

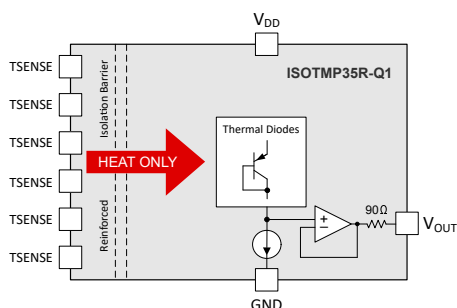
ISOTMP35R-Q1 車載対応 $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 、 5kV_{RMS} 強化絶縁アナログ温度センサ ($10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$)、高速な応答時間 ($< 4\text{s}$)、動作電圧 $1.06\text{kV}_{\text{RMS}}$

1 特長

- 次の測定結果により AEC-Q100 認定済み:
 - 温度グレード -0: $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$
 - デバイス HBM ESD 分類レベル 2
 - デバイス CDM ESD 分類レベル C5
- 機能安全対応
 - 機能安全システムの設計に役立つ資料を利用可能
- 堅牢な内蔵絶縁:
 - 絶縁耐電圧: 5kV_{RMS}
 - 絶縁動作電圧: $1.06\text{kV}_{\text{RMS}}$
 - 絶縁バリアの寿命: > 15 年
 - 基本絶縁オプションが利用可能
- 温度センサの精度:
 - $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (標準 25°C)
 - $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ で $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 以下
 - $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ で $\pm 3.5^{\circ}\text{C}$ 以下
- 幅広い電源電圧範囲: $3.1\text{V} \sim 34\text{V}$
- アナログ出力:
 - $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ の正の勾配
 - 0°C で 500mV のオフセット
 - 出力電圧範囲: $100\text{mV} \sim 2.0\text{V}$
- 高速な熱応答: $< 4\text{s}$
- 高 CMTI: $65\text{kV}/\mu\text{s}$
- 低消費電力: $45\mu\text{A}$ (標準値)
- 安全関連認証:
 - UL 1577 に準拠した絶縁耐圧: 5kV_{RMS} (1 分間)

2 アプリケーション

- HEV/EV のバッテリー管理システム (BMS)
- HEV/EV のオンボードおよびワイヤレス チャージャ
- HEV/EV の DC/DC コンバータ
- HEV/EV のインバータおよびモータ制御
- パワートレイン温度センサ



機能ブロック図

3 説明

ISOTMP35R-Q1 は、業界初の強化絶縁型温度センサ IC であり、最大 5kV_{RMS} の耐電圧の内蔵絶縁バリアと、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ で $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ の勾配を特長とするアナログ温度センサを組み合わせています。この統合により、センサをパワー MOSFET、IGBT、バスバーなどの高電圧熱源と同じ場所に設置できるようになり、外部の絶縁型アンプや絶縁型データ コンバータが不要になります。また、高電圧熱源に直接接触することで、絶縁要件を満たすためにセンサを遠くに配置するアプローチに比べ、より高い精度と高速な熱応答が得られます。

ISOTMP35R-Q1 は $3.1\text{V} \sim 34\text{V}$ の広い電源電圧範囲で動作するため、高電圧ドメインでレギュレートされた低電圧レールを利用できないシステムに柔軟に統合できます。

ISOTMP35R-Q1 の出力電圧は、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で $100\text{mV} \sim 2.0\text{V}$ です。ISOTMP35R-Q1 は、室温において $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 -40°C から 150°C の全温度範囲において $\pm 3.5^{\circ}\text{C}$ のワースト ケース精度を実現するために、外部でのキャリブレーションやトリミングを必要としません。ISOTMP35R-Q1 の線形出力、 500mV のオフセット、工場での較正により、単一電源の環境で負温度の読み取りが要求される場合に必要の外部回路が簡素化されます。

内蔵絶縁バリアは UL 1577 の要件を満たしています。表面実装パッケージ (12 ピン SSOP) は、熱源から組み込み熱センサへの優れた熱流を提供し、熱質量を最小限に抑え、より正確な熱源測定を実現します。これにより、時間のかかる熱モデリングの必要性が減り、製造や組み立てによる機械的なばらつきが減少するため、システム設計のマージンが向上します。

パッケージ情報

部品番号	パッケージ ⁽¹⁾	パッケージ サイズ ⁽²⁾
ISOTMP35R-Q1	DFP (SSOP, 12)	10.3mm × 3.6mm

- 詳細については、[セクション 11](#) を参照してください。
- パッケージ サイズ (長さ × 幅) は公称値であり、該当する場合はピンも含まれます。



目次

1 特長	1	7.2 機能ブロック図	15
2 アプリケーション	1	7.3 機能説明	15
3 説明	1	7.4 デバイスの機能モード	22
4 デバイスの比較	3	8 アプリケーションと実装	23
5 ピン構成および機能	5	8.1 使用上の注意	23
6 仕様	6	8.2 レイアウト	30
6.1 絶対最大定格.....	6	9 デバイスおよびドキュメントのサポート	31
6.2 ESD 定格.....	6	9.1 ドキュメントのサポート.....	31
6.3 推奨動作条件.....	6	9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	31
6.4 熱に関する情報.....	6	9.3 サポート・リソース.....	31
6.5 絶縁仕様.....	7	9.4 商標.....	31
6.6 電力定格.....	8	9.5 静電気放電に関する注意事項.....	31
6.7 安全関連認証.....	8	9.6 用語集.....	31
6.8 安全限界値.....	8	10 改訂履歴	31
6.9 電気的特性.....	9	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報	32
6.10 代表的特性.....	11	11.1 メカニカル データ.....	33
7 詳細説明	15	11.2 付録: パッケージ オプション.....	36
7.1 概要.....	15	11.3 テープおよびリール情報.....	37

4 デバイスの比較

表 4-1. デバイスのオプション

機能 / パラメータ	ISOTMP35R-Q1	ISOTMP35-Q1
センサ ゲイン	10mV/°C	10mV/°C
センサ ゲイン タイプ	固定	固定
動作温度範囲	-40°C ~ 150°C	-40°C ~ 150°C
絶縁仕様		
絶縁グレード	強化	基本
絶縁動作電圧 (最大値)	1060V _{RMS}	500V _{RMS}
絶縁 DC 電圧 (最大値)	1500VDC	707VDC
耐絶縁電圧	5000V _{RMS}	3000V _{RMS}
外部空間距離	≥8mm	≥4mm
外部沿面距離	≥8mm	≥4mm
電源仕様		
電源電圧範囲 (V _{DD})	3.1V ~ 34V	2.3V ~ 5.5V
I _Q (標準値)	45μA	10μA
アナログ出力		
出力電圧範囲 (V _{OUT})	0.1V ~ 2.0V	0.1V ~ 2.0V
0°C での出力オフセット	500mV	500mV
出力電流 (最大値)	100μA	500μA
出力インピーダンス (Z _{OUT})	90Ω (1kHz)	110Ω (1kHz)
容量性負荷ドライバ (最大値) 位相マージン ≥ 45°	2.2nF	1nF
温度精度		
25°C (標準値)	±0.5°C	±0.5°C
-40°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
-30°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
-25°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
-20°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
-10°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
0°C (最大)	±2.5°C	±1.5°C
20°C (最大)	±2.5°C	±1.5°C
25°C (最大)	±2.5°C	±1.5°C
30°C (最大)	±2.5°C	±1.5°C
70°C (最大)	±2.5°C	±1.5°C
80°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
85°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
100°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
125°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
130°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
150°C (最大)	±3.5°C	±2.5°C
パッケージの寸法		

表 4-1. デバイスのオプション (続き)

機能 / パラメータ	ISOTMP35R-Q1	ISOTMP35-Q1
寸法 [mm × mm × mm]	SSOP (12 ピン) 10.30 × 3.60 × 2.65	SOIC (7 ピン) 4.90 × 6.00 × 1.75

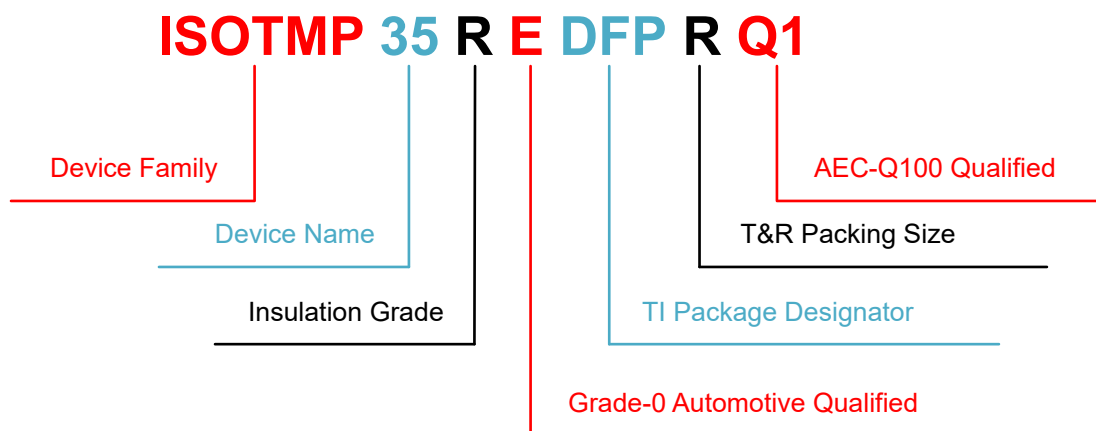


図 4-1. ISOTMP35R-Q1 デバイスの命名規則

表 4-2. ISOTMP35R-Q1 デバイスの命名規則の説明

フィールドの説明	フィールドの詳細
デバイス ファミリ	ISOTMP: 絶縁型温度センサ
デバイス名	35
絶縁グレード	R: 強化
車載グレード認証	- E: グレード -0 (-40°C ~ 150°C) - 車載アプリケーション用に AEC-Q100 認定済み
TI パッケージ タイプ	DFP: 12 ピン SSOP
T&R パッキング サイズ	R: 大型 T&R、SPQ = 2,000 ユニット

5 ピン構成および機能

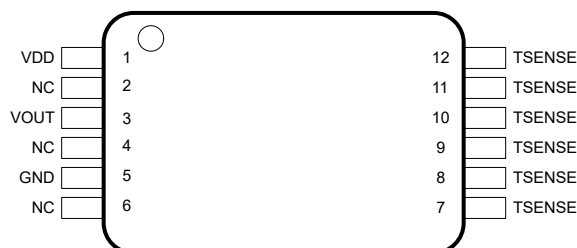


図 5-1. DFP パッケージ 12 ピン SSOP 上面図

表 5-1. ピンの機能

ピン		タイプ ⁽¹⁾	説明
名称	DFP		
GND	5	G	グラウンド基準。
NC	2	—	内部接続なしこれらのピンはフローティングのままにするか、GND に接続できます。ピンを GND に接続すると、ノイズの多い環境での EMI 堅牢性が向上します。
	4		
	6		
TSENSE	7	T	絶縁型温度センシング ノード。TSENSE ピンは、熱勾配を最小限に抑え、測定精度を向上させるため、熱源に近づけて配置します。レイアウトの推奨事項と例については、 セクション 8.2.2 および セクション 8.2.1 を参照してください。
	8		
	9		
	10		
	11		
V _{DD}	1	P	電源電圧入力。低ノイズ電源を使用し、V _{DD} ピンと GND ピンの近くに 0.1μF デカップリング コンデンサを配置します。追加の電源に関する推奨事項については、 セクション 8.1.4 を参照してください。
V _{OUT}	3	O	温度に比例するアナログ出力電圧。出力は、ADC 入力と直接接続できるよう最適化されています。容量性負荷駆動に関する考慮事項については セクション 8.1.3 、ADC のインターフェイスに関するガイダンスについては セクション 7.3.2.2 を参照してください。

(1) I = 入力、O = 出力、I/O = 入力または出力、T = サーマル センシング ノード、G = グラウンド、P = 電源

6 仕様

6.1 絶対最大定格

自由気流での動作温度範囲内 (特に記述のない限り)⁽¹⁾

		最小値	最大値	単位
電源電圧	V_{DD} から GND	GND - 0.3	36	V
出力電圧	V_{OUT} ~ GND	GND - 0.3	$V_{DD} + 0.3$ ⁽²⁾	V
出力電流	I_{OUT}		±10	mA
温度	動作時の接合部温度、 T_J	-60	155	°C
	保管温度、 T_{stg}	-65	155	°C

- (1) 「絶対最大定格」の範囲外の動作は、デバイスの永続的な損傷の原因となる可能性があります。絶対最大定格は、このような条件や、推奨動作条件に記載されている条件を超える条件でデバイスが機能するということを意味するわけではありません。「絶対最大定格」の範囲内であっても「推奨動作条件」の範囲外で使用方法、本デバイスは完全に機能するとは限らず、このことが、デバイスの信頼性、機能、性能に影響を及ぼし、本デバイスの寿命を縮める可能性があります
- (2) 最大電圧は 36V 以下である必要があります

6.2 ESD 定格

			値	単位
$V_{(ESD)}$	静電放電	人体モデル (HBM)、AEC Q100-002 ⁽¹⁾ HBM ESD 分類レベル 2 準拠	±2500	V
		荷電デバイス モデル (CDM)、AEC Q100-011 CDM ESD 分類レベル C5 準拠	±1000	

- (1) AEC Q100-002 は、HBM ストレス試験を ANSI / ESDA / JEDEC JS-001 仕様に従って実施しなければならないと規定しています。

6.3 推奨動作条件

		最小値	公称値	最大値	単位
V_{DD}	電源電圧	3.1		34	V
T_A	動作時周囲温度	-40		150	°C

6.4 熱に関する情報

熱評価基準 ⁽¹⁾		ISOTMP35R-Q1	単位
		DFP (SSOP)	
		12 ピン	
$R_{\theta JA}$	接合部から周囲への熱抵抗	99.5	°C/W
$R_{\theta JC(top)}$	接合部からケース (上面) への熱抵抗	127.6	°C/W
$R_{\theta JB}$	接合部から基板への熱抵抗	74.1	°C/W
Ψ_{JT}	接合部から上面への特性パラメータ	92.6	°C/W
Ψ_{JB}	接合部から基板への特性パラメータ	73.4	°C/W
M_T	熱質量	110	mJ/°C

- (1) 従来および最新の熱評価基準の詳細については、『[半導体および IC パッケージの熱評価基準](#)』アプリケーション ノートを参照してください。
[spra953](#)

6.5 絶縁仕様

自由気流での温度範囲内、 $V_{DD} = 3.1V \sim 34V$ (特に記述のない限り)

標準仕様は $T_A = 25^\circ C$ かつ $V_{DD} = 3.3V$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件		値	単位
一般					
CLR	外部空間距離 ⁽¹⁾	空気を介した最短のピン間距離		≥ 8	mm
CPG	外部沿面距離 ⁽¹⁾	パッケージ表面に沿った最短のピン間距離		≥ 8	mm
DTI	絶縁物を介した距離	最小内部ギャップ (内部空間距離)		17	μm
CTI	比較トラッキング インデックス	DIN EN 60112; IEC 60112		≥ 600	V
	材料グループ	IEC 60664-1 に準拠		I	
	過電圧カテゴリ	定格商用電源 V _{RMS} が 150V 以下		I-IV	
		定格商用電源 V _{RMS} が 300V 以下		I-III	
V _{IOWM}	最大 AC 絶縁動作電圧	AC 電圧 (バイポーラ正弦波):経時絶縁破壊 (TDDb) テスト	30 年間で 1ppm 未満の故障率	750	V _{RMS}
			15 年間で 1ppm 未満の故障率	1060	
V _{IORM}	最大反復ピーク絶縁動作電圧	ピーク電圧 (バイポーラ正弦波):経時絶縁破壊 (TDDb) テスト	30 年間で 1ppm 未満の故障率	1060	V _{PK}
			15 年間で 1ppm 未満の故障率	1500	
V _{IODC}	最大 DC 絶縁動作電圧	DC 電圧:経時絶縁破壊 (TDDb) テスト	30 年間で 1ppm 未満の故障率	1000	V _{DC}
			15 年間で 1ppm 未満の故障率	1500	
V _{IOTM}	最大過渡絶縁電圧	V _{TEST} = V _{IOTM} , t = 60s (認定試験)、 V _{TEST} = 1.2 × V _{IOTM} , t = 1s (100% 出荷時テスト)		7000	V _{PK}
V _{IMP}	最大インパルス電圧 ⁽²⁾	IEC 62368-1 に準拠し空気中でテスト、1.2/50μs の波形 ⁽⁵⁾		8000	V _{PK}
V _{IOSM}	最大サージ絶縁電圧 ⁽³⁾	IEC 62368-1 に準拠し油中でテスト (認定時テスト)、 1.2/50μs の波形 ⁽⁵⁾		10400	V _{PK}
q _{pd}	見掛けの電荷 ⁽⁴⁾	手法 a、入力 / 出力安全性テストのサブグループ 2 および 3 の後、 V _{pd(ini)} = V _{IOTM} , t _{ini} = 60s、V _{pd(m)} = 1.2 × V _{IORM} , t _m = 10s		≤ 5	pC
		手法 a、環境テストのサブグループ 1 の後、 V _{pd(ini)} = V _{IOTM} , t _{ini} = 60s、V _{pd(m)} = 1.3 × V _{IORM} , t _m = 10s		≤ 5	
		手法 b、事前条件設定 (タイプ テスト) およびルーチン テスト、 V _{pd(ini)} = V _{IOTM} , t _{ini} = 1s、V _{pd(m)} = 1.5 × V _{IORM} , t _m = 1s		≤ 5	
C _{IO}	バリア容量、 入力から出力へ ⁽⁵⁾	V _{IO} = 0.1V _{PP} (100kHz 時)		2.2	pF
R _{IO}	絶縁抵抗、 入力から出力へ ⁽⁵⁾	V _{IO} = 500V (T _A = 25°C時)		>10 ¹²	Ω
		V _{IO} = 500V (100°C ≤ T _A ≤ 125°C時)		>10 ¹¹	
		V _{IO} = 500V (T _A = 150°C時)		>10 ⁹	
	汚染度			2	
	耐候性カテゴリ			55/125/21	
UL 1577					
V _{ISO}	絶縁耐圧	V _{TEST} = V _{ISO} , t = 60s (認定)、 V _{TEST} = 1.2 × V _{ISO} , t = 1s (100% 出荷時テスト)		5000	V _{RMS}

- アプリケーションに固有の機器の絶縁規格に従って沿面距離および空間距離の要件を適用します。沿面距離および空間距離を維持するため、プリント基板上でインレータの取り付けパッドによってこの距離が短くならないように注意して基板を設計する必要があります。場合によっては、プリント基板上の沿面距離と空間距離が等しくなります。プリント基板上に溝やリブを設けるという技法を使用して、これらの仕様値を大きくすることができます。
- テストは、パッケージのサージ耐性を判定するため、空気中で実行されます。
- テストは、絶縁バリアの固有サージ耐性を判定するため、油中で実行されます。
- 見掛けの放電電荷とは、部分放電 (pd) により発生する放電です。
- 絶縁バリアのそれぞれの側にあるすべてのピンを互いに接続して、2 つの端子を持つデバイスを構成します。

6.6 電力定格

$V_{DD} = 34V$ 、 $T_A = 125^\circ C$ 、 $T_J = 150^\circ C$ 、デバイス評価ボードに半田付けされたデバイス。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
P_D	最大消費電力	$V_{DD} = 34V$ 、 $I_Q = 140\mu A$ 、 V_{OUT} で無負荷			4.76	mW

6.7 安全関連認証

UL	
UL 1577 部品認定プログラム	IEC 62368-1 CB による認証
ファイル番号:E181974-20250328	認証書番号:UL-US-2562181-1

6.8 安全限界値

安全限界値 ⁽¹⁾ の目的は、入力または出力回路の故障による絶縁バリアの損傷の可能性を最小限に抑えることです。

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
I_S	安全入力、出力、または電源電流	$R_{\theta JA} = 99.5^\circ C/W$ 、 $V_{DD} = 34V$ 、 $T_J = 150^\circ C$ 、 $T_A = 25^\circ C$			37	mA
P_S	安全入力、出力、または合計電力	$R_{\theta JA} = 99.5^\circ C/W$ 、 $T_J = 150^\circ C$ 、 $T_A = 25^\circ C$			1.26	W
T_S	最高安全温度				150	$^\circ C$

- (1) 最高安全温度 T_S は、本デバイスに規定された最大接合部温度 T_J と同じ値です。 I_S および P_S パラメータはそれぞれ安全電流と安全電力を表します。 I_S および P_S の最大限界値を超過してはなりません。これらの制限は周囲温度 T_A によって変化します。

「熱に関する情報」の表にある接合部から外気への熱抵抗 $R_{\theta JA}$ は、デバイス評価ボードに実装されたデバイスのものです。これらの式を使って各パラメータの値を計算します。

$T_J = T_A + R_{\theta JA} \times P$ 。ここで P は本デバイスで消費される電力です。

$T_{J(max)} = T_S = T_A + R_{\theta JA} \times P_S$ 。ここで $T_{J(max)}$ は最大許容接合部温度です。

$P_S = I_S \times V_{DD_{max}}$ 。ここで $V_{DD_{max}}$ は最大入力電圧です。

6.9 電気的特性

自由気流での温度範囲内、 $V_{DD} = 3.1V \sim 34V$ (特に記述のない限り)

標準仕様は $T_A = 25^\circ C$ かつ $V_{DD} = 3.3V$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件		最小値	標準値	最大値	単位
温度センサ							
T _{ERR}	温度精度	T _A = 25°C		±0.5		°C	
		T _A = 0°C ~ 70°C		-2.5	2.5		
		T _A = -40°C ~ 150°C		-3.5	3.5		
T _{LTD}	長期安定性とドリフト ⁽¹⁾	1000 時間、T _A = 150°C		±0.25		°C	
T _{GAIN}	センサの感度 (ゲイン)	T _A = -40°C ~ 150°C		10		mV/°C	
V _{OUT}	出力電圧	T _A = 0°C		500		mV	
		T _A = 25°C		750			
		T _A = 30°C		800			
T _{NL}	出力の非直線性	T _A = -40°C ~ 150°C		-0.8	0.8		°C
T _{63_D}	熱応答時間 (方向性)	2 層、62mil (1.58mm、1mil は 1/1000 インチ) 2 オンス。銅	T _{63%} T _{STEP} = 25°C ~ 75°C	3.7		s	
T _{63_L}	熱的応答時間 (攪拌液体)	2 層、62mil (1.58mm、1mil は 1/1000 インチ) 0.5in × 0.5in (1.27cm x 1.27cm)	T _{63%} T _{STEP} = 25°C ~ 150°C	2			
T _{63_A}	熱的応答時間 (静止空气中)	2 層、62mil (1.58mm、1mil は 1/1000 インチ) 0.5in × 0.5in (1.27cm x 1.27cm)	T _{63%} T _{STEP} = 25°C ~ 75°C	123			
アナログ出力							
V _{OUTR}	出力電圧範囲	T _A = -40°C ~ 150°C		100	2000	mV	
Z _{OUT}	出力インピーダンス	I _{LOAD} = 0μA~100μA、f = 0Hz~1kHz		90		Ω	
I _{OUT}	出力電流	V _{OUT} ソース電流		100		μA	
		V _{OUT} シンク電流		1			
I _{OUT-SC}	出力短絡電流制限	V _{OUT} 短絡ソース電流		0.75	5	mA	
		V _{OUT} 短絡シンク電流		60	90	μA	
CMTI	同相過渡耐性	V _{DD} = 5V、V _{CM} = 750V、t _{PULSE} = 10μs C _{LOAD} = 1nF、I _{LOAD} = 50μA、ΔV _{OUT} < 200mV		65.8		kV/μs	
REG _{LI}	ライン レギュレーション	3.1V ≤ V _{DD} ≤ 34V		-1.2	1.2	mV/V	
REG _{LD}	ロード レギュレーション	I _{LOAD} = 0μA~100μA		9		mV	
C _{LOAD}	容量性負荷駆動能力	R _{ISO} = 0Ω	位相マージン ≥ 45°	2.2		nF	
		R _{ISO} ≥ 300Ω		制限なし			
電源							
I _Q	静止時電流	T _A = 25°C、V _{DD} = 3.3V		45	65	μA	
		T _A = -40°C ~ 150°C		140			
V _{ON-TH}	ターンオン スレッシュホールド電圧	T _A = -40°C ~ 150°C		2.1	2.8	V	
V _{OFF-TH}	ターンオフスレッシュホールド電圧	T _A = -40°C ~ 150°C		1.7	2.1	V	
t _{ON}	ターンオン時間	C _{LOAD} = 0pF		25		μs	

自由気流での温度範囲内、 $V_{DD} = 3.1V \sim 34V$ (特に記述のない限り)

標準仕様は $T_A = 25^\circ C$ かつ $V_{DD} = 3.3V$ (特に記述のない限り)

パラメータ		テスト条件	最小値	標準値	最大値	単位
PSRR	電源除去比	$T_A = 25^\circ C$ $V_{DD} = 3.3V$	f = 1kHz	-75		dB
			f = 100kHz	-45		
			f = 1MHz	-25		

(1) 長期安定性とドリフトは、 $150^\circ C$ の接合部温度での加速動作寿命テストを使用して決定されます。

6.10 代表的特性

$T_A = 25^\circ\text{C}$ (特に記述のない限り)

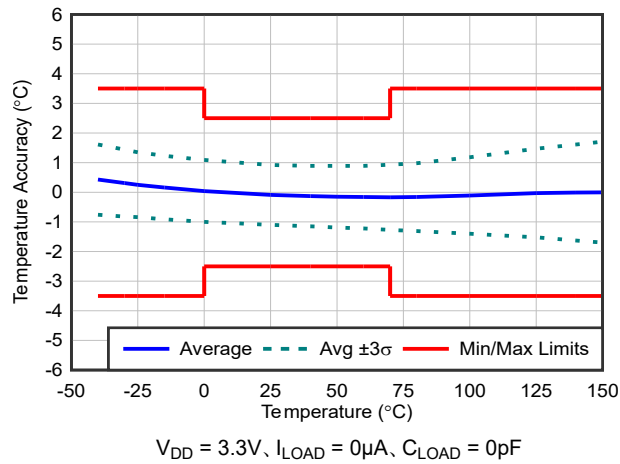


図 6-1. 精度と温度との関係

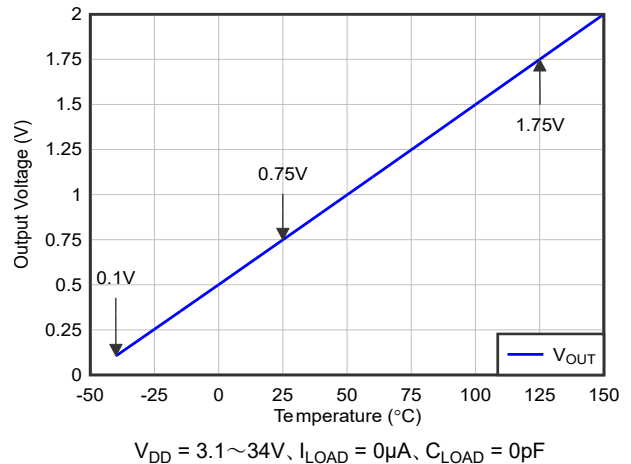


図 6-2. 出力電圧と温度との関係

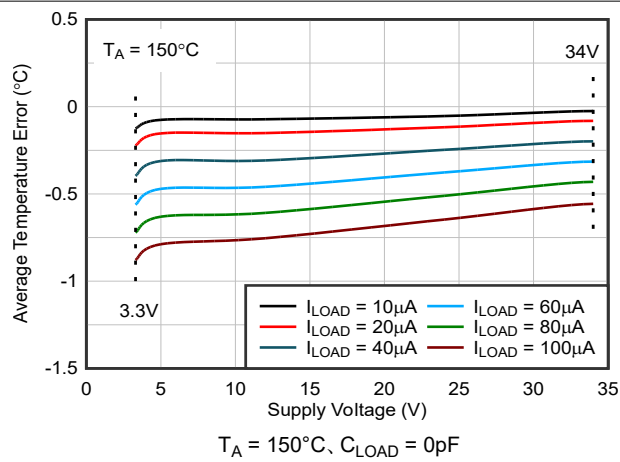


図 6-3. 精度と電源電圧および負荷電流との関係

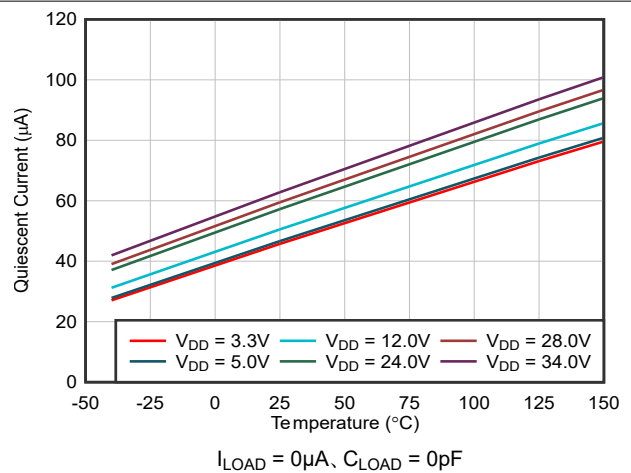


図 6-4. 電源電流と温度との関係

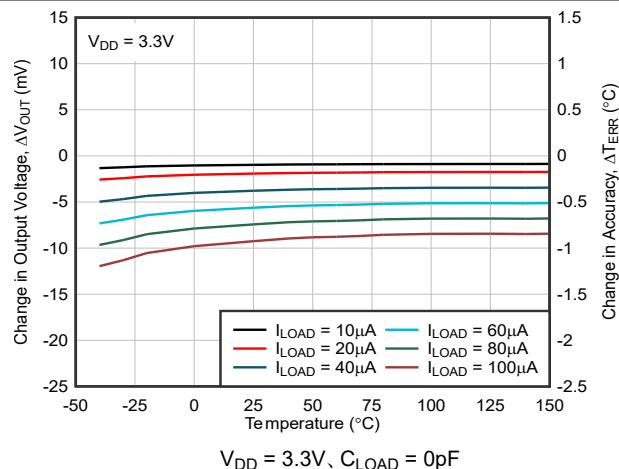


図 6-5. ロードレギュレーション対温度

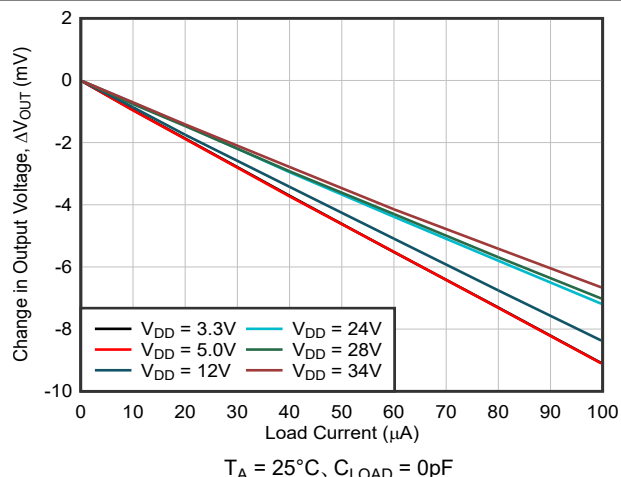
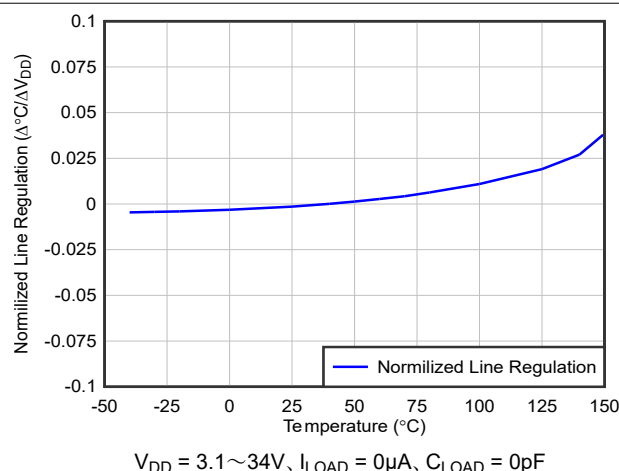
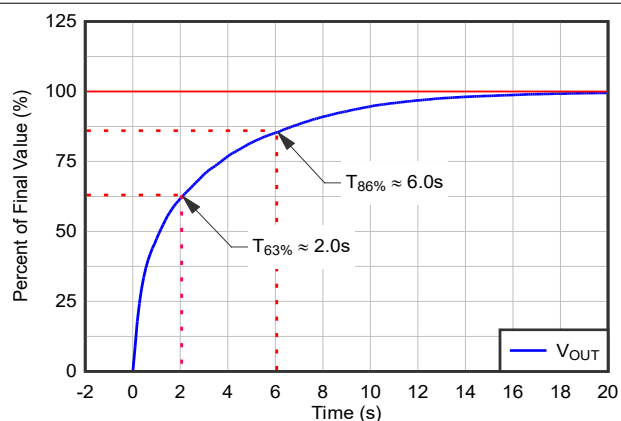
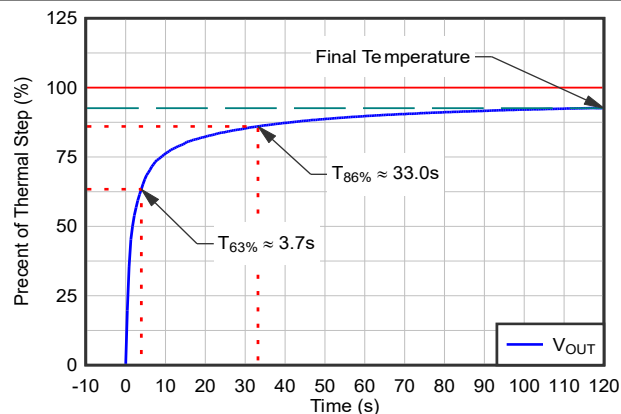
図 6-6. ΔV_{OUT} と負荷電流との関係

図 6-7. ラインレギュレーションと温度との関係



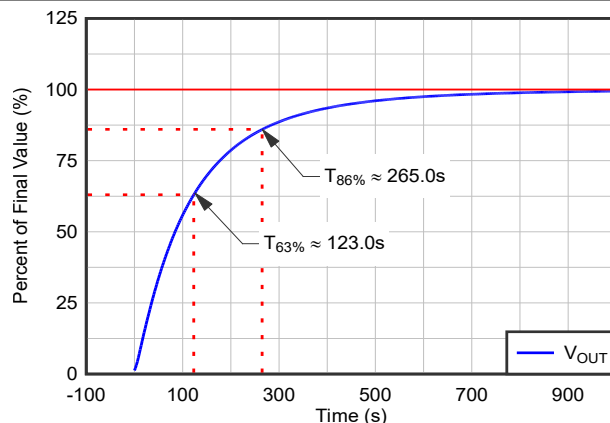
25°C から 150°C における空気から流体バスへの熱ステップ応答
 (2 層、62mil (1.58mm、1mil は 1/1000 インチ) のリジッド PCB、
 0.5in × 0.5in (1.27cm × 1.27cm))

図 6-8. 熱応答 (攪拌液体バス)



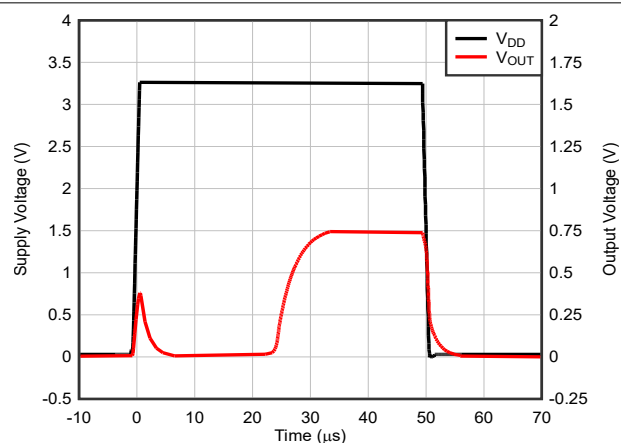
静止空気中における 25°C から 75°C への熱ステップ応答
(2 層、厚さ 62mil のリジッド PCB、銅箔厚 2oz)

図 6-9. 熱応答 (方向)



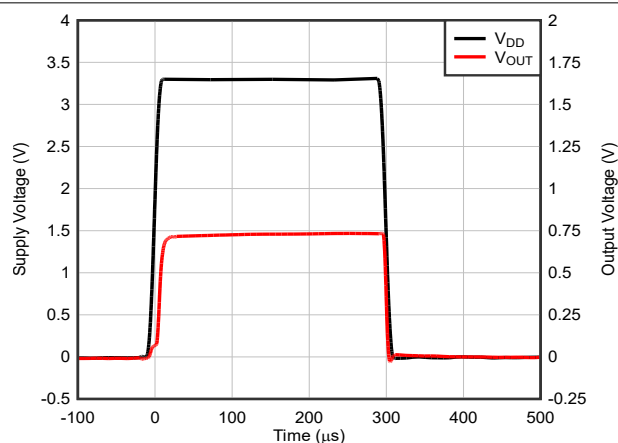
静止空気中における 25°C から 75°C への熱ステップ応答
(2 層、62mil (1.58mm、1mil は 1/1000 インチ) のリジッド PCB、
0.5in × 0.5in (1.27cm × 1.27cm))

図 6-10. 熱応答 (静止空気)



$V_{DD} = 3.3V$, $T_A = 25^\circ C$, $C_{BYPASS} = 0nF$, $C_{LOAD} = 0pF$

図 6-11. V_{OUT} と V_{DD} のステップ応答
(スルーレート = 2.75V/μs)



$V_{DD} = 3.3V$, $T_A = 25^\circ C$, $C_{BYPASS} = 0nF$, $C_{LOAD} = 0pF$

図 6-12. V_{OUT} と V_{DD} のステップ応答
(スルーレート = 0.23V/μs)

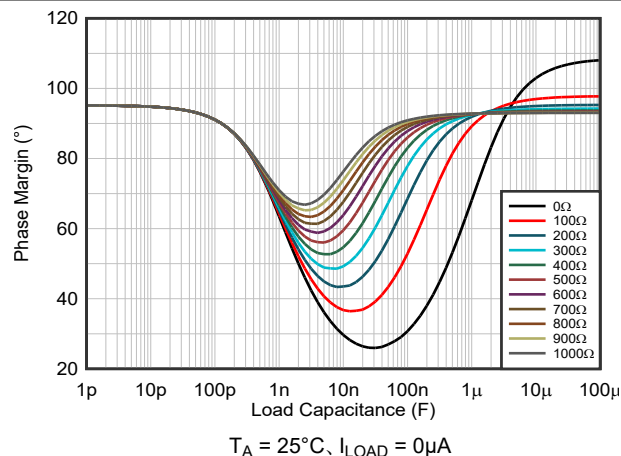


図 6-13. さまざまな R_{ISO} 値に対する位相マージンと容量性負荷との関係 (シミュレーション)

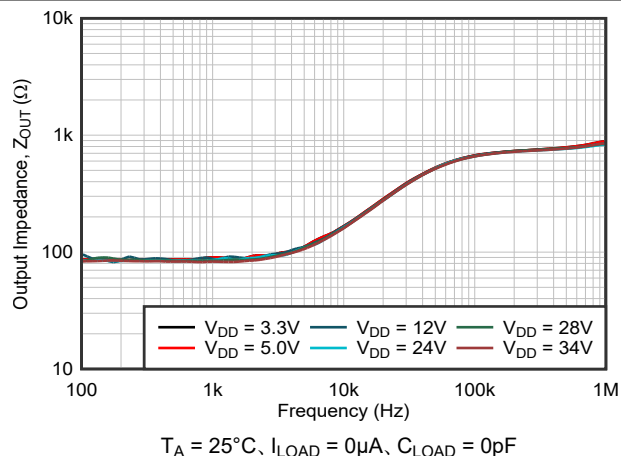


図 6-14. 出力インピーダンス 対 周波数

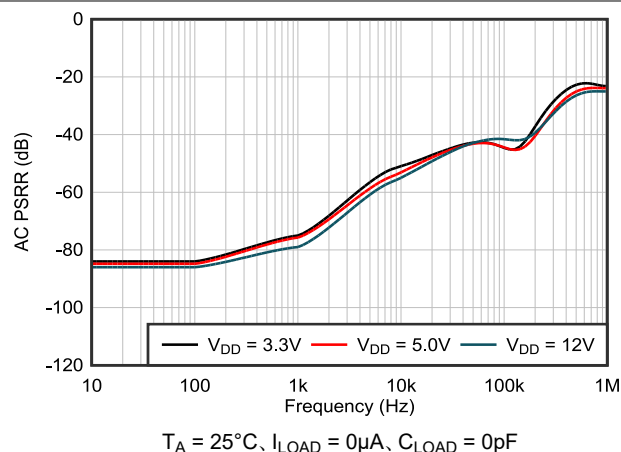


図 6-15. AC PSRR と周波数との関係

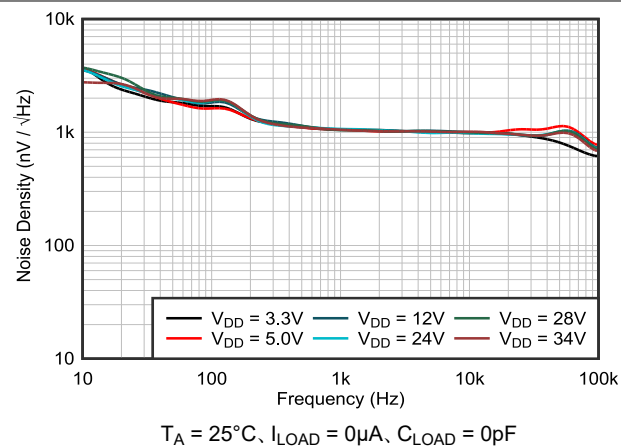


図 6-16. 出力ノイズ密度

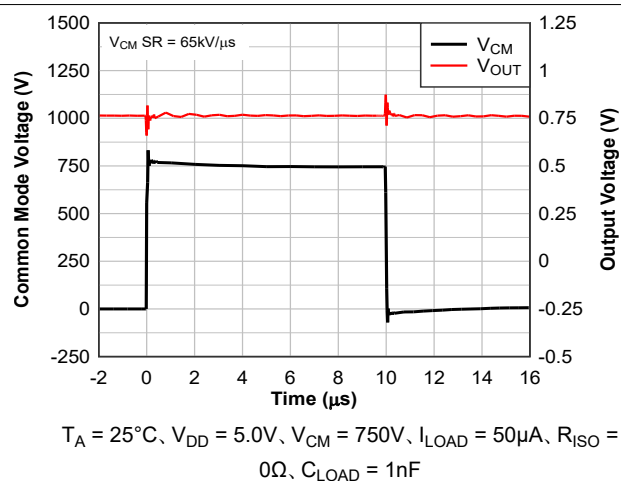


図 6-17. 同相の過渡応答

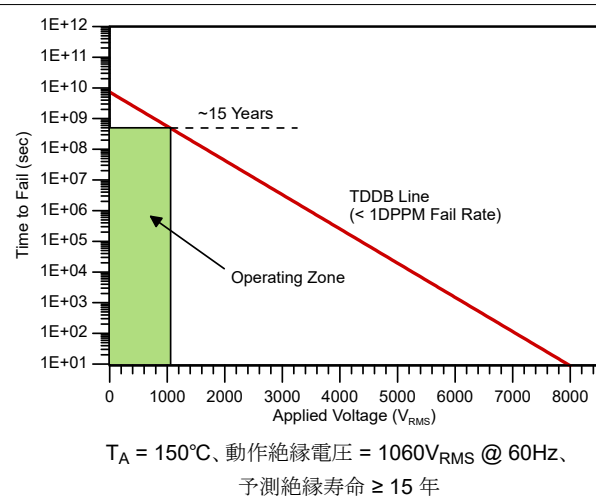


図 6-18. 絶縁寿命推定

7 詳細説明

7.1 概要

ISOTMP35R-Q1 は、強化絶縁を備えたリニア アナログ出力温度センサで、高電圧ノードでの正確な温度測定を目的としています。このデバイスは、 -40°C から 150°C までの全温度範囲で $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ の正の勾配出力を提供し、 0°C で 500mV のオフセットを持っています。仕様で規定された温度精度は、 $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ で $\pm 2.5^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ までの全範囲で $\pm 3.5^{\circ}\text{C}$ です。

このデバイスは $3.1\text{V} \sim 34\text{V}$ の電源で動作するため、厳密にレギュレートされた低電圧レールを利用できない高電圧プレーンに直接統合できます。Class-A 出力ドライバは最大で $100\mu\text{A}$ のソース電流を供給でき、多くの ADC 入力と直接接続するよう設計されています。また、セクション 7.3.2.2 で説明されているように、 R_{ISO} を使用した場合、高い容量性負荷にも対応します。

7.2 機能ブロック図

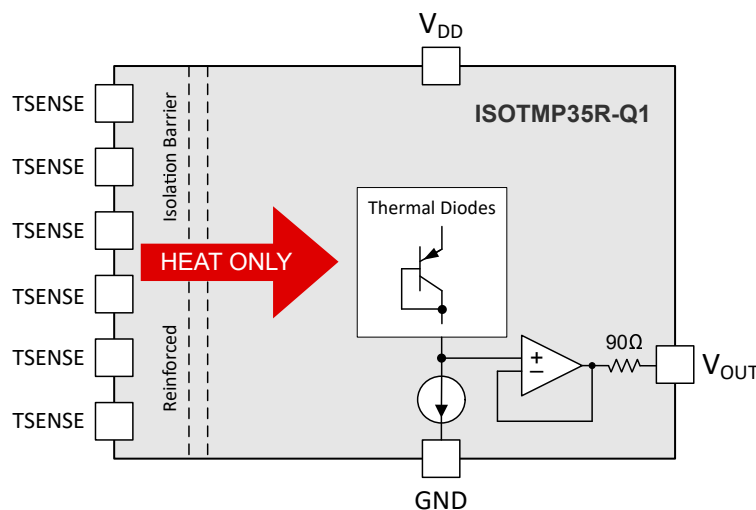


図 7-1. 機能ブロック図

7.3 機能説明

ISOTMP35R-Q1 は、強化絶縁バリアおよびアナログ出力段を備えた高精度の温度センシング素子を内蔵しています。このデバイスは、高電圧環境での局所的な熱源の温度を正確に測定するように最適化されています。主な機能ブロックとしては、温度センシング素子、絶縁バリア、アナログ出力ドライバがあります。これらのブロックが連携することで、熱源における直接測定とシステム コントローラからの電氣的絶縁を両立できます。

以下のセクションでは、本デバイスのアナログ出力動作、絶縁特性、熱性能について詳細に説明します。

7.3.1 内蔵絶縁バリア

ISOTMP35R-Q1 は、高電圧センシング ドメインを低電圧システム ドメインから分離する強化絶縁バリアを内蔵しています。このバリアにより、センシング場所が高い同相電圧にさらされるアプリケーションにおいても、安全で信頼性の高い温度測定を実現できます。絶縁が内蔵されているため、絶縁アンプやデジタル アイソレータなどの外部絶縁コンポーネントが不要になり、システムの複雑さを緩和して信頼性を向上させることができます。

高電圧システムでは、高速スイッチング遷移 (高 dv/dt) が寄生容量を介して結合し、敏感なアナログ信号に外乱を与えることがあります。ISOTMP35R-Q1 は、内部絶縁構造を経由するこの結合を最小限に抑えるように設計されており、高い同相過渡耐性 (CMTI) を実現します。この高い CMTI 性能により、スイッチング イベント中も出力が安定した状態を維持できます。同相過渡時の出力応答を 図 7-4 に示します。ここで、デバイスは、制御された短時間の外乱を維持した後、定常状態動作に戻ります。

また、この絶縁バリアは、連続的な電圧ストレス下での長期的な信頼性にも対応しています。絶縁寿命は、経時絶縁破壊 (TDDb) モデルを使用して評価されており、意図した動作寿命全体にわたって安定した性能を発揮します。ディスクリート実装でより複雑なシステム設計が必要になる環境において、ISOTMP35R-Q1 デバイスは、センサ内に絶縁を直接統合することで、高精度で安定した温度測定を実現できます。

7.3.2 出力段と信号動作

ISOTMP35R-Q1 は、温度に正比例する低インピーダンスのアナログ出力電圧を提供します。出力段は、高電圧システムで一般的に使用されている A/D コンバータ (ADC) およびシグナル コンディショニング ネットワークと直接接続できるように設計されています。

出力段は正確な温度を提示するだけでなく、容量性負荷下で安定して動作し、電氣的ノイズの多い環境でも堅牢な性能を実現するように最適化されています。出力動作は、伝達関数、負荷条件、同相モード過渡の影響を受けます。これらについては以降のセクションで説明します。

7.3.2.1 伝達関数

ISOTMP35R-Q1 は、動作範囲全体にわたって温度に正比例するアナログ出力電圧を供給します。この正比例の関係により、1 つのスケール係数を使用して出力電圧を温度に直接変換できるため、システムの統合が簡素化されます。

公称伝達関数は、次のように定義されます。

$$V_{OUT} = (10\text{mV}^{\circ}\text{C} \times T) + 500\text{mV} \quad (1)$$

ここで

- T は測定された温度 ($^{\circ}\text{C}$)

測定温度は以下を使用して出力電圧から計算できます。

$$T = \frac{V_{OUT} - 500\text{mV}}{10\text{mV}^{\circ}\text{C}} \quad (2)$$

ここで

- V_{OUT} は出力電圧 (mV)

この伝達関数により、 0°C における出力電圧は 500mV 、温度範囲全体の勾配は $10\text{mV}^{\circ}\text{C}$ となります。たとえば、 25°C の出力電圧は約 750mV で、 100°C の出力電圧は約 1.5V です。この正比例の関係により、ほとんどのシステムで較正やデジタル補償を必要とせずに、温度に直接変換できます。

電氣的特性 に規定されている精度の上限には、オフセット、ゲイン誤差、非直線性の組み合わせなどが影響しています。その結果、公称伝達関数は、追加の較正や補償を必要とせずに、ほとんどのアプリケーションで直接使用できます。

平均デバイス応答の標準的な近似精度を改善する必要があるシステムでは、[セクション 8.1.1](#) に示すように、区分線形近似を適用できます。

7.3.2.2 容量性負荷の駆動

ISOTMP35R-Q1 の出力段は、ADC 入力、PCB 相互接続、外部フィルタリング ネットワークなど、実用的なシステムで一般的に発生する容量性負荷を駆動します。このデバイスは、直列絶縁抵抗を追加せずに、 45° 以上の位相マージンを維持しながら、最大 2.2nF の容量性負荷に対応します。この条件により、外部バッファリングを必要とせずに、多くの ADC 入力と直接接続でき、PCB 配線を短くできます。

大きな容量性負荷を持つアプリケーションでは、直列絶縁抵抗 (R_{ISO}) を使用することでループの安定性が向上します。この抵抗は出力段を負荷容量から絶縁し、負荷により生じる位相シフトを低減して、発振や過剰なピークを防止します。図 7-2 に、負荷容量と R_{ISO} の関数としてシミュレーションされた位相マージンを示します。

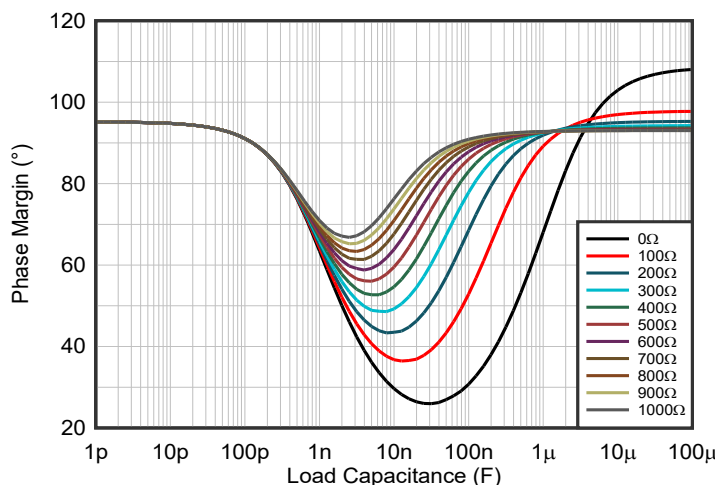


図 7-2. さまざまな R_{ISO} 値に対する位相マージンと容量性負荷との関係 (シミュレーション)

R_{ISO} が 300Ω 以上の場合、デバイスは容量性負荷範囲全体にわたって 45° 以上の位相マージンを維持するため、負荷容量に依存しない安定した動作が可能になります。この挙動により、長い PCB 配線、ケーブル、または大きな入力フィルタリング コンデンサのあるアプリケーションで負荷容量を厳密に制御する必要がなくなるため、システム設計を簡素化できます。図 7-3 に、 R_{ISO} を使用して出力を大きな容量性負荷から絶縁する標準的な実装を示します。

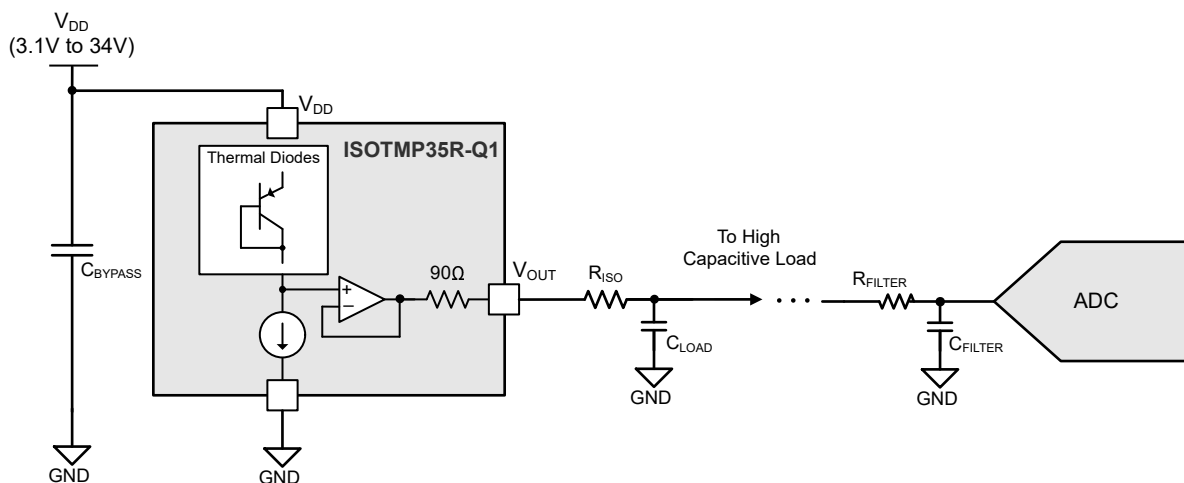


図 7-3. 直列絶縁抵抗 (R_{ISO}) を使用した容量性負荷の駆動

表 7-1 に、標準的な容量性負荷範囲に対する推奨 R_{ISO} 値を示します。これらの値は 図 7-2 に示す位相マージンの振る舞いから求められ、安定した動作を維持するための実用的な設計指針となります。

表 7-1. 安定した動作のための推奨 R_{ISO} 値と容量性負荷との関係

C_{LOAD} 範囲	$R_{ISO} = 0\Omega$	$R_{ISO} = 100\Omega$	$R_{ISO} = 200\Omega$	$R_{ISO} \geq 300\Omega$
$< 2.2nF$	$\geq 50^\circ$	$\geq 50^\circ$	$\geq 50^\circ$	$\geq 55^\circ$
$2.2nF \sim 47nF$	$25^\circ \sim 45^\circ$	$35^\circ \sim 50^\circ$	$40^\circ \sim 55^\circ$	$\geq 45^\circ$
$47nF \sim 1\mu F$	$\geq 25^\circ$	$\geq 40^\circ$	$\geq 55^\circ$	$\geq 65^\circ$
$> 1\mu F$	$\geq 70^\circ$	$\geq 90^\circ$	$\geq 90^\circ$	$\geq 90^\circ$

表 7-1 に示すように、位相マージンは中レンジの容量性負荷領域 (約 $2nF \sim 50nF$) で最小となります。この領域では、出力段と負荷容量の相互作用によって、追加の位相シフトが発生します。負荷容量がさらに大きくなると、出力ポールはより低い周波数にシフトして、ループ帯域幅が狭くなり、大きな高次の位相遅れが蓄積する前にゲイン クロスオーバーが発生します。この挙動により、高い容量性負荷では位相マージンが改善され、より安定した支配極応答が得られます。直列絶縁抵抗 R_{ISO} を使用する場合、負荷容量による位相遅れを補償するのに役立つゼロが導入され、全負荷範囲にわたって安定性がさらに向上します。

出力段は大きな容量性負荷に対応していますが、過剰な負荷がかかるとセリング タイムが長くなり、測定精度が低下する自己発熱効果が生じる可能性があります。したがって、出力負荷を最小限に抑えることを推奨します。

7.3.2.3 同相過渡耐性 (CMTI)

同相過渡耐性 (CMTI) とは、高電圧センシングドメインと低電圧システムドメインの間で高速な電圧過渡が存在する場合でも、ISOTMP35R-Q1 が安定した出力を維持する能力を指します。パワー コンバータ、モーター ドライブ、バッテリー システムなどのアプリケーションでは、スイッチング デバイスが急速な電圧遷移 (高 dv/dt) を生成し、寄生容量を介して結合したり、敏感なアナログ信号を妨害したりすることがあります。十分な CMTI 性能がないと、これらの過渡現象は、測定温度出力に誤差やグリッチを引き起こす可能性があります。

ISOTMP35R-Q1 は、これらの環境で高い信頼性で動作するように設計されており、代表的な CMTI が $65kV/\mu s$ と規定されています。この値は、出力の外乱が指定の振幅と持続時間の範囲内に留まる同相電圧の最大変化率を表します。

図 7-4 に、同相過渡イベント時における ISOTMP35R-Q1 の出力応答の測定値を示します。このテストでは、絶縁バリア間に高い dv/dt 電圧ステップを印加しながら、出力を監視します。このデバイスは、出力のインテグリティを維持し、過渡的な変動が振幅および時間の両方で制限される (たとえば、 $200mV$ 未満かつ $4\mu s$ 未満になる) ため、温度測定への影響が最小限に抑えられます。この制御された応答により、高速スイッチング イベントが存在する場合でも、温度測定値が正確であることを確認できます。

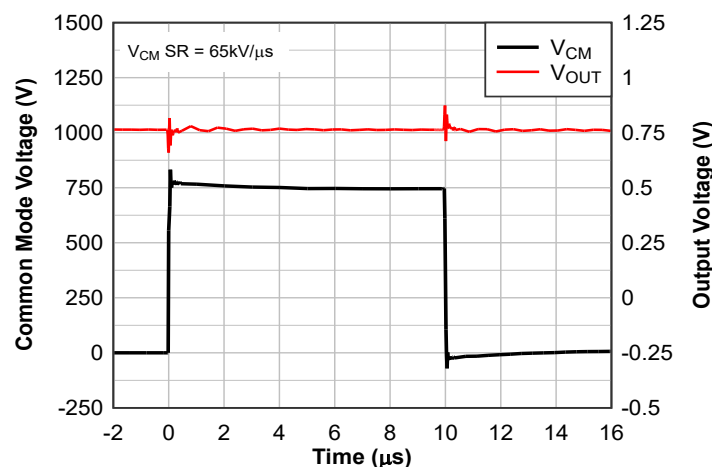


図 7-4. 同相の過渡応答

内部の絶縁構造と、バリア間の低い寄生結合により、高い CMTI 性能を実現しています。さらに、システムレベルのフィルタリングと適切な PCB レイアウトにより、高周波過渡の影響はさらに低減されます (フィルタリング手法の詳細については [セクション 8.1.5.1](#) を参照)。

7.3.3 熱応答

SSOP-12 パッケージは、熱フローを最大化し、TSENSE ピンから温度センサへの熱応答時間を最小限に抑えながら、 $5kV_{RMS}$ の絶縁定格 (UL 1577) を実現するよう設計されています。

ISOTMP35R-Q1 の熱応答は、TSENSE ピンと熱源の間の熱結合、周囲環境、PCB 設計に依存します。周囲温度または基板温度を測定する従来型の温度センサとは異なり、ISOTMP35R-Q1 は直接的な熱結合により局所的な熱源の温度を測定するよう設計されています。これは、熱を発生させる素子のすぐ近くに配置することを想定した専用の TSENSE ピンによって実現されています。

熱挙動はアプリケーションごとに大きく異なるため、ISOTMP35R-Q1 は複数のテスト条件で特性評価されており、デバイスの性能を包括的に理解することができます。これらの条件としては、指向性加熱、攪拌液体環境、静止空気環境があります。詳しくは以降のセクションで説明します。

7.3.3.1 攪拌液体の熱応答

攪拌液体の熱応答は、パッケージ全体で一様な温度結合が可能な最良ケースの熱条件を表します。この条件では、デバイス全体が、制御された均質な温度環境にさらされます。

このテストでは、デバイスを循環流体バスに浸して、パッケージのすべての部分が同時に同じ温度になるようにします。これにより、デバイス内の熱勾配が最小限になり、内部温度センサ固有の応答が反映されます。

[図 7-5](#) に攪拌液体テスト構成を示し、[図 7-6](#) に 125°C の温度ステップ (25°C から 150°C) について測定された熱応答を示します。[図 7-6](#) の赤い実線は最終的な定常状態の温度 (100%) を示し、応答曲線はこの値に近づく際のデバイスの過渡動作を示しています。

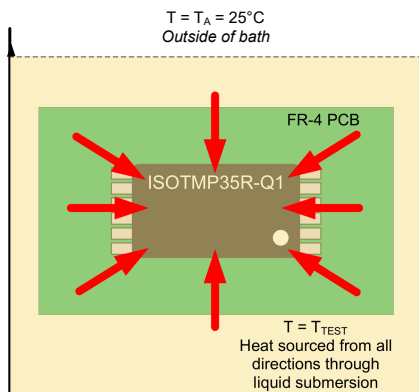


図 7-5. 攪拌液体のテスト設定

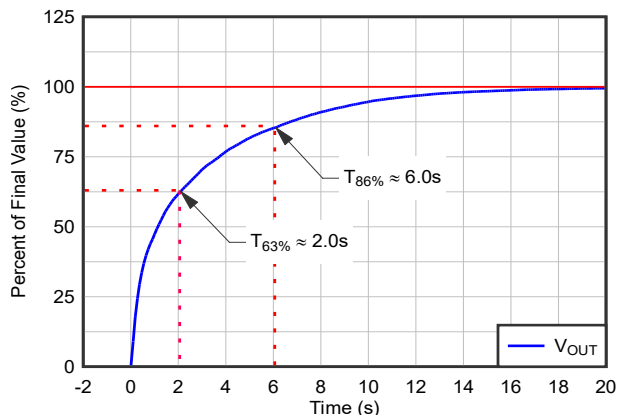


図 7-6. 熱応答 (攪拌液体バス)

これらの条件では、デバイスは 1 次熱応答を示します。出力はおよそ 2.0 秒で最終値の約 63%、およそ 6.0 秒で約 86% に達し、1 次システム動作と一致します。

7.3.3.2 指向性のある熱応答

指向性のある熱応答は、ISOTMP35R-Q1 デバイスにおける実際のアプリケーションに最も近い条件を示します。このテストでは、主に TSENSE ピンを通して熱を印加し、残りのデバイス ピンは周囲温度にさらします。この構成は、デバイスがパワー トランジスタや銅プレーンなどの局所的な高電圧の熱源に熱結合され、パッケージの残りの部分は周囲の条件の影響を受けているという実際の使用事例を反映しています。

図 7-7 に指向性のある熱テスト構成を示し、図 7-8 に 50°C の温度ステップ (25°C から 75°C) に対応する熱応答の測定値を示します。

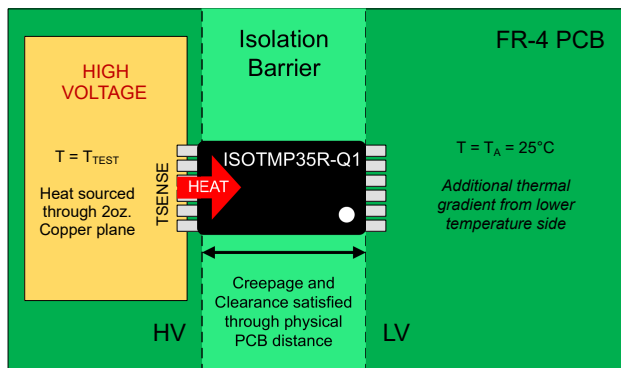


図 7-7. 指向性のある熱テスト設定

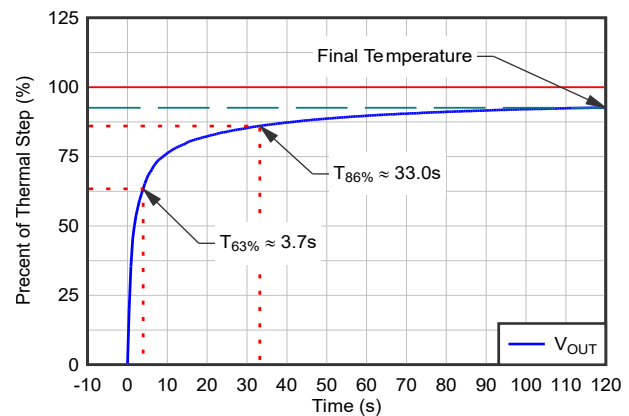


図 7-8. 熱応答 (方向)

攪拌された液体の条件とは異なり、パッケージ全体に熱勾配が存在します。その結果、測定された応答は、印加された温度ステップの 100% 未満の定常値に近づきます。これは、パッケージの一部のみが TSENSE ピンを介して加熱され、残りの領域は周囲環境に熱が放散されるためです。

熱応答は 1 次特性に従い、図 7-8 に示すように約 3.7 秒で最終値の約 63% に達します。これは、TSENSE ピンを経由して熱源と内部温度センサとの間で高速に熱結合していることを示しています。

ISOTMP35R-Q1 のパッケージは TSENSE ピンによる熱伝導を最大にするよう最適化されており、熱源から内部温度センサに効率的に熱を伝達します。TSENSE ピンを高電圧熱源のすぐ上に配置することで、リモート センサの配置を必要とする非絶縁型実装に比べて、応答時間と測定精度が改善します。

7.3.3.2.1 NTC サーミスタとの比較

NTC サーミスタとの比較では、ISOTMP35R-Q1 で実現される直接熱結合の利点が示されています。このテストでは、TSENSE ピンに接続された高電圧側の銅プレーンに熱を加え、低電圧側は 25°C に保ちます。熱源には 100°C の温度ステップ (25°C から 125°C) が加えられます。このテスト条件は、対象の温度がパッケージ全体に一樣に分布しているのではなく、熱源において局所的であるアプリケーションを再現しています。

図 7-9 に、ISOTMP35R-Q1 とディスクリート NTC 実装のテスト構成を示します。ISOTMP35R-Q1 は、TSENSE ピンを通じて熱源に直接熱結合されています。一方、NTC サーミスタは約 8mm 離れた場所に配置され、PCB 材料を介した熱伝導を使用しており、片方の構成では熱伝導性エポキシも使用しています。

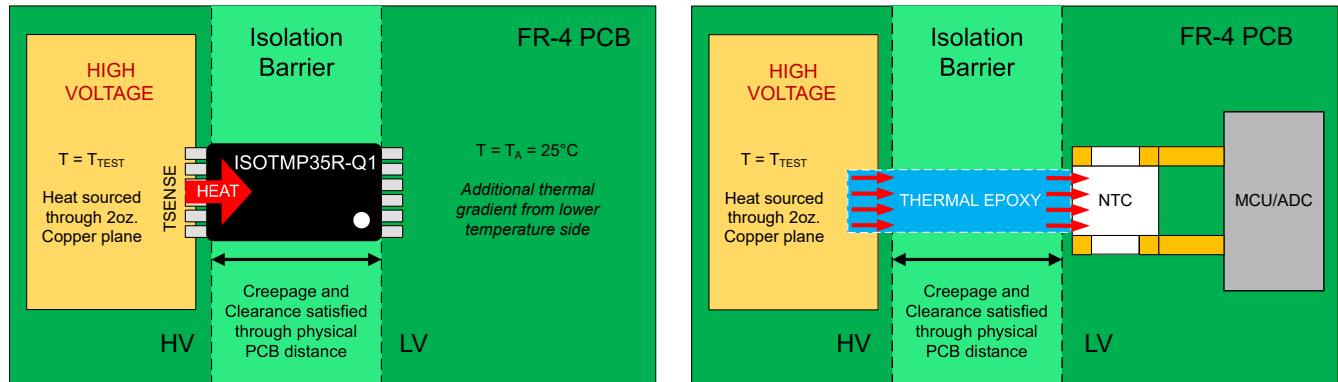


図 7-9. テスト設定：ISOTMP35R-Q1 と NTC の比較

図 7-10 に、ISOTMP35R-Q1 の測定された熱応答と、2 つの NTC 構成 (熱エポキシありとなし) との比較を示します。

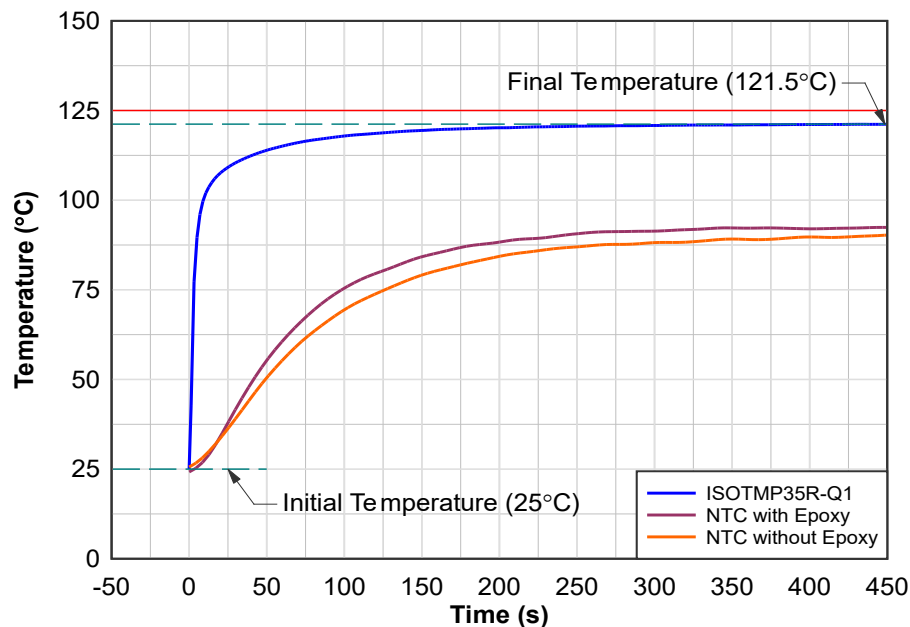


図 7-10. 熱応答の比較

表 7-2 にまとめられているように、ISOTMP35R-Q1 は最終温度に到達する速度が著しく速く、過渡応答中も 125°C の基準電圧に近い状態を維持します。この挙動は、TSENSE ピンを介した直接熱結合によるものであり、これによって熱源とセンシング素子との間の熱抵抗を最小限に抑えることができます。

表 7-2. 応答時間と最終温度の比較

パラメータ	ISOTMP35R-Q1	NTC (エポキシあり)	NTC (エポキシなし)
熱結合パス	直接 (TSENSE ピンを使用)	リモート (FR-4 PCB、熱エポキシあり)	リモート (FR-4 PCB、導電性パスのみ)
結合材料の導電率	銅:400W/mK	エポキシ:3.7W/mK	FR-4:0.2W/mK
熱源からの距離	直接結合	8mm	8mm
応答時間 ($T_{63\%}$)	4.7s	75.0s	90.5s
応答時間 ($T_{86\%}$)	24.6s	143.4s	173.6s
最終温度	121.5°C	92.5°C	90.5°C

注

表示されている熱伝導率の値は、熱結合パスにおける主な材料の代表的なバルク値であり、相対的な比較のためにのみ提示されています。熱応答の実効値は、形状、インターフェイスの厚さ、接触面積、PCB 構造など、熱経路全体によって左右されます。

一方、NTC の実装では、熱源からの物理的な分離や中間材料の存在により、熱抵抗と遅延が増加します。熱エポキシを使用すると、使用していない NTC に比べて導通が改善されますが、それでも応答速度は遅くなり、基準温度からの偏差が増加します。

アプリケーション ノート『[高電圧アプリケーションの熱応答時間と精度の改善](#)』には、テスト方法、熱モデリング、システムレベルの考慮事項の詳細が記載されています。

7.3.3.3 静止空気の熱応答

静止した空気における熱応答は、熱が主に自然対流で伝わるため、ワーストケース条件となります。この環境では、熱伝達率は指向性または液体ベースの条件よりも大幅に低くなり、応答時間が遅くなります。この条件は、TSENSE ピンと熱源との間の適切な熱結合が重要であることを示しています。図 7-11 は、対応する静止空気での応答の動作を示しています。

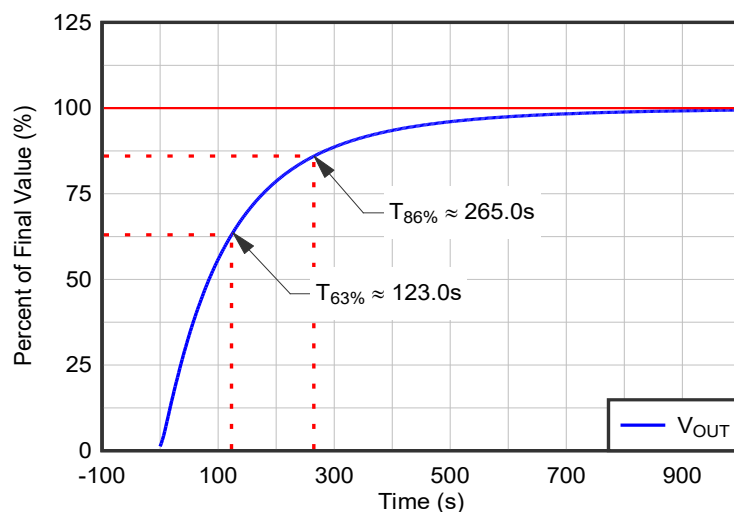


図 7-11. 熱応答 (静止空気)

7.4 デバイスの機能モード

ISOTMP35R-Q1 の単一機能モードは、温度に直接反比例するアナログ出力です。

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、テキサス・インスツルメンツの製品仕様に含まれるものではなく、テキサス・インスツルメンツはその正確性も完全性も保証いたしません。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。また、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 使用上の注意

ISOTMP35R-Q1 は、電氣的絶縁と、局所的な熱源の高精度センシングが必要な高電圧システムの温度測定向けに設計されています。

3.1V ~ 34V の広い電源電圧範囲で動作するこのデバイスは、低消費電流を特長としており、ライン電源とバッテリー駆動の両方のアプリケーションをサポートします。内蔵の絶縁バリアにより、高電圧ノードに直接配置可能で、外付けの絶縁部品が不要になり、システム設計を簡素化できます。

アナログ出力は温度をリニアに表しており、標準的な ADC 入力に直接接続できます。熱結合、出力負荷、フィルタリングなど、システム設計の適切な考慮事項を以下のセクションで説明します。

8.1.1 区分線形近似を使用した精度の向上

公称の伝達関数よりも高い精度が求められるアプリケーションでは、温度に対する出力電圧をより正確に表すために区分線形近似を使用できます。

ISOTMP35R-Q1 出力は非常に線形性が高いものの、特に極端な温度では、公称の伝達関数から少し偏移が生じることがあります。区分線形手法で温度範囲を複数のセグメントに分割し、それぞれにゲインとオフセットを設定することで、残留する非線形性を低減させることができます。

高分解能の ADC を使用し、システムレベルのノイズが低く、大規模なキャリブレーションを必要とせず広い動作温度範囲で標準的な精度を向上させることが求められるシステムでは、この方法が非常に効果的です。

以下を使用して測定された温度から出力電圧を計算できます。

$$V_{OUT} = T_C \times (T - T_{INFL}) + V_{OFFS} \quad (3)$$

逆に、以下を使用して測定された出力電圧から温度を計算できます。

$$T = \frac{V_{OUT} - V_{OFFS}}{T_C} + T_{INFL} \quad (4)$$

ここで

- V_{OUT} は出力電圧 (mV)
- T は測定された温度 (°C)
- T_{INFL} は区分セグメントの温度変曲点 (°C)
- T_C は温度係数またはゲイン (mV/°C)
- V_{OFFS} は出力電圧オフセット (mV)

表 8-1 に、各温度セグメントの区分線形係数をまとめます。目的の温度範囲に基づいて適切な係数セットを選択することにより、精度を向上させることができます。

表 8-1. 精度向上のための区分線形係数

T _{RANGE} (°C)	V _{RANGE} (mV)	T _{INFL} (°C)	T _C (mV/°C)	V _{OFFS} (mV)
-40.0～10.0	100～600	-40.0	9.91	104
10.0～70.0	600～1200	10.0	9.98	599
70.0～150.0	1200～2000	70.0	10.02	1198

表 8-2 には、式 1 に基づく公称値、表 8-1 から算出した区分線形値、さらに測定データの平均から得たルックアップ値など、代表的な伝達値が示されています。

公称伝達関数を使うと、精度の向上を必要としないシステムでの簡単な実装が可能になります。システムレベルの精度を向上させる場合は、システム要件に応じて、区分単位または測定されたルックアップ値を使用できます。

わかりやすくするため、表 8-2 の値は丸められています。測定データを平均して作成した完全なルックアップ テーブルは、ISOTMP35R-Q1 製品フォルダから入手可能です。

注

典型的な直線性の改善が不要なアプリケーションでは、式 1 に示されている公称伝達関数を全動作温度範囲で使用できます。

表 8-2. 伝達値 (公称値、測定値、区分計算値)

温度 (°C)	公称値 V_{OUT} (mV)	測定値 V_{OUT} (平均) (mV)	区分計算値 V_{OUT} (mV)
-40.0	100.0	104.3	104.0
-35.0	150.0	153.7	153.6
-30.0	200.0	203.1	203.1
-25.0	250.0	252.5	252.7
-20.0	300.0	302.0	302.2
-15.0	350.0	351.6	351.8
-10.0	400.0	401.2	401.3
-5.0	450.0	450.7	450.9
0.0	500.0	500.4	500.4
5.0	550.0	550.1	550.0
10.0	600.0	599.8	599.0
15.0	650.0	649.6	648.9
20.0	700.0	699.3	698.8
25.0	750.0	749.1	748.7
30.0	800.0	798.9	798.6
35.0	850.0	848.8	848.5
40.0	900.0	898.7	898.4
45.0	950.0	948.6	948.3
50.0	1000.0	998.5	998.2
55.0	1050.0	1048.4	1048.1
60.0	1100.0	1098.4	1098.0
65.0	1150.0	1148.3	1147.9
70.0	1200.0	1198.3	1198.0
75.0	1250.0	1248.3	1248.1
80.0	1300.0	1298.4	1298.2
85.0	1350.0	1348.5	1348.3
90.0	1400.0	1398.6	1398.4
95.0	1450.0	1448.8	1448.5
100.0	1500.0	1498.9	1498.6
105.0	1550.0	1549.1	1548.7
110.0	1600.0	1599.2	1598.8
115.0	1650.0	1649.4	1648.9
120.0	1700.0	1699.6	1699.0
125.0	1750.0	1749.7	1749.1
130.0	1800.0	1799.8	1799.2
135.0	1850.0	1849.9	1849.3
140.0	1900.0	1899.9	1899.4
145.0	1950.0	1950.0	1949.5
150.0	2000.0	2000.0	1999.6

8.1.2 出力バッファとシグナル インテグリティに関する検討事項

多くのアプリケーションでは、外部バッファを必要とせずに、ISOTMP35R-Q1 の出力を ADC 入力に直接接続できます。出力段には、一般的な容量性負荷および PCB 短絡の相互接続に対して十分な駆動能力があります。

セクション 7.3.2.2 に示されているように、追加部品なしで、出力は最大 2.2nF の容量性負荷に対して安定した状態を維持します。容量性負荷が大きい場合は、直列絶縁抵抗 (R_{ISO}) を使用することで、負荷容量に関係なく安定した動作が可能になります。このような場合、安定性のための外部バッファは必要ありません。

特定のシステム条件では、外部バッファを使用することで、全体的なシグナル インテグリティと堅牢性が向上します。こうした条件は通常、長い PCB 配線、ケーブル インターフェイス、複数の負荷、あるいは信号の減衰や結合によって性能が低下する恐れのある電氣的ノイズの多い環境に関連しています。

外部バッファは、システム要件に応じて、シングルエンド段または差動段として実装できます。中程度のパターン長や低ノイズの環境では、一般的にシングルエンド バッファで十分です。ノイズ耐性の向上や、長距離にわたる信頼性の高い伝送を必要とするアプリケーションでは、差動信号を使用できます。

さらに、バッファリングを用いることにより、センサ出力をダウンストリーム回路から絶縁し、分散した寄生成分の影響を低減して、高 EMI 環境で性能を向上させることができます。

図 8-1 は長距離でのノイズ耐性を向上させるために ISOTMP35R-Q1 の出力をバッファし、差動信号として送信する実装例を示しています。

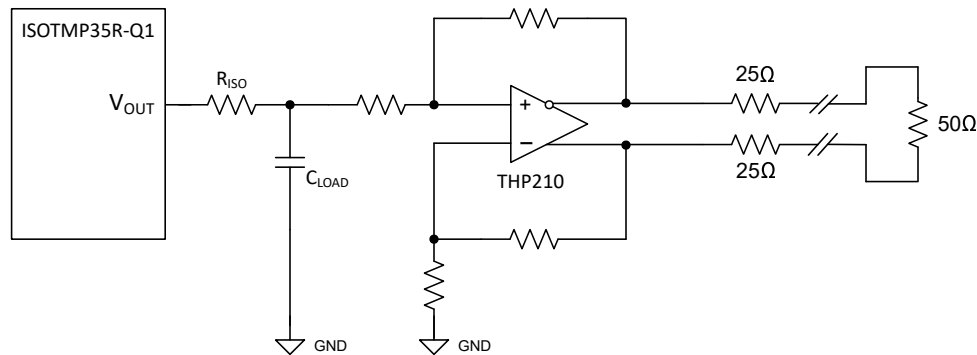


図 8-1. バッファ付き差動ペア データ伝送

パターン長が短いアプリケーション、負荷が単一のアプリケーション、ノイズ結合が制限されているアプリケーションでは、ISOTMP35R-Q1 の出力をバッファなしで直接使用できます。

8.1.3 ADC インターフェイスの考慮事項

ISOTMP35R-Q1 は、A/D コンバータ (ADC) との直接接続を想定したアナログ出力電圧を供給します。

指定された温度精度を達成するには、12 ビット以上の ADC 分解能を推奨します。たとえば、2.5V のリファレンスを用いた場合、12 ビット ADC の LSB サイズはおおよそ 0.61mV となり、これは 1LSB あたり約 0.061°C の温度分解能に相当します。ほとんどの温度監視アプリケーションにはこの分解能で十分です。

より高い分解能を必要とするシステムでは、より高分解能の ADC (14 ビットや 16 ビットなど) を使用できます。ただし、システム全体の精度は通常、ノイズ、熱勾配、PCB レイアウトなど他の要因によって制限され、分解能の向上だけでは大幅に改善しません。

ADC 入力には、容量性負荷と動的サンプリング電流の両方が生じます。これらの影響により、過渡ドループや高周波ノイズなど、センサ出力に電圧の外乱が発生する可能性があります。セクション 7.3.2.2 で説明しているように、容量性負荷は出力の安定性にも影響を及ぼすため、システム設計で考慮する必要があります。

これらの影響を軽減するため、ADC 入力には R_{FILTER} と C_{FILTER} で構成される RC フィルタを推奨します。このフィルタは、高周波ノイズを減衰させ、センサ出力を ADC サンプリング過渡から分離し、変換時の信号の安定性を向上させます。

図 8-2 に、ISOTMP35R-Q1 の出力を ADC に接続するための推奨回路を示します。この構成では、 C_{LOAD} によってデバイス出力においてローカルの高周波フィルタリングが行われ、ADC 入力の RC ネットワークによってノイズと過渡の影響がさらに低減されます。

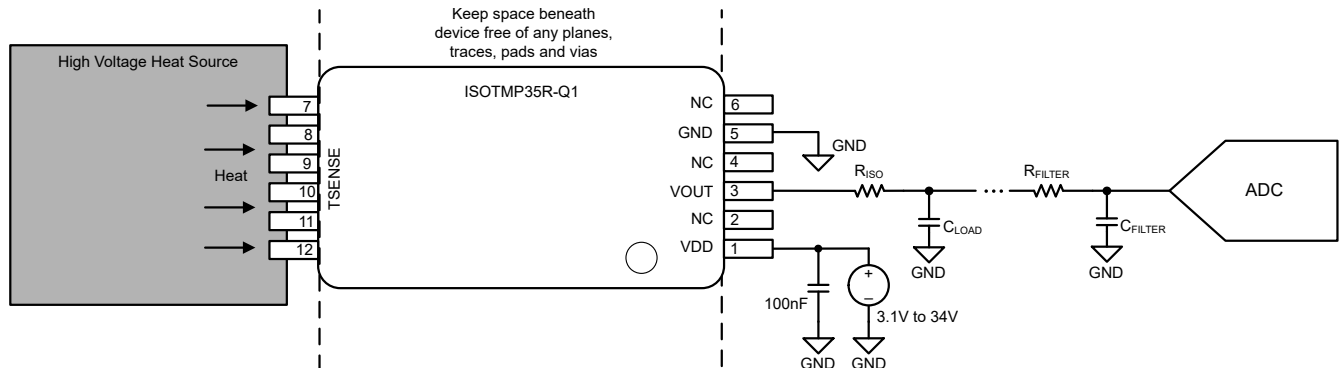


図 8-2. ISOTMP35R-Q1 出力を ADC に接続する

パターン長が長いシステムや、電磁干渉レベルが高いシステムでは、多くの場合、測定精度を維持するために追加のフィルタリングまたはバッファリングが必要になります。

8.1.4 電源に関する推奨事項

ISOTMP35R-Q1 は、3.1V ~ 34V の電源電圧範囲で動作するため、広範なシステム アーキテクチャに柔軟に統合できます。

高い測定精度を実現するには、安定した低ノイズの電源を推奨します。0.1μF のバイパス コンデンサを V_{DD} ピンのできるだけ近くに配置する必要があります。このコンデンサは、高周波過渡に対して低インピーダンスのパスを提供し、デバイスを適切に動作させるために必要です。

多くのアプリケーションにおいて、電源電圧はスイッチング レギュレータから生成されるか、または高周波ノイズにさらされます。このような場合、デバイスへの結合に起因するノイズを低減するために、追加のフィルタリングが必要です。

V_{DD} と直列に配置したフェライト ビーズをローカル バイパス コンデンサと組み合わせて使用することで、伝導型高周波ノイズを減衰させることが可能です。デバイス性能に影響を及ぼす電圧降下が発生しないように、DC 抵抗の小さい (DCR < 1Ω) フェライト ビーズを選択します。

電源フィルタリングの効果は、システムのノイズ環境と PCB レイアウトに左右されます。セクション 8.1.5.1 で、追加のフィルタリング手法について説明します。

8.1.5 EMI の低減とフィルタリング

ISOTMP35R-Q1 は、MOSFET、IGBT、スイッチング レギュレータなどの高速スイッチング デバイスを含む高電圧システムで一般的に使用されています。これらのシステムは、大きい dv/dt 過渡と電磁干渉 (EMI) を生成し、これらが PCB パターン、寄生容量、または絶縁バリアを介してセンサ出力に結合する可能性があります。

適切に緩和しないと、この結合ノイズにより出力 (V_{OUT}) に電圧外乱が発生し、測定誤差の発生やシステム精度の低下につながる可能性があります。

ISOTMP35R-Q1 は高い同相過渡耐性 (CMTI) を備えているため、セクション 7.3.2.3 で説明するように、高速な同相電圧遷移の影響を最小限に抑えることができます。ただし、ノイズ結合をさらに低減し、信頼性の高い動作を維持するには、システムレベルのフィルタリングとレイアウトの手法が必要です。

ローカル出力フィルタリング、信号路フィルタリング、電源フィルタリング、入念なレイアウトの手法を組み合わせることにより、効果的な EMI 低減を実現できます。

8.1.5.1 フィルタリング手法

EMI 低減は、回路図レベルで開始します。信号が ADC に到達する前に高周波ノイズを減衰させるため、 V_{OUT} 信号路にローパス フィルタリングを適用することができます。

一般的な実装では、 V_{OUT} ピンに配置されたコンデンサ (C_{LOAD}) と、ADC 入力近くに配置された RC フィルタを使用します。本デバイスの出力にコンデンサを接続することで、ローカル高周波フィルタリングを行い、出力ノイズを低減します。このコンデンサは出力段を直接負荷とするため、 C_{LOAD} の値は、[セクション 7.3.2.2](#) に示す容量性負荷ドライブ能力に応じて選択する必要があります。

直列抵抗 (R_{ISO}) を使用して、センサ出力をダウンストリーム容量から絶縁し、安定性を向上させます。 R_{ISO} が 300Ω 以上の場合、出力は容量性負荷範囲全体にわたって 45° 以上の位相マージンを維持するため、ダウンストリーム フィルタリングでより高い柔軟性が得られます。

ADC 入力における RC ネットワークは、高周波ノイズを減衰させ、センサ出力を ADC サンプルング過渡から絶縁する役割を担います。配線距離の長いアプリケーションやノイズレベルの高いアプリケーションでは、追加の RC フィルタ段を使用できます。

オプションのフェライト ビーズを信号路または電源経路に挿入して、高周波干渉を抑制することができます。周波数依存のインピーダンスを適切に選択しないと、信号の歪みが発生する可能性があるため、フェライト ビーズの使用はシステムレベルで評価する必要があります。

[図 8-3](#) に、高 EMI 環境または信号配線距離の長いシステム向けの多段フィルタリング構成の例を示します。ほとんどのアプリケーションでは、ADC 入力における 1 つの RC 段と、適切に選択された R_{ISO} を組み合わせるだけで十分です。

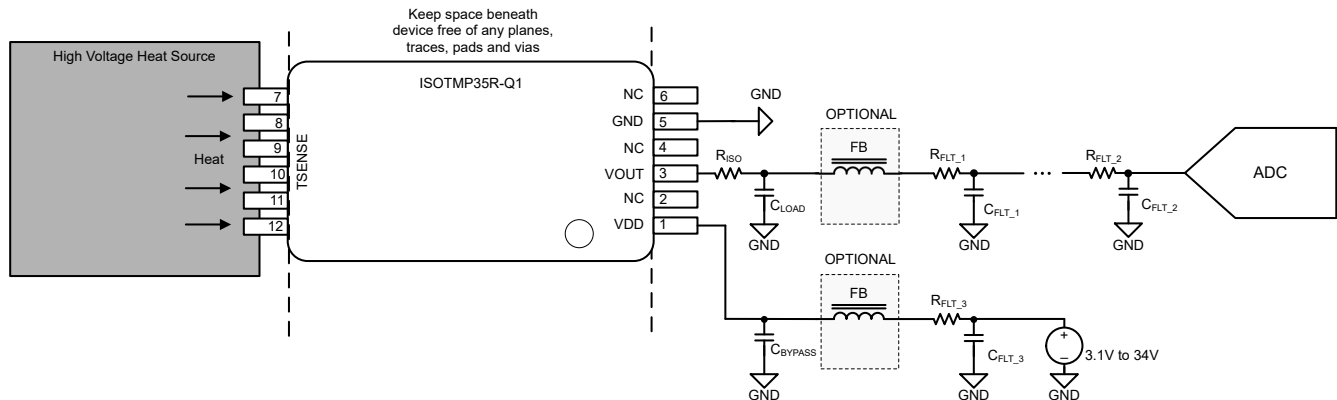


図 8-3. 高 EMI 環境向けの多段フィルタリング構成の例

ほとんどのアプリケーションでは、 V_{DD} と V_{OUT} でのフィルタリングで十分に優れたノイズ性能を達成できます。グラウンドパスのフィルタリングは DC オフセットを発生させ、測定精度に影響を与える可能性があるため、一般に大きなグラウンド ノイズが存在しない限り必要ありません。

8.1.5.2 EMI フィルタリングの設計ガイドライン

[図 8-3](#) に示したフィルタリング構成は、システムのノイズ条件と配線要件に基づいて調整できるスケーラブルなアプローチです。最小構成でも、 V_{OUT} ピンにコンデンサ (C_{LOAD}) を配置して、ローカル高周波フィルタリングを実現できます。このコンデンサは出力段を直接負荷とするため、[セクション 7.3.2.2](#) に示す容量性負荷ドライブ能力に応じて、コンデンサの値を選択する必要があります。直列絶縁抵抗を使用しないアプリケーションでは、 V_{OUT} で観測される総実効容量が 2.2nF を超えないようにする必要があります。

ダウンストリーム フィルタリング、長いパターン長、不明な容量性負荷のあるアプリケーションでは、[図 8-3](#) に示す直列絶縁抵抗 (R_{ISO}) が推奨されます。 R_{ISO} が 300Ω 以上の場合、出力は容量性負荷範囲全体にわたって 45° 以上の位相マージンを維持するため、ダウンストリーム フィルタリングでより高い柔軟性が得られます。

高周波ノイズを減衰させ、センサ出力を ADC サンプリグ過渡から分離するため、 R_{FLT_2} と C_{FLT_2} で構成される RC フィルタを ADC 入力の近くに配置することを推奨します。この段は、ほとんどのアプリケーションの 1 次側シグナル コンディショニング フィルタとして機能します。

C_{FLT_1} や R_{FLT_1} などの追加のフィルタ段を使用すると、配線距離が長いシステムや電磁干渉が大きいシステムのノイズをさらに減衰させることが可能です。これらの段は、システムレベルの評価に基づき、必要な場合にのみ適用されます。オプションのフェライト ビーズを信号路または電源経路に挿入して、高周波干渉を抑制することができます。 R_{FLT_3} は、オプションのフェライト ビーズを実装したときにのみ必要です。この場合、フェライト ビーズとダウンストリーム容量の間をダンピングし、共振を抑制して安定したフィルタ動作を維持します。

電源経路では、ローカル バイパス コンデンサ (C_{BYPASS}) を常に V_{DD} ピンの近くに配置する必要があります。フェライト ビーズとコンデンサ (C_{FLT_3}) を使用した追加のフィルタリングにより、電源ラインの伝導ノイズを低減することもできます。 V_{OUT} に直接接続された容量のみが、出力段で観測される実効負荷に寄与します。 R_{ISO} の下流に配置された容量は、出力の安定性に影響しません。

図 8-3 で使用する部品の値は推奨される初期設定値ですが、最終的な値はノイズ スペクトル、ADC の特性、PCB レイアウトなどのシステムレベルの条件によって異なり、システム設計時に検証する必要があります。

8.1.6 絶縁寿命

ISOTMP35R-Q1 の絶縁寿命は、業界標準の経時絶縁破壊 (TDDB) テスト手法を使用して評価されています。

このテストでは、絶縁バリアのそれぞれの側にあるすべてのピンを互いに接続して、2 つの端子を持つ構造を形成します。バリアの両端に高電圧を印加すると同時に、絶縁破壊の時間変化を監視します。テストは、60Hz の AC 電圧を印加し、複数の電圧レベルと温度で実行されます。測定データは、絶縁バリアの長期的な動作のモデル化と、許容動作条件の定義設定に使用されます。

図 8-4 に、TDDB 寿命予測を示します。赤い線は、推定された TDDB モデルを表しており、100 万個あたり 1 個の欠陥 (DPPM) 未満の故障率に相当します。灰色の領域は、本デバイスの推奨動作領域を示しています。

動作絶縁電圧が 1060V_{RMS}、接合部温度が 150°C の場合、予測される絶縁寿命は 15 年を超えます。規定されている絶縁定格内で動作させることで、想定 の絶縁寿命を維持することができます。

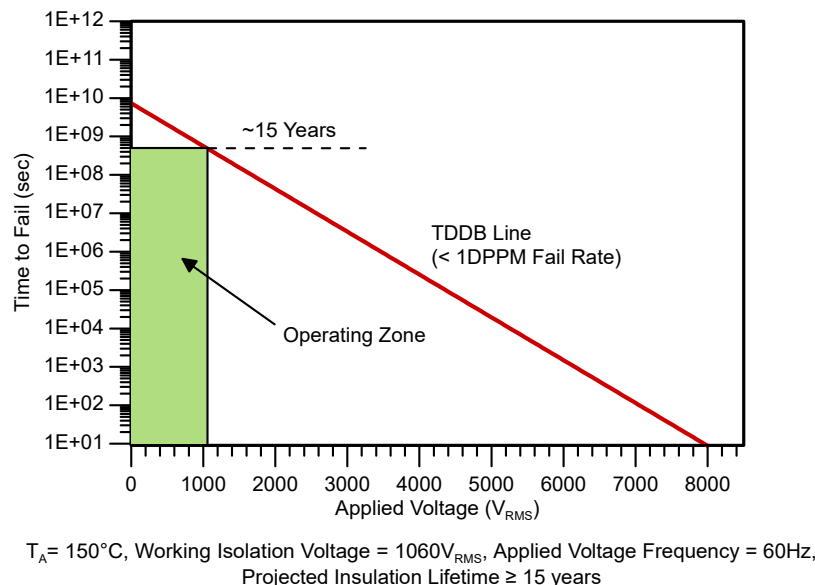


図 8-4. 絶縁寿命推定

8.2 レイアウト

8.2.1 レイアウトのガイドライン

ISOTMP35R-Q1 デバイスの性能を最大限に引き出すには、適切な PCB レイアウトが必要です。熱勾配を最小限に抑え、測定精度を向上させるため、デバイスを熱源のできるだけ近くに配置します。TSENSE ピンは、熱を発生させる素子に直接熱結合するように配置する必要があります。

熱源が PCB の反対側に配置されている場合は、TSENSE ピンの真下に小さい銅の領域を実装し、サーマル ビアを使用して銅の領域を熱源に接続します。この銅の領域はローカル熱インターフェイスとして機能し、ビアは熱源とセンサの間の熱抵抗の低いパスを提供します。熱伝達を改善するために、互いに近接して複数のビアを使用します。

寄生インダクタンスを最小限に抑え、電磁干渉 (EMI) の影響を低減するため、バイパス コンデンサや RC フィルタなどのすべてのフィルタリング部品は、デバイスのピンにできるだけ近づけて配置します。

信号の配線は慎重に管理する必要があります。V_{OUT} のトレースは、高 dv/dt のスイッチング ノードおよび大電流のパスから離して配線し、ノイズを拾いにくくするためにパターン長を最小限に抑える必要があります。長い配線距離が必要な場合、シグナル インテグリティを維持するため、追加のフィルタリングまたはバッファリングを推奨します (詳細については、セクション 8.1.2 を参照)。

低インピーダンスのグラウンド接続が必要です。連続的なグラウンド プレーンにより、安定した基準電圧が得られ、ノイズ結合が低減されます。

絶縁バリアには、最低 8mm の沿面距離と空間距離が必要です。2 層以上の PCB 基板構成を推奨します。4 層 PCB 設計の場合、最上層または最下層のいずれかに信号配線を実装できます。デバイスの絶縁性を維持するためには、絶縁バリアの下領域には、銅プレーン、配線、パッド、ビアなどの導電性要素を使用しないでください。

デバイスの下に必要なキープアウト領域の例については、図 8-5 を参照してください。

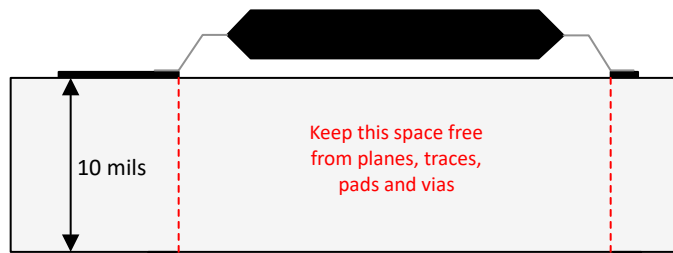


図 8-5. 絶縁バリアのキープアウト領域 (断面図)

8.2.2 レイアウト例

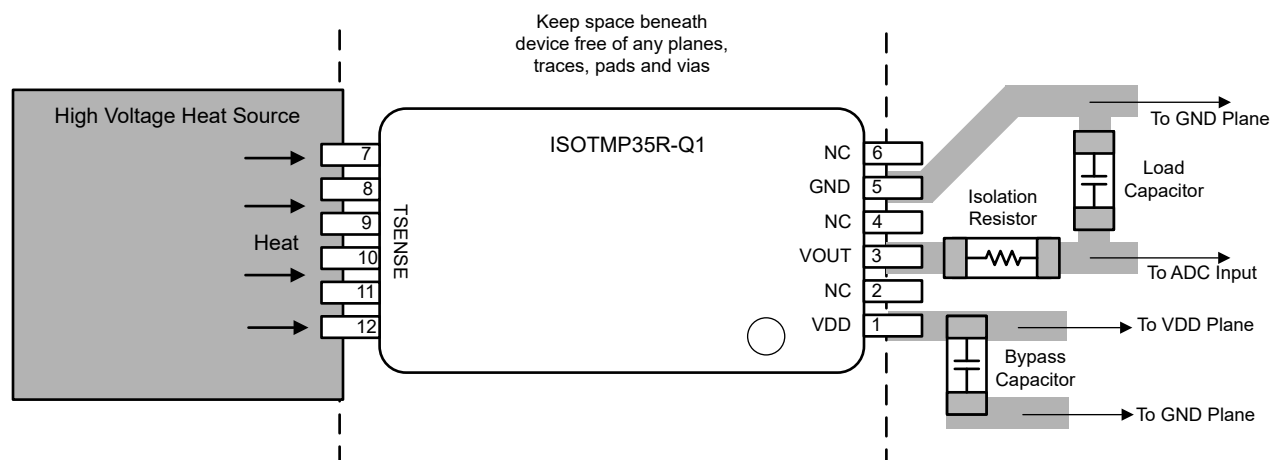


図 8-6. ISOTMP35R-Q1 レイアウト例

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

テキサス・インスツルメンツでは、幅広い開発ツールを提供しています。デバイスの性能の評価、コードの生成、ソリューションの開発を行うためのツールとソフトウェアを以下で紹介します。

9.1 ドキュメントのサポート

9.1.1 関連資料

関連資料については、以下を参照してください。

- テキサス・インスツルメンツ、『ISOTMP35R 評価基板ユーザー ガイド』 [SNOU220](#)
- テキサス・インスツルメンツ、『高電圧アプリケーションでの熱応答時間と精度の改善』
- テキサス・インスツルメンツ、『高ゲインの計装アンプを使用した ADC 駆動回路』
- テキサス・インスツルメンツ、『フロントエンド バッファ回路なしで SAR ADC を直接駆動 (低消費電力、低速サンプリング DAQ)』

9.2 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 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。

9.3 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、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。

9.4 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。

9.5 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。

9.6 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。

10 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。

Changes from MAY 21, 2026 to JULY 6, 2026 (from Revision A (May 2026) to Revision B (July 2026))

Page

- | | |
|--|-----------|
| • 「代表的特性」の「精度と電源電圧と負荷電流との関係」グラフを更新 | 11 |
|--|-----------|

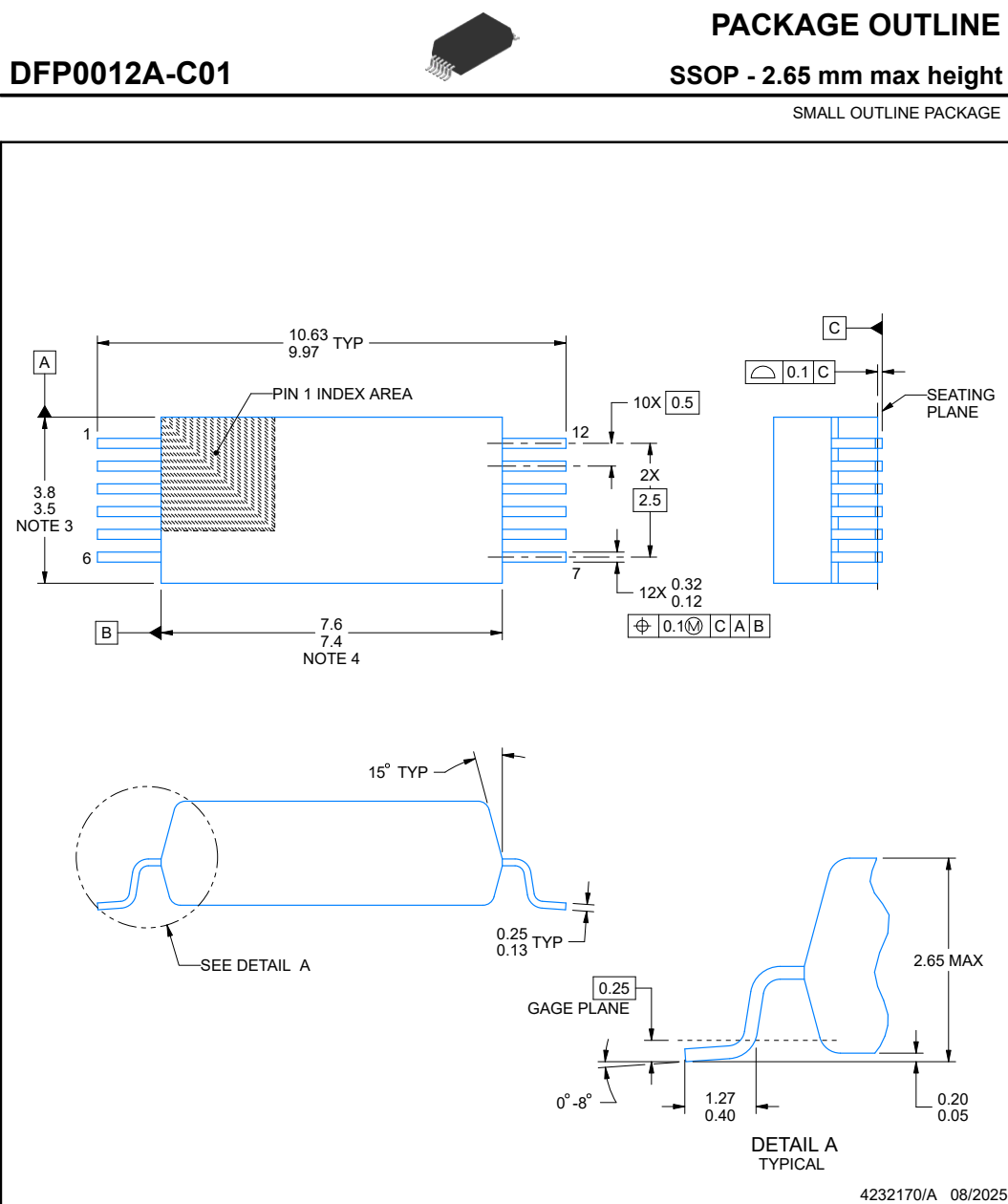
Changes from SEPTEMBER 1, 2025 to MAY 21, 2026 (from Revision * (September 2025) to Revision A (May 2026))**Page**

- このデータシートのステータスを「量産データ」に変更..... [1](#)

11 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、指定の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。

11.1 メカニカル データ



NOTES:

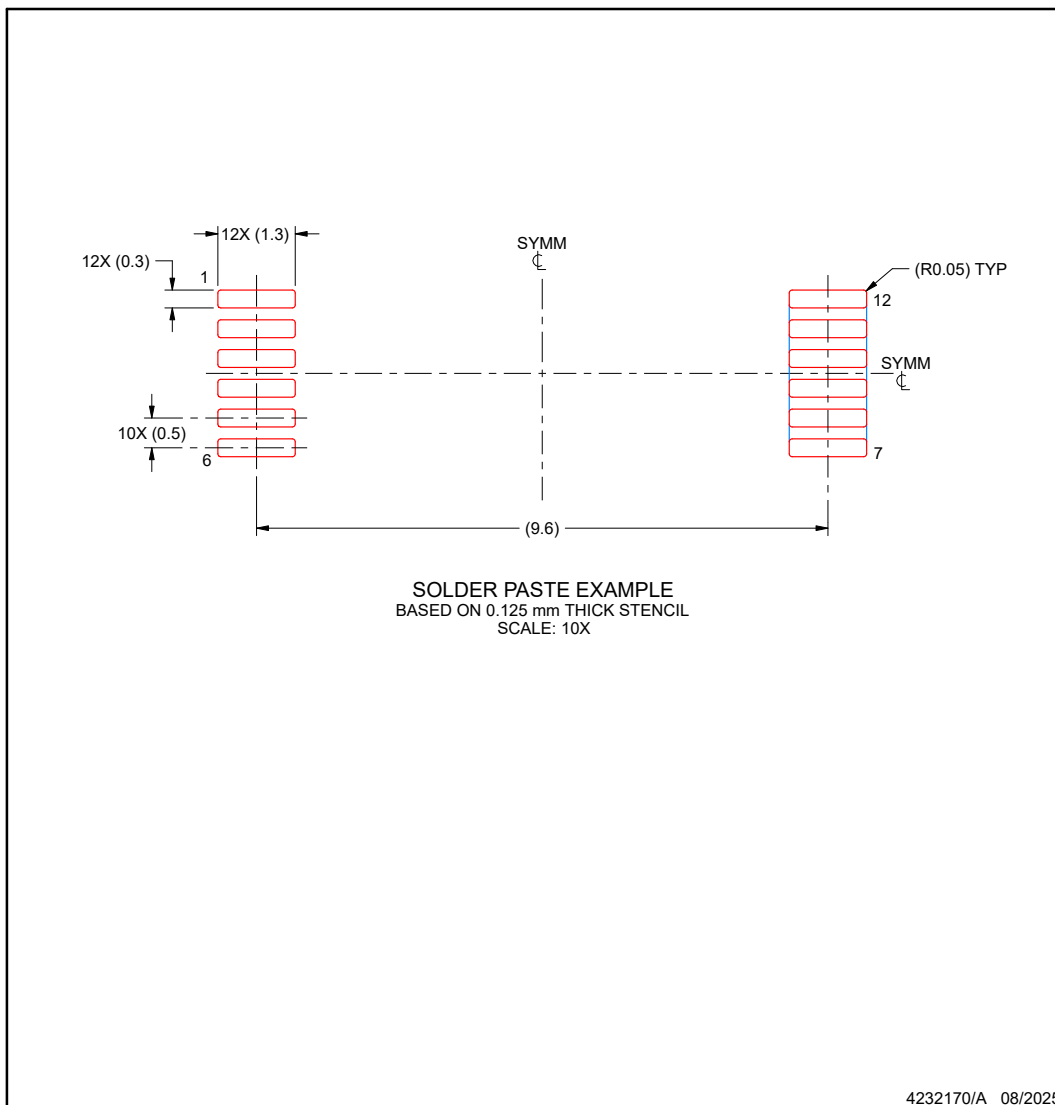
1. All linear dimensions are in millimeters. Any dimensions in parenthesis are for reference only. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M.
2. This drawing is subject to change without notice.
3. This dimension does not include mold flash, protrusions, or gate burrs. Mold flash, protrusions, or gate burrs shall not exceed 0.15 mm per side.
4. This dimension does not include interlead flash. Interlead flash shall not exceed 0.25 mm per side.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DFP0012A-C01

SSOP - 2.65 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



NOTES: (continued)

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

11.2 付録：パッケージ オプション

パッケージ情報

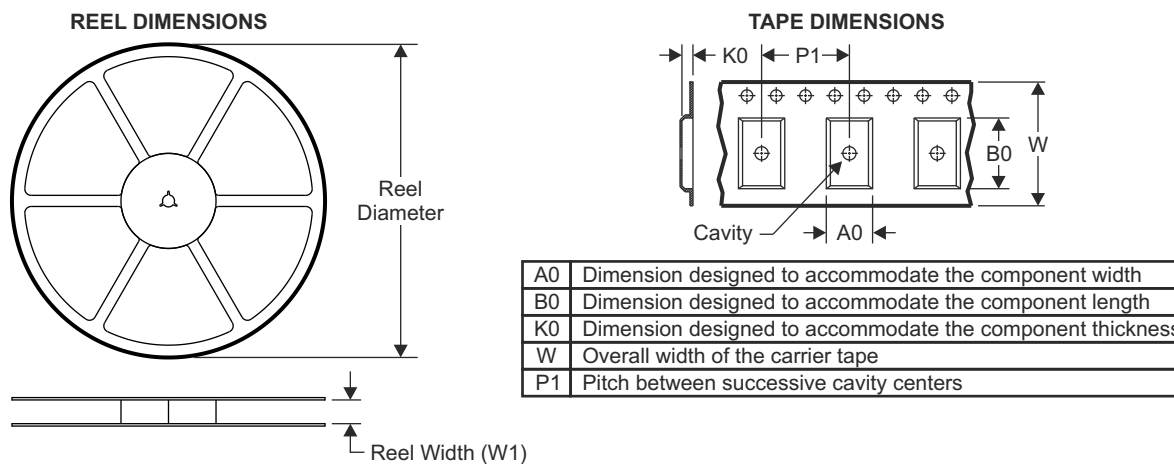
発注可能なデバイス	供給状況 ⁽¹⁾	パッケージ タイプ	パッケージ図	ピン	パッケージの数量	エコ プラン ⁽²⁾	リード / ボール仕上げ ⁽⁶⁾	MSL ピーク温度 ⁽³⁾	動作温度 (°C)	デバイス マーキング ^{(4) (5)}
ISOTMP35RED FPRQ1	アクティブ	SSOP	DFP	12	2,000	鉛フリー (RoHS)	NiPdAu	レベル-1-260C- UNLIM	-40～150	3SZS

- (1) マーケティング ステータスの値は次のように定義されています。
供給中: 新しい設計への使用が推奨される量産デバイス。
最終受注中: TI はデバイスの生産終了を発表しており、現在最終受注期間中です。
非推奨品: 新規設計には推奨しません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、テキサス・インスツルメンツでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。
量産開始前: 量産されていない、市販されていない、またはウェブで発表されていない未発表デバイスで、サンプルは提供されていません。
プレビュー: デバイスは発表済みですが、まだ生産は開始されていません。サンプルが提供される場合と提供されない場合があります。
生産中止品: TI は、このデバイスの生産を終了しました。
- (2) エコ プラン - 環境に配慮した計画的な分類: 鉛フリー (RoHS)、鉛フリー (RoHS 適用除外)、またはグリーン (RoHS 準拠、Sb/Br 非含有) があります。最新情報、および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent> でご確認ください。
未定: 鉛フリー / グリーン転換プランが策定されていません。
鉛フリー (RoHS): テキサス・インスツルメンツにおける「Lead-Free」または「Pb-Free」(鉛フリー) は、6 つの物質すべてに対して現在の RoHS 要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が 0.1% を超えないという要件も含まれます。高温はんだに対応した テキサス・インスツルメンツ鉛フリー製品は、鉛フリー仕様プロセスでの使用に適しています。
鉛フリー (RoHS 適用除外): この部品は、1) ダイとパッケージとの間に鉛ベース フリップ チップのはんだバンプ使用、または 2) ダイとリードフレームとの間に鉛ベースの接着剤を使用、のいずれかについて、RoHS が免除されています。この部品はそれ以外の点では、上記の定義の鉛フリー (RoHS 準拠) の条件を満たしています。
グリーン (RoHS および Sb/Br 非含有): テキサス・インスツルメンツにおける「グリーン」は、鉛フリー (RoHS 準拠) に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン (Sb) をベースとした難燃材を含まない (均質な材質中の Br または Sb 重量が 0.1% を超えない) ことを意味しています。
- (3) MSL、ピーク温度-- JEDEC 業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピークはんだ温度です。
- (4) ロゴ、ロットトレース コード情報、または環境カテゴリに関する追加マークがデバイスに表示されることがあります。
- (5) 複数のデバイス マーキングが、括弧書きされています。カッコ内に複数のデバイス マーキングがあり、「～」で区切られている場合、その中の 1 つだけがデバイスに表示されます。行がインデントされている場合は、前行の続きということです。2 行合わせたものが、そのデバイスのデバイス マーキング全体となります。
- (6) リード / ボール仕上げ - 発注可能なデバイスには、複数の材料仕上げオプションが用意されていることがあります。複数の仕上げオプションは、縦罫線で区切られています。リード / ボール仕上げの値が最大列幅に収まらない場合は、2 行にまたがります。

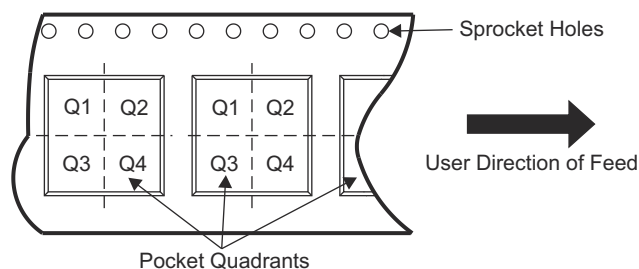
重要なお知らせと免責事項: このページに掲載されている情報は、発行日現在のテキサス・インスツルメンツの知識および見解を示すものです。テキサス・インスツルメンツの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。テキサス・インスツルメンツでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。テキサス・インスツルメンツおよび テキサス・インスツルメンツのサプライヤは、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS 番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

いかなる場合においても、そのような情報から生じた TI の責任は、このドキュメント発行時点での TI 製品の価格に基づく TI からお客様への合計購入価格 (年次ベース) を超えることはありません。

11.3 テープおよびリール情報

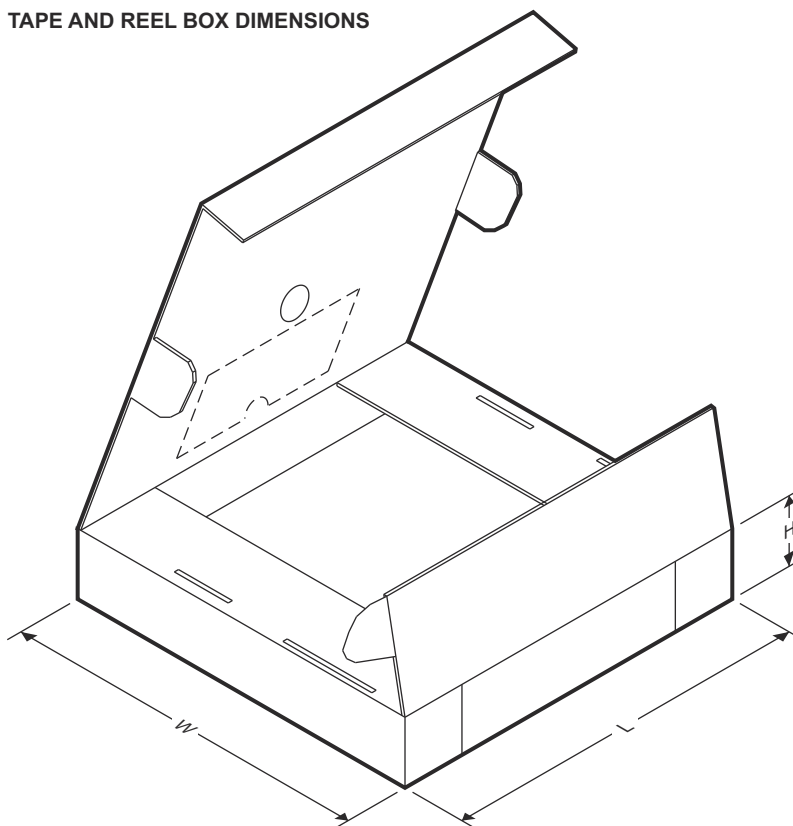


QUADRANT ASSIGNMENTS FOR PIN 1 ORIENTATION IN TAPE



デバイス	パッケージ タイプ	パッケージ 図	ピン	SPQ	リール 直径 (mm)	リール 幅 W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	ピン 1 の 象限
ISOTMP35REDFPRQ1	SSOP	DFP	12	2,000	330.0	12.4	10.9	3.98	2.7	12.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS



デバイス	パッケージタイプ	パッケージ図	ピン	SPQ	長さ (mm)	幅 (mm)	高さ (mm)
ISOTMP35REDFPRQ1	SSOP	DFP	12	2,000	353.0	353.0	32.0

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みいかなる保証も、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、TI は一切の責任を拒否します。

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