

単三電池2本で動くバランス型ヘッドホンアンプ 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。
- ・私のヘッドホンアンプ作りの原点である、「単三電池2本で動く」にこだわり、更に「バランス型」としました。
- ・バランス型はヘッドホン改造があるので最初からはどうも…という方には、アンバランス型にもできる構成です。
- ・オペアンプはNJU7043Dを使っていますが、LT1112等の低電圧対応オペアンプが使えます。

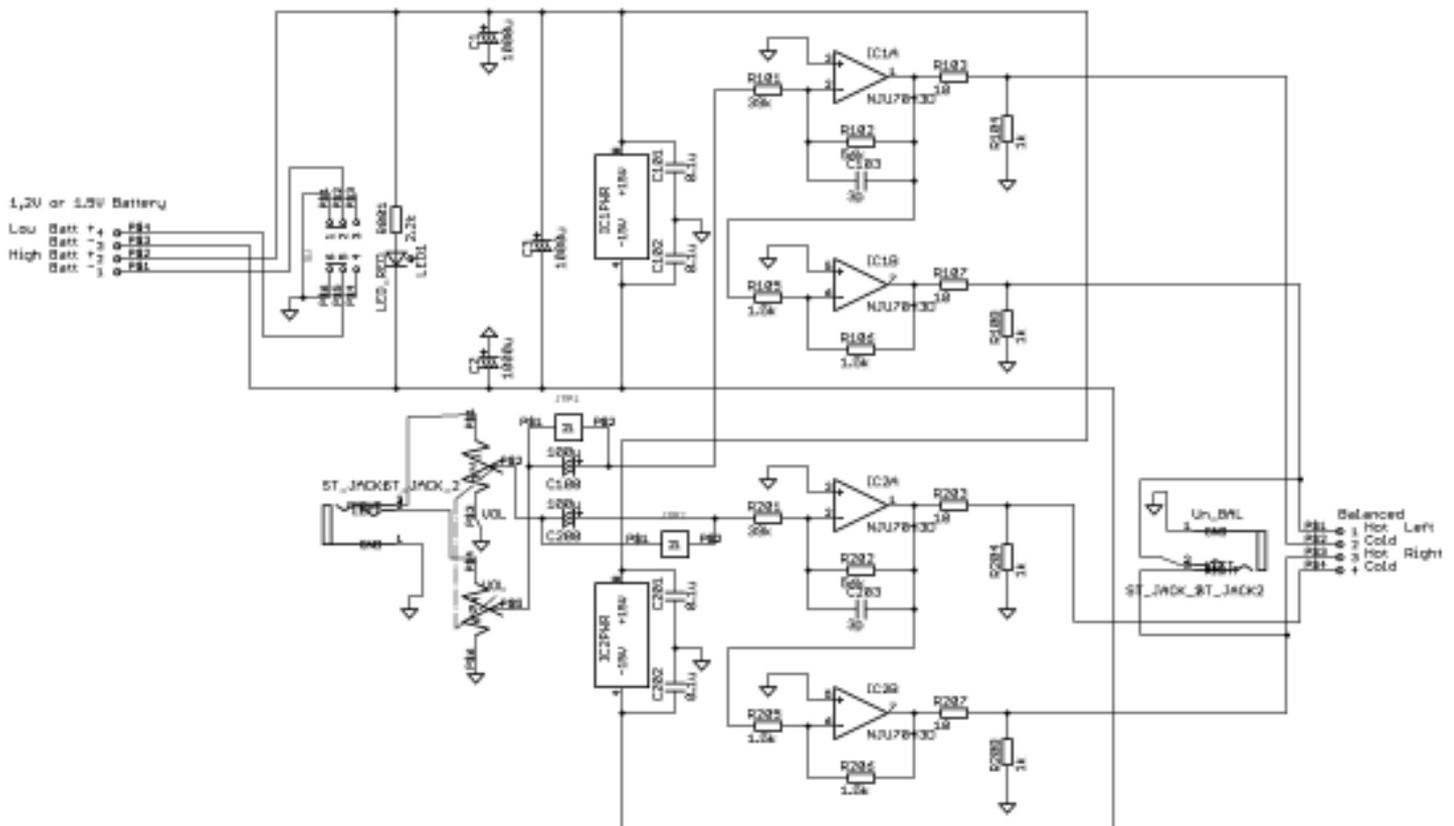
【完成イメージ】 ログ・シールを作りました



内部



【回路図】



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。

【部品リスト】

部品番号	部品名	型番、値	個数
・基板			
	専用基板		1
・オペアンプ			
IC1,IC2	オペアンプ	NJU7043D	2
・コンデンサ			
C1,C2,C3	表面実装コンデンサ	1000u	3
C101,C102 C201,C202	セラミックコンデンサ	0.1uF	4
・入出力、負帰還 金属皮膜抵抗			
R101,R201	金属皮膜抵抗1/4W	39k(利久RO抵抗)	2
R1020,R202	金属皮膜抵抗1/4W	56k(利久RO抵抗)	2
R105,R106 R205,R206	金属皮膜抵抗1/4W	1.5k(利久RO抵抗)	4
R103,R107 R203,R207	金属皮膜抵抗1/4W	10(利久RO抵抗)	4
R104,R108 R204,R208	金属皮膜抵抗1/4W	1k(利久RO抵抗)	4
・機構部品			
	丸ピンICソケット	8P	2
ST JACK1	φ3.5ステレオジャック	AJ-1780	1
SW	2系統スイッチ	LINKMAN,2UD1-T1-A1-M6-R-E (ON-ON)	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
	アルカリ電池	単三	2
	収納ケース(STD)	効チ,GHA7-2-9DB(黒)	1

【部品の定数について】

- ・IC1,IC2のオペアンプは、CMOS構成で低電圧動作(1.8~5.5V)のNJU7043Dをベースにしています。低電圧動作ながら40mA-typの高出力電流が取れるのでヘッドホンの駆動に使えます。また無信号時の消費電流が600uAなので、A級増幅のオペアンプと異なりかなりの省エネ動作です。LT1112等の低電圧で動作するオペアンプでも同様に動作します。
- ・電源コンデンサC1、C2、C3はプラス側電源とGND間、マイナス側電源とGND間、そしてバランス型の電流を加味したプラス側とマイナス側を結ぶ位置に装着しています。標準は表面実装型の1000uFですが、低音増強を意図して導電性アルミ固体電解コンデンサ(OS_CON)をオプションとして用意しました。高さが11mm以内のコンデンサならば装着できます。
- ・一段目増幅のオペアンプ回路ですが、反転増幅を用いここでゲインを調整しています。入力抵抗R101,R201と負帰還抵抗R102,R202の組み合わせは、当初56k,120kを使う予定でしたが増幅ゲインが大きくボリューム位置が下がり過ぎるので、利久RO抵抗の手持ちによって39k,56kの組み合わせになりました。ここのゲインを合わせるのならば若干の変更しても構いませんが、CMOSオペアンプの高インピーダンスを生かすため、高めの抵抗値を選定してください。高域の位相調整のため3pコンデンサが入られるように回路を組んでありますが、無くても構いません。

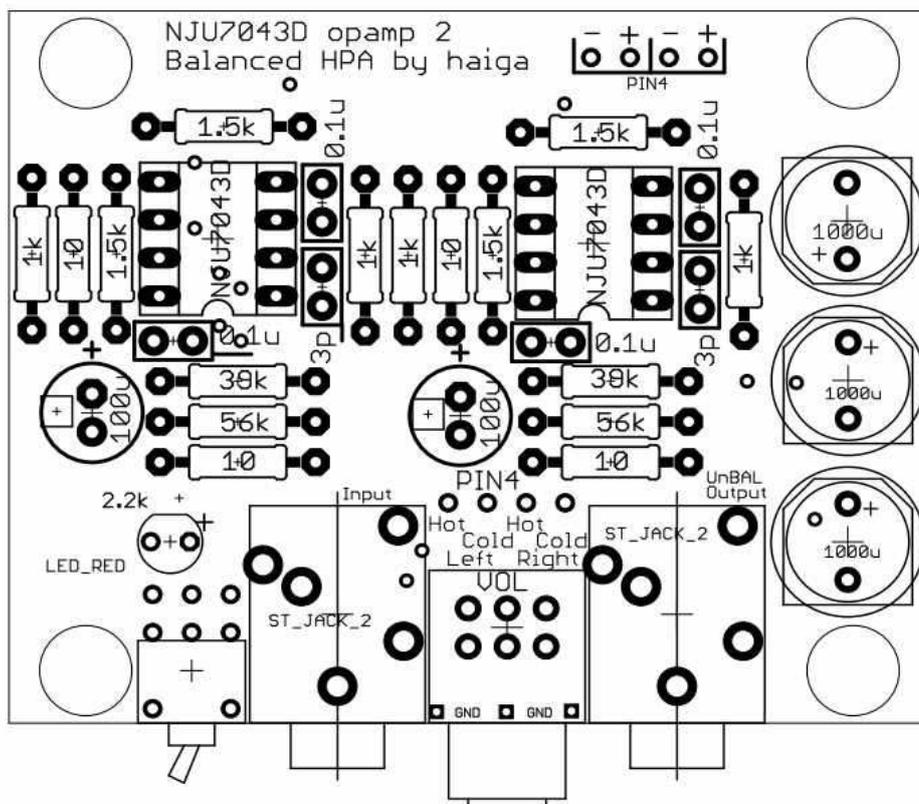
- ・二段目も反転増幅オペアンプ回路でゲインは1倍です。
この抵抗R105,R106,R205,R206の1.5kはあまり大きくしない方が、歪率が低目に安定します。
- ・出力負荷抵抗R103,R107,R203,R207には利久RO抵抗である10Ωを使いました。
出力増を狙って4.7Ωを使ったテストをしてみました、最大出力が若干上がるだけなので10Ωに戻しました。
- ・ボリュームは50kが推奨ですが、入手性の関係で20k程度でもOKです。
- ・折角のDCアンプなので入力カップリングコンデンサ部はショート・ジャンパで割愛できます。
入力オフセット電圧が心配の方は10~100uF程度をお使いください。
- ・電池は単三アルカリ電池(マンガンでも可)もしくは単三エネルーブ等が使えます。
- ・低電圧電源のため、パイロットランプに青色LEDが使えません。赤色LEDが使えます。

【組立手順】

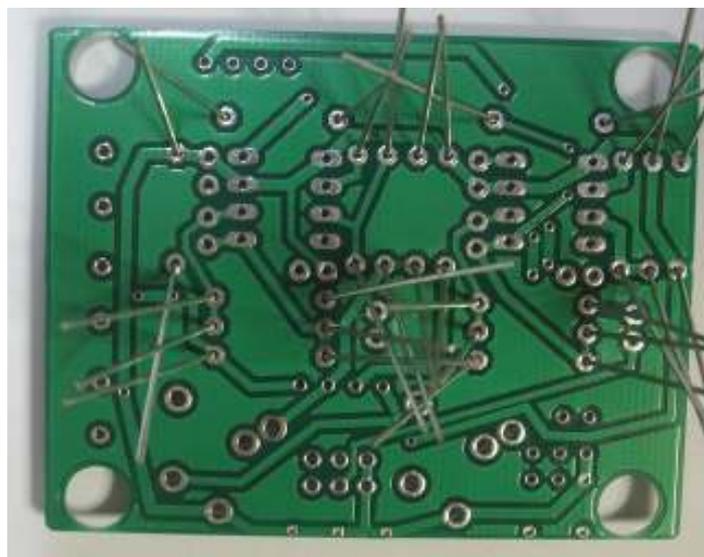
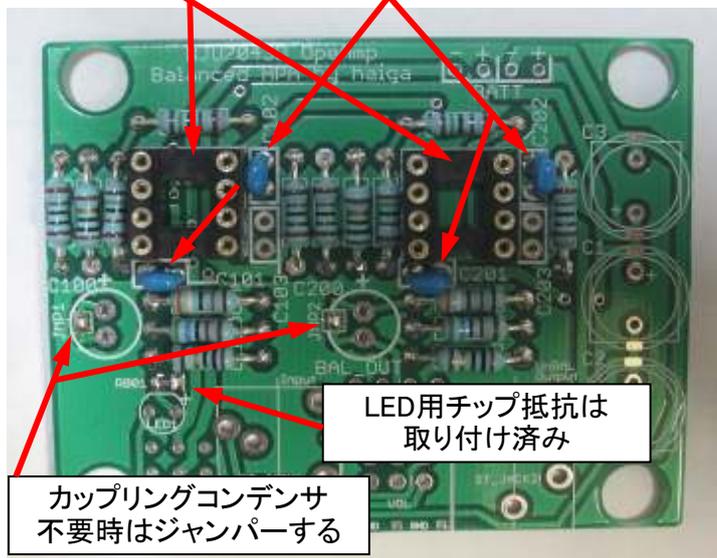
一般的に背の低い部品から組み立てます。

以下の手順で組み立ててください。

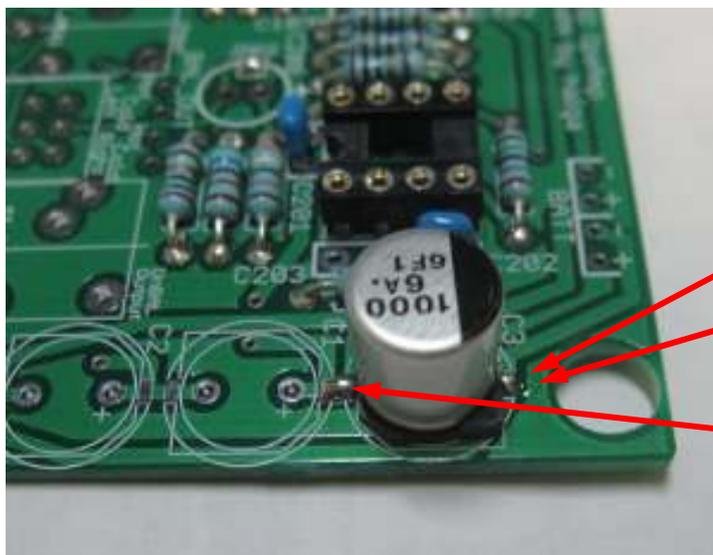
部品の定数と配置はこの図を参照願います。



1. 高さが低いICソケット、抵抗、セラミックコンデンサの順で取り付けます。抵抗の足根本をしっかりとハンダ付けします



2. 表面実装コンデンサは次の手順で付けます



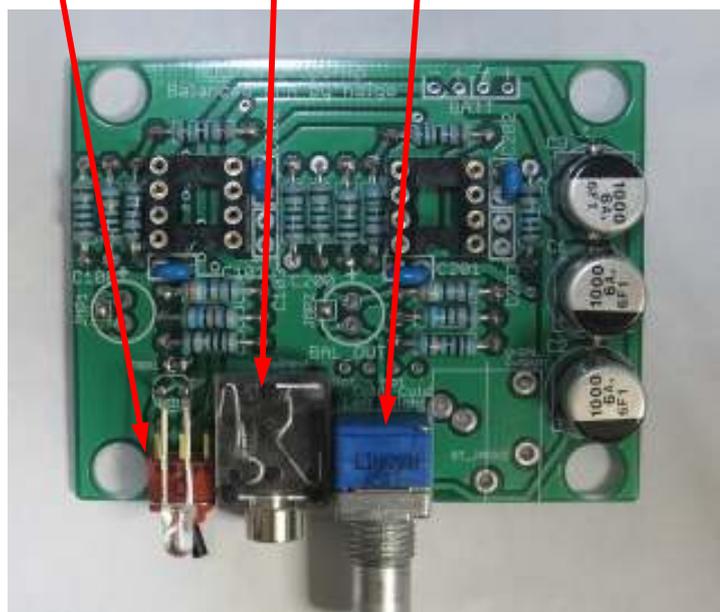
ここの端子にハンダを余盛りする。

コンデンサの足を合わせてハンダ付けする

こちら側をハンダ付けしながら、
次の端子もハンダを余盛りする

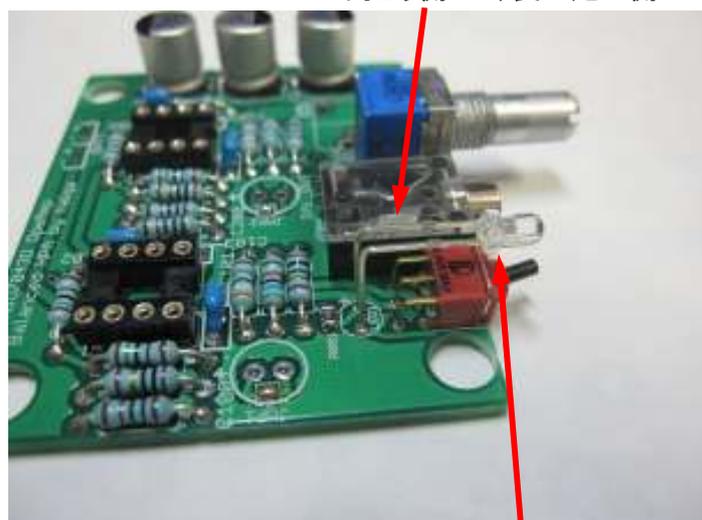


3. 電源スイッチ、入力ジャック、ボリュームを取り付けます

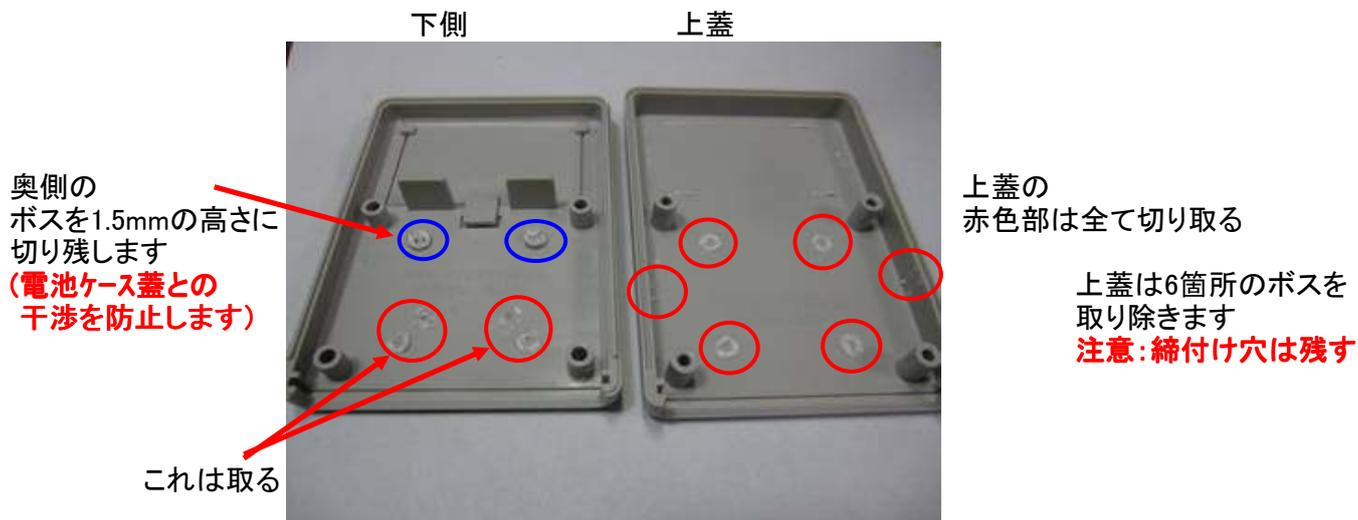


4. LEDを取り付けます

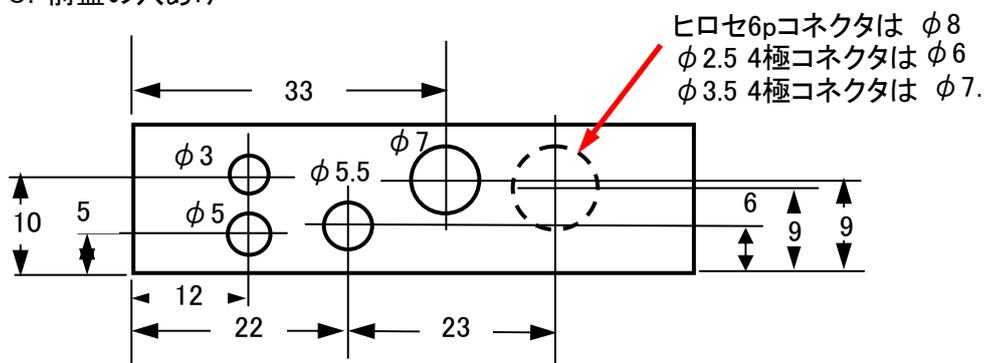
向こう側が+、長い足の側



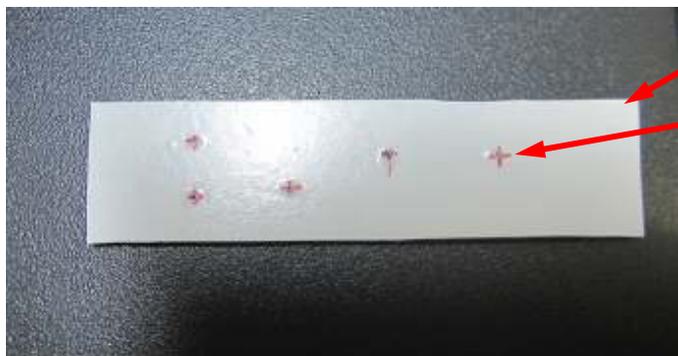
この段差部をスイッチの
段差部に合わせ、LEDの
足を直角に曲げて挿入します



6. 前蓋の穴あけ



穴あけ位置の正確な決め方(参考)



1. 蓋に白いテープを貼り、周りを合わせてカット
2. ボールペンなどで位置寸法を描く
3. $\phi 1$ mmドリルなどで下穴を開ける
4. $\phi 3$ mmドリルで穴を開ける
5. $\phi 3$ mmよりも大きい穴はリーマで拡大する

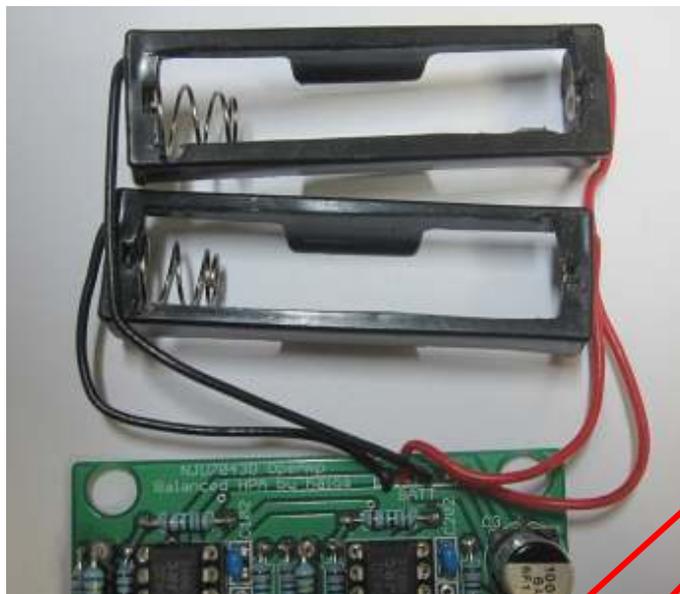
ケースに装着した状態



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。

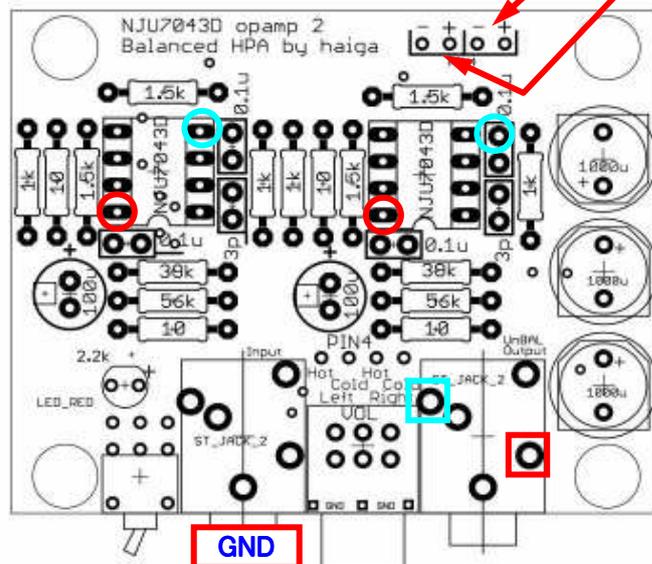


配線



右側から赤+黒一、
 更に赤+黒一の順に
 ハンダ付けします。

8. 電圧とDCチェック



- 1) オペアンプ、電池を装着して電源スイッチを右側へONしてください。LEDが点灯するはずですが。
- 2) 電圧のチェック: **GND**に対する○が電池電圧であるか。また○がマイナス電池電圧であるか。
- 3) バランス型の場合、各チャンネルの **Hot**, **Cold** 間のDC電圧が5mV以下であるか(ボリューム位置はMin)
- 4) アンバランス型で使用する場合、**GND**に対する□□各々がDC5mV以下であるか(同上)

※以上のチェックで異常が発生した場合の処置方法

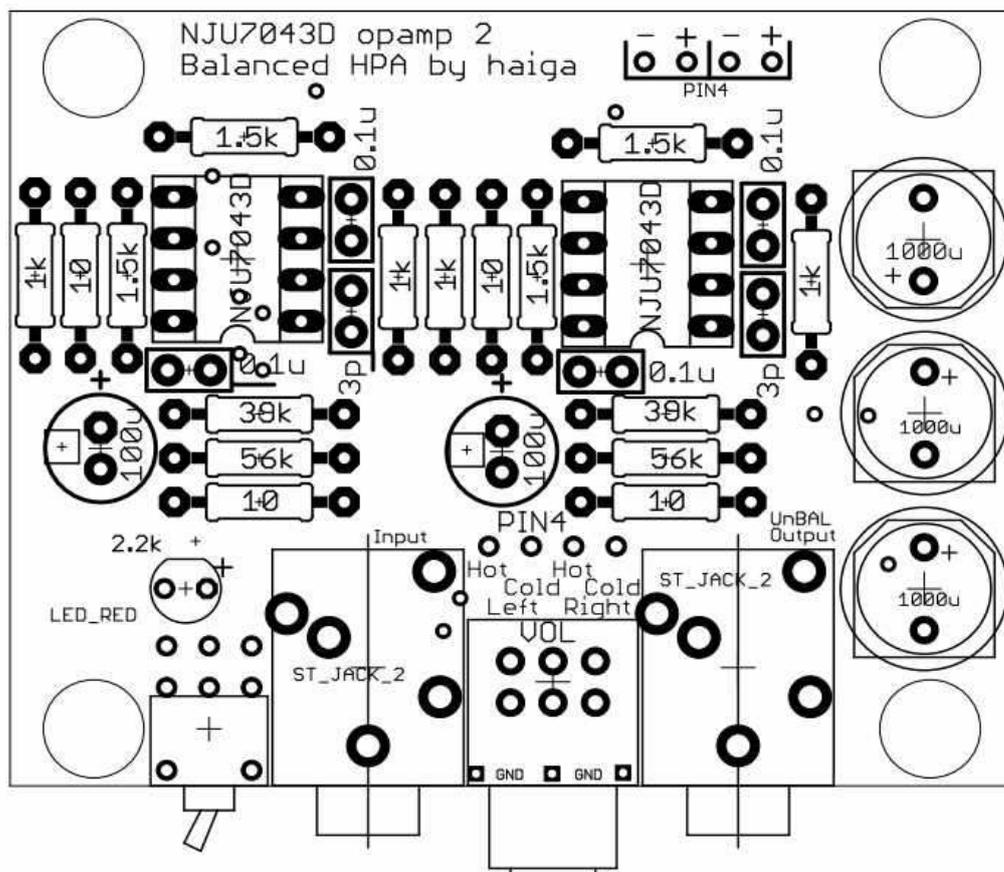
経験上、90%以上の確率でハンダ付けに問題があることが多いです。

・電圧がかからない: バッテリ配線接続端子の電圧、電源スイッチ部のハンダ付け、オペアンプ端子のハンダ付けをチェックしてください。

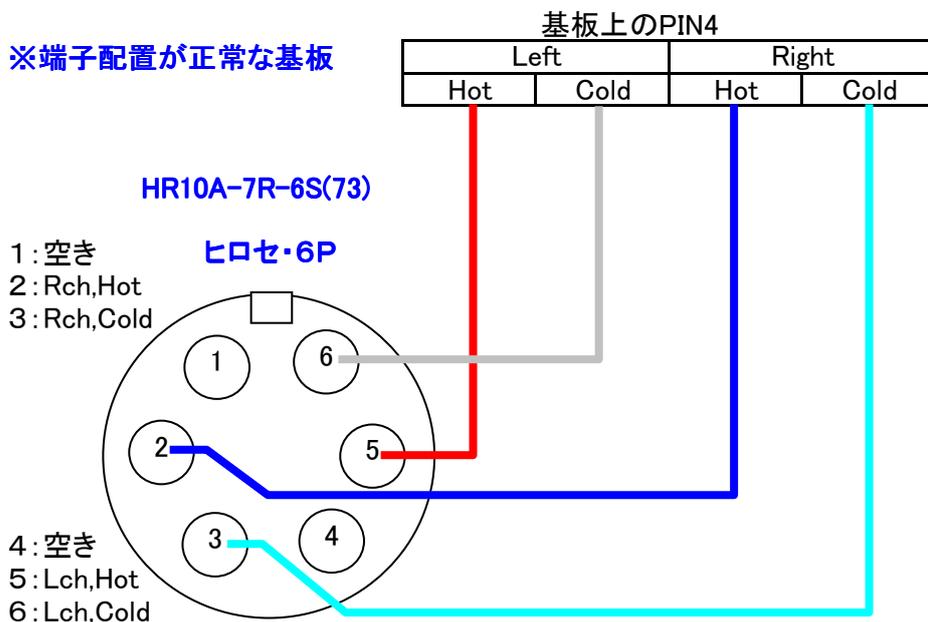
・DCバランスが異常: オペアンプ端子、および各抵抗のハンダ付けをチェックしてください。

9. 出力コネクタの取り付け

(DCチェックがやり易いように、DCチェック後に出力コネクタの接続にしています)



※注意: 入力ジャックのLR配線が逆付け基板があります。正常なもの、逆のもの の2種の説明をします

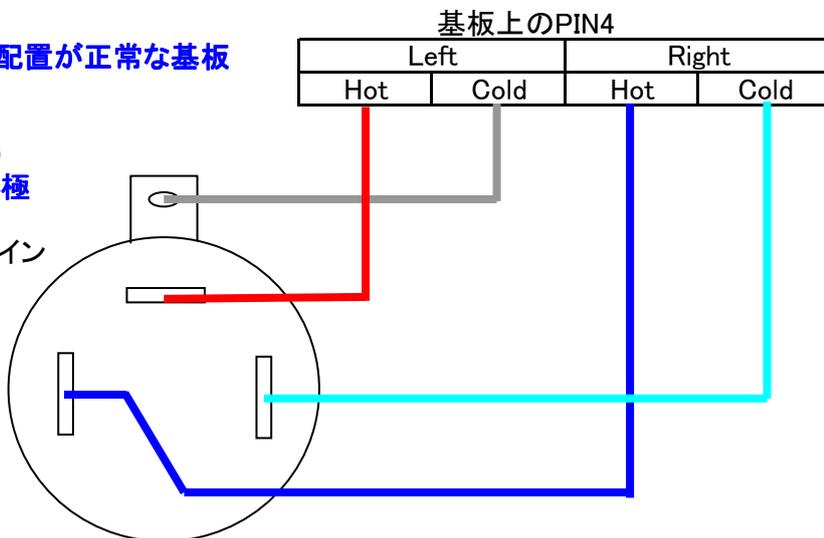


配線するピン側より見た図

※端子配置が正常な基板

MJ-069
φ2.5-4極

AKアサイン

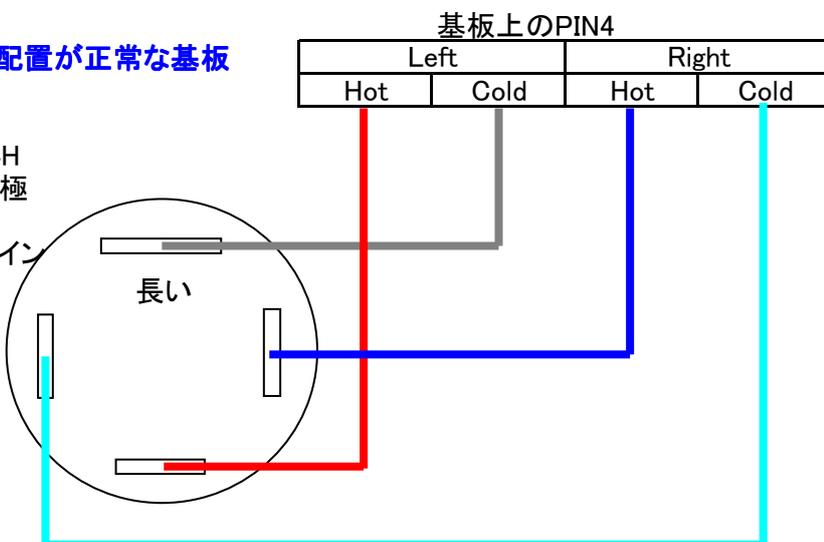


配線するピン側より見た図

※端子配置が正常な基板

MJ-064H
φ3.5-4極

AKアサイン



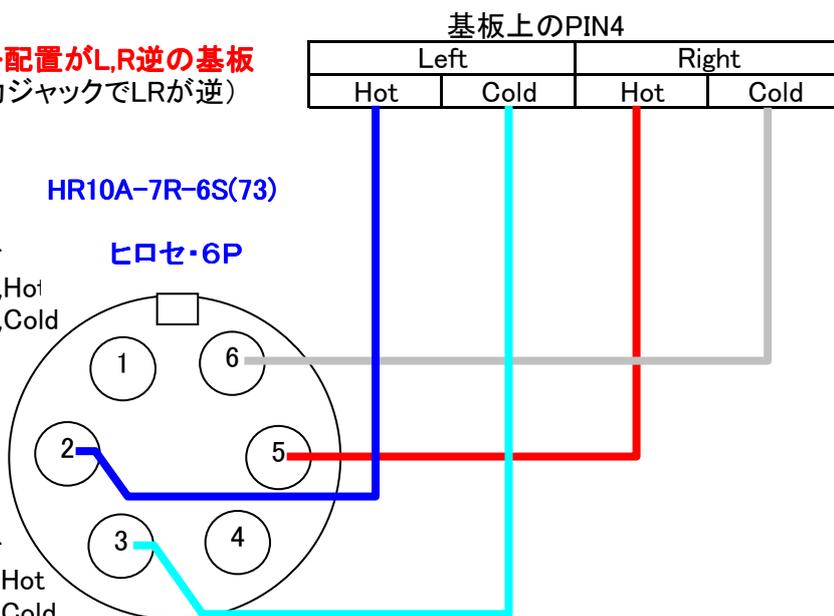
※端子配置がL,R逆の基板
(入力ジャックでLRが逆)

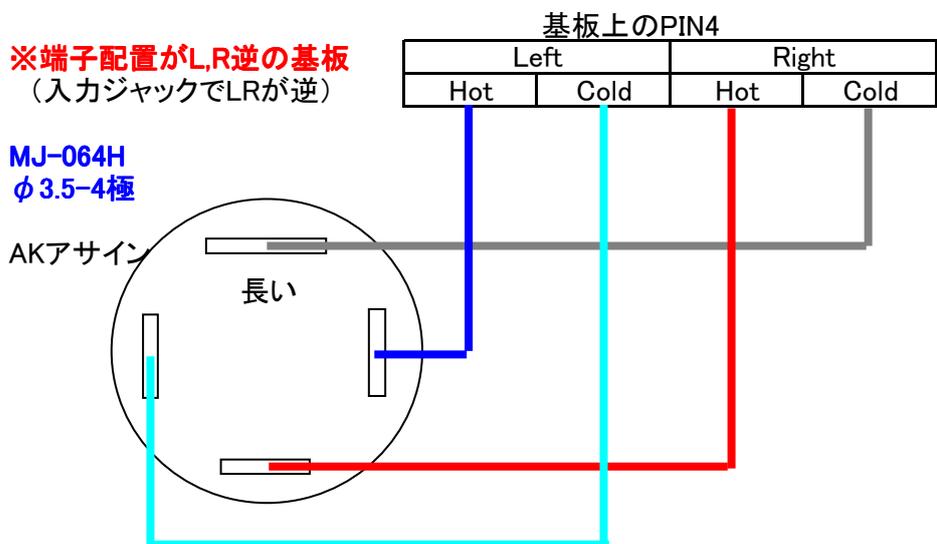
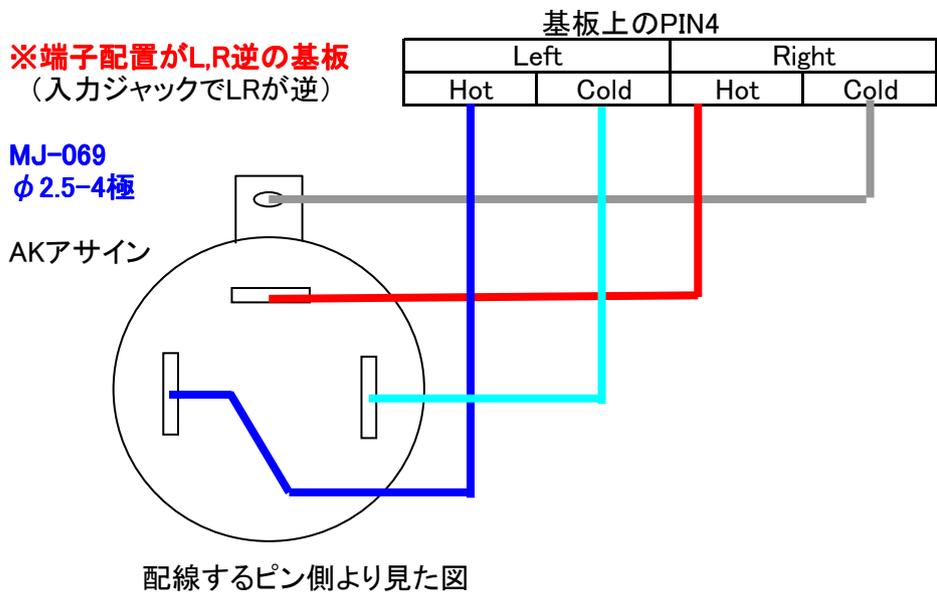
HR10A-7R-6S(73)

ヒロセ・6P

- 1: 空き
- 2: Rch, Hot
- 3: Rch, Cold

- 4: 空き
- 5: Lch, Hot
- 6: Lch, Cold





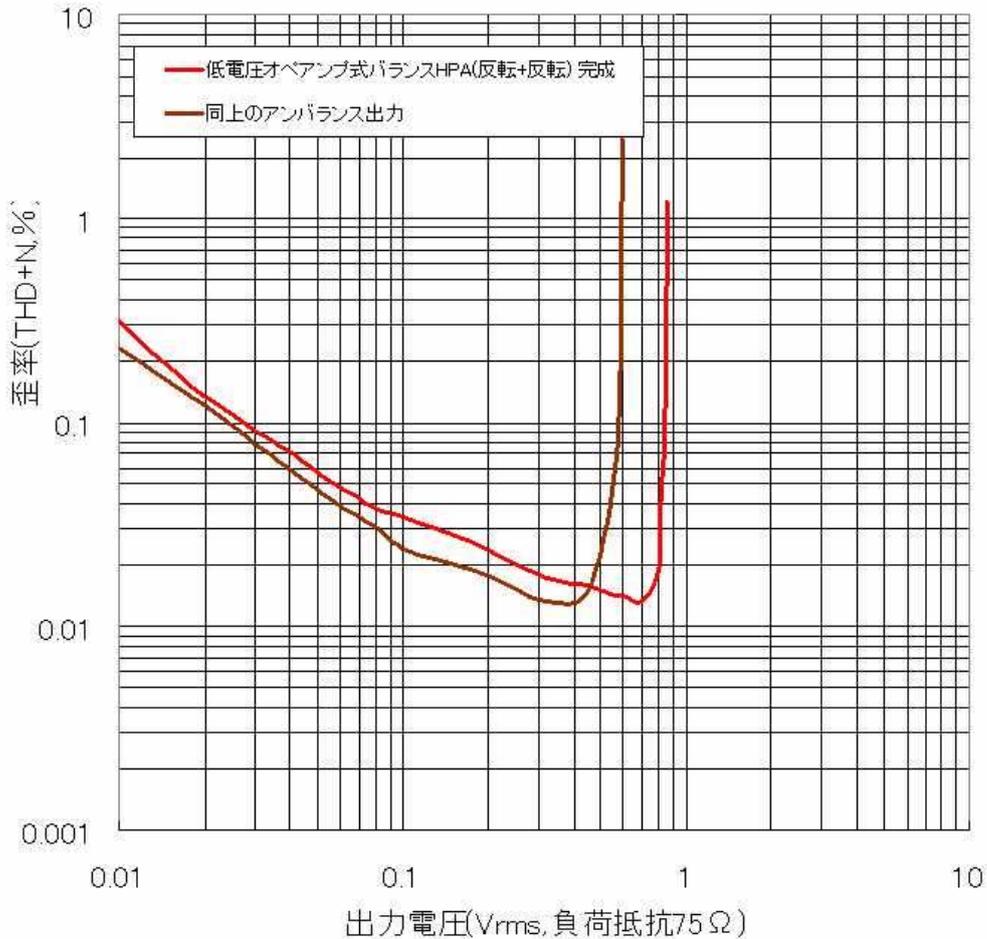
バランスジャック(ヒロセ6P)を取り付けた状態 *LR逆基板です。



±1.2Vのエネループ電池で計測した歪率です。
 さすがにオペアンプの歪率は優秀で、0.013% THD+N の値です。

アンバランス型の出力は、0.6Vrmsですが、音を聴いた感じは十分な出力があります。
 バランス型になるとオペアンプを2個経由した後なので若干ノイズレベルが上がりますが、
 最低歪率はアンバランスと同じです。最大出力は0.85Vrms(約10mW)ありますので
 大きなヘッドホンでもしっかり駆動できる能力があります。

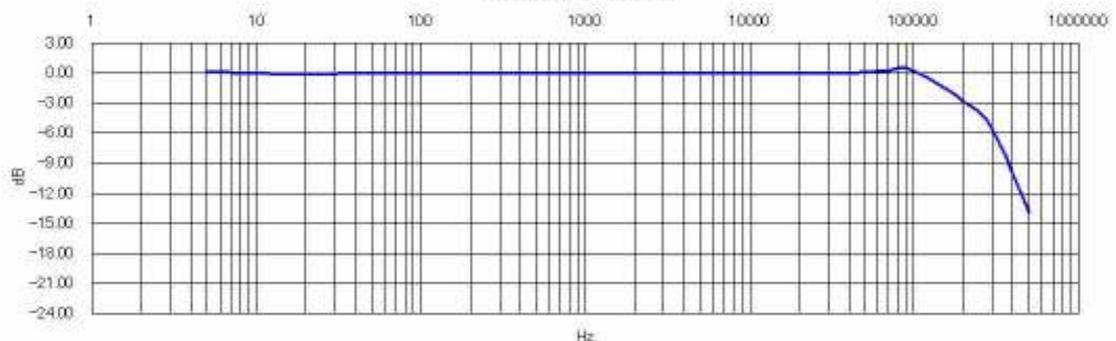
オペアンプ式DCバランス型ヘッドホンアンプ
 歪率特性実測カーブ
 NJU7043D opeamp



【周波数特性】

この特性は高域位相補償のコンデンサを付けない場合のデータです。
 100kHz近傍で少し持ち上がる傾向がありますが、実用的にはこれで十分と思います。
 低域は機器の計測限界5Hzまでフラットです。

オペアンプ式DCバランス型ヘッドホンアンプ
 周波数特性 実測値



これは、LRチャンネルの配線が正常な基板のパターン図です。
製作工程で電圧異常やDCバランス、出力異常などが発生した場合の資料にお使いください。

赤いラインが基板の部品面、青いラインがハンダ面です。

