

ヘッドホン・アンプ・パーツセット (AEDIO Headphone Driver 1) 組立マニュアル

出力トランジスタは 2SA991 / 2SC1844

トランジスタ技術誌 2010 年 9 月号の記事では、三洋半導体 2SA1209 / 2SC2911 を使用しました。

じつは、記事の前の試作では、NEC 2SA991 / 2SC1844 を用いていました。残念ながら廃品種、しかも国内での流通がなかったため、入手可能なトランジスタから音の良いものを探して 2SA1209 / 2SC2911 を選びました。しかし、チップの小さなトランジスタの方が良い音がするとの経験則通り、2SA991 / 2SC1844 の方がベターです。パーツセットは、どうせそんなに売れないでしょうから、音の良いトランジスタを使うことにしました。

2SA991 / 2SC1844 は、LP レコード時代の MC カートリッジ用イコライザアンプ、アナログテープデッキの再生ヘッドアンプなどの初段増幅用として活躍した超ローノイズ・トランジスタです。表 1, 2 に絶対最大定格を示します。全損失 $P_T = 500 \text{ mW}$ のサイズですが、コレクタ電流 I_C を 100 mA まで流すことができ、最大コレクタ電流においてもピークの半分以上の電流増幅率 h_{FE} を持ったトランジスタです(図 1)。音も太い低音の上にクリアーな中高域が乗っています。

表 1 2SA991 絶対最大定格⁽¹⁾

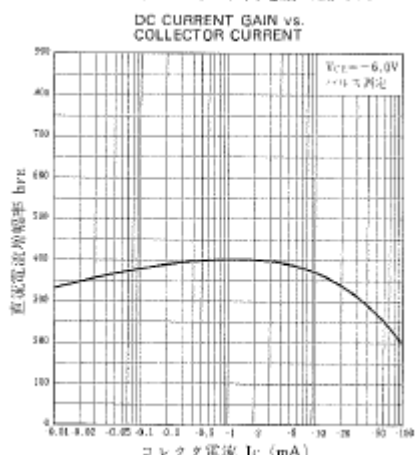
絶対最大定格/ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ\text{C}$)

項目	略号	定格	単位
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	- 60	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	- 60	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	- 5.0	V
コレクタ電流	I_C	- 100	mA
ベース電流	I_B	- 20	mA
全損失	P_T	500	mW
ジャンクション温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	- 55 ~ + 125	$^\circ\text{C}$

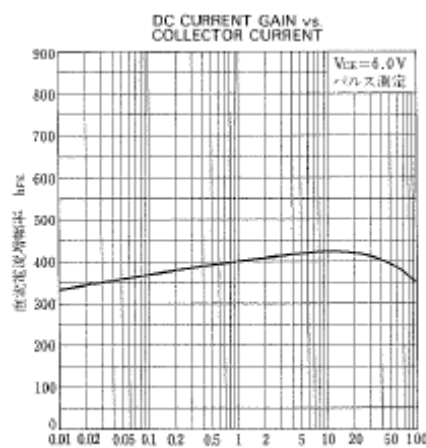
表 2 2SC1844 絶対最大定格⁽¹⁾

絶対最大定格/ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a=25^\circ\text{C}$)

項目	略号	定格	単位
コレクタ・ベース間電圧	V_{CB0}	60	V
コレクタ・エミッタ間電圧	V_{CE0}	60	V
エミッタ・ベース間電圧	V_{EB0}	5.0	V
コレクタ電流	I_C	100	mA
ベース電流	I_B	20	mA
全損失	P_T	500	mW
ジャンクション温度	T_j	125	$^\circ\text{C}$
保存温度	T_{stg}	- 55 ~ + 125	$^\circ\text{C}$



2SA991

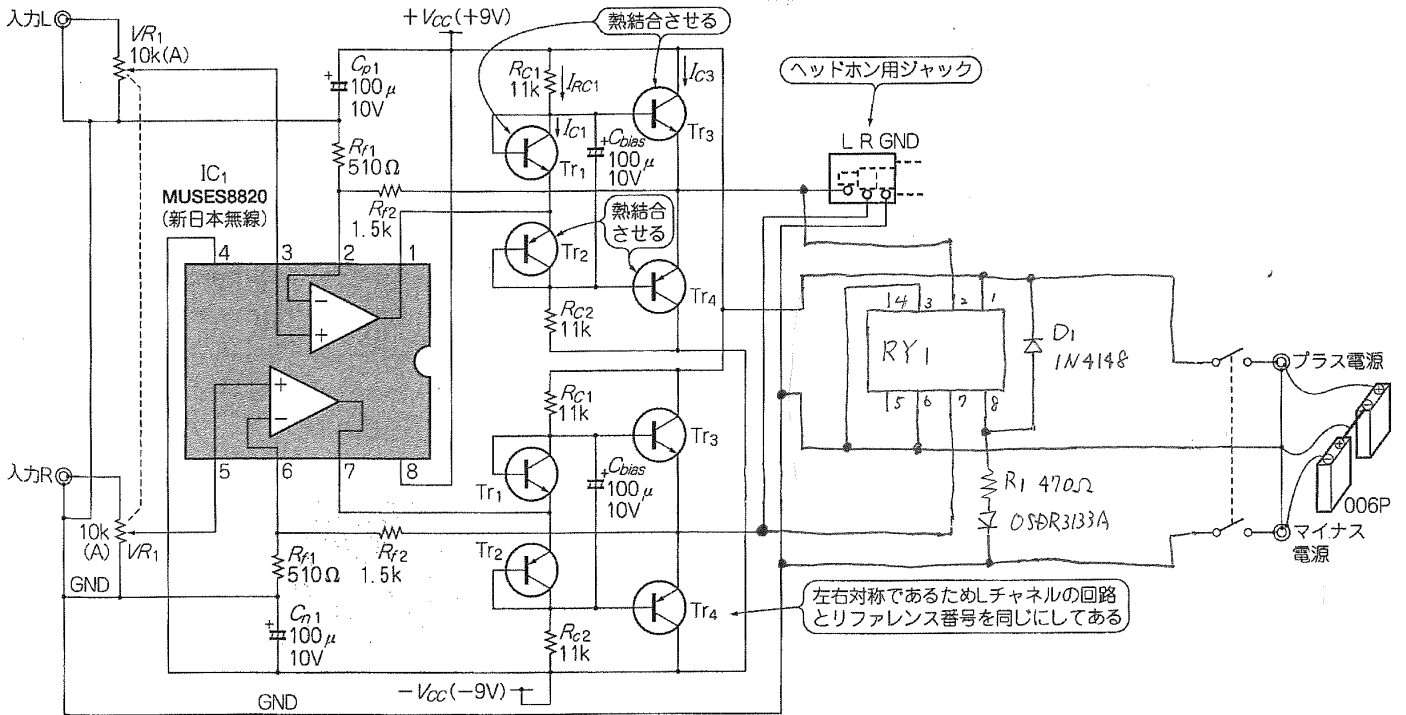


2SC1844

図 1 コレクタ電流対直流電流増幅率⁽¹⁾

本機の回路

図2に回路図を示します。MUSESのパワーオン時のショックノイズ対策回路を組み込んでいます。



Tr₁, Tr₃: 2SC2911(三洋半導体)
Tr₂, Tr₄: 2SA1209(三洋半導体)

RY₁: OMRON
G6k-2P-Y(12V)

図1 ヘッドホン・アンプの回路

図2 回路図 (文献⁽²⁾の図を改編)

トランジスタの接着

写真1に2SA991/2SC1844の外形を示します。半円形のTO-92パッケージです。熱結合するために、円形部分をヤスリで削ります(写真2)。そこに瞬間接着剤を1滴垂らし、3分ほどダブルクリップで挟んで固定します(写真3)。瞬間接着剤は、エポキシのトランジスタのパッケージよりも皮膚をよく接着しますので、指につかないよう注意して作業してください。

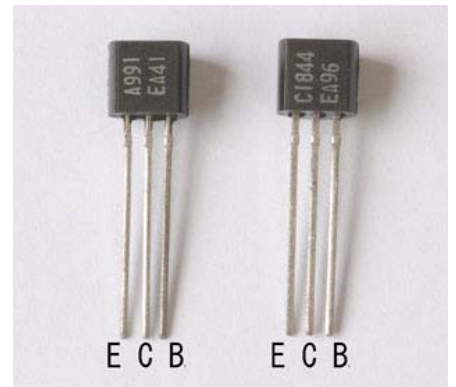


写真1 トランジスタ外形

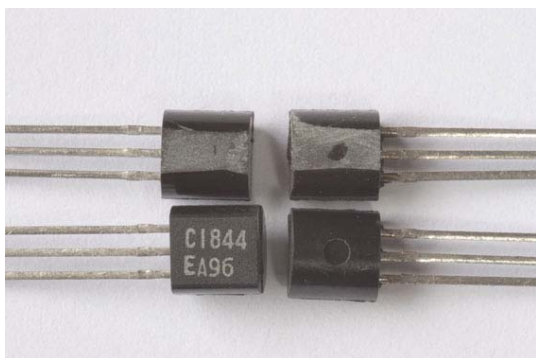


写真2 削ったトランジスタ

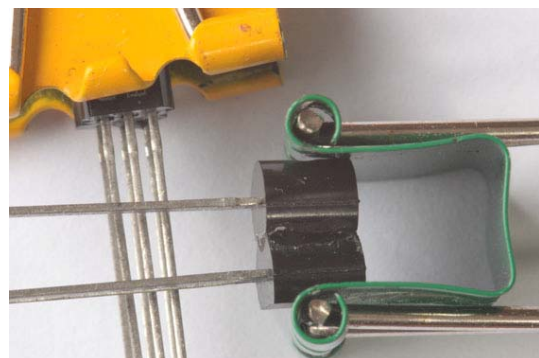


写真3 接着中

基板の組立

基板(写真4)は、ニッパで7W パワー・アンプとヘッドホン・アンプの間を切り離してください。切り離れた部分はヤスリをかけてきれいにします(写真5)。

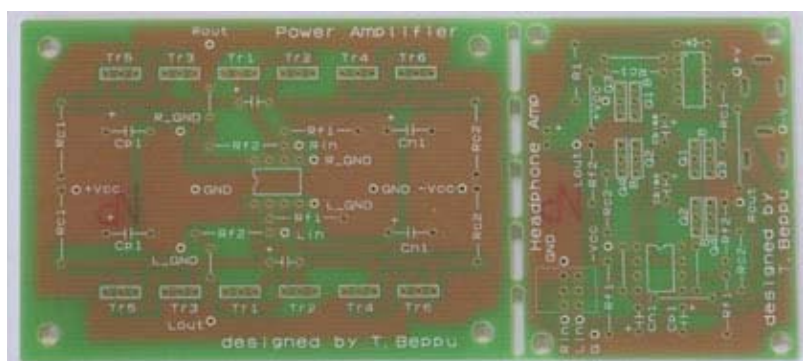


写真4 切り離す前の基板

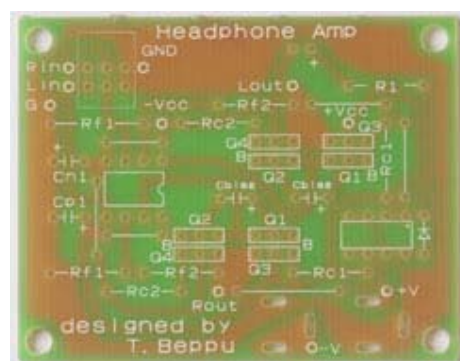


写真5 切り離れた基板

写真6は、基板上に部品を並べたところです。ボリュームを差し込むときには位置に注意してください。きっちりと基板に差し込んでください。抵抗はどちら向きでも構いませんが、ケミコンには極性があります。基板に+と書かれていない方にスリーブに-と印刷された側の足を挿入します。なせ、ケミコンにはマイナスを表示するのに、回路図には+を表示するのか、この業界の慣習ですが不思議です。また、ダイオードの向きにも注意してください。MUSES とリレーにも向きがあります。逆に差し込ま

ないように、足を曲げてしまわないよう注意してください。

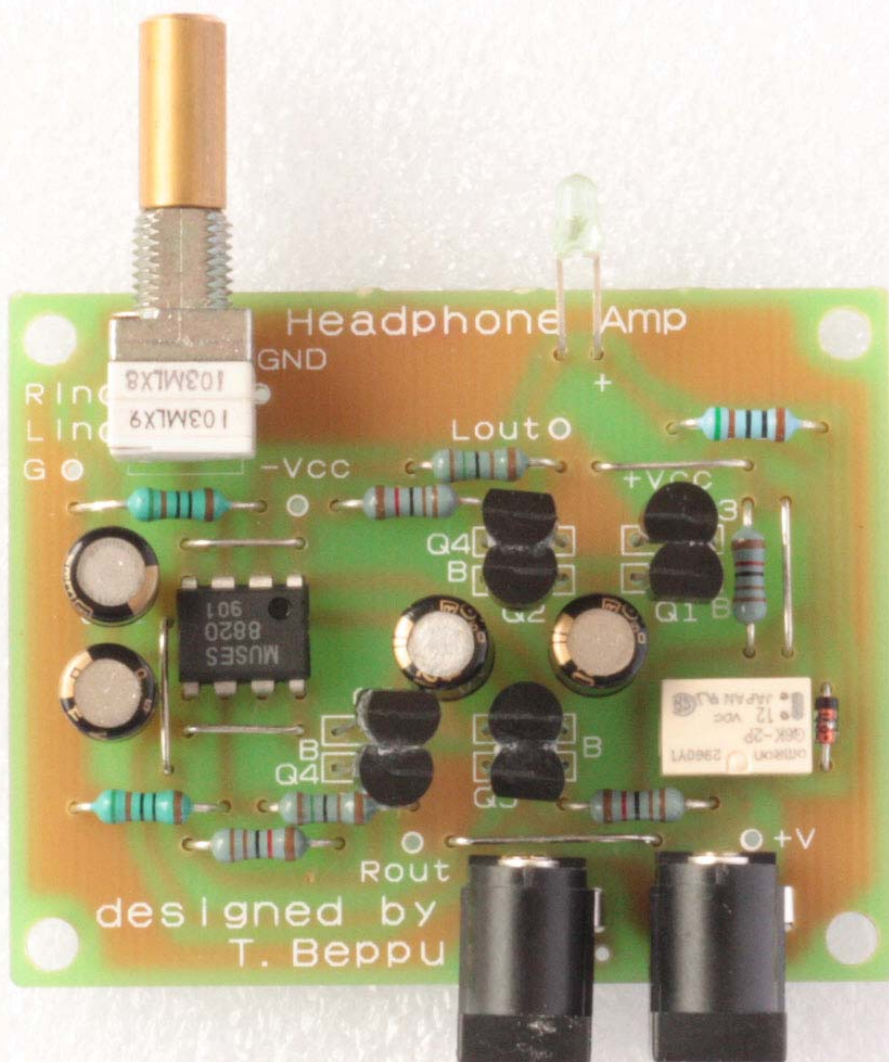


写真6 部品挿入した
基板

すべての部品がボリュームより低くなるように基板に挿入します。DC コネクタはそのままですとシャーシに接触しますので、**写真7**に示すように足を短くカットしてから挿入します。端の電極に丸い穴が空いていますので、この穴の中心を目標にカットします。他の2つの足も同じくらいにカットします。表示用LEDは**写真8**に示すようにLEDより5mm位のところで足を直角に曲げ、基板から3mm程度浮かした状態にハンダ付けします。なお、LEDは足の長い方がプラスです。基板上に白い線がある6カ所には部品面にジャンパー線を通してください。ジャンパー線は、切った抵抗の足でOKです。

基板が完成したら裏パネルにRCA ジャックを取り付け、フロントパネルに3.5mm ヘッドホンジャック、電源スイッチを取り付けて配線します(**写真9**)。

写真10に示すように、電源スイッチは上から見て真ん中と下の端子に電線をハンダ付けします。

配線の色と長さは以下の通りです。

- +V からスイッチ : 赤 45 mm
- -V からスイッチ : 青 55 mm
- スイッチから+Vcc : 赤 30 mm
- スイッチから-Vcc : 青 50 mm
- RCA ジャックから GND : 黒 60 mm
- RCA ジャック L から Lin : 白 60 mm
- RCA ジャック R から Rin : 黄 60 mm
- GND から 3.5 mm ジャック : 黒 30 mm
- Lout から 3.5 mm ジャック : 白 45 mm
- Rout から 3.5mm ジャック : 黄 45 mm

長さは数mmくらい違って問題ありません。3.5mm ジャックへの配線は**写真9**を参考にしてください。

基板上の R1 が電源スイッチと近接していますので、ショートさせないように気を付けてください。

電源スイッチの配線は、+と-を間違わないように注意してください。基板上の+V からは電源スイッチを介して+Vcc へ、-V からは電源スイッチを介して-Vcc に接続します。

ハンダ面の部品の足は、ケースに接触しないように短く切ってください。



写真7 DC コネクタのカット

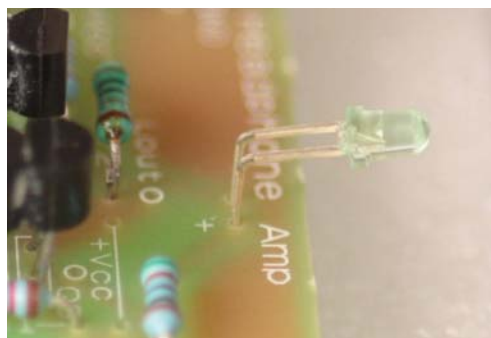


写真8 LED の挿入

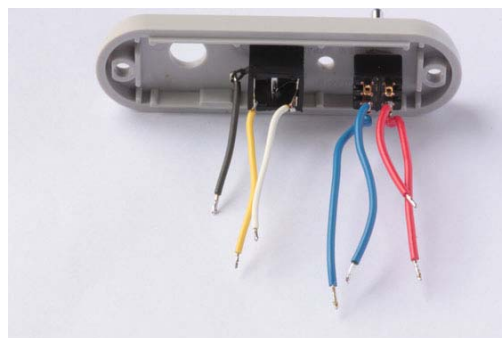


写真9 配線

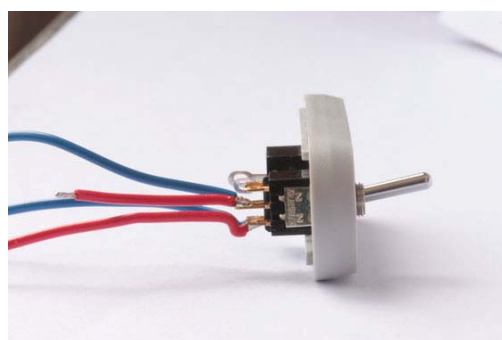


写真10 スイッチの配線

写真11、12に配線が終わった状態を示します。

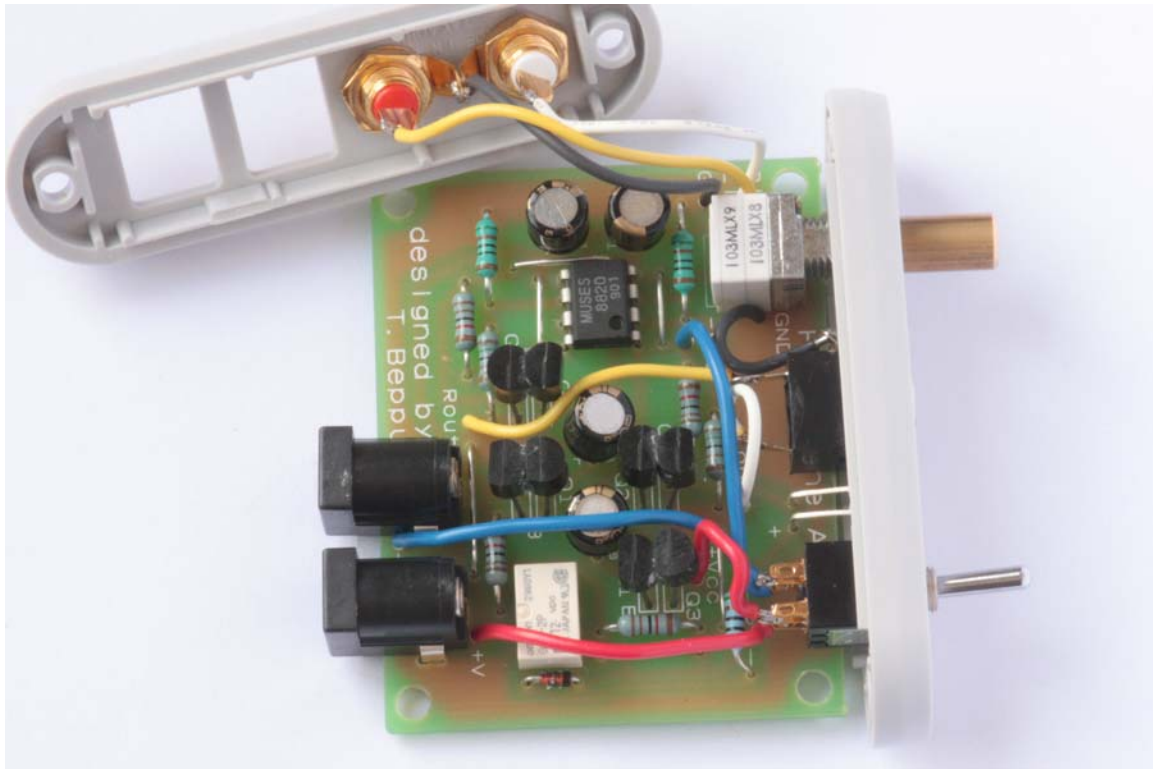


写真11 配線の終わったところ

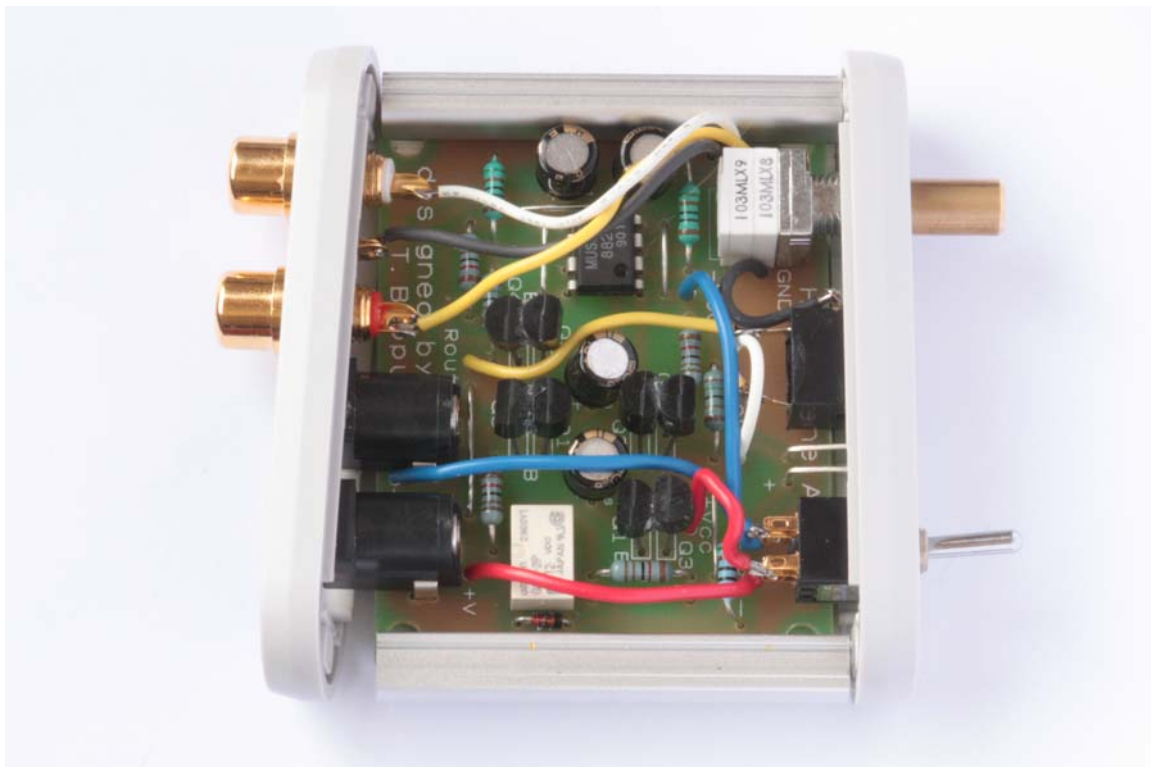


写真12 ケースに組み込んだ状態

配線チェック

配線とトランジスタの向きを再度確認してから、テスターを使って以下の順にチェックします。ACアダプタは接続しません。

1. 電源スイッチをオフにして、それぞれの AC アダプタの真ん中の端子と外側の端子の間の抵抗が ∞ であることを確認します。
2. GND の接続を確認します。右側の AC アダプタの外側の端子と左側の AC アダプタの真ん中の端子、ヘッドホン端子の外側、それぞれの RCA 端子の外側、Rf1 の左端側の足が導通していることを確かめます。
3. ヘッドホン端子のすべての端子が導通していることを確かめます（ショックノイズ防止回路）。
4. 電源スイッチをオンにして、(+)右側の AC アダプタの真ん中の端子と、MUSES の 8 番ピンが導通していること、(-)左側の AC アダプタの外側の端子と MUSES の 4 番ピンが導通していることを確かめます。
5. (+) と GND、(-) と GND の間がショートしていないことを確かめます。
6. RCA ジャックの中と外の端子の間の抵抗が $10\text{ k}\Omega$ くらいになっていることを確かめます。
7. AC アダプタを接続し、電源スイッチをオンして、MUSES とトランジスタを指で触れて熱くなっていないことを確認します。
8. 信号を入力して音が出ることを確認します。

使用にあたって

電源電圧は $\pm 9\text{V}$ です。単 3 電池 12 本、または 9V 電池 2 個、あるいはアナログの電源をご使用ください。

文献

- (1) NEC データブック、シリコン小信号トランジスタ・ダイオード、1993 / 1994
- (2) 別府俊幸、オーディオ OP アンプで作るヘッドホン・アンプ、トランジスタ技術、2010 年 9 月号、pp. 130-137.

2010 年 10 月 15 日

AEDIO Japan

付録 部品表

品名	メーカー	型式	数量	部品番号
ケース			1	
DC 電源用コネクタ	秋月	C01604	2	
電源スイッチ	ミヤマ電器	MS-245 6P	1	
RCA ジャック		6213G	2	
3.5ミニジャック	マル信無線電機	Mj-355W	1	
VR	スフェルニース	P9A 10k Ω	1	
つまみ	LEX	BM-15	1	
基板			1	
LED			1	
OP アンプ	新日本無線	MUSES8820	1	
トランジスタ	NEC	2SA991	4	Q2, Q4
		2SC1844	4	Q1, Q3
R	タクマン電子 RAY25	510 Ω	2	Rf1
		1.5 k Ω	2	Rf2
		11 k Ω	4	Rc1, Rc2
	1/4W	470 Ω	1	R1
C	ルビコン	BG-PK 4V 220uF	2	Cbias
	ルビコン	BG-PK 10V 100uF	2	Cp1, Cn1
ダイオード		1N4148	1	
リレー	OMRON	G6K-2P	1	