

kHz 帯 DTCXO 実使用環境での時刻精度

OUT-21-0022

【概要】

当社は、デジタル温度補償水晶発振器（以下 DTCXO*）を内蔵した RTC モジュール及び kHz 帯発振器をラインアップしております。この kHz 帯 DTCXO の外気温が変化する実使用環境では安定した時刻精度が得られる特長について、本資料で説明します。車での DTCXO の実使用試験を行って検証し、結果時刻誤差は 2 年 5 か月で累計 46 秒、月差 1.6 秒相当になりました。

*DTCXO: Digital Temperature Compensated Xtal Oscillator

【温度補償前後の周波数温度特性】

kHz 帯の発振に使われる音叉型水晶振動子の周波数温度特性を図 1 に示します。この音叉型水晶振動子は強い二次の周波数温度特性をもっています。DTCXO で温度補償後の周波数温度特性実測値を図 2 に示します。補償前と比較して 2 桁周波数精度が向上します。

図 1. 音叉型水晶振動子の周波数温度特性

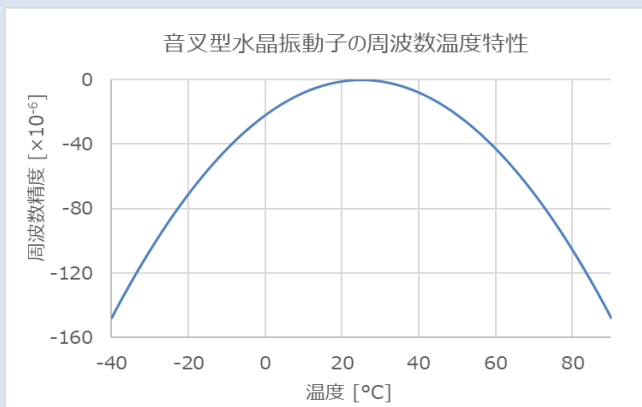
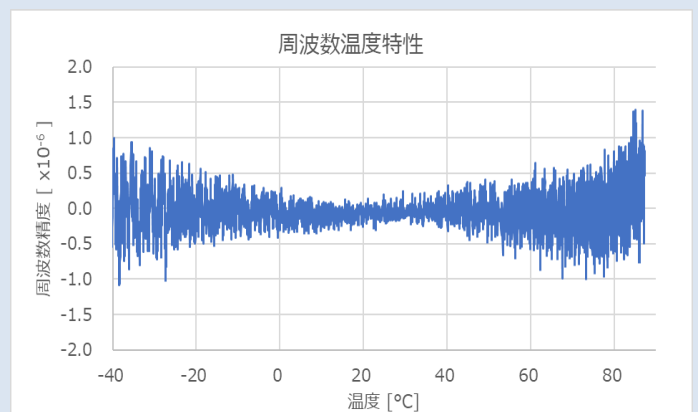


図 2. DTCXO の周波数温度特性実測値

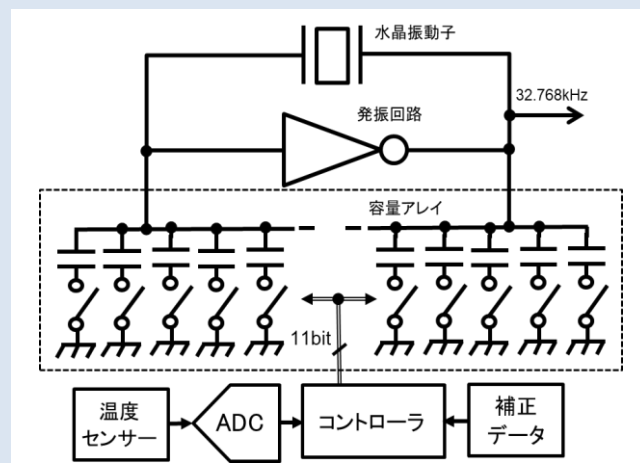


【kHz 帯 DTCXO の周波数補正方法】

当社が採用している kHz 帯 DTCXO の周波数補正ブロックを図 3 に示します。発振部に接続する容量アレイの数を温度によって可変することで周波数が平坦な特性になるように補正します。キャパシタの接続 on/off を制御する 11 bit のデジタル信号を用いて 2048 通りに容量値を調整します。

当社の kHz 帯 DTCXO では温度センサーと ADC で約 0.3 °C の最小分解能で温度を感じし応じた容量を接続して周波数補正しています。容量切り替えで発生する周波数ギャップが誤差となり、図 2 のように温度によって周波数精度が小刻みに上下変化するのが、DTCXO 温度補償の特長です。

図 3. kHz 帯 DTCXO の周波数補正ブロック



【kHz 帯 DTCXO の時刻精度実測結果】

本章はこの kHz 帯 DTCXO を 2 年 5 か月間フィールドで連続動作させた時刻精度結果を示します。

図 4 に示すグラフはデータロガーによる温度環境の実測値です。車の後部座席の環境（約 20 °C/day, 図 5 で 0~11 か月）とダッシュボード環境（約 80 °C/day, 図 5 で 11~29 か月）の 2 種類の試験をしました。

図 4. 実測環境の時間温度特性

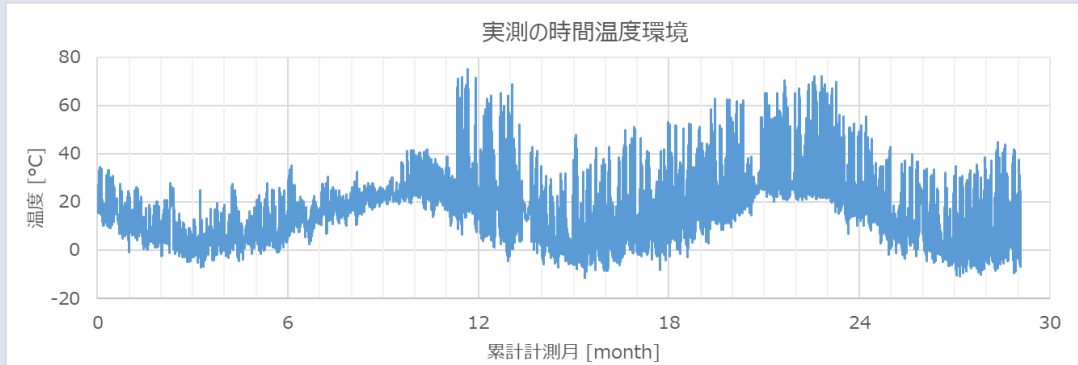


図 5. kHz 帯 DTCXO の累計時刻誤差



図 5 は実使用環境下での累計時刻誤差です。結果時刻誤差は 2 年 5 か月で累計 46 秒、月差で 1.6 秒相当になりました。

1 日の急峻な温度変化、1 年間の季節によるなだらかで長期的な温度変化のどちらに対しても、時刻の変化は小さく安定していることがわかります。これは、kHz 帯 DTCXO では周波数温度精度が上下小刻みに変わるため、温度が連続的に変化すると平均化されて、累計で時刻誤差が小さくなる方向に作用するためです。kHz 帯 DTCXO は、高い精度で時刻情報を提供できる優れたデバイスであることが分かります。

温度変化に対して高い時刻精度の情報を必要とする機器に、当社の kHz 帯 DTCXO を搭載した発振器や RTC モジュールの採用をご検討ください。

参考 kHz 帯 DTCXO を搭載している当社製品は以下の通りです。ご検討よろしくお願いたします。*2021 年 11 月時点

(RTC モジュール)

産業用途: [RX8901CE](#), [RX4901CE](#), [RX8804CE](#), [RX8900CE](#), [RX-8803LC](#), [RX-4803LC](#), [RX8900SA](#), [RX-8803SA](#), [RX-4803SA](#)

車載用途: [RA8000CE](#), [RA4000CE](#), [RA8804CE](#), [RA8900CE](#), [RA8803SA](#), [RA4803SA](#)

(32.768 kHz 発振器)

産業用途: [TG-3541CE](#) 車載用途: [TG-3541CEA](#)