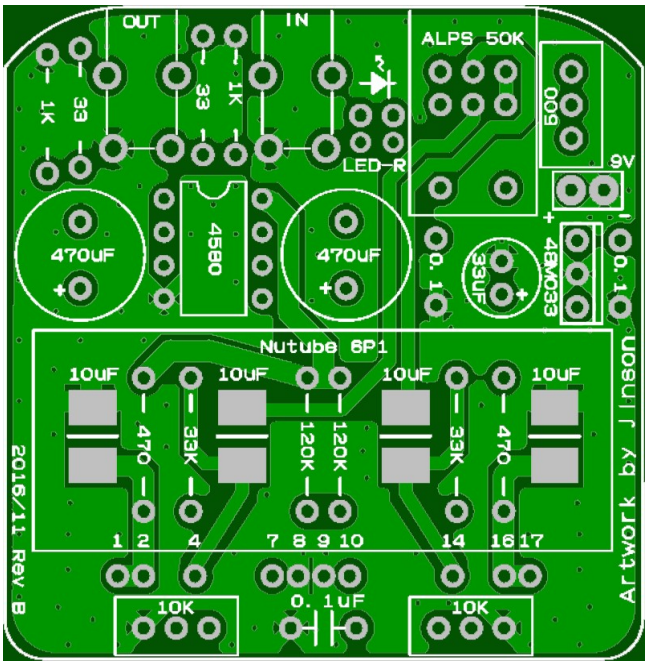
Nutube ヘッドフォンアンプ　2017/3/21版

Nutubeヘッドフォンアンプ



真空管にKORG Nutubeを採用し、006p 9Vで動作するヘッドフォンアンプです。
ALTOIDSミント缶に組み入れることができるサイズです。
バッテリー残量をＬＥＤの輝度で知ることができます。
三端子レギュレータを排除した構成を選択できますので、ホワイトノイズが発生しない、クリーンなNutubeのサウンドを楽しむことができます。

その他、最新情報は以下のページを参照してください。
http://www.telnet.or.jp/~mia/sb/

※基板レジスト色はロットにより変更になることがあります。
※回路図はありません。基板の部品定数やパターンから読み取ってください。

免責事項
１）本基板は実験基板であり、キットではありません。　技術サポート等は一切行いません。
２）基板の動作の完全性（安全性、動作性を含む）は一切保証されるものではありません。
３）本資料を参考に組み立て（部品調達を含む）が可能な方を対象としています。
４）部品調達に関する質問に一切お答えはできません。
５）本基板使用に伴う事故等に関して、一切の責任は負いません。自己責任でお願いします。
６）本基板の著作権は放棄していません。 同一のアートワークでの販売は禁止します。

Nutube ヘッドフォンアンプ　2017/3/21版

基板に依存する部品は通販先とコードが書いてあります。

定数	備考/入手先	数量
33	REY,DALE CMF55等 千石、海神無線	2
470（フィラメント抵抗）	REY,DALE CMF55等 千石、海神無線	2
1K	REY,DALE CMF55等 千石、海神無線	2
33K	REY,DALE CMF55等 千石、海神無線	2
120K	REY,DALE CMF55等 千石、海神無線	2
10K Bourns	秋月 (P-00975)	2
薄膜高分子積層コンデンサ(PMLCAP) １０μＦ１６Ｖ	秋月 (P-08057)	4
３．５ｍｍステレオミニジャック	秋月 (C-09060)	2
スイッチ付２連ボリュームＢ ５０ｋΩ	秋月 (P-03036)	1
0.1uF	wima mks2など　千石	2
0.1uF	バイアスのかけ方により選定部品が異なる。「バイアスについて」を参照のこと。	1
48M033		1
33uF/16V（低ＥＳＲはだめ）		1
470uF/16V 10mmまで	OSコンなら 秋月 (P-08292)	2
MUSES8920、その他２回路オペアンプ	秋月 (I-05418)	1
KORG Nutube	スイッチサイエンス	1
006ｐバッテリースナップ	お好きなものを。アルトイズ缶にいれるならば、elpaのPP-006NHを若干加工して取り付けると基板の固定になってよい。	1
LED 3mm	パイロットランプ用 お好きな物	1
20K 1/8w	小さなもの。LED用電流制限	1
500 bourns ※バッテリーモニタを使う場合	秋月 (P-00972)	1
470 2012サイズ ※バッテリーモニタを使う場合	千石、マルツ、AITENDO	1
10K 2012サイズ ※バッテリーモニタを使う場合	千石、マルツ、AITENDO	1
2SC2712 ※バッテリーモニタを使う場合	秋月 (I-00761)	1

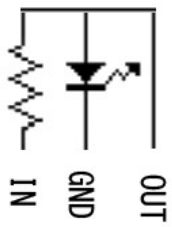
Nutube ヘッドフォンアンプ　2017/3/21版

バイアスについて
バイアスは定電圧が必要となるため、本基板では三端子レギュレータを使い定電圧を作っています。しかしながら、三端子はノイズを吐き、大変音が悪いです。特に標準として指定している48M033は音が悪いです。48M033を標準としている理由は、バイアスの調整範囲である2V-3Vの範囲に出力電圧が収まるため、安全と判断した為です。よって自己責任で、以下の方法でバイアスを作ると劇的に音が良くなりますので参考にしてください。

・48M033を7805や78L05などに変更
低ドロップではない三端子レギュレータに変更します。さらに、33uF/16Vは、低ESRな個体コンに変更します。バイアス電圧の最大が５Ｖとなりますので、調整適正範囲の2V-3Vを超えてしまいますが、最大定格はオーバーしません。再現性も良く、48M033よりはるかにマシな音がします。

・LEDのVFをそのままバイアスとする
Nutubeのグリッドには0.1mA未満しか流れませんので、LEDで発生するＶＦをそのまま定電圧に使うとローノイズな定電圧源となります。音質もよく、かつ、気を付ければ定格を超えることもないのでお勧めな方法です。　三端子の差し替えになるよう抵抗とＬＥＤを組み合わせると良いでしょう。以下のような形で作り、三端子部に刺します

LEDのVFは、3-4Vくらいの物をチョイスします。3mmの物が使いやすいでしょう。抵抗はまず、10K位を使って0.9mAくらい流してみましょう。そのときに発生したVFが2.8Vくらいであれば、バイアス設定上限が2.8Vとなります。20Kを使ってさらに電流を絞って、どの程度VFが変動するか見てみます。0.1V程度の変動であればそのＬＥＤは優秀です。10Kの抵抗で使ってOKだと思います。20Kを使ってVFが大幅に変動したならば、5Kを使って試して



・抵抗分圧のみとする　（音質的には一番推薦）
定電圧を作らず、抵抗分圧のみでバイアスをかける方法です。　三端子部のＩＮとＯＵＴをジャンパショートし、33uF/16V及び、0.1uFをつけずに使います。　ノイズの発生源がないので、音質的には一番良いのですが、以下の問題があります。
バッテリー電圧の低下とともに、バイアス電圧が下がっていきます。
バイアスに電池の電圧＝９Ｖをそのままかけることができるので、調整に気をつかわないとグリッド定格を超えてしまいます。
バイアス電圧の低下については、動作可能なバイアス電圧＋0.3Vくらい盛っておけば回避できるでしょう。
実質、NiMHでの運用が前提となると思います。 アルカリ電池でもよいと思いますが、電池を使い切るのは難しいと思います。

Nutube ヘッドフォンアンプ　2016/12/14版

バイアス調整について(Nutubeを刺す前に、グリッド電圧が3Vを超えてないか確認してください)
Nutubeの４番ピンと14番ピンがグリッド。まずここの電圧を、めいいっぱい落とします。この状態で音出しを行い、ひずんで割れた音が、きれいになるまでバイアスを上げていきます。 この段階でグリッド電圧を測り、その電圧+0.1Vにバイアス電圧を設定します。　もし、電圧が2.0Vを以下であれば（たとえばバイアスが1.5V程度でもキレイな音がでてしまっていても）2.0Vにしてください。　Nutubeはバラツキおおいようで、私が持っている個体では片方が2.4Vもう片方が1.8Vできれいな音が出たものがあります。このくらい左右のバラつきがあるようです。　なお、前項のバイアスの生成方法にて抵抗分圧のみを選択した方は、さらに0.2V〜0.3V、バイアス電圧を上乗せしてください。ただし3Vを超えてはいけません。

やってはいけないこと
Nutubeは簡単にヒーターが飛んでしまうようなので、テスターをあてて、ヒーター電圧を測るなどしないようにしてください。　異常赤熱していなければOKです。

バッテリーモニターについて
ＬＥＤが暗くなり始めるところを開始とし、ほぼ消灯の状態までての電圧差が1.4V程度です。
暗くなり始める敷居を、500オームのVRで設定できます。
初期設定として以下の方法で調整してください。
新品もしくは充電したての電池をセットし、ＶＲを回してＬＥＤをめいいっぱい暗くします。暗くなったところから、徐々に明るくなる方向にＶＲを回します。最大輝度になる境目くらいにＶＲを調整します。これで、いまの電池電圧から1.4V下がった時にほぼ消灯レベルでＬＥＤが暗くなります。　つかっていてＬＥＤが消えているのに電池に余力がある場合は、ＬＥＤが点灯、もしくは自分の好みの明るさになるようにＶＲを調整してもよいでしょう。逆に、ＬＥＤが付いているのに電池ぎれ状態であれば、ＬＥＤが消えるように調整したほうが良いでしょう。 NiMHとアルカリでは動作電圧の幅に差がありますから、自分の使用する電池に合わせてお好みで調整してください。

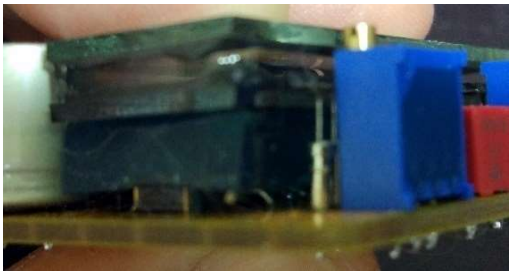
ケースについて
スチールケース等に収める場合は、ＧＮＤをケースにはんだ付けして落としてください。
設計上、基板のどこからＧＮＤを取ってもいいですが、かならず１点で取ってください。Altoids缶を使う場合は、別公開の型紙を使うと良いでしょう。　なお、ボリューム軸をナットで締めずともelpaのPP-006NH電池ボックスを使うと、基板が動かなくなります。電池ボックスは、基板の10KVRとケースに両面テープで固定します。　PP-006NHの電池止め部分は抜きさしがしづらいので、はさみ等で短くします。

Nutube ヘッドフォンアンプ　2017/3/21版

マイクロフォニックについて

Nutubeは直熱構造ゆえにマイクロフォニックが発生します。１００均の防振シート等をいれて対策してください。その際、Nutubeはソケット化しておくことをお勧めします。写真のように、丸ピンをばらしたものをソケットとしてつかうことをお勧めします。2mmピッチの平バネソケットは保持がイマイチになると思うので、あまりお勧めしません。

なお、丸ピンソケットは、はんだ付け前にNutubeにさしておいたほうがベターです。Nutubeの足は非常にやわらかいので、基板にピンを先につけて、あとからNutubeを刺すことは大変手間がかかります。



バイアスと音色について

音質面では抵抗分圧のみが有利ですが、電池駆動を前提とした場合、バイアスの電圧の変動が音色に反映されます。 バッテリーの電圧管理をこまめにできる場合は、抵抗分圧のみを推薦しますが、ポタとして実用的に使いたい場合、LEDのVFを使う方式を推薦します。 なにも考えたくない場合は、ホワイトノイズを覚悟の上、7805を使うのもよいでしょう。

音色は、0.1〜0.2V変動すると変わります。自分好みのバイアスを設定すると良いでしょう。 ただし最大調整範囲の3Vは超えないように注意してください。

Nutube ヘッドフォンアンプ　2017/3/21版

電池について

基本的にNiMHの利用を想定して部品定数を決定していますが、アルカリしか使わないという人もいると思います。その場合、フィラメント抵抗の470オームを430オームに変更してください。

以下に、フィラメント抵抗値と、フィラメント電圧。電池との関係を示します。

430 電圧	470 電圧	アルカリ	NiMH 7.2	NiMH 8.4
0.87	0.80			
0.86	0.79			
0.85	0.79			
0.84	0.78			
0.84	0.77			9.6
0.83	0.76			
0.82	0.75			
0.81	0.75			
0.80	0.74			
0.79	0.73			
0.78	0.72			
0.77	0.71			
0.77	0.71	8.8		
0.76	0.70			
0.75	0.69			
0.74	0.68			
0.73	0.67		8.4	8.4
0.72	0.67			
0.71	0.66			
0.71	0.65			
0.70	0.64			
0.69	0.63			
0.68	0.63			
0.67	0.62			
0.66	0.61	7.6	7.6	
0.65	0.60			
0.64	0.59			
0.64	0.59			
0.63	0.58	7.2	7.2	

430電圧、470電圧列は、そのフィラメント抵抗を使ったときに発生する電圧を示しています。アルカリ、NiMH7.2、NiMH8.4は、使用電池を表します。

まず、フィラメント電圧ですが、データシート上0.8Vが最大となります。フィラメント抵抗が470オームのときは、電池の電圧が10VまではOKです。430オームの場合は、9.2VまでOKです。

NiMH8.4Vを選択した場合、470オームの抵抗で使える電池電圧は8.2V-10Vとなりますのでちょうど良い値となります。アルカリや、NiMH7.2ですと、電池を使い切ることはできません。フィラメント抵抗を430オームすることにより、使える電池電圧が7.6V-9.2Vとなります。アルカリ電池においてちょうど良い値と言えます。NiMH7.2は、どちらにも属さない状態です。フィラメント抵抗を430より下げて使うと良いでしょう。

Nutube ヘッドフォンアンプ　2017/3/21版

設計上の小話

ポタとして設計する場合、三端子レギュレータを使ったほうが組み立て再現性もよく、電池を絞り切って使う分には非常に有利です。　私が三端子レギュレータを嫌って、排除する構成を選択できるようにした理由は以下の通りです。

・直熱管のフィラメントは三端子で点火すると音が悪いと思う。

・三端子が入っただけで、一次側もノイジーになると思う。

・三端子のノイズを抑え込むためには、電源インピーダンスを持ち上げてデカップリングを盛るなどしないとダメだと思う。などによるものです。

もちろん、三端子を使わずに効率よく電池を使う方法はあります。ただ、あまり大げさになるのもなあと思ったのです。 Nutubeがそれなりの値段がしますし、お手軽にNutube本来の音に近い状態で評価できないかなと考えました。

本基板は実験基板ですから、皆さまのテクニックやアイデア、ぜひ教えていただけますでしょうか。より良いNutubeの音を聴きたいと考えております。

以上