

POWER AMP UNIT II

パワーアンプ基板-2 製作マニュアル

本キットをつかって生じた感電、火災等の一切のトラブルについては、当方は責任を負いませんのでご了承ください。また基板、回路図、マニュアル等の著作権は放棄していませんので、その一部あるいは全体を無断で第三者に対して使用することはできません。

本マニュアルに記載の内容は製作上級者の方には不要なものが多く含まれますが、製作の前に必ずお読みいただきますようお願いします。

1. はじめに

本基板は超低歪率の実現を目的として設計されたパワーアンプ基板です (designed by R.)。基本はヘッドホンアンプとして設計してありますが、構成自体はパワーアンプと同じですから、定数変更により各種アンプについて広くカバーできるとおもいます。部品間隔も広くとっているので、比較的ゆったりと実装できますから半田付けも簡単でしょう。また気になるオフセットについても安定性に優れた DC サーボ構成となっています。すこしですが、ユニバーサルスペースもありますので、アクティブ DC サーボを追加したり、EQ アンプに仕立てたりと色々な使い方ができるとおもいます。



図 完成例 (注: 未完成です)

2. 基本仕様

- (1) 基本回路構成 : 差動入力+シングルエンディッドプッシュプル (SEPP)
- (2) 回路の特徴
 - ・ 電圧増幅段は定電圧回路内蔵
 - ・ 出力電流制限回路内蔵
- (3) プリント基板 : ガラスエポキシ両面スルーホール。寸法 99×124.5mm

3. 部品表

3-1. ヘッドホンアンプ用定数例

使用目的：ヘッドホンアンプ 増幅率：約 20dB (10 倍) Gain=(R40+R41)/R41
 電源電圧：正負 2.0～2.4V
 出力制限電流：約 1.2A

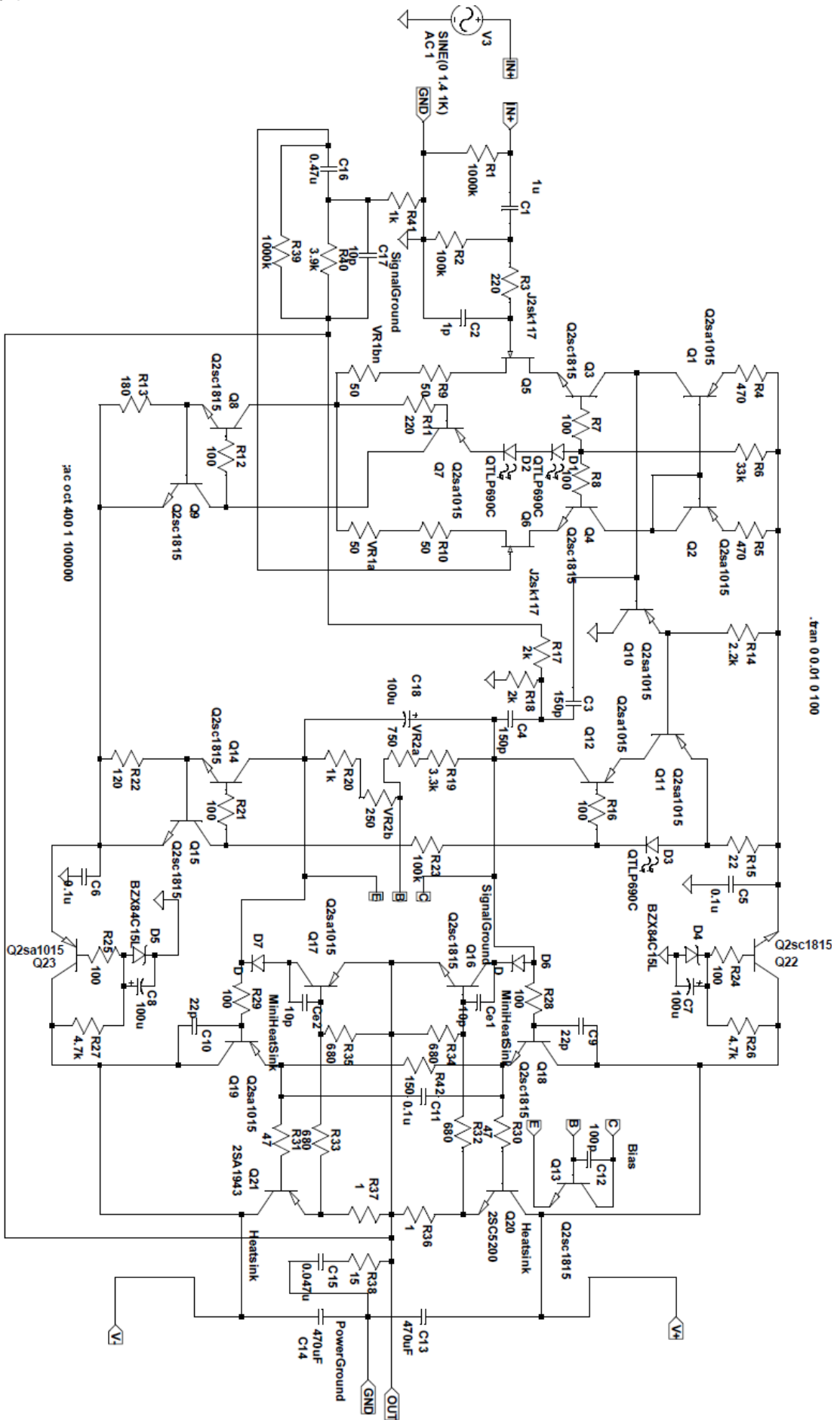
表 部品表

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
コンデンサ	C1	フィルムコンデンサ	1uF	1	両極性の電解コンデンサでも可。 容量は 1～10uF 程度
	C2	フィルムコンデンサ	(1pF)	-	必須ではない。
	C3, 4	フィルムコンデンサ	150pF	2	220pF でも可
	C5, 6	フィルムコンデンサ	0.1uF	2	
	C7, 8	電解コンデンサ	100uF/25V	2	
	C9, 10	フィルムコンデンサ	22pF	2	必須ではない。
	C11	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	部品面に半田付け
	C12	フィルムコンデンサ	100pF	1	
	C13, 14	電解コンデンサ	1000uF/35V	2	
	C15	フィルムコンデンサ	0.047uF	1	
	C16	フィルムコンデンサ	1uF	1	DC サーボ用
	C17	フィルムコンデンサ	10pF	1	必須ではない。
	C18	電解コンデンサ	100uF/10V	1	小容量でも可。必須ではない。
	Ce1, 2	フィルムコンデンサ	22pF	-	不要
抵抗	R1	金属皮膜 (1/4W)	1MΩ	1	
	R2	金属皮膜 (1/4W)	100kΩ	1	
	R3	金属皮膜 (1/4W)	220Ω	1	
	R4, 5	金属皮膜 (1/4W)	470Ω	2	
	R6	金属皮膜 (1/4W)	33kΩ	1	
	R7, 8	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	2	
	R9, 10	金属皮膜 (1/4W)	51Ω	2	
	R11	金属皮膜 (1/4W)	220Ω	1	
	R12	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	1	
	R13	金属皮膜 (1/4W)	180Ω	1	
	R14	金属皮膜 (1/4W)	2.2kΩ	1	
	R15	金属皮膜 (1/4W)	22Ω	1	
	R16	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	1	
	R17, 18	金属皮膜 (1/4W)	2kΩ	2	
	R19	金属皮膜 (1/4W)	3kΩ	1	
	R20	金属皮膜 (1/4W)	1kΩ	1	
	R21	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	1	
	R22	金属皮膜 (1/4W)	120Ω	1	
	R23	金属皮膜 (1/4W)	100kΩ	1	
	R24, 25	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	2	
	R26, 27	金属皮膜 (1/4W)	4.7kΩ	2	
	R28, 29	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	2	
	R30, 31	金属皮膜 (1/4W)	47Ω	2	
	R32, 33	金属皮膜 (1/4W)	680Ω	2	
	R34, 35	金属皮膜 (1/4W)	680Ω	2	
	R36, 37	酸化金属皮膜 (2W)	1Ω	2	エミッタ抵抗
	R38	酸化金属皮膜 (2W)	10～20Ω	1	
	R39	金属皮膜 (1/4W)	470kΩ	1	
	R40	金属皮膜 (1/4W)	9.1kΩ	1	ゲイン設定用
	R41	金属皮膜 (1/4W)	1kΩ	1	ゲイン設定用
R42	金属皮膜 (1/4W)	150Ω	1		

(部品表 つづき)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
可変抵抗	VR1	1回転サーメット	100Ω	1	オフセット調整用
	VR2	1回転サーメット	1kΩ	1	バイアス電流調整用
トランジスタ	Q1, 2	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q3, 4	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q5, 6	小電力 FET	2SK117	2	ペア取りが望ましい。
	Q7	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q8, 9	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q10, 11	小電力 PNP	2SA1015	2	
	Q12	小電力 PNP	2SA1015	1	
	Q13	小パワー用 NPN	2SC4935	1	外付け可能な T0-220 タイプ
	Q14, 15	小電力 NPN	2SC1815	2	
	Q16	小電力 NPN	2SC1815	1	電流制限回路用
	Q17	小電力 PNP	2SA1015	1	電流制限回路用
	Q18	小パワー用 NPN	2SC4935	1	Ic>300mA、Pc=5W 以上
	Q19	小パワー用 PNP	2SA1869	1	Ic>300mA、Pc=5W 以上
	Q20	パワー用 NPN	2SC5200	1	
	Q21	パワー用 PNP	2SA1943	1	
Q22	小電力 NPN	2SC1815	1	定電圧回路用	
Q23	小電力 PNP	2SA1015	1	定電圧回路用	
ダイオード	D1-3	発光ダイオード	赤 LED	3	
	D4, 5	ツェナーDi	15~18V	2	なくてもよい。
	D6, 7	小電力 DI	1S1588 相当	2	

4. 回路图



5. 製作時の注意事項

(1) バイアス電圧発生用トランジスタ (Q13) の実装方法

Q13 はバイアス電圧発生用のトランジスタになります。Q13 は基板上に実装することも出来ますし、外部に取り出して取り付けることも可能です。バイアス電流を安定させるためには、出力トランジスタ (Q20、Q21) と熱結合をとることが好ましいため、できれば後者が望ましいでしょう。いずれの場合もトランジスタの BCE を間違わないように取り付けます。

(i) 基板上に取り付ける場合：基板上のシルク Q13 に取り付けます。

(ii) 基板外に取り付ける場合：基板上のシルク Q13 の部分には実装しません。JP1 を半田でジャンパーすることにより、基板端にあるシルクの EXT-Q13 を利用して取り付けることができます。

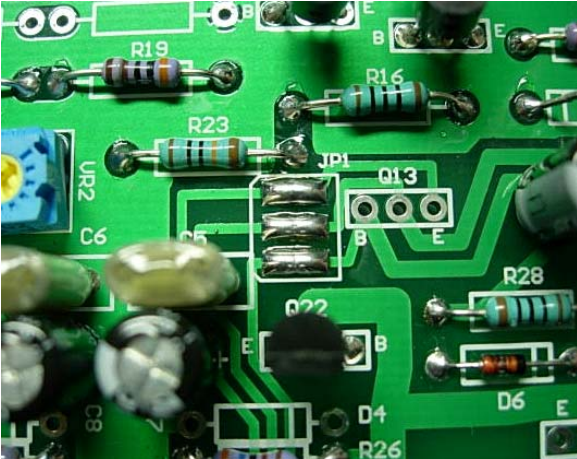


図 JP1 を半田でジャンパーさせた例

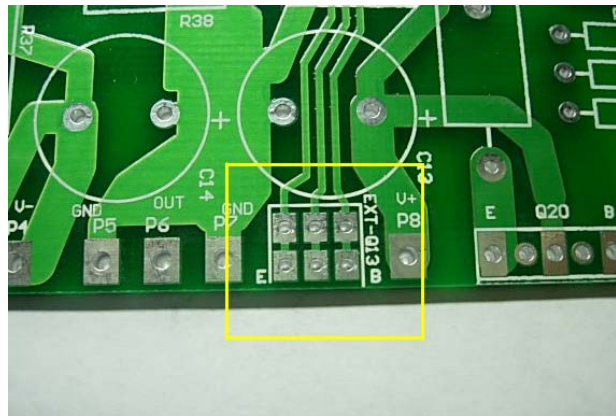


図 Q13 を外部取り付けする場合の端子

(2) C11 の取り付け

C11 は穴あきランドではなく表面ランドに取り付けますので、図を参考にとりつけてください。

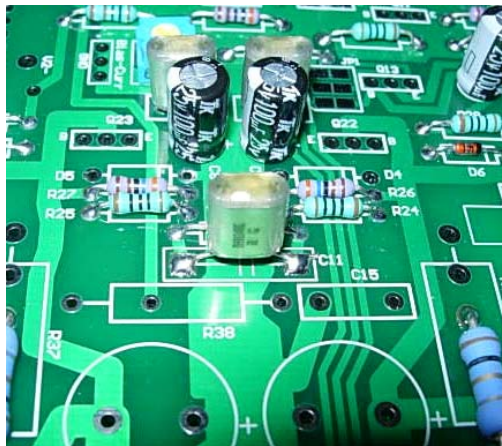


図 C11 の実装

6. 基板のピンの機能表

表 基板のピン機能

ピン番号	機能	説明	備考
P1	IN+	入力信号(+)	
P2	N. C (IN-)		基板の半田面のパターンを半田ジャンパーすることで R40 と R41 の接続点につながります。 
P3	GND	入力信号 GND	
P4	V-	電源入力(-)	
P5	GND	出力信号 GND	
P6	OUT	出力信号(+)	
P7	GND	電源 GND	
P8	V+	電源入力(+)	

7. 回路定数変更の関して

本アンプ基板は出カインピーダンスも低いので定数変更なしで低出力(数 W)パワーアンプとしても使えます。より出力を得るためには下記を参考にしてください。

(1) エミッタ抵抗 (R36, 37) およびベース抵抗 (R30, 31)

エミッタ抵抗 (R36, 37) は負荷抵抗の 1/10 程度を目処にした値とします。ヘッドホン用途であれば 1~10Ω 程度、スピーカ負荷であれば 0.22~1Ω 程度とします。極端に低い値を用いると温度変動時に過大なバイアス電流が流れる場合がありますので注意が必要です。スピーカ用のアンプとしても 0.1Ω 程度を下限值としたほうがよいでしょう。反対に高い値を使用しても構いませんが、エミッタ抵抗での電圧降下が大きくなり、電源電圧を有効につかうことができなくなります。

ベース抵抗 (R30, 31) はヘッドホンアンプでは 47Ω としていますが、パワーアンプ用途とする場合には、10Ω 程度としてください。パワーアンプ時には大きな電流が流れるため電圧降下を小さくし、電源電圧を有効につかうためです。

(2) トランジスタ耐圧 (Vcb) の注意

2SA1015/C1815 の Vcb は 50V ありますので、ヘッドホンアンプなどの比較的低い電圧 (25V 以下) で駆動する場合は、Pc 値 (コレクター損失) に注意すれば、ほとんどがこれらで十分です。しかし、パワーアンプなどにつかう場合でより電圧を上げて (>25V) 使用する場合には、トランジスタの Vcb 値を越えないようにしなければなりません。本アンプの回路において、Vcb 値に注意が必要なものを列挙します。

Tr	Vcb の必要値
Q3, 4, 7, 8, 10	Vcb は電源電圧+10V 程度は必要。 (電源電圧が 25V なら Vcb>35V とすること。2SA1015/C1815 でも問題ない)。
Q12, 14, 18, 19	Vcb は電源電圧の 2 倍以上は必要。 (電源電圧が 25V なら Vcb>50V とすること。2SA1358/C3421 など)
Q20, 21	Vcb は電源電圧の 2 倍以上は必要で、必要とする電流が十分に流せるもの。

(3) ツエナーダイオードの選定

ツエナーダイオード D4, 5 は電圧増幅段に供給する電圧を安定化させるためのもので、供給する電圧より 5V 以上低い値のものを使うようにしてください。反対に低いツエナー電圧のものを使用した場合、出力振幅電圧が低くなりますので、十分なパワーを得ることができません。そのため、このツエナーダイオードについては取り付けないことも選択子の一つです。

ツエナーダイオードがない場合にでも Q22, Q23 はリップルフィルターとして動作し、電源変動を抑制する効果を持ちますし、電圧増幅段に供給する電圧は電源電圧から 0.6V 程度しか低下しないため、電源電圧を有効につかうことができます。

(4) 電流制限回路

Q16, 17 は出力に規定以上の電流が流れないようにするための保護回路になります。部品表の定数では約 1.2A を出力最大電流に規定しています。ヘッドホンアンプではこれで十分ですが、スピーカ用のアンプでは少々不足する場合もでてくるでしょう。下表を参考に定数を変更ください。

R36, 37 (Ω)	R32, 33 (Ω)	R34, 35 (Ω)	制限電流値 (A)
1	680	680	1.2
0.47	680	680	2.5 (8 Ω 負荷で約 20W)
0.47	680	330	4.0 (8 Ω 負荷で約 64W)
0.22	680	680	5.5 (8 Ω 負荷で約 120W)

なお、動作原理としてはエミッタ抵抗である R36 (R37) の両端の電圧を R32 (R33), R34 (R35) で分圧して Q16 (Q17) を動作させています。

(5) 参考部品表

下表にパワーアンプを想定した場合の部品表例を示します。

<参考> パワーアンプ用定数例 (動作確認はしていません)

使用目的：ヘッドホンアンプ	増幅率：約 26dB (20 倍)	Gain=(R40+R41)/R41
電源電圧：正負 20 ~ 40V	出力制限電流：約 4A	

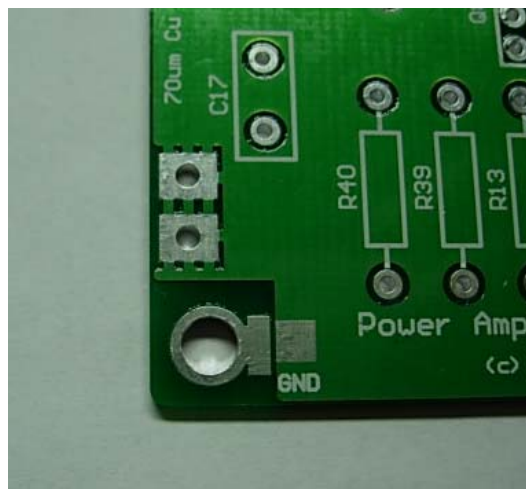
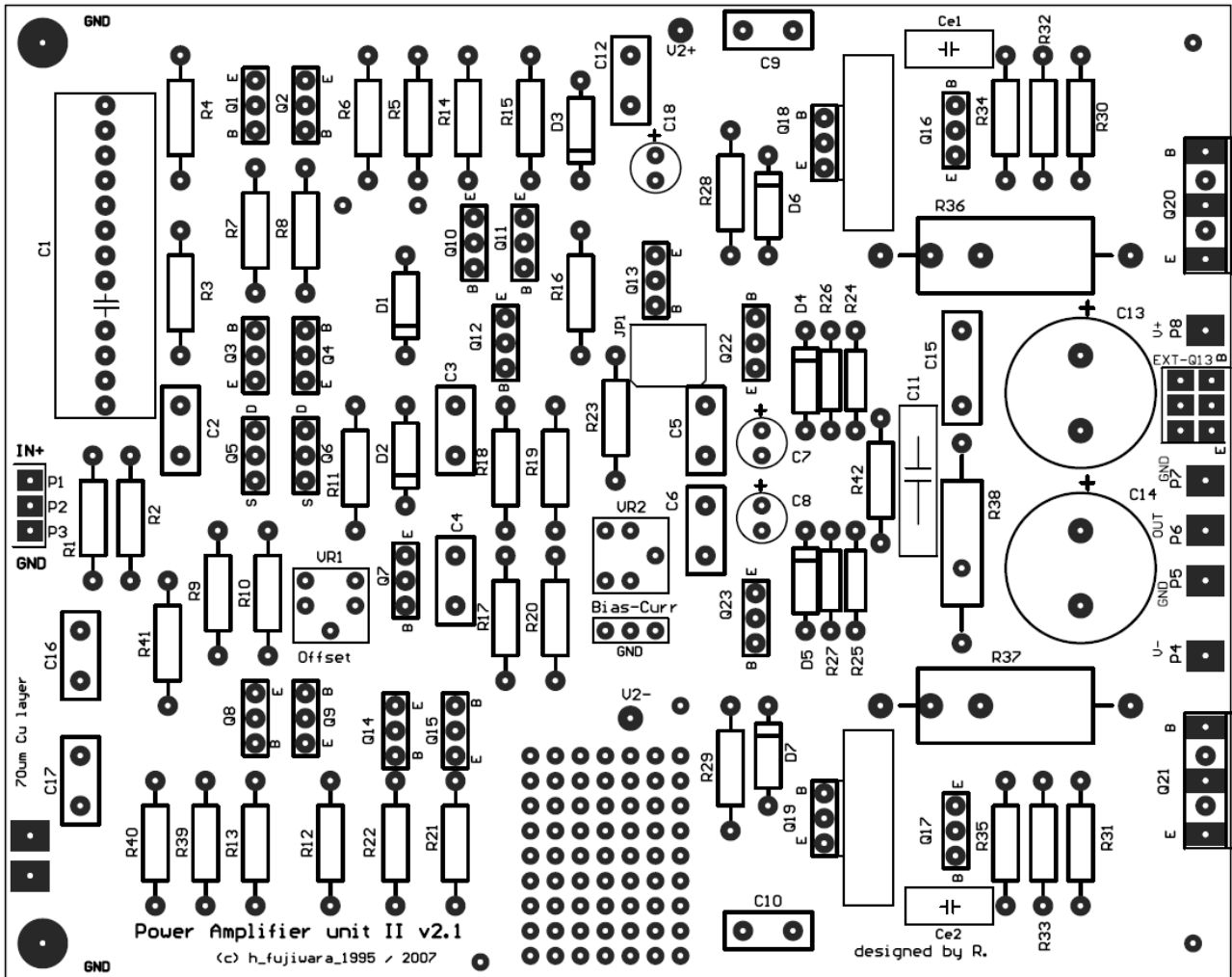
表 部品表 (網掛け部がヘッドホンアンプから変更点)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
コンデンサ	C1	フィルムコンデンサ	1uF	1	両極性の電解コンデンサでも可。 容量は 1~10uF 程度
	C2	フィルムコンデンサ	(1pF)	-	必須ではない。
	C3, 4	フィルムコンデンサ	150pF	2	220pF でも可
	C5, 6	フィルムコンデンサ	0.1uF	2	
	C7, 8	電解コンデンサ	47uF/50V	2	
	C9, 10	フィルムコンデンサ	22pF	2	必須ではない。
	C11	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	部品面に半田付け
	C12	フィルムコンデンサ	100pF	1	
	C13, 14	電解コンデンサ	1000uF/50V	2	
	C15	フィルムコンデンサ	0.047uF	1	
	C16	フィルムコンデンサ	1uF	1	DC サーボ用
	C17	フィルムコンデンサ	10pF	1	必須ではない。
	C18	電解コンデンサ	100uF/10V	1	小容量でも可。必須ではない。
	Ce1, 2	フィルムコンデンサ	22pF	-	不要
抵抗	R1	金属皮膜 (1/4W)	1MΩ	1	
	R2	金属皮膜 (1/4W)	100kΩ	1	

品名	番号	規格	仕様	個数	備考	
抵抗	R3	金属皮膜 (1/4W)	220 Ω	1		
	R4, 5	金属皮膜 (1/4W)	470 Ω	2		
	R6	金属皮膜 (1/4W)	33k Ω	1		
	R7, 8	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2		
	R9, 10	金属皮膜 (1/4W)	51 Ω	2		
	R11	金属皮膜 (1/4W)	220 Ω	1		
	R12	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	1		
	R13	金属皮膜 (1/4W)	180 Ω	1		
	R14	金属皮膜 (1/4W)	2. 2k Ω	1		
	R15	金属皮膜 (1/4W)	22 Ω	1		
	R16	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	1		
	R17, 18	金属皮膜 (1/4W)	2k Ω	2		
	R19	金属皮膜 (1/4W)	3k Ω	1		
	R20	金属皮膜 (1/4W)	1k Ω	1		
	R21	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	1		
	R22	金属皮膜 (1/4W)	120 Ω	1		
	R23	金属皮膜 (1/4W)	100k Ω	1		
	R24, 25	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2		
	R26, 27	金属皮膜 (1/4W)	4. 7k Ω	2		
	R28, 29	金属皮膜 (1/4W)	100 Ω	2		
	R30, 31	金属皮膜 (1/4W)	10 Ω	2		
	R32, 33	金属皮膜 (1/4W)	680 Ω	2		
	R34, 35	金属皮膜 (1/4W)	330 Ω	2		
	R36, 37	酸化金属皮膜 (2W)	0. 47 Ω	2	エミッタ抵抗	
R38	酸化金属皮膜 (2W)	10~20 Ω	1			
R39	金属皮膜 (1/4W)	470k Ω	1			
R40	金属皮膜 (1/4W)	18k Ω	1	ゲイン設定用		
R41	金属皮膜 (1/4W)	1k Ω	1	ゲイン設定用		
R42	金属皮膜 (1/4W)	150 Ω	1			
可変抵抗	VR1	1 回転サーメット	100 Ω	1	オフセット調整用	
	VR2	1 回転サーメット	1k Ω	1	バイアス電流調整用	
トランジスタ	Q1, 2	小電力 PNP	2SA1015	2		
	Q3, 4	小電力 NPN	2SC1815	2		
	Q5, 6	小電力 FET	2SK117	2	ペア取りが望ましい。	
	Q7	小電力 PNP	2SA1015	1		
	Q8, 9	小電力 NPN	2SC1815	2		
	Q10, 11	小電力 PNP	2SA1015	2		
	Q12	小電力 PNP	2SA1358	1		
	Q13	小パワー用 NPN	2SC4935	1	外付け可能な T0-220 タイプ	
	Q14	小電力 NPN	2SC3421	1		
	Q15	小電力 NPN	2SC1815	1		
	Q16	小電力 NPN	2SC1815	1	電流制限回路用	
	Q17	小電力 PNP	2SA1015	1	電流制限回路用	
	Q18	小パワー用 NPN	2SC4935	1	Ic>300mA、Pc=5W 以上	
	Q19	小パワー用 PNP	2SA1869	1	Ic>300mA、Pc=5W 以上	
	Q20	パワー用 NPN	2SC5200	1		
	Q21	パワー用 PNP	2SA1943	1		
	Q22	小電力 NPN	2SC1815	1	定電圧回路用	
	Q23	小電力 PNP	2SA1015	1	定電圧回路用	
	ダイオード	D1-3	発光ダイオード	赤 LED	3	
		D4, 5			-	

8. 基板パターン

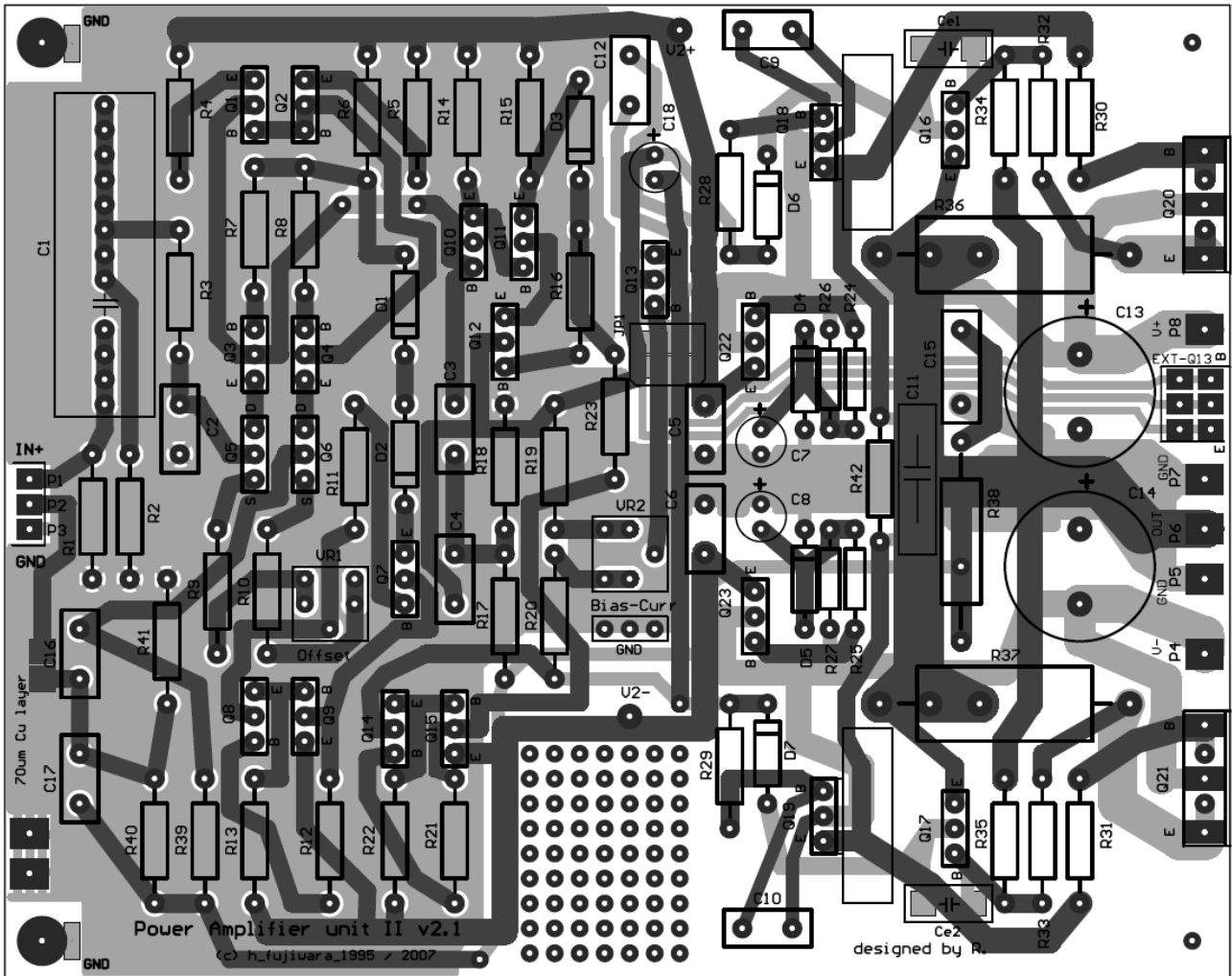
(a) シルク



図取り付けネジ部

基板の取り付けネジ部（2カ所）はシャーシアースを取りやすいパターンにしています。必要に応じて半田ジャンパー等で接続してください。

(b) 配線パターン



9. 編集履歴

2007. 2. 17 R1

2007. 3. 3 部品表の記載ミスを修正

2007. 3. 23 部品表の抜けを修正