

二部オーディオ部 活動広報誌 Vol.2



by TDU AUDIO CLUB

まえがき

この本をお手に取って下さりありがとうございます。このサークルがコミケに出展するのは2回目となります。今回はキットの配布…とはいきませんでした。完成品の頒布をおこないます。あープリント基板作れる技術が欲しいなあ…。

目次

1. 頒布用ポータブルヘッドホンアンプの製作(by 部長)
 2. 22.2V リチウムポリマー電池とバッファ IC によるポータブル
- (?) ヘッドホンアンプ (by えぬ)
3. 二部オーディオ部の現状とか(あとかき)

1.頒布用ポータブルヘッドホンアンプの製作

最初に注意書きから

- ・このヘッドホンアンプの使用に関しましてはすべて自己責任でお願いいたします。
- ・電池にはリチウムイオン電池を使用しています。またこの電池には保護回路が入っていない生セルですので特に気を付けてください。

(頒布時には外してお渡しします)

- ・このヘッドホンアンプを使用することによる事故やケガ等発生しましてもこちらは責任取れませんのでよろしくお願いいたします。
- ・ちなみに 1 個しかありません。活動広報誌の最後に「当たり」と書いてあるものを受け取ってくれた方にのみ、材料費として 1000 円でお渡しします。

1.コンセプト

今回初めて完成品の頒布を行います。まずコンセプトとしては、

- ・誰でも使えること。電池は簡単に充電できること、もしくは交換できること。

- ・小さいこと。ipod や DAP と丁度良いサイズ感で。

- ・回路構成としては OP アンプ+バッファ回路。ふつうだね。

こんな感じです。今まで色々アンプを作ってきましたが、自分以外の人が製作したものを使うというのは初めてなので緊張しております。

2.回路図を決める

回路図はよくインターネットでも見つかるものだと思います。ボルテージフォロワにバッファ回路を付け足しました。後ろの段の回路がなかなか上手くいかず難儀したでしょうか。やはり低いインピーダンスで出力したいと考えると OP アンプ一発よりバッファ回路を付け足したいところです。

ひとまず回路図を載せておきます。定数は LTspice を使いながら決めました。

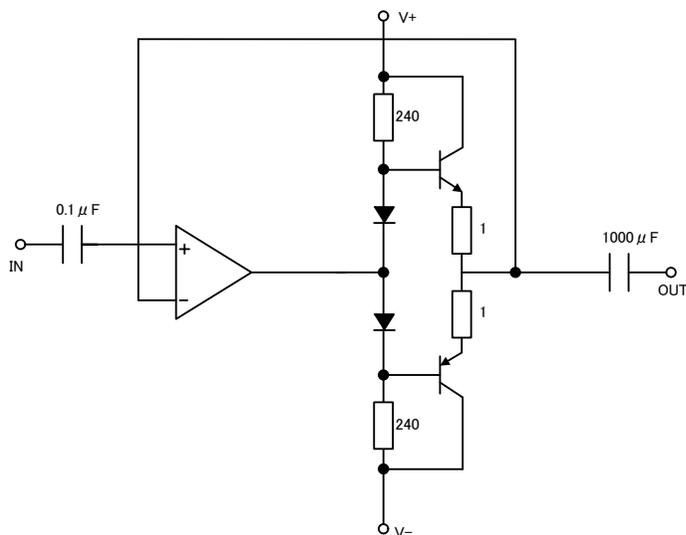
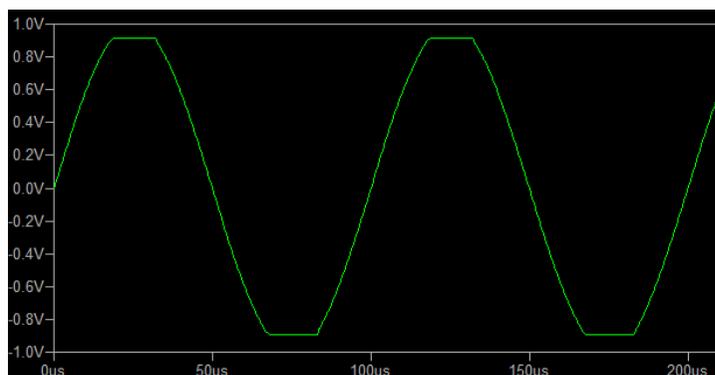


図 1 頒布ヘッドホンアンプの回路図

ふつうは利得をもたせるのですが、リチウム電池一本で動かすため利得はつけられませんでした。

また、トランジスタには2SC1815、2SA1015を使い、ダイオードには1N4148を使用しました。コンデンサには0.1 μ FにMUSE ESを使い、1000 μ Fには日本ケミコンの一般的なコンデンサを使用しました。肝心のOPアンプはLME49721を使用しました。

材料に関しては部室にあるストックを使いつつ、基本的には秋月電子さんと千石電商さんで調達しました。次にLTspiceで波形を出してみました。



こんな感じです。

若干波形の上下端が切り取られていることが確認できました。

1.8Vp-p までしか出力できないようです。

一応電池が満充電の状態ならば 4.2V の電源電圧であるのでこれでいいかと思い製作に移りました。定電圧のヘッドホンアンプのこのような動作の問題の解決はネットに色々記事がありますが、今回上に記した回路図でも特に聴覚上では問題はなかったなのでこのままです。本来ならば製作後に測定を行なうのですが、今回は時間の関係上できませんでした(ゴメンナサイ)

3.製作する

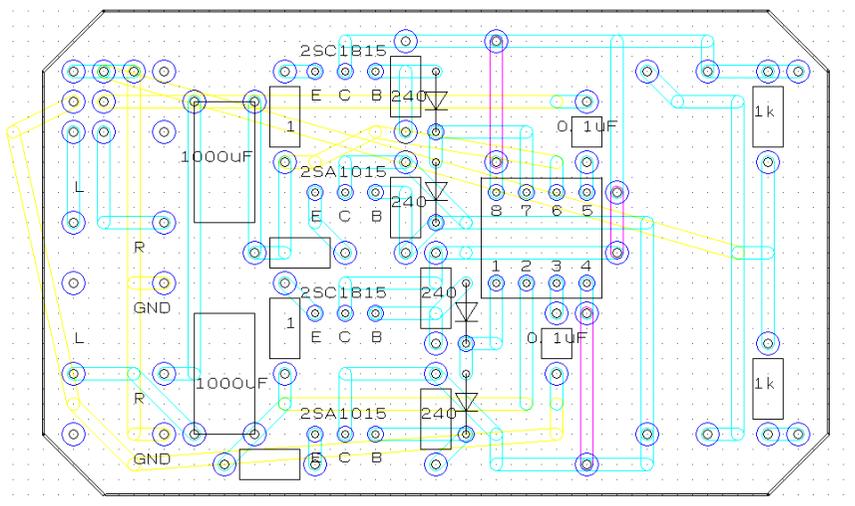


図 PCBE にて実体配線図を描きます

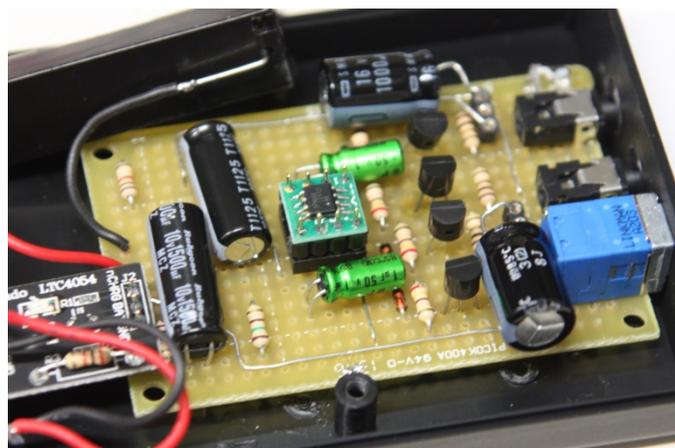
PCBE というソフトを使って実体配線図を作ります。水色の線が基板に直接ハンダづけでつなぐ部分、黄色の部分はリード線でつなぐ部分です。赤色はジャンパ線でつなぎます。これをもとに基盤を製作していきます。

次に実際に作っている場面を載せたいところですが、すっかり写真を撮るのを忘れてしまいました…(;´・ω・)

しかもトランジスタを逆向きにつけてしまい、後々大変なことに…。

また、PCBE で描いた実体配線図とも若干異なりました。

というわけで完成後の写真を、



完成後の写真…

1000 μ F のコンデンサのスペースが思ったより少なかったです…。

この部分は後々好みのコンデンサに変えられるようにしました。コンデンサつけずにジャンパしても良い気が

しますが、一応念のため。

写真左側に移っている黒っぽい基盤は、aitendo さんにて扱っているリチウム電池

充電回路です。これを使うことで5Vの電

源で1セルのリチウムイオン電池を充電できます。



リチウムイオン電池は三月兎さんで売っているウルトラファイアの単4型サイズを使いました。ケースに若干の余裕があるので頑張れば単3型のものを付けられるかもしれません…。単3型なら保護回路つき

のものを買えるので本当はこちらを使いたいところです。

もしくは平べったいリチウムポリマー電池が aitendo さんに売って



いるのでこれも良いかなと思っております。

ケースは穴あけ以外にも基盤をねじ止めするところをニッパーにて切断
しました。



加工前



加工後

4.使い方

- ・ボリュームに近い側のジャックが入力です。外側が出力です。
- ・スイッチはスイッチ付ボリュームを使用していますので、ボリュームをひねると電源 ON。LED が光ります。
- ・充電には AC アダプタを使ってください。5V のものを使用します。
(改造して USB 端子から充電も可能と思われます)
- ・充電中は、下の写真のようにケース底面の小さな穴から赤く光ります。(aitendo の基板をそのまま使っているのでこうなりました)
- ・充電完了後、LED は消えます。



5.最後に

本当はもう一つか二つ作りたかったのですが、時間と体力の都合上
できませんでした。測定に関しましてはもう一つ基板だけ作ったもの
がある(これも頒布しようと思いましたが、ケースの加工までできな
かった)のですが、これを改めて測定しようと考えています。

冬コミがもし当選すればまたヘッドホンアンプの頒布をしたいと思
っておりますのでその時はよろしくお願いします。次はもう少し数を
増やします…。

2. 22.2V リチウムポリマー電池によるポータブルヘッドホンアンプの製作

読みづらい表題しやがってw

執筆者が変わりまして、えぬが担当します「22.2V リチウムポリマー電池によるポータブルヘッドホンアンプの製作」です！

ポータブルヘッドホンアンプの製作において、電源の選定は大変難しい問題です。据え置きのアンプならば、トランスや AC アダプタ等の選択肢がありますが、ポータブルである以上何かしらのバッテリーを使用する事になります。

そこでオペアンプの動作電源電圧が問題となってきます。低電圧オペアンプなどでは $\pm 2\text{V}$ から動くものもありますが、高級オペアンプともなると $\pm 9\text{V}$ から、などといった高電圧を要求するものもでてきます (MUSES 01 等)。そこで妥協して低電圧オペアンプ使いたくない！ $\pm 9\text{V}$ からのオペアンプ使いたい！という願いを叶えようとしてまとめたものになります。

最終的に何をお勧めするかは表題の通りまるわかりなのですが、ここで各バッテリーについてまとめてみましょう。

角型の 9V 電池などよくアンプに用いますが、使い捨ての一次電池は大量に使い捨てていくことになってしまうので、今回は実用的ではないとして除外し、二次電池のみに絞って考えていきます。

・ニッケル・カドニウム電池

ミニ四駆によく入れましたねw

そっくり上位互換のニッケル・水素蓄電池に立場を奪われてしまったのでここではとばしてしましましょう。



・ニッケル・水素蓄電池



旧三洋のエネループなどが有名なポピュラーな充電池です。

ポータブルヘッドホンアンプ製作においてネックになるのがその電圧だと思います。単セルで 1.2V という大変低電圧で動くバッテリーのため、それなりの数を組み込まなくてはならず、ケースも選ぶことになります…。低電圧オペアンプを動かすためにも $\pm 2V$ は最低でも欲しいところなので、最低でも 4 本必要ですね。

MUSES 01 を動かそうと思ったら…15 本から…。更に一本 27g として 405g にもなります。重い&かさばる。

・鉛蓄電池

車についてたりするアレですね。1セルあたりの電圧は2Vですが複数セルが一体となったパッケージが一般的で12Vが主流なようです。

他には6Vの物が秋月電子さんで確認できました。



重い！！でかい！！！！却下！！！！！！

と思っていたのですが、この項目を書くのに調べていたら・・・



以外に小さいのもありました。

1 2 V 700mA h で約 3 9 0 g . . . 使ってみても面白いかもしれません

W。

MUSES 01 動かすのに 2 個 24V で 780 g 。 重いなあ…。

・リチウムイオン電池（他リチウム系）

今回の本命です。いつも使っている携帯電話に入っている電池がそ
うですね。



1 セルあたり約 3.6V と電圧が高く、エネルギー密度も高く容量の割
にととても軽いです。そのため容量と重量ともに、モバイル機器にぴっ
たりでしょう。

これを使いましょう！

リチウム系の電池には他にも種類があります。今回詳しい違いの説明は省きますが、それぞれ仕様が微妙に違います。このリチウムポリマー電池 (Li-po)、リチウムフェライト電池 (Li-fe) はラジコン界限などでよく使われているバッテリーとなります。

- ・リチウムイオン電池 (Li-ion) 3.6V 携帯電話に入ってるやつ。
- ・リチウムポリマー電池 (Li-po) 3.7V ラジコン、電動ガン、モバイルバッテリー等に多々使用されている。
- ・リチウムフェライト電池 (Li-fe) 3.3V ラジコン以外まず見ない。

ここでは一番電圧の高い Lipo を使いましょう。

この Lipo を 6 個直列に繋いだものが $3.7V \times 6$ セルで 22.2V もありレールスプリッタで正負に分圧しても、ある程度余裕を持って高い電圧を求めるオペアンプ等を動かすことができます。

このリチウムポリマー電池 6 セルを使うことにして話を進めていきましょう。

- ・購入

こんなものが一体どこで買えるのか。

この6セル lipo バッテリー。主にパワーを必要とする大型のラジコンヘリコプター、ラジコン飛行機などに使われる用途で販売しております。

以前はラジコンショップで単体で1万円するようなものだったのですが、最近安いメーカーが増えてきたように感じます。筆者はアマゾンで「22.2v」と検索し、安い順に並べてでてきた6セル 1100mAh 2個入り 4500 円の物を買いました。容量は少ないですが筆者が調べた中で一番コスパが良かったです。40*33*70mm 重量 186g。この大きさで 22.2v ができます！（それでもポータブルヘッドホンアンプ製作には少々大きいですが…）



このリチウムポリマー電池、単三電池などのような決まった規格の大きさがいないため、色々な大きさがまちまちに販売されていてとてもアンプのケースに入れる際困ります。主用途のラジコンヘリには無理やりくりつけるみたいな設置方法なのでおそらくそれで問題ないので、こうなのではないかと思っております。他にも各ラジコンショップ等で販売しておりますので、自分にあったものをぜひ探してみてください。

- ・危険性

リチウム系電池はその高いエネルギー密度から過充電、破損などにより激しく炎上、発煙、場合によっては爆発します…。たまに携帯電話が爆発したとかいうニュースが見られますがこいつのせいです。

なので扱いには大変気をつけなくてはなりません。

「lipo explosion」「lipo fire」などググって頂くと動画がたくさんあり、その怖さが伝わると思います。ぜひどうぞ。

余談ですが、筆者はモバイルバッテリーの中の lipo を流用出来ないかと思い、分解し、誤って穴を開けてしまい経験済みです…。煙がすごい。臭い。

1.充電方法

lipo の直列での充電には注意が必要です。

lipo を直列で充電する際に、従来のバッテリーのように両端から電流を送るだけでは、セル間のバランスが崩れてしまうのです。複数セル積んでいてかたや充電されておらず、かたや過充電…そして前述の通り爆発へ…。わりと洒落になりません。

なので複セルのリチウムポリマー電池の充電には各セル間の電圧の監視、調整が欠かせません。

ここで登場するのがいわゆる万能充放電器といわれるものです。

こちらも主にラジコン用電池を充電するため、普及しています。

ですが最近その便利さからか、秋月電子さんでも安くいいモデルが扱うようになり、これがリチウムポリマー電池に限らず、

Ni-Cd、Ni-MH：1～15セル

Li-Po、Li-Ion、Li-Fe：1～6セル

鉛蓄電池：2V～20V

となんでも充電放電出来る優れものであり、電子工作好きならば持

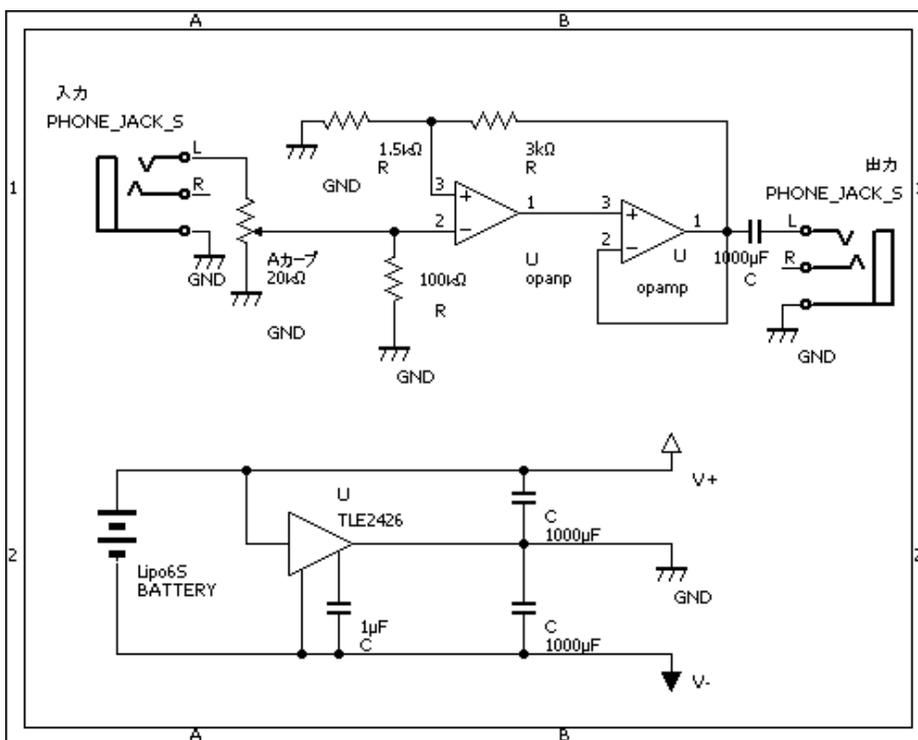
っていて損はない、良い品だと思います。お値段¥6,300（税込）



・回路設計

動作電圧が高いオペアンプでも動かせることが目標なので、回路自体は非反転増幅にボルテージフォロアのためのシンプルな回路にします。

レールスプリッタ回路ですが専用の IC である TLE2426 を用います。



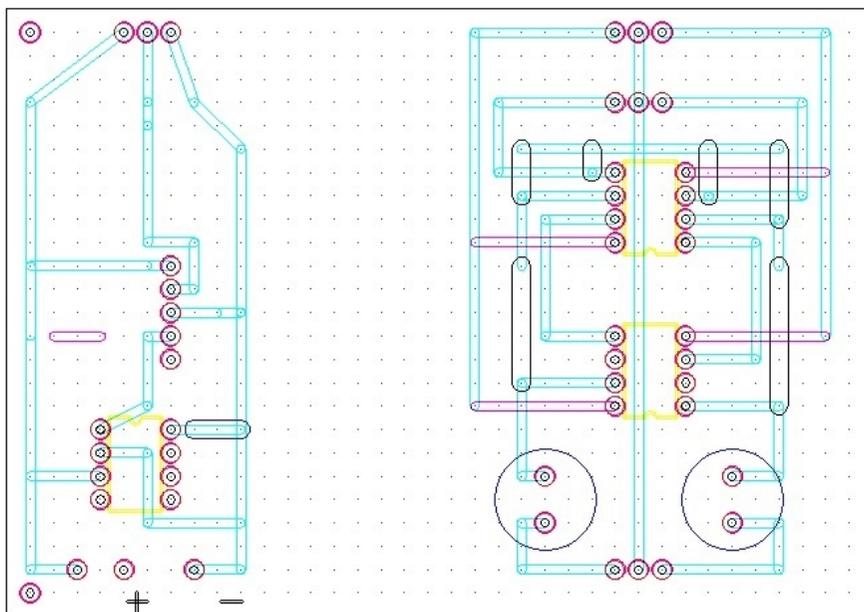
こちらが今回の回路図になります。

R 側は全く同じ回路になるので省略いたします。

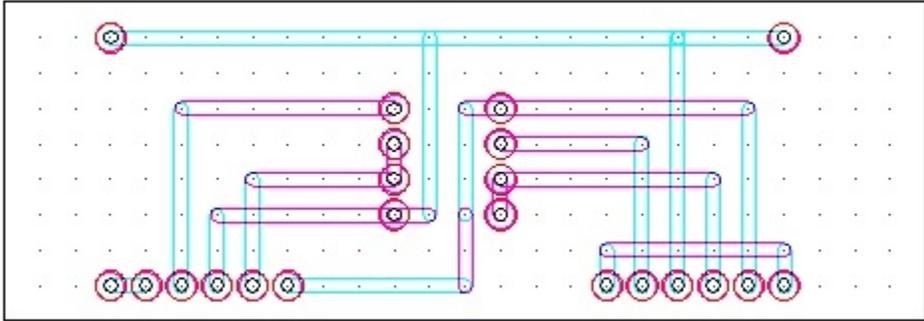
・実体配線図

PCBEにて実体配線図を書きます

基板外形は秋月のBタイプ（95 x 72 mm）におさまるように書いております。左部 8pin のものが TLE2426。分圧の強化のためにバッファ IC である lme4960 を付けられるようにしてあります。さらにボルテージフォロア部も変換基板を作成し、lme4960×2 に置き換えられるようにしてあります。



メイン基板

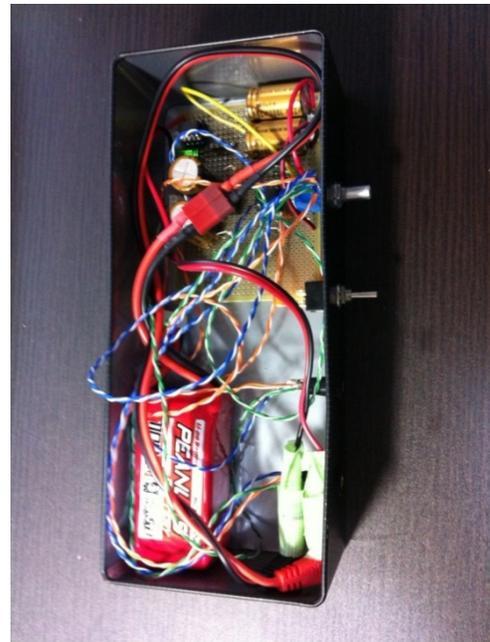
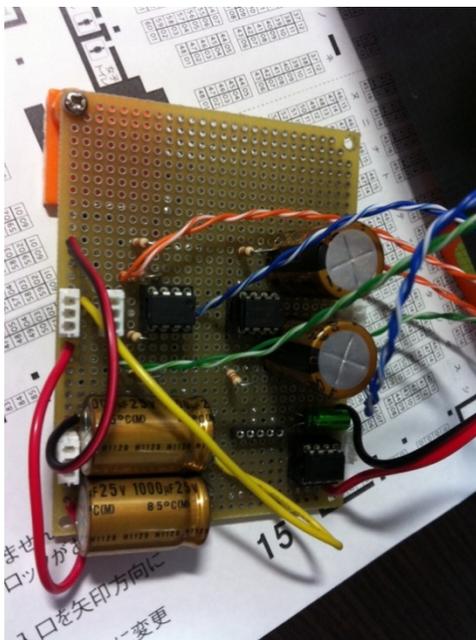


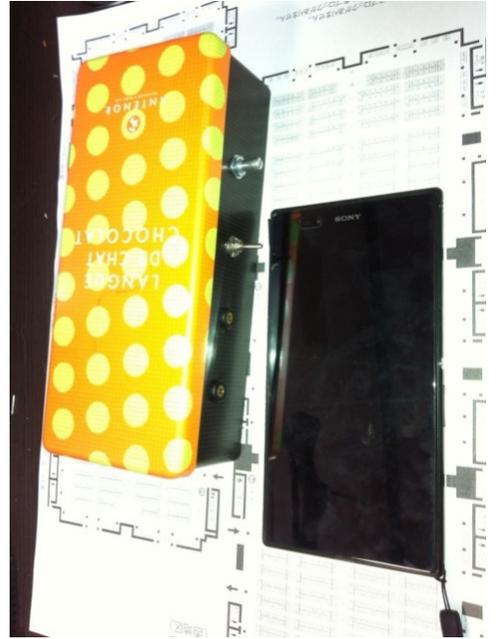
8pin ボルテージフォロア→lme49600 変換基板

・完成品

配線もっしょもしゃ

ケースと基板の接続にEHコネクタを使用したのですが、まさかの
コンタクトピン売り切れでしかたなく基板から配線を新たに伸ばしま
した…





写真右：スマホより少し大きなサイズに…嘘です。横の端末は6.4
インチあります。しかしポータブルヘッドホンアンプといいはります。

写真左のカバンに入る限り！

電圧が高いので電源コネクタを刺す際にバチッとなりますw。

・音

音質は展示しております完成品の試聴でぜひどうぞ！

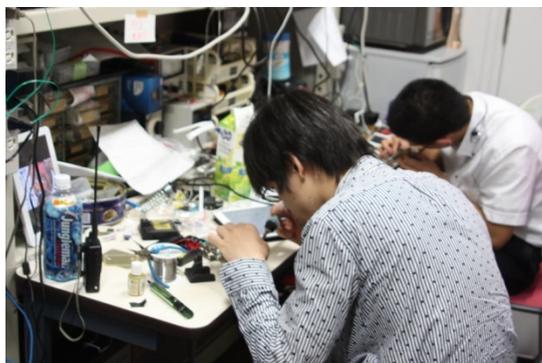
個人的には広いレンジで音場が広く、良く鳴ります。…右耳は。

現在、この原稿執筆中にどうも左耳の低音がおかしい…。

会場では完成品がなっていることを祈ります…。

3.二部オーディオ部の現状とか(あとがき)

現在我が部では 20 名程度で活動しております。2014 年度になってだいぶ 1 年生が増えました。メインで活動している部員が全員 4 年生であるため、残り少ない時間で 1 年生に製作技術を教えていかなければならない状況となりました。ひとまずはんだ付けのやり方を教え、ヘッドホンアンプキットの製作をしました。その後はユニバーサル基板を使っての工作をしていくという感じです。



製作風景





右：新入生作のヘッドホンアンプ。見た目はクラシカル。音は現代的。

スピーカー工作もやろうやろうと思っではいるのですが、ついついヘッドホンアンプを作ってしまいます(;´∀`)

LM675T を使っってお手軽スピーカーアンプなんかも作っていますので後々スピーカー、スピーカーアンプ工作をやりたいとは思っではいますが、据え置きヘッドホンアンプを一回しっかり作ってみたいと思っていたり…。

また、11月には文化祭が控えており、ここでオーディオ部が所蔵している自作、既製品を含めすべてのオーディオ機器を展示する予定です。コミケとは違って展示スペースもかなり広く、ゆっくり作品を見たり触ったりできると思います。もしご興味があればそちらもぜひよろしくお願ひします。



写真上、右：昨年の文化祭の様子



奥付

東京電機大学二部オーディオ部(TDU AUDIO CLUB)

発行者

13月の25時

えぬ

部員一同

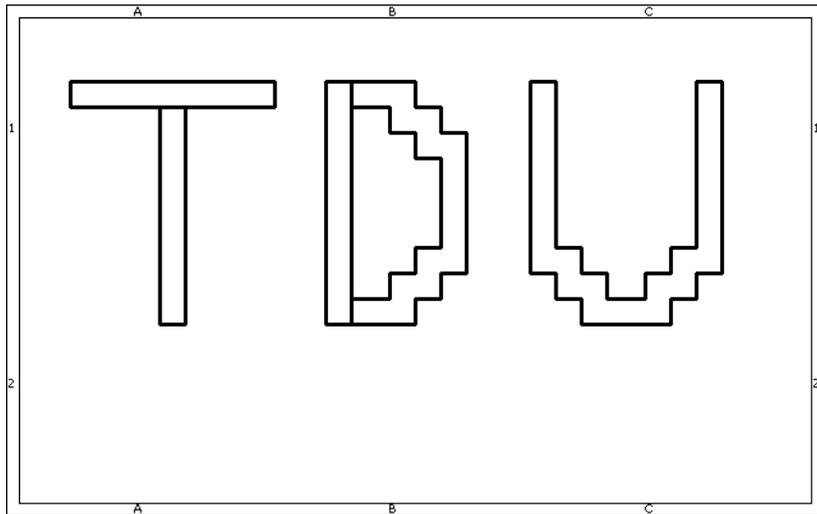
連絡先

Twitter…@nibuoodhiobu

Mail…tdu.nibu.audio.club@gmail.com

ホームページ

<http://www.sg.dendai.ac.jp/s2b-audio/>



TDU Audio Club

(東京電機大学二部オーディオ部)

