

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 10 MHz PLL シンセサイザの製作 [前編]

小宮 浩
Hiroshi Comiya

GPS(Global Positioning System)衛星は、地上の原子時計ネットワークと衛星ネットワークを駆使して、長期安定度に優れた 10^{-13} レベルの高精度な周期信号を地上に配信しています。

一方水晶発振器 XO(Crystal Oscillator)は、長期安定度は良くありませんが、短期安定度に優れています。安価な XO を使った電圧制御水晶発振器 VCXO(Voltage Controlled Crystal Oscillator)の周波数精度は、 \pm 数十 $\sim \pm 100$ ppm (10^{-6})です。オープンで内部の温度を調節できる恒温槽に水晶発振回路を組み込んだ発振器 OCXO(Oven Controlled Crystal Oscillator)の周波数精度は ± 1 ppm $\sim \pm 1$ ppb (10^{-9})です。

本器(写真1)はOCXOで1秒の短期安定度を確保し、GPS信号で1~10年の長期安定度を補完した10 MHzのPLLシンセサイザです。周波数精度が高く非常に安定したGPSDO(GPS Disciplined Oscillator)と呼ばれる発振器です。表1に本器のスペックを示します。出力周波数精度は 10^{-13} レベル、公称値 $\leq 1 \times 10^{-12}$ (1 ppt)です。本誌2017年3月号ではVCXO搭載器を製作しましたが、本稿では、より安定したOCXOによるGPSDOを紹介します。 <編集部>

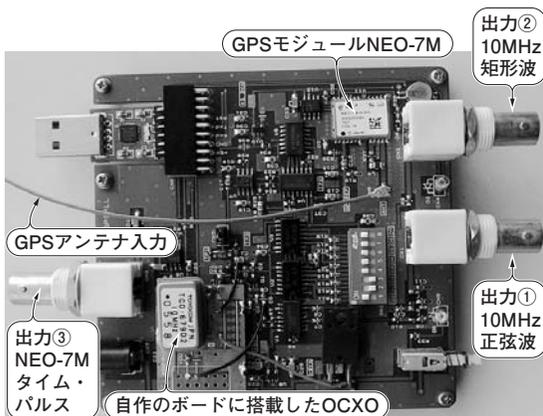


写真1 自作のボードにOCXOを載せて短期安定度を向上させたGPS基準発振器GPSDO

本器の使い方

● 複数の測定器を同期させる高精度な10MHz基準クロック信号

電子機器の開発・設計・評価・校正を行う実験室では、信号の周波数、振幅、インピーダンスなどを測定して、その変化を捉えなければなりません。検証には正確な周波数測定が必要です。

例えば図1に示すように、被試験装置DUT(Device Under Test)に、内部基準クロックAを内蔵した信号発生器からの試験信号を入力します。DUTはそれを基に生成した出力信号を内部基準クロックDを内蔵したカウンタで周波数測定します。この場合、2種類の測定器が異なる基準クロックを用いているため、それぞれの誤差が測定に反映されてしまいます。

そこで、外部基準源入力(10 MHz)を用いて、図1のようにすべての測定器を外部基準クロックで同期して動かします。この場合は、外部タイム・ベースの不正確さが測定誤差になります(厳密にはその他の測定系誤差も足される)。測定を始める前に、必要な精度をもったタイム・ベースの選択が重要です。

GPS時刻に同期したGPSDOの出力周波数精度は、 10^{-13} レベル、公称値 $\leq 1 \times 10^{-12}$ (1 ppt)です。ですか

表1 製作したGPS同期10 MHz PLLシンセサイザのスペック

項目	仕様
出力周波数	10 MHz
出力周波数精度	GPS時刻に同期、公証値 $\leq 1 \times 10^{-12}$
OUTPUT1	正弦波 $\geq +6$ dBm 50 Ω 出力
OUTPUT2	矩形波 $\geq +6$ dBm 50 Ω 出力
OUTPUT3	NEO-7M タイム・パルス、最大 $+6$ dBm 50 Ω 出力
INPUT	アンテナ入力、電源供給 $+3.3$ V、最大消費 25 mA
アラーム出力	10 MHz PLLアンロック時に赤色LEDが点灯
供給電源	DC $+9$ V
バックアップ電源	DC $+3.3$ V、RTC駆動用

【セミナー案内】 実習・準天頂衛星/GNSS原理と最新情報 [トラ技RTKスタータ実習キット付き/衛星測位を実体験!] —— 測位精度 数cm! イメージ的に図解で解説
【講師】 浪江 宏宗 氏, 12/8(土) 50,000円(税込み) <https://seminar.cqpub.co.jp/>