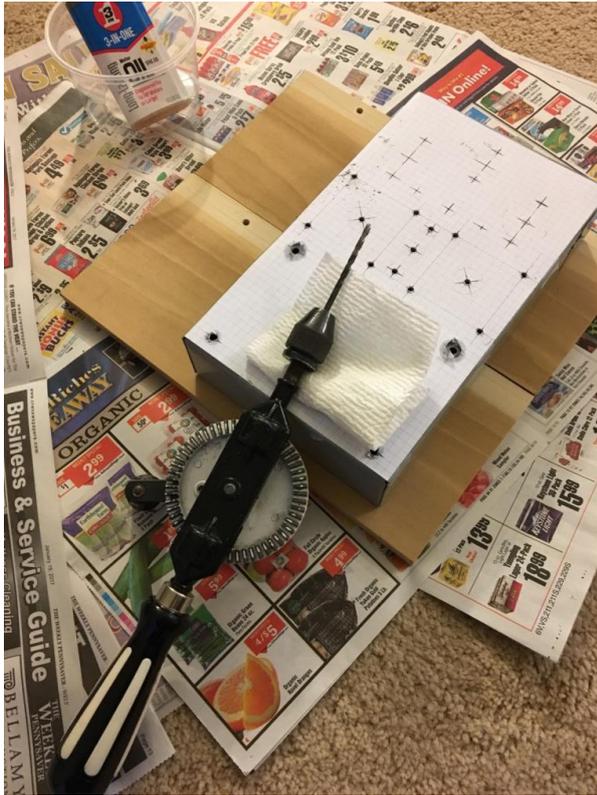


20171105 シングルアンプ事始め

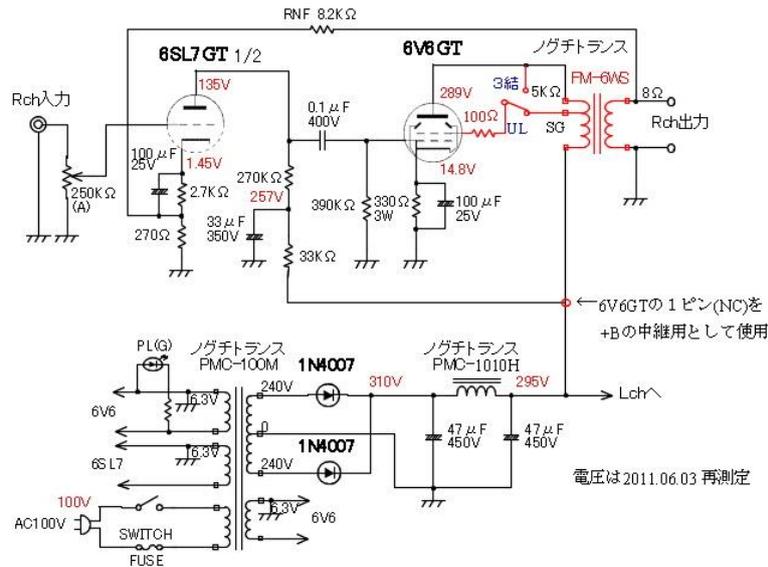
下図、いきなりシャシ加工の場面から入りますが、2017 年前半のプロジェクトであった、「とおるさん家の初シングルアンプ」の顛末です。R コア型の電源トランスが一つ余っていたことと、ネット探索の時見つけてしまった、何やら良さげなシングルアンプ用出力トランス（Sumtech 製）を衝動でポチってしまったからです。リーズナブルなお値段で、しっかりとしたケースに収まっています。2 次側インピーダンス $5k\Omega$ 、DC60mA、20W 級というなかなかの仕様です。



今回は、コンパクトで頑丈そうな灰色塗装済みの鉄製シャシ（Parts Express で購入：15 x 25 x 5cm）を用いたので、ハンドドリルが通用するのは 4 mm ϕ までの小穴。8 mm ϕ 以上の丸穴は、電動ドリルにステップリーマーやホールソーを装着して開けました。幸いにも今回用いたトランス類は大きな角穴などを必要ともしませんでしたので、比較的楽に作業は進行しました。

ヘッドホンアンプあるいはデスクトップの小型アンプ用途を想定していたので、シャシサイズをぎりぎりまで小さくしたところ、実装密度は高くなりました。R コアトランスを採用したおかげで、その直下のシャシ内スペースを目一杯活用できます。出力管用のヒーター（6.3V・1.5A x 2）や、4H のチョークトランスも収容し、シャシ面積の 70% くらいは、上面・内部共に全てトランス類で埋まってしまいました。重量は 5 kg を越えたかな？ 見かけよりずいぶん重く、ぎっしり、という感じです。トランスの重みでシャシ表面がたわみ、出力トランスが斜めに傾き格好悪いので、出力トランスの乗っている部分の裏側にアルミチャンネル材を当てがい、補強しました。鉄製シャシもたわむとは、おそろい。

下記は、参考にさせていただいた回路。ネットを色々漁って探したので、出典が分からなくなってしまいました。（オリジナルを作成した方には大変申し訳ありません。あしからず・・・）



上記参考回路と同様、出力管は当初 6V6（カーボンスト品）を想定していたのですが、使い込んで余っていた EL34 ペアで調整してみたところ結果が良かったのでそのままにしてあります。電圧増幅管は通常 12AX7 が良く使われますが、野太い音質に仕上げたかったので、お気に入りの 5670W (WE396A) にたっぷり電流を流して動作させてみることにしました。というわけで、決定採用した回路図を最終ページに掲載します。綺麗に書き直すのが面倒だったので、手書きスケッチのままです。見苦しいので恐縮ですが、私自身の備忘録なのでご容赦・・・

さて、シャシ加工の続き。一番面倒だったのは AC インレットの角穴だったかもしれない・・・

ドリルで角穴の内周に 4 mm φ の穴を並べて開け、そのあとニッパで穴の間を食い切ってつなげ、ヤスリで仕上げるとい作業。地味です。鉄シャシの利点は、タップ穴が立てやすく、部品の固定のため裏からナットをあてがう必要がなくなる事。特にこのような高密度配置の場合は有り難いです。

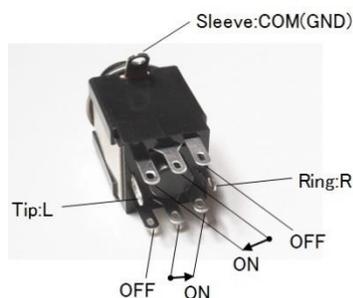


さて、各部品の取り付けが終了し、いよいよ配線です。整流用ダイオードやコンデンサを載せる平ラ

グ板の配置と取付けに工夫が要りました。真ん中の大きな平滑コンデンサが干渉するので、金属のラグ端子をベーク基板から外すなどというこれまた地味な作業(中央写真)。電源部分の大半が完成(右写真)。中央の黒い平滑コンの左が4Hのチョークトランス。コンデンサはこのトランスに縛り付ける形で固定されています。右側がヒータートランス。このスペースの上面(つまりシャシの外側)にRコアトランスが搭載されています。シャシ内部中央のゴムブッシュを通して引き出された赤・黄・青などのビニル線は、出力トランスの配線です。平滑コンのプラス端子から電圧増幅管のソケットまで、1.6mm径のスズめつき銅線を差し渡し、これをアースラインとしました。



ちょっとややこしいのがヘッドホンジャック(ステレオ)の配線。「情熱の真空管」サイトに親切な配線図があります。とおるさんはもう少し一般的な方法で接続しました(これも末尾に記載)。トランスから出ている3種類(4・8・16Ω)の出力線について、16ΩラインはNFBに用い、4Ωラインはシャシ後面のスピーカ端子に直付け

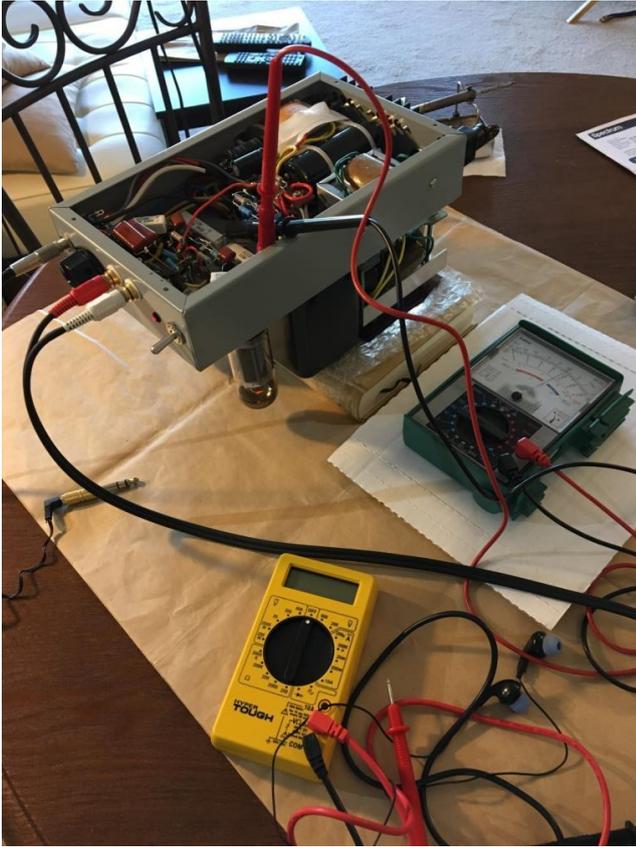


しました。8Ωラインをこのヘッドホンジャックに導き、ヘッドホンプラグが入ると外部スピーカ端子への接続が切れ、代わりに負荷10オームと直列100Ωを介したヘッドホンコイルが並列に接続します。

というわけで、例によって、「うりゃー・とりゃー・どすこーい」というノリで残りの配線を仕上げ、めでたく調整に漕ぎ着けました。調整といっても、自己バイアス式のシングル増幅回路ですから、カソード抵抗(390Ω)の両端電圧(約20V・50mA位のプレート電流)を確認したり、前段電圧増幅回路のプレート抵抗の両端電圧を確認したり、という確認作業が全てです。これらの電流値・電圧値が設計通りならひとまず回路の動作条件は安全、といえます。

あとは、音声信号を入力し、ヒアリングで異常を検出するという流れです。

真空管アンプビルダーなら、オシロやシグナルジェネレータを用いて、周波数特性や最大出力(リニアリティ)くらいは計れないといけないんですが、「とおるさん家」では聴感測定が基本。もっとも、最近これだけでは限界を感じ、USB入力のPC用オシロ・シグジェネ・スペアナが一体になった便利なおもちゃをeBayで入手しました。便利な世の中です。(これも本記事の最後に、参考掲載しておきます)



上記、その測定確認風景。幸い火花も飛ばず、部品が焦げるようなトラブルも無く、無事通過。



お次は試聴。最初は入力に iPad を接続し、Audio Technica の大口径ボイスコイル型ヘッドホンをつまみ込んでみました。なかなかよい。高音は澄み切って中低音はふくよかな感じです。現代風のドシン・ズシンではないですが、しとやか・優雅な鳴り方をします。どうやら寄生発振などの心配はなさそうで、一安心。

驚いたのは FM チューナーを音源とした時。お気に入りのクラシック局から、バイオリンやチェロの楽曲が実に鮮烈に聴こえます。

欠点は、ヘッドホンの奥で若干ハムが聞こえること。シングルアンプの難しい点でもあります。R コアトランスからの漏れ磁束は少ないはず。さきほどの「情熱の真空管」サイトでは、ハムに関する懇切丁寧な対処法が列挙されています。

この中で、残留リップル対策が参考になりました。このアンプの組み上げ直後の回路構成では、平滑コンをチョークの前後に配置し、いわゆる「π

型」フィルターを気取ったのですが、倍電圧整流後にも一応コンデンサは入っている。

そこで、 $100\mu\text{F} \times 2$ 系統のコンデンサを二つともチョークトランスの後ろに入れてやりました。こうすると、リップル成分はさらに減るはずだ、ということで配線変更したところ、ハムレベルは目立って減少しました。しめしめ、と。

期待以上の音質なので、スピーカーも鳴らしてみたくなりました。単純明快かつお安めの小型スピーカーが欲しいな、とつらつらネットを見ていたら、またまた「Parts Express」のバーゲンセールが目にとまった。箱はMDF素材でチープですが、厚板で構造はしっかりしている。自作するより手間はかからないし、同梱されているネットワーク部品も結構立派（空心コイルに、大型のフィルムコン）。これでステレオペアで100ドル。こんなお得な買い物はない、と勇気百倍いただき、ポチりました。

というわけでまた余分な戦利品をおもちゃに、休日の朝からごそごとと作業をば・・・



MDF製エンクロージャの接着組立とシンプルな透明ウレタン塗装が終わり、内部にネットワーク回路を組み込んだところ。

穴あき基板にコイルやコンデンサを乗せ、ウーハーとツイーターに信号を振分けて配線。ネットワーク回路への入力配線をエンクロージャの外に引出し、真鍮製ボルトを用いて、アンプから来たスピーカーケーブルと直接接触させ、ナット

で締め上げる方法。これなら、余分な材料が介在せず、信号ロスも少ないはずです。

下図は、A2300-SX を本アンプに直接入力し、出来上がったスピーカーを駆動しているところ。Dave Brubeck トリオ Quartet の名盤が気持ちよくスイングし、大満足。



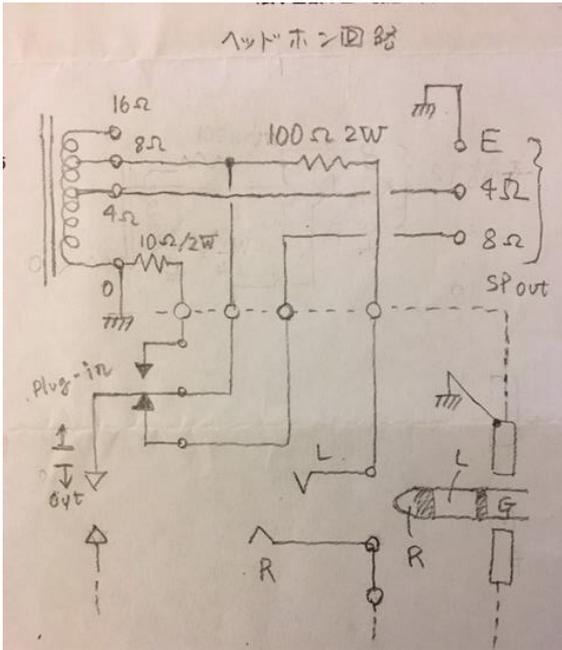
実は、後日譚として・・・本アンプは、いまやメインシステムの高音増幅器として活躍中。

2 インチスロートのコンプレッションドライバ（ホーンスピーカー）と、アルミコアキシャルホーンのツイーターを実に気持ち良くドライブしています。このおかげで、6L6pp アンプはしばらく休養。完全 A 級動作の差動 pp 回路への鞍替え計画も見込んで、いずれオーバーホールしようか、と考えています。これを実行に移すと、とおるさん家のメインアンプは全てオーソドックスな真空管方式に統一されてしまいます。かつては FET を用いた DC アンプ構成だったのですが・・・複雑な気持ち。

クラシックやジャズ、しかもテープを含めたアナログ音源にどっぷりハマってしまい、ますます古代オーディオに退行しつつある、とおるさん家。

いやはや、どーしたものでしょう・・・

（以上、2017 年の秋に記す）



(左図)

ややこしいヘッドホンジャック周りの配線：

上杉先生の真空管アンプ回路を参考にしました。オーソドックスな回路だと思います。ヘッドホンに直列に100Ωくらいの抵抗がつながるので、音質上気にする向きもありますが、存外良い音で鳴ってくれます。

(下図)

USB接続のマルチファンクショナル測定ツール：

結構便利そうなので入手したが、まだ使いこなしてない。

VT DSO-2810

- 8-16Bit 100MSPS 40MHz Oscilloscope, Spectrum Analyzer
- 10-Bit 3.125MSPS 150kHz AWS Signal Generator
- 2 analog inputs, 1 digital input, 1 analog output
- Unique hardware based DSP algorithm
- Sophisticated trigger function
- 12 voltage ranges, 1% DC accuracy
- allows measurement down to sensor level, user re-calibration supported
- Adaptive anti-aliasing filter; Built with latest technology

Leading the way...

Powered by Multi-Instrument®

Amplitude sweep captured under oscilloscope persistence mode