

# LMT86 2.2V、SC70/TO-92/TO-92S、 アナログ温度センサ

## 1 特長

- LMT86LPG (TO-92S パッケージ) は高速な熱時定数、標準値 10s (エアフロー 1.2m/s)
- 非常に高精度:  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$  (標準値)
- 低電圧 2.2V での動作
- 平均センサ ゲイン:  $-10.9\text{mV}/^{\circ}\text{C}$
- $5.4\mu\text{A}$  の低い静止電流
- 幅広い温度範囲:  $-50^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$
- 出力の短絡保護
- 駆動能力  $\pm 50\mu\text{A}$  のプッシュプル出力
- 業界標準の LM20/19 および LM35 温度センサとフットプリント互換
- サーミスタに対するコスト効率の優れた代替

## 2 アプリケーション

- インフォテインメントおよびクラスター
- パワートレインシステム
- 煙感知器と熱感知器
- ドローン
- 電化製品

## 3 概要

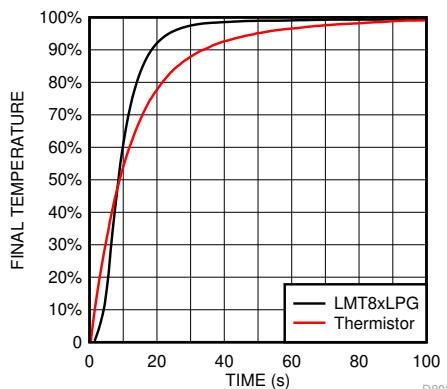
LMT86 は、高精度の CMOS 温度センサであり、標準精度は  $\pm 0.4^{\circ}\text{C}$  (最大値  $\pm 2.7^{\circ}\text{C}$ ) で、リニアなアナログ出力電圧を備え、この電圧は温度に反比例します。2.2V の電源電圧で動作し、静止電流が  $5.4\mu\text{A}$ 、パワーオン時間が 0.7ms で、効果的なパワー サイクリング アーキテクチャを実現し、ドローンやセンサ ノードなどバッテリ駆動のアプリケーションで消費電力を最小化できます。LMT86 LPG スルーホール TO-92S パッケージは、熱時定数が高速で、煙検知器や熱検知器など、時間と温度に敏感なオフボードのアプリケーションをサポートします。広い動作範囲での精度や、その他の特長から、LMT86 はサーミスタの優れた代替となります。

異なる平均センサ ゲインおよび類似の精度を持つデバイスについては、「[類似の代替デバイス](#)」で、LMT8x ファミリーの他のデバイスを参照してください。

### 製品情報(1)

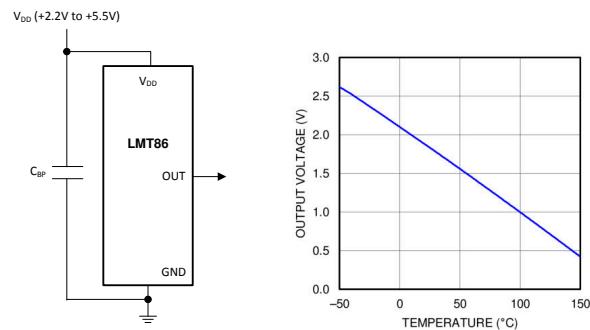
| 部品番号  | パッケージ     | 本体サイズ (公称)      |
|-------|-----------|-----------------|
| LMT86 | SOT (5)   | 2.00mm × 1.25mm |
|       | TO-92 (3) | 4.30mm × 3.50mm |

(1) 利用可能なすべてのパッケージについては、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。



\* 高速な熱応答 NTC

### 熱時定数



Copyright © 2016, Texas Instruments Incorporated

### 出力電圧と温度との関係



このリソースの元の言語は英語です。翻訳は概要を便宜的に提供するもので、自動化ツール（機械翻訳）を使用していることがあり、TI では翻訳の正確性および妥当性につきましては一切保証いたしません。実際の設計などの前には、ti.com で必ず最新の英語版をご参照くださいますようお願いいたします。

English Data Sheet: SNIS169

## 目次

|             |   |                         |    |
|-------------|---|-------------------------|----|
| 1 特長        | 1 | 7.4 デバイスの機能モード          | 10 |
| 2 アプリケーション  | 1 | 8 アプリケーションと実装           | 12 |
| 3 概要        | 1 | 8.1 アプリケーション情報          | 12 |
| 4 デバイスの比較   | 2 | 8.2 代表的なアプリケーション        | 12 |
| 5 ピン構成および機能 | 3 | 9 電源に関する推奨事項            | 13 |
| 6 仕様        | 4 | 10 レイアウト                | 14 |
| 6.1 絶対最大定格  | 4 | 10.1 レイアウトのガイドライン       | 14 |
| 6.2 ESD 定格  | 4 | 10.2 レイアウト例             | 14 |
| 6.3 推奨動作条件  | 4 | 11 デバイスおよびドキュメントのサポート   | 15 |
| 6.4 熱に関する情報 | 4 | 11.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法 | 15 |
| 6.5 精度特性    | 5 | 11.2 サポート・リソース          | 15 |
| 6.6 電気的特性   | 5 | 11.3 商標                 | 15 |
| 6.7 代表的特性   | 6 | 11.4 静電気放電に関する注意事項      | 15 |
| 7 詳細説明      | 8 | 11.5 用語集                | 15 |
| 7.1 概要      | 8 | 12 改訂履歴                 | 15 |
| 7.2 機能ブロック図 | 8 | 13 メカニカル、パッケージ、および注文情報  | 16 |
| 7.3 機能説明    | 8 |                         |    |

## 4 デバイスの比較

表 4-1. 利用可能なデバイス パッケージ

| 注文番号 <sup>(1)</sup> | パッケージ                               | ピン | 本体サイズ (公称)        | 取り付けタイプ         |
|---------------------|-------------------------------------|----|-------------------|-----------------|
| LMT86DCK            | SOT (AKA <sup>(2)</sup> : SC70、DCK) | 5  | 2.00 mm × 1.25 mm | 表面実装            |
| LMT86LP             | TO-92 (AKA <sup>(2)</sup> : LP)     | 3  | 4.30 mm × 3.50 mm | スルーホール、ストレートリード |
| LMT86LPG            | TO-92S (AKA <sup>(2)</sup> : LPG)   | 3  | 4.00 mm × 3.15 mm | スルーホール、ストレートリード |
| LMT86LPM            | TO-92 (AKA <sup>(2)</sup> : LPM)    | 3  | 4.30 mm × 3.50 mm | スルーホール、形成リード    |
| LMT86DCK-Q1         | SOT (AKA <sup>(2)</sup> : SC70、DCK) | 5  | 2.00 mm × 1.25 mm | 表面実装            |

(1) 利用可能なパッケージと注文番号については、データシートの末尾にあるパッケージ オプションについての付録を参照してください。

(2) AKA = 別名

表 4-2. 類似の代替デバイス

| 型番    | 平均出力センサ ゲイン | 電源電圧範囲     |
|-------|-------------|------------|
| LMT84 | -5.5 mV/°C  | 1.5V~5.5V  |
| LMT85 | -8.2 mV/°C  | 1.8 V~5.5V |
| LMT86 | -10.9 mV/°C | 2.2V~5.5V  |
| LMT87 | -13.6 mV/°C | 2.7V~5.5V  |

## 5 ピン構成および機能

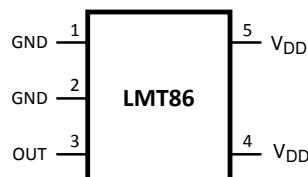


図 5-1. 5 ピン SOT (SC70) DCK パッケージ (上面図)

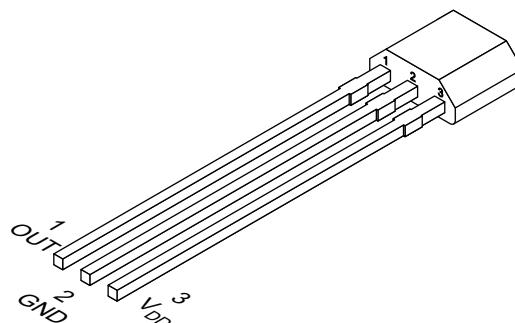


図 5-2. LPG パッケージ、3 ピン TO-92S (上面図)

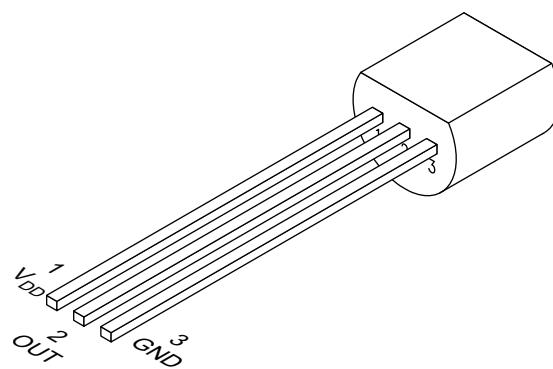


図 5-3. LP パッケージ、3 ピン TO-92 (上面図)

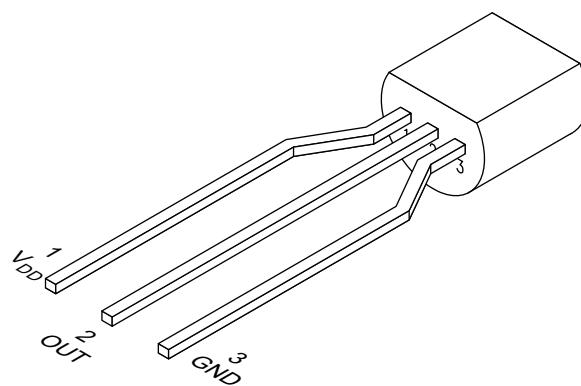
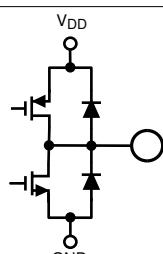


図 5-4. LPM パッケージ、3 ピン TO-92 (上面図)

表 5-1. ピンの機能

| 名称              | ピン                  |       |        | タイプ    | 説明   |               |
|-----------------|---------------------|-------|--------|--------|--|---------------|
|                 | SOT (SC70)          | TO-92 | TO-92S |        | 等価回路   | 機能            |
| GND             | 1, 2 <sup>(1)</sup> | 3     | 2      | グランド   | 該当なし   | 電源グランド        |
| OUT             | 3                   | 2     | 1      | アナログ出力 |  | 温度に反比例する電圧を出力 |
| V <sub>DD</sub> | 4, 5                | 1     | 3      | 電源     | 該当なし   | 正電源電圧         |

(1) ダイの裏面への直接接続

## 6 仕様

### 6.1 絶対最大定格

(1) (2) を参照

|                              | 最小値  | 最大値                     | 単位 |
|------------------------------|------|-------------------------|----|
| 電源電圧                         | -0.3 | 6                       | V  |
| 出力ピンの電圧                      | -0.3 | (V <sub>DD</sub> + 0.5) | V  |
| 出力電流                         | -7   | 7                       | mA |
| 各ピンの入力電流 (3)                 | -5   | 5                       | mA |
| 最大接合部温度 (T <sub>JMAX</sub> ) |      | 150                     | °C |
| 保管温度、T <sub>stg</sub>        | -65  | 150                     | °C |

- (1) 絶対最大定格を上回るストレスが加わった場合、デバイスに永続的な損傷が発生する可能性があります。これはストレスの定格のみについての話で、絶対最大定格において、またはこのデータシートの「推奨動作条件」に示された値を超える他のいかなる条件でも、本製品が正しく動作することを暗に示すものではありません。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。
- (2) 半田付けプロセスは、テキサス・インスツルメンツのリフロー温度プロファイル仕様に準拠する必要があります。[www.ti.com/packaging](http://www.ti.com/packaging) を参照してください。リフロー温度プロファイルは、鉛フリーと鉛フリー以外のパッケージでは異なります。
- (3) いずれかのピンの入力電圧 (V<sub>I</sub>) が電源を上回る場合 (V<sub>I</sub> < GND または V<sub>I</sub> > V)、そのピンの電流を 5 mA に制限する必要があります。

### 6.2 ESD 定格

|                         | 値  | 単位    |
|-------------------------|--|-------|
| TO-92 パッケージの LMT86LP    |  |       |
| V <sub>(ESD)</sub> 静電放電 | 人体モデル (HBM)、ANSI/ESDA/JEDEC JS-001 準拠(1) (2) | ±2500 |
|                         | デバイス帶電モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JESD22-C101 に準拠(3)  | ±1000 |
| SC70 パッケージの LMT86DCK    |  |       |
| V <sub>(ESD)</sub> 静電放電 | 人体モデル (HBM)、JESD22-A114 準拠(2)                | ±2500 |
|                         | デバイス帶電モデル (CDM)、JEDEC 仕様 JESD22-C101 に準拠(3)  | ±1000 |

- (1) JEDEC のドキュメント JEP155 には、500V HBM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。
- (2) HBM (人体モデル)は、各ピンに 1.5kΩ の抵抗を接続して 100 pF のコンデンサを放電させるものです。
- (3) JEDEC ドキュメント JEP157 には、250V CDM であれば標準的な ESD 管理プロセスにより安全な製造が可能であると記載されています。

### 6.3 推奨動作条件

|                         | 最小値  | 最大値 | 単位 |
|-------------------------|--|-----|----|
| 規定温度                    | T <sub>MIN</sub> ≤ T <sub>A</sub> ≤ T <sub>MAX</sub> |     | °C |
|                         | -50 ≤ T <sub>A</sub> ≤ 150                           |     | °C |
| 電源電圧 (V <sub>DD</sub> ) | 2.2  | 5.5 | V  |

### 6.4 熱に関する情報

| 熱評価基準 <sup>(1) (2)</sup>                         | LMT86          | LMT86LP        | LMT86LPG     | 単位   |
|--|----------------|----------------|--------------|------|
|  | DCK (SOT/SC70) | LP/LPM (TO-92) | LPG (TO-92S) |      |
|  | 5 ピン           | 3 ピン           | 3 ピン         |      |
| R <sub>θJA</sub> 接合部から周囲への熱抵抗 <sup>(3) (4)</sup> | 275            | 167            | 130.4        | °C/W |
| R <sub>θJC(top)</sub> 接合部からケース (上面) への熱抵抗        | 84             | 90             | 64.2         | °C/W |
| R <sub>θJB</sub> 接合部から基板への熱抵抗                    | 56             | 146            | 106.2        | °C/W |
| Ψ <sub>JT</sub> 接合部から上面への特性パラメータ                 | 1.2            | 35             | 14.6         | °C/W |
| Ψ <sub>JB</sub> 接合部から基板への特性パラメータ                 | 55             | 146            | 106.2        | °C/W |

- (1) 自己発熱と熱応答時間については、「[取り付けと熱伝導率](#)」セクションを参照してください。
- (2) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション レポートを参照してください。
- (3) 自然対流での接合部から周囲への熱抵抗値 (R<sub>θJA</sub>) は、JESD51-2 に記載された環境における JESD51-7 に規定された JEDEC 規格高誘電率基板でのシミュレーションで求めています。露出パッド パッケージは、PCB にサーマル ピアを使用しているものと仮定します (JESD51-5 に準拠)。
- (4) 自己発熱による出力の変動は、内部消費電力に熱抵抗値を乗じて計算できます。

## 6.5 精度特性

これらの制限には、DC 負荷レギュレーションは含まれていません。ここに記載されている精度制限は、表 7-1 の値を基準としています。

| パラメータ               | 条件                                      | 最小値 <sup>(1)</sup> | 標準値 <sup>(2)</sup> | 最大値 <sup>(1)</sup> | 単位 |
|---------------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|----|
| 温度精度 <sup>(3)</sup> | 40°C~150°C, V <sub>DD</sub> = 2.2V~5.5V | -2.7               | ±0.4               | 2.7                | °C |
|                     | 0°C~40°C, V <sub>DD</sub> = 2.4V~5.5V   | -2.7               | ±0.7               | 2.7                | °C |
|                     | 0°C~70°C, V <sub>DD</sub> = 3.0V~5.5V   |                    | ±0.3               |                    | °C |
|                     | -50°C~0°C, V <sub>DD</sub> = 3.0V~5.5V  | -2.7               | ±0.7               | 2.7                | °C |
|                     | -50°C~0°C, V <sub>DD</sub> = 3.6V~5.5V  |                    | ±0.25              |                    | °C |

(1) 制限値はテキサス・インスツルメンツの平均出検品質限界 (AOQL) で規定されています。

(2) 標準値は T<sub>J</sub> = T<sub>A</sub> = 25°C であり、最も可能性の高いパラメータ基準値を表します。

(3) 精度は、測定された出力電圧と基準出力電圧との誤差として定義され、電源ゲイン設定、電圧、温度 (°C) の指定された条件で「伝達表」に示されています。精度制限には、指定された条件内のラインレギュレーションが含まれます。精度制限には負荷レギュレーションは含まれません。DC 負荷はないと想定されます。

## 6.6 電気的特性

特に記述のない限り、これらの仕様は +V<sub>DD</sub> = 2.2V~5.5V に適用されます。特に記述のない限り、最小値および最大値は T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = T<sub>MIN</sub>~T<sub>MAX</sub> に適用されます。標準値は T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = 25°C に適用されます。

| パラメータ                       | テスト条件  | 最小値 <sup>(1)</sup> | 標準値 <sup>(2)</sup> | 最大値 <sup>(1)</sup> | 単位    |
|-----------------------------|--|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| 平均センサ ゲイン (出力伝達関数の勾配)       | -30°Cと 90°Cを使用してセンサの平均ゲインを計算   |                    | -10.9              |                    | mV/°C |
| 負荷レギュレーション <sup>(3)</sup>   | ソース ≤ 50µA、(V <sub>DD</sub> - V <sub>OUT</sub> ) ≥ 200mV                   | -1                 | -0.22              |                    | mV    |
|                             | シンク ≤ 50µA、V <sub>OUT</sub> ≥ 200mV  |                    | 0.26               | 1                  | mV    |
| ライン レギュレーション <sup>(4)</sup> |  |                    | 200                |                    | µV/V  |
| I <sub>S</sub> 電源電流         | T <sub>A</sub> = 30°C~150°C、(V <sub>DD</sub> - V <sub>OUT</sub> ) ≥ 100mV  |                    | 5.4                | 8.1                | µA    |
|                             | T <sub>A</sub> = -50°C~150°C、(V <sub>DD</sub> - V <sub>OUT</sub> ) ≥ 100mV |                    | 5.4                | 9                  | µA    |
| C <sub>L</sub> 出力負荷容量       |  |                    | 1100               |                    | pF    |
| パワーオン時間 <sup>(5)</sup>      | C <sub>L</sub> = 0pF~1100pF  |                    | 0.7                | 1.9                | ms    |
| 出力駆動能力                      | T <sub>A</sub> = T <sub>J</sub> = 25°C                                     | -50                |                    | 50                 | µA    |

(1) 制限値はテキサス・インスツルメンツの平均出検品質限界 (AOQL) で規定されています。

(2) 標準値は T<sub>J</sub> = T<sub>A</sub> = 25°C であり、最も可能性の高いパラメータ基準値を表します。

(3) ソース電流は LMT86 から流れます。シンク電流は LMT86 に流れます。

(4) ライン レギュレーション (DC) は、最低電源電圧での出力電圧から、最高電源電圧での出力電圧を減算することで計算されます。標準的な DC ライン レギュレーション仕様には、「出力電圧シフト」で説明されている出力電圧のシフトは含まれていません。

(5) 設計と特性評価により規定されています。

## 6.7 代表的特性

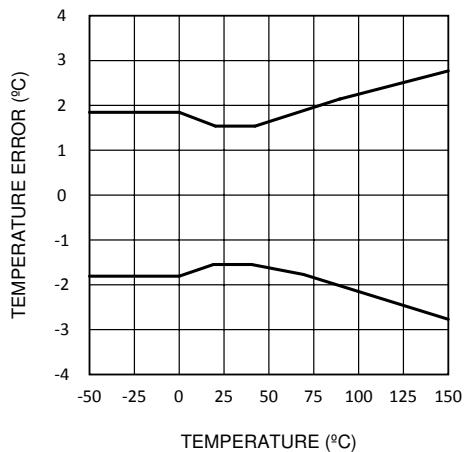


図 6-1. 温度誤差と温度との関係

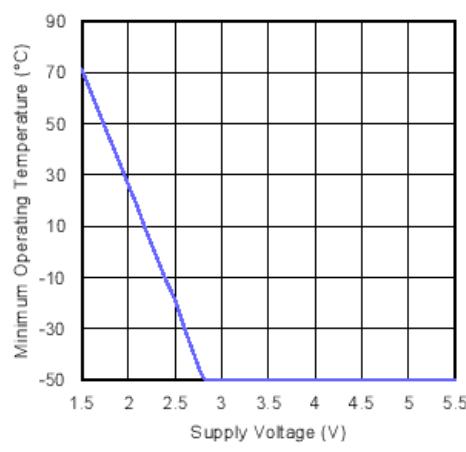


図 6-2. 最低動作温度と電源電圧との関係

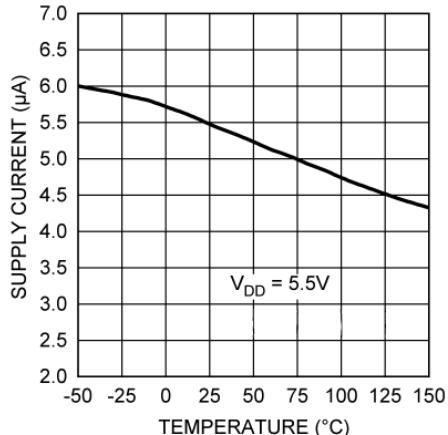


図 6-3. 電源電流と温度との関係

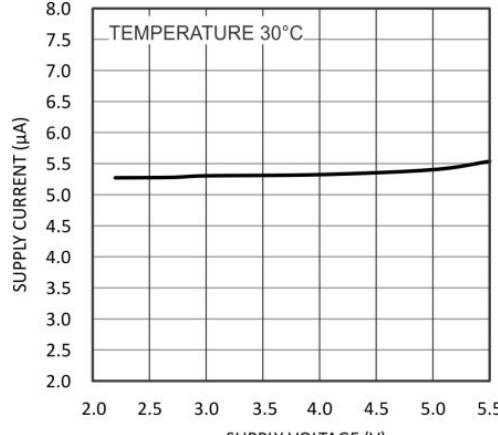


図 6-4. 電源電流と電源電圧との関係

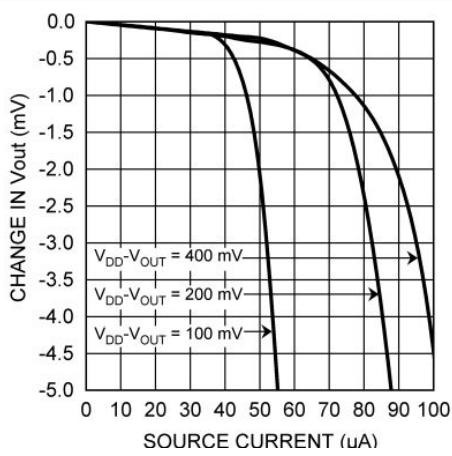


図 6-5. 負荷レギュレーション、ソース電流

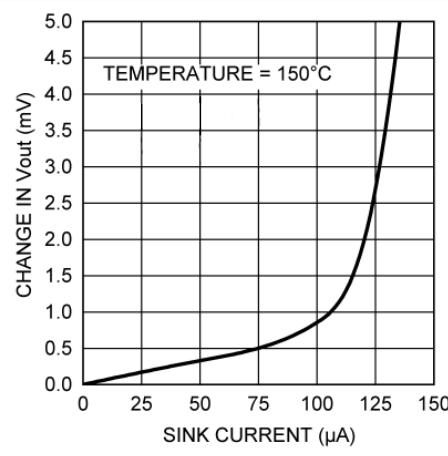


図 6-6. 負荷レギュレーション、シンク電流

## 6.7 代表的特性 (続き)

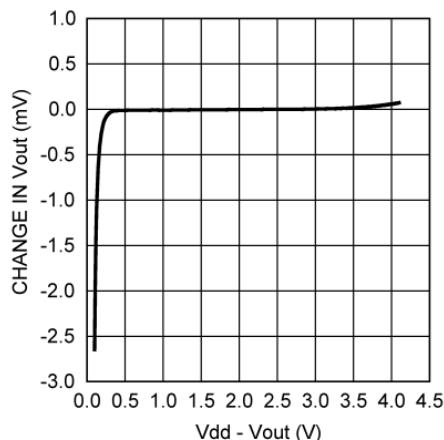


図 6-7. V<sub>OUT</sub> の変化とオーバーヘッド電圧との関係

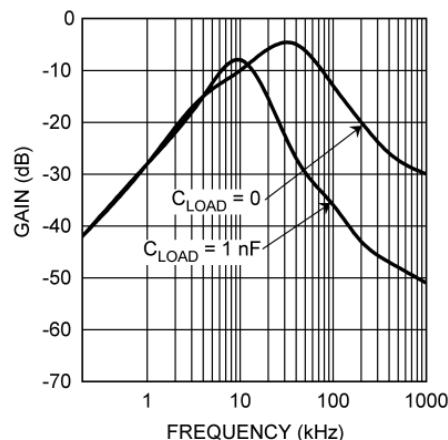


図 6-8. 電源ノイズゲインと周波数との関係

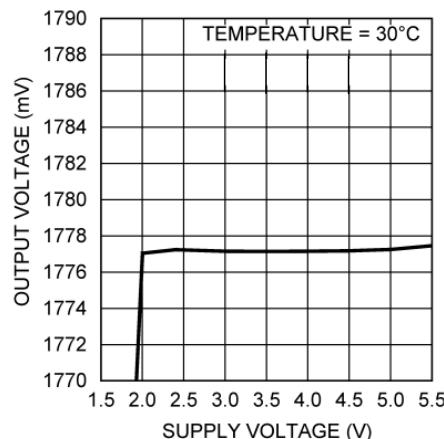


図 6-9. 出力電圧 対 電源電圧

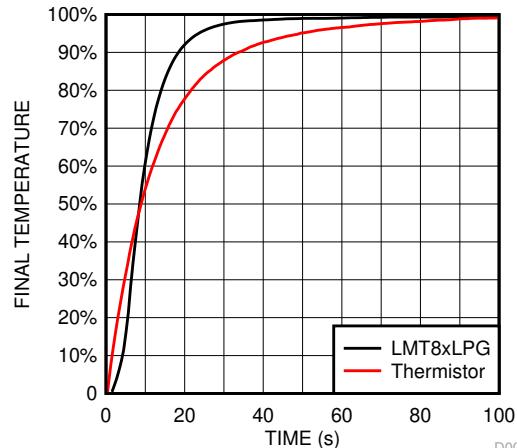


図 6-10. LMT86LPG の熱応答と一般的なリード付きサーミスタ (エアフロー 1.2m/s) との関係  
D003

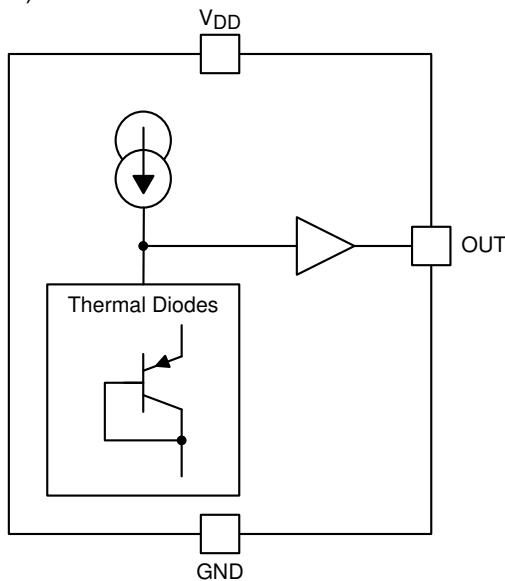
## 7 詳細説明

### 7.1 概要

LMT86 はアナログ出力温度センサです。温度センシング素子は、電流源によって順バイアスされる単純なベース エミッタ接合で構成されています。温度センシング素子はアンプでバッファリングされ、OUT ピンに供給されます。このアンプは単純なプッシュプル出力段を備えているため、低インピーダンスの出力ソースとなります。

### 7.2 機能ブロック図

全範囲の摂氏温度センサ (-50°C ~ +150°C)



### 7.3 機能説明

#### 7.3.1 LMT86 の伝達関数

表 7-1 に、全動作温度範囲にわたる LMT86 の出力電圧を示します。この表は、LMT86 の精度仕様（「[精度特性](#)」表に記載）を決定した基準を示します。この表は、たとえばホスト プロセッサのルックアップ テーブルで使用できます。このデータを含むファイルは、「ツールとソフトウェア モデル」の [LMT86](#) プロダクト フォルダからダウンロードできます。

表 7-1. LMT86 の伝達表

| 温度<br>(°C) | V <sub>OUT</sub><br>(mV) |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| -50        | 2616                     | -10        | 2207                     | 30         | 1777                     | 70         | 1335                     | 110        | 883                      |
| -49        | 2607                     | -9         | 2197                     | 31         | 1766                     | 71         | 1324                     | 111        | 872                      |
| -48        | 2598                     | -8         | 2186                     | 32         | 1756                     | 72         | 1313                     | 112        | 860                      |
| -47        | 2589                     | -7         | 2175                     | 33         | 1745                     | 73         | 1301                     | 113        | 849                      |
| -46        | 2580                     | -6         | 2164                     | 34         | 1734                     | 74         | 1290                     | 114        | 837                      |
| -45        | 2571                     | -5         | 2154                     | 35         | 1723                     | 75         | 1279                     | 115        | 826                      |
| -44        | 2562                     | -4         | 2143                     | 36         | 1712                     | 76         | 1268                     | 116        | 814                      |
| -43        | 2553                     | -3         | 2132                     | 37         | 1701                     | 77         | 1257                     | 117        | 803                      |
| -42        | 2543                     | -2         | 2122                     | 38         | 1690                     | 78         | 1245                     | 118        | 791                      |
| -41        | 2533                     | -1         | 2111                     | 39         | 1679                     | 79         | 1234                     | 119        | 780                      |
| -40        | 2522                     | 0          | 2100                     | 40         | 1668                     | 80         | 1223                     | 120        | 769                      |
| -39        | 2512                     | 1          | 2089                     | 41         | 1657                     | 81         | 1212                     | 121        | 757                      |
| -38        | 2501                     | 2          | 2079                     | 42         | 1646                     | 82         | 1201                     | 122        | 745                      |
| -37        | 2491                     | 3          | 2068                     | 43         | 1635                     | 83         | 1189                     | 123        | 734                      |
| -36        | 2481                     | 4          | 2057                     | 44         | 1624                     | 84         | 1178                     | 124        | 722                      |
| -35        | 2470                     | 5          | 2047                     | 45         | 1613                     | 85         | 1167                     | 125        | 711                      |
| -34        | 2460                     | 6          | 2036                     | 46         | 1602                     | 86         | 1155                     | 126        | 699                      |

**表 7-1. LMT86 の伝達表 (続き)**

| 温度<br>(°C) | V <sub>OUT</sub><br>(mV) |
|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|------------|--------------------------|
| -33        | 2449                     | 7          | 2025                     | 47         | 1591                     | 87         | 1144                     | 127        | 688                      |
| -32        | 2439                     | 8          | 2014                     | 48         | 1580                     | 88         | 1133                     | 128        | 676                      |
| -31        | 2429                     | 9          | 2004                     | 49         | 1569                     | 89         | 1122                     | 129        | 665                      |
| -30        | 2418                     | 10         | 1993                     | 50         | 1558                     | 90         | 1110                     | 130        | 653                      |
| -29        | 2408                     | 11         | 1982                     | 51         | 1547                     | 91         | 1099                     | 131        | 642                      |
| -28        | 2397                     | 12         | 1971                     | 52         | 1536                     | 92         | 1088                     | 132        | 630                      |
| -27        | 2387                     | 13         | 1961                     | 53         | 1525                     | 93         | 1076                     | 133        | 618                      |
| -26        | 2376                     | 14         | 1950                     | 54         | 1514                     | 94         | 1065                     | 134        | 607                      |
| -25        | 2366                     | 15         | 1939                     | 55         | 1503                     | 95         | 1054                     | 135        | 595                      |
| -24        | 2355                     | 16         | 1928                     | 56         | 1492                     | 96         | 1042                     | 136        | 584                      |
| -23        | 2345                     | 17         | 1918                     | 57         | 1481                     | 97         | 1031                     | 137        | 572                      |
| -22        | 2334                     | 18         | 1907                     | 58         | 1470                     | 98         | 1020                     | 138        | 560                      |
| -21        | 2324                     | 19         | 1896                     | 59         | 1459                     | 99         | 1008                     | 139        | 549                      |
| -20        | 2313                     | 20         | 1885                     | 60         | 1448                     | 100        | 997                      | 140        | 537                      |
| -19        | 2302                     | 21         | 1874                     | 61         | 1436                     | 101        | 986                      | 141        | 525                      |
| -18        | 2292                     | 22         | 1864                     | 62         | 1425                     | 102        | 974                      | 142        | 514                      |
| -17        | 2281                     | 23         | 1853                     | 63         | 1414                     | 103        | 963                      | 143        | 502                      |
| -16        | 2271                     | 24         | 1842                     | 64         | 1403                     | 104        | 951                      | 144        | 490                      |
| -15        | 2260                     | 25         | 1831                     | 65         | 1391                     | 105        | 940                      | 145        | 479                      |
| -14        | 2250                     | 26         | 1820                     | 66         | 1380                     | 106        | 929                      | 146        | 467                      |
| -13        | 2239                     | 27         | 1810                     | 67         | 1369                     | 107        | 917                      | 147        | 455                      |
| -12        | 2228                     | 28         | 1799                     | 68         | 1358                     | 108        | 906                      | 148        | 443                      |
| -11        | 2218                     | 29         | 1788                     | 69         | 1346                     | 109        | 895                      | 149        | 432                      |
|            |                          |            |                          |            |                          |            |                          | 150        | 420                      |

LMT86 は線形性が高いですが、応答は傘型の放物線形状になります。この形状は、表 7-1 に非常に正確に反映されています。伝達表は、放物型方程式 (式 1) を使用して計算できます。

$$V_{TEMP} (mV) = 1777.3mV - \left[ 10.888 \frac{mV}{^{\circ}C} (T - 30^{\circ}C) \right] - \left[ 0.00347 \frac{mV}{^{\circ}C^2} (T - 30^{\circ}C)^2 \right] \quad (1)$$

放物型方程式は伝達表の近似であり、温度範囲の末端では方程式の精度は多少低下します。式 1 から T を求めると、次の式が得られます。

$$T = \frac{10.888 - \sqrt{(-10.888)^2 + 4 \times 0.00347 \times (1777.3 - V_{TEMP} (mV))}}{2 \times (-0.00347)} + 30 \quad (2)$$

精度の低い線形近似では、2 点式 (式 3) を使用して、表から目的の温度範囲にわたって直線を簡単に計算できます。

$$V - V_1 = \left( \frac{V_2 - V_1}{T_2 - T_1} \right) \times (T - T_1) \quad (3)$$

ここで、

- V の単位は mV です。
- T の単位は °C です。
- T<sub>1</sub> と V<sub>1</sub> は最低温度の座標です。
- T<sub>2</sub> と V<sub>2</sub> は最高温度の座標です。

たとえば、20°C～50°Cまでの温度範囲でこの方程式を解くと、次のようになります。

$$V - 1885 \text{ mV} = \left( \frac{1558 \text{ mV} - 1885 \text{ mV}}{50^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}} \right) \times (T - 20^\circ\text{C}) \quad (4)$$

$$V - 1885 \text{ mV} = (-10.9 \text{ mV / } ^\circ\text{C}) \times (T - 20^\circ\text{C}) \quad (5)$$

$$V = (-10.9 \text{ mV / } ^\circ\text{C}) \times T + 2103 \text{ mV} \quad (6)$$

線形近似のこの方法を使用すると、関心のある 1 つまたは複数の温度範囲について伝達関数を近似できます。

## 7.4 デバイスの機能モード

### 7.4.1 取り付けと熱伝導率

LMT86LMT86-Q1 は、他の IC 温度センサと同じように簡単に取り付け可能です。表面に接着または固定することができます。

良好な熱伝導率を確保するため、LMT86 ダイの裏面を GND ピンに直接接続します。LMT86 のその他のリード端子へのランドやトレースの温度も温度読み取りに影響を及ぼします。

代わりに、密閉された金属チューブ内に LMT86 を取り付け、バスに浸したり、タンク内のねじ穴にねじ込んだりすることもできます。他の IC と同様に、LMT86 および関連する配線や回路は、リークや腐食を避けるため、絶縁と乾燥状態を維持する必要があります。結露が発生する可能性のある低温環境でシステムが動作する場合、これは特に重要です。湿気が原因で出力からグランドまたは  $V_{DD}$  への短絡が発生した場合、LMT86 の出力は正確ではありません。湿気によってリード線や回路トレースが腐食しないようにするために、プリント回路コーティングがよく使用されます。

接合部と周囲との間の熱抵抗 ( $R_{\theta JA}$  または  $\theta_{JA}$ ) は、デバイスの電力散逸による接合部温度の上昇を計算するために使用されるパラメータです。[式 7](#) を使用して、LMT86 のダイ温度の上昇を計算します。

$$T_J = T_A + \theta_{JA} [(V_{DD}I_S) + (V_{DD} - V_O) I_L] \quad (7)$$

ここで、

- $T_A$  は周囲温度です。
- $I_S$  は消費電流です。
- $I_L$  は出力の負荷電流です。
- $V_O$  は出力電圧です。

たとえば、 $T_A = 30^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 5\text{V}$ 、 $I_S = 5.4\mu\text{A}$ 、 $V_O = 1777\text{mV}$  のアプリケーションでは、接合部温度は  $30.014^\circ\text{C}$ 、自己発熱誤差は  $0.014^\circ\text{C}$  です。LMT86 の接合部温度が測定される実際の温度であるため、LMT86 が駆動する必要のある負荷電流を最小限に抑えるように注意してください。「[熱に関する情報](#)<sup>1</sup>」の表に LMT86 の熱抵抗が示されています。

### 7.4.2 出力ノイズに関する検討事項

LMT86 は、プッシュプル出力により、大きな電流をシンクおよびソースできます。これは、たとえば A/D コンバータ (ADC) の入力段のような動的負荷を駆動する場合に有益です。これらのアプリケーションでは、ADC の入力コンデンサを迅速に充電するためにソース電流が必要です。LMT86 は、強力なソースまたはシンク電流を必要とするこのアプリケーションやその他のアプリケーションに理想的です。

ベンチ テストでは、LMT86 の電源ノイズ ゲイン ( $V_{OUT}$  の AC 信号と  $V_{DD}$  の AC 信号との比) を測定しました。[図 6-8](#) に、「[代表的特性](#)」セクションに示す標準的な減衰を示します。出力に負荷コンデンサを接続すると、ノイズのフィルタリングに役立ちます。

非常にノイズの多い環境で動作させるには、電源上の LMT86 から約 5cm 以内にバイパス容量を配置する必要があります。

<sup>1</sup> 自己発熱と熱応答時間の詳細については、「[取り付けと熱伝導率](#)」セクションを参照してください。

### 7.4.3 容量性負荷

LMT86 は容量性負荷を適切に処理します。非常にノイズの多い環境の場合、またはスイッチング サンプリング入力を ADC に駆動する場合、ノイズ結合を最小限に抑えるためにフィルタリングの追加が必要になることがあります。図 7-1 に、注意事項なしで LMT86 で 1100pF 以下の容量性負荷を駆動する方法を示します。容量性負荷が 1100pF を超える場合は、図 7-2 に示すように、出力に直列抵抗が必要となる可能性があります。

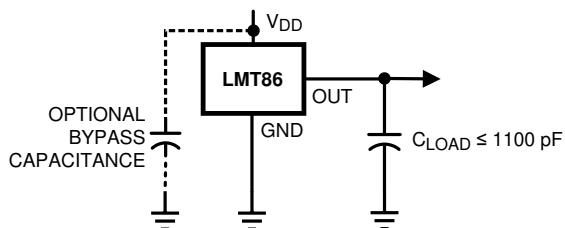


図 7-1. 容量性負荷が 1100pF 未満の場合は LMT86 にデカッピングは不要

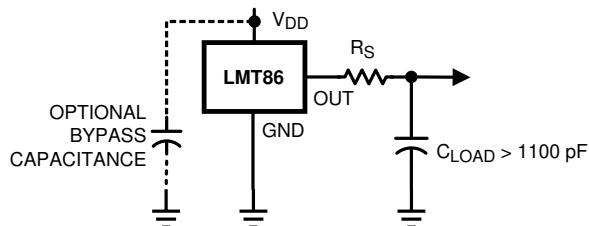


図 7-2. 容量性負荷が 1100pF を超える場合は LMT86 に直列抵抗を使用

表 7-2. 直列抵抗の推奨値

| C <sub>LOAD</sub> | 最小 R <sub>S</sub> |
|-------------------|-------------------|
| 1.1nF~99nF        | 3kΩ               |
| 100 n F~999nF     | 1.5kΩ             |
| 1μF               | 800Ω              |

### 7.4.4 出力電圧シフト

LMT86 デバイスでは、温度および電源電圧の全範囲にわたって非常に高い線形性が得られます。NMOS/PMOS レールツールレールバッファ固有の動作のため、電源電圧がデバイスの動作範囲を超えて上昇すると、出力がわずかにシフトすることがあります。シフトの位置は、V<sub>DD</sub> と V<sub>OUT</sub> の相対レベルによって決定されます。このシフトは通常、V<sub>DD</sub> - V<sub>OUT</sub> = 1V のときに発生します。

このわずかなシフト(数 mV)は、V<sub>DD</sub> または V<sub>OUT</sub> が大きく変化(約 200mV)すると発生します。このシフトは 5°C~20°C の広い温度変化にわたって発生するため、V<sub>OUT</sub> は常に単調です。「精度特性」表の精度仕様には、このシフトがすでに含まれています。

## 8 アプリケーションと実装

### 注

以下のアプリケーション情報は、TI の製品仕様に含まれるものではなく、TI ではその正確性または完全性を保証いたしません。個々の目的に対する製品の適合性については、お客様の責任で判断していただくことになります。お客様は自身の設計実装を検証しテストすることで、システムの機能を確認する必要があります。

### 8.1 アプリケーション情報

LMT86 は、その機能から多くの一般的な温度センシング アプリケーションに適しています。最小 2.2V の電源電圧で 5.4 $\mu$ A の消費電力で動作できるため、バッテリ駆動のデバイスに最適です。スルーホール TO-92 パッケージなどのパッケージ オプションを使用すると、LMT86 をオンボード、オフボード、ヒートシンク、または同じアプリケーション内の複数の場所に取り付けることができます。

### 8.2 代表的なアプリケーション

#### 8.2.1 ADC への接続

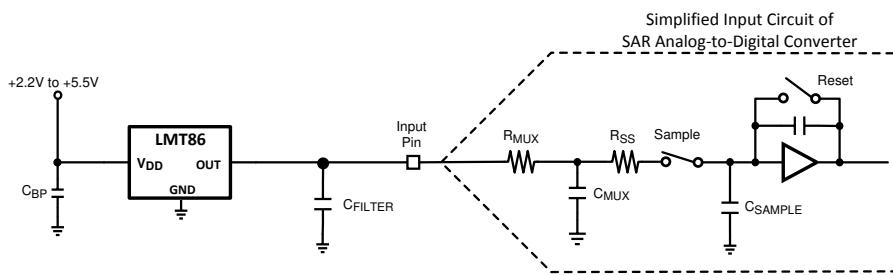


図 8-1. サンプリング A/D コンバータの入力段への推奨接続

##### 8.2.1.1 設計要件

マイクロコントローラや ASIC に搭載されている CMOS ADC のほとんどは、サンプリング データコンパレータの入力構造を採用しています。ADC がサンプリング コンデンサを充電する際は、LMT86 温度センサや多くのオペアンプなどのアナログ ソースの出力から瞬時に充電する必要があります。この要件は、コンデンサ  $C_{FILTER}$  を追加することで簡単に満たすことができます。

##### 8.2.1.2 詳細な設計手順

$C_{FILTER}$  のサイズは、サンプリング コンデンサのサイズとサンプリング周波数に依存します。すべての ADC が同じ入力段を備えているわけではないため、充電要件は異なります。この一般的な ADC アプリケーションは、例としてのみ示しています。

##### 8.2.1.3 アプリケーション曲線

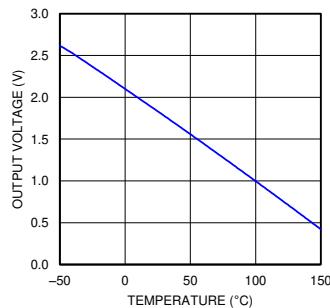


図 8-2. アナログ出力の伝達関数

### 8.2.2 シャットダウンによる消費電力の低減

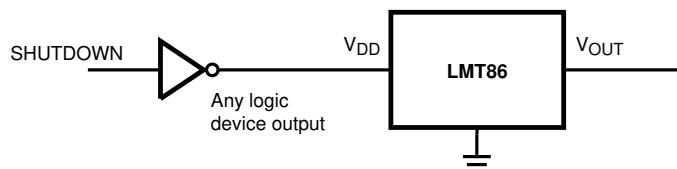


図 8-3. シャットダウンによる消費電力の低減

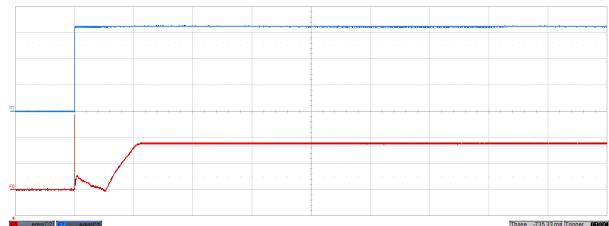
#### 8.2.2.1 設計要件

LMT86 の消費電力は  $9\mu\text{A}$  未満なので、任意の論理ゲート出力から直接電力を供給するだけでも、特定のシャットダウンピンは不要です。このデバイスには、マイクロコントローラの GPIO から直接電力を供給することもできます。この方法により、バッテリ駆動システムなど、省電力が重要な場合は簡単にオフにできます。

#### 8.2.2.2 詳細な設計手順

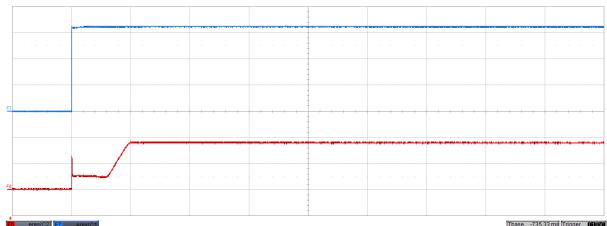
LMT86 の  $V_{DD}$  ピンを、マイクロコントローラからのロジックシャットダウン信号に直接接続します。

#### 8.2.2.3 アプリケーション曲線



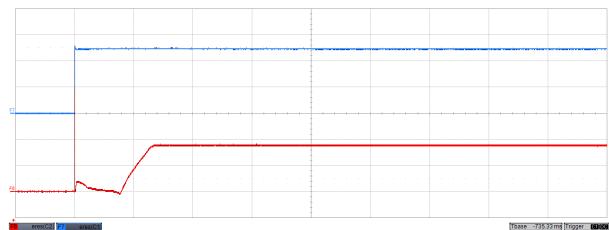
時間: 500 $\mu\text{s}/\text{div}$ 、上面トレース:  $V_{DD}$  1V/div、底面トレース: OUT 1 V/div

図 8-4. 容量性負荷なし、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$  での出力ターンオン応答時間



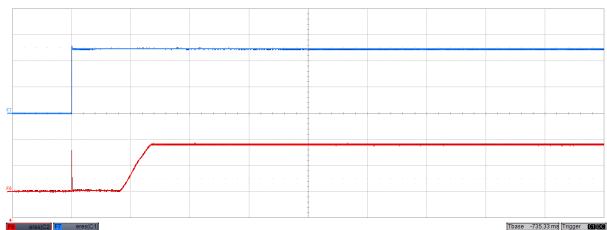
時間: 500 $\mu\text{s}/\text{div}$ 、上面トレース:  $V_{DD}$  1V/div、底面トレース: OUT 1 V/div

図 8-5. 1.1nF の容量性負荷、 $V_{DD} = 3.3\text{V}$  での出力ターンオン応答時間



時間: 500 $\mu\text{s}/\text{div}$ 、上面トレース:  $V_{DD}$  2V/div、底面トレース: OUT 1 V/div

図 8-6. 容量性負荷なし、 $V_{DD} = 5\text{V}$  での出力ターンオン応答時間



時間: 500 $\mu\text{s}/\text{div}$ 、上面トレース:  $V_{DD}$  2V/div、底面トレース: OUT 1 V/div

図 8-7. 1.1nF の容量性負荷、 $V_{DD} = 5\text{V}$  での出力ターンオン応答時間

## 9 電源に関する推奨事項

LMT86 は消費電流と電源電圧範囲 ( $2.2\text{V} \sim 5.5\text{V}$ ) が低いため、多くの電力源から簡単に電力を供給できます。電源バイパスはオプションであり、主に使用する電源のノイズに依存します。ノイズの多いシステムでは、LMT86 の出力に結合されるノイズを低減するため、バイパスコンデンサを追加する必要がある場合があります。

## 10 レイアウト

### 10.1 レイアウトのガイドライン

LMT86 はレイアウトが非常に簡単です。電源バイパスコンデンサを使用する場合は、[レイアウト例](#) に示すように接続する必要があります。

### 10.2 レイアウト例

 VIA to ground plane

 VIA to power plane

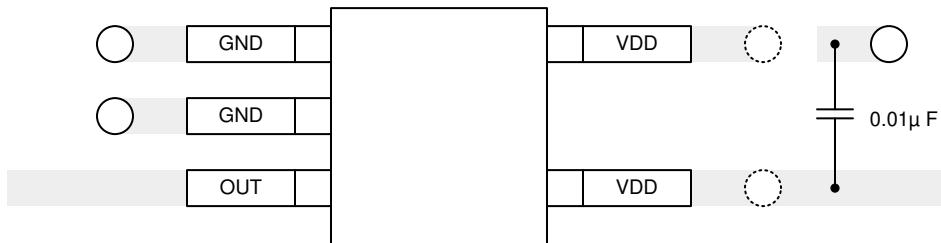


図 10-1. SC70 パッケージの推奨レイアウト

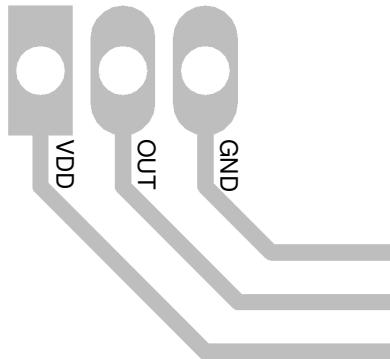


図 10-2. TO-92 LP パッケージの推奨レイアウト

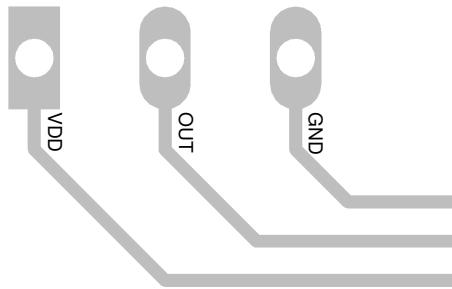


図 10-3. TO-92 LPM パッケージの推奨レイアウト

## 11 デバイスおよびドキュメントのサポート

### 11.1 ドキュメントの更新通知を受け取る方法

ドキュメントの更新についての通知を受け取るには、[www.tij.co.jp](http://www.tij.co.jp) のデバイス製品フォルダを開いてください。[通知] をクリックして登録すると、変更されたすべての製品情報に関するダイジェストを毎週受け取ることができます。変更の詳細については、改訂されたドキュメントに含まれている改訂履歴をご覧ください。

### 11.2 サポート・リソース

テキサス・インスツルメンツ 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、設計で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、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インスツルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インスツルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

### 11.3 商標

テキサス・インスツルメンツ 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。

### 11.4 静電気放電に関する注意事項



この IC は、ESD によって破損する可能性があります。テキサス・インスツルメンツは、IC を取り扱う際には常に適切な注意を払うことを推奨します。正しい取り扱いおよび設置手順に従わない場合、デバイスを破損するおそれがあります。

ESD による破損は、わずかな性能低下からデバイスの完全な故障まで多岐にわたります。精密な IC の場合、パラメータがわずかに変化するだけで公表されている仕様から外れる可能性があるため、破損が発生しやすくなっています。

### 11.5 用語集

[テキサス・インスツルメンツ用語集](#) この用語集には、用語や略語の一覧および定義が記載されています。

## 12 改訂履歴

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。

| <a href="#">Changes from Revision E (October 2017) to Revision F (May 2024)</a> | Page              |
|---|-------------------|
| • ドキュメント全体にわたって表、図、相互参照の採番方法を更新.....  | <a href="#">1</a> |

| <a href="#">Changes from Revision D (June 2017) to Revision E (October 2017)</a> | Page              |
|--|-------------------|
| • 車載用デバイスをスタンダードアロンのデータシート (SNIS201) へ移動.....                                    | <a href="#">1</a> |
| • TO-92 の GND ピン番号を次のように変更: 1 から 3.....  | <a href="#">3</a> |
| • TO-92 の V <sub>DD</sub> ピン番号を次のように変更: 3 から 1.....                              | <a href="#">3</a> |

| <a href="#">Changes from Revision C (October 2015) to Revision D (June 2017)</a> | Page              |
|--|-------------------|
| • 最新のドキュメントおよび翻訳基準に合わせて、データシートのテキストを更新.....                                      | <a href="#">1</a> |
| • 「特長」に AEC-Q100 車載認定の箇条書き項目を追加 .....  | <a href="#">1</a> |
| • 時定数グラフを追加.....   | <a href="#">1</a> |
| • 「アプリケーション」からディスクドライブ、ゲーム、ワイヤレストランシーバ、携帯電話を削除 .....                             | <a href="#">1</a> |
| • LPG (TO-92S) パッケージを追加.....   | <a href="#">3</a> |
| • 「代表的特性」に図 6-10 を追加.....  | <a href="#">6</a> |

| <b>Changes from Revision B (May 2014) to Revision C (October 2015)</b> | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| • TO-126 パッケージに関するすべての記述を削除.....                                       | 1           |
| • TO-92 の LPM ピン構成図を追加.....  | 3           |
| • 「取り扱い定格」を「ESD 定格」に変更し、「保存温度」を「絶対最大定格」表に移動.....                       | 4           |
| • KV を V に変更.....  | 4           |
| • TO-92 LP および LPM パッケージのレイアウトの推奨事項を追加.....                            | 14          |

| <b>Changes from Revision A (June 2013) to Revision B (May 2014)</b>   | <b>Page</b> |
|---|-------------|
| • 新しい TI 標準に合わせてデータシートのフローとレイアウトを変更。以下のセクションを追加:「アプリケーションと実装」、「電源に関する推奨事項」、「レイアウト」、「デバイスおよびドキュメントのサポート」、「メカニカル、パッケージ、および注文情報」の各セクション..... | 1           |
| • TO92 および TO126 パッケージ情報と仕様を追加.....   | 1           |
| • 450°C/W から 275°C/W に変更。新しい仕様は、テキサス・インスツルメンツの最新手法に基づいて生成.....  | 4           |
| • 40°C~150°C の範囲について、温度精度 $V_{DD}$ の条件を 2.4V から 2.2V に変更.....   | 5           |
| • 次の注を削除: 入力電流はリークのみであり、高温で最大になります。通常は 0.001μA のみです。1μA 制限はテスト制限にのみ基づいており、部品の実際の性能を反映していません.....  | 5           |

## 13 メカニカル、パッケージ、および注文情報

以降のページには、メカニカル、パッケージ、および注文に関する情報が記載されています。この情報は指定したデバイスに使用できる最新のデータです。このデータは、予告なく、このドキュメントを改訂せずに変更される場合があります。本データシートのブラウザ版を使用されている場合は、画面左側の説明をご覧ください。

## 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默示保証、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、明示的または默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](http://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づ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 © 2024, Texas Instruments Incorporated

**PACKAGING INFORMATION**

| Orderable part number | Status<br>(1) | Material type<br>(2) | Package   Pins  | Package qty   Carrier | RoHS<br>(3) | Lead finish/<br>Ball material<br>(4) | MSL rating/<br>Peak reflow<br>(5) | Op temp (°C) | Part marking<br>(6) |
|-----------------------|---------------|----------------------|-----------------|-----------------------|-------------|--------------------------------------|-----------------------------------|--------------|---------------------|
| LMT86DCKR             | Active        | Production           | SC70 (DCK)   5  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -50 to 150   | BSA                 |
| LMT86DCKR.A           | Active        | Production           | SC70 (DCK)   5  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -50 to 150   | BSA                 |
| LMT86DCKR.B           | Active        | Production           | SC70 (DCK)   5  | 3000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | Level-1-260C-UNLIM                | -50 to 150   | BSA                 |
| LMT86DCKT             | Obsolete      | Production           | SC70 (DCK)   5  | -                     | -           | Call TI                              | Call TI                           | -50 to 150   | BSA                 |
| LMT86LP               | Active        | Production           | TO-92 (LP)   3  | 1800   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LP.A             | Active        | Production           | TO-92 (LP)   3  | 1800   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LP.B             | Active        | Production           | TO-92 (LP)   3  | 1800   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPG              | Active        | Production           | TO-92 (LPG)   3 | 1000   BULK           | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPG.A            | Active        | Production           | TO-92 (LPG)   3 | 1000   BULK           | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPG.B            | Active        | Production           | TO-92 (LPG)   3 | 1000   BULK           | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPGM             | Active        | Production           | TO-92 (LPG)   3 | 3000   AMMO           | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPGM.A           | Active        | Production           | TO-92 (LPG)   3 | 3000   AMMO           | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPGM.B           | Active        | Production           | TO-92 (LPG)   3 | 3000   AMMO           | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPM              | Active        | Production           | TO-92 (LP)   3  | 2000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPM.A            | Active        | Production           | TO-92 (LP)   3  | 2000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |
| LMT86LPM.B            | Active        | Production           | TO-92 (LP)   3  | 2000   LARGE T&R      | Yes         | SN                                   | N/A for Pkg Type                  | -50 to 150   | LMT86               |

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

<sup>(2)</sup> **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.

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

<sup>(4)</sup> **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.

<sup>(5)</sup> **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.

<sup>(6)</sup> **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.

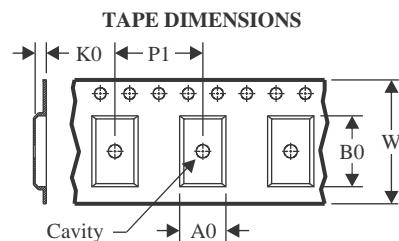
In no event shall TI's liability arising out of such information exceed the total purchase price of the TI part(s) at issue in this document sold by TI to Customer on an annual basis.

**OTHER QUALIFIED VERSIONS OF LMT86 :**

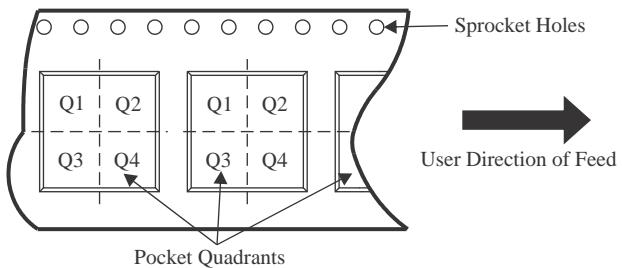
- Automotive : [LMT86-Q1](#)

NOTE: Qualified Version Definitions:

- Automotive - Q100 devices qualified for high-reliability automotive applications targeting zero defects

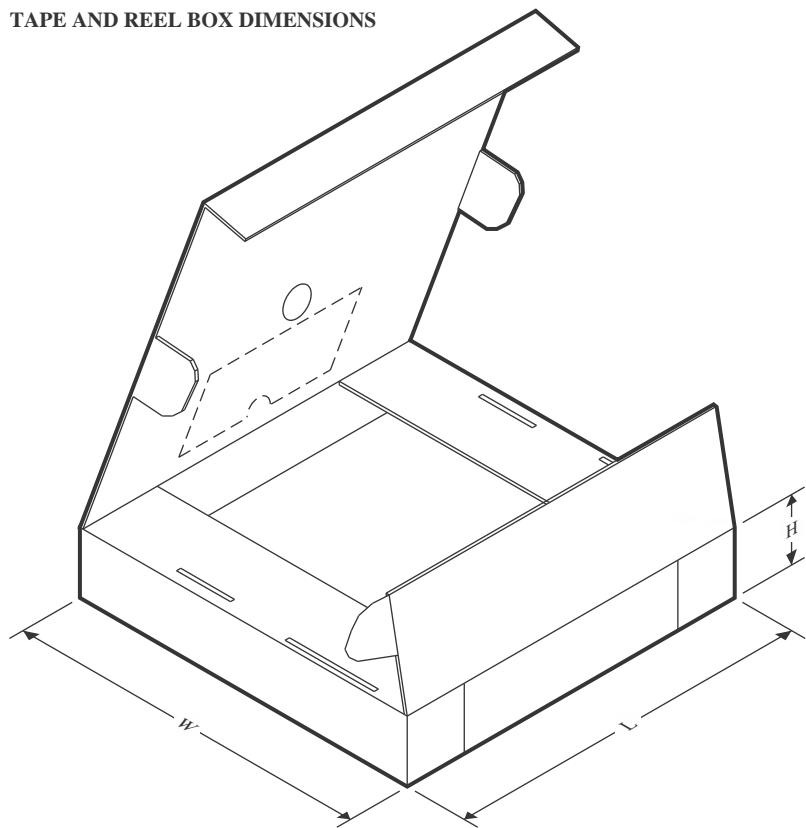
**TAPE AND REEL INFORMATION**


|    |   |
|----|---|
| A0 | Dimension designed to accommodate the component width     |
| B0 | Dimension designed to accommodate the component length    |
| K0 | Dimension designed to accommodate the component thickness |
| W  | Overall width of the carrier tape                         |
| P1 | Pitch between successive cavity centers                   |

**QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE**


\*All dimensions are nominal

| Device    | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Reel Diameter (mm) | Reel Width W1 (mm) | A0 (mm) | B0 (mm) | K0 (mm) | P1 (mm) | W (mm) | Pin1 Quadrant |
|-----------|--------------|-----------------|------|------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|--------|---------------|
| LMT86DCKR | SC70         | DCK             | 5    | 3000 | 178.0              | 8.4                | 2.25    | 2.45    | 1.2     | 4.0     | 8.0    | Q3            |

**TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS**


\*All dimensions are nominal

| Device    | Package Type | Package Drawing | Pins | SPQ  | Length (mm) | Width (mm) | Height (mm) |
|-----------|--------------|-----------------|------|------|-------------|------------|-------------|
| LMT86DCKR | SC70         | DCK             | 5    | 3000 | 208.0       | 191.0      | 35.0        |

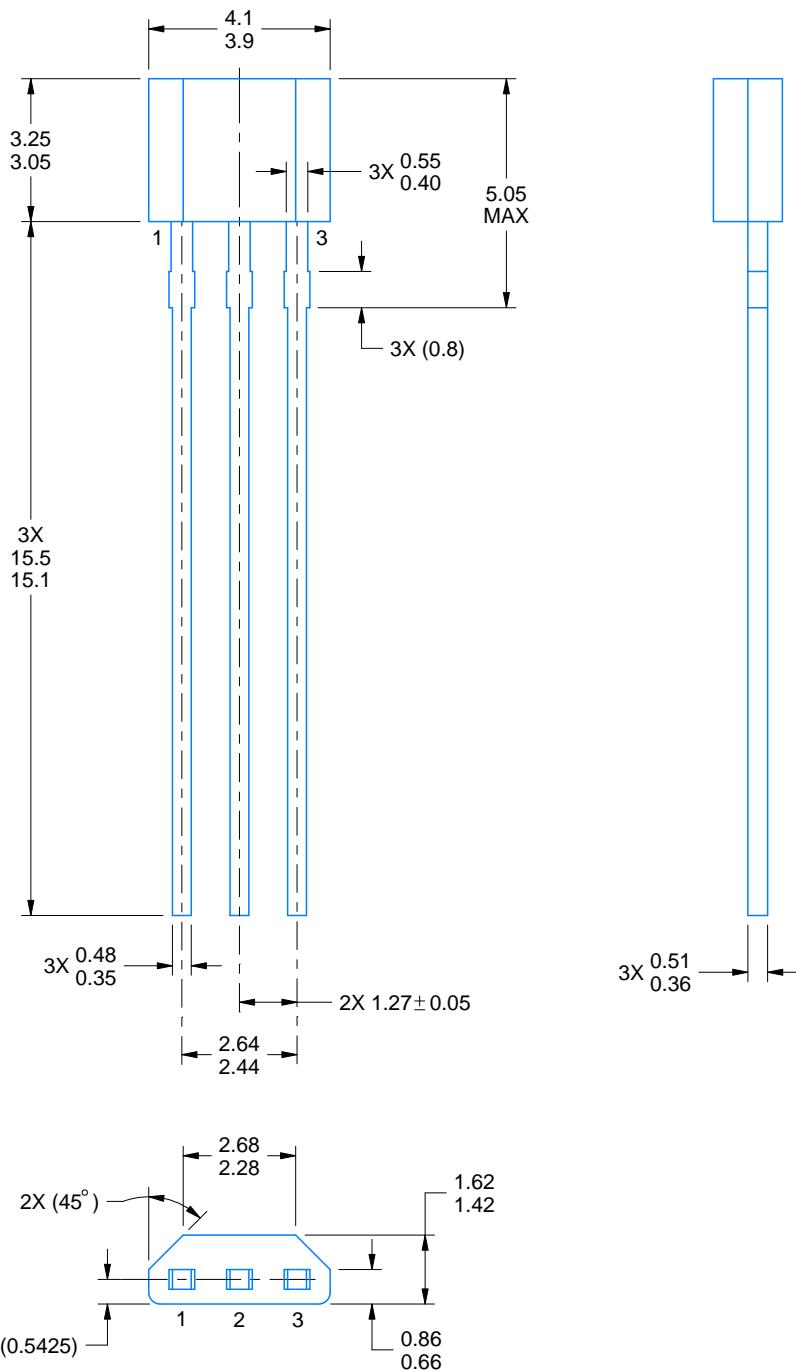
LPG0003A



# PACKAGE OUTLINE

TO-92 - 5.05 mm max height

TRANSISTOR OUTLINE



4221343/C 01/2018

## NOTES:

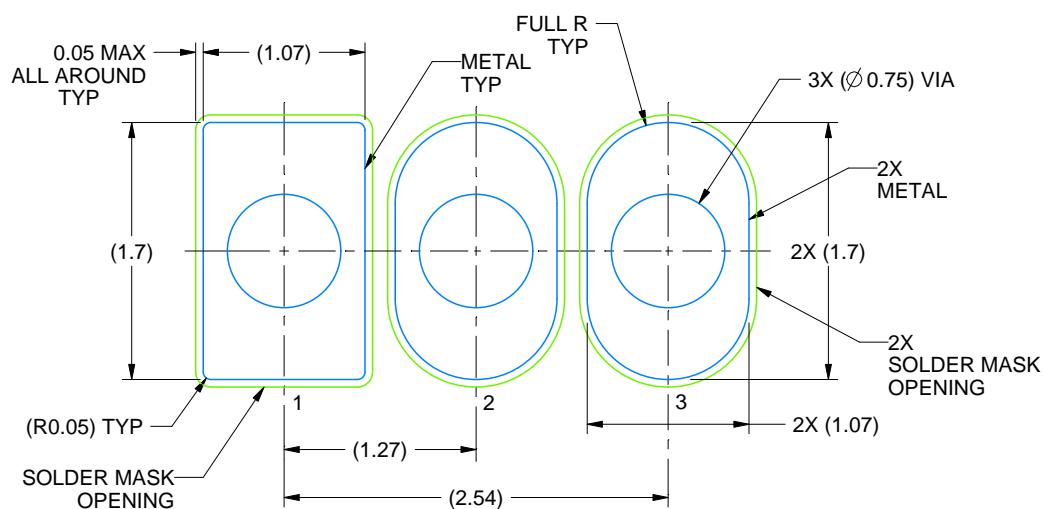
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

LPG0003A

TO-92 - 5.05 mm max height

TRANSISTOR OUTLINE



LAND PATTERN EXAMPLE  
NON-SOLDER MASK DEFINED  
SCALE:20X

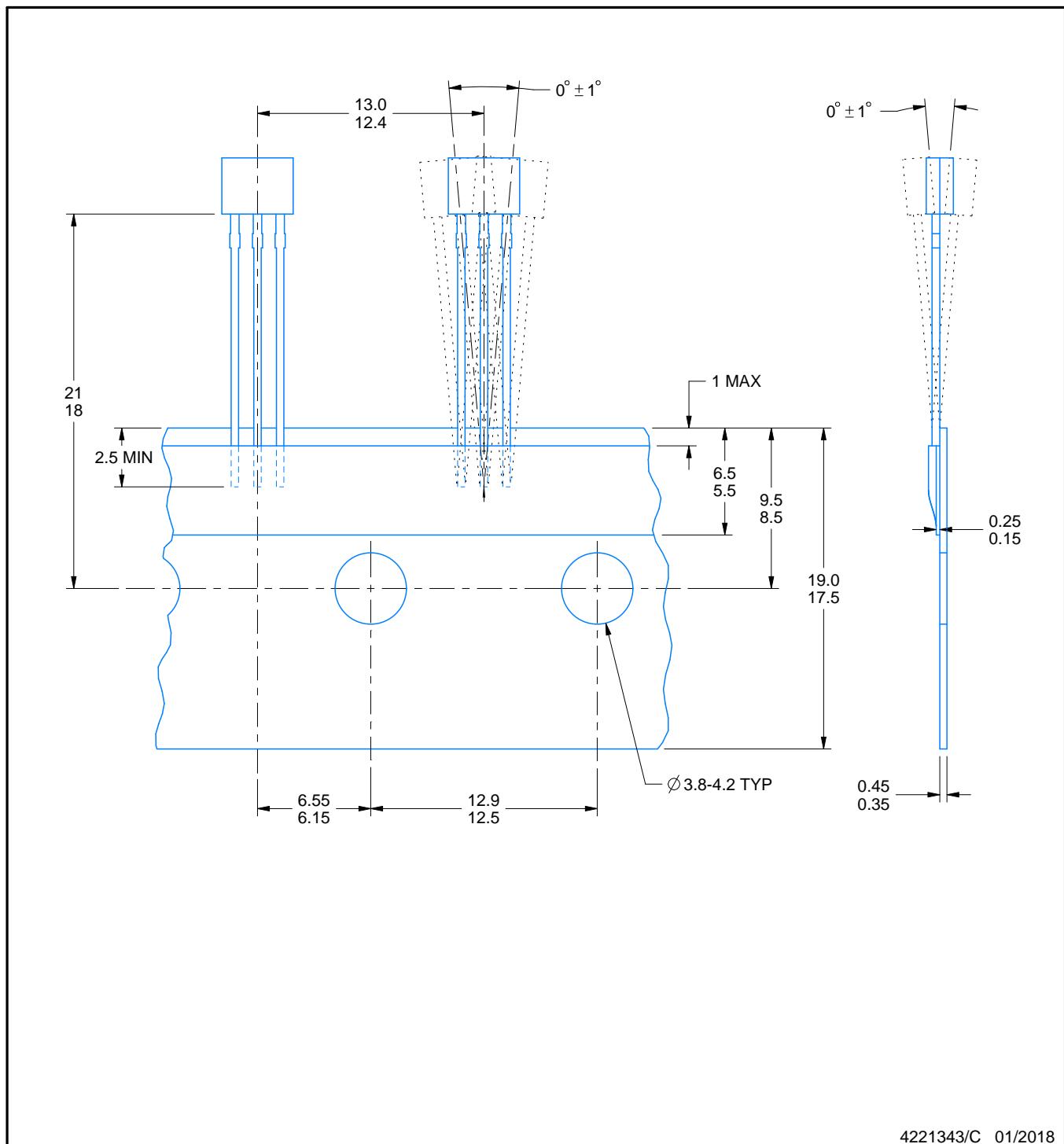
4221343/C 01/2018

# TAPE SPECIFICATIONS

LPG0003A

TO-92 - 5.05 mm max height

TRANSISTOR OUTLINE



4221343/C 01/2018

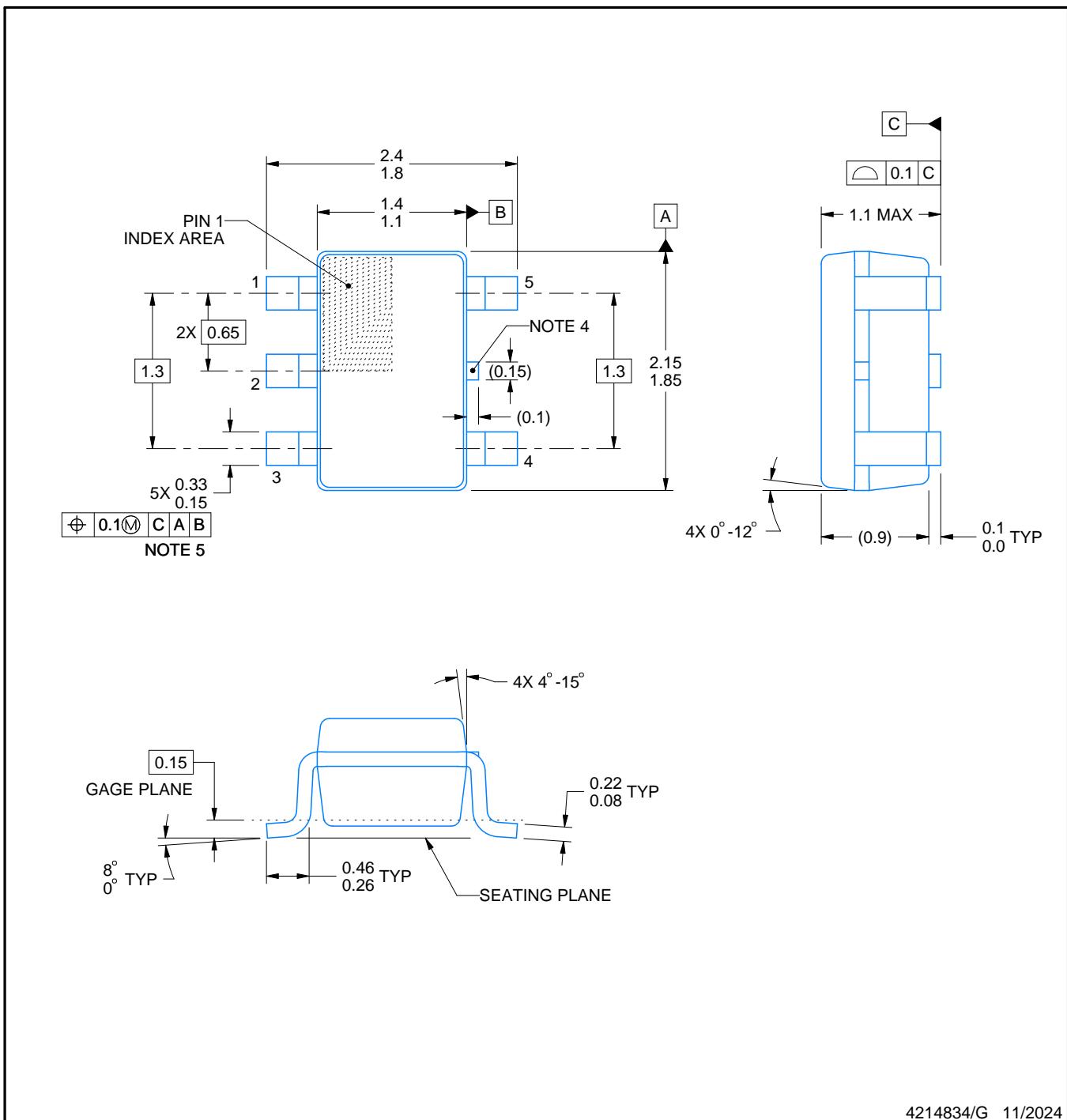
# PACKAGE OUTLINE

DCK0005A



SOT - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



4214834/G 11/2024

## NOTES:

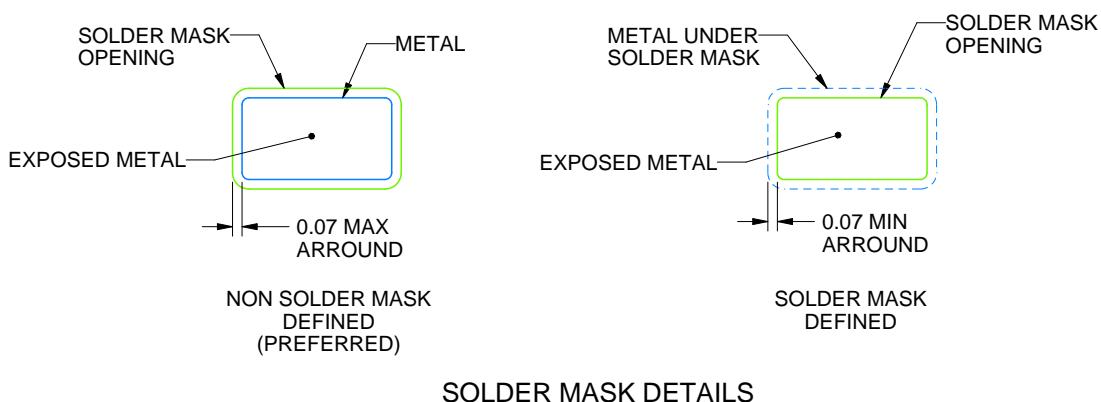
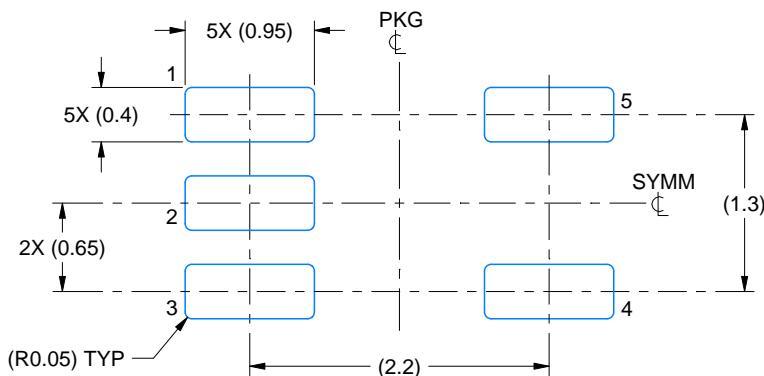
- All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
- This drawing is subject to change without notice.
- Reference JEDEC MO-203.
- Support pin may differ or may not be present.
- Lead width does not comply with JEDEC.
- Body dimensions do not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.25mm per side

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

DCK0005A

SOT - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



4214834/G 11/2024

NOTES: (continued)

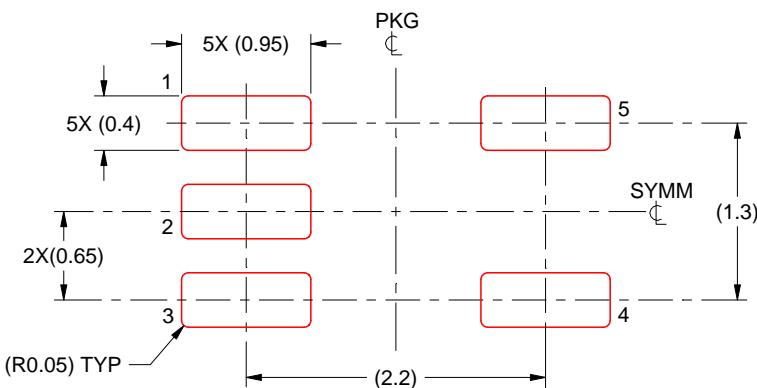
7. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
8. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.

# EXAMPLE STENCIL DESIGN

DCK0005A

SOT - 1.1 max height

SMALL OUTLINE TRANSISTOR



SOLDER PASTE EXAMPLE  
BASED ON 0.125 THICK STENCIL  
SCALE:18X

4214834/G 11/2024

NOTES: (continued)

9. Laser cutting apertures with trapezoidal walls and rounded corners may offer better paste release. IPC-7525 may have alternate design recommendations.
10. Board assembly site may have different recommendations for stencil design.

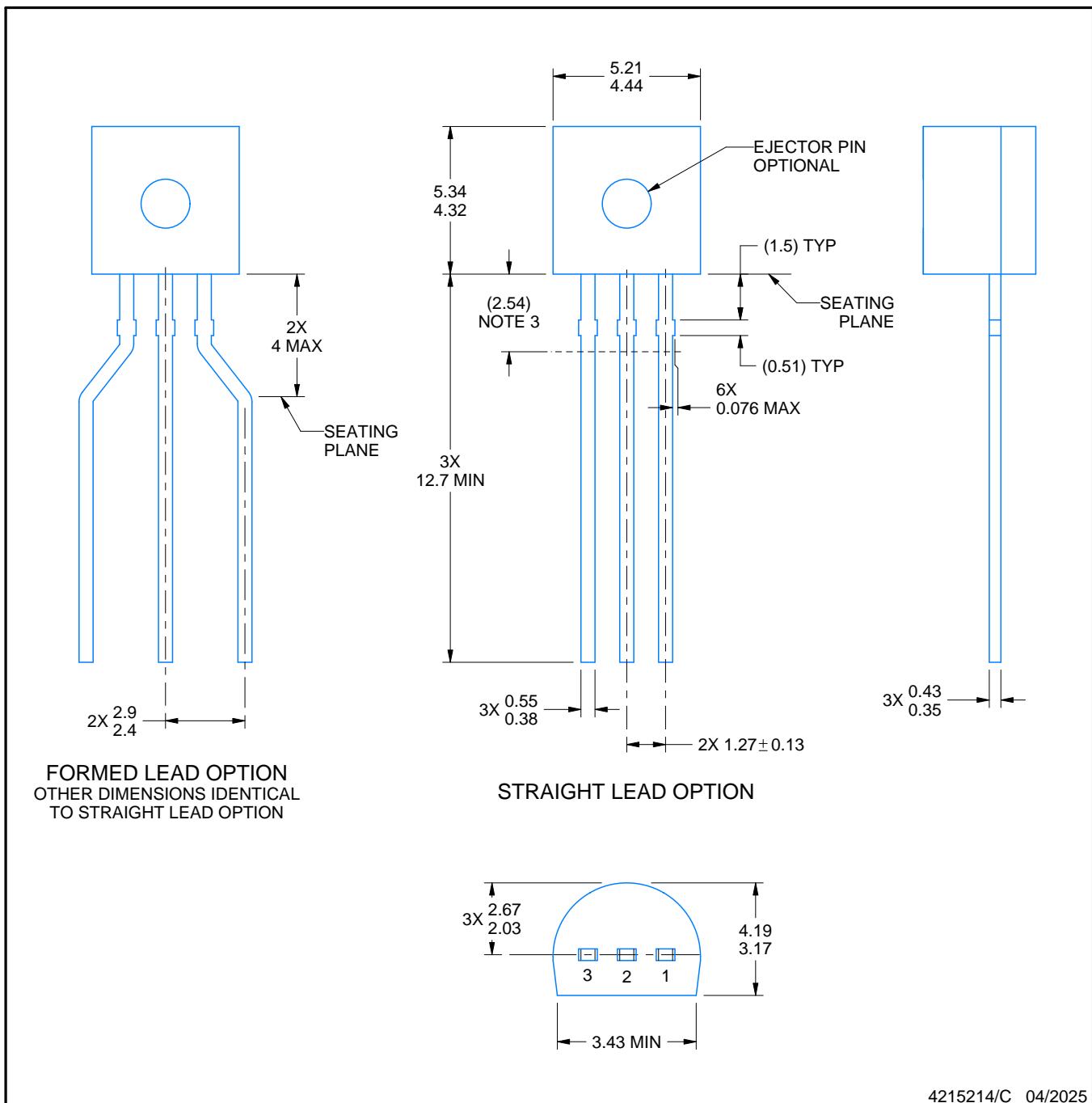
# PACKAGE OUTLINE

LP0003A



TO-92 - 5.34 mm max height

TO-92



4215214/C 04/2025

## NOTES:

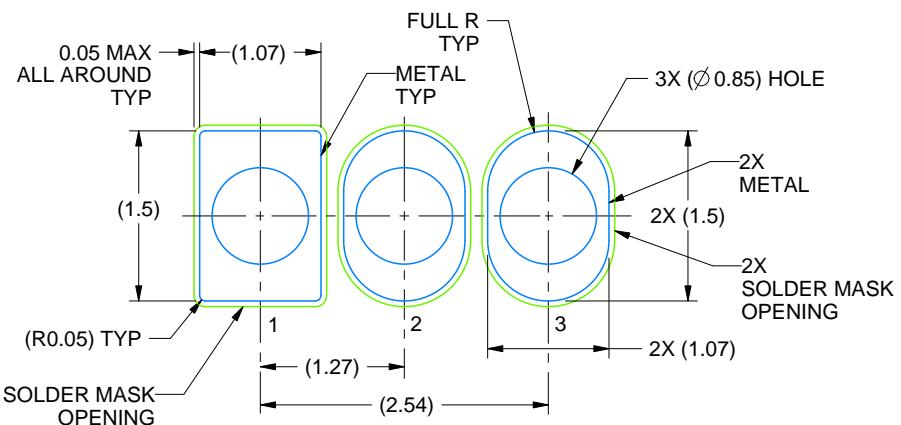
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. Lead dimensions are not controlled within this area.
4. Reference JEDEC TO-226, variation AA.
5. Shipping method:
  - a. Straight lead option available in bulk pack only.
  - b. Formed lead option available in tape and reel or ammo pack.
  - c. Specific products can be offered in limited combinations of shipping medium and lead options.
  - d. Consult product folder for more information on available options.

# EXAMPLE BOARD LAYOUT

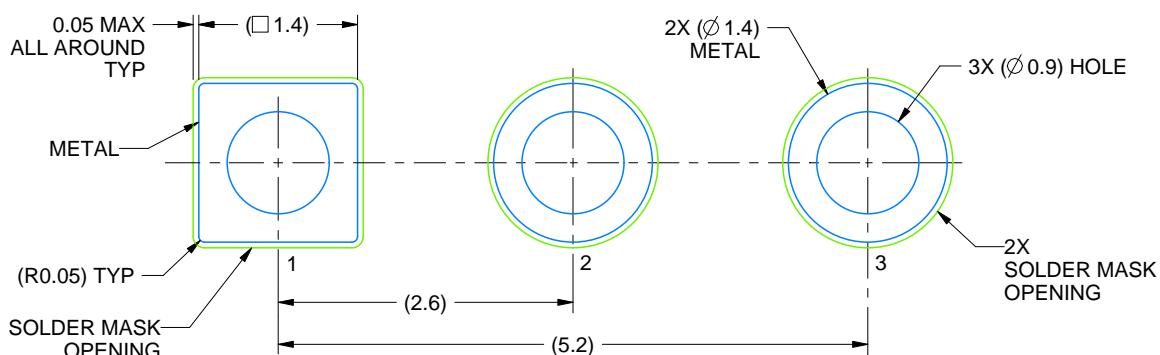
LP0003A

TO-92 - 5.34 mm max height

TO-92



LAND PATTERN EXAMPLE  
STRAIGHT LEAD OPTION  
NON-SOLDER MASK DEFINED  
SCALE:15X



LAND PATTERN EXAMPLE  
FORMED LEAD OPTION  
NON-SOLDER MASK DEFINED  
SCALE:15X

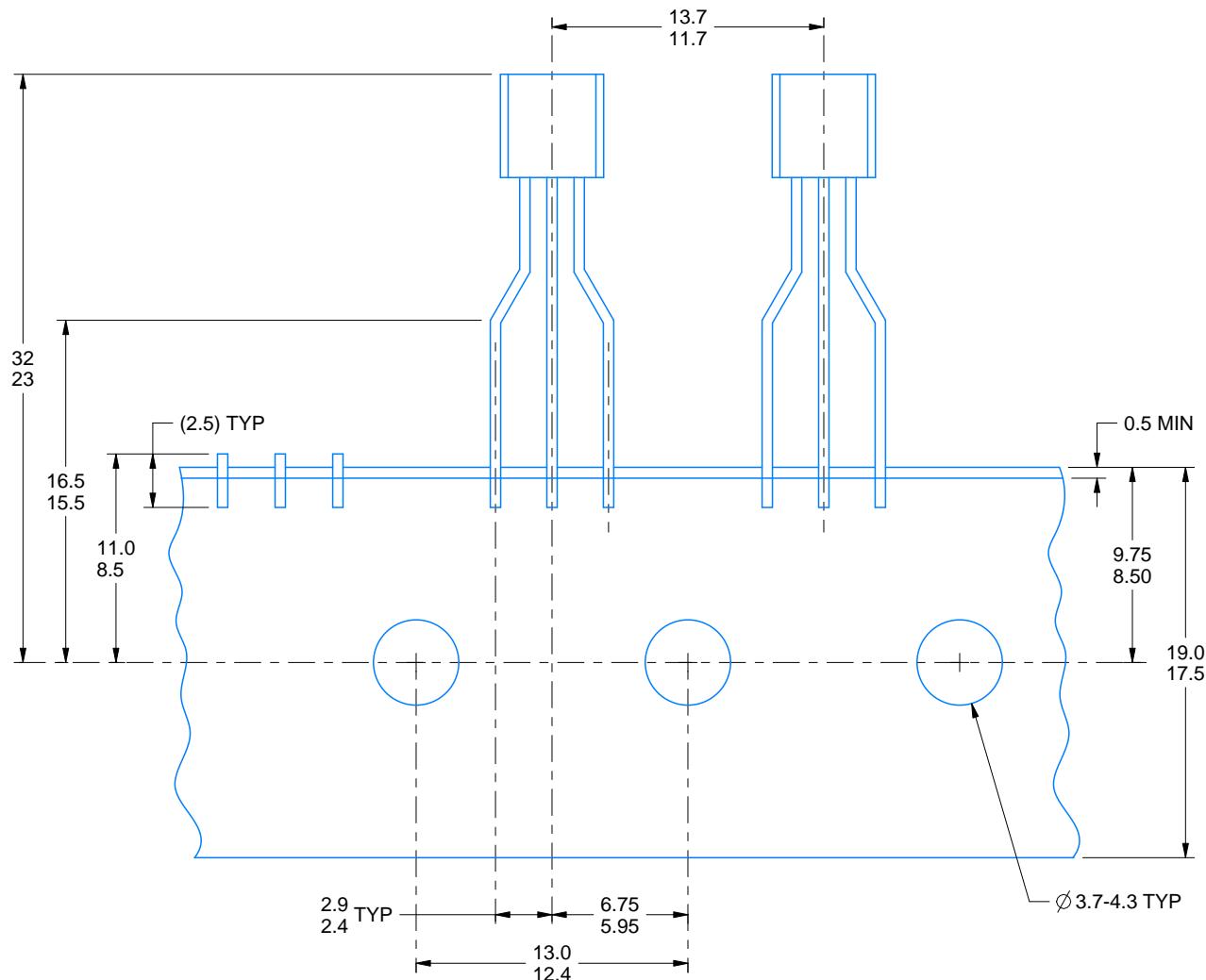
4215214/C 04/2025

# TAPE SPECIFICATIONS

LP0003A

TO-92 - 5.34 mm max height

TO-92



FOR FORMED LEAD OPTION PACKAGE

4215214/C 04/2025

## 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默示保証、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、明示的または默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、(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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月