

Application Brief

ADAS ドメイン コントローラ BAW クロック アーキテクチャ



Juan Rodriguez, Cris Kobierowski

Clocks and Timing Solutions

BAW 共振器技術

BAW (バルク弾性波) は微小共振器技術であり、高精度かつ超低ジッタのクロックを、他の回路とともにパッケージ内に直接統合することができます。CDC6C-Q1 BAW 発振器は、精密な温度センサを内蔵しており、極めて低ジッタで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、およびいくつかの低ノイズ LDO から構成される小型の電源、リセット、クロック管理システムを備えています。LMK3H0102-Q1 と LMK3C0105-Q1 クロック ジェネレータは BAW も内蔵しており、外付けの水晶振動子が不要になると同時に、単一デバイスによる PCIe とリファレンス クロックの複数のニーズに対応します。

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。

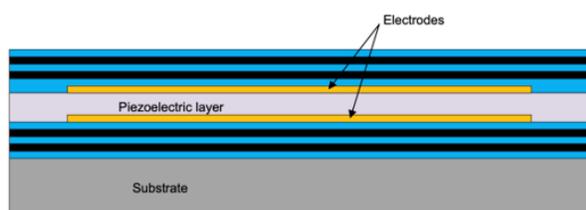


図 1. バルク弾性波 (BAW) 共振器の基本構造

ADAS ドメイン コントローラの BAW テクノロジー

最新の自動車は、より多くの量のデータを最小限のレイテンシで送信するように進化しています。サーバー、ストレージ、入出力周辺装置は、高性能プロセッサや SoC からの高速データ転送を容易にし、PCIe 5.0 仕様に加えてより厳格な 6.0 仕様もサポートします。高度自動運転の改善や人工知能の組み込みのために ADAS SoC の複雑化が進むにつれ、自動車分野でのデータ転送はデータセンターのレベルに近づくことが予想されます。PCIe 規格を搭載したゾーン アーキテクチャの採用により、ソフトウェア定義の自動車が市場に参入しています。この状況では、継続的な更新が維持され、ドライバーのパフォーマンスが向上します。

SoC メーカーと OEM (Original Equipment Manufacturers) の両方が、PCIe 5.0 および 6.0 の仕様速度を必要とするプロセッサを開発しています。LMK3H0102-Q1 のコモン クロックのジッタは 34.5fs で、100fs の PCIe 6.0 要件をサポートします。一般的に、高性能コンピューティング (HPC) プラットフォームは複雑なクロック ツリーで構成され、ADAS システムと IVI システムと一緒に成形します。TI は、発振回路、クロック ジェネレータ、クロック バッファをサポートする初のメーカーであり、OEM 各社が設計のサイズとコストを最適化できます。

TI の機能安全対応 BAW クロックは、ADAS と IVI 領域を組み合わせた組込みプロセッシング HPC システムを対象としており、カメラ、レーダー、LiDAR システムからのセンサ入力ドライバと乗員の保護に役立ちます。図 2 に、システム全体で最小限のシングル クロック ソースを使用する HPC トポロジを示します。LMK3H0102-Q1 は、LMK3C0105-Q1 の高性能バージョンであり、LP-HCSL、LVDS、LVCMOS 出力をサポートしています。

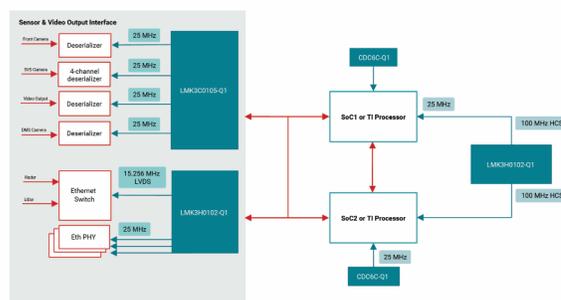


図 2. 高性能コンピューティング トポロジ

BAW 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 プログラミングメモリにより、1 つの IC で広い範囲の周波数をサポートできるため、電源の制約を軽減できます。
- **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 は、温度範囲に関係なく ± 10 ppm の温度安定性を維持します (図 3)。
- **振動感度:** XO は通常、MIL-STD に合格せず、加速度感度が +10 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 1ppb/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、水晶ベースのクロック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 には、最大 4ns のスルーレート制御オプションがあります。CDC6C-Q1 は、スローモード 2 オプションの使用で、CISPR25 Class 5 規格に適合しています。LMK3H0102-Q1 および LMK3C0105-Q1 は、スペクトラム拡散クロック処理を内蔵しており、システムレベルおよびデバイスレベルで EMI 性能が向上しています。いずれのデバイスも、さまざまなパターン長で、CISPR25 Class 5 規格に適合しています。(LMK3C0105 EMI レポート、CDC6C CISPR-25 EMI レポートをご覧ください)
- **PCB 面積:** TI の BAW 発振器ファミリーは 1.8V ~ 3.3V の電源電圧をサポートしており、ウェットナブル 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 や LMK6C などのアクティブ発振器は、電源フィルタリングのために必要なコンデンサが 1 つだけなので、部品点数が減り必要なレイアウト面積を大幅に削減できます。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、ウェットナブル 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。

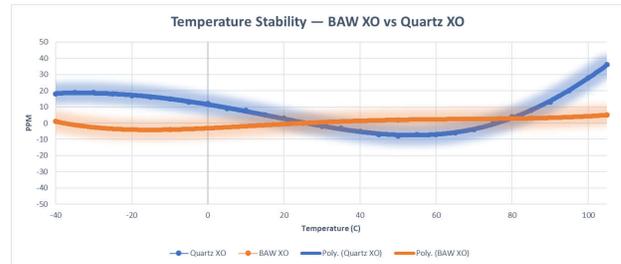


図 3. 温度安定性 - BAW 発振器と水晶発振器の温度安定性の比較

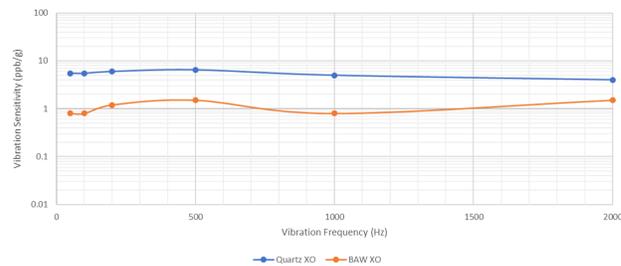


図 4. 振動に対する感受性 - BAW 発振器と水晶発振器の比較

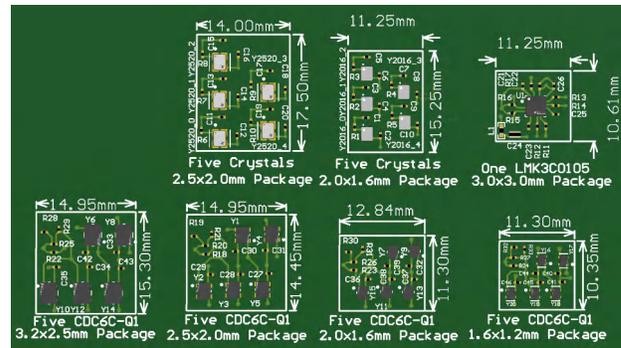


図 5. 5 つの水晶振動子、5 つの CDC6C-Q1、LMK3C0105-Q1 のフットプリントの比較

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