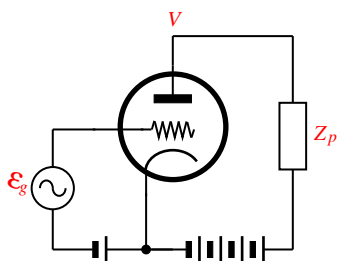


真空管の代表的基本回路

通信省電気試験所第四部 坂本一正

はしがき



第一図

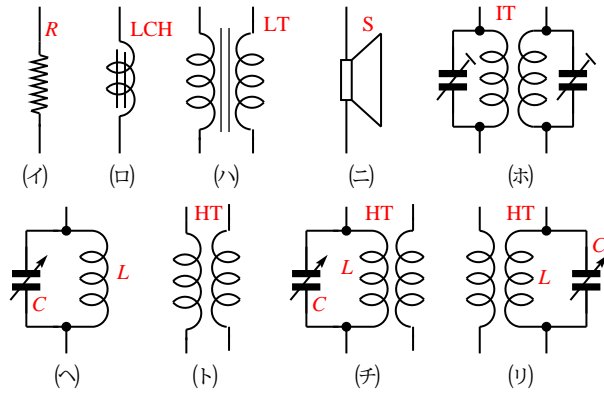
送信機や受信機の配線図を一目見た時、各真空管が各々どんな作用をするかを、その回路から直ぐ判断出来るのは是非必要なことであり、更に一步進んで、送信機や受信機を作る時に、すらすらと配線図が画けるようになりたいものです。そうするには先ず、沢山の配線図に接して図面に馴れることが必要で、そうすると送信機や受信機の大体の構成も自然に頭に這入って来ますが、又一面真空管の動作原理を基礎とした各作用の基本的回路をよく自分のものにして置くことが大切です。この意味からここに代表的と思われる真空管の基本回路の配線図を示して、読者諸君の御

参考にしたと思います。

以下本文の配線図は簡単な為に、総て三極管の場合を示すことにしますから、四極及び五極管等の場合は、これを適当に押し拡めて考えて下さい。

又、各動作原理とか回路の各要素の詳細には深く立入らず、図面の型式という点を主題と致します。

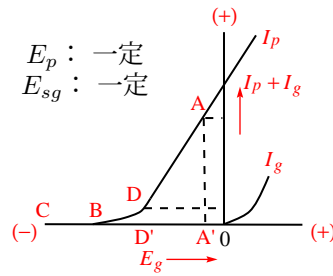
増幅回路



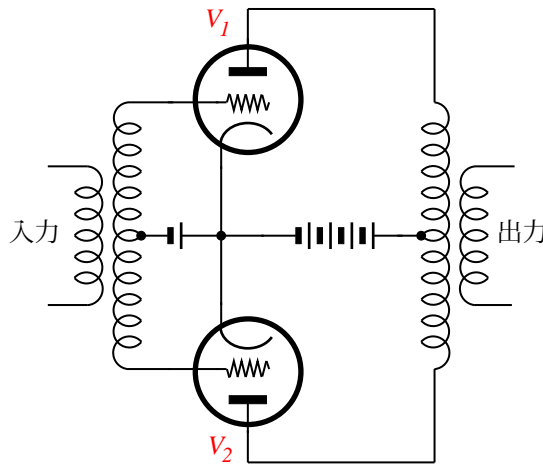
第二図

増幅とは各種の交番電圧、電流、音声等の振幅を増大する作用で、無線の機械の殆んど大部分はこの増幅回路で占められていると云つてよい位です。従つて、これに用うる真空管及び回路は極めて多くの種類があります。然し、これらは結局第一図の如き基本の回路に帰することが出来ます。即ち、増幅する入力電圧 ε_g を、グリッドとカソードとの間に加えると、真空管の増幅作用に依つてプレートとカソードとの間に接がれた適当なイムピーダンス Z_p の両端には、増大された出力電圧又は電力が得られます。実際の回路に於ける Z_p には、その目的に依り多種多様なものが用いられますが、第二図はその代表的なものです。図の(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)即ち抵抗、低周波チョーク、低周波トランス、スピーカー等は、主に低周波の増幅に用いられ、(ホ)はスーパー受信機の間周波増幅に屢々用いられる中間周波トランスであり、(ヘ)は並列同調回路、(ト)、(チ)、(リ)は高周波トランスで、その内(チ)及び(リ)は一次或は二次側に同調回路を持つもので、これらは何れも高周波の増幅によく用いられて居ります。又、 ε_g を加えるのにも色々な方法がありますが、トランスや抵抗がよく使われ

て居ります。この増幅回路にプレートとグリッドとの間の内部静電容量の大きい三極管を用うると、高周波になった場合往々発振が起り易く、この為に中和コンデンサーを回路によく挿入してこれを防ぎますが、四極及び五極管等ではプレートとグリッドとの間の内部静電容量が三極管よりは遥かに少いのでその心配はなく、従って、高周波増幅には四極及び五極管等が盛んに使われます。



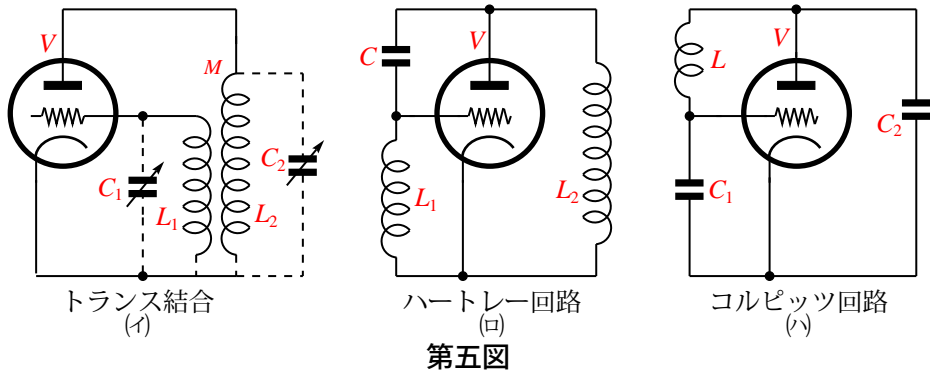
第三図



第四図

えて、曲線の直線部分を使うようにするのがです。然し、往々送信機等ではグリッド偏倚電圧を大とし、図のB点或はC点のような点を動作点としますが、これらは各A級、B級或はC級増幅として知られて居ります。

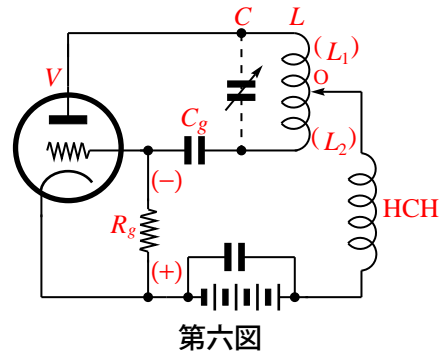
次に、使用する真空管の動作点を静電特性の如何なる点に決めるか、即ち各電極に幾許の直流電圧を加えるかということですが、これは増幅に限らず、どんな回路を考える時でも必要な事柄です。今第三図を真空管の $E_g - I_p$ 静電特性とすると曲線上のA点を動作点とするのが普通です。即ち、プレートには適当な高電圧を加え（四極及び五極管等の場合にはスクリーニンググリッドにも適当な高電圧を加えます）、一般にグリッドには負の電圧、即ちグリッド偏倚電圧を加



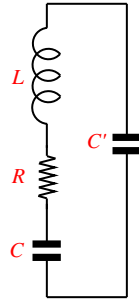
又、増幅回路には所謂プッシュプル増幅といつて第四図の如く、二個の真空管を用いたものがあり能率がよく特性のよい増幅器として動作しますが、これに使う真空管にはU Y—四六の如く、グリッド偏倚電圧を全然加えなくてもよいように設計されたものがあります。

発振回路

発振とは周波数の高い振動を真空管自ら発生する作用で、他の作用と異り、他の回路から入力を得る必要はありません。さて、真空管が発振する為にはプレート、カソード間に表われた振動電圧の一部分がプレート回路からグリッド回路に、恰度その電圧が再び増幅されて、もとの振動電圧をプレート側に表わすような方向に帰還されることが必要です。これが現在真空管発振器の殆んど大部分を占める反結合式の発振条件でありまして、この為には大体二通りの基本的な回路方式が考えられます。第五図が即ちこれでありますが、この図面には各直流電源は全く省略してあります。即ち、その一つは(イ)の如くプレート回路とグリッド回路とをトランスで結合して、 L_2 に表われた振動電圧の一部分を L_1 に帰還させるものです。今一つは、図(ロ)(ハ)に示すようにプレート、グリッド間のリアクタンスと、グリッド、カ



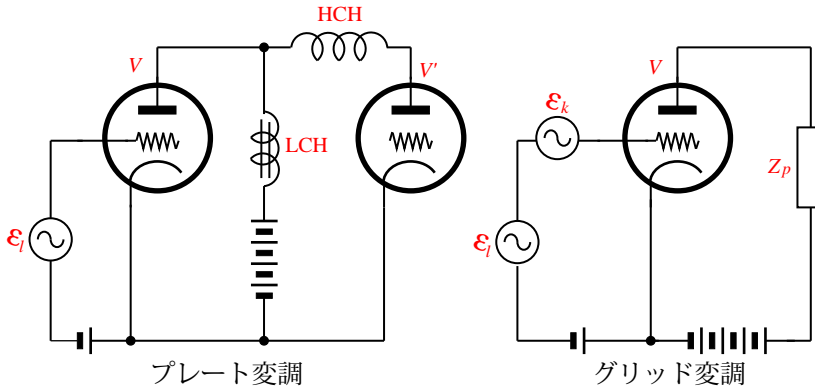
第六図



第七図

の内部静電容量を利用することがあります。例えば、第六図の如き発振回路は高周波チョークHCHがあり、プレート電池の回路には高周波は流れませんから、これを考える必要はなく、第五図の(ハ)に於ける C_1 及び C_2 の代りに真空管のグリッド、カソード間及びプレート、カソード間の内部静電容量を使ったコルピッツ回路と考えられます。然し、高周波チョークHCHがないとすればO点は高周波のみを考えればカソードと同じ電位と考えられますから、 L を L_1 と L_2 とに分けて考え、第五図(ロ)のハートレー回路と考えることが出来ます。尚お前述の如く、三極管の増幅回路で発振するというのは、即ちこのハートレー回路の発振と考えられるわ

ソード間のリアクタンスとを相反するものを用い、且つプレート、カソード間のリアクタンスはグリッド、カソード間のリアクタンスと同じものを使う方式です。即ち、 L と C とは相反するリアクタンスであつて、これに生ずる電圧の方向が反対となり、結局プレートから発振条件を満足するように、グリッドへ振動電圧が帰還することになります。図の(ロ)は一般にハートレー回路として、又はコルピッツ回路として知られているものです。従つて、実際に使われている発振器はその回路が一見多種多様ですが、結局は総て以上の三つの場合に属することが出来ます。(イ)の場合は、一般には L_1 又は L_2 の何れかに点線の如く C_1 或は C_2 が並列に接がれ、発振周波数を決める同調回路となります。又(ロ)の場合はそれぞれ $(L_1 + L_2)$ と C 及び L と $\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$ とで発振周波数が決りま



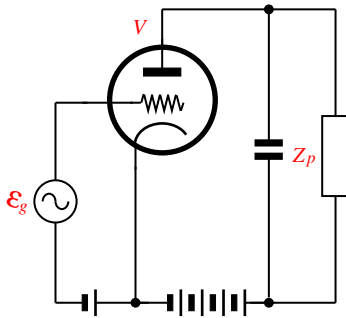
第八図

変調とは高周波電流の振幅を音声等の低周波の形に変える作用、即ち電波に音声等を乗せて送り出す基礎の仕事であり、専ら送信機（特に無線電話用）に使います。その代表的の方法にはプレート変調及びグリッド変調があり、第八図はその基本的回路であります。即ち、プレート変調はグリッド、カソード間に変調せんとする低周波電圧 ϵ_i を加え、プレート電圧は、低周波チョークLCHを通して高周波の発振管或は増幅管Vのプレート（高周波チョークHCHを通して）と共通に加えるもので、 ϵ_i に従ってVのプレート電流 i_p が変化して、変調

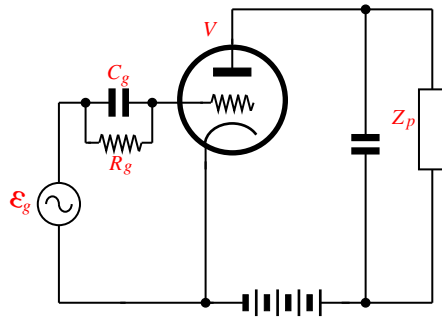
変調回路

次に一般の発振器に於ては、別にグリッド偏倚電圧を加えず、第六図の如くグリッド・リーク R_g を用いますから、これにグリッド電流が流れ、その抵抗値と電流値の積に相当した電圧だけ、グリッド偏倚電圧がかかったこととなります。

けです。又、最近水晶発振器が盛んに送信機に用いられますが、水晶片は第七図の如き電気回路と全く同じものと考えて差支えありませんから、この発振は矢張り上述のハートレーか、或はコルピッツ回路の発振に帰することが出来ます。



プレート検波



グリッド検波

第九図

が行われる方式であります。グリッド変調は前者とは違って、第三図の特性曲線で一番曲りの大きい点、即ちD点で動作させるもので、グリッド、カソード間に高周波電圧 ϵ_h と低周波電圧 ϵ_l を重ねて加えると、プレート側には変調された高周波電圧が得られます。

この場合 ϵ_h は直接高周波発振器の電流を用うることも、或は又高周波増幅器の電流を用うることもあります。

尚^なお、プレート変調の場合は低周波チョークの代りに、低周波トランス等を用うることもあり、又五極管を用うる場合には高周波電圧をコントロール・グリッドへ、低周波電圧をサプレッサー・グリッドへ加えることもあります。

検波回路

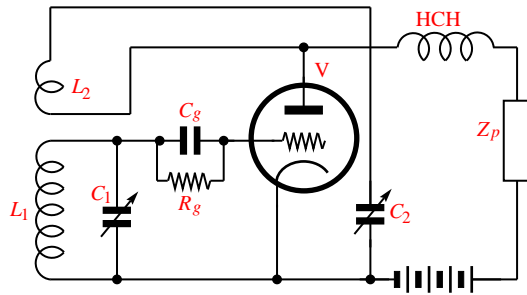
検波とは変調と反対に受信機だけに使われるもので、変調された高周波電圧から低周波電圧を取出す作用であつて、色々の方法があります。その中代表的なものは二つで、何れも真空管の整流作用を基本としたものであります。即ち、第九図のプレート検波というのはグリッド変調の場合と同じく第三図の特性曲線の彎曲部^{わんきよく}即ち、D点で動作させる方法で、ゲ

リッド、カソード間に変調された電圧 ε_g を加えると、プレートのインピーダンス Z_p には所要の低周波電圧が得られます。次にグリッド検波というのは、一般にプレート電圧は定格の値よりも低くして、第三図に於ける特性曲線で、グリッド電圧 E_g が零の点で使い、グリッド電流を利用する方法で、やはりグリッド、カソード間に ε_g を加え、 Z_p に出力を得ますが、この場合にはグリッド・コンデンサー C_g 及びグリッド・リーク R_g が重要な要素となりますから、図にあるように必ず用いねばなりません。実際に Z_p としては、低周波増幅の場合と同様なものを使います。尚お、再生検波と云つて第十図の如く入力側の同調回路 L_1 、 C_1 にプレート・コイル L_2 を結合させて発振する状態に近くし、回路の損失を少くして感度をあげるようにしたのは、諸君のよく御承知の通りで放送用受信機に沢山使われて居ります。尚お変調されていない電波を受ける時、或は又スーパ一受信機で中間周波を作る時等は前述の検波とは異り、別に発振器を使い（別に発振器を使わず、それ自身で発振させるものもあります）、これと入力とを一緒にして、その各々の周波数の差に相当する低周波、或は中間周波電流を作らねばなりません。この作用はヘテロダイン検波といいますがこの方法には二つの電圧を共にコントロール・グリッドに加えるものや、コントロール・グリッドとサプレッサー・グリッドとに別に入れて、プレート側に所要の電流を得るもの、或は又周波数変換真空管の如く電子結合に依るもの等色々あります。尚お、二極管の整流作用を検波に用うることも出来、複二極三極（或は五極）管の如く、スーパ一受信機に於て検波、増幅両作用を行っているもののあることはよく御存知でしょう。

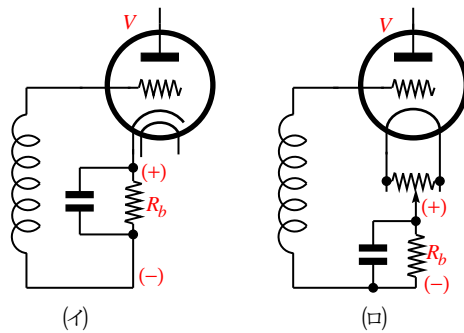
実際の配線図

ようにプレートインピーダンス Z_p を通さずして、高周波チョーク HCH 或は抵抗 R とコンデンサー C とを用うると、単に交流部分だけを通すようにした方式等があります。尚おこれら直流電圧は主に整流真空管の出力から供給されます。尚お又第十三図のように高周波チョーク HCH 或は抵抗 R とコンデンサー C とを用うると、これは一つのフィルタであるとして、高周波電流は C を通り、低周波及び直流電流は HCH、或は R を通るようになります。斯く L 、 C 、 R 、 C H 等は各々その任務を遂行して一つの要素をなしているわけです。

そこで我々は実際の配線図に対しては、先ず前述の代表的回路を基本とした上、各 L 、 C 、 R 、 C H 等の



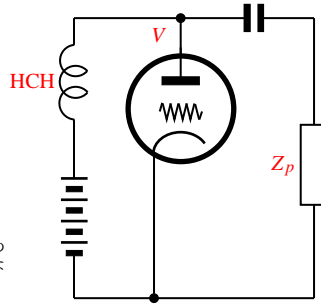
第十図



第十一図

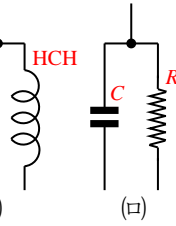
大体以上で真空管の代表的な基本図路を述べましたが、これらと実際の配線図とは似ても似つかぬものではないかと仰言るでしょう。そうです。実際はこんな簡単なものではありません。即ち色々なコイル L 、コンデンサー C 、抵抗 R 、チョーク C H 等が列べてあります。例えば、グリッド偏倚電圧を加える方法にしても、上述の図面のように単に電池を接ぐものもあれば、又第十一図のようにカソード側に接がれた抵抗 R_b に流れるプレート電流の電圧降下を利用するものもあります。又プレート電圧にしても、第十二図の

任務をその電気的性質からよく判断し、全体としての機能を詳細に検討してゆくことが大切です。そうすれば一層その理解が整然と又判然として来ます。



第十二図

又四極及び五極管等を使った回路では、スクリーングリッドにプレート電圧より低い適当な直流電圧を加えるのが一般で、主としてプレート電源の(+)側からプレートと並列に適当な値の高抵抗を通して電圧を供給します。そうすればスクリーングリッド電流に依りこの抵抗に生ずる電圧降下だけプレート電圧より低い電圧がスクリーングリッドに加わるようになります。尚、スクリーングリッドとカソードとの間にCを接いで高周波回路を作り、電源の回路に高周波電流の流れるのを防ぎます。又サプレッサー・グリッドは特別の用途のない限りカソードに接いで使うのが一般の用法です。



第十三図

次にはしがきに於て述べたように、受信機なり送信機なりの大体の構成を知って置くと、実際の配線図を取扱う上に便利ですが、先ず我々は受信機にしても送信機にしても、その電源の部分（一般に真空管の整流回路がよく使われます）を別に切り離して考えると判り易くなります。

その上で例えば再生受信機ならば高周波増幅、再生検波、低周波増幅の三部分から成立っていることを、又スーパー受信機ならば高周波増幅、周波数変換（第一検波及び局部発振）、中間周波増幅、（第二）検波、低周波増幅から成り立っていることを頭に入れて置けば早く見当がつかます（勿論、そ

の内の一つ、例えば高周波増幅が省略されているものや、自働音量調整のついたもの等はありませんが)。これを短波の送信機に例をとって見るとその一例は水晶発振、バッファー（一つの増幅回路で水晶の発振を安定にするもの）、ダブラー（水晶発振の周波数を二倍にする一つの増幅回路で、 Z_p として二倍の周波数の同調回路を持っています。これは水晶でいきなり短波長の高周波を発振させることが出来ない為に用いられるもので、これと同様なものに三倍周波数を得るトリップラーがあります）、変調電力増幅の如きものです。

大体、上述の事柄をよく念頭に置けば、充分の自信を以て実際の配線図に向うことが出来ます。

むすび

上述の真空管の代表的配線図は、決して総ての場合を網羅したのではなく、未だ他に種々様々な動作例があつて、単に基本的な場合だけに過ぎません。現に二極管を用うる整流回路は全く省略しました。

然し、はしがきに於て述べたような意味に於て本文が読者諸君の御参考に多少なりともなることを期待して筆を擱きます。

- 底本には、ラヂオ科学社編『受信用真空管の選び方使ひ方』（ラヂオ科学社）を使用した。
- 読みやすさのために、旧漢字は新漢字に、旧かなは新かなに変更した。ただし一部の漢字は旧漢字のままにした。
- 原著は総ルビであるが、ルビは適宜取捨選択した。
- PDF化には LATEX 2_ε でタイプセットを行い、dvipdfmxを使用した。

ラジオ温故知新

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/index.html>
に、

ラジオの回路図を

ラジオ回路図博物館

<http://fomalhaut.web.infoseek.co.jp/radio/radio-circuit.html>
に収録してある。