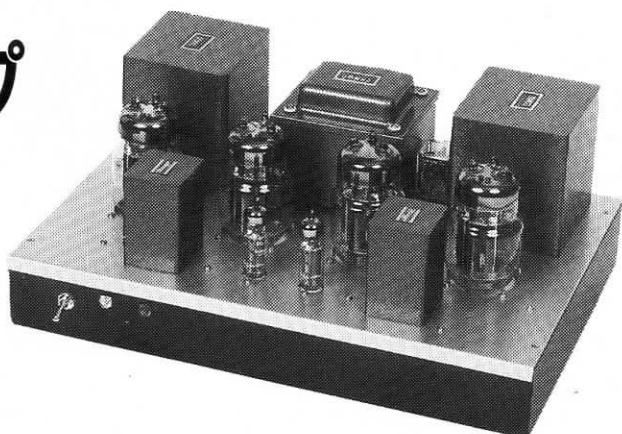


トランスドライブ方式 6C33C-B(1/2) AB1 ステレオパワーアンプ

穴戸公一



話は昨年('93)の始めにさかのぼります。新着の *Glass Audio* 誌(米国の管球アンプマニアのための季刊誌)の'93年第1号に“鉄のカーテンが降り、旧ソ連の秘密が今や次々と明らかになってきた”といった大袈裟な書き出しで6C33C-Bという今まで西側には全然知られていなかった、という球について紹介記事が出ていました。

内容を読んでみますと、何と日本では昔から OTL 用としてよく知られている EC33C と同じようなのです。これは確か、昔森川忠勇氏が無実誌(当時はまだ MJ ではなかった)に OTL で発表していた筈だぞ、と早速氏に電話、“グラス・オーディオのあの記事見た?”というところから、あれね、サンセイ・エンタープライズのジャン平賀さんが出した EC33C だよ”と、いたって簡単に事の確認がとれました。日本にも今大量に輸入され始め、“俺、新しい回路で OTL 作って編集部に原稿入れたところだよ”という話で、“球は安いし、貴方も何かやってみたら”といわれ、好奇心は大いに刺激されたものの、さて何をやるか、球の素性が解らないので、音的にどう回路構成にすればいいのか、まったく五里霧中で見当が付きません。低電圧

大電流というのは私好みですが、一方傍熱管というハンデもあります。

最初は私らしくシングルをとも考えてみたのですが、何せ I_p (プレート電流) が 200~300mA にもなり、果してそんな OPT (出力トランス) が球の値段につり合った価格で可能か、という恐怖感が先に立ち、これは最初からあきらめ、片ユニット使用(2回路あるヒーターの1回路のみ使用)のシングルについて設計してみますと、最大6W くらいしか出そうもなく、これでは球の偉容と消費電力の点から釣り合いがとれません。ただし pp (プッシュプル) にすると出力電力対消費電力的には何とか辻褄が合いそうです。

両ユニットを使ったトランス付 pp アンプとしては、100W 出力のモノアンプを、これも森川氏が無実誌'81年3月号に発表されています(p. 30~42)。そのヒアリングテストで、氏は前作の OTL 機と比較して“単純に比較した場合には、本機の方が全体的にやや柔らかな雰囲気があり、音の立ち上がり感では OTL にやや分があります。低域の馬力感というか迫力では本機の方が勝ります……要するに、OTL とトランス付ではそれほど大きな差はないということです”と書いておられます。

トランス付きにするのであれば、何も両ユニット使用にこだわる必要はなく、片ユニット使用で 30~40W 出れば出力の点で私に不足はなく、かつモノ構成にしろとも一台のシャシーにステレオが組めるわけですからということで片ユニット使用 pp ステレオアンプという外枠が決まりましたので、この線に沿って細部の設計に入ります。

回路構成及び設計

一般に定電圧電源のレギュレーターチューブを出力管として使う場合に問題となるのは、そのドライブ(励振)電圧の大ききで、例えば 6080/6AS7 を E_p (プレート電圧) 250V で A_1 pp として使う場合、実効値で片側 89V、両側で実に 190V のドライブ電圧を必要とします。一口に 190V といいますが、同程度の出力を出す 2A3 の A_1 で 87V (それでもドライブが難かしいといわれる)、6L6 の A_1 pp での 26V と比べるとその大きさが実感出来るでしょう。6C33C-B も E_p - I_p 特性図(片ユニット)からみますと、 E_p 230V、 I_p 150mA、即ち p_{in} (プレート入力電力) 34.5W で使用する場合(p_d : 片ユニットのプレート最大損失 45W の 77%での使用)グリッドバイアス値70

V強ですから、両管を最大に励振する電圧は波高値で140V、実効値で98Vとなります。

これは6080よりは楽な値ですが、それでも通常のオーディオ管からするとかなり大きな電圧です。

こういった大きな励振電圧を低歪みでとり出すためには、ドライバ管として小型出力管程度の強力な球が必要ですが、その球に充分な動作をさせるには、CR結合ではプレート抵抗を流れる大きな I_p のため、かなり高電圧のB電源を必要とします。一方出力管に必要なB電圧は低いので、どうしても高圧と低圧の二つの電源が必要となります。

出力管を自己バイアスで使いますと、B電圧は E_p プラス E_g を必要とし、その場合は6C33C-Bの E_p を230V、 E_g を70Vに設定するとB+は300Vとなり、1電源で何とかできますが、その場合出力管のバイアス電圧が高く、かつ大電流のためここで消費する電力が馬鹿になりません。片チャンネル分の消費電力は70V×300mA(1ユニット分の $I_p=150mA$ として)ですから、21W、両チャンネルで42Wにも達します。

私は球の安全性の面からは自己バイアスを好みますが、この球の大きな電力損失を考えると何とかこれは避けたいです。

それではどうすればよいか、ということで浮上して来たのが、1619のAB₂級で成功した一次にDC電流を流したインプットトランス使用によるドライブ兼位相反転です。球も同じ6BM8とします。1619 AB₂と違うところは、前はステップダウン型のイントラを使用したのに対し、今回は大きな励振電圧を低歪みで取り出すため、ステップアップして1:2+2の仕様としました。

そして出力管のバイアスは固定バイアスとします。こうすることにより、余分な電力損失を避けると共に、

高耐圧ケミコンを必要とする電源を1回路のみで済ますことが出来ます。勿論電源回路の簡素化のためにのみインプットトランスを使用するというのは本来転倒で、ここはむしろイントラによる位相反転の音質上の利点(1619 AB₂級パワーアンプ、'91年8月号p.128~135参照)が先にあり、それがこのアンプでは電気的設計上も有利に働いた、といった方が正しいでしょう。

6BM8の5極管出力部は勿論3結、そして前段の3極管増幅部に軽いP-K・NFBをかけます。このあたりの構成は1619 AB₂と同じです。ただし今回はB電圧が230Vと低いので、初段とドライバ段は直結には出来ずCR結合となります。

カップリングコンデンサはもはやVitamin Qの入手が非常に困難かつ高価となりましたので、1619 AB₁級('93年3月号p.109~113)で好成績をおさめたフィリップスのMKC341シリーズ(トライアル・エレクトリック扱 ☎03-3351-6556)を使用することにします。

もう一つの問題点は3結ドライバプレート電流のB電圧リップルで、プレート電圧に約200Vが欲しいとなると、B電源230Vから僅か30Vの電圧降下しか許されません。このプレート回路のリップルはNFB抵抗を通じて前段のカソード、即ちグリッドに入力されることになり、ハム雑音の原因となりますので、出来るだけ少なくする必要があります。しかし30V程度の電圧降下ではフィルター抵抗に1.5kΩ程度しか使えないことになり、フィルターコンデンサに200μF程度を使っても、まだ充分でないことが実験の結果わかりました。

こういった時便利なのが半導体使用によるリップルフィルターで、回路図に見られるような方式を使用しますと、ベースに入れたコンデンサ

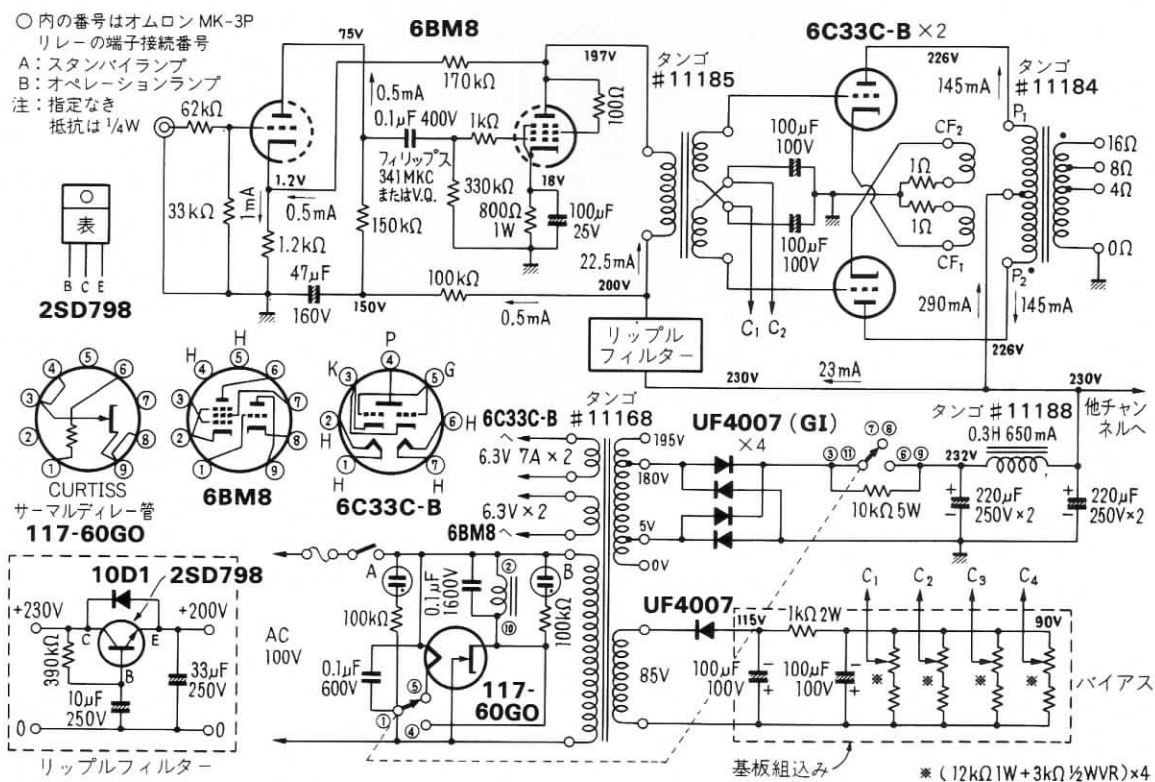
一容量の h_{FE} 倍の等価容量のフィルターコンデンサを使ったと同じこととなります。2SD798の h_{FE} は1,500ですから、ベースに10μFを入れますと何と15,000μFのフィルターコンデンサを使ったと同じことになり、リップルはほとんどなくなります。

ただしこれはフィルターの入力側から見た等価容量で、出力側にはドライバの信号電流がもろに流れますが、このバイパス用素子としての効果は？です。事実、出力側コンデンサを変えてみますと音が変わります。一般に小容量では高域がシャープになり、大きくなると音が段々丸くなると同時に超低域が少し伸びて来ます。10μF、33μF、200μFでテストしてみますと、10μFでは高域が少々シャープ過ぎ少し荒れた感じ、200μFでは少しおとなし過ぎの感じとなり、結局33μFに落ち着きました。

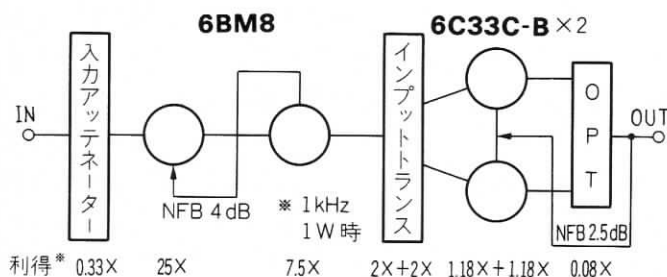
6C33C-Bの E_p-I_p 特性をみますと直線性はあまり良いとは見えませんので、今回は軽くK・NFBをかけることにします。

ここで話が後先^{あとさき}になってしまいましたが6C33C-Bの規格(サンセイ・エンタープライズ発表)を表1に、片ユニット使用時の E_p-I_p 特性図1として掲げます。表1及びその付図のピン接続図でもわかりますようにこの球は3極管2ユニットが一本の球に納められた恰好になっていますが、ヒーター以外の電極はすべて内部でバラに接続されていますので、普通の双3極管のように1本で2ユニットとして使うことは出来ません。しかし6.3V/3.3Aのヒーター2本が別々に出ていますので、その内の1本だけを使用することにより片ユニットだけの使用が可能です。

この場合の最大プレート損失(p_d)は45W、両ヒーターを使って両ユニットを使った場合は60Wで、片ユニット時の33%増しにしかありません。



【図2】 全回路図



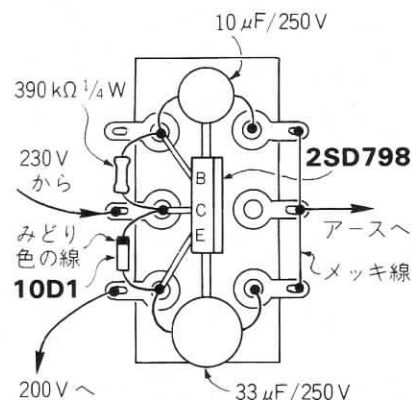
【図3】 各段の利得配分

プレート電流が安定したところをみはからって (この事については後の特徴、注意点の項で詳述)、各管のカソードに入れた 1Ω ($1/4W$, 1%) の両端の電圧をデジタルテスターで読み、各管の電圧が $145mV$ (この時プレート電流は $145mA$ となる) 近辺になる様バイアス電圧を下げていきます。その状態で各管のバイアス電圧を測り各管ごとに記録をとります。次に左右のチャンネルの球をそっくり入れかえ、また各管の電圧 (=電流) を読み記録をとります。これで4本8ユニット分のデータがとれましたので、最も近い2ユニットずつをペアとして、アンプに再装着、各管に $145mA$ が流れるようバイア

ス電圧を再調整します。因みに本機の場合、各管 (ユニット) のバイアス電圧は下記の通りとなりました。

右チャンネル	左チャンネル
v_1 84.3V	v_3 85.0V
v_2 76.5V	v_4 78.5V

かなりバラつきがありますが、実用上差支えがあるという程ではありません。どうしても心理的に落着かない方は上のような例の場合、右チャンネルの v_2 のヒーター配線を他のユニット側に移し、そこに v_3 を装着、左チャンネルの v_3 のヒーター配線も他ユニット側に移し、そこに v_2 を装着しますと、右チャンネル側

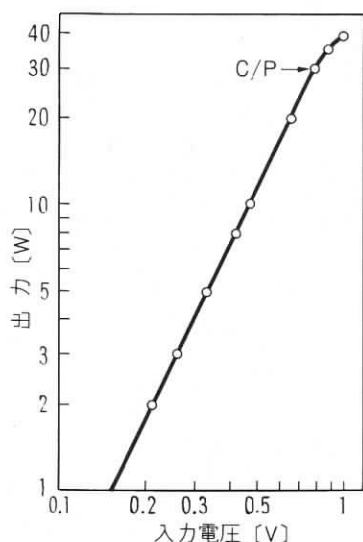


【図4】 リップルフィルターの組立図

はバイアス電圧 $80V$ 台、左チャンネルは $70V$ 台で揃うことになります。

図5に入出力特性、図6に歪率特性を示します。ブラウン管上の目視によるクリップポイントは $30W$ で、この時歪率は 2.7% となり、入出力特性もこれ以上ではやや直線性を失いません。 $13W$ までは 1% 以下の歪率で、 $K \cdot NFB$ $2.5dB$ 、ドライバー段から初段へ $4dB$ という僅小の NFB をかけただけのアンプの特性としてはまず不足はありません。

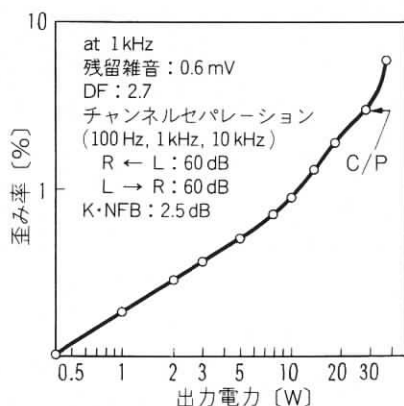
周波数特性は図7の通り $1W$ 出



【図5】 入出力特性

力時 20Hz~15kHz 平坦, 20kHz で 0.4dB 低下, -3 dB のカットオフ点は 30kHz, 20W 出力時も低域 20Hz は 0 dB, 高域 20kHz でやや低下が大きくなり -1 dB, カットオフが 28 kHz となり実用上何等不都合のない特性です。この特性は専らインプットトランスの特性に支配されているものです。

ここに 1 次 1.5kΩ のこの #11185 イントラ (図 8) の代りにカタログ製品の NC-16 を 1 次パワでインピーダンス 1.75kΩ として使いますと 20Hz で 0.25~0.5dB の上昇, 一方, 高域では 10kHz に 1 W 時 0.8dB, 20W 時 0.5dB のゆるやかな盛上りのある特性となり, 聴感上やや高域



【図6】 高調波雑音歪み率特性

が強いかな, という感じですが, 心理的なもの以上ではないという確信はありません。

出力管の動作特性を v_1 について見てみますと図 9 のようになります。特徴は I_p の変化の仕方で, 0 W 時の 145mA が 2 W 時には既に 5 mA 上昇し 150mA となり, 5 W 程度から上昇の度合いが大きくなってクリップ点の 30W で 200mA, その後は上昇度が抑えられて 35W 時に 205 mA となります。クリップ点までほとんど全出力帯域に亘って AB₁ 級の動作をしているような感じです。

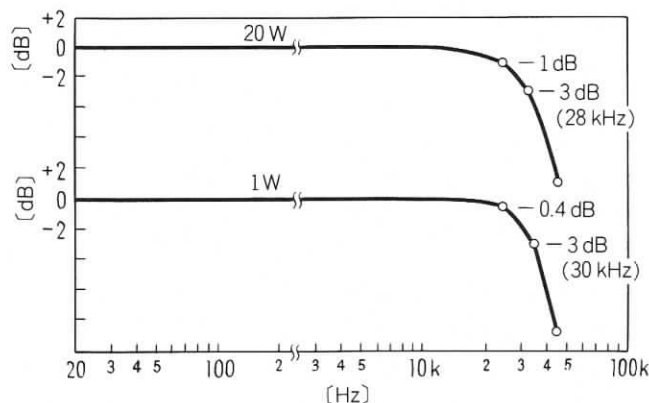
この電流の変化に引張られて E_p と E_g が変化し, E_p は 0 W 時の 226 V が 30W 時 221V と 5 V 降下します。一方 E_g は 10W までは 0 W 時

の 84.3V を保ちますが, 15W くらいから低下が大きくなり, 30W 時には 0.3V 落ち, 35W 時にはまた元の 84.3V となります。これは I_g のカーブに見られるように 30W 附近から AB₂ 動作となり, I_g が流れ始めることによるものです。

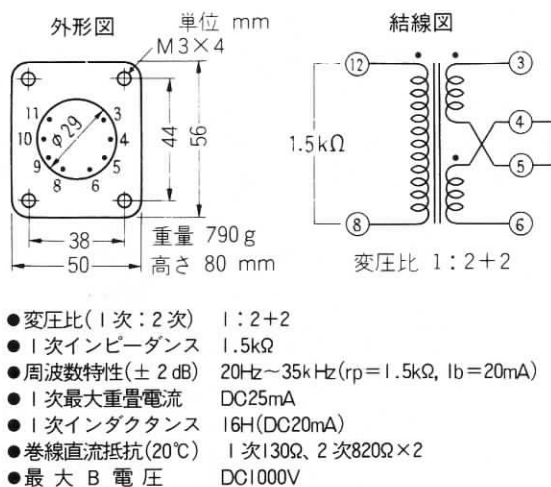
このアンプも 1619 pp アンプ同様, 最初平滑用チョークなしで製作したのですが, 6C33C-B の場合, これでは不都合が生じることがわかりました。それは 6C33C-B の場合プレート電流の安定化に長時間を要するという原因によるもので, 図 10 のカーブにみられるようにプレート電圧を印加後 15 分くらいしないと電流が安定しないのです。

このカーブは球により各々微妙に違っていますので, その間 pp の上下の出力管によるハムの打消しが完全でなく, 最初 5~6 分はハムが出てしまいます。この欠点を解消するために今回はフィルターチョークを入れざるを得ませんでした。

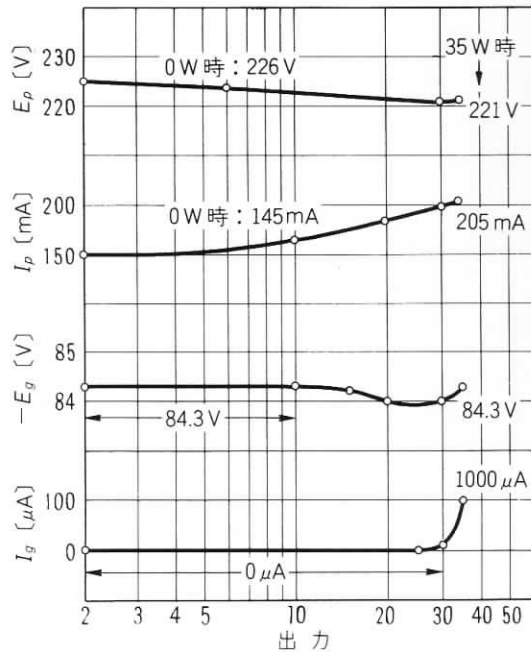
スペースの関係と, チョークの DC・R (直流抵抗) による電源レギュレーションの悪化をなるべく少く抑えるためにチョークのインダクタンスは 0.3H という小さな値にしましたが, これでリップル電圧は 3 V_{rms} から約 100mV_{rms} に激減し, こ



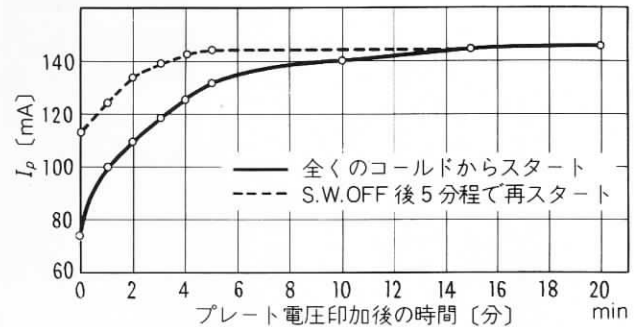
【図7】 周波数特性



【図8】 タンゴ #11185 インプットトランスの規格



【図9】
出力管の動作特性
(1本あたり)



【図10】 6C33C-B のプレート電流の時間的变化 (片ユニット)

の問題は解消しました。このチョーク、タンゴ#11188は、規定電流が650mAと大きいこともあってDC・Rは2.8Ωと極く小さく、この挿入によるレギュレーション悪化は無視出来ます。大きさはタンゴのC-520と同じ小型カバー型で、SL-20シャシーの内部に収まります。

このチョークを使った場合は前に述べたデカップリング回路は必ずしも半導体を使用する必要はなく、1.5kΩ 3Wと200μF/200Vケミコンでも大丈夫ですから、半導体は苦手の方や、面倒臭いことは嫌いという方はCR方式でやって下さい。

6C33C-B の特徴、注意点

この球は、上に述べた動作特性の外、実際使用に当たって色々他の球とは異った特徴、注意点があることがわかりました。それらを下記にまとめてみました。

1. 品質のバラつきがかなりある

実は本機に装着した4本の球は入手した6本の球の中から選んだもので、他の2本は両ユニット共 I_p が過剰だったり過少だったりして使用上支障があるものでした。

2. ヒーターを十分に暖めてから E_p を加えないとエミ減を起こす
規格では2分間という長い予熱時間が指定されています。私はバラックセットで実験中、誤ってヒーターとプレートに同時に電圧を加えてしまったことがあります。すると途端に I_p が通常の1/2以下しか流れなくなってしまいました。

つまりエミ減をおこしてしまったわけです。通常のオーディオ管の場合、傍熱管でもこんなことは起きませんが、この球の場合、予熱時間をとらないと確実に球を殺してしまうことがわかりました。このため、このアンプではサーマルリレー管とリレーとの組合せでスイッチオン後B電圧を遅らせてかける遅延回路を組み込みました。

サーマルリレー管は米国Curtiss社の117-60-GOという9ピンMT型で、117V用60秒動作のもので、これを100Vで使いますと、リレー時間が1分40～50秒となります。これで今のところ問題はおきていませんが、予熱時間が実用上どの程度必要なのかは E_p の大きさやプレート入力電力等によって異ってくるよ

うに思われます。今後の研究課題の一つでしょう。サーマルリレー管はオーディオ専科(☎03-3890-9133)で入手しました。なお、B電圧のON-OFFをサーマルリレー管と連動して実際に行うリレーとしては100V動作のオムロンMK-3Pを使っています。

3. 殺した球も復活させることが出来る

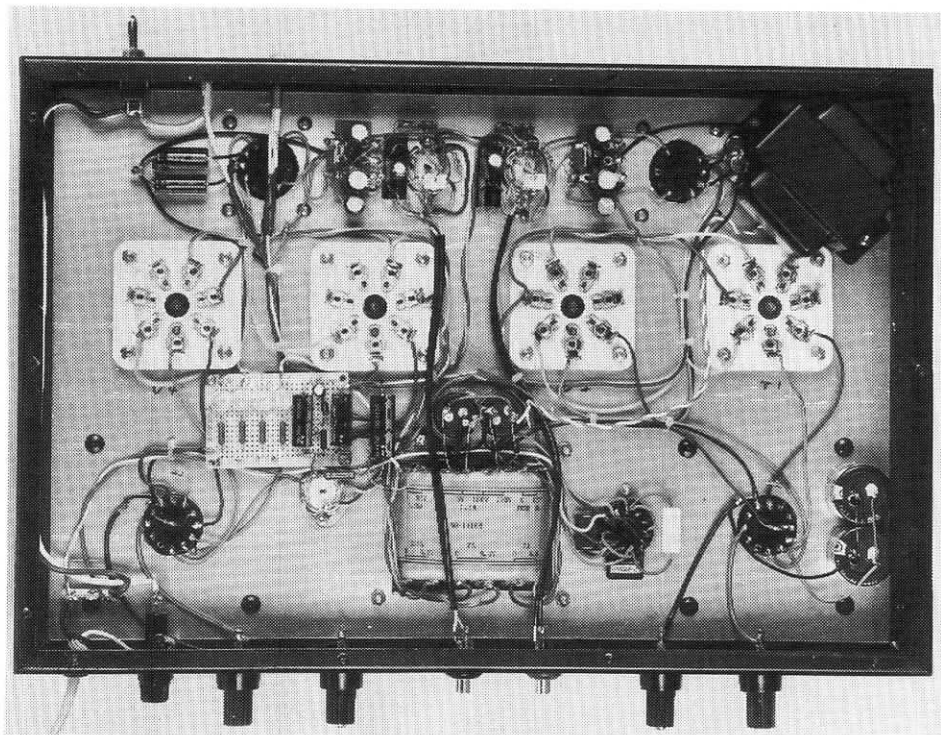
上記のようになった場合、 E_p を加えないでヒーターのみ2時間～4時間程点火しておきますとエミ減が回復します。その度合いは球により80%から95%くらいですが、その後 E_p を加えて通常に使用していますと何時の間にか100%程度まで回復している球もありました。

4. 球のエージング

球の実装使用開始後数時間～10数時間はプレート電流が安定化せず、少しずつ増え続ける球があります。これはこれらの球が出荷前に十分なエージングをうけずに出荷された可能性を示唆しています。このことと上記3.の点を勘案すると、この球は使用に先立ち少くとも2時間、余裕をみるなら4～6時間はヒーターのみ点火してエージングを行った方が安心出来そうです。

またバイアス電圧の調整は、 E_p 印加後15分以上たってから一度、数時間使用後もう一度、その後念のため20時間くらい使用した後(断続的使用でよい)さらにもう一度再調整

〔写真4〕
内部配線



良く似た音質傾向ですが、DA-30よりはより明るい音です。非常によく出来た直熱3極管シングル系の音です。

音場の見通しが非常によく、両スピーカー間に大きく広がった音場は、丁度コンピューターグラフィックで作った街なみの映像のように音の要素が各々独立して、その間にすき間さえ見える感じです。低域も少しもだぶつきがなく、超低域までしっかりとスーッと延びています。周波数帯域のどこにも誇張感がなく、エネルギー分布が一定で、鋭い切れこみを持っていながら、嫌な音が一切出ません。

ダイナミックレンジも広く、私のソフトドームトゥーター、ベクストレン製コーンウーファのKEF 104aBをホーンスピーカー並みに軽々とドライブしてしまいます。

こんな感じは海外有名メーカーの数百Wのトランジスターアンプで聴いたときも経験したことはありません。それをたった30Wのこのアンプが実現したのですから、アンプのスピーカー制御能力の違いに驚ろ

いてしまいます。前段までは前作の1619 ppと同じ6BM8によるイントラドライブですから、この違いは出力管6C33C-Bの能力によるものと結論せざるを得ません。

低 r_p によるDFの良さだろうと思われる向きもあるでしょうが、DFにしても僅か2.7で、2A3と大して変わるところがありません。

とにかく、“なじかは知らねど”この6C33C-Bは従来の傍熱管にはなかった何か摩訶不思議な力を持っている球のようです。予熱に2分を要するという超弩級のヒーターにその秘密があるのかも知れません。

これは嬉しい誤算でした。新しい名球の発見といっていいいでしょう。これからしばらくはフルユニット使用のppやOTL、シングルなどでこの球の可能性をもっと追求してみたいと思っています。

そこで球屋さんへお願いですが、どうか名球だと言ったからといって、値段は上げないでいただきたい、ということです。名球必らずしも値段が高い必要はなく、在庫も多い筈ですから、たまには我々球アンプファンを値段の安い名球で嬉ばせていただきたいものです。といったお願いでこの稿を終ります。

