

MAXIM

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A†

概要

MAX1617A(特許出願中)は、リモートセンサの温度及びIC自体のパッケージの温度を伝える高精度デジタル温度測定デバイスです。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に対し $\pm 3^\circ\text{C}$ 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等、他のICのチップ温度を測定することもできます。

このデバイスは、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™)における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、警報スレッショ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における動作に設定できます。変換速度の調整が可能であるため、消費電流を制御できます。

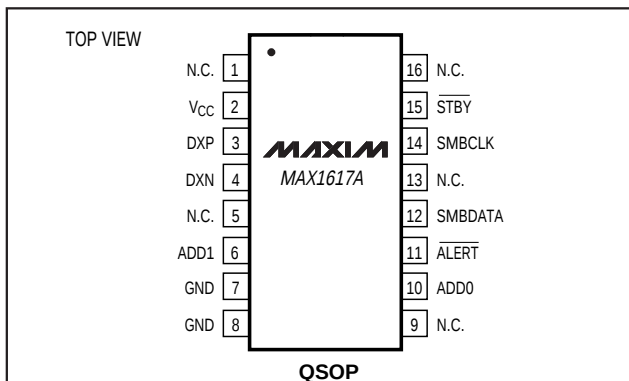
MAX1617Aは好評のMAX1617とほぼ同一ですが、SMBusタイミングの仕様及びバス衝突耐性が改善され、ソフトウェアメーカ及びデバイスの識別がシリアルインタフェースを通じて可能になっているほか、シリアルインタフェースを通じてスレープアドレスを強制的にリセットできるパワーオンリセット機能を備えています。

アプリケーション

デスクトップ及び
ノートブックコンピュータ
スマートバッテリーパック
LANサーバ
工業用制御

電話局の電気通信機器
試験及び測定
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

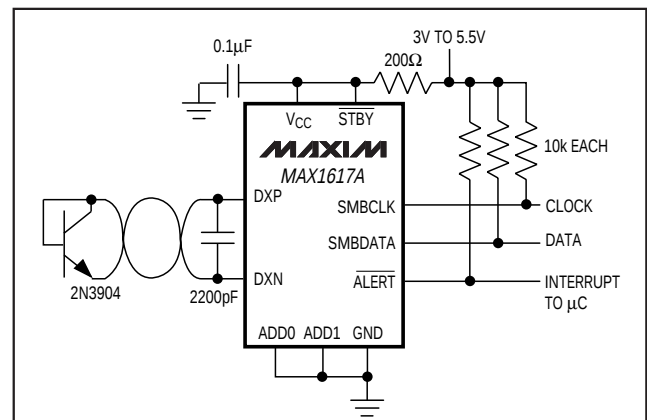
- ◆ 2チャンネル：リモート及びローカルの温度を測定
- ◆ キャリブレーション不要
- ◆ SMBus 2線シリアルインタフェース
- ◆ プログラマブル低温/高温警報
- ◆ SMBusアラート応答をサポート
- ◆ メーカ及びデバイスIDコードをサポート
- ◆ 精度：
 - $\pm 2^\circ\text{C}$ (+60 ~ +100、ローカル)
 - $\pm 3^\circ\text{C}$ (-40 ~ +125、ローカル)
 - $\pm 3^\circ\text{C}$ (+60 ~ +100、リモート)
- ◆ スタンバイ消費電流：3 μA (typ)
- ◆ 自動変換モードにおける消費電流：70 μA (max)
- ◆ 電源電圧：+3V ~ +5.5V
- ◆ パッケージ：小型16ピンQSOP

型番

PART*	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1617AMEE	-55°C to +125°C	16 QSOP

* 米国及び外国特許出願中。

標準動作回路



† 特許出願中

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC} to GND-0.3V to +6V
DXP, ADD₀ to GND-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
DXN to GND-0.3V to +0.8V
SMBCLK, SMBDATA, ALERT, STBY to GND-0.3V to +6V
SMBDATA, ALERT Current-1mA to +50mA
DXN Current±1mA
ESD Protection (SMBCLK, SMBDATA,
ALERT, Human Body Model) 4000V
ESD Protection (other 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 +165°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, 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	
	T _A = 0°C to +85°C		-3		3	
Temperature Error, Remote Diode (Notes 2 and 3)	T _R = +60°C to +100°C		-3		3	
	T _R = -55°C to +125°C		-5		5	
Temperature Error, Local Diode (Notes 1 and 2)	Including long-term drift	T _A = +60°C to +100°C	-2.5		2.5	
		T _A = 0°C to +85°C	-3.5		3.5	
Supply-Voltage Range			3.0		5.5	
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	
		Hardware or software standby, SMBCLK at 10kHz	4			
Average Operating Supply Current	Auto-convert mode, average measured over 4sec. Logic inputs forced to V _{CC} or GND.	0.25 conv/sec	35		70	
		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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.3V, T_A = 0°C to +85°C, 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	$\overline{ALERT}$, SMBDATA forced to 0.4V	6			mA
$\overline{ALERT}$ Output High Leakage Current	$\overline{ALERT}$ 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 4)	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 5)	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, unless otherwise noted.) (Note 6)

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 and 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	Auto-convert mode	-25		25	%

リモート/ローカル温度センサ 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 $+125^{\circ}C$, unless otherwise noted.) (Note 6)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SMBus INTERFACE					
Logic Input High Voltage	$\overline{STBY}$, SMBCLK, SMBDATA	$V_{CC} = 3V$	2.2		V
		$V_{CC} = 5.5V$	2.4		
Logic Input Low Voltage	$\overline{STBY}$, SMBCLK, SMBDATA; $V_{CC} = 3V$ to $5.5V$			0.8	V
Logic Output Low Sink Current	$\overline{ALERT}$, SMBDATA forced to $0.4V$	6			mA
$\overline{ALERT}$ Output High Leakage Current	$\overline{ALERT}$ 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 MAX1617A 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.

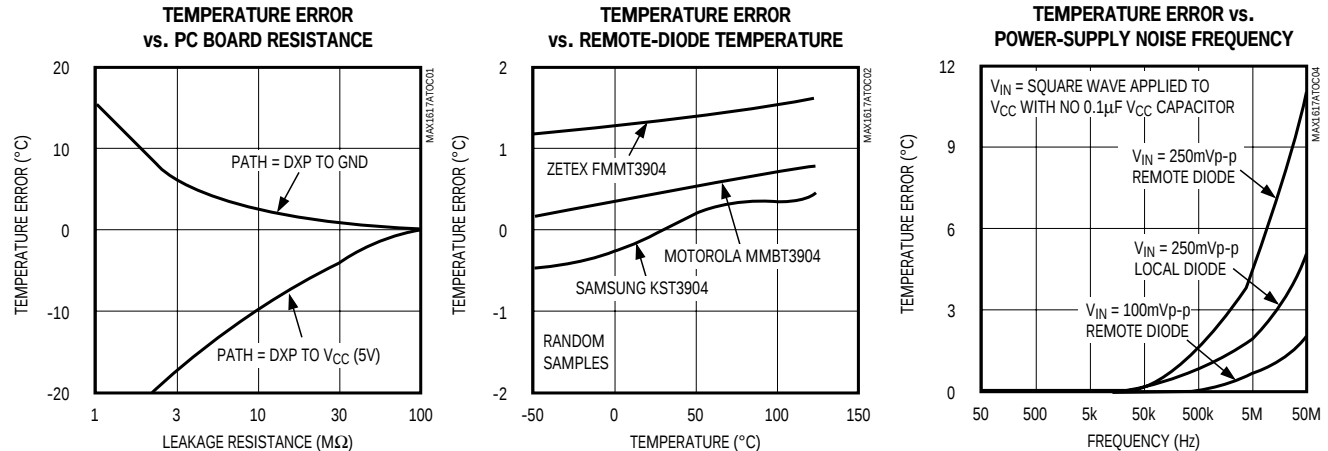
Note 4: The SMBus logic block is a static design that works with clock frequencies down to DC. While slow operation is possible, it violates the 10kHz minimum clock frequency and SMBus specifications, and may monopolize the bus.

Note 5: Note that a transition must internally provide at least a hold time in order to bridge the undefined region (300ns max) of SMBCLK's falling edge.

Note 6: Specifications from $-55^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$ are guaranteed by design, not production tested.

標準動作特性

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

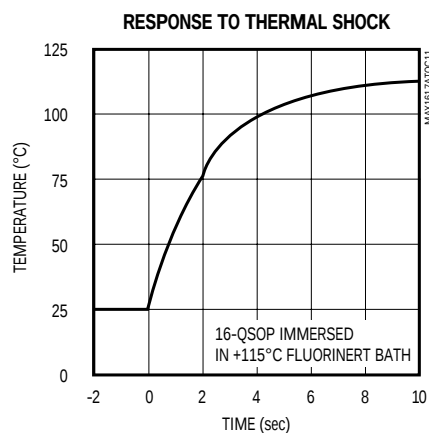
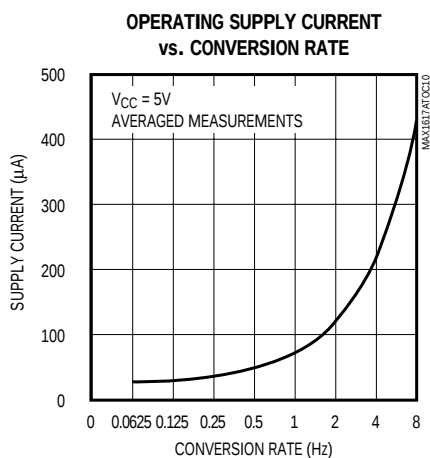
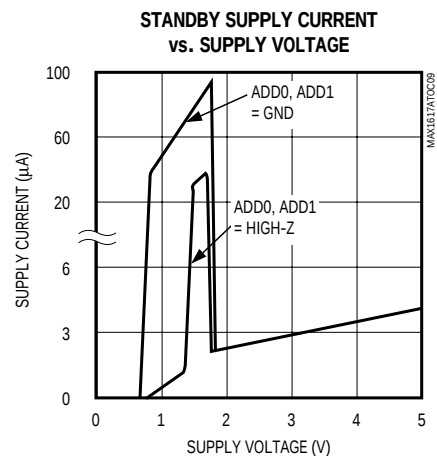
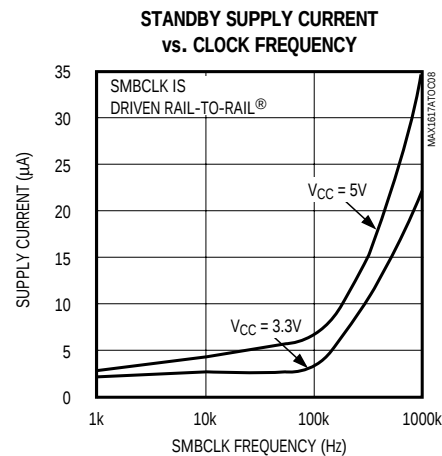
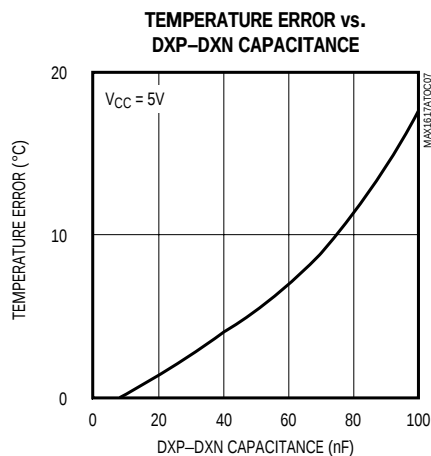
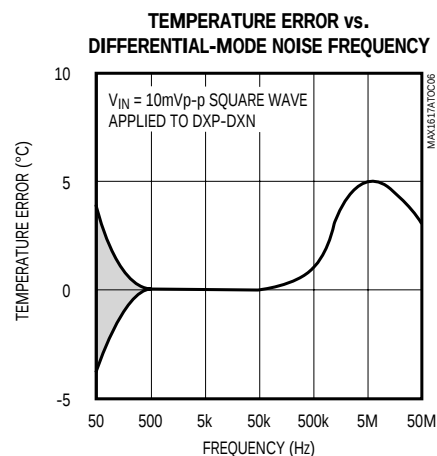
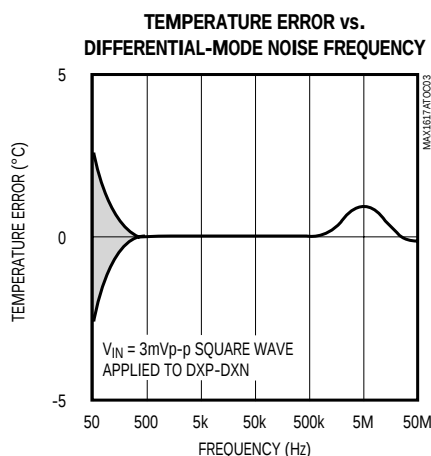
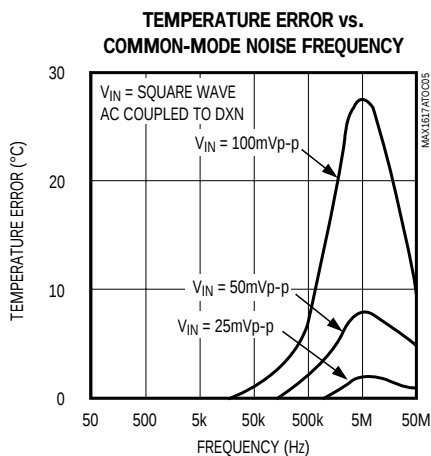


リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

標準動作特性(続き)

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



レイルトゥレイルは日本モトローラ社の登録商標です。

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

端子説明

端子	名称	機能
1, 5, 9, 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。
2	VCC	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の直列抵抗をお勧めしますが、必ずしも必要ではありません。
3	DXP	リモートダイオードチャンネル用のA/D正入力と電流ソースとの組合せ。DXPをフローティング状態にしないで下さい。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	A/D負入力と電流シンクとの組合せ。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。
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
10	ADD0	SMBusスレーブアドレス選択ピン
11	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	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ョ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

MAX1617A(特許出願中)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。

高機能フロントエンド付の8ビットシリアルA/Dコンバータ(ADC)であるMAX1617Aは、スイッチト電流ソース、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にロードされ、予め4つの高温/低温警報レジスタに保存されているデータと自動的に比較されます。

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。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。リモートダイオードチャンネルを使用しない場合は、ピンをオープンのままにせずDXPをDXNに接続して下さい。

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、1Ω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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

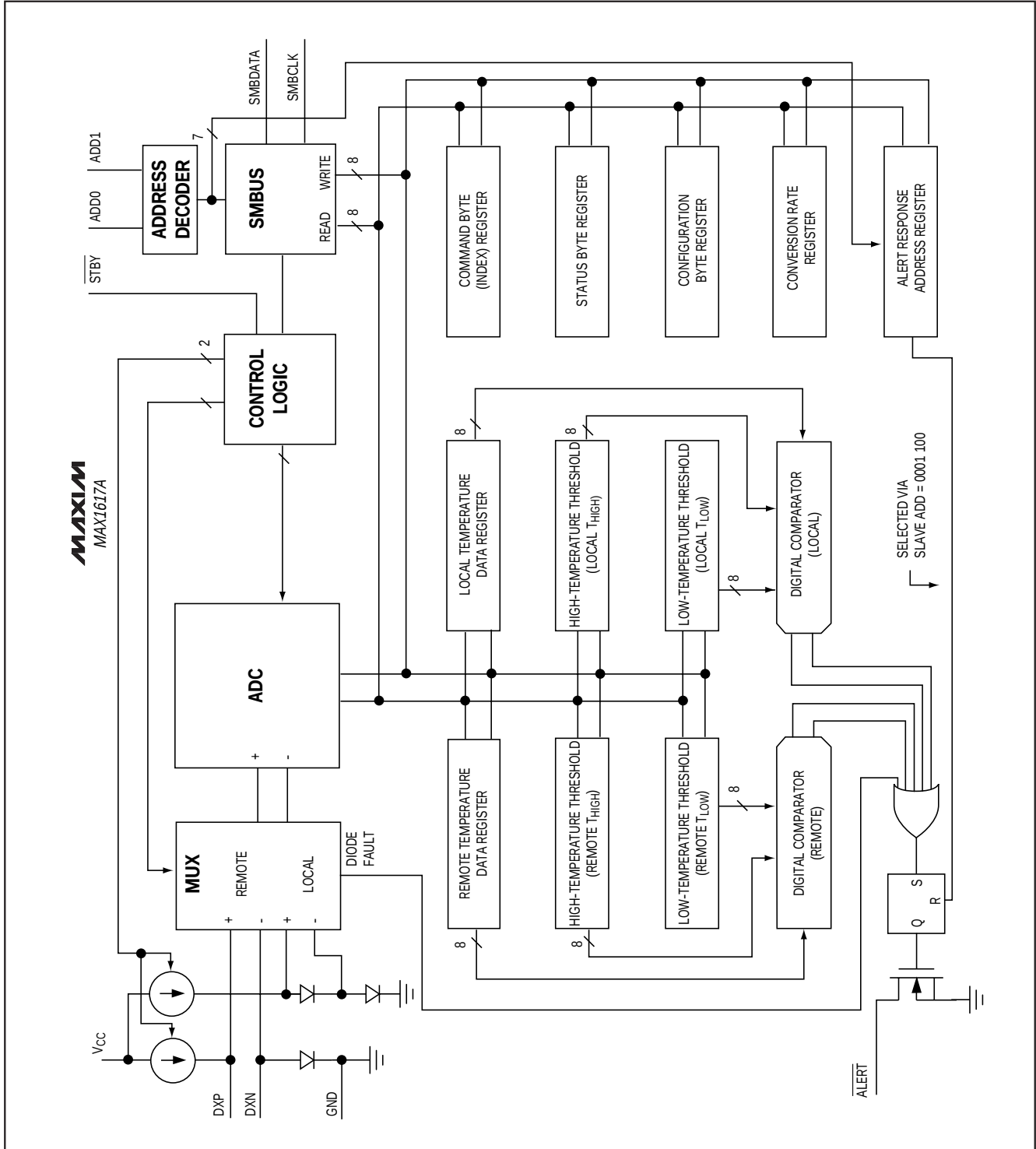


図1. ファンクションダイアグラム

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

A/D変換シーケンス

スタートコマンドが書込まれると(フリーランニング自動変換モードの場合は自動的に発生)、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を得ることができます。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が使用できるかどうかにかかわらず依存します。表1に挙げた全てのデバイスについて、実験により精度が確認されています。MAX1617A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。それ以外の場合、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10μA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において、これが成り立つことを確認して下さい。又、順方向電圧は100μA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において、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100Ω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VBE特性を持つことが分かります。

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構成されています(Fenwal Inc., Milford, MA, 508-478-6000)。

サーマルマス及び自己発熱

サーマルマスは、MAX1617A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、静止空気において約140秒です。+100 の急変の後でMAX1617Aの接合部温度が+1 以内にまで落ち着くには時定数の5倍、即ち12分かかります。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って、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通る浮遊空気流が測定精度を低下させないように留意して下さい。

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
Motorola (USA)	MMBT3904
National Semiconductor (USA)	MMBT3904
Rohm Semiconductor (Japan)	SST3904
Samsung (Korea)	KST3904-TF
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。

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は無視できます。ローカルダイオードの場合、最悪条件での誤差は、最高変換速度で自動変換しながら同時にALERT出力において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が1mAをシンクしている場合、標準消費電力は $V_{CC} \times 450\mu A$ と $0.4V \times 1mA$ の和になります。パッケージのシータJ-Aは約150 Wであることから、 $V_{CC} = 5V$ で銅のプリント基板ヒートシンクがない場合の最終温度上昇は次式で与えられます。

$$\Delta T = 2.7mW \times 150 W = 0.4$$

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において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。容量を3300pFよりも大きくすると、スイッチト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 ~ +10 です(「標準動作特性」を参照)。

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

プリント基板レイアウト

- 1) MAX1617A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、この距離を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。
- 2) 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。
- 3) DXPトレースとDXNトレースは互いに並行かつ近接に配線し、+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とグラウンドの間に20MΩのリーク経路があると、約+1 の誤差が生じます。
- 4) 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。
- 5) 銅/ハンダの熱電対効果を最小限に抑えるため、ビ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。
- 6) 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3μV/ であるのに対して、+1 の測定誤差を生じさせるにはDXP-DXNにおいて約200μVの電圧誤差が必要です。この為、殆どの寄生熱電対誤差は排除されます。
- 7) 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。
- 8) 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使用可能です。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ウ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

- MAX1617Aをリモートダイオードの近くに配置して下さい。

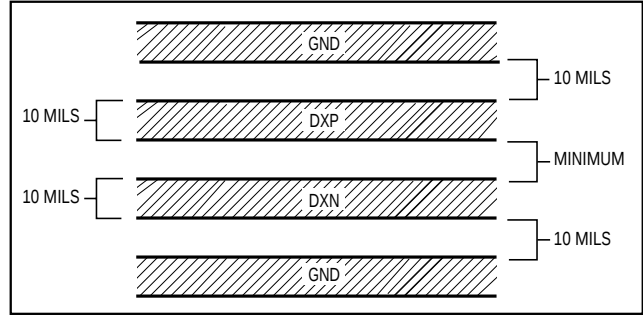


図2. 推奨DXP/DXNプリント基板トレース

- 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。
- トレースの下にグラウ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。
- MAX1617Aの近くにノイズフィルタ及び0.1μF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200Ω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、ツイストペアをお勧めします。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問題になってきます。これよりも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。

DX₊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。1Ω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がディセーブルとなり、消費電流が10μA以下に低減します。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

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

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ではワンショットコマンドによって変換が始まらないことです。

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MAX1617A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SUSSTAT#サスペンドステート信号に接続できます。

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視されます。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ず、引き続き利用できます。

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ために約25μAだけになります。スタンバイモードでは、消費電流が約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

ソフトウェア側から見ると、MAX1617A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に見えます。温度データの読取り、制御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のと同じSMBusスレーブアドレスに対応しています。

MAX1617A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限り、短いバイト受信プロトコル転送を速くします。マルチマスタシス

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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

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	-26	1	110	0110
-54.75	-55	1	100	1001
-55.00	-55	1	100	1001
-65.00	-65	1	011	1111
-70.00	-65	1	011	1111

テムにおいて短いプロトコルを使用する場合は、第2の
マスタが第1のマスタに通知す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、各チャンネルについて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

警報スレッシュホールドデータは、4つのレジスタに格納さ
れます。各A/Dチャンネルにつき、高温(T_{HIGH})レジスタ
及び低温(T_{LOW})レジスタがあります。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。

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ィテクタが内蔵

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 MAX1617A slave address that was latched at POR (Table 8)
6	ADD6	
5	ADD5	
4	ADD4	
3	ADD3	
2	ADD2	
1	ADD1	
0 (LSB)	1	Logic 1

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、POR設定で T_{HIGH} や T_{LOW} 警報をトリッ
プしないようになっています。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の結果
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} に短絡している場合は、ADCの
読取り値が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、デバイスは警報を発します。

ALERT割込み

ALERT割込み出力信号はラッチされ、アラート応答アド
レスを読取りることによって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停止しません。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ありません。

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

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

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 0000	Read configuration byte
RCRA	04h	0000 0010	Read conversion rate byte
RLHN	05h	0111 1111	Read local T _{HIGH} limit
RLLI	06h	1100 1001	Read local T _{LOW} 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
WLHO	0Bh	N/A	Write local T _{HIGH} limit
WLLM	0Ch	N/A	Write local T _{LOW} 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 (use send-byte format)
SPOR	FCh	N/A	Write software POR
MFGID	FEh	0100 1101	Read manufacturer ID code
DEVID	FFh	00000001	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。

アラート応答アドレス

SMBusアラート応答割込みポインタは、バスマスタ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。ALERT割込みを受けたホストマスタは、アラート応答スレーブアドレス(0001 100)に受信バイトを送送できます。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、幾つかの異なるスレーブデバイスを同時に起動することができます。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はレベルセンシティブであることが必要です。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、MAX1617A内の様々な他のレジスタを指し示すマスタインデックス

です。このレジスタのPOR状態は0000 0000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、現在のローカル温度データがリターンされます。

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、及びデバイスをソフトウェアスタンバイモードにするために使用されます。下位6ビットは内部で(XX1111)に設定され、「任意」ビットとなっています。これらのビットにはゼロを書込んで下さい。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。

I²CはPhillips Corp.の商標です。

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

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 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.
5-0	RFU	0	Reserved for future use

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	LHIGH*	A high indicates that the local high-temperature alarm has activated.
5	LOW*	A high indicates that the local low-temperature alarm has activated.
4	RHIGH*	A high indicates that the remote high-temperature alarm has activated.
3	LOW*	A high indicates that the remote low-temperature alarm has activated.
2	OPEN*	A high indicates a remote-diode continuity (open-circuit) fault.
1	RFU	Reserved for future use (returns 0)
0 (LSB)	RFU	Reserved for future use (returns 0)

* これらのフラグは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。

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、及び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。警報状態が存在しない場合、POR後の全てのフラグビットの正常状態はゼロです。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。ステータスフラグビットがクリアされても、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

表7. 変換速度制御バイト

DATA	CONVERSION RATE (Hz)	AVERAGE SUPPLY CURRENT (μA typ, at $V_{CC} = 3.3V$)
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	—

があります。このような状況では、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して変化の方向を定めることをお勧めします。

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。MAX1617A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、どの速度設定についても $\pm 25\%$ 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 $\overline{STBY}$ 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によるいずれの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

メーカー及びデバイスIDコードは、2つのROMレジスタが提供します(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、01hが戻されますが、これはMAX1617Aデバイスを意味します。もし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。

リモート/ローカル温度センサ 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 RATE (CHANGED VIA WRITE TO WCRW)	TIME UNTIL RLTS AND RRTE ARE UPDATED
Auto-Convert	Power-on reset	n/a (0.25Hz)	156ms max
Auto-Convert	1-shot command, while idling between automatic conversions	n/a	156ms max
Auto-Convert	1-shot command that occurs during a conversion	n/a	When current conversion is complete (1-shot is ignored)
Auto-Convert	Rate timer	0.0625Hz	20sec
Auto-Convert	Rate timer	0.125Hz	10sec
Auto-Convert	Rate timer	0.25Hz	5sec
Auto-Convert	Rate timer	0.5Hz	2.5sec
Auto-Convert	Rate timer	1Hz	1.25sec
Auto-Convert	Rate timer	2Hz	625ms
Auto-Convert	Rate timer	4Hz	312.5ms
Auto-Convert	Rate timer	8Hz	237.5ms
Hardware Standby	$\overline{\text{STBY}}$ pin	n/a	156ms
Software Standby	RUN/STOP bit	n/a	156ms
Software Standby	1-shot command	n/a	156ms

スレーブアドレス

SMBusから見ると、MAX1617Aは両方のADCチャ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、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MAX1617Aを同じバス上に存在させることができます(表9)。

アドレスピン状態はPOR及びSPOR時にものみチェックされ、アドレスデータはラッチされた状態になります。これは、ハイインピーダンス(High-Z)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。

MAX1617A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

MAX1617Aは揮発性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損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)により、ヘッドルームが十分となる($V_{CC} = 2.8V$ typ)までADCは変換できません。

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MAX1617A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下さい。これは、ソフト

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のままであることを意味します。

ウェアPORよりも前に外部ハードウェアがADD0とADD1アドレスピンにおいて新しい状態を強制した場合に、MAX1617A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。新しいアドレスは、SPOR送信停止状態から100 μ s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開始します。
- ・ コマンドバイトが00h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最大及び最小リミットに設定されます。

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

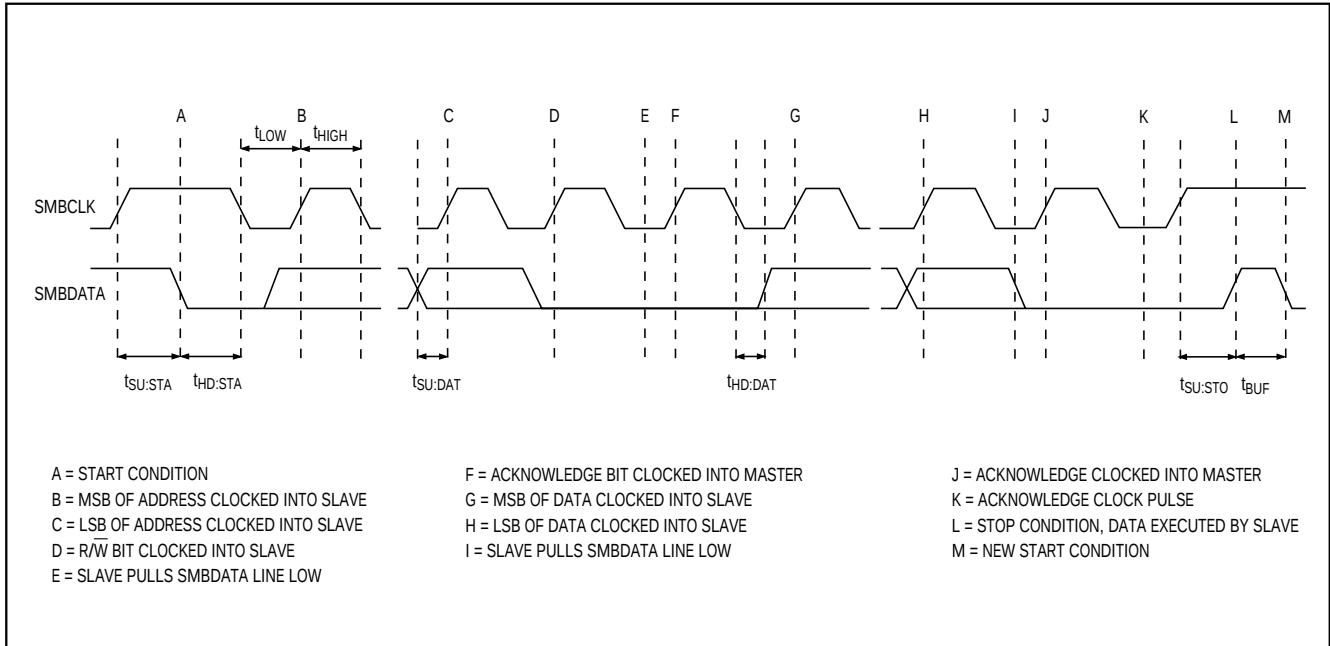


図4. SMBus書き込みタイミング図

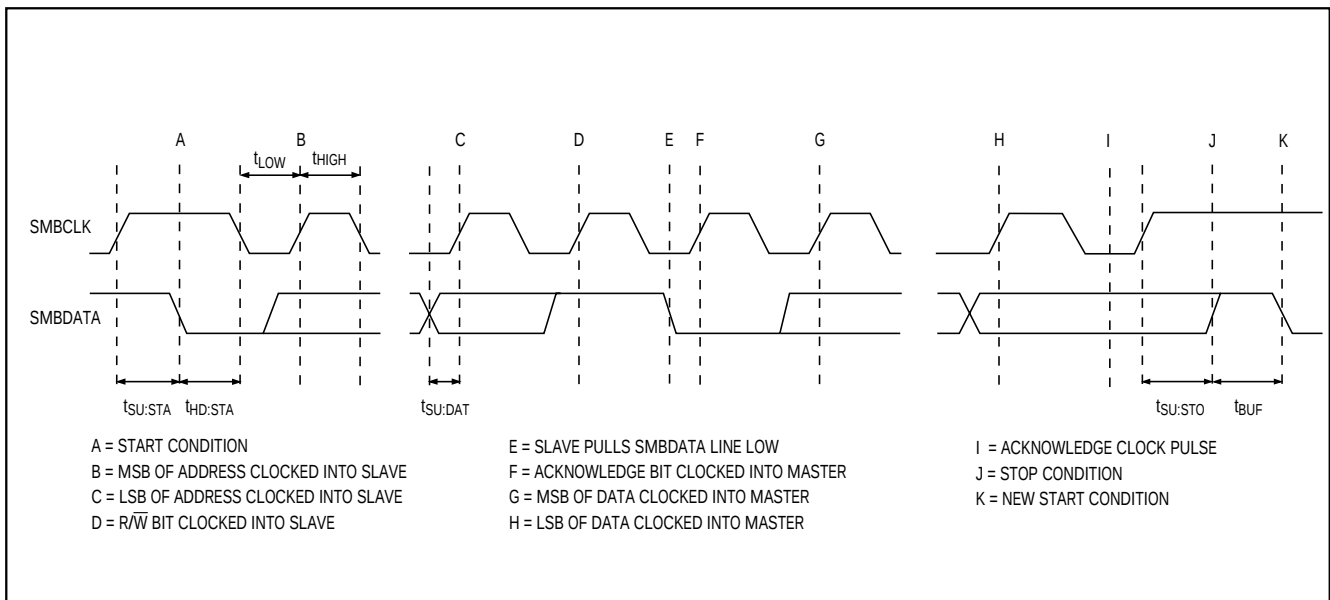


図5. SMBus読み取りタイミング図

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

```
/* 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      MAX1617Addr    = 84; /* 0x54, default address for MAX1617, ADD0,ADD1=open */
int      InitConfig     = 0; /* 0x00, configure MAX1617 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      LowSubtractor  = 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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

```
int Initialization()
{
    int ErrorCode = NoError;
    /* Test the SMBus communications path to the MAX1617 by writing the configuration,
    conversion rate and initial temperature limits; if SMBus communication was unsuccessful,
    power the system down. Note that the MAX1617Write 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 MAX1617Write, MAX1617Write does nothing. If the SMBus communication fails in
    MAX1617Write, the error code variable is set to the type of error (for example a NACK,
    i.e. MAX1617 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. */

    MAX1617Write(WCA, InitConfig, &ErrorCode); /* MASK=0 and RUN/STOP=0 */
    MAX1617Write(WCRW, InitConv, &ErrorCode); /* CONV = 8Hz */
    MAX1617Write(WRLN, LowestTemp, &ErrorCode); /* TLOW = -65oC */
    MAX1617Write(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 MAX1617 temperature register will not
    have valid (i.e. current temperature) data for 238 milliseconds. */
} /* End of Initialization 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、MAX1617Aのコンフィギュレーション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、 $\overline{\text{ALERT}}$ 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、MAX1617Aから得られた最新の温度に基づいて行って下さい。MAX1617A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。状態バイトにハイ又はロー警報条件が存在するのは、MAX1617が周囲の環境の変化を正しく報告しているためである場合があります。

リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617A

```
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 MAX1617 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 == MAX1617Addr) then {

        MAX1617Read(RSL, &StatusInfo, &ErrorCode);

        if (((StatusInfo & CollisionMask) != 0) and (ErrorCode == NoError)) then
            MAX1617Read(RSL, &StatusInfo, &ErrorCode);

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

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

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

            MAX1617Read(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;
                MAX1617Write(WRHA, TempHigh, &Error);
                MAX1617Write(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)