

## Application Brief

## システム概要: テレマティクス制御ユニット



Cris Kobierowski, Juan Rodriguez

Clocks and Timing Solutions

## BAW 共振器技術

BAW 共振器技術 (BAW) は、高精度かつ超低ジッタのクロックを、他の回路を含むパッケージ内に直接統合することを可能にするマイクロ共振器技術です。CDC6C-Q1 の BAW 発振器では、BAW に高精度の温度センサー、超低ジッタ・低消費電力の整数出力分周器 (IOD)、シングルエンドの LVCMOS 出力ドライバ、そして複数の低ノイズ LDO で構成される小型の電源・リセット・クロック管理システムが一体化されています。

図 1 に、BAW 共振器技術の構造を示します。この構造には、金属の薄膜と、機械的エネルギーを閉じ込めるその他の層との間に挟まれた圧電性材料の薄い層が含まれます。BAW は、この圧電変換を利用して振動を生成します

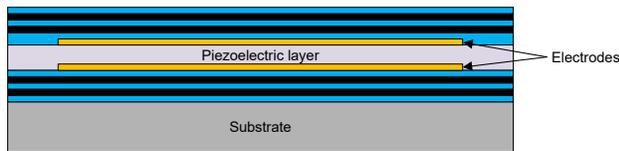


図 1. バルク弾性波 (BAW) 共振器の基本構造

## TCU システムの BAW 発振器

テレマティクス制御ユニット (TCU) は、車両との間で無線による追跡、診断、通信の制御を行います。クラウド サービスは、位置、速度、エンジン性能、燃料消費、運転者の行動などの情報を解釈し、それらのデータを車両の利用者が活用できるようにします。多くの場合、TCU は車載ディスプレイと連携し、車載インフォテインメント (IVI) システムと密接に連携して、ユーザー体験を向上させます。

クロックの観点から見ると、TCU は通常、異なる周波数の 2 つの発振器で構成されており、Ethernet PHY と MCU の両方をサポートします。MCU クロックは、多くのメーカーが 8、16、20、24、および 40MHz の周波数を必要としているため、さまざまに異なります。図 2 に、一般的な TCU のクロックトポロジを示しています。10 年間の経年変化を通じて  $\pm 25\text{ppm}$  の周波数安定性を備えた CDC6C-Q1 は、Ethernet PHY をサポートするように設計されています。

TI の CDC6C-Q1 は、ISO 26262 規格に基づき FIT 値が 3 と非常に低く、機能安全に対応しています。特定のモデルにおける安全機能の重要度によっては ASIL D 規格

への適合が求められる場合があるため、CDC6C-Q1 は TCU 向けに最適な選択肢となります。また、CDC6C-Q1 のスルー レート制御オプションを使用すると、CISPR-25 クラス 5 EMI 要件に合格できます。

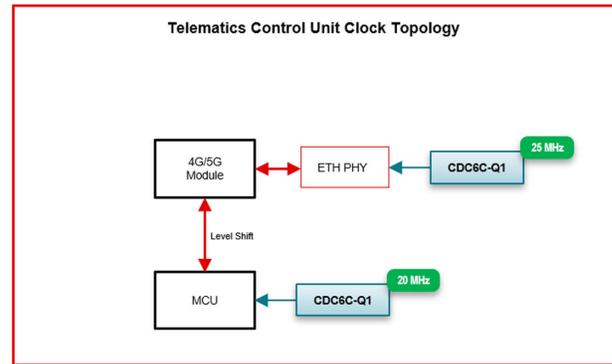


図 2. テレマティクス制御ユニットのクロックトポロジ

## BAW 発振器の利点

TI の BAW 発振器には、以下のような多くの利点があります。

- **周波数の柔軟性:** 多くの水晶発振器 (XO) は、一度カットした後で変更できない機械的パラメータによって制御されます。BAW 発振器は、OTP プログラミングにより、1 つの IC で幅広い周波数範囲に対応できるため、供給制約を緩和します。
- **温度安定性:** 補償されていない XO の温度応答は、ppm の変動が大きい放物線曲線に似ています。BAW 発振器は、温度範囲に関係なく  $\pm 10\text{ppm}$  の温度安定性を維持します (図 3)。
- **振動感受性:** XO は通常、MIL-STD に合格せず、加速度感度が  $+10\text{ppb/g}$  と高くなる場合があります。BAW 発振器が MIL\_STD\_883F 方法 2002 条件 A に適合しており、標準的性能が  $1\text{ppb/g}$  (図 4)であることを示しています

- **機械的衝撃:** 一般的に、水晶ベースのクロックは MIL-STD に適合しておらず、2,000g で故障する可能性があります。BAW 発振器は MIL\_STD\_883F 方法 2007 条件 B に適合しており、1500G までの変動は 0.5ppm 未満です。
- **EMI のパフォーマンス:** 一般的に、XO にはメーカーから提供される CISPR-25 データがありません。CDC6C (-Q1) は CISPR-25 クラス 5 EMI 規格に合格 (CDC6C CISPR-25 EMI レポート)。
- **PCB 面積:** TI の BAW 発振器ファミリは 1.8V ~ 3.3V の電源電圧をサポートしており、ウェットプル フランク構造の標準 4 ピン DLE (3.2mm x 2.5mm)、DLF (2.5mm x 2mm)、DLX (2mm x 1.6mm)、DLY (1.6mm x 1.2mm) パッケージで供給されるため、小型の基板設計におけるスペースの節約が可能です。幾つかのパッケージ サイズの代表的な水晶発振器のレイアウトと比較した BAW 発振器のレイアウトを 図 5 に示します。水晶振動子では、共振周波数を調整してアクティブ発振を維持するために最大 4 つの外付け部品が必要です。CDC6C(-Q1) や LMK6C のようなアクティブ発振器は、電源フィルタリングに必要なのはコンデンサ 1 個のみで済むため、BOM が簡素化され、レイアウトに必要な面積も大幅に削減されます。さらに、アクティブ発振器は PCB トレースによる寄生容量の影響を受けず、周波数の精度が保たれるため、水晶発振器と比べて受信機からはるかに離れた位置に配置することが可能です。LMK3H0102-Q1 と LMK3C0105-Q1 はいずれも、ウェットプル フランク構造の 3x3 パッケージで供給されます。図 5 に示されているように、いずれのデバイスも 5 つのシングル チャネル クロックの代わりとして使用できるため、TI は PCB 面積を 55% 縮小したものを提供しています。

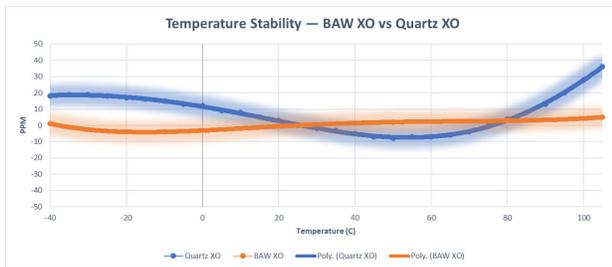


図 3. 温度安定性 - BAW 発振器と水晶発振器の温度安定性の比較

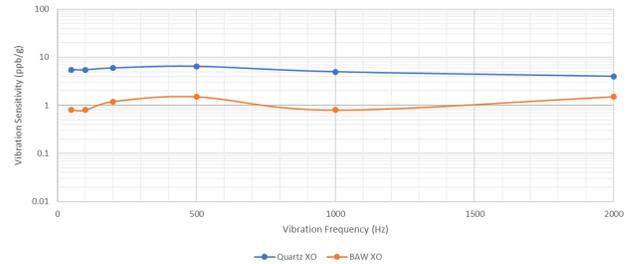


図 4. 振動に対する感受性 - BAW 発振器と水晶発振器の比較

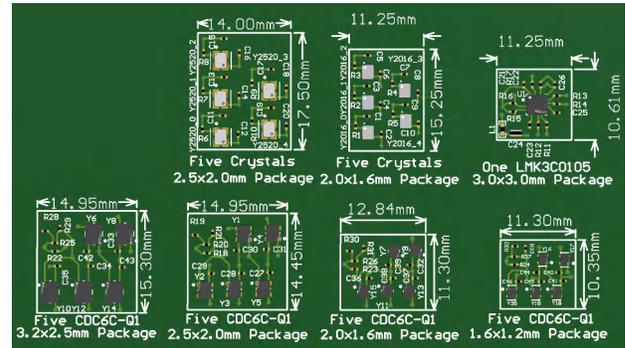


図 5. 5 つの水晶振動子、5 つの CDC6C-Q1、LMK3C0105-Q1 のフットプリントの比較

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ(データシートを含みます)、設計リソース(リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適したテキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、ます。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されているテキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかるテキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated