

Technical White Paper

ボディ エレクトロニクスと照明のアプリケーションにおける MSPM33
マイコンの利点

概要

目次

1 概要	1
2 車載チップの 3 つの参入障壁	1
3 車載 BEL アプリケーションにおける MSPM33 の利点	2
3.1 ハードウェアおよびチップ レベルの機能	2
3.2 ソフトウェアおよびエコシステムのサポート	2
3.3 MSP エッジ AI 能力	2
4 MSPM33C32 の概要	3
5 ヘッドライト アプリケーション	4
6 ボディ コントロール モジュール アプリケーション	5
7 リソース	6

商標

TinyEngine™ is a trademark of Texas Instruments.

フランス船級協会® is a registered trademark of Bureau Veritas.

AUTOSAR® is a registered trademark of AUTOSAR GbR.

Tresos® is a registered trademark of Elektrobit Automotive GmbH.

TrustZone®, Arm®, and Cortex® are registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries or affiliates) in the US and/or elsewhere.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 概要

グローバルな自動車業界は技術革新の決定的な段階にあり、マイコン イノベーションの主戦場としてボディ エレクトロニクスと照明が浮上しています。マイコン ユニット (MCU) は単純なペリフェラル スイッチから重要なニューラル ネットワークに移行して、次世代車両の快適性、スタイル、安全性を実現しています。スマート コックピット、ダイナミック LED マトリクス照明、ゾーン制御アーキテクチャが積極的に採用され、ボディ エレクトロニクスは車載半導体の大部分を占めるようになりました。この戦略的転換のためにサプライ チェーンは根本的に再構築され、複雑な車内オートメーションとアダプティブ照明システムを管理すると共に、グローバルな自動車メーカー向けにローカライズされる電源セキュリティを提供する、高効率なマルチチャネル マイコンが必要とされています。

2 車載チップの 3 つの参入障壁

コンシューマ エレクトロニクスとは異なり、車載グレードの半導体は以下の 3 つの極端なスレッシュホールドを満たす必要があります。

1. 機能安全 (ISO 26262): ASIL B がボディ制御とコンフォート制御の基準となりました。ウインドウの挟み込み防止メカニズムの誤動作などの高リスクの障害では、怪我を防止するために 90% 以上のシングル ポイント故障検出率が必要です。
2. 信頼性 (AEC-Q100): チップは、2,000 時間の高温経年劣化 (125°C)、1,000 回の熱サイクル (-55°C ~ 150°C)、50G の機械的振動を含む過酷なテストを受けます。チップは故障率が 1 FIT 未満で 10 年以上の寿命を実現する必要があります。

3. サプライチェーンの回復力: 3 ～ 5 年の車両開発サイクルに対応するために、サプライヤーは 15 年以上の安定した供給寿命を達成するための、独立した生産ラインを用意する必要があります。

3 車載 BEL アプリケーションにおける MSPM33 の利点

MSPM33 は ASIL B 準拠の車載システム用に設計されており、安全性、低コスト、効率的な開発という相乗効果を実現することにより、ボディ エレクトロニクス市場の向上を目指しています。

3.1 ハードウェアおよびチップ レベルの機能

これらの利点は物理的にシリコン上に設計され、ウェハ上で製造され、部品レベルの車載認証によって検証されます:

- 優れたシングル コア セルフテスト アーキテクチャ
 - 独自のハードウェア駆動セルフテスト メカニズムを介して、目的の ASIL B 機能安全をシングル コア シリコンレイアウトに直接統合しており、従来のロックステップ 2 次コアは不要です。
- ハードウェアの部品表 (BOM) コストを 40% 削減
 - シングルコア設計によりダイ サイズを大幅に縮小してパッケージングを最適化することで、デュアル コア ロックステップ設計を採用する市場の競合製品と比較して、ハードウェアの BOM コストが最大 40% 削減されます。
- AEC-Q100 グレード 1 車載認証
 - 物理チップは過酷な車載環境に完全に対応しており、 -40°C ～ 125°C の広い動作温度範囲にわたって電気的および機械的な安定性を実現します。
- 車載グレードのゼロ欠陥製造
 - IATF 16949 と ISO 9001 の厳格な品質管理システムの下、専門の製造・組立現場で製造され、物理的および系統的な故障を防止するためフランス船級協会® (BV) による包括的な監査が行われます。

3.2 ソフトウェアおよびエコシステムのサポート

この階層は、シリコン上で動作するソフトウェア スタックと、顧客コンプライアンスと市場投入までの期間を短縮するために提供される包括的な資料で構成されています:

- リリース可能なマイコン アブストラクション レイヤ (MCAL) のソフトウェア サポート
 - 標準 AUTOSAR 基本ソフトウェア レイヤで定義された重要なコア成分を提供する、MCAL ソフトウェアを標準装備しています。
- サードパーティ製車載オープン システム アーキテクチャ (AUTOSAR®) のエコシステムとの互換性
 - Elektorbit (EB) Tresos® などの業界標準サードパーティ製 AUTOSAR 開発スイートとのネイティブ互換性があり、ソフトウェア移行の障壁が大幅に軽減されます。
- 合理的な設計と再利用効率
 - モジュール化および階層化ソフトウェア アーキテクチャを活用してクライアントの開発サイクルを簡素化し、安全、高効率、再利用可能な車載電子システムの構築を可能にします。
- 監査対応コンプライアンスおよび納入資料
 - 包括的な ISO 26262 機能安全パッケージが付属しています。お客様は [ti.com](https://www.ti.com) 経由で完全な量産部品承認プロセス (PPAP) の資料をリクエストして、即座にダウンロードすることもできます。

3.3 MSP エッジ AI 能力

MSP Edge AI マイコンは、TinyEngine™ NPU と呼ばれる専用ハードウェア アクセラレータを統合して、低レイテンシと電力効率の点で優れた性能を実現しています。このコスト効率に優れた設計では、多様なニューラル ネットワーク層と混在データタイプ (8 ビット、4 ビット、2 ビットの重みを含む) をサポートすると同時に、柔軟な CPU と DMA の統合により、サポートされていない階層をメイン CPU にシームレスに戻します。

MSP マイコンは、エッジでセンサ データを効率的に処理するための 3 つの主要な機械学習手順 (分類、故障と異常の検出、回帰) をサポートしています。

- 「分類」は、目に見えない 1D、多次元、または 2D 画像データを、3 軸アクセラレータからモーション タイプを識別、または形状を認識するなど、事前に定義されたクラスに分類することを目的としています。
- 「故障と異常の検出」は、1D および多次元の時系列データ内の異常システム動作を識別することに重点を置いており、ECG リズム分析、アーク故障検出、モーターの予測保守などの用途を実現します。

- 最後の「回帰」では、PIR、オーディオ、電圧のデータなどのセンサ入力、個別のカテゴリではなく連続スケールにマッピングされ、システムはリアルタイムの入力データに基づいて将来の連続状態を予測できます。

4 MSPM33C32 の概要

最初の **MSPM33C32xx-Q1** が市場にリリースされました：

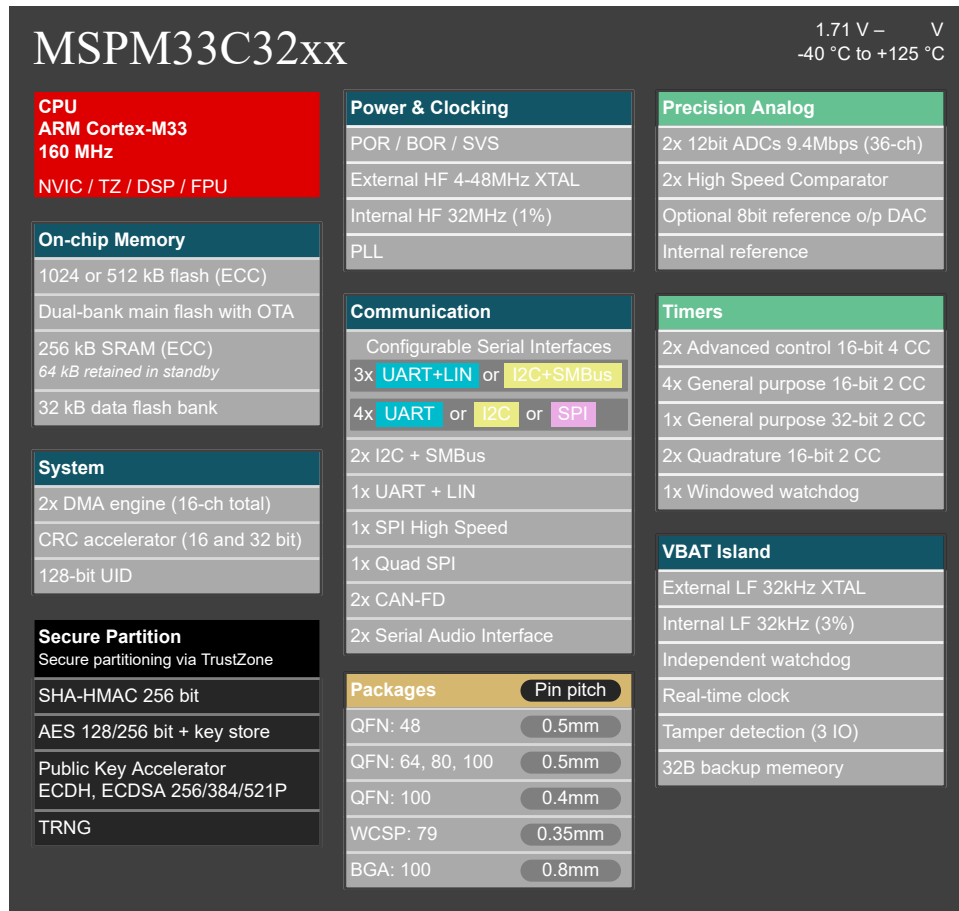


図 4-1. 最大 1MB フラッシュ、セキュア ブート、QSPI、オーディオ TDM マイコンを搭載した、160MHz M33C マイコン MSPM33C32xx-Q1 (ASIL B)

- 高度なコンピューティング エンジン
 - コア: TrustZone®、フローティング ポイント ユニット (FPU)、DSP 拡張機能を搭載した 160MHz Arm® Cortex®-M33 CPU。
 - メモリアーキテクチャ: 最大 1MB のデュアルバンク メイン フラッシュ (OTA およびアドレス スワップ ファームウェアのシームレスな更新を実現) と 256KB の SRAM を搭載しています。どちらのメモリも、フル ハードウェア誤り訂正コード (ECC) 保護機能を備えています。
 - データ ストレージ: 32KB データ フラッシュ バンクを搭載しています。
- 高性能アナログ機能を内蔵
 - デュアル SAR ADC: 最大 8Msps+ の高スループットを達成し、合計で最大 36 チャンネルをサポートする、2 つの 12 ビット SAR ADC。
 - アナログ コンパレータ: 内部およびオプションの 8 ビット リファレンス出力 DAC でマッピングされた、2 つの高速、低消費電力アナログ コンパレータ。
- 制御タイマとアクチュエータ
 - モーター制御: 最大 4 つの DC モーターまたは 2 つの BLDC モーターを駆動できる、高度な制御タイマ。

- タイマスイート: 2つのアドバンス制御 (16ビット 4 CC)、4つの汎用 (16ビット 2 CC)、1つの汎用 (32ビット 2 CC)、2つの直角位相 (16ビット 2 CC) を含む、完全なタイマ群。
- 堅牢な接続インターフェイス
 - デュアル CAN-FD: 最大 5Mbit/s の高速車載ネットワーク スループットを実現する、2つの CAN-FD コントローラ。
 - クワッド SPI (QSPI): 20MBps の高スループット データ ストレージとディスプレイ接続を実現する、1つの QSPI インターフェイス。
 - UNICOMM アーキテクチャ: 最大 8つの UART、5つの SPI、または 9つの I²C インスタンスをサポートする、フレキシブルで再構成可能なシリアル インターフェイス。
 - オーディオ インターフェイス: I²S および 16 TDM スロットにより最大 4つのシリアル オーディオ チャネルをサポートする、2つのシリアル オーディオ インターフェイス。
- シリコン セキュリティと体系的な安全性
 - ハードウェアの信頼ルート: セキュア ブートとセキュア ファームウェア インストール機能を搭載し、イミュータブル ルートオブトラスト (RoT) を実現する、モノのインターネット プラットフォームのセキュリティ評価規格 (SESIP) を使用してレベル 2 認証された、プラットフォーム セキュリティ アーキテクチャ (PSA)。
 - 暗号アクセラレータ: AES-256、SHA-256、ECDH、ECDSA、32ビットの真性乱数生成器 (TRNG) に対応する専用ハードウェア実行ユニット。
 - 故障管理: デュアル DMA エンジン (合計 16 チャネル)、CRC ハードウェア アクセラレータ (16ビットと 32ビット)、128ビット UID、ウィンドウ表示の独立したウォッチドッグ タイマ (WDT)。
- VBAT 絶縁型アイランド
 - 独立したウォッチドッグ、リアルタイム クロック (RTC)、外部および内部 LF 32kHz 発振器、32B バックアップ メモリ、改ざん検出 (3つの IO) を組み込んだ、絶縁型バッテリー バックアップ ドメインを特長としています。
- 物理的仕様
 - 温度グレード: 過酷な環境 (–40°C ~ 125°C) 向け AEC-Q100 グレード 1 認証済み。
 - 電源電圧: 1.71V ~ 3.63V の広い動作範囲。
 - パッケージ オプション: 48ピン VQFN (7mm × 7mm、0.5mm ピッチ)、64ピン LQFP (12mm × 12mm、0.5mm ピッチ)、80ピン LQFP (14mm × 14mm、0.5mm ピッチ)、100ピン LQFP (16mm × 16mm、0.5mm ピッチ)、100ピン LQFP (14mm × 14mm、0.4mm ピッチ)、100ピン nFBGA (9mm × 9mm、0.8mm ピッチ) で供給されます。

5 ヘッドライト アプリケーション

1. カスタマイズされた豊富なペリフェラル
 - 20x PWM チャネル: 複数の LED スtring、マトリクス、冷却ファン、ステッピング モーター (ライト ポジション) を駆動します。
 - 20x ADC チャネル: NTC 温度と電圧の高精度監視用の同時マルチチャネル サンプリングを実現します。
2. 密通信マトリクス
 - 4つの CAN-FD: ボディ コントロール モジュール (BCM) またはオフボード ネットワークとの高速バックボーン通信を可能にします。
 - 4つの SPI: プレミアム LED ドライバ (TPS92682 および TPS92520 など) の高速マルチチャネル制御に最適です。
 - 3つの UART および 2x I²C: ローカル DC/DC レギュレータや補助センサにシームレスに接続します。
3. 高性能および計算
 - FPU 搭載 160MHz Cortex®-M33: 複雑なマトリクスの LED/ADB ピクセルレベルのアルゴリズムに必要とされる演算能力をレイテンシなしで実現します。
4. 高度なセキュリティ機能とメモリ
 - Arm TrustZone とイミュータブル RoT: ファームウェアをハッキングから確保し、セキュア ブート パーティションとハードウェア分離パーティションを実現します。
 - ECC 搭載大容量メモリ: 誤り訂正コード (ECC) を搭載した最大 1MB のフラッシュおよび 256KB の SRAM により、過酷な車載 EMI によって生じるデータ破損を防止します。
5. シームレスな車載エコシステム
 - AUTOSAR サポート: 標準車載ソフトウェアの迅速な開発に役立つ MCAL ドライバを搭載しています。

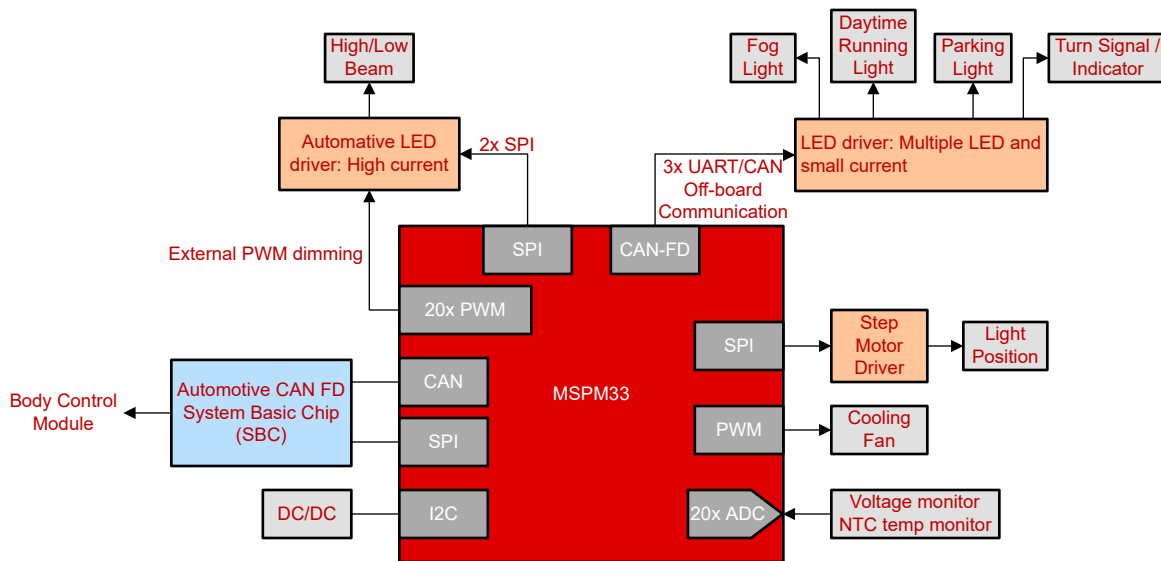


図 5-1. ヘッドライト アプリケーションのブロック図

6 ボディコントロール モジュール アプリケーション

1. 堅牢なドメイン ゲートウェイ (通信)

- **CAN-FD と LIN の統合:** (SBC 経由で) 高速バックボーン車両データと、特定の場所にある低コスト照明とミラーのネットワークを同時に管理します。
- **デュアル I2S インターフェイス:** 2 つのスピーカドライバを直接駆動して、ウェルカム チャイム、ブラインド スポットアラート、またはクリック サウンドを出力します。

2. 高速メモリ拡張 (計算とメモリ)

- **XSPI:** 高速外部フラッシュに接続して、複雑な動的照明画像アレイ (パドル ランプ) と高品質のオーディオ ファイルを保存します。

3. 包括的な入出力調整

- **MSDI 統合 (SPI 経由):** マルチスイッチ検出インターフェイスから、多数の物理スイッチ ステータス (ウィンドウ、ロックおよびロック解除、チャイルド ロック) を簡単に集約します。
- **モーター制御 (SPI または PWM 経由):** ウィンドウの開閉、ソフトクローズ、ドア ハンドルなど、重負荷の車体モーター用のスマート ゲートドライバ (DRV シリーズ) をシームレスに制御します。
- **アナログ監視 (ADC または I2C):** 周囲温度および位置センサからのマルチ チャネル入力を収集します。

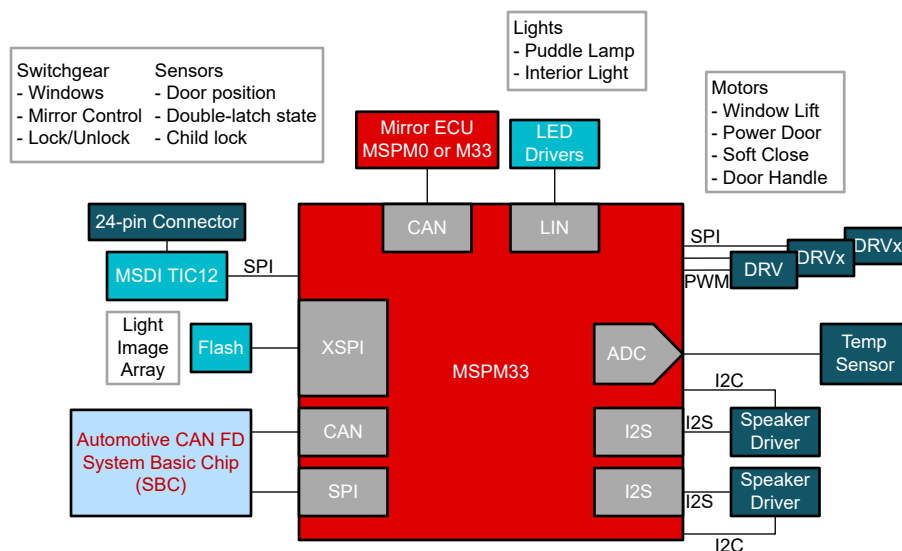


図 6-1. ボディコントロール モジュール アプリケーションのブロック図

7 リソース

プロジェクト開発を支援する mySecure 内の資料へのアクセス権については、営業チームにご依頼ください。

- テキサス インスツルメンツ、[MSPM33C321A-Q1](#)、製品ページ。
- テキサス インスツルメンツ、[LP-MSPM33C321A](#)、製品ページ。
- テキサス インスツルメンツ、『[機能安全](#)』、Web ページ。
- テキサス インスツルメンツ、『[MCAL アクセス リンク](#)』、MCAL (ご請求に応じて利用可能)。
- テキサス インスツルメンツ、『[EB ツール アクセス リンク](#)』、EB ツール (ご請求に応じて利用可能)。

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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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 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](https://www.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