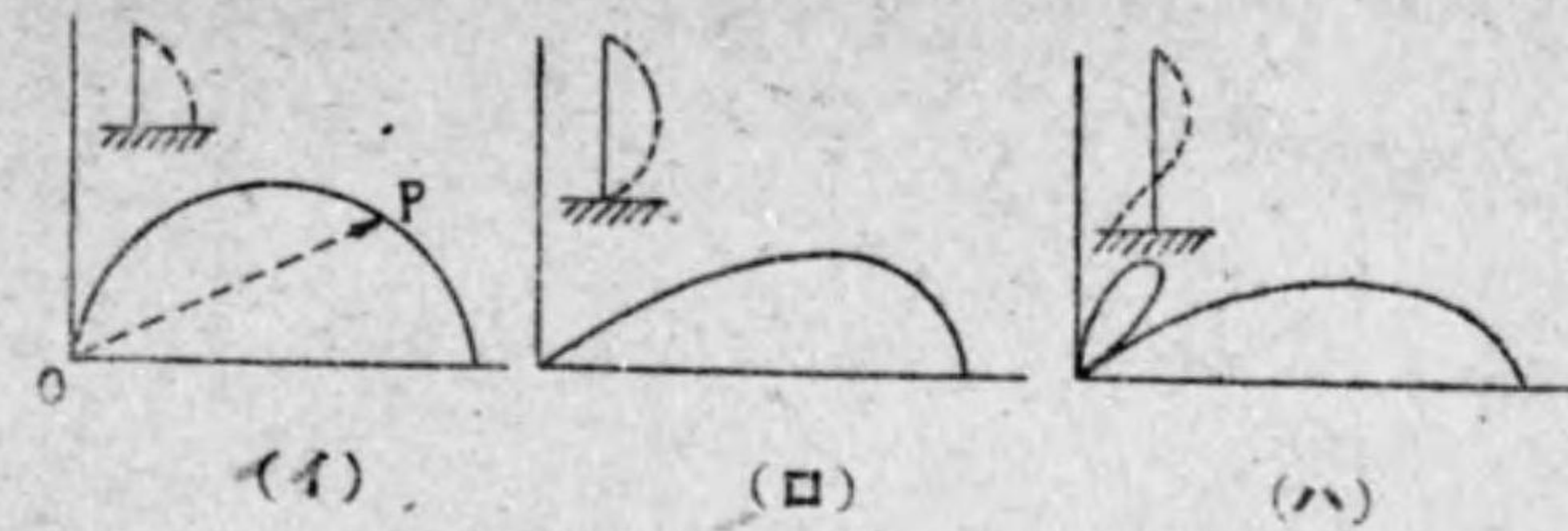
以上は、電源の周波数を空中線に共振させた場合であるが、逆に空中線の定数を電源の周波数に共振させることも出来る。之れを行ふには(ハ)圖のやうに、空中線と直列に線輪を挿入し、或は蓄電器を接続して、是等の値を調整して周波数と合一させる。

註；空中線に L を挿入すると、共振波長が長くなり、 C を挿入すると短くなる。

上述のやうに、電波は原則として空中線から一樣に周圍へ放射される。即ち、垂直空中線の水平面上の放射特性は、支柱、地形等の影響がないと、空中線を中心とする圓で表はされる。然し、或る方向への放射を特に強める爲めに2箇以上の空中線を組合せて、所謂指向性空中線にすることもある。

扱、接地空中線の垂直面内の放射特性を示すと、第5.12圖の如

有してゐる。然して電源の周波数が、 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ であると、空中線のリアクタンスは零になつて、空中線は純粹の抵抗 R のみになり、最大の空中線電流が流れる。此の現象を共振と稱することは既に説明した通りである。此の場合の周波数 f を空中線の固有周波数と云ひ、之れに相當する波長 λ を固有波長と稱し、

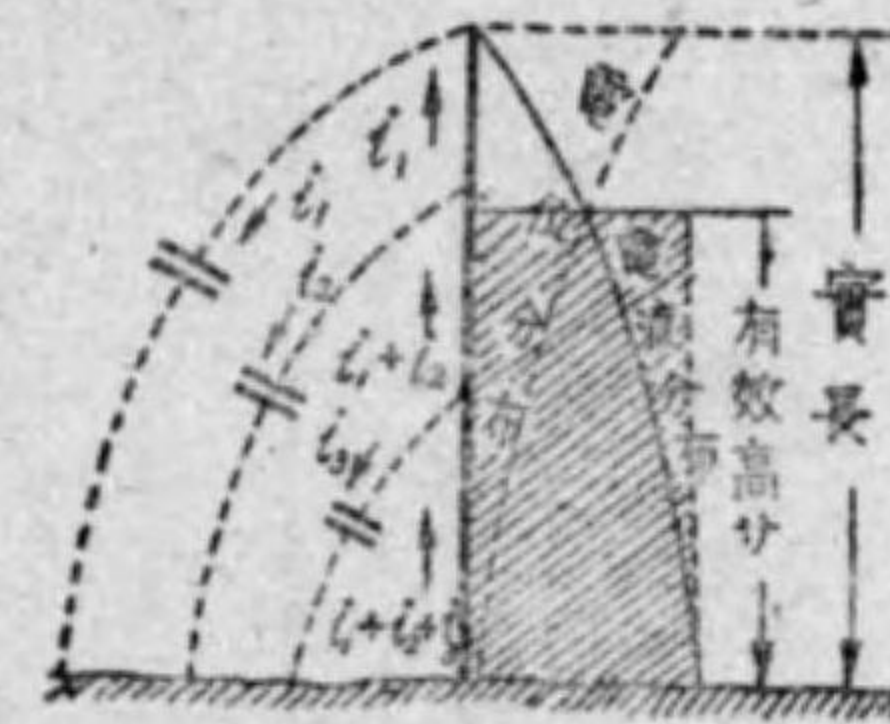


第 5.12 圖 垂直空中線の放射特性

くであつて、(イ)は $1/4$ 波長垂直空中線の場合で、地表方向に最大放射となり、略々半圓に近い形になる。—— OP 方向の放射は OP の長さで表はされる——次に空中線の高さを増して $1/2$ 波長にすると、放射特性が(ロ)圖の如くに扁平になつて、水平方向の放射即ち地表波が増すと共に、高角度の放射即ち空間波が減ずる。更に高さを増して $5/8$ 波長にすると、(ハ)圖のやうに、主放射が益々扁平になると共に、第二の高角度の放射を生ずる。

2.4.2 で述べたやうに、中波の場合には夜間、送信所から 100 軒に近い距離になると、フェージングを發生する。之れを軽減するには垂直面内の放射特性を扁平にして、高角度の放射を少くする。此の目的に適合するのは、 $0.52 \sim 0.58$ 波長の垂直空中線である。此の種のもは一般に、鐵塔又は鐵柱自体を空中線として使用し、或は木塔の内部に垂下する。尙、其の高さを節約する爲に頂部に傘を附することもある。

扱、空中線を流れる高周波電流は、之れと大地との間に在する靜電容量に流れる充電電流であるから



第 5.13 圖
空中線に於ける電流電位の分布

第5.13圖の i_1, i_2, i_3 で示したやうに、空中線の根元では加はる。又、靜電容量も根元程大きくなるのだから空中線の電流分布——單位の長さに流れる電流の大きさを各部分に就て表はしたも——は圖の如くに根元で大きく、頂上に至る程少く、頂上では零である。之れに反して電位の分布——各点の電位を表はしたも

——は頂上が最も大きく根元に至る程小となり、接地点では零となる。これは電波の波長が空中線の固有波長に近い場合のことであつて、兩波長が異るときは別である。

圖に於て、空中線の根元と同じ最大電流を空中線に流し得るものとすれば、空中線は低くとも同一の輻射能力を有する。此の高さを空中線の有効高さ——或は實効高さ——と云ふ。

扱、空中線の水平部分は電波を輻射する能力はないのだが、電流分布に於て根元の電流の割合を小とするから、T型、逆L型等では空中線の有効高さを増すので、單一垂直空中線より効率が良い。

次に空中線の實際の高さ h と有効高さ h_e の関係を表示すると次表の如くである。

空中線の高さ h と實効高さ h_e の關係

空中線の種類	實際の高さ	有効高さ
直線型	h	$h_e \approx (0.5 \sim 0.64)h$
T型	"	$h_e \approx (0.6 \sim 1.0)h$
フラット・トップ型	"	$h_e \approx h$
逆L型	"	$h_e \approx h$
傘型	"	$h_e \approx \frac{1}{3}h + \frac{2}{3}h'$

但し、 h は空中線最高部の地上高さであり、傘型の h' は傘部先端の地上よりの高さである。

前にも説明したやうに、空中線に電波が到來すると、之れと同じ波形の高周波電圧が誘導される。この高周波電圧の値は空中線の有効高さに比例する。例へば、放送局の電波の強さが $1,000 \mu\text{V}/\text{m}$ ——1米當り 1×10^{-3} ボルト——であつて、空中線の有効高さが 10m であると、

誘導される電圧 $e = 1000 \times 10 = 10\text{m.V}$ (ミリボルト)

となり、有効高さが 20m なら此の2倍になり、空中線を高くする程、又、送信用空中線にあつては、高くする程、有利である。通信距離を増す。然し、前述した固有波長の關係から無制限に高くすることが出来ないし、經濟的な制限もある。

次に、空中線回路の抵抗を分つと導体抵抗、接地抵抗、空中線より漏洩に依る抵抗、誘電体損失に依る抵抗の外に、電波を發射するのに要する電力——輻射電力と云ふ——に相當する輻射抵抗がある。即ち、其の値は、空中線から輻射する電力と、空中線電流の2乗の比で表はされる。申す迄もなく、空中線回路の全電力と空中線電流の2乗の比が空中線回路の全抵抗になる。此の空中線の輻射電力と空中線回路の全電力の比、或は輻射抵抗と空中線全抵抗の比を空中線能率と云ふ。

今、空中線の静電容量を C 、加へられる高周波電圧の値を V とすると、

$$\text{空中線に貯へられる電力 } P = \frac{1}{2} CV^2$$

となるから、空中線電力を大きくしやうとすれば、空中線の静電容量 C を大とせねばならない。元來、 C の値は空中線を作る主要部分の占める面積の大小に比例するから、使用電力に比例して大きな空中線が必要となる。然るに、輻射電波長に依つては能率を向上させる必要上、餘りに空中線を大きくすることは不利益である。従つて、使用波長に對して適當な波長を與へる範圍内——空中線の固有波長に對し使用波長が 2~3 倍——でなるべく静電容量が大きくなるやうにする。

又、比較的小さい空中線でも電圧を大きくすると、電力を大きくすることが出来る。然し、一般に採用されてゐる絶縁碍子では 12~13 萬ボルトが限度である。

空中線能率は前述の如くであるから、之れを向上するには、空中線の導線抵抗、電柱其の他に起因する吸收作用を小とすると共に、特に接地抵抗を減少しなくてはならない。之れが爲めに、多重接地アース・スクリーン及複調空中線等を採用する。

送信用空中線として上記の必要條件を満すには、大無電局ではなるべく水平部分の面積の大きい傘型又はフラット・トップ型を用ひて静電容量を大きくし、電柱を高くすると共に、接地抵抗の軽減を計る。

受信用空中線も同様で、其の有効高さを大きくすると共に空中線

抵抗を小とする。同時に、混信、空電妨害、静電並電磁誘導に依る障害を避ける。

有効高さを大きくして、空中線の誘導電圧を大とすることは望ましいが、最近、増幅装置が発達したので微弱な受信電流も増幅し得て受信することが出来る。従つて、必ずしも誘導電圧の大きいことを要しないが、増幅器を数段に亘つて使用するやうな複雑な受信装置を用ふことは一般の通信には不利益であるから、なるべく空中線の誘導電圧を大きくする必要がある。

又、後述するやうに、空中線回路の抵抗を小として同調を鋭敏とすると、他局との混信を防止することが出来る。空電の妨害は遠距離通信のみならず一般の通信に影響する處が大きい。之れを防止するには、空中線の静電容量の小さいことが望ましい。即ち、送信用空中線のやうに大なる水平部分を有しないやうにする。又、一定の相手局とのみ通信する場合には指向性空中線を用ふると、相手局以外の方向から来る空電の影響は激減する。静電並電磁誘導を避けるには、空中線を他の電気回路から遠ざけ、長い距離に亘つて平行しないやうにすると共に同一の接地装置を使用しないことが必要である。

以上の諸点を考慮して、一定の局を相手とした無線局では受信用空中線としてループ・アンテナ、又はウェーブ・アンテナを用ひる。然し、斯様な指向性空中線は一般の小無線局に用ひ難いから、海岸局、船舶局等では、T型、逆L型等の送信用空中線を其のまゝ受信用に用ひてゐる。

5.7.2 各種の送受信用空中線

送信用並受信用空中線の一般を示すと次表の如くである。

送受信用空中線一覽

波長区分	送信用	受信用	送受信共用
長波 空中線	傘型空中線 フラット・トップ 空中線 複調空中線	ウェーブ・アンテナ	
中波 空中線		ループ・アンテナ ペリニトシ・アンテナ	垂直型空中線 逆L型空中線 T型空中線

短波 空中線		
		ダブルット空中線 マルコニー式ビーム空中線 テレファンケン式ビーム空中線 S.F.R式ビーム空中線 逓信省式ビーム空中線 高調波空中線

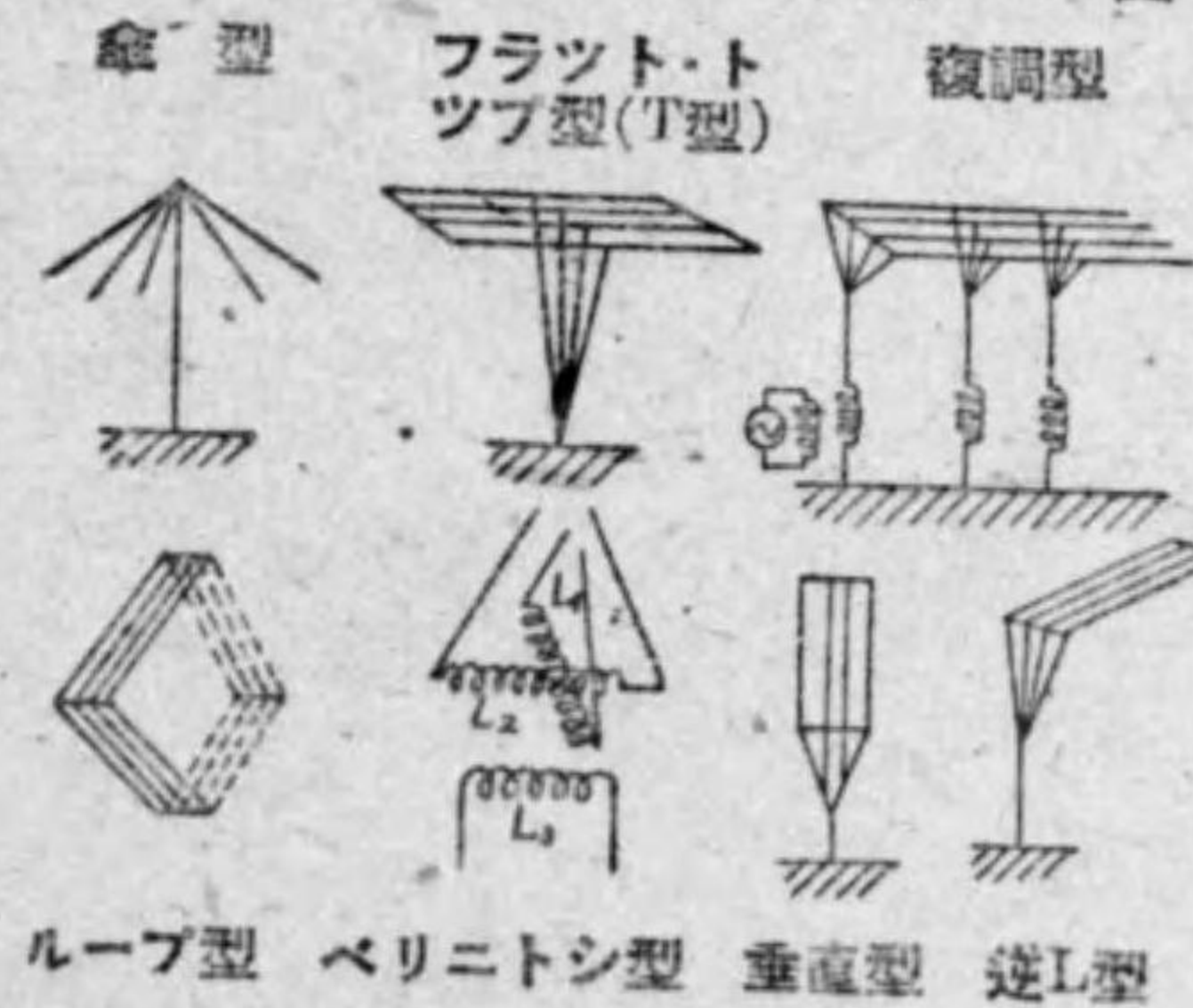
註； ①前述したやうに、空中線の電波輻射特性に依つては、指向性空中線と無指向性空中線に區分される。

②上表の空中線は普通2基以上の鐵塔、鐵柱、木柱等で支持される。

長波空中線として、海岸局、船舶局のやうな小電力（數百ワット～數キロワット）の無線局では、1つの空中線を送信並受信に共用してゐるが、其の動作が異なるから、大電力局では別箇に設けてゐる。元來、長波が遠距離通信に盛に使用された頃は、空中線の静電容量を大にして空中線電圧を低くする爲め、一般に大きな水平部を持つ空中線を建設した。然るに、長波及中波の場合には、主として垂直偏波を利用する關係上、水平部からの輻射は殆んど無効になる。此の見地から中波の放送用等には水平部を短くした高い空中線が効果的であり、特にフェージング防止の目的から、1/2波長以上の垂直空中線の有効なことが分つた。

尙、受信用としては或る方向からの電波を特によく受ける爲に、指向性空中線を用ふることがあり、放送聴取等には簡単な傾斜空中線を架設したり、電燈線を空中線の代用に供することが多い。

前表の二三を圖示すると、第5.14圖の如くである。傘型は文字



の示すやうに1本の垂直空中線の頂点から四方に枝線が出てゐる。故に、電柱は1本を中央に建設し、其の周圍に低い副柱を設くる。斯様に傘型とした目的は前述のやうに空中線面積を大きくして静電容量の増加を計るにある。フラット・トップ

第 5.14 圖 各種空中線の 1 例

型は頂部に多数の線條を張つて、空中線の静電容量を大きくしてゐる。斯様に、垂直空中線の頂上から左右に水平に線條を延長したものを T 型空中線とも云ふ。此の水平部分の線條を平行とせず先端で擴げて更らに静電容量を大きくしてゐるものもある。

複調空中線は圖の如くに、空中線の數箇所に接地線を設け、之れに接地線輪を挿入して、空中線各部分を使用波長に共振させ、且つ各接地部分の電流を相等しくしたものである。斯様になると、1 箇所で接地した場合よりも著しく接地抵抗を減じ、空中線能率が良好になる。

ループ・アンテナは圖の如くに、小なるものは、1 回以上、時には數十回、電線を枠型に捲いてゐる。大なるものは、2 本の電柱間に、方形にループを形作るやうに懸垂されてゐる。送信用に用ひられないことはないが、今日では受信専用と云つてよく、他の空中線のやうに接地の必要なく、然かも指向性に富んでゐることが特長である。

ベリニ・トシ・アンテナは圖に示すやうに、三角形の空中線 2 箇を互に直角の位置に装置する。之れはループ・アンテナと異つて上端の開かれた開電路になつてゐて、其の下部の中央には各々 L_1 及 L_2 なる線輪が接続され、夫々 L_3 なる線輪と結合されてゐる。此の L_1 、 L_2 は互に直角に配置され固定して居つて、 L_3 は其の内側を自由に回轉し得る。送信用空中線として用ふる時、 L_3 を發振装置に接続すると、 L_3 の面の方向に強く電波を發射する。受信用空中線とする場合、 L_3 を受信装置に接続すると、 L_3 の面の方向より來た電波を敏感に受信して、方向探知用になる。之れをゴニオメータとも云ふ。

ウエーブ・アンテナは、受信すべき波長の 1~2 倍位の長さを有する電線を地上數米の高さに、電波の到來方向に水平に張る。斯くて、電波が導線に沿ふて進行して來ると、導線の各部分に誘導される電流が順次に相加つて一端で最大となるから、此の点に受信装置を設ける。之れは受信専用である。

次に中波用空中線であるが、元來、中波は船舶通信、近距離通信、ラジオ放送等に用ひられ、電力も比較的少いので空中線も簡單であ

る。

前の圖に示した垂直空中線は數條の線を並行に懸垂して、静電容量の増大と導体抵抗の減少を計つたものである。此の外に扇型もあり、數條の電線を空中で扇形に擴げて張つたものもある。

逆 L 型は L の字を天地反對としたやうなもので、圖示のやうな逆 L 型は電波長の長短に拘らず用ひられてゐる。或は水平部分の先端を擴げたものが大電力用に採用される。尚、水平部分を垂直部分の數倍乃至數十倍にするとウエーブ・アンテナと同様に指向性を有するやうになる。之れをベント・アンテナとも云ふ。

既述したやうに、長波及中波通信には主として地表波を利用してゐるが、短波の場合には地表波は近距離で減衰して仕舞ふ。之れに反して空間波は上空の電離層で屈折して地表に戻り、餘り減衰せず遠距離に達するので、現在、之れを最も多く遠距離通信に利用してゐる。

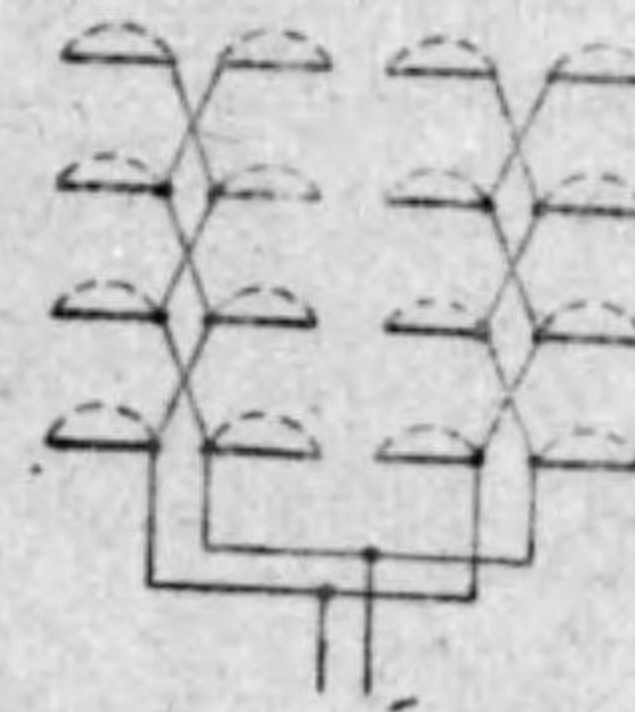
此の短波の場合には指向性の鋭い、ビーム空中線——渠の形をしてゐる處から此の名がある——を使用すると、輻射電力を特定の方角へ集中して、送信電力を増大したのと同じ効果が得られる。又短波長になると、空中線を容易に波長と同程度の長さに出來るので

長波の空中線に比して輻射能率が良好になる。第 5.15 圖は其の 1 例であつて、半波長の長さの導線を並べ、中央から高周波電圧を送つてゐる。圖では導線を水平に並べたが、之れを垂直に並べたものもあり、又 1 端から給電するものもある。

夫々の型の水平面内の指向性を見ると、垂直型は空中線を中心として各方向に同一輻射を行ひ無指向性になるが、水平型は空中線に對して直角方向に最大輻射を生じ、

空中線と平行方向の輻射がなく、指向性となる。

斯様な方式の空中線をダブルット空中線 (doublet antenna) とも稱する。



第 5.15 圖 半波ダブルット空中線

5.7.3 空中線用支持物及材料

空中線を地上高く懸垂する柱を空中線支持物又は電柱と云ふ。電柱の高さや構造は空中線の大小、形状に依つて異り、其の高さは、20m 前後から 300m 以上に及ぶことがあり、之れを構造上から分類すると、木柱、鉄筋コンクリート柱、鐵柱、鐵塔等になる。

木柱としては主として杉、檜を用ひ、數本纏ぎ足して所要の高さとする。此の纏合せの点から 3 方又は 4 方に支線を張つて直立させてゐる。尙、腐蝕防止の目的で送配電線用の電柱の場合と同様に、丹朮、クレオソート注入柱を採用する。木柱は強度の上から餘り高いものは出来ないので 60m 程度が限度である。支線としては鋼鐵線又は亜鉛鍍鋼線等を用ひ、其の約 4m 毎に玉磚子を挿入して電波を吸収又は再輻射しないやうにする。此の支線は地下約 2.5m の深さに丸太を埋設して之れに固定してゐる。又、電柱の下部には普通の電柱と同様な根柢を施してゐる。

鐵柱を分つと鐵管型と横桁型になる。鐵管型は約 2m 位の鐵管を順次に纏合せて 20m~200m の高さとし、纏目の 2 段又は 3 段毎に支線を 3 方又は 4 方に設けてゐる。木柱と異つて纏目が一直線となるので体裁がよい。

横桁型のもは、角鐵を使つて之れを三角形又は四角形に組合せてゐる。之れには支線付のものと左様でない自立式のものがある。

鐵柱は良導體であるから、誘導電流が流れ、空中線能率を低下する。之れを避ける爲めに、支線付にあつては、鐵柱の下部に絶縁磚子を挿入して大地と絶縁し、誘導電流を減少させる。自立式で斯様になると機械的強度を欠いて風壓等に耐へなくなるから絶縁しない。

鐵筋コンクリート柱は殆んど用ひられてゐないから省略するが、其の形状は全く煙突と同様で圓錐型である。

次に、空中線を構成してゐる材料を分つと、空中線の本体となる導線。此の導線を懸垂する釣線、導線と釣線を絶縁する絶縁磚子、短波用空中線では釣線を適當の長さに區分する區分絶縁用磚子になる。短波空中線では導線網を電柱間に懸架するのに電柱間に吊架線を架設する。(之れも絶縁區分する)

註：釣線が導線から輻射された電波の誘導作用で輻射作用を起し、導線の輻射を妨害しない様に、適當な長さに區分する必要がある。

空中線の本体である導線は軽く強いことが必要であると共に電氣抵抗の小さいことが望ましい。一般に、長波用には硅銅線又は青銅線が用ひられる。軽い点から云ふとアルミ線がよいが、導電率、扯斷力、工作——例へば、半田付——等の諸点で劣る。短波用には、硬銅線、硅銅線或はカドミウム銅線等の單線が使用されてゐる。又、短波空中線用吊架線には特殊柔軟鋼索線又は亜鉛鍍鋼線を用ひ、釣線としては亜鉛鍍鐵線を採用することが多い。

5.7.4 空中線の接地

初めて空中線を接地したのはマルコニー氏であつて、之れに依つて無線電信の實用化に成功した。空中線の接地の良否は輻射能率並受信感度に最も大きい影響を與へるものであつて、接地抵抗の低減は何を置いても實行しなければならぬ。

但、空中線を接地する方法として一般に採用されてゐるのは、銅板埋設法、地線埋設法、カウンターポイズ法、アース・スクリーン法或は多重接地、複調空中線等であつて、ラヂオ受信では水道管等を代用してゐる。

次に是等の一通りを説明しやう。

銅板埋設法は、直径 2~10m の穴を、地下水の湧水点以下に掘つて、數枚の銅板を適當な間隔で埋設し、其の周圍に木炭を入れて常に水分を含ませて銅板と大地との接觸状態を良好に保つ、是等の銅板に銅線を接続して、地下約 2m の点で數本を 1 束にする。斯様なものを數箇作つて並列に接続使用する。施工の要旨は、接地抵抗を少くする爲め、銅板と大地との接觸を良好、且つは接觸面積を大とするにある。銅板の代りに銅線を渦卷形にして用ふることもある。

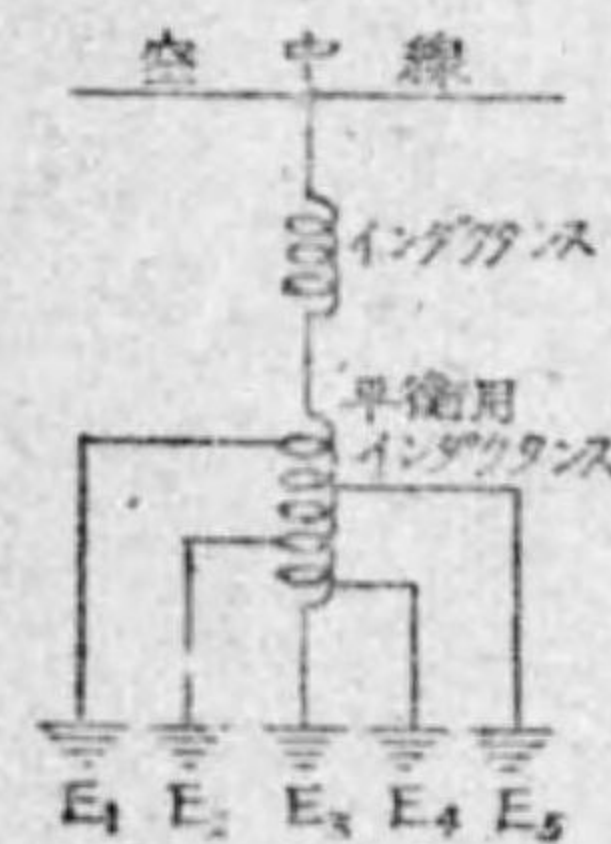
地線は空中線と對稱的に、地下約 1m の深さに銅線を埋設したものであつて、埋設地線條數の多い程、接地抵抗は少くなる。又、空中線に對して、地線が短きに失しても長きに失しても空中線損失を大きくする。

銅板、地線を埋設しても、其の地質が適當でなく、良好な接地が

得難い時には、是等の代りに、地上 3m 前後の高さに電線を張つて之れを空中線に接続する。斯様にすると、此の線條と大地とは、1 箇の静電蓄電器を形成するので、結局は空中線を静電容量を通じて接地したことになる。——其の静電容量は空中線の静電容量の數倍から十數倍である——此の方法をカウンターボイズと稱してゐる。線條は空中線の下に之れと對稱的に配置するのが原則で、空中線の引込口に近い地点を中心として、放射狀に數條乃至數十條の銅線を各々同一の長さに架線する。勿論、條數及長さは空中線の大小に依つて適當に定めねばならないが、普通は、20~30 條で長さは 60~130m とされる。此の線條の電壓は零にならないことは勿論で、端になる程、電壓が高くなり、數千ボルトの電壓になることがあるから、絶縁を完全にする必要がある。

此は方法では、空中線からの電氣力線の大部分が一度、不完全導体である大地を通つてからカウンターボイズに行くので、損失を大きくする。其處で、空中線からの電氣力線の悉くを架線上に集め、大地に行かない様に、空中線下に之と對稱的に空中線よりも一層に廣い面積に亘つて架線し、線條相互間も狭くする。即ち、結果として、空中線と大地の間を電氣的に完全に遮蔽する方法を英國等で採用した。之れをアース・スクリーン (earth screen) と云ふ。

多重接地 (multiple earth) と云ふのは、地線を數箇の部分に分割して、各部分に均等な電流を流させ、地線全部を同一能率で有効に



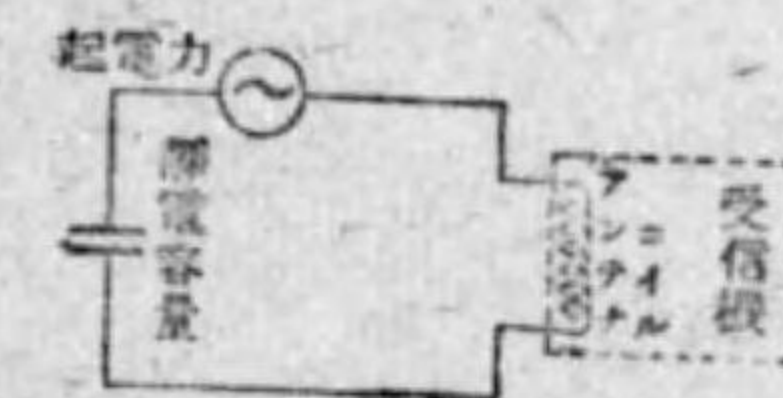
第 5.16 圖
多重接地

動作させ、接地抵抗を減少させたものである。其の要領は、第 5.16 圖の如くで、地線各部 $E_1, E_2, \dots, E_5, \dots$ に至る架空線は平衡用インダクタンスの適當な處から引出して、各部の電流を調整する。斯様に、各部分の接地を空中線に對して並列に使用し同時に各部分を總て有効に働かすと、接地抵抗は著しく低下される。此の方法は、米國等で大電力無線局の接地に採用されてゐる尙、複調空中線は第 5.14 圖で説明した通りである。

6. 受信装置

6.1 受信装置の概要

前述した發信所の空中線から發射された電波は、受信所の空中線に作用して之れに高周波電流を流す。例へば、受信電波に依る電界強度を 1 米に就て e ボルトとし、受信空中線の高さを h 米とすると之れに作用する起電力は eh ボルトであつて、之れが空中線に電流を流す。之れを等價回路的に示すと第 6.1 圖の如くであつて、圖中の

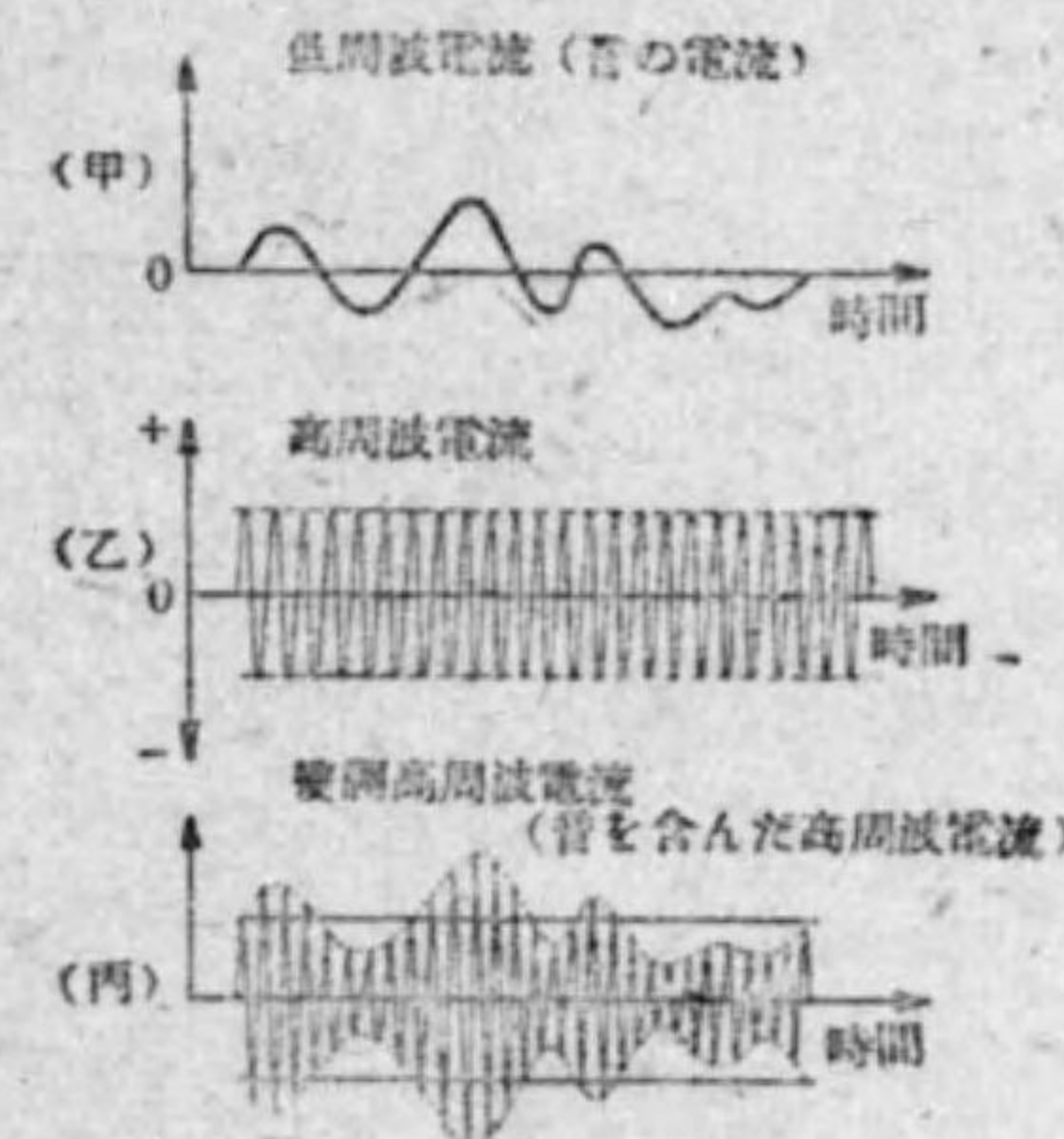


第 6.1 圖
空中線回路

の静電容量は空中線の對地静電容量であつて、斯様に電波に對應する電流を受信装置に導く、此の高周波電流の特異な点を擧げると、次の如くである。

① 周波數が極めて大きいこと、ラジオ放送では 550~1500kc、短波通信には 30M.C (1M.C = 1,000,000 サイクル) 迄使用する。

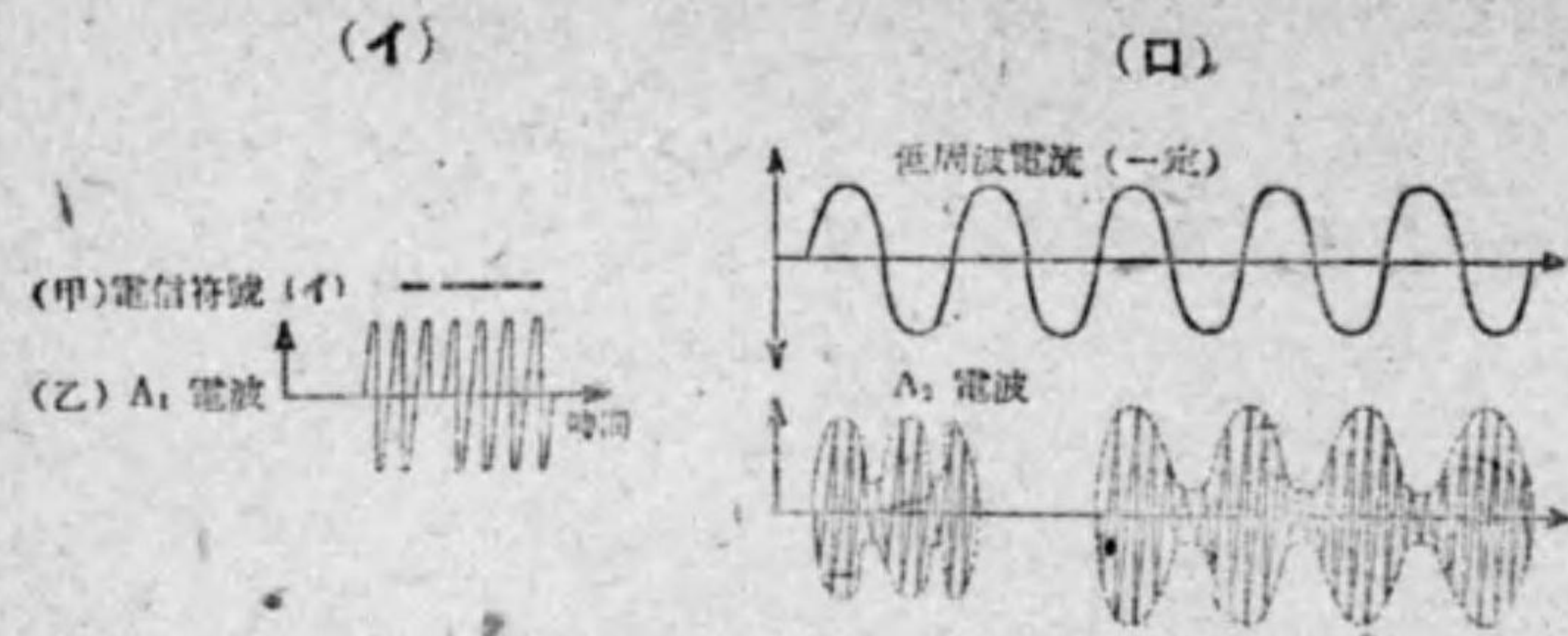
② 電燈、電力に使つてゐる交流は、電壓も一定で正弦波形になつてゐるが、無線通信に用ひられる電波は音聲或は電信符號で變調せられたもので、複雑な形をして居る。變調には一般に振幅變調を採用してゐる。其の狀況は既述したやうに、第 6.2 圖の



第 6.2 圖
變調波 (A_2 電波)

(乙) の如き高周波電流を (甲) のやうな低周波電流で變調して (丙) の如くに變へて空中線より送り出す。従つて、受信所の空中線にも (丙) と同一の波形の電流が流れる。

註; 上圖 (丙) のやうな變調電波を A_2 電波と云ひ、第 6.3 圖 (イ) のやうに電信符號に依つて斷續したものを A_1 電波、或は (ロ) 圖のや

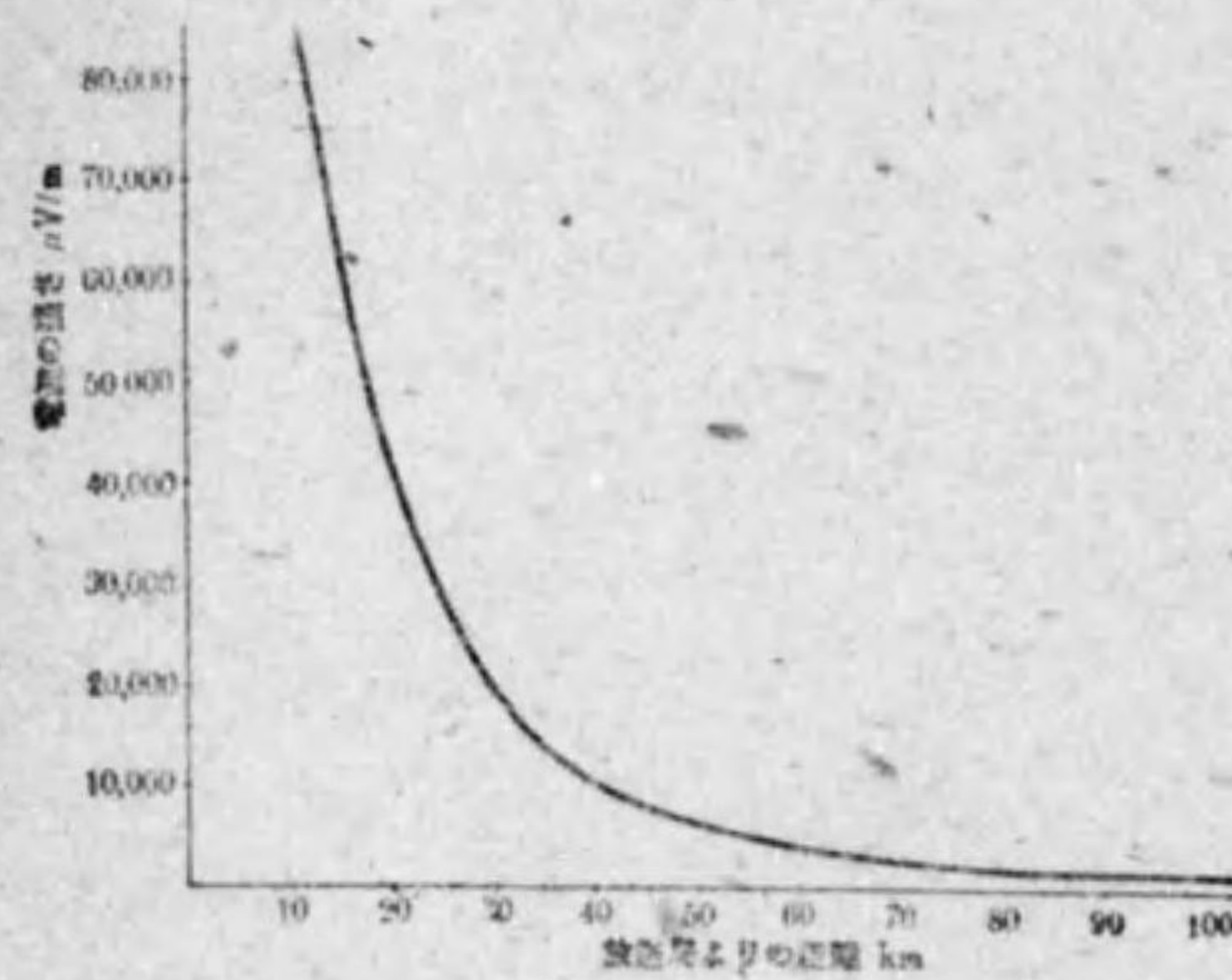


第 6.3 圖 A₁ 及 A₂ 電波

うに 1 度、低周波電流 (400~1000 サイクル) に變調して、之れを電信符號で斷續したものを A₂ 電波と稱する。

② 受信空中線は各送信所よりの各種の電波を受信する譯であるが、受信機には是等の中から特に受信しやうとする、周波數のものを導かねばならない。之れには既述した L と C の直列共振同調回路を使用する。

③ 電燈から受ける照度なり、電熱器から受ける熱度が、其等から

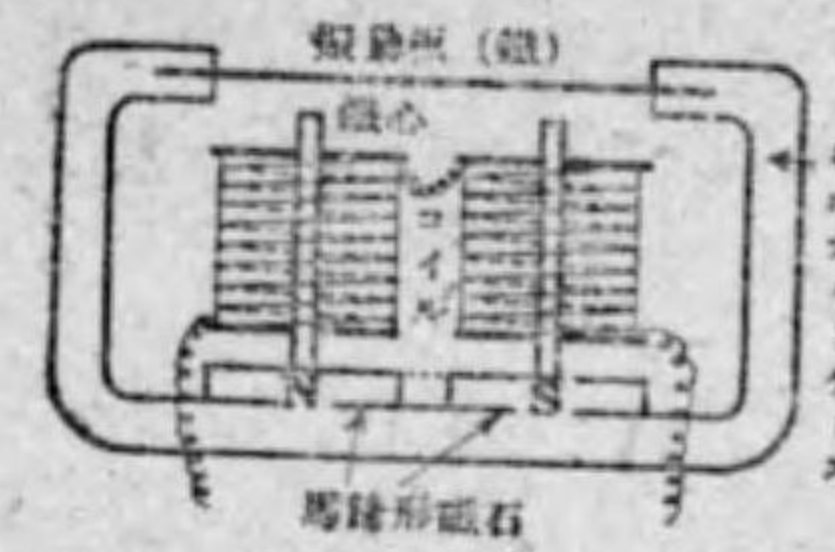


第 6.4 圖 距離に対する電界強度

の距離の 2 乗に逆比例して減少するやうに、受信空中線の受ける電界強度も、送信空中線からの距離に逆比例して急激に減少する。其の 1 例を示したのが、第 6.4 圖である。電界強度を表はすには、上述のやうに、空中線の有效高さ 1 米に就き何マイクロ・ボ

ルト $\mu V/m$ と表はす。

④ 斯様に受信空中線に流れる電流は電波に應ずる高周波電流であつて、之れを例へば、第 6.5 圖のやうな受話器に通ずると、電流の増減變化に應じて鐵心内の磁力線を増減して、振動板を吸引、反



第 6.5 圖 受話器斷面圖

撥する筈である。然し、數百キロサイクルのやうな高周波電流の變化には應じ切れない。例へ、振動して音を發したとしても、吾々の耳には 15,000 サイクル以上は感じないから、音として聴く譯には行かない。従つて、第 6.2 圖の (丙) を (甲) のやうな脈動電流に變化せねばなら

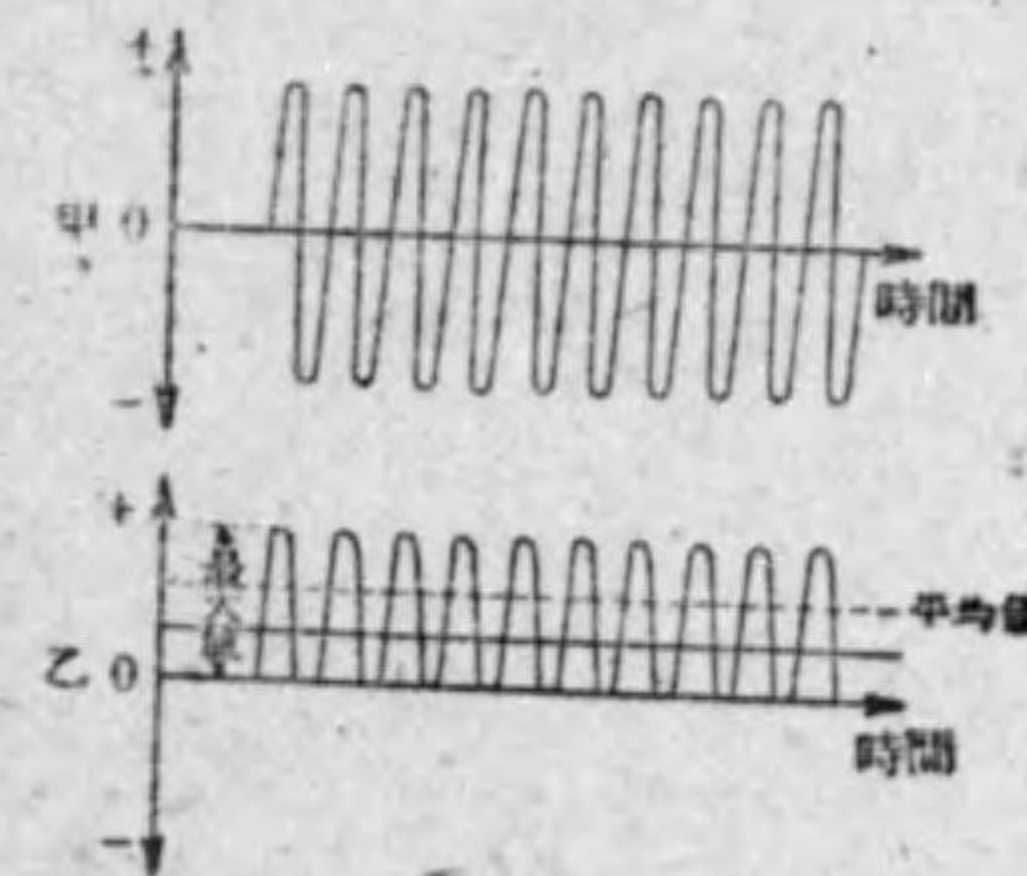
ない。此の送信に於ける變調装置に相當するものを檢波装置と云つて居る。

以上から明かなやうに、此の特異な高周波電流を受信するには、

- (1) 空中線及接地……電波を電流に變換する。
- (2) 同調回路……目的とする電波のみを選ぶ。
- (3) 増幅装置……空中線から得られた電流は微弱であるから、之れを擴大増幅する。
- (4) 檢波装置……高周波電流を、送信を表はす脈流に變換して受信装置を動作させる。
- (5) 受信装置……無線電話では受話器又は高聲器、無線電信では印字機等の装置である。
- (6) 電源装置……(3) 以下の各装置の電源となるもの。

以上の諸装置を必要とする。以下、節を分つて説明しやう。但し (1) は 3.1 以下、(2) は 5.7 以下で講述した。

6.2 檢波装置



第 6.6 圖 高周波電流と脈流

前述した如く、第 6.6 圖の (甲) のやうな高周波電流を受話器に通ずると、+ の電流で振動板を吸引しやうとする瞬間に次で直ちに反撥しやうとする - の電流が流れる。續いて +、次で - と云ふやうに變化する。振動板には慣性があるので、斯様な變化には追隨し得ない。例へば、右向ケ右、と云

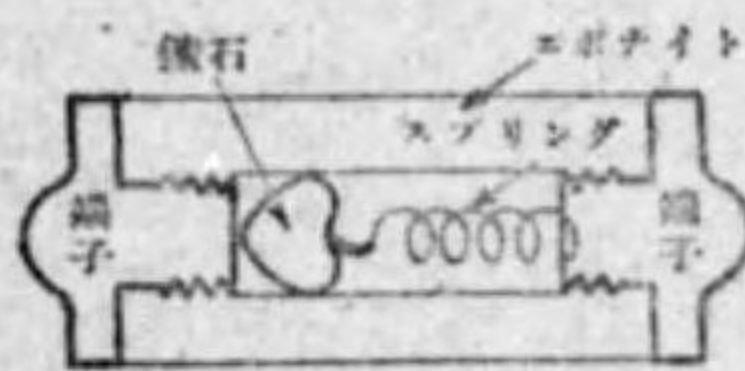
ふ、命令がかゝると、耳で聞き頭で判断し、右向きの動作に移るには若干の時間を要する。又、右向けに力を入れて、身体が動く迄にも多少の時間的遅れを生ずる。これが人間の慣性である。従つて、"右向け右"と"左向け左"の命令が交互にかゝつたとすると、命令がゆつくりして居れば命令通りに動けるが、命令の變化が激しいと、とても動けないので、結局正面を向いたまゝ命令を聞き流さざるを得なくなる。受話器の振動板も甲圖のやうな振動電流に対しては、全く之れと同様で、振動しない。處が乙圖のやうな脈流が流れたとすると、吸引することは各瞬時に於て同様で、ただ其の吸引力が變化するに過ぎないから、結局は其の平均値に應じた力で吸引される。即ち、檢波とは、甲圖のやうな上下對稱の交流を乙圖のやうな脈流に變へる作用を稱する。と云ふことは、要するに、+の電流は通すが、-の電流は通じない整流作用を指すことになる。此の整流作用を行ふものには、

- (1) 放電管 (2) 水銀整流器 (3) 真空管
- (4) 半導体と金属の接点 (5) 電解型整流器

等があるが、無線通信に於ける檢波器としては、(3)と(4)が實用されてゐる。

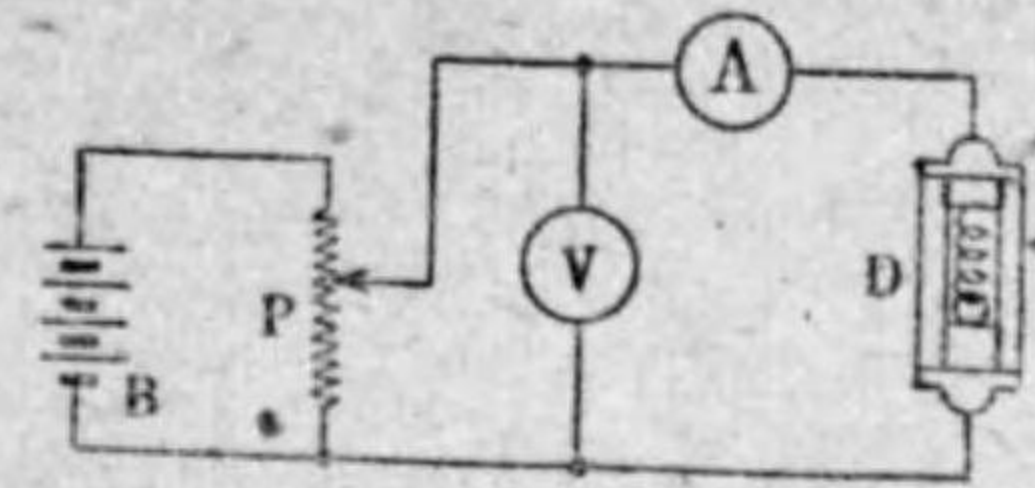
6.2.1 鑛石檢波装置

鑛石檢波器は方鉛礦、黄鐵礦等の鑛石を軽く金属の針に接觸させたもので、一般に市販されてゐるものゝ構造は第6.7圖の如くで

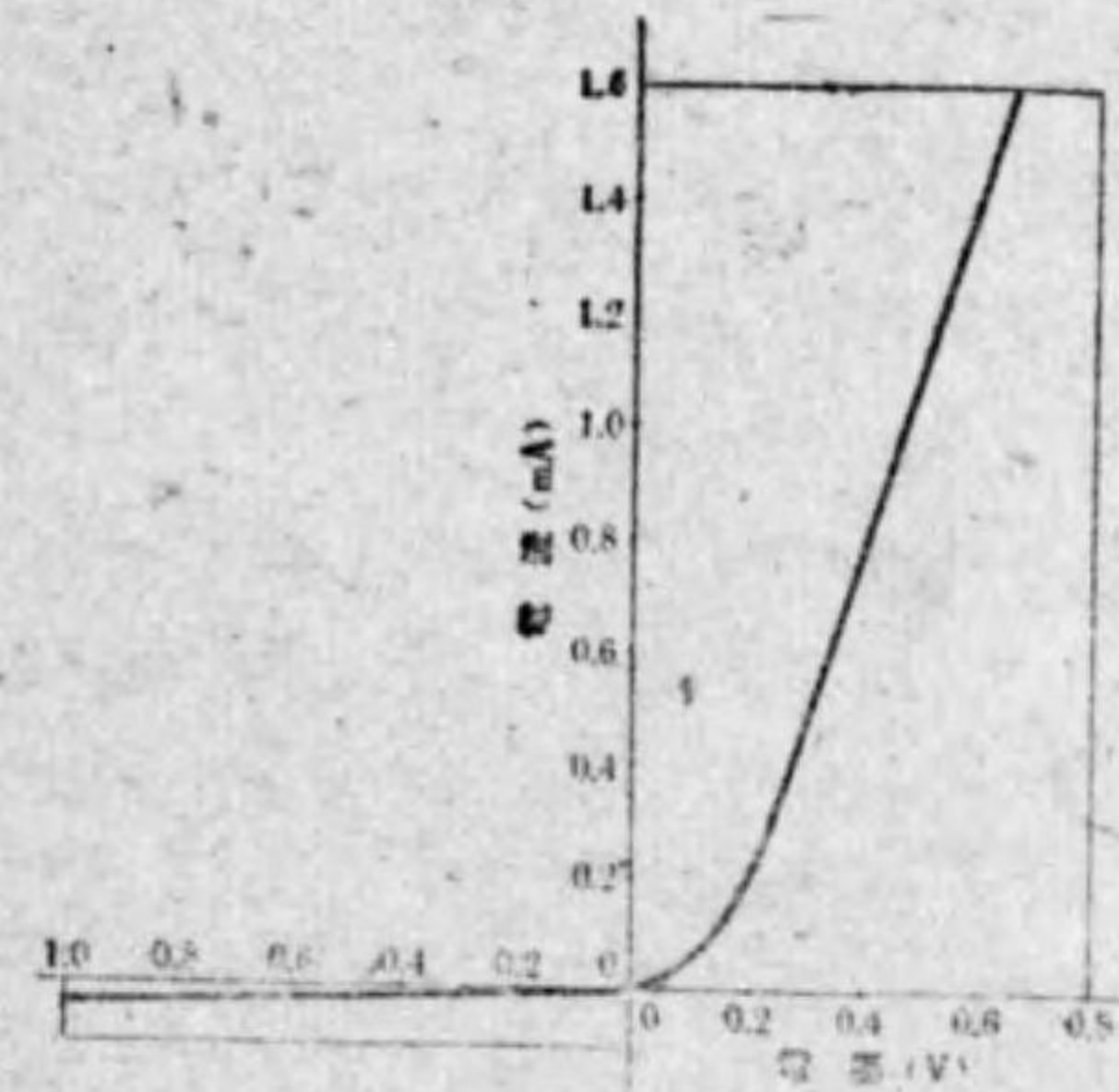


第 6.7 圖
鑛石檢波装置の構造

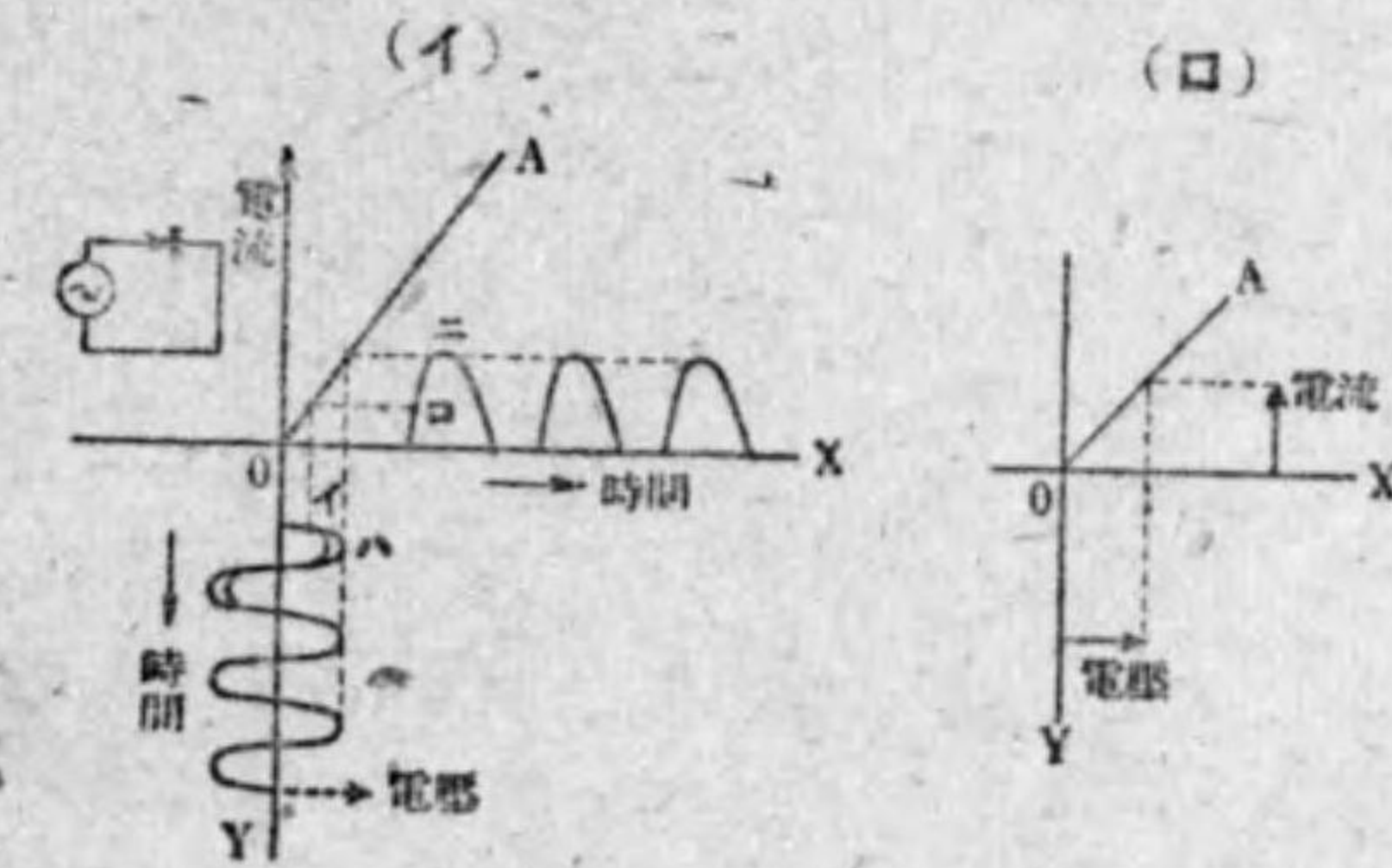
此の鑛石と金属端子との接觸点で檢波作用をする。今、これを第6.8圖の如くに接続し、電圧を種々に變化する。又、電池の極性を結び變へて、之れに應ずる電流をぐらふで表はすと、第6.9圖のやうになる。但し、原点0から左方は電圧の方向を反對にした時の状況で、電流は殆んど流れない。此の理由に就ては定説はないが、一方が鑛石のやうな半導体であることが必要で、鐵と銅を接觸させても、斯様な整流作用は生じない。圖からも明かなやうに、0.2V以下では曲線の形が曲つてゐるが、夫れ以上では、電壓と電流の關係が直線的にな



第 6.8 圖 鑛石檢波装置の動作試験
A 電流計 B 電池 D 鑛石檢波装置
V 電圧計 P 電圧を加減する分壓器



第 6.9 圖 鑛石檢波装置の特性曲線



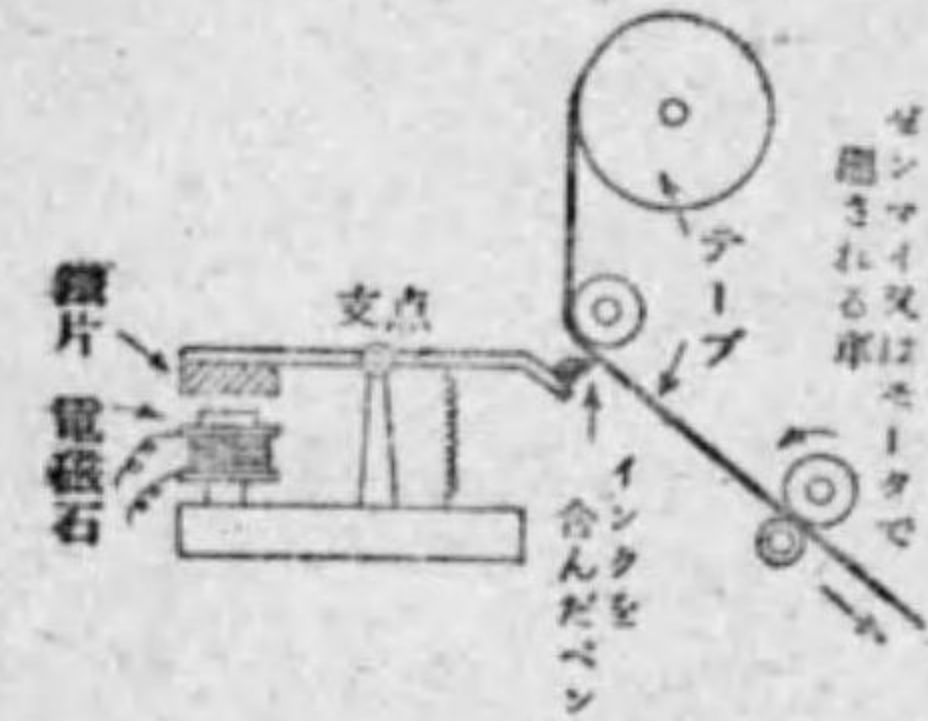
第 6.10 圖 鑛石檢波装置の整流作用

り、1種の定抵抗と見做すことも出来る。此の特性曲線を全部直線と假定し、反對方向の電流は全く流さないものとして、交流を加へた時の電流を示すと、第6.10圖(イ)の如くなる。即ち、OY軸を中心線として加へる交流の波形を書き、(ロ)圖に示す要領で、イの点は点線のやうにロの点に至り、ハの点はニの点に移す。斯様にして檢波された電流がOX軸上に得られる。處で、加へられた電圧が第6.6圖の甲圖の様に一定であると、檢波された電流は乙圖のやうになつて、受話器の振動板を吸引するのは此の平均値であるから、振動板を吸引したまゝ動かないことになつて音を發しない。處が第6.11圖のやうな信號に依つて断

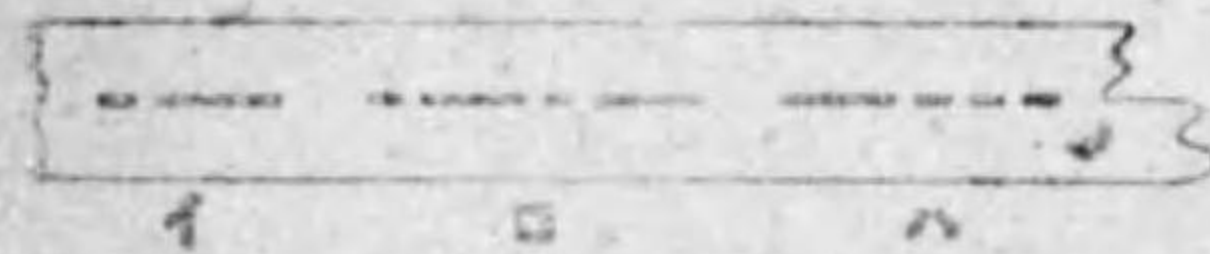
續するA₁電波に應ずる電流を檢波装置で整流して、第6.12圖の印字機の電磁石線輪に流すと、電流の断續長短に應じて、上の鐵片を吸引し、展開するテープの上に印をさすと、第6.13圖のやう



第 6.11 圖 A₁ 電波の整流波

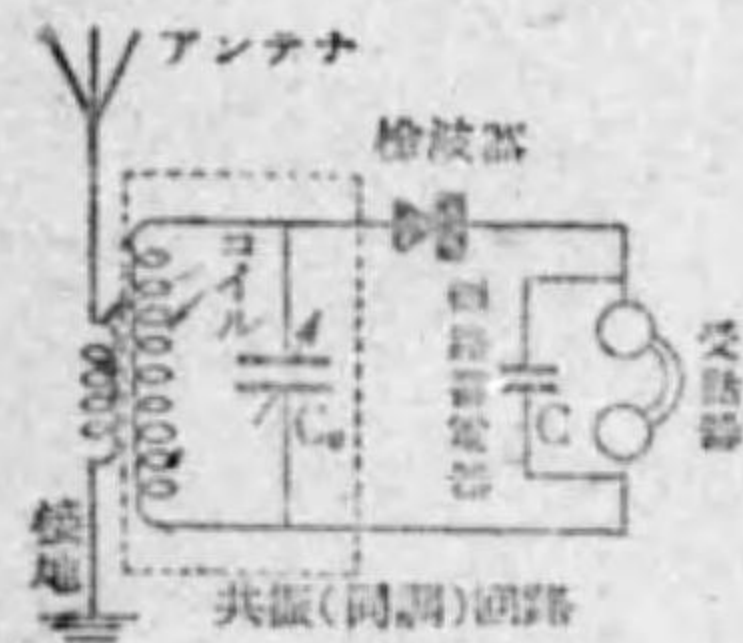


第 6.12 捺印字機



第 6.13 圖 テープ上の電信符號

$$V_{C_0} = \frac{1}{2\pi f C_0} i_{L+C}$$



第 6.14 圖 磁石式受信回路

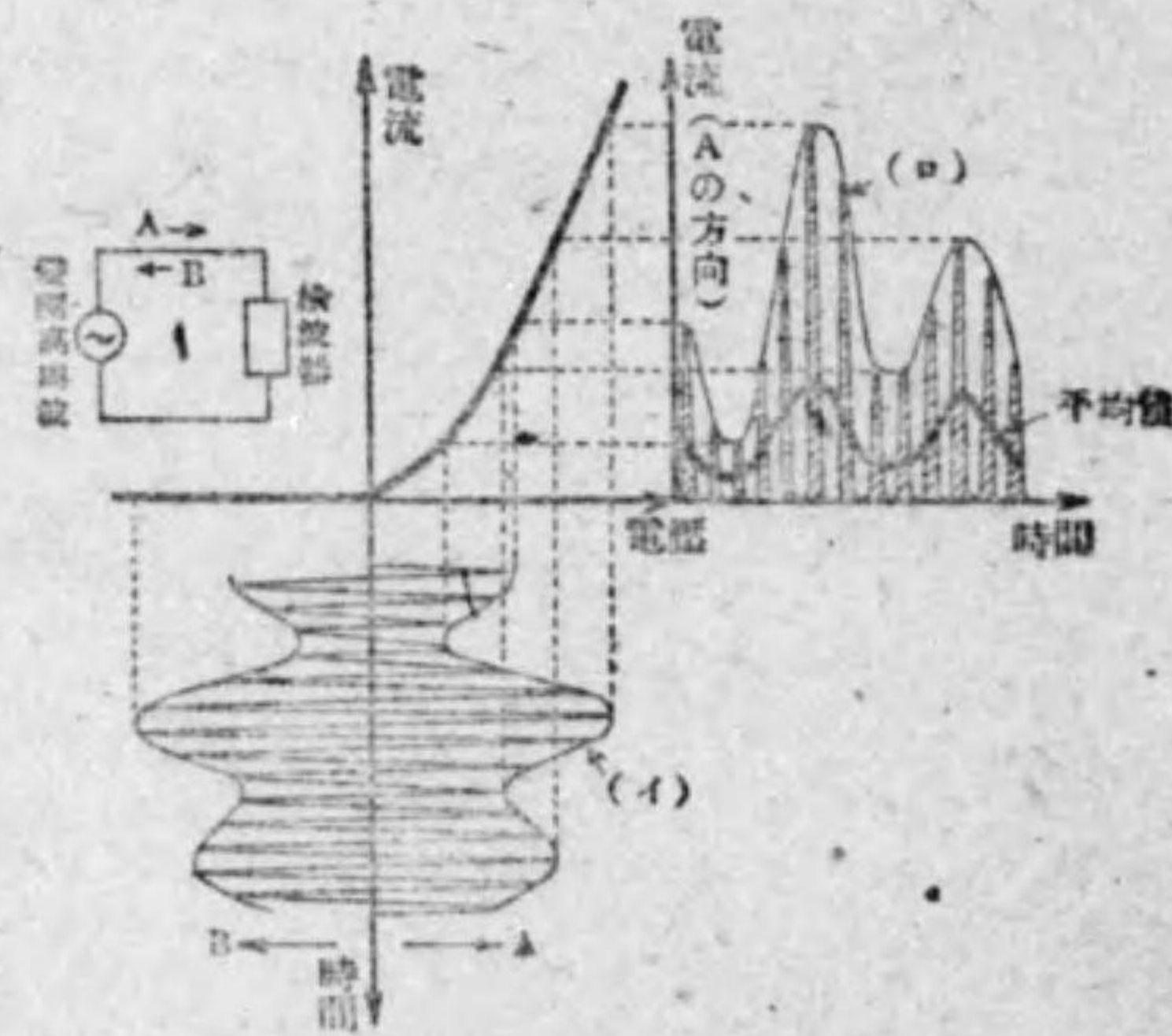
に電信符號が書かれる。

次に、磁石式受信回路の 1 例を示すと、第 6.14 圖の如くであつて、空中線よりの受信高周波電流が相互インダクタンスの電磁結合で、点線の同調回路に流れる。コイルのインダクタンスを L とすると、

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_0}}$$

f …受信しやうとする電波の周波数

が成立するやうに C_0 を調整すると、 f なる周波数の電流が最も多く此の回路に流れる。此の電流を i_{L+C} とすると C_0 の両端には

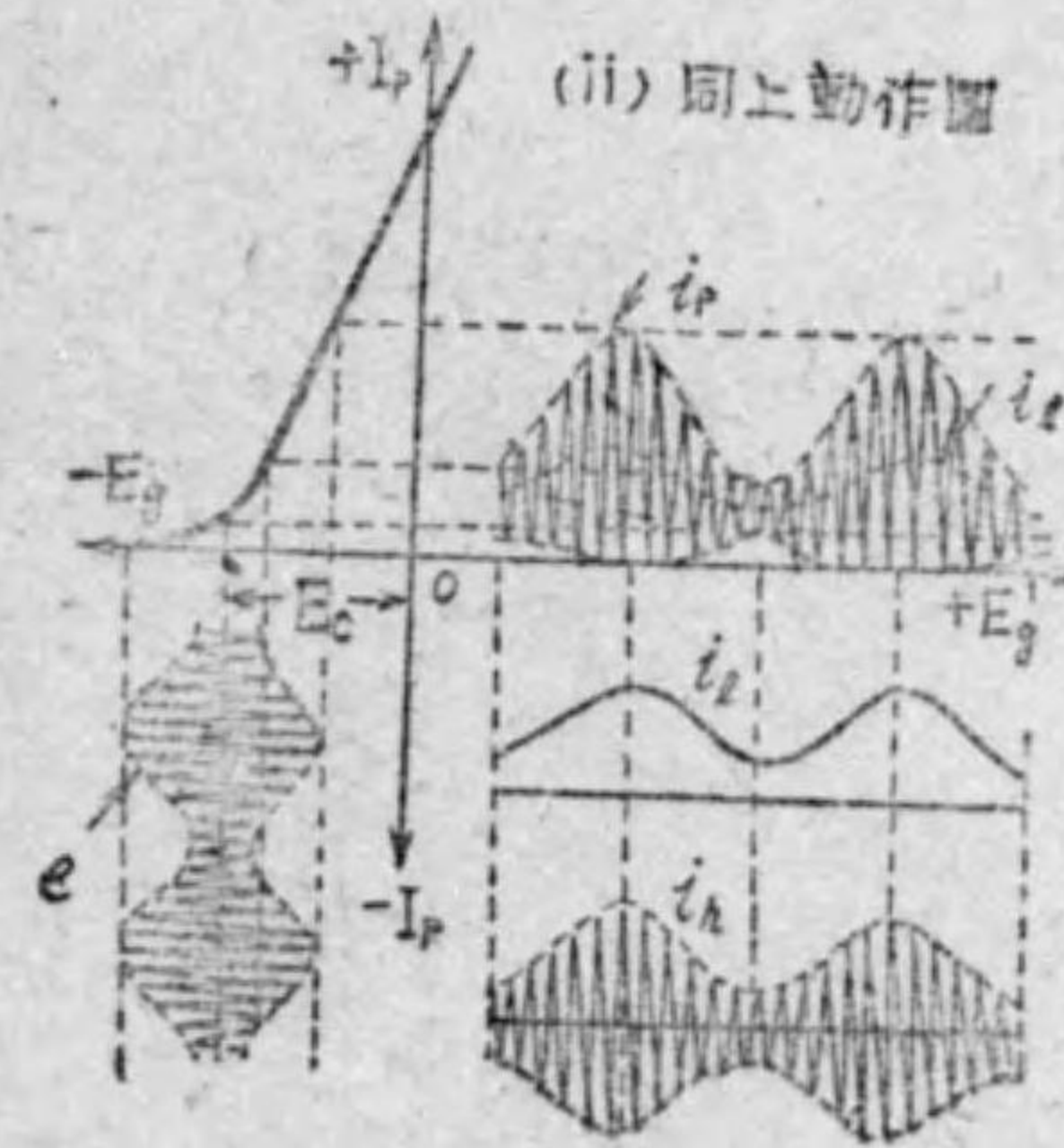
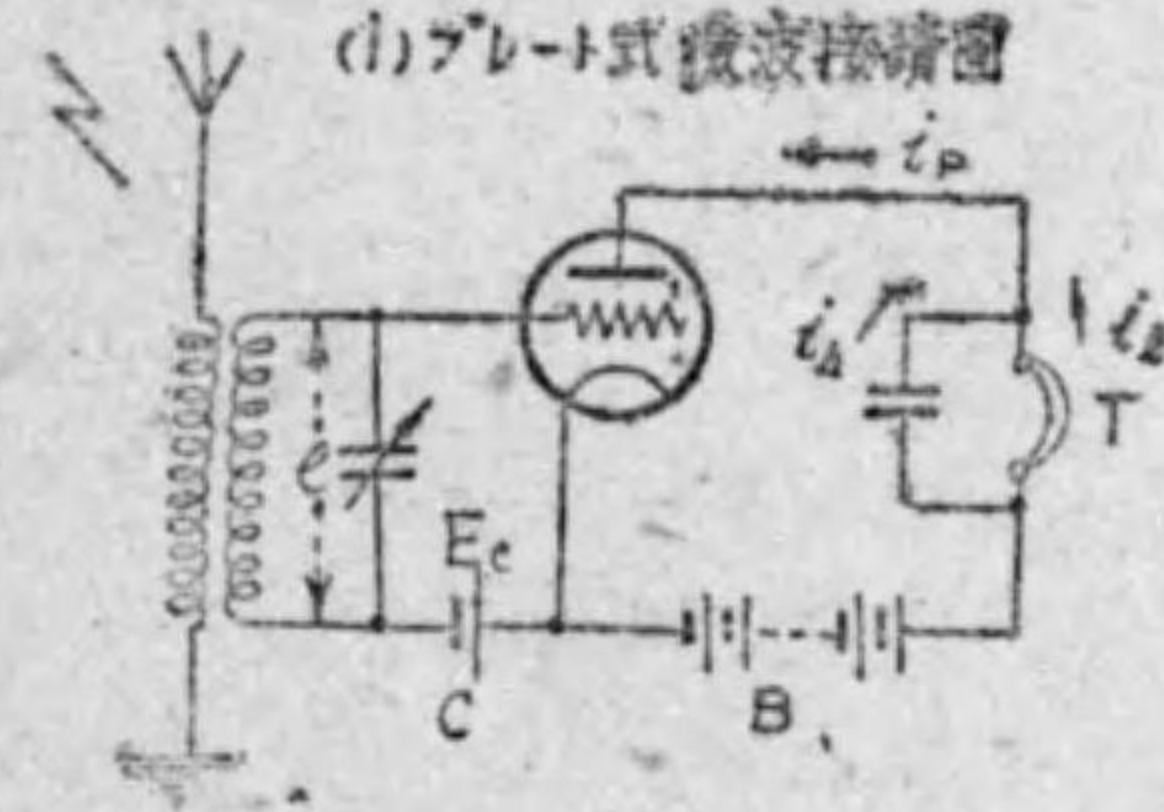


第 6.15 圖 磁石検波回路の特性圖

なる周波数 f なる電圧が現はれる。圖より明かなやうに、これが検波器と受話器の直列回路に加はるのであつて、検波器並受話器に流れる電流は第 6.15 圖の如くなる。即ち、 C_0 の電圧が (イ) のやうな変調電圧であると、これに応じて受話器に流れる電流は (ロ) の如くなるから、振動板は其の平均値に應ずる太線の電流が流れたのと同様であつて、之れに依つて振動を生ずる。此の平均値電流は明かに高周波電流を變調させた音響電流と同一波形であるから、受話器は送話器で送られた音を再現する。

6.2.2 真空管検波装置

二極真空管は既述したやうに整流作用を有してゐるから、之れを



第 6.16 圖 プレート検波と其の特性圖

磁石検波器の代りに用ひるとも出来る、然し、三極以上の多極真空管を使用すると、検波と同時に増幅を行ひ得るので、一般に之れを採用してゐる。——磁石式は受信電流が其のまま受話器に流れるが真空管式は受話器に流れる電流が受信電流に比例し、強力な B 電源から供給される E_c で、増幅作用を行ふ。——真空管検波方式には陽極検波 (プレート検波) と格子検波 (グリッド検波) とがある。

〔陽極検波〕三極真空管を用いた陽極検波の 1 例を示すと第 6.16 圖の如くであつて、格子 G には相當に大きい格子偏倚電圧 $-E_g$ が加へられる。之れは動作点——電波の來ない時の陽極電流点——を格子電圧對陽極電流 (負

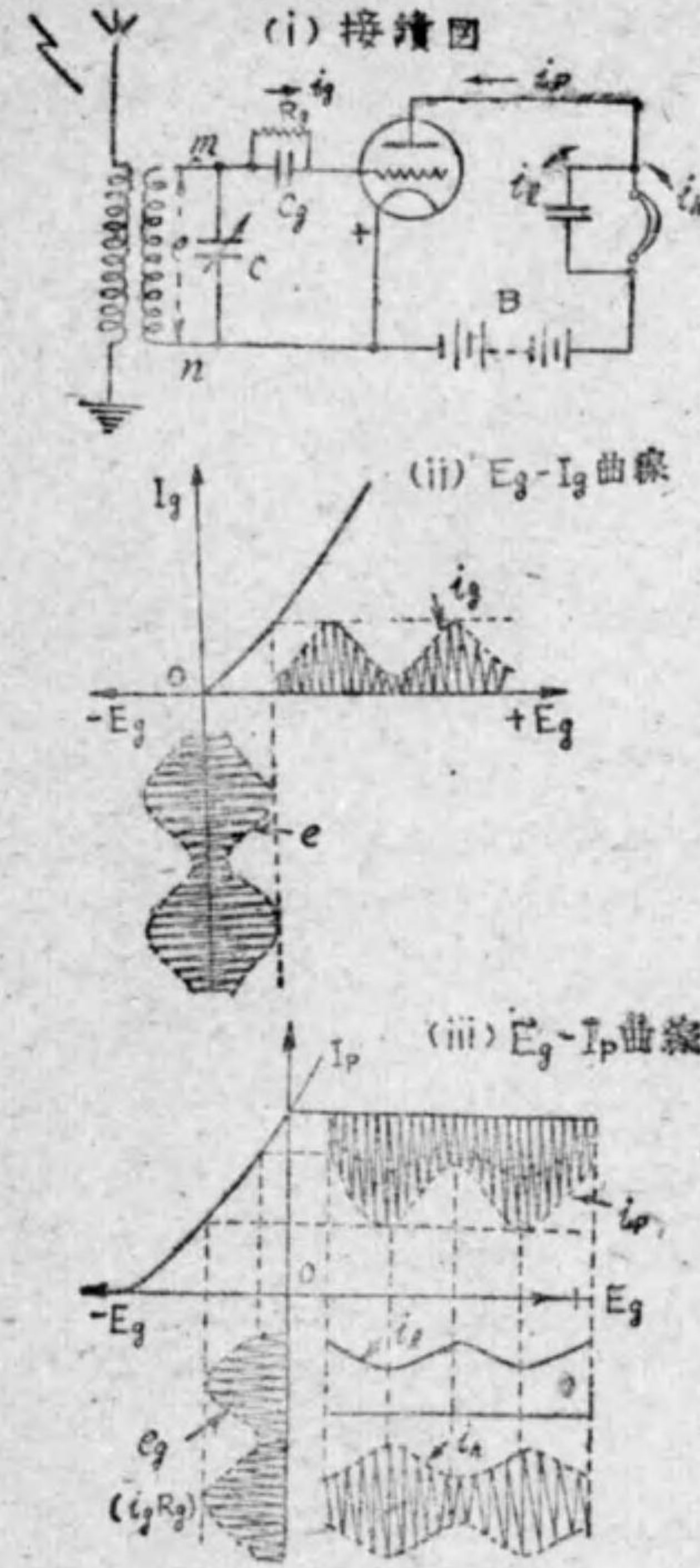
-I_p) 曲線の彎曲点に置く爲めである。斯くて、空中線よりの電圧 e が $e=0$ の時は、陽極電流は極く僅少で 0.5mA の程度である。尤も此の電流が受話器 T に流れても、振動板を吸引するか反撥するか何れか一方の力が働くのみで、之れを振動させないから何の音響も發しない。處が、空中線に電波が到來して其の二次回路に e なる高周波電圧が誘導されたとすると、格子電圧 E_g は $-E_g$ を中心として e の振幅に相當するだけ振動するので、(ii) の圖より陽極電流 i_p が求められる。これは下圖のやうに、脈動電流 i_i と高周波電流 i_h より成り、 i_i は T に、 i_h は T の分路蓄電器に流れる。申す迄もなく、 i_i は電信符號なり音聲を表はすものであるから受話器は夫れを再現する。

但し、 i_i は各瞬時に於ける i_p 曲線の中点を結んだものであり、 i_h は之れと i_p との差、即ち i_i を中心として測つた i_p の大きさである。今受話器のインダクタンスを L とすると、其のリアクタンスは $2\pi fL$ で、高周波数 f に対しては大きく i_h は通り難い。之れに反して分路蓄電器 C のリアクタンスは $1/2\pi fC$ となつて f が大きいと激減し、 i_h が通り易くなる。檢波管としては三極管に限つた譯ではなく、四極管でも五極管でも用ひ得る。

〔格子檢波〕 前述の陽極檢波では格子に殆んど電流を流さない。例へ流すにしても之れを利用しないが、格子檢波では格子回路に電流を流して之れを利用する。其の接續圖を示すと 第 6.17 圖 (i) の如くであつて、格子回路の C 電池を取り除き、其の代りに格子蓄電器 (グリッド・コンデンサー) C_g と格子抵抗 (グリッド・リーク) R_g を圖の如くに接續する。即ち、 C_g と R_g を並列とした 1 端を格子に、他の 1 端を織條加熱用電源 A の + 側に結ぶ。

此の格子回路に空中線よりの高周波電圧 e が加はると、格子から織條に流れる電流 i_g は (ii) 圖のやうに格子電圧對格子電流 ($E_g - I_g$) 曲線より求めることが出来る。斯様な i_g が流れると、 R_g の兩端には $e_g = i_g R_g$ なる電壓を生ずる。此の電壓が格子に與へられるので、之れに依る電流 i_p は (iii) の格子電壓對格子電流 ($E_g - I_p$) 曲線より圖のやうに求められる。

此の i_p は (iii) の下圖の如くに、低周波電流 i_i と高周波電流 i_h



第 6.17 圖

グリッド檢波と其の特性圖

(i) 圖の i_h は C に i_i は T に流れる。圖は反對である。

の合成であるから、 i_i は受話器 T に、 i_h は其の分路蓄電器に流れる。此の i_i の形は e の包絡線即ち音聲電流であつて、T は音聲を再現する。

(ii) 圖で $e=0$ で $i_g=0$ としたが、實際は A 電池の + 側に結んだのだから、 $e=0$ でも i_g が流れるが、其の値は極めて微小である。

又、(iii) 圖で e_g が負となつてゐるのは、格子電流が G より F の - 側に至り、A 電池を経て + 側へ、更に R_g を通つて G に歸る。即ち、外部で F より G に電流が流れるのだから G は F より $e_g = i_g R_g$ だけ電位が低い。——此の例に限らず總て各部の電壓は陰極 F の電位に對して正負高低を云ふ。——實際は、 $e_g = i_g R_g$ でなく、 R_g に空中線線輪の抵抗も加はるのであるが、之れは R_g に比して無視し得る程小さい。

又、格子回路の 1 端を F の + に接續したのは、上述したやうに、A 電池が i_g の流通を助ける爲めである。同様に格子蓄電器 C_g の存在も亦、 i_g の流通

を助けてゐる。即ち、 e が正、m が +、n が - の時は、 C_g の G 側は負となる。即ち、G の電子を C_g が吸収するので i_g は m より G へと流れ易い。e が負、m が -、n が + の時は、 C_g の G

則は正となり、前に G から吸収した電子を G につき返すので、G は一層に負電位となり、 $i_g=0$ となることを一層に確實化する。此の充電電流をよく考へると、e に比例する受信電流であることが分る。

前記の前諸圖で注意して頂きたいのは、 i_g 及 i_p を圖のやうな形で表はしたので、 $i_g=0$ 、 $i_p=0$ の瞬間がないやうに誤解してはならないことである。鋸状波形の先端が $i_g=0$ 、 $i_p=0$ の水平線と接觸して居る瞬間は其等の電流が 0 である。点線の包絡線が電流を表はすと早合点してはならない。尙、格子検波の場合の i_h は陽極検波の場合よりも、位相が半波だけずれてゐる。

扱、格子検波に三極真空管を用いた場合は、 R_g の値を $0.5 \sim 2 \text{ M}$ オーム、 C_g の値は $0.0001 \sim 0.0005$ マイクロ・ファラド、B 電源の電圧は 50V 程度とする。電波の微弱な場合にはなるべく R_g の値を大とする。尤も格子検波の際にも C 電池を附加することがあり、五極管を用ふる際には、 R_g 、 C_g の値は上記の程度で、遮蔽格子電圧は適度に調整する。

6.2.3 陽極検波と格子検波の比較

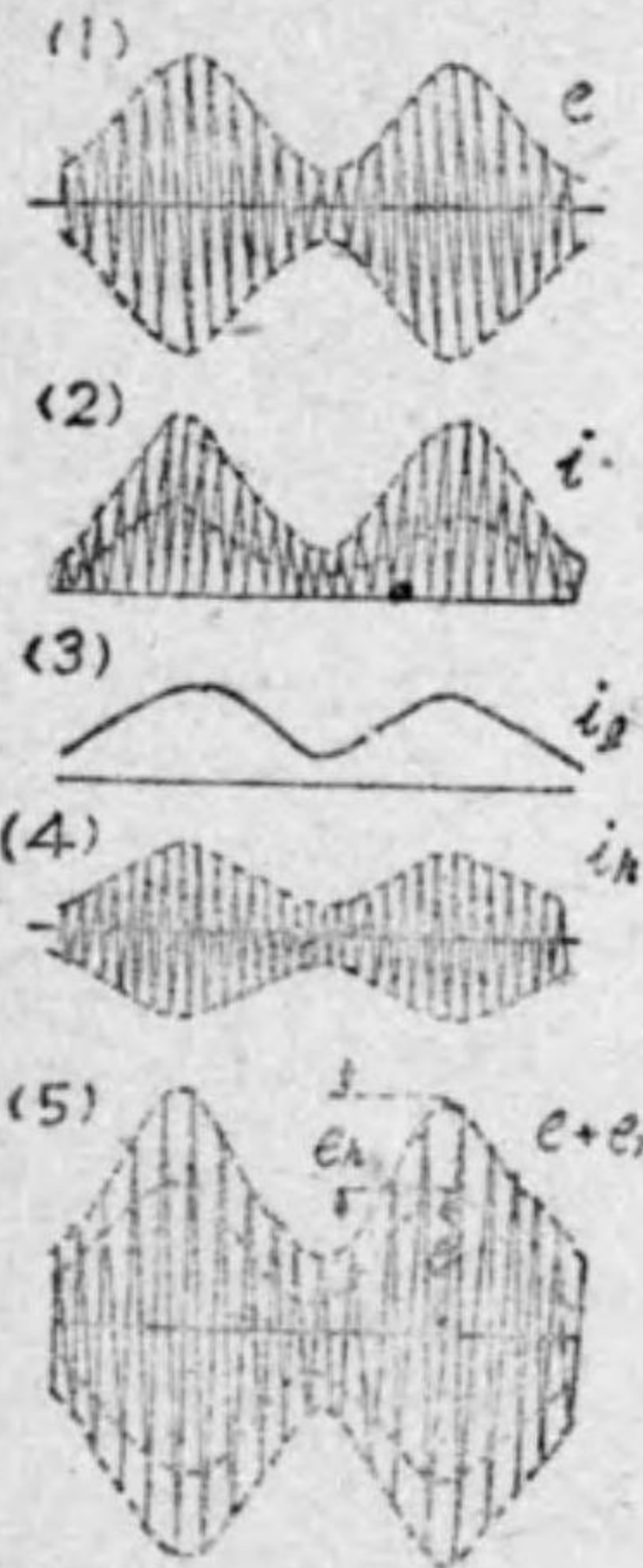
兩檢波方式の得失を表示すると、次の如くである。

格 子 檢 波	陽 極 檢 波
C_g 、 R_g を必要とする	不 要
不 要	格子偏倚電圧を必要とする
弱い電波に対して感度良好	弱い電波に対し感度が悪い
強い電波には歪音を發する	強い電波に対しても歪音を生じない

格子検波の方が特性曲線の傾斜の大きい處を使用するので感度はよい。然し、此の先きでは曲線が飽和してゐるから強い電波に対しては I_p が比例的でなく、又、 i_g の回路は振動回路だから不明瞭になる。之れに反して陽極検波では曲線の裾の方を利用するので此の心配がない。要するに、陽極検波は強い電波入力を受けて、明瞭度のよい大きな出力を與へ、格子検波は微弱な電波入力を受けて相當の出力を得るに適する。

6.2.4 再生式檢波裝置

第6.18圖に於て、空中線回路より來る受信高周波電壓 e が (1)



第 6.18 圖
再生増幅の原理

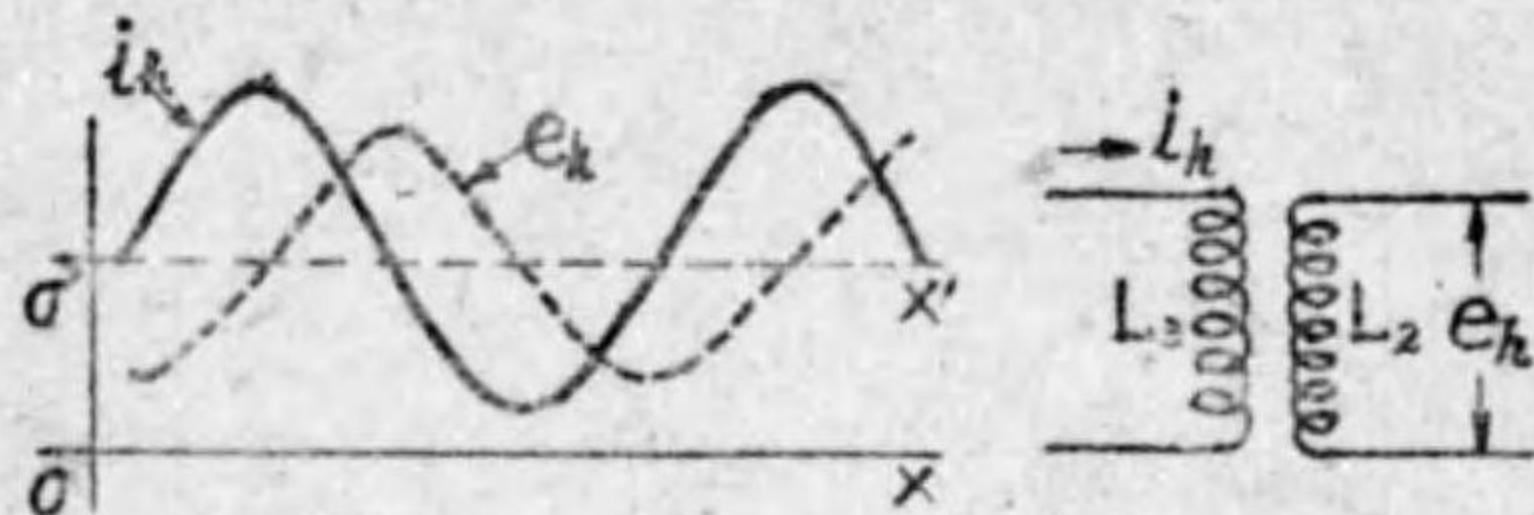
の如くであつたとする。之れを檢波すると、(2) の i の如くになり、T に流れる電流が (3) の i_g 、其の分路蓄電器に流れる電流が (4) の i_h であるとすれば、 i_h は e と同形の高周波電圧である。此の i_h を以て空中線線輪の二次回路に電磁誘導作用を與へ、其の誘導電圧を e と重なるやうに工夫すると、(5) の如くに振幅の更らに擴大されたものになり、 i を増加し i_g を大とし、 i_h が大となる。此の i_h の増分は更らに $(e+i_h)$ を増加し i_h を大とする。斯様に原因は結果となり結果が更らに原因となつて i_g を大とする。然し、 I_p の曲線には飽和があり、電源 B の出力にも限りがあるから、 i_h は適度の大さになる。斯様な増幅的檢波方式を再生増幅とも再生檢波とも稱する。

再生の名は 1 度、真空管の出力となつた

i_h を再び其の入力側に作用させ、(5) の e_h のやうに再生する處から命名された。斯く再生に依つて受信電流は數倍に増幅されるのであつて、三、四球程度のラヂオ受信機では大抵、此の再生式を採用してゐる。

再生檢波方式の接続圖を説明する前に、既に了解のことゝは思ふが、十分に納得して置いて頂きたいことがある。夫れは第 6.16 圖(ii) 及第 6.17 圖(iii) に示した陽極電流 i_p は、真空管での電流が P から F に流れて、其の反對には流れないことから明かなやうに飽く迄も定方向の電流であつて、其の値が時々刻々に變化する脈流である。之れを便宜上、高周波とか低周波と云つたが、交流と誤解してはならない。従つて、之れを分解して得られた i_g は勿論、 i_h ——第 6.18 圖(4)——も脈流であつて交流ではない。然し、 i_h のやうな脈流を相互インダクタンスを有する一方の線輪に與へると、他

方の線輪には之れと同一波形の交流が得られる。其の状況を示したのが、第6.19圖であつて、 i_h のやうな脈流を L_3 線輪に流したと



第 6.19 圖 脈流に依る交流の發生

すると、之れと同一位相で i_h に比例した磁力線を生じ、之れが L_2 の線輪を切る。斯くて、 L_2 に誘導される電圧 e_h は L_3 の自己誘導起電力と全く同様であつて、 i_h の變化を妨げる方向を取るから、 i_h の増加する過程と減少する過程では方向が反對である。然して、 e_h の大きさは、磁力線即ち i_h の變化の割合に比例するから点線の e_h の如くに全くの交流になる。——脈流 i_h の零軸は OX であつたが、 L_2 の誘導電圧 e_h の零軸は $O'X'$ になる——

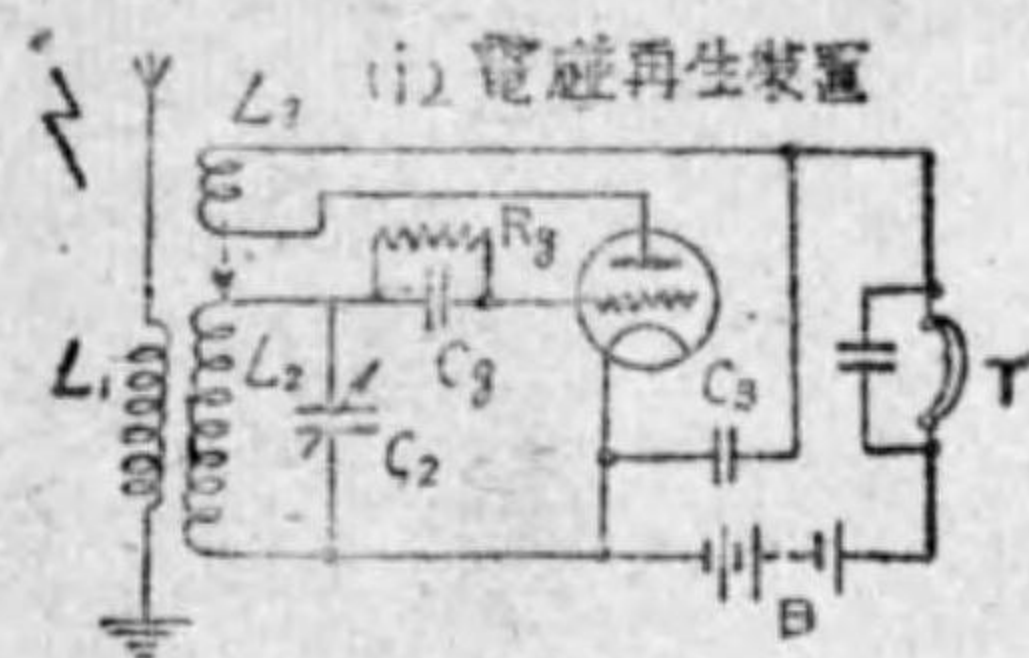
註： i_h の變化の割合は $O'X'$ 軸を等間隔に區分し、其の前後の縱軸の差を取ると、明瞭である。

以上、要するに L_2 線輪に i_h なる脈流を流すと、之れと電磁結合にある L_3 線輪には、 i_h と同一波形で之れより 90° 遅れた交流電圧 e_h を生ずる。然して、 $L_2 L_3$ 間の相互インダクタンスを M とすると、 $e_h = 2\pi f M i_h$ になるから周波数 f の大きいもの程 e_h の値が大きくなる。故に、第6.18圖の i_h と i_r の合成である i を L_2 に流すと、低周波 i_r に相應する L_3 の誘導電圧は微少で、高周波 i_h に相當する電圧 e_h のみが誘導されると云つても過言でない。

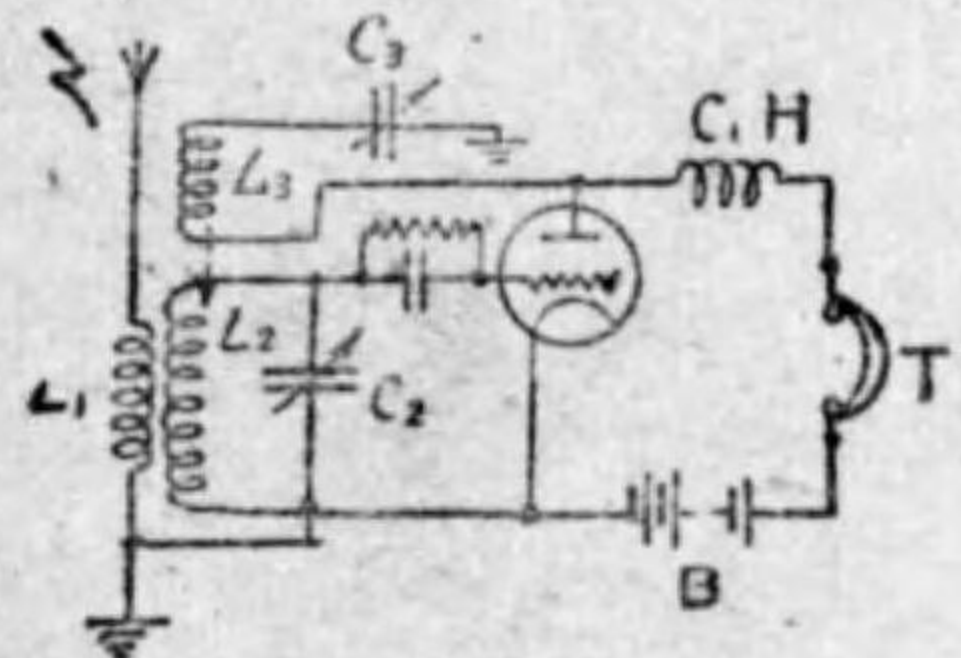
扱、再生檢波装置の接續圖を示すと、第6.20圖の如くに2種となる。

(i) は電磁再生方式であつて、第6.18圖の(2)の i は L_3 線輪に流れ、 L_3 の作る磁力線が空中線線輪の同調線輪(コイル) L_2 を切つて、之れに再生電圧 e_h を與へる。——上述したやうに i_r は低周波であるから、誘導電圧は i_h に依るものと考へてよい——其處で、此の L_3 を再生線輪(コイル)と云ひ、再生の度は L_2 と L_3 の距離を變へたり、再生線輪の同調線輪に對する角度を變へて行つ

ると、之れと同一位相で i_h に比例した磁力線を生じ、之れが L_2 の線輪を切る。斯くて、 L_2 に誘導される電圧 e_h は L_3 の自己誘導起電力と全く同様であつて、 i_h の變化を妨げる方向を取るから、 i_h の増加する過程と減少する過程では方向が反對である。然して、 e_h の大きさは、磁力線即ち i_h の變化の割合に比例するから点線の e_h の如くに全くの交流になる。——脈流 i_h の零軸は OX であつたが、 L_2 の誘導電圧 e_h の零軸は $O'X'$ になる——



(i) 電磁再生装置



(ii) 容量再生方式

てゐる。 L_3 と並列にある蓄電器を側路蓄電器(バイパス・コンデンサー)と云ひ、高周波電流 i_h の側路になる。即ち、 $2\pi/L_3 = \frac{1}{2\pi f C_3}$ とすると、 i_h は殆んど此の側路を流れることになる。 C_3 の値は一般に $0.0005 \sim 0.002$ マイクロ・ファラドとされてゐる。

(ii) は容量再生方式であつて、再生線輪 L_3 と直列に可變静電容量 C_3 を接続し、高周波電流に對して共振さす。斯様にすると、低周波電流 i_r は受話器 T を通り、高周波電流 i_h は $P \rightarrow F \rightarrow$ 接地 $\rightarrow C_3 \rightarrow L_3 \rightarrow P$ と流れて再生作用を行ふ。此の場合 C_3 を調整して、此の回路のインピーダンスの値を加減し、再生電流 i を増減して再生の度を調整する。 $C.H.$ は高周波チョーク・コイルで $4mh$ 程度のもので、 i_h に對して高いリアクタンスとなり、 i_h の T に流れるのを防止し、再生動作を圓滑としてゐる。之れは (i) の C_3 の作用に比敵する。

電磁再生と容量再生の異なる点は、再生度の調整を電磁誘導作用の加減に依つてゐるか、静電容量の加減に依つてゐるかに過ぎない。一般に後者の方が構造も便利であり、調整しよいので用ひられることが多い。

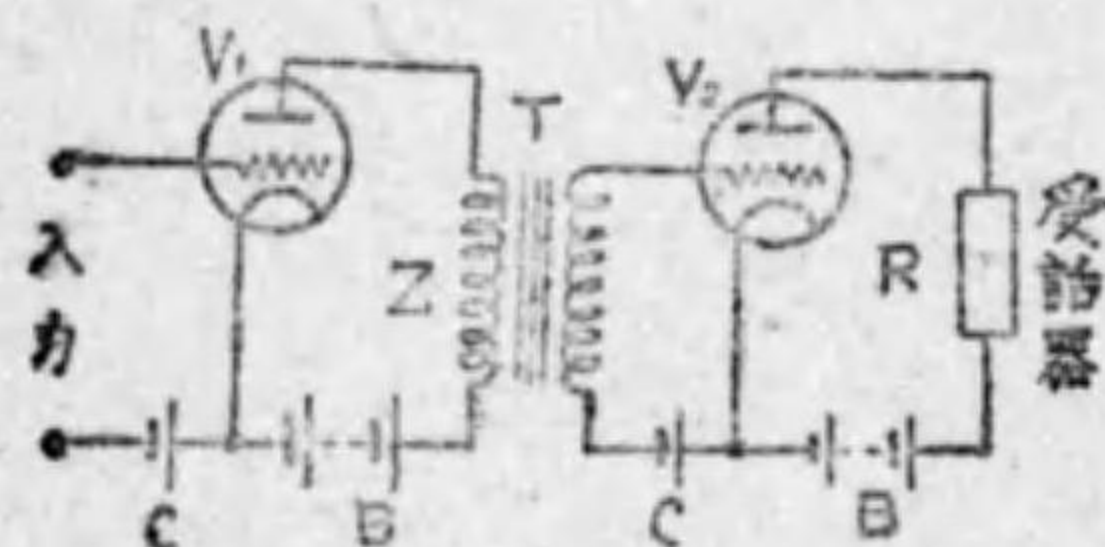
一般に再生作用は周波数の大きい電波程強くなり、再生線輪の巻数が多い程、又、同調線輪と接近する程、強くなる。之れが餘り強くなると、 I_p 曲線の飽和となり、受話音を歪め、遂には局部發振を起して、高聲器をピーピーと鳴らす。斯様な状態になると電波が到來しなくとも發振を起す。其の理由は、再生方式の接續圖は第5.2圖で示した發振回路と全く同様である爲めで、再生線輪と同調線輪の作用に依つて發振状態に入る。其處で兩者の結合を其の一

手前で止めるやうに粗にして置く必要がある。

6.3 増幅装置

6.3.1 増幅装置の一般

電波に依つて空中線に誘導される電流は極めて微弱であるから、これを受信装置に直接導いたのでは十分な受信が出来ない。尤も真空管検波装置を用ふると検波と同時に増幅を行ひ得たが、これでも十分でないから、別に増幅装置を必要とする。此の目的に多極真空管を用ひる。元來、増幅には電圧増幅と電力増幅の2種があつて、其の1例を示すと第6.21圖の如くである。



第6.21圖 増幅回路の1例

今、三極真空管 V_1 の格子が空中線回路よりの電圧を受けると、之れを増幅して変圧器 T を通じて次の三極真空管 V_2 に傳へる。此の場合 V_1 は電圧増幅のみを行つてゐる。然るに、 V_2 には受話器なり高聲器が結ばれてゐるのだから、單に電圧を増幅しただけでは不十分であつて、適量な電流を従つて電力を要求する。故に V_2 は電力増幅を行ふ必要がある。即ち、●圖では V_1 を電圧増幅に、 V_2 を電力増幅に使用してゐる。

今、 V_1 の入力側に加へられる空中線よりの高周波交流電圧の最大値を e_g 、之れに應ずる陽極電流の最大値を i_p 、真空管の増幅率を μ 、陽極抵抗を R_p 、變壓器 T のインピーダンスを Z とすると、前記説明した真空管の交流分に対する等價回路より、

$$i_p = \frac{\mu e_g}{R_p + Z}$$

格子に e_g が加へられたと云ふことは陽極回路に μe_g が加へられたことになる。

故に、變壓器 T の一次側電圧、(即ち、 V_2 への入力電圧) e_z は i_p の端子電圧に比例し

$$e_z = i_p Z = \frac{\mu e_g Z}{R_p + Z}$$

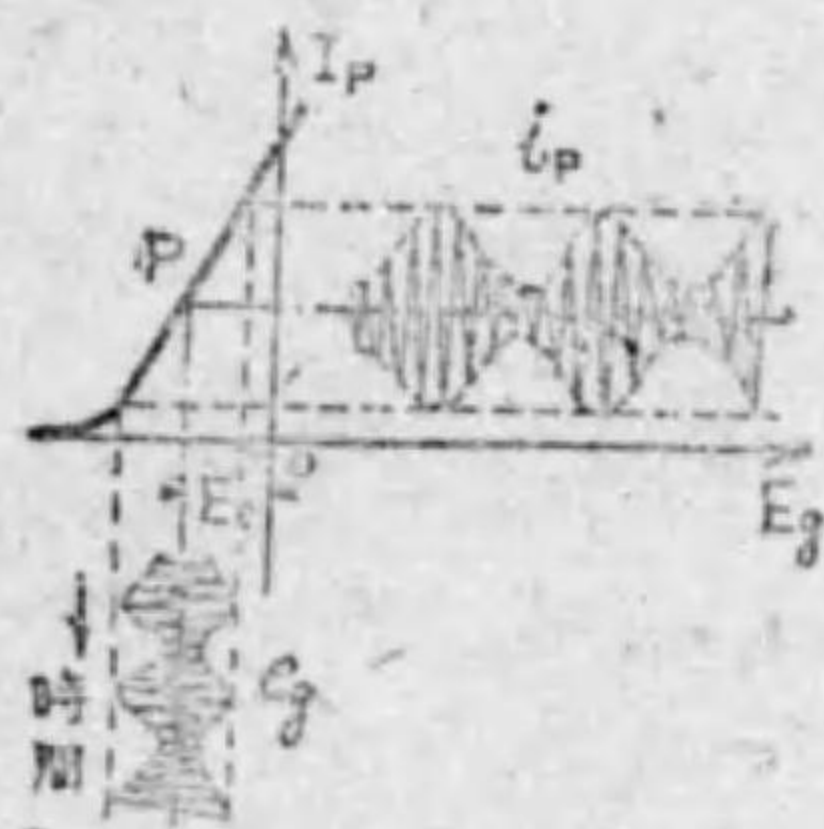
従つて、入力電圧 e_g と出力電圧 e_z の比を取ると、之れが V_1

の電圧増幅率 m になる。

$$m = \frac{e_z}{e_g} = \frac{\mu Z}{R_p + Z} = \mu \frac{1}{1 + \frac{R_p}{Z}}$$

以上、 Z の上の黒丸はベクトル量なることを示す。

上式から明かなやうに、電圧増幅度 m を大とするには、能ふ限り負荷インピーダンス Z を大にする必要がある。仮に Z を無限大にすると、 R_p/Z が 0 になり、 $m = \mu$ で電圧増幅度が真空管の増幅率と一致する。一般に Z の値は R_p の數倍となるやうにしてゐる此の電圧増幅の場合に注意しなければならないのは、陽極電流が格子電圧に正比例することであつて、左様でない、出力電圧の形は入力電圧の形と異つたものになり、歪みのない増幅が行へなくなる



第6.22圖 歪のない増幅

其處で第6.22圖で示すやうに、格子に適當な格子偏倚電圧 $-E_c$ を加へて、特性曲線の直線部で働くやうに、動作点 P を擇定する。従つて検波管の場合と異り、相當の格子偏倚電圧を與へることになる。

次に電力増幅を行ふ V_2 に於て、 V_2 の格子に加へられる交流電圧の最大値を E_g 、真空管の増幅率を μ 、陽極抵抗を R_p 、受話器の抵抗を R

とすると、陽極電流の最大値 I_p は

$$I_p = \frac{\mu E_g}{R_p + R} \quad \text{但し、} E_g = n e_z \quad n \text{ は } T \text{ の變壓比}$$

負荷抵抗 R に消費される電力 P_R は

$$P_R = (I_p \text{ の實効値})^2 \times R = \left[\frac{\mu E_g}{\sqrt{2}(R_p + R)} \right]^2 R = \frac{\mu^2 E_g^2 R}{2(R_p + R)^2}$$

此の式で P_R の最大値、即ち V_2 より最大出力を得る條件を求めると $R_p = R$ となり、負荷抵抗を真空管の内部抵抗と等しくすればよいことが分る。

註; P_R の式の分母分子を R で除すると、可變式は分母のみとなり。

$$y = \frac{R_p^2}{R} + 2R_p + R$$

此の式の極小値を求める爲め, dy/dR を求め 0 と置くと,

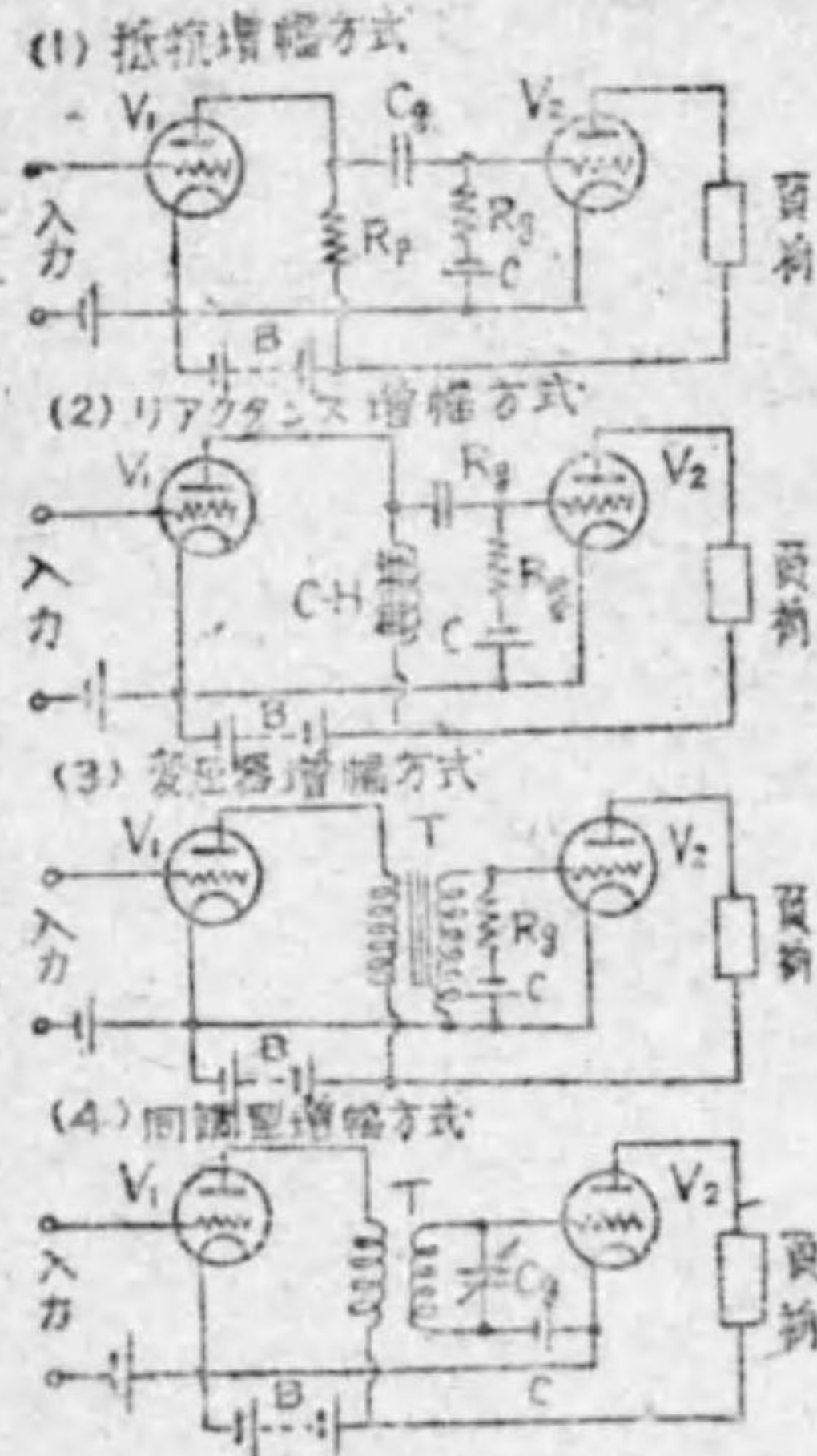
$$\frac{dy}{dR} = -\frac{R_p^2}{R^2} + 1 = 0 \quad \therefore R = R_p$$

之れが y を極小, 従つて R_p を極大とする条件である.

以上は真空管の特性曲線が直線であると仮定しての議論であるが實際は非直線的な部分もあるので歪のない増幅を行ふには, 負荷抵抗の値を陽極抵抗の 2~3 倍に取る必要がある.

6.3.2 増幅回路の結合方式

1 個の真空管を用ひて増幅を行ふと, 入力電圧は m 倍に増幅される. 更に之れを今 1 個の真空管で増幅すると, m 倍の m 倍, 結局 m^2 倍になる. 之れを 2 段増幅と云ひ, 更に 1 個を附加すると 3 段増幅になり, 最初の電圧は m^3 倍に増幅される. 斯様な増幅方式を多段増幅と云ひ, 仮に



第 6.23 圖 各種結合方式
圖示のやうに何管かの真空管を接続する場合には, B 電源 C 電源は共用する.

$m=10$ とすると, 2 段増幅では 100 倍, 3 段増幅では 1,000 倍 4 段になると 1 萬倍にもなる. 斯く増幅を行ふと如何程でも大きい電圧が得られる譯であるが真空管の特性曲線は純直線的でないから, 歪みも共に増幅され又, 各部の静電誘導作用等の影響も著しくなり, 純正な増幅が困難になるので増幅段数を適當に止めねばならなくなる. この多段増幅に於ける各真空管間の結合, 或は電圧増幅管と電力増幅管の結合方式には種々な様式がある. 之れを示したのが第 6.23 圖 であつて, (1) が抵抗増幅方式, (2) がリアクタンス

増幅方式, (3) が變壓器増幅方式, (4) が (3) の 1 種で同調型増幅方式である. 圖は基本的な例を示したもので, 実際には種々な接続方法があるが, 然し, つきつめて考へると, 是等の何れかに屬することになる.

(1) 抵抗増幅方式 V_1 と V_2 が抵抗 R_p で結合されてゐる. 従つて, V_1 で檢波された陽極電流 I_p は R_p に流れ, $I_p R_p$ なる電圧が V_2 の格子に加へられる. 前述したやうに, R_p が大きい程, 電壓増幅度が大きくなるが, 過度に R_p を大きくすると, (陽極に加はる電圧 = B 電源電圧 - $I_p R_p$) であるから, 陽極電圧を小とし, I_p を小とし, 望む處と反對の結果になる. 普通, R_p を陽極抵抗の 5~10 倍にする. ——四極管又は五極管では 20~50 萬オーム——

又, 結合部にある C_g を阻止蓄電器と云ひ, 之れがないと B の + より R_g を經て, V_2 の G より F を通つて, B の - に歸る回路が作られるので, この直流回路を阻止する爲めに挿入されてゐる. 尙, R_g は格子檢波に於ける格子抵抗と同一の働きをする. 然して, R_g には C_g の放電電流が流れるので, C_g が小さい時は大きく C_g が大きい時は小さく撰定せねばならない. 一般に C_g には 0.01~0.1 マイクロ・フアラドが採用されるので, R_g は 1 メグオーム乃至 10 萬オーム位にされてゐる. この抵抗結合方式の特長は, 純抵抗回路であるから, 如何なる周波数の電流に對しても, 歪のない増幅が出来る. 之れを周波数特性が良好であると稱する. 然し, 他の方法に比して, 結合度の大きくないことが欠点である.

(2) リアクタンス増幅方式 前の R_p の代りにチョーク・コイル C.H で V_1 と V_2 を結合したものである. C.H だと其の電壓降下は $2\pi/L$ であつて $f=0$ の直流に對しては電壓降下を生じないから, 前の R_p のやうに其の電壓降下に依つて陽極電圧を低下するやうなことはない. 従つて, B 電源は低くともよい. 然し, 周波数 f が小さいと C.H の電壓降下が少く電壓増幅率が減少し, f が大きいと之れに反して電壓増幅率が増加する. 即ち, 周波数に依る増幅度の一樣でないことが欠点で, 周波数特性は抵抗結合の場合よりも劣る.

(3) 變壓器増幅方式 變壓器を以て結合したもので, 其の巻數

比(二次巻数/一次巻数)を n とすると、こゝで電圧が n 倍に増幅される。又、変圧器一次巻線のインダクタンス L を相當に大きく取ると、 $m \approx \mu$ になり、増幅度を大にし得る。斯様に増幅度を大きくし得ることが特長であるが、1種のリアクタンス結合であるから周波数特性は悪い。

変圧器線巻の抵抗を無視して、其のインダクタンスを L とすると、電圧増幅度 m は

$$m = \frac{\mu \omega L}{\sqrt{R_p + \omega^2 L^2}} = \frac{\mu}{\sqrt{1 + (\frac{R_p}{2\pi f L})^2}}$$

となり、陽極抵抗の大きい四極真空管等になると、周波数に依つて $(R_p/2\pi f L)$ が相當の範圍に亘つて變化する。又、低周波変圧器は周波数に依つて影響されるので、この方式は(1)及(2)の方法より遙かに周波数特性が悪い。

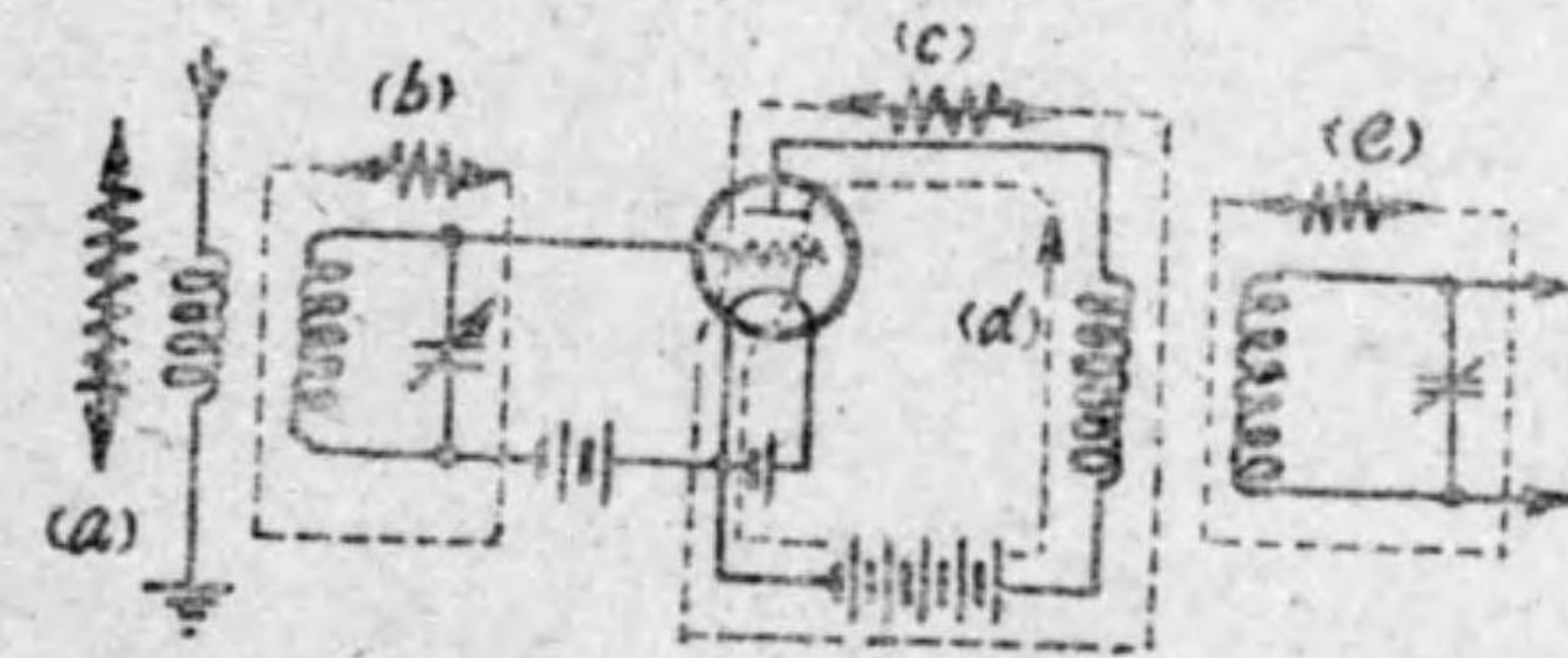
(4) 同調型増幅方式 正確には、同調変圧器増幅方式と云ふべきで、後述する高周波増幅方式として廣く用ひられてゐる。即ち、無鐵心高周波變壓器 T を用ひ、 T の二次側即ち V_2 側の C_g を調整して、受信周波数に共振させる。斯様に同調を取る以外は前方式と異なる處がない。尤もこの C_g を T の一次側即ち V_1 側に挿入したのものもある。

6.3.3 高周波増幅と低周波増幅

高周波増幅と云ふのは、例へばラヂオ受信回路に於て、檢波管以前で高周波電流を増幅することであり、低周波増幅と云ふのは檢波管以後で低周波電流を増幅することである。其の原理には異りがないが、手段に於て格段の相違がある。即ち、高周波増幅では、受信周波数のみを強く増幅し、混信を生じないやうにする。之れに對して、低周波増幅では、音聲を表はす各種の周波数のものを能ふ限り一様に増幅擴大して明瞭に音聲を再現しやうとする。其の増幅方法として、初段では電圧増幅のみを行ひ、終段で電力増幅を行ふ。

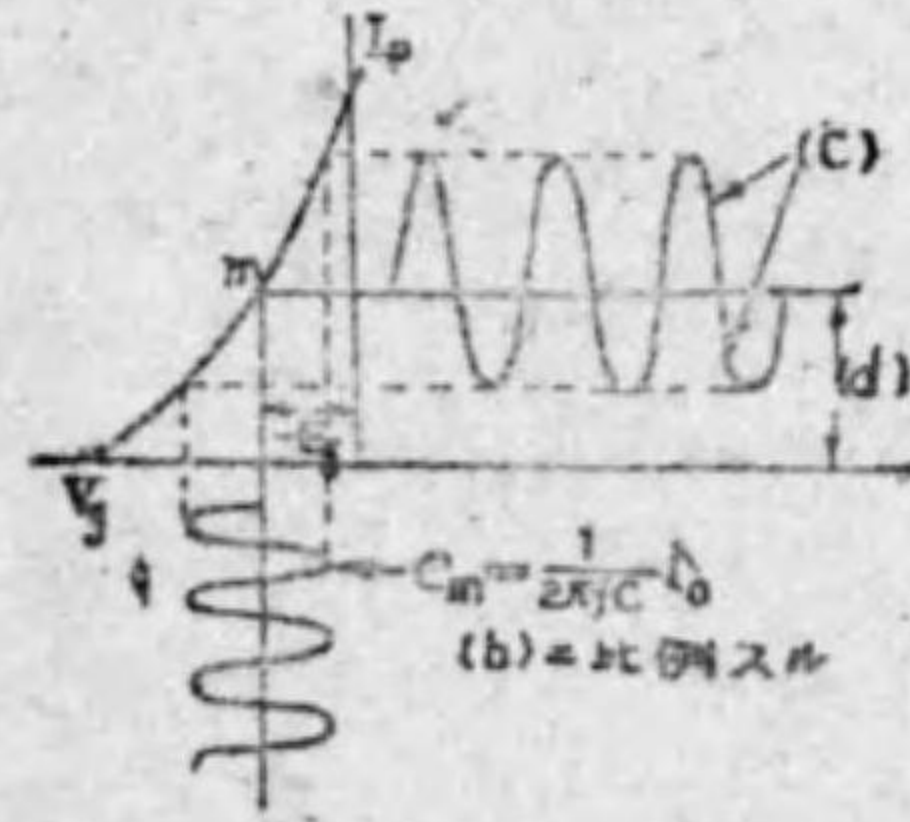
尙、高周波増幅で特異な現象は、リアクタンス及静電容量の影響が大きく現はれて來ることで、電磁誘導作用並靜電誘導作用の影響を慎重に考へねばならないやうになる。

(1) 高周波増幅 檢波管に加はる空中線よりの高周波電圧が或る程度以下になると、檢波管の感度は急激に低下する。故に遠距離より來る電波のやうに、其の強さが微弱であつて、同調回路から得た電圧を其の儘に檢波管に加へても十分な出力が得られない場合には、檢波を行ふ前に増幅を行ふ必要がある。之れが高周波増幅であつて、高周波1段増幅回路の1例を示すと、第6.24圖の如くである。



第6.24圖 高周波増幅回路の1例と電流分布

る。圖に於て左端は空中線回路であつて之れに電波に相應する高周波電流(a)が流れると、空中線に結ばれた高周波トランスの二次線巻には電磁誘導作用で之れに對應する高周波電圧が誘導される。この電圧に依る電流は G F 間に流れないから—— G からは電子を放出しないし、又、 C 電池で負電位にされてゐるから、電子を吸収することもない。故に G から電流が流出することもないし、流入することもない——靜電容量 G に流れ (b) に示すが如くである。この時の C の端子電圧は $e_m = (1/2\pi f C) i_0 \dots i_0$ は電流

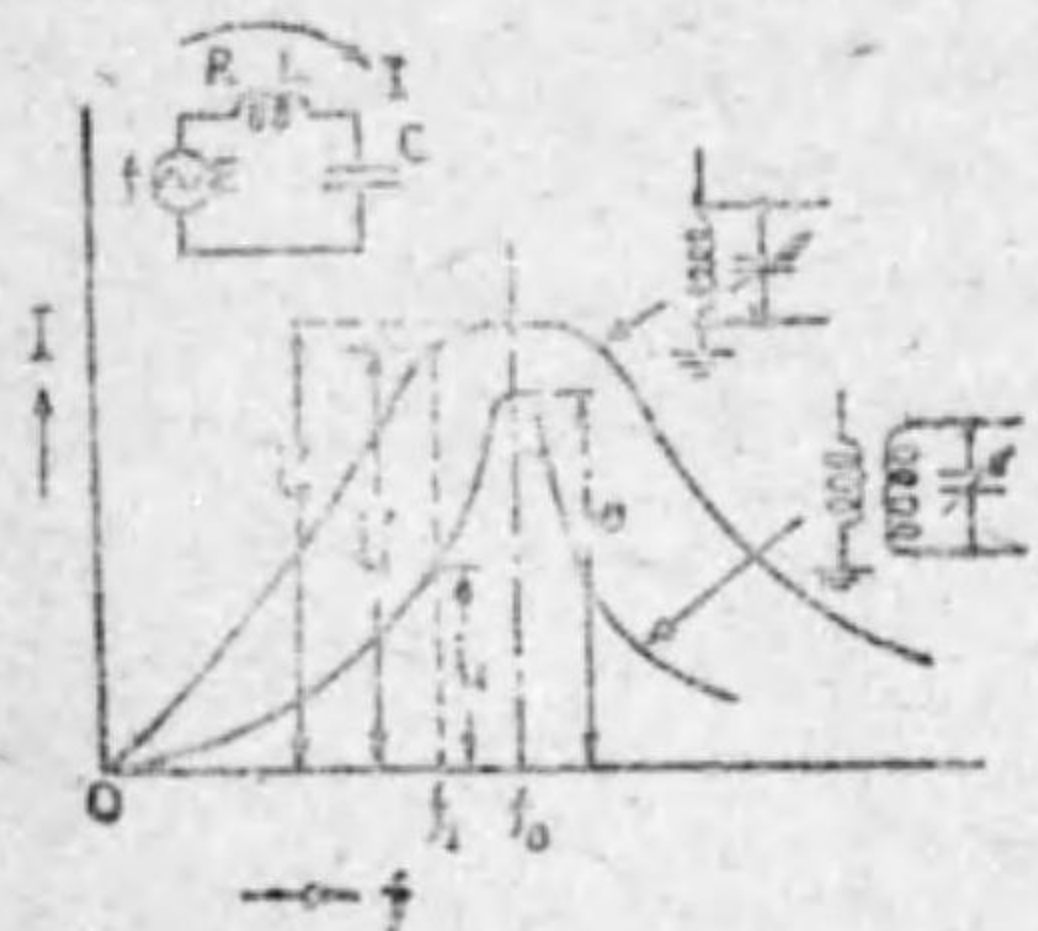


第6.25圖 前圖のbとc及dの關係

(b)……この交流電圧が三極真空管の格子に加はると、其の $E_g - I_p$ 曲線より、陽極回路に流れる電流は、第6.25圖の如くなる。之れは B 電池に依る電流であるから、脈流であつて、之れを分解すると、(d)のやうな一定値直流分と、(c)のやうな交流分になる。其處で、結合高周波トランスの二次側の電流は(c)に比例する高周波電流(e)になる。

扱、高周波増幅の眼目となる分離

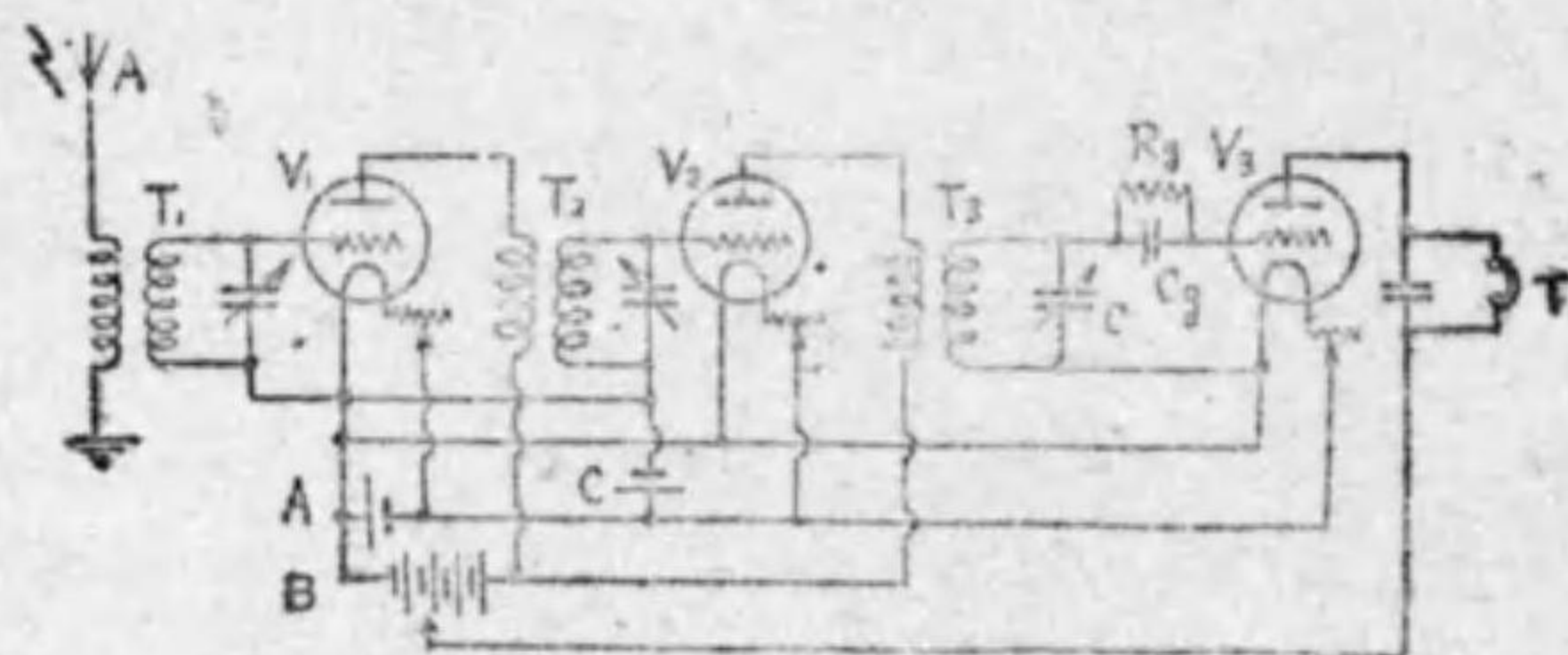
性をよくする爲めには、第6.26圖のやうに、同調回路の抵抗分を



第 6.26 圖
同調回路の特性

小とし得る間接結合を用ふる。斯様にすると、同調回路の共振曲線の形が突出形となつて、分離性が良好になる。即ち、受信周波数 f_0 に共振させたとき、直接結合だと共振曲線が圖のやうになつて、 f_0 に対する f_1 の電流は i_0' と i_1' で大差のないのに対し、間接結合だと、 i_0 から i_1 へと激減するので f_1 の周波数のものが混信する度合が極めて少くなり、所謂、分離

性がよくなる。この高周波増幅の接続方式としては変圧器増幅方式が主として採用される。其の1例を示すと、第6.27圖の如くであ



第 6.27 圖 高周波増幅接続方式の1例

る。圖は、検波管 V_3 に入る前に、増幅管 V_1 と V_2 で2段に亘つて増幅される高周波2段増幅受信機である。其の作用は、空中線 A に依つて誘導された電圧が、 T_1 の二次側で同調選擇されて、 V_1 の格子回路に供給せられる。これが V_1 で増幅されて、 V_1 の陽極回路、即ち、 T_2 の一次側に加はり、 T_2 の二次側で更に同調選擇されて、 V_2 の格子に加へられる。こゝで再度の増幅を受けて、 T_3 を通じて検波管 V_3 に加へられ、格子検波方式で検波されて受話器に通ずる。受信電流の歪みを少なくする爲めに、増幅管では格子に負電圧を與へるやうに C 電池を用ひ、陽極電圧も検波管の場合の 2 倍

から數倍にしてゐる。此處に用ひられた高周波トランスは一般に無鐵心である。

高周波トランスは空中線線輪の場合と同様に、一次線輪の巻数の小さい程、感度は悪くなるが分離性がよくなる。——と云ふことは、受信周波数に対する電流は小さくなるが、共振曲線が突出形となることを意味する(第6.26圖)——陽極抵抗の大きい場合には一次線輪の巻数を多くしないと、十分な増幅度が得られない。一般に、二次と一次の巻数比を 24B 球使用のもので 1.5~2、26B 球のもので 5~10、57 球で 1.0 位にする。

前述したやうに、高周波増幅に於て特に注意せねばならないのは増幅された高周波電流が入力側に饋還して自己發振を起し易いことである。之れを低周波増幅と比較すると、次の点に困難がある。

- ① 高周波トランス相互間の電磁誘導作用
- ② 陽極回路と格子回路間の靜電誘導作用
- ③ 真空管内の陽極と格子間の靜電作用

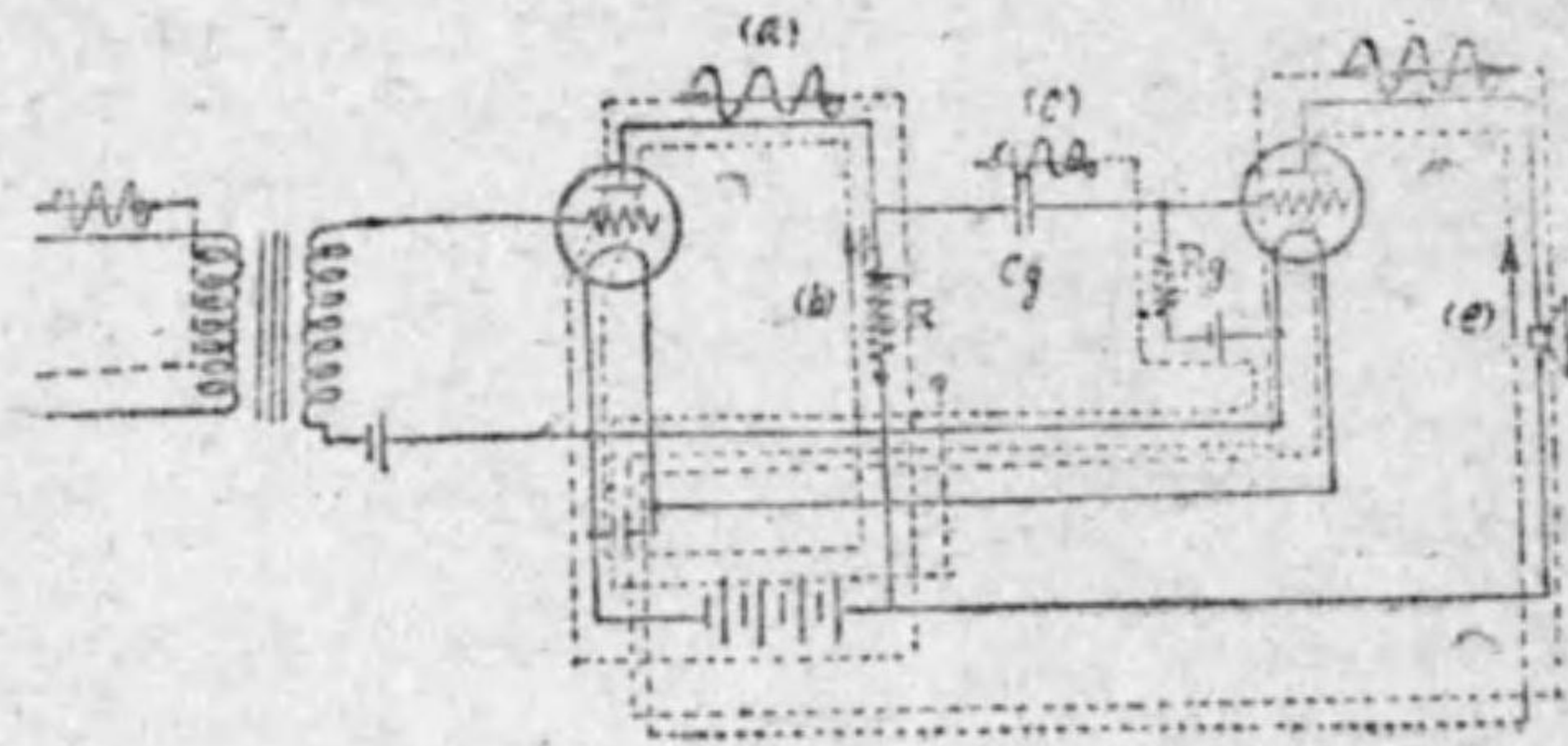
①は、例へば前圖に於て、 T_1 と T_2 間に電磁誘導作用を生ずることであつて、之れを惹起させない爲めには、各變壓器の位置を遠ざけるのもよいが、限度があるから、既述したやうに、變壓器の線輪を金屬箱で包む。之れを遮蔽筒と稱する。斯様にすると、其の線輪に依つて生じた磁力線は此の金屬筒内を通じて他の線輪迄は行かない。然し、之れが内部の線輪に対して二次回路の働きをするから遮蔽筒が餘りに小さいと、線輪の抵抗が増加したのと同じになり、感度と選擇性が悪くなる。

②も同様で、陽極回路の配線を出るだけ格子回路の配線から遠ざけるやうにする。或は又、配線を金屬線種内に納めて靜電遮蔽を行ふこともある。

③は、遮蔽格子多極管を用ふればよく、斯様にして其の困難は除去されるのであるが、尙、増幅度を大にしやうとすればする程、周波数が高くなればなる程、増幅が困難になる。

〔低周波増幅〕 例へばラヂオ受信機で電話受話器を用ふる場合なら検波管から直ちに之れに電流を導いても適當な音量が得られるが高聲器を十分に働かすことが出来ない。さりとて高周波増幅を何段

追加しても、1 箇の検波管の出力には限度があるから検波した低周波電流を更らに増幅する必要がある。然して、此の低周波増幅が 2 段以上になると、初段のものは單なる電圧増幅管であるが 1 箇の増幅管であると、電力増幅になる。前に何度も記したやうに、高周波増幅では、混信を生じないやうに、聴取しやうとする周波数の電波に依る誘導電圧のみを強く増幅して、必要でない周波数のものは入らぬやうにしてゐる。然るに、低周波増幅では音聲を表はす各種の周波数のものを能ふ限り一様に増幅擴大して明瞭に音聲を再現しやうとしてゐる。低周波増幅の接続方式としては第 6.23 圖に示した抵抗増幅、リアクタンス増幅、變壓器増幅の何れもが用ひられるが周波数特性のよい——各周波数のものを一様に増幅する——ことから云ふと、抵抗増幅が最良である。然し、増幅度が十分でないから變壓器増幅方式が廣く採用されてゐる。此の場合、低周波トランスは有鐵心のものが採用され、能率を向上させてゐる。低周波 2 段増幅回路の 1 例を示すと、第 6.28 圖の如くであつて、左端の入力變



第 6.28 圖 低周波 2 段増幅回路の電流分布

壓器からの低周波電力を 2 箇の真空管に依つて 2 段に増幅して、右端の高聲器に傳へてゐる。圖からも明かなやうに、入力變壓器の一次側に低周波電流が流れると、二次側には、之れに應じて、低周波電圧が誘導される。此の電圧 e_m が、第一の真空管の格子に加はると之れに應じて其の陽極回路には、 a なる低周波電流が流れる、と同時に、直流分電流 b が流れてゐる。——この b は申す迄もなく格子偏倚電圧 $-E_g$ に相應する陽極電流である (第 6.25 圖参照)——

次に、 a なる低周波交流が R に流れると、其の兩端に低周波電圧 E を生じ、之れに依つて、 R_g, C_g の回路に低周波電流 C が流れる、其の結果、 R_g の兩端に低周波電圧を生じ、之れが第二の真空管の格子に加はり、其の陽極回路に d なる低周波電流が流れて高聲器を働かし、音聲を再現する。

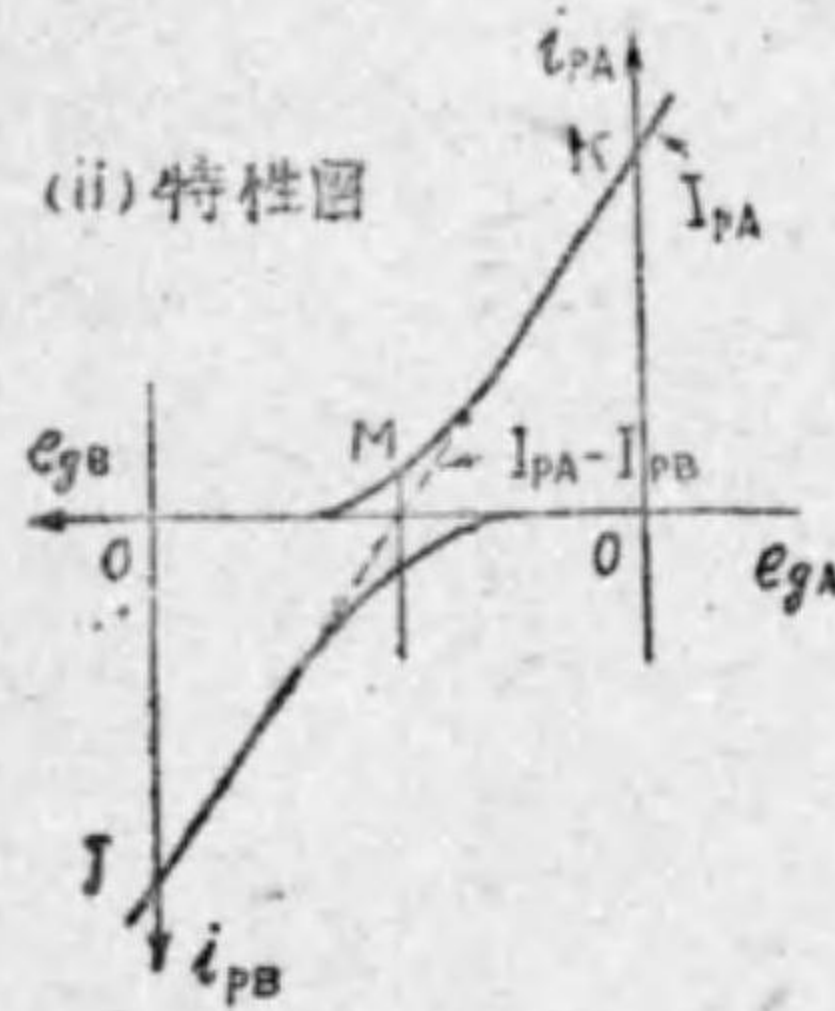
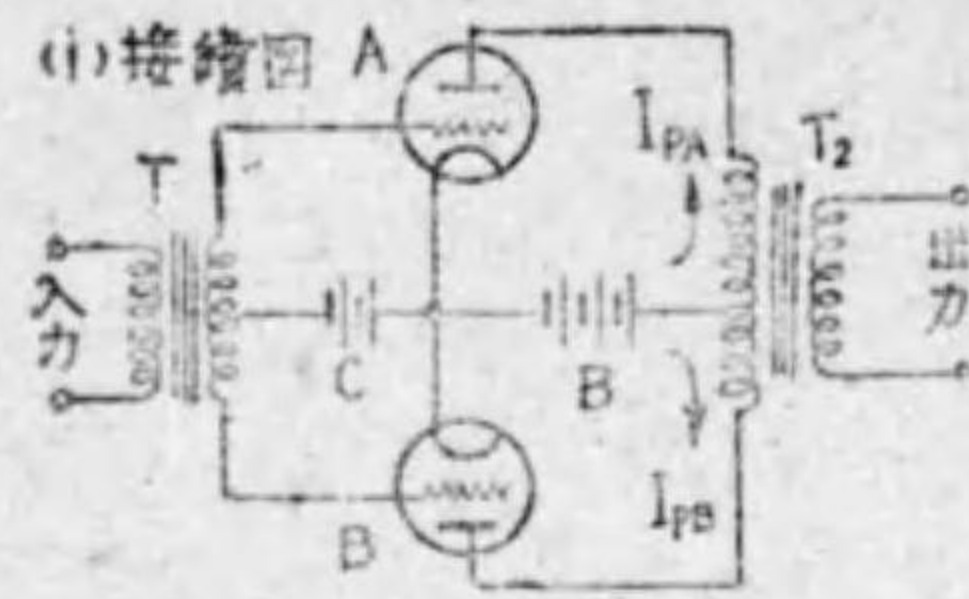
註；前圖に於て、第一の真空管の陽極回路に流れる直流分電流 b は C_g の蓄電器に阻止されて、 R_g, C_g の回路には流れない。又、第一の真空管の陽極に流れる交流分電流は其の E_g-I_p 曲線より、 a (i_a) に限定される。此の $E_a = i_a R$ の交流電圧に依つて、 R_g, C_g 回路に交流が流れる。此の値を i_e とすると、 R の電流は i_e から i_a を引いた i_r になる。

然して、第二の真空管の格子は其の織條に對して、 c (i_e) が流れない状態では、 $-e_e$ なる電圧が加へられ、之れに對應して陽極回路に直流分電流 e が流れる。然るに、 i_e が流れると、格子には $-e_e$ に重疊して、 $|i_e| R_g$ なる電圧が加へられ、之れに相應する交流分電流 d が其の陽極回路に流れる。斯く低周波交流入力電圧が 2 段に亘つて増幅されて高聲器を働かす。

6.3.4 電力増幅回路

前述したやうに、最終段に用ひられる真空管は其の陽極回路に高聲器とか記録器等の負荷が接続されてゐるのだから、之れに電力を供給しなければならない。従つて、電力の増幅を行はねばならぬ。之れを終段増幅と云ひ、之れに用ひられる真空管は能ふ限り大なる交流出力を出し得て、増幅波形に歪みの起らないことが必要である。

此の目的に對して、——例へば、小容量の真空管を用ひて印字機を動作させる歪のない出力を得るのに——第 6.29 圖 (i) に示したプッシュプル増幅器が用ひられる。斯様に、2 箇の真空管 A, B をプッシュプルに接続すると、出力側トランス T_2 の二次側には、A と B の 2 箇の真空管の陽極電流 I_{pA} と I_{pB} の差となるやうな電圧が誘導され、兩者の格子に加はる交流電圧は逆であるから、(ii) 圖の如くに合成され、動作曲線は JMK と殆んど直線に近いものになる。之れは 2 箇の真空管の特性が同一であればある程、直線に近い。その動作基点を M に置くと、歪みの少い強力な出力が得られる。此の場合、出力トランス T_2 の二次側に結ばれる負荷を Z ——變壓器の巻數比を n ——とすれば、負荷側に換算して $n^2 Z$ になる。之れを真空管 1 箇の内部抵抗 R_p の 2 倍に取り $2R_p = n^2 Z$ とすると最



第 2.29 圖
プッシュプル接続と
其の動作特性圖

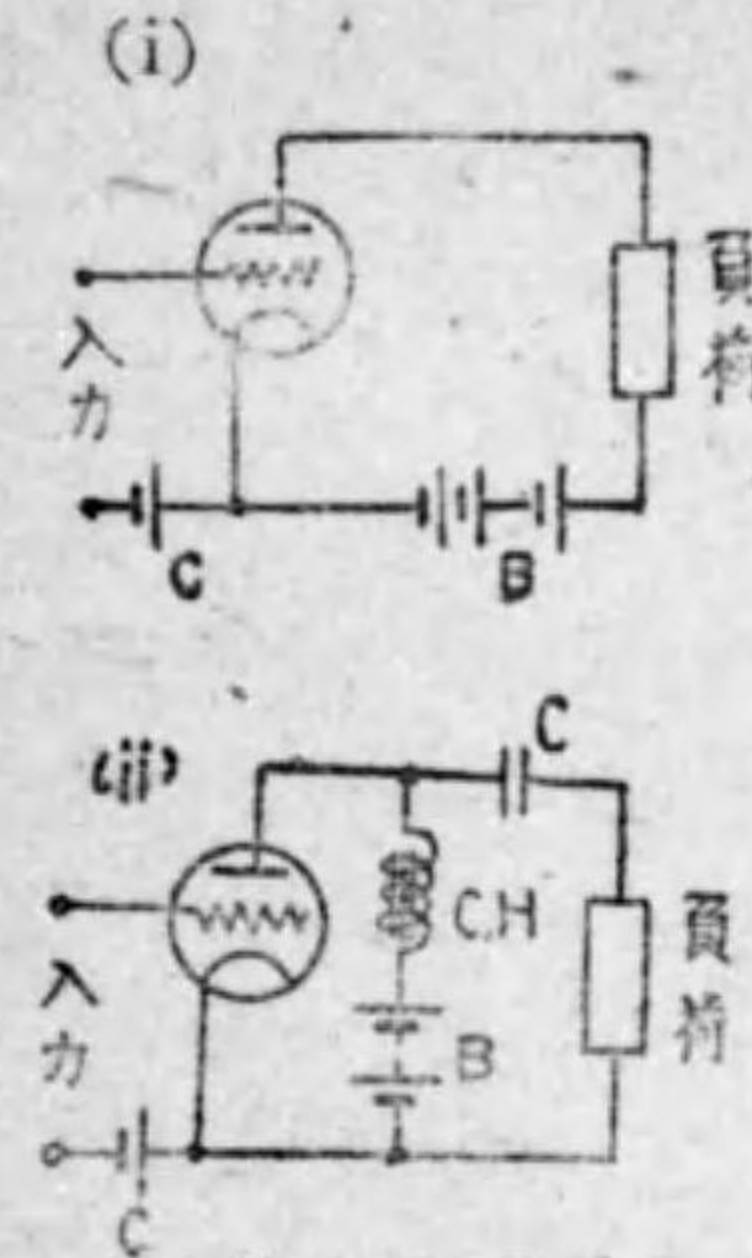
も大きい出力が得られ、且つ1箇の真空管出力の2倍に近いものになる。負荷と内部抵抗の関係が上記を満足せしめない時は、 $n = \sqrt{\frac{2R_p}{Z}}$ と変圧器の巻数比を定める。斯様に、適当な負荷インピーダンスの得られない時には上述のやうに出力変圧器を設けて、其の巻数比を適当に撰定する。例へば、ダイナミツタ型高聲器マグネチックコーン型高聲器を數箇並列に使用する場合には、此の出力トランスを用ひて真空管にかゝるインピーダンスを適當値となるやうに其の巻数比を撰定する。

付け加へる迄もない事であらうが B 電源の電圧を大きくすればする程大きな出力が得られる。

6.4 電源と負荷の接続方式

此處で電源と云ふのは、勿論、B 電源の事であり、負荷とは高聲器、記録器等を指してゐる。従つて、終段電力増幅管と B 電源並負荷を如何に接続するかを研究するのが本節の目的である。

其の接続方式として考へられるのは、第 6.30 圖 (i) の如くに、B 電源と負荷を直列に接続する場合、又、(ii) の如く B 電源にチョーク・コイルを直列とし、之れに負荷を並列に接続する場合である (i) は今迄に例示した方式であつて、回路が簡單であるから小型受信機等に採用される。(ii) は蓄電器 C に依つて負荷には陽極電流中の交流分のみを流すものである。尤も此の C は電源から負荷に流れる直流を阻止する阻止蓄電器の作用も兼任してゐる事は圖よりも明かであらう。尙、B 電源と直列にあるチョーク・コイルは陽極



第 6.30 圖
電源と負荷の接続方式

電流中の交流分が之れに流入するのを阻止し、負荷へと流れ易くしてゐる。斯様な接続に依ると、B 電源の電圧は直接に増幅管の陽極に加はるので、今迄のやうに負荷抵抗に依る電壓降下がない。又、大なる格子偏倚電圧を従つて大なる入力電圧を加へ得るので得られる出力が大きい。即ち、動作範囲が廣くなり、真空管の出し得る最大出力が大となる。尙、負荷が高聲器の場合には、之れに B 電源の電流が流れないので、保安上良好な結果が得られる。

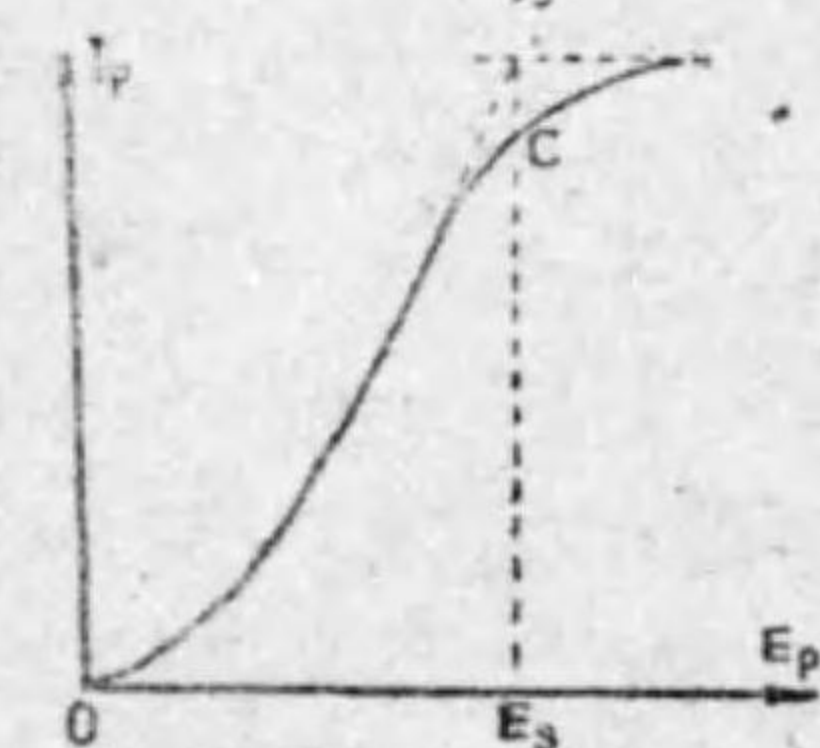
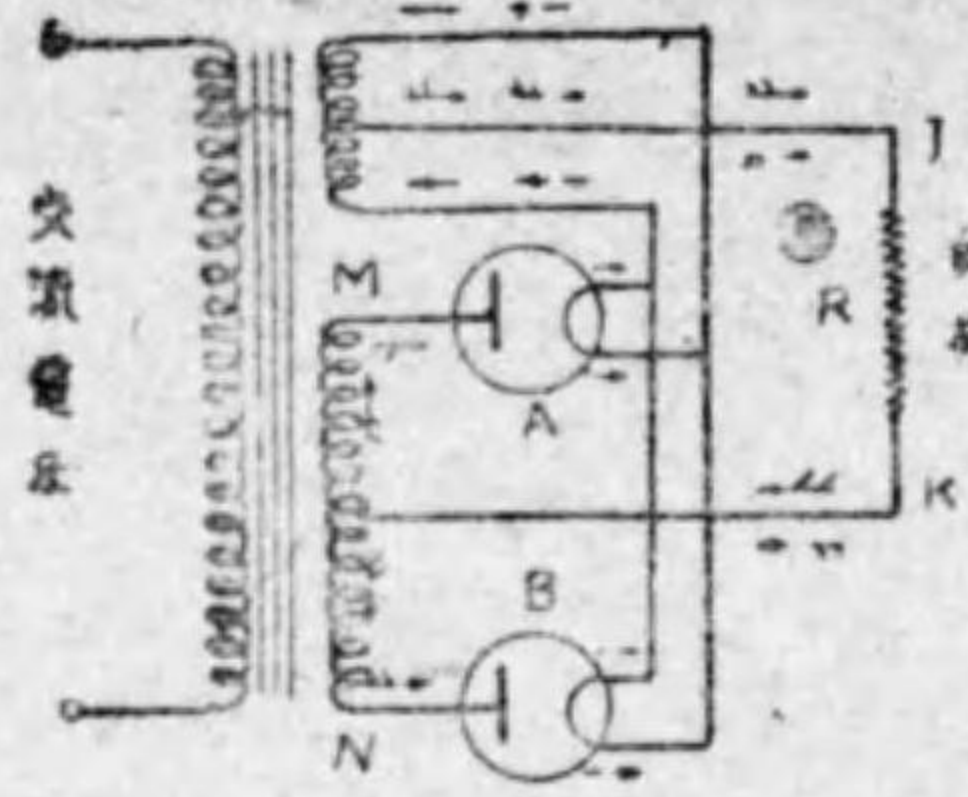
6.5 整流回路と平滑回路

送信装置の電源として交流を真空管に依つて整流して用ふる事は既に 5.6 で述べた。受信装置に於ても同様に真空管で交流を直流に變成して使用する事が多い。例へば、エリミネーター受信機の如くで、電池を使用するものに比すると、取扱ひが簡便で大出力のものを作り得る。次に、真空管を用ひた整流回路の一般に就て説明しやう。

6.5.1 各種の整流回路

整流器として用ひられる真空管は前にも説明したやうに、二極真空管であつて、之れには高真空のものと水銀入りのものがあつた。二極真空管の整流作用に就ては既に 4.2 の第 4.6 圖で説明をした如くであつて、同圖は交流電壓の半サイクル宛が整流せられる。所謂、半波整流であつた。申す迄もなく、斯様に整流の行はれるのは陽極が織條に對して正電位の時にのみ陽極電流が流れ、負電位の時は流れない事に依る。

全波整流を行ふには、第 6.31 圖 (i) の如くに 2 つの真空管を接続すると、JK 間に接続された負荷には常に J より K に電流が (ii) のやうに流れる。即ち、M が正電位 (N が負電位) の時は、A 真空管より負荷に電流が流れ、—— B 真空管は無電流—— N が正電



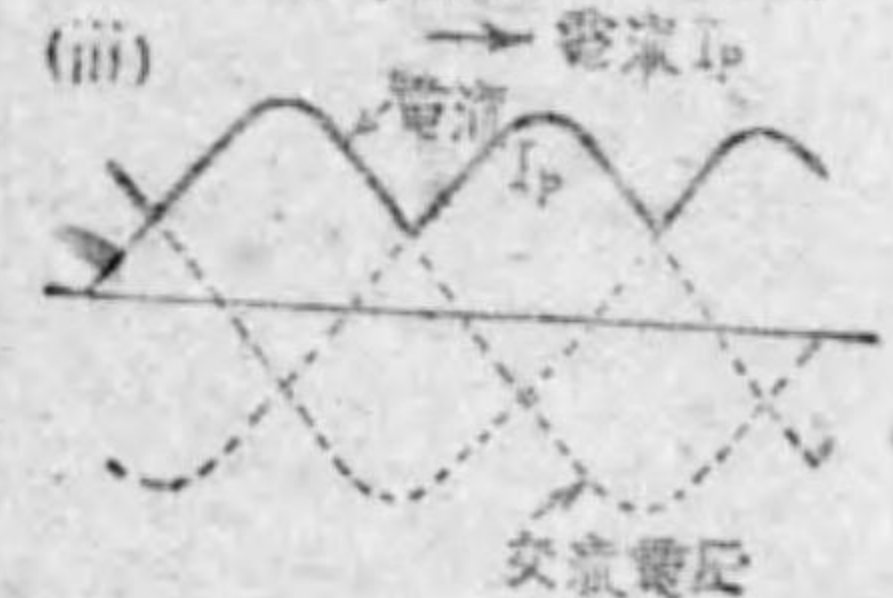
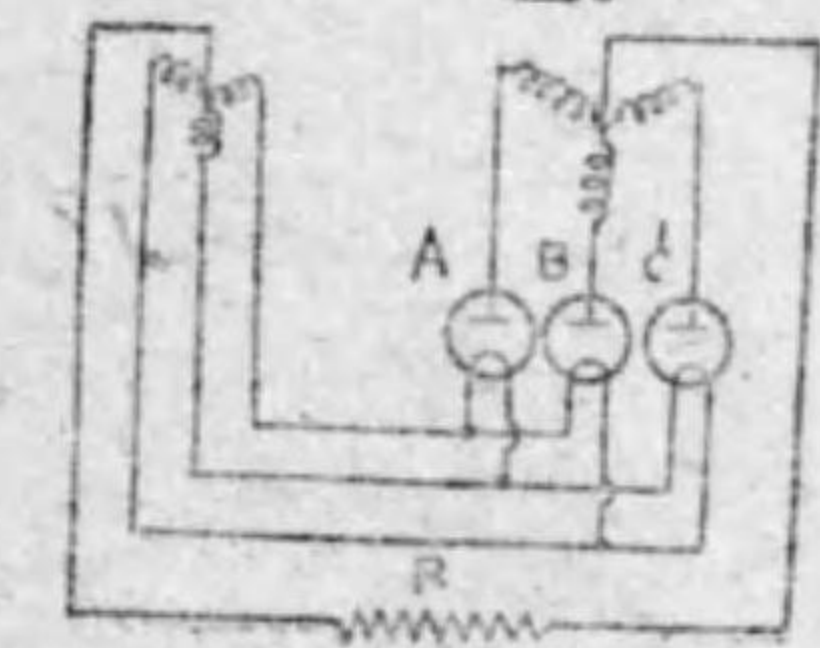
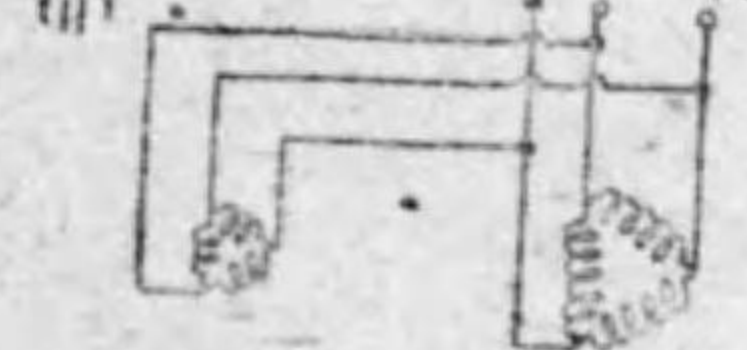
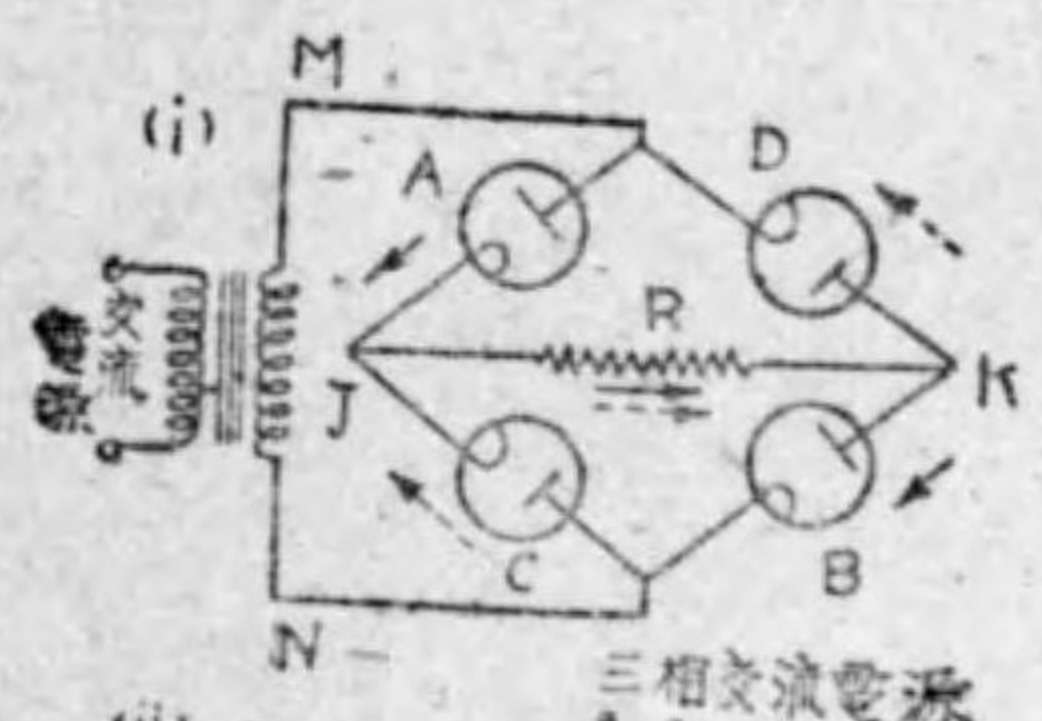
第 6.31 圖 全波整流回路

位 (M が負電位) の時は B 真空管より負荷に電流が流れる—A 真空管は無電流—此の場合、陽極に加ふる交流電圧—圖では二次巻線電圧の $\frac{1}{2}$ —が飽和電壓 E_s —陽極電壓 E_p を E_s 以上にしても、陽極電流 I_p が増加しないやうな電圧、即ち (iii) の E_s —より小であると、(ii) の實線のやうな電流となるが、交流電圧が E_s より大であると、点線のやうな電流になる。前の場合は、織條を必要以上に加熱してゐるのだから電力は不経済であり、寿命の点から考へても感心しない。又、後の場合は一定の陽極電流 I_s を得るのに必要以上に交流電圧を加へてゐるのだから、陽極損失を増加して不経済である。従つて、陽極に加ふる交流電圧は其の最大値を E_s に等しくするのが最も理想的である。換言すると、負荷抵抗 R の値を適當に選定して、真空管内の最大電壓降下が E_s に等しくなるやうにすれば最も能率がよい。此の際、注意せねばならないのは電流の流れてゐない半サイクル間の陽極電圧は R に於ける電壓降下がないので、變壓器 $\frac{1}{2}$ 巻線の全電圧が加はる事になり、真空管は之れに耐へるやうに、機械的構造に於ても絶縁耐力に於ても十分に置かねばならない事である。特に熱陰極水銀整流管では既に説明したやうに、此の心配は大きい。又、周波數が大となる程、注意せねばならない。

扱、前述のやうに説明すると、真空管内の電壓降下は E_s に等しく大きい様に誤解される處があるが、之れはなるべく小さい事が望ましいので、一般に R の値を相當に大きくする。

又、前圖では變壓器巻線の $\frac{1}{2}$ の電圧しか利用出来ない。此の二

次巻線の全電圧を利用するには、第 6.32 圖 (i) のやうに、4 箇の真空管 A, B, C, D を接続する。斯様にすると、變壓器二次側の M が + の時は、電流は $M \rightarrow A \rightarrow J \rightarrow R \rightarrow K \rightarrow B \rightarrow N$ と流れ、N が + の時は $N \rightarrow C \rightarrow J \rightarrow R \rightarrow K \rightarrow D \rightarrow M$ と流れるので、負荷抵抗 R には常に J より K への一定方向の電流が流れ、真空管 A と B 及 C と D の 2 箇宛づつで、變壓器二次巻線の全電圧を受けてゐる。以上は、単相交流電源から一定方向の電流を得たのであるが 第 6.32 圖 (ii) に示したやうに、此の直流の脈動は随分と激しいものである。之れをなるべく平滑なものとしやうとするのが次に述べる平滑回路であるが、三相交流に對しては、第 6.32 圖の (ii) の如くに、A, B, C, 3 箇の真空管を接続すると (iii) 圖に示すやうに、 R に流れる直流は、大体、三相交流波の波頭を連絡したのものになるから、單相の場合よりも遙かに脈動の少ないものになる。然し、織條からの電子放射は 1 サイクルの $\frac{1}{6}$ の時間に過ぎないから、此の電子放射を利用する点から云ふと割が悪い事になる。更らに變壓器に依つて六



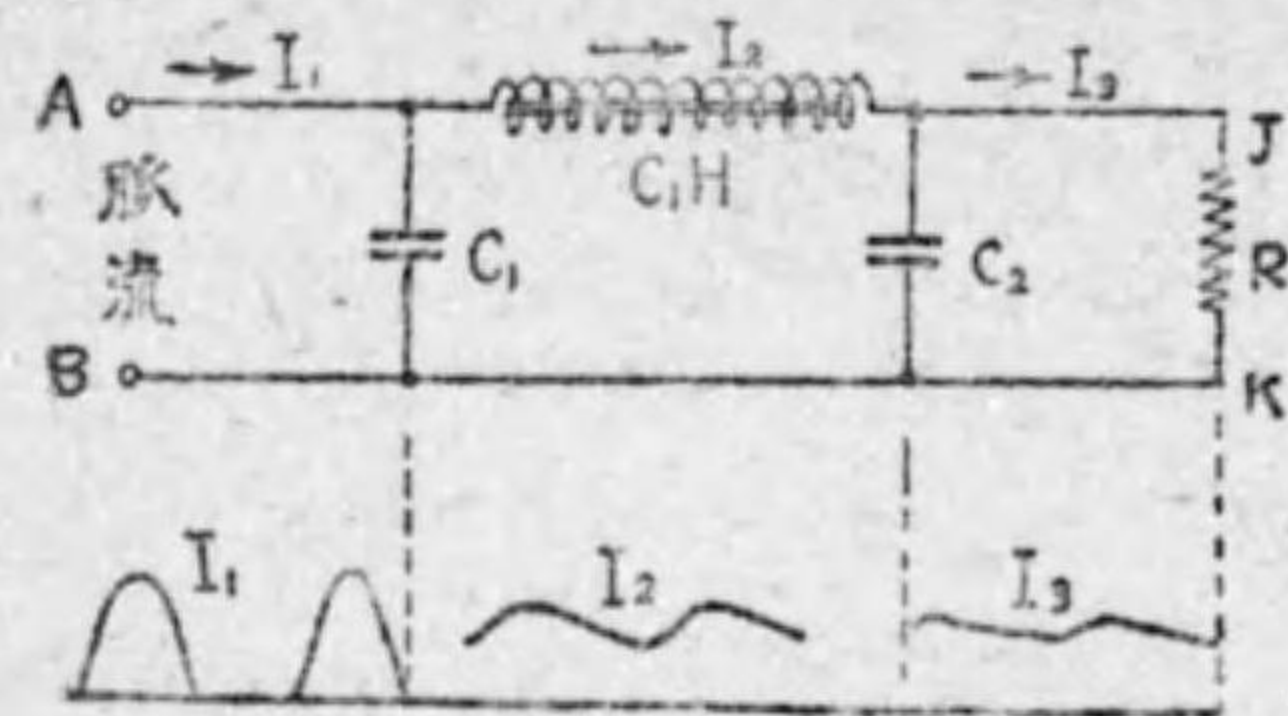
第 6.32 圖 各種の整流回路

相接続として、6 箇の真空管を用ゐると一層に脈動の少ない直流が得られるが、接続が複雑になり實用に適さない。

6.5.2 平滑回路の作用

上述の如くにして得た整流電流は、そのまゝでは脈動が激しく、之れを真空管の B, C 電源に採用する事が出来ない。従つて、此の脈動を平滑とする何等かの装置を考へる必要がある。其の 1 例を圖示

すると、第6.33圖の如くであつて、圖に於て AB 端より I_1 で示



第 6.33 圖 平滑回路の作用

されたやうな半波整流の電流が流入したとじやう。 I_1 の流れてゐる半サイクルの間は静電蓄電器 C_1 に電荷が充電されるが、次の半サイクルで電流が消滅すると先きに充電された C_1 の電荷が R の方に放電するので電流は消滅せず此の放電電流が流れ続ける。又、チョーク・コイル $C.H$ の自己誘導電圧は常に電流の變化を妨げる方向に生ずるので、此の部分に流れる電流は I_2 のやうに平滑化されたものになる。又、 C_2 も C_1 と同様に働くので、負荷抵抗 R に流れる電流は愈々平滑化された I_3 のやうな波形になつて、脈動は著しく小となる。

エリミネーター受信機に用ひられてゐるものは、蓄電器として $2 \sim 8 \mu F$ 位のものを、チョーク・コイルとして $30m.H$ 位のものである。勿論、負荷電流の大小に應じて適當な静電容量のものを採用しなければならない。

此の平滑回路は濾波回路の形と同様であるが、其の作用の異なる点に注意しなければならない。即ち、濾波回路では異なる周波数のものを $C.H$ で邪魔をし、 C で吸収したのに對し、平滑回路では C が電荷を吐吞して脈動の平滑化を計る。換言すると、 C は水路の水量を一定とする貯水池の働きをするものと考へられる。

6.6 受信装置用電源

本節では受信機の A 電源に交流を、 B 電源及 C 電源に前述した整流電源を用ふる場合に、實際上、如何なる考慮を要するかを説明しやう。

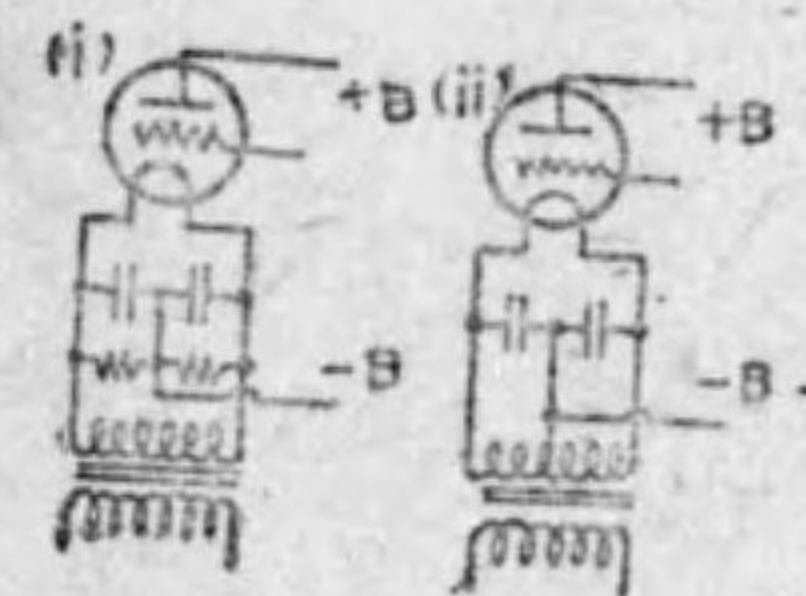
6.6.1 A 電源

真空管の織條を加熱するのに交流電源を採用した受信機に於ては織條に流れる電流が時々刻々に變化するし、織條と格子間の電圧も亦

時々刻々と變化する。之れが爲めに、受信機にハム音を混入する一ハム音とはブーンと特有の音を發する事を云ふ——之れを除去する爲めに種々の工夫がせられてゐる。例へば傍熱型真空管を用ふるのも其の對策であつて、斯くすれば電熱線の電流が時々刻々に變化して、其の溫度を上下しても其の被熱体である陰極の溫度變化は極めて輕微であつて、熱電子の放射が一樣で受話器にハム音を與へるやうな事はない。従つて、高周波増幅管又は檢波管にあつては、 A 電源に交流を使用したときは必ず傍熱型を採用してゐる。

低周波増幅管或は最終段では交流電源で加熱される直熱型でもよい譯であるが、此の場合は特に織條の幅を廣くし、低い電壓で動作するやうに設計されてゐる。

扱、直熱型真空管の織條を交流に依つて加熱する場合に、格子の歸路を織條の 1 端に接続すると、織條の端子は +, - と電圧が刻々變化するので、格子電壓も變化し、ハムの原因になる。其處で、第 6.34 圖 (i) のやうに中点タップ付の抵抗と側路蓄電器 (バイパス・コンデンサー) を用ひ、或は (ii) の如くに、電源變壓器二次巻線の中点と側路蓄電器を用ひて電氣的中性点——電位を常に零と見做し得る点——を作り、之れに格子の歸路及 B 電源の - 側を接続してゐる。此の側路蓄電器は中性点を安定とするものであるが、省略しても支障はない。又、(i) の抵抗をハム・バランスと云ふ。附言する迄もないことであるが、傍熱型のものでは此の歸路を陰極に直接接続してよい。



第 6.34 圖

交流 A 電源の接続

6.6.2 B 電源

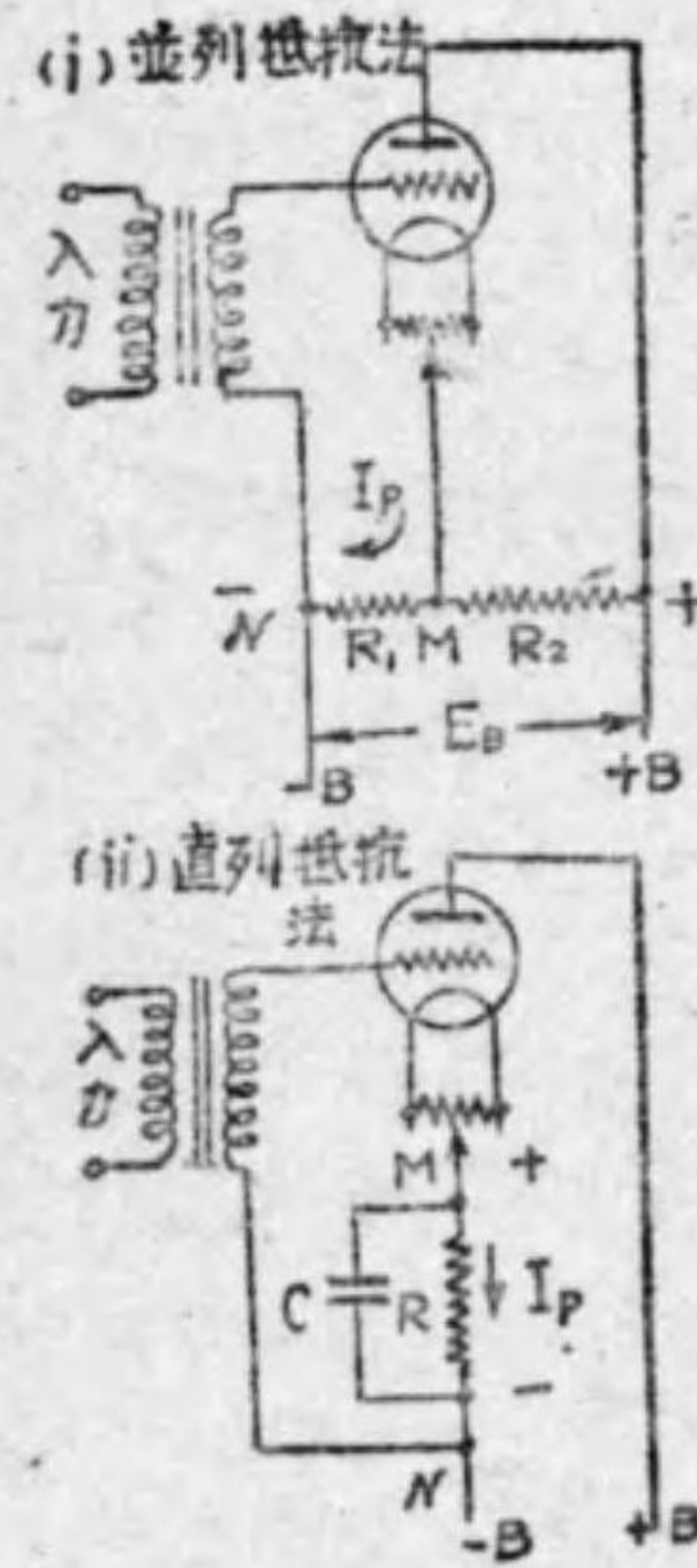
B 電源としては能ふ限り平滑な直流電圧が望ましい。之れが爲めには $KX-12B$ 同 $80, 81, 5Z3$ 等の二極真空管を前節に述べたやうに接続し、平滑回路も併用する。又、大きな受信機では B 級増幅を採用し、陽極電流の變化が大きい時には、整流管として $HX-82$ 同 83 等の熱陰極水銀極流管が適當する。

註： 陽極電流の流れ方に依つて、増幅の方法を A 級増幅, B 級増幅, A, B

級増幅の3種に分つ。これは、結局、格子偏倚電圧を特性曲線上の何處に持つて来るかで分類されてゐるとも云へる。A級増幅は格子偏倚電圧を $E_g - I_p$ 曲線の中央点附近にしたもので、交流の全周期を通じて陽極電流が流れてゐる。これは主として電圧増幅に採用される。B級増幅は、格子偏倚電圧を $E_g - I_p$ 曲線上の裾の方に持つて来たもので、大体、交流電圧の半周期だけ陽極電流が流れる。A,B増幅は此の兩者の中間に格子偏倚電圧を定めるので、半周期よりやや長い期間に亘つて陽極電流が流れる。此の兩者は主として電力増幅に用ひられ、前説したプッシュプル接続は此の増幅に依つてゐる。

6.6.3 C 電源

C 電源としては、普通 B 電源の一部を利用し、其の方法には第 6.35 圖 に示す並列抵抗法と直列抵抗法がある。(i) は並列抵抗法



第 6.35 圖
C 電源接続法

であつて、B 電源の電圧を $(R_1 + R_2)$ なる抵抗で分割して C 電源とするものである。圖に於て、陽極電流を I_p とすると、格子に加はる格子偏倚電圧は、縦條の中性点に對して、 $-I_p R_1$ であることは容易に理解せられる。即ち、M より N へ I_p が流れ MN 間の電圧は $I_p R_1$ であるから、N は M より $I_p R_1$ だけ低電位である。従つて、 I_p の値が分ると、適當な格子偏倚電圧 $-E_g$ は R_1 の撰定に依つて求められる。

$$-E_g = -I_p R_1 \quad R_1 = \frac{E_g}{I_p}$$

次に、同圖の (ii) の直列抵抗法はハムパランサーの midpoint と格子の歸路間に抵抗 R を挿入したものであつて、陽極電流 I_p は M より N に R を流れ、其の電圧は $I_p R$ であるから、N 点即ち格子に加はる格子偏倚電圧は明かに $-I_p R$ であり、 I_p 判分れば

希望の格子偏倚電圧を與へる抵抗 R の値は前式と同様に求められる。此の抵抗 R を格子偏倚抵抗 (グリット・バイアス抵抗) と稱

する。格子偏倚抵抗と並列にある蓄電器 C を側路蓄電器 (バイパス・コンデンサー) と云ひ、其の値を適當に撰定して、陽極電流中の直流分を R に流して、格子偏倚電圧とし、交流分を C に流す。

6.7 各種の受信方式

今迄に述べて来た受信回路は、再生式を除くと、受信電波を直接檢波し、或は増幅後に檢波した。之れをストレート式と云ひ、雑音が多く明瞭度がよい。然し、真空管數の割合に感度が低く、混信分離が十分でない欠点がある。之れに對して考案せられた受信方式に次のやうなものがある。

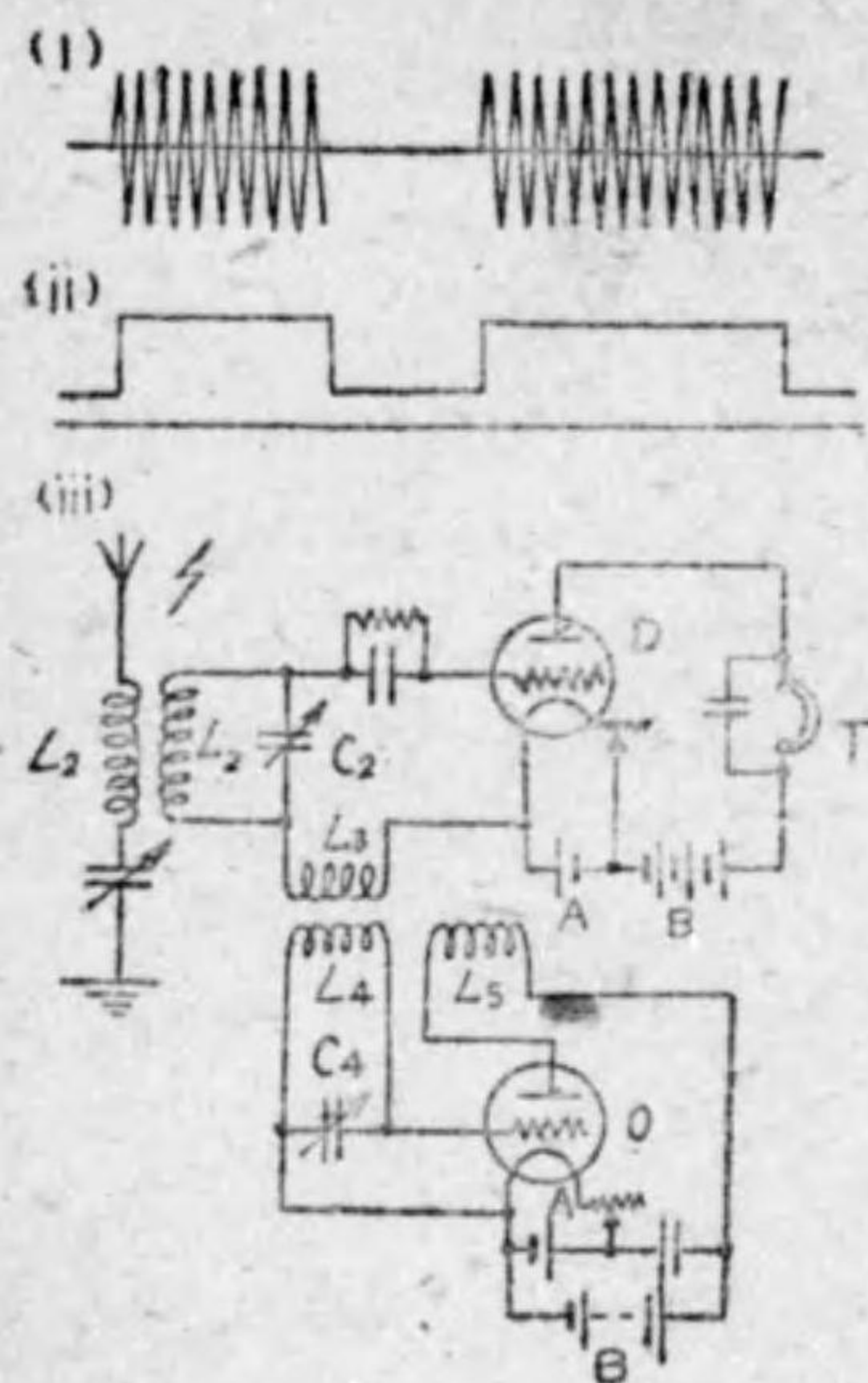
- (1) ヘテロダイン式 (2) スーパーヘテロダイン式
- (3) 再生式 (4) 超再生式
- (5) レフレックス式 (6) ニュートロダイン式

尙、此の他にも特殊な受信方式があるし、上記の中にも、現在では餘り用ひられないものがあるが、既に述べた再生式を除いて夫々の概要を以下に於て説明しやう。

6.7.1 ヘテロダイン式

無線電信に使用せられる第 6.36 圖 (i) のやうな電波は、電信符號の長点又は短点の間、一定振幅の持續電波であるから、之れを從來の方法で其のまま檢波したのでは、(ii) のやうな符號の長短に應じた斷續直流を得るのみで、之れを受話器に入れてもクリツク音を發するだけで電信符號の聴取が困難であり、又、記録器を動かすのも増幅するのも困難である。故に (i) の電波に相應する振動電流に更らに周波數の異つた振動電流を重疊させると、次項で述べるやうに、2 つの周波數の差 $(f_1 - f_2)$ に等しい周波數の唸り (ビート) を生ずる。之れを檢波すると受信回路には唸り周波數に等しい周波數の低周波電流が流れ、受信機又は記録器を動作さす。

(iii) は其の接続圖の 1 例を示したものであつて、D は檢波管、O は加ふべき振動電流の發振管であつて、發振回路を形成してゐる。従つて、同調回路で撰擇された到來振動電流と O の發振振動電流が $L_1 \rightarrow L_2$ に依つて重疊せられて、檢波管の格子に加へられる。従つて T には上記のやうな低周波電流が流れるのである。此の發振管の發



第 6.36 圖 ヘテロダイン式受信法

振周波数を C_4 に依つて加減すると、受話音を任意の音色に調整することが出来る。

此の別の振動電流を重疊する方法に上例の如くに検波真空管に對し、局部振動發振真空管を別に設けたものと、検波真空管を同時に局部發振管としたものがある。前者をセパレート・ヘテロダイン式、或は單にヘテロダイン式と稱し、後者の兼用する方法をセルフヘテロダイン式又はオートダイン式と云つてゐる。

オートダイン式の接続は再生受信法と同様であつて、再生檢波に於て、格子線輪と再生線輪

の結合度を零から次第に密にすると、 $L_2 C_2$ の同調周波數附近で發振状態に入り、變調電波の受信が出来なくなる。今、此の局部振動の周波數を受信周波數に對して幾分違へて置くと、上記のビート受信となつて、電信符號のやうな持續電波の受信が可能になる。

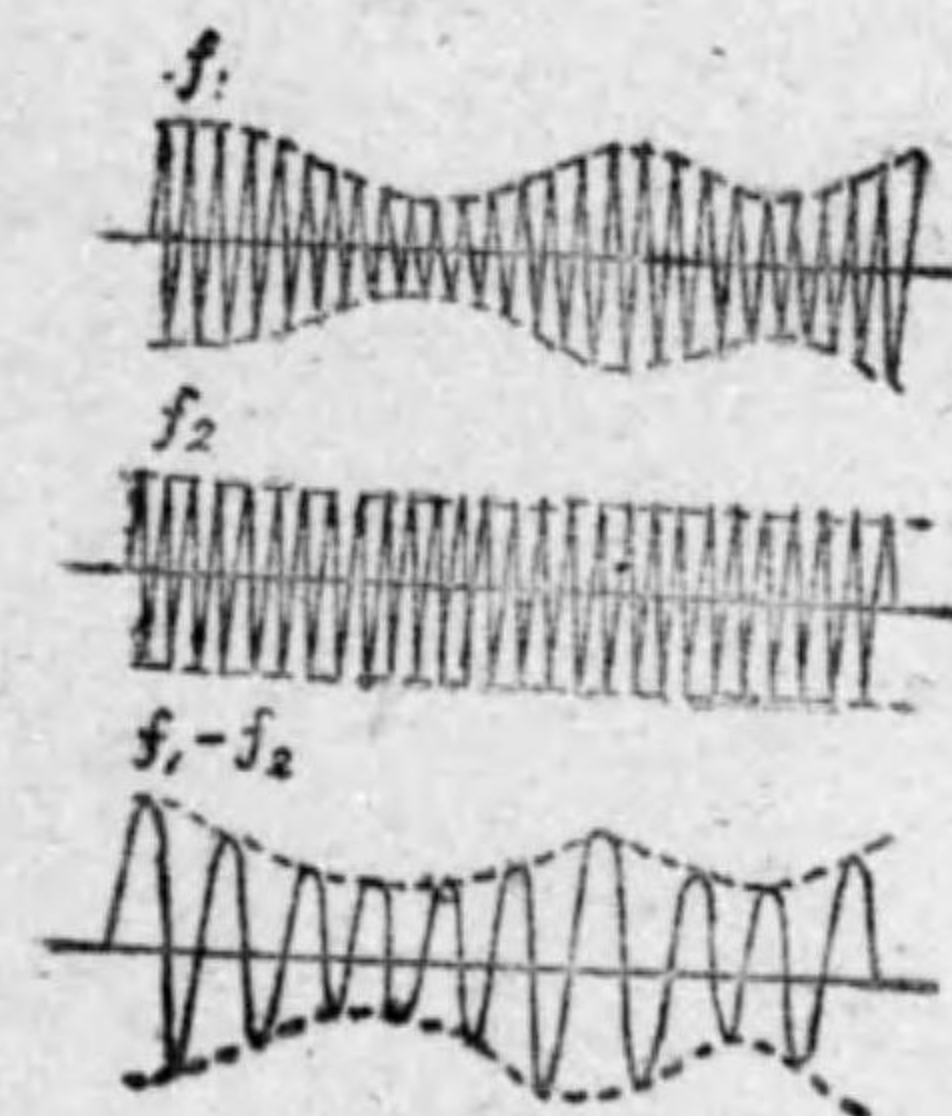
但し、上述の受信方法では、 $L_2 C_2$ の回路は局部振動周波數に同調させ、空中線回路は受信電波周波數に同調させるのであるから、兩回路間に不同調を生じて感度が低下し、加ふるに混信分離に困難となるので、大規模の受信局では採用されてゐない。

6.7.2 スーパー・ヘテロダイン式

高周波増幅 (6.3.3) で述べたやうに高周波増幅に種々の困難を伴つた。従つて低周波の増幅に比較すると著しく利得が低下する。其處で、到來電波の周波數を下げて増幅して檢波を行へば有利である其の方法として、前項の如くに受信高周波電流に局部發振に依る振動電流を重ねて中間周波數の振動電流を作り、之れを増幅檢波する

のであつて、此の方式を超ヘテロダイン式受信法と稱し、ラジオ受信にも多く採用されてゐる。

即ち、第 6.37 圖 に於て、周波數 f_1 なる受信高周波電流に對して第 6.36 圖 の (iii) の如くにして得た局部發振器に依る周波數 f_2 なる高周波電流を重疊すると、周波數 $(f_1 - f_2)$ なる中間周波數の電流が檢波管の陽極回路に流れる。此の中間周波數の高周波電流は前の f_1 よりも周波數が低下しただけ増幅しよ

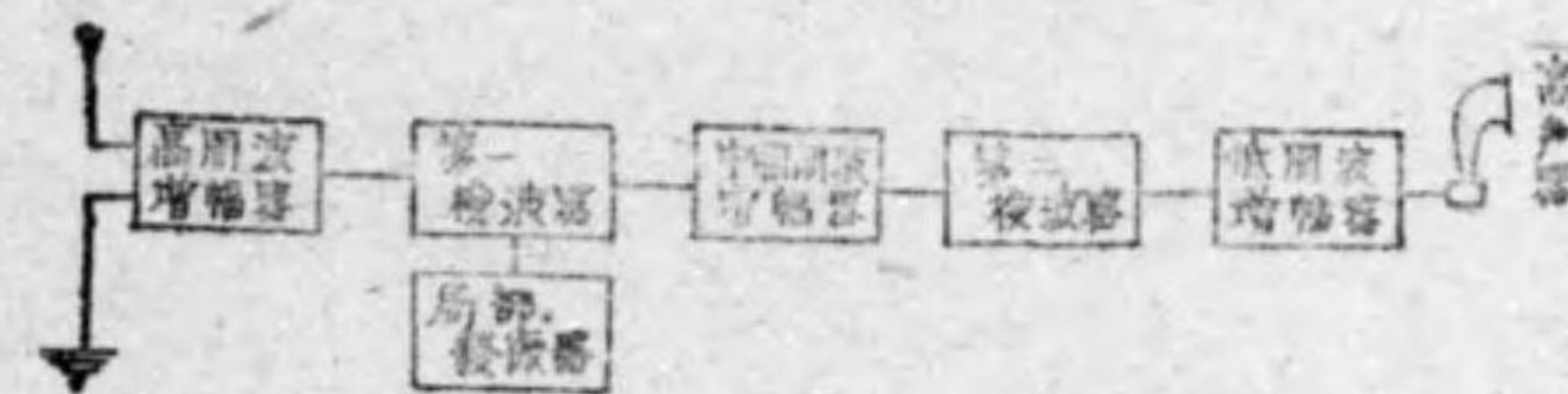


第 6.37 圖 唸り周波數の發生

例へば、今、到來電波の周波數 $f_1 = 720 \text{kc}$ とし、發振管の發振する振動電流の周波數 $f_2 = 310 \text{kC}$ とすれば、唸り周波數は $720 - 310 = 410 \text{kc}$ の中間周波數が得られる。然して、此の發振管の周波數を調整すれば、如何なる周波數の到來電波に對しても常に一定の中間周波數の振動電流が得られる。

スーパーヘテロダイン方式の一般的な型を示すと第 6.38 圖の如くである。即ち、到來電波を高周波増幅器に入れて増幅し、第 6.36 圖 の (iii) と同様にして、檢波管 D と發振管 O に依つて中間周波を得て之れを増幅して檢波し、低周波増幅器を通じて高聲器に至るのである。

實際のものには、高周波の増幅器部分を省略したもの或は第一檢波器と局部發振器を 1 箇の 5 格子七極真空管で行つたもの等があり、前圖だと 7 球を要するのだが、上述の如くにすれば 4 球——整流管を附加して 5 球式——で事足りる。

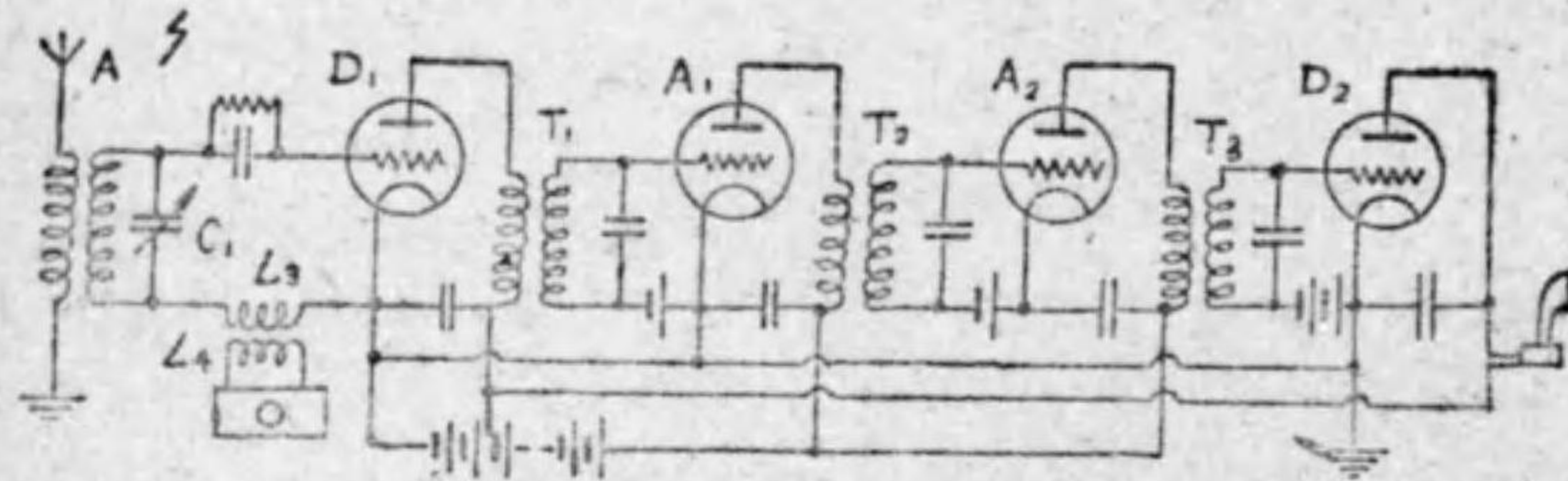


第 6.38 圖 スーパーヘテロダイン方式

中間周波數としては従來は混信を少くするために、30~60kc 程度

のものを撰定したが、最近は音質をよくする爲めに 175~460kc のものが採用される。尙、混信を少くする爲めには、高周波増幅器を採用する。一般に中間周波数を高く取ると感度は低下するが雑音が少く、低く取ると之れに反する。

其の1例を圖示すると、第 6.39 圖の如くであつて、圖は高周波



第 6.39 圖 スーパーヘテロダイン式受信法

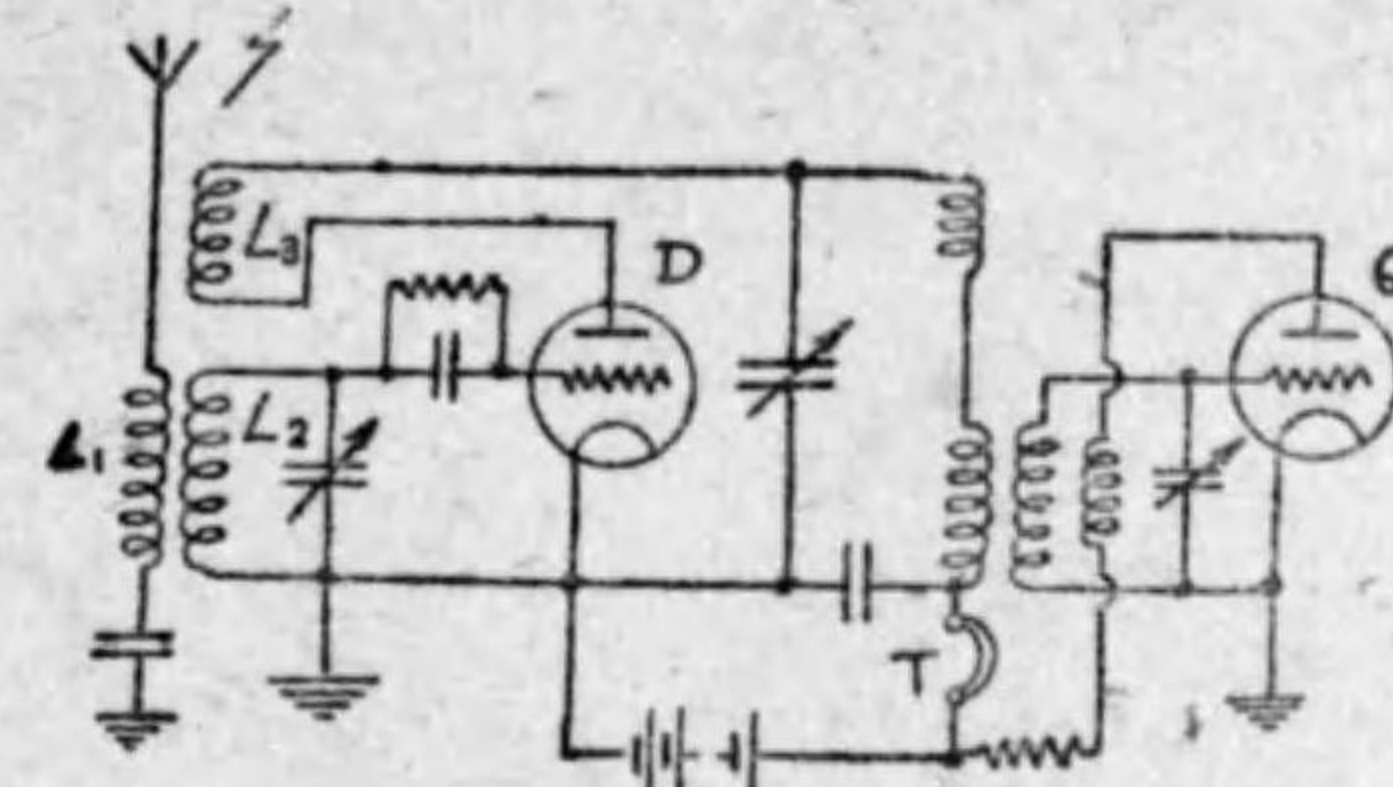
増幅管及低周波増幅管を省略したものであつて、中間周波増幅管を A_1, A_2 と 2 段有してゐる。圖に於て、局部發振器 O の接続方式は第 6.36 圖の (iii) の場合と同様であるから略圖として置いた。空中線よりの振動電流の周波数を f_1 、局部發振器 O よりの振動電流の周波数を f_2 とすれば、之れが重なつて第一檢波管 D_1 にて檢波せられ $f=f_1 \sim f_2$ なる中間周波数のものが A_1 及 A_2 で増幅される。此の際、 T_1, T_2, T_3 の固有波長を f と等しくするやうに—— f と同調する如くに——撰定して置く。或は又、帯域濾波器を T_1, T_2, T_3 の代りに用ふる。斯様にすると受信電流のみが増幅されるので混信を少くする。

斯様にして、第二檢波管で檢波されて受話器、高聲器、記録器等に至るのであつて、低周波増幅管は省略されてゐる。此の方式に依ると感度と分離性が著しく大きくなり、且つ調整は同調用蓄電器 C_1 を調整するだけであるから、装置の複雑な割合に調整が容易となるので、遠距離用受信機として、或は、高級家庭用受信機として賞用されてゐる。

6.7.3 超再生式

再生式受信方式に就ては既に 6.2.4 で説明した通りであつて、超再生式と稱するのは第 6.40 圖の接続圖に示す通りである。即ち、

再生式回路に於て、格子線輪 L_2 と再生線輪 L_3 の結合度を密にすると、正に局部發振を起そうとする点に至つて受信感度が最大となる。然し、斯様な調整点は檢波動作が不安定であるし、ラヂオ受信



第 6.40 圖 超再生式受信法

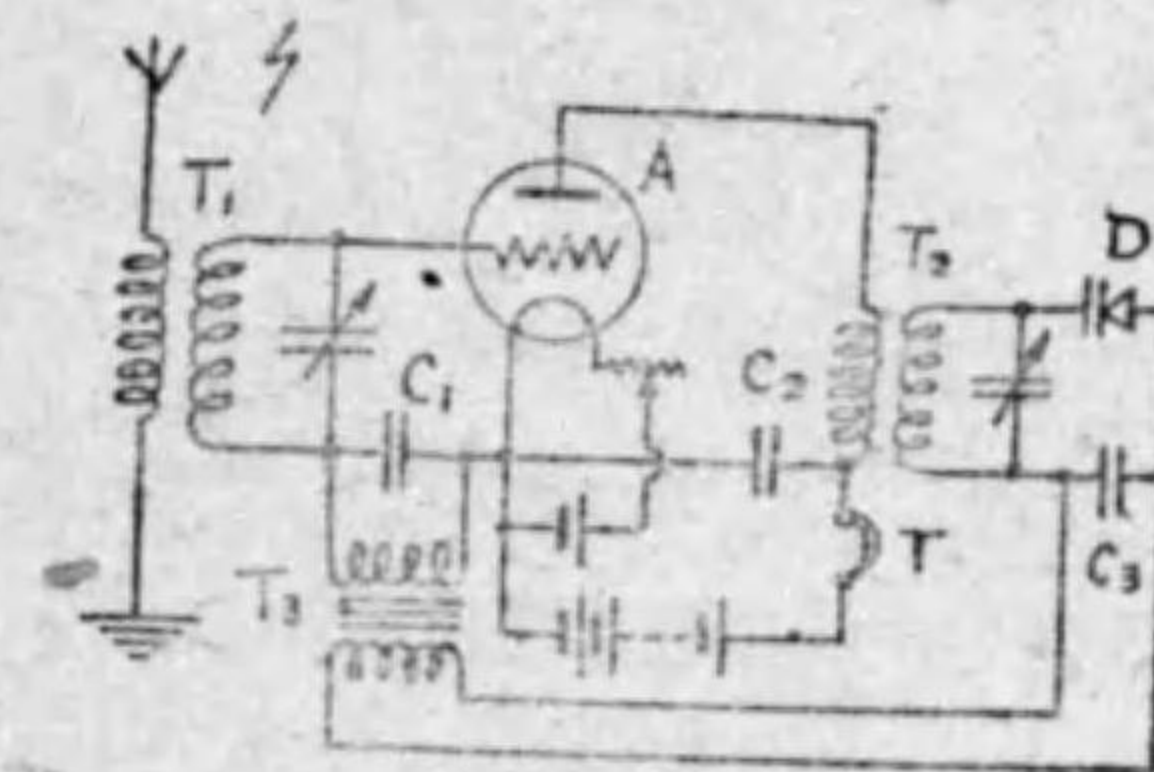
の場合には、撰擇性が鋭敏になり過ぎて音聲の歪を大とする。圖の Q なる發振器を別に設けて此の出力を再生檢波器 D の陽極回路に供給し、 D の自由發振を制御する。斯くすると、 D の陽極電壓が Q の振動に應じて高低を生じ、高電壓の半サイクル間は D が自由振動を起して最高感度を與へるが、次の低電壓の半サイクル間は自由振動を停止する。斯くすれば L_2 と L_3 の結合度を密として感度の増進を計つても不安定になる心配はない。斯様に D の自由振動を斷續することをクエンチングと云ひ、 Q をクエンチング發振器と稱する。

普通、 Q の振動数は 20kc 以上とされてゐる。此の程度なら聴取に障害を與へない。 Q の周波数が低い程、感度は良くなるが雑音を増加する。此の受信法は微弱な電波の受信、特に超短波の受信に屢々採用されてゐるが、調整の難

しいこと、雑音の大なることが欠点である。

6.7.4 レフレックス式

其の1例を圖示すると、第 6.41 圖の如くであつて、 A は増幅管、 D は鐵石檢波器、 T_1, T_2 は高周波變壓器、 T_3 は低周波變壓器で空中線より到來した電波は A に依つて増幅されて、 T_1



第 6.41 圖 レフレックス式受信法

を経て D に加はつて検波される。此の検波回路で得られた低周波電流は T₂ を通じて A の格子に加はる。斯くて更に擴大されて受話器 T を動作させる。各部にある蓄電器 C₁, C₂, C₃ は其の値を 0.002 μ F 位に撰定せられ、高周波電流に對して低抵抗の分路を與へてゐる。即ち、此の方式は高周波増幅管 A に更に検波後の低周波電流を加へて擴大してゐる。

6.7.5 ニュートロダイン式

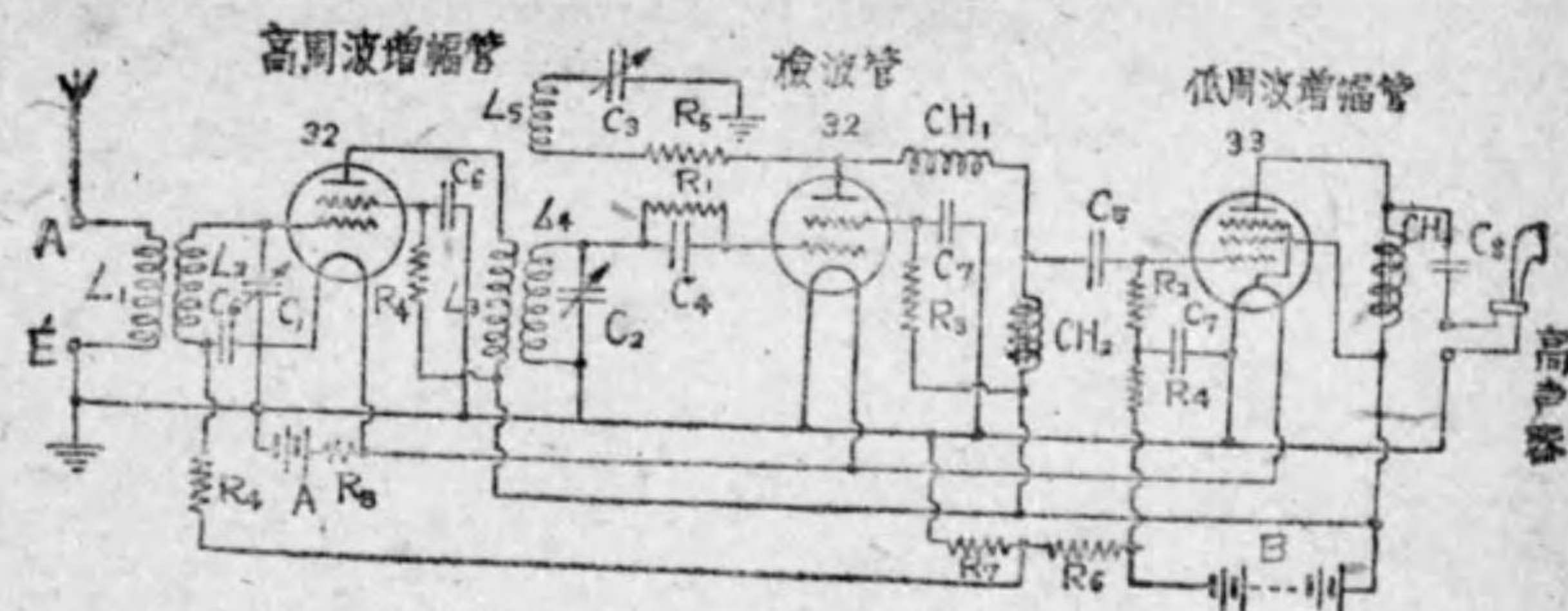
真空管内にある陽極と格子は極く接近して對立してゐるのであるから、其の間に若干の静電容量を有するに至るのは當然のことである。此の静電容量の値は極く微小なものであるが、高周波電流に對しては比較的抵抗の通路となるから、高周波増幅管に於て陽極回路の勢力の一部は此の容量を通じて格子回路に逆送される。其の結果、遂には局部發振を惹起することになり増幅を困難にする。ニュートロダイン式は三極真空管を巧みに用ひて、此の難点を除去したものであるが、今日では四極真空管を用ふると容易に此の目的を達成し得るので、本方式は殆んど用ひられてゐない。

6.8 受信機組立の各種實例

今迄の講義で諸氏は受信回路に對する理解の基礎を得られた譯であつて、如何なる受信回路に對しても各部分の作用を究め、之を上記の説明と對照して見られるなら理解の出来ないとは云ふことはない筈である。本節では諸氏の手近にあるラヂオ受信機接續の最も基本的な實例を記して、ラヂオセットを組立てられる場合の参考に供する。勿論、説明は補足的にするに過ぎないから細部は自から研究されたい。此の研究は諸氏の今迄の學修に對する實地訓練であるから必ず試みられるやう希望する。

6.8.1 電池式受信機

電池式受信機と稱するものは申す迄もなく、A, B, C 電源に電池を使用したものである。今日、此の電源を交流回路から整流して得て、電池を用ひない交流受信機(所謂、エリミネーター)が全盛であるから、不經濟で取扱ひの面倒な電池式は殆んど用ひられてゐない。次に此の電池式 3 球受信回路の 1 例を示すと、第 6.42 圖の如く



第 6.42 圖 電池式 3 球受信回路

である。

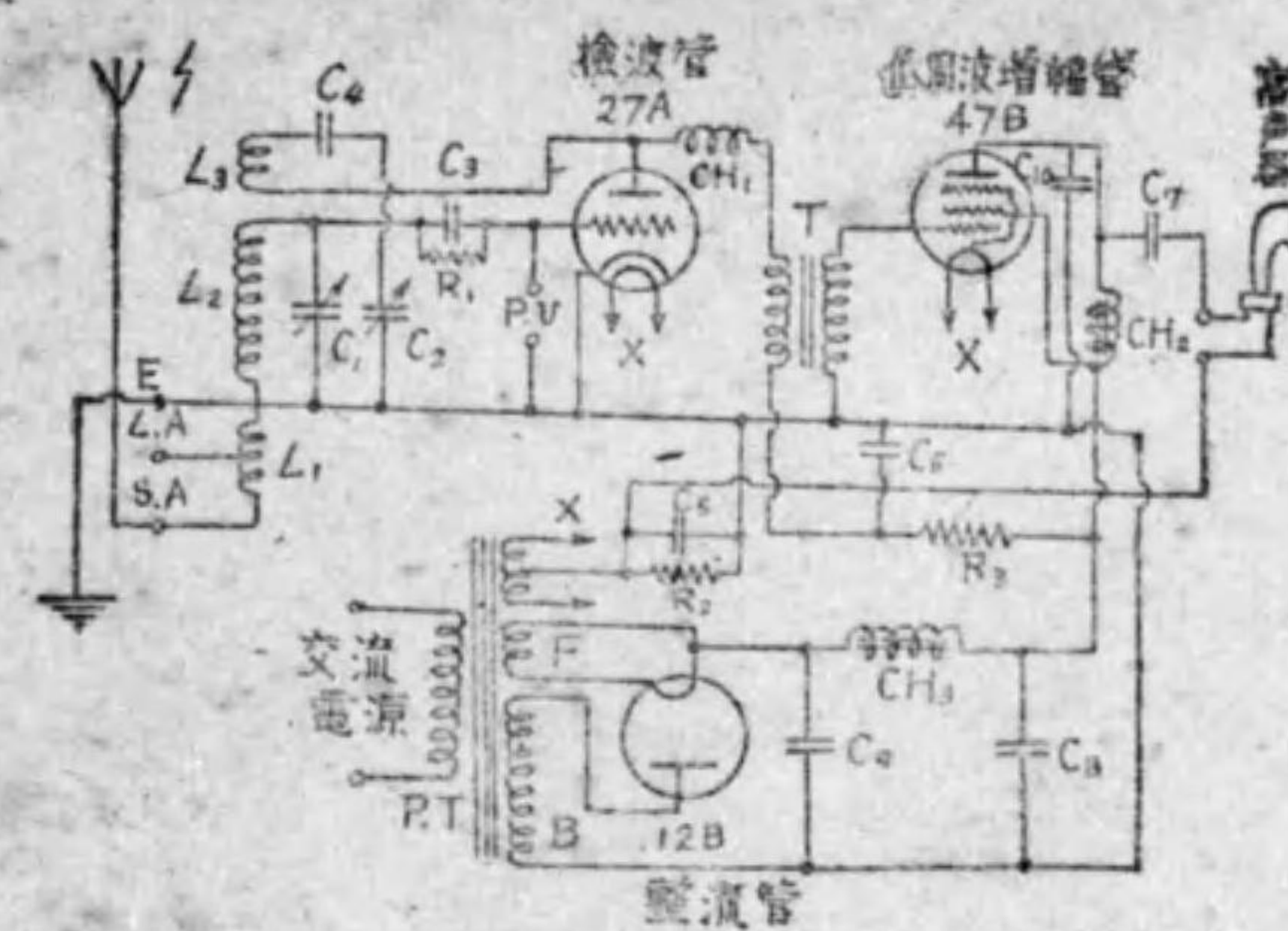
簡単に説明をすると各管の織條電流は電池 A より抵抗 R₅ を通じて供給されてゐる。四極管 32 は高周波増幅管であつて、陽極電流は B 電源より R₆ 及 R₇ を通じて供給され、R₇ の電壓降下が R₄ を通じて格子偏倚電壓として與へられる。——R₇ に流れる電流は 3 つの真空管の陽極電流の和になる。——C₆ は此の場合、兩回路を隔絶する。云ふ迄もなく L₂, C₁ は同調回路である。尚、遮蔽格子には R₄ を通じて B 電池の電壓が加へられてゐる。斯くて増幅せられた高周波電流は、L₃ と結合せられた L₄, C₂ の同調回路で撰擇されて、検波管 32 の格子に加はり、所謂、格子検波を受ける。此の四極検波管 32 には容量再生法が採用されてゐる。L₅ が其の再生線輪である。検波管と低周波増幅管とはリアクタンス結合となつてゐる。電池式では B 電源の電壓を餘り高く出来ないから、陽極電壓を大とする爲に電壓降下の少い此の方式に依つてゐる。陽極回路は R₆, R₇ を通じて B 電池に結ばれ、遮蔽格子は R₄ を通じて B 電池に結ばれること圖示の通りである。再生回路の抵抗 R₅ は各受信周波數に對し、再生コンデンサー C₃ の同一値で再生が同一程度になるやうに用ひられてゐる。次の低周波増幅五極管(ペントード)の格子には、上述の如くチョーク結合で検波管よりの低周波が加へられる。陽極回路及遮蔽格子の接續は前と同様である。高聲器は結合用のコンデンサー C₈ を經て其の陽極回路に接續されてゐる。次に、此の接續に用ひられた各部分品のデータとを與へて置く

記 号	数 値	構造 (作用)	記 号	数 値	構造 (作用)
L ₁	20回巻き	0.2mmの二重絹巻銅線を L ₂ のボビンに L ₂ のアース側に巻く	R ₂	0.5MΩ 1/2 W型	グリッドリーク
L ₂ L ₄	110回 "	3.2mmのボビンに巻く	R ₃	250kΩ 1/4 W型	電圧降下用
L ₃	3.5mH	L ₄ の中に入れる (ハニカムコイル)	R ₄	100kΩ 1/4 W型	同 上
L ₅	30 回	L ₄ のボビン上にグリッド側に巻く	R ₅	1kΩ 1/4 W型	同 上
C ₁ C ₂	350μμF	トリマー付二重バリコン	R ₆	600Ω	格子偏倚用
C ₃	11 枚	小型バリコン	R ₇	150Ω	同 上
C ₄	250μμF	グリッドコンデンサー	R ₈	6Ω 0.5A	可変抵抗器
C ₅	0.05μF	結合用	CH ₁	10m.H	ハニカムコイル
C ₆	0.1 "	バイパスコンデンサー	CH ₂	100H	2mA
C ₇	1 "	同 上	CH ₃	30H	20mA
C ₈	2 "	結合用	A 電池	2V, 5A.H	コロイド蓄電池
R ₁	2MΩ 1/4 W型	グリッドリーク	B 電池	90V, 1A.H	同 上

(註) m.m.....耗 m.H.....ミリヘンリ μμF.....マイクロマイクロファラド
 MΩ.....メガオーム 1/4W型.....0.25ワット型
 kΩ.....キロオーム(1000オーム) A.H.....アンペア時

6.8.2 交流受信機

何度も云つた通り本器は、A, B, C 電源を交流電源より整流管を通じて得て居る。第 6.43 圖 は其の 1 例であつて、普通ベントード 3 球式と稱せられてゐるものである。使つてゐない LA は長い空中線の場合に使用するものである。—SA は短い空中線の場合、E は接地端子—L₁ は空中線線輪、L₂, C₁ は同調回路であつて、到来した高周波電圧は三極檢波管 27A (24B を用ふることもある) の



第 6.43 圖 ベントード 3 球式受信回路

格子に加へられ、格子檢波を受くる。L₅ は勿論再生線輪である。PU はピツクアップ端子であつて、これは後で説明する。整流管 12B に依つて整流せられた脈流は平滑回路 (C₈, C₉, CH₃) で平滑化せられて R₃ を通じ、低周波トランス (變壓比 3:1) を経て、檢波管の陽極に加へられ、陰極は整流管の陽極に結ばれて陽極回路を形成する。斯くて檢波せられた低周波電流は低周波トランス T を通じて低周波増幅五極管 47B の格子に加へられる。遮波格子は整流管よりの + 電位を受くる。其の陽極回路は整流管より CH₂ を経て織條 X に出て P.T の X 線輪より R₅ (C₅) に流れ、整流管に歸る。従つて、R₃ は格子偏倚電圧を與へるものであることが分らう。尚、檢波管の陰極加熱用ヒーターも X から電流の供給を受ける。高聲器は C₇ を以て 47B の陽極回路と結合せられ、C₁₀ は高調波分に對する分路であつて、聲音濾波装置である。次に上記の接続に用ひた部分品を明細にして置く。

記 号	数 値	構造 (作用)	記 号	数 値	構造 (作用)
L ₁	25回巻き	直径36mmのボビンに0.32mmの二重絹巻線を巻き中点よりSを出す	C ₁	17枚	バリコン
L ₂	95回	L ₁ と同一ボビンにL ₁ の上部に巻く	C ₂	17枚	小型バリコン
L ₃	30回	L ₁ と同一ボビンにL ₂ の上部に巻く	R ₁	1MΩ	グリッドリーク
			R ₂	1kΩ	偏倚抵抗

R_3	40k Ω	電圧降下用	C_7, C_8, C_9	2 μ F	耐圧500V 結合及平滑用
CH_1	4m.H	高周波チョーク	C_{10}	0.005 "	マイカコン
CH_2	30H, 25m.A 抵抗 1k Ω	低周波チョーク	T	3:1	低周波トランス
CH_3	同上	平滑用	P. T	二次電圧	パワートランス
C_8	0.00025 μ F	グリコン		X=2.5V (2.5A)	
C_4	0.002 "	マイカコン		F=5V (0.5A)	
C_5, C_6	1 "	耐圧500V バイパスコンデンサ		B=180V (25m.A 直流)	

注意 諸氏は此の接続に更らに五極高周波増幅管 (UZ-58) を附加して4球のセット、及び、58 管2球を用ひて高周波増幅二段、57 管を檢波に、47 或は 2A5 管を低周波増幅管として附加した5球のセットを作つて見られよ。此の方式は遠距離受信機として用ひられることがある。

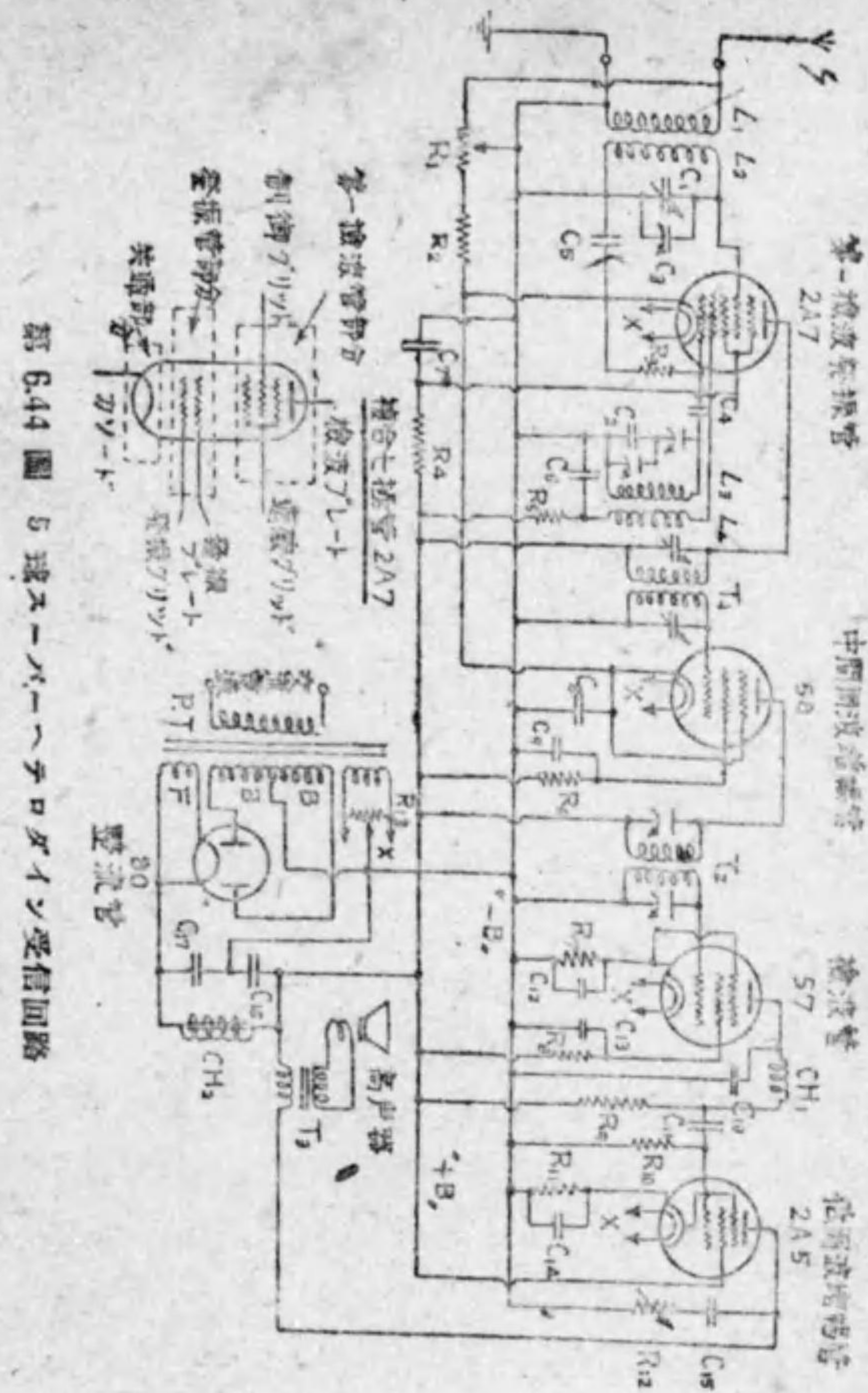
次に高級な5球スーパーヘテロダイン受信機の一例を掲げやう。

6.8.3 5球スーパーヘテロダイン受信機

既に 6.7.2 にて説明したやうに、遠距離受信用として賞用せられて居る本方式をラジオ交流受信機に適用した一例は、第 6.44 圖の如くである。之れを、本方式の原理を示した 第 6.39 圖と比較研究されたい。

先づ其の大体を説明すると、高周波増幅部分を採用せず、第一檢波發振管で、第 6.39 圖の檢波管 D_1 と發振管 O の兩作用をさせ新しく得た中間周波振動電流を中間周波増幅管 58 で増幅し、(A_1 及 A_2 に相當) 之れを第二檢波管 57 で檢波し、低周波増幅管 2A5 を經て高聲器に至る。各管の A, B, C 電源は整流管 80 より得て居る。次に各部を今少しく説明して置かう。

第一檢波、發振管 2A7 は前圖に示した如くに、檢波用五極管と發振三極管を複合して1つの真空管とした五格子七極真空管である従つて其の作用は別々に分けて考ふればよいのだが、空中線よりの高周波電流と發振部よりの發振電流の重疊は 2A7 管の陰極が兼用



されてゐるから、真空管内で行はれる。整流管 80 よりの "+B" 電源は T_1 の一次側より陽極に入り、陰極から偏倚抵抗 R_2 を經て R_1 の一部を通り B 電源の "-" 側に歸る。故に R_2 と R_1 は 2A7 及 58 の 2 管に適當な偏倚電壓を與へる。勿論、其の加減は R_1 を調整して行ふ。尙、 R_1 の一部が空中線回路 A に結ばれて居るが、之れは同時に空中線電流を加減して音量の調節を行ふものである。 L_4 の結ばれて居るのは形は格子であるが、發振部分の陽極に相當する。又、遮蔽格子には R_4 を通じて +B 電壓が加へられてゐる。

L₄ と L₃ の共感に依つて發振作用が起る。斯くて得られた中間周波数の振動電壓は T₁ を經て中間周波増幅五極管 58 の格子に加へられる。本管の遮蔽格子には R₆ を經て +B 電壓が加へられ、其の陽極回路は "+B₁" より T₂ の一次巻線を経た陽極より陰極に至り、R₂, R₁ を經て "-B₁" に歸る。斯くて得られた増幅電壓は T₂ を經て第二檢波五極管 57 の格子に加へられる。本管の陽極回路は "+B₁" より R₉, CH₁ を經て陰極に出て R₇ を通じて "-B₁" に歸る。従つて偏倚電壓は R₇ の電壓降下に依つて得られやう。此の回路で CH₁ と C₁₀ で濾波回路を形成してゐる。之れは檢波管の感度を高めると同時に檢波電流中の高調波部分が低周波の回路に漏洩して、音に至みの生ずるのを防止してゐる。此の C₁₀ が過大になると高音の部分が著しく減殺されるから、適當な數値とする。又、本管の遮蔽格子には R₃ を通じて "+B₁" の電壓が加はつてゐる。此の第二檢波管と低周波増幅五極管 2A5 との結合は抵抗 R₅ を以て、所謂、抵抗結合法として居る。斯くて低周波増幅管の格子には檢波された電壓が加はる。陽極回路は出力トランス T₃ の一次巻線を通つて陽極より陰極に出て R₁₁ を通つて "-B₁" に歸る。此處に用ひられた高聲器は後で説明する直流型ダイナミックコーン型で、CH₂ は其の勵磁巻線であり、C₁₆, C₁₇ と共に整流電源の平滑用に供せられてゐる。尙、C₁₅ 及 R₁₅ は音量の調整を行ふものである。2A5 管の遮蔽格子に加はる電壓は "+B₁" が直接的に結ばれてゐる。且つ偏倚電壓は R₁₁ の電壓降下を利用して居る。各管の陰極用ヒーターの電源は X より供給せられる。檢波方式としては陽極檢波法を採用して居るのであるから、格子偏倚電壓及遮蔽格子電壓を適當に調整して感度の最良な点を求めることが必要である。尙中間周波トランスの調整も極めて微妙を要する問題となる。本方式に更らに高周波増幅1段を附した接續圖を諸氏自から作製さるゝことを希望する。本接續圖では高周波増幅部がなかつたが、傍熱型の 2A5 を使用することに依つて相當の音量が得られ、遠距離受信が可能である。

次に此の接續で用ひた各部分品の明細を記して御参考の一端に供しやう。

記 號	數 値	構 造 (作用)	記 號	數 値	構 造 (作用)
L ₁	20回巻き	直徑32mmのボビン上に0.2mmの二重絹巻線を巻く	R ₃	100kΩ	發振用グリッドリーフ
L ₂	100回	L ₁ と同一ボビンに巻く	R ₄	100 "	電壓降下用
L ₃	55回	直徑32mmのボビンに巻く	R ₆	20 "	同 上
L ₄	30回	L ₃ と同一ボビンに巻く	R ₅	50 "	同 上
C ₁ C ₂	350μμF	17枚二連バリコン	R ₇	30 "	格子偏倚抵抗
C ₃	0.00015μF	トリマーバリコン	R ₈	0.5MΩ	電壓降下用
C ₄	0.0005 "	發振器グリッドコンデンサー	R ₉	0.25 "	結合用
C ₅ C ₆ C ₇	0.1 "	バイパス用	R ₁₀	0.5 "	グリッドリーフ
C ₈ C ₉	0.5 "	同 上	R ₁₁	400Ω (50mA)	格子偏倚抵抗
C ₁₀	0.0001 "	同 上	R ₁₂	20kΩ	音量調整用可變抵抗
C ₁₁	0.02 "	結合用	R ₁₃	20Ω	ハムバランス
C ₁₂ C ₁₃	1 "	バイパス用	CH ₁	4m.H	高周波チョーク
C ₁₄	2 "	同 上	CH ₂	直流抵抗 2500Ω	高聲器フィードバックコイルに兼用
C ₁₅	0.01 "	音質調整用	T ₁ T ₂	460kc	中間周波トランス
C ₁₆ C ₁₇	8 "	平滑用 電解コンデンサー	T ₃		出力トランス
R ₁	10kΩ	音量調整用ポテンシオメーター	P.T	X=2.5V (5A) F=5V (2A) B=2.5V (5A)	パワートランス
R ₂	150Ω	偏倚抵抗			

(註) 圖で C₃ と同一記號のものは總てトリマー付コンデンサーで、T₁ の一次二次のコンデンサーは C₁ と同様である。

6.8.4 特殊受信機

(1) パワートランスレス受信機

これはパワートランス P.T (前2圖参照) を使用しないものであつて、小型となり、軽量で携帯に便利である。P.T が無いから各真空管のヒーターは直列に接続せられてゐる。其の電源は 100V 電燈線から受けることを豫想して居るのであつて、KZ-25Z5 の如き整流管を使用すれば、整流を行ふと共に倍の 200V 以上の電圧を得ることが出来る。設計の時に考へて置きさへすれば交流直流の兩用に供することが出来る。従つて外國では之れを交直兩用受信機と稱してゐる。上記以外は前述した普通の受信機と相違がないから省略する。

(2) 交直兩用受信機

これはエリミネーター式と電池式を合併したものを稱する。即ち晝夜間線の無い處では、夜間は電燈線より受電してエリミネーター式として働き、A, B, C 電池を併せて充電し、晝間は電池式として動く。斯くして置くと、停電となつても受信する事が出来る。

(3) 自動車用受信機

本方式の特長は、自動車点火栓用の 6V 蓄電池を A 電源とし、更に之れより B 電源を得て動作するにある。其の方法として A 電源よりの低電圧電流をバイブレーター (振動器) に入れて断続し、之れを變壓器に依つて昇壓してから整流管又は振動型整流器に入れて電源としてゐる。或は又 6V の直流電動發電機を用いたものもある。

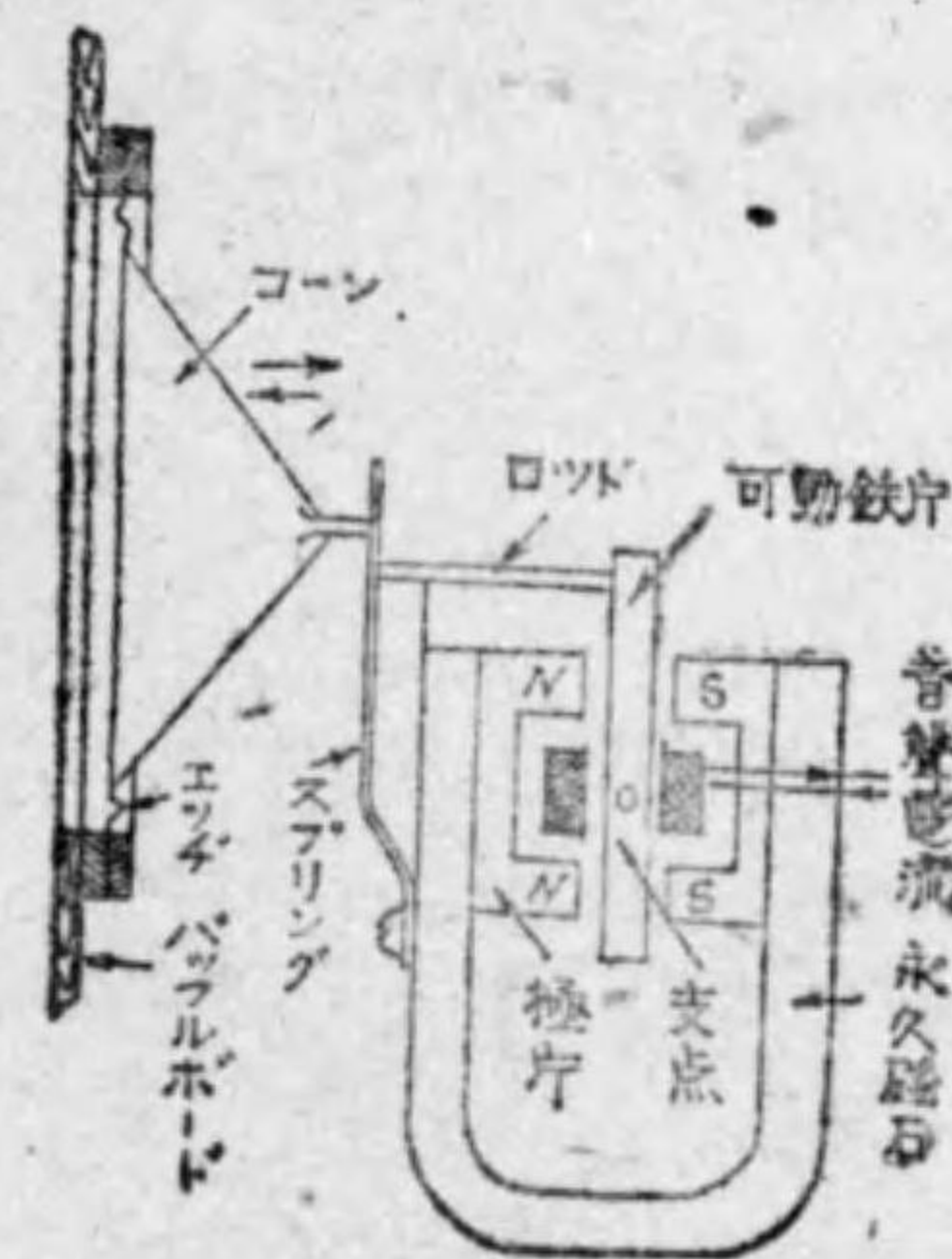
6.9 高聲器とピツクアップ

兩手で洋紙を持つて揉む様に手を動かすと音を發する。此の音は紙の中から出て來たのでなく、紙が空氣を振動させて音を發する。之れは吾々の既に經驗する處である。電話受話器では耐久磁石の軟鐵極片に線輪が巻かれ、此の線輪に流れる音聲電流の變化に依つて極片の前に置かれた薄い金屬振動板が振動し、之れが空氣を振動させて音聲を生ずるのであつた。高聲器 (スピーカー) の原理は之れと何等相違がない。唯、大きな音聲を生ずるやうに工夫したに過ぎない。

此の高聲器を分類すると、マグネチックスピーカー (詳しくは、マグネチックコーン型スピーカー) とダイナミックスピーカー (詳しくはダイナミックコーン型スピーカー) に分れる。次に其の構造と作用を説明することとする。

6.9.1 マグネチック・スピーカー

其の構造は 第 6.45 圖 に示す如く、馬蹄形耐久磁石の兩極にコ字型の磁極片があり、此の磁極片が音聲電流の流れる線輪を抱いて居る。この線輪の中央に空隙があつて、この空隙の中に可動鐵片が其の中央附近でピアノ線等に依つて支へられてゐる。この可動鐵片にロッドが、ロッドはスプリングに各々ハンダ付けされて居つて、スプリングの一端はコーンの中心にあるロッドにハンダ付けされてゐる。線輪は B.S の 48 番乃至 40 番のエナメル銅線を 3,000~5,000 回巻いてありコーンの開いた方は柔い皮、或はひだを作つてバツフルボードに固定されてゐる。其處で音聲電流が線輪に流れると、之れに應じて其の中にある可動鐵片は磁化せられて支点を中心として振動する。



第 6.45 圖
マグネチックスピーカーの構造

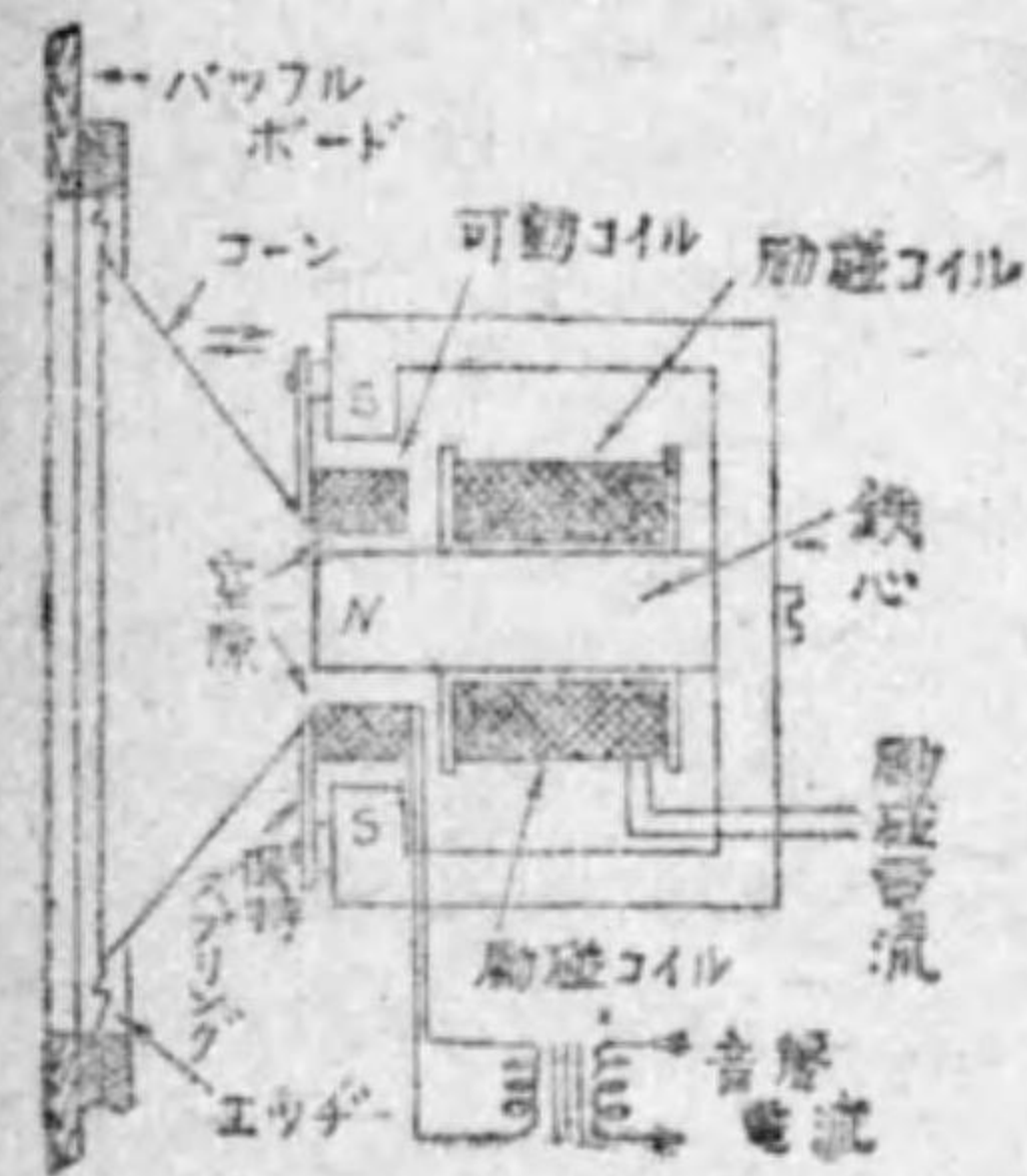
可動鐵片は磁化せられて支点を中心として振動する。

(註) 例へば音聲電流で可動鐵片が上部を N 極に、下部を S 極に磁化されたとすれば、可動鐵片はコーンを右へ引く。次に音聲電流の方向が反対になると之れに對してコーンを左へ押す、此の振動を與へる強弱は全く音聲電流の變化に比例する。

然るにコーンは開いた方で固定されてゐるので、コーンを形作る紙はベコベコと内外に出たり引つこんだりして音を再現するのである。即ち受話器の振動板に相當するものがこのコーンである。

6.9.2 ダイナミック・スピーカー

其の構造は 第 6.46 圖 の如く、鐵心の中央柱に勵磁線輪を捲き、之れに直流を通じて磁極の空隙の處に強い磁界を作る。この磁界の



第 6.46 圖

ダイナミックスピーカーの構造

中間に音響電流が流れる可動線輪 (巻数 40~600 回) がある。この可動線輪はコーンの端にある圓筒ボビン上に巻いてあるので、之れに音響電流が流れると、其の周圍に磁力線が出来、之れが磁極の作る磁界と作用し合つて可動コイルは鉄心の軸の方向水平に振動する (註) 可動線輪の右端が N 極に、左端が S 極になるやうな方向に音響電流が流れると、コーンは右に引かれ音響電流の方向が反対となるとコーンは左に押され、其の振動の大きさは音響電流の強弱に比例する。

新様に可動線輪が振動すると、コーンも振動しコーンの開いた方は前と同様に固定されてゐるので音響を再現するに至る。励磁線輪は、B.S の 34 番位の エナメル線を約 20,000 回巻いて直列抵抗として 1,000~2,500 オームが附加せられてゐる。この線輪には直電を流さねばならないので、其の点から直流型と交流型に區別される。直流型と云ふのは励磁線輪をエリミネーター受信機の平滑回路に於けるチョークコイルの代用として、之れに全真空管の陽極電流 40~100mA を流す。(第 6.44 圖参照) 斯くすると、受信機と同一の函に入り軽便である。或は特殊な整流管 (例へば 25Z5) を使用する。之れに対して交流型は受信機とは別個に交流電源より直流を得る。其の方法として、KX-80 又は KX-80B 等の整流管——交流電圧を 200V とし、20~30mA を得る——又は酸化銅乾式整流器——交流側を 10V 位に降壓して、約 1A 位を得る——を用ひる。

直流型ダイナミックスピーカーは所要電力が 300~2,500 ミリワットであつて、一般に小型ダイナミックと稱せられ、家庭用高級受信機等に採用される。之れに対して交流型は大型ダイナミックとも稱すべきものであつて、所要電力は一般に 2.5~10 ワット位であつて、大衆向擴聲用として一般に用ひられてゐる。

6.9.3 マグネチック型とダイナミック型の比較

兩者を比較すると次の如くである。

① ダイナミック型はマグネチック型よりも振動が比較的自由であるから音響の歪みも少く、高音、中音、低音の再生が容易で——之れを周波数特性がよいと云ふ——然かも音量が多く得られる。マグネチック型は特に低音 (低周波) の部分がよく出ないが、ダイナミック型、殊に交流型はよく出る。

② マグネチック型の所要電力は 50~700 ミリワットであつて之れを働かす受信機最終の真空管は、UX-12A (最大出力 260 ミリワット) とか UY-47B (最大出力 700 ミリワット) とかに限定される。之れに対してダイナミック交流型では上記のやうに大きな出力を要するので、UY-47 型 (1 個の出力 2.5 ワット) 等に依らねばならない。直流型 (小型) は上述のやうな出力を有し、之れを動作させる真空管は、45, 47, 又は 2A5 等が適當である。

③ マグネチック型では可動鐵片の線輪が甚だ細い線で巻いてあるので、之れを直接に真空管の陽極に結ぶと断線が多く、又、可動鐵片が中央の位置から失し易いので、第 6.42 圖及第 6.43 圖の如くに、チョークコイルとコンデンサーで陽極回路の分路として接続する。

ダイナミック型では、尙更巻数も少く、従つてインダクタンスも小さいので、直接真空管の陽極に結ぶことが出来ない。其處で第 6.44 圖の T₃ で示したやうに必ず出力變壓器を用ひ、適當な變壓比を撰定する。普通、之れは受信機の函内に自藏されて居る。

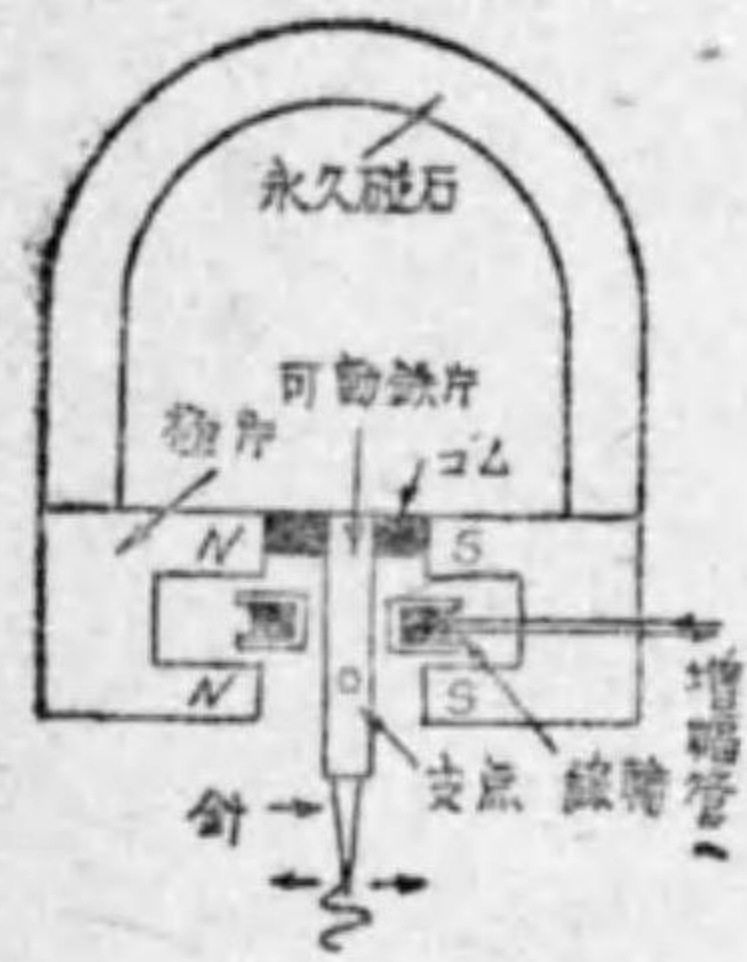
④ 何れの型のスピーカーでも之れを受信機の函内から出して聴くと原音と甚だ異つたものとなる。其の理由は、コーンの外面から出た音波が前に出て内面からの音波を打ち消すからである。之れは周波数の低い時 (低音部) 程甚しい。依而、相當に厚い板にコーンを取り付けて、コーン外面よりの音波がコーンの口の方に廻らないやうにする。之れをバッフルボードと云ひ、厚さが厚い程、面積が廣くなる程、低音の再生が容易となる。勿論、受信機内に納めたものはセット函が其の役目をして居るが、大衆用ダイナミック型の如くにスピーカーだけを單獨に持つて来る時は、このバッフルボード

が必要となる。

6.9.4 電気蓄音機 (ビックアップ)

ビックアップとは要するに蓄音機の針の振動を電流の變化に變へて、之れをラジオ受信機に入れて増幅し、スピーカーを鳴らすものである。

扱、其の構造は第6.47圖に示す如く、馬蹄型耐久磁石の兩極に軟鐵極片があり、其の中間の空隙に1つの支点で支へられた可動鐵片がある。之れに蓄音機の針を挿入する事が出来るやうになつて居り、他端はゴムのクッションに支へられて、勝手な運動をすることを阻止してゐる。この可動鐵片の外部には線輪が捲いてあつて、巻数の多いものを高インピーダンス型、少いものを低インピーダンス型と云ふ。針が静止してゐると可動鐵片は極間の中央にあり、(中央でないとき音が歪む) 可動鐵片を通る磁力線は、上でも下でも、左より右に殆んど



第6.47圖
ビックアップの構造

直線的に行く。今針が左へ寄つたとすると、左下の N から右上の S に、従つて可動鐵片を下より上の方向に磁力線が通る。之れに反して針が右に寄ると、磁力線は上より下へと通る。斯様に軟鐵片の磁力線、従つて線輪を通る磁力線が針の振動につれて變化するので線輪に電圧が誘導され、電流が流れる其の方向の強弱は全く針の振動に應ずる。斯くて得られた音響電流を檢波真空管の陰極と格子の間に導き、檢波管を低周波増幅管として使ひ、又、低周波増幅管で更らに之れを擴大してスピーカーを鳴らす。——第6.43圖の P.U 端子が之れである——尤もわざわざビックアップを使ふ位なら、スピーカーとしてはダイナミック型を採用しなければ嘘である。斯くすれば音響も良好なものとなる。高インピーダンス型のものではビックアップのコードを其の儘に檢波管に導けばよいが、餘りコードが長くなる場合はシールド線を用ひる。この時注意をしないと、電線の芯線とシールド線間の静電容量に高周波の部分が吸収せられて

消失する虞れがある。尙、低インピーダンス型のは、變壓比 1:20~30 位の變壓器で電壓を上げて檢波管に結ぶ。

ビックアップの重量が重きに失すると、レコード盤を傷め、輕きに失すると針先がレコードの溝を飛出したりするから、適當の重量 (普通 130 瓦位) とせねばならない。

(註) 申す迄もないことであらうが、ビックアップされた電流はラジオでは最後の檢波管を出た低周波音響電流である。

7. 短波受信装置

7.1 短波受信一般

我が國では長らく外國短波放送の聴取が禁止されて居つたので、放送聴取と云へば國內放送の聴取に限るかの如くに思はれて居つた然るに、最近、之れが解除されたので、七つの海を渡つて来る異國情調豊かな外國放送を自由に聴取し得るやうになつた。

既に 2.3 以下で述べたやうに、遠距離通信を行ふには、電離層 (E 層又は F 層) で反射せられて傳播する短波を用ひねばならない此の短波放送には國際間で定められた一定の短波放送周波數帯があつて、各國は此の割當られた周波數帯の範圍内で夫々放送を行ふ。従つて、放送局側では、聴取地域及適當な聴取時間を定めて、之れに適當する周波數を撰んでゐる。故に受信をする場合には、聴取しやうとする外國放送局の周波數と聴取時間を先づ知らねばならない其の大體を表示すると、次表の如くである。

外國短波放送聴取の一覽表

波長 (米)	周波數 (キロサイクル)	聴取時間	放送地域	特徴
50—48.39	6000—6200	午前 4 時—8 時 晝 間	東亞地方, 北米 内國無線中繼放送程度, 遠距離放送受信不能●	秋下旬, 冬, 春
(41.67—41.10)	(7200—7300)	午後 7 時—11 時	東亞地方, 北米西岸	月上旬, 夜間の受信良好

31.58 —30.93	9500 —9700	午後5時—8時	東亞地方, 北米西岸, 歐州	四季を通じ夕刻及 早朝の感度良好, 特に春季早朝の南 米地方の受信良好
25.64 —25.21	11,700 —11,900	午前4時—8時 晝 間	東亞地方, 北米西 岸地方, 南米地方 歐州地方 東亞地方, 北米西 岸	春下旬, 夏, 秋上 旬, 夕刻の感度良 好
19.87 —19.54	15,100 —15,350	晝 間 午後1時—7時	北米西岸, 東亞地 方 北米西岸, 歐州地 方	春下旬, 夏, 秋上 旬, 晝間の遠距離 受信良好
16.9 —16.81	17,750 —17,850	午前4時—8時 晝 間 午後4時 午後6時—9時	東亞地方, 北米西 岸地方, 南米地方 歐州地方 東亞地方 歐州地方 東亞地方, 北米西 岸冬期歐州地方	夏期午後の遠距離 受信良好

註: 東亞地方 ウラヂオ, チタ, 滿洲, 中國, 印度, タイ, 佛印, マレー
スマトラ, ジャバ, オーストリア, サイパン, ハワイを結
ぶ一圓

北米西岸地方 サンフランシスコ, ロスアンゼルス, メキシコ等

南米地方 サンチャゴ, フェノスアイレス, リオデジャネイロ

歐州 ヘルリン, ロンドン, アンカラ, モスコ, ローマ, ヴィン

上表の特徴の欄からも明らかなやうに、短波通信の生命を左右するのは、電離層であつて、此の日變化、或は季節變化、特異な宇宙現象に依る影響で、受信感度が左右される。電離層に異状を生ずると、短い時で數分、又は數時間、長い時は1週間も状態の悪い時があつて、受信機の故障と誤り易い。尤も空中状態がよいと、北米や歐州の短波放送が、海を山をはるばると越へて來たものかと疑はれる程に明瞭な受信が出来る。

7.2 短波受信に於けるスーパーヘテロダイン方式

6.3.3 で述べたやうに、高周波の増幅には種々の困難が伴ひ、増幅の利得が著しく低下する。其處で到來電波の周波数を下げて増幅を

して檢波をするのが 6.7.2 のスーパーヘテロダイン式であつた。短波は申す迄もなく、高周波であるから、其の受信方式として、スーパーヘテロダイン式を採用しないと、十分な感度と選擇度を得られない。従つて、第 6.44 圖で示したやうな、スーパーヘテロダイン式を用ふるなら短波受信が可能であり、6 球以上の全波受信機にすると、世界中の短波放送を聴取することが出来る。

然し、現在、斯様な高級受信機を組立てることは、資材の点からも費用の点からも困難であるから、普通の放送受信機にスーパーヘテロダイン式の周波數變換部分を増設して短波受信も可能とするのが策を得たものであらう。此の場合、先づ第一に問題となるのは電源であつて此の点を先づ解決せねばならない。之れを卑近な例に喩へると、今迄の平家建に 2 階を増設して見晴しを廣くするやうなもので、2 階建を新設するよりも資材と費用が節約される。此の時に問題となるのは、地盤であつて、之れが加重する 2 階の重量を支へるか否かが先づ解決せられねばならぬ。之れが前の電源の問題に比敵する。以下節を改めて、一通りに就て説明しやう。

7.3 放送受信機に短波受信部を附設

如何なる放送受信機でも容易に短波受信が出来ること云ふ譯には行かないが、空中線の能率を向上し、調整に工夫を凝すと相當に低級な受信機でも短波を受信することが出来る。

然し廣く用ひられてゐる低周波増幅 1 段、高周波増幅 1 段、二連バリコン付の 4 球受信機なら、電波が強く然かも安定性のある北米西岸地方或は東亞地方の受信が容易である。尤も、元來が放送専門に設計、製作せられてゐるのだから、初めから短波受信用として組立てられたものに比して、取扱ひが複雑となり、感度の低下及混信の虞が大きくなるのは止むを得ない。

7.3.1 電源の餘裕調査

1 球なり 2 球から成る周波數變換器を増設して、スーパーヘテロダイン式とするのであるから、是等の球の A 電源及 B 電源を從來の整流管から求めねばならぬ。前述したやうな 4 球式受信機では、纖維加熱に、交流 2.5V 級、陽極直流電圧として、150—250V が

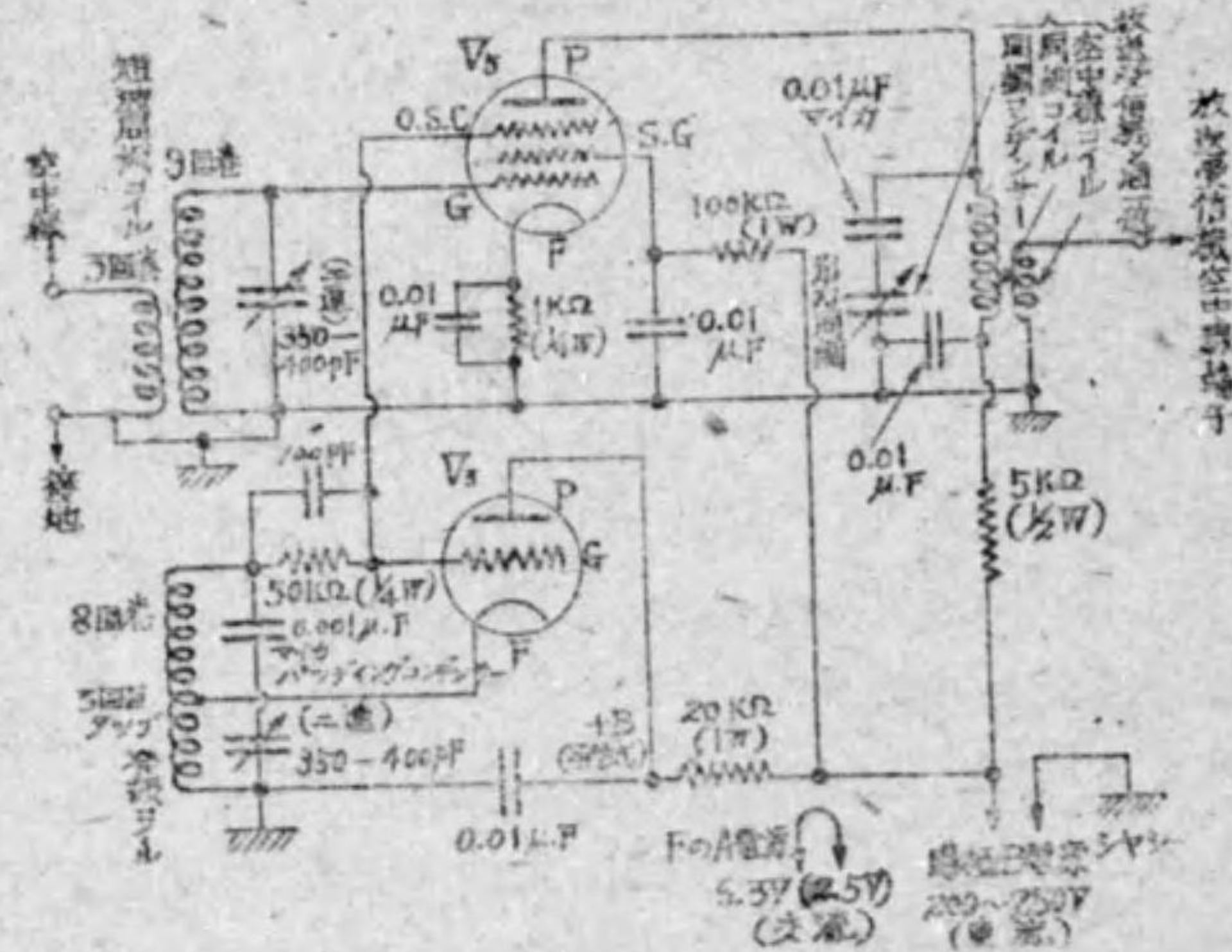
採用されその許容電流は 30mA 程度である。

此の場合、増設する周波数変換器に使用する真空管の織條電圧は 2.5V であることが望ましい。2.5V 球が使つてあるのに対して 6.3V 球を用ふる場合には、2.5V 球の織條電源と整流管の織條 5V 電源を直列にして 7.5V を作り、増設する球の織條と直列に抵抗を挿入して 6.3V を得る。此の挿入抵抗の値は…… $(7.5-6.3) \div$ 増設球の織條電流……と一應は定めることが出来るが、実施後、今一應確かめて見る必要がある。以上と反対に、放送受信機に 6.3V 球が使つてあつて、増設球が 2.5V の場合には、増設球と直列に抵抗を挿入して、織條電圧が 2.5V となるやうにする。此の場合の挿入抵抗の値は…… $(6.3-2.5) \div$ 増設球の織條電流……に定める。

又、此の増設球に対する織條電流の供給も電源変圧器の容量の制限から 2 球以上とすることは無理である。同様に陽極電流も 2 球以上を増設することは、整流管を破損するやうなことになる。従つて此の電源容量の点から、自ずと周波数変換部分の構成が制約せられて来る。

7.3.2 周波数変換器の組立

此の部分に使用する真空管としては極めて特性のよいものを用ひ

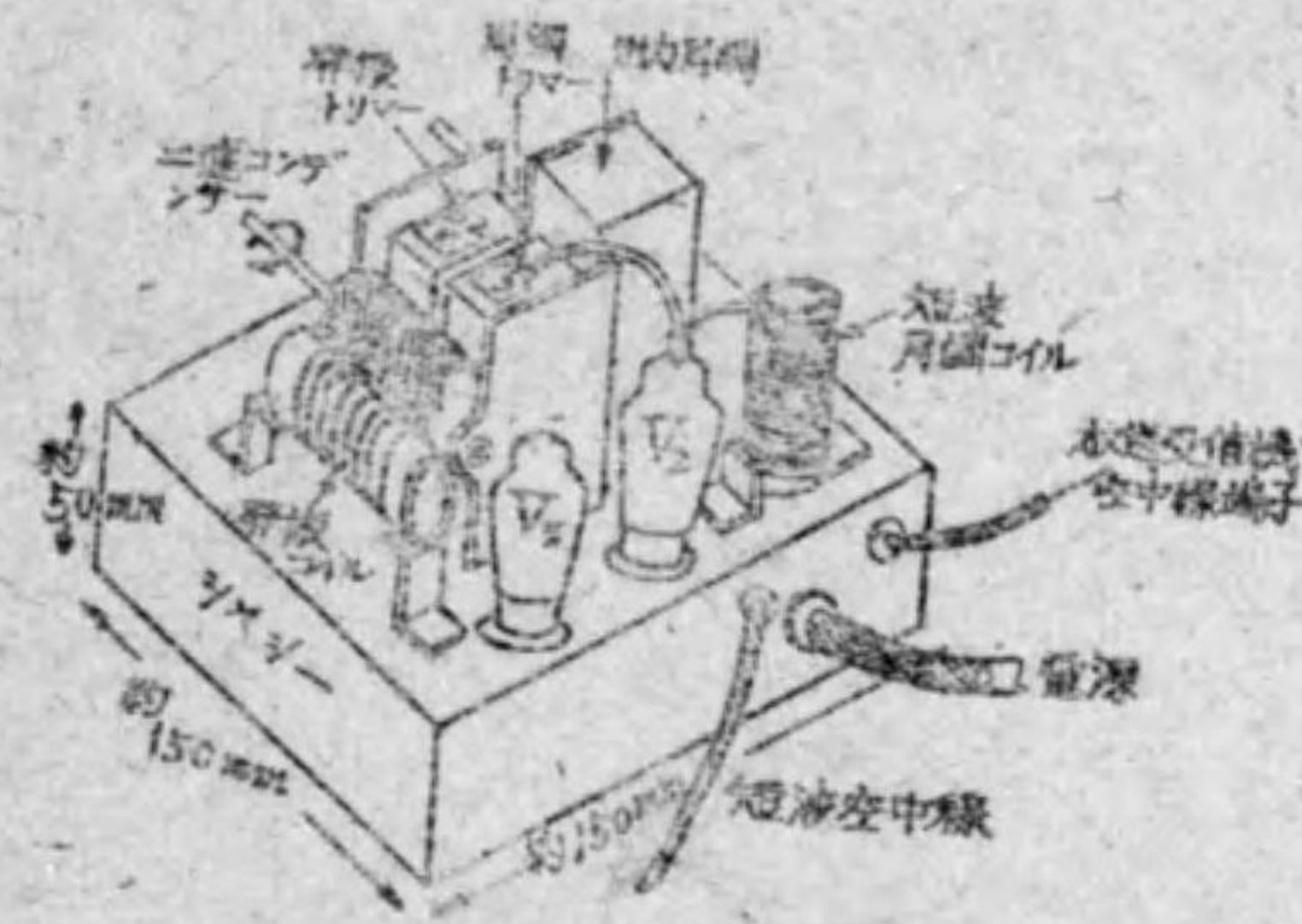


第 7.1 図 2 球式周波数変換器接続図

発振用と變換用の 2 球を必要とする。尤も變換管と云はれる 2A7, 6A7, 6F7 なら 1 球

でよく、此の種のものは發振と變換を兼用してゐる。

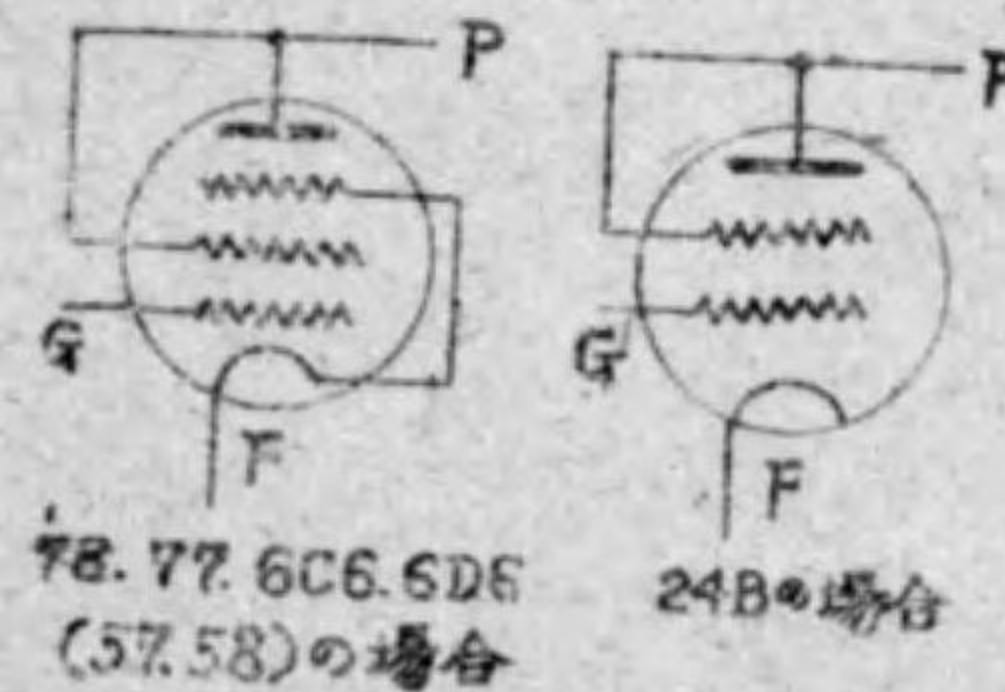
第 7.1 圖は發振管 V_1 と變換管 V_2 の 2 球を用ひた場合の接続圖である。 V_1 としては、76, 56, 37, 27A 等の三極管を用ひ、 V_2 としては、高増幅率の 77, 78, 57,



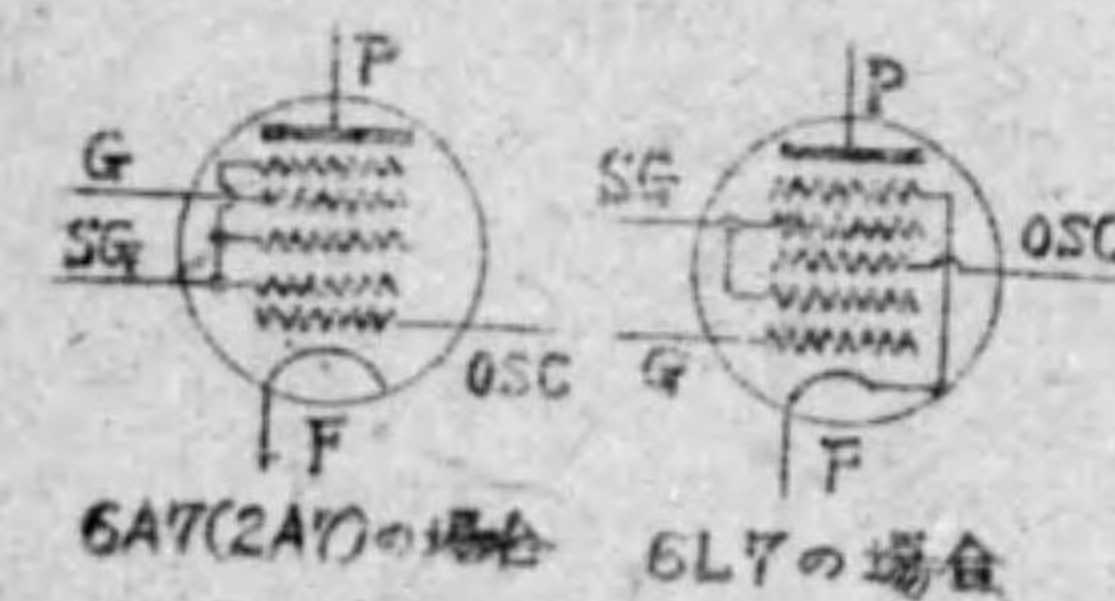
第 7.2 図 シャシー取付圖

58, 6C6, 6D6 等の五極管を用ひてゐる。之等をブリキ板、アルミ

板又は木板にブリキを張つたシャシーに取付ける。其の要領を示したのが第 7.2 圖である。圖に於て出力同調とある下側に同調コイルがあり、同調コンデンサーと共に放送受信機と同調回路と同様なものが撰ばれる。又、短波同調コイルは 9 回巻で空中線コイルは 3 回巻である。電源へ行くコードにはソケットを取付けると便利である。



第 7.3 圖 五極管及四極管を發振用三極管として使用する場合

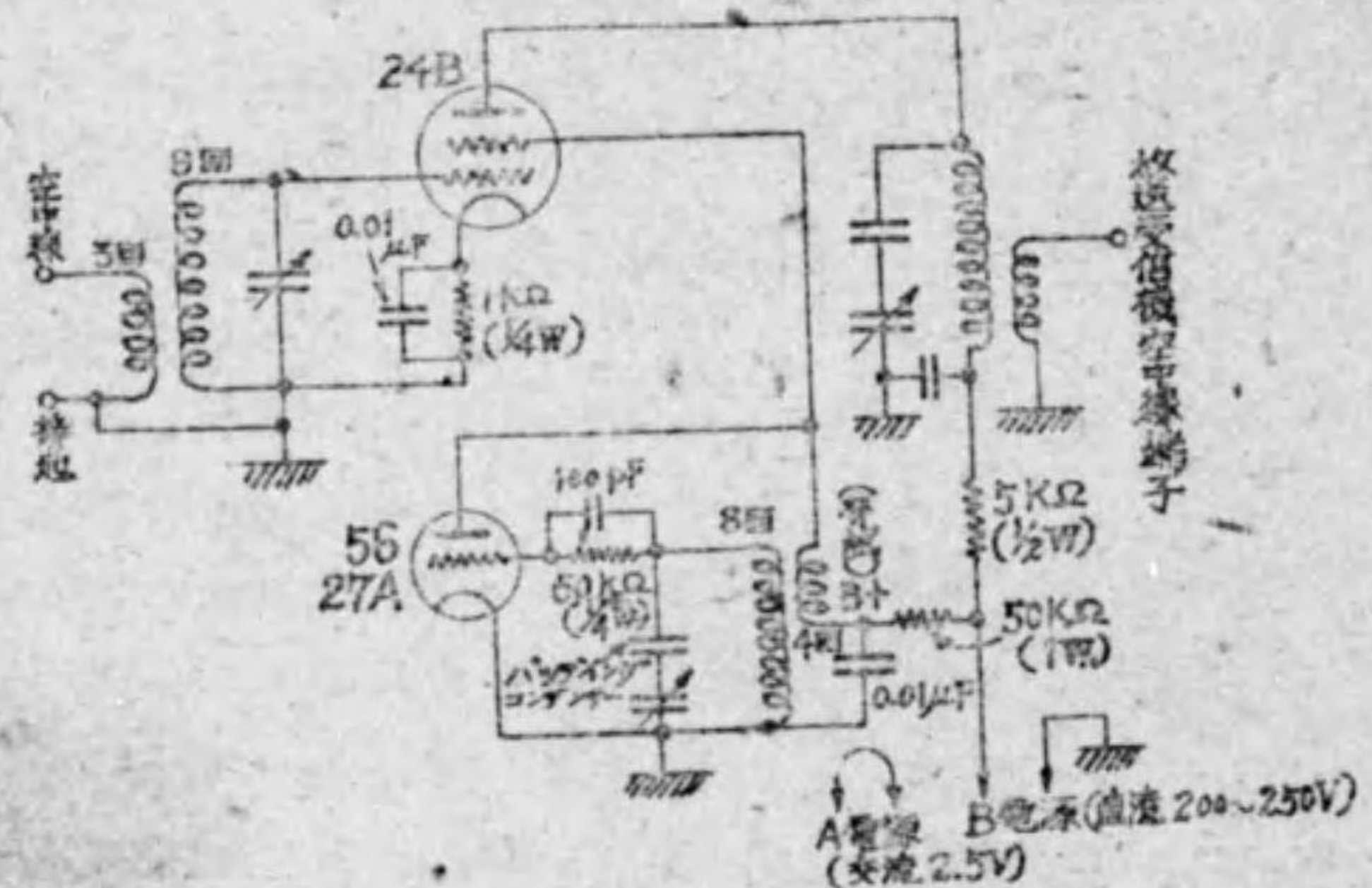


第 7.4 圖 七極管を變換用五極管として使用する場合

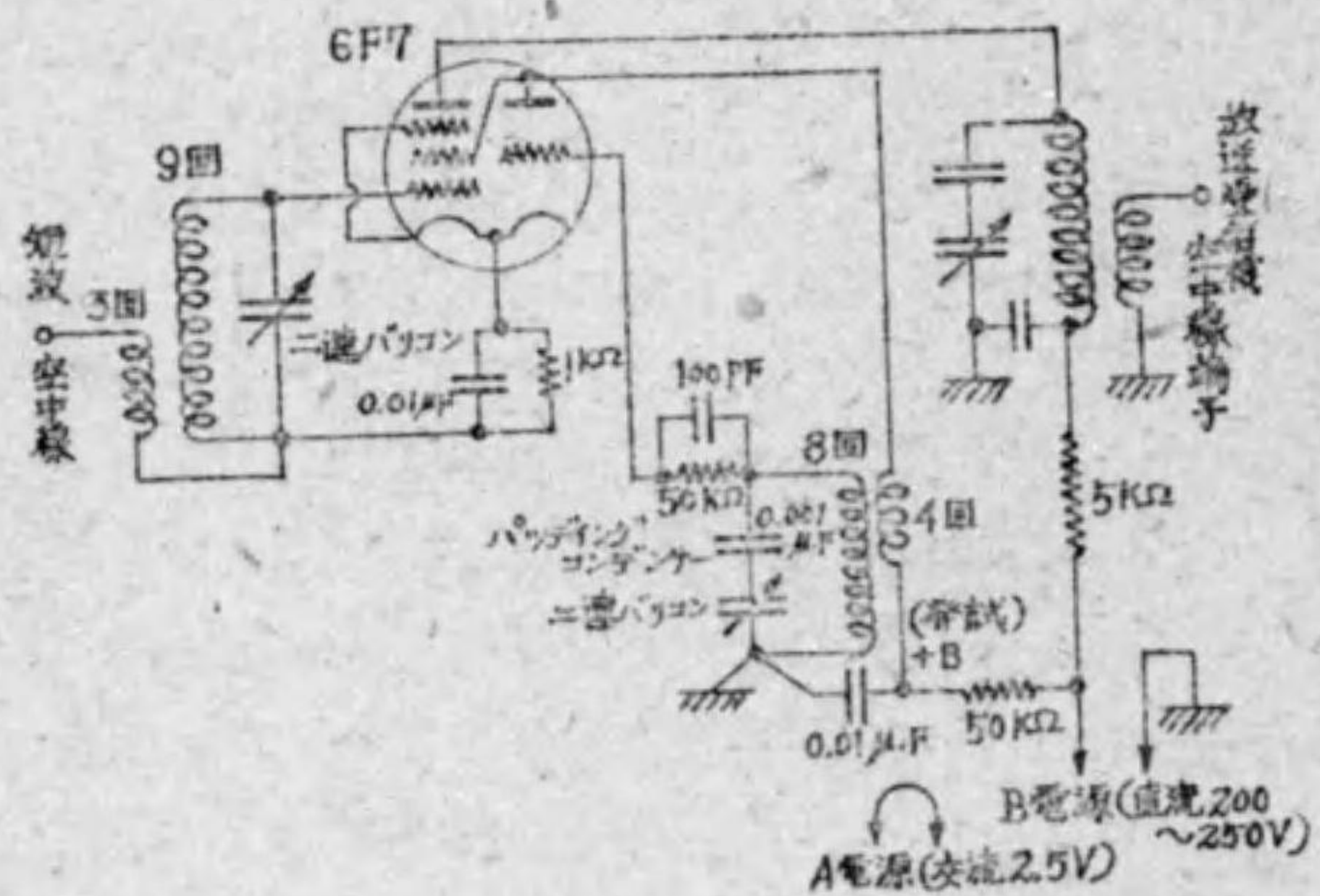
發振管 V_1 として 78, 77 等の五極管を用ふる場合は 第 7.3 圖の (イ) の如くに接続し、24B 等の四極管を用ふる場合は (ロ) の如くに接続する。——圖に附した符號通りに、第 7.1 圖に接続すればよい——又、變換管 V_2 に、6A7,

2A7, 6L7 等の七極管を用ふる場合には、第7.4圖の如くに接続し夫々の端子符號通りに、第7.1圖の回路に接続する。

尙、第7.1圖の變形として、變換管に四極管 24B を用ひた場合の接続圖を示すと、第7.5圖の如くであり、同じく、複合管 6F7 を用ひて發振と變換を1管で行ふやうにした場合を示すと、第7.6圖の如くである。——圖で明細の記入してゐないものは第7.1圖と



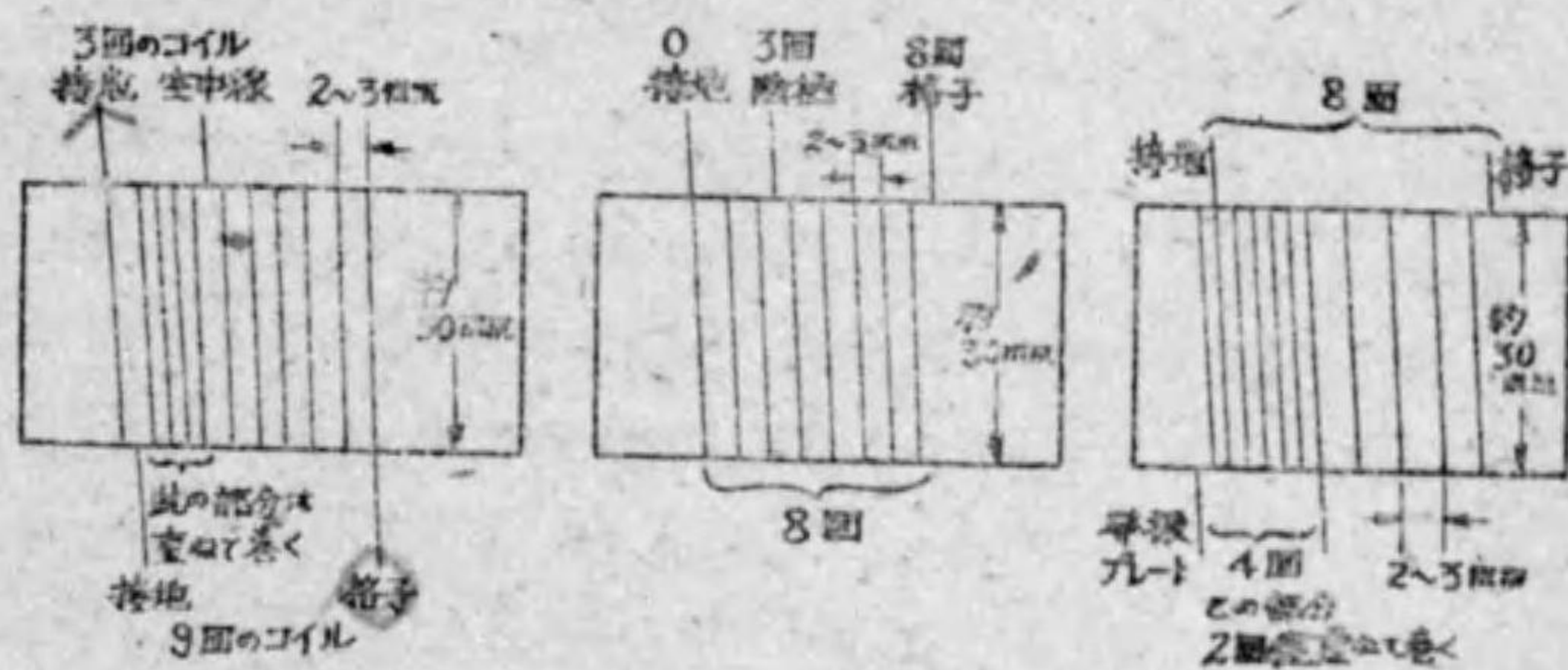
第7.5圖 第7.1圖のV₆に24Bを用ひた場合



第7.6圖 6F7でV₃とV₆を兼用させた場合

同一である——以上は國際短波放送として最も多い周波數6~18メガサイクルに對して設計されてゐる。

短波受信機の組立に於て、第一に注意せねばならないのは、其の生命を左右すると迄云はれてゐるコイルとコンデンサーの撰定であつて、コンデンサーとしては絶縁の良好な間隔の正しいものを用ふる。尙、コイルは第7.7圖の要領で自作する。巻胴としてはエボナ



(イ) 短波同調線輪 (ロ) 第7.1圖の發振線輪 (ハ) 第7.5及7.6圖の發振線輪

第7.7圖 各線輪の構造

イト、ベークライト等を用ひ、1~1.2mmの銅線を使用してスペース巻とする。又、取付配線後に精密に調整をせねばならないから、錫メッキ銅線を用ひて半田揚げをして置く。尙、シャーシに完全に取付けるやうに金具を附する。

元來、短波の受信回路は周波數が放送波の10倍以上もあるのだから、ちよつとした配線の動きに依る電氣容量の變化も鋭敏に感じ能率に著しい影響を與へる。従つて、組立に際しては、配線を整然と然かも完全に取付け、接地や陽極電源と觸れぬやうに注意し、電源コードや放送受信機との接続の箇所は完全に固定する。

尙、部品に對する注意として、二連コンデンサーは附屬のトリマーコンデンサーのあるものを用ふる。此の二連コンデンサーと同調コイルの回路は特に注意して、短かく整然と配線を行ふ。又、同調回路に用ひた0.01μF及0.001μFのマイカ・コンデンサーは狂ひのないことが望ましい。是等の部品は取付前によく検査して、完全な

ものを用ふるやうにする。

最後に注意して置きたいことは、放送受信機との接続部分には、放送受信機と全く同じ構造をした同調回路を作ることが望ましい。之れが不可能なら、少く共、形、巻数は同じものを作り、特に空中線コイルに注意をする。そうでないと、兩者間の電気特性が相當に異つて来るので、折角、受信した短波が受信機の方に流入せず反射せられるやうなことになる。

7.3.3 短波受信装置の調整

前述のやうに、短波受信回路の組立には特に入念な注意を要したが、斯く組立てられた受信回路を調整することにも亦、綿密を期さねばならず、調整が相當に厄介で、組立と調整が相俟つて、始めて威力を発揮する。其の要領の一般を前項で述べた回路に就て説明して見やう。

組立てられた受信回路の各部を先づ点検することは勿論であつて特に、陽極電源とシャシー間の絶縁を調べる。斯くて、各部が完全なやうなら、先づ放送受信機のみで放送を聴取し、受信周波数を大体、600 キロサイクル位に調整して置く。次に、受信機の空中線端子を外して、此の端子へ周波数變換器の出力端子を結び、電源コードを放送受信機の電源回路に結ぶ。斯くて、發振状態を調べるのである。之れには、發振真空管の格子に指を觸れて見る。(第7.1圖参照) 此の時、ポコポコと云ふ音が出たら發振がよい。尤もセツトテスターのある場合には、第7.1、7.5、7.6圖の發試(發振試験)と印した点とシャシー間にテスターを入れて、此の電壓を測定しながら、發振真空管の格子に指を觸れて見る。此の時、テスターの振れが減少すれば發振が良好で、變化がないやうなら發振してゐないのである。發振不良の場合には、各部の電壓を調べ、球を取り換へる——第7.5及7.6圖の場合には、發振コイルの一方の結線を反對に接続して見る——此の試験が済んだら、二連バリコンと放送受信機に行く回路のバリコンを廻して見て、妙な雑音が出ないかを確かめる。バリコンが接觸するやうな場合には、ガリガリと云ふやうな音が出る。

次に、周波数變換器の空中線端子に短波用空中線——長さ4米位

の垂直空中線、(室内でも可)——を結ぶ。此の接続の瞬間にガリガリと大きな雑音を生ずるやうなら上乘の調子である。此の雑音が出ないやうなら、出力同調側のバリコンを極く靜かに廻して、短波空中線を接続した瞬間の雑音ガリガリが最大となるやうにして置く。

斯くて、短波空中線を接続し、二連バリコンを極くゆつくりと廻して行くと、トンツ—音の1つや2つは必ず遣入つて来る——短波電信が遣入つて来たのである——其處で、二連バリコンの容量の少い方でトンツ—音を受けて置き、第7.2圖の同調トリマーを極く僅かづつ調整して、トンツ—音を最大にする。其處で再び出力同調を再調整してトンツ—音を最大とする。此の調整の途中で、バリコンが最大か最小になつて仕舞ふ様なら、同調コイルの巻数を調整してトンツ—音を明確に最大とする。

次で、二連バリコンに觸れずに、同調トリマーを調整してトンツ—音を最大とする。此の際、同調トリマーをしめ付けた時、音が最大になるやうなら、發振トリマーをゆるめて一度、音を消し。——發振周波数が變るので、前の調整は全然無効になつて音が消へる——再び二連バリコン以下を上記のやうに操作して、トンツ—音を最大にする。

斯様な調整をくりかへして、同調トリマーをゆるめても、しめつけてもトンツ—音が小さくなる様にすれば、調整が完了したのである。

註; 以上で、如何にしても同調トリマーをしめつけ又はゆるめないと音が大きくなる様なら、短波同調コイルの巻数を半巻程増すか減じて調整する。又、バツディング・コンデンサーが不良で調整がうまく行かないことがあるから、調整の困難な時は、一應、之れを取換へて見る。斯様にしても尙、調整が出来ないやうなら、放送受信機と同調を少しづらして、其の都度、出力同調の調整を行ひつゝ、同調トリマーを調整する。

斯様にして調整が終つたなら、7.1の表を参考として、希望の放送を聴取する。

8. ラジオ受信機の故障と處置

8.1 導通テスターと其の使ひ方

昔から人間には四百四病があると云はれてゐるが、最近の醫學の進歩に依ると、四百四病位ではなさそうである。

吾々が日常取扱ふラジオ受信機の故障も之れを細別すると、四百四病以上であつて、其の悉くの場合を盡すと云ふことは不可能であるから、此處では故障診断並修理の基本的な智識を與へることにしたい。斯様にすれば、大抵の故障は諸君の才腕で解決せられやう。

醫者が患者を診察するのに聴診器を缺き得ない様に、受信機の診断には少く共導通テスター（導通試験器）を用意しなければならない。導通テスターと云ふと如何にも尤もらしい器具のやうだが、實物は何でもない。第8.1圖の如くに、3~4.5V位の乾電池とスピー



第8.1圖 導通テスター

ーカー（又は受話器）を接続したものである。——電池と豆電球を用ふることもある。——このA,B端を夫々(1)の抵抗線の兩端、X,Yに接觸して見ると、抵抗線が完全なら、つけたり離したりする毎にスピーカーはガリガリと云ふ音を發する。（受話器でも同じこと）之れはスピーカーに急に電流が流れ、或は之れを絶つとコーン（或は振動板）が振動する爲めで、電流が直流の一定値であれば一方に引かれるのみで音を發しない。従つて、つけた儘で置くと音を發しない。勿論、此の時、抵抗線が斷線して居ると音を發しないか、或は極く極く小さい音しかしない。——小さい音のするのは、切れて居る兩線がコンデンサーとなつて居る爲めである——此のスピーカーの電源としてベルトランス等で交流電壓を下げ使用すると、電流の方向が時々刻々と變化するが、其の周波数は低いのでA,B間を短絡するとブーンと云ふ音がする。従つて抵抗Rが斷線して居れば同様な音がする。斷線して居れば電池を使用した場合と同様である。

次にA,B端子を夫々(ii)のチョークコイルのX,Y端子に結ぶ此の場合も(i)と同様である。唯、接觸を外すとコイルに生じた磁力線がコイルを切つて消滅するので高い電壓を誘導し、接觸点間に火花を發し、スピーカーは高い音を發する。

又(iii)のコンデンサーのX,Y端子とA,Bを夫々結ぶと、つけた瞬間から次第に充電電流が流れ $q=CV$ に相當する電氣量まで電流が流れ、其の値は漸減するので小さいながらも音を發する。矢つぎばやにA,B端をX,Y端につけたり外したりすると、2回目からは先きの充電が残つてゐるので、最初程に電流が流れ得ず、段々とスピーカーの音は小さくなる。此の状態にあればコンデンサーは完全である。然るに何度つけたり離したりしても音が餘り變らない場合は、コンデンサーが短絡されて抵抗となつて居ると考へてよい。

以上をまとめて云ふと、導通テスターの端子を夫々の端子につけたり離したりした場合に、

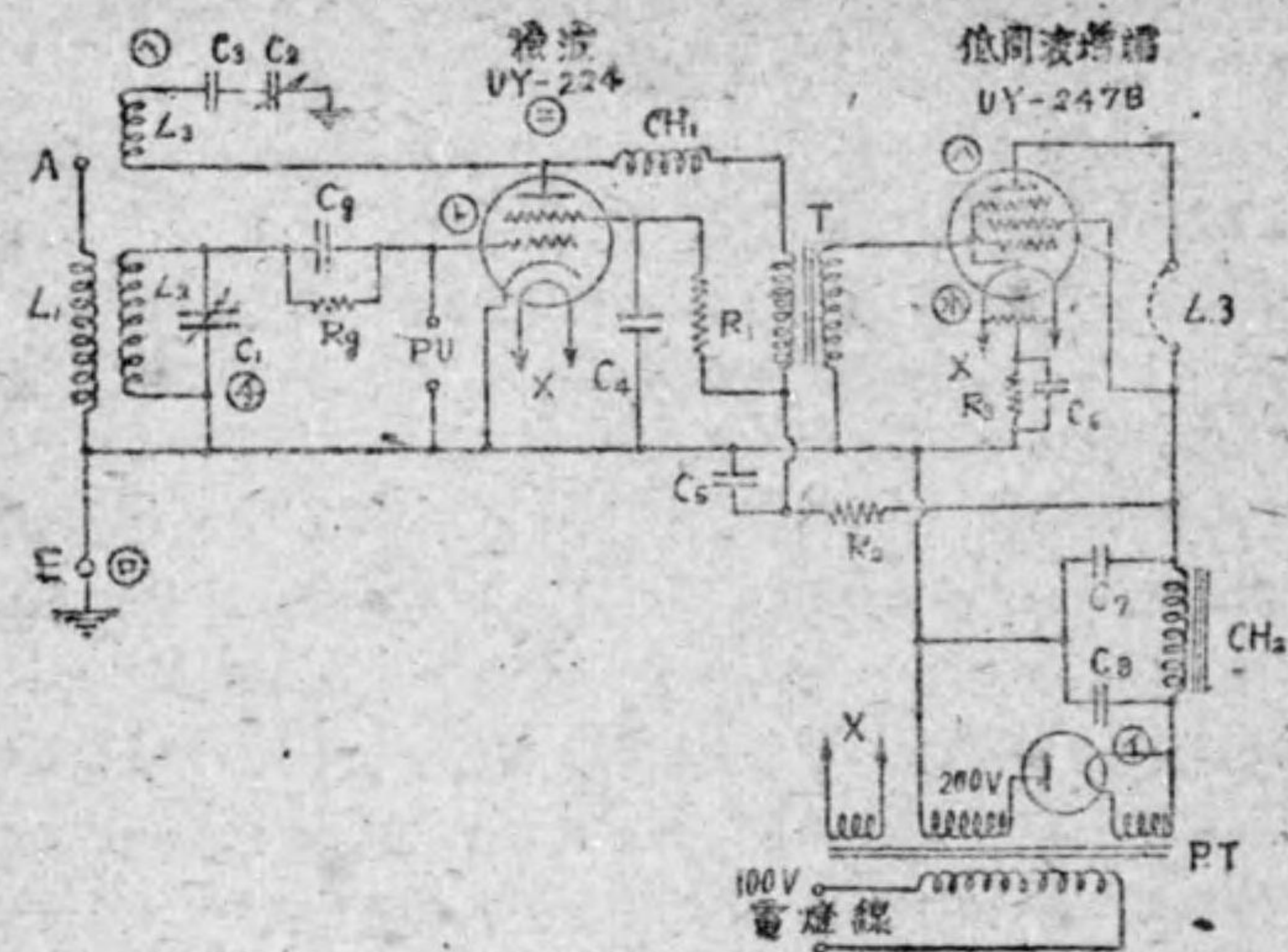
- RとLの場合 { 其の都度ガリガリと音を發すれば→健全
音がしない→斷線
- Cの場合 { 音が段々小さくなる→健全
變らない→短絡
音がしない→斷線

上記はスピーカー又は受話器を用ひた場合であつたが、其の代りに適當な電流計、電壓計、或はオームメーター——抵抗の値が指針に表はれるもの——を用ふれば、一層精密に斷線又は短絡の状態を知ることが出来る。

8.2 受信回路点檢法

此の導通テスターを用ひて、第8.2圖に示した3球ベントード受信機回路の故障を点檢して見やう。

先づ導通テスターのA,Bを、電源コードの差込プラグの兩金物につけて、回路を斷續してスピーカーの音を聞く。其の斷續の都度、ガリガリ（或はコツコツ）と音がすれば、コードとパワートランスPTの一次線は健全である。次に(イ)と(ロ)間に導通テスターのAとBを當て、点檢して見る。此の際、其の接觸をつけ



第 8.2 圖 3 球ペントード受信回路

に離したりして見て、音が次第に小さくなればコンデンサー C_7 と C_8 は健全である。然し幾度やつて見ても音に變りがないやうなら、 C_7 か C_8 が短絡して居るのだから、1 つづつチョーク側の端子を外して何れが故障か調べて見る。此の際 C_7 と C_8 を外しても、尙、同様な音がするやうなら、チョーク・コイル CH_2 の巻線と鐵心の絶縁不良か、或はコイルの心線が鐵心に觸れて居るのである。次に (イ) と (ニ) 間の導通を点検する、但し此の場合は、回路が健全であつても、數萬オームに近い高抵抗 R_2 が回路に挿入されて居るから、其の音は甚だ小さくなる。若し音がしなければ R_2 か T の一次線、或はチョークコイル CH_1 の断線である。故にシャーシーを箱から取り出して、(イ) と T 一次巻線の下端間を点検する。音がなければ R_2 の断線であり、又、 T の一次巻線上下端子間で音がなければ、 T 一次巻線の断線と考へられ、或は T の上端子と (ニ) 間を点検して音がしなければ CH_1 の断線と判定される。尙、此の際 R_1 の断線の有無を調べて見る。次に (ホ) と (ロ) 間の導通試験を行ふ。若し断線して居ればバイアス抵抗が断線して居るのである。尙、ハムランサーの導通状態も点検して置く。詳しくは C_9

及 C_{10} の健全も診断をして置く必要がある。次に (ニ) と (ヘ) 間を調べて音がしなければ、再生コイル L_3 の断線であり、(ト) と (チ) 間に導通がないと、グリッドリーク R_g 又は空中線二次回路 L_2 の断線である。尙、 C_1 , C_2 , C_3 の良否も調べ空中線一次回路 L_1 及 T の二次側、 $P.T$ の二次側の導通も点検する。斯くて尙、ラヂオが鳴らない時は真空管の故障と考へてよい。

斯様に導通テスターを用ひずとも、真空管を点火してピックアップの端子 (P.U) に指を當て、見る。斯くすると格子電位に變化を與へることとなるから、スピーカーから電位の變化に應ずる音が出る筈である。音が出なければ検波管からスピーカーに至る回路に故障がある。又、スピーカーが結ばれてゐる真空管のグリッドに指を當て、音があればよく、なければ其の真空管及陽極回路の故障と考へられる。尙、検波管より前の球の格子に指を當てると、夫れからスピーカー迄の回路が健全であれば、前よりは低い音を發する。

導通試験で注意しなければならないことは、接続をよく見ることである。例へば、 $P.T$ の二次巻線繼條加熱用電源 X の導通を見るのに、此の儘 X の両端に當てると、例へ X 巻線に断線があつても此の両端は繼條或はハムランサーで接続されてゐるからスピーカーは鳴る。鳴つたからとて X 巻線に断線がないとは云へない。よく回路を調べてから當らねば誤解を生じ易い。

普通、最も多いのは低周波トランスやチョーク・コイルの故障である。是等の殆んどはエナメル線を鐵心の上に數千回巻いたものでエナメルの剥げた處だの汚れた處で短絡を生じ、過熱の爲めに切断されることが多い。之れが断線してもラヂオは急に聴えなくならず雑音を出したり、聴えたり聴えなくなつたり、繰り返して遂には聴えなくなる。

バイアス抵抗が切れるとラヂオは鳴らず、此のバイアス・コンデンサーがないと鼻聲となる。真空管を取り換へても音が明瞭でないときは、スピーカーの可動鐵片が磁極の中央からずれて居るのである。或は又、傍熱型を用ひたもので、スイッチを入れて十分間位は良く聞えるが、次第に聲が低くなり、スイッチを一手切つて入れると十分間位はよく聞えるやうなことがある。之れは真空管の電子放

射機能が不活潑になつた事に起因する。

真空管の機能不活潑となつたものは、次の方法で復活することが出来、且つ之に依り相當永く使用出来ることもある。

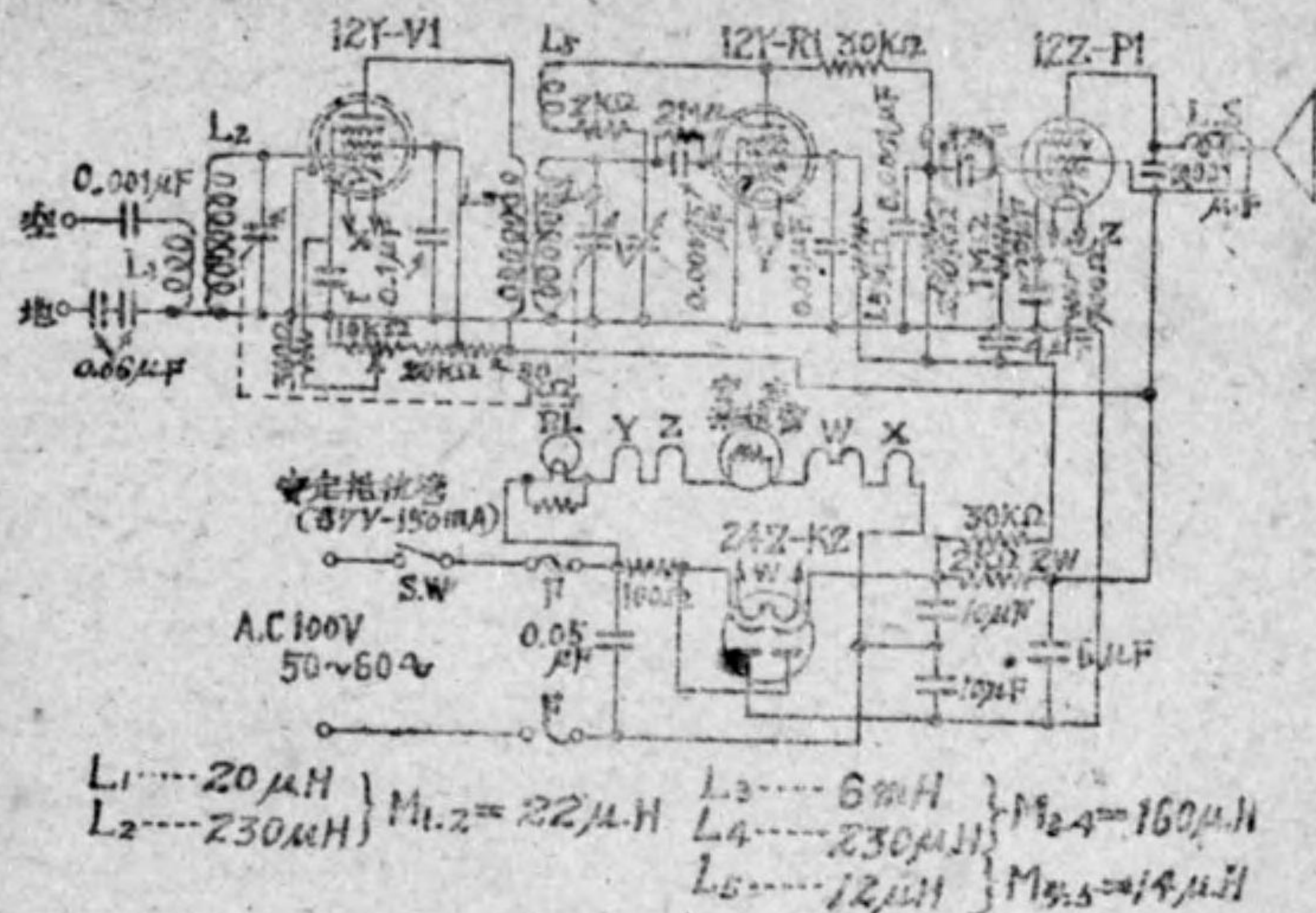
熱処理； 此の方法は、陰極にアルカリ金属の酸化物を塗附した 12A, 12B, 26, 27, 45, 47 型等に採用される。元來、真空管の不活潑となるのは、管内に電極から遊離した酸素が出来て真空度を低下するにある。故に外部から加熱して、内壁に附着したマグネシウム——外から銀色に見えるのが夫れである——を再び發散させる。それが爲めに、火鉢又は電熱器でガラス部全体を平均に加熱し、銀色が透明となれば自然に冷えるのを待つて使用する。最初は雑音が出て青い火花を生ずるが、次第に下火となり元の銀色を呈する。此の銀色のある間は復活操作がづづけられる。従つて、最初からマグネシウムを全部蒸發させずに、必要なだけ少しづつ使へば、次に悪くなつた時に又利用出来る譯である。

電気處理； 此の方法はトリエテッド・タングステンを使用した 199, 201A 型に多く、其の原因はカソード表面の熱電子を多く放射する物質が少くなり、熱電子放射の状態が劣化する爲めである。故にフィラメントの内部より此の物質を表面に引き出す操作をする。

型	フラッシング	エーチング	備 考
201A	15Vにて点火 30秒~1分間	7.5Vにて点火 5分~15分間	エーチングはフラッシングの直後に行ふ。
199	10Vにて点火 30秒~1分間	4.4Vにて点火 5分~15分間	同 上

導通テスターを用ひない最も簡単な故障検出法は、電源のスイッチを入れて、檢波管の格子側に手を觸れて、スピーカーから發生する音量の多少で故障箇所を判別する方法である。

例へば、第 8.3 圖 に示した局型 123 號のトランスレス受信機に於て、檢波管 12Y-R1 の制御格子側に手を觸れ、スピーカーから出る音を以て判断する。此の時、全く音が出ないやうなら、陽極回路の斷線——高周波阻止用抵抗 30kΩ, 陽極負荷抵抗 250kΩ の斷線——である。又、音が極く弱い場合は 12Y-R1 の遮蔽格子側の抵抗斷線か側路蓄電器（バイパス・コンデンサー）の絶縁不良、短絡であ



第 8.3 圖 トランスレス受信機 (6.8.4参照)

る。尚、12Y-R1 と 12Z-P1 (低周波増幅管) 間の結合蓄電器の絶縁が不良であると、制御格子に正電圧がかゝつて音が小さくなるだけではなく、格子は普通の状態よりも強く赤熱し、一見して真空管全体が過熱状態にあるやうな現象を呈するので、之れに依つても検出することが出来る。

同様な方法で高周波増幅管 12Y-V1 の動作状態を診断する。即ち本管の制御格子に手を觸れ、スピーカーの發する音を聞く。此の場合、前の檢波管に手を觸れた時よりも、音が幾分小さく聞へるやうなら、異状がない。全く音が聞へない場合は、陽極負荷線輪 L₃ の斷線である。

此の受信回路は各真空管の加熱線條が全部、直列になつてゐるから、電源を入れた時、真空管の全部が消えてゐるやうなら、真空管が安定抵抗管の斷線である。又、加熱線條が点火して居るのに、スピーカーから全然交流音が出てゐない時は、平滑用抵抗又はスピーカー線輪の斷線である。又、交流音が極く小さい時は 12Z-P1 の不良か、又は平滑コンデンサーの不良等である。此の場合は整流管 24Z-K2 に過電流が流れるから、加熱線條が普通の状態よりも赤熱

するので見當がつく。——此の場合すてゝ置くと、織條が断線する處がある——又、バリコンの板板に狂ひを生ずると接觸を起す。此の場合、バリコンの軸を廻すと雑音を生ずるのですぐ分る。

以上はトランスレス受信回路の1例に就て述べたが、他の場合でも之れと同様にして診断することが出来る。

又、各種の部品が手元にあれば、例へば、真空管、バリコン、グリッド・リーク等を取り換へて試験して見るのも診断の1便法である。

8.3 故障の診断と修理

主なることは既に前項で述べたが、今、少しく詳細にして置かう其の前に、故障の診断に當つて心得るべき点を挙げると次の如くである。

- ① 受信機の配線と動作を徹底的に理解する。
- ② 故障の発生した前後の様態によく注意して、故障箇所の大体的見當をつけ、点検の順序を腹案する。
- ③ 腹案の順序に従つて点検し、逐次に故障の範圍を狭めて行く。
- ④ 一ヶ所の故障を発見しても、他に別の故障がないか調査を續行する。
- ⑤ 特に受信機以外の空中線、電源、接地、スピーカーの点検を忘れぬやうに注意する。

次に故障の様態に應じて其の原因と思はれるものを列挙して見やう。

(1) 全然聞えない

(イ) 真空管全部が点火しない。

電源の停電、電源コードの断線、電源スイッチの不良、アタッチング（電燈線に接続するもの）の故障、ヒューズの熔断、電源トランスの断線、A電池の損耗、電池接続コードの断線

註：電源の停電は夜間なら電燈が点火しないからよく分るが、晝間はうっかりし易いから、点燈して見る。

(ロ) 真空管の一部が点火しない。

真空管の織條又はその回路の断線、真空管脚の弛み

註：普通よく断線する真空管は 47B, 12A のやうな出力管で、然も直氣型に多い。

註：トランスレス受信機では、全真空管の加熱織條（ヒーター）並安定抵抗が直列に接続されて居るから、それらの1つが断線しても、全真空管が点火しない。

(ハ) 真空管は点火する。

空中線、接地、スピーカーの断線。

受信機回路の断線——例へば、低周波トランスの断線——配線、チョーク・コイル、抵抗の断線。

受信機回路の不良、真空管内部短絡（G と F）、管脚の弛み、コンデンサーの短絡、平滑コンデンサーの短絡、同チョーク・コイルの断線、B, C 電池の損耗、其の他調整不良。

(2) 音が小さい

(i) 急に音が低くなつた

(イ) 空中線回路の断線又は他物と接觸

接地線の断線、スピーカーの可動鐵片が一方に偏する。

(ロ) 低周波トランス、同チョーク・コイルの断線（一般に雑音を伴ふ）

(ハ) 真空管脚の接觸弛み、一部断線。

(ニ) 平滑回路用コンデンサーの絶縁不良又は短絡——此の場合整流管に過負荷電流が流れ、陽極板が赤熱するから直ちに判る——

(ホ) 鑛石檢波器の感度低下。

(ii) 次第に音が小さくなつた

(イ) 真空管（又は鑛石檢波器）の感度低下。

(ロ) 空中線、接地の抵抗増大。

(ハ) バリコン及バイパス・コンデンサーの絶縁不良、短絡

(ニ) 抵抗器の抵抗値變化。

(ホ) スピーカーの磁力が弱る。

(ハ) 電源電壓の低下。

(3) 音に高低を生ずる

(i) 特に夜間に多い

(イ) フェーディング (2.4.3 を参照)

放送局から約 50 軒位より起り、約 100 軒の處が最も大きい。

(ロ) 電燈配電線を空中線とした時。

(ii) 晝夜間共に起る

(イ) 空中線が他物に時々觸れる。

(ロ) トランス、チョークが半断線。

(ハ) 再生障害に依る。(此の場合、雑音を伴ふ)

(註) 再生コイルと同調コイルの結合を密にすると逆に電波を發射する。再生ダイヤルを廻して、ボコンと云ふ音がして音聲の別れるのは、此の電波を發射してゐるのを示す。其の附近の受信機には、之が入つて雑音を與へる。再生が利き過ぎる様なら、結合を粗としたり、或はコンデンサー又は抵抗を再生コイルの回路に挿入する。

(4) 空中線或は接地を外すと、音が大きくなる

(i) 空中線を外すと音が大きい。

(イ) 空中線の設計が不適當。

(ロ) 空中線に他物が接觸。

(上記の場合何れも、空中線を外して点検して見る。)

(ii) 接地を外すと音が大きい。

接地線の抵抗過大。

(詳しくは、接地抵抗を測つて見る)

(註) 故障が主として何處に起るかを知つて居ることは發見に便利である次に其の順位を A, B, C 級に別ち、多いものから並べて見やう。

A 級 低周波トランス→平滑コンデンサー→真空管→配線→スピーカー→鍍石→抵抗器。

B 級 コイル→電池→低周波チョーク→調整→固定コンデンサー→ねぢの弛み。

C 級 パリコン→ソケット→コード→電源→トランス→スイッチ→其他。

次に受信機として最も大きな問題である雑音に就て説明する。雑音と云ふのは、音聲に混つて、ガリガリ、バリバリ、ビー、ブーと云ふやうな音の出ることであつて、其の原因は、受信機の内部に發生する場合と、空中線を傳つて外部から入り込む場合がある。原因

がその何れにあるかは、空中線、接地線を外して見れば分る。——先づ、空中線と接地を調べるのが診断の定石である——即ち、此の場合に於ても、尙、雑音が止まなければ、雑音は受信機内部から起つてゐる。先づ其の場合から示すことゝしやう。

(5) 受信機内部で雑音が發生する

〔状態〕 ブーンと云ふ音がする (ハム音)

〔原因〕 ① 真空管の感度低下、特に整流管、増幅管。

② ハムバランスの接觸不良。

③ 平滑用コンデンサーの容量不足又は絶縁不良——この容量を増加することに依り除去し得る事が多い——

④ 電源トランス、低周波トランス、同チョークの絶縁不良

⑤ 織條回路配線の影響。

〔状態〕 ガリガリと云ふ音がする。

〔原因〕 ① 電源スイッチ、配線接続部及端子、真空管の脚等の接觸不良、弛み。

② 配線、トランス、チョーク、スピーカー、抵抗線等の断線しかゝり。

③ 空中線が他物と接觸、配線隔離部分の接觸、パリコンの可動板と固定板の接觸、真空管内部の短絡、電池の不良、グリッド・コンデンサーの絶縁不良。

〔状態〕 ビーと云ふ音がする。

〔原因〕 ① 真空管の感度低下。

② 格子回路の配線と陽極回路の配線及スピーカー配線の接近。

③ 低周波トランスの絶縁不良、スピーカーのフレームを接地しない。

④ B 電源の電圧降下、鍍石不良等。

〔状態〕 反響音を發する。

〔原因〕 ① 檢波管の不良或は振動。

② 再生が利き過ぎる。

③ 高音を出し過ぎる。

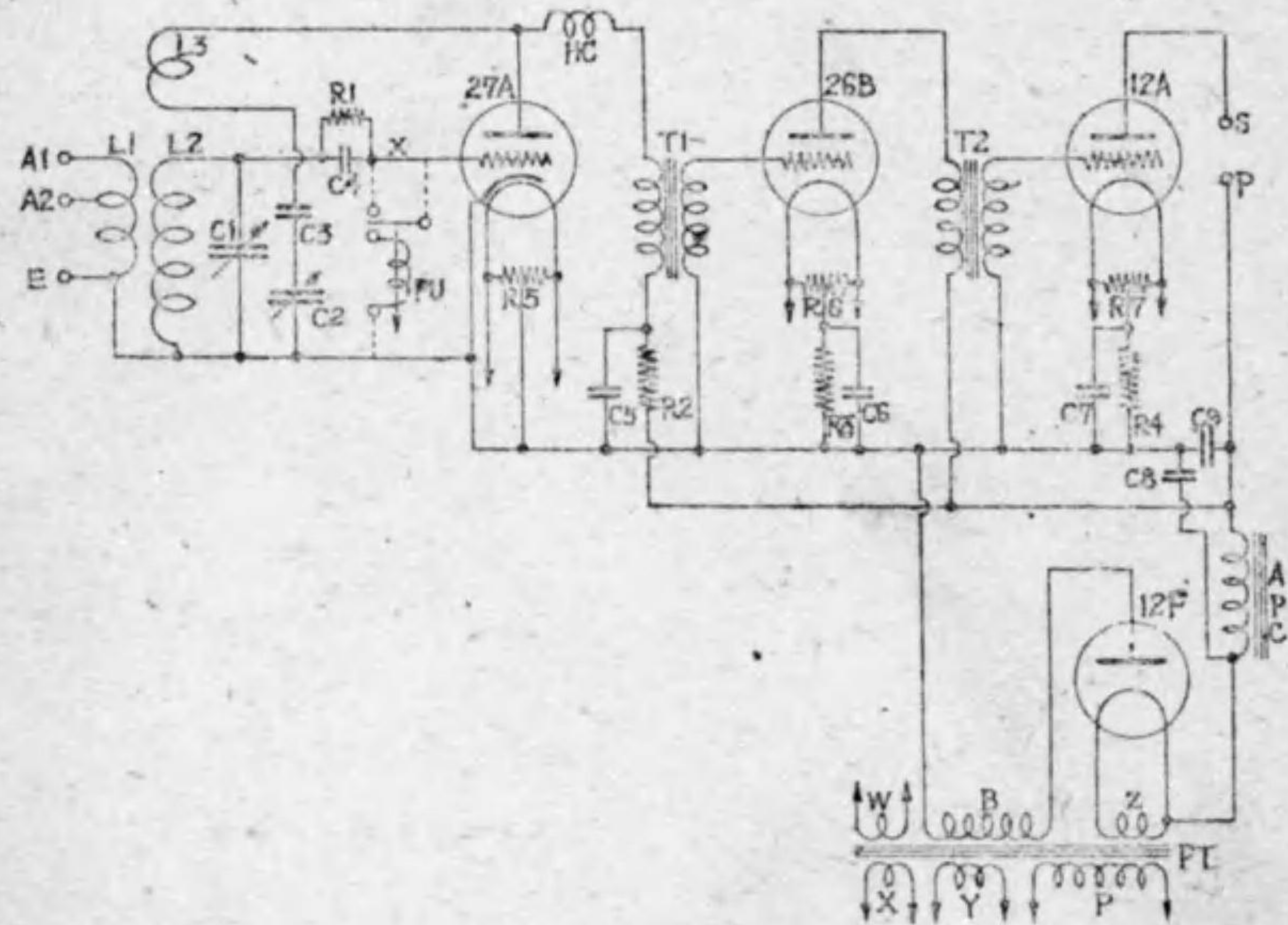
註：ラジオを動作状態として、空中線と接地を外すと、雑音が止るやうな

ら、此の雑音は外部から侵入してゐるのである。斯様にしても、雑音が止らない時は、受信機内部に雑音の原因がある。此の場合、回路の各部を短絡線（クリップ付のコード）で短絡して見る。或る短絡箇所雑音が止るやうなら雑音の発生はその部分が原因である。例へば、低周波トランスの一次側を短絡して見て雑音が止れば此處が雑音の発生源である。

スピーカー巻線の切れかゝりも、ガリガリと云ふ雑音の原因となるから、近所のスピーカーを借りて来て取換へて試験して見る。

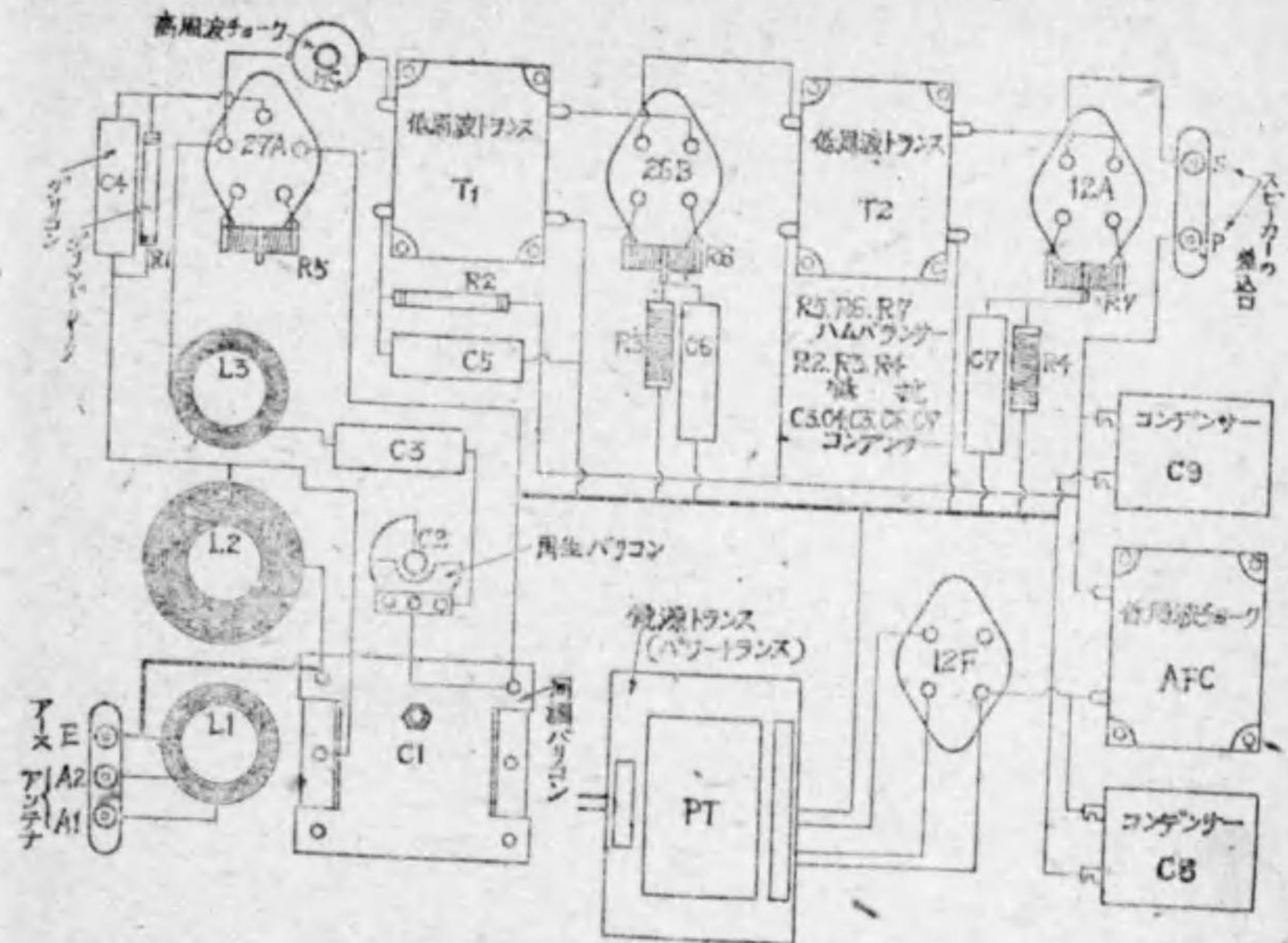
上述では、餘りにも项目的になり過ぎたから、次に實際の回路の1例を示して、説明は重なるが、各部の故障の診断と修理に就て述べて見やう。

第8.4圖は相當に普及してゐる低周波2段増幅4球式受信回路で、第8.5圖は其の配置圖である。圖に於て、真空管が点火してゐるのに、ラヂオが鳴らない或は音量が著しく低下したと想定して、各部を診断して見やう。



第8.4圖 低周波2段増幅4球受信回路

① 低周波トランスの断線? 故障の中で最も多いのは、此の低



第8.5圖 同上の配置圖

周波トランスと次の平滑コンデンサーの故障である。元來、低周波トランスは毛髪のやうな細い線を何千回も捲いてゐるので、濕氣の多い場所、梅雨期では腐蝕して断線し易い。——断線の殆んどの場合が一次側である。——此の断線は突然に起らず、遂次に病態が進むので。症状として數日以上、時としては數十日に亘つて、ガリガリと雑音が断續する。此の豫告に依つて速かに修理することが望ましい。此の場合、断線した低周波トランスを除いて抵抗結合とすることも出来るが、音量が低下するから、新品と取換へるのが理想である。

② 平滑コンデンサーの短絡? 之れはトランスやチョーク・コイルのやうに雑音を発生しないで、突如として故障を生ずることが多い。症状としては整流管 12F に過大電流が流れるので、その陽極が赤熱して、手に觸れられない程、熱くなる。又、球の内部に赤紫色の光を發する。斯くて、整流管を破損することがあるから、此の場合はラヂオを休止して直ちに、絶縁の良好なコンデンサーと取

換へる。

③ 平滑コンデンサーの絶縁不良? 之れには常時、相當の高圧が加はつてゐるので、漏洩電流が大きく、之れが過熱の原因となつて益々その絶縁を低下し、——スピーカーの音量も小さくなる——遂には上記の短絡事故を生ずる。

④ 平滑チョーク・コイルの断線? 之れには整流管 12F に依つて、整流された直流が通ずる之れが断線しかゝると、低周波トランスの場合と同様に雑音の豫告を發する。——但し、低周波トランスの場合と異つて、スピーカーのプラグを抜き差ししても全く音を生じない——断線して居ることが分つたなら新品と取換へるのであるが、チョーク・コイルが手に入らない場合は 2000Ω 位の板捲抵抗で代用することも出来る。

⑤ 真空管脚の接觸不良? 例へば、三極管なら 4 本の足があつて、やゝ太い 2 本の足が縦條であり、他の 2 本は格子と陽極である従つて、太い足とソケットの接觸はよいが、細い足の接觸が悪いと真空管は点火して居るのに、格子か陽極が回路に結ばれず、ラヂオの鳴らないことがある。故に、点火して居るから真空管は大丈夫だとは云へない。其處で真空管の頭を押したり、左右に動かして見るこの際、雑音が漸續したり、放送が入るやうなら、明かに足とソケットのバネ間の接觸が不良であるから、ソケットを取換へるか、不良なバネをペンチ等で手直しする。

⑥ 真空管の感度低下? 真空管の壽命は區々であつて、短いものは數ヶ月で駄目になり、長いものだと何年も持つ。然し、大体の壽命は 1000 時間だと云はれてゐる。使用時間を経ると感度が鈍つて来て、音量が低下する。最も損耗し易いのは、各球に電流を供給する整流管 12F であり、次で、低周波増幅管 26B, 12A, 最後が檢波管 27A と云ふ順序である。真空管の感度を試験するには、真空管試験器を用ふるか代品と取換へて比較試験を行つて見る。

⑦ ハムバランス及バイパス抵抗の断線? 板捲きのものならピンセットのやうなもので、靜かに探つて見ると、断線してゐる箇所や、兩端の取付の不完全な處が分る。之れも新品と取換へるより、

方法はない。

⑧ スピーカーの断線? 之れを点検するには、前述した如く、スピーカーのコードに電池を結び、回路を断續して見れば分る。断線してゐると音を發しないが、健全だと断續の都度、ガリガリと云ふ音を發する。電池がない時は、スピーカーを箱から取り出して、其のコードの兩端を口にくはへて、コーン（ラツパの形をした紙の部分）の中心を指頭で弾いて見る。この時、くはへて居た口又は齒に強い衝撃を感じたなら、スピーカーは健全である。何の感じもないやうならスピーカーの巻線が断線してゐる。この場合は巻線を取り換へるなり、スピーカーを新しく購入する。

⑨ スピーカーの感度低下 耐久磁石の磁力が弱ると音量が低下する。この場合も新品と取換へる方が手取り早い。

註； 以上をまとめると、次の如くである。

- | | | |
|----------------------|---|--------------------|
| ラヂオが
鳴らない | } | ① 低周波トランスの断線 |
| | | ② 平滑コンデンサーの短絡 |
| | | ③ 平滑チョーク・コイルの断線 |
| | | ④ 真空管脚の接地不良 |
| | | ⑤ ハムバランス及バイパス抵抗の断線 |
| | | ⑥ スピーカー巻線の断線 |
| 音量低下
(聲が低
くなる) | } | ① 真空管の感度低下 |
| | | ② 平滑コンデンサーの絶縁不良 |
| | | ③ スピーカーの感度低下 |

以上が 第 8.4 圖 の故障の主なるものであらう。

8.4 雑音の原因と防止方法

前述の受信機内部より生ずる雑音は、其の原因さへ解れば、諸氏が今迄に學ばれた知識で解決がつく。従つて夫れは省略して次に外部よりの雑音に就て説明しやう。受信機に接近して、回路の開閉に依つて電氣的火花を生ずるやうなものがあつて、其の回路に L や C を含んで居れば、1 つの發振回路となる。故に其の L と C の値に相應した周波数の電波が發射せられ、之が附近の空中線より受信機に入り雑音となるが、之れは電波として弱いし、又、同調回路で殆んど撰擇除去することが出来る。然るにエリミネーター受信機の

如くに電源が電燈線より供給されるものは、電燈線に種々の原因で生じた高周波振動電流がパワートランスの一次より二次に、従つて縦線回路及陽極回路に侵入して、雑音發生の原因となるのである。今其の主なるものを表示すれば次の如くである。但し表の原因の順位は雑音障害の最も大きいものより列挙した。

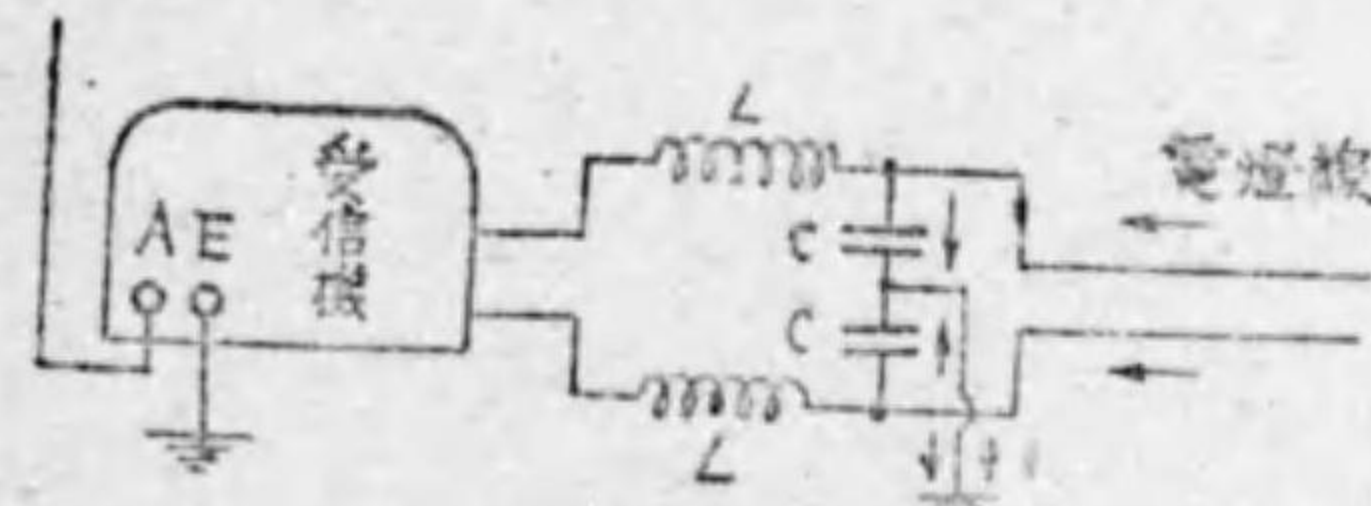
雑音原因	雑音状態	被害範囲	備考
電燈電力線 碍子スイッチ	チーデー	1—15軒	總て一時障害に依る
高壓碍子不良	同上	同上	特別高壓のものは晴天の時コロナ放電を行ふ
變壓器漏洩	同上	同上	
キヤッチ ボルダ	ガリガリ 又はチーデー	約200米	風の強い日に端子が弛み易い
低壓 配電線不良	同上	同上	
電気治療器	ジャー又は ガア	約500米	5分—30分續き暫く休む。ラヂオレシー、ジヤテルミー等も之に屬す
齒科治療用 モーター	ザーザー	約100米	
機械整流 レントゲン	ジャージャー	約800米	2分—15分續く 振動型充電機器、收音装置、水銀整流器、オゾン發生機も同様
再生妨害	ピー又はブー 放送音調又は 音量變化	約300米	不良受信機調節、動作中 一般に夜間演藝放送時に多い
電気炬燵	(規則的) チーデー	約200米	
電気バリカン	ガアガア	約100米	豆を煎る様な音2—3秒間隔にて 斷續。其の他電気座布團 電話呼出ダイヤル、電話用切換 器、電鈴ブザーも同様
電気蓄音器	レコード音を 再生	同上	
發電機及 電動機	(回轉性の音) ガラツガラツ	約200米	モータードリル、金鏡登録器、 真空掃除器、ミシンモーター、 ヘアードライヤーも同様
電車及電車線	バリバリ、ガー	沿線約50米	夜間多し、電氣熔接機も同様

廣告燈点滅器	(規則的) ガリツガリツ	約100米	自動点滅器、ネオンも同様
交通信號器	ガツガツ又は ガリツガリツ	同上	踏切警報器も同様

上記の外部よりの雑音を除去する爲めには

(1) 電燈線を空中線とせず、別に空中線を設置する。

(2) 受信機、或は雑音を發生する電源に、第8.6圖の如くに濾



第8.5圖 濾波器

波器を挿入する——但し雑音發生機器に接続する時はコンデンサー C を機器側とする——圖に於て外部より高周波電流が來ると、インダクタンス

・コイルは f が大きいので大なるリアクタンスになり、コンデンサーはリアクタンスが小さくなるから高周波電流は受信機に入らずに大地へ逃れる。雑音發生機器の場合は高周波電流は電源に行かない。之れに反し低周波の強

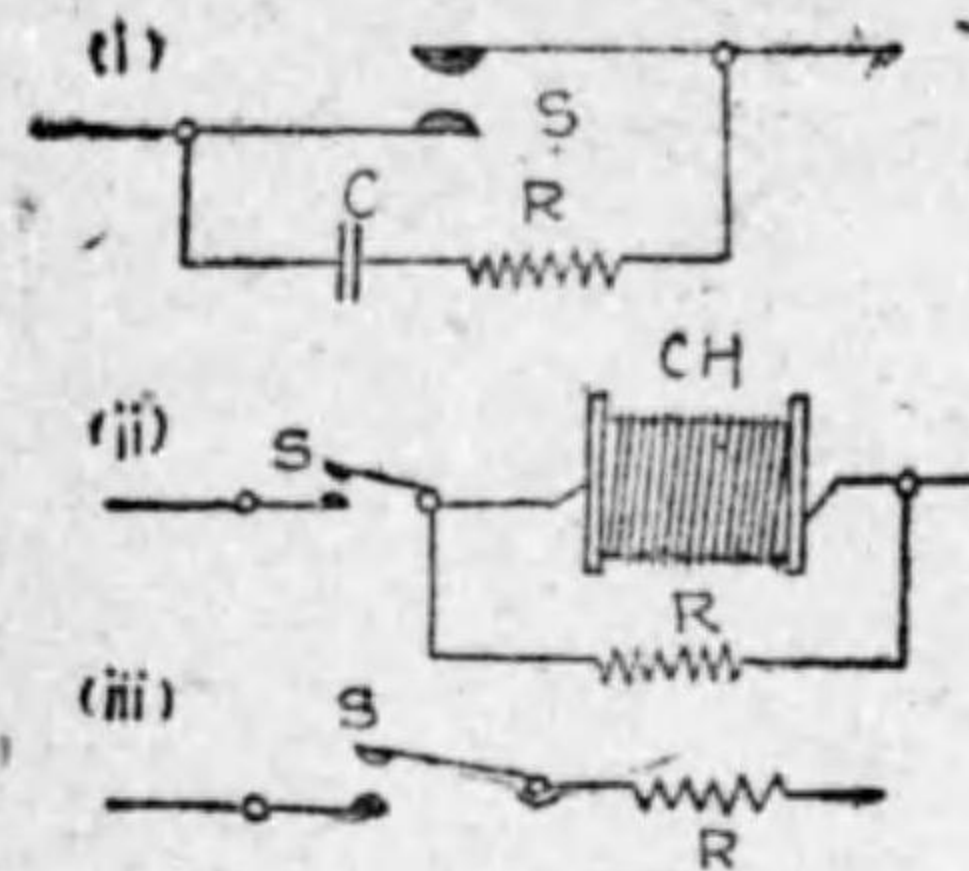
電流に対しては、C のリアクタンスは殆んど無限大に近く、L のリアクタンスは殆んど零に近いので通過に何の支障も與へない。此の接続で大切なことは、C の中点の接地を受信機の接地から相當離して別に作り、接地線を短く、接地を良好として極力、接地抵抗を小さくすることである。又、各 C の線路側には C の絶縁劣化短絡の場合を考へて 1A 位のヒューズを入れて置くことも大切である。

(註) ① 空中線を張らずに電燈線を空中線とする時、此の装置を採用すると到來電波は殆んど大地に逃れ去り受信が出來ない。

② 雑音發生装置に濾波器を設けるときは接地をせず其の機器を包む金屬製外函に接続してもよい。

③ 濾波器はコンデンサーのみでも効果がある。

(3) 屢々動作して電氣的火花を發生する接点部及接觸部に對しては、第8.7圖 (i) の如くに、接点 S と並列にコンデンサー C と抵抗 R を直列としたものを接続する。斯くすると、S の開いた時



第 8.7 圖 火花防止装置

火花となつて流れる電流は C に流れ、R でエネルギーが消費せられるので火花は甚だ弱くなる。此の抵抗は C の容量の小さい時、或は接点にかかる電圧の小さい場合は省略してもよい。尙、電鈴の様にコイルを有するものは、(ii) の如くにコイル C.H と並列に高抵抗を接続する。斯くすれば S を開いた時 C.H に蓄へられた電磁エネルギーは R に流れて消費される。R がないと之れが S を通じて回路に流れようと火花を生ずる。又、接点回路に (iii) の如くに R を挿入して火花の減少を計ることが出来る。

8.5 故障の應急修理

前述した診断方法に依つて、故障の原因さへ突き止めるなら、修理の對策も自から明かである。其の多くの場合は、部品の故障であるから、其等を新品と取換へさへすればよい。然し、真空管は元より、僅かな部品でも容易に入手出来ず、且つ高價な現在、能ふ限り現在のものに手を加へ、多少の犠牲——例へば、音量低下——を拂つてでも應急的に修理せざるを得ないことが多からう。次に其の二三の場合を記し創意工夫の一助としやう。

〔1〕 真空管の故障對策

感度の低下した真空管の復活法に就ては既に述べたが、此の方法に依つても結果が思はしくない場合、或は、織條の斷線、電極の短絡等で全く使用不能になつた場合は、音量、感度を多少は犠牲にしても減球をするより仕方がない。即ち、5 球式のものは 4 球式に、4 球式のものは 3 球式に改造する。即ち、4 球式で、低周波 2 段増幅のものは 1 段とするとか、高周波 1 段増幅で出力管の不良の場合は、高周波増幅を止めて、57 等の高周波五極管を三極管に接続し、低周波増幅管に代用させる。

具体例として 第 8.3 圖のトランスレス受信回路に就て云ふと、高周

波増幅管 12Y-V1 の織條が斷線した時は、その高周波増幅回路を取り除き、空中線コイルとして、12Y-R1 の陽極コイル L_3 を用ふる。此の際、 L_3 を B 電源回路から外して、其の 1 端を上記の空中線端子に、他端を接地端子に結ぶ。又、檢波管 12Y-R1 が故障なら、之れに 12Y-V1 を用ひ、上記の如くに高周波増幅回路を取り除く。

但し、此の場合に注意せねばならないのは、直列となる織條の数が 1 箇減少するから、約 80Ω 位の抵抗を此の代りに直列織條回路に挿入する。左様にしないと、各織條が過熱されたり、安定抵抗管 (40W 電球を用ひたものあり) が斷線する。

次の 第 8.8 圖 (次頁参照) は 4 球式受信回路の應急的、改造例を示したものである。

〔2〕 低周波トランス、チョーク・コイル等の斷線

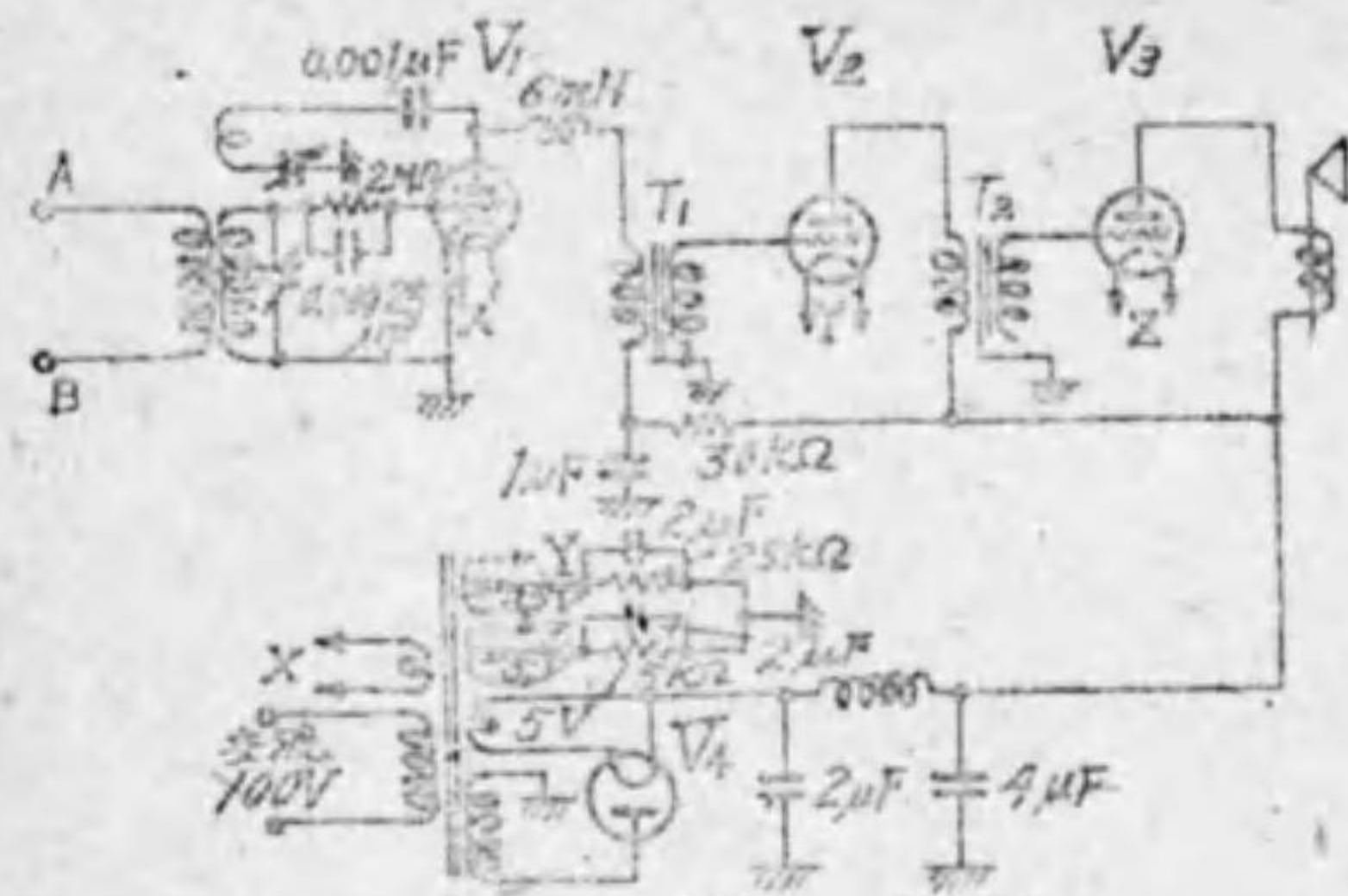
前、第 8.8 圖の改造例で示したやうに、低周波トランスの一次も二次も斷線した場合は、抵抗結合方式とし、何れかの側が健全なら之れを利用してチョーク結合に改造する。但し、其の何れの場合でも、結合コンデンサー及グリッド・リークを適當に挿入する。

チョーク・コイルが斷線した時は、平滑用なら $2\sim 3k\Omega$ 、低周波結合用なら $50\sim 250k\Omega$ の抵抗で代用出来る。又、檢波回路の陽極側に挿入する高周波阻止用のものは、 $10k\Omega$ 位の抵抗で代用してよい。

尙、トランス、チョーク・コイル、スピーカー等の巻線が斷線の場合には交流 $200\sim 300V$ をかけて電氣熔接を行ふことも出来る。同様にして真空管の斷線も熔接し得るが、数千ボルトのインダクション・コイルを必要とする。

—(以上)—

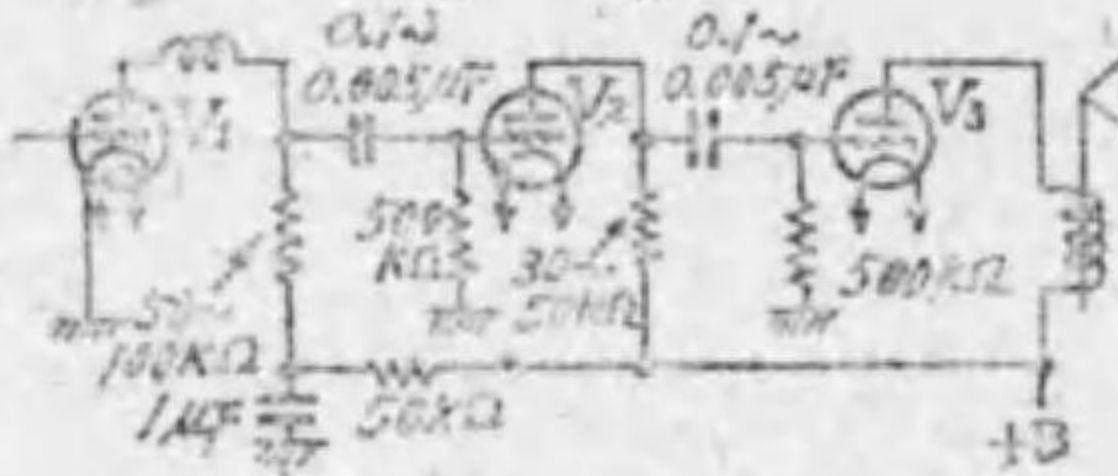
原回路



原回路は再生式、低周波3段増幅、トランス結合の4球受信回路である。
検波管V₁…UY-57A (UY-56)

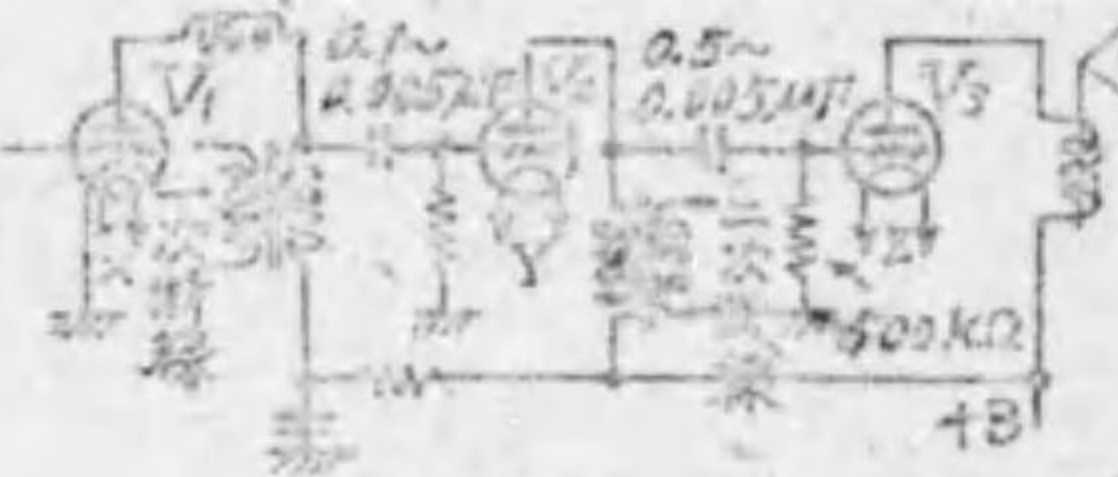
低周波増幅管V₂…UX-26B
V₃…UX-13A
整流管V₄…KX-12F
T₁T₂…結合用低周波トランス

〔改造1〕
T₁T₂の一次及二次断線



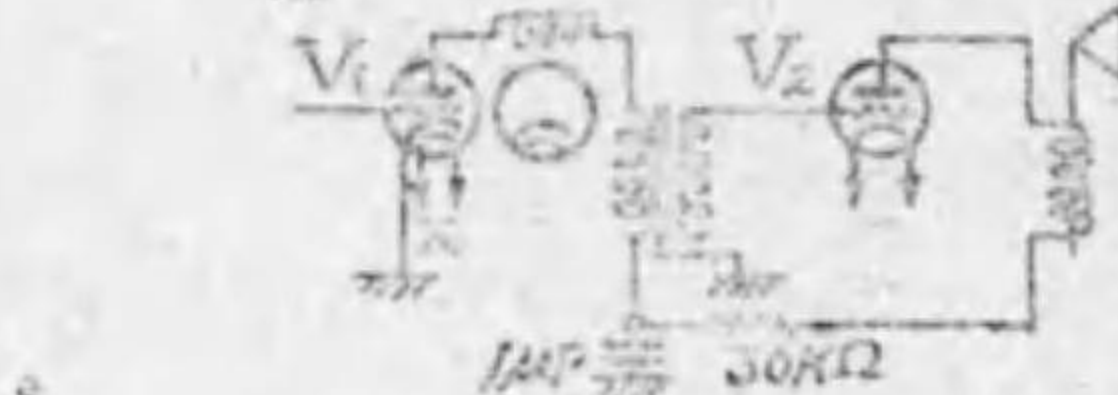
T₁T₂の一次も二次も断線し、抵抗結合に改造

〔改造2〕
T₁T₂の一次又は二次断線



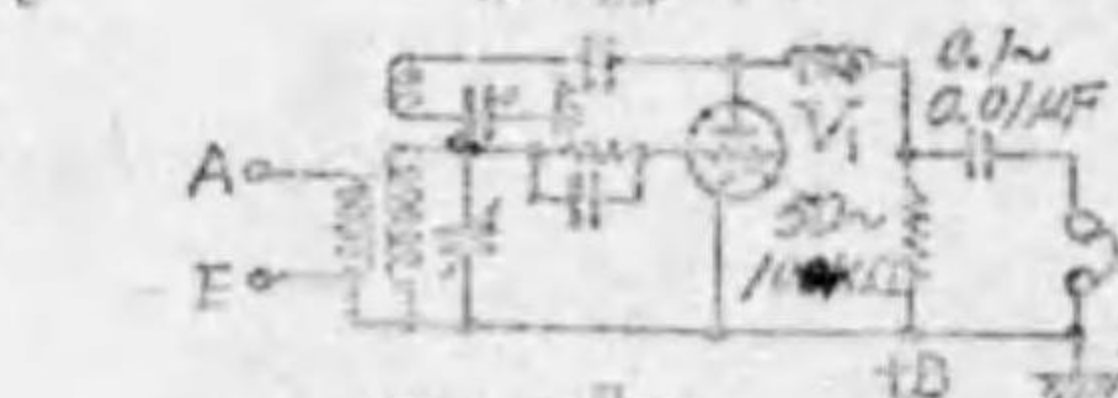
T₁T₂の一次又は二次が断線、其の健全側を利用してリアクタンス結合に改造

〔改造3〕
V₃の故障



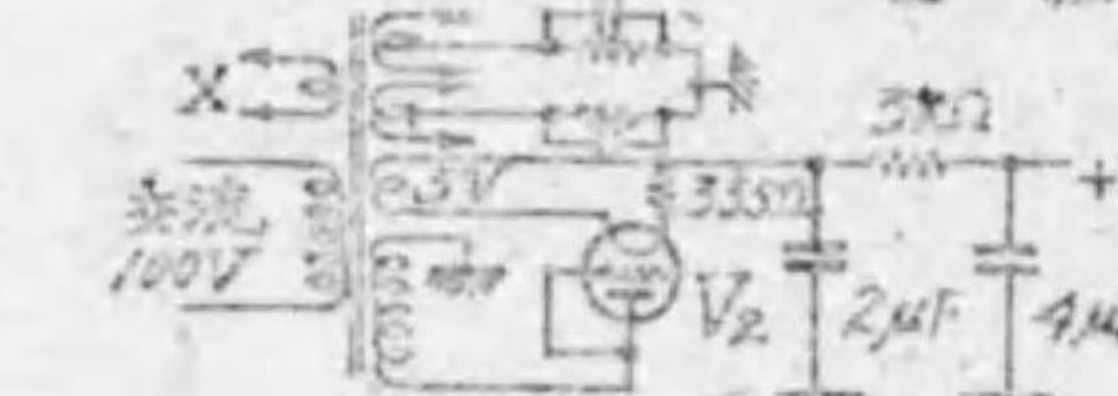
V₃が故障したのでV₂を出力管V₂に改造

〔改造4〕
V₂及V₃の故障



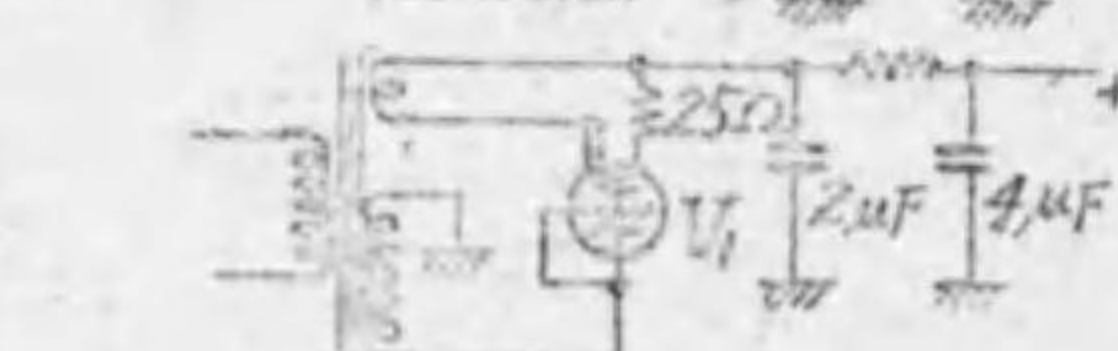
V₂及V₃が故障をしたので、V₁のみとして受話器使用に改造

〔改造5〕
V₄の故障
V₂を整流管に用ふ



V₄が故障したのでV₂を整流管に改造

〔改造6〕
同上
V₁を整流管に用ふ



同じく、V₁を整流管に改造

1 第8章 減球に依る改造例

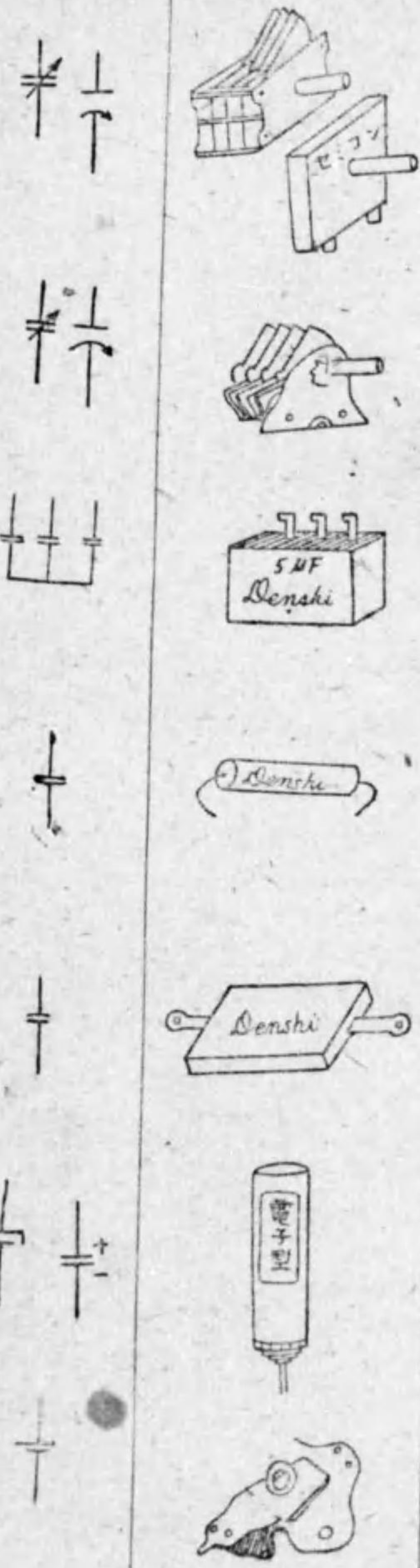
附 録 電氣單位一覽表

種類	單位の名稱	略字	量の記號
電 壓	ボルト		V
	キロボルト = 1000 ボルト		kV
	ミリボルト = $\frac{1}{1000}$ ボルト		mV
	マイクロボルト = $\frac{1}{1,000,000}$ ボルト		μ V
電 位 差			V(v)
電 流	アンペア		A
	ミリアンペア = $\frac{1}{1000}$ アンペア		mA
	マイクロアンペア = $\frac{1}{1,000,000}$ アンペア		μ A
抵 抗	オーム		Ω
	メガオーム = 1,000,000 オーム		M Ω
	マイクロオーム = $\frac{1}{1,000,000}$ オーム		$\mu\Omega$
電 力	ワット		W
	キロワット = 1000 ワット		kW
	ミリワット = $\frac{1}{1000}$ ワット		mW
電 氣 量	クーロン		C
			Q
静 電 容 量	ファラド		F
	マイクロファラド = $\frac{1}{1,000,000}$ ファラド		μ F
	マイクロマイクロファラド 又はピコファラド = $\frac{1}{1,000,000,000}$ ファラド		$\mu\mu$ F (PF)
自 己 (相 互) インダクタンス	ヘンリ		H
	ミリヘンリ = $\frac{1}{1000}$ ヘンリ		mH
			L(M)

リアクタンス	オーム	Ω	X, x
インピーダンス	オーム	Ω	Z, z
コンダクタンス	モー	$\bar{\sigma}$	G, g
周波数	サイクル (又はサイクル/秒) キロサイクル = 1,000 サイクル	\sim (c/s) kC	f
波長	メートル センチメートル = $\frac{1}{100}$ メートル	m cm	λ

記號の解説

記號	實體	解説
		アンテナ (A) 普通の空中線は T 逆 L 形等の如何に拘らず、左の記號のいづれかが用ひられる。
		アース (E) 時に (G), 地中に銅板を埋めたり、銅棒を挿したり、水道管よりとつたりする。
		コイル (L) 實體圖はソレノイド筒型コイル(左)蜘蛛の巣型コイル(右)を示す。此の外に、ハニカム(蜂の巣型)コイル、口型コイル、ドーナツコイル等形状により種々ある。
		高周波トランス (H.F.T) 鐵心のない空心コイルを向ひ合はせたり、或は同一の筒に並べて捲いたり、捲いた筒を重ね合はせたりする。アンテナコイル、同調コイルも高周波トランスの一つである。
		鑄石検波器(クリスタル) (D) 探り式、固定式共圓のやうな記號で表はす。



バリコン (V.C) バリアブル・コンデンサーを略稱したもので、圖の通り二様の表はし方がある。記號の右側の方では、直線の方が固定板、弧線の方が回轉板を表はす。

豆コン (M.C) バリアブル・コンデンサーの小型のもので、従つて容量も少なく、主に再生回路に用ひらる

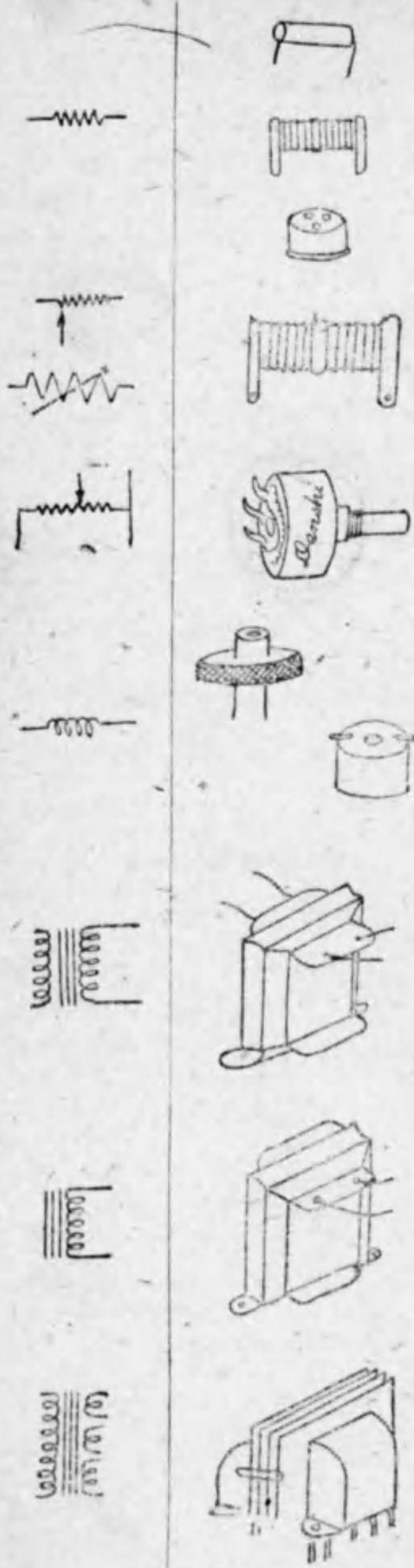
固定コンデンサー (バイパスコンデンサー) (C) 容量の變化出來ないコンデンサーをいひ、マイカ又は紙を誘電体とする固定コンデンサーが最も多く用ひられてゐる。

チューブラー・コンデンサー (ストッピング・コンデンサー) (C) 0.001~1 μ f.d までの容量の小型より大型まである。マイカドと云はれる小容量コンデンサーに比し、容積が小さく出來るので現今セットに多く用ひられて居る。尙中間絶縁物として硫酸紙を用ひパラフィン處理を施してある。

マイカコンデンサー (C) 0.0001~0.1 μ f.d 程度までの小容量コンデンサーで、中間の絶縁物としてマイカを用ひてあるので、絶縁耐力が大で又温度湿度等による容量の變化が少ない。

電解コンデンサー (ケミコン) (C) 電解液中にアルミニウム電極を浸し、被膜を形成せしめたもので、容量が非常に大であると云ふ特長がある。通常 8 マイクロ程度のものをフィルター回路に用ひる。

トリマー (半固定コンデンサー) (C) 連結バリコン (ガングバリコン) の容量調整に用ひ、極小容量ではあるが容量の可變が出来る。



抵抗 (R) 電気抵抗を有する物質にて作り、各々其表記抵抗を持ち圖中(上)のものは一萬オーム以上の高抵抗で主としてグリッド回路に用ひる圖中(中)は 20~1000 オームの容量で C バイアス等に用ひられる。圖中(下)はタップ付抵抗で結合などに用ひられる。

ハムバランス (R) 兩端をフィラメントの兩端につなぎ中点を利用するものである。尙左の記號は一般に可變抵抗器(レオスタット)の記號として用ひられる。

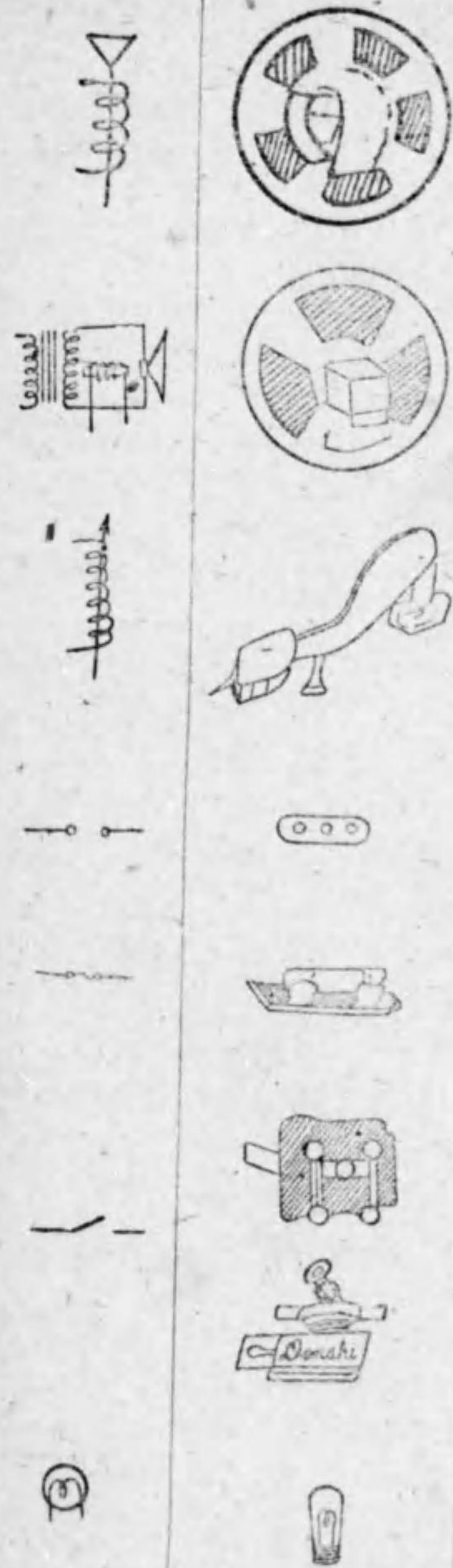
ボリュームコントロール (R) 兩端及摺動中間ターミナルを有する抵抗で、C バイアス加減用及グリッド回路に用ひ、音量調整用に使用する。

高周波チヨーク (H.F.ch) 細い線で直徑を小さく、捲回数を多くしたコイルで、高周波電流の通過を阻止するに用ひる。

低周波トランス (A.F.T) 小型變壓器の一種で、42 番程度の細い線を數萬回捲いてあり、受信機の低周波回路に用ひ、擴大(増幅作用)をさせる。尙 PB の符號を付せる側は一次 GF は二次である。

低周波チヨーク (A.F.Ch) 外觀は低周波トランスに似てゐるが一次二次に分れない。

パワートランス (P.T) セットに適當なるフィラメント電壓プレート電壓等を供給する電源變壓器でセットの心臓部である。



マグネチックスピーカー (S.P) 音聲電流を音聲に變へる機器で、耐久磁石とコイル、振動片よりなる。

ダイナミックスピーカー (D.M) マグネチックスピーカーが鐵片の振動を利用するに對し、これは線輪を磁場内に於て振動さす機構のもので其の磁場は電磁石に依つて作り特性が勝れ、肉聲に近い音を生ずる。

ピツクアップ (P.U) レコードの溝に刻まれた振動を電氣的に再現するために用ひられるもので、これにより機械的蓄音器より以上正確に原音を再生し得るものである。

ターミナル 接続用の端子

ヒューズホルダ (f) 硝子管ヒューズを保持する器具で、ヒューズ捲端の部は容易に取換へ得る。

スイッチ (S.W) 電源スイッチ、フィラメントスイッチ等は記號 A で表はす。B は單極双投、C は二極双投のスイッチをいふ。

パイロットランプ (P.L) 電源スイッチの開閉を表示する豆電球



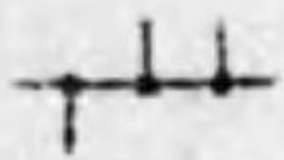
真空管 (V) 真空管には多くの種類があり、記号も各々異なるが、図はその一例として三極真空管を示す。



レシーバー (T) 受信器



電流計及電圧計 A が電流計、V が電圧計で各々電流、電圧を測る計器である。



結線 ・ 印の箇所で電線を接続してあることを示す。



交叉線 接続されてゐない線

全國放送局一覽表

局名	呼出符號	周波數(kC)	出力(kW)
濱松	JODG	570	0.5
東京第三	WVTV	590	10
金澤	JOJK	610	0.5
宮崎	JOMG	620	0.5
岡山第一	JOKK	630	0.5
秋田	JOUK	650	0.3
高知	JORK	650	0.5
松江	JOTK	680	0.5
大阪第一	JOBK	690	10
大分	JOIP	700	0.5
名古屋第一	JOCK	730	10
小倉	JOSK	740	0.05
松山第三		750	0.5

局名 呼出符號 周波數(kC) 出力(kW)

尾道	JODP	760	0.5
仙台第一	JOHK	770	10
静岡岡	JOPK	780	0.5
熊本第一	JOGK	790	10
甲府	JOKG	800	0.5
札幌第一	JOIK	810	10
福島	JOFP	820	0.1
広島第一	JOFK	830	5
弘前	JORG	840	0.3
東京第三	JOAK	870	50
鳥取	JOLG	890	0.5
大村第一		900	0.3
福岡第一	JOLK	910	0.5
新潟第一	JOQK	920	0.5
長崎	JOAG	930	0.5
大阪第二	JOBK	940	10
帯広	JOOG	950	0.5
松本	JOSG	960	0.5
徳島	JOXK	980	0.05
名古屋第二	JOCK	990	3
福井	JOFG	1020	0.3
鶴岡		1030	0.5
長野野	JONK	1040	0.5
鹿兒島	JOHG	1050	0.5
富山	JOIG	1060	0.5
京都都	JOOK	1070	0.3
山形	JOJG	1080	0.5
盛岡	JOQG	1090	0.5
八幡		1100	0.05
川内		1100	0.05
釧路	JOPG	1110	0.1
松山第一	JOVG	1120	0.3
旭川	JOCG	1130	0.3

局名	呼出符號	周波數(kC)	出力(kW)
仙台第二	JOHK	1140	0.5
飯田		1150	0.05
防府	JOUG	1160	0.5
熊本第三	JOGK	1170	0.5
教賀第三		1180	0.5
姫路		1190	0.05
館山		"	0.05
若松		"	0.05
中津		"	0.05
札幌第二	JOIK	1200	0.5
上野		1210	0.05
中村		"	0.05
大館		"	0.05
郡山	JOCP	1220	0.5
廣島第二	JOFK	1230	1
豊岡		1240	0.05
水戸		"	0.05
佐賀		"	0.05
函館	JOVK	1250	0.5
東京第二	JOAK	1260	10
彦根		1270	0.05
室蘭		"	0.05
高松	JOHT	1280	0.05
益田		"	0.05
宇宮		1290	0.05
新宮		"	0.05
萩		"	0.05
青森第一	JOTG	1300	0.1
大阪第三	WVTQ	1310	10
高山		1320	0.05
濱田		"	0.05
鶴川		"	0.5
舞海		1330	0.05

局名	呼出符號	周波數(kC)	出力(kW)
今治		1330	0.05
高田		"	0.05
名古屋第三	WVTC	1340	10
前橋		1350	0.05
宇和島		"	0.05
福岡第三	WLKI	1360	0.05
仙台第三	WLKE	1370	3
日立		1380	0.05
飯塚		"	0.05
舞鶴		"	0.1
柏崎		1390	0.05
唐津		"	0.05
新居濱		"	0.05
熊本第三	WLKF	1400	3
平山		1410	0.05
福知山		"	0.05
札幌第三	WLKD	1420	7
新潟第三	WLKB	1430	0.4
廣島第三	WLKH	1440	3
大村第三	WVTD	1450	0.05
余市		1460	0.05
長岡		"	0.05
釜石		"	0.05
門司第三	WLKG	1470	0.5
岡山第三		1480	0.5
留萌		1490	0.05
八戸		"	0.05
北見		1500	0.05
行橋		"	0.05

註；① 呼出符號のないのは中継放送所である。

② 局名欄の第一、第二は各、第一放送、第二放送を示し、第三は進駐軍の放送である。

③ 本表は、昭和21年1月現在の調である

受信真空管

註; 1. プッシュプル増幅, B級増幅に於て
2. ソケットの接続記號は別表に據る.

型	種類	ソケットの接続	陰極		用途	陽極電圧(V)	
			加熱電壓型式(V)	電流(A)			
UX-1A4	可變增幅五極管	4-8	直熱	2.0	0.06	高周波增幅	180
UX-1B4	遮蔽格子五極管	4-8	"	2.0	0.06	高周波增幅	180
						檢波	180
UX-1F4	五極管	5-3	"	2.0	0.12	A級電力增幅	135
UZ-1C6	5格子七極管	6-8	"	2.0	0.12	周波數變換	180
UZ-19	双三極管	6-9	"	2.0	0.26	B級增幅	135
UX-2A3	三極管	4-3	"	2.5	2.5	A級電力增幅	250
						プッシュプル	300
						電力增幅	300
UZ-2A5	五極管	6-5	傍熱	2.5	1.75	A級電力增幅	250
UZ-2A6	高增幅率双二極三極管	6-7	"	2.5	0.80	A級增幅(三極部)	250
Ut-2A7	5格子七極管	7-2	"	2.5	0.80	周波數變換	250
Ut-2B7	双二極五極管	7-3	"	2.5	0.80	高周波增幅(五極部)	100
						低周波增幅(同)	250
Ut-6A7	5格子七極管	7-2	"	6.3	0.3	周波數變換	250
Ut-6B7	双二極五極管	7-3	"	6.3	0.3	高周波增幅(五極部)	100
						低周波增幅(同)	250
UZ-6C6	3格子五極管	6-3	"	6.3	0.3	高周波增幅	250
						陽極檢波	250

特性一覽表

は斷りなき限り出力は2球の出力.

制御格子電壓(V)	遮蔽格子電壓(V)	遮蔽格子電流(mA)	陽極電流(mA)	陽極抵抗(Ω)	相互コンダクタンス(μS)	増幅率	負荷抵抗(Ω)	出力(W)
-3.0	67.5	0.7	2.3	960,000	750	720		
-3.0	67.5	0.4	1.7	1,300,000	650	780		
-6.0	67.5							
-4.5	135	2.6	8	200,000	1,700	340	16,000	0.34
-3.0	67.5	2.0	1.5	750,000				
最小								
0			5.0				10,000	2.1
-4.5			60.0	800	5,250	4.2	2,500	3.5
-62	自己偏倚		40.0				5,000	10.0
-62	固定偏倚		40.0				3,000	15.0
-16.5	250	6.5	34.0	100,000	2,200	220	7,000	3.0
-1.35			0.4	91,000	1,100	100		
第四 -3.0 最小	第一 0	2.2	3.5	360,000				
	第二 250							
	第三, 五 100							
-3.0	100	1.7	5.8	300,000	950	285		
-3.0	125	2.3	9.0	650,000	1,125	730		
-4.5	50		0.65				0.2 MΩ	
-3.0	100	2.2	3.5	360,000				
-3.0	100	1.7	5.8	300,000	950	285		
	125	2.3	9.0	650,000	1,125	730		
-4.5	50		0.65				0.2 MΩ	
-3.0	100	0.5	2.0	1.5MΩ以上	1,225	1,500以上		
-1.95	50						0.25 MΩ	

● 型	種 類	ソケットの接続	陰 極		用 途	陽極電圧 (V)
			加熱電壓型式 (V)	電流 (A)		
UZ-6D6	可變増幅率 3 極子三極管	6-3	傍熱	6.3	0.3	高周波増幅
						混 合
UX-13A	三 極 管	4-3	直熱	5.0	0.25	90 180
						檢波, A級増幅
UY-24B	遮蔽格子 四 極 管	5-4	傍熱	2.5	1.75	180 250
						高周波増幅 陽極檢波
UX-36B	三 極 管	4-3	直熱	1.5	1.05	180
UY-27B	三 極 管	5-1	傍熱	2.5	1.5	135 180
						A級増幅 檢 波
UX-30 (230)	三 極 管	4-3	直熱	2.0	0.06	90 135 180
						A級増幅 檢 波
UX-31 (31)	三 極 管	4-3	"	2.0	0.13	135 180
						A級電力増幅
UX-32 (232)	遮蔽格子 四 極 管	4-7	"	2.0	0.06	135 180
						高周波増幅 陽極檢波
UY-33 (33)	五 極 管	5-3	"	2.0	0.26	135 180
						A級電力増幅
UX-34	可變増幅率 五 極 管	4-8	"	2.0	0.06	135 180
						高周波増幅
UY-35 (235) 35B	可變増幅率遮 蔽格子四極管	5-4	傍熱	2.5	1.75	180 250
						高周波増幅
UY-36 (236)	遮蔽格子 四 極 管	5-4	"	6.3	0.3	100 180 250
						高周波増幅 陽極檢波
UY-38 (238)	五 極 管	5-5	"	6.3	0.3	100 180 250
						A級電力増幅
UX-40	三 極 管	4-3	直熱	5.0	0.25	135 180
UZ-41	五 極 管	6-5	傍熱	6.3	0.4	100 180 250
						A級電力増幅
UZ-42	五 極 管	6-5	"	6.3	0.7	250
UZ-43	五 極 管	6-5	"	25.0	0.3	100 135
						A級電力増幅

制御格 子電圧 (V)	遮蔽格 子電圧 (V)	遮蔽格 子電流 (mA)	陽極電 流 (mA)	陽極抗 (Ω)	相互コ ンダク タンス (μf)	増幅率	負荷抗 (Ω)	出力 (W)
-3.0	100	2.0	8.2	800,000	1,600	1,280		
-10.0	100							
-4.5			5.0	5,400	1,575	8.5		
-13.5			7.7	4,700	1,800	8.5	10,800	0.26
-3.0	90	1.7	4.0	40,000	1,000	400		
-3.0	90	1.7	4.0	600,000	1,050	630		
-5.0	20		入力なき とき 0.1					
-9.0			4.2	10,300	1,340	12.8		
-3.0			3.0					
-4.5			3.0	20,000	1,500	30		
-4.5			2.5	11,000	840	9.3		
-9.0			3.0	10,300	900	9.3		
-13.5			3.1	10,300	900	9.3		
-23.5			8.0	4,100	915	3.8	7,000	0.185
-30.0			11.3	3,600	1,950	3.8	5,700	0.375
-3.0	67.5	0.4	1.7	950,000	640	610		
-3.0	67.5	0.4	1.7	1,200,000	650	780		
-6.0	67.5		入力なき とき 0.2			100		
-13.5	135	3.0	14.0	50,000	1,450	70	7,000	0.7
-18.0	180	5.0	22.0	55,000	1,700	90	6,000	1.4
-3.0	67.5	1.0	2.8	600,000	600	360		
最小	67.5	1.0	2.8	1,000,000	620	620		
-3.0	90	2.5	6.3	800,000	1,020	300		
	90	2.5	6.3	400,000	1,050	420		
-1.5	55		1.8	500,000	850	470		
-3.0	90		3.1	500,000	1,050	520		
-3.0	90	1.7	3.2	550,000	1,080	595		
-5.0	55		入力なき とき 0.1			250		
-8.0	90					KΩ		
-9.0	100	1.2	7.0	145,000	875	12	15,000	0.27
-13.0	180	2.4	14.0	115,000	1,050	12	11,000	1.00
-25.0	250	3.8	22.0	102,000	1,300	12	18,000	2.5
-1.5			0.2	150,000	200	30	300	
-3.0			0.5	150,000	200	30	300	
-7.0	100	1.6	9.0	133,500	1,450	150	12,000	0.33
-13.5	180	3.0	18.5	81,000	1,850	150	9,000	1.50
-18.0	250	5.5	32.0	68,000	2,200	150	7,600	3.4
-16.5	250	6.5	34.0	100,000	2,200	220	7,000	3.00
-15.0	100	4.0	20.0	45,000	2,000	90	4,500	0.90
-20.0	135	7.0	34.0	35,000	2,300	80	4,000	2.00

型	種類	ソケットの接続	陰極		用途	陽極電圧 (V)	
			加熱電壓型式 (V)	電流 (A)			
UX-45 (245)	三極管	4-3	直熱	2.5	1.5	A級電力増幅	180
							250
							275
UY-46	2格子四極管	5-2	"	2.5	1.75	A級電力増幅	250
						B級電力増幅	300 400
UY-47 (247)	五極管	5-3	"	2.5	1.75	A級電力増幅	250
UY-47B (247B)	五極管	5-3	"	2.5	0.5	A級電力増幅	135 180
UZ-55	双二極三極管	6-7	傍熱	2.5	1.0	三極部 A級増幅	135 180 250
						A級増幅	250
UY-56	三極管	5-1	"	2.5	1.0	陽極檢波	250
						高周波増幅	250
UZ-57	五極管	6-3	"	2.5	1.0	陽極檢波	250
						高周波増幅	250
UZ-58	可變増幅率 五極管	6-3	"	2.5	1.0	混合	250
						三極A級電力増幅	250
UT-59	3格子五極管	7-1	"	2.5	2.0	五極A級電力増幅	250
						三極B級電力増幅	300 400
UX-71A (171A)	三極管	4-3	直熱	5.0	0.25	A級電力増幅	90 180
UZ-75	双二極三極管	6-7	傍熱	6.3	0.3	A級増幅 (三極部)	250
UY-76	三極檢波 増幅管	5-1	"	6.3	0.3	A級増幅	250
						陽極檢波	250
UZ-77	3格子五極管	6-3	"	6.3	0.3	高周波増幅	100 250
						陽極檢波	250
UZ-78	可變増幅率 3格子五極管	6-3	"	6.3	0.3	高周波増幅	90 180 250 250

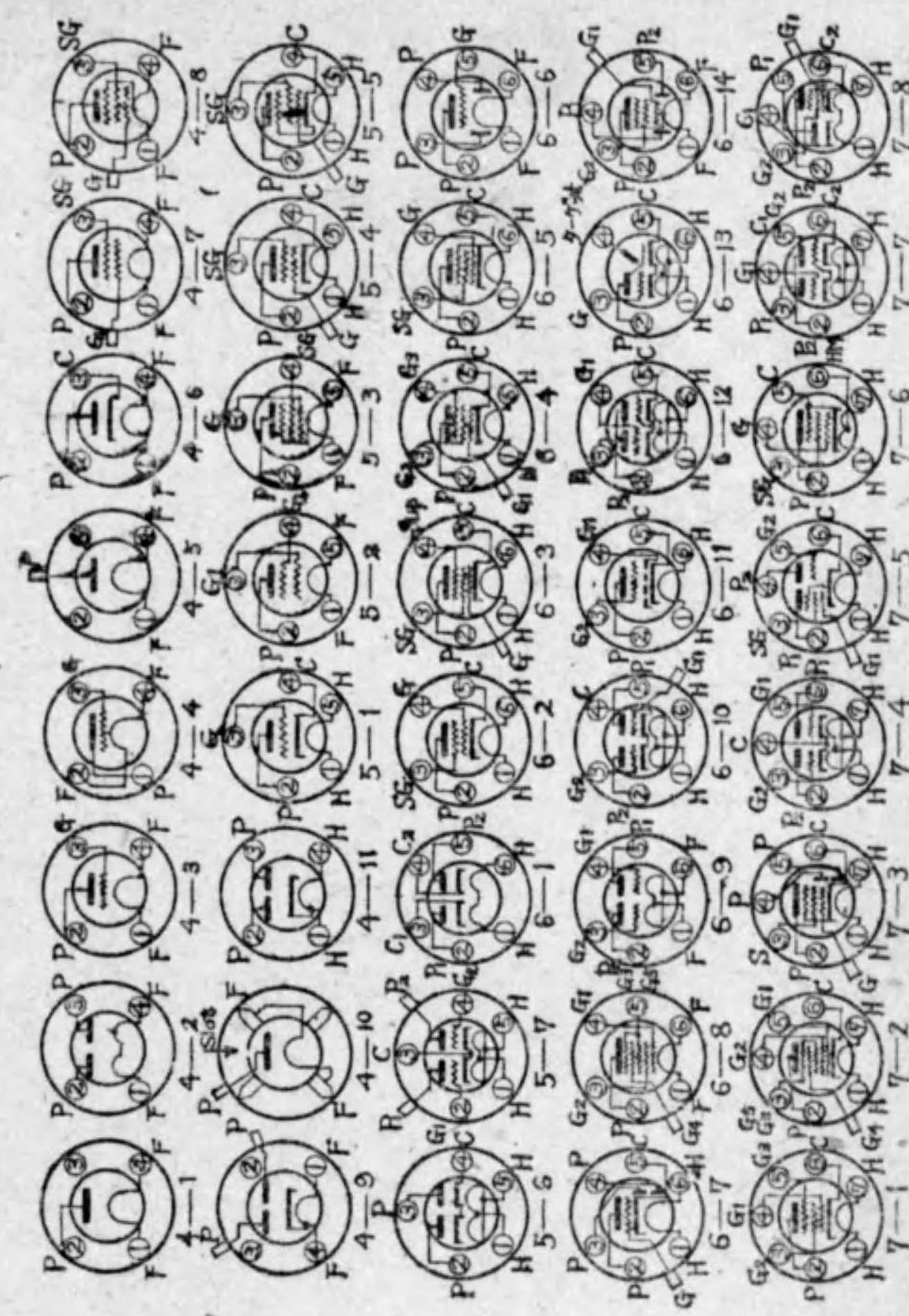
制御格子電圧 (V)	遮蔽格子電圧 (V)	遮蔽格子電流 (mA)	陽極電流 (mA)	陽極抵抗 (Ω)	相互コンダクタンス (μS)	増幅率	負荷抵抗 (Ω)	出力 (W)
-34.5			27.0	1,900	1,850	3.5	3,500	0.78
-50.0			34.0	1,750	2,000	3.5	3,900	1.60
-56.0			36.0	1,700	2,100	3.5	4,600	2.00
-33.0			22.0	2,380	2,350	5.6	6,400	1.25
0							5,200	16.0
0							5,800	20.0
-16.5	250	6.0	31.0	60,000	2,500	150	7,000	2.7
-13.5	135	3	14.5	50,000	1,400	70	7,000	0.7
-18.0	180	5	20.0	4,500	2,000	90	7,000	1.4
-10.5			3.7	11,000	750	8.3	25,000	0.075
-13.5			6.0	8,500	975	8.3	20,000	0.165
-20.0			8.0	7,500	1,100	8.3	20,000	0.350
-13.5			5.0	9,500	1,450	13.8		
-20.0			入力なきとき 0.2					
-3.0	100	0.5	2	3.0MΩ	1,725	3,700	250 KΩ	
-3.9	100	陰極電流 0.97					250 KΩ	
-3.0	100	2.0	8.2	800,000	1,600	1,280		
-10.0	100							
-28.0			26.0	2,400	2,600	6.0	5,000	1.25
-18.0	250	9.0	35.0	40,000	2,500	100	6,000	3.0
0							4,600	15.0
0							6,000	20.0
-19.0			10.0	2,170	1,400	3.0	3,000	0.125
-40.5			20.0	1,850	1,620	3.0	4,800	0.700
-13.5			0.4	91,000	1,100	100		
-13.5			5.0	9,300	1,450	13.8		
-20.0			入力なきとき 0.2					
-1.5	60	0.4	1.7	650,000	1,100	715		
-3.0	100	0.5	2.3	1,500,000	1,250	1,850		
-1.95	50	陰極電流 0.65					250 KΩ	
-3.0	90	1.3	6.4	315,000	1,275	400		
最小	75	1.0	4.0	1,000,000	1,100	1,100		
	100	1.7	7.0	800,000	1,450	1,160		
	125	2.6	10.5	600,000	1,650	990		

型	種 類	ソケットの接 續	熱 電 流		用 途	陽極電壓 (V)
			加熱電壓 型式(V)	電流 (A)		
UZ-79	双三極管	6-10	傍熱	6.3	0.6	B級増幅 180 370
UZ-85	双二極三極管	6-7	"	6.3	0.3	檢波(二極部) A級増幅(三極部) 180 250
UZ-89	3格子五極管	6-4	"	6.3	0.4	三極管として A級電力増幅 160 180 250 五極管として A級電力増幅 100 180 250 三極管として B級電力増幅 180
UX-109	三極管	4-3	直熱	1.0 1.2	0.07~ 0.08	A級増幅 (檢波) 45 90
UX-110	三極管	4-3	"	1.0 1.2	0.18	A級増幅 90 150
UX-111B	空間電荷 四極管	4-7	"	1.0 1.2	0.03	檢波, 増幅 21
UY-123	五極管	5-3	"	1.1	0.13	電力増幅 90
UX-124	可變増幅率 五極管	4-8	"	1.1	0.06	高周波増幅 90
UZ-135	5格子七極管	6-8	"	1.1	0.12	周波数變換 135
UX-199 UV-199	三極管	4-3 UV 199は 4-4	"	3.3	0.033	A級増幅 (檢波) 90
UX-201A (201A)	三極管	4-3	"	5.0	0.35	A級増幅 90 135
UX-22 (222)	遮蔽格子 四極管	4-7	"	3.3	0.132	高周波増幅 135 135
UX-250	三極管	4-3	"	7.5	1.25	A級電力増幅 300 400 450
12Y-R1	五極管	5-5	傍熱	12.0	0.15	高周波増幅 100 180 格子檢波 100 180
12Y-V1	可變増幅率 五極管	5-5	"	12.0	0.15	高周波増幅 90 180
12Z-P1	五極管	6-5	"	12.0	0.15	電力増幅 100 180

制御格 子電壓 (V)	遮蔽格 子電壓 (V)	遮蔽格 子電流 (mA)	陽極電 流 (mA)	陽極抵 抗 (Ω)	相互コ ンダク タンス (μS)	増幅率	負荷 抵抗 (Ω)	出力 (W)
0							7.00	3.5
0			(出力は1球に対するもの)				14.00	8.0
-10.5			3.7	11,000	750	8.3	25,000	0.075
-13.5			6.0	8,500	975	8.3	20,000	0.160
-20.0			8.0	7,500	1,100	8.3	20,000	0.250
-20.0			17.0	3,300	1,425	4.7	7,000	0.3
-22.5			20.0	3,000	1,550	4.7	6,500	0.4
-31.0			22.0	2,600	1,800	4.7	5,500	0.9
-10.0	100	1.6	9.5	10,000	1,200	125	10,700	0.33
-18.0	180	3.0	20.0	8,000	1,550	135	8,000	1.50
-25.0	250	5.5	22.0	7,000	1,800	125	6,750	3.40
0							13,600	2.5
0							9,400	3.5
-4.5			1.75	16,000	530	8.5		
-9.0			2.0					
-18.0			5.0	5,000	830	5		
-18.0			8.0	6,000	1,000	5		
-1.5	18		0.7	10,600	850	10		
-9.0	90		4.6	8,000	750	60		
-1.5	67.5		4.0	460,000	370	170		
第一 0 第二 135 第三 5 第四 3	67.5		2.25					
-4.5			2.5	15,500	425	6.6		
-4.5			2.5	11,000	73	8.0		
-9.0			3.0	10,000	800	8.0		
-1.5	45.0	0.6	1.7	725,000	375	270		
-1.5	67.5	1.0	3.7	325,000	500	160		
-54.0			35.0	2,000	1,900	3.8	4,000	1.6
-70.0			50.0	1,800	2,100	3.8	3,670	3.4
-84.0			55.0	1,800	2,100	3.8	4,350	4.0
-3	100 100	0.5 0.5	2.0約	1MΩ	1,100			
	100 180		2.0約	2MΩ	1,100			
							陽極 0.25MΩ	
-3	90 75	1.5 1.0	5.5約	0.3MΩ	1,100			
			4.6約	1.0MΩ	1,000			
-5.5	100	1.0	7.0約	150kΩ	1,400		16,000	0.25
-10	180	2.5	15.0約	150kΩ	1,750		12,000	1.0

型	用途	ソケットの接続	陰加熱型式	値		交流入力最大電圧 (V) (陽極毎に)	直流出力最大電流 (mA)
				電圧 (V)	電流 (A)		
KX-5Z3	全波整流	4-2	直熱	5.0	3.0	500	250
KZ-25Z5	倍電圧整流	6-1	傍熱	25.0	0.3	125	100
KX-12B	半波整流	4-1	直熱	5.0	0.5	180	30
KX-12F	半波整流	4-1	"	5.0	0.5	300	40
KX-80	全波整流	4-2	"	5.0	2.0	350	125
						400	110
						550	135
KX-80B	半波整流	4-1	"	5.0	1.25	400	70
KX-281	半波整流	4-1	"	7.5	1.25	700	85
HX-82	全波整流	4-2	"	2.5	3.0	500	125
HX-83	全波整流	4-2	"	5.0	3.0	500	250
KY-84	全波整流	5-7	傍熱	6.3	0.5	350	60
12X-K1	半波整流	4-6	"	12.0	0.15	125	30
24Z-K2	倍電圧整流	6-1	"	24.0	0.15	125	40

ソケット接続一覧表



- 一、各番號は特性一覧表のソケット接続欄に記載した番號と一致する。
 - 二、ソケットの接続は底面より見たるものである。
 - 三、右圖に於ける記號
 - F.....線 條
 - C.....陰 極
 - SG.....遮蔽格子
 - H.....加熱線條 (HMは、線條の中央)
 - G.....格子 (制御格子)
 - SUP.....抑制格子
 - P.....陽極
- 同一種類のものにて區別すべき場合はG₁G₂、P₁P₂等にて之を承す。

真空管型名解説

真空管の名稱に用ひてある UX, UY 等の符號は、下記の如く、その種類及び型式を示すものである。(本表には参考の爲に記載して置いたが、最近では普通この符號は省略せられる)

第一字 (真空管の種類を示す)

U ……三極又は多極管

S ……短波長用 (送信真空管に於て)

K ……整流管

H ……熱陰極水銀整流管

第二字 (真空管の口金の型式を示す)

X ……4脚 X型口金

Y ……5脚 Y型口金

Z ……6脚 Z型口金

t ……小型7脚 t型口金

此の符號の次に付く 23, 47 等の數字には、別に意味はない。

尙、此の他に 2A5, 6D3 等、3位式の符號を用いたものがあるがこれの第一字(數字)は加熱電極の電壓、第二字(英字)は真空管の動作、第三字(數字)は真空管の陽極、格子、陰極等の素数を表はしてある。

次に 12Y-V1, 24Z-K2 等、4位式のもの、最近我國に於て制定せられた真空管の型名規格に基いたもので

第一項の數字 …… 加熱電壓

第二項の文字 …… 口金の型式種別 (X, Y, Z 等)

第三項の文字 …… 用途 (R, V, P, K 等)

第四項の文字 …… 特性

を示す。今後、新型の真空管は此の規格に基き命名される筈である

出協承認番號 3141

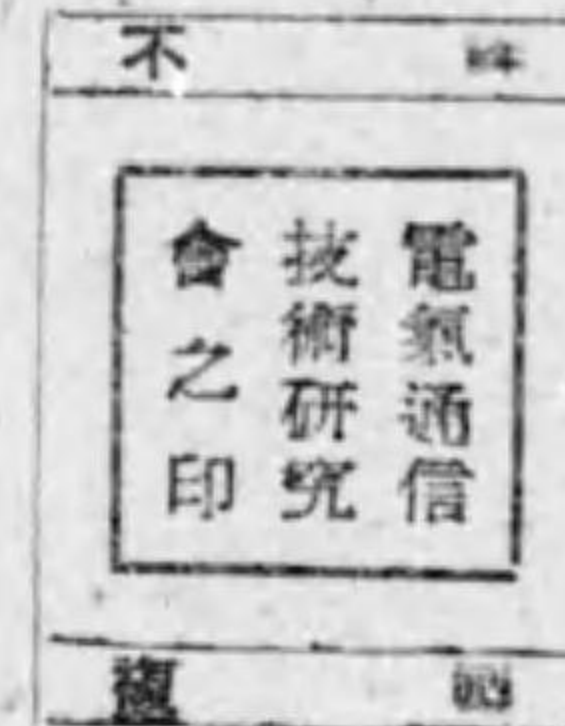
無線工學の原理と實際

定價 15 圓

昭和 31 年 4 月 30 日 印刷

昭和 21 年 6 月 15 日 發行

[10,000部]



著者	電氣通信技術研究會
發行人	田 中 增 吉
印刷人	丸 山 武
印刷所	電氣書院印刷所
製本所	電氣書院製本所

會員番號 A 119005

發行所 電氣書院

京都市東山區今熊野劍ノ宮33

振替大阪 46157 番

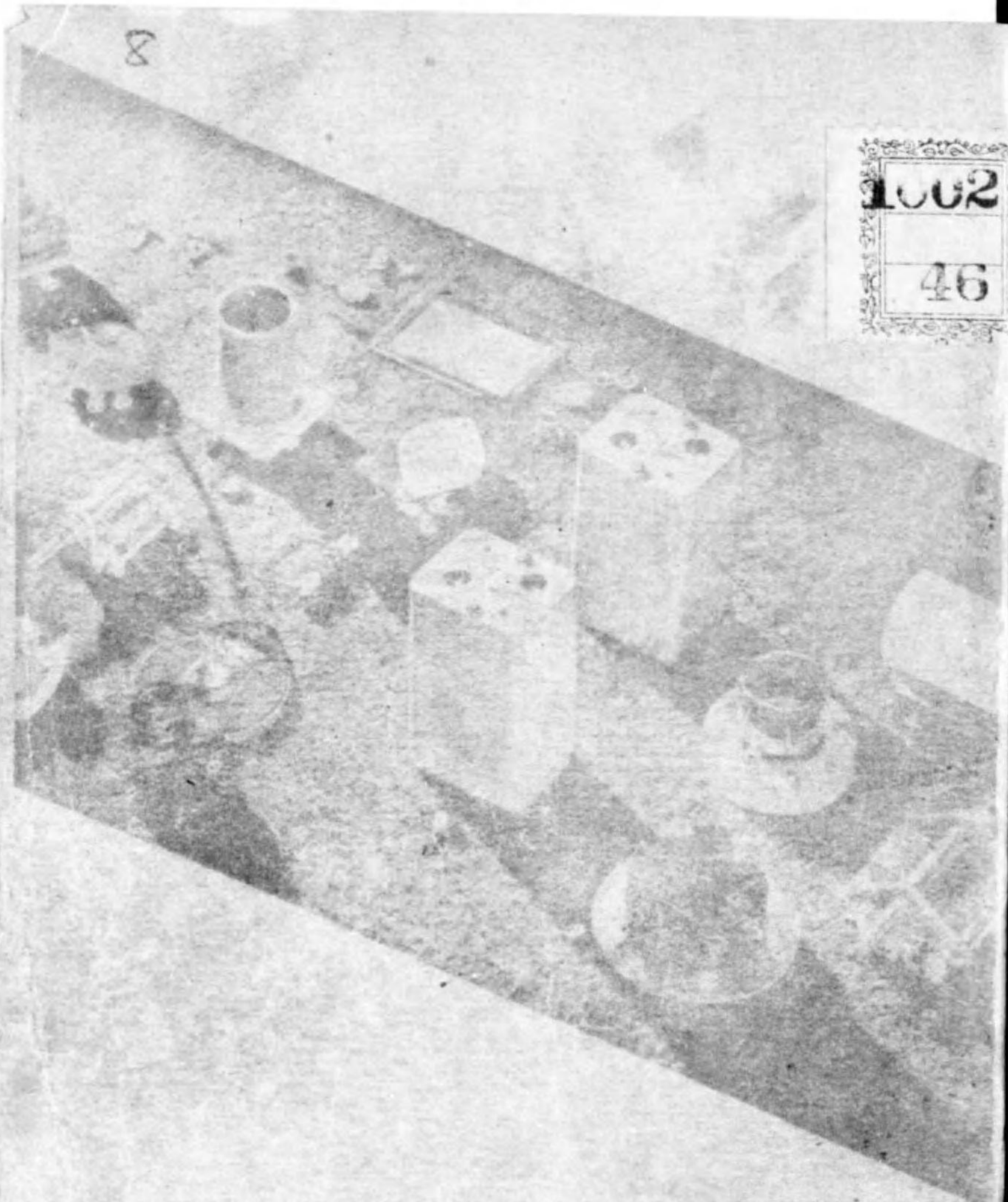
電話 祇園 8 2 7 番

配給元 日本出版配給統制株式會社

東京都神田區淡路町二丁目九番地

8

1002
46



電氣書

定價 15 圓

548-D587



1200500746285



終