

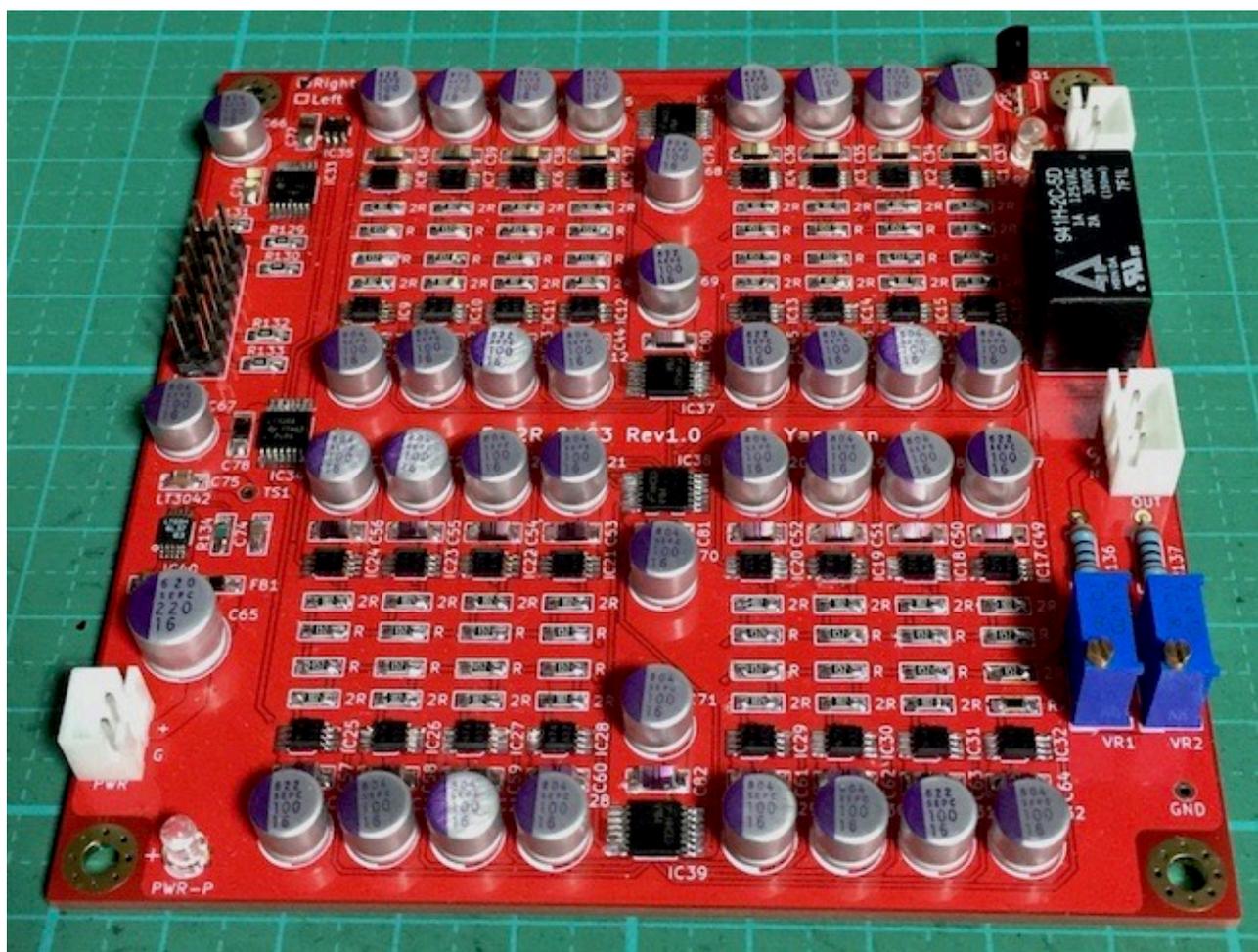
---

# ファイナル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DAC基板です。

1.2版 - 2019年1月24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。

- **7474ロジックICを採用**

従来のR-2R DAC基板では74595ロジックICを使って、負出力は7404ロジックICで信号を反転して使いました。

1ビット毎に差動出力出来る7474ロジックICを採用する事で、正確な差動出力を実現出来ました。

- **1ICに1電源コンデンサ**

32個の7474ロジックICに32個の電解コンデンサを配置して、安定した電源を供給します。

- **R-2Rラダー回路**

0.1%誤差のチップ抵抗によるR-2Rラダー回路を実現する事で、正確なD/A変換を実現しました。

試作基板では $R=1.5K\Omega/2R=3K\Omega$ を採用しましたが、抵抗値の組み合わせを変える事は可能です。

- **差動電流出力**

出力は、差動電流出力となります。

I/VアンプやI/V変換トランスを接続してください。

- **LT3042電源ICを採用**

超低ノイズな電源ICであるLT3042で、良質な電源供給を実現しました。

- **ミュート回路**

入力のMUTE信号を判定してリレーを動作させて出力をGNDに落としてミュートする回路を用意しました。

- **モノラル構成**

モノラル1枚構成なので、ステレオ時のセパレーションが良くなります。

- **基板サイズ**

100mm×100mmです。

- **電源**

+5.5V以上(110mA)と、リレー用電源+5Vまたは+12V(電流はリレー仕様)の2電源です。

超低ノイズのLDO電源IC (LT3042を1個) から供給します。

※リレーを使わない時は、リレー用電源は不要です。

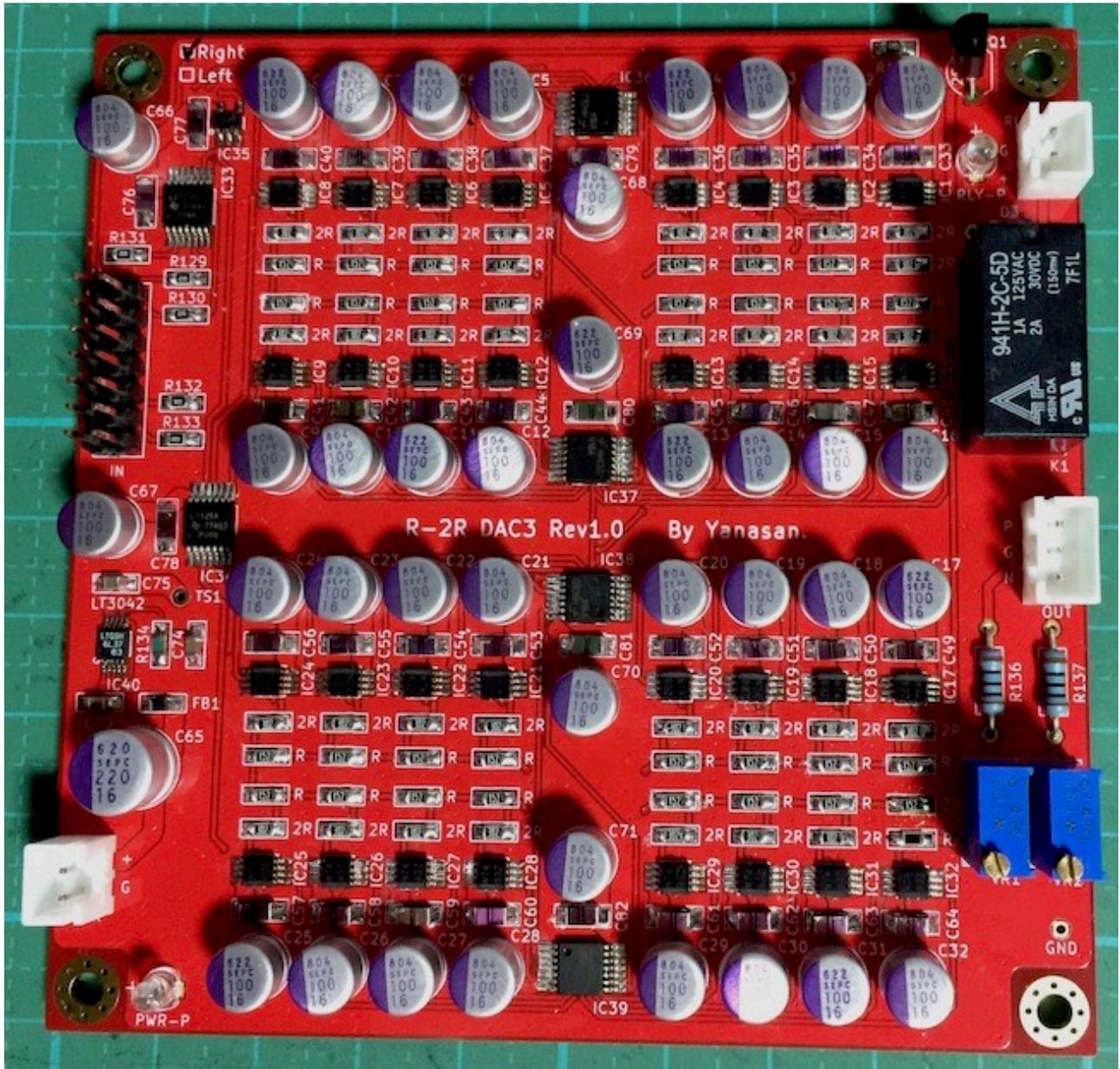
## ファイナルR-2R DAC基板(Rev1.0a)の部品表

部品	番号	部品名/値	数量	備考
IC	IC1-32	74LVC1G74	32	8-MSOP(0.65mmピッチ)、IC形状が複数ありますので、間違わないでください。
	IC33,34	74LVC125	2	TSSOP14
	IC35	74LVC1G04	1	SOT23-5
	IC36-39	74VHC164	4	TSSOP14
	IC40	LT3042EMSE	1	10-MSOP
トランジスタ	Q1	2SC1815	1	リレー制御用、ピンはECB
抵抗	R	1.5K $\Omega$	62	チップ2012サイズ、0.1%誤差
	2R	3K $\Omega$	64	チップ2012サイズ、0.1%誤差
	Rx	2.94K $\Omega$	2	チップ2012サイズ、0.1%誤差
	R129-131	22 $\Omega$	3	チップ2012サイズ、入力ダンピング抵抗
	R132-133	10K $\Omega$	2	チップ2012サイズ
	R134	50K $\Omega$	1	チップ2012サイズ、0.1%誤差、LT3042の+5V電圧設定用
	R135,138	10K $\Omega$	2	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。
	R136,137	100 $\Omega$	2	金皮1/4W、出力保護抵抗
	R139	4.7K $\Omega$	1	チップ2012サイズ
	VR1,2	100 $\Omega$ VR	2	可変抵抗、秋月電子のP-00971
コンデンサ	C1-32,66-71	22 $\mu$ F/6V以上	38	電解コンデンサ、直径6mm、OSコンがお勧め、サイズに注意
	C33-64,72,76-82	0.1 $\mu$ F	40	チップ3216(2012も可)サイズ、パソコン、PMLCAPコンデンサがお勧め
	C65	100 $\mu$ F/6V以上	1	電解コンデンサ、直径8mm、OSコンがお勧め、サイズに注意
	C73-75	10 $\mu$ F	3	チップ2012サイズ
インダクタ	FB1	33 $\mu$ H	1	チップ2012サイズ、フェライトビーズ(ショートで代用可)
LED	PWR-P,RPLY-P	3mmLED	2	3mmLED、電源表示用(付けなくても良い)
	D3	1S1588	1	普通のダイオード
リレー	K1	2回路C接点	1	5Vまたは12Vの2回路C接点リレー、秋月電子のP-01229やP-01228

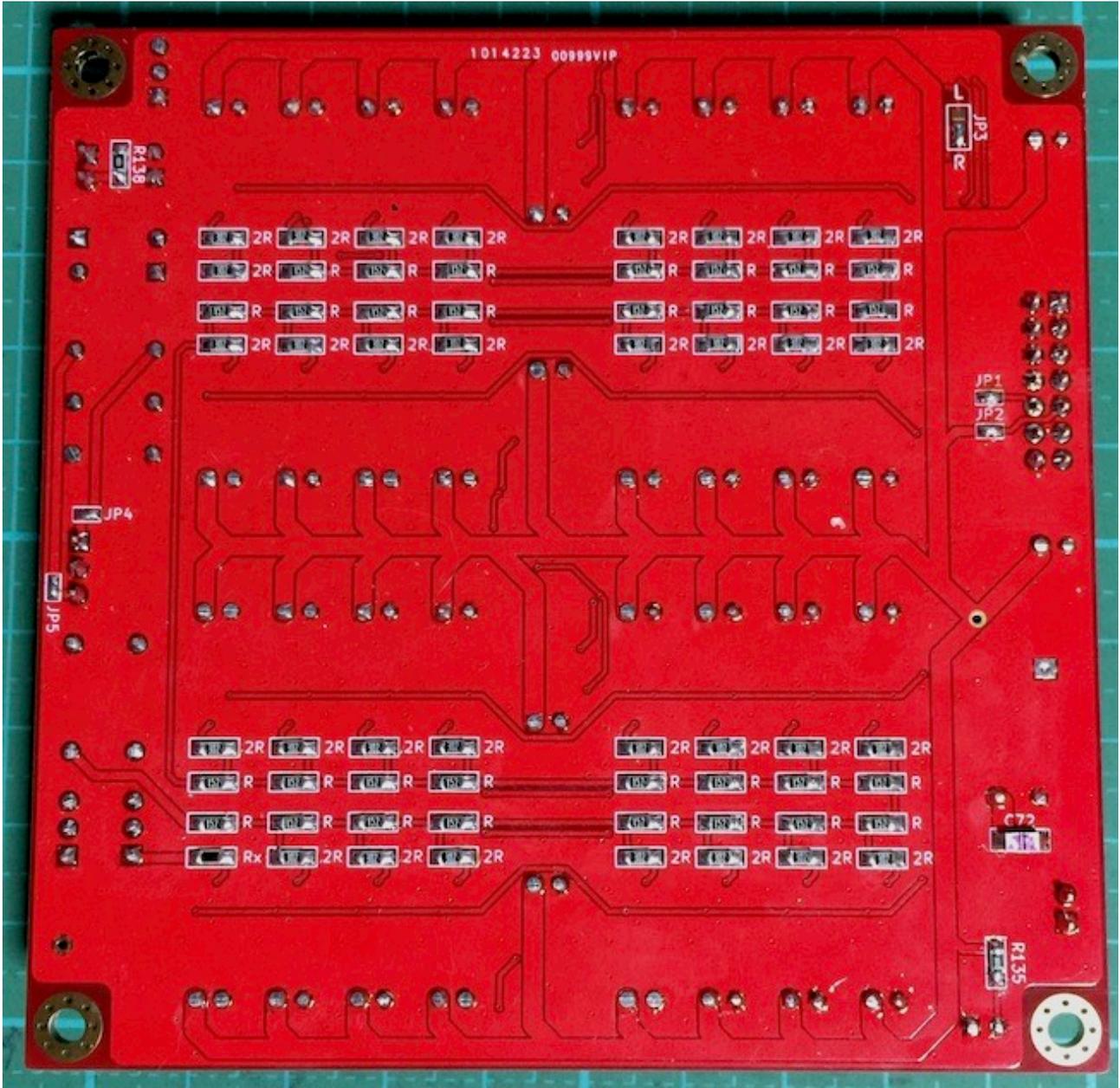
部品	番号	部品名/値	数量	備考
端子	IN	2X7PIN	1	2.54mmピンヘッダ(2列)、DSD入力用
	PWR	2PIN	1	B2B-XH-A、電源用5.5V以上(200mA)
	RLY-PWR	2PIN	1	B2B-XH-A、リレー電源用5Vまたは12V(電流はリレー仕様)
	OUT	3PIN	1	B3B-XH-A、アナログ出力用
	GND	1PIN	1	ケースにGNDを落とす場合の端子、使わなくても構いません。

※濃い黄緑色枠の部品はミュート用リレー回路用で、MUTE機能を使わない場合は不要です。

(表面)



(裏面)



## IN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	+5V出力(JP2ショート時)
10	(Gnd、JP1ショート時)
11	PCM/DSD識別信号(未使用)
12	MUTE(ミュート時はHIGH、通常はLOW)
13	SDA(未使用)
14	SCL(未使用)

※ピンヘッダ 2×7(14P)を使います。

PCM信号を入力します。

入力信号をI2Sアイソレート 2 基板で 2 出力にして、14線フラットケーブル 2 本でそれぞれDAC基板のINコネクタに刺して接続する事をお勧めします。

※I2Sアイソレート 2 基板のADuM1250オプションは不要です。

14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する方法もあります。この場合、PCM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INコネクタに刺します。

## OUTコネクタ

ピン番号	説明
P	正出力信号
G	Gnd
N	負出力信号

※ 3 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。

---

## 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。

### • RLY-P LED

RLY-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。

### • JP2（裏面）

INコネクタの9ピンの電源出力用です。

9ピンから+5V電圧を出力する場合は、ショートします。

9ピンから+5V電源を出力しない場合は、オープンにします（推奨）。

※I2Sアイソレート 2 基板に電源を供給する場合、2 枚の基板のどちらかのJP2をショートします。

### • JP3（裏面）

入力PCM信号の左右チャンネル設定用です。

L（左）チャンネルにする場合は、Lと真ん中をショートします。

R（右）チャンネルにする場合は、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。

### • JP4、JP5（裏面）

リレー回路の有効無効用です。

リレー回路を使う場合は、ショートします。

リレー回路を使わない場合は、オープンにします。

---

## 電源について

電源は、5.5V以上(最大110mA)の1個と、リレー用電源+5Vまたは+12V(電流はリレー仕様)の2電源です。

です。

全ロジックICには、超低ノイズのLDO電源IC (LT3042を1個使用) から5Vを供給します。

リレーを使わない場合は、リレー用電源は不要です。

## 入力について

INコネクタの入力信号は、PCM信号 768KHzまで (32Bit右詰めのみ) です。フォーマット違いのPCM信号やDSD信号を入れると、ノイズが出ます。

PCM信号やDSD信号は、私のDAI2/DAI3やAK4137 P2Dを使って、PCM信号 (32Bit右詰め) 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、 $R=1.5K\Omega$ と $2R=3K\Omega$ 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ので、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7474の内部抵抗値分を引いた値にされると良いでしょう。

$R_x$ は、2RからVRの100 $\Omega$ 分を引いた抵抗値とします (今回は2.94K $\Omega$ をチョイス)。

※ $R_x$ が2Rより大きいとVR調整してもノイズが消えませんので、ご注意ください。

---

## 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。

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、隣のピンと間違っ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。

IC40のLT3042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。

表面のチップ抵抗とチップコンデンサ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R136,137の金皮抵抗をハンダ付けします。

表面のLEDとD3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。

表面のトランジスタQ1とリレーK1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。

OUTにアンプやトランスを接続して、IN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。

実際に音を聴きながら、1CHずつ調整していきましょう（調整しない側の出力を繋げない）。

※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。

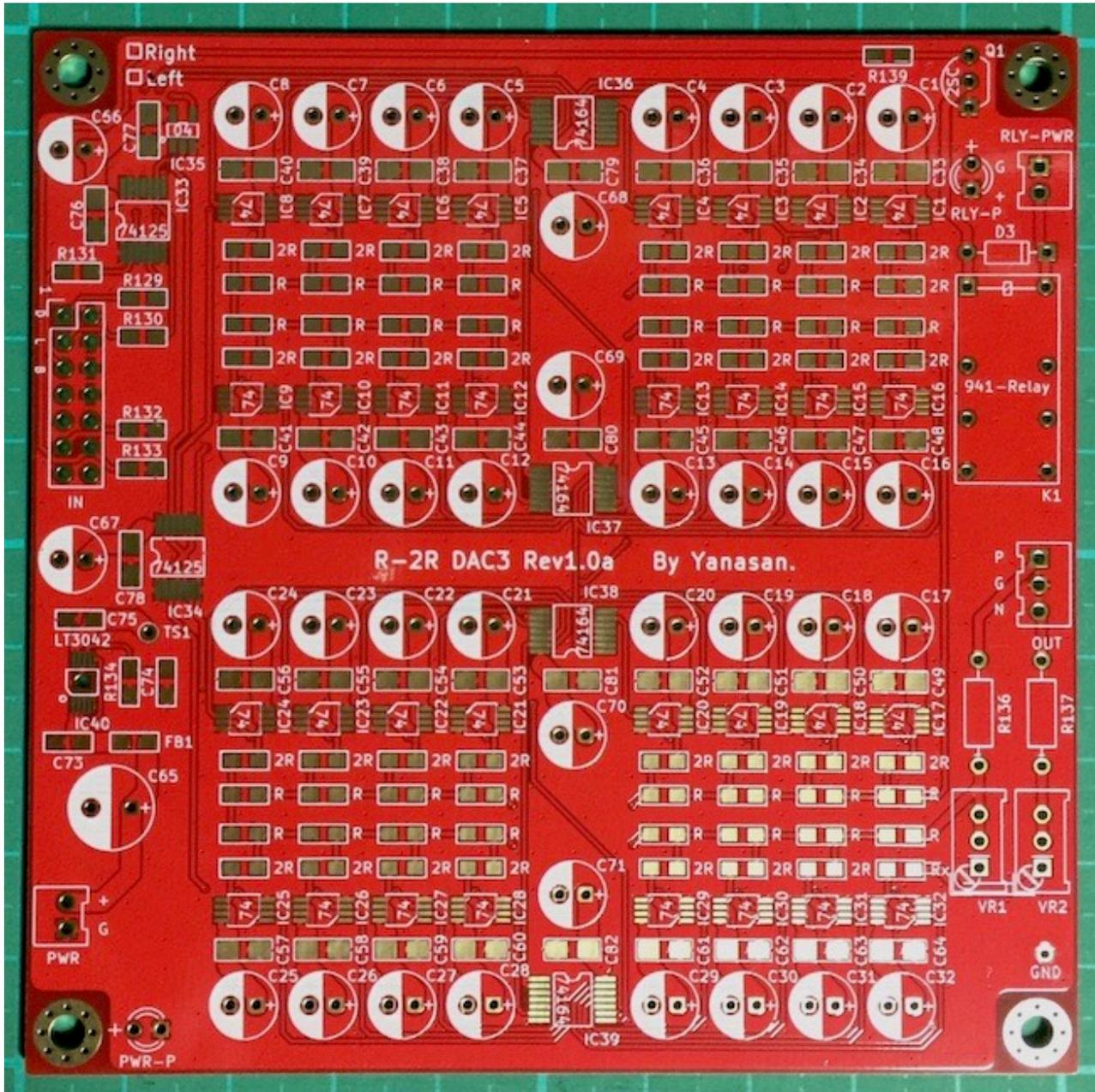
OUTのPとGのみを接続して、VR1の可変抵抗を回して、ノイズが無くなるように調整します。

続いて、OUTのN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。

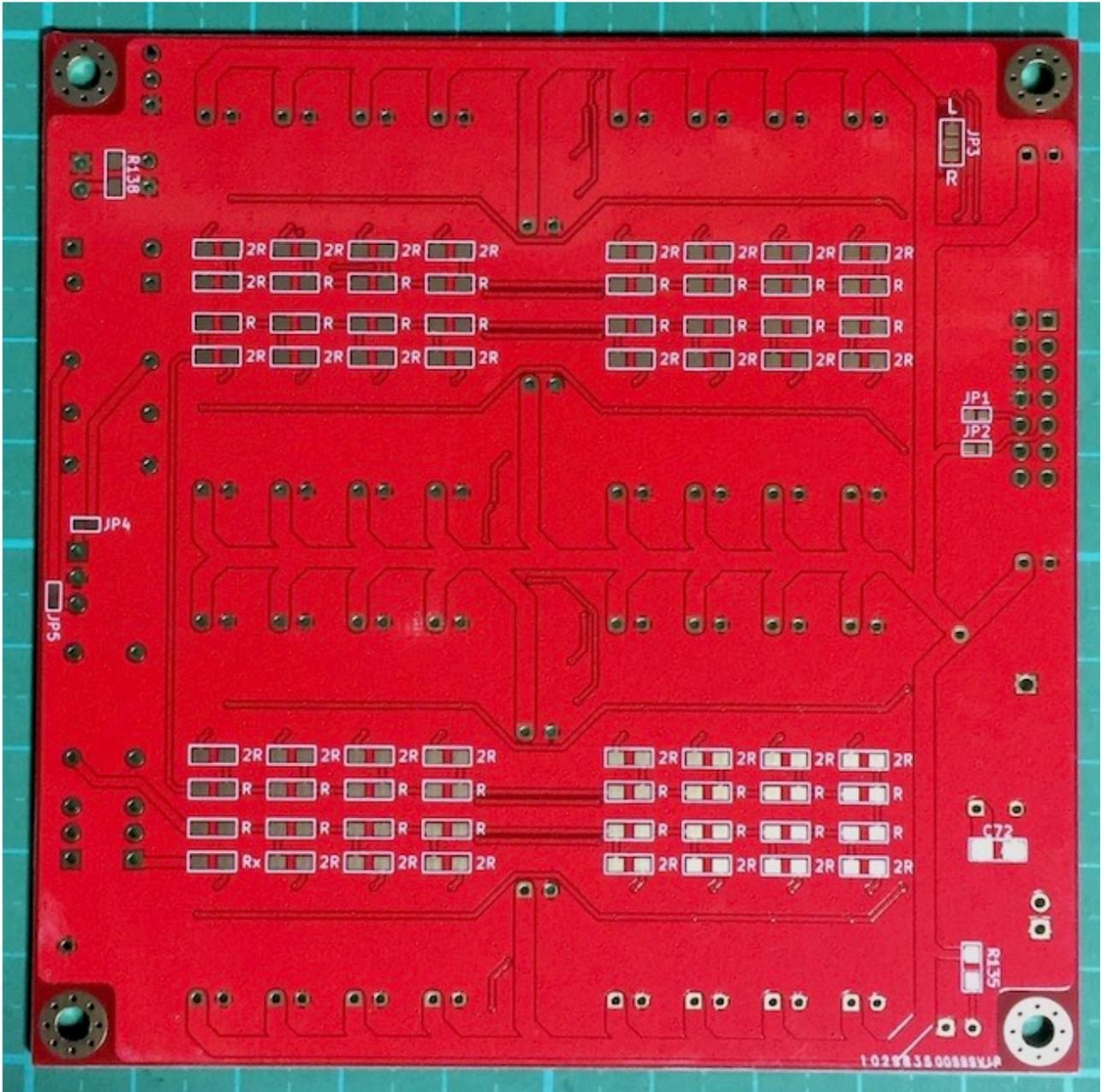
※VR調整でノイズが消えない場合は、R、2R、Rxのいずれかの抵抗が不良だと思われます。抵抗値をテスターで確認してください。

もう1枚も同じように確認します。

## ファイナルR-2R DAC基板(Rev1.0a)の表面



ファイナルR-2R DAC基板(Rev1.0a)の裏面



---

## 修正履歴

版数	日付	説明
Rev1.0	2019/01/08	・ 新規作成
Rev1.1	2019/01/11	・ 部品表の記述ミスを修正
Rev.1.2	2019/01/24	・ Rev.1.0a版用に改版