

オーディオ用D Aコンバータ基板 ”DAC4D”製作マニュアル

本基板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

本基板はバーブラウンブランド（T I 社）の18bit-D A Cを片チャンネルあたり4個並列接続し、かつ差動出力で用いたオーディオ用のD Aコンバータ基板です。D A Cの並列化はS/Nの向上に役立つだけでなく、聴感的にも音の力強さが増します。また差動化によりコモンモードノイズの除去でS/N向上に役に立ちます。以前リリースしたDAC8Dは200mm四方の大型基板2枚という構成で、部品点数も多く作るのはむずかしいものでした。このDAC4Dはノンオーバーサンプリング部を無くしたこともあり、部品点数も少なく、また左右チャンネルを分割した2枚の基板の2階建て構造としてるため省スペースを実現しています。またDAC部とアナログ部の電源分離も容易です。入力も4ch対応とし拡張性も考慮しました。基板サイズやネジピッチはNOSDACと同一なので換装も容易です。



2. 基本仕様

- (a) 入力 : 4系統 (同軸×2, デジタル(*)×2)
 (b) 出力 : オーディオ出力×1
 デジタル(*)×1 (*光入出力モジュールとの接続に適しています。)
 (c) デジタルオーディオ復調 : TC9245 / 32, 44.1, 48kHz に対応(IC仕様)
 (d) デジタルフィルタ : PDO0601 / 8倍オーバーサンプリング
 (e) DAC : PCM61P / 18bit 分解能 4個電流加算接続
 (f) ポストLPF : 2次ローパス (fc=約40kHz)
 (g) プリント基板 : 銅箔厚さ70um、ガラスエポキシ両面スルーホール。寸法172.7mm×83.8mm
 (f) 基板端子機能

表 デジタル入出力関係

Pin	機能	内容	説明
1	Vcc	5V 電源	
2	S1	入力選択 S1 端子	入力 Ch の選択端子です。端子の状態と選択された入力 Ch は下表を参照ください。
3	S2	入力選択 S2 端子	
4	GND	GND	
5	Dout	デジタル出力	デジタル出力に使用します。出力は選択された Ch の内容になりますが Ch3 選択時は出力されません。Pin1 の Vcc は光出力モジュールを接続するときにつかうと便利でしょう。
6	GND	GND	
7	IN0	同軸入力信号 (0ch)	同軸入力端子を接続します。入力 Ch は 0 です。
8	GND	GND	
9	IN1	同軸入力信号 (1ch)	同軸入力端子を接続します。入力 Ch は 1 です。
10	GND	GND	
11	IN2	デジタル入力信号 (2ch)	デジタル入力端子を接続します。入力 Ch は 2 および 3 です。Vcc は光入力モジュールを接続するときに使います。
12	IN3	デジタル入力信号 (3ch)	
13	GND	GND	
14	VCC	5V 電源	

表 入力選択端子の状態と入力 Ch

選択 Ch	S1 (Pin2)	S2 (Pin3)
0	GND	GND
1	OPEN	GND
2	GND	OPEN
3	OPEN	OPEN

表 電源入力関係 (CN2 で上下基板を連結して使う場合)

Pin	機能	内容	説明
15	GND	デジタル用電源 (GND)	+5V の安定化電源を入力します。
16	VC	デジタル用電源 (+)	
17	VE	DAC 用電源 (-)	+-5V の安定化電源します。
18	GND	DAC 用電源 (GND)	
19	VD	DAC 用電源 (+)	
20	V-	アナログ用電源 (-)	+-8~15V の電圧を入力します。安定化電源出力を使用してください。
21	GND	アナログ用電源 (GND)	
22	V+	アナログ用電源 (+)	

表 電源入力関係 (CN2 を使わずに上下基板で電源を分離して使う場合)

Pin	機能	内容	説明
15	GND	デジタル用電源 (GND)	+5V の安定化電源を入力します。
16	VC	デジタル用電源 (+)	
17	VE	Rch-DAC 用電源 (-)	+-5V の安定化電源します。 右チャンネル用。
18	GND	Rch-DAC 用電源 (GND)	
19	VD	Rch-DAC 用電源 (+)	
20	V-	Rch-アナログ用電源 (-)	+-8~15V の電圧を入力します。安定 化電源出力を使用してください。 右チャンネル用。
21	GND	Rch-アナログ用電源 (GND)	
22	V+	Rch-アナログ用電源 (+)	
27	VE	Lch-DAC 用電源 (-)	
28	GND	Lch-DAC 用電源 (GND)	+-5V の安定化電源します。 左チャンネル用。
29	VD	Lch-DAC 用電源 (+)	
30	V-	Lch-アナログ用電源 (-)	
31	GND	Lch-アナログ用電源 (GND)	+-8~15V の電圧を入力します。安定 化電源出力を使用してください。 左チャンネル用。
32	V+	Lch-アナログ用電源 (+)	

表 オーディオ出力関係

Pin	機能	内容	説明
23	OUT1+	Lch 出力	左チャンネルのオーディオ出力です。
24	GND	GND	
25	OUT2+	Rch 出力	右チャンネルのオーディオ出力です。
26	GND	GND	
33	OUT1+	Lch 出力	左チャンネルのオーディオ出力です (pin23, 24 と CN3 で接続されています)。
34	GND	GND	

4. 動作に必要な電源

最低限の電源として下記の直流安定化電源容量が必要です。できる限り余裕を持たせることが音質に貢献すると思います。

	正電源	負電源
デジタル部	+5V : 100mA	
DAC部	+5V : 300mA	-5V : 500mA
アナログ部	+8~15V : 100mA	-8~15V : 100mA

5. 使用部品

(1) 部品表

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
コンデンサ (*)	C1, 2	フィルムコンデンサ	0.047uF	2	0.01-0.1uF 可
	C3	フィルムコンデンサ	220P	1	LOOP フィルタ用：セラミックでも可
	C4	セラミック	47p	1	LOOP フィルタ用
	C5	フィルムコンデンサ	0.047uF	1	LOOP フィルタ用
	C6, 9	フィルムコンデンサ	8200pF	2	フィルタ回路
	C7, 8 C10, 11	フィルムコンデンサ	1800pF	4	フィルタ回路
	C12, 13	電解コンデンサ	100uF/10V	4	
	C15-17	電解コンデンサ	100uF/20V	2	
	C18, 19	電解コンデンサ	100uF/10V	4	
	C20-23	電解コンデンサ	100uF/20V	2	
	C24, 25	電解コンデンサ	47uF/10V	2	
	Cp	チップセラミック	0.1uF	3	
	Cb	チップセラミック	1uF	76	
	抵抗	R1, 2	炭素皮膜(1/4W)	62kΩ	2
R3, 4		炭素皮膜(1/4W)	75Ω	2	
R5, 6		炭素皮膜(1/4W)	62kΩ	2	
R7		炭素皮膜(1/4W)	100kΩ	1	
R8-10		炭素皮膜(1/4W)	750Ω	3	
R11		炭素皮膜(1/4W)	62kΩ	1	
R12		炭素皮膜(1/4W)	10kΩ	1	
R13, 14		金属皮膜(1/4W)	360Ω	2	IV 変換用
R15-20		金属皮膜(1/4W)	620Ω	6	差動増幅、LPF 用
R21		金属皮膜(1/4W)	100Ω	1	出力保護用
R22, 23		金属皮膜(1/4W)	360Ω	2	IV 変換用
R24-29		金属皮膜(1/4W)	620Ω	6	差動増幅、LPF 用
R30		金属皮膜(1/4W)	100Ω	1	出力保護用
Rd		炭素皮膜(1/6W)	51Ω	12	ダンピング抵抗
IC		IC1	復調器	TC9245N	1
	IC2	ロジック	74HC04AF	1	SOP 14P
	IC3	デジタルフィルタ	PD00601	1	SOP 16P
	IC4-11	DAC	PCM61P	8	
	IC12-14	single OP AMP	OPA134PA	3	他の OP アンプでも可
	IC15-22	DAC	PCM61P	8	
	IC23-25	single OP AMP	OPA134PA	3	他の OP アンプでも可
コネクタ	CN1-3	ピンヘッダ, コネクタ	26P	3	

6. 製作方法

(a) 製作手順

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) 最初は表面実装部品を取り付ける

表面実装部品を一部につかいます。文字通り基板の表面で半田付けをするため、周辺に部品をつけたあとでは半田ごてのこて先がはいりにくくなる可能性があります。したがって、まず最初に表面実装部品から取り付けるようにしてください。

・フラットパッケージ I C を取り付ける

周囲のチップコンデンサを取り付けた後での半田付けは難しくなりますので、最優先でとりつけます。この IC はピン間 1.27mm ですので注意して取り付けないとピン間で半田ブリッジが起きます。できるだけ細い半田を用意ください。まず細く切ったセロハンテープで IC を仮固定したのちに半田付けしたほうがよいでしょう。IC のピン間で半田ブリッジが生じた場合は半田吸い取り器や半田吸い取り線をつかって慎重に取り除いてください。セロハンテープは pin すべての半田付けが終わってから、IC を押さえながらがします。1、2本の pin を半田付けした状態でセロハンテープをはがそうとするとパターンがめくれ上がったり、IC のピンが曲がる可能性があります。半田付けであると便利なものがフラクスです。半田の表面が活性化し、表面張力によってブリッジがしにくくなります。半田の前に塗布するとよいでしょう。乾燥を待たずに半田付けしてしまいましょう。

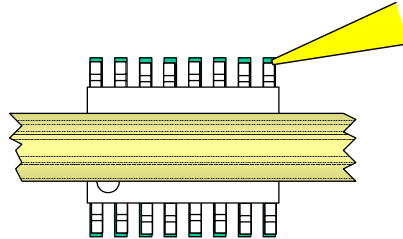


図 SOP の半田付け方法。一旦セロハンテープ等で固定すると作業しやすい。

半田付け後は基板を透かして見てブリッジがないかよく確認しましょう。ルーペで半田不良のところもよく確認ください。

・チップコンデンサを取り付ける

この基板には 2 種類のチップコンデンサを使います。

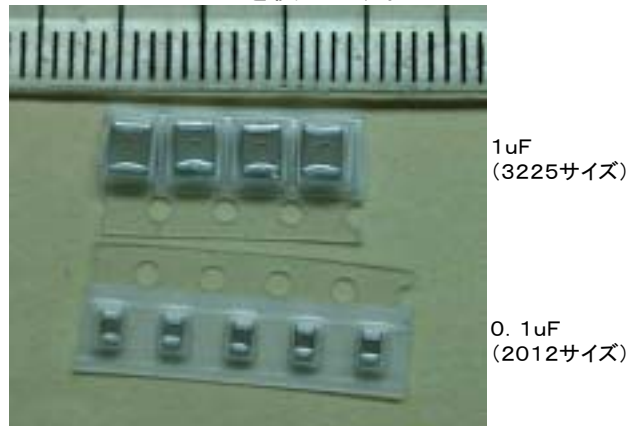


図 チップコンデンサ (取り扱いにはピンセットが必要)

チップコンデンサの半田付けの方法は色々あるかと思いますが、私が好む方法を 1 つ紹介します。まず基板上の片側の PAD (パッド) に予備半田をしておきます (半田を盛りすぎないように)。そしてピンセット等でチップ部品をつまみ、位置をあわせながら片側のみ半田を溶かして固定します。位置が決まれば反対側を半田付けします。

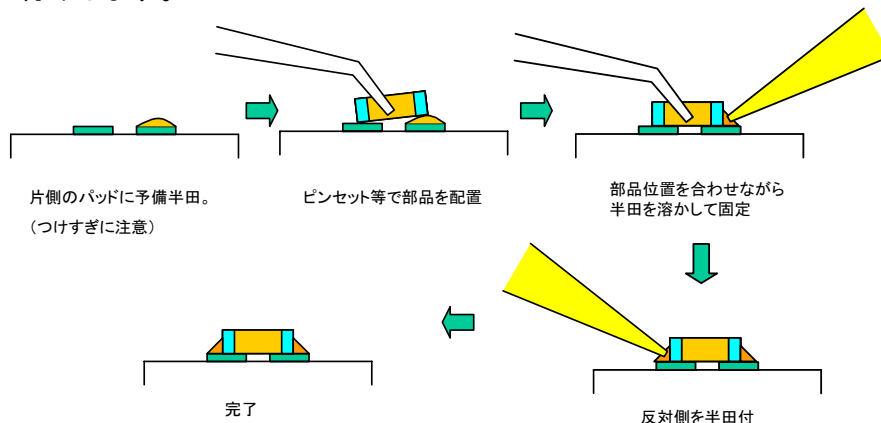


図 チップ積層セラミックコンデンサの半田付け方法

(ii)次に小物部品を取り付ける

小物：抵抗、IC ソケット、セラミックコンデンサ、フィルムコンデンサなどを取り付けます。CN1 の両端のシルク印刷 Rd のところにはダンピング抵抗(51Ω) を取り付けます。写真を参考に取り付けください。



図 ダンピング抵抗の取り付け

(iii)コネクタの半田付け

下部基板と上部基板を接続するコネクタとピンヘッドを取り付けます。取り付ける組み合わせや方法は上部と下部基板の空間をどれだけ確保するか依存しますので、好みに合わせてください。ピンヘッドは40PのものがDAC基板に同封されていますが、必要な長さに切って使用ください。

・標準的な方法

下図がもっとも標準的な接続方法ですが、空間は11mm程度になりコンデンサの実装が難しくなります(横に倒す等の処置が必要)。ただし外見は非常にスマートです。

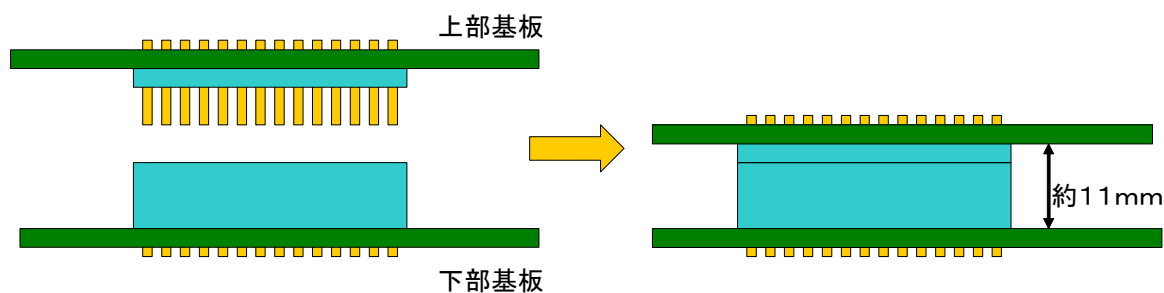


図 標準的なコネクタとピンヘッドの取り付け

・高さを確保する方法

下図のような方法で空間の確保が可能です。ただし、コネクタが3箇所あるので、2つのピンヘッダを個別に半田付けすると、平行度の確保が難しくなります。コネクタとピンヘッダを取り付けた後に、上下基板をあわせた状態でピンヘッダ間を半田付けをするとよいでしょう。

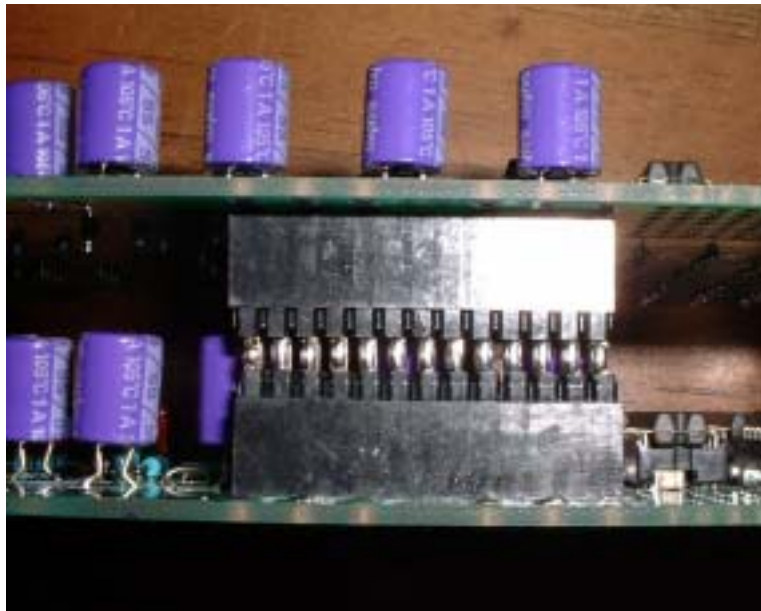
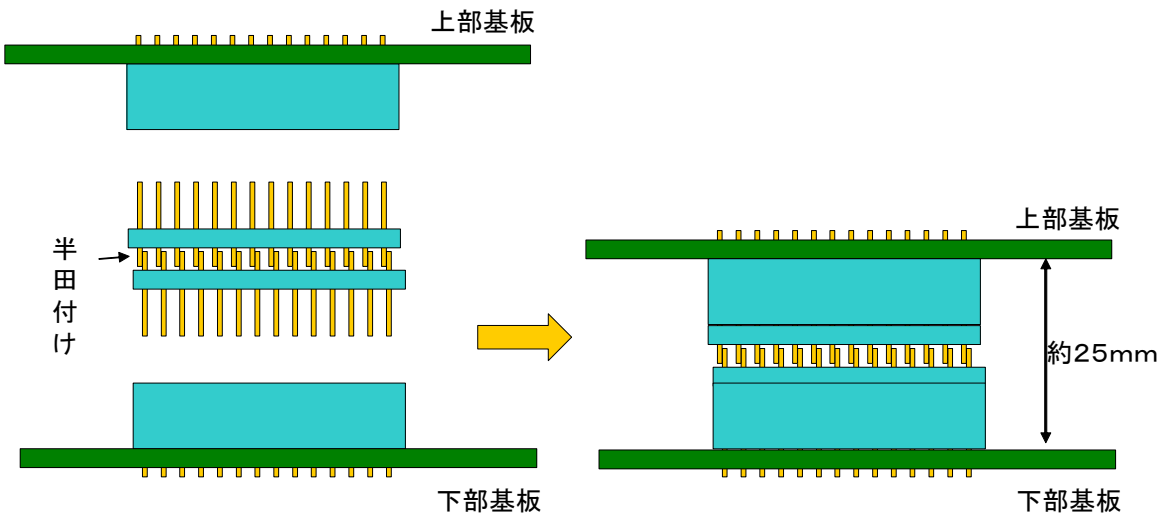


図 高さを確保するコネクタとピンヘッダの取り付け

(b) 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。SOP、DIPのICの切り込みおよびマークから足の番号1番の位置を確認してください。
- (iv) IC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。

(c) 部品を取り付け間違えた場合

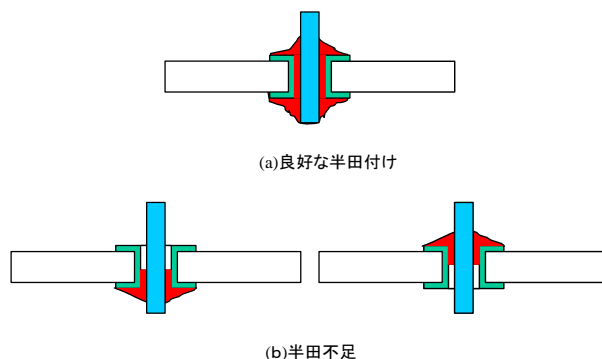
スルーホール基板なので、一度、ハンダ付けすると、スルーホール部分にハンダが流れてしまっているため、取り外しが大変です。間違えて取り付けてしまったことに気づいたら、

- (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。また SOP の IC などを左右誤って取

り付けてしまったような場合、専用のジグ（PIN全部を加熱可能なコテ先）がないと取り外しは難しいでしょう。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。

7. 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）などがないか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。



(c) 電源ラインのショートについてはテスト等で確認ください。電源部の不良は大量部品の致命的な損傷につながります。また3端子電圧レギュレータのアース端子の半田忘れをすると、出力側に入力側と同じ電位が流れ出しますので、下流側回路を一気に破壊する可能性があります。

8. 電源、端子をつないで音をだそう

(a) 入出力端子の接続

下図を参照にして接続ください。

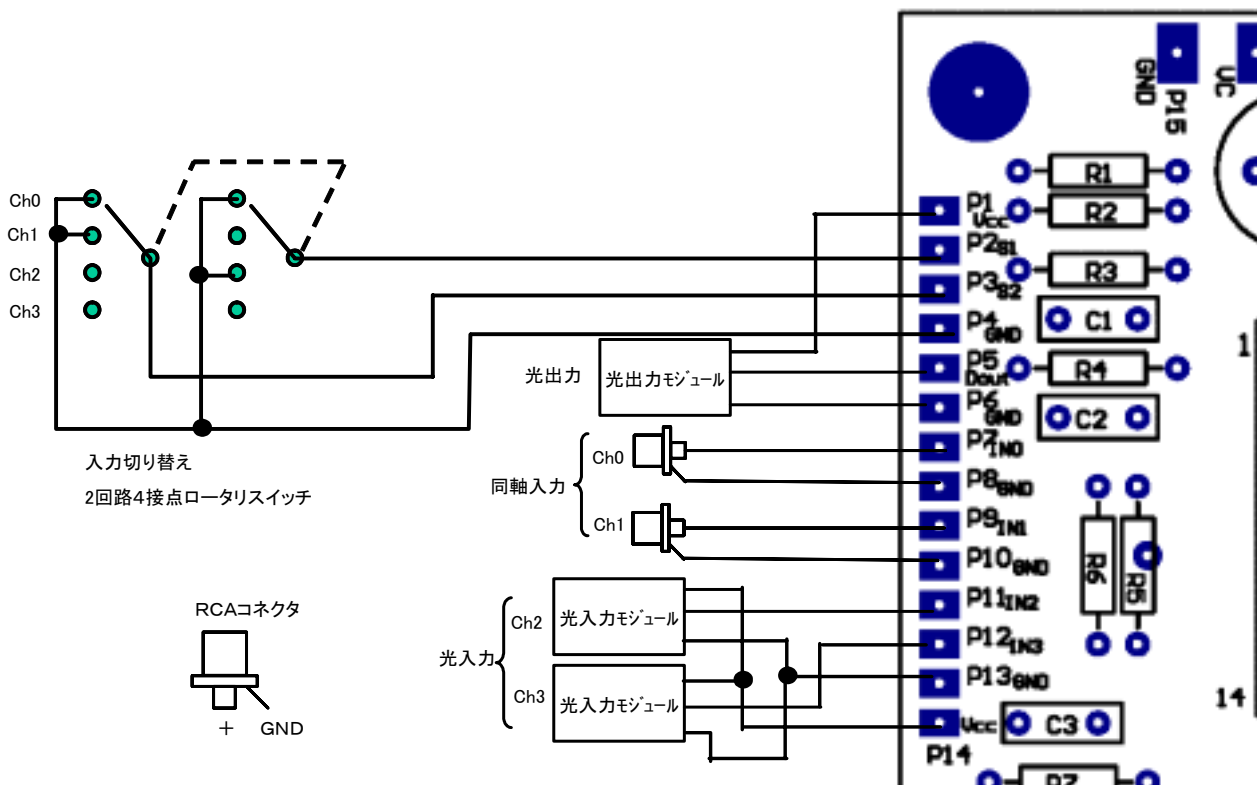


図 デジタル入出力端子と入力切替 SW との接続

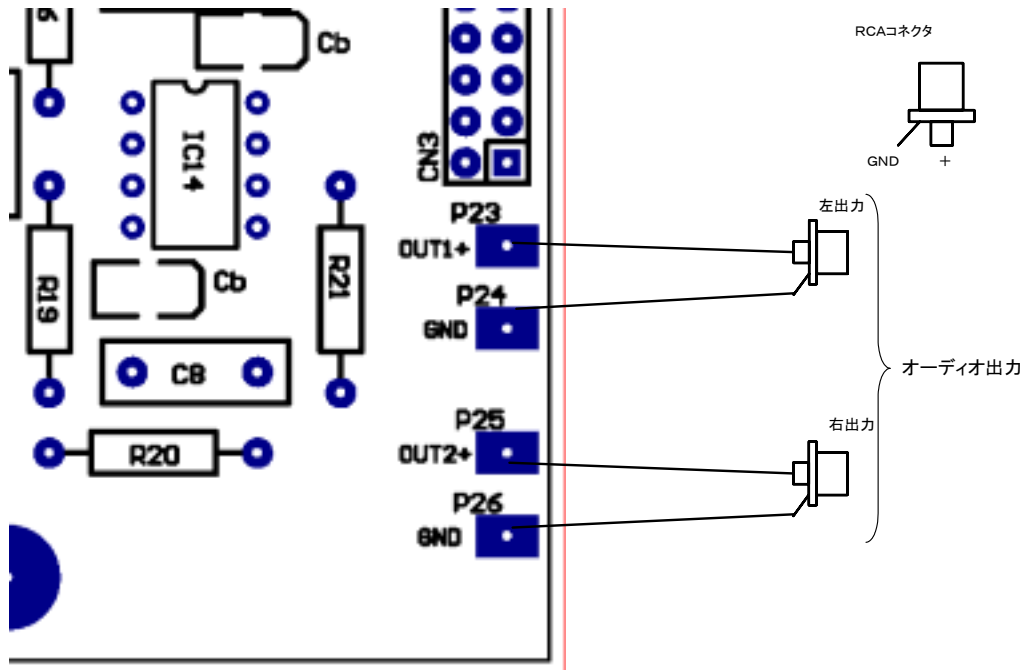


図 オーディオ出力端子との接続

上部基板（左チャンネル）の出力はコネクタを通して下側基板からも出力できます。もちろん左チャンネル出力を上部基板（Pin33, 34）から取り出してもかまいません。

(b) 電源との接続

下図を参照にして取り付けてください。上部基板へのCN2 を通じて供給されますので、上部基板への電源配線は不要です。

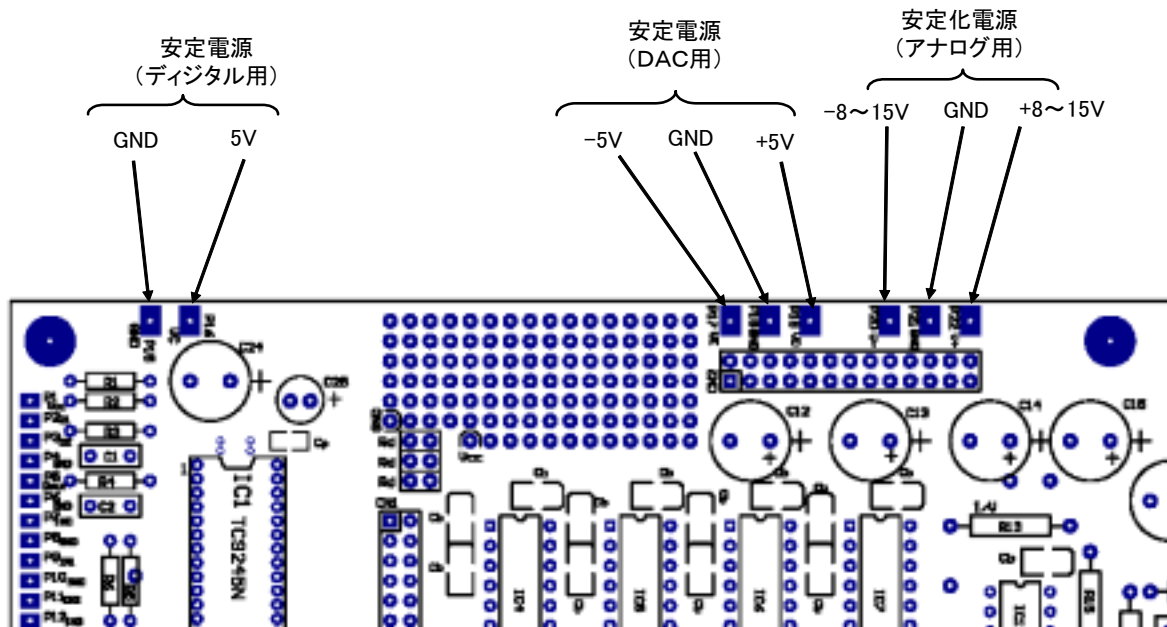


図 電源の接続（標準的な場合）

・左右独立電源とするためには

下図のように上部基板へ個別に電源を供給することにより、左右独立電源とすることも可能です。
この場合は CN2 を接続しないでください。

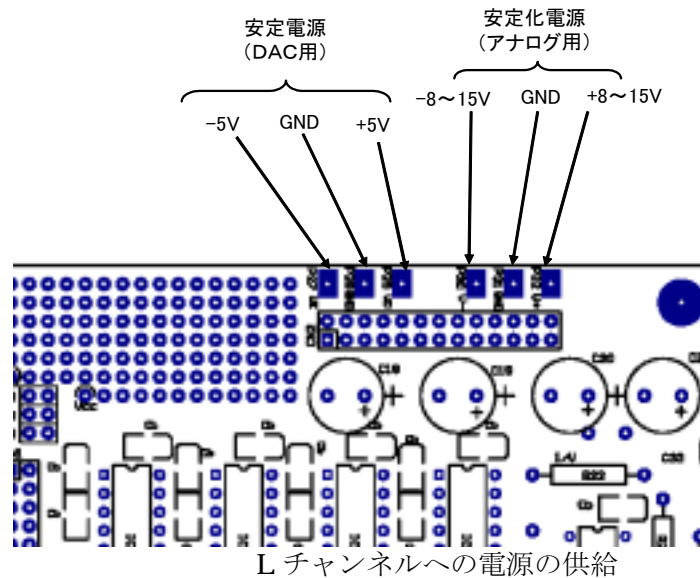
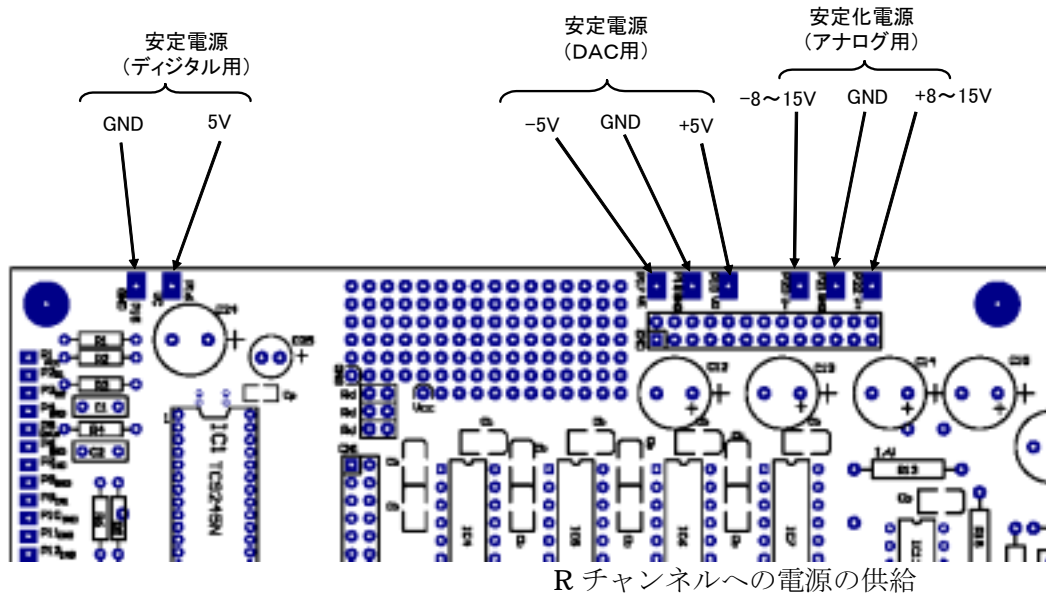


図 左右独立電源とする場合の接続 (CN2 は接続しないこと)

(c) アンプに接続する前に

アンプに接続する前に無音時に L, R 出力の電圧がほぼ 0 V であることを確認してください。もし、異常に高い電圧がでている場合は、どこかに間違いがあるはずですが。この確認を怠ってアンプに接続してしまうと、アンプが DC 構成であればスピーカに直流電圧が作用し破損につながります。

9. 改造のポイント

(a) オペアンプの交換

1 回路入りオペアンプであれば大半のものが使えます。たとえばパーブラウンの OPA627 への変更は良好な結果をもたらす可能性があります(かなり高いですが)。

(b) 変換抵抗の交換

IV 変換抵抗 (R13, 14, 22, 23) は DAC の電流出力を電圧に変換する抵抗であり、音質にきわめて重要な役割を持ちます。この抵抗を DALE や理研 (リケンーム) などのオーディオ用高級部品に取り替えてももしろいかと思います。ただし、経験的には値段が高い方が良好であるとは限らないので、1 本 10 円以下の炭素皮膜抵抗も是非おためしください。

(c) コンデンサの交換

電解コンデンサの変更および大容量化（電源コンデンサ）は音質に大きな影響を与えます。ブラックゲートやOSコンデンサなどへの換装は好結果が得られる可能性があります。

(d) リクロック

上下基板にはリクロックが可能なようにユニバーサル部が設けてあります。チャレンジされてはいかがでしょうか？（左右独立リクロックも可。ただし効果は？）

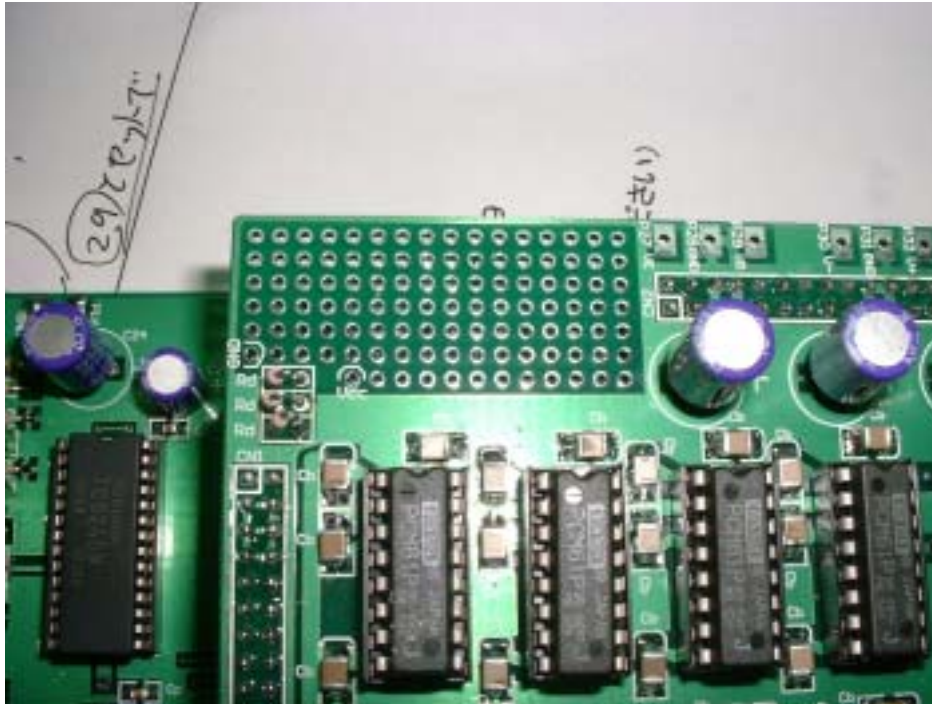


図 リクロック用のスペース

10. 基板寸法図

