

出力管差替え可能プッシュプルアンプ

2025.1 木下順二@目黒区

- 特徴**：①EL34/6CA7,6550,6L6GC など、様々な出力管が差替え可能で、ウルトラリニア接続により最大出力は 30W 程度。
- ②初段管を 12AU7,12AY7,12AT7 など に差替えて、歪率やダンピングファクターを変更可能。
- ③調整箇所は出力管の固定バイアス粗調整のみ。



経緯：2004 年に鈴蘭堂のシャーシーキット SL-550P が生産停止になると言うので購入し、それを活用して 2006 年に完成。

解説：

- ① EL34/6CA7,6550,6L6GC など、様々な出力管が差替え可能

出力段は多極管による UL 接続 PP である。US ソケットで 6L6 互換の球（6CA7 を含む）は交換対象であるが、プレート電圧が 400V 弱（自己バイアス含む）あるため、SG 耐圧が 400V 以上のものと言う条件が付く。入手しやすい球として、6CA7、6L6GC、6550 などが挙げられる。

ところで、このシャーシーキットは、冷却効率をよくするために出力管を沈めて取り付けられるようになっているのだが、6CA7 しかその穴を通らず、太い 6550 や 6L6GC は取り付けられないことが判明した。仕方がないので、出力管を沈めるのは断念せざるをえなかった。

出力トランスは旧 TANGO の FX-40-5 で、1 次側は 5kΩ の負荷になる。出力管のバイアス設定は、

およそ 1/3 が固定バイアス(-10V)で、残り 2/3 が自己バイアスとなっている。固定バイアスはふだんは固定しておき、自己バイアスで調整しきれない場合のみ動かすためのものである。自己バイアス用のカソード抵抗は 1 本当たり 330Ω である。

出力管	EL34/6CA7	6L6GC	6550
最大 SG 電圧(V)	500	450	450
最大 P 損失(W)	25	30	40
K 電流(mA)	55	65	83
無歪出力(W)	31.3	17.1	31.4

表 1 出力管の規格とアンプの実測値

出力管 1 本当たりのカソード電流を

60mA 程度とすれば、自己バイアスは -20V となり、固定バイアスと合わせて -30V の目安になる。表 1 に各出力管の SG 電圧と P 損失の最大規格、および実際のアンプの K 電流（1 本分平均値）と無歪出力を示す。6L6GC は負荷抵抗が適切でないらしく、最大出力は小さくなった。

- ② 初段管を差し替えて歪率やダンピングファクターなどを変更可能

初段および 2 段目は 2 段差動増幅となっていて、2 段目と出力段の間は CR 結合としている。初段も 2 段目も、12AU7 とソケットの接続が互換の双 3 極管なら差替え可能であるが、NFB の安定度を考慮して、2 段目は必ず 12AU7 に固定しておき、初段管のみ低 μ の 12AU7 から高 μ の 12AT7 まで（12AX7 は非推奨）差し替えて使用することを想定している。

NFB 抵抗などはそのままにして初段管だけ差し替えると、内部ゲインが変化する分、NFB 量も変化する。このため、ダンピングファクターを大きく変化させることができる。

出力管	EL34/6CA7				
初段管	12AU7	12RLL3	12AY7	12AT7	12AX7
μ	17	30	40	60	100
D.F	2.0	2.7	3.7	4.1	6.6
歪率	0.55%	0.47%	0.36%	0.31%	0.20%
F 特(-1dB)	20-50kHz	12-70kHz	10-80kHz	7-90kHz	5-100kHz

表2 出力管 EL34/6CA7 で初段管変更 (各種)

出力管が 6CA7 の場合、表に示すとおり。(歪率は出力 10W 時、F 特性は-1dB の周波数範囲) ダンピングファクターにして、2.0 から 6.6 まで変更可能である。初段管を 12AX7 にした場合、純容量負荷では NFB の動作が不安定となるため、自己基準に従って非推奨としている。

出力管を 6550 に変更して、初段管を入れ替えた結果を表 3 に示す。初段管が同じ場合、6CA7 の結果と非常によく似ていることがわかる。

出力管	6550	
初段管	12AU7	12AT7
μ	17	60
D.F	2.1	4.1
歪率	0.55%	0.29%
F 特(-1dB)	25-50kHz	10-70kHz

表3 出力管 6550 で初段管変更

③ 調整箇所は出力段のバイアス粗調整のみ

初段はカソード側に定電流ダイオード (E-152 : 1.5mA) を入れた差動増幅、2 段目も差動増幅である。2 段差動増幅であるため、AC バランスは特に調整の必要はないのだが、DC バランスは考慮する必要がある。初段と 2 段目はそのまま直結とはせずに、LUXMAN のアンプと同様に片側を CR 結合とすることで、初段の DC バランスが崩れても、2 段目に影響が出ないようにしている。

また、出力段へは CR 結合としていて、出力段のバイアスは一部を固定バイアスとし、残りを自己バイアスとしている。今回は、固定バイアスを -10V に固定している。自己バイアス用にそれぞれの出力管には独立のカソード抵抗 (330Ω) を入れているため、ペアチューブを用いていれば、DC バランスは崩れにくい特徴がある (出力トランスの許容電流差は 4.5mA)。これにより、出力段の DC バランスを省略していても、無調整で出力管を差し替えることができる。

本機は市販のシャーシキットであるため、性能よりも外観や作りやすさを優先している印象がある。サブシャーシをネジ留めしているため、経年変化による接触不良をおこしやすい点は注意が必要だ。また、機構部品は指定のものを使っているが、初段の音量調整 VR などは普通クラスのものである。ステレオアンプであるため、重量は 20kg を超してしまうのはちょっと扱いにくい。

特性:

出力管を EL34/6CA7 とし、初段管を 12AT7 と 12AU7 に切り替えた場合の、特性を測定した。2 段目は常に 12AU7 である。図 1 の入出力特性を見ると、初段管が 12AT7 の場合には、0.35V 程度の入力

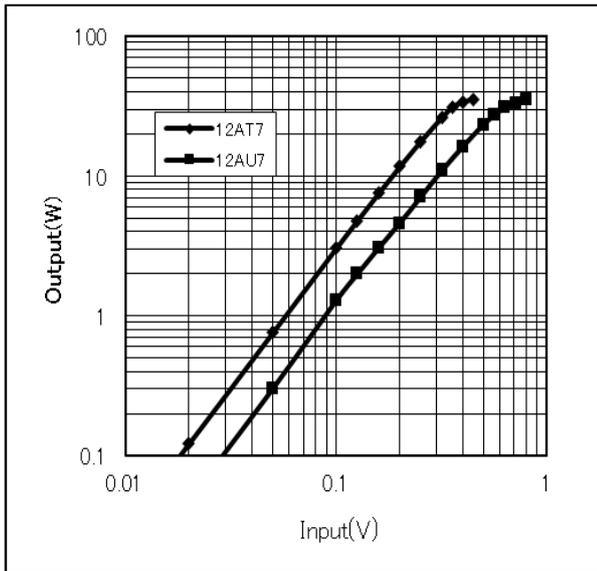


図1 入出力特性(出力管 EL34/6CA7)

で最大出力となり、初段管が 12AU7 の場合は、0.63V 程度の入力で最大出力となる。残留雑音は無補正で 0.3~0.5mV 程度である。初段管を少し選別する必要があり、アンプのゲインが少し高いようだ。

図 2 の周波数特性を見ると、初段管が 12AU7 のとき、11.5Hz-95kHz(-3dB)であり、初段管を 12AT7 とすれば、5.5Hz-150kHz(-3dB)と帯域は広がる。

図 3 の歪率特性を見ると、初段 12AU7 の場合 (図 3 左) に比べて、初段 12AT7 の場合 (図 3 右) の方が NFB の増えた分、歪が少なくなっていることがわかる。ただし、10kHz では NFB 量が減っていずれも歪が増加しているのが見て取れる。ちなみに、NFB 量は初段が 12AU7 のとき 4.6dB、初段が 12AT7 のとき 9.5dB 程度である。

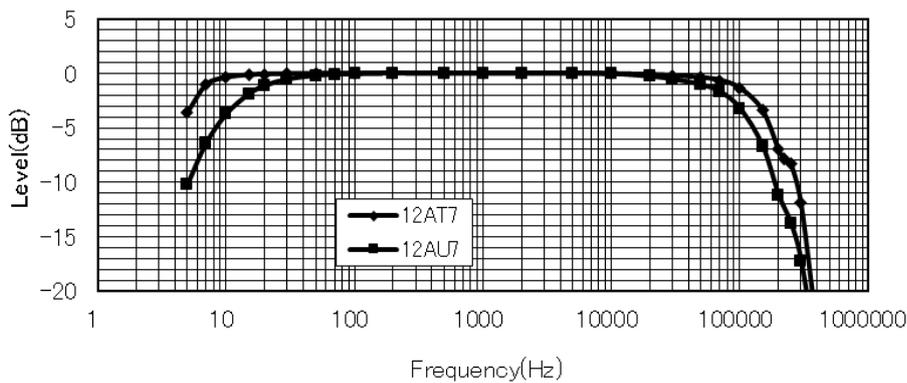


図2 周波数特性(出力管 EL34/6CA7)

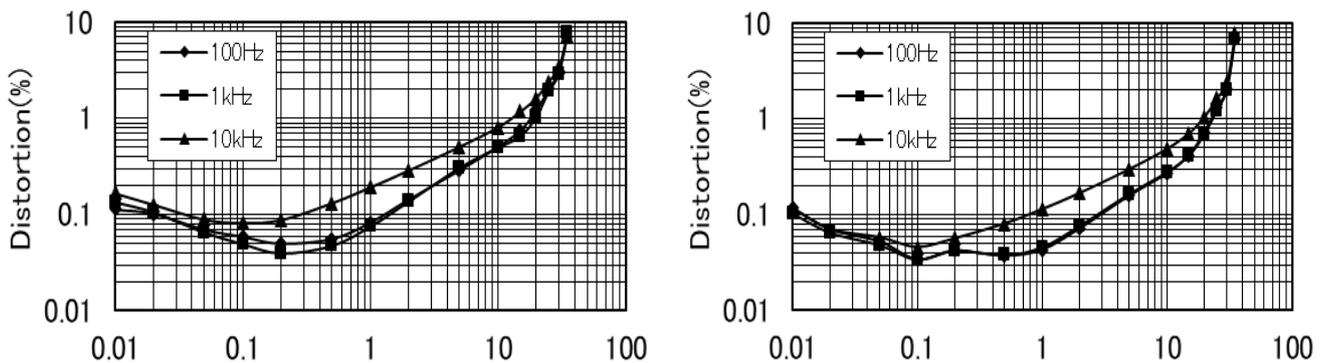


図3 歪率特性(出力管 EL34/6CA7、左初段 12AU7、右初段 12AT7)

