

# Chu Moy式ヘッドフォンアンプキット

## SHK2134組立説明書

Chu Moy式ヘッドフォンアンプは、Opアンプー石を使ったシンプルな回路で、音質が良いため自作入門として人気があります。

J-FET入力タイプと言われる種類のOpアンプを使うことで、

1. Opアンプー石
2. 抵抗器12本
3. コンデンサ4本
4. 電池

さえあれば動くため、失敗も少なく、オーディオ回路の自作にチャレンジしたい人のよい教材になっています。

そこで、Chu Moy式ヘッドフォンアンプを作るのに必要最低限のパーツをセットにしたのが本キットです。

初めてハンダゴテを握るという方でも作ることができるように考えてありますので、この説明書を読みながら製作を進めてください。

回路の動作については、製作後に説明しますのでまずは回路がわからなくても大丈夫です。

# 1. 準備

まずは別紙の部品表を参照して、キットに含まれている電子部品に過不足がないか確かめてください。

また、熱くなったハンダゴテは危険ですので机の上は片付けておきましょう。

その他、キットに含まれない基本的な工具が必要です。

- ニッパー(小型)
- ハンダゴテ(20～30W、セラミックヒーターがおすすめ)
- ヤニ入り糸ハンダ(鉛入り共晶ハンダのリールタイプがおすすめ)
- コテ台とコテ先用スポンジ
- ハンダ吸い取り線
- 定規
- 006P(9V四角電池)
- ヘッドフォンかイヤホン
- iPod やウォークマン

以下のものについてもあると便利です。

- 事務用のクリップや洗濯バサミ
- スコッチテープ
- ワイヤストリッパ
- テスター

次に、コテ先用のスポンジを水で濡らし、ハンダゴテを通電します。

ハンダゴテは数秒で熱くなってくるので、必ずコテ台に置き、コテ先を触らないように注意します。

熱くなったハンダゴテのコテ先をスポンジに当てると、ジュツと音がします。

音がしたら、続けてコテ先にハンダメッキを行います。

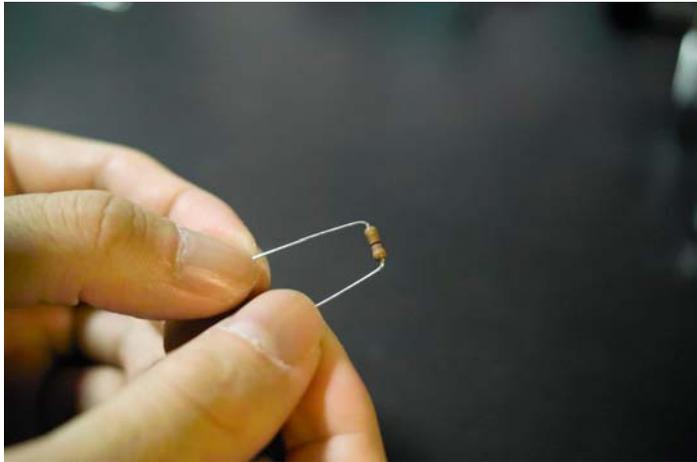
スポンジの上で、ハンダゴテに糸ハンダをあてて、3cm分くらい溶かします。

以上で準備は完了です。

## 2. 抵抗器

基板に抵抗器を取り付けます。

抵抗器のリード線はまっすぐなので、これを根本から直角に折り曲げます。



抵抗器には種類があり、カラーコードで識別できます。

本キットで使う抵抗器は

- 47オーム(黄紫黒、金)
- 1Kオーム(茶黒赤、金)
- 4.7Kオーム(黄紫赤、金)
- 10Kオーム(茶黒橙、金)
- 33Kオーム(橙橙橙、金)
- 100Kオーム(茶黒黄、金)

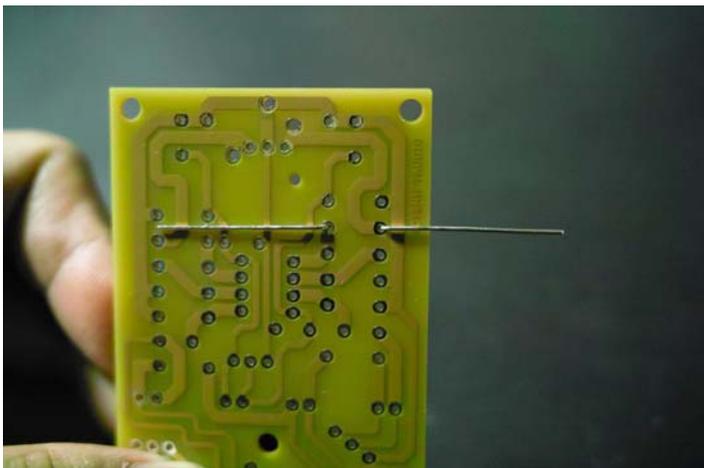
です。

赤、橙、黄などまぎらわしい色もあるので気をつけてください。

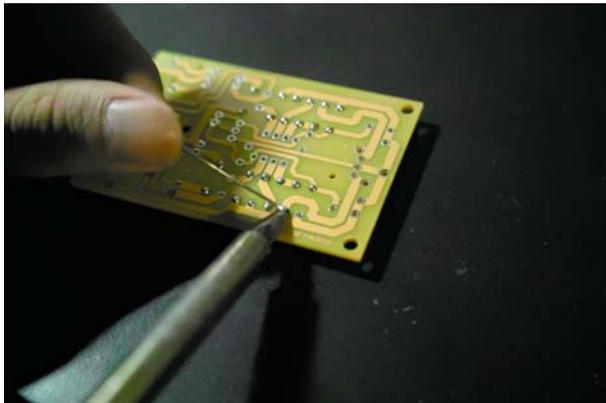
わからない場合は、テスターを使って調べます。

抵抗器には向きがないのでどちらに挿しても同じように動作しますが、見た目にこだわるのであれば同じ向きに揃えるとよいでしょう。

抵抗器を基板の指定の場所に挿入します。  
しっかり根本まで挿入したら、基板の反対側でリード線を広げます。



広げたリード線を、0.5mm くらい残してニッパで切り取ります。  
基板をクリップなどで挟んで机に置いたら、右手にハンダゴテ、左手に糸ハンダを20cm くらいに切ったものを持ちます。  
ハンダゴテのコテ先をリード線のあるランドにあて、3秒したらランドに糸ハンダを当てます。  
1秒くらい当てると煙が出てハンダが溶けるので、左手に持ったハンダを送っていきます。



1~2cm分のハンダを送るとランドが富士山の形になるので、ハンダを離し、すばやくハンダゴテも離します。

ランドや抵抗器はしばらく熱いので、触らないように注意してください。

以上の工程を、12本分繰り返します。

(※pine kit のみ)

pine kit は後述するレイルスプリッタIC を使うため、R901、R902 がありません。よって抵抗器は計10本になります。

(※plum kit のみ)

plum kit には後述するボリュームがありません。音量の調整はプレイヤー側で行う必要があります。ただし、回路全体の増幅度を固定的に変えることはできます。

この場合、R101、R201 を違う定数に変える必要があります。定数については回路図を参照してください。

### 3. ICソケット

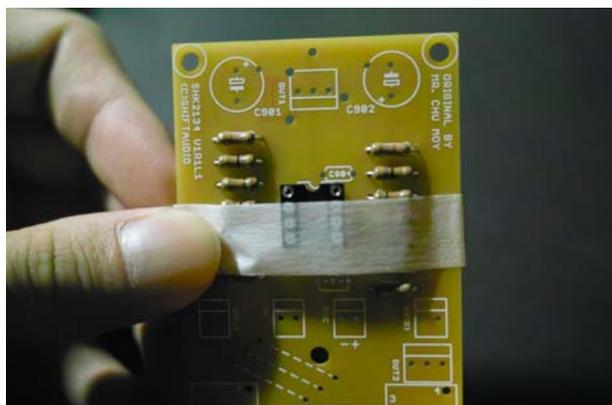
(※plum kit には付属しませんので次に進んでください)

本キットではOpアンプを差し替えて楽しめるように、Opアンプを直接基板にハンダ付けせず、ICソケットを使います。

ICソケットを向きに注意しながら基板に挿入し、裏を8箇所ハンダづけします。

抵抗器より隣のランドと近いので少し難易度が上がります。

部品が動いてしまってハンダ付けしにくい場合は、スコッチテープで仮止めするとハンダ付けしやすくなります。



この時点ではまだICソケットにはOpアンプを挿さないでください。

### 4. Opアンプとジャンパ配線

(※plum kit のみ)

plum kit ではICソケットが付属しないので、Opアンプを基板に直接ハンダづけします。Opアンプの向きに注意しながら基板に挿入し、裏を8箇所ハンダづけします。

ボリュームを取り付けない場合は2箇所のジャンパ配線が必要です。

配線材を40mmで2本切り、それぞれの端を3mm、被覆を剥きます。

基板の、VR(L)、VR(R)と書かれたところで、ランド同士をそれぞれジャンパ配線します。

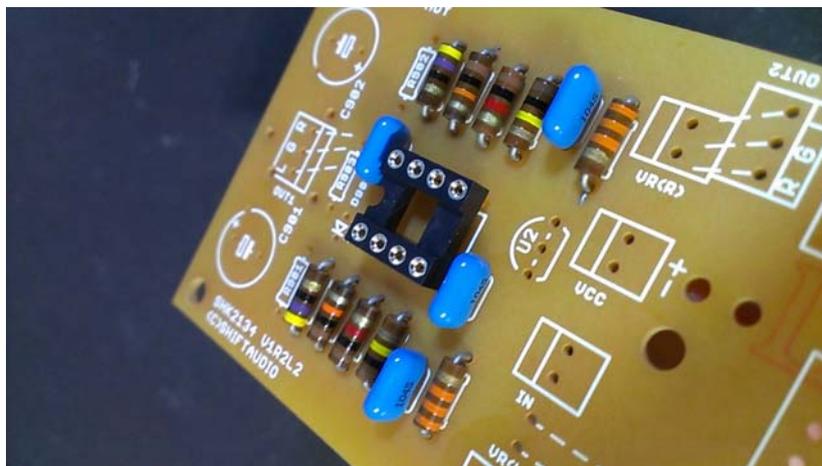
## 5. フィルムコンデンサ

本キットの回路では2種類のフィルムコンデンサが使われていますが、4本とも同じ部品を使います。抵抗器と違ってリード線は曲げずに基板に挿します。

基板に挿したら抵抗器と同じようにリード線を広げ、0.5mm 幅でリード線を切断します。

これもハンダづけします。隣のランドと近いところがあるので注意深く作業します。

フィルムコンデンサも部品の向きはありません。隣の部品(特にICソケット)との間が狭く、部品が斜めになってしまう場合もありますが問題ありません。

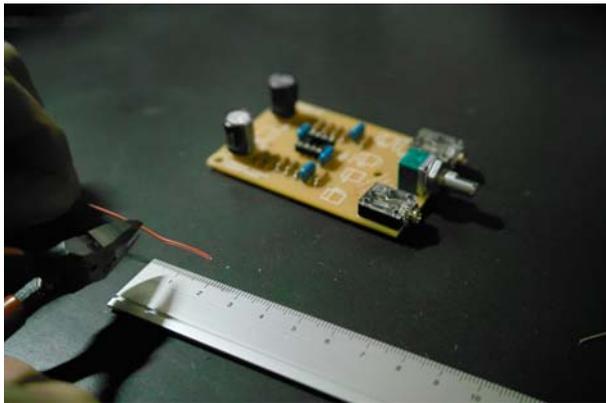


## 6. ジャンパ配線

2本ずつ2箇所、計4本のジャンパ配線をします。

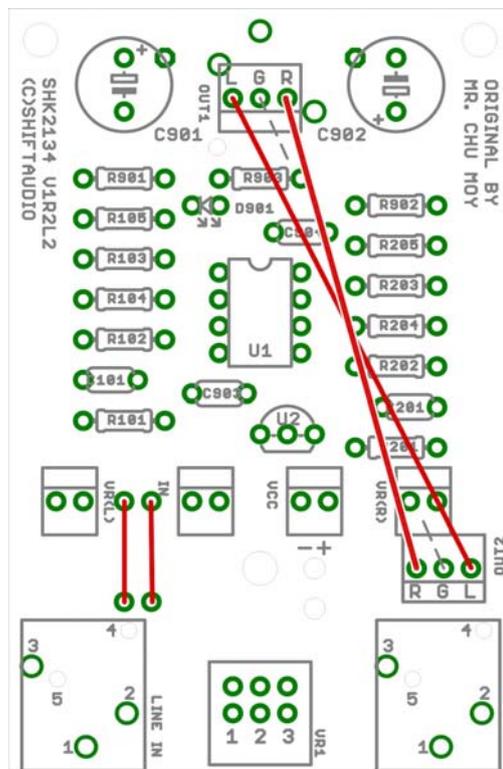
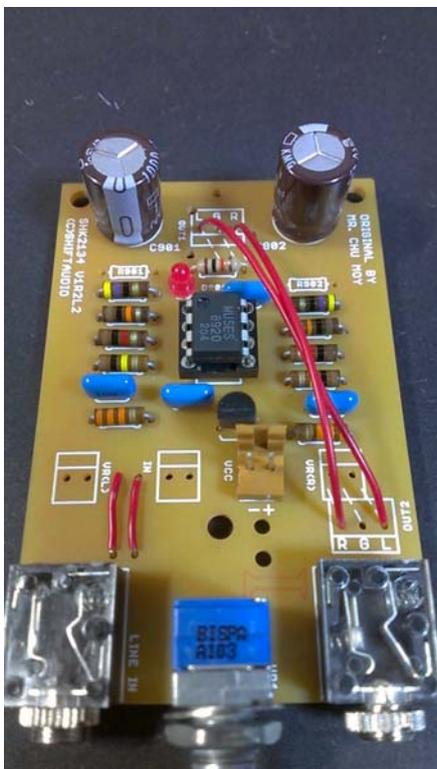
付属の配線材を、16mmで2本、60mmで2本切ります。それぞれ端の3mm、被覆を剥きます。

被覆をむく時、ニッパーやカッターに力を入れると線がカンタンに切れてしまうので、線を傷つけないように注意してください。



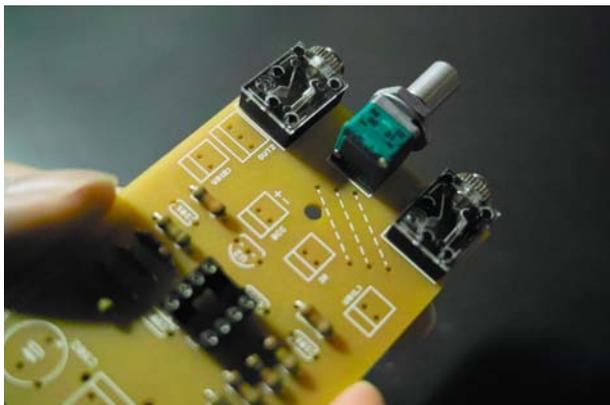
基板の破線で書かれた部分に差し込んでハンダづけします。

また、OUT1とOUT2の間を2本、図のようにLとL、RとRがつながるように配線します。



## 7. 入出力端子

入力端子と出力端子を取り付けます。  
少し硬いので向きに注意して基板に押しこむように挿入し、3箇所ハンダづけします。  
5個の端子のうち、ランドのないところが2箇所ありますが、これはハンダづけする必要はありません。



## 8. ボリューム

(※plum kitには付属しないので次に進んでください)

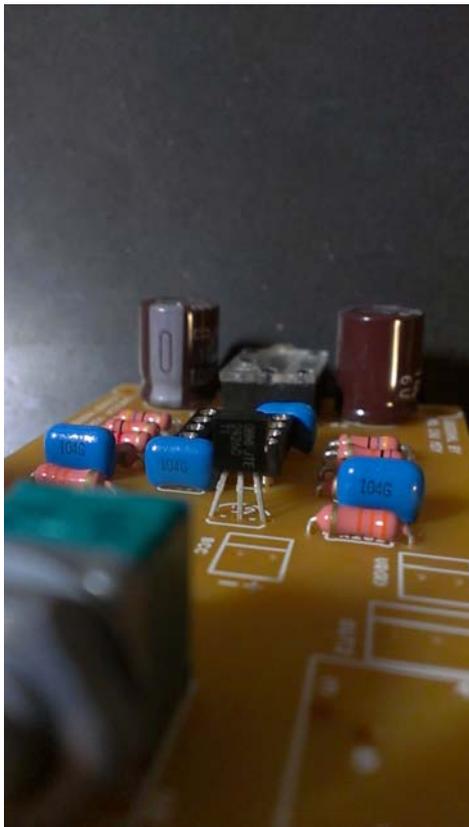
ボリュームを取り付けます。  
ここまでの作業でハンダづけには慣れてきたと思います。  
ボリュームは、ハンダゴテの熱に弱い部品なので気をつけて取り付けます。

まず、ボリュームの軸を左右に回しきってください。  
少し重いですが、300度くらい回転すると思います。  
この軸を、半分程度(150度くらい)回した位置で止めて、基板に挿してください。  
部品が動いてしまう場合はスコッチテープなどを使うとよいでしょう。  
ハンダづけはすばやく行います。  
抵抗器と同じように、3秒コテ先を当てて1秒ハンダを送る作業で問題ありませんが、もしうまくハンダが流れないときはムリに溶かそうとしないでください。

## 9. レールスプリッタIC

(※pine kit のみ)

pine kit では後述する抵抗器を使った仮想GND 回路の代わりに、専用のIC を使います。  
向きに注意してレールスプリッタIC を、U2 に差し込んでください。  
部品が根本まで挿さる必要はありません。リード線を折り曲げてハンダ付けしてください。



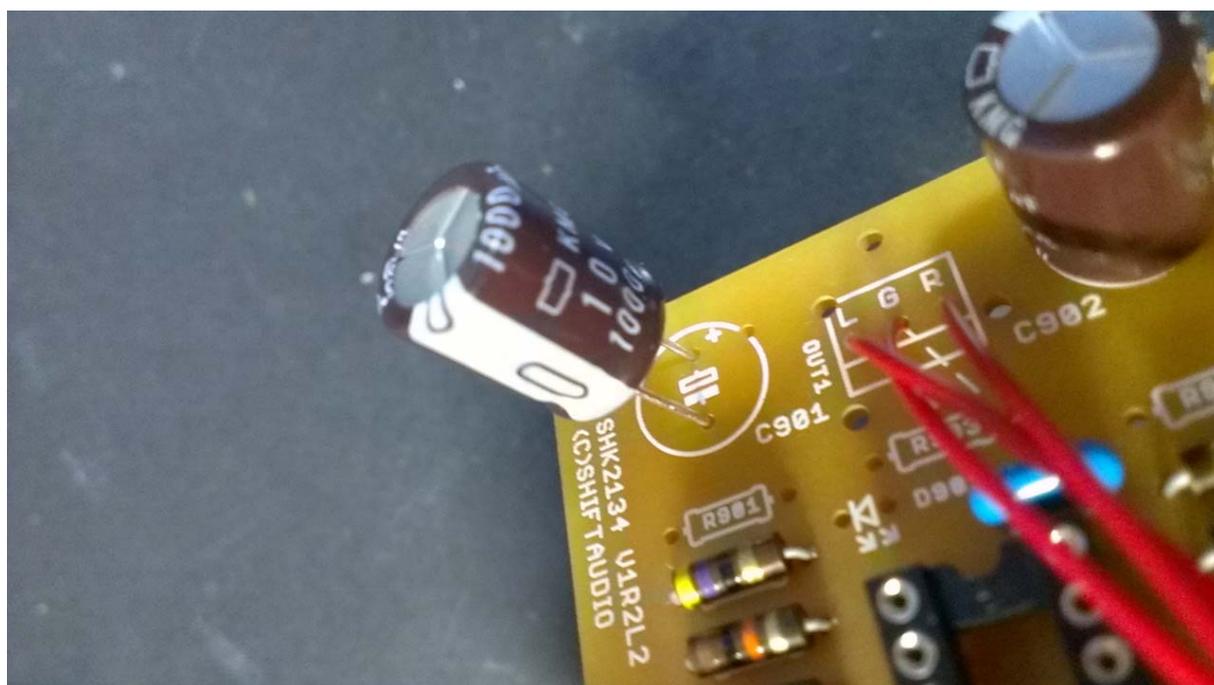
## 10. 電解コンデンサ

電解コンデンサを取り付けます。

電解コンデンサはとても熱に弱い部品なので、ボリュームと同じようにコテ先を当てすぎないように注意しましょう。

また、電解コンデンサには向きがあるので、念入りに確認してから取り付けます。

※もし逆に取り付けてしまうと、通電時にコンデンサが破裂して危険です！

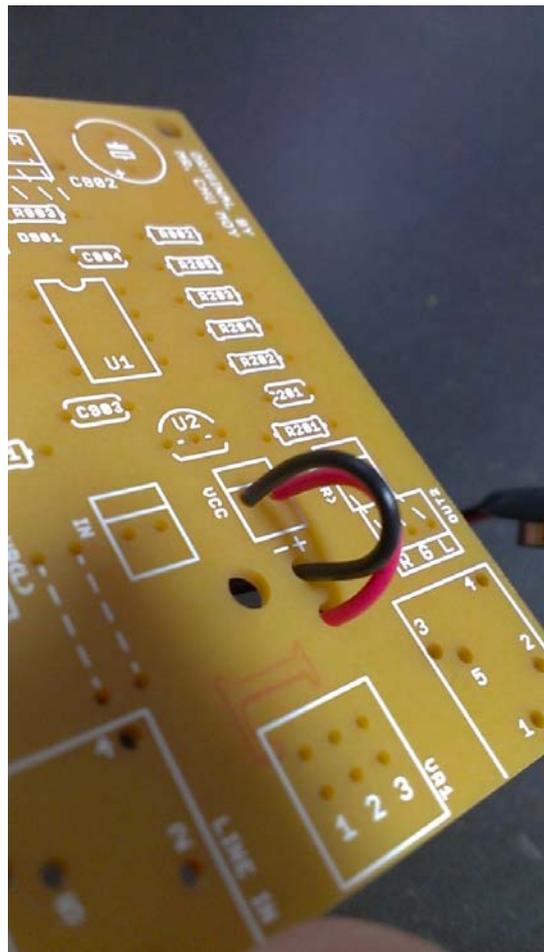
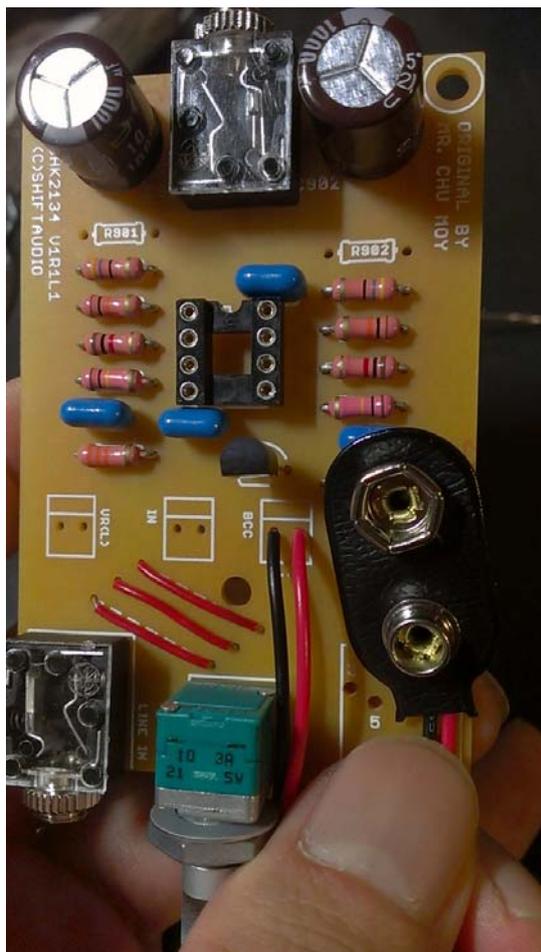


## 11. 電池スナップ

最後に、VCC に電池スナップを取り付けます。

赤をプラス、黒をマイナスの方に差し込んでハンダづけします。

基板の裏から2つの穴にリード線を通すと電池スナップのハンダが取れにくくなります。(電池の重みで取れてしまうことがあります)



## 12. 動作確認

ボリュームを一番左に回しきったところから、90度くらい右にまわします。  
次に、向きに気をつけて ICソケットにOpアンプを挿し込みます。(※plum kit を除く)  
Opアンプの向きは、電解コンデンサを左に見て、左下に黒い丸がくるように挿します。

続けて要らないイヤホンを出力端子に差し込み、片耳だけ耳に挿して電池をつなぎます。  
この時、電解コンデンサが破裂するおそれがあるので、基板はぜったいに覗きこまないようにします。

変な臭いや音がしたら、すぐに電池を抜いてください。  
イヤホンから大きな音がすることがありますが、慌てないでください。  
電池を挿したときに聞こえるプチッという音は問題ありません。

変な臭いや音がせず、イヤホンからも怪音が聞こえない場合は、Opアンプを指先で触ります。  
1分ほど触ってもOpアンプが熱くならなければ、回路はほぼ成功したと言えます。  
もしOpアンプが熱くなってきたらすぐに電池を抜き、配線を確かめてください。

一旦電池を抜いて、ボリュームを左まで回し切ります。  
iPod やウォークマンを、入力端子につないでください。音楽を再生しながら、電池をつなぎます。  
イヤホンを耳にさし、ボリュームを徐々に右にまわしてください。

左右のイヤホンから音楽が聞こえてくれば、回路の製作は成功です！

## 13. 後片付け

コテ先をスポンジで拭ってキレイにします。  
使い始めと同じようにコテ先にハンダメッキをします。  
ハンダメッキをしたら、ハンダゴテの電源を切ります。

## <付録> 回路について

本アンプの回路は、Opアンプを1回路、5本の抵抗器、1本のボリューム、1本のフィルムコンデンサで片チャンネル分の信号増幅を行い、残りの部品で電源を作ります。

信号回路は、Opアンプの基本回路、「非反転増幅回路」そのものです。

Opアンプの非反転増幅回路では、増幅度を2本の抵抗器の比率で決めることができます。

本回路の場合は、R103(R203)とR104(R204)で増幅度が決まっています。

R103は10Kオーム、R104は1Kオームですが、この場合の増幅度は、

$$10K / 1K + 1 = 11倍$$

になります。

増幅度はデシベルで表すと便利なので、これを約20.8dBと表記します。

\*R102(R202)

R102(R202)は100Kオームですが、この定数には大きな意味はありません。

もっと小さな抵抗値を使ってもよいのですが、後述するフィルムコンデンサとの兼ね合いで100Kオームになっています。

\*R105(R205)

R105(R205)の47オームはOpアンプに負担が掛かりすぎないように入れるもので、もしお使いのヘッドフォンアンプがハイインピーダンスタイプ(600オームなど)であれば省略することができます。

ただし、日本でよく使われるヘッドフォンはローインピーダンスタイプ(32オーム程度)で、これをOpアンプで直接動かすのは難しいため、調節のために入れてあります。

\*R101(R201)

ゲイン調整用です。増幅度が11倍もある増幅回路なので、ヘッドフォンで使うには音が大きくなり過ぎます。R101(R201)を入れることで回路全体の増幅度を下げ、使いやすいようにしてあります。標準では33Kオームを使い、回路全体の増幅度を約0dB(1倍)にしていますが、他の定数に変えることで回路全体の増幅度を調整することができます。

\*C101(C201)

直流をカットする働きがあります。副作用として直流だけでなく、低音もカットしてしまいます。

C101(C201)の定数0.1uFと、R102(R202)の定数100Kオームの組み合わせでカットする周波数が変わり、どちらも大きくするほどカットする周波数が低くなります。

ただし、R102(R202)は100Kオームより大きくするのが難しいため、定数を変えることができるのはC101(C201)になります。

0.22uF、0.33uF、0.47uF、0.68uFあたりは入手しやすいので、置換することで低音が出やすくなります。

・C903/C904

パコンと呼ばれる部品で、回路の特性をよくするために使います。  
これがなくても回路は動作しますが、音質は変わります。

・C901/C902

電池の電流供給を助ける働きがあります。  
これがなくても回路は動作しますが、低音が鳴りにくくなります。

本回路の動作には、プラス電源とマイナス電源が必要です。これを電池で作る場合、電池が2個必要になります。

電池1個でプラス電源とマイナス電源を得るために、仮想GNDという技術を使っています。

R901、R902、C901、C902、C903、C904 が仮想GND を作っています。

この方法は簡易に仮想GNDを作ることができますが、少々回路的に不利な点もあります。pine kit では専用のICを使って仮想GNDを作っています。

## 使用部品について

本キットでは特殊な電子部品は使わず、手に入れやすい汎用品だけで構成しています。

コアとなるOpアンプには、「J-FET入カタイプ2回路入りDIP8パッケージ」を使います。

このタイプのOpアンプはいくつかのメーカーの様々な製品が市場に出まわっており、差し替えて音質の違いを楽しむことができます。

似たようなOpアンプに「バイポーラタイプ2回路入りDIP8パッケージ」がありますが、このタイプのOpアンプは本回路では使えません。

代表的なJ-FET入カタイプ2回路入りOpアンプは、OPA2134、NJM082、NJM072、NJM062、

NJM2082、TL082、TL072、TL062、MUSES8920、MUSES01 があります。

なお、NJM4580、NJM2114、NE5532、RC4558、LME49720 などのOpアンプは差し替えることができません。予めご了承ください。

フィルムコンデンサにも種類があり、本キットでは積層メタライズド・ポリエステル・コンデンサやマイラー・コンデンサを使っています。サイズが小さく値段も手頃な部品です。

音質的にはポリプロピレン・コンデンサが優れてるという評価もあるので、差し替えて楽しむことができますが、ポリプロピレン・コンデンサは大きさが大きくて、基板にうまく入らないでしょう。

また、C903、C904 にはさらに小型の積層セラミック・コンデンサを使うことがよくあります。音質的にクセがしやすい部品です。

C901、C902 の電解コンデンサも種類が多く、なかにはオーディオ専用として売られている部品もあります。

定数については、1,000uF である必要はなく、1,500uF や 2,200uF でも問題ありません。

オーディオ用や低ESR のタイプを使う場合は、C903、C904 を外したほうがよいことがあります。

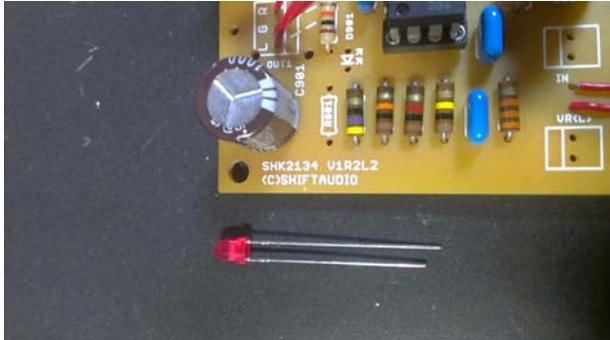
電解コンデンサには耐圧があり、6.3V、10V、16Vのいずれかが使えます。  
25Vや35Vというタイプでも回路としては問題ないのですが、コンデンサの性能が低下します。

## ケースについて

本キットは回路部分のみで構成され、ケースはありません。  
電池を入れても小さな回路なので、お菓子の空き缶などを使ってオリジナルの一台を作ってください。  
金属の加工が難しい場合、食品用のタッパーなどもオススメです。

## LED

基板の R901 に抵抗器、D901 に LED を実装すると LED が点灯します。  
R901 は約4.7K~10Kオームくらいを使います。(ご使用になる LED にあわせて計算してください)  
LED は向きがあります。反対に接続すると点灯しなかったり、場合によっては素子が壊れることもあります。



## サポート

ご不明な点、またうまく動作しない場合などありましたら、下記アドレスまで電子メールにてご相談ください。

詳しい説明と写真を添付していただくと、よりスムーズにサポートが可能です。

[help@shiftauudio.com](mailto:help@shiftauudio.com)

製作レポートもお待ちしております。今後改良の参考にさせていただきます。