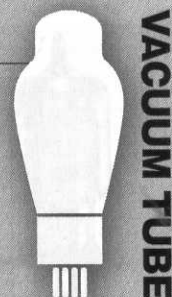


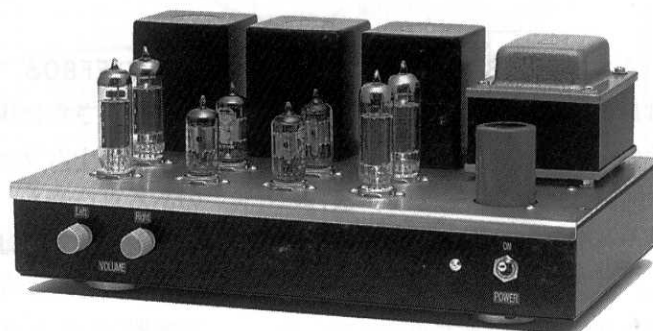
クオード風の位相反転回路を使った, 最大出力9W

EL84プッシュプルパワーアンプ

岩村保雄 IWAMURA Yasuo



QUAD IIの温かみのある音色の雰囲気を楽しむには、独特な出力トランスなどが必要で、完全コピーは難しい。そこで、初段・位相反転段はほぼそのままの回路で、出力段は入手しやすいEL84 (6BQ5) を5極管接続として、自己バイアス動作のプッシュプルパワーアンプを製作した。電源は電源トランスとSiCショットキーダイオードを使った両波整流の後、チョークコイルと電解コンデンサーによるπ型平滑という一般的な回路。ただし、デカップリング回路は小型チョークにより、出力段の信号が初段に戻らないようにした。



はじめに

QUAD IIのEF86 (6267) を使った位相反転回路は回路解析が難しいことで知られていますが、一方ではQuad IIの奏でる音の世界があることもまた知られています。このアンプを完全にコピーするのは、独特な出力トランスが必要なので現実的ではありませんし、KT66プッシュプルアンプということもあって、費用の点からも困難です。

そこで初段・位相反転段の回路はほぼそのまま採用することにし、出力段はKT66の代わりにEL84

を使って、一回り小型のアンプを作ることにしました。QUAD IIの音の雰囲気が作り出せればとの思いからです。

さて、EL84 (6BQ5) は相互コンダクタンスが大きく、ドライブの容易なMT9ピンの現代的なオーディオ用出力管で、オーディオ

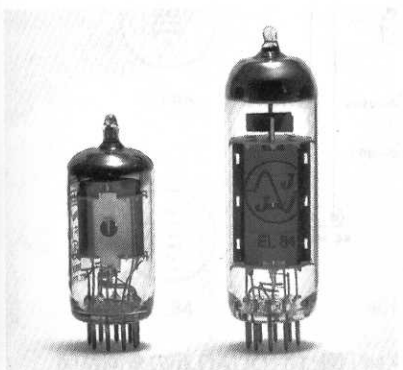
アンプに使って、よい音のする真空管としても知られています。そのような理由で、現在でもJJ、エレクトロ・ハーモニックス、ムラードの再生産版と多くのブランドで生産が行われて、比較的安価で市販されています。

EL84は表1の定格に示されて

[表1] EL84/6BQ5の定格

真空管		EL84/6BQ5
ヒーター電圧	E_f	6.3 [V]
ヒーター電流	I_f	0.76 [A]
カソード・ヒーター間耐圧		100 [V]
最大定格		
プレート電圧	E_p	300 [V]
プレート損失	P_p	12 [W]
スクリーングリッド電圧	E_{g2}	300 [V]
スクリーングリッド損失	P_{g2}	2 [W]
カソード電流	I_k	65 [mA]
動作例		AB ₁ プッシュプル
増幅率	μ	19
相互コンダクタンス	g_m	11.3 [mA/V]
プレート電圧	E_p	250 [V]
プレート電流	I_p	62.5 [mA]
スクリーングリッド電圧	E_{g2}	250 [V]
スクリーングリッド電流	I_{g2}	6.5 [mA]
グリッド電圧	E_{g1}	-9.0 [V]
負荷抵抗	R_L	8 [kΩ]
最大出力 (歪率=2.32%)	P_o	10.9 [W]

注：プレート電流、スクリーングリッド電流は無信号時



[写真1] 使用真空管。左EF86、右EL84



立相反
帰還だ
回路と

ファク
とる

プなの

要から

NFB

の真空

の適度

るので、

に合

ません。

ステ

感度の

ので、

云段の

れてい

ール負

と考

より過

変更

なので、

ことと、

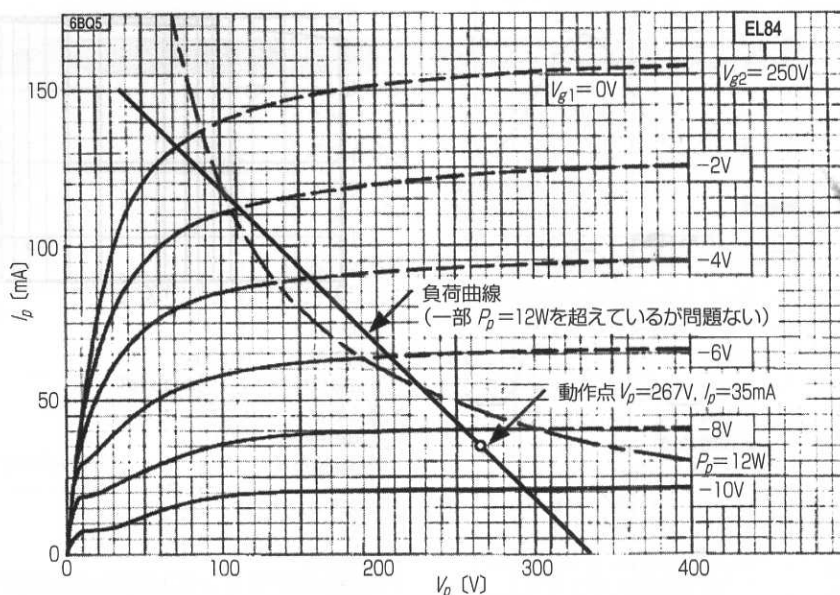
得を下

こと

量をや

め、標準的な5極管接続としました。動作条件は表1の動作例に準拠して、負荷インピーダンスは8k Ω 、プレート・カソード間電圧 $V_{p-k}=267V$ 、カソード電流 $I_k=35mA$ /管なので、電力損失はプレート損失+スクリーングリッド損失=9.35Wとなっています。これなら最大定格14W(プレート損失12W、スクリーングリッド損失2W)と比べてかなり控えめな動作です。EL84の動作点と負荷直線は図2を参照してください。

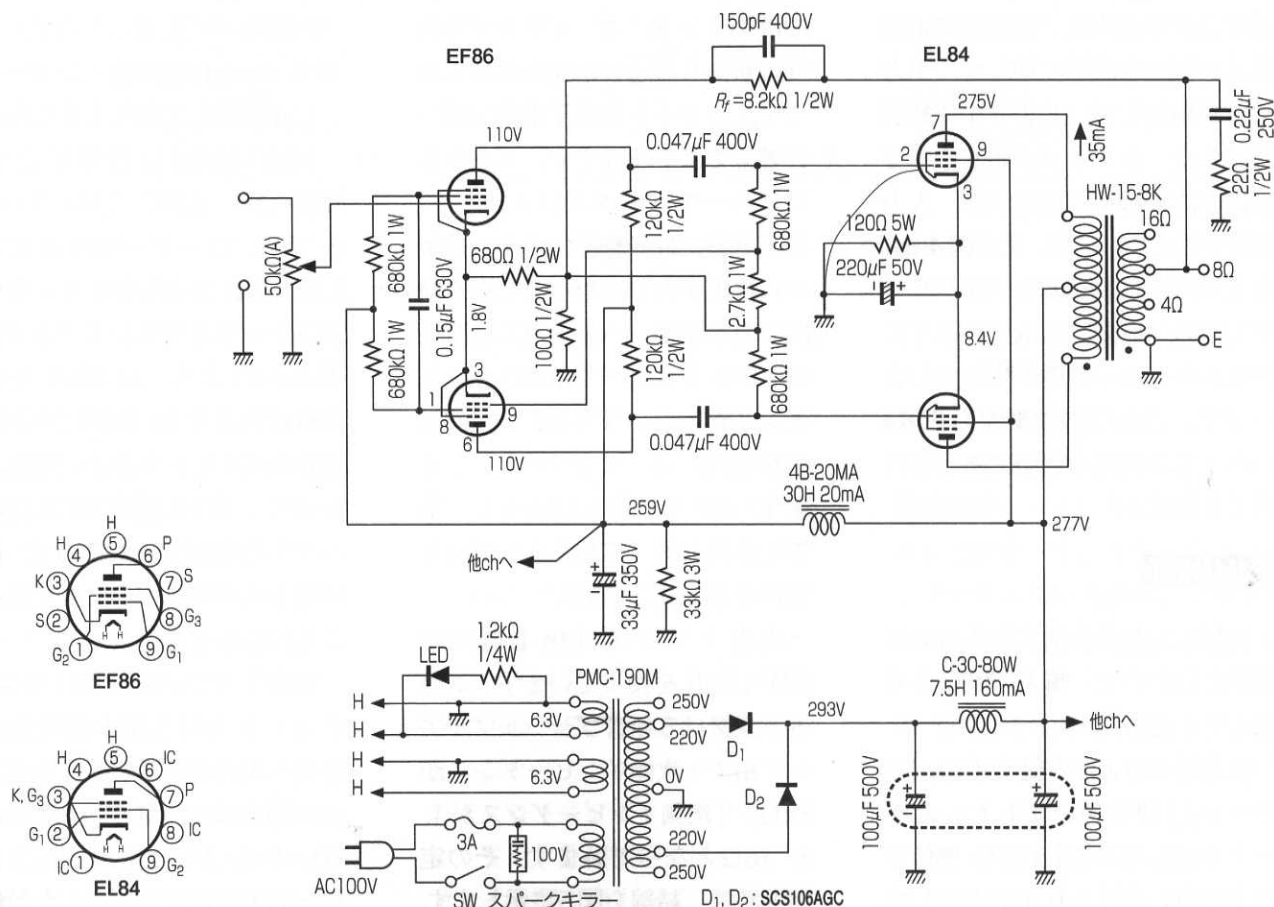
出力段を5極管接続とすると、オーバーオールNFBなしではさすがにダンピング不足となってしまい、クリアな音は期待できません。本機では音質の観点から、オーバーオールNFBを12.2dBとしました。また、パワーよりも安定な動作を優先して、自己バイアス動作としています。



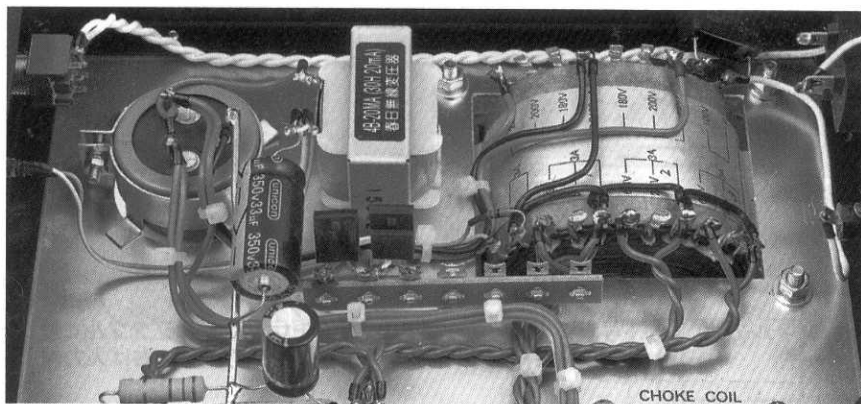
〔図2〕EL84 (6BQ5) の出力特性

B電源は電源トランスの220V巻線をSiCショットキーバリアダイオードを使って両波整流した後、7.5H/160mAのチョークコイルC-30-80Wと100 μF の電解コンを使った π 型平滑回路とい

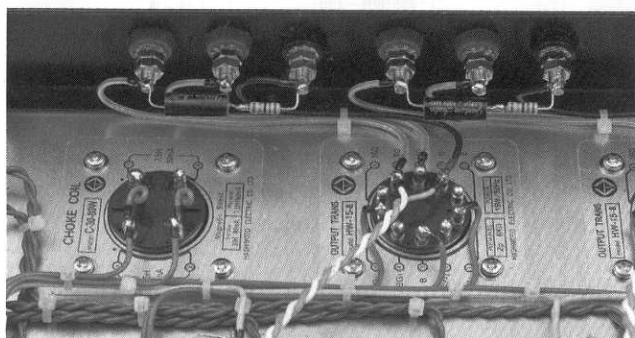
う、何の変哲もない回路です。ただし、デカップリング回路については、通常は抵抗とコンデンサーとするところを30H/20mAの小型チョークコイル4B-20MAを使って、出力段の信号が初段に戻ら



〔図3〕EL84 プッシュプルパワーアンプの回路図



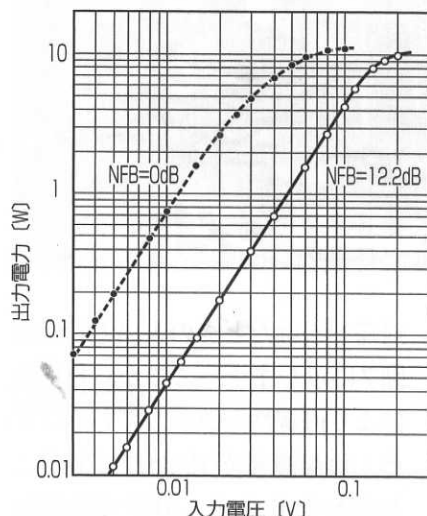
【写真 8】電源回路の配線。左からブロック型電解コンデンサー，チョークコイル 4B-20MA，電源トランス PMC-190M。ヒーター回路は AWG20 の配線材を燃って配線。SiC ダイオードは 1L6P の立て型ラグ板に取り付けている



【写真 9】出力トランスと出力端子の配線。左がチョークコイル C-30-80 W で，右は左チャンネルの出力トランス

率4%の点とすると9Wとなります。そのときの入力電圧は0.17Vなので，ちょっと高感度なアンプです。ラインアンプなしでCDその他の音源に直接接続して使用するのには便利だと思います。

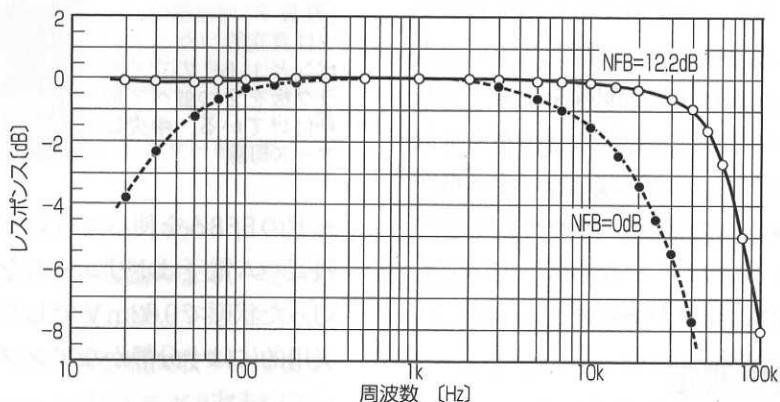
無帰還と12.2dBの負帰還をかけたときの周波数特性を図8に示します。負帰還により低域，高



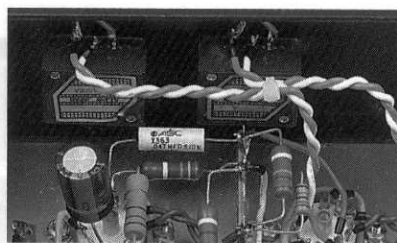
【図 7】入出力特性 (8Ω出力，1kHz)

域ともに大幅に改善され，帯域幅は-1dBで10Hz以下から40kHzとなりました。帰還抵抗と並列の位相補償コンデンサー 150pFと無負荷時の安定性を確保する出力端の補償CRによって，周波数レスポンスではとくに目立ったピークは見られず，素直な特性です。

図9のダンピングファクターはオン・オフ法により測定しました。50Hz～10kHzの主要な周波数範



【図 8】周波数特性 (0dB=0.15W)



【写真 10】RCA 入力コネクタからボリュームまではシールド線で配線し，ボリュームから初段グリッドまでは配線材を燃った

囲で3.2と過不足のない数値となっています。

100Hz，1kHz，10kHzで測定した歪率 (1kHzと10kHzでは400Hzローカットフィルターを使用)を図10に示します。出力1W以上ではそれぞれのカーブはほぼ同一となっています。100Hzのカーブだけは0.3W以下で，残留ハム電圧の影響で上昇に転じているとはいえ，1kHzと10kHzの歪率は出力0.1W前後では0.1%で比較的低歪率なアンプです。

方形波応答波形

100Hz，1kHz，10kHzの方形波応答波形を図11に示します。100Hzの応答波形は周波数特性が低域まで伸びているので小さなサグが見られるのみです。10kHzの波形にはまだ小さなオーバーシユートが見られますが，これ以上

の補
オ
12dB
初段
帰還
プの
無負
の並
にお
た。
放と
なく
ング
し，
試験
EL
以上
を始
目の
ティ
イー
重奏
オリ
いて
な感
はい
りの
す。
Con
TOC
ガン
いと
かと
高域
す。
音と
こ
音質
け継
管と
トラ
た外
音は
試



の補償はしないことにしました。

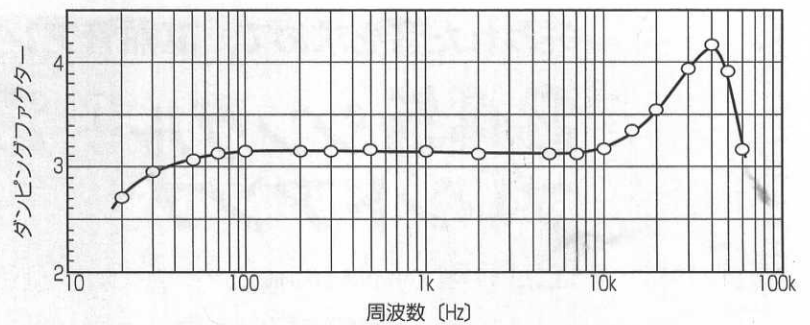
オーバーオールを負帰還を約12dBかけているだけではなく、初段・位相反転段においても各種帰還がかかっているため、アンプの安定度を確保しておくために、無負荷と容量性負荷(8Ωと0.1μFの並列)、容量負荷(0.1μFのみ)における方形波応答を観測しました。図12に示した各波形では開放と容量性負荷ではまったく問題なく、さらに容量負荷ではリングングが発生するもののすぐに収束し、安定性に問題は見られません。

試聴とまとめ

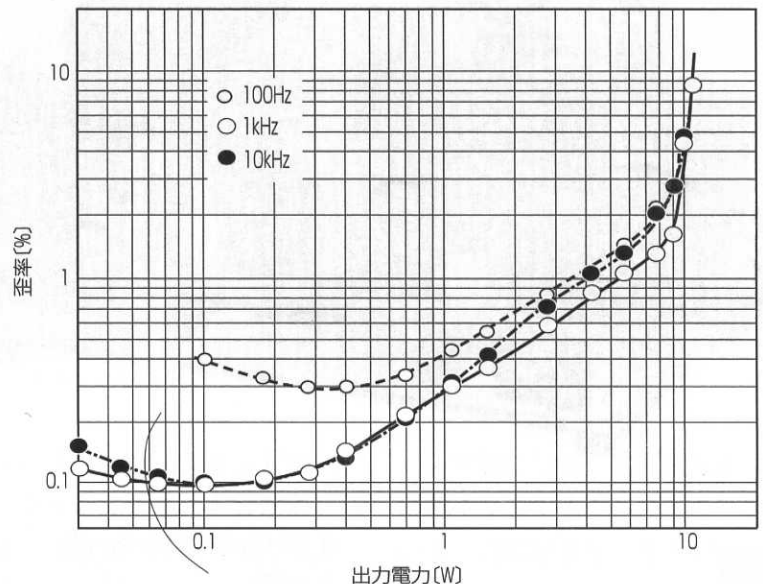
EL84とEF86を挿して20時間以上の慣らし運転をしてから試聴を始めました。試聴に使った1枚目のCDは、『ハイドン/ディベルティメント弦楽三重奏No.3』(ウィーンフィルハーモニア弦楽三重奏団)CMCD-28043, ヴァイオリンとチェロの音が、いつも聴いているシングルアンプでの清楚な感じではなく、弦楽三重奏とはいえ弦楽器の艶に加えてそれなりの躍動感で楽しく鳴ってくれます。もう1枚、『The Birthday Concert』(トミー・フラナガン)TOCJ-6199ではトミー・フラナガンの演奏するピアノの音は厳しいというより厚みのある温かい音かと思うと、ドラムスは低域から高域まで元気一杯に叩いてくれます。これがプッシュプルアンプの音というのでしょうか。

このアンプの厚みのある温かい音質は、QUAD IIの遺伝子を受け継いでいるのでしょうか。MT管と橋本電気の比較的小型の出力トランスを使った、こぢんまりした外観のアンプですが、出てくる音はダイナミックです。

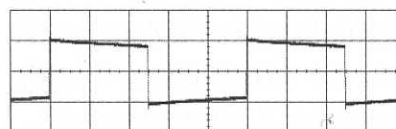
試聴はCDプレーヤー:DCD



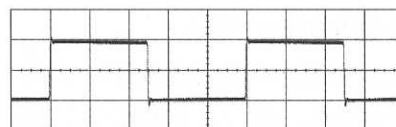
〔図9〕 オン・オフ法で測定したダンピングファクター



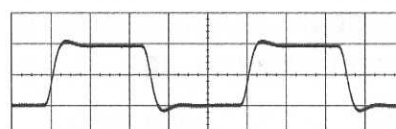
〔図10〕 歪率特性



(a) 100Hz

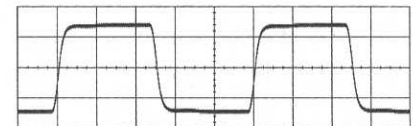


(b) 1kHz

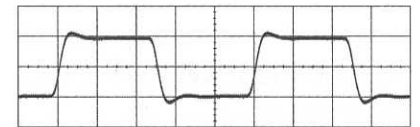


(c) 10kHz

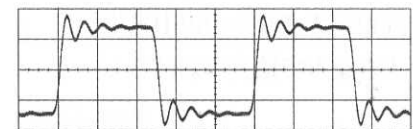
〔図11〕 8Ω純抵抗負荷における方形波応答波形 (2V/div)



(a) 開放



(b) 8Ω // 0.1μF



(c) 0.1μFのみ

〔図12〕 負荷開放と容量性負荷負荷での方形波応答波形 (5V/div)

S10 III-L, 簡易型単管ラインアンプ (次回発表予定), スピーカー: アルテック 604-8H のウーファー+アルテック 802D/811Bホ

ーン+CORAL H-100 (ネットワークは自作), サブスピーカー: Acoustik Lab. "ボレロ"で行っています。