

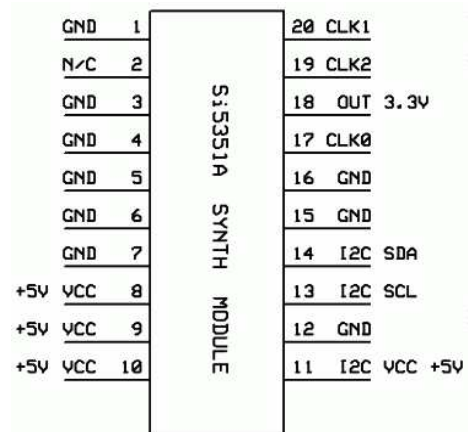
QRP Labs Si5351A シンセサイザモジュール

QRP Labs の Si5351A を利用したシンセサイザモジュールは 8kHz から 160MHz の異なる 3 つの周波数の方形波を 50 オーム負荷に出力することができます。表面実装部品は実装済みなので簡単に組み立てることができます。Si5351A は大変小さなチップ部品（大きさ 3 x 3mm, 0.5mm ピッチ 10 ピン）ですがプリント基板に実装済みです。IC のセットアップの為に I2C を利用しています。

Si5351A シンセサイザモジュールは 2x10 のピンヘッダコネクタを備え（図をご参照ください。）、

AD9850 DDS（eBay 等で入手可能）モジュールと類似のピン配置です。Ultimate3 QRSS/WSPR kits (U3) [Ref 1]においてはハードウェアの変更なしに AD9850 DDS のソケットに実装すれば動作します。U3 キット用のファームウェアバージョン v3.07 以降を利用すれば I2C を通じ Si5351A の制御が可能です。U3 以外の用途に本キットをお使いいただけるよう、プリント基板の端面に 3 つの SMA 出力用のパターンが準備されています。

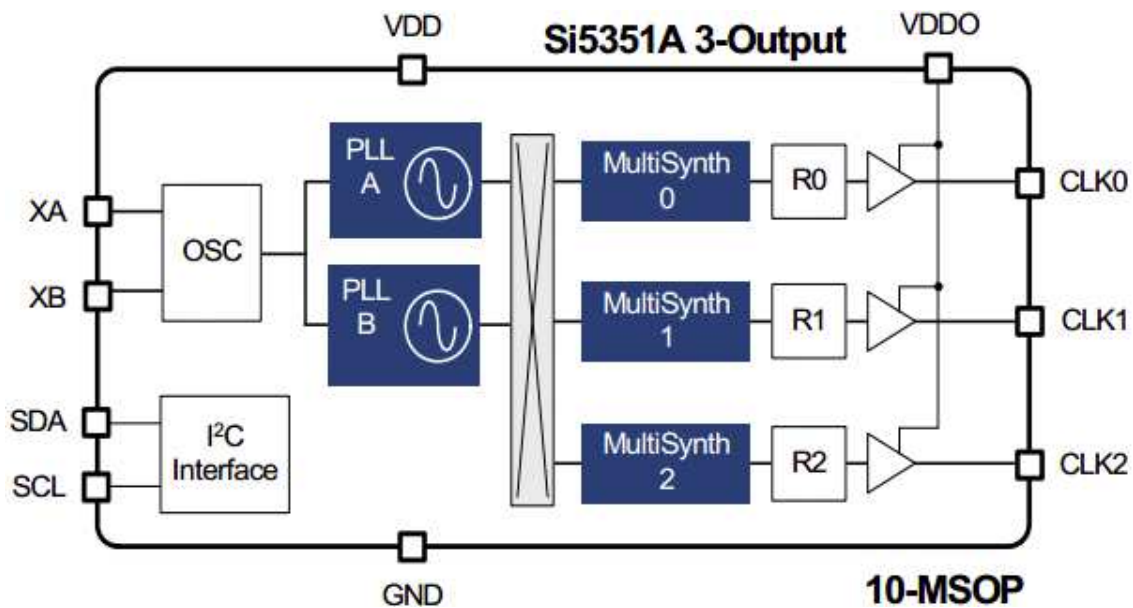
プリント基板上に、Si5351A に 3.3V を供給するための IC が実装されているため、モジュールは 5V 電源で動作します。他の用途で 3.3V を利用できるように 3.3V 出力はピン 18 から出力されています。本モジュールには I2C 用に 3.3V-5V レベルコンバータ回路が実装されています。本モジュールを 3.3V で動作させるときはレギュレータ IC とレベルコンバータ回路を取り除けば良いでしょう。



動作原理

SiLabs の Si5351A は有名な Si570 の派生チップですが、Si570 よりも安価に入手できます。しかしながら Si570 と異なり、Si5351A には発振器が実装されていません。外部発振器か水晶振動子を利用します。基準信号周波数は 25MHz あるいは 27MHz です。

このモジュールでは 27MHz の水晶振動子を利用しています。このため WSPR で必要な 1.46Hz セパレーションの信号を 2200m (136kHz) から 2m (145MHz) のアマチュアバンドで出力することができます。25MHz の水晶振動子を利用すると 2m バンドにおいて 1.46Hz セパレーションの信号を生成することができません。



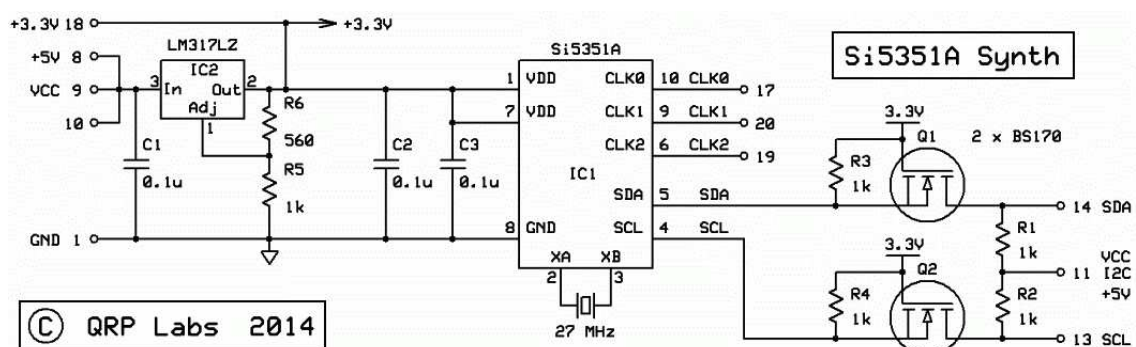
要約すると Si5351A シンセサイザ IC は 3 つの段階によって構成されています。ブロックダイアグラムを上
に示します。(Si5351A データシートからの引用)

最初に水晶基準周波数は内部で 600MHz-900MHz に逡倍されます。内部には 2 つの PLL があり、
それぞれ異なる内部周波数を出力します。次段の回路で PLL の出力は 3 つの周波数に分周されます。
内部 PLL の周波数逡倍及び分周にはフラクショナル回路 -パルス積分回路が 20 ビット構成- を利用
しています。さらに 1 から最大 128 までの 2 の N 乗の分周回路が実装されています。この回路は 8kHz
から 500kHz の周波数を発生するときに利用されます。(訳者注 上記の訳は正確性に欠けています。
フラクショナルシンセサイザについて、いろいろな文献があるのでそちらをご参照ください)

このシンセサイザチップにはこれ以外に色々な機能が実装されています。詳しくは Si5351A のデータ
シートをご参照ください。[Ref 2].

本モジュールには Si5351A 以外に 3.3V 電源 IC LM317LZ と 2 組の双方向 I2C 用 3.3V-5V レ
ベル変換回路が実装されています。BS170MOSFET を利用したレベル変換回路はよく利用される実績
のある回路です。

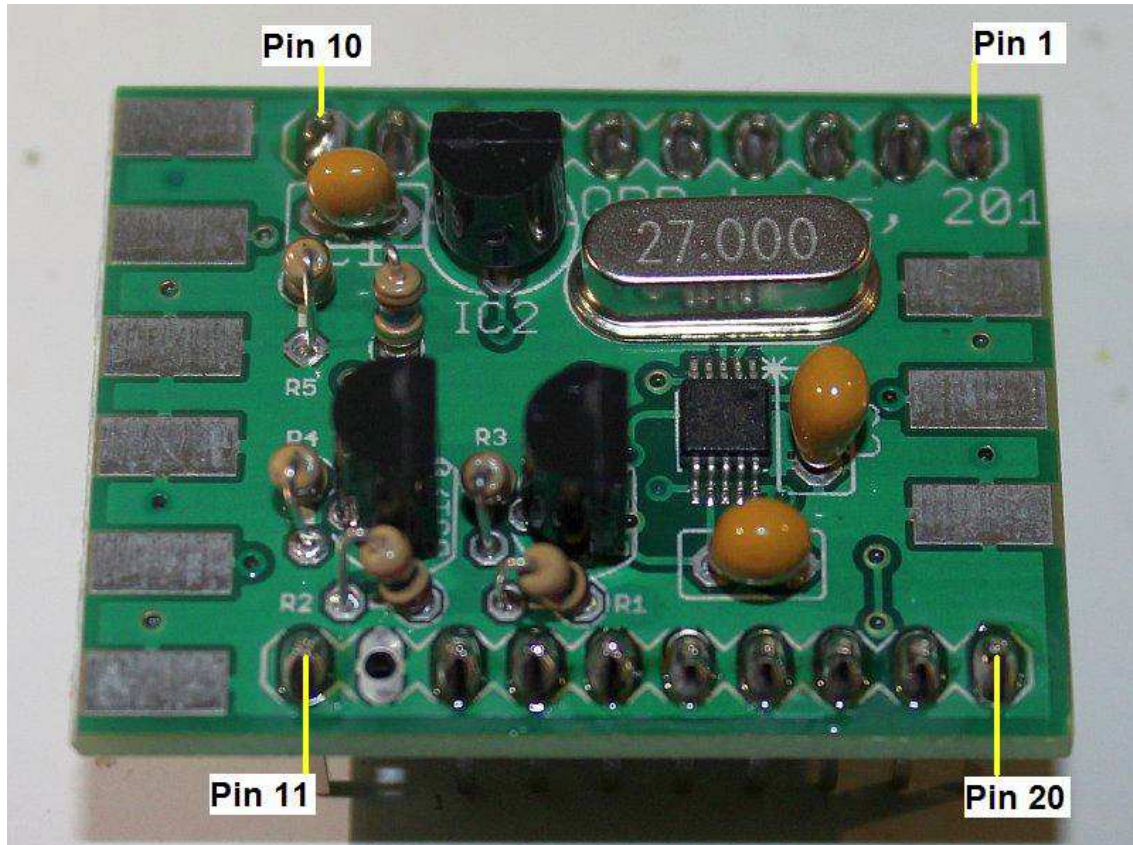
Si5351A シンセサイザの回路図を下記に示します。



GND と表示されたピンは全てモジュール内で接続されています。同様に + 5 V と表示されたピンは (8,

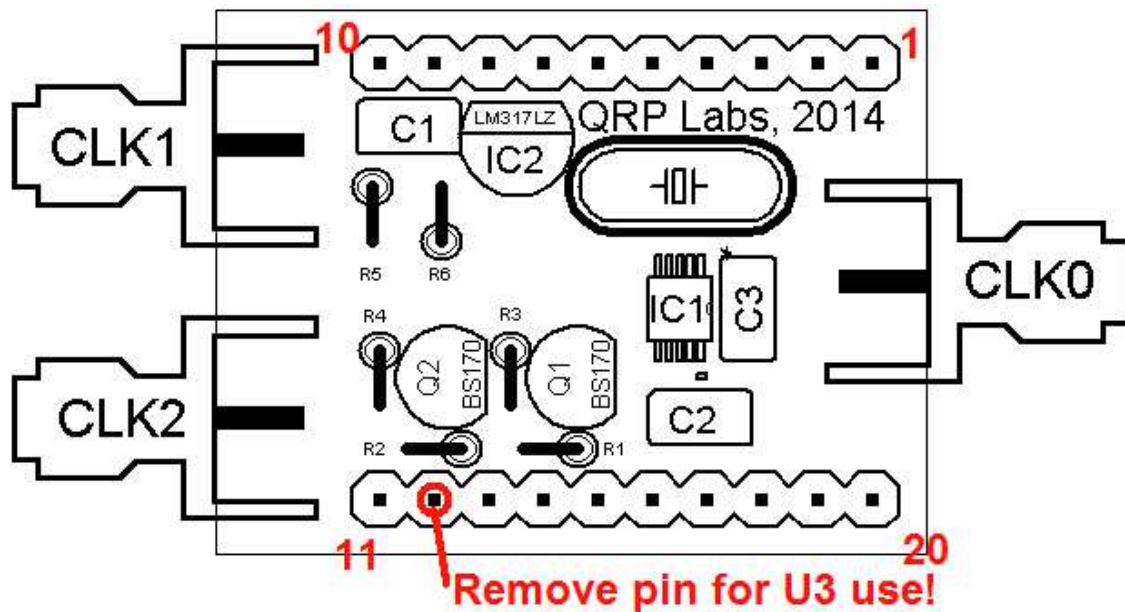
9, 10)モジュール内部で接続されています。ピン 11 は抵抗でレベルコンバータの電源回路にプルアップされています。通常の+5V I2C ではピン 11 は+5V に接続されます。他の電圧の I2C を利用できるようにこのピンは準備されています。（+5V に接続されていません）

実際のモジュールの出力ピンを写真に示します。プリント基板の短い端面にピン 1 が配置されていることに注意してください。



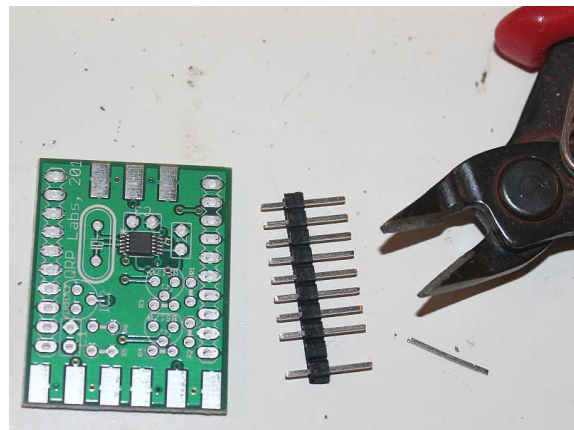
組立方法

プリント配線板は実装部品数が少ないために組立は簡単です。部品の実装位置は図を参照してください。



Ultimate3 QRSS/WSPRキット (U3)

[Ref 1]用に本モジュールを使用するときはピンヘッダの12ピンを切断します。この様子を上図及び写真に示しました。このピンは本シンセサイザモジュールではGNDに接続されていますが、AD9850 DDSモジュールでは制御信号及びLCDのデータピンに割り当てられています。12ピンをGNDに接続するとU3のLCDには何も表示されません。ですから、シンセサイザモジュールを実装する前に12ピンを切断してください。このピンはプライヤーやワイヤーカッターで簡単に切断できます。(写真参照) **U3Sキットに本モジュールを実装するときは12ピンを切断する必要はありません。**



U3Sキットに本モジュールを実装するときは12ピンを切断する必要はありません。

IC2(LM317LZ)とトランジスタQ1/Q2を実装するときは、シルク印刷通りの位置と向きとしてください。コンデンサC1とC2、C3は同じ部品です。(0.1uF).抵抗を実装するまえに抵抗値を確認してください。:
R1-5: 1Kオーム (カラーコード:茶、黒、赤)

R6: 560オーム (カラーコード:緑、青、茶)

次の順番で部品を実装してください。:抵抗、コンデンサ、水晶振動子、そしてトランジスタとIC、最後に10ピンヘッダ 2個。ピンヘッダを実装する前に電子部品を実装するほうが簡単です。順番を間違えてもそれ程難しいわけではありません。

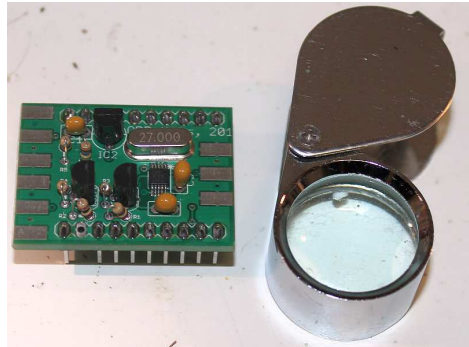
Si5351AシンセサイザモジュールをU3キットではなく、他の用途に利用するときは、CLK0 及びCLK1, CLK2用にSMAコネクタを図に示された部分に実装することができます。

半田付けの後に、実装がうまくできたか、虫眼鏡やルーペを使って確認してください。（写真参照）

抵抗は正しく実装されていますか？（R6は560オーム）
IC2は？（LM317LZ とBS170を間違いないように）。
Si5351Aは工場で自動機を用い実装済みですが、時々
はんだ付け不良があります。

U3用に利用する場合はピン12が切断されていることを
確かめて下さい。

電源を投入したらシンセサイザモジュールのピン18の電圧が約3.3V(最大3.5V)であることを確認してください。シンセサイザの出力はSi5351AがI2C経由でプログラムされたのちに出力されます。



参考

- 1) Ultimate3 QRSS/WSPRキット: <http://www.hanssummers.com/ultimate3>
- 2) SiLabs Si5351Aページ（データシートを含む）:
<http://www.silabs.com/products/clocksoscillators/clock-generator/Pages/clock-vcxo.aspx>
- 3) QRP Labs web shop: <http://www.qrp-labs.com>
- 4) QRP Labs Yahooグループフォーラム: <https://groups.yahoo.com/neo/groups/QRPLabs>
- 5) QRP LabsのTwitter @qrplabs と Facebook <http://www.facebook.com/QRPLabs>

翻訳者から。

本翻訳は G0UPL Hans Summer氏の許可を得て、原意を損なわない範囲で日本語に意訳したものです。翻訳の著作権は 北村 透 / Toru / JG1eiQが保有します。再配布、WEBへの転載はご遠慮願います。 <http://www.hanssummers.com> 及び関連WEBにリンクを貼られるのが良いと思います。本文書はG0UPL Hans Summer氏の活動を応援するために作成致しました。キットの製作や利用方法についてご質問頂いても、回答は致しかねます。

十分に注意を払いましたが、誤りがあるかもしれません。必ず、原文を参照してください。本文書が原因で発生した直接的/間接的ないかなる被害に対し私は責任を負いません。（例えば本文に誤りがあり、それが原因でキットがうまく組み立てられなくとも責任は負いません。）

Rev.NC 2015/1/24 JG1eiQ

Rev.01 2015/03/14 誤記訂正 JG1eiQ