

LM77

*LM77 9-Bit + Sign Digital Temperature Sensor and Thermal Window Comparator
with Two-Wire Interface*



Literature Number: JAJ596

ご注意：この日本語データシートは参考資料として提供しており、内容が最新でない場合があります。製品のご検討およびご採用に際しては、必ず最新の英文データシートをご確認ください。



2001年7月

LM77

2線式シリアル・インタフェース対応、ウインドウ・コンパレータ内蔵9ビット + サイン・デジタル温度センサ

概要

LM77はI²C[®]シリアル・バス・インタフェース対応、ウインドウ・コンパレータ内蔵のデジタル温度センサです。LM77のウインドウ・コンパレータ機能により、PCの規格であるACPI(Advanced Configuration and Power Interface)対応の温度制御システムの設計が容易になります。オープン・ドレイン割り込み(INT)出力はプログラムされた温度ウインドウ範囲から外れた場合にアクティブになり、過温度アラーム(T_{CRIT_A})出力はプログラムされた過温度リミット値を超えた場合にアクティブとなります。INT出力はコンパレータ・モードとイベント・モードのいずれでも動作可能です。ただし、T_{CRIT_A}出力はコンパレータ・モードでのみ動作します。

割り込みウインドウ・コンパレータの上限と下限および過温度リミット値はホスト側から設定できます。またそのヒステリシスおよびノイズ対策用のFault Queueも設定できます。2つのアドレス用端子(A0、A1)によりアドレスの選択も可能です。電源立ち上げ時の初期値はT_{HYST} = 2、T_{LOW} = 10、T_{HIGH} = 64、T_{CRIT} = 80です。

LM77は3.0V ~ 5.5Vの電源電圧範囲、シリアル・バス・インタフェース、9ビット+サイン・デジタル出力、128を超える温度範囲を持ち、多くのアプリケーションで使用可能です。パーソナル・コンピュータや電氣的計測機器、事務用機器、自動車、HVACの温度監視やその保護に使用できます。

特長

ACPI対応の温度監視および制御システムの設計を容易にするウインドウ・コンパレータ内蔵
シリアル・バス・インタフェース内蔵
INT割り込み、過温度シャット・ダウンに対応した2つのオープン・ドレイン出力を装備
消費電力を抑えるシャットダウン・モード内蔵
LM77を1つのシリアル・バス・ラインに最大4つまで接続可能
128を超える温度範囲で9ビット+サイン・デジタル出力可能
SOP/MSOP 8ピン・パッケージ

主な仕様

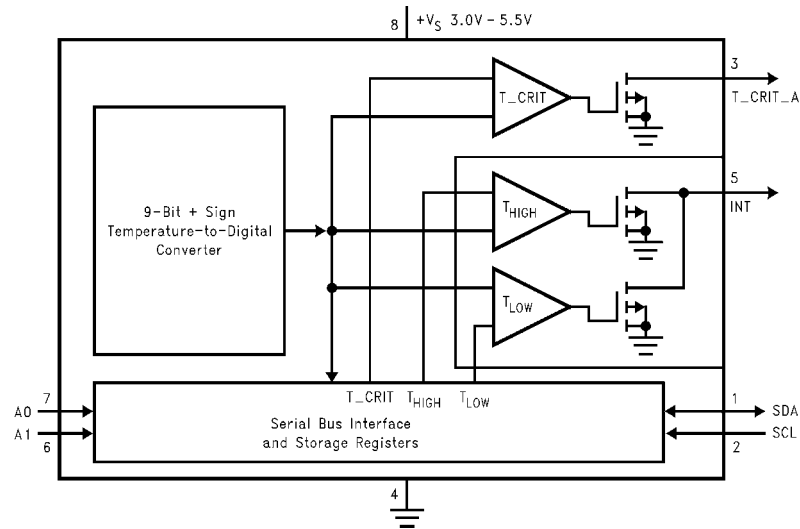
電源電圧		3.0V ~ 5.5V
消費電流	動作時	250μA (代表値) 500μA (最大)
	シャットダウン時	5μA (代表値)
温度監視精度	- 10 ~ + 65	± 1.5 (最大)
	- 25 ~ + 100	± 2 (最大)
	- 55 ~ + 125	± 3 (最大)

アプリケーション

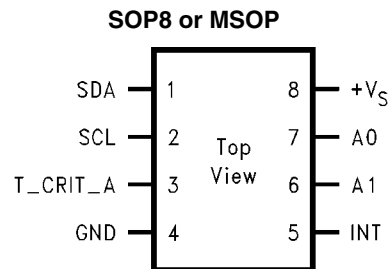
システム温度監視
パーソナル・コンピュータ
事務用機器
電氣的計測機器
UPS
HVAC
各種ディスプレイ・モニタ

I²C[®]はフィリップス社の登録商標です。

ブロック図



ピン配置図



LM77 See NS Package Number M08A or MM08A

製品情報

Order Number	Supply Voltage	Package	Supplied In
LM77CIM-3	3.3V	SOP8, M08A	Rail
LM77CIMX-3	3.3V	SOP8, M08A	2500 Units on Tape and Reel
LM77CIM-5	5V	SOP8, M08A	Rail
LM77CIMX-5	5V	SOP8, M08A	2500 Units on Tape and Reel
LM77CIMM-3	3.3V	MSOP8, MUA08A	Rail
LM77CIMMX-3	3.3V	MSOP8, MUA08A	3500 Units on Tape and Reel
LM77CIMM-5	5V	MSOP8, MUA08A	Rail
LM77CIMMX-5	5V	MSOP8, MUA08A	3500 Units on Tape and Reel

端子説明

端子名	端子 #	機能	代表的な接続
SDA	1	シリアル双方向データ・ライン、オープン・ドレイン出力	コントローラから
SCL	2	シリアル・バス・クロック入力	コントローラから
T_CRIT_A	3	過温度アラーム、オープン・ドレイン出力	プルアップ抵抗、コントローラ割り込みラインまたはシステム・ハードウェア・シャットダウン
GND	4	電源グラウンド	グラウンド
INT	5	割り込み、オープン・ドレイン出力	プルアップ抵抗、コントローラ割り込みライン
+ V _S	8	正電源電圧入力	3V ~ 5.5V DC 電圧
A0-A1	7,6	ユーザ設定アドレス入力	グラウンド (Low、"0")または+ V _S (High、"1")

端子説明 (つづき)

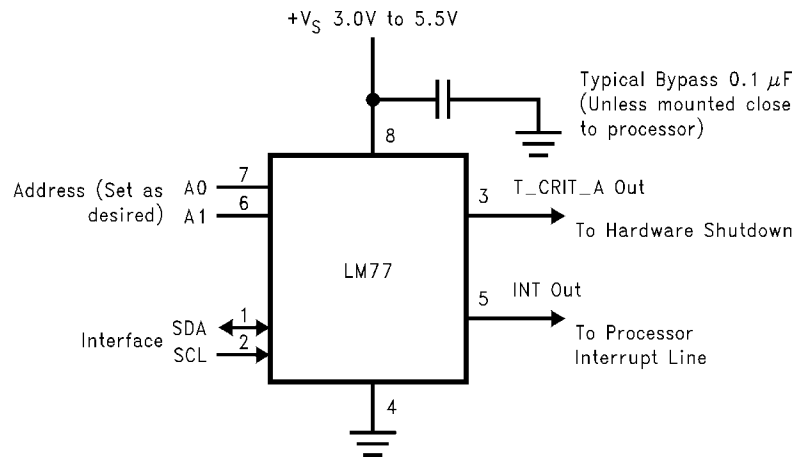


FIGURE 1. Typical Application

絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照下さい。

電源電圧	- 0.3V ~ 6.5V
各端子電圧	- 0.3V ~ (+ V _S + 0.3V)
各端子の入力電流	5 mA
パッケージの入力電流 (Note 2)	20 mA
T_CRIT_A、INT 出力シンク電流	10 mA
T_CRIT_A、INT 出力電圧	6.5V
保存温度範囲	- 65 ~ + 125

ハンダ付け条件、リード温度

SOP および MSOP パッケージ (Note 3)

ペーパ・フェーズ (60 秒)	215
赤外線 (15 秒)	220
ESD 耐性 (Note 4)	
人体モデル	2500V
マシン・モデル	250V

動作定格 (Note 1、5)

定格温度範囲 (Note 6)

T _{MIN}	T _A	T _{MAX}
- 55	~	+ 125

電源電圧範囲 (+ V_S) (Note 7)

+ 3.0V	~	+ 5.5V
--------	---	--------

温度 - デジタル変換電気的特性

特記のない限り、以下の仕様は LM77CIM-5、LM77CIMM-5 に対しては、+ V_S = + 5V_{DC} ± 10%、LM77CIM-3、LM77CIMM-3 に対しては、+ V_S = + 3.3V_{DC} ± 10% に対して適用されます (Note 7)。太文字表記のリミット値は T_A = T_J = T_{MIN} ~ T_{MAX} にわたって適用され、その他の全てのリミット値は T_A = T_J = + 25 に対して適用されます。

Parameter	Conditions	Typical (Note 8)	Limits (Note 9)	Units (Limit)
Accuracy	T _A = - 10 to + 65		± 1.5	(max)
	T _A = - 25 to + 100		± 2.0	
	T _A = - 55 to + 125		± 3.0	
Resolution	(Note 10)	10 0.5		Bits
Temperature Conversion Time	(Note 11)	70	125	ms
Quiescent Current	I ² C Inactive	0.25		mA
	I ² C Active	0.25	0.5	mA (max)
	Shutdown Mode	5	10	µA
T _{HYST} Default Temperature	(Note 13) (Note 14)	2		
T _{LOW} Default Temperature	(Note 14)	10		
T _{HIGH} Default Temperature	(Note 14)	64		
T _C Default Temperature	(Note 14)	80		

ロジック電気的特性

デジタル DC 電気的特性

特記のない限り、以下の仕様は LM77CIM-5、LM77CIMM-5 に対しては、+ V_S = + 5V_{DC} ± 10%、LM77CIM-3、LM77CIMM-3 に対しては、+ V_S = + 3.3V_{DC} ± 10% に対して適用されます。太文字表記のリミット値は T_A = T_J = T_{MIN} ~ T_{MAX} にわたって適用され、その他の全てのリミット値は T_A = T_J = + 25 に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 8)	Limits (Note 9)	Units (Limit)
V _{IN(1)}	SDA and SCL Logical " 1 " Input Voltage			+ V_S × 0.7	V (min)
				+ V_S + 0.3	V (max)
V _{IN(0)}	SDA and SCL Logical " 0 " Input Voltage			- 0.3	V (min)
				+ V_S × 0.3	V (max)
V _{IN(1)}	A0 and A1 Logical " 1 " Input Voltage			2.0	V (min)
				+ V_S + 0.3	V (max)
V _{IN(0)}	A0 and A1 Logical " 0 " Input Voltage			- 0.3	V (min)
				0.8	V (max)

ロジック電気的特性 (つづき)

デジタル DC 電気的特性

特記のない限り、以下の仕様は LM77CIM-5、LM77C1MM-5 に対しては、 $+V_S = +5V_{DC} \pm 10\%$ 、LM77CIM-3、LM77C1MM-3 に対しては、 $+V_S = +3.3V_{DC} \pm 10\%$ に対して適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_J = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ にわたって適用され、その他の全てのリミット値は $T_A = T_J = +25$ に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 8)	Limits (Note 9)	Units (Limit)
$I_{IN(1)}$	Logical " 1 " Input Current	$V_{IN} = +V_S$	0.005	1.0	μA (max)
$I_{IN(0)}$	Logical " 0 " Input Current	$V_{IN} = 0V$	- 0.005	- 1.0	μA (max)
C_{IN}	Capacitance of All Digital Inputs		20		pF
I_{OH}	High Level Output Current	$V_{OH} = +V_S$		10	μA (max)
V_{OL}	Low Level Output Voltage	$I_{OL} = 3\text{ mA}$		0.4	V (max)
	T_CRIT_A Output Saturation Voltage	$I_{OUT} = 4.0\text{ mA}$ (Note 12)		0.8	V (max)
	T_CRIT_A Delay			1	Conversions (max)
t_{OF}	Output Fall Time	$C_L = 400\text{ pF}$ $I_O = 3\text{ mA}$		250	ns (max)

ロジック電気的特性 (つづき)

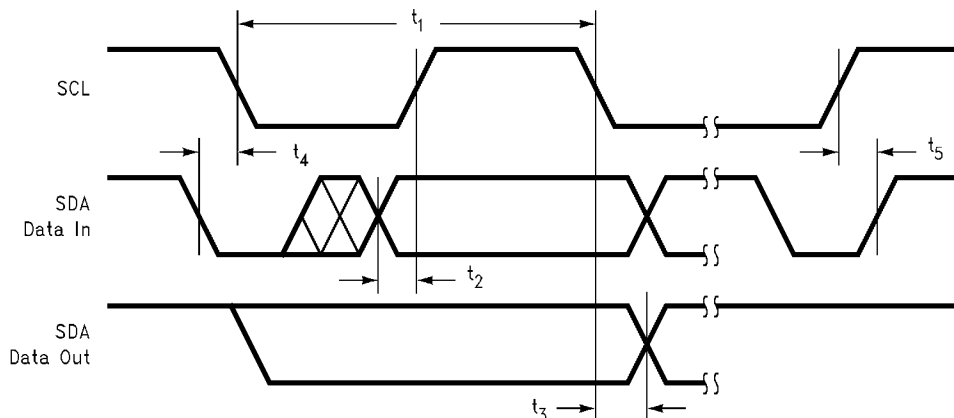
シリアル・バス・デジタル・スイッチング特性

特記のない限り、以下の仕様は LM77CIM-5、LM77CIMM-5 に対しては、 $+V_S = +5V_{DC} \pm 10\%$ 、LM77CIM-3、LM77CIMM-3 に対しては、 $+V_S = +3.3V_{DC} \pm 10\%$ 、 $C_L = 80\text{pF}$ (出力ライン上の容量性負荷) に対して適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_J = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ にわたって適用され、その他の全てのリミット値は $T_A = T_J = +25$ に対して適用されます。

LM77 のスイッチング特性は、一般に公表されている I²C バスの規定に完全に合致するかまたはより優れています。以下のパラメータは、LM77 の SCL 信号と SDA 信号との間のタイミング関係

を示したものです。これらは、I²C バスの特性を示したものではありません。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 8)	Limits (Note 9)	Units (Limit)
t_1	SCL (Clock) Period			2.5	$\mu\text{s}(\text{min})$
t_2	Data in Set-Up Time to SCL High			100	ns(min)
t_3	Data Out Stable after SCL Low			0	ns(min)
t_4	SDA Low Set-Up Time to SCL Low (Start Condition)			100	ns(min)
t_5	SDA High Hold Time after SCL High (Stop Condition)			100	ns(min)



Note 1: 「絶対最大定格」とは、IC に破壊が発生する可能性があるリミット値をいいます。「動作定格」とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能リミット値を示す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「電気的仕様」を参照して下さい。保証された仕様は電気的特性に記載されている試験条件においてのみ適用されます。デバイスが記載の試験条件下で動作しない場合、いくつかの性能特性が低下することがあります。

Note 2: いずれかの端子で入力電圧 (V_{IN}) が電源電圧を超えた場合 ($V_{IN} < \text{GND}$ または $V_{IN} > V_A$ + または $V_D +$)、その端子の入力電流を 5mA 以下に制限しなければなりません。最大パッケージ入力定格電流 (20mA) により、電源電圧を超えて 5mA の電流を流すことができる端子数は 4 本に制限されます。

Note 3: その他の表面実装法については、ナショナル セミコンダクター社の最新版データブックの「表面実装」の項を参照下さい。

Note 4: 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k を通して各端子に放電させます。マシン・モデルの場合は、200pF のコンデンサを介して直接各端子に放電させます。

Note 5: 接合部・周囲温度間熱抵抗 (J_A) は、Figure 3 で示されるプリント回路基板に実装した場合に、SOP-8 (M08A) パッケージでは 200 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ 、MSOP-8 (MUA08A) パッケージでは 250 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ と規定されています。

Note 6: LM77 には 128 を超えるフルスケール・レンジがありますが、125 より高温で長時間動作させることは推奨できません。

Note 7: LM77CIM-5 と LM77CIM-3 のどちらのデバイスも 3V ~ 5.5V の電源電圧範囲にわたって適切に動作します。これらのデバイスは、それぞれの公称電源電圧における定格の精度に対してテストされ、規定されています。精度は、電源電圧 + V_S が公称電源電圧から変化するにつれて、代表値で 1 $^{\circ}\text{C}/\text{V}$ の割合で低下します。

Note 8: 代表値 (Typical) は、 $T_A = 25$ で得られる最も標準的な数値です。

Note 9: リミット値はナショナル セミコンダクター社の平均出荷品質レベル AOQL に基づき保証されます。

Note 10: 9 ビット + サイン、2 の補数表示。

Note 11: この仕様は、温度データがどれくらいの頻度でアップデートされるかを示すためにのみ規定されています。LM77 は変換状態に関係なくいつでも読み出しが可能です (LM77 は、その時の最後の変換結果を読み出しデータとして生成します)。変換中の場合には、変換を中断し、読み出し終了後変換を再開します。

Note 12: 精度を最大限に得るために、出力負荷を最小限に押えてください。シンク電流が大きくなるにつれて、内部発熱によってセンサの精度に影響します。これは、最大シンク電流時および接合部・周囲温度間熱抵抗に基づく飽和電圧において、0.64 の誤差を招きます。

Note 13: ヒステリシス値は、 T_{LOW} 設定ポイント値に足され (例えば、 T_{LOW} の設定ポイント = 10、ヒステリシス = 2 の場合は、実際のヒステリシス・ポイントは $10 + 2 = 12$ です)、 T_{HIGH} および T_{CRIT} 両設定ポイントから引かれます (例えば、 T_{HIGH} 設定ポイント = 64、ヒステリシス = 2 の場合は、実際のヒステリシス・ポイントは $64 - 2 = 62$ です)。ヒステリシスの機能の詳細については、1.1 項「温度の比較」、および Figure 3 を参照してください。

Note 14: デフォルト値は、電源投入時に設定されます。

ロジック電気的特性 (つづき)

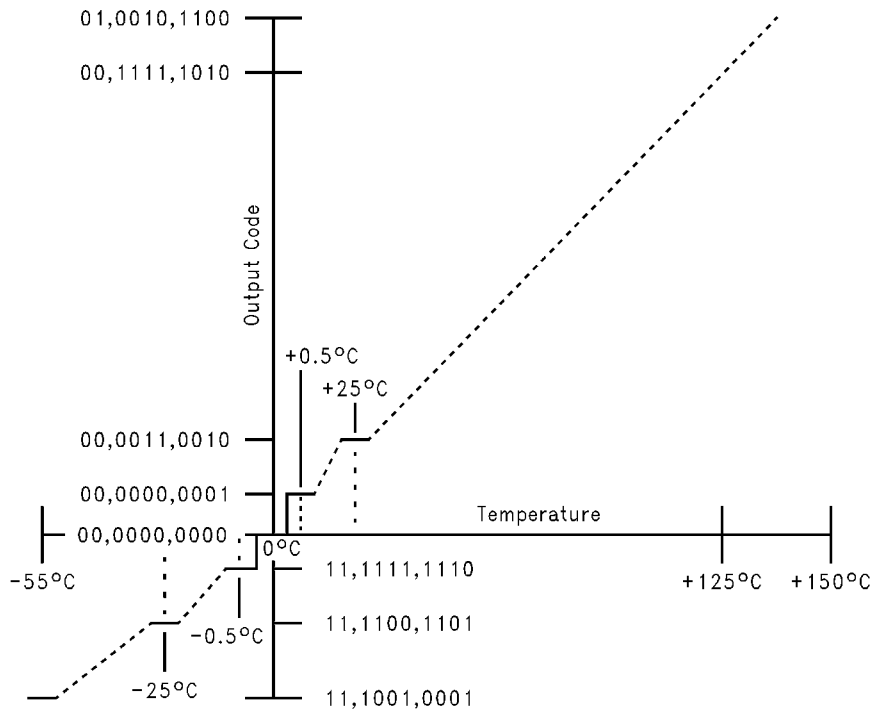


FIGURE 2. Temperature-to-Digital Transfer Function (Non-linear scale for clarity)

1.0 機能説明

LM77 温度センサは、バンド・ギャップ・タイプの温度センサ、10ビットの A/D コンバータ、および上下のリミット値をユーザ・プログラム可能なデジタル・コンパレータを組み込んでいます。コンパレータは、温度が T_{LOW} と T_{HIGH} の温度ウィンドウから外れた場合には INT ラインをアクティブにし、温度が T_{CRIT} を超えた場合には T_{CRIT_A} ラインをアクティブにします。これらのラインについては、モードと極性をプログラムできます。

1.1 温度の比較

LM77 は、下側 (T_{LOW}) と上側 (T_{HIGH}) のトリップ (割り込み検出) ポイントに対するウィンドウ比較機能を備えています。第二の上側トリップ・ポイント (T_{CRIT}) は、過温度アラーム・シャットダウンの機能を果たします。Figure 3 に、比較機能に加えて動作モードを示します。

1.1.1 ステータス・ビット

内部のステータス (Status) ビットは次のように動作します。

"真": 温度が T_{HIGH} または T_{CRIT} より高くなった場合は、それぞれ対応のステータス・ビットが "真" になります。温度が T_{LOW} より低い場合は、 T_{LOW} の対応ビットが "真" です。

"偽": 温度があらかじめ T_{HIGH} または T_{CRIT} より上のところで横切っていたものとする、条件が偽になるためには、温度が T_{HYST} に対応する点 ($T_{HIGH} - T_{HYST}$ または $T_{CRIT} - T_{HYST}$) より下降しなければなりません。 T_{LOW} については、温度があらかじめ T_{LOW} より下のところで横切っていたものとする、温度が $T_{LOW} + T_{HYST}$ より上昇したときに "偽" になります。

ステータス・ビットは、読み取っても、その他のどんな操作に対しても影響を受けず、常に温度 vs. 設定ポイントの状態を表しています。

1.1.2 ハードワイヤ出力

T_{CRIT_A} ハードワイヤ出力は、 T_{CRIT_A} フラグを反映します。つまり、このフラグが真のときは、 T_{CRIT_A} 出力は、モードにかかわらず、常時アクティブです。LM77 を読んでも、 T_{CRIT_A} 出力は変わりません。ただ、そのときに内部変換が新たに開始されます。

INT ハードワイヤ出力の動作を以下に説明します。

コンパレータ割り込みモード (デフォルト): ユーザが LM77 を読むと、次の測定が終了するまで出力はリセットされています。測定終了後もまだ条件が真であった場合は、出力は次の変換サイクルの終わりで再びセットされます。例えば、ユーザが LM77 をまったく読まないで、温度が T_{LOW} より下がった場合は、INT がアクティブになります。温度が $T_{LOW} + T_{HYST}$ より上昇するまでは、INT はアクティブ状態を保持しています。しかし、ユーザが LM77 を読んだ場合は、出力はリセットされます。次の変換サイクルの終わりで、条件が真であった場合は、出力は再びセットされます。真でなかった場合は、リセットされたままです。

イベント割り込みモード: ユーザが LM77 を読むと、次の "イベント" 条件が発生するまで出力はリセットされています (つまり、出力は真の条件が発生するたびに 1 回だけセットされ、読み出しによってリセットされると、次にトリガ・レベルを横切るまではリセット状態にとどまっています)。逆に、ユーザが LM77 をまったく読まない場合は、最初に出力をセットしたイベントの後は、出力は無限にセットされたままです。イベント割り込みモードにおける "イベント" は、次のような事象として定義されています。

1. 設定ポイント以上に遷移すること
2. 設定ポイントに対応するヒステリシスを (いったんその設定ポイントを超えてから) 以下に遷移すること

1.0 機能説明 (つづき)

例えば、ユーザが LM77 をまったく読まないで、温度が T_{LOW} 以下に下がった場合は、INT がアクティブになります。ユーザがまったく LM77 を読まなければ、INT は永久にアクティブ状態のまま保持されます。

しかし、ユーザが LM77 を読み出した場合は、出力はリセットされます。条件が真であっても、出力はリセットされたままです。出力を再びセットするには、温度が $T_{LOW} + T_{HYST}$ 以上にしなければなりません。

どちらのモードでも、LM77 内の任意のレジスタを読むと、新たに変換が開始されます。したがって、設計者は LM77 がいつ比較を開始するかを正確に知ることができます。そのため、設定ポイントをプログラムし直した直後の不要な割り込みを防止できます。一般的には、トリップ・ポイントを再プログラムする前にシステム割り込み入力をマスクします。トリップ・ポイントを設定し直した直後に読み出しを行ってからマスクを外すことにより、予期されない割り込みが防止されます。

それぞれのヒステリシス値が重なり合うほど設定ポイントを接近させてプログラムすることは避けてください。例えば、 T_{HYST} 値を 2 として、 T_{HIGH} と T_{LOW} を互いに 4 以内に設定すると、このルールに違反します。さらに具体的にいえば、 T_{HYST} の設定値が 2、 T_{HIGH} が 64 に設定してあるものとします。そこで、 T_{LOW} を 60 以上に設定した場合も、このルールに違反します。

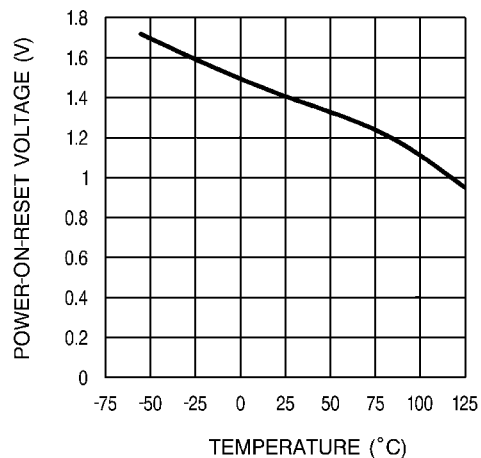
1.2 デフォルトの設定

LM77 は、電源投入時には常に既知の状態にあります。LM77 の電源投入時のデフォルト条件は、以下のようになります。

1. コンパレータ割り込みモード
2. T_{LOW} は 10 に設定
3. T_{HIGH} は 64 に設定
4. T_{CRIT} は 80 に設定
5. T_{HYST} は 2 に設定
6. INT および T_{CRIT_A} はアクティブ low に設定
7. ポインタは温度レジスタ: 00 に設定

LM77 内の各レジスタは、電源電圧が新たに 0V から上昇して、次の図に示す曲線の電圧レベルを横切るときに、必ずこれらのデフォルト値にリセットされます。LM77 のレジスタは、電源電圧がこの曲線の電圧より下降するときに再びリセットされます。

Average Power on Reset Voltage vs Temperature



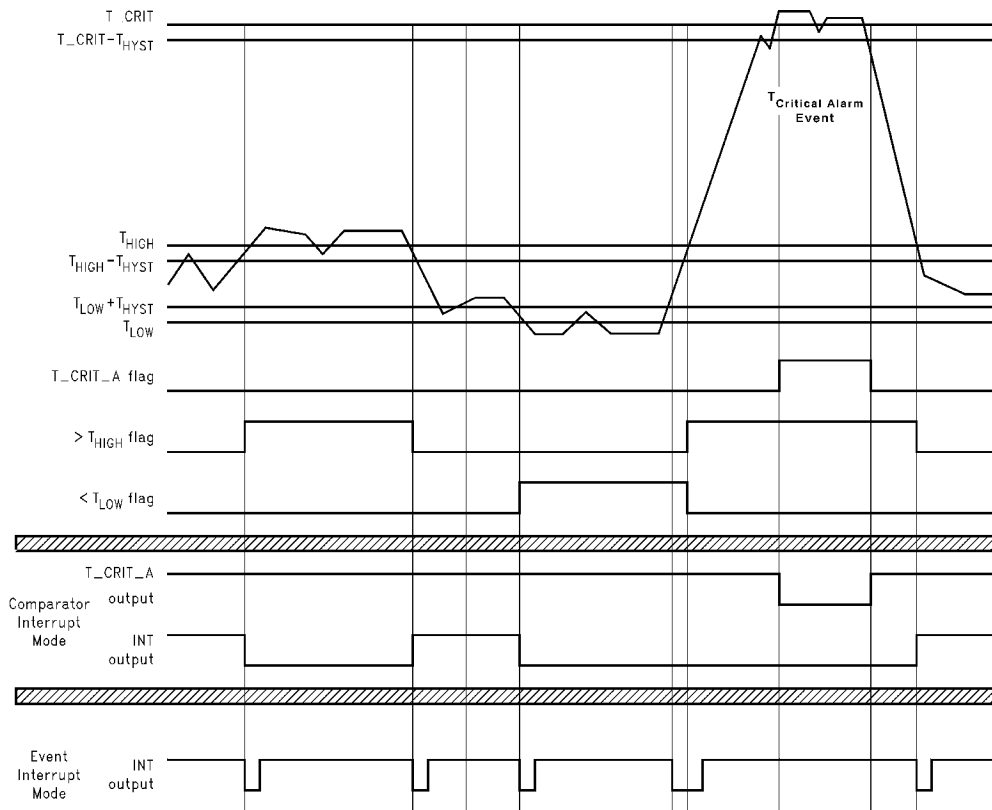
1.3 シリアル・バス・インタフェース

LM77 は、シリアル・バス上でスレーブとして動作します。従って、SCL ラインはシリアル・バスのクロック入力 (LM77 自身はクロックを発生しません。) および SDA ラインは双方向シリアルデータバスとして動作します。シリアル・バスの規格に準じて、LM77 は 7 ビットのスレーブ・アドレスを備えています。スレーブ・アドレスの上位 5 ビットは LM77 内部で、当デバイスが温度センサである事を示すアドレス 10010 としてハードウェア配線されています。残りの下位 2 ビットは、同一シリアル・バス上に接続される温度センサのアドレス設定用ビットとして A1-A0 端子に割り当てられており、これらの端子は Low (0) の場合にはグラウンドに、High (1) の場合には $+V_S$ に接続することによって設定します。

従って、完全なスレーブ・アドレスとして以下のようになります。

1	0	0	1	0	A1	A0
MSB					LSB	

1.0 機能説明 (つづき)



Note: イベント割り込みモードは、ユーザが LM77 を読み出しているものとして描かれています。ユーザが読み出さない場合は、出力は Low になり、LM77 が読み出されるまで Low を保持します。

FIGURE 3. Temperature Response Diagram

1.4 温度データ・フォーマット

温度データは、温度レジスタ、設定ポインタ・レジスタから読み出され、設定ポインタ・レジスタに書込まれます。温度データはいつでも読み出せますが、LM77 の変換時間より速く読むと、データの更新ができなくなります。温度データは、1LSB が 0.5 に相当する 10 ビット分解能 (9 ビット + サイン) を持ち、2 の補数形式で表わされます。

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+ 130	01 0000 0100	104h
+ 125	00 1111 1010	0FAh
+ 25	00 0011 0010	032h
+ 0.5	00 0000 0001	001h
0	00 0000 0000	000h
- 0.5	11 1111 1111	3FFh
- 25	11 1100 1110	3CEh
- 55	11 1001 0010	392h

1.5 シャットダウン・モード

シャットダウン・モードは、シリアル・バスを介して構成レジスタ内のシャットダウン・ビットを設定することによって有効になります。シャットダウン・モードにより、電源電流を 5 μ A (代表値) にまで低減します。T_CRIT_A は、前からセットされていた場合はリセット

されます。変換はシャットダウン中は停止されているので、T_CRIT_A および INT は動作できません。このときシリアル・インタフェースはアクティブ状態を保持します。クロック信号とシリアル・バスのデータラインの状態によっては、わずかにシャットダウン・モード時の待機時消費電流が増加します。レジスタはシャットダウン・モードでも読み書きできます。LM77 がシャットダウン・コマンドに応答するには数ミリ秒かかります。

1.6 INT および T_CRIT_A 出力

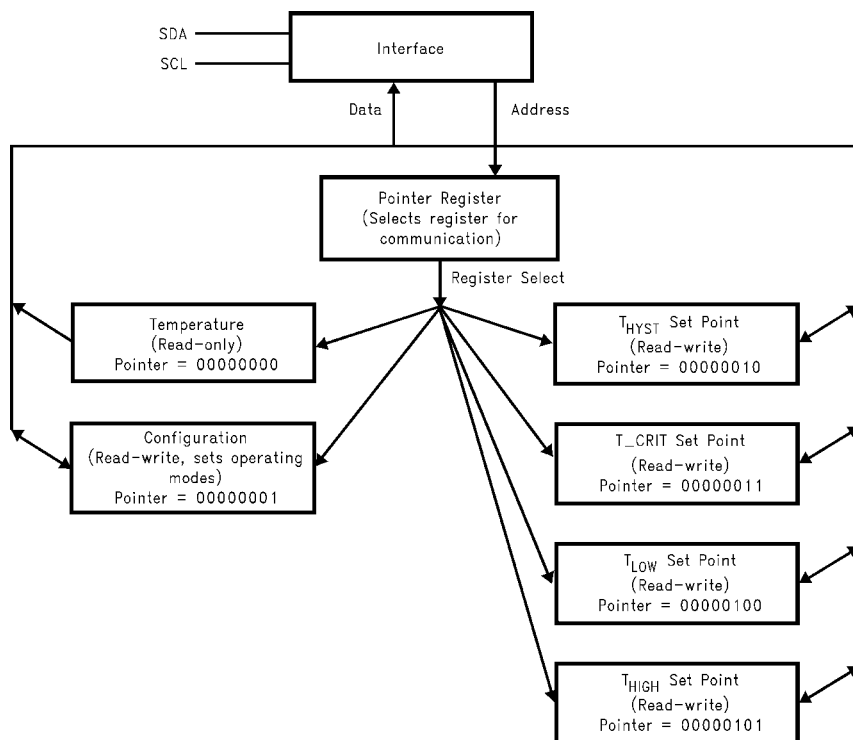
INT および T_CRIT_A 出力はオープン・ドレイン出力で内部プルアップはされていません。一般的には、プルアップ抵抗によって何らかの外部ソースからプルアップ電流が供給されるまでこの端子が、High レベルになることはありません。抵抗値の選択は、多くのシステム・ファクタに依存しますが、一般的にはプルアップ抵抗はできるだけ大きくして下さい。これによって、LM77 内部発熱による誤差を最小限に押えられます。プルアップ抵抗の最大値は、LM77 の High Level Output Current 特性に基づいて求められ、2V の high レベル (TTL の high レベル) を得るには 30k Ω に設定します。

1.7 Fault Queue

LM77 がノイズの多い環境下で使用される場合に、誤った検出動作を防ぐために、Fault Queue (O.S.Delay) を最大 4 変換サイクルまでユーザによりプログラム可能です。フラグの他に INT および T_CRIT_A 出力をセットするためには、障害が連続して 4 回発生しなければなりません。Fault Queue は、構成レジスタのビット 4 を high に設定して有効にします (1.11 項を参照)。

1.0 機能説明 (つづき)

1.8 内部レジスタ構成



LM77には、ポインタ・レジスタによって選択される4つのデータレジスタがあります。電源投入時には、ポインタは"00"の温度レジスタに設定されます。ポインタ・レジスタは、最後に設定されたレジスタがどこであろうとも常にラッチされます。割り込みモードでは、LM77から読むとINT出力がリセットされます。デバイスをシャットダウン・モードにすると、INTおよびT_CRIT_A両出力がリセットされます。Read Onlyレジスタである温度レジスタを除いた全てのレジスタは読み書きが可能です。

LM77への書き込みは、常にアドレス・バイトとポインタ・バイトが対象レジスタのデータ・バイトと1セットになって含まれます。構成レジスタへの書き込みには、1データ・バイト(8ビット幅)が必要で、T_{LOW}レジスタおよびT_{HIGH}、T_{CRIT}レジスタへの書き込みには、2データ・バイト(16ビット幅)が必要になります。

LM77の読み出しは次の2つの方法のうちどちらかによって行われます。ポインタによってラッチされたレジスタが正しい場合には(温度データが最も頻りにLM77から読み出されるデータなので、大抵の場合には、ポインタは温度レジスタを指定することが予想される)、読み出しはアドレス・バイト(1データ・バイト)とこれに続く相当数のデータ・バイトによってのみ構成されます。ポインタ・レ

ジスタの設定が必要な場合には、アドレス・バイト+ポインタ・バイト、およびマスタによるくり返しスタート・コマンド(Repeat Start)+別のアドレス・バイト+必要なバイト数に続いて所望のレジスタの読み出しが実行されます。

温度レジスタの最初のデータ・バイトは、MSBファースト形式のMSBバイトとなります。温度条件を決めるのに読み出す必要のあるデータだけが許容されます。例えば、温度データの最初の4ビットが過温度条件を示す場合には、ホスト・プロセッサは、直ちにこの過温度を下げるための動作を実行します。読み出し終了時に、LM77はマスタから認識(Acknowledge)または未認識(No Acknowledge)のどちらかを受信します(未認識は、一般的にマスタが最後のバイトを読み出したことを示すスレーブへの信号として使われます)。

たまたまD7ビットがLowであるために16ビット・レジスタのうち上位8ビット・データのみが読み出され、LM77がSDAラインをLowに保持した状態のまま止まる場合があります。これは、少なくとも9クロック・サイクル印加すると避けられます。マスタからSDAラインがHighになるまでクロック信号を生成させ、これによりLM77の"ストップ"条件をリセットできます(Figure 4参照)。

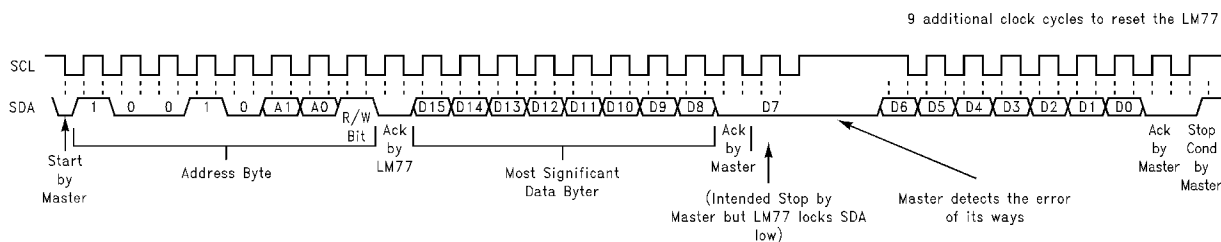


FIGURE 4. Inadvertent 8-Bit Read from 16-Bit Register where D7 is Zero ("0")

1.0 機能説明 (つづき)

1.9 ポインタ・レジスタ

(どのレジスタの読み出し/書き込みを行なうかを選択するレジスタ)

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0	Register Select		

P0-P2: レジスタ選択

P2	P1	P0	Register
0	0	0	Temperature (Read only) (Power-up default)
0	0	1	Configuration (Read/Write)
0	1	0	T _{HYST} (Read/Write)
0	1	1	T _{CRIT} (Read/Write)
1	0	0	T _{LOW} (Read/Write)
1	0	1	T _{HIGH} (Read/Write)

P3-P7: 必ず 0 に固定して下さい。

1.10 温度レジスタ

(Read Only):

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sign	Sign	Sign	Sign	MSB	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	CRIT	HIGH	LOW
													Status Bits		

D0-D2: ステータス・ビット

D3-D15: 温度データ・ビット。2 の補数表示で 1LSB = 0.5

1.11 構成レジスタ

(Read/Write):

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	Fault Queue	INT Polarity	T _{CRIT_A} Polarity	INT Mode	Shutdown

D0: シャットダウン・ビット: 1 にセットした場合には、LM77 は低消費電力モードに入ります。電源投入時のデフォルト値は、ビットが 0 です。

D1: 割り込みモード選択ビット: このビットが 0 のときコンパレータ割り込みモードに、1 のときにイベント割り込みモードに設定されます。電源投入時のデフォルト値は、ビットが 0 です。

D2、D3: T_{CRIT_A} および INT の極性設定ビット: このビットが 0 のときアクティブ Low に、1 のときにアクティブ High に設定されます。オープンドレイン出力として動作します。電源投入時のデフォルト値は、ビットが 0 です。

D4: Fault Queue - 1 に設定されたとき、Fault Queue が有効になります。1.7 項を参照。電源投入直後のデフォルトは 0 です。

D5-D7: これらのビットは出荷時のテストで使われるもので、通常動作時には必ず 0 に保持して下さい。

1.12 T_{HYST}、T_{LOW}、T_{HIGH} および T_{CRIT_A} レジスタ

(Read/Write):

D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sign	Sign	Sign	Sign	MSB	Bit7	Bit6	Bit5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0	X	X	X

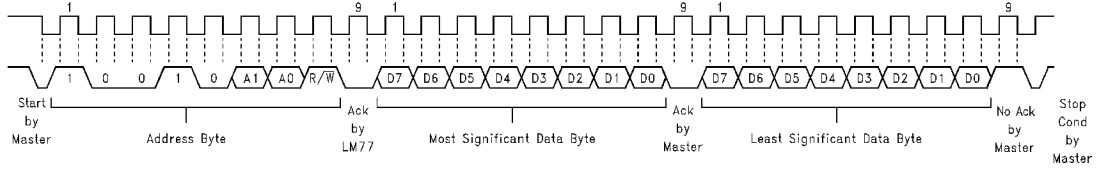
D0-D2: 未定義ビット

D3-D15: T_{HYST}、T_{LOW}、T_{HIGH} および T_{CRIT_A} 検出温度設定データビット。電源投入時は、デフォルトで T_{LOW} = 10 、 T_{HIGH} = 64 、 T_{CRIT} = 80 、 T_{HYST} = 2 に設定されています。

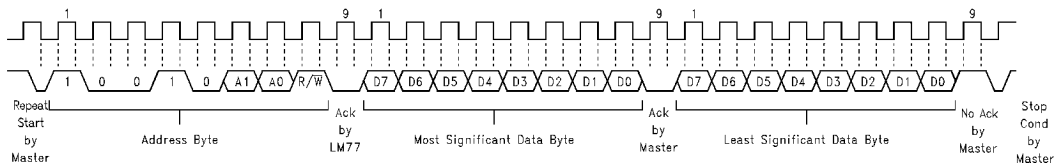
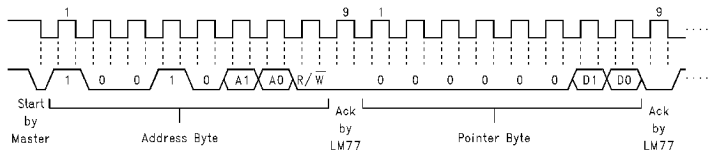
T_{HYST} は、T_{HIGH} および T_{CRIT} からは引かれ、T_{LOW} には加えられます。

設定ポイントについては、互いのヒステリシス値が重なり合うほど近接してプログラムしないようにしてください。1.1 項を参照。

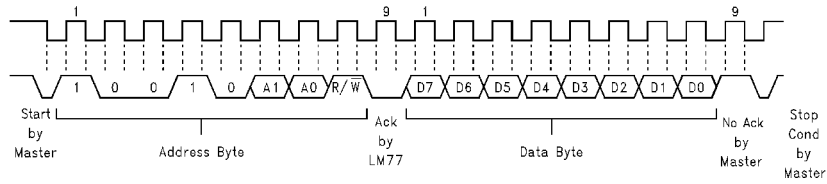
2.0 I²C タイミング図



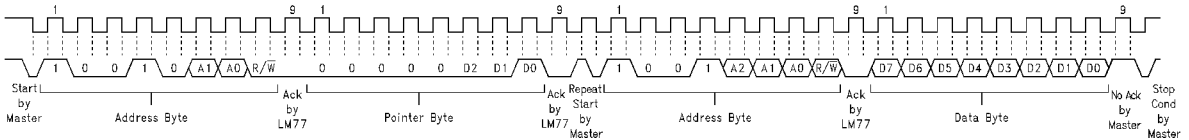
Typical 2-Byte Read From Preset Pointer Location Such as Temp or Comparison Registers



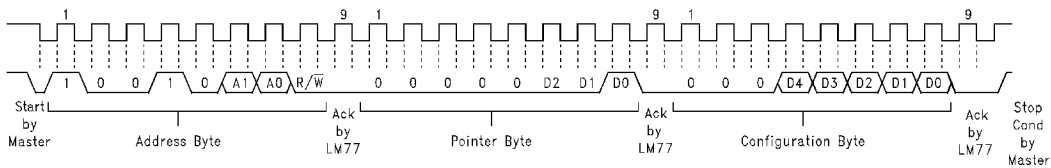
Typical Pointer Set Followed by Immediate Read for 2-Byte Register such as Temp or Comparison Registers



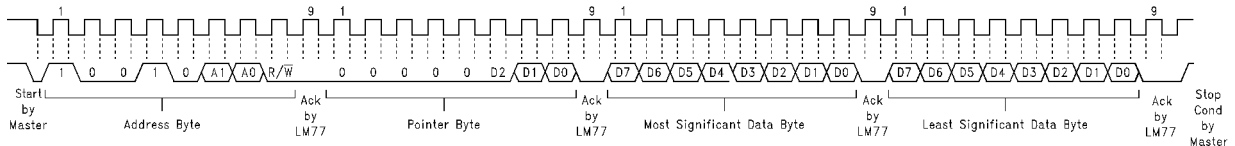
Typical 1-Byte Read from Configuration Register with Preset Pointer



Typical Pointer Set Followed by Immediate Read from Configuration Register



Configuration Register Write



Comparison Register Write

FIGURE 5. Timing Diagrams

3.0 アプリケーション・ヒント

Figure 6 の温度応答グラフは、ACPI の要件を満たすよう設計された代表的アプリケーションを示しています。この種のアプリケーションでは、温度のスケールとして、" グラニュラリティ " という任意の値、またはその範囲内で温度通知イベントを発生させるウィンドウが定義されます。LM77 は、設計者が選択したウィンドウ・サイズにプログラムでき、温度がそのウィンドウの上下のリミット値を超えたときに常にプロセッサに割り込みを発行します。内部フラグによって、温度が上昇しているか、下降しているかを迅速に判定できます。

T_CRIT リミットは、一般的にその別の出力を使用して、プロセッサから独立したハードウェア・シャットダウン回路をアクティブにすることになります。その理由は、プロセッサが応答できないようなこの上限に温度が達した場合に、シャットダウンが期待されるからです。そこで、独立した回路によって、通常は電源をシャットダウンする形で、システムをシャットダウンできます。

INT 出力と T_CRIT_A 出力は別々ですが、1 つにワイヤード OR 接続ができます。もう 1 つの方法として、T_CRIT_A イベントは INT ラインをアクティブにし、INT イベントは T_CRIT_A ラインをアクティブにはしないような形で T_CRIT_A を INT ラインにダイオード OR 接続もできます。これは、プロセッサおよび独立した T_CRIT_A シャットダウン回路の両方に同時に過温度アラームを知らせたい場合に便利な場合があります (多分、プロセッサはまだ動作状態にあり、独立したシャットダウン回路と同期して、所定のシーケンスに従ったシャットダウンを実現できます)。

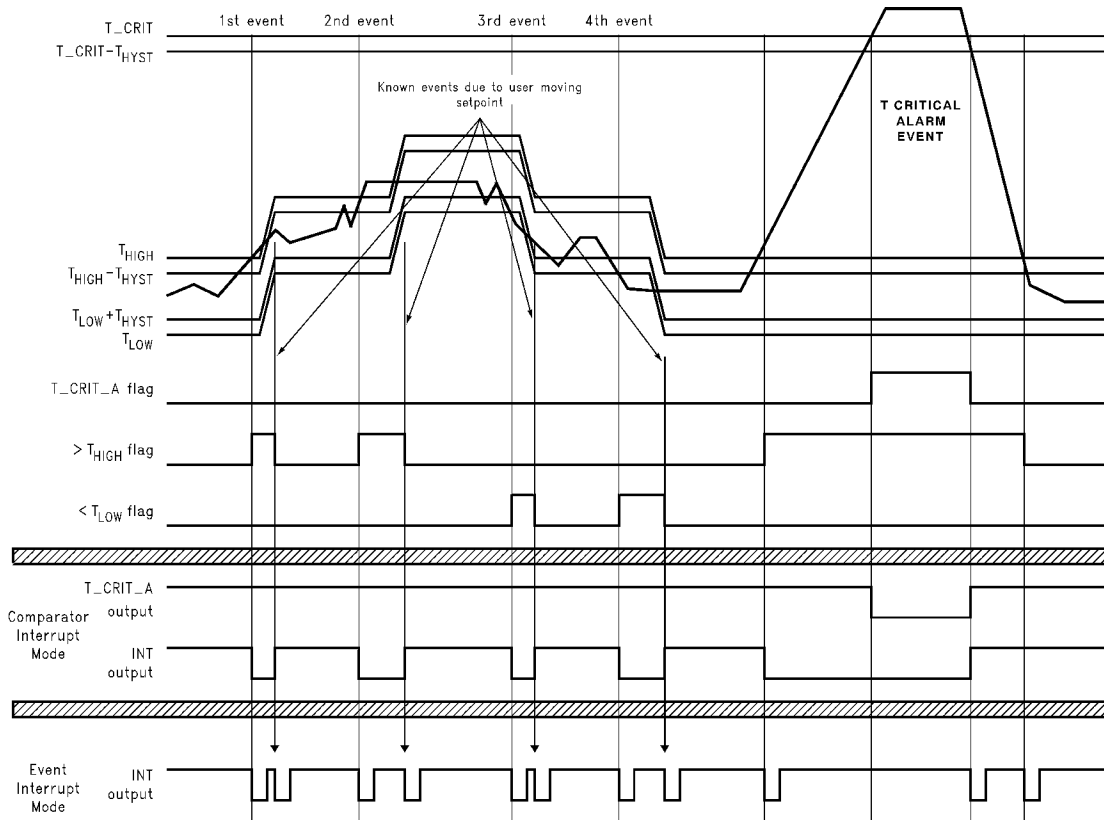
ACPI と互換性のある温度検出を実現するためには、温度がウィンドウ範囲を超えたら必ずそれを検知し、割り込みを発生し、割り込みのサービスを行い、使用したいグラニュラリティの温度スケールを使用してウィンドウをプログラムする必要があります。ウィンドウを新たにプログラムし直すと、そのなかの温度は新しい現在値になり、温度が現在のウィンドウから外れると必ず割り込みを発生できる状態になります。

このグラフを理解するため、左端では、システムの温度は特定の公称値であるものとします。最初のイベントとして、温度がウィンドウの上限 (T_{HIGH} リミット) を超えて上昇し、INT がアクティブになります。システムは、LM77 のステータス・ビットを照会して割り込みに対処し、温度が T_{HIGH} を超えたものと判定して、温度が上昇中であることを示します。システムは、次に、温度のリミット値を、使用したいグラニュラリティの値だけ高い値にプログラムします。イベント割り込みモードでは、温度がすでにウィンドウ内に戻ってきているので、リミット値の再プログラミングにより、2 番目の、既知の割り込みが発行されています。コンパレータ割り込みモードでは、LM77 は単に割り込みの発行を停止します。

2 番目のイベントは、別のウィンドウの上限を超える温度上昇です。3 番目のイベントは、ウィンドウ内への温度下降が一般的です。これは、LM77 がその威力を発揮する条件の 1 つです。それは、ユーザが、温度が下降方向でウィンドウの下限 (T_{LOW} リミット) を超えたことを知らせる通知を受け取れるからです。

過温度アラーム・イベントは、別の T_CRIT_A 出力をアクティブにします。システムがこの温度に達した場合、この出力は、一般的には、プロセッサが応答できないという前提で、プロセッサとは独立した回路に伝達されます。

3.0 アプリケーション・ヒント (つづき)



Note: イベント割り込みモードは、ユーザが LM77 を読み出しているものとして描かれています。ユーザが読み出さない場合は、出力は low になり、LM77 が読み出されるまで low を保持しています。

FIGURE 6. Temperature Response Diagram for ACPI Implementation

4.0 代表的なアプリケーション

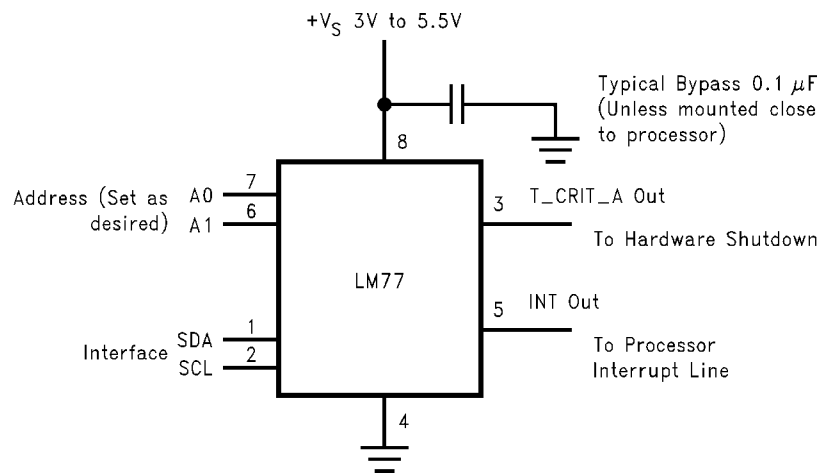


FIGURE 7. Typical Application

4.0 代表的なアプリケーション (つづき)

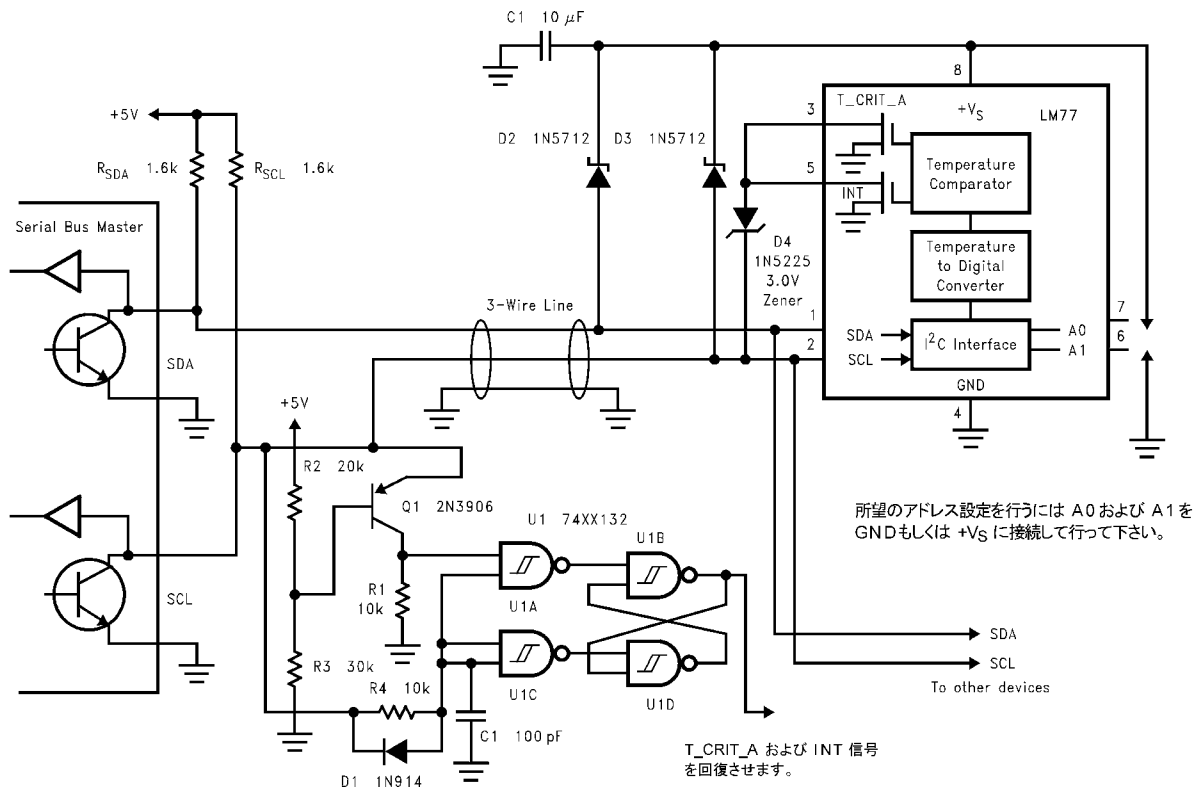


FIGURE 8. Remote HVAC temperature sensor communicates via 3 wires, including thermostat signals.

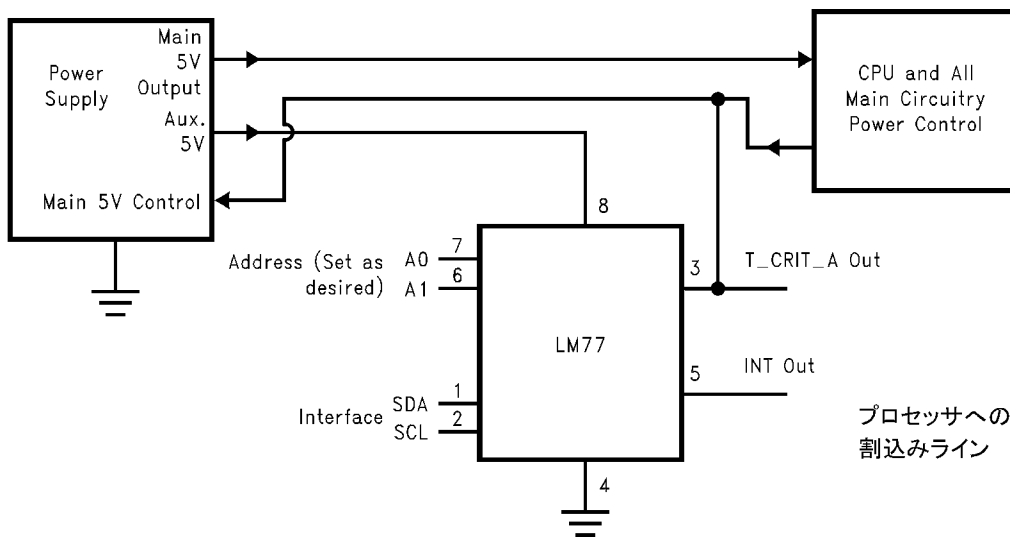
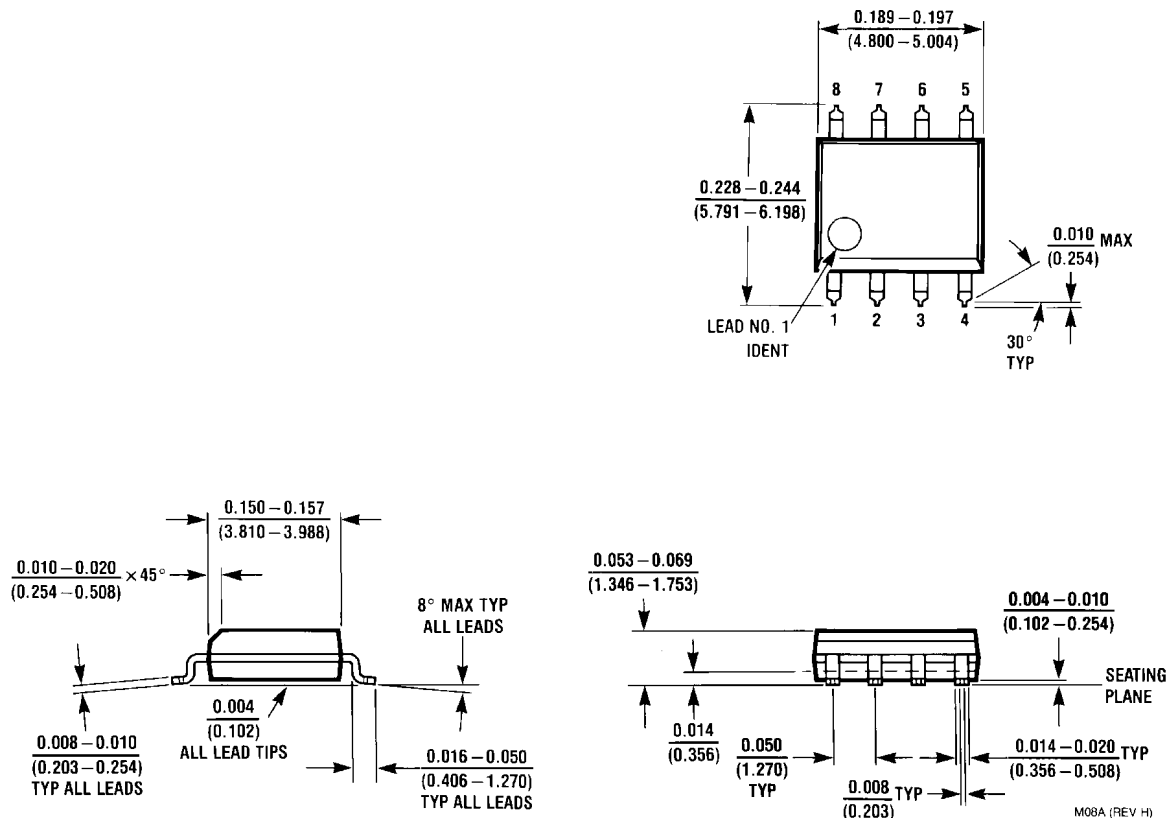


FIGURE 9. ACPI Compatible Terminal Alarm Shutdown. By powering the LM77 from auxiliary output of the power supply, a non-functioning overheated computer can be powered down to preserve as much of the system as possible.

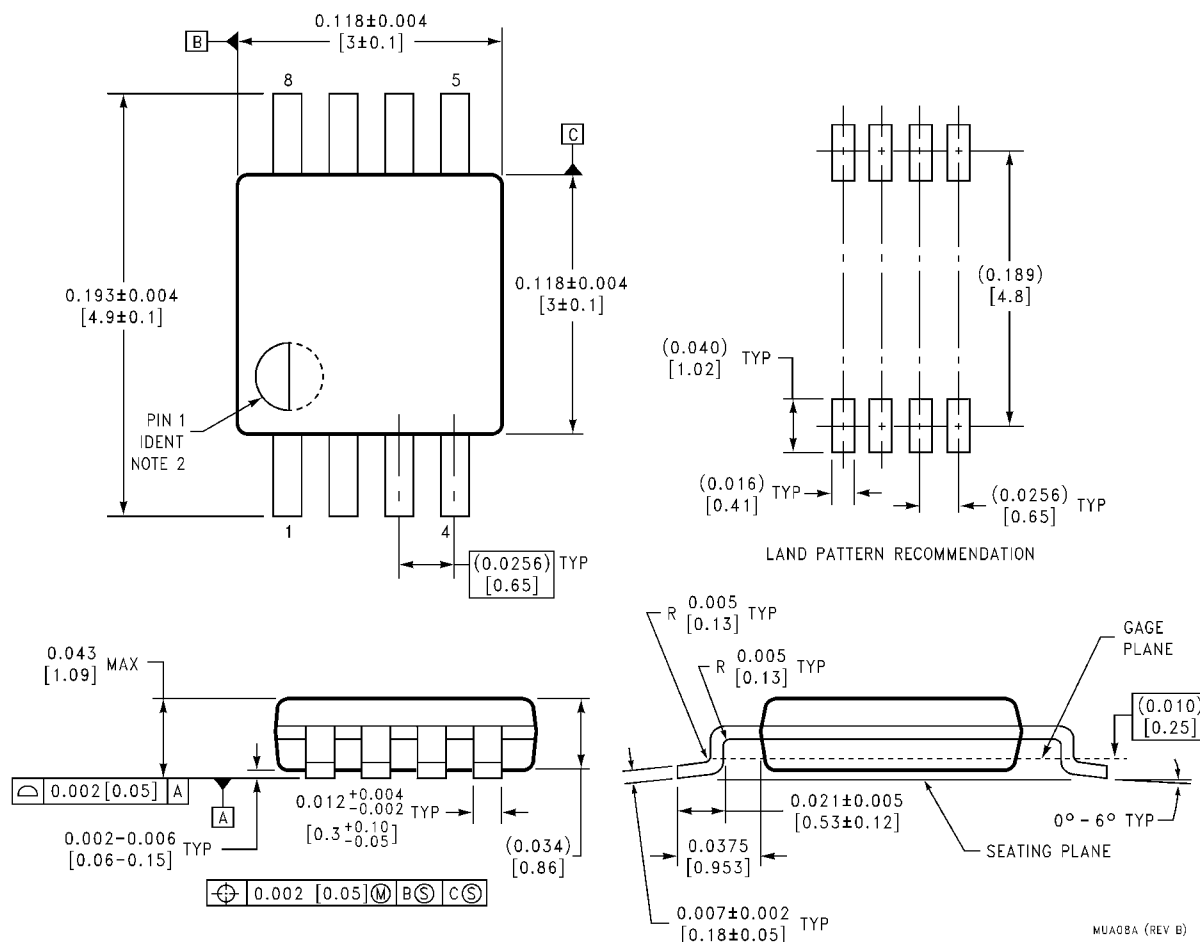
外形寸法図 特記のない限り inches(millimeters)



8-Lead (0.150 Wide) Molded Small Outline Package (SOP),
JEDEC Registration Number MS-012 (variation AA),
Order Number LM77CIM-3, LM77CIMX-3, LM77CIM-5 or LM77CIMX-5
NS Package Number M08A

M08A (REV H)

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters) (つづき)



**8-Lead (0.150 Wide) Molded Mini Small Outline Package (MSOP),
JEDEC Registration Number MO-187 (variation AA),
Order Number LM77C1MM-3, LM77C1MMX-3, LM77C1MM-5 or LM77C1MMX-5
NS Package Number MUA08A**

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

<http://www.national.com/JPN/>

その他のお問い合わせはフリーダイヤルをご利用下さい。

 **0120-666-116**

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしていません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認するということを意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータブックもしくはデータシートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション（例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの）に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されていません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されていません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2011, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光が当たる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上