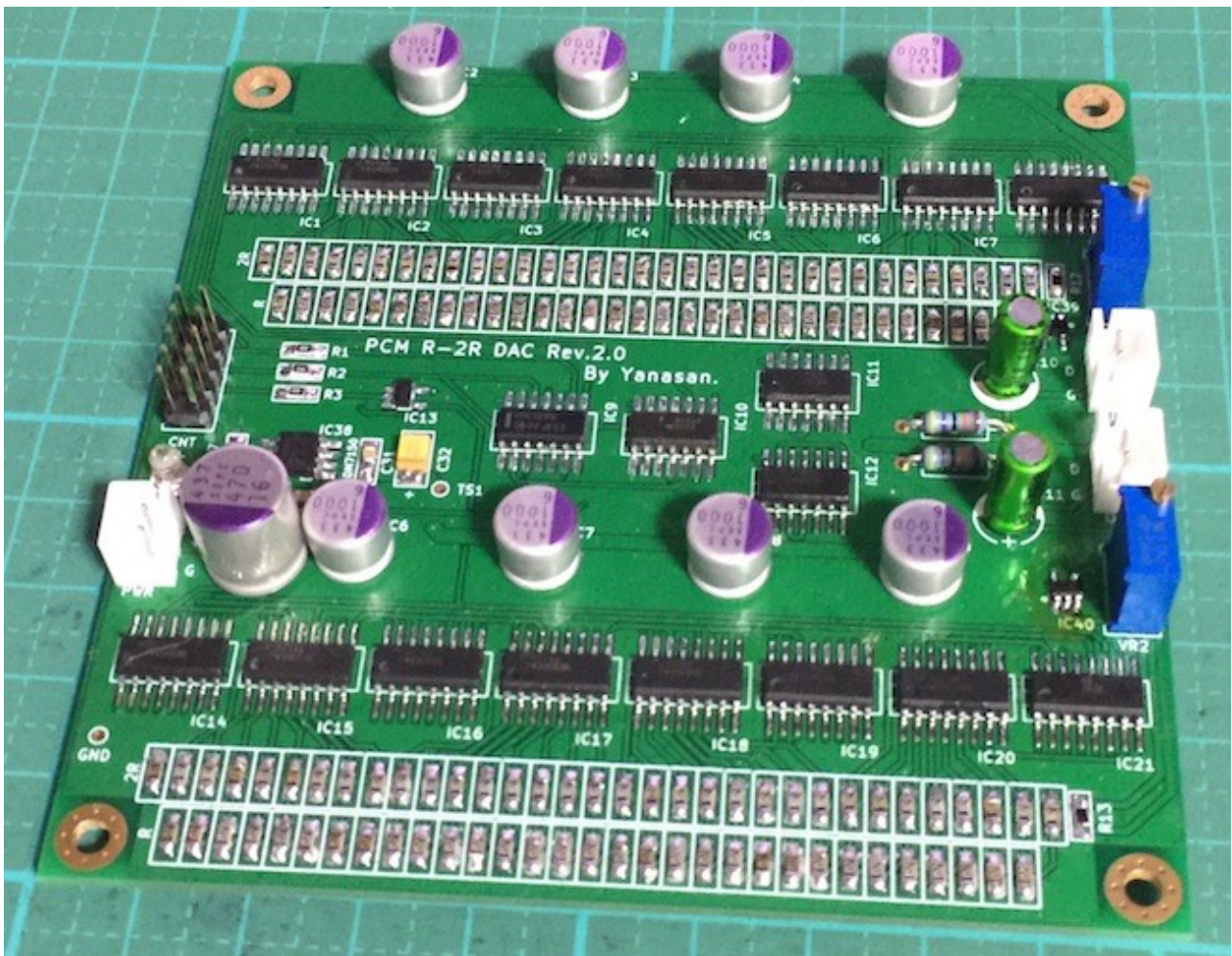

4パラR-2R DAC基板の製作マニュアル

PCM 右詰めフォーマットをR-2Rラダー回路でD/A変換する4パラDAC基板です。

1.0版 - 2018年1月26日



機能概要

この基板は、R-2Rラダー回路を使ってPCM 右詰めフォーマット信号をアナログ信号に変換する基板です。

<主な機能>

- **PCM 右詰めフォーマット 32Bit専用**

PCM 右詰めフォーマット 32Bitのみ入力出来ます。

※DAI2/3を使ってPCM 右詰めフォーマットに変換してください。

- **出力ICの4パラ接続**

R-2RラダーのDA変換を行うロジックIC(74595)のピンの内部抵抗を下げるために、ICを4パラ接続としました。

内部抵抗値が4分の1になるので、2R抵抗と内部抵抗の合計抵抗値が2R値に近くなり誤差率が小さくなります。

※裏面のICは、ICチップを裏返しに付けるため、ピンを逆側に折り曲げる加工が必要です。

- **シングルエンド出力（1枚時）**

基板にはR-2Rラダー2回路が搭載されており、1枚で使う場合、右チャンネルと左のチャンネルに分けて、正出力のみのシングルエンド出力に設定してください。

- **差動出力（2枚時）**

2枚で使う場合、基板それぞれを右チャンネルと左チャンネルとして、基板の2回路を正出力と負出力の差動出力に設定してください。

- **基板サイズ**

100mm×100mmです。

- **電源**

+5.5V以上(300mA)が1電源です。

超低ノイズのLDO電源IC（ADM7150を1個）から供給します。

4パラR-2R DAC基板(Rev2.0)の部品表

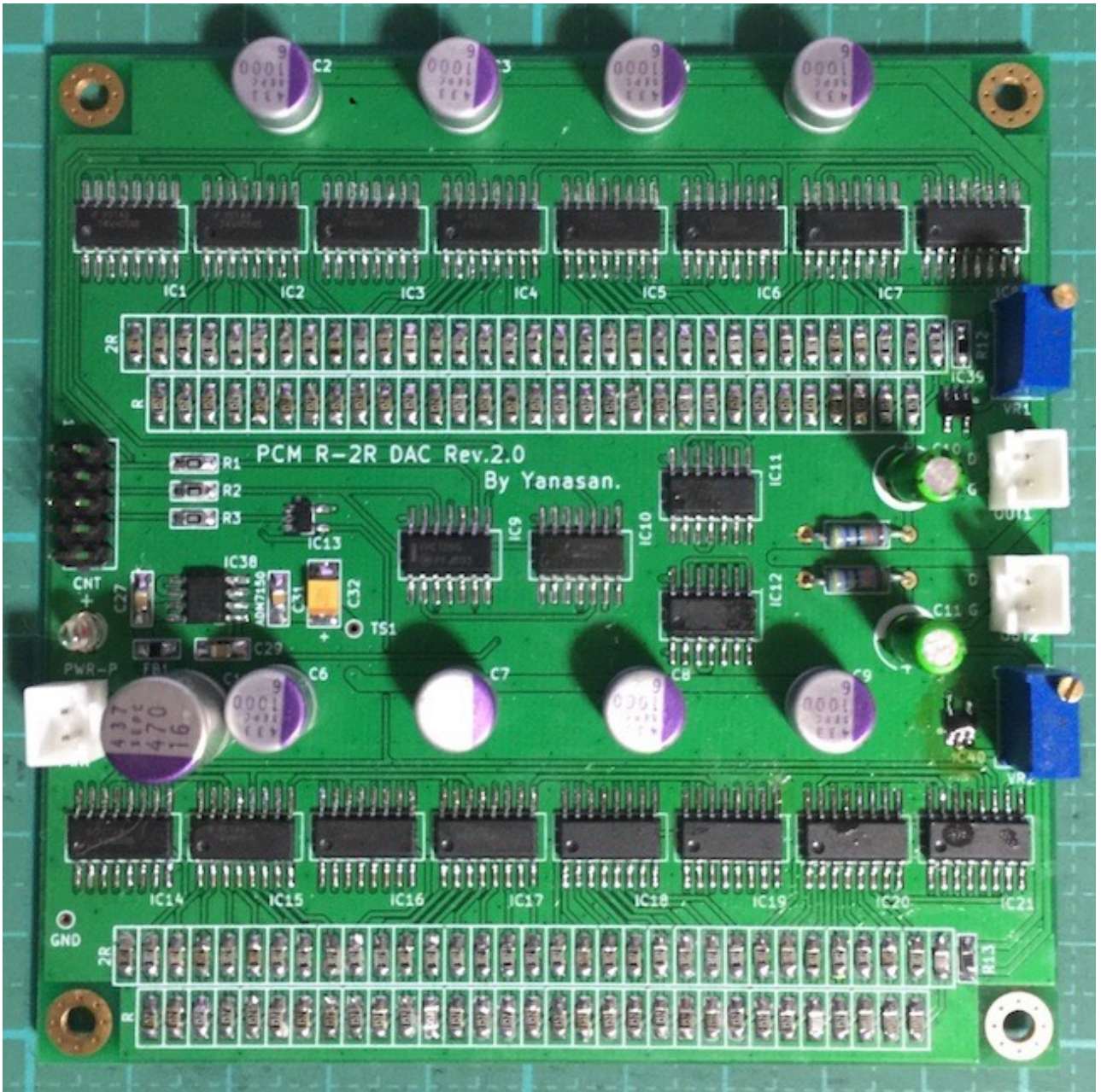
部品	番号	部品名/値	数量	備考
IC	IC1-8,14-37	74VHC595	32	SO16、74AHC595セットもあります。 裏面のICはピンを逆に折り曲げてください。 予備2個
	IC9	74AHC125	1	SO14
	IC10	74AHC04	1	SO14
	IC11,12	74AHC86	2	SO14、※VHC系を使うとノイズが出ますので、必ずAHC系にしてください。
	IC13	74LVC1G125	1	SOT23-5
	IC38	ADM7150-5	1	SO8、5V用LDO電源 ICには71505と印字されています。 3.3V電源にする時はADM7150-3.3です。
	IC39,40	NC7SZU04M5X	2	SOT23-5、7404バッファ無し
抵抗	R1-3	22Ω	3	チップ2012サイズ
	R4-11,144	10KΩ	9	チップ2012サイズ ※LED用抵抗は輝度によっては値を変えて下さい。
	R12,13	2R-100Ω	2	チップ2012サイズ、0.1%誤差、2.94KΩ
	R14,15	470KΩ	2	金皮抵抗1/4W、フィルタ抵抗
	R16-48,80-112	2R	66	チップ2012サイズ、0.1%誤差、予備4個
	R49-79,113-143	R	62	チップ2012サイズ、0.1%誤差、予備3個
コンデンサ	VR1,2	100ΩVR	2	可変抵抗、秋月電子のP-00971
	C1	100uF/6V以上	1	電解コンデンサ、直径8mm、OSコンがおすすめ、サイズに注意
	C2-9	47uF/6V以上	8	電解コンデンサ、直径6mm、OSコンがおすすめ、サイズに注意、容量は大きいほど良い
	C10,11	47uF/6V以上	2	無極性電解コンデンサ、直径6mm、47uF~200uF程度
	C12-26,33	0.1uF	16	チップ3216(2012も可)サイズ、パスコン
	C27,29,31	10uF	3	チップ3216(2012も可)サイズ
	C28,30	1uF	2	チップ2012サイズ
インダクタ	C32	20uF/4V以上	1	チップ3225サイズ、タンタルコンデンサ ※極性に注意してください。
	FB1	33uH	1	チップ2012サイズ、フェライトビーズ(ショートで代用可)

部品	番号	部品名/値	数量	備考
LED	PWR-P	3mmLED	1	3mmLED、電源表示用（付けなくても良い）
端子	CNT	2X5PIN	1	2.54mmピンヘッダ(2列)、PCM入力用
	PWR	2PIN	1	B2B-XH-A、電源用5.5V以上(300mA)
	OUT1,2	2PIN	2	B2B-XH-A、アナログ出力用
	GND	1PIN	1	ケースにGNDを落とす場合の端子、使わなくても構いません。

※濃い青色枠の部品は標準キットに添付されます。

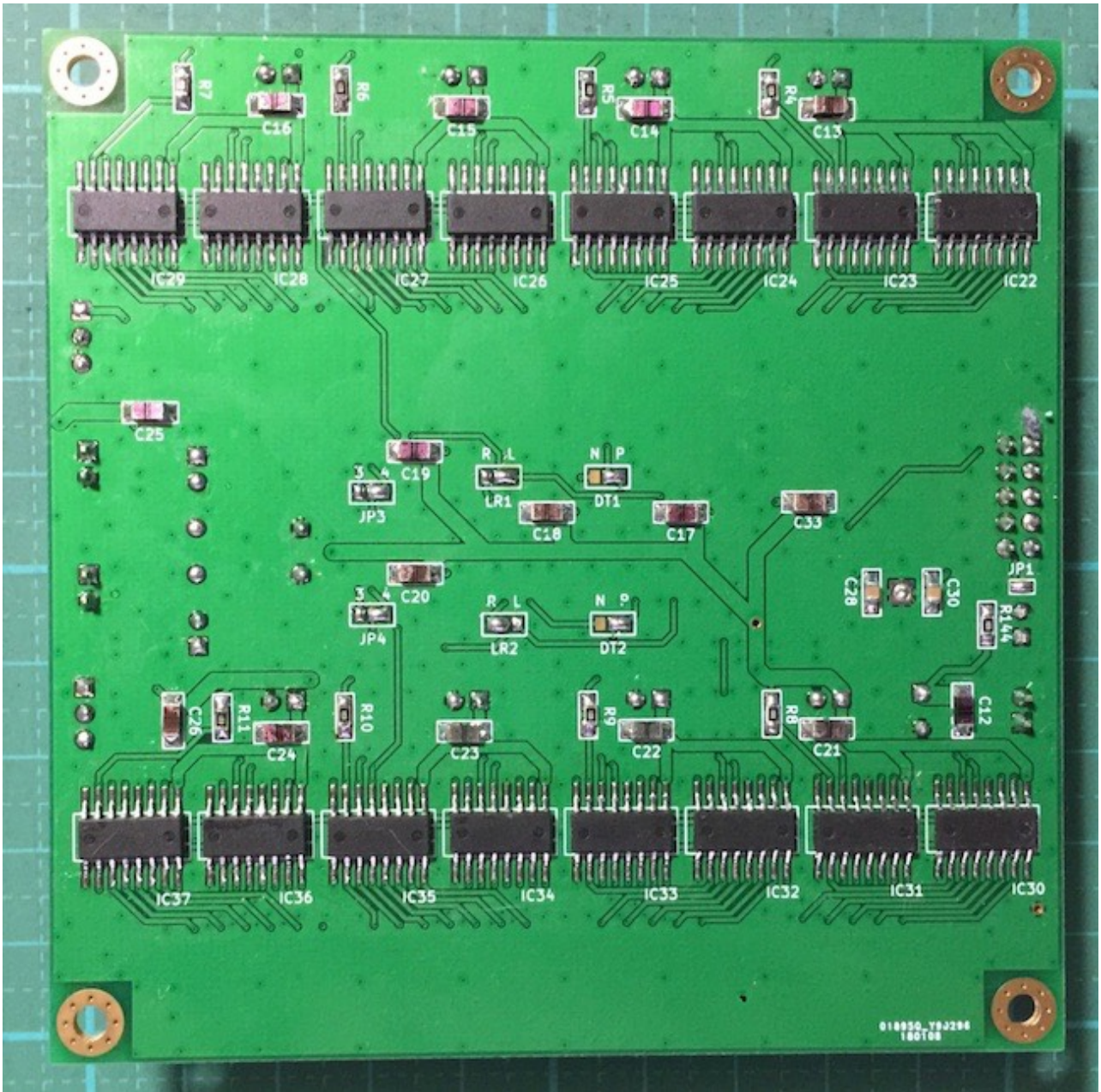
※濃い黄緑色枠の部品は抵抗キットの限定オプションです。

(表面)



※パソコンの一部に添付品ではないPMLCAPコンデンサを使っています。

(裏面)



CNTコネクタ

ピン番号	説明
1	SDATA
2	Gnd
3	LRCK
4	Gnd
5	BCLK
6	Gnd
7	SCLK(未使用)
8	Gnd
9	+3.3V入力(未使用)
10	(Gnd、JP1ショート時)

※ピンヘッダ 2×5(10P)を使います。

PCM信号を入力します。

2枚使いの場合は、10線フラットケーブルの真ん中に中間コネクタを1個追加して、二股ケーブルを自作しましょう。この場合、I2S信号を中間コネクタに入力して、両端のコネクタをDAC基板のCNTコネクタに刺します。

※フラットケーブルを使った時、ノイズが拾って、DA変換が正しく行われないケースがあります。ケーブルにアルミホイルを巻くとノイズの飛び込みを防ぐ事が出来ます。

OUT1/OUT2コネクタ

ピン番号	説明
1	正出力信号または負出力信号
9	Gnd

※2ピンのXHコネクタを使います。

アナログデータを出力します。

1枚使いの場合は、1ピンは正出力信号とします。

2枚使いの場合は、OUT1の1ピンは正出力信号、OUT2の1ピンは負出力信号とします。

LEDについて

電源表示用のLEDです。

用途によって発光色を分けることをお勧めします。

例) エラー系は赤色、電源系は黄色、ステータス系は青色

• PWR-P LED

PWRコネクタに電源が入力されている時に点灯します。

ジャンパーランドについて

各設定用のジャンパーランドです。

ハンダショートまたはオープン（ショートしない）で、必ず選択してください。

• JP1（裏面）

INコネクタの10ピンのGnd用です。

10ピンをGndに落とす場合は、ショートします（推奨）。

10ピンをGndに落とさない場合は、オープンにします。

お気楽さんの基板とコネクタ接続する場合は、オープンにします。

• JP3、JP4（裏面）

OUT1、OUT2のLRクロックのタイミング調整用です。

通常は、3と真ん中をショートします。

正しく左右出力されない場合には、正しく左右（ステレオ）出力されるように、いずれかをショートしてください。

※いずれかを必ずショートしてください。

• DT1、DT2（裏面）

OUT1、OUT2の正負出力信号設定用です。

1枚でステレオとして使う場合は、OUT1とOUT2ともに正出力信号とします。

2枚でモノラルとして使う場合は、OUT1を正出力信号に、OUT2を負出力信号とします。

正出力信号の場合は、P（ポジティブ）と真ん中をショートします。

負出力信号の場合は、N（ネガティブ）と真ん中をショートします。

※いずれかを必ずショートしてください。

• LR1、LR2（裏面）

OUT1、OUT2の左右チャンネル設定用です。

1枚でステレオとして使う場合は、LR1をL（左）チャンネルとします。

2枚でモノラルとして使う場合は、1枚目のLR1とLR2をL（左）チャンネルに、2枚目のLR1とLR2をR（右）チャンネルとします。

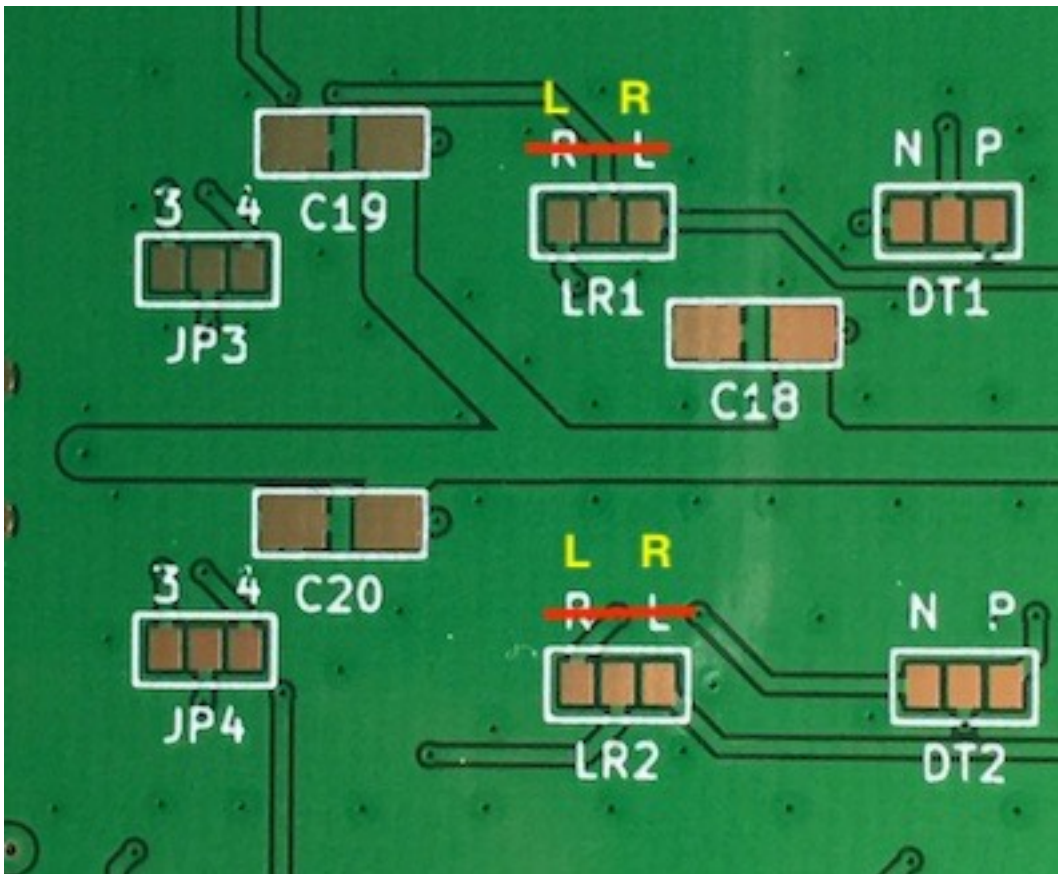
L（左）チャンネルの場合は、Lと真ん中をショートします。

R（右）チャンネルの場合は、Rと真ん中をショートします。

※いずれかを必ずショートしてください。

Rev2.0版の基板は、LR1、LR2のLとRの印字が逆になっています。

黄色の文字が正しい位置です。



電源について

電源は、5.5V以上(最大300mA)の1個です。

全ロジックICには、超低ノイズのLDO電源IC（ADM7150を1個使用）から5Vを供給します。

DA変換の74595に3.3V用のロジックICを使われる場合は、IC38をADM7150の3.3V版に変更してください。

入力について

CNTコネクタの入力信号は、PCM信号 768KHzまで（32Bit右詰めのみ）です。

範囲外のPCM信号やDSD信号を入れると、ノイズが出ます。

私のDAI2/DAI3やAK4137 P2Dを使って、PCMの32Bit右詰めフォーマットに変換される事をお勧めします。

R、2Rの抵抗値について

R2Rラダー回路のRと2Rの抵抗値は、1倍と2倍の関係を守れば、好きな値が使えます。

抵抗値が大きいとノイズが乗りやすくなりますが、精度的には良くなります。

今回は、R=1.5K Ω と2R=3K Ω をチョイスしました。

抵抗の精度は高いほど、ノイズが無くなります。0.1%誤差以下にしてください。

より鮮度も求める方は、2Rの抵抗値は、DA変換の74595の内部抵抗値分を引いた値にされると良いでしょう。

1枚でステレオとして使う場合

R-2R DAC基板1枚だけでステレオとして使う場合は、OUT1を左チャンネル、OUT2を右チャンネルとします。

OUT1,OUT2の出力はシングルエンド出力（正出力のみ）とします。

OUT1とOUT2の+は正出力信号が出力されます。

裏面のジャンパーランドは、以下のようにします。

DT1は、Pに設定

DT2は、Pに設定

LR1は、Lに設定

LR2は、Rに設定

2枚でステレオとして使う場合

R-2R DAC基板2枚でステレオとして使う場合は、1枚目を左チャンネル、2枚目を右チャンネルとします。

各基板のOUT1,OUT2の出力は差動出力（正負出力）とします。

OUT1の+は正出力信号（+）が、OUT2の+は負出力信号（-）が出力されます。

GNDは、OUT1のGかOUT2のGのどちらでも構いません。

裏面のジャンパーランドは、以下のようにします。

1枚目（左チャンネル）

DT1は、Pに設定

DT2は、Nに設定

LR1は、Lに設定
LR2は、Lに設定
2枚目（右チャンネル）
DT1は、Pに設定
DT2は、Nに設定
LR1は、Rに設定
LR2は、Rに設定

製作について

まずは、表面のICからハンダ付けをしましょう。

ICの向きは、左下が1ピンになりますので、ICの○印や脇の窪みが左側に来るようにしてください。

IC表面の印刷文字が読める方向になっている事でも確認出来ます。

基板をICの1ピンは左下になるように置くとICの逆さ付けのミス避けれます。

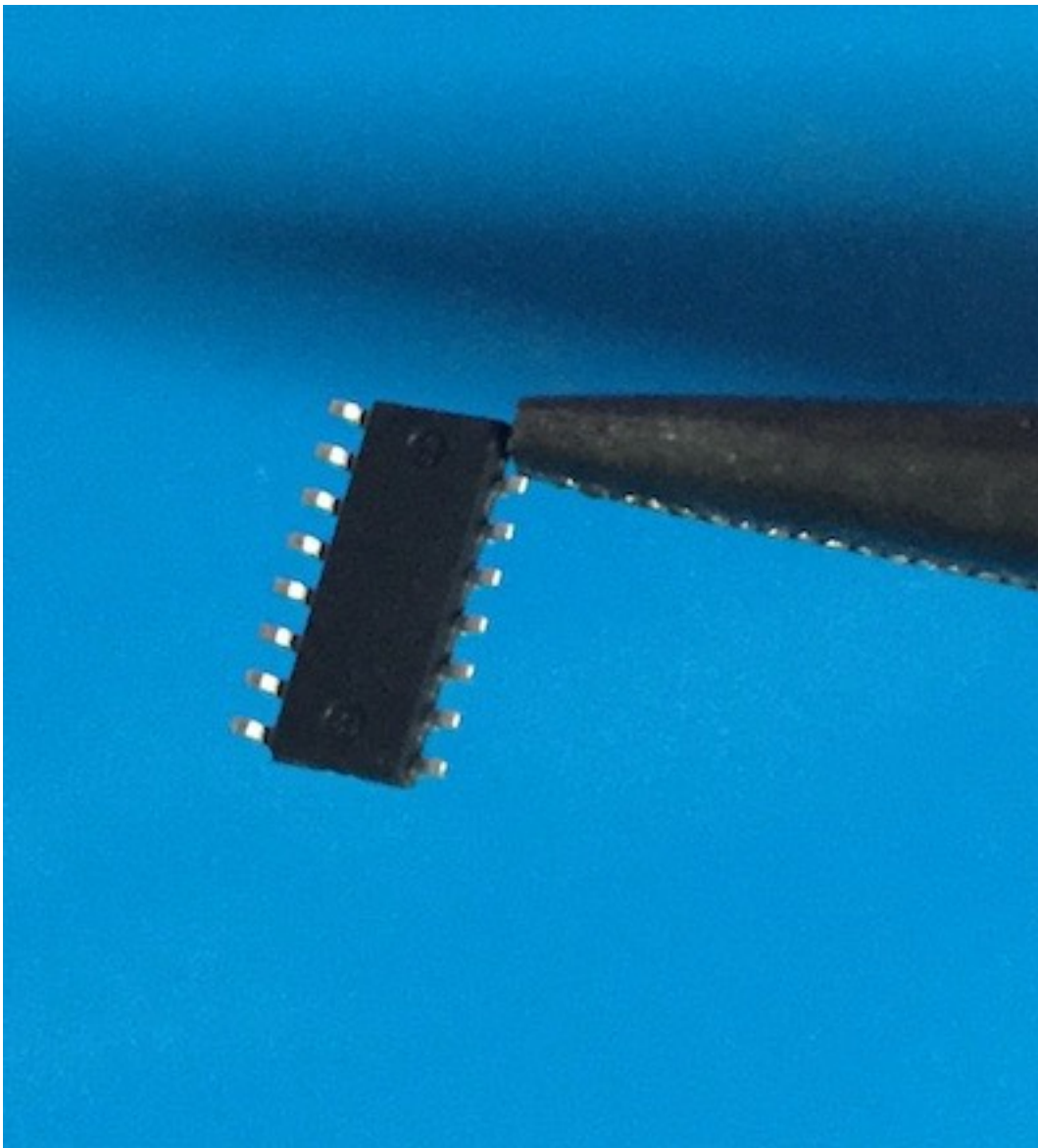
このSOPタイプは、コテ先に乗せるハンダ量は普通が良いです。

私はハンダが付いているように見えて実は付いていないハンダ不足を何度も経験しています。

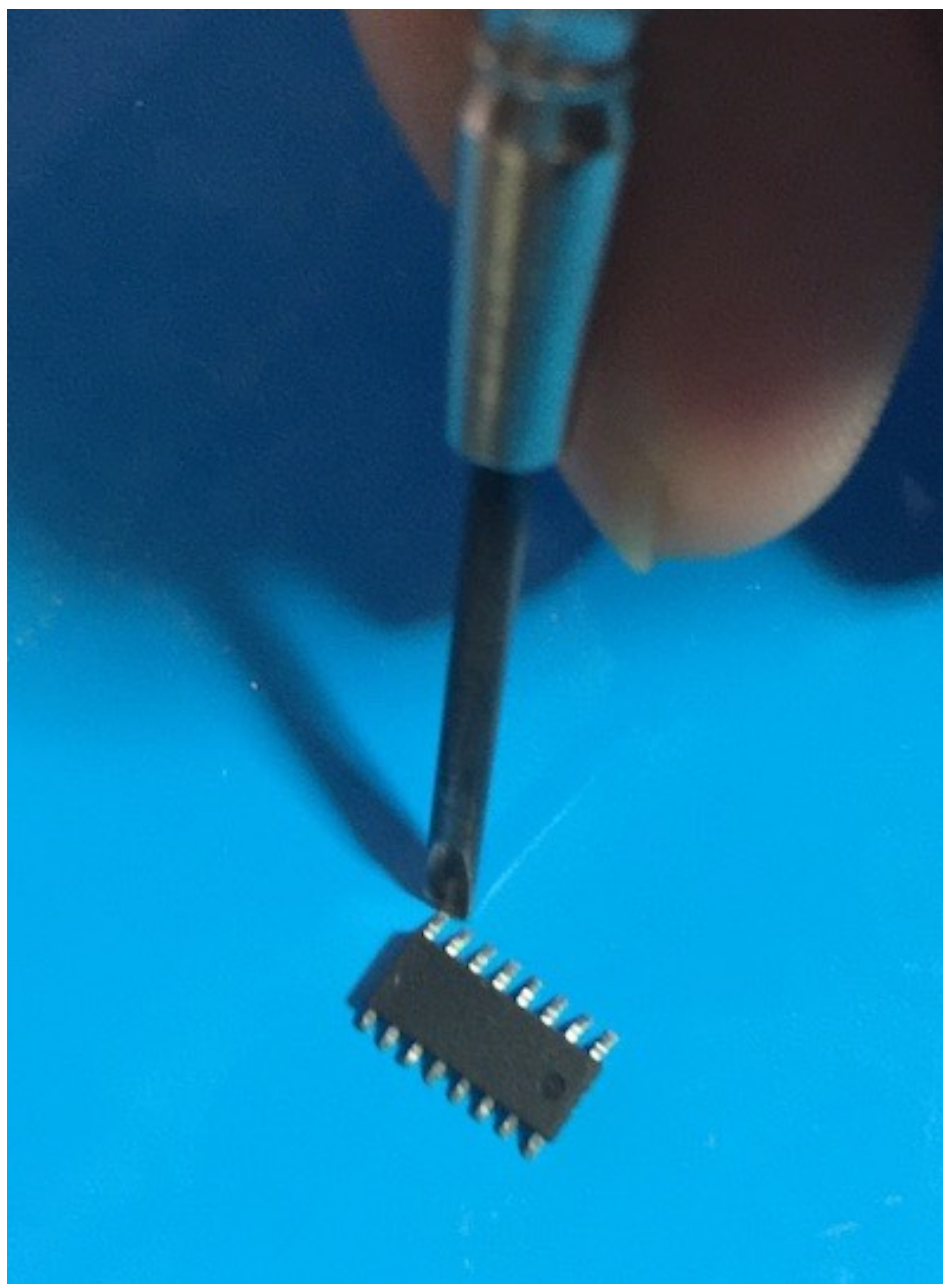
裏面のIC22-37の74595は、裏返しにハンダ付けするので、ICの加工が必要です。

まずは、ICのピンをラジオペンチを使って、1ピンずつ逆側に折り曲げます。

何度もやり直すとピンが折れますので、なるべく1発で決めて下さい。



全てのピンを折り曲げたら、硬い面の上にICを裏返しに置いて指で押さえて、マイナスドライバーの先を使って、ピン先がしっかり面に付くまで押さえて変形させます。



全部のピンが面に付くようになったら、ピンが曲がっていない（ICに対して90度になっている）か確認して、曲がっているピンはドライバーの先を使って真っ直ぐにしてください。

この加工が正しくできていないと、ICのハンダ付けで必ず失敗します。

裏面のICは裏返してハンダ付けするので、1ピンの位置を間違わないようにしてください。

コツは、フラックスをハンダ面に適量を塗ります。軽い接着剤代わりになります。お気に入りには、HAKKO NO.001-01です。

ICを載せますが、ピンセットを使って、慎重にピンの位置が合うまで調整します。

ICを指で押さえて、ICの隅をピンセットで押してずらして合わせます。

2面とも完全に合うまで、しつこく繰り返すことが成功のポイントです。

完全にピン位置が合ったら、ICをピンセットで押さえて動かない状態にして、ハンダコテに少量のハンダを乗せて、ICの端のピン（1～2ピン分）をハンダ付けします。ハンダが多いとブリッジし易いので、少なめがお勧めです。

※セロテープなどで固定する方法もありますが、半田付けする箇所が見難くなったり、テープを貼る際にICがずれやすいので、ピンセットで押さえる方法がお勧めです。

この時にピン位置がずれていたら、ハンダを溶かして一旦外します。

ここできちんと確認しないと後の祭りになります。

うまく行ったら、基板を回転させて、ハンダ付けするピンが奥向きになるようにします。

ハンダ付けしたピンと対角線上のピンをハンダ付けします。

これ以降はピンセットで押さえる必要はありません。

ピン一列にフラックスを塗って、ハンダ付けします。

コテをピン列に沿って横にずらして行きます。この時、ブリッジしても無視します。

2面とも同じようにハンダ付けが終わったら、ブリッジした箇所の対処です。

コテ先を綺麗にして、ブリッジ部分にフラックスを塗ったら、コテ先をブリッジ部分に当てて、ピン先方向に動かせば、ハンダがコテ先に吸い取られます。

ブリッジのハンダが多量でない時は、コテ先を当てるだけで、ピン側にハンダが溶けてブリッジが解消出来ます。

最後に、綿棒に無水アルコールをたっぷり吸わせて、ICに残ったフラックスを洗い流します。

ハンダくずを拭き取る感じでやると良いでしょう。

ICが正しくハンダ付けされたか、5～10倍ルーペを使って、目視チェックします。

出来れば、テスターを使って、ICの根元と基板側のピン部分とが導通しているか、隣のピンと間違えて導通していないかを確認しましょう。

テスター棒だと太すぎるのピンヘッダ用の細い線を取り付けると良いでしょう。

尚、隣のピンとの導通確認では、回路的に導通が正しい場合があります。

IC38のADM7150は、裏面の穴にもハンダ付けが必要です。

穴が深いのでハンダがIC裏面にうまく付かない事が良くありますので、ハンダを溶かしたら、コテ先でかき混ぜると良いでしょう。

※コテ先を強く押すと、ICが落ちてしまいますので、裏から何かで押さえてください。

うまく出来上がると、ハンダのえくぼが出来ます。

表面のチップ抵抗をハンダ付けします。

裏面のチップ抵抗とチップコンデンサをハンダ付けします。
裏面のジャンパもハンダショートします。

表面のR4,5の金皮抵抗をハンダ付けします。

表面の電解コンデンサをハンダ付けします。

表面のVR1,2をハンダ付けします。

最後に残りのコネクタをハンダ付けします。

コネクタを使わず配線ケーブルを直にハンダ付けしても構いません。

コネクタを付ける場合は、向きに注意してください。1ピン目を合わせましょう。

最後に、電源の+、GND間の抵抗値を測って、ショートしていないかを確認します。

動作確認

まずは、電源を入れてみましょう。

煙や異臭がないかを確認します。

電源用LEDを付けている場合は、LEDが点灯しているか確認して下さい。

ICを触って、指で触れないほど熱くないかを確認します。

OUT1、OUT2にアンプやトランスを接続して、CNTコネクタにPCM信号を入力して、音出しを確認します。

MSBの抵抗を調整していないので、ノイズが乗っているはずですが。

耳を使って、1CHずつ調整していきましょう（調整しない側の電源を切る）。

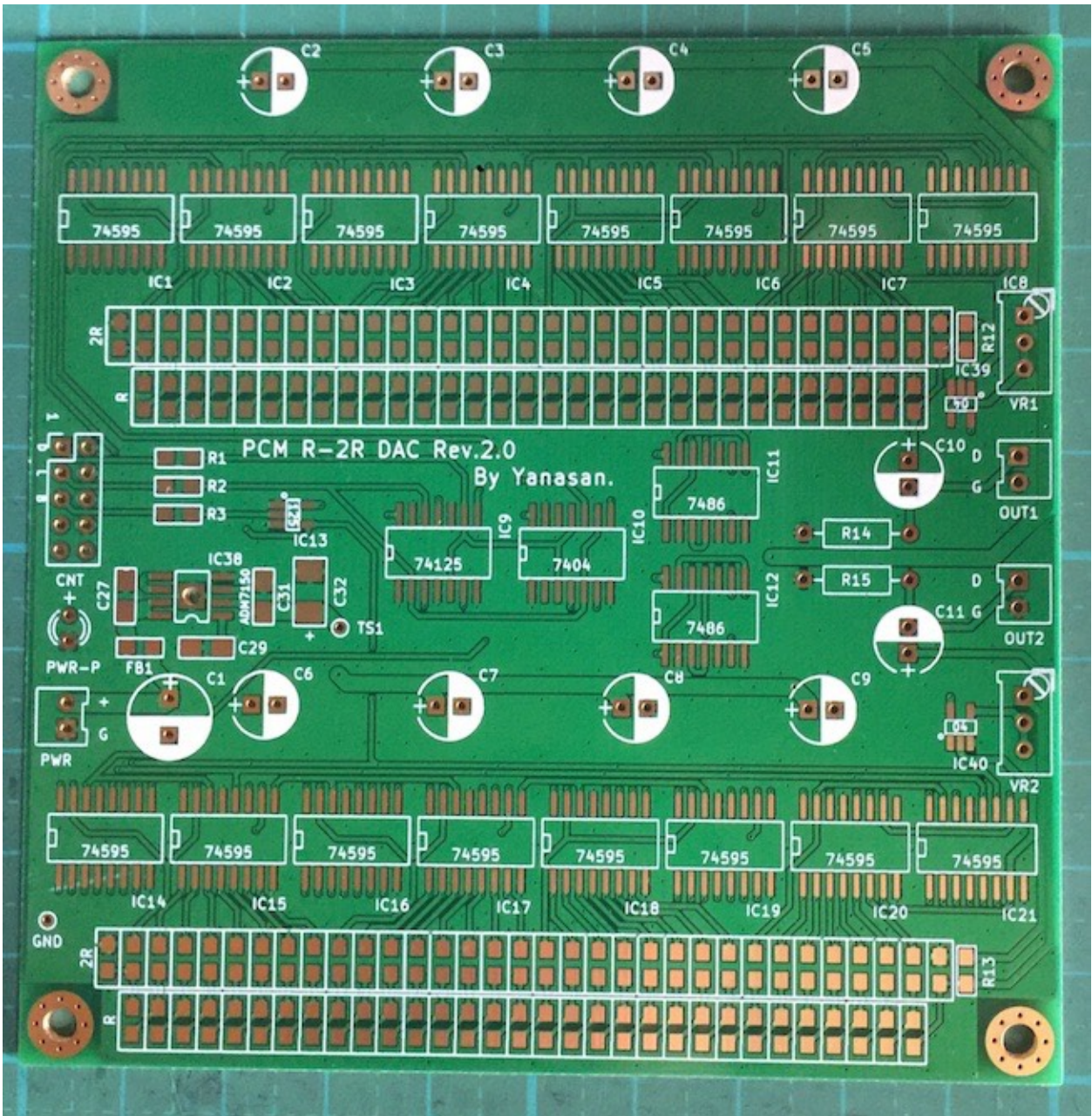
OUT1の+とGのみを接続して、VR1の可変抵抗を回して、ノイズが無くなるように調整します。

続いて、OUT2の+とGのみを接続して、VR2の可変抵抗を回して、ノイズが無くなるように調整します。

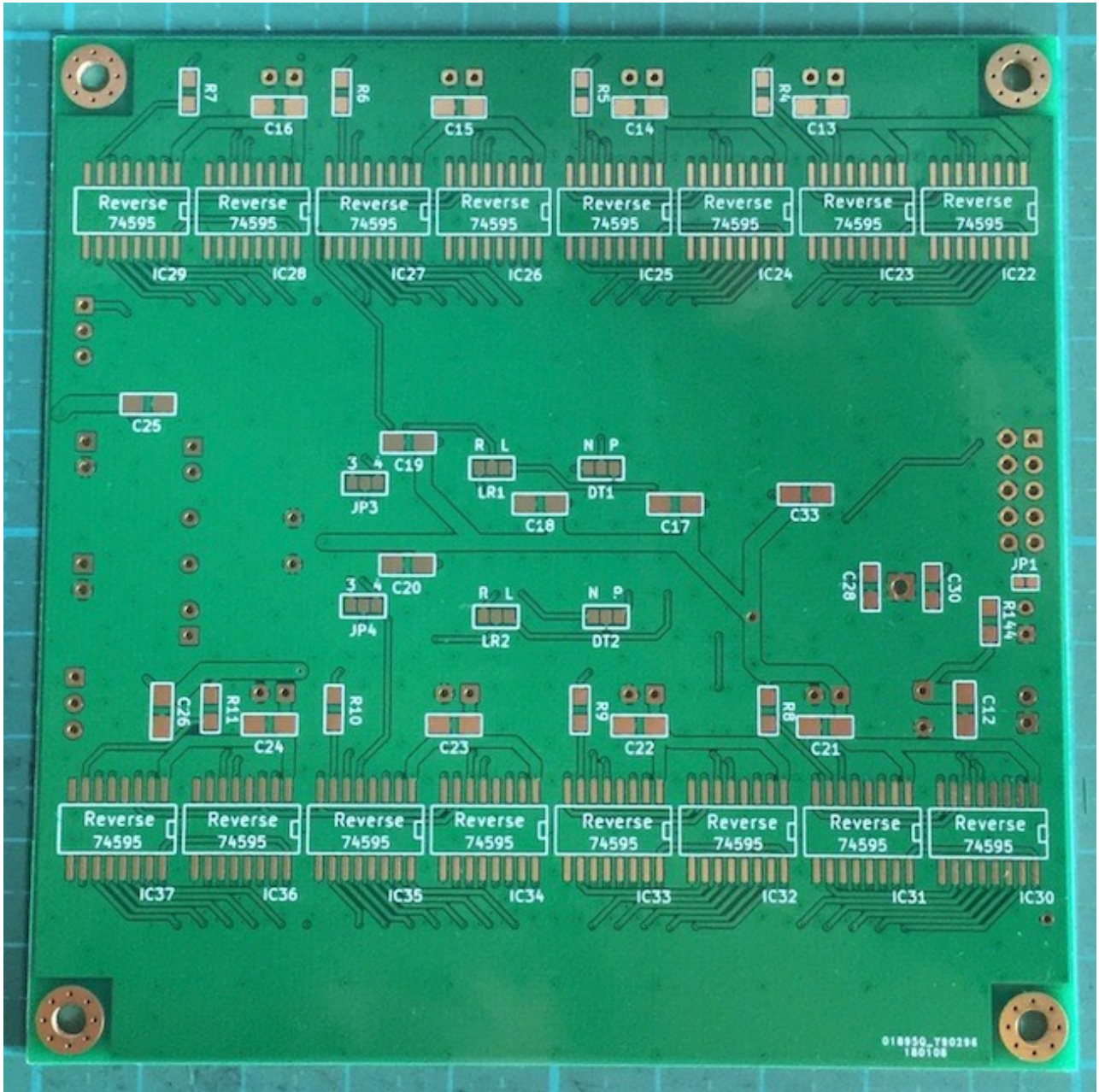
2枚使いの時はもう1枚も調整して完成です。

※抵抗の発熱によっても違ってきますので、10分ぐらい暖気運転させてからにしましょう。

4パラR-2R DAC基板(Rev2.0)の表面



4パラR-2R DAC基板(Rev2.0)の裏面



修正履歴

版数	日付	説明
Rev1.0	2018/01/26	・新規作成