

5998 プッシュプル単球アンプ取り扱い説明書

注意事項

ultra pure sound 製真空管メインアンプをお使い頂き誠にありがとうございます。本製品を末永くご愛用いただくために以下の事項に十分ご注意ください。よろしくお願いいたします。

1. アンプは振動のない換気ができる場所に設置してください。真空管やトランスが発熱しますので換気できることが重要です。また、フィラメントなどは振動に弱いことからスピーカーの上には設置することは推奨されません。
2. アンプは埃や湿気のないところに設置してください。筆などで時々埃を払い取るようにしてください。長時間通電しないでおくと湿気によりトランスなどに錆が出る場合があります。錆やアルミ電解コンデンサー、また真空管内の真空度確保のためにも時折通電してください。
3. アンプは危険なので幼児や家猫から遠ざけておいてください。重量が大きく、ガラスの破損や高温度によるやけどなどに十分注意してください。
4. アンプの内部は300V以上の高電圧がかかっているためふたを開ける場合は十分に感電から注意してください。
5. アンプの電源を落としてからコンデンサーの放電までに約3分くらいかかりますので、その程度の時間が経過した後、テスターで高電圧コンデンサーの両端の電圧を測定して、5V以下になってから内部の作業を行ってください。

メンテナンス

1. 真空管には寿命があります。本製品に使用している真空管は、

出力管	米国 Tansol 社製 5998	2本
電圧増幅管	米国 RCA 社製 6SL7GT	2本
整流管	米国 RCA 社製 5U4G	1本

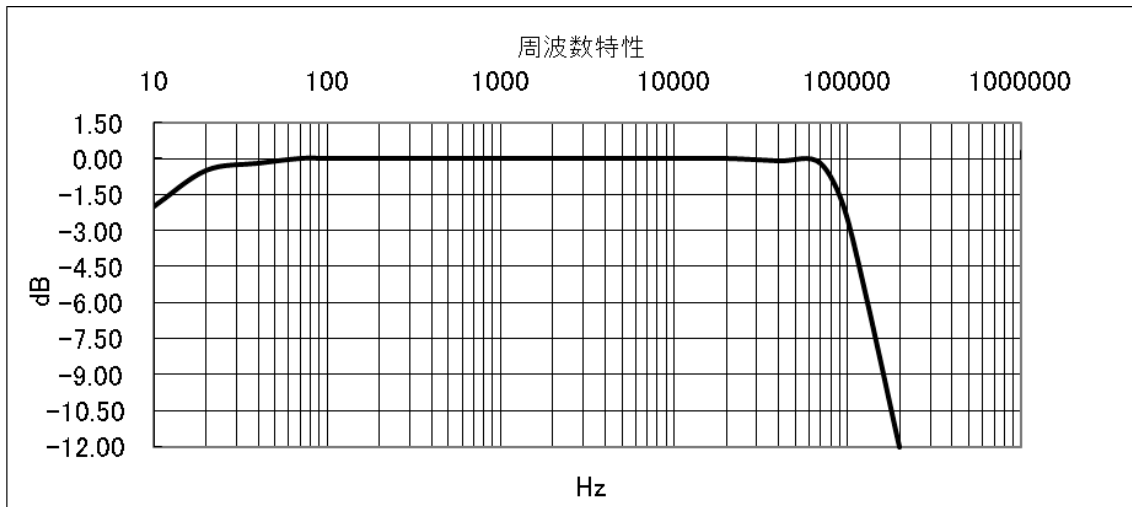
出力管および電圧増幅管はそれぞれヴィンテージと呼ばれる NOS(new old stock:新品)ですが、整流管は中古品です。5U4G の代わりに 5AR4 なども使用可能です。5AR4 を使用される場合は、出力電圧が約 20V 増加しますので、ブリーダー抵抗を 47Ω から 100Ω 程度に変更してご使用ください。出力管は定評のあるタンソル製を使用していますが、その他 Sylvania や RCA 製も入手できるようです。1940年代のものは本機に搭載されているような ST 管の形状をしていますが 1950年代後半からは通

常の GT 管タイプの 5998A が製造されました。5998A は比較的 low 価格で入手可能です。また、Western Electric 社の 421A という双 3 極管も代用できますがプレミアがつき大変高価です。真空管の取替えは使用頻度にもよりますが、数年に 1 度程度となります。現在でも秋葉原のラジオ会館やラジオデパートに少し店舗があります。クラシックコンポーネンツ (<http://club.pep.ne.jp/classic/open.htm>) はもっとも多数の真空管を扱っている良心的な店の 1 つです。その他の手法はインターネットでも購入が可能なものがあります。

2. 照明用の発光ダイオード (LED) は各真空管に直列で 2 個とボリュームつまみに各 1 個配置してあります。ほとんど切れる心配はないと思いますが、消灯した場合は交換してください。順方向電圧が 1.0 から 3.0V 位の普通に入手できる 3φ のもので大丈夫です。付属品の中に予備が少し入っています。
3. 本機はなるべくメンテナンスを必要としないよう設計しましたが、出力管の直流バランスだけは内臓のボリュームにより行う必要があります。経験上一度調整するとあまり狂いません。出力管を交換したときには DC バランスの調整を行ってください。詳しい調整方法は後ろのページを参考にしてください。

性能

本機は単管(1本の出力管)でプッシュプルを実現したシンプルな構成にもかかわらず大変広帯域まで応答するアンプです。2 dB の NFB(negative feed back) をかけることにより、帯域、音質および DF(dumping factor : 計算上 2.5) を大幅に改善しています。また、初段には高い増幅率($\mu=70$)をもつ双三極管 6SL7GT を用い、プッシュプル動作のための位相反転も行っています。定電流ダイオードを用いた差動増幅回路を採用することによりきわめて質の高い位相反転を実現しました。出力段ではプッシュプル方式を採用し低音領域での帯域を確保しています。バイアスは自己バイアス方式ですので、熱暴走の心配はありません。出力トランスは 5k Ω のインピーダンスをもつタンゴの FE-25-5 を採用しています。スピーカーインピーダンスは 8 Ω を想定して結線してあります。8 Ω でない場合はお手持ちのスピーカーのインピーダンスに応じて結線をしなおす必要があります。本機は裸特性で、18 dB の利得がありますが、約 2dB の NFB をかけているので総合利得としては 16 dB(6.5 倍)となります。出力はクリッピングポイントでの出力が 15 W ありますから、能率の高いスピーカーでは十分迫力のある音が再生できると思います。歪は 1 W の出力時で 0.1% 以下です。また、雑音レベルも 0.1 mV 以下と非常に低い値となっております。



上の図は実測した本機の応答曲線であり、20 から 70kHz まではフラットなレスポンスを示します。若干高音域で持ち上がりが観測されましたが、聴感上問題は無いと判断できます。入力感度は十分高いので CD プレーヤーの出力を直接つなぐことができます。音質（トーンコントロール）を変化し音楽を鑑賞すると新鮮なサウンドを楽しむことが可能となる場合がありますから、音源（CD デッキや DVD プレーヤー）と本アンプの間にプリアンプを挿入することもお勧めです。

本アンプの設計について

初段の位相反転回路 (6SL7GT)

増幅率： $\mu=70$ 、プレート抵抗： $r_p=44 \text{ k}\Omega$ 、負荷抵抗 $R_L'=240 \text{ k}\Omega$ 、出力管のグリッドリークが $R_G=100 \text{ k}\Omega$ なので交流負荷抵抗 R_L は

$$\frac{1}{R_L} = \frac{1}{R_L'} + \frac{1}{R_G} \text{ の式から}$$

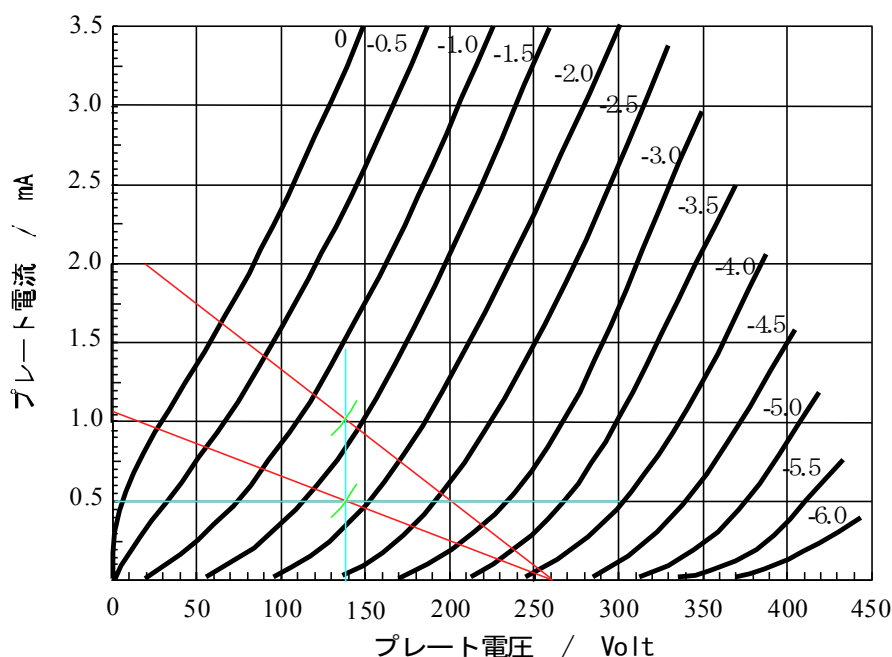
$R_L=70 \text{ k}\Omega$ と計算されます。また、初段での電圧利得 A_1 は

$$A_1 = \mu \times \frac{R_L}{R_L + r_p} \text{ の式から}$$

$A_1=77 \times 70 / (70+44) = 47$ となります。

動作点における 6SL7 の電圧は 140 V で 0.5 mA になるよう設定をしました。電源供給電圧を 260 V とすると 240 kΩ の負荷抵抗による電圧降下によりプレートには 140 V の電圧が発生します。そのときのバイアスは PP 回路なので直流負荷線の抵抗が 240kΩ から 120kΩ へ変更して読み取ると約 1.4 V と読み取ることができます。回路図のページには現状での実測電圧を示しました。プレートの電流/電圧曲線と良く一致していることから正常な動作が確認されています。

6SL7GTB



電力増幅回路 (5998)

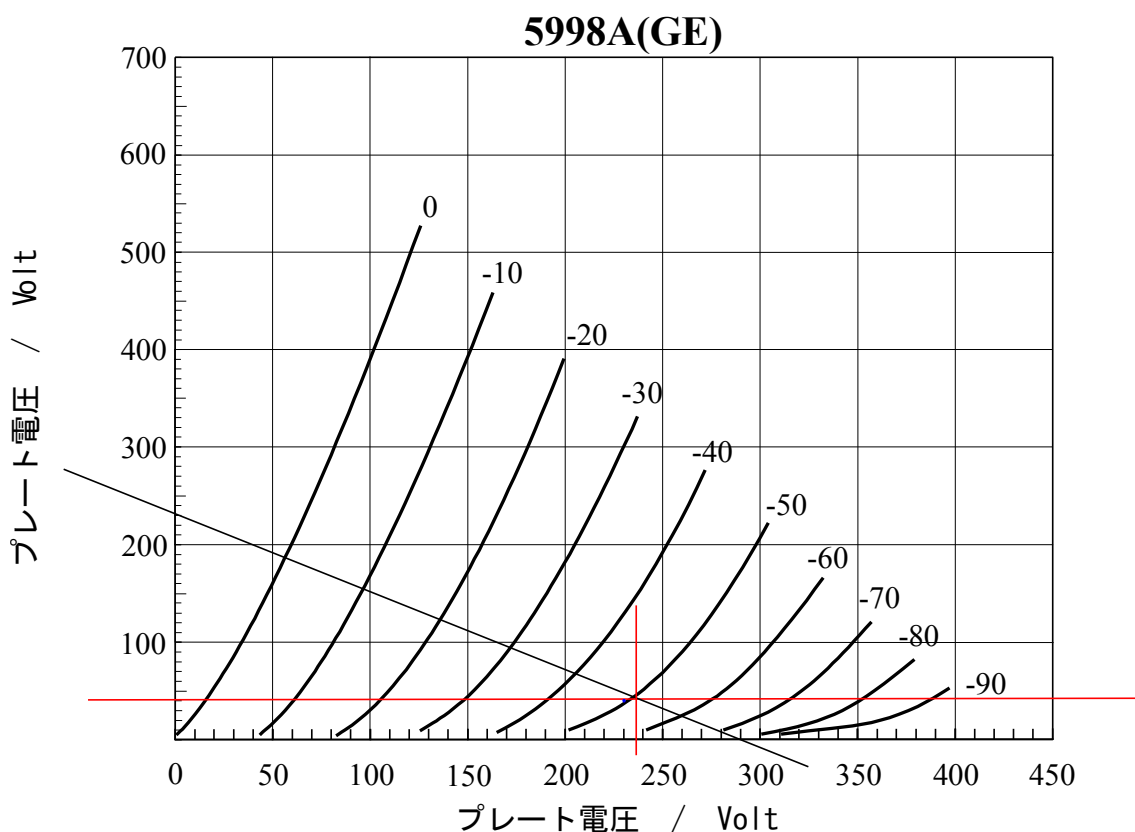
増幅率： $\mu=6$ 、プレート抵抗： $r_p=0.3\text{ k}\Omega$ 、負荷抵抗 $R_L=5\text{ k}\Omega$ なので、電力増幅段での電圧利得 A_2 は

$$A_2 = \mu \times \frac{R_L}{R_L + r_p \times 2} \text{ の式から}$$

$A_2=6 \times 5 / (5+0.6) = 5.4$ となります。

5998 はプレート損失が 13 W もありますがプレート最大許容電圧が 250 V とやや低めであることから、電源供給電圧を 280 V と設定し、自己バイアスを 50 V 程度想定するとつじつまをあわせることができます。そこで、出力を多く稼ぐことを考えて、AB 級のアンプとしました。その結果下図にあるような動作点 (プ

プレート電圧 290 V、プレート電流 40 mA) を設定しました。ここで引かれている負荷直線はプッシュプルなので 5 k Ω の半分の 2.5 k Ω となっています。プレート損失は 10 W 以下であり十分な余裕があります。40 mA x 2 で 80 mA で約 50 V を発生するためのカソード抵抗は約 600 Ω なので、560 Ω /25 W のメタルクラッド抵抗を採用しました。DC バランスを取るためにバイアス抵抗の先端を -4.8V から 0V まで可変できるよう設計した。



電源回路

電源回路は 5U4G という整流管とチョーク/コンデンサーによる平滑回路を採用しました。電源リップルは整流管の直後では約 2% であることから $V_{pp}=310 \times 0.02 = 6.2 \text{ V}$ となります。5H のチョークコイルのリアクタンス R_H は

$$R_H = 2\pi fH \text{ の式から } R_H=6.28 \times 100 \times 5 = 3140 \Omega \text{ となります。一方 } 560 \mu\text{F} \text{ のコンデンサーのリアクタンス } R_C \text{ は}$$

$$R_C = \frac{1}{2\pi fC} \text{ の式から}$$

$R_C=3\ \Omega$ となりますから、コンデンサーの両端には $\frac{3}{3140+3}$ で分圧されたリップ

ル信号となることから、 $5.9\ \text{mV}$ となります。これは十分平滑された DC と評価できます。その後さらにもう一段 $47\ \Omega$ と $100\ \mu\text{F}$ のコンデンサーによりさらに $1/4$ にリップルを抑えるフィルターを通しますので $1.5\ \text{mV}$ のリップルとなります。この値はプッシュプルアンプではベストに近い値であり、電源ハムは全く聞き取れません。

NFB 回路について

本アンプでは負帰還回路(NFB)を採用することにより音質の向上および高帯域化を図りました。負帰還量 $B=R1/(R1+R9) = 0.01$ なので 2dB となります。