

出力段のアイドリング電流を増大して低歪率を実現

## 「超A級」無帰還ヘッドフォンアンプ [設計編]

柴田由喜雄 SHIBATA Yukio



A級パワーアンプにおいて、アイドリング電流を増すと歪率が低下することは旧来から経験する。しかし、アイドリング電流を大きくすると、消費電力が増大する。最大出力の小さいヘッドフォンアンプでは問題ないレベルなので、まず「超A級」を容易に実現できるヘッドフォンアンプを製作した。出力段は0dBアンプで、前段にプリアンプ部を設け、リレーによる切り換えで適宜プリアンプをバイパス可能。無帰還アンプであるがクリアな音質傾向で、ヘッドフォンでの試聴が楽しくなる。

### はじめに

本稿は電圧ゲイン0dB無帰還アンプに関するもので、小出力時における低歪率を意識している。ヘッドフォンを駆動するアンプ終段から前段への明示的な負帰還をしていないので、製作するメイン構成は本質的に低歪率のA級アンプである。

一般に、電圧ゲインを持たせてアンプ終段から負帰還をかけるA

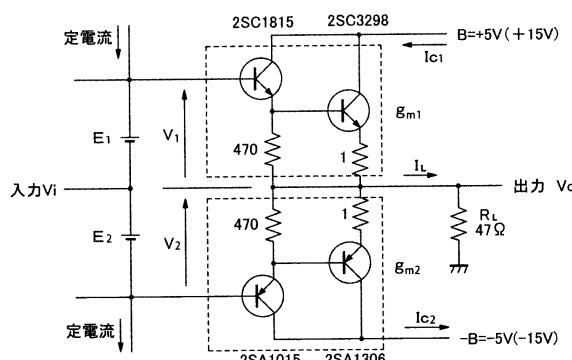
級アンプでは、アイドリング電流を増大すれば歪率は下がるもの、必要以上に流しても歪率はさほど下がらない傾向にあるとされる。

しかし、これは電圧ゲインを有するアンプの場合であって、本稿のような電圧ゲイン0dB無帰還アンプでは事情が異なってくる。それは、電圧ゲインを有するアンプの歪率には、電圧増幅段で発生する歪みも含まれるからである。単にアンプ終段のみの歪率は

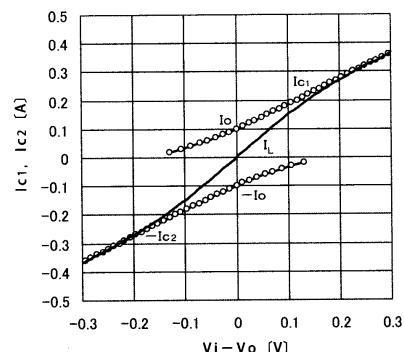
A級アンプでは驚くほど小さくでき、「超A級アンプ」(超A級の意味は次項で説明)とすることによって、さらに歪率を下げることができる。

A級パワーアンプにおいて、アイドリング電流増大による歪率低下は旧来から経験し、またよく言われていることでもあるが、大きくアイドリング電流を増大するにはハードル(限界)があった。

とりわけ、超A級としてアイ

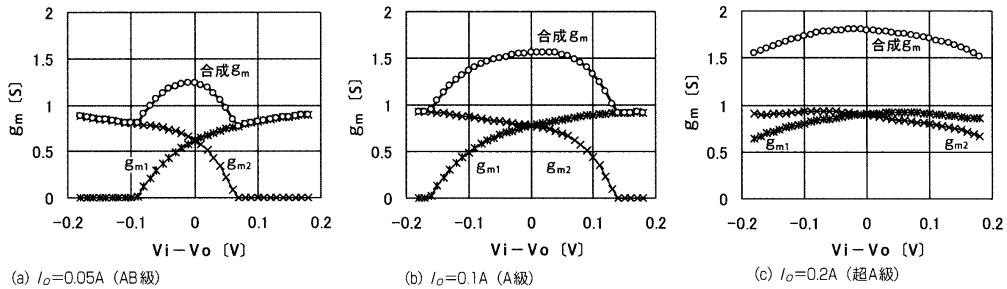


[図1] 実験回路



[図2]  $I_{c1}$ ,  $I_{c2}$  の実測結果 (実験回路,  $I_o=0.1A$ , 電源±5V)

## 「超A級」無帰還ヘッドフォンアンプ



[図3]  $I_o$  と合成  $g_m$  ( $R_L=8\Omega$ )

ドリーリング電流を大きくすると、消費電力(発熱)が著しく増大するので、コンパクトなアンプとした場合、必然的に最大出力を下げざるを得なくなる。使用する電源トランジスタも特殊なものになり、いろいろ検討課題が多く出てくる。

しかし、それも必要最大出力の小さいヘッドフォンアンプではまったく問題ないレベルに収まるであろう。そこで、まず超A級を容易に実現できるヘッドフォンアンプで実践することにした。

通常のバランス感覚からすると、超A級は勇み足に近いかもしれない。また、歪率低下が音質に直結するわけでもない。それでも、無帰還アンプにおける歪率低下(弱点の改善)は、それなりの意義があると思われる。

### 超A級アンプと合成 $g_m$

「超A級アンプ」(筆者呼称)とは、A級アンプにおいて、理論的に必要なアイドリング電流を大きく超えて、十分なアイドリング電流を流したアンプの総称である。具体的には、超A級アンプのアイドリング電流値としてA級アンプ理論値の1.4~2倍程度を想定している。

本機(ヘッドフォンアンプ)では、基準出力(目標値)を1W、負荷

インピーダンス(ヘッドフォンインピーダンス)を47Ωとして設計する。その場合、A級アンプとして必要なアイドリング電流理論値はおよそ0.1Aである。

図1は、本機の最終回路に近いアンプの終段部分のみの実験回路である。アンプ回路は、2段ダーリントン接続回路である。今、入力電圧  $V_i$  の信号源インピーダンスが十分に低いと仮定すると、NPN側のダーリントン接続回路とPNP側のダーリントン接続回路を、それぞれ  $g_{m1}$ ,  $g_{m2}$  を有する電圧入力-電流出力素子とみなすことができる。

$g_{m1}$ ,  $g_{m2}$  は図示の電圧  $V_1$ ,  $V_2$  とコレクター電流  $I_{c1}$ ,  $I_{c2}$  の関係を実測して、その勾配から求めることができる。まず、図2は測定した電圧  $V_1$ ,  $V_2$  とコレクター電流  $I_{c1}$ ,  $-I_{c2}$  の関係から、横軸の電圧  $V_1$ ,  $V_2$  をそれぞれ一定電圧(バイアス電圧),  $-E_1$ ,  $E_2$ だけシフトして、入出力電圧差( $V_i - V_o$ )とコレクター電流  $I_{c1}$ ,  $-I_{c2}$  の関係として示した図である。測定時の電源電圧は±5Vとしている(実験回路の電源には直流安定化電源を使用)。 $I_{c1}$  と  $-I_{c2}$  を加えた電流は負荷電流  $I_L$  になる。図2は、アイドリング電流  $I_o$  が0.1Aの場合の電流合成図である。

次に、 $I_{c1}$  と  $-I_{c2}$  を微分計算して、それぞれ図3の  $g_{m1}$ ,  $g_{m2}$  を得ることができる。求めた  $g_{m1}$  あるいは  $g_{m2}$  には、測定点数と測定バラツキによる誤差をかなり含んでいる点は留意していただきたい。 $(g_{m1} + g_{m2})$  は回路全体の仮想  $g_m$  に相当するので、以下、 $(g_{m1} + g_{m2})$  を「合成  $g_m$ 」と呼ぶこととする。合成  $g_m$  は、図2における負荷電流  $I_L$  の勾配である。

図3において、実際の動作範囲は、およそ  $-0.14\text{V} < (V_i - V_o) < 0.14\text{V}$  程度の範囲にある。

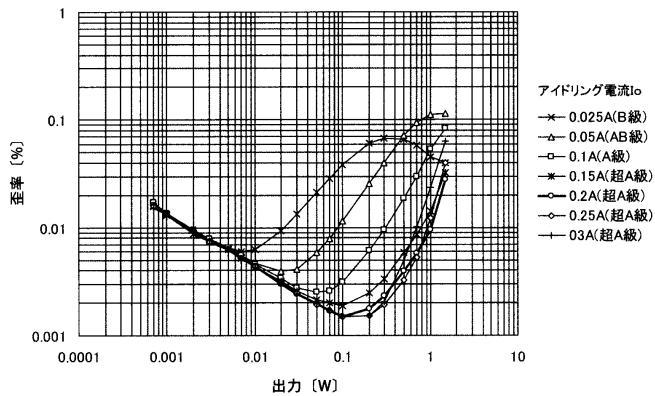
ここで、理想的には合成  $g_m$  が一定値であることがほしいが、その一定値からのずれが歪み発生要因になる。定量的には、出力電圧  $V_o$  に含まれる歪み電圧変化分を  $\Delta V\varepsilon$  とすると、

$$\Delta V\varepsilon = K \cdot \Delta V_i - \{1 / (1 + g_m \cdot R_L)\} \cdot \Delta V_i$$

ここに、 $K$ : 定数,  $g_m$ : 合成  $g_m$ ,  $R_L$ : 負荷インピーダンス(47Ω)

であるので(導出はMJ2016年6月号参照)，常時歪み電圧  $V\varepsilon$  を小さくするには、

- (1) 合成  $g_m$  を大きくして( $K \rightarrow 0$ )
- (2) 合成  $g_m$  の変化を小さく( $K = 1 / (1 + g_m \cdot R_L)$ )すればよい。



[図4] アイドリング電流 $I_o$ と歪率変化（実験回路,  $R_L=47\Omega$ , 1kHz, 電源±15V）

それゆえ、図3においてアイドリング電流値が増大するにつれ((a) → (b) → (c))、合成 $g_m$ が平均的に増大しつつ、かつ合成 $g_m$ の変化が小さくなるので、アイドリング電流の増大によって歪みが減少することになる。

つまり、実験回路の場合、アイドリング電流はA級理論値(0.1A)ではいまだ十分でなく、

超A級(0.2A)とすることでのいわゆる「AB級特有の歪み」をいつそう少なくできることができることがわかる。なお、実験回路での合成 $g_m$ の大きさは、終段エミッター抵抗(1Ω)の影響を強く受けている。

### アイドリング電流値と歪率変化

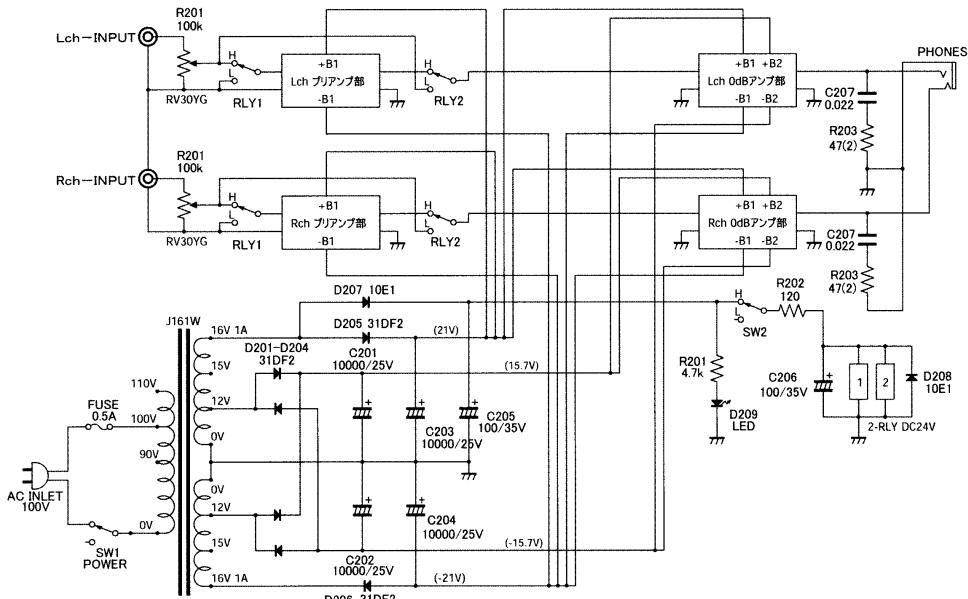
図4に、前記実験回路にてアイ

ドリング電流値を変えたときの歪率変化測定結果を示す。負荷 $R_L$ は $47\Omega$ 、測定周波数は1kHzである。電源電圧は±15Vとしている。

図4から、アイドリング電流を増加すると、大出力時の歪率が下がる傾向にある。そして、アイドリング電流をA級の0.1Aからさらに超A級の0.15Aあるいは0.2Aに増加すれば、歪率がさらに大きく下がる傾向にある。

超A級としたときの歪率の低さは、負帰還のかかったアンプと見間違うほどの低さである。歪率面からは、(電圧增幅+負帰還)などによる歪率低下手段は、もはやまったく必要ないことがわかる。また、アイドリング電流を多めにしておけば、負荷インピーダンスが小さい場合の歪率増加にも効果的に対処できる。

なお、図4は出力素子にコンプリメンタリーのバイポーラートラ



[図5] 全体回路

## 「超A級」無帰還ヘッドフォンアンプ

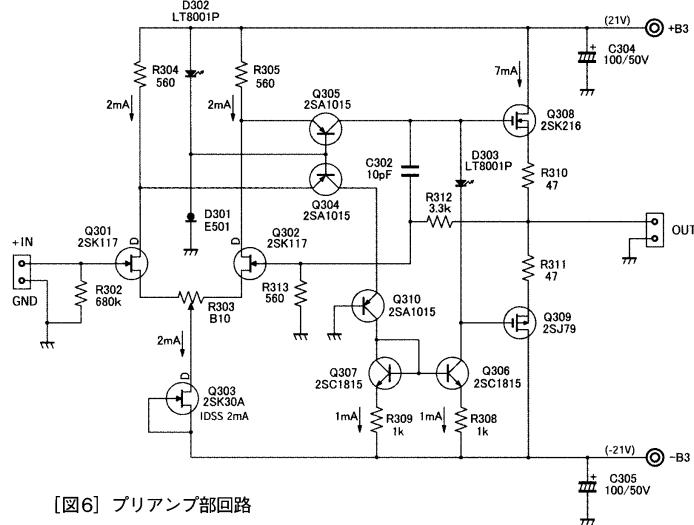
トランジスターを用いて、低インピーダンスで電圧駆動した場合の特性である。異なった駆動方法を用いたとき、あるいは $g_m$ が低く、かつ非線形性の強い素子を用いたときなどでは、思うように歪率は下がらないことがある。

図4で、アイドリング電流をさらに0.2A以上とすると歪率低下傾向は弱くなり、最大出力が下がる傾向にある。実験回路では0.2Aのアイドリング電流が最適値である。

電源電圧が $\pm 15V$ でアイドリング電流を0.2Aとすると、片チャンネルのトータルコレクター損失は6Wになるので、ヘッドフォンアンプといえども、それなりの放熱器が必要である。

### 本機の回路構成

図5に本機の全体回路、図6にプリアンプ部回路、図7に0dBアンプ部回路を示す。本機のアンプ部はプリアンプ部と引き続く0dBアンプ部からなり、2つのリレーRLY1, RLY2を用いて適宜

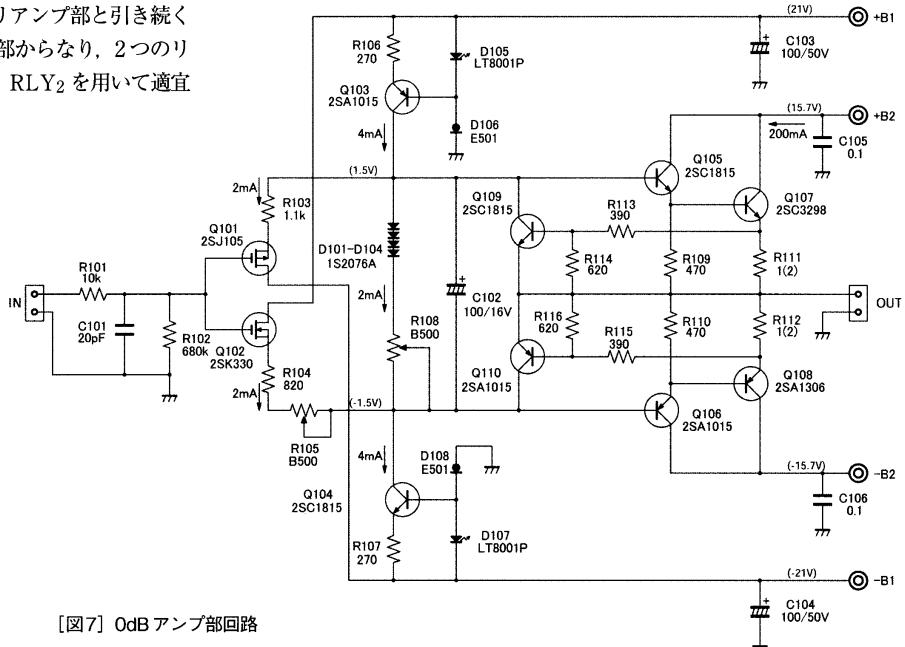


[図6] プリアンプ部回路

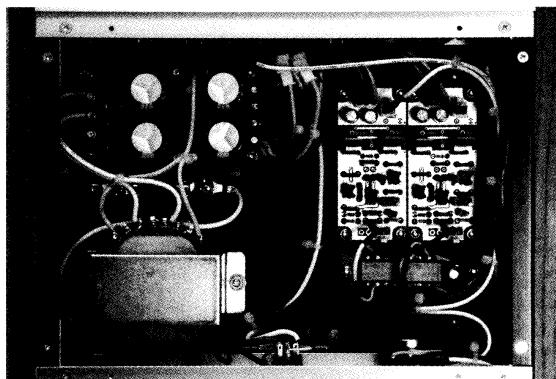
プリアンプ部をバイパスできるようとした。電圧ゲインはプリアンプ部が17dB(6.9倍), 0dBアンプ部が0dB(1倍)である。

プリアンプ部(図6)は、FET差動入力1段増幅アンプである。初段FETには、2SK117(Q301)

とQ305(ともに2SA1015)からなるI/V変換回路で電圧に戻される。Q310(2SA1015)は、Q304とQ305の発熱量を抑えるために



[図7] 0dBアンプ部回路



左側に電源部、右側にプリアンプ部を配置。手前の小さい基板には、プリアンプバイパス用リレーを搭載している。

設けている。

終段は、高入力インピーダンスを得るために、MOS-FETのコンプリメンタリー Q<sub>308</sub> (2SK216), Q<sub>309</sub> (2SJ79) を用いた。

初段 Q<sub>301</sub>, Q<sub>302</sub> に用いた 2SK117 は、 $I_{DSS}$  がある程度揃ったペアを使用するのが好ましい。 $\Delta I_{DSS}$  が大きい場合は、R<sub>304</sub> あるいは R<sub>305</sub> と並列に調整抵抗を付加する。初段および I/V 変換部の動作電流は 1mA、終段のアイドリング電流は 7mA である。

0dB アンプ部(図7)は、入力部に接合型 FET コンプリメンタリー Q<sub>101</sub> (2SJ105), Q<sub>102</sub> (2SK330) ソースフォロワーからなるバッファーを設け、前記実験回路(図1)と同じ Q<sub>105</sub> (2SC1815), Q<sub>106</sub> (2SA1015),

Q<sub>107</sub> (2SC3298), Q<sub>108</sub> (2SA1306) からなる 2段ダーリントン接続回路を駆動している。

Q<sub>101</sub>, Q<sub>102</sub> には、 $I_{DSS} = 4\text{mA}$  のものを用いている。動作点での  $|V_{GS}|$  (およそ 0.7V) に留意すれば、Q<sub>101</sub>, Q<sub>102</sub> は、ほかのコンプリメンタリー FET でも特別な支障はないであろう。Q<sub>105</sub> と Q<sub>106</sub> のベース間電圧 (およそ 3V 一定) を基にして、動作電流配分を維持するように R<sub>103</sub> と R<sub>104</sub> の値を調整すればよい。

終段トランジスター Q<sub>107</sub> と Q<sub>108</sub> のエミッター抵抗は  $1\Omega$  (R<sub>111</sub>, R<sub>112</sub>) としている。本機は無帰還アンプであるので、この R<sub>111</sub>, R<sub>112</sub> によって本機の出力抵抗が大きく支配される (出力抵抗 =  $1/\text{合成 } g_m$ )。

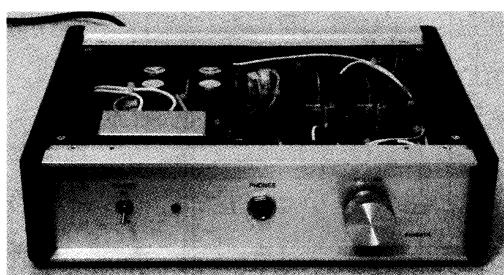
初段ソースフォロワーの動作電流は Q<sub>103</sub> (2SA1015), Q<sub>104</sub> (2SC1815) からなる定電流回路から電流を供給する。TL8001P (D<sub>105</sub>, D<sub>107</sub>) は電圧を 1.8V に固定するもので、ガラス封入した赤色の LED である。

LED を用いた定電流回路は、一長一短はあるが、概して、ツエナーダイオードを用いた場合よりもノイズが少なく、また CRD + 抵抗を用いた場合よりも電圧のバラツキが小さい、1.8V といった手ごろな端子電圧は使いやすい。温度特性もシリコンダイオードに近い特性である。電流値はおよそ  $(1.8V - 0.65V) / R_{106}$  である。

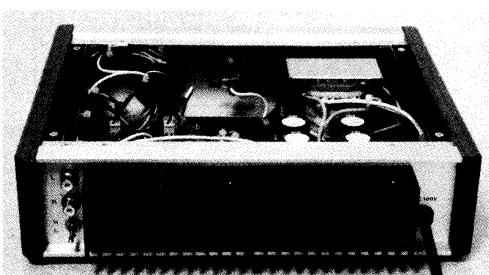
ヘッドフォンプラグ差込時の Lch と Rch 出力のショートに備え、終段トランジスターには電流を制限する Q<sub>109</sub> (2SC1815), Q<sub>110</sub> (2SA1015) を設けている。電流制限は、ASO (安全動作領域) を検出するものではなく、単にエミッター電流を 1A 強に制限するものである。

電源部は安定化電源を用いず簡単な構成とし、整流用電解コンデンサー (C<sub>203</sub>, C<sub>204</sub>) の容量をやや大きめ ( $10000\mu\text{F}$ ) にしている。

次号では、プリアンプ部、0dB アンプ部、電源部などの製作について述べる。



ケースの天板を外した本機。フロントパネルには左より、電源スイッチ、LED ランプ、ヘッドフォンジャック、セレクター



リアパネルには、大型の放熱器を取り付けている。左側には入力 RCA ピンジャックとプリアンプバイパス用スイッチ

出力段のアイドリング電流を増大して低歪率を実現

## 「超A級」 無帰還ヘッドフォンアンプ [製作編]

柴田由喜雄 SHIBATA Yukio

SEMICONDUCTOR

出力段のアイドリング電流を大きくして、歪率の低減を狙った「超A級」動作としたヘッドフォンアンプを製作した。0dBアンプ基板は、終段の発熱を考慮して放熱器に取り付けリアパネルに配置した。小出力から1W出力近くまで0.01%を切る低歪率を得られ、無帰還アンプとしてはきわめて低レベルゲイン不足に備えてプリアンプ部を用意したが、通常のCD鑑賞などでは0dBアンプ部のみで十分に機能する。音質はクリアな傾向で、中域～高域が解像度豊かな音に聴こえる。

前号に続き、製作においてプリント基板や温度補償などの工夫したところ、および特性などについて解説する。

### 製作

ケースは、タカチ電機工業のWS70-26-23Sを用いた。フロントパネルにヘッドフォンジャック、ボリューム( $R_{201}$ , 100kΩ), 電源スイッチ( $SW_1$ ), および電源ランプ(D<sub>209</sub>, LED)の孔加工をする。

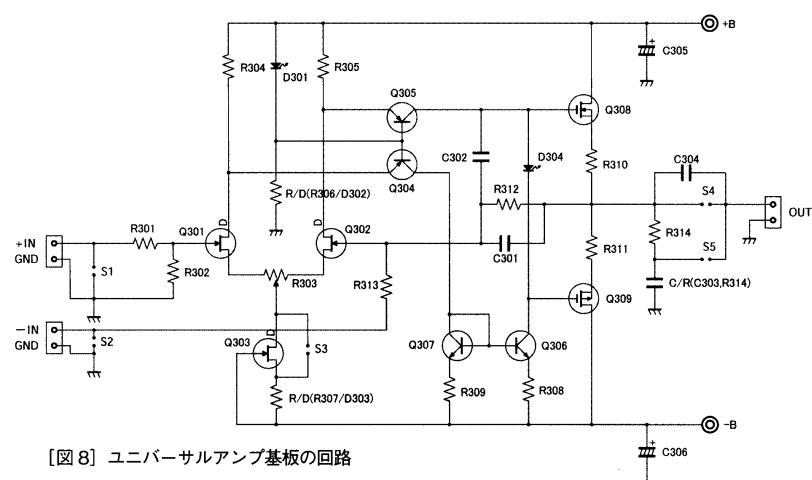
リアパネルには、入力RCAジャック、プリアンプ部バイパススイッチ( $SW_2$ )、後述の0dBアンプアッセンブリ用の四角孔、および電源コードクランプの孔加工をする。筐体の底板にはφ8mm程度の丸孔を0dB

アンプ部アッセンブリ下部周辺などに適宜数あけて、放熱をよくしておこう。

プリアンプ部は、ユニバーサルアンプとして使えるようにしたプリント基板を用いている。図8(前号より連番)にユニバーサルアンプ基板の回路図、図9に同基板のパターン(60%縮小、表面より見る)を示す。基板裏に設けたS<sub>2</sub>

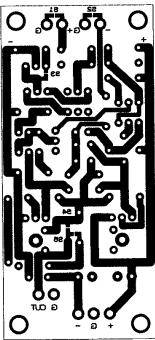
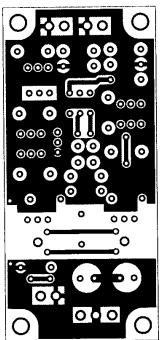
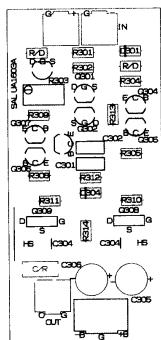
部とS<sub>4</sub>部をハンダによって短絡し、R<sub>301</sub>とR<sub>307</sub>(R/D)を0Ω(ジャンパー線)としている(写真1,2)。

図10に、0dBアンプ部のプリント基板パターン(60%縮小、表面より見る)を示す。プリント基板には、適宜ピンを立てて配線用の端子としている。0dBアンプ部プリント基板は、放熱器にあけたM3タップネジに六角スペーサー

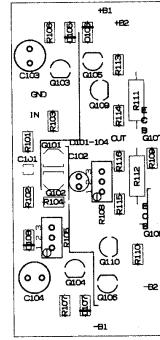


[図8] ユニバーサルアンプ基板の回路

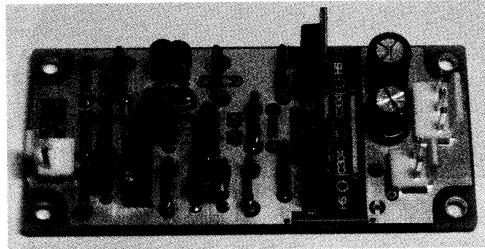
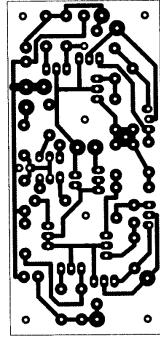




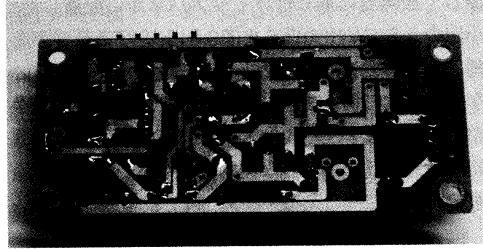
[図9] ユニバーサル(パリ)アンプ基板(60%縮小、表面より見る。裏面パターンは透視図)



[図10] 0dBアンプ基板(60%縮小、表面より見る。裏面パターンは透視図)



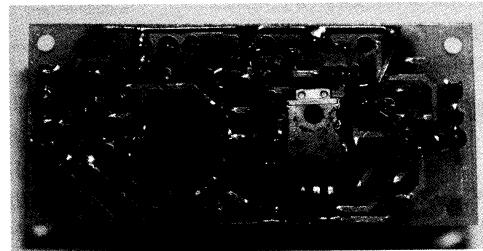
[写真1] プリアンプ部基板のようす(部品面)。右側が入力コネクター、左側が出力



[写真2] プリアンプ部基板のようす(裏面)。基板に設けたS<sub>2</sub>とS<sub>4</sub>部にハンダを盛って短絡する



[写真3] 0dBアンプ部基板のようす(部品面)。下中央が入力側、上中央が出力側



[写真4] 0dBアンプ部基板裏面には、2つの終段トランジスター(左:2SC3298、右:2SA1306)を取り付ける

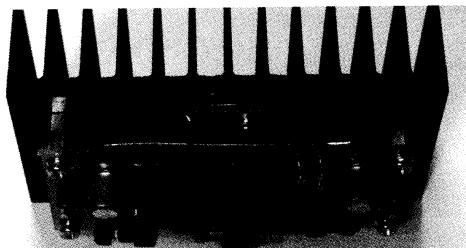
(長さ10mm)で支持する。プリント基板(写真3、4)は、温度補償ダイオード部品(D<sub>101</sub>～D<sub>104</sub>, 1S2076A)とともに、放熱器と一緒に成了った0dBアンプ部アッ

センブリとする(写真5)。温度補償ダイオード部品は、10×20×t2mmのアルミ板にD<sub>101</sub>～D<sub>104</sub>をエポキシ接着剤で接着し、ハンダで直列接続している。

STV-4Hに近い温度特性である。0dBアンプ部アッセンブリの放熱器には、やや大きめのサイズの30×98×50mmを2個(LchとRch)用いてい

る。本機の終段コレクタ損失(片チャンネルおよそ6W)に対して、少し余裕のある大きさである。公開されている資料から約20℃の温度上昇が見込まれ、実使用時でも触手可能な、暖かい程度の温度上昇(実測T<sub>a</sub>=20℃にて約20℃上昇)にとどまっている。

放熱器には、M3タップネジ孔(下孔φ2.5mm)を加工する。上記プリント基板支持用に4か所、終段トランジスターQ<sub>107</sub>, Q<sub>108</sub>取り付け用に2か所、温度補償ダイオード部品用に1か所、リアパネル取り付け用に2か所、片チャ



[写真5] 放熱器と一体化し、アッセンブリとした0dBアンプ部。温度補償ダイオード部品も放熱器に取り付ける

## 「超A級」無帰還ヘッドフォンアンプ

[表 1] 主な部品表

使用箇所	部品	記号	型番・値	個数	メーカー	備考
プリアンプ部	抵抗	R302他	RP-24C	22	ニッコーム	
		R303	B10Ω	2	—	25回転ボテンショメーター
	コンデンサー	C302	10pF	2	—	ディップドマイカ
		C304,C305	100μF/50V	4	—	電解コンデンサー
	トランジスター	Q301,Q302	2SK117	4	東芝	
		Q303	2SK30A	2	東芝	$I_{loss} < 2mA$
		Q304,Q305,Q310	2SA1015	6	東芝	
		Q306,Q307	2SC1815	4	東芝	
		Q308	2SK216	4	日立	
		Q309	2SJ79	4	日立	
ダイオード		D301	E-501	2	セミテック	CRD
		D302,D303	LT8001P	4	シャープ	赤色LED
	プリント基板	—	—	2	—	注文製作品
	コネクター	—	B2P-VH	4	JST	
		—	B3P-VH	2	JST	
0dBアンプ部	抵抗	R101他	RP-24C	24	ニッコーム	
		R105,R108	B500Ω	4	—	25回転ボテンショメーター
		R111,R112	1(2)	4	—	
	コンデンサー	C101	20pF	2	—	ディップドマイカ
		C102	100μF/16V	2	—	
		C103,C104	100μF/50V	4	—	
		C105,C106	0.1μF/50V	4	ニッセイ	フィルム
	トランジスター	Q101	2SJ105	2	東芝	
		Q102	2SK330	2	東芝	
		Q103,Q110,Q106	2SA1015	6	東芝	
ダイオード		Q104,Q109,Q105	2SC1815	6	東芝	
		Q107	2SC3298	2	東芝	
		Q108	2SA1306	2	東芝	
		D101-D104	1S2076A	8	—	
プリント基板	D105,D107	LT8001P	4	シャープ	赤色LED	
	D106,D108	E-501	4	セミテック	CRD	
	チェック端子(ピン)	—	(72.4 × 162.6)mm	2	サンハヤト	自作
	放熱器	—	—	20	—	
アレミ板	アレミ板	—	30 × 98 × 50mm	2	LSIケーラー	
	6角スペーサー	—	10 × 20 × 2mm	2	—	自作
		—	M3-10mm	8	—	
電源部、他	抵抗	R201	4.7k	1	—	
		R202	120	1	—	
		R203 (Lch, Rchとも、同番号)	47(2)	2	—	
	コンデンサー	C201-C204	10000μF/25V	4	—	電解コンデンサー
		C205,C206	100μF/35V	2	—	電解コンデンサー
		C207 (Lch, Rchとも、同番号)	0.022μF/100V	2	—	フィルム
	ダイオード	D201-D206	31DF2	6	日本インター	
		D207,D208	10E1	2	—	
		D209	—	1	—	LED
	リレー	RLY1,RLY2	DS2E-S-DC24V	2	パナソニック	
筐体関係	プリント基板(電源、リレー)	—	—	2	サンハヤト	自作
	ヒューズホルダー+ヒューズ	—	0.5A	1	—	
	電源スイッチ	SW1	6A125V	1	—	
	トランジスター	—	J161W	1	東芝変成器	
筐体シャシー	筐体シャシー	—	WS70-26-23S	1	タカチ電機工業	
	ボリューム(2連)	R201	RV30YG100kΩ	1	東京コスマス	
	バイパススイッチ	SW2	—	1	ミヤマ電器	
	シールド線	—	2520	—	モガミ電線	
	入力端子	—	7552	2	モガミ電線	RCA
	ヘッドフォンジャック	—	—	1	—	
	100Vケーブルランプ	—	—	1	—	

ンネル合計9か所に加工する。

終段トランジスター Q107, Q108 のリード線(脚)は、ゆるく屈曲した曲げ加工を施しておくのが望ましい(写真6)。プリント基板におけるハンダの熱疲労、亀裂発生を抑制することができる。プリント基板に Q107, Q108 のリード線を差し込んで、放熱器との位置関係を調整しながらハンダ付けする。

Q107, Q108 を放熱器 M3 ネジ孔にドライバーを用いて取り付

けるために、プリント基板にはそのM3ネジに対応した位置にφ6mmのドライバー通し孔をあけておく。

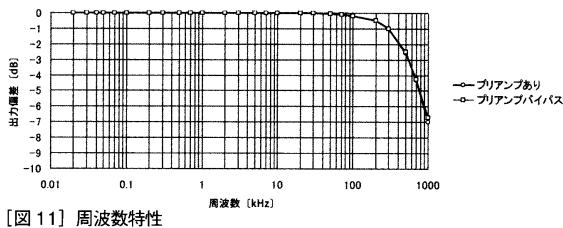
0dBアンプ部アッセンブリはリアパネルの外側から、プリント基板をリアパネルの四角孔を通すようにして差し込み、内側からネジ止めして組み付ける。

配線後の0dBアンプ部アッセンブリ周辺は奥まった所にあり、配線がかなり込み合うので、アッセンブリ単体を組み上げた段階で

入念に調整しておく。各部電圧や電流、諸特性などに問題がないことを確認した後、リアパネルに取



[写真6] 脚をフォーミングして基板に取り付けた終段トランジスター



[図 11] 周波数特性

り付けて正規の配線をする。  
0dB アンプ部プリント基板か  
ら電源部への配線途中には、万が  
一のメンテナンス用にコネクター  
を設けている。

電源部とプリアンプバイパス用  
リレー回路部にも、プリント基板  
を用いている。

フロントパネル裏側で、ヘッド  
フォンジャックの浮いた端子を使  
つて C<sub>207</sub> (0.022 μF), R<sub>203</sub> (47Ω)  
を取り付ける。これらの CR は超  
高周波数域において、容量性負荷  
に対する安定性を維持するもので

ある。

主な使用部品を表 1 に示す。

## 本機の特性

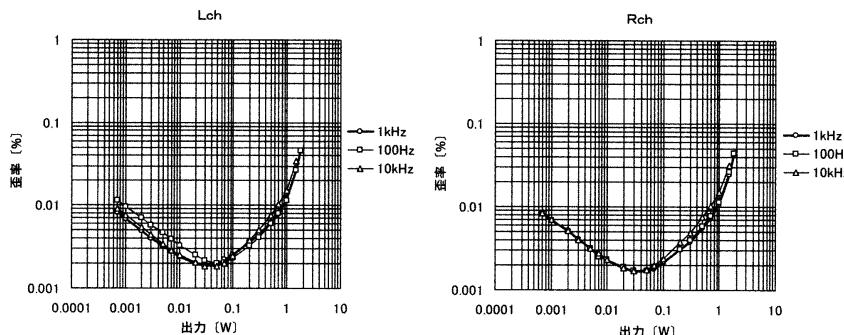
図 11 に周波数特性を示す。測定は、入力ボリューム最大状態で  
行った。DC ~ 530kHz (-3dB)  
である。ただし、入力ボリューム  
を最大から下げていくと高域の再  
生限界周波数は下がり、入力ボリ  
ューム最小付近で再び上がる。

図 12 にプリアンプを通したと  
きの歪率特性、図 13 にプリアン  
プをバイパスしたときの歪率特性

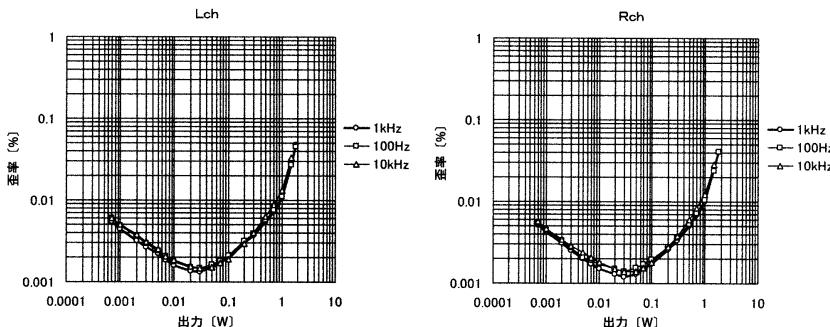
を示す。負荷は 47Ω (純抵抗器)  
とし、100kHz LPF を通して測  
定している。いずれも、0.03W  
付近で最小になり、それより出力  
が下がると残留ノイズによって歪  
率が上昇し、また、それより出力  
が上昇すると 0dB アンプの非線  
形性によって歪率が上昇する傾向  
にある。

小出力から目標とした1W 出  
力近くまで 0.01 % を切る低歪率  
で推移している。無帰還アンプと  
しては、きわめて低い歪率レベ  
ルであり申し分ない。周波数が  
100Hz, 1kHz, 10kHz と変わ  
っても歪率の変化は小さい。

図 14 に、負荷を 30Ω, 47Ω,  
100Ω と変えた場合の歪率を示す。  
測定期周波数は 1kHz である。図の  
横軸が出力ワット数である関係上、  
大出力時の 100Ω 負荷時歪率が大  
きくなっているが、横軸を出力電

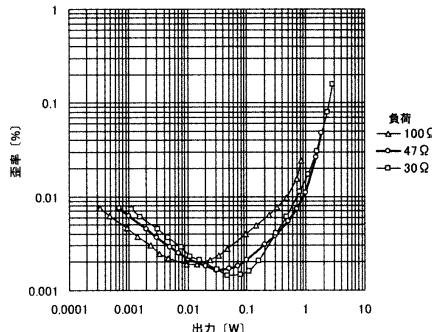


[図 12] 歪率特性（負荷 47Ω, プリアンプあり）



[図 13] 歪率特性（負荷 47Ω, プリアンプをバイパス）

## 「超A級」無帰還ヘッドフォンアンプ



[図14] 歪率特性 (Rch, プリアンプあり)

圧にしてプロットし直せば大出力電圧時では $30\Omega$ 負荷時歪率が最も大きい(最大出力電圧9V)。いずれの負荷においても動作は超A級であり、この程度の負荷範囲では、その影響はそれほど顕著ではないともいえよう。

図15に、出力オフセット電圧とアイドリング電流の時間的推移例を示す。いずれもほぼ20分程度経過したのち、安定して推移している。なお、AC100V電源を90V→100V→110Vと変えた試験も行ったが、アイドリング電流がわずかに増加するのみで、出力オフセット電圧の変化は微小であった。

それよりも、図15にも細かな変動として観測されているように、周開温度の変動による出力オフセット電圧変動のほうが多い。

本機の出力抵抗は実測約 $0.6\Omega$ (1kHz)であった。ヘッドフォン駆動としては大きな問題はないであろう。

図16に方形波応答を示す。

### 終わりに

本機では、ゲイン不足に備えて低ノイズのプリアンプ部を用意した。しかし、通常の環境でCDなどを鑑賞する範囲では、そのプリアンプ部は必要ないもの

である。レコード鑑賞も含めても、ゲイン0dBアンプのみで実用的には十分に機能する。複数の入力端子を設け、セレクタースイッチを追加すれば、

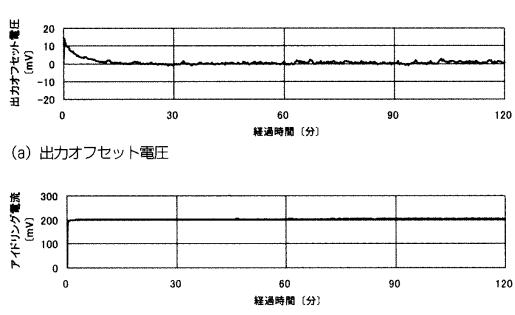
ヘッドフォン専用独立アンプとして完結するかもしれない。

さて、本機の音質は、どちらかというとクリアな音質傾向の部類に入るであろう。使うヘッドフォンによっても印象は変わると思われるものの、中域～高域にて解像度の高い音に聴こえる場合が多くあった。

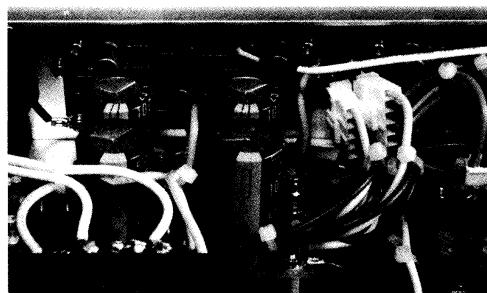
爽やかな中域は、ゲイン0dB無帰還A級パワーインプに似ているところがある。とりわけ、ライブ録音CD『マンマ・ミーア!』

(UICV-1034、四季劇場[秋])では、ライヴ(新名古屋ミュージカル劇場)らしい音色に聴けたのは興味深く(録音音質は今一歩)、ヘッドフォンの楽しさもある。

超A級インプによって、無帰還インプにおいて気になる点の1つ、歪率の議論からかなり解放される。その意味では、本機の音質は、超A級インプの音質というよりは、むしろ無帰還A級インプの音質そのものであるとも言えよう。



[図15] 出力オフセットとアイドリング電流の時間変化測定例



[写真7] 背面に取り付けた0dBアンプ基板のようす。手前に見える4つの立て型電解コンデンサーは、電源部の平滑コンデンサー



[図16] 方形波応答(上:入力、下:出力、1V/div.)