

LM82

LM82 Remote Diode and Local Digital Temperature Sensor with Two-Wire Interface



Literature Number: JAJS701

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。



National Semiconductor

January 2000

LM82

2線式インターフェース対応 リモート・ダイオード入力およびローカル・デジタル温度センサ

LM82

2線式インターフェース対応 リモート・ダイオード入力およびローカル・デジタル温度センサ

概要

LM82 は 2 線のシリアル・インターフェースを内蔵したデジタル温度センサで、異常温度上界検出を備えたデルタ / シグマ変換型 A/D コンバータを用いてリモート・ダイオードの温度を pn 接合電圧を元に測定します。またダイオード構成にした 2N3904 npn ロジックトランジスタや、Pentium® II プロセッサなどの外部デバイスの温度を測定するだけでなく、LM82 自身のローカル温度も正確に測定します。このほかにも、ダイオード接合 (pn 接合) を持っている ASIC であれば、LM82 を用いて温度の測定が可能です。また SMBus インターフェースを介して、ホスト側から LM82 内部のレジスタを 1 つでも読み出すことができます。検知した温度がホストから設定されたクリティカル温度上限 T_CRIT を越えていた場合には、T_CRIT_A 出力をアサートします。また同様に、ホストから設定された HIGH 上限を越えていた場合には、INT 出力をアサートします。

ホスト側からは、T_CRIT レジスタおよび 2 つの T_HIGH レジスタの読み出しと書き込みを行うことができます。LM82 の SMBus アドレスは、3 値論理の 2 つの入力ビン (ADD0, ADD1) を用いて、9 個のアドレスの中から指定できます。T_CRIT と 2 つの T_HIGH のパワーオン時デフォルトは 127° です。LM82 は、弊社の LM84、マキシム社 MAX1617、およびアナログ・デバイセズ社 ADM1021 とビンおよびレジスタ互換となっています。

特長

リモート IC もしくはダイオードの、ダイ温度の高精度な測定

内蔵温度センサによるローカル温度測定

SMBus 1.1 TIMEOUT 仕様をサポートした SMBus および I²C 互換のインターフェース
INT と T_CRIT_A の 2 つの割り込み出力
レジスタ内容の読み出し機能
7 ビット + サイン形式のデータにて 1° の分解能
2 つのアドレス選択ビンにより同一 SMBus 上に最大 9 個の LM82 を接続可能

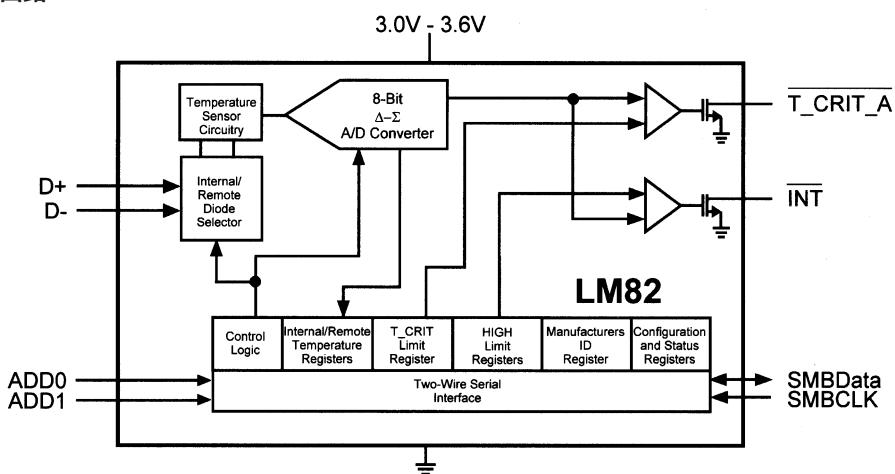
主な仕様

電源電圧	3.0V ~ 3.6V
電源電流	0.8mA (最大)
ローカル検出精度 (量子化誤差を含む)	
0 ~ + 85	± 3.0 (最大)
リモート・ダイオード検出精度 (量子化誤差を含む)	
+ 25 ~ + 100	± 3 (最大)
0 ~ + 125	± 4 (最大)

アプリケーション

システム温度監視
ノートブックコンピュータ
ワークステーション / ワークステーション・サーバ
OA 機器
電気的テストシステム
HVAC

等価回路



SMBus™はインテル社の商標です。

Pentium® II はインテル社の登録商標です。

I²C® はフィリップス社の登録商標です。

LM82

ピン配置図

QSOP-16	
NC	1
V _{CC}	2
D+	3
D-	4
NC	5
ADD1	6
GND	7
GND	8
	16
	15
	14
	13
	12
	11
	10
	9
LM82	

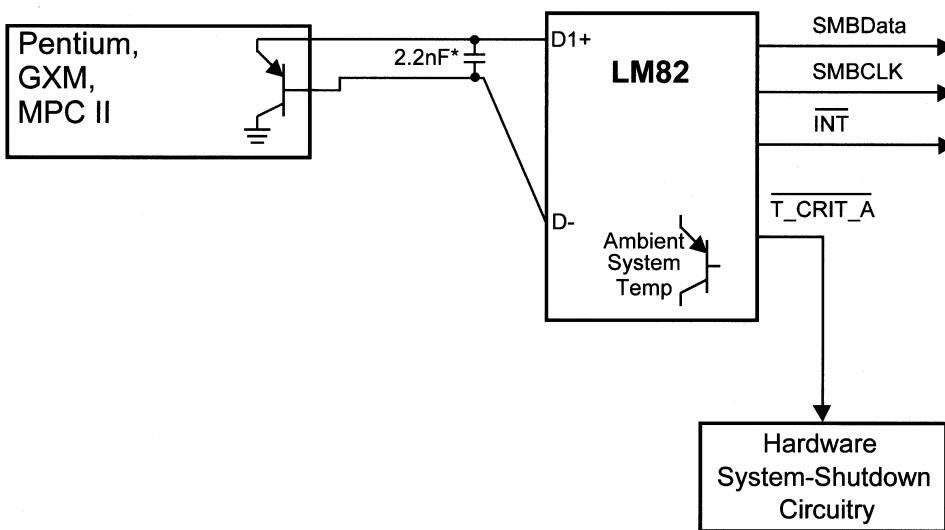
TOP VIEW

製品情報

Order Number	NS Package Number	Transport Media
LM82CIMQA	MQA16A (QSOP-16)	95 Units in Rail
LM82CIMQAX	MQA16A (QSOP-16)	2500 Units on Tape and Reel

DS101297-2

代表的なアプリケーション



*Note : 2200pF のコンデンサはLM82 のD + ピンとD - ピンのできるだけ近くに実装して下さい。

DS101297-3

端子説明

ラベル	端子 #	機能	一般的な接続
NC	1, 5	フローティング、未接続	フローティング状態に保持。これらの接点に対しては、PC 基板トレースはパッドをスルーホール配線できます。制限はありません。
V _{cc}	2	正電源電圧入力	DC 電圧: 3.0V ~ 3.6V。
D +	3	ダイオード電流ソース	リモート・ダイオードのアノード接続。ダイ温度を測定するため配置された単体ダイオード、またはIC に内蔵されているダイオード接合の、アノード側に接続します。使用しない場合は開放にします。
D -	4	ダイオード・ 帰路電流シンク	リモート・ダイオードのカソード接続。使用しない場合は必ず開放状態(フローティング)にして下さい。
ADD0-ADD1	10, 6	ユーザ設定 SMBus (I ² C) アドレス入力	グランド (low, "0") & V _{cc} (high, "1") またはフローティング ("TRI-LEVEL")
GND	7, 8	電源グランド	グランド。
NC	9, 13, 15	製造時試験用端子	フローティング状態に保持。これらの接点に対しては、PC 基板トレースはパッドをスルーホール配線できます。しかし、任意接点における絶対最大電圧定格を超えないように、それらトレースの駆動用コンポーネントにはLM82 と同じ電源を共用して下さい。
INT	11	割り込み出力、 オープン・ドレイン	抵抗でプルアップして下さい。コントローラへの割り込み、またはアラートを示します。
SMBData	12	SMBus (I ² C) シリアル双方向 データ・ライン、 オープン・ドレイン出力	コントローラのデータ出力、コントローラのデータ入力両用、抵抗でプルアップして下さい。
SMBCLK	14	SMBus (I ² C) クロック入力	コントローラからのクロック入力、抵抗でプルアップして下さい。
T_CRIT_A	16	過温度アラーム、 オープン・ドレイン出力	抵抗でプルアップして下さい、コントローラへの割り込みラインまたはシステム・シャットダウン。

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。	QSOP パッケージ (Note 3) ペーパフェーズ (60 秒) 赤外線 (15 秒)	215 220
電源電圧 SMBData、SMBCLK、T_CRIT_A、INT 端子電圧	- 0.3V ~ 6.0V - 0.5V ~ 6.0V	ESD 耐性 (Note 4) 人体モデル マシンモデル
その他の端子電圧	- 0.3V ~ (V _{CC} + 0.3V)	2000V 250V
D-入力電流	± 1mA	
上記以外の各端子の入力電流 (Note 2)	5mA	
パッケージの入力電流 (Note 2)	20mA	
SMBData、T_CRIT_A、INT 出力シンク電流	10mA	
保存温度範囲	- 65 ~ + 150	定格温度範囲 LM82
ハンダ付け条件、リード温度		T _{MIN} T _A T _{MAX} + 3.0V ~ + 3.6V

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、V_{CC} = + 3.0V_{DC} ~ + 3.6V_{DC} 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。

Parameter	Conditions	Typical (Note 6)	Limits (Note 7)	Units (Limit)
Temperature Error using Local Diode ((Note 8))	T _A = 0 °C to +85°C, V _{CC} =+3.3V	±1	±3	°C (max)
	T _A = -40 °C to +125°C, V _{CC} =+3.3V		±4	°C (max)
Temperature Error using Remote Diode ((Note 8))	T _A = +60 °C to +100°C, V _{CC} =+3.3V		±3	°C (max)
	T _A = 0 °C to +100°C, V _{CC} =+3.3V		±3	°C (max)
	T _A = 0 °C to +125°C, V _{CC} =+3.3V		±4	°C (max)
Resolution		8		Bits
		1		°C
Conversion Time of All Temperatures	(Note 10)	460	600	ms (max)
Quiescent Current (Note 9)	SMBus (I ² C) Inactive	0.500	0.80	mA (max)
D- Source Voltage		0.7		V
Diode Source Current	(D+ - D-) = + 0.65V; high level		125	μA (max)
			60	μA (min)
	Low level		15	μA (max)
			5	μA (min)
T_CRIT_A and INT Output Saturation Voltage	I _{OUT} = 3.0 mA		0.4	V (max)
Power-On Reset Threshold	On V _{CC} input, falling edge		2.3 1.8	V (max) V (min)
Local and Remote T_CRIT and HIGH Default Temperature settings	(Note 11)	+127		°C

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、 $V_{CC} = +3.0V_{DC} \sim +3.6V_{DC}$ 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 6)	Limits (Note 7)	Units (Limit)
SMBData, SMBCLK					
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage			2.1	V (min)
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage			0.8	V (max)
$V_{IN(HYST)}$	SMBData and SMBCLK Digital Input Hysteresis		300		mV
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current	$V_{IN} = V_{CC}$	0.005	1.5	μA (max)
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current	$V_{IN} = 0$ V	-0.005	1.5	μA (max)
ADD0, ADD1					
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage		V_{CC}	1.5	V (min)
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage		GND	0.6	V (max)
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current	$V_{IN} = V_{CC}$		2	μA (max)
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current	$V_{IN} = 0$ V		-2	μA (max)
ALL DIGITAL INPUTS					
C_{IN}	Input Capacitance		20		pF
ALL DIGITAL OUTPUTS					
I_{OH}	High Level Output Current	$V_{OH} = V_{CC}$		100	μA (max)
V_{OL}	SMBus Low Level Output Voltage	$I_{OL} = 3$ mA $I_{OL} = 6$ mA		0.4 0.6	V (max)

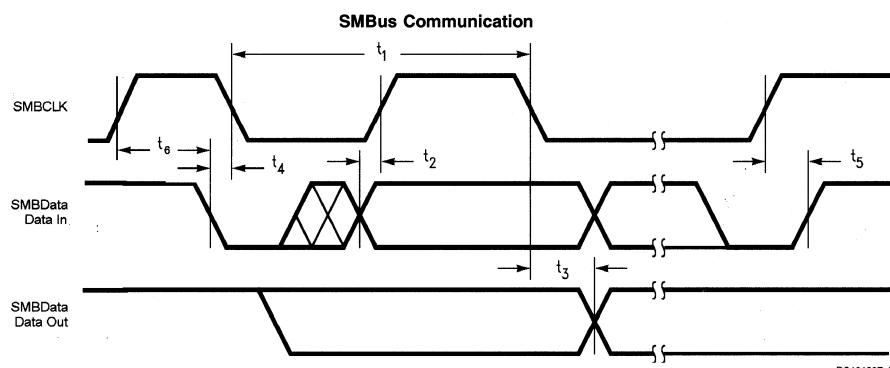
ロジック電気的特性(つづき)

SMBus 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 $V_{CC} = +3.0V_{DC} \sim +3.6V_{DC}$, $C_L = 80pF$ (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 $T_A = T_J = +25^\circ C$ に対して適用されます。

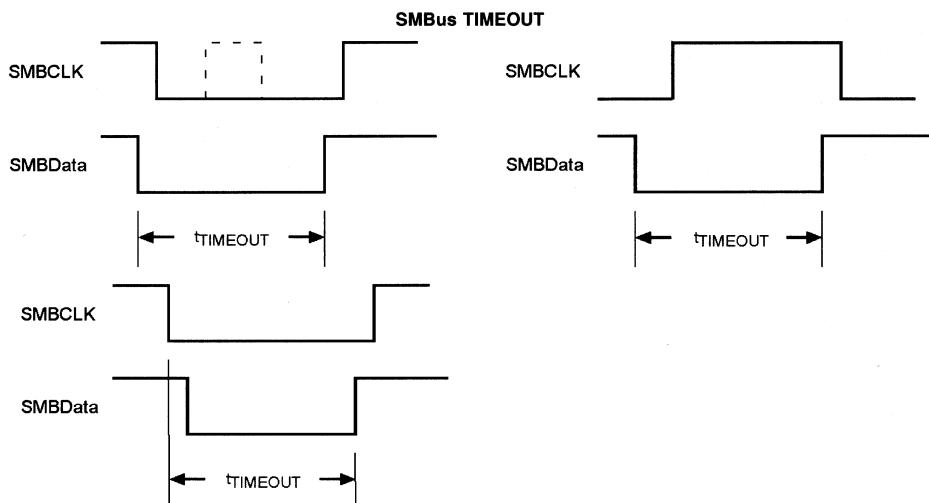
LM82 のスイッチング特性は、一般に公表されている SMBus または PC バスの規定に完全に合致するかまたはそれより優れています。以下のパラメータは、LM82 の SMBCLK 信号と SMBData 信号との間のタイミング関係を示したもので、これらは、I²C または SMBus の特性を示したものではありません。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 6)	Limits (Note 7)	Units (Limit)
f_{SMB}	SMBus Clock Frequency			100 10	kHz (max) kHz (min)
t_{LOW}	SMBus Clock Low Time	10 % to 10 %		1.3 25	μs (min) ms (max)
$t_{LOWMEXT}$	Cumulative Clock Low Extend Time			10	ms (max)
t_{HIGH}	SMBus Clock High Time	90 % to 90%		0.6	μs (min)
$t_{R,SMB}$	SMBus Rise Time	10% to 90%	1		μs (max)
$t_{F,SMB}$	SMBus Fall Time	90% to 10%	0.3		ns (max)
t_{OF}	Output Fall Time	$C_L = 400 pF$, $I_o = 3 mA$		250	ns (max)
$t_{TIMEOUT}$	SMBData and SMBCLK Time Low for Reset of Serial Interface (Note 12)			25 40	ms (min) ms (max)
t_1	SMBCLK (Clock) Period			10	μs (min)
t_2 , $t_{SU;DAT}$	Data In Setup Time to SMBCLK High			100	ns (min)
t_3 , $t_{HD;DAT}$	Data Out Stable after SMBCLK Low			300 TBD	ns (min) ns (max)
t_4 , $t_{HD;STA}$	SMBData Low Setup Time to SMBCLK Low			100	ns (min)
t_5 , $t_{SU;STO}$	SMBData High Delay Time after SMBCLK High (Stop Condition Setup)			100	ns (min)
t_6 , $t_{SU;STA}$	SMBus Start-Condition Setup Time			0.6	μs (min)
t_{BUF}	SMBus Free Time			1.3	μs (min)



DS101297-4

ロジック電気的特性(つづき)



DS101297-7

上図 DS101297-7 参照

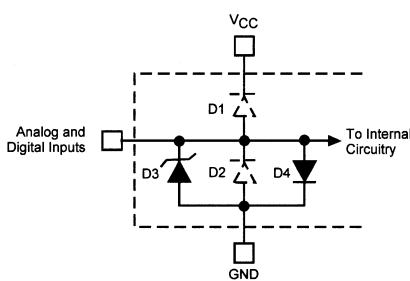
Note 1: 絶対最大定格とは、ICに破壊が発生する可能性があるリミット値をいいます。動作定格とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能リミット値を示すものではありません。保証された仕様、および試験条件については「電気的仕様」を参照して下さい。保証された仕様は電気的特性に記載されている試験条件においてのみ適用されます。デバイスが記載の試験条件下で動作しない場合、いくつかの性能特性が低下することがあります。

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($V_{IN} < GND$ または $V_{IN} > V_{CC}$)、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。

LM82 の端子に接続する寄生ダイオード・コンポーネントや ESD のための内部保護用回路を下に示します。ゼナー・ダイオード D3 の公称降伏電圧は 6.5V です。D+、D-、ADD1、および ADD0 の各端子に存在する寄生ダイオード D1 には、順方向バイアスをかけないよう注意してください。50mV を超える順方向バイアスをかけると、温度または電圧測定に支障を生じます。

Pin Name	D1	D2	D3	D4		Pin Name	D1	D2	D3	D4
NC (pins 1 & 5)						T_CRIT_A & INT		x		
V_{CC}			x			SMBData		x	x	
D+	x	x	x			NC (pins 9 & 15)	x	x	x	
D-	x	x	x	x		SMBCLK		x	x	
ADD0, ADD1	x	x	x			NC (pin 13)		x	x	

Note: x はダイオードが存在することを示します。



DS101297-13

FIGURE 1. ESD Protection Input Structure

Note 3: その他の表面実装法については、アプリケーション・ノート AN-450 「表面実装法と信頼性上における効果」、また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 1.5kΩ 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。

ロジック電気的特性(つづき)

- Note 5: Figure 3 に示す 1 オンス箔の FR-4 プリント回路基板に実装したときの QSOP-16 パッケージの接合部から周囲への熱抵抗は、130 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ です。
- Note 6: 代表値(Typical)は、 $T_A = 25$ で得られる最も標準的な数値です。
- Note 7: 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 8: V_{CC} が公称値3.3Vから上下の3V ~ 3.6Vの範囲で変動した場合の温度誤差の変動範囲は ± 1 未満です。
- Note 9: 待機時消費電流は SMBus がアクティブになってしまふとあまり増えません。
- Note 10: 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。LM82 は変換状態に関係なくいつでも読み出しが可能です(LM82 は、その時の最後の変換結果を読み出しはデータとして生成します)。
- Note 11: デフォルト値は、電源投入時に設定されます。
- Note 12: SMBData または SMBCLK ラインまたはそれら両ラインを t_{TIMEOUT} より長い時間 low に保持すると、SMBData および SMBCLK が SMBus 通信の IDLE 状態にリセットされます(SMBCLK および SMBData が high に設定されます)。

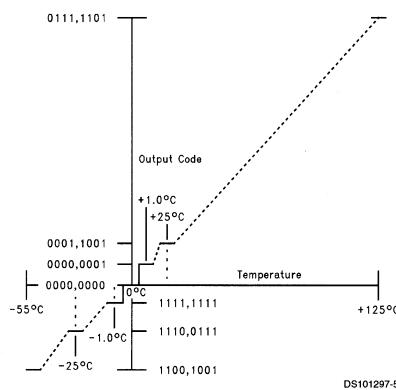


FIGURE 2. Temperature-to-Digital Transfer Function (Non-linear scale for clarity)



FIGURE 3. Printed Circuit Board Used for Thermal Resistance Specifications

1.0 機能説明

LM82 温度センサは、ローカルまたはリモート・ダイオードを使用したバンドギャップタイプ温度センサと 8 ビット A/D コンバータ(7 ビット + サイン デルタ・シグマ型 A/D コンバータ)を組み合わせたものです。LM82 は、シリアル SMBus および I²C Bus 2 線式インターフェースと互換性があります。デジタル・コンパレータは、ローカル(LT)とリモート(RT)の温度読み出しデータをユーザ・プログラム可能な設定ポイント(LHS, RHS, TCS)と比較します。INT 出力のアサートは、あらかじめ設定された T_HIGH レジスタの値を、温度比較結果が超えたことを表しています。また T_CRIT 設定ポイント(TCS)は、4 つの温度読み取り結果すべてと比較されます。T_CRIT_A 出力のアサートは、1 つまたはすべての温度読み取り結果が T_CRIT 設定ポイントを超えたことを表しています。

1.1 A/D 変換順序

LM82 は、自身のローカル温度とリモート・ダイオード温度を、次の順序で A/D 変換し読み取ります。

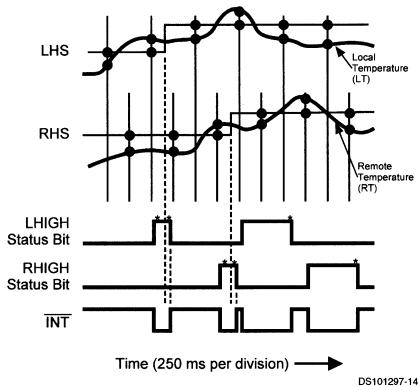
1. ローカル温度 (LT)
 2. リモート・ダイオードの温度 (RT)
- この繰り返しが一巡する時間はおよそ 480ms です。

1.2 INT 出力と T_HIGH 上限

各温度読み取り結果(LT, RT)は、T_HIGH 設定ポイント・レジスタ(LHS, RHS)のそれぞれに対応して比較されます。すなわち温度読み取り処理の完了時点で、読み取り温度が HIGH 設定ポイントを超えているかどうかを、デジタル値を比較することによって判定します。温度読み取り結果が HIGH 設定ポイントを超えていた場合は、ステータス・レジスタにどのダイオードでの温度読み取りかを示すビットを立て、INT 出力をアサートします。

1.0 機能説明(つづき)

ローカル・ダイオードとリモート・ダイオードは、A/D コンバータによって順番にサンプリングされます。 \overline{INT} 出力とステータス・レジスタのフラグ・ビットは、各ダイオードの電流がサンプリングされてから 最大 60ms 後に更新されます。フラグ・ビットが立っているステータス・レジスタを読み出したときに、温度読み取り結果が HIGH 設定ポイントより同じか下回っていれば、Figure 4 に示すように \overline{INT} 出力はネガートされます。Figure 5 に、 \overline{INT} 出力と関連回路の簡略化したブロック図を示します。



* Note: ステータス・レジスタのフラグ・ビットは、レジスタの読み出しによりリセットされます。

FIGURE 4. \overline{INT} Temperature Response Diagram

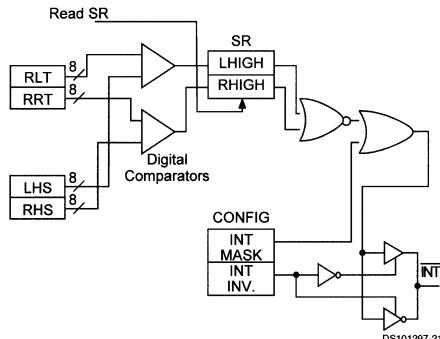


FIGURE 5. \overline{INT} output related circuitry logic diagram

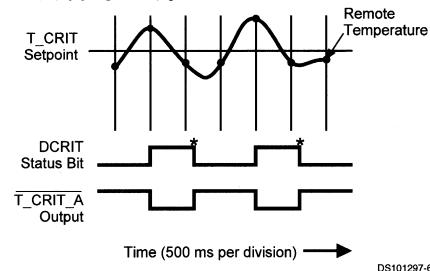
\overline{INT} 出力はコンフィギュレーション・レジスタの \overline{INT} マスク・ビット (D7) によりディスエーブル可能です。また \overline{INT} 出力の論理極性は、コンフィギュレーション・レジスタの \overline{INT} 反転ビット (D1) の状態によって、アクティブ・ハイ、またはアクティブ・ローにプログラムできます。“0”で \overline{INT} はアクティブ・ローとなります。 \overline{INT} はオープン・ドレイン出力です。

1.3 $\overline{T_CRIT_A}$ 出力、 T_CRIT リミット

$\overline{T_CRIT_A}$ 出力のアサートは、Figure 6 に示すように、あらかじめ設定されたクリティカル温度設定ポイント・レジスタ (T_CRIT) の値を、温度比較結果が超えたことを表しています。どのイベントでアラームが起きたかは、ステータス・レジスタからの読み出しにより分かります。すなわち、ステータス・レジスタで “1” になっているビットが、どのダイオードからの温度読み取り時に T_CRIT 設定ポイントを超えてアラームの原因となつたかを示しています。ステータ

ス・レジスタのビット定義については、セクション 2.3 を参照して下さい。

ローカル・ダイオードと 3 つのリモート・ダイオードは、A/D コンバータによって順番にサンプリングされます。 $\overline{T_CRIT_A}$ 出力とステータス・レジスタのフラグは、A/D 変換完了時に更新されます。ビットが立っているステータス・レジスタを読み出したときに、温度読み取り結果が T_CRIT 設定ポイントより同じか下回っていれば、Figure 6 に示すように $\overline{T_CRIT_A}$ とステータス・レジスタ・フラグはリセットされます。Figure 7 に、 $\overline{T_CRIT_A}$ 出力と関連回路の簡略化したブロック図を示します。



* Note: ステータス・レジスタのビットは、レジスタの読み出しによりリセットされます。

FIGURE 6. $\overline{T_CRIT_A}$ Temperature Response Diagram

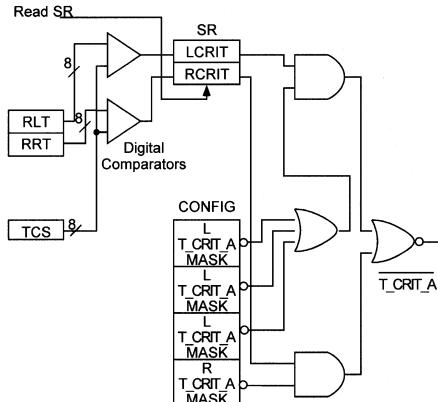


FIGURE 7. $\overline{T_CRIT_A}$ output related circuitry logic diagram

各温度読み取りのマスク・ビットは、セクション 2.5 に示すように、コンフィギュレーション・レジスタに置かれています。マスク・ビットが “1” にセットされているとき、そのビットに対応するステータス・フラグは温度読み取り結果によってセットされることはありませんが、 $\overline{T_CRIT_A}$ 出力には伝えられません。コンフィギュレーション・レジスタのビット D5 および D3 (“Remote T_CRIT_A mask” と記されている) は、 $\overline{T_CRIT_A}$ 出力が正しく機能するために、 T_CRIT の設定ポイントが下げられる前に 1 にセットしなければなりません。⁴ 4 つのマスク・ビットすべてをセットするか、 T_CRIT 設定ポイントを 127 にすれば、 $\overline{T_CRIT_A}$ 出力はディスエーブルとなります。

1.0 機能説明(つづき)

- 1.4 電源投入時にリセットされるデフォルト状態
LM82 は、電源投入時には常に既知の状態にあります。
1. コマンド・レジスタは 00h に設定
 2. ローカル温度は 0 に設定
 3. LM82 が D+ および D- 入力端子間のダイオードを検出するまで、リモート温度は 0 に設定
 4. ステータス・レジスタは 00h に設定
 5. コンフィギュレーション・レジスタを "00H" に設定します。INT 出力と T_CRIT 設定ポイントがイネーブルとなり、T_CRIT_A 出力をアサートできるようになります。
 6. ローカルおよびリモート T_CRIT は 127 に設定

1.5 SMBus インタフェース

LM82 は、SMBus 上でスレーブとして動作します。このとき、SMBCLK ラインはクロック入力として (LM82 自身はクロックを発生しません。) および SMBData ラインは双方向にデータラインとして動作します。SMBus の規定に準じて、LM82 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 Bit 4 (A3) は LM82 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 1 としてハードウェア配線されています。その他のアドレス・ビットは、アドレス・セレクト端子 ADD1 および ADD0 の状態によってコントロールされ、これらの端子を low(0) に対してはグランドに、high(1) に対しては V_{CC} に接続するか、またはフローティング状態 (TRI-LEVEL) に放置して設定します。

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。

A6	A5	A4	1	A2	A1	A0
MSB						LSB

特定のアドレスは下の表に従って選択します。

Address Select Pin State		LM82 SMBus Slave Address
ADD0	ADD1	A6:A0 binary
0	0	001 1000
0	TRI-LEVEL	001 1001
0	1	001 1010
TRI-LEVEL	0	010 1001
TRI-LEVEL	TRI-LEVEL	010 1010
TRI-LEVEL	1	010 1011
1	0	100 1100
1	TRI-LEVEL	100 1101
1	1	100 1110

LM82 は、最初の SMBus の読み取りまたは書き込みの間、アドレス選択端子の状態をラッチしています。SMBus 上のデバイスの読み取りまたは書き込みのためのファーストバイト送信後であればアドレス選択端子の状態を変更しても、LM82 のスレーブ・アドレスは変更されません。

1.6 温度データフォーマット

温度データは、ローカルおよびリモート温度レジスタ、T_CRIT および HIGH 設定ポインタ・レジスタから読み出され、T_CRIT および HIGH 設定ポインタ・レジスタには温度データを書き込みます。温度データは、1 LSB が 1 に相当する 8 ビット分解能 (7 ビット + サイン) を持ち、2 の補数バイトで表わされます。

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+125°C	0111 1101	7Dh
+25°C	0001 1001	19h
+1°C	0000 0001	01h
0°C	0000 0000	00h
-1°C	1111 1111	FFh
-25°C	1110 0111	E7h
-55°C	1100 1001	C9h

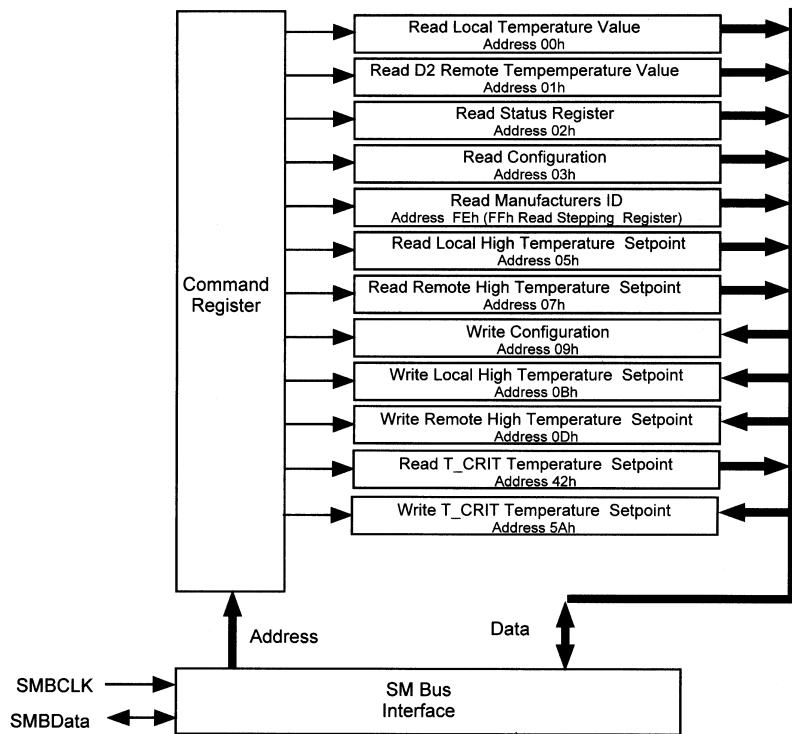
1.7 オープン・ドレイン出力

SMBData、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。これにより、LM82 の内部発熱に起因する内部温度読み出し値の誤差を最小限に抑えられます。プルアップ抵抗の最大値は、LM82 の High Level Output Current 特性に基づいて求められ、2.1V の high レベル (TTL の high レベル) を得るには 30kΩ に設定します。ノイズの多いシステムでは、ハイ・インピーダンスのプルアップ抵抗ではカップリング・ノイズが信号に乗りやすいので注意して下さい。

1.8 ダイオード障害検出

各外部ダイオード出力の変換に先だって、LM82 には、一連の外部ダイオード障害検出シーケンスが適用されます。D+ 入力が V_{CC} に短絡されたり、フローティングされている場合は、温度読み出し値が +127 になります。ステータス・レジスタの OPEN ビットがセットされます。T_CRIT 設定ポイントが +127 未満に設定されている場合は、ステータス・レジスタの D+ 入力 RTCRIT ビットがセットされ、その結果、有効にしてある場合、T_CRIT_A 出力がアクティブになります。D+ が GND または D- に短絡されている場合は、温度読み出し値は 0 になります。ステータス・レジスタの OPEN ビットはセットされません。

1.0 機能説明(つづき)



DS101297-9

1.9 LM82 との通信

LM82 には、コマンドレジスタによって選択される 13 個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" のローカル読み出し温度レジスタに設定されます。電源を再投入しない限りコマンドレジスタは、最後に設定されたレジスタが次にレジスタを設定するまで保持されます。温度データが T_CRIT_A と INT を超えていない限りステータスレジスタを読むことによってその出力はリセットされます。セクション1.2 とセクション1.3 を参照して下さい。すべての他のレジスタは、あらかじめ読み出し専用か、書き込み専用として定義されています。

LM82への書き込みは、常にアドレスバイトとコマンドバイトが必要です。各レジスタへの書き込みには、1 データバイト(8 ビット幅)が必要です。

LM82の読み出しが次の2つの方法のうちどちらかによって行われます。

1. コマンドレジスタによってラッチされたレジスタが同じ場合には(温度データが最も頻繁にLM82から読み出されるデータなので、大抵の場合には、コマンドレジスタは読み出し温度レジスタの1つを指定することが予想されます)読み出しがアドレスバイト(1 データバイト)とこれに続くデータバイトのみで構成されます。
2. コマンドレジスタの設定が必要な場合には、アドレスバイト+コマンドバイト、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。

温度レジスタのデータバイトは、MSB ファースト形式です。読み出し終了時に、LM82 はマスターから認識(Acknowledge)または未認識(No Acknowledge)のどちらかを受信します(未認識は、一般的にマスター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)。

1.10 シリアル・インターフェースのエラー・リカバリ

LM82 は SMBus 1.1 に準拠しており、SMBData または SMBCLK が 40ms 以上 low (TIMEOUT) に保持されたとき、SMBus ラインをリセットしてアイドル状態にします。また SMBData または SMBCLK が、25ms 以上 low に保持された場合でも、LM82 内部のタイミングの関係から SMBus インタフェース論理をリセットすることができます。SMBus の TIMEOUT 機能は、LM82 が low を出力しているときにマスターがリセットされるような状況での SMBus ラインのリカバリを実現し、バスのロックアップを防いでいます。

LM82 はスタート状態を検出すると、通信を行うために LM82 のシリアル・インターフェースをリセットし、続いてアドレス・バイトの受信を待ちます。この方法により、LM82 が HIGH を転送している間にマスターがリセットされたときのリカバリが単純化されています。

1.0 機能説明(つづき)

2.0 LM82 のレジスタ

2.1 コマンド・レジスタ

読み出しましたは書き込みが行われるレジスタを選択します。このレジスタのデータは、SMBus書き込み通信のコマンド・バイト期間に送信します。

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
0	Command Select						

P0 ~ P7: コマンド・セレクト。

Command Select Address	Power On Default State		Register Name	Register Function
<P7:P0> hex	<D7:D0> binary	<D7:D0> decimal		
00h	0000 0000	0	RLT	Read Local Temperature
01h	0000 0000	0	RRT	Read Remote Temperature
02h	0000 0000	0	RSR	Read Status Register
03h	0000 0000	0	RC	Read Configuration
04h	0000 0000	0		Reserved
05h	0111 1111	127	RLHS	Read Local HIGH Setpoint
06h				Reserved
07h	0111 1111	127	RRHS	Read Remote HIGH Setpoint
08h				Reserved
09h	0000 0000		WC	Write Configuration
0Ah				Reserved
0Bh	0111 1111	127	WRHS	Write Local HIGH Setpoint
0Ch				Reserved
0Dh	0111 1111	127	WLHS	Write Local HIGH Setpoint
0Eh-2Fh				Reserved for Future Use
30h-31h	0000 0000	0		Reserved
32h-34h				Reserved for Future Use
35h	0000 0000	0		Reserved
36h-37h				Reserved for Future Use
38h	0111 1111	127		Reserved
39h				Reserved for Future Use
3Ah	0111 1111	127		Reserved
3Bh-41h				Reserved for Future Use
42h	0111 1111	127	RTCS	Read T_CRIT Setpoint
43h-4Fh				Reserved for Future Use
50h	0111 1111	127		Reserved
51h				Reserved for Future Use
52h	0111 1111	127		Reserved
53h-59h				Reserved for Future Use
5Ah	0111 1111	127	WTCS	Write T_CRIT Setpoint
5Ch-6Fh and F0h-FDh				Reserved for Future Use
FEh	0000 0001	1	RMID	Read Manufacturers ID
FFh		1	RSR	Read Stepping or Die Revision Code

1.0 機能説明(つづき)

2.2 ローカルおよびリモート温度レジスタ (LT、RT)

(読み出し専用アドレス 00h、01h)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MSB	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	LSB

D7 ~ D0: 温度データ。2の補数表示で $1LSB = 1^\circ$ 。

2.3 ステータス・レジスタ

(読み出し専用アドレス 02h)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	LHIGH	0	RHIGH	0	OPEN	RCRIT	LCRIT

電源投入時のデフォルトは全ビット "0" です。

D0: LCRIT: "1" のとき、ローカル・ダイオードのクリティカル温度アラームを示します。

D1: D2CRIT: "1" のとき、リモート・ダイオードのクリティカル温度アラームを示します。

D2: D2OPEN: "1" のとき、リモート・ダイオードが接続されていないことを示します。

D4: D2RHIGH: "1" のとき、リモート・ダイオードの HIGH 温度アラームを示します。

D6: LHIGH: "1" のとき、ローカル・ダイオードの HIGH 温度アラームを示します。

D7、D5、D3: 将来の拡張用で、常に "0" です。

2.4 製造メーカ ID およびダイのリビジョン(ステッピング)レジスタ

(読み出しアドレス FEh および FFh) 製造メーカ ID (FEh) のデフォルト値は 01h です。

2.5 構成レジスタ

(読み出しアドレス 03h、書き込みアドレス 09h)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
INT mask	0	Remote T_CRIT_A mask	Remote T_CRIT_A mask	Remote T_CRIT_A mask	Local T_CRIT_A mask	INT Inversion	0

電源投入時のデフォルト値は全ビット "0" です。

D7: INT マスク。1 に設定されたとき、INT 割り込みがマスクされます。

D5: T_CRIT マスク・ビットで、T_CRIT_A ビンが正しく機能するため、T_CRIT の設定ポイントが 127 より下げられる前に 1 にセットしなければなりません。

D4: リモート温度 の T_CRIT マスク・ビットで、"1" のときリモート温度 の読み取り温度が T_CRIT を超えても T_CRIT_A ビンはアクティブになりません。

D3: T_CRIT マスク・ビットで、T_CRIT_A ビンが正しく機能するため、T_CRIT の設定ポイントが 127 より下げられる前に 1 にセットしなければなりません。

D2: ローカル・ダイオード の T_CRIT マスク・ビットで、"1" のときローカル・ダイオードの読み取り温度が T_CRIT を超えても T_CRIT_A ビンはアクティブになりません。

D1: INT 出力の極性設定です。このビットが "1" のとき、INT はアクティブハイになります。また、このビットが "0" のとき、INT はアクティブローになります。

D6 および D0: 将来の拡張用で、常に "0" です。"1" を書き込んでも読み出しあは "0" になります。

2.6 ローカルおよびリモート HIGH 設定ポイント・レジスタ (LHS、RHS)

(読み出しアドレス 05h、07h/書き込みアドレス 0Bh、0Dh)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MSB	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	LSB

D7 ~ D0: HIGH 設定ポイント・データ。電源投入時のデフォルトは LHIGH = RHIGH = 127 です。

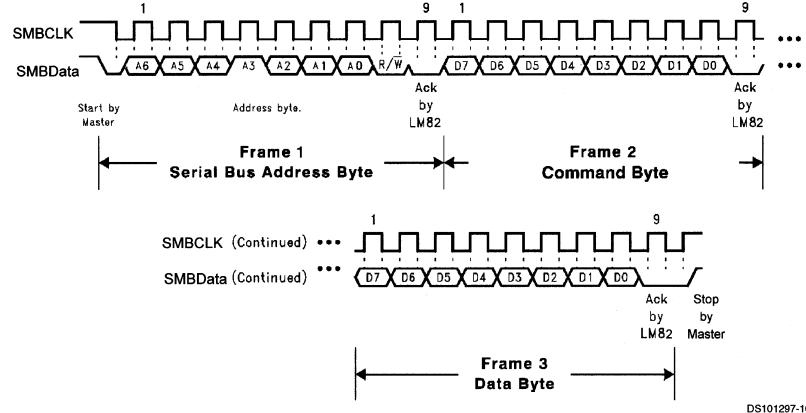
2.7 T_CRIT レジスタ (TCS)

(読み出しアドレス 42h/書き込みアドレス 5Ah)

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
MSB	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	LSB

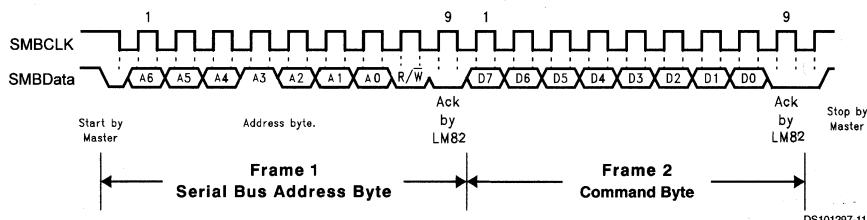
D7 ~ D0: T_CRIT 設定ポイント・データ。電源投入時のデフォルトは T_CRIT = 127 です。

3.0 SMBus タイミング図



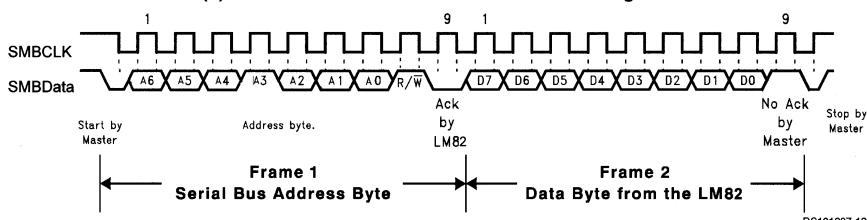
DS101297-10

(a) Serial Bus Write to the internal Command Register followed by a the Data Byte



DS101297-11

(b) Serial Bus Write to the internal Command Register



DS101297-12

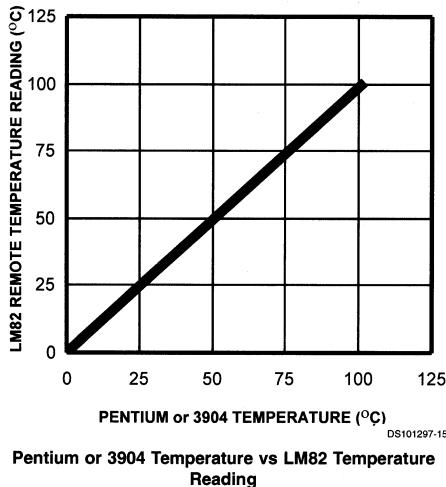
(c) Serial Bus Read from a Register with the Internal Command Register preset to desired value.

FIGURE 8. Serial Bus Timing Diagrams

4.0 アプリケーション・ヒント

LM82 は、他の IC 温度センサと同様な方法で容易に応用でき、そのリモート・ダイオード検出機能によって、新しい方法でも使用可能になっています。LM82 はプリント回路基板にハンダ付けでき、ダイと端子との間が最良の熱伝導率の経路になっているので、LM82 の温度は、その端子にハンダ付けされているプリント回路基板のランドやトレースの温度を効率よく反映します。ただし、これは、周囲空気温度がプリント回路基板の表面温度とほとんど同じである前提において成立します。周囲空気温度が基板の表面温度よりもずっと高かったり、低かった場合は、LM82 のダイの実際の温度は基板表面温度と周囲空気温度との間の温度になります。主要な熱伝導経路はやはりリードを介してであり、したがって、回路基板の温度の方が、周囲空気温度よりもはるかに大きくダイ温度に寄与します。

LM82 で外界の温度を測定するには、リモート・ダイオードを使用します。測定対象 IC 内部のダイオード接続を利用することで、LM82 の温度とは独立して対象となる IC の温度を測定できます。LM82 は、Figure 9 に示すように、Pentium II プロセッサ内部のリモート・ダイオードを測定するように最適化されています。ディスクリート・ダイオードを使用しても、外部の対象物または周囲空気の温度を検出できます。ディスクリート・ダイオードの温度は、リードの温度に影響を受け、多くの場合はその温度に支配されるということを忘れないでください。



大抵のシリコン・ダイオードは、LM82 でそれ自体の温度を測定する用途には適していません。コレクタをベースに接続した 2N3904 トランジスタのベースとエミッタに D+、D- を接続してを使用することを推奨します。

ダイオード接続した 2N3904 は、温度測定に使用できる Pentium マイクロプロセッサ上の接合に近似しています。したがって、LM82 はこのダイオードの温度を効率的に検出できます。

4.1 ダイオードの非理想係数による測定精度に対する効果

今日のリモート温度センサで使用されている方法は、ダイオードの 2 つの異なる動作点における V_{BE} の変化を測定するというものです。N:1 のバイアス電流比に対して、この差は次式で求められます。

$$\Delta V_{BE} = \eta \frac{kT}{q} \ln(N)$$

ここで、

- η は、ダイオードの製造工程上の非理想係数
- q は電子の電荷量
- k はボルツマンの定数
- N は電流比
- T は「K 単位の絶対温度

そこで、温度センサは ΔV_{BE} を測定し、デジタル・データに変換します。上の式で、 k と q は完全に定義されている全世界的定数であり、 N は温度センサによってコントロールされるパラメータです。その他のただ 1 つのパラメータが η であり、これは測定に使用されるダイオードによって変わります。 ΔV_{BE} は η と T の両方に比例するので、 η の変動は温度の変動と区別できません。非理想係数は、温度センサによってはコントロールされないので、センサの不正確さに直接加算されます。Pentium II については、インテル社は部品別の η の変動範囲を $\pm 1\%$ に規定しています。例として、温度センサの 25 °C の室温における精度仕様が $\pm 3\%$ であり、使用するダイオード製造工程の非理想変動範囲が $\pm 1\%$ であるとします。結果の、室温における温度センサの精度は次のようにになります。

$$T_{ACC} = \pm 3^\circ\text{C} + (\pm 1\% \text{ of } 298 \text{ }^\circ\text{K}) = \pm 6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

各温度センサは、それと対になるリモート・ダイオードを使用して互いに校正すれば、 η に起因する温度測定上の新たな不正確さを排除できます。

4.2 ノイズを最小限に押さえるための PCB レイアウト
プロセッサのマザーボードのようにノイズの多い環境では、プリント基板のレイアウトに対する配慮が極めて重要です。リモート温度ダイオード・センサと LM82 との間をつなぐトレースに誘導されるノイズが、温度変換誤差の原因になることがあります。レイアウトについては、以下のガイドラインを守ってください。

1. V_{CC} 端子の出来る限り近くに $0.1\mu\text{F}$ の電源バイパス・コンデンサを配置し、D+ および D- 端子の出来る限り近くに 2.2nF の推奨値のコンデンサを配置します。 2.2nF のコンデンサまでの両トレースを必ず一致させるようにします。
2. バイパス・コンデンサの推奨値は 2200pF ですが、実際には 200pF から 3300pF の範囲であれば構いません。また平均温度精度はコンデンサの容量を変えても影響はありません。ただし、コンデンサ容量を大きくすると、差動ノイズ誤差が温度読み取りに影響を与えるコーナー周波数が低くなり、結果として読み取りは安定します。逆にコンデンサ容量を小さくすると、コーナー周波数が高くなり、読み取りの安定度は低下します。
3. 理想的には、LM82 はプロセッサ・ダイオードの両端子から 10cm 以内に配置し、両者間の両トレースを可能な限り直線にし、かつ同じにします。 1Ω の配線抵抗で 1°C の誤差が生じます。
4. ダイオード用トレースを上下いずれかの面で、可能であれば上下両面で GND のガード・リングで囲みます。この GND ガードは D+ ラインと D- ラインとの間にあってはなりません。ダイオード・ラインへのノイズの結合が避けられない場合は、同相で結合させる、つまり D+ および D- 両ラインへの結合量を一致させることが理想的です (Figure 10 を参照)。
5. ダイオード用トレースは、電源スイッチング用やフィルタ用のインダクタに近接させて配線しないようにします。
6. ダイオード用トレースは、高速デジタル・ラインやバス・ラインと近接させたり、並行に配線しないようにします。ダイオード・トレースは、高速デジタル・トレースとは最低 2cm は離しておかなければなりません。

4.0 アプリケーション・ヒント(つづき)

7. 高速デジタル・トレースと交差させる必要がある場合は、ダイオード用トレースと高速デジタル・トレースとは90°の角度で交差させるようにして下さい。
8. LM82のGND端子の理想的な接続配置は、測定ダイオードにつながるプロセッサのGNDに可能な限り近接させることです。
9. D+とGND間のリーク電流を最小に抑えるようにします。InAのリーク電流があると、ダイオードの温度読み取りに±1°の誤差を生じます。プリント基板を清潔な状態に保つことで、リーク電流を抑えることができます。

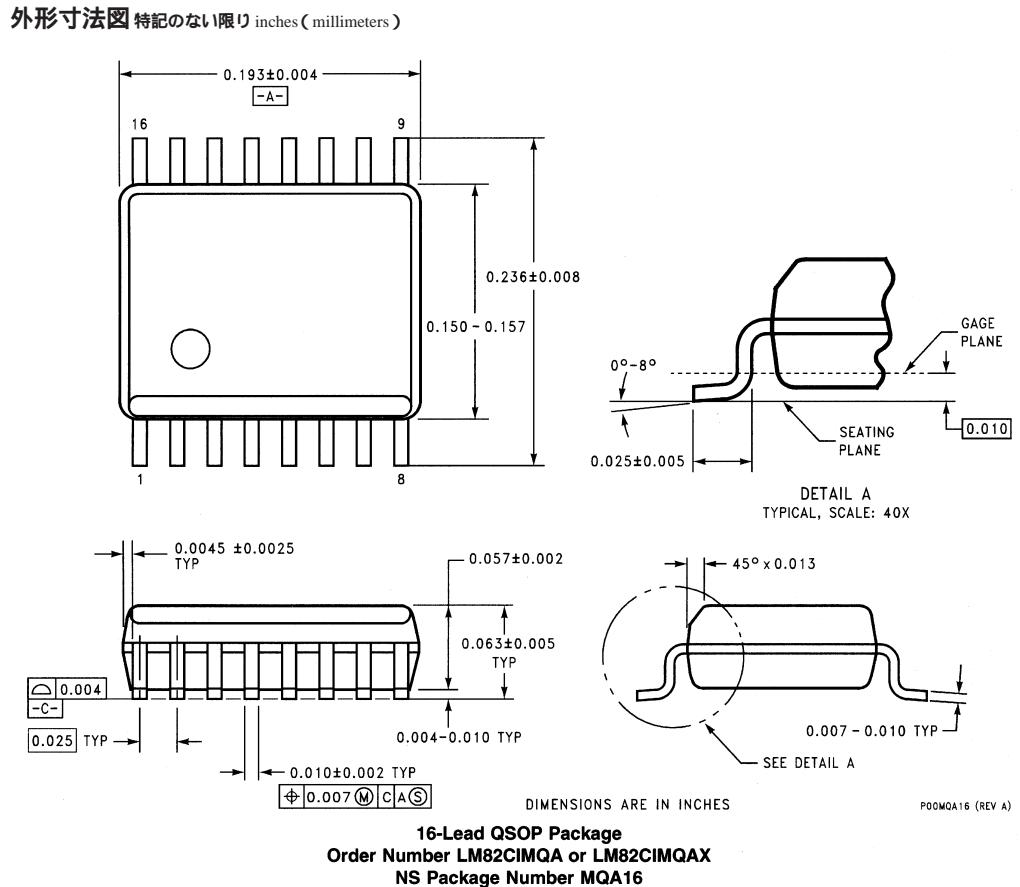
デジタル信号へのクロストーク・ノイズが $300mV_{pp}$ (ヒステリシス電圧の TYP 値) より大きい場合や、 V_{CC} または GND に対して 500mV を超えるオーバー・シートまたはアンダー・シートがあると、LM82 の SMBus の伝送は正常に行われない可能性があります。 SMBus から ack(認識)応答が返されないのが最も一般的な現象であり、その結果、バス上に不要な区間(low 状態に保持された期間)が発生します。 SMBus の最高通信周波数は比較的低い(最高 100kHz)ですが、それでも、SMBus は、それにつらなる多数のデバイスや長いプリント回路基板のトレースによりシステム内で適切な終端を保証するよう注意が必要です。



FIGURE 10. Ideal Diode Trace Layout

LM82 の SMBCLK 入力には、-3dB のコーナー周波数が約 40MHz となる RC ローパス・フィルタが内蔵されています。さらに SMBData と SMBCLK に、ノイズおよびリングを抑止するためにシリーズ抵抗を挿入しても構いません。また SMBData および SMBCLK 配線と高速なデジタル信号を基板層間で交差させる場合は直角とし、あわせてクロストークを抑えるため、デジタル信号はスイッチング電源部 (VRM) からなるべく離して配線して下さい。

LM82 2線式インターフェース対応 リモート・ダイオード入力およびロード・デジタル温度センサ



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 <http://www.nsjk.co.jp/>

製品に関するお問い合わせはカスタマ・レスポンス・センタのフリーダイヤルまでご連絡ください。 **0120-666-116**



この紙は再生紙を使用しています

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承下さい。

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ご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に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おりません。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、保証もしくは是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ぬ場合もあります。

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公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。

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. 湿度環境

- 温度：0～40°C、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。）

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、かつ不公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おりません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」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件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もされていませんし、また使用されることを意図されておりません。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。

- 直射日光があたる状態で保管・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°C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