

SDR-Kits 製 USB シンセサイザキット

By QRP2000 Group

日本輸入代理店 (有) アイキャスエンタープライズ

Last modified Jan. 13, 2010

1. はじめに

本キットは、Silicon Labs 社製 Si570 を使用することにより、1Hz 若しくはそれ以下の読み取り精度にて 3.5MHz から 160MHz まで連続で信号を発生することができます。Atmel ATTiny 45 マイクロコントローラーがパソコンの USB を介し I2Cバスの制御を行っています。Si570 の周波数は、当グループ専用の周波数制御ソフトや、Rocky、PowerSDR、Winrad等の SDR ソフトにより制御することができます。

目次

2. パーツリスト
3. 組立
4. ドライバーインストール / ドライバ動作確認
5. 動作テスト
6. 周波数制御ソフトウェア - キャリブレーション
7. 回路図

用途

- 送信機の局発として
- SDR 受信機送信機をフルバンド仕様にする局発として
- ワイドバンド発振器として < 1Hz ステップで設定可能
- 他機器の PTT 制御用

基本規格

- 発振周波数レンジ: 3.5MHz ~ 最低 200MHz 迄 (SilLab 社では、CMOS の場合 10-160MHz、LVDS の場合 10MHz ~ 210MHz を保障しています。)
- 周波数安定度: CMOS +/-50ppm, LVDS +/-20ppm -、ジッター <0.4ps
- 出力 - 方形波: CMOS 2.6V P-P 15pF、LVDS 0.7V P-P @100Ω
- 電源: 1) USB より供給
2) DC 5V ~12Vまでの外部電源: CMOS 約 80mA、LVDS 約 100mA
- 対応 OS: Windows 2000 及び XP (Vista は相性問題で使えない場合がございます。)
- PCB サイズ: 41 x 48 mm

謝辞

QRP2000 グループの以下の方々に謝辞を示します。
Tom DG8SAQ - ファームウェア、ホストアプリケーション担当
Guido PE1NNZ, Alan M0PUB - PowerSDR での USB インターフェース対応
John G8BTR - PCB 設計
Steve G0XAR - ベータ版試作、ドキュメント推敲
Jan G0BBL - ハードウェア設計、ドキュメント作成、キット製造
グループ外ですが、Alex VE3NEA - Rocky による USB サポートに感謝します。

2. パーツリスト

本キットには、以下のパーツが含まれます。お受け取り次第チェック願います。

数量	説明	数値	追記
2	C1, C10	10 μ F 16V	電解コンデンサ
1 2	C2, C3, C5, C6, C7, C8, C9, C11, C12, C13, C14 + スペア 1 個	0.1 μ F	0805 SMT チップ
2	C4 + スペア 1 個	1nF (0.01 μ F)	0805SMT チップ 黒く塗られています
4	D1, D4, D5, D6	1N4001	
2	D2, D3	3.6V ツェナーダイオード	BZX55-3V3 500mW
1	J1	USB ソケット B (メス)	
1	JP1a	ジャンパーピン	2.54mm
2	JP1, P2	2 ピン ヘッダーピン	2.54mm
1	P1	3 ピン ヘッダーピン	
1	Q1	2N3904	NPN トランジスタ
1	Q2	2N3906	PNP トランジスタ
2	R1, R2	68 Ω	1/4W 青灰黒金茶
1	R3	2.2K Ω	1/4W 赤赤黒茶茶
1	R4	1M Ω	1/4W 茶黒黒黄茶
7	R5, R6, R7, R8, R10, R11, R12	4.7K Ω	1/4W 黄紫黒茶茶
1	R9	220 Ω	1/4W 赤赤黒黒茶
1	U1	ATTiny45-20PU	DG8SAW FW
1	U2	SI570C000141DG CMOS	LVDS は、 SI570BBC000141DG
1	U3	LF33ABV	3 端子 TO220
1	U4	78M05	3 端子 TO220
1	PCB	基板	QRP2000 デザイン
1	IC ソケット	8 ピン	
6	スタッドピン	1mm ϕ	
1	T1	BN43-2402	LVDS のみ

3. 組立

本キットでは、SMT チップを一部使用していますが、慎重に半田付けを行えばそれほど難しいことはございません。Si570ですが、納期が長く高価なチップですので、半田付け上級者の方以外は後述する方法で取り付けることをお勧めいたします。

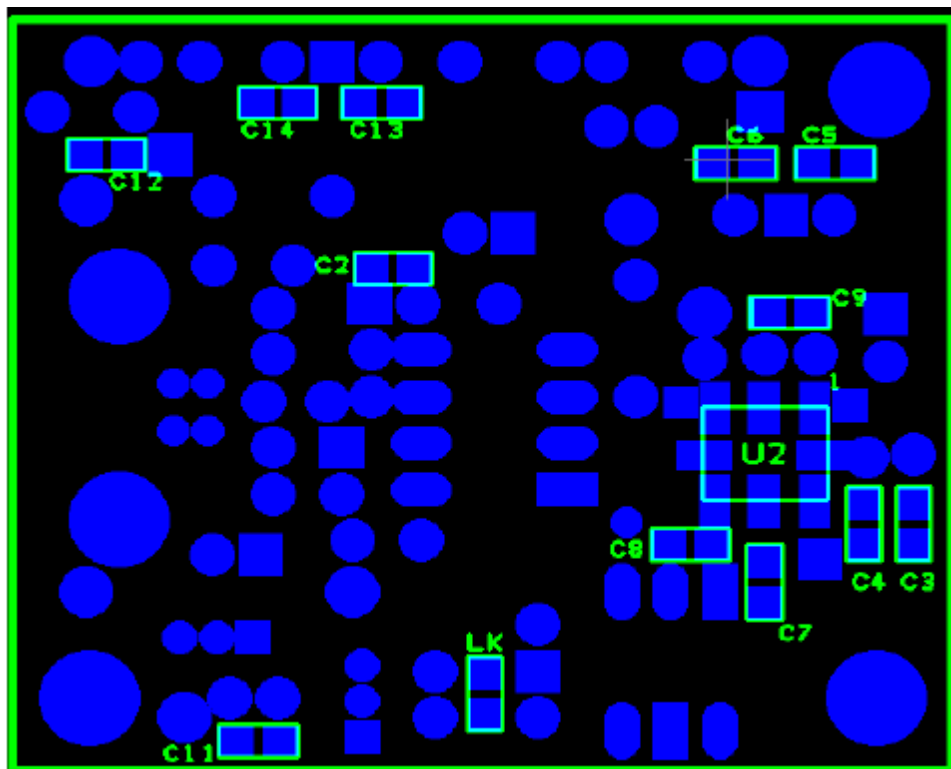


図1 基板 裏面

組立手順 (□にチェックマークを付けながら進行すると便利です)

- 基板から全ての部品を取り除きます。
- 付属部品をパーツ表と比較し、足りない部品が無いかどうか確認します。
- 図1のように、基板を裏返しにします。
- 図1を参照しながら SMT コンデンサチップと基板のランドの位置を確認します。SMT コンデンサは、長方形型の小さなチップ(0805タイプ) です。
- 温度制御型の半田ゴテの場合は、最適の温度に調整してから SMT コンデンサの半田付けを行います。半田付け温度はご使用の半田の種類にも左右されますのでご確認ください。
- SMT 0.1 μ F 0805 コンデンサ C2, C3, C5, C6, C7, C8, C9, C11, C12, C13, C14 を図1の通り半田付けします。半田付け後、位置を図1と再度照らし合わせてください。
- SMT 1nF 0805 コンデンサ C4 (マジックで黒く塗られたパッケージ) を半田付けし、位置を再確認します。
- 半田付けしたジョイントを再度点検します。不完全な半田付けが無いか確認します。

C1, C10(10 μ F) を取り付けます。極性にご注意願います。

ご注意： アクティブコンポーネントを取り付ける場合、静電気により破損する場合がございますので、十分にご注意願います。

Q1(2N3904) と Q2(2N3906) を取り付けます。型番と向きにご注意願います。

U3(LF33ABV) を取り付けます。向きにご注意願います。

U4(78M05) を取り付けます。向きにご注意願います。

JP1(2ピン) ヘッダーを取り付けます。

P1(3ピン) ヘッダーを取り付けます。ピン1から出力を取り出してください。ピン2はグラウンドとなります。ピン3は未使用です。(CMOSバージョンの場合)

P2(2ピン) ヘッダーを取り付けます (LVDSバージョンのみ)。

T1 を取り付けます (LVDSバージョンのみ)。

- エナメル線 (若しくはUEW)18cmを3本用意します。1cmにつき4回捻ります。
- 43BN2402 メガネコアに5回、トライファイラー式で巻きます。
- 図2に従い T1 を取り付けます。

中間テスト

ご注意： JP1は、基板への電源供給の選択に用います。JP1にジャンパーピンを被せた場合、基板全体への電源はUSBポートから供給されます。自立型で使用する場合 (USBポートに接続しないで使用する場合)、本基板はDC 5V又はDC7 ~ DC12Vの外部電源により動作させることができます。その場合は、JP1をジャンパーしないでください。

USBポートで使用する場合、通常は70 ~ 90mAを消費しますが、JP1をジャンパーしないで使用する場合のUSBポートの消費電流は10から15mA位です。

JP1のジャンパーを外します。

基板上の5V端子若しくは12V端子に適切な電源を接続します。極性にご注意願います。

U3の3番ピンとグラウンド間の電圧を測定します。3.3V +/-0.1Vであるか確認してください。

電源を取り外してください。

U1(ATTiny45) をU1ソケットに挿し込みます。静電気とピンの位置にご注意願います。

本基板のUSBコネクタとPCのUSBポートをUSBケーブルで接続します。U1の8番ピンの電圧が約4.3Vであることを確認してください。

本基板からUSBケーブルを切り離してください。

最終組立

ご注意： アクティブコンポーネントの取り扱い時には、静電気にご注意ください。

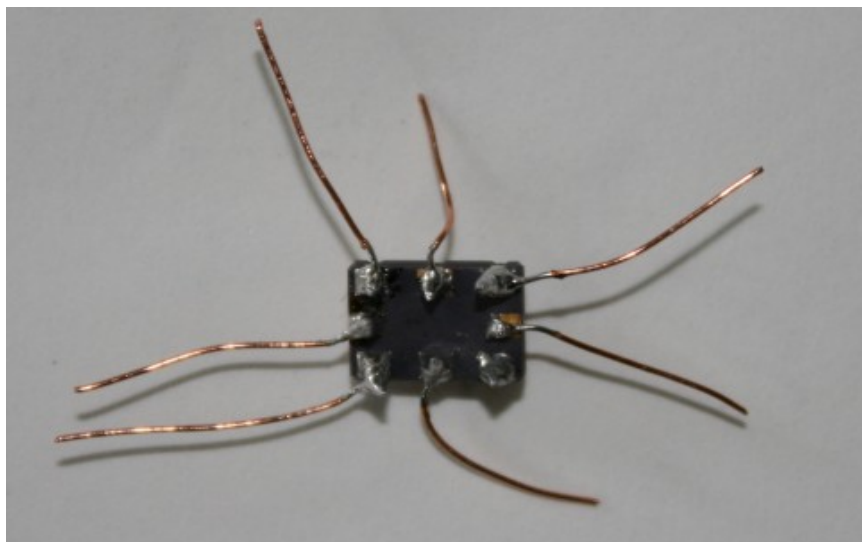
- U2 Si570は、基板の裏側に取り付けます。
- 「●」印があるピンが1番ピンになります。型番が上下正しく見える場合、●は、デバイスの左下に刻印されています。細心の注意を払いながら半田付けしてください。



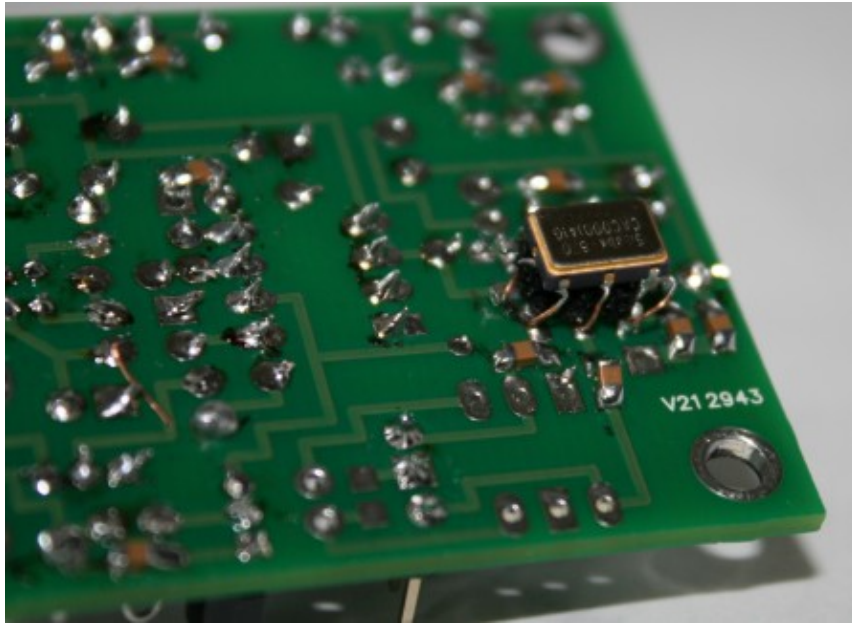
図3 Si570の取り付け位置

- 半田付けに余り自信が無い場合は、下記の方法で行うと後々のトラブルシューティングが楽になります。

UEW等の線をSi570のパッドに半田付けします。



基板に浮かせて半田付けします。半田付け箇所が基板のパッドとショートしないように絶縁テープ等で絶縁してから半田付けします。



最終テスト

- JP1のジャンパーを外しておきます。
- 本基板を、5V 若しくは 7-12V の外部電源と接続し、電流を測定してください。通常は 70 ~ 85mA 流れます。
- 外部電源を取り外します。
- JP1をジャンパーします。(USB よりパワー供給)

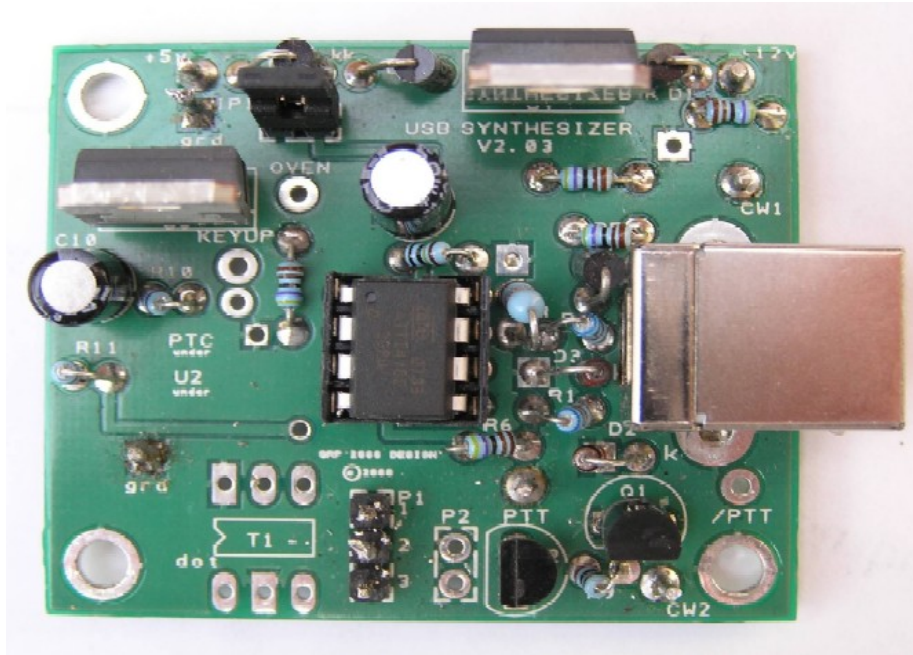


図4 組立後の基板表面

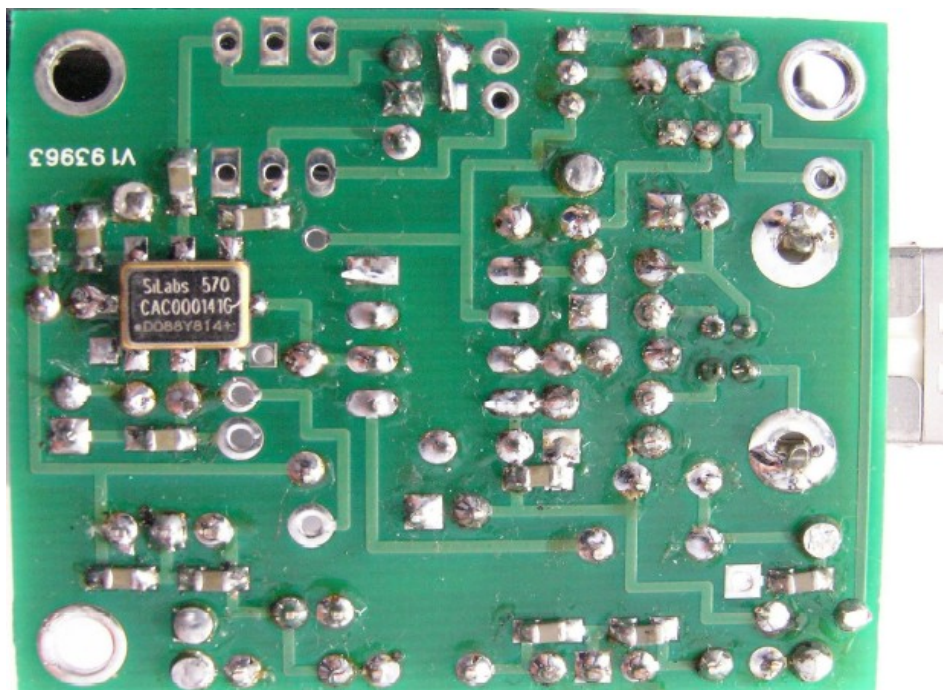


図5 組立後の基板裏面

ハードウェアトラブルシューティング

本センササイザーを使用する前に、第4章に説明してありますドライバーのインストールを行わなければなりません。ドライバーがインストールされている場合、各所における電圧は以下の通りです。

U1 ATTiny45		U2 Si570	
Pin1	4.3V +/-10%	Pin1	未接続
Pin2	3.3V (I2C 動作無しの場合)	Pin2	3.3V
Pin3	0.1V (PTT Off) 4.3V (PTT On)	Pin3	0V グランド状態
Pin4	0V グランド状態	Pin4	CMOS 2.7V p-p RF LVDS 0.7V p-p RF
Pin5	0.1V (USB バスアイドル状態)	Pin5	CMOS 未接続 LVDS 0.7V p-p RF
Pin6	3.3V(I2C 動作無しの場合)	Pin6	3.3V VDD
Pin7	2.5V ~ 2.7V (USB バス アイドル状態)	Pin7	3.3V (I2C 動作無しの場合)
Pin8	4.3V +/-10% VDD	Pin8	3.3V(I2C 動作無しの場合)
CW Key 1	キーアップ時 4.3V キーダウン時 0V	CW Key 2	キーアップ時 4.3V キーダウン時 0V

4. ドライバーインストール

本シンセサイザーをご使用になられる前に、ドライバーをPCにインストールする必要があります。現在、サポートしていますOSは、Windows 2000, XP, Vista Home Edition です。Vista64では使用できませんので、ご注意願います。以下にWindows XPでのインストール例を示しますが、Windows 2000, Windows Vistaでも同様に行ってください。

Windows XPでのインストール例：

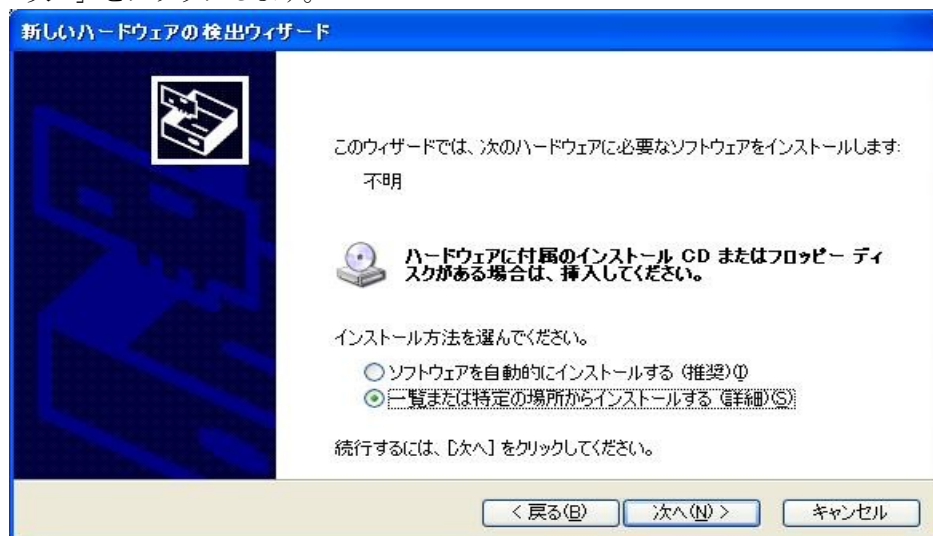
以下のサイトからドライバーをダウンロードしてください。

http://www.mydarc.de/dg8saq/hidden/SI570_firmware.zip

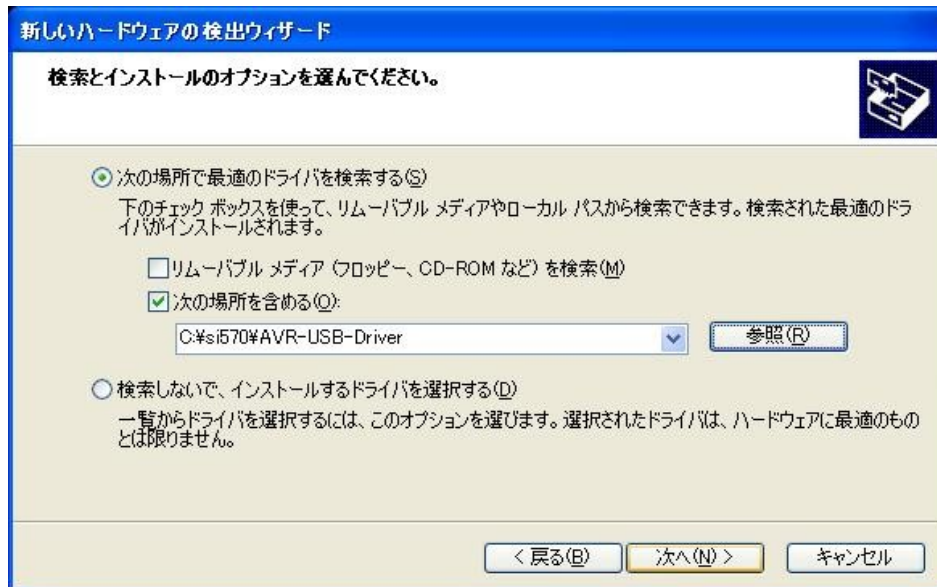
- zipを適当なフォルダーに解凍します。
- PCからのUSBケーブルを本シンセサイザーのUSBポートに接続します。
- 以下の画面が表示されます。「いいえ、今回は接続しません」をチェックしてから「次へ」をクリックしてください。



- 以下の画面が表示されますので、「一覧または特定の場所からインストール」をチェックしてから「次へ」をクリックします。



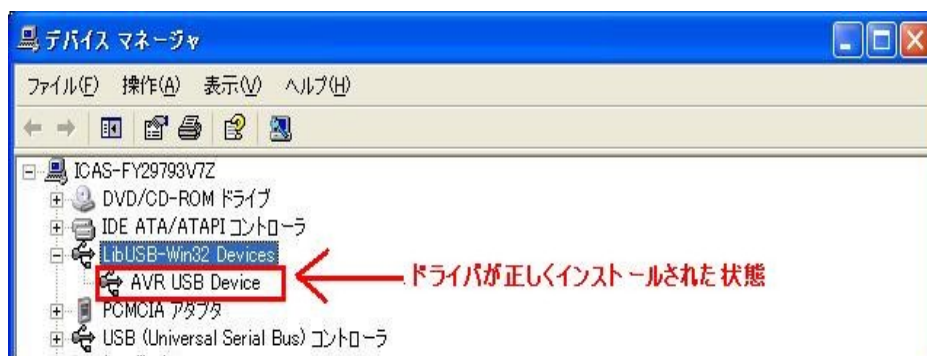
- 以下の画面が表示されますので、「次の場所を含める」だけチェックし、参照ボタンをクリックして、先ほど解凍したフォルダの中にある「AVR-USB-Driver」フォルダを指定してください。指定後、「次へ」をクリックしてください。



- 「ソフトをインストールしています。おまちください。」の表示がでますので、お待ちください。
- 以下の画面が表示されたら完了です。「完了」をクリックして終了してください。



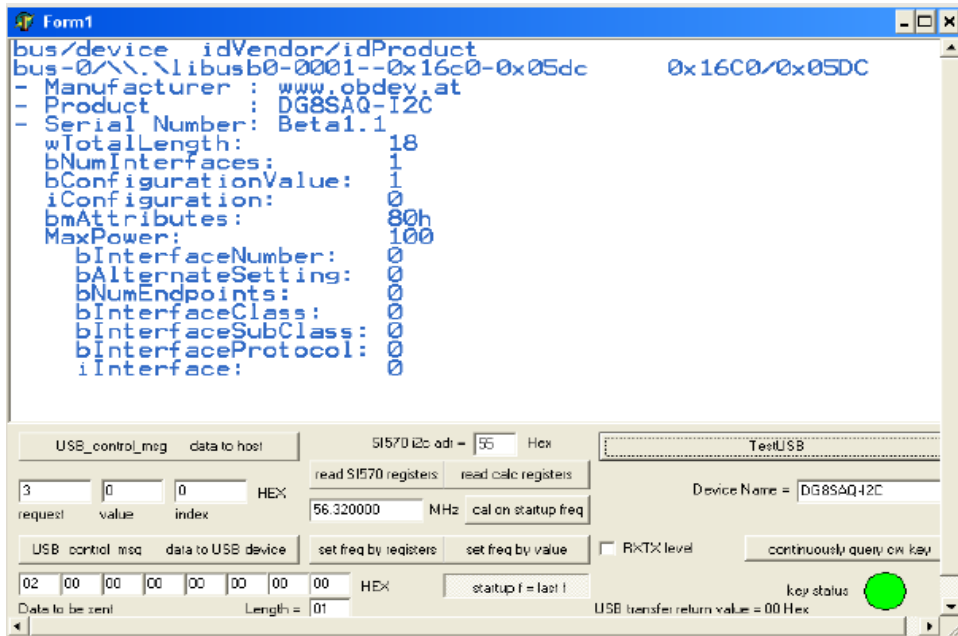
- デバイスマネージャを開き、ドライバが正しくインストールされたか確認願います。



5. 動作確認

先ほど解凍した「hostware」フォルダの中に、「SI570_USB_Test.exe」が有ります。起動後、アドレスが55 Hexになっているか確認してください。当グループで供給しているSi570は55 Hexですが、当グループ供給以外のSi570の場合、異なっている場合もあります。

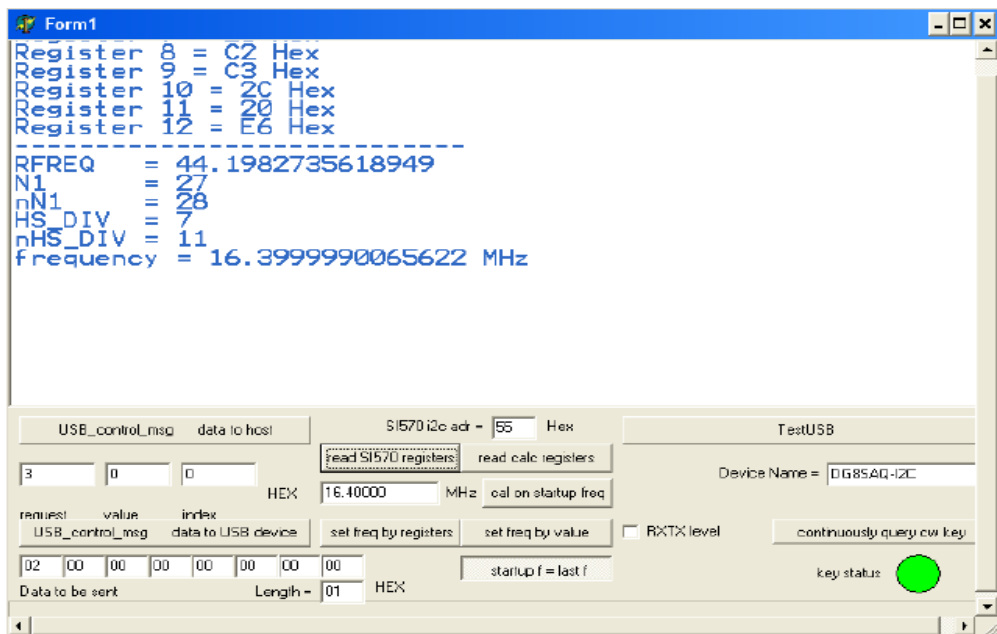
「Test USB」ボタンをクリックすると以下の画面が表示されます。



周波数設定

「MHz」欄に希望周波数を入力します。

- 例： 16.400MHz
- 「set freq by value」をクリックします。
- 「read SI570 registers」をクリックすると、以下の画面が表示されます。



受信機や周波数カウンターで該当周波数を受信してみてください。信号が聞こえれば本シンセサイザーは動作しております。キャリブレーションを未だ行っていませんので、数 kHz ズれている場合がありますが、故障ではありません。（キャリブレーションは次章）

警告！ SI570_USB_Test.exe は、上記テスト項目以外では絶対に使用しないでください。SI570 が壊れる場合があります。

6. 周波数制御ソフトウェア – キャリブレーション

以下のソフトウェアをダウンロードしてください。

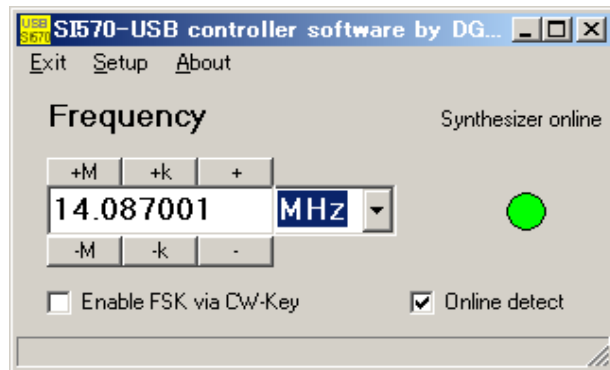
http://www.mydarc.de/dg8saq/hidden/USB_Synth.zip

用途： 受信機送信機の VFO, SDR の LO, QRSS 送信機, テスト用発振器等

■使用方法

適当なフォルダに解凍して、「USB_Synth.exe」を起動してください。

下記のパネルが表示されます。

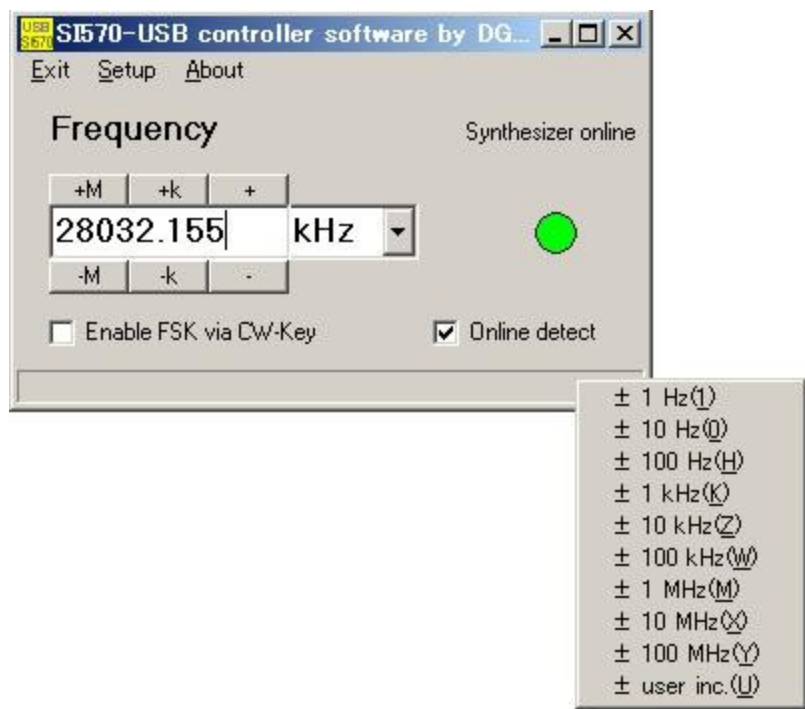


□ 周波数設定方法

- 希望する周波数を直接タイプします。周波数単位横のプルダウンボタンをクリックすると Hz, kHz, MHz の選択が可能です。
- +/-M = MHz
+/-k = kHz
+/- = Hz

をクリックすると、それぞれの単位で周波数が上下します。

- マウスホイールを使用します。ステップは、周波数欄でマウスを右クリックすると、下記のリストが出ますので、お好みのステップに設定してください。又、カスタマイズされる場合は、一番下の +/- user inc を選択し、後述の「Setup」で、値を指定してください。

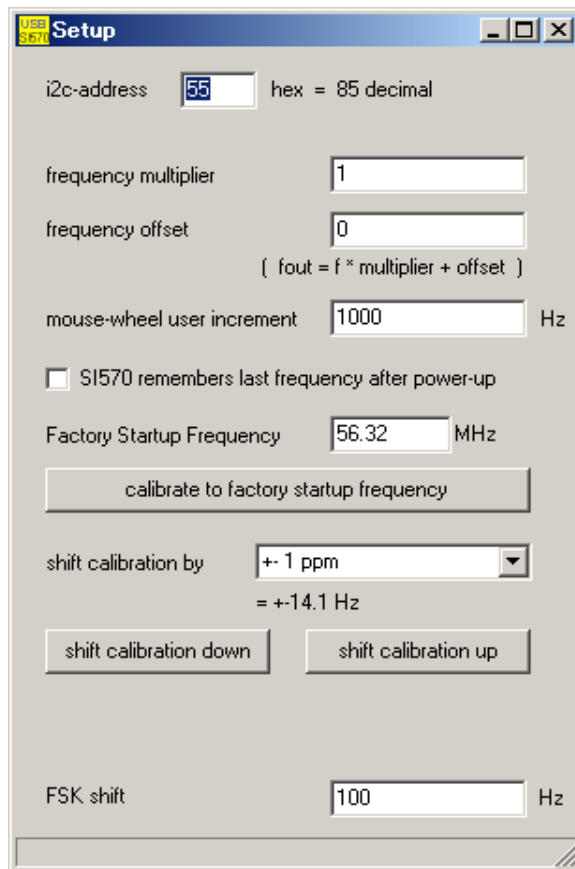


- Enable FSK via CW-Key**
この欄をチェックすると、後述の「Setup」で指定した周波数だけ、**CW Key 1** をグランドにした場合に周波数をシフトさせることができます。

- Online detect**
この欄をチェックすると、本シンセサイザーが **PC** と **USB** ケーブルで接続されている場合に緑色になります。接続されていない場合は赤表示になります。

■ Setup – 各種設定

メニュー（画面上部）の「Setup」をクリックすると、以下のパネルが表示されます。



The screenshot shows a window titled "Setup" with the following fields and controls:

- i2c-address: 55 (hex = 85 decimal)
- frequency multiplier: 1
- frequency offset: 0 (with formula: $f_{out} = f * multiplier + offset$)
- mouse-wheel user increment: 1000 Hz
- SI570 remembers last frequency after power-up
- Factory Startup Frequency: 56.32 MHz
- calibrate to factory startup frequency (button)
- shift calibration by: +- 1 ppm (dropdown menu) = +-14.1 Hz
- shift calibration down (button)
- shift calibration up (button)
- FSK shift: 100 Hz

ご注意： 入力される文字は必ず半角英数文字にしてください。（IME をOFF）

- i2c address**
通常は、55 のままご使用ください。
- frequency multiplier**（通倍数）
通倍数を入力してください。分数の場合は、小数点で入力してください。
- frequency offset**（周波数オフセット）
IF がある受信機等で局発が実際に受信している周波数と異なる場合、表示周波数と実際の発振周波数との差を入力します。マイナスの場合は「-」を付加してください。
- mouse-wheel user increment**
マウスホールを回転した場合のステップを指定します。ご希望のステップ周波数を入力してください。

SI570 remembers last frequency after power up

スタンドアローン（自立型）で使用する場合、一旦 USB で設定した周波数を記憶させておくことが可能です。このチェックボックスをチェックした場合、USB で設定した周波数に電源を再投入後も、外部電源のみで同じ周波数を発振させることができます。

Factory Startup Frequency

本シンセサイザーの場合、56.32MHz のままご使用頂くか、正確な周波数カウンターをお持ちの場合は、計測値を入力ください。詳細に関しましては後述の「Si570の周波数キャリブレーション」を参照願います。

calibrate to factory startup frequency

工場出荷時の値に内部クロックを較正します。詳細に関しましては後述の「Si570の周波数キャリブレーション」を参照願います。

shift calibration by

プルダウンリストから較正単位を選択してください。

shift calibration down / shift calibration up

較正時に周波数を上下させるのに使用します。詳細に関しましては後述の「WWV等の標準信号によるキャリブレーション」を参照願います。

FSK shift

メインパネルの「Enable FSK via CW-Key」をチェックした場合にシフトさせる周波数値を入力します。マイナスの場合は、「-」を付加してください。CW_KEY_1 をグラウンドすると、ここで設定した分周波数がシフトされます。

Si570の周波数キャリブレーション

Si570の周波数キャリブレーションは、上述のUSB-Synthアプリケーションを使用することにより簡単に行うことができます。

JP1をジャンパーし、本シンセサイザーと PC を USB ケーブルで接続します。

セットアップ画面上の「calibrate to factory standard start-up frequency」ボタンをクリックします。

Si570は、このデバイス用に指定された標準スタートアップ周波数を発振します。（当グループにより供給されるSi570においては、通常は56.320000MHzになります。）

正確に較正された周波数カウンターで、Si570の出力を測ります。

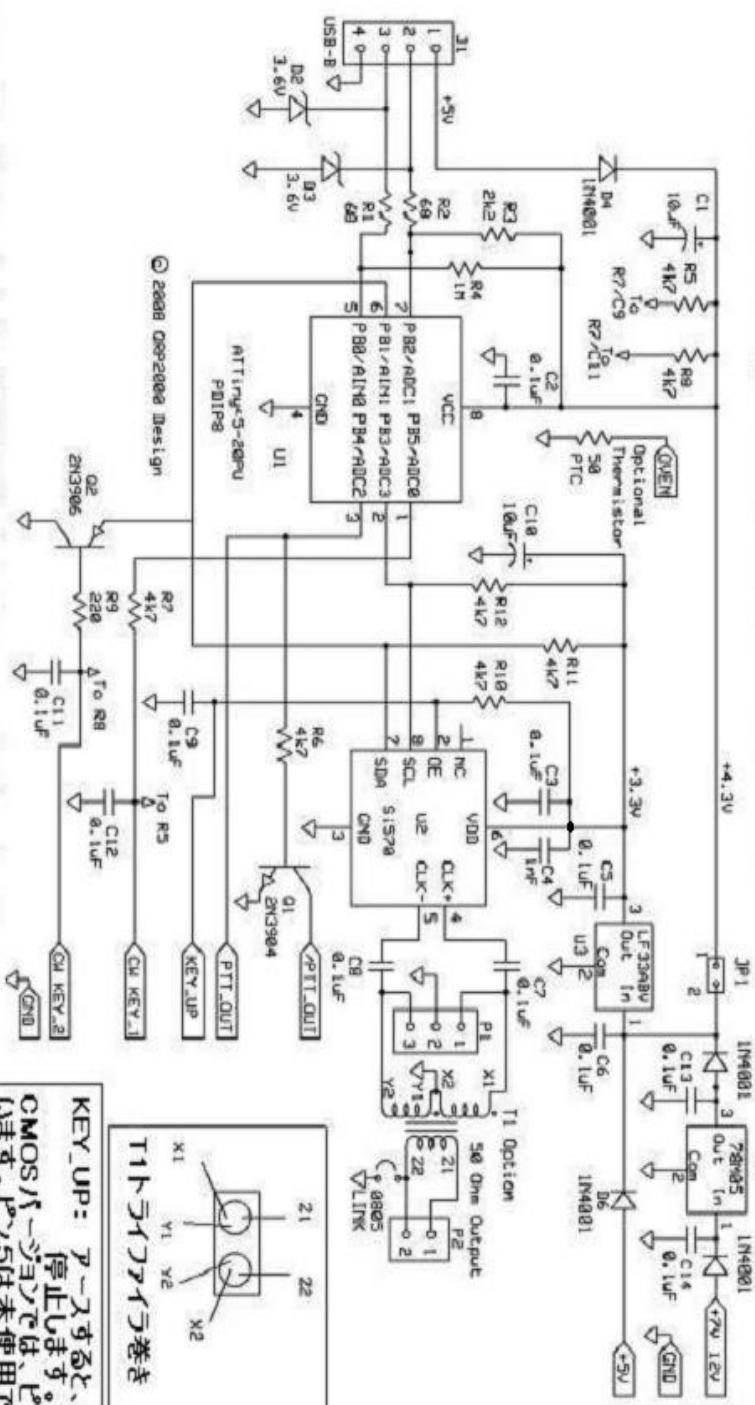
測定された周波数を、「Factory Calibration Frequency」欄に入力し、「calibrate to factory Standard start-up frequency」ボタンをクリックすることで、キャリブレーションがスタートします。

較正值が AVR の EEPROM に書き込まれ、以後使用されます。

WWV等の標準信号によるキャリブレーション

- 例えば、10MHzのWWV信号を受信機で受信します。（DE1103DRMを使用すると目でキャリブレーションが可能ですので、便利です。）
- JP1をジャンパーし、本シンセサイザーとPCをUSBケーブルで接続します。
- 本シンセサイザーの出力に単線を接続し、受信機上でWWVとビートが発生する様に単線を結合させます。
- 「shift calibration up」「shift calibration up」ボタンを使いゼロビートになる様に較正してください。ppmのプルダウンを使用することにより、較正単位を上下することができます。

USB Synthesizer for Softrock RXTX v6.1 or v6.2 - Si570 CMOS
 Universal USB Synthesizer module - Si570 LVDS

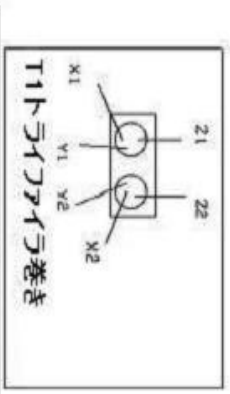


T1 Si570 LVDSをシングルエンド方式で使用する 場合、又はCMOSパージョンを50Ωで (12dBm 出力) 使用する 場合に用います。(CMOSではオシロスコプです)
 T1の例: BN43-2402 32AWG 0.23mm 5回トライアライラ巻き

JP1 ON - USBから電源を供給します。
 OFF - 外部電源を使用します。DC 5V 若しくは DC7~12V

RF出力 50Ωオシロスコプ
 CMOS = T1を使用し、P1のピン2とピン3をショートします。
 LVDS = T1を使用します。P1はそのままにしておきます。

プー入ルータオシロスコプ
 通常使用では、P2のピン2に0Ωの0805チップでプー入します。



KEY_UP: プー入すると、Si570の出力が 停止します。
 CMOSパージョンは、ピン4のみ出力に用 います。ピン5は未使用です。

Softrock RXTX 6.2での使用上のヒント
 CW Key 1: ｽﾄﾘｰﾄﾞｷｰ or Iambicキープー入力1
 CW Key 2: Iambic 入力2
 PTT_OUT: Softrock RXTX 6.2のPTT inに接続
 (RX=0V, TX=5V)