

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

## 概要

高精度マルチチャンネル温度センサMAX6622は、それ自体の温度と、外付けのダイオード接続された最大4個のトランジスタの温度を監視します。すべての温度チャンネルが、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。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。各チャンネルで計測された温度がそれぞれのスレッショルドを超えると、該当するステータスレジスタ内のステータスビットがセットされます。ステータスレジスタ内のこれらのビットに対応して、2つのオープンドレイン出力OVERTおよびALERTがアサートされます。

2線式シリアルインタフェースは、温度データの読取りとアラームスレッショルドのプログラミングを行うために、標準システム管理バス(SMBus™)のバイト書込み、バイト読取り、バイト送信、バイト受信の各プロトコルをサポートしています。

MAX6622は-40℃~+125℃の動作温度範囲が保証され、16ピンTSSOPパッケージで提供されます。

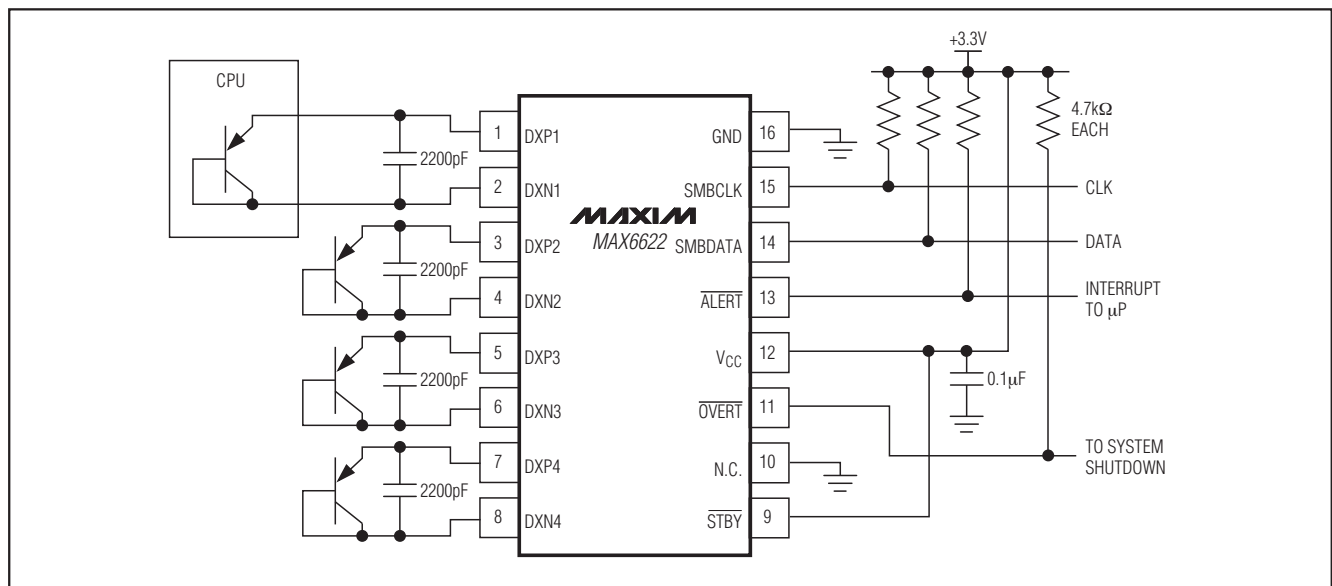
## アプリケーション

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。

ピン配置はデータシートの最後に記載されています。

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 4系統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℃ (+60℃~+100℃)
- ◆ POR時の温度測定開始によってフェールセーフなシステム保護を実現
- ◆ 割込み、抑制、シャットダウン用のALERTおよびOVERT出力
- ◆ ハードウェアスタンバイモード用のSTBY入力
- ◆ 小型の16ピンTSSOPパッケージ
- ◆ 2線式SMBusインタフェース
- ◆ Penryn CPU対応
- ◆ MAX6602とピンおよびレジスタ互換

## 型番

PART	PIN-PACKAGE	SLAVE ADDRESS	PKG CODE
MAX6622UE9A+	16 TSSOP	1001 101	U16-1

注：このデバイスは-40℃~+125℃の温度範囲での動作が保証されています。

+は鉛フリーパッケージを示します。

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

$V_{CC}$ , $SMBCLK$ , $SMBDATA$ , $\overline{ALERT}$ , $\overline{OVERT}$ , $\overline{STBY}$ to GND .....	-0.3V to +6V
$DXP_{-}$ to GND .....	-0.3V to ( $V_{CC}$ + 0.3V)
$DXN2$ , $DXN3$ , $DXN4$ to GND .....	-0.3V to +0.8V
$SMBDATA$ , $\overline{ALERT}$ , $\overline{OVERT}$ Current.....	-1mA to +50mA
$DXN$ Current .....	$\pm 1$ mA
Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^{\circ}\text{C}$ ) 16-Pin TSSOP	
(derate 11.1mW/ $^{\circ}\text{C}$ above +70 $^{\circ}\text{C}$ ).....	888.9mW

Junction-to-Case Thermal Resistance ( $\theta_{JC}$ ) (Note A) 16-Pin TSSOP .....	27 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
Junction-to-Ambient Thermal Resistance ( $\theta_{JA}$ ) (Note A) 16-Pin TSSOP .....	90 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$
ESD Protection (all pins, Human Body Model).....	$\pm 2000\text{V}$
Operating Temperature Range .....	-40 $^{\circ}\text{C}$ to +125 $^{\circ}\text{C}$
Junction Temperature .....	+150 $^{\circ}\text{C}$
Storage Temperature Range .....	-60 $^{\circ}\text{C}$ to +150 $^{\circ}\text{C}$
Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300 $^{\circ}\text{C}$

**Note A:** Package thermal resistances were obtained using the method described in JEDEC specification JESD51-7, using a 4-layer board. For detailed information on package thermal considerations, refer to *Application Note 4083* available at [www.maxim-ic.com/thermal-tutorial](http://www.maxim-ic.com/thermal-tutorial).

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

( $V_{CC} = +3.0\text{V}$  to +5.5V,  $V_{\overline{STBY}} = V_{CC}$ ,  $T_A = -40^{\circ}\text{C}$  to +125 $^{\circ}\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $V_{CC} = +3.3\text{V}$  and  $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ .) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	$V_{CC}$		3.0		5.5	V
Software Standby Supply Current	$I_{SS}$	SMBus static		30		$\mu\text{A}$
Operating Current	$I_{CC}$	During conversion		500	1000	$\mu\text{A}$
Temperature Resolution		Channel 1 only		11		Bits
		Other diode channels		8		
Remote Temperature Accuracy		$V_{CC} = 3.3\text{V}$	$T_A = T_{RJ} = +60^{\circ}\text{C}$ to +100 $^{\circ}\text{C}$	-1.0	+1.0	$^{\circ}\text{C}$
			$T_A = T_{RJ} = 0^{\circ}\text{C}$ to +125 $^{\circ}\text{C}$	-3.0	+3.0	
Local Temperature Accuracy		$V_{CC} = 3.3\text{V}$	$T_A = +60^{\circ}\text{C}$ to +100 $^{\circ}\text{C}$	-4.4	-0.4	$^{\circ}\text{C}$
			$T_A = 0^{\circ}\text{C}$ to +125 $^{\circ}\text{C}$	-6.1	-0.1	
Supply Sensitivity of Temperature Accuracy				$\pm 0.2$		$^{\circ}\text{C}/\text{V}$
Remote Channel 1 Conversion Time	$t_{CONV1}$	Resistance cancellation off	95	125	156	ms
		Resistance cancellation on	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	$\mu\text{A}$
		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
<b>ALERT, OVERT</b>						
Output Low Voltage	$V_{OL}$	$I_{SINK} = 1\text{mA}$			0.3	V
		$I_{SINK} = 6\text{mA}$			0.5	
Output Leakage Current					1	$\mu\text{A}$

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

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

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>SMBus INTERFACE (SCL, SDA), STBY</b>						
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			
Input Leakage Current			-1		+1	$\mu A$
Output Low Voltage	$V_{OL}$	$I_{SINK} = 6mA$			0.3	V
Input Capacitance	$C_{IN}$			5		pF
<b>SMBus-COMPATIBLE TIMING (Figures 3 and 4) (Note 2)</b>						
Serial-Clock Frequency	$f_{SCL}$	(Note 3)			400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Condition	$t_{BUF}$	$f_{SCL} = 100kHz$	4.7			$\mu s$
		$f_{SCL} = 400kHz$	1.6			
START Condition Setup Time		$f_{SCL} = 100kHz$	4.7			$\mu s$
		$f_{SCL} = 400kHz$	0.6			
Repeat START Condition Setup Time	$t_{SU:STA}$	90% of SCL to 90% of SDA, $f_{SCL} = 100kHz$	0.6			$\mu s$
		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			$\mu s$
STOP Condition Setup Time	$t_{SU:STO}$	90% of SCL to 90% of SDA, $f_{SCL} = 100kHz$	4			$\mu s$
		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			$\mu s$
		10% to 10%, $f_{SCL} = 400kHz$	1.3			
Clock High Period	$t_{HIGH}$	90% to 90%	0.6			$\mu s$
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	$\mu s$
		$f_{SCL} = 400kHz$			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  $T_A = +85^{\circ}C$ . 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.

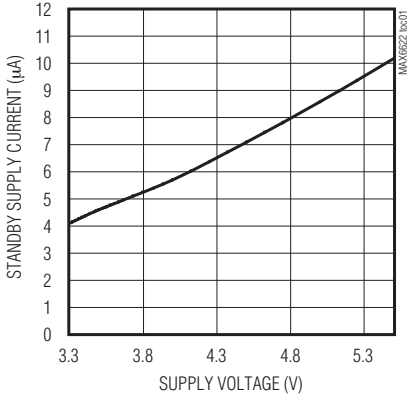
# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

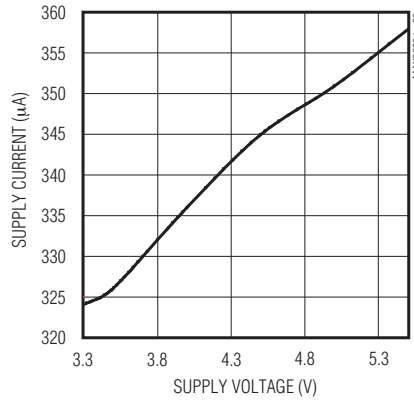
## 標準動作特性

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

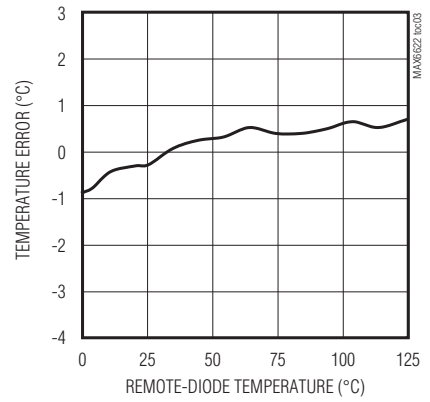
**SOFTWARE STANDBY SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**



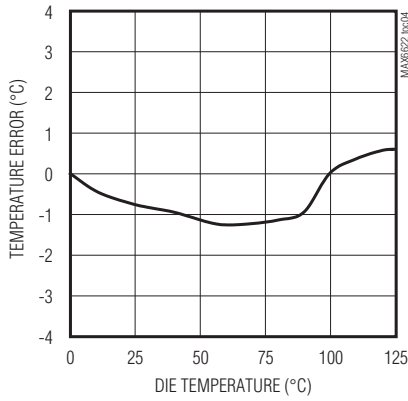
**SUPPLY CURRENT vs. SUPPLY VOLTAGE**



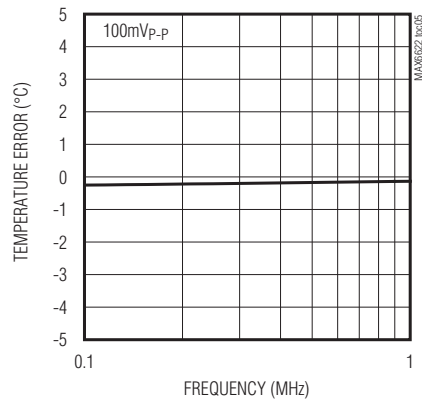
**REMOTE TEMPERATURE ERROR vs. REMOTE-DIODE TEMPERATURE**



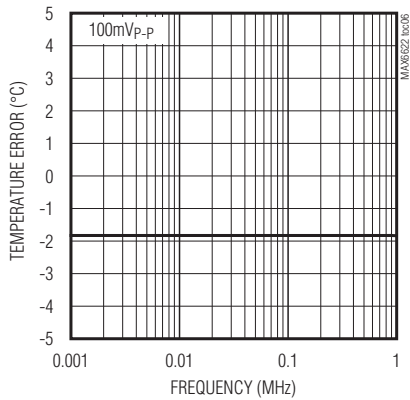
**LOCAL TEMPERATURE ERROR vs. DIE TEMPERATURE**



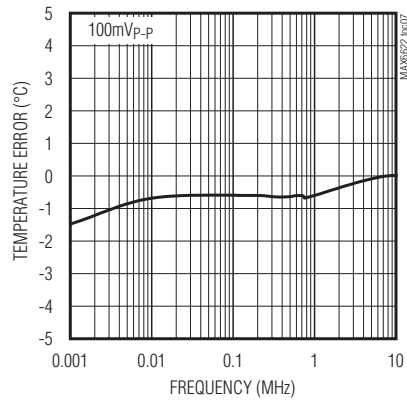
**REMOTE-DIODE TEMPERATURE ERROR vs. POWER-SUPPLY NOISE FREQUENCY**



**LOCAL TEMPERATURE ERROR vs. POWER-SUPPLY NOISE FREQUENCY**

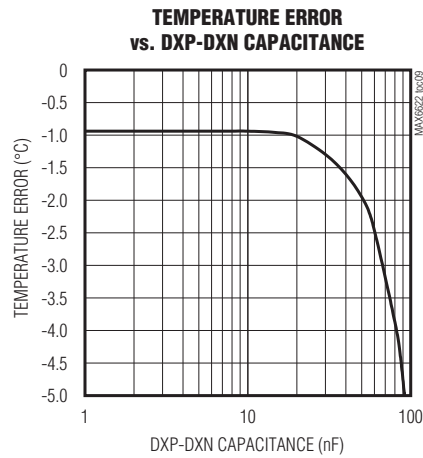
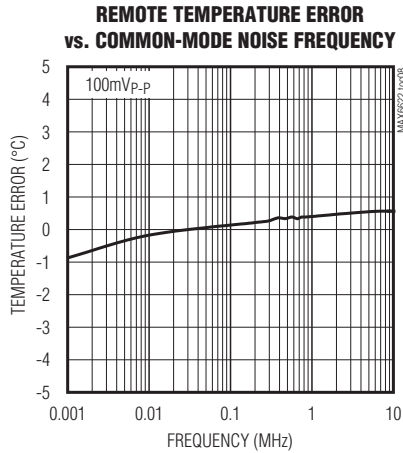


**REMOTE TEMPERATURE ERROR vs. COMMON-MODE NOISE FREQUENCY**



## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = 3.3V$ ,  $V_{STBY} = V_{CC}$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , 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の電流ソースと正のA/D入力の共用端子。リモートダイオード接続された温度検出トランジスタのアノードに接続します。リモートダイオードを使用しない場合は、未接続のままにしておくか、 $V_{CC}$ に接続してください。DXP1とDXN1の間にノイズフィルタ用の2200pFのコンデンサを配置してください。
2	DXN1	チャンネル1リモートダイオードのカソード入力。リモートダイオード接続されたチャンネル1のトランジスタのカソードをDXN1に接続してください。内部でGNDに接続されています。
3	DXP2	チャンネル2のリモートダイオードの電流ソースと正のA/D入力の共用端子。リモートダイオード接続された温度検出トランジスタのアノードに接続します。リモートダイオードを使用しない場合は、未接続のままにしておくか、 $V_{CC}$ に接続してください。DXP2とDXN2の間にノイズフィルタ用の2200pFのコンデンサを配置してください。
4	DXN2	チャンネル2リモートダイオードのカソード入力。リモートダイオード接続されたチャンネル2の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の電流ソースと正のA/D入力の共用端子。リモートダイオード接続された温度検出トランジスタのアノードに接続します。リモートダイオードを使用しない場合は、未接続のままにしておくか、 $V_{CC}$ に接続してください。DXP3とDXN3の間にノイズフィルタ用の2200pFのコンデンサを配置してください。
6	DXN3	チャンネル3リモートダイオードのカソード入力。リモートダイオード接続されたチャンネル3の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

MAX6622

## 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の電流ソースと正のA/D入力の共用端子。リモートダイオード接続された温度検出トランジスタのアノードに接続します。リモートダイオードを使用しない場合は、未接続のままにしておくか、V <sub>CC</sub> に接続してください。DXP4とDXN4の間にノイズフィルタ用の2200pFのコンデンサを配置してください。
8	DXN4	チャンネル4リモートダイオードのカソード入力。リモートダイオード接続されたチャンネル4のトランジスタのカソードをDXN4に接続してください。
9	STBY	スタンバイ入力。MAX6622をハードウェアスタンバイモードにするにはSTBYを論理ローに駆動し、通常動作させるには論理ハイに駆動します。温度およびスレッシュホールドのデータは、スタンバイモード中も保持されます。
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	OVER $\bar{T}$	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および4の温度がプログラムされたスレッシュホールド上限値を超えると、OVER $\bar{T}$ がローにアサートされます。
12	V <sub>CC</sub>	電源電圧入力。0.1 $\mu$ FのコンデンサでGNDにバイパスしてください。
13	ALERT $\bar{}$	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プログラムされたALERTスレッシュホールドを超えると、ALERTがローにアサートされます。
14	SMBDATA	SMBusシリアルデータ入出力。プルアップ抵抗に接続してください。
15	SMBCLK	SMBusシリアルクロック入力。プルアップ抵抗に接続してください。
16	GND	グラウンド

## 詳細

MAX6622は、ローカル1系統とリモート4系統の温度検出チャンネルを備えた高精度のマルチチャンネル温度モニタであり、それぞれの温度チャンネルに対するプログラマブルなアラートスレッシュホールドと、チャンネル1および4に対するプログラマブルな温度過昇スレッシュホールドが設けられています(図1参照)。MAX6622との通信は、SMBusシリアルインタフェースおよび専用のアラート出力を通して行われます。ソフトウェアでプログラムされた温度スレッシュホールドを超過すると、アラーム出力のOVER $\bar{T}$ とALERT $\bar{}$ がアサートされます。通常ALERT $\bar{}$ は割込みとして機能するのに対し、OVER $\bar{T}$ はファン、システムシャットダウン、その他の温度管理回路に接続することができます。

## ADCの変換シーケンス

デフォルトの変換モードでは、MAX6622はまずチャンネル1の温度を測定し、続いて2、3、ローカルチャンネル、および4の順で測定を行うことによっ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、該当する温度データレジスタに格納されます。

システムによっては、リモートのサーマルダイオードの1つが監視している位置において、他のチャンネルよりもはるかに急速な温度変化が生じることも考えられます。1つの温度チャンネルで他よりも急速な温度変化を観測する必要がある場合に備えて、MAX6622では他のチャンネルよりも速いペースでチャンネル1を監視することが可能に

なっています。このモード(設定1レジスタのビット4に1を書込むことにより設定)では、チャンネル1の測定が他のチャンネルの測定と交互に行われます。すなわち、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、というようなシーケンスになります。このモードでは、5つのチャンネルすべての測定にかかる時間がデフォルトモードの場合より大幅に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

ソフトウェアスタンバイモードには、設定1レジスタのSTOPビットに1をセットすることによって入ります。ハードウェアスタンバイには、STBYをローにすることによって入ります。ソフトウェアスタンバイモードではADCがディセーブルされ、電源電流が約30 $\mu$ Aに減少します。ハードウェアスタンバイモードではADCのクロックが停止しますが、電源電流は約350 $\mu$ Aです。ソフトウェアまたはハードウェアどちらのスタンバイ時にも、データはメモリ内に保持され、SMBusインタフェースはアクティブで、SMBusコマンドを待ち受けます。SMBus上でSTART条件が認識されると、タイムアウトがイネーブルされます。SMBus上のアクティビティによって、電源電流は増大します。変換の進行中にスタンバイコマンドを受信した場合、その変換サイクルは中断され、温度レジスタは更新されません。それまで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。

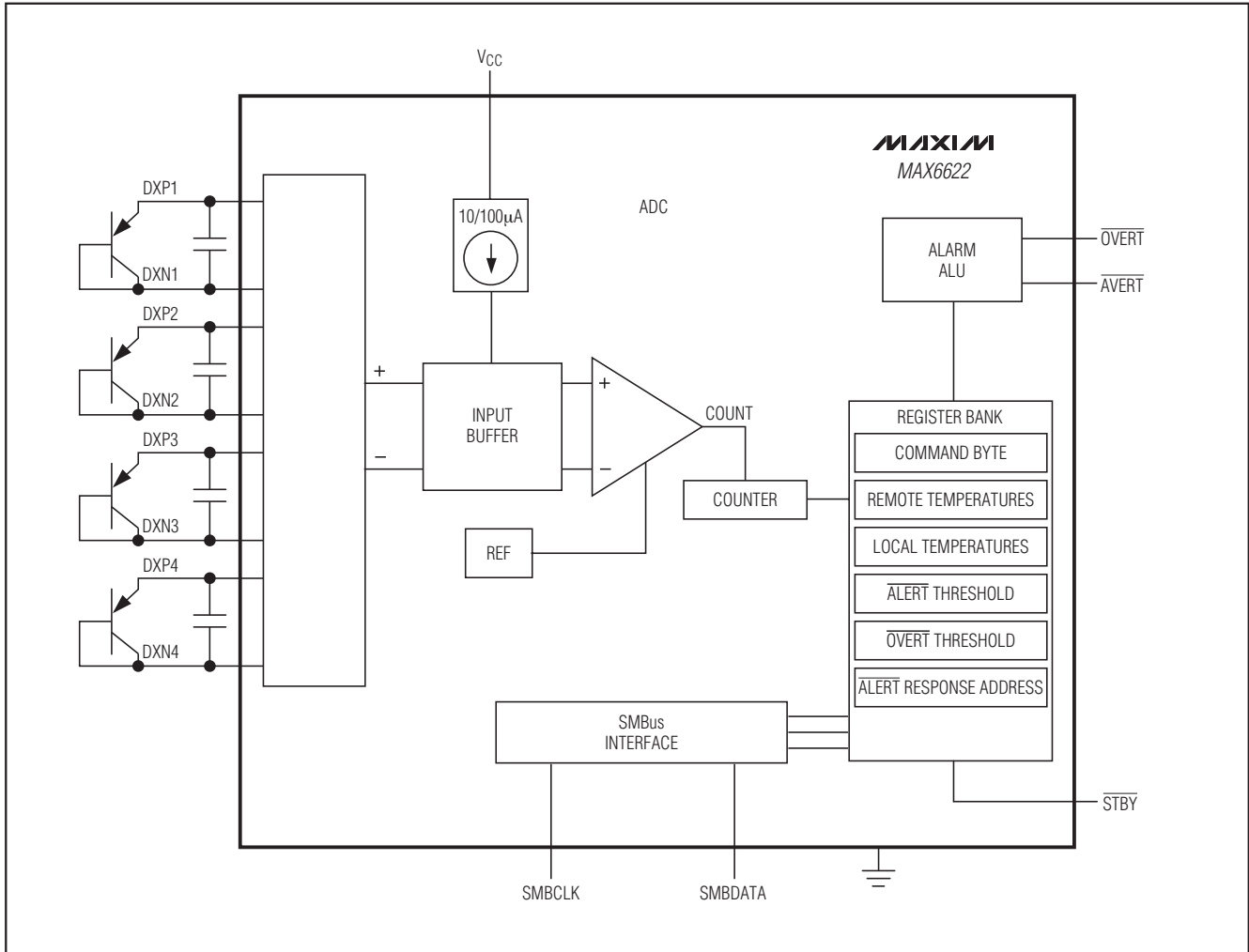


図1. 内部ブロック図

## SMBusデジタルインタフェース

ソフトウェアからMAX6622を見ると、温度測定データ、アラームスレッシュ値、および制御ビットを格納する一連の8ビットレジスタに見えます。標準SMBus互換の2線式シリアルインタフェースを使用して、温度データの読み取りおよび制御ビットとアラームスレッシュデータの書き込みを行います。また、同じSMBusスレーブアドレスですべての機能にアクセスすることができます。

MAX6622では、バイト書き込み、バイト読み取り、バイト送信、バイト受信の、4つの標準SMBusプロトコルを使用しています(図2)。より長さの短いバイト受信プロトコルを使用すると、より高速に転送を行うことができます。ただし、バイト読み取り命令によって正しいデータレジスタがあらかじめ選択されていることが条件です。

マルチマスタシステムでは、第1のマスタに通知することなく第2のマスタがコマンドバイトを上書きする可能性があるため、短いプロトコルの使用には注意が必要です。図3はSMBusの書き込みタイミング図、図4はSMBusの読み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(1 LSB = +0.125°C)。その他の温度測定チャンネルは、すべて8ビットの温度データを提供します(1 LSB = +1°C)。上位8ビット(MSB)は、ローカル温度およびリモート温度の各レジスタから読み取り可能です。リモートダイオード1の場合、残りの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。拡張分解能を希望する場合は、最初に拡張分解能レジスタを読み取る必要があります。それによって、読み取りが終わるまで新しい変換結果で上位ビットが上書きされる



# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

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

図2. SMBusプロトコル

表1. メイン温度レジスタ(上位バイト)のデータフォーマット

TEMP (°C)	DIGITAL OUTPUT
> +127	0111 1111
+127	0111 1111
+126	0111 1110
+25	0001 1001
0	0000 0000
< 0	0000 0000
Diode fault (open)	1111 1111
Diode fault (short)	1111 1111 or 1110 1110

のを防ぐことができます。SMBusのタイムアウト時間(公称37ms)内に上位ビットの読取りが行われなかった場合、通常の更新が続行されます。表1にメイン温度レジスタ(上位バイト)のデータフォーマットを、表2に拡張分解能レジスタ(下位バイト)のデータフォーマットを示します。

### ダイオード障害の検出

チャンネルの入力であるDXP\_とDXN\_がオープンのままになっている場合、MAX6622はダイオード障害を検出します。オープンのダイオード障害によってALERTや

表2. 拡張分解能温度レジスタ(下位バイト)のデータフォーマット

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

$\overline{\text{OVERT}}$ がアサートされることはありません。そのチャンネルに相当するステータスレジスタ内の1つのビットに1がセットされ、そのチャンネルの温度データは全ビット1 (FFh)として格納されます。MAX6622がダイオード障害を検出するには、約4msかかります。ダイオード障害が検出されると、MAX6622は変換シーケンス中の次のチャンネルに移行します。ダイオードの短絡については、動作条件によってALERTまたは $\overline{\text{OVERT}}$ がアサートされる場合とされない場合があるため、特定のチャンネルを使用しない場合は、そのチャンネルのDXNおよびDXP入力を未接続のままにしてください。



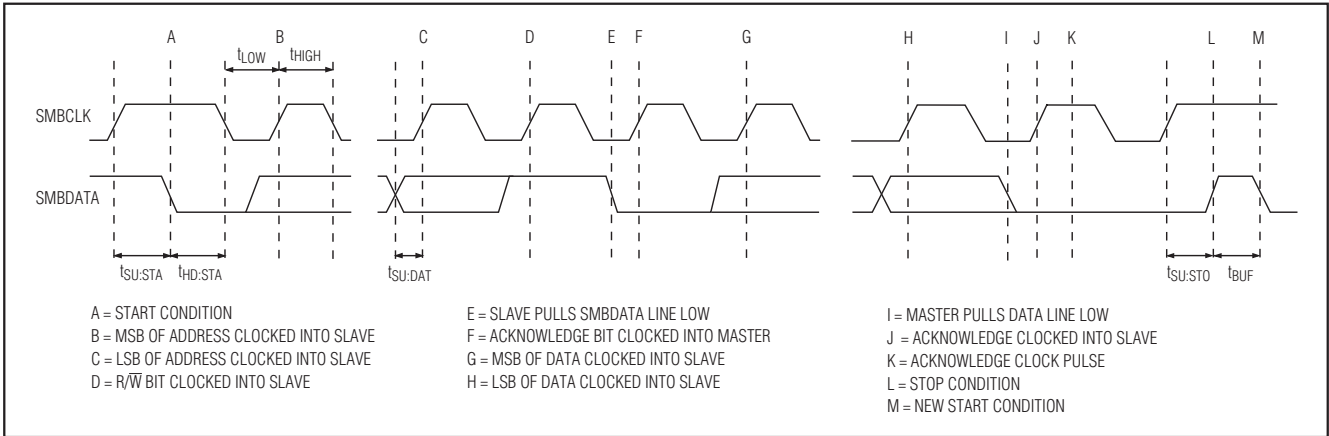


図3. SMBusの書き込みタイミング図

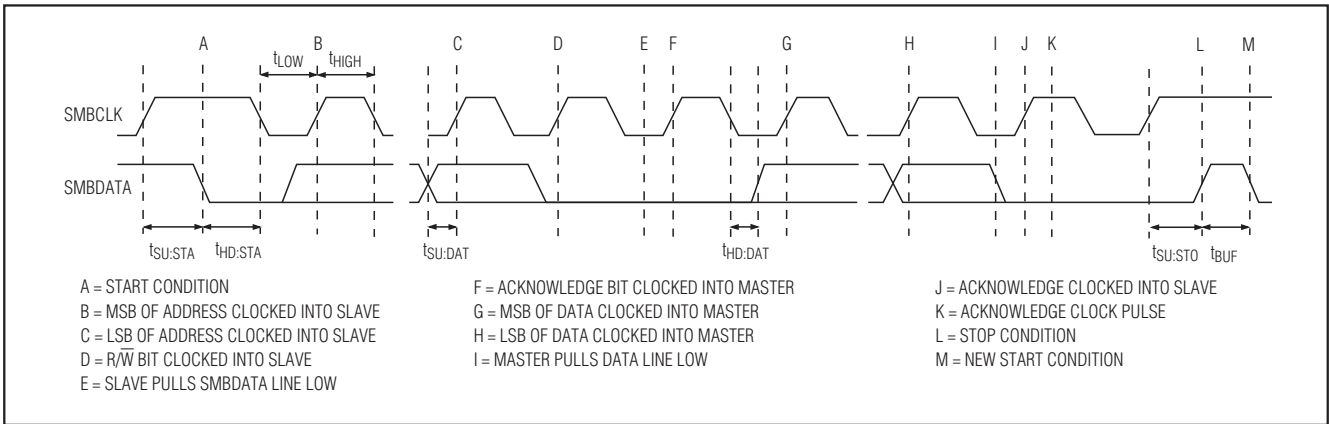


図4. SMBusの読取りタイミング図

## アラームスレッシュホールドレジスタ

温度過昇のALERTとOVERTの各スレッシュホールド値を格納するアラームスレッシュホールドレジスタは全部で7個あります。それらのレジスタの内5個は、ローカルのアラート温度スレッシュホールド上限値1つとリモートのアラート温度スレッシュホールド上限値4つの格納用になっています(「ALERT割込みモード」の項参照)。残る2つのレジスタは、温度過昇スレッシュホールド上限値の格納用としてリモートチャンネル1および4に割り当てられています(「OVERT温度過昇アラーム」の項参照)。これらのレジスタに対するアクセスは、SMBusインタフェースを通して提供されます。

## ALERT割込みモード

ALERT割込みは、内部または外部の温度の測定値が高温上限値(ユーザプログラマブル)を超えると発生します。ALERT割込み出力信号は、障害(群)に対応するステータスレジスタ(群)を読み取るか、またはマスタによるアラート応答アドレス伝達に正しく応答することでクリアすることができます。どちらの場合も、アラートはクリアされますが、障害状態がまだ続いていれば次の変換の終了時に再びアサートされます。割込みによって自動変換が停止することはありません。ALERT出力はオープンドレインであるため、複数のデバイスが共通の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1に示します。

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

## ALERT応答アドレス

SMBusのアラート応答割込みポイントは、バスマスタになるための複雑なロジックを持たない単純なスレーブデバイスに迅速な障害識別を提供します。割込み信号を受信したホストマスタは、バイト受信コマンドをアラート応答スレーブアドレスにブロードキャストします(「スレーブアドレス」の項参照)。すると、割込みを発生させたすべてのスレーブデバイスは、自分のアドレスをバス上に送出することによって申告を試みます。

I<sup>2</sup>Cのジェネラルコールと同様、アラート応答によって複数の異なるスレーブデバイスが同時にアクティブ化する可能性があります。2つ以上のスレーブが応答を試みた場合、バス調停のルールが適用され、より低位のアドレスコードを持つデバイスが勝つことになります。負けたデバイスはアクノリッジを生成せず、クリアされるまでALERT信号線をローに保持し続けます(アラートのクリア条件は、スレーブデバイスの種類によって異なります)。アラート応答プロトコルが正常に完了すると、出力ラッチがクリアされます。アラートの原因となった条件がまだ存在する場合、MAX6622は次の変換の終了時に再びALERT割込みをアサートします。

## OVERT温度過昇アラーム

MAX6622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格納する2つ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該当するスレッショルドレジスタに格納された値より高いと、OVERTがアサートされます。プログラムされたスレッショルドから4℃のヒステリシスを減じた値以下に温度が下がるまで、OVERTはアサートされたままになります。温度過昇出力を利用して、冷却ファンの起動、警告の送信、クロック抑制の開始、システムシャットダウンの呼出しなどを行い、部品の損傷を防ぐことができます。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、MAX6622内の他の様々なレジスタを指定する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。

## 設定バイトの機能

読み書き可能な3つのコンフィギュレーションレジスタ(表4、5、および6)を使って、MAX6622の動作を制御することができます。

## 設定1レジスタ

設定1レジスタ(表4)には、いくつかの機能があります。ビット7 (MSB)は、MAX6622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するために使用します。ビット6は、すべてのレジスタをパワーオンリセット状態にリセットした後、自らをクリアします。ビット5は、SMBusのタイムアウトをディセーブルします。ビット4は、「ADCの変換シーケンス」の項で説明したように、チャンネル1の変換頻度を増大させます。ビット3は、チャンネル1の抵抗の相殺をイネーブルします。詳細については「直列抵抗分の相殺」の項をご覧ください。設定1レジスタの残りのビットは使用されていません。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レジスタの機能を、表5に示します。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がローカルアラート割込みのマスクであり、ビット5からビット2がリモートアラート割込みのマスクです。このレジスタの起動時の状態は0000 0000 (00h)です。

## 設定3レジスタ

表6は、設定3レジスタを示しています。ビット5、4、3、および0で、チャンネル4と1のOVERT割込み出力をマスクします。残りのビット7、6、5、4、2、および1は予約されています。このレジスタの起動時の状態は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について超過があったか(超過があった場合)、および外部検出接合部でオープンまたは短絡障害が検出されたかどうかを示します。ステータスレジスタ1は、測定された温度がローカルまたはリモート検出ダイオードのALERTレジスタで設定されたスレッショルド上限値を超えたかどうかを示します。ステータスレジスタ2は、測定された温度がOVERTレジスタで設定されたスレッショルド上限値を超えた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障害(オープンまたは短絡)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各ビットは読取りに成功するとクリアされますが、測定温度の低下またはスレッショルド温度の増大によって障害が修正されない限り、次の変換後に再びセットされます。

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
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	6E	R/W	Read/write channel 1 remote-diode alert high-temperature threshold limit register
Remote 2 $\overline{\text{ALERT}}$ High Limit	12	7F	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
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
Remote 1 Extended Temperature	09	00	R	Read channel 1 remote-diode extended temperature register
Manufacturer ID	0A	4D	R	Read manufacturer ID

$\overline{\text{ALERT}}$ 割込み出力は、ステータスフラグビットに従います。アサートされた $\overline{\text{ALERT}}$ 出力は、ステータスレジスタ1の読取りを行うか、またはアラート応答アドレスに正しく応答することによってアサートが解除されます。どちらの場合も、たとえ障害状態が存在してもアラートがクリアされますが、次の変換の終了時に $\overline{\text{ALERT}}$ 出力が再びアサートされます。 $\overline{\text{OVERT}}$ 割込み出力に対応する

障害を示すビットは、たとえ障害状態がまだ存在してもステータス2レジスタを読み取るだけでクリアされます。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。障害状態を除去するには、測定温度が温度スレッショルドからヒステリシス値(4℃)を減じた温度以下に低下するか、またはトリップ温度を現在の温度より少なくとも4℃高く設定する必要があります。

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

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 MAX6622 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 MAX6622 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 $\overline{\text{ALERT}}$ .

表6. 設定3レジスタ

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	Reserved	0	—
6	Reserved	0	—
5	Reserved	0	—
4	Reserved	0	—
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 $\overline{\text{OVERT}}$ .

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	0	—
4	Reserved	0	—
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.

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	0	—
4	Reserved	0	—
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.

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

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 open circuit or when DXP4 is connected to V <sub>CC</sub> .
3	Diode fault 3	0	Channel 3 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP3 and DXN3 are open circuit or when DXP3 is connected to V <sub>CC</sub> .
2	Diode fault 2	0	Channel 2 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP2 and DXN2 are open circuit or when DXP2 is connected to V <sub>CC</sub> .
1	Diode fault 1	0	Channel 1 Remote-Diode Fault Bit. This bit is set to 1 when DXP1 and DXN1 are open circuit or when DXP1 is connected to V <sub>CC</sub> .
0	Reserved	0	—

## アプリケーション情報

### リモートダイオードの選択

MAX6622は、オンチップに温度検出ダイオードを備えているCPUおよびその他のICのダイ温度をじかに測定するか(「標準動作回路」参照)、またはディスクリートのダイオード接続トランジスタの温度を測定することができます。

### 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」(実際にはトランジスタ)の理想係数(n)に依存します。MAX6622は、n = 1.015に対して最適化されています。IC基板上のサーマルダイオードは、通常はpnpのベースとエミッタを引き出し、コレクタ(ダイオード接続)をグランドに接続したものになっています。DXP\_をこのpnpのアノード(エミッタ)に、DXN\_をカソード(ベース)に接続する必要があります。1.015以外の理想係数を持つ検出トランジスタを使用する場合、出力データは最適な理想係数で得られるデータとは異なるものになります。幸い、その違いは予測可能です。公称理想係数 $\eta_{\text{NOMINAL}}$ で設計されたリモートダイオードセンサを使用して、それとは異なる理想係数 $\eta_1$ を持つダイオードの温度を測定するとします。測定結果の温度 $T_M$ は、次式を使って補正することができます。

$$T_M = T_{\text{ACTUAL}} \left( \frac{\eta_1}{\eta_{\text{NOMINAL}}} \right)$$

ただし、温度の測定単位はケルビン(K)、MAX6622の $\eta_{\text{NOMINAL}}$ は1.015です。例として、MAX6622を使って理想係数1.002のCPUの測定を行う場合を考えます。ダイオードが直列抵抗を持たないとすると、測定データと実際の温度の関係は次式のようになります。

$$T_{\text{ACTUAL}} = T_M \times \left( \frac{\eta_{\text{NOMINAL}}}{\eta_1} \right) = T_M \times \left( \frac{1.015}{1.002} \right) = T_M(1.01297)$$

実際の温度が+85°C (358.15K)のとき、測定温度は+80.41°C (353.56K)となり、誤差は-4.587°Cです。

### 直列抵抗分の相殺

高出力ICのサーマルダイオードには非常に大きな直列抵抗分を持つものがあり、従来のリモート温度センサでは温度測定誤差の原因になる可能性があります。MAX6622のチャンネル1は、ダイオードの直列抵抗分による影響を除去する直列抵抗分の相殺機能を備えています(設定1レジスタのビット3によってイネーブルされます)。直列抵抗分が大きくてチャンネル1の精度に影響が出る場合は、ビット3に1をセットしてください。直列抵抗分の相殺機能は、チャンネル1の変換時間を125msだけ増加させます。この機能によって、センサのバルク抵抗とその他の直列抵抗分(線材、接触抵抗、その他)が相殺されます。相殺範囲は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である場合、そのコレクタとベースを互いに接続する必要があります。表10に、MAX6622と組み合わせて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。トランジスタには、比較的順電圧が高い小信号タイプを使用する必要があります。そうしないと、A/D入力電圧範囲を逸脱する可能性があるからです。予想される最高温度での順電圧は10 $\mu$ Aで0.25V以上でなければならず、予想される最低温度での順電圧は100 $\mu$ Aで0.95V以下である必要があります。大出力のパワートランジスタは使用しないでください。また、ベース抵抗は必ず100 $\Omega$ 以下にしてください。順方向電流利得の仕様が狭い(50 <  $\beta$  < 150など)場合、メーカのプロセス制御が優秀であり、デバイスが安定したV<sub>BE</sub>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は、通常は理想係数を明示も保証もしていません。しかし、高品質なディスクリートトランジスタの理想係数は比較的狭い範囲に収まる傾向があるため、この点は通常は問題になりません。当社では様々なディスクリートトランジスタでリモート温度測定値を調べましたが、変動幅は $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 以内でした。それでもなお、検討対象になっているメーカのディスクリートトランジスタをいくつか使用して、温度測定値が良好な安定性を示すかどうか検証するのが良い設計手法だと言えます。

表10. リモートセンサ用トランジスタのメーカ

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

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

## 使用しないダイオードチャンネル

必要のないリモートダイオードチャンネルが1つ以上存在する場合は、そのチャンネルのDXPおよびDXN入力を未接続のままにするか、またはDXP入力をV<sub>CC</sub>に接続してください。ステータスレジスタはそのチャンネルにダイオード「障害」があることを示し、温度測定シーケンスの中でそのチャンネルが無視されるようになります。また、設定2および設定3レジスタ中の該当するビットをセットすることによって、使用しないチャンネルを起動後直ちにマスクするのも良い方法です。これによって、使用していないチャンネルが原因でALERTまたはOVERTがアサートされるのを防ぐことができます。

## 熱的質量と自己発熱

ローカル温度の検出に当たって、MAX6622は自分が半田付けされているプリント回路ボード(PCB)の温度を測定します。PCBトレースとダイの間には、リードによって良好な熱経路が提供されます。すべてのIC温度センサと同様、ダイと周囲の空気間の熱伝導率はそれに比べて低いため、空気の温度の測定についての実効性はなくなります。PCBの熱的質量はMAX6622よりはるかに大きいため、デバイスはほとんどあるいはまったく遅れを示すことなくPCB上の温度変化に追従します。CPUまたはオンチップの検出用接合部を備えたその他のICの温度を測定する場合は、熱的質量の影響は事実上まったくありません。変換サイクル内において、接合部の測定温度は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を使って温度を測定する場合、小型パッケージ(すなわち、SOT23やSC70)のトランジスタを使うことで最良の熱応答時間が得られます。熱源とセンサの間の温度勾配を考慮するとともに、センサパッケージを通過する浮遊空気流が測定精度に影響を与えないように注意してください。自己発熱が測定精度に大きく影響することはありません。ダイオード電流ソースに起因するリモートセンサの自己発熱は無視できる範囲です。

## ADCのノイズフィルタ処理

積分型ADCは、電源ハムなどの低周波信号については優れたノイズ耐性を示します。著しい高周波EMIが存在する環境では、2200pFの外付けコンデンサをDXP\_とDXN\_の間に接続してください。より大きな容量を持つコンデンサの使用によってフィルタ処理を強化することができますが、スイッチングされた電流ソースの立上り時間が原因で誤差が生じる可能性があるため、3300pFを超えるものは使用しないでください。高精度なリモート測定のためには、高周波ノイズの低減が必要です。「PCBレイアウト」の項で説明するように、PCBの慎重なレイアウトによってノイズを低減することができます。



# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

## スレーブアドレス

MAX6622のスレーブアドレスは9Ahすなわち1001101です。

## PCBレイアウト

リモート温度を測定するときは、以下のガイドラインにしたがって測定誤差を低減してください。

- 1) 現実的な範囲で、できる限りリモートダイオードの近くにMAX6622を配置してください。コンピュータのマザーボードのようなノイズの多い環境では、この距離は4インチ~8インチ(typ)になる可能性があります。最悪のノイズ源を避ければ、この長さを増やすことができます。ノイズ源には、CRT、クロック発生器、メモリバス、PCIバスなどが含まれます。
- 2) DXP-DXNのトレースは、CRTの偏向コイルの近くを通らないように配置してください。また、高速デジタル信号を横切るようにトレースを配置しないでください。適切なフィルタ処理を行っても、簡単に+30℃の誤差が生じてしまいます。
- 3) DXPとDXNの配線は、互いに平行に、極めて接近して配置してください。平行なトレースの各ペアを、それぞれリモートダイオードまで配線します。これらのトレースは、より高電圧のトレース(+12VDCなど)から離して配置してください。PCBの汚れによる漏れ電流に、注意して対処する必要があります。DXPからグラウンドに20MΩの漏洩経路が存在すると、約+1℃の誤差が生じることになるからです。高電圧のトレースが避けられない場合は、GNDに接続されたガードトレースをDXP-DXNトレースの両側に配置してください(図5)。
- 4) 経路に使用するビアとクロスアンダはできる限り少なくして、銅と半田の熱電対効果を最小限に抑えてください。
- 5) 現実的な範囲で、できる限り太いトレースを使用してください。5mil~10milのトレースが標準的です。長くて細いトレースを使用する場合は、トレースの抵抗が温度の測定値に大きな影響を与えることに注意してください。
- 6) 電源のノイズが多い場合は、V<sub>CC</sub>と直列に抵抗(最大47Ω)を追加してください。

## ツイストペアケーブルとシールド付きケーブル

リモートセンサまでの距離が8インチを超える場合、または非常にノイズの多い環境では、リモートセンサの接続にツイストペアケーブルを使用してください。ツイストペアケーブルなら、6フィートから12フィートの長さまで、ノイズによって過度の誤差が生じることがありません。それよりさらに距離が長い場合は、オーディオマイクに使用されるようなシールド付きツイストペアケーブルが最善のソリューションになります。たとえばBelden 8451は、ノイズの多い環境において最大100フィートの距離まで良好に機能します。デバイス側は、ツイストペアをDXPとDXNに、シールドをGNDに接続します。リモートセンサ側は、シールドを未接続のままにしておきます。ケーブル長が極めて長い場合、ケーブルの寄生容量によってノイズフィルタの効果が得られることが多いため、一般的に2200pFのコンデンサは除去または容量を小さく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℃増加します。

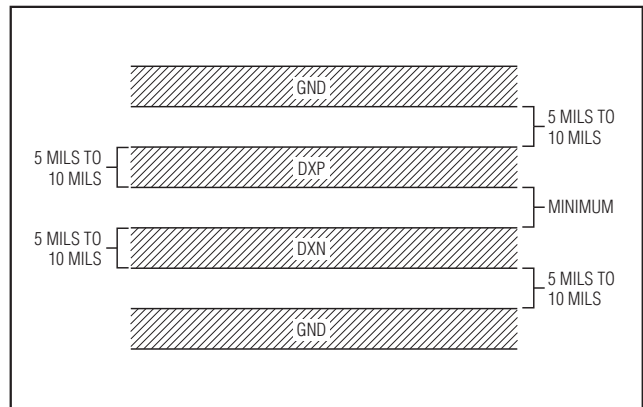
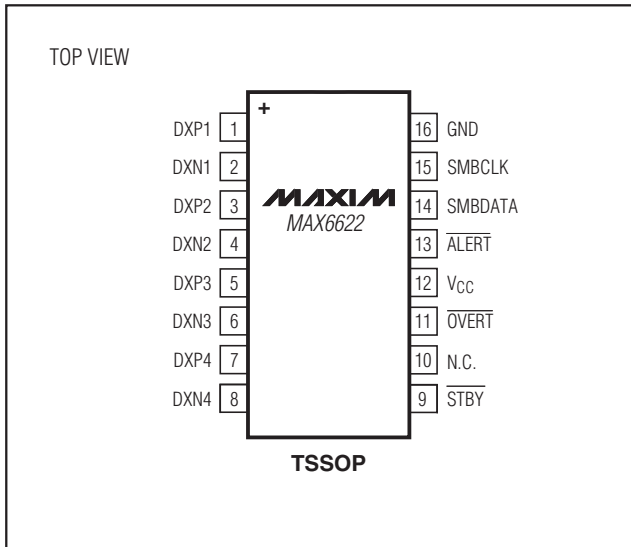


図5. 推奨されるDXP-DXNのPCBトレース。DXNとDXPのトレースの近くを高電圧のトレースが通ることになる場合は、両側に2本のガードトレースを配置することが推奨されます。

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

## ピン配置



## チップ情報

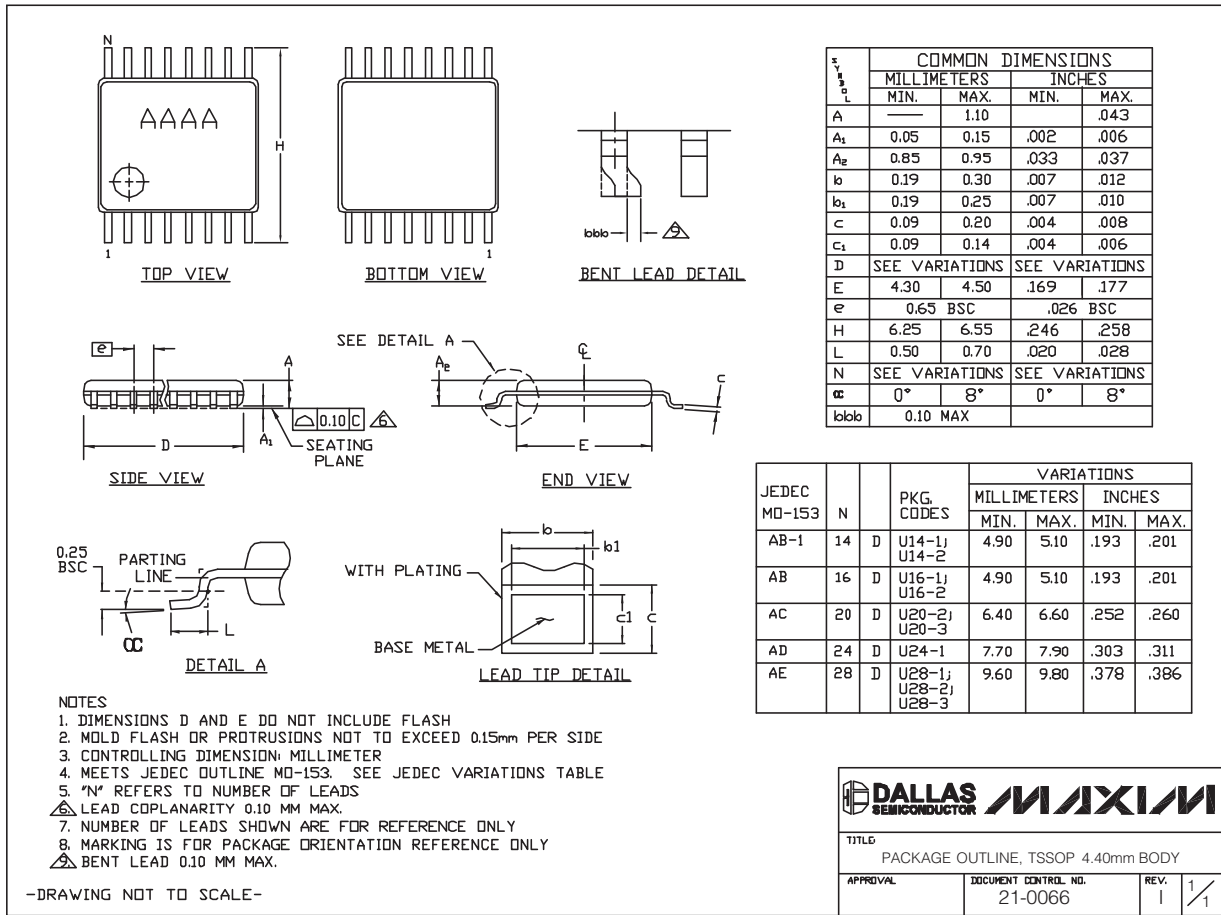
PROCESS: BiCMOS

# 5チャンネル高精度温度モニタ

MAX6622

## 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](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



TSSOP4.40mm.EPS

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。

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