

## ムラード型 6L6GCpp アンプ

工藤 慎之輔

### 1. コンセプト

私が初めて作ったオーディオ向け真空管アンプです。出力は稼いで、段間コンデンサは一つ、クロストークの影響が少なく、真空管の入手製の良いアンプにしようと考えました。主としてアニソンで調整していたためこの企画にピッタリだと思います。

自宅での使用スピーカーはスーパースワン FE108E  $\Sigma$   $\rightarrow$  FE108sol または FE208 大型 BH(小澤氏設計)、プレイヤーは YAMAHA CD-N301 を使用しています。

設計に際し、以下のサイトを参考にしました。

➤ 超初心者のための真空管アンプの工作、原理、設計まで

<http://hayashimasaki.net/tubebook/>

➤ Tips & Hints 私のアンプ設計&製作マニュアル(ぺるけ氏)

<http://www.op316.com/tubes/tips/tips0.htm>

### 2. 回路図

回路図は図 1 の通りになっています。当時あまり真空管の品種を知らなかった事もあり、初段管 **12AY7**、位相反転兼ドライバ管 **12AU7**、出力管 **6L6GC** と、ギターアンプやオーディオアンプで**非常に有名**なものを使用しています。現在でも**ロシア等で生産**が続いており、入手性は良いです。

初段の 12AY7 はインピーダンスが比較的高いようだった事、片ユニットが余ったことから **SRPP** に、次段はゲイン及び参考サイトに近い回路であったことから、位相反転しつつゲインの取れる**ムラード型位相反転**としています。6L6GC は**カソードを高抵抗**とすることで、ペアのバランスを取りやすくしました。

プッシュプルの場合、グリッドの電圧値を変更して出力の 2 つの管の電流値が等しくなるように調整するのですが、片ユニットずつボリュームをつけることで、**片側ずつバイアス調整**ができるようにしました。また、この回路であればボリュームが飛んだ場合も大きくバイアス値が変わらず、**比較的安全**な回路になっています。ここに入っている  $47\mu\text{F}$  のコンデンサは信号がバイアス回路を迂回するのを防ぐための**バイパスコンデンサ**で、つい最近追加しました。

出力管 6L6GC は**四極ビーム管**ですが、**三極管接続**で使用しています。出力は減少するのですが、三極管接続の方が内部抵抗値が低く、**スピーカーの駆動が比較的しやすい**からです。

また、出力トランス二次側  $8\Omega$  巻線から初段グリッドにかけて**負帰還**をかけています。ここは、 $500\Omega$ 、無接続、 $500\Omega + 2.4\text{k}\Omega$  と切り替えられるようになっており、強帰還

(14dB)、無帰還(0dB)、弱帰還(未計算)と帰還値を変更できるようになっています。弱帰還回路は今回の発表に際し音圧に不安があったため、また無帰還では歪が気になったため急遽増設しました。

電源部は、図2のようになっており、電源トランス P-280 からダンパ管 6BY5GA(TV等に使用、非常に電流を多く取れる)を使用し真空管整流、保護抵抗 10Ωをとおして、10H のチョークトランスと 47μF のコンデンサで強力に平滑しています。主としてはじめのコンデンサから各部に並列に給電しているのは電圧調整を後々しやすくするため、一箇所の電圧を変更しても他の回路の電圧が変化しにくくなっています。

ダンパ管 6BY5GA は現在生産されていない真空管ですが、カソード分離型になっており、少し工夫すればダイオード整流に換装することもできます。

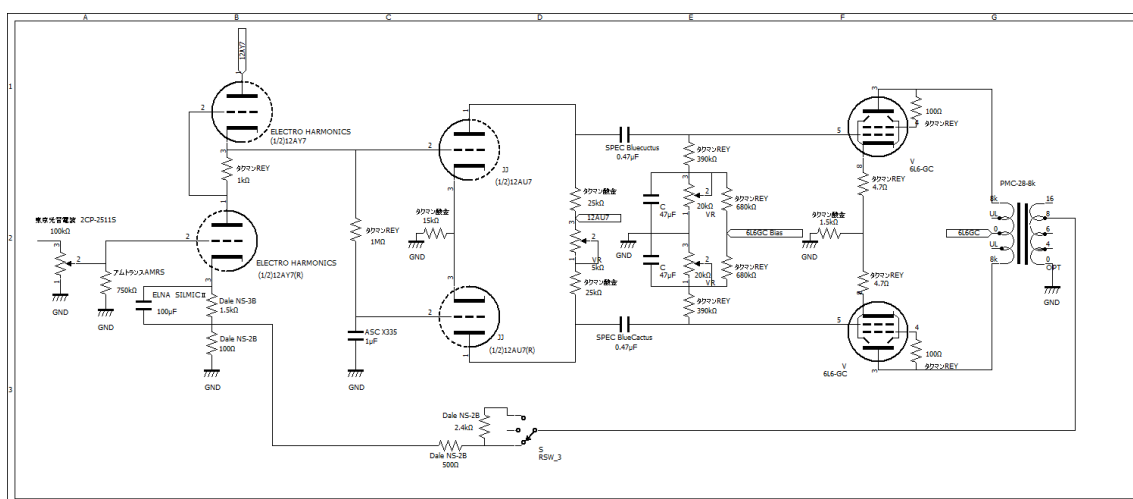


図1 アンプ部

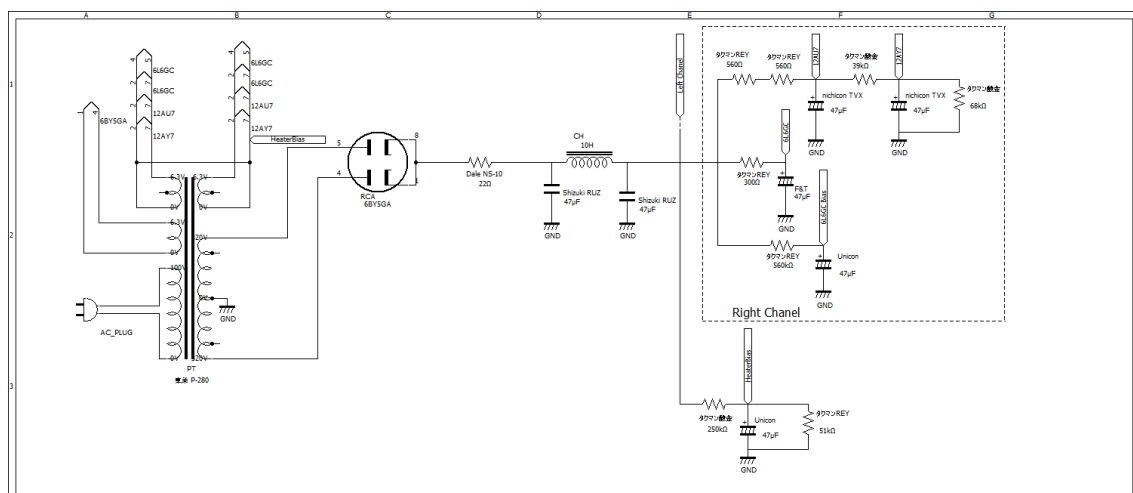


図2 電源部

### 3. この回路になるまでに没になった回路及び失敗談

当初、三極管接続とビーム管接続の合いの子である **Ultra-Liner 接続**(ビーム管接続の出力と三極管の音の良さの両立した回路)と、**三極管接続**を切り替えるスイッチがあったのですが、強帰還をかけてしまったためか、UL 接続にしても**出力はあまり増加しない**上に内部抵抗値は上がって**低域が暴れ、デメリットばかり目立ってしまった**ためお蔵入りにになりました。

また、負帰還も  $500\Omega$ を基準として  $500\Omega$ のボリュームを介して負帰還量を可変としていたのですが、**左右の音圧を合わせる難しさ**と、信号系に**複数ボリューム**を使用するのは音質に良くないと考え、ボリュームを抜き、**スイッチ切り替え式**となりました。初段カソードのバイパスコンデンサは当初  $470\mu\text{F}\sim 1000\mu\text{F}$  を使用していましたが、あまり大きいと充電されるまでの長い間**真空管に高電圧**がかかり、更に**突入電流が激しく**なるとのことで、 **$100\mu\text{F}$ まで減少**させました。負荷としては更に減少させたほうが良いのですが、低域のカットオフに関わるコンデンサであり、これ以上減少させると**低域に癖が乗る**ため  $100\mu\text{F}$  で手を打ちました。

### 4. 部品について

定電流回路等を使わず、非常に単純な回路となっているため、部品によって非常によく音が変わります。ジャズ等と比べ、アニソンは低域が強く入っていたり、高域がきつかったりすることも多いため、そこが気になりにくいものを選定しました。初めはほとんどの抵抗を**タクマン REY(金属皮膜)**及び**タクマン酸金**を使用し、初段カソードもニチコン **Fine Gold**、入力ボリュームは**ALPS ミニデント**でした。今考えると Fostex 強磁気ユニットの音と相まって、耳に刺さる苛烈な音だったと思います。以下部品交換レビューを書きますが、回路、定数、によっても変化がある事、主観的な評価である事に留意してください。

#### (ア)初段カソードバイパスコンデンサ

すべての音が通ることもありこのコンデンサには**非常に音色に敏感**です。また、**低域カットオフ**に関わるため、容量、サイズの制約から**電解コンデンサを使用せざるを得ません**。nichicon FG、nichicon KT、東信 UTSJ、ELNA SILMIC II 等々、秋葉原で購入できる物は一通り試してみました。

**nichicon FG** は**中低域寄りの重厚感ある音**ですが、少し**低域が歪みっぽく**感じます。当初は高域の刺さりとも FG の低域でうまくバランスを取っていたのだと思います。**nichicon KT** は一見良さそうに聞こえますが、**ピアノの音色に違和感**が出ました。**東信 UTSJ** はエージング前のほうがバランスよく聞きやすいですが、**エージングされてくると高域が伸びてキツく**なってきます。**ELNA SILMIC II** は初め高域が詰まりますが、エージングされてくると**心地よく高域が伸びます**。高域が詰まっているうちは  $0.1\sim 0.47$

$\mu\text{F}$ のフィルムコンデンサをパラにしてやると良いかと思えます。最終的に良さそうだった SILMIC II を採用しています。

※以下表の写真は外観の参考のみ。カソードパスコンとして使用した場合の感想。容量等は採用したものとは異なります。エージングは一週間程度。

写真	銘柄	感想
	nichiconFG	中低域寄りの重厚感ある音。低域が少し歪っぽい所が残念。ただしオーディオ用としては非常に安価。
	nichiconKT	一見優等生のように聞こえるが、ピアノ等に妙な響きがのる。音響用 105°C品。
	東信 UTSJ	エージング前から高域が伸びていてよいが、エージングが進むと高域が逆にきつく感じる。マイルド系のスピーカーと相性が良いかも知れない。
	ELNA SILMIC II	エージング前は高域が伸びず、少し安っぽく感じるが、エージング後はうちの環境では一番相性が良かった。エージング完了まではフィルム等をパラにすると多少マシになる。

#### (イ)カップリングコンデンサ

こちらもすべての音が通りますが、主に音数や、高域の質が変わると感じました。指月のポリエステルコンデンサ、CrossCap、ASC、Blue-Cactus を試しました。

ASC は高級コンデンサの中では平坦で無難な音で、これでどこかおかしければ他に原因がある、と言われるコンデンサですが、音数は増加しましたが高域は刺激的になってしまいました。調査した所、エージング不足とスピーカー調整不足、及び後述のカソード抵抗に原因であったようです。

Blue-Cactus はアリゾナキャパシターズの古いハーメチックシールオイルコンデンサ West Cap を復刻させたもので、非常に高価なコンデンサです。これは非常にきらびやかで ASC と比べても**圧倒的に音数が増加**します。スーパーツイータのローカットで使用したこともあります、特にエージング前は**ハイハット等が ASC の数倍うるさく**鳴ります。

※以下表の写真は外観の参考のみ。カップリングコンデンサとして使用した場合の感想。容量等は採用したものと異なります。このあたりはスーパーツイータで使用しても同じような感想になると思います。

写真	銘柄	感想
	SHIZUKI ポリエステルフィルムコンデンサ	安価品フィルムコンデンサの定番品。最初期のためあまり印象に残っていない…。
	JENTZEN CrossCap	今回のアンプには使っていませんが追加。安価なポリプロピレン。SHIZUKI コンデンサよりはフラットで良いですが、ASC と比べてしまうと音数は減ってしまう。
	ASC X363	無難で平坦な音。これを使ってなにか問題があるようなら他に原因があると言われる。このアンプでは高域が刺さってしまった。
	AZ-Cap BlueCactus(上)	非常に高価で大きい。ASC の数倍の体積がある。高域が ASC と比べても非常にきらびやかになり、それでいて刺さらない、不思議なコンデンサ。一般的にはくせがあると言われる。

※AZ-Cap 写真は上が 0.47  $\mu$ F、下が ASC1  $\mu$ F

#### (ウ) カソード抵抗

タクマン REY から音に定評のある Dale の無誘導巻線抵抗に変更しました。少し低域寄りの音でしたが、音数が増加しました。経済的な問題で、タクマン REY から少しずつ置き換えていったのですが、一部タクマン REY を残すと特に高域が刺さり、完全に無くすと気にならなくなった事から、タクマン REY(金皮)は高域に癖がある、と言われる所以を感じることができたと思います。

※以下表の写真は外観の参考のみ。抵抗値等は採用したものとは異なります。


写真	銘柄	感想
	タクマン REY	安価で入手しやすく使いやすい音響用抵抗であるが、広帯域を目指す高域の癖が目立つ。最近250kΩ以上が廃盤になった。
	NS-2B ※写真は10W品 NS-10	少々低域寄りだが非常に音数が増加する。抵抗として高価なため、使い所を選ぶ。足が磁性体であるため多用すると磁性体の音がのります。

#### (エ) ボリューム

たかが抵抗と半信半疑でしたが、ALPS ミニデテント(1000円相当)から東京光音電波の2CP-2511S(5000円相当、コンダクティブプラスチックボリューム)に変更した所、音数が増加し、音色はマイルドになって聴きやすくなりました。カソード抵抗以上に変化します。このボリュームは音が良いのですが一つ難点があり、抵抗体が熱及びハンダの煙に弱いためハンダ付けを手早くやらなければならないところです。

※以下表の写真は外観の参考のみ。抵抗値等は採用したものとは異なります。

写真	銘柄	感想
	ALPS ミニデテント RK27	比較的安価な音響用ボリューム。STOX等のアンプに採用されている。ギャングエラーは少ないようだが、少々粗く元気な音。

	<p>東京光音電波 2CP-2511S</p>	<p>ロータリーフェーダー。クリック付き。コンダクティブプラスチックボリューム。音は非常にマイルドでよいが、熱、ハンダ付けの煙に弱く、実装にコツがいる。</p>
---	-----------------------------	--

#### (オ)その他

最近追加したグリッドバイアスのバイパスコンデンサは、当記事作成時点で**選定が完了していない**ため、銘柄は明記していません。ただ、黒金色の SILMIC II  $\alpha$  (若松通商で購入)は高域に癖が出たため、別の銘柄になるかと思います。

#### (カ)まとめ

初期の頃は部品による音の違いはあまり信じていませんでしたが、いざ変えてみると**予想以上に変わります**。回路等でも変化すると思うので、音響機器の製作を行った時に余裕があれば、**いくつか試してみると楽しみが増える**かと思います。

最後に 2018 年 3 月 16 日の二子玉川イベントの際の Fostex 技術の方の言葉を添えて部品レビューを終わりたいと思います。

「調整してみて違いがわからないならどちらでもよい。違いがわかるなら好きな方を。そうして自分の好きな音を追求していくのが自作のたのしみだ。」

※記憶のみの引用のため口調変更あり。

(追記)最終的に 6L6 のグリッド抵抗  $390k\Omega$  を REY からアムトランス AMRG に変更することで、高域の癖は払拭できました。今回のパスコン追加で REY の癖が目立っていたようです。

また、6L6 のカソード抵抗  $1.5k\Omega 5W$  の過剰な発熱が気になった為、安全面から DaleNS-10(無誘導 10W)に変更いたしました。)音は細かい部分まで表現できるようになりましたが、若干重心が下がり、少し硬くなりました。