

球式 HF アンプの試作と実験

1、自作遊びのきっかけ

この自作遊びを思いついたきっかけは二つあります。その一つは、今更真空管の時代ではないですが、その昔東京在勤時時々秋葉原や周辺のジャンク市などで遊びがてら入手していた球用の RF パーツなどをまだ捨てずに持ち合わせていたことです。そしてもう一つのきっかけは、某地の電子城の売り場で、適当な真空管の掘り出し物を発掘したことにあります。



写真左の X 球と呼ばれているもので、4X150A という強制空冷で、シールドルームを作って、バンバン冷やせば、頑丈であるらしい評判を聞いていました。球の主な定格は次のようです。

- ・プレート許容損失 250W
- ・プレート電圧 2000V
- ・f max. 500MHz
- ・ヒーター電圧・電流 6±0.6V、2.6A

この球を2個並べれば、HF 帯で300～400W 位のリニアアンプができるのではないかと期待しています。

又、写真右の左が、プレート損失150W の3極管 (572B)、真ん中が今回の X 球、右の小さいのが前回の遊びで試験した PEP150W クラスのトランジスターになります。大雑把に言うと、似たような能力の電力増幅素子で、大きさの比較が一目でできると思います。

2、筐体 (箱) 探し

今の時代では、この種の自作収納に適したケースを入手することが大変やっかいです。はたまた自作する馬力もありません。そこで運よくでてきたのが、当局のハムライフ最初の頃に手に入れた八重洲トランシーバーで、FT401 という10W 機の残骸が錆びかかったまままだ残っていたので、この箱を利用してアンプを作ってみることにしました。



皆さんも記憶にあるかもしれない懐かしい機械です。



写真左 ; パネル前面で、オリジナルのつまみや飾りをできるだけそのまま生かし、メーターなどの必要な部品を取り付けて改良をしました。メーターはプレート電圧、プレート電流、高周波出力が見れる様、3個を設置しました。(オリジナルのアナログVFOのダイヤルや表示などを取っ払って)

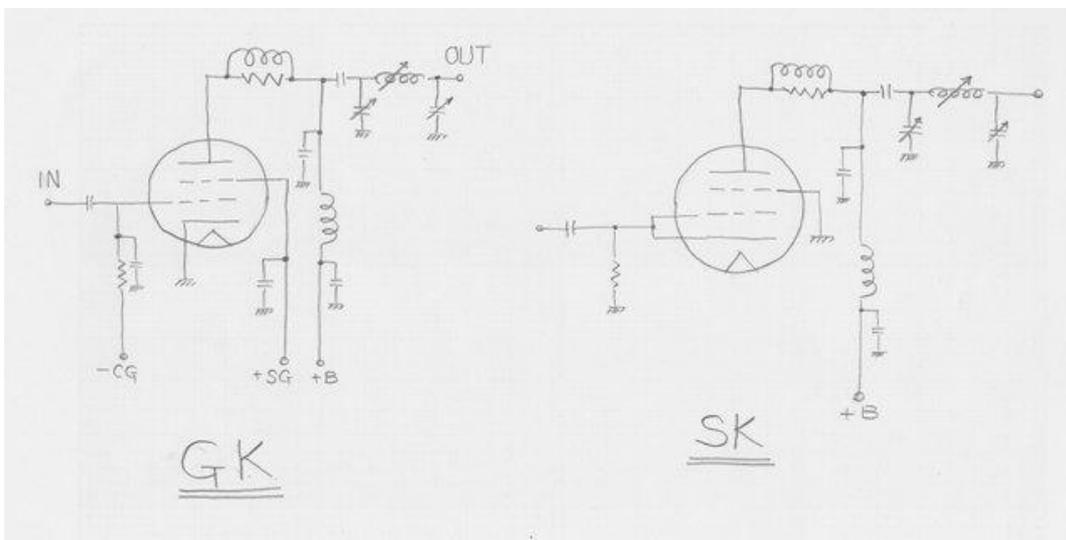
写真中 ; オリジナル構成を全部取っ払って (もともとあまり残っていませんでしたが)、空の状態から得意の現物合わせによる元機械屋のものづくり作業を始めました。

写真右 ; オリジナルでも終段タンク回路が付いていた同じ場所へ、昔入手在庫してあったタイト製高耐圧ロータリスイッチ (1回路-5接点) と、タンクコイル (八重洲リニヤの純正予備品で新品ジャンク) を据え付けた状態です。

このタンクコイルは、160-80-40-20-15-10の6バンドのタップを備えていましたが、スイッチの接点数と今様の機能へ衣替えさせるため、コイルに新しいタップを追加し、40-30-20-17-15の5バンドとし、これで本機の仕様は7MHz-10MHz-14MHz-18MHz-21MHz帯用と6バンド機へ勝手に変貌することになりました。

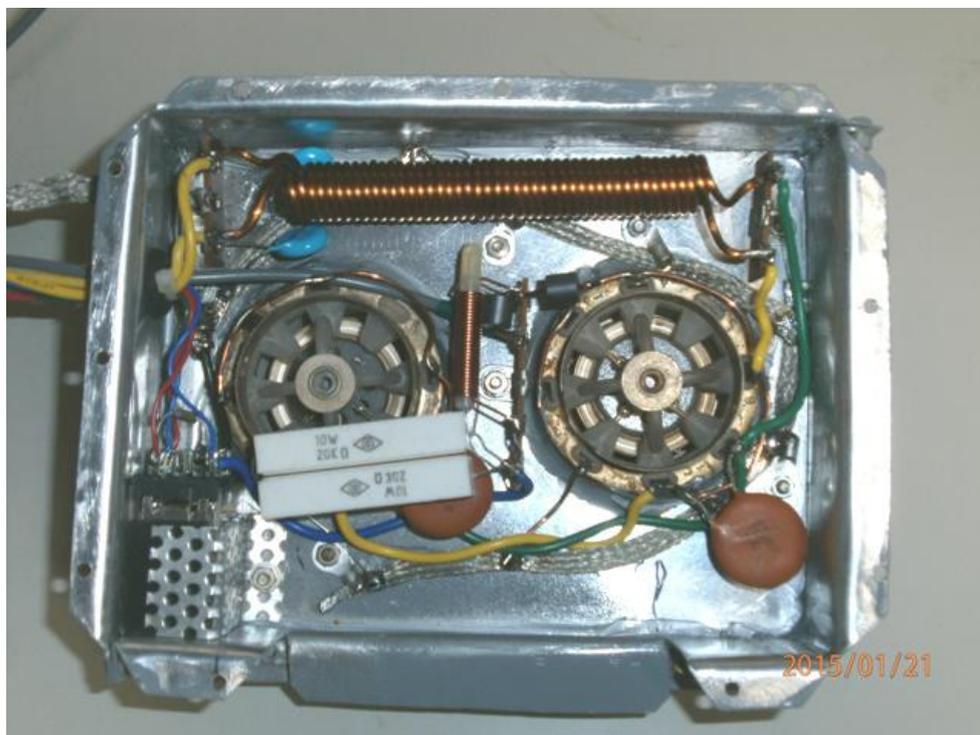
3、リニヤアンプの回路

X球のような4極管によるリニヤアンプ回路は、下図左のカソード接地型 (GK) のAB1級の増幅回路が一般的とされるようです。しかしこの場合は、プレート電源 (高圧) とヒーター電源の他に、スクリーングリッド電源 (300~350V)と、コントロールグリッド電源 (-50~-100V) の4種類 (リレー用補助電源は含まず) も必要になり、手持ちのトランス能力がないこと、あっても設置スペース不足で現物的にうまく対応できない問題などがありました。

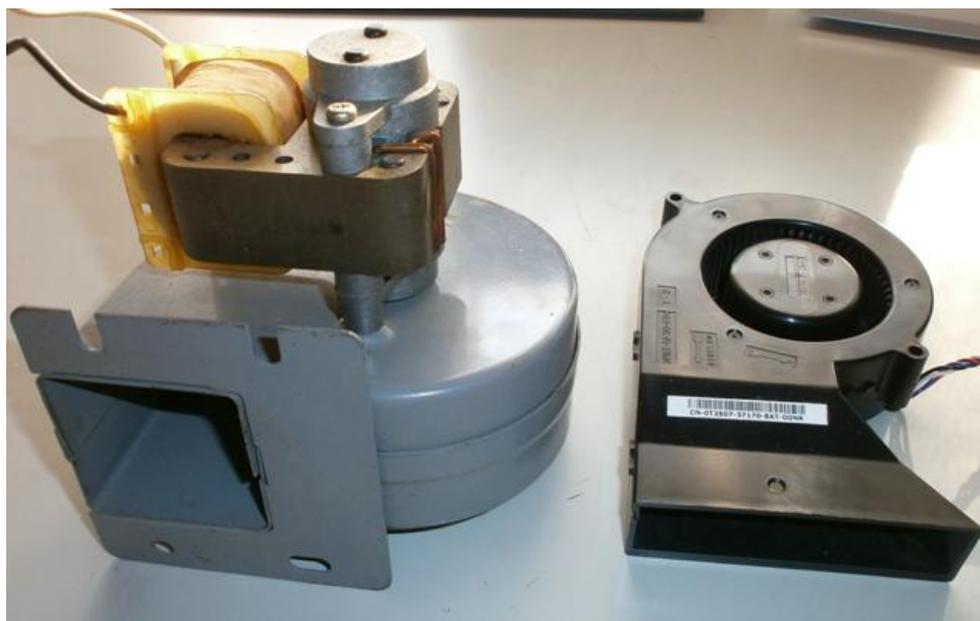


そこである教科書を眺めていると、上図右のようなスーパーカソードドライブ（SK）と呼ばれる4極管リニヤアンプ回路という存在があり、これはスクリーン電源を必要とせずに疑似3極管動作をするらしく、詳細な知識などないままに、電源の簡潔さと現物への整合性に飛びついて、こいつで試作をやることにしました。

4、リニヤ増幅部の本体（シールドルーム）

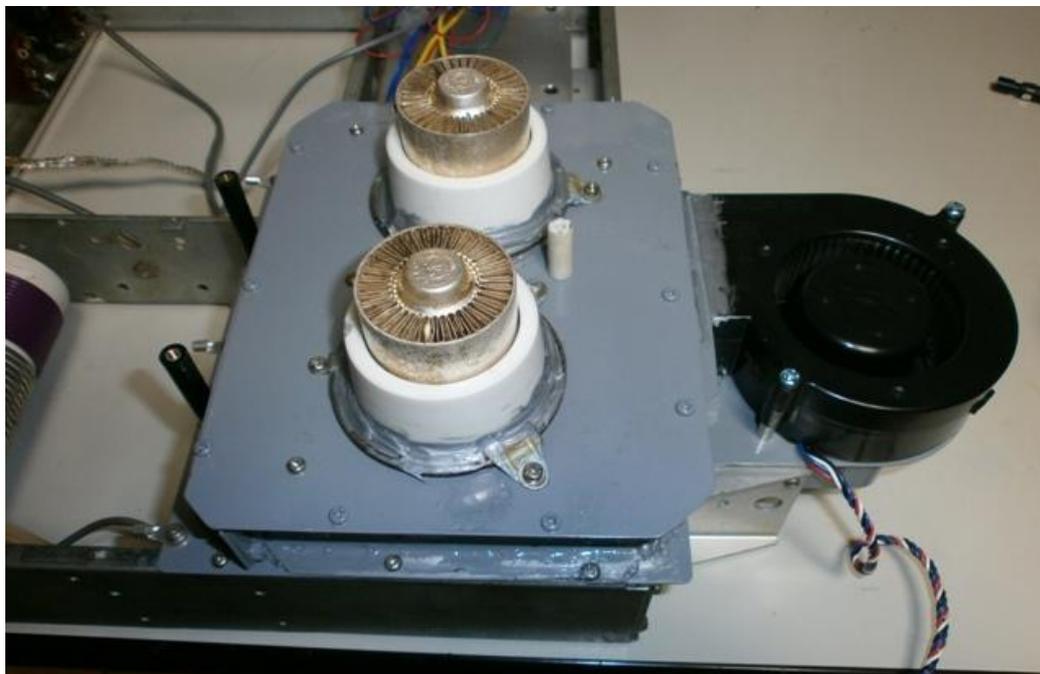


アルミ板で弁当箱状の箱を作り、100均のコーキング接着剤で接合部を固め、シールドルーム構造作りました。X球プッシュプル構成で、フィラメント・チョークなどソケット周りの配線を済ませた状態です。見ての通り、外観は素人細工そのものです。

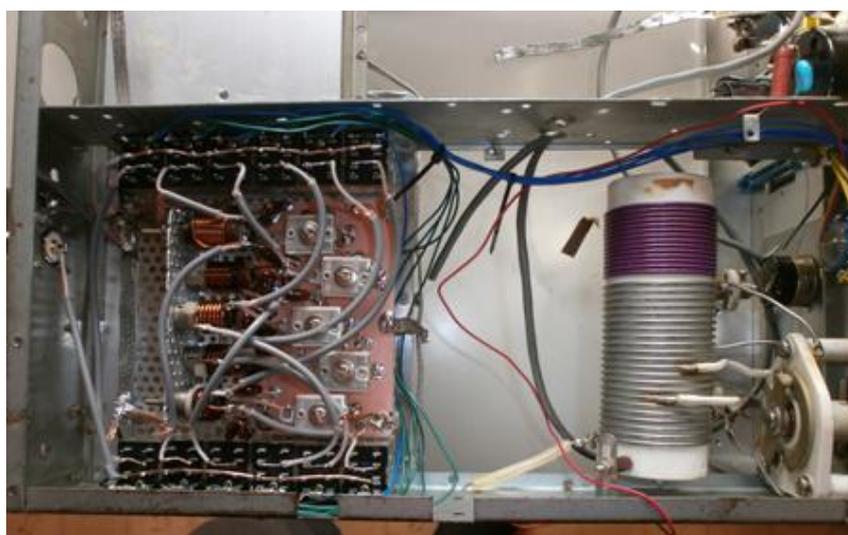


シールドルームへ風圧を高く保ち、できるだけ大風量を送り込むために送風機は、シロッコタイプで、左が昔入手していたAC100V駆動のもの、右は市内の中古屋さんで200円程で

買った DC12V 駆動のもので、CPU か大容量メモリー冷却用のようなものではないかと思われ
ます。両者を実際に動かして見ると、はるかに小型の DC12V の方が、風圧・風量共に数倍勝っ
ていました。また DC 電圧をある程度変えることによって、風圧/風量、騒音を加減できるため、
大変重宝で、こちらを使用することにしました。



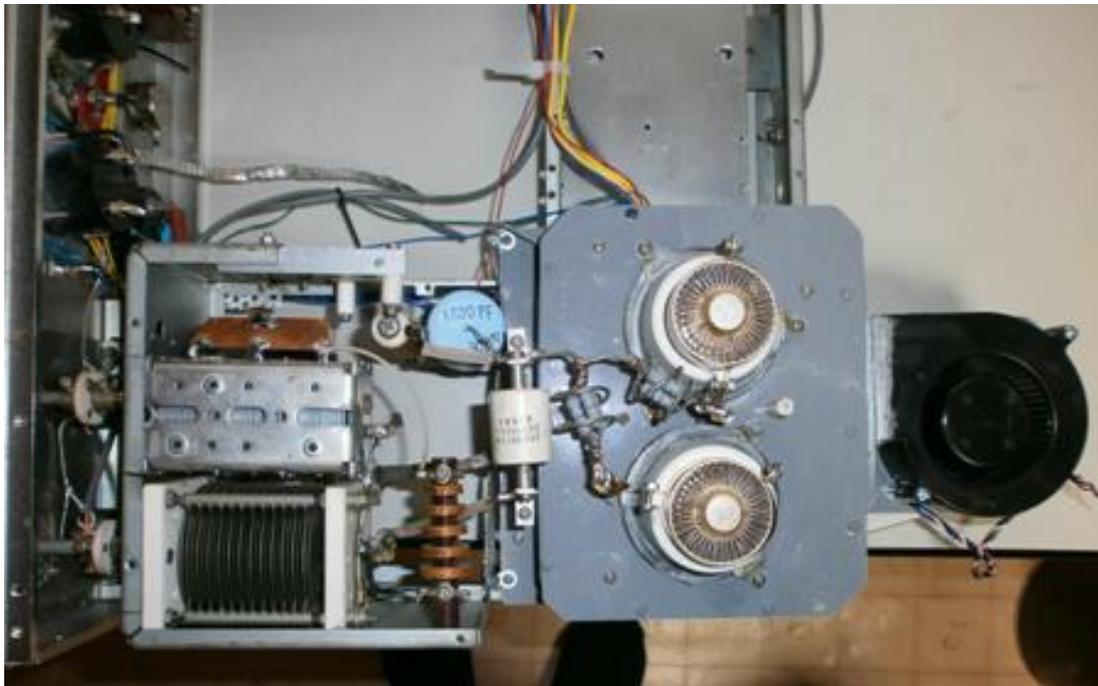
このシロッコファンを組み込んで、X 球用チムニー（煙突、昔これも入手していました。）を
据付け、フレーム筐体に取り付けた状態で接合部をコーキングした姿です。これでシールドルー
ムへ供給される冷却風は、X 球自身の冷却フィンと煙突と球の小さな隙間から噴出し、ガンガン
強制空冷される仕組みになります。



このシールドルームの底部のシャーシー空きスペースへ、5 バンド入力同調回路を組み込みま
した。バンド切り替えは DC12V リレーで行い、前述の終段タンク回路切り替え SW は 1 回路の
みで連動させれないため、面倒くさいですが別の小型ロータリー SW で個別に切り替える仕組み
になりました。このリレーと一部の同調用マイカコンデンサーは、クラブの大御所 JA5BQC
田中 OM より、譲っていただきました。



終段部のプレート VC (5KV、150PF) と負荷 VC (500V、受信用430PF×3連を、タンクコイルの上部へ据え付けてオリジナルの操作つまみにうまく接続することができました。(この種の VC も今ではなかなか手に入りませんが、昔は多く出回っていました。)



上の写真3枚は、ファイナル部の配線が終了した状態です。
X球プレートキャップ (銅版で作成)、RFC(プレートチョーク)、カップリングコンデンサー、バイパスコンデンサー、パラ止用 R&L など金具や絶縁端子を利用して固定配線しました。



かくして上の写真のような姿で、FT401（10W トランシーバー）の器にリニヤアンプの心臓部になる X 球プッシュプル仕様の終段増幅装置を完成させることができました。下側の大きな空きスペースへ、これからぼつぼつ電源装置を組み込んでいく計画になります。

6、入力同調部のカット&トライ調整

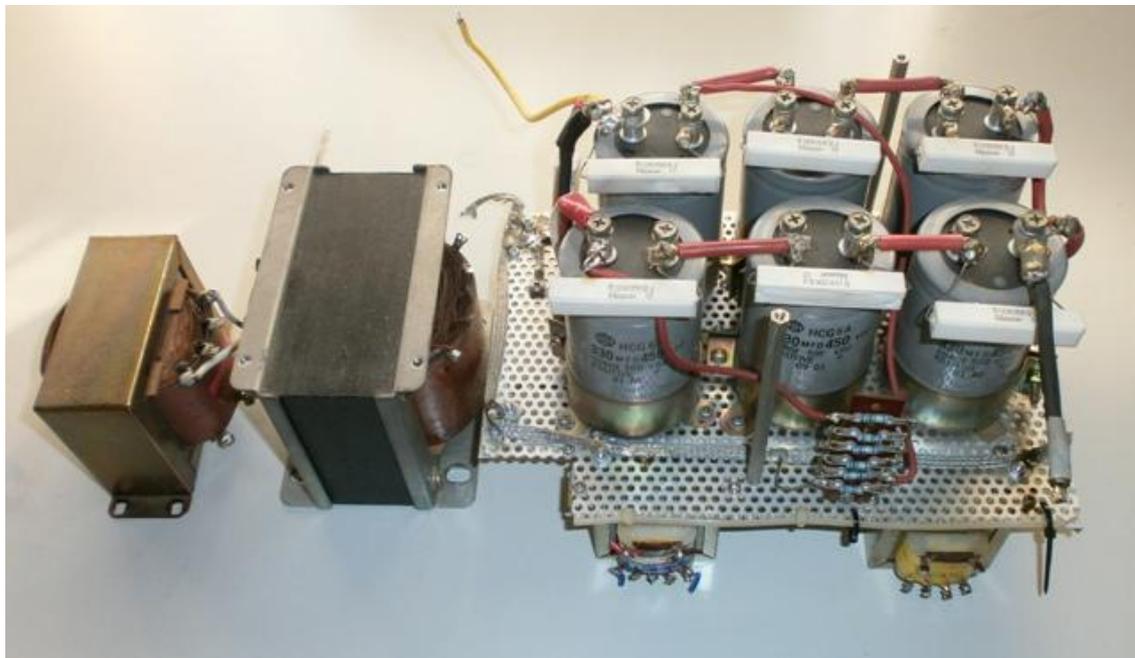


重量のかさむ電源装置を組み込む前に、入力同調回路のカット&トライ調整を行いました。コイルの巻き数、ダストコア位置、コンデンサ容量を得意の山感的変更で、最終的には各バンド SWR が 1.0 ~ 1.2 で、上々のところにうまく追い込めることができました。

7、電源部の製作

本機の動作に必要な電源は、下記の通りです。

- 1) ヒーター用 AC 6.3V×2.6A×2本分
- 2) プレート用 DC 1800~2000V×約0.3A
- 3) 補助電源 (DC 24V リレー用、DC 12V リレー用、DC 12V シロッコファン用)



左から、ヒーター用トランス、プレート用トランス、倍電圧整流回路の半完成品になります。ヒーター用トランスは、6.3V×10A仕様で少々余裕がありすぎるものですが、在庫の都合上、大は小を兼ねるで利用しました。

プレート電源用トランスは、2次側が400、500、600、700Vのタップを備えた0.3A容量の在庫品です。600Vまたは700Vを倍電圧(3倍)整流(写真左)することによって、DC1800または2100Vを得る仕組みとしています。(2次側1800V×0.5~1A位のトランスと全波ブリッジ整流が理想のようですが、物が無いので贅沢は言えないところです。実負荷で300mAくらい流れると、相当電圧降下するだろうと予想されます。)



電源装置を組み込んで、全ての配線が完了した状態の上から見た姿になります。

左側；上；終段バリコン

下；X球AMP(シールドルーム)

最下；シロッコファン(黒いの)

右側；上；倍電圧用コンデンサー回路

下；ヒータートランス、アンテナリレ
高圧用トランス



同様に、底面から見た完成姿です。

右側；上；タンクコイル

下；入力同調回路

左側；

空きスペース（左上）に、リレー用などの補助電源やコントロール回路などを組み込んでいます。

ダミーロードを使った試験結果は下表の通りです

周波数帯	出力-1（ドライブ50W）	出力-2（ドライブ75W）
7MHz	200W	320W
10MHz	250W	350W
14MHz	200W	300W
18MHz	180W	280W
21MHz	180W	280W

（I P（電流）は、出力-1で、200mA～220mA程度、出力-2で260～270mA程度流れています。）

素人細工としては、運よく珍しく一発でそれなりに動きました。（特にSK回路なるもの）

又、もうちょっと出るかなあと考えていましたが、大体予想したあたりでもありました。

原因としては、電源装置の貧弱さにあるようです。持ち合わせの700V×0.3Aのトランスを利用した倍電圧回路で2100Vの高圧を作っていますが、負荷運転時には1700V付近まで電圧降下を起こしています。ここは1500V×1A程度のトランスにより、全波整流された電源で駆動すれば400W以上くらい期待できるだろうなあと思いました。

最後に添付する写真がFT401Sの面影を少し残しながら、無事試作できたアンプです。

重たいこと（約20kg）、シロッコファンが少々うるさいのが難点です。（但し、持ち運ぶことはありませんので貫禄十分という感じです。）

注）なお本機の仕様は、当局にとって従免OKですが、局免NGなので飾り物です。



8、おわりの雑感

試作実験が終わった本機は現在解体処分して影も形もありません。

de JA5PWW