

実験室にはかかせない

$E_p - I_p$ 特性直視装置

細谷 亘

エレクトロニクスの実験をやる場合とか、新しい回路構成をする場合などに最初しなければならぬことは、真空管の決定です。この場合決定の目安となるものは真空管の特性表とか $E_p - I_p$, $I_p - g_m$, $E_g - I_p$ のカーブ類ですが、ハンドブックなどに出ていない場合はこれを実測しなければなりません。最近は種々のハンドブックや基本回路がデータ付きで公表されていますから、真空管のカーブも実測して設計にかかるというようなことはあまり多くはないと思いますが、公表カーブ以外の使い方、例えば先月号〔1958年3月号〕のダイナトロン特性などはその最適値を見つけるために実測を紹介します。

特性曲線の直視

真空管の特性は上に述べたように種々のカーブで表わされますが、最も多く利用されるのは $E_p - I_p$ カーブです。つまりプレート電圧（横軸）対プレート電流（縦軸）をコントロールグリッド電圧をパラメーターとして現わしたもので、増幅器の設計の場合には一番多く用います。

このカーブはグリッド電圧 (E_g) を一定として E_p を変えた場合のプレート電流を第3図のように測定すればえられます。そしてこれを E_g について行なえば普通に発表されているようなカーブ群ができ上ります。このとき注意しなければならないことは E_h (ヒーター電圧), E_g と E_p (E_{sg} = スクリーン・グリッド電圧) を安定に保たなければならないことです。ペントードの場合は E_{sg} が E_p の変化と共に変わるから、 E_p を変える場合は必ず E_{sg} も一定値に修正しなければなりません。

定電圧電源装置がここに必要となってきます。 E_g の変動は速やかにそして一番大きく I_p にひびきます。ここはしかもカソードからネガティブにしなければなりませんから、電地を用いる方が無難です。さて種々な注意をしても一つだけ欠点が残ります。これは一定のもので一本のカーブを書くにも大変時間がかかるということです。これはヒーターを電池で点検するか、AC のスタビライザーなどを用いないと測定中に除々に最初の測定点がづれて来てしまうことや、グリッドを+にしたときのカーブを取るときにはこの測定時間が長いために球を不良化してしまう恐れもあります。このためなるべく短時間に測定をすませたいことや、カーブの状態の変化を見たいこと、2球を比較したいことなどの場合は直視法を用います。

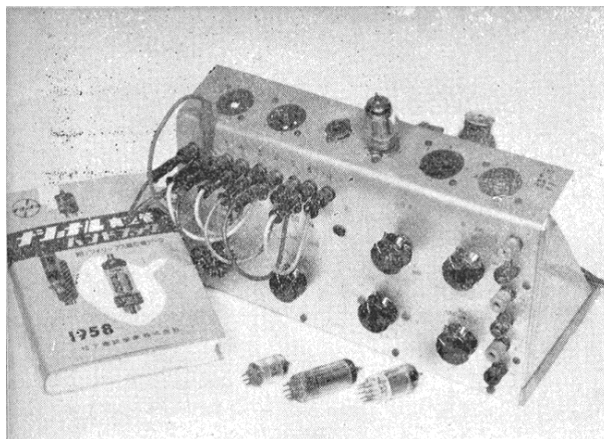


図1 特性直視装置の正面

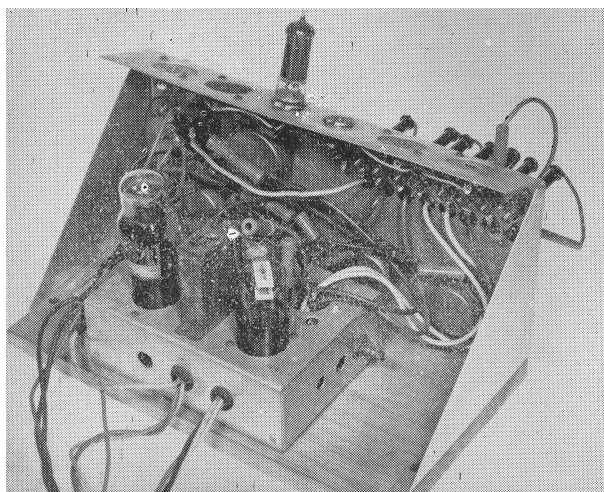


図2 本機の背面

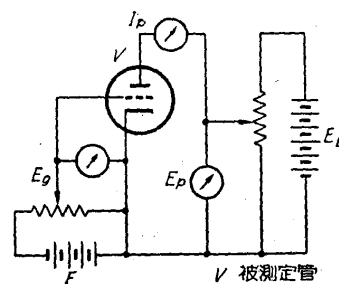


図3

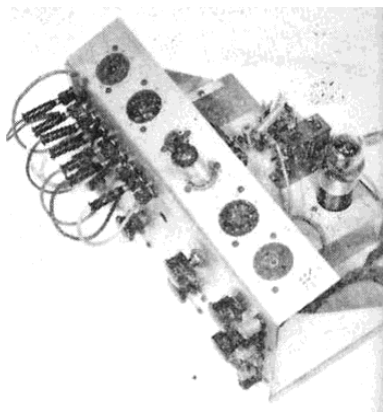


図4 上から見る

これには主としてオシロスコープの X 軸・Y 軸を用いますが、その他、直視とまではいかなくても紙上にカーブを自動的に画く装置もあります。この場合は紙を一方に走らせその進行方向と直角にペンを動かしカーブを画かせるものです。さてオシロスコープの場合は X 軸を E_p として、Y 軸を I_p として画くものですが、この方法では電流の変化 (I_p) を電圧の変化になおすことと、 E_g を自動的に変化させることを適当にやる必要があります。

I_p の変化はそれに相当した電圧の変化になおさないと、ブラウン管に加えることができません。一般にはこの I_p の流れる回路に抵抗を入れます。そしてその両端の電圧降下をオシロの Y 軸に入ればよいわけですが、この抵抗値は三極管の場合と五極管の場合とで異なります。つまり被測定真空管の内部抵抗と比較して無視できる程度に選ぶ必要があるわけです。一方これはオシロスコープの Y 軸の感度にも関係します。つまり抵抗を大きくした方が大きなカーブが出るわけです。結局以上の両者をにらみ合せて五極管では $1k\Omega \sim 5k\Omega$ 、三極管では $100\Omega \sim 1k\Omega$ くらいでなるべく小さな値を使います。

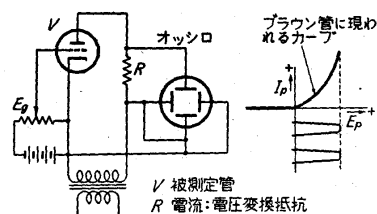


図5

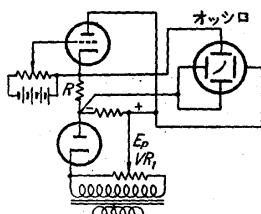


図6

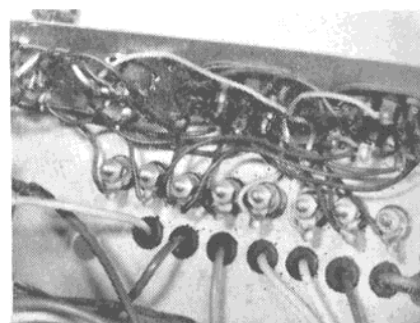


図7 ソケット・コネクションのアップ

オシロスコープに $E_p - I_p$ カーブを出すには、X 軸と被測定管に E_p 分として 0 から、適当な最大値まで変化する電圧を加え、それによって流れる電流分を電圧になおして Y 軸に加えます。第 5 図をみて下さい。 E_p 分として 50 サイクル (60 サイクル) を使いました。この場合プレート電圧は交流のピーク値になりますから、 $100V_{rms}$ のときは $141V$ の E_p ということになります。これによる I_p にプレートがカソードに対してポジになったときのみ流れます。

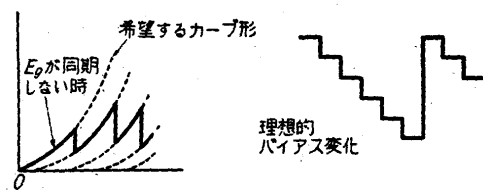


図8

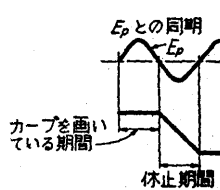


図9

したがって E_p として有効な分は + の半サイクルだけです。第 6 図のように半波整流して使っても良いわけです。これである E_g に対するカーブがかけるわけです。次にこの E_g を自動的に変化させることを考えてみましょう。この自動的という意味の中には電圧を手動によ

らず変化させる本来の意味と同期とに 2 つの意味があります。つまりただ自動的に電圧が変化していったのでは第 8 図のようになってしまいます。

同期とはプレート電圧との同期で、 E_p が + の期間中カーブを画きますが、この間は E_g は一定で 1 本書き終わったら E_g が変化するようにするのです。故に E_g 変化の期間は E_p が - の期間に限られるわけです。その上この E_g の変化は 0 より始まって球がカットオフになるネガティブ電圧まで続けられ、カットオフになったらすみやかに 0 にもどるというような電圧で第 9 図のような階段波となります。

階段波の発生

階段波はどう作ったらよいでしょうか。まず第 1 にコンデンサーの充電が考えられますが、これには普通の CR 回路として CR だけを用いるものと、CR と直流増幅器を使った積分回路を用いる方法がありますが、ここでは CR のみの積分回路としました。第 12 図をみて下さい。RC の積分回路に V_1 を通じて負の充電電流にします。すると図中の出力波形が得られます。

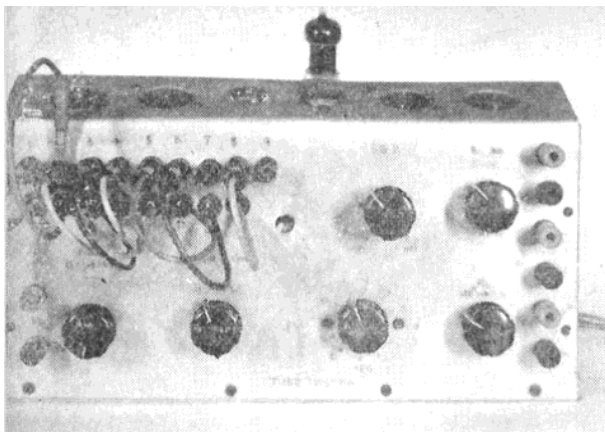


図 10 本機の正面

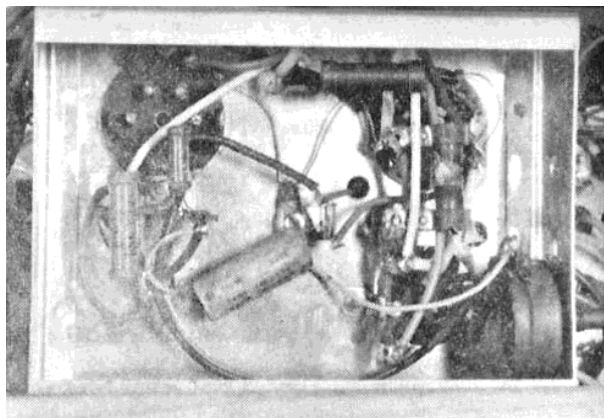


図 11 シャシーの裏面

表 1

	ヒーター	尖頭陽極 電 圧	最大陽極 電 流	動作電圧	動作電流	格子抵抗
2021	6.3V 0.6A	650	500	650	100	100k~10M
2050	6.3V 0.6A	650	500		100	100k~10M
2051	6.3V 0.6A	350	375		75	100k~10M
5668	6.3V 0.15A	最大尖頭耐逆電圧 = 500V 尖頭電流 100 μ A			平均電流 = 20mA	

V_2 は電源の + 側を通すものです。この RC のタイム・コンスタントによって + 期間中 (カーブを画いている間) の E_g の安定性が決まるわけです。ただこのままだと球がカットオフになってもまだ負のバイアスがどんどんかかることになりますから、適当な電圧で 0 にもどさなければなりません。これには真空管のスイッチ作用を利用すれば OK ですが、これにも種々あります。ブロッキング・オシレーター回路を使うもの、サイラトロンを使うものなどですが、ここでは後者のサイラトロンを使いました。

サイラトロンはなるべく四極管で暗電流の少ないものを使います。四極サイラトロンは第 1 表に示してあります。サイラトロンのグリッドに深くバイアスをかけてカットオフとしておきます (第 13 図)。いまそのカソードが 0 からだんだんと (-) に下っていくと、グリッドはそれだけバイアスが浅くなっていきますから、ある点でこの球は導電状態となり、C の電荷は放電してしまいます。したがってこの両端の電圧は第 14 図のようになり、0 にもどる点は E_B か E_C を変化させれば変えることができます。定量的測定をしたいときのために手動バイアス調整用スイッチをつけました。電源は手持ちのもので +- と定電圧放電管でスタビライズしたものを用了。

回 路

各部の話が長くなってしまいましたが、全体の回路を第 15 図に示します。プレートの負荷抵抗 (I_p 分を電圧としてとりだすためのもの) は半固定としました。種々の球を観察するためには、各種のソケットが必要です。普通のチューブチェッカーのようにスイッチで電極切換えをする方法もありますが、筆者は写真のようにバナナチップとターミナルを使って回路に抵抗類が任意のとき入れられるようにしました。6C6 などの ST 管も観察できるようにグ

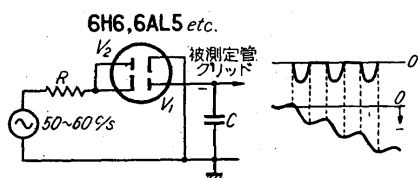


図 12

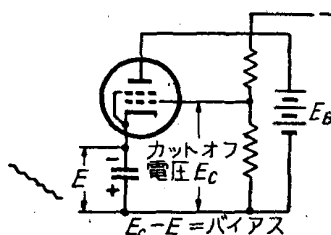


図 13

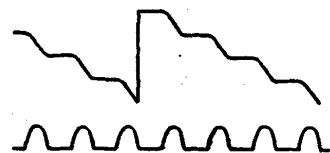


図 14

この E_p , I_p 軸は垂直入力, 水平入力を適当なとき切ってしまうか, ショートすればできます. これはエレクトロニック・スイッチを利用すれば OK ですがチョット工夫すれば, これに更に電圧目盛, 電流目盛を入れることができます. 少し定量的に比較したい場合は, 手動バイアス変化と写真撮影を併用し適時各入力を OFF とすれば完全になりますが, この場合電源の安定度が問題になります.

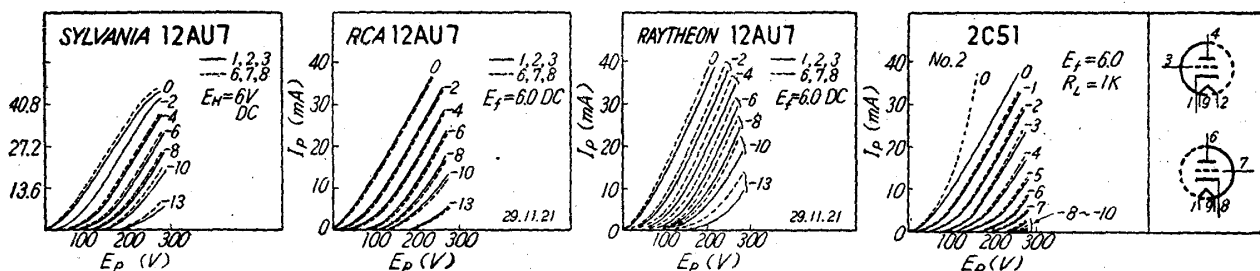


図 21 ブラウン管上に画かれるカーブ

なお写真撮影当日実験室のオッシロを全部連続観察に使っていたためかんじんのカーブの実例をとることができず次の機会に先月号のダイナトロン特性の実例と共に発表したいと思います. ただオッシロのフェースから直接うつしとったものがありますから, これを発表しておきます.

(『無線と実験』1954年8月号)