

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

概要

MAX1619は、リモートセンサ温度及びIC自身のパッケージ温度を測定する高精度デジタル温度デバイスです。リモートセンサはダイオード接続NPNトランジスタ(低価格の2N3904等の実装容易なもの)であり、従来のサーミスタ又は熱電対を置き換えます。キャリブレーションなしで、複数のトランジスタメーカーに対し ± 3 のリモート精度を実現しています。リモートチャンネルは、ダイオード接続トランジスタを内蔵するマイクロプロセッサなど、他のICのチップ温度を測定することもできます。

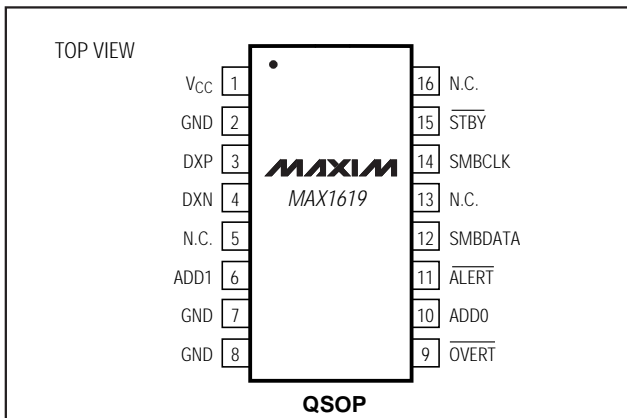
2線シリアルインタフェースにより、システムマネジメントバス(SMBus™)の標準のバイト書込み、バイト読取り、バイト送信及びバイト受信コマンドを受け付け、警報スレッシュホールドの設定及び温度データの読取りを行います。データフォーマットは7ビットプラス符号の2の補数形式となっており、各ビットが1 を表します。測定は自動的かつ独立に行われます。変換速度はユーザによる設定、あるいはシングルショットモードでの動作に設定できます。変換速度が調整可能であるため、消費電流の制御が可能です。

MAX1619は好評のMAX1617Aとほぼ同一ですが、リモート温度にตอบสนองする高温警報出力(OVERT)が追加されています。この機能はファン制御に最適です。

アプリケーション

デスクトップ及び	工業用制御
ノートブックコンピュータ	電話局の電気通信機器
スマートバッテリーパック	試験及び測定
LANサーバ	マルチチップモジュール

ピン配置



SMBusはIntel Corp.の商標です。

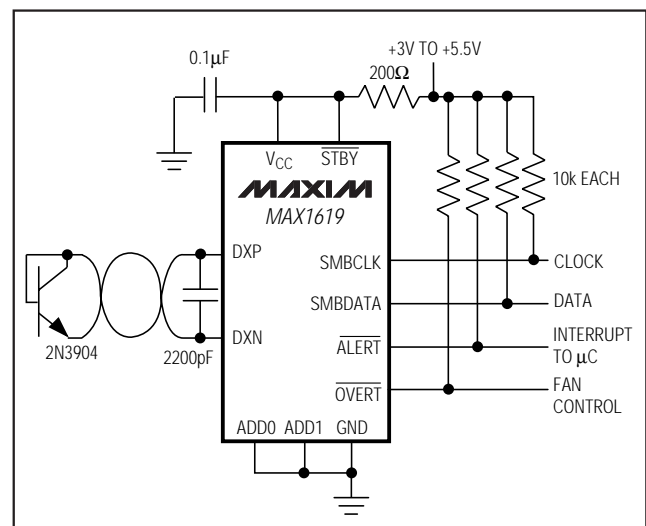
特長

- ◆ 2チャンネル：リモートとローカルの温度を測定
- ◆ キャリブレーション不要
- ◆ SMBus 2線シリアルインタフェース
- ◆ プログラマブル低温/高温警報
- ◆ ファン制御用のOVERT出力
- ◆ SMBusアラート応答をサポート
- ◆ メーカー及びデバイスIDコードをサポート
- ◆ 精度：
 - ±2 (+60 ~+100、ローカル)
 - ±3 (-40 ~+125、ローカル)
 - ±3 (+60 ~+100、リモート)
- ◆ スタンバイ消費電流：3 μ A(typ)
- ◆ 自動変換モードにおける消費電流：70 μ A(max)
- ◆ 電源電圧：+3V~+5.5V
- ◆ Write-Once(一回書込み)保護
- ◆ パッケージ：小型16ピンQSO8

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1619MEE	-55°C to +125°C	16 QSO8

標準動作回路



リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V _{CC} to GND	-0.3V to +6V
DXP, ADD ₀ to GND	-0.3V to (V _{CC} + 0.3V)
DXN to GND	-0.3V to +0.8V
SMBCLK, SMBDATA, ALERT, OVERT, STBY to GND	-0.3V to +6V
SMBDATA, ALERT, OVERT Current	-1mA to +50mA
DXN Current	±1mA
ESD Protection (all pins, Human Body Model)	2000V

Continuous Power Dissipation (T _A = +70°C)	
QSOP (derate 8.30mW/°C above +70°C)	667mW
Operating Temperature Range	-55°C to +125°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10sec)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.3V, T_A = 0°C to +85°C, configuration byte = XCh, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC AND POWER SUPPLY						
Temperature Resolution (Note 1)	Monotonicity guaranteed		8			Bits
Initial Temperature Error, Local Diode (Note 2)	T _A = +60°C to +100°C		-2		2	°C
	T _A = 0°C to +85°C		-3		3	
Temperature Error, Remote Diode (Notes 2, 3)	T _R = +60°C to +100°C		-3		3	°C
	T _R = -55°C to +125°C (Note 4)		-5		5	
Temperature Error, Local Diode (Notes 1, 2)	Including long-term drift	T _A = +60°C to +100°C	-2.5		2.5	°C
		T _A = 0°C to +85°C	-3.5		3.5	
Supply Voltage Range			3.0		5.5	V
Undervoltage Lockout Threshold	V _{CC} input, disables A/D conversion, rising edge		2.60	2.80	2.95	V
Undervoltage Lockout Hysteresis				50		mV
Power-On Reset Threshold	V _{CC} , falling edge		1.0	1.7	2.5	V
POR Threshold Hysteresis				50		mV
Standby Supply Current	Logic inputs forced to V _{CC} or GND	SMBus static		3	10	μA
		Hardware or software standby, SMBCLK at 10kHz		5		
Average Operating Supply Current	Autoconvert mode, average measured over 4sec. Logic inputs forced to V _{CC} or GND.	0.25 conv/sec		35	70	μA
		2.0 conv/sec		120	180	
Conversion Time	From stop bit to conversion complete (both channels)		94	125	156	ms
Conversion Rate Timing Error	Auto-convert mode		-25		25	%
Remote-Diode Source Current	DXP forced to 1.5V	High level	80	100	120	μA
		Low level	8	10	12	
DXN Source Voltage				0.7		V
Address Pin Bias Current	ADD0, ADD1; momentary upon power-on reset			160		μA

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.3V, T_A = 0°C to +85°C, configuration byte = XCh, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SMBus INTERFACE					
Logic Input High Voltage	\overline{STBY} , SMBCLK, SMBDATA; V _{CC} = 3V to 5.5V	2.2			V
Logic Input Low Voltage	\overline{STBY} , SMBCLK, SMBDATA; V _{CC} = 3V to 5.5V			0.8	V
Logic Output Low Sink Current	\overline{ALERT} , \overline{OVERT} , SMBDATA forced to 0.4V	6			mA
\overline{ALERT} , \overline{OVERT} Output High Leakage Current	\overline{ALERT} , \overline{OVERT} , forced to 5.5V			1	μA
Logic Input Current	Logic inputs forced to V _{CC} or GND	-1		1	μA
SMBus Input Capacitance	SMBCLK, SMBDATA		5		pF
SMBus Clock Frequency	(Note 5)	DC		100	kHz
SMBCLK Clock Low Time	t _{LOW} , 10% to 10% points	4.7			μs
SMBCLK Clock High Time	t _{HIGH} , 90% to 90% points	4			μs
SMBus Start-Condition Setup Time		4.7			μs
SMBus Repeated Start-Condition Setup Time	t _{SU:STA} , 90% to 90% points	500			ns
SMBus Start-Condition Hold Time	t _{HD:STA} , 10% of SMBDATA to 90% of SMBCLK	4			μs
SMBus Stop-Condition Setup Time	t _{SU:STO} , 90% of SMBCLK to 10% of SMBDATA	4			μs
SMBus Data Valid to SMBCLK Rising-Edge Time	t _{SU:DAT} , 10% or 90% of SMBDATA to 10% of SMBCLK	250			ns
SMBus Data-Hold Time	t _{HD:DAT} (Note 6)	0			μs
SMBCLK Falling Edge to SMBus Data-Valid Time	Master clocking in data			1	μs

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +3.3V, T_A = -55°C to +125°C, configuration byte = XCh, unless otherwise noted.) (Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ADC AND POWER SUPPLY					
Temperature Resolution (Note 1)	Monotonicity guaranteed	8			Bits
Initial Temperature Error, Local Diode (Note 2)	T _A = +60°C to +100°C	-2		2	°C
	T _A = -55°C to +125°C	-3		3	
Temperature Error, Remote Diode (Notes 2, 3)	T _R = +60°C to +100°C	-3		3	°C
	T _R = -55°C to +125°C	-5		5	
Supply Voltage Range		3.0		5.5	V
Conversion Time	From stop bit to conversion complete (both channels)	94	125	156	ms
Conversion Rate Timing Error	Autoconvert mode	-25		25	%

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

($V_{CC} = +3.3V$, $T_A = -55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, configuration byte = XCh, unless otherwise noted.) (Note 4)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SMBus INTERFACE					
Logic Input High Voltage	\overline{STBY} , \overline{SMBCLK} , $\overline{SMBDATA}$	$V_{CC} = 3V$	2.2		V
		$V_{CC} = 5.5V$	2.4		
Logic Input Low Voltage	\overline{STBY} , \overline{SMBCLK} , $\overline{SMBDATA}$; $V_{CC} = 3V$ to $5.5V$			0.8	V
Logic Output Low Sink Current	\overline{ALERT} , \overline{OVERT} , $\overline{SMBDATA}$ forced to $0.4V$	6			mA
\overline{ALERT} , \overline{OVERT} Output High Leakage Current	\overline{ALERT} , \overline{OVERT} forced to $5.5V$			1	μA
Logic Input Current	Logic inputs forced to V_{CC} or GND	-2		2	μA

Note 1: Guaranteed but not 100% tested.

Note 2: Quantization error is not included in specifications for temperature accuracy. For example, if the MAX1619 device temperature is exactly $+66.7^{\circ}C$, the ADC may report $+66^{\circ}C$, $+67^{\circ}C$, or $+68^{\circ}C$ (due to the quantization error plus the $+1/2^{\circ}C$ offset used for rounding up) and still be within the guaranteed $\pm 1^{\circ}C$ error limits for the $+60^{\circ}C$ to $+100^{\circ}C$ temperature range (Table 2).

Note 3: A remote diode is any diode-connected transistor from Table 1. T_R is the junction temperature of the remote diode. See *Remote Diode Selection* for remote diode forward voltage requirements.

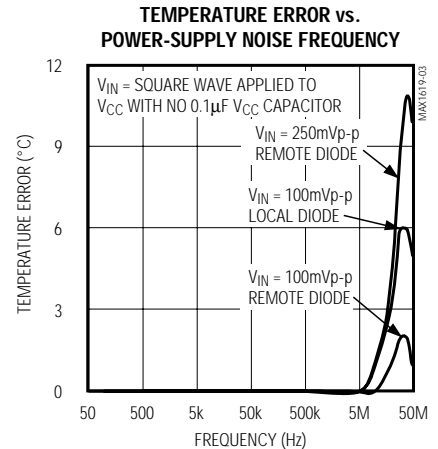
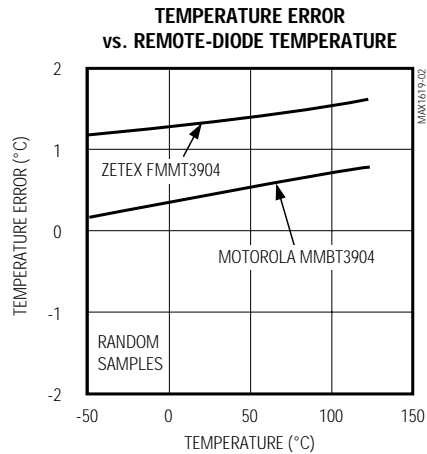
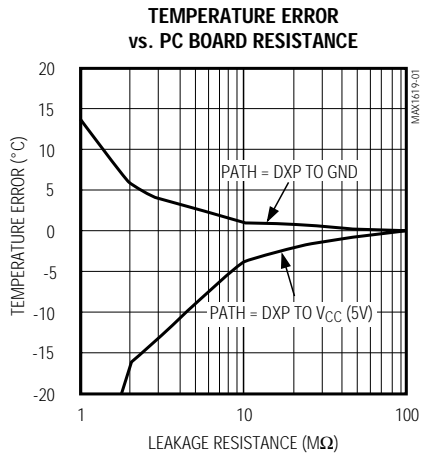
Note 4: Specifications from $-55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

Note 5: The SMBus logic block is a static design that works with clock frequencies down to DC. While slow operation is possible, it violates the 10kHz minimum clock frequency and SMBus specifications, and may monopolize the bus.

Note 6: Note that a transition must internally provide at least a hold time in order to bridge the undefined region (300ns max) of \overline{SMBCLK} 's falling edge.

標準動作特性

($T_A = +25^{\circ}C$, unless otherwise noted.)

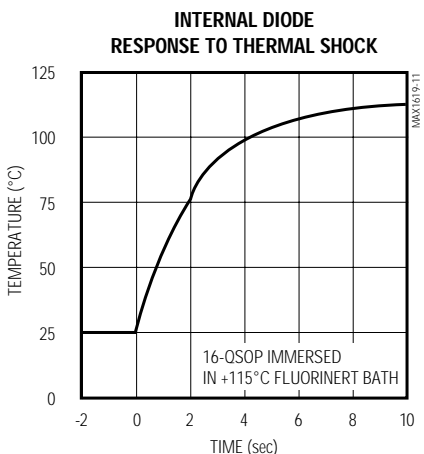
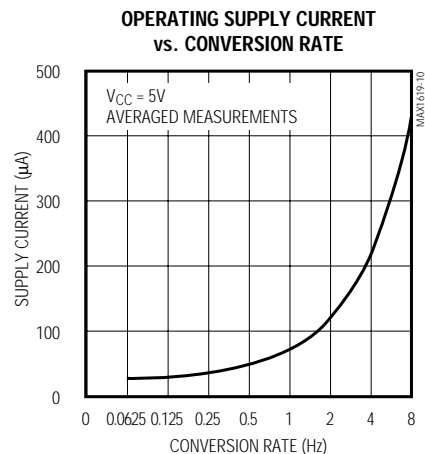
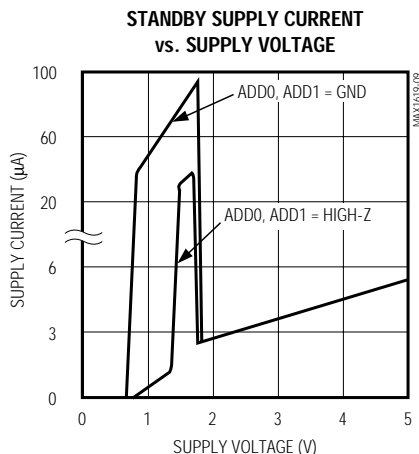
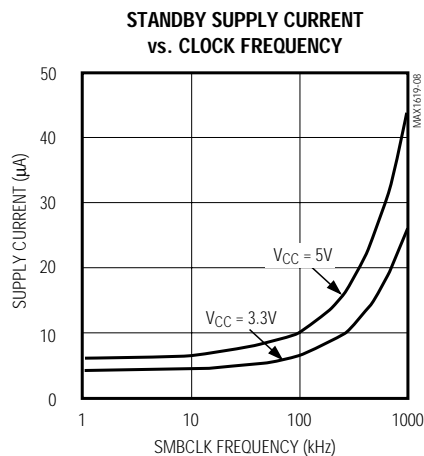
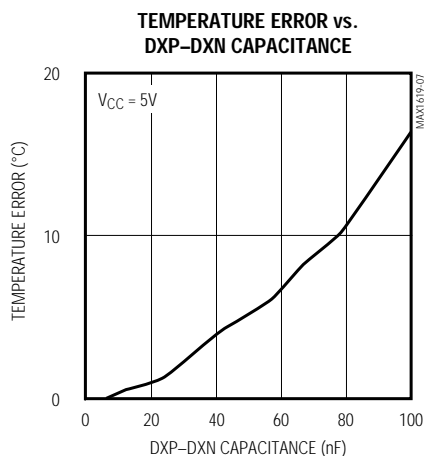
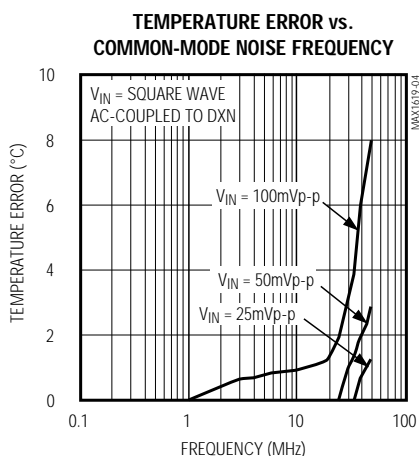


リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

標準動作特性(続き)

($T_A = +25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)



リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

端子説明

端子	名称	機能
1	V _{CC}	電源電圧入力(3V ~ 5.5V)。0.1μFコンデンサでGNDにバイパスして下さい。ノイズをさらに除去するために200Ωの直列抵抗を推奨しますが、必ずしも必要ではありません。
2	GND	内部接続されていません。V _{CC} からDXPへのリーク経路を抑制するためにGNDに接続してください。
3	DXP	電流ソースとリモートダイオードチャンネル用のA/D正入力との組合せ。DXPをフローティングのままにしないで下さい。リモートダイオードを使用しない場合はDXPをDXNに接続して下さい。ノイズフィルタリング用に、2200pFコンデンサをDXPとDXNの間に接続して下さい。
4	DXN	電流シンクとA/D負入力との組合せ。DXNは通常グランドよりもダイオード電圧だけ上にバイアスされています。
5, 13, 16	N.C.	無接続。内部接続されていません。プリント基板の配線に使用できます。
6	ADD1	SMBusアドレス選択ピン(表8)。ADD0及びADD1はパワーアップ時にサンプリングされます。フローティング時にアドレスピンに過剰な容量(50pF以上)があるとアドレス認識に障害が発生する場合があります。
7, 8	GND	グランド
9	$\overline{\text{OVERT}}$	高温警報出力(オープンドレイン)。これはリモートダイオードの温度だけに応答するラッチなしの警報出力です。
10	ADD0	SMBusスレーブアドレス選択ピン
11	$\overline{\text{ALERT}}$	SMBusアラート(割込み)出力、オープンドレイン
12	SMBDATA	SMBusシリアルデータ入力/出力、オープンドレイン
14	SMBCLK	SMBusシリアルクロック入力
15	$\overline{\text{STBY}}$	ハードウェアスタンバイ入力。スタンバイモードにおいては、温度及び比較スレッシュホールドデータが保持されます。ロー = スタンバイモード、ハイ = 動作モード。

詳細

MAX1619は、温度調節、プロセス制御又は監視用に外部マイクロコントローラ(μC)やその他のインテリジェント機器と併用するための温度センサです。μCには電源管理又はキーボードコントローラ等があり、汎用入出力(GPIO)ピンの「ビットバンギング」又は専用SMBusインタフェースブロックを通じてSMBusシリアルコマンドを発生させます。

実質的に高機能フロンドエンド付の8ビットシリアルアナログデジタルコンバータ(ADC)であるMAX1619は、スイッチド電流ソース、マルチプレクサ、ADC、SMBusインタフェース及び付属制御ロジックを備えています(図1)。ADCからの温度データは、2つのデータレジスタ(ローカル及びリモート)にロードされます。リモート温度データは、予め4つの温度警報レジスタに保存されていたデータと自動的に比較されます。1ペアの警報スレッシュホールドレジスタは、ヒステリシス式ファン制御に使用されます。他の1ペアは警報割込みに使用されます。又、ローカル温度データを監視することができます。

ADC及びマルチプレクサ

ADCは、各チャンネルを60ms(typ)にわたって積分する平均タイプで、優れたノイズ除去特性を備えています。

マルチプレクサは、自動的にバイアス電流をリモート及びローカルダイオードに流し、それらの順方向電圧を測定することによって温度を計算します。一旦変換プロセス(フリーランニング又はシングルショットモード)が始まると、両方のチャンネルが自動的に変換されます。2つのチャンネルのうちの1つが使用されていない場合も、デバイスは両方の測定を行います。未使用チャンネルの結果は無視して下さい。

DXN入力は、内部ダイオードによってグランドの0.65V上にバイアスされています。これは、アナログデジタル(A/D)入力を差動測定用に設定するためです。最悪条件におけるDXP-DXN差動入力電圧範囲は0.25V ~ 0.95Vです。

リモートダイオードと直列の抵抗が大きくなると、1オーム当たり約+1/2の誤差が生じます。同様に、DXP-DXNに200μVのオフセット電圧が与えられると約1%の誤差を生じます。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

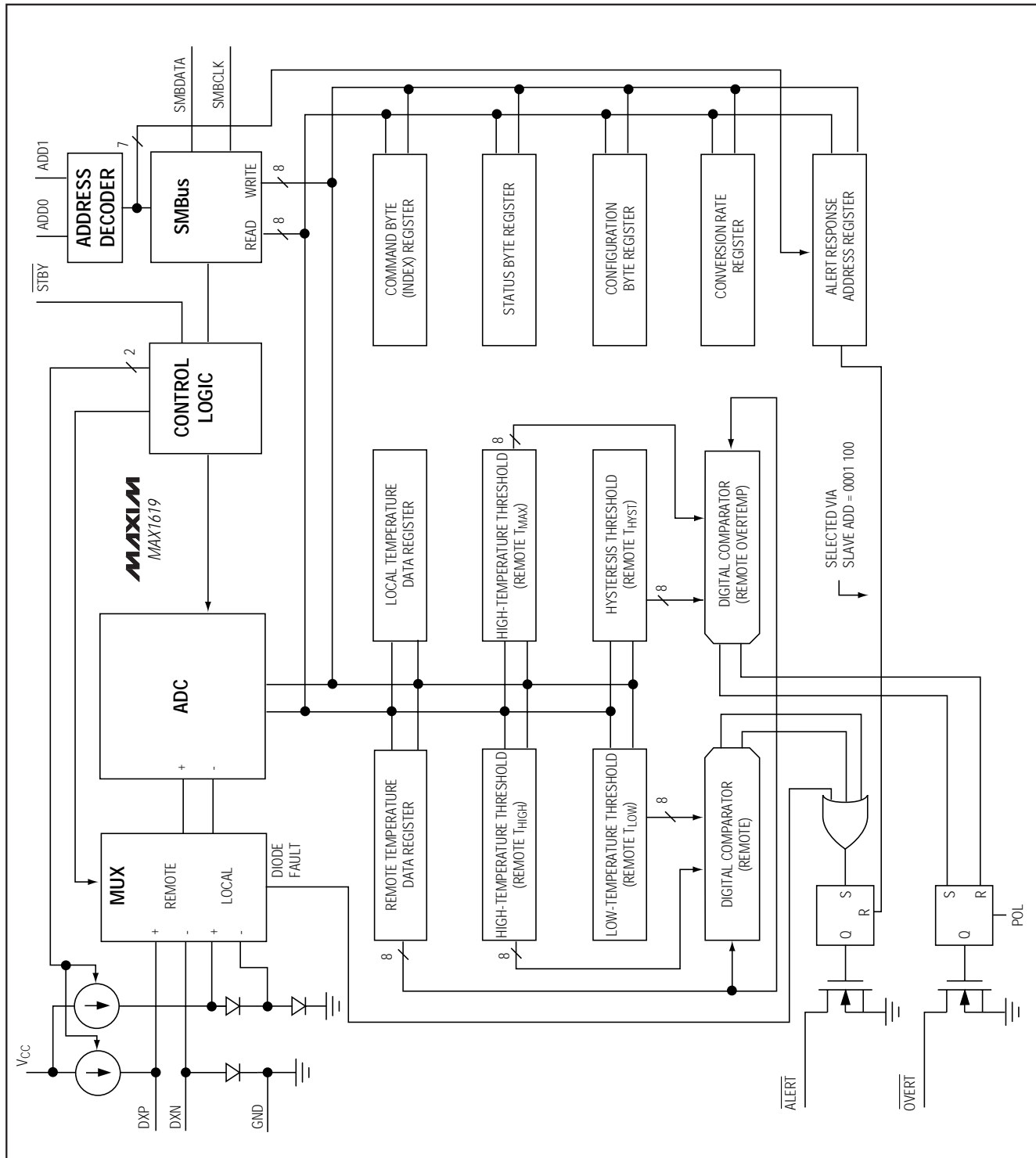


図1. ファンクションダイアグラム

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

A/D変換シーケンス

スタートコマンドが書込まれると(あるいはフリーランニング自動変換モードで自動的に発生すると)、両方のチャンネルが変換され、変換終了後に両方の測定の結果が得られます。ステータスバイトのBUSYステータスビットは、デバイスが新たな変換を実行中であることを示します。但し、ADCがビジーであっても、前の変換の結果は常に得ることができます。

リモートダイオードの選択

温度精度は、良質のダイオード接続小信号トランジスタを使用できるかどうかによって依存します。精度については、表1に挙げた全てのデバイスについて、実験により確認されています。MAX1619は、温度検出ダイオードを内蔵したCPUやその他の集積回路のチップ温度を直接測定することもできます。

このトランジスタは、比較的順方向電圧の高い小信号タイプであることが必要です。さもないと、A/D入力電圧範囲を超える恐れがあります。順方向電圧は10 μ Aにおいて0.25V以上であることが必要です。予想される最高の温度で、これが成り立つことを確認して下さい。又、順方向電圧は100 μ Aで0.95V以下であることが必要です。予想される最低の温度でこれが成り立つことを確認して下さい。大きなパワートランジスタは不適です。尚、ベース抵抗を必ず100 Ω 以下にして下さい。順電流利得に対する厳しい仕様(例えば+50 ~ +150)から、メーカーのプロセス制御が適正であり、かつデバイスが一定した V_{BE} 特性を持つことがわかります。

ヒートシンクに取り付ける場合は、Fenwal Electronics社の500-32BT02-000サーマルセンサが適しています。このデバイスはダイオード接続トランジスタ、ねじ穴付アルミ板及びツイストペアケーブルで成されています(Fenwal Inc., Milford, MA, 508-478-6000)。

熱容量及び自己発熱

熱容量は、MAX1619の実効精度を大きく劣化させる恐れがあります。16ピンQSOPパッケージの熱時定数は、静止空気では約4秒です。+100 $^{\circ}$ Cの急変の後でMAX1619の接合部温度が+1 $^{\circ}$ C以内にまで落ち着くには時定数の5倍かかります。リモートセンサにSOT23のような小型パッケージを使用することにより、状況は改善されます。熱源とセンサの間の熱勾配を考慮に入れ、又、センサのパッケージをよぎる浮遊空気が測定精度を低下させないように留意して下さい。

自己発熱は、測定精度にそれほど影響しません。ダイオードソース電流に起因するリモートセンサの自己発熱

表1. リモートセンサトランジスタのメーカー

MANUFACTURER	MODEL NUMBER
Central Semiconductor (USA)	CMPT3904
Fairchild Semiconductor (USA)	MMBT3904
Motorola (USA)	MMBT3904
Rohm Semiconductor (Japan)	SST3904
Siemens (Germany)	SMBT3904
Zetex (England)	FMMT3904CT-ND

注記：トランジスタはダイオード接続(ベースがコレクタに短絡)になっていることが必要です。

は無視できます。ローカルダイオードの場合、最悪の誤差は、最高変換速度で自動変換しながら同時にALERT出力とOVERT出力で最大電流をシンクしている時に生じます。例えば、変換速度が8HzでALERTとOVERT出力が1mAをシンクしている場合、標準消費電力は次式で与えられます。

$$(V_{CC})(450\mu A) + 2(0.4V)(1mA)$$

パッケージの θ_{JA} は約120 $^{\circ}$ C/Wであるため、 $V_{CC} = 5V$ で銅のプリント基板ヒートシンクがない場合に最終温度上昇は次式で与えられます。

$$\Delta T = 3.1mW(120^{\circ}C/W) = 0.36^{\circ}C$$

このように最悪の条件下でも、大きな自己発熱誤差が生じにくくなっています。

ADCのノイズ除去

ADCは積分タイプで、特に60Hz/120Hzの電源ハム等の低周波信号に対して本質的に優れたノイズ除去率を持っています。マイクロパワー動作のため、高周波ノイズ除去はよくありません。従って、電氣的にノイズの大きい環境で高精度のリモート測定を行う場合には、プリント基板のレイアウトを注意深く行い、適正な外部ノイズ除去を行う必要があります。

高周波EMIの除去は、DXP及びDXNに外部2200pFコンデンサを取り付けることによって達成できます。この値は、ケーブル容量を含めて約3300pF(max)まで増加することが可能です。3300pFよりも容量を大きくすると、スイッチドソース電流の立上がり時間に起因する誤差が生じます。

テストされた殆どのノイズ源は、ADCの測定値を実際の温度よりも高くみせる傾向を示しています。その差は周波数と振幅に依存しますが、通常は+1 $^{\circ}$ C ~ +10 $^{\circ}$ Cです(「標準動作特性」を参照)。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

プリント基板レイアウト

- MAX1619を可能な限りリモートダイオードの近くに配置して下さい。コンピュータのマザーボードのようなノイズの大きな環境では、10cm~20cm(typ)にします。最悪のノイズ源(CRT、クロック発振器、メモリバス及びISA/PCIバス)を避けることができる場合は、それ以上の距離も可能です。
- DXP-DXNラインをCRTの偏向コイルの近くに配線しないで下さい。又、トレースが高速メモリバスを横切らないようにして下さい。ノイズ除去が良好であっても、すぐに+30 の誤差が生じてしまいます。他のノイズ源は、殆どが比較的無害です。
- DXPトレースとDXNトレースは互いに平行かつ近接して配線し、+12V_{DC}等の高電圧トレースからは遠ざけて下さい。プリント基板の汚染に起因するリーク電流には注意する必要があります。DXPとグランドの間に10M のリーク経路があると、約+1 の誤差が生じます。
- DXP-DXNトレースの両側でガードトレースをGNDに接続して下さい(図2)。ガードトレースが所定の位置にあれば、高電圧トレースの近くに配線しても問題はありません。
- 銅/ハンダの熱電対効果を最小限に抑えるため、ピアやクロスアンダーをできるだけ使用せずに配線して下さい。
- 熱電対を使用する時は、DXP経路とDXN経路に互いに整合した熱電対を付けるようにして下さい。一般に、プリント基板による熱電対は重大な問題にはなりません。銅とハンダの熱電対は3 μ V/ であるのに対して、+1 の測定誤差を生じさせるにはDXP-DXNで約200 μ Vの電圧誤差が必要です。この為、殆どの寄生熱電対誤差は無視できます。
- 広いトレースを使用して下さい。狭いトレースは誘導性が強く、放射ノイズを拾いやすくなります。図2で推奨されている0.25mmの幅と間隔は必ずしも必要ではありません(これによるリーク電流とノイズの改善は僅かです)。しかし、可能な限りこれに従って下さい。
- 銅はEMIシールドとして使用できないことに注意して下さい。鋼鉄のような鉄材料のみ有効です。DXP-DXNトレースと高周波ノイズ信号のトレースの間に銅のグランドプレーンを挟んでも、EMIの低減には役立ちません。

プリント基板レイアウトのチェックリスト

- MAX1619をリモートダイオードの近くに配置して下さい。
- トレースを高電圧(+12Vバス)から遠ざけて下さい。
- トレースを高速データバス及びCRTから遠ざけて下さい。
- 推奨トレース幅及び間隔を使用して下さい。

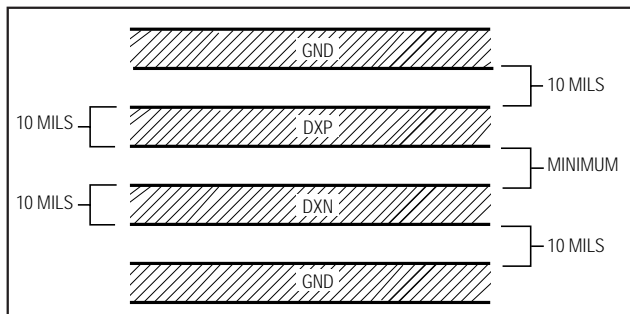


図2. 推奨DXP/DXNプリント基板トレース

- トレースの下にグランドプレーンを配置して下さい。
- ガードトレースはDXP及びDXNの両側に配置し、GNDに接続して下さい。
- MAX1619の近くにノイズフィルタと0.1 μ FのV_{CC}バイパスコンデンサを配置して下さい。
- 最高のノイズ除去を達成するには、V_{CC}と直列に200抵抗を追加して下さい(「標準動作回路」を参照)。

ツイストペア及びシールド付ケーブル

リモートセンサの距離が20cm以上の場合、あるいは特にノイズの大きな環境では、ツイストペアを推奨します。ノイズの多い実験室での実験によると、長さが1.8m~3.6m(typ)を超えるとノイズが実用上の問題になってきます。これより距離が大きい場合には、オーディオマイクロホンに使用するようなシールド付ツイストペアが最適です。例えば、Belden 8451はノイズの大きな環境で30mまでの距離に問題なく使用できます。ツイストペアをDXP及びDXNに接続し、シールドをGNDに接続して下さい。その場合、シールドのリモート側の端は終端処理しないで下さい。

DX₁に過剰な容量があると、適切なりモートセンサ距離が制限されます(「標準動作特性」を参照)。ケーブルが極めて長い場合、ケーブルの寄生容量によりノイズが除去されるため、2200pFコンデンサが不要になったり、コンデンサの値を小さくすることができます。

ケーブル抵抗もリモートセンサの精度に影響します。1 の直列抵抗により、約+1/2 の誤差が生じます。

低電力スタンバイモード

スタンバイモードではADCがディセーブルされ、消費電流が3 μ A(typ)に低減します。スタンバイモードに入るには、STBYピンを強制的にローにするか、コンフィギュレーションバイトレジスタのRUN/STOPビットを使用して下さい。ハードウェアスタンバイモード及びソフトウェアスタンバイモードは殆ど同じ動作をします。全てのデータはメモリに保持され、SMBインタフェースは読取りコマンド及び書込みコマンド待ちの状態となります。唯一の違いは、ハードウェアスタンバイモードにおいてワンショットコマンドで変換が始まらないことにあります。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

スタンバイモードはシャットダウンモードではありません。SMBusがアクティブであるため、消費電流が大きくなります(「標準動作特性」を参照)。ソフトウェアスタンバイモードでは、RUN/STOPビットがハイであっても、ワンショットコマンドによってMAX1619に強制的にA/D変換を行わせることができます。

STBYピンを強制的にローにすると、ハードウェアスタンバイモードになります。ノートブックコンピュータの場合、このラインはシステムSUSTAT#サスペンドステート信号に接続することができます。

STBYピンがローの状態では、ソフトウェア変換コマンドは無効になります。変換進行中にハードウェア又はソフトウェアスタンバイコマンドを受け取った場合は、変換サイクルが短縮され、その変換からのデータはいずれの温度読取りレジスタにもラッチされません。以前のデータは変更されないため、引き続き利用できます。

OVERT出力は、ハードウェア及びソフトウェアスタンバイの両モードにおいて引き続き機能します。スタンバイモード中に高温リミットが調節されると、デジタルコンパレータが新しい値をチェックして、最終の有効なADC変換をもとにしてOVERTピンを適正な状態にします。最終の有効なADC変換としては、ワンショットコマンドを使用して行われた変換も含まれます。

125msの変換期間中の消費電流は常に約450μAです。

変換速度を遅くすると、平均消費電流が減少します(「標準動作特性」を参照)。変換の合間の瞬間的な消費電流は、変換速度タイマで消費される約25μAだけになります。スタンバイモードにおける消費電流は、約3μAにまで低減します。電源電圧が非常に低い場合(パワーオンリセットスレッシュホールドよりも低い場合)、アドレスピンのバイアス電流により、消費電流は増加します。ADD0及びADD1の設定によっては、100μAになることもあります。

SMBusデジタルインタフェース

ソフトウェアからは、MAX1619は温度データ、警報スレッシュホールド値又は制御ビットが格納されたバイト幅のレジスタのセットに見えます。温度データの読取り、コントロールビット及び警報スレッシュホールドデータの書込みには、標準SMBus 2線シリアルインタフェースが使用されています。デバイスの各A/Dチャネルは、通常の読み書きに使用すると同じSMBusスレーブアドレスに対応しています。

MAX1619は、4つの標準SMBusプロトコル(バイト書込み、バイト読取り、バイト送信及びバイト受信)を採用しています(図3)。バイト読取り命令によって正しいデータレジスタが予め選択されているかぎり、バイト受信プロトコルが短いほど転送は速くなります。マルチマスターシステムにおいて短いプロトコルを使用する

Write Byte Format

S	ADDRESS	WR	ACK	COMMAND	ACK	DATA	ACK	P
	7 bits			8 bits		8 bits		1

Slave Address: equivalent to chip-select line of a 3-wire interface

Command Byte: selects which register you are writing to

Data Byte: data goes into the register set by the command byte (to set thresholds, configuration masks, and sampling rate)

Read Byte Format

S	ADDRESS	WR	ACK	COMMAND	ACK	S	ADDRESS	RD	ACK	DATA	///	P
	7 bits			8 bits			7 bits			8 bits		

Slave Address: equivalent to chip-select line

Command Byte: selects which register you are reading from

Slave Address: repeated due to change in data-flow direction

Data Byte: reads from the register set by the command byte

Send Byte Format

S	ADDRESS	WR	ACK	COMMAND	ACK	P
	7 bits			8 bits		

Command Byte: sends command with no data; usually used for one-shot command

Receive Byte Format

S	ADDRESS	RD	ACK	DATA	///	P
	7 bits			8 bits		

Data Byte: reads data from the register commanded by the last Read Byte or Write Byte transmission; also used for SMBus Alert Response return address

S = Start condition Shaded = Slave transmission
P = Stop condition /// = Not acknowledged

図3. SMBusプロトコル

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

場合は、第2のマスターが第1のマスターに知らせることなくコマンドバイトを上書きする可能性があるため、注意が必要です。

温度データフォーマットは、各チャネルについて2の補数形式を取る7ビットと符号ビットとなっています。各データビットが1を表し(表2)、MSBから先に送信されます。内部丸め誤差を最小限に抑えるため、測定は+1/2だけオフセットされています。例えば、+99.6は+100として伝えられます。

警報スレッシュホールドレジスタ

2つのレジスタにALERTスレッシュホールドリミットが格納されます。リモートA/Dチャネル用に高温(T_{HIGH})レジスタ及び低温(T_{LOW})レジスタがあります。ローカルA/Dチャネルには、比較レジスタはありません。測定された温度が対応する警報スレッシュホールド値と等しいか、それを超過する場合、ALERT割込みが発生します。いずれの T_{HIGH} レジスタも、パワーオンリセット(POR)状態はフルスケール(0111 1111、即ち+127)です。いずれの T_{LOW} レジスタも、POR状態は1100 1001、即ち-55です。

他の2つの警報スレッシュホールドレジスタが、OVERT出力(「OVERT警報出力」を参照)、 T_{MAX} 及び T_{HYST} を制御します。POR状態における T_{MAX} は+100、 T_{HYST} は+95です。

ファン制御用のOVERT出力

OVERT出力は、ファンを制御するサーモスタットとして機能するラッチなしのオープンドレイン出力です(図4)。SMBusインタフェースを使用している場合、コンフィギュレーションバイトのビット5を使ってOVERTピンの極性(PORにおいてアクティブロー)を反転することができます。その時のOVERTの状態は、ステータスバイトで読取ることができます。

OVERTは、システムの介入なしにファンを制御するために使用することもできます。OVERTはリモート温度が T_{MAX} を超えて上昇するとローになり、この温度が T_{HYST} よりも低く下がるまでハイに戻りません。 T_{MAX} 及び T_{HYST} のパワーアップデフォルト設定はそれぞれ+100及び+95であるため、MAX1619はSMBusシリアルバスへの接続を必要としないスタンドアロンサーモスタットアプリケーションに使用できます。

ダイオード障害警報

DXPには、リモートダイオードがオープン回路状態にあるかどうかを検出する連続性障害デテクタが内蔵されています。各変換の始めにダイオード障害がチェックされ、ステータスバイトが更新されます。この障害ディテクタは、単純な電圧ディテクタです。ダイオード

表2. データフォーマット(2の補数)

TEMP. (°C)	ROUNDED TEMP. (°C)	DIGITAL OUTPUT DATA BITS		
		SIGN	MSB	LSB
+130.00	+127	0	111	1111
+127.00	+127	0	111	1111
+126.50	+127	0	111	1111
+126.00	+126	0	111	1110
+25.25	+25	0	001	1001
+0.50	+1	0	000	0001
+0.25	0	0	000	0000
0.00	0	0	000	0000
-0.25	0	0	000	0000
-0.50	0	0	000	0000
-0.75	-1	1	111	1111
-1.00	-1	1	111	1111
-25.00	-25	1	110	0111
-25.50	-25	1	110	0111
-54.75	-55	1	100	1001
-55.00	-55	1	100	1001
-65.00	-65	1	011	1111
-70.00	-65	1	011	1111

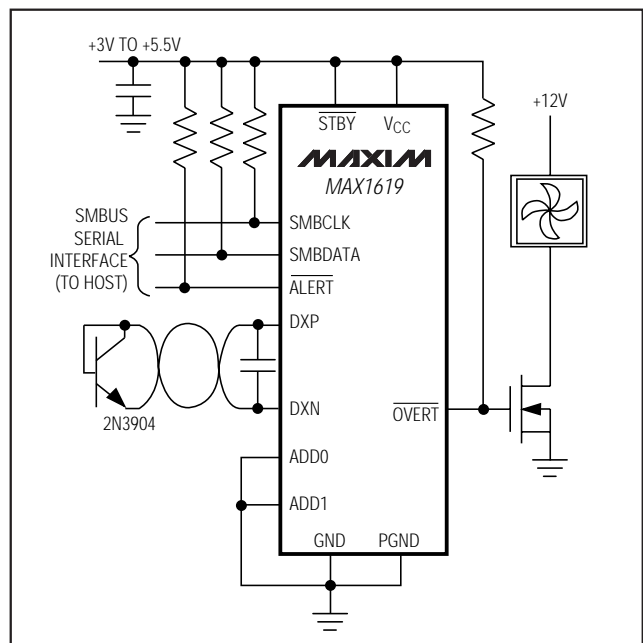


図4. ファン制御アプリケーション

ソース電流によりDXPが $V_{CC} - 1V$ (typ)よりも高くなると、障害が検出されます。ダイオード障害は、変換が始まるまでチェックされないことに注意して下さい。従って、パワーオンリセットの直後には、たとえダイオード経路が切れていてもステータスバイトに障害は表示されません。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

リモートチャンネルが短絡(DXPがDXNに、又はDXPがGNDに)されている場合、ADCの読取り値は0000 0000となります。これはPOR設定で T_{HIGH} や T_{LOW} 警報をトリップしないようにするためです。通常動作で0になることがないアプリケーションにおいては、0000 0000という結果によってDXPが短絡された障害状態を検出できます。同様に、DXPが V_{CC} に短絡している時、ADCの読取り値はリモートチャンネルとローカルチャンネルの両方について+127 となり、 \overline{ALERT} と \overline{OVERT} 出力が起動されます。

ALERT割込み

\overline{ALERT} 割込み出力信号は、ラッチされ、アラート応答アドレスを読取ることによるのみクリアされます。割込みは、 T_{HIGH} 及び T_{LOW} の比較及びリモートダイオードの切断(連続性障害検出の場合)に対する応答として発生します。割込みがあっても自動変換は止まりません。 \overline{ALERT} が発生した後も引き続きSMBusインタフェースを通じて新しい温度データを利用できます。割込み出力ピンはオープンドレインであるため、複数のデバイスが共通の割込みラインを共有できます。割込み速度が変換速度を超えることは決してできません。

インタフェースは、SMBusアラート応答アドレスに回答します(割込みポイントのリターンアドレス機能；「アラート応答アドレス」の項を参照)。修正処置を講じる前に、必ずその時の温度を読んで割込みが正当なものであることを確認して下さい。

割込みが繰り返し発生するのを防ぐため、MAX1619は与えられた温度スレッシュホールドの通過に対して1度だけしか \overline{ALERT} を発生しません。新しい割込みをイネーブルするには、割込みをトリガしたリミットレジスタの値を再び書き込む必要があります。反対側の温度スレッシュホールドの通過や、ダイオード障害が他の割込みを起こすこともあることに注意してください。

例：リモート温度の読取り値が T_{HIGH} を通過し、 \overline{ALERT} を起動します。ホストはこの割込みに応答してアラート応答アドレスを読取り、割込みをクリアします。システムはここでステータスバイトを読み取ることもでき

表3. アラート応答アドレス(0001100)の読取りフォーマット

BIT	NAME	FUNCTION
7 (MSB)	ADD7	Provide the current MAX1619 slave address
6	ADD6	
5	ADD5	
4	ADD4	
3	ADD3	
2	ADD2	
1	ADD1	Logic 1
0 (LSB)	1	

I²CはPhillips Corp.の商標です。

ます。割込みの原因となった条件は引き続き存在しますが、新しい \overline{ALERT} は発生しません。最後に、ホストが新しい値を T_{HIGH} に書き込みます。これにより、アラート条件がまだ存在する場合にデバイスは新しい T_{HIGH} 割込みを発生できます。

アラート応答アドレス

SMBusアラート応答割込みポイントは、バスマスターに必要な複雑で高価なロジックを持たない単純なスレーブデバイスの障害を迅速に認識する手段として利用できます。 \overline{ALERT} 割込みを受けたホストマスターは、アラート応答スレーブアドレス(0001 100)に受信バイトを伝送することができます。次に、割込みを発生したスレーブデバイスは、自分のアドレスをバスに乗せることによって自分がどのデバイスであるかを知らせます(表3)。

アラート応答は、I²C™のジェネラルコールと同様に、いくつかの異なるスレーブデバイスを同時に起動できます。2つ以上のスレーブが応答しようとした場合、バスの仲裁規則により、アドレスコードの低い方のデバイスが優先されます。他方のデバイスはアクノレッジを発生せず、サービスを受けるまで引き続き \overline{ALERT} ラインをローに保持します。このため、ホストの割込み入力がレベルセンシティブである必要があります。アラート応答アドレスの読取りに成功すると、割込みラッチがクリアされます。

コマンドバイトの機能

8ビットのコマンドバイトレジスタ(表4)は、MAX1619内の様々な他のレジスタを指し示すマスターインデックスです。このレジスタのPOR状態は0000 0001であるため、PORの直後に受信バイトの伝送(コマンドバイトを持たないプロトコル)が行われると、その時のローカル温度データが戻されます。

ワンショットコマンドは、直ちに新しい変換サイクルの開始を強制します。ソフトウェアスタンバイモード(RUN/STOPビット=ハイ)では、新しい変換が始まり、その後デバイスはスタンバイモードに戻ります。ワンショットコマンドを受け取った時に変換が進行中である場合、そのコマンドは無視されます。自動変換モード(RUN/STOPビット=ロー)で変換の合間にワンショットコマンドを受け取った場合、新たに変換が始まり、変換速度タイマがリセットされ、全遅延を経て次の自動変換が行われます。

コンフィギュレーションバイトの機能

コンフィギュレーションバイトレジスタ(表5)は、割込みをマスク(ディセーブル)するため、デバイスをソフトウェアスタンバイモードにするため、 \overline{OVERT} 出力の極性を変更するため、及びWrite-One(一回書込み)保護をイネーブルするために使用されます。下位2ビットは内部でゼロに設定され、「任意」ビットとなっています。このレジスタの内容は、シリアルインタフェースを通じて読み戻すことができます。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

表4. コマンドバイトのビット割当

REGISTER	COMMAND	POR STATE	FUNCTION
RLTS	00h	0000 0000*	Read local temperature: returns latest temperature
RRTE	01h	0000 0000*	Read remote temperature: returns latest temperature
RSL	02h	N/A	Read status byte (flags, busy signal)
RCL	03h	0000 1100	Read configuration byte
RCRA	04h	0000 0010	Read conversion rate byte
RRTM	10h	01100100	Read remote T _{MAX} limit
RRTH	11h	01011111	Read remote T _{HYST} limit
RRHI	07h	0111 1111	Read remote T _{HIGH} limit
RRLS	08h	1100 1001	Read remote T _{LOW} limit
WCA	09h	N/A	Write configuration byte
WCRW	0Ah	N/A	Write conversion rate byte
WRTM	12h	N/A	Write remote T _{MAX} limit
WRTH	13h	N/A	Write remote T _{HYST} limit
WRHA	0Dh	N/A	Write remote T _{HIGH} limit
WRLN	0Eh	N/A	Write remote T _{LOW} limit
OSHT	0Fh	N/A	One-shot command
SPOR	FCh	N/A	Write software POR
WADD	FDh	N/A	Write address
MFG ID	FEh	0100 1101	Read manufacturer ID code
DEV ID	FFh	0000 0100	Read device ID code

* PORでデバイスがハードウェアスタンバイモードである場合、温度レジスタの読みは双方とも0 です。

表5. コンフィギュレーションバイトのビット割当

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	MASK	0	Masks all $\overline{\text{ALERT}}$ interrupts when high.
6	RUN/ STOP	0	Standby mode control bit. If high, the device immediately stops converting and enters standby mode. If low, the device converts in either one-shot or timer mode.
5	POL	0	Determines the polarity of the $\overline{\text{OVERT}}$ output: 0 = active low (low when overtemp) 1 = active high
4	PROT	0	When asserted high, locks out all subsequent writes to: [] Configuration register bits 6, 5, 4, 3, 2 (RUN/STOP, POL, PROT, ID1, ID2) [] T _{MAX} register [] T _{HYST} register [] Conversion rate register [] Diode Current
3	ID1	1	Reduces the diode current by 5 μ A when set low.
2	ID2	1	Reduces the diode current by 2.5 μ A when set low.
1-0	RFU	0	Reserved for future use.

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

表6. ステータスバイトのビット割当

BIT	NAME	FUNCTION
7 (MSB)	BUSY	A high indicates that the ADC is busy converting.
6	RFU	Reserved for future use.
5	RFU	Reserved for future use.
4	RHIGH*	A high indicates that the remote high-temperature alarm has activated.
3	RLOW*	A high indicates that the remote low-temperature alarm has activated.
2	OPEN*	A high indicates a remote-diode continuity (open-circuit) fault.
1	OVER	This bit follows the state of the $\overline{\text{OVERT}}$ pin exactly, in real time (unlatched).
0 (LSB)	RFU	Reserved for future use.

* HIGH及びLOW温度フラグはPORでクリアされるまで、あるいはステータスバイトレジスタが読取られるまでハイに留まります。

Write-Once(一回書込み)保護

Write-Once(一回書込み)保護機能は、ホストのBIOSコードがMAX1619を特定の構成に設定するのを許し、次にホスト内のデータ破壊によってMAX1619に偽の書込みが起こることからその構成を保護します。特に、書込み保護のおかげで、ホストシステムの影響を受けずに100% $\overline{\text{OVERT}}$ を通じてファンを強制的にオンにするフルプールの高温オーバーライドが可能になります。書込み保護ビット(ビット4)が一旦ハイに設定されると、ハードウェアパワーオンリセット以外の方法ではリセットできません。SPOR(ソフトウェアPOR)はこのビットをリセットしません。

ステータスバイトの機能

ステータスバイトレジスタ(表6)は、どの温度スレッシュホールドを超過したかを表示します。このバイトはさらに、ADCが変換中であるか、さらにリモートダイオードのDXP-DXN経路にオープン回路があるかどうかを表示します。ステータスバイトの読取りに成功すると、障害が引き続き生じていない限りステータスバイトはクリアされます。ビット1($\overline{\text{OVERT}}$)の状態は、 $\overline{\text{OVERT}}$ の状態に正確に従います。ステータスフラグビットがクリアされても、 $\overline{\text{ALERT}}$ 割込みラッチは自動的にクリアされないことに注意して下さい。

自動変換中、 T_{HIGH} リミットと T_{LOW} リミットが互いに近い場合、ステータス読取り動作の時間間隔によっては(特に最高速度で変換している場合)高温ステータスビット及び低温ステータスビットの両方がセットされる可能性があります。こうした状況では、長期間の温度変化の反転を検出する際にステータスビットを使用せず、現在の温度読取り値を使用することによって変化の方向を定めることを推奨します。

表7. 変換速度制御バイト

DATA	CONVERSION FREQUENCY (Hz)	AVERAGE SUPPLY CURRENT ($\mu\text{A typ, at } V_{\text{CC}} = 3.3\text{V}$)
00h	0.0625	30
01h	0.125	33
02h	0.25	35
03h	0.5	48
04h	1	70
05h	2	128
06h	4	225
07h	8	425
08h to FFh	RFU	—

変換速度バイト

変換速度レジスタ(表7)は、フリーランニング自動変換モードにおける変換の時間間隔を設定します。この可変速度制御によって、ポータブル機器アプリケーションにおける消費電流を低減できます。変換速度バイトのPOR状態は02h(0.25Hz)です。MAX1619はこのレジスタの3つのLSBビットだけを対象とするため、上位5ビットは「任意」ビットとなります(これらはゼロに設定して下さい)。変換速度の許容誤差は、どの速度設定でも $\pm 25\%$ です。

変換を開始してから1つの全変換時間(公称125ms、最大156ms)だけ経過した後で、両方のチャンネルの有効A/D変換結果が得られます。これは、RUN/STOPビット、ハードウェアSTBYピン、ワンショットコマンドあるいは最初のパワーアップのどの方法で変換が開始されても同じです。変換速度を変更すると、新たな結果が得られるまでの遅延にも影響が出ます(表8)。

メーカー及びデバイスIDコード

2つのROMレジスタがメーカー及びデバイスIDコードを提供します(表4)。メーカーIDを読み取ると、4Dhが戻されますが、これはマキシム社を示す「M」のASCIIコードです。デバイスIDを読み取ると、04hが戻されますが、これはMAX1619デバイスを意味します。(8ビットREAD BYTEではなく)READ WORD 16ビットSMBusプロトコルを使用している場合は、最下位バイトがデータを含み、最上位バイトはいずれの場合も00hを含みます。

スレーブアドレス

SMBusから見ると、MAX1619は両方のADCチャンネルに対して、共通アドレスを持った1つのデバイスに見えます。デバイスアドレスは、最初にADD0とADD1のピン接続によって、9つの異なる値のうちの1つに設定できます。これによりアドレスの競合を起こさずに2つ以上のMAX1619が同じバス上に存在できます(表9)。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

表8. RLTS及びRRTE温度レジスタ更新タイミング図

OPERATING MODE	CONVERSION INITIATED BY:	NEW CONVERSION FREQUENCY (CHANGED VIA WRITE TO WCRW)	TIME UNTIL RLTS AND RRTE ARE UPDATED
Autoconvert	Power-on reset	n/a (0.25Hz)	156ms max
Autoconvert	One-shot command, while idling between automatic conversions	n/a	156ms max
Autoconvert	One-shot command that occurs during a conversion	n/a	When current conversion is complete (1-shot is ignored)
Autoconvert	Rate timer	0.0625Hz	20sec
Autoconvert	Rate timer	0.125Hz	10sec
Autoconvert	Rate timer	0.25Hz	5sec
Autoconvert	Rate timer	0.5Hz	2.5sec
Autoconvert	Rate timer	1Hz	1.25sec
Autoconvert	Rate timer	2Hz	625ms
Autoconvert	Rate timer	4Hz	312.5ms
Autoconvert	Rate timer	8Hz	237.5ms
Hardware Standby	$\overline{\text{STBY}}$ pin	n/a	156ms
Software Standby	RUN/STOP bit	n/a	156ms
Software Standby	One-shot command	n/a	156ms

表9. スレーブアドレスデコーディング (ADD0及びADD1)

ADD0	ADD1	ADDRESS
GND	GND	0011 000
GND	High-Z	0011 001
GND	V _{CC}	0011 010
High-Z	GND	0101 001
High-Z	High-Z	0101 010
High-Z	V _{CC}	0101 011
V _{CC}	GND	1001 100
V _{CC}	High-Z	1001 101
V _{CC}	V _{CC}	1001 110

注記: High-Zはピンが接続されずにフローティング状態であることを意味します。

アドレスピン状態はPOR及びSPOR時にのみチェックされ、アドレスデータはラッチされたままになります。これは、高インピーダンス状態の検出に必要なバイアス電流に起因する自己消費電流を低減するためです。新しいデバイスアドレスは、アドレス書き込みコマンドFDhを使用して書き込むことができます。

MAX1619は、SMBusアラート応答スレーブアドレスにも応答します(「アラート応答アドレス」の項を参照)。

POR及びUVLO

MAX1619は揮発性のメモリを備えています。あいまいな電源条件によってメモリ内のデータが破壊されて誤動作を起こさないように、POR電圧ディテクタがV_{CC}を監視し、V_{CC}が1.7V(typ、「Electrical Characteristics」の表を

参照)よりも低くなるとメモリをクリアします。電源投入時にV_{CC}が1.75V(typ)を超えると、ロジックブロックが動作し始めます(3V以下のV_{CC}レベルでの読み書きは避けて下さい)。第2のV_{CC}コンパレータ(ADC UVLOコンパレータ)は、ヘッドルームが十分となる(V_{CC}= 2.8V typ)までADCの変換を阻止します。

SPORソフトウェアPORコマンドは、シリアルインタフェースを通じてMAX1619のレジスタのパワーオンリセットを強制できます。COMMAND = FChでSEND BYTEプロトコルを使用してください。これは、MAX1619のスレーブアドレスを「オンザフライ」で再設定する時に主に使用されます(ソフトウェアPORの前に外部ハードウェアがADD0とADD1アドレスピンに新しい状態を強制する場合)。新しいアドレスは、SPOR送信停止条件から100µs以内に発効します。

パワーアップ時のデフォルト:

- 割込みラッチがクリアされます。
- アドレス選択ピンがサンプリングされます。
- ADCが0.25Hzの速度で自動変換を始めます。
- コマンドバイトが01hにセットされます。これは受信バイトの高速リモートクエリを簡単に行うためです。
- T_{HIGH}及びT_{LOW}レジスタがそれぞれ+127 及び -55 に設定されます。
- T_{MAX}及びT_{HYST}がそれぞれ+100 及び+95 に設定されます。
- $\overline{\text{OVERT}}$ の極性はアクティブローです。

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

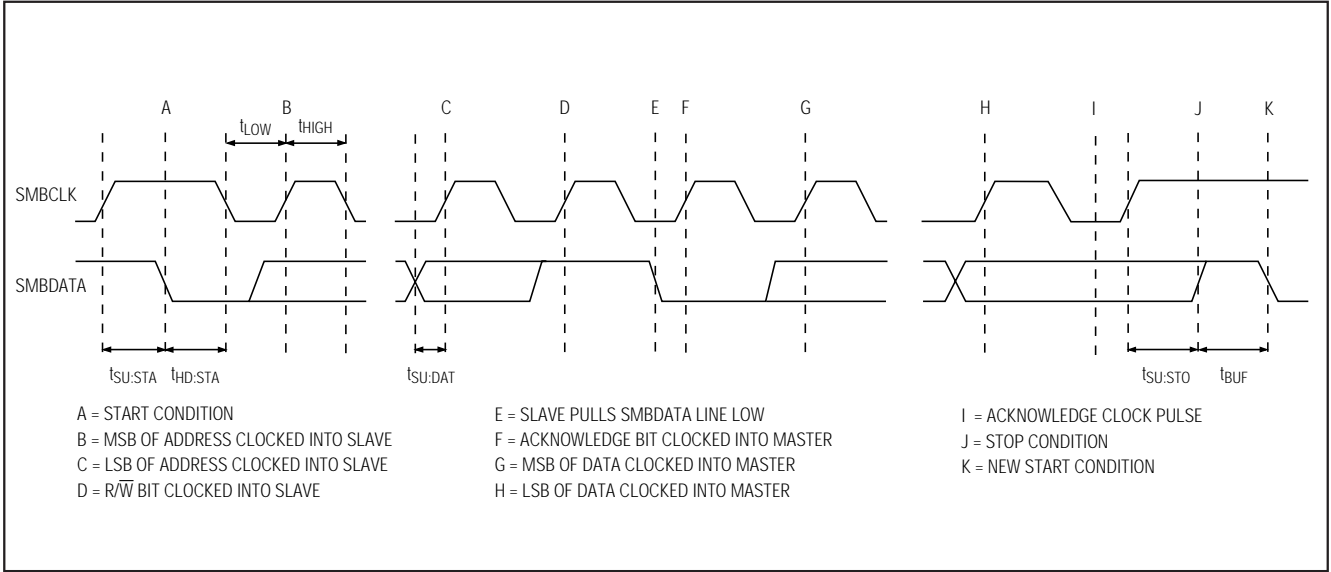


図5. SMBus書き込みタイミング図

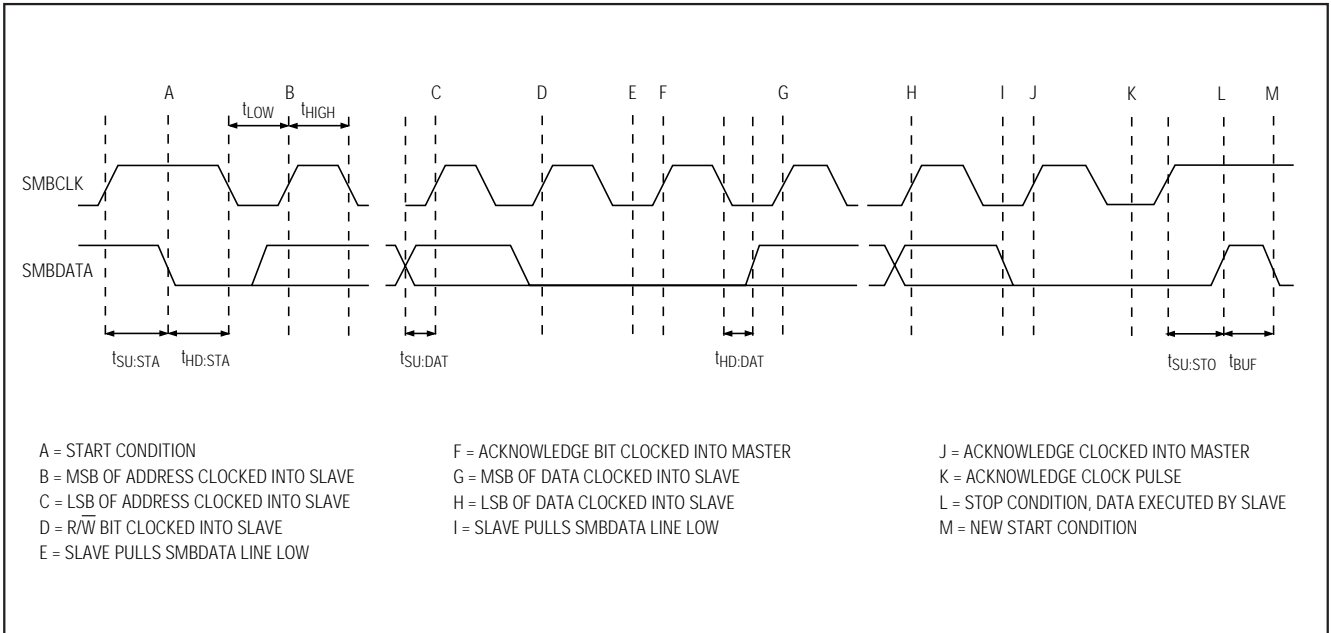


図6. SMBus読取りタイミング図

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

```
/* Beginning of the header file which sets the constants */

int    NumStates      = 10;
int    RRTE           = 1; /* 0x01, command for reading remote temp register */
int    WCA            = 9; /* 0x09, command for writing configuration register */
int    WCRW           = 10; /* 0x0A, command for writing conversion rate register */
int    RSL            = 2; /* 0x02, command for reading status register */
int    WRHA           = 13; /* 0x0D, command for writing remote THIGH limit register */
int    WRLN           = 14; /* 0x0E, command for writing remote TLOW limit register */
int    NoError        = 0;
int    Nobody         = 0;
int    MAX1619Addr    = 84; /* 0x54, default address for MAX1619, ADD0,ADD1=open */
int    InitConfig     = 0; /* 0x0C, configure MAX1619 to MASK=0 and RUN/STOP=0 */
int    InitConv       = 7; /* 0x07, conversion rate of 8Hz */
int    HighAdder      = 2; /* 2oC offset for calculating THIGH limit */
int    LowSubtracter  = 4; /* 4oC offset for calculating TLOW limit */
int    CollisionMask   = 1; /* 0x01, mask for status bit that indicates collision */
int    DiodeFaultMask = 4; /* 0x04, mask for the OPEN diode fault status bit */
int    TempChangeMask = 24; /* 0x18, mask for RHIGH and RLOW status bits */

array  State[0..NumStates] of int;

State[0] = -65 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 100% */
State[1] = 72 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 87.5% */
State[2] = 74 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 75% */
State[3] = 76 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 62.5% */
State[4] = 78 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 50% */
State[5] = 80 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 37.5% */
State[6] = 82 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 25% */
State[7] = 84 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 12.5% */
State[8] = 86 oC /* At or above this temperature CPU duty cycle is 0.0% */
State[9] = 88 oC /* At or above this temperature SHUT SYSTEM OFF! */
State[10] = 127 oC /* Extra array location so looping is easier */

array  ClockRate[0..NumStates] of real;

ClockRate[0] = 1.0;
ClockRate[1] = 0.875;
ClockRate[2] = 0.75;
ClockRate[3] = 0.625;
ClockRate[4] = 0.5;
ClockRate[5] = 0.375;
ClockRate[6] = 0.25;
ClockRate[7] = 0.125;
ClockRate[8] = 0;
ClockRate[9] = 0;
ClockRate[10] = 0;

/* End of the header file */
```

リスト1. 疑似コードの例

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

```
int Initialization()
{
    int ErrorCode = NoError;
    /* Test the SMBus communications path to the MAX1619 by writing the configuration,
    conversion rate and initial temperature limits; if SMBus communication was unsuccessful,
    power the system down. Note that the MAX1619Write procedure takes three parameters: the
    command code of the register to be written, the data to write, and a pointer to the the
    error code variable. If the error code variable does not equal NoError before the
    execution of MAX1619Write, MAX1619Write does nothing. If the SMBus communication fails in
    MAX1619Write, the error code variable is set to the type of error (for example a NACK,
    i.e. MAX1619 did not acknowledge). This code assumes that the BIOS is already in thermal
    state 0 (not throttling, i.e. full CPU clock rate) when the initialization routine is
    executed. */

    MAX1619Write(WCA, InitConfig, &ErrorCode); /* MASK=0 and RUN/STOP=0 */
    MAX1619Write(WCRW, InitConv, &ErrorCode); /* CONV = 8Hz */
    MAX1619Write(WRLN, LowestTemp, &ErrorCode); /* TLOW = -65oC */
    MAX1619Write(WRHA, State[0] + HighAdder, &ErrorCode) /* THIGH = 72oC */
    if (ErrorCode != NoError) then {
        /* Power off the system */
    } /* End of if (ErrorCode ... */
    return (ErrorCode);
}

/* After changing the conversion rate to 8Hz, the MAX1619 temperature register will not
have valid (i.e. current temperature) data for 238 milliseconds. */
} /* End of Initialization routine */

int ALERT_IntHandler()
{
    int ErrorCode = NoError;
    int WhoDunnit = Nobody;
    int FoundState = 0;
    int StatusInfo = 0;
    int TempHigh;
    int TempLow;
    /* This interrupt handler verifies that the MAX1619 is the source of the interrupt (and
    also clears the interrupt) via the SMBus Alert Response address; checks the status byte to
    ensure that a temperature change did indeed cause the interrupt; reads the remote
    temperature; programs a corresponding clock-throttling duty cycle, and sets up new Thigh
    and Tlow limits. */

    ReadAlertResponse(&WhoDunnit, &ErrorCode);
    if (WhoDunnit == MAX1619Addr) then {

        MAX1619Read(RSL, &StatusInfo, &ErrorCode);

        if (((StatusInfo & CollisionMask) != 0) and (ErrorCode == NoError)) then
            MAX1619Read(RSL, &StatusInfo, &ErrorCode);

        if (StatusInfo & DiodeFaultMask) != 0) then {

            /* Shut down system because thermal diode doesn't work */

        }
        else if ((StatusInfo & TempChangeMask) != 0) then {
```

リスト1. 疑似コードの例(続き)

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

```
MAX1619Read(RRTE, &TempRead, &ErrorCode);
while ((TempRead >= State[FoundState + 1]) and
      (FoundState < (NumStates - 1)) do FoundState++;
if (FoundState == (NumStates - 1)) then {
    /* Ahhhhh!!! SHUT SYSTEM OFF!!!! */
}
else {
    /* adjust clock duty cycle */
    TempHigh = TempRead + HighAdder;
    TempLow = TempRead - LowSubtractor;
    MAX1619Write(WRHA, TempHigh, &Error);
    MAX1619Write(WRLN, TempLow, &Error);
} /* End of if (FoundState ... */

} /* End of if ((StatusInfo .. else if ... */

/* Handle local temp status bits if set */
}
else {
    /* Handle cases for other interrupt sources */
} /* End of if (WhoDunnit ... */

return(ErrorCode);

} /* End of Alert_IntHandler interrupt handler routine */
```

リスト1. 疑似コードの例(続き)

プログラミング例：CPUのクロックスロットル制御
リスト1に、電源管理マイクロコントローラを通じたIntelのモバイルCPUの比例温度制御の疑似コードの未試験例を示します。このプログラムは、初期化ルーチン及び割込みハンドラという2つの主要部分からなっています。初期化ルーチンはSMBus通信の問題をチェックし、MAX1619の構成及び変換速度を設定します。割込みハンドラは、現在の温度を読み取り、CPUクロックのデューティファクタをその温度に比例するように設定することにより、ALERT信号に応答します。クロックデューティと温度の関係は、マイクロコントローラコードに記載された相関表に定められています。

注記：温度に関する決定は、ステータスバイトの値ではなく、MAX1619から得られた最新の温度に基づいて行って下さい。MAX1619は感度が高く、サーマルマスが小さいため、環境の変化に極めて高速に応答します。MAX1617が周りの環境の変化を正しく報告した結果として、ステータスバイトにハイとロー警報条件が同時に存在する場合があります。

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 11,487

リモート/ローカル温度センサ デュアル警報出力及びSMBusシリアルインタフェース付

MAX1619

パッケージ

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.061	.068	1.55	1.73
A1	.004	.0098	0.102	0.249
A2	.055	.061	1.40	1.55
B	.008	.012	0.20	0.31
C	.0075	.0098	0.191	0.249
D	SEE VARIATIONS			
E	.150	.157	3.81	3.99
e	.025 BSC		0.635 BSC	
H	.230	.244	5.84	6.20
h	.010	.016	0.25	0.41
L	.016	.035	0.41	0.89
N	SEE VARIATIONS			
X	SEE VARIATIONS			
Y	.071	.087	1.803	2.209
α	0°	8°	0°	8°

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN	MAX	MIN	MAX	
D	.189	.196	4.80	4.98	16 AA
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
X	.107	.123	2.72	3.12	
D	.337	.344	8.56	8.74	20 AB
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24 AC
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28 AD
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
X	.271	.287	6.88	7.29	

NOTES:

1. D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
3. HEAT SLUG DIMENSIONS X AND Y APPLY ONLY TO 16 AND 28 LEAD POWER-QSOP PACKAGES.
4. CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.

MAXIM
PROPRIETARY INFORMATION
TITLE:
PACKAGE OUTLINE, QSOP, .150", .025" LEAD PITCH
APPROVAL: _____ DOCUMENT CONTROL NO: 21-0055 REV: B 1/1

OSOP:EPS

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

20 _____ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600

© 1999 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.