

Nutube 6P1 パワーIVC

メンテナンスレポート

2024年1月17日

## 1.はじめに

2021年1月にMJ無線と実践の2017年6月号、7月号の「Nutube バッテリードライブハイブリッドパワーIVC」を簡易的な方法で電圧伝送に変更したが、どうも、DC検出回路が正しく動作しないのか、PROTECTOR LEDが電源ONで点灯してしまう。この問題を解決する為、メンテナンスを行う事にした。

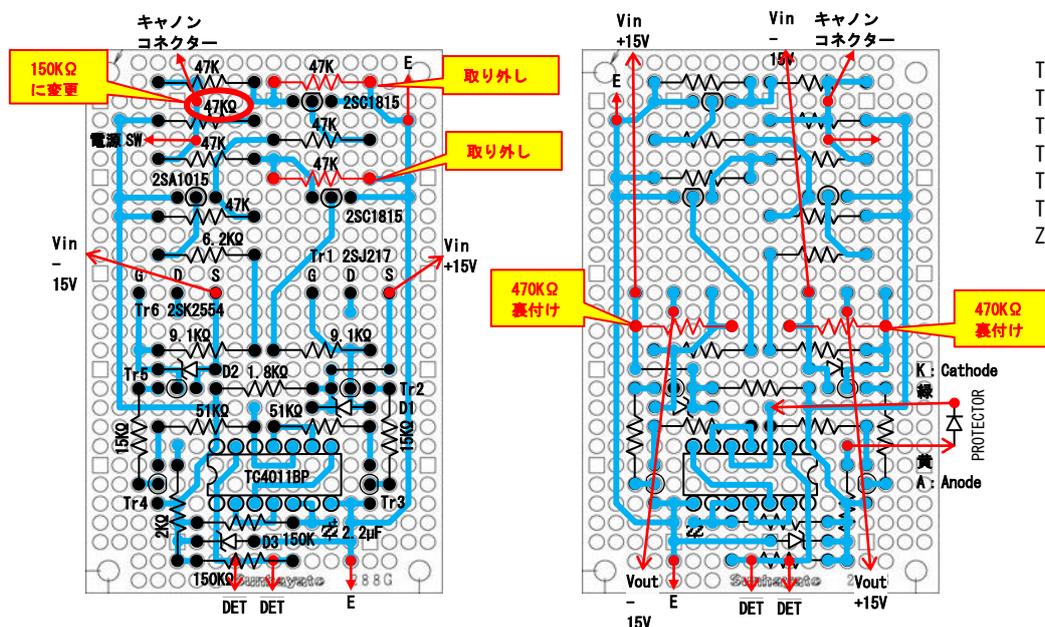
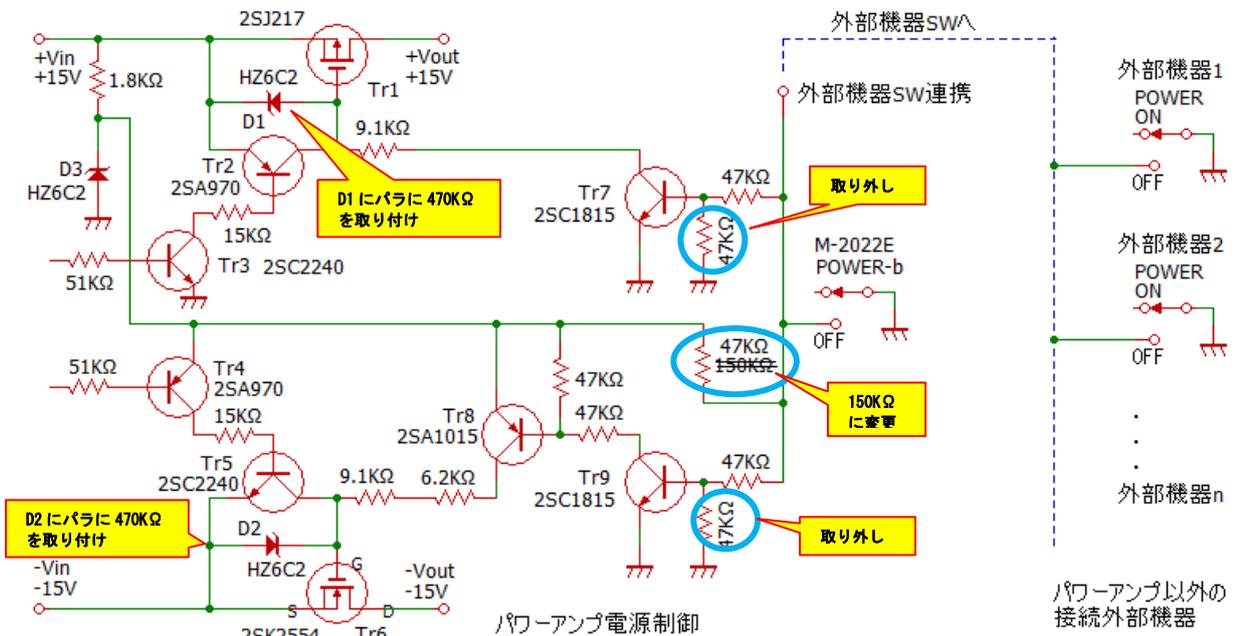
2024年1月8日

## 2. 問題点の確認

まず、制御基板の半田ブリッジが無いか確認。目視ではわからないが、怪しいところのランドやパターン間をこまめに先の尖ったツールでカリカリとけ清掃。特に TC4011BP の周りを入念に行った。この結果、PROTECTOR の LED が点灯することはなくなった。

## 3. 制御部回路／スロースタートのメンテナンス

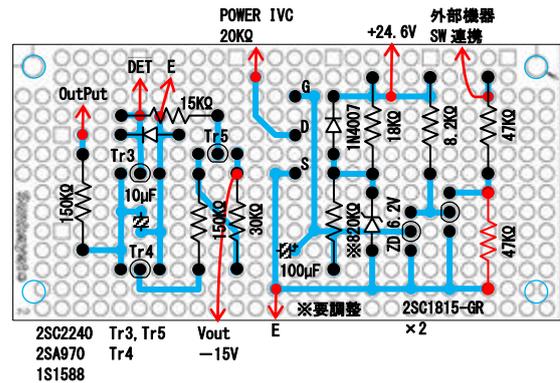
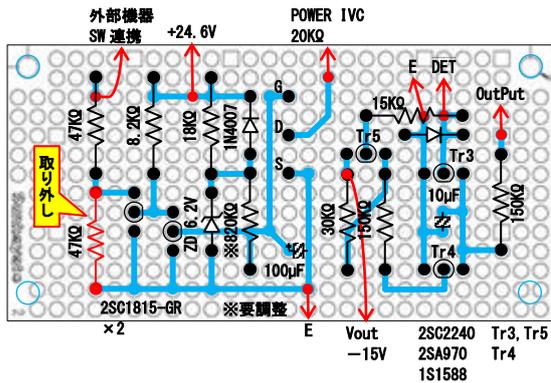
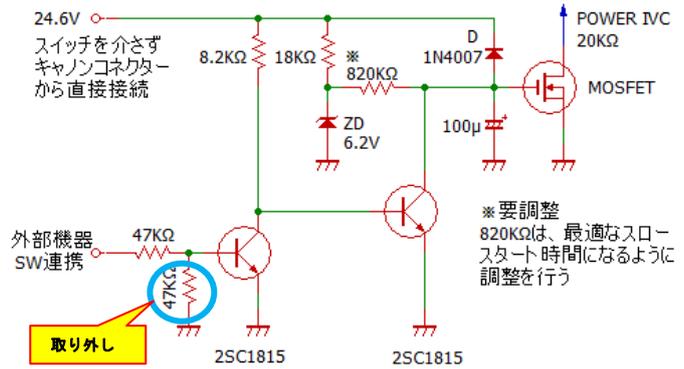
回路図上では下記、青丸の  $47\text{K}\Omega$  を取り除く。POWER スイッチで、確実に接地されるので、オープン時に接地を保証する為の抵抗は不要だ。また、元々  $150\text{K}\Omega$  のプルアップ抵抗に  $68\text{K}\Omega$  をパラ接続して  $47\text{K}\Omega$  にしていたが、 $68\text{K}\Omega$  を取り外して元の  $150\text{K}\Omega$  に戻す。この他に、 $2\text{SJ}217$ 、 $2\text{SK}2554$  のゲートがオープンになった時にゲートが入力電圧と同一電圧になることを保証し、確実に MOS-FET を OFF する為に固定抵抗値の抵抗(ここでは  $470\text{K}\Omega$  とした)を挿入する。



- Tr1 2SJ217
- Tr2 2SA970
- Tr3 2SC2240
- Tr4 2SA970
- Tr5 2SC2240
- Tr6 2SK2554
- ZD HZ6C2

スロースタートのクイックオフ回路の入力のプルダウン抵抗も不要なので取り外す。

この抵抗があると、クイックオフ回路がオフのままとなり、スロースタートが開始されず、パワーアンプから音が出ない。



#### 4. 確認・ヒアリング

プロテクターのLEDが電源Onで点灯してしまう事は無くなった。半田ブリッジか切屑かわからないが、製作が完了した時点で基板を清掃する癖をつけないとだめだなと反省。

外部機器 SW 連携やスロースタートも問題なく機能した。スロースタートによる音が出るまでの所要時間が35秒かかるが長く感じる。

ロストロポーヴィチのバッハ無伴奏チェロ組曲を聞いた。差は僅かであるが、低域の量感や全体のリアル感がNo. 279パワーアンプにいま一步及ばない。ただ、本機は本機で高品質である。

Nutube 6P1 電流伝送パワーIVC  
電圧伝送対応  
作成レポート

2021年1月12日

## 5. はじめに

MJ無線と実践の2020年9月号で、金田氏がDACやイコライザーとパワーアンプとの間の電流伝送を止め、電圧伝送に変えるとの記述があった。この方針に従い、過去に作成した機器を順次電圧伝送化してゆくことにする。以前作成したMJ無線と実践の2017年6月号、7月号の「Nutube バッテリードライブハイブリッドパワーIVC」を電圧伝送に変更した。

2021年1月12日

## 6. 基本方針

MJ 無線と実践の 2020 年 9 月号の議事によると、電圧伝送の場合は、DAC やイコライザー側を高インピーダンスにして受け側のパワーアンプ側を低インピーダンスにしていたので、ケーブルの影響を受けにくい構成になっていた。しかし、パワーアンプ側の低インピーダンスを作るのが難しい。低インピーダンスを作るのは NFB を利用している。

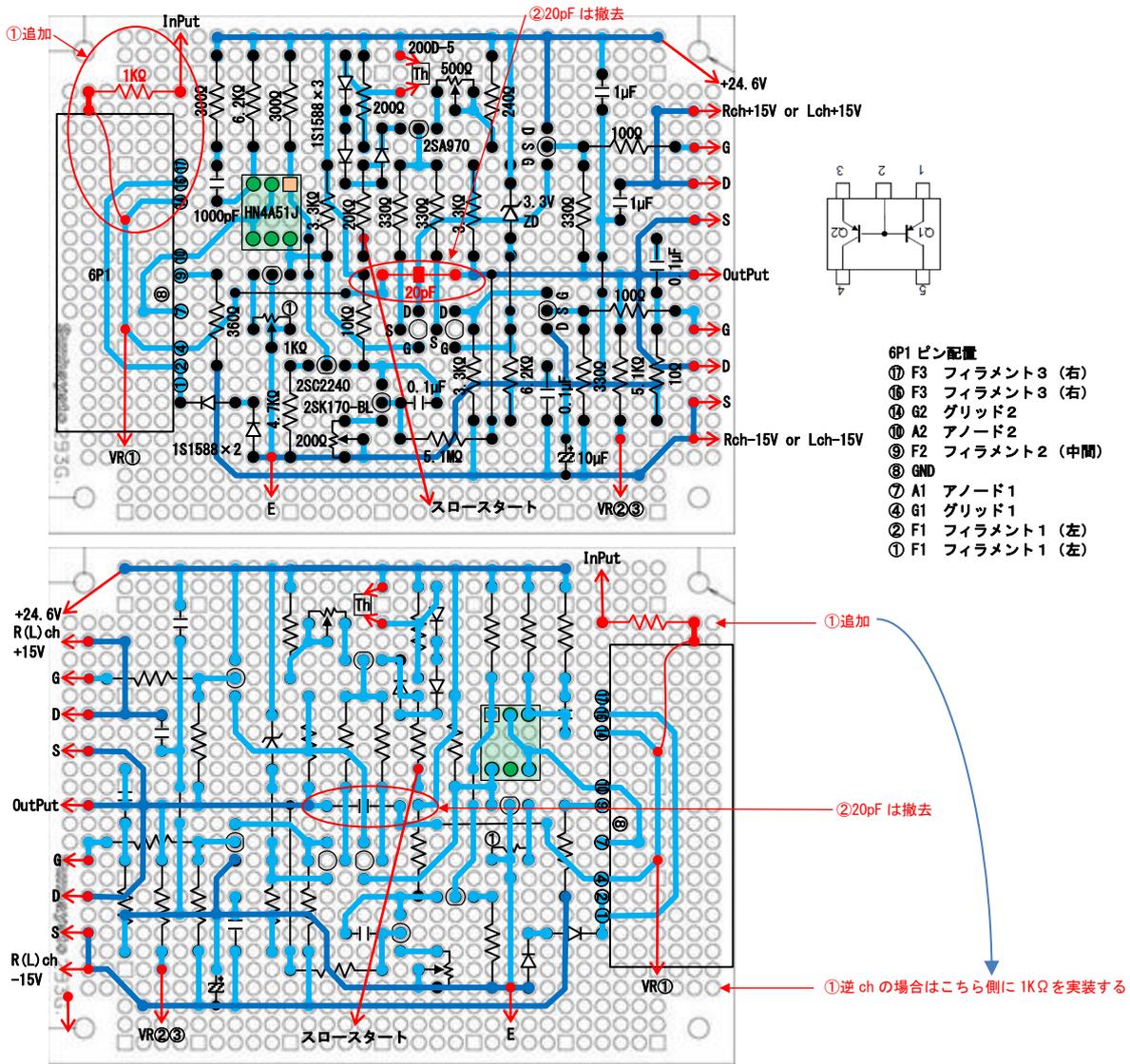
一方、電圧伝送は、高域がケーブルの影響を受けロスするが、パワーアンプの動作は影響を受けない。電圧伝送は、送り出し側が低インピーダンス、受け側が高インピーダンスでパワーアンプの受けは元々高インピーダンスである。

電圧伝送のパワーアンプの場合は入力インピーダンスを高くするため、非反転アンプで構成する。現状は反転アンプなので、変更が必要とのこと。

誌面は「差動アンプなので簡単」と書かれているが、私にとっては結構改造が必要で、しかも、位相補正がオシロスコープを持っていないのでできない。(仕事で使っていたので機器があれば使える。金銭的理由。) また、SAOC の変更も必要と、基板を作り直した方が良いのではないかと思うほどの変更なので、ちょっと二の足を踏む。

そこで、非反転アンプ化による電圧伝送化はいずれ対応するとして、反転アンプのまま電圧伝送に変更する方法で対応することにした。

対応は、①入力に 1KΩ を追加。②帰還抵抗に付けられているの 20pF を外す。の 2 点である。



この変更に合わせて、2SJ78(2SJ77 の代替)の熱結合も事務用品のクリップを加工して抑える方法から、樹脂製ワッシャーで挟む方法に変更した。

凸型の樹脂製絶縁ワッシャーと 0.8mm 厚の樹脂製ワッシャー4 枚 (合計 3.2mm) を使って熱結合している。

貴重な素子を接着剤で接着したくないので、このような対応をしている。



以上で電圧伝送化対応を完了した。

# Nutube 6P1 電流伝送パワーIVC

## 作成レポート

2019年6月17日

## 目次

1. はじめに.....	1
2. 基本方針.....	2
3. 部品の確保.....	3
4. 検討.....	4
4.1. バッテリードライブ仕様時の筐体検討.....	4
(1) 高さ検討.....	4
(2) 奥行き、幅の検討.....	4
(3) 基板の取付方検討.....	4
5. 実装設計.....	5
5.1. 筐体設計.....	5
(1) フロントパネル、リアパネル寸法図.....	5
(2) 内部寸法図.....	5
(3) 放熱器取付.....	6
(4) 基板吊り下げ用Lアングル.....	6
5.2. 基板設計.....	7
(1) 電源制御部.....	7
(2) 保護回路過電流検出.....	8
(3) DC検出・バッテリーチェック・スロースタート/クイックオフ.....	8
(4) アンプ基板.....	9
6. 製作.....	10
6.1. Lアングル、放熱器加工.....	10
6.2. フロントパネル加工.....	10
6.3. リアパネル加工.....	11
6.4. 基板.....	12
(1) 電源制御部.....	12
(2) 保護回路過電流検出.....	12
(3) DC検出・スロースタート/クイックオフ回路.....	12
(4) DC検出・バッテリーチェック.....	12
(5) アンプ基板 (MOS-FETの選別).....	13
(6) SCT3030ALのV <sub>GS</sub> 測定.....	14
(7) アンプ基板 (基板作成).....	14
6.5. 筐体組み上げ.....	14
(1) 放熱器と基板吊り下げアングルの組み上げ.....	14
(2) 筐体への放熱器と基板吊り下げアングルの組み込み.....	15
(3) 内部配線.....	15
7. 調整.....	16
8. ヒアリング.....	17
後記.....	18

## 7. はじめに

コルグの Nutube 6P1 を使用した DAC を作って、その音質の良さに感動した。ぜひ、MJ 無線と実験の 2017 年 6 月号、7 月号に掲載された DC アンプシリーズ No. 253 「Nutube バッテリードライブハイブリッドパワー-IVC」を作成したいと考えていたが、ロームの SiC MOSFET SCT3030AL (以下、単に SCT3030AL と記す) がなかなか入手できず、二の足をふんでいた。最近になってやっと入手できたので、制作を開始したい。

なお、作成は、MJ 無線と実験の 2018 年 12 月号、2019 年 1 月号に差動回路に 6P1 を使用した DC アンプシリーズ No. 262 「Nutube バッテリードライブハイブリッドパワー-IVC」が発表されたが、No. 253 の方が回路が単純で制作が容易だと考え、No. 253 を作成することにした。

2019 年 2 月 3 日

## 8. 基本方針

バッテリードライブは、バッテリー切れで聞きたいときに音楽が聴けないのが耐えられない。なので、いつもバッテリードライブのアンプを AC 電源を内蔵で作成している。しかし、AC 電源を内蔵するとなると、とてつもなく作成が大変になり、制作に時間を要してしまう。そこで、まず。バッテリードライブ仕様で作成し、その後、基板を AC 電源対応の筐体に移すことにした。

## 9. 部品の確保

まず、制作に欠かせない必要な部品集めを行う。半導体アンプを作るのは、部品単品の価格が安いからだが、本機に限って言うと、非常に高額な部品がいくつもある。

◎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。

▽印：指定部品ではなく、定数や耐圧などが同じ相当品を入手した部品

×印：指定部品は入手困難、もしくは入手不可能で、手持ち部品を使用するか代替品を入手した部品。

入手	名称	説明
◎	NuTube 6P1	特に問題なく入手
◎	SCT3030ALGC	入手。メーカーの生産抑制だったのだろうか、入荷待ちが長く続き、なかなか入手できなかった。非常に高価。真空管並みの価格。
×	2SK214	以前、確保していた 2SK214 を測定してペアマッチングするつもりであったが、2SK215 のペア測定品を入手した。
×	2SJ77	2SJ77 のペア測定品を注文したところ、販売店から 2SJ78 に変更したいとの連絡があり、2SJ78 の測定品を入手。
▽	2SA995	代替として HA4A51J を使用する。 変換基板にこれまでダイセン工業の D006 を使用していたが、秋月電子で販売されている変換基板 P-03659 を購入した。
○	2SK246-BL	確保。代替はない。
×	HZ3C2	確保。代替候補*としてはフェアチャイルドの 1N5226B。
×	1S1588	確保。代替候補*としてはフェアチャイルドの 1N4148。
○	200D5	なかなか、代替はない。
○	2SK170-BL	確保。
◎	TC4011BP	特に問題なく入手。
×	HZ6C1	以前は HZ6C2 が使用されていたが、入手困難なのか今回の記事では HZ6C1 が使用されている。しかし、HZ6C1 の入手も難しい。今回は、以前確保した HZ6C2 を代替として使用する。他の代替候補*としてはフェアチャイルドの 1N5234B がある。
○	2SK2554	確保。高価なので安価な代替品を探したい。
○	2SJ217	確保。
◎	不等辺アルミアングル 20mm×40mm 3t 170mm 2本が切り出せる長さ	近所のホームセンターでは見かけない。東急ハンズネットストアで 300mm 長の製品が販売されていたが、余りが多く出てもったいない。東京ラジオデパートの奥澤は、荒川区に移転してしまったので、2F のエスエス無線で 1 m 長の製品を購入した。
×	MTL406N-P	店頭で見つからないので、フラットレバーの M-2042E を購入しようと思ったが、丸レバーの M-2042 しか見当たらない。後で MTL406N-P を調べたら廃止品の様で、M-2042E もネットで見かけないので、廃止品だと思う。手持ちの M-2022E を回路変更して使用。これもまた、あまり出回っておらず、ミヤマの M-500F-F で代用することが多い。
×	ニッコーム 板抵抗	タクマンの REY50FX を使用。ラインナップが減少しており、また、完売の定数も出てきたので、不足の定数を REY50FY で補う。FX と FY は、温度係数±(ppm/°C)が異なる。FX: ±100ppm/°C, FY: ±50ppm/°C

※ 注) 代替候補は実際に使えるか否かの検討をしたわけではない。

## 10. 検討

### 10.1. バッテリードライブ仕様時の筐体検討

最近のパワーアンプはタカチの放熱器付きの筐体 HY シリーズで作成されている。しかし、これまでの制作の経緯からバッテリードライブ仕様時の筐体は、タカチの UC シリーズから UC32-5-22GG を使用したい。ポイントは、SCT3030AL の放熱対策である。どれほどの発熱量があるのか。DC アンプシリーズ No. 209 のバッテリードライブのパワーアンプは 3t のアルミアングルで事足りた。この時は  $I_o=60\text{mA}$ 。SCT3030AL の場合は 150mA 流している。どうだろうか。それを確認する。この確認は、AC 電源版のアンプに使用する筐体の見極めを行う。HY シリーズの筐体は値がはるので、できれば OS シリーズで済ませたい。

#### (1) 高さ検討

筐体 UC32-5-22GG の高さの内寸は、44mm なので、基板から底面までのスペースを 10mm とすると、各パーツの高さは、34mm 以下に抑える必要がある。当然、SCT3030AL を放熱器に取り付ける必要があるが、市販で 40mm 高の放熱器はなかなか無いので、20×40mm 3t のアルミアングルを使用する必要がある。

基板上で高さが問題となる部品は無い。

#### (2) 奥行き、幅の検討

筐体の奥行きは、外寸で 220mm あるので問題ないだろう。筐体の幅も UC32-5-22GG は 32cm あるので問題ないと思われる。

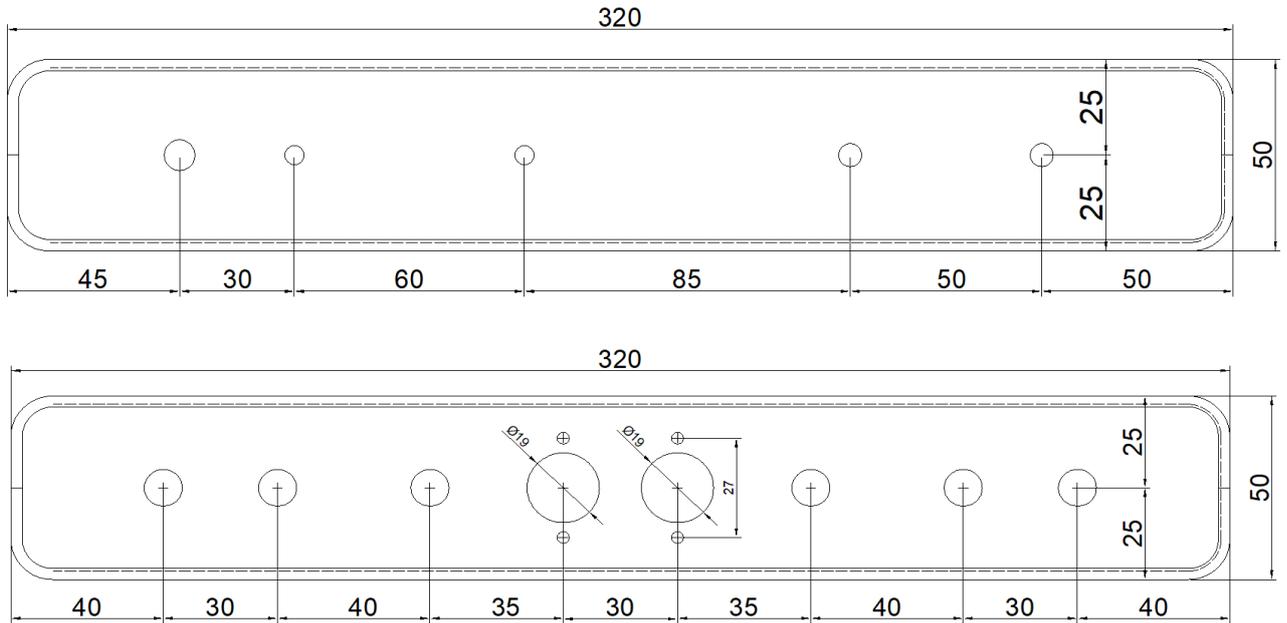
#### (3) 基板の取付方検討

筐体 UC32-5-22GG でも吊り下げ式は可能だと考えている。また、吊り下げ式でなくとも、上蓋、下蓋が独立して外せる構造にすることで、メンテナンスを可能とする方針。

## 11. 実装設計

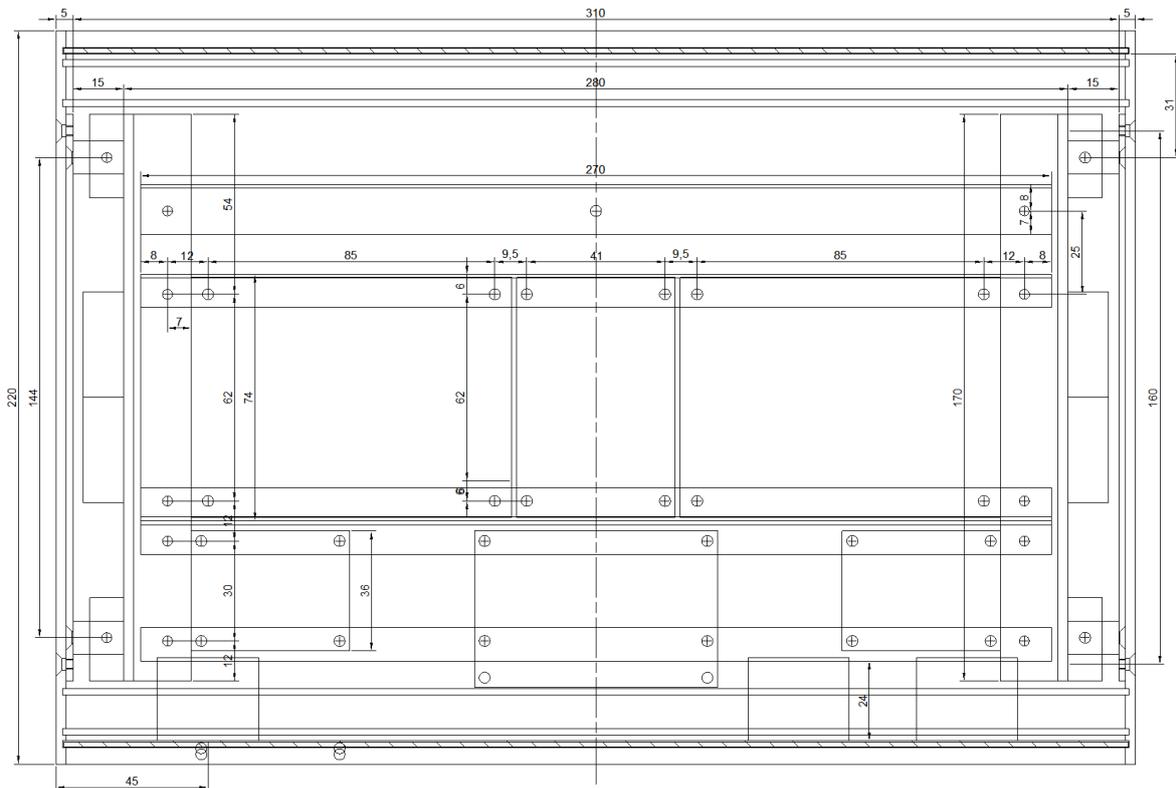
### 11.1. 筐体設計

#### (1) フロントパネル、リアパネル寸法図



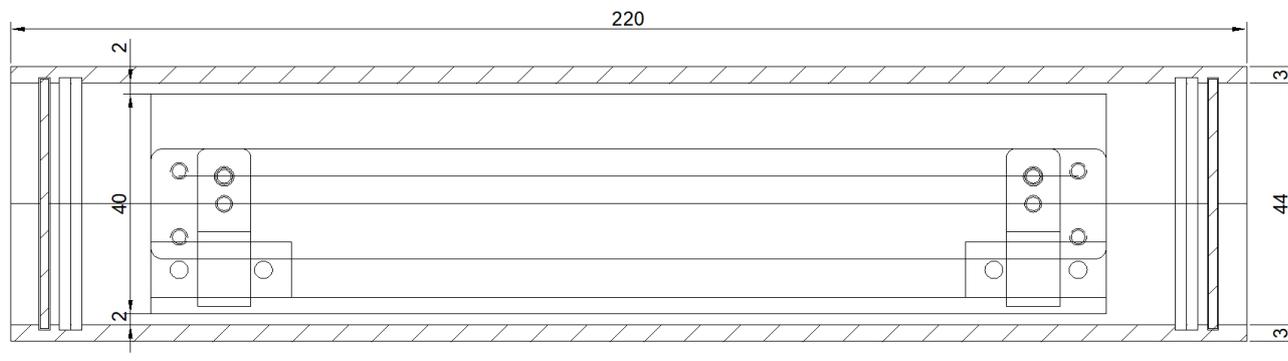
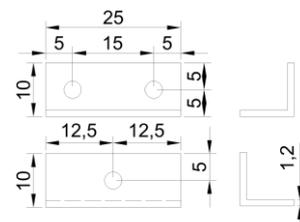
#### (2) 内部寸法図

MJ 無線と実験の No. 253 の様に、保護回路 DC 検出、過電流検出、スロースタート基板と、保護回路制御部、バッテリーチェック基板、パワー-IVC 基板を横一列に並べることができないので、基板は 2 列に取り付けることにする。基板吊り下げ用の L アンクルは、上側に吊るすように取り付けるのではなく、高架式に取り付けることにした。



### (3) 放熱器取付

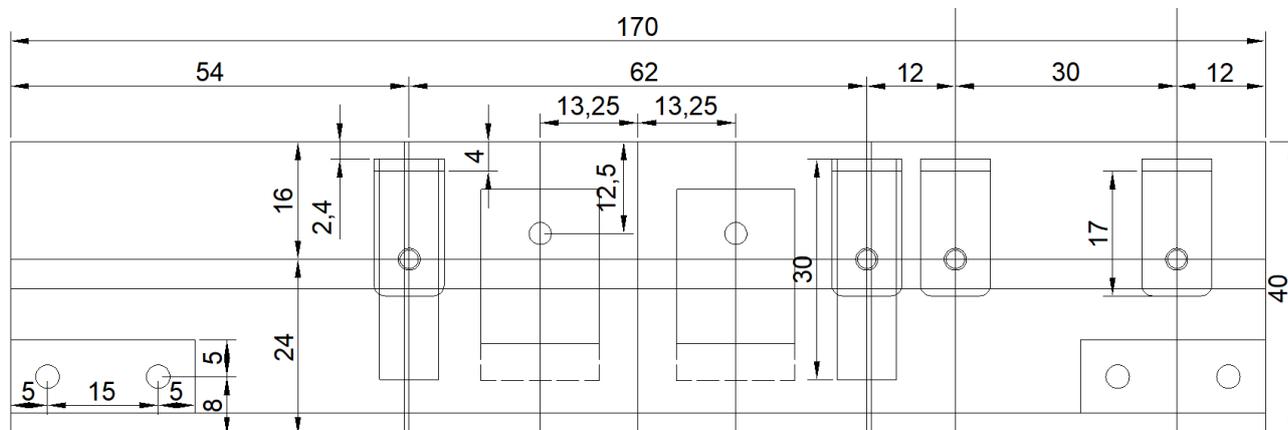
放熱器として使用する  $40 \times 20\text{mm}$  3t のアルミ L アングルを筐体 UC32-5-22 の内部シャーシ取付機構を使って取り付ける。金具 UCK-P27 を使用し、 $40 \times 20\text{mm}$  3t のアルミ L アングルに  $10 \times 10 \times 25\text{mm}$  1.2t のアルミ L アングルを取り付けて固定する。



### (4) 基板吊り下げ用 L アングル

基板吊り下げ用の L アルミアングルは、放熱器として使用する  $40 \times 20\text{mm}$  3t の不等辺アングルにタカチの金具 UCK-P17 を使用して高架式に固定する。なお、メーカー名がわからないのだが、12F31L40 という商品名の ( $12 \times 31.6 \times 40\text{mm}$ ) の L S I クーラーを  $40 \times 20\text{mm}$  3t の不等辺アングルに取り付けることにしたので、UCK-P17 の取付位置と重なってしまう。そこで、UCK-P17 は皿ネジで固定することにする。

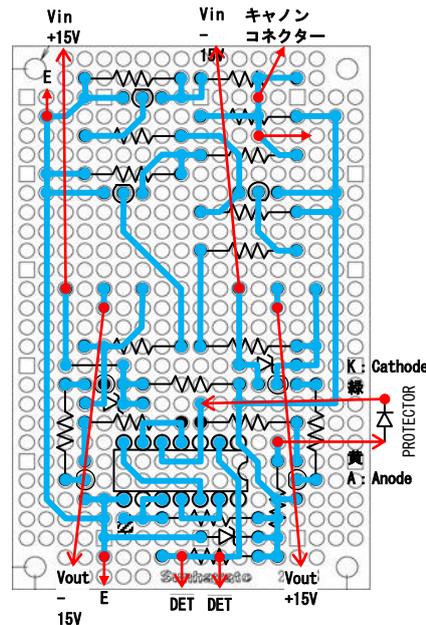
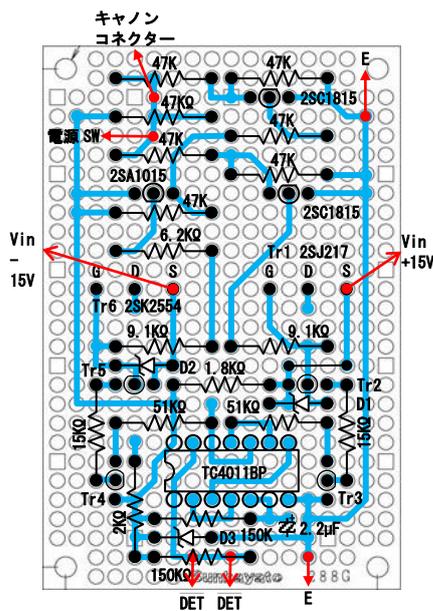
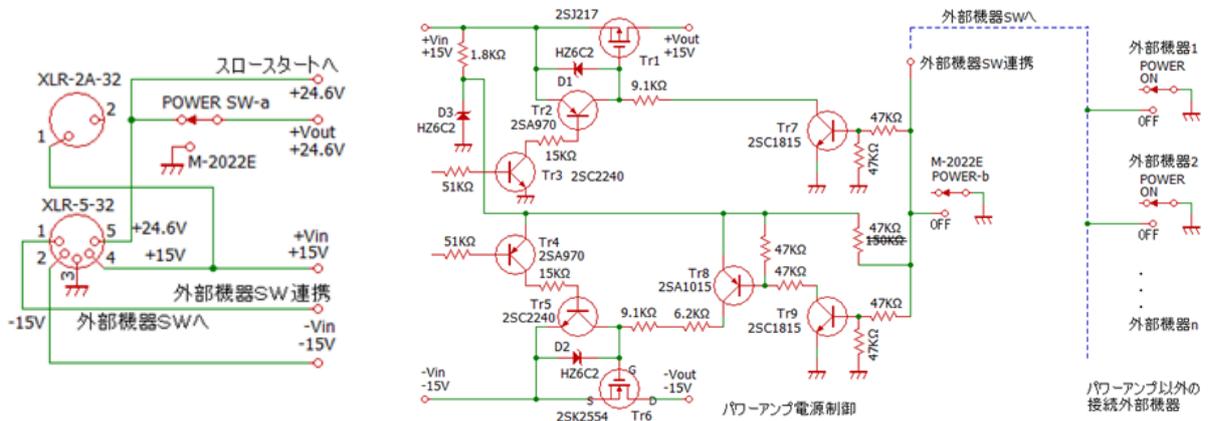
SCT3030AL は、基板に差し込まず、リード線で基板と結線する事とした。



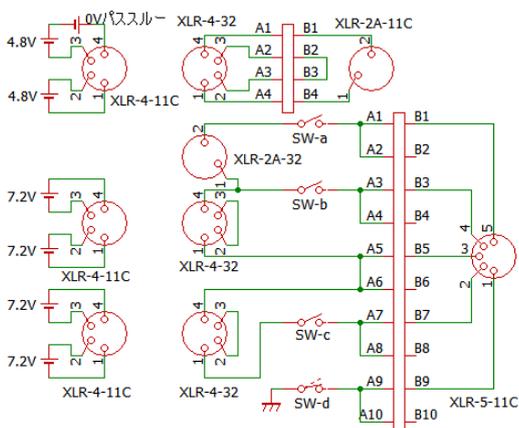
## 11.2. 基板設計

### (1) 電源制御部

他機器との電源 ON/OFF 連携を行える様にするため、ワイヤードオア回路で元の記事で SW で電源 ON/OFF の制御 MOS-FET (Tr1, Tr6) のゲートをトランジスタで ON/OFF 制御する回路を追加する。2P のキャノンコネクタは使用せず、5P の端子結線を変えて使用する。



- Tr1 2SJ217
- Tr2 2SA970
- Tr3 2SC2240
- Tr4 2SA970
- Tr5 2SC2240
- Tr6 2SK2554
- ZD HZ6C2

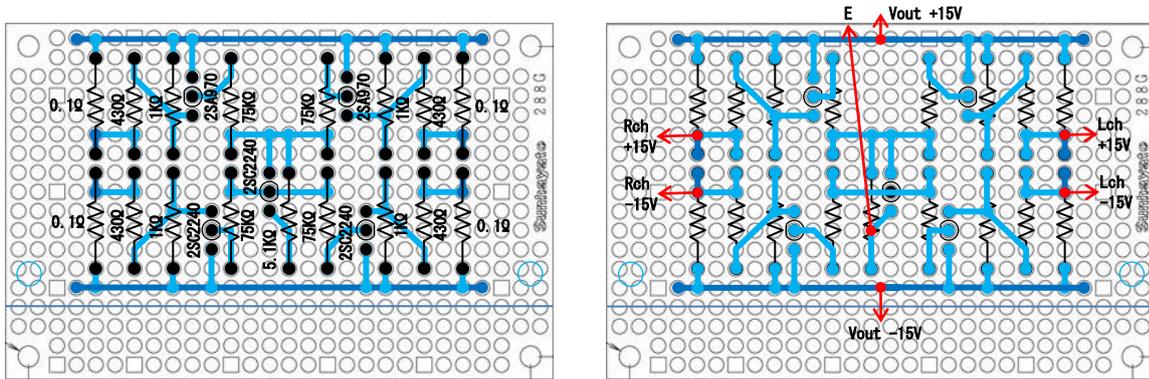


バッテリーは、2P のキャノンコネクタに 1, 2V のニッケル水素電池 8 本で 9.6V とするが、何通りも電池ボックスを作る事を避けたいため、+7.2V / -4.8V の電池ボックスを使用して、以前レポートしたパススルー電池を 2 本装着して対応する。7, 2V のリチウム電池は、結線間違いのリスクを低減させるため、4P コネクタでの単純な +, -への結線とし、変換して 5P のキャノンコネクタで接続する。

実際には、これらの結線を以前レポートしたバッテリー電源 BOX で行う。左図は、これを単純化した回路である。

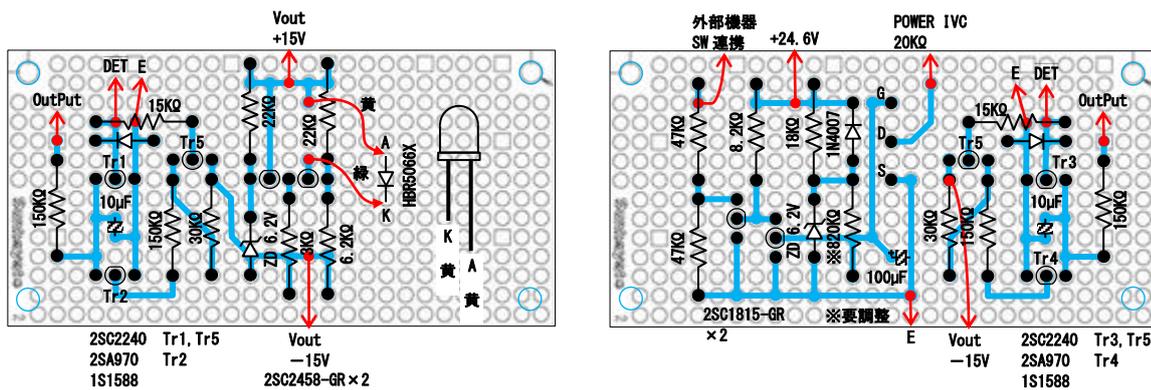
## (2) 保護回路過電流検出

バッテリードライブ版はこの回路が必須となるが、AC電源版にした時、定電圧回路に同じような過電流保護回路が入るので、設計値を合わせる必要がある。2017年6月号の記事によると、+7.9A、-7.9Aを閾値としているが、AC対応版で使用する予定のトランスはACで高々2Aなので、AC対応版に移行するにはちょっと考えなければならない。



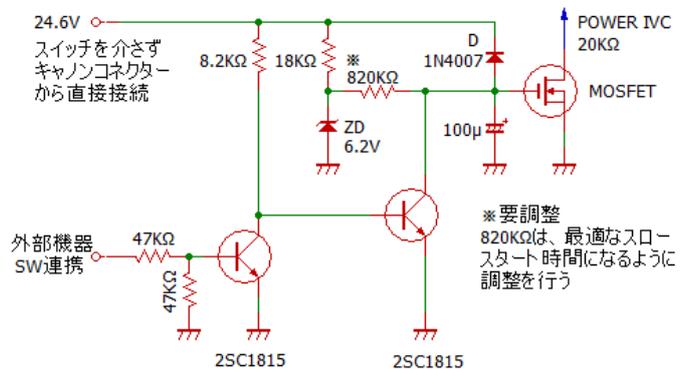
## (3) DC検出・バッテリーチェック・スロースタート/クイックオフ

DC検出回路は、左右それぞれ専用の実装することにする。



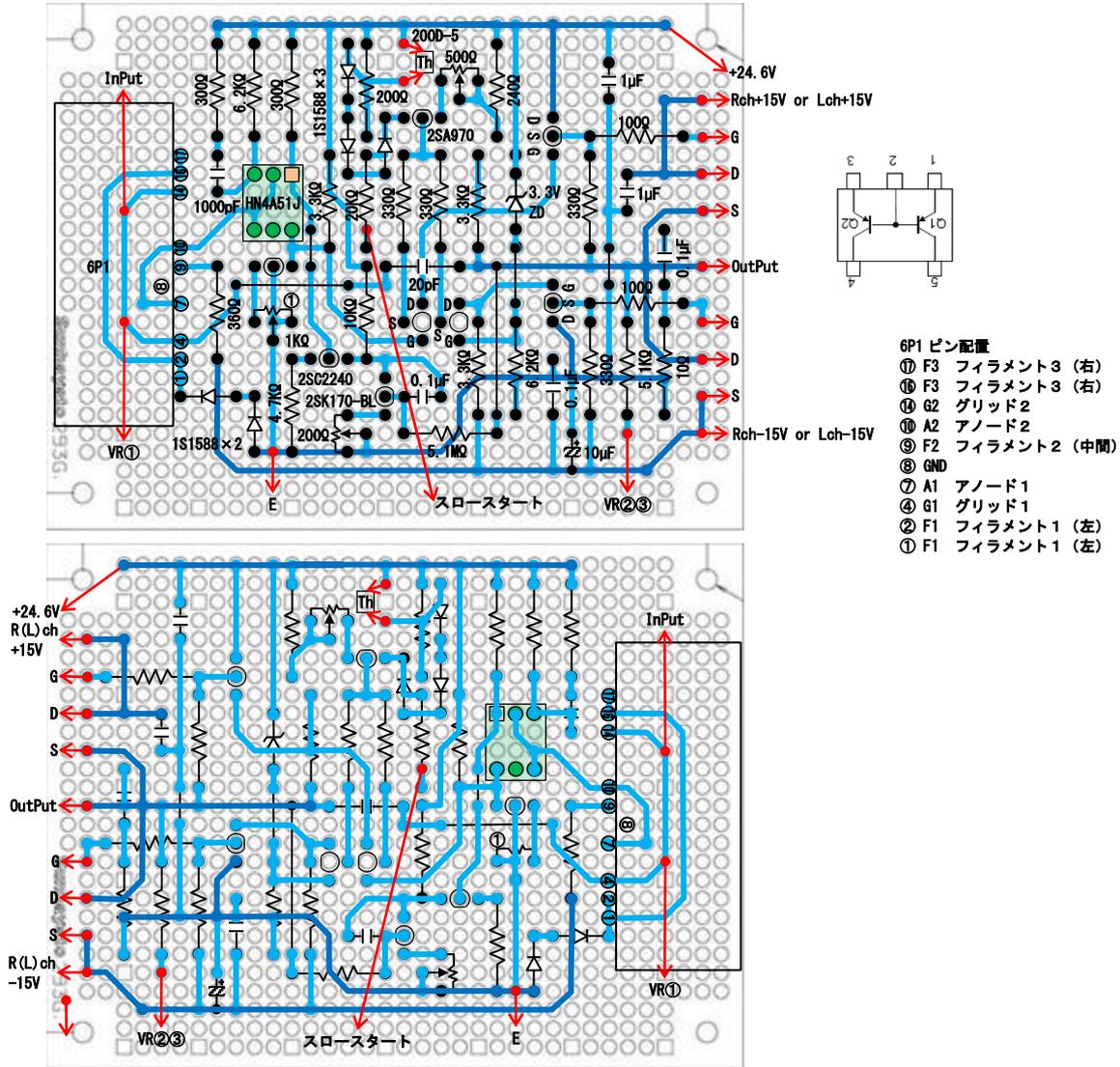
スロースタート回路には、外部機器のSW操作でもスロースタートが有効となるよう、名付けて「クイックOFF回路」を追加した。

クイックOFF回路の1段目の負荷抵抗には、2段目のトランジスタで100 $\mu$ Fの多くの電荷をいち早く放電させたかったので、負荷抵抗を8.2K $\Omega$ とし、コレクター電流を3mAに設定して、2段目に多くのベース電流を供給できるように配慮した。



#### (4) アンプ基板

部品配置、結線パターンは結構ぎっしりで、ICB-293 にはこれ以上詰め込めない状況。このパターン引き回しを考えるのに結構時間を要した。これだと、MJ無線と実験 2018年12月号、2019年1月号に掲載されたDCアンプシリーズ No. 262 の差動回路版を1枚基板に乗せるのはやはりちょっと厳しいな。



ちなみに、MJ無線と実験の2017年6月号のP88 [図14]パワーIVC基板のINPUTとVR①の結線が誤って記載されている。当然のことながらP94の写真の接続は正しい。

## 12. 製作

### 12.1. Lアングル、放熱器加工

まず 10mm×10mm 1.2t のアルミアングルを加工。基板の吊り下げに使用する部分と、放熱器として使用する 20mm×40mm 3t のアルミアングルを固定して使用する部分を加工する。放熱器固定用のアングルは、いくつも残っていた切れ端の部分を利用した。

さらに、15mm×5mm 1.2t のアルミアングルを加工。これは、筐体の左右中央にアースポイントを作りたかったので使用する。放熱器として使用する Lアングルの下側に取り付ける。

放熱器として使用する 20mm×40mm 3t アルミアングルは、穴位置がずれないように慎重に穴あけした。

### 12.2. フロントパネル加工

2次元CADで図面を作成し、原寸でプリンターに出力、パネルに張り付けて穴あけを行う。パネルの内側に回転防止用のツメの穴があけられるようにアルミ板を取り付ける。



テプラの透明 4mm 幅テープでレタリング。HGP ゴシック M 10.5 ポ。

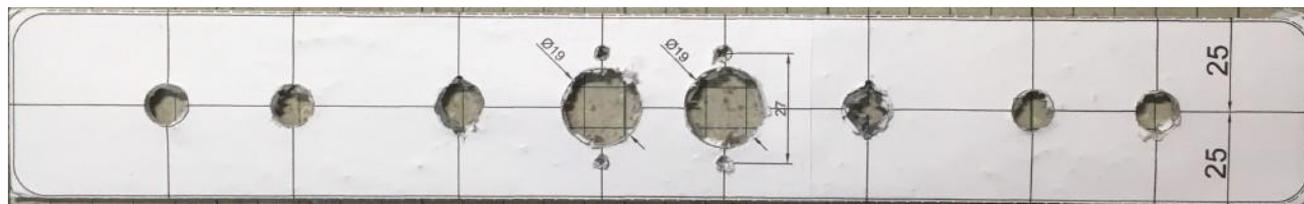


仮にパーツを取り付けるとこんな感じ。デザインはこれまでと同じなので、代わり映えはしないが…。

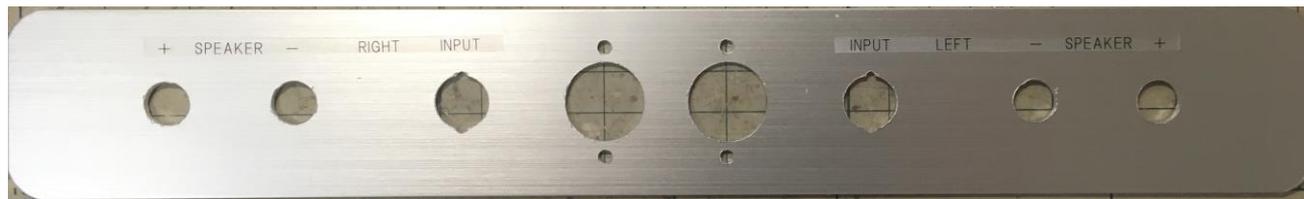


### 12.3. リアパネル加工

穴あけ加工



テプラの透明 4mm 幅テープでレタリング



部品を仮付けするとこんな感じ。

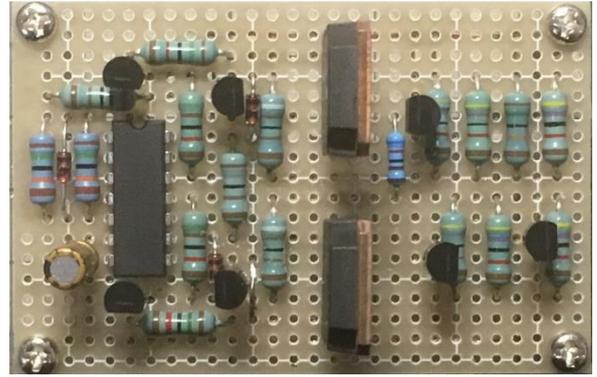


## 12.4. 基板

### (1) 電源制御部

DC 検出回路にて異常を検出した際に電源 OFF する制御回路(写真の左側部分)と、通常の電源 ON/OFF を制御する回路(写真の右側部分)を同居させている。

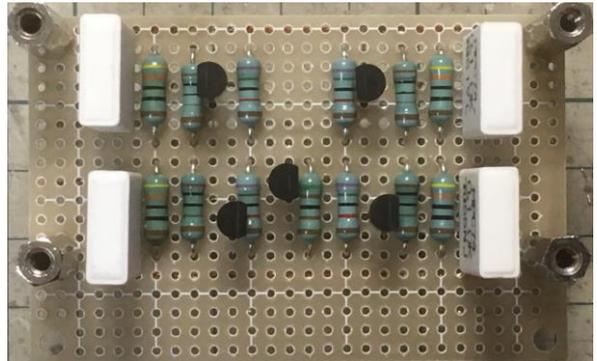
この2つの回路で2SJ217と2SK2554を制御し、±15Vの電源ON/OFFを行う。6.2KΩが1つだけ1/4Wタイプだが、手持ち部品を使用したままで、特に意味はない。



### (2) 保護回路過電流検出

基板は、縦方向を36mmにカットして使用する設計したが、このままでも筐体に収まりそうなので、カットしなかった。

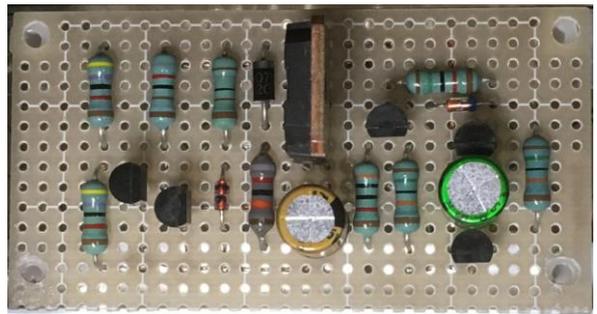
基板のねじ止め用の穴の追加は、丸穴の形が崩れないように、エポキシ接着剤で穴あけにかかるランドの穴を埋めた上で、穴あけした。



### (3) DC 検出・スロースタート/クイックオフ回路

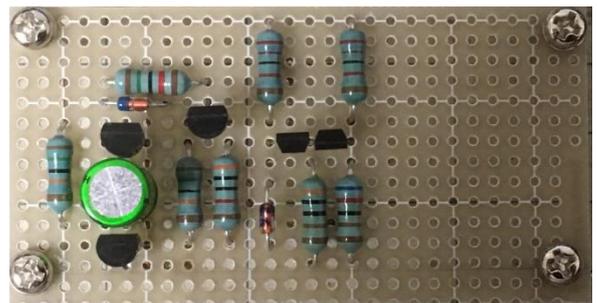
当初予定した基板のサイズは、36×36mmで、ICB-288の半分だったが、スロースタート回路を変更したため、収まり切れなくなったのと、筐体のスペースが空いていたので36×72mmとした。保護回路基板と異なりこちらはフロントパネルの部品と接触してしまうので基板をカットカットする必要がある。

なお、スロースタートのMOS-FETには、ちょっと大きすぎるがON抵抗48mΩの2SK2967を使用した。



### (4) DC 検出・バッテリーチェック

基板のサイズは、36×36mmのICB-288の半分が良いのだが、スペースがあるのと、DC検出・スロースタート回路基板と合わせる為、同サイズの36×72mmとした。



### (5) アンプ基板 (MOS-FET の選別)

差動回路の2SJ78(2SJ77の代替)はペア測定品を購入した。たとえずれていても所詮交換できないので、販売店の測定を信じて、そのまま使用する。また、ドライバー段の2SK215(2SK214の代替)もペア測定品を購入したが、以前2SK214を8個購入してストックしてあるので、こちらを使用できないか $V_{GS}$ を測定することにした。

電流の測定にテスターを使うのだが、いつもテスター内部のヒューズを切ってしまう失敗をしでかしてしまう。2SK214のデータシートを見ると $I_D$ の最大が500mAでテスターのヒューズも500mAなので0.3Aのヒューズを入れて保護して測定することにした。

$I_D=10\text{mA}$ ,  $V_{DS}$ が10Vの時、 $V_{GS}$ が0.2V~1.5Vになると記載されているので、9Vの定電圧電源を使用し、ボリュームを調整して $I_D$ が10mAになるように設定する。

電源を入れる前にゲート電圧が0Vになるようにボリュームを設定し、それから電源を入れ、徐々にボリュームを回して、 $I_D=10\text{mA}$ になるように調整する。10mAに設定出来たらその時の $V_{GS}$ を読み取る。

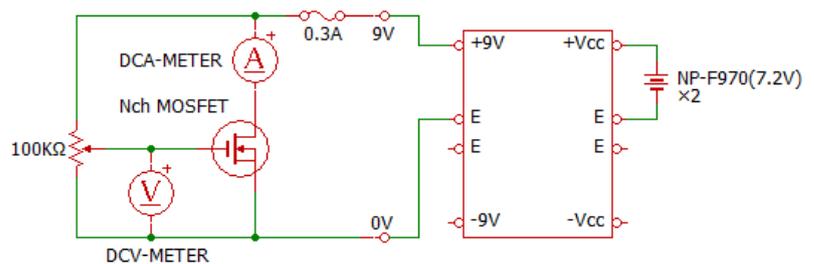
最初、いくらボリュームを回しても200mA強流れて、全く調整できなかった。よくよく、2SK214のデータシートを見てみると、端子がGSDの順。SCT3030ALのGDSの順と勘違いしていた。定電圧回路の過電流制限回路の抵抗値が $3.3\Omega$ で180mA以上流れないように設計していたのと、2SK214の逆ドレイン電流の最大定格が500mAだったので、素子が壊れずに済んだ。0.3Aのヒューズ挿入は意味がなかったが、誌面のSCT3030ALの $V_{GS}$ 測定回路では電流保護がある定電圧回路ではないので、このように注意力が無い私の場合は定電圧回路を使用するにしろ、ヒューズを挿入して測定した方が無難だと悟った。

測定では、 $V_{GS}$ の測定にテスターを繋ぐと $I_D$ が60mAまで増えて測定にならない。そこで、 $V_{GS}$ 測定用のテスターは繋がずに $I_D$ だけ測定して10mAに合わせ込み、次にゲートをボリュームの midpoint から外し、ボリュームの midpoint の電位を測定した。

測定の結果、2と6、3と8でペアを組んで使用することにした。

2SK214  $V_{GS}$  測定結果  $I_D=10\text{mA}$

No.	$V_{GS}$ (V)	No.	$V_{GS}$ (V)
1	0.678	2	0.662
2	0.662	6	0.663
3	0.668	3	0.668
4	0.669	8	0.668
5	0.648	5	0.648
6	0.663	4	0.669
7	0.704	1	0.678
8	0.668	7	0.704



5と4,1と7の組み合わせも差が0.021V(3.1%)、0.026V(3.6%)と僅かのずれなので、ペアとして使用しても問題ないと思う。

### (6) SCT3030AL の $V_{GS}$ 測定

記事の指定に従い、電源系を 2SK214 の測定と同じ回路構成で測定を実施。  $I_D$  を安定させるため、記事通り素子に放熱器を装着して測定を行った。 2SK214 の場合同様、  $V_{GS}$  測定用にテスターを接続すると  $I_D$  が増加してしまうので、  $V_{GS}$  の測定用のテスターを接続しないで、  $I_D$  を 150mA に設定し、その後、ゲートへの接続を外して  $V_{GS}$  を測定した。

結果は、表のとおりである。これだけ揃っていると確かに特に測定しなくとも良いと思う。

組み合わせは、3と4、1と5、6と2、7と8とする。本機には6と2、7と8を採用する。

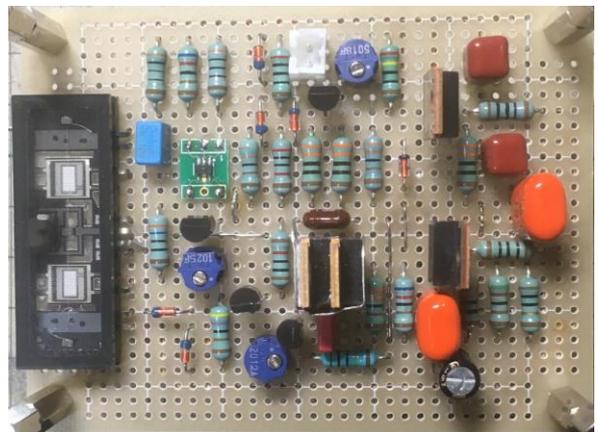
SCT3030AL  $V_{GS}$  測定結果  $I_D=150mA$

No.	$V_{GS}$ (V)	No.	$V_{GS}$ (V)
1	5.18	3	5.17
2	5.20	4	5.17
3	5.17	1	5.18
4	5.17	5	5.19
5	5.19	6	5.19
6	5.19	2	5.20
7	5.23	7	5.23
8	5.24	8	5.24

### (7) アンプ基板 (基板作成)

6P1 はどうしても足が無い側が浮くので、両面テープで固定した。 SAOC の 0.1 $\mu$ F は、APS を使うつもりだったが 2SJ78(2SJ77 の代替)とぶつかるので小型の WIMA の MKS2 に変更。サーミスターの接続は、基板の部品面から結線出来る様に、2P のコネクタを取り付け、取り外しを可能にした。1 $\mu$ F のパスコンは、WIMA を購入したのだが、手持ちの Panasonic の ECQV 積層メタライズドフィルムコンデンサ(生産終了品。廃品種)を使用した。

2SJ78 の熱結合は、アラルダイトで接続するのではなく、素子の間にシリコングリスを塗布し、事務用品の金属製クリップをコの字型に加工し、絶縁用にエポキシ板を挟んで取付た。



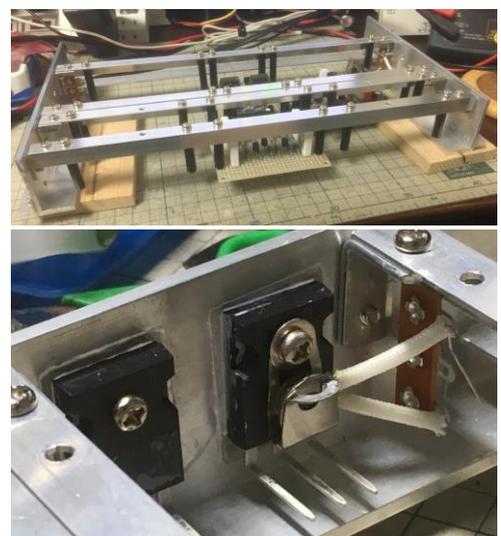
## 12.5. 筐体組み上げ

### (1) 放熱器と基板吊り下げアングルの組み上げ

放熱器と基板吊り下げ用 Lアングルを組み上げた。この時、30mm のスペーサーを誤って購入していたのに気が付き、追加で 25mm を 24 本購入。@50 円前後なので結構費用がかかる。

次に放熱器に MOS-FET を取り付け、合わせてサーミスタを取り付けた。MOS-FET の足は折り曲げて取り付けている。サーミスタは、アラルダイトでの接着ではなく事務用クリップで留めた。

放熱器として使用する Lアングルに小さな放熱器を付ける予定だったが、まずは付けずに発熱と放熱の度合いを確認することにした。



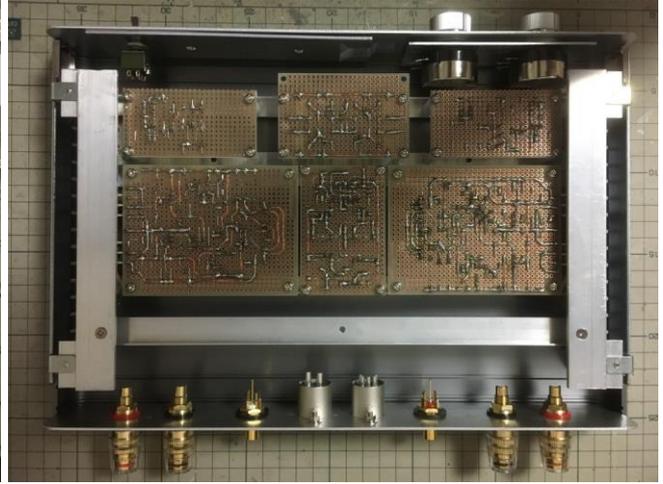
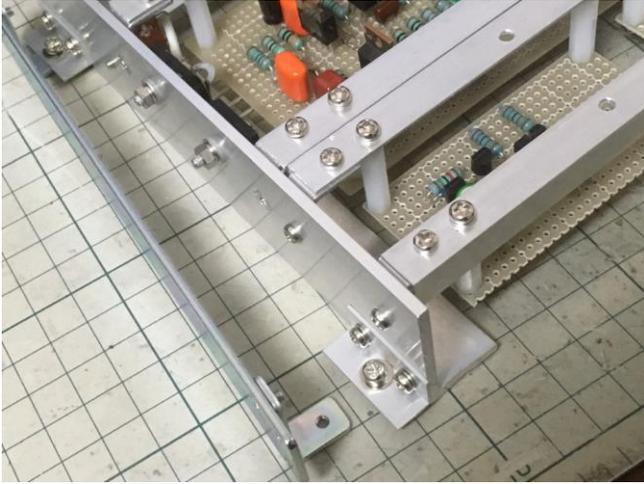
## (2) 筐体への放熱器と基板吊り下げアングルの組み込み

筐体のサイド金具が筐体側に取り付けた状態で放熱器を取り付けるのは、指が入らず、難しいので、サイド金具を筐体から取り外して、放熱器に取り付ける。ネジは、後で締め付けるので、軽く、ねじが外れない程度に締めておく。

筐体に組み込み、サイド金具を固定した後、放熱器のネジを締めて、取付完了。

これで、基板の吊り下げ方式が実現した。

なお、フロントパネルの内側に取り付けた電源SW回転止めとLED固定を目的とするアルミ板のPROTECTOR LED側がどうしても浮いて隙間ができるので、PROTECTOR側だけ分離した。



## (3) 内部配線

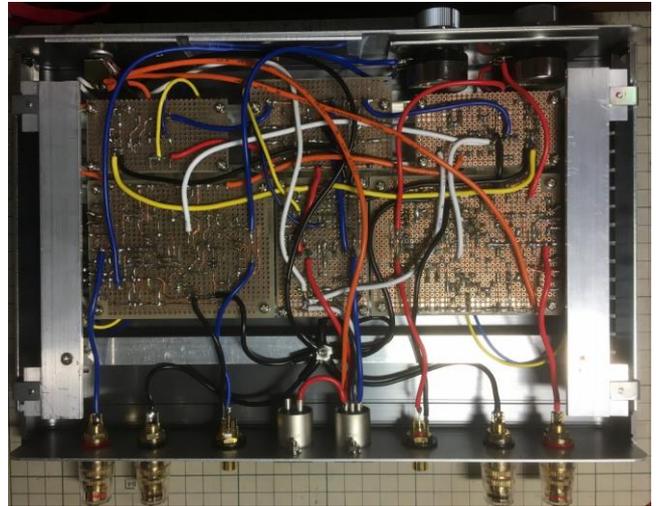
まず、MOS-FET(SCT-3030AL)の足を曲げて取り付けたが、僅かに基板に届かないので、ドレインとソースには、30芯の線材で、ゲートは20芯の線材でケーブルの被覆を取り除いた延長。足とケーブルに熱収縮チューブで放熱板のLアングルとショートしないように保護した。

筐体の上部を取り付け、下部の筐体を取外して基板裏側を出した状態で配線を進めた。電源系とアース、出力端子の配線は、30芯を使用し、その他は20芯で配線を行った。

アースは1点で筐体に落とし込んでいる。スピーカー出力端子の-は、記事では基板のアースラインに接続しているが、本機では、1点アースに接続している。入力端子のアース側は、基板のアースラインに接続してから、1点アースに接続した。

この時点の配線において、パワーIVC基板への±15Vの配線と、DC検出入力の出力への配線、MOS-FET(SCT-3030AL)の+15V側素子のドレインは、配線していない。また、LEDはパネルに接着していない。

配線で一番悩んだのは、サーミスタの接続に採用した基板用のコネクタの差し込みコネクタの組み立てだ。初めて使うので要領がわからない。金具を取り付ける向きや線材の取り付けに四苦八苦。慣れるまでは、余分に購入しておいた方が無難だと思った。



### 13. 調整

一通り配線が完了した時点で、筐体の上部も取外し、フロントパネル、放熱器+基板吊り下げ、リアパネルのみとして調整に入った。

記事に従い、調整を進める。まず、保護回路のDC検出の確認からと思っただが、電源が入らない。制御回路基板をよくよく見たら、2SJ217 と 2SK2554 の配置が逆など大きく誤っていたので、基板のパターン図と基板を作成しなおした。前のパターンをそのまま使えばいいものを何を血迷ったのか…。

DC 検出の確認は OK。DC 検出入力をパワー-IVC の出力に配線。

次にスロースタートの確認を行ったが、これも動作しない。DC 検出の出力は検出されていない状態なのに PROTECTOR LED が点灯してしまう。チェックすると、制御回路基板の外部電源連携のプルアップ抵抗を 150kΩ にしていたのだが、トランジスタのベース電圧が 0.6V に達せず 0.4V 程度で、正常にトランジスタが ON していないことが判明。プルアップ抵抗の 150kΩ に 68kΩ をパラ接続して 47kΩ として解決。

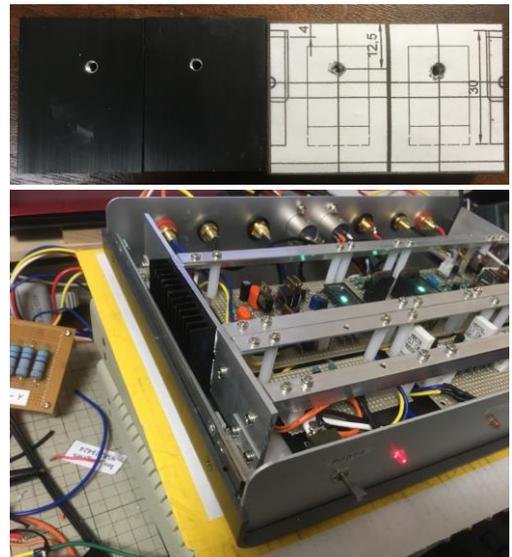
改めて、スロースタートの確認。MOS-FET のドレインが 25 秒ほどで電圧が降下を始め、45 秒で数 mV に到達。55 秒で 1mV 以下に。完全に 0mV に達するのはそこから 30 秒程要した。何秒の設定か記事には書かれていないが、820kΩ の値はこのままにしておこう。ここで電源スイッチを OFF にするが、スロースタートの電解コンの電荷が直ぐに放電されない。数分かかってじわーっと放電。外部電源連携のプルアップ抵抗を強制的に接地すると、直ぐに電荷が放電されて MOS-FET が OFF する。この場合のクイックオフ回路は、正常に動作している。違いは、スロースタート/クイックオフの 24.6V 電源の有無。電源スイッチ OFF でスロースタート/クイックオフの 24.6V の電源を切ってしまうので、機能しないのも当然だ。そこで、スロースタート/クイックオフ回路への 24.6V の電源供給を電源スイッチを介さず、直接キャノンコネクタから供給することにした。これにより、電源スイッチ OFF で直ちに 100μF が放電されるようになった。

いよいよパワー-IVC の調整に入る。パワー-IVC 基板への ±15V の配線に各々ヒューズホルダーを合計 4 個接続。1A のヒューズを入れ、テスターを電流測定モードにして接続。スピーカー出力端子に 8Ω のダミー抵抗を接続し、入力への 1kΩ の接続は、1kΩ を組み込む RCA プラグが手元になかったので、RCA ジャックが 2 つ付いた端子板に 1kΩ に接続して対応した。記事に従い SAOC、I<sub>o</sub>、V<sub>o</sub> の調整を行った。

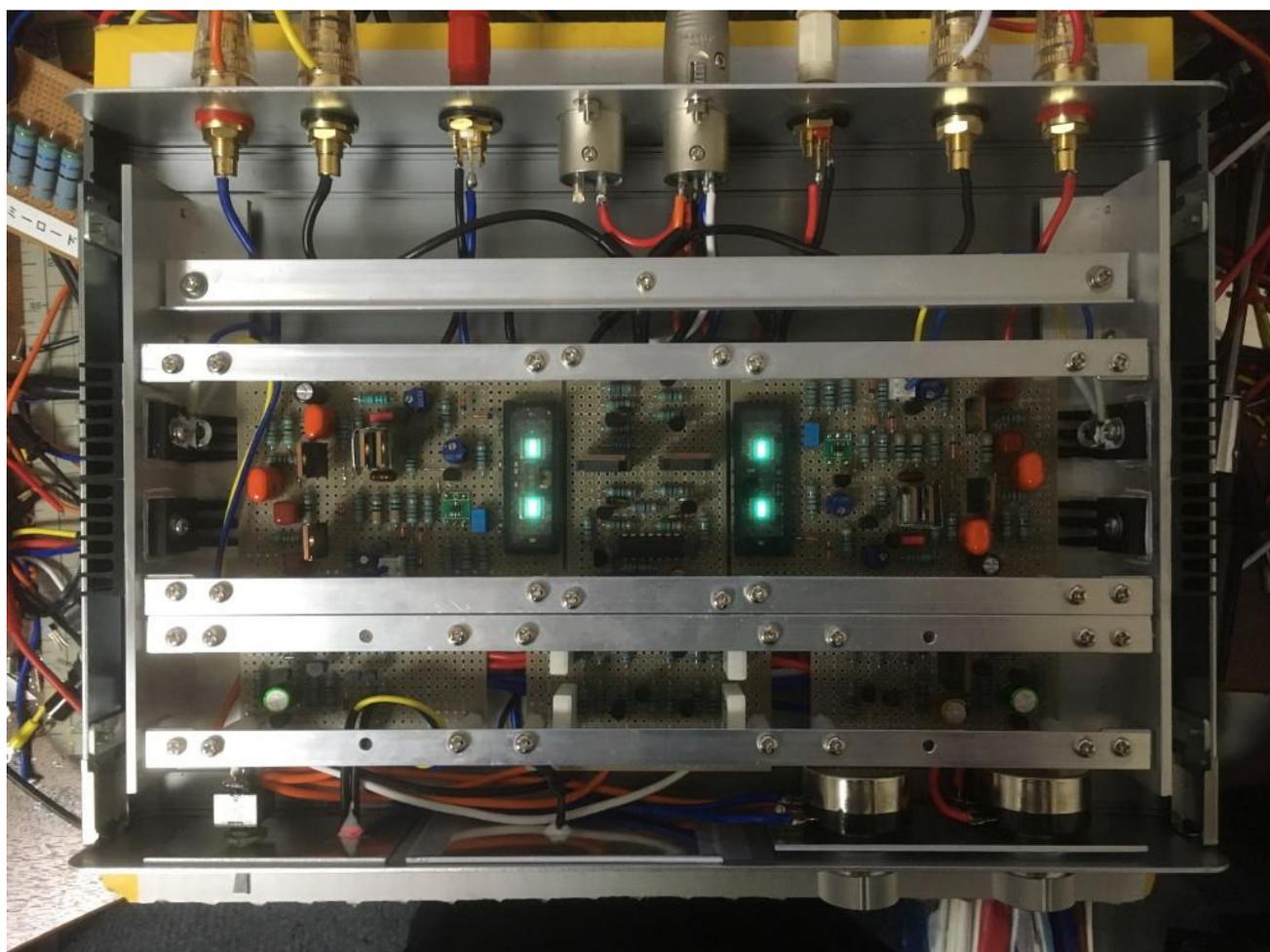
ダミー抵抗をサブシステムのスピーカーに接続しなおして、音出し確認。

プリアンプの出力が大きすぎるのか本機のゲインが大きすぎるのか、本機のボリュームを min に絞り込んでもプリアンプのボリュームが 1 目盛、8 時の角度でも大きな音をする。しかし、真夜中だったからそう感じたの方も知れない。後のヒアリングでは、問題なかった。

MOS-FET の放熱だが、未使用時は、放熱器のアルミ L 板が暖かくなる。音楽再生時は、触れない程ではないが、少し熱くなる。これでいけると思うが、最近夏に気温 40℃ なんてことも考えられるので (エアコンを使用するだろうが) やはり、放熱器を追加した方が無難だと判断し、放熱器にタップを立て、取付を行った。



最後に LED を水性の木工用ボンドで固定して完成とした。



#### 14. ヒアリング

サブシステムのスピーカー（FOSTEX の FF105WK+BK105WK。思えば、これも 2013 年購入なので既に 6 年も使っている）で鑑賞。いつものリファレンス音源の CD で、カラヤン／ベルリンフィルのチャイコフスキー交響曲第 6 番「悲愴」（1976 年録音）、カールベーム／ウィーンフィルの交響曲第 7 番、ポリーニのショパンポロネーズ集。電源はバッテリーを使用。

いずれの再生も文句なし。ひずみ感が無く、低ノイズで潤いのある音で、大編成のオーケストラの再弱音 ppp から全合奏 fff へのダイナミックな変化への追従、ウィーンフィル独特の音色の再生、ピアノの強烈なアタック音などの再生を難なくこなしてすばらしい。

続いて、メインシステムのスピーカー YAMAHA SOAVO-1 に接続して 2019 年 6 月 9 日に放送された NHK のクラシック音楽館、パーヴォ・ヤルヴィ／NHK 響のストラビンスキー「春の祭典」の録画を再生した。

各楽器の微妙な音色、木管楽器の穴を抑えるときのかすかな音の切り替え音、ティンパニーの風圧を感じる強烈な打音等の音がサントリーホール of 音響・残響も含めて鮮明に再生された。本当に素晴らしい。

次は、メインシステム用の作成に取り掛かるとするか。

消費税が上がる前に値がはるパーツを集めない。

## 後記

バッテリードライブは音が良いのだが、充電完了まで待たされるのが嫌だ。本機の AC 電源対応への移行を当初考えていたが、簡単に実現できる方法を思いついた。

以前、No. 209 のバッテリードライブパワーアンプ用に AC 電源ボックスを作成している。±15V, +17.4V の仕様だが、これを使おう。±15V だけ AC 電源ボックスを使用し、+24.6V を作る+9.6V の電源はニッケル水素電池のバッテリーにすればよい。これなら、充電待ちの時間は何とか回避できる。

この対応で行った事は、CANON コネクター周りのたった 1 か所の配線変更だけだ。これで十分実用になる AC 電源対応の環境をあっさり手に入れることが出来た。

