

Application Note

TCA9539-Q1 から TCA9539A-Q1 へのシームレスなアップグレードパス、ドロップイン設計でさらなる機能を実現



Sakshi Markhedkar

概要

TCA9539A-Q1 は、TCA9539-Q1 および TCA9539QPWRQ1 の実績ある機能をベースとして開発された、次世代 16 ビット I²C 汎用パラレル入出力 (GPIO) エクスパンダです。

TCA9539A-Q1 は、より広い電源電圧範囲に対応し、注文可能な型番 TCA9539AQPWRQ1 および TCA9539BQPWRQ1 として提供されるデュアル アドレス バリエーションを備えています。これにより、単一の I²C バス上で最大 8 つのデバイスを接続できるため、ゾーン型および高密度アーキテクチャでのスケーラブルな GPIO 拡張が容易になります。TCA9539AQPWRQ1 は、TCA9539-Q1 および TCA9539QPWRQ1 とピン互換およびソフトウェア互換となるように設計されているため、既存の車載設計において容易に置き換えできると同時に、堅牢性を強化できます。

目次

1 TCA9539A-Q1 I ² C GPIO エクスパンダの概要	2
2 主な仕様の比較: TCA9539A-Q1 と TCA9539-Q1 の比較	3
2.1 I ² C アドレッシング方式と互換性	4
2.2 マルチデバイスおよびゾーン型アーキテクチャ	5
3 I ² C GPIO エクスパンダで割り込みを使用する理由	6
4 TCA9539A-Q1 を使用したアプリケーション例	6
4.1 ゾーンコントローラ	6
4.2 インフォテインメントおよび ADAS ペリフェラルの制御	7
4.3 車載用ボディコントロール モジュール (BCM)	8
4.4 オーディオとペリフェラルの監視	9
5 まとめ	10
6 参考資料	11

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 TCA9539A-Q1 I²C GPIO エクスパンダの概要

GPIO エクスパンダは、一般的に車載システムで使用されており、利用可能な入出力 (I/O) を増加させるとともに、マイコンのピン数と配線の複雑さを最小限に抑えます。TCA9539-Q1 デバイスは、ボディ エレクトロニクスおよび制御モジュールにおいて広く採用されています。注文可能な型番 TCA9539AQPWRQ1 は、以下のような車載アプリケーション向けのドロップイン アップグレードとして、この製品ラインアップを拡張します。

- 車体制御モジュール
- ドア、ミラー、シートの制御モジュール
- 車載用照明および LED 制御
- スイッチおよびセンサ入力モニタリング
- ゾーンコントローラ

TCA9539A-Q1 は、1.65V ~ 5.5V に対応した I²C バス用に 16 ビットの GPIO 拡張機能を提供します。主な仕様と特長は以下です。

- AEC-Q100 認定
- 400kHz の I²C 高速モード
- 入力ポートの状態が変化するときアサートされる割り込み ($\overline{\text{INT}}$ ピン)
- 極性反転
- ハードウェアの $\overline{\text{RESET}}$ ピン
- 2 種類の I²C アドレス方式: TCA9539AQPWRQ1 と TCA9539BQPWRQ1 のそれぞれが 4 つのアドレスを使用可能にし、I²C バス上で合計 8 つの固有アドレスを実現します。

2 主な仕様の比較:TCA9539A-Q1 と TCA9539-Q1 の比較

TCA9539AQPWRQ1 は TCA9539-Q1 および TCA9539QPWRQ1 とピン互換となるように設計されているため、『[TCA9539A-Q1 を使用したアプリケーション例](#)』で示すアプリケーションにおいて、回路図、レイアウト、ファームウェアを変更することなく、既存の設計にそのまま置き換えることができます。

表 2-1 に、TCA9539-Q1 から TCA9539A-Q1 への移行に関連する主な仕様を示します。

表 2-1. 比較表:TCA9539-Q1、TCA9539A-Q1

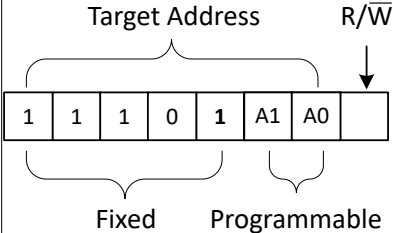
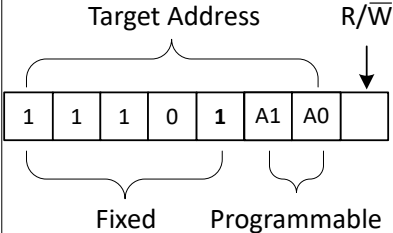
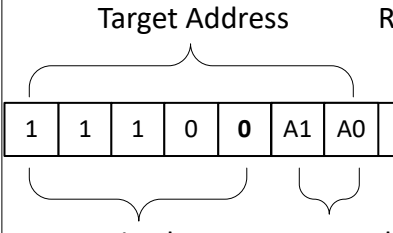
パラメータ	TCA9539-Q1	TCA9539A-Q1
電源電圧範囲	1.65V ~ 3.6V	1.65V ~ 5.5V
GPIO 点数	16	16
I ² C データレート	最大 400kHz (高速モード)	最大 400kHz (高速モード)
動作温度	-40°C ~ 125°C	-40°C ~ 125°C
最大接合部温度 (TJ)	135°C	140°C
5V 許容 I/O	あり	あり
VOL / IOL VOH / IOH	8mA で 0.5V、10mA で 0.7V -8mA で 3.3V、-10mA で 3.2V	8mA で 0.5V、10mA で 0.7V -8mA で 4.7V、-10mA で 4.5V
リセットピン	あり	あり
割り込み出力	あり	あり
I ² C アドレス数	4 (TCA9539QPWRQ1)	8 • 4 (TCA9539AQPWRQ1)、 • 4 (TCA9539BQPWRQ1)
静電気放電 (HBM)	±2kV	±2kV
ESD (CDM)	±1kV	±1kV
パッケージ	TSSOP-24	TSSOP-24

2.1 I²C アドレッシング方式と互換性

TCA9539AQPWRQ1 は、TCA9539-Q1 (注文可能な型番 TCA9539QPWRQ1) と同じ I²C アドレッシング方式を使用しており、既存のデバイスの置き換え時にはバスレベルでの完全な互換性が確認されています。どちらのデバイスも、プログラマブルな I²C ターゲットアドレスを、外部アドレスピンを介してサポートしています。TCA9539AQPWRQ1 では、TCA9539QPWRQ1 と同様に、A0 および A1 のハードウェアで選択可能なアドレスピンを使用して、I²C バス上で最大 4 つの固有アドレスを選択できます。

アドレスピンの定義とエンコーディングは変更されないため、TCA9539-Q1 から TCA9539A-Q1 に移行するときは、アドレスピンの既存のプルアップまたはプルダウン構成を変更せずに再利用できます。

表 2-2. I²C アドレス方式: TCA9539-Q1 (TCA9539QPWRQ1) と TCA9539A-Q1 (TCA9539AQPWRQ1 および TCA9539BQPWRQ1) との比較

パラメータ	TCA9539-Q1			TCA9539A-Q1					
	注文可能な型番 TCA9539QPWRQ1			注文可能な型番 TCA9539AQPWRQ1			注文可能な型番 TCA9539BQPWRQ1		
I ² C ターゲットアドレス方式									
I ² C ターゲットアドレス	A1	A0	アドレス	A1	A0	アドレス	A1	A0	アドレス
	L	L	116 (10 進) 74 (16 進)	L	L	116 (10 進) 74 (16 進)	L	L	112 (10 進) 70 (16 進)
	L	H	117 (10 進) 75 (16 進)	L	H	117 (10 進) 75 (16 進)	L	H	113 (10 進) 71 (16 進)
	H	L	118 (10 進) 76 (16 進)	H	L	118 (10 進) 76 (16 進)	H	L	114 (10 進) 72 (16 進)
	H	H	119 (10 進) 77 (16 進)	H	H	119 (10 進) 77 (16 進)	H	H	115 (10 進) 73 (16 進)
I ² C アドレス数	4 つのアドレス			4 つのアドレス			4 つのアドレス		
	8 つのアドレス								

2.2 マルチデバイスおよびゾーンル アーキテクチャ

ボディ エレクトロニクスやゾーンコントローラ アーキテクチャなど、共有バスで複数の TCA9539-Q1 GPIO エクスパンダを使用する車載システムにおいて、同一の I²C アドレッシング方式を維持することは特に重要です。

TCA9539AQPWRQ1 は、I²C アドレス マップやソフトウェア構成を変更することなく、こうしたシステムに導入できます。

固有の I²C アドレスをより多く必要とするアプリケーション向けに、本デバイスには注文可能な関連デバイス バリエーション (型番 TCA9539BQPWRQ1) もあります。拡張アドレス機能を備えているため、表 2-2 に示すように、追加で 4 つの固有 I²C アドレスを使用できます。これにより、図 2-1 に示すように、TCA9539AQPWRQ1 と TCA9539BQPWRQ1 の両方を使用する場合は、同じ I²C バス上で最大 8 つの固有デバイスを接続できます。

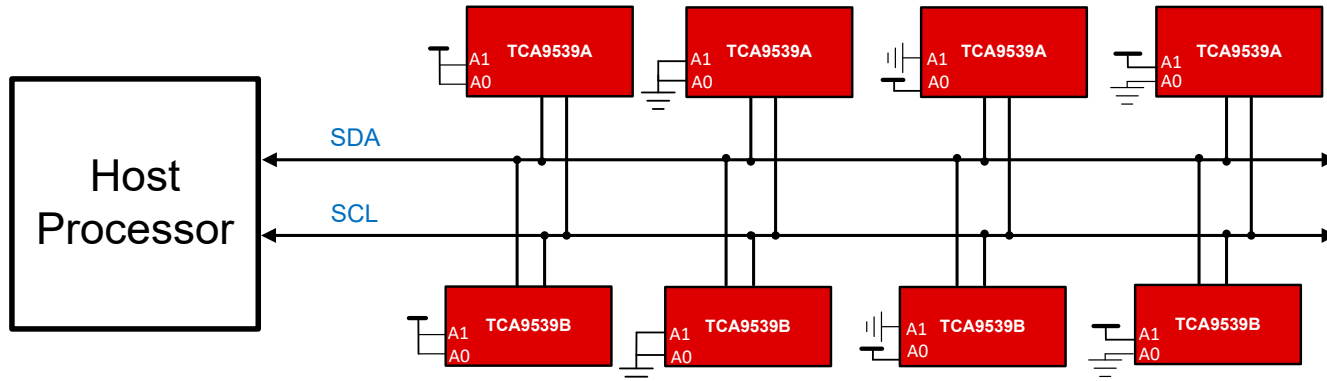


図 2-1. マルチデバイスおよびゾーン アーキテクチャ向けに、TCA9539A 4 個と TCA9539B 4 個を使用

TCA9539AQPWRQ1 はドロップイン置換として設計されていますが、TI では、デバイスを移行するときに、電源電圧、GPIO 負荷、パワーアップ動作、熱マージンなどのシステムレベル要件を検証することを推奨しています。

3 I²C GPIO エクスパンダで割り込みを使用する理由

TCA9539A-Q1 のオープンドレイン割り込み出力は、いずれかの入力状態が、対応する入力ポートレジスタの状態と異なる場合にアサートされます。この割り込みは、入力状態が変化したことをホスト マイコンまたは SoC に通知するために使用され、読み取り動作を開始するようにコントローラを促します。これにより、ホスト マイコンまたは SoC は、GPIO ステータスレジスタを連続的にポーリングするのではなく、イベント駆動型的方式で動作できます。

この割り込み駆動動作により、I²C バスのトラフィックが削減され、ソフトウェアのオーバーヘッドが低減し、車載設計におけるシステム応答時間を改善できます。

4 TCA9539A-Q1 を使用したアプリケーション例

4.1 ゾーンコントローラ

ゾーンアーキテクチャでは、複数の車両機能を集中型コントローラに統合するため、フレキシブルでスケーラブルな GPIO リソースへの需要が高まります。TCA9539A-Q1 を使うと、ゾーンコントローラの近くで GPIO を拡張でき、配線の複雑さを最小限に抑えることができます。

図 4-1 に示すように、最大 8 つの TCA9539A-Q1 デバイスが、設定可能なアドレッシング機能を使用して同じ I²C バスを共有できるため、設計者はシステム要件の変化に応じて GPIO 数をスケーリングできます。割り込み信号は、イベント駆動型アーキテクチャをサポートし、ソフトウェアのオーバーヘッドを低減します。

このデバイスは、TI の SoC (TIDA-00296:『車載用ボディコントロール モジュールドライバのリファレンス デザイン』、『ゾーンアーキテクチャおよび MCU I/O 拡張』) や、ゾーンコントロール モジュール向けの他の主要ベンダー製 SoC (リファレンス デザイン) と容易に統合できます。

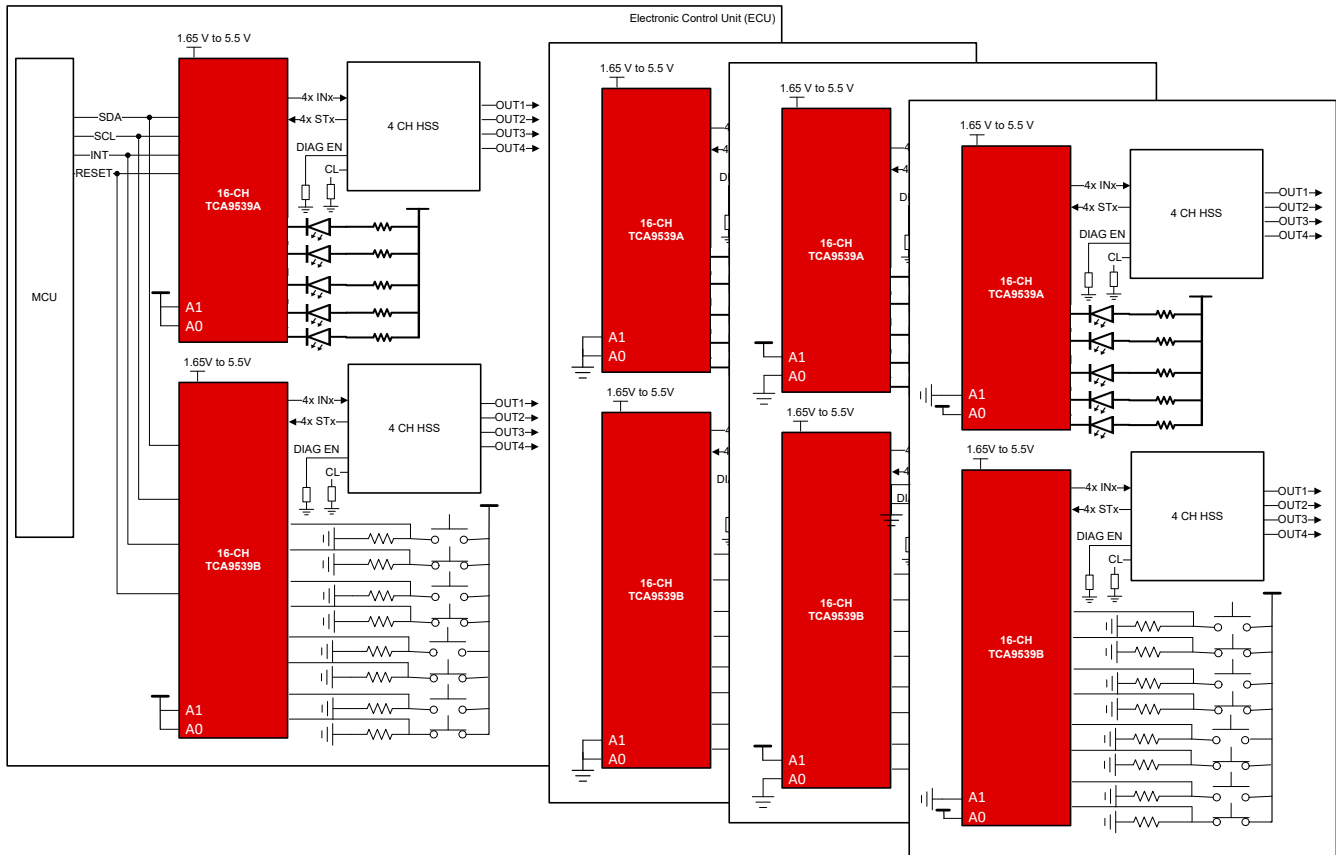


図 4-1. ゾーンコントローラ用の TCA9539A および TCA9539B を使用した GPIO 拡張のブロック図

4.2 インフォテインメントおよび ADAS ペリフェラルの制御

最新のインフォテインメント ヘッド ユニット、デジタル コックピット プラットフォーム、ADAS システムは、ディスプレイ、シリアライザ / デシリアライザ、イメージ センサ、低速の制御およびステータス監視を必要とするその他のペリフェラルを統合しています。GPIO エクスパンダは、イネーブル、リセット、モード選択などの信号をメインの SoC からオフロードし、こうした統合を簡素化します。

TCA9539A-Q1 は通常、I²C 経由でインフォテインメントまたは ADAS の SoC に接続され、図 4-2 に示すように、ペリフェラルのイネーブル ピン制御や、故障信号またはステータス信号の監視に使用されます。電源電圧範囲が広い (1.65V ~ 5.5V) ため、車載プラットフォームで一般的に見受けられる混在電圧アーキテクチャに対応します。割り込み機能により、ペリフェラルの状態変化を迅速に検出でき、リセットピンによって確実なシステム起動が可能になります。

本デバイスは、TI の SoC (TIDEP-01008 リファレンス デザイン、『TPS1HC100-Q1 による車載ダッシュボード負荷の効率的な駆動』) やインフォテインメントおよび ADAS 用の他の主要ベンダー製 SoC (およびリファレンス デザイン) と容易に統合でき、マルチ電圧システムの必要に応じて I²C レベルトランスレータやバッファと組み合わせることができます。

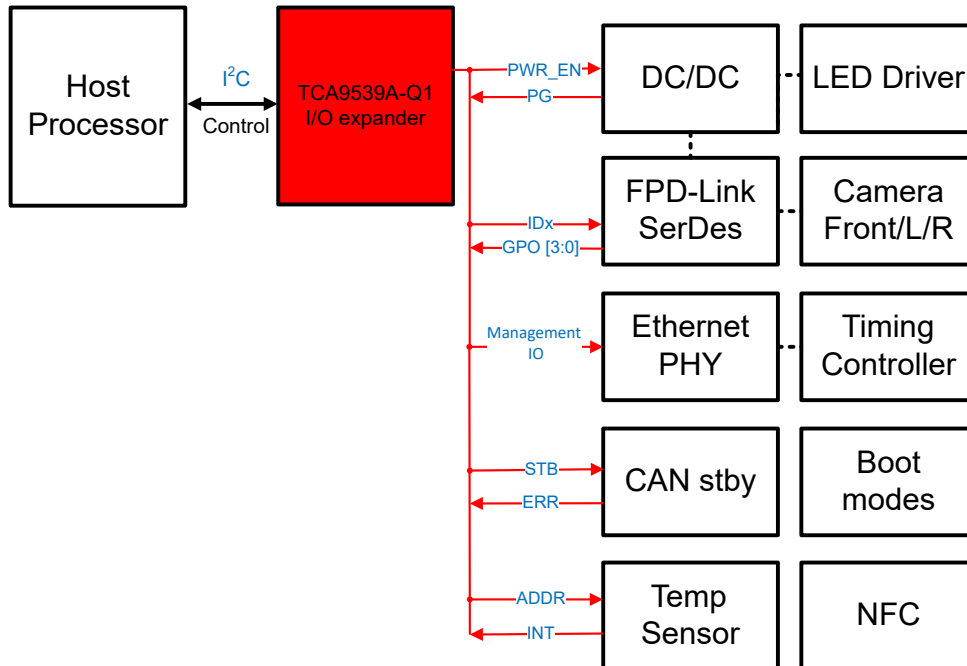


図 4-2. インフォテインメントおよび運転支援向け I²C GPIO エクスパンダのブロック図

4.3 車載用ボディコントロール モジュール (BCM)

車載用ボディコントロール モジュールでは、照明制御、スイッチ監視、アクチュエータのイネーブル信号といった機能の増加により、GPIO の利用可能数が制限されることが多いです。TCA9539A-Q1 は、I²C バス経由でスケーラブルな GPIO 拡張機能を提供しており、設計者は柔軟性を維持しつつ、マイコンのピン数を削減することができます。

このアプリケーションでは、[図 4-3](#) に示すように、TCA9539A-Q1 は I²C インターフェイス経由でメイン ボディ MCU に接続されています。入力ピンはスイッチの状態監視に使用され、出力ピンは LED やリレーの制御に使用されます。出力ピンとして構成されたデバイスポートは、最大 10mA のソース電流および 8mA のシンク電流に対応しています。入力状態が変化すると、割り込み出力がマイコンに信号を送信し、連続的なポーリングの必要性を低減します。

本デバイスは、TI の SoC (TIDA-00296: [車載用ボディコントロール モジュールドライバのリファレンス デザイン](#)) および他の主要ベンダーのボディコントロール モジュール向け製品とも容易に統合できます。

設計上の主な検討事項には、適切な割り込み構成、パワーアップ時のリセット動作、GPIO 負荷の検証が含まれます。TCA9539AQPWRQ1 はピン互換性があるため、TCA9539-Q1 を使用する既存の BCM 設計にそのまま置き換えることが可能です。また、電源電圧範囲が広いいため、混在電圧アーキテクチャに対応できます。

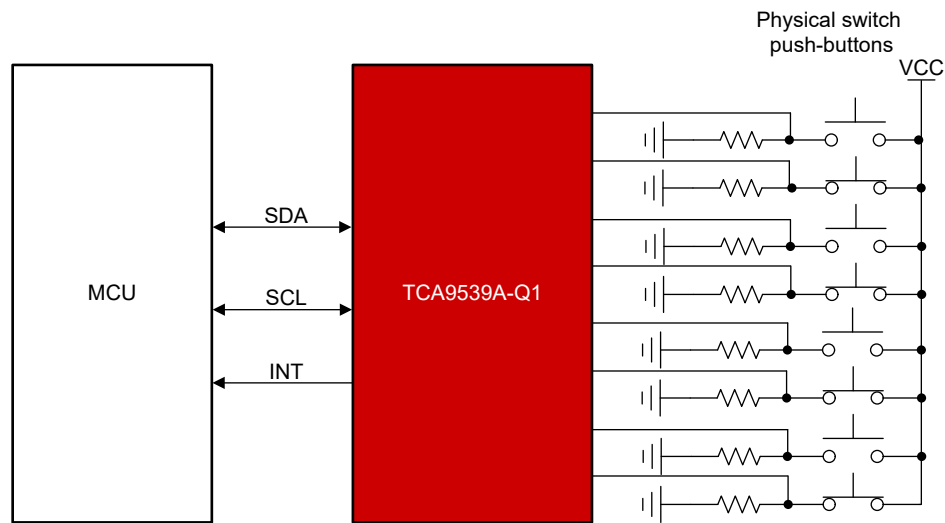


図 4-3. 車載用ボディコントロール モジュール向け I²C GPIO エクスパンダのブロック図

4.4 オーディオとペリフェラルの監視

車載オーディオシステムでは、コーデック、アンプ、DSP などのデバイス有効化、故障監視、モード制御に GPIO が必要です。TCA9539A-Q1 は、図 4-4 に示すように、低速の制御および監視信号を処理することで、I²S や TDM などの高速オーディオ データ インターフェイスを補完します。I²C ベースの GPIO エクスパンダを使用することで、制御機能を時間制約の厳しいオーディオ データ パスから分離しつつ、システム統合を簡素化できます。

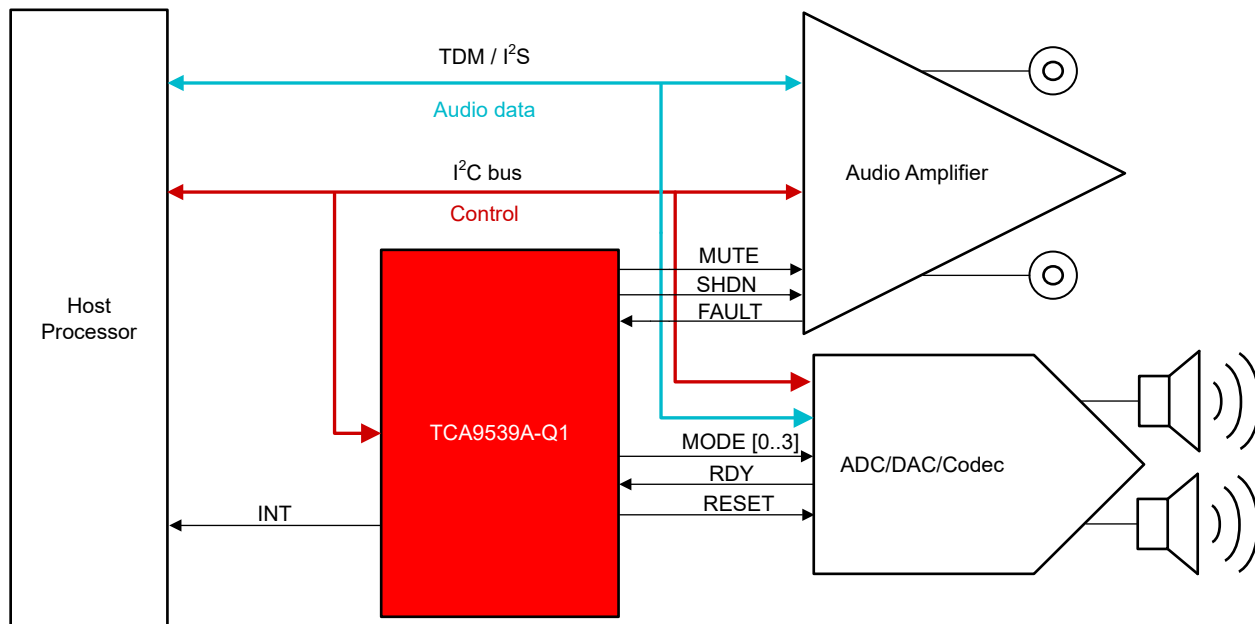


図 4-4. 車載オーディオおよびペリフェラル監視向け I²C GPIO エクスパンダのブロック図

5 まとめ

TCA9539AQPWRQ1 は、**TCA9539-Q1/TCA9539QPWRQ1** 車載設計向けに、シームレスなドロップイン アップグレードを提供しており、完全なピン互換性とソフトウェア互換性を備えつつ、システムの柔軟性や堅牢性を向上させています。設計者は、回路図、レイアウト、ファームウェアを変更することなく移行できると同時に、**1.65V ~ 5.5V** の広い電源電圧範囲、より多くの I²C アドレス、より高い熱マージンといった利点をすぐに得ることができます。

高速モード I²C のサポート、内蔵された割り込み信号およびハードウェアリセット機能により、本デバイスは効率的なイベント駆動型動作を実現し、マイコンのオーバーヘッドやバストラフィックを低減します。デュアル アドレス バリエーション (**TCA9539AQPWRQ1** および **TCA9539BQPWRQ1**) により、単一のバス上で最大 **8** つのデバイスを使用できるため、ゾーンおよび高密度アーキテクチャにおけるスケーラブルな **GPIO** 拡張が容易になります。

TCA9539A-Q1 は、ゾーンおよびボディドメイン コントローラ、インフォテインメント、**ADAS**、周辺装置の監視に適しており、マイコンのピン数を削減し、配線の複雑さを最小限に抑えます。

より少ないピン数が求められる場合に向けて、**TCA9536-Q1** はコンパクト (**1.08mm²**) **4** ビット、コスト最適化された代替品として提供されます。一方で **TCAL9539-Q1** は、同じ **16** ビット I/O アーキテクチャを拡張し、**QFN** パッケージにおいて高度な診断機能と機能安全特性を備えています。

6 参考資料

1. テキサス インスツルメンツ、『[車載用、低電圧、16 ビット I2C バス、SMBus I/O エクスパンダ](#)』データシート。
2. テキサス インスツルメンツ、『[TCA9539-Q1 低電圧、16 ビット I2C / SMBus、低消費電力 I/O エクスパンダ](#)』データシート。
3. テキサス インスツルメンツ、『[車載用ボディコントロール モジュールドライバのリファレンス デザイン](#)』リファレンス デザイン。
4. テキサス インスツルメンツ、『[ゾーン アーキテクチャおよび MCU I/O 拡張](#)』アプリケーション ブリーフ
5. テキサス インスツルメンツ、『[Jacinto™ ADAS プロセッサ向けマルチセンサ プラットフォームのリファレンス デザイン](#)』リファレンス デザイン。
6. テキサス インスツルメンツ、『[車載ダッシュボード負荷の効率的な駆動](#)』、アプリケーション ノート。
7. テキサス インスツルメンツ、『[I2C バスの理解](#)』、アプリケーション ノート。

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