



## 電子ボリューム基板セット VOL-12 / SEL-12



### ■特徴

新日本無線の MUSES シリーズ MUSES72320 ボリューム IC を使った電子ボリューム基板です。コントロールに PIC マイコンを使用して赤外線リモコンに対応しました。3系統入力のセレクト基板もセットに含まれます。

MUSES72320 は、現在販売されているボリューム IC の中で最高の特性を有しているのと、GND が左右で独立している等、高級オーディオ用として特別に配慮された IC です。

また、IC 内部にオペアンプを内蔵していないため、自由度が高いという点も注目です。これらの特徴を活かして、バッファ無しで信号を減衰させただけのストレートな基板を作りました。なるべく原音に色付けをしないで純粋な音を聴きたいという私の個人的な趣味のもと設計しています。減衰した出力信号はインピーダンスが 2～6 k $\Omega$  と高めですので、外来ノイズに弱く配線を短くする必要があります。長さ 5cm 以内を推奨します。状況によってシールド線をご使用下さい。

信号を長く引き回したい場合や、外来ノイズが多い環境への救済措置として、オペアンプによるバッファアンプを取り付けて低インピーダンスで出力することもできます。

表示には 16 文字 2 行 LCD を使いました。アッテネータ値や入力チャンネル表示の他、ピークレベルメータ機能があり、見た目にも楽しいものとなっています。

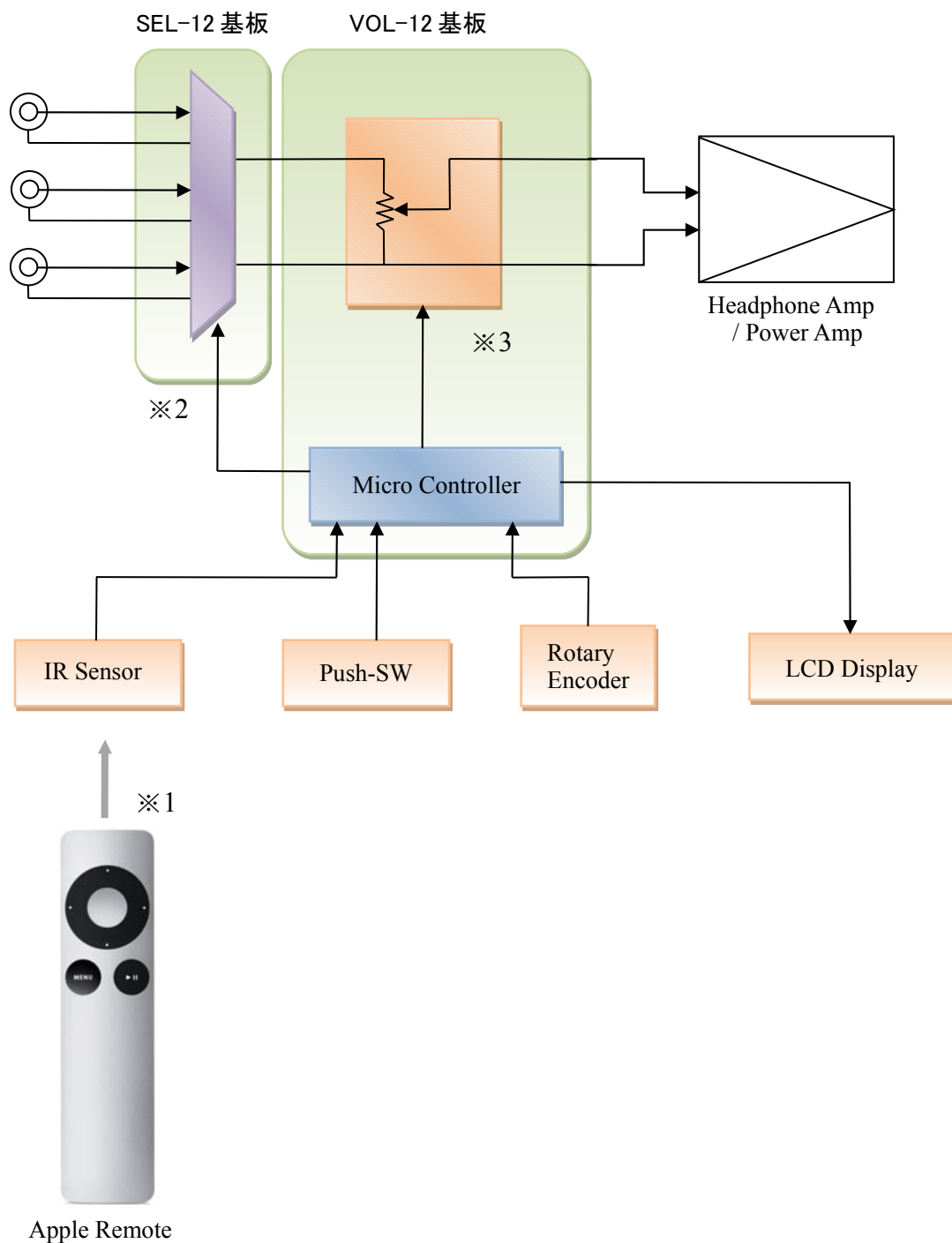
ピークレベルの検出は、可能な限り音質へ影響が出ない方法で入力信号を捉えています。

信号 GND の処理の仕方をオーディオ的な観点から工夫しているところは、他の MUSES72320 電子ボリューム基板との違う部分だと思います。

### ■ 注意事項 ■

本キットを使って生じた火災・感電・火傷など、利用者にかかる損害・被害が生じて、当方は一切の責任を負いません。ユーザーご自身の責任においてご利用いただきますようお願いいたします。また、回路図、基板、ソフトウェア、本マニュアル、ブログ内情報等は著作権を放棄していませんので、一部・全部を問わず無断で流用・転載することはできません。

## ■構成



SEL-12 : 入力セレクト基板

VOL-12 : 電子ボリューム基板

(※1) IRセンサー，リモコンなしでもご使用いただけます

(※2) 入力セレクト基板なしでもご使用いただけます

(※3) 図は1チャンネルですが基板上は2チャンネルあります

## ■機能一覧

### MUSES72320 ボリューム I C

バッファ無しという、これ以上無いシンプルな構成で使用しました  
オペアンプによるユニティゲインバッファも取り付け可能  
ATT ステップ 1dB、2dB、3dB 切替  
信号GNDを左右で独立  
信号GNDをコントロール系から独立  
入力チャンネル毎にボリューム値をセーブ

### LCD ピークレベルメータ

1dB 刻み 32 セグメント表示  
更新周期 30fps  
アナログ値取り込み周期 各チャンネル 2kHz (0.5ms 間隔)  
アナログ電圧 最大 2.5Vrms (これ以上大きな信号を入力しないでください)  
セグメントキャラクタ 4 種類切替  
ピークホールドの ON/OFF 機能  
メータ感度レベル調整 最大 15dB UP まで 1dB ステップ  
スマートモード (自動でメータのレンジを調整する機能)

### 3 入力セレクタ

リレーを使ったフローティングGND方式  
選択されていない入力ソースはGNDごと切り離され、あたかも RCA ピンケーブルを抜いたかのような状態となり、複数機器接続の影響は最小限になります  
左右GNDを独立したまま配線  
入力チャンネルをセーブ

### ユーザーインターフェース

ロータリーエンコーダー (アルプス製クリックありタイプ推奨)  
モードスイッチ (基板上にタクトSW実装可能)  
この2つでミュート以外の全てのコントロールを行います

### リモコン

Apple Remote に対応  
ボリューム, 入力切替, ミュート, その他全てのコントロールが可能

ペアリングの方法 (リモコンの取説と同じ)

受信機器とリモコンをヒモ付けして、動作する機器を指定する機能です

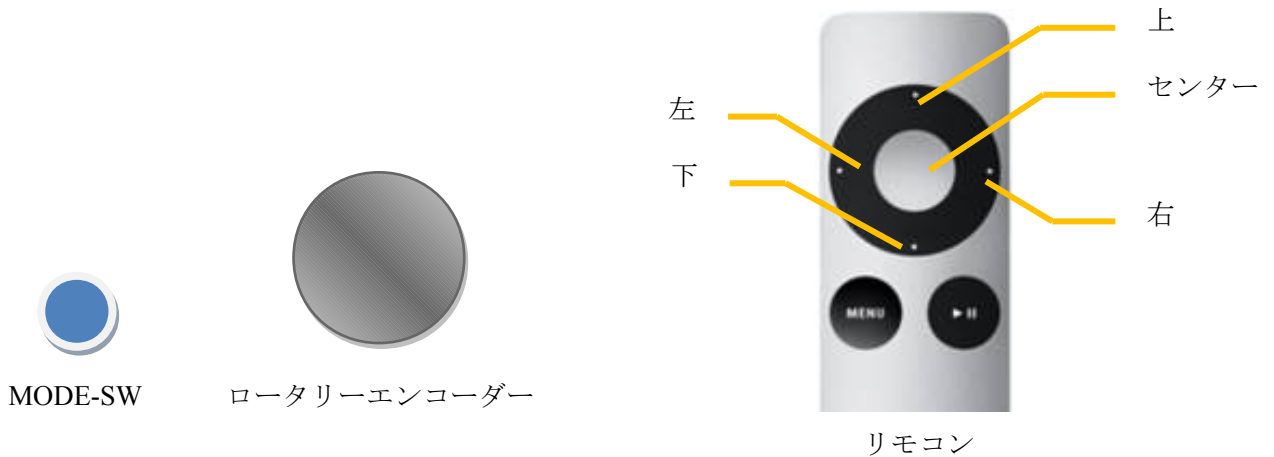
ペアリング ON	:	MENU+右	6 秒長押し
ペアリング OFF	:	MENU+左	6 秒長押し

## ■MODE 一覧

ノーマル	通常の状態 ピークレベルメータ表示
A T T	音声信号のアッテネータ値の変更 0dB~72dB 設定されたA T Tステップ 72dB~111dB 3dB ステップ固定
入力セクタ	入力セクタの切替 1, 2, 3 ※SEL-12 を使わない時は非表示
メータレベル調整	ピークレベルメータの感度設定 0dB ~15dB、SMART (自動レンジ)
ディスプレイ	バーグラフのセグメントキャラクタ切替 1 ~ 4 (ピークホールドあり) 5 ~ 8 (ピークホールドなし)
A T Tステップ	A T Tのステップ切替 1dB, 2dB, 3dB
リモコン ペアリング	Apple Remote のペアリング状態 (表示のみ) ペアリング ON の時は、リモコンの固有番号を表示

操作をやめて約5秒たつとノーマルモードへ戻ります

## ■使い方



- ・ノーマルモード (通常状態) でエンコーダを回すと ATT 値 (ボリューム) が変わります
- ・MODE スイッチを押すとモードが切替ります
- ・モードが切替わった状態でエンコーダを回すとその数値が変わります
- ・操作をやめて約5秒たつと、ノーマルモードへと戻ると同時に EEPROM へとデータを保存します 保存されたデータは、電源投入時の復帰に使用します
- ・リモコンの上下キーで ATT 値 (ボリューム) が変わります
- ・リモコンの MENU キーとセンターキーは MODE スイッチと同等です
- ・リモコンの左右キーはエンコーダと同等です
- ・リモコンの Play/Pause キーはミュートの ON/OFF です  
(プラスチック版のリモコンは該当キーがないためミュートはできません)

■部品表

MUSES VOL-12 基板

No.	シンボル	数量	値	コメント	部品例(秋月電子)
1	C1,C2	2	220u/16v	100~470 uF/16v Φ10 オーディオ用推奨	<a href="#">UFG1E331MPM</a>
2	C3	1	22u/16v	10~22uF/16v Φ5~6.3 オーディオ用推奨	<a href="#">UFG1H220MEM</a>
3	C4,C5	2	100u/16v	100~220uF/16v Φ5~6.3	<a href="#">25PK100MEFC5X11</a>
4	C6,C7	2	0.033u	フィルム 0.022~0.1uF	<a href="#">MMT 0.033uF50V</a>
5	C8,C9,C10, C11,C12,C13	6	0.1u	積層セラミック 1608 チップ	<a href="#">GRM188F11H104ZA01</a>
6	C14,C15	2	non	エンコーダのチャタリング吸収用	入れるなら 0.01u 程度
7	D1,D2	2	1N4007	100v 1A 保護用	<a href="#">1N4007-3485</a>
8	J6	1	CN-14P	LCD 用	<a href="#">C-00166</a>
9	R1,R2	2	68k	1/4w 金属皮膜推奨	<a href="#">RO-25CKF6802</a>
10	R3,R4	2	47k	1/4w 金属皮膜推奨	<a href="#">RO-25CKF4702</a>
11	R5,R6,R7,R8	4	1k	1/4w 金属皮膜推奨	<a href="#">RO-25CKF1001</a>
12	R9,R10,R11, R12,R13,R14	6	10k	1608 チップ抵抗	2500 個リール...
13	R15,R16	2	100	オプション 100~1k 程度	
14	S1	1	TactSW	なくてもよい	<a href="#">P-03648</a>
15	U1	1	MUSES72320	電子ボリューム IC	<a href="#">MUSES72320</a>
16	U2	1	OPAMP	オプション FET 入力タイプ	
17	U3	1	OPAMP	レベル検知用	
18	U4	1	マイコン	プログラム書き込み済み	
19	U5	1	7805	5V 1A レギュレータ	<a href="#">TA7805S</a>
20	VR1	1	10k	LCD コントラスト調整用	<a href="#">3362P-1-103LF</a>
21	R-sel	1	47k	SEL-12 併用/VOL-12 単独	<a href="#">RO-25CKF4702</a>
22	基板外の部品	1	LCD 16 文字 2 行 5V 品		<a href="#">SC1602BSLB</a>
23		1	LCD 用リボンケーブル		<a href="#">C-02489</a>
24		1	IRリモコン受信センサー		<a href="#">PL-IRM2161-XD1</a>
25		1	MODE 切替用スイッチ		適当に
26		1	ロータリーエンコーダー アルプス製 推奨		<a href="#">EC12E2420801</a>
27		1	リモコン		<a href="#">AppleRemote</a>

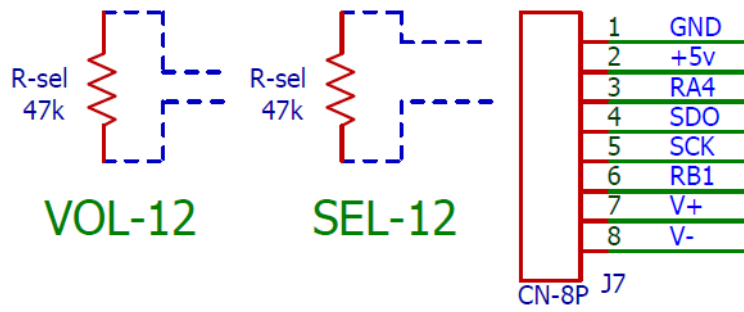
MUSES SEL-12 基板

No.	シンボル	数量	値	コメント	部品例(秋月電子)
1	C1	1	0.1u	積層セラミック 1608 チップ	<a href="#">GRM188F11H104ZA01</a>
2	C2	1	47u/35v	47~100uF/35v Φ5~6.3	<a href="#">35PK47MEFC5X11</a>
3	D1,D2,D3, D4,D5,D6	6	1N4148	保護ダイオード	<a href="#">1N4148</a>
4	L1,L2,L3, L4,L5,L6	6	RELAY3	12V リレー 2C 高感度タイプ	<a href="#">941H-2C-12D</a>
5	Q1,Q2,Q3	3	A1015	GR ランク必須	<a href="#">2SA1015GR</a>
6	Q4,Q5,Q6	3	C1815	ランク指定なし	<a href="#">2SC1815Y</a>
7	R1,R2,R3, R4,R5,R6	6	330	電源電圧/リレーによって 定数を設定する	<a href="#">RO-25CKF3300</a>
8	R7,R8,R9, R10,R11,R12	6	10k	1608 チップ抵抗	2500 個リール...
9	U1	1	SN74HC594	シリパラ変換	

黄色い網掛けの項目の部品は基板セットに付属します

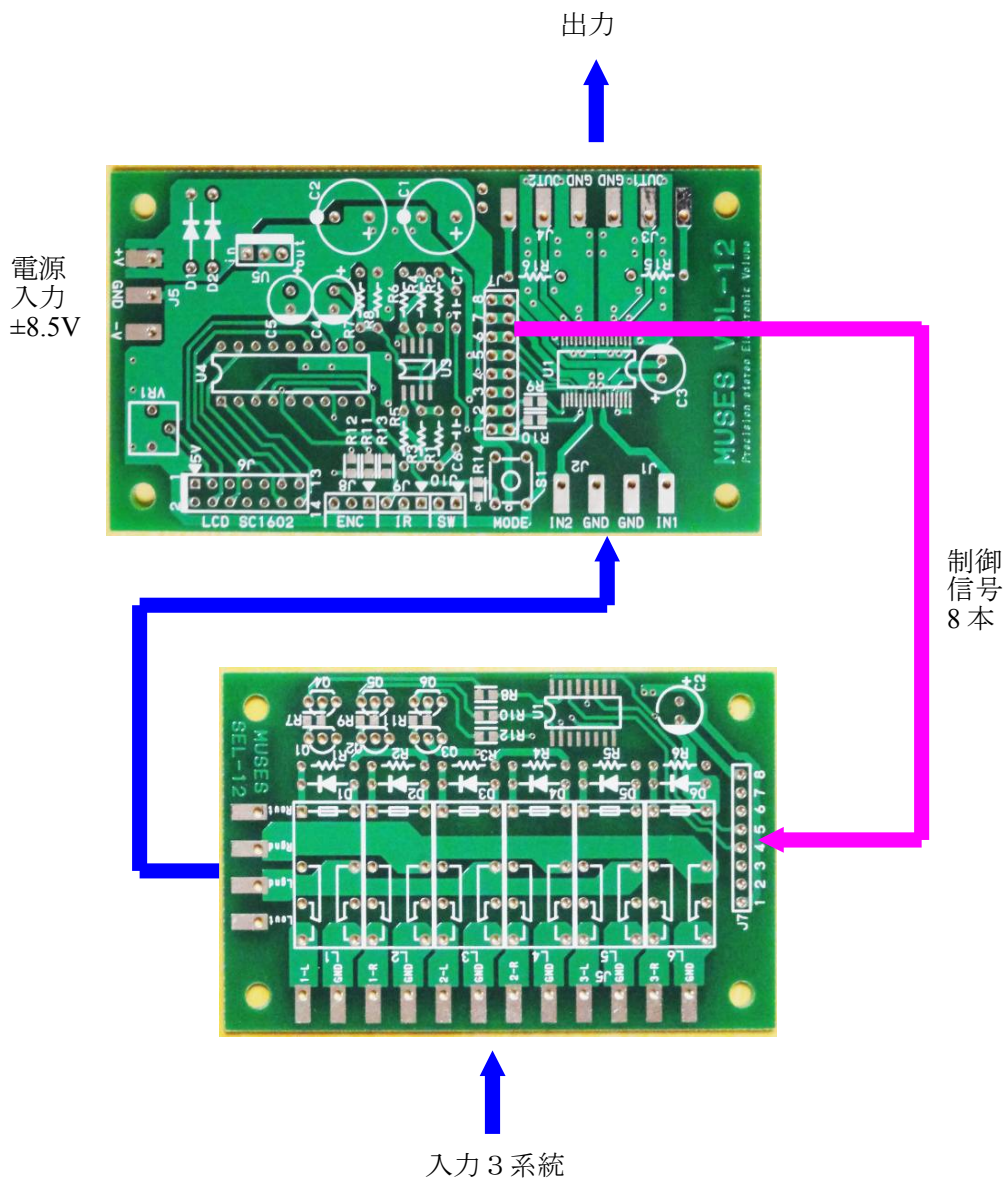
橙色の網掛けの項目は実装オプションでリフローハンダする部品です

■入力セクタ基板 SEL-12 を使う／電子ボリューム基板 VOL-12 を単独で使う



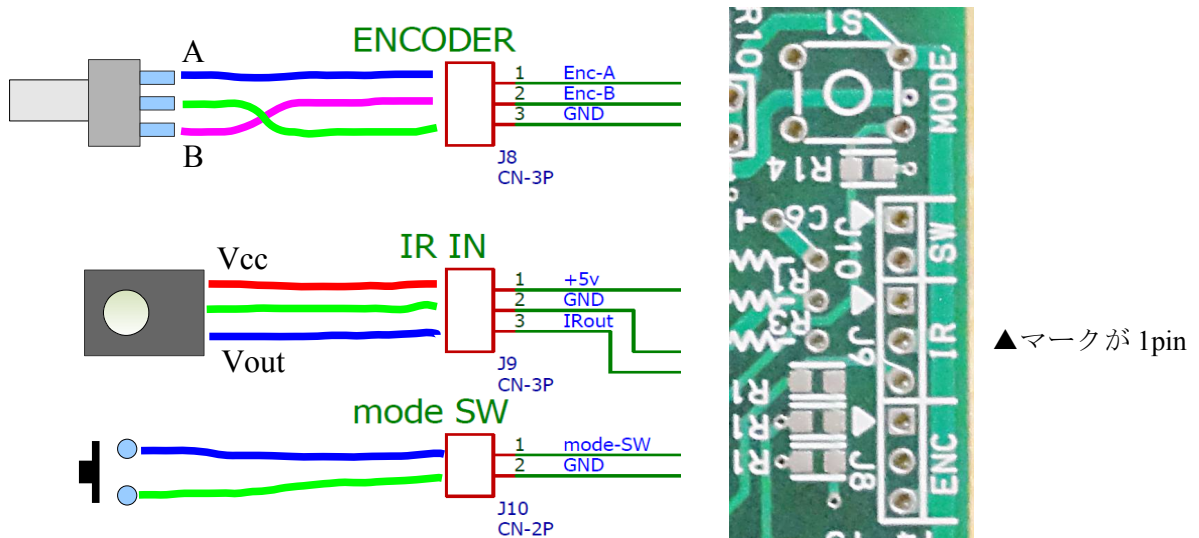
- SEL-12 基板を使用する : VOL-12 基板の J7 1-3pin 間に 47kΩ をつける
- VOL-12 基板を単独で使用する : VOL-12 基板の J7 2-3pin 間に 47kΩ をつける

VOL-12 基板の J7 は、2 セットありますので、1 つを SEL-12 基板へと接続し、残った端子に上記 R-sel 47kΩ を取り付けます



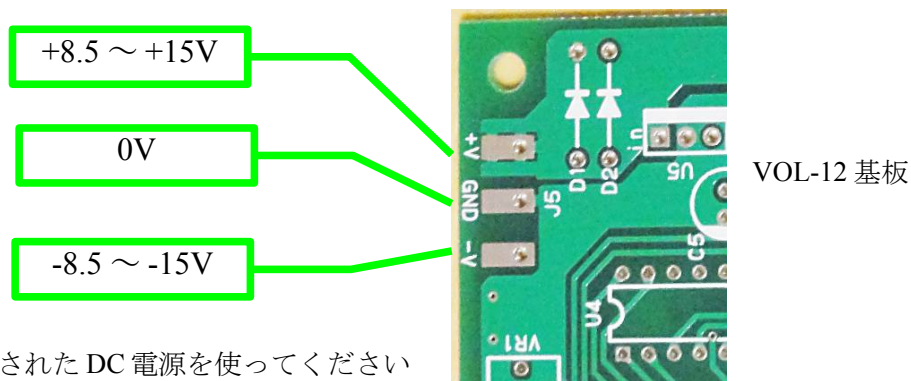
※制御信号は、1pin は 1pin へとストレートに接続します

■スイッチ類の接続

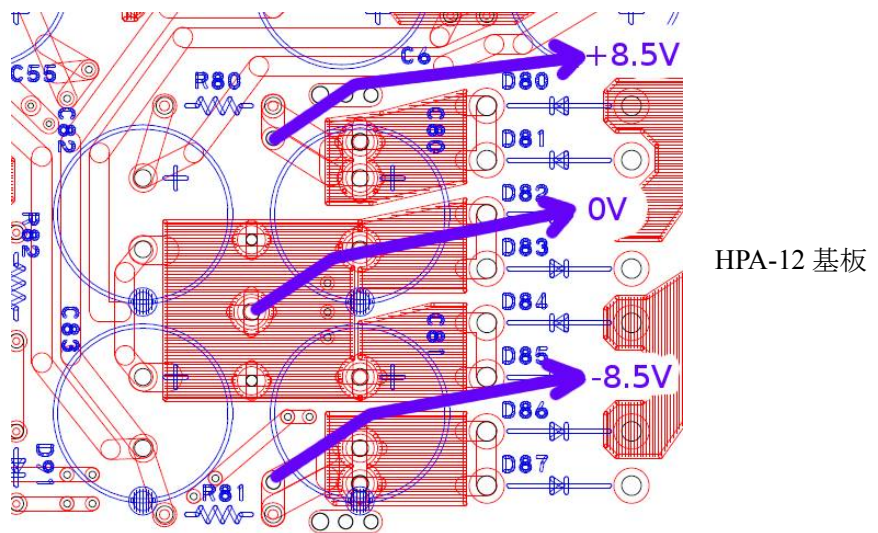


ロータリーエンコーダー	A相, B相, GND (COM) を接続します 回してみて, ボリュームの上下が逆だったらA-Bを入替えます
I R受信センサー	+5V, GND, OUT (信号) を接続します BPF : 38kHz 波長 : 940nm 電源 : 5V
モードスイッチ	押しでも毎回戻ってくるモーメンタリスイッチを使用します 基板上にタクトスイッチを実装することもできます

■電源の接続



HPA-12 との接続は,  
このように電源を  
引き出します  
電圧が±8.5V 程度ある  
ことを確かめます



## ■SEL-12のリレー駆動抵抗の計算

R1~R6の330Ωは、電源電圧が±8.5Vのときの値です。電源電圧が高いときや他の互換リレーを使った場合の計算式は下記の通りです。計算して適切な値としてください。

電源電圧：±V    リレー駆動電流：I    抵抗値：R

$$R = (2 * V - 12) / I$$

例えば、電源が±12Vでリレー電流が12.5mAの場合

$$R = (2 * 12 - 12) / 12.5\text{m} = 12 / 0.0125 = 960\Omega \text{ となります}$$

10%程度の誤差があっても問題ないので1kΩで良いでしょう

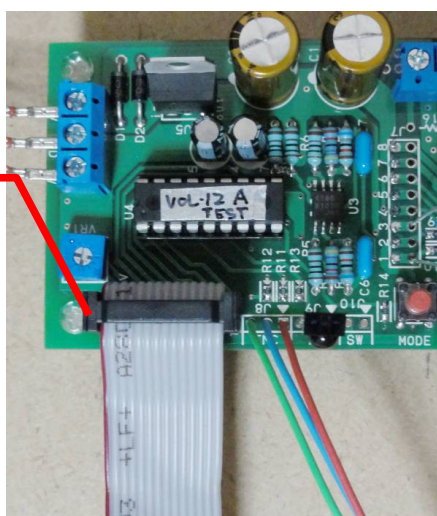
抵抗の許容電力も計算します  $W = I^2 * R = 0.0125^2 * 1000 = 0.16\text{W}$

1/4Wの抵抗だとギリギリOKということが分かります

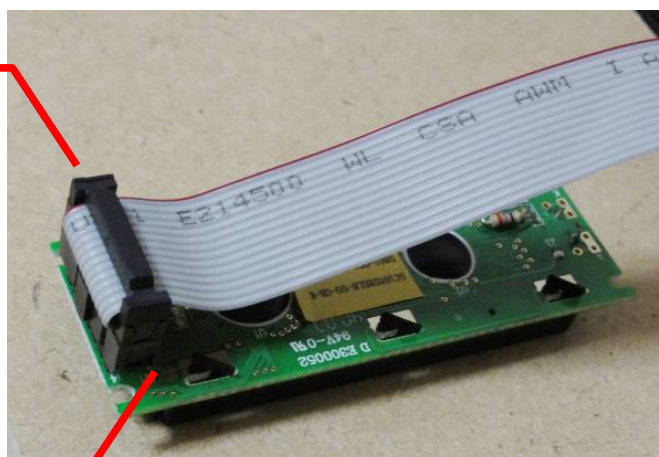
## ■LCDの接続

VOL-12基板上のJ6 14pinコネクタは、奇数列・偶数列をリバースしていますので接続には注意が必要です

1 pin 側を赤線に



1 pin 側を赤線に

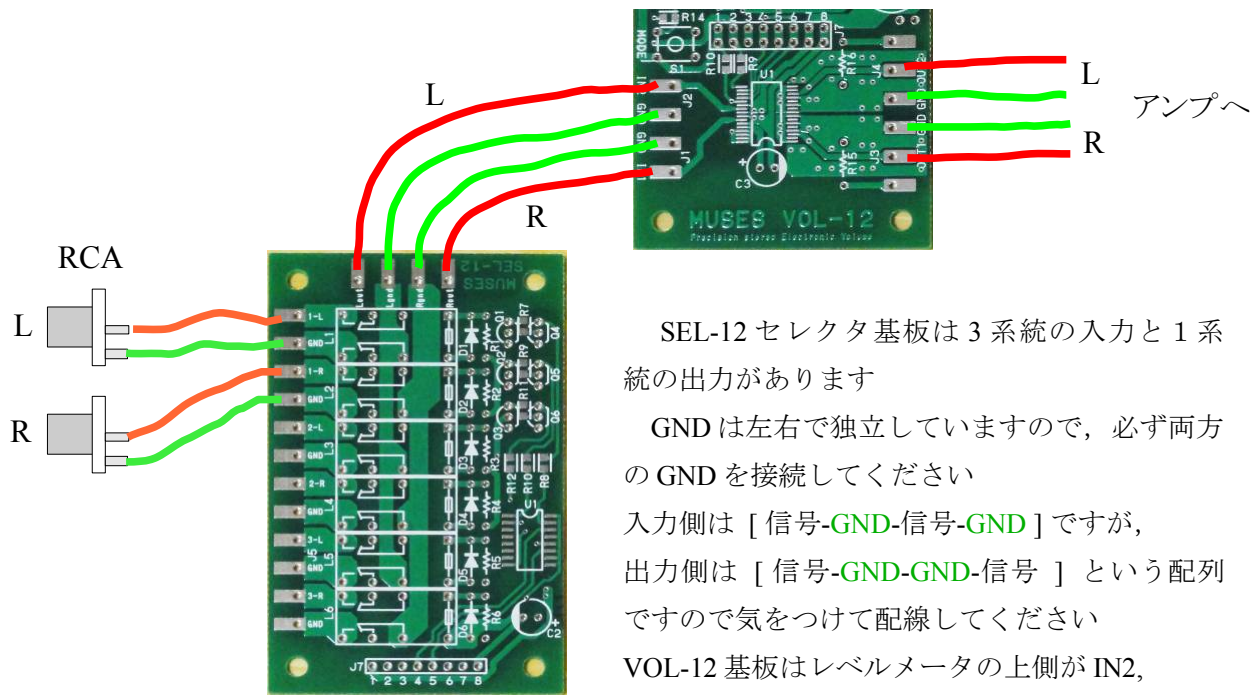


このように裏側へ配線します



## ■オーディオ信号の入出力

### ○セレクト基板とボリューム基板

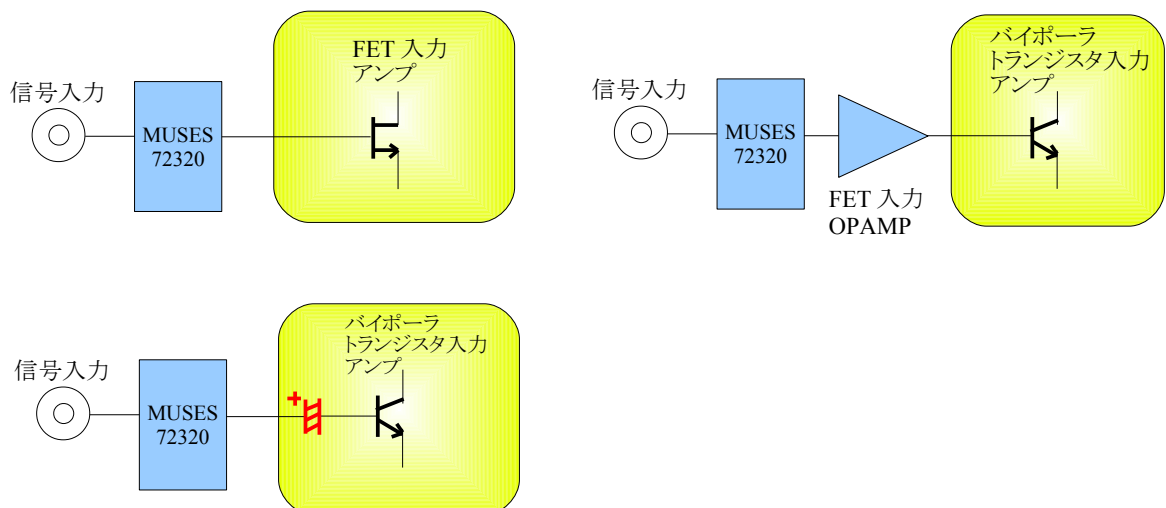


### ○アンプへの接続

バイポーラ入力のアンプへ接続する場合は、アンプ入力側にコンデンサを挿入して DC をカットして下さい。FET 入力でバイアス漏れがないアンプの場合は直結することができます。

入力インピーダンスが  $10\text{k}\Omega$  以下と低いときは ATT ステップの誤差が大きくなります。特に  $23\text{dB}$  と  $24\text{dB}$  の間で誤差が大きくなりますが、それを気にしなければそのまま使用して問題ありません。ステップ誤差を小さくするのであれば入力インピーダンスを  $47\text{k}\Omega$  以上として下さい。

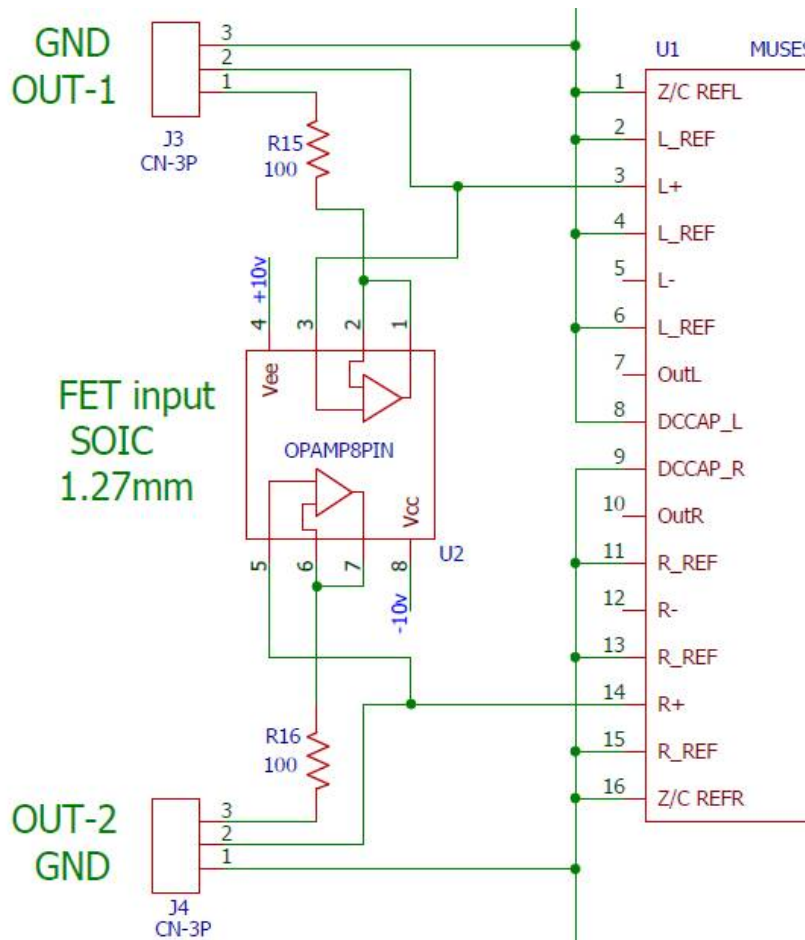
入力インピーダンスが高すぎるとノイズが乗りやすいという側面もありますのでバランスをみてチューニングして下さい。シールド線を使うのもひとつの手法ですが、配線を短くするというのが最も良い選択です。



## ■オペアンプバッファを使用する

電子ボリュームの出力はインピーダンスが若干高くノイズが乗りやすいですが、配線を延ばしたい場合や、Dクラスアンプを使っていて周囲環境にノイズが多い場合など、下記のようにバッファを使用して低インピーダンス出力とすることもできます。

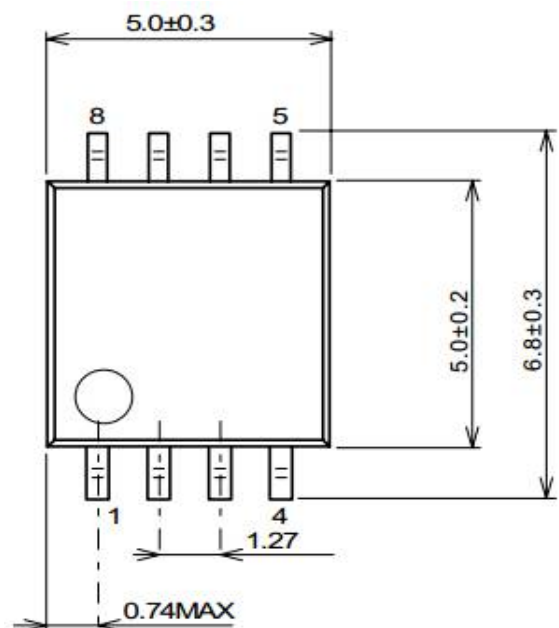
バッファ出力は、アンバッファ出力端子のとなりの端子です。パターンを追うとすぐにわかります。



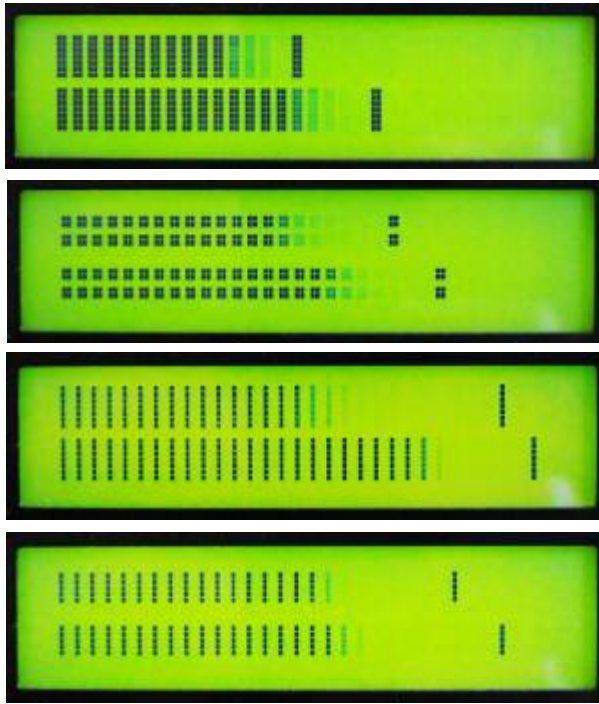
- 使用できるオペアンプは、
- ・ユニティゲインで安定
  - ・±15V 電源
  - ・SOIC (1.27mm ピッチ)
  - ・FET 入力タイプ

例 : OPA2134UA OPA2604AU MUSES8920E  
TL072 TL082 NJM2082 など

R15, R16 の抵抗値は使用するオペアンプの特性に合わせて下さい。  
多くの場合 100~1k 程度で良いと思います。



■ピークレベルメータ表示



パターン1

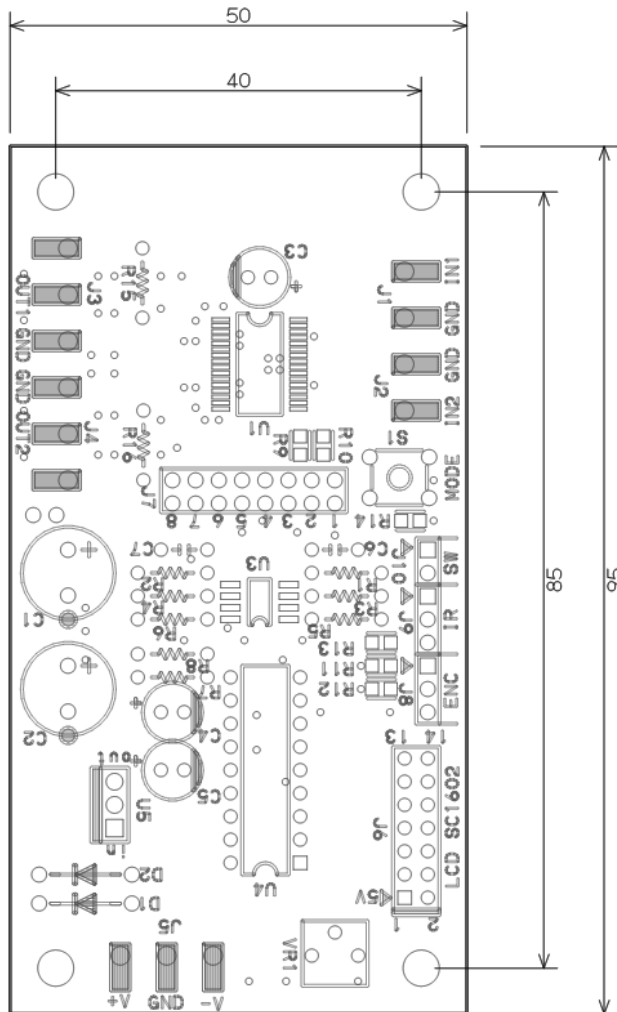
パターン2

パターン3

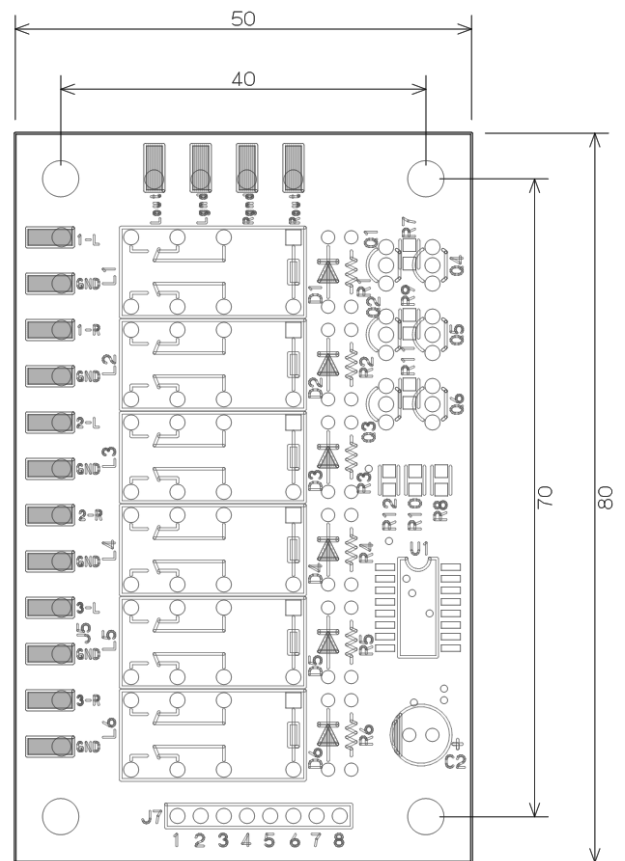
パターン4

パターン5から8は、1から4のピークホールド表示がないものです。

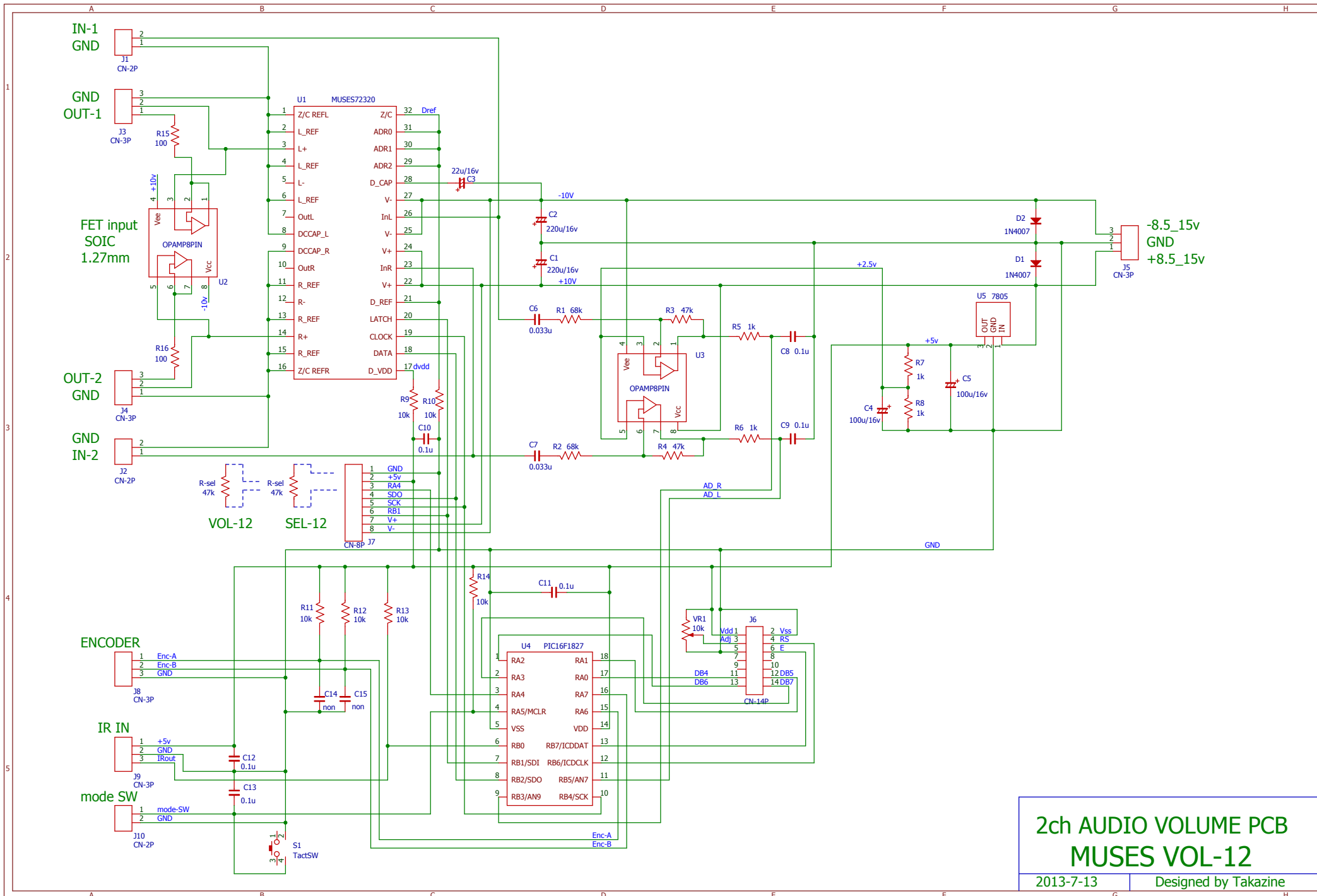
■基板外形図



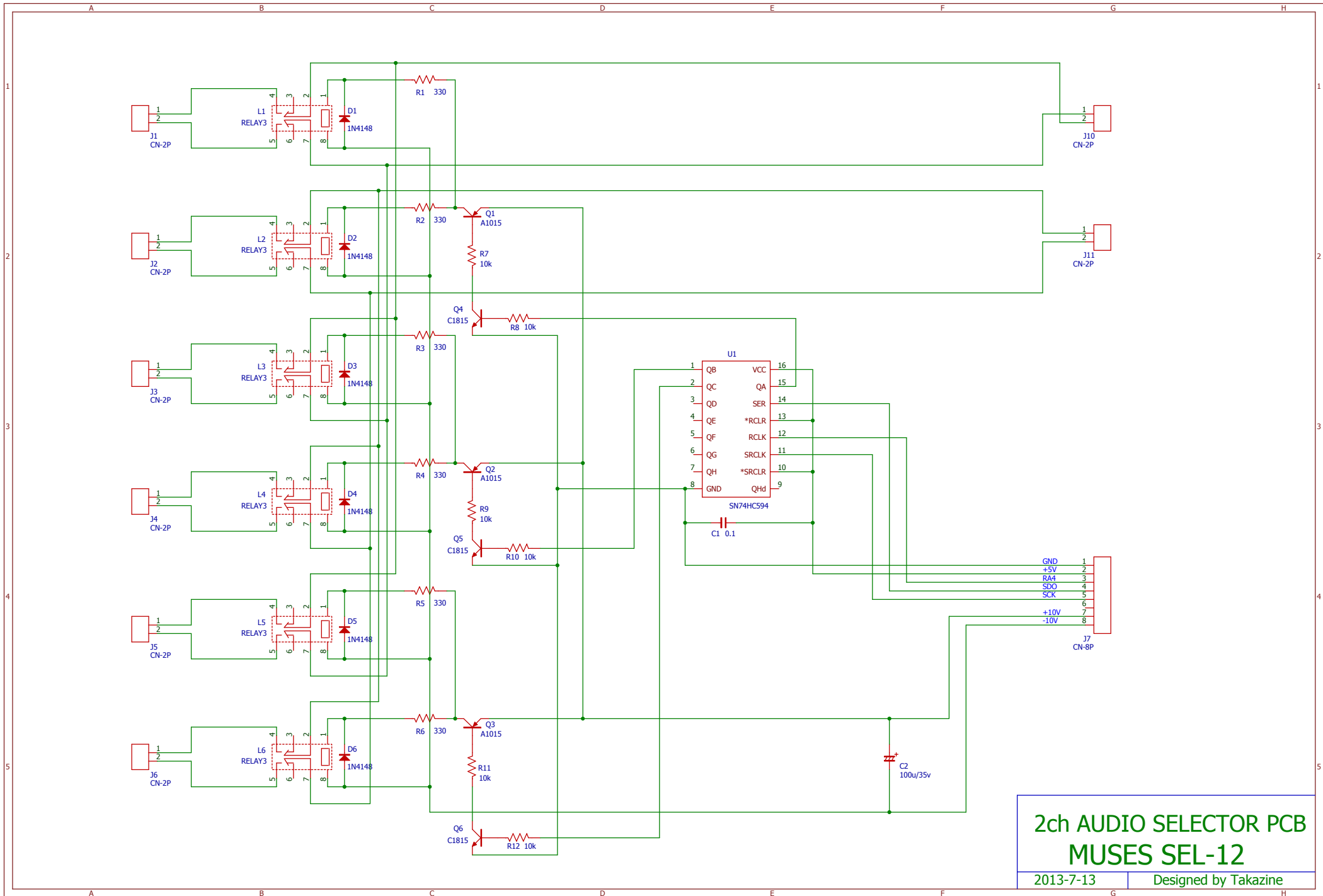
MUSES VOL-12



MUSES SEL-12



**2ch AUDIO VOLUME PCB**  
**MUSES VOL-12**  
 2013-7-13      Designed by Takazine



**2ch AUDIO SELECTOR PCB**  
**MUSES SEL-12**  
 2013-7-13 | Designed by Takazine