

PA-A2 パワーアンプ基板 製作マニュアル

<注意>

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。

1. はじめに

本基板は以前にリリースしたディスクリートアンプ基板の A2 型を応用したものであり、入力の差動増幅段にダイヤモンド回路を使用したパワーアンプ基板になります。負帰還を用いたアンプであるため周波数特性も良好です。出力段は MOSFET (*1) を使うことで 2 段ダーリントンとして部品点数を少なくしていますので、製作も比較的容易でしょう。お気楽に作るアンプとして適していると思います。



図 完成例

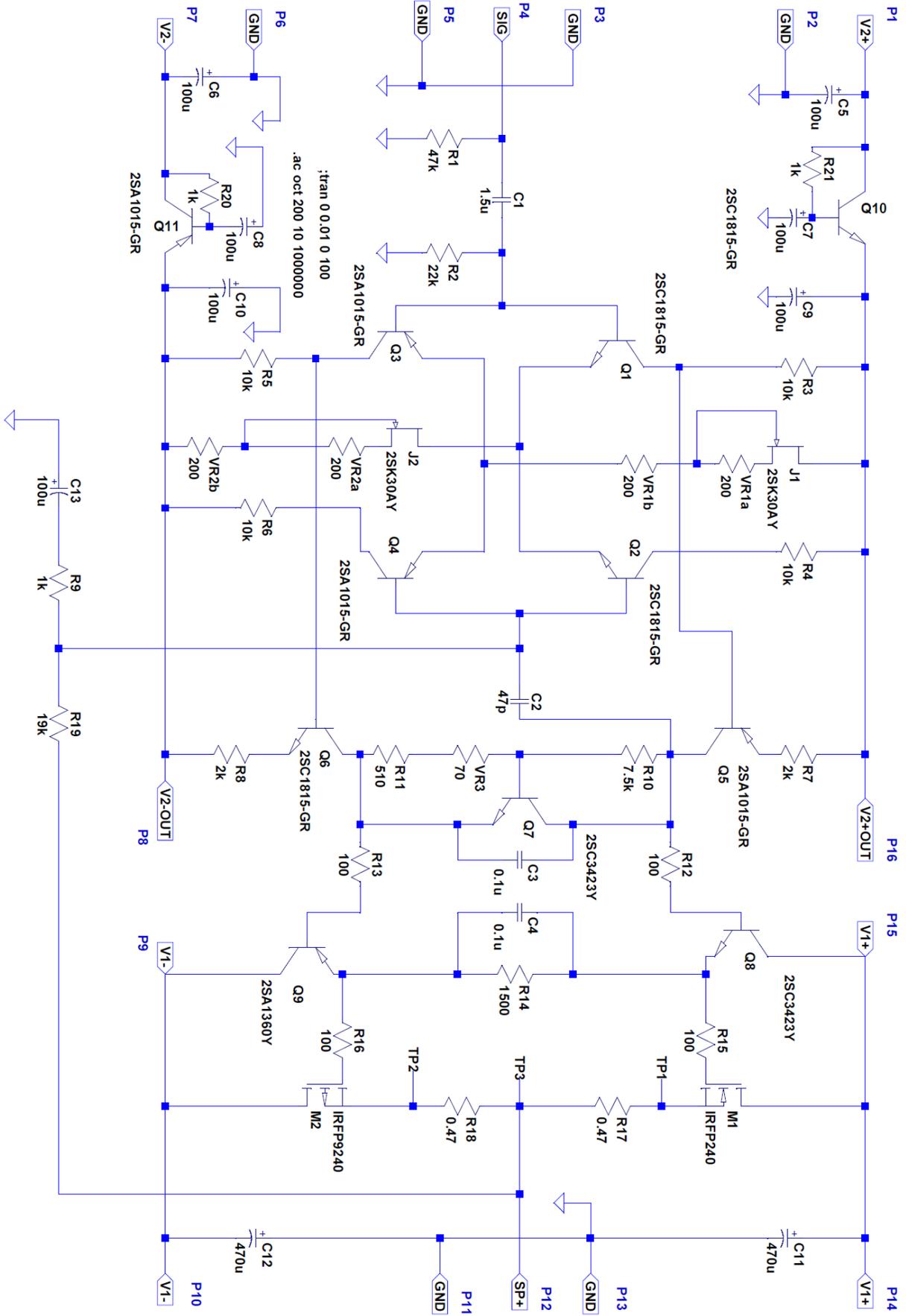
(*1) バイアス電圧発生回路の定数の変更で終段にバイポーラトランジスタも使用可能です。

2. 機能&仕様

表 主な仕様

機能	<ul style="list-style-type: none">・パワーアンプ基板・モノラル構成
電源電圧	使用する素子や回路定数に依存。ここでは $\pm 15 \sim 24V$ で動作させることを想定しています。
特徴	<ul style="list-style-type: none">・入力段に上下対称なダイヤモンド回路を使用。・電圧増幅段には電源部にフィルター回路を搭載・出力段に MOSFET を使用 (バイポーラへの変更も勿論可能)

3. 回路図



(*) 部品表とは素子型名等が一部違う場合があります。

4. 端子機能

(1) 基板端子機能

本基板における基板端子機能は下表の通りです。

表 基板端子機能

No	機能	説明	補足
P1	V2+	電圧増幅段正電源入力	
P2	GND	電源 GND	
P3	GND	信号 GND	
P4	SIG	入力信号	
P5	GND	信号 GND	
P6	GND	電源 GND	
P7	V2-	電圧増幅段負電源入力	
P8	V2-OUT	V2-フィルター後出力	電源フィルターを使わない場合は負電源入力としても可
P9	V1-	電力増幅段負電源入力	
P10	V1-	電力増幅段負電源入力	
P11	GND	電源 GND	
P12	SP+	スピーカ出力	
P13	GND	電源 GND	
P14	V1+	電力増幅段正電源入力	
P15	V1+	電力増幅段正電源入力	
P16	V2+OUT	V2+フィルター後出力	電源フィルターを使わない場合は正電源入力としても可

5. 部品表例

表 部品表 (電源電圧±15～±24V を想定。GAIN=21 倍)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
抵抗	R1	1/4W 金属皮膜	47kΩ	1	
	R2	1/4W 金属皮膜	22kΩ	1	
	R3-6	1/4W 金属皮膜	10kΩ	4	
	R7, 8	1/4W 金属皮膜	2kΩ	2	
	R9(*1)	1/4W 金属皮膜	1kΩ	1	ゲイン設定用
	R10	1/4W 金属皮膜	7.5 kΩ	1	
	R11	1/4W 金属皮膜	510Ω	1	
	R12, 13	1/4W 金属皮膜	100Ω	2	
	R14	1/4W 金属皮膜	1.5kΩ	1	
	R15, 16	1/4W 金属皮膜	100Ω	2	
	R17, 18	3～5W 酸化金属	0.47Ω	2	
	R19(*1)	1/4W 金属皮膜	20kΩ	1	ゲイン設定用
	R20, 21	1/4W 金属皮膜	1kΩ	2	
半固定抵抗	VR1, 2	1 回転サーメット	500Ω	2	
	VR3	1 回転サーメット	200Ω	1	
コンデンサ	C1	フィルム	1～4.7μF	1	良質なものを
	C2	フィルム or セラミック	47pF	1	
	C3, 4	フィルム	0.1μF	2	
	C5-C10	電解コンデンサ	47～100μF/35V	6	
	C11, C12	電解コンデンサ	470～2200μF/35V	2	
	C13	電解コンデンサ	100μF/25V	1	無極性 (BP) が望ましい
トランジスタ	Q1, 2(*3)	NPN 小信号トランジスタ	2SC1815 など	2	相当品可
	Q3, 4(*3)	PNP 小信号トランジスタ	2SA1015 など	2	相当品可
	Q5	PNP 小信号トランジスタ	2SA1015 など	1	相当品可
	Q6	NPN 小信号トランジスタ	2SC1815 など	1	相当品可
	Q7	NPN 小信号トランジスタ	2SC1815 など	1	バイアス電圧発生用。 M1, M2 と熱結合推奨(*2)。 相当品可
	Q8	NPN 小信号トランジスタ	2SC1815 など	1	相当品可
	Q9	PNP 小信号トランジスタ	2SA1015 など	1	相当品可
	Q10	NPN 小信号トランジスタ	2SC1815 など	1	相当品可
	Q11	PNP 小信号トランジスタ	2SA1015 など	1	相当品可
	J1, J2	JFET (N)	2SK30A など	2	定電流用、相当品可
	M1	パワー-MOSFET (N)	IRFP240 など	1	相当品可
	M2	パワー-MOSFET (P)	IRFP9240 など	1	相当品可

(*1) アンプゲイン (GAIN) は R9, R19 で設定します。

$GAIN = (R9+R19)/R9$ となるため、部品表例では GAIN=21 (約 26dB) となります。

(*2) 熱結合には 2SC3421, 2SC3423 などのネジ取り付けが可能な形状 (T0126 など) のトランジスタが使いやすいでしょう。

(*3) 初段のトランジスタは差動増幅の要になります。選別までは不要かと思いますが購入ロットをそろえるなどの注意は必要です。可能であれば hFE の選別も効果があるかもしれません。さらに Q1-Q4 を熱結合することも効果有ででしょう。

6. 接続例

(1) 正負1電源(*1)で使用する場合

単一の正負電源を使う場合は下記のようにV1, V2を共通にして接続します。これがもっとも簡単な方法です。スピーカの出力は必要に応じて位相補償回路を追加ください。

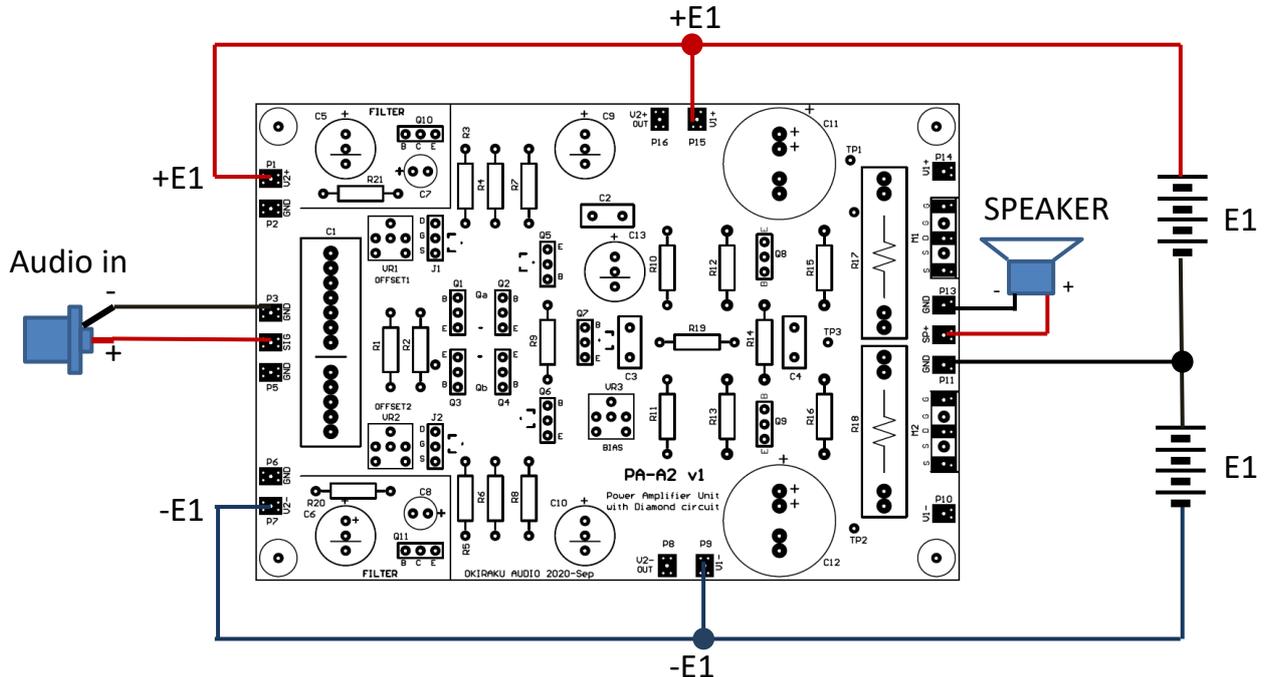


図 正負1電源で使用する場合

(1) 正負2電源(*1)で使用する場合

2系統の正負電源を使う場合は下記のように接続します。E2はE1より4~5V程度高くすることで電源の効率も高くなります。またE2については安定化電源とすることで、アンプの動作もより安定するでしょう。スピーカの出力は必要に応じて位相補償回路を追加ください。

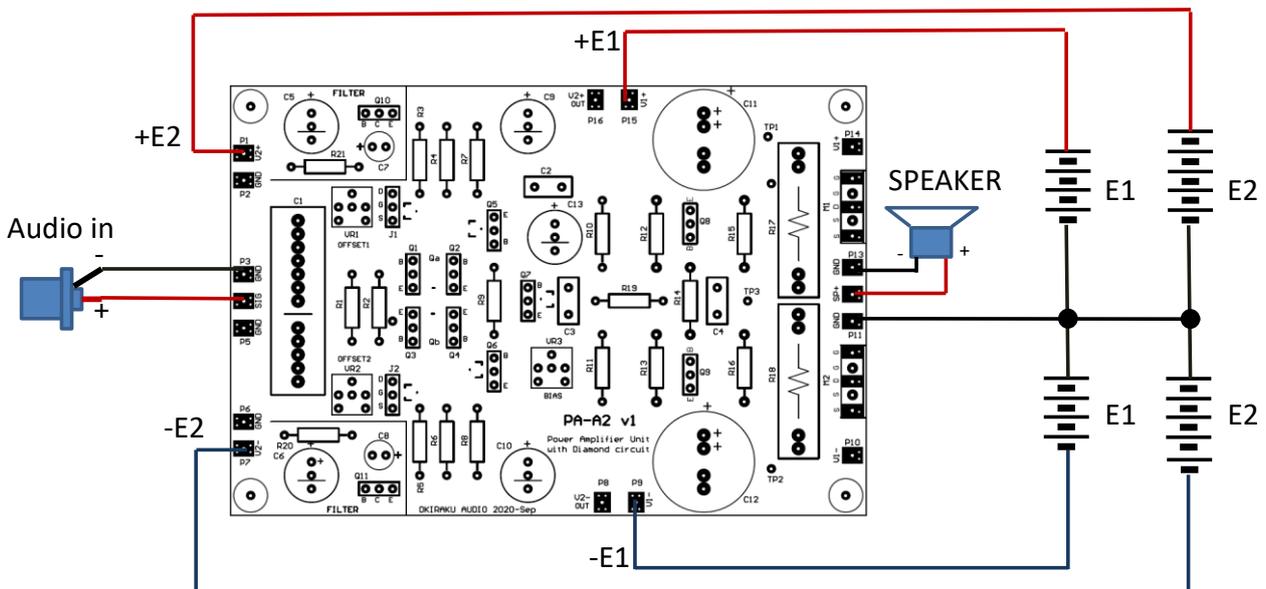


図 正負2電源で使用する場合

(*1)使用可能な電源電圧は使用素子や回路定数に依存しますが、部品表例では最大でも25Vを超えないようにしてください（小信号トランジスタの耐圧を超える恐れがあるため）。

7. 調整方法

基板上に3つのVRがありますので下記の調整を行います。

- ①最初に電源を投入する前に、VR1, VR2 は中央位置、VR3 は最小（左に一杯回す）とします。
- ②入力を短絡させる（P4 を GND に接続）
- ③電源を投入する
- ④初段トランジスタの電流を調整(*)
 - VR1 を回して R6 の両端の電圧が 6.5V になるようにする（流れる電流を 0.65mA とする）。
 - VR2 を回して R4 の両端の電圧が 6.5V になるようにする（流れる電流を 0.65mA とする）。
- (*) 電流値は多少異なっても構いませんが、同じ値になるようにしてください。
- ⑤VR3 を回してバイアス電流を調整。
 - R17 あるいは R18 の両端の電圧を測定しながら調整します。およそ 20mA も流せば十分ですが、これは好みによります。R17, 18 が 0.47Ω であれば 20mA 流せば 9.4mV になりますが、およそ近い値で結構です（時間が経つと温度が変わり変動するため）。なお、R17 の両端はチェック端子の TP1 と TP3 に接続されています。R18 は TP2 と TP3 に接続されています。

(補足)

- ・時間が経つと調整値が多少変動する場合もあるので、一度調整したのち 10 分程度たってから再調整すればいいでしょう。
- ・⑤でのバイアス電流がもっと必要な場合は R11 を小さい値に変更ください。反対にバイアス電流が流れすぎる場合は R11 を大きな値に変更ください。最適な抵抗値は用いる MOSFET によって変化します。

8. 基板パターン

(1) シルク

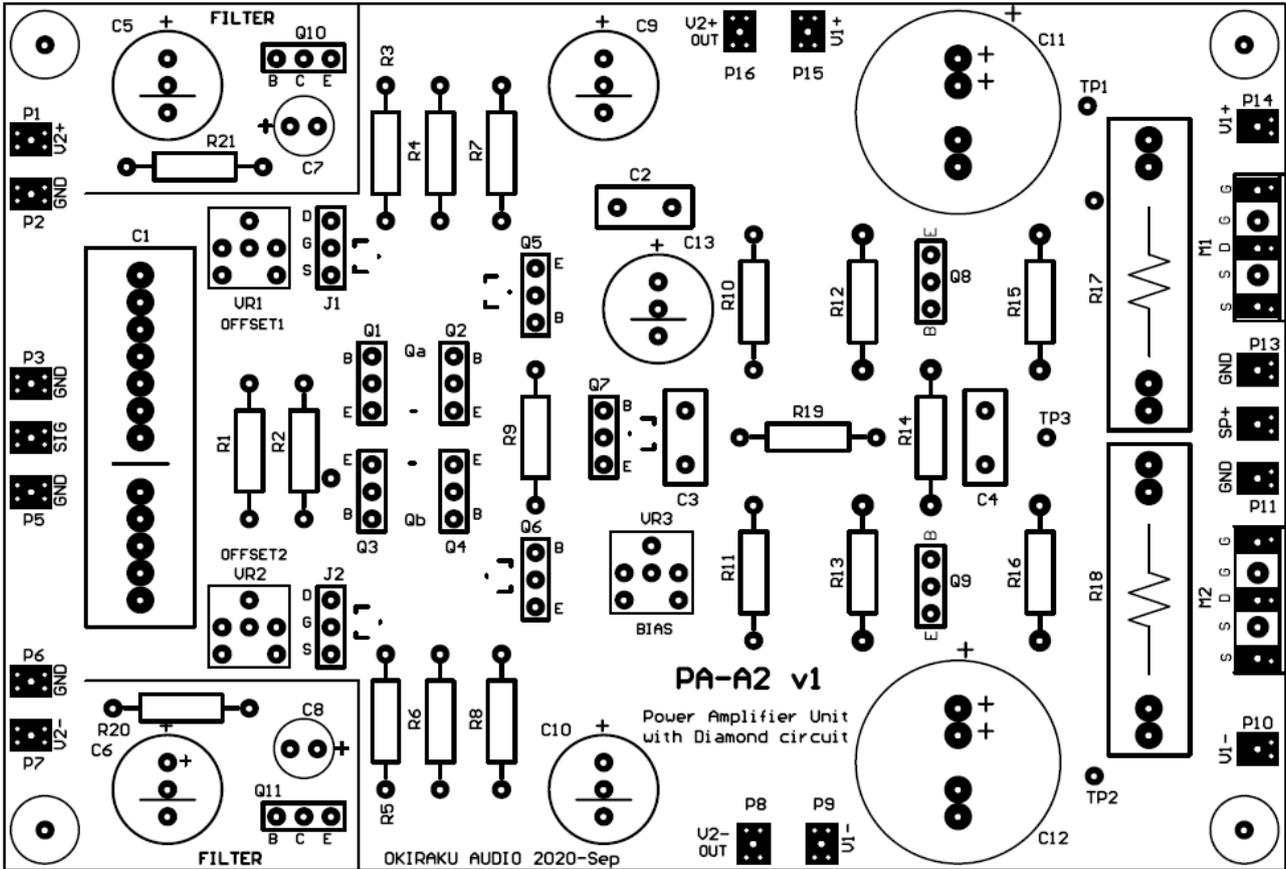


図 シルク

(2) 配線パターン (部品面)

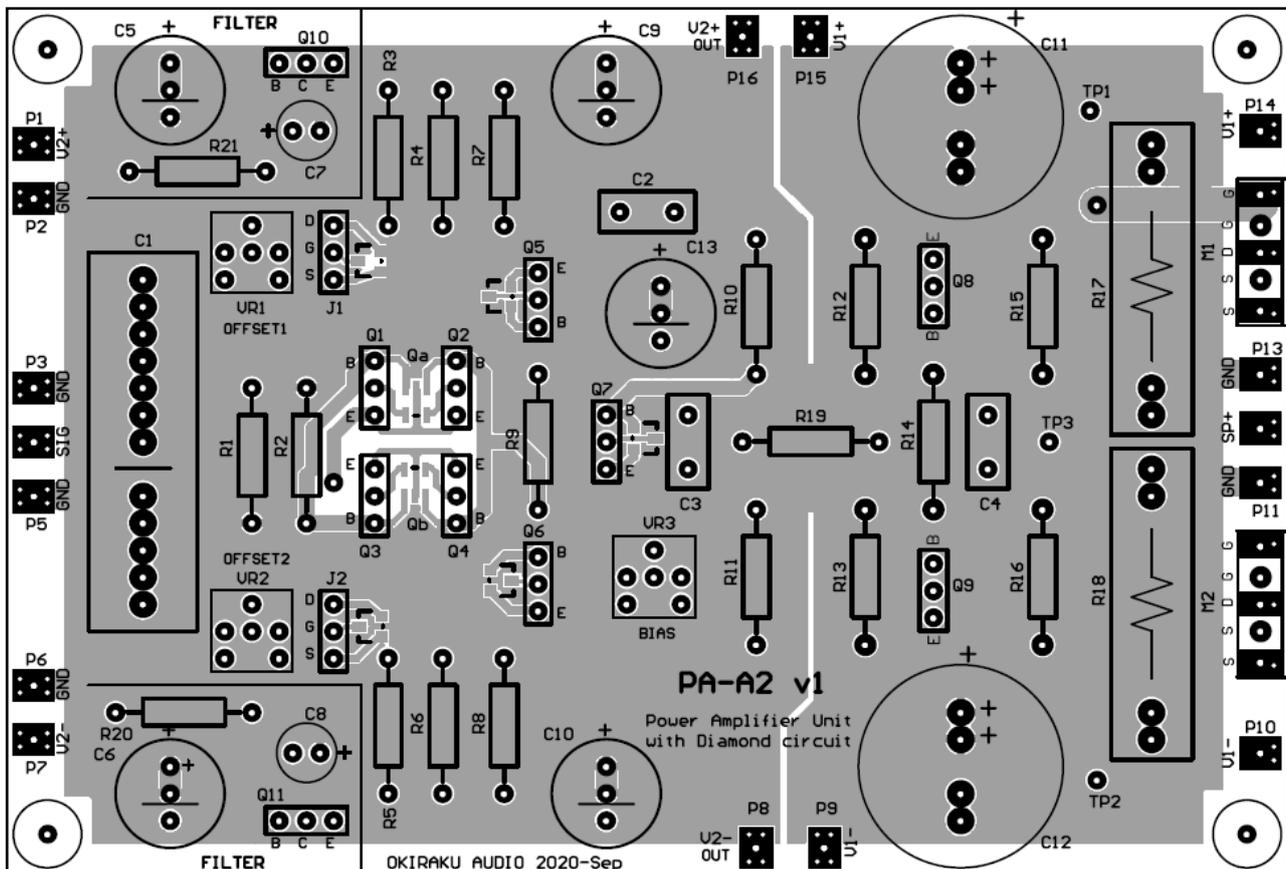


図 部品面パターン

(3) 配線パターン (半田面：部品面より透視)

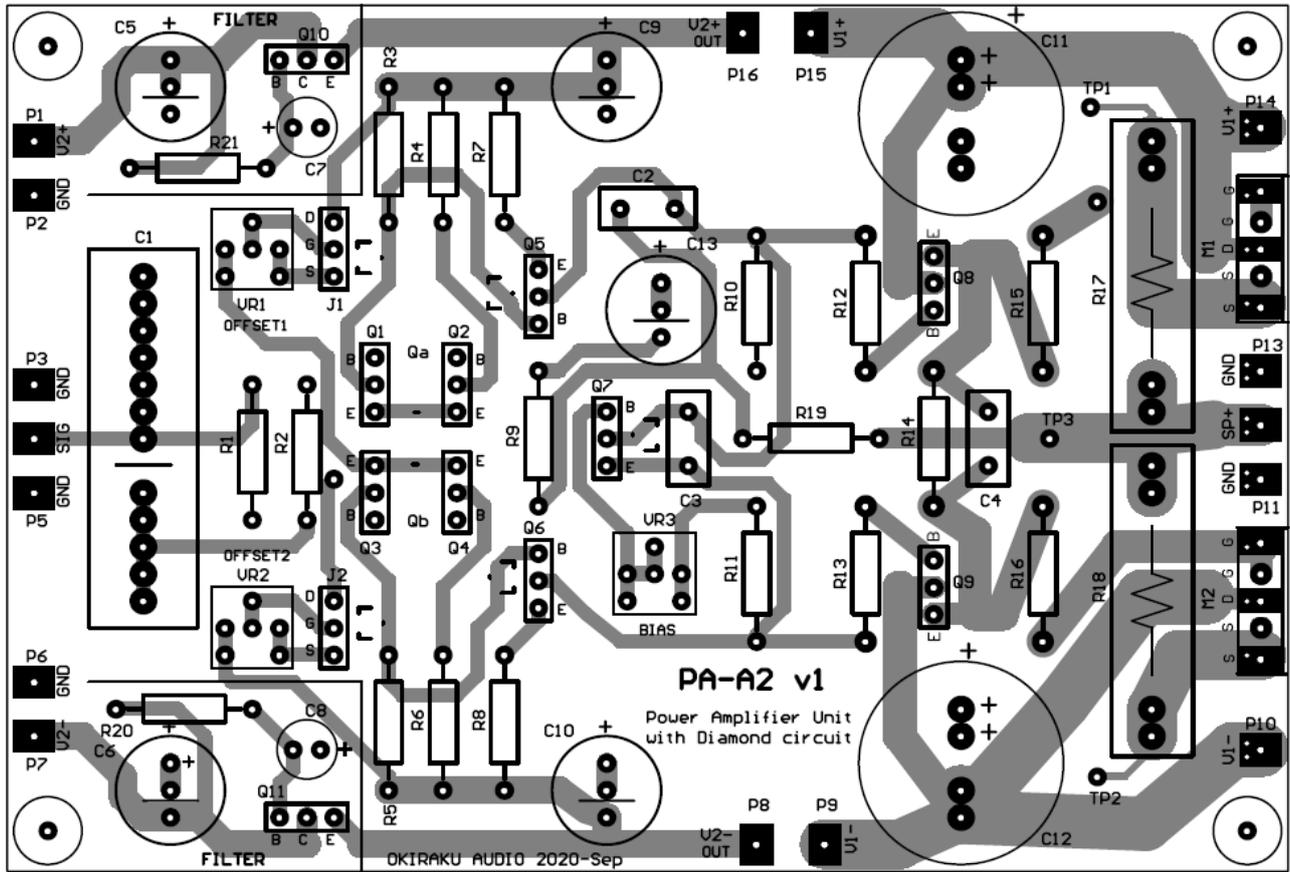


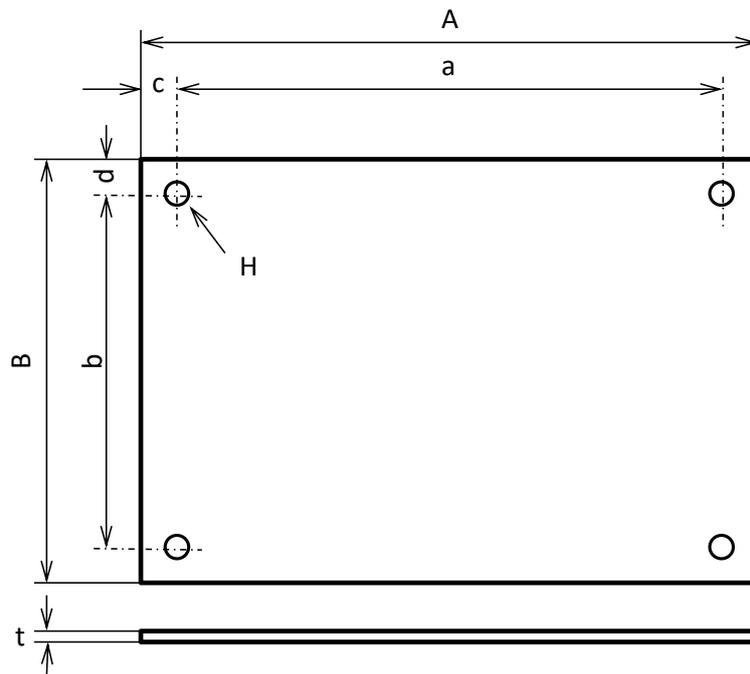
図 半田面パターン

9. 基板寸法

本基板サイズは” STD “になります。

表 寸法 単位 mm/(mil) ※1mil=25.4/1000mm

	name	A	B	t	H	a	b	c, d
	STD-S	119.4 (4700)	43.2 (1700)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	35.6 (1400)	3.8 (150)
✓	STD	119.4 (4700)	81.3 (3200)	1.6	3.5 (138)	111.8 (4400)	73.7 (2900)	3.8 (150)
	STD-H	81.3 (3200)	59.7 (2350)	1.6	3.5 (138)	73.7 (2900)	52.1 (2050)	3.8 (150)
	WIDE	144.8 (5700)	101.6 (4000)	1.6	3.5 (138)	137.2 (5400)	94.0 (3700)	3.8 (150)
	None							



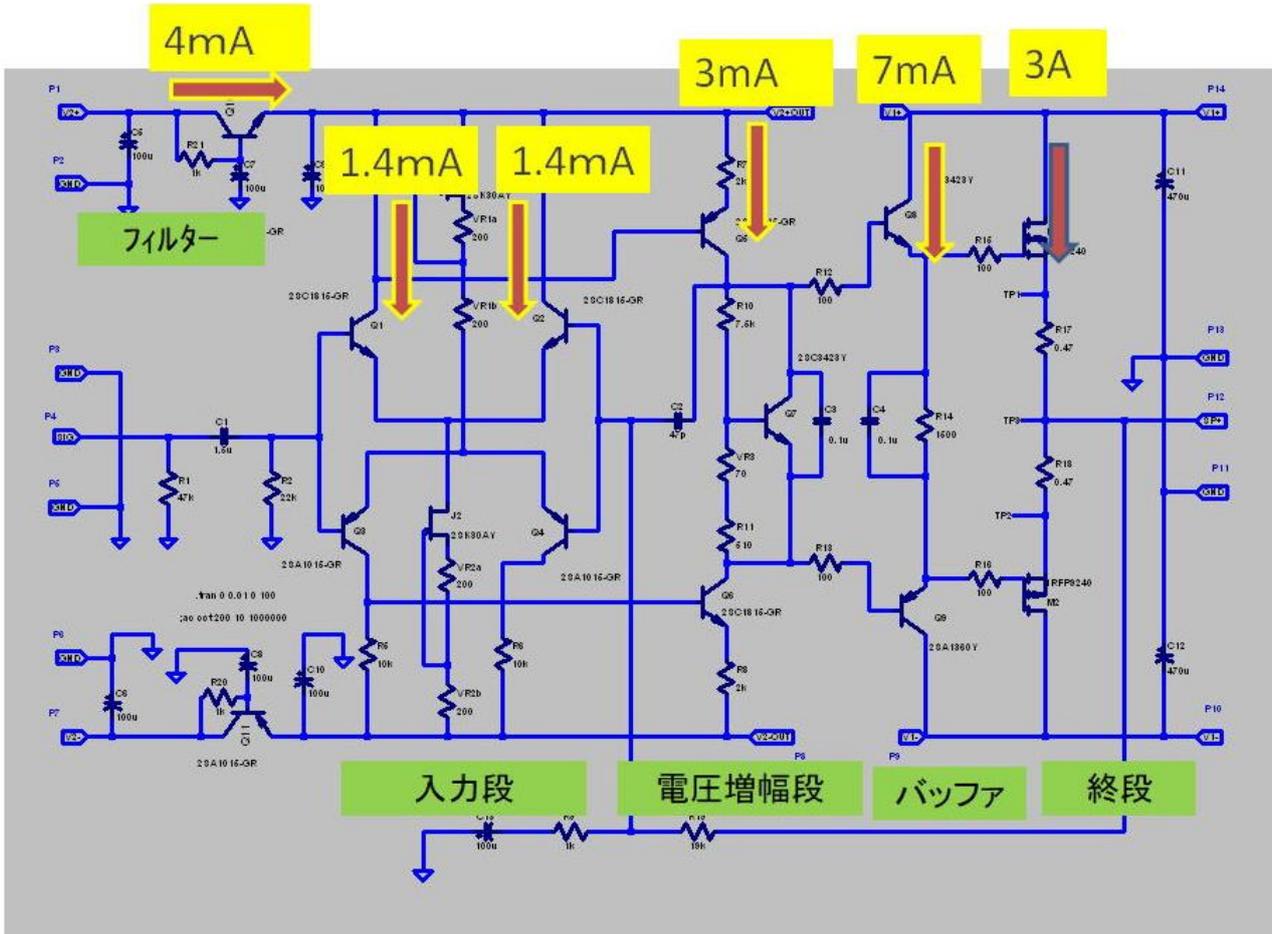
10. 編集履歴

Revision	DATE	CONTENT
R1	2021. 4. 4	初版
R2	2021. 6. 20	部品表記載漏れ修正

【付録】

(1) 回路に流れる電流

マニュアル内では電源電圧は最大でも±25Vを想定して記述していますが、これは2SC1815/A1015などの汎用の耐圧の低い(50V程度)トランジスタが使うことを考えているためです。しかし、さらにパワーを得るために電圧を上げたい場合もあるでしょうから、下図に電源電圧を±35Vとして負荷8Ωで、ほぼフル出力で動作させたときの、各トランジスタに流れる電流のSPICE結果を示します。



PA-A2を電源電圧3.5V、ゲイン20倍として、入力振幅2Vを与えた場合の電流値

トランジスタを選択するときは、この電流値が参考になると思います。そしてトランジスタに必要な耐圧は電源電圧が±Eとすると、フィルターならびに入力段が耐圧はE、電圧増幅段、バッファ、終段が2Eとなります。そして必要な損失(P_c)は必要耐圧と流れる電流との積となります。

このことから電源電圧を±35Vとした場合でも、入力段については2SC1815/A1015などの耐圧が50V程度の小信号トランジスタで十分です。しかし、電圧増幅段やバッファード段では必要耐圧が70Vになりますので2SC3423/A1360などの高耐圧品(120V)への変更が必要です。

(2) 入力段のトランジスタ

本アンプの入力段は差動増幅になっていますので、Q1, Q2ならびにQ3, Q4については下記の対処をすることで、より安定した動作につながります。

- ・hFEを選別して揃える
- ・Q1~Q4をまとめて熱結合