

浅野勇氏 プレイ・トライオード・ステレオ・アンプ の追試

高間 欣也(きん)

1972年(復刻版 1990年)に誠文堂新光社から出版された書籍「魅惑の真空管アンプ その歴史・設計・製作 (無線と実験別冊/浅野 勇 監修)」に掲載されているアンプを再現しようと製作してみました。

浅野勇氏の定義によるプレイ・トライオードアンプとは

できる限り手持ちの半端部品を使って製作する。

左右 ch すべて異なる形状、サイズの Low- μ の 3 極管のみを使用する。(整流管は除く)

使用する球は違っていても左右の特性はできるだけ揃える。

真空管の数を多くしたいためか、アンプの前段に低域増強回路が設けてある。



浅野氏のアンプに使用している真空管
Rch 955(エーコン) , 5692(GT), 56(ST
小) , 2A3(ST 大)

Lch 9002(mt小) , 7N7(ロクタール) , 227
(ナス小) , PX4(ナス大)

整流管 5T4(メタル大)

これらの球を、シャーシの手前に 2 段で
ずらっと並べ、視覚的効果を考えて手前
側に比較的小型の球を奥側に大型の球
を配置してあります。

今回製作したアンプ

Rch 955(エーコン) , 6C4(mt小) , 6P5GT(GT 小) , AD1(欧州形 ST 大)

Lch 5718(サブミニ) , 6C5(メタル小) , 76(ST 小) , 6A3(ST 大)

整流管 5U4G Semicon(メタル大) 定電圧放電管 VRA135/50

原回路は 5692(6SN7)と 7N7 の複合管を使っていて約 10dB の NFB をかけた状態でもアンプゲインが高い (Pomax = 150mV) ので、増幅段を1段少なくしました。

そのため、NFB 約 3dB で Pomax = 600mV となりましたが、後述するように原回路よりも良好な特性を得ることが出来ました。

また、視覚効果を狙って戦前型の定電圧放電管も使ってみました。

Lch,Rch で使用した球の特性比較

できる限り左右の特性を揃えるために、各段で使用する真空管の特性を確認しておきます。

一段目

管名	μ	gm	Pd(W)	Eh	lh	ソケット	備考
5718	27	5800		6.3	0.15	サブミニ	米国系
955	25	2200		6.3	0.15	エーコン	米国系

ほぼ同等の μ ですが gm の違いが大きいため回路ゲインが異なる可能性があり、回路定数など検討を要します。

二段目

6C5	20	2000		6.3	0.3	GT	米国系
6C4	17	2200		6.3	0.15	7pin-mt	米国系

μ も gm もばらつき程度でほぼ同等の特性。ただしヒーター電力は 2 倍の差があります。

三段目

76	13.8	1450		6.3	0.3	UY	米国系
6P5GT	13.8	1450		6.3	0.3	GT	米国系

両者は形状違いの同等管なので特性は等しい。←ただし、実物は特性に差があり、6P5G は他の真空管のユニットを流用している可能性があります。

出力段

6A3	4.2	5250	15	6.3	1	UX	米国系
AD1	4	6000	15	4	0.95	SideContact	欧州系

μ 、gm、Pd ともにばらつき程度でほぼ同等の特性を持っています。

ただし、フィラメント電力は当時の欧州管の高効率という特長を示し、6A3 に比べ約 40%省電力になっています。

回路構成

約 0.5V 程度で最大出力になるようにゲインをトータルゲインを設定するため、一段目、二段目で約 20dB のアンプを構成しています。なお、浅野氏はこのアンプにローブースト回路を組み込んでいるため、本アンプもそれに倣っています。

原回路は約 10dB の NFB をかけていますが、本機は一段増幅段が少なく裸利得が少ないので、3dB 程度の NFB に留めました。

出力管が直熱管なので専用のヒーター電源が必要ですが、今回使用した電源トランスに直熱管用の巻線が無いので、6V3A のスイッチング電源を R.L チャンネル毎に設け、AD1 用には抵抗で減圧して使用しました。

電源回路は、やはり電源トランスに整流管用のヒーター巻線が無いので、整流管の代替品として作られた

Semicon5U4G (5U4GB の形状をもった半導体整流器内蔵品)を使用してみました。また、今回使用した電源トランスはブリッジ整流用なので、5U4 と Si ダイオード 2 本でブリッジ構成としました。

ただ、5U4 内臓の Di のサージ耐量が低いらしく、電源投入時のサージ電流で壊れてしまったので、最終的には Si ダイオード 4 本でブリッジ整流とし、5U4 はダミーとして残すことにしました。

初段に使ったサブミニ管 5718 のプレート最大電圧が 165V であることと、視覚的な演出感を出すために、手持ちの戦前型の東芝製定電圧放電管 VRA135/50 (135V 50mA)を使用しました。独特の細長い形状をしており、ネオンガスが封入されていると思われるオレンジ色の発色が楽しいです。

使用トランス類

出力トランスも原作は Rch , Lch で異なる製品を使用していますが、単品の出力トランスの手持ちが無いので、随分前に購入していたソフトンのリングコア使用シングル用出力トランス RW-20 (5K : 6Ω 20W)を両チャンネルで使用しました。

この OPT は二次側 6Ω 端子しかないので、これを 8Ω で使用すると、一次側のインピーダンスは約 6.6KΩ となります。

2A3 クラスの真空管には少し高いように感じますが、後述のように十分な最大出力も得られ、ダンピングファクター的にも良好な結果を得られました。

チョークコイルはやはり大塚氏に頂いた TRIAD C-15X (4H 250mA)のを使用。ソフトンの出力トランスに付属していたトランスケースの未使用品があったのでそれに内蔵しました。出力トランスとチョークコイルの外形が統一できて良い感じです。

電源トランスは、6V6pp 用に購入しましたが計画変更のため使用していなかった、東栄変成器製の PT-22N (280V 220mA , 6.3V-5V 2A , 6.3V 2A)を使用しました。

出力管用には秋月電子で購入したスイッチング電源 GF18-US0628-T (6.3V 3A)の外装を剥いで使用しました。真空管のヒーターをスイッチング電源で点灯させると、電源投入時の突入電流のため起動しない場合があるので、定常時のヒーター電流に対して 3 倍程度の余裕を持たせておく必要があります。

シャーシについて

シャーシは t=1.5mm のアルミ平板を折り曲げ、左右に t=6mm の MDF 板にカーボン調のカッティングシートを貼ったものを取り付けて作りました。

いつもは t=1.2mm のアルミ板を使うのですが、今回はトランス類が多いのと外形が大きくなるので t=1.5mm を使いましたが私の持っているホーザン K-130 メタルベンダーの能力限界に近く折り曲げに大変苦労しました。

サイズ W 415mm D 240mm H 170mm シャーシ厚 50mm

特性まとめ

Rch , Lch にできるだけ同じような仕様の真空管を使用し、かつ若干の調整を加えることで、目標通り両チャンネルほぼ同様な特性を得ることが出来ました。

項目	AD1 Rch	6A3 Lch
周波数特性 1W 時	12.7Hz(-3dB) ~ 75KHz(-3dB)	12.7Hz(-3dB) ~ 91KHz(-3dB)

歪率特性 1KHz 1W 時	0.49%	0.39%
出力 1KHz 5%時	4.3W	4.3W
クロストーク -60dB 以下	200Hz~200KHz	200Hz~60KHz
裸利得	23.7dB	24.0dB
総合利得	21.2dB	21.2dB
NF 量	2.5dB	2.81dB
D.F. 1KHz 注入法	7.7	7.7

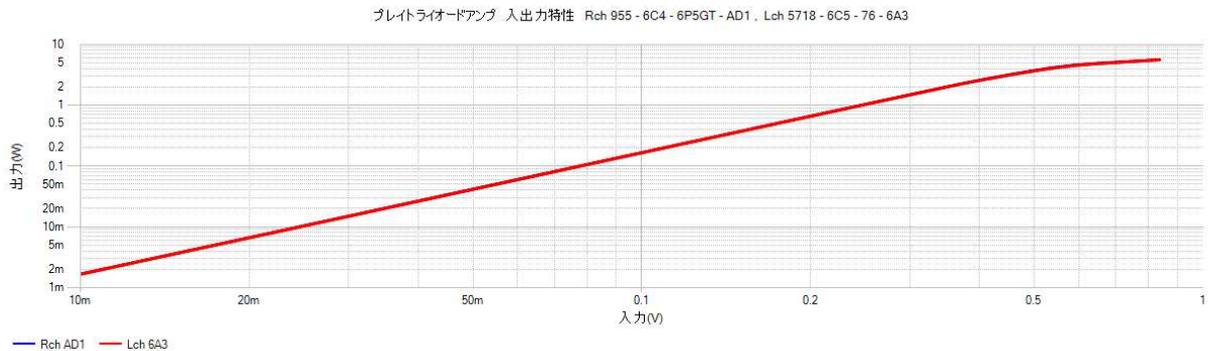
$E_p=255V$ バイアス電流 $I_b=61mA$ 、バイアス電圧は約 46V 消費電力 約 100W

詳細特性

入出力特性

約 0.6V で最大出力 約 4W が得られました。

Rch と Lch のゲインを揃えるために、AD1 側のプリ増幅段ゲインを調整してしています。

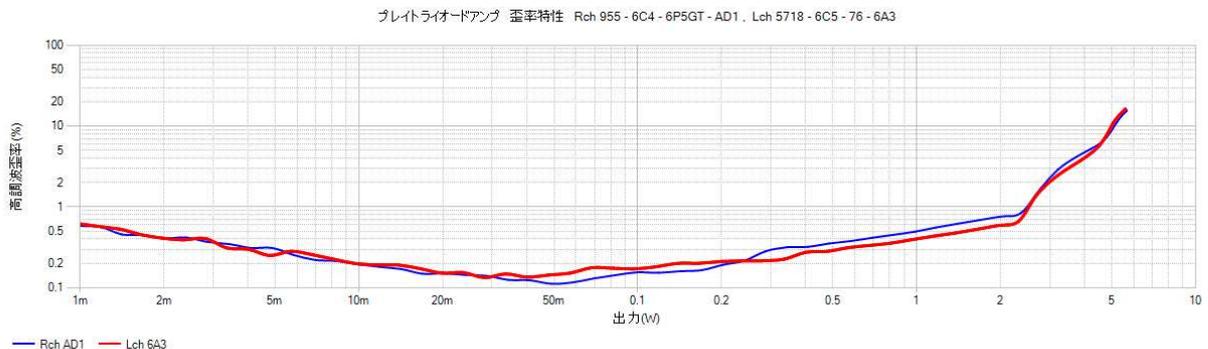


出力 vs 歪率特性

出力管の直線性が良いことに加えドライバー段の特性が出力管と近い 76 を使用したためか、歪の打消が上手く働いており、帰還量が少ない割に十分な低歪率となっています。

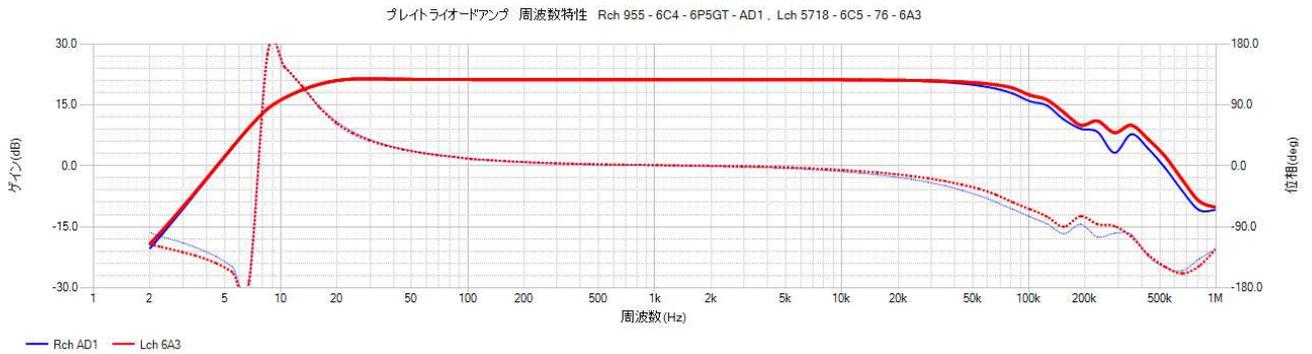
AD1 側のドライバ管は 76 と同仕様の 6P5GT を使用していますが、 E_p-I_p 特性が 76 と異なっており、歪の打ち消しが 76 ほど上手く働きません。

対策として 6P5GT に若干の電流帰還をかけて 6P5GT の歪みを調整することにより、6A3 側とほぼ同等の歪率に上げることが出来ました。



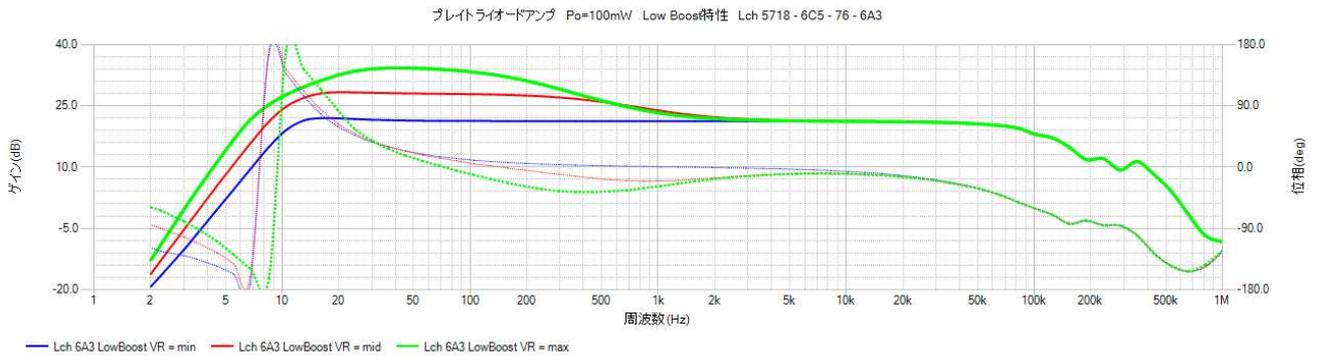
周波数特性

200kHz~400kHz 付近に出カトランス起因と考えられる f 特の乱れが見られますが、100kHz 以下では大変きれいな特性となっていて、帰還量が 3dB 未満のアンプとしては大変広帯域に仕上がっています。



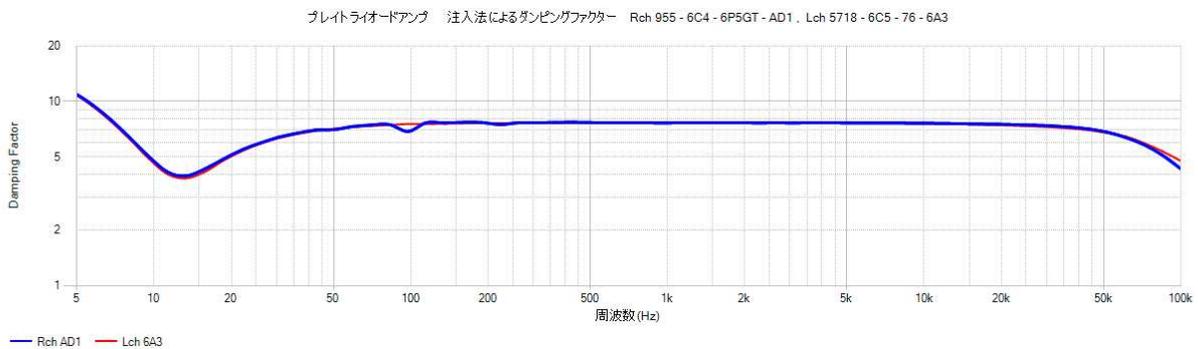
Low Boost 周波数特性

約 2kHz 付近から低域をブーストする特性になっており、ブースト量は最大約 40Hz で 12dB 得られるように回路定数を設定しています。クロスオーバー周波数はもっと低いほうが良いような気がしますが、今回は原回路の特性に合わせています。



注入法による DF 特性

6A3/AD1 の負荷に $RL=6.6K\Omega$ と高めの出力トランスを使用したためか、3dB 以下の帰還でも約 7.7 のダンピングファクターが得られました。



クロストーク特性

出力管の電源を共通にしているため、シングルアンプ特有の低域になるに従いクロストークが悪化する現象が見られますが、200Hz 程度まで-60dB 取れており、それ以下の周波数では音の定位もはっきり聞き取れなくなるのでこの特性で良しとしました。

6A3 側の高域クロストークには配線引き回し等の問題がある可能性があり、今後の改善課題とします。



外観写真

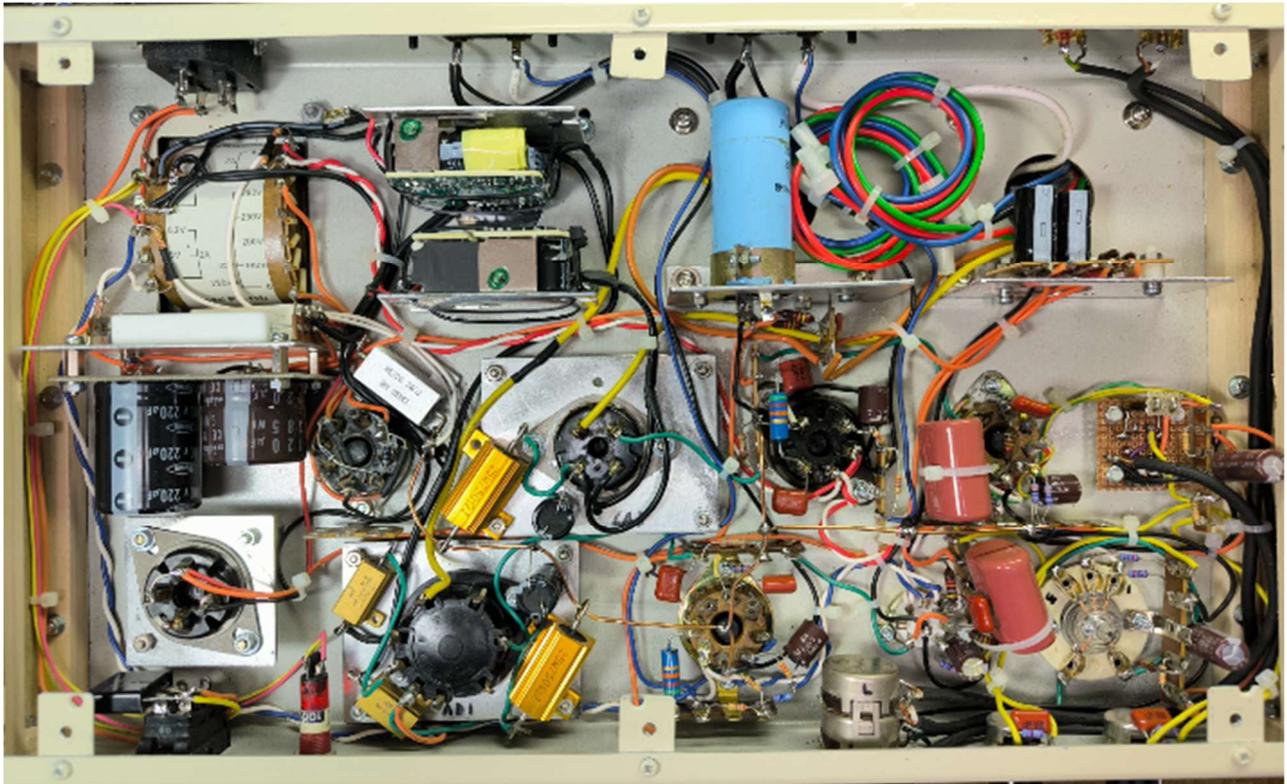


原設計の思想に従い、入力段から出力段にかけて真空管のサイズを大きくしています。また、前後の真空管もスタガーに配置して、後ろ側に配置している真空管も前からよく見えるように配慮しています。



周囲を暗くすると定電圧放電管のネオンガスのオレンジ色の発光と真空管のヒーターが大変綺麗です。

シャーシ内部



本アンプは全て単独管を使用している関係で真空管周りの部品が少ないことと、シャーシサイズも大きく取っているためシャーシ内部は比較的ゆったりとしており、私が常々多用している蛇の目基板を使用せずに配線できました。(5718 はソケットがないので蛇の目基板に直付けしています)

出力管のフィラメント点火用の 6V/3A の AC アダプターは外装を付けたままとシャーシ内に収まらなかったため、分解し内部基板のみにして実装しました。

本アンプ製作後の所感

本アンプに使用している真空管は真空管収集家有名な大塚久氏から以前大量に譲り受けたものです。その中で1本しか無くステレオで使用できない真空管を選んで使用しました。

これらの真空管を活用する最も効果的な使い方として本機の製作を行ったわけですが、真空管の選定をしたり、回路設計をしているときに、通常の真空管アンプを製作するときとは違う楽しさを感じていました。これは、原設計者の浅野勇氏も感じていて、「プレートライオードアンプ」という名付けになったと思います。

あくまでお遊びのアンプで、特性や音質は二の次と思っていましたが、完成後の特性も音質も大変良くて吃驚しました。

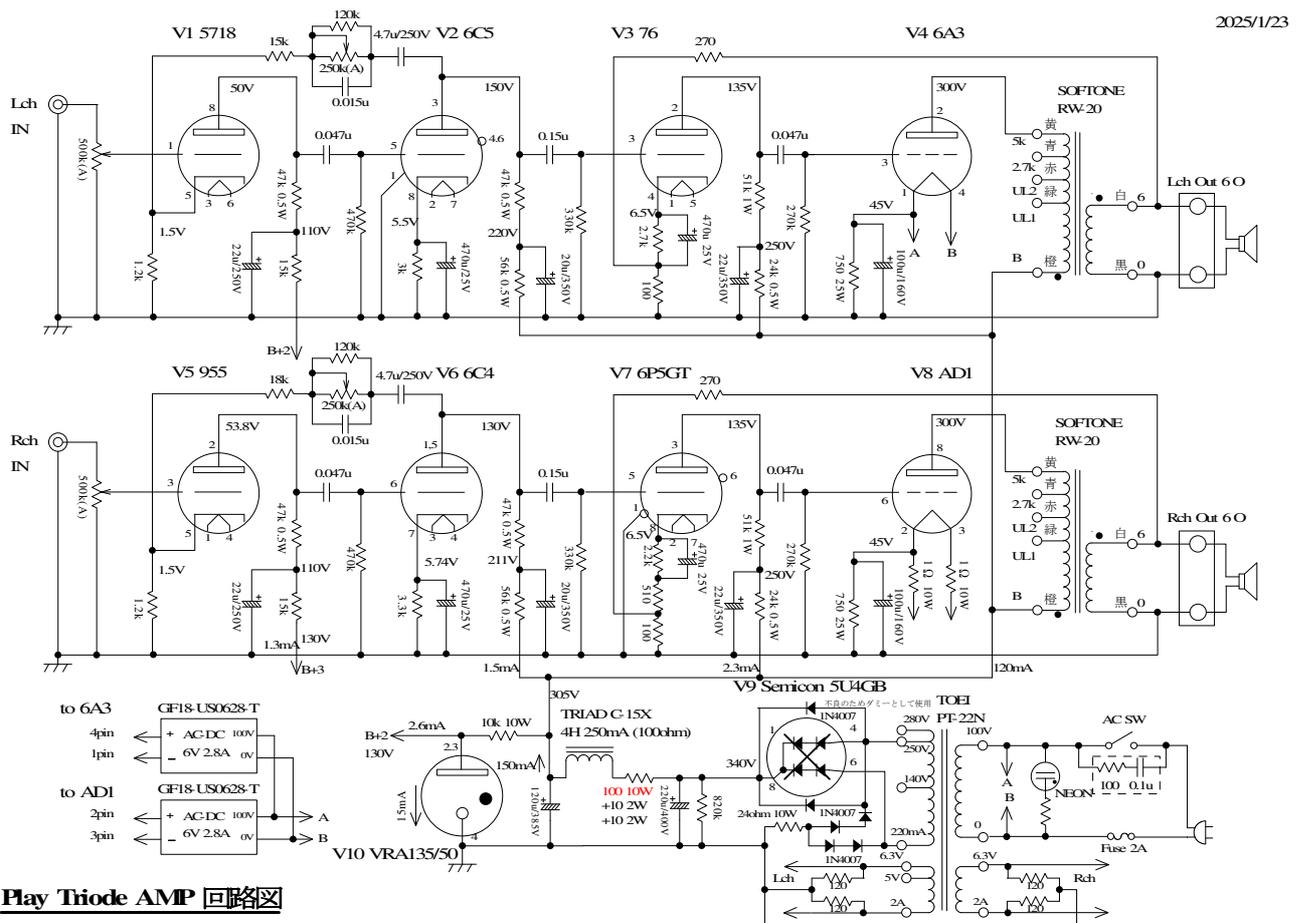
低ミューの3極管しか使用しないアンプは今回初めて製作しましたが、低ミュー3極管が如何にオーディオアンプに向いているかを今更ながら思い知りました。

試聴結果

半導体アンプや、真空管のプッシュプルアンプなどと正確に音量を調整し、Low Boost 無しの状態で比較試聴しましたが、一聴して低音が豊かで柔らかな音質に圧倒されました。

出力 4W は私の十畳の洋室で能率 92dB/W/m のスピーカーシステムで聞く限り十分で、音量不足は感じません。

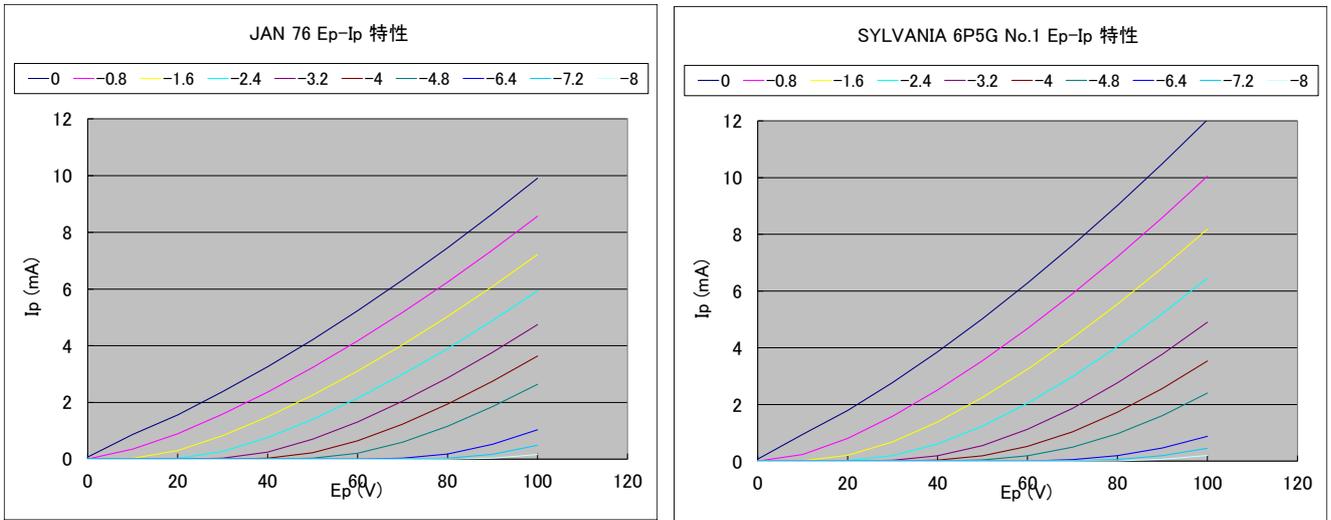
回路図



Play Triode AMP 回路図

参考

76 と 6P5GT の実測 Ep-Ip 特性比較



6P5G は 76 よりも gm が大きく、rp も低くなっています。その代わりに、76 は Grid 電圧に対する Plate 電流の直線性が良好で、特に低い Grid 電圧の領域で違いが良く判ります。

以上