

基板搭載用オーディオプレート Audio Plate for standard size PCB 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

この基板は定電圧電源を3系統有し、DAC やアンプ等の複数の基板を搭載して動作の確認をするために製作したものです。いままでリリースした基板の多くの基板サイズと取り付けピッチが一致しているので、便利に使えらると思います。また、基板の周辺にも各種のスイッチ、コネクタ、端子類を取り付けているので、この基板だけでひとつのシステムとして構成することが可能です。バラックで組み立てて、動作確認と同時にシステムとして使用するのに便利でしょう。



完成例(本基板のみ)



完成例(他基板を搭載した状態)

2. 機能&仕様

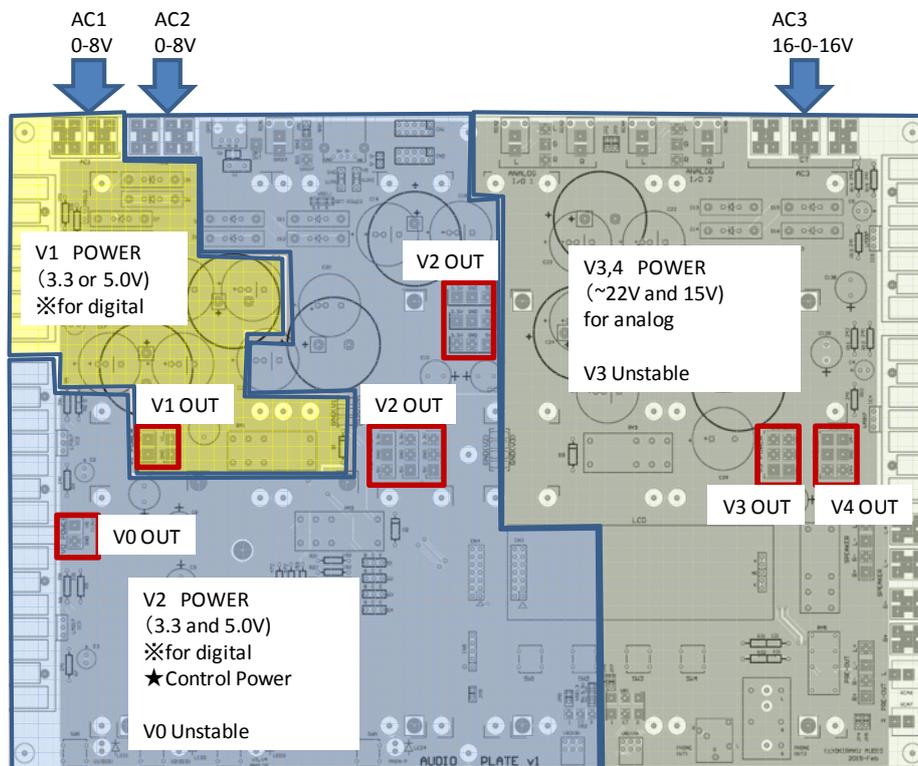
2-1. 主仕様

表 主な仕様

寸法	300×210mm、FR4、70um 銅箔厚
搭載可能基板	<ul style="list-style-type: none"> ・標準サイズ STD(119×81mm) の場合、最大 4 枚 ・ハーフサイズ (81×60mm) の場合、最大 6~8 枚 ・ワイドサイズ (145×102mm) の場合、最大 2 枚 その他 USB-AUDIO、Raspberry Pi (B, B+, 2) も搭載可能。
電源系統	3 系統電源 (GND 分離)。入力トランス 3 系統に対応。 <ul style="list-style-type: none"> ・系統 1 : 3.3V あるいは 5V 出力 (V1) ・系統 2 : 3.3V および 5V 出力 (V2) および非安定化出力 (V0) ・系統 3 : 正負 15V 出力 (V4) および非安定化出力 (V3)
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・電源 3 系統別に個別の ON/OFF が可能 ・電源 3 系統はそれぞれ GND 分離 (共通化のためのジャンパーパッド有)。 ・MUTE 機能、周波数判定機能 等
入出力端子類	<ul style="list-style-type: none"> ・RCA 入出力, TOSLINK, ヘッドホン出力 (Φ3.5, 6.3)、LCD、 ・コントロールスイッチ、可変抵抗器 (A, B) など

2-2. 本基板機能の基本的な考え方

本基板の基本的な機能は3つの独立した電源システムを供給可能な定電圧電源であるということです。独立した電源システムであるため、それぞれが独立した整流回路、安定化レギュレータを有しており、それぞれのGNDも独立しています。電源システムは便宜上 V1, V2, V3 系統と呼ぶこととします。



本基板の基本的な構成（3つの独立した電源からなる）

それぞれの電源の入出力は下表のようになります。それぞれの電圧出力はリレーにより ON/OFF が可能であり、リレーはマイコンとスイッチにより制御されます。各電源システムの個別の ON/OFF に加え、一括 ON/OFF さらに電源システム 1→2→3 の順次投入などの制御を可能にしています。マイコンを使用しない場合はリレーの接点を短絡して使用すればいいですが、電源の ON/OFF のしやすさを考えると、マイコンを搭載した方が便利でしょう。

表 電源の入出力関係

系統	AC 入力	出力制御 リレー	出力電圧
V1	AC1 (AC8V 程度)	RY1	V1 (3.3V あるいは 5V) VSEL2 で電圧を選択：開放時 5V, 短絡時 3.3V
V2	AC2 (AC8V 程度)	RY2	V2 (3.3V および 5V) V0 (非安定化出力。 およそ 9~11V 程度)
V3	AC3 (AC16-0-16V 程度)	RY3	V3 (非安定化出力。 およそ正負 23V 程度) V4 (正負 15V)

なお、V2 系統の電源はマイコンならびにリレーの駆動電源となっていることから V2 系統はかならず動作させる必要があります。すなわち AC2 入力はかならず必要ということです。

3. 基板端子等の機能

3-1. トランス入力端子

この基板を動作させるためには、最低でも AC8~9V 程度のトランス 1 系統が必要です。最大で AC8~9V 程度のトランス 2 系統と AC16-0-16V 程度のトランス 1 系統が必要で RA40-144 トランスが適合しますが、もちろんそれ以外のトランスでもかまいません。トランスの接続は下図のようになります。AC2 はリレー等の制御用の電源も兼ねますのでかならず接続してください。

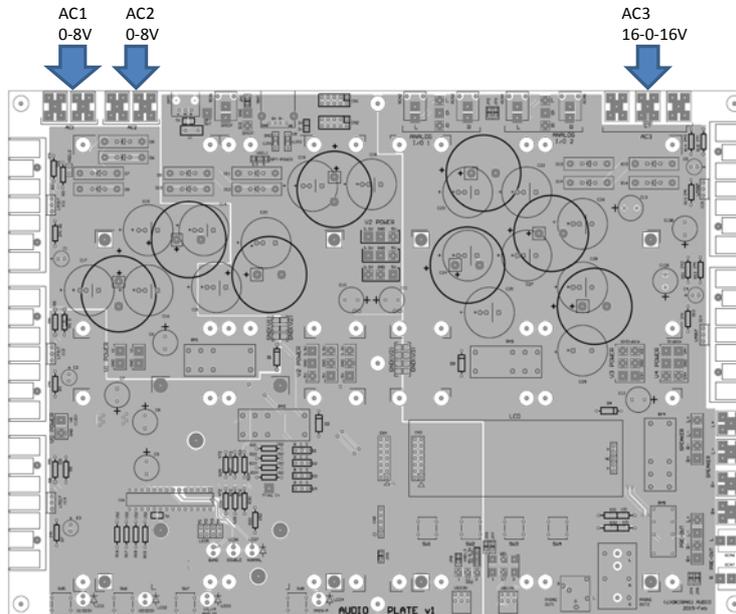


図 トランスの接続

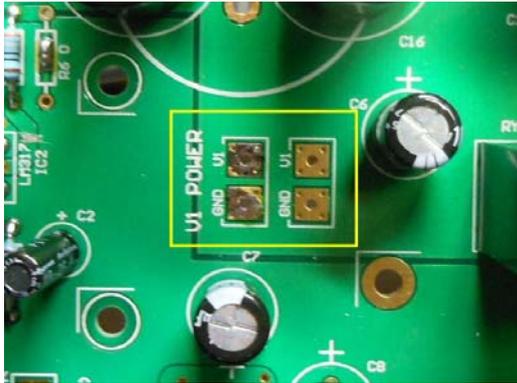
なお必要な電圧については下表を参考にしてください。

表 必要なトランス電圧

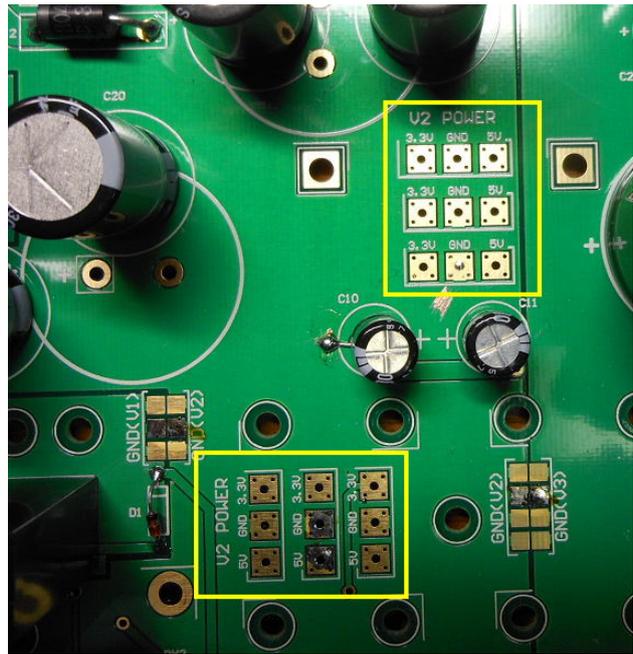
トランス入力	推奨電圧 (AC)	説明
AC1	7-9V RA40-144 白-黄	ここからは V1 系統の電源 (3.3 あるいは 5V) を生成します。整流後の電圧が 9V 以上になるようにトランス電圧を選定します。通常は AC7V 以上が必要です。電源容量は接続する基板にも依存しますが 1A 以上は欲しいところです。
AC2	7-9V RA40-144 青-黒	ここからは V2 系統の電源 (3.3 および 5V) を生成します。コントローラマイコンやリレーの電源はここから供給されるので、AC2 はかならず接続しなければなりません。トランスの選定は、整流後の電圧がおおよそ 12V になるように選定します。これはリレーの動作電圧に相当します。トランス出力は AC8V 程度が適しているでしょう。なお、基板上のリレーがすべて動作した場合には約 250mA の電流が必要になりますので、他の基板への電源供給も考えてトランスは容量に余裕のあるものを選定ください。1A 以上がのぞましいでしょう。
AC3	15-18V (CT 付き) RA40-144 赤-橙-赤	ここからは V3 系統の電源 (いわゆるオペアンプに適した電源である正負 15V) を生成します。トランスの選定は、整流後の電圧が 19V 以上になるように選定します。電源容量はオペアンプのみであれば 200mA もあれば十分ですが、アンプ系の基板の搭載を考えると 500mA 以上は欲しいところです。

3-2. 電源取り出し部分

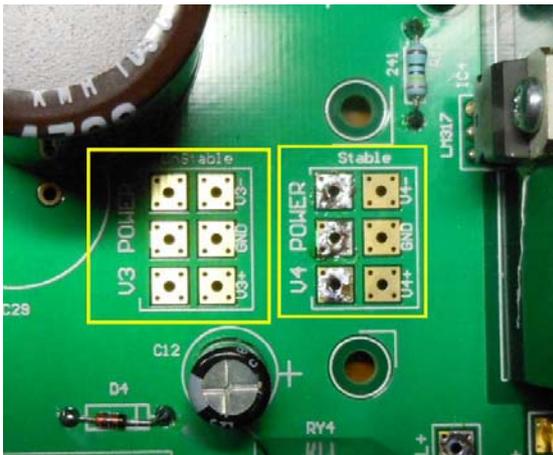
電源系統 V1~V3 の取り出し部分は 2-2 にも記載していますが、下記にも図示します。



電源系統 V1 の取り出し部分



電源系統 V2 の取り出し部分



電源系統 V3 の取り出し部分 (V3 は非安定、V4 は安定化出力)

3-3. GND の共有化について

本基板の 3 系統の電源 GND は分離していますが、V1 系統と V2 系統ならびに V2 系統と V3 系統の GND 共有化のための半田ジャンパー用のパッドを設置しています。これらをジャンパすることで、各電源系統の GND の共有化が容易です。

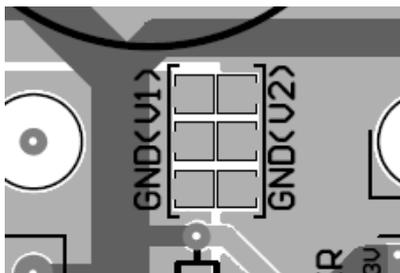


図 V1-V2 系統の GND 共有化パッド

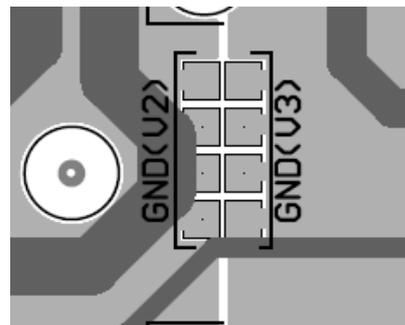


図 V2-V3 系統の GND 共有化パッド

3-4. 各種端子類

トランス端子以外にも本基板では RCA コネクタ、ヘッドホンコネクタ等が取り付け可能です。基本的にはこれらの端子やコネクタは GND を含めて独立しています。以下に回路と合わせて、端子機能を説明します。

(1) デジタル入出力部

OPT1 は通常はトリンクの光受信モジュールを取り付けます。光モジュールに供給する電圧は VSEL1 にて選択します。なお、光モジュールの GND は電源の V2 系統 GND に接続されています。

RCA1 は SPDIF 入力を想定して設けていますが、勿論出力として使用することも可能です。GND は JP1 により電源 V2 系統 GND に接続することが可能です。GND 接続により実際の結線は信号線のみでよいことになり、配線の簡略化に役立ちます。

USB コネクタは Raspberry Pi への電源供給を想定して設けています。UJP1、UJP2 を接続することにより電源 V2 系統の 5V 電源と接続することが可能になります。

CN1, CN2 については PCM あるいは DSD 入力端子を想定しますが、単純に CN1 と CN2 はストレート結線がしてあるのみです。この端子は他からの中継を意図した設置となっています。

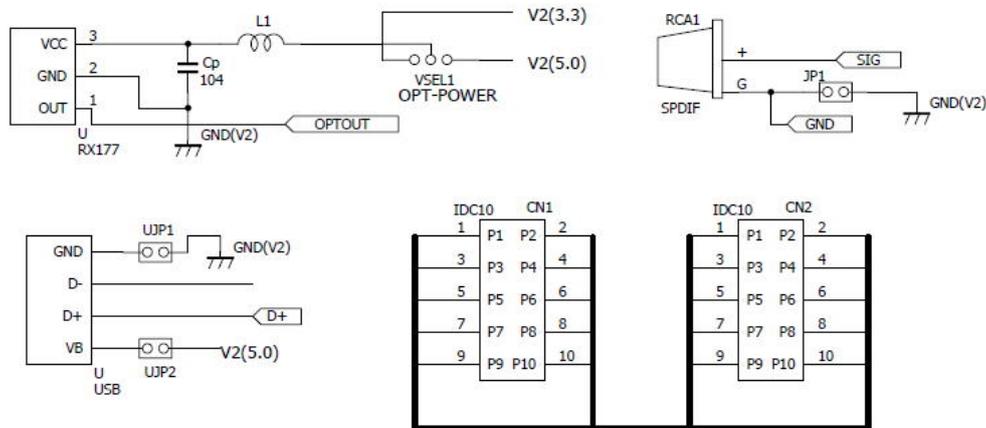


図 デジタル入出力部の回路

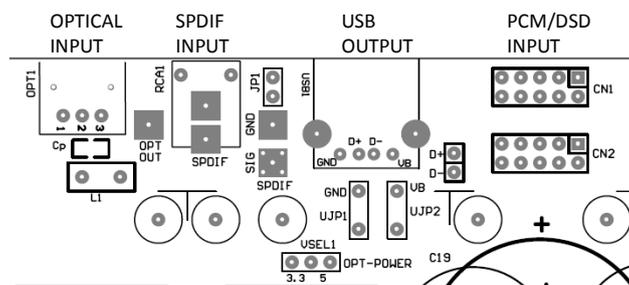


図 デジタル入出力部の端子類

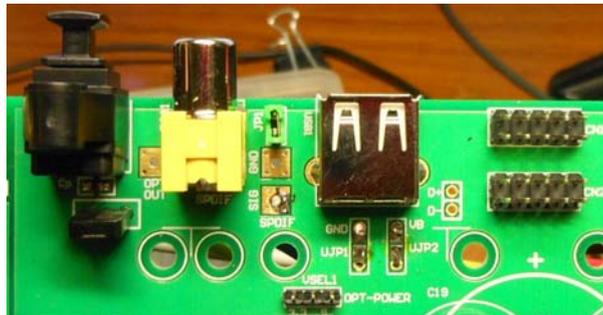


図 デジタル入出力部の端子類 (実際の実装)

(2) アナログ入出力部

RCA2~5 はアナログ入出力用の端子です。それぞれステレオで 2 組準備してあります。それぞれの GND は V3 電源系統に対して独立していますが、JP2, JP3 の接続により電源 V3 系統の GND と接続することが可能です。GND 接続により実際の結線は信号線のみでよいことになり、配線の簡略化に役立ちます。

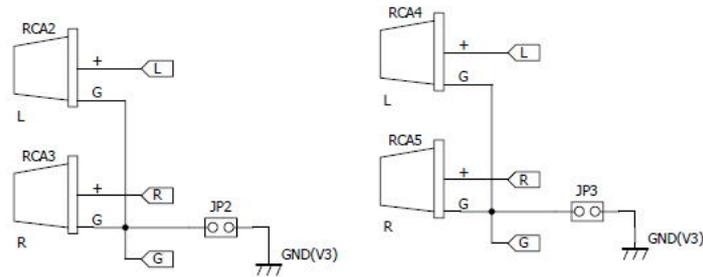


図 アナログ入出力部の回路

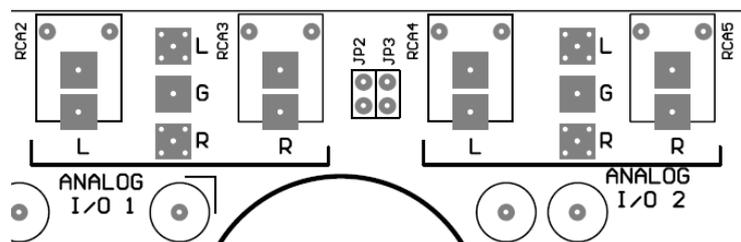


図 アナログ入出力部の RCA コネクタ配置

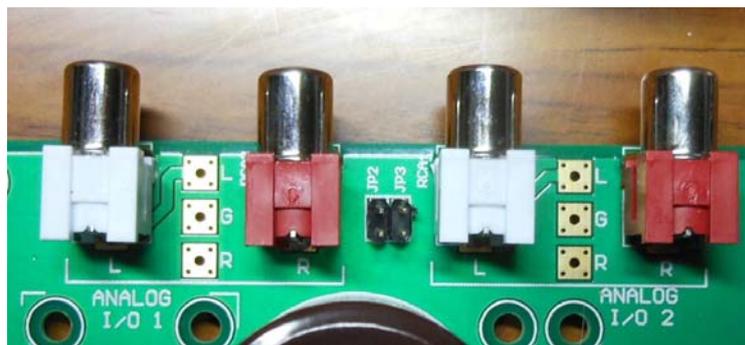


図 アナログ入出力部の RCA コネクタ配置 (実装例)

(3) 可変抵抗部

可変抵抗は直線(B)タイプのVR2と対数(A)タイプのVR1を取り付けることが可能です。

VR2については電子ボリュームの可変電圧出力を想定しています。VSEL3により印加電圧を3.3Vあるいは5Vの選択が可能です。またJP8を短絡することにより電源系統V2のGNDと接続できます。これらの接続によりCT出力のみを基板に配線することで、電子ボリューム等の機能をつかうことができます。

VR1は通常のボリュームとしての機能を想定した配置となっています。JP6,7は電源系統V3のGNDへの接続となります。

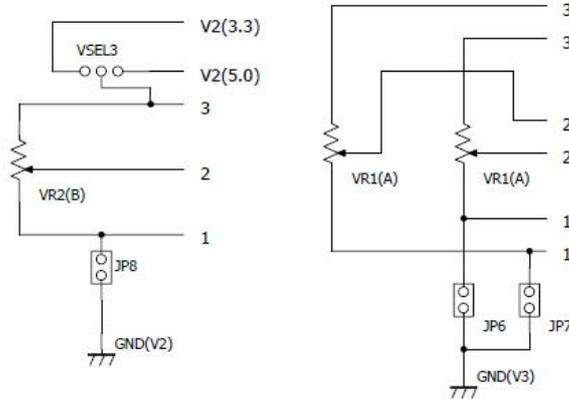


図 可変抵抗部の回路

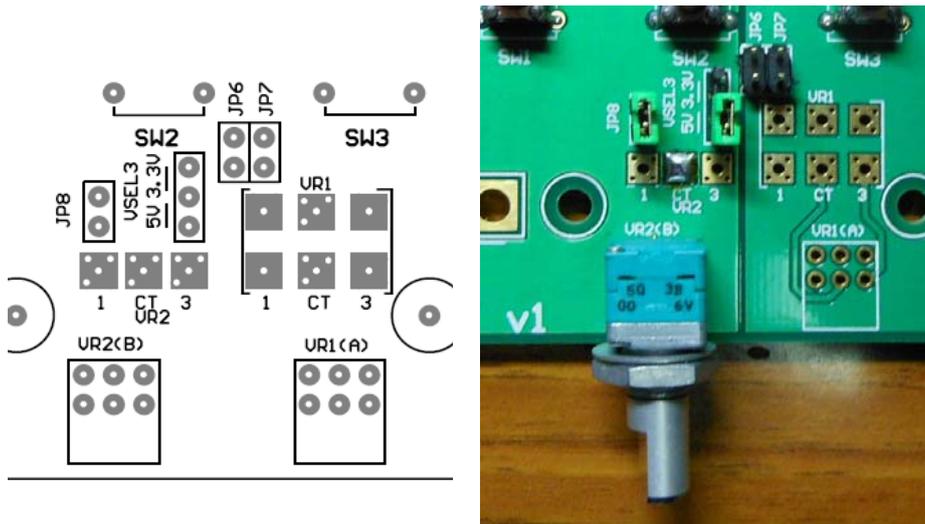


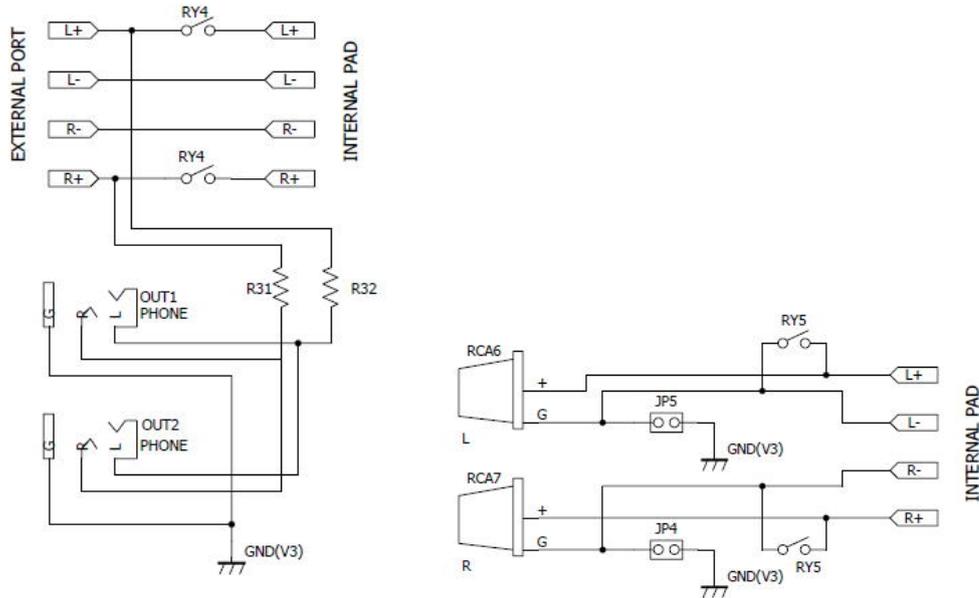
図 可変抵抗部の配置と実装例

(4) アナログ出力部

アナログ出力部はおもにスピーカあるいはヘッドホンを対象とした出力と、プリ出力を想定した端子を設けています。

スピーカおよびヘッドホン出力においては、ポップノイズを抑制するためのリレー (RY4) を介して接続するようになっています。また、スピーカ出力については電源系統 V3 のGND と分離していますが、これはDクラスアンプなどのBTL接続の場合を意識しているためです。

プリ出力についてもポップノイズを抑制するためのリレー (RY5) を設置しており、電源 ON から 2-3 秒後にリレーが開放状態になり、出力が有効となります。なお RY4, 5 についての動作タイミングはマイコンにて制御しています。プリ出力の JP4, 5 は電源系統 V3 との GND 接続用です。



アナログ出力部の回路

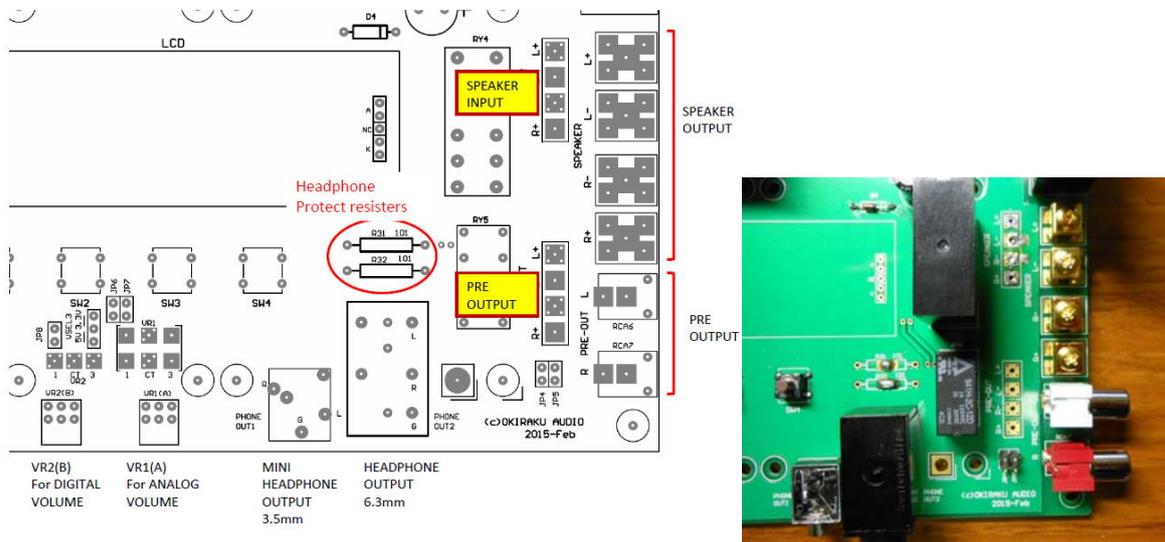


図 アナログ出力部の配置と実装例

4. 電源スイッチ関連

本基板での電源の供給はリレーにより制御されています。それらは基板手前のスイッチにより動作させることが可能であり、下図の[V1]、[V2]、[V3, 4]がそれぞれ電源系統 V1, V2, V3 の個別のスイッチになっています。また[ALL]は V1~V3 の一括投入スイッチになります。それぞれの電源の ON/OFF と LED の点灯は連動していますので、どの系統の電源が入切りされているかを判別することができます。

なお、これらのスイッチとリレーの動作については、動作モードが2つあります。[ALL]スイッチで V1~V3 を同時に ON させる場合と、[ALL]スイッチで V1→V2→V3 と 2 秒毎に順次投入するシーケンシャル動作の 2 パターンの選択が可能です。選択方法は後述します。

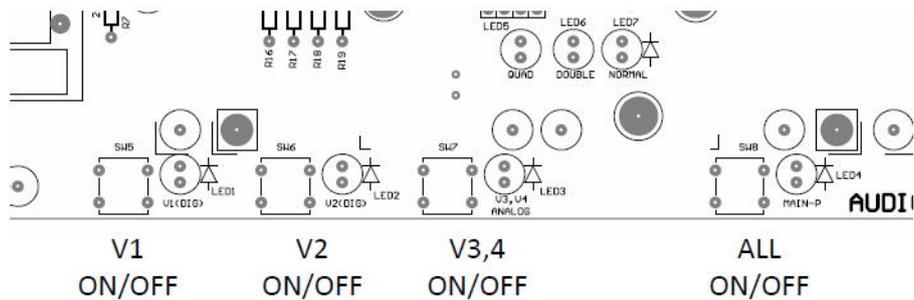


図 電源スイッチ周辺

5. 部品表

次表に部品表例を示します。使用する機能に合わせて必要なパーツのみを実装すればいいでしょう。入手容易なものや秋月電子で購入可能なもののオプション設定はありません。

表 部品表 (例)

品名	番号	規格	仕様	必要性	個数	備考
抵抗	R1	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	+3.3or5V 生成
	R2	金属皮膜 (1/4W)	390 Ω	○	1	
	R3	金属皮膜 (1/4W)	330 Ω	○	1	
	R4	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	+3.3V 生成
	R5	金属皮膜 (1/4W)	390 Ω	○	1	
	R6	金属皮膜 (1/4W)	0 Ω	○	-	半田ジャンパーパッドあり
	R7	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	+5V 生成
	R8	金属皮膜 (1/4W)	390 Ω	○	1	
	R9	金属皮膜 (1/4W)	330 Ω	○	1	
	R10	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	+15V 生成
	R11	金属皮膜 (1/4W)	2.4k Ω	○	1	
	R12	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	-15V
	R13	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	
	R14	金属皮膜 (1/4W)	2.4k Ω	○	1	
	R15	金属皮膜 (1/4W)	240 Ω	○	1	

表 部品表 (例)

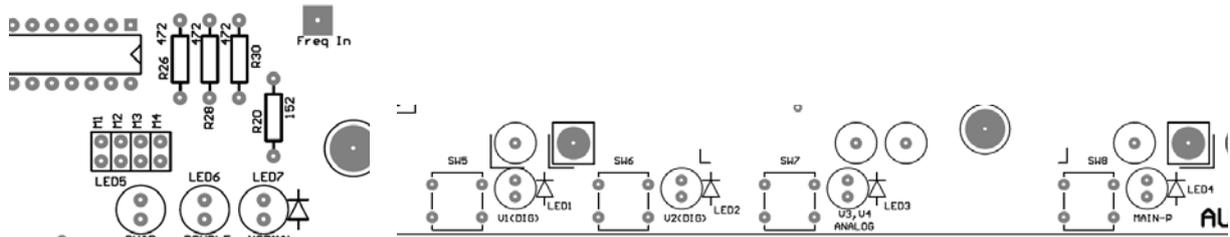
品名	番号	規格	仕様	必要性	個数	備考
抵抗	R16-20	炭素皮膜 (1/4W)	1.5k Ω	○	5	LED 電流制限抵抗
	R21-24	炭素皮膜 (1/4W)	1.5k Ω	○	4	
	R25-28	金属皮膜 (1/4W)	4.7k Ω	○	4	
	R29	金属皮膜 (1/4W)	15k Ω	○	1	
	R30	金属皮膜 (1/4W)	4.7k Ω	○	1	
	R31, 32	酸化被膜 (1W)	100 Ω	○	2	ヘッドホン保護用 (ジャンパー可)
コンデンサ	C1-5	電解コンデンサ	47 μ F/35V	○	5	10-100 μ F 程度
	C6-11	電解コンデンサ	330 μ F/16V	○	6	容量は適当
	C12, 13 C12B, 13B	電解コンデンサ	330 μ F/35	○	4	容量は適当
	C14-21	電解コンデンサ	3300 μ F/25V	○	8	容量は適当 (大容量適)
	C22-29	電解コンデンサ	3300 μ F/35V	○	8	容量は適当 (大容量適)
	Cp	チップセラミック	0.1 μ F	○	5	2012 サイズ
ダイオード	D1-D4	シリコン Di	小信号用 1N4148 など	○	4	リレー逆電圧防止用
	D5-D12	シリコン Di	40V/3A 以上	○	8	ショットキー等でも可 T0-220 タイプも可
	D13-16	シリコン Di	100V/2A 以上	○	4	ショットキー等でも可 T0-220 タイプも可
LED	LED1-7	-	Φ 3/RED など	○	7	
トランジスタ	Q1-4	小信号 NPN	2SC1815 等	○	4	
IC	IC1-4	電圧レギュレータ	LM317	○	4	秋月電子 [I-07223] など
	IC5	電圧レギュレータ	LM337	○	1	秋月電子 [I-07218] など
	IC6	制御マイコン	PIC16F886	○	1	プログラム済み (28P-DIP)
放熱板		T0-220 用	54 x 50 x 15mm	○	5	秋月電子 [P-05051]
リレー	RY1-4	12V パワーリレー	942H-2C-12DS	○	4	秋月電子 [P-01213]
	RY5	12V 小型リレー	941H-2C-12D	○	1	秋月電子 [P-01228]
スイッチ	SW1-4	タクトスイッチ	DTS-6-V	△	4	秋月電子 [P-03647] など
	SW5-8	タクトスイッチ	DTS-6-V	○	4	秋月電子 [P-03647] など
可変抵抗	VR1 (A)	可変抵抗	RK0971220-F15-C 0-A103	△	1	秋月電子 [P-03604] など
	VR2 (B)	可変抵抗	RK0971210-F15-C 0-B503	△	1	秋月電子 [P-03605] など
RCA	RCA1-7	RCA コネクタ	RJ-2410N	△	7	秋月電子 [C-02386] など V1 基板では加工必要
トスリンク	OPT1	光受信モジュール	TORX177 など	△	1	
USB	USB1	USB-A コネクタ		△	1	秋月電子 [C-07674] など
端子		ヒロスギ計器	HP-0397GS	△	11	直接半田付け化
ヘッドホン	PHONE1	3.5mm 用	AJ-1780	△	1	秋月電子 [C-02384]
	PHONE2	6.3mm 用	SC1570	△	1	DIGIKEY SC1570-ND
LCD	LCD		SC1602 シリーズ	△	1	秋月電子 [P-00040] など

必要性：○必須あるいはほぼ必要 △必要に応じて実装
ハッチング部分はオプション設定を予定。

6. 動作モードと周波数表示機能

本基板でのスイッチとリレーについてはマイコンに接続し制御しています。その動作モードはマイコン近くのジャンパーポスト M1~M4 で設定します。

また、この基板では[Freq In]に入力されたデジタルクロックの周波数を判定する機能も搭載しています。この表示方法についても、ジャンパーポストで設定できます。



ジャンパーポスト M1-M4

電源操作のスイッチ群

動作モードについては下表の通りです。

表 動作モード設定

	設定	機能	内容
M1	開放	個別入切	SW5~SW7により個別に電源系統V1~V3の入切を設定できます。また SW8 で電源系統 V1~V3 を一括で入切ができます。電源系統 V3 の ON 時から約 2 秒後に MUTE 用のリレー (RY5, 6) が起動します。 ※M1 の状態は元電源を入れた状態で識別しますので、元電源を入れた状態での M1 の変更は反映されません。
	短絡	順次 ON	SW8 により電源系統 V1→V2→V3 を順次 ON とします。また電源系統 V3 の ON 時から約 2 秒後に MUTE 用のリレー (RY5, 6) が起動します。なお OFF 時は一斉に遮断します。 このモードのときには SW5~7 での個別の ON/OFF はできません。 ※M1 の状態は元電源を入れた状態で識別しますので、元電源を入れた状態での M1 の変更は反映されません。
M2	-	-	予約
M3	-	-	予約
M4	開放	LR 周波数	Freq In に加えられた周波数により LED が点灯します。 44. 1kHz あるいは 48kHz : LED7 (NORMAL) 点灯 88. 2kHz あるいは 96kHz : LED6 (DOUBLE) 点灯 176. 4kHz あるいは 192kHz : LED5 (QUAD) 点灯
	短絡	BC 周波数	Freq In に加えられた周波数により LED が点灯します。 2. 822MHz あるいは 3. 072MHz : LED7 (NORMAL) 点灯 5. 644MHz あるいは 6. 144MHz : LED6 (DOUBLE) 点灯 11. 289MHz あるいは 12. 288MHz : LED5 (QUAD) 点灯

7. 基板パターン

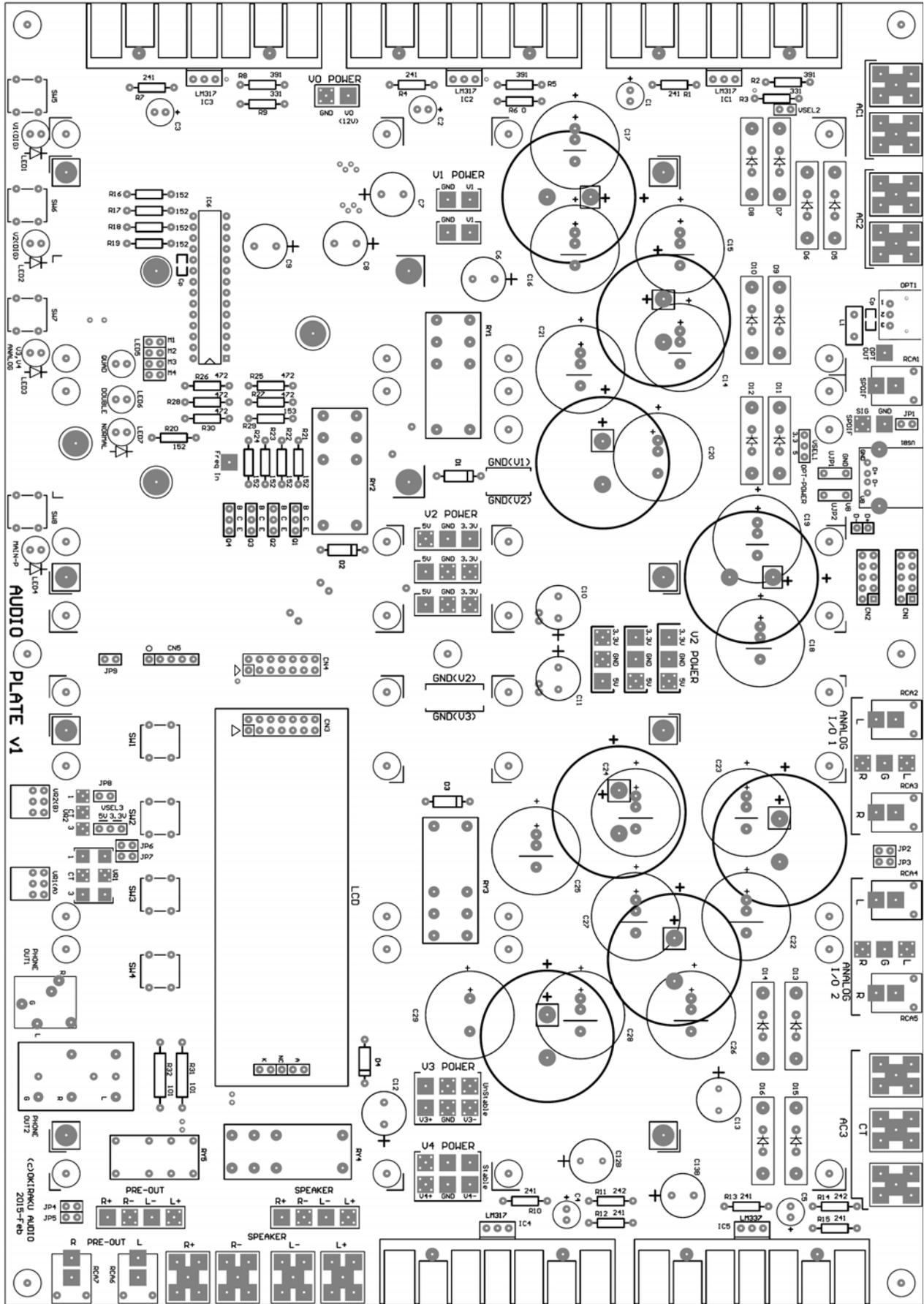


図 基板シルク

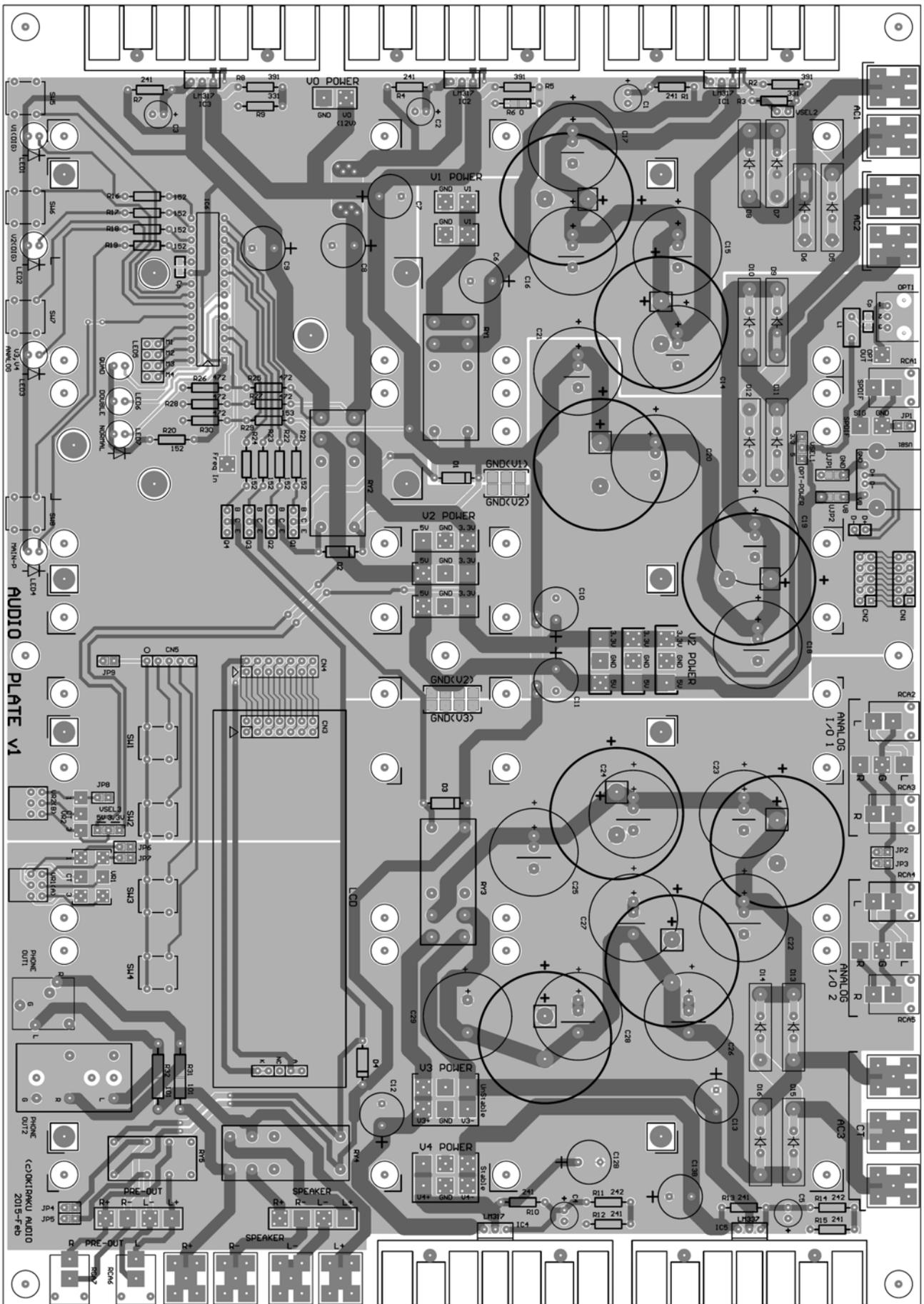


図 部品面パターン+半田面パターン (部品面より透視)

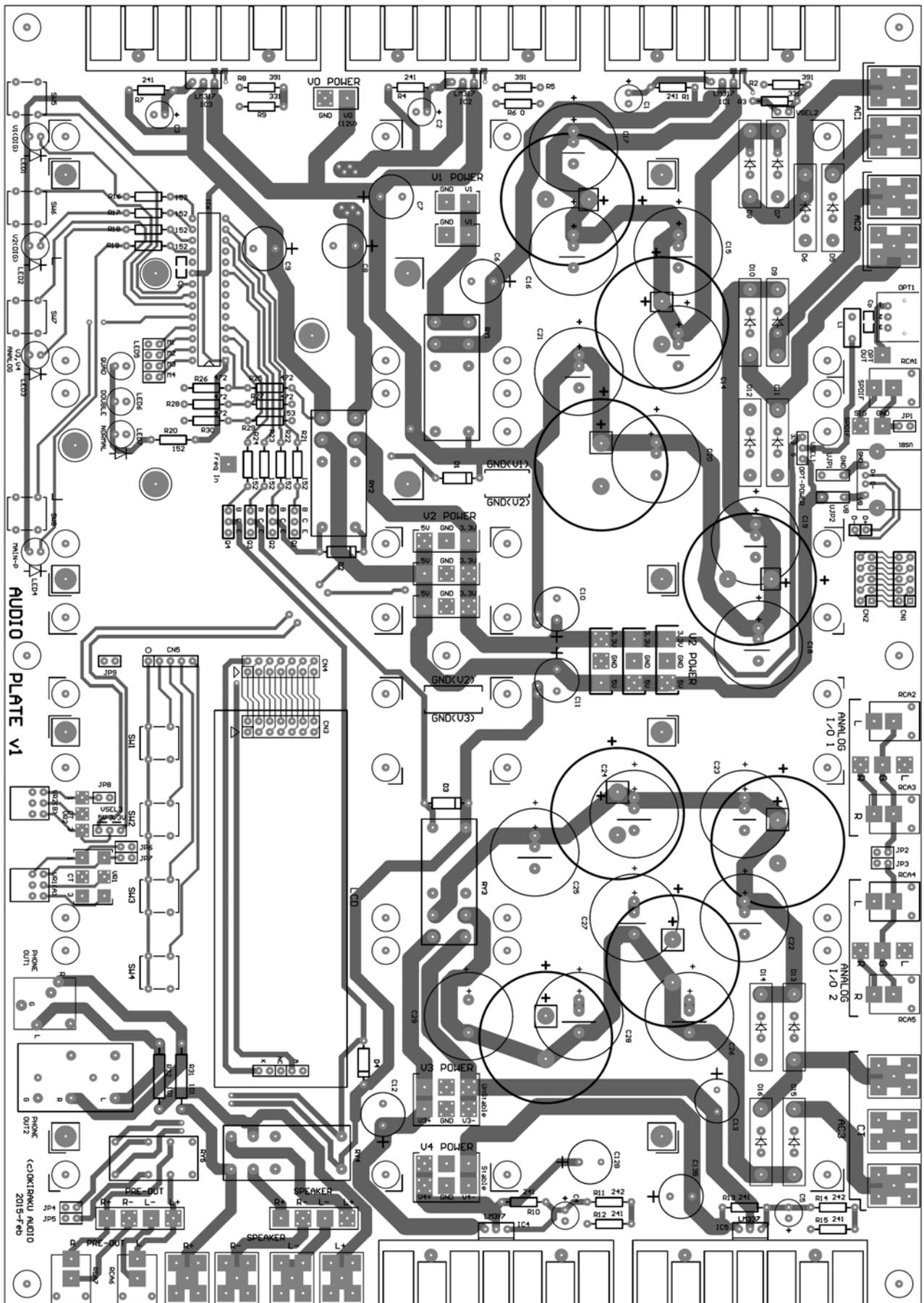


図 部品面パターン+部品面シルク