

## Application Report

## LP8867-Q1 と TMP61-Q1 を使用したアナログ・サーマル・フォールドバックの実装



Jalen Tate

## 概要

このデジタル時代で技術が進歩する中、視覚化技術は、現代の自動車の特徴づける総合的な車載用ナビゲーションおよびコネクティビティによる車両内相互作用の最も重要な要素となっています。対話型ディスプレイの採用は、主要な自動車メーカーが展開する製造プロセスの重要な特長となりました。対話型の操作と体験に対する要求が強まるにつれて、より多くの製品が LCD 画面を備えるようになっています。

## 目次

1 はじめに.....	2
2 従来型バックライトとローカル調光バックライトの比較.....	2
3 LP886x-Q1 の TSET の実装.....	3
4 LP886x-Q1 の ISET の実装.....	5
5 まとめ.....	7

## 図の一覧

図 2-1. LCD パネルの構造.....	2
図 2-2. ローカル調光バックライトと従来型バックライトの比較.....	3
図 3-1. 温度に基づく LED 電流調光機能.....	3
図 3-2. TSET 温度に基づく LED 電流調光の回路図.....	4
図 3-3. TMP61 による電流フォールドバック・プロファイル.....	5
図 4-1. ISET 温度に基づく LED 電流調光の回路図.....	6
図 4-2. シミュレーション結果.....	6

## 表の一覧

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 1 はじめに

LED バックライト・ドライバは、LCD パネル・システムの重要な部分であり、最適なデバイスを選択しこれらの回路を設計する上で設計者はさまざまな問題に直面します。これらの LED ドライバは、パネル上の LED への出力電流を制御します。車載環境では、ディスプレイ・パネルの LED は非常に熱くなることがあります。温度センサは、LED の温度を監視し輝度を調整するためによく使用されます。また、温度センサは LED ドライバの発熱の監視にも使用されます。リモート・サーミスタをバックライトの筐体 / パネルに組み込む場合、LED ドライバの温度センシングとフォールドバックを実現する方法は 2 つあります。統合型サーミスタは、LED ドライバのフォールドバック・ピンと組み合わせて使用でき、またはディスクリート実装で LED ドライバにサーマル・フォールドバックを提供できます。このアプリケーション・レポートでは、TI の TMP6 サーミスタ・ファミリを TI の LP886x 低 EMI 車載 LED ドライバ・ファミリ (特に LP8867-Q1) と組み合わせて実装する方法を示します。

## 2 従来型バックライトとローカル調光バックライトの比較

LCD 画面の調光と輝度を制御する技術には、従来型とローカル調光の 2 種類があります。従来型バックライトの黒は濃い灰色として再現され、影の部分では細部が失われます。ローカル調光手法を使うと、画像の特定の領域に合わせてバックライトが最適化されるため、より深い黒が再現されます。ローカル調光バックライト技術は、LCD パネルの真後ろに LED が配置される直下型構造です (図 2-1 を参照)。

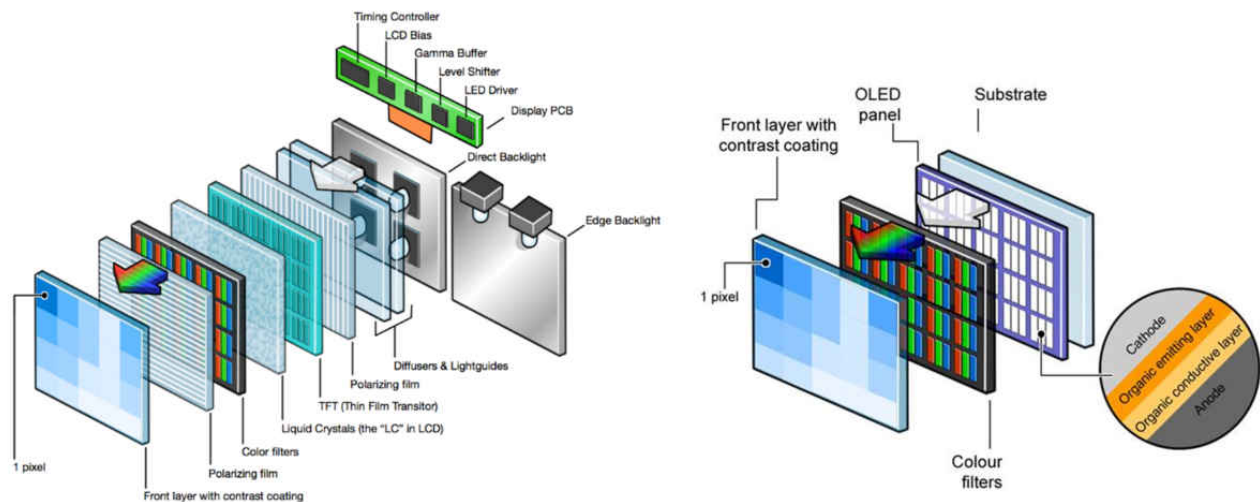


図 2-1. LCD パネルの構造

ローカル調光バックライトでは、LCD パネルは多くの小さな「ゾーン」に分割されています。各ゾーンの輝度は、多様な表示内容に従って調整されます。ローカル調光バックライトを使用すると、ディスプレイは「より深い黒」と「より明るい白」を再現できます。

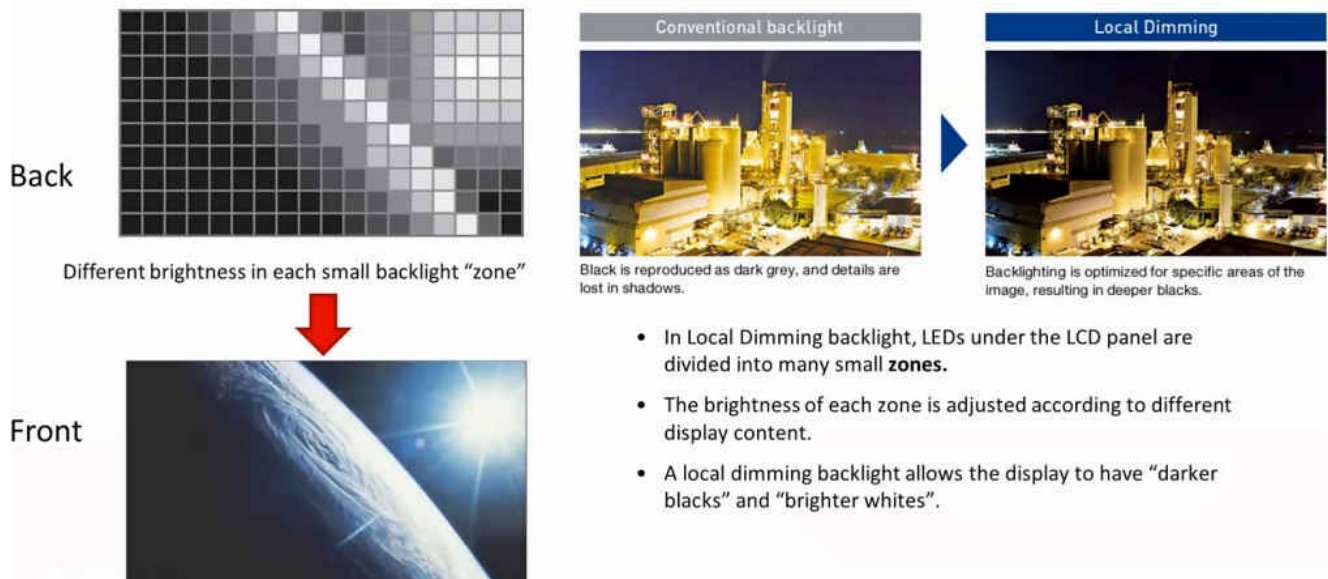


図 2-2. ローカル調光バックライトと従来型バックライトの比較

これらの小さなゾーンの輝度の制御を最適化するには、システムに対して温度をフィードバックすることが非常に重要です。LP8869-Q1 は、サーミスタ分圧回路と組み合わせて使うことで温度情報をシステムに提供し LED のサーマル・フォールドバック・プロファイルを可能にする 2 本のピン ( $T_{SET}$  と  $I_{SET}$ ) を持っています。このサーマル・フォールドバック・プロファイルにより、特定の温度スレッシュホールドを超過すると電流量を制限することで LED を保護します。

### 3 LP886x-Q1 の TSET の実装

LP886x-Q1 は、外付けの PTC センサによって LED の過熱が検出された際に LED 電流を自動的に低減するオプション機能を備えています。図 3-1 に、その動作例を示します。PTC の温度が  $T_1$  に達すると、LP886x-Q1 は LED 電流を減らし始めます。LED 電流が公称値の 17.5% に低下すると、温度が動作範囲に戻るまで電流はオフになります。

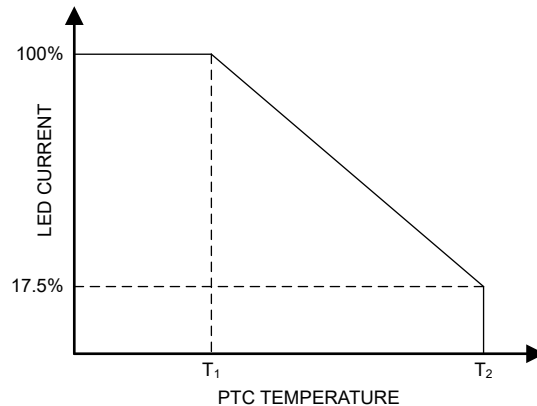


図 3-1. 温度に基づく LED 電流調光機能

外部 NTC (PTC) を接続した場合、 $T_{SENSE}$  ピン電流は LED 出力電流を減少させます。温度  $T_1$  とディレーティング・スロープは、以下で説明するように、外付け抵抗で定義されます。

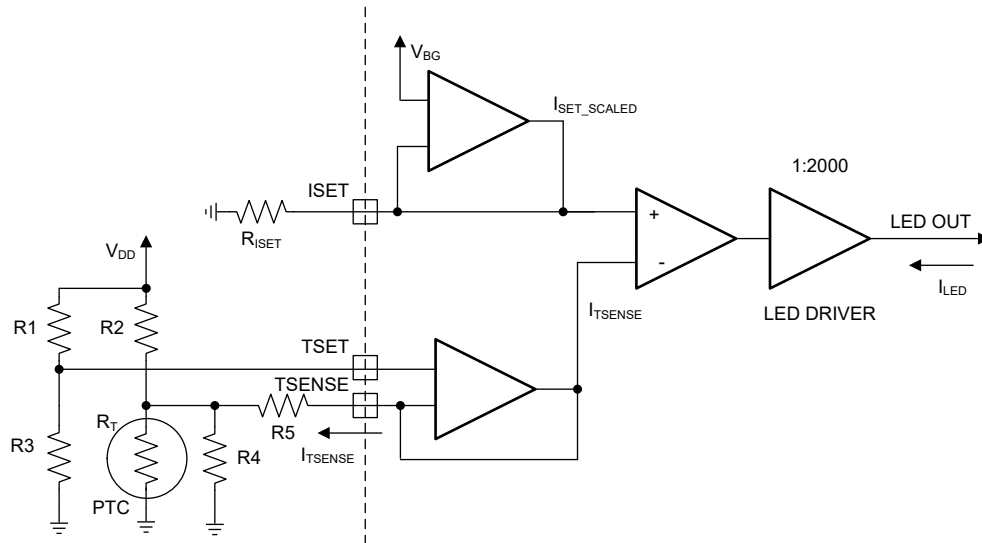


図 3-2. TSET 温度に基づく LED 電流調光の回路図

PTC センサの並列抵抗  $R_T$  と抵抗  $R_4$  は次の式で計算されます。

$$R_{||} = \frac{R_T \times R_4}{R_T + R_4} \quad (1)$$

$T_{SET}$  電圧は式 2 で計算されます。

$$V_{TSET} = V_{DD} \times \frac{R_3}{R_1 + R_3} \quad (2)$$

$T_{SENSE}$  ピン電流は式 3 で計算されます。

$$I_{TSENSE} = \frac{V_{TSET} - V_{DD} \times \frac{R_{||}}{R_{||} + R_2}}{R_{||} + R_5 - \frac{R_{||}^2}{R_{||} + R_2}} \quad (3)$$

ここで

- $V_{DD}$  は抵抗グループのバイアス電圧です。 $V_{DD}$  は、チップの内部 LDO 出力 (ピン 2) に接続することを推奨します。

$I_{SET}$  ピン電流 ( $R_{ISET}$  で設定) は以下の式で計算されます。

$$I_{SET\_SCALED} = \frac{V_{BG}}{R_{ISET}} \quad (4)$$

このとき、以下の値を使います。

R1	5kΩ
RT	6.5kΩ
R2	10kΩ
R3	PTC
R4	DNP
R5	1kΩ
$R_{ISET}$	2.4kΩ

図 3-3 の出力電流サーマル・フォールドバック・プロファイルが得られます。

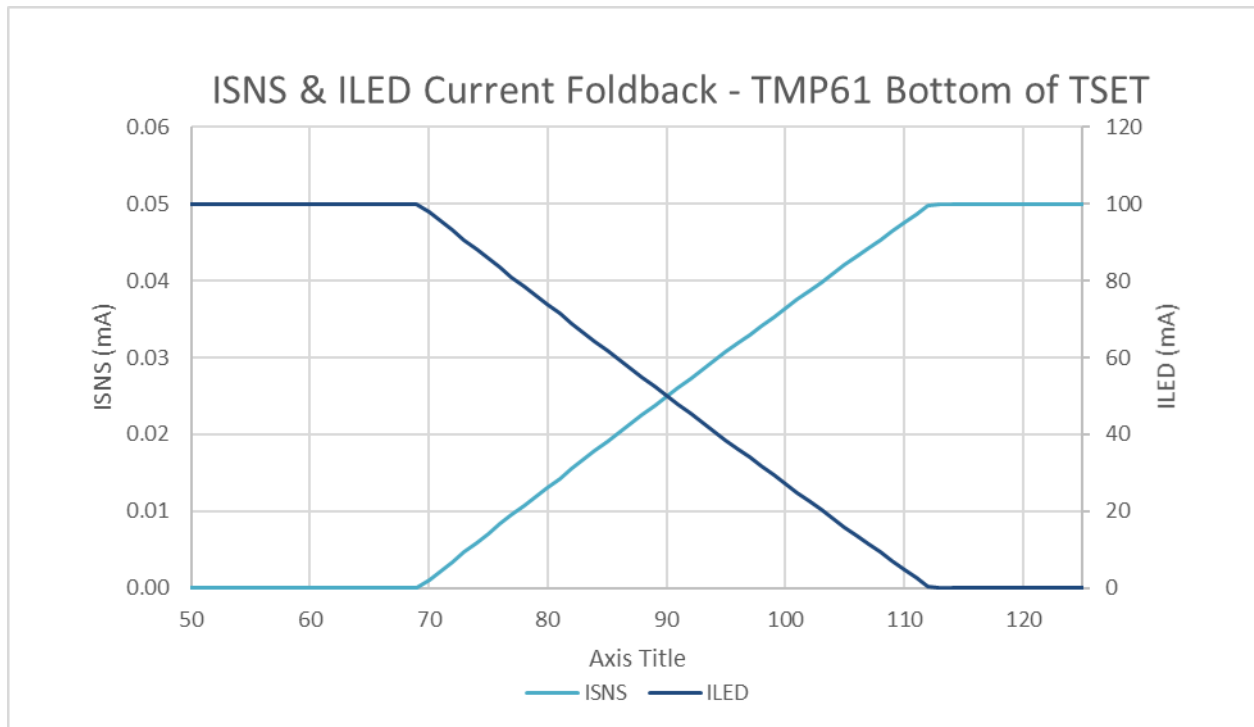


図 3-3. TMP61 による電流フォールドバック・プロファイル

#### 4 LP886x-Q1 の ISET の実装

一部の LED ドライバは、温度センシング用サーミスタ分圧器の接続が簡単になるように、 $T_{SET}$  ピンを備えていません。以下の回路は、 $T_{SET}$  ピンを持たない LED ドライバで電流センシング・ピンを使用するためのディスクリート・ソリューションを示します。LED 出力の出力電流は、外付け  $R_{ISET}$  抵抗で制御されます。チャンネルごとの LED 電流の目標値に対応する  $R_{ISET}$  の値は式 5 を使って計算できます。

$$I_{LED} = 2000 \times \frac{V_{BG}}{R_{ISET}} \quad (5)$$

ここで

- $V_{BG} = 1.2V$
- $R_{ISET}$  は電流設定抵抗 (k $\Omega$ )、
- $I_{LED}$  は OUTx ピンの出力電流 (mA) です。

たとえば、 $R_{ISET}$  を 20k $\Omega$  に設定した場合、 $I_{LED}$  はチャンネルあたり 120mA になります。 (6)

図 4-1 のシミュレーションは、LED ローサイド電流制限で 70°C から 85°C まで電流をディレーティングするディスクリート回路を示しています。

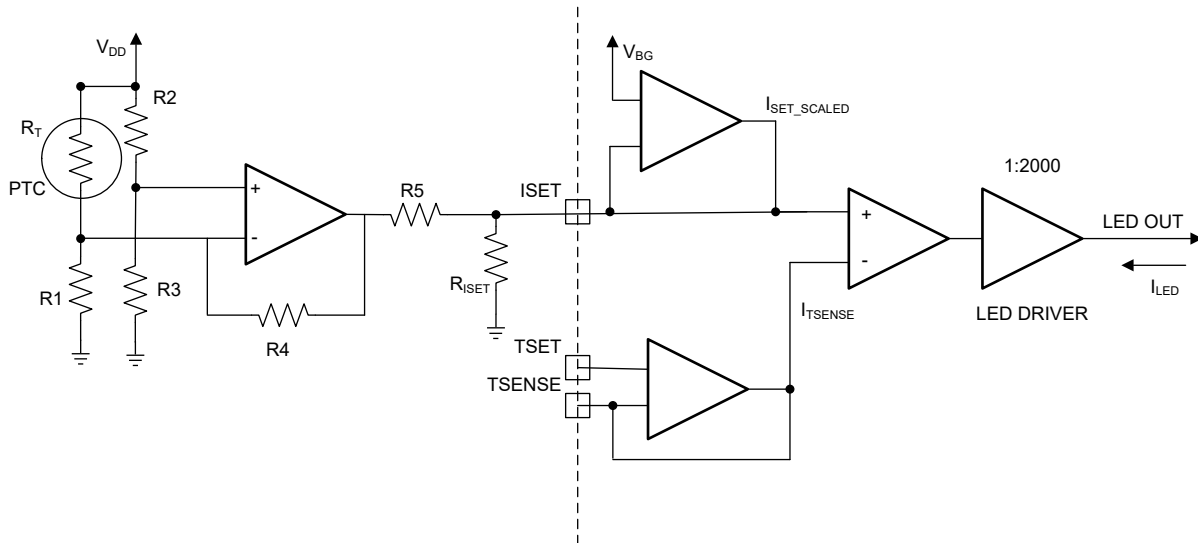


図 4-1. ISET 温度に基づく LED 電流調光の回路図

図 4-2 に、シミュレーション結果を示します。

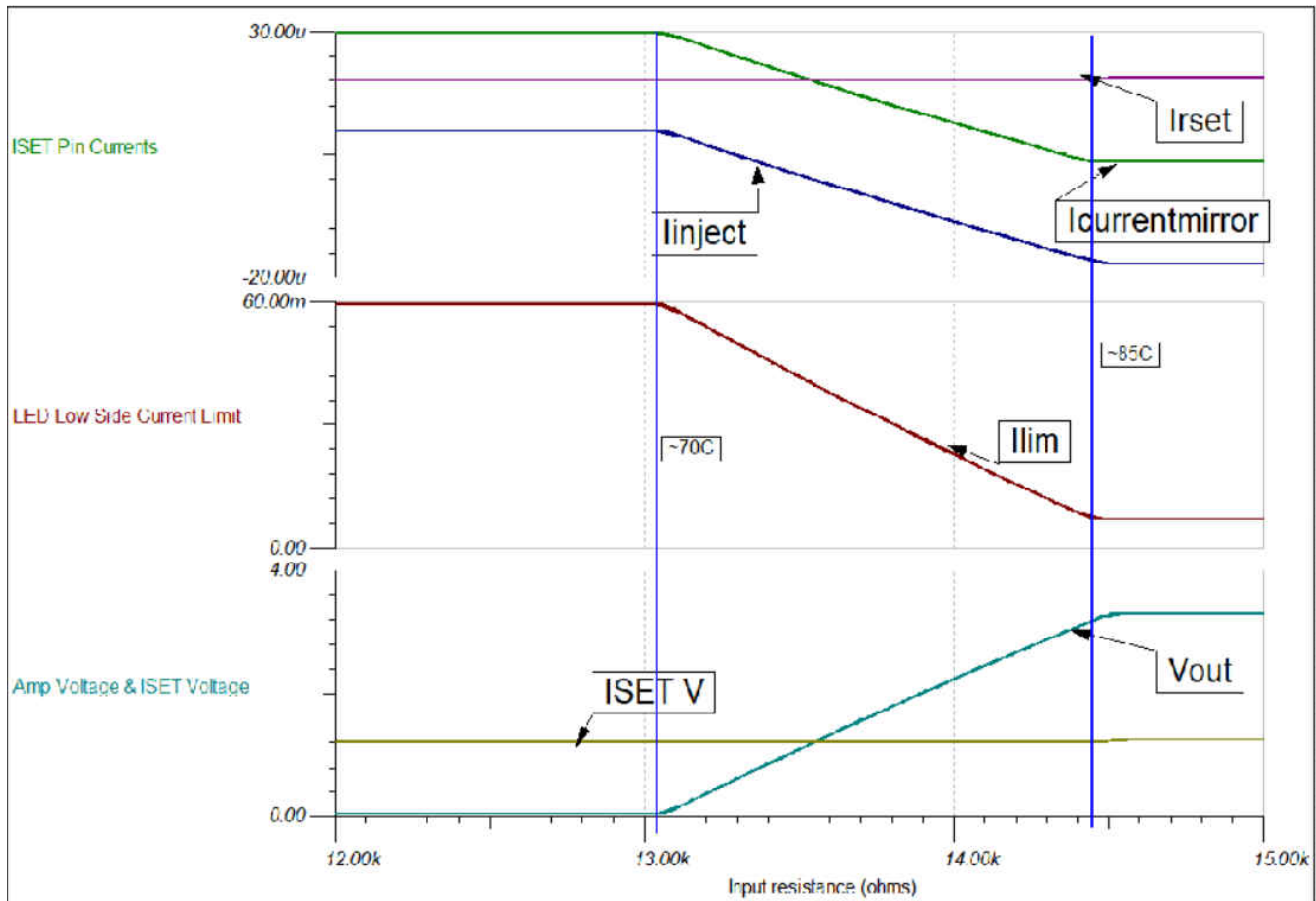


図 4-2. シミュレーション結果

ディスクリート実装を使うと、LED ドライバへの出力電流を完全に制御できます。電流は、70°Cから 85°Cで 60mA から 15mA にディレーティングされます。TMP61-Q1 は直線性が優れているため、正確な電流出力プロファイルが得られる信頼性の高いソリューションが実現できます。

## 5 まとめ

TMP61-Q1 リニア・サーミスタを LP886x-Q1 などの LED ドライバと組み合わせて使うと、 $T_{SET}$  と  $I_{SET}$  のどちらかの方法による実装によって、LED の温度を監視して輝度を調整し、または LED ドライバの発熱を監視できます。これにより、重要な車載ライティング・アプリケーションで熱による損傷から LED を保護するシンプルではあるが効果的な方法を実現できます。

## 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](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる TI 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。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。

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、TI 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 © 2022, Texas Instruments Incorporated