

VFET は金田式アンプの夢を見るか？

2SJ18 3 極管特性 VFET 使用 SEPP アンプ

2024/12/25 高間 欣也(きん)

2SJ18 は 1976 年に SONY が発売したデプレッションモードの 3 極管特性をもった Pch の VerticalFET で、コンプリメンタリの Nch 2SK60 とのペアで SONY の PowerAMP TA4650 で使用され、当時話題になりました。

しかし、半導体で一般的なエンハンスメントモードでないため、電圧利用率が悪いことや回路が複雑になる点などが使いにくくて、SONY ではこれ一代だけで後継機種は出なかったように思います。

本機種はディスコンになってからしばらくして秋月電子で Pch の 2SJ18 のみ、安価に売り出された機会に 6pcs 購入して手持ちしていたものを使用して SEPP アンプを製作したものです。

Pch しかないため、使用に当たり位相反転を行う必要があります。今回は、金田式アンプでかつて使用されていた 2SA607 を使い、上側の差動ドライブ出力に打ち消し電圧を帰還するいわゆる完全対称式の回路を使用しました。また、初段のデュアル FET にも当時金田式でよく使用された 2N3954(当時はソリトロンですが、今回はモトローラ製)を使っています。

出力段が Pch なので電源の極性はすべて逆で、かつデプレッションモードと、年取って固くなった頭には回路設計は結構難易度が高くて苦労しました。

回路的な特徴として、私が最近の真空管アンプで採用している、サーボ回路により出力段のバイアス電流を制御する方式を使用して、半導体アンプで問題となるバイアス電流のドリフトをほぼ完全に抑え込んでいます。

また、回路の単純化のため出力段は単電源としました。したがって、中点は $1/2V_{dd}$ の電圧が発生するので出力に DC カット用のコンデンサを設けています。

特性まとめ

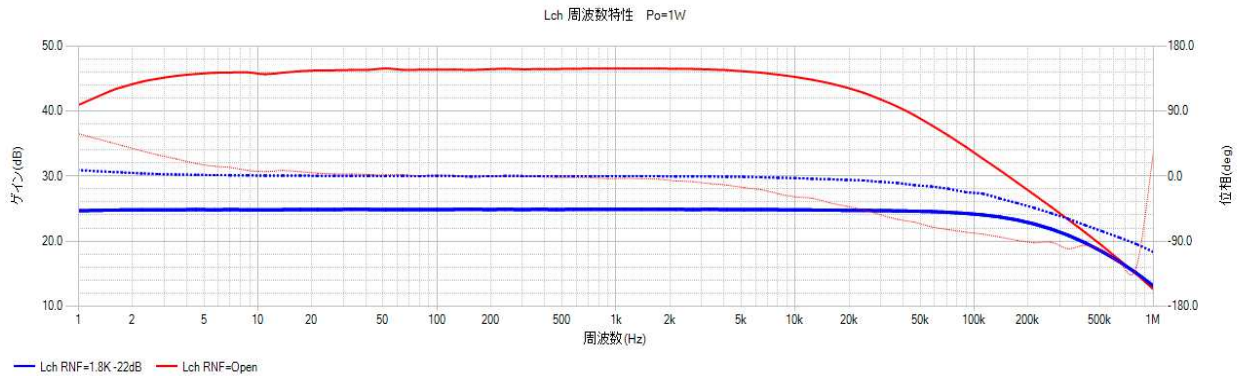
項目	Lch	Rch
周波数特性 1W 時	1Hz(-0.25dB) ~ 264KHz(-3dB)	1Hz(-0.4dB) ~ 300KHz(-3dB)
歪率特性 1KHz 1W 時	0.15%	0.13%
出力 1KHz 5%時	23.7W	25.2W
クロストーク f=1KHz	-76dB	-70dB
裸利得	46.5dB	48.0dB
総合利得	25.0dB	25.0dB
NF 量	21.5dB	23.0dB
D.F. 1KHz 注入法	無帰還 0.65 NF=21.5dB 12.3	無帰還 0.65 NF=23dB 14.2

V_{dd} 55V/2 バイアス電流 I_b =-200mA、バイアス電圧 約 17V

消費電力 約 46W

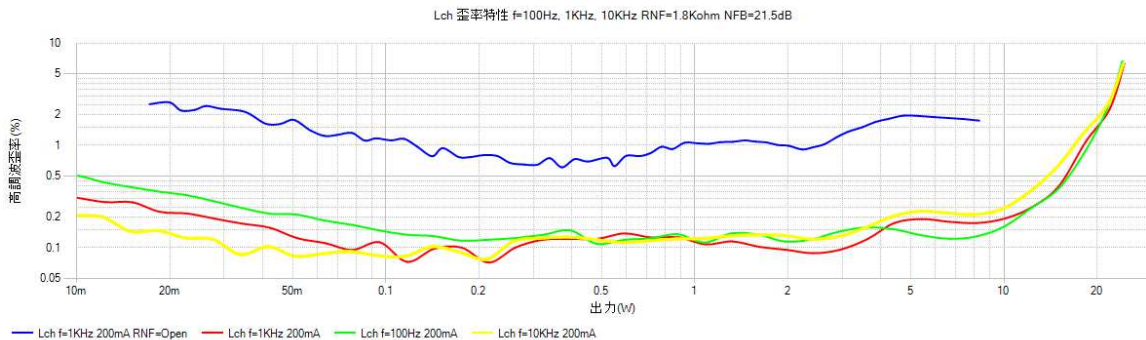
周波数特性

無帰還時 10Hz 付近にバイアス電流無調整回路の影響による特性の乱れがみられますが、負帰還を-22dB かけたら 1Hz~200KH 近くまでほぼフラットな特性が得られています。



出力 vs 歪率特性

帰還量は半導体アンプとしては少なめの-22dB で、最大出力は歪 5%時に約 25W となりました。出力段のバイアス電流は 200mA で 100Hz,1KHz,10KHz の歪率が約 0.1%でほぼ揃っています。



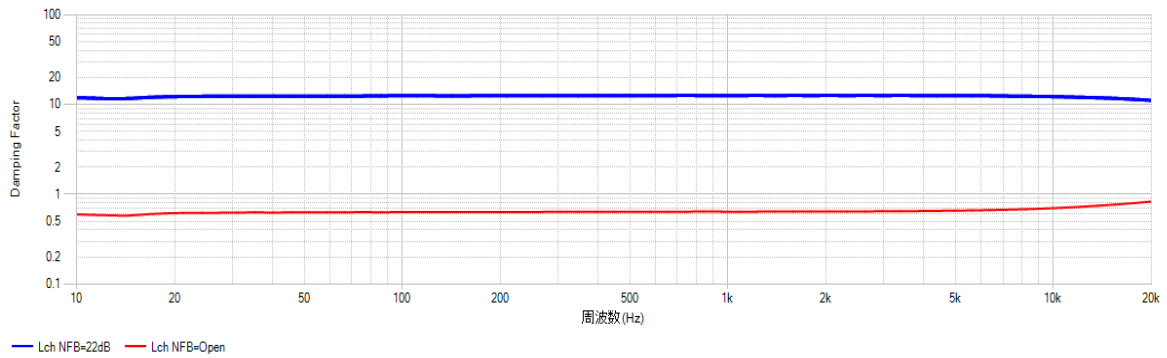
注入法による DF 特性

9Ω 負荷で無帰還で約 0.6 -22dB 帰還時で約 13 となりました。VFET は 3 極管特性ということで期待していたより DF は高くありませんでした。

原因として出力段のソースに挿入している 0.2Ω の電流検出抵抗が電流帰還となって、出力インピーダンスを高くしている可能性も考えています。

なお、NFB 時の DF=13 は真空管アンプと比較すれば少し高めにて、本アンプは半導体アンプと真空管アンプの中間的な立ち位置になっているように感じます。

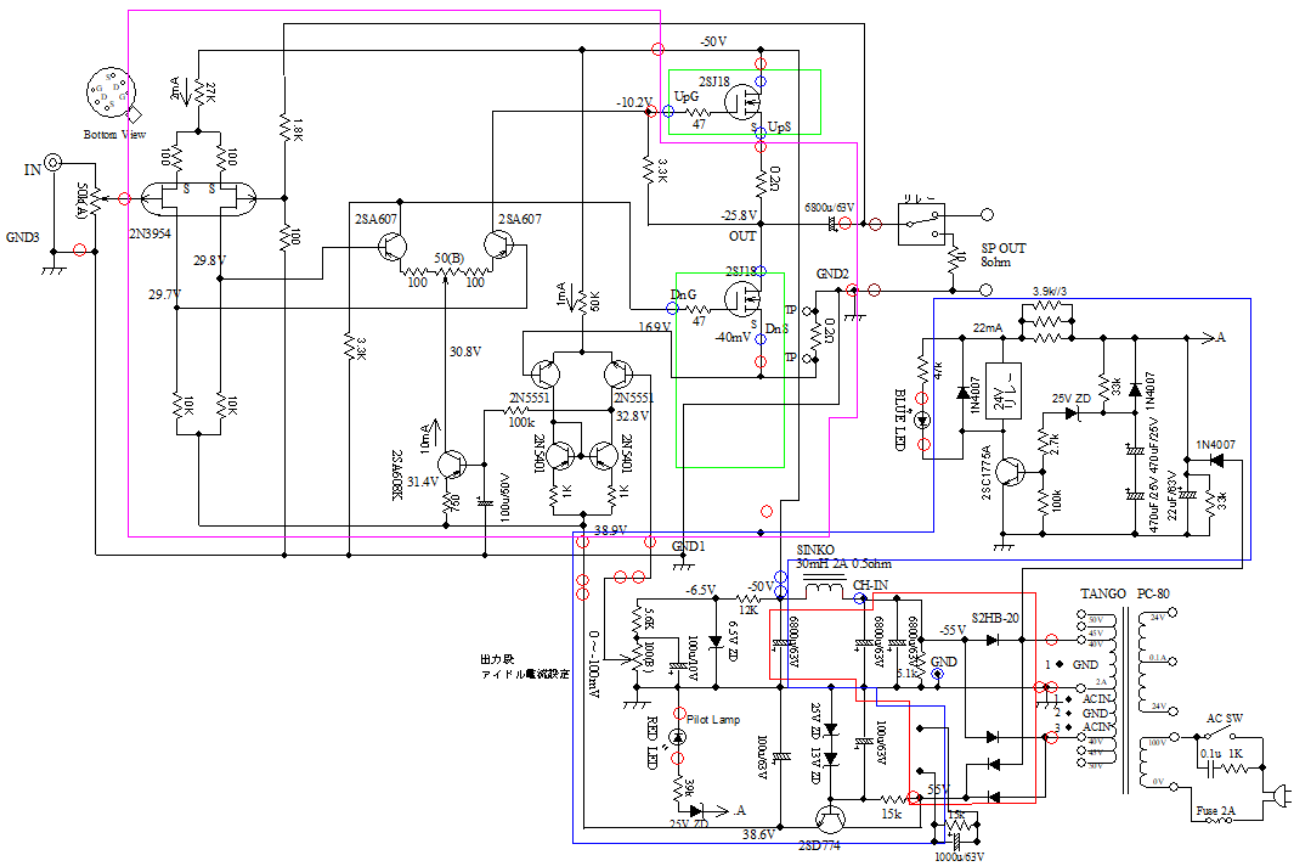
Lch DF特性 注入法 90Ωパツプ負荷



回路図

2SJ18 SEPP Power AMP

2024/12/25



回路の特長まとめ

- 出力 Tr は Pch のデプレッション特性のため、+接地回路で使用しています。
- 出力 Tr のバイアス電流は私が最近真空管アンプで多用しているバイアス電流帰還回路を使用しており、歪率特性と出力 Tr の発熱などを考慮して $I_b=200\text{mA}$ に設定しました。
- 回路の簡単化のため-50V の単電源としたので、出力には直流阻止用の 6800uF の電解コンデンサを入れています。このため、全段直結アンプにはなっていません。
- 単電源回路のため電源投入時に大きなポップノイズが出るので、リレーによるポップ音対策回路を設けています。

外観および内部写真

シャーシのコスト削減のため前面パネルのみ 1.2tAL 板を使用し、他の面はすべてダイソーで購入できる 6mm 厚 MDF 板で構成しています。

前面パネルはヘアラーン加工にしました。アクセントとして 0.5mm 厚の銅板に機種名を入れ貼り付けています。

前面

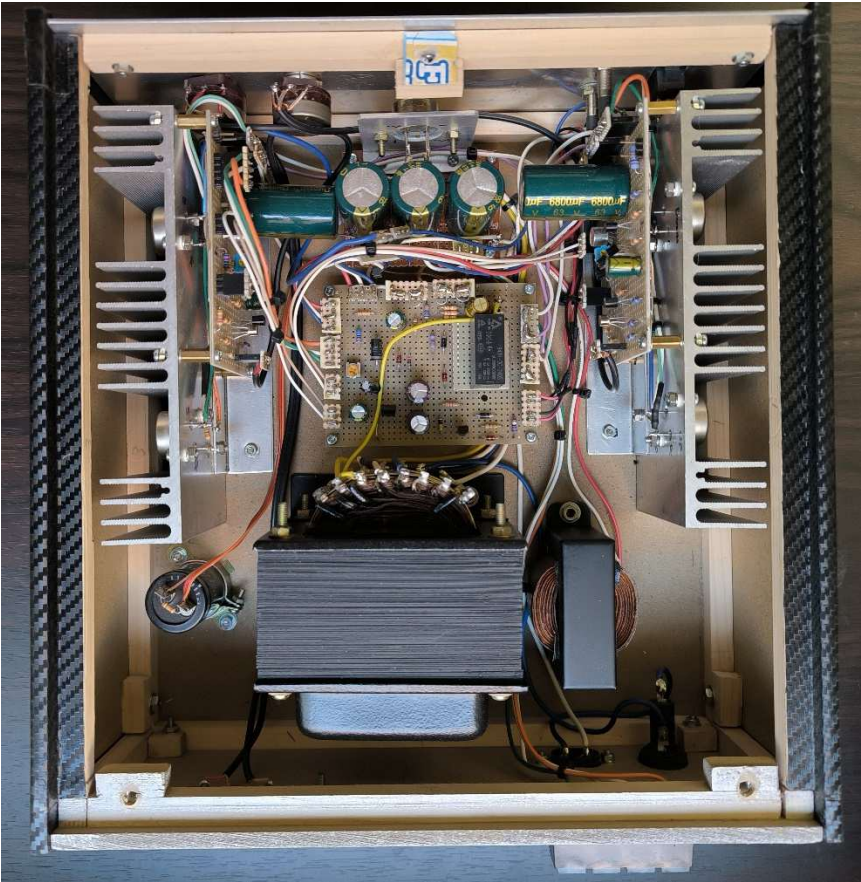


背面

背面は MDF 板に自動車のアルミホイール塗装などに使用するシルバーコートを使用して塗装しました。



内部



放熱板は元々、TO-3 型の Tr を 8pcs 装着するタイプでしたが、金ノコで水平方向に中央で 2 分割して、L/R 用に使用しています。

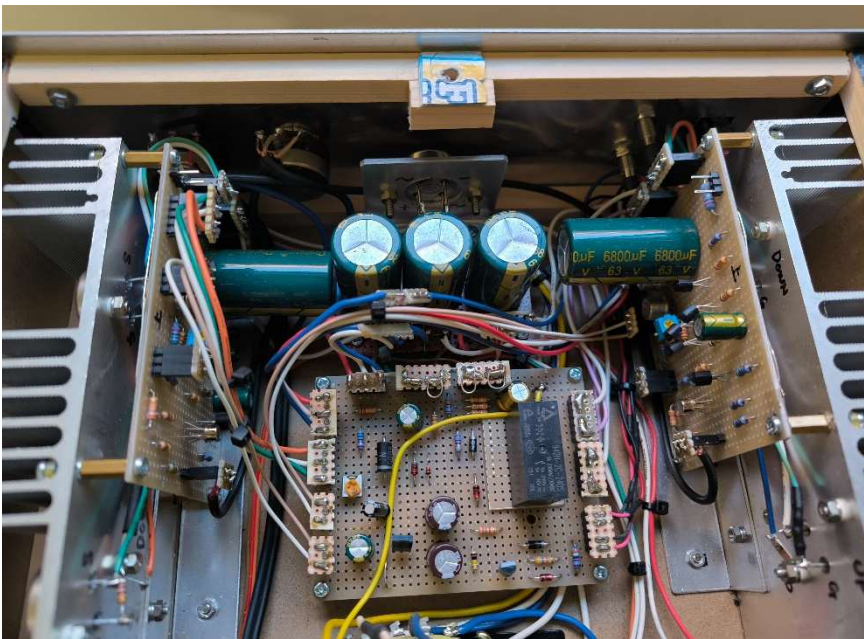
電源トランスは、TANGO の PC-80 という 80W 級 AMP 用のもので、ヤフオクで中古品を購入しました。

本アンプは出力 25W+25W なので、容量には余裕があります。

ヤフオクで、真空管用の電源トランスは比較的高い落札価格になりますが、Tr 用は需要が少ないせいか、比較的安価に入手可能です。

電源トランスの右側にあるのは、ヒーターチョークで、真空管アンプの構成に似せてみようとして B 電源平滑用に使用してみました。

内部基板拡大写真



中央に整流回路、平滑回路およびタイマーリレー回路の基板を配置し、左右の放熱板にアンプ基板を取り付けています。

電源基板にある黄色の半固定抵抗で、両 ch のバイアス電流を設定し、アンプ基板にある青色の半固定抵抗で中点電位の調整を行います。

以上