

アマチュアが簡単に出来る真空管試験法と再生法

通信省電気試験所神代分室 石川三郎

緒言

真空管試験法と称すれば、一般には実験室その他に於て精密級計器を数多く使用し、 G_m, μ, R_p, C_{pg} 等を測定したり又検波器、発振器、増幅器等としての特性を試験するのをいうが、今茲ではこれ等には深入りせず、手近にあるものと天与の五感を最大限に活用して、真空管が活きているか死んでいるか等我々が設計に必要なるデータを取る方法に就いて述べてみたいと思う。

不良真空管の発見

1. 一番平凡で簡単な方法

良好に働いているセットに試験したいと思う球を挿替えて、今迄の良好な真空管と比較してみる事であり、すでに諸兄の実行せられている処であるが、手取り早い点では他に比をみない。この挿替えは大体の規格即ちフィラメント又はヒーター電圧と電極構造及びベースへのリードの出し方が合っていれば、仮令類似球であっても大体の良否の目安はつく。但し長時間に亘るテストは更に規格が無理でない事を確めた上でなすのが良い。参考のため此の試験可能な範囲の類似球を示せば次の如くなる。

26B, 26, 30

12A, 201A, 240, 171A

24B, 24, 35

57, 58

6C6, 6D6, 77, 78

56, 27, 27A, 27B

47B, 47

12B, 12F

80, 5Z3

2. 更に簡単な法

(A) フィラメントの点火無き時、金属管に於ては手を一寸触れて見て冷たい時は、フィラメントの断線又はベース内の断線接触不良等であることは間違いない。但しこれはソケットに電圧が掛っているのを仮定しての話で、変圧器巻線の断線、又はトランスレスセットの如く一箇所断線で全球が点火しないこと等は勿論である。ベースの足の中でリードがハンダに包まれ乍ら、表面が錆びているため導通不完全となっている時は、一見ハンダ付けが良好に見誤られ、然も時折導通があつたりして発見が非常に困難であるから特に注意を要する。

(B) 電極を包んで放電管の如く紫色のグローが発生している時は、真空度が不良となりガスが発生している証拠で、斯んな球は概してエミッションが不良か又は不安定であつて尾を引くような発振を起し易い。

(C) これは良く 47B 等に現れているが、ガラス壁に電子が衝突して起す紫色の蛍光は前記のグローと誤られ易いが、前者は電極を取巻いてこれを包むように起るのに対し、この蛍光はその発生の性質上主に外部ガラスグローブ内面上にのみ現れるから見分けることが出来るが、斯んな球は真空度も良好で概して完全に働いているから安心してよい。

(D) 最近のバタラム、ニバレット等のゲッターでは幾らか解り難くなったが、銀色又は黒色のこれ等のゲッターが白濁している場合は、大体に於て真空度不良である。

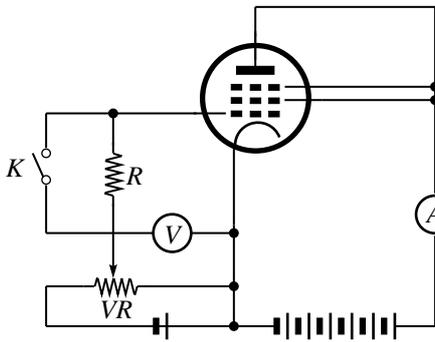
3. 導通試験器を用いる方法

導通試験器としては、電池と豆電球を又はレシーバーを組合せたものを始め、電圧計又は小電流計を組合せたもの、所謂テスターと称されている万能回路試験器、抵抗計、メガー等が挙げられる。

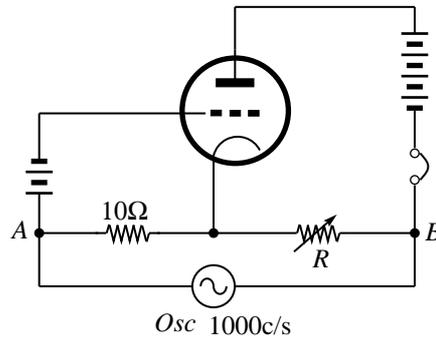
(A) フィラメントの導通 フィラメントは適当な抵抗値を以て導通がある筈で、これの大き過ぎるか少な過ぎる時は、断線、接触不良又は短絡である。

(B) 第1グリッドがカソードと機械的な原因に依つて接触している場合もあるから注意を要する。これは比較的高抵抗の場合が多い。

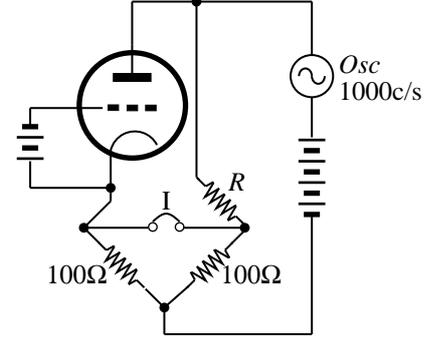
(C) ステムにゲッター等がかかって電極間にリーケージ電流が有る場合もあるから、一応メガか抵抗計の高抵抗値のレンジの所で電極間を当ってみるのが良いであらう。



第 1 図



第 2 図



第 3 図

測定に依る試験方法

1. グリッド電流 I_g の測定

第 1 図に於て先ずスイッチ K を閉じて真空管に定格電圧を加えた時のプレート電流 I を、電流計 A で測定する。次にスイッチ K を開き VR を加減してバイアス電圧を ΔE_g ヴォルト減じプレート電流が I となる様にする。然らば R をメガオームで表せば I_g は次式の如くなる。

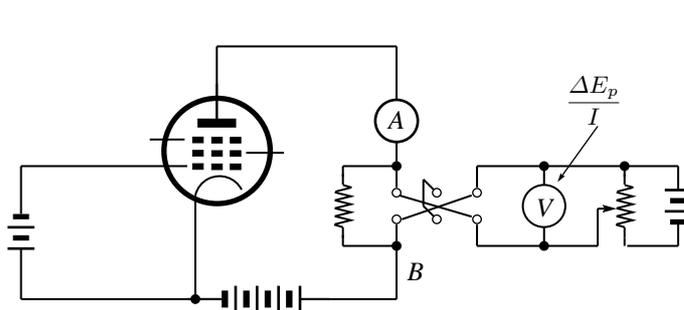
$$I_g = \frac{\Delta E_g}{R} (\mu A)$$

2. 増幅定数 μ の測定

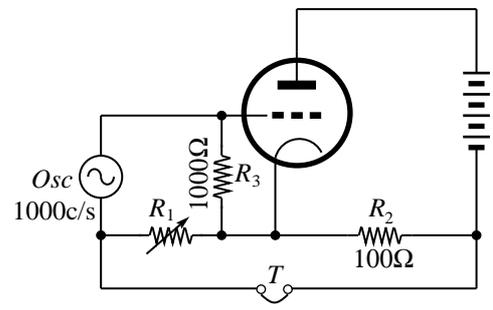
第 2 図に於て真空管に定格電圧を与え、而して AB 両端に約 1000 サイクルの交流電圧を加えて、抵抗器 R を加減しつつ受話器 T で聞える音の最少点を求めると、 μ は次式から計算できる。今 10 オームの抵抗及び R の抵抗を流れる電流を i とすると $10\mu i = iR$ の時受話音は零である。故に

$$\mu = \frac{R}{10}$$

多極管の如く増幅定数の大なるものでは、この方法で測定する事が困難になるから、内部抵抗 R_p 及び相互コンダクタンス G_m を次に述べる方法で測定して $\mu = G_m \cdot R_p$ から計算するのである。



第 4 図

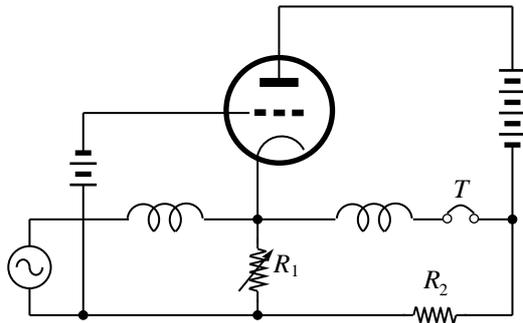


第 5 図

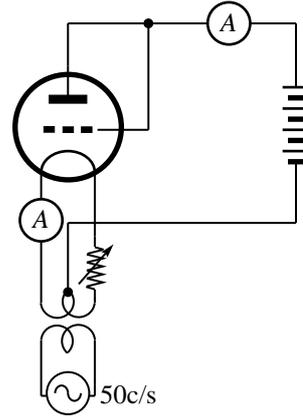
3. 内部抵抗 R_p の測定

(A) 内部抵抗の小なる場合 第 3 図の如くブリッジを応用したもので、真空管に定格電圧を与え、 R を調整してブリッジの平衡を求めると内部抵抗 R_p は次式の如くなる。

$$R_p = R \times \frac{100}{100}$$



第 6 図



第 7 図

0sc は約 1000 サイクル, R は $1K\Omega \sim 10K\Omega$ 間を変化するのが良い。

(B) 内部抵抗の大なる場合 第 4 図の如くなし, 定格電圧を与え, スイッチ K を反転してプレート電圧を ΔE_p ボルトだけ変化し, その時のプレート電流の変化を ΔI_p マイクロ・アンペアとすると, 内部抵抗 R_p は次式の如くなる。

$$R_p = \frac{\Delta E_p}{\Delta I_p} \times 10^6 \text{ オーム}$$

尚この場合 ΔE_p はこれに依って R_p が変化しない範囲内の大きさであることが必要ある。

4. 相互コンダクタンス G_m の測定

(A) 相互コンダクタンスの大なる場合 第 5 図の如く接続し, 真空管に定格電圧を与え, 0sc に依り 1000 サイクルをグリッドに加え, 抵抗器 R_1 を調整して受話器 T に聞える音の最小点を求めると, 相互コンダクタンス G_m は次式の如くなる。

$$G_m = 10R_1 \text{ マイクロ・モー}$$

今 R_1 を通る電流を i_1 とし, R_2 を通る電流を i_2 とする。然る時 R_1 及び R_2 の両端に生ずる起電力は $i_1 R_1$ 及び $i_2 R_2$ である。然るにこの両者は 180 度の位相差を有しているから, R_1 を加減すると

$$i_1 R_1 = i_2 R_2, \quad i_2 = i_1 \frac{R_1}{R_2}$$

なる条件が得られて, 受話器の音は最小となる。次に真空管のグリッドに加わる電圧 E_g は $i_1 R_3$ である。

即ち

$$E_g = i_1 R_3$$

又プレート電流 i_p は

$$i_2 = \frac{\mu E_g}{R_p + R_2}$$

今 $R_2 \ll R_p$ なる如く R_2 を選べば

$$i_2 = \frac{\mu E_g}{R_p} \quad \text{或は} \quad \frac{\mu}{R_p} = G_m = \frac{i_2}{E_g}$$

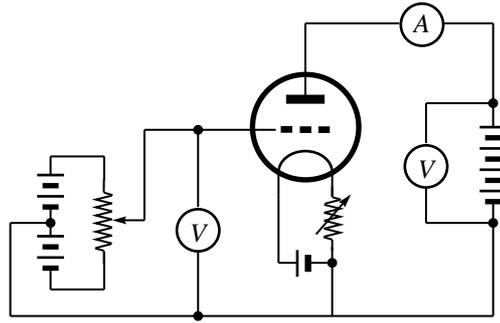
i_2 及び E_g をこの式に代入すると

$$G_m = i_1 \frac{R_1}{R_2} \times \frac{1}{i_3 R_3} = \frac{R_1}{R_2 R_3}$$

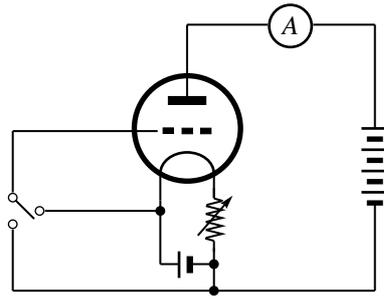
今 $R_2 = 100\Omega$, $R_3 = 1K\Omega$ とすると

$$G_m = R_1 \times \frac{1}{100 \times 1000} = 10R_1 \text{ マイクロ・モー}$$

(B) 相互コンダクタンスの小なる場合 第 6 図の如き回路で先ず真空管に定格電圧を与えて, R_1 及び R_2 を調整して受話器 T に聞える音の最小点を求める。今プレート電流を i_p とすると, R_2 の電圧降下は $i_p R_2$ であり, この電圧と 0sc に依ってグリッドに加わる電圧 E_g とが等しくなった時受話音は零となる。



第 8 図



第 9 図

故に $i_p R_2 = E_g$, 然るに $I_p = G_m \cdot E_g$ 。この 2 式から

$$\frac{i_p R_2}{i_p} = \frac{E_g}{G_m E_g}, \quad G_m = \frac{1}{R_2}$$

5. 放射電流 I_e の測定

第 7 図の如くグリッド及びプレートを一括して 2 極管の如く接続し、全カソード電流を測定して、カソードの良否等を検する。

6. 静特性の測定

真空管の良否は略々この静特性から推測する事が出来るものである。接続は第 8 図の如くなし E_g を変化して i_p の値を取る。更に陽極負荷の関係を考え易い様に $i_a - E_a$ 特性曲線を E_g を補助変数として求めた方が便利である。

7. E_g を変化し i_p との関係を見る簡便法

第 9 図の如くなし 真空管を規定フィラメント電圧で点火してから、グリッドを A 電池の (+) 側又は (-) 側に交互に切換え、プレート電流の変化を見る。予め標準真空管に就いて試験しておいた記録と対照してその良否を決すればよい。

8. 働特性をオツシログラムとして出す方法

第 10 図の如き結線をなし、直接オツシログラフに働特性曲線を描かして見るのも面白い。 R_p なる負荷抵抗値とその他を変えて各特性が見られる点は大いに有効である。又メーカー等に於て大量に試験するにも非常に良い方法だと思う。即ちソケットへ挿込むだけで任意の働特性曲線が得られて、各ポイントを求める手数がないからである。又直線増幅の範囲も一見して明瞭であり、適当入力電圧も直ちに決定される。

再生法

以上の試験にて落第したものに我々の出来得る範囲で何とか活力を与えて、再生して行こうというのが、以下のべる再生法である。

1. フィラメント又はヒーターの断線

この救済は殆ど見込みなく、今迄かえり見る者もなかったが、一部の真空管即ち傍熱管であつても比較的電流容量の小さい所謂トランスレス用真空管と称せられる 25, 24, 12, 6.3 ボルト等の断線には、次の方法で相当成功するものがあるので参考に供しよう、即ち第 11 図の如き接続でスイッチ S を入れる事により、その断線部分にスパークを飛ばし、電氣的に銲接せしめんとするものであつて R 及び C はその電流を制限するために入れてあり値はまちまちだが、概略 5~50K Ω 又は 1~5 μ F 程度である。電流は次第に大きくして行くのが良い。即ち余り大電流を用うる時は、銲接どころか必要以上の熱に依りとけ去つて終うからである。又使用電圧も余り小さくは断線箇所の絶縁を破つてスパークを飛ばす事が出来ず、大に過ぎれば必要以外の処へもスパークを飛ばす危険がある。尚抵抗 R の両端に入った電圧計は、断線箇所にスパークが飛んでいる間は不安定に振動し、銲接が完了すれば電源の全電圧降下は殆どこの抵抗にかかり、電圧は電源電圧を静かにさして止る。これに依つて銲接状態及びその完了を知る事が出来る。

低電圧のヒーターがやり難いのは、断線時の電流が大きいため断線空隙が大きい事と、この様に太い線を接続するに足るスパークを出す電源が得られ難いからであり、直熱型が使用出来ないのは、直熱型では断線と同時に大低の場合アンカーに吊り上げられたり、自分の重力で倒れたりしてスパークで銲接するには余りにも大きな間隙を作つて終つてからである。

主にフィラメントが弛んでグリッドへ触れる場合が多いが、上記の様な時は掌に軽く真空管を打ちつける様になると良くなる場合があるから、一応試みられるのが良いと思う。

以上は吾々が行い得る再生法であるが、次に参考の為真空管製作所に於ける再生法を述べれば、先ず古い真空管のベースを前記の方法で除き、真空管グローブの封じ目附近に鑢目やすりを入れて切断して内部の電極を取出し、カソードのみ取換えてステムの継線を完了する。而して新しいグローブ、又は使える場合には前記の取外したグローブを使って封じ込み、排気その他の操作は新球を作ると何等変らない。只カソードを除く電極及びベース、使える場合にはステム、グローブ等を部品として活用しているにすぎない。

真空管も次第に多量に生産される様になると思うが、当分の不自由時代に何らかの足しになれば幸甚である。

PDF 化にあたって

本 PDF は、

『無線と実験』1946年8月号

を元に作成したものである。

PDF 化にあたって、旧漢字は新漢字に、仮名遣いは新仮名遣いに変更した。漢字の一部には振り仮名をつけた。

ラジオ関係の古典的な書籍及び雑誌のいくつかを

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。参考にしてほしい。