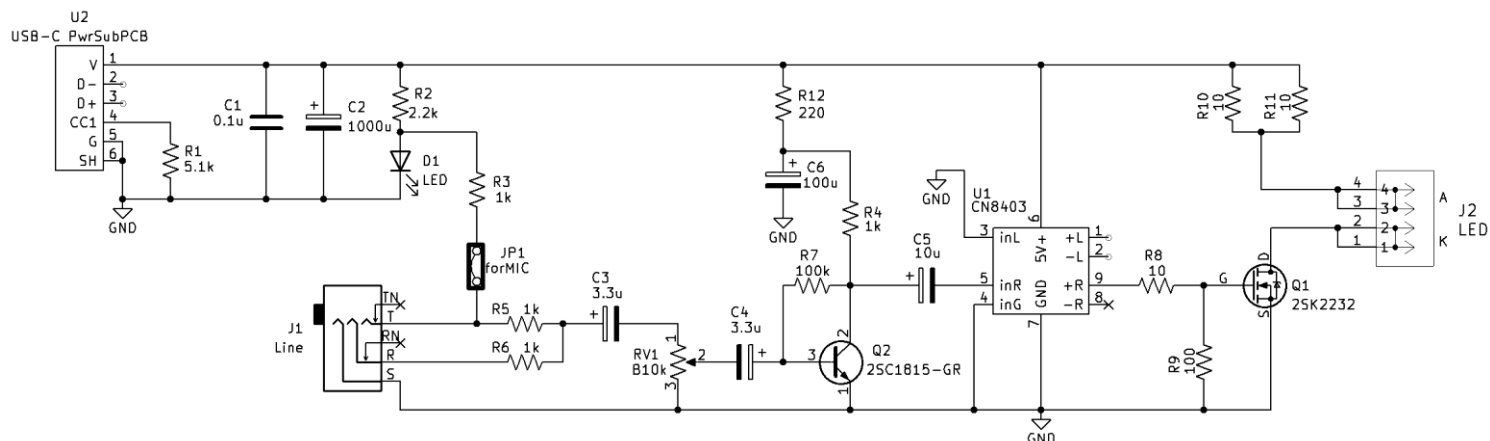


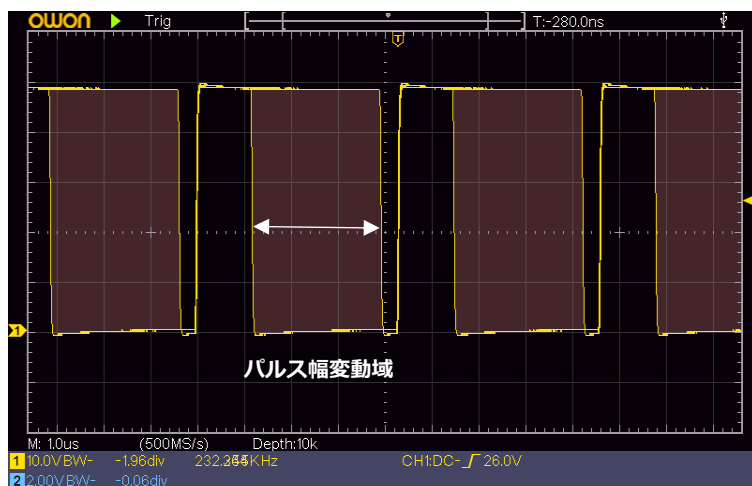
TP1 PWM 変調ハイパワー送信機

回路図と動作原理



本器は従前より頒布していた光トランシーバーTR-1Eの変調部のみを取り出し発展させたハイパワー光送信機です。実験ボード的色彩の強いTR-1Eで省略されていたマイクアンプをフロントに付加し（ゲインを絞ればLINE入力も可能）、変調部で作られたPWM波が後段のパワーMOSFETを駆動します。

本回路の心臓部はPAM8403を使ったアンプのミニ基板です。単価100円以下で買える中国製のD級ステレオアンプですが、 $3W \times 2$ （ $5V/8\Omega$ ）の出力を持ち、音質も決して悪くはありません。デジタルアンプとしての詳しい動作原理の説明はここでは省略しますが、検証の結果、出力端子の+または-とGNDの間で、入力信号に応じたPWM波形が得られることがわかりました。無音時のDUTY比は50%、周波数は約230KHzです。



可聴帯域全域にわたって変調がかけられる市販のPWMデバイスは数少ないですし、自作となるとやや複雑な回路になってしまいますが、PAM8403であれば外付け部品も一切不要でこれが実現できます。このアンプ単体でもLEDを直接光らせる十分なパワーがありますが、本基板ではさらに1~3WクラスのハイパワーLEDを駆動できるようにパワーMOSFETによるスイッチング回路をつけています。

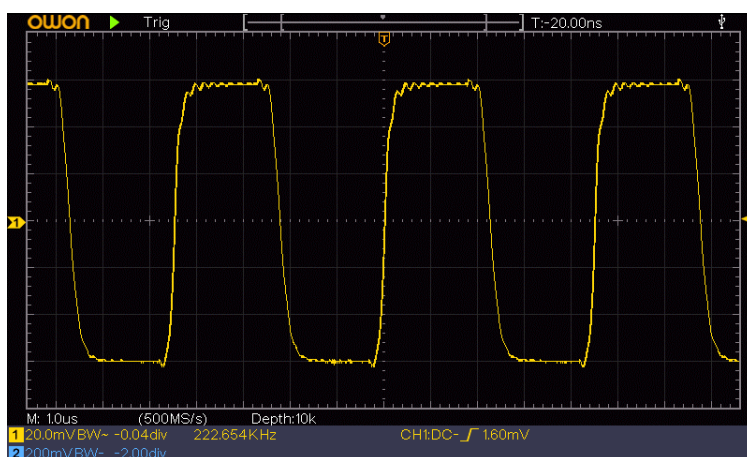
パルス送信機ではありますが受信機側では単に AF 輝度変調波として受信できますので、R1 をそのまま受信機として利用可能ですが、可聴帯域の簡易 LPF を含む R2 をお勧めします。

電源はコンパクトながら電流容量の大きなスマホ用モバイルバッテリーを使用し、USB-C ケーブルにて給電する仕様です。

本キットにはイニシャルセットとして、3 W クラスのハイパワーLED OSR5XNE3C1S（簡易放熱板付き）および電流制限用の 5W タイプの抵抗器が付属しています。各自でお好みの LED に付け替えて実験してみてください。

（ 参考 ）

左の画像は、実際に受信側のフォトダイオードの両端に現れる電圧を見たときのオシロ波形です。220KHz の矩形波がほとんど損なわれることなく伝送されていることがわかります。電源側に容量の大きな電解コンデンサを入れないとオーバーシュートが酷い状態になります。リップルもわずか残っています。これを取り去るのは少し難しいかもしれませんが、実害が無さそうなのでこのまま使うことにします。

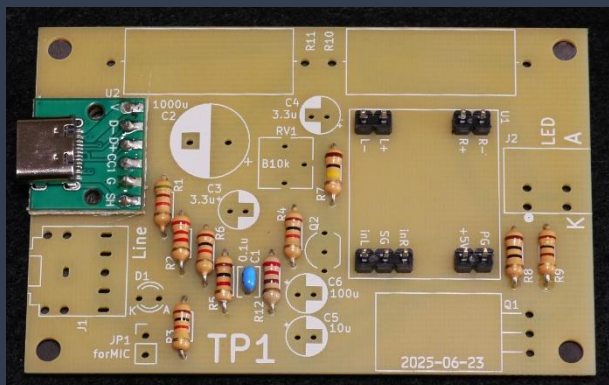


まずは同梱パーツの確認をしてください

もし足りない部品がある場合には info@optac.org までお知らせください。

| 分類 No. | 規格・数 | 備考 | 分類 No. | 規格・数 | 備考 |
|-------------|-----------------------------|-----------|--------|--------------|---------|
| 基板 | | | コンデンサー | | |
| 基板 | TP1 Rev.1.1 | 連結ピン加工済 | C1 | 0.1μF (104) | 積セラ |
| U1 | PAM8403 アンプサブ基板 | | C2 | 1000μF | 電解 |
| U2 | USB-C PW.サブ基板 | メイン基板に取付済 | C3, 4 | 3.3μF ×2 | 電解 |
| | | | C5 | 10μF | 電解 |
| 半導体 | | | C6 | 100μF | 電解 |
| D1 | OSG8HA3Z74A | 緑 3φ | | | |
| Q1 | 2SK2232 | | その他 | | |
| Q2 | 2SC1815(GR) | | J1 | オーディオミニジャック | |
| 外付け | 3W POWER LED OSR5XNE3C1S | 放熱器付 | J2 | ターミナルブロック 2P | 横穴 |
| | | | JP1 | ジャンパーピン&ヘッダー | |
| 抵抗類 | | | U1 U2 | 連結ピン類 | 取付済み |
| R1 | 5.1K | 緑茶赤金 | | LED との配線材 | 30 cm×2 |
| R2 | 2.2KΩ | 赤赤赤金 | | | |
| R3, 4, 5, 6 | 1K ×4 | 茶黒赤金 | | 真鍮スペーサー ×4 | L-7 mm |
| R7 | 100KΩ | 茶黒黄金 | | M3 ネジ ×4 | 4mm |
| R8 | 10Ω | 茶黒黒金 | | | |
| R9 | 100Ω | 茶黒茶金 | | | |
| R10, 11 | 10Ω (5W) ×2 | セメント | | | |
| | 50Ω (5W) ×2 | セメント | | | |
| R12 | 220Ω | 赤赤茶金 | | | |
| | | | | | |
| RV1 | 半固定抵抗 10KΩB | 103 | | | |
| | | | | | |

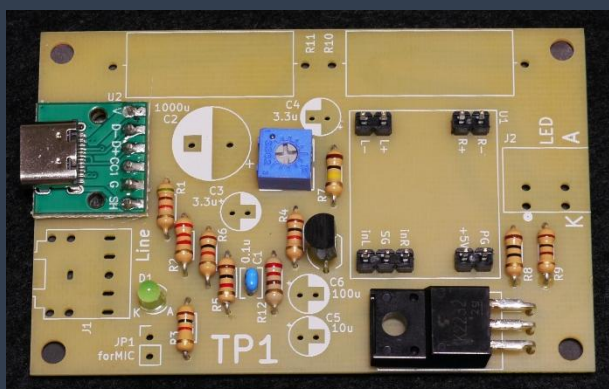
組立て手順



※ 電源受け用 USB-C 基板と、アンプサブ基板接続用の連結ピンは予め基板にハンダ付けしてあります。

① 抵抗器・セラミックコンデンサの取り付け

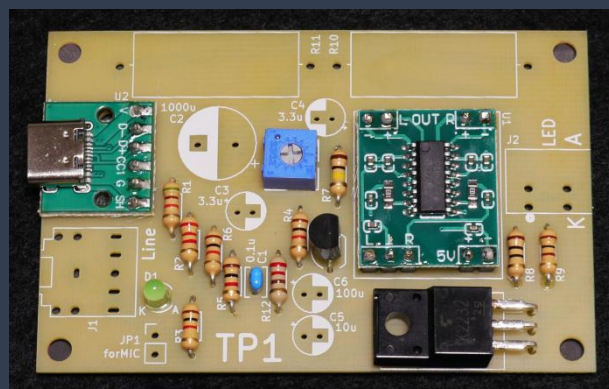
抵抗器は根元を直角に曲げてから基板の穴に差し込みハンダ付けします。カラーコードでの値確認もお忘れなく。



② 向きのある部品の取り付け

LED は足の長い方が A(アノード)、短いほうが K(カソード)です。

トランジスタ、FET、半固定抵抗は盤面のシルク印刷に従って向きを定めてください。



③ サブ基板（PAM8403）の取り付け

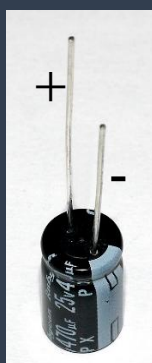
アンプ基板との連結ピンにサブ基板を嵌め込み、9 か所の接合部をハンダ付けします。（結合がややタイトな場合がありますが必ず入るようにチェックしてあります。）

飛び出た部分はニッパーでカットします。



④ 電解コンデンサの取り付け

取り付けの向きがあります。足の長い方がプラスになります。基板側にも + の文字表示、GND 側の白塗りがあります。コンデンサがぐらつかないように基板に足をしっかり挿し込みます。





⑤ ターミナルブロック、オーディオミニジャックの取り付け

それぞれは底面が基板に密着するまでしっかり挿し込み、また基板を上から見て正しい向きになるように位置決めしてからハンダ付けしてください。特にターミナルは穴が基板の外に向くように注意してください。



⑥ LED 保護抵抗の取り付け

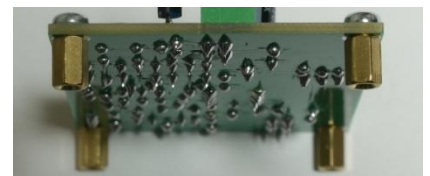
使用される LED の電流に合わせてセメント抵抗を組み合わせハンダ付けしてください。R10 と R11 は並列接続です。

付属の抵抗器の組み合わせにより、10Ω、50Ω（片側のみ接続）、5Ω、8Ω、25Ω（二個とも接続）の 5 段階が選べます。またご自身で適当な値の抵抗をつけていただくのもよいでしょう。適当な W 数の抵抗を選ぶようにしてください。

適切な抵抗値は、LED は DUTY 比 50% のパルス点灯となりますし、また LED それ自体にも抵抗分がありますので単純な計算では求まりません。実測値と LED の最大定格電流なども参考にしながら決めてください。付属の 3W 赤色 LED の場合はとりあえず 10Ω 1 個を基準にしてください。

⑦ スペーサーの取り付け

基板の四隅下に 7mm のスペーサーを 4mm ビスで固定します。



⑧ 電源ライン、マイクプラグ等の接続

電源としてはスマホ用 5V のモバイルバッテリー等を使ってください。USB-C ケーブルにて給電します。

オーディオミニジャックにマイクプラグを差し込みます。コンデンサマイクの場合は JP1 のジャンパーピンを差し込んでください。PL 兼用の LED により安定化された約 2V の電圧が給電されます。RV1 はゲインを最大位置にしておきます。

LINE レベルの AF 信号（スマホやオーディオ機器の出力）も使えます。この場合 JP1 のジャンパーピンは外し、RV1 はゲイン調整を 9 時位置に絞ります。ステレオ信号は LR ミックスされます。

