

# Application Brief

## 車載インフォテインメント向けの BAW クロッキング設計



Juan Rodriguez

### BAW 共振器技術

BAW (バルク弾性波) 共振器技術は、高精度および超低ジッタ クロックをその他の回路を含むパッケージに直接統合できる微小共振器技術です。CDC6C-Q1 (BAW 発振器)、LMK3H0102-Q1 (差動クロック ジェネレータ)、LMK3C0105-Q1 (LVCMOS クロック ジェネレータ) では、一緒に配置された高精度温度センサ、超低ジッタ低消費電力の出力分周器、複数の低ノイズ LDO で構成された小規模な電源 / リセット / クロック管理システムが BAW に統合されています。これらの内蔵 BAW クロック ジェネレータは、外部水晶振動子の必要性を移動させると同時に、単一のデバイスから PCIe および基準クロックの必要性をサポートします。

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。

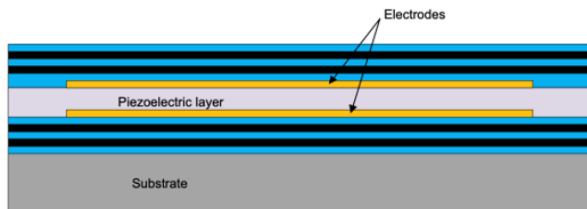


図 1. バルク弾性波共振器の基本構造

### 車載インフォテインメント システムの BAW

パーソナル エレクトロニクスと先進運転支援システム (ADAS) 機能の統合により、クロック ソースを必要とする複数の部品が必要になるため、消費者の運転経験は車内インフォテインメント システムの要件を押し下げています。自動車業界は、車内インフォテインメント (IVI) と ADAS がシームレスに接続すると同時に、全体の PCB サイズと部品コストを優先順位付けする時代に入りつつあります。現在の世代と次世代の IVI アーキテクチャは、同じクロッキング トポロジを採用しており、データの送信と処理が必要です。

TI は、ソフトウェア定義の自動車で、任意の処理ベースアーキテクチャをサポートする発振器とクロック ジェネレータ

を搭載し、BAW ベースのクロック処理デバイスを最初に提供したメーカーです。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。図 2 に、これらのデバイスを使用してさまざまな部品の周波数を生成する方法を示します。

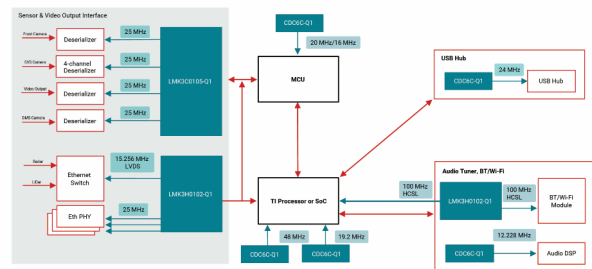


図 2. IVI クロッキングのブロック図

LMK3H0102-Q1 と LMK3C0105-Q1 は TI の機能安全対応であり、ISO 26262 規格に基づく平均故障率 (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 (SSC) 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を使うと、設計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レシーバ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。

## BAW アーキテクチャの利点

TI の BAW 発振器とクロック ジェネレータには、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、ワнтаイム プログラマブル (OTP) 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。図 3 は、温度にかかわらず、BAW が  $\pm 10$ ppm の温度安定性を維持することを示しています。

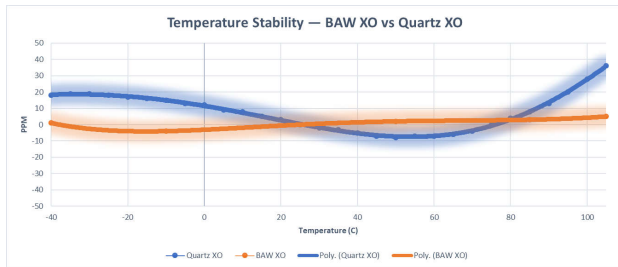


図 3. BAW 発振器と水晶発振器の温度安定性の比較

- **振動感度:** 一般的に、XO は MIL-STD に適合しておらず、+10ppb/g ほどに高くなる場合があります。図 4 は、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 であることを示しています。TI の BAW 発振器の振動および機械的衝撃性能には、TI の BAW 発振器の性能が詳細に記載されています。

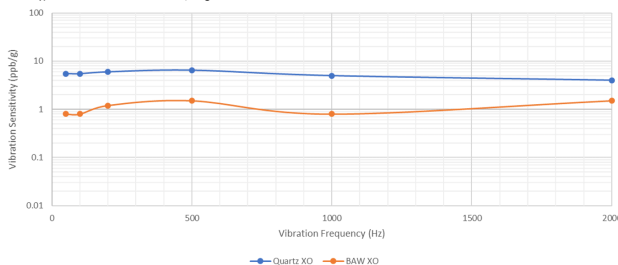


図 4. BAW 発振器と水晶振動子の感受性の比較

- **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 性能:** 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。

- **小型 PCB フットプリント:** 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、いく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、PCB パターンによる寄生容量はアクティブ発振器の周波数精度に影響を与えないため、水晶振動子よりもはるかにレーシーバから離れた場所に配置できます。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 30% 縮小したものを提供しています。

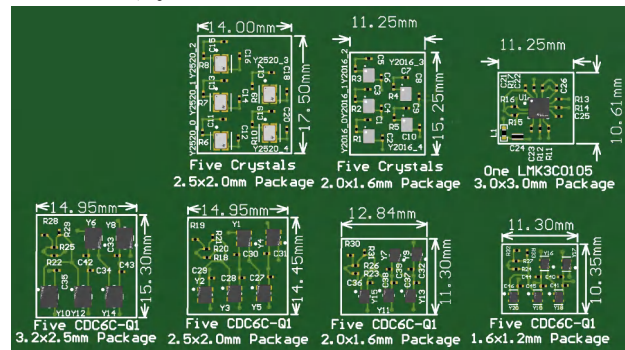


図 5. 5 つの水晶振動子、5 つの CDC6C-Q1、LMK3C0105-Q1 のフットプリントの比較

## 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

TI 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、TI 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 TI 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、

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 TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI 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。TI 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、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI 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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日 : 2025 年 10 月