

FMR 2 PFM 変調方式受信機

動作原理

(※次ページの回路図と合わせてお読みください。)

本回路の心臓部は CD74HC4046 という PLL 用 IC です。内部の VCO は C5,R10+RV2,R11 の定数、および VCOIN (Pin9) の電位により、ある周波数 (300KHz 付近) で自励発振をしています。VCOIN への制御電圧が不確定ですので発振周波数は定まりません。



SIGIN(Pin14)から入ってくる信号は位相比較がなされ、その情報は VCOIN に導かれます。ここには電氣的にループが

形成され、VCO は入力信号に同期して、同一周波数の発振器として働きます。入力信号に周波数の変動があれば、位相比較器はその周波数のズレを補正しようとして電位を変動させます。一種のサーボ機能と言えます。

音声により周波数変調されたキャリア信号の^{デモデューション}周波数偏移分を、このループ経路から電位差の変動として取り出し、ソースフォロフを経て出力させると元の音声信号が取り出せます。R12 と C7 は PLL に適度な時定数幅を与えるローパスフィルタとして重要な働きをします。得られた音声信号は M2073 アンプで増幅しスピーカーを BTL 駆動します。

話が後先になりましたが、光による入力信号はフォトダイオードで電圧の振幅に変換され、それを二段増幅します。フォトダイオードのインピーダンスが非常に高いので初段増幅には FET を充て、インピーダンス変換器のような働きもさせています。この二段で 40dB 以上のゲインが確保されます。さほど高い増幅率ではありませんが、CD74HC4046 の入力感度がかなり高く 20mV 程度でも動作するようですので、このステージではあまり欲張っていません。

Rev.1 ⇒ Rev.2 変更点

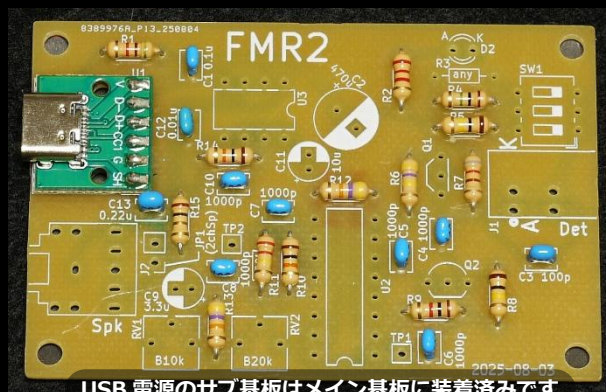
- | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| ① フォトダイオードのバイアス抵抗を選択式に | ② 電源をモバイルバッテリー使用を想定して 5V 専用 |
| ③ AF パワーアンプ素子を LM386 から M2073 (BTL) に | ④ FET と外付けフォトダイオードの変更 |
| ⑤ AF 可聴帯域のみを通過させる簡易 LPF 挿入 | ⑥ テストポイントの追加 |
| ⑦ パーツ素材や定数、プリントパタン等の見直し | |

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	FMR2 (Rev.2025-08-3)		C1	積セラ 0.1μF	104
			C2	電解 470μF	
半導体			C3	積セラ 100pF	101
U1	USB-C PwSub PCB	動作点検・ 取付済み	C4,5,6,7,8,10	積セラ 1000pF ×6	102
U2	CD74HC4046A	16pinDIP	C9	電解 3.3μF	
U3	M2073	8pinDIP	C11	電解 10μF	
Q1	2SK241-Y	FET	C12	積セラ 0.01μF	103
Q2	2SC1815-GR	Tr.	C13	積セラ 0.22μF	224
D2	LED OSG8HA3Z74A	緑 3φ			
外付け フォトダイオード	QSD2030	動作点検・ 加工済み			
※D1 は欠番です			その他		
			J1	ターミナルブロック 2P 小	横穴
抵抗類			J2	ステレオミニジャック	MJ-495
R1	5.1KΩ	緑茶赤金	(for U2)	IC ソケット	16pinDIP
R2	2.2KΩ	赤赤赤金	JP1	ピンヘッダー&ジャンパーピン	SP 用 2P
R4	1MΩ	茶黒緑金	TP1 2	ターミナルピン ×2	
R5 8	100KΩ ×2	茶黒黄金			
R6	470KΩ	黄紫黄金		真鍮スペーサー 4 個	L-7 mm
R7	820Ω	灰赤茶金		M3 ネジ 4 個	4mm
R9	1KΩ	茶黒赤金			
R10 14	10KΩ ×2	茶黒柿金			
R11	220KΩ	赤赤黄金	オプション		
R12 13	47KΩ	黄紫柿金	<input type="checkbox"/>	小型スピーカーユニット	加工済み
R15	1Ω	茶黒金金	<input type="checkbox"/>		
R3	※ ユーザー選択				
RV1	半固定抵抗 10KΩB	103			
RV2	半固定抵抗 20KΩB	203			

組立て手順



USB 電源のサブ基板はメイン基板に装着済みです



- ▶ FET・トランジスタ ⇒ シルク印刷通りに。

FET とトランジスタはシルク印刷パターンが似ています。取り違がえないようにしてください。

- ▶ DIP-SW ⇒ 数字側が基板の縁側に、ON 側が内側に向くように取り付けます。
- ▶ 半固定抵抗 ⇒ RV1 が $10K\Omega(103)$ 、RV2 が $20K\Omega(203)$ を間違えないようにしてください。

① 抵抗器とセラコンの取り付け

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。R4 はオプションですのでここでは取り付けません。



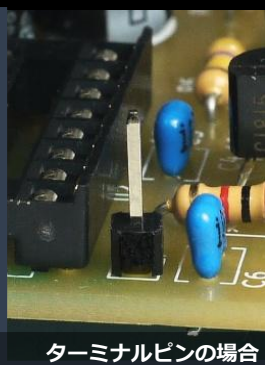
② その他の低頭部品の取り付け

次の各部品はすべて挿し込む方向があります。左写真をよく見て取り付けてください。

- ▶ LED ⇒ 足の長い方が A=アノード
- ▶ IC および IC ソケット ⇒ 切り欠きの方向に注意！ 基板側にランドのないものはハンダ付けせず、フロートのままにしておきます。



ジャンパーピンの場合

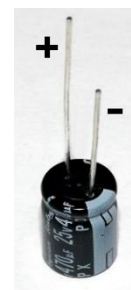


ターミナルピンの場合

③ 電解コンデンサ

ジャンパピン・TP の取り付け

電解コンデンサは足の長い方がプラスです。極性表示がない NP コンデンサが入っている場合は、足の長さに関係なくどちらがプラスになってもかまいません。基板側にも+の文字表示、GND 側の白塗りシルク印刷があります。



ピンヘッダー、ターミナルピンは足の長い方が基板の上面になるように取り付けます。ジャンパピンは、ステレオプラグを使うときには挿し込み、モノラルプラグを使う場合には取り外します。ピン類は垂直に立つように注意してハンダ付けします。

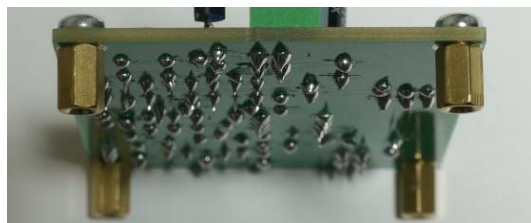


④ ターミナルブロック、 ステレオジャックの取り付け

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。最後に IC を向きに注意してソケットに差し込みます。

⑤ スペーサーの取り付け

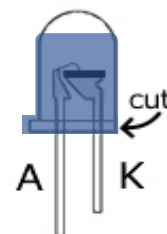
基板の四隅下に 7mm のスペーサーを 4mm ビスで固定します。



⑥ フォトダイオードの取り付け DIP-SW の設定、電源ラインの接続等

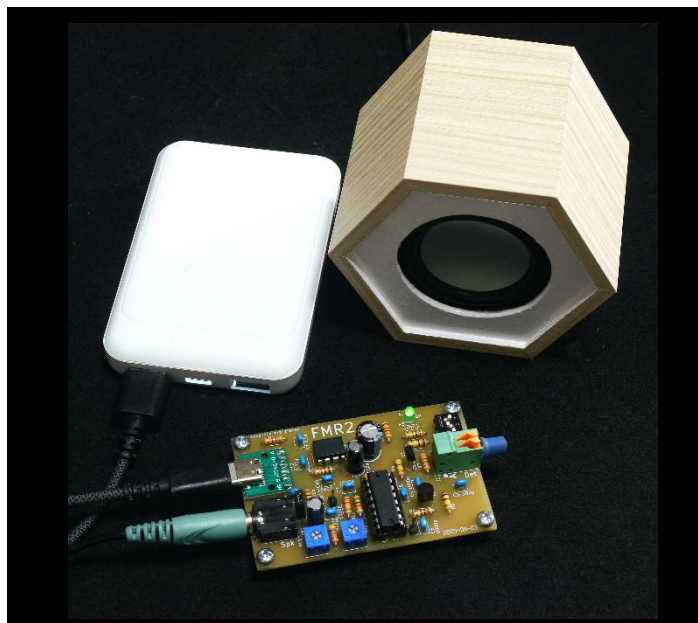
▶ フォトダイオード QSD2030

は足を 15mm にカットし、A-K の向きに注意して、ターミナルブロックに挿し込みます。QSD2030 には遮光チューブを付けていますので、足をカット後も A-K の極がわかるようにしておく必要があるかもしれません。反対に取り付けると、感度がかなり異なりますので極性違いはわかりますが、とりあえず音が出てしまうので要注意です。



▶ DIP-SW はデフォルトとして 2 番スイッチのみ ON にします。(フォトダイオードに対するバイアス抵抗が 1MΩ に設定されます。) 机上実験などでフォトトランジスタの動作が飽和する場合は 1 番スイッチのみ ON にします。また 3 番スイッチを ON にし通信実験する周囲の明るさや相互間の距離に応じて、適切な値のものに取り換えることは可能です。

▶ 電源としてはスマホ用モバイルバッテリーのような 5V 電池を推奨します。そのため電源取り込み口も USB-C のコネクタとなっています。5V 前後の電圧であれば他の電池類や定電圧電源装置などから供給することも可能です。USB-C コネクタを介するか、あるいは基板裏面から電源フィード線を引き出してください。接続後、通電後パイロット LED (3φ 緑色) が点灯することを確認します。



⑦ スピーカー、またはイヤフォンの接続

3.5Φジャックにスピーカー、または片耳イヤフォンに繋がるモノラルプラグを挿し込みます。

プラグにステレオ用のものを使うこともできますが、その場合はLチャンネルにのみ出力されます。

イヤフォン、ヘッドフォンなども使えますが、プラグがステレオの場合が多いでしょう。その場合はL側からしか音が出ません。L R両方から音を出したい場合はピンヘッダーにジャンパピンを取り付けます。

⑧ 動作確認と簡易調整

電源をつなぐと PL の緑色 LED が点灯し、ザーという FM 受信機特有のノイズ音が聴こえてくるはずですので、RV1 を調整し適当な音量に調整します。

受信周波数については、RV2 を 2 時の位置にセットしておけば待ち受け受信の態勢に入っているはずです。通常の受信機とは異なり、信号が入力されて初めて受信周波数が定まる仕組みなので、VCO 出力をオシロスコープで見ても波形は不安定なものです。従って受信基板の調整のほとんどは送信機と組み合わせた次のステップで行うことになります。

※ 最終的な調整は、送信基板との“鳴き合わせ”段階で行います。別紙「**基板が完成したら・・・机上での送受テスト（FMT 2—FMR 2 編）**」を参照してください