

ライン&ヘッドフォンアンプ 搭載
プリアンプ、パワーアンプ切替システム
作成レポート

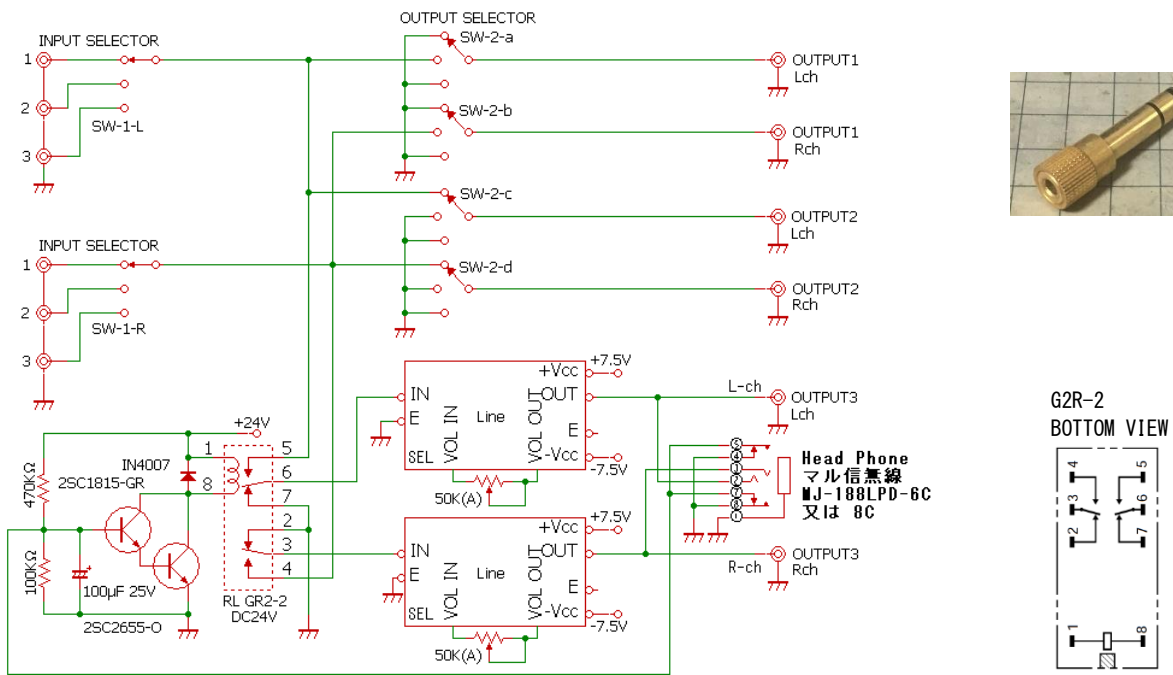
2022年5月22日

目次

1. はじめに.....	1
2. 設計.....	1
2.1. ラインアンプ等に使用する回路.....	1
(1) ラインアンプ.....	1
(2) $\pm 7.5\text{V}$ 安定化電源.....	2
2.2. 基板設計.....	3
(1) ヘッドフォンジャック基板.....	3
(2) ラインアンプ基板 (2SK215 版) のパターン設計.....	3
(3) ラインアンプ基板 (2C959 版) のパターン設計.....	4
(4) $\pm 7.5\text{V}$ 安定化電源基板のパターン設計.....	5
(5) ラインアンプ入力コントロール用リレー基板のパターン設計.....	5
(6) リアパネル出力端子配置の変更.....	6
3. 重要部品の入手と代替品の検討.....	7
4. 製作.....	8
4.1. 素子の選別.....	8
(1) 初段差動 2SK246-BL のペア選別.....	8
(2) 定電流用 FET の選別.....	8
(3) 二段目差動用 PNP トランジスタの測定.....	8
(4) 出力段トランジスタの測定.....	8
4.2. 基板作成.....	9
(1) ラインアンプ基板の作成.....	9
(2) $\pm 7.5\text{V}$ 定電圧電源基板の作成 (設計変更).....	9
(3) ヘッドフォンジャック基板の作成.....	10
(4) リレー基板.....	10
4.3. 組み上げ・配線.....	10
4.4. 調整.....	11
5. ヒアリング・使用感.....	12

1. はじめに

機構部品のみでイコライザー/DAC の入力機器と出力機器(パワーアンプ)の切り替え機を作成したが、本機でヘッドフォンのボリュームが調整できるようにヘッドフォンアンプを内蔵する。6 回路以上 3 接点のロータリースイッチが入手できれば良いのだが現状入手が難しいので、スイッチ付きのヘッドフォンジャックで対応することにする。このスイッチ付きのヘッドフォンジャックまでラインを引き回して切り替え制御しても良いのだが、入力と出力が接近するのも好ましくないので、ヘッドフォンジャックのスイッチでリレーを On/Off して入力制御することにした。Output3 ののみを使いたいときは、ヘッドフォンの代わりに標準ジャック→ミニジャックの変換コネクタをスイッチ代わりに挿入する。



2. 設計

2.1. ラインアンプ等に使用する回路

(1) ラインアンプ

電源が多電源だと大がかりになってしまうので、± 7.5V で動作するシンプルな半導体タイプのアンプを使用することにする。

MJ 無線と実験の 2020 年 12 月号、2021 年 1 月号に掲載された No. 274 USB 専用 D/A コンバーターの図 6 ラインアンプ&ヘッドフォンアンプの回路を使用する。

2SK43 による定電流は、回路図の測定電圧から、設計値 2mA、実測値 2.4mA と推測する。

MJ 無線と実験

2020 年 12 月号、2021 年 1 月号に掲載

No. 274 USB 専用 D/A コンバーター

図 6 ラインアンプ&ヘッドフォンアンプ

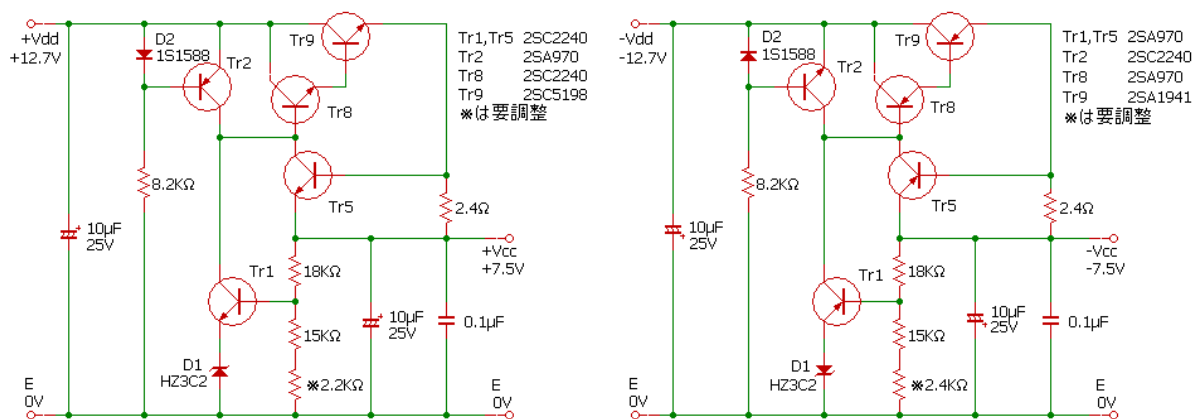
MJ 無線と実験 2022 年 2 月号の DC アンプシリーズ No. 281 USB&S/PDIF 対応真空管 D/A コンバーター[前編]に「[図 19]半導体ラインアンプ&ヘッドフォンアンプ」が掲載されている。2SK215 を使わずに済むので、こちらに変更することにした。この回路を使えば、入手できない、また、代替を見つけることができない 2SK215 を使う必要がなくなる。

この回路に使われている 2SC959 も入手できないが、こちらは、代替のトランジスタがいくつかあるので問題ない。Tr1, Tr2 のドレイン電流は 1mA の設計だろう。実際の電源電圧 8.23V から計算すると、ドレイン抵抗 1.2KΩ の電圧降下の実測値 $(8.23V - ((6.81V + 6.79V) \div 2)) \div 1200\Omega$ から、1.19mA のドレイン電流になっていることがわかる。従って、2SK43 の ID は、2mA~2.4mA に設定すればよい。ソースに半固定抵抗で調整する様になっているが、調整後、固定抵抗で実装する。また、2SK43 は、手持ちの 2SK30A や 2SK246 に置き換える。2SA872A は、2SA970 に置き換え、2SC959 の代替として 2SC3421-Y を使用する。

MJ 無線と実験 2022 年 2 月号
DC アンプシリーズ No. 281 USB&S/PDIF 対応
真空管 D/A コンバーター[前編]
[図 19]半導体ラインアンプ&ヘッドフォン
アンプ

(2) ±7.5V 安定化電源

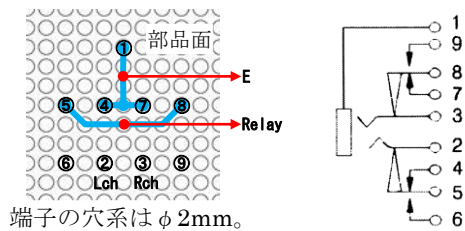
オーソドックスな安定化電源回路。回路図上は誤差増幅器のツェナーダイオードを 3.3V にして、Tr1 のベースの電位(基準電圧)を VBE 分 0.6V 追加した 3.9V としている。ここが欲しい電圧の 1/2 の値の場合、分圧抵抗が 18KΩ:18KΩ となる。3.9V の時は、 $3.9V \times 2 = 7.8V$ となるが、バッテリー満充電時と同等なので、調整抵抗なしで 18KΩ:18KΩ としても問題ないはずだ。過電流保護は、2.4Ω で 250mA としているが、半導体ラインアンプは 50mA 程度のはずだ。4.7Ω や 5.1Ω、5.6Ω で 120mA~100mA 程度で過電流保護回路が働くようにしてもよいだろう。なお、Nutube 版ラインアンプを使う場合は、Max250mA 程度消費するので、1.2Ω 程度にする必要がある。



2.2. 基板設計

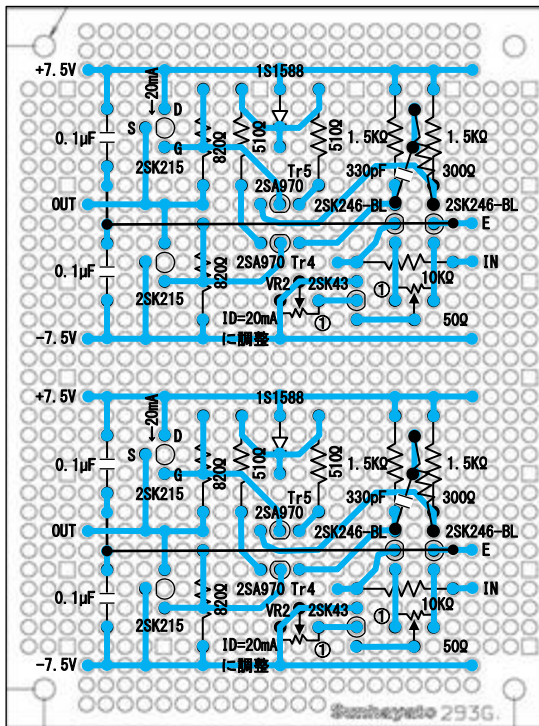
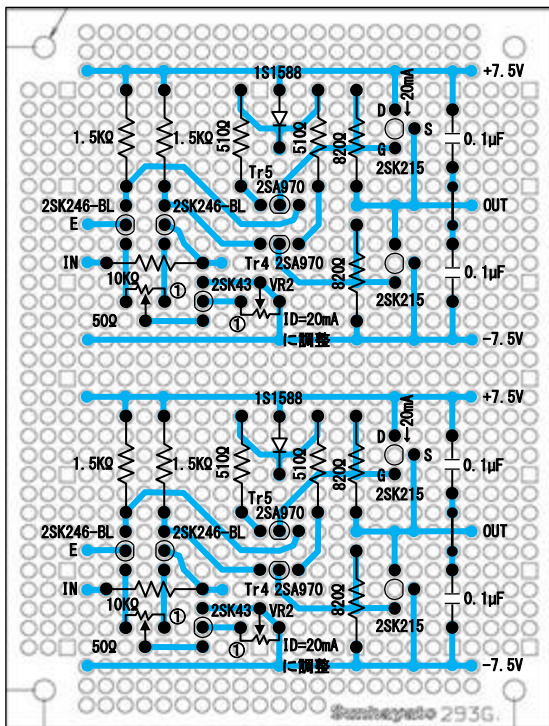
(1) ヘッドホンジャック基板

切り替えスイッチ付きのヘッドホンジャック（マル信電気製 MJ188LPD-8C）用の基板を作成する。



(2) ラインアンプ基板（2SK215 版）のパターン設計

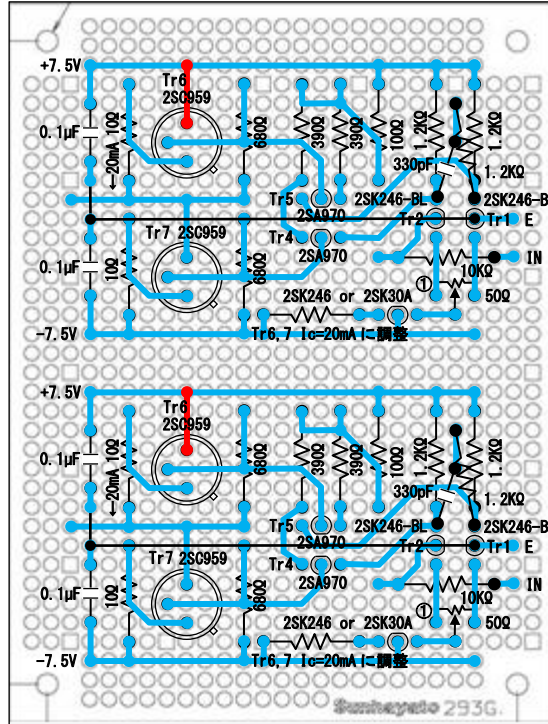
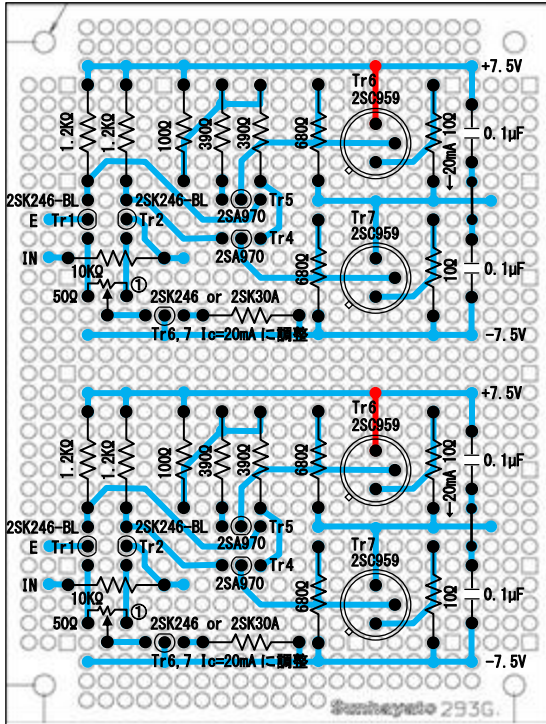
2SK215 版を作るならこのパターン図となる。Id 調整用の半固定抵抗 VR2 の値は、500Ωであるが、紙面で使用されている 2SK43 の IDSS が不明なので調整が必要。



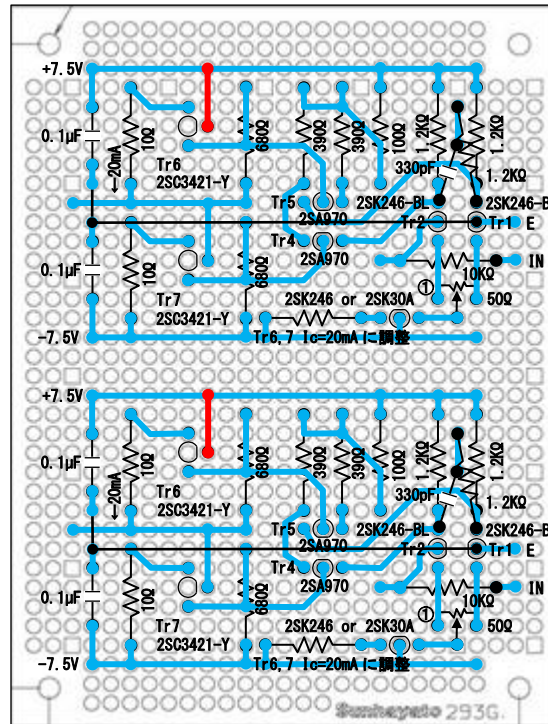
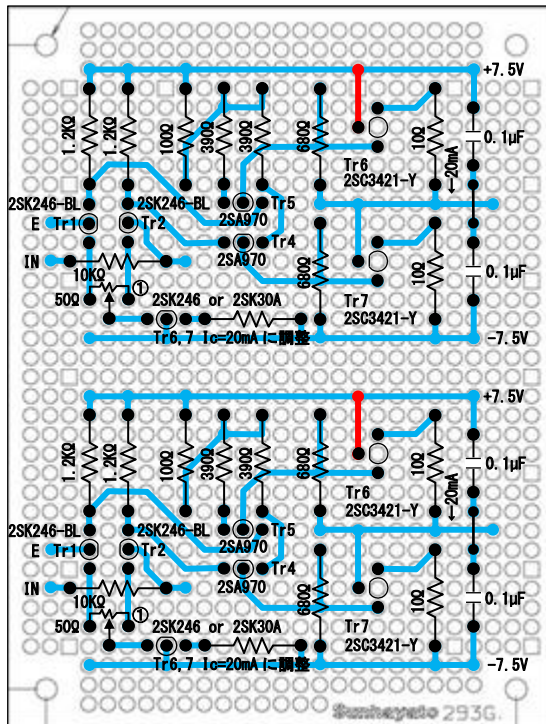
(3) ラインアンプ基板 (2C959 版) のパターン設計

2SC959 版のパターン図である。出力段の I_c 調整用の半固定抵抗は、調整後固定抵抗に置き換える。また、2SK43 の代わりに手持ちの 2SK246 や 2SK30A を使用してソース抵抗値を決定する。

Tr6 のコレクターのパターン部分 (赤色部分) には、 I_c 測定・調整用の 10Ω を接続しておく。

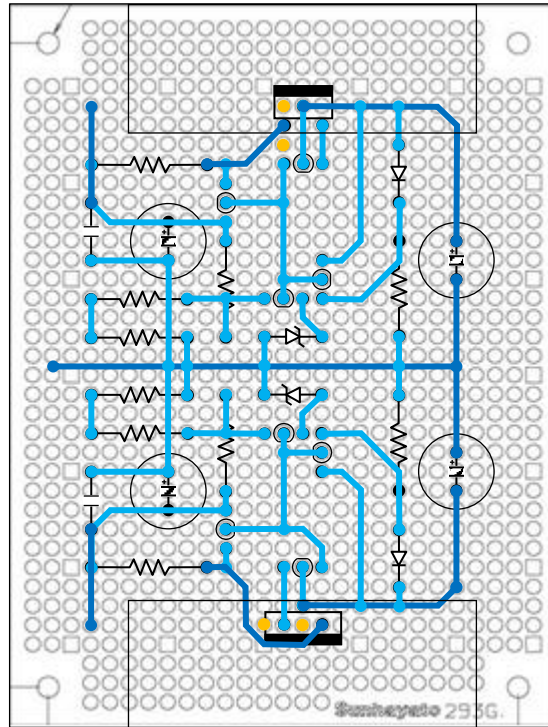
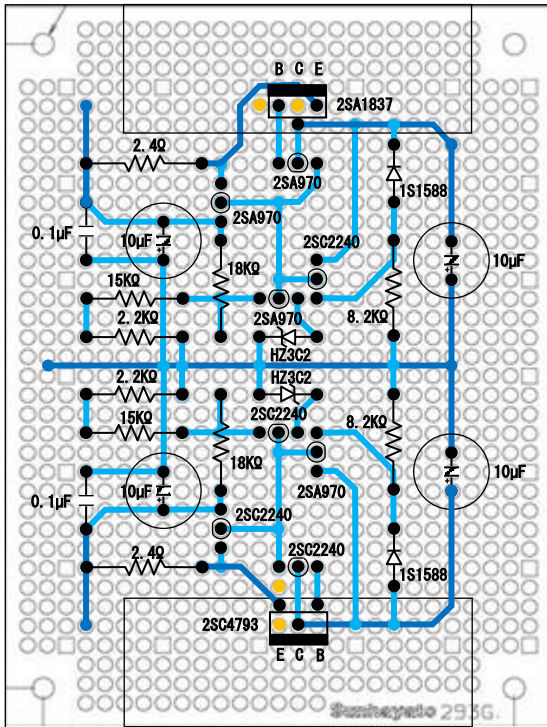


下記は、2SC959 を 2SC3421 に置き換えたパターンである。こちらを作成する。



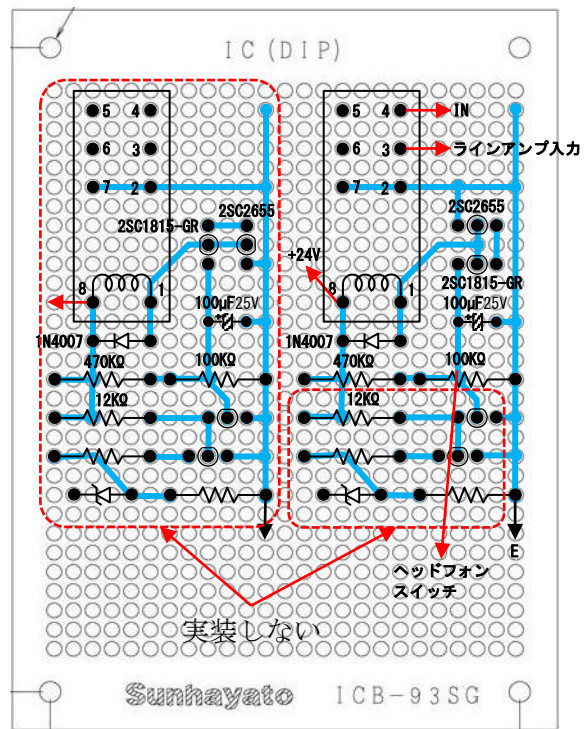
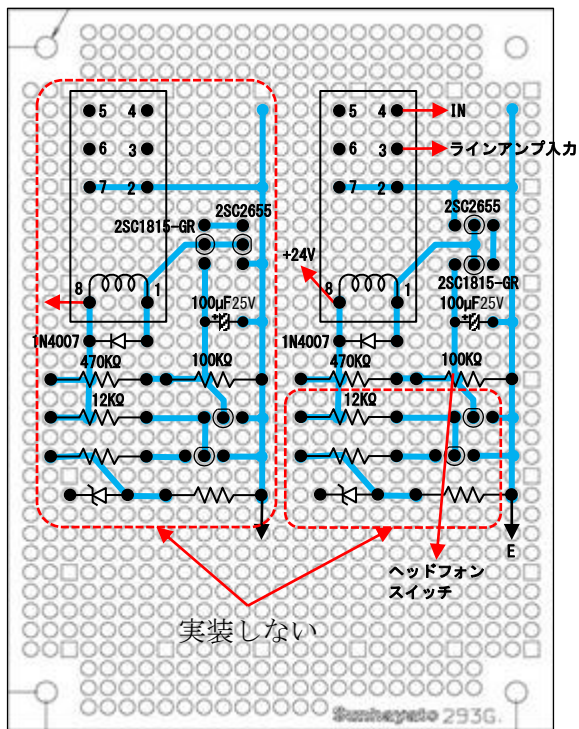
(4) ±7.5V 安定化電源基板のパターン設計

パワートランジスタには、 P_c が 20W~30W のトランジスタを使用する。消費電流は僅かだと思われるので、放熱器は不要と思われる。必要であっても小さな放熱器で済むだろう。



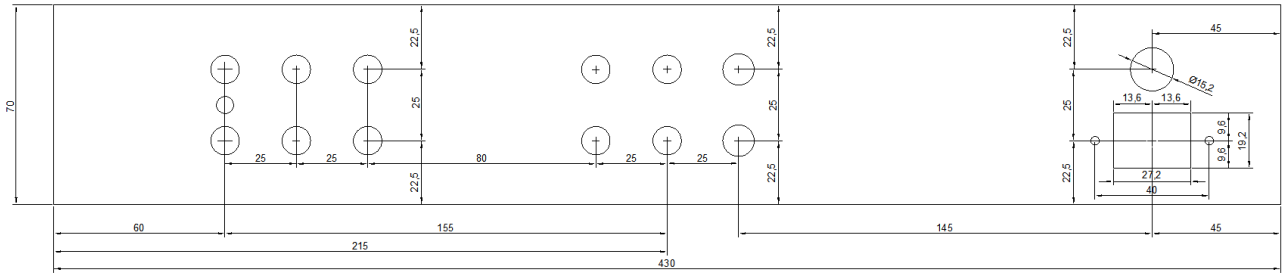
(5) ラインアンプ入力コントロール用リレー基板のパターン設計

2回路パターンを書いているが、実装は1回路とする。ICB-293GまたはICB-93SGに実装。



(6) リアパネル出力端子配置の変更

現行、INPUT-1、INPUT-2、INPUT-3、未使用、OUTPUT-1、OUTPUT-2 の配置としているが、出力端子の配置を入れ替えて、INPUT-1、INPUT-2、INPUT-3、OUTPUT-1、OUTPUT-2、OUTOUT-3 の配置とする。



3. 重要部品の入手と代替品の検討

ディスクリートの部品が殆ど製造中止になり、さらに汎用的なパーツまでどんどん製造中止になって、そのバリエーションが急激に減少しつつある今、まず行うことは、キーパーツを入手しておくことである。作成するのはいつになってもよい。キーパーツがあればいつかは作成できる。家族にガラクタ集めなどと言われても、とにかく手元に所有しておくことが重要だ。

最近では、スイッチなど、一般品と思われる領域までこんなものが入手できないのかという場面に遭遇することが多くなってきた。計画停電と称して停電も起こる。「もはや日本は先進国ではない。」というメッセージが実感される。

◎印: 指定部品は製造されており、問題なく入手できた部品。

○印: 指定部品を入手したが、製造中止か中止予定、もしくは製造状態が不明の部品。

△印: 指定部品の後継、改良型を入手した部品。もしくは、同等スペックの部品を代替品として入手。

▽印: 指定部品ではなく、同等スペックではないが、定数など基本アイテムが同じ部品を購入。

×印: 指定部品は、入手困難、もしくは入手不可能で、相当品、代替品を入手した部品。

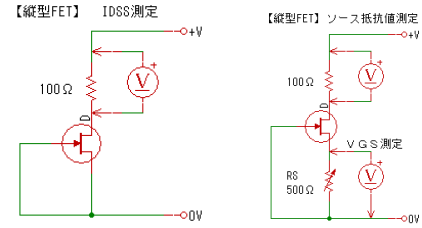
入手	名称	説明
◎	トランス	RAトランスのフェニックスに特注して作成した。RA30タイプで、2次側は、9V-0V-9V(0.55A),9V-0V-9V(0.55A),18V-0V(0.55A)の仕様。
◎	リレー OMRON G2R-2 DC24V	数年前まで、どこでも入手できたのだが、ここ数年、なぜかあまり見かけなくなってしまった。
○	2SK246-BL	ペアとする必要があるが、最近高価で自分でペアマッチングすることは実質困難。まだ、ペア選別品が販売されているようなので、それを4ペア購入して中で、運よくIDSSが近いペアがあったら、それらで測定してさらに近いペアを2ペア見つける。
×	2SK215	全く手に入らない。2SK215版を作るなら代替品として、まだ手に入る2SK213を使用する。
×	2SC959	代替として手持ちの2SC3421-Yを使用する。その他、TTC004Bが候補。
○	2SA872A	2SA970を使用する。まだ手に入るが、だんだん高価になってきた。
○	2SA970/2SC2240	手持ちを使用。
×	2SA1837/2SC4793	Pcが20W程度のトランジスタならOK。手持ちトランジスタを使用。
○	2SA2655	リレー駆動用として使用。
×	SEコンデンサ	高価で購入したことがなかったが、製造中止とのこと。DMコンデンサを購入して使用。
○	φ6.3 標準ステレオジャック スイッチ付き	マル信無線のスイッチ付きのMJ-188LPD-8Cを購入。MJ-188LPD-6Cで良いのだが、8Cしか手に入らなかった。スイッチ付きのヘッドフォンジャックとは、通常、ヘッドフォンとスピーカーを切り替えるスイッチの事を言うが、これとは異なり、MJ-188LPD-8Cは、独立したスイッチ回路が装備されていて、今回これが必要。

4. 製作

4.1. 素子の選別

(1) 初段差動 2SK246-BL のペア選別

回路図の測定電圧から $I_D=1.2\text{mA}$ が流れていることがわかる。従来の選別は、IDSS の近いペア素子を購入し、さらにその中から $I_D=1.2\text{mA}$ に設定して VGS を測定してペア抽出を行っていたが、今回は、ペア購入品に記載されているの測定誤差表記を信用して、そのまま利用することにした。



番号	IDSS	測定誤差表記
1	6.69mA	$I_D < 10\text{mA} \rightarrow 0.02\text{mA}$
2	6.71mA	$I_D \geq 10\text{mA} \rightarrow 0.04\text{mA}$

(2) 定電流用 FET の選別

オリジナルの回路では初段定電流用の FET として 2SK43 が使用されているが、選別に漏れた素子を使っているのであろう。定電流回路への使用目的では高価でとても買えないので、先にヘッドフォンアンプ作成時に調べた手持ちの 2SK30A-GR を使用する。300Ω~470Ω の抵抗で期待する電流が得られる。

番号	素子	IDSS	ID	R	結果
1	2SK30A-GR	4.503mA	2.009mA 2.401mA	428Ω 297Ω	使用
2	2SK30A-GR	3.672mA	2.001mA 2.401mA	304.8Ω 188.1Ω	使用
3	2SK30A-GR	3.754mA	2.000mA 2.307mA	321.5Ω 204.1Ω	使用
4	2SK30A-GR	4.590mA	2.003mA 2.404mA	450Ω 307.8Ω	使用
5	2SK30A-GR	4.302mA	2.000mA 2.402mA	398Ω 267.5Ω	

備忘録として FET のミニパッケージ版、チップ部品版、後継版を記述しておく。

FET の後継	
2SK246	→ 2SK330
2SJ103	→ 2SJ105
2SK117	→ 2SK184 → 2SK209
2SK30A	→ 2SK118 → 2SK208/2SK879
2SK170	→ 2SK370
2SK146	→ 2SK369

(3) 二段目差動用 PNP トランジスタの測定

トランジスタには、2SA872A の代わりに手持ちの 2SA970 を使用する。2SA970-GR の手持ちが少なくなってきたので、2SA970-BL とする。選別は不要だが、時間はいくらでもあるので、測定しておく。

$I_B=10\mu\text{A}$ で、 $h_{FE}=580$ 前後の素子を選別。

(4) 出力段トランジスタの測定

2SC959 の代わりに TTC004B を使ってみたい気持ちもあるが、手持ちで 2SC3421-Y があるので、こちらを使用する。出力段も測定する必要はないが、測定して選別した素子を使う。

番号	素子	h_{FE}	I_B	I_C	ペア
37	2SC3421-Y	139	25.1μA	3.49mA	ペア
16	2SC3421-Y	139	25.0μA	3.47mA	
22	2SC3421-Y	139	24.9μA	3.46mA	ペア
17	2SC3421-Y	139	24.9μA	3.45mA	

4.2. 基板作成

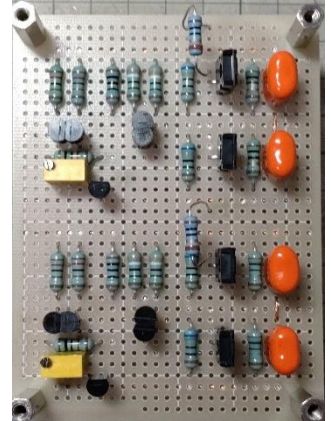
(1) ラインアンプ基板の作成

ICB-293G を使って作成する。50Ωの半固定抵抗は、コパル（日本電産）の TM-7P でなく、同じくコパルの 18 回転型 RJ-9W を使用した。TM-7P が在庫切れで、入荷が先になるとのことで、代用として購入。性能、音はいざ知らず、こちらの方が安価。

位相補正の CR は、裏付け。

Ic 調整用の 10Ωの抵抗は汎用の金属皮膜の抵抗である。Tr6 のコレクターに仮付けしている。

定電流の FET のソース抵抗は、調整にて固定値を決定して実装する。現段階では実装しない。



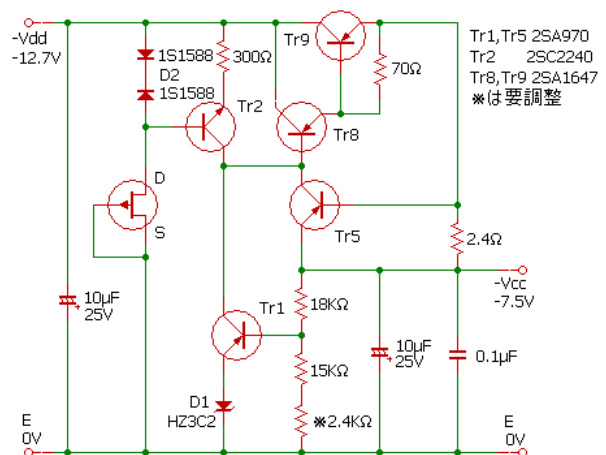
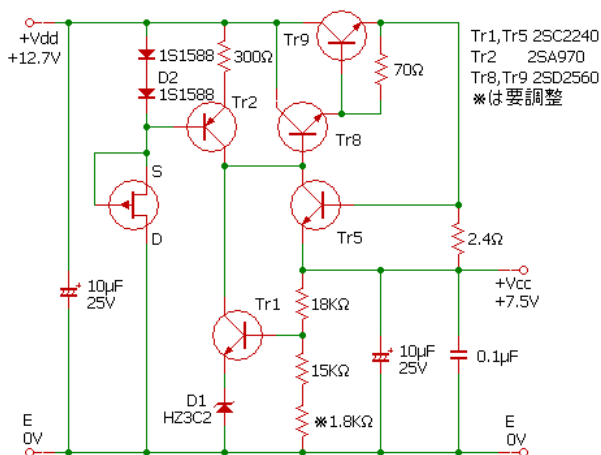
(2) ±7.5V 定電圧電源基板の作成（設計変更）

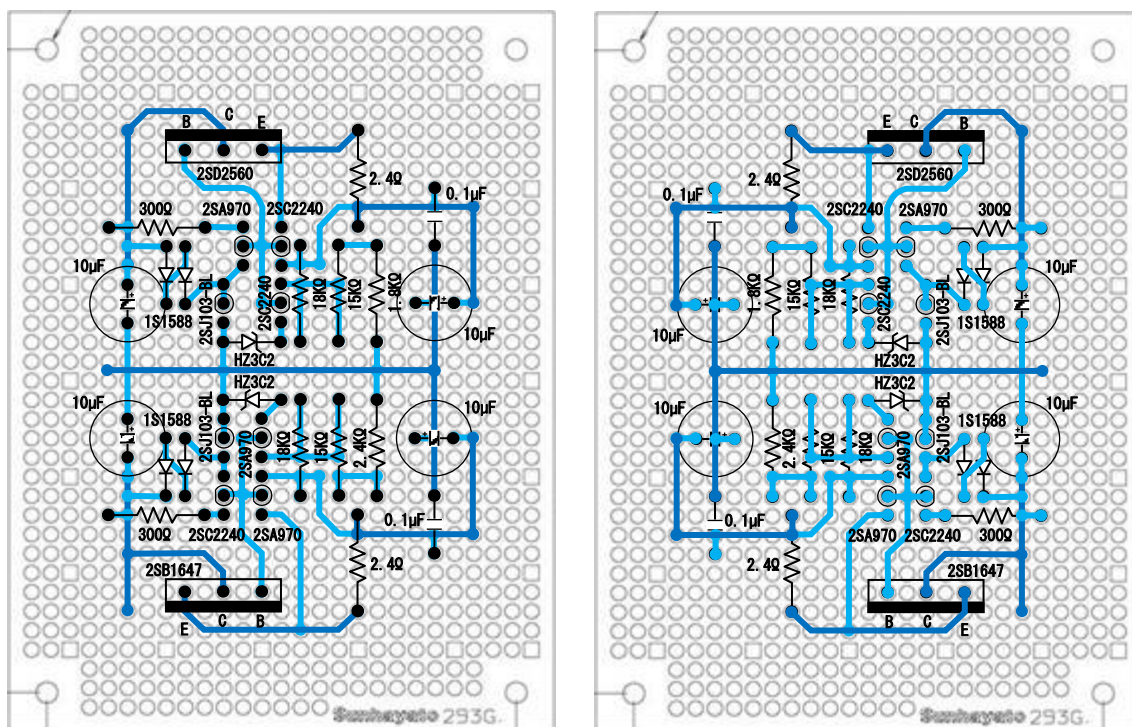
以前作成した±7.5V を取り外して保管していたので、この基板を使用することにした。ダーリントン接続トランジスタ 2SB1647/2SD2560 による定電流回路である。2SJ103-BL によるリップル回路を追加している。

回路図中のダーリントントランジスタのベースエミッター間の 70Ωは、トランジスタに内蔵されている抵抗で、外付けの抵抗ではない。

回路図と基板パターンは以下の通り。パターン図には記載されていないが、写真の様に放熱器を実装している。消費電流が小さいのと、平滑後の定電圧回路の入力電圧と出力電圧との差が小さいので、放熱器は不要と思われるがそのまま利用することにする。

なお、パターン図で正側の Tr1, Tr2, Tr5 の位置を 1 列入力側にずらして負側と揃えたいが、回路は動作しているので、我慢してこのまま利用することにした。



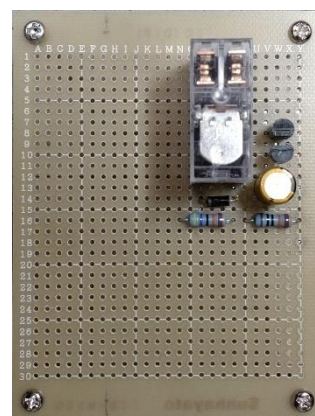


(3) ヘッドフォンジャック基板の作成

ユニバーサル基板の切れ端を利用して、所定のサイズにカットし、端子用にφ2mmの穴をあけてヘッドフォンジャックに基板を取り付けた。

(4) リレー基板

ICB-93SG に実装。リレーのコイルをドライブするダーリントン接続のトランジスタ2個と、切り替えをディレイする100μFのコンデンサ、トランジスタをONさせる為の分圧抵抗、コイルのサージ対策用ダイオードといった極々基本的、単純な回路。

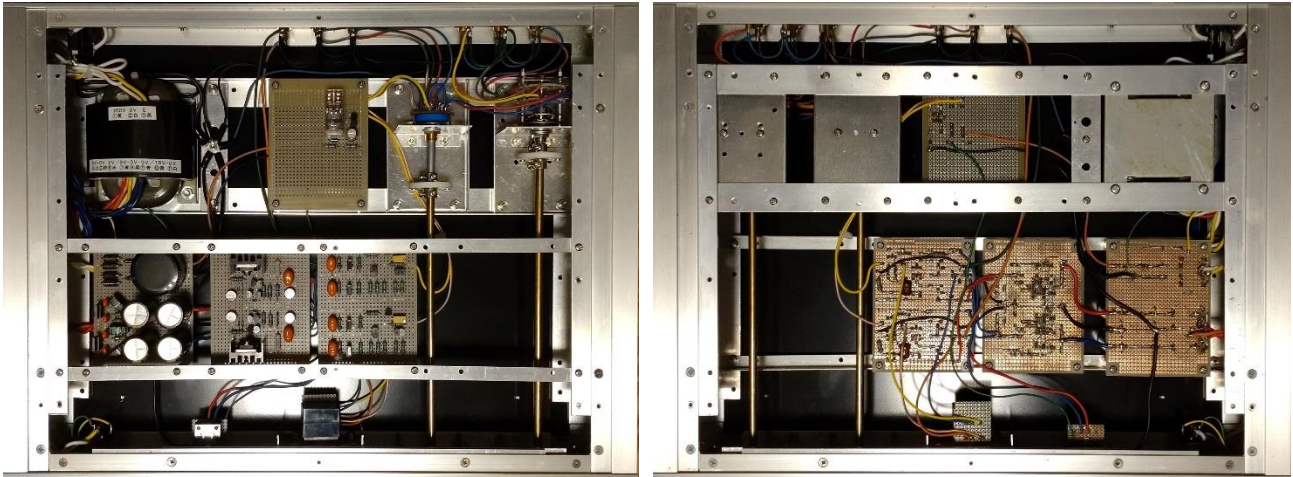


4.3. 組み上げ・配線

スイッチ付きのヘッドフォンジャックを取り付けた。リレー用+24Vの電源は既に電解コンの平滑まで実装済みなので、リレー基板への結線を最初に行った。+24V電源共有、ヘッドフォンジャックのスイッチとの結線、入力と出力のセレクターのロータリースイッチからのリレーへの結線、リレーからラインアンプ入力に結線する為のケーブルの引き出し。この状態で、ヘッドフォンジャックにプラグを挿入してリレーが動作する事を確認した。カチッとリレーが動作する音がして、動作はOK。

続いて、±7.5Vの定電圧電源用の整流・平滑回路にトランスの9V-0V-9Vのラインを接続。この段階でまた、電源を入れ、平滑後の電圧が正しく出力されているかを確認。問題なし。56Ωの抵抗で平滑コンデンサの電荷を放電する。

次に±7.5Vの定電圧電源基板を装着。入力に平滑後の電源ラインを接続して定電圧電源の出力電圧が正常に電圧出力されているかを確認。OK。



次にラインアンプの結線に進む。

OutPut1 と 2 の端子を 1 つずらすので、ロータリースイッチからリアパネルへの結線を変更。ラインアンプ基板を取り付け、ラインアンプの出力をリアパネルの Output3 とヘッドフォンジャックに結線。50K Ω (A) 2 連のボリュームとラインアンプ基板間、リレー基板からの入力ラインを結線。±7.5V の電源を Lch だけに接続。ここまで配線を行って、ラインアンプ基板の調整に入る。

4.4. 調整

ラインアンプの Lch 初段、定電流回路の FET(2SK30A) のソースに 500 Ω のボリュームを接続する。ボリュームの値は、500 Ω Max としておく。ラインアンプの入力を接地する必要があるが、ヘッドフォンジャックを刺さなければ接地された状態なので、特に何も準備する必要はない。

メインボリュームを Max にして、出力電圧を 0V に調整。半固定が 18 回転もする製品なので調整し易い。Tr6 のコレクターに仮付けした 10 Ω の両端にテスターを取り付け、FET(2SK30A) のソースの 500 Ω の抵抗値を徐々に下げてゆく。10 Ω の電圧降下が 200mV(20mA) に時間をかけて調整。この時のボリュームの値を測ったら 315 Ω だった。330 Ω にすると、220mV、300 Ω にすると 180mV。315 Ω が良いようだ。300 Ω を仮付けして、次に Rch の調整に入る。

±7.5V の電源を Rch にも接続。出力電圧を 0V に調整後、出力段の I_c を調整。定電流回路の FET のソースに 500 Ω のボリュームを接続して、500 Ω Max とし、Tr6 のコレクターに仮付けした 10 Ω の両端にテスターを取り付け、FET(2SK30A) のソースに 500 Ω の抵抗値を徐々に下げてゆく。時間をかけて調整して、電圧降下 200mV の時のボリュームの値は、ぴったり 300 Ω 。

ここで、テスター 2 台を使って、LR 同時に I_c を監視。Lch の 300 Ω にシリーズで抵抗を裏付けて接続。13 Ω を接続すると LR の I_c の変化・値が揃ったので、 I_c の調整をこれで完了した。

最後に V_o をもう一度調整して完成。

完成後、±7.5V の出力電圧と消費電流を測定。+7.56V/−7.51 で、過電流検出抵抗 2.4 Ω の電圧降下の値から計算した消費電流は、正側 120.4mV、50.167mA、負側 121.4mV、50.583mA であった。

5. ヒアリング・使用感

先に作成したヘッドフォンアンプとどの程度音質差があるか気になるところだが、大きな感動を得たヘッドフォンアンプと遜色ない音。もう聞きなれた音という感じで、ヘッドフォンアンプの時ほど大きな感動は得られなかった。出力段の 2SC485 と 2SC3421 の違い、バッテリーと AC 電源の大きな違いは感じられない。違うのは、若干ではあるが低域の量感。バッテリーの方に軍配が上がる。低域がしっかり伸びていると、音自体のリアリティ（現場感、現実感）が向上すると常々考えており、今回の比較でそれが実証されたと感じた。

ヒアリング音源は、第一ヴィオラにヨゼフスークを配したスメタナ四重奏団のモーツァルトの弦楽五重奏曲。第一番～第六番。3 枚の CD に 2 曲ずつ録音されている。PCM が出始めたころの 1980 年代の録音だ。各パートの演奏がよく聞き取れてすばらしい。

プリアンプ、パワーアンプ切替システム
作成レポート

2021年11月7日

目次

1. はじめに.....	1
2. 製作コンセプト.....	2
3. 設計.....	2
3.1. システム構成.....	2
3.2. 筐体設計.....	3
(1) フロントパネル.....	3
(2) リアパネル.....	3
(3) 筐体内部配置.....	4
(4) ロータリースイッチの取り付け.....	4
(5) 基板吊り下げ用フレーム取付金具.....	5
(6) 基板吊り下げ用フレーム.....	5
(7) 底面側フレーム取付金具.....	5
(8) 底面側フレーム.....	5
4. 重要部品の入手と代替品の検討.....	6
5. 製作.....	7
5.1. 組み込みパーツの作成と筐体外観の加工.....	7
(1) フロントパネル加工ーヘッドフォンジャック.....	7
(2) フロントパネル.....	7
(3) リアパネル.....	7
(4) 筐体加工と配線.....	8
(5) AC 整流・平滑回路.....	8
(6) 整流・平滑回路基板.....	8
5.2. 筐体内部の組み上げと配線.....	9

1. はじめに

金田氏のアンプがイコライザーアンプやDACとパワーアンプ間が電圧伝送になったのに伴い、セレクターが必要になった。金田氏の独特のスイッチを介さない切り替え方式もあるが、ローターリースイッチによる切り替えで実現したい。

2021年10月27日

2. 製作コンセプト

電源を入れずに機械的ロータリースイッチだけで切り替えを実現したい。また、出力側は、最低限、パワーアンプ2台とヘッドフォンの合計3台を切り替えられるようにしたい。ただ、単純に出カラインを切り替えるようにすると、パワーアンプ側の入力オープンになってしまうので、各々のパワーアンプ入力を使用しない場合は接地する様にする必要があり、この様になると、接続機器数×2の回路数のロータリースイッチが必要だ。しかし、現在容易に入手できるロータリースイッチは4回路までであり、実現可能なのは、2台のパワーアンプの切り替えまでである。

なお、金田氏のイコライザーやDACは、皆、ヘッドフォン端子が設けられているが、本機があれば、機器ごとに装備する必要がなくなる。

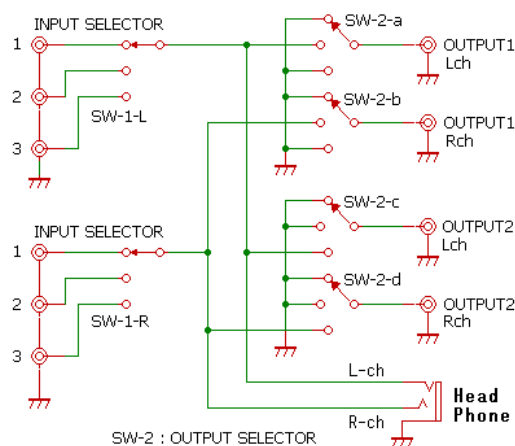
3. 設計

3.1. システム構成

右に結線図を示す。スイッチの切り替えのみで電源不要な極単純な回路となっている。

ヘッドフォンを使用するときは、2つの出力端子のいずれかを選択した状態でも利用できるが、双方切り離してヘッドフォンだけ利用するポジションも設ける。

INPUT SELECTORの接点数は5接点にしたいところだが、リアパネルの追加加工が必要になってしまうので3接点とした。(ロータリースイッチは5接点の製品を使用。)



ヘッドフォンは、以前、下記の治具を作成したが、これと発想は、何ら変わりはない。

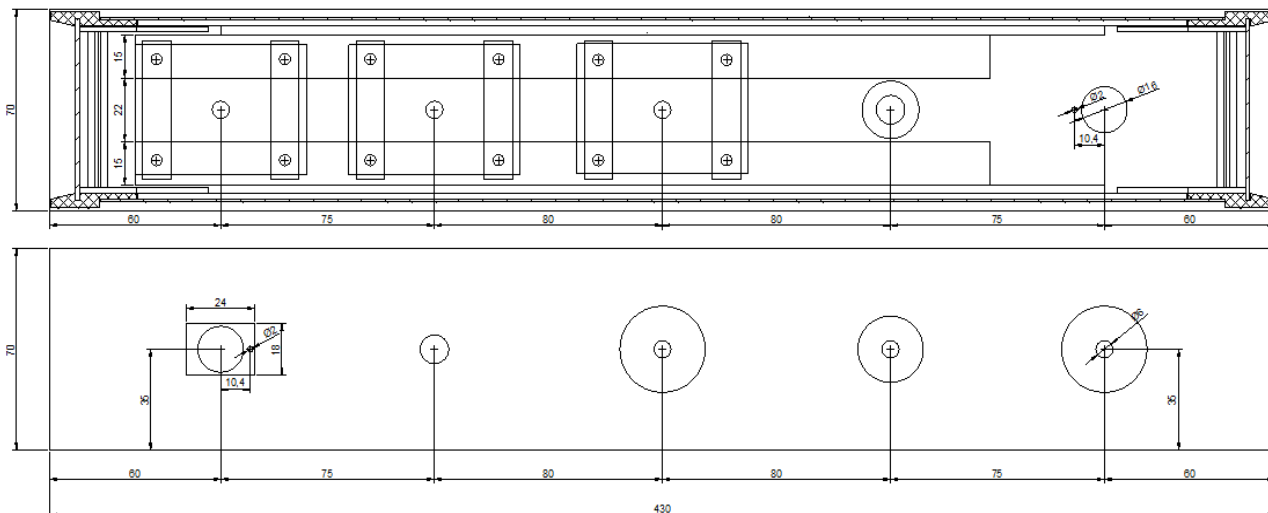


3.2. 筐体設計

(1) フロントパネル

筐体は既存の筐体を流用する。フロントパネルの追加加工はないが、レタリングは変更する。

左から、電源 SW、ヘッドフォンジャック、ヘッドフォンボリューム、OUTPUT SELECTOR、INPUT SELECTOR となる。

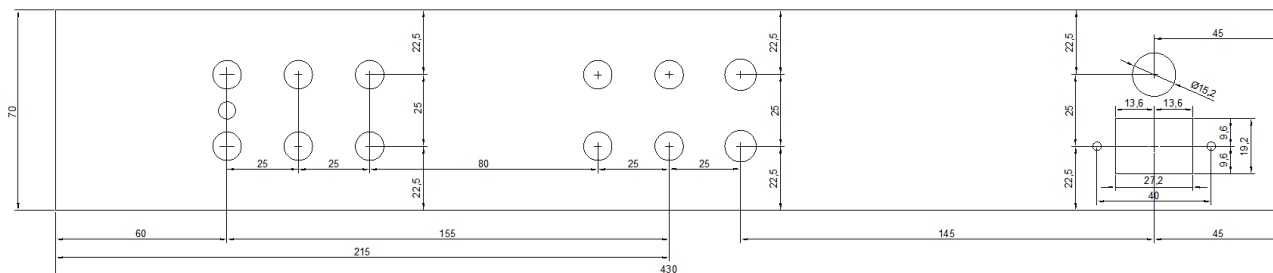


(2) リアパネル

こちらも流用で追加加工はしない。入力を 5 入力としたいが、追加加工が面倒なので見送る。

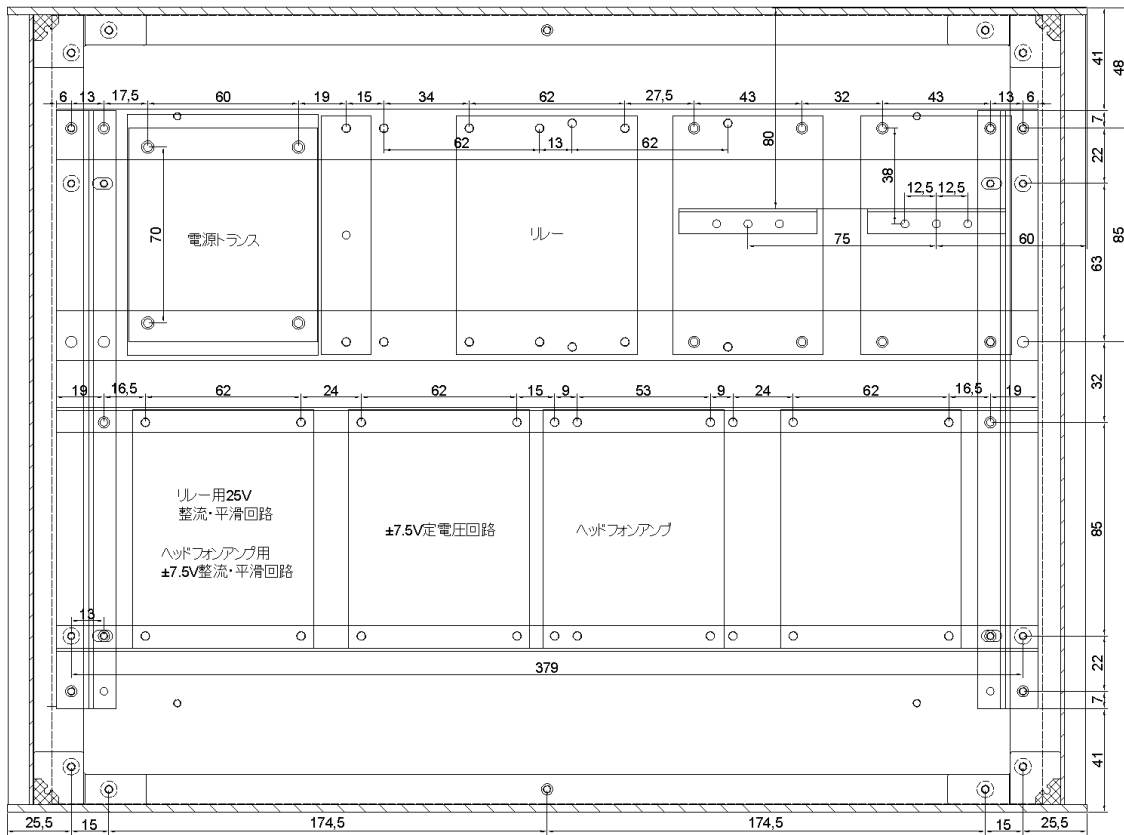
端子は、左から下記の通り。

INPUT-1、INPUT-2、INPUT-3、未使用、OUTPUT-1、OUTPUT-2



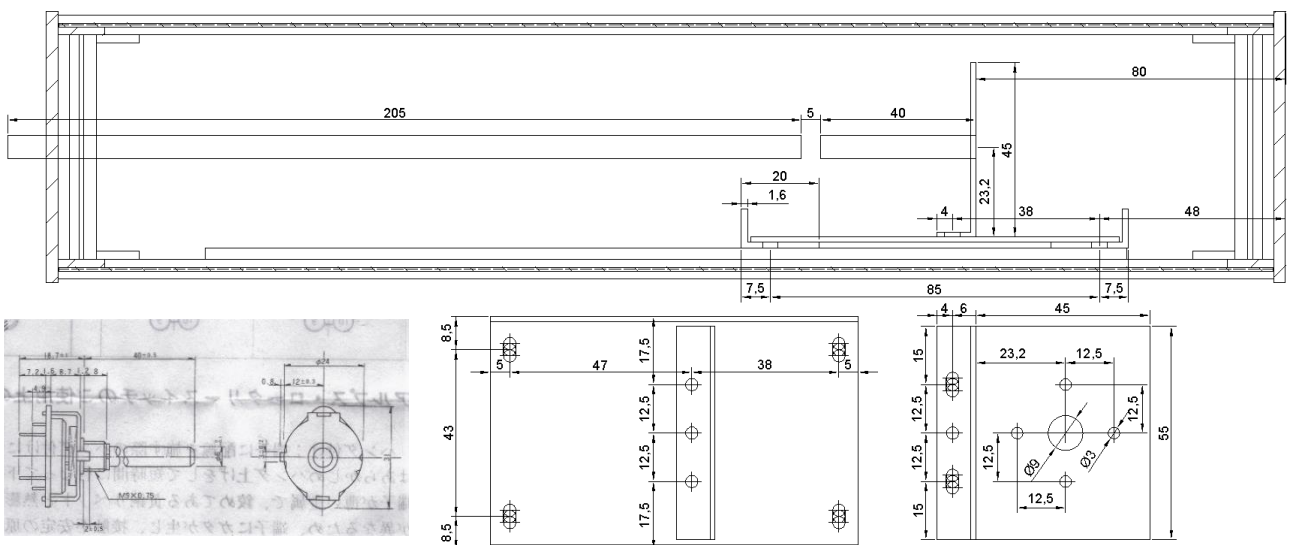
(3) 筐体内部配置

下図は、将来、ヘッドフォンアンプを組み込んだ状態のレイアウトだが、現状では、アース版とロータリースイッチの取り付け用の「L」型のアルミアングルを2枚だけ取り付けた状態になる。



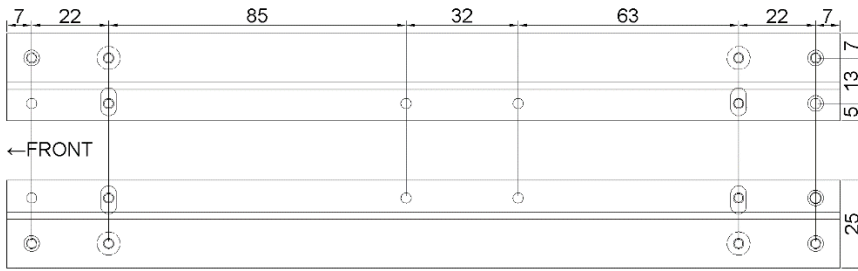
(4) ロータリースイッチの取り付け

INPUT SELECTOR 用、OUTPUT SELECTOR 用のロータリースイッチは、延長シャフトでリアパネル近くに配置する。幅 60mm のコの字アルミアングルと L 型アルミ板を 10mm×45mm×55mm にカットして使用して取り付ける。

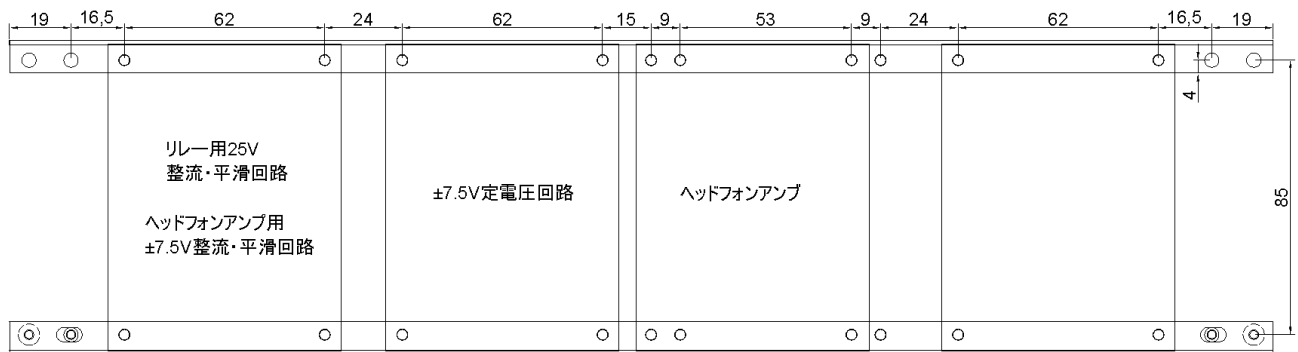


(5) 基板吊り下げ用フレーム取付金具

2mm厚のアルミ平板で作成する。

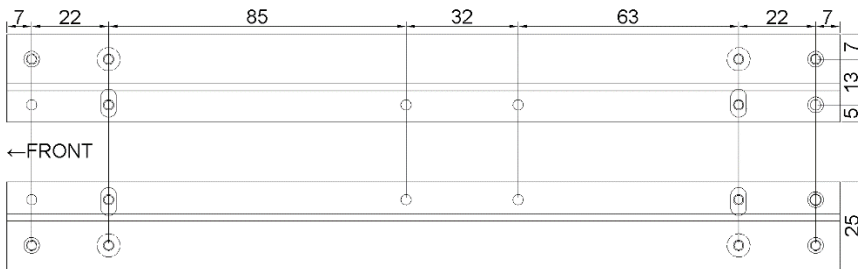


(6) 基板吊り下げ用フレーム

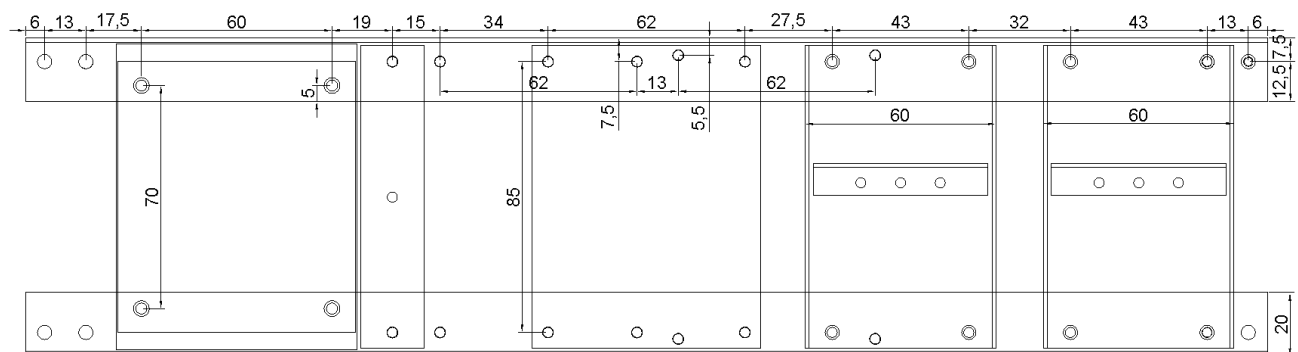


(7) 底面側フレーム取付金具

基板吊り下げ用フレームの取付金具と同一であるが、トランスのビス頭が底板に当たらないように3mm厚のアルミ平板で作成する。



(8) 底面側フレーム



4. 重要部品の入手と代替品の検討

ディスクリートの部品が殆ど製造中止になった今、まず行うことは、キーパーツを入手しておくことである。作成するのはいつになってもよい。キーパーツがあればいつかは作成できる。家族にガラクタ集めなどと言われても、とにかく手元に所有しておくことが重要だ。

最近では、スイッチなど、一般品と思われる領域まで、こんなものが入手できないのかという場面に遭遇することが多くなってきた。「もはや日本は先進国ではない。」というメッセージが実感される。

◎印: 指定部品は製造されており、問題なく入手できた部品。

○印: 指定部品を入手したが、製造中止か中止予定、もしくは製造状態が不明の部品。

△印: 指定部品の後継、改良型を入手した部品。もしくは、同等スペックの部品を代替品として入手。

▽印: 指定部品ではなく、同等スペックではないが、定数など基本アイテムが同じ部品を購入。

×印: 指定部品は、入手困難、もしくは入手不可能で、相当品、代替品を入手した部品。

入手	名称	説明
◎	筐体 タカチ SL70-32-43SS	手持ち流用。ちょっと大きすぎるが、他と合わせるために使用。 天板、底板が鉄製だが、放熱穴が開いているので選択。アルミ製の場合は、OS シリーズとなる。
◎	φ6.3 標準ステレオジャック	金メッキのジャックが欲しくて、ネットで探したところ、オヤイデ電気で購入していたので購入したが、使用しなかった。
◎	4 回路 3 接点ロータリー-SW	出力セレクター。Alps(アルプスアルパイン)の M43 を使用する。
◎	4 回路 5 接点ロータリー-SW	入力セレクター。実際の入力端子は 3 系統なので、2 接点分は使用しない。岩通 US26B2205K を使うが、2022 年 1 月で製造中止とのこと。保守用と合わせて 2 個確保。
○	RCA ジャック	赤、白 各 6
◎	φ6 シャフト	2 本
×	タイトカップリング	2 個。手持ち。最近、秋葉原の店頭で見かけない。もう製造されていないのだとおもう。
◎	アルミ材	10mm×20mm 1.5t の不等辺アルミアングル。1.2t のアングルだと結構しなってしまうので、1.5t の製品を使う。 10mm×10mm 1.2t L 型アルミアングル。 2t 25mm 幅の平板。3t 25mm 幅の平板 60mm 幅のコの字型アルミアングル。 10mm×45mm の L 型アルミ。10mm×55mm～60mm の製品を 45mm の高さにカットして使用する。

5. 製作

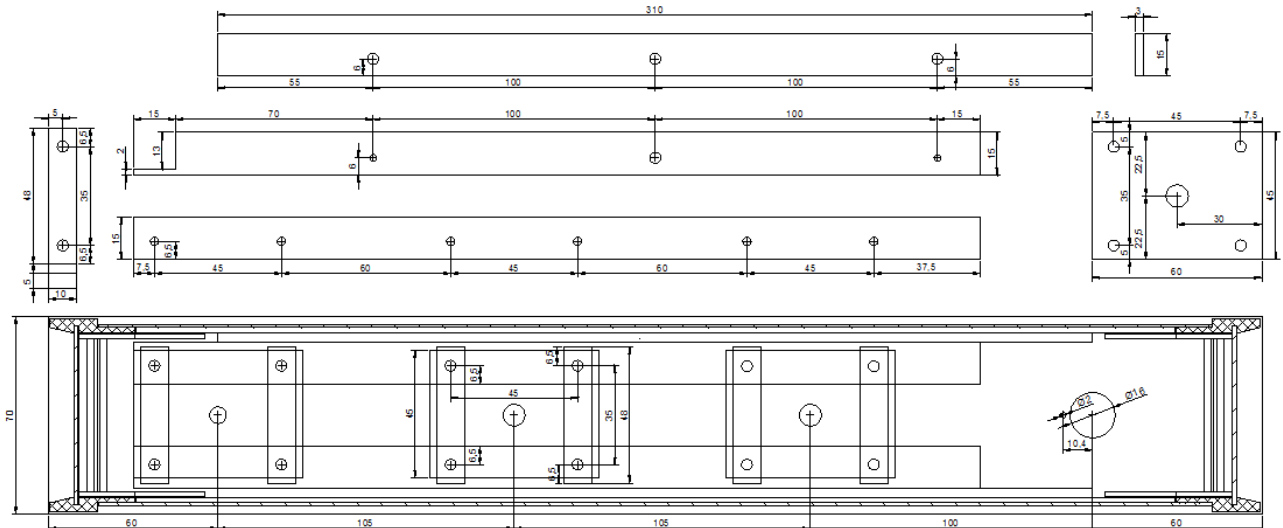
5.1. 組み込みパーツの作成と筐体外観の加工

(1) フロントパネル加工ーヘッドフォンジャック

ヘッドフォンジャックはそのまま装着すると接地されてしまうので、接地箇所が2か所になってしまう。そこで、絶縁用のワッシャーとパイプで絶縁するようにした。絶縁用のワッシャーはRCAジャックの金具の部分が壊れてしまったものがあつたので、そこから外して少し穴径を拡大加工し、ワッシャーとした。また、外形12φ内径10φの樹脂製パイプをホームセンターで購入し、内側を削ってサイズを合わせた絶縁用のリングを作成した。



(2) フロントパネル



レタリングは、下記の様子に書き込んだ。(貼った。)



(3) リアパネル

入力は3系統。まだ余裕があるので追加加工すれば2系統追加できるが、面倒なので行わない。



(4) 筐体加工と配線

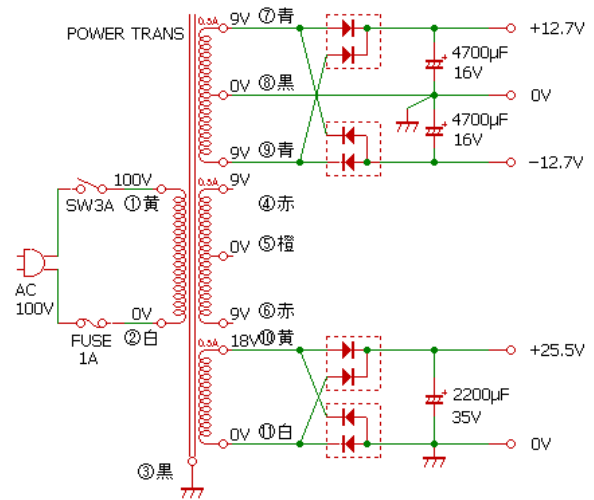
底面フレーム、吊り下げ用フレームに穴あけ追加したとの、ロータリースイッチ取り付けのための、アルミ板加工などを行い、筐体に取り付け、配線を行った。

以上で入出力機器の切り替えはできるのだが、何となく、電源スイッチのLEDが輝いていないと物足りない。そこで、将来ヘッドホン用のラインアンプを組み込むことを念頭に置いて、LED点灯だけを目的にトランスと整流回路を組み込むことにした。

(5) AC 整流・平滑回路

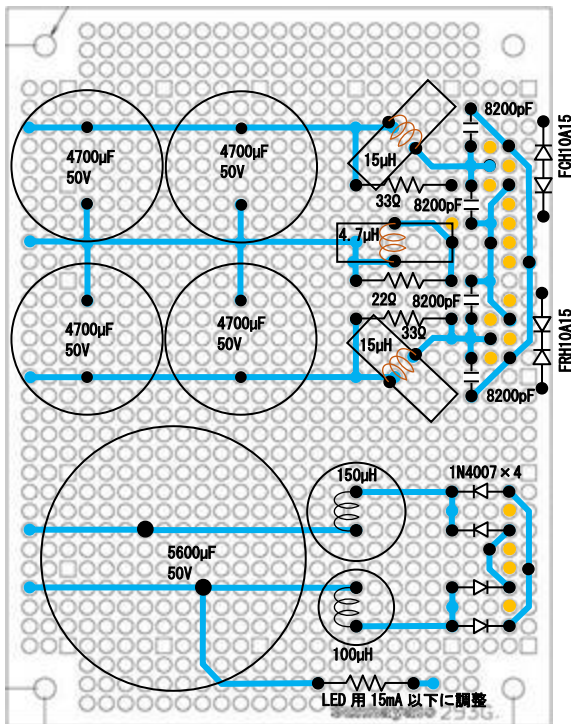
リレー用の+24Vとヘッドホンアンプ用の±7.5Vの電源を用意しておく。

トランスは、フェニックスに特注したRコアトランスRA-30を使用する。2次側は、9V-0V-9V、9V-0V-9V、18V-0Vである。

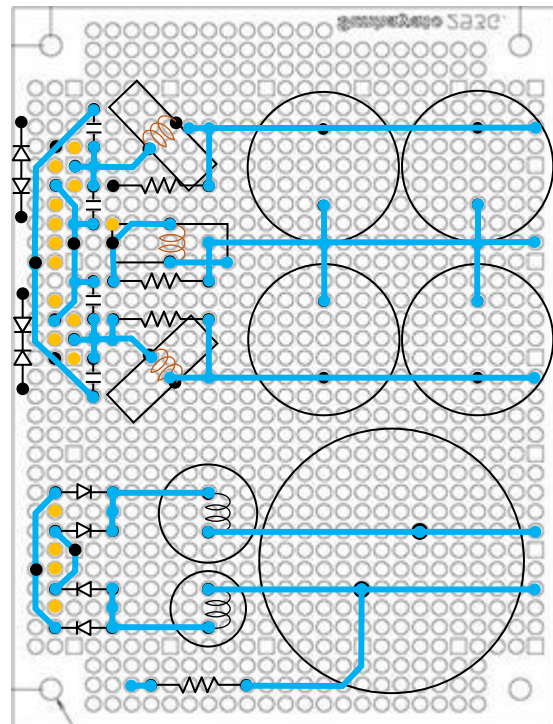


(6) 整流・平滑回路基板

以前作成して取り外した整流・平滑基板を流用することにした。利用するのは+24Vの整流回路のみである。もう一方は、ヘッドホンアンプを組み込む時に±7.5V用として使用する。各平滑コンデンサの容量が本機には過剰だが、また新たにパーツを購入するのもお金がかかるので、このまま利用する。



※●のランドは短絡防止のため削り取る



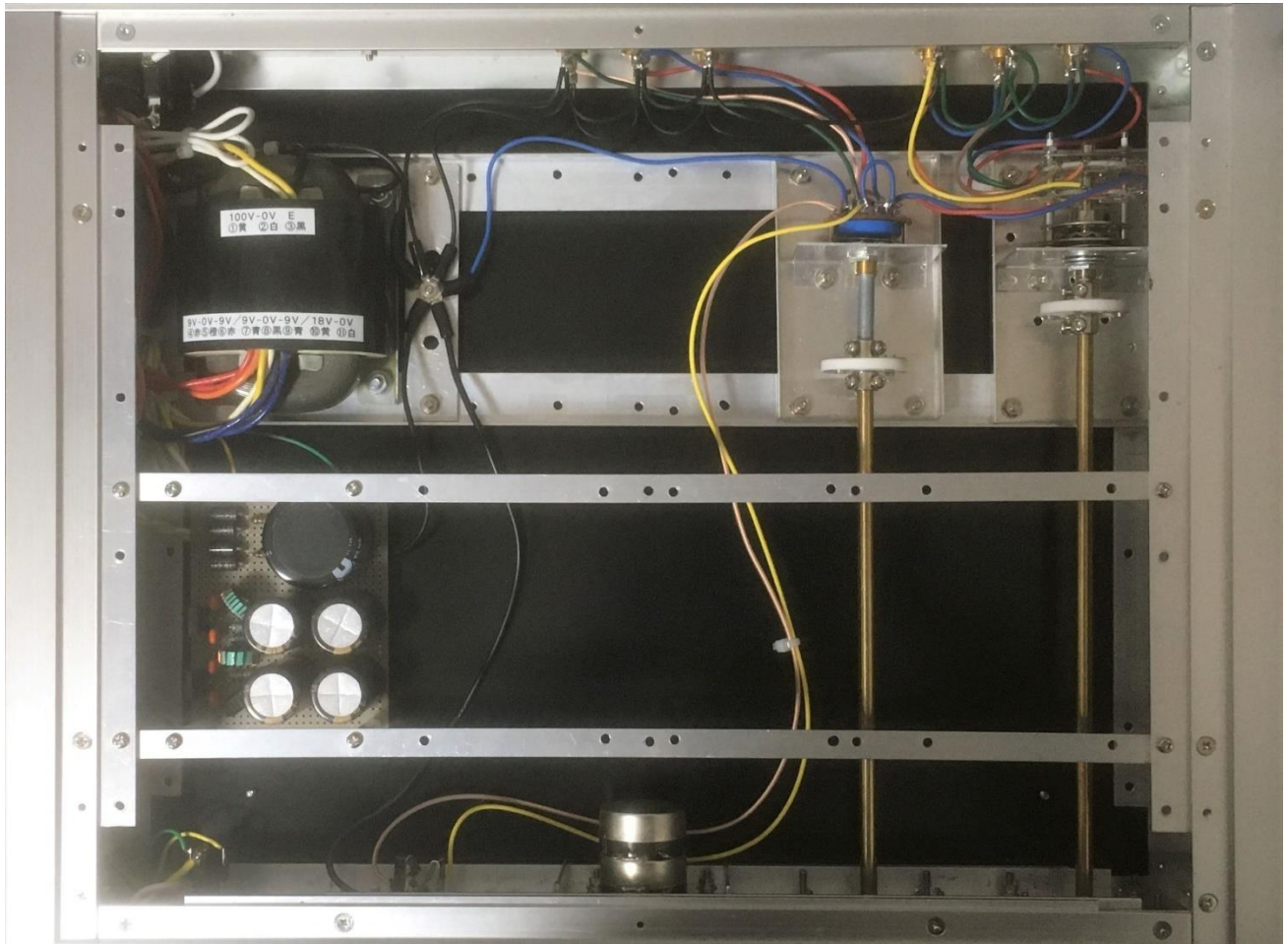
※●のランドは短絡防止のため削り取る

5.2. 筐体内部の組み上げと配線

写真で示すように、必要な部分だけだと 1/4 のサイズでできてしまいそうだ。

電源 LED の点灯は、電流制限抵抗が $1.2\text{K}\Omega + 220\Omega$ で電圧降下 20.38V だったので 14.35mA 。推奨値の 15mA より少ないが、輝度は問題無い。ちなみに、リレー用の電圧は 26.68V だったので、LED には 6.3V の電圧がかかっている。LED は 12V 用なので、半分ぐらいの電圧しかないが、まあいいだろう。

以上で完成とした。



下記の写真は、流用した元の筐体。他の機器に電源供給する為のキャノンコネクターが無いのとレタリングを変更した以外、外観への変更は施していない。

