

AFE4960 2 チャンネル ECG、呼吸および心拍パルス検出アナログ・フロント・エンド (AFE)、医療用ウェアラブル向け

1 特長

- ECG および呼吸インピーダンス測定をサポート。2 チャンネル ECG または 1 チャンネル ECG + 1 チャンネル呼吸として構成可能
- IEC 60601-2-47:2012/(R)2016 および IEC 60601-2-27:2011(R)2016 準拠システムで使用可能
- 222 μ A/チャンネル (2 チャンネル ECG として動作時)
- 心拍パルス検出機能を 1 チャンネルに内蔵
- 3 リード ECG をサポート (2 つ以上の AFE を並列動作させることで 5 リード以上に拡張可能)
- SpO₂、心拍数、PTT (脈波伝播時間) 向けの PPG 信号チェーン
- ECG 信号チェーン:
 - 1 チャンネル ECG 収集 (最大 2.048kHz)
 - 2 チャンネル ECG 収集 (最大 1.36kHz/チャンネル)
 - 3 番目の電極を使って生体バイアスを設定するための RLD 出力
 - INA ゲインを約 2~12 にプログラム可能
 - 1G Ω を超える入力インピーダンス、100dB を超える CMRR
 - 入力ノイズ (0.5~150Hz): 13 μ Vpp (INA ゲイン 3)、5 μ Vpp (INA ゲイン 12)
 - 370Hz のアンチエイリアス・ローパス・フィルタを内蔵
 - 連続リード・オン / オフ検出モード
 - リード・インピーダンス測定モード
- Bio-Z 信号チェーン:
 - 生体インピーダンス測定 (励起周波数 30kHz~100kHz)
 - 方形波または正弦波による励起
 - 呼吸インピーダンス測定: 45m Ω -pp のノイズ (ベースライン・インピーダンス 2k Ω)
- 2 チャンネル ECG チャンネル:
 - 第 2 の ECG チャンネルとして構成可能な Bio-Z レシーバ
- PPG 信号チェーン
 - 最大 24 の PPG 信号収集をサポート
 - 各相に 4 つの LED、4 つの PD を柔軟に割り当て
 - 最大 250mA の 8 ビット LED 電流制御
 - 入力に配置した低ノイズ電流 DAC により DC を相殺
 - トランスインピーダンス・ゲイン: 3.7k Ω ~1M Ω
 - フィルタによりセンサの光ノイズ帯域幅を削減
- 外部クロックおよび内部発振器モード
- サンプル深度 128、24 ビット・ワードの FIFO
- SPI™、I²C インターフェイス: ピンで選択可能

- 2.6mm × 2.6mm の DSBGA、0.4mm ピッチ
- 供給電圧: Rx: 1.7~1.9V, I_O: 1.7~1.9V, Tx: 3.0~5.5V

2 アプリケーション

- 入院患者および外来患者の監視のためのワイヤレス・パッチ
- 不整脈検出用イベント・モニタ
- ハンドヘルド ECG モニタ
- 携帯型マルチリード ECG
- 患者のバイタル・サイン監視: ホルター、イベント、ストレス、遠隔医療
- 同期 ECG、PPG により、SpO₂ と心拍数、PTT ベースの血圧を測定

3 概要

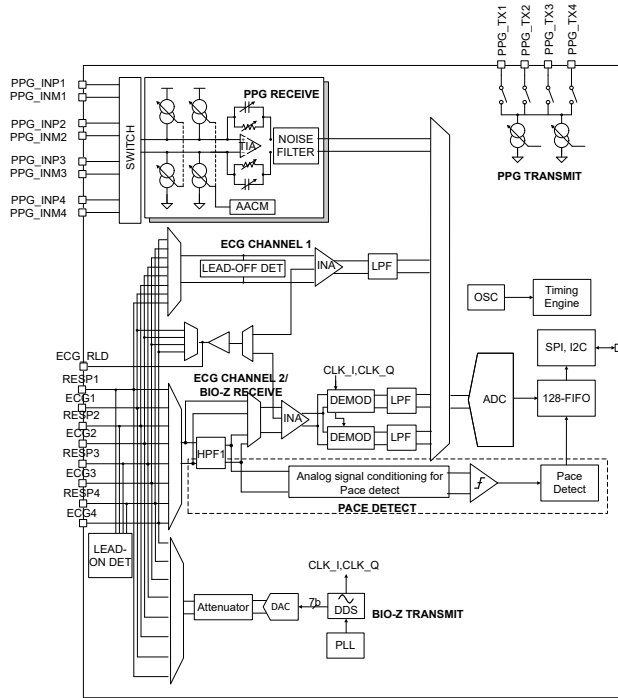
AFE4960P は、ECG、PPG、生体インピーダンスの信号の同期信号収集をサポートしています。PPG 信号チェーンは、LED 用の電流ドライバと、PD からの信号を検出するレシーバで構成されています。この AFE は、2 チャンネルの ECG レシーバとして、または、1 チャンネルの ECG レシーバと 1 つの呼吸インピーダンス・チャンネルとして構成できます。AFE 信号チェーンは最大 4 つの電極と柔軟に接続できます。この AFE には、AC および DC リード・バイアス供給機能と、リード端子のオン / オフ検出機能があります。1 個のチャンネルは、ペースメーカーのパルス検出をサポートしています。すべての信号チェーン出力は、適切に定義された時間間隔で 1 つの ADC によって変換され、24 ビット・ワードとして 128 サンプルの FIFO に保存されます。この FIFO は、SPI または I²C インターフェイスを使って読み出すことができます。AFE4960P を使用して、SpO₂ とともに 3 リードの ECG システムを実現できます。

製品情報

部品番号	パッケージ ⁽¹⁾	本体サイズ (公称)
AFE4960P	DSBGA (YBG 36)	2.6mm × 2.6mm

- (1) 利用可能なパッケージについては、このデータシートの末尾にある注文情報を参照してください。





ブロック図

Table of Contents

1 特長	1	5.2 Receiving Notification of Documentation Updates.....	4
2 アプリケーション	1	5.3 サポート・リソース.....	4
3 概要	1	5.4 Trademarks.....	4
4 Revision History	3	5.5 Electrostatic Discharge Caution.....	4
5 Device and Documentation Support	4	5.6 Glossary.....	4
5.1 Documentation Support.....	4	6 Mechanical, Packaging, and Orderable Information	4

4 Revision History

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

DATE	REVISION	NOTES
May 2022	*	Initial Release

5 Device and Documentation Support

TI offers an extensive line of development tools. Tools and software to evaluate the performance of the device, generate code, and develop solutions are listed below.

5.1 Documentation Support

5.1.1 Related Documentation

5.2 Receiving Notification of Documentation Updates

To receive notification of documentation updates, navigate to the device product folder on ti.com. Click on *Subscribe to updates* to register and receive a weekly digest of any product information that has changed. For change details, review the revision history included in any revised document.

5.3 サポート・リソース

[TI E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、該当する貢献者により、現状のまま提供されるものです。これらは TI の仕様を構成するものではなく、必ずしも TI の見解を反映したものではありません。TI の[使用条件](#)を参照してください。

5.4 Trademarks

TI E2E™ is a trademark of Texas Instruments.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5.5 Electrostatic Discharge Caution



This integrated circuit can be damaged by ESD. Texas Instruments recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

5.6 Glossary

[TI Glossary](#) This glossary lists and explains terms, acronyms, and definitions.

6 Mechanical, Packaging, and Orderable Information

The following pages include mechanical, packaging, and orderable information. This information is the most current data available for the designated devices. This data is subject to change without notice and revision of this document. For browser-based versions of this data sheet, refer to the left-hand navigation.

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
AFE4960PYBGR	Active	Production	DSBGA (YBG) 36	3000 LARGE T&R	Yes	SAC396	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4960P
AFE4960PYBGR.A	Active	Production	DSBGA (YBG) 36	3000 LARGE T&R	Yes	SAC396	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4960P
AFE4960PYBGT	Active	Production	DSBGA (YBG) 36	250 SMALL T&R	Yes	SAC396	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4960P
AFE4960PYBGT.A	Active	Production	DSBGA (YBG) 36	250 SMALL T&R	Yes	SAC396	Level-1-260C-UNLIM	-40 to 85	AFE4960P

(1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).

(2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.

(3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.

(4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.

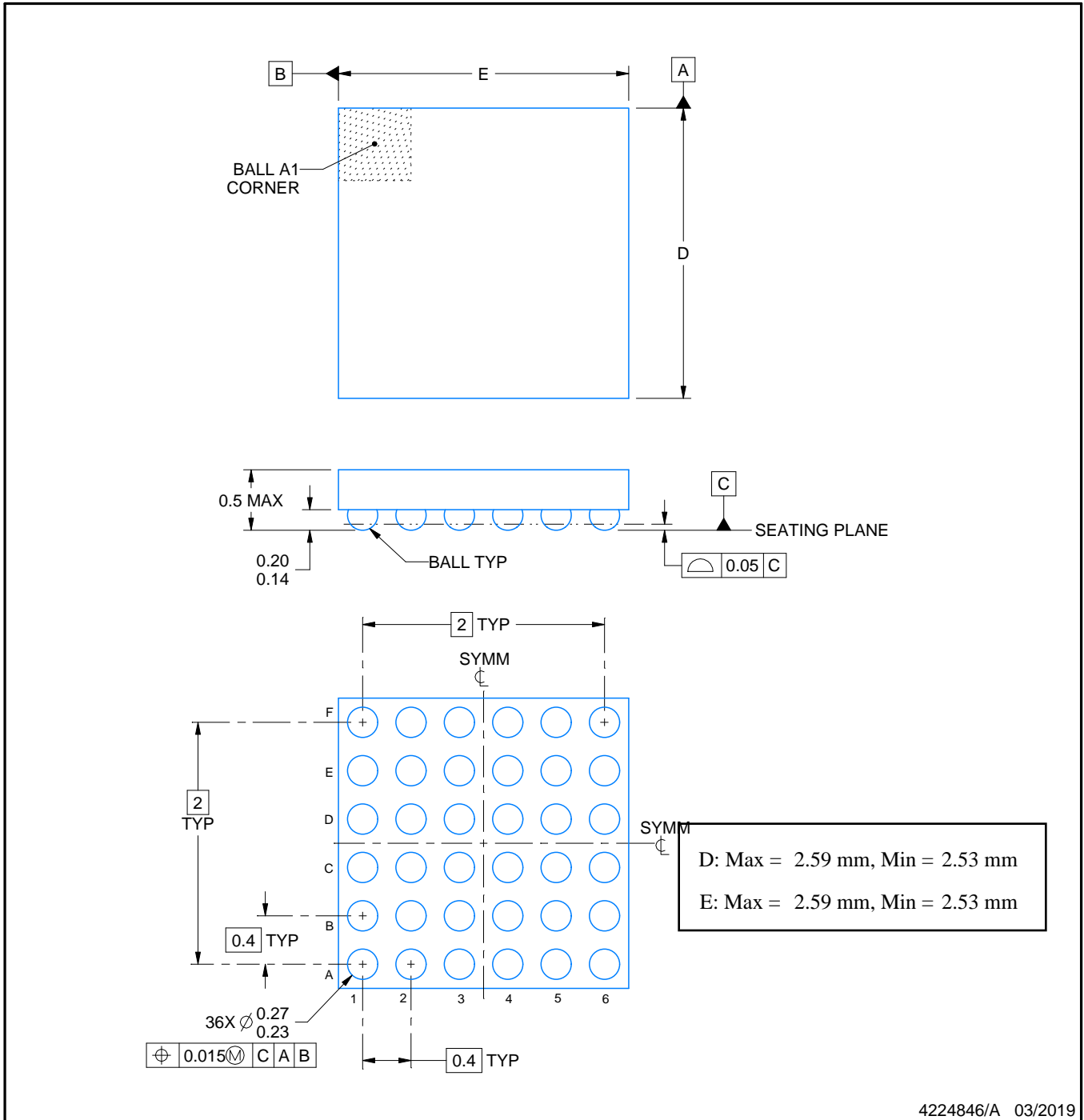
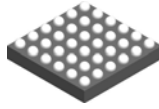
(5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.

(6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

Multiple part markings will be inside parentheses. Only one part marking contained in parentheses and separated by a "~" will appear on a part. If a line is indented then it is a continuation of the previous line and the two combined represent the entire part marking for that device.

Important Information and Disclaimer: The information provided on this page represents TI's knowledge and belief as of the date that it is provided. TI bases its knowledge and belief on information provided by third parties, and makes no representation or warranty as to the accuracy of such information. Efforts are underway to better integrate information from third parties. TI has taken and continues to take reasonable steps to provide representative and accurate information but may not have conducted destructive testing or chemical analysis on incoming materials and chemicals. TI and TI suppliers consider certain information to be proprietary, and thus CAS numbers and other limited information may not be available for release.

In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.



NOTES:

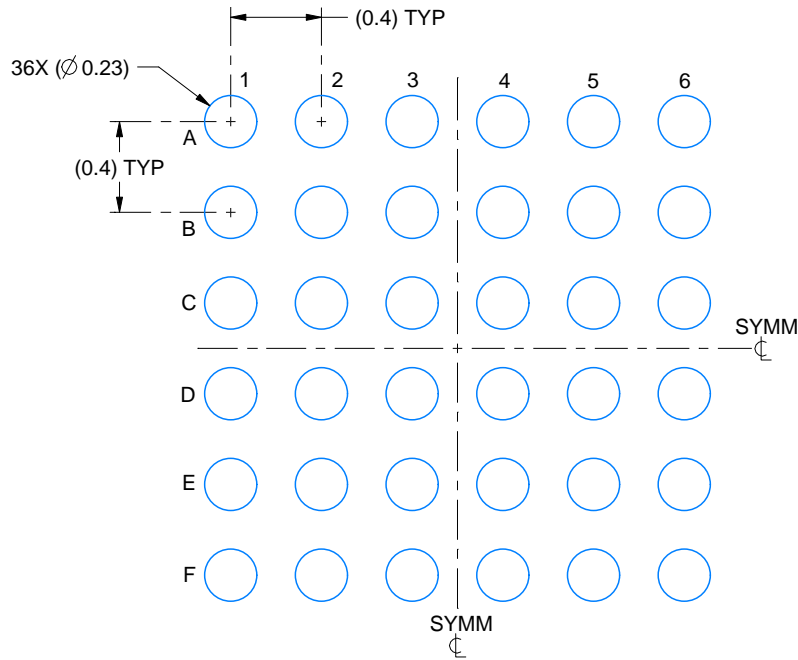
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

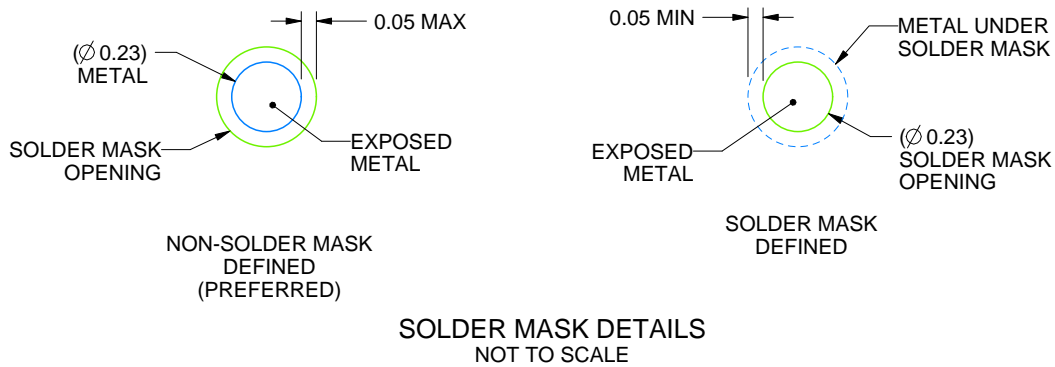
YBG0036

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 30X



SOLDER MASK DETAILS
NOT TO SCALE

4224846/A 03/2019

NOTES: (continued)

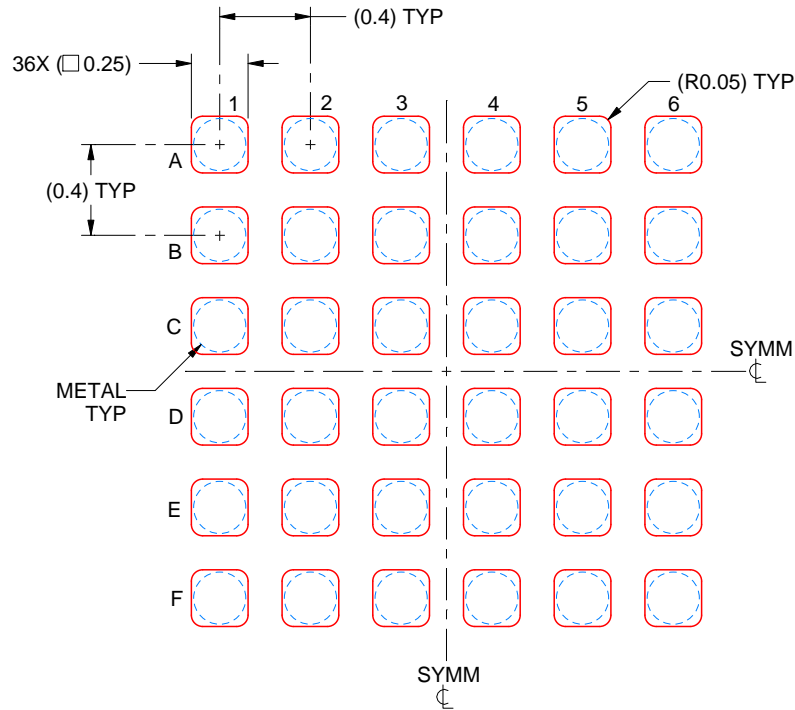
- Final dimensions may vary due to manufacturing tolerance considerations and also routing constraints. See Texas Instruments Literature No. SNVA009 (www.ti.com/lit/snva009).

EXAMPLE STENCIL DESIGN

YBG0036

DSBGA - 0.5 mm max height

DIE SIZE BALL GRID ARRAY



SOLDER PASTE EXAMPLE
BASED ON 0.1 mm THICK STENCIL
SCALE: 30X

4224846/A 03/2019

NOTES: (continued)

4. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release.

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