

終段もトランジスターを採用
100W/4Ω 完全A級

No-NFB 0dB パワーアンプ



★窪田登司★

FET vs Tr

終段のパワー増幅に、筆者は長い間 FET を使ってきた。V-FET から MOS-FET と、筆者のアンプというと、FET アンプである。

FET にはトランジスターにない良さがあることを再三述べてきた、非常に細かい信号、粒立ちの良い音を再生するには、FET しかない、とまで思ったものだ。実際、今でもそう思っているし、個人的には FET の方が好きだ。

しかし最近のパワー Tr の中には C_{in} の小さい、そして f_T の高い優秀なものが幾つもあり、いつかは FET と対決させてみなければならないと思っていた。

筆者のアンプは、パワー段はパワー一段だけ、電圧増幅段は電圧増幅段だけ、を徹底的に研究、そしてグレードアップ出来る構成にできたので、FET vs Tr の対決という今回のような試みは、比較的正確にできる

メリットがある。大変面白い、しかも意義のある試みではないかと思う。

さて、対決させる FET アンプは、86年9月号の完全A級100W 4Ω No-NFB 0dB パワーアンプ(第1図に再掲)である。これ以上音のよいアンプは無い、とまで自負している筆者の最も好きなアンプである。従って、出力は勿論のこと、電源部や入力コンデンサーなどは同じ物にする。使用ハーツについては、後述する。

本機的设计

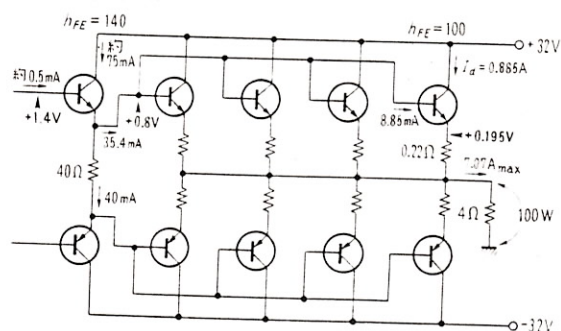
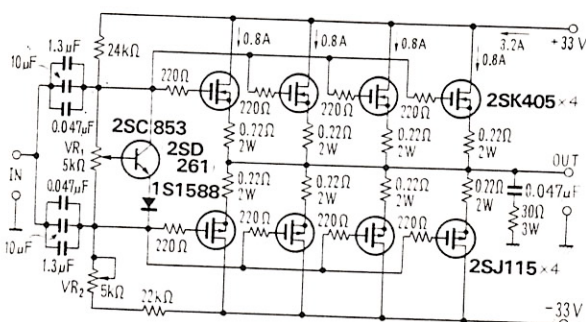
MOS-FET と対決させるからには、入力インピーダンスは高くはないといけないと思い、初めは3段ダーリントンで試作した。概算すると、入力ベース電流は数マイクロアンペア以下という極端な高入力インピーダンスになっている。そのためか、試作アンプはフルパワーを出そうとすると、あるところで、発振するトラブルに見舞われた。位相補正コンデン

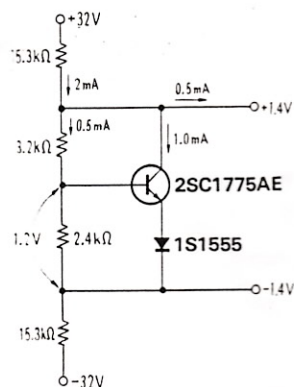
サーを B-C 間に付ければ、発振は止まるが、精神衛生上、いやもっと正確にいうと、f 特や歪みはもとより、音質上よろしくないものは付けたくないのが人情で、結局、2段ダーリントンに変更した。

第2図に基礎設計を示す。完全A級100W 4Ω のアイドル電流は3.25A、4本バラにして、1本当たり0.885Aである。動作電流が1A前後で、リニアリティーが良く、 f_T の高いものを探すと、幾つかある。

富士通の 2SA1077/2SC2527 (80MHz, 10A), 2SA1075/2SC2525 (80MHz, 12A), サンケンの 2SA1186/2SC2837 (70MHz, 10A), 東芝の 2SA1146/2SC2706 (90MHz, 10A), 2SA1094/2SC2564 (90MHz, 12A), NEC の 2SA1141/2SC2681 (90MHz, 10A), 2SA986/2SC2276 (100MHz, 7A), 等である。

予備実験でいくつか使用してみたが、MOS-FET の 2SJ115/2SK405 とほぼ同じ電流容量、同じ大きさのもの、ということで、東芝の 2SA10





↑ プリ・アンプ回路

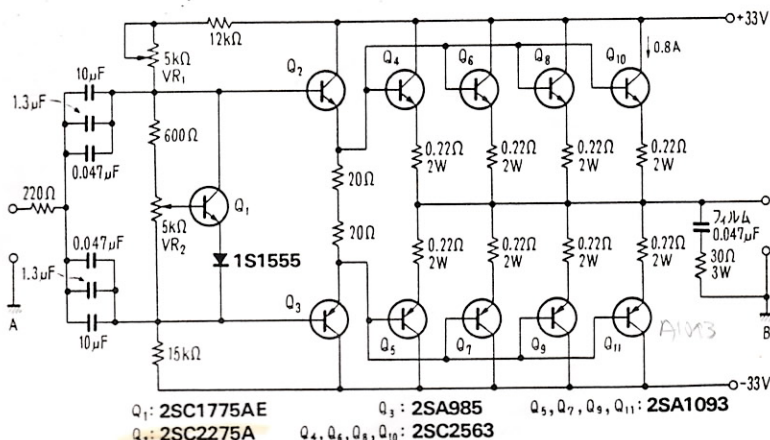
93/2SC2563(90MHz, 8A) を使った。コンプリ性に優れ、リニアリティーが抜群に良いようだ。

さて、アイドリングを0.885Aにすると、エミッター抵抗0.22Ωによって、エミッター電圧は0.195V、従ってベース電圧は約0.8V。またベース電流は h_{FE} を100とすれば、 $0.885 / 100 = 8.85\text{mA}$ 、4本で35.4mAとなる。実際には h_{FE} を計てみると、120~130位あり、ベース電流はもう少し、すくないのではないと思われる。以上が直流設計で、これによって交流的には、完全なA級で100W得られることになる。

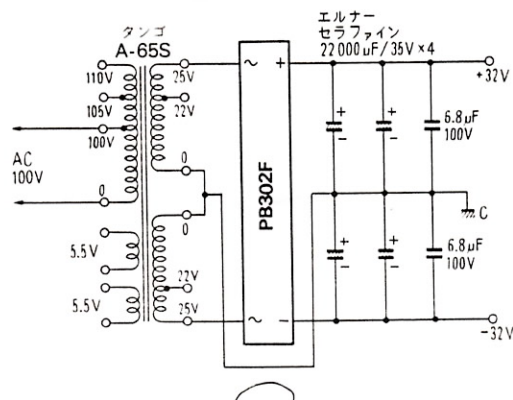
約35mAの直流バイアスが必要であり、交流的にもそれだけの電流を流さなければならないわけで、ダイレクトにバイアス回路を組み込むわけにはいかない。もう1段ドライバー段を必要とする。

ドライバー段も完全なA級にするには、 $35.4 / 2 = 17.7\text{mA}$ をアイドリングとして流しておけばよいが（正確には $17.7 + 35.4 = 53.1\text{mA}$ ）、今回はリニアリティーのよい動作をさせる目的で、思い切って40mAを流した。したがって動作電流は約75mAである。 h_{FE} を140とすれば、約0.5mAのベース電流となる。

動作電流が、100mA前後でリニアリティーのよい、そして C_{in} の小さい f_t の高い中出力 T_r を探すことになると、東芝の2SA1184/2SC2824(120MHz, 15pF)、2SA1306/2SC3298(100MHz, 30pF)、三洋の2SA1403/2SC3597(800MHz, 5.2pF) などがあるが、本機では入手しやすいデバイスとして、NECの2SA985 2SC2275(200MHz, 19



↑ アンプ回路



pF) を選んだ。 h_{FE} は実測150程度あり、ベース電流は設計値より小さくなるだろう。

次にバイアス回路の設計は第3図に示すように、2SC1775AEを終段に熱結合させるオーソドックスな回路である。

MOS-FETの時は、上下FETの熱的アンバランスを少しでもエリミネートしようと、ダイオード(1S1555)も終段に熱結合したが、本機は2SC1775だけで、非常に安定度が高く、実は筆者も驚いているところだ。単にバイアス回路の電流設定がよかっただけではないようだ。使用デバイスの優秀性もあるだろう。

なお、本機の入力インピーダンスは、バイアス回路がなければ、数10kΩ以上であるため、32Vの分圧用抵抗15.3kΩが、本機の入力インピーダンスを決めるとみてよい(15.3 / 2 = 7.65kΩ)。したがって、大きいほど良いが、バイアス回路の電流のことを考慮すると、あまり大きくは出来ず、本機の15kΩは適当である。

以上から決定したのが、第4図で

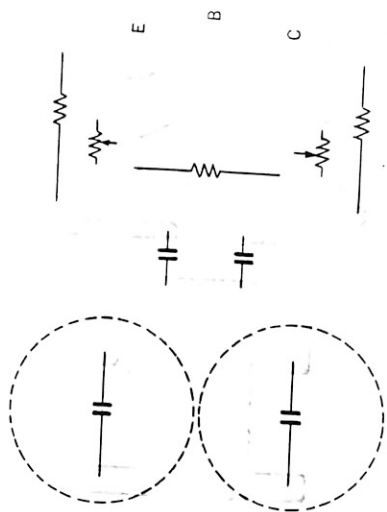
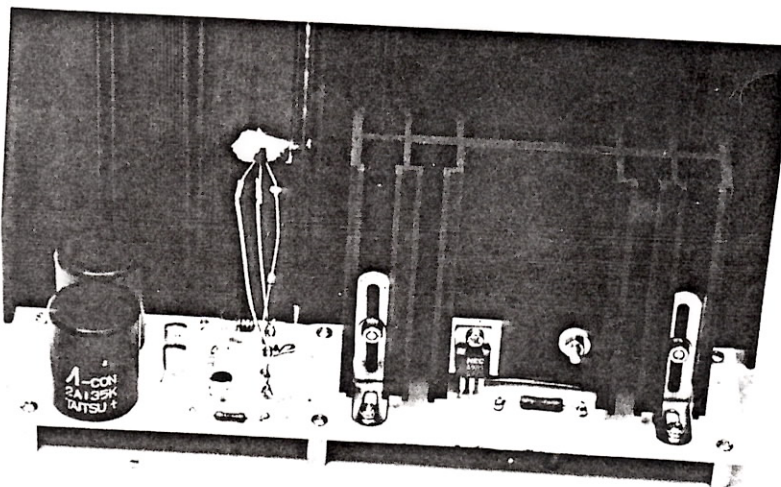
ある。入力回路の220Ωは、無くてもよいが、接続するCDプレーヤーによっては、発振するものもあったので、入れておいた方がよい。

電源部は第5図で、前回と同じである。トランスの電流容量が定格DC3.2Aとなっているので、設計値の3.54Aは流せない。0.8A × 4 = 3.2Aにした。電圧的には十分である。フルパワー時の電圧降下を考えても、±32Vは適当である。

使用パーツ

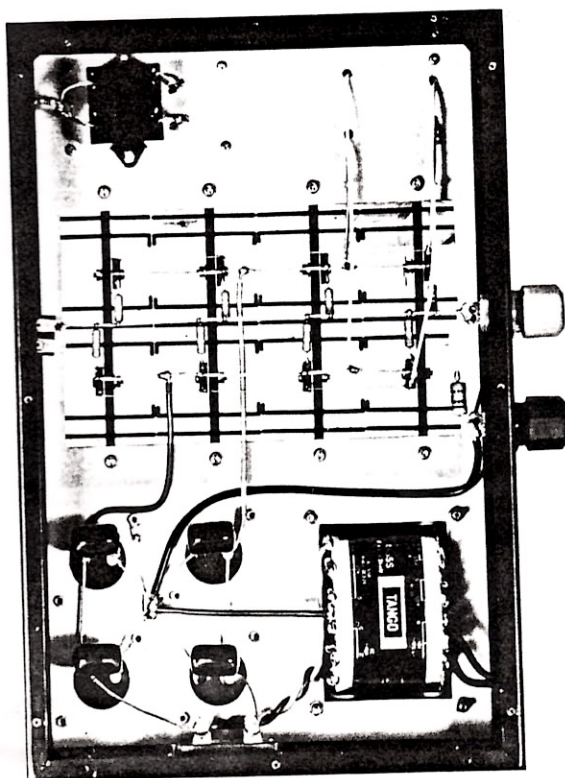
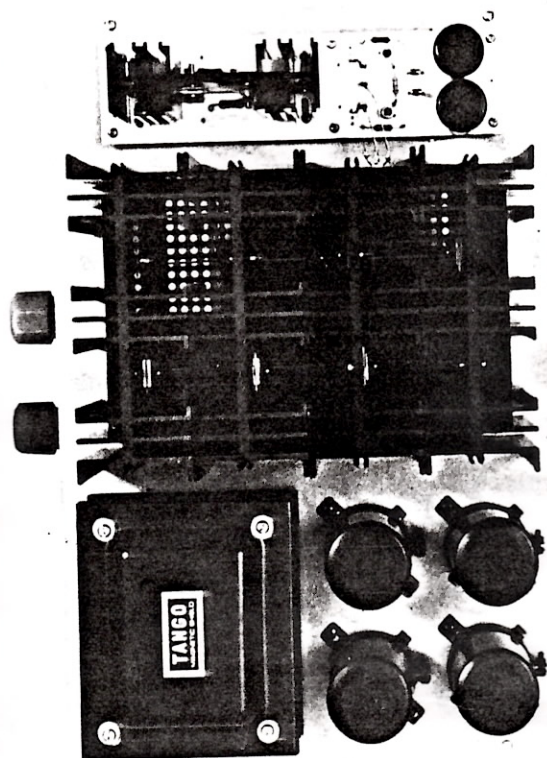
パワー段、ドライバー段の T_r については前述の通りである。使用トランジスタの一覧を第1表に示す。

放熱器はフレックスのTF1312A-2(¥1,600)で、TO-3形取付け穴があいているが、2SA1093/2SC2563は下方に取り付ける。絶縁板には、電気化学工業のデンカ放熱シートを使用した。これは、ポロナイトライドとシリコンゴムを素材とした絶縁放熱シートである。マイカより熱抵抗は小さく、またグリースを塗る

[illegible]

ドライバーの2SA985/2SC2275にも大きな放熱器を使ったが(ここにもデンカシートを使用), $75\text{mA} \times 32\text{V} \times 2 = 4.8\text{W}$ の放熱を考えれば, もう少し小さいものでもよかったようだ。ただし, 1つの放熱器に上下のTrをつけたことは熱的平衡上, 有利になっていることは事実である。

電源トランスはタンゴのA-65S (¥11,200)。もっと電流容量の大きいトランスにしたい場合は、トロイ



だろう。なお、本機にはヒューズを付けなかった。ヒューズによって音が変わることを、以前確認したことがあるので、危険を承知で、敢て付けなかったが、読者諸氏は初めから省略することは、避けた方がよい。完成してから、音質追求の段階で実験するよう望む。

整流用ブリッジダイオードは、日本インターのファーストリカバリー **PB-302F** (30A 200V, ¥12,000) で、高価であるため、ワンランク落としてもよいという場合は、**PB-102F** (¥2,500) をすすめる。

電解コンデンサーはエルナーのセラファイン22000 μ F / 35V を、片チャンネル4本を使っている。6.8 μ F はメタライズドプラスチックコンで、自己回復性を持たせた電源雑音防止用あるいは電源インピーダンス上昇防止用としては最適のものである。

ケース (シャーシ) は、鈴蘭堂の **SL-10** (¥7,300) を使った。穴開け加工は、以下のように、手まめにやれば出来るが、'86年9月号のO dB

工についての問い合わせが絶え間無くあるので、先日、鈴蘭堂にたのんでおいた。

何台かまとまるようであれば、図の加工寸法の通りの、穴開けをしたシャーシを用意します。とのことである。これは、本機だけではなく、上述の昨年9月号のアンプにも使用できる。ただし、シャーシ部のみで、側面のSPターミナル、入力ピンなどの取付け穴は、各自で、使用するパーツに合わせて、やってほしい、とのことである。

というのは、みなさんが全て **STAX** の **GBP-1** を使用するとは限らないわけで、**GBP-2** にする人もいるかもしれないからである。ただし、これも流動的で、数さえまとまれば希望のサイズの穴開けをします、とのことである。

放熱器や、電源トランス、セラファイン電解コンデンサーも、鈴蘭堂で一括して扱ってくれる。

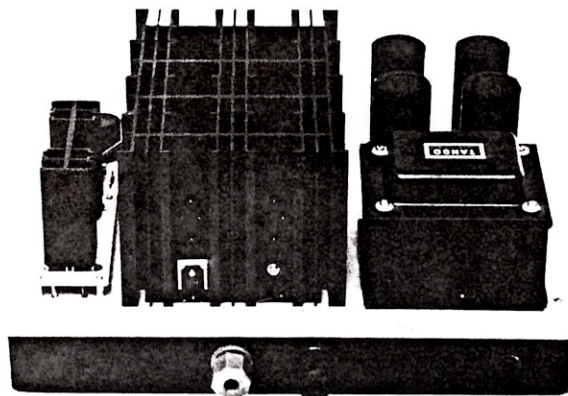
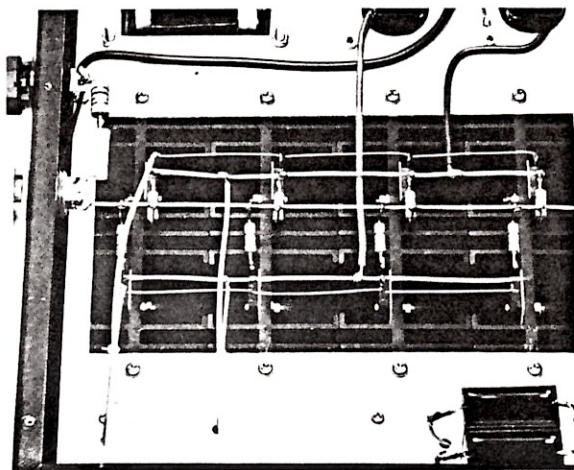
SPターミナルも前回同様、スタックスのジャイアント・バインディング・ホスト **GBP-1** (¥3,600, 赤黒

ワンペアー) を使用した。

電源コードはシンドウ・ラボの **BELDEN** (¥1,350) である。鈴蘭堂で扱っている。

入力ピンジャックに付いてひとこと、某高級高価格金メッキジャックはどうもホット側の接触がよくない。アース側はなるほど見た目同様立派で、接触も良好だが、肝心のホットがホンの少ししかプラグと接触せず、新品の時は良いが、しばらく抜き差しを重ねていると、接触不良を起こすようになる。完全に接触不良になればよいが、なまじ音質が劣化した状態で鳴るから困る。敢てメーカー・ブランド名を言わないから、読者諸氏は購入する際、ホットのツクリをよく見ていただきたい。判ると思う。本機使用のものは、そんなに高価ではない、フツウの金メッキタイプである。

プリント基板は、紙エポキシを使用した。



＝ 7 図のクロスアップ

製作時の注意

製作の順序は、まず、ドライバー段のプリント基板を作り、次にシャシー SL-10 の上に、トランス、ケミコン、放熱器、ドライバー基板を置いて、配置を決めて、シャシーの穴開け、取付け、配線～調整とやっていく。

ドライバー段は簡単な回路だから、プリント基板を起こさないで、穴開き基板で製作してもよいが、本機は、紙エポキシ基板を使用し、プリント配線にした。銅箔面には、いつものように、30芯程度の撚り線を這わせ、パーツの足は切らずに、そのまま折り曲げ、ハンダ付けする。

基板のハターン原図を第 6 図に示す。5cm×20cm に大きな放熱器、コンデンサーなどを乗せたため、あまり見た目が、すっきりしていないので、もう少し小さな放熱器にして、コンパクトにするとよい。またはスペースが空けば、10μF×2 も基板上に付けるのも良いだろう。本機の 10μF はシャシー裏に付けている。

さて、このドライバー部は、簡単な回路だから、間違いなく製作すれば、動作テストをしなくても、完動し、発振などトラブルは起こらない筈である。

次に、このドライバー基板と放熱器、パワートランス、ケミコンをシャシーの上に置き、レイアウトを考える。決まったら、パワートランス、ケミコン、放熱器のくり抜き部分を正確に位置決めし、開ける。

参考までに、本機のレイアウトを第 7 図に示す。前回 (86 年 9 月号 97 ページ) と同じ放熱器なのに、放熱孔の寸法が若干異なるが (210×125 mm)、この位の誤差範囲になるようにすること。これより大きくても、小さくてもいけない。大きいと、放熱器の取付けが困難になるし、小さいと、放熱効果がわるくなる。

シャシーには、これらの他に、入力ピンジャック、SP ターミナル、AC コード用ブッシング、などを取付ける。

注意としては、各孔の位置は、正確に、出来るだけ正確に、しるしを付け、ポンチを使ってから、ドリルで穴開けすることである。ポンチを使わないと、ドリルの先はすべって、目的の位置に穴が開かない。出来映えを決定するポイントはここである。

配線は電源部から始める。AC100V ～トランス～AC25V～ブリッジダイオード～ケミコンの配線は第 5 図を見ながら、やっていく。

アースラインは第 4 図の入力ピンアース A から、SP 端子アース B へ、そして第 5 図のケミコン中点アース C へ引き回す。A → B → C の 3 ポイントである。

シャシーアースは、入力ピンアースから落としたこともあり、ケミコン中点アースから落としたこともあるが、どうもどちらが良いと断言できないようだ。というのは、測定器やフリアンプ接続での安定度は入力ピンの方が良いのに、CD フレーヤーをダイレクト接続すると、機種によっては、発振することもあり、その

場合はケミコン中点アースからの方が良いからだ。ケースバイケースという、いかにも理論的根拠の欠ける言い方であるが、本機は多くの実験から、ケミコン中点アースから、シャシーアースしている。

次に終段パワー Tr 回り、ドライバー基板回り、配線を完成させる。

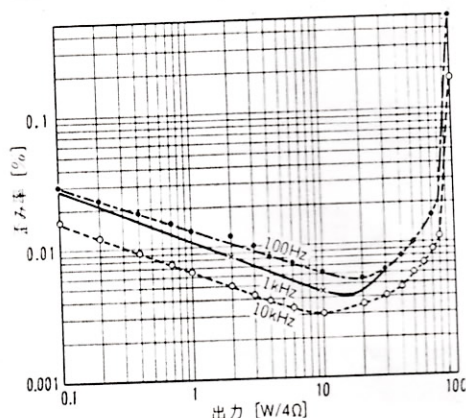
配線材は前回のパワーアンプと同じにするため OFC 線にした。配線の仕方は若干異なっているが、Tr であるため、ゲート直列抵抗のような〈ベース直列抵抗〉はないので写真のような配線になった。

その他、配線上の注意としては、ドライバー基板からパワー Tr のベースへ行く配線は、出来るだけ短くすること、ブリッジダイオード回りも短くする、などである。

調整について

毎度述べているように、本機は間違いなく製作すれば、絶対にトラブルは起きない。SP 端子に並列の、0.047μF+30Ω は発振防止のために入っている。省略してはいけない。入力回路の 220Ω も入れておこう。シャシーアースは C 点から。この 3 点を守れば、トラブルに見舞われることはない。

VR₁、VR₂ 共にほぼ中央にしておき、電源を入れる。VR₁ で SP 端子を 0 ボルト DC にする。もし 0 ボルトに調整できないようでは、どこかにミスがある。早目に電源を切り、ミスを発見する。FET と違い Tr はちょっとしたミスで、すぐ昇天してしま



↑ 第8図)本機の歪率特性

うので、充分に注意を払って配線する。

0 ボルト調整できれば、完成したも同然。VR₂でアイドリング電流を0.8A(0.22Ωの両端電圧=0.176V)にする。何度か、0 ボルト調整と0.8A 調整を繰り返す。

非常に直流安定度は良く、電源投入直後から、放熱器がチンチンになっても、アイドリングは僅か数10mA 増加するだけで、規定値に数分で落ち着く。また、中点電圧は10mV 以内に収まっている。

No-NFB で、これだけの安定度が得られるとは、改めて最近のTr の優秀性を認識せざるを得ない。

本機の特長

歪みも小さい。No-NFB とは思えない低歪みである。第8図のように高い周波数の方が良い特性を示しているのは、興味深いところだ。低出力時にカーブが上昇しているのは、残留ノイズのためで、真の歪みではない。オシロで、歪み成分だけを見ると、非常に小さいことが判る。

残留ノイズは、Aカーブ補正で、約0.2mV、flatで約2mVとなっている。このNo-NFB0dB アンプそのものからのノイズはSPから耳障りに聞こえる程のレベルではないが、'87年3月号の筆者製作ライン延長形プリアンプ(裸電源採用)との組み合わせでは、SPの前で、耳をそばだてると、ブーと小さいながらも唸っているのが判る。通常のリスニングボ

る。ただし、SPの能率がよいと、あるいは気になるかも知れない。

周波数特性を第9図に示す。これまた凄い特性で、-3dB ポイントは何と1.6MHz となっている。NFB アンプでは位相補正するので、こんな広帯域にはなかなかならない。

入力インピーダンスの実測を第10図に示す。約7.4kΩである。CDプレーヤーをダイレクトに接続することが出来る。

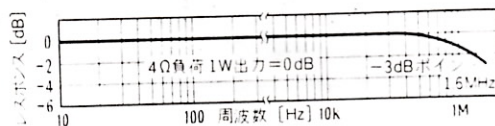
ダンピングファクターは、8ΩON-OFF法で、約120となっている。出力インピーダンスは、約0.07Ωと計算される。これまたNFBアンプなみである。50kHzまでフラットで、100kHzでも約40ある。

ヒアリング

FET vs Tr、興味深い対決である。プリアンプでの、FETとTrの音の違いも、今回のようなパワー出力段での違いも、基本的には同じと、筆者は見る。

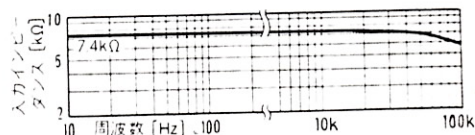
FETは非常に細かい輪郭を、リアルにエネルギーに、粒立ちよく再現する。しかし、全体に音が固く、クールな面がある。一方、今のTrは昔のように、冷たいとか、固いという音ではなく、FETと比較して、むしろソフトで、弾力性のある音である。

FETは入力容量が大きいので、音がソフトになる、という評論を聞いたことがあるが、筆者の研究では、それは当たっていない。Trと比べてむしろ固い。Trの方が、弾むような



↑ 第9図)本機の周波数特性

↓ 第10図)本機の入力インピーダンス



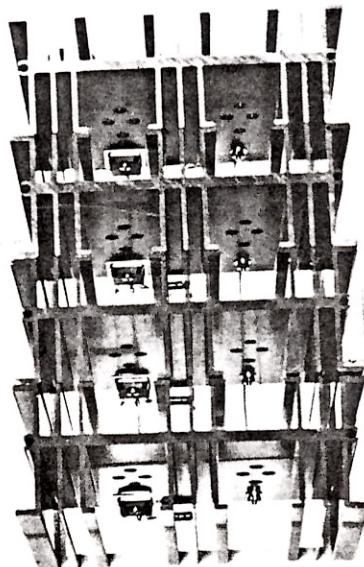
っこい音になる。

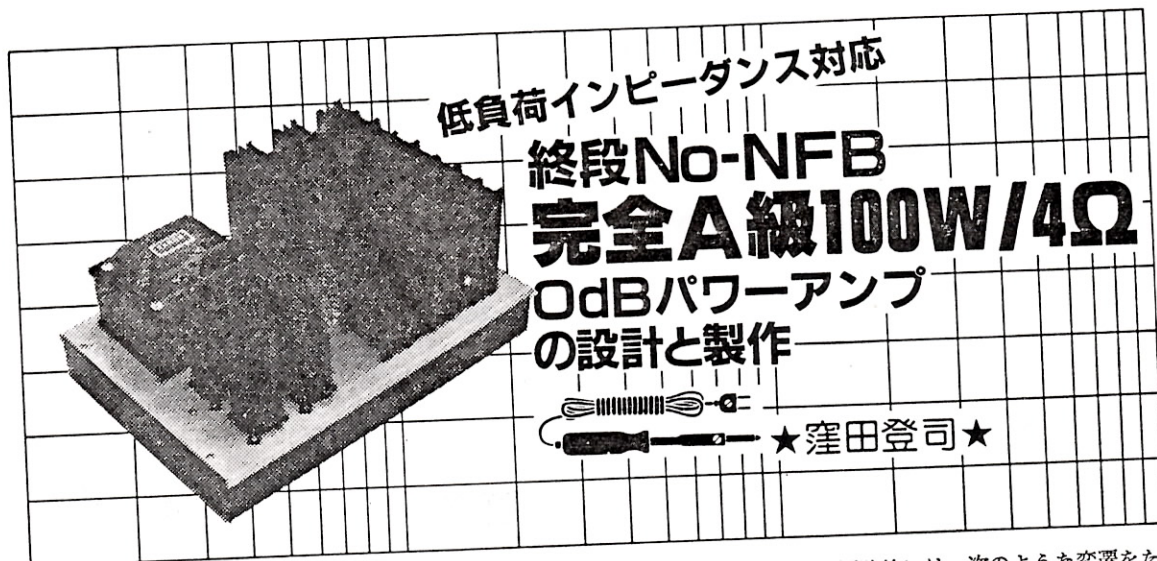
当然、どちらが良いといえるものではない。SPや部屋、また音楽のジャンルによる。

本機製作後、約2か月間、このTr形で聴いているが、音がストレートに前に伸びてくるのは、FETと共通で、No-NFB 0dB パワーアンプの特徴であろう。

FETより中低音に厚みがあり、ワウツと躍動する力感が魅力的だが、FETの方が締まりのある音なので、この辺は好みの問題となろう。

今回はハイゲインEQアンプを予定している。





低負荷インピーダンス対応

終段No-NFB

完全A級100W/4Ω

0dBパワーアンプ
の設計と製作



★窪田登司★

NO-NFB に至った経緯

終段 NO-NFB パワーアンプを発表してから、もう数年以上経った。キッカケは、たびたび述べているように、スピーカーからの逆起電力を電圧増幅段の初段まで戻さないためである。通常のメーカー製を含む多くの NFB パワーアンプは、十分なゲイン (100dB 以上) と大きな NFB (しばしば 60dB 以上) によって、出力インピーダンスが、非常に小さくなっているの、スピーカーの逆起電力は終段部で、十分に吸収され、悪影響はあまりないとされている。その通りだと思ふ。

しかし、NFB を大きくすることは、音質上必ずしも良い方向とはいえない。高 NFB アンプは、周知のように、画一的音質になりがちである。つまり、何を聴いても同じような音になってしまうのだ。ウィーンフィルはウィーンフィルの、ニューヨークフィルはニューヨークフィルの独特のサウンドを持っている (ディスクには、そのように入っている) のに、それが区別出来ない程、似通った音質になってしまう。マニア諸氏は、そういう経験をした事はないだろうか。筆者は、よく冗談まじりで、特徴が $1/(1+\beta A_0)$ になる、と言う事がある。NFB 理論を外部

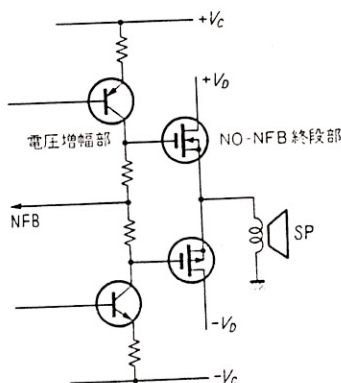
入力である信号にまで拡張するのは適切でないで、そこまで言い切る事は出来ないが、しかし、系を通ることによって、サウンドの特徴までが抑圧されるのであれば、一考を要するところだろう。

さて、NFB の功罪については、ここで、あれこれ論じない。要するに筆者は、音質上の点から、NFB は極力減らして、ハイゲインアンプにしたかった。そして、スピーカーの逆起電力を電圧増幅段に与えないようにしよう。そのために NFB は外してしまおう。これが NO-NFB アンプのキッカケであったわけだ。

それ以前にも、ノンカットオフパワーアンプや、V-FET アンプ等、多くのアンプを発表してきたが、現在は NO-NFB、0dB パワーアンプを主流としている。

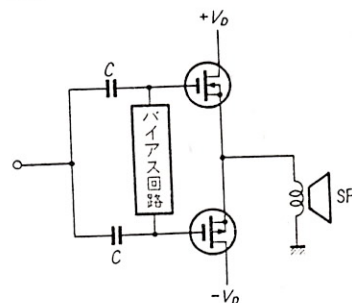
回路的には、次のような変遷をたどっている。すなわち、第1図のように電圧増幅段のみ NFB アンプとし、終段は直結でドライブする。次に、電圧増幅部のアンプと、終段部を、別々にヒアリングテストしたかったため、ケースごと分離した。当然電圧増幅部はプリアンプとなる。

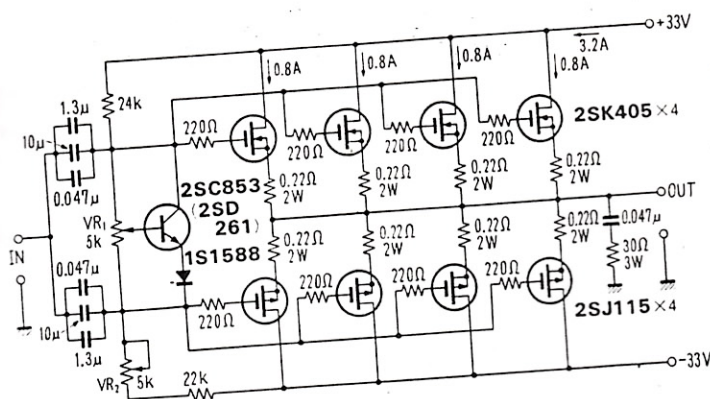
この時点では、プリアンプの出力は、終段を駆動する信号だけでなく、バイアス電圧も一緒に含んでいるものであった。そこで、通常のプリアンプや、ひいては (実用にはならないが) EQ アンプ、チューナー、テープデッキ等をダイレクトに終段に加えてヒアリング出来るように終段部は独立したバイアス回路を有するものとした。第2図である。こうして NO-NFB、0dB パワーアンプが完成したわけである。偶然か、米カ



◀[第1図] 終段 NO-NFB

↓[第2図] NO-NFB 0dB パワーアンプ





【第3図】 NO-NFB 0dB パワーアンプ

ワンターポイントのノン NFB パワーアンプが、全く同じ構成である (本誌7月号42頁筆者拙稿参照)。

また、ナカミチ (米スレッシュド社と技術提携) のアンプも、同様に電圧増幅段と電力増幅段は分離し、オーバーオールは NFB はかけない、という筆者の考えと同じである。ソニー/エスプリ TA-N901 や 902 もそうである。

4ΩでA級100W

8Ω設計はもう古い、と言う言い過ぎかも知れない。しかし、SPの動特性を見ると、瞬間的には、3Ωや2Ωにさえなるといわれる。こういつた時にも、十分に電力を供給できるパワーアンプは、真に音が良い。筆者は「音質評価」で、よく「やせた音」か「太い音」かにこだわることがある。太い音といったとき、高域が出ない表現ではなく、文字通り太い、ゆったりとした音のことを指す。電源がしっかりしており、瞬時電力供給能力の高いアンプは、太い音となり、情報量が多い。

今回は、4Ω負荷で完全A級100Wのアンプである。8Ωでは50Wであるが、内容が違ふことに注目して欲しい。

A級アンプのアイドリング電流は、

$$I_d = \sqrt{\frac{P}{2R}}$$

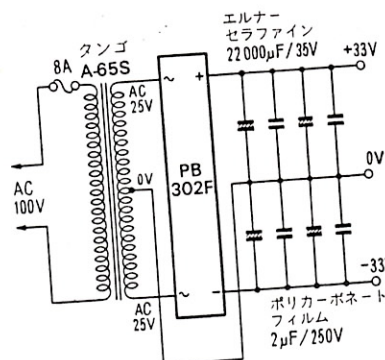
で与えられるので、50W/8Ωなら1.77Aである。100W/4Ωでは3.54

Aである。A級50W/8Ωのアンプは時折見かけるが、A級100W/4Ωのアンプはあまり聞かない。反論があるかも知れない。それは、「100W/4Ωが可能な素子と電源部を備えておれば、それで50W/8Ωとして良いのではないか」というもの。確かにそうだ。ギリギリで50W/8Ωを作るよりもよい。しかし、内容が違ふと先程述べたのは、完全A級100W/4Ωとした事である。

さて、100W/4Ωという、電流は、5A(RMS)、最大値は $5\sqrt{2} = 7.07A$ である。したがってパワーMOS FET 2SJ115/2SK405 を使用する、4バラ PPにはしたいところだ。アイドリング電流も1本あたり $3.54A/4 = 0.885A$ となる。5バラ ($I_d = 0.708A/\text{本}$) 又は6バラ ($I_d = 0.59A/\text{本}$) も考えられるが、今回は大変になることを避けて、4バラとした。さらに理想アンプの形態であるモノラル構成とした。

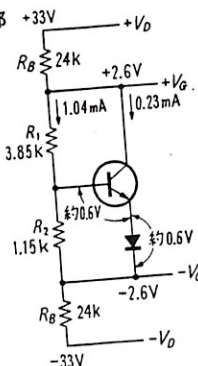
第3図に全回路を示す。第4図は電源部。

ソース抵抗は無い方がよいことは判っているが、製作記事として発表すると、いつも何人かの読者から、オフセット電圧がフラフラするのが気になる、という手紙を頂戴する。±50mV 以内であれば問題ないし、少しぐらいのフラフラは構わないが、やはり精神衛生上、ビタリ止っていないと、気になることではある。前回から0.22Ωを付けるようにした。



↑【第4図】 電源部

→【第5図】 バイアス回路の設計



次に本機の入力インピーダンスはバイアス回路で決まる。第5図に示すように、電源電圧 $\pm V_D$ を R_B で分圧して、ゲートにバイアスとして加えるようにしてあるからで、入力 Z_{in} は、この R_B でほぼ決る。 Z_{in} は $R_B/2$ とみてよい。勿論、正確には、そうではないが(1月号24頁筆者拙稿参照)、目安として知ることが出来る。

使用パーツ

前回1月号の0dBパワーアンプはステレオであった。今回はこれをモノラルにしたと考えればよい。したがって使用パーツは殆んど同じであるため、前回のアンプを製作しようとするマニアにも (実は多数のお便りを頂戴している)、参考になるよう、少し詳しく述べることにしよう。

まずケースは鈴蘭堂の SL-10 (〒7,300)。シャシーだけのものである。オールアルミで板厚は2mmあり、頑丈である。製作編で述べるように、シャシー加工は大変である。電源ト

ランスとケミコンはともかく、放熱器については、必ず通風孔を開けなければならないので、シャーシ加工は正直いって大変ではある。もし、それだけの加工の手間を省きたければ、鈴蘭堂 SR-3 II (¥13,900) 形を使って、底板に直にトランス、ケミコン、放熱器等を取付けて製作してもよいだろう。ただし、今度はそうすると、パワー FET への配線が困難になる。シャーシを使う方が、下からドレイン、ゲート、ソースへの配線がしやすいからである。FET を放熱器の上の方に取付ければ、という考えもあるが、それはよくない。パワーデバイスには、なるべく放熱器の中央から下の方に付けるのが良い。熱対流で放熱されているのだから、これはジョーシキ。放熱器を横にしている例を見たことがあるが、それは放熱が悪い。やはり SL-10 を使用することをすすめたい。穴あけ等、加工については後述する。

放熱器はフレックスの TF1312A-2 (¥1,600)。これは TO-3 形 Tr の取付穴があいている。MOS FET 2SJ115/2SK405 を下の方に付けるため、下から 20mm の所に 3mmφ の穴をあけ、マイカ絶縁板を介して取付ける。取付ビスは絶縁しなくてよい。フランジが絶縁されている構造になっているからである。

電源トランスはタンゴの A-65S (¥10,300) を使用した。実は A-65S

は定格が DC 3.2A となっている。前述のように、完全 A 級 100W/4Ω にするには、アイドリング電流は 3.54A で、定格オーバーである。本機は 3.2A に調整する。トロイダルでは RS-4000 (¥20,800) があり、これは DC 4A 定格である。トロイダルにしなかった理由は、価格的事実とより、むしろ音質面で、EI コアの方がフラットな音質になるからだ。もともと筆者のアンプは、低音がよく出る方なので (エルナーの FOR AUDIO ケミコンは、低域感がよく出る)、トロイダルにすると、余計に低域に寄った音となるので、フラットを望んだのである。低域が物足りないと感じているマニアは、RS-4000 の使用をすすめる。

電解コンデンサーはエルナーのセラファイン 22000μF/35V を片 ch 4 本使った。モノラル構成だから 2 本で十分だが、今回は贅沢をした。耐圧はギリギリの 35V を使った (トランスの 2 次側電圧は、無負荷時には 25V であり、これを全波整流すると $\sqrt{2}$ 倍の 35V DC となる)。余裕をもって 50V 耐圧のものにするのも良い。決して定格をオーバーする使い方をしてはならない。余裕をもたせるようにする。

スピーカーターミナルは STAX のジャイアント・バインディング・ポスト GBP-1 (¥3,600、赤黒色ワゴンベアー) を使った。OFC に金メ

ッキを施したもので、スピーカーケーブルとの接触面積 14mm×10mm = 140mm² と広い。導体自体の厚みも 1mm あり、DCR は極小となる。小形の GBP-2 (ワンペア ¥2,200) もあり、信頼性の高いものである。太いケーブルが挿入できるので、どちらを使っても良いだろう。

電源コードは新藤ラボの AWG-16 (¥2,400、鈴蘭堂で扱っている) を使った。

ブリッジ整流器は日本インターのファーストリカバリーダイオードである PB-302F (¥12,000) を使用した。今回のような低インピーダンス負荷対応形大出力アンプには、これ以外のダイオードは考えられないくらい良いものだ。ぜひ使ってみて欲しい。

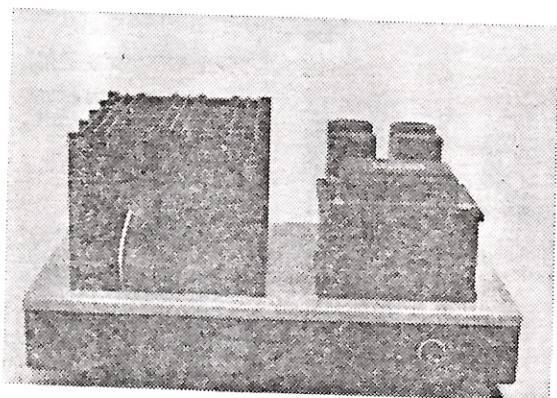
電解コンデンサーに抱かせてある 2.2μF/250V (¥400) は単なるバイパス用で、ポリカーボネートフィルムである。カップリング用にはすすめられないが、バイパスやデカップリング用には手軽に使える。

入力カップリングコンデンサーは SUPER TWIST 10μF であり、これにラムダコン 1.3μF とポリプロピレンフィルム 0.47μF を並列に抱かせた。

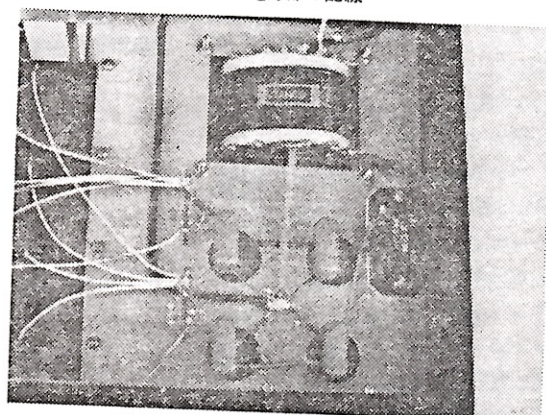
出力回路の 0.047μF は東和エレクトロンの 6MFT-P 形フィルムコンである。

0.22Ω/2W は TAF 2J 形タンタル抵抗、30Ω/3W もタンタル抵抗

本機のリア・ビュー



電源部の配線



TAF 形。いずれも東京秋葉原の海神無線 (03-251-0025) で扱っている。

その他の抵抗は 1/4 カーボン。バイアス調整用と、中点電位 0 V 調整用の 5 k Ω VR は NOBLE の RV16 という中形のものを使い、シャーシに固定し、上から調整できるようにした。しかし反省として、A 級 100 W という、シャーシまでが大変熱くなり、VR そのものも、かなり熱をもつ。接動面がわるくなるのではないかと心配である。

バイアス用の 2SC853 は 2SD261 でもよい。放熱器に取付けやすいので、このタイプを使ったが、もし入手出来なければ、2SC3597 のようなモールドタイプで、放熱器に直に取付けられるものなら、何でもよい。このバイアス回路は、第 5 図の設計図のように、 V_{CE} は約 4.6 V と大きいため、飽和電圧の小さいものにこだわらなくてよいだろう。

ダイオードの 1S1588 は 1S1555 でもよい。

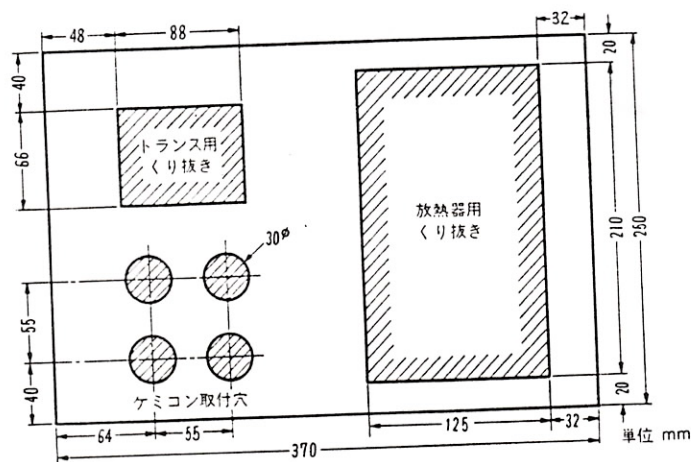
製作と調整

シャーシのくり抜き寸法を、参考までに、第 6 図に示す。放熱器の下は、30mm ϕ の穴をシャーシパンチで開けても良いが、筆者はいつも効果的な放熱のことを考えて、大きく四角に、くり抜いている。ドリルで小さな穴を多数あけて、古いニッパーで切り落とし、ヤスリをかける。かなり手間のいる作業である。しかし山に登ると同じで、きれいに仕上がると、疲れを忘れる。電源トランスのくり抜きも同様。電解コンデンサのくり抜きは 30mm ϕ のシャーシパンチで行なう。

リアの SP 端子も GBP-1 は径が 20mm ϕ であるため、21mm ϕ のシャーシパンチである。

その他はドリルであけられるが、アルミとはいえ、何しろ 2 mm 厚のシャーシだから、気を付けて、怪我をしないようにやってもらいたい。

すべてのパーツをがっちり取付け



【第 6 図】 シャーシ加工寸法図

てから、配線にかかる。なお、調整用 5 k Ω VR は、前述のように、シャーシに固定したら、とても熱くなり、経年変化が心配である。シャーシ内部に、ラグ端子を使って、浮かして取付ける方がよいと思う。

電源回りとアースの引回しを第 7 図に示す。写真も参照して、必ずこのように配線する。つながっていればいだろう式の、いい加減な配線はいけない。

FET への配線は 4 バラであるため、かなり複雑になるが、基本的には Y 形結線、ラックスのいうスター結線である。写真を見ると、一見、雑な印象を受けるかも知れないが、実は Y 形結線を守り、しかも配線材を L 字形に曲げないで、スムーズな曲線で配線している。

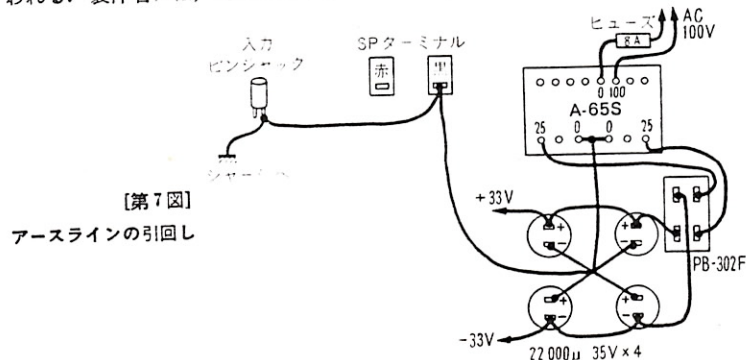
同じ回路、同じパーツで製作しても、配線のしかたで音が変わる、といわれる。製作者には、その人のくせ

があり、そのサウンドを決めている。

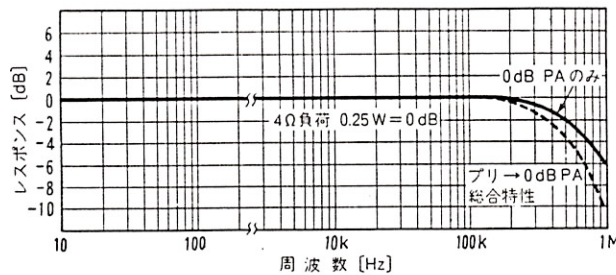
ショート事故や誤配線のないように十分気を付けて、十分時間をかけて配線をする。

調整は簡単である。5 k Ω VR は、どちらも、ほぼ中央にしておき、電源を入れる。ソース抵抗 0.22 Ω の両端電圧が 0.176 V DC になるように、VR₁ にて調整 (アイドリング電流 0.8 A)。次に VR₂ にて、SP 端子が DC 0 V となるよう調整。しばらくすると、温度上昇とともに、アイドリング電流は減少するから、何回か繰り返して調整する。

FET は 8 本あるわけだが、そのうちの一番電流値の大きいものを、0.8 A に調整する。全部が 0.8 A になるとは限らない。同じバイアス電圧でもドレイン電流にはバラツキがあるからだ。本機を調べてみると、N ch 側は 0.80 A、0.73 A、0.77 A、0.79 A、P ch 側は 0.80 A、0.80 A、

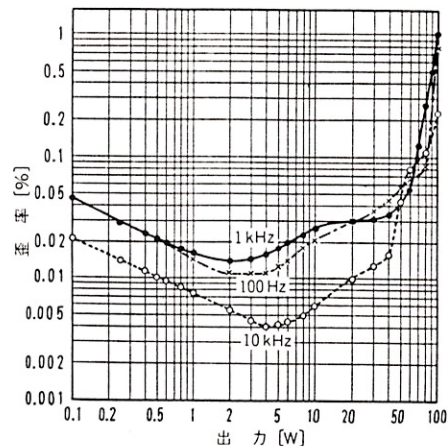
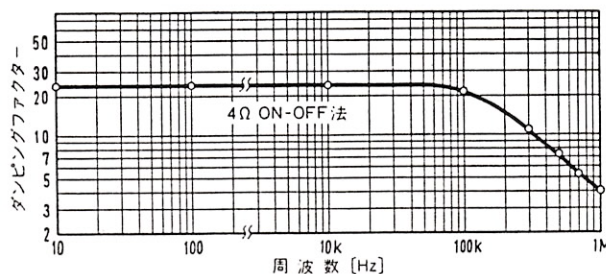


【第 7 図】
アースラインの引回し



【第8図】 周波数特性

【第9図】 本機のダンピングファクター



【第10図】 出力対歪特性(4Ω負荷)

0.70A, 0.79A となっていた。もう片チャンネルは 0.80A, 0.79A, 0.70A, 0.69A/0.80A, 0.68A, 0.74A, 0.76A であった。無選別の組合せで、このようになっている。よく合っている。もし、2割以上、つまり 0.64A 以下になる FET があれば交換する。

これだけのアイドリング電流が流れると、さすがに熱くなる。冬向きのアンプといえそうだ。

安定度は非常に良い。冷たい状態で、電源投入した直後は 40mV 程度のオフセットが発生するが、数分でほぼ 0V となり安定する。

電源投入時のポップノイズは皆無。ただし、プリアンプ側にミュートングが無い時は、そのノイズが出ることになるので、プリアンプ側には前回 1月号30頁のようなミュートングリレーを入れるのが良い。ミュートング時に 0dB パワーアンプの入力がアースされているのは、ハムノイズの防止のためである。オーブンでは、ハムノイズが少し出る。

プリアンプのトランス変更

本機終段 NO-NFB 0dB パワーアンプと対になるプリアンプは、前

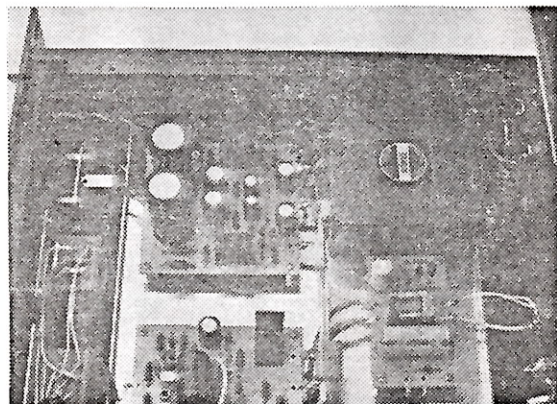
回 1月号のハイゲインコントロールアンプである。ただし、トランスを変更した。CT-20 では、ミュートングリレーの動作が弱い。筆者宅の AC 電源は $99.9V \pm 1V$ ぐらいで、かなり良い条件であるが、プリアンプ全体の DC 電流は 70mA 程度あり、CT-20 の定格 0.1A は、ちょっと酷であったようだ。RS-500(10,600円)にした。定格は 0.5A RMS(DC 0.28A) であり、今度は安心だ。

その他は変更なし。ただし、その後のヒアリングで、NFB 回路の 6.8 μF (1月号28頁第8図 40dB フラットアンプ回路参照) は、音質に多大の影響を与えるので、ジューメンスの

積層 10 μF にしたり、スーパー TW-IST にしたり、色々取り替えてみたが、結局現在は両端をショートしてしまい、完全 DC アンプとして使用している。その方が音が素直で、色付けがない。カップリングコンと比較して、NFB 回路のコンデンサーは、どうも影響が大きい。ただ、直流アンプとした場合、40dB (100倍) のゲインのため、DC ドリフトは若干出る。もし、本プリアンプを他の DC パワーアンプと組合せる場合は、カップリングコン (3.3 μF 程度) を付けるか、または、もとの多重帰還形の方が無難である。

もう一つ変更ではないが、アンプ基板の DC $\pm 35V$ に、1 μF /250V フィルムコンと 0.01 μF /50V セラミックコンを抱かせた。電源ラインのインピーダンス上昇を押えるためだ。

プリアンプ電源部トランスを変更



特性とヒアリング

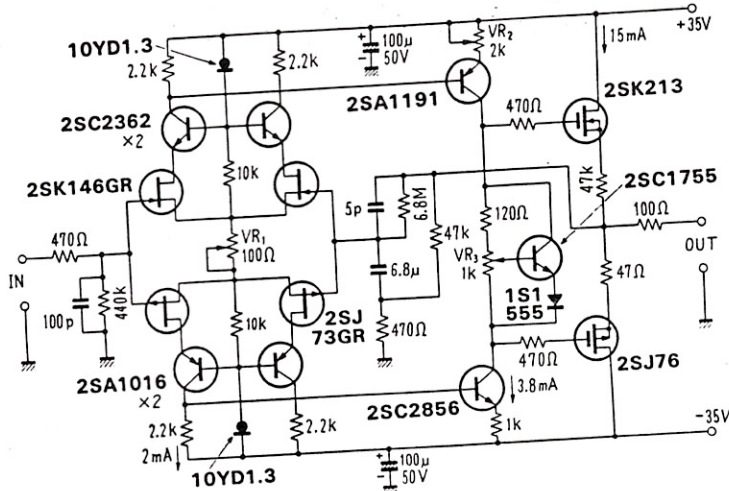
周波数特性を第8図に示す。-3 dB ポイントは、0 dB パワーアンプのみの場合 610 kHz (出力インピーダンス 600 Ω OSCにて)、プリアンプとの総合特性では 470 kHz。

ダンピングファクターは、4 Ω ON-OFF 法で、第9図のようになっている。8 Ω では、この値の2倍となる。出力インピーダンスは約 0.17 Ω である。

歪率は第10図。NO-NFBで、これだけの特性である。しかも 4 Ω 負荷。素晴らしいアンプになっている。

さてヒアリング。いろんなプリアンプと組合せて、本機 0 dB パワーアンプを聴くと、プリアンプの音質差を、極めて明瞭に表現する。パワーアンプ自身にも、ファーストリカバリーダイオード、セラファイン電解コンデンサー、MOS-FET、入力カップリングコン等の音質を決めているパーツは、いくつかある筈であるが、それらは良い方向に相乗的に、本機を特徴づけており、ストレートな音の出し方、ハイエンドの微細な立上りと余韻は格別のものである。

CD プレーヤーや FM チューナー等の出力をダイレクトに IN しても、不十分な音量ながらも、結構鳴る。したがって、プリアンプを通すことによって、いかに音色付けされてくることがよく判る。



【第11図】 40 dB フラットアンプ回路図

ハイゲインコントロールアンプとの組合せで、私のアンプの本領を発揮。ナイーブなやさしさの中にも、透明度の高い繊細な情報を余すところなく、という手前ミソになるが、そういう音になっている。モノラル構成であるし、かなりおカネのかかったアンプであるが、それだけのことはある。というより、これ以上のアンプは(音質上で)、ないと自負している。

ただし、欠点の一つある。それは完全な NO-NFB であるため、出力インピーダンスが大きく(約 0.17 Ω)、SP コードを 10m 以上引回すと、DF が落ちて、ヤワな音になる傾向がある事だ。アンプと SP が 10m 以上離れるときは、余程太いケーブルで、

DCR の小さいものにするか、またはコントロールアンプの出力を低出力インピーダンスのパワーバッファ(パワーアンプなみの出力回路を持つバッファアンプの事、筆者はパワーバッファと呼んでいる)にすることだ、そうして、NO-NFB 0 dB パワーアンプは SP のそばに設置する。そうすれば完璧だ。

今回は、このような対策をした、いわゆるライン延長形プリアンプ(出力回路にパワーバッファを有するプリアンプ)の製作を予定している。乞御期待。

なお、1月号の 40dB フラットアンプを使用する方のため、第11図にその回路図を示しておく。

室内音響クリニック (新リスニング・ルーム相談室)

2色オフセット・ページ参照



建築音響設計およびリスニング・ルーム・コンサルタントの唐沢 誠氏が、あなたの室内音響の悩みにお答えします。申し込みは、●音づくりにおいて音響バランスなどの問題でお悩みの内容をなるべく詳しく、●あなたのリスニング・ルーム(一般的な和室の場合でもの OK)見取図で床、カベ面などの状況を簡単に、●ステレオ・システムのブロック図、◆住所・氏名・連絡方法……を記入

の上、無線と実験編集部室内音響クリニック係へお申し込みください。毎月1か所を選び、唐沢氏とともに編集部よりお問い合わせいただき、測定などを行ない、お悩みの点について、くわしい処理法なども誌上でも発表いたします。なお相談、測定などに関する費用は一切無料ですので、遠方にかかわらずお悩みがあればご相談ください。