

5チャンネル高精度温度モニタ

概要

高精度のマルチチャンネル温度センサのMAX6699は、自身の温度と最大4個の外付けダイオード接続トランジスタの温度を監視します。いずれの温度チャンネルもプログラマブルなアラートスレッショルドを備えています。またチャンネル1と4は、プログラマブルな温度過昇スレッショルドも備えています。チャンネルの測定温度が各スレッショルドを超えると、ステータスピットはステータスレジスタのいずれかに設定されます。2つのオープンドレイン出力、 $\overline{\text{OVERT}}$ および $\overline{\text{ALERT}}$ は、ステータスレジスタのこれらのビットに応じてアサートします。

2線式シリアルインタフェースは、次に示す標準システム管理バス(SMBus™)プロトコルをサポートしています。すなわち、温度データを読み取り、アラームスレッショルドを設定するためのWrite Byte(バイト書込み)、Read Byte(バイト読取り)、Send Byte(バイト送信)、およびReceive Byte(バイト受信)です。

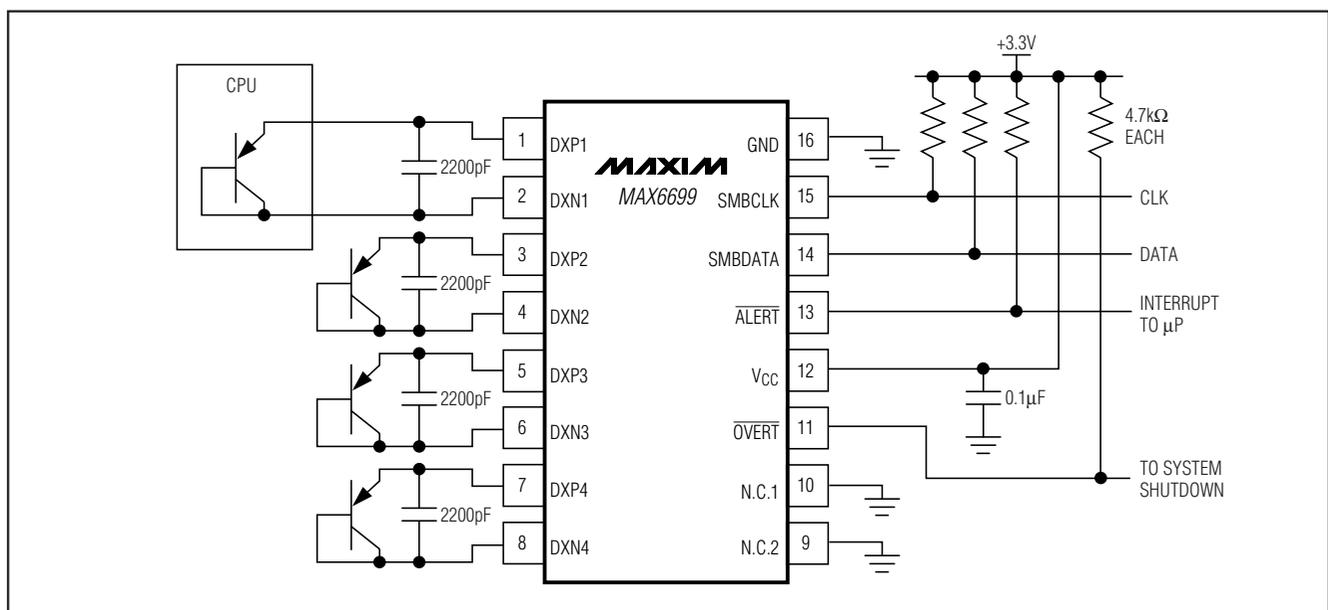
MAX6699は-40°C~+125°Cの動作温度範囲が保証され、16ピンQSOPおよび16ピンTSSOPパッケージで提供されます。

アプリケーション

デスクトップコンピュータ
ノートブックコンピュータ
ワークステーション
サーバ

SMBusはIntel Corp.の商標です。

標準動作回路



特長

- ◆ 4つのサーマルダイオード入力
- ◆ ローカル温度センサ
- ◆ リモート温度精度：1°C(+60°C~+100°C)
- ◆ POR(パワーオンリセット)時の温度監視開始によってフェールセーフのシステム保護を実現
- ◆ 割込み、スロットル、シャットダウン用 $\overline{\text{ALERT}}$ および $\overline{\text{OVERT}}$ 出力
- ◆ 小型16ピンQSOPおよび16ピンTSSOPパッケージ
- ◆ 2線式SMBusインタフェース

型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6699EE_	-40°C to +125°C	16 QSOP
MAX6699UE_	-40°C to +125°C	16 TSSOP

「スレーブアドレス」の項をご覧ください。

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_{CC}, SCK, SDA, ALERT, OVERT to GND-0.3V to +6V
 DXP_ to GND-0.3V to (V_{CC} + 0.3V)
 DXN_ to GND-0.3V to +0.8V
 SDA, ALERT, OVERT Current-1mA to +50mA
 DXN Current±1mA
 Continuous Power Dissipation (T_A = +70°C)
 16-Pin QSOP
 (derate 8.30mW/°C above +70°C)727.3mW(E20-1)

16-Pin TSSOP
 (derate 9.40mW/°C above +70°C)879.1mW(U20-2)
 ESD Protection (all pins, Human Body Model)±2000V
 Operating Temperature Range-40°C to +125°C
 Junction Temperature+150°C
 Storage Temperature Range-60°C to +150°C
 Lead Temperature (soldering, 10s)+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} = +3.0V to +5.5V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.3V and T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		3.0		5.5	V
Standby Supply Current	I _{SS}	SMBus static		30		μA
Operating Current	I _{CC}	During conversion		500	1000	μA
Temperature Resolution		Channel 1 only		11		Bits
		Other diode channels		8		
Remote Temperature Accuracy	V _{CC} = 3.3V	T _A = T _{RJ} = +60°C to +100°C	-1.0		+1.0	°C
		T _A = T _{RJ} = 0°C to +125°C	-3.0		+3.0	
		DXN_ grounded, T _{RJ} = T _A = 0°C to +85°C			±2.5	
Local Temperature Accuracy	V _{CC} = 3.3V	T _A = +60°C to +100°C	-2.0		+2.0	°C
		T _A = 0°C to +125°C	-3.0		+3.0	
Supply Sensitivity of Temperature Accuracy				±0.2		°C/V
Remote Channel 1 Conversion Time	t _{CONV1}	Resistance cancellation on	95	125	156	ms
		Resistance cancellation off	190	250	312	
Remote Channels 2 Through 4 Conversion Time	t _{CONV_}		95	125	156	ms
Remote-Diode Source Current	I _{RJ}	High level	80	100	120	μA
		Low level	8	10	12	
Undervoltage-Lockout Threshold	UVLO	Falling edge of V _{CC} disables ADC	2.30	2.80	2.95	V
Undervoltage-Lockout Hysteresis				90		mV
Power-On Reset (POR) Threshold		V _{CC} falling edge	1.2	2.0	2.5	V
POR Threshold Hysteresis				90		mV
<u>ALERT</u>, <u>OVERT</u>						
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 1mA			0.3	V
		I _{SINK} = 6mA			0.5	
Output Leakage Current					1	μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +3.0V to +5.5V, T_A = -40°C to +125°C, unless otherwise noted. Typical values are at V_{CC} = +3.3V and T_A = +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SMBus INTERFACE (SCL, SDA)						
Logic Input Low Voltage	V _{IL}				0.8	V
Logic Input High Voltage	V _{IH}	V _{CC} = 3.0V	2.2			V
		V _{CC} = 5.0V	2.4			V
Input Leakage Current			-1		+1	μA
Output Low Voltage	V _{OL}	I _{SINK} = 6mA			0.3	V
Input Capacitance	C _{IN}			5		pF
SMBus-COMPATIBLE TIMING (Figures 3 and 4) (Note 2)						
Serial Clock Frequency	f _{SCL}	(Note 3)			400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Condition	t _{BUF}	f _{SCL} = 100kHz	4.7			μs
		f _{SCL} = 400kHz	1.6			
START Condition Setup Time		f _{SCL} = 100kHz	4.7			μs
		f _{SCL} = 400kHz	0.6			
Repeat START Condition Setup Time	t _{SU:STA}	90% of SCL to 90% of SDA, f _{SCL} = 100kHz	0.6			μs
		90% of SCL to 90% of SDA, f _{SCL} = 400kHz	0.6			
START Condition Hold Time	t _{HD:STA}	10% of SDA to 90% of SCL	0.6			μs
STOP Condition Setup Time	t _{SU:STO}	90% of SCL to 90% of SDA, f _{SCL} = 100kHz	4			μs
		90% of SCL to 90% of SDA, f _{SCL} = 400kHz	0.6			
Clock Low Period	t _{LOW}	10% to 10%, f _{SCL} = 100kHz	1.3			μs
		10% to 10%, f _{SCL} = 400kHz	1.3			
Clock High Period	t _{HIGH}	90% to 90%	0.6			μs
Data Hold Time	t _{HD:DAT}	f _{SCL} = 100kHz	300			ns
		f _{SCL} = 400kHz (Note 4)			900	
Data Setup Time	t _{SU:DAT}	f _{SCL} = 100kHz	250			ns
		f _{SCL} = 400kHz	100			
Receive SCL/SDA Rise Time	t _R	f _{SCL} = 100kHz			1	μs
		f _{SCL} = 400kHz			0.3	
Receive SCL/SDA Fall Time	t _F				300	ns
Pulse Width of Spike Suppressed	t _{SP}		0		50	ns
SMBus Timeout	t _{TIMEOUT}	SDA low period for interface reset	25	37	45	ms

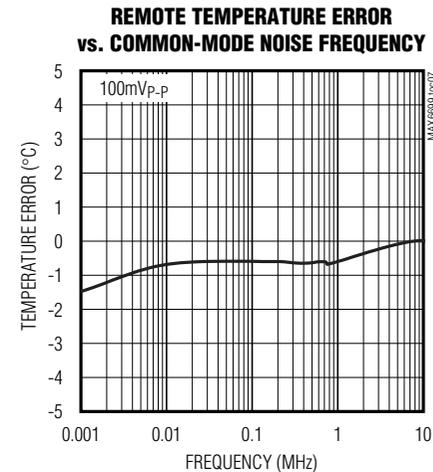
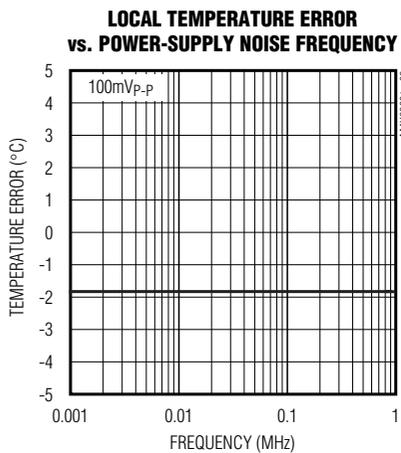
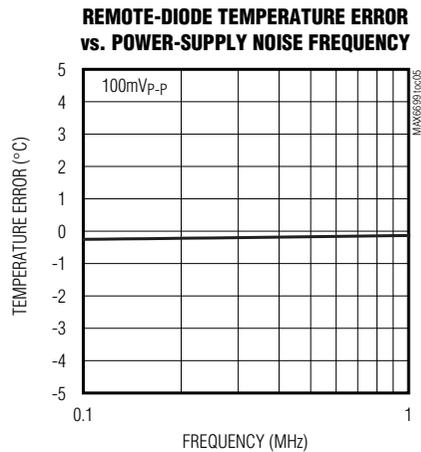
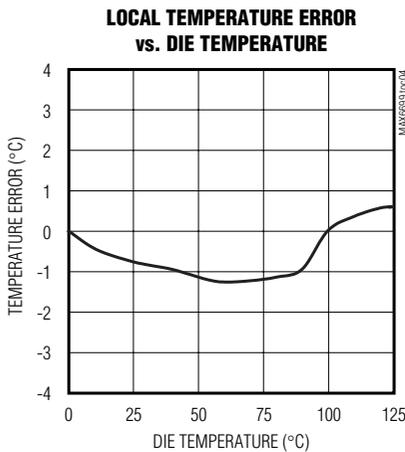
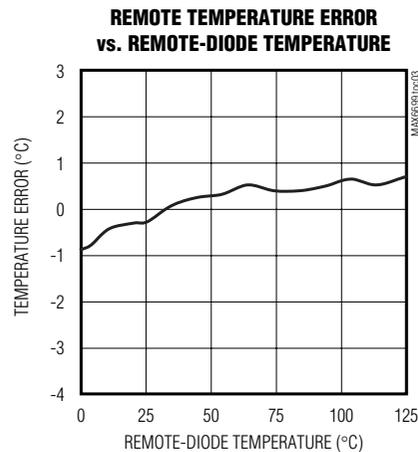
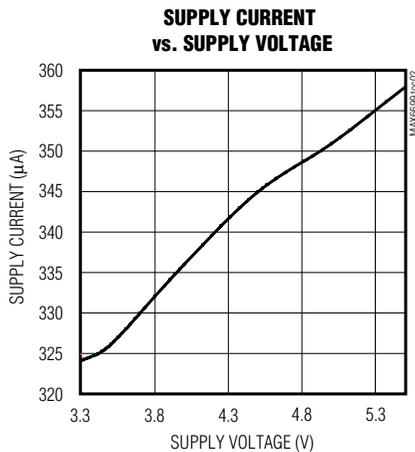
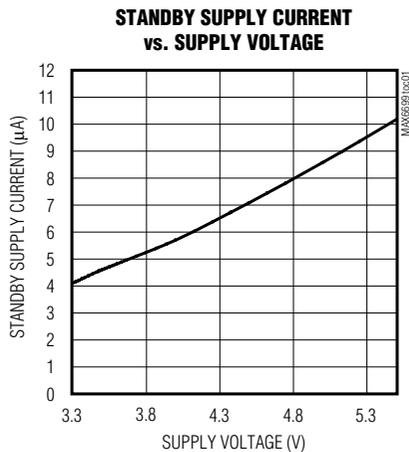
Note 1: All parameters are tested at T_A = +25°C. Specifications over temperature are guaranteed by design.**Note 2:** Timing specifications are guaranteed by design.**Note 3:** The serial interface resets when SCL is low for more than t_{TIMEOUT}.**Note 4:** A transition must internally provide at least a hold time to bridge the undefined region (300ns max) of SCL's falling edge.

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

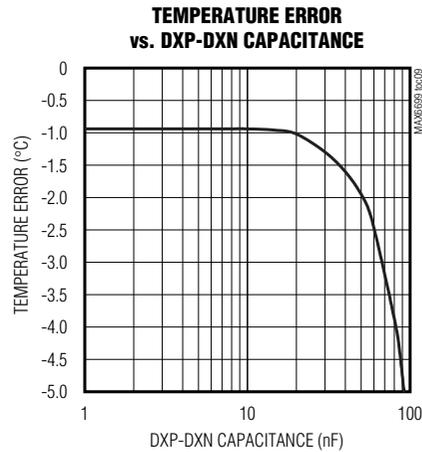
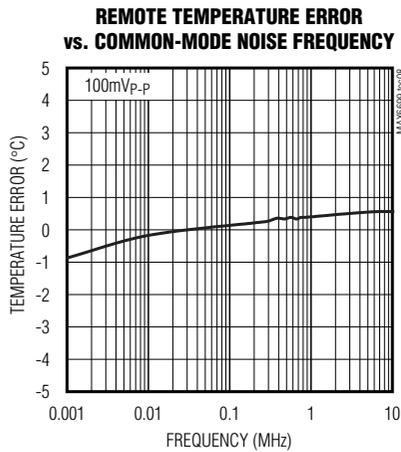
標準動作特性

($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



標準動作特性(続き)

($V_{CC} = 3.3V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



端子説明

端子	名称	機能
1	DXP1	チャンネル1リモートダイオード用の電流ソースとA/D正入力の共用ピン。リモートダイオード接続温度検出トランジスタのアノードに接続してください。リモートダイオードを使用しない場合は、開放のままとするか、またはDXN1に接続してください。DXP1とDXN1の間にノイズフィルタ用として2200pFのコンデンサを接続してください。
2	DXN1	チャンネル1リモートダイオード用カソード入力。チャンネル1リモートダイオード接続トランジスタのカソードをDXN1に接続してください。
3	DXP2	チャンネル2リモートダイオード用の電流ソースとA/D正入力の共用ピン。リモートダイオード接続温度検出トランジスタのアノードに接続してください。リモートダイオードを使用しない場合は、開放のままとするか、またはDXN2に接続してください。DXP2とDXN2の間にノイズフィルタ用として2200pFのコンデンサを接続してください。
4	DXN2	チャンネル2リモートダイオード用カソード入力。チャンネル2リモートダイオード接続トランジスタのカソードをDXN2に接続してください。
5	DXP3	チャンネル3リモートダイオード用の電流ソースとA/D正入力の共用ピン。リモートダイオード接続温度検出トランジスタのアノードに接続してください。リモートダイオードを使用しない場合は、開放のままとするか、またはDXN3に接続してください。DXP3とDXN3の間にノイズフィルタ用として2200pFのコンデンサを接続してください。
6	DXN3	チャンネル3リモートダイオード用カソード入力。チャンネル3リモートダイオード接続トランジスタのカソードをDXN3に接続してください。

5チャンネル高精度温度モニタ

端子説明(続き)

端子	名称	機能
7	DXP4	チャンネル4リモートダイオード用の電流ソースとA/D正入力の共用ピン。リモートダイオード接続温度検出トランジスタのアノードに接続してください。リモートダイオードを使用しない場合は、開放のままとするか、またはDXN4に接続してください。DXP4とDXN4の間にノイズフィルタ用として2200pFのコンデンサを接続してください。
8	DXN4	チャンネル4リモートダイオード用カソード入力。チャンネル4リモートダイオード接続トランジスタのカソードをDXN4に接続してください。
9, 10	N.C._	接続なし。グラウンドに接続する必要があります。
11	$\overline{\text{OVERT}}$	温度過昇アクティブロー。オープンドレイン出力。チャンネル1と4の温度が設定されたスレッショルドリミットを超えると $\overline{\text{OVERT}}$ がローをアサートします。
12	VCC	電源電圧入力。0.1 μ FのコンデンサでGNDにバイパスしてください。
13	$\overline{\text{ALERT}}$	SMBusアラート(割込み)。アクティブロー、オープンドレイン出力。いずれかのチャンネルの温度が設定された $\overline{\text{ALERT}}$ スレッショルドを超えると $\overline{\text{ALERT}}$ がローをアサートします。
14	SMBDATA	SMBusシリアルデータ入力/出力。プルアップ抵抗器に接続してください。
15	SMBCLK	SMBusシリアルデータ入力。プルアップ抵抗器に接続してください。
16	GND	グラウンド

詳細

MAX6699は、1つのローカルおよび4つのリモート温度検出チャンネルを有する高精度のマルチチャンネル温度モニタで、各温度チャンネル用のプログラマブルなアラートスレッショルド、およびチャンネル1と4用のプログラマブルな温度過昇スレッショルドを備えています(図1参照)。MAX6699との通信はSMBusシリアルインタフェースと専用のアラートピンを通じて行われます。アラーム出力の $\overline{\text{OVERT}}$ と $\overline{\text{ALERT}}$ は、ソフトウェアによって設定された温度スレッショルドを超えるとアサートします。 $\overline{\text{ALERT}}$ は、通常、割込みとして働きますが、 $\overline{\text{OVERT}}$ はファン、システムシャットダウン、またはその他の温度管理回路に接続することができます。

ADC変換シーケンス

デフォルトの変換モードでは、MAX6699はチャンネル1に続いて2、3、およびローカルチャンネル4の温度を測定して変換シーケンスを開始します。各アクティブチャンネルの変換結果は、対応する温度データレジスタに保存されます。

システムによっては、リモートサーマルダイオードの1つが他のチャンネルよりもはるかに高速で温度変化する場所の監視に使用されることもあります。

高速の温度変化を温度チャンネルの1つで監視する必要がある場合、MAX6699ではチャンネル1を使用して他チャ

ネルよりも高速で監視することができます。このモード(設定1レジスタのビット4に1を書き込んで設定)では、チャンネル1の測定値は他チャンネルの測定値と交互に生じます。シーケンスは、チャンネル1、チャンネル2、チャンネル1、チャンネル3、チャンネル1などとなります。5チャンネルすべての測定に要する時間は、このモードの方がデフォルトモードよりもかなり長くなることに注意してください。

低電力スタンバイモード

スタンバイモードでは、内部のADCをディセーブルすることによって消費電流が15 μ A以下に低減します。スタンバイにするためには、設定1レジスタでSTOPビットを1に設定してください。スタンバイの間、データはメモリに保存され、SMBusインタフェースはアクティブでSMBusコマンド待ちの状態になりますが、SMBusタイムアウトはディセーブルされます。SMBus上で起動条件が認識されるとタイムアウトはイネーブルされます。SMBus上のアクティビティによって消費電流が増加します。変換が進行中にスタンバイコマンドが受信されると、変換サイクルが中断して温度レジスタは更新されません。割込み直前のデータは変更されずにそのまま利用することができます。

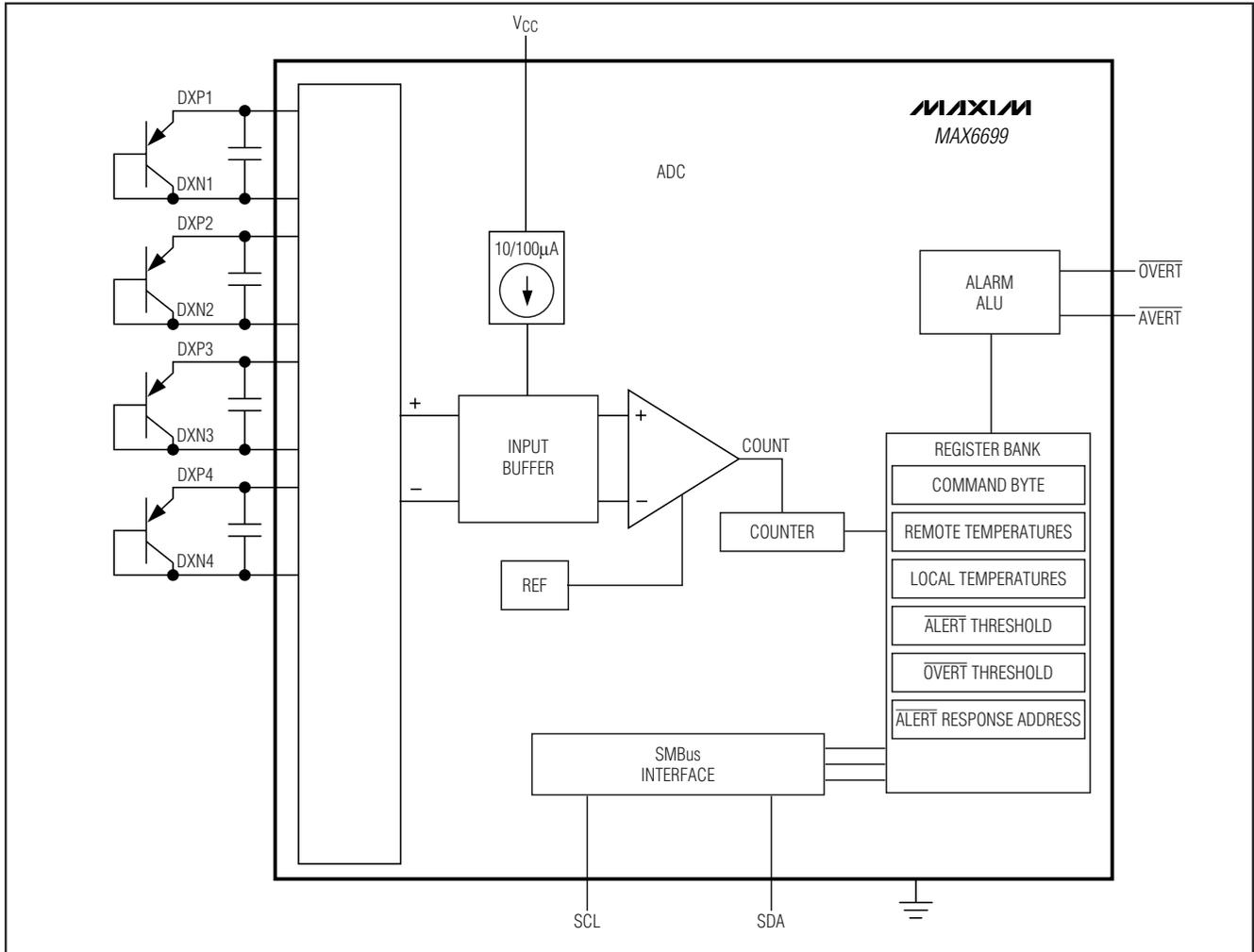


図1. 内部ブロック図

SMBusデジタルインタフェース

ソフトウェア側からは、MAX6699は温度測定データ、アラームスレッシュールド値、および制御ビットを格納した一連の8ビットレジスタ群として見られます。標準SMBus対応2線式シリアルインタフェースが、温度データの読取り、制御ビットとアラームスレッシュールドデータの書込みに使用されます。また、同じSMBusスレーブアドレスを使って、すべての機能にアクセスすることができます。

MAX6699では、バイト書込み、バイト読取り、バイト送信、およびバイト受信の4つの標準SMBusプロトコルを採用しています(図2)。短いバイト受信プロトコルでは、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と、転送を速くすることができます。

マルチマスタシステムの短いプロトコルを使用するときは、第2のマスタが第1のマスタ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、注意してください。図3はSMBusの書込みタイミング図で、図4はSMBusの読取りタイミング図です。

リモートダイオード1測定チャンネルは11ビットのデータを提供します(1LSB=0.125°C)。その他すべての温度測定チャンネルは8ビットの温度データを提供します(1LSB=1°C)。リモートダイオード1用の上位8ビット(MSB)は、ローカル温度およびリモート温度レジスタから読み取ることができます。リモートダイオード1用の残る3ビットは、拡張温度レジスタから読み取ることができます。拡張分解能を望む場合は、拡張分解能レジスタを最初に読み取る必要があります。こうすると、上位ビットが読み取られるまではこれらの新たな変換結果

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

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 to which register you are writing			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 from which register you are reading			Slave Address: repeated due to change in data-flow direction			Data Byte: reads from the register set by the command byte				
Send Byte Format							Receive Byte Format						
S	ADDRESS	WR	ACK	COMMAND	ACK	P	S	ADDRESS	RD	ACK	DATA	///	P
	7 bits			8 bits				7 bits			8 bits		
Command Byte: sends command with no data, usually used for one-shot command							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						
<i>S = Start condition</i>		<i>Shaded = Slave transmission</i>		<i>P = Stop condition</i>		<i>/// = Not acknowledged</i>							

図2. SMBusプロトコル

表1. メイン温度レジスタ(ハイバイト)データ形式

TEMP (°C)	DIGITAL OUTPUT
>127	0111 1111
127	0111 1111
126	0111 1110
25	0001 1001
0.00	0000 0000
<0.00	0000 0000
Diode fault (short or open)	1111 1111

による上書きが防止されます。上位8ビットがSMBus タイムアウト期間(公称37ms)内に読み取られなかった場合は、通常の更新が継続されます。表1はメイン温度レジスタ(ハイバイト)データ形式を示し、表2は拡張分解能温度レジスタ(ローバイト)データ形式を示します。

表2. 拡張分解能温度レジスタ(ローバイト)データ形式

TEMP (°C)	DIGITAL OUTPUT
0	000X XXXX
+0.125	001X XXXX
+0.250	010X XXXX
+0.375	011X XXXX
+0.500	100X XXXX
+0.625	101X XXXX
+0.725	110X XXXX
+0.875	111X XXXX

ダイオードのフォルト検出

チャンネルの入力DXP_とDXN_が開放状態かまたは短絡状態の場合、MAX6699はダイオードのフォルトを検出します。ダイオードフォルトは、短絡、開放のいずれであってもALERTやOVERTをアサートしません。対応するチャンネルのステータスレジスタのビットは1に設定され、そのチャンネルの温度データはすべて1として保存されます。MAX6699がダイオードフォルトを検出するのに約4msかかります。ダイオードフォルトが検出されると、MAX6699は変換シーケンスで次のチャンネルにジャンプします。

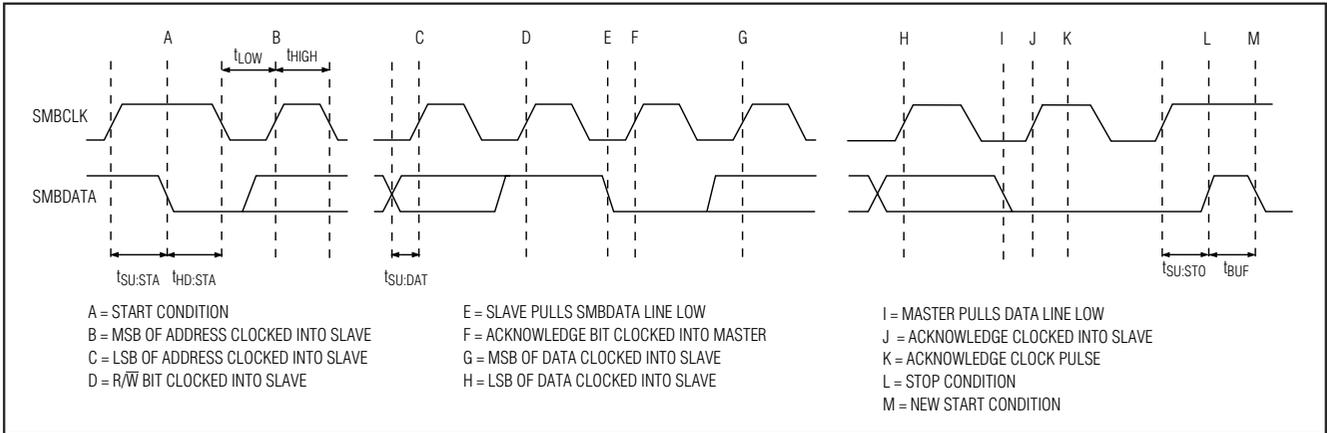


図3. SMBusの書き込みタイミング図

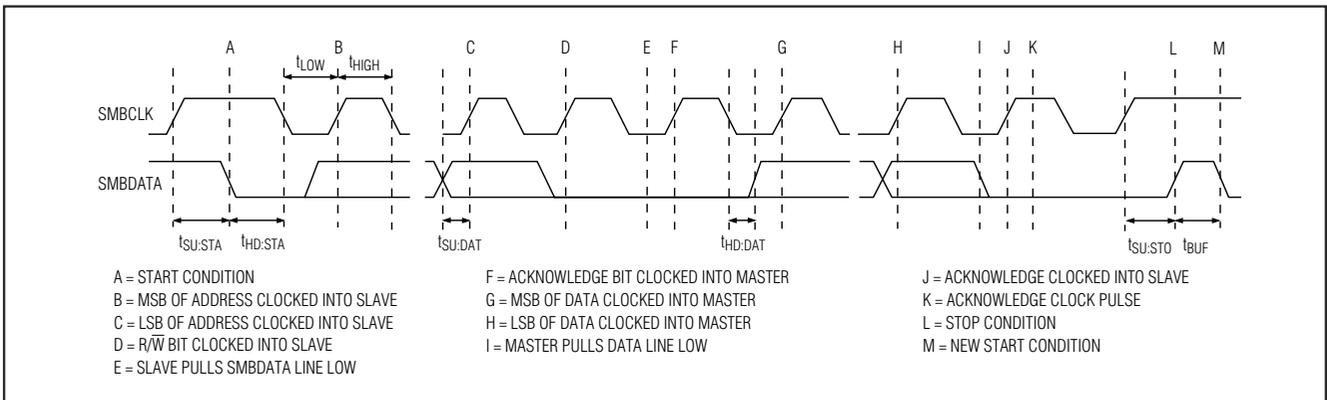


図4. SMBusの読取りタイミング図

アラームスレッシュホールドレジスタ

温度過昇ALERTおよびOVERTスレッシュホールド値を保存する9個のアラームスレッシュホールドレジスタがあります。これらのレジスタの7個は、1つのローカルアラート温度スレッシュホールドリミットと6つのリモートローカルアラート温度スレッシュホールドリミットの保存に使用されます。(「ALERT割込みモード」の項参照)。残る2個のレジスタは、温度過昇スレッシュホールドリミットを保存するリモートチャンネル1と4に使用されます(「OVERT温度過昇アラーム」の項参照)。これらのレジスタへのアクセスはSMBusインタフェースを通じて行われます。

ALERT割込みモード

内部または外部温度読取り値が高温限界値(ユーザ設定可能)を超えると、ALERT割込みが発生します。温度が高温限界値のスレッシュホールド以下になると、ALERT出力

がクリアされます。また、ALERT割込み出力信号は、マスタがフォルトに関連するステータスレジスタを読み取るか、またはアラート応答アドレス送信に正常に回答することによってクリアすることができます。いずれの場合もアラートはクリアされますが、フォルト条件がまだ存在すると、次の変換の最後にアラートが再びアサートされます。自動変換は割込みがあっても停止しません。ALERT出力はオープンドレインであるため、複数のデバイスが同じ割込みラインを共有することができます。すべてのALERT割込みは設定3レジスタを使ってマスクすることができます。これらのレジスタのPOR状態を表3に示します。

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

表3. コマンドバイトレジスタのビット割当て

REGISTER	ADDRESS (HEX)	POR STATE (HEX)	READ/ WRITE	DESCRIPTION
Local	07	00	R	Read local temperature register
Remote 1	01	00	R	Read channel 1 remote temperature register
Remote 2	02	00	R	Read channel 2 remote temperature register
Remote 3	03	00	R	Read channel 3 remote temperature register
Remote 4	04	00	R	Read channel 4 remote temperature register
Reserved	05	00	R	—
Reserved	06	00	R	—
Configuration 1	41	00	R/W	Read/write configuration register 1
Configuration 2	42	00	R/W	Read/write configuration register 2
Configuration 3	43	00	R/W	Read/write configuration register 3
Status1	44	00	R	Read status register 1
Status2	45	00	R	Read status register 2
Status3	46	00	R	Read status register 3
Local $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	17	5A	R/W	Read/write local alert high-temperature threshold limit register
Remote 1 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	11	7F	R/W	Read/write channel 1 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 2 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	12	64	R/W	Read/write channel 2 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 3 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	13	64	R/W	Read/write channel 3 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 4 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	14	64	R/W	Read/write channel 4 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Reserved	15	64	R/W	—
Reserved	16	64	R/W	—
Remote 1 $\overline{\text{OVERT}}$ High Limit	21	6E	R/W	Read/write channel 1 remote-diode overtemperature threshold limit register
Remote 4 $\overline{\text{OVERT}}$ High Limit	24	7F	R/W	Read/write channel 4 remote-diode overtemperature threshold limit register
Reserved	25	5A	R/W	—
Reserved	26	5A	R/W	—
Remote 1 Extended Temperature	09	00	R	Read channel 1 remote-diode extended temperature register
Manufacturer ID	0A	4D	R	Read manufacturer ID

ALERT応答アドレス

SMBusのアラート応答割込みポイントは、バスマスタに必要な複雑なロジック回路を持たない単純なスレーブデバイスのフォルトを素早く識別します。割込み信号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に受信バイトを一斉送信することができます(「スレーブアドレス」の項参照)。つぎに、割込みを発生したスレーブデバイスはそのアドレスをバスに送出することにより、割込みを発生したのはどのデバイスであるかを知らせます。

アラート応答は、I²C*ジェネラルコールと同様に、複数の異なるスレーブデバイスを同時にアクティブにすることができます。複数のデバイスが応答しようとする、バス調停規則により、下位アドレスコードを持ったデバイスが優先されます。他方のデバイスは受信通知を送信せず、ALERTラインをクリアされるまでローに保持します。(アラートをクリアする条件は、スレーブデバイスのタイプに応じて異なります。)アラート応答プロトコルが無事終了すると、出力ラッチがクリアされます。アラートの原因となる条件がまだ存在する場合は、MAX6699は次の変換の終了時にALERT割込みを再びアクティブにします。

OVERT温度過昇アラーム

MAX6699は、OVERT出力用のリモートアラームスレッショルドデータを保存する2個の温度過昇レジスタを備えています。チャンネルの測定温度がこれに対応するスレッショルドレジスタに保存された値よりも大きいときに、OVERTはアサートされます。温度が設定スレッショルドから4℃のヒステリシスを差し引いた値未満に下がるまでは、OVERTはアサートされたままです。温度過昇出力は、冷却ファンをアクティブにし、警報を送信し、クロックスロットリングを開始し、システムシャットダウンをトリガして部品の損傷を防止します。温度過昇スレッショルドレジスタのPOR状態については表3をご覧ください。

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3)は、MAX6699内の他の様々な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です。

*Maxim Integrated Products, Inc.または二次ライセンスを受けている同社の関連会社からI²C部品を購入することにより、これらの部品をI²Cシステムで使用するためのPhilips社のI²C特許権に基づくライセンスが許諾されたこととなります。但し、システムがPhilips社により定義されたI²C標準規格に合致していることを必要とします。

設定バイトの機能

MAX6699動作の制御に使用可能な3個の読取り-書込み設定レジスタがあります(表4、5、および6)。

設定1レジスタ

設定1レジスタ(表4)は複数の機能を持っています。ビット7(MSB)は、MAX6699をソフトウェアスタンバイモード(STOP)または連続変換モードのいずれかに設定します。ビット6は、すべてのレジスタをそれらのパワーオンリセット状態にリセットしてから自身をクリアします。ビット5はSMBusタイムアウトをディセーブルします。ビット4は、「ADC変換シーケンス」の項に記述したように、チャンネル1でのさらに頻繁な変換をイネーブルします。ビット3は、チャンネル1での抵抗相殺をイネーブルします。詳しくは、「直列抵抗の相殺」の項をご覧ください。設定1レジスタの残るビットは使用されません。このレジスタのPOR状態は0000 0000(00h)です。

設定2レジスタ

設定2レジスタの機能は表5に記載されています。ビット[6:0]はALERT割込み出力のマスクに使用されます。ビット6はローカルアラート割込みをマスクし、ビット5~2はリモートアラート割込みをマスクします。このレジスタのパワーアップ状態は0000 0000(00h)です。

設定3レジスタ

表6は設定3レジスタの説明です。ビット3と0は、チャンネル4と1に使用されるOVERT割込み出力をマスクします。残るビットの7、6、5、4、2、および1は予備です。このレジスタのパワーアップ状態は0000 0000(00h)です。

ステータスレジスタの機能

ステータスレジスタの1、2、および3(表7、8、および9)は、どの温度スレッショルド(存在する場合)を超えているかを示し、また外付け検出ジャンクションで検出された開放または短絡フォルトがあるかどうかを示します。ステータスレジスタ1は、測定温度がローカルまたはリモート検出ダイオード用のALERTレジスタで設定されたスレッショルドリミットを超えているかどうかを示します。ステータスレジスタ2は、測定温度がOVERTレジスタで設定されたスレッショルドリミットを超えているかどうかを示します。ステータスレジスタ3は、リモート検出チャンネルのいずれかにダイオードフォルト(開放または短絡)が存在するかどうかを示します。

アラートステータスレジスタのビットは、正常な読取りによってクリアされますが、フォルトが是正されない限り測定温度の低下またはスレッショルド温度の上昇のいずれかによって次の変換後に再び設定されます。

ALERT割込み出力はステータスフラグビットに追従します。いったんアサートされたALERT出力は、ステータス

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

表4. 設定1レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7(MSB)	STOP	0	Standby Mode Control Bit. If STOP is set to logic 1, the MAX6699 stops converting and enters standby mode.
6	POR	0	Reset Bit. Set to logic 1 to put the device into its power-on state. This bit is self-clearing.
5	TIMEOUT	0	Timeout Enable Bit. Set to logic 0 to enable SMBus timeout.
4	Fast remote 1	0	Channel 1 Fast Conversion Bit. Set to logic 1 to enable fast conversion of channel 1.
3	Resistance cancellation	0	Resistance Cancellation Bit. When set to logic 1, the MAX6699 cancels series resistance in the channel 1 thermal diode.
2	Reserved	0	—
1	Reserved	0	—
0	Reserved	0	—

表5. 設定2レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7(MSB)	Reserved	0	
6	Mask Local ALERT	0	Local Alert Mask. Set to logic 1 to mask local channel $\overline{\text{ALERT}}$.
5	Reserved	0	—
4	Reserved	0	—
3	Mask ALERT 4	0	Channel 4 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 4 $\overline{\text{ALERT}}$.
2	Mask ALERT 3	0	Channel 3 Alert Interrupt Mask. Set to logic 1 to mask channel 3 $\overline{\text{ALERT}}$.
1	Mask ALERT 2	0	Channel 2 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 2 $\overline{\text{ALERT}}$.
0	Mask ALERT 1	0	Channel 1 Alert Mask. Set to logic 1 to mask channel 1 $\overline{\text{ALERT}}$.

レジスタ1を読み取るか、またはアラート応答アドレスに正常に回答することによってアサート解除することができます。いずれの場合も、アラートはフォルト条件が存在してもクリアされますが、 $\overline{\text{ALERT}}$ 出力は次の変換の終了時に再びアサートされます。 $\overline{\text{OVERT}}$ 割込み出力用のフォルトを示すビットは、フォルト条件がまだ存在する場合でもステータス2レジスタを読み取るだけでクリアされます。しかしステータス2レジスタを読み取っても $\overline{\text{OVERT}}$ 割込み出力はクリアされません。フォルト条件を排除するためには、測定温度を温度スレッショルドからヒステリシス値(4°C)を差し引いた値未満に下げるか、またはトリップ温度を現在温度よりも4°C以上高く設定する必要があります。

アプリケーション情報

リモートダイオードの選択

MAX6699は、温度検出ダイオードを内蔵したCPUとその他のICのダイ温度をじかに測定しますが(「標準動作

回路」参照)、ダイオード接続としたディスクリートトランジスタの温度も測定することもできます。

理想係数の影響

リモート温度測定値の精度は、リモートダイオード(実際はトランジスタ)の理想係数(n)に依存します。MAX6699は $n = 1.008$ の場合に最適化されています。ICのサブストレート上のサーマルダイオードは、通常、コレクタ(ダイオード接続)をグラウンドに接続してベースとエミッタを引き出したpnpトランジスタです。DXP_はこのpnpのアノード(エミッタ)に、DXN_はカソード(ベース)に接続する必要があります。1.008以外の理想係数の検出トランジスタを使用する場合は、出力データは最適理想係数で得られるデータとは異なります。幸いにも、この差を予測することができます。公称理想係数 n_{NOMINAL} 用のリモートダイオードセンサを使ってそれとは異なった理想係数 n_1 のダイオードの温度を測定するとします。

表6. 設定3レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7(MSB)	Reserved	0	—
6	Reserved	0	—
5	Reserved	—	—
4	Reserved	—	—
3	Mask OVERT 4	0	Channel 4 Remote-Diode $\overline{\text{OVERT}}$ Mask Bit. Set to logic 1 to mask channel 4 $\overline{\text{OVERT}}$.
2	Reserved	0	—
1	Reserved	0	—
0	Mask OVERT 1	0	Channel 1 Remote-Diode $\overline{\text{OVERT}}$ Mask Bit. Set to logic 1 to mask channel 1 $\overline{\text{OVERT}}$.

測定温度 T_M は次式を使って補正することができます。

$$T_M = T_{\text{ACTUAL}} \left(\frac{n_1}{n_{\text{NOMINAL}}} \right)$$

ここで、温度はケルビン単位で測定され、MAX6699の n_{NOMINAL} 値は1.008です。たとえば、1.002の理想係数を持つCPUの温度測定にMAX6699を使用するとします。ダイオードが直列抵抗を持たない場合は、測定データと実温度は次式の関係となります。

$$T_{\text{ACTUAL}} = T_M \times \left(\frac{n_{\text{NOMINAL}}}{n_1} \right) = T_M \times \left(\frac{1.008}{1.002} \right) = T_M(1.00599)$$

+85°C(358.15K)の実温度の場合は、測定温度は+82.87°C(356.02K)で誤差は-2.13°Cです。

直列抵抗の相殺

大電力ICのサーマルダイオードの中には過大な直列抵抗を持つものもあり、これは従来のリモート温度センサを使用すると温度測定誤差を生じる可能性があります。MAX6699のチャンネル1は、ダイオードの直列抵抗の影響を排除する直列抵抗相殺機能(設定1レジスタのビット3によってイネーブル)を備えています。直列抵抗がチャンネル1の精度に影響を及ぼすほど大きい場合は、ビット3を1に設定してください。直列抵抗の相殺機能はチャンネル1の変換時間を125ms増加させます。

この機能はセンサのバルク抵抗および他の直列抵抗(電線、接触抵抗など)を相殺します。相殺の範囲は0~100Ωです。

ディスクリートリモートダイオード

リモート検出ダイオードがディスクリートトランジスタの場合は、そのコレクタとベースを相互接続する必要があります。表10はMAX6699で使用するのに適したディスクリートトランジスタの例を示します。トランジスタは順電圧が比較的高い小信号タイプとする必要があります。このタイプでない場合は、A/Dの入力電圧範囲を超えるおそれがあります。予想最高温度での順電圧は10μAで0.25V以上とする必要があります。また予想最低温度での順電圧は100μAで0.95V以下とする必要があります。大容量のパワートランジスタは使用しないでください。また、ベース抵抗は100Ω以下となるようにしてください。順方向電流利得の厳しい規格(たとえば、 $50 < \beta < 150$)は、メーカーが適切なプロセス制御を行い、デバイスが安定した V_{BE} 特性を備えていることを示しています。ディスクリートトランジスタのメーカーは、通常、理想係数を規定せず、また保証もしていません。高品質のディスクリートトランジスタは比較的狭い範囲の理想係数を備える傾向があるため、このことは通常問題ではありません。各種ディスクリートトランジスタで±2°C以下のリモート温度読取り値の誤差が確認されています。なお、採用を検討しているメーカーのいくつかのディスクリートトランジスタについて、温度読取り値が良い一致を示しているか検証することはさらに有効な設計手法です。

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

表7. ステータス1レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7(MSB)	Reserved	0	—
6	Local ALERT	0	Local Channel High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the local temperature exceeds the temperature threshold limit in the local ALERT high-limit register.
5	Reserved	—	—
4	Reserved	—	—
3	Remote 4 ALERT	0	Channel 4 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 4 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 4 ALERT high-limit register.
2	Remote 3 ALERT	0	Channel 3 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 3 remote-diode temperature exceeds the programmed temperature threshold limit in the remote 3 ALERT high-limit register.
1	Remote 2 ALERT	0	Channel 2 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 2 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 2 ALERT high-limit register.
0	Remote 1 ALERT	0	Channel 1 Remote-Diode High-Alert Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 1 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 1 ALERT high-limit register.

未使用のダイオードチャンネル

リモートダイオードチャンネルで必要でないものがある場合は、そのチャンネルのDXPピンとDXNピンを相互に短絡してください。ステータスレジスタはこのチャンネルに対してダイオードフォルトを表示し、このチャンネルは温度測定シーケンス中に無視されます。

熱的質量と自己発熱

ローカル温度を検出する際に、MAX6699は半田付けされているプリント基板の温度を測定します。リードは、プリント基板トレースとダイの間の優れた放熱経路を形成します。他のすべてのIC温度センサと同様に、ダイと外気間の熱伝導率はこれに比べて劣っているため気温を測定することはありません。プリント基板の熱質量はMAX6699の熱質量に比べてはるかに大きいため、デバイスの温度変化は、ほとんどまたは全く遅延せず、プリント基板の温度変化に追従します。

検出ジャンクションを内蔵したCPUやその他のICの温度を測定する際に、熱質量はほとんど影響を及ぼしません。すなわち、ジャンクションの測定温度は1変換サイクル以内で実際の温度に追従します。

ディスクリートリモートトランジスタの温度を測定するとき、小型のパッケージ(すなわち、SOT23やSC70)のトランジスタほど熱応答時間が短くなります。熱源とセンサの間の温度勾配を考慮して、センサパッケージ周辺に漂う空気の流れが測定精度に影響を与えないようにしてください。自己発熱は、測定精度に重要な影響を与えません。ダイオード電流ソースによるリモートセンサの自己発熱はごくわずかです。

表8. ステータス2レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7(MSB)	Reserved	0	—
6	Reserved	0	—
5	Reserved	—	—
4	Reserved	—	—
3	Remote 4 OVERT	0	Channel 4 Remote Diode Overtemperature Status Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 4 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 4 OVERT high-limit register.
2	Reserved	0	—
1	Reserved	0	—
0	Remote 1 OVERT	0	Channel 1 Remote-Diode Overtemperature Status Bit. This bit is set to logic 1 when the channel 1 remote-diode temperature exceeds the temperature threshold limit in the remote 1 OVERT high-limit register.

表9. ステータス3レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7(MSB)	Reserved	0	—
6	Reserved	0	Not Used. 0 at POR, then 1.
5	Reserved	0	Not Used. 0 at POR, then 1.
4	Diode fault 4	0	Channel 4 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP4 and DXN4 are either shorted or open circuit.
3	Diode fault 3	0	Channel 3 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP3 and DXN3 are either shorted or open circuit.
2	Diode fault 2	0	Channel 2 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP2 and DXN2 are either shorted or open circuit.
1	Diode fault 1	0	Channel 1 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP1 and DXN1 are either shorted or open circuit.
0	Reserved	0	—

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

ADCノイズフィルタ

積分型ADCは電源ハムなどの低周波信号に対して優れたノイズ除去を持っています。非常に高い周波数のEMI環境では、DXP_とDXN_の間に2200pFのコンデンサを外付けしてください。大容量のコンデンサをフィルタとして使用することができますが、電流ソース切替えの立上り時間が原因で誤差が生じる場合があるため3300pFを超えないようにしてください。高精度のリモート測定では高周波ノイズの低減が必要です。「プリント基板のレイアウト」の項に記述したように、ノイズはプリント基板を慎重にレイアウトすることによって低減することができます。

表10. リモートセンサトランジスタのメーカー

MANUFACTURER	MODEL NO.
Central Semiconductor (USA)	CMPT3904
Rohm Semiconductor (USA)	SST3904
Samsung (Korea)	KST3904-TF
Siemens (Germany)	SMBT3904
Zetex (England)	FMMT3904CT-ND

注：ディスクリットトランジスタはダイオード接続する必要があります(ベースをコレクタに短絡)。

スレーブアドレス

表11はMAX6699のスレーブアドレスを示します。

表11. スレーブアドレス

PART	SMBus SLAVE ID	PIN-PACKAGE
MAX6699EE34	0011 010	16 QSOP
MAX6699EE38	0011 100	16 QSOP
MAX6699EE99	1001 100	16 QSOP
MAX6697EE9C	1001 110	16 QSOP
MAX6699UE34	0011 010	16 TSSOP
MAX6699UE38	0011 100	16 TSSOP
MAX6699UE99	1001 100	16 TSSOP
MAX6697UE9C	1001 110	16 TSSOP

プリント基板のレイアウト

以下の指針に従ってリモート温度を測定する際の測定誤差を低減してください。

1) MAX6699をリモートダイオードのできる限り近くに配置してください。コンピュータマザーボードなど、ノイズの多い環境では、この距離を10cm~20cm(typ)とすることができます。最悪のノイズソースを回避することができれば、この距離は長くすることがで

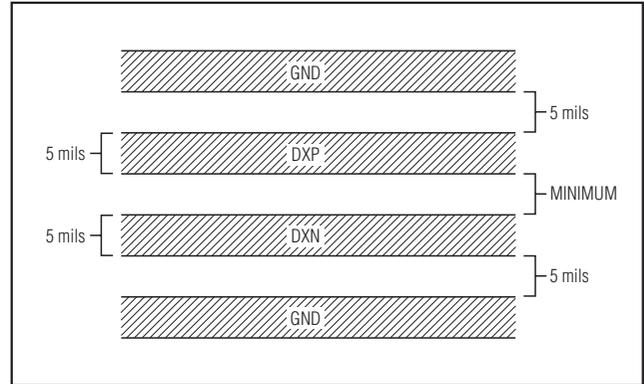


図5. 推奨される最小DXP~DXNプリント基板トレース

きます。ノイズソースには、CRT、クロック発生器、メモリバス、およびPCIバスがあります。

2) DXP~DXNラインの経路をCRTの偏向コイルの近くに配置しないでください。また、高速デジタル信号の近くにトレースを配置しないでください。適切なフィルタリングを行っても+30℃の誤差が容易に生じる場合があります。

3) DXPとDXNのトレースを並列に互いに近づけて配置してください。トレースの各並列ペアはリモートダイオードまで延びているものとします。これらのトレースは+DC12Vなどの高電圧トレースから遠ざけて配置してください。プリント基板の汚れに起因するリーク電流には注意して処理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℃の誤差が生じるためです。高電圧トレースが避けられない場合は、DXP~DXNトレースのいずれかの側のGNDにガードトレースを接続してください(図5)。

4) ピアとクロスアンダーはできる限り使用せずに経路を定め、銅と半田による熱電対効果を最小限に抑えてください。

5) トレースの幅はできる限り広くしてください。

6) 電源が多くのノイズを含む場合は、V_{CC}と直列に抵抗器(最大47Ω)を接続してください。

ツイストペアとシールドケーブル

リモートセンサまでの距離が20cmよりも長い場合やノイズが非常に多い環境では、ツイストペアケーブルを使用してリモートセンサを接続してください。ツイストペアケーブルの長さは、ノイズが過大な誤差を生じることがなければ、180cm~360cmとすることができます。距離のさらに長い場合は、音響マイクロフォンに使用されるようなシールドツイストケーブルが最適です。たとえば、Belden #8451はノイズの多い環境で最大30mの距離に利用することができます。デバイス側では、

5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

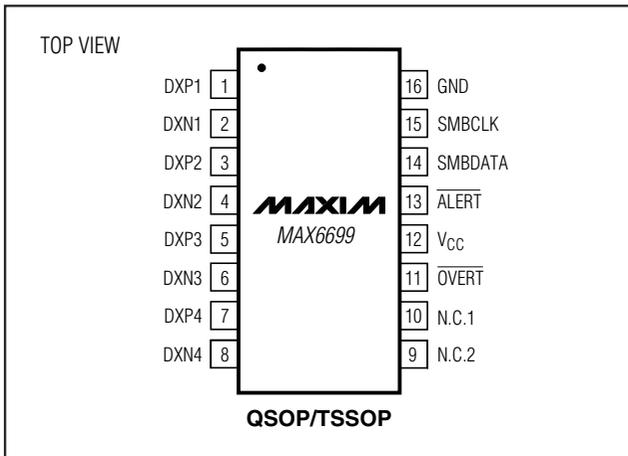
ツイストペアをDXPとDXNに接続し、シールドをGNDに接続してください。リモートセンサ側では、シールドを接続しないでください。非常に長いケーブルを布設する場合は、ケーブルの寄生容量がノイズフィルタ作用をする場合が多いため、2200pFのコンデンサをときには省いたりその値を小さくしたりすることができます。ケーブルの抵抗もリモートセンサの精度に影響します。直列抵抗1Ωにつき誤差は約+1/2°Cです。

チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 21,278

PROCESS: BiCMOS

ピン配置



5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)

QSOPEPS

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	0.30
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			
α	0°	8°	0°	8°

VARIATIONS:

D	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16 AB
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
D	.337	.344	8.56	8.74	20 AD
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24 AE
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28 AF
S	.0250	.0300	0.635	0.762	

NOTES:

- 1). D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS.
- 2). MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
- 3). CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.
- 4). MEETS JEDEC MO137.

DALLAS SEMICONDUCTOR **MAXIM**

PROPRIETARY INFORMATION

TITLE: PACKAGE OUTLINE, QSOPEPS, .150", .025" LEAD PITCH

APPROVAL	DOCUMENT CONTROL NO.	REV.	
	21-0055	E	1/1

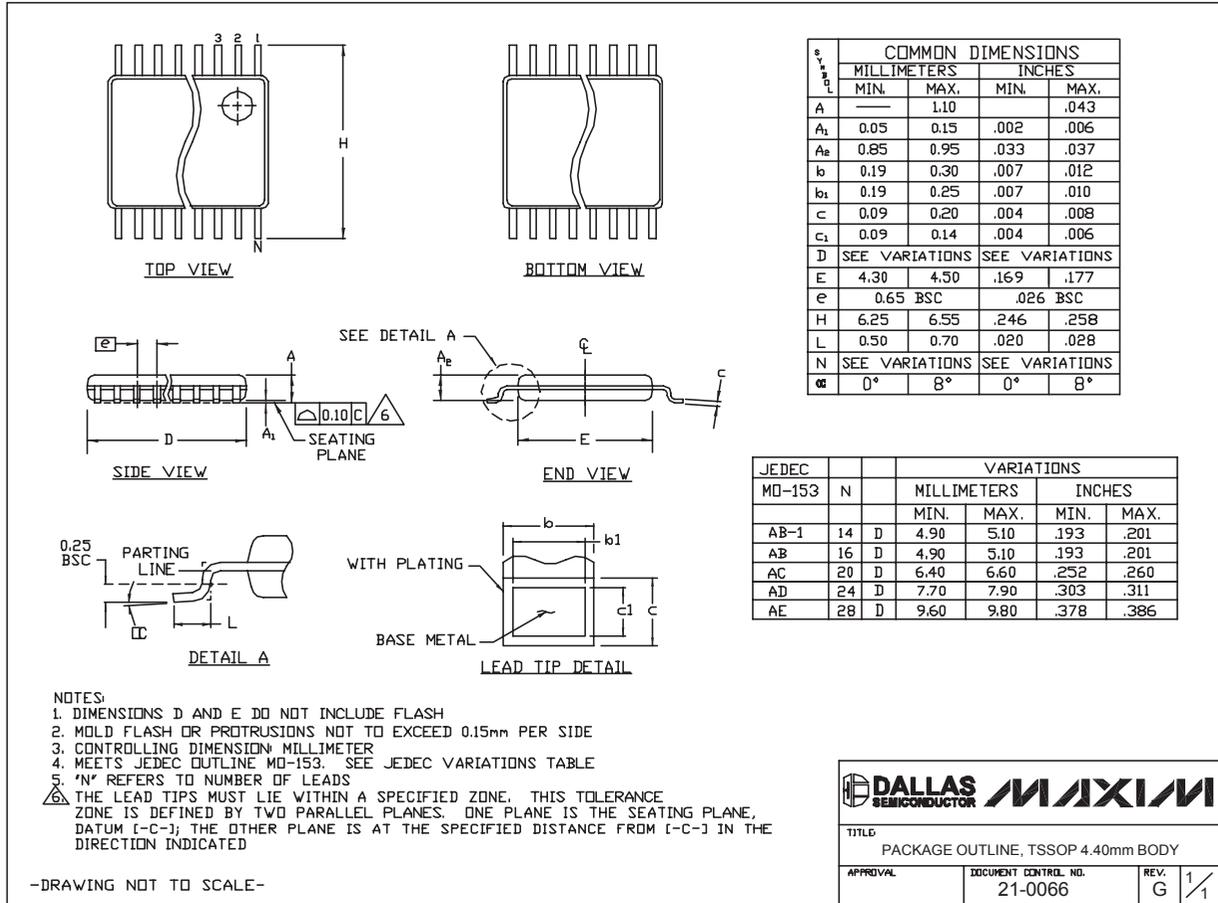
5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6699

TSSOP4.40mm:EPS

パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/packagesをご参照下さい。)



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

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600 19

© 2005 Maxim Integrated Products, Inc. All rights reserved. MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.