



MCカートリッジとCDプレーヤーの切り換えを、信号がスイッチを通過することなく行える新発想のプリアンプ。ラインアンプは可変ゲインタイプで、MCカートリッジの場合は非反転増幅アンプ、CDプレーヤーの場合は反転増幅アンプとして働かせ、使用しない側の信号をアースに落とすことによって入力信号とアンプ動作の切り換えを行っている。アンプには5極管717Aを全段で使用し、ソケットを介することなくピンに直接配線することで、音楽の情報を少しでも欠落なく聴き取ろうと努力している。

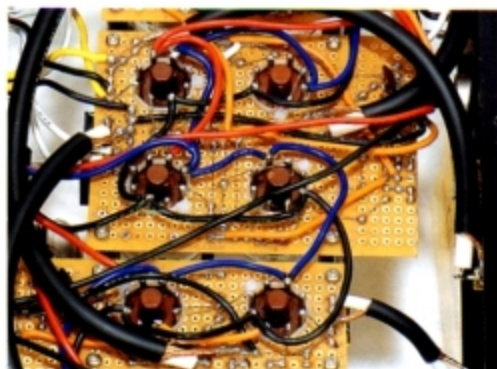
ラインアンプを反転増幅と非反転増幅に切り換えて入力信号を選択

MC/CD兼用真空管プリアンプ

金田明彦 KANETA Akihiko



ケース両側板に渡したアルミ材に、5極電圧増幅管717Aを直付けした基板を吊り下げた構造。裏板側からの配線が容易



GT管はピンをインシュロックタイで縛って基板に固定。ハンダ付けはピン先端で行う。

電源部は別筐体とし、2個のXLR端子でアンプ本体に電源を供給する。プリアンプ本体はMCとCDの2系統の入力端子を備える



MC/CD兼用真空管プリアンプ

[前編]

金田明彦 KANETA Akihiko

理論上音量をゼロまで絞りきることのできる反転増幅アンプをラインアンプ部に採用したプリアンプでは、反転増幅アンプの入力インピーダンスの低さゆえに、EQアンプの後段にバッファを入れていた。またCD入力との信号切り換えにスイッチを使用していた。今回のプリアンプでは、ラインアンプの非反転入力側にEQ出力を、反転入力側にCDを接続し、一方をアースに落とすことで他方の入力を選択される工夫により、音声信号がスイッチを通らず音の鮮度が高まっている。



コロンプスの卵

「コロンプスの卵」とは、考えつくのは難しいことなのだが、いわれてみれば誰にでも考えつきそうな簡単なことをいう。反転増幅アンプを利用したCDラインアンプは、まさにコロンプスの卵であろう。

CDラインアンプはアンプという名の減衰器であり、信号を増幅するよりは、むしろ減衰させて使用する機会の多いアンプである。しかも信号をゼロまで絞りきらなければならない。信号レベルが高く、しかもソースによって信号レベルが著しく異なるCD用ならではの特異なアンプである。

オーディオでは使われることの少なかった反転増幅アンプは、OPアンプの世界ではごく当たり前のアンプであり、応用範囲が広く、非反転増幅アンプよりも使用される機会が多い。ゲインの設定次第で増幅も減衰もできる。しかも信号レベルをゼロまで絞ることがで

きる。入力インピーダンスが低いというデメリットがあるが、CD再生では信号源のDACにとって何ら問題にならない。まさにCDラインアンプに最適なアンプなのだが、なぜかCD用反転増幅アンプはあまり使用されなかった。

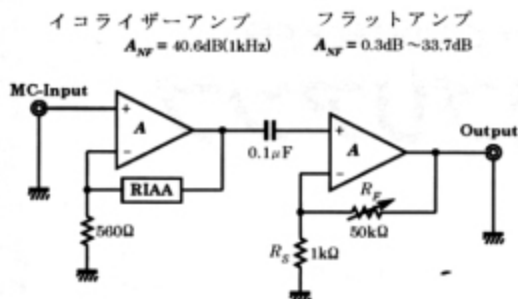
一方、オーディオによく使われている非反転増幅アンプは、ゲインコントロールアンプに応用した場合、最小ゲインは1 (0dB) である。このままではCDの信号レベルに対応できないので、私のアンプでは、アンプの入力にアッテネーターを入れて、信号を一旦減衰してから増幅する。これでも信号レベルをゼロに絞れないので、ミューティング回路が必要になる。

反転増幅CDラインアンプはアッテネーターやミューティング回路も不要、ゲイン可変範囲が広く、実にシンプルな回路構成でCDの信号レベルに対応できる。非反転増幅アンプと同様、出力ケーブルやパワーアンプ、それにチャンネルフィルターに対するドライブ力

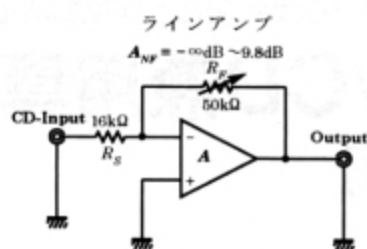
が高く、CD再生に必要な機能をすべて備えたパーフェクトなアンプである。

しかしCDとLPの両方を聴こうとすれば、CDラインアンプとMCプリアンプを用意して、アンプの出力側で信号を切り換えなければならない。これを1台のプリアンプで済ませるには、イコライザーアンプとフラットアンプ間にバッファを追加したり、イコライザーアンプのゲインを大きくしたり、大幅な改造を余儀なくされる。半導体プリアンプならバッファの追加は簡単だが、真空管プリアンプでは、定電流回路付きカソードフォロワーを追加するにはケースを大型化しなければならず、作り直しになる。

そこで登場するのが「コロンプスの卵2」と命名した今回の最新プリアンプである。既存のMCプリアンプにスイッチとピンジャックを追加するだけで、LPとCDが聴ける。もちろんCDの信号レベルはゼロまで絞りきれる。イコラ



〔図1〕MCプリアンプのブロック図



〔図2〕CDラインアンプのブロック図

イコライザーアンプにもフラットアンプにも手を加える必要がない。しかも信号ラインには切り換えスイッチが入らない。だから接点によって生じる情報欠落もない。こんなマジックみたいなことができるのだろうか。それができるのだ。だからコロブスの卵2なのだ。

今回は音質だけでなく、使い勝手の良さと作りやすさも追求したプリアンプを発表する。真空管のダイレクト配線を常識としたDCアンプの世界で、最も配線や交換に適したUSオクタルベースの5極管717Aをメインに使用したプリアンプである。もちろん従来のMCプリアンプやCDラインアンプでも、ごく短時間でLP、CD兼用プリアンプに改造できる。本機で音楽ライフが一段と広がることだろう。

ゲインコントロールアンプの条件

反転入力と非反転入力を備えた差動アンプなら、どんなアンプでもCD用反転増幅アンプが作れるかという、必ずしもそうではない。

クリアしなければならない条件がある。まずアンプの出力段はブッシュアップ動作でなければならない。ゲインコントロールアンプでは帰還抵抗 R_F の値を変化させてNFBをかけた状態のゲイン A_{NF} を

コントロールする。この R_F がアンプの負荷になる。 A_{NF} を小さくした場合、 R_F が小さくなり、アンプに対する負荷効果が大きくなる。低い R_F にも十分に電流を流せるブッシュアップ出力段が不可欠である。

次に A_{NF} を変えても信号レベルが変わるだけで、音質はまったく変わらないという条件がある。特に一般のアッテネーターのように、ゲインを絞ったときに音質が著しく貧弱になるようなことは絶対に避けなければならない。アンプの音質はNFB量でも変わる。だから A_{NF} を変える場合、NFBをかける前のオープンゲイン A と、 A_{NF} が同時に同量変化して、NFB量は常に一定になることが重要だ。これを実現するには、アンプが電流出力型でなければならない。電流出力型アンプの A は負荷抵抗値に比例するからだ。電圧出力型アンプでは負荷抵抗値に関係なく A が一定なので、 A_{NF} を小さくするとNFB量が増加し、音質も変化する。

第3の条件は、いかなる A_{NF} でもNFBが安定なことだ。たいいていのアンプでは A_{NF} を小さくした場合、NFBが不安定になったり、最悪の場合発振したりする。これを避けるためにポール（各増幅段のカットオフ周波数）を極端に低くした位相補正を施すと、 A_{NF} を大きくした場合、過度の補償状態になり、音質が著しく害される。

完全対称アンプはポールの配置が適切で、NFBに対して非常に安定である。これらの条件をすべて満たすアンプがあったから、CD用反転増幅アンプが生まれたとも言えるのだ。

MCプリアンプとCDラインアンプ

MC/CD兼用プリアンプを検討するために、まずMCプリアンプとCDラインアンプのブロック図を比較してみよう。図1はMCプリアンプ、図2はCDラインアンプのブロック図である。MCプリアンプでは、 A_{NF} が1kHzで40.6dBというハイゲインアンプで、微弱なMC信号を一気に増幅すると同時に、RIAAイコライザーで信号の周波数特性をフラットにする。このイコライザーは出力電圧を高入力インピーダンスで受け取るという条件で動作しているので、フラットアンプは高入力インピーダンスの非反転アンプになる。フラットアンプの A_{NF} は帰還ボリューム R_F の抵抗値にもよるが、 R_F が50kΩでは0.3～33.7dBの範囲で変化する。

一方CDラインアンプでは A_{NF} の変化範囲は $-\infty$ dB～9.8dBで、むしろ0dB以下のゲインで使われる機会が多い。入力インピーダンスは反転入力端子の抵抗 R_S の値で決まり、図1では16kΩになる。



同じフラットアンプでも、MC用フラットアンプとCD用ラインアンプでは、 A_{NF} の変化範囲と入力インピーダンスが違う。

MC/CD兼用プリアンプ

図1と図2を合体して、MC/CD兼用アンプを作るには、図3のようにすればよい。フラットアンプは反転増幅アンプとして、音楽ソースに合わせて、 A_{NF} の変化範囲を切り換える。MC用には R_S を $5.1k\Omega$ にして、 A_{NF} を $-\infty dB \sim 24.5dB$ に設定し、CD用には R_S に $33k\Omega$ を追加して A_{NF} を $-\infty dB \sim 8.4dB$ に設定する。MCとCDの出力レベルのバランスを取るために、イコライザーアンプの A_{NF} を $47.9dB$ にアップする。さらにイコライザーアンプの出力を高入力インピーダンスで受け取るために、イコライザーアンプ出力とフラットアンプ入力の上にソースフォロワーやカソードフォロワーなどのバッファを入れる。これでMCもCDも適切な信号レベルになり、使いやすいプリアンプになる。

この方式では信号回路に切り換えスイッチが入るのは当然だ。MC用とCD用の独立したアンプを使う場合でも切り換えスイッチが入ると同様だ。

最新MC/CD兼用プリアンプ

図4がコロムビアの卵2のプリアンプである。何とイコライザーアンプは従来と変わりなく、フラットアンプの2つの入力に、2つの信号を同時に入れている。すなわちイコライザーアンプ出力は高入力インピーダンスの非反転入力に、CD信号は低入力インピーダンスの反転入力に、切り換えスイッチを使わずに、ダイレクトに入

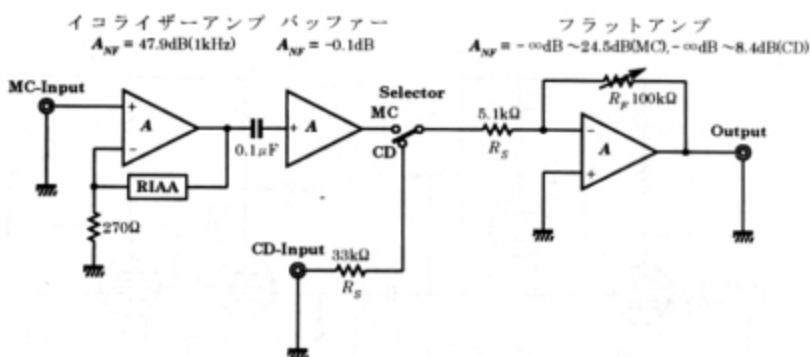


図3] MC/CD兼用プリアンプ

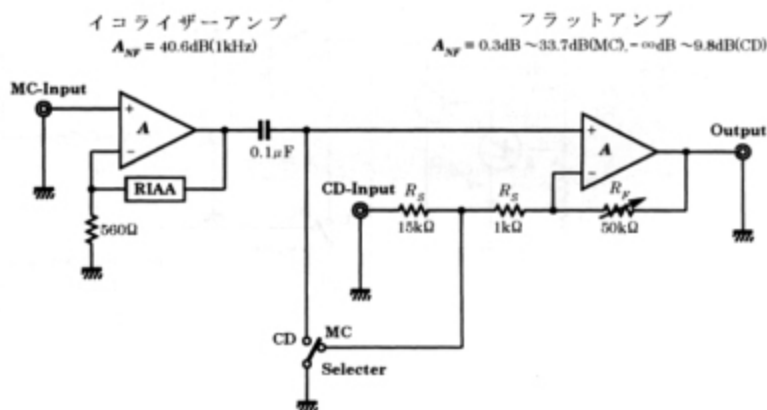


図4] 最新MC/CD兼用プリアンプ

れている。この状態で、それぞれの信号を受け取る条件を満たしている。

面白いのは信号の選択方法だ。使用しない信号をグラウンドにショートするのである。MC再生時にはCD信号ラインをグラウンドにショートする。この状態でフラットアンプは非反転増幅アンプの動作になり、 R_S は $1k\Omega$ で、MCプリアンプのフラットアンプと同じ A_{NF} の変化範囲になる。

一方CD再生時には非反転入力をグラウンドに直接ショートする。この状態ではフラットアンプは反転増幅アンプの動作になり、 R_S は $16k\Omega$ で、CDラインアンプとして適切な A_{NF} の変化範囲になる。

もともとフラットアンプは2つの入力を持った差動アンプなので、それぞれの入力に適した信号を入

れ、使用しない信号をグラウンドにショートして、必要な信号を選択しているのだ。

この方式には数多くのメリットがある。まず信号経路に接点が存在しないこと。信号切り換えに、ショックノイズがまったく入らないこと。MCプリアンプにスイッチとピンジャックを追加するだけで兼用アンプに改良できることである。これはDCプリアンプを常用している方たちにとって朗報となるだろう。特に製作に時間と経費がかかる真空管プリアンプでは、非常に大きなメリットになる。

本機MC/CD兼用プリアンプ

図5は本機MC/CD兼用型真空管DCプリアンプである。前回のオール403A/Bプリアンプや前々

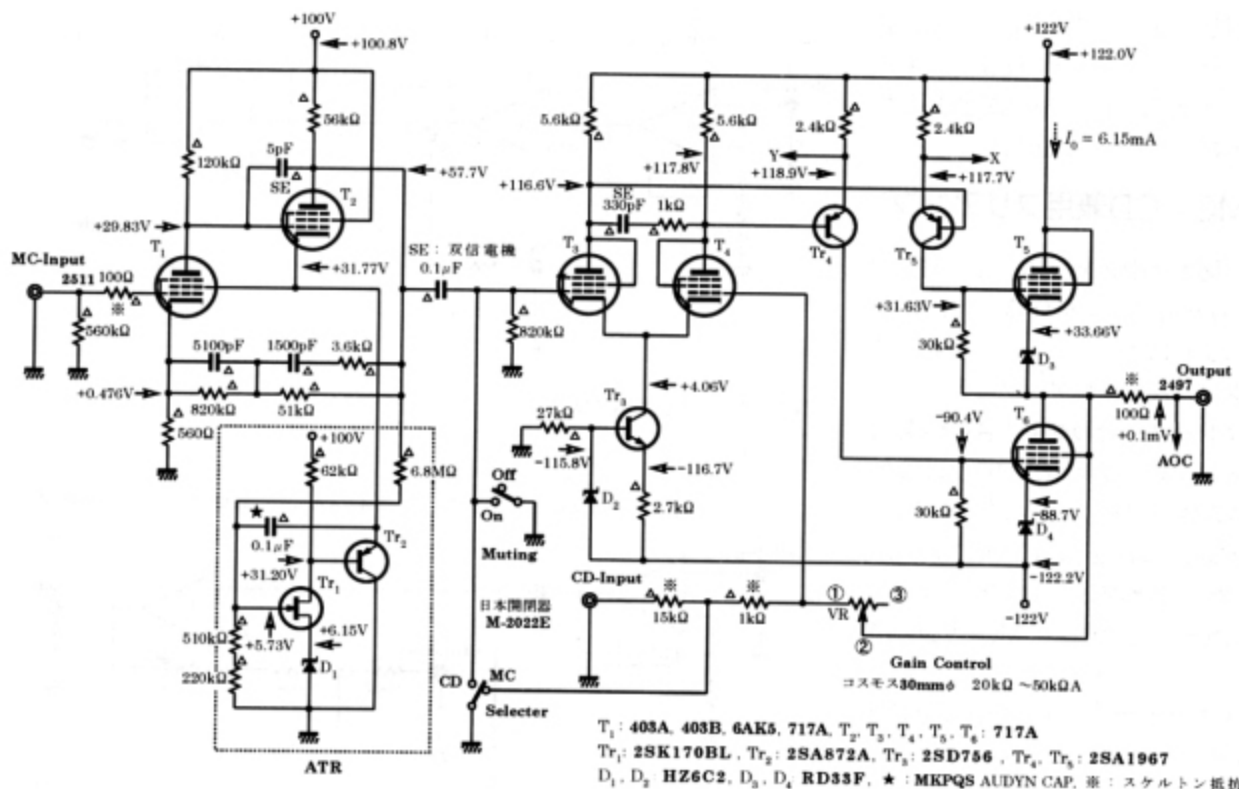


図5 本機MC/CD兼用真空管プリアンプ

回の384/386プリアンプとほとんど同じ回路のプリアンプに、入力ピンジャックと信号選択用のセレクタースイッチを追加したアンプである。

MC再生時にはミュートスイッチが必要だが、実はこのスイッチはセレクタースイッチで代用できる。MCの信号レベルをゼロにしたいときには、セレクターをCDに切り換えればよい。もちろんCDプレーヤーは再生状態になっていないことが前提だ。本機ではスイッチの機能を明確にするためと使い勝手のために、独立したセレクターを設けた。スイッチを兼用する方法は、既存のプリアンプを改良する場合に、フロントパネルの加工が省略できる。

カップリングコンデンサー

DCアンプシステムで唯一カップリングコンデンサーが使われて

いる箇所が、イコライザーアンプとフラットアンプの間である。このコンデンサーは音質上、SEコンデンサーに優るものはない。しかし耐圧100Vのコンデンサーがなぜか60Vの動作電圧でしばしばパンクする。特に聴いている最中、肝心なところで突如パンクするのは恐怖そのものだ。試聴会で最も心配なのは、最後までSEがパンクしないかどうかである。

前回のオール403プリアンプではカップリングコンデンサーをトーンファクトリーのシルバードマイカに替えた。しかし間もなくSEに戻ってしまった。やはりパンクしようとも、もっと音楽の情報量が欲しいからである。

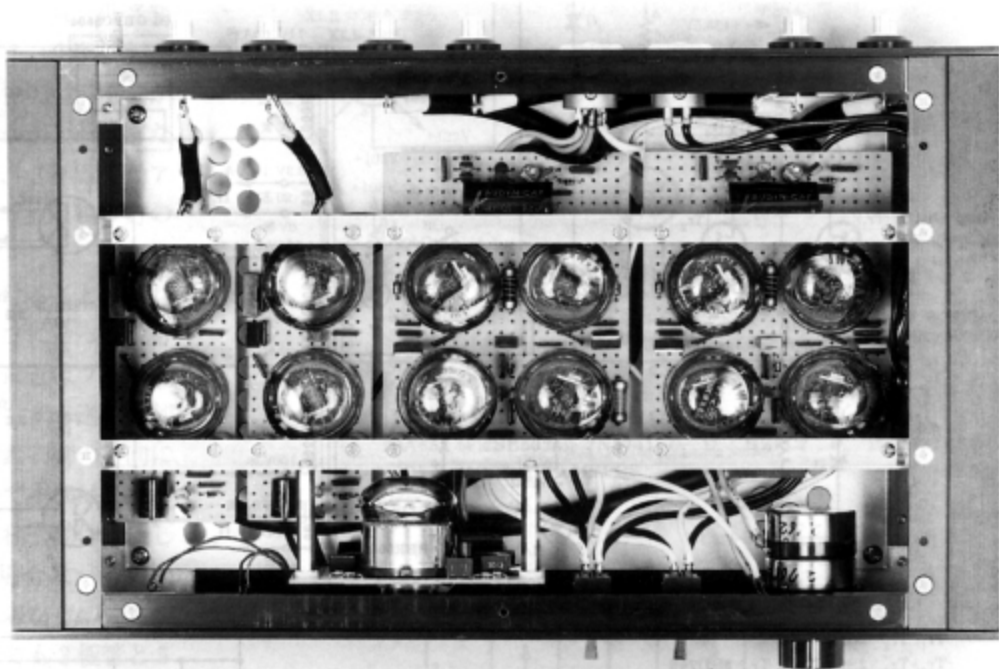
そこで未然にパンクを防ぐ対策を報告する。SEコンデンサーは温度が高いほどパンクの確率が高くなる。電源の上にアンプを重ねて、長時間動作させると、確実にパン

クする。アンプと電源を並べて置くか、重ねざるを得ないときは、間に未使用のアンプを挟めばよい。このアンプは放熱孔のない半導体プリアンプがよい。なければ未加工のケースを使えばよい。これだけのことでパンクの確率は減る。

イコライザー初段管のマイクロフォニックノイズ

本機は当初オール717Aプリアンプとして製作した。すべての真空管を同一真空管に統一すると次の2つのメリットが生まれる。1つ目は真空管それぞれが持っている固有の音質や音楽表現力を統一できることである。多量の真空管を使うと多量の音色が混じりあってしまうからである。2つ目はイコライザーアンプ初段用のローノイズ真空管を見つける確率が高くなることだ。

717Aの前身は384/386である。



ケースの左右から渡したアルミアングルから4枚の基板を吊り下げた構造。真空管はUSオクタルベースの5極管717Aをすべての段に使用した

る。384/386はベースのないリード線タイプであり、電極は縦向きで、プレートはトップから引き出されている。384/386の電極を横向きにしてトッププレートを廃し、USオクタルベースを付けて使いやすくしたのが717Aといわれている。しかし実際に使用してみると、特性も改善されて、 g_m がやや大きくなり、耐振性も良くなっている。

384/386をイコライザー初段に使うとマイクロフォニックノイズが多く、実用にはならなかったが、717Aでは何とか使える状態になった。

ところが717Aの耐振性にはかなりバラツキがあることがわかってきた。初段717Aのプリアンプを3台製作したが、1台は問題なく、非常に良い音で鳴っている。2台目はかなりマイクロフォニックノイズが多く、大音量の後ではハウリングが起こることもあった。3台目は真空管マイクロフォンという感じで、717Aが音を電気に

変換するマイクロフォンとして動作し、音声に反応して、「あいうえお」が出力波形から識別できる。しかも真空管独自のハウリング音が絶えず出るようだ。そのピッチが使用球と動作温度によって変わる。

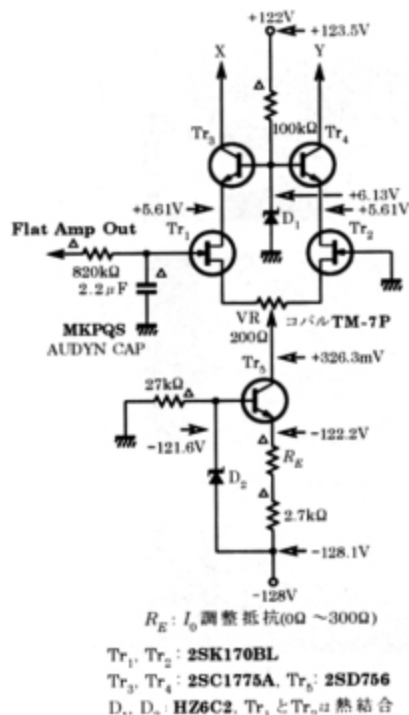
初段に適する耐振性の高い真空管を探してみたが、なかなか良いものは見つからない。404Aはグリッドが非常に振動しやすく、シンバルを叩いたような音が長時間継続する。フレームグリッドなので耐振性には期待したが、結果は逆だった。435Aにいたっては動作不能であった。イコライザー初段はプレート電圧やスクリーングリッド電圧が30V前後の低電圧で動作している。435Aのような4極管の場合、30Vのスクリーングリッド電圧では、プレート電流が極端に少なくなり、スクリーングリッド電流が多くなって動作できない状態になる。

403はそれほど振動対策をして

いるようには見えないが、実際に使用してみると、耐振性に優れ、イコライザー初段に適した真空管と言える。結局、ノイズと耐振性の点でイコライザーの初段に使える真空管は、EF86や403などのごく少ない種類の5極管に限られることがわかった。MCカートリッジの微弱な信号をダイレクトに増幅する真空管プリアンプは市場にも少なく、初段管には厳しい条件があることはしかたのないことだ。

フラットアンプのプラス電源

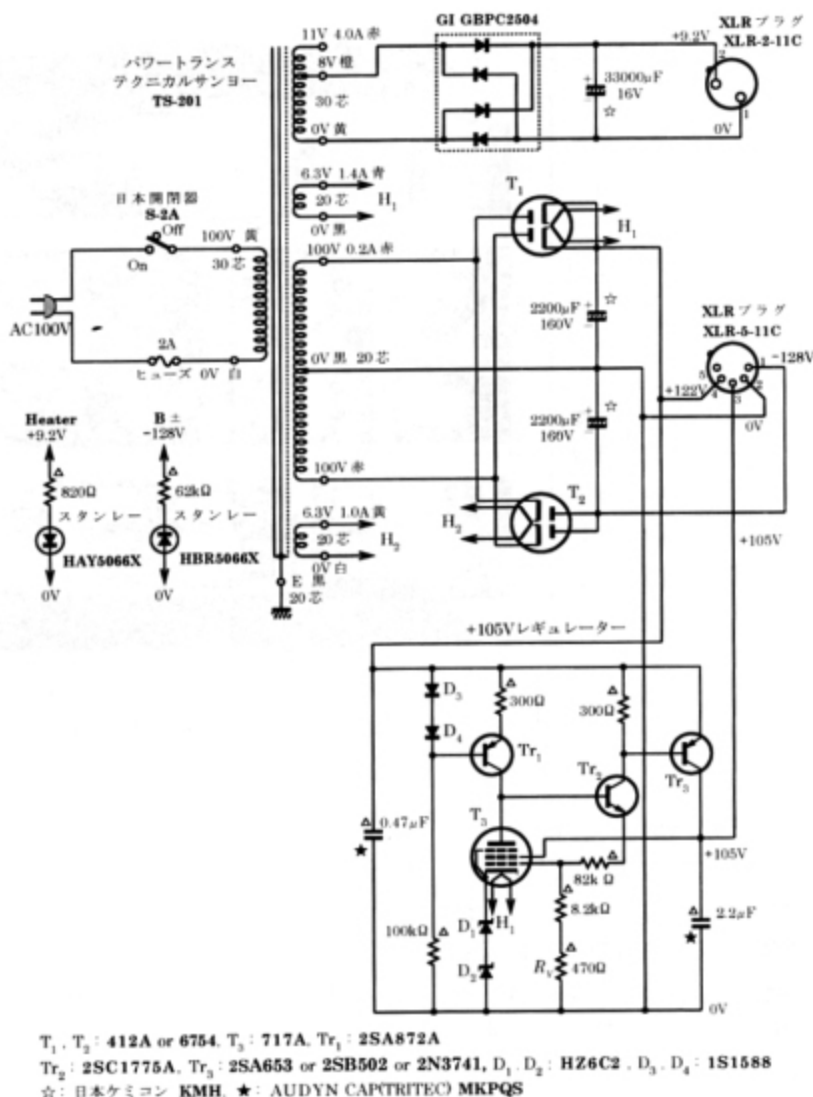
ほとんど完成されたように見える真空管DCプリアンプでも、まだまだ未解決の問題が潜んでいる。それがフラットアンプのプラス電源だ。フラットアンプの初段は差動アンプだが、3極管動作のため、電圧変動の影響を受けやすい。2つの真空管の特性バランスが良ければ、差動アンプ特有の電源変動除去効果は大きい。しかし微妙な特性差のために、除去効果にも差



が生じる。その結果、MCプリアンプではゲイン最大時にフラットアンプ出力に観測されるリップルの振幅に差が出る。ほとんど観測できない場合もあるが、10~20 mV_{p-p}ほどの三角波が観測されることもある。

差動アンプは電源変動抑圧効果が大きいほど特性が優れていることになるので、この点を改良したい。そこでイコライザーアンプの+105Vレギュレーターの出力電圧をフラットアンプの初段に給電してみた。その結果リップルは完全に消滅し、音質もいっそうクリアになったが、イコライザーアンプに影響が出た。イコライザーアンプは2段直結のシングルアンプなので、電源変動の影響を受けやすい。これに使用するレギュレーターを他のアンプに流用するとイコライザーアンプに影響が出るのだ。

この解決法は現時点で2つ考えられる。1つはオーソドックスな



〔図7〕電源部

方法で、+105Vレギュレーターをもう1台追加して、フラットアンプ初段に給電する方法だ。その結果、立ち上がりがよりシャープな音になり、楽音がいっそう美しくなる。昨年の試聴会からこの方法で鳴らしている。

不思議なことに、CDラインアンプでは、3極管接続フラットアンプを+105Vレギュレーターから給電すると、音のエネルギー感がやや減少する。だからCDラインアンプにはレギュレーターを使わなかった。

もう1つは初段差動アンプを電

源変動に強い5極管にすることだ。717Aや403Aはもともと5極管なので変更は簡単だ。5極管ではスクリーングリッド電源が音質上の決め手になるが、これは+105Vレギュレーターから給電すればよい。3極管動作の場合は初段以外に2段目のカレントミラーとAOC(オートマチック・オフセット・コントロール)にも電流を流していたが、5極管のスクリーングリッド電源だけなら、桁違いに少ない電流なので、イコライザーアンプに対する影響も少ないだろう。

5 極管差動アンプの音は極めて

シャープで制動力に優れ、低音楽器の音程もいっそう明確になる。ただしAが大きくなり、NFB量が多くなるので制動がかかり過ぎたような感じになり、3極管差動アンプのような自由奔放な鳴り方の音も欲しくなる。

音楽が楽しく聴けること、これはオーディオアンプにとって最も大事な点である。最近ではプリアンプでもパワーアンプでも過度の制動力を避けて、最適制御の方向に進めている。そこで本機はレギュレーターなしの3極管動作に戻した。5極管動作の場合は、あらかじめAを小さくするなどの改良が必要になる。それでも3極管と5極管の音の差は出るだろう。このへんはもう少し研究の余地がある。

AOC

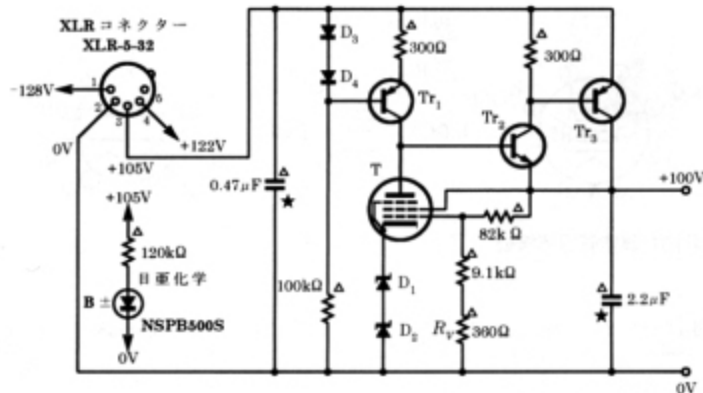
図6は本機のAOCである。シンブルな回路だが、真空管DCアンプの安定化には不可欠な回路である。フラットアンプのオフセット電圧を検出し、これが0Vに近づくようにカレントミラーの出力電流をコントロールする。オーディオ信号帯域では単なる定電流回路として動作する。

電源部

図7は電源部である。回路は従来の電源と変わらない。+105Vレギュレーターの誤差増幅管が717Aに変わったが、もちろん403でも同じ回路で使える。

+100Vレギュレーター

図8は+100Vレギュレーターである。+105Vレギュレーターと同一回路で、出力電圧設定抵抗だけが違う。誤差増幅管に403が使える点も同様だ。



T: 717A, Tr₁: 2SA872A, Tr₂: 2SC1775A

Tr₃: 2SA653 or 2SB502 or 2N3741, D₁, D₂: HZ6C2, D₃, D₄: 1S1588

★: AUDYN CAP(TEC) MKPQS

図8 +100Vレギュレーター

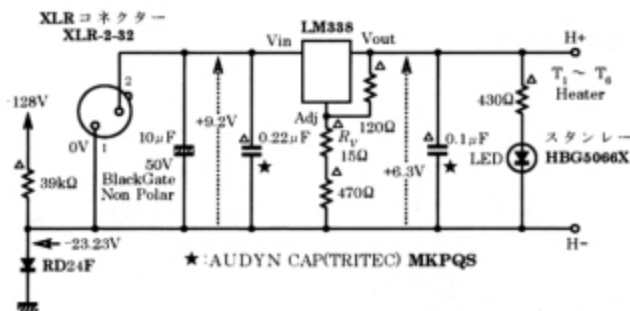


図9 +6.3Vレギュレーター

+6.3Vレギュレーター

図9はヒーター用の+6.3Vレギュレーターである。R_Vは出力電圧調整抵抗である。

製作

真空管と半導体の電極接続

図10は真空管電極接続である。717Aは3番ピンと5番ピンにKとG₃が出ているので、基板配線では最短距離になるピンを使用する。1番ピンはNC(ノンコネクション)になっているが、実際にはUSオクタルベースのセンターポール内にシールド用の金属パイプが埋め込まれ、これに電氣的に接続されている。1番ピンをグランドに配線するとシールド効果が得られるが、本機では配線しない。NCだからといって中継端子代わりには使え

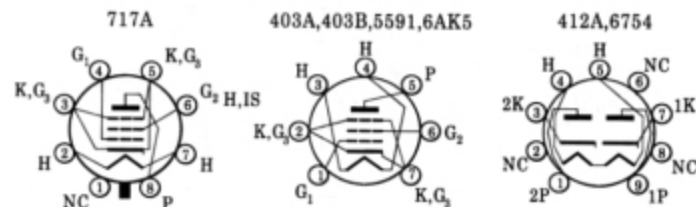
ない。

403は2番ピンと7番ピンにK, G₃が出ているが、本機では2番ピンを使う。

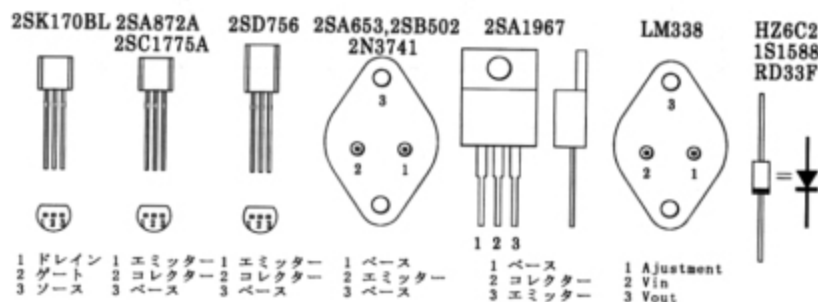
図11は半導体電極接続である。

真空管の選別

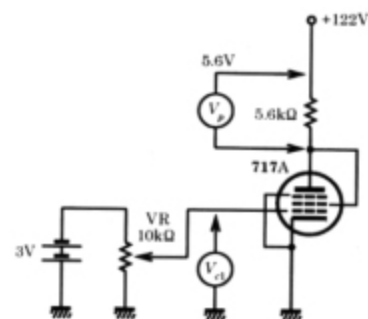
真空管DCプリアンプを成功させる大事なポイントに真空管の選別がある。この中で特に大事なのがイコライザーアンプ初段管の選別だ。ソケットを使っていたころなら真空管の交換は簡単なので、ノイズやハウリングの少ない真空管を探す手間もさほどかからなかった。ところがダイレクト配線となると真空管の交換に手間がかかるので、あらかじめ初段管に適する真空管を選んでおく必要がある。本機が2台目以降の製作なら話は



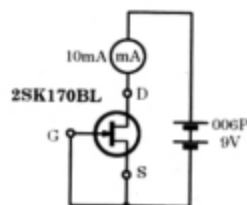
〔図10〕真空管電極接続



〔図11〕半導体電極接続



〔図12〕717Aの E_{ci} 測定



〔図13〕2SK170の $loss$ 測定



〔図14〕2SK170の熱結合

簡単だ。既存のプリアンプの初段管を外し、ソケットを仮配線する。リード線を5cmほど伸ばしてもよい。ソケットは固定しなくてもよいが、ピンがケースの金属部分にショートしないように、絶縁用としてビニールシートを敷くなどの対策をする。ソケットにテスト用真空管を差し込み、天板をした状態でパワーアンプとスピーカーを接続し、ボリュームを上げてノイズを聴く。ノイズにも色々音色がある。「サー」という感じのさわやかなノイズなら気にならない。「ゴソゴソ、ブツン、パスン」などのノイズは気になるものだ。さらにケースを軽くはじいて、マイク

ロフォニックノイズをチェックする。

イコライザー初段に403を使う場合には717Aのノイズテストをしなくてもよい。403だけノイズテストをする。

本機が初めての真空管DCプリアンプ製作の場合には、次の手順で初段管を選択する。まず電源部を製作し電圧チェックを済ませておく。レギュレーター基板を製作し出力電圧の調整をする。イコライザー基板を製作する。ただし T_1 にはソケットを仮配線して、これにテスト時に真空管を挿入する。入力部は基板上でグランドにショ

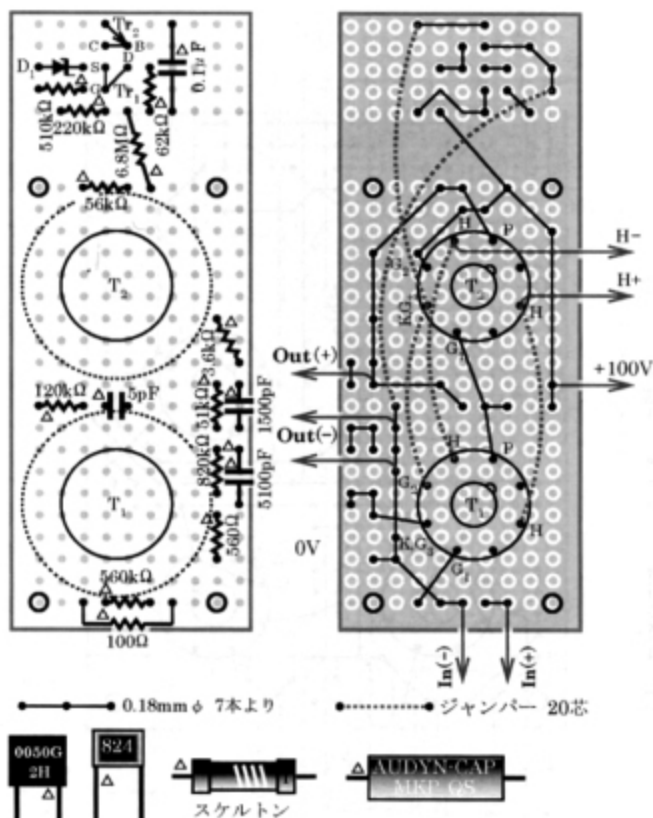
ート配線しておく。アンプ部には+6.3Vレギュレーター基板、+100Vレギュレーター基板とイコライザー基板を取り付け、ヒーターラインとDC電源ラインの配線をする。イコライザー出力ラインは出力ピンジャックへ仮配線(20芯)する。

どんなアンプでもよいが、ライン入力付きのプリアンプとパワーアンプを用意し、イコライザー出力をライン入力に入れる。これでイコライザーのノイズが聴ける。403の合格率は20%~30%くらい、717Aの合格率は30%程度だが、マイクロフォニックノイズの点で合格率は下がってしまう。ノイズ不合格の真空管はフラットアンプとレギュレーターに使用する。ただし+100Vレギュレーターにはできるだけノイズの少ない真空管を使ったほうがよい。減多にないことだが、Lch.とRch.から同じノイズが出る場合には、共通箇所のレギュレーターが原因の可能性がある。このときは717Aを交換してみる。

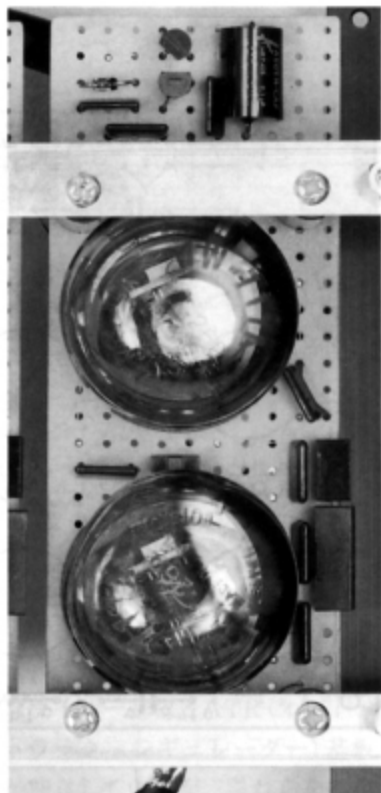
次は差動アンプ初段管 T_3 、 T_4 の測定だ。717Aの測定は初段の動作条件と等しい条件で行う。測定前にヒーターだけ最低2時間以上通電してエージングをする。本機の電源部を利用して、図12の測定回路で717Aを動作させる。プレート負荷抵抗5.6kΩの端子電圧が5.6Vになるように($I_b=1.0mA$)VRを調整し、このときのグリッド電圧 E_{ci} を測定する。 E_{ci} の近いどうしてペアを組み、差動アンプに使う。 E_{ci} が比較的低い真空管を初段管 T_3 、 T_4 に使い、 E_{ci} の高い真空管を出力段 T_5 、 T_6 に使う。

半導体の測定

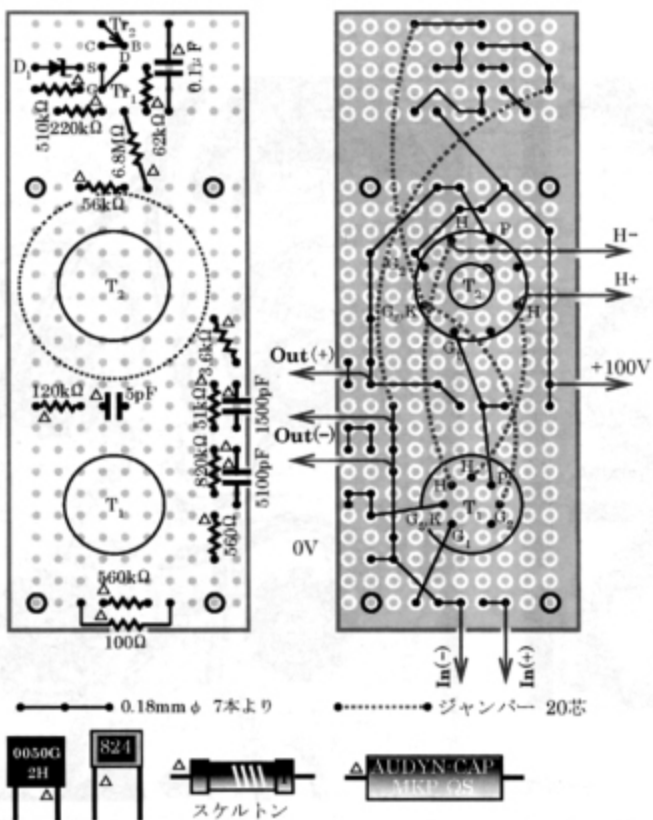
AOCの Tr_1 、 Tr_2 (2SK170)



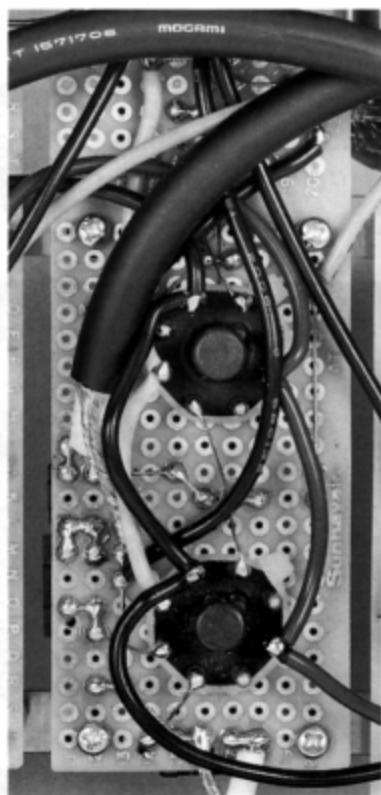
[図15] イコライザーアンプ基板 (717A)



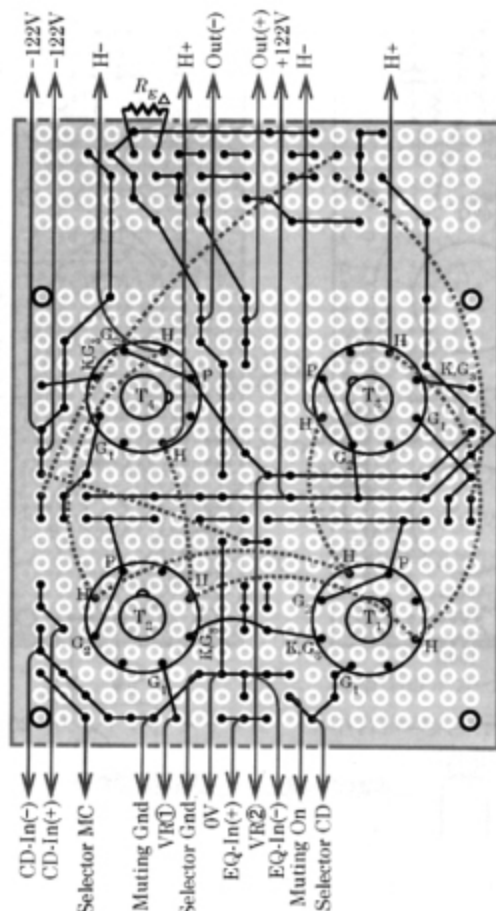
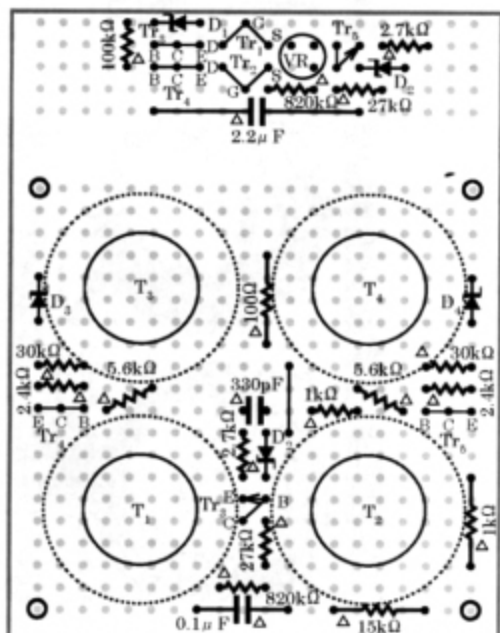
フォノEQ基板は717Aによる2段増幅。真空管にバラツキがあっても動作を安定させる電源部を基板上に配置



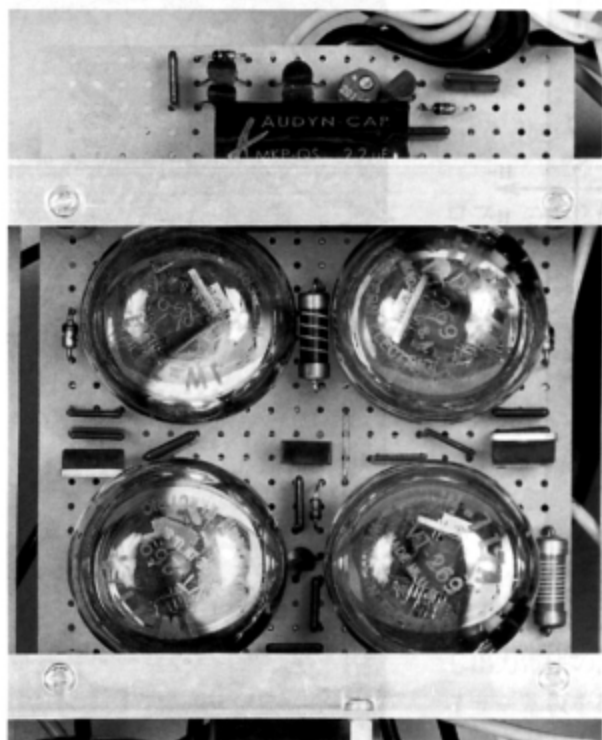
[図16] イコライザーアンプ基板 (403)



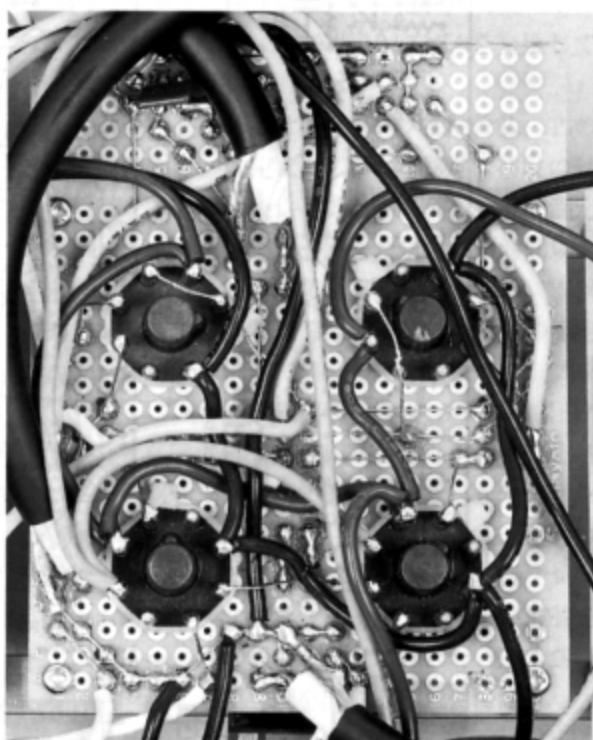
フォノEQ基板裏側の配線。真空管のピンをインシュロックタイで縛ることで固定している



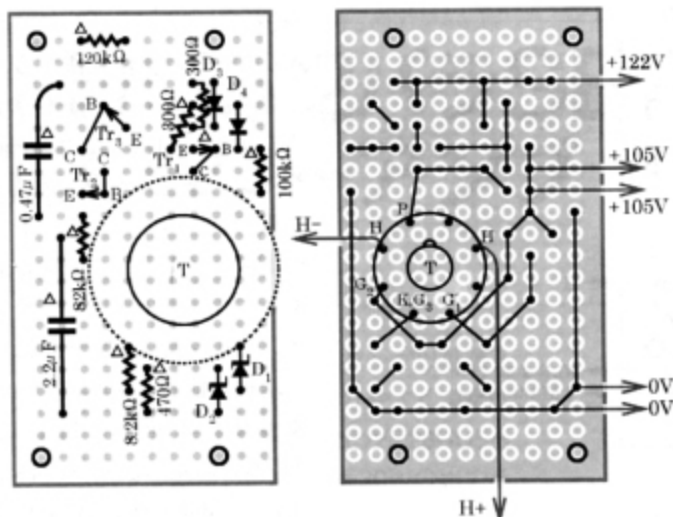
〔図17〕 フラットアンプ基板



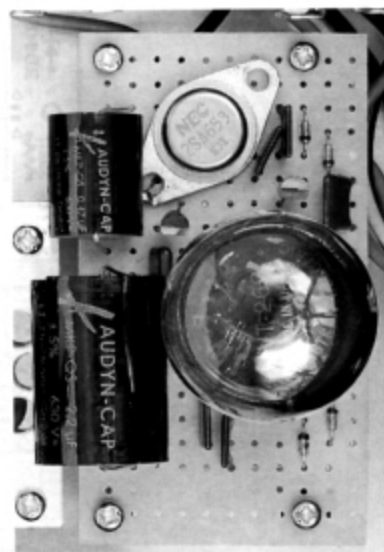
ラインアンプ部は差動アンプとプッシュプル出力段用に4本の717Aを使用。出力のオフセット電圧を抑える回路を基板上に配置



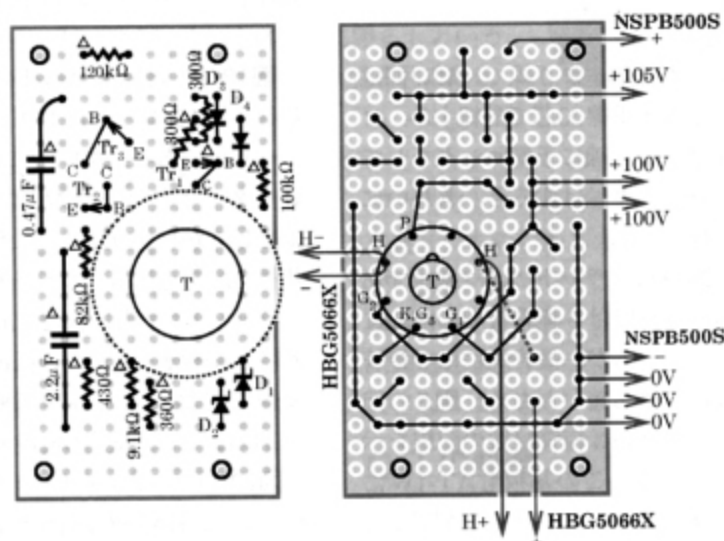
ラインアンプ部は差動入力側の非反転入力側にEQ出力を、反転入力側にCDを常時接続。一方をアースに落とすことで他方の入力を選択される



[図18] +105Vレギュレーター基板



+105Vレギュレーターおよび+100Vレギュレーター基板の誤差増幅に5極管717Aを使用



[図19] +100Vレギュレーター基板

のペアマッチングはオフセット電圧 V_o の安定度に直接影響する。できるだけ正確にマッチングをさせた方がよい。図13の回路で I_{DSS} (ゲート・ソース間電圧が0Vのときの I_D) を測り、その差が0.1mA以内のものでペアを組んで差動アンプに使う。 Tr_3 , Tr_4 , Tr_5 は特に測定の必要がない。

熱結合

本機で必要な熱結合はAOC初段差動アンプ (Tr_1 , Tr_2) だけである。

図14は熱結合図である。接着剤には急速硬化エポキシ接着剤アラルダイトを使い、 Tr_1 , Tr_2 の平らな面どうしを接着する。

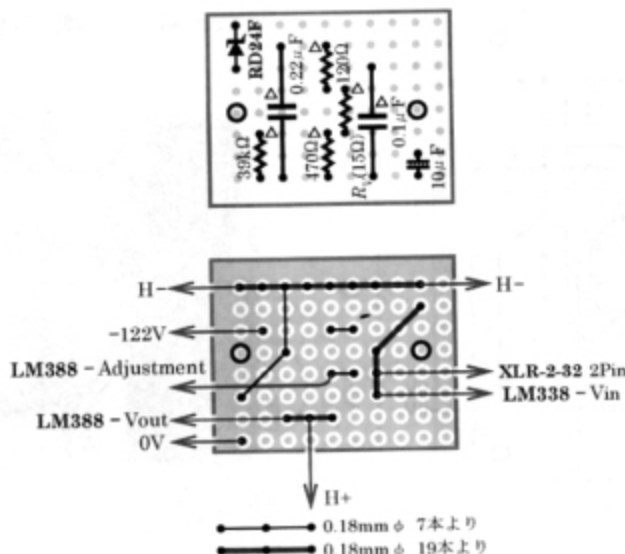
基板

イコライザー基板は次の2種類のうち、いずれか一方を製作する。図15は Tr_1 に717Aを使用した基板、図16は Tr_1 に403を使用した基板である。いずれもサンハヤトのAT-1W (ダブルサイズ) をカットして作る。384/386プリアンプではイ

コライザー基板とATR (オート・トラック・レギュレーター) 基板が独立していたが、これらを1枚の基板に作ると配線が合理的になり、ジャンパーの数も減って配線しやすくなる。

基板の孔あけ加工は、基板が大きい方がやりやすいので、2個分の基板に孔をあけてから切り離す。717Aはφ20mmの丸孔、403はφ18mmの丸孔を開ける。孔位置を黒サインペンで正確にマークし、センターになるべく大きな孔をドリルで開け、リーマーで広げる。このとき、たいいていどちらかに偏って削れていくので、太い丸ヤスリで修正する。目標線まで近づいたらリーマーで慎重に削り、最後は現物を通して仕上げる。サポート固定用孔はφ3.5mmで開ける。

初め真空管以外のパーツを基板に配線する。5100pFはリード線間隔に合わせてランド間にφ1.5mm孔をあけ、これにリード線を通して隣のランドに配線する。次にできるだけ裏配線を済ませる。基板表側のサポート取り付け孔に50mmメタルサポートを固定する。



〔図20〕+6.3Vレギュレーター基板

基板裏配線時に基板を水平に保持するためだ。717Aの取り付けはベースが基板に密着するようにピンを基板に通し、インシュロックタイでピンの根本を縛る。この方法なら固定も交換も実に簡単だ。

403の取り付けは真空管を基板孔に通し、基板の両サイドで403にインシュロックタイを巻き付ける。基板裏側でインシュロックタイをアラルダイトで基板に固定する。接着剤を周囲の4箇所点状につければよい。全周につけると、403まで基板に固定され、取り外すときには非常に苦勞する。接着剤が固まる前に、403が基板に垂直になるように角度を調整する。ピンと基板間にはモガミ2497のシー

ルド素線7本より線で、ピン間はダイエー電線20芯で配線する。ピンとリード線に予備ハンダをしてからハンダ付けすると、きれいに配線できる。

図17はフラットアンプ基板である。写真では5極管接続の配線になっているが、最終的には3極管接続に落ち着いたため、図5の回路どおりの3極管接続の配線を示してある。この基板もAT-1WにフラットアンプとAOCを配置する。これらの間の配線6本のうち、4本まで7本より線で配線ができるので、いっそうすっきりした基板になる。

717Aを取り付ける前に他のパーツを配置し、できるだけ裏配線

を済ませておく。2.2μFだけ717Aの取り付け後に配置する。ちょっと窮屈だが、基板をもう1列大きくするとXLRコネクターの電源ラインの配線がやりやすくなる。基板の裏配線で、グラントラインが電源ラインとクロスする部分があるので、その箇所のグラントラインを基板表側に配線する。

基板表側の4か所に50mmメタルサポートを取り付けてから717Aを固定し、残りの裏配線をする。AOCの R_E には100Ωの抵抗を仮配線しておく。T₃のP、G₂+122V電源間にはアイドリング電流 I_0 検出用に10Ωの抵抗を入れておく。

図18は+105Vレギュレーター基板、図19は+100Vレギュレーター基板である。AT-1Sにレギュレーター2台分の717A用丸孔加工をしてから切り離す。これらの基板の配線方法もイコライザーやフラットアンプと同様だ。R_Vの位置には基板裏に470Ωの抵抗を仮配線しておく。+100V基板にはLEDのシリーズ抵抗も配置する。

図20は+6.3Vレギュレーター基板である。LM338は右サイドパネルに固定する。R_Vの位置には22Ωの抵抗を仮配線しておく。

(以下次号)

音楽を愛する電子回路

オーディオDCアンプ 製作のすべて

金田明彦 著

MJ誌でDCアンプ記事発表を開始して、30周年を迎えた著者の、最新型アンプの完全製作ガイドブック。完全対称アンプ回路を採用した、DCアンプの基礎理論から製作の実践、調整までを完全に網羅しました。

上巻 定価 ¥3,360
B5判 264ページ

- 第1章 製作編 (入門編)
- 第2章 理論編 (完全対称アンプ)
- 第3章 半導体プリアンプ編
- 第4章 真空管プリアンプ編
- 第5章 モノラルDCプリアンプ編
- 第6章 ハイブリッドDCプリアンプ編
- 第7章 チャンネルフィルター編
- 第8章 ネットワーク編

下巻 本体価格 ¥3,360
B5判 268ページ

- 第9章 半導体パワーアンプ編
- 第10章 ハイブリッドパワーアンプ編
- 第11章 真空管パワーアンプ編
- 第12章 マッチングトランス、OPT付き真空管パワーアンプ編
- 第13章 プリメインアンプ編
- 第14章 ターンテーブル制御アンプ編
- 第15章 マイクロフォン編
- 第16章 録音アンプ編



誠文堂新光社
お求めは近所の書店で
販売 TEL 03-5800-5780
FAX 03-5800-5781

ラインアンプを反転増幅と非反転増幅に切り換えて入力信号を選択

MC/DC兼用真空管プリアンプ

[後編]

金田明彦 KANETA Akihiko



アンプの信号経路上にある接点を1か所でも減らして、音楽ソースの情報をできるだけ多く得ようと努力を重ねてきた筆者は、真空管のピンに直接配線をハンダ付けするまでに至ったが、今回は信号が接点を通過しない入力セレクターを新発想した。ラインアンプの2つの差動入力の反転と非反転の両方に配線を行い、一方をアースに落とせば他方につながれた信号が増幅される仕組みだ。ラインアンプは可変ゲイン式で、反転入力を選択する場合はCD、非反転入力を選択する場合はフォノ入力となる。

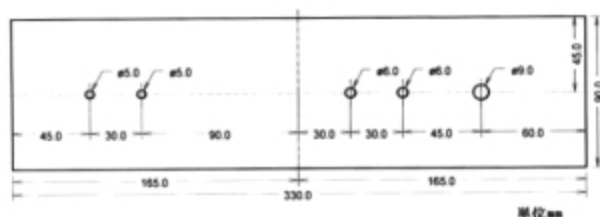
ケースの加工

本機のアンプ部と電源部のケースにはタカチ電機工業のOS88-20-33BXを使用する。図21～32(10月号より連番)がケース加工寸法図である。アンプのフロントパネルにはセレクトアーススイッチが追加され、リアパネルにはCD用入

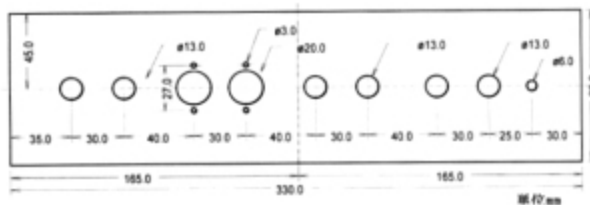
力ピンジャックが追加された。その他は前回までと変わらない。従来のアンプを改良したい場合には、フロントパネルにはφ6 mmの孔を1個追加するだけでよいが、リアパネルは作り直したほうがよいだろう。タカチ電機工業ではケースのパーツも販売している。ただ

し正式名称は「パネル」ではなく「側板」なので注意が必要だ。

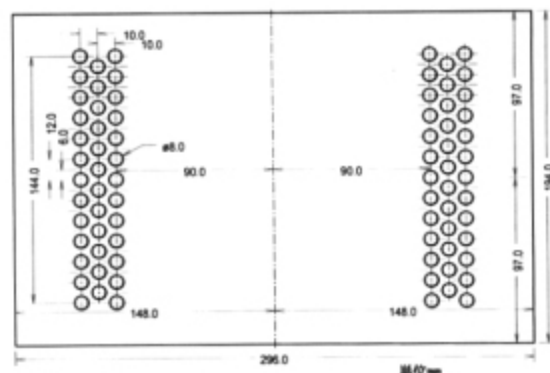
アンブケースにはフレームに図27のような10×10mmのL型アングルを2本固定し、これに30mmサポート+5mmスペーサーを固定して基板を吊り下げる。本機では717Aの背が高いので、ア



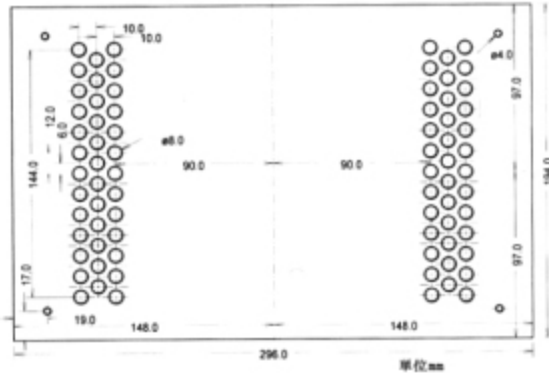
「図21」 プリアンプフロントパネル



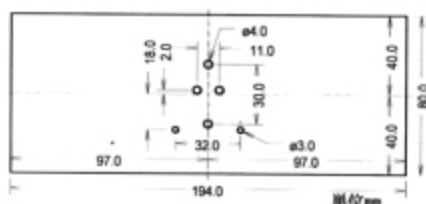
「図22」 ブリアンブリアパネル



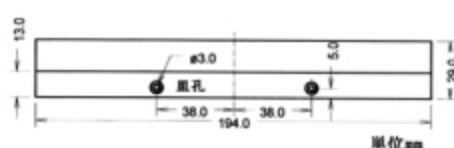
〔図23〕 ブリアンプ天板



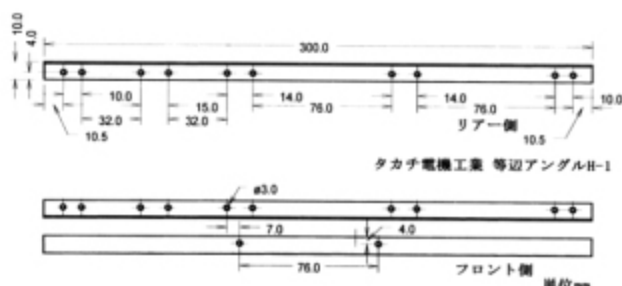
「図24」 ブリアンプ底板



[図25] プリアンプ右サイドパネル



[図26] プリアンプフレーム



[図27] プリアンプアングル

タカチ電機工業 等辺アングルH-1

ングルは上側のフレームに20mm
メタルサポートで固定する。

図33は412A取り付けパネルで
ある、厚さ1.2mm、55×10mmの
アルミL型アングルで作る。この
場合も孔あけ加工してから所定の
長さにカットする。孔位置にポン
チを打つときはパネルを硬く平ら
な面に置く。さもないと薄いアル
ミ板がへこんでしまう。

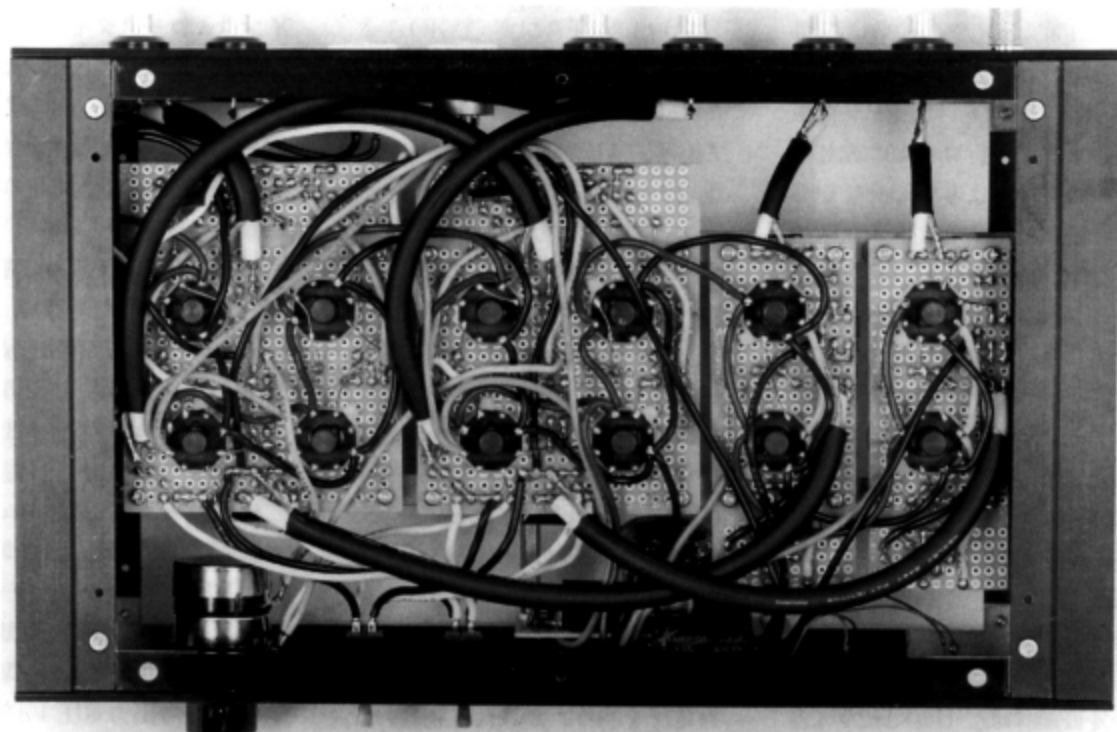
電源部の配線

電源部はケースの組み立てと平
行して配線をする。まずレタリン
グを済ませたフロントパネルとリ
アパネルにパーツを取り付け、組

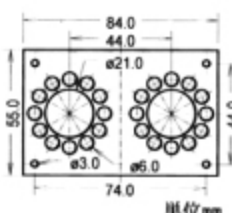
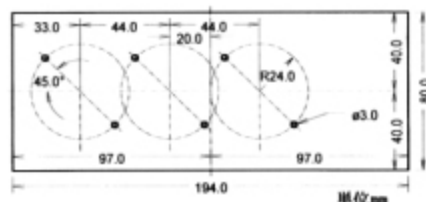
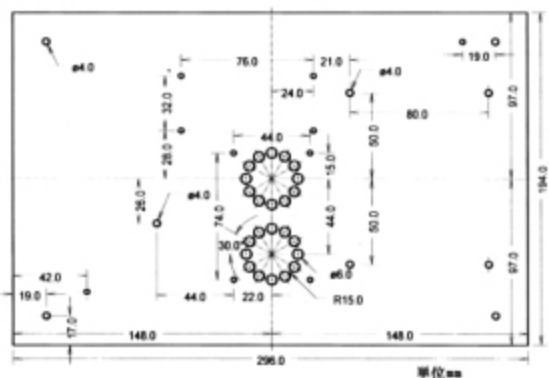
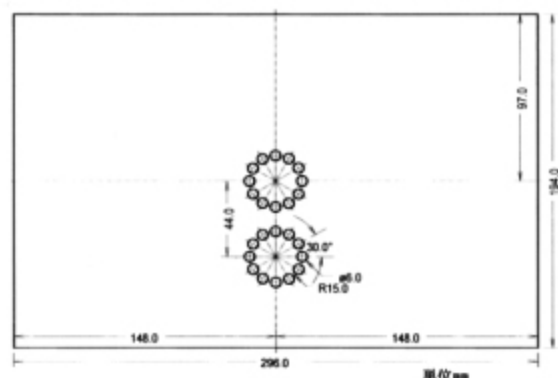
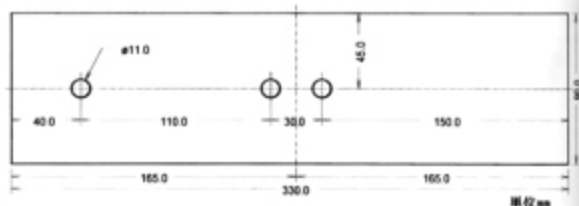
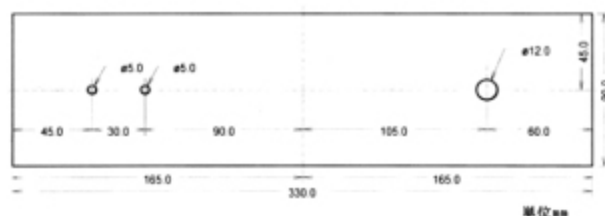
み立てる。次に底板にパーツを取
り付けてから、トランスの巻線の
チェックをし、巻線ごとにより合
わせておく。2次側のAC8Vライ
ンとブリッジダイオードGBPC
2504間の配線をする。使用しない
11Vのリード線はトランスのケー
スの右隅にまとめておく。GBPC
2504のDC出力から33000 μ Fま

でのリード線を引き出しておく。

底板を取り付けてからトランス
の1次側の配線をする。AC100V
コードはダイエイ電線の30芯赤黒
平行コードで、ACプラグに直接
ハンダ付けする。向きはコード表
面の印刷で“DAIEI”の“D”が
エネルギー源、つまりプラグ側に
する。AC100V巻線のコールド側



アルミアングルで4枚の基板を吊り下げた構造のため、基板裏側をささぎるものは何もない。製作時の配線、将来の改造などが非常に容易になっている



タカチ電機工業
不等切アングルH-28

(白)と平行コードの黒をより合わせてハンダ付けし、1L2Pラグ板に固定する。平行コードの赤とトランスの黄色をより合わせてからスイッチに配線する。トランスの1次、2次間のシールド(黒)はラグ板のグラウンドに配線する。

今度はトランス2次側の配線だ。図33のパネルに412Aを取り付ける。方法は403の取り付け(8月号)と同様だ。取り付けパネルの裏側を上にしてT₁の1K、2Kから+122Vラインを引き出し、T₂の1P、2Pから-122Vラインを引き出す。T₁の1PとT₂の1K間、T₁の2PとT₂の2K間にAC100Vラインを配線する。H1、H2ラインの配線をする。T₁のヒーターからT₂へのヒーター配線を引き出し

ておく、412A取り付けパネルを
正規の位置に固定する。

ケミコンを取り付けた左サイドパネルをアングルの溝に差し込み、外側に傾けた状態で+12Vライン、0Vライン、-12Vラインのリード線を2200 μ Fに配線する。圧着端子には必ず絶縁キャップを被せる。DC9.2Vラインを33000 μ Fに配線し、LED間の配線をする。シリーズ抵抗は1L5Pラグ板に固定する。

この時点で整流回路のチェックをする。電源をオンにしてDC出力電圧を測る。無負荷電圧なので、図7の電圧値よりかなり高めに出る。チェック後はコンデンサの

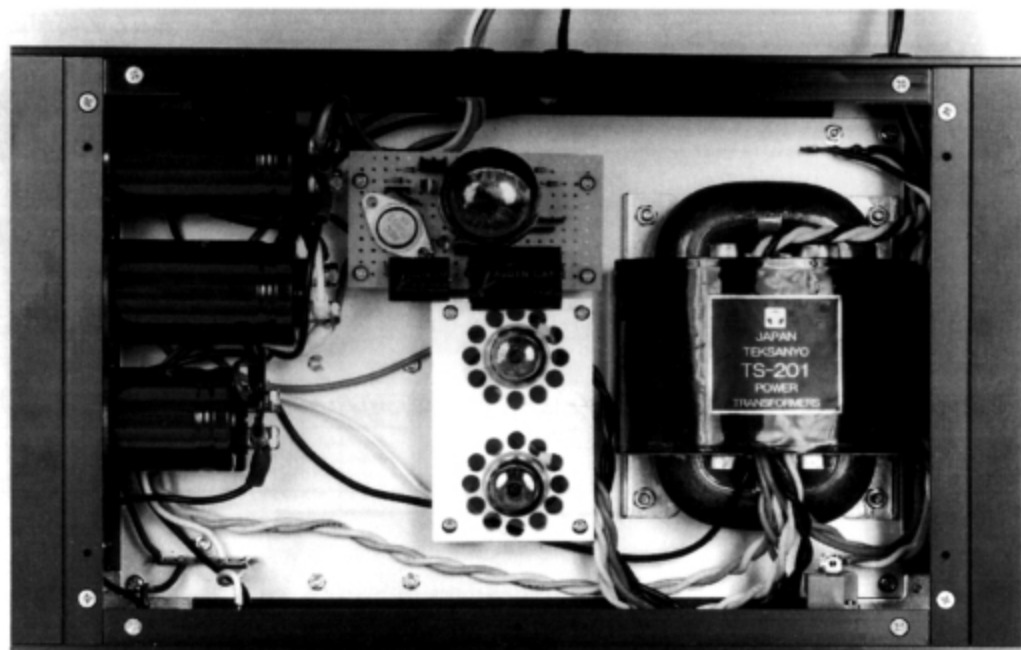
電荷を抵抗で放電しておく。

XLRプラグにリード線を配線する。その長さはブリアンブと電源を並べて置いたときに余裕の届く長さに、電源の内部配線の長さを加えたものだ。リード線は適宜インシュロックタイで束ねる。リアパネルに取り付けたプラスチック製のブッシュから通したリード線をケミコンに配線する。

基板の調整

フラットアンプ以外の基板は基板の配線ができた時点で、ケースに取り付ける前に調整を済ませたほうがよい。最初にやるのは+6.3Vレギュレーターの出力電圧の調整だ。

LM338と+6.3Vレギュレータ基板間の配線をし、アンプケースのXLRコネクタと+6.3Vレギュレータ基板間の配線をする電源をオンにして+6.3Vレギュレータの出力電圧 V_o を測定する。 V_o は+6.3Vジャストとは限らないので、+6.3Vになるような



電源部は別筐体で、Rコア型トランスを内蔵。B電源には整流管を使用し定電圧電源を搭載。定電圧電源の誤差増幅部には5極管717Aを使用した

る。 R_V を大きくする
なり、 R_V を小さくす
くなる。 R_V の値が決
見の位置に配線する。
Vレギュレーターの
+122V電源と H_1 を
し、電源をオンにして
る。出力電圧を調整す
を+6.3Vレギュレー
選択する。 R_V の値が決
見の位置に配線する。
レギュレーター基板にX
らの+105Vラインを
反をケースに固定する。
レギュレーターの調整
レギュレーターの出
6.3Vレギュレーター
を入力する。アンプの
ターとレギュレータ
配線をし、電源をオ
05Vレギュレーターの
の調整をする。 R_V の
ら正規の位置に配線
プのチェック
レギュレーターの出

力電圧と+6.3Vレギュレーター
の出力電圧を入力する。これらの
リード線を基板に配線し、アンプ
入力はグラウンドにショート配線す
る。電源をオンにして、出力DC電
圧を測定する。+60V前後の電圧
ならOKだ。次にATRの出力電圧
をチェックする。この電圧は T_1 の
特性によってかなり広範囲に分布
する。正規の電圧は+30V前後だ
が、+22~+35Vに収まっていれ
ば問題ない。

プリアンプの配線

アンプ部の組み立て、配線、調
整を並行して行う。イコライザー
アンプとレギュレーターはチェッ
ク済みなので、フラットアンプを
優先する。レタリングの済んだパ
ネルにパーツを取り付け、組み立
てる。天板と底板は調整後に取り
付ける。アングルを取り付ける前
に、XLRコネクタに電源ライン
を配線する。-122Vラインは2本、
0Vラインは3本、+105Vラインは
1本、+122Vラインは2本の20芯

コードの先端を12mmほど出して、
きちんとより合わせてから予備ハ
ンダをする。ハンダ部の長さを6
mmほどにカットする。予備ハン
ダをしておいたコネクタのピン
にコードをハンダ付けする。ピン
間隔が狭いので、ピン間にハンダ
ブリッジができないように注意す
る。

次に20mmメタルサポートを上
側フレームに取り付け、これにア
ングルを固定する。35mmサポー
トがあればよいが、なければ写真
のように30mmのサポートに5
mmのスペーサーを追加してア
ングルに固定する。フラットアンプ
基板をサポートに固定する。

真っ先に配線するのがヒーター
ラインである。+6.3Vレギュレー
ター基板の-122Vラインと0V
ラインも忘れないように。次は電
源ラインの配線だ。これらが済ん
だらアンプ入力とスイッチ間の配
線。ゲインコントロールVRの配
線をする。CD入力ピンジャック
と基板間はモガミ電線の2497で



フロントパネルはこれまでの真空管プリアンプとほとんど同じで、セレクトースイッチを追加しただけ。天板には放熱孔が規則正しく並んでいる



電源部はインジケータと電源スイッチのみ備わる。天板の放熱孔デザインは、整流管に合わせて円環状にしている

配線する。向きは“MOGAMI”の“M”が信号源側、すなわちピンジャックにする。最短距離ではなく、基板上は避けて、緩やかな弧を描くように配線する。基板上に太いケーブルがあると電圧チェックやパーツの交換などがやりにくなるからだ。先にピンジャックに配線したほうがやりやすい。出力ピンジャックと基板間も2497で配線する。向きはアンプ出力に“M”側を配線する。

フラットアンプの調整

フラットアンプ基板の配線が済んだら調整に入る。セレクトーはフォノにし、ミューティングをオンにする。ゲインVRは最大にする。電源をオンにして出力ピンジャックにピンプラグ（20芯コードを5cmほど出しておく）を入れ、ここでオフセット電圧 V_0 を測定

する。 V_0 が0VになるようにAOCのVRを調整する。 V_0 は ± 10 mV以内ならOKだ。

T_3 のP、 G_2 と+122V電源間に入れた抵抗10 Ω の端子電圧を測り、出力段アイドリング電流 I_0 をチェックする。端子電圧が10mVなら I_0 は1mAになる。 I_0 の適正值は5~6 mAなので（端子電圧では50~60mV）、この範囲になるようにAOCの R_E を調整する。 R_E を大きくすると I_0 は多くなり、 R_E を小さくすると I_0 は少なくなる。 I_0 は電源オン後時間とともに増加し、5分くらいで安定する。調整が済んだら10 Ω を外し、P、 G_2 を+122V電源に配線する。

イコライザー基板をサポートに固定し、ヒーターラインを配線する。+100Vレギュレーターは基板を垂直にしてアングルに固定するので、固定前にリード線を配線す

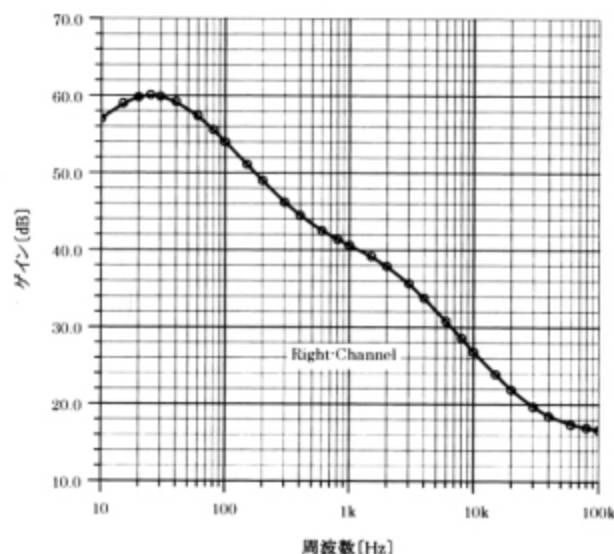
る必要がある。基板から+100Vラインを2本、0Vラインを2本、ヒーターライン、それにLED用のコードを引き出しておく。XRLコネクターからの+105Vラインと0Vラインを基板に配線し、30mmサポートと5mmスパーサーを介して、基板をアングルに固定する。

ヒーターライン、+100V、0Vライン、LED用コードを配線する。イコライザー入力と入力ピンジャックの配線をする。ケーブルはモガミ電線2511だ。このわずか5~6cmのケーブルも音に影響する。この箇所は2497ではなく、低容量の2511に限る。向きは“M”が信号源、すなわちピンジャック側になる。最後にイコライザーアンプ出力とフラットアンプの0.1 μ F間を2497で配線する。向きはイコライザー出力側を“M”にする。以上でアンプは完成する。後はじっくり音楽を聴きながらエージングをしよう。聴くほどに音が良くなり、1週間で完璧な音になる。

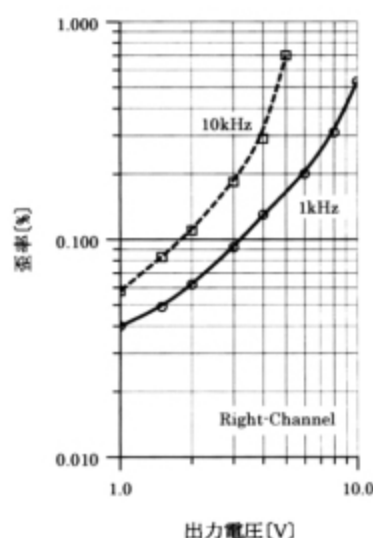
本機の特性

図34はイコライザーアンプのゲイン周波数特性である。いつもの正確なRIAA再生特性である。20Hz以下でゲインが減衰するのはATRの影響だ。100kHz付近で-6dB/octの減衰特性からフラットな特性に移行するのはイコライザー素子の3.6k Ω の影響だ。いずれもRIAA規定外の特性である。1kHzのゲインは40.6dB。MCカートリッジの出力をダイレクトに受け取るために必要なゲインである。

図35はイコライザーアンプの出力電圧対歪率特性である。全般的に低歪率特性だ。最大出力電圧は1kHzで10V_{RMS}、10kHzで5V_{RMS}。微小信号を増幅するイコラ



[図34] イコライザーアンプゲイン周波数特性



[図35] イコライザーアンプ出力電圧対歪率特性

イザーアンプとしては、十分にゆとりのある出力電圧だ。

図36はフラットアンプのゲイン周波数特性である。ゲインはMC入力とCD入力で大幅に異なる。MC入力ではGainVRがmaxでは33.7dB, centerでは18.9dB, minでは0.3dBである。一方、CD入力の場合、GainVRがmaxでは9.8dB, centerで-6.6dBになる。GainVRがminでは $-\infty$ dBになるのでグラフには表示されない。いずれのゲインでもフラットな周波数特性である。

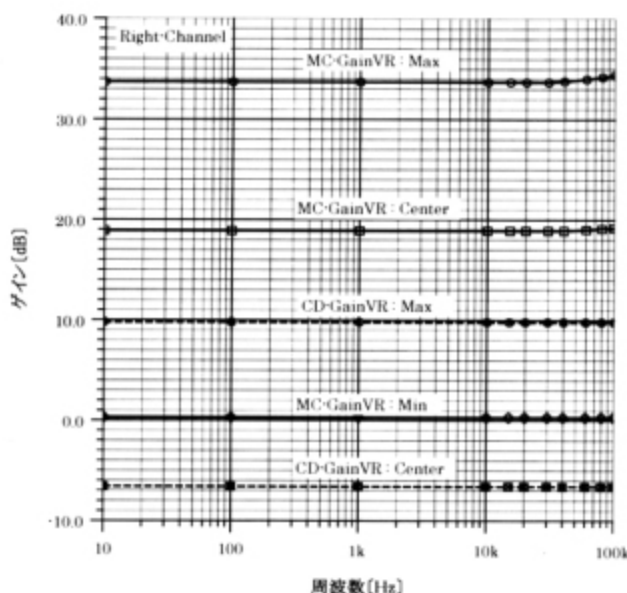
フラットアンプの出力電圧対歪率特性に関しては、MC入力時とCD入力時で A_{NF} とNFB量が異なるために、特性にも差が出る。そこで両方の入力について測定しなければならない。図37はMC入力時の出力電圧対歪率特性だ。出力電圧に逆比例して歪率が減少する特性だが、この領域は単にノイズを歪みとして計測しているの、高調波歪みではない。ノイズは出力電圧に関係なく一定値である。だから出力電圧が大きいほど、出力電圧に対するノイズの比率は小さくなる。アンプの歪みは10V以

上の出力電圧で検出されているが、極めて少ない歪みである。

最大出力電圧は40V_{RMS}。パワーアンプの最大入力電圧はハイパワーアンプでも4V_{RMS}以下であり、10倍以上のゆとりがある。

図38はCD入力時の出力電圧対歪み特性だ。この特性も典型的なノイズを歪みとして測定している特性であり、20V以上の出力電圧で初めて歪みが検出されている。

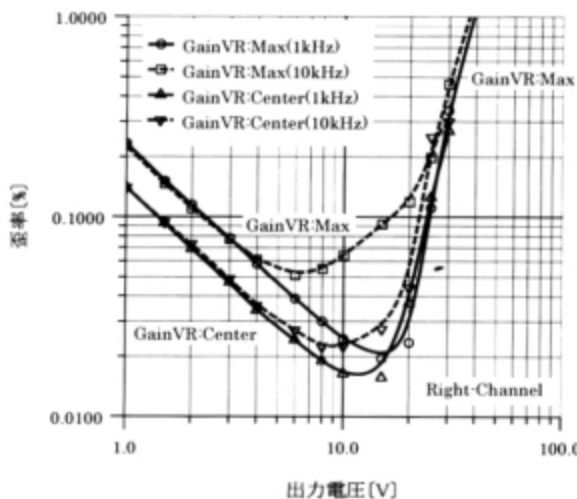
GainVR:maxとGainVR:centerの特性が完全に重なっている。



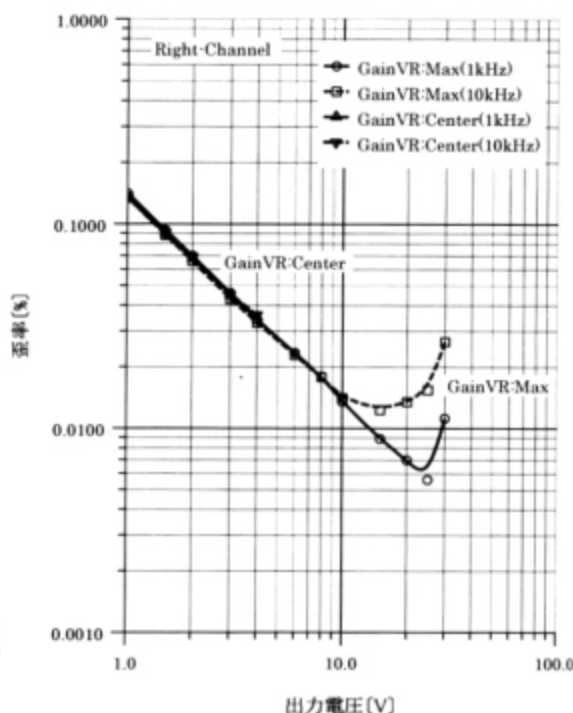
[図36] フラットアンプゲイン周波数特性

GainVR:centerでは出力電圧4V以上のデータがないが、図36のとおり、-6.6dBのゲインのため、発振器の出力電圧の限界でこれ以上の電圧は入力されないからだ。CDの最大出力電圧を考えれば、極めてゆとりのある特性だ。

電氣的特性はアンプが正常に動作していることの証明にはなるが、音はまったくわからない。例えば位相補正をほんの少々変えただけでも、音の印象はかなり違う。しかしデータには現れてこない。



〔図37〕 フラットアンプ出力電圧対歪率特性 (MC入力)

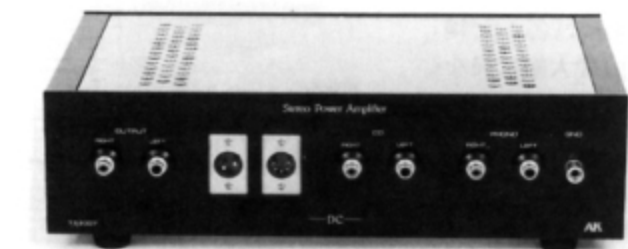


〔図38〕 フラットアンプ出力電圧対歪率特性 (CD入力)

本機の音

本機の音の特徴はしっかりした低音の上に倍音が鮮やかに分布する音である。全般的に音色がふくよかで幅広く、ゆったりと鳴るのが得意である。そのくせエネルギー感が際だっており、全身を包み込むような風圧が押し寄せてくる。例えばコントラバス、チューバ、バスドラムが同時に鳴った音が空間で溶け合って、独自の風音を発するが、これが実にリアルに再現されている。体がふわりと持ち上げられるような感覚だ。まさに現場でしか聴けない超低音だ。これは低音楽器の再現力に優れている証拠で、もう1オクターブ下で音楽が聴かれているようすがよくわかる。低音弦のピチカートも弾力と重みの混じり合った小気味よい響きをする。

弦のアンサンブルは生でしか聴けない独自の柔らかさがあり、木管は深く瑞々しい音色で染み通って来る。 brassの輝きは空気を切り裂くように突き抜けて来る。圧倒的な力でも高分解能特性が遺憾なく発揮され、あくまでも美しく、上品な響きに鳴る。複雑な音楽は



リアパネルにはフォノとCDの入力端子。2個のXLR端子を使用した電源供給。出力端子が備わる。ピンジャックはスーパーアロン研究所製

どスリリングな鳴り方をする。

一方CD再生も実に繊細で、表情豊かでエネルギー感あふれる演奏を再現する。昨年の717Aラインアンプと比較して、音の傾向は同一だ。しかし前回の717Aはタングソル製、本機の717Aはウエスタン製。その差はわずかだが、シャープな立ち上がりを見せる前回のアンプに対して、本機は上品で芸術的な音を出す。

音楽は聴き手がいてこそ成り立つ芸術だ。アンプは音楽を再現するためのマシンである以上、聴き手の人間に優しくなければならぬ。前々回のプリメインアンプ、そして今回のMC/CD兼用プリ

アンプ、いずれも音楽ライフを充実し、人生を豊かにするアンプになるだろう。

なお本機の試聴に使った数多くのソースから、代表的なソースを各1枚紹介しよう。

〔LPレコード〕
ワーグナー 楽劇「神々のたそがれ」ハイライツ
ゲオルク・ショルティ指揮 ウィーン・フィルハーモニー管弦楽団
LONDON SLH3025
〔CD〕
ショスタコーヴィッチ 交響曲第11番「1905年」
V・アシュケナージ指揮 サンクト・ペテルブルクフィルハーモニー管弦楽団
LONDON POCL-165