

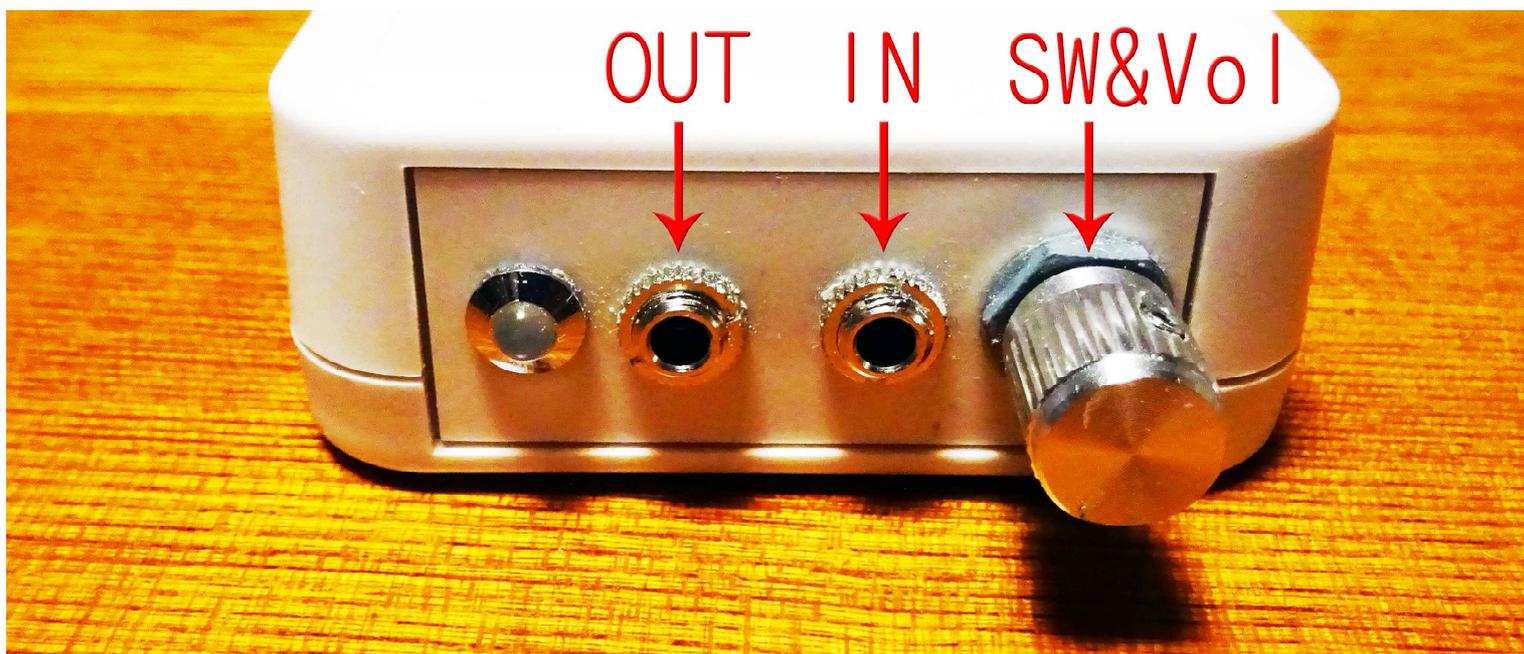
「MUSES01」「OPA627BP」使用A47式改良型ヘッドホンアンプ

「THA-06」

by 青樹イツキ @Fen_Elegy

「THA-06」は、可能な限り小型で入手性の良いケースに、「A47式」と呼ばれるアンプ回路を改良して組み込んだヘッドホンアンプです。前作「THA-04R」の定数を見直してより安定させました。主な特徴としては、次の点が挙げられます。

- 利得オペアンプに据え置きオーディオ用の「MUSES01」を使用
- さらにバッファとして「OPA627」を使用、コクのあるサウンド
- 電源部分にDC-DCコンバータを使用して昇圧し±12Vの余裕のドライブ
- 使用電池はどこでも入手可能な単3型電池を2本使用



アンプ部分の基本設計は「A47式」を改良して採用、初段利得部分に「MUSES01」を、2段目バッファ部分に「OPA627BP」を採用することにより、コクのあるサウンドを実現。電源部分にDC-DCコンバータを使用し、±12Vという必要十分な電圧を単3型電池2本で供給できるようにしました。アルカリ乾電池（3V）のほかに、ニッケル水素充電電池（2.4V）も使用可能となっております。今回の改良により、充電式電池の使用においても支障がないように工夫いたしました。

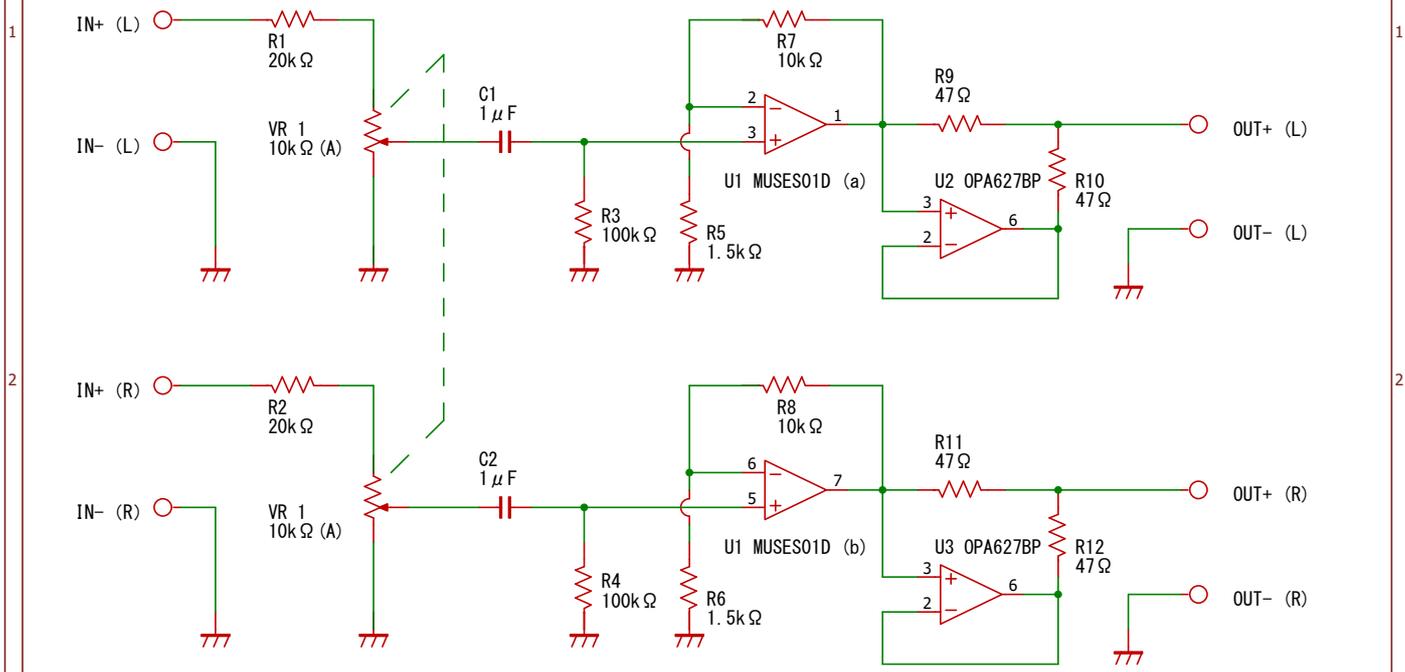
電池の持続時間については、約7時間ほどとなっております。

ケースにはタカチのプラケースを使用。ケースのサイズは28mm×69mm×115mm（凸部除く）と、多少厚みはありますが、携帯オーディオプレイヤーと重ねての使用に支障はない大きさと思われます。

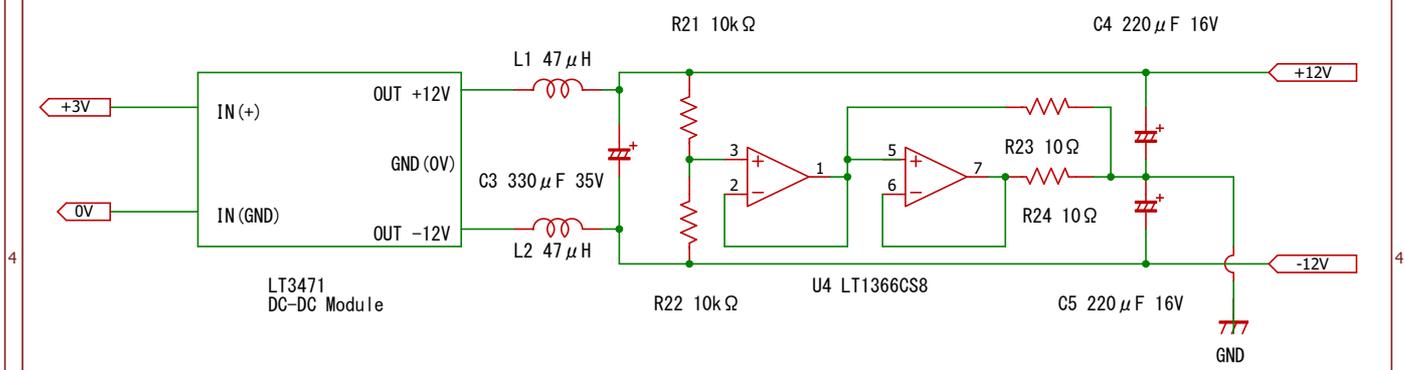
複雑化した回路ではなく、できるだけシンプルな回路としてA47式を改良して設計。「これ以上は複雑にはしたくない」という想いを込めてみました。

コンセプトは【じっくり深煎りしたエスプレッソコーヒー】です。

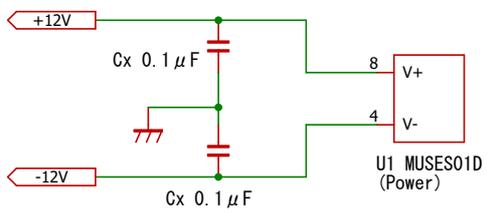
AMPLIFIER



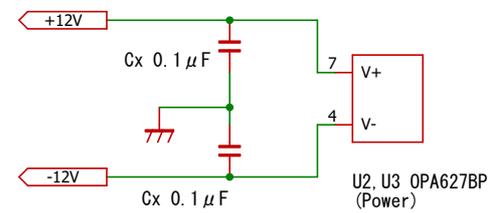
DC-DC Power



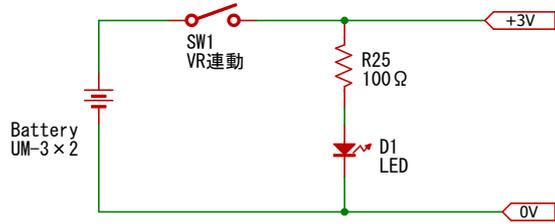
OPAMP Power a



OPAMP Power b (x2)



Battery & LED



THA-06

Rev. 3.0

青樹イツキ @Fen_Elegy

THA-06部品表					
部品	番号	メーカー	型番	数	備考
プリント基板		趣味の基板屋さん	専用基板 5cm×6cm	1	受注生産
電池ボックス付ケース		タカチ	LC115H-M2-D	1	色:オフホワイトも有
DC-DCコンバータ基板		ストロベリー・リナックス	LT3471モジュール	1	指定部品 リンク
オペアンプ	U1	JRC	MUSES01D	1	2回路JFET入力(補足有)
オペアンプ	U2,U3	Texas Instruments	OPA627BP	2	1回路オペアンプ(補足有)
オペアンプ	U4	Linear Technology	LT1366CS8	1	2回路(電源部用・面実装品)
ICソケット			DIP 8pin 丸穴	3	汎用品でOK 丸穴推奨
丸ピンICソケット			1列DIP	1	DC-DC・他カスタマイズ用
丸ピンIC連結ソケット			1列DIP	1	DC-DC基板連結用
インダクタ	L1,L2		47 μ H 420mA以上	2	補足欄に記載
カーボン抵抗	R25		1/4W型 100 Ω 誤差5%	1	ブラケットLED用 安物でOK
金属皮膜抵抗	R23,R24		1/4W型 10 Ω 誤差1%	2	電源部用
金属皮膜抵抗	R21,R22		1/4W型 10k Ω 誤差1%	2	電源部用
オーディオ用抵抗	R9,10,11,12	LGMFSA等お好みで	1/4W型 47 Ω 誤差1%	4	音響用抵抗を推奨
オーディオ用抵抗	R5,R6	LGMFSA等お好みで	1/4W型 1.5k Ω 誤差1%	2	音響用抵抗を推奨
オーディオ用抵抗	R7,R8	LGMFSA等お好みで	1/4W型 10k Ω 誤差1%	2	音響用抵抗を推奨
オーディオ用抵抗	R1,R2	LGMFSA等お好みで	1/4W型 20k Ω 誤差1%	2	音響用抵抗を推奨
オーディオ用抵抗	R3,R4	LGMFSA等お好みで	1/4W型 100k Ω 誤差1%	2	音響用抵抗を推奨
積層セラミックコンデンサ	Cx (x6)		0.1 μ F	6	パスコン
フィルムコンデンサ	C1,C2	音響用コンデンサ	1 μ F	2	入力カップリングコンデンサ
電解コンデンサ	C3		耐圧35V以上 330 μ F以上	1	径10mm ϕ 以下
電解コンデンサ	C4,C5		耐圧16V以上 220 μ F以上	2	径6mm ϕ 以下
基板用端子		基板配線用のピン		11	基板に直に配線してもOK
ポリウム	VR1	ALPS	RK0971221-F15-C0-A103	1	SW付2連Aカーブ10k Ω リンク
ツマミ		Linkman	11X12HTS	1	なるべく小型・お好みで
ステレオミニジャック		マル信	3.5mm ϕ	2	パネル取付型なら可
ブラケットLED	D1	サトーパーツ等	黄色	1	好みの色で
基板固定タッピングねじ		タカチ	EM-2,3	2	M2.3mm ϕ 長さ6mmで代用可
線材等					適宜

【以下補足欄】

U1…2回路オペアンプについて：基本的に「MUSES01」を推奨。そのほかJ-FET入力の2回路オペアンプなら使用可能と思われそうですが、一部発振を起こしてしまうものがあるので注意。(動作確認済:OPA627AU・2回路化 LT1122CS8・2回路化等)

U2,U3…1回路オペアンプについて：基本的に「OPA627」を推奨。そのほかユニティゲイン安定(増幅度1倍可能)のオペアンプなら使用可能と思われそうです(すべてのオペアンプを検証したわけではありません)。

L1,L2…電源部分インダクタについて：試作設計・製作当初に使用していたインダクタが通販終了してしまったため、代替で以下の型番・URLにて購入できるチップインダクタに抵抗の足等をハンダ付けして加工し、使用します。

CBC3225T470MR	L1,L2	太陽誘電	リンク
---------------	-------	------	---------------------

ほか、定格・容量(47 μ H 電流420mA以上 ESR 1 Ω 以下)を満たしているインダクタがありましたら、基板にうまく収まればそれを利用いただいても構いません。

当初使用していたインダクタが通販再開しておりました。入荷状況により選択してご利用ください。

PK0406-470K	L1,L2	台湾製	リンク
-------------	-------	-----	---------------------

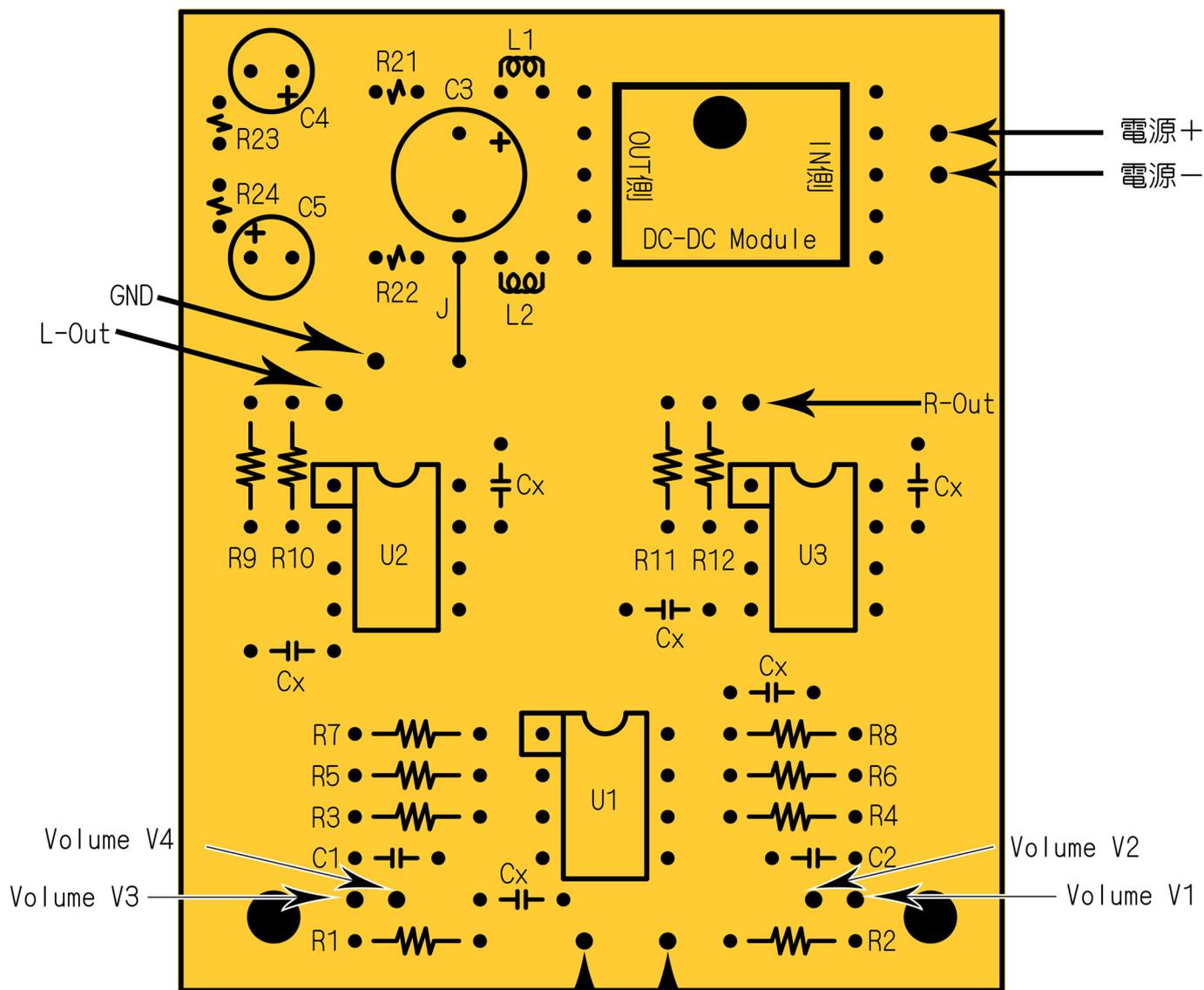
カスタマイズについて：この基板は各種部品をソケット加工してカスタマイズ出来るようになっております。特に入力部カップリングコンデンサC1,C2(1 μ F)は音質にもろに影響しますので、ソケット加工を推奨いたします。抵抗についてはなるべくハンダ付けしてほしいところですが、どうしてもカスタマイズしたいというのでしたら自己責任でお願いいたします。

その他補足：基本的に基板のみの頒布ですので、指定外のケースなどに入れていただいても構わないと思います。指定外のケース使用時は別途電池ボックス等の用意をお願いいたします。また、スイッチ付きポリウムにしてみました。トグルスイッチを別付けても構いませんし、LEDはブラケットでなくても構いません。いろいろ創作してみたいと思います。

リンクがうまく働かなかったのための、URLを記載します。

LT3471モジュール	https://strawberry-linux.com/catalog/items?code=12071
SW付2連ポリウム	http://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-05080/
CBC3225T470MR	https://bispa.co.jp/773
PK0406-470K	http://elishop.jp/shop/g/gE2M123/

THA-06 部品配置図



製作上の注釈・最初によく読む！

Cx: パスコン0.1 μ F

U1: 2回路オペアンプ
(MUSES01を推奨)

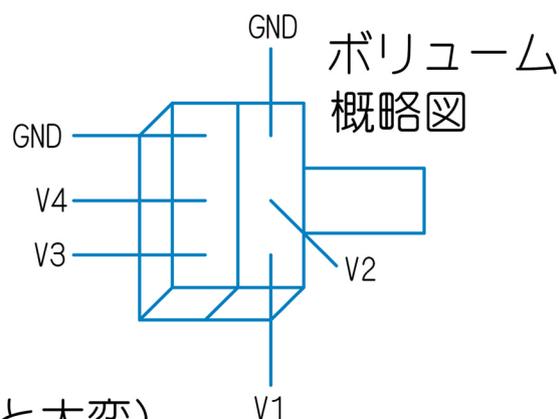
U2, U3: 1回路オペアンプ
(OPA627を推奨)

U4: 面実装2回路オペアンプ
(基板裏面・これを最初に実装しないと大変)

矢印で引き出した基板の穴に基板用配線ピンを立てて配線する

J: ジャンパー線

U4については、説明書の後半に詳しい説明があります。

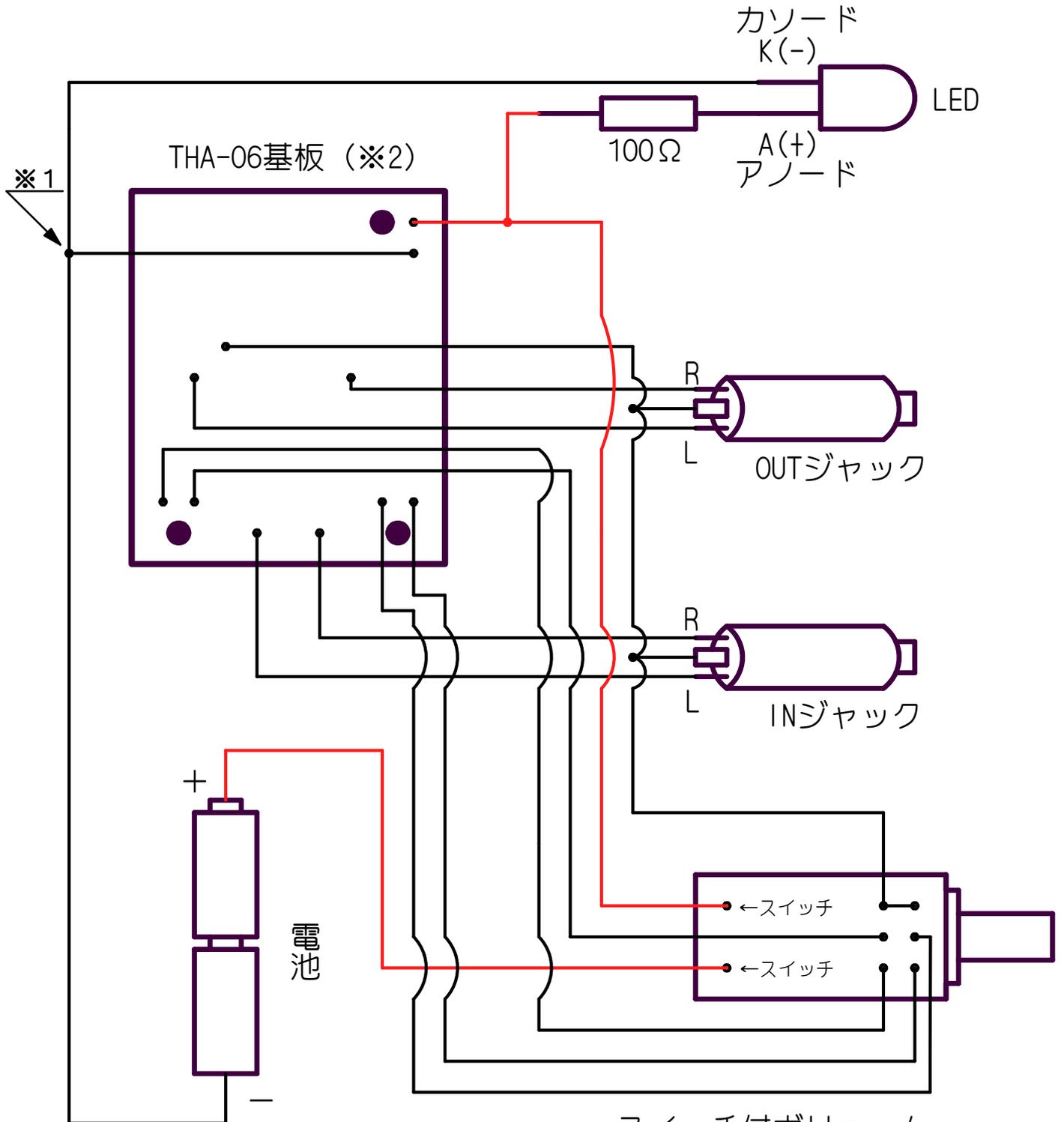


THA-06 実体配線図

※1 この箇所の配線は、記載上の問題でLEDの-(K)近くでも電池近くでもどこでもかまいません。

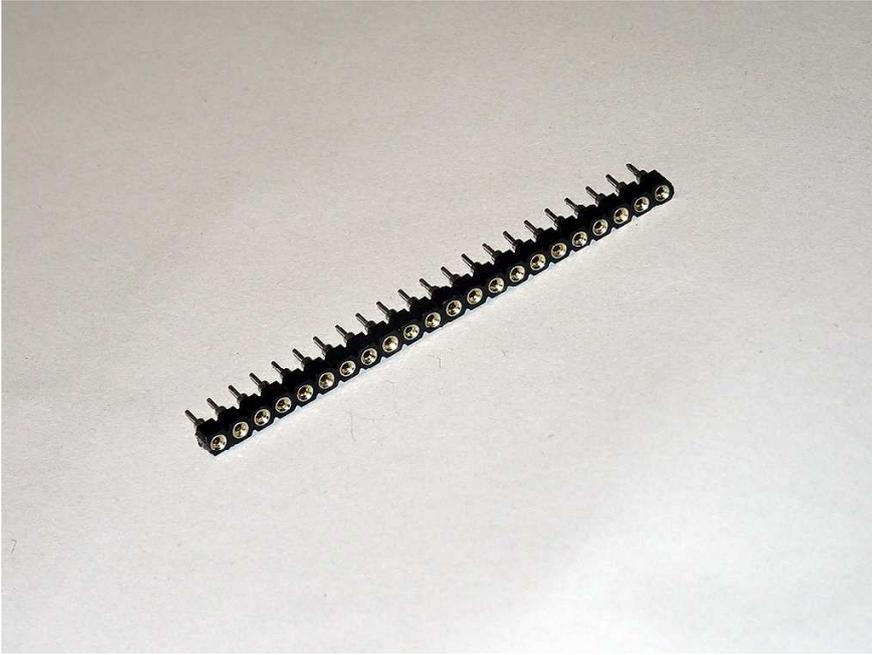
※2 基板の向きは、固定用の穴や配線の引き出しの位置を参考にしてください。

←こうなっているところは線をまたぐ(接続しない)

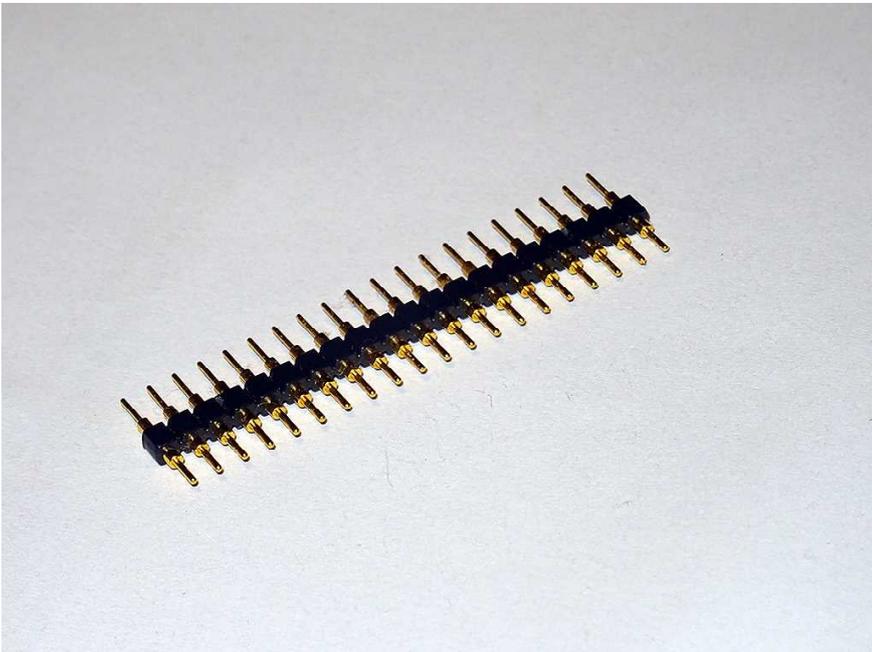


スイッチ付ボリューム
部品配置図の概略図も参照

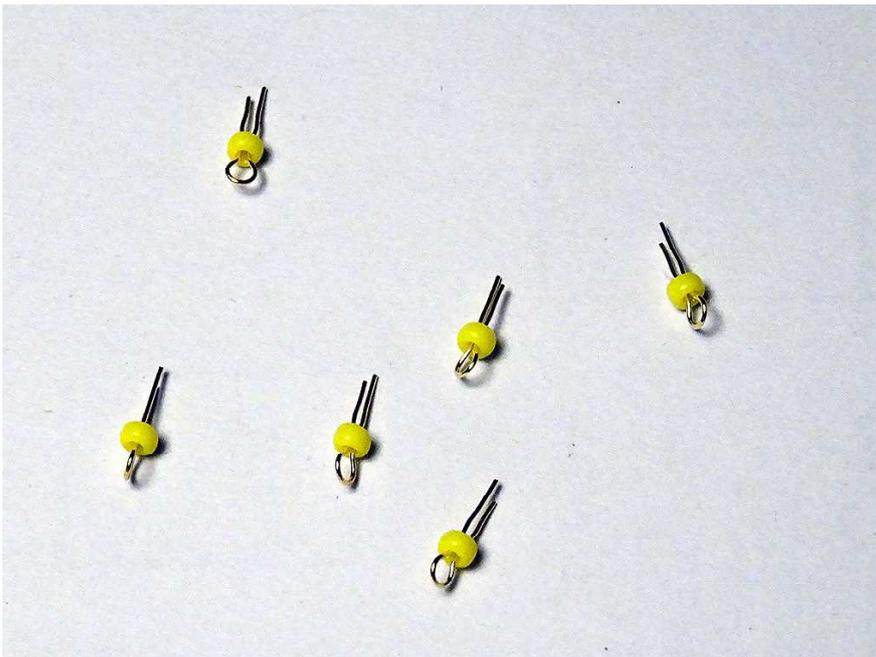
そのほか注釈等を説明します。



丸ピンICソケットの例。
片側が穴になっており、
部品等を刺せるように
なっています。



丸ピンIC連結ソケットの例。
両側がピンになっており、
基板と基板を連結できる
ようになっています。

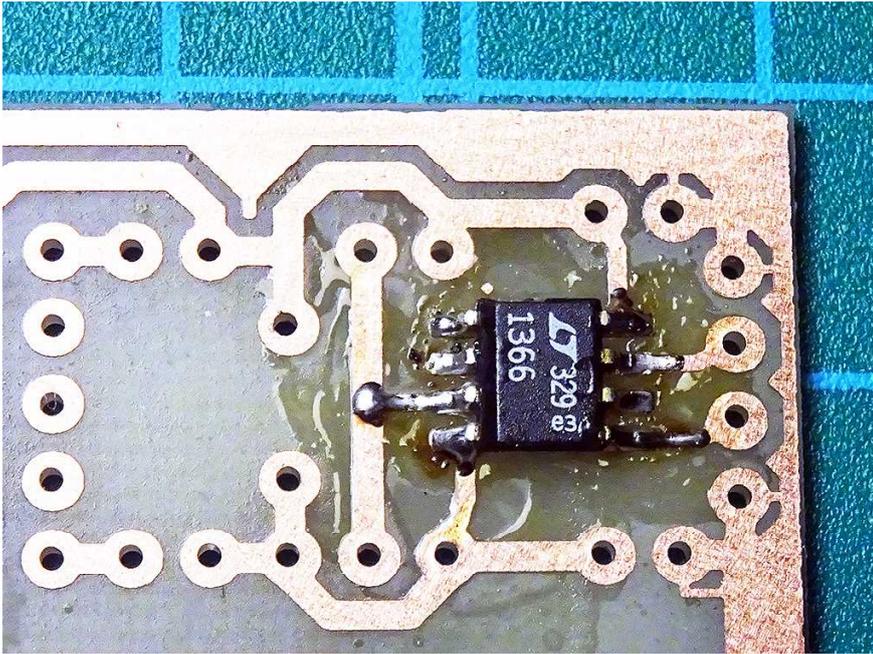


基板用配線ピンの例。基板に差し込んでハンダ付けし、基板固定後に表から配線しやすくするピンです。これらを用いず、直接配線を基板にハンダ付けしても大丈夫です。従って、同じような機能を有する部品であれば構いません。

「オシロブロー用チェック端子」または「オシロスコープ用チェック端子」と検索すると下の画像(黄色いビーズが通ったもの)の参考品がヒットすると思います。

1.0mmφ 穴用が使用可能です。

例) サンハヤト SLC-2-G 等



基板裏面にオペアンプを1つ面実装する必要があります。写真の向きを参考に、左上が1番ピンになるようにハンダ付けします。

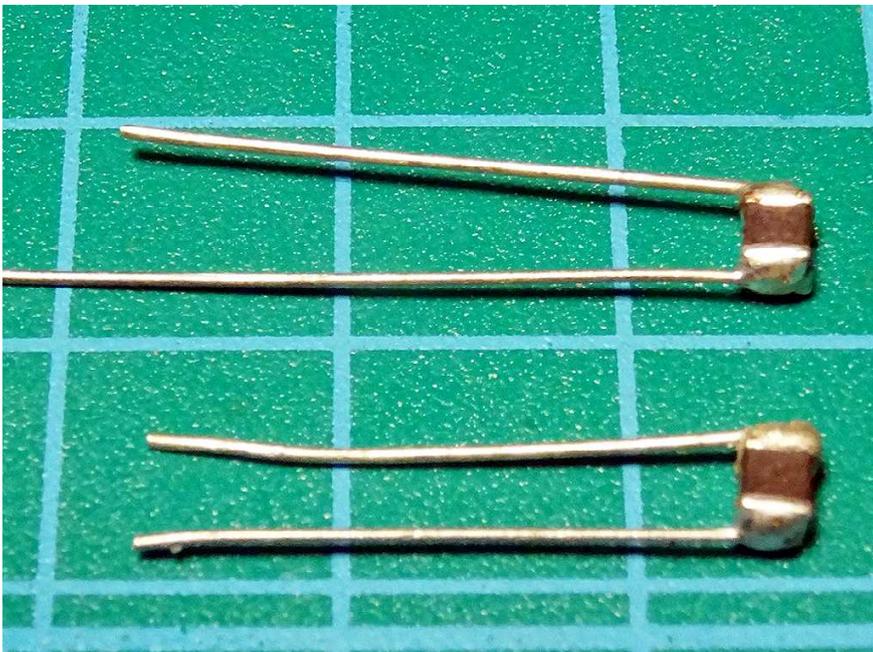
すべての部品の中で、一番最初にハンダ付けしないと製作が難しくなります！！

LT1366はマルツ、Digikey、RS等で販売しております。

<http://www.marutsu.co.jp/>

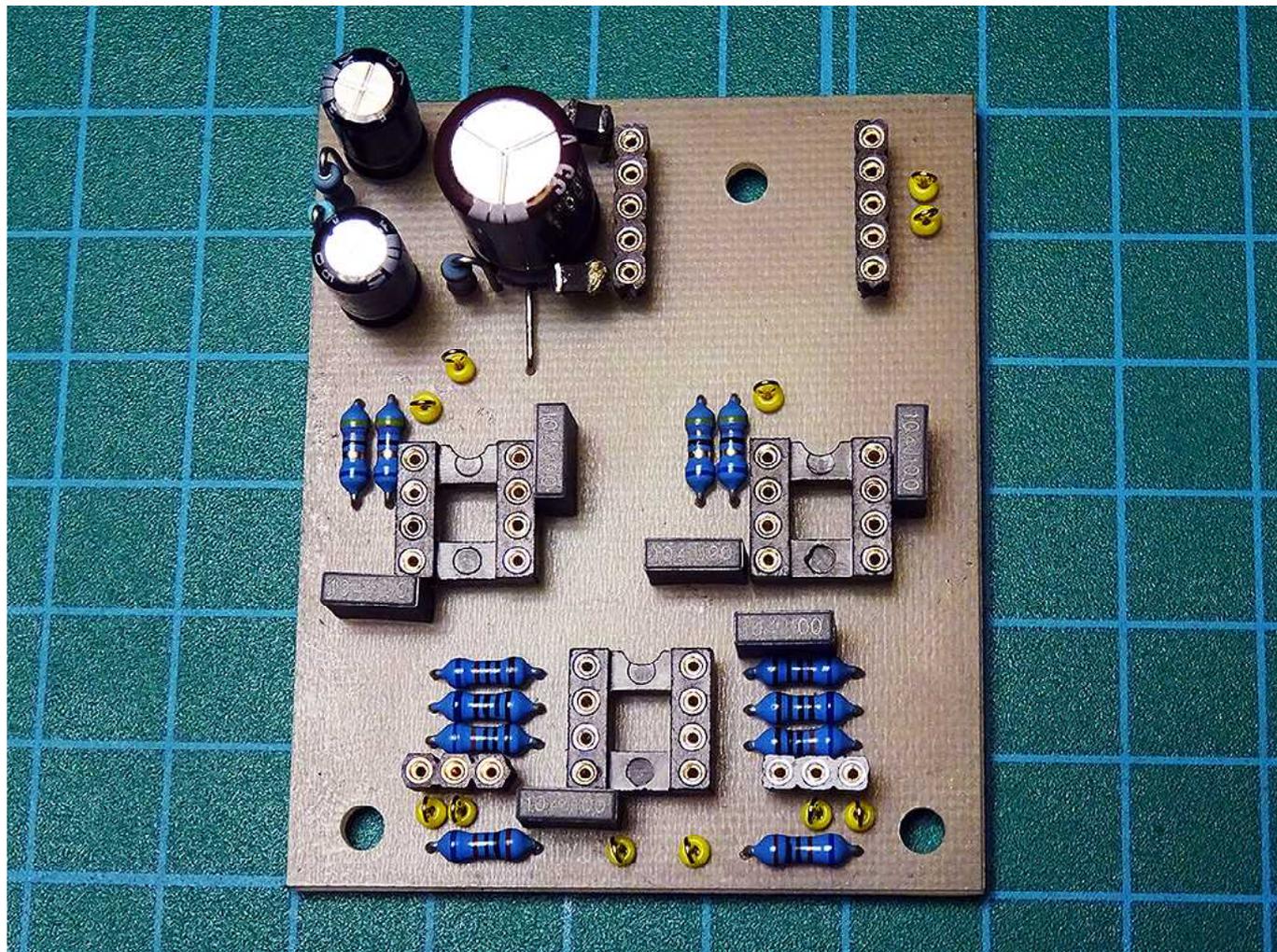
<http://www.digikey.jp/>

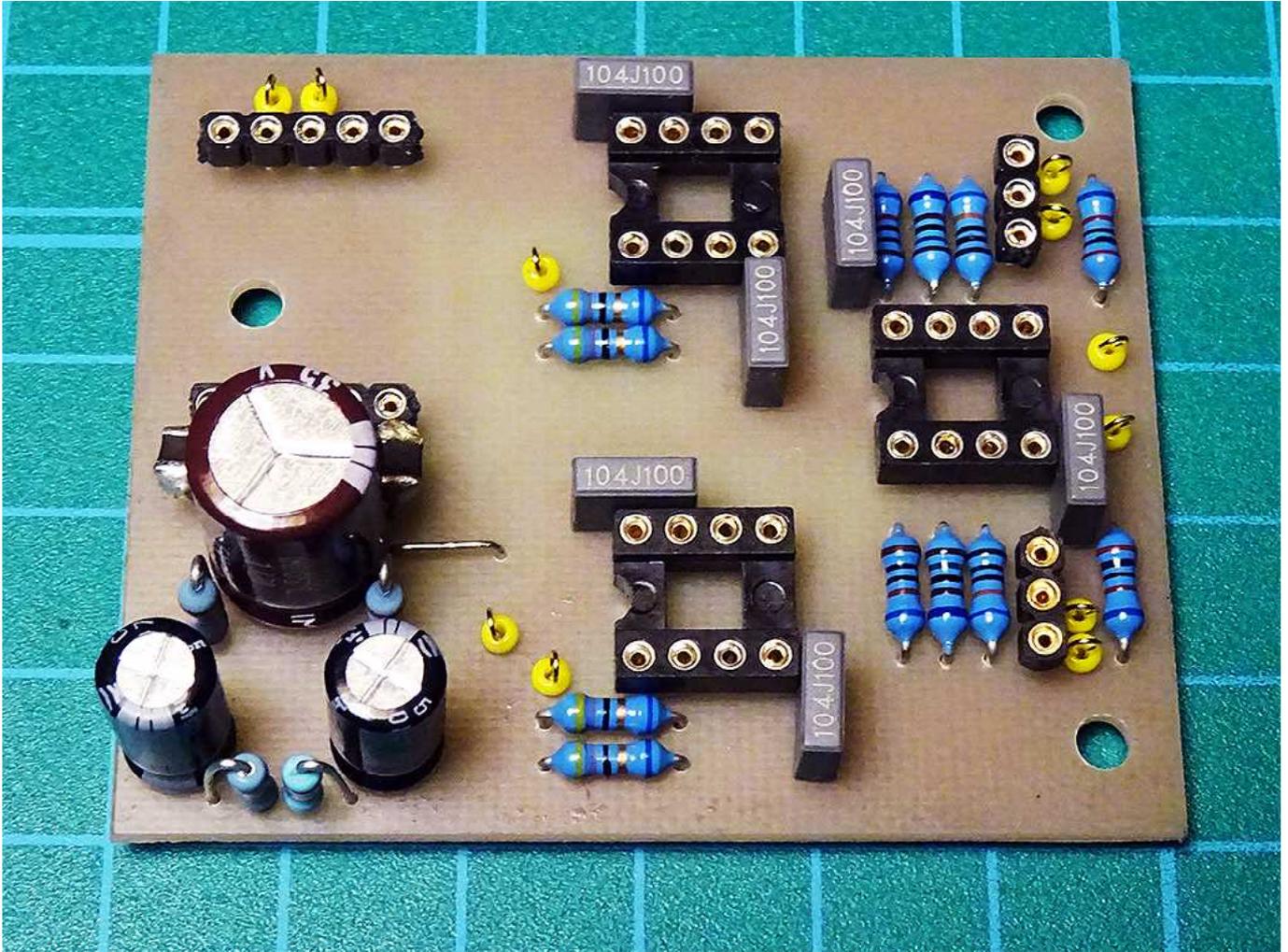
<http://jp.rs-online.com/web/>



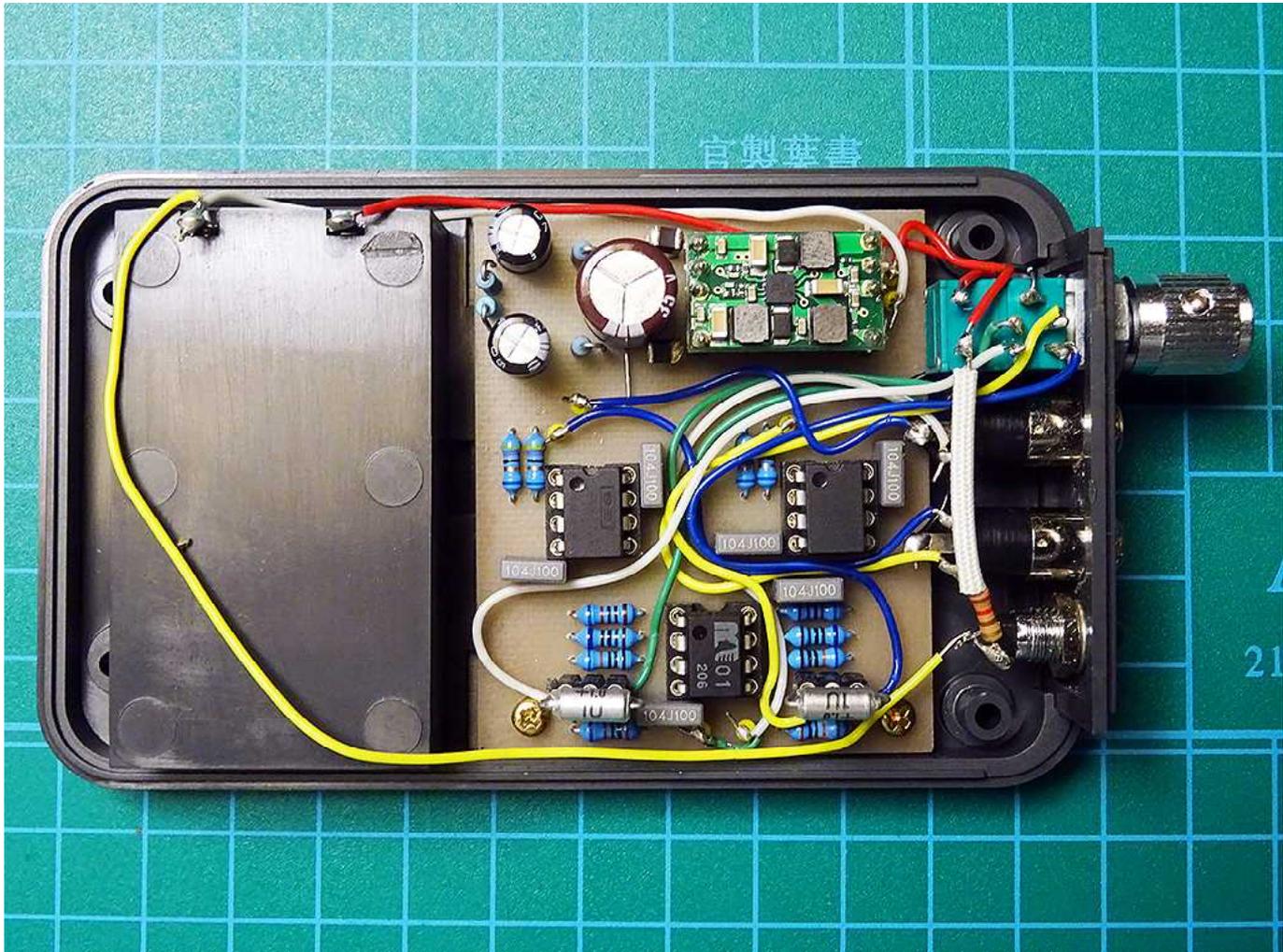
インダクタに面実装品を選んだ場合、写真のように両側に抵抗の足などをハンダ付けして、基板に差し込みハンダ付けして固定します。

完成品の写真





書葉製官



～最後に～

この基板を手にとって下さった方々、誠にありがとうございます。ここまで紆余曲折、本当にいろいろな困難が待っていました。それらは一筋縄ではいかないような事だらけで、私一人では完成しなかったと思います。お力添えいただいた多くの皆様方に、心から御礼申し上げる次第です。この基板を通じて、ものづくりの楽しさに触れて頂けることが出来たならば、こんなに嬉しいことはないと思います。当初の予定にない、面実装部品が必要になったりと、多少難易度は上がってしまいましたが、無事完成できることを祈ります。ファイト！！

なお、この基板の設計には万全を期しておりますが、製作上のミス、間違った使い方などによって等の損害は保障しかねます。動作チェックにはきちんと「壊れてもいいイヤホン」を使用して頂くよう、お願い申し上げます。

最後に、スペシャルサンクスを。

しろくま様	https://twitter.com/tsuji_moi/
kiry様	https://twitter.com/kirylabo/
まるは様	https://twitter.com/maruhapower/
doidon様	https://twitter.com/kawasemi_biz/
趣味の基板屋さん様	http://nabik.web.fc2.com/index.html

そのほか、普段からお世話になっている皆様方

本当にありがとうございました！！

2015年11月	Rev. 1	初版公開
2016年06月	Rev. 2	実体配線図記載

青樹イツキ [@Fen_Elegy](https://twitter.com/Fen_Elegy)