

ソリッドステート HF アンプの試作と実験

1、はじめに

ふとした幸運な機会があつて、掘り出しモノのソリッドステート式 HF 帯広帯域 AMP キットを入手できました。無銭家精神による約1年がかりでやっと完成までこぎつけることができましたのでその概要を紹介してみます。

掘り出し物は；2～30MHz 300W 広帯域アンプキット（USA CCI 社）

石は、MRF422×2（USA モトローラ社バイポーラトランジスタ）です。

＊）現在の当局は100W 免許で、この設備仕様のアンプでオンエアすることはできません。うまく出来上がる見通しが得られれば、免許変更など対応についても考えてみる予定で試作を始めました。



2、基板の組立と仮試験

- 1）基板と終段トランジスタを含む全パーツがキットセットになっており、付属マニュアルを参考にして、まず終段の石を除く全パーツを組み立てました。（小さなチップ型コンデンサーが多用されており、この細かいハンダ付け作業が一番やっかかったです。）
- 2）基板完成後、仮電源を使ってアイドリング電流（バイアス）がうまく可変調節できることを確かめました。



基板（写真中央、終段の石は未装着）の単独試運転（バイアス可変調節機能）
写真左は仮設電源（DC28V）

3、熱拡散用銅版へ装着

3mm t 銅板（黄銅）に、基板を組み付けるとともに（数mm浮かせて）、終段の石をシリコングリスを塗って銅板に直付けし、更に熱保護用のダイオードが銅板に接するように、マニュアル定石通りの作業を行いました。

（銅板は、この種の材料を多用する仕事に従事する関東の友人から無償サービスしてもらいました。青銅材であれば加工が楽だったでしょうが、黄銅板は硬く穴あけ、タップ加工に手こずりました。特に100均のドリル刃はNGでした）

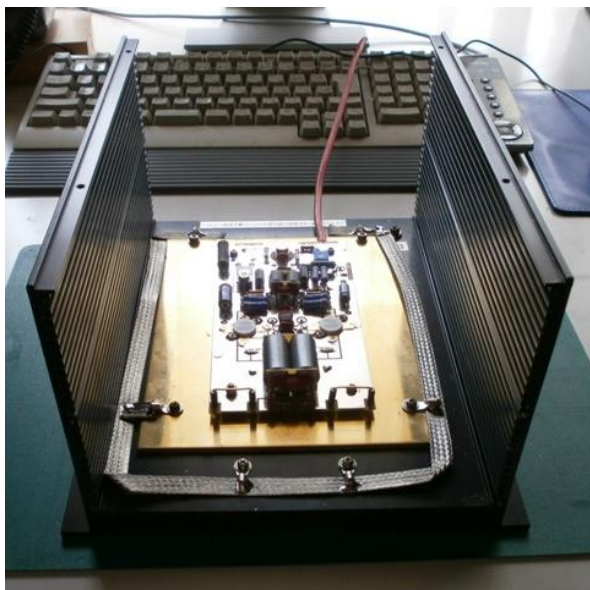


写真中程上下2個が
終段トランジスタ

4、放熱箱への組み込み

クラブの JA5KCY 秋山 OM より、最高の使い勝手になった箱（ケース）の払い下げを頂きました。噂によると同氏宅には、宝の山が眠る倉庫があるらしいです。

小型電動機の手速度制御箱だったようで、底面と両側面の3面が放熱構造の大変優れもので、大きさも正にどんぴしゃりで、写真のように基板・銅板を直付けすることが



できました。

銅板の周囲は編組線でアース配線を這わせました。

箱の高さも十分あり、下段を AMP、上段を LPF を配置するのに絶好の使い勝手となり、このような幸運はめったにないことだと喜びました。

4、LPF の自作

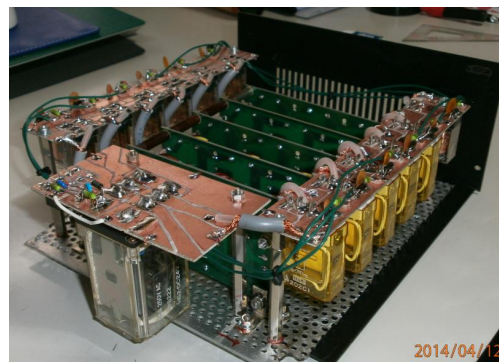
AMP キットメーカーの CCI 社より、LPF のただの基板のみ個人輸入の実習を兼ね買いました。

@ \$ 6 × 6 枚で、こんな面倒くさい少額品は売ってくれないのではと心配しましたが、親切に郵送してくれました。

同社の設計データもちょっと拝借し、手持ちのトロイダルコアに不足分を買い足して、6 バンド分を作って 9 バンドに対応させました。

1 6 0 m (専用)、8 0 m (専用)、4 0 m (専用)、2 0 m (3 0 m と 2 0 m 兼用)

1 5 m (1 7 m と 1 5 m 兼用)、1 0 m (1 2 m と 1 0 m 兼用)



FILTER ELEMENT の両サイドは、バンド選択用リレー (DC24V)、後面の大きなリレーはアンテナ切り替え (送受切り替え) 用になります。



1 階が銅板に装着した AMP 本体、2 階が LPF で、我ながら中々うまく収まりました。



リニアアンプ前面

左がバンドセレクト用 (LPF) ロータリ SW

中部がバンド表示 LED (1 6 0 - 8 0 - 4 0 - 3 0 - 2 0 - 1 7 - 1 5 - 1 2 -
1 0 m の 9 バンド)

右端の 2 段配置 LED は受信 - 送信の表示

(LED の形、色が揃ってないことは、在庫品使い回しによる愛嬌です。)

5、電源装置

メーカーより、本 AMP をうまく動作させるには、DC 28V × 2.5A が推奨されて
いました。無銭家にとって、この電源が一番悩むところとなりましたが、思案の
結果スイッチング電源をアマチュア的に利用することに落ち着きました。



27V×11.7Aのスイッチング電源 (made in 台湾)、ついでにセメント抵抗 (0.1Ω/10W)、ダイオード (30A)、電解コンデンサ (50V×10,000μ)などを特殊ルート?で格安に仕入れてきました。

Webサイトなどで予習してみましたが、スイッチング電源の並列運転については、メーカーは電流制限機能があれば可とするが、ない場合は不可と言われています。(入手品は、過電流と過熱保護機能が有でした。)

方や、アマチュアの記事には、ダイオードあるいは抵抗をかまして、電流の等分配をやれば実用OKとする紹介が多くありました。



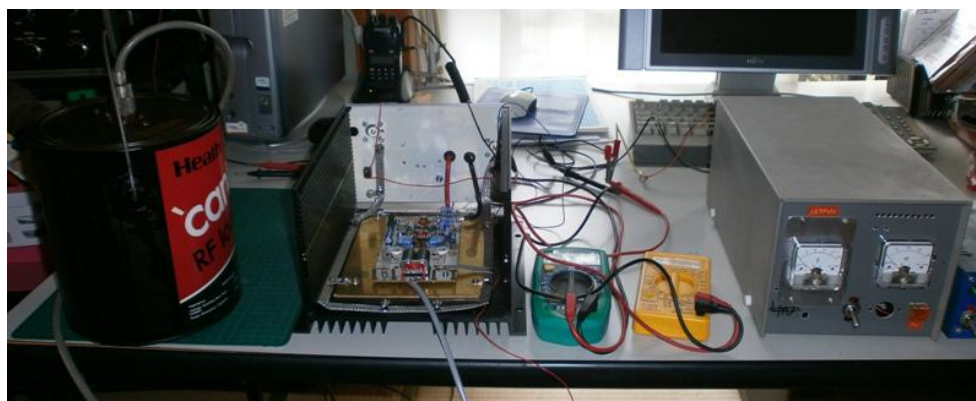
そこで、得意の盲蛇におじずの実証で、ダイオードとセメント抵抗の両方をかまして、電圧の微調整機能で、27V⇒28Vにジャスト調整し、28V×約30A能力の安定化電源を作りました。(記事の一つによると、コンデンサをぶら下げるとノイズ抑制効果があると書かれていましたが、空きスペースがないのでまだ付けていません。)途中、しっかり冷却せよとの取説記載に気付き、大きめの手持ちファンをあわてて組み込みました。(写真右)



LED 3個はSW電源基板より移設
(これでどのユニットダウンかすぐ判ります。)

電圧は、10V計を抵抗で分圧して50Vが読めるようにしました。(テスターで校正しOKです。)電流は、手持ちの20mA計に自家製(抵抗)分流器をつけて50A計にした予定ですが、目下校正手段がなく信頼性なし(低)です。

6、完成及び試運転



バイアスの設定調整

電源とダミーロードを接続、バイアス（アイドリング）電流を所定値（ $100\text{mA}/\text{石} \times 2 = 200\text{mA}$ ）に調整し、この一箇所のみで調整は完了です。LPF 及び箱内を配線し完成にこぎつけました。

＊）ソリッドステート式広帯域 AMP は調整が大変シンプルで楽です。

また、キットの再現性も大変良さそうです。（以前に QRP タイプの同型式の広帯域アンプを予行演習で自作遊びした時、入両側及び出力側のインピーダンス変換（トランス自作）で苦心しましたが、本機のキット部品は、さすがに良い仕上がりようです。）

＊）配線は、メーカー製のように全てコネクタでやりたいところですが、無銭家スタイルは、全てハンダ付けになりますが、ぜいたくは言えません。（保守時は、いちいちハンダゴテ対応で分解組立ということになります。）

さっそくエキサイタ、電力計（ANT カップラーの出力計）、ダミーロードを繋ぎ、試運転結果はおおよそ下表のとおりです、（input は約 20W です。）

BAND	出力 (W)	電流 (A)	効率 (%)
160	180	1.2	54
80	220	1.3	60
40	250	1.3	68
30	290	1.8	57
20	320	1.7	67
17	280	1.5	66
15	350	2.2	57
12	250	2.6	36
10	250	1.8	50

30m-15mBAND が良い効率で動くようです。

20W 入力で300W 出せそうですから、ほぼ仕様通り上々の性能です。

上と下のバンドは、入力 SWR が悪くなって（上がって）効率が落ちるとされる類似製作情報にある通りの性能になっています。

（電流は正しく測定できていないので、効率も正しく算出できていません。）

7、無負荷試運転の繰り返しにより石の昇天トラブル発生及び仕様変更

この種の機械の初めての試作経験と、順調に動いたことより更なる興味が大きくなり、ダミーロードの負荷による試運転を繰り返している過程で、出力停止に直面してしまいました。石の故障だろうと予想し、分解取り外して導通試験してみると、見立て通りで最悪の状態で2個共、コレクターベース間が導通状態に壊れていました。（予想原因は、入力オーバーのようでした。）

石を単純に購入交換するには、結構な費用が必要とされ、免許も無いのにそこまで道楽して、この遊びを継続するに値しないと、あれやこれやと思案を重ねました。至った結論は、同じ素性（メーカー）で MRF-421 という石があり価格は約半分ほど、寸法及び取り付け形状は全く共通、100W (PEP) × = 200W (PEP)、使える駆動用電源として13.8V × 40A の手持ちが遊んでいること、TSS 保障変更式で免許対応もあわせて、一番経済的に実用機に変身できそうであることから、その方向に仕様変更と軌道修正を決めました。部品（石）の調達に必要な予想期間（輸入品で約1～1.5ヶ月）、TSS 経由による免許変更手続期間（不明）を想定して、両者を同時並行で行ってみました。TSS へ申請し、お役所から免許が届くまで約2.5ヶ月で、予想より早いのでちょっとビックリしました。



一度解体し、石を交換して、再組み立てすることによって、200W (PEP) のリニヤアンプとして、スムーズに再生することができ、これで晴れてアンテナにつないで電波を出せることができました。

8、おまけの遊び

もうひとつ老人用おもちゃを JA5KCY 秋山 OM より払い下げ頂きました



高温液体（or 気体）を冷却するペルチェ式電子クーラーだそうです。写真は分解途中の様子で、右が制御及び電源装置です。

大昔ペルチェ効果を、授業で聞いたような記憶がかすかにある程度で、初めて見る現物です。これをリニヤアンプの冷却システムに利用できないものかと、素人の無銭家遊びをはじめました。



上の写真は、どんな具合のものか素人が知るための予備試験をやるところです。

ペルチェ素子は、DC 1.2 V × 約 6 A (Max.) 程度の電氣的仕様のようです。

DC 約 4 V 位の電源を作り、まず電熱器で熱発生側を約 45 度前後に過熱し、電熱器から出してペルチェ素子に電流を流してみました。瞬時と言えどオーバーですが、あっという間に熱が移転し、熱発生面は冷たく（室温以下）なり、熱放出側に伝わって常温に放散されています。そして電流は 2 A 前後が流れています。これは大変面白く興味深々の初体験のシステムで、その必要性などまったく予習しないまま、さっそくりニヤアンプに組み込んで遊んでみることにしました。



左側写真、放熱箱逆立ち姿勢です。熱の最大発生源になる石の位置付近にペルチェ素子を配置し、熱放出用放熱板（白いの）と放出拡散用ファンを設置しました。ついでに、おもちゃの温度計も組み込んでみました。（放熱箱の底面温度実測）右の写真が、完成姿になります。

さて肝心の試運転結果ですが、当局はコンテストのようなヘビーデューターで運用するような趣味は無く、たまに気の向くままに使ってみる程度です。

このような場合、おおよそ徐々に温度は上がっていきませんが、ペルチェ素子による熱転移を起動させずファンだけを回すことによって、40度少々までの温度上昇で止まり、これで実用性十分ということになります。特に、箱の3面が放熱構造の優れた効果も良好に作用している結果だと思います。手で箱を触っても全体的ほんのり暖かい程度の実によい按配です。そしてペルチェ冷却をONすると、おおよそ4、5分程度で常温（室温、テスト時25、6度）まで下げることができる優れものになりました。（ペルチェ式電子クーラーで冷却させるリニアアンプは、聞いたことが無いので必要性は無さそうなもののオンリーワンマシンです。hihi）

9、おわりに

当局は、これまで100W運用を続けてきました。そして本機を使って初めて200Wで運用してみる感想は、QSBを押しつけて電波を届ける能力が（少し）改善できるかなあというのが比較実感です。パイル（DX）には、全く使い物になりません。hihi

最後に、いろいろと面白い素材提供を頂きましたJA5KCY 秋山 OMに改めてもう一度謝意を申し上げます。

（本機の完成はOMのご協力約60%の割合というところです。）

御笑覧ありがとうございました。

de JA5PWW

ソリッドステート HF アンプの改造遊び

1、はじめに

以前に、トランジスター式200WクラスのHFアンプの試作と実験を紹介しました。
(写真下)



アンプ本体



LPF

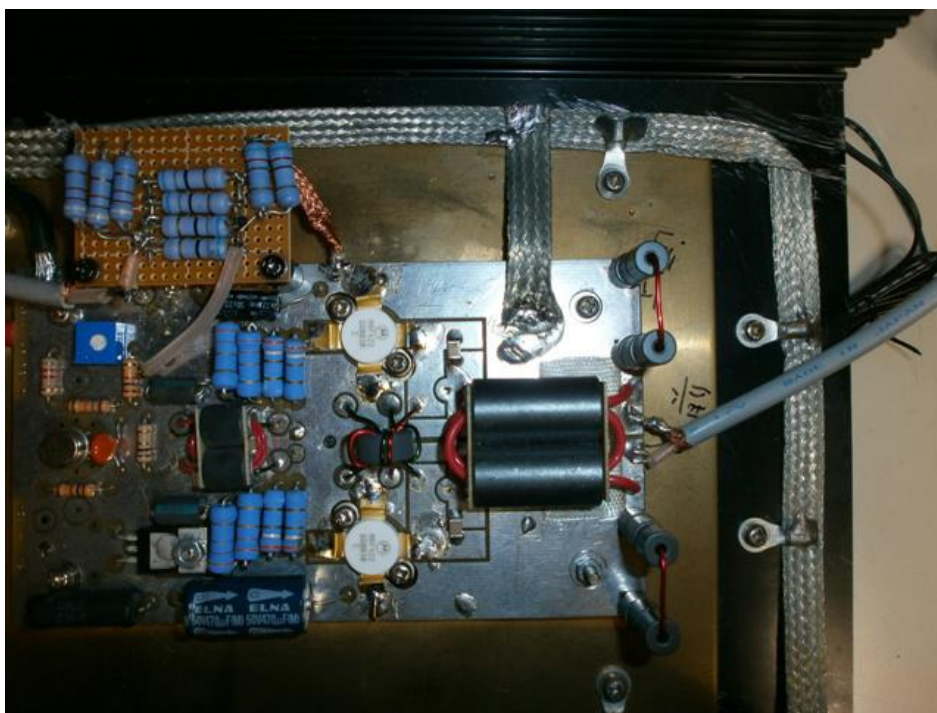


前面姿

保障認定による免許変更を経て、少々の試運転や試験操作の過程で、保護回路など無しの無防備と誤操作によって、トランジスター破損事故を起こし、遊び熱の低下と相まって暫し休眠中になっていました。

再整備の熱が少し上がり、改造もどきに挑戦してみましたので、おそまつながら簡単に紹介してみます。

2、アンプ本体部の小改造



中央2個)

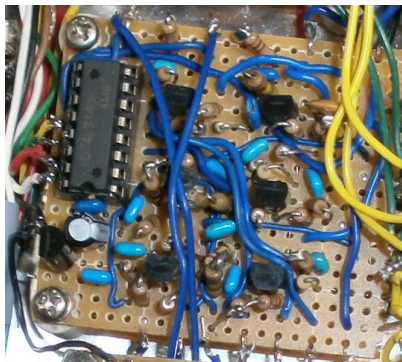
- 2) オリジナルの NFB 用抵抗は、1 / 2 W 程度の小さいものが使用され、破損（断線）まではしていないが高熱で焦げてしまっており、3 W の大きい酸化皮膜抵抗に交換してみました。（写真中央部トランジスタの左側列）
- 3) 次に、入力部に 3 d b の π 型アッテネーターを装着してみました。
過大入力に対する保安効果は、おまじない程度の期待です。（同写真の左上部分）

3、BAND DATA 信号による LPF セレクトの自動化に挑戦

エキサイターは YAESU 製トランシーバーを使用しており、同機のアクセサリー回路から出ている BAND 信号（BCD）は、現物チェックしてみると下表の通りでした。

周波数帯 (MH z)	BCD			
	D0	D1	D2	D3
1. 8	H	L	L	L
3. 5	L	H	L	L
7	H	H	L	L
1 0	L	L	H	L
1 4	H	L	H	L
1 8	L	H	H	L
2 1	H	H	H	L
2 4	L	L	L	H
2 8	H	L	L	H

- 1) この DATA 信号が判明すれば事は割りと簡単で、BCD をデコードするロジック素子（毛虫）によって BAND 信号を取り出すことができました。
- 2) そして LPF を切り替えるリレー駆動シーケンス（トランジスター）を組んで、自動化ができました。
LPF は、1. 8、3. 5 及び 7 MH z 帯が専用、1 0 と 1 4 MH z 帯、1 8 と 2 1 MH z 帯、2 4 と 2 8 MH z 帯が共用になっています。
- 3) これで LPF の手動切り替えミスによるマッチング不良、過大電流によるトランジスタ破損の連鎖反応を防げるはずです。



BCD デコード及び LPF セレクト用リレー駆動部

4、SWR 異常に対するプロテクト回路の挑戦

- 1) まず、SWR 検出の定番、CM 結合回路を自作しました。(トロイダルコア使用)
- 2) 反射波の検出信号で、SWR 約 3 (約 200W) で DC 約 5V 信号を得ています。
アナログオペアンプ回路でピークホールド (SWR の周期的変化をサンプルホールド) や比較プロテクト回路を作り、SWR が約 3 で安全回路を作動させました。



(CM 結合型方向性結合器)



(ピークホールド、プロテクト部)

- 3) 安全回路は、リニアアンプの DC 主電源を、リレーで遮断する仕組みになっています。

5、収納とパネルレイアウトの変更

左側写真は、改造前の LPF 装置になります。(中央部が LPF 基板、両サイドが切替用リレー-の配列でした。)

右側写真が改造後です。中央部の空きスペース (LPF 基板の上) に、今回の増設回路 (BAND 自動セレクト回路、SWR 検出 CM 結合回路、SWR 異常プロテクト回路) を組み込んでいます。





左側写真は、改造前の前面姿です。(LPF 手動セレクト用ロータリー SW とバンド表示 LED)

右側写真が改造後になります。

- ・セレクト用 SW は取り払われ、バンド表示と LPF セレクト表示の LED を 2 段に並べました。(下段部)
- ・上段の LED 列は、SWR 検出部の進行波信号（出力に比例）を利用して、LED を点灯させる出力表示のおまけの遊びになっています。

6、おわり

各機能予想に反して？一発でうまく動きました。

試作実験が終わった本機は、記念のオブジェとしてアンテナがなく電波が出せないシャックに今も飾っています。

de JA5PWW

