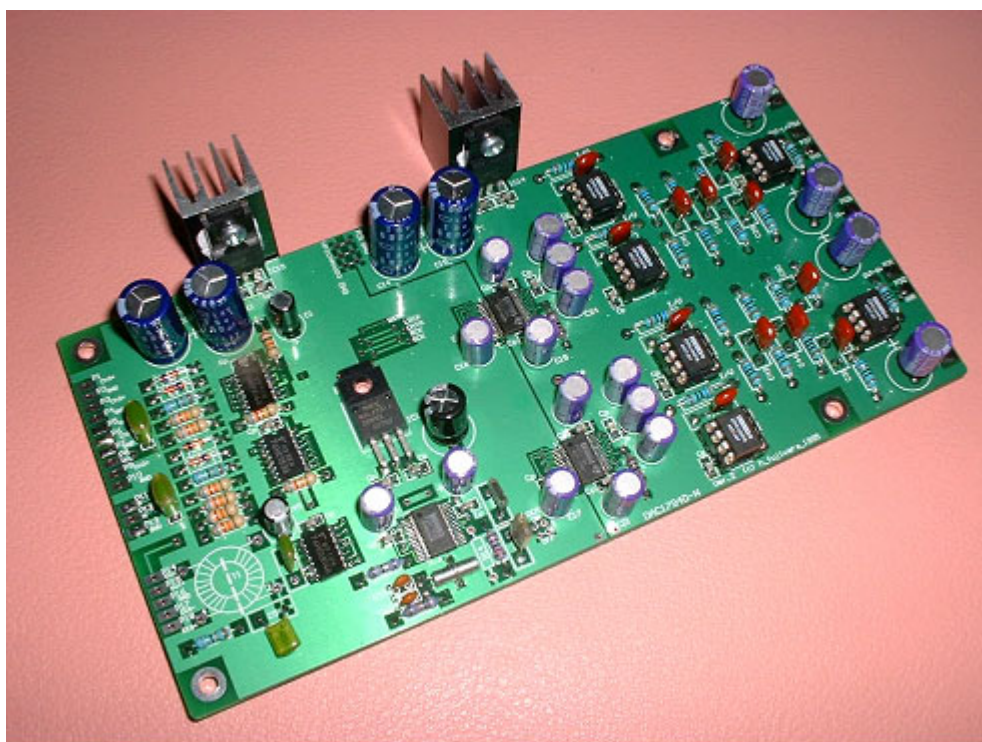


# お勉強DACⅡ／オーディオ用DAコンバータ基板 ”DAC1794D-N” 製作マニュアル

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いたします。



## 1. はじめに

本基板はパーブラウブランド（T I 社）のPCM1794 (24Bit) を用いたオーディオ用のDAコンバータです。PCM1794 は1個でステレオの差動出力が可能ですが、本基板ではモノラルモードで使用し、2つのDA出力をパラ接続（電流加算）することでDA出力回路のばらつきを平準化させています。PCM1794はその機能の割にコストが低いこともあり、手軽に高性能なDACを製作するのに適していると思います。全体のコストを下げたいなら使用する部品に一般産業用の安価なものを用いてもよいでしょうし、こだわるのであればオーディオ用と言われる部品を用いてもよいでしょう。色々な部品を試していただいて、どのように音が変わるか、あるいは変わらないかを体験するのは面白いところです。もちろん使い方は自由ですので、お気楽に楽しんでいただければ幸いです。

ただし、本基板で使用するICにはピン間0.65mmのSSOPパッケージも使いますので、半田付けに関してはお手軽にというわけにはいかず、一定の経験が必要です。SSOPの半田付けが初めての方は、いろいろなHPなどを参考にして、半田付けのコツ等を調べられたほうがよいでしょう。

また、この基板のパターンには色々な工夫があります。一つはデジタルーアナログ部のGND接続位置が変更できるようにIC直下にアナログとデジタルGNDの패드(PAD)もつけています。またデエンファシスのON/OFFも変更可能にしています。さらにデータ信号線を途中で横取り容易なようにもしています（あえてマニュアルには記載しません）。これらを理解できれば、色々な遊び方が出来ます。こういった意味合いも込めて、このDACのネーミングは”お勉強DAC”としています。

なおこの基板は以前にリリースしたNOSDACと基板サイズ、ネジ取り付けピッチ、および使用する電源も同じであるため基板の換装も容易です。NOSDAC(PCM61P)やDAC1704S-N(PCM1704)との音の違いを楽しまれるのもよいでしょう。

## 2. 基本仕様

- (a) 入力 : 4系統 (同軸×2, デジタル(\*)×2)  
 (b) 出力 : アナログ出力×1  
           同軸×1, デジタル(\*)×1 (\*光入出力モジュールの接続に適しています。  
 (c) デジタルオーディオ復調 : DIR1703 / 96kHz まで対応 (IC仕様)  
 (d) デジタルフィルタ : DF1794 に内蔵 / 8倍オーバーサンプリング  
 (e) DAC : PCM1794 / 24bit 分解能  
 (f) ポストLPF :  $f_c$ =約 40kHz で設計  
 (g) プリント基板 : 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	Ch3+	同軸入力信号 (3ch)	同軸入力端子を接続します。入力 Ch は 3 です。
2	GND	GND	
3	Ch2+	同軸入力信号 (2ch)	
4	GND	GND	
5	Vcc	5V 電源	デジタル入力端子を接続します。入力 Ch は 1 です。VCC は光入力モジュールを接続するときに使います。
6	Ch1+	デジタル入力信号 (1ch)	
7	GND	GND	
8	Vcc	5V 電源	デジタル入力端子を接続します。入力 Ch は 0 です。Vcc は光入力モジュールを接続するときに使います。
9	Ch0+	デジタル入力信号 (0ch)	
10	GND	GND	
11	B	入力選択 B 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。
12	A	入力選択 A 端子	
13	GND	GND	
14	Vcc	5V 電源	デジタル出力に使います。Vcc は光出力モジュールを接続するときにつかいます。出力は選択された Ch の内容になります。
15	Out+	デジタル出力	
16	GND	GND	
17	DIG-	同軸出力 (-)	同軸出力に使います。出力は選択された Ch の内容になります。
18	DIG+	同軸出力 (+)	

表 入力選択端子の状態と入力 Ch

選択 Ch	A	B
0	GND	GND
1	OPEN	GND
2	GND	OPEN
3	OPEN	OPEN

表 電源入力関係

Pin	機能	内容	説明
19	GND	デジタル用電源 (GND)	+8~15V の電圧を入力します。非安定でもかまいません。
20	VC	デジタル用電源 (+)	
21	GND	DAC アナログ電源 (GND)	未使用 (独立電源化時に使用)
22	Vcca	DAC アナログ電源 (+5V)	未使用 (独立電源化時に使用)
23	GND	DAC アナログ電源 (GND)	+8~15V の電圧を入力します。非安定でもかまいません。
24	Vdd	DAC アナログ電源 (+)	
25	V1+	アナログ電源 (V1+)	左チャンネルのオペアンプ用電源です。正負 8~15V の安定化電源を入力します。
28	GND	アナログ電源 (GND)	
29	V1-	アナログ電源 (V1-)	
30	V2+	アナログ電源 (V2+)	右チャンネルのオペアンプ用電源です。正負 8~15V の安定化電源を入力します。
33	GND	アナログ電源 (GND)	
34	V2-	アナログ電源 (V2-)	

表 オーディオ出力関係

Pin	機能	内容	説明
26	OUT-L+	Lch 出力	左チャンネルのアナログ出力です。
27	GND	GND	
31	OUT-R+	Rch 出力	右チャンネルのアナログ出力です。
32	GND	GND	

#### 4. 動作に必要な電源

最低限の電源として正負 8~15V/0.3A 以上の直流安定化電源が必要です。高音質を狙う方のために、複数の電源を独立接続することも可能ですので詳しくは「8. 電源、端子をつないで音をだそう」を参照ください。

#### 5. 使用部品

(1) 部品表 (\*耐圧は最大入力電圧が 12V を想定しています。)

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
コンデンサ (*)	C1	電解コンデンサ	10uF/10V	1	リセット回路用 (汎用品で可)
	C2, 3	フィルムコンデンサ	0.1uF/25V	2	0.01~0.1uF で可
	C4	フィルムコンデンサ	0.01uF/25V	1	
	C5	フィルムコンデンサ	1000pF	1	
	C6, 7	電解コンデンサ	47uF/10V	2	
	C8	フィルムコンデンサ	0.068uF	1	LOOP フィルタ用 (683)
	C9	フィルムコンデンサ	0.0082uF	1	LOOP フィルタ用 (822)
	C10	電解コンデンサ	100uF/16V	1	
	C11	電解コンデンサ	100uF/10V	1	
	C12, 13	セラミックコンデンサ	18pF	2	
	C14, 15	電解コンデンサ	100uF/16V	2	
	C16-27	電解コンデンサ	47uF/10V	12	
	C28-31	フィルムコンデンサ	2200pF	4	LPF 用
	C32-35	電解コンデンサ	100uF/25V	4	
	C36	電解コンデンサ	220uF/10V	1	0S コンは使わないこと
	C37-40	フィルムコンデンサ	2200pF	4	LPF 用
	C41-44	フィルムコンデンサ	6800pF	4	LPF 用
	C45	電解コンデンサ	10uF/10V	1	1~47uF 程度
	Cp	積層チップコンデンサ	0.1uF	31	2012 サイズ (基板に同封)
	抵抗	R1	炭素皮膜 (1/4W)	10kΩ	1
R2-9		炭素皮膜 (1/4W)	62kΩ	8	
R10		炭素皮膜 (1/4W)	75Ω	1	
R11		炭素皮膜 (1/4W)	1MΩ	1	
R12		金属皮膜 (1/4W)	1.2kΩ	1	LOOP フィルタ用
R13		炭素皮膜 (1/4W)	22Ω	1	
R14		-	-	-	不要
R15, 16		金属被膜 (1/4W)	10kΩ	2	
R17-20		金属被膜 (1/4W)	360Ω	4	IV 変換用
R21-24		金属被膜 (1/4W)	360Ω	4	LPF 用
R25-28		金属被膜 (1/4W)	620Ω	4	LPF 用
R29, 30		金属被膜 (1/4W)	100Ω	2	出力保護用
R31, 32		金属被膜 (1/4W)	360Ω	2	LPF 用
R33, 34		金属被膜 (1/4W)	620Ω	2	LPF 用
R35, 36		金属被膜 (1/4W)	360Ω	2	LPF 用
R37, 38		金属被膜 (1/4W)	620Ω	2	LPF 用
R39, 40		炭素皮膜 (1/4W)	75Ω	2	

## 部品表のつづき

品名	番号	規格	仕様	個数	備考
ダイオード	D1-4	小電力 SW 用	1S1588 等	4	
IC	IC1	+3.3V レギュレータ	29M33 (NEC) など	1	低ドロップタイプ (78ピン互換)
	IC2	復調器	DIR1703	1	28P SSOP
	IC3, 4	ロジック	74HCU04F	2	14P SOP
	IC5	ロジック	74HC153F	1	16P SOP
	IC6, 7	DAC	PCM1794	2	28P SSOP
	IC8-13	オペアンプ	OPA134PA など	6	8P DIP (シングルルーフ) 電流出力 30mA 以上のものを選定ください。
	IC14, 15	+5V レギュレータ	7805	2	
XTAL	XT1	水晶発振子	16.9344MHz	1	
その他	T1	パルストランス		1	フェライトにコイルを 12 回巻いたもので可

## 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)~(iv)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 IC 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 0.65~1.27mm 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。できるだけ細かい半田 (0.3mm のものを推奨) 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 を押さえながらはがします。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ックスです。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。

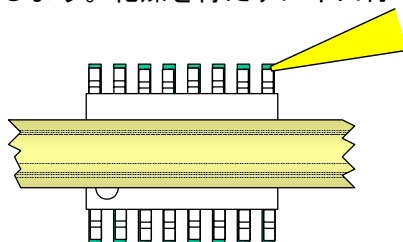


図 SOPの半田付け方法。一旦セロハンテープ等で固定すると作業しやすい。

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。必要ならテスタ等で調べましょう。部品を全部つけたあとでは修正はきわめて難しい作業になります。

表面実装部品の取り付けのコツを掲載したHPもありますので参考にしてください。その他、探せばいろいろとでてきます。

<http://www.picfun.com/flat01.html>

<http://optimize.ath.cx/cusb/handa.html>



・チップコンデンサを取り付ける

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。

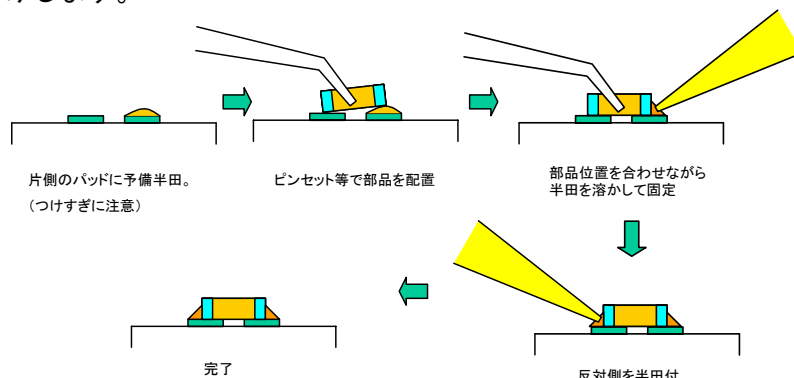


図 チップ積層セラミックコンデンサの半田付け方法

(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、ダイオード、水晶発振子などを取り付けます。

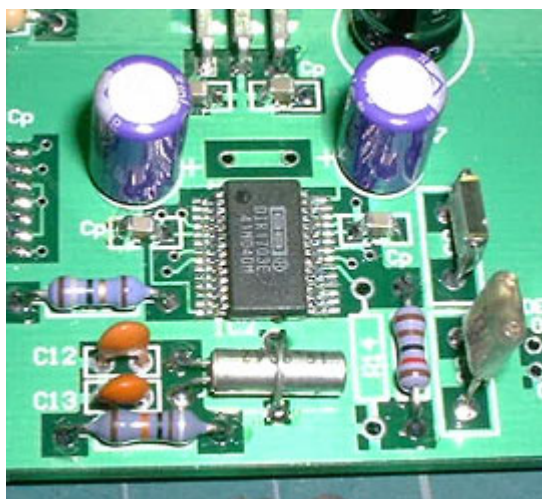


図 水晶発振子の取り付け(R14は不要)

(iii) 電圧レギュレータと最後に電解コンデンサを取り付ける。

電圧レギュレータの向きは、型番が書いてある方が基板内側になるように配置してください。

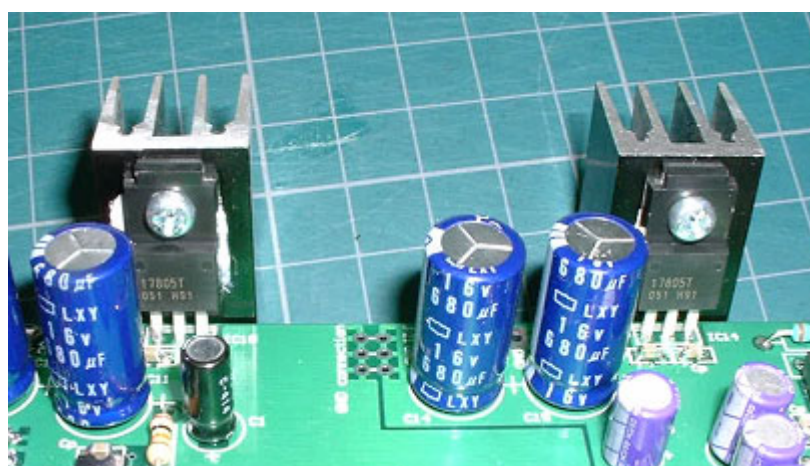


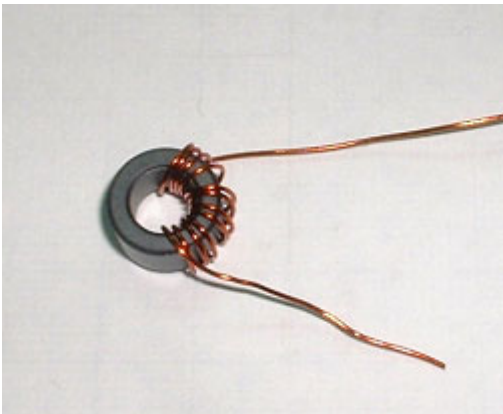
図 レギュレータの向き（型番が書いてあるほうが基板内側へ）

(iv)パルストランスを作って装着する。

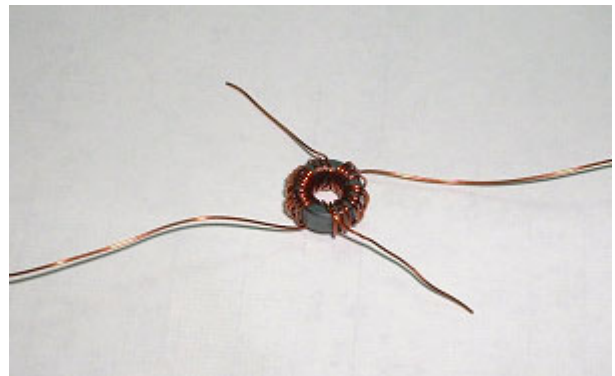
パルストランスはデジタル信号を送出するとき用いるもので、送り出し機器と受け側機器とのGND絶縁を行います。製作方法はいたって簡単でフェライトリングコア(100円程度で売っています)に電線を11~13回程度巻き付けたものを製作します。電線はエナメル線(DIYでも売っている)や、ラッピング用の細い線でもよいでしょう。手持ちの細い電線でも結構です。一説にはコイルの巻き線の材質にも音質が影響するとの話もありますが、興味のある人はいろいろと試してみてください。

図はエナメル線を用いて製作してパルストランスです。エナメル線は被覆がありますのでそのままでは電気が通りませんので半田付け部分は紙ヤスリやカッターの刃で被膜を削り取ってください。予備半田をしておくと、配線しやすいでしょう。

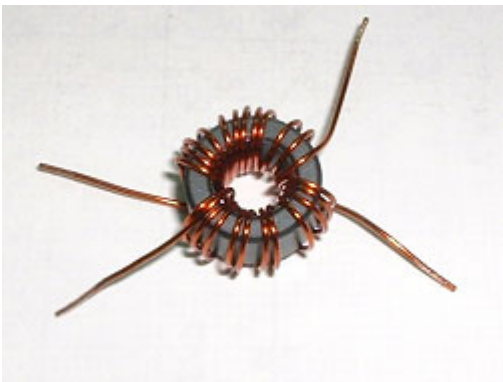
なお、パルストランスのコイルを巻く方向については特に気をつける必要はありません。なぜなら音楽情報のデジタル信号はバイフェーズ・マーク方法で送出されるため、信号の正負は関係ないからです。



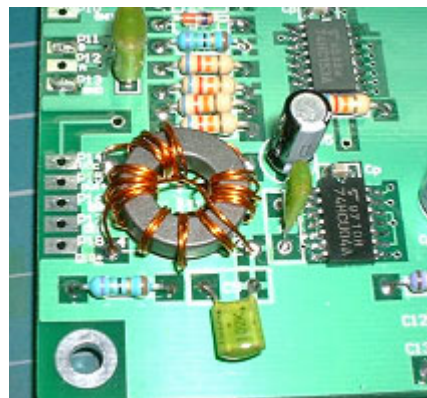
エナメル線を巻く(1次側:10~13回巻き)



他方にも巻きます(2次側:1次と同じだけ巻く)



長さを整えて被覆を削りましょう。  
予備半田をしておけば配線が楽です。



パルストランスを組み付けた状態  
(巻き方は少し違います)

図 パルストランスのコイル巻きと実装

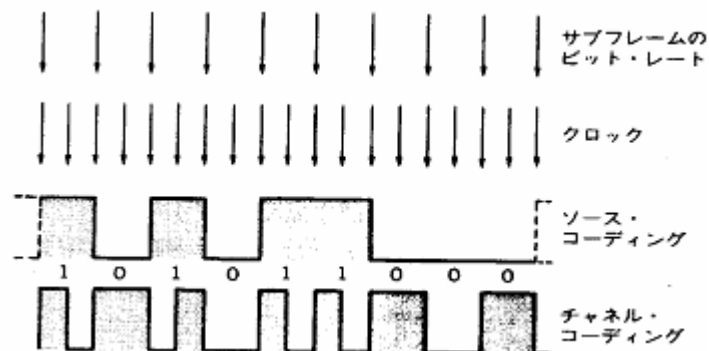


図 バイフェーズ・マーク方式

(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ので、取り外しが大変です。間違っ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

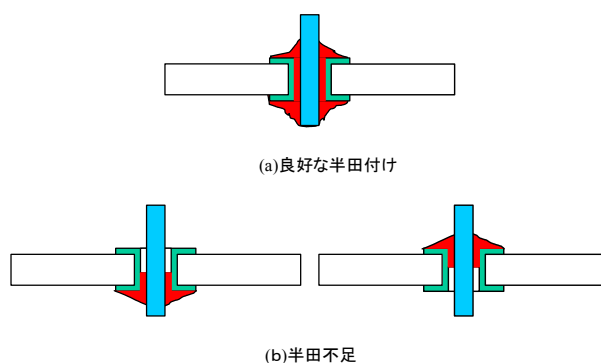
(iii) 該当部品の取り付けスルーホールから全てハンダが取り除かれたら、部品面からゆっくりと部品を引っ張って取り外すという手順で、部品を抜去してください。またSOPのICなどを左右誤って取り付けてしまったような場合、専用のジグ(PIN全部を加熱可能なコテ先)がないと取り外しは難しいでしょう。ということで、ハンダ付け前に、「慎重に」部品の種類と方向を確認してください。

## 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)などがなくと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タ等で確認ください。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。

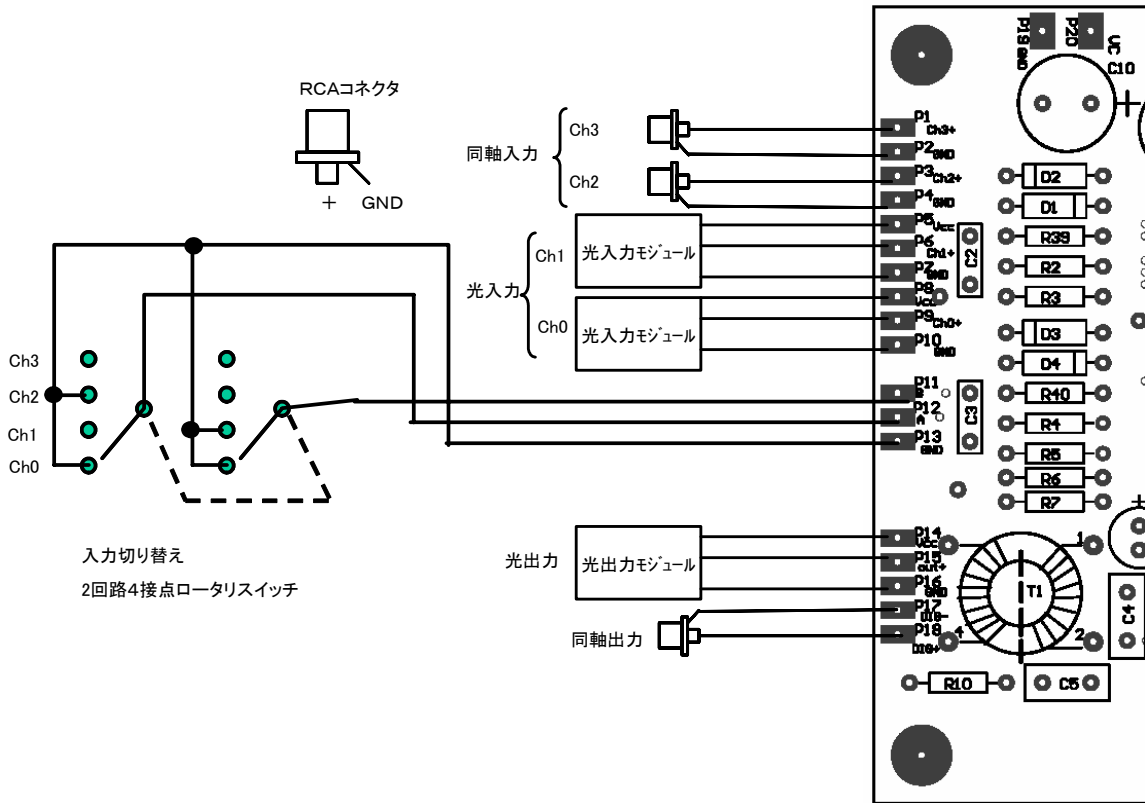


図 デジタル入出力端子と入力切替 SW との接続

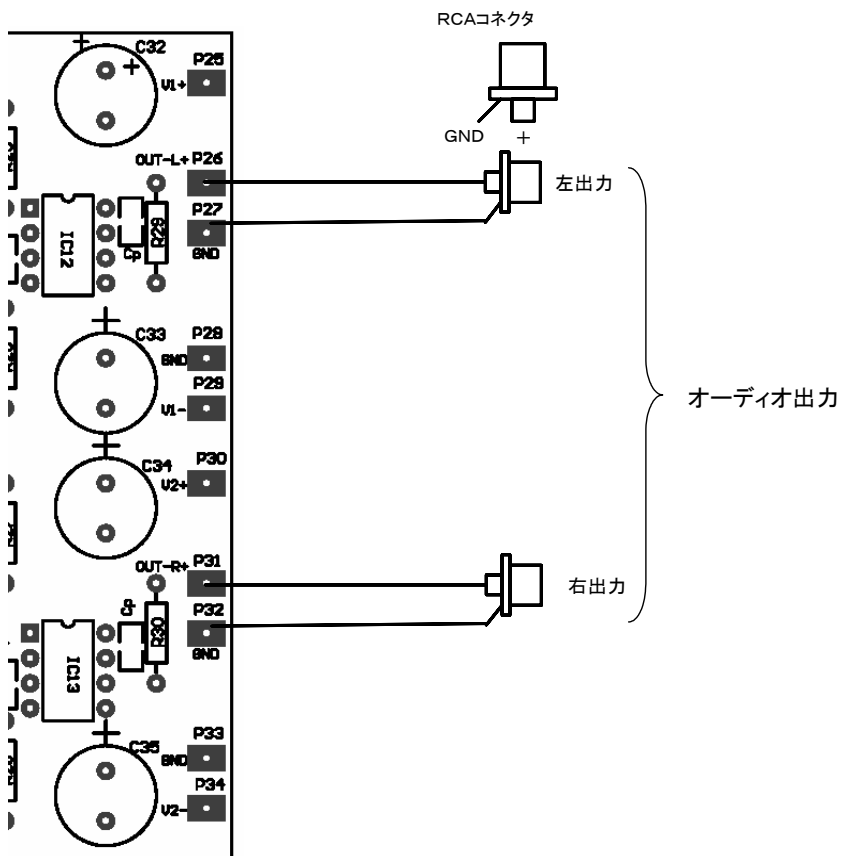


図 オーディオ出力端子との接続



(b) 電源との接続

(i) 正負電源 1 系統のみ使用する場合

アナログ、DAC、デジタルすべて共有の電源とします。+8~15Vの安定化電源（電流量は正電源 300mA 以上、負電源 100mA）を使用してください。

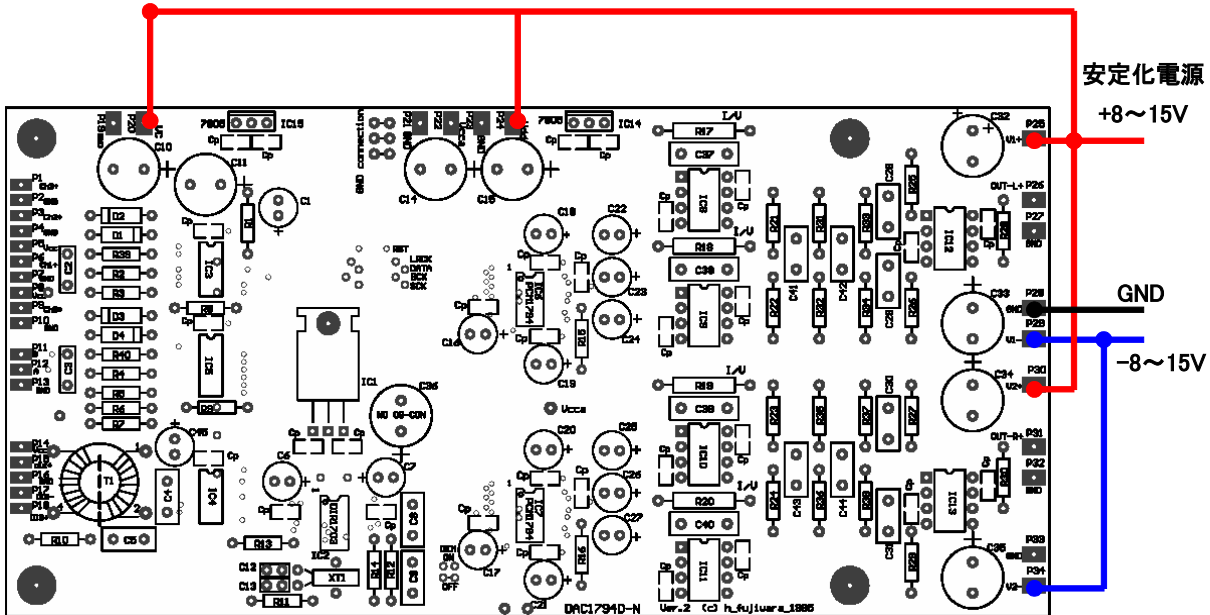


図 電源に正負電源 1 系統のみ使用する場合

(ii) 正負電源 1 系統（安定化電源）と正電源 2 系統（非安定化電源）を使用する場合

アナログ、DACアナログ、デジタルを分離します。次図を参照にして接続ください。

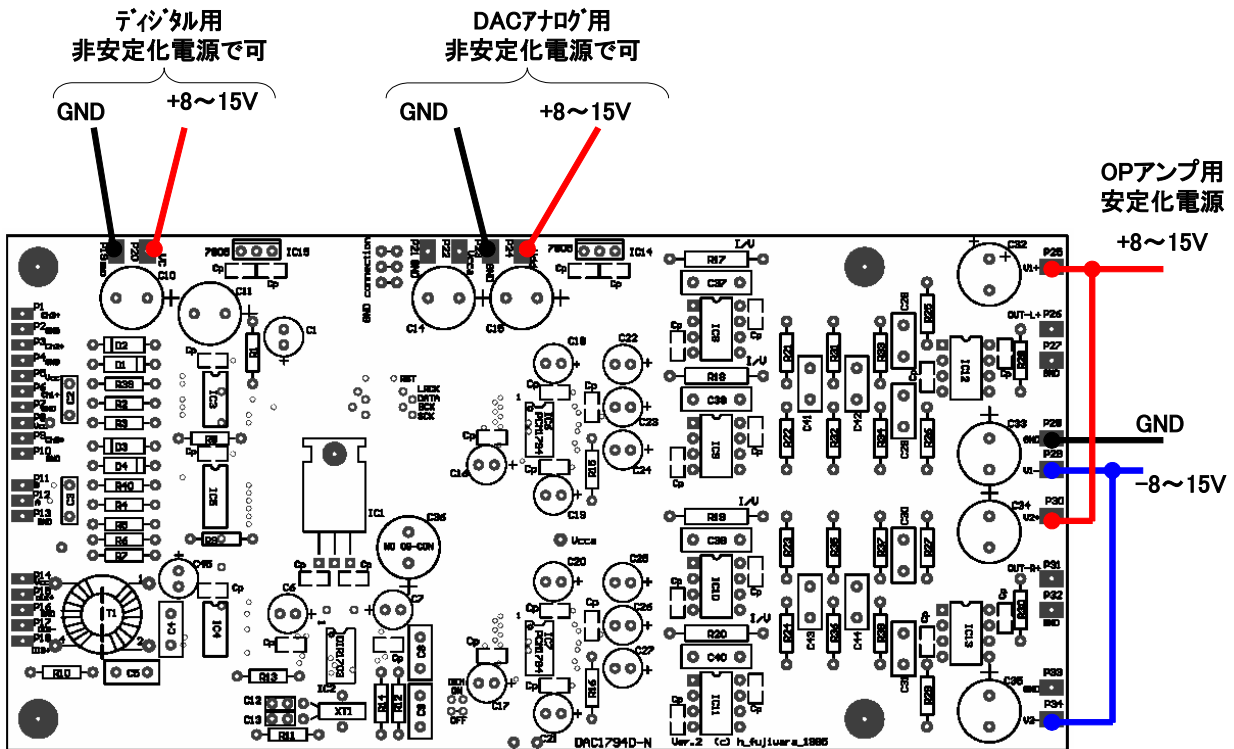


図 電源に正負電源 1 系統と正電源 2 系統を使用する場合

(iii) 正負電源1系統（安定化電源）と正電源2系統（安定化電源）を使用する場合

アナログ、DACアナログ、ディジタルをすべて分離し、かつ基板上の電圧レギュレータを使用しません。+-8~15Vの安定化電源を1系統、+5Vの安定化電源を2系統使用してください。このときIC14、15をはずしてそれぞれのレギュレータの入出力を短絡（ジャンパ）させてください。

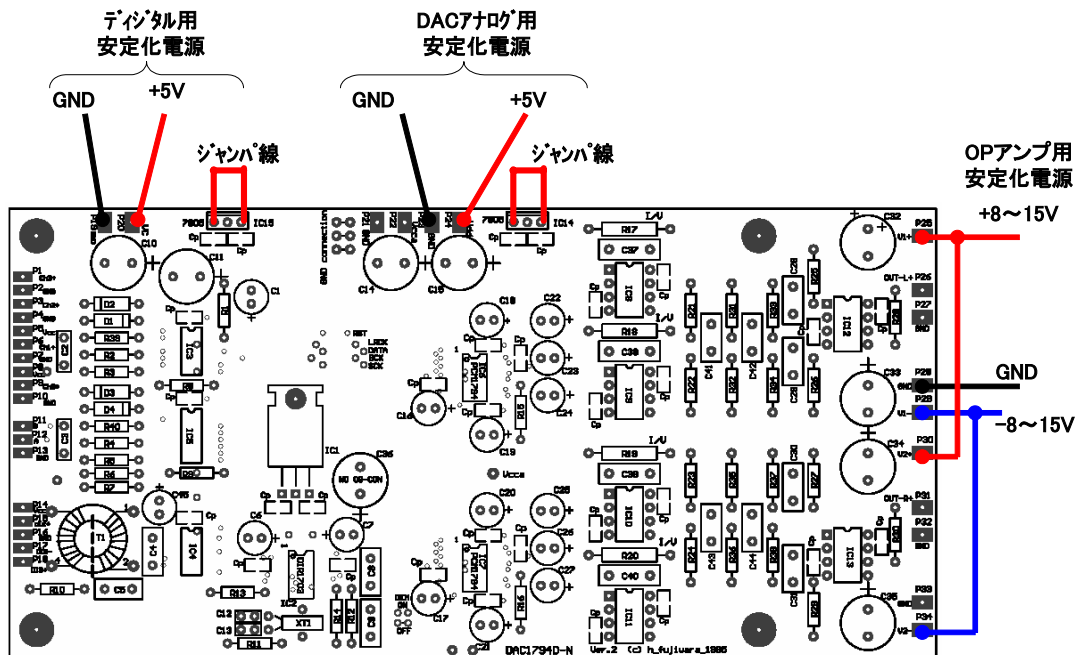


図 外部安定化電源を使用する場合

(iv) 左右独立電源とする場合

基板のパターンを1カ所切断すれば、DACアナログ部の電源供給を左右独立とすることができます。+-8~15Vの安定化電源を2系統、+5Vの安定化電源を3系統用意して、下図を参照にしてください。このDAC基板の性能をもっとも発揮できる電源供給方法かもしれません。なお、この場合もIC14、15をはずしてそれぞれのレギュレータの入出力を短絡（ジャンパ）させてください。

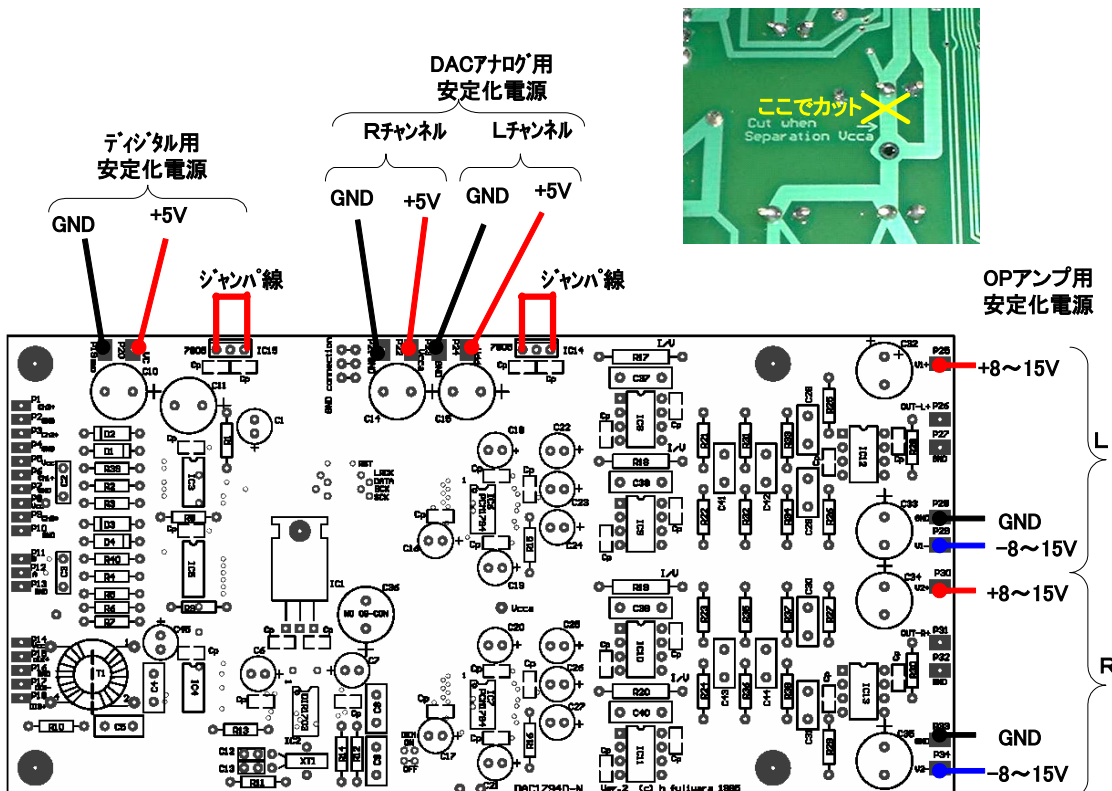


図 左右独立電源とする場合のパターンカットと接続例

参考までに必要な電流量を下表に示します。

表 必要な電流量 (比較的余裕のある値です)

	デジタル部	DAC アナログ部	OP アンプ部
電流量	200mA 以上	100mA 以上	100mA 以上 (正負とも)

(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0V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、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。たとえばバーブラウンの OPA627 への変更は良好な結果をもたらす可能性があります。ただし IV 変換のオペアンプ(IC8-11)には最大で 20mA 程度の電流が流れます。OPA134PA や OPA627 は十分駆動力がありますが、その他のオペアンプを用いるときは仕様書をよく読んで 30mA 以上の駆動ができるものを選定ください。

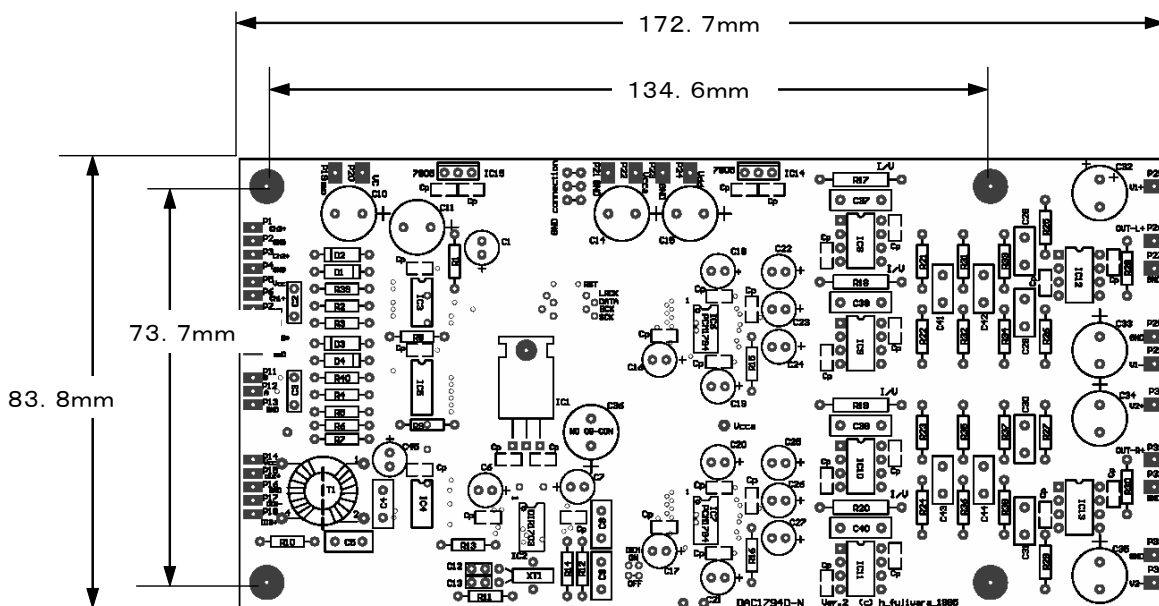
(b) IV 変換抵抗の交換

R17~20 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おもしろいと思います。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。ただし C36 については、IC1の発振を防ぐためにもOSコンはつかわないでください。

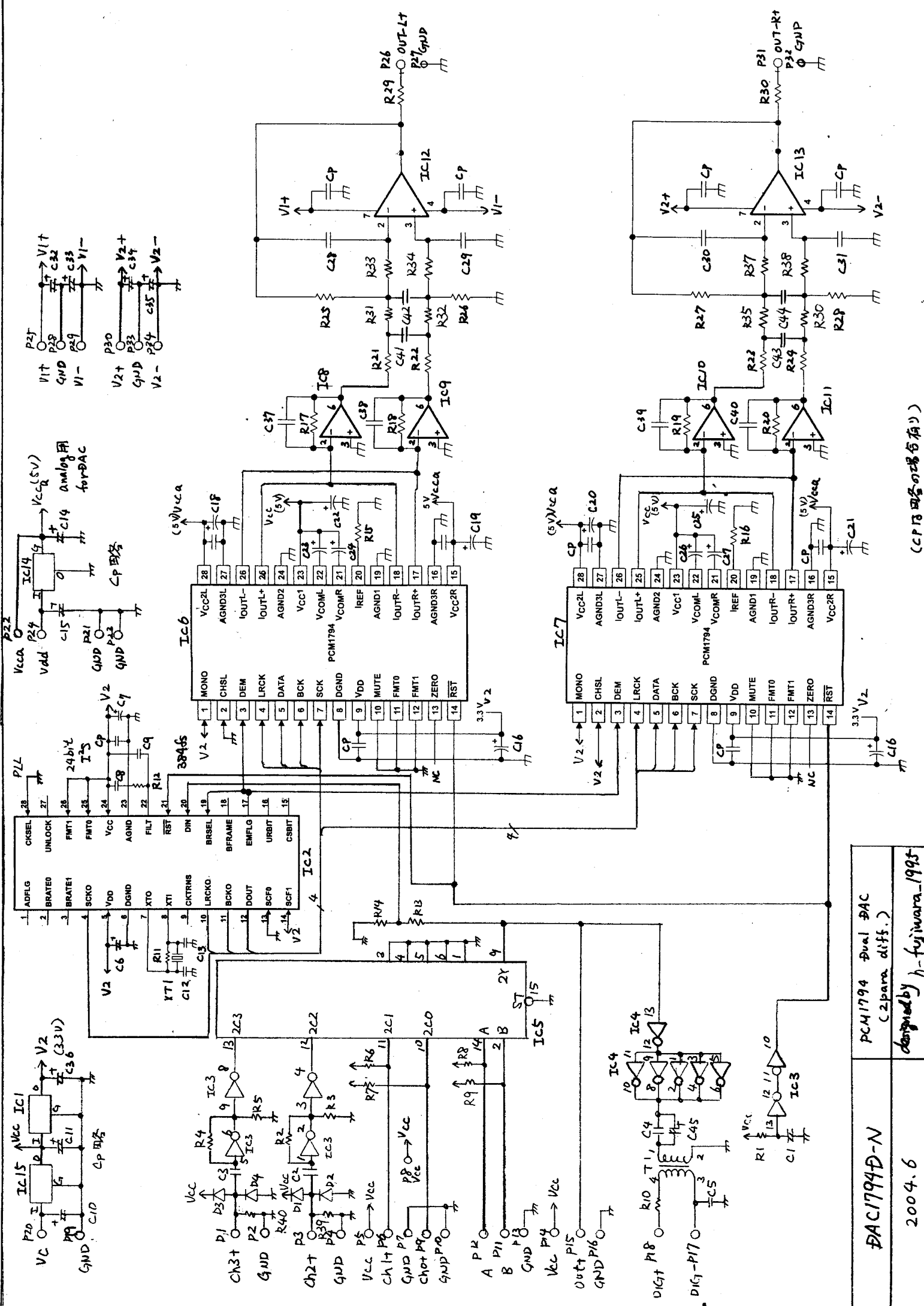
10. 基板寸法図



(以上)

本DAC基板は無調整で動作しますので、各部品の確実な半田付けが成功の秘訣です。もっとも難しい半田付けはSSOP(DIRとDAC)ですが、コツさえつかめば特段難しいものではありません。ポイントは半田付け後の入念なブリッジと導通のチェックです。これを怠って成功はありえません。十二分といえるほどチェックください。とくにブリッジはICの根本で起こると見逃しやすいので、1つ1つ丁寧に調べるのが肝要です。

また、たとえ音だしがうまく行かなくても、根気よく配線ミスや半田不良を追求しましょう。1つ1つ問題を解決して、最後に音がでたときの感慨はなにものにも代え難いものがあります。自作をする人の特権といってもよいでしょう。



(C/P 回路の端子有り)

DAC1794D-N	PCM1794 Dual DAC (2para diff.)
2004.6	designed by h-fujimura-1995



