参考資料

Application Brief

ビル オートメーション用オーディオ アンプとピエゾ サウンダ：特長、利点、セレクション ガイド



概要

テキサス インスツルメンツ (TI) のオーディオ アンプを活用して、ビル オートメーション アプリケーション向けの信頼性が高く高性能なオーディオ システムを設計します。ビル オートメーション システムは、ビル セキュリティ システム、防火システム、HVAC (エアコン) という 3 つの主なアプリケーション分野にまたがるオーディオに依存しています。これらの分野は、ビデオ ドアベル、IP カメラ、電子ロック、セキュリティ ゲートウェイ、火災警報探知器、煙探知器、スマート サーモスタットに最適です。TI の Class-D/スマート オーディオ アンプ製品ラインアップは、常時オンでスペース制約が厳しいビル オートメーションの設計に必要な電力効率、小型の統合、高度な保護機能を提供します。この資料は、さまざまなビル オートメーション製品向けの主な機能と推奨デバイスを紹介しています。

TI の Class-D アンプにより、設計者は次のことを実現できます。

- システム効率の向上と消費電力の低減 (Y ブリッジ、Class-H)
- 基板面積と熱フットプリントを最小化 (IV センシング、内蔵 DSP)
- 先進のスピーカ保護機能 (電源トラッキング リミッタ、IV センシング) を通じて、SPL の向上とオーディオ性能の改善を実現

以下のセクションでは、電力の節約とオーディオ性能向上のためにビル オートメーション設計で採用されている TI のアンプ テクノロジについて説明します。Y ブリッジ、Class-H、電源トラッキング リミッタ、I/V センシング、内蔵 DSP です。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

Y ブリッジ アーキテクチャ

動作時間がユーザー エクスペリエンスに直接影響を与える、バッテリ駆動のビル オートメーション デバイス向けに、電力損失を最小限に抑え、バッテリ寿命を延長する Y ブリッジ アーキテクチャを TI は開発しました。高出力のビル オートメーション用途において、従来のオーディオ アンプ アーキテクチャでは、出力段のスイッチングと増幅のために単一の高電圧電源レール (PVDD) と、I/O および LDO 用の低電圧レールを使用しています。ただし、アイドル期間 (オーディオ信号が存在しない場合) は、アンプのスイッチングを継続するため、電力効率が低下します。スイッチングは高電圧レールのみで行われるため、電圧ヘッドルームが過剰になると、アイドル効率が 20% を下回る結果になります。この制限を克服するため、テキサス インスツルメンツは Y ブリッジ パワー アーキテクチャを導入しました。図 1 に示すように、このインテリジェントな設計により、出力電力の需要に基づいて、アンプは 2 つの電源レール間でシームレスに切り替えられます。Y ブリッジ アーキテクチャは、電源電圧をリアルタイムで最適化することにより、アイドル時の消費電力を最大 90% 削減します。またオーディオ性能を犠牲にすることなく、低出力レベルでの効率を 15% ～ 20% 向上させます。詳細については、TI の「TAS278x Class-D アンプの Y ブリッジで効率の向上に寄与」アプリケーション ノートも参照してください。

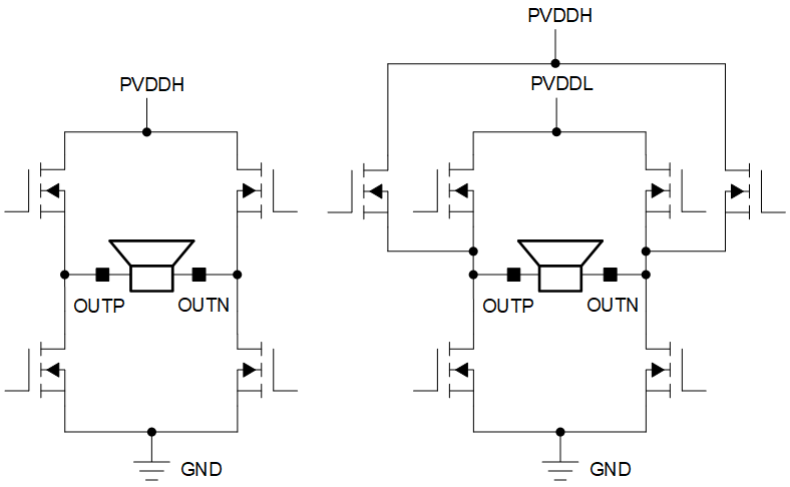


図 1. 従来の Class-D アンプと簡略化した Y ブリッジ アーキテクチャの比較

Class-H アーキテクチャ

Class-H は、オーディオ信号エンベロープに追従するように電源電圧 (PVDD) を動的に調整する方法で、出力段内のスイッチング損失を大幅に低減し、全体の効率を向上させます。信号が小さい場合、PVDD は low に保持され、電力損失が最小限に抑えられます。信号が大きい場合は、PVDD が上昇し、歪みのないオーディオ再生に必要なヘッドルームが確保されます。電源と瞬時信号レベルとの電圧差を常に最小化することで、Class-H は固定レール アーキテクチャではできない効率向上を捕捉します。Class-H 制御がオーディオ信号に基づいて電源電圧 (PVDD) を動的に調整する仕組みを、図 2 および 図 3 に示します。

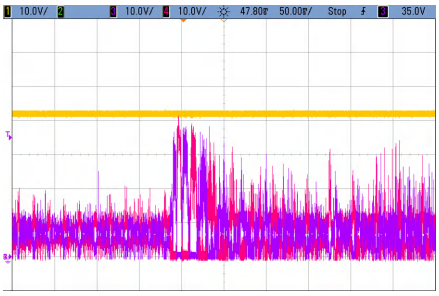


図 2. Class-H が動作していない場合のオーディオ出力と昇圧電圧

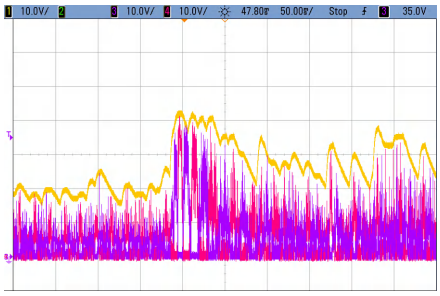


図 3. Class-H が動作している場合のオーディオ出力と昇圧電圧

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

電源トラッキング リミッタ

インターコムのような音声駆動型のビル オートメーション アプリケーションでは、音声の理解が困難になり、ユーザー環境が低下します。そのような歪みが非常に大きな原因で、音声の忠実度が低下します。電源トラッキング リミッタは、PVDD 電源電圧 ADC を使用して PVDD を追跡し、ユーザーの入力に基づいてゲインを動的に調整することで、歪みを防止します。この機能は、次のシナリオで非常に有用です。

1. ユーザーは、現在の PVDD 電源がサポートできる量よりも上にボリュームを設定します。介入なしに、アンプは信号のピークをクリップし、可聴歪みを発生させます。電源トラッキング リミッタはミスマッチを検出し、ゲインを自動的に低下させて音質を維持します。
2. バッテリの放電により PVDD 電圧が降下している一方で、入力信号の振幅は変わらない場合。電源トラッキング リミッタは ADC 経由で PVDD を継続的に監視し、電圧降下に比例してゲインを調整するため、電源がサポートできるヘッドルーム内に出力を維持し、バッテリ放電サイクル中もクリーンなオーディオを維持します。

電源トラッキング リミッタの詳細については、TAS2573 のデータ シートを参照してください。

I/V センシング

ビル オートメーション アプリケーションでは、ラウドネスとオーディオ品質が重要な役割を果たします。ノイズの多い環境で明確な音声を聞くことが必要なインターコムから、明瞭な緊急アナウンスを実施する PA (パワーアンプ) システムまで、この機能は重要です。この場合、TI のスマート アンプ技術は、スピーカを安全な方法で駆動し、従来は安全なオーディオ設計を規定していた控えめな電力コンデンサを使用せずに、スピーカ寿命を延長し、より大きな出力ラウドネス、より深い低音強調、より長いスピーカ寿命を実現します。高精度 ADC をアンプに直接内蔵し、スピーカの両端の電圧 (V) とスピーカを流れる電流 (I) を連続的に測定することにより、システムはリアルタイムの電気インピーダンスを計算します。その結果、ボイス コイルの温度やコーンの変位に応じて動的に変化するので、スピーカを常に安全に動作させる閉ループ保護アルゴリズムを実現できます。

図 4 では、スマート アンプが、スピーカを損傷させることなくその機械的および熱的限界に近い状態で駆動することで、従来のアンプと比較して低音域で 2.5 倍、高音域で 1.5 倍の SPL を実現する仕組みを紹介しています。TI のスピーカ保護機能とそのメリットについて詳しくご覧ください。

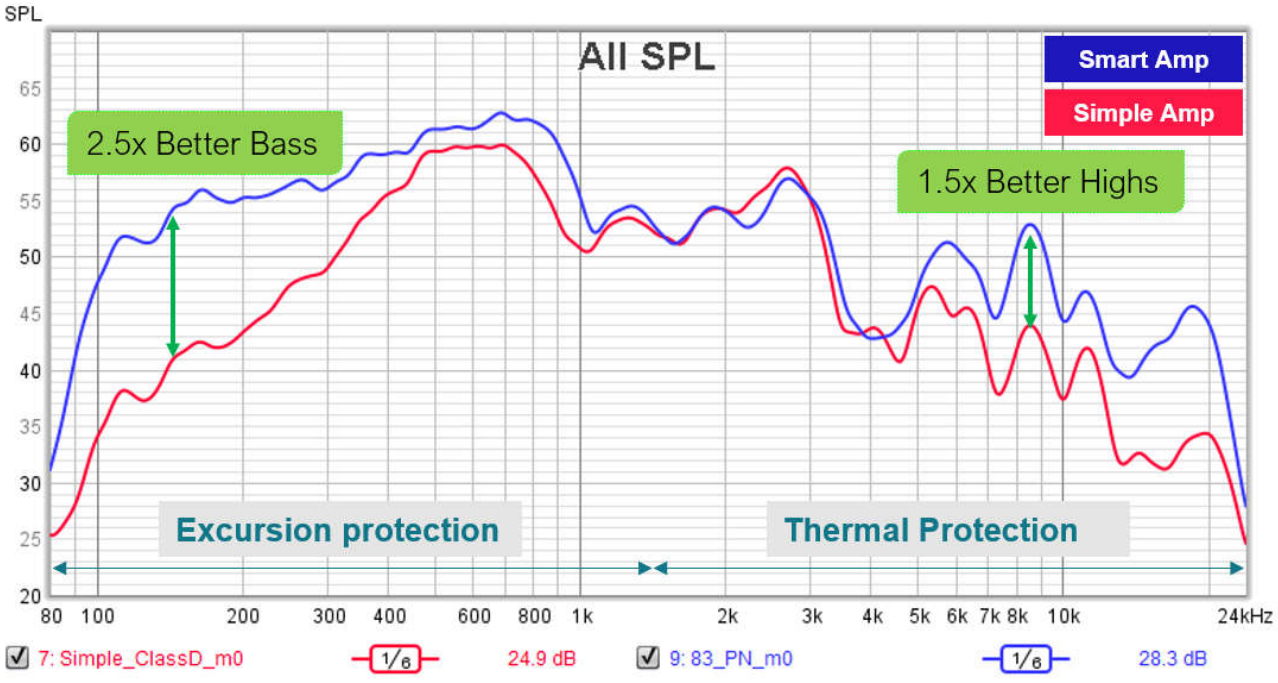


図 4. シンプル アンプとスマート アンプの比較

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

DSP 内蔵

AI アルゴリズムがホスト SoC の使用可能な MIPS (毎秒数百万命令) とメモリのシェアを消費するにつれて、オーディオ処理をアンプの内蔵 DSP にオフロードする方法で、重要なホスト リソースを解放できます。ビル オートメーション デバイスでは、統合型 DSP が低コスト スピーカで高音質を実現します。TI は、3 つのカテゴリにわたってソリューションを提供しています。保護とラウドネスによるスピーカの物理的な限界まで安全にプッシュすること、周波数応答と音声の明瞭さを最適化するためのオーディオ チューニング、バッテリ寿命を延長するための省電力です。

表 1. 統合型 DSP の機能と利点

ドメイン	保護 + ラウドネス	オーディオ機能の強化	節電
特長	• IV センシング • 過熱保護 • エクスカーション保護機能	• イコライザ (EQ) • ダイナミック レンジ コンプレッサ (DRC) • ダイナミック イコライザ (DEQ) • ラトル サプレッサ	• アドバンスト バッテリ ガード (ABG) • 音楽用効率モード • ノイズ ゲート
利点	スピーカを物理的な制限まで安全に駆動することで、熱による損傷、機械的故障、信号の歪みをリスクせずに、最大 8dB ～ 10dB 高い認識ラウドネスを実現できます。	コスト最適化されたスピーカで最高の音質を実現し、クリアな音声プロンプト、拡張された低音、バランスのとれた周波数応答をコンパクトな筐体から提供します。	アイドル時と低信号時の消費電力を低減すると同時に、バッテリの放電時にブラウンアウトやクリッピング イベントを防止するため、バッテリ寿命を直接延長し、ワイヤフリーのビル オートメーション デバイスで音質を維持できます。

ピエゾ サウンダ

シンプルなアラート トーンの場合、ダイナミック スピーカでは利点なしにコストと基板面積が増加します。火災警報、セキュリティ ビープ音、HVAC エラーなどです。必要なのは、大音量または中音量で 1 つまたは 2 つの固定周波数のみです。圧電サウンダは、AC 電圧で駆動されるセラミック素子を使用して、ボイス コイルを完全に排除します。特定の周波数で機械的に単純で、信頼性が高く、音量が大きくなります。

TDZ8907 は、内蔵の昇圧コンバータを使用してピエゾ素子全体で PWM 信号を差動形式で駆動します。このコンバータは、最小 2.0V の電源電圧から 11.5V または 15.5V を生成し、外部昇圧部品なしで、最大 31Vpp の出力と 1nA 未満のシャットダウン電流を供給します。

ビル セキュリティ システム

ビデオ ドアベル、IP カメラ、セキュリティ ゲートウェイ、電子ロックは、バッテリまたは PoE の電力で継続的に動作し、信頼性と効率性の高いオーディオを必要とします。双方向通信、high-SPL アラート トーン、および常時オン スタンバイは、それぞれ同じ電力制約のある電源からプルされます。TI のアンプ製品ラインアップは、スペースに制約のある筐体に適した、さまざまなパッケージ サイズで昇圧出力と超低シャットダウン電流を提供し、この課題に対応しています。

重要な留意点:

- バッテリ動作デバイスと PoE 駆動デバイスに適した、スタンバイ電流とシャットダウン電流が非常に小さい
- 外部昇圧コンバータなしで、PoE やバッテリ電源からの昇圧出力
- PDM マイク入力とエコー リファレンス出力内蔵、双方向オーディオ
- スペースに制約のある筐体に適したコンパクトな統合

アプリケーション:ビデオ ドアベル、IP ネットワーク カメラ、ワイヤレス セキュリティ カメラ、ビル セキュリティ ゲートウェイ、侵入 HMI パネル、電子スマート ロック、ビル セキュリティ警報器。

表 2. ビル セキュリティ システム向けオーディオ デバイスに関する推奨事項

仕様	TPA2011D1	TAS2020	TAS2563	TAS2573	TAS2320	TAS2780	TDZ8907
PVDD	2.5～5.5V	2.5～5.5V	2.7～5.5V	2.0～5.5V	2.5～5.5V	3-24V	2.1～5.5V
昇圧電圧	該当なし	該当なし	11.5V	15V	該当なし	該当なし	12.5V/15.5V
出力電力	3.2W	3.2W	6.1W	8.8W	19W	25W	31Vpp

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 2. ビル セキュリティ システム向けオーディオ デバイスに関する推奨事項 (続き)

仕様	TPA2011D1	TAS2020	TAS2563	TAS2573	TAS2320	TAS2780	TDZ8907
入力	アナログ	デジタル	デジタル	デジタル	デジタル	デジタル	PWM
Y ブリッジ		✓		✓	✓	✓	
Class-H			✓	✓	✓		
電源トラッキング リミッタ		✓	✓	✓	✓	✓	
IV センシング			✓	✓		✓	
DSP 内蔵			✓	✓			
PDM マイク入力			✓				
パッケージ	9 - DSBGA	26 - QFN	42 — DSBGA 32 — QFN	48 - WCSP	26 - QFN	30 — HR QFN	10 — WQFN
パッケージ サイズ	1.60mm × 1.21mm	4mm × 3.5mm	2.5mm × 3mm 4.5mm × 4mm	3.15mm × 2.26mm	4mm × 3.5mm	4mm × 3.5mm	2mm × 2mm
アプリケーション	ビデオ ドアベル、ワイヤレス セキュリティ カメラ	侵入 HMI パネル、電子スマート ロック	ビデオ ドアベル、 IP ネットワーク カメラ	ビデオ ドアベル、ワイヤレス セキュリティ カメラ	IP ネットワーク カメラ、ビル セキュリティ ゲートウェイ	ビル セキュリティ サウンダ、ビル セキュリティ ゲートウェイ	電子スマート ロック、ビル セキュリティ警報器

防火システム

煙探知器、熱探知器、アラーム警報探知器は、多くの場合は単一の 1 次電池を使用して数年間のアイドル状態を維持した後、オン デマンドで高 SPL アラートを送信する必要があります。バッテリを消耗させることなく規制の SPL 閾値を満たすには、低供給電圧からの出力増幅と、サブマイクロアンペア級のシャットダウン電流を兼ね備えたアンプ製品群が必要です。TI の Class-D アンプとピエゾ ドライバは、このトレードオフを正確に実現できる設計を採用しています。

重要な留意点:

- 1 次バッテリ駆動デバイスで、動作、スタンバイ、シャットダウン時の超低電流
- 防火安全規制要件に対応する高い SPL 出力
- 外部昇圧コンバータなしで、低バッテリ電圧からの昇圧出力
- コスト削減と規制認証のシンプル化に貢献する、外付け BOM (部品表) 最小限

アプリケーション:防火警報器、煙探知器と熱探知器、ガス検知器、デジタル アラーム コミュニケータ。

表 3. 防火システム向けオーディオ デバイス推奨事項

仕様	TPA2006D1	TPA2011D1	TPA2038D1	TAS2120	TAS2563	TAS2573	TDZ8907
PVDD	2.5～5.5V	2.5～5.5V	2.5～5.5V	2.5～5.5V	2.7～5.5V	2.0～5.5V	2.1～5.5V
昇圧電圧	該当なし	該当なし	該当なし	14.75V	11.5V	15V	12.5V/15.5V
出力電力	1.45W	3.2W	3.2W	8.2W	6.1W	8.8W	31Vpp
入力	アナログ	アナログ	アナログ	デジタル	デジタル	デジタル	PWM
Y ブリッジ				✓		✓	
Class-H				✓	✓	✓	
電源トラッキング リミッタ				✓	✓	✓	
IV センシング					✓	✓	
DSP 内蔵					✓	✓	
パッケージ	8 - VSON	9 - DSBGA	9 - WCSP	26 — QFN	42 — DSBGA 32 — QFN	48 - WCSP	10 — WQFN
パッケージ サイズ	3mm × 3mm	1.60mm × 1.21mm	1.21mm × 1.16mm	4mm × 3.5mm	2.5mm × 3mm 4.5mm × 4mm	3.15mm × 2.26mm	2mm × 2mm

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

表 3. 防火システム向けオーディオ デバイス推奨事項 (続き)

仕様	TPA2006D1	TPA2011D1	TPA2038D1	TAS2120	TAS2563	TAS2573	TDZ8907
アプリケーション	火災警報器、煙探知器と熱探知器	ガス検出器、煙探知器、熱探知器	火災警報器、煙探知器と熱探知器	火災警報器、煙探知器と熱探知器	防火安全警報器、デジタル アラーム コミュニケータ	防火安全警報器、デジタル アラーム コミュニケータ	火災警報器、煙探知器と熱探知器

HVAC システム

スマート サーモスタット、HVAC バルブ コントローラ、大気環境検出器 / ガス検出器はそれぞれ、音声アラートや UI フィードバック トーンからシンプルなアラート ビープ音まで、個別のオーディオ ニーズに対応しています。これらの常時オン システムは、ピーク出力と同様、アイドル時の効率を必要とします。TI の Class-D アンプ製品ラインアップは、シンプルなトーン アラートを実現するコスト最適化されたアナログ入力デバイスから、コンパクトな筐体からクリアな音声出力を行う DSP 内蔵デジタル スマート アンプまで、幅広く対応しています。

重要な留意点:

- 常時電源オンの商用電源およびバッテリ駆動のデバイスに適した低アイドル消費電力
- DSP を内蔵したデジタル入力により、クリアな音声プロンプトと UI フィードバック トーンを実現
- バッテリ動作と商用電源動作の両方の設計に対応できる、広い電源電圧範囲
- スペース制約が厳しいサーモスタットとコントローラ筐体に最適な小型統合

アプリケーション:スマート サーモスタット、HVAC ゲートウェイ、大気環境検出器、ガス検出器。

表 4. HVAC システム向けオーディオ デバイス推奨

仕様	TAS2505	TAS2020	TAS2563	TAS2573	TDZ8907
PVDD	2.5～5.5V	2.5～5.5V	2.7～5.5V	2.0～5.5V	2.1～5.5V
昇圧電圧	該当なし	該当なし	11.5V	15V	12.5V または 15.5V
出力電力	2.6W	3.2W	6.1W	8.8W	31Vpp
入力	デジタル	デジタル	デジタル	デジタル	PWM
Y ブリッジ		✓		✓	
Class-H			✓	✓	
電源トラッキング リミッタ		✓	✓	✓	
IV センシング			✓	✓	
DSP 内蔵	✓		✓	✓	
パッケージ	24 — QFN	26 - QFN	42 — DSBGA 32 — QFN	48 - WCSP	10 — WQFN
パッケージ サイズ	4mm × 4mm	4mm × 3.5mm	2.5mm × 3mm 4.5mm × 4mm	3.15mm × 2.26mm	2mm × 2mm
アプリケーション	サーモスタット、HVAC ゲートウェイ	サーモスタット、HVAC ゲートウェイ	サーモスタット、大気環境 / ガス検知	サーモスタット、大気環境 / ガス検知	サーモスタット、大気環境 / ガス検知

まとめ

TI は、超低消費電力のセキュリティ カメラから高速度 SPL (防火) 対応の防火警報器まで、各種ビル オートメーション アプリケーション向けに、オーディオ アンプとピエゾ ドライバで構成された幅広い製品ラインアップを提供しています。製品ラインアップ、リファレンス デザイン、評価基板の詳細については、ti.com/audio をご覧ください。

Copyright © 2026 Texas Instruments Incorporated

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 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