

Application Brief

車載用フロントカメラシステムにおける BAW ソリューション



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。

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。

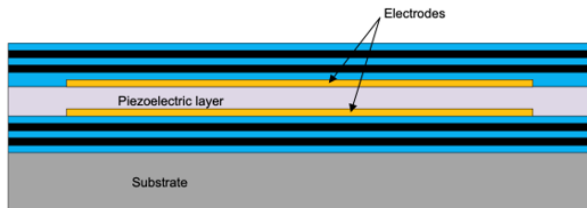


図 1. バルク弾性波 (BAW) 共振器の基本構造

車載用フロントカメラにおける BAW 発振器

フロントカメラは色ベースの物体識別機能をサポートしています。該当するのは、歩行者の検出、速度制限の標識、車線維持支援のためのフィードバック、高解像度画像を使用した駐車機能です。フロントカメラは、多くの安全タスクを担うことから、機能安全上の最終製品と見なされます。そのため、ISO 26262 に基づき、ASIL B から ASIL D に対応することが求められます。TI 初の車載グレード BAW 発振器は、1.6mm x 1.2mm の市場最小のパッケージで入手できる ASIL D 準拠を実現し、低い FIT 率 (故障率) を達成して、現在と次世代のフロントカメラシステムのリファレンスクロックアーキテクチャを解決します。

現世代の車両では、フロントカメラはカメラブロックと電子制御ユニット (ECU) で構成されています。カメラ側では、生の画像データを処理し、洗練された情報をシリアル化してローカル ECU に送信して、さらなる解析と意思決定を行います。これにより、ADAS ドメインコントローラのような集中型 ECU で通常処理される高度な車両制御機能から

画像処理を分離することで、リアルタイム応答性が向上します。高解像度カメラシステムは、外部クロック入力を使用して、リファレンスクロック信号の信頼性を向上させることができます。TI の車載用 BAW 発振器である CDC6C-Q1 は、ISO 26262 規格に準拠し、FIT 率 (故障率) の最低 3 で文書化されています。この数値は、デバイスの故障が発生するまでの平均時間に対して 90% の信頼性レベルを規定しています。CDC6C-Q1 を採用すると、3ms 未満の起動時間で、フロントカメラシステムにこれまで以上に迅速に電力を供給し、重要な安全性機能、センサ機能、車両全体の制御をサポートすることができます。

既存と次世代のどちらのフロントカメラアーキテクチャも、クロッキングの観点からは同様の構造です (図 3 と 図 2 を参照)。

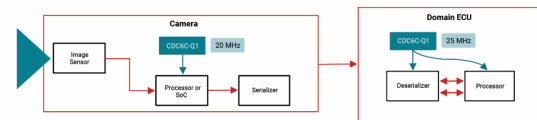


図 2. 現行世代のフロントカメラアーキテクチャ

次世代の自動車アーキテクチャがゾーンアーキテクチャの概念から設計をモデル化し続けている現状で、従来のフロントカメラシステムの設計は変化します。

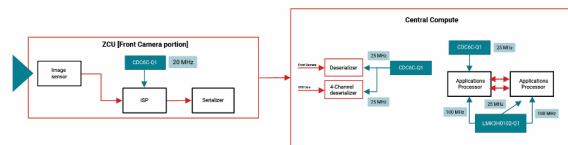


図 3. 次世代のフロントカメラアーキテクチャ

サラウンドビューカメラでは、集中型コンピューティングゾーンは ECU とデシリアライザで構成されています。水晶振動子とは異なり、CDC6C-Q1 は 2 つのデシリアライザを駆動できるため、部品数、基板面積、総部品表コストを削減できます。

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 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 4)。
- **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 1 ppb/g (図 5)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 0.5 ppm 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キングを内蔵しており、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、ウェットパブル 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 6 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、ウェットパブル フランク構造の 3x3 パッケージで供給されます。図 6 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。

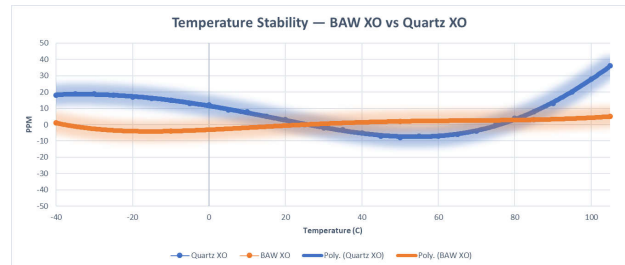


図 4. 温度安定性 - BAW 発振器と水晶発振器の温度安定性の比較

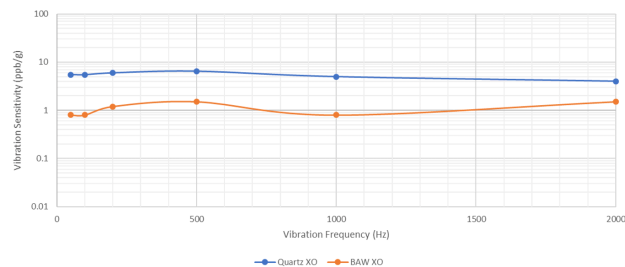


図 5. 振動感度 - BAW 発振器と水晶発振器の比較

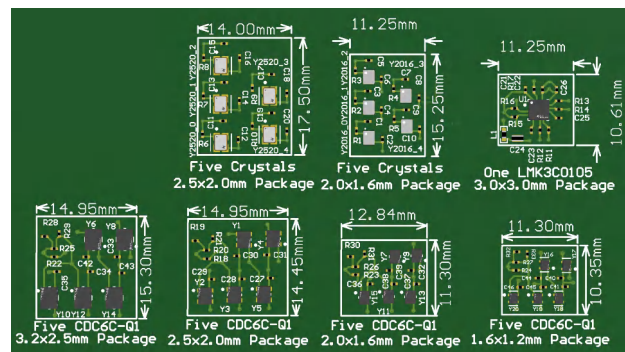


図 6. 5 つの水晶振動子、5 つの CDC6C-Q1、LMK3C0105-Q1 のフットプリントの比較

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