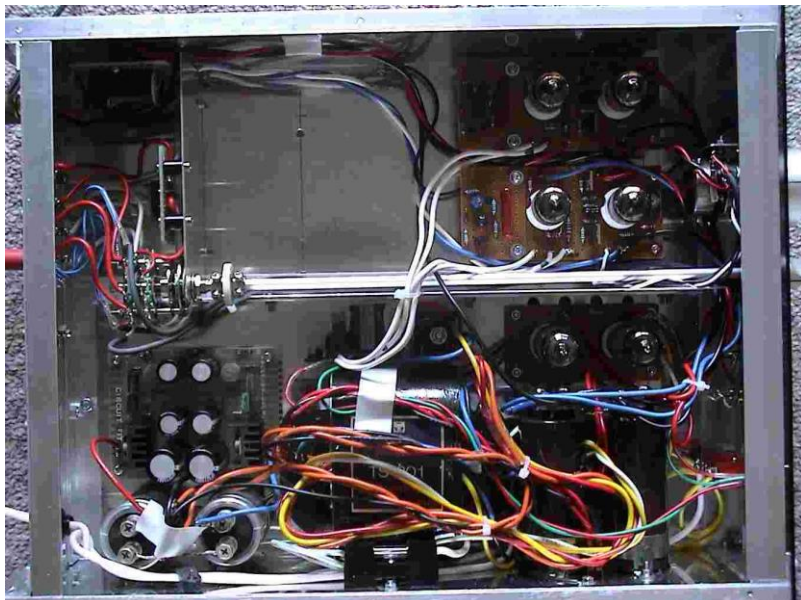


## 真空管式 DC フラットアンプの完成(2002.6.1)



これは今年連休前から取り組み、先日完成したばかりの真空管式 DC プリアンプです。「無線と実験」2002年2月号に掲載された金田明彦氏の回路をもとに組み立てました。スイッチを入れると1分程して緑色の B 電源ランプが点灯します。その後、おもむろにパワーアンプの電源を入れます。順番を間違えると真空管プリの初期 DC 変動分がパワーアンプに入力されるからです。奥さんと娘には説明書を作ってあげました。大きなツマミがボリューム、小さなツマミが入力セレクトで、TV/FM/CD&DVD/Phono/Tape の5ポジションを持っています。右端の2つの小さなトグルスイッチはそれぞれ、Tape-Rec 接続 ON/OFF、出力 C 結／直結、を切り替えるスイッチです。信号経路最短距離に配置したリレーを駆動します。

このプリアンプのシャシは全てアルミ板材／チャンネル材を1から加工して作りましたので大変骨が折れました。フロントパネルはスモークアクリルで、中の真空管のヒータの明かりが透けて見える仕組みです。凝ったルクスにしたのは良いのですが、当初ハムに悩まされました。不思議なことに片方のチャンネルからだけハム音が聞こえるので、よもやと思い、入力ボリュームの軸受けの取り付け部分とアクリルパネルの間にアルミ板を挟み、それをシャシアースに落としたらハムノイズがピタリとおさまりました。また、真空管からの熱を逃がすため、底板に丸穴を沢山開けた上、さらに天板の一部を四角に切り抜き、黒のパンチングメタルでカバーしました。それでもカンカンに熱くなります。



真空管プリアンプの内部です。シャシのまん中を横切ってセレクトスイッチの延長シャフトがリアパネルの近くまで伸びています。ロータリースイッチは秋葉原のラジオデパートで購入。オーディオ用に信頼の置けるもの、と指定したら 1800 円もしました。写真に向かって右に、真空管が6本見えます。右上の4本が WE396A 相当の双三極管 JAN5670W です。これは一本 300 円程度で入手できます。WE オリジナル球はその 10 倍近くするのでビックリ。あとの2本はベンディクスの整流管 6754 です。これも、WE オリジナルの 412A を買ったらきっと目の玉が飛出そうな値段に違いありません。真空管によるラインアンプ基板の左横にまだスペースが空いていますが、ここには将来半導体式のフォノイコライザを増設する予定です。



リスニングルーム全景です。リスニングルームとは聞こえが良いですが、マンションのリビングルームです。スピーカは、13 年選手のパイオニア製 S-77Twin です。壁がしっかりしているせいか、スピーカの背面のバスレフポートから出る低音が前に回り込んでくれるので、意外と効果的です。出来上がった真空管プリを接続し、音だしと調整の最中です。向かって左側下に黒くうずくまっているのが先ほどのパワーアンプです。サラウンドにはしていませんが、CD と兼用の DVD プレーヤを用いればちょっとしたホームシアターになります。先ほどの「回り込み低音」が一役買ってくれます。今までの「半導体プリアンプ」は実はフォノイコライザ部分だけで、あとは単なるセレクト／アテネータボックスとなっていました。CD プレーヤのラインレ

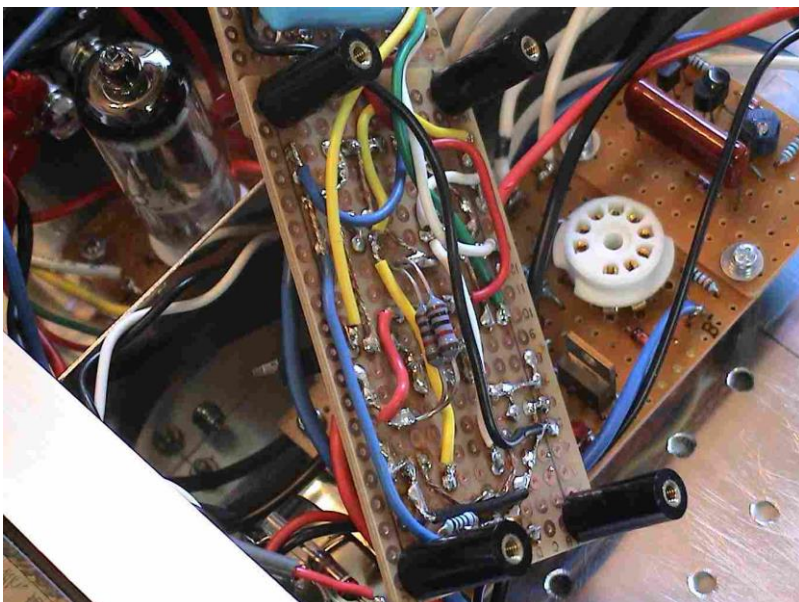
ベルが高すぎたのでこのような構成になってしまったのです。この旧システムとくらべると、新しい真空管プリの働きは絶大です。高音部のきらめきと左右の分離が明確に改善され、低音のエネルギー感も増し、奥行きが感じられるようになりました。

近々フォノイコライザを増設したらまた報告させていただきます。まずはここまで。(Part2 のおしまい: 2002年6月1日)

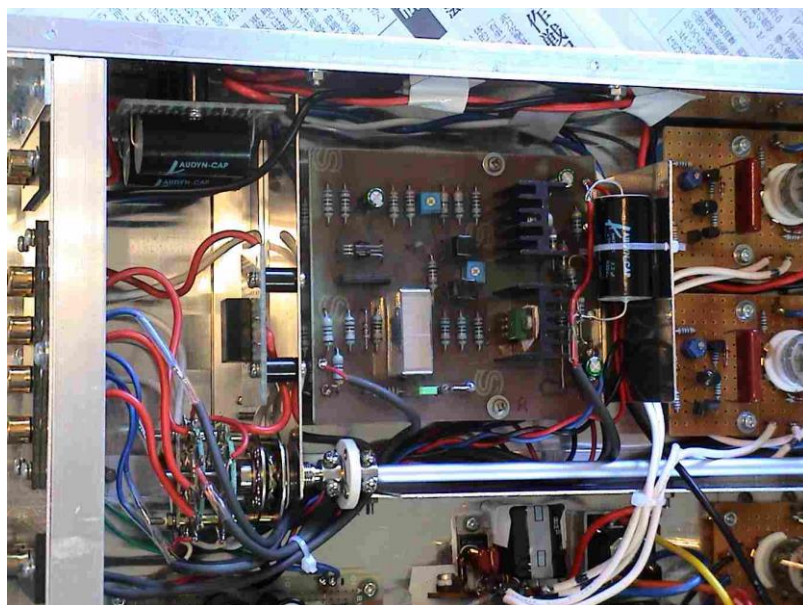
## 半導体式フォノイコライザの追加(2002.6.9)



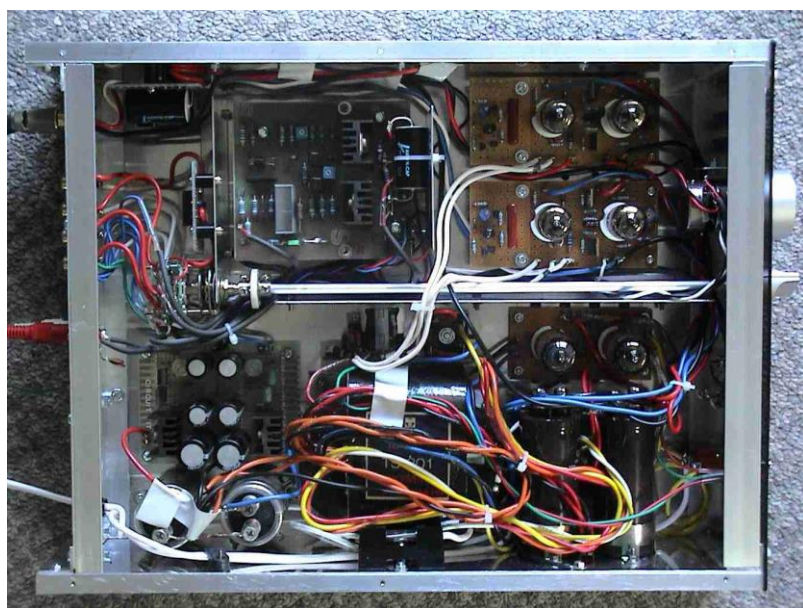
フォノイコライザの組み込みと最終調整を開始しました。上の写真は今回使用したイコライザ基板ですが、実は18年も前、学生の時組み立てたパワーアンプの電圧増幅段の流用です。初段は2SK150と2SC1775のカスコード接続による差動増幅、2段目は2SA915+2SC1940のカレントミラー型差動増幅、そして終段は2SK213/2SJ76のSEPPバッファです。昔はこれに2SK134+2SJ49による終段NON-NFB型電力増幅段をつけてパワーアンプとしていました。この基板のNFB抵抗をRCによるロールオフ素子と交換、出力端にターンオーバー回路を追加し、NF-CR型イコライザに変身させました。



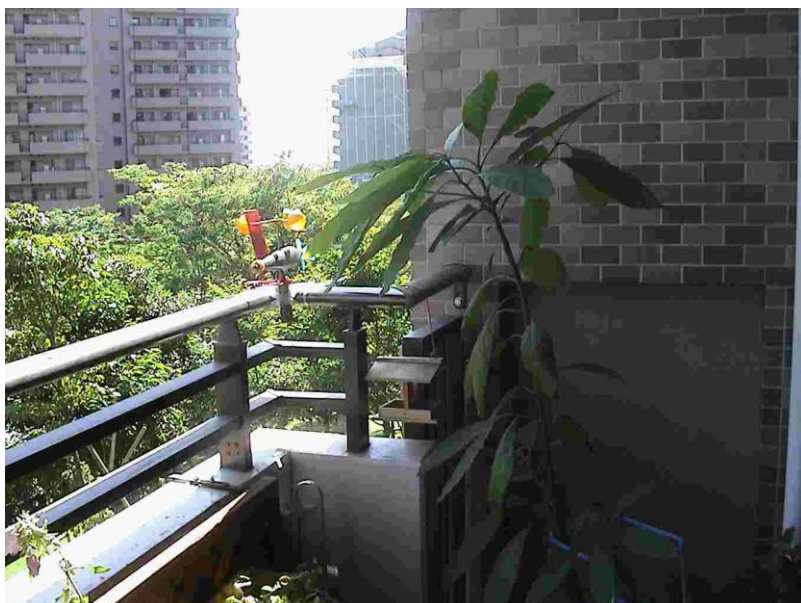
フラットアンプのゲインを10倍から5.5倍にシフトダウンしました。NFB抵抗  $10k\Omega$  に添えて、もうひとつ  $10k\Omega$  を並列にハンダ付け。これにより少し残留ノイズレベルが下がり、気にならなくなりました。金田氏のオリジナル回路では NFB 抵抗を可変とする方式ですが、小生の場合は固定ゲインとし、セレクト直後の入力アテネータで音量調節するようにしました。



空きスペースにフォノイコライザを組み込んだ状態です。サポータを使って、LチャンネルとRチャンネルの2枚の基板を二階建て方式で組み込みました。フラットアンプ部とはアルミ板を介してシールドしました。(気休め程度)このアルミ板に AUDYN-CAP  $2.2\mu F$  を固定し、DC 漏れをカットしています。もともとこの基板の中央には  $10\mu F$  のフィルムコンが実装されていて、DC サーボをかけてありますので、出力のコンデンサは不要かもしれません。まず最初は念のため。



組み込みが全て終了した状態のアンプ内部全景。よくまあ全部納まったもんだ。我ながら感心。



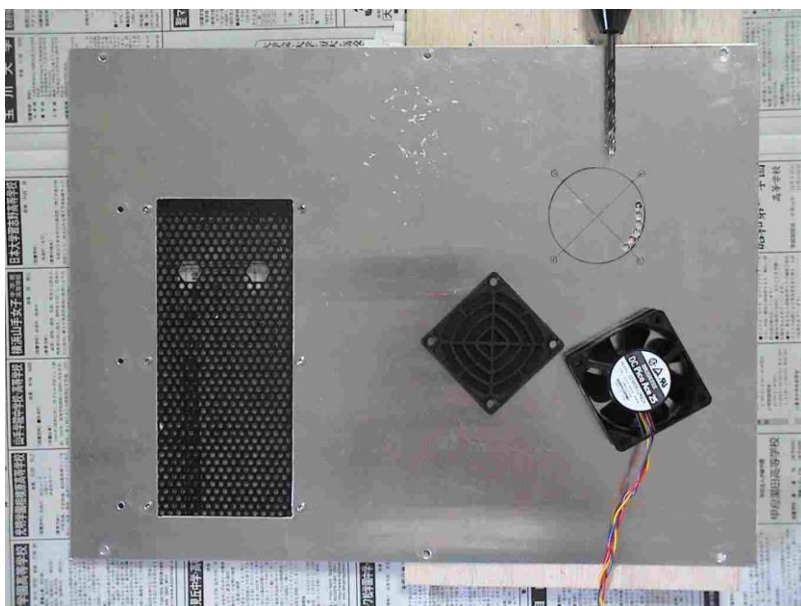
試聴前に息抜き、ベランダに出してみました。初夏の日ざしが徹夜明けの目に痛いくらい。風も爽やか。



試聴中のプリアンプとレコードプレーヤー。このプレーヤーも 20 年選手です。レコードは、「Boston」のファーストアルバム。曲は「More than a feeling」。Tom Shultz のボーカルとギターが四半世紀の時を超えて蘇ります。フォノイコ終段の MOS-FET が効いているせいか、曲にパワフルさが加わりました。ノイズ／ハム一切トラブルなく、あっけなく完成です。

これにて一連の作業終了。いつもながら、終わってしまうと気が抜けてしまうというか、名残惜しいというか。(Part2.1 のおしまい:2002 年 6 月 9 日)

## プリアンプ用クーリングファン設置の巻



これから夏に突入です。最近の電子部品は信頼性も耐久性も向上しているから、外気温が上昇してもまあ大丈夫。と思いたいのですが、くだんの真空管プリは物凄く発熱しますので心配性の小生としては少し手をうちたいところ。パソコン用のクーリングファンは色々パーツショップに売ってますので、いっちょや試してみるか。できるだけ騒音レベルの少ないものを選んで、というわけで、ファン径 60mm、騒音レベル 20dB のものを選びました。取り付け場所には迷いましたが、敢えて天板への直付けを選びました。バックパネルは入出力端子などでたて込んでおり、かつチャンネル材が当たってうまく穴明けできなさそうなので尻込みしました。位置決めしたあと、丸穴加工を始めたところです。4.5mm のドリルで内ノリに沿ってひたすらドリル穴を明け続けます。



ぐるりと一周明け終わったら、ニッパで穴と穴の間を食い切ってつなげば、ポリッと抜けます。あとはヤスリで根気よくデコボコを滑らかに削り取ればおしまい。



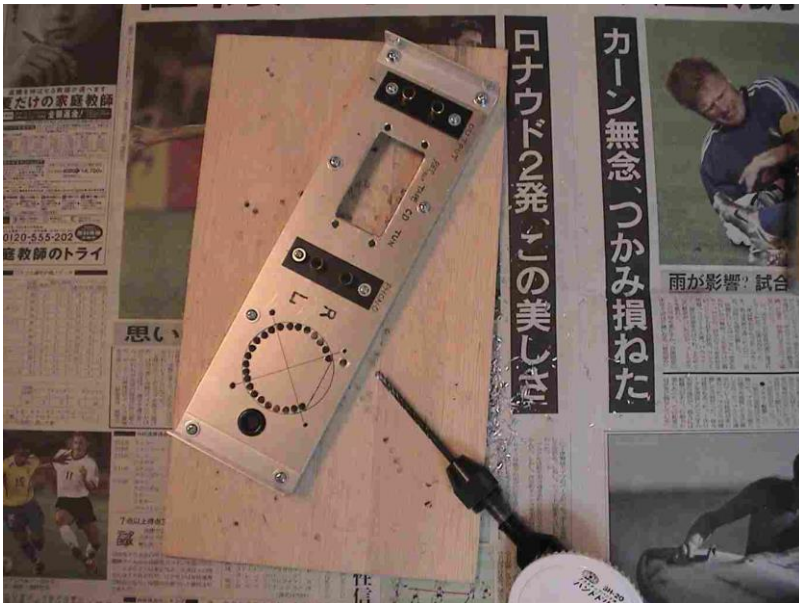
ファン本体は天板裏側へ、表のダストフィルタと一緒にネジで共締めしてできあがり。この真空管プリアンプにはヒータ回路用の整流ダイオード直後に8V 強の DC がありますから、それを使いました。ファンは12V で動作するスペックになっていますが、問題なく動きます。かえって、さらに回転数が遅めになって、騒音も小さくなります。DC ブラシレスモーターは、プラスマイナスを逆に接続すると回転しないようです。試してみた結果、そうでした。コンピュータのファンは規格化されていて、プラスは赤、マイナスは青(または黒)、3本目の黄色ラインは回転数モニタ/制御用とのこと。ファンが回転し、外気をシャシ内部に吸い込み、パンチングパネルから排気します。ちょうどパンチングパネルの下に6本の真空管が並んでおり、冷却排熱してくれる、という仕組みです。

動作音はわりと静かで満足しました。もっとも、深夜に外の騒音が全くなくなったら気になるレベルかな？ 今晚じっくり聴いてみることにしましょう。肝心の排熱効果の程はどんなものやら。気休め程度かもしれない。(Part2.2 の終わり 20020629)

## クーリングファン設置し直しの巻



先日設置したクーリングファンですが、再考の末、結局このようになってしまいました。天板に明けた穴は目隠しし、苦勞の末バックパネルに新しい穴を明けてお引越です。なぜそうしたかという。。。アンプをラックに設置してみたのですが、天板の後ろの方から吸気、前の方から排気、していると、そのうちラックとアンプの間の空間の空気全体があたたまり、ただ引掻きまわしている状態になってしまうのです。これでは、真夏の夜に部屋を閉め切って扇風機を回しているようなものです。

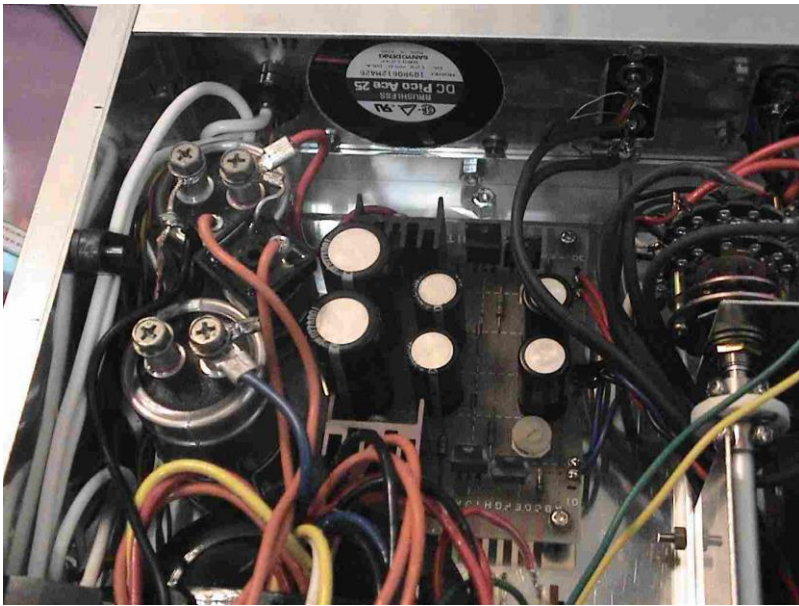


そこでまたドリルとヤスリ攻撃です。バックパネルの上下には補強用のアルミアングルが通っているので、ドまん中に設置するとうまくネジ穴が開けられません。そこで、ちょっと上寄りに設置したので、風穴はちょい欠けの月のようになってしまいます。欠けにあたる直線部分にはカッターの歯でスジを入れておき、丸穴部分をつなげて食い切ったあと前後に2-3回曲げてやると、金属疲労でポロリと折れます。アルミ板の加工は全てこの方式で仕上げました。例えば、ピンジャック端子用の角穴は、角穴の形に沿ってカッターでキズを付けておき、対角線を連続ドリル穴でつなげたあと一辺一辺折り取ってしまうのです。板厚 1.5 ミリくらいまではこの方式で大丈夫。ところで、家人には最低の評判のアルミくず。こうやって新聞紙の上で作業していますが、見出しが気になるでしょ。ワールドカップもついに終わった。小生のアンプ製作はワールドカップそっちのけで進行してました。





空けた穴に、ファンを取り付けたところ。バックパネルをもとに戻す途中です。ピンジャック類の配線をやり直さなきゃ。どうせこんな苦勞するんだったら最初からやれば良かった。。。



ファン取り付け後のクローズアップ。位置はちょうどイコライザンプ用定電圧回路基板のすぐ横です。ここから外気を吹き込んで、前の方にあるトランス／ケミコン／整流管を冷却します。パーティションのとなりにある増幅回路の熱気もそれなりに押し出してくれるはず。改造ついでに、イコライザンプ用のブリッジ整流器を大形のものに交換。今まではちょっと頼りないほど小さな W02A というブリッジ整流器でした。

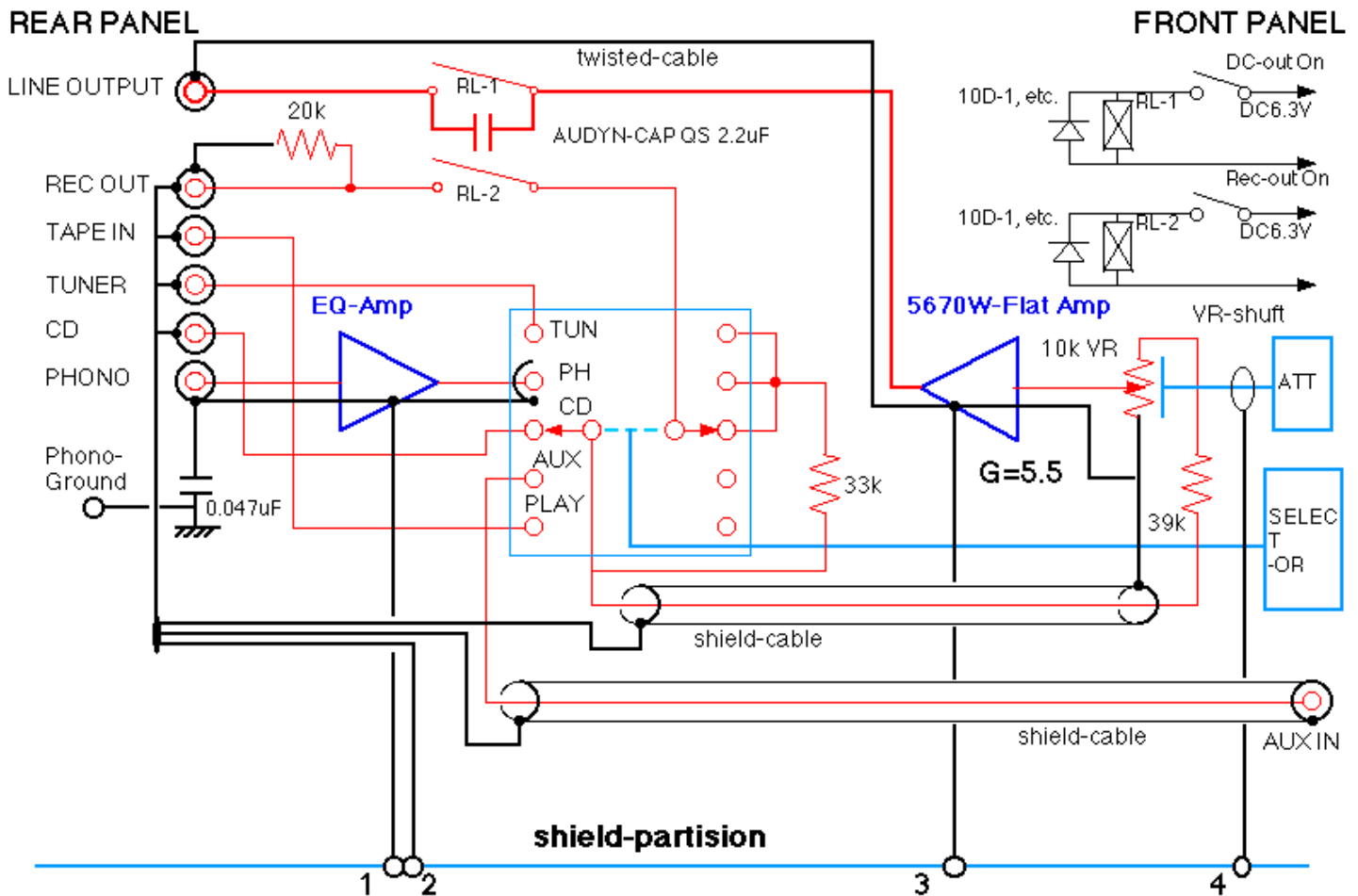


復帰後のアンプ。よく見ると左側パネルの前の方に小さなトグルスイッチが付いているのが見えませんか？手直しついでにファンの入／切スイッチを付けました。冬はファンを起動させなくて良いかもしれず、どーしてもファン音が気になる程のピアノシモを聴かなきゃいけないときなんか役に立つかな？

動作音は天板につけていたときよりずっと静かになったような気がします。ラックの後方にあるので音が届きにくいようです。また、天板にファンが付いていると、天板がスピーカーのバフル板の役目をして音を

多少大きくさせていたように思います。肝心の冷却効果は、これも気休めですが、前よりはずっといいはずです。(Part2.3 の終わり 20020707)

## 真空管式 DC プリアンプの回路図(2002.8.4)

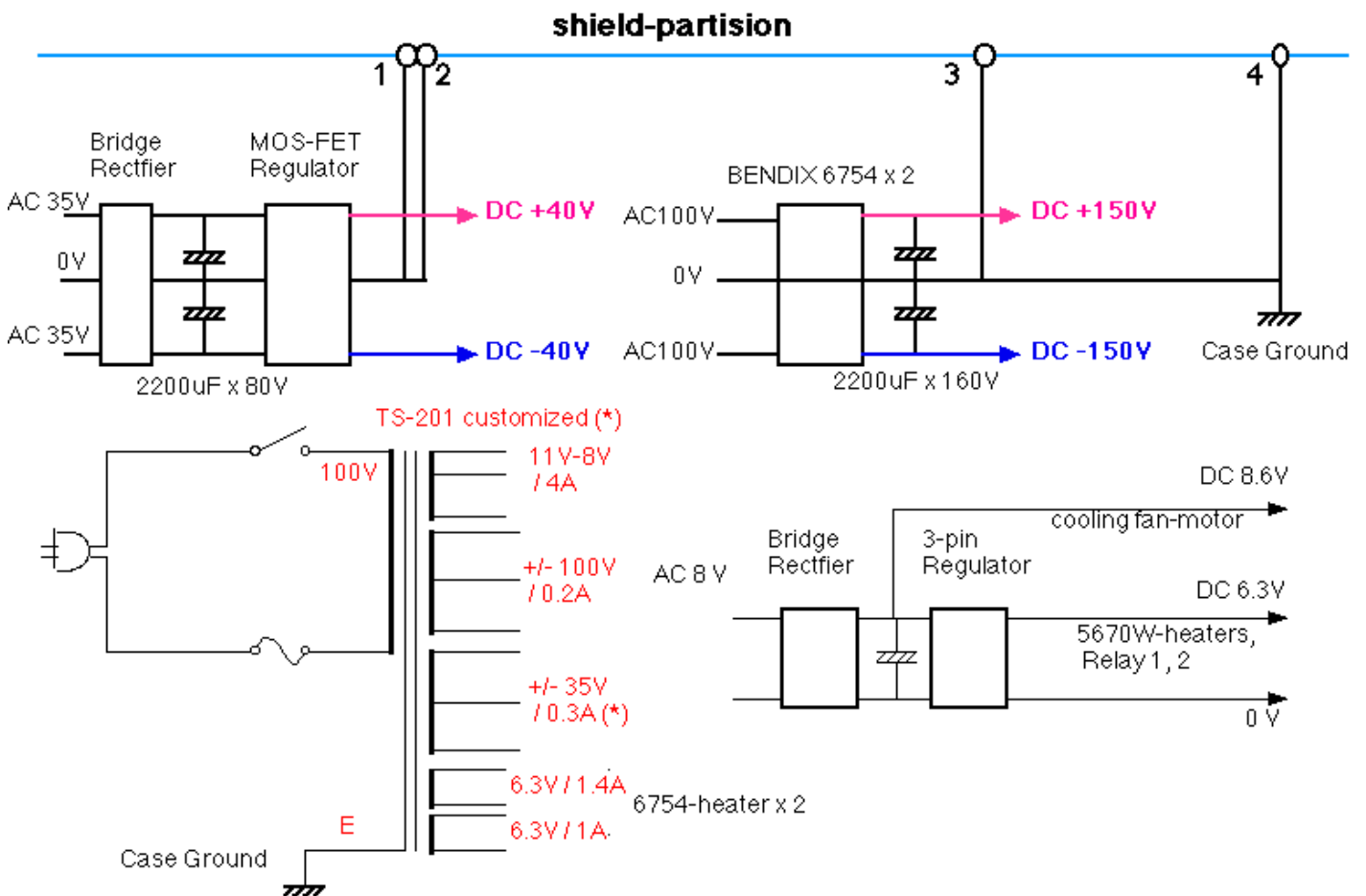


上記は真空管プリアンプの全体回路図その1です。あくまで「無線と実験」2002年2月号のp82-95の金田明彦氏の記事がオリジナルです。御承知置きを。小生が氏の記事を参考に実際のアンプを組み立てるにあたって、アースの引き回しや回路ブロックのレイアウトなどそれなりに考えて行ったのですが、運良くハムや発振に悩まされることなく成功しましたので、後日改造や追加の時に困らないように、と思いファイル化したものです。つまりは小生の備忘録目的ですが、これから同じようにアンプの製作にチャレンジする方の参考になるかも知れず、と思い、このページに載せました。細かくは表記上のミスがあるかもしれませんが、御容赦ください。なお、フラットアンプそのものの回路図は、「無線と実験」誌に掲載のものと変わりありません。唯一、NFB 抵抗を5kΩに固定した点が異なります。

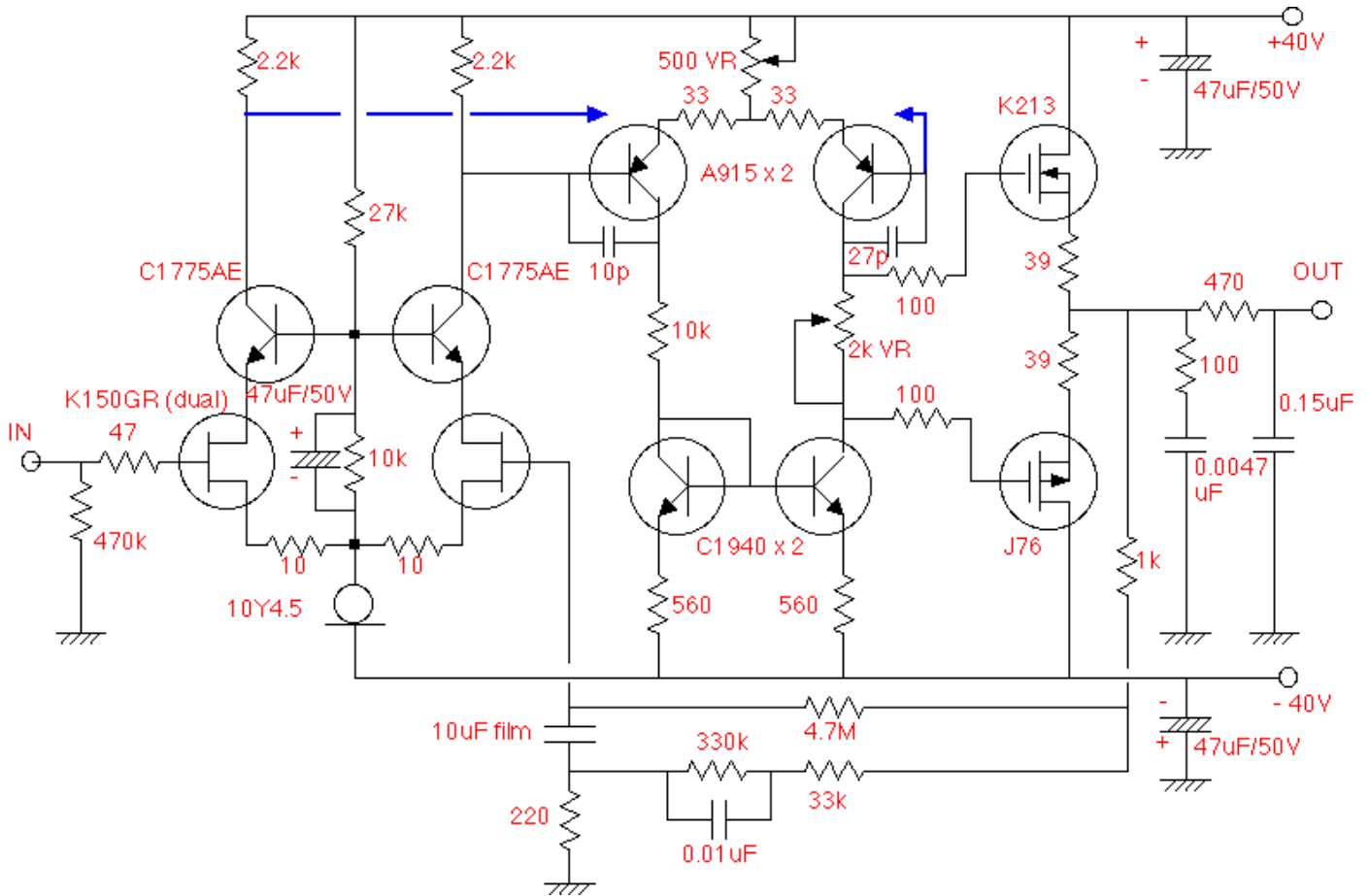
このプリアンプのシャシ寸法は、幅 300mm、奥行き 400mm で、いわばウナギの寝床みたいなものですから、フロントパネル／リアパネルともにスペースが限られ、かつシャシ内を往復する信号経路も長くなりがちです。(そもそもこの寸法を選んだ理由は、機器をのせるラックのスペースに制約があったからです。) 従って、セレクトスイッチはできるだけリアパネル側に寄せて、延長シャフトでフロントパネルに引っ張る形にしました。また、出力の C 結／直結切り替え、録音出力端子の ON/OFF の切り替えはリレーでコントロールしました。こうすることで、シールドケーブルの使用箇所は最小限となり、音質上も有利です。使った場所は、フロントパネル側の AUX 入力端子とセレクトスイッチ間、セレクトスイッチからアテネータ用 10k

Ωのボリウムへの配線、です。EQ アンプへの入出力線は短いのですが、信号のとび移りや発振の危険をさけるため、やはりシールド線を使っています。

EQ アンプとその電源を含めたアースラインの処理には悩みましたが、一応図のとおり、他のライン入力のアースと同電位となるよう注意しました。レコードプレーヤのアース線の接続先と、EQ アンプの入力グラウンドは、0.047uF のセラミックコンを介して AC 的に繋がるようにしました。ここをシャシに落とすと直流のループになってしまうと思ったのです。その他、前のページでも述べましたが、フラットアンプの入力ボリウムの軸をシャシに落とすとハムが無くなります。通常はフロントパネルが金属でできているので心配は無いのですが。結局シャシアースはフラットアンプの電源ケミコンの midpoint から一点のみ落としてあります。R コアトランスのアース線は、別な場所にシャシアースしました。

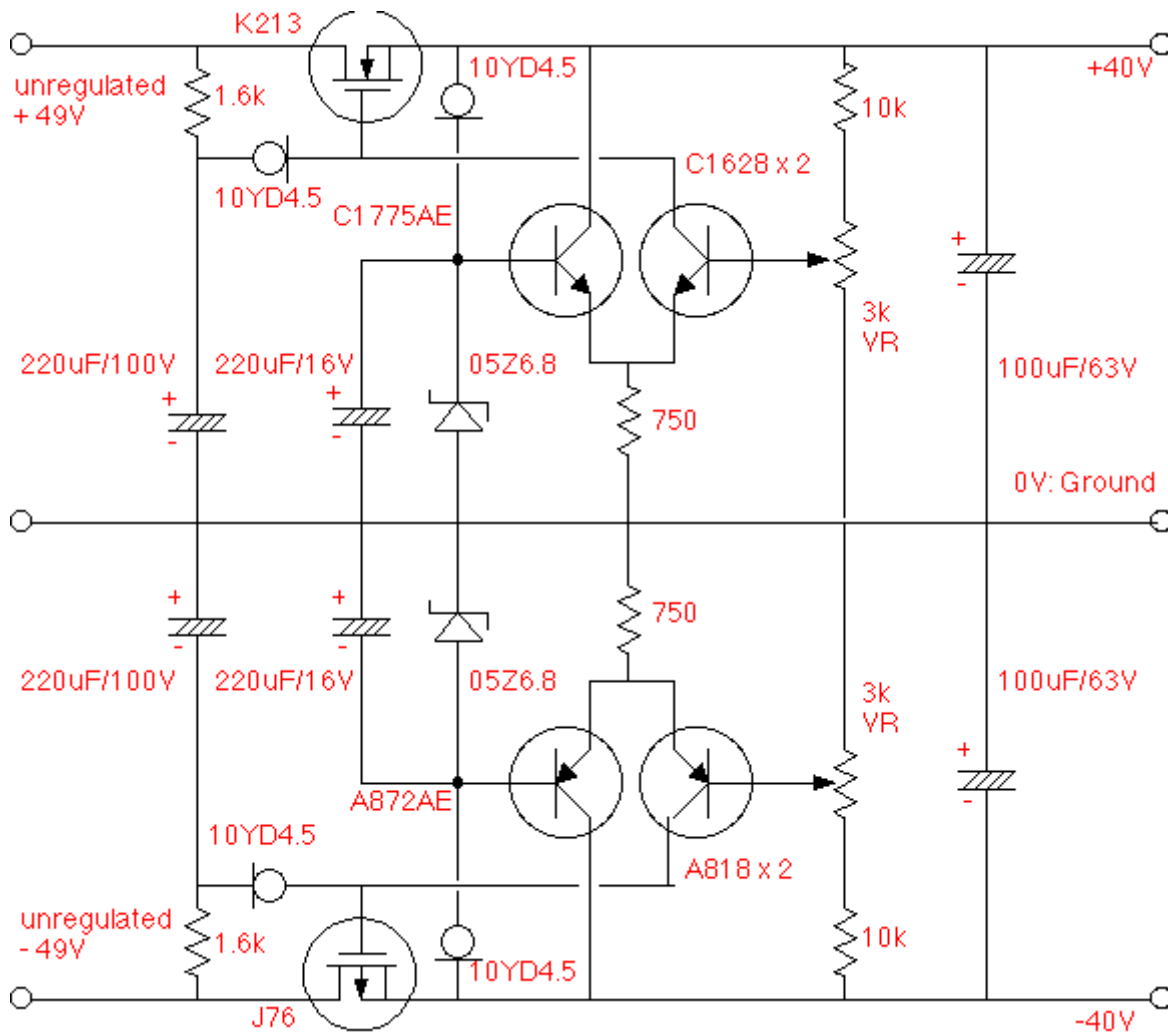


図その2はトランス、EQ 電源、フラットアンプ電源、ヒータ電源(リレー、ファン兼用)の部分です。シャシ内の実際の配置でも、電源部分は正面向かって左側に固めてあり、増幅回路部とはアルミのシールド板で仕切っています。(Part2.1 を御覧ください)本当に電磁波の輻射をカットしているかどうかは疑わしいところですが、意識的に信号回路部分と配置を分けることにより、信号経路やアースループの中にトランスのフラックスなどのノイズ源を囲い込まないようにすることができます。例えば小生の経験ですが、電源回路をまん中に配置し、増幅部分を左右に配置するようなデザインを採用すると、ハム/発振などのトラブルに見舞われるケースが多いように思われます。



上記が半導体イコライザアンプ部の回路図です。「電波科学」1982年7月号、p56-66に掲載の、窪田登司氏による「インテグレートッドアンプの設計製作」の記事をもとに、かつて小生が製作したものです。実際はこの回路が電圧増幅およびドライバとして動作し、この後の 2SK134/J49 の MOS-FET 出力段(終段無帰還式)を駆動します。Phono 入力から一気にスピーカ駆動レベルの電力増幅まで行ってしまうというコンセプトでした。従って、終段回路を取り去ればオープンゲインに余裕をもったイコライザアンプとして動作します。

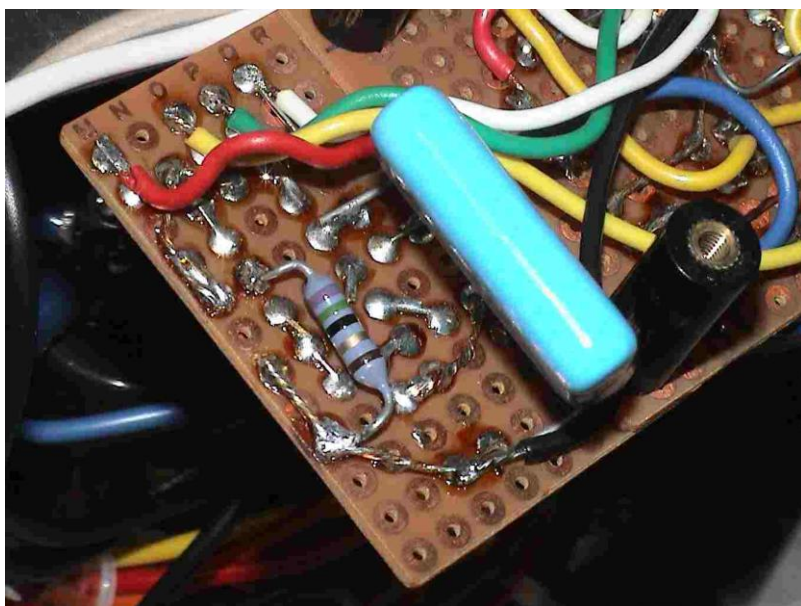
オリジナル回路に手を加えた部分は、MOS-FET: 2SK213/76 のソース抵抗を 39Ωとしたこと、ロールオフ素子 470Ω / 0.15uF を出力に、ターンオーバー素子 330kΩ / 0.01uF + 33kΩ を NFB ループにそれぞれ挿入したことです。その他、100Ω + 0.0047uF は超高域の発振防止素子も追加しました。ここらへんは、1997 年頃の窪田氏の別な記事に掲載の EQ アンプの回路設計を参考にしました。2SK213/76 のソースフォロワ PP のアイドル電流は 15mA に調整してありますが、これなら NFB 回路とロールオフ回路を楽々ドライブできるはず。なお、NFB ループには 10uF のコンデンサと 4.7MΩ の高抵抗が入っており、いわば DC サーボの役目を果たします。ハイゲインアンプにもかかわらず、出力の DC 電位は 10mV 内外にぴたりと納まりますので、EQ アンプの出力端のコンデンサは省略できます。あれこれと訳の分かったような説明をしておりますが、全て窪田氏のこれまでの記事に出ていた設計手法です。厳密には DC アンプではないのですが、長期安定性という観点から安心して使用できる回路だと思います。(図中、初段と2段目の差動増幅器の接続が間違っておりました。青線で訂正しました。すみませんでした。)



上記は、EQ アンプ用のレギュレータ回路です。これも、増幅部と同時に作成したものです。2SK213/76 を制御素子に採用したのですが、20年近くたった今も問題なく動作しました。増幅部とあわせてしばらくジャンク箱に眠っていたのですが、再び日の目を見ました。ほとんど新しい追加費用なしに EQ アンプ部を組込むことができ、助かりました。チナミに、今回ちょこまかと浪費した金額を積み上げると、メーカー製のちょっとしたインテグレートッドアンプが購入できそうな金額になりました。結果として出てきた音には大満足でしたが、やれやれ。

冒頭に申し上げたとおり、あくまで小生の備忘録として書いてみましたが、何がしか参考にしていただけた点があれば幸いです。逆に御指摘などありましたらお知らせください。多くは、「電波科学」ほか、過去の記事中の設計論／回路図などを元に手を加えたものですので、御承知おきください。ともあれ、奇しくも金田氏／窪田氏という、アンプの設計思想には両極端とっていいほど異なるお二方の回路を同居させてしまいました。お互いの回路の長所を活かしあっているのか、はたまたその逆か。小生には、お互い仲良く動作するように聞こえますが。。。。(Part2.4 のおしまい:2002年8月4日)

## プリアンプの小変更(その2を追加)



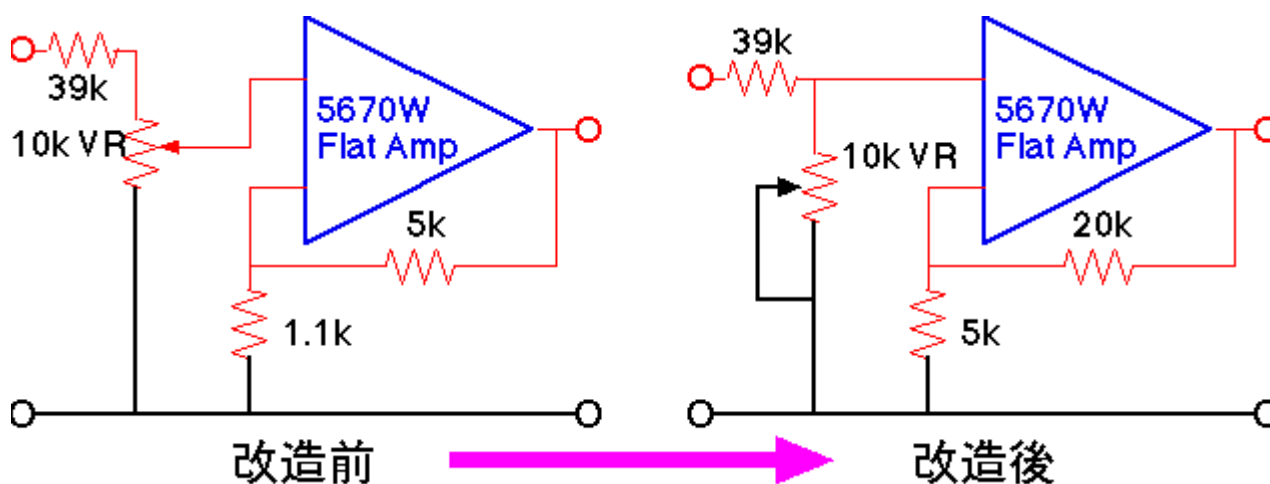
下記の変更「小改造その1」を行った後、3週間くらいヒアリングを続けていましたが、今度は左のチャンネルからノイズが発生するトラブルに見舞われました。SW オン後 30 分から1時間ほどすると、ガサゴソ、プスプス、というような雑音が出るのです。日を迫うにつれて程度は悪くなり、SW オン直後からこのノイズが出るようになりました。AOC 回路がまだ不安定なのでしょうか？それとも真空管の劣化？とりあえず「ちょっとDCな」先輩の記事を参考にさせていただき、AOC 回路の作動入力のうち、アース基準入力に  $75\Omega$  を入れることにしました。そこで基板をひっくり返し、基板裏側のパターンを変更して片方の 2SK170 のゲートとアース間に  $75\Omega$  を追加。元に戻して SW オンしました。ゼロ点バランスの調整はスムーズ。安定性も良好です。試聴用のパワーアンプ(まだ組み込み前の簡易型 DC ターンテーブルアンプ)とダミースピーカをつないでノイズの出方をチェックしました。結果:まだノイズは出ている。プスプスという音も  $75\Omega$  追加前と変わらない様子です。



うーむ。こりあ重症だ。良く分らん。まずは、真空管を入れ替えてみよう、ってわけで、昨年余分に仕入れた JAN-5670W (WE396A 互換球) を取り出しました。そう言えば、最初に CD ラインアンプを作って 1ヶ月程たってから、真空管の入れ替えでハムレベルやノイズレベルの小さなものを選んだのでした。

JAN-5670W は一本 300 円と大変お安く、まとめて 8 本仕入れてありました。まずは、昨年もハムが気になった (右チャンネルに使用していた) 一本を、ノイズが出ている左チャンネル初段 (差動増幅) の球と入れ替え。AOC でゼロ点を取り直した後、試聴するとやはりハムが出ます。今度は、別な球 (都合 6 本目) と交換。今度は、ハムも、サーっというノイズも小さくなりました。まずはこれでしばらく様子を見てみよう。それにしても、球のプリアンプのノイズは大きな悩みですね。音楽信号が試聴レベルになれば全く気にならないのですが、精神衛生上よろしくありません。以前使用していたトランジスタ式のプリアンプでは問題ではありませんでした。(2003.2.28 記す)

↓↓↓↓↓↓↓↓ 下記、小改造その1 (2003.2.2 記入分) ↓↓↓↓↓↓↓↓↓



5670W 使用のフラットアンプの NFB 抵抗の定数と入力アテネータの配線を上記のように変更しました。最近どうも右チャンネルの音量が不足しているように聴こえ、少し気になりました。また、右チャンネルはもともと若干ハム音が大きいようにも感じており、手を入れてみようと思っていたところでもあります。MJ2002 年 12 月号発表のハイブリッド式アンプを見習って、初段差動増幅器を半導体に交換しようかと考えたくらいですが、WE 型チューブのゴリゴリした音が気に入っていることもあり、何とかならないものかと考えあぐねました。もう一度回路を見直し、次のような考えで改善してみました。

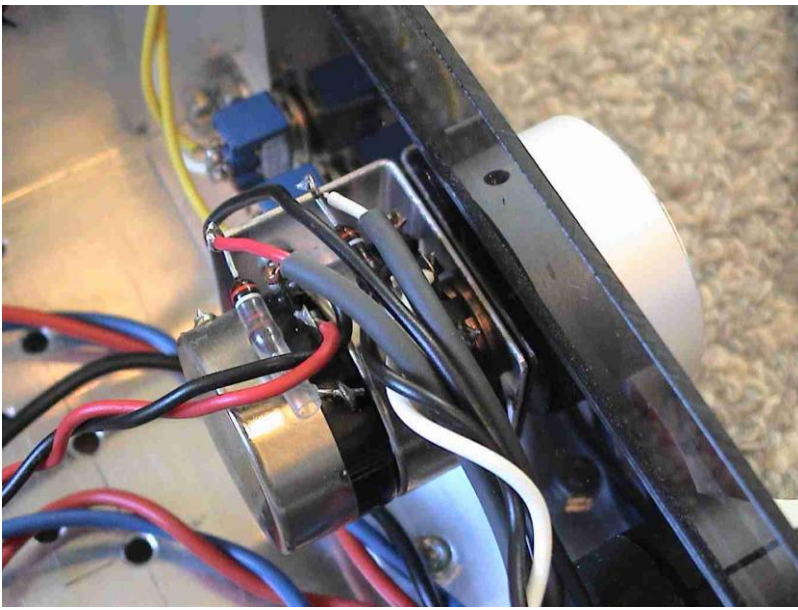
(その1)アース配線の引き直し変更:リアパネルからフラットアンプに至るアース配線は、シールドケーブルの外皮で兼用していた。これを廃止。リアパネル側のケーブル外皮を切り離し、外皮はあくまでシールドのみの機能に限定。別途、リアパネルの入力ピンジャックのアースラインをまとめ、+/-120V の電源平滑用コンデンサの midpoint へ落としてみよう。

(その2)右側アンプ用入力ボリュームは常に左側アンプの真空管のヒータ熱に炙られているので、接点が劣化しているのかもしれない。可動接点をホット側に接続する一般的な方式から、図のようにアース側を可動接点とする方式に切り替えてみよう。この方式の方が音質的に優れていることは、金田氏の過去のアテネータ配線の例でも、窪田氏の記事でも、かつて指摘されていたぞ、と。

(その3)これまで何回かゼロ点を調整したとき感じたことだが。。。どうも右チャンネルの方がドリフトが大きいし不安定な気がする。AOC 回路とアンプ本体が干渉して寄生発振というか、シーソーゲームというか、

変なことが起きているのかな。でもなぜだろう？ふと思い当たったのは、NFB 抵抗の値が小さすぎること。(白戸三平のマンガじゃないですが、「賢明なる読者はすでにお気付きの事と思うが。。。」)イコライザを組込んだ時に、ゲインが高すぎるので、もともと 10k/1.1k で 10 倍に設定してあったゲインを、5k/1.1k の 5.5 倍にシフトダウンしたが、これはパワーアンプ並みの重い負荷だ！信号がアンプの外に出てゆかずに、アンプ内部で消費されてしまっているのかもしれない。

などなど。。。考えた挙げ句に、冒頭の図面のように定数変更。アンプ基板をひっくり返し、チャンネル当たり2個の抵抗を付け替えました。



変更後の 10k $\Omega$  ボリューム周りの配線の様子です。といっても、変更前の様子をお見せしてないのでチンプンチンプですね。。。配線の向きを間違えると、ボリュームの回転方向と音量の大小が逆になるから要注意！テストなどで、確認しましょう。可動接点の電位が信号電位に振られる場合と、アースに固定された場合とでは、接触部分に形成される非線形抵抗の影響が異なるのかもしれない。。。などと、詳細な理屈は抜きにして、効果を信じるのみ。。。。

変更の結果:(1)ウーハーのコーン紙に耳を近付けてやっと聴こえるか、というくらいまでハムレベルは減少。左右のハムレベル差もありません。(2)完全対称型終段のアイドル電流を 7mA 程度に合わせ込んだ場合、差動増幅前段の定電流回路の可変抵抗 VR のつまみの位置は左右でほとんど差が無くなりました。前回は、何を血迷ったか 5670W のアイドル電流の設定を間違えており、しかも左のアイドル電流は右よりもかなりアンバランスに、大きく設定されていました。(3)テスト信号の入ったレンズクリーナ付きの CD で確認してみたのですが、左右の音量差はほとんど無くなったようです。(4)音質も、何やら重荷が取れて解放感が増したような。。。変更内容からして先入観があるのかもしれませんが、音離れが良くなった、という印象です。まずは成功、でしょうか。

オリジナルの回路では、NFB 抵抗の代わりに可変抵抗が入る方式ですが、この可変抵抗値がゼロとなる時点では、信号出力が最小となり、かつ音量最小の領域になりますから、アンプの動作負荷にも、音質にもさほど影響が及ばないのだと思います。それにしても、チェック用信号の入った CD を使って、システムのみならず自分の耳もチェックする羽目になるとは。50Hz までは聴こえたが、25Hz は全く聴こえない。スピーカーの帯域が低域まで伸びていないのが直接の原因なのかも知れないけれど、がっかり。高周波側



では、スイープ周波数が上がってゆくとき、家族の中で一番最後まで「聴こえる」と言っていたのは、ムスメでした。やっぱり、若い内に良い音楽で耳を肥やさないといけませんね。目下、うちのムスメはモーニング娘。に夢中だけど。。。 (20030306)

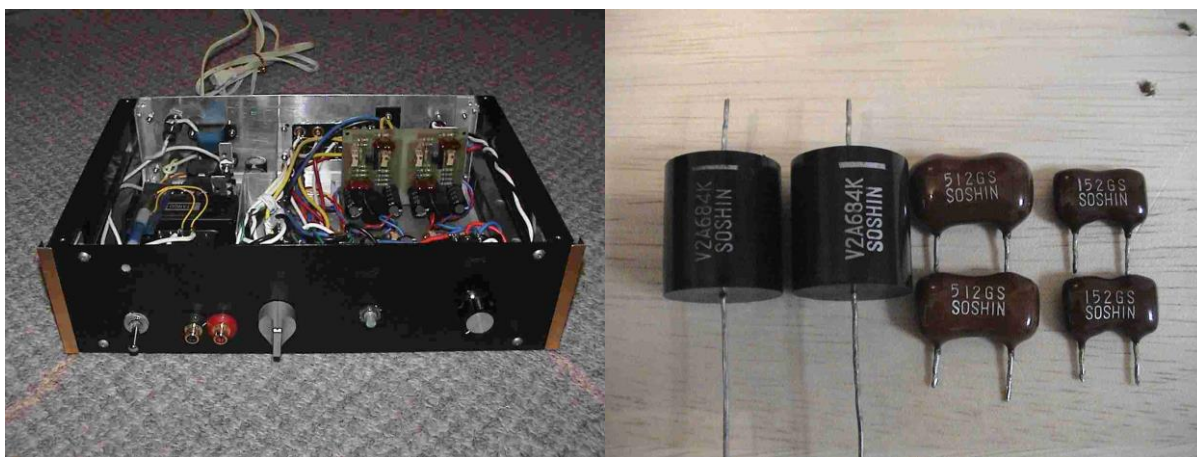
## DL-103 と金田式高出カイコライザアンプ導入記



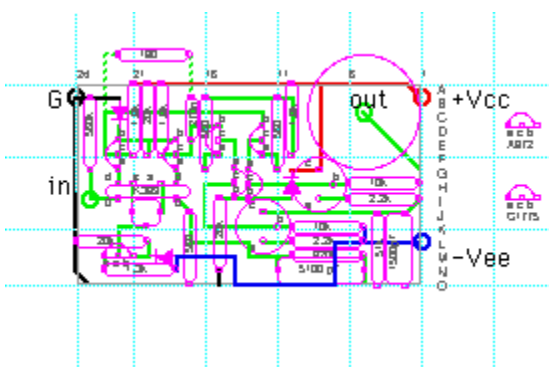
とおるさん家には、そんなに多くのカートリッジがありません。SP-10 がやって来るまでは、ソニーのターンテーブルに付属していた MM カートリッジ XL15 と、オーディオテクニカの VM 型カートリッジ AT12G/E とを交互に使用していました。前者は分解能に優れますが高域にクセがあり、あんまり落ち着きがありません。後者は低域に安定感があり、とおるさんの好みには合っています。ジャズやロック、コンテンポラリーなフュージョンを聴く分には不自由を感じませんが、最近マーラーを聴くようになってからは、奥行きと左右の拡がり物足りなく思っておりました。金田式 DC アンプユーザの皆さん御推奨の DL-103 は、一体どんな音がするのだろう？ 一度聴いてみたいと思っていたのですが、入手することができました。おそらく 10 年以上前の中古品ですが、針は減っていませんでした。



この MC カートリッジの名器をきちんと鳴らせるイコライザアンプはどんなふうを用意すれば良いのだろう。。。とまず悩んでいる間にとった応急処置として、今まで使っていた MM カートリッジ用のイコライザ回路のゲインを高めました。前記のアンプに手を加え、NFB 回路に入っていた 220 オームに並列に抵抗素子を加え、1KHz での電圧利得を 150 倍から 480 倍に増加しました。また、これまで出力側に挿入していた高域ロールオフの CR 回路を入力側に移動。もともと、窪田氏設計の回路で使われていたコンセプトです。左様に手を加え、試聴してみたところ、低音域の拡がりや厚みに DL-103 の本領が発揮されているようです。ショルティ指揮の3番では、ホーン、ティンパニーの響きが大変すばらしく感じられました。しかし、どうも高域の曇りが目立つのです。AT12G のときよりも音の印象が大人しくなっていました。どうやら、こちらへんが旧イコライザアンプの年貢の納めどきでしょうか。今まで本格的な金田式イコライザを使ったことはなかったのですが、DL-103 に合わせて金田氏が永年の試行錯誤を集大成した最新版回路を、小生も試してみることにしました。というわけで、上の写真のように、またしてもプリアンプの内臓転換手術と相成りました。シャーシの横に、取り出された古い回路が転がっています。またどこかで日の目を見るまで、さらばぢや。



上の写真2枚は、かつてとおるさんが常用していたトランジスタ式 DC プリアンプ。真空管式 DC プリが現役選手ですが、この1年ほどはお蔵で引退生活をしていました。20 年程前、「初歩のラジオ」に掲載されていた製作記事をもとに作ったものです。金田氏ご自身の記事ではないのですが、ゆくゆくは兄貴分の「無線と実験」に入門する前の初心者向けに、金田式回路のエッセンスを汲みつつ、易しく組み立てられるようにアレンジされた良い製作記事でした。したがって、EQ 回路に使われた CR 時定数も金田式回路と同じです。小生は当時まだスネかじりだったので、双信電気の SE コンではなく、安いディップマイカでがまんしたのですが、オトナになった今になっても「ローコスト根性」が抜けず、この古いプリアンプから CR 一式を転用することになりました(右の写真)。DC カット用のカップリングコンデンサには同じく双信の「V2A: 0.68uF」を流用することに。どちらももはや製造中止品のようです。

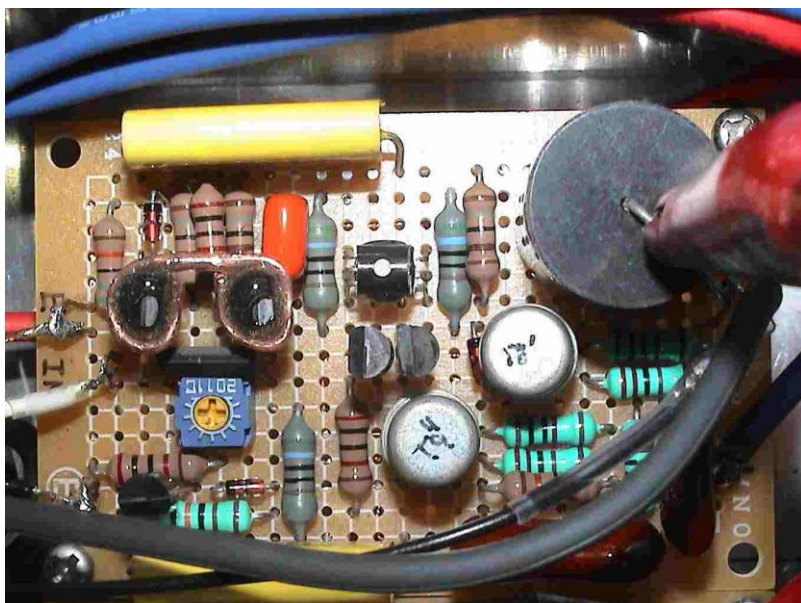


小生が今回イコライザアンプに選んだ回路図は、「オーディオ DC アンプ製作の全て(上巻)」(金田明彦著、2003年2月誠文堂新光社刊)123ページの図126のうち、カプリングコンデンサを含む前段です。上図は全ての部品を穴明きプリント板上に配置するために書いた配線図です。例によってアップルワークスでこしらえました。グリッドサイズをインチピッチで指定すると、大変簡単に仕上げられます。使用する抵抗やコンデンサの素子サイズを決めてパターン化し、できるだけちゅう密にまとまるように試行錯誤しました。この段階で配線ミスのチェックもでき、失敗する確率がずっと小さくなります。

ところで、困ったことに、初段のデュアル FET(ソニーの 2SK97)は秋葉原でも見つからない。手に入るとしても、すごく高価なのです。gm や Idss などのパラメータが完全に一致する互換品はあまりないのですが、東芝の 2SK389 が良さそうです。さらに、完全対称回路の終段に使われる 2SC960(NEC)は、これはもうお手上げ。「これに限る」と K 先生は断言していますが、入手できないものはしょうがない。これも色々当たった挙げ句に、日立の 2SC708 を採用。見かけは 2SC960 と同じ TO-5 型金属キャンパッケージです。サ◇一電気のお店の奥から出てきたトランジスタはいかにも年代物で、キャンの外側はメッキが剥がれかかっていますし、リード線もさびていてハンダが乗りにくい。一方、カスコード回路や2段目差動回路に使う 2SC1775/2SA872 は、まだまだ豊富にあるようです。数あるディスクリート Tr のなかで、唯一生き残っているロングランデバイスです。



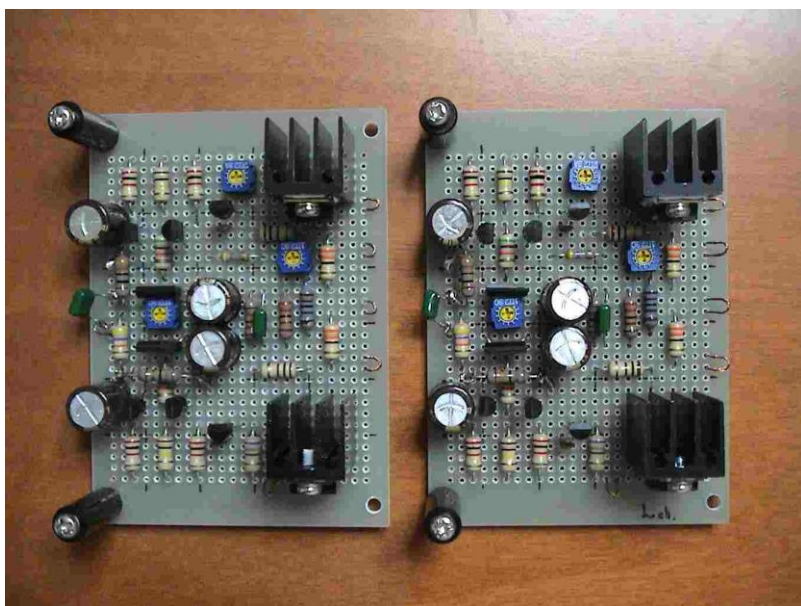
今回使用するため購入した、2SC1775/2SA872、および 2SC708 各 10 個、計 30 個の hfe を別途測定し、ペアリングしました。2SC1775/2SA872 は大変 hfe のバラツキが小さく、400+/-10 前後にきれいにさままわっていました。流石に大量に作られているだけあって、プロセス条件も安定しているのでしょう。一方 2SC708 の方は、中心値 30-50 に6個程該当し、残りは大きいもので 70-90 小さいもので 20 代、とバラついています。差動回路とカスコード回路の左右の素子、終段素子の上下で、大体同じ hfe となるようペアリングします。



シャーシに組み込み後、調整している模様です。+/-50V の電源回路、アース、入出力シールドライン、を接続し、MC 入力端にはショートプラグを挿入し、測定／調整中に雑音を拾わないようにします。基板配線上のミスがないかどうか、先ほどの配線図と、元の回路原図とを入念に比較し、チェックしたのち、おもむろに電源投入。カップリングコンデンサ手前のところで出力端の DC 電圧を測定し、これがゼロとなるように初段デュアル FET のソースにつながっている半固定抵抗を調整します。小生のプリアンプでは、後段につながる真空管フラットアンプのゲインが 10 倍で固定されているため、できるかぎり前段の EQ で増幅しておかなければいけないので、1KHz での利得は 450 倍ほどにしてあります。そのため、DC 領域での増幅度は 5000 倍ほどに達するはずで、ゼロ点調整にはちょっとしたコツが要ります。ケチらず 3 回転型の半固定抵抗を使うべきでした。調整用ドライバを持つ指先にチョンチョンと力を加えると簡単に数ボルト動いてしまいます。それでも、きちんと追い込めば片方のチャンネルはドリフトが +/-0.5V 程に抑えられました。この巨大な DC ゲインでは致し方ないでしょう。仮にドリフトしても、電源電圧が 50V とたっぷりマージンがあるので、歪みの悪化などは起きにくいと考えます。しかし、もう片方のチャンネルはどうしても落ち着かない。放っておくと +20V から -20V くらいまで、簡単にドリフトします。まるで「糸切れタコ」状態。実に盛大かつ奔放に動いてくれるので、かえって感心してしまいました。各トランジスタのペアリングも行ったのに変だなあ、と思い、一番 hfe がアンバランスになっている 2SC708 の hfe の大小を入れ替えてみたりしましたが、効果なし。各々のトランジスタを指で摘み、熱を加えてみた結果、敏感に反応したのは初段のカスコードブートストラップの 2SC1775 です。片方をあたためるとゼロ点がフワッと移動するのです。試しに、ふたつのトランジスタを太い銅線とエポキシ樹脂で熱結合してみたところ、ゼロ点のドリフト範囲は +/-3V 程度に落ち着きました。フツの感覚からすると巨大なドリフト量(レンジを間違えたかと思いました)ですが、カップリングの V2A を信用することにしました。

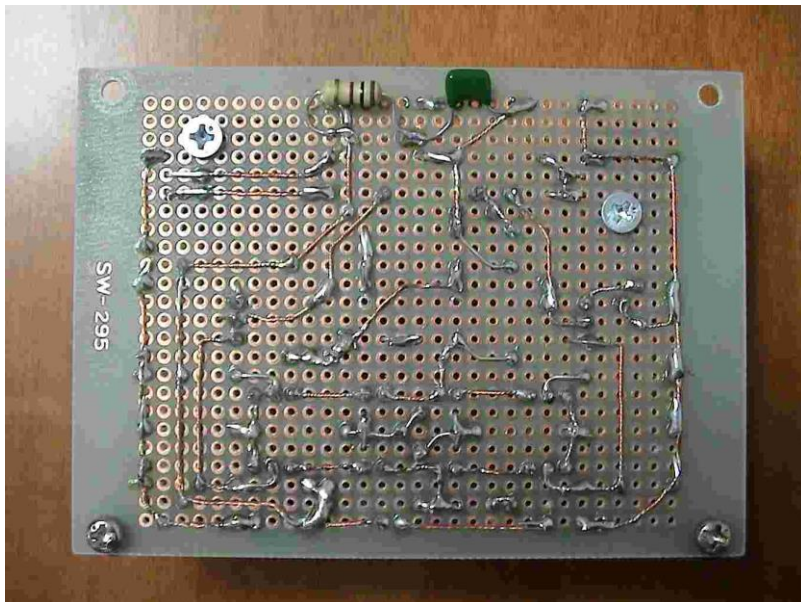
できあがったイコライザで早速 DL-103 を試しました。冒頭と同じくショルティ指揮のマーラー 3 番の試聴印象。「ビム・バム」とさざめく少年合唱団のハーモニーは、このイコライザを使うと、曖昧さがすっかり取れてピントが合い、語尾が明瞭に聞けるようになりました。ホルンなどの管楽器は、オーケストラの奥底の方から力強く響き、バイオリンの優しい調べからクライマックスに至る過程で感じた「か細さ」が無くなりました。ビル・エバンスの「Sunday at the village vanguard」では、失われていたライブ感が戻ってきました。めでたしめでたし。(Part 2.6 の終わり:2003.08.14)

## なおも DL-103 用イコライザアンプ改造中

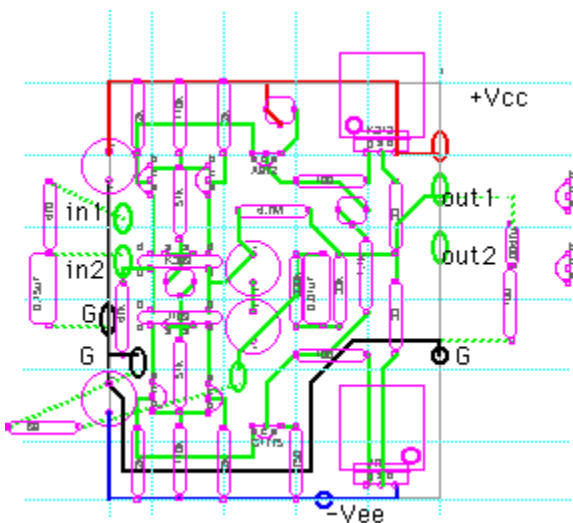


金田式回路を見倣って組立てた高出力 EQ の音質に、一瞬感動したのですが、その後どうも物足りない点が数々出てまいりました。ハム音が多少気になる。どうも発振気味で、高域にノイズが聞こえるような気がする。かつて Bill Evans トリオで聞けた重厚なベースの響きが引っ込んでしまった。例の DC 中点の変動も相変わらず盛大で、とても安定に動作しているとは思えない。などなど、状況は疑似 K 式回路にとっても不利です。入手不可能な素子 (2SK97, 2SC960) の代用とした 2SK389 や 2SC708A の実力不足かもしれません。特に、2SC708A の  $h_{fe}$  が 40 程度と低すぎるのが裏目に出た可能性は高いです。あるいは電源の平滑用コンデンサが 20 年の古さで、しかも 1000 $\mu$ F の容量では、定電圧回路抜きの使用法ではちょっと無理でしたか。。。

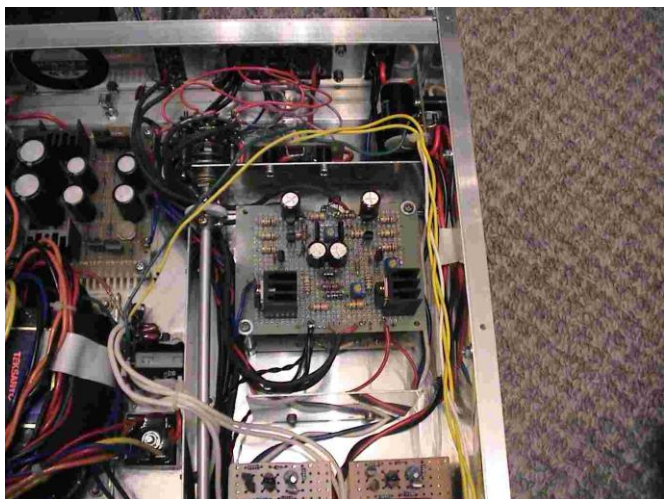
というわけで、あっさり降参。推奨の素子達が入手できないんだからしょうがないですよ。しかし、20 年来使っていた窪田氏設計の 2 段差動増幅回路は、AT12E/G などの MM カートリッジには相性が良い様ですが、DL-103 との組合せ結果はペケでした。そこで、同じく窪田氏提案の上下対称回路を新たに試作することにしました。この回路をベースにした CR-NF 型 MC イコライザは MJ 誌 97 年 8 月号の 151 ページに登場しましたが、御同好諸子の HP での評判が高く、小生も一度試してみようと思っておりました。



宗旨変え、となれば、片方の教祖様の教えからは自由になってしまいます。ガラスエポキシ基板は使うは、抵抗は10円／本のカーボン皮膜型で間に合わせるは、純DC帰還を捨てて4.7M $\Omega$ +10 $\mu$ Fの多重帰還回路を採用するは、で、やりたい放題。上の写真は、こうして完成した基板の裏側です。唯一残った基本動作は、「7本より配線」です。「音を良くするためには、信号経路を太く、電流容量をタップリに」という考えには共鳴できます。



例によって、ヴァーチャル配線。これをやっておくと、本当にミスが減ります。お勧めですよ。大体の素子部品は皆、外寸もピン間隔も1/10インチピッチに揃えてあるので、穴明きプリント板にはピッタリと配置できます。



上図左は、できあがったイコライザ回路基板を真空管プリに組込んだところ。L/Rチャンネル2階建てなので、片チャンネルずつ組込んで調整、を2回繰り返します。全く発振などのトラブルに見舞われず、3個の半固定抵抗を順番に調整して動作点を決めることができました。前段の2SK389/2SJ109の、上下差動回路には、片側約0.9mAのバイアス電流が流れています。2段目のエミッタ接地増幅回路(2SC1775A/2SA872A)には1.6mA、終段の2SK213/2SJ76によるプッシュプルソースフォロワにはタツプリ15mAの電流を流しました。出力のDC電圧は $\pm 2\text{mV}$ に納まり、微動だにしません。DL-103の出力は、 $0.15\mu\text{F}/470\Omega$ のC/Rロールオフ回路で受け、高域を減衰させた後、NFB込みで約500倍(@1KHZ)に増幅します。

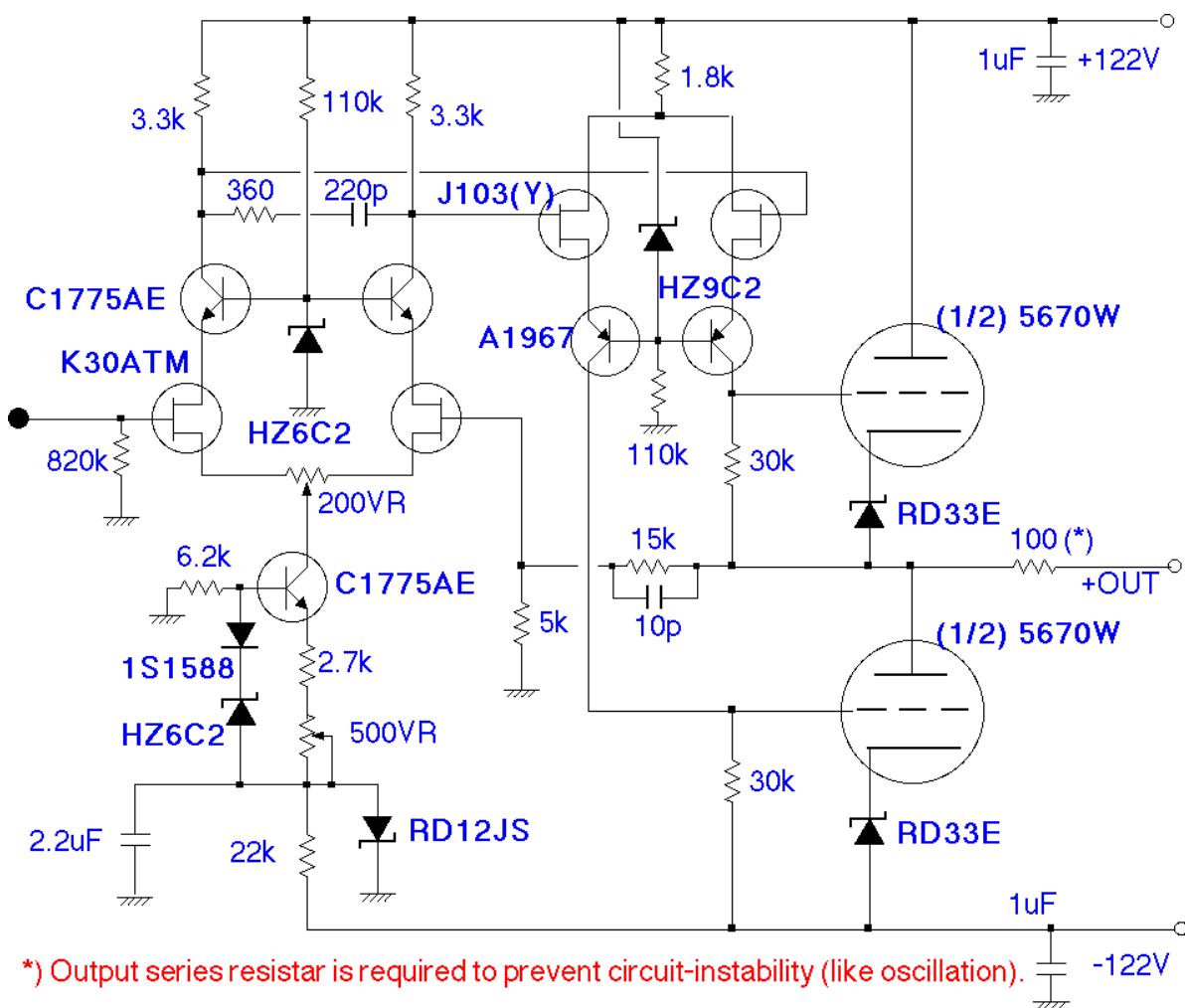
一方、その右の写真は、DL-103装着の準DCターンテーブルを接続し、試聴中の模様。ところで、「真空管プリ」の顔つきが変わっちゃってますよね。実は、スモークアクリルのフロントパネルは5670Wのヒータの灯火がほのかに透けて見え、御機嫌だったのですが、あまりの放射熱で見事に歪んでしまったのです。泣く泣くアルミ2tのフロントパネルに交換しました。ヘアライン仕上げの化粧板、なんて高くて勿体無いので、自分でヘアライン仕上げを試みました。目の細かいサンドペーパーでパネル面を真直ぐに磨きあげ、つや消しクリアラッカースプレーでさっと一塗です。



久々に見る5670W達。ダルマさんみたいに火照っていますが、一体どれだけの寿命があるのでしょうか。できれば長生きしてもらいたいもんだ。

宗旨変えの末仕上がった新型イコライザで久々に DL-103 を試しました。実は、この2ヶ月程、前回作ったイコライザの音質上の課題が気になったので、初期の回路と MM 型 AT12E/G に乗り換えていたのです。MM 型も意外と、重厚な低音、伸びのある高音、を聞かせてくれていたのです。ところが、この新型イコライザと DL-103 の組合せによると、これに静けさと落ち着きが加わる心地で、大変安心して聴ける音質に変化しました。いままで何となく「キャンキャン」していたクーベリック指揮のマーラー5 番に、何やら「芯」のようなものが一筋通った感じです。上手く表現し難いですが、トランペットの響きに奥行きが、ストリングスの流れに滑らかさが加わったような。。。ホントかな。自分で作ったアンプだからアバタもエクボ、なのかも知れません。ホント、早く本物を聴きに行こう。今年の N 響のプログラムはマーラーが目白押しだったんだけど、ついに行けず終いじゃ。。。 (Part 2.7 の終わり:2003.11.30)

## DC プリをハイブリッド方式に改造

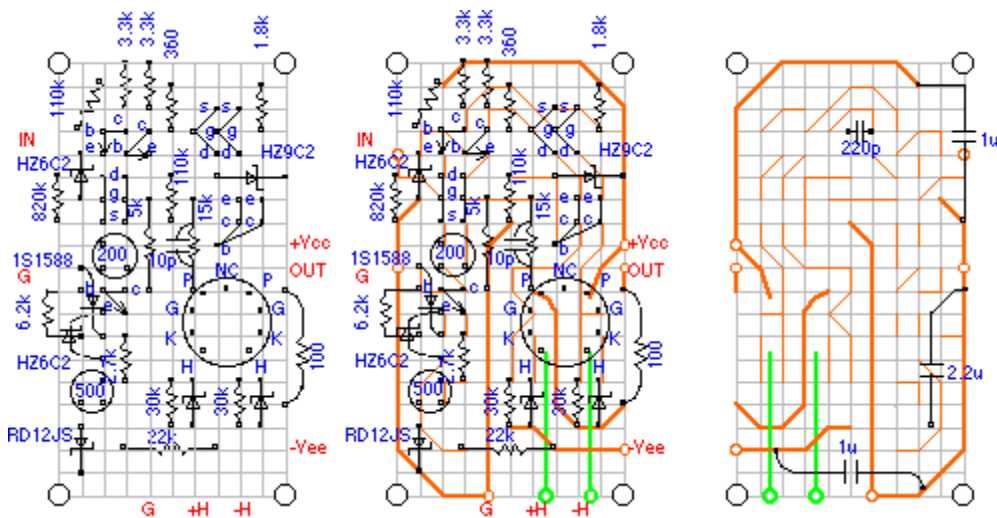


UHC-MOS パワーアンプを完全対称回路に変更したあと、CD を中心に試聴するにあたって、ひさしぶりにプリアンプ抜きで DAC を接続してみたところ、その静寂感と、クリアな音質にあらためて感心しました。一方、いままで慣れ親しんできた真空管プリを挟んで、元の接続に戻してみたところ、お気に入りの重厚な音色に変わりはないものの、ハムノイズと白色雑音が目立つようになってしまいました。ひとつには、パワーアンプのゲインが今までより少しだけ大きくなったことと、どうやらプリアンプに使用した双三極管 5670W のエイジングが進み、ゼロ点がずれてきたこと(AOC の半固定抵抗の調整レンジを超えて)、などが問題のようです。新しい 5670W に差し換えてみたりしたのですが、使用後1週間ほどで動作点がどんどんずれて行きます。思いきってハイブリッド方式に改造することを考えました。上記がその回路図です。ベースは

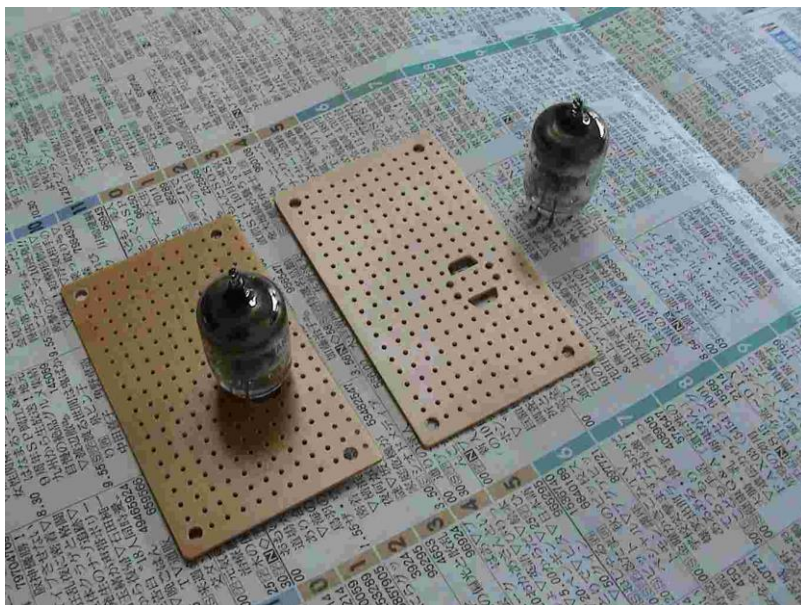


もちろん、「無線と実験」2002年12月号の49ページに発表掲載された、金田明彦氏による「ハイブリッドMCプリアンプ、CDラインアンプ」の記事を参考にしました。例によってコスト重視のおるさんはすでにエージング済みの(つまりおるさん家でさんざん使い倒した)JAN5670Wをフラットアンプの出力段に用いることを考えました。下記に、いくつか注意すべきポイントを御紹介しましょう。

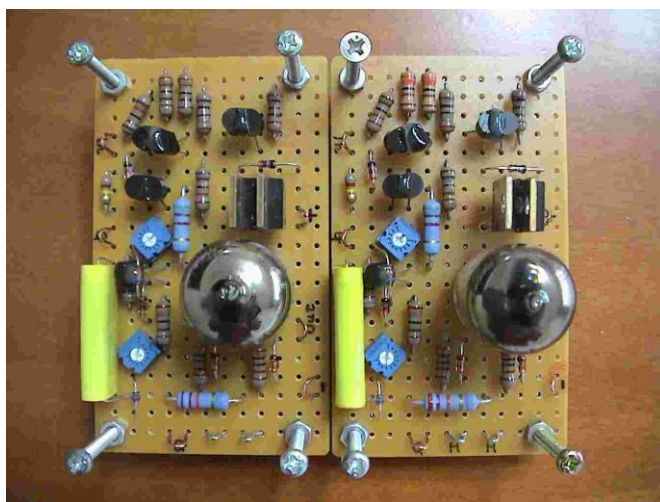
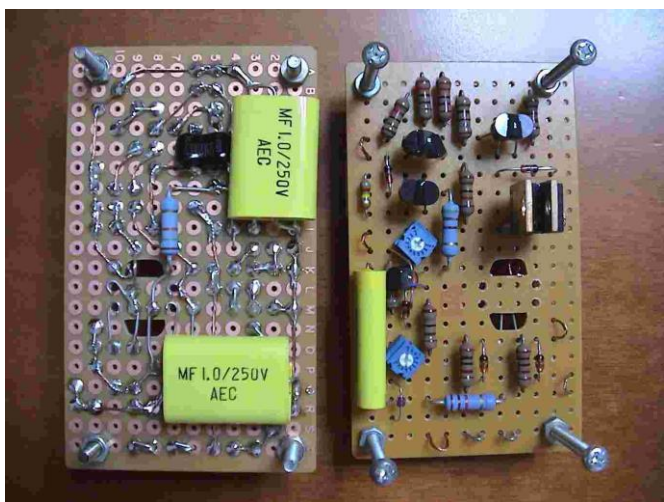
- 1) 初段差動増幅回路のFETには2SK30ATMをペア選別して使用:オリジナルは2N3954ですが、電流増幅率もほぼ同等で、互換使用可能、とのこと(KontonさんのHP参照)。
- 2) 差動増幅を支える定電流回路には、先のUHC-MOSパワーアンプにも使った2重レギュレータと同様にしました。12VのツェナーRD12JSは、「ローノイズタイプ」だそうです。コンデンサの使用箇所を最低限とするK式回路の原則に逆らって、このツェナーの両端は2.2 $\mu$ FのフィルムコンでAC的にショートしてあります。22k $\Omega$ の直列抵抗も合わせてフィルタの役目を果たし、電源ラインからのリップル混入を防げると期待しました。
- 3) 2段目の電流伝達回路に用いた2SJ103は、うっかりしてYランクを買ってきてしまいました。差動回路の片側ドレインソース電流は約1mAですが、これに対応するゲートバイアス電圧がオリジナル回路より低くなるため、共通抵抗はカットアンドトライにより1.8k $\Omega$ としました。
- 4) カスコードブートストラップに用いた2SA1967のベース電圧を固定するツェナーダイオードを最初間違えて6Vのものを用いていたのですが、動作が不安定になりました。良くオリジナル回路を調べ直したところ、ここは9V(HZ9C2)が使われていたので、変更しました。
- 5) 同じく、組み立て完成当初、出力にラインケーブルとパワーアンプを接続したら、どうも動作が安定なので困り果てました。ポリウムを回したらパワーアンプの保護回路が動作してしまうのです。(いやー、保護回路サマサマです)どうやら寄生発振かと思われたので、まずNFBに用いた15k $\Omega$ の両端に10pFの進相コンデンサをパラどりました。
- 6) さらによく金田先生のこれまでの発表記事を見てみると。。。WE310Aを用いたモノラルフラットアンプや、WE396Aによるフラットアンプには、いずれも出力端子の手前に100 $\Omega$ のスケルトン抵抗が入っています。一方、サブミニ管を用いたフラットアンプには出力抵抗が入っていません。どうやら、これがおまじないらしい。改めて100 $\Omega$ を挿入しました。これで不思議なくらい動作は安定。



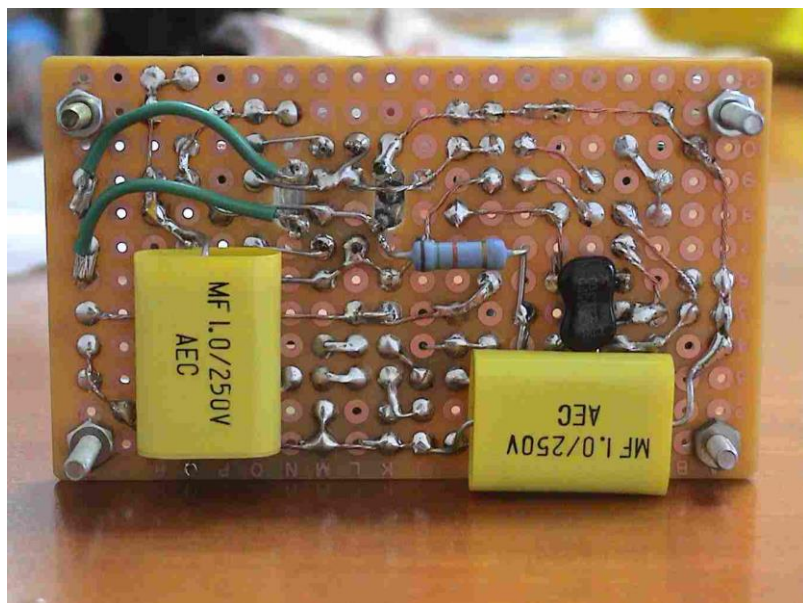
UHC-MOS パワーアンプと同様、アップルワークスでこしらえた 4mm ピッチのプリント板レイアウトです。(左)表の部品配置、(中)裏の配線も入れた表からの透視図、(右)ひっくり返した裏の配線図、となります。



まずは 5670W のピンが入る穴を加工しました。真空管ソケットをケチったというのが本当の理由ですが、「真空管ソケットとピンの間の接触抵抗によって、貴重な楽音が失われてしまう」との K センセの最新の教えに従い、ピンに直接ハンダ配線することにしました。



真空管以外の部品を実装し終わったところ。キャラメル型のトランジスタ 2SA1967 はもう一こま分だけ、5670W から遠ざけた方が良かったかも知れない。なんせヒータからのものすごい輻射熱にあおられて、トランジスタがチンチンに熱くなります。初段の FET 含め、差動増幅でペアになる素子は全てエポキシ樹脂で熱結合しました。定電流回路の 2SC1775 と、1S1588 も抱合せてエポキシでくみましたが、基板全体の温度が上昇すると共に 1S1588 の順方向電圧が下がり、終段の 5670W に流れるプレート電流を制限し、平衡状態に保ちます。



裏側には+/-電源のパスコンを2つ、ステップ型位相補正用の220pFをひとつ、NFB用抵抗15kΩを配線しました。(これにパラった10pFはまだ配線していません)御覧の通り、5670Wの各ピンへ直接ハンダ付けを試みた様子ですが、余程ていねいにピンをヤスリ、下地を出さないと、予備ハンダがうまく乗ってくれません。ピンが全てハンダで濡れるようにするには相当根気が要るようです。小生は紙ヤスリをしましたが、あまり成功とは言えませんでした。精密ヤスリで露骨に削った方が良さそうです。特に、ヒータが接続されているピンはきちんとハンダメッキすべきでしょう。熱もかかるし、結構な電流も流れるので、途中で外れたりしたら大変です。とおるさんは、かなりいい加減なままにしてみました。ちょっと心配だ。



できあがった基板を横から見てみました。5670Wもこのように実装すると意外とコンパクトに収まります。この基板と、もとの真空管DCプリ基板とを、入れ替えたのち、以下の調整作業を経て完成しました。

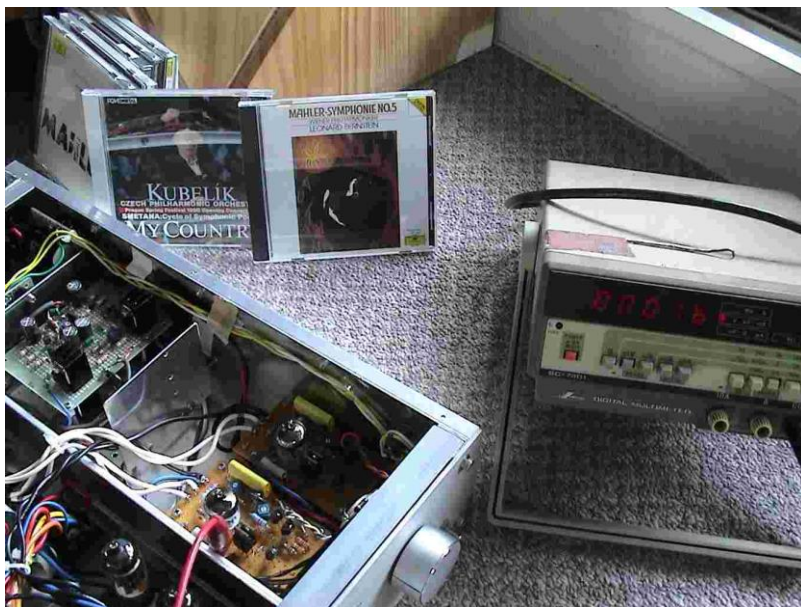
- 1) 入力端子はグランドとショートしておく。
- 2) +120V(Vcc)に22Ω/1Wなどの低抵抗を直列に挿入。アイドル電流を測定するためです。

3) 電源を投入し、出力端子の電位をチェックし、差動バランス用の 200Ω VR を動かしてゼロボルトに合わせてみます。最初は、パワーアンプにピンコードを介して接続した時、何となくフラフラとゼロ点が動きました。おかしいな、と思っていたらパワーアンプの保護回路が動作したので、前述のように手を加える羽目になりました。冒頭の変更を行った後は、出力にケーブルを繋いでも安定で、ゼロ点は 10mV 以下まで追い込めました。熱平衡に達して落ち着くまで 20-30 分掛かりますので、気長に待ちました。。。

4) ゼロ点調整がほぼうまく行くようでしたら、定電流回路に入っている 500Ω の半固定抵抗を右に回し、アイドル電流の調整をします。5670W のプレート電流のみを取り出して測定することができないため、合計の消費電流で見当をつけます。前段には 3mA、2段目に 3mA、合計 6mA に加え、5670W のプレート電流 7mA を入れると、トータル 13mA~14mA となりますので、22Ω の両端電圧は 270mV から 300mV となります。さきほどもコメントしましたが、2段目の 2SJ103 のランクによって、最初に流れるアイドル電流も異なりますので注意して下さい。2SJ103 に BL ランクを用いると、共通抵抗は 2.5k~3kΩ となる計算です。とりあえず、2SJ103-Y ランクと共通抵抗 1.8kΩ の組み合わせで、5670W のグリッド抵抗 30kΩ には約 1mA の電流が流れ、RD33E によるカソード電圧との差で 5mA ないし 7mA のプレート電流となります。ところで、調整中、うっかり 130V の Vcc ラインに指を触れてしまいました。久しぶりに感電し、「ひゃー！」という感動の叫びを上げてしまいました。深夜にて、幸い家族はぐっすり寝ておりましたので、時ならぬ喜悦の声は人知れずに、事なきを得ました。皆様も御用心召されよ。

5) 両チャンネルのゼロ点およびバイアス電流の調整が終わったら、いよいよ音出しですが、用心のため、パワーアンプを接続する前に異常を発見したい。。。と思い、出力のピンジャック端子にヘッドホンを接続しました。(RCA プラグからミニジャックのメス側プラグへの変換コードを用いました。)入力端子にはポータブルの CD プレーヤを繋いで Music Start! ボリウムを慎重に上げ、ハムノイズや、発振音(ピーンというか、ブーというか、心臓には悪いので注意して下さい)が無いかどうか調べます。

6) アイドリングモニタ用抵抗を外し、正規に VCC ラインを配線します。この 22Ω を除くと、若干ゼロ点がズれますので、再度細かく調整します。以上の作業で確信をもてたら、いよいよパワーアンプに接続です。



パワーアンプに接続し、エージング／視聴／ゼロ点監視中の本機です。

さあさ、仕上げをご覧ください。。。って、恐る恐るパワーアンプの入力ボリュームを上げてみました。実使用状態ではフルオープンとなります。プリアンプが発振したり、突如 DC 電圧が発生したりしたらひとたまりもありません。。。 (パワーアンプの保護回路を信じるのみ。最初のトライでは、「ぶつつ」という音とともに保護回路が働きました) 幸い、何ごともない。ノイズは。。。全くない。ハム音もしません。あまりの静けさに拍子抜

けです。次に、プリアンプのボリュームを上げます。入力には自作 DAC が繋がっています。どうやら、低音は厚みというよりパンチ力が際立っているようです。バーンスタイン指揮マーラーの5番、クーベリック指揮の「我が祖国」、マゼール指揮のブラームス2番および3番、と立続けに聴いてしまいましたが、オケの底力が伝わるようです。ピンへの直ハンダが功を奏したのやら、しないのやら。ともあれますます愛おしいチビ達磨の 5670W ちゃんでした。。。 (Part 2.8 の終わり: 2005.10.08)

以上、アーカイブの終わり (20161029)