

新型真空管 Nutube 6P1 で自作する

Nutube 用ヘッドホンアンプ製作キット MBK-6K1



この度は、Nutube 用ヘッドホンアンプ製作キット【MBK-6K1】をお買い上げいただきまして誠にありがとうございます。

本製品は、KORG 製の真空管 Nutube 6P1 を使用したヘッドホンアンプ製作キットです。

音声信号を入力すると、Nutube6P1 で増幅された真空管特有の音が出力されます。入力機器は、ポータブルデジタルオーディオプレイヤー、出力機器は、ヘッドホンを想定しています。

キーデバイスの Nutube6P1 は、外形は従来の真空管とは異なりますが、直熱型双 3 極真空管として動作し、真空管特有の豊かな倍音を生み出します。

※本製品に Nutube 6P1 は含まれておりません。

ご購入はこちらから⇒ <https://www.marutsu.co.jp/pc/i/830180/>

※本製品は、お客様自身で組み立てるキット製品です。半田付けによる実装や回路の調整をお客様自身で行っていただきます。

◆ 特長 ◆

- ・ KORG 製新型真空管 Nutube 6P1 を使用したヘッドホンアンプ
- ・ ミュート回路搭載（電源 ON/OFF 時のポップ音対策）



図 1 MBK-6K1 の使用イメージ

◆ 仕様 ◆

表 1 基本仕様

項目	仕様値	備考
電源電圧	9 V	単 3 乾電池 × 6 本

表 2 主な電気的特性 (AD8397 使用、参考値)

項目	参考値	備考
GAIN	約+11dB	—
周波数特性	20Hz～100kHz	1kHz 基準、1V 出力、33Ω 負荷
SN 比	85dB	1kHz 基準、1V 出力、33Ω 負荷 入力ショート、JIS-A
出力	50mW	ひずみ率 3%、1kHz、33Ω 負荷

表 3 入出力端子一覧

端子名 (基板表記)	属性	説明
IN (J1)	I	音声入力端子
OUT (J2)	O	音声出力端子

表 4 調整用端子一覧

端子名 (基板表記)	属性	説明
ボリューム (VR1)	—	音量調整用ボリューム
可変抵抗器 (R)	—	R の出力が最大となるようにバイアスを調整する
可変抵抗器 (L)	—	L の出力が最大となるようにバイアスを調整する

◆ 部品一覧 ◆

表 5 部品表

No.	部品番号	品名	型番	メーカー	数量	備考
1	—	プリント基板	MBK-6P1	マルツエレクト	1	
2	C1,C2,C8	電解コン 10 μ F/50V	50PK10MEFC	ルビコン	3	極性有
3	C3,C4	オーディオ用電解コン10 μ F/50V	UFW1H100MDD	ニチコン	2	極性有
4	C5,C6	オーディオ用電解コン 470 μ F/16V	UFW1C471MPD	ニチコン	2	極性有
5	C7	積層セラミック0.1 μ F/50V	CT4-0805B104K	Linkman	1	
6	C9	オーディオ用電解コン 100 μ F/35V	UKW1V101MED	ニチコン	1	極性有
7	D1	ダイオード	1N4002	オンセミ	1	極性有 線側がマイナス
8	IC1	オペアンプ	NJM4556AD	NewJRC	1	ソケット実装
9	IC2	3端子レギュレータ 5V	NJM7805FA	NewJRC	1	
10	IC3	3端子レギュレータ 3.3V	LP2950-33LPE3	ST	1	
11	IC4	PIC12F675-E/P (プログラム書き込み済み)	PIC12F675-E/P	Microchip	1	ソケット実装
12	J1,J2	ϕ 3.5ステレオジャック	MX387GL	マル信	2	
13	LED1	LED	L3D-G0030-4500	Linkman	1	極性有 長い方がプラス
14	Q1	トランジスタ	2SC1815Y(F)	東芝	1	
15	R1	カーボン抵抗 110 Ω (1/4W)		GB	1	茶茶茶金
16	R2	カーボン抵抗 10k Ω (1/4W)		GB	1	縦実装 茶黒橙金
17	R3,R4	オーディオ用抵抗 33k Ω /(1/4W)	REX25J33K Ω B	タクマン	2	橙橙橙金
18	R5,R6	オーディオ用抵抗 220k Ω /(1/4W)	REX25J220K Ω B	タクマン	2	赤赤黄金
19	R7,R9	オーディオ用抵抗 4.7 Ω /(1/2W)	REX50J4.7 Ω B	タクマン	2	黄紫金
20	R8,R10	オーディオ用抵抗 1k Ω /(1/4W)	REX25J1K Ω B	タクマン	2	茶黒赤金
21	R11	カーボン抵抗 2.2k Ω (1/4W)		GB	1	縦実装 赤赤赤金
22	RL1	リレー	G6K-2P-Y-DC5V	OMRON	1	
23	VR1	2連ポリウム 10k Ω ,A	925G-QA1-A103	Linkman	1	
24	VR2,VR3	半固定抵抗器 10K	GF063P1B103	東京コスモス	2	
25	XIC1,XIC4	丸ピンICソケット 8P	21218NE	Linkman	2	
26	—	ゴム足	B11-3	TAKACHI	2	Nutube保護用
27	(VR1)	つまみ6.1 ϕ	K10016RLGY	サトーパーツ	1	
28	(VR1)	つまみキャップ6.1 ϕ	K10016CLBL	サトーパーツ	1	
29	—	トグルスイッチ	1FD1-T1-B6-M1-S-E	Linkman	1	
30	—	ゴム足	B15-5	TAKACHI	4	筐体用
31	—	電池ケース 単3 $\times$ 6本用	BH3031B	Linkman	1	
32	—	電池スナップ	006PI	Linkman	1	
33	—	M3用六角スベサ 35mm	ASB335E	ヒロスギ	4	
34	—	シャーシ			1	
35	—	M3用 ねじ			8	
36	—	配線材 250mm			3	UL1007 AWG24 橙・黄・緑、各1本
※以下は本キットには含まれていません。						
—	—	真空管	NUTUBE-6P1	KORG	1	本キットには付属しない
—	—	単3アルカリ乾電池			6	本キットには付属しない
—	—	パネル取付用DCジャック 2.5mm	GB-DCJ-2510-PM	GB	1	本キットには付属しない
—	—	ステレオコード			1	本キットには付属しない
—	—	3.5mmステレオプラグ付き オーディオコード 1m	3.5MM3PPS1M		1	本キットには付属しない
—	—	2.1mm DCジャック付き コード 1.8m	DCJ2.1-1.8M		1	本キットには付属しない
—	—	ACアダプター 9V 2.5A	ATS024T-W090U		1	本キットには付属しない

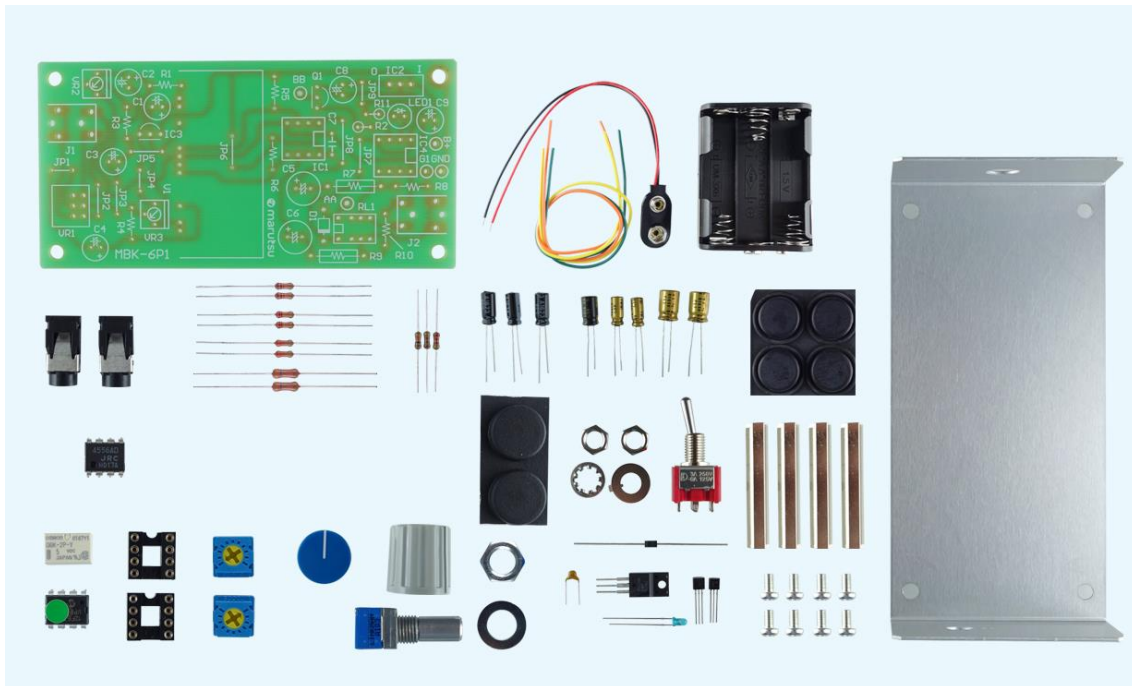


図 2 部品一覧

◆ 組立手順 ◆

プリント基板に次の手順で部品を実装（はんだ付け）していきます。

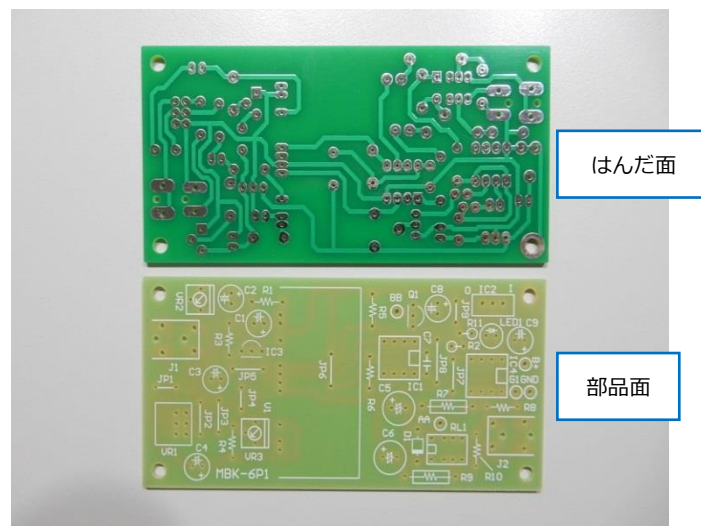


図 3 プリント基板

1 抵抗を実装します。

1-1 抵抗は R2、R11 は立てて、それ以外は寝かせて取り付け、はんだ付けします。

※切り取ったリード線は、手順 2 で使用するので捨てないでください。

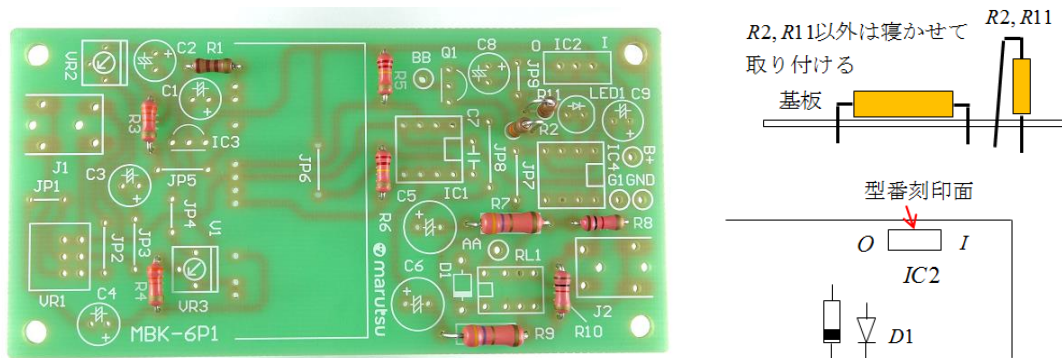


図 4 手順 1

2 ジャンパー線を実装します。

2-1 ジャンパー線は 1 で余ったリード線を利用します。φ0.6 程度の錫メッキ線でもよいです。ジャンパーは JP1～JP9 の 9 本です。実装時、基板からあまり浮かないようにしてください。特に JP6 は真空管の下側になるので、浮いて真空管に当たらないように注意します。

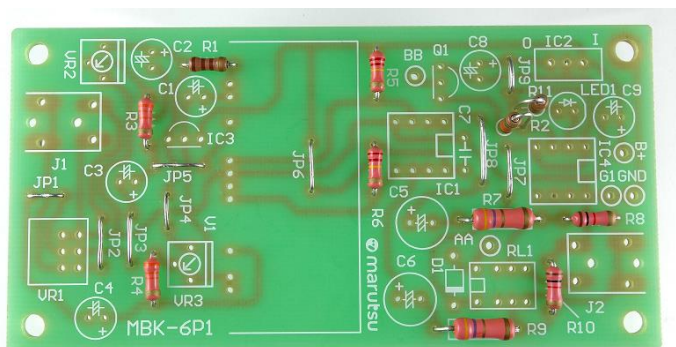


図 5 手順 2

3 IC ソケット、ボリューム、リレー等を実装します。

3-1 IC1、IC3、IC4 を実装します。IC1、IC4 はソケットの向きに注意してください。IC3 はシルクの半円マークの向きに合わせて実装します。

※図 6 では、実装されていますが、IC2 は背が高いので後で実装した方がよいです。

3-2 ダイオード D1 を実装します。極性に注意してください。

3-3 ボリューム VR1～VR3、リレー RL1、トランジスタ Q1、コネクタ J1、J2 を実装します。

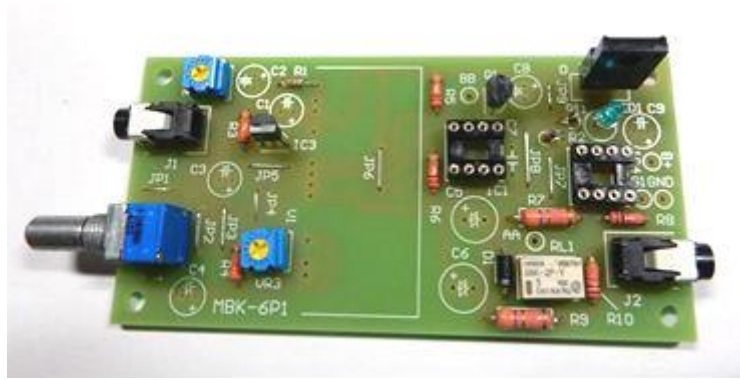


図 6 手順 3

- 4 コンデンサ、ゴム足を実装します。
 - 4-1 積層コンデンサ C7 を実装します。
 - 4-2 電解コンデンサ C1～C6、C8、C9 を実装します。極性に注意してください。
 - 4-3 ゴム足は真空管の高さ固定に用います。下図の位置に貼り付けますが、真空管をはんだ付けする前に位置確認が必要です。



図 7 手順 4

- 5 真空管、3 端子レギュレータ (IC2) の実装と、IC1、IC4 の取り付けを行います。
 - 5-1 真空管 Nutube 6P1 を実装します。真空管はゴム足を利用するとピンが基板から 2mm ほど出ます。2 本程度をはんだで仮止めして高さを調整してからすべてのピンをはんだ付けします。
 - 5-2 IC2 を実装します。入力端子側に 1、出力端子側に 0 のシルク表示があるので、向きに注意してはんだ付けしてください。
 - 5-3 IC1、IC4 をソケットにはめ込みます。向きに注意してください。



図 8 手順 5

6 チェック端子を作ります。

6-1 ここまでの作業ではんだ付けしていない基板上のランドはシルク図の信号名として以下の 5 個です。[AA BB B+ GND G1] (シルク表示)

6-2 G1 は電圧チェック時に用いる GND 端子です。1 で余ったリード線を利用して G1 と GND 間を接続してチェック端子を作ります。

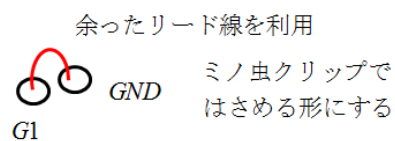
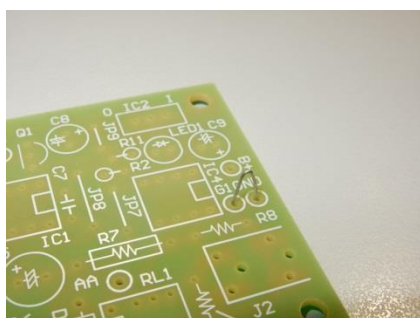


図 9 手順 6

7 筐体を組み立てます。

7-1 スイッチとスペーサを取り付けます。外部電源で動作させたい場合は、DC ジャック (別売り) を取り付けてください。

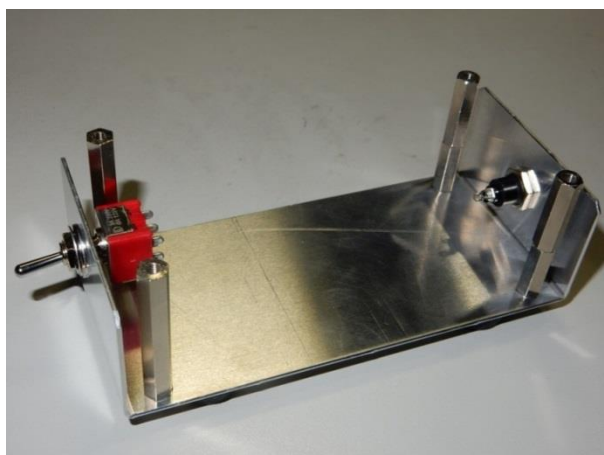


図 10 手順 7

8 シャーシ裏側にゴム足を取り付ける

8-1 シャーシ裏側にゴム足を張り付けます。ゴム足は真空管の高さ調整用と型番が異なるので注意してください。

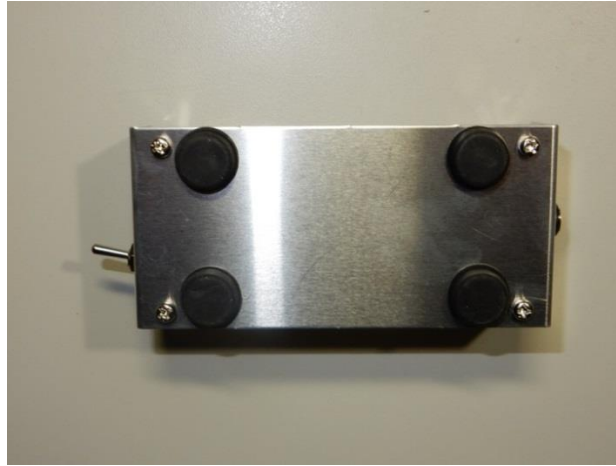
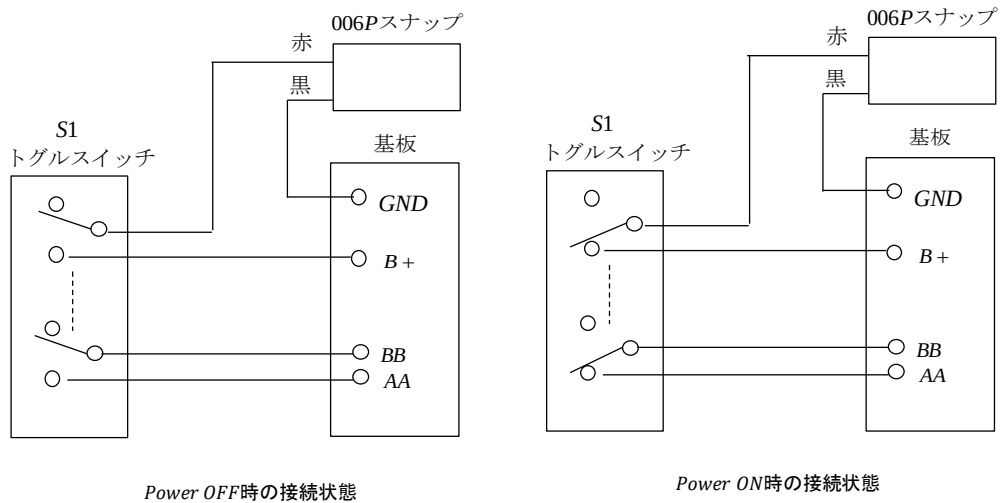


図 11 手順 8

9 筐体－基板間の配線を行う

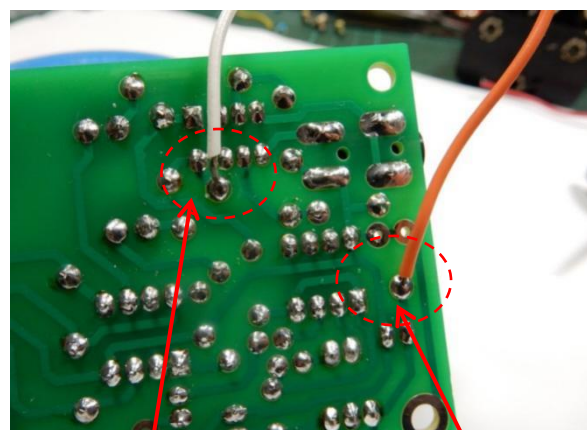
9-1 配線は5本あります。下図が配線図です。



基板の各ポイント（AA、BB など）のランドには穴が開いていますが、この穴は線材を通す目的ではありません。線材は下図のように、はんだ面のランドにはんだ付けします。先にランドにはんだを盛って、次に先端の被膜を剥いた線材をはんだ付けします。

この時、被膜を剥く長さに注意してください。剥く長さは2mm ほどで、はんだ付

け時にランドからはみ出さないようにしてください。



剥き部分が他のランドに
当たってNG

ランドをはみ出ない
のでOK

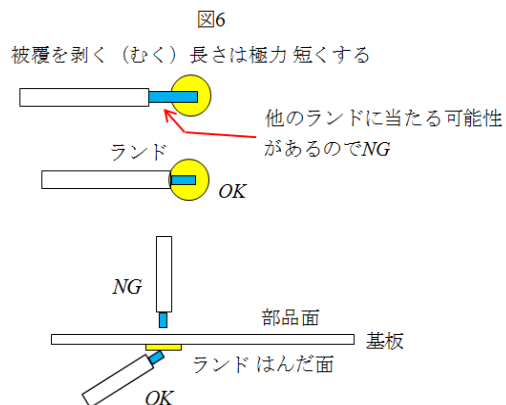


図 13 配線の方法

9-2 配線終了後の様子を下図に示します。結束パーツなどを利用しまとめるとよいです。線材は束線を目的として軽いツイスト処理をすると見た目がよくなります。電池ケースは輪ゴムなどで固定するとよいです。

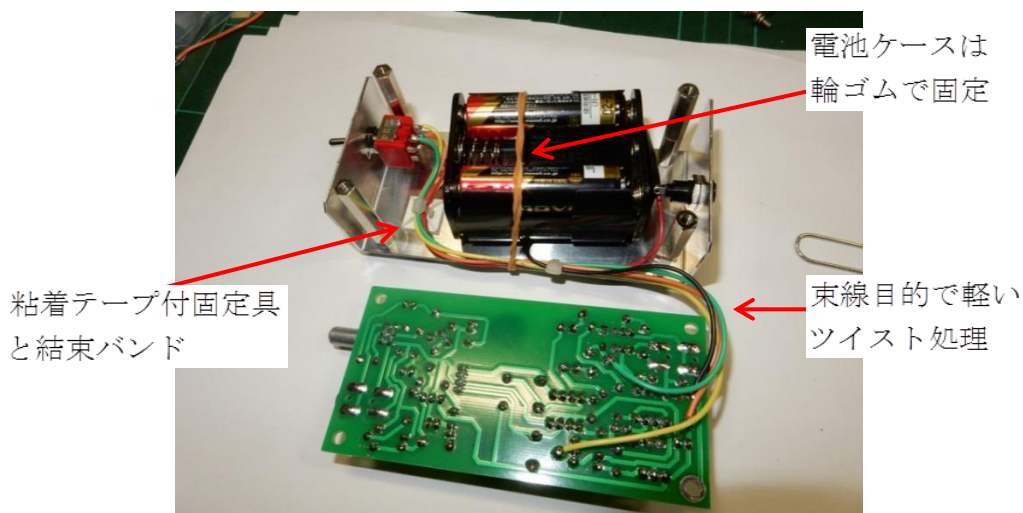


図 14 固定方法

9-3 基板をスペーサの上に載せ、ネジで固定して完成です。



図 15 完成形

◆ 動作確認手順 ◆

各部の DC 電圧チェックとバイアス調整を行います。

1 必要機材・部材を揃えます。

まず、動作確認に必要な①～⑤を揃えます。

① デジタルテスタ

各部の DC 電圧チェックに使用します。インピーダンスが高い部分なので一般的なアナログテスタでは測定できません。必ずデジタルテスタを使ってください。

② オシロスコープ（デジタル/アナログどちらでも可）

波形測定に用います。必ず必要というわけではありませんが、歪み具合が観測できます。

③ オーディオ帯域信号発振（発生）器

動作確認用のテスト信号として、1kHz 正弦波を用います。ファンクションジェネレータまたは、サポートページで紹介する簡易正弦波発生器でも代用できます。

④ オーディオ帯域電子電圧計

ヘッドホン出力が最大となるようにバイアス調整をする際の振幅レベル確認に使用します。オシロスコープで代用できます。

⑤ 測定治具

測定をスムーズに行うための治具を用意します。入力接続用のφ3.5 ステレオプラグ、

出力接続用のダミー抵抗を付けたφ3.5ステレオプラグです。下図に外観を示します。入力用はカバーを外した状態で、L/R が分かり易いように L は白、R は赤などの短い配線を付けると使い勝手がよいです。

出力用は抵抗をはんだ付けします。抵抗値は使用するヘッドホンのインピーダンスに合わせます。32Ωのヘッドホンの場合は、33Ωの抵抗を使えばよいです。数100mWの出力を想定しているので電力容量は1/4W や1/2W で十分です。

プラグ先端のL/R 関係は下図の通りです。導通チェックをしながら抵抗をはんだ付けしてください。



図 16 測定治具

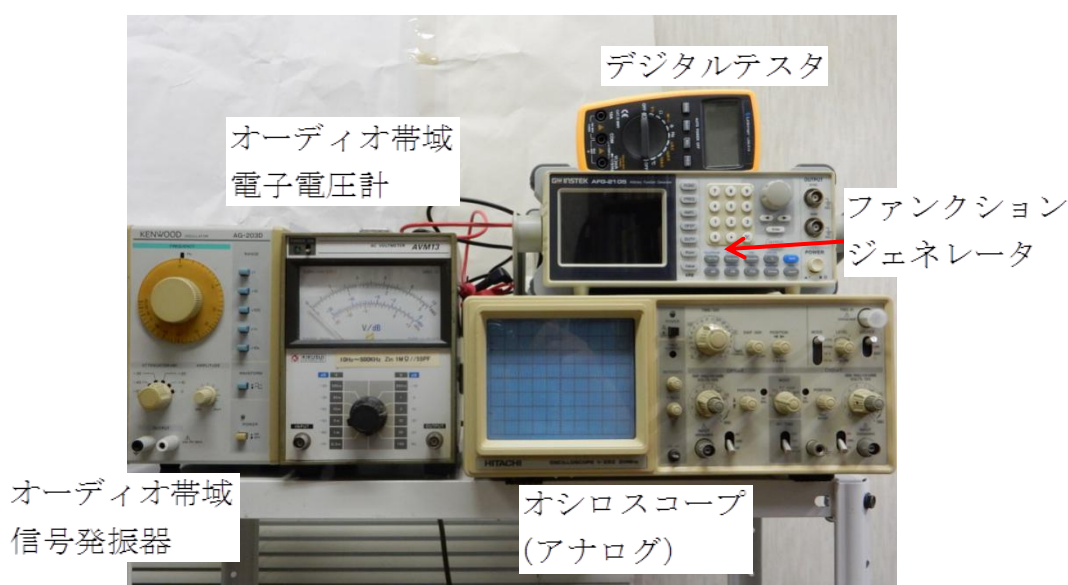


図 17 必要機材の例

2 電源電圧のチェックを行います。

- 2-1 電源を ON する前に、VR2、VR3 の調整位置を下図のようにしておきます。
- 2-2 電源を ON にします。5 秒ほど LED が点滅し、そのあと点灯します。真空管は 2 か所青く光ります。VR2、VR3 の調整位置が左方向最大の場合、真空管は光らないので注意してください。
- 2-3 デジタルテスタの GND 側を基板の GND 端子に接続します。+側のプローブで素早

く 3 端子レギュレータ (IC2、IC3) の出力電圧をチェックします。
 IC2 ⇒ 5V、IC3 ⇒ 3.3V が出力されることを確認してください。電圧が極端にずれている場合は各 IC の実装方向、はんだ付けを見直してください。

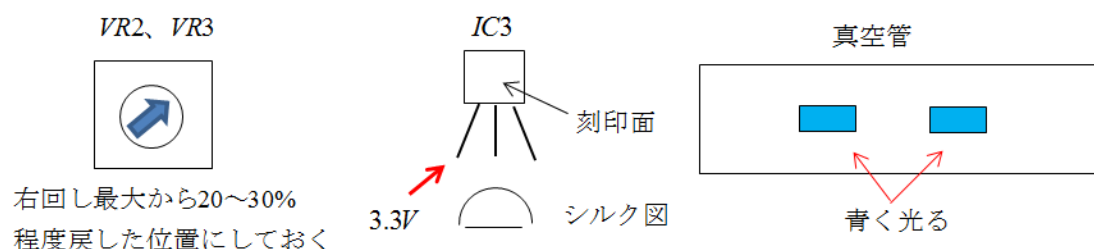


図 18 電源電圧のチェック

3 バイアス調整を行います。

- 3-1 下図のように測定治具を用いて、基板に測定器を接続します。音量ボリューム VR1 は max にしておきます。
- 3-2 出力が飽和（クリップ）しない 0.1~0.5Vrms 程度となるように発振器のレベルを調整します。電子電圧計を使う場合も波形が分かるようにオシロスコープを併用することをおすすめします。
- 3-3 出力が最大となるように VR2、VR3 を調整します。調整位置は L/R で同じ位置になるとは限りません。

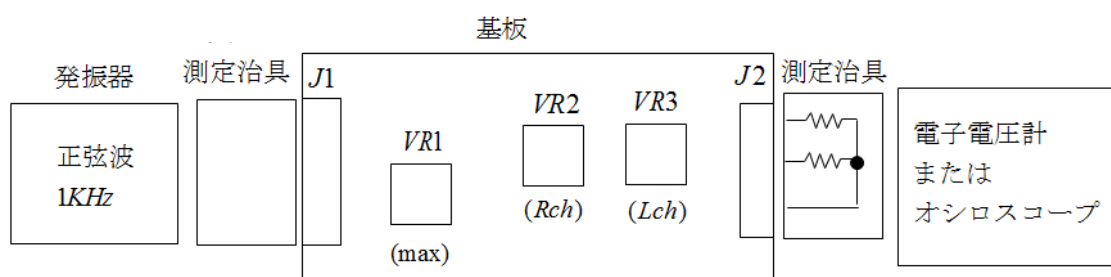


図 19 バイアス調整の環境

4 各部の DC 電圧チェックを行います。

- 4-1 下図のように各部の DC 電圧をチェックします。フィラメントの規格は 0.6V~0.8V です。直列点灯していますので、1, 2 ピンと GND 間は 1.2V~1.6V の範囲になります。

4-2 各プレート電圧 (R5、R6) は、実験では下図の結果となりました (参考値)。誤差±5%のカーボン抵抗を使用し、真空管のバラツキもありますので、この結果から若干ずれることもあります。極端に値が違う場合は、抵抗の値やはんだ付けを確認してください。

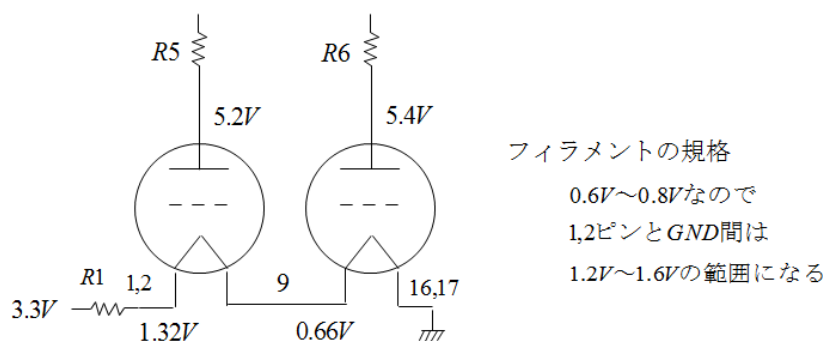


図 20 DC 電圧チェック

◆ 注意事項 ◆

●本製品は医療機器、軍事・航空・宇宙機器、原子力制御機器、各種安全装置など故障や誤動作によって人体に危害を及ぼすような機器、および高い信頼性が要求される機器への使用は想定しておりませんので、これらの用途に使用しないでください。また使用によって発生した損害などについて、弊社はその責任を負いません。

製造・販売元



マルツエレクトリック株式会社

〒101-0021 東京都千代田区外神田 5-2-2
セイキ第一ビル 7F

TEL: (03)6803-0209 FAX: (03)6803-0213

<https://www.marutsu.co.jp/>

仙台上杉店・秋葉原本店・秋葉原2号店
西東京営業所・静岡八幡店・浜松高林店
名古屋小田井店・金沢西インター店
福井二の宮店・京都寺町店・大阪日本橋店
博多呉服町店・オンライン