

Technical Article

水晶を超えて:BAW クロックによる ADAS と IVI の再定義方法



Juan Rodriguez

より自律性の高いゾーン アーキテクチャを目指す過程では、ソフトウェア主導での意思決定のために、高精度のタイミング制御と信頼性の高いクロック回路が必要です。先進運転支援システム (ADAS) から車内インフォテインメント (IVI) や高速データ ネットワークまで、自動車メーカー各社はペリフェラル コンポーネント インターコネクト エクスプレス (PCIe) 6.0 仕様、ギガビット イーサネット、シリアライザとデシリアライザ (SerDes) を導入することで、安全性を高め、運転体験の向上を図っています。これらのネットワーク接続型システムの中にあるのはバルク弾性波 (BAW) クロックであり、心拍のような高精度のタイミングで振動し、車両のサブシステムを同期します (図 1 を参照)。

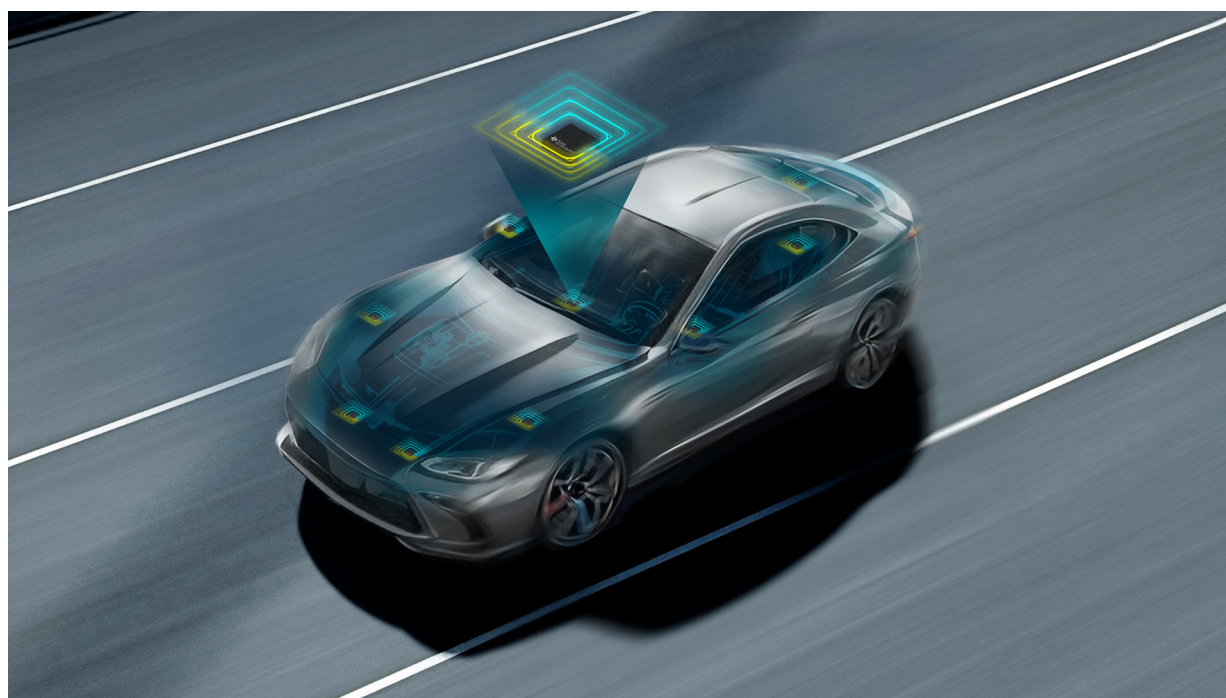


図 1. BAW クロッキングが ADAS と IVI の機能をサポート

自動運転をサポートするための ADAS と IVI の採用が増えるにつれ、AI (人工知能)、FPDLink™ SerDes、イーサネット物理層、センシングおよびディスプレイ機能を実現する LiDAR とレーダー センサを搭載した、マイコンとアプリケーションプロセッサの需要が高まっています。

従来の水晶振動子と BAW クロックの比較

BAW は、圧電性トランスデューサを使用してギガヘルツ単位の周波数と高 Q 値共振を生成する共振器テクノロジーです。他の IC を搭載した標準的なプラスチック パッケージに直接統合できます。水晶振動子では長期的な信頼性、振動抵抗、タイミングに関する要件を満たすのが困難ですが、BAW クロックは超低ジッタに加え、信頼性と性能の向上を可能とし、より安全な動作、クリーンなデータ通信、高速な処理を実現します。

10 年にわたって $\pm 25\text{ppm}$ の安定性を維持することで、BAW クロックはシステム寿命全体にわたって高い精度を実現し、センサの精度に影響を及ぼす可能性のある周波数ドリフトのリスクを低減します。BAW クロックの 1ppb/g の振動および衝撃耐性は、ミタリー規格の F メソッド 2007 および 2002 によって検証済みであり、過酷な車載環境で復元力を向上させます。

加えて、従来の水晶振動子では 6ms 未満であった起動時間が 3ms 未満に短縮されるため、リアルタイムビジョン解析と応答時間が改善され、ADAS 機能による距離検出、センサ フュージョン、高速処理の実現をサポートできるようになります。

最後に、ゾーン アーキテクチャを採用すると、クロックツリーの複雑さが増します。BAW クロックは水晶振動子に比べて基板面積を最大 55% 節減できるほか、設計者にとっては地政学的に安定したサプライ チェーンという付加的な利点により、機能安全の要件を満たす手助けとなります。

BAW クロッキング: 車載デバイスの FIT (故障率) 改善

TI の機能安全に準拠した車載 BAW テクノロジーは、水晶振動子よりも低い平均故障率 (FIT) で ASIL (Automotive Safety Integrity Level: 車載安全性インテグリティレベル) D 規格に適合した設計を可能にし、ADAS、IVI、レーダー、LiDAR の各システムで長期的な信頼性を実現します。

FIT は、10 億動作時間あたりの予測故障数を測定した値であり、システム全体の FIT を低くすると ASIL 認証を簡素化できます。国際電気標準会議 TR 62380 と国際標準化機構 ISO 26262 規格で、CDC6C-Q1 発振器の FIT はわずか 3 です。JEDEC (Joint Electron Device Engineering Council) JESD85 規格に準拠する BAW 発振器の FIT は、水晶発振器の 30 と比較して 100 倍信頼性の高い 0.3 です。予期しない故障を低減し、長期的な機能性を改善できます。

TI の BAW クロックは、低 FIT、過酷な条件に対する復元力、高精度のクロック機能により、車両全体のサブシステム向けに信頼性と効率に優れたソリューションを実現します。

以下の最終製品例では、BAW テクノロジーを活用した性能の強化、設計の簡素化、機能安全性の向上について紹介します。

フロント カメラ: さまざまなアーキテクチャでの安全性の向上

ADAS の場合、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 ISO 26262 規格の下で ASIL B から ASIL D までを満たす必要があります。

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)。

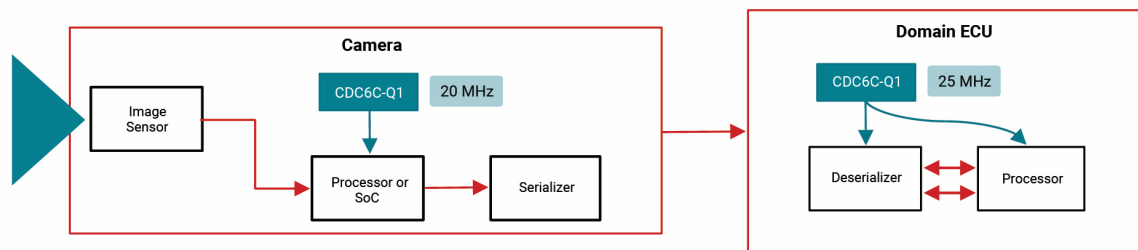


図 2. 既存のフロント カメラ アーキテクチャに含まれるシステム オン チップ (SoC) をサポートするための CDC6C-Q1 発振器と、電子制御ユニット (ECU) 内の 2 つのクロック

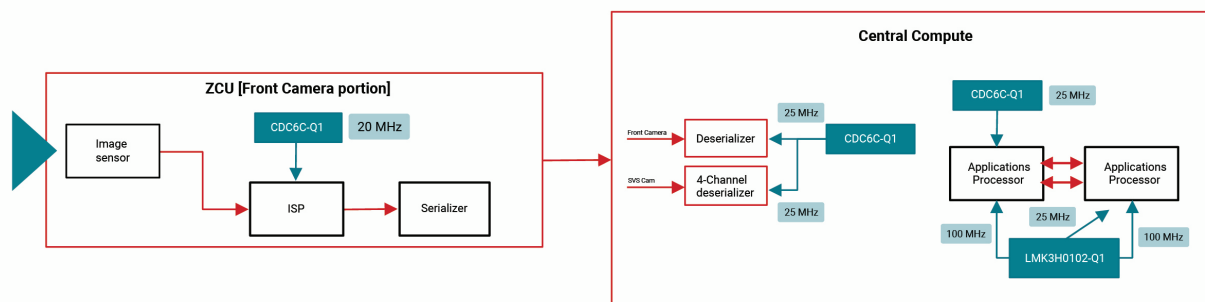


図 3. 次世代アーキテクチャでは CDC6C-Q1 発振器がプロセスとデシリアライザをサポート

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。

IVI: クロック アーキテクチャの簡素化

TI の発振器、クロック ジェネレータ、クロック バッファは、ソフトウェア定義の自動車において、どんな処理ベースのアーキテクチャにも対応しています。設計者は、複雑な IVI プラットフォームで使用するクロック数を削減することで、システムの簡素化を実現できます。LMK3H0102-Q1 クロック ジェネレータ (低消費電力高速電流ステアリング ロジック出力付き) と LMK3C0105-Q1 低電圧相補型金属 酸化膜 半導体クロック ジェネレータの内蔵 BAW 共振器は、機能するための外部クロックの必要性を排除し、出力の生成には個別部品に必要な周波数の分数出力分周器を利用します (図 4 を参照)。

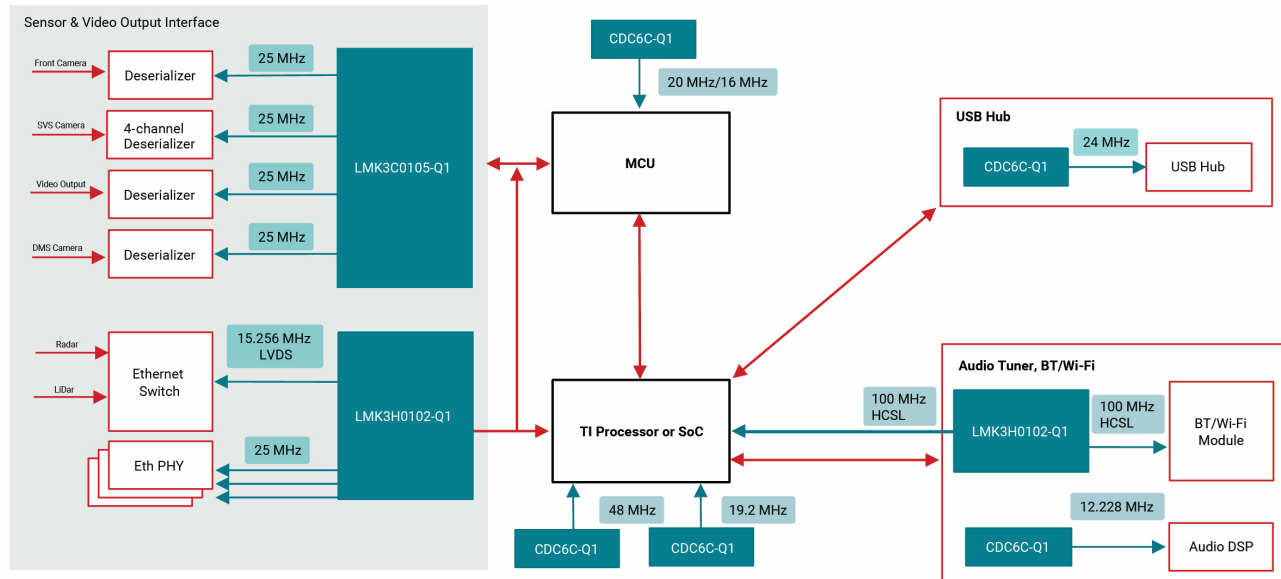


図 4. IVI クロック トポロジ

LMK3H0102-Q1 と LMK3C0105-Q1 は TI の機能安全対応であり、ISO 26262 規格の下で平均故障率 (FIT) は 9 です。これらのデバイスは、最大 300mm のパターン長のすべての帯域について、国際無線障害特別委員会 (CISPR) 25 Class 5 コンプライアンスを遵守しています。スペクトラム拡散クロック処理オプションにより、安定したクロックを維持し、放射を低減することができます。CDC6C-Q1 のスルーレート制御オプションを使うと、デバイス レベルでの放射を制御しながら、水晶振動子に比べて信頼性が向上するという利点を生かせ、ISO26262 規格下での FIT をわずか 3 に維持できます。BAW クロックは、水晶振動子テクノロジーに比べてさまざまな部品の故障リスク低減をサポートするよう設計されており、最小の部品点数と BOM (部品表) コスト削減により IVI プラットフォームを最適化します。

HPC: ADAS ドメイン コントローラ

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。

SoC メーカーと OEM の両方が、PCIe 5.0 および 6.0 の仕様速度を必要とする独自の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。

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高性能コンピューティング (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ーと乗員の保護に役立ちます。図 5 に、HPC トポロジを示します。

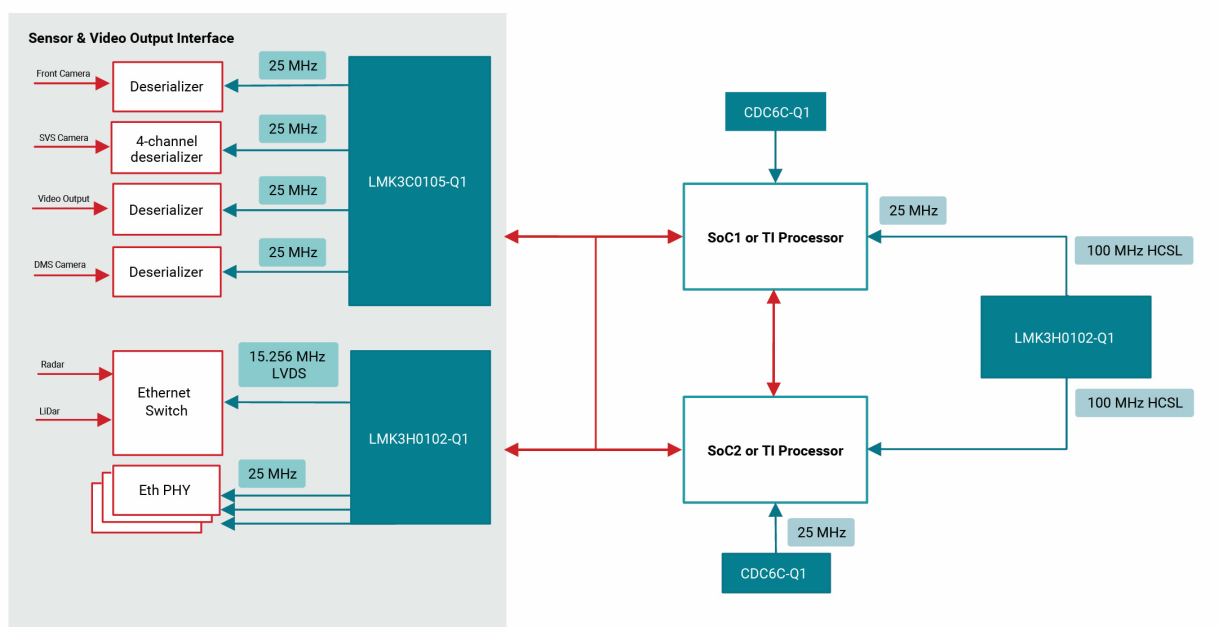


図 5. HPC クロック トポロジ

まとめ

衝突のない未来を可能とするための ADAS 機能の導入により、車両の寿命全体にわたって継続的に動作することができる高精度クロック供給ソリューションのニーズが加速しています。自動車メーカー各社による、水晶振動子ベースのソリューションから BAW クロックへの移行が続く見込みです。この移行により、自動車アーキテクチャの安全性向上、スマート化、復元力強化を実現するための土台が形成されます。

その他の資料

- [CDC6CEVM](#) と [LMH3H0102EVM](#) の各評価基板のいずれかをご注文ください。
- [Clock Tree Architect](#) オンライン ツールを活用して、今すぐ BAW クロック設計を始めましょう。

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