

# 複合管を使うときに起きやすいトラブルとその対策

松浦秀行

現在多く使われている複合管には、6SL7、6SN7 などのような双三極管と、6SQ7 のような双二極三極管 などがある。それらの複合管は2つの真空管エレメントが1つのガラス球の中に封じこめられているだけのことであるから、各々独立した真空管として扱ってもなんら不都合はない筈である。ところが実際に働かしてみると、全然別個の真空管を使った場合には起きないようなトラブルを生じることがある。特にハイ・ミューの6SL7、12AX7 などの双三極管および6SQ7、6ZDH3A などの双二極三極管は、不用意に使うと予期しない現象を生じ易い。これらにつき経験したことを少し述べてみたいと思う。

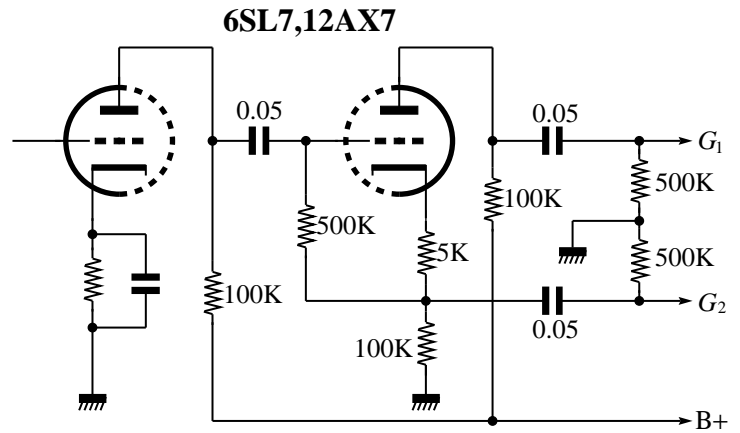
## 6SL7、12AX7 などの場合

この球は高内部抵抗・高増幅率のもので、多く低周波回路に使われる。この球はハムを出し易いとか何とかわれているが、それは複合管としてのトラブルとは別の原因であるからここでは触れないことにする。また1段で高いゲインを稼こうとして高い負荷抵抗を与えると、高音部で減衰が著しくなり、例えば第1図のような位相反転に使うと高音部でのバランスが悪くなるが、これも複合管としての問題ではなく、内部抵抗の高いことが原因なのである。

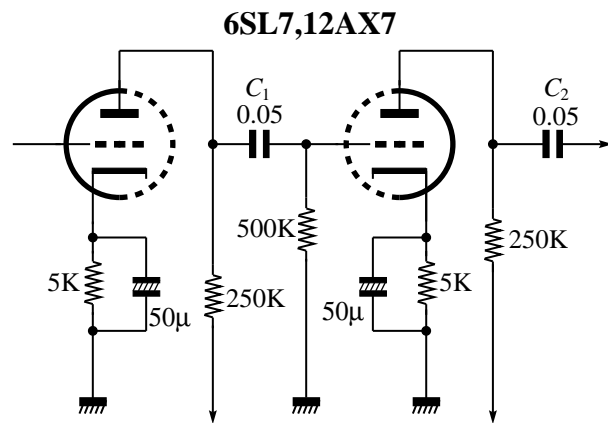
第2図は1つの複合管で2段増幅をした場合で、すこぶる平凡な回路であるから、周波数特性は可聴周波範囲では一応フラットにいく筈である。ところが実際に組立てて測ってみると、高い周波数のところがどうもフラットにならず、そして組立てた場合ごとに異なった特性になることがある。例えば高音部の減衰が予定した周波数よりも低いところから起き、あるいは急激に減衰してしまったりする。またその反対に、プレート回路の容量や電極容量によるミラー・エフェクトで当然下っていかなければならない高い周波数で却って上昇してゆき、ときによると測るまでもなく発振してしまうこともある。その場合でも、1段ごとに測ってみると異状は認められず、従って両方の段のものをグラフ上で総合してみたのでは一応理論通りのカーブが出てくるのである。

このような場合、高い周波数(8kc 以上)で総合のゲインを測っていないながら、その球のソケットやその球の回路に使ってある部品付近に、クリップ・コードでアースさせた金属片を持っていくと、ゲインが相当変ってしまう。また前段と後段のカップリング・コンデンサー  $C_1$  と  $C_2$  を平行に接近させると高い周波数のゲインは下っていく。そして1段目のグリッド側の配線やそこに入っているカップリング・コンデンサーなどを  $C_2$  のカップリング・コンデンサーに近づけてやると、急激に高い周波数のゲインが上るのが見られる。これは明らかに外部回路の容量結合によるフィード・バック現象なのである。

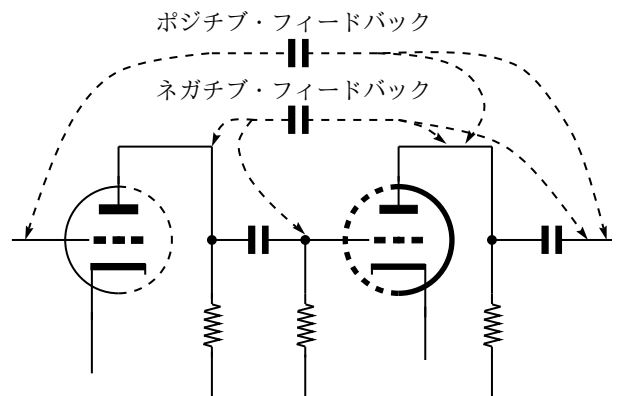
以上を考察してみると、第3図のように1段目のプレート回路(次段のグリッド側も含む)と2段目のプレート回路(その次の段のグリッド側も含む)とが容量的に結合したときは、



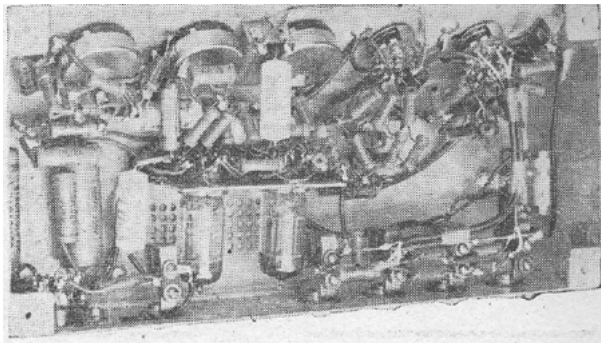
第1図 PK 分割位相反転に使うと高音部のバランスが悪くなる



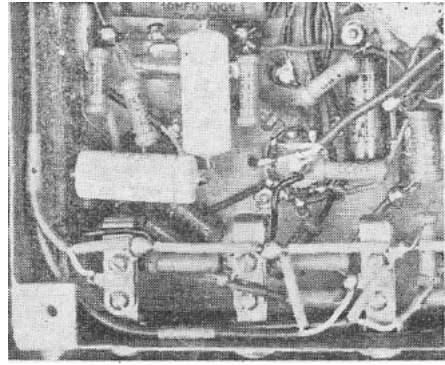
第2図 平凡なストレートの2段増幅回路



第3図 漂游容量のいかんによってフィードバックは正にも負にもなる

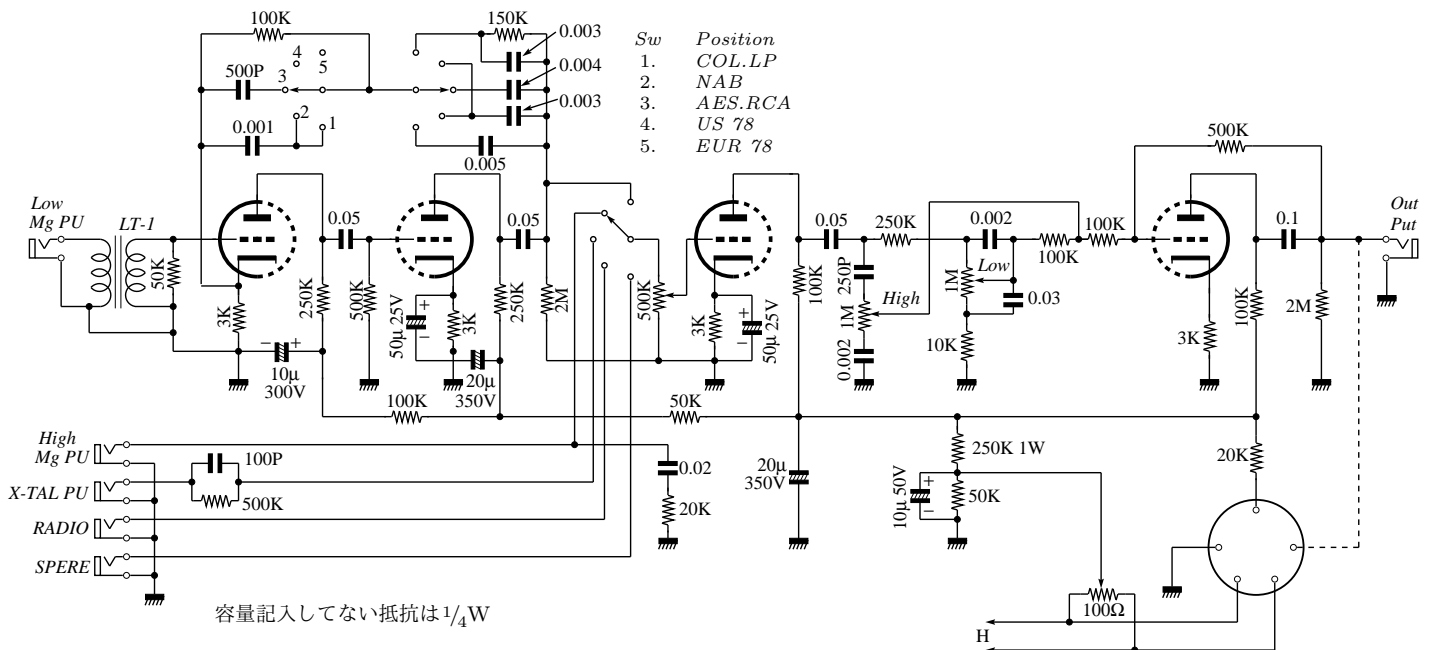


第4図 複合管のソケットに抵抗、コンデンサーが集中する



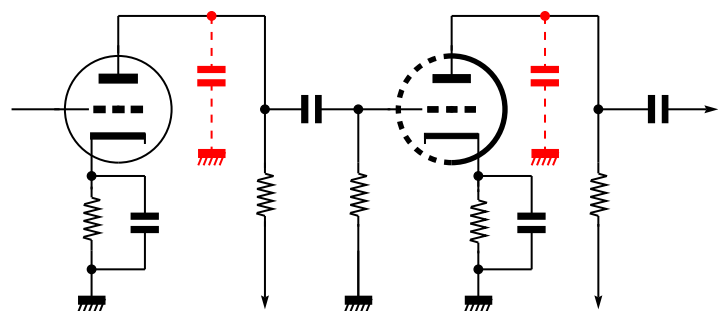
第5図 抵抗とコンデンサーが集中してソケットが見えなくなる

フィードバックはネガティブであり、従って高い周波数に向って減衰が起きるのである。また初めの段のグリッド側と2段目のプレート側が容量的に結合すると、それはポジティブ・フィードバックとなるから、高い周波数で上り気味になるのである。上記2つの場合の結合が同時に起きたときは、ネガティブとポジティブとでフィードバックが相殺されて、ちょうどフラットにいきそうなものであるが、実際にはそんな場合、高い方のカーブにわずかではあるが上り下りができてしまい、うまいぐあいにはいかないのが普通である。

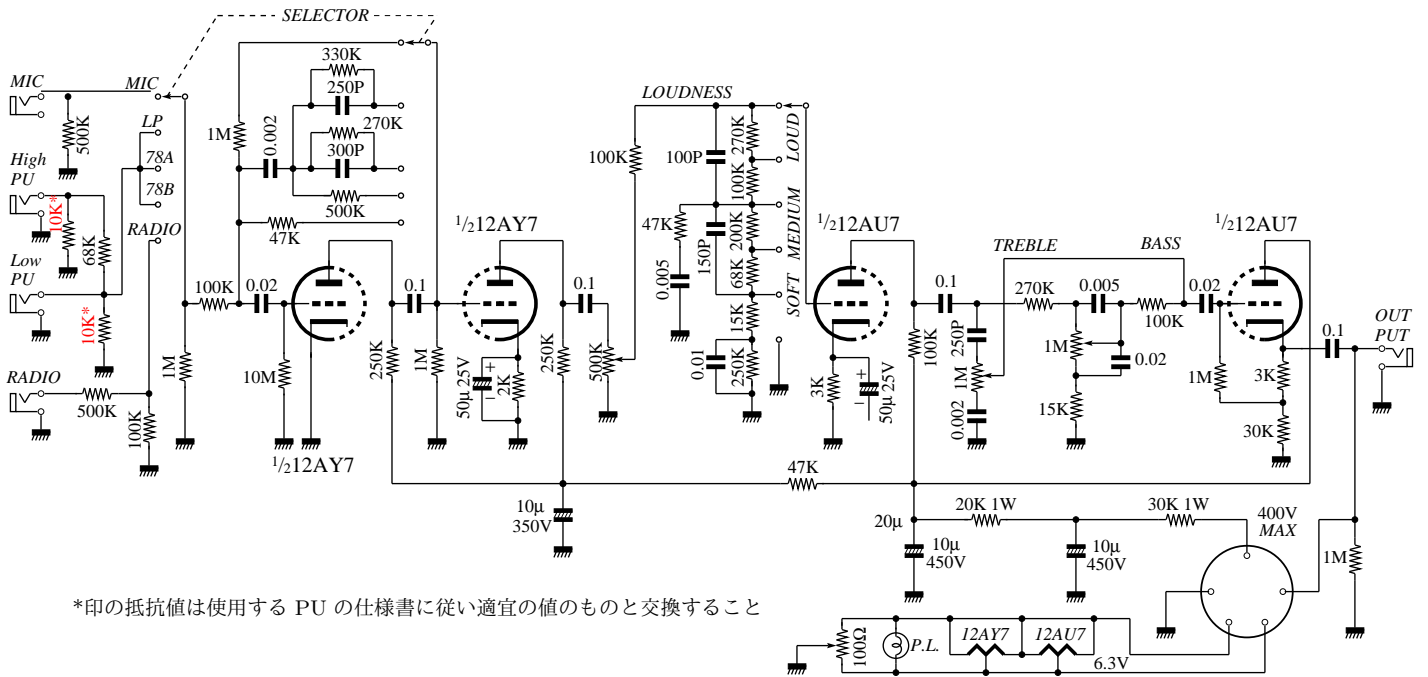


第6図 イコライザー付プリアンプ

第6図及び第9図は複合管の実際に使われている例で、いずれも近頃流行のロー・レベルPU用のプリアンプである。やはり複合管1個を2段増幅に使い、その間で周波数特性をそれぞれの用途に合わせたカーブにしているのであるが、こういうものを実際に組んで測ってみると、高音部で設計とはおそろしく隔りのあるカーブが出てくることが多い。すなわち高い周波数に向って6db オクターブで下っていく筈のものが、途中からフラットになったり、甚だしいものは10kc ぐらいから反対に上がっていったりするかと思えば、また高い方の下りかたがバカに急になってしまうこともある。これも当然1段目と2段目の



第7図 プレート回路に小容量を入れると安定になる



第 9 図 イコライザ、ラウドネス・コントロール付プリアンプ

回路の容量結合によって生じる現象なのである。

これは第 2 図のような簡単なものとは違い、実に多くの抵抗やコンデンサーが用いられており、これが実物の第 4 図および第 5 図で見られる通り 1 つのソケットの近くに集中するのであるから、下手をすると設計とはまるきり違った特性になってしまうのも当然である。またたとえ上手に組んだところで漂游容量というものはある程度は避けがたいものであるから、実際のカーブは設計で予期したものと多少変わってくるのも当然である。

写真の例はかなり理想的に組んだつもりのものであり、従ってカーブも大体において設計値に近いものが得られているので、プリアンプ組立の際の参考にせられたい。

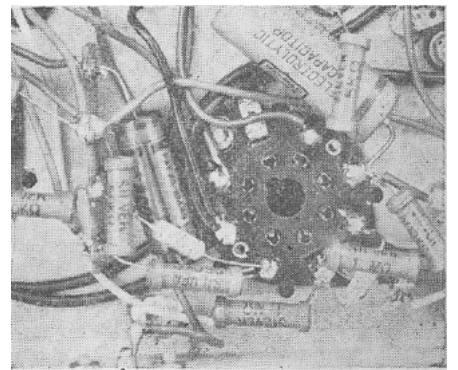
実際に作ってみて、いろいろ工夫してみてもどうしても設計通りのカーブが得られないというような場合、回路の数値をカット・アンド・トライで変更して目的通の特性にしてやることもあるが、あまり感心した手段とはいえないと思う。

話を前に戻して、実測カーブが設計通りにいかない場合、第 2 図の回路に第 7 図のように点線で示したように結合回路に並列にコンデンサーを入れてみるとよい。コンデンサーといっても非常に小さい値で、数 pF か十数 pF という程度のもので、大きくとも 20pF 止りである。20pF にもなると、2 段に涉って入れずともどちらかの 1 段でよい。これは漂游容量によるフィードバックに対する一種の位相補正用とみてよいだろう。

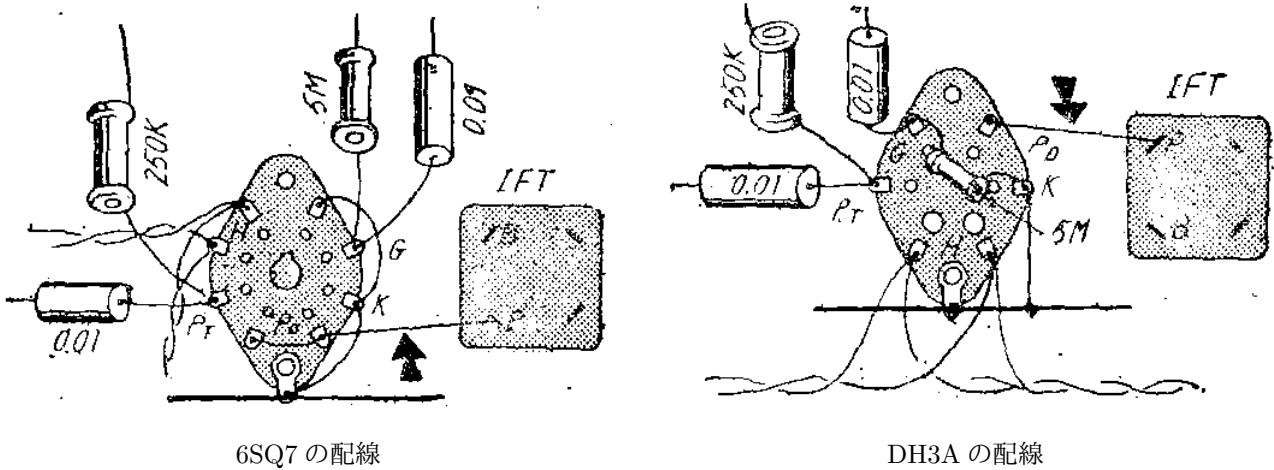
ところでこのような小さいコンデンサーは実際に当ってわざわざ入れる必要はないのである。というのは、プレート回路またはグリッド回路にシールド線を使えば、たちどころに容量が入ってしまうからである。シールド線の 10cm は 10pF 以上の効果がある。これは第 6 図や第 9 図のような回路に応用して特に効果がある。ただしあまりシールド線を使い過ぎると逆効果になるおそれがあるから、その辺は適当にしなければならない。

### DH3A, 6SQ7 などの場合

これらの双二極三極管は、スーパーの第二検波と低周波の初段の増幅に使われていて、第 11 図はその一般的な回路である。この球は 5 球スーパーなどでは普通ではトラブルを生じることはないが、プッシュプルなどにして低周波のゲインを高めた場合、ラジオのボリュームがあるレベル以下には絞りきれなくなることが多い。



第 8 図 6SQ7 のソケットの裏側の配線は相当混みいつている



第10図 6ZDH3Aの方が理想的に配線できる

ボリューム・コントロールを廻しきってもまだ音声が残っているという場合、第11図に点線で示したように三極部のプレート・アース間にバイパスを入れてやるとだいぶ小さくなる。バイパスをそれ以上大きな値にしても高音部を減衰させるだけで、あまり効果がない。

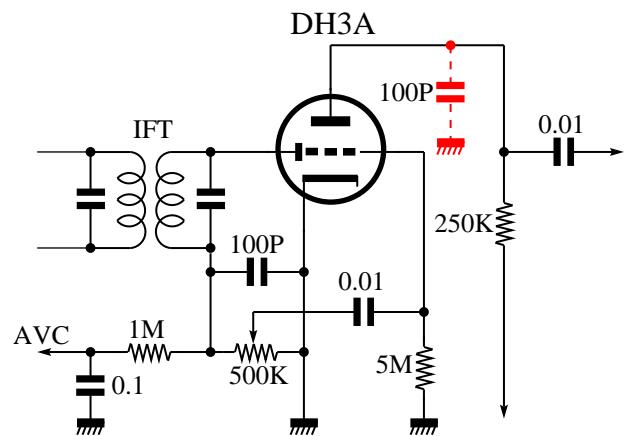
この場合、6SQ7、DH3Aなどのソケット附近の部品の配置を少し変えてやっても、絞りきれなくなるのを幾分少なくすることができる。

このような現象を起す最大の原因は二極プレートと三極プレート相互間の容量である。その容量を通じ、検波出力が二極プレートから三極プレートへと飛び移り、結局三極部を素通りすることになるので、ボリュームが絞れないことになる。二極プレートからは中間周波信号そのままのもも三極プレートの方へ乗り移ってくるが、これも増幅回路の非直線的な動作によって検波され、音声となってスピーカーから出る可能性もある。いずれにしても、三極部プレート回路のインピーダンスを容量的に低くしてやればそれらの現象は小さくなるので、低周波の特性をあまり損わない程度に100pFぐらいのバイパスを入れておく必要がある。

二極プレートと三極プレート相互間の容量は、真空自身では大したことではない。ソケットの端子間の容量は、6SQ7のように二極プレートと三極プレートが隣り合っているものでは2pF前後であるが、実際に配線した場合には、第8図のように三極プレートの端子にはカップリング・コンデンサーと抵抗がつくから、それらの漂容量でさらにふえる。

6AT6のようなミニチュア管では球自身もそうであるが、ソケット端子間の容量も小さいのである。しかしソケットが小さいだけそこに部品を密集させることになり、従って部品相互間の漂容量が増加するから、結果的には大型管と大差ないことになる。この点DH3Aでは両プレート間にグリッド端子が入っているから、第10図で較べてみても判る通り配置を工夫すれば、相互間の容量を減らすことが比較的容易である。写真は6SQ7の実際の配線の例である。

いずれにしても両プレート間の外部での相互容量は避けられず、従って低周波のゲインの高いものではボリュームを完全に絞りきるということは不可能であるから、完全に絞りきる必要のある場合は複合管を使わず、第二検波管を6H6とか6AL5で独立させるよりほかない。



第11図 スーパーの第二検波回路

## PDF化にあたって

本PDFは、

『無線と実験』1954年9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。