



●2種類のGPS同期10MHz PLLシンセサイザ製作キットを開発！ 好評発売中！
 (1) TypeA-VCXO搭載：48,600円(税別)，(2) TypeB-OCXO搭載：79,380円(税別)
 販売/開発状況は(<http://toragi.cqpub.co.jp/tabid/793/Default.aspx>)

いつでも
超安定発振



温度特性バツグンのオープン内蔵 水晶発振器 OCXO 搭載！ 測定器の基準クロックなどに 精度 10^{-12} ！ GPS同期10MHz PLLシンセサイザの製作 [後編]

小宮 浩
Hiroshi Comiya

GPSタイムに同期した10MHz VCXO PLL基準信号は、スペクトラム・アナライザやシグナル・ソース、カウンタなどの周波数の校正に使用できます。数百MHzオーダまで100倍すれば、高域の信号源としても重宝します。

長期的な安定度はGPSタイムに同期しているため問題ありません。しかし、数GHzオーダで100倍する場合は、短期的な安定度が悪くなります。

uBlox社製のNEO-7Mモジュールなど、最近の安価なGPSモジュールはGPS時刻に同期した0.25Hz～10MHzのタイム・パルスを出力できます。しかし、タイム・パルスの出力を周波数を高くし、高速な設定にするほどゆらぎ(ジッタ)が見えて短期安定度が悪くなります。

今回は製作したGPSタイムに高速ロックする10MHz PLLシンセサイザ(写真1)の短期安定度を評価しました。OCXOを搭載したGPS同期10MHz PLLシンセサイザの信号は、長期と短期の安定度を兼ね備えています。
 (編集部)

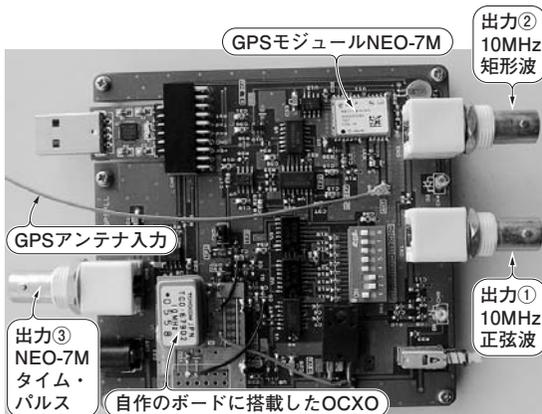


写真1 自作のボードにOCXOを載せて短期安定度を向上させたGPS基準発振器GPSDO

100倍しつつも低位相雑音を実現

● 位相雑音を測定する評価系

図1に示すのは、10MHz信号を4.1GHzにて100倍(×410倍)するPLL周波数シンセサイザの実験ボードのブロック図とスペクトラム・アナライザを用いた測定系です。実験ボードには4GHz帯のVCOを搭載しており、マイコンでPLL LSIを制御して、2MHzステップで4.1G～4.2GHzの周波数を出力します。

ここで、 f_X に10MHzを入力して分周器の設定を $R=5$ 、 $N=2050$ にします。出力周波数 f_{out} は、次式より10MHz×410で100倍して4.1GHzになります。

$$f_{out} = \frac{N}{R} f_X = \frac{2050}{5} \times 10 \text{ MHz} = 4.1 \text{ GHz} \dots\dots (1)$$

PLLの負帰還がかかるループ帯域幅は、フィルタ定数 $f_C \approx 20 \text{ kHz}$ に設定します。PLLの帯域内(≤20kHz)の位相雑音は、おおよそ $f_X = 10 \text{ MHz}$ 信号の410倍(≒52dB)悪化した信号になります。

● 10MHzを410で100倍して4.1GHzにすると位相雑音は410倍悪化する

▶ 100倍前の10MHz出力波形

図2(a)に示すのは、スペクトラム・アナライザで取得した10MHzの出力信号です。

①はNEO-7Mモジュールの10MHzタイム・パルスの出力波形で、大きくゆらいでいて使いものになりません。

②はGPSタイムに同期した10MHz PLLシンセサイザ製作キットGPS10MPLL-TGKITのVCXOを用いたGPSDO 10MHz出力波形です。①の波形と比べて位相雑音やスプリアスを低減しクリーン・アップしていますので、十分に基準信号源として使用できます。

▶ 410で100倍後の4.1GHz出力波形

図2(b)に示すのは、スペクトラム・アナライザで測定した4.1GHz信号です。

③は10MHz OCXOをPLLの f_X とした場合の波形

【セミナー案内】実習・Androidではじめるネットワーク&センサ・アプリ超入門
 —— センシング、カメラ・アプリの製作からネット接続アプリ製作まで

【講師】山際 伸一氏、12/15(土) 25,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>