

Zwin差動 Li-ionバランス型ヘッドフォンアンプ v6-2 製作マニュアル

【はじめに】

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。

- ・このアンプは、ミュージックプレーヤーなどの出力を入力し、ヘッドホン出力することを想定して作ったものです。
- ・携帯性を考慮し、充電機能付き単3型リチウムイオン電池仕様で大型ヘッドホンも駆動できます。
- ・このアンプの基本回路は拙作v3です。これを電圧アップに対応した最適な回路定数に変更しています。電圧が電池電圧の約二倍あるので、高インピーダンスのヘッドホンでも駆動できるかもしれません。
- ・本バージョン「v6-2 バランス型」は終段増幅を2回路に増設しバランス型(BTL)にしたものです。

【完成イメージ】

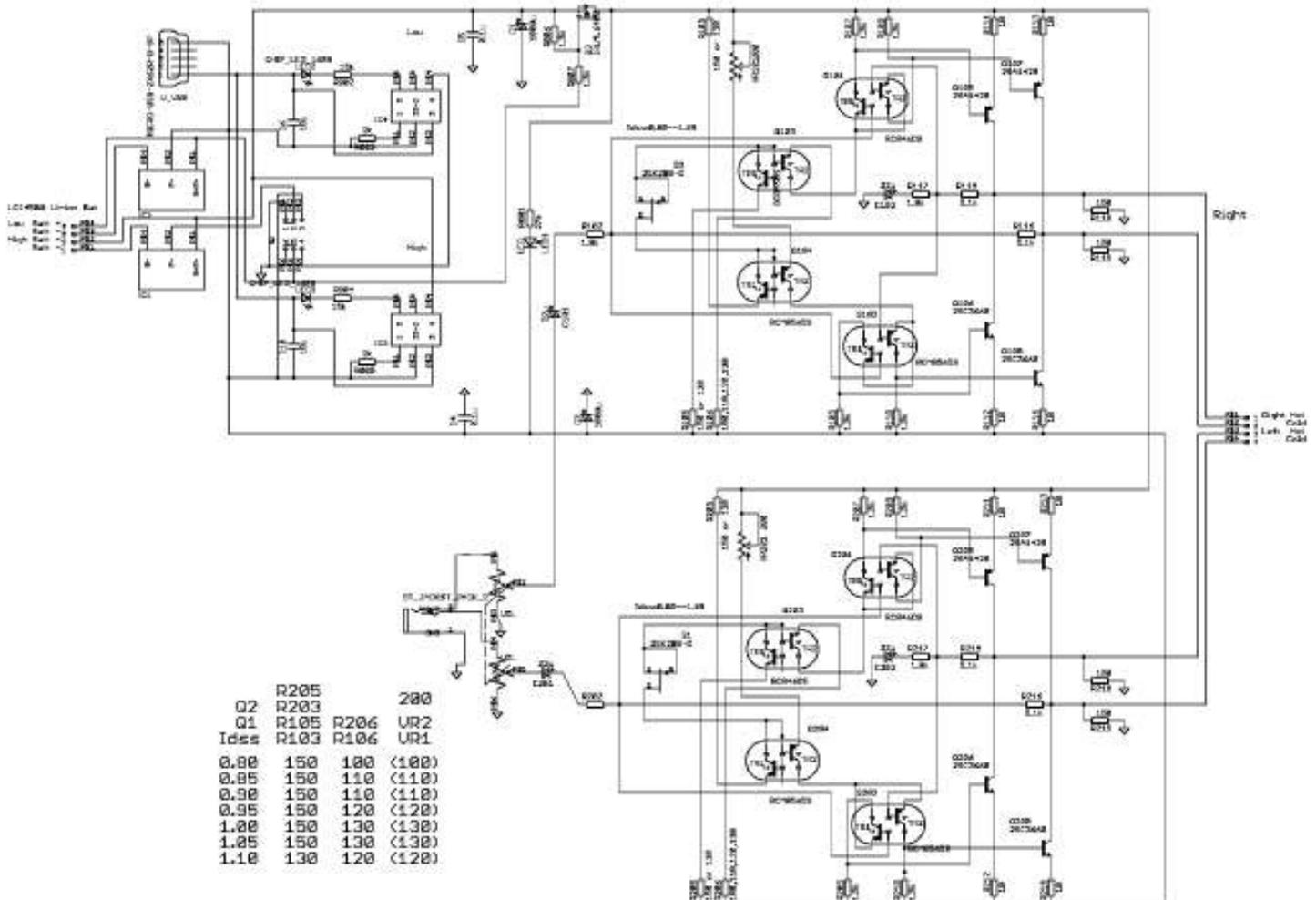


内部



【回路図】

注:コンデンサはオプション品です



注:画像が小さく見にくいので、拙作ブログ掲載回路を見てください。

- ・リチウムイオン電池を使う専用設計です。2個のLi-ion電池専用充電ICはXC6802に変更されました。電池に内蔵されていた過放電防止プロテクト回路を基板上に設け、電池容量増加を図りました。
- ・入力はアンバランス専用ですが、GNDに落としたCOLD側にも入力抵抗1.8kとカップリングコンデンサが全体バランスを取るために付いています。出力についている150Ωは電荷バランスを取るためです。

【部品リスト】

HPA v6-2 バランス型パーツリスト

| 部品番号 | 部品名 | 型番、値 | 個数 | 実装 |
|--|-----------------|--|----|----|
| ・表面実装部品付き基板 | | | | |
| | 専用基板 | | 1 | |
| ・トランジスタ | | | | |
| Q101,Q201 Q103,Q203 | NPNデュアルTr | BC846DS | 4 | ● |
| Q102,Q202 Q104,Q204 | PNPデュアルTr | BCM856DS | 4 | ● |
| Q105,Q205 | PNP Tr | 2SA1428-Y | 4 | |
| Q106,Q206 | NPN Tr | 2SC3668-Y | 4 | |
| Q1,Q2 | J-FET | 2SK208-O (Idss選択 0.80~1.15mA) | 2 | ● |
| ・コンデンサ | | | | |
| C1,C2 | 表面実装コンデンサ | 1000u (EEEFK1A102P,or,EEE0JA102UP) | 2 | |
| C101,C102 C201,C202 | カップリングコンデンサ | 22u/25v (MUSE BP 無極性) | 4 | |
| C4,C5 | チップコン 2012 | 0.1u | 2 | ● |
| ・チップ抵抗 | | | | |
| R001 | チップ抵抗 2012 | 27k (LED電流調整) | 1 | ● |
| R118,R119 R218,R219 | チップ抵抗 2012 | 150 (出力回路電荷バランス) | 4 | ● |
| R103,R105 R203,R205 | チップ抵抗 2012 | 150 or 130 (アイドル電流調整、Q1,Q2のIdssで選択) | 4 | ● |
| R106 R206 | チップ抵抗 2012 | 100,110,120 or 130 (アイドル電流調整、Q1,Q2のIdssで選択) | 2 | ● |
| R107,R108 R109,R110 R207,R208 R209,R210 | チップ抵抗 2012 | 1.5k (差動増幅 負荷抵抗) | 8 | ● |
| ・充電用パーツ | | | | |
| IC3,IC4 | 充電用IC | XC6802 | 2 | ● |
| IC1,IC2 | Li-ion電池Protect | | 2 | ● |
| C6,C10 | チップコン | 10u | 2 | ● |
| R002,R004 | チップ抵抗 2012 | 15k (LED照度調整) | 2 | ● |
| R003,R005 | チップ抵抗 2012 | 2k (充電電流調整) | 2 | ● |
| LED2,LED3 | チップLED | 青、1608 | 2 | ● |
| ・入出力、負帰還 金属皮膜抵抗 | | | | |
| R102,R202 R117,R217 | 金属皮膜抵抗1/4W | 1.8k(RO抵抗、入力) | 4 | |
| R111,R114 R211,R214 | 金属皮膜抵抗1/4W | 10 (RO抵抗、出力負荷) | 4 | |
| R115,R116 R215,R216 | 金属皮膜抵抗1/4W | 5.1k(RO抵抗、負帰還) | 4 | |
| ・機構部品 | | | | |
| ST JACK1 | φ3.5ステレオジャック | AJ-1780 | 1 | |
| | 6極コネクタ | ヒロセ・HR10A-7R-6S(73) | 1 | |
| VR1,VR2 | 半固定抵抗 | 200Ω (DC調整) | 2 | |
| SW | 2系統スイッチ | LINKMAN,2UD1-T1-A1-M6-R-E | 1 | |
| VOL | 2連ボリューム | A50k(またはA20k),LINKMAN, RD925G | 1 | |
| | ボリュームノブ黒 | φ6 | 1 | |
| LED1 | LED | 青色 φ3 | 1 | |
| | 電池ケース | 単三1本用 | 2 | |
| | 収納ケース | 効子,GHA7-2-9DB(黒) | 1 | |
| USB_B_Micro | microUSBジャック | ZX62R | 1 | ● |

【部品の定数について】

- ・初段差動増幅、定電流に用いているトランジスタは、1つのパッケージ内にhFEが揃った2つのトランジスタ素子が入った、デュアル・トランジスタです。ピン配列、サイズが合えば別のシリーズでも構いません。参考までに、使用しているトランジスタのhFEや約300程度です。
- ・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。hFEは±22%程度以内に選別した方が無難です。
- ・FET(Q1,Q2)の I_{dss} とR103,R105,R203,R205とR106,,R206の組み合わせは、差動回路の定電流値を調整し、且つ終段増幅トランジスタのアイドル電流を決める大事な抵抗です。R107~110,R207~210の差動増幅負荷抵抗と共にセットになった定数です。但し、これらは実装装着済みです。VR1、VR2は差動回路の定電流値のバランスを変えて、DCバランスを調整する抵抗です。初期はR103程度の値(ボリュームの中央からやや上側)に上げておいてください。
- ・R118,119,218,219の150Ωは出力の電荷を開放させる抵抗です。
- ・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。アイドル電流は7~15mA程度です
- ・ボリュームは50kが推奨ですが、入手性の関係で20k程度でもOKです。頒布品も何れかを使います。
- ・負帰還抵抗は1.8kと5.1kで構成しています。これで約3倍の増幅です。増幅率が大きい場合にはR115,116,215,216を3.9k程度に下げ、少ない場合には6.8k程度に上げてください。但し、増幅率を上げると歪が増える可能性があります。
- ・電源コンデンサはスペースの関係で表面実装1000uFを用いていますが、基板の取り付け部は通常のピンタイプのコンデンサも使えるようになっていました。高さの高い大容量のコンデンサが使えます。低音の伸びが増えます。

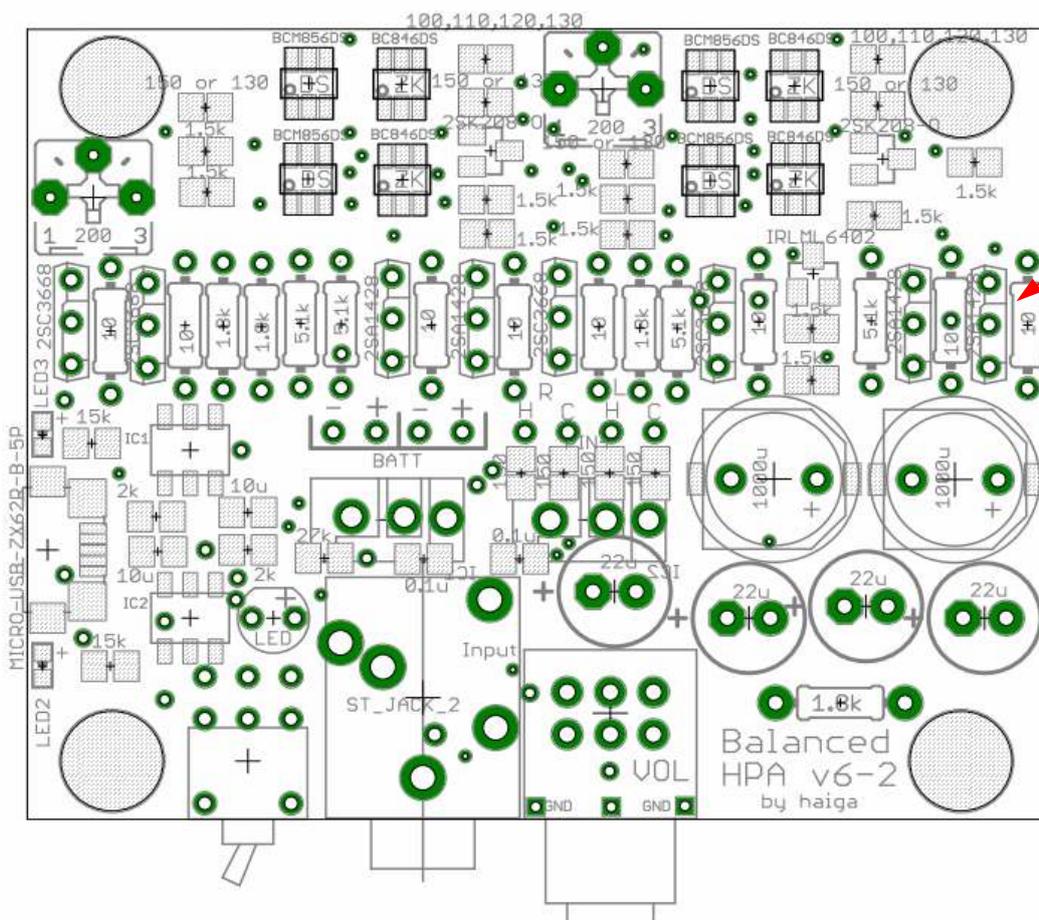
【組立手順】

一般的に背の低い部品から組み立てますが、表面実装部品が既に実装されていますので、以下の手順で組み立ててください。

部品の定数と配置はこの図を参照願います。

終段Trの

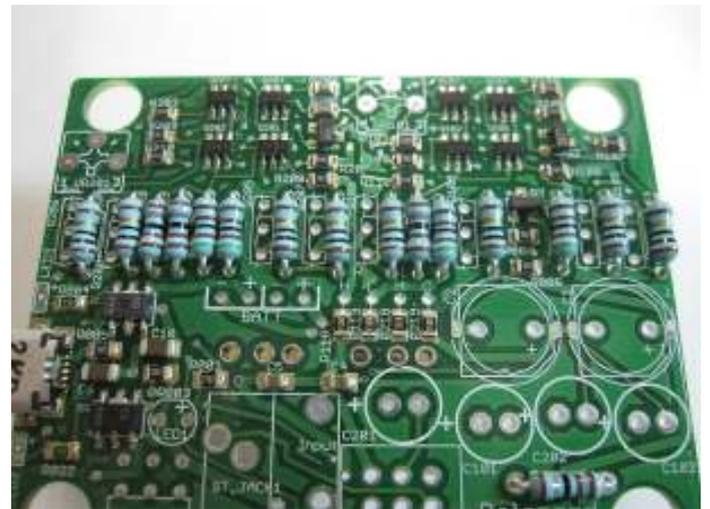
部品番号面はこちら側です



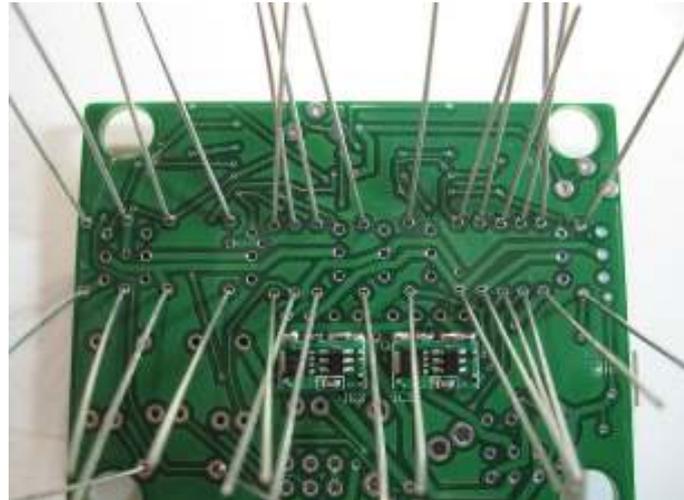
1. 頒布した基板の表面実装部品を確認してください。



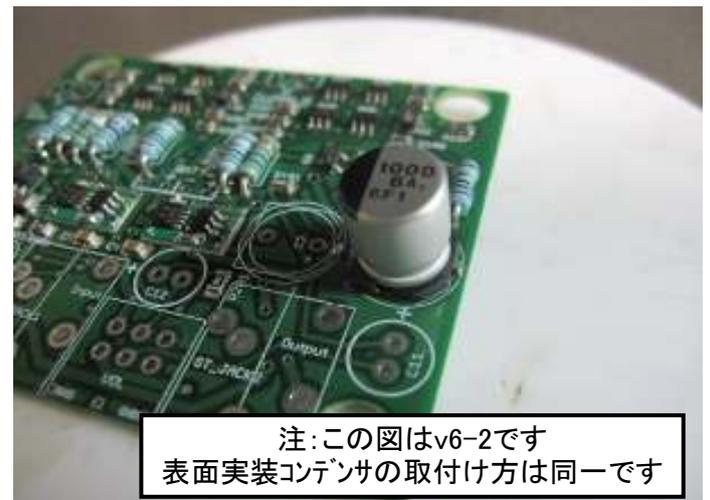
2. 高さが低い抵抗から取り付けます



3. 裏側から熱をしっかりとかけてハンダ付けします。



4. 表面実装コンデンサを右側から付けます



注:この図はv6-2です
表面実装コンデンサの取付け方は同一です

5. 左のコンデンサも取り付けます



注:この図はv6-2です
表面実装コンデンサの取付け方は同一です

6. その他の部品を取り付けます



LEDの取り付け方



こちらが+

基板の端面に
合わせて曲げる

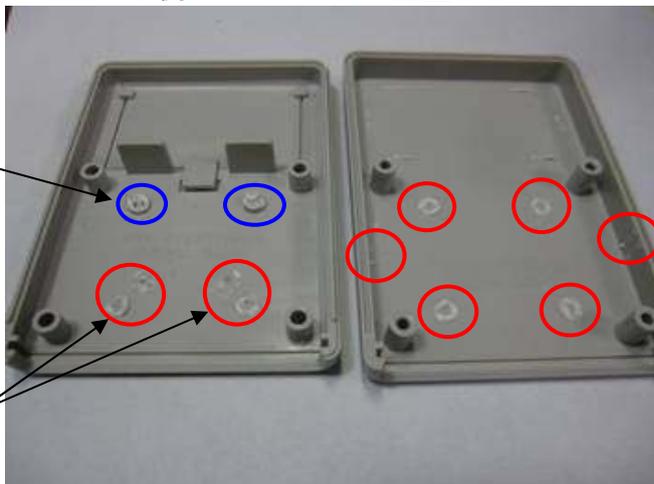
下側

上蓋

1.5mm程度残す
ここも全部取ります

奥側の
ボスを1.5mmの高さに
切り残します
(電池ケース蓋との
干渉を防止します)

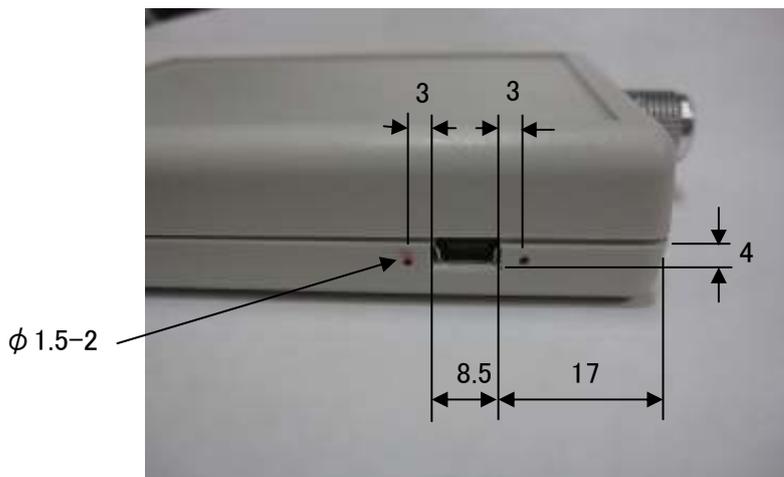
これは取る



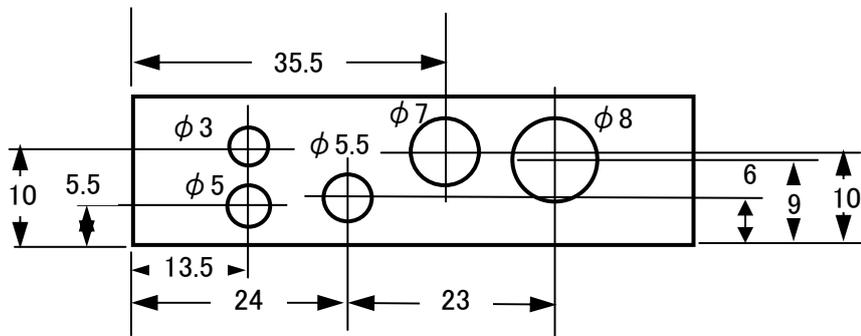
赤色部は全て切り取る

上蓋は6箇所のボスを取り除きます
注意: 締付け穴は残す

USB充電端子と充電LEDランプ光源穴の加工 (現物にあわせるのがBest)



前蓋の穴あけ



9. 電池ケースの取り付け

電池ケースは底を抜かないと本体ケースに収納できないので加工が必要です。
両端にある穴を使い切れ目を入れます

周囲にカッターで筋を入れ、そこを何度もカッターで切り込んで行きます。少しの力で切れます。



結線

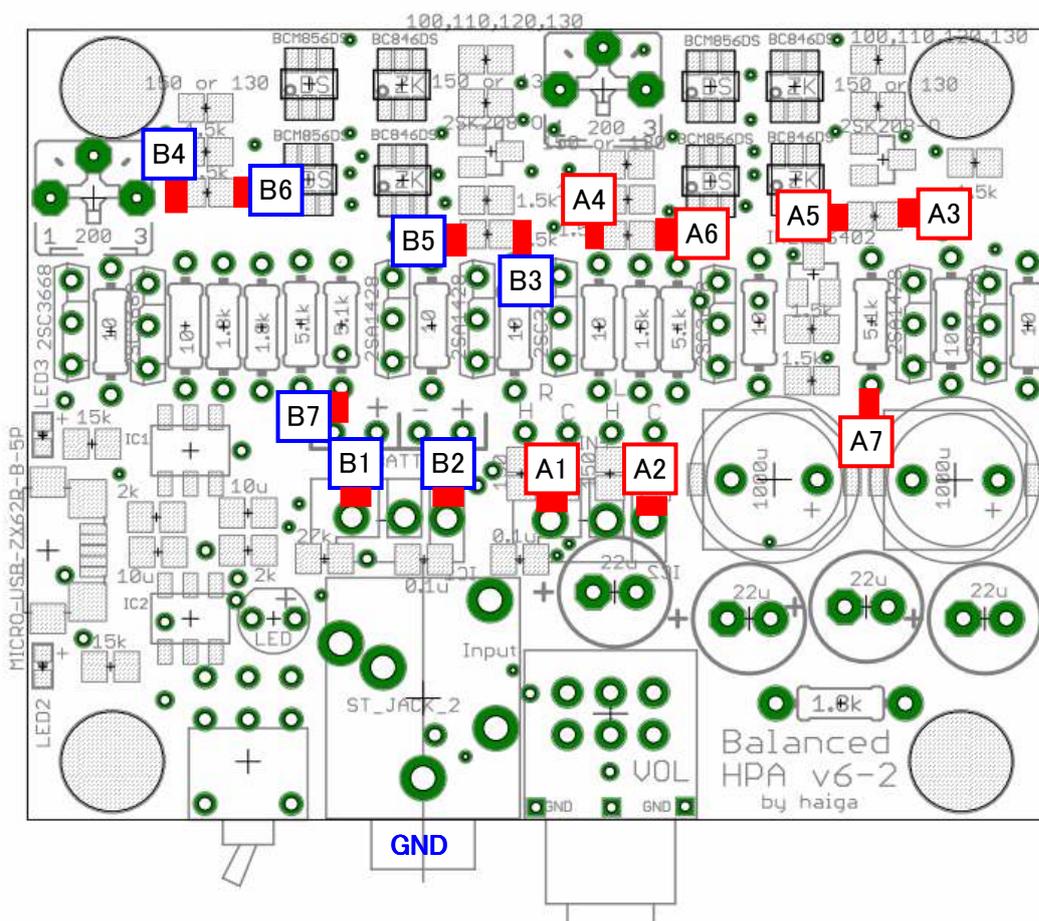


右側から赤+黒-、
更に赤+黒-の順に
ハンダ付けします。

注:これはv6-2 std の図です
電池ケース結線は同じです。

【調整とチェック】

調整点は左右チャンネルのDCバランスだけですが、念のために以下のチェックをしてください。



1. 各部の電圧、電流値をチェックします。

- 1) Li-ion電池からProtect_ICまでの通線を確認する: A1-A2、B1-B2がLi-ion電圧のこと
(穴の中にある基板端子)
- 2) 正電圧: A3-GND間、B3-GND間が約4.0Vまたはリチウムイオン電池電圧であること
- 3) 負電圧: A4-GND間、B4-GND間が約-4.0Vまたはリチウムイオン電池電圧であること
- 4) 差動増幅負荷抵抗電圧差: A3-A5、B3-B5、A4-A6、B4-B6間が約0.7~0.9V程度であること
この値ならば差動増幅の電流値は $0.8 \div 1500 \doteq 0.5\text{mA}$ となる。
- 5) 終段Trコレクタ抵抗電圧差: 10Ω が、70~180mVであること(100mV程度を推奨)
この値ならば終段増幅のアイドル電流は(値) $\div 10 = (\text{mA})$ となる。
注: 終段Trのコレクタ抵抗は8個あるので、これらの個々の値が上記の範囲にあればOKです。
また、平均値が100mV(=アイドル電流10mA)程度にあれば使用電流も適切です。

2. 左右のDCを調整します

1)右側のVOLを調整し、A7とGND間の電位を5mV以下に調整します

2)左側のVOLを調整し、B7とGND間の電位を5mV以下に調整します

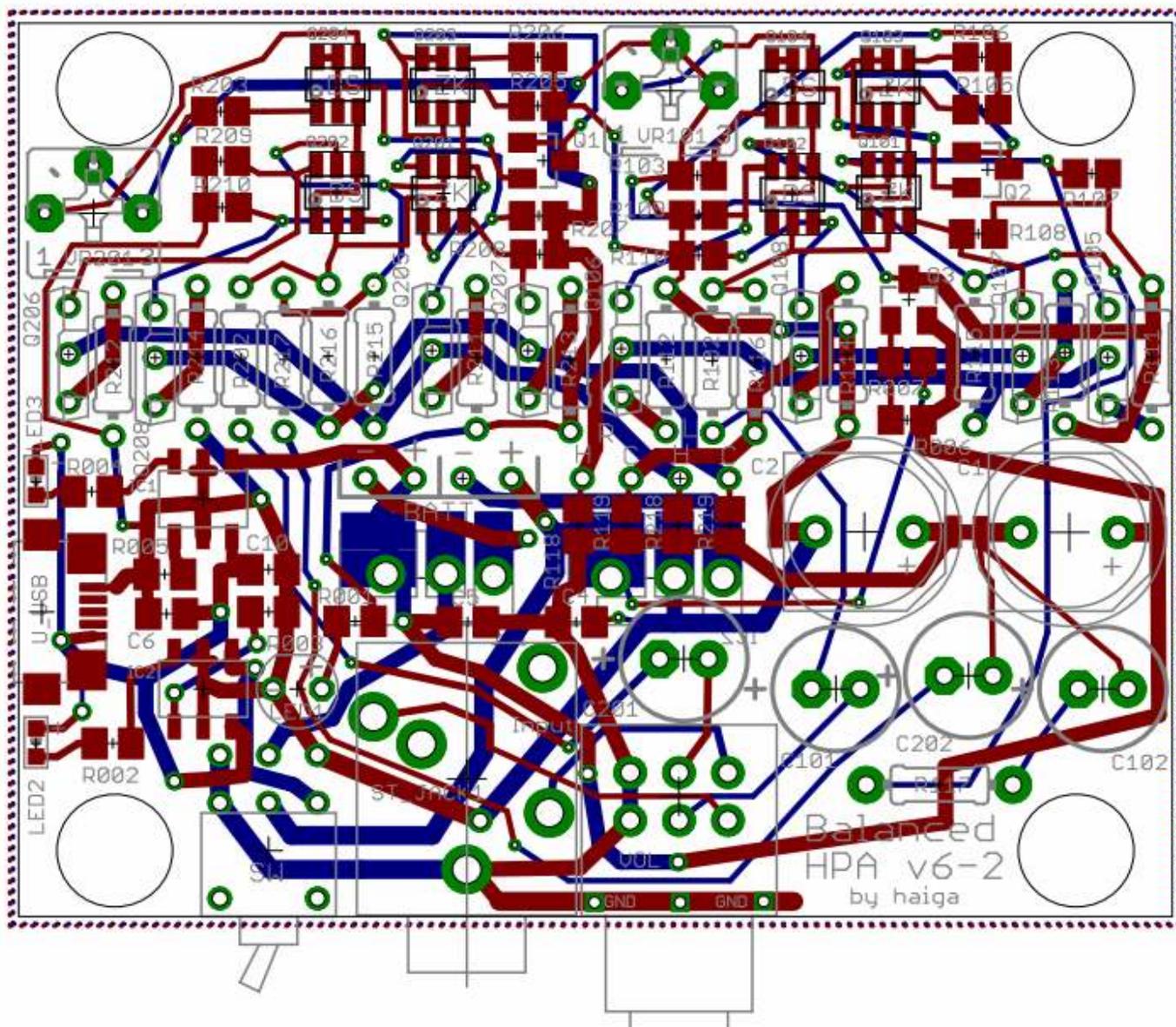
注意：電流調整抵抗R106,R206を変えた場合には、1-4)及び2. を再度チェックしてください。

- (解説)
- ・このHPAの良いところは、DCだけの調整で安定して動作することにあります。これまで私が作ってきたHPAはアイドル電流調整があったので面倒でしたが、このアンプは定電流値がFETで安定することがとても良いところです。
 - ・また、バランス型になったことで、DC調整が狂ってもHotとCold間にDCは殆ど発生しません。よって通常のアンプと異なりDC変化(入力系)に気を使うことはありません。

もしも、動作(音)や電圧がおかしい場合の原因はほとんどがハンダ付け不良にあります。これぐらいの電圧では素子が壊れることはほとんどありません。ご自分の作業を疑ってください。

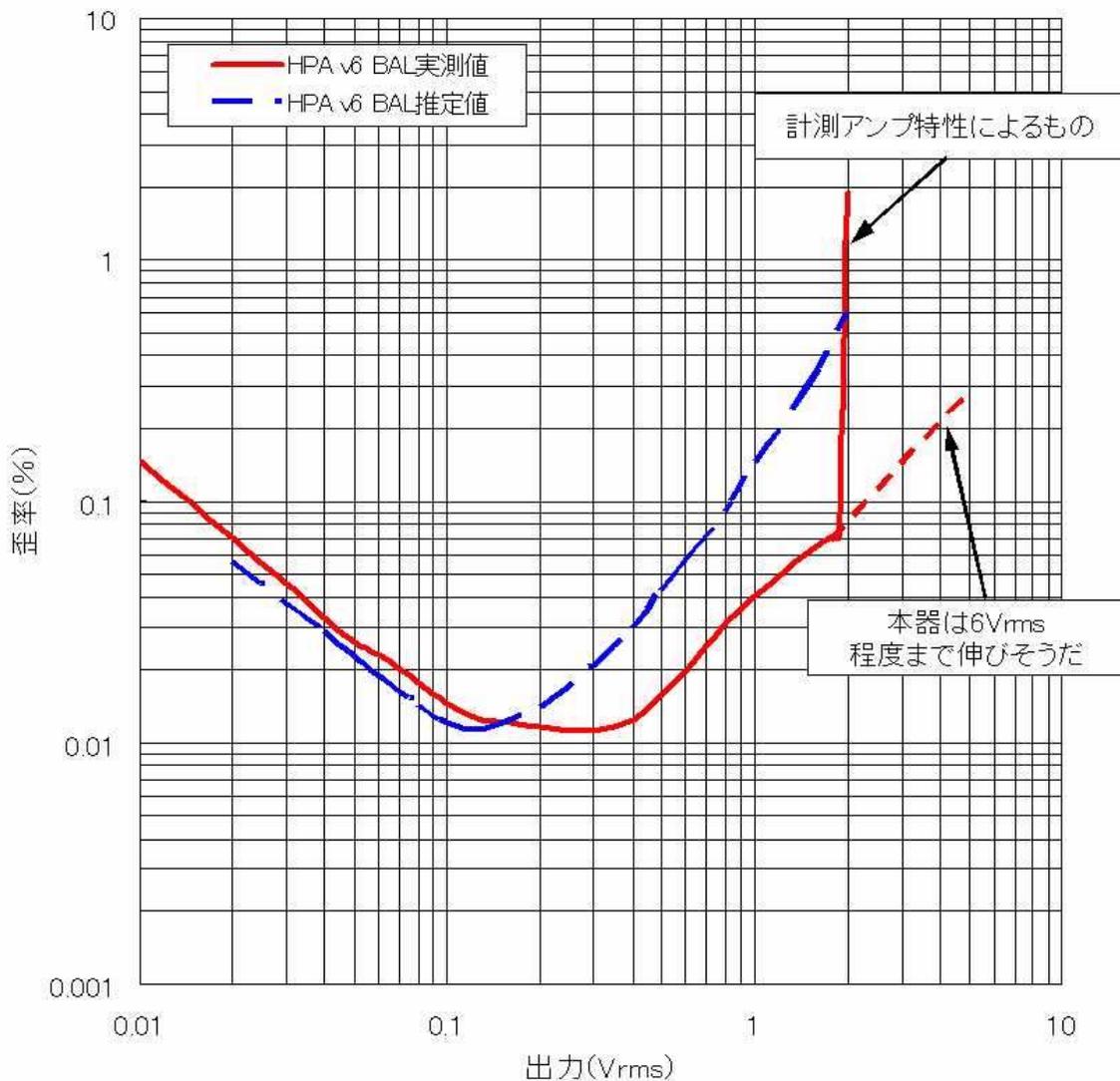
【参考資料:基板の配線ライン図】

何かトラブルがあった場合、各部品がどのラインで接続されているかを示す図です。赤線が表面(部品面)、青線が裏面(ハンダ面)です。



バランス型アンプをアンバランス型用の歪率計測器で測るための変換/計測アンプが約3V_{p-p}(2V_{rms})で飽和するため実測は2V_{rms}までですが、実力は4V_{rms}(=200mW)ありそうです。

HPA v6 バランス型ヘッドホンアンプ歪率
Li-ion電池、4V、実測値(1kHz, 75Ω)



【参考資料: HPA v6-2 バランス型 の周波数特性】

