

# 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

MAX1617†

### 概要

MAX1617(特許出願中)は、リモートセンサの温度とIC自身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(低コスト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カについて $\pm 3$  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。

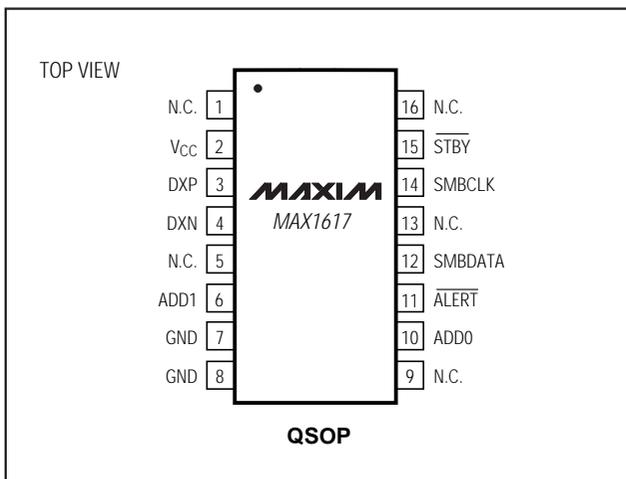
このデバイスは、2線シリアルインタフェースにより、システムマネジメントバス(SMBus™)の標準のバイト書込み、バイト読取り、バイト送信及びバイト受信コマンドを受け付け、警報スレッシュホールドの設定、及び温度データの読取りを行います。データフォーマットは7ビットプラス符号の2の補数形式となっており、各ビットが1 を表します。測定は自動的かつ独立に行われます。変換速度はユーザによる設定、あるいはシングルショットモードでの動作に設定することができます。変換速度が調整可能であるため消費電流の制御が可能です。

MAX1617は小型16ピンQSOP表面実装パッケージで提供されています。

### 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	工業用制御
スマートバッテリーパック	電話局の電気通信機器
LANサーバ	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.の登録商標です。

### 特長

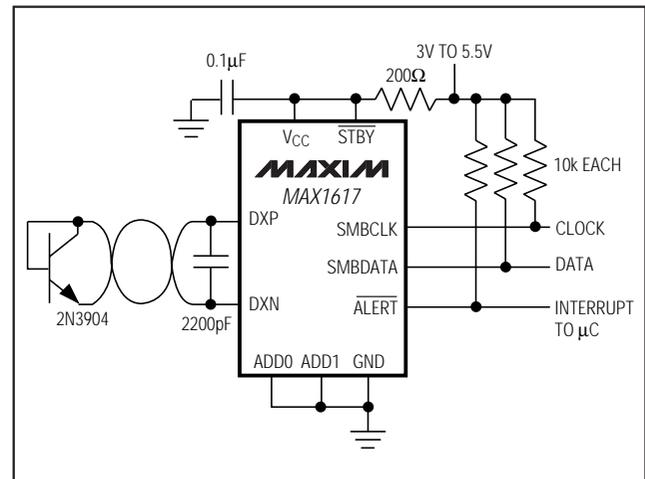
- ◆ 2チャンネル：リモートとローカルの温度を測定
- ◆ キャリブレーション不要
- ◆ SMBus 2線シリアルインタフェース
- ◆ プログラマブル低温/高温警報
- ◆ SMBusアラート応答をサポート
- ◆ 精度：
  - $\pm 2$  (+60 ~ +100、ローカル)
  - $\pm 3$  (-40 ~ +125、ローカル)
  - $\pm 3$  (+60 ~ +100、リモート)
- ◆ スタンバイ消費電流：3 $\mu$ A(typ)
- ◆ 自動変換モードでの消費電流：70 $\mu$ A(max)
- ◆ 電源電圧：+3V ~ +5.5V
- ◆ パッケージ：小型16ピンQSOP

### 型番

PART*	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1617MEE	-55°C to +125°C	16 QSOP

\*U.S. and foreign patents pending.

### 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

MAX1617

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>CC</sub> to GND .....	-0.3V to +6V	Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
DXP, ADD_ to GND .....	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)	QSOP (derate 8.30mW/°C above +70°C) .....	667mW
DXN to GND .....	-0.3V to +0.8V	Operating Temperature Range .....	-55°C to +125°C
SMBCLK, SMBDATA, ALERT, STBY to GND .....	-0.3V to +6V	Junction Temperature .....	+150°C
SMBDATA, ALERT Current .....	-1mA to +50mA	Storage Temperature Range .....	-65°C to +165°C
DXN Current .....	±1mA	Lead Temperature (soldering, 10sec) .....	+300°C
ESD Protection (SMBCLK, SMBDATA, ALERT, human body model) .....	4000V		
ESD Protection (other pins, human body model) .....	2000V		

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<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>ADC AND POWER SUPPLY</b>						
Temperature Resolution (Note 1)	Monotonicity guaranteed		8			Bits
Initial Temperature Error, Local Diode (Note 2)	T <sub>A</sub> = +60°C to +100°C		-2		2	°C
	T <sub>A</sub> = 0°C to +85°C		-3		3	
Temperature Error, Remote Diode (Notes 2 and 3)	T <sub>R</sub> = +60°C to +100°C		-3		3	°C
	T <sub>R</sub> = -55°C to +125°C		-5		5	
Temperature Error, Local Diode (Notes 1 and 2)	Including long-term drift	T <sub>A</sub> = +60°C to +100°C	-2.5		2.5	°C
		T <sub>A</sub> = 0°C to +85°C	-3.5		3.5	
Supply-Voltage Range			3.0		5.5	V
Undervoltage Lockout Threshold	V <sub>CC</sub> input, disables A/D conversion, rising edge		2.60	2.80	2.95	V
Undervoltage Lockout Hysteresis				50		mV
Power-On Reset Threshold	V <sub>CC</sub> , falling edge		1.0	1.7	2.5	V
POR Threshold Hysteresis				50		mV
Standby Supply Current	Logic inputs forced to V <sub>CC</sub> or GND	SMBus static		3	10	μA
		Hardware or software standby, SMB- CLK at 10kHz		4		
Average Operating Supply Current	Auto-convert mode, average measured over 4sec. Logic inputs forced to V <sub>CC</sub> 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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>SMBus INTERFACE</b>					
Logic Input High Voltage	$\overline{STBY}$ , SMBCLK, SMBDATA; V <sub>CC</sub> = 3V to 5.5V	2.2			V
Logic Input Low Voltage	$\overline{STBY}$ , SMBCLK, SMBDATA; V <sub>CC</sub> = 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 <sub>CC</sub> 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 <sub>LOW</sub> , 10% to 10% points	4.7			μs
SMBCLK Clock High Time	t <sub>HIGH</sub> , 90% to 90% points	4			μs
SMBus Start-Condition Setup Time		4.7			μs
SMBus Repeated Start-Condition Setup Time	t <sub>SU:STA</sub> , 90% to 90% points	500			ns
SMBus Start-Condition Hold Time	t <sub>HD:STA</sub> , 10% of SMBDATA to 90% of SMBCLK	4			μs
SMBus Stop-Condition Setup Time	t <sub>SU:STO</sub> , 90% of SMBCLK to 10% of SMBDATA	4			μs
SMBus Data Valid to SMBCLK Rising-Edge Time	t <sub>SU:DAT</sub> , 10% or 90% of SMBDATA to 10% of SMBCLK	800			ns
SMBus Data-Hold Time	t <sub>HD:DAT</sub> (Note 5)	0			μs
SMBCLK Falling Edge to SMBus Data-Valid Time	Master clocking in data			1	μs

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = -55°C to +125°C, unless otherwise noted.) (Note 6)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>ADC AND POWER SUPPLY</b>					
Temperature Resolution (Note 1)	Monotonicity guaranteed	8			Bits
Initial Temperature Error, Local Diode (Note 2)	T <sub>A</sub> = +60°C to +100°C	-2		2	°C
	T <sub>A</sub> = -55°C to +125°C	-3		3	
Temperature Error, Remote Diode (Notes 2 and 3)	T <sub>R</sub> = +60°C to +100°C	-3		3	°C
	T <sub>R</sub> = -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

MAX1617

## 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
<b>SMBus INTERFACE</b>					
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	$\mu A$
Logic Input Current	Logic inputs forced to $V_{CC}$ or GND	-2		2	$\mu A$

**Note 1:** Guaranteed but not 100% tested.

**Note 2:** Quantization error is not included in specifications for temperature accuracy. For example, if the MAX1617 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. See 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.

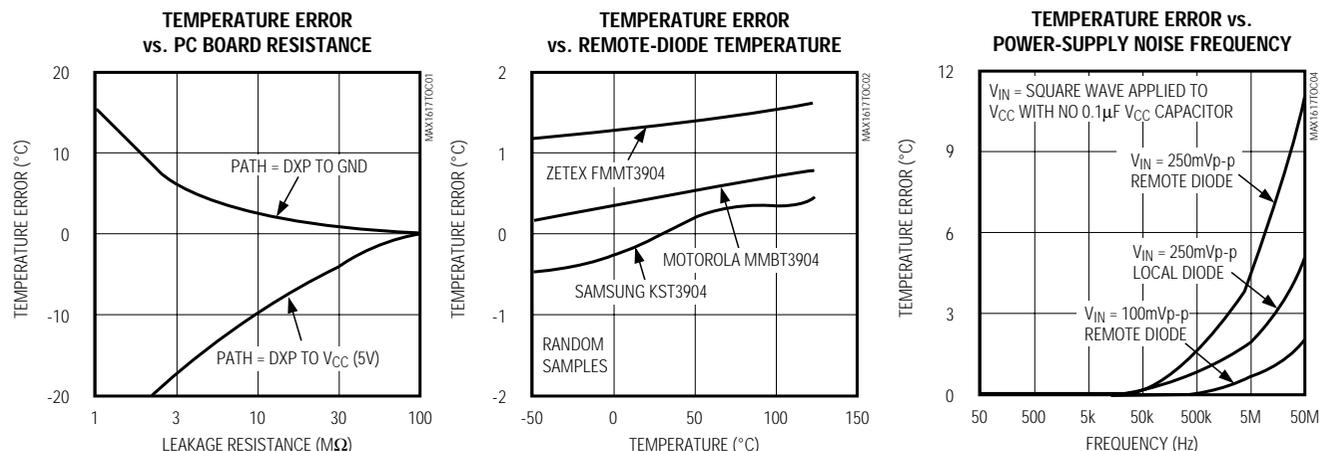
**Note 4:** The SMBus logic block is a static design that works with clock frequencies down to DC. While slow operation is possible, it violates the 10kHz minimum clock frequency and SMBus specifications, and may monopolize the bus.

**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.)

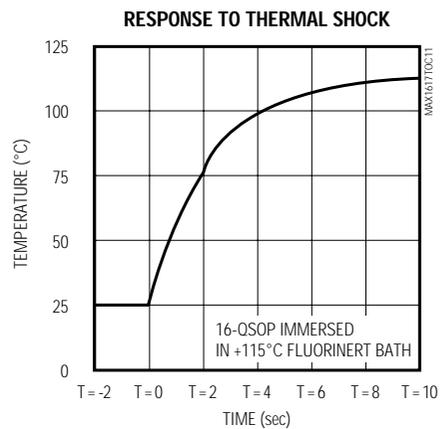
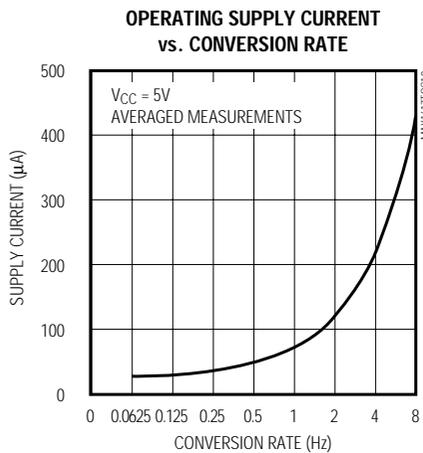
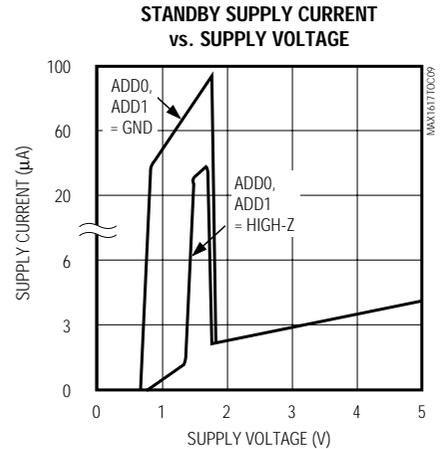
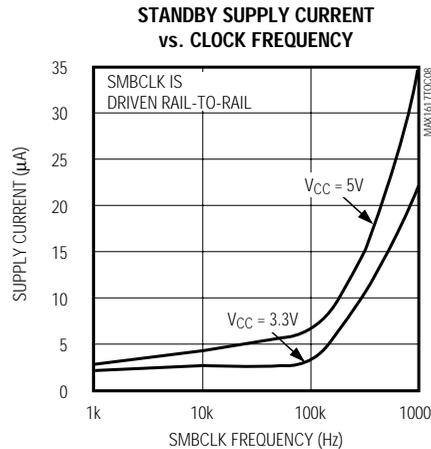
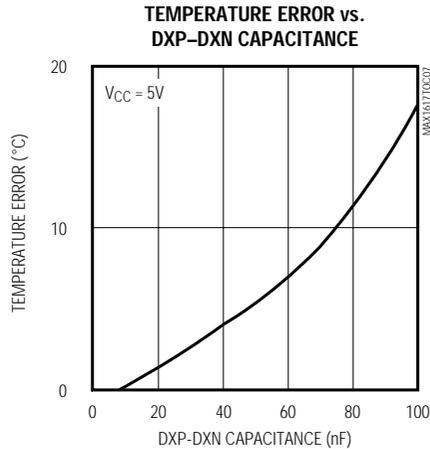
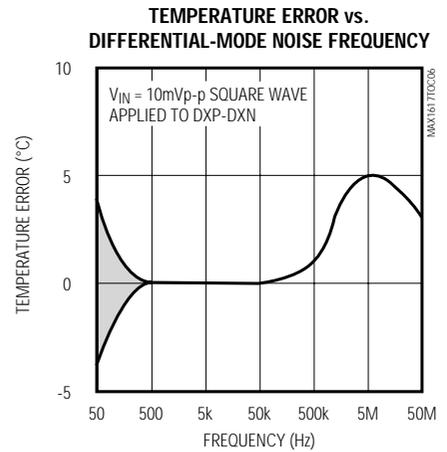
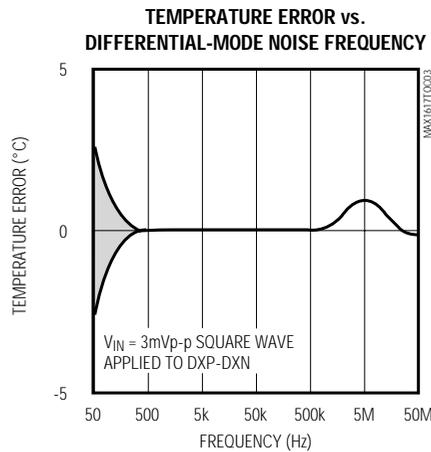
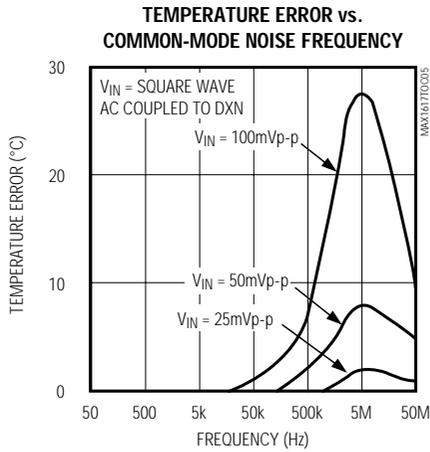


# リモート/ローカル温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617

## 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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617

## 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することができます。
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正入力とソース電流との組合せ。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	A/D負入力とシンク電流との組合せ。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

MAX1617(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)その他のインテリジェント機器と共に使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ビットシリアルアナログデジタルコンバータ(ADC)のMAX1617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た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で、温度を計算します。いったん変換プロセス(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。最悪条件での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への直列抵抗値が過剰になると、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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617

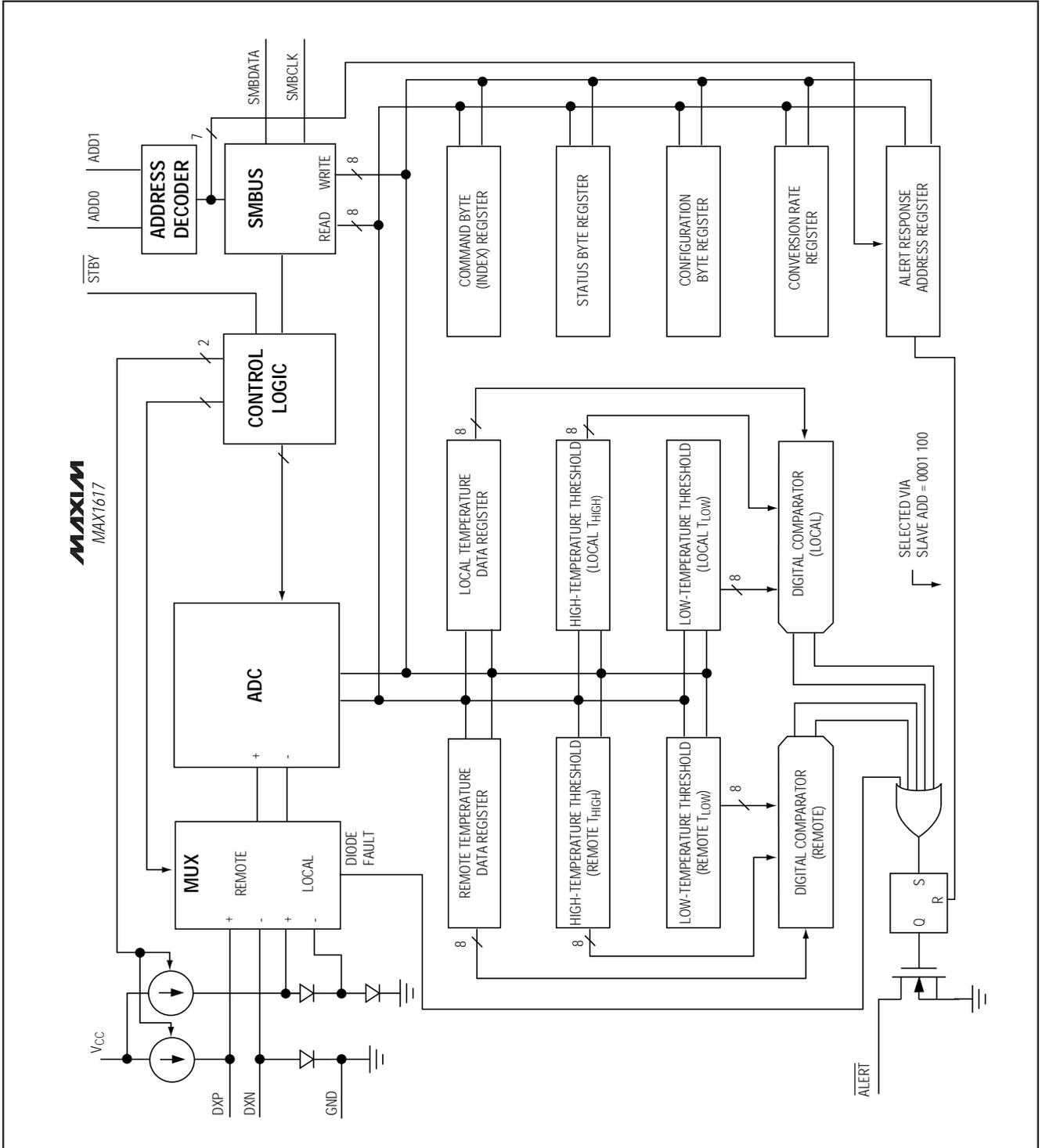


図1. ファンクションダイアグラム

# 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

MAX1617

## A/D変換シーケンス

スタートコマンドが書込みまると(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。ただし、ADCがビジーであっても、前の変換の結果は常に得られます。

## 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。MAX1617は、温度検出ダイオードを内蔵したCPU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なければなりません。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10 $\mu$ Aにおいて0.25V以上である必要があります。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 $\mu$ Aで0.95V以下でなければなりません。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 $\Omega$ 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特性を持つことがわかります。

ヒートシンクに取り付ける場合は、Fenwal Electronics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から構成されています(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MAX1617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140秒です。+100 $^{\circ}$ Cの急変の後でMAX1617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、すなわち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うことで、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流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. リモートセンサ用トランジスタ

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

Note: Transistors must be diode-connected (base shorted to collector).

は無視できます。ローカルダイオードの場合、最悪の条件での誤差は、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 $\text{ }^{\circ}\text{C/W}$ ですから、 $V_{CC} = 5V$ で銅のプリント基板ヒートシンクがない場合には最終温度上昇は次式で与えられます。

$$dT = 2.7\text{mW} \times 150\text{ }^{\circ}\text{C/W} = 0.4$$

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で達成できます。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。

ADCの測定値は、殆どのノイズ源を測定したため、実際の温度よりも高くなっています。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 SMBusシリアルインタフェース付

MAX1617

## プリント基板レイアウト

- 1) MAX1617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れば、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トレースは互いに平行かつ近接して配線し、+12V<sub>DC</sub>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20Mのリーク経路があれば、約+1の誤差が生じます。
- 4) DXP-DXNトレースのどちらかの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、ピアヤクロスアンダーをできるだけ使わずに配線して下さい。
- 6) 熱電対を使用する時は、DXP経路もDXN経路も、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 $\mu$ 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 $\mu$ 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シールドとして使え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

- MAX1617をリモートダイオードの近くに配置して下さい。

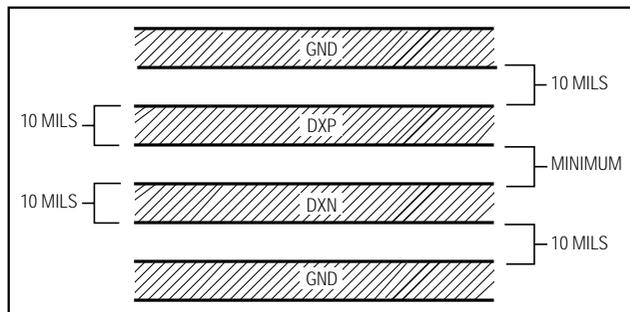


図2. 推奨DXP/DXNプリント基板トレース

- 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。
- MAX1617の近くにノイズフィルタと0.1 $\mu$ FのV<sub>CC</sub>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<sub>CC</sub>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。これより距離が大きい場合には、オーディオマイククロフォ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<sub>+</sub>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がディセーブルとなり、消費電流が10 $\mu$ A以下に低減します。スタンバイモードに入るためには、STBYピンを強制的にローにするか、あるいは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

# 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

MAX1617

スタンバイモードと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、リードコマンド及びライト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で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MAX1617に強制的にA/D変換を行わせることができます。

$\overline{STBY}$ 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します。

$\overline{STBY}$ 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、引き続き利用することができます。

125msの変換期間中の消費電流は常に約450 $\mu$ A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25 $\mu$ Aとなります。スタンバイモードでは、消費電流は約3 $\mu$ A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、100 $\mu$ Aになることもあります。

## SMBusデジタルインタフェース

ソフトウェアから見ると、MAX1617は温度データ、警報スレッシュホールド値又はコントロール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、書込み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チャンネルは、通常の読み書きに使うのと同じSMBusスレーブアドレスに対応しています。

MAX1617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、短いバイト受信プロトコル転送を速くします。マルチマスターシステムで短いプロトコルを使う時は、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。

### 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

MAX1617

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	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

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

4つのレジスタが警報スレッシュホールドデータを格納します。各A/Dチャンネルにつき、高温( $T_{HIGH}$ )レジスタと低温( $T_{LOW}$ )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以上である時、 $\overline{ALERT}$ 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、すなわち+127)です。いずれの $T_{LOW}$ レジスタも、POR状態は1100 1001、すなわち-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。この障害デテクタは単純な電圧デテクタです。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、

表3. アラート応答アドレス(0001100)の読み取りフォーマット

BIT	NAME	FUNCTION
7 (MSB)	ADD7	Provide the current MAX1617 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

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の読み取り値は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することができます。同様に、DXPが $V_{CC}$ に短絡している時、ADCの読み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、デバイスは警報を発します。

## $\overline{ALERT}$ 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み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することができます。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することができます。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(割込みポインタのリターンアドレス機能)にตอบสนองします(「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。

# 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

MAX1617

表4. コマンドバイトのビット割当

レジスタ	コマンド	POR状態	機能
RLTS	00h	0000 0000*	ローカル温度を読取ります。最新の温度をリターンします。
RRTE	01h	0000 0000*	リモート温度を読取ります。最新の温度をリターンします。
RSL	02h	N/A	ステータスバイト(フラグ、ビジー信号)を読取ります
RCL	03h	0000 0000	コンフィギュレーションバイトを読取ります
RCRA	04h	0000 0010	変換速度バイトを読取ります
RLHN	05h	0111 1111	ローカルT <sub>HIGH</sub> リミットを読取ります
RLLI	06h	1100 1001	ローカルT <sub>LOW</sub> リミットを読取ります
RRHI	07h	0111 1111	リモートT <sub>HIGH</sub> リミットを読取ります
RRLS	08h	1100 1001	リモートT <sub>LOW</sub> リミットを読取ります
WCA	09h	N/A	コンフィギュレーションバイトを書込みます
WCRW	0Ah	N/A	変換速度バイトを書込みます
WLHO	0Bh	N/A	ローカルT <sub>HIGH</sub> リミットを書込みます
WLLM	0Ch	N/A	ローカルT <sub>LOW</sub> リミットを書込みます
WRHA	0Dh	N/A	リモートT <sub>HIGH</sub> リミットを書込みます
WRLN	0Eh	N/A	リモートT <sub>LOW</sub> リミットを書込みます
OSHT	0Fh	N/A	ワンショットコマンド(バイト送信フォーマットを使います)

\* 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します。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(000 1 100)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、I<sup>2</sup>C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、MAX1617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 0000ですから、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、あるいは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用いられます。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み込んで下さい。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。

## 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ョ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。PORの後、警報状態が存在しないとすれば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

# 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

MAX1617

表5. コンフィギュレーションバイトのビット割当

ビット	名称	POR状態	機能
7 (MSB)	MASK	0	ハイの時全てのALERT割込みをマスクします。
6	RUN/STOP	0	スタンバイモード制御ビット。ハイの場合、デバイスは直ちに変換を停止し、スタンバイモードに入ります。ローの場合、デバイスはワンショットあるいはタイマモードで変換します。
5-0	RFU	0	将来の使用のために保留

表6. ステータスバイトのビット割当

ビット	名称	機能
7 (MSB)	BUSY	ハイの時、ADCが変換中でビジーであることを意味します。
6	LHIGH*	ハイの時、ローカル高温警報が起動したことを意味します。
5	LLOW*	ハイの時、ローカル低温警報が起動したことを意味します。
4	RHIGH*	ハイの時、リモート高温警報が起動したことを意味します。
3	RLOW*	ハイの時、リモート低温警報が起動したことを意味します。
2	OPEN*	ハイの時、リモートダイオード連続性(オープン回路)障害を意味します。
1	RFU	将来の使用のために保留(0をリターン)
0 (LSB)	RFU	将来の使用のために保留(0をリターン)

\* 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りられるまでハイに留まります。

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。

ステータスバイトを読取る時は、非同期ADCタイミングに起因する内部バス衝突をチェックする必要があります。あるいは、ステータスバイトを読取る前に、コンフィギュレーションバイトのRUN/STOPビットを通じてADCをディセーブルして下さい。ワンショットモードでは、変換が終了するのを待ってからステータスバイトを読取って下さい。変換はワンショット変換のコマンドを受け取ってから150ms(max)後に終了します。

内部バス衝突をチェックするには、ステータスバイトを読取って下さい。最下位7ビットが全て1であれば、そのデータを捨ててステータスバイトを再び読取って下さい。ステータスビットLHIGH、LLOW、RHIGH及びRLOWは停止状態直後にSMBusクロックエッジでリフレッシュ

表7. 変換速度制御バイト

データ	変換速度 (Hz)	平均消費電流 (μA typ, V <sub>CC</sub> = 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	—

されるため、内部バス衝突によって温度関係のステータスデータが失われる恐れはありません。OPENステータスビット(ダイオード連続性障害)のみ、変換の最初にリフレッシュされるため、OPENデータは失われます。ALERT割込みラッチはステータスバイトレジスタから独立しているため、内部バス衝突によって偽アラートが発生することはありません。

自動変換中、THIGHリミットとTLOW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と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っ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での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することができます。変換速度バイトのPOR状態は02h(0.25Hz)です。MAX1617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±25%です。

変換を開始してから1つの全変換時間(公称125ms、156ms max)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いずれにより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、その遅延が影響を受けることがあります。表8を参照して下さい。

# 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

MAX1617

表8. RLTS及びRRTE温度レジスタ更新タイミング図

動作モード	変換を起動させるもの	新しい変換速度 (WCRWへの書き込みで変更)	RLTS及びRRTEが 更新されるまでの時間
自動変換	パワーオンリセット	n/a(0.25Hz)	156ms max
自動変換	ワンショットコマンド(自動変換の 合間のアイドル中)	n/a	156ms max
自動変換	変換中に発生するワンショット コマンド	n/a	現在の変換が終了した時 (ワンショットは無視)
自動変換	変換速度タイマ	0.0625Hz	20sec
自動変換	変換速度タイマ	0.125Hz	10sec
自動変換	変換速度タイマ	0.25Hz	5sec
自動変換	変換速度タイマ	0.5Hz	2.5sec
自動変換	変換速度タイマ	1Hz	1.25sec
自動変換	変換速度タイマ	2Hz	625ms
自動変換	変換速度タイマ	4Hz	312.5ms
自動変換	変換速度タイマ	8Hz	237.5ms
ハードウェアスタンバイ	STBYピン	n/a	156ms
ソフトウェアスタンバイ	RUN/STOPビット	n/a	156ms
ソフトウェアスタンバイ	ワンショットコマンド	n/a	156ms

## スレーブアドレス

SMBusから見ると、MAX1617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1つに設定することができます。これにより、アドレスの競合を起こさずに2つ以上のMAX1617が同じバス上に存在できます(表9)。

アドレスピン状態はPOR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。

MAX1617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

MAX1617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<sub>CC</sub>を監視し、V<sub>CC</sub>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<sub>CC</sub>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<sub>CC</sub>レベルでの読み書きは避けて下さい)。第2のV<sub>CC</sub>コンパレータ、すなわちADC UVLOコンパレータにより、ヘッドルームが十分となる(V<sub>CC</sub> = 2.8V typ)までADCは変換できません。

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 <sub>CC</sub>	0011 010
High-Z	GND	0101 001
High-Z	High-Z	0101 010
High-Z	V <sub>CC</sub>	0101 011
V <sub>CC</sub>	GND	1001 100
V <sub>CC</sub>	High-Z	1001 101
V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	1001 110

注: 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。

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<sub>HIGH</sub>及びT<sub>LOW</sub>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

MAX1617

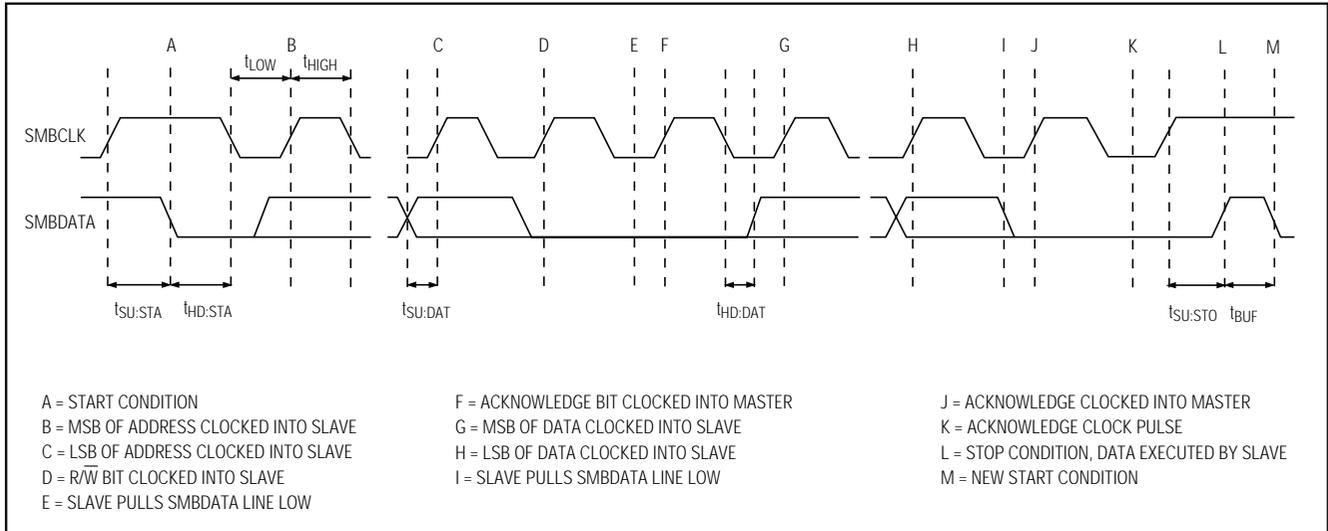


図4. SMBus書き込みタイミング図

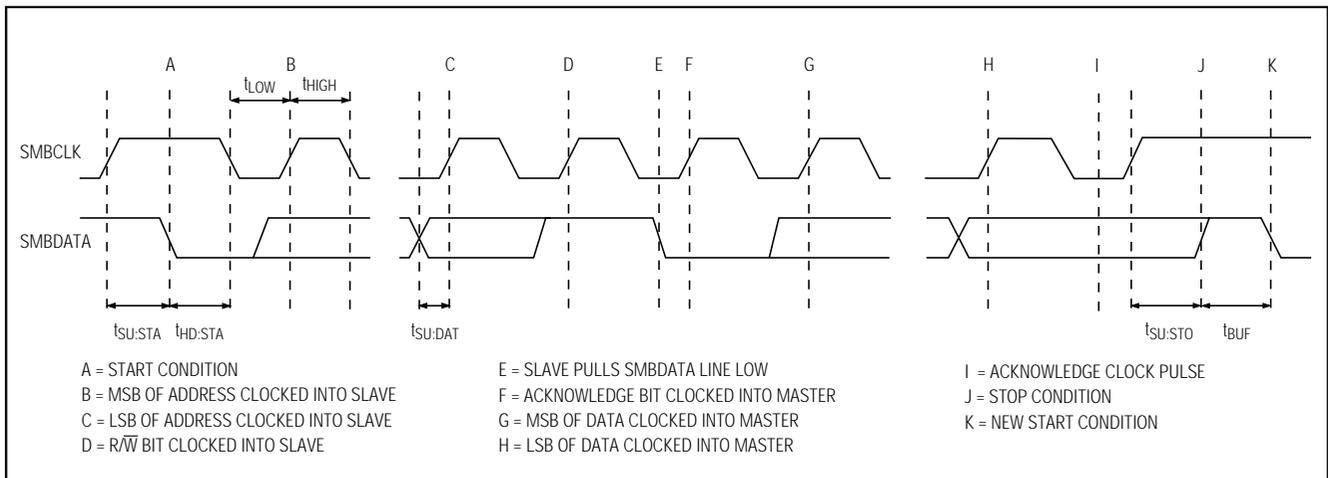


図5. SMBus読取りタイミング図

プログラミング例：CPUのクロックスロットル制御  
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リスト1に示します。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、MAX1617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関連表に定められています。  
注：温度に関する決定は、ステータスバイトの値ではなく、MAX1617から得られた最新の温度に基づいて行って下さい。MAX1617は感度が高く、サーマルマスの小さいため、環境の変化に極めて高速に応答します。ステータスバイトにハイ及びロー警報条件が存在し得るのは、MAX1617が周りの環境の変化を正確に伝えるためです。

# 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

MAX1617

```
/* 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

MAX1617

```
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
    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. 疑似コード例(続き)

# 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

MAX1617

```
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 */
```

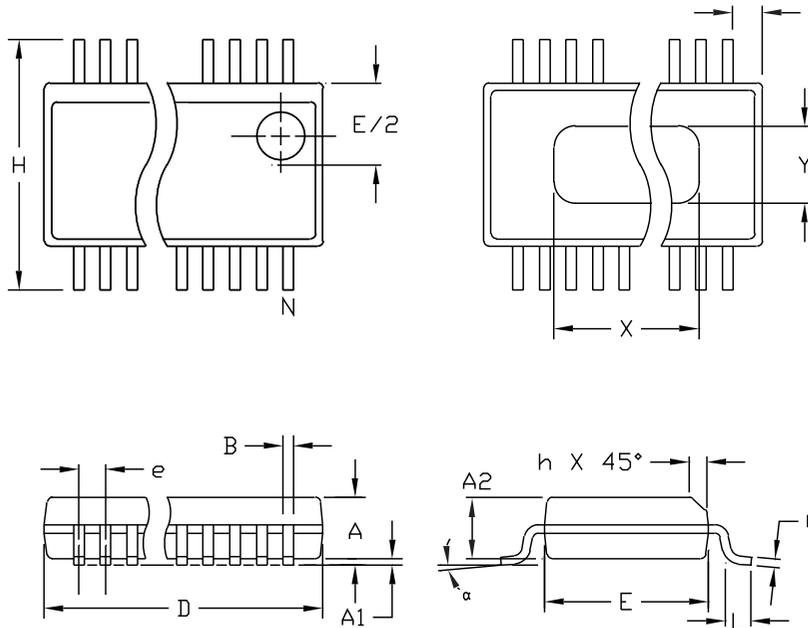
リスト1. 疑似コード例(続き)

# 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

パッケージ

MAX1617

QSOP, EPS



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
alpha	0*	8*	0*	8*

VARIATIONS:

	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.	REV	1/1
	21-0055	B	

# 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

---

MAX1617

NOTES