

A 6 H P A ヘッドホンアンプ基板 (高速スルーレイト回路型 汎用アンプモジュール基板)

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、製作の前に必ず読んでいただきますようお願いします。

1. はじめに

本基板は電流帰還回路を用いた高速スルーレイト型のアンプモジュールです。出力段には小型の放熱板を取り付けることが可能ですので本基板のみでヘッドホンアンプならびに小出力(4W程度)アンプに向いているでしょう。またパワートランジスタの外付けも容易とした基板パターンとなっているため、高出力アンプを組むための電圧増幅段として活用できるかと思えます。マニュアル内に使用目的に対応した回路定数例を掲載しますので参照ください(ただし、動作を保証するものではありません)。

SPICE をつかって自分自身のオリジナルの回路に仕上げるのも面白いかと思えます。

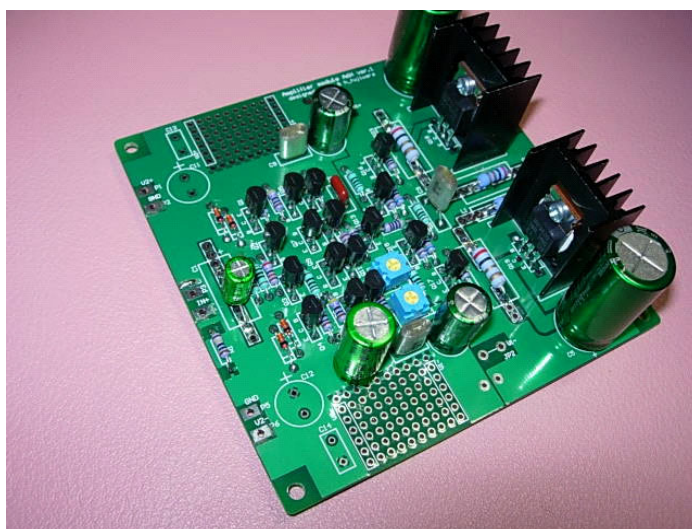


図 完成例(ヘッドホンアンプ)

2. 基板のピンの機能表

Pin	機能	説明
1	V2+	予備正電源電圧入力端子。電圧増幅段に別電源を利用するときに活用。通常は使用しない。
2	GND	
3	GND	入力端子
4	IN+	
5	GND	予備負電源電圧入力端子。電圧増幅段に別電源を利用するときに活用。通常は使用しない。
6	V2-	
7	V1+	正電源電圧入力端子。
8	GND	
9	N-B	終段トランジスタを外付けにするとときに利用する。NPNあるいはN-chのFETを使用する。N-B:ベースあるいはゲート。N-C:コレクタあるいはドレイン、N-E:エミッタあるいはソース
10	N-C	
11	N-E	
12	SP+	ヘッドホンあるいはSP出力端子
13	GND	
14	GND	予備GND端子
15	P-B	終段トランジスタを外付けにするとときに利用する。PNPあるいはP-chのFETを使用する。P-B:ベースあるいはゲート。P-C:コレクタあるいはドレイン、P-E:エミッタあるいはソース
16	P-C	
17	P-E	
18	GND	負電源電圧入力端子。
19	V1-	

3. 部品表例

3-1 : ヘッドホンアンプ1 (MOS-FET 使用)

用途	ヘッドホンアンプ
電源電圧	正負15~20V
設計仕様	出力段に MOS-FET を使用、ゲイン約6倍 負荷抵抗 32Ω以上、電流制限約0.5A
調整項目	出力オフセット0V (出力電圧が0VになるようにVR2で調整する) アイドリング電流20~50mA (R23の両端の電圧が約40~100mVになるように調整する)

品名	番号	規格	仕様	個数		
コンデンサ	C1	電解コンデンサ(or フィルム)	22uF/25V	1	バイポーラ推奨	
	C2	フィルムコンデンサ	100pF	1		
	C3	フィルムコンデンサ	0.1uF	1		
	C4, 5	電解コンデンサ	220~2200uF/25V	2		
	C6	電解コンデンサ	220uF/6.3V	1	バイポーラ推奨	
	C7, 8	電解コンデンサ	47uF/25V	2		
	C9, 10	フィルムコンデンサ	0.1uF	2		
	C11, 12	電解コンデンサ	47uF/25V	0	不要	
	C13, 14	フィルムコンデンサ	0.1uF	0	不要	
	抵抗	R1	金属皮膜(1/4W)	1MΩ	1	
		R2	金属皮膜(1/4W)	10kΩ	1	
		R3	金属皮膜(1/4W)	100Ω	1	
		R4	金属皮膜(1/4W)	27kΩ	1	
		R5, 6	金属皮膜(1/4W)	150Ω	2	
R7~9		金属皮膜(1/4W)	470Ω	3		
R10		金属皮膜(1/4W)	430Ω	1		
R11		金属皮膜(1/4W)	510Ω	1		
R12		金属皮膜(1/4W)	100Ω	1		
R13		金属皮膜(1/4W)	5.6kΩ	1		
R14		金属皮膜(1/4W)	510Ω	1		
R15, 16		金属皮膜(1/4W)	100Ω	2		
R17~20		金属皮膜(1/4W)	470Ω	4		
R21, 22		金属皮膜(1/4W)	220Ω	2		
R23, 24		酸化金属皮膜(2W)	2.2Ω	2		
R25		酸化金属皮膜(2W)	47Ω あるいはジャンパ	1	ヘッドホン保護用として 47~100Ωの実装を推奨	
R26		金属皮膜(1/4W)	1kΩ	1		
半固定抵抗	VR1	1回転サーメット	2kΩ	1		
	VR2	1回転サーメット	200Ω	1		
インダクタ	L1	不要		0		
ダイオード	D1~4	0.1A 小電力 SW	1S1588 相当	4		
Tr	Q1, 2, 5, 6, 8, 9, 15, 17	PNP	2SA1015	8	Pc>300mW 以上, ローノイズ品	
	Q3, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16	NPN	2SC1815	9	Pc>300mW 以上 ローノイズ品	
	Q18	パワーNMOS	1R610 など	1	Id>3A、Pd>20W 以上	
	Q19	パワーPMOS	1R9620 など	1	Id>3A、Pd>20W 以上	
放熱板		パワートランジスタ用	17PB17	2		
基板				1		

ポイント&注意事項：

- (1) バイアス電流調整 VR1 は最初に左一杯に回した状態で電源を投入のこと。
- (2) バイアス電流とオフセット調整は交互に行うこと。
- (3) 出力電圧振幅は電源電圧から6V程度を差し引いた値になります。
- (4) 増幅度 G は $G = (R11 + R12) / R12$ で決まりますが、電流帰還型のため R11 は 2kΩ 以下としてください。
- (5) C2 は発振防止用です。

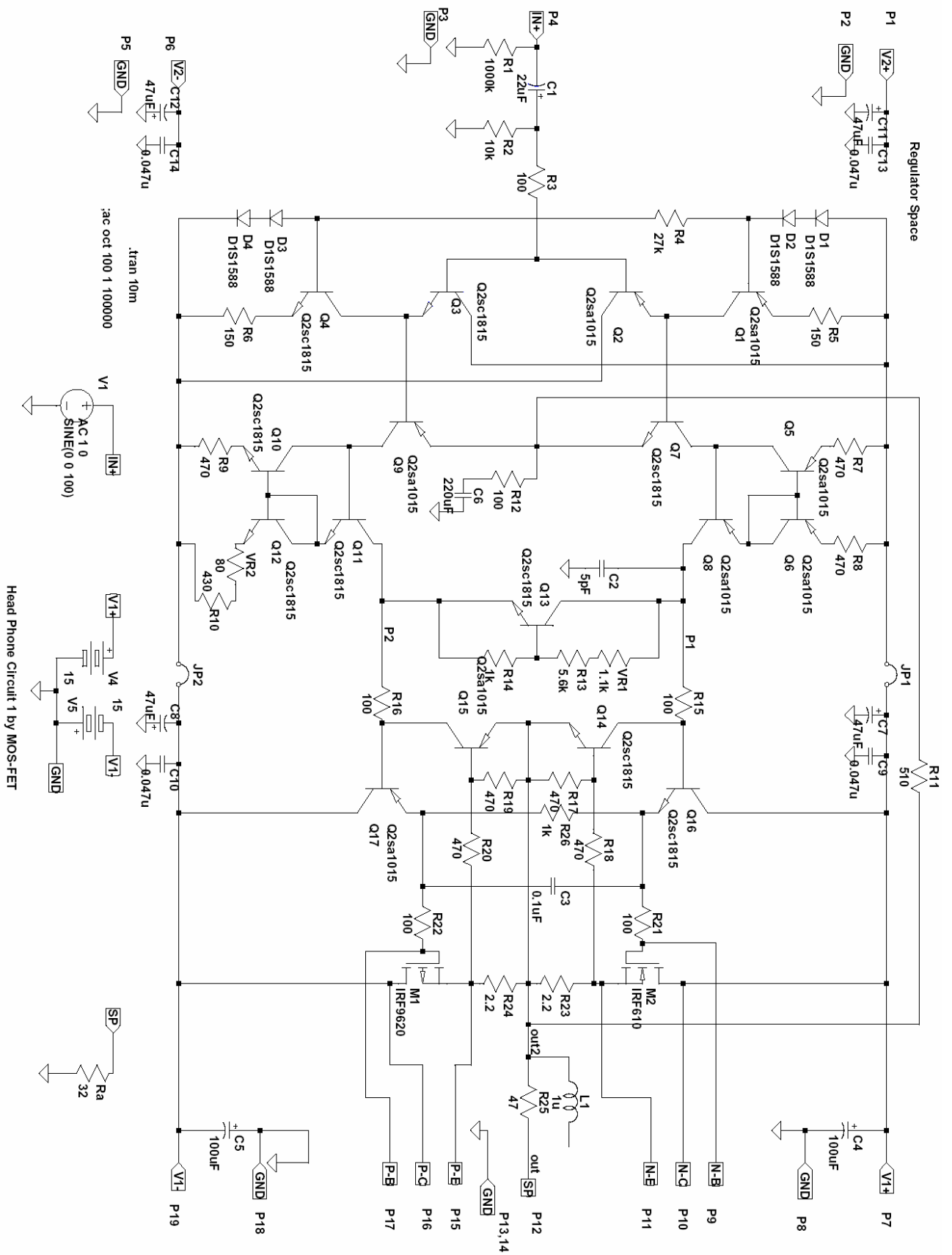


図 ヘッドホンアンプ 1 (MOS-FET 使用)

一部部品表と定数が違うところがありますが、部品表の値を正としてください。

3-2 : ヘッドホンアンプ2 (MOS-FET 使用)

用途	ヘッドホンアンプ
電源電圧	正負15V
設計仕様	出力段に MOS-FET を使用、ゲイン 3.7 倍 負荷抵抗 32Ω 以上、電流制限約 0.5A
調整項目	出力オフセット 0V (出力電圧が 0V になるように VR2 で調整する) アイドリング電流約 50mA (R23 の両端の電圧が約 50mV になるように調整する)
特記	この部品表の 2SK1056/J160 の PIN 配列は G-S-D です。基板のパターンは G-D-S になっていますのでパターンカットが必要になります。

品名	番号	規格	仕様	個数	
コンデンサ	C1	電解コンデンサ	22uF/25V	1	バイポーラ推奨
	C2	-	(なし)	0	必要あれば数 pF 取付け
	C3	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	C4, 5	電解コンデンサ	100uF/25V	2	
	C6	電解コンデンサ	220uF/16V	1	バイポーラ推奨
	C7, 8	電解コンデンサ	47uF/25V	2	
	C9, 10	フィルムコンデンサ	0.047uF	2	
	C11, 12	電解コンデンサ	47uF/25V	0	不要
	C13, 14	フィルムコンデンサ	0.047uF	0	不要
抵抗	R1	-	(なし)	0	必要あれば 1MΩ 取付け
	R2	金属皮膜 (1/4W)	22kΩ	1	
	R3	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	1	
	R4	金属皮膜 (1/4W)	22kΩ	1	
	R5, 6, 7	金属皮膜 (1/4W)	470Ω	3	
	R8	金属皮膜 (1/4W)	220Ω	1	
	R9	金属皮膜 (1/4W)	470Ω	1	
	R10	金属皮膜 (1/4W)	150Ω	1	
	R11	金属皮膜 (1/4W)	2.7kΩ	1	
	R12	金属皮膜 (1/4W)	1kΩ	1	
	R13	金属皮膜 (1/4W)	1.5kΩ	1	
	R14	金属皮膜 (1/4W)	1.5kΩ	1	
	R15, 16	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	2	
	R17, 19	-	(なし)	0	
	R18, 20	金属皮膜 (1/4W)	1kΩ	2	
	R21, 22	金属皮膜 (1/4W)	100Ω	2	
	R23, 24	酸化金属皮膜 (2W)	1Ω	2	
R25	-	ジャンパ	1	ヘッドホン保護用として 16~32Ω の実装を推奨	
R26	金属皮膜 (1/4W)	220Ω	1		
半固定抵抗	VR1	1 回転サーメット	5kΩ	1	
	VR2	1 回転サーメット	200Ω	1	
インダクタ	L1	不要		0	
ダイオード	D1~4	0.1A 小電力 SW	1S1588 相当	4	
Tr	Q1, 2, 9	PNP	2SA992	3	高 hFE 品
	Q3, 4, 7	NPN	2SC1845	3	高 hFE 品
Tr	Q5, 6, 8, 15, 17	PNP	2SA1015	5	Pc>300mW 以上, ローノイズ品
	Q10, 11, 12, 13, 14, 16	NPN	2SC1815	6	Pc>300mW 以上 ローノイズ品
	Q18	パワーNMOS	2SK1056	1	
	Q19	パワーPMOS	2SJ160	1	
放熱板		パワートランジスタ用	17PB17	2	
基板				1	

ポイント&注意事項：

- (1) バイアス電流調整 VR1 は最初に左一杯に回した状態で電源を投入のこと。
- (2) バイアス電流とオフセット調整は交互に行うこと。
- (3) 出力電圧振幅は「電源電圧-5V」程度になります。
- (4) 増幅度 G は $G = (R11+R12) / R12$ で決まります。電流帰還型のため G を大きくする場合は R11 の値はそのまま、R12 を小さくしてください。
- (5) C2 は発振防止用ですが数 pF をとりつけてもよいでしょう。
- (6) 入力の音量調整用のボリュームを実装しない場合には C1 の電荷を抜くために R1 の実装を推奨
- (7) 使用する MOS-FET のオン電圧が高い場合 (2SK1529/J200 などは) は VR1 を 10kΩ に変更ください。さもないとアイドル電流が増えない場合があります。また、同時に R26 は 470Ω に変更してください。

<重要>

(8) この基板での FET の PIN 配列は G-D-S を想定しています。ルネサス (旧日立など) 系では G-S-D の場合もありますので、必ずデータシートを参照してください。本、部品表で組み立てる場合はパターンカットが必要になります。

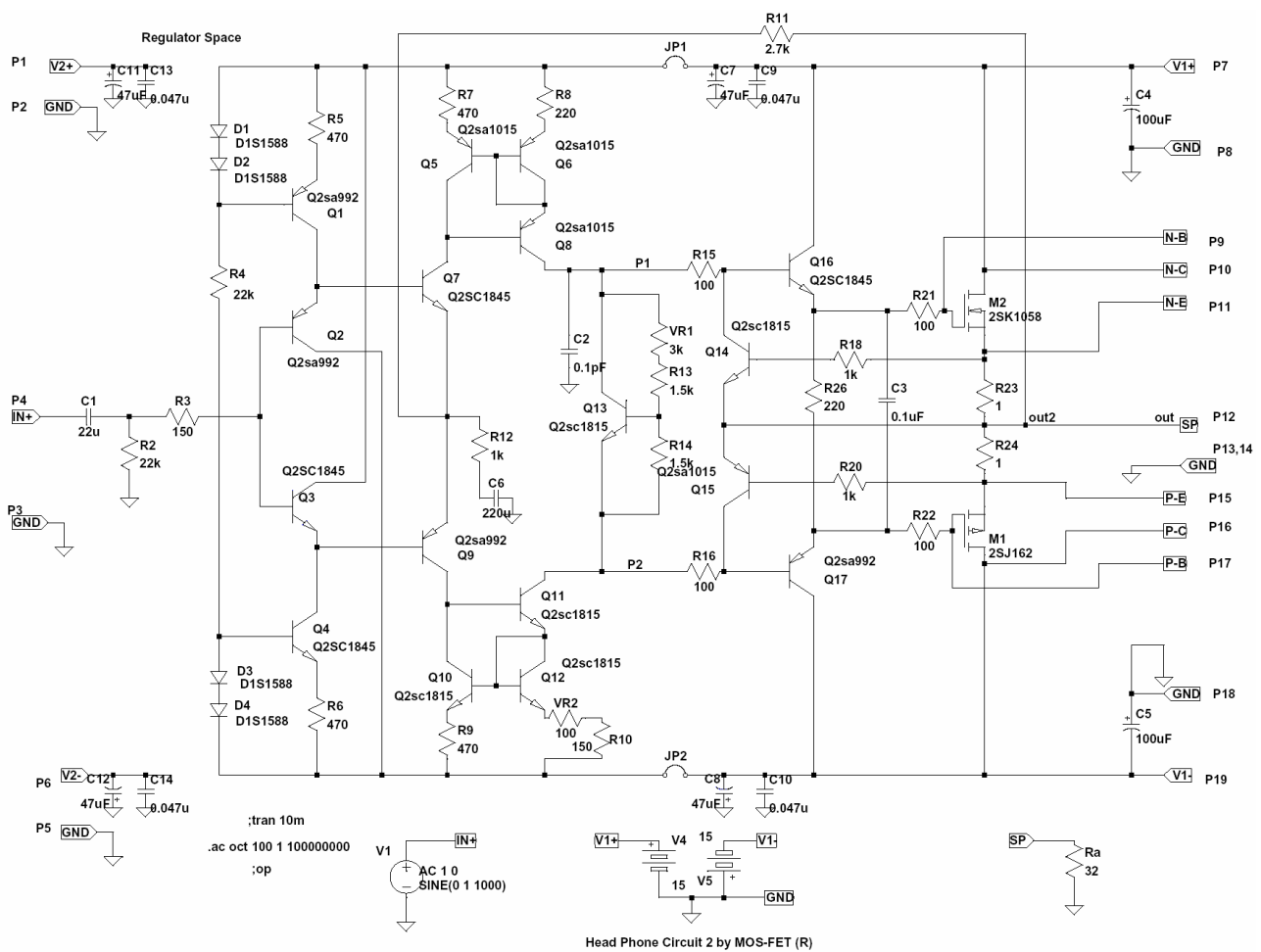


図 ヘッドホンアンプ 2 (MOS-FET 使用)

3-3 : スピーカ用小出力アンプ1 (MOS-FET 使用)

用途	スピーカ用小出力アンプ
電源電圧	正負15~20V
設計仕様	出力段に MOS-FET を使用、ゲイン約10倍 負荷抵抗4Ω以上、電流制限約2.0A
調整項目	出力オフセット0V (出力電圧が0VになるようにVR2で調整する) アイドリング電流20~50mA (R23の両端の電圧が約10~25mVになるように調整する)

品名	番号	規格	仕様	個数	
コンデンサ	C1	フィルム or 電解コンデンサ	22uF/25V	1	バイポーラ推奨
	C2	フィルムコンデンサ	100pF	1	
	C3	フィルムコンデンサ	0.1uF	1	
	C4, 5	電解コンデンサ	100~220uF/25V	2	
	C6	電解コンデンサ	220uF/6.3V	1	バイポーラ推奨
	C7, 8	電解コンデンサ	47uF/25V	2	
	C9, 10	フィルムコンデンサ	0.1uF	2	
	C11, 12	電解コンデンサ	47uF/25V	0	不要
	C13, 14	フィルムコンデンサ	0.1uF	0	不要
抵抗	R1	金属皮膜(1/4W)	1MΩ	1	
	R2	金属皮膜(1/4W)	10kΩ	1	
	R3	金属皮膜(1/4W)	100Ω	1	
	R4	金属皮膜(1/4W)	27kΩ	1	
	R5, 6	金属皮膜(1/4W)	150Ω	2	
	R7~9	金属皮膜(1/4W)	470Ω	3	
	R10	金属皮膜(1/4W)	430Ω	1	
	R11	金属皮膜(1/4W)	1kΩ	1	
	R12	金属皮膜(1/4W)	100Ω	1	
	R13	金属皮膜(1/4W)	5.6kΩ	1	
	R14	金属皮膜(1/4W)	510Ω	1	
	R15, 16	金属皮膜(1/4W)	100Ω	2	
	R17, 19	金属皮膜(1/4W)	1kΩ	2	
	R18, 20	金属皮膜(1/4W)	220Ω	2	
	R21, 22	金属皮膜(1/4W)	220Ω	2	
	R23, 24	セメント抵抗(3W)	0.47Ω	2	
R25	酸化金属皮膜抵抗(3W)	10Ω	1		
R26	金属皮膜(1/4W)	470Ω	1		
半固定抵抗	VR1	1回転サメット	2kΩ	1	
	VR2	1回転サメット	200Ω	1	
インダクタ	L1	φ1mm 導線	1uH	0	φ7で11回巻き程度
ダイオード	D1~4	0.1A 小電力 SW	1S1588 相当	4	
Tr	Q1, 2, 5, 6, 8, 9, 15, 17	PNP	2SA1015	8	Pc>300mW 以上, ローノイズ品
	Q3, 4, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16	NPN	2SC1815	9	Pc>300mW 以上 ローノイズ品
	Q18	パワーNMOS	1R610 など	1	Id>3A, Pd>20W 以上
	Q19	パワーPMOS	1R9620 など	1	Id>3A, Pd>20W 以上
放熱板		パワートランジスタ用	17PB17	2	
基板				1	

ポイント&注意事項 :

- (1) バイアス電流調整 VR1 は最初に左一杯に回した状態で電源を投入のこと。
- (2) バイアス電流とオフセット調整は交互に行うこと。
- (3) 出力電圧振幅は電源電圧-6V 程度になります。
- (4) 増幅度 G は $G = (R11+R12)/R12$ で決まりますが、電流帰還型のため R11 は 2kΩ 以下としてください。
- (5) C2 は発振防止用です。
- (6) 出力は最大で 4W 程度ですが、電源電圧が高くなると熱損失が大きくなるので放熱は注意ください。

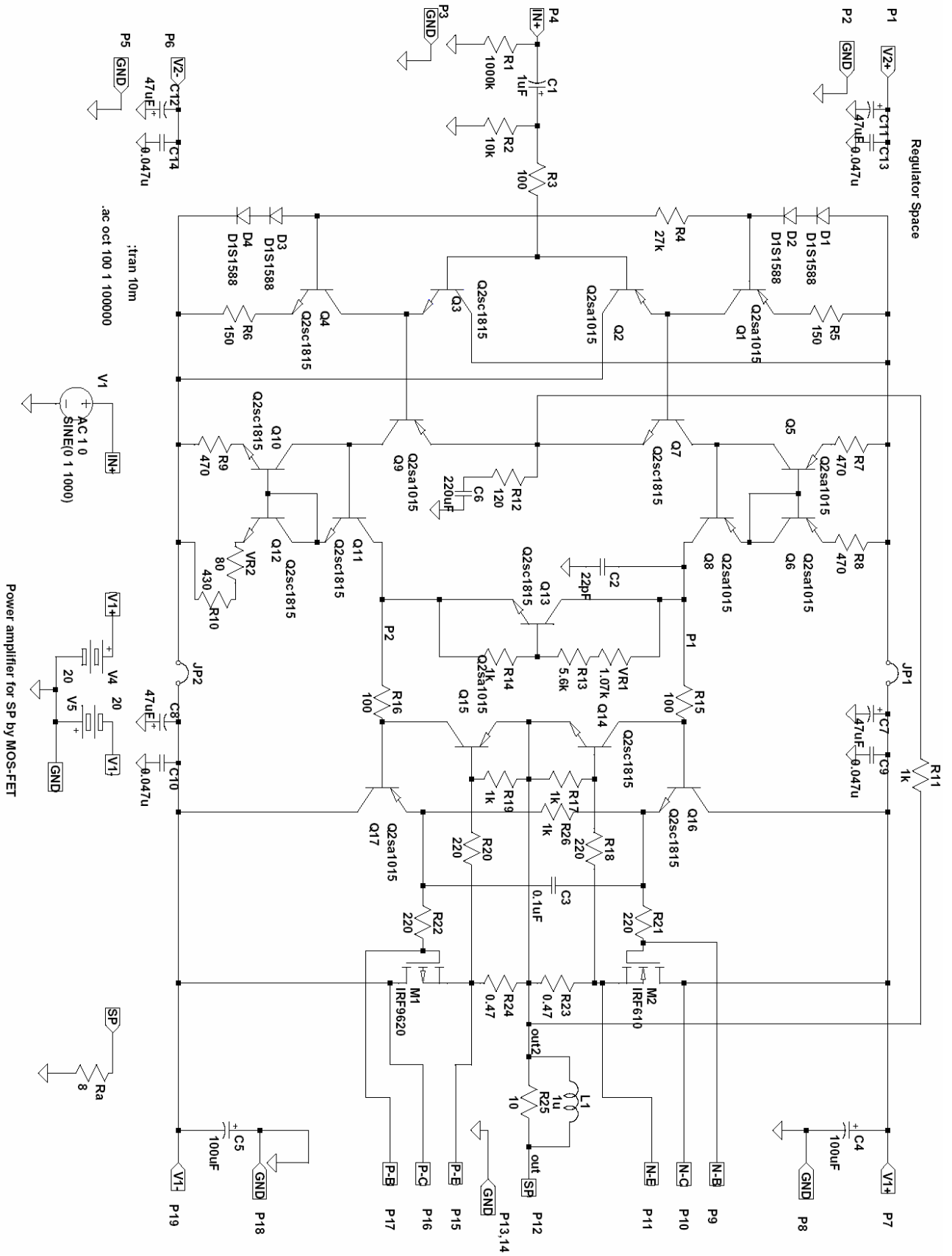


図 スピーカ用小出力アンプ1 (MOS-FET 使用)
 一部部品表と定数が違うところがありますが、部品表の値を正としてください。

5. 組み立て方法

部品表と基板の部品配置図、シルク印刷を参照し、部品の向きや位置を間違えずに取り付けて半田付けしてください。慣れた方には説明不要なところですが、部品の取り付け順番によっては、後の部品の取り付けが難しくなる場合があります。基本的には背の低い部品、軽い部品から取り付けることが常道ですので、初心者の方は下記の順番(i)～(iii)を参考にしてください。

(i) 小物部品を取り付ける

小物：抵抗、フィルムコンデンサ、ダイオード、小電力トランジスタなど

(ii) 終段トランジスタの取り付け

トランジスタと放熱板は一緒に基板に取り付けましょう。手順は以下の通りです。

- ・トランジスタを放熱板にねじで仮締めする
- 基板に差し込み、まず放熱板を半田付けする
- トランジスタの取り付けねじを増し締めする
- トランジスタを半田付けする

順番を間違えるとトランジスタの足に不要な力をかけることになり、経年破損の要因になります。また放熱板だけ単体で先に基板に取り付けると、放熱板の位置がずれてしまい、トランジスタが入りにくくなる可能性があります。なおトランジスタと放熱板との間には極力、シリコングリス等を塗布ください

(iii) 放熱板は基板表面のレジストにより絶縁されていますので、トランジスタは放熱板に直接ネジ止めすることが可能です。しかしながら、レジストに傷等が入りますと放熱板が GND 電位になる可能性があります。フルモールドでないトランジスタを取り付ける場合は絶縁シートを挟むか、あるいは放熱板と基板の間に絶縁テープなどを挟み、万が一の場合を考慮した実装を推奨します。

(iv) 最後に電解コンデンサを取り付ける。

○製作時の一般的注意事項

- (i) 抵抗はその値をかならず確認してください(カラーコードを読んで確認する。もし、よく分からない場合は、テスターで測定する)。
- (ii) 電解コンデンサの極性(足の長い方が+、また一側はコンデンサにマーク有り)に注意してください。
- (iii) 半導体類は熱に弱いので、できるだけ素早く半田付けしてください。

○部品を取り付け間違えた場合

本キットの基板はスルーホール基板なので、一度、ハンダ付けすると、スルーホール部分にハンダが流れてしまっているため、取り外しが大変です。間違えて取り付けしてしまったことに気づいたら、

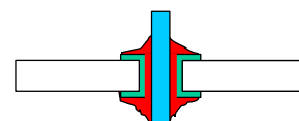
- (i) ハンダ面から該当する部品のランド部分を加熱し、ハンダを溶かす
- (ii) 半田吸い取り器で吸い取る

(iii) 該当部品の取り付けスルーホールから全てハンダが取り除かれたら、部品面からゆっくりと部品を引っ張って取り外すという手順で、部品を抜去してください。しかしながら、例えば SDIP の 28pin IC などを左右誤って取り付けしてしまったような場合、これをスルーホールを破壊しないように綺麗に取り外すのは、至難の技です。ということで、ハンダ付け前に、「慎重に」部品の種類と方向を確認してください。

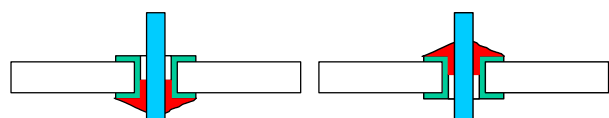
6. 完成後の確認

(a) 部品間違い、取り付け位置間違いがないか確認ください。部品の取り付け方向間違いは、部品の破損に即つながります。

(b) 半田不良(ブリッジ、イモ半田、半田不足)などがなくても十分に確認ください。半田付けについては、基板がスルーホールであるため部品面あるいは半田面で付いていれば導通は問題ありませんが、パッド部での強度確保やより高い導電度を確保(高音質につながる)するためにも十分な半田付けが望ましいでしょう。



(a) 良好な半田付け



(b) 半田不足

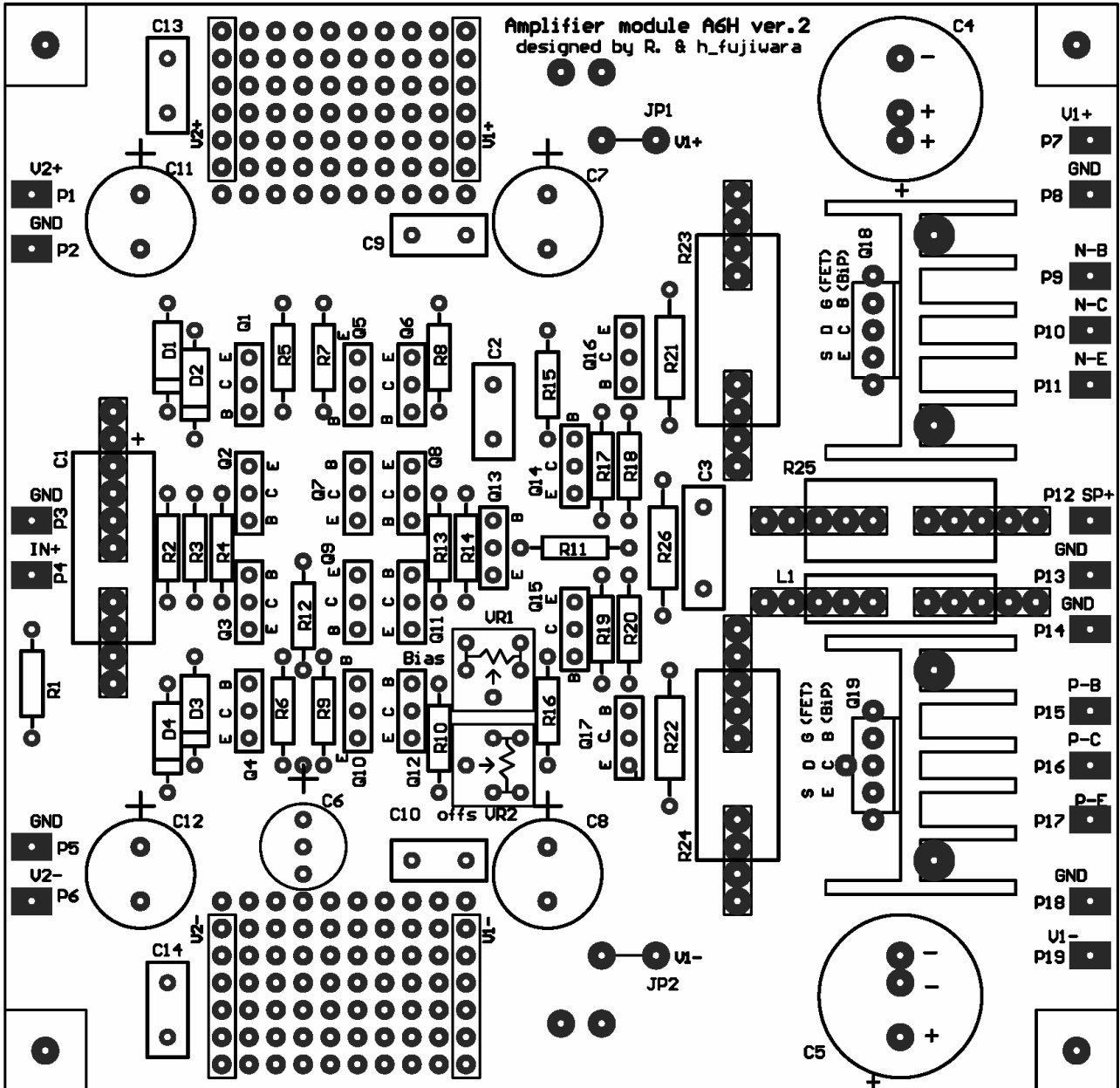
9. 基板概略

(1) 基板寸法

外形 : 4100 × 4000mil (104.1 × 101.6mm)

取り付け穴 : 3800 × 3700mil (96.5 × 94.0mm)、φ3.3mm 穴

(2) 基板シルク



(以 上)