

Nutube 6P1 使用レポート  
第3回目 ヘッドホンアンプ 2次試作

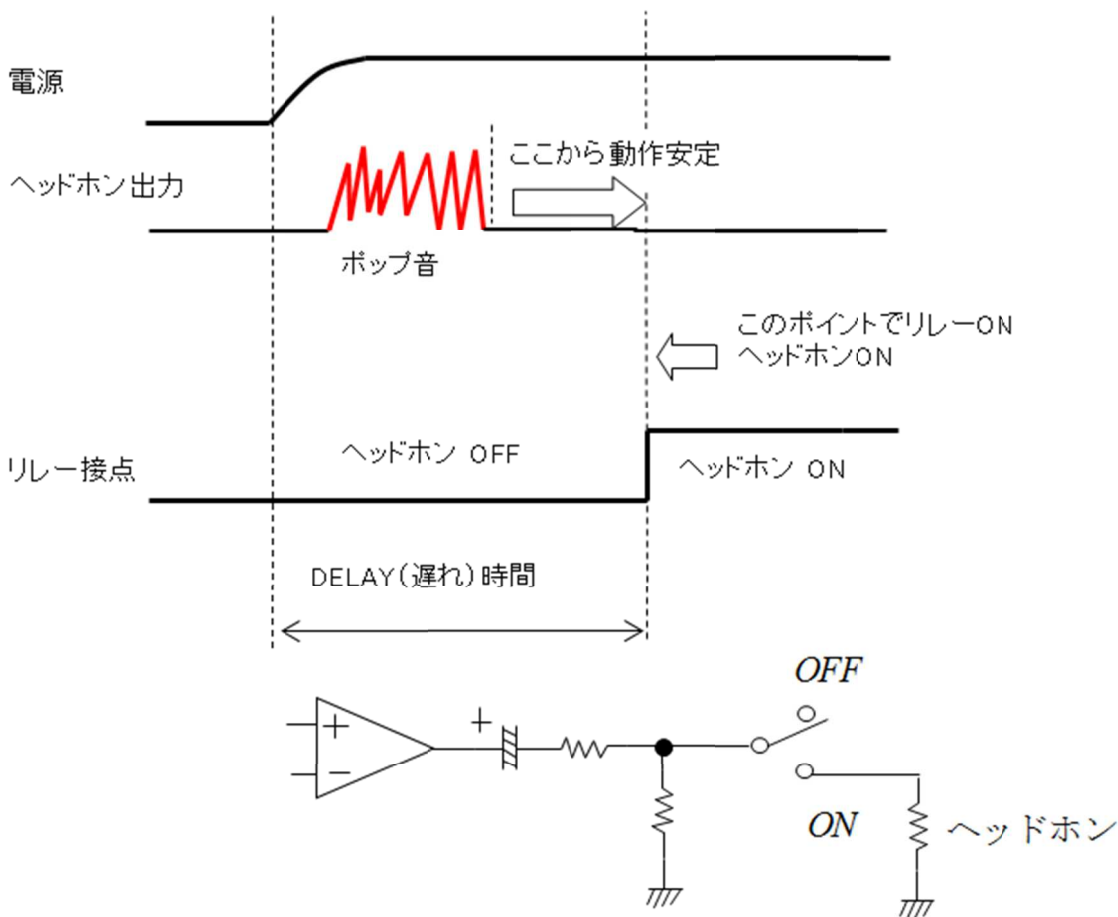
◎ポップノイズ対策

電源 ON 時/OFF 時に発生する「ポッ、プツ・・・」などの「ポップ音」を対策します。

図 20 のように電源 ON 直後では出力が不安定で、これが「ポップ音」です。そこで、出力が安定したところでヘッドホンに接続することによりポップ音を防止することが出来ます。つまり、電源 ON から一定時間経過後にヘッドホンを接続すれば良いわけです。

このようにポップ音対策をするものをミュート回路と言います。

図20 電源ON時の各部のタイミング(波形)



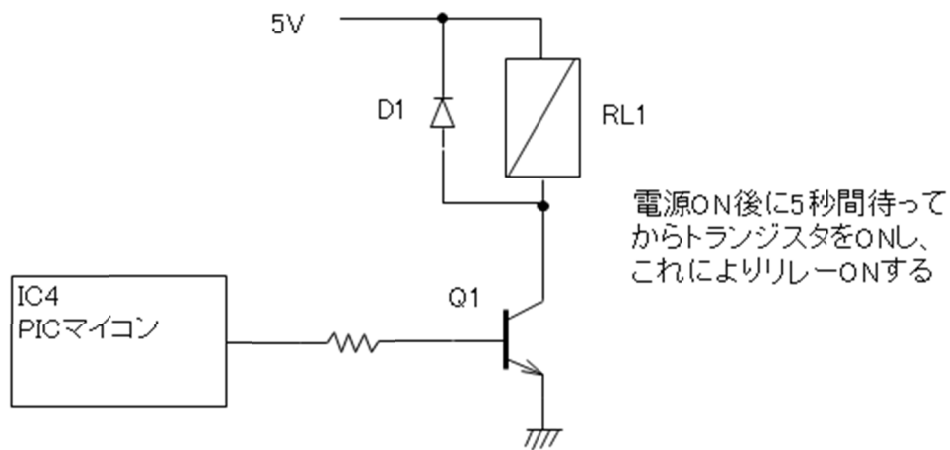
今回は DELAY (遅れ) 時間制御を図 21 のようにマイコンにより行っています。

リレー接点は制御していない場合、図 20 のように OFF 側です。電源 ON 直後から 5 秒間待つてからトランジスタ

を ON します。これによってリレーが ON します。

待ち時間は回路定数によるのですが、今回は余裕を見て 5 秒間としました。また、ミュート動作中であることが分かるように電源 ON 直後から 5 秒間 LED を点滅させ、その後点灯します。

図21 マイコンによるDELAY制御



電源 OFF 時のタイミングを図 22 に示します。

図22 電源OFF時の各部のタイミング(波形)

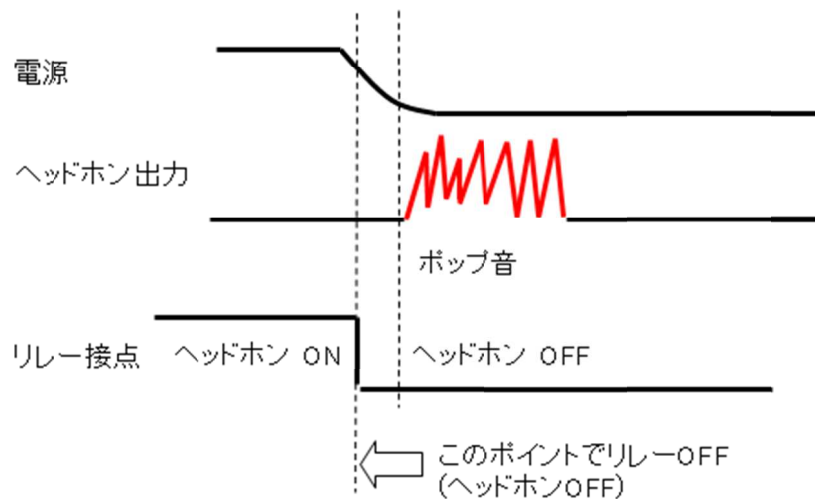
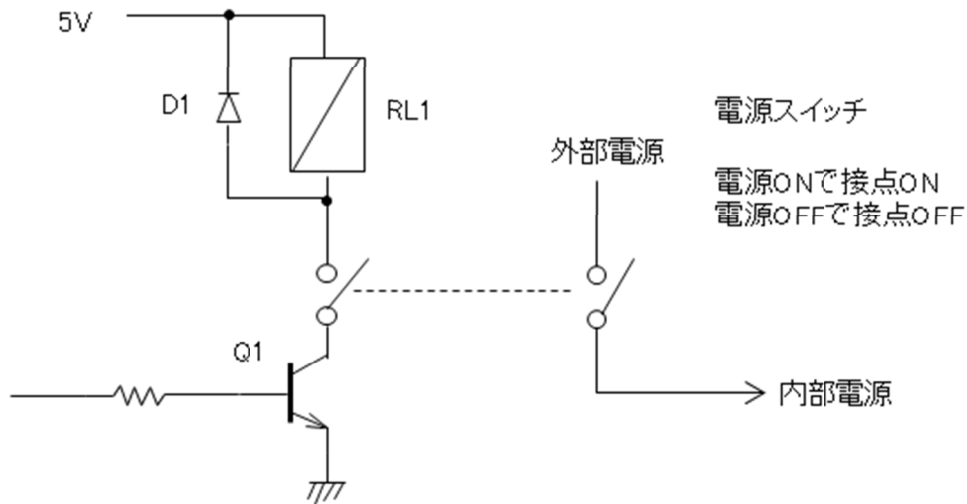


図 22 のように電源 OFF を検出し、ポップ音が出る前にヘッドホンを OFF させれば良いわけですが、このタイミング検出は少し難しいです。そこで、図 23 のように 2 連の電源スイッチ (例えば、トグルスイッチ) を利用し、電源スイッチ ON で「リレーON」、電源スイッチ OFF で「リレーOFF」となるように接続します。

図23 電源スイッチに2連を用いて連動させる



◎フィラメント点灯方法の変更

フィラメントの点灯は並列点灯と直列点灯があり、図4に並列点灯を示します。9ピンはフィラメントのセンターピンでこれをGNDに接続し、各真空管のフィラメントを抵抗Rを介して電源に接続します。

フィラメントの定格電圧は0.7Vです。フィラメント専用の0.7V電源を作るのは面倒ですから、抵抗Rの電圧降下を利用してフィラメント電圧が0.7Vとなるようにします。フィラメント定格は0.7V/17mAですから、フィラメントの抵抗は  $0.7V/17mA \approx 41\Omega$  です。

必要な抵抗Rは①式で求め、3.3Vから供給する場合、計算値は152Ωとなりました。E24系列の中から150Ωを用いることとなります。

並列点灯の場合、図24 d)の経路で電流が流れますから消費電流は34mAです。

図24 並列点灯（抵抗によるドロップ）

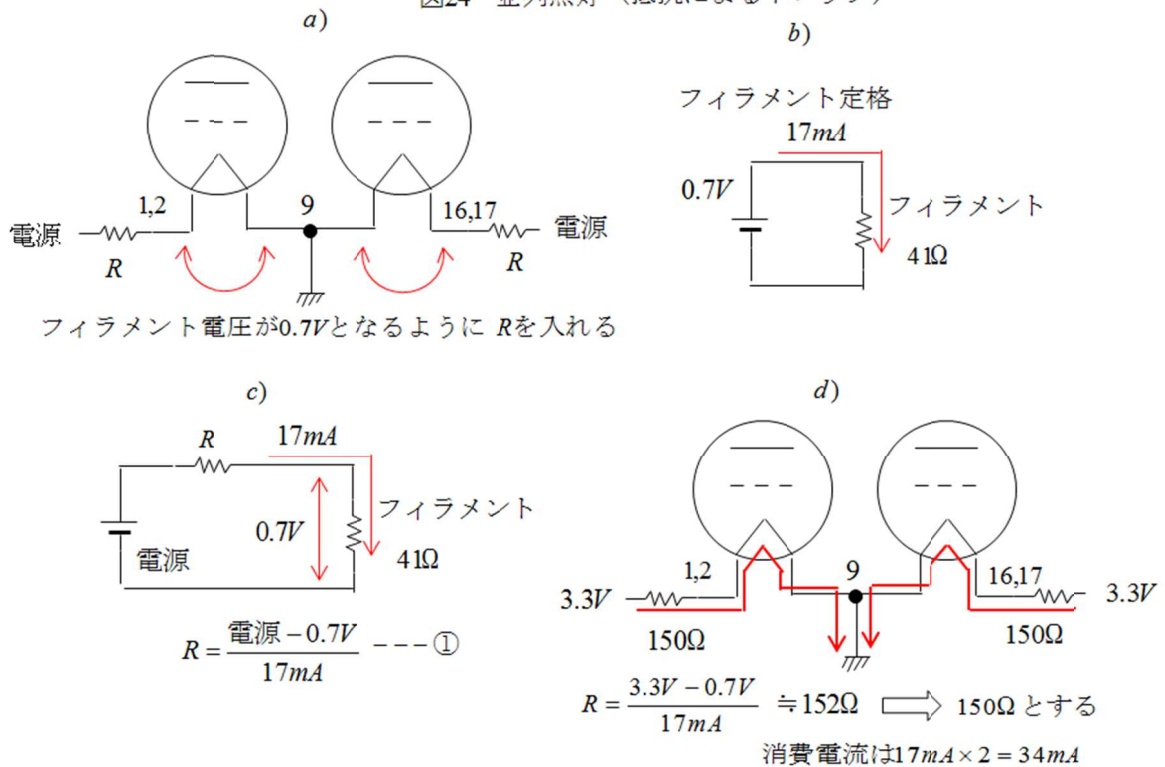


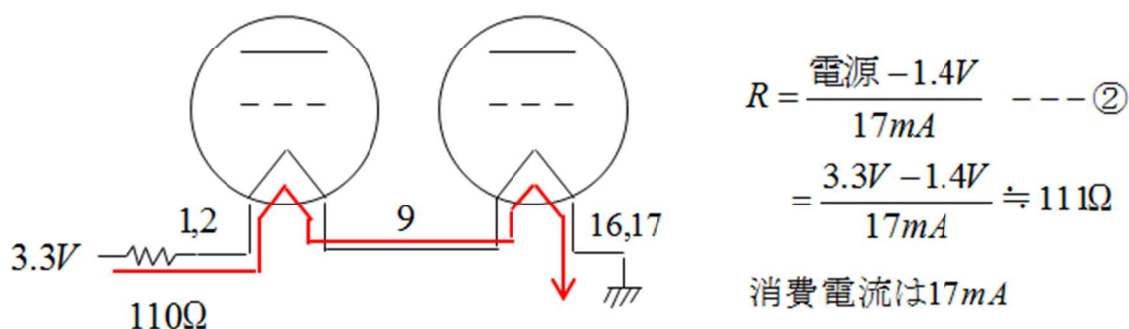
図 25 は直列点灯の回路を示します。この場合、9 ピンはオープン（未接続）とし、片方のフィラメントへは抵抗 R を介して電源を接続し、もう片方は GND へ接続します。

このように接続すればフィラメントが直列接続となり、必要な抵抗 R は②式で求めます。電源を 3.3V とすれば計算値が 111Ω となりました。これも E24 系列の中から 110Ω とします。

直列点灯時の消費電流は 17mA です。1 次試作では並列接続でしたが、2 次試作ではリレーなどが追加になって消費電流が増えます。

外部電源であれば消費電流を気にする必要はありませんが、このヘッドホンアンプは乾電池（単 3×6 本の 9V）動作が基本なので、2 次試作では消費電流が少ない直列点灯に変更します。

図25 直列点灯 抵抗によるドロップ



#### ◎リレーの選択

リレーを含めたミュート回路を追加しましたので部品点数が増えて、基板面積も大きくなることが予想されます。特にリレーのコイル定格電流が重要で、リレー駆動電圧が低いほどコイル定格電流が大きくなります。電源が乾電池の 9V ですから、一旦、5V に変換（定電圧）したものをマイコンとリレーに供給することにします。今回は OMRON の G6K-2P-Y-DC5V を採用しました。表 3 のように汎用品の G5V-2 よりかなり小型でコイル定格電流が少ないことが分かります。

写真 9 に外観を示します。比較目的で G5V-2、DIP8 ピン IC を一緒に並べてみました。

表3 リレー比較

	コイル定格電流	接点定格負荷	サイズ(高さ×幅×長さ)
G5V-2	100mA	DC30V/2A	11.5mm×10.1mm×20.5mm
G6K	21.1mA	DC30V/1A	5.2mm×6.5mm×10mm

## 写真 9 外観比較



左から  
G5V-2  
G6K  
DIP8 ピン IC

### ◎基板サイズの変更

基板サイズは以下のように変更しています。

1次試作 45×100

2次試作 50×100

### ◎アルミシャーシ変更

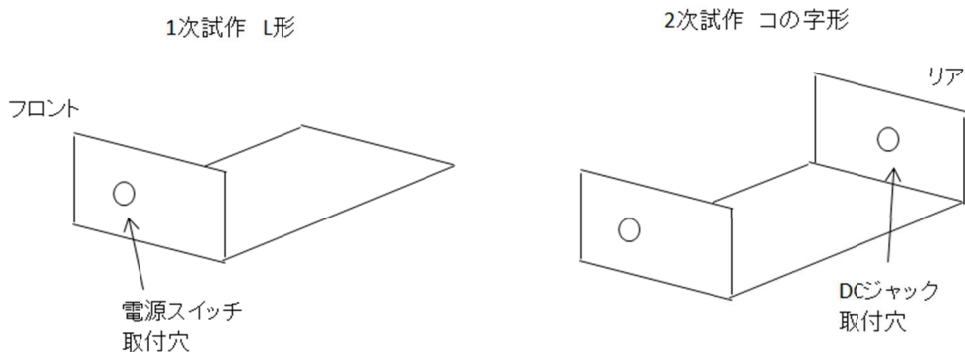
1次試作ではL形とし、フロントパネルに電源スイッチを配置する構造でした。2次試作ではコの字形とし、リアパネルに外部 DC ジャックを実装できる形にしています。

このヘッドホンアンプは乾電池（単 3×6 本）内蔵が基本です。2次試作でリレー等を追加しましたので消費電流が約 60mA となりました。

電池持続時間を気にしないように外部電源（市販の AC アダプタ等）が接続できるように DC ジャック取付穴を追加しています。

DC ジャックの取付穴径はφ8 です。MJ14ROHS 等の 2.1mm ジャックを想定しています。また、電源スイッチ取付穴はミヤマの MS500 シリーズまたは Linkman のトグルスイッチが適合します。

図26 シャーシの変更



## ◎2次試作のまとめ

写真 10、11 に外観を示します。電池は輪ゴムを利用して写真 11 のように固定します。

電気的特性は消費電流以外は1次試作と同等です。消費電流は用いるオペアンプで異なり、AD8397 を用いた場合、約 60mA です。フィラメントは温まると点灯します。周囲が明るいとき点灯具合が良く分かりません。

電源が ON になっているのが分からないので、ミュート表示を兼ねた LED を追加したことは正解です。ポップノイズ対策を目的とした2次試作はこれで完了です。

写真 10 シャーシ実装状態

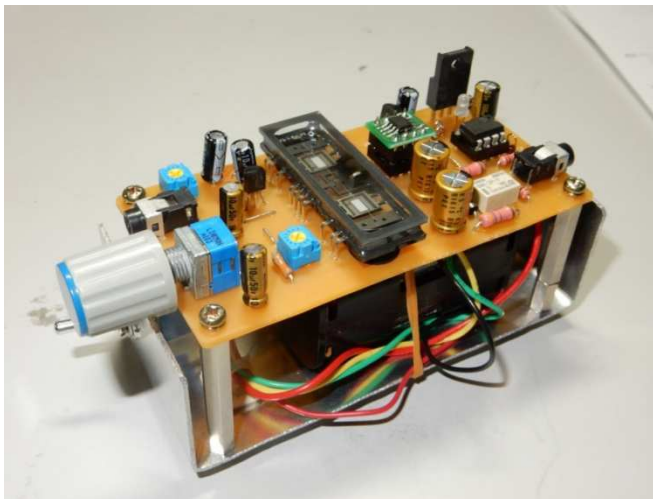


写真 11 シャーシ取り外し状態

