

【概要】

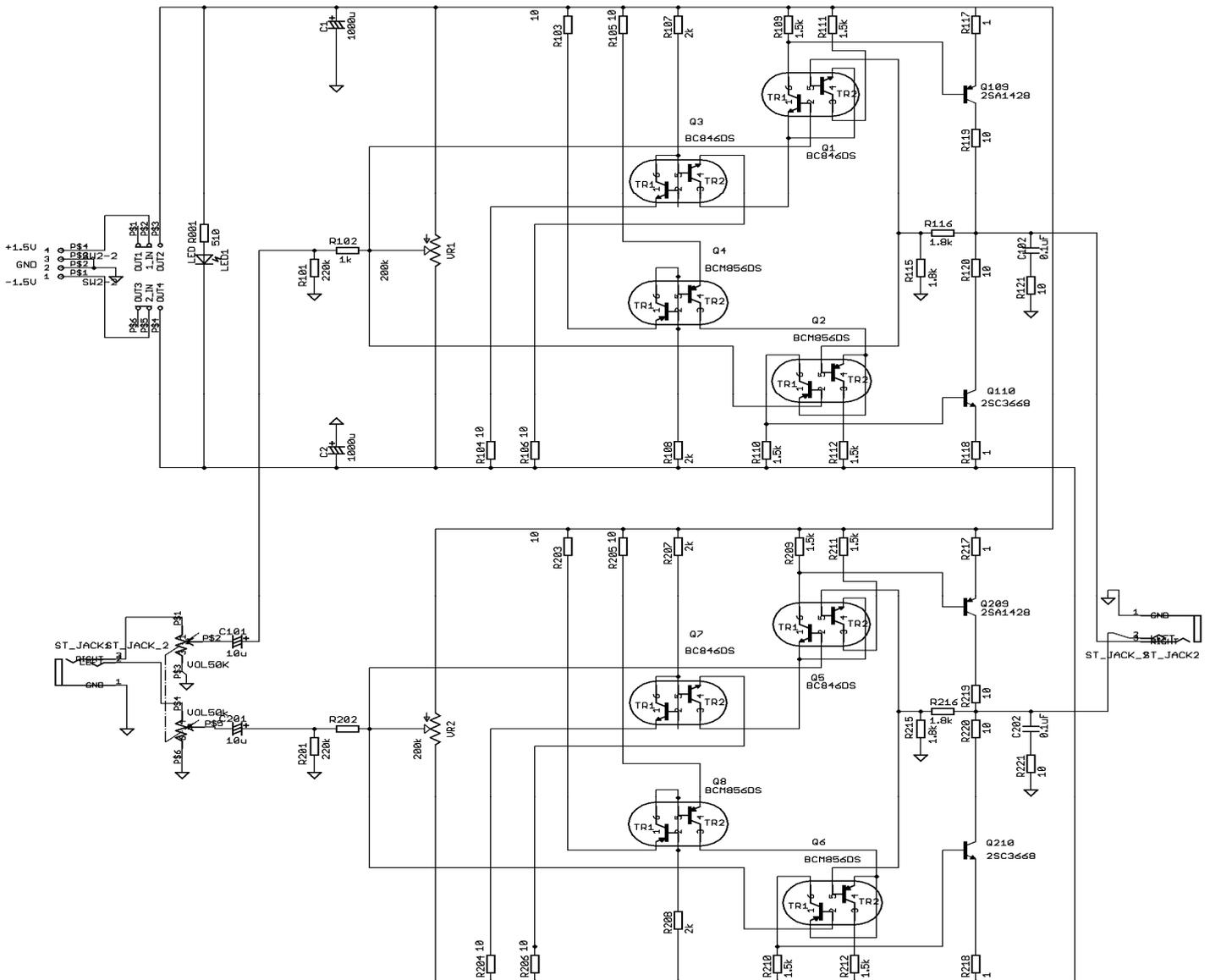
このアンプの製作にあたり留意点を記載します。但し、本マニュアルに従い機器を作った場合の機能や性能および信頼性を保証するものではありません。製作する各自の技術的スキルに従うことが第一です。

- 電池2本の低電圧と性能の両面から、回路構成はバイポーラ・トランジスタを使った差動増幅回路を±の両極に配置した構成で、終段増幅は少しパワフルなトランジスタを用いたSEPPです。
- 前作v2.1の基本回路を踏襲しながら、差動増幅のペア性能を維持できるDualトランジスタを採用しました。定電流も同じトランジスタを採用、この周囲の負荷抵抗をチップ化することで更に基板の小型化を図りました。
- 空いたスペースで単四電池から単三電池2本に変更し、大幅な電池寿命アップ85hrを達成しましたが、反面、大型のヘッドフォンでも楽々駆動できる性能を備えています。

【完成イメージ】



【回路図】



【部品リスト】

回路図記号	品名	仕様(備考)[用途]	個数	備考
Q1,Q5	Dualトランジスタ	BC846DS [差動増幅]	2	
Q2,Q6	同上	BCM856DS [差動増幅]	2	Philips製 Mouser
Q3,Q7	同上	BC846DS [定電流]	2	
Q4,Q8	同上	BCM856DS [定電流]	2	
Q109,,209	トランジスタ	2SA1428-Y [終段増幅]	2	
Q110,210	同上	2SC3668-Y [終段増幅]	2	RSコンポーネツツ
R109,111,110,112 R209,211,210,212	チップ抵抗,2012	1.5k [差動増幅 負荷抵抗]	8	
R107,108,207,208	同上	2k [定電流 調整抵抗]	4	
R103,104,105,106 R203,204,205,206	同上	10 [定電流回路保護]	8	
VR1,VR2	半固定抵抗	200k, GF063P1B204相当品 [オフセット電圧調整]	2	マルツ
R101,201	金皮, 1/4W抵抗	220k [入力保護]	2	
R102,202	推奨REY,1/4W抵抗	1k [入力抵抗]、音質に寄与	2	千石
R115,215,116,216	同上	1.8k [負帰還量調整] 2k程度で同値のもの、音質に寄与	4	千石
R117,217,116,216	金皮, 1/4W抵抗	1Ω [終段保護]	4	
R119,219,120,220	推奨REY,1/4W抵抗	10Ω [終段負荷抵抗] 音質に寄与	4	千石
R121,221	金皮, 1/4W抵抗	10Ω [発振防止Zobelフィルタ]	2	
C1,C2	固体コンデンサ	1000uF/4V (日ケミ,APSC4R0ELL102MJB5S)	2	マルツ
C101,201	電解コンデンサ	10uF以上/16V (UTSJ) [入力のDC保護]	2	千石、マルツ
C102,202	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	
ST JACK1,2	φ3.5入出力ジャック	ステレオ、AJ-1780	2	秋月、千石
VOL50K	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	FUJISOKU, AS2D-6M-10-Z, or ASE2D-6M-10-Z	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 (haigas hpa v3,P板.com製)	1	
	電池ケース	単三1本用	2	秋月 他

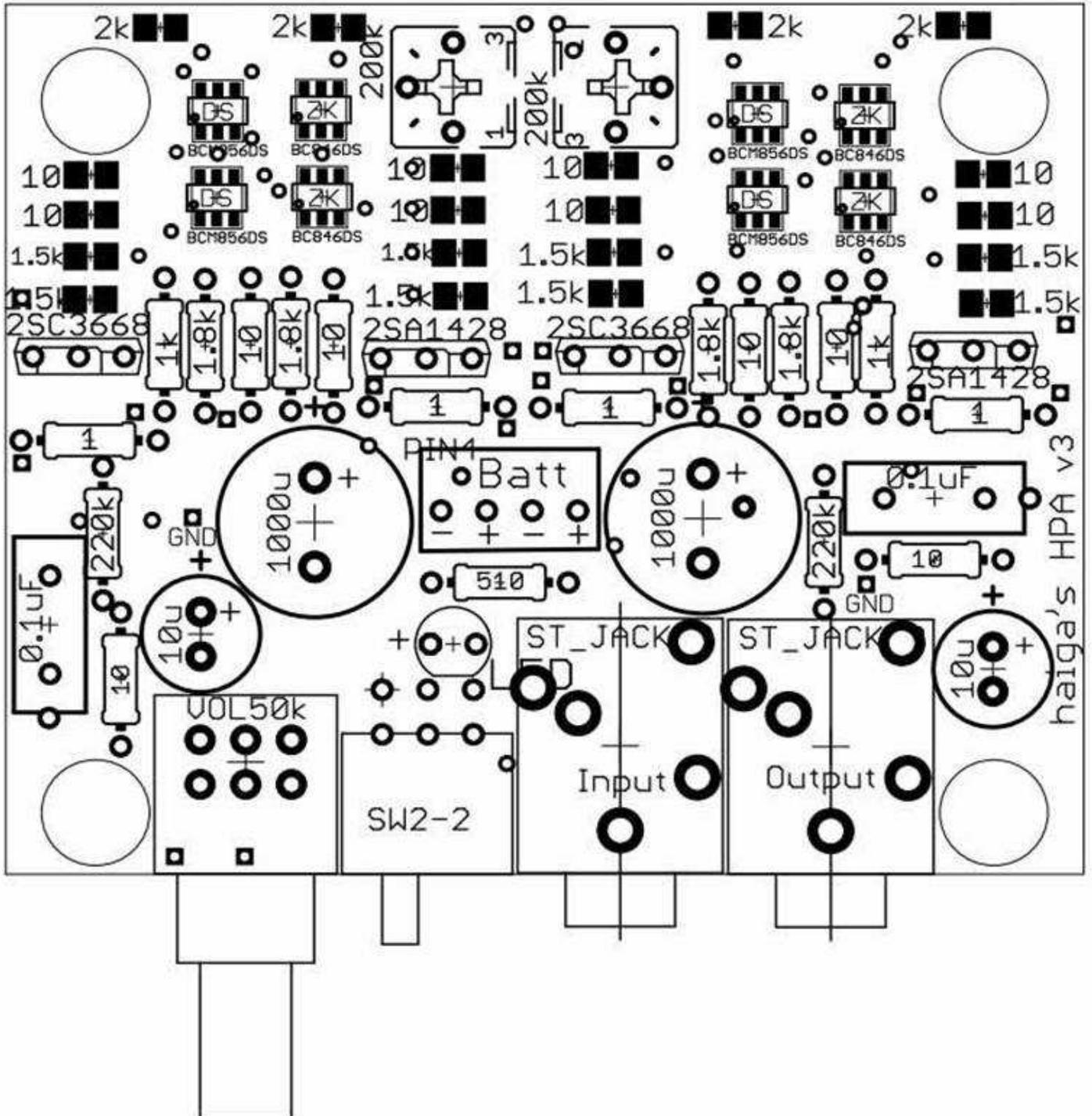
【部品の定数について】

- ・終段トランジスタ2SA1428/2SC3668は同系統のものをお好みで使用してください。
- ・R107,108,207,208は終段トランジスタのアイドル電流調整用です。単三エネルギー2本の初期電圧2.8Vで20mA程度流れる設定です。単三アルカリ電池3.2Vで35mAですので過剰に流れないように定めています。
- ・VR1、VR2の半固定抵抗はオフセット調整用です。
差動増幅Trのペア特性はDual化で良好ですが、PNP-NPNのhFEがなかなか合ったものが入手難です。
このhFE差がAC増幅の電流波形差に現れるのであまり好ましいことではありません。
しかし、SPICEによるシミュレーションや実測で確認したところ、この回路はこれらの差に対して自動的に電圧がバランスするような動作をするため、実害はあまり現れていないようです。
最も気になる歪率は0.019%以下になっています。
このバランスによる影響がオフセット電圧として現れるので、入力端子にオフセット調整電位をかけています。
- ・R101,201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。もっと大きくても構いません。100k~1Mが適当です。
- ・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、低インピーダンスの小型イヤフォ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510Ωは一般より高めに設定し電流を3~5mA程度にしています。これでも青LEDはかなり明るいですが、本器の電池使用限度2.4Vでは殆ど消灯状態です。
赤LEDは動作電圧が低いので調整抵抗は4.7kが推奨です。これでもエネルギー2.8V初期電圧でかなり明るく上記の使用限度電圧でも点灯しています。もう少し高い抵抗でも良いかなと思えます。
- ・負帰還抵抗は回路図では2k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。

- 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

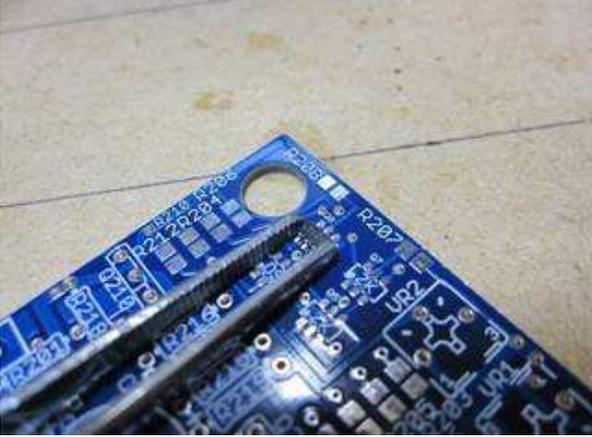
- ・電池ホルダの加工と配線
- ・ケースの加工と組立

部品の定数と配置はこの図を参照願います。



1. Dualトランジスタのハンダ付けの要領です

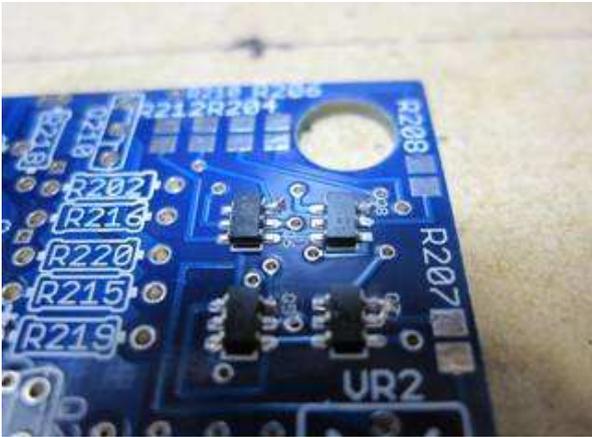
1)トランジスタ上の刻印 DS, ZKを合わせて
ピンセットでつまんでランドの上に載せます



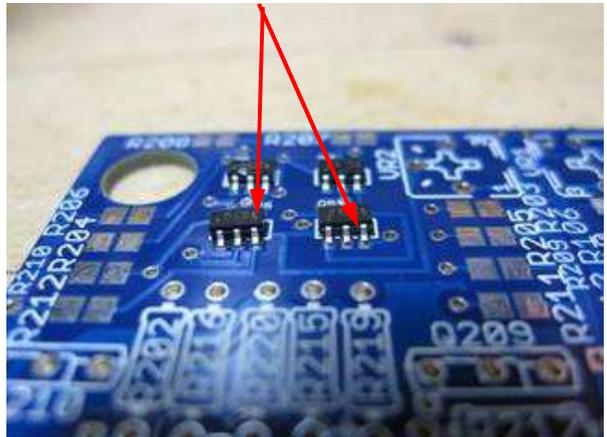
2)ハンダコテの先端をV字型にしておき
ハンダを極少量付着させておきます。温度は低目です。



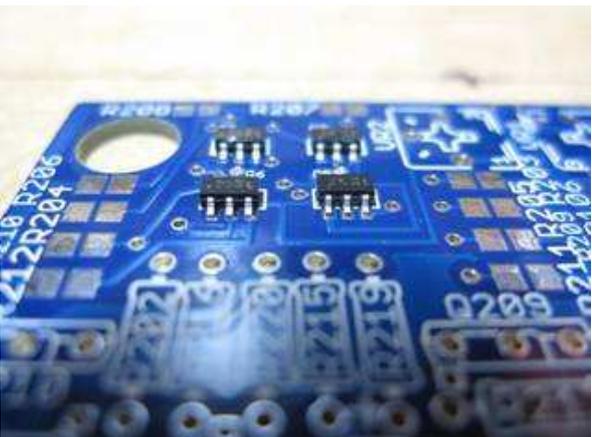
3)トランジスタの左上端子をランドに仮接着します
ランドが小さいのでずれないようにします



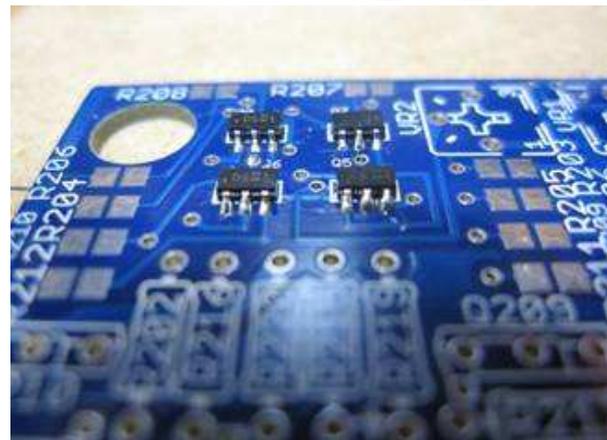
4)ランドの間に隙間ができていないことを確かめます
この写真は2つとも右側が浮いています



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



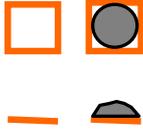
端子とランドが包まれるようにハンダが回っていればOK

補足事項

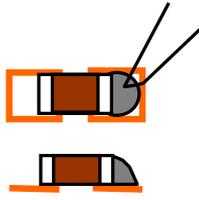
- ・トランジスタの回転方向の向きが印字と逆になっても構いません。端子配置が点対称なので機能上問題無しです。
- ・ハンダが付いているように見えても、トランジスタの端子上だけにハンダが付いているだけで、基板ランドに付いていない場合が稀に発生します。この場合はフラックスを塗ってハンダコテを再度当てると直ります。
- ・上側2個ずつのトランジスタ端子は隣間が繋がる部分があります。ここにブリッジしたハンダはOKですので、無理に取らなくても問題ありません。

2. チップ抵抗の取り付け

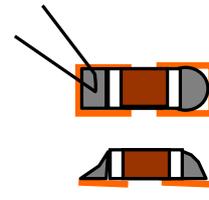
1)ランドの片側にハンダを付けて下さい。余り多すぎないように



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

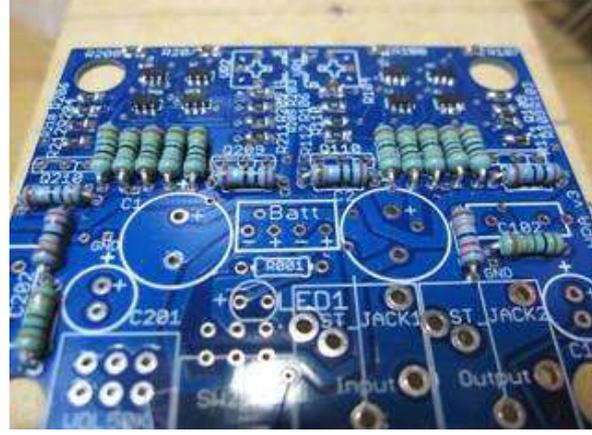


3)片側をハンダ付けする



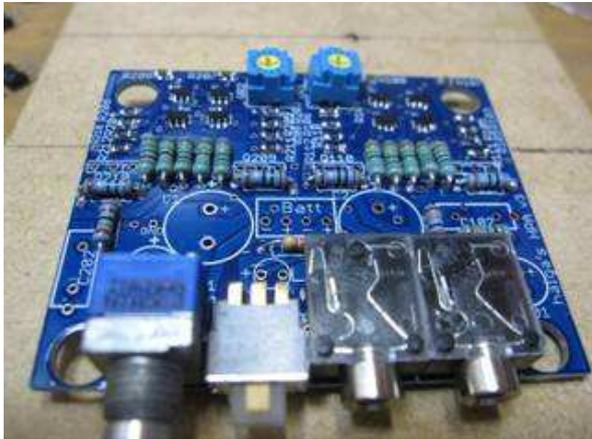
3. 一般抵抗の取り付け

抵抗のリードはできるだけ短い位置で曲げます

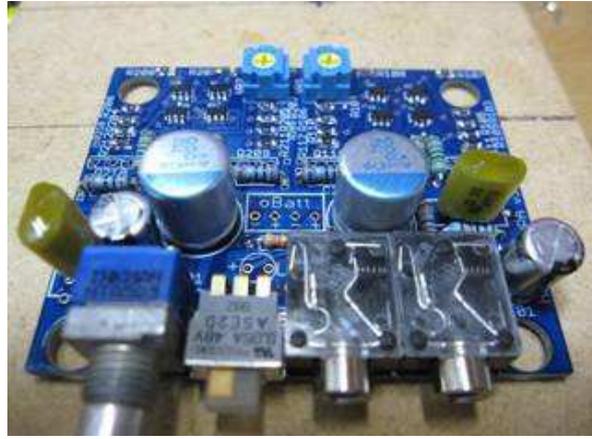


4. その他部品の取り付け

ジャック、スイッチ、ボリュームを取り付けます



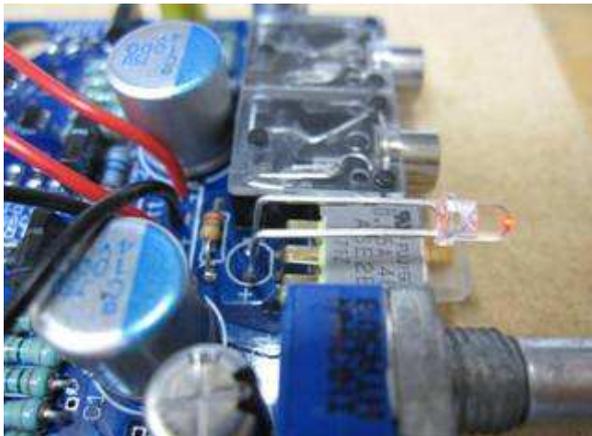
部品の浮き上がりに注意して(ケースに入らない)背の高いコンデンサ類を取り付けます



最後に終段トランジスタを付けます

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



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。

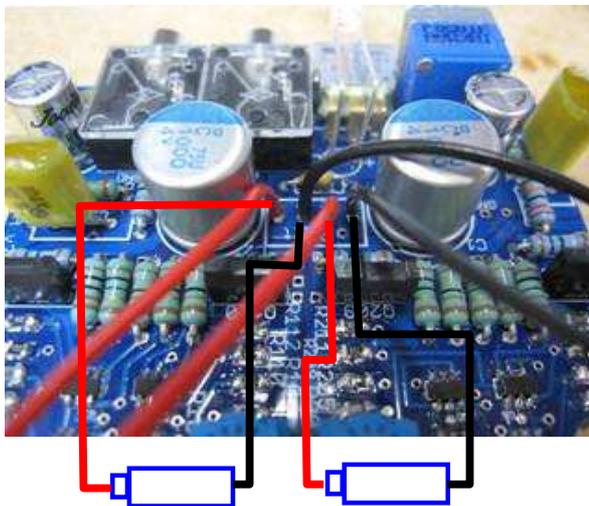
1)丸穴と四角穴延長にカッターで切れ目を入れます 大型のカッターが使い易いです

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+、-の穴にそれぞれの電池ホルダからの赤、黒線を付けます

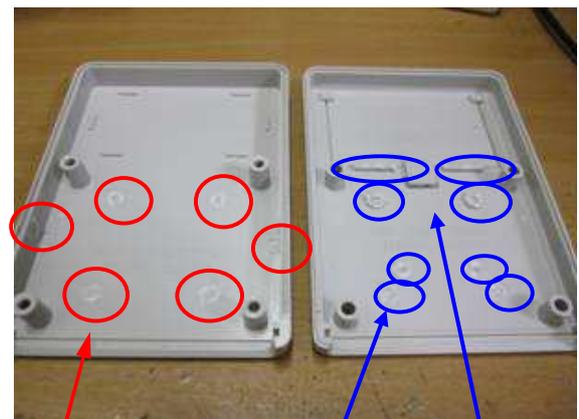
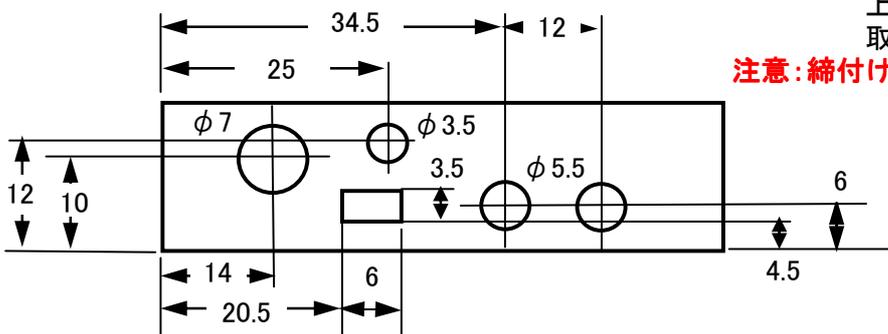


ケースに収まった時の配線イメージです。この長さになるようにリード線長を合わせます

7. ケース本体の加工

この基板は効チ・GHA7-2-9Dに合わせて作られています。特に電池ケース蓋部分とギリギリの寸法関係なので、右のような加工を行うようにしてください。

前蓋の穴あけ(参考寸法)



上蓋は6箇所のボスを下蓋は奥の仕切りと取り除きます
注意: 締付け穴は残す
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)

前側のボスは取り除きます
(背の高いコンデンサ等の高さ確保のためです)

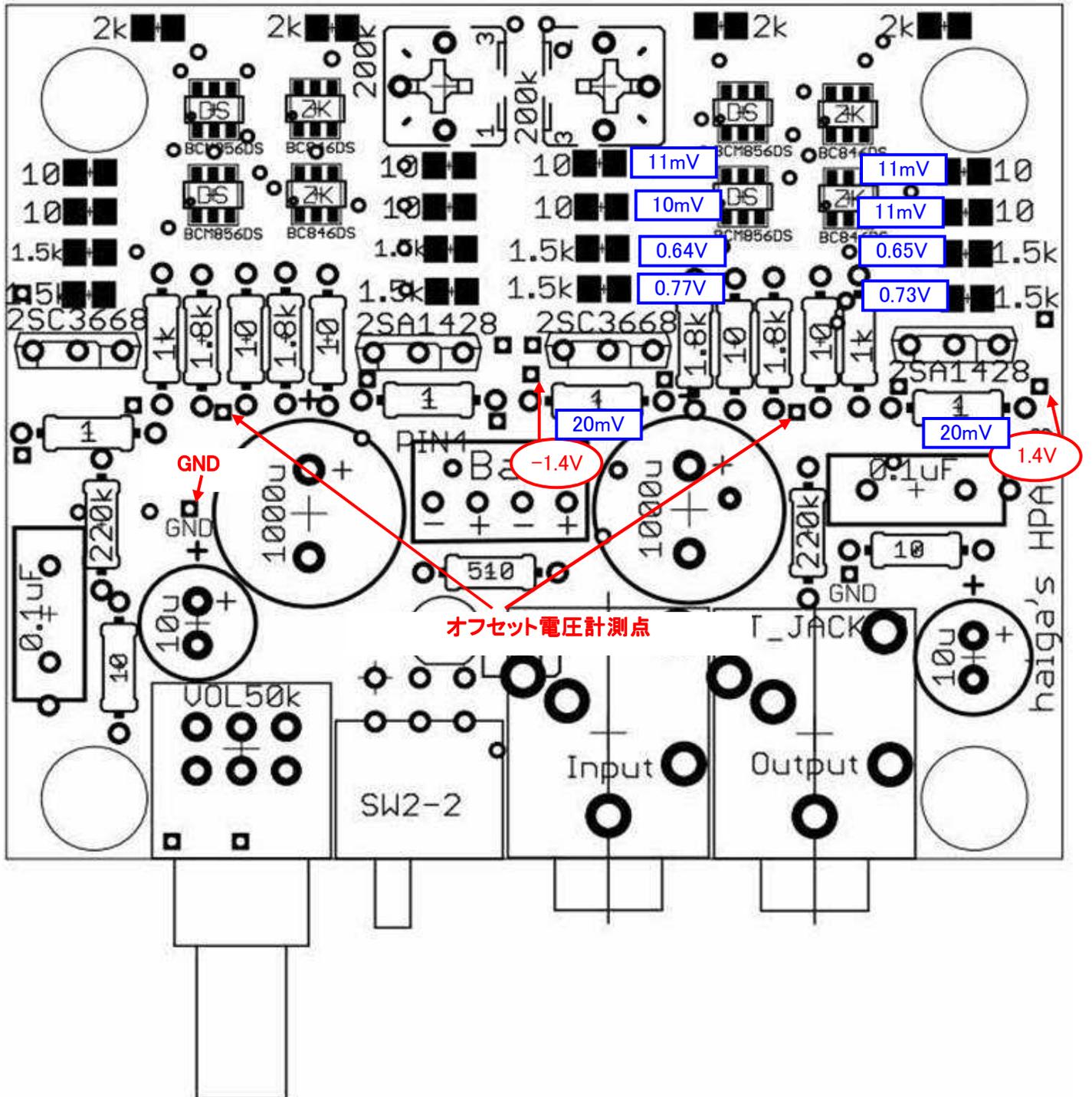
【参考:回路各部の電圧】

右chのみを示します
電池電圧1.4V時

丸赤内 はGND間電圧、

四角青枠内

は両端間電圧を示す



・この図は向かって右の右チャンネルのみのデータを示します。左側も同等の値です。

(解説)

- ・計測時の電池電圧はエネルギー電池初期値1.4Vです。
- ・最手前1Ωに終段Trへの電流が流れます。電池電圧が一杯高いので、 $20\text{mV} \div 1\Omega = 20\text{mA}$ 流れています。少し大き目ですが、エネルギー電池の安定電圧1.25Vになれば約9~10mAの適正值になります。
- ・差動増幅回路の負荷抵抗1.5k(向こう側)の両端電圧は約0.65Vです。よって、差動増幅回路の電流は $0.65 \div 1500 = 0.4\text{mA}$ の電流が流れています。

差動増幅回路で大事なのは定電流回路の電流ですので、上側にある10Ω抵抗の電圧10mV,11mVですから、1.0mA,1.1mAでバランスしていることが判ります。

- ・これらの値は電池電圧で大きく変わりますが、バランスは変わりませんのでチェックに使ってください。

これらのバランス(特に左右差)が異なる場合は「ハンダ付け」を90%の確立で疑って調べてください。

【オフセット調整方法】

このHPAは音質面で出力カップリングを使用していないので、オフセット電圧に留意する必要があります。概要にも述べたようにhFEが揃ったトランジスタ入手が厳しいのでオフセット電圧が発生します。VR1、VR2でオフセットを修正する電圧を入力に印加する方式を採っています。

手順

- ・電源を入れる前に、オフセット調整半固定抵抗VR1、VR2の位置をほぼ真ん中にしてください。
- ・音量調整ボリュームを最小にしてください(これで入力がGNDされます)
- ・オフセット電圧計測点とGND間の電圧を計測します。
この電圧がプラス側の場合は調整抵抗を右に、マイナスの場合は左に回して±5mV以内に合わせます。ボリュームを回すと徐々に値が変わって行きます。Dualトランジスタの特性等で動作が安定するまでに時間がかかりますので、ゆっくりとボリュームを操作してください。
- ・この作業を左、右チャンネルとも行います。
- ・調整後、電源を入れたままにしておいて、20分程度経過した後の電圧を再チェック/調整します。

【参考】

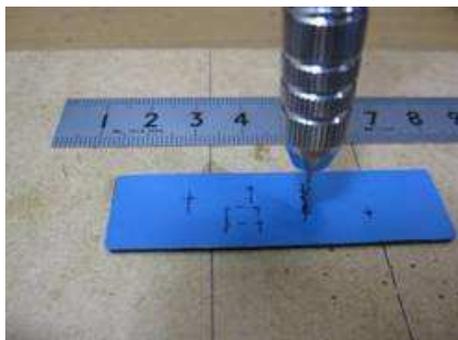
前蓋の穴加工方法：私が行っている方法を参考に記載します

1) 寸法記入用にビニルテープを貼る



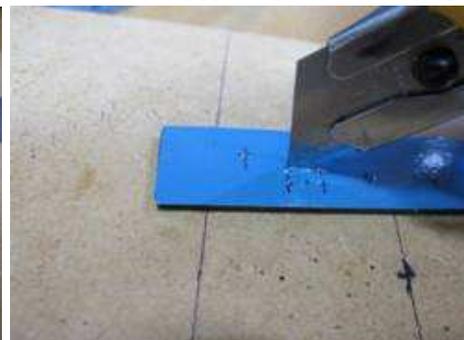
テープ周囲を蓋に合わせ切り落とす

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

- ・四角穴は細い四角やすりで仕上げる
- ・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

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