

LM95010 デジタル温度センサ、SensorPath® バス付き

1 特長

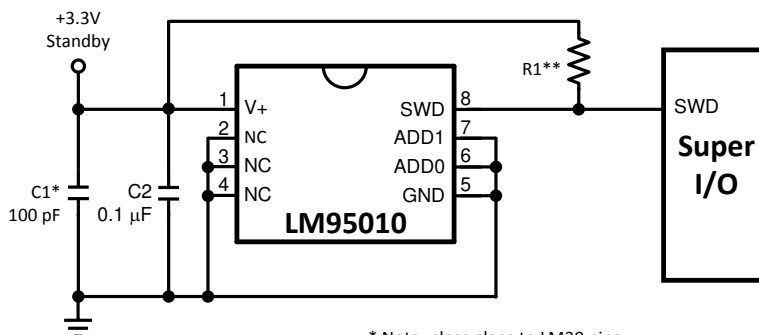
- SensorPath バス
 - 4 つのハードウェア プログラム可能なアドレス
- 温度検出
 - 0.25°Cの分解能
 - 最大温度読み取り値、127.75°C
- 8 リードの VSSOP パッケージ
- 主な仕様:
 - 温度センサの精度: $\pm 2^\circ\text{C}$ (最大)
 - 温度範囲: $-20 \sim +125^\circ\text{C}$
 - +3.0 \sim +3.6V の電源電圧
 - 電源電流: 0.5mA (代表値)
 - 変換時間 14 \sim 1456ms

2 アプリケーション

- マイクロプロセッサ ベースの機器
 - (マザーボード、ベースステーション、ルータ、ATM、POS、...)
- 電源

3 概要

LM95010 はデジタル出力の温度センサで、SensorPath インターフェイスと互換性のある 1 線インターフェイスを搭載しています。温度に比例する差動電圧を生成する ΔV_{be} アナログ温度センシング技術を使用しています。この電圧は、シグマ デルタ A/D コンバータを使用してデジタル化されます。LM95010 はハードウェア モニタ システムの一部であり、スーパー I/O などの PC システム ヘルス コントローラ (マスタ) と最大 7 つのスレーブ (そのうち 4 つは LM95010) の 2 つの部分で構成されています。SensorPath を使用することで、LM95010 はマスタによって制御され、自身のダイ温度をマスタに通知します。SensorPath のデータはパルス幅にエンコードされるため、LM95010 を多くの汎用マイコンに簡単に接続できます。



* Note, place close to LM30 pins.

**Note, R1 may be required for lower power dissipation and depends on bus capacitance.

Super I/O などの SensorPath マスタへの LM95010 接続。



目次

1 特長.....	1	7.7 固定機能 (アドレス 03o).....	20
2 アプリケーション.....	1	7.8 デバイス ステータス (アドレス 04o).....	20
3 概要.....	1	7.9 デバイス制御 (アドレス 05o).....	20
4 ピン構成および機能.....	3	7.10 温度測定機能 (TYPE - 0001).....	21
5 仕様.....	4	7.11 動作.....	21
5.1 絶対最大定格.....	4	7.12 温度機能 (アドレス 10o).....	22
5.2 動作定格.....	4	7.13 温度データの読み出し (アドレス 11o).....	22
5.3 DC 電気的特性.....	5	7.14 温度制御 (アドレス 12o).....	23
5.4 AC 電気的特性.....	6	7.15 変換レート (アドレス 40o).....	23
5.5 代表的な性能特性.....	10	8 アプリケーションと実装.....	25
6 詳細説明.....	11	8.1 アプリケーション情報.....	25
6.1 概要.....	11	9 デバイスおよびドキュメントのサポート.....	26
6.2 機能ブロック図.....	11	9.1 ドキュメントのサポート.....	26
6.3 機能説明.....	12	9.2 ドキュメントの更新通知を受け取る方法.....	26
7 レジスタ設定.....	18	9.3 サポート・リソース.....	26
7.1 固定番号設定.....	18	9.4 商標.....	26
7.2 レジスタ セットの概要.....	18	9.5 静電気放電に関する注意事項.....	26
7.3 デバイス リセット動作.....	18	9.6 用語集.....	26
7.4 デバイス番号 (アドレス 00o).....	19	10 改訂履歴.....	27
7.5 メーカー ID (アドレス 01o).....	19	11 メカニカル、パッケージ、および注文情報.....	27
7.6 デバイス ID (アドレス 02o).....	19		

4 ピン構成および機能

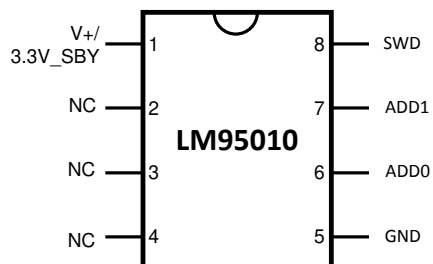


図 4-1. 8 リード VSSOP、DGK パッケージを参照

表 4-1. ピン説明

ピン番号	ピン名	種類	説明	代表的な接続
1	V+/3.3V SB	電源	正電源ピン +3.3V ピン。	+3.3V のスタンバイ電力を供給する必要があります。このピンは、0.1μF コンデンサでバイパスする必要があります。約 10μF のバルク容量を LM95010 の近くに配置する必要があります。
2-4	NC			接地する必要があります。
5	GND	電源	グラウンド	システム グラウンド
6	ADD0	入力	シリアル バス デバイス番号を割り当てるアドレス選択入力	V+ または GND への 10kΩ 抵抗。フローティングのままにしないでください。
7	ADD1	入力	シリアル バス デバイス番号を割り当てるアドレス選択入力	V+ または GND への 10kΩ 抵抗。フローティングのままにしないでください。
8	SWD	入力 / 出力	1 線式データ、SensorPath シリアル インターフェイスライン、オープンドレイン出力	3.3V へ 1.25kΩ でプルアップした Super I/O

5 仕様

5.1 絶対最大定格

(1) (2) を参照

電源電圧 (V ⁺)		-0.5 V ~ 6.0 V
ピン 2 の電圧		-0.3V ~ (V ⁺ + 0.3 V)
他のすべてのピンの電圧		-0.5V ~ 6.0V
ピンごとの入力電流 (3)		5 mA
パッケージ入力電流 (3)		30mA
パッケージ電力散逸		(4)
出力シンク電流		10mA
保存温度		-65°C ~ +150°C
ESD 感受性 (5)	人体モデル	2000V
	マシン モデル	200V
ハンダ付け情報、リード温度		
VSSOP パッケージ (6)	気相 (60 秒)	215°C
	赤外線 (15 秒)	220°C

- (1) 特に記述のない限り、すべての電圧は **GND** を基準に測定されます。
- (2) 絶対最大定格は、それらを超えるとデバイスが破壊される可能性がある制限値を示します。動作定格はデバイスが機能する条件を示しますが、性能限界を保証するものではありません。保証された仕様および試験条件については「電気的特性」を参照してください。保証された仕様は、記載されているテスト条件にのみ適用されます。記載されているテスト条件で本デバイスを動作させないと、一部の性能特性が低下する可能性があります。
- (3) いずれかのピンの入力電圧 (V_{IN}) が電源を上回った場合 (V_{IN} < GND または V_{IN} > V⁺)、そのピンの電流は 5mA に制限するものとします。LM95010 のピンの寄生部品および/または ESD 保護回路を下に示します。D3 の公称ブレイクダウン電圧は 6.5V です。SNP は、スナップバック デバイスの略称です。表 1 では、特定のピンに接続されたデバイスを「✓」でマークしています。
- (4) 2 オンスのフォイルでプリント基板に接続したときの接合部から周囲への熱抵抗は 210°C/W です。
- (5) 人体モデルでは、100pF が 1.5kΩ の抵抗を経由して放電しています。マシン モデルでは、200pF を各ピンに直接放電しています。ESD 保護の入力構造については、図 5-1 を参照してください。
- (6) その他の推奨事項および、表面実装デバイスのハンダ付け方法については、URL「<http://www.ti.com/packaging>」を参照してください。

5.2 動作定格

(1) (2) を参照してください。

電気的特性の温度範囲	T _{MIN} ≤ T _A ≤ T _{MAX}
LM95010C1MM	-20°C ≤ T _A ≤ +125°C
動作温度範囲	-20°C ≤ T _A ≤ +125°C
電源電圧範囲 (V ⁺)	+3.0 V ~ +3.6 V

- (1) 絶対最大定格は、それらを超えると、デバイスが破壊される可能性がある制限値を示します。動作定格はデバイスが機能する条件を示しますが、性能限界を保証するものではありません。保証された仕様、および試験条件については「電気的特性」を参照してください。保証された仕様は、記載されているテスト条件にのみ適用されます。記載されているテスト条件で本デバイスを動作させないと、一部の性能特性が低下する可能性があります。
- (2) 特に記述のない限り、すべての電圧は **GND** を基準に測定されます。

5.3 DC 電気的特性

以下の仕様は、条件に特に記述のない限り、 $V+ = 3.0V_{DC} \sim 3.6V_{DC}$ に適用されます。太字の制限値は、 $T_A = T_J = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ に適用され、その他のすべての制限値は、 $T_A = +25^{\circ}C$ に適用されます。

電源特性					
記号	パラメータ	条件	標準値 ⁽¹⁾	制限値 ⁽²⁾	単位 (制限値)
$V+$	電源電圧		3.3	3.0 3.6	V (最小) V (最大)
I_{+AVG}	平均電源電流	SensorPath バスが非アクティブ ⁽³⁾	500	750	μA (最大値)
I_{+Peak}	ピーク電源電流:	SensorPath バスが非アクティブ ⁽³⁾	1.6		mA
	パワーオンリセットのスレッシュホールド電圧			1.6 2.8	V (最小値) V (最大値)
温度 / デジタル コンバータの特性					
	温度誤差	$T_A = -20^{\circ}C$ および $+125^{\circ}C$ ⁽⁴⁾	± 1	± 3	$^{\circ}C$ (最大)
		$+25^{\circ}C \leq T_A \leq +60^{\circ}C$ ⁽⁴⁾		± 2	$^{\circ}C$ (最大)
	温度分解能		10 0.25		ビット $^{\circ}C$
SWD および ADD デジタル入力特性					
V_{IH}	SWD ロジック High の入力電圧			2.1 $V+ + 0.5$	V (最小値) V (最大値)
V_{IL}	SWD ロジック Low の入力電圧			0.8 -0.5 -0.3	V (最大値) V (最小値) V (最小値)
		$T_A = 0^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$			
V_{IH}	ADD ロジック High の入力電圧			$90\% \times V+$	V (最小値)
V_{IL}	ADD ロジック Low の入力電圧			$10\% \times V+$	V (最大値)
V_{HYST}	SWD 入力ヒステリシス		300		mV
I_L	SWD および ADD 入力リーク電流	$GND \leq V_{IN} \leq V+$	± 0.005	± 10	μA (最大値)
	$V+$ オープンまたは接地時の SWD 入力リーク電流	$GND \leq V_{IN} \leq 3.6V$ 、および $V+$ オープンまたは GND	± 0.005		μA
C_{IN}	デジタル入力容量		10		pF
SWD デジタル出力特性					
V_{OL}	オープンドレイン出力ロジック「Low」電圧	$I_{OL} = 4\text{ mA}$ $I_{OL} = 50\text{ }\mu A$		0.4 0.2	V (最大値) V (最大値)
I_{OH}	オープンドレイン出力オフ電流		± 0.005	± 10	μA (最大値)
C_{OUT}	デジタル出力容量		10		pF

- (1) 「標準値」は $T_A = 25^{\circ}C$ における値であり、最も可能性の高いパラメータ基準値を表します。これらは、重要な設計計算ではなく、一般的な参考値として使用します。
- (2) 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。
- (3) SensorPath トランザクションによって消費電流が大幅に増加することはありません。
- (4) 温度精度には、自己発熱の影響は含まれていません。自己発熱による温度上昇は、LM95010 の内部電力散逸と熱抵抗の積です。自己発熱の計算に使用する熱抵抗については、絶対最大定格表の注 4 を参照してください。

5.4 AC 電気的特性

特に記述のない限り、以下の仕様は $V+ = +3.0V_{DC} \sim +3.6V_{DC}$ に適用されます。太字の制限値は、 $T_A = T_J = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ に適用され、その他のすべての制限値は、 $T_A = T_J = 25^{\circ}C$ に適用されます。SensorPath 特性は SensorPath 仕様に準拠します。詳細については、その仕様を参照してください。

ハードウェア モニタの特性					
記号	パラメータ	条件	標準値 ⁽¹⁾	制限値 ⁽²⁾	単位 (制限値)
t_{CONV}	総モニタ サイクルタイム ⁽³⁾	デフォルト	182	163.8	ms (最小値)
				200.2	ms (最大値)
SensorPath バスの特性					
t_f	SWD の立ち下がり時間 ⁽⁴⁾	$R_{pull-up} = 1.25k\Omega \pm 30\%$, $C_L = 400pF$		300	ns (最大値)
t_r	SWD の立ち上がり時間 ⁽⁵⁾	$R_{pull-up} = 1.25k\Omega \pm 30\%$, $C_L = 400pF$		1000	ns (最大値)
t_{INACT}	アテンション リクエスト前の LM95010 によって保証された最小非アクティブ時間 (HIGH レベルのバス)			11	μs (最小値)
t_{Mtr0}	データ ビット 0 書き込みおよびデータ ビット 0-1 読み取り用のマスタドライブ			11.8	μs (最小値)
				17.0	μs (最大値)
t_{Mtr1}	データ ビット 1 書き込みのマスタドライブ			35.4	μs (最小値)
				48.9	μs (最大値)
t_{SFEdet}	LM95010 の動作検出に許容される時間			9.6	μs (最大値)
t_{SLout1}	マスタによるデータ ビット 1 読み出しのための LM95010 ドライブ			28.3	μs (最小値)
				38.3	μs (最大値)
t_{MtrS}	スタートビットのマスタドライブ			80	μs (最小値)
				109	μs (最大値)
t_{SLoutA}	アテンション リクエスト用の LM95010 ドライブ			165	μs (最小値)
				228	μs (最大値)
t_{RST}	リセット用のマスタまたは LM95010 ドライブ			354	μs (最小値)
t_{RST_MAX}	電源が 3V 以上に上昇した後での LM95010 による SWD の最大駆動			500	ms (最大値)

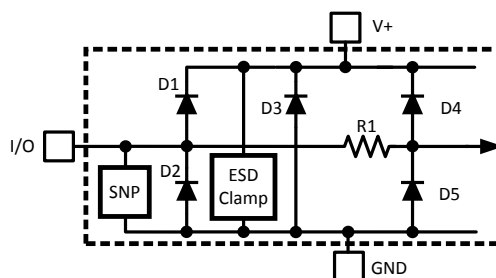
- (1) 「標準値」は $T_A = 25^{\circ}C$ における値であり、最も可能性の高いパラメータ基準値を表します。これらは、重要な設計計算ではなく、一般的な参考値として使用します。
- (2) 制限値はテキサス・インスツルメンツの平均出検品質限界 (AOQL) で規定されています。
- (3) この仕様は、イネーブルになったときに温度データが更新される頻度を示す目的にのみ提供されています。
- (4) 出力の立ち下がり時間は、 $V_{IH\ min}$ から $V_{IL\ max}$ まで測定されます。出力の立ち下がり時間は設計により保証されています。
- (5) 出力立ち上がり時間は、 $V_{IL\ max}$ から $V_{IH\ min}$ まで測定されます。出力の立ち上がり時間は設計により保証されています。

表 1

ピン名称	ピン番号	D1	D2	D3	D4	D5	R1	SNP	ESD CLAMP
V+/3.3V SB	1			✓					✓
NC	2	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
NC	3								
NC	4		✓	✓		✓	✓	✓	
ADD0	6		✓	✓		✓	✓	✓	
ADD1	7		✓	✓				✓	

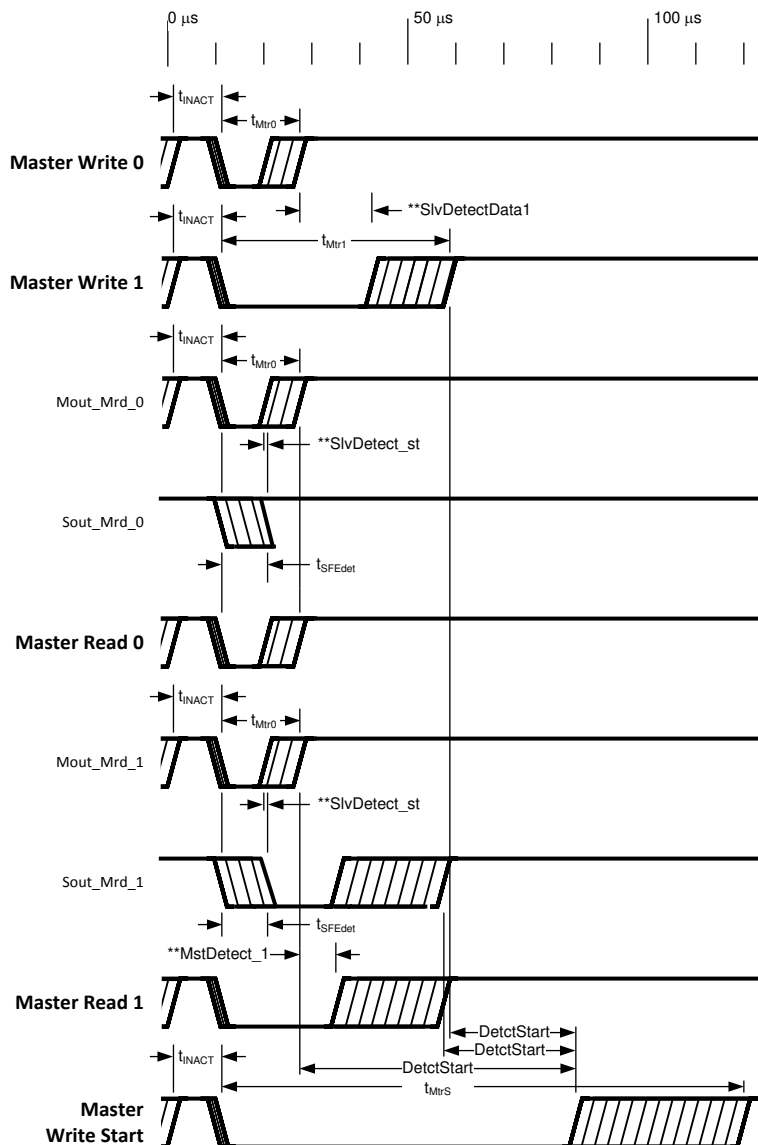
表 1 (続き)

ピン名称	ピン番号	D1	D2	D3	D4	D5	R1	SNP	ESD CLAMP
SWD	8		✓	✓		✓	✓	✓	



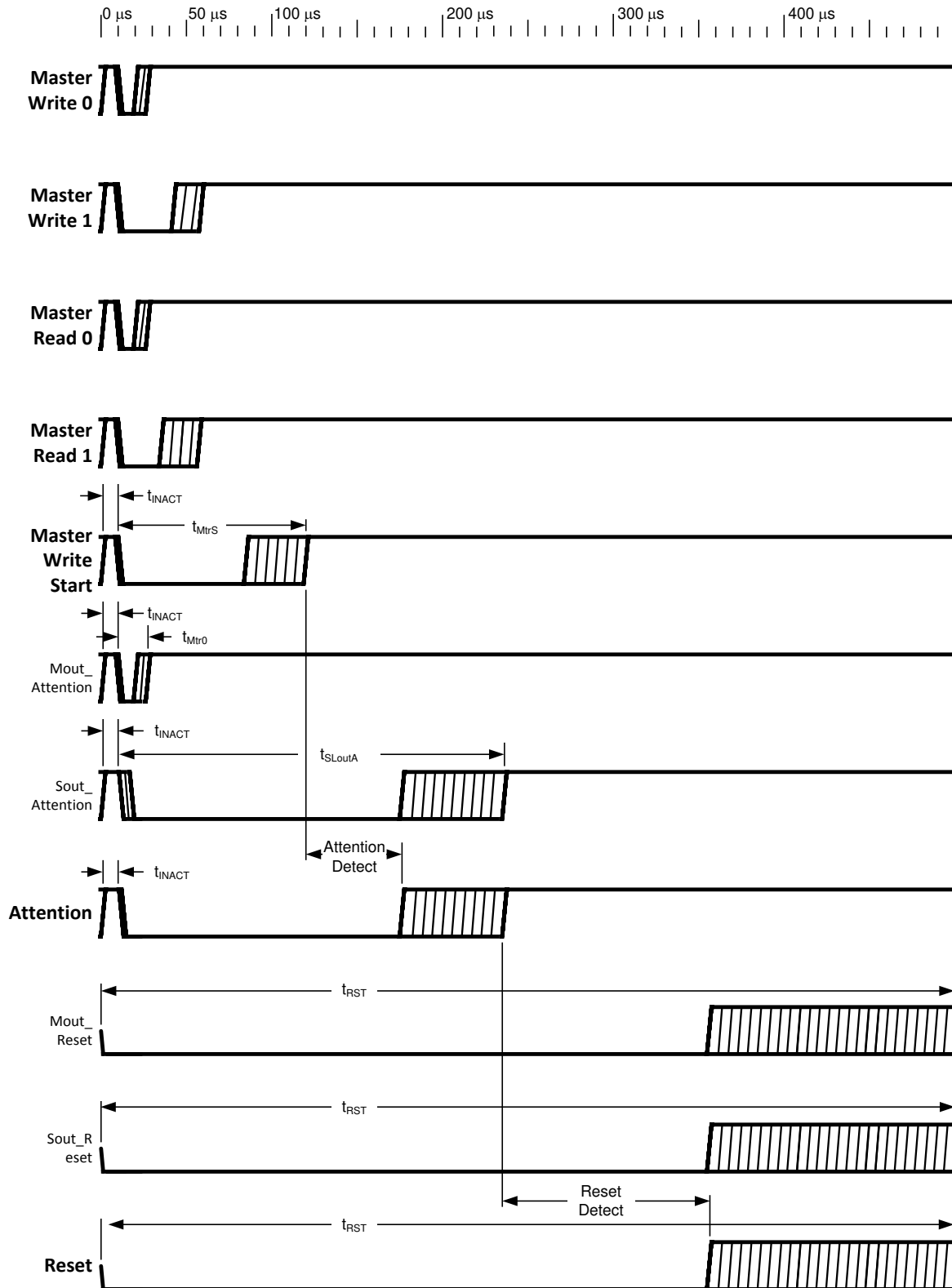
特定のピンに接続されているデバイスは、上の表で「✓」とマークされています。

図 5-1. ESD 保護の入力構造



詳細については [セクション 6.3.2](#) を参照してください。

図 5-2. データ ビット 0、1、スタート ビットのタイミング



詳細については、[セクション 6.3.2](#) を参照してください。

図 5-3. アテンション要求およびリセットのタイミング

5.5 代表的な性能特性

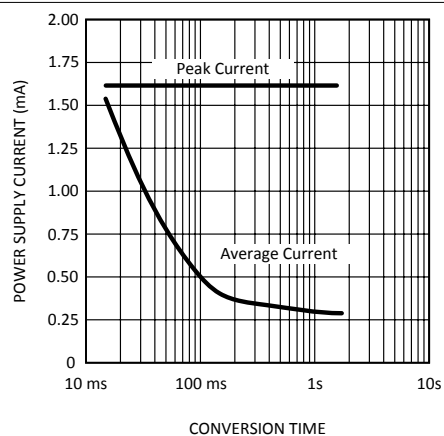


図 5-4. 電源電流に対する変換レートの影響

6 詳細説明

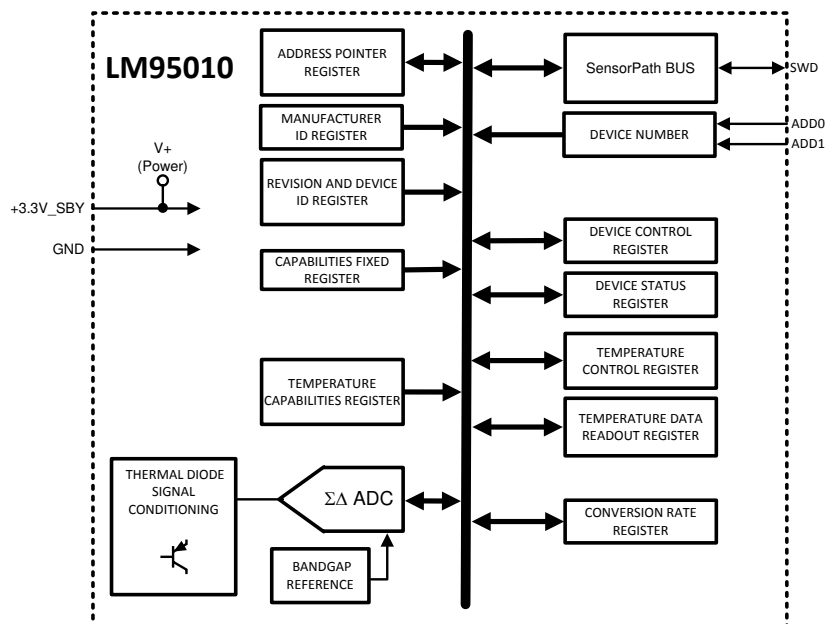
6.1 概要

LM95010 は ΔV_{be} 温度センシング方式に基づいています。温度を表す差動電圧は、シグマデルタ A/D コンバータを使用してデジタル化されます。デジタル温度データは、**SensorPath** と呼ばれるシンプルな 1 線式インターフェイスで取得できます。**SensorPath** は、ハードウェア監視向けに最適化されています。テキサス・インスツルメンツは、**SensorPath** バスに関する自社の知的財産権に関して、ロイヤリティフリーのライセンスを提供しています。

LM95010 には 2 つのアドレスピンがあり、最大 4 つの LM95010 を 1 つの **SensorPath** バスに接続できます。**SensorPath** の SWD 信号の物理インターフェイスは、広く使用されている業界標準の **SMBus SMBDAT** 信号と同じです。デジタル情報は、送信される信号のパルス幅にエンコードされます。すべてのビットをマスタで同期できるため、マイクロコントローラを使用した場合、マスタの実装が容易になります。機能がより優れたマイクロコントローラの場合、LM95010 によって非同期アテンション信号を送信してマイクロコントローラに割り込みを発生させ、読み出しレジスタの温度データが更新されたことを通知できます。

システム要件に合わせて LM95010 の消費電力を最適化するため、LM95010 にはシャットダウンモードがあり、また複数の変換レートもサポートしています。

6.2 機能ブロック図



6.3 機能説明

6.3.1 SensorPath バス SWD

SWD は、通信に使用するシングル ワイヤ データ ラインです。SensorPath は、プルアップ抵抗、オープン ドレインのローサイドドライブによる 3.3V のシングルエンド信号を使用します (図 6-1 を参照)。タイミングを考慮して、SensorPath は最大 400pF の容量性負荷 (C_L) に設計されています。多くの場合、PC の 3.3V スタンバイレールがセンサとマスタの両方の電源として使用されることに注意してください。SWD のロジック High および Low 電圧レベルは TTL 互換です。マスタには内部プルアップ抵抗があります。この場合、外部抵抗は不要です。プルアップ抵抗の最小値は、4mA の最大許容出力負荷電流を考慮する必要があります。

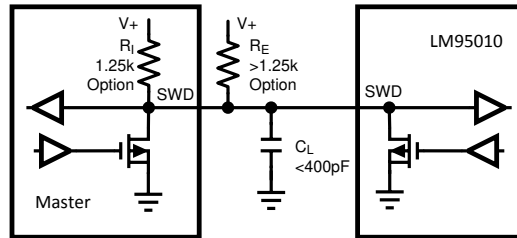


図 6-1. SensorPath SWD の簡略化された回路図

6.3.2 SensorPath ビット信号

信号は、パルス幅エンコードを使用して SensorPath 経由で送信されます。「ビット信号」には次の 5 種類があります。

- データ ビット 0
- データ ビット 1
- スタート ビット
- アテンション要求
- リセット

すべての「ビット信号」には、バスを Low レベルに駆動することが含まれます。Low レベルの持続時間によって、異なる「ビット信号」が区別されます。各「ビット信号」には固定パルス幅があります。SensorPath はバスリセット動作とクロックトレーニングシーケンスをサポートしているため、スレーブ デバイスは内部クロック レートをマスタに同期できます。LM95010 は SensorPath のタイミング要件である $\pm 15\%$ を満たすため、LM95010 はクロックトレーニングシーケンスを必要とせず、この機能をサポートします。このセクションでは、すべてのモードにおける「ビット信号」の動作を定義します。このセクションを読み進める際には、「電気的特性」(図 5-2 および 図 5-3) のタイミング図を参照してください。ビット信号間のタイミング関係をより明確にするために、異なる種類の「ビット信号」のタイミング図が一緒に示されていることに注意してください。ただし、異なる種類の「ビット信号」は、時間軸の異なる点の SWD に表示されています。これらのタイミング図は、マスタと LM95010 スレーブによって駆動される信号と、SWD のプローブ時に観察された信号を示しています。ラベル Mout_ で始まる信号ラベルは、マスタによるドライブを表します。ラベル Slv_ で始まる信号ラベルは、LM95010 によるドライブを表しています。他のすべての信号は、特定の機能の SWD をプローブしたときに何が表示されるかを示しています (たとえば、「Master Wr 0」は、値 0 のデータ ビットを送信するマスタです)。

6.3.3 バス非アクティブ

SWD 信号が t_{INACT} 以上の時間 High になると、バスは非アクティブになります。バスは各「ビット信号」の間、非アクティブです。

6.3.4 データ ビット 0 および 1

すべてのデータ ビット信号の転送は、マスタによって開始されます。データ ビット 0 は「短い」パルスで示され、データ ビット 1 は長いパルスで示されます。ビットの方向は、次のようにマスタを基準としています。

- データ書き込み - マスタから LM95010 に転送されるデータ ビット。
- データ読み取り - LM95010 からマスタに転送されるデータ ビット。

マスタは、データビット (の読み取りまたは書き込み) を開始する前に、バスが非アクティブであることを確認する必要があります。

マスタは、データ値に対応する期間 (「0」または「1」の書き込みの場合はそれぞれ t_{Mtr0} または t_{Mtr1}) にわたってバスをアクティブ (Low レベル) に駆動することで、データ書き込みを開始します。LM95010 は、SWD が t_{SFEdet} の期間内にアクティブになることを検出し、データ値を検出するために SWD がアクティブである時間の測定を開始します。

マスタは、 t_{Mtr0} の間バスを駆動することでデータの読み取りを開始します。LM95010 は、 t_{SFEdet} の期間内に SWD がアクティブになったことを検出します。データの読み出しが「0」の場合、LM95010 は SWD を駆動しません。データの読み出しが「1」の場合、LM95010 は t_{SFEdet} 以内に起動し、 t_{SLout1} の間 SWD を Low に駆動します。マスタと LM95010 のどちらも、「0」または「1」のデータ読み出しを識別するために、バスが非アクティブになる時間を確認する必要があります。

各データビットの間、マスタとすべての LM95010 の両方で、SWD がアクティブ (Low) である時間を測定してバスを監視する必要があります (アテンション要求とリセットはマスタ。スタートビット、アテンション要求、リセットは LM95010)。スタートビット、アテンション リクエスト、またはリセットの「ビット信号」が検出された場合、現在の「ビット信号」はデータビットとして扱われません。

プロトコルのビットレートは、転送されるデータによって異なることに注意してください。したがって、LM95010 の予約済みまたは未使用のレジスタビットの値は、バス帯域幅の効率を高めるために「0」になっています。

6.3.5 スタート ビット

マスタは、スタートビットを開始する前に、バスが非アクティブであることを監視する必要があります。

マスタは、スタートビットを使用して転送の開始を示します。LM95010 はスタートビットを常時監視し、マスタとのトランザクションの同期を可能にします。トランザクションの途中でスタートビットが発生すると、アドレス指定されている LM95010 は現在のトランザクションを中止します。この場合 LM95010 はトランザクションを「完了」していません (セクション 6.3.8 参照)。

各スタートビットの間、SWD がアクティブ (Low) である時間をマスタとすべての LM95010 の両方が測定して、バスのアテンション要求とリセットを監視する必要があります。アテンション リクエストまたはリセット状態が検出された場合、現在の「ビット信号」はスタートビットとして扱われません。マスタは、後でスタートビットの送信を試みる場合があります。

6.3.6 アテンション要求

SensorPath バスが非アクティブのとき、LM95010 はアテンション要求を開始できます。

マスタからのデータビットまたはスタートビットは、LM95010 からのアテンション要求と同時に開始できることに注意してください。さらに、2 個の LM95010 がアテンション要求を同時に開始することもできます。アテンション要求は、その長さのため、リセット以外の他の「ビット信号」よりも優先されます。すべてのデバイスでデータビットおよびスタートビットとの競合が検出されると、そのビットを無視して送信元から再発行できるようになります。

LM95010 は、アテンション要求を開始する前にバスが非アクティブであることをチェックするか、または SWD がアクティブになった後、 t_{SFEdet} の時間間隔でアテンション要求を開始します。LM95010 は、 t_{SLoutA} 時間にわたって信号を LOW に駆動します。その後、マスタと LM95010 の両方がバスのリセット状態を監視する必要があります。リセット状態が検出された場合、現在の「ビット信号」はアテンション要求として扱われません。

リセット後は、マスタがバス上に 14 データビットを送信する前にアテンション要求を送信できません。アテンション要求生成の詳細については、セクション 6.3.13 を参照してください。

6.3.7 バス リセット

LM95010 は電源オン時にリセットを発行します。マスタは、最小リセット時間の間、パワーアップ時にバスリセットを生成する必要もあり、LM95010 に依存してはなりません。SensorPath には、マスタの最大リセット時間の制限はありません。LM95010 は、バスリセット後、マスタがバスに 14 データビットを送信した後にのみアテンション要求を生成できます。アテンション要求の生成の詳細については、セクション 6.3.13 を参照してください。

6.3.8 SensorPath バス トランザクション

SensorPath は、単一のマスタと最大 7 つのスレーブ デバイスで動作するように設計されています。各スレーブには固有のアドレスがあります。LM95010 は、アドレス ピン ADD0 および ADD1 の状態によって選択される最大 4 つのデバイス アドレスをサポートしています。セクション 7 に LM95010 のレジスタ セットを示します。

6.3.9 バス リセット動作

バス リセット動作はバス上でグローバルであり、バスに接続されているすべてのデバイスの通信インターフェイスにのみ影響します。バス リセット動作は、LM95010 レジスタ セットで定義されている範囲では、デバイスのレジスタの内容やデバイスの動作には影響しません。セクション 7 を参照してください。

バス リセット動作は、バス上にリセット信号を生成することで実行されます。マスタは、パワーアップ後、動作を開始する前にリセットを適用する必要があります。リセット信号の終了は、バス上のすべての LM95010 によって監視されます。

リセット信号の後、マスタが値「0」の 8 データ ビットのシーケンスを、先行のスタート ビットなしで送信するように セクション 6.3.2 が要求します。これは、クロックをビット タイミングに「トレーニング」するスレーブをイネーブルにするために必要です。LM95010 は、クロックトレーニングを必要とせず、サポートもしません。

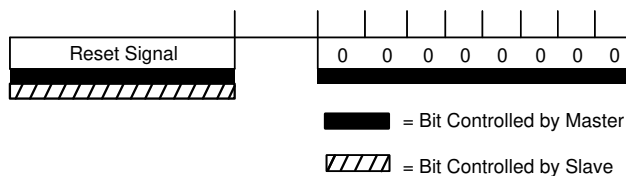


図 6-2. バス リセット トランザクション

6.3.10 読み取りトランザクション

読み取りトランザクション中、マスタはスレーブ内の指定されたアドレスにあるレジスタからデータを読み取ります。図 6-3 に示すように、読み取りトランザクションはスタートビットで開始し、ACK ビットで終了します。

- **デバイス ナンバー** これは、アクセスされた LM95010 デバイスのアドレスです。アドレス「000」はブロードキャスト アドレスで、すべてのスレーブ デバイスから応答できます。LM95010 は、読み取りトランザクション中、ブロードキャスト アドレスを無視します。
- **内部アドレス LM95010** 内で読み取られるレジスタのアドレス。
- **読み出し / 書き込み (R/W)** 「1」は読み取りトランザクションを示します。
- **データ ビット** 読み取りトランザクション中、データ ビットは LM95010 によって駆動されます。データは、最上位ビットからシリアル転送されます。これにより、読み取りが必要な情報に基づいてスレーブットを最適化できます。
 - セクション 7 で説明されているように、LM95010 は 8 ビットまたは 16 ビットのデータ フィールドをサポートしています。
- **偶数パリティ (EP)** このビットは、先行するすべてのビット (デバイスの製品番号、内部アドレス、読み取り / 書き込みおよびデータ ビット) と、パリティ ビット自体に基づいています。前のすべてのビットのパリティ (1 の数) とパリティ ビットは偶数でなければなりません。つまり、結果は 0 でなければなりません。読み取りトランザクション中に、LM95010 が EP ビットをマスタに送信し、受信データを使用する前にマスタがチェックできるようにします。
- **アクノリッジ (ACK)** 読み取りトランザクション中、ACK ビットがマスタから送信され、EP ビットを受信しその前のデータと比較して正しいこと、およびバス上に競合が検出されなかったことを示します (アテンション リクエスト (セクション 6.3.13) を除く)。読み取り転送は、ACK ビットが受信されたときのみ「完了」と見なされます。肯定的にアクノリッジされなかったトランザクションは、LM95010 では「完了」とは見なされず、次のように実行されます。
 - LM95010 デバイス ステータス レジスタの BER ビットがセットされる
 - LM95010 は、次のトランザクションの開始ビットの前、またはそれと同時にアテンション要求を生成する

肯定的に確認されなかったトランザクションも、マスタによって「完了」とは見なされません (つまり、トランザクションに関連する内部操作は実行されません)。マスタは、アテンション要求のソース (デバイス ステータス レジスタで BER ビットが設定されている LM95010) を検出した後、このトランザクションを繰り返すことができます。SensorPath プロトコルは、マスタによるトランザクションの強制や再実行の自動化は行わないことに注意してください。ACK ビットの値は次のとおりです。

- 1: データは正しく受信されました
- 0: エラーが検出されました (アクノリッジなし)。

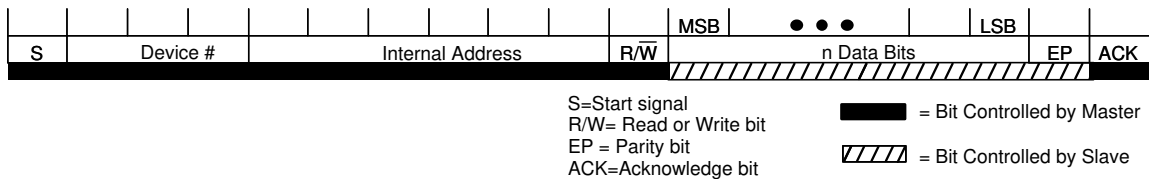


図 6-3. 読み取りトランザクション、マスタは LM95010 からデータを読み取ります。

6.3.11 書き込みトランザクション

書き込みトランザクションでは、マスタは LM95010 の指定されたアドレスのレジスタにデータを書き込みます。図 6-4 に示すように、書き込みトランザクションはスタートビットで開始し、ACK データ ビットで終了します。

- **Device Number** アクセスされたスレーブ デバイスのアドレスです。アドレス「000」はブロードキャスト アドレスで、すべてのスレーブ デバイスが応答します。LM95010 は、デバイス制御レジスタへのブロードキャスト メッセージに応答します。
- **Internal Address** これは、書き込まれる LM95010 のレジスタ アドレスです。
- **Read/Write (R/W)** 「0」データ ビットは書き込みトランザクションを指示します。
- **Data Bits** これは LM95010 レジスタに書き込まれるデータで、マスタによって駆動されます。データは、最上位ビットを先頭にしてシリアル転送されます。データ ビット数は、LM95010 のレジスタのサイズによって、アドレスごとに異なる場合があります。これにより、書き込む必要のある情報に基づいてスレーブットを最適化できます。

- LM95010 は、[セクション 7](#) で説明されているように、8 ビットまたは 16 ビットのデータ フィールドをサポートしています。
- **Even Parity (EP)** このデータ ビットは、先行するすべてのビット (デバイス番号、内部アドレス、読み取り / 書き込み、およびデータ ビット) と、偶数パリティ ビット自体に基づいています。先行するすべてのビットの (1 の数の) パリティとパリティ ビットは偶数でなければなりません。つまり、結果は 0 でなければなりません。書き込みトランザクション中に、マスタから LM95010 に EP ビットが送信され、LM95010 は受信したデータを使用する前にチェックできるようになります。
- **Acknowledge (ACK)** 書き込みトランザクション中、LM95010 は ACK ビットを送信し、EP を受信したこと、それが正しかったこと、およびバス上で競合が検出されなかったことをマスタに通知します (アテンション要求を除く - [セクション 6.3.13](#) を参照)。書き込み転送は、ACK ビットが生成されたときのみ「完了」と見なされます。肯定的に確認されなかったトランザクションは、LM95010 では完了と見なされず (つまり、そのトランザクションに関連する内部操作は実行されない)、次の処理が実行されます。
 - LM95010 デバイス ステータス レジスタの BER ビットがセットされます。
 - LM95010 は、次のトランザクションの開始ビットの前、またはそれと同時にアテンション要求を生成します

肯定的に確認されなかったトランザクションも、マスタによって「完了」とは見なされません (つまり、トランザクションに関連する内部操作は実行されない)。マスタは、アテンション要求のソース (デバイス ステータス レジスタで BER ビットが設定されている LM95010) を検出した後、このトランザクションを繰り返すことができます。SensorPath プロトコルは、マスタによるトランザクションの強制や再実行の自動化は行わないことに注意してください。ACK ビットの値は次のとおりです。

- 1: データは正しく受信されました。
- 0: エラーが検出されました (アクリッジなし)。

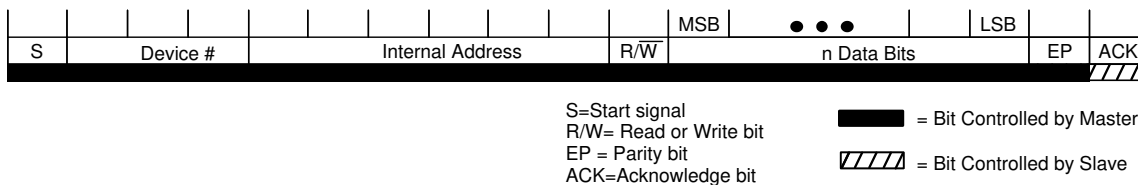


図 6-4. 書き込みトランザクション、LM95010 へのマスタ書き込みデータ

6.3.12 読み取りおよび書き込みトランザクションの例外

このセクションでは、読み取りまたは書き込みトランザクション中に発生する特殊なバス条件に対する、マスタおよび LM95010 の処理について説明します。

LM95010 はトランザクションの途中でスタート ビットを受信すると、現在のトランザクションを中止し (LM95010 は現在のトランザクションを「完了」しません)、新しいトランザクションを開始します。SensorPath の通常動作に使用することはお勧めしませんが、この状況は正常なものです。したがって、LM95010 によってエラーのフラグが設定されることはなく、アテンション要求は生成されません。スタート ビットを生成するマスタは、「完了」していないトランザクションを「上位レベル」で処理する責任があります。

LM95010 が受信するデータ ビット数が予測 (アクセスされるレジスタのサイズで定義) を上回ると、LM95010 は不要なビットを無視します。この場合、マスタと LM95010 の両方が正しい EP ビットと ACK ビットを識別すると、トランザクションを「完了」します。ただし、ほとんどの場合、追加のデータ ビットは正しい EP および ACK ビットとは異なります。この場合、マスタと LM95010 のどちらもトランザクションを「完了」しません。さらに、LM95010 は以下の機能を実行します。

- LM95010 デバイス ステータス レジスタの BER ビットがセットされる
- LM95010 がアテンション要求を生成する

LM95010 が受信するデータ ビット数が予測 (アクセスされるレジスタのサイズにより定義) を下回ると、LM95010 はマスタからの不足ビットの送信を無期限に待機します。不足しているビットと正しい EP/ACK ビットをマスタが送信すると、マスタと LM95010 の両方がトランザクションを「完了」します。ただし、マスタがスタート ビットを生成して新しいトランザクションを開始すると、LM95010 は現在のトランザクションを中止し (LM95010 は現在のトランザクションを「完了」しません)、新しいトランザクションを開始します。完了していないトランザクションは、LM95010 からマスタに通知されません。

6.3.13 アテンション要求トランザクション

アテンション要求は、LM95010 がマスタのアテンションを必要とするときに生成されます。マスタとすべての LM95010 は、DATA ビットまたは START ビット転送と同時に開始する場合にビットの再送信を可能にするため、アテンション要求を確認する必要があります。データシートの [セクション 6.3.6](#) を参照してください。

LM95010 は、次のルールを使用してアテンション要求を生成します。

1. ステータス フラグを設定する機能イベントが発生し、アテンション要求がイネーブルになっている**および**
2. アテンション要求の「物理的」条件が満たされている (つまり、バスが非アクティブである) **および**
3. 1 の発生後、最初に 2 が満たされたときは、デバイス ステータス レジスタの読み出し後、またはバスリセット後に、バス上でアテンション要求が発生していない。

または

1. バス エラー イベントが発生した**および**
2. アテンション要求の「物理的」条件が満たされている (つまり、バスが非アクティブである) **および**
3. 1 の発生後、最初に 2 が満たされたときは、バスリセットは行われていない。

すべてのデバイス (マスタまたはスレーブ) は、アテンション要求信号についてバスを監視する必要があります。以下の注意事項は、アテンション要求表示を使用する意図されたシステム動作を明確にしています。

- マスタは、LM95010 から結果を読み取るためのトリガとしてアテンション要求を使用することが期待されています。これは、すべての LM95010 を対象とするシーケンスで行われます。このシーケンスを「マスタ センサ読み取りシーケンス」と呼びます。
- LM95010 がアテンション要求を送信した後、デバイス ステータス レジスタが次に読み出されるまで、LM95010 は機能イベントについてアテンション要求を送信しません。これは、マスタがマスタ センサ読み取りシーケンスの一部としてステータス レジスタを読み出すことが保証されているためです。LM95010 は、ステータス レジスタの読み出しに関係なく BER に対してアテンションを送信して、マスタがエラー復帰動作を行い、デッドロックを防止できるようにします。
- マスタはアテンション要求イベントを記録する必要があります。次に、デバイス ステータス レジスタを読み取ってシステム内のすべてのスレーブ デバイスをスキャンし、処理するイベントがこれ以上ないと判断する前に、スレーブ デバイス内の保留中のあらゆるイベントを処理する必要があります。

注

どのスレーブが要求を送信したかは表示されません。複数の要求が送信されないという要件により、マスタは 1 回のレジスタ読み取りスキャンで、保留中のイベントがもう存在しないことを知ることができます。

7 レジスタ設定

7.1 固定番号設定

LM95010 のデバイス番号は、ADD0 ピンと ADD1 ピンをストラップすることで定義されます。LM95010 は、Device Number レジスタの Device Number フィールドを [セクション 7.4](#) で指定されたアドレスに設定することで、(デバイスリセットの後) ウェークアップします。システム的设计者は、同じデバイス番号を持つ 2 つのデバイスをバス上に配置しないようにする責任があります。

マスタは、Device Number レジスタの読み出し動作によってデバイスを検出する必要があります。バス上のそのアドレスにデバイスが存在しない場合、読み出しは「000」を返します (EP ビットは無視する必要があります)。

7.2 レジスタ セットの概要

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 (MSB)	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSB		
000 000	デバイスの製品番号	R	*	利用できません								予約済み					表 7-1 を参照				
												0	0	0	0	0					
000 001	メーカー ID	R	100Bh	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1		
000 010	デバイス ID	R	21h	RevID					デバイス ID												
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
000 011	固定機能	R	1h	予約済み											機能 1						
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
000 100	デバイス ステータス	R	0h	利用できません								BER	0	0	ERF 1	0	0	0	SF1		
000 101	デバイス制御	R/W	0h	予約済み											EnF 1	分解能	低消費電力	シャットダウン	リセット		
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0			
001 000	温度機能	R	014Ah	予約済み								内部センシング	Rout サイズ	符号	10Bits			0.25℃ の分解能			
				0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0				1
001 001	温度データの読み出し	R		MSb 符号	64℃	32℃	16℃	8℃	4℃	2℃	1℃	0.5℃	LSb 0.25℃	予約済み						0	0
001 010	温度制御	R/W	0h	予約済み														EN0	ATE		
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
001 011 - 011 111	予約済み	R		未定義																	
100 000	変換レート	R/W	2h	利用できません								0	0	0	0	0	0	変換レート			
100 001 - 111 111	未定義のレジスタ	R		未定義																	

* ADD ピンの状態により異なります。表 7-1 を参照してください。

7.3 デバイス リセット動作

デバイスリセット動作は、次の条件で実行されます。

- デバイスの電源投入時。
- デバイス制御レジスタのリセット ビットが 1 に設定されている場合 ([セクション 7.9](#) を参照)。

デバイスリセット動作では、次の処理が実行されます。

- 進行中のすべてのデバイス動作を中止し、デバイス動作を再開します。
- すべてのデバイスレジスタをそれぞれの「リセット」(デフォルト) 値に設定します。

7.4 デバイス番号 (アドレス 00o)

このレジスタは、バス上の各デバイスに固有のアドレスを指定するために使用されます。

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 Lsb
000 000	デバイス番号	R	4h-1h	予約済み					AS2	AS1	AS0
				0	0	0	0	0			

AS2:AS0 の値は、ADD0 入力ピンと ADD1 入力ピンの設定によって決まります。

表 7-1. デバイス番号の割り当て

[ADD1:ADD0]	[AS2:AS0]
00	001
01	010
10	011
11	100

AS2:AS0 の値は直接変化し、ADD1:ADD0 で決定された値に従います。これは読み取り専用レジスタなので、アドレスの値をソフトウェアで変更することはできません。

7.5 メーカー ID (アドレス 01o)

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 MSb	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 Lsb
000 001	メーカー ID	R	100Bh	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1

メーカー ID は、PCI SIG によって割り当てられたものと一致しています。このレジスタは、デバイスのメーカーを識別してメーカー固有の機能を実行するために使用できます。

7.6 デバイス ID (アドレス 02o)

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット15 MSb	ビット14	ビット13	ビット12	ビット11	ビット10	ビット9	ビット8	ビット7	ビット6	ビット5	ビット4	ビット3	ビット2	ビット1	ビット0 LSB
000 010	デバイス ID	R	21h	RevID					DeviceID										
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

デバイス ID はデバイスのメーカーによって定義され、製造されたメーカーにより各デバイスで一意です。ビット 15 ~ 11 はダイのリビジョン番号を示し、デバイスが改訂されると増加します。

ビット	種類	説明
10-0	RO	DeviceID (デバイス ID 値) デバイスを識別する固定値。
15-11	RO	RevID (リビジョン ID 値) デバイスのリビジョンを識別する固定値。

7.7 固定機能 (アドレス 030)

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 MSb	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
000 011	固定機能	R	1h	予約済み											FuncDescriptor1				
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

このレジスタの値により、LM95010 の機能が定義されます。LM95010 は、温度測定タイプの機能のみをサポートしています。他の FuncDescriptor 値の詳細については、[セクション 6.3.2](#) を参照してください。

7.8 デバイス ステータス (アドレス 040)

このレジスタは、デバイス リセットによりリセット値に設定されます。

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
000 100	デバイス ステータス	R	0h	BER	0	0	ERF1	0	0	0	SF1

ビット	種類	説明
0	RO	SF1 (ステータス機能 1) 。このビットは、機能 1 内の機能イベントによって設定されます。イベントの詳細は機能に依存し、機能内で記述されます。SF1 は、デバイス リセットによって、または機能内でイベントを処理することによってクリアされます (詳細については、 セクション 7.10 を参照)。 0: 機能 1 のステータス フラグが非アクティブ (イベントなし)。 1: 機能 1 のステータス フラグがアクティブで、機能イベントが発生したことを示します。
3-1	RO	サポート対象外。常に 0 が読み出されます
4	RO	ERF1 (エラー機能 1) 。このビットは、機能 1 内のエラーが表示されたことに対応して設定されます。ERF1 は、デバイス リセットによって、または関数内でエラー状態を処理することによってクリアされます (詳細については、 セクション 7.10 を参照)。 0: 機能 1 でエラーは発生しませんでした。 1: 機能 1 でエラーが発生しました。
6-5	RO	サポート対象外。常に 0 が読み出されます
7	RO	BER (バスエラー) 。このビットは、デバイスがトランザクションの ACK ビットでエラー表示を生成、または受信した (つまり、アクリッジなしの) ときにセットされます。BER は、デバイス リセット、またはデバイス ステータス レジスタを読み出すことでクリアされます。 0: トランザクション エラーは発生しませんでした。 1: 最後のトランザクション中に ACK ビット エラー (アクリッジなし) が発生しました。

7.9 デバイス制御 (アドレス 050)

このレジスタは、ブロードキャスト書き込みコマンド (DeviceNumber 000) に応答します。ブロードキャスト アドレスを使用する書き込みは、ビット 15-2 では無視されます。このレジスタは、デバイス リセットによりリセット値に設定されます。

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 MSb	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
000 101	デバイス制御	R/W	0h	予約済み											EnF 1	Res	Low Pwr	Shut down	Re set
				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

ビット	種類	説明
0	R/W	リセット (デバイスリセット) 。このビットを「1」に設定すると、デバイスリセット動作を開始します (セクション 7.3 を参照)。このビットは、デバイスリセット動作が完了すると自動的にクリアされます。 0: 通常のデバイス動作。(デフォルト) 1: デバイスリセット LM95010 は、電源後にデバイスリセットコマンドを必要としません。
1	R/W	Shutdown (シャットダウン モード) 。このビットを「1」にセットするとすべての機能の動作を停止し、デバイスは最低消費電力モードになります。 0: デバイスはアクティブ モード。(デフォルト) 1: デバイスはシャットダウン モード。
2	R/W	LowPwr (低消費電力モード) 。このビットを「1」にセットするとすべての機能の動作が遅くなり、デバイスは低消費電力モードになります。低消費電力モードでは、LM95010 の変換レートが影響を受けます。詳細については、 セクション 7.15 を参照してください。 0: デバイスはアクティブ モード。(デフォルト) 1: デバイスは低消費電力モード。
3	RO	サポート対象外 。常に 0 が読み出されます
4	R/W	EnF1 (イネーブル ファンクション 1) このビットが「1」に設定されている場合、このビット機能 1 の動作がイネーブルになります。このビットをセットする前に、機能のセットアップが必要になることがあります。機能が無効化されていても、機能レジスタにアクセスできます。 0: 機能 1 はディスエーブル。(デフォルト) 1: 機能はイネーブル。
15-5	RO	サポート対象外 。常に 0 が読み出されます

7.10 温度測定機能 (TYPE - 0001)

このセクションでは、LM95010 に適用される温度測定機能のレジスタ構造と動作について定義します。この機能の FuncDescriptor 値は「0001」です。

7.11 動作

LM95010 に実装されている温度測定機能は、1 つの温度ゾーン (LM95010 の内部温度 (LM95010 の接合部温度)) をサポートします。LM95010 は 1 つの温度測定のみをサポートしているため、[セクション 6.3.2](#) で定義されているセンサスキャン機能は 1 つの温度センサにのみ適用されます。温度スキャンは、SensorEnable ビット (EN0) によってイネーブルになります。最小スキャンレートは 4Hz を推奨します (つまり、測定データは少なくとも 250ms に 1 回更新されます)。詳細については [セクション 7.15](#) を参照してください。低消費電力モードでは、スキャンレートはアクティブ モードのスキャンレートの 4 分の 1 です。スキャンレートは、結果の読み取りに必要なバス帯域幅に影響を及ぼします。温度測定のサンプリングレートは、変換レートレジスタからも制御できます。詳細については [セクション 7.15](#) を参照してください。

データ読み出し 新しい結果が読み出しレジスタに格納されると、機能イベントが生成されます。読み出しレジスタを読み出すと、ステータス機能 1 フラグ (SF1) がクリアされます。この結果は、マスタセンサの読み出しシーケンス中にマスタが読み出すのを待機している読み出しレジスタで確認できます。前の結果を読み取る前に新しい結果が準備されている場合、新しい結果は前の結果を上書きし、エラー機能 1 フラグ (ERF1) がセットされます (オーバーラン イベントを示します)。読み出しレジスタを読み出すと、エラー機能 1 フラグ (ERF1) もクリアされます。読み出しレジスタには、温度データとセンサ番号が含まれます。LM95010 は 1 つの温度ゾーンのみをサポートしているため、センサ番号フィールドは常に 0 を報告します。[セクション 6.3.2](#) で定義されている読み出しレジスタの他のフィールドはサポートされていません。

読み出し分解能 読み出しの分解能は温度機能レジスタで定義されます。LM95010 の分解能は固定されており、ソフトウェアで変更することはできません。

機能イベント 温度測定機能は、温度変換サイクルが完了し、新しいデータが読み出しレジスタに保存されるたびに、機能イベントを生成します。新しいデータが読み出しレジスタに保存されると、デバイスステータスレジスタの SF1 ビットは「1」にセットされ、読み出しレジスタを読み出してクリアされるまでの間、セットされたままになります。温度制御レジスタのアテンションイネーブルビット (ATE) によってイネーブルにされている場合のみ、バス上にアテンション要求が生成されます。

イネーブル前のセットアップ 温度測定機能をイネーブルにする前に、セットアップは不要です。

7.12 温度機能 (アドレス 10o)

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 MSb	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
001 000	温度機能	R	014Ah	予約済み								内部センシング	Rout サイズ	符号	10Bits	0.25°Cの分解能			
				0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0

このレジスタは、読み出しレジスタの温度データのフォーマットを定義します。LM95010 は、このレジスタの値で定義される 1 つのフォーマットのみをサポートしています。

ビット	種類	説明
2-0	R	分解能。 このフィールドは、読み出しレジスタの温度読み出しフィールドの値 1 LSb を定義します。SensorPath 仕様では、温度 LSb にさまざまな重みが定義されています。LM95010 は 0.25°C の分解能をサポートしているため、このフィールドの値は 010 です。このフィールドの詳細な定義については、SensorPath の仕様を参照してください。
5-3	R	ビット数。 このフィールドは、読み出しレジスタの温度読み出しフィールドの有効ビットの合計数を定義します。有効ビットの総数には、Resolution フィールドで定義された、温度データの整数部分とその少数部分を表すビット数が含まれます。LM95010 は 10 ビットをサポートしているため、このフィールドの値は 001 です。このフィールドの詳細な定義については、SensorPath の仕様を参照してください。
6	R	符号 (符号データ)。 読み出しレジスタの温度読み出しフィールドのデータ タイプを定義します。 0: 符号なし、正の固定小数点の値。 1: 符号付き、2 の補数固定小数点の値。(LM95010 の値)
7	R	RoutSize (読み出しレジスタのサイズ)。 読み出しレジスタの合計サイズを定義します。 0: 16 ビット(デフォルト LM95010) 1: 24 ビット
8	R/W	IntSens (内部センサのサポート)。 LM95010 と同様に、デバイスが内部温度測定をサポートしているかどうかを示します。 0: 内部温度測定なし 1: 内部温度センサ搭載。(LM95010 の値)
15-9	RO	予約済み。 常に 0 が読み出されます。

7.13 温度データの読み出し (アドレス 11o)

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 MSb	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
001 001	温度データの読み出し	R		MSb 符号	64°C	32°C	16°C	8°C	4°C	2°C	1°C	0.5 °C	LSb 0.25 °C	予約済み					
														0	0	0	0	0	0

LM95010 の温度データの形式は 2 の補数で、分解能は 10 ビット、LSb の重みは 0.25°C です。LM95010 は、+127.75°C ~ -128°C 以下の温度を判別できます。+127.75°C と -20°C の間の温度を ±3.0°C の精度で測定できます。

表 7-2. 温度のデータ形式

10 進	2 進	16 進
+127.75°C	01 1111 1111	1FFh
+100.00 °C	01 1001 0000	190h
+1.00 °C	00 0000 0100	004h

表 7-2. 温度のデータ形式 (続き)

10 進	2 進	16 進
+0.25 °C	00 0000 0001	001h
0 °C	00 0000 0000	000h
-0.25 °C	11 1111 1111	3FFh
-1.00 °C	11 1111 1100	3FCh
-20.00 °C	11 1011 0000	3 B0h
-39.75 °C	11 0110 0001	361h
-40.00 °C	11 0110 0000	360h
-128.00 °C	10 0000 0000	200h

7.14 温度制御 (アドレス 120)

このレジスタは、デバイスリセットによりリセット値に設定されます。

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 15 MSb	ビット 14	ビット 13	ビット 12	ビット 11	ビット 10	ビット 9	ビット 8	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
001 010	温度制御	R/W		予約済み														EN0	ATE
			0h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

ビット	種類	説明
0	R	ATE (アテンション イネーブル) 。このビットをセットすると、EN0 ビットがセットされている場合、LM95010 によって生成されるアテンション要求信号がイネーブルになります。 0:アテンション要求がディセーブル (有効な温度センサから - デフォルト) 1:アテンション リクエスト イネーブル
1	R	EN0 (センサの有効化) 。このビットをセットすると、温度センサの温度測定が有効になります。 0:温度センサがディセーブル (デフォルト) 1:温度センサ イネーブル
15-2	R	予約済み。読みは常に「0」。

7.15 変換レート (アドレス 400)

レジスタ追加	レジスタ名	R/W	POR 値	ビット 7	ビット 6	ビット 5	ビット 4	ビット 3	ビット 2	ビット 1	ビット 0 LSb
100 000	変換レート	R/W	2h	0	0	0	0	0	0		変換レート

LowPwr	変換レート [1:0]	標準変換レート (ms)
0	00	14
1	00	91
0	01	91
1	01	364
0	10	182 (デフォルト)
1	10	728
0	11	364
1	11	1456

温度変換レートは、このレジスタと、デバイス制御レジスタの低消費電力ビットによって制御されます。このレジスタは、**SensorPath** 仕様では定義されていません。したがって、BIOS の実行中にアクセスする必要があります。変換レートは、システムの物理的要件と制限によって異なります。**VSSOP** パッケージの熱応答時間は、このような要件の 1 つです。

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、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

8.1.1 取り付けに関する考慮事項

LM95010 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。LM95010 が検出している温度は、通常 LM95010 のリード端子が接続されている箇所の表面温度の +0.2 °C 以内となります。

これは、周囲の気温が表面温度とほぼ同じであると仮定した場合で、気温が表面温度よりもはるかに高いか低い場合、実際に測定される温度は表面温度と気温の間の中間温度になります。

代わりに、密閉された金属チューブ内に LM95010 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、LM95010 および関連する配線や回路は、リーケージ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。多くの場合、湿気により LM95010 やその接続部が腐食することが無いように、Humiseal 塗料やエポキシ塗料またはディップなどのプリント回路コーティングやワニスを使用されます。

接合部と周囲との間の熱抵抗 (θ_{JA}) は、部品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。LM95010 の場合、ダイ温度の上昇の計算式は次のとおりです。

$$T_J = T_A + \theta_{JA} \times [(V^+ \times I_Q) + (V_{OL} \times I_{OL})] \quad (1)$$

ここで、

- I_Q は静止電流 (通常 500 μ A)
- V_{OL} は SWD のロジック「Low」出力レベル
- I_{OL} は SWD の負荷電流

LM95010 の接合部温度は測定対象の実際の温度であるため、LM95010 を駆動するために必要な負荷電流を最小限に抑えるよう注意が必要です。2 オンスの銅箔で PCB に取り付けた場合、LM95010 の熱抵抗は通常、210°C/W です。

9 デバイスおよびドキュメントのサポート

9.1 ドキュメントのサポート

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、修正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。

9.2 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.

SensorPath® is a registered trademark of TI.

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 Revision D (March 2013) to Revision E (November 2023)	Page
--	------

- | | |
|--|---|
| • 新しいテキサス・インスツルメンツのレイアウトおよびフローに合わせてフォーマットを更新。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。..... | 1 |
|--|---|

Changes from Revision C (May 2004) to Revision D (March 2013)	Page
---	------

- | | |
|---|---|
| • ナショナル セミコンダクターのデータシートのレイアウトをテキサス・インスツルメンツ形式に変更..... | 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している場合は、画面左側のナビゲーションをご覧ください。

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黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

PACKAGING INFORMATION

Orderable part number	Status (1)	Material type (2)	Package Pins	Package qty Carrier	RoHS (3)	Lead finish/ Ball material (4)	MSL rating/ Peak reflow (5)	Op temp (°C)	Part marking (6)
LM95010CIMM/NOPB	Active	Production	VSSOP (DGK) 8	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-20 to 125	T19C
LM95010CIMM/NOPB.A	Active	Production	VSSOP (DGK) 8	1000 SMALL T&R	Yes	SN	Level-1-260C-UNLIM	-20 to 125	T19C

- (1) **Status:** For more details on status, see our [product life cycle](#).
- (2) **Material type:** When designated, preproduction parts are prototypes/experimental devices, and are not yet approved or released for full production. Testing and final process, including without limitation quality assurance, reliability performance testing, and/or process qualification, may not yet be complete, and this item is subject to further changes or possible discontinuation. If available for ordering, purchases will be subject to an additional waiver at checkout, and are intended for early internal evaluation purposes only. These items are sold without warranties of any kind.
- (3) **RoHS values:** Yes, No, RoHS Exempt. See the [TI RoHS Statement](#) for additional information and value definition.
- (4) **Lead finish/Ball material:** Parts may have multiple material finish options. Finish options are separated by a vertical ruled line. Lead finish/Ball material values may wrap to two lines if the finish value exceeds the maximum column width.
- (5) **MSL rating/Peak reflow:** The moisture sensitivity level ratings and peak solder (reflow) temperatures. In the event that a part has multiple moisture sensitivity ratings, only the lowest level per JEDEC standards is shown. Refer to the shipping label for the actual reflow temperature that will be used to mount the part to the printed circuit board.
- (6) **Part marking:** There may be an additional marking, which relates to the logo, the lot trace code information, or the environmental category of the part.

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

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

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

TAPE AND REEL INFORMATION



*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
LM95010C1MM/NOPB	VSSOP	DGK	8	1000	177.8	12.4	5.3	3.4	1.4	8.0	12.0	Q1

TAPE AND REEL BOX DIMENSIONS

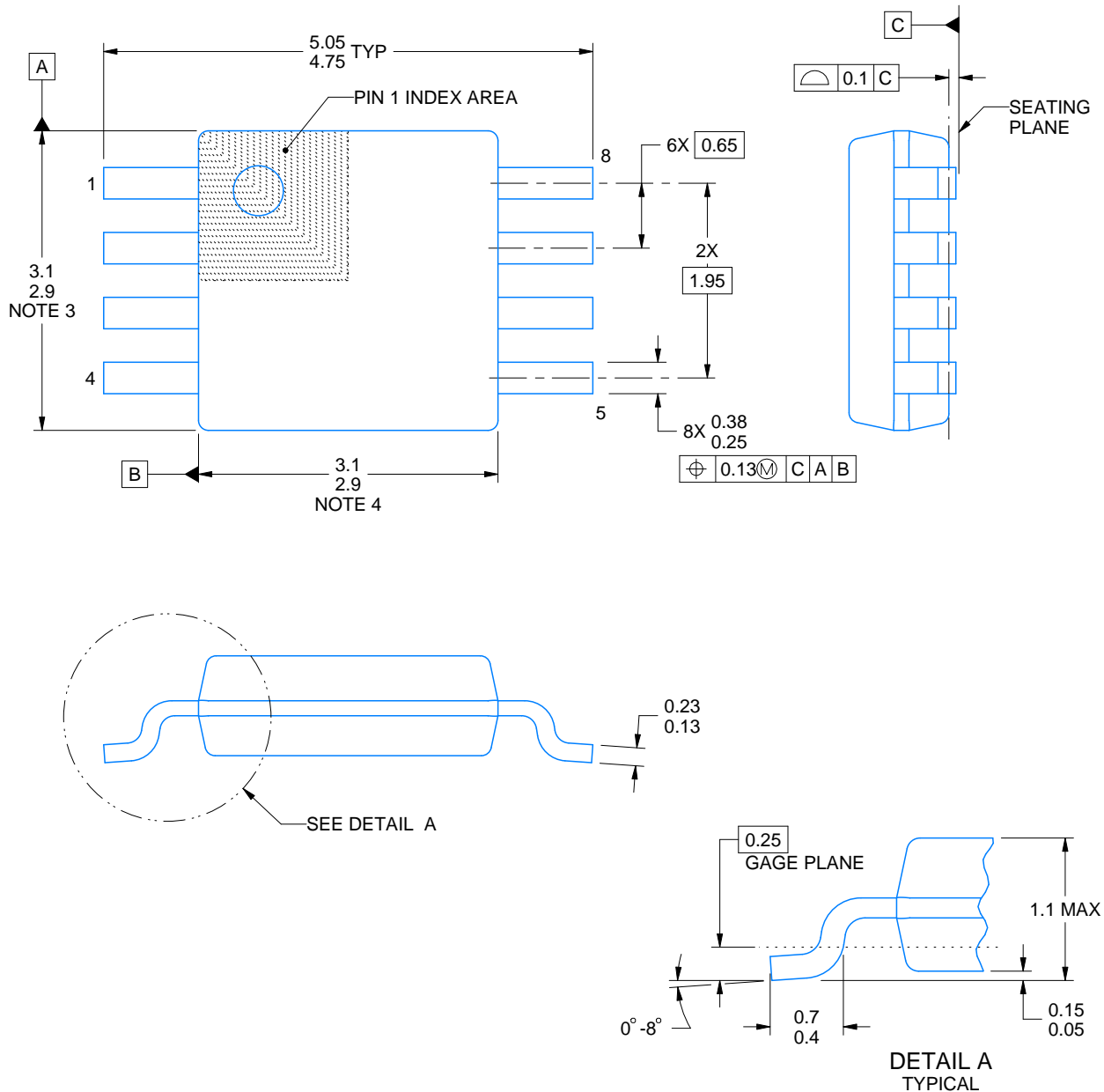


*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
LM95010C1MM/NOPB	VSSOP	DGK	8	1000	208.0	191.0	35.0

DGK0008A**PACKAGE OUTLINE****VSSOP - 1.1 mm max height**

SMALL OUTLINE PACKAGE



4214862/A 04/2023

NOTES:

PowerPAD is a trademark of Texas Instruments.

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.
5. Reference JEDEC registration MO-187.

EXAMPLE BOARD LAYOUT

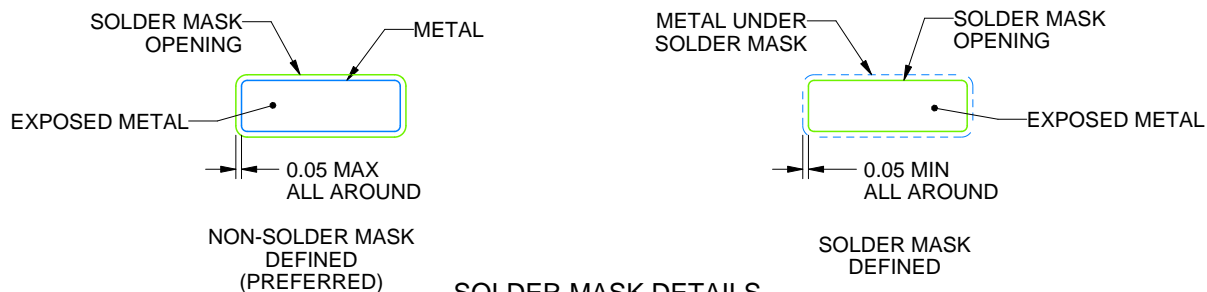
DGK0008A

™ VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



LAND PATTERN EXAMPLE
EXPOSED METAL SHOWN
SCALE: 15X



SOLDER MASK DETAILS

4214862/A 04/2023

NOTES: (continued)

6. Publication IPC-7351 may have alternate designs.
7. Solder mask tolerances between and around signal pads can vary based on board fabrication site.
8. Vias are optional depending on application, refer to device data sheet. If any vias are implemented, refer to their locations shown on this view. It is recommended that vias under paste be filled, plugged or tented.
9. Size of metal pad may vary due to creepage requirement.

EXAMPLE STENCIL DESIGN

DGK0008A

TM VSSOP - 1.1 mm max height

SMALL OUTLINE PACKAGE



SOLDER PASTE EXAMPLE
SCALE: 15X

4214862/A 04/2023

NOTES: (continued)

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

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、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 © 2025, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月