

テレビ用測定器講座 第2回

動作原理から作り方を詳細に説明した

P型

真空管電圧計

われわれが受信機や増幅器を組立るとき、特に簡単なものを除き、セットをベスト・コンディションに調整するとなると種々の測定器が必要となる。特に通信型受信機やテレビジョンともなると自分の片腕としての測定器を一つでもふやしたくなる。TV用測定器シリーズの第二回目として、今回は真空管電圧計（バルボル）を発表する。試作したバルボルは2台共P型である。ご存知のようにP型は他の型式より使いよく、作り方によっては超短波帯まで測定出来るのでテレビ時代に備えて最適と思う。

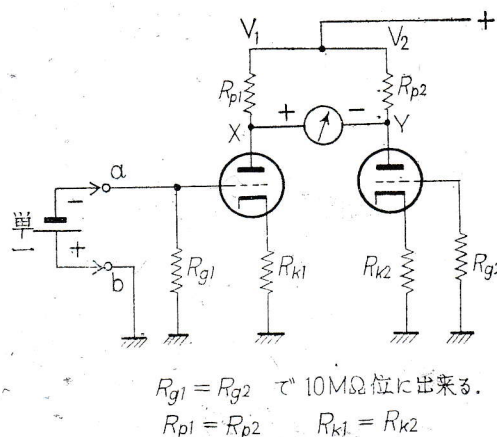
動作原理

バルボルを便宜上、電源部、直流電圧計部分、プローブ部分の三つに分ける。電源部は製作の方で触れるので省略し、直流電圧計部分について説明する。

1. 直流電圧計部分

数年前までは五極管を三極管接続にしたものを1本使用した回路（無測401型バルボルなどがその例）がよく使用されていたが、現在では双三極管（6SN7, 12AU

第1図 直流電圧計動作原理

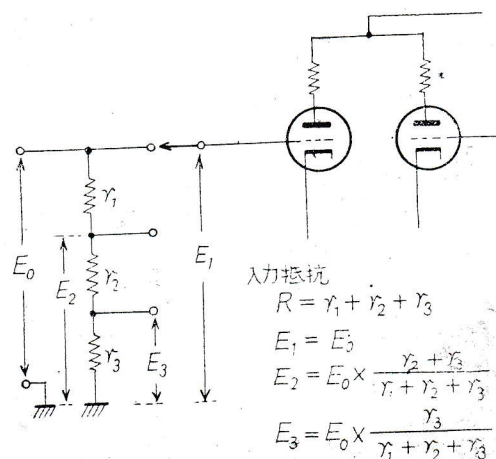


7等)を使用した回路（RCAボルト・オーミストのように）の方が賞用されている（ボルト・オーミストについてはラジオと音響6月号参照）。

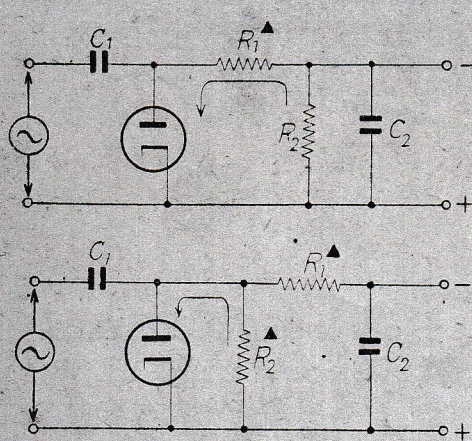
この回路は電源スイッチを入れた時に、メーターを強く振り切ることがなく（完全に特性が揃っていれば全然針は動かないわけであるが実際には多少は動くのは勿論である）、又電源電圧の変動に対しても、真空管1本のものより安定で、回路も簡単なのでアマチュアに向いている。

この部分の動作を第1図により説明しよう。図の V_1 、 V_2 は原理的に特性の揃った三極管で共に $E_g - I_p$ 曲線の直線部分の中心に動作点があるものとする。a b間に電圧がかかっていなければ両方の真空管に流れる電流は等しく、X、Y両点は等電位でメーターは零を示す。今a bに負の電圧が加わると V_1 のバイアス電圧が上り、プレート電流が減少する。するとX、Y両点の間に電位差を生じ、電流はX点よりY点に向かって流れメーターを振らせる。反対に正電圧が加わった場合にはメーターには逆に電流が流れるが、これはスイッチで転換すればよい。

第2図



い、従って加えられた既知の直流電圧によってメーターの振れを較正すれば直流電圧計として使用出来るわけである。 R_{g1} は $10M\Omega$ 位に出来るので入力抵抗が高く、測定に際し電力を取らない理想的な直流電圧計が得られるわけである。又正負の極性をスイッチによって簡単に切換えられる



C_1 は直流阻止用コンデンサー
 R_1, R_2 は負荷抵抗及びフィルター抵抗
 C_2 は高周波に対するパスコン
 ▲印の抵抗及びコンデンサーは高周波用

第3図

を r_1, r_2, r_3 なる既知の且つ正確な値($\pm 1\%$ 位)の抵抗で分圧し、測定範囲をひろげようとするものである。分圧抵抗は簡単に計算出来るので注文して作ってもらうか、手持ちの抵抗を利用して実験的に目盛を合わせるかすればよい。

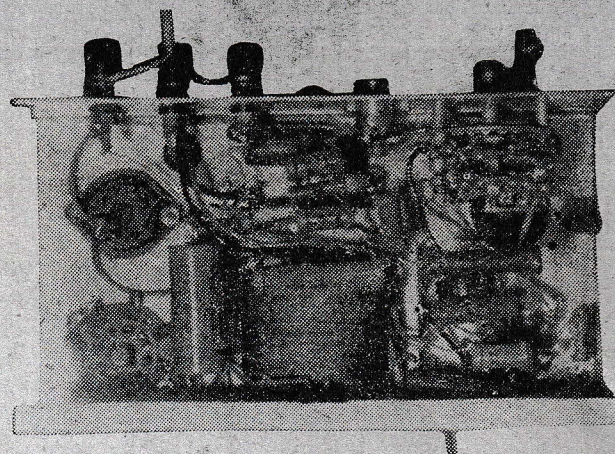
今測定範囲を3V, 30V, 150Vとし入力抵抗全体を10M Ω とすれば、 $r_1 = 9\text{M}\Omega$, $r_2 = 800\text{k}\Omega$, $r_3 = 200\text{k}\Omega$ となる。測定範囲は1.5~500Vあれば充分であるが、3~150V位でも充分使える。入力抵抗は真空管の安定度、及び切換えスイッチ、端子等の絶縁抵抗の二点から最大10M Ω とするのが妥当である。

2. プローブ部分

高周波電圧を測定するには(第3図参照)真空管又は鉱石を使用して整流し、負荷抵抗の両端に生じた直流電圧を前記の直流電圧計に導いて測定する。 R の両端に生

のも特長の
 一つである。

次に測定
 範囲の切換
 法であるが
 レンズ切換
 のとき零点
 の移動の少
 ないグリッ
 ド側切換え
 を採用した。
 この方法
 は E_0 とい
 う電圧(第
 2図参照)



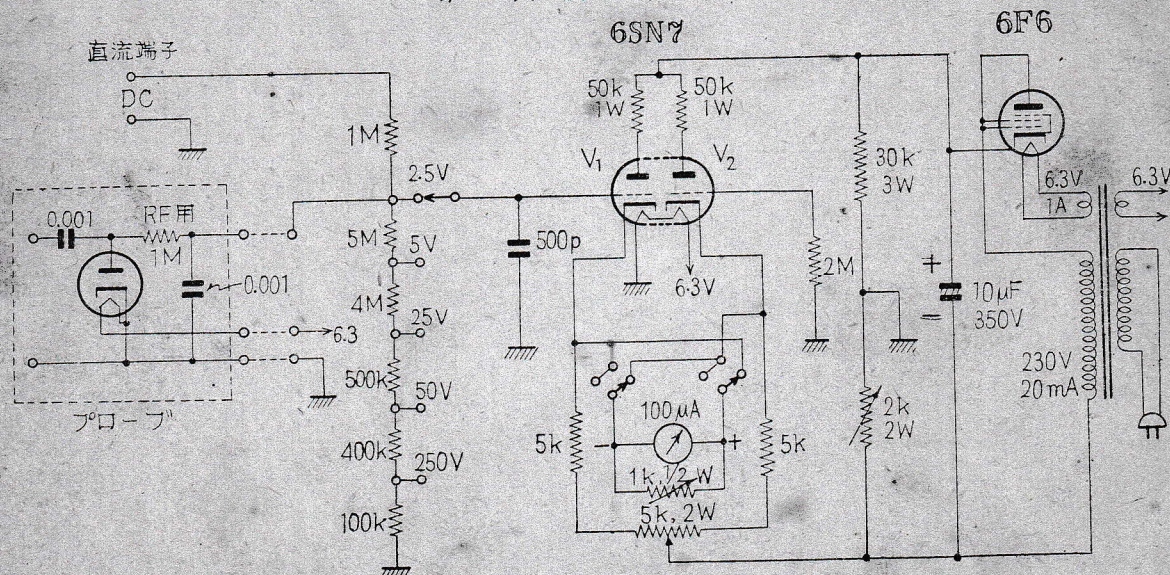
ずる電圧は加えられた高周波電圧の波高値にはほぼ等しいので上記の測定が成立つわけである。

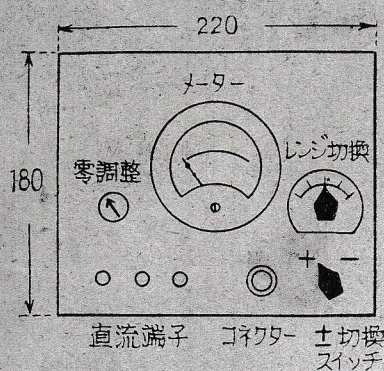
バルボはDCよりもRF測定用として多く利用されるプローブ部分が生命となる。プローブ部分に要求される条件はいうまでもなく入力インピーダンスが高いことで、この部分を組立るに際して高周波損失の少ない絶縁物や部品を使用し、真空管も入力容量の少ないものを選ぶことが重要なことになる。配線も最短距離を結び、ハンダ付にペーストの使用を避ける等種々と注意が必要になる。今はテレビ用としてRF用の小型抵抗、コンデンサー及び超短波用真空管があるので、以前程骨を折らずによいものが出る。

以上のことから得られる結論は

- (1)メーターには高感度のものを選ぶこと(100~200 μA 位)。又大型が望ましい。
- (2)双三極管は特性の揃ったものを購入すること、出来れば数本取り変えて比較してみる。
- (3)レンジ切換スイッチは絶縁抵抗が大で完全な防湿処理をしてあるものを使うこと。
- (4)分圧抵抗は正確な値であること。
- (5)プローブ内の部品は高周波特性がよく、真空管も超

第4図 試作機





短波用で入力容量が少ないこと。

(6)出来れば電源部に定電圧装置を入れること。

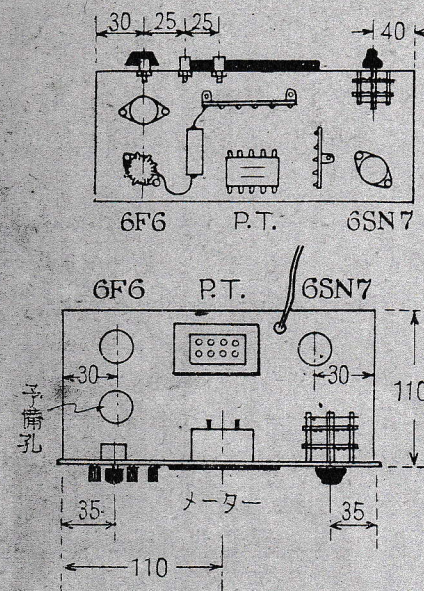
(7)全体をしっかりしたケースに入れること。

等である。こう並べると何だかむずかしくなってしまうが、全部品を完全なもので揃えると高価になるので手持の部品を活用して、独特のものを作り出して欲しい。

試作その1

(1)使用電流計
100 μ A 65mm
丸型

(2)測定範囲



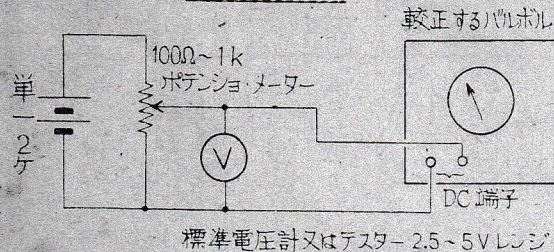
第5図

AC, DC, 2.5V, 5V, 25V, 50V, 250V,

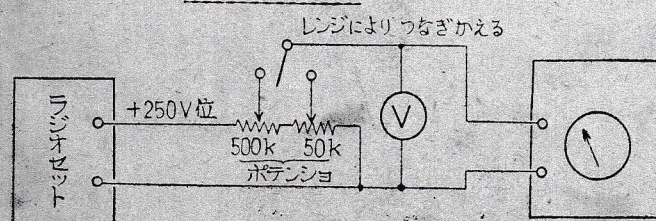
優秀なパルボルを作るためには高感度の大型メーターを使用すべきであることはいうまでもないが、非常に高価で手が出ない場合がある。本機に使用したメーターはジャンクション用のもので目盛板にテスター用のものを

第6図 直流の較正法及び感度調整

2.5Vの較正



5V以上の較正



使用している。この程度のものだったら割合安く買えるし、目盛板を自分で書き込むのが面倒ならばテスター用の感度のよいメーターを使用しても差支えない。200 μ Aより感度のよいメーターを使用すれば第4図の回路のように±をメーターで切換えが出来て簡単で手頃なものが得られる。

レイアウト

第5図でおわかりのようにパネルの中央にメーターをつけ、その左側が零点調整、右側が測定範囲の切換スイッチ、その下にメーター極性切換スイッチ、その左側にRFプローブ用コネクター、直流端子となっている。このパネルは垂直であるが少し傾斜させた方が見易いのでこれから作る方はそうすることをおすすめする。

ケースは木製であるがこれはよくない。放熱が悪く通風孔をあける必要を感じている。プローブ用のコネクターは3Pのものを使用した方が無難である。1つ真空管用のスペースがあるのは将来AF用を追加するためのものである。

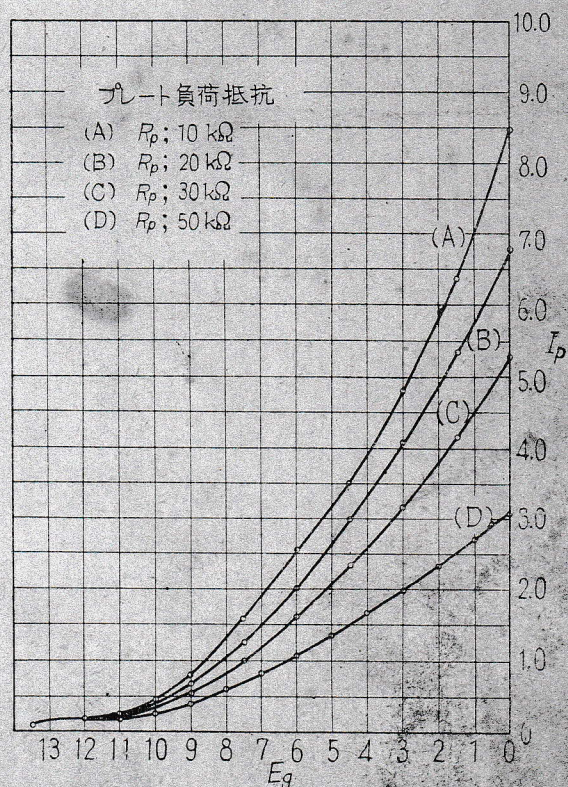
組立及び配線

この程度のものなら簡単なので部品の取付けから配線完了まで数時間で終り、ミスさえなければ一度で動作しする。注意する点をあげると。

(1)レンジ切換用の精密級抵抗は温度上昇の少ない所へ配置出来るようにスイッチの位置をきめる。

(2)このスイッチのハンダ付にはペーストを使用しない

第7図 (参考図)



こと。絶縁低下のおそれがある。

(3)温度上昇を防ぐためには整流管に6J5, 76等の球を使い、ヒーターを5Vで使用するのも一つの方法で、又整流管には傍熱管が望ましい。

(4)較正の時に調整を必要とする V_2 , V_3 のプレート、及びカソード抵抗は簡単に交換出来る位置にラゲ板を取り付け、これに配線する。

以上が主な点である。

較 正

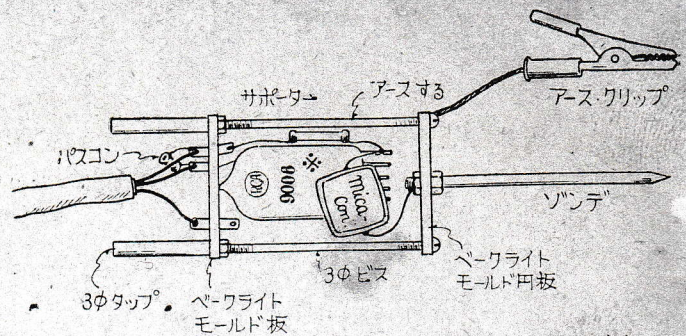
電源部、直流電圧計部分が出来上ったら較正に移る。測定レンジを2.5Vにして直流端子に手を触れてみて針が振れれば一応動作しているとみてよく、較正に移る。メーターにパラレルに入っている1k Ω のVRを最大にし零点調整の5k Ω を廻してメーターを零に合わせる。そして数時間又は数十時間そのままおき真空管のバランスの状態をみる。真空管が充分かれてメーターが振らなくなればそれから較正に入るわけであるが、エージングの足りない球やエミッション不足の球は針をふらつかせるもので、数本交換して、よいものを使用する。

まず単一電池2個を用意し、これを第6図のように100 Ω ~1k Ω 位のポテンショメーターと組合わせ、0~3Vを任意に出せる電源を作る。そして直流端子に電圧を加え、且つこの端子にバラに標準電圧計又はテスターをつなぎ入力電圧を読めるようにする。加える電圧の極性によってスイッチを切換えることは勿論である。

入力電圧を上げるとバルボルのメーターもそれにつれて振れを増すがフルスケールしたらその時の入力電圧を読む。この電圧が2.5V以下であれば感度は充分で、もし不足する場合は回路にあやまりがあるか、メーターのトライをやる方は別だが、これでも大して倒面ではない。要は較正した結果が、ある誤差範囲に入ればよいのであるから。私の試作したバルボルの較正カーブを第10図に示したがこの程度には容易に出来るはずである。但し、どの程度長期間にわたって、変化しないかは目下不明である。

RFの較正法

較正は交流0 ω を利用する。スライダックのある方は第9図A、ない場合は電源トランスの6.3V巻線を利用してBのようにつなぎテスターと較正しながらチェックする。回路図の定数でフルスケールは直流と合う。言うまでもなくP型では加えられた高周波電圧の波高値にほぼ等しい電圧が直流電圧として表われるように設計されているので50 ω で較正したものが10Mcでも20Mcでも信用して測定出来るというのが大きな特長である。交流のレンジは2.5V、5Vがフレの少ない方で目盛が



※真空管をさかさまに取付け 入力側の距離を短かくしていることに注意。

第8図 プロブの構造

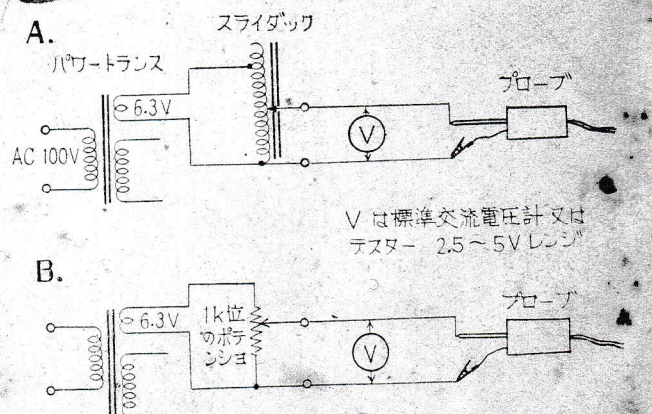
感度が低い、真空管の不良である。この回路ではフルスケール感度は1.5位に楽に出来るのであるが私はメーターの目盛の関係で2.5Vとした位であるから感度の不足することはないと思う。

感度が充分あればメーターにパラレルに入っているレオスタット3k Ω を廻してバルボルの感度を少しずつ下げ入力電圧と指示電圧を等しくする。これで感度の調整は終わったが次に加える電圧の極性を逆にしメーターもDCに切換える。そしてそのままで指示を読む。真空管のバイアスが適当であれば直線部分から外れないのでほとんどDCと等しい指示を示す。5%以上も異なる場合は明らかに動作不良であるが2~3%ならばよいと思う。元来バルボルは色々と変化する要素が多いために精密測定には向かないので、あまり誤差を問題にする必要はない。

次に入力電圧を下げ2V, 1.5V, 1V, 0.5V, と順次チェックする。もしメーターに書き込みをされる方はこの通りマークを打っていけばよいのである。これも同様に正負両方行い、較正表を作っておく。

5V以上の較正にはやはり直流電源としてラジオセットなどの電源を利用する。5V以上は分圧抵抗さえ正しければ問題はなくチェックして較正表を作るといった程度ですむが、これもグリッド抵抗切換法の特長であろう。但し予算節約のために普通の抵抗でカット・アンド・

第9図の較正表



5V以上は直流とピッタリ合うから適当な交流電圧をテスターとバラに接続してチェックするだけでよい。

③発振器の発振電圧測定、スーパーのコンバーター管の局部発振の注入電圧測定、ハム電圧の測定。

(4)真空管の増幅度測定。

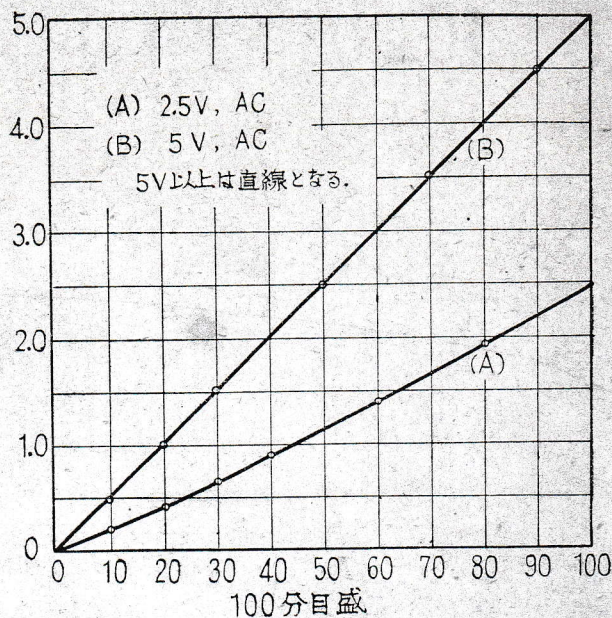
(5)トラッキング調整。

(6)マイク、ピックアップ、アンプの周波数特性測定、プッシュプル回路の調整
等で大いに利用出来使いなれたら片時も手離せなくなるものである。

プローブについて

前にも書いたようにRF用バルボとしての生命であるプローブ使用する部品は厳選し、入力インピーダンスを高く保つことに努力すべきである。私は真空管には9006を選び、抵抗はリケノームP型、コンデンサーはトーヨーのマイカを使用した。測定範囲をVHFまでのばすには、やはりゲルマニウム、シリコン等の鉱石を使用し、カップリング・コンデンサーにも10~50Pのチタコンを使用すべきで、別にVHF用プローブも予定していたが適当なものがなく、50 Ω から30Mc位までは充分信用のできるもので、VHFも一応測れるといった線で我慢した。プローブをAF用とRF用と二種作るのもよいと思う。

プローブの組立は、探針(ゾンデ)から導びかれた高周波電圧が最短距離を通して真空管のプレートに達するように、真空管、部分品を取り付ける。又アースのクリップも必ず図の如く最短距離で出す。構造については略図でおわかりのように9006を逆に取付け、距離を短縮しているがその他の点でも参考になると思う。使用した真空管9006はバルボ用として最適と思う。全体の入力容量は6~8PF以下におさえられる。



第10図 較正表

プローブは絶縁のよい3芯ケーブルでコネクタに接続される。コネクタを取り外すとV₂のバイアスが少し変わるが、それは零点調整で合わせられる。

つまる。従ってこのレンジは別に正しい目盛を書き込まないと誤差が大きくなる。テスターの目盛では正しく合わないが一応満足出来る程度には合わせられる。25V以上のレンジでは指示は直線的で直流目盛に合う。

一寸注意することはプローブで得られる直流電圧は負電圧であることである。

使い方

バルボの使い方は非常に多くとても書きつくせないが、直流電圧計にして

(1)真空管の電極電圧測定、特に高抵抗を通して加えられているスクリーン・グリッド、プレート電圧の測定及びバイアス電圧測定、AVC電圧測定など。

高インピーダンス回路の直流電圧測定 RF電圧計 (日本テレビジョン工業)

第11図
試作2号バルボ使用電流計 800 μ A 測定範囲AC, DC共 3V, 30V, 150V,

