



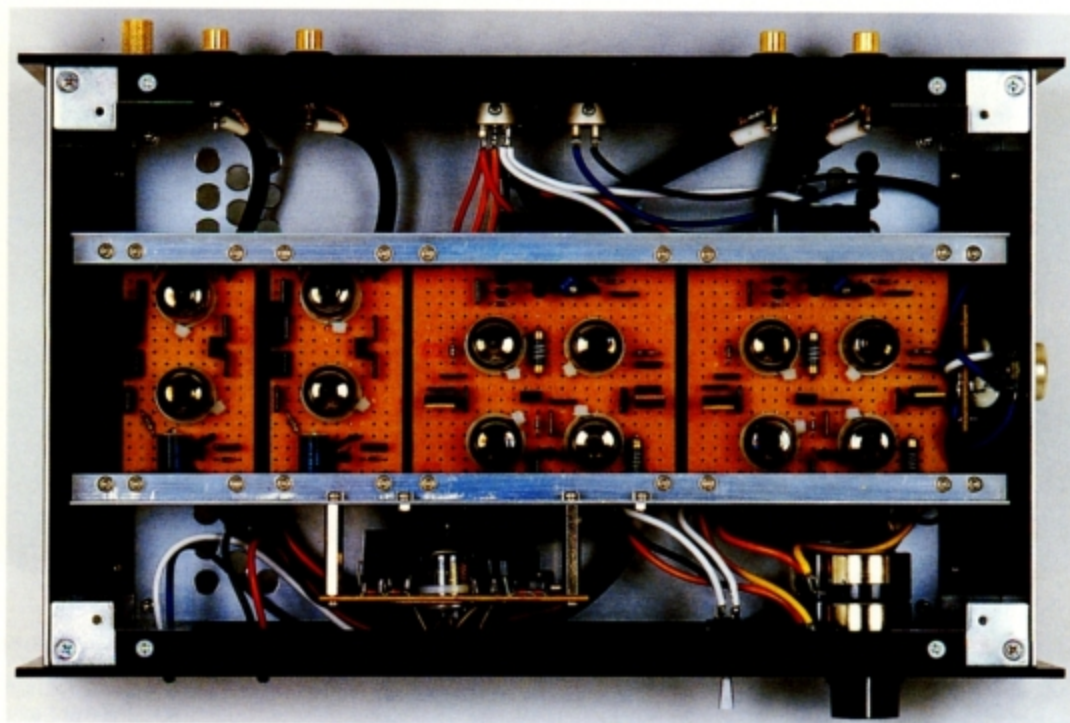
真空管のピンに直接ハンダ付けすることで劇的な音質向上が得られた真空管DCプリアンプを、さらに改良していっそうの音質向上を実現したアンプ。今回はフラットアンプの電源変動除去率を高めるため、+電源にもEQアンプ用のレギュレーターを入れる、追加回路なしで効果の高い手法を導入した。入手の容易なMT7ピン5極管403A/Bを信号系とレギュレーターのすべてに使用し、これまでの真空管DCプリアンプでは得られなかった音楽表現力を身に付けた真空管DCプリアンプが完成した。

DCアンプシリーズ No.187

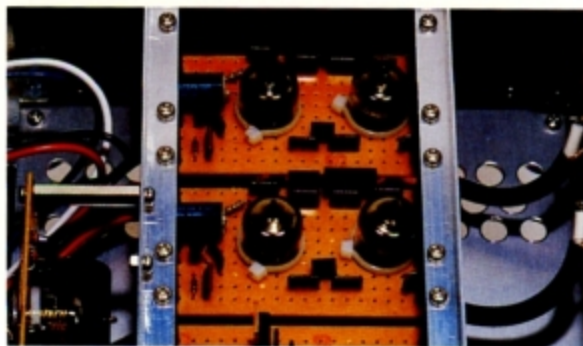
オールWE403A/B採用、ソケットレス・ダイレクト配線

真空管DCアンプ

金田明彦 KANEDA Akihiko



側板フレームからアングルを左右に渡し、これに4枚のアンプ基板を吊す合理的な構造。底板には部品が何も付いていないため、基板裏側の配線が容易



真空管は基板に孔をあけ、タイラップと接着剤で固定する

下側の電源部から2組のXLR端子でヒーターとB電源を供給。アンプ部はフォノ再生単機能なので、入出力端子はひと組だけ



真空管DCプリアンプ



金田明彦 KANEDA Akihiko

前回の真空管DCプリアンプでは、ソケットを使用せず、真空管のピンに直接ハンダ付けして信号の鮮度を落とさないようにし、劇的な音質向上を見たが、使用した真空管が入手困難であった。そこで今回は入手の容易なWE403A/Bを信号系のすべてに使用し、さらにフラットアンプの電源変動除去率を高めるための、簡単で効果の高い手法を導入した。これらのおかげで、これまでの真空管DCプリアンプでは得られなかった音楽表現力を身に付けたプリアンプが完成した。



はじめに

長年の研究の結果、究極のアンプに到達したと判断される場合がある。しかしその判断もほんのつかの間で、さらなる改良ポイントが見つかり、究極のアンプどころか、進化のきっかけを作ったアンプになることがある。前回の403A/B+384A/386Aプリアンプがまさにそのアンプである。

真空管DCプリアンプとして、音も、実用性もほとんど完成の域に達したと思われるプリアンプに、真空管最後の砦であるソケットを廃し、全てダイレクト配線にしたのがこのアンプである。その結果、真空管本来の性能が100%発揮され、目の覚めるように鮮烈で、情緒深い音が再現されたのだ。

384A/386Aは海底ケーブルの中継用に開発された特殊な5極管で、リード線がサブミニ管のようにダイレクトに引き出されており、ソケットを使用しないのが特徴だ。しかしこの真空管は入手が

非常に困難で、一般読者が製作するには難点があった。電極構造がデリケートで振動に弱く、ノイズが多いためにイコライザーアンプの初段には使用できなかった。初段のみ403Aをダイレクト配線で使用したが、これが功を奏し、MT管もダイレクト配線ができることがわかった。その成果は真空管パワーアンプのドライブ段(435A、418A)や整流管412Aまで及んだ。

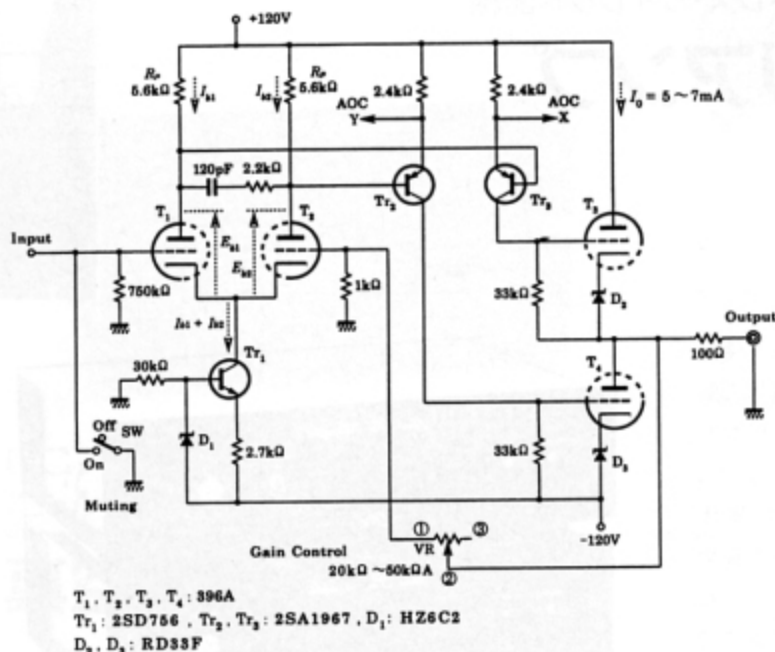
380Aシリーズには382Aのような3極管もあるが、双3極管はない。しかたなく384A/386Aの3極管接続でフラットアンプを作らなければならなかったが、これも功を奏した。

真空管にもそれぞれ固有の音や音楽表現力がある。だからできるだけ使用する真空管の種類を少なくするのも、音の良いアンプを実現する手段になる。種類が多いと多数の真空管の音が混在するからだ。403A/B+384A/386Aプリアンプの音が良い理由の一つにフ

ラットアンプまで384A/386Aに統一したことも考えられる。

ところが、今度はフラットアンプの電源変動除去率を改善することで、いっそう解像度の高い音になることが新たに判明した。その改良方法も、新規の回路を追加するのではなく、現在のプリアンプ内にあるものを利用するだけでよい。しかも従来のプリアンプにもすぐに応用できる汎用性の高い方法だ。目の前にあるにもかかわらず気づけなかったのだ。

今回は403A/Bで統一したプリアンプを発表する。アンプはもちろん、レギュレーターの誤差アンプまで403A/Bで統一してある。イコライザーアンプ初段にはローノイズの真空管が必要だ。403A/Bで統一することで、イコライザーアンプ初段用のローノイズ球が見つかる確率が高くなる。しかも差動アンプや出力段のペア選別がやりやすくなるだけでなく、選別に漏れた真空管がイコライザーアンプの2段目やフラットアンプ、レ



〔図1〕 フラットアンプ

ギュレーターに利用できる。

フラットアンプの 電源変動除去率

第1世代のDCアンプは抵抗負荷2段差動アンプ+ブッシュブルエミッターフォロワーで構成されていた。差動アンプの2つの出力のうち、実際に利用されるのは片側のみで、電源変動がそのまま出力に表れた。そのため嚴重なレギュレーターが必要だった。このレギュレーターも音にダイレクトに影響するため、レギュレーターの研究もアンプと平行して行った。

第2世代のGOAアンプになると商用電源から離れて、バッテリー電源がメインになった。バッテリーの電圧変動による動作点移動を避けるために、電流出力アンプの出力端子とグラウンド間に負荷を接続し、グラウンドに対して出力を生じるアンプ (GOA) になった。基本的にはレギュレーターは不要になったが、やはりレギュレーターを通した方が、音が良い場合が多く、プリアンプやパワーアンプ

の電圧増幅段にはレギュレーターを使用した。

第3世代の完全対称アンプになると、アンプ自体の電源変動除去特性が重視され、レギュレーターを使う機会が激減した。微弱でデリケートな信号を増幅するMCイコライザーアンプでさえ、リップルが混じった整流直後の電源で動作できるようになった。と言ってもこれは半導体ブリアンプやハイブリッドブリアンプの話であり、真空管イコライザーアンプでは2段のレギュレーターが必要だ。

図1は真空管フラットアンプである。このアンプは完全対称アンプなので、レギュレーターが基本的に不要である。しかしミューティングをオンにして、高感度のオシロスコープで出力端子を観測すると、3角波状のリップル波形が見えることがある。このリップルの振幅は使用した3極管によって異なり、ほとんど見えないこともあるが、 $10\text{mV}_{\text{p-p}}$ (ゲイン最大時)になることもある。

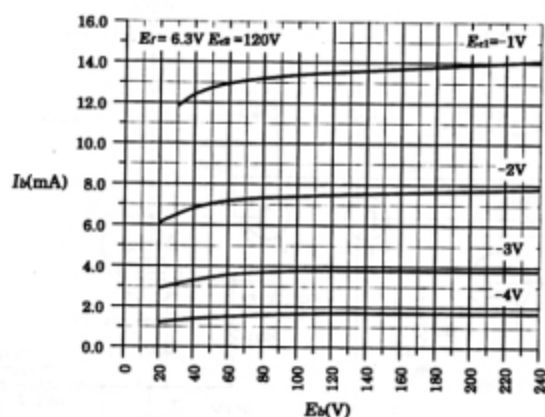
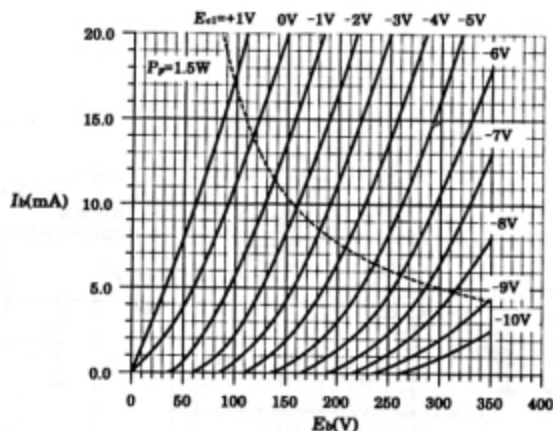
リップルとは電源のフィルターコンデンサーの充放電に伴い、整

流電圧が周期的に変動する波だ。これがアンプの出力に現れるのは、アンプが電源変動に影響されているためである。電源は左右チャンネルに共通だ。それなら、2つのチャンネルが電源を介して互いに干渉していることもあり得る。半導体アンプやハイブリッドアンプではこのようなことはない。なぜ真空管アンプだけこのような現象が起きるのだろう。

その原因は3極管の特性そのものになる。図1のフラットアンプでは、一電源の変動は初段には伝わらない。一電源の変動が定電流回路 T_{r1} によって吸収されるからである。定電流回路は電圧が変化しても、電流を一定に保つ働きがある。その結果、電源電圧や T_1 のプレート電圧 E_{b1} 、 T_2 のプレート電圧 E_{b2} の変動に関係なく、 T_1 のプレート電流 I_{b1} と T_2 のプレート電流 I_{b2} の和 $I_{b1} + I_{b2}$ が一定に保たれる。だから一電源のリップルは出力に表れない。

問題は+電源の変動だ。T₁、T₂が403A/Bのような5極管なら電源変動は除去できる。図2は403A/Bのプレート特性である。プレート電圧 E_b の変化に対して、プレート電流 I_b の変化が少ない定電流特性になっている。これなら+電源が変動しても、 I_b の変化は少なく、プレート負荷抵抗 R_p の両端にはリップルが生じない。

T_1, T_2 が 396A のような 3 極管では + 電源の変動が現れるケースがある。図 3 は双 3 極管 396A のプレート特性だ。 I_b はグリッド電圧 E_c が一定でも、 E_b によって変化する。差動アンプでは定電流回路により、 $I_{b1} + I_{b2}$ が一定なので、 I_{b1} と I_{b2} が同方向に同量変化することはできない。 2 つの 3 極管の特性差が少ない場合は、 E_b の変動で

[図2] WE403A/Bのプレート特性 ($E_{c2} = 120V$)

[図3] WE396Aのプレート特性

I_b が変化しないように、共通カソード電圧が変化して E_b の変動は吸収される。

ところが3極管の特性差が多い場合には、 E_b の影響を受けやすい方の真空管の I_b が変化する。その結果、 $I_{b1} + I_{b2}$ は一定という条件を満たしながら、 I_{b1} と I_{b2} が互いに逆方向に同量変化し、出力にリップルが現れる。特性差が大きいほど出力リップルの振幅は大きくなり、逆にリップルの振幅より、特性差が判定できることになる。この現象は初段が5極管の3極管接続動作でも同様だ。

電源変動除去特性の改善

電源変動除去特性を改善するにはいろいろな方法が考えられる。その中で、最も効果的、一般的でシンプルな方法を採用するのが良い。

まず第1の方法は初段差動アンプの+電源にレギュレーターを入れる方法だ。電源変動の注入ルートが初段の+電源なので、これをレギュレーターで安定化すればよい。しかも新たにレギュレーターを用意しなくても、イコライザーアンプのレギュレーターが利用できる。イコライザーは電源変動の影響を受けやすいアンプなので、2段のレギュレーターを入れてあ

るが、このうち1段目レギュレーターの出力を利用するとよい。2段目レギュレーターでも良いが、イコライザーの+電源への影響を極力避ける。

この方法は従来のプリアンプに全て応用できるだけでなく、新たな回路を一切必要としないメリットもある。

第2の方法は初段差動アンプを5極管で構成し、そのスクリーングリッド電圧だけレギュレーターで安定化する方法だ。5極管はスクリーングリッド電圧さえ安定なら、 E_b が変化しても、 I_b の変化は少ないからだ。この方法も新たな回路を必要とせず、イコライザーアンプの1段目レギュレーター出力をスクリーングリッド電源に利用すればよい。

ただし、5極管では、オープンゲインが過剰になるおそれがあり、ゲインが最小時にNFBが安定かどうかチェックの必要がある。また、今までの双3極管のフラットアンプには利用できない難点がある。

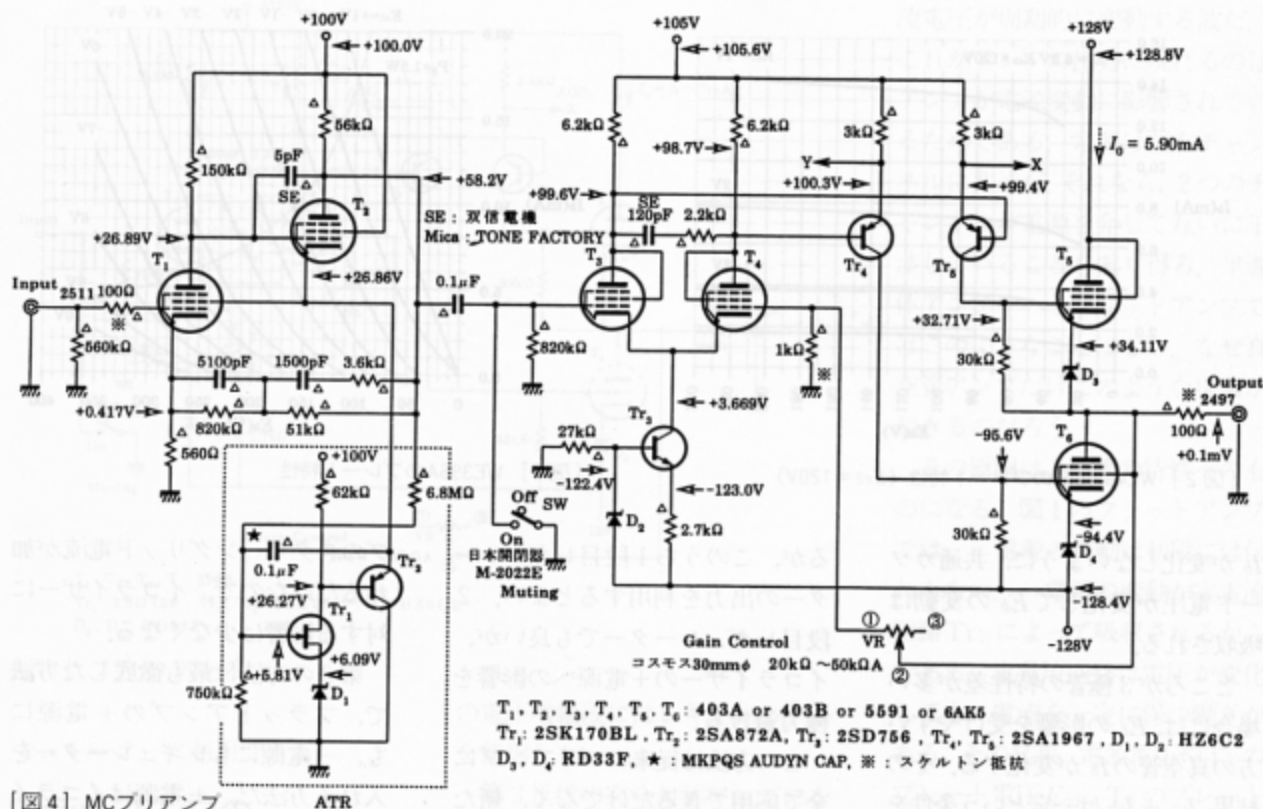
第1の方法ではレギュレーターの出力電流は、イコライザーアンプの電流と、フラットアンプの差動アンプとカレントミラーの電流になる。第2の方法なら、差動アン

プのスクリーングリッド電流が加わるだけなので、イコライザーに対する影響は少なくなる。

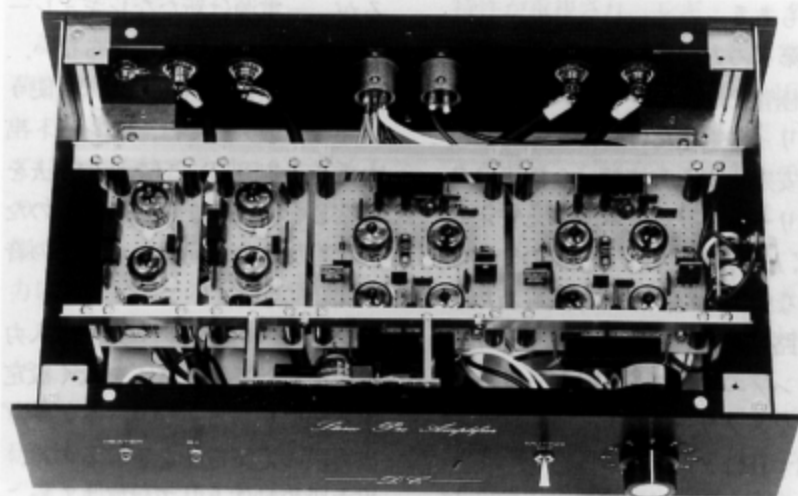
第3の方法は最も徹底した方法で、フラットアンプの+電源にも、-電源にもレギュレーターを入れる方法だ。+電源はイコライザーのレギュレーターを利用できるが、-電源は新たなレギュレーターを用意しなければならない。しかも5極管を誤差アンプに使うレギュレーターでは、プレート出力電流を制御Trに伝える方法を考案しなければならない。そのために追加される回路とパーツの音も問題になる。

シリーズレギュレーターは入力電圧に対して出力電圧を低く設定する必要がある。フラットアンプ出力段の電源電圧を下げるのは、出力段の動作としては好ましいことではない。出力段の最大出力電流が少なくなり、負荷のドライブ能力が低くなる。負荷がパワーアンプの入力だけならまだしも、チャンネルフィルターや長い信号ケーブルの場合には負荷のドライブ力が問題になる。

以上の考察から、今回は第1の方法、差動アンプの+電源のみレギュレーターから給電する方法を採用する。既製のプリアンプをす



〔図4〕 MCプリアンプ



側板フレームからアングルを左右に渡し、これに4枚のアンプ基板を吊す合理的な構造。CDラインアンプの場合は左のイコライザー基板2枚が不要となる

々に改良できる最も一般的な方法だ。これで絶大な効果が上がればこんなありがたいことはない。

MCプリアンプ

図4はMC専用プリアンプである。すべての真空管が403A/Bで構成されているのが特徴だ。403A/BならWE以外の製品もあり、同等

管として6AK5もある。これらの5極管は高周波増幅用として広く一般的に使用された真空管なので、入手しやすいだろう。

イコライザーアンプは今までと変わらない。もっともこの回路は真空管DCプリアンプの1号機からの回路である。MCカートリッジの信号をダイレクトに受け取る

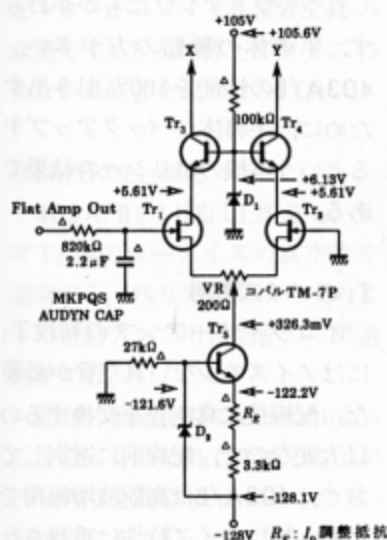
アンプとして、これ以上の回路はないだろう。

フラットアンプの+電源は2系統で、初段差動アンプは+105Vレギュレーター、出力段は+128Vのノンレギュレーターである。-電源は差動アンプと出力段が共通の-128V電源である。

403A/Bのヒーター・カソード間耐圧 E_{hk} は90Vである。前回の384A/386Aの E_{hk} は50Vしかないの、電源電圧を下げて E_{hk} をカバーした。今回のアンプではその必要がないので、電源電圧を下げるための定電圧ダイオードは必要ない。

カップリングコンデンサー

イコライザーアンプ出力とフラットアンプ入力の間にはDC電圧をカットし、信号のみ伝達するためのカップリングコンデンサー(0.1μF)が必要だ。前回までは双信電機のSEコンデンサーを使用

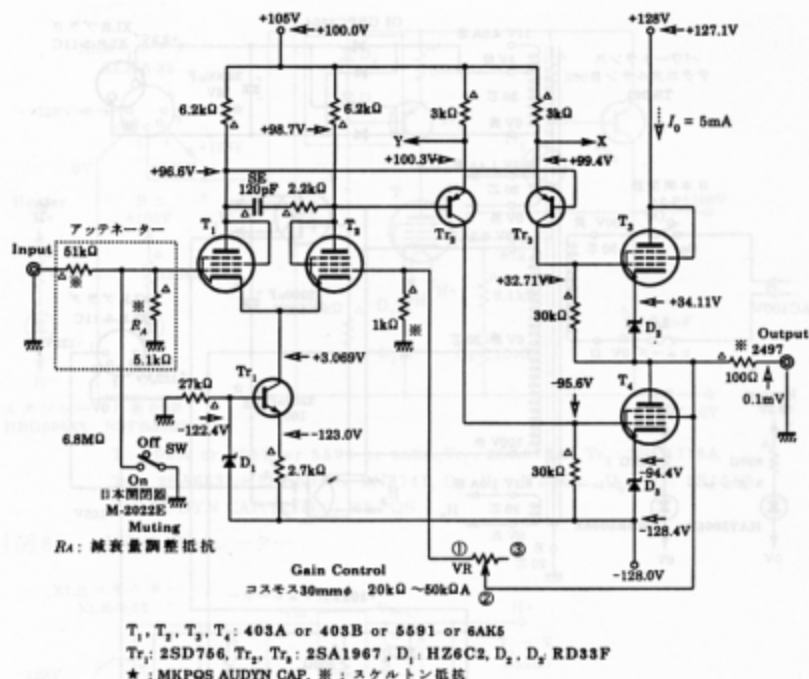


Tr₁, Tr₂: 2SK170BL
Tr₃, Tr₄: 2SC1775A, Tr₅: 2SD756
D₁, D₂: HZ6C2, Tr₁とTr₂は熱結合

[図5] AOC

したが、今回から東一電機(TONE FACTORY)のマイカコンデンサーを使用する。その理由は、入手難になってきたことと、SEコンデンサーはパンクすることがまれにあるからだ。SEコンデンサーの耐圧は規格上100Vであり、プリアンプでは60Vで使用している。耐圧の60%にもかかわらず、パンクすることがある。するとイコライザーアンプのDC出力がフラットアンプに入力されるので、これが増幅されて恐るべきDC出力が出る。パンクは徐々にDCが漏れはじめ、突然漏れが激増してコンデンサーが昇天する。私は真空管DCマイクと録音アンプの組み合わせで録音中、SEコンデンサーがパンクして、大切な録音をふいにした経験が過去4回もある。

東一電機のマイカコンデンサーの耐圧は1000Vもある。サイズが大きいので今までのプリアンプに収納は難しい。前回からフラットアンプの基板サイズが2倍になったので、このコンデンサーも収納できるようになった。耐圧が500V



T₁, T₂, T₃, T₄: 403A or 403B or 5591 or 6AK5
Tr₁: 2SD756, Tr₂, Tr₃: 2SA1967, D₁: HZ6C2, D₂: D₂ RD33F
★: MKPQS AUDYN CAP, ※: スケルトン抵抗

[図6] CDラインアンプ

になってもかまわないので、サイズを小さくしてもらえないだろうか。

マイカコンデンサーの極性

普通、マイカコンデンサーには極性がない。しかし音の点からはどちらの端子を入力に使うか明確な区別がある。このテストには最も客観的な方法がある。スピーカーをネットワーク式として、プリアンプ出力とパワーアンプ入力間にテスト用コンデンサーを挿入する。この箇所は通常ダイレクトに接続されている。この音を基準にして、コンデンサーを入れた音を評価する。

このコンデンサーは角形のプラスチック製ケースにコンデンサー素子を入れ、充填材を詰めてある。端子はケース底部と充填材側から出ているが、充填材側から出ている端子を信号側に使うと音が良い。表面に張ってあるシールの文字では行末側を信号源になるよ

うに使うとよい。

順方向ではストレートとほとんど変わらない音になる。逆方向では演奏が実につまらない音になる。これほど極端な差が出るのなら、誰でも判別できるだろう。

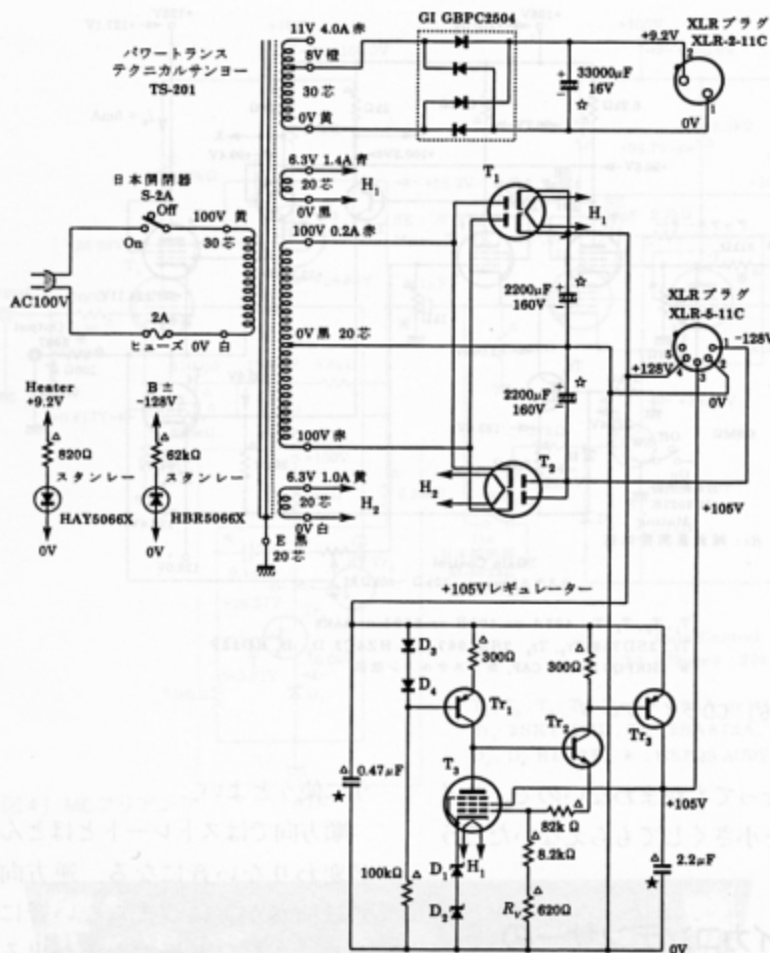
極性の指定をしなければ、良い音になる確率は各素子につき1/2になるはずだ。素子数が10個なら、アンプ全体で良い音になる確率は1/1024となる。これに信号ケーブルや配線コードの向きを加えると、良い音が出る確率は気の遠くなるほど低くなるだろう。

AOC

図5はフラットアンプのDC安定化に必要なAOCである。

CDラインアンプ

図6はCD用ラインアンプである。MCプリアンプのフラットアンプと同一回路だが、カップリングコンデンサーは不要である。CDの信号レベルは大きいので、入力



T₁, T₂: 412A or 6754, T₃: 403A or 403B or 5591 or 6AK5, Tr₁: 2SA872A
Tr₂: 2SC1775A, Tr₃: 2SA653 or 2SB502 or 2N3741, D₁, D₂: HZ6C2, D₃, D₄: 1S1588
☆: 日本ケミコン KMH, ★: AUDYN CAP(TEC) MKPQS

【図7】電源部

部にアッテネーターが必要だ。この減衰量はスピーカーの能率などによって適量があるので、実際の使用状態で決めるとよい。減衰抵抗 R_A を小さくすると減衰量が多くなり、トータルのゲインが小さくなる。

電源部

図7は電源部である。前回のプリアンプと同じ回路だが、+105Vレギュレーターの誤差アンプが403A/Bに変わった。

レギュレーター

図8は+100Vレギュレーターである。この誤差アンプにも

403A/Bを使う。電圧設定抵抗を変えるだけで出力電圧を変更できる。

図9はヒーター用+6.3Vレギュレーターである。定電圧ダイオードRD24Fで-24Vのヒーターバイアスをかけてある。403A/Bの E_{hk} は90Vなので必要ないかもしれないが、安全のため入れてある。

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。真空管は増幅管と整流管の2種類だけだ。

図11は半導体電極接続である。

真空管プリアンプにもかかわらず、半導体の種類の方が多い。403A/Bの性能を100%引き出すために、半導体がバックアップするという本機のポリシーの結果である。

T₁のノイズ選別

イコライザーアンプの初段T₁にはノイズの少ない真空管が必要だ。配線後に真空管を交換するのは大変なので、配線前に選別しておく。403A/Bは高周波増幅用であり、特にノイズ特性は重視されていない。ローノイズ球が見つかる確率はEF86より低い。

ノイズ選別は実際のアンプでノイズを聴いて選ぶのが良い。WE系DCプリアンプがあれば、テスト用403A/BをT₁に差し替えてヒアリングすればよい。テレフンケン系DCプリアンプがあれば、403用に7ピンソケットを用意し、T₁のEF86を外し、そのソケットと7ピンソケットを20芯コードなどで連結して、テストアンプとすれば良い。403はどんな位置でもかまわないが、天板をしないとハムが出る。

問題は本機が初めて製作する真空管DCプリアンプの場合である。まずテスト用イコライザー基板を作る。この場合はソケットを使うので、『オーディオDCアンプ製作のすべて』上巻p.171図75の基板を作る。もちろん片チャンネルだけでも良い。入力ショート配線し、電源ライン、ヒーターラインそれにピンプラグ付き出力ケーブルを引き出し、簡単なシールド用アルミケースに組み込む。電源を本機に+6.3Vレギュレーターと+100Vレギュレーターに接続し、出力プラグを適当なアンプ(市販でもよい)のライン入力に入れて、ス

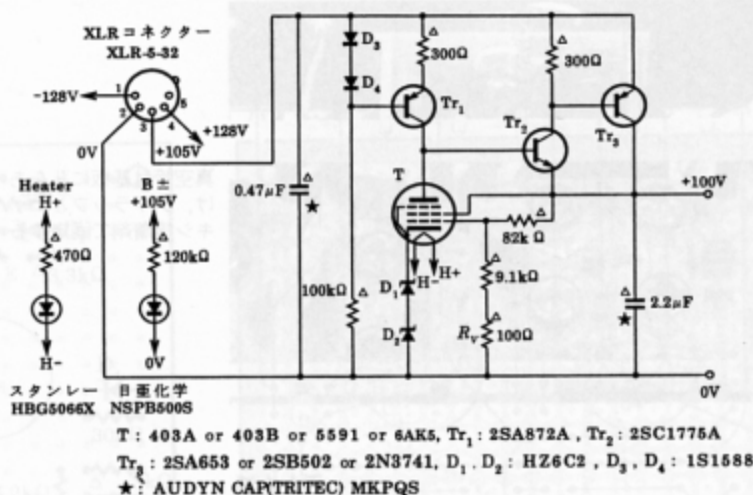
ピーカーからノイズを聞く。この状態で T_1 を入れ替えてノイズの少ない真空管を見つけられれば良い。

403A/Bの E_{c1} 測定

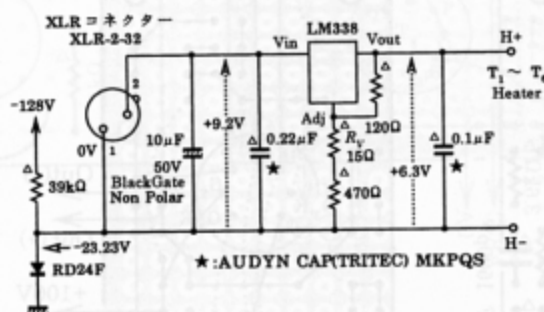
403A/Bを14個以上用意し、まず T_1 用のローノイズの真空管を選別する。残りの12個から次のように差動アンプ用真空管のペア選別をする。

図12の測定回路で $I_b = 1.0\text{mA}$ になるように(27k Ω の端子電圧が27V)VRを調整し、このときの E_{c1} を測定する。 E_{c1} の小さい順に並べ、この値が近いどうしでペアを組む。2組選別できたら、残りから出力段用のペアを決める。出力段用はなるべく E_{c1} の値が大きい真空管、すなわち I_b を多く流せる真空管がよい。しかしそれほどシビアに考えなくてもよく、差動アンプ用ペア特性を重視すればよい。

測定用電源には本機の電源部とヒーター用レギュレーターを利用する。従って電源部と+6.3Vレギュレーターを先に完成しておく必要がある。もちろん測定時にはソケットを使用する。



[図8] +100Vレギュレーター

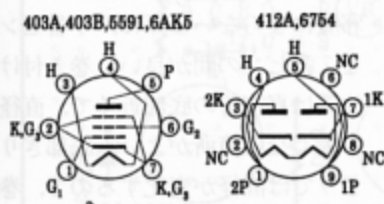


[図9] +6.3Vレギュレーター

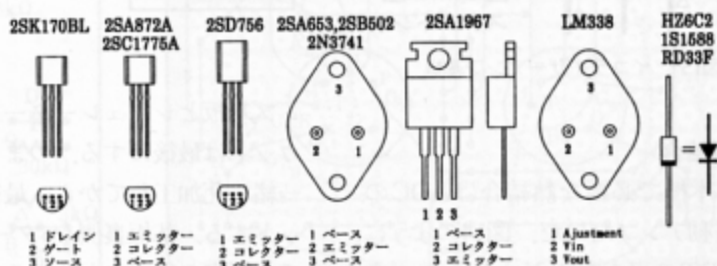
2SK170の I_{DSS} 測定

フラットアンプの安定度はAOCによって決まる。差動アンプ用の2SK170は図13の測定回路で I_{DSS} (ゲート・ソース間電圧が

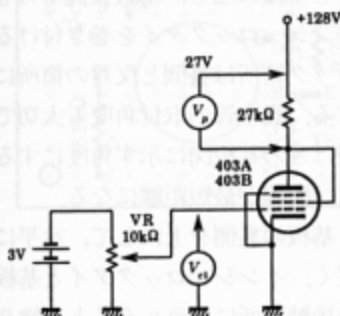
0V時のドレイン電流)を測り、この差が0.1mA以内のFETをペアにして差動アンプに使う。



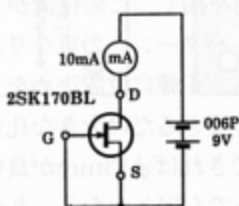
[図10] 真空管電極接続



[図11] 半導体電極接続



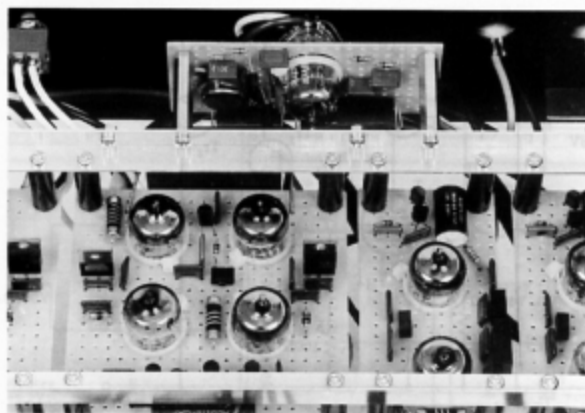
[図12] 403A/Bの E_{c1} 測定



[図13] 2SK170の I_{DSS} 測定



[図14] 2SK170の熱結合



真空管は基板に孔をあけ、タイラップとエポキシ接着剤で固定する

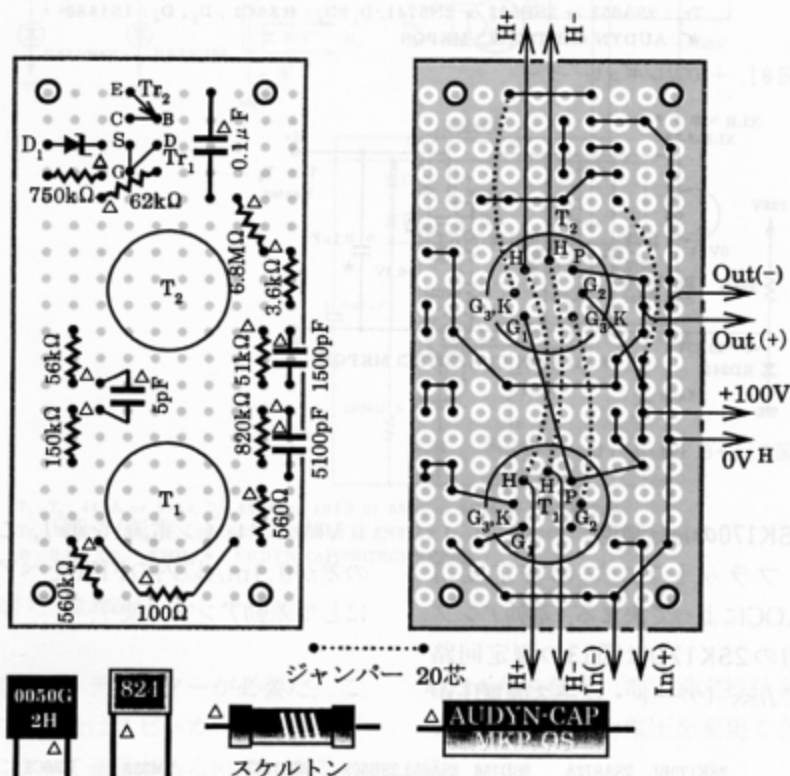


図15 イコライザーアンプ基板

熱結合

本機に必要な熱結合はAOCの差動アンプだけだ。図14のようにFETの平らな面どうしをエポキシ接着剤アラルダイトで接着する。

基板

基板は次の順に作るとよい。まずサンハヤトの基板AT1-Sに403A/B用の丸孔を開ける。基板をしっかりと押さえて加工しなければならないので、イコライザーア

ンプ基板とレギュレーター基板のカットは最後にする。つまり2台一緒に孔加工してから、最後にカットする。基板裏側(パターン側)で、所定の位置に丸孔用テンプレートを使って、サインペンでφ18mmの円を描く。この位置が大事なので、パターンとの重なり方を見ながら、正確に位置決めをする。ドリルでできるだけ大きな孔を開ける。できればφ13mmが良いが、φ10mmでも何とかなる。丸ヤスリで目標線の近くまで孔を広げる。

リーマーで孔を広げ、目標線に近い箇所を丸ヤスリで修正しながら、リーマーで仕上げ削りをする。403A/Bのなかで最も太いもの(直径にばらつきがある)が通るように孔を広げる。

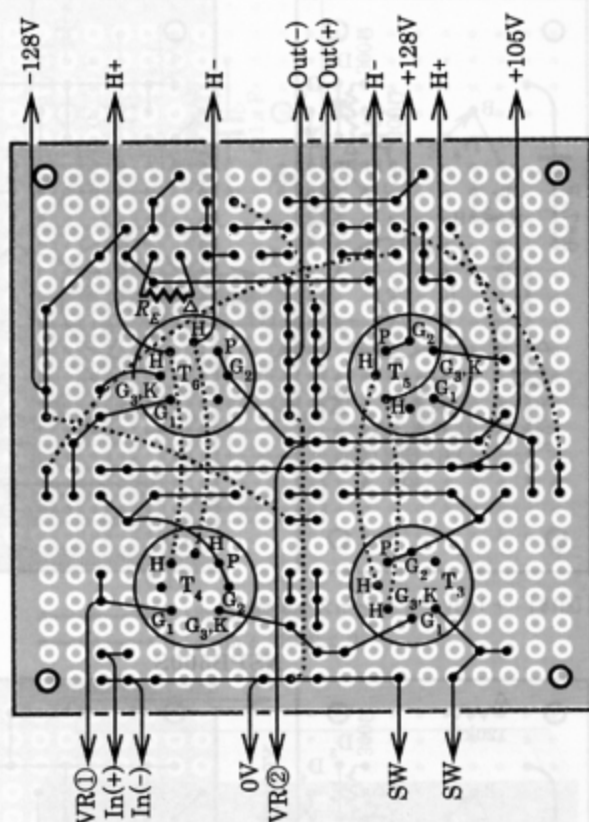
基板取付孔φ3.5mmをあけ、基板をカットして、断面を平ヤスリで仕上げる。コーナーも軽く面取りしておくといよい。

基板に真空管以外のパーツを配線する。基板の表側で、取付孔に50mmメタルサポートを取り付ける。これで真空管を保護すると同時に、基板を安定に水平位置におけるので、基板の裏配線が格段に楽になる。

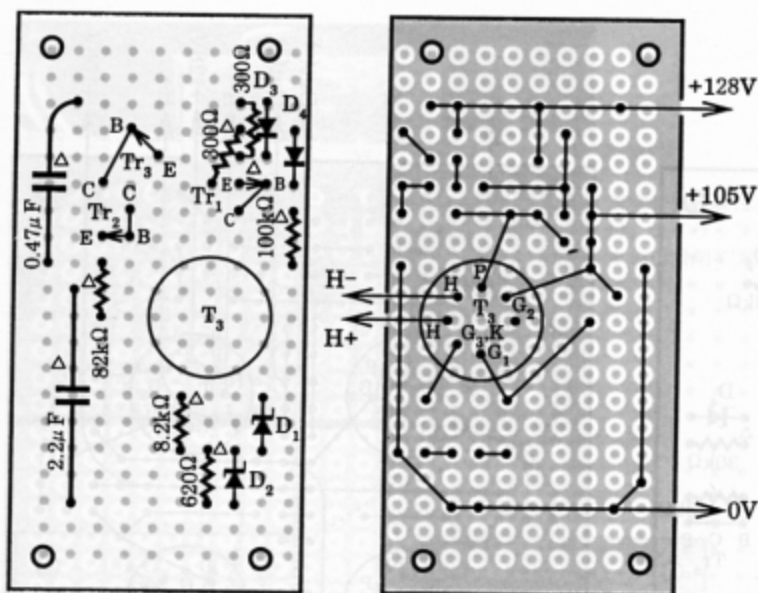
真空管は配線前にピンを磨き、予備ハンダをする。カッターナイフでピン表面の酸化物を完全に削り取る。ピンの内側にはカッターが入らないので、小さな平ヤスリで磨く。ピンを磨いたらすかさず予備ハンダをする。ハンダがうまくのらないときは磨きが足りないなので、再度磨き直してから、予備ハンダをする。

真空管にインシュロックタイを巻き付ける。ロック部分は配線の邪魔にならないように、1番ピンと7番ピンの間が良い。巻き付け位置は真空管の底部近くで、直径が太くなる箇所がよい。底部ぎりぎりでは直径が変化するので、巻き付けたタイが外れやすい。真空管を基板に通し、基板表側からもインシュロックタイを巻き付ける。ロック箇所は裏側と反対の箇所にする。真空管の取付角度も大切で、後ほどの基板図に示す角度にすると、配線が最短距離になる。

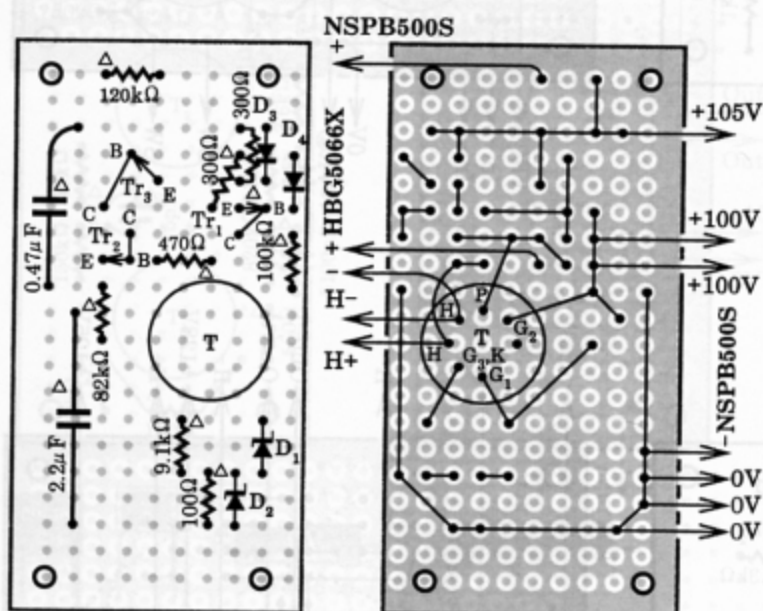
基板の裏側を上にして、水平に置く。インシュロックタイと基板の接触箇所にアラルダイトを塗り込む。アラルダイトが固まりかけ



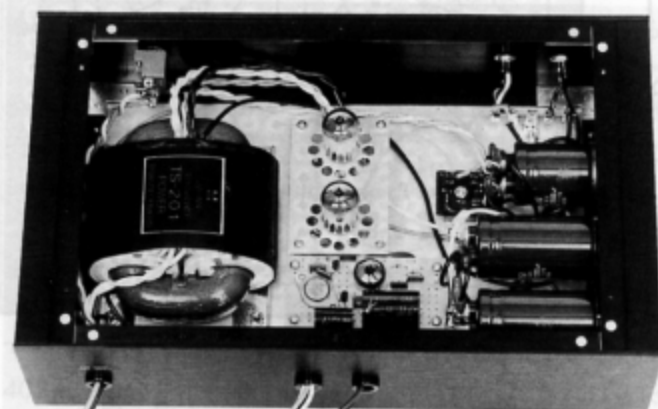
2006/4



〔図18〕 +105Vレギュレーター基板



〔図19〕 +100Vレギュレーター基板



電源部にはRコア電源トランス、整流管、平滑コンデンサー、ブリッジダイオード、+105Vレギュレーターを内蔵

たところ、真空管が基板に垂直になるように姿勢調整をする。

真空管と基板間の配線は7本撚り線で行う。電流の多いヒーター配線は20芯コードで、また絶縁を気にする箇所も20芯コードで配線する。412Aはパワートランスのリード線と20芯コードで配線する。

7本撚り線の配線は、まず小型ラジオペンチを使って、撚り線をピンに1回巻き付け、ピンに合わせて不要な線をカットする。撚り線の端を小型のマイナスドライバーでピンに沿って押し当てる。この状態でピンから撚り線がはみ出す箇所がないようにチェックする。撚り線の引き出し方向は真空管の中心から外側に向かって放射状に出す。この方向が隣どうしのピン配線が互いに離れる方向になる。撚り線をピンにハンダ付けする。ハンダコテとハンダを同時にピンに接触させるのがこつである。コテを離すタイミング次第でハンダの表面の光沢に差が出る。ハンダを盛りすぎないに気をつけ、余分なハンダは取り除いておく。撚り線他端を基板に配線する。

20芯では、芯線を6mmほど出してから、撚り合わせずにピンに巻き付けてからハンダ付けする。寄り合わせると巻き付けがやりにくだけでなく、仕上がりが太くなり、隣のピンとショートしやすくなる。巻き付けた後は線が1本でも残っていないか十分にチェックする。

1本のピンに20芯コードが2本配線できる。1本目はピンの根本近くに、2本目はピンの端近くに配線する。2本目の配線はピンに巻き付けずにチョンづけでもよい。このときは確実にハンダ付けできているか、コードを動かしてチェックする。



図15はイコライザー基板である。403A/Bの直径が小さいため、1/2サイズの基板にイコライザーアンプとATRを余裕で配置できた。ソケットを使わないため、真空管の周囲のスペースが広くなり、パーツの配置にゆとりができた。ダイレクト配線のメリットは立体配線ができることにある。基板上の平面配線と真空管間の空中配線が使い分けできる。T₁のPとT₂のG₁間、T₁のG₂とT₂のK間、ヒーター間の配線は基板を介さない空中配線が良い。

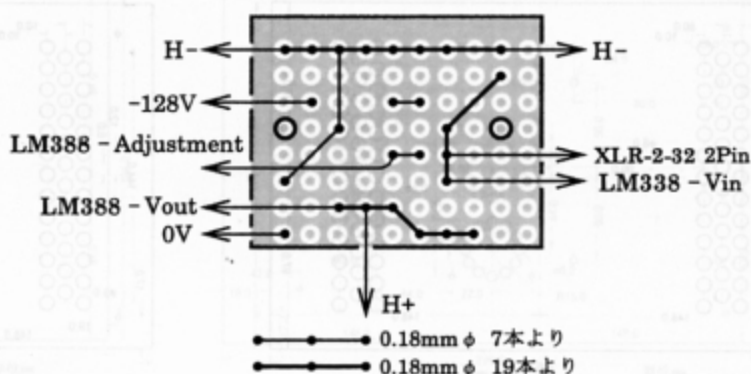
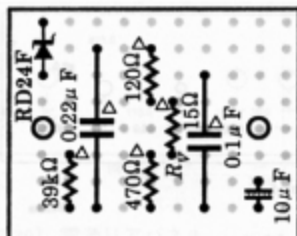
図16はフラットアンプ基板である。この基板もスペースにゆとりができたために、AOCを組み込むことができた。0.1μFのマイカコンデンサーはリード線を90°曲げて、基板の外側に配置する。基板上に載せるスペースはない。

図17はCDラインアンプ基板である。0.1μFがなくなり、アッテネーター抵抗が増えた。R_Aは簡単に交換できるように、基板の裏側に配線する。

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。

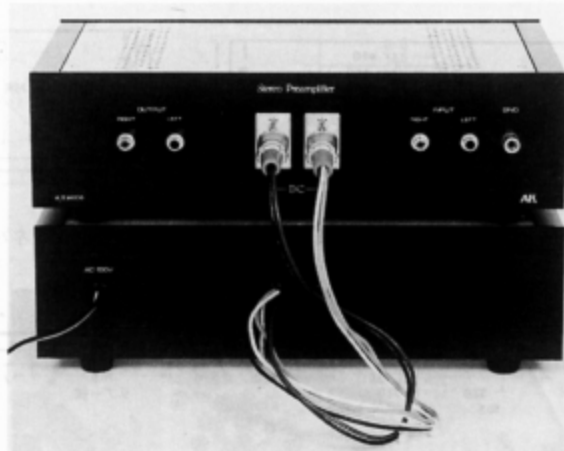
2SA653/2N3711のコレクター配線は7本撚り線を直接ハンダ付けする。この配線は0.47μFフィルムコンデンサーを配置する前がよい。+105V基板は+100V基板と同一サイズにした。取付孔が4箇所あると、基板の裏配線がやりやすくなり、+100V基板とパターンが同一になるため、製作がスピーディになるからだ。+100V基板の取付孔は4箇所開けるが、実際に使うのは2箇所だけだ。これも裏配線のために4箇所にしてある。この基板にはLEDのシリーズ抵抗も配置する。

図20は+6.3Vレギュレーター



〔図20〕 +6.3Vレギュレーター基板

下側の電源部から2個のXLR端子でヒーターとB電源を供給。アンプ部はフォノ再生単機能なので、入出力端子はひと組だけ



基板で、ヒーターバイアス用の定電圧ダイオードと抵抗も配置する。

ケース加工

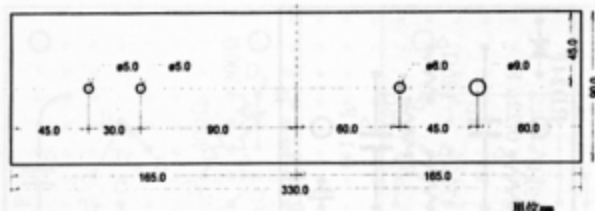
本機のアンプ部と電源部にはタカチ電機工業のOS88-20-33BXを使用する。図21~32がケース加工図である。アンプアングルのフロント側には+100Vレギュレーター用の取付孔2個もあける。フレームに50mmメタルサポート(♀♀タイプ)をφ3mm皿ネジで固定し、これにアングルを固定する。アングルには25mmサポートを取付て、これに基板を固定する。

アングルから基板を吊り下げて固定するので、基板の裏配線が非常にやりやすくなる。

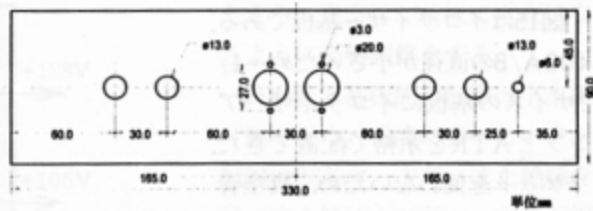
図33は412A取り付けパネルである。厚さ1.2mm、55mm+10mmのアルミL型アングルで作る。この場合も孔開け加工してから、所定の長さに切り取ると良い。孔位置にポンチを打つ時はパネルを硬く平らな面に置く。

配線方法

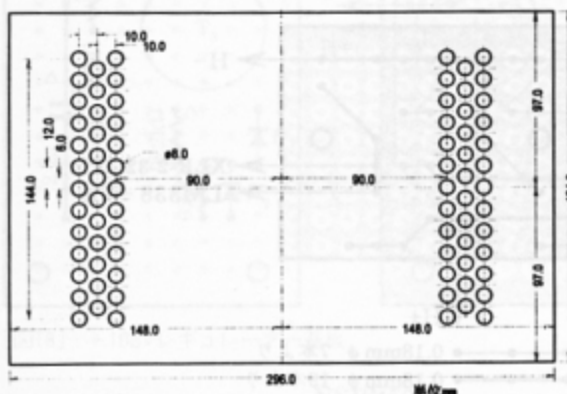
プリアンプの基板間や基板とスイッチ、入出力ピンジャック間の配線は次の順にする。+100Vレギ



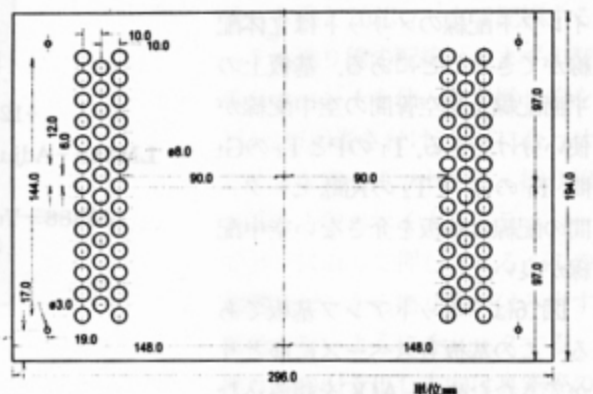
〔図21〕 プリアンプフロントパネル



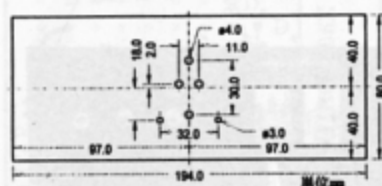
〔図22〕 プリアンプリアパネル



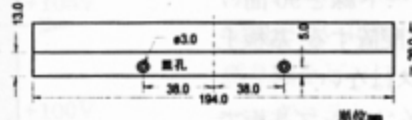
〔図23〕 プリアンプ天板



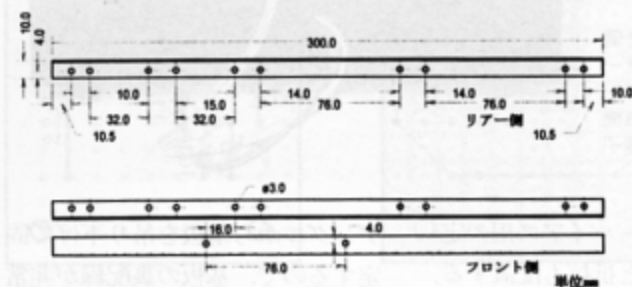
〔図24〕 プリアンプ底板



〔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

レギュレーター以外の基板をサポートに固定する。本機ではヒーター配線は空中配線のため、最後にする。

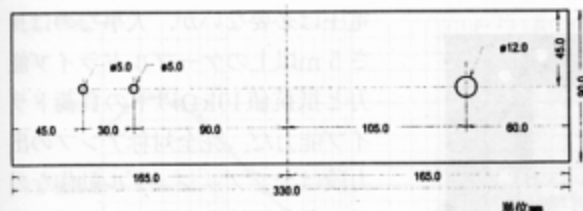
まず電源用XLRコネクタに電源ラインを配線する。+128Vは2本、+105Vは3本、0Vも3本、そして-128Vは2本をまとめて撚り合わせ、予備ハンダをしてからコネクタに配線する。コネクタピンにも予備ハンダをしておく、電源ラインを基板に配線する。

ただし、+128VラインとT₅のP間には10Ωの抵抗を入れておく。これは無信号時プレート電流(アイドリング電流)I₀の検出抵抗だ。Rチャンネルの-128Vラインと0Vラインから+6.3Vレギュレーター基板への配線(ヒーターバイアス用)も配線する。

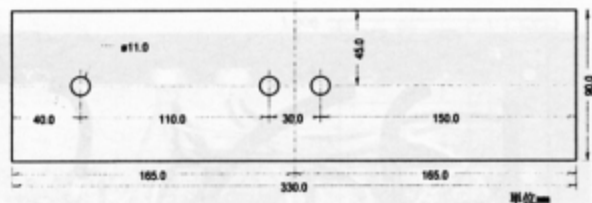
ゲインコントロールVRおよびミューティングSWとフラットアンプ基板間の配線をする。0.1μFを迂回して配線する。

ここで基板間のヒーター配線をする。+6.3VレギュレーターからRチャンネルフラットアンプ、Lチャンネルフラットアンプ、Rチャンネルイコライザーアンプ、Lチャンネルイコライザーアンプの順に配線する。これらの配線はピンにチョン付けで良い。もちろん巻き付け配線でも良い。

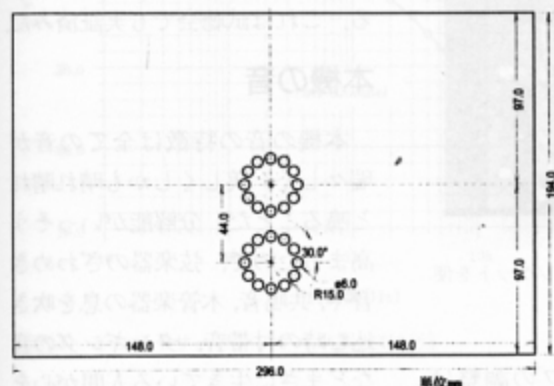
+100Vレギュレーター基板を外した状態で、+100Vライン2本、0Vライン2本、ヒーターライン、LEDラインの配線し、コードを適当な長さにカットする。XLRコネクタからの+105Vライン、0Vラインとヒーターラインを配線する。配線の長さは基板を固定した時、ちょうど良い長さにする。ヒーターはLチャンネルイコライザーアンプから配線する。+100Vレギュレーター基板に30mmメタ



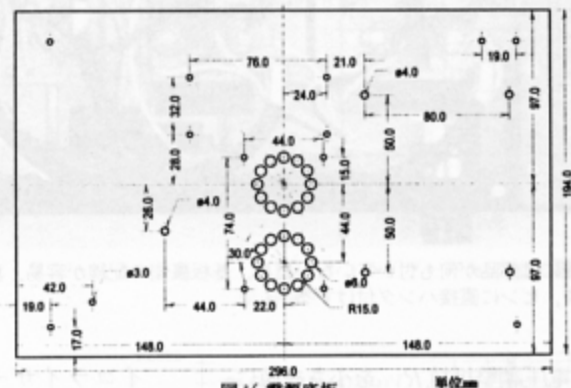
[図28] 電源フロントパネル



[図29] 電源リアパネル



[図30] 電源天板

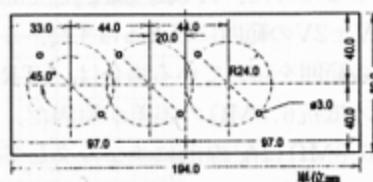


[図31] 電源底板

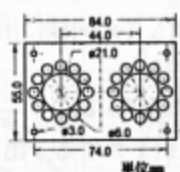
ルサポート (♀タイプ) を固定し、これをアングルに固定する。+100Vラインと0Vラインをイコライザー基板に配線する。LEDの配線をするときは、左サイドパネルを外すと作業しやすくなる。

Lチャンネル入力ピンジャックのアース側とアースターミナルを7本撚り線で配線する。入力ピンジャックとイコライザーアンプ入力間の配線ケーブルはモガミ電線の2511で、ケーブル表面の印刷でMOGAMIの“M”をピンジャック側にする。先にピンジャックに配線し、他端を基板に配線する。このケーブルは最短距離配線は無理で、緩やかにカーブさせるのが良い。特に2511の細い内側導線は無理な力を加えないようにする。

フラットアンプ出力と出力ピンジャック間の配線をする。信号ケーブルはモガミ電線の2497でその向きも2511と同様だ。先にピンジャックに配線し、基板側で適度な長さにカットして配線する。最後にイコライザーアンプ出力とフ

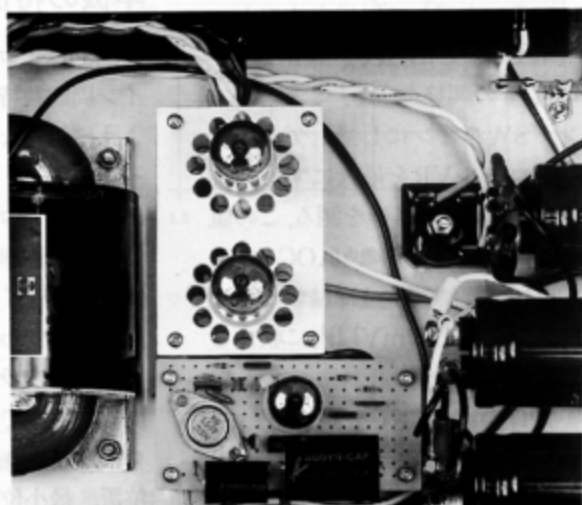


[図32] 電源左サイドパネル



[図33] WE412A取り付けパネル

整流管はアンプ部と同様、タイラップとエポキシ接着剤でアルミ板に取り付ける

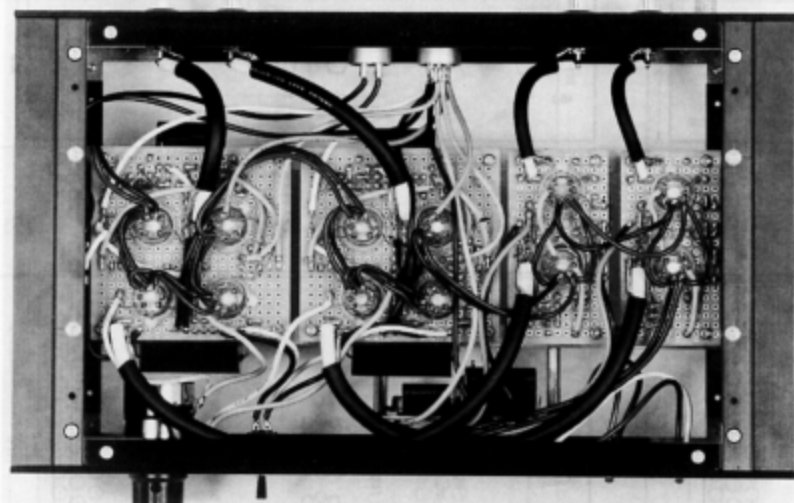


ラットアンプ入力間を2497で配線する。

調整方法

+105V, +100Vそれに+6.3Vレギュレーターは基板配線後に直

ちに調整する。電源部からヒーター用6.3V (H1) と+128Vラインを引き出し、+105Vレギュレーター基板に接続する。電源をオンにして、レギュレーター出力電圧を測る。電圧が+105Vより低いとき



底板には部品が何も付いていないため、基板裏側の配線が容易。真空管はソケットを使わず、ピンに直接ハンダ付けする

は、電圧調整抵抗 R_V を小さな値に交換し、高いときは大きくする。

レギュレーター基板を+100V基板に交換して、同様に出力電圧の調整をする。

+6.3Vレギュレーターの出力電圧をチェックする。出力電圧が+6.3Vより低いときは R_V を大きくし、高いときは小さくする。

フラットアンプは出力オフセット電圧 V_0 と出力段アードリング電流 I_0 の調整をする。ミューティングSWをオンにして、ゲインコントロールVRを最大にする。電源をオンにして V_0 を測る。この値が0Vになるように、AOCのVR 200 Ω を調整する。 V_0 はゲインに関係なく、 ± 5 mV以内に収まるはずだ。

10 Ω の端子電圧を測って I_0 を調整する。 I_0 は5~6 mA(検出電圧は50~60mV)になるようにする。調整箇所はAOCの定電流回路Tr5のエミッター抵抗 R_E だ。この値を大きくすると I_0 が大きくなり、小さくすると I_0 が小さくなる。抵抗値が決まったら、10 Ω を外し、T5のPに+128V電源を直接配線する。

イコライザーアンプの調整はT2のプレート電圧VPをチェックするだけだ。ATRの働きで+60V $\pm$ 2Vの範囲に収まるはずだ。この範囲を超えている場合は、ATRの抵抗6.8M Ω の誤差が原因だ。6.8M Ω は配線前にチェックしておいた方がよい。

本機の特長

図34はイコライザーアンプのゲイン周波数特性である。いつものように正確なRIAA再生特性になっている。

図35はイコライザーアンプの出力電圧対歪率特性だ。この特性も他の真空管イコライザーアンプとほとんど変わらない。

図36はフラットアンプのゲイン周波数特性である。ゲインコントロールVRの最大位置、センター位置、最小位置のいずれもフラットな特性になっている。

図37はフラットアンプの出力電圧対歪率特性だ。本機の出力段は ± 128 V電源をフルに利用しているので、大きな出力電圧が低歪率で取り出すことができた。プリアンプとしてこれほど大きな出力

電圧は必要ないが、大事なのは長さ5 m以上のケーブルドライブ能力と抵抗値10k Ω 以下の負荷ドライブ能力だ。完全対称アンプの出力段は全てプッシュプル動作なので、負荷抵抗や容量のドライブ力には充分過ぎるほどのゆとりがある。これは試聴会でも実証済みだ。

本機の音

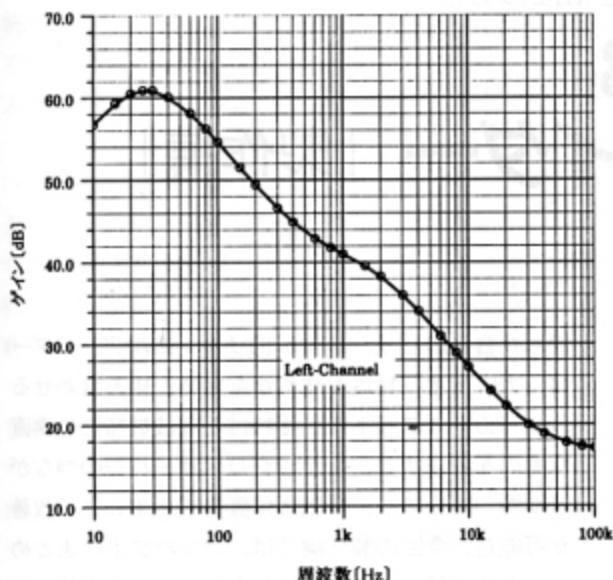
本機の音の特徴は全ての音が瑞々しく、美しくしかも晴れ晴れと鳴ることだ。分解能がいつそう高まったので、弦楽器のざわめき音や、共鳴音、木管楽器の息を吹き込む時の付帯音、タンギングの音などまさに生きている人間が心を込めて演奏するときに発する音が聞こえてくる。このような音が出るので、音色がいつそう自然で、滑らかで、説得力がある。

コントラバス、チューバ、バスドラムなどの超低音を発する楽器の音程、音色、リズム感がいつそう明瞭になり、これらが音楽をスリリングなものにしている。低音楽器がこれほど活躍し、音楽のベースとして活動しているとは驚きだ。

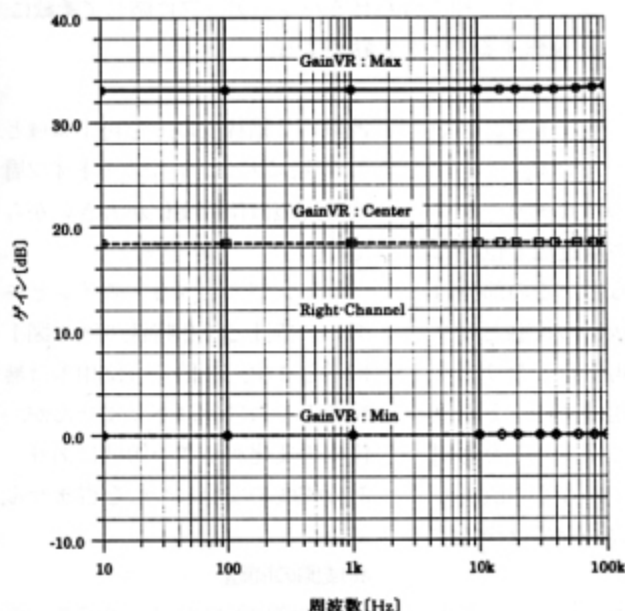
オーケストラの中のソロ楽器は空間に浮き出るように鳴り響く。バックを支える楽器が生き生きと活動している状況が見えてくる。これが音楽をいつそう面白くしている。

音色の柔らかさ、美しさ、自然さが際だっており、朗々と鳴り響くプラスの音も空間で融合し、ふ厚い充実した音を吹き出して来る。

さて、本機を前回の384A/386Aプリアンプと比較試聴すると、新たなことが判明する。本機は分解能が優れているが、曲によっては384A/386Aプリアンプの方が朗々と豊かな鳴り方をするところがある。本機は実に明快な表現



[図34] イコライザーアンプゲイン周波数特性

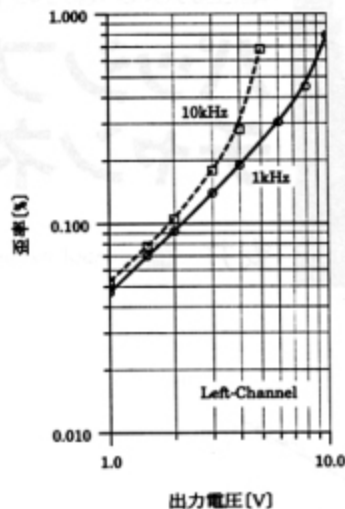


[図36] フラットアンプゲイン周波数特性

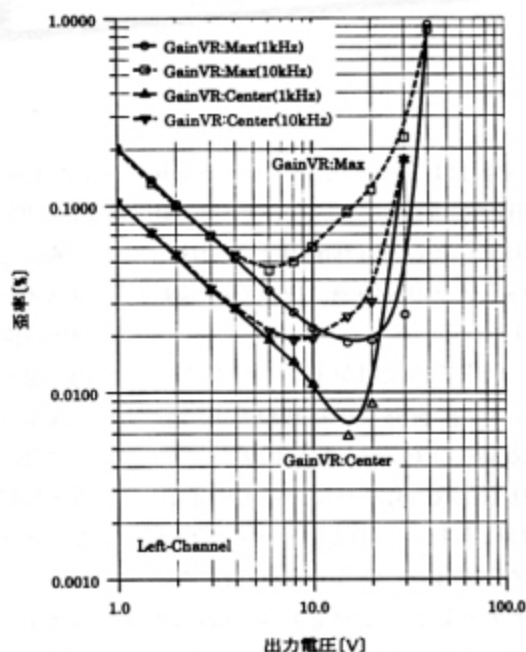
をするが、384A/386Aアンプは音の豊かさの点で優れている。この原因は明らかにレギュレーターの利用方法にある。レギュレーターによって、フラットアンプの電源変動除去効果と電源を通してのアンプどうしの干渉は少なくなった。反面、電源変動の影響を受けやすいイコライザーアンプのレギュレーター出力をフラットアンプが共用することで、フラットアンプ

からイコライザーアンプに影響を与えるようになった。

こうなると本機の特徴と、384A/386Aアンプの特徴を併せ持ったアンプが欲しくなる。その解決方法はレギュレーターの利用方法にある。フラットアンプに独立したシリーズレギュレーターを入れるか、差動アンプだけシンプルなパラレルレギュレーターを入れるか、5極管動作を復活させ



[図35] イコライザーアンプ出力電圧対歪率特性



[図37] フラットアンプ出力電圧対歪率特性

るか。いずれもすぐに実験できる方法なので、できるだけ早い時期に報告することにしよう。

例によって究極のアンプのつもりが進化のきっかけとなるアンプになった。しかし今までのアンプは全て次の進化のステップになっている。これで完成などというアンプはなかったのではないか。この意味でDCアンプは永遠に進化し続けるアンプなのだ。