

トランジスタ差動式低電圧ヘッドフォンアンプ DC v4 製作マニュアル

1頁

2012.03.25 v4初版

2012.06.05 v4-2版

【概要】

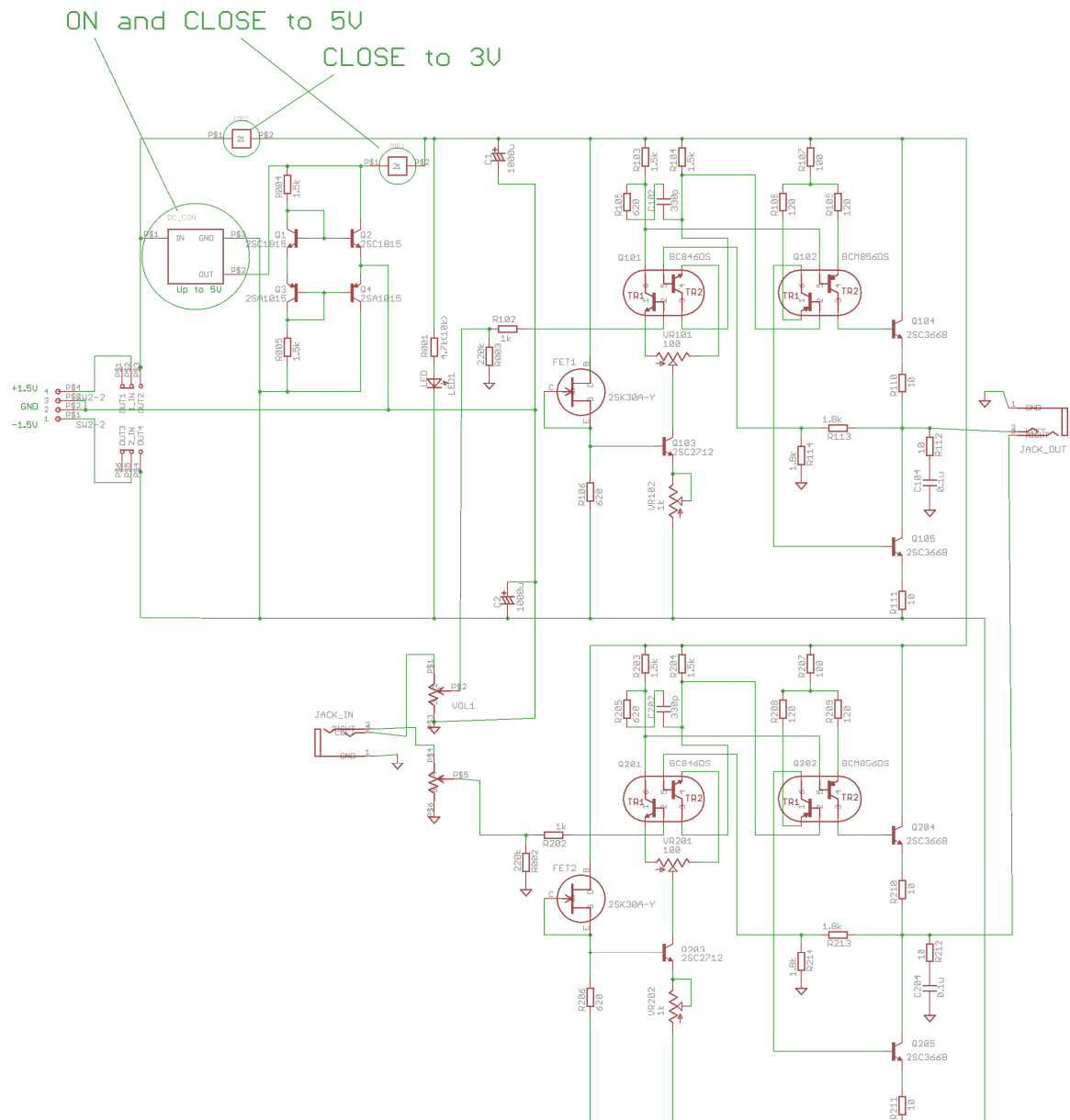
このアンプの製作にあたり留意点を記載します。但し、本マニュアルに従い機器を作った場合の機能や性能および信頼性を保証するものではありません。製作する各自の技術的スキルに従うことが第一です。

- ・金田先生のDCアンプシリーズの2段差動増幅回路と対称型終段増幅回路を参考に、電池2本の低電圧と性能の両面から、差動増幅はバイポーラDualトランジスタを使い、終段は少しパワフルなトランジスタの対称型1段増幅です。
- ・金田DCとの違いは、初段定電流はFETとトランジスタを組み合わせた独自回路で低電圧に対応させたこと、2段目増幅の【何と！負荷抵抗が無い】ことです。こんな通常考えられない回路ですが低電圧で正常に動作します。
- ・同じ基板の回路構成で、昇圧DCコンバータとレールスプリッタを組み合わせて5V駆動ができるようにしました。これによって負荷の大きいヘッドフォンでも駆動できるのではないかと考えています(実証しておりませんが・・・笑)

【イメージ】



【回路図】



基本部分				
回路図記号	品名	仕様(備考)[用途]	個数	備考
Q101,Q201	Dualトランジスタ	BC846DS [1段目差動増幅]	2	Philips製 Mouser
Q102,Q202	同上	BCM856DS [2段目差動増幅]	2	
FET1,FET2	J-FET	2SK30A-Y[定電流] Idss=1.3~1.5近傍のものを選別	2	
Q103,Q203	トランジスタ	2SC2712 [定電流調整]	2	
Q104,Q105	トランジスタ	2SC3668-Y hFEペア±10% [終段増幅]	2	マルツ RSコンポネンツ
Q204,Q205	同上	2SC3668-Y hFEペア±10% [終段増幅]	2	
R103,104 R203,204	チップ抵抗,2012	1.5k [差動増幅 負荷抵抗]	4	
R105,205	同上	620 [位相補償]	2	
R106,206	同上	750 [定電流負荷抵抗]	2	
R107,006 R207,007	同上	100 [差動増幅電流調整] 注:006,007はジャンパーする	2	
R108,109 R208,209	同上	120 [差動増幅負荷抵抗]	4	
VR101,VR201	半固定抵抗	100, GF063P1B101相当品 [オフセット電圧調整]	2	マルツ
VR102,VR202	半固定抵抗	1k, GF063P1B102相当品 [定電流⇒アイドル電流調整]	2	マルツ
R102,202	推奨REY,1/4W抵抗	1k [入力抵抗]、音質に寄与	2	千石
R113,114,R213,214	同上	1.8k [負帰還量調整]、音質に寄与	4	千石
R110,111,R210,211	推奨REY,1/4W抵抗	10Ω [終段負荷抵抗] 音質に寄与	4	千石
R112,R212	金皮,1/4W抵抗	10Ω [発振防止Zobelフィルタ]	2	
R002,R003	金皮,1/4W抵抗	220k~1M [ボリューム異常対応]	2	
C1,C2	固体コンデンサ	1000uF/4V (日ケミ,APSC4R0ELL102MJB5S)	2	マルツ
C102,103,C202,203	チップコン2012	330pF [位相補償] 1個だけの取付でOK	2	4
C104,C204	フィルムコンデンサ	0.1uF [発振防止Zobelフィルタ]	2	千石
LED1	LED	φ3LED、赤または青 [電源ランプ]	1	
JACK IN, OUT	φ3.5入出力ジャック	ステレオ、AJ-1780	2	秋月、千石
VOL1	2連ボリューム	A50k, LINKMAN, RD925G	1	マルツ
	ボリュームツマミ	φ6(LINKMAN等任意)	1	マルツ
SW2-2	電源スイッチ	2回路2接点、LINKMAN,2UD1-T1-A1-M6-R-E	1	マルツ
	収納ケース	効チ,GHA7-2-9D* (色はアイボリーまたは黒)	1	
	基板	専用基板(haiga's DC hpa v4,P板.com製)	1	
	電池ケース	単三1本用	2	秋月 他
5V昇圧部				
DC_CON	昇圧DCコンバータ	MCP1640搭載DCコンバータ、出力最大5.5V	1	ストロベリー リナックス
Q1,Q2	NPNTランジスタ	2SC1815	2	
Q3,Q4	PNPTランジスタ	2SA1015	2	
R204,205	チップ抵抗2012	1.5k	2	

【部品の定数について】

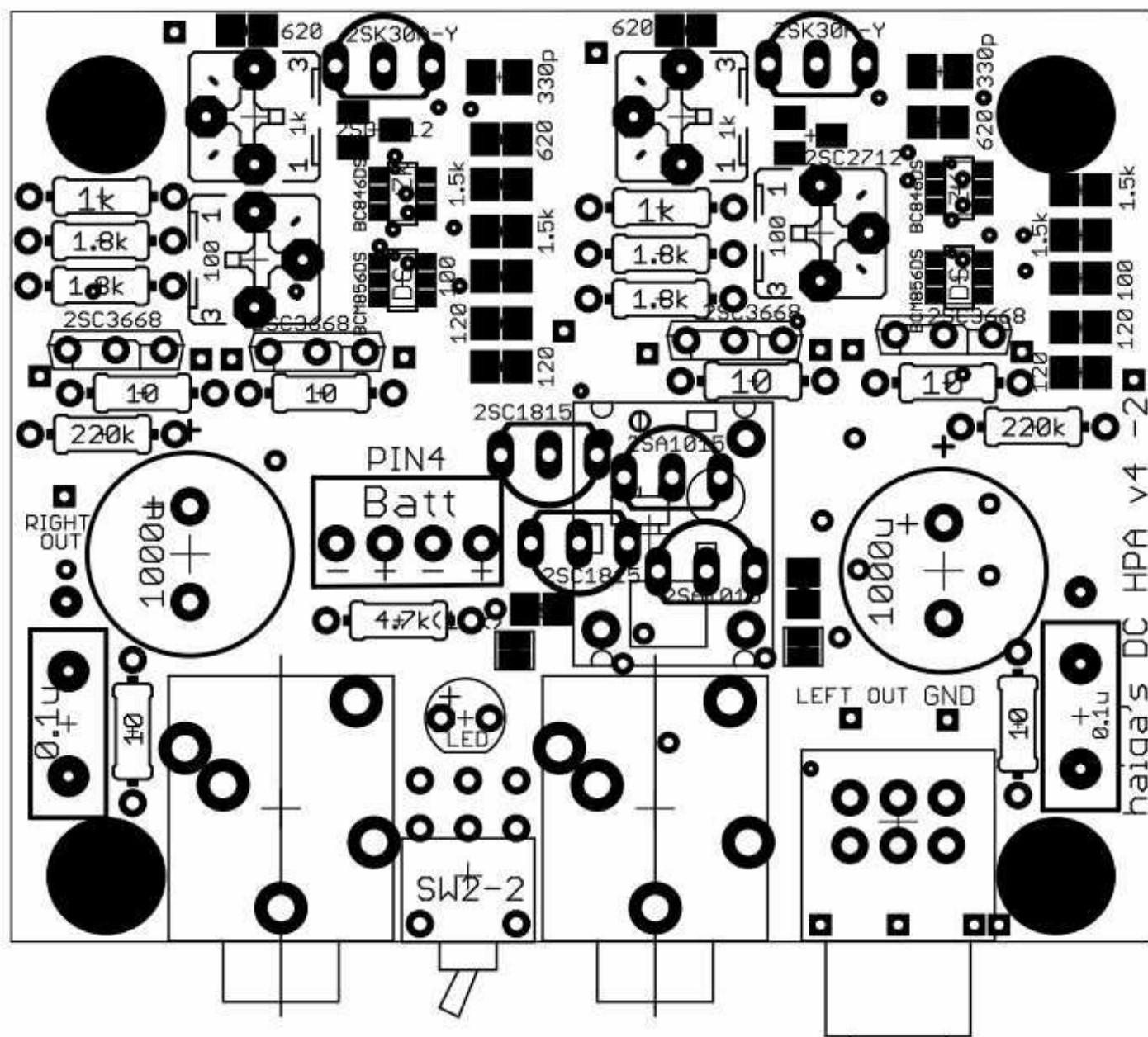
- ・1段、2段のDualトランジスタは指定です。同型をお使いください。但し、同系統であれば代用も可能です。
- ・定電流に使用の2SK30A-YのIdssは1.3から大きくても1.5までを選別使用してください。
これ以上になるとアイドル電流制御値が過大になります。
- ・終段トランジスタ2SC3668は同系統のものを好みで使用しても構いませんがhFEを±10~20%以下で合せて下さい。
- ・R107,207は2段目差動増幅の電流調整用です。ほとんどのアイドル電流制御は初段の定電流で行っていますのでこの抵抗を替える必要は発生しません。尚、R006、R007はハンダ・ジャンパーしてください。
- ・VR101、VR201の半固定抵抗はオフセット調整用です。200Ω程度までは代替できますが増幅度が下がりますので同値のものを使用してください。1mV以下までオフセット電圧の調整が可能です。
- ・VR102、VR202は初段定電流→終段アイドル電流を調整するものです。500Ω程度でも調整ができますが、2SK30AのIdssが大きい場合に高抵抗の1kでなければ調整できません。
- ・REYを推奨している部分は、音質に影響する信号が流れる抵抗ですのでそれを考慮した選定をして下さい。
- ・R002,R003の220kはボリュームが接触不良になっても回路が安定する抵抗です。1M程度まで大きくても構いません。
- ・終段負荷抵抗10Ωは少し高めになっています。効率を考えると4.7Ω程度でもOKです。
但し、10Ωでも出力余裕度は十分なことと、低インピーダンスの小型イヤホンタイプのヘッドフォンのためにこの程度の値が良いかと思えます。
- ・ボリュームは50kを使用していますが、入手性の関係で20k程度でもOKです。
- ・青LEDを使用の場合の抵抗4.7kは最近の高輝度LED用です。0.5mA程度の電流にしています。それでも青LEDはかなり明るいですが、本器の電池使用限度2.2Vでは殆ど消灯状態です。点灯調整は各自で調整をしてみてください。
- ・負帰還抵抗1.8kはになっていますが、同値であれば負帰還値が同じなので1k~3kでOKと思えます。
この回路は強負帰還がかかっているため電圧増幅率は約2倍です。電流でヘッドフォンを駆動するタイプです。
負帰還を替えると増幅率が変わられます。R113、R213を大きくすると負帰還電流が下がるので増幅率が上がります。

一般的に背の低い部品からハンダ付けします

- ・Dualトランジスタの取り付け
- ・チップ抵抗
- ・一般抵抗
- ・入出力ジャック、電源スイッチ、ボリューム、半固定抵抗
- ・コンデンサ、終段トランジスタ
- ・LEDの取り付け

- ・電池ホルダの加工と配線
- ・ケースの加工と組立

部品の定数と配置はこの図を参照願います。



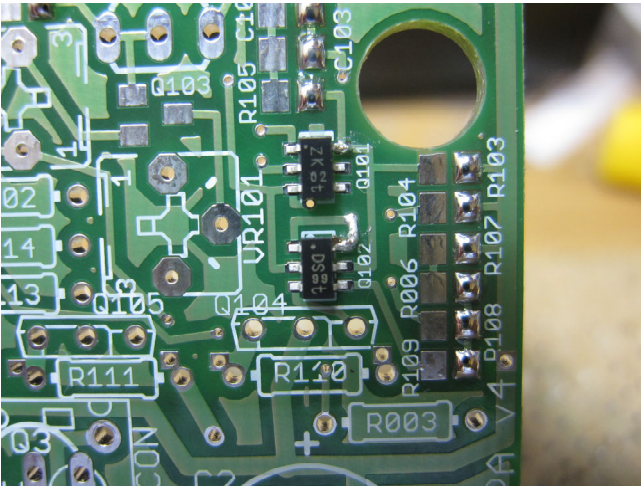
1)トランジスタ上の刻印 DS, ZKを合わせて
ピンセットでつまんでランドの上に載せます



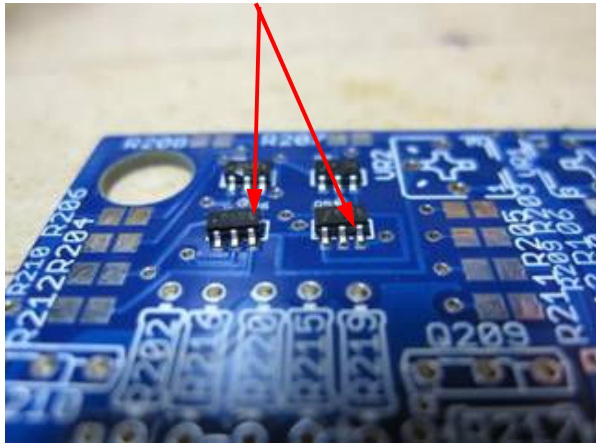
2)ハンダコテの先端をV字型にしておき
ハンダを極少量付着させておきます。温度は低目です。



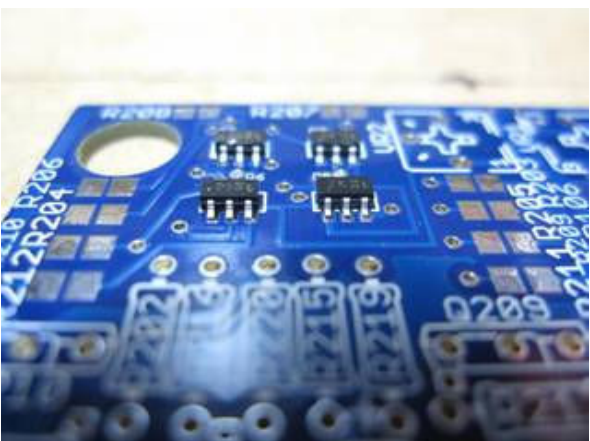
3)トランジスタの左上端子をランドに仮接着します
ランドが小さいのでずれないようにします



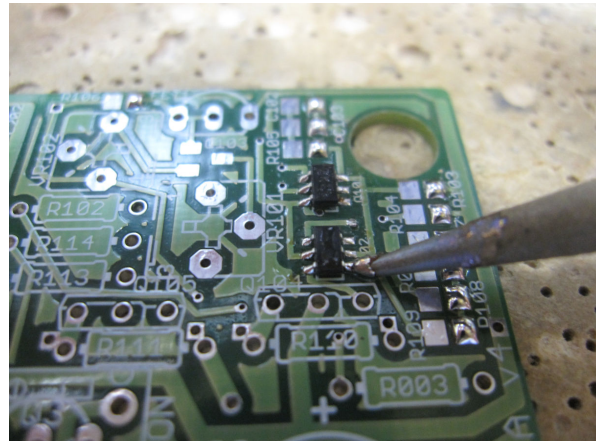
4)ランドの間に隙間ができていないことを確かめます
この写真は2つとも右側が浮いています



5)トランジスタを上から押し付けながら再ハンダします
これは浮き上がりが直った状態です



6)フラックスをトランジスタ周囲に塗った状態で
仮接着していない側からハンダ付けします。
この時もコテに付けたハンダ量は少量です



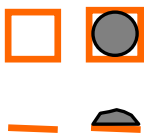
端子とランドが包まれるようにハンダが回っていればOK

補足事項

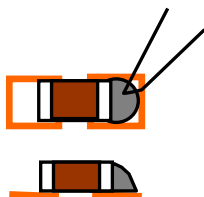
- ・トランジスタの回転方向の向きが印字と逆になっても構いません。端子配置が点对称なので機能上問題無しです。
- ・ハンダが付いているように見えても、トランジスタの端子上だけにハンダが付いているだけで、基板ランドに付いていない場合が稀に発生します。この場合はフラックスを塗ってハンダコテを再度当てると直ります。
- ・上側2個ずつのトランジスタ端子は隣間が繋がる部分があります。ここにブリッジしたハンダはOKですので、無理に取らなくても問題ありません。

2. チップ抵抗の取り付け

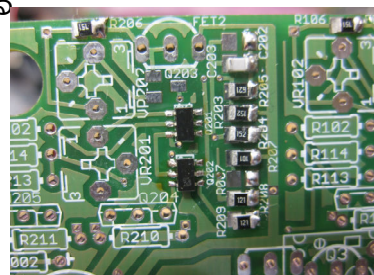
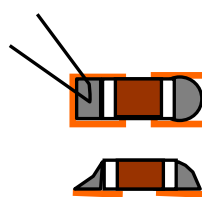
1)ランドの片側にハンダを付けて下さい。余り多すぎないように



2)部品をピンセットで支えて
余盛部に近付けハンダ付けする

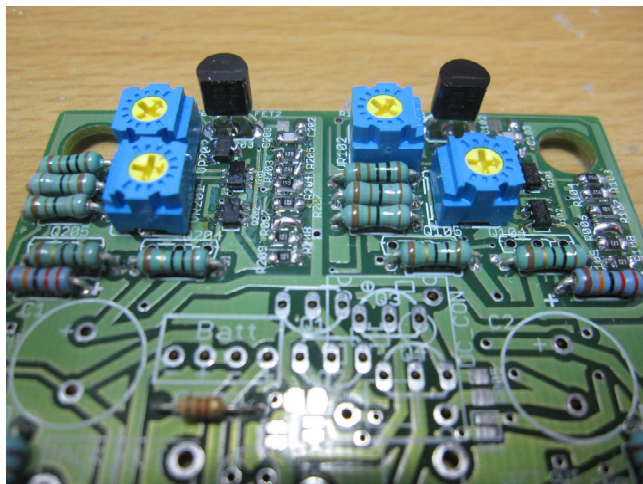


3)片側をハンダ付けする



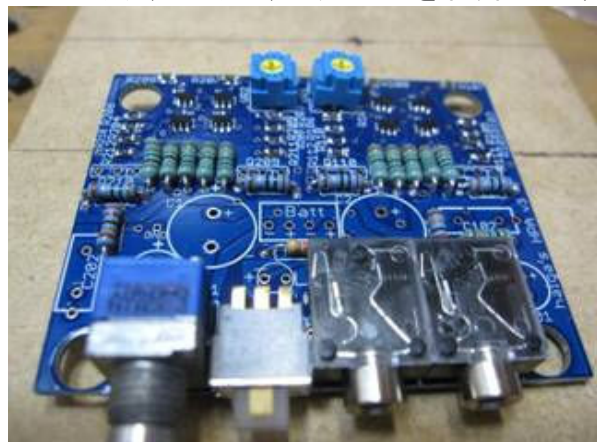
3. 一般抵抗の取り付け

抵抗のリードはできるだけ短い位置で曲げます

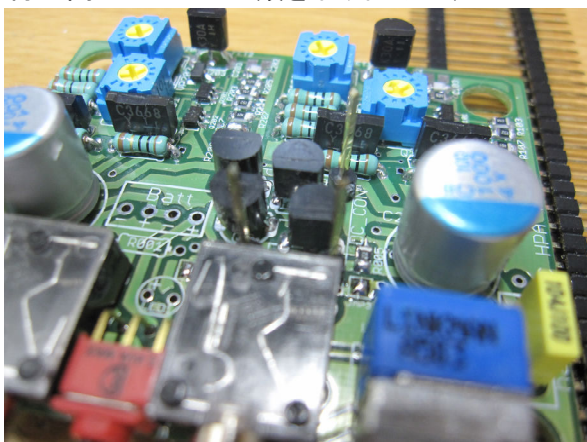


4. その他部品の取り付け

ジャック、スイッチ、ボリュームを取り付けます



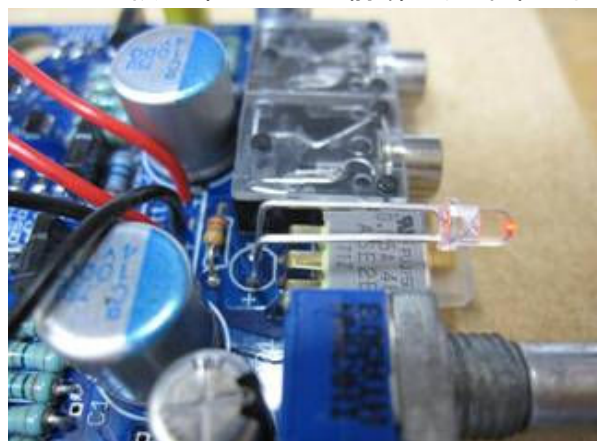
部品の浮き上がりに注意して(ケースに入らない)
背の高いコンデンサ類を取り付けます

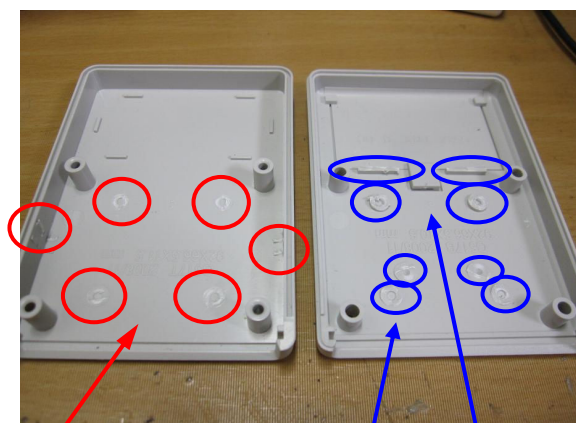


最後に終段トランジスタをつけます

5. LEDの取り付け

LEDの段差部がスイッチ前端になる位置に曲げて付けます





上蓋は6箇所のボスを取り除きます

下蓋は奥の仕切りとボスを1.5mmの高さに切り取ります
(電池ケース蓋との干渉を防止します)

前側のボスを取り除きます
(背の高いコンデンサ等の高さ確保のためです)

注意: 締付け穴は残すこと

6. 電池ホルダの加工と配線 (加工方法は私がやっている方法です。穴が開き電池が覗けばokです)
電池ホルダはそのままでは効チケースに入らないので、電池ケースの底に電池を落とし込む穴を開けます。

- 1) 丸穴と四角穴延長にカッターで切れ目を入れます 2) 両サイドにカッターで軽く切れ目を入れ、そこを何度もカッターを斜めで切り込むと意外に簡単に切れます

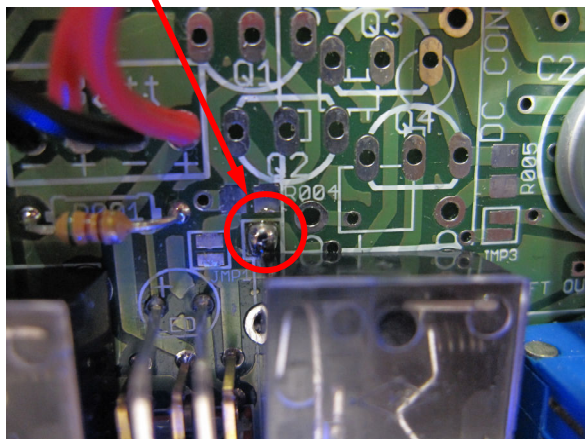
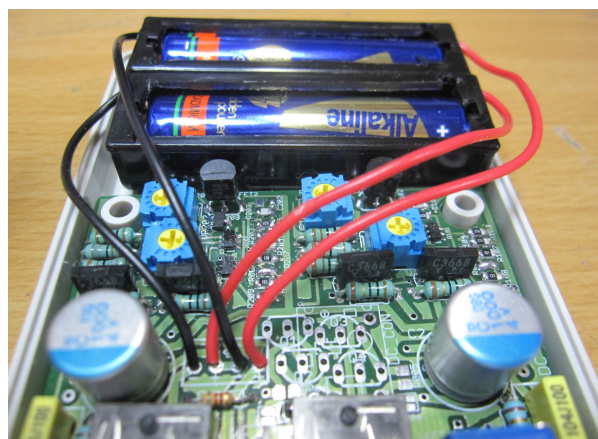


* 手指の位置に注意し、カッターが滑り手を切らないように十分に注意してください

2) Batと記載されている端子の、隣り合った十、一の穴にそれぞれの電池ホルダからの赤、黒線を付けます

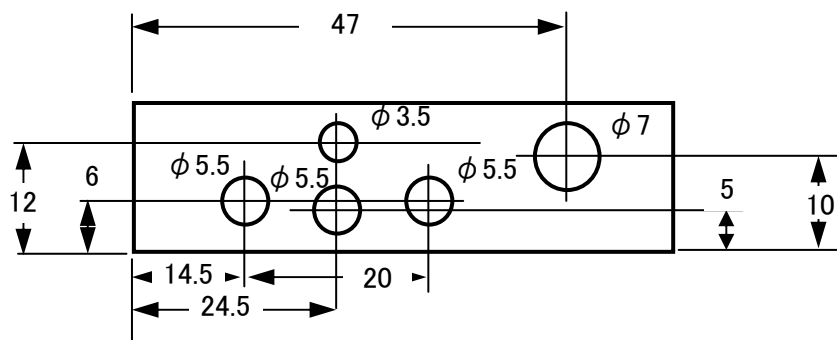
「電池2個そのまま駆動」の場合の配線です。

電池そのまま仕様では、JMP2を短絡しておくこと



* 昇圧5V駆動のケースは別途表示します

7. 前蓋の穴あけ(参考寸法)



【参考】

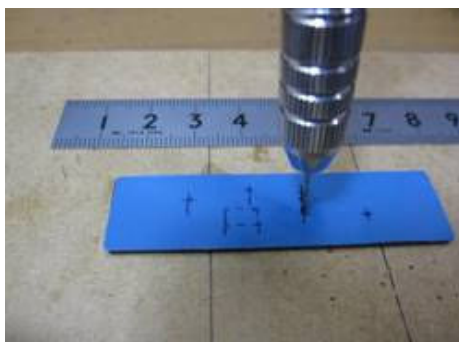
前蓋の穴加工方法：私が行っている方法を参考に記載します

1) 寸法記入用にビニルテープを貼る



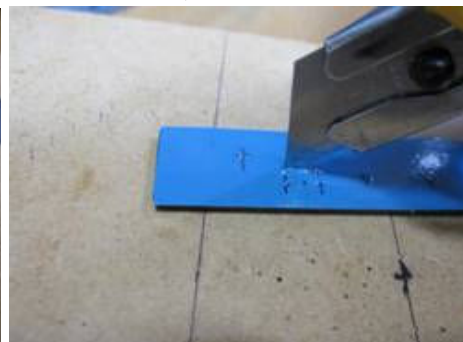
テープ周囲を蓋に合わせ切り落とす

2) ホールパン等で寸法を記入



ピンバイスで中心穴を開ける
四角穴は内接穴を開ける

3) 四角穴は裏表からカッターを入れる



刃先の加工向きを交互に入替えながら
慎重に加工すれば綺麗にできます

4) φ3のドリルで穴を開ける

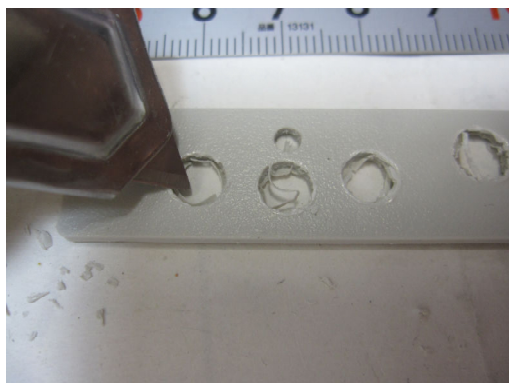


5) リーマで所定寸法に拡張する



仕上げは

・丸穴の周囲にバリが出るのでカッター刃先で丁寧に落とす

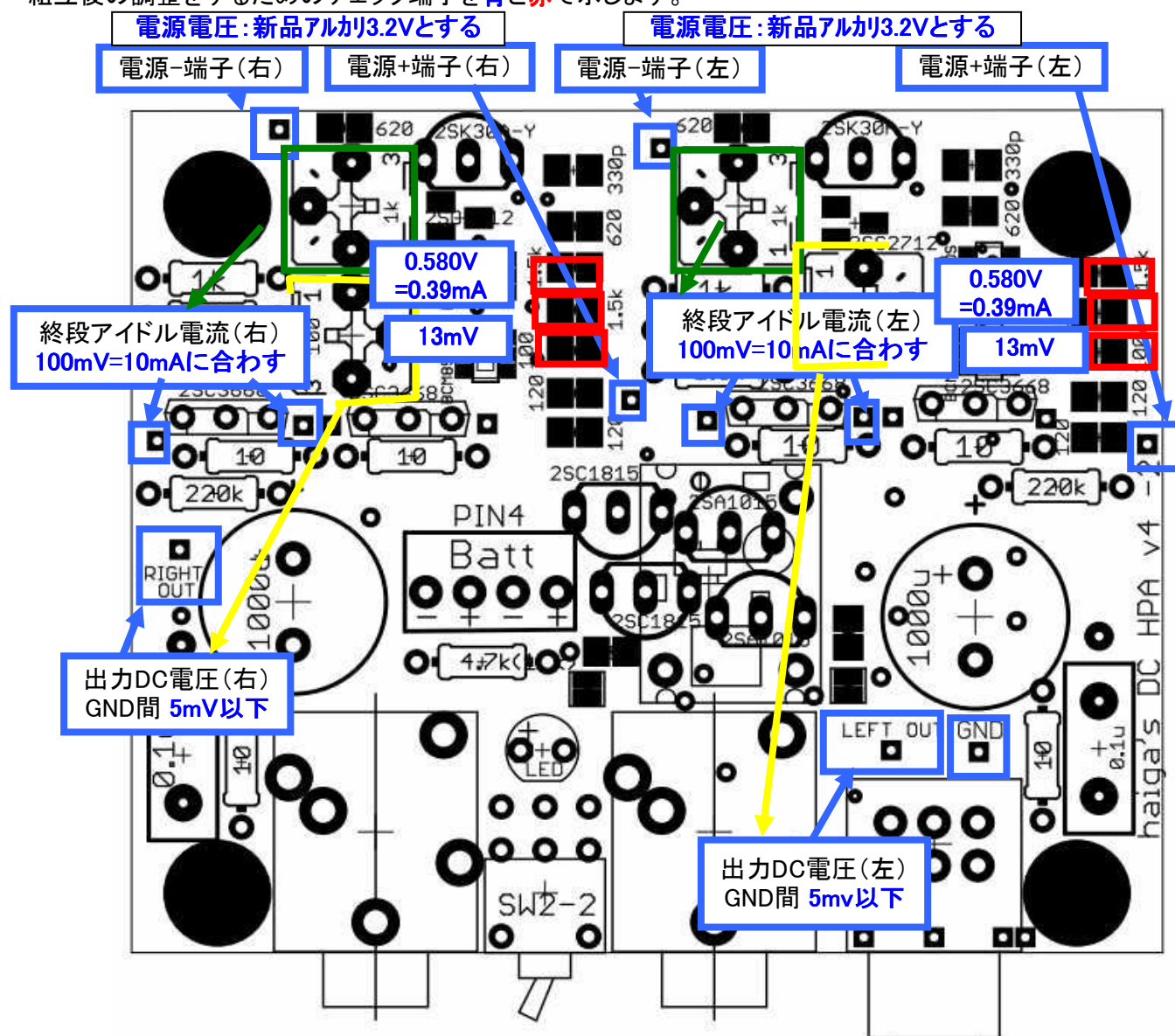


ヒント

このカッター加工前に、外にはみ出した加工バリを
「内側に曲げておいて加工する」と綺麗にできます。

加工性が非常に良いやわらかい材料なので、このような加工で所定の寸法に綺麗に仕上がります

組立後の調整をするためのチェック端子を青と赤で示します。



手順

1. 電源を入れる前に半固定抵抗をおおよその位置にセットします。
定電流制御=アイドル電流制御の1k (VR102、VR202)は「右一杯」に回しておきます。
2. DCオフセット電圧制御の100Ω (VR101、VR201)は「真中付近」にしておきます。
3. 電源を入れたら電源端子間の電圧を計測します。±間で新品アルカリ電池では3.2V程度です。
次に各電源端子とGND間の電圧を計測します。電池電圧が均等でしたら1.6V程度です。
4. アイドル電流の調整を行います。右、左とありますので各々を以下の手順で行います。
テスターで終段アイドル電流端子間電圧を測れるようにしておきます。
VR101またはVR201をゆっくりと左に回してテスターの電圧値が100mV付近になるように合わせます。
10Ω抵抗の電圧差ですから電流値はその10分の1の10mAになっているはずですが。

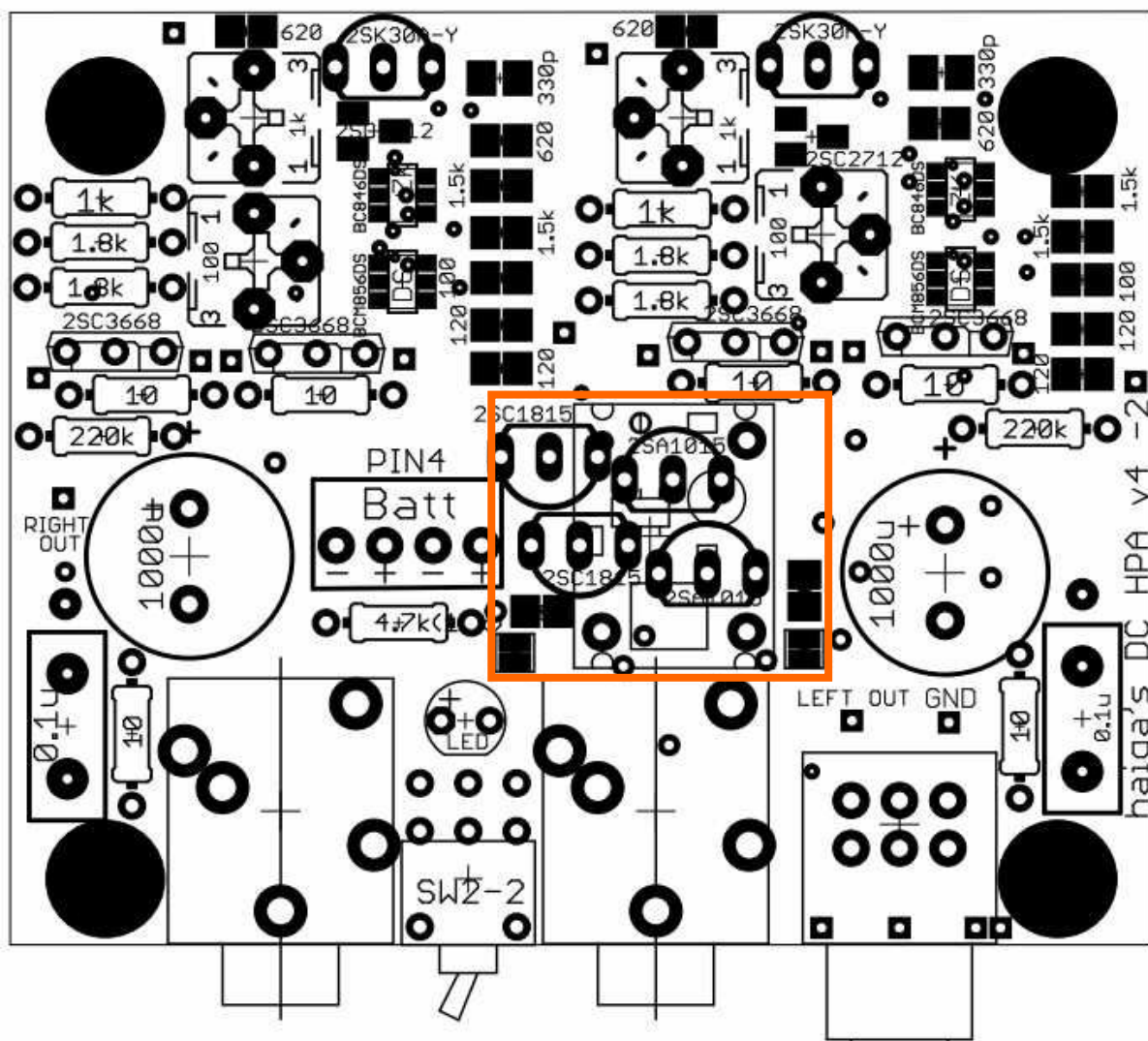
以上の調整ができていれば、1.5kチップ抵抗での1段目差動増幅の定電流値は0.39mA程度のはずです。
また同じように2段目差動増幅に繋がる100Ωチップ抵抗での電流値は $13\text{mV} \div 100 = 0.13\text{mA}$ (130μA)
よって120Ω抵抗にはその1/2が流れてますので電圧差は13mV程度が正常値です。

5. DCオフセット電圧の調整を行います。
テスター端子は、出力DC電圧端子(右または左)とGND間の電圧を測ります。
VR101、VR201の100Ω半固定抵抗を調整して5mV以下に調整します。

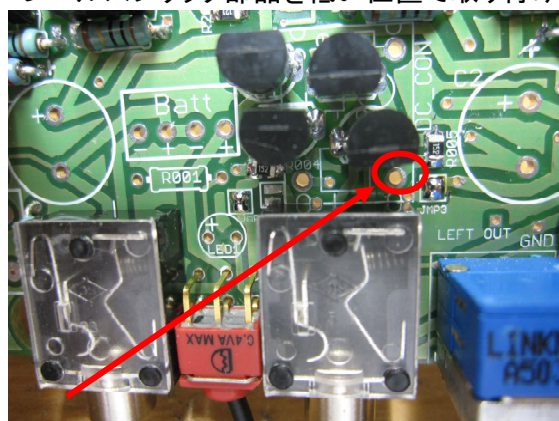
異常があった場合の処置

ほとんどの場合がハンダ付け不良です。各部のルートで接触不良をチェックしてください。
巻末に基板ルート図を添付します。

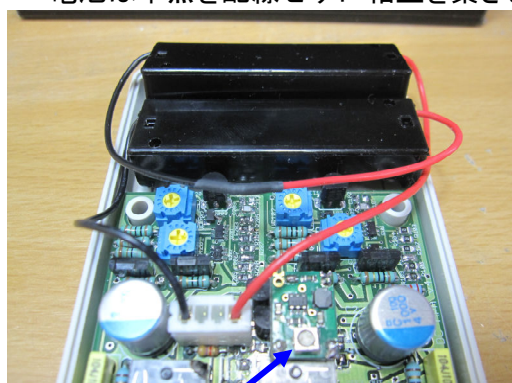
昇圧5V仕様に換装する場合は、下図**オレンジ色で囲んだ範囲**の、DC昇圧コンバータ、レールスプリッタ部品搭載とジャンパー接続を行います。



レールスプリッタ部品を低い位置で取り付けます



電池は中点を配線せずに相互を繋ぎます



注意: 中点を基板に繋ぐと不具合になります

DCコンバータの電圧を5Vに調整します
この小さなボリュームを右に回していきます。

DCコンバータで昇圧する場合はアイドル電流が大きく増える場合がありますので、
アイドル電流調整抵抗は右に一杯に回しておき、再調整してください。

