

LXU-OT2改

日本橋のデジットに行くと、巨大な付録が付いた雑誌が目に入りました。

ちょっと見てみるとUSBヘッドフォンアンプが付いている様子。すると店員に「早く買わないと無くなりますよ」と言われ、勢い購入してしまいました。

かなり前からやってみたいと思いながら、なかなか手が出なかったオーディオDACですが、このSTEREO誌2013年1月号付録“ラックスマンLXU-OT2”がやっと自分のやる気を奮い立たせてくれました。

さてオリジナルの方向性を生かした改造をするにはどうすれば良いか、まるで違う物を作ってしまうと「改造じゃ無いじゃん」となってしまいますので、コンセプトを纏めてみました。

改造コンセプト

- ① コンパクトさを損なわない、巨大なケースに入れるのは御法度
- ② バスパワーでしっかり動くものにする、外部電源に頼らない
- ③ RCA出力は殺さない
- ④ 回路構成をいじらない、オペアンプの数を減らしたりしない
- ⑤ 各パーツ本来の性能を引き出す、変な音の装飾はしない
- ⑥ 超高性能パーツで固めたりしない、チップ部品も使用する

せっかく単体で十分な性能を発揮するように考えられているのに、5V、12V電源のユニットを並べて「ほら音が良くなった」では格好良くありません。それに巨大になってしまいます。バスパワー単体でどこまで行けるかを追求します。

またノウハウの多いPCM2704を搭載していますので、他の事例を参考にしたいところですが、ラックスマンの考えられた回路構成から逸脱するのは避けたいので、「オペアンプをスルーしたら音が良くなった」もやらないようにします。

さすがにDACチップそのものを変えてしまうと何をやっているのか分からなくなるので、使用する部品もオリジナルを引き継ぐようにします。

部品の使用コンセプト

- ① PCM2704を使用する
- ② 水晶発振子をそのまま使う
- ③ 接続したパソコンに“LXU-OT2”で認識される状態を維持する
- ④ オペアンプは高い電圧で動かす、低電圧用にして5V駆動にしない
- ⑤ 電圧増幅のU1と電力増幅のU2と言う組み合わせを維持する

以上で構成して行きます。

ケーシングを考える

さてコンセプトに「コンパクトさを損なわない」を掲げているので、ちょうどいい大きさのケースを探す訳ですが、当然ながら専用ケースでも無い限りぴったりにはなりません。

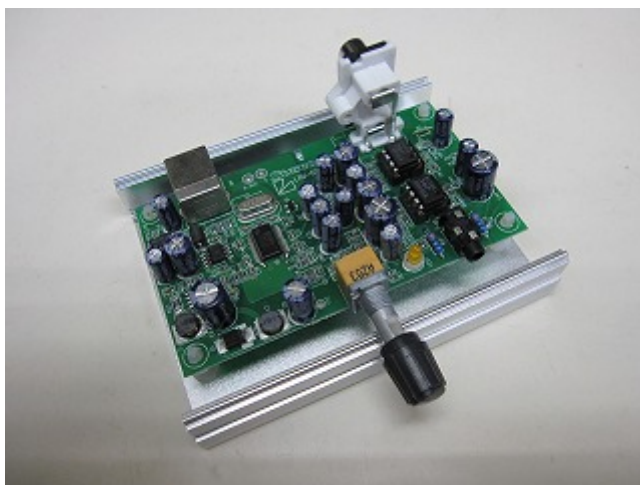
大きさがちょうど良く、誰も使っていないようなものを探したところ、雑誌を購入したデジッで「訳ありアルミケース」という意味深なケースを見つけました。



デジットの訳ありアルミケース
その中で一番小さいものを選んで見ました。



比べてみるとぴったり収まりそうな予感です。

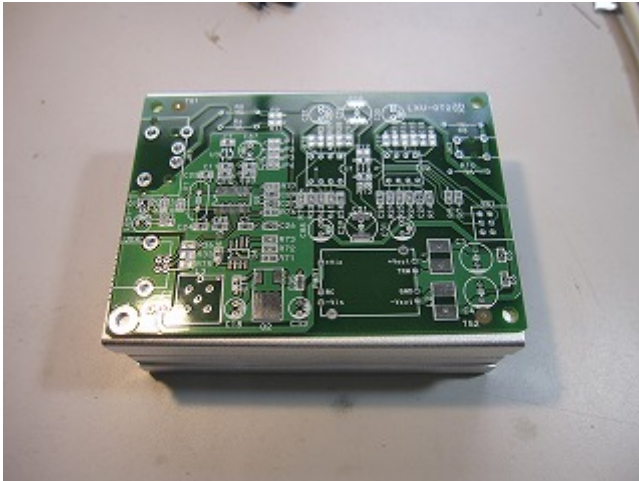


中に入れてみました。
しかし、問題が。

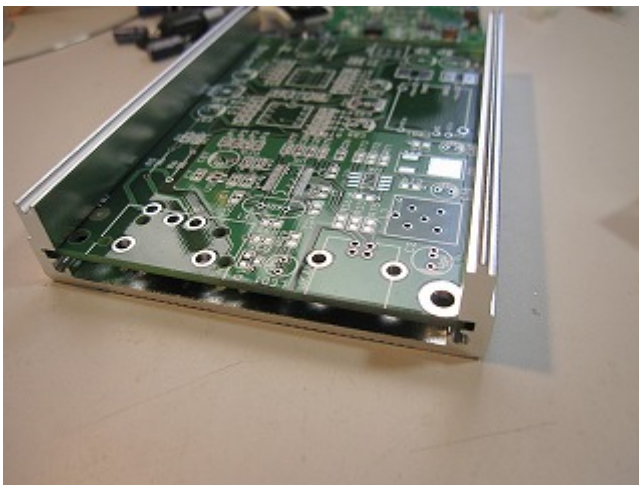
ケースに入る内容で改造する

ケースが決まりましたが、勢い小さいものを選んだので、入れるのは結構大変です。しかし、せっかくちょうど良い感じのケースを見つけたので、なんとかこれでいきたいところです。

ところがこのケース、縦長用の構成で、加工するパネルが左右の位置に来てしまいます。オリジナルの基板は横長ケース用、入れたいケースは縦長配置用、と言う事で何とかします。



しかたないので、基板に変形してもらいました。



基板ガイドの溝にびったり入る気の利いた変形っぷりです

基板に変形してもらっただけだと芸が無いので、幾つか改良を加えます。

- ① パソコンからの強烈なノイズをなるべく遮断します。
- ② オペアンプの単一電源動作を±1.2V電源に改良します。
- ③ 信号経路に入っているカップリング用電解コンデンサーを最小限にします。
- ④ アナログ、デジタル回路のパターン最適化

「改造じゃ無いじゃん」と言われないようにする

いきなり「おい、そこからかよ」と言われそうですが、改良したい部分を考えていると、結局「基板作った方が早いな」となっていました。それでも一応改造ですので、オリジナルから部品を移植していきます。



と言う事で、部品をどんどん外して行きます。



バリバリのせ換えです。
当然チップ部品も使います。

ついでにスペックアップも図りたいので、いくつか追加されています。

- ① 電解コンデンサーは当然、オーディオ用に変更します。デジットお勧めのニチコンFW
- ② 信号カップリングコンデンサは上位ランクのニチコンKZに
- ③ RCAは高さが入らなかったなので、やむなく別部品に変更
- ④ 村田の強力なフィルターで、パソコンからのノイズを遮断
- ⑤ タクマンのオーディオ用抵抗も使用
- ⑥ オペアンプの電源にTDKのスイッチングレギュレータを使用

改造ポイント

ぱっと見まるで別物に見えますが、EEPROMも移植しているので、パソコンからは正常に“LXU-OT2”で認識されます。(接続した事の無いパソコンで確認済み)と言う事で一応改造の範囲に入ってるはず。(基板と言うパーツを変えただけですよ・・・)

さてラックスマンがやりたくても予算の関係で出来なかったであろう内容を搭載しているつもりです。

① オペアンプの±12V駆動を実現

これは一番やりたかったところのほずです。昇圧コンバータを入れて単一電源ながら12Vにしている位ですから、「オペアンプってのはこういう電圧で使うんだよ」と言う声が聞こえてきます。

② カップリングコンデンサを最小限に

これも音質においては重要な部分です。出来れば入れたくない、でも単一電源動作では入れるしかない。DACチップからヘッドフォンの出口まで4個も入ってしまっています。ここは音質に色付けされてしまう大きな要因ですので、U1の出口に1個だけにします。そうすると、DACチップの直流電圧がもろに増幅されますが、電源の強化でオペアンプに余裕があるので、わざと3.3V程度の出力をU1に出力させています。そして、カップリングコンデンサに有極性電解コンデンサを使用出来るようにしています。

「あれコンデンサレスに出来るんじゃないかね、オフセット調整とかでやってる人いるよ」と言われそうですが、世の中に確かな製品を送り出しているラックスマンが、安全装置も無い商品を出す訳が有りません。RCAに直流電圧を出さないように処置するのは当然です。安易にカップリングコンデンサレスには出来ませんし、オペアンプで直流を監視してリレーで遮断するようにするのは大変です。今回はコンデンサに頼って、直流を出さない構成にします。まー1カ所くらい部品の特徴が出るところがあっても良いでしょう。U2は直流を受け取らないので、そのままヘッドフォンを駆動してもらいます。低音の出方が格段に違います。

③ パソコンからのノイズを抑えたい

オリジナルにはL3のフィルタが追加されていましたが、正直容量不足でしょう。USBの5V電源がかなり酷いことはよく知られていますので、ここは思い切ったフィルタを追加しておきます。これで外部電源に頼らなくても、そこそこ行けるようになります。

④ その他もろもろ

パターン最適化など、細かい部分で改良しています。あの見事な滑らか配線は出来ませんでしたが、後から半田ごてが入れやすい部品配置や、コンデンサの大型化に対応したり、信号経路にそった配置にしたりしています。

動作確認とチューニング

ヘッドフォンで音質確認をしてみると、思った通りの高分解能ですが、ちょっと気になる部分もあります。それはホワイトノイズで、思いの外大きいのです。調べてみるとどうやらPCM2704が元々ノイズの大きいチップのようで、今となっては古さを感じる要因とも言えます。

根本的には外部アクティブフィルタで何とかしないと無理のようですが、そこまでやるとオリジナルのコンセプト外のような気がしますし、回路変更も大変です。(もう作っちゃったし)よく見るとDACチップからの出力部分でメーカー推奨回路をそのまま使っていますが、この辺りで何とか出来そうです。R76, R77, C27, C29などはヘッドフォンを直接接続する訳でも無ければ必要無いはずなので、CRフィルタに転用します。U1に入る部分でしっかりノイズを処理したところ、違和感の無い音質に落ち着きました。

スペシャルバージョン

実はよく見ると空き回路があります。ここはPCM2704のVcom端子を直接駆動するという禁じ手が出来るようになっています。本来は内部でVCCを2分割した電圧が出ているVcomですが、これのレギュレーションがかなり悪いのです。大きめの電解コンデンサを接続しますが、それ以外の接続を許容出来るほど安定していません。と言うか「単なる抵抗分圧なんじゃね?」と言う感じです。なので、「ここにレギュレータで1.6Vを作って、VcomとU1に供給すれば、U1のオフセットをゼロに出来るかも」を実験してみました。



もう一枚制作して実験です。C87が付いていません。U3のレギュレータでVcomを強制駆動しています。とりあえず壊れないみたいです。U1のオフセットもほぼゼロになりました。

U1が0Vを中心に動くようになったので、カップリングコンデンサは無極性にしないといけません。せつかくなので以前から使ってた秋月で売っているPMLCAPを投入します。

そのほかの部品も違うので、単純比較できませんが、一気に音の見通しが良くなりました。でも裏技のような回路なので、個人で楽しむ程度にしておきます。

第一試作完成

と言う事で完成写真です。



久しぶりのケース加工で、ぼろぼろです



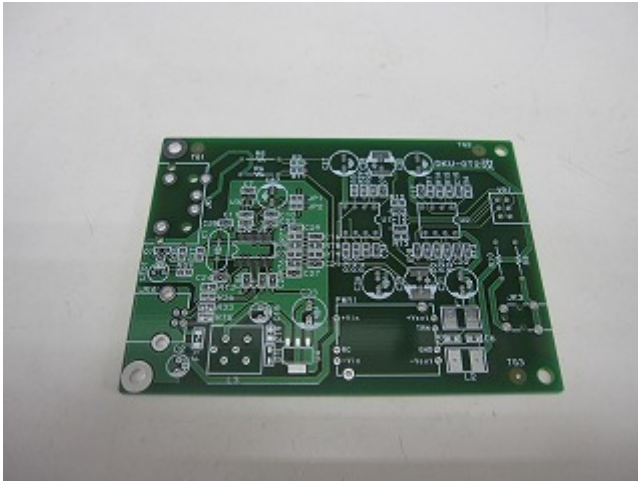
ともあれ、予定通りきっちり収まりました

こうして見るとボリュームの位置に違和感があります。パーツのレイアウト上どうしても中途半端な位置になってしまったので、ちょっと格好悪いですね。

オリジナルを無視して開発は続く

さてスペシャルバージョンの写真をよく見ると分かりますが、せっかくの特注基板にジャンパー線や空き部品があります。音質を調整して行く中でCRフィルターを追加したり、冗長な部分を取り除いたりした結果、手直しが必要になってしまいました。

また、せっかく最適化していた配線パターンですが、CRフィルターのグラウンドリターン電流がアナログ部分に入り込むなど、再度最適化が必要になっています。



そして作り直したい衝動を抑えることは出来ませんでした
試作2号機です
ほとんどオリジナルの面影がない上に
EEPROM も取っ払ってしまったので、
型番も変更です



組み立てて見ます

改良点は

- ① CRフィルター回路追加分のパターンを反映する
- ② デジタル電源とアナログ電源の修正分を反映する
- ③ 不要な部品を排除
- ④ ボリュームの配線を最適化、ジャックとボリュームの位置関係、全体のバランスも修正
- ⑤ リセットブルヒューズを追加して、安全性を向上

新たな壁に挑戦

2号試作では、パーツが持っているポテンシャルを完全に引き出した場合、どんな音になるかを再確認する為にも、ノーマル部品だけで構成する事にします。コンデンサーもオーディオグレードですが、一番低いFWに。オペアンプも4558と4556に再度登場してもらいます。

ここまで来るとノイズは激減しており、各パーツの特色がくっきり出てきます。しかし、何かおかしい。高域がキンキンうるさ過ぎます。スペアナで確認しても2次3次高調波が少し出ています。あらゆる要素を徹底的に吟味し始めると、隠れていた問題が目立つようになってしまったようです。さんざん悩んだ末に、思わぬ伏兵が発見されました。



なんとCRフィルターに使っていたセラミックコンデンサーが強烈な鳴きを発生させていた事が判明
音質を良くするはずの回路が実際には悪の根源だったとは・・・
盲点を突かれた形で、見つけるのに苦労しました

ノイズを抑えるはずのCRフィルターですが、手元にあった適当な高誘電のセラミックコンデンサーを使ったところ高調波が出てしまいました。しかし、一つの部品選定ミスがこんなにも影響するとは・・・。

高誘電系は歪むと言う事がよく分かり、良い教訓になりました。と言う事で高誘電の物は交流特性も良い温度補償用に交換し事なきを得ました。

さて音質はどうか。文章で客観的に表現するのは難しいのですが、あえて言うと「NJM4558と言え、とっとと交換する安いオペアンプで、音出しするだけのおまけアンプと思っている人がいるなら、4558に謝って下さい」位の仕上がりになっています。これ以上完成度を追求しようとする、オーディオグレードの部品を大量投入しか無くなって来ますので、今回はここまでにしようと思います。

今度こそ完成（多分）

せっかくボリュームやジャックの位置も変更したので、常用するバージョンの基板を作成して、ケースに収めてみます。



またしてもキズが・・・
でも前回よりバランスはずっと良くなりました



角穴がかなりましになりました

実はヘッドフォン部分に力を入れすぎていて、RCA出力を全くテストしていませんでした。「ヘッドフォンに問題なければ、RCAにも問題無いだろう」と思って放っていましたが、さすがに心配です。ここで別のアンプにRCAで出力しましたが、やはり問題ありませんでした。と言うか常用出来そうな音質です。下手なSACDプレーヤーより良いかも。

総評

実は長い間オペアンプに偏見を持っていました。オペアンプにパワーバッファを追加したプリメインアンプを試聴した時に、強烈なオペアンプ臭のする音を聞いたので、「やっぱオペアンプは駄目だな」が印象に残ってしまいました。それ以来、オーディオアンプと言えばフルデイスクリートでしか制作していませんでした。ところが今回のヘッドフォンアンプを聞いて「これは行けるんじゃないか、もう一度自分でちゃんと設計して検証してみるか」に変わったのです。その瞬間から妙に勢い付いてしまい、一気に改造版を制作しました。

完成した音は、「オペアンプ差別して御免なさい」です。これほど楽しい遊びを封印していたと思うと、今更もったいなくなると同時に、もっと色々出来そうな予感がしています。作ろうと思っていたフォノイコライザーアンプもオペアンプで作ってしまっても面白そうです。まさに目から鱗でした。先入観と言う封印を解いてくれた今回の企画は本当に楽しめました。

さて、最後に中身はどうなっているかというと・・・



結局スペシャルパーツてんこ盛りです

この原稿は、STEREO 誌のカスタマイズコンテストに応募して掲載された記事の元原稿です。一部誤記の修正と内容の追加分などが、投稿時より改変されています。

追加情報 (2013/10/30)

その後、スペックの調整や基板の再設計を繰り返し、完成度を上げ続けていました。
現在の状況は以下のページで確認できます。



最終量産試作の写真です
型番は DKP-UHR27 に決まりました

開発部商品紹介

<http://www.daikodenki.co.jp/kaihatu.html>