



4チャンネルのリモート温度センサー

MAX31732

概要

MAX31732は、それ自体の温度と、ダイオード接続された最大4つの外付けトランジスタの温度をモニターするマルチチャンネル温度センサーです。抵抗補償機能により、外付けサーマル・ダイオードとMAX31732の間にある最大300Ωの直列抵抗が補償され、β補償によって、βが低いセンス・トランジスタに起因する温度計測誤差が補正されます。本センサーは、0.9844から1.311の理想係数の範囲に対応しています。

MAX31732は、オープン・ドレインのアクティブ・ローによるアラーム出力を2つ（ALARM1とALARM2）備えています。チャンネルの計測温度が過熱/低温用のそれぞれの一次スレッシュホールド・レベルを超えると、ALARM1がローでアサートされ、対応するサーマル・ステータス・レジスタにステータス・ビットが設定されます。チャンネルの計測温度が過熱/低温用の二次スレッシュホールド・レベルを超えると、ALARM2がローでアサートされ、対応するサーマル・ステータス・レジスタにステータス・ビットが設定されます。コントローラは、最高温度レジスタを使用して、最も熱いチャンネルの温度を取得できます。

MAX31732は、512ビットの不揮発性メモリ（NVM）を使用して、ソフトウェア/ファームウェアの介入なしで電源投入時に設定レジスタをプログラムできます。NVMは、後で更なる分析を行うために、リモートおよびローカルの各チャンネルのフォルト温度も保存します。

2線式シリアル・インターフェースは、温度データを読み出し、温度スレッシュホールドをプログラムするために、SMBusプロトコル（バイト書込み、バイト読出し、バイト送信、バイト受信）に対応しています。アドレス選択入力端子（ADD）を使用すると、利用可能な8個の対象アドレスのうちいずれか1つを選択できます。この端子はグラウンドに接続するか、接地された抵抗に接続できます。

本デバイスは、-40°C~+125°Cの動作温度範囲にわたり、3.0V~3.6Vの入力電源範囲で規定されています。MAX31732は、24ピンのTQFNパッケージ（4mm×4mm）で提供されます。

アプリケーション

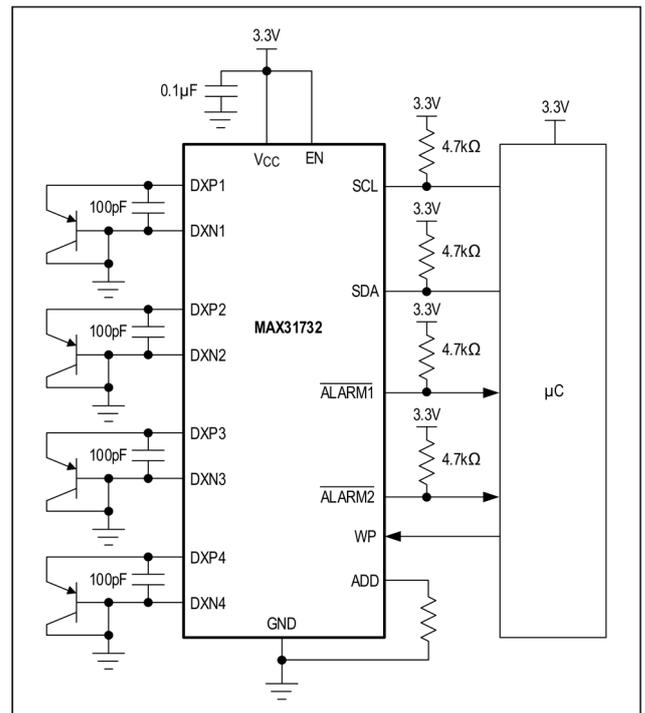
- オンチップCPU、ASIC、SOC、またはFPGAのダイオード、あるいはリモートのディスクリート・ダイオードを対象とした温度計測
- 産業用の温度管理

特長

- 温度センス・チャンネル：ローカル用に1チャンネル、リモート用に4チャンネル
- リモートの温度計測精度：±1°C（-40°C~+125°C）
- リモートの温度計測範囲：-64°C~+150°C
- リモート・チャンネルの抵抗補償：最大300Ω
- βが低いトランジスタの補償が可能
- 12ビット、0.0625°Cの分解能
- プログラマブルなアラーム温度スレッシュホールドを2つ用意
- 選択可能な対象アドレスは8個
- 柔軟なI²C/SMBusで様々なマイクロコントローラに接続可能
- 最大1.311の理想係数に対応
- NVMを使用して設定およびフォルト記録を容易化

型番はデータシート末尾に記載されています。

標準的なアプリケーション回路



※こちらのデータシートには正誤表が付属しています。当該資料の最終ページ以降をご参照ください。

目次

概要	1
アプリケーション	1
特長	1
標準的なアプリケーション回路	1
絶対最大定格	4
パッケージ情報	4
パッケージ情報 (続き)	5
電気的特性	6
タイミング図	7
標準動作特性	8
ピン配置	9
端子説明	9
機能図	10
詳細	11
概要	11
ADC の変換シーケンス	11
直列抵抗の補償	11
低電力モード	11
イネーブル入力 (EN)	11
書込み保護入力 (WP)	12
I ² C/SMBus デジタル・インターフェース	12
SRAM のレジスタ・マップ	14
温度計測 (アドレス : 0x02~0x0B)	18
温度計測の拡張	19
温度チャンネル・イネーブル・レジスタ (アドレス : 0x0E)	20
最高温度レジスタ (アドレス : 0x45 および 0x46)	20
最高温度イネーブル・レジスタ (アドレス : 0x1A)	21
リファレンス温度レジスタ (アドレス : 0x2F~0x38)	21
過熱スレッシュホールド・レジスタ	22
(一次アドレス : 0x1D~0x26、二次アドレス : 0x29~0x2D)	22
低温スレッシュホールド・レジスタ	23
(一次アドレス : 0x27~0x28、二次アドレス : 0x2E)	23
ステータス・レジスタ	23
ダイオード・フォルト検出 (アドレス : 0x44)	26
設定レジスタ	27
アラーム出力	28
アラーム出力マスク・レジスタ (アドレス : 0x1B および 0x1C)	29

理想係数の効果.....	30
β 補償.....	31
ノイズ・フィルタ.....	32
カスタム・オフセット・レジスタ.....	33
複数回プログラム可能な不揮発性メモリ (MTP).....	34
MTP レジスタへのアクセス.....	37
アプリケーション情報.....	39
MTP レジスタの読出し.....	39
MTP レジスタのプログラミング.....	39
MTP のマルチバイト構成の保存.....	39
MTP の単一ワード構成の保存.....	39
ユーザ・ソフトウェア・リビジョン・レジスタのプログラミング.....	39
電源投入プロセス.....	39
MTP フォルト記録レジスタ.....	40
オンデマンド・ロード.....	40
MTP の温度およびステータスの記録.....	41
MTP との干渉回避.....	42
MTP フォルト記録レジスタのクリア.....	42
過熱リミットの設定.....	42
ディスクリートのリモート・ダイオード.....	42
不使用のダイオード・チャンネル.....	43
熱質量.....	43
ADC のノイズ・フィルタリング.....	43
標準的なアプリケーション回路.....	45
型番.....	45

絶対最大定格

V_{CC}、SCL、SDA、ALARM1、ALARM2、ADD、
 WP、EN -0.3V~+3.7V
 DXP 1、2、3、4、DXN 1、2、3、4 -0.3V~V_{CC}+0.3V
 ESD 保護（全端子、人体モデル） 2kV
 連続消費電力（T_A=+70°C）（TQFN（+70°Cを超えた場合は
 27.8mW/°Cでディレーティング）） 2222mW

動作温度範囲 -40°C~+125°C
 ジャンクション温度 +150°C
 保管温度範囲 -65°C~+150°C
 リード端子温度（はんだ処理、10秒） +300°C
 はんだ処理温度（リフロー） +260°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

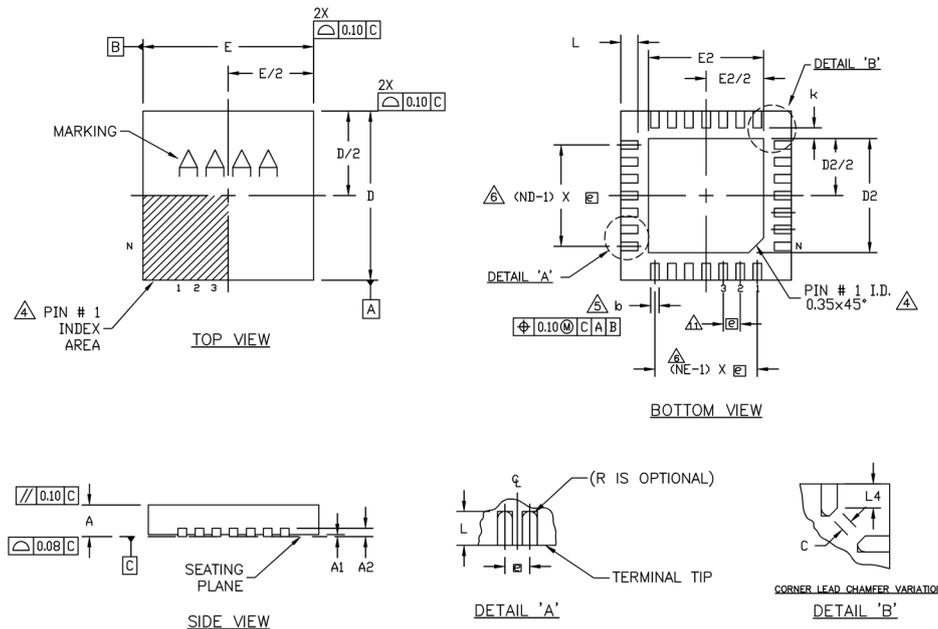
パッケージ情報

Package Code	T2444+4C
Outline Number	21-0139
Land Pattern Number	90-0022
Thermal Resistance, Single Layer Board:	
Junction-to-Ambient (θ_{JA})	48°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	3°C/W
Thermal Resistance, Four Layer Board:	
Junction-to-Ambient (θ_{JA})	36°C/W
Junction-to-Case Thermal Resistance (θ_{JC})	3°C/W

最新のパッケージ外形図とランド・パターン（フットプリント）に関しては、[パッケージ一覧](#)で確認してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」は RoHS 対応状況のみを示します。パッケージ図面は異なる末尾記号が示されている場合がありますが、図面は RoHS 状況に関わらず該当のパッケージについて図示しています。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC 規格 JESD51-7 に記載の方法で 4 層基板を使用して求めたものです。パッケージの熱に対する考慮事項の詳細については、[IC パッケージの熱特性評価](#)を参照してください。

パッケージ情報 (続き)



COMMON DIMENSIONS															
PKG	12L 4x4			16L 4x4			20L 4x4			24L 4x4			28L 4x4		
REF.	MIN.	NDM.	MAX.												
A	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80	0.70	0.75	0.80
A1	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05	0.0	0.02	0.05
A2	0.20 REF														
b	0.25	0.30	0.35	0.25	0.30	0.35	0.20	0.25	0.30	0.18	0.23	0.30	0.15	0.20	0.25
D	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
E	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10	3.90	4.00	4.10
e	0.80 BSC.			0.65 BSC.			0.50 BSC.			0.50 BSC.			0.40 BSC.		
k	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-	0.25	-	-
N	12			16			20			24			28		
ND	3			4			5			6			7		
NE	3			4			5			6			7		
Jedec Var.	WGGB			WGGC			WGGD-1			WGGD-2			WGGE		

- NOTES:
- DIMENSIONING & TOLERANCING CONFORM TO ASME Y14.5M-2009.
 - ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS. ANGLES ARE IN DEGREES.
 - N IS THE TOTAL NUMBER OF TERMINALS.
 - THE TERMINAL #1 IDENTIFIER AND TERMINAL NUMBERING CONVENTION SHALL CONFORM TO JEDEC 95-1 SPP-012. DETAILS OF TERMINAL #1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST BE LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE TERMINAL #1 IDENTIFIER MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE.
 - DIMENSION b APPLIES TO METALLIZED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.25mm AND 0.30mm FROM TERMINAL TIP.
 - ND AND NE REFER TO THE NUMBER OF TERMINALS ON EACH D AND E SIDE RESPECTIVELY.
 - DEPOPULATION IS POSSIBLE IN A SYMMETRICAL FASHION.
 - DRAWING CONFORMS TO JEDEC MO220, EXCEPT FOR T2444-3, T2444-4 AND T2844-1.
 - MARKING IS FOR PACKAGE ORIENTATION REFERENCE ONLY.
 - WARPAGE SHALL NOT EXCEED 0.10mm.
 - LEAD CENTERLINES TO BE AT TRUE POSITION AS DEFINED BY BASIC DIMENSION 'e', ±0.05.
 - NUMBER OF LEADS SHOWN ARE FOR REFERENCE ONLY.
 - MATERIAL MUST COMPLY WITH BANNED AND RESTRICTED SUBSTANCES SPEC # 10-0131.
 - ALL DIMENSIONS ARE THE SAME FOR LEADED (-) & PbfREE (+) PACKAGE CODES.

電気的特性

($3.0V \leq V_{CC} \leq 3.6V$ = 電源電圧、 $T_A = -40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$ = 周囲環境温度。全ての仕様は変更される可能性があります。) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{CC}			3		3.6	
Shutdown Supply Current	I_{SD}	Shutdown: EN = 0V			175		μA
Active Supply Current	I_Q	Operating, β compensation disabled			700	1200	μA
POR Threshold	V_{POR}	V_{CC} Falling Edge			2.6	2.8	V
POR Threshold Hysteresis					125		mV
Temperature Resolution					0.0625		$^\circ\text{C}$
Remote Temperature Accuracy		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$, $T_{RJ} = -40^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$	3 sigma w/ diodes batch calibrated	-2	± 1	2	$^\circ\text{C}$
Local Temperature Accuracy		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	3 sigma	-2		2	$^\circ\text{C}$
Temperature Measurement Noise		$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+125^\circ\text{C}$	No Filtering		0.25		$^\circ\text{C}_{RMS}$
Temperature Hysteresis		Comparator Mode Only			2		$^\circ\text{C}$
Conversion Time Per Channel		β compensation disabled				100	ms
		β compensation enabled				150	
Conversion Time for all the channels		β compensation disabled				450	ms
		β compensation enabled				700	
Remote-Diode Source Current	I_{RJ}	High Level			200		μA
		Low Level			12		
DXN# Bias Voltage		β compensation disabled				0.3	V
		β compensation enabled				0.73 1.0	
ALARM1, ALARM2 Output Low Voltage	V_{OL}	$I_{SINK} = 1\text{ mA}$				100	mV
		$I_{SINK} = 6\text{ mA}$				300	
EN, WP, SCL, SDA, ADD Input Leakage Current	I_{LEAK}				0.01	1	μA
Output High Leakage Current		ALARM1, ALARM2, SDA				1	μA
MTP Programming Time	T_{MTP}	2 Bytes				25	ms
Total MTP Programming Time	T_{MTP_TOTAL}	Note 1				650	ms
Total MTP Loading Time	T_{MTP_LOAD}					10	ms
MTP Write Cycles		$T_A = +85^\circ\text{C}$ (Note 2)		1000			cycles
LOGIC INPUT (EN, WP, SDA, SCL)							
Input Voltage Low	V_{IL}					0.4	V
Input Voltage High	V_{IH}			1.4			
I²C/SMBus-COMPATIBLE TIMING							
Serial-Clock Frequency	f_{CLK}					400	kHz

($3.0V \leq V_{CC} \leq 3.6V$ = 電源電圧、 $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ = 周囲環境温度。全ての仕様は変更される可能性があります。) (Note 3)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t_{BUF}	$f_{CLK} = 400kHz$	1.3			μs
Repeated START Condition Setup Time	$t_{SU:STA}$		0.6			μs
START Condition Setup Time		90% of SCL to 90% of SDA, $f_{CLK} = 400kHz$	0.6			μs
START Condition Hold Time	$t_{HD:STA}$	90% of SDA to 90% of SCL, $f_{CLK} = 400kHz$	0.6			μs
STOP Condition Setup Time	$t_{SU:STO}$	90% of SCL to 90% of SDA, $f_{CLK} = 400kHz$	0.6			μs
Clock Low Period	t_{LOW}	10% to 10%	1			μs
Clock High Period	t_{HIGH}	90% to 90%	1			μs
Data-In Hold Time	$t_{HD:DAT}$		0.3			μs
Data-In Setup Time	$t_{SU:DAT}$		100			ns
Receive Clock/Data Rise Time	t_R				300	ns
Receive Clock/Data Fall Time	t_F				300	ns
Pulse Width of Spike Suppressed	t_{SP}		0		50	ns
Bus Timeout	$t_{TIMEOUT}$		25		45	ms

Note 1 : MTP メモリのプログラム温度範囲は $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$ です。

Note 2 : 設計で確保されています。

Note 3 : デバイスは全て $T_A = 25^{\circ}C$ で製品テストが行われています。温度範囲全体にわたる仕様は設計で確保されています。

タイミング図

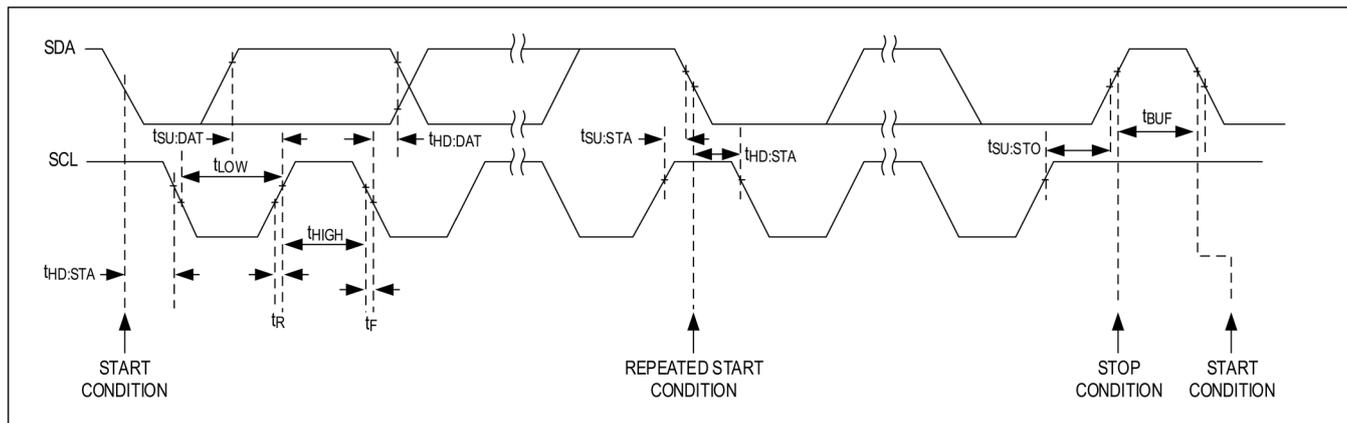
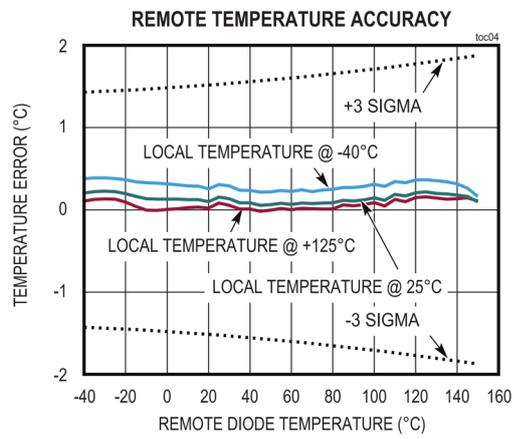
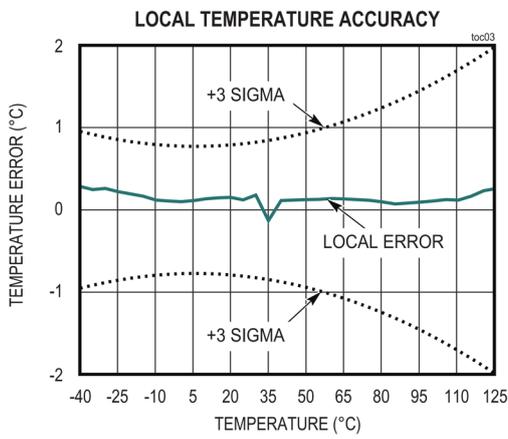
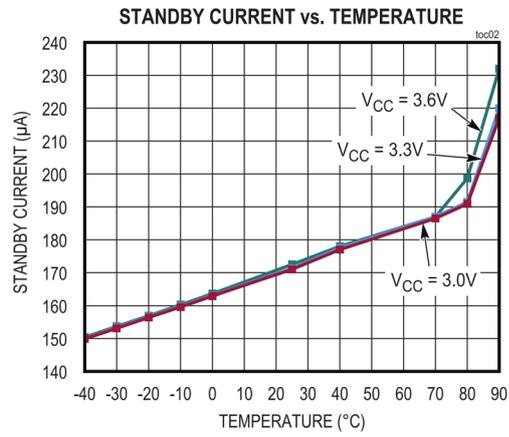
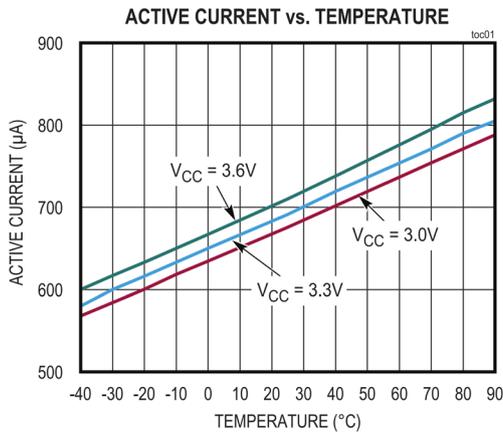


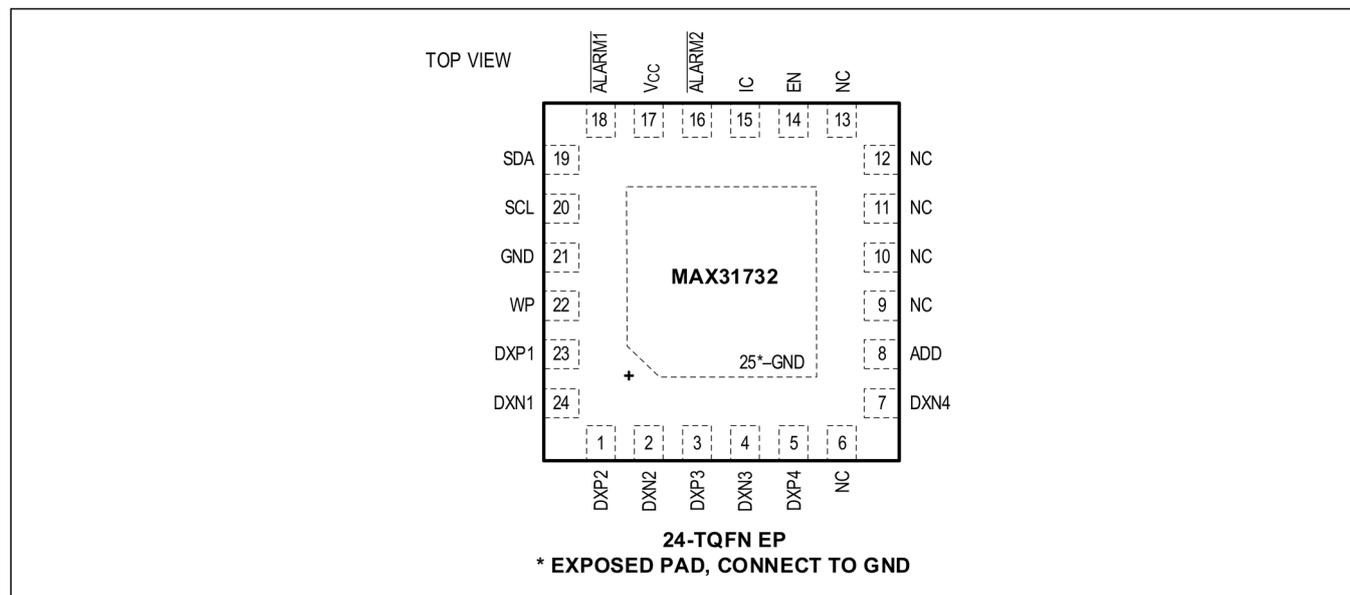
図 1. I²C/SMBus のタイミング図

標準動作特性

特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。



ピン配置

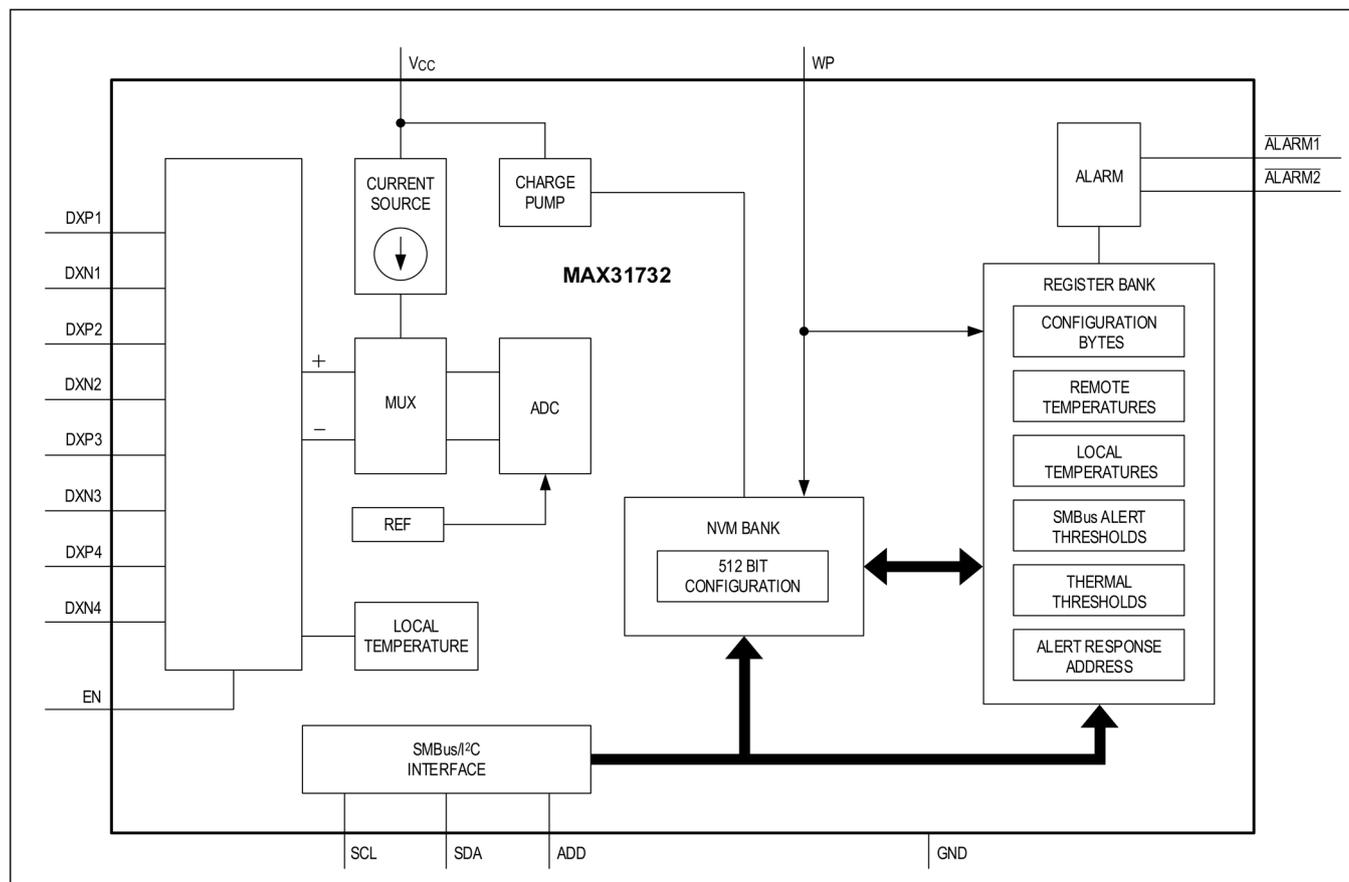


端子説明

ピン	名称	機能
1	DXP2	チャンネル 2 リモート・ダイオード用の電流源とアノード入力を兼ねた端子。DXP2 は、ダイオード接続されたリモートの温度センス・トランジスタのアノードに接続します。チャンネル 2 リモート・ダイオードを使わない場合は、DXP2 を無接続のままにするか、DXN2 に接続します。ノイズをフィルタリングするために、DXP2 と DXN2 の間に 100pF のコンデンサを接続します。
2	DXN2	チャンネル 2 リモート・ダイオード用のカソード入力。 DXN2 端子は、GND およびセンサーの負入力に接続します。トランジスタでベース電流補償が使用される場合は例外です（その場合、DXN2 はトランジスタのベースに接続します）。
3	DXP3	チャンネル 3 リモート・ダイオード用の電流源とアノード入力を兼ねた端子。DXP3 は、ダイオード接続されたリモートの温度センス・トランジスタのアノードに接続します。チャンネル 3 リモート・ダイオードを使わない場合は、DXP3 を無接続のままにするか、DXN3 に接続します。ノイズをフィルタリングするために、DXP3 と DXN3 の間に 100pF のコンデンサを接続します。
4	DXN3	チャンネル 3 リモート・ダイオード用のカソード入力。 DXN3 端子は、GND およびセンサーの負入力に接続します。トランジスタでベース電流補償が使用される場合は例外です（その場合、DXN3 はトランジスタのベースに接続します）。
5	DXP4	チャンネル 4 リモート・ダイオード用の電流源とアノード入力を兼ねた端子。DXP4 は、ダイオード接続されたリモートの温度センス・トランジスタのアノードに接続します。チャンネル 4 リモート・ダイオードを使わない場合は、DXP4 を無接続のままにするか、DXN4 に接続します。ノイズをフィルタリングするために、DXP4 と DXN4 の間に 100pF のコンデンサを接続します。
6, 9, 10, 11, 12, 13	NC	接続なし。他の NC 端子に接続するか、無接続のままにします。
7	DXN4	チャンネル 4 リモート・ダイオード用のカソード入力。 DXN4 端子は、GND およびセンサーの負入力に接続します。トランジスタでベース電流補償が使用される場合は例外です（その場合、DXN4 はトランジスタのベースに接続します）。
8	ADD	アドレス選択入力。電源投入時にサンプリングされます。ADD 端子を GND に接続することで、8 個の可能性のあるアドレスのうち 1 つを選択できます。
14	EN	イネーブル入力。EN 端子をハイに駆動すると、MAX31732 がイネーブルになります。EN 端子をローに駆動すると、MAX31732 はシャットダウン・モードになります。シャットダウン・モードでは、DXN#および DXP#はハイ・インピーダンスです。
15	IC	内部で接続。IC 端子は内部で V _{CC} に接続されています。IC 端子は、V _{CC} 端子に接続するか、無接続のままにします。
16	ALARM2	アクティブ・ローのオープン・ドレインによる過熱/低温用二次アラーム出力。ALARM2は、設定レジスタを使用してデバイスを割込みモードに設定することで、SMBus のアラート出力としても使用できます。この端子は、イネーブルになると、いずれかのチャンネルの温度がプログラムされた二次スレッショルドを超えた場合、ローでアサートされます。

17	V _{CC}	電源電圧入力。0.1μF のコンデンサをデバイスのすぐ近くに接続して、GND にバイパスします。
18	$\overline{\text{ALARM1}}$	アクティブ・ローのオープン・ドレインによる過熱/低温用一次アラーム出力。 $\overline{\text{ALARM1}}$ は、設定レジスタを使用してデバイスを割込みモードに設定することで、SMBus のアラート出力としても使用できます。この端子は、イネーブルになると、いずれかのチャンネルの温度がプログラムされた一次スレッシュホールドを超えた場合、ローでアサートされます。
19	SDA	I ² C/SMBus のシリアル・データ入出力。SDA 端子はプルアップ抵抗に接続します。
20	SCL	I ² C/SMBus のシリアル・クロック入力。SCL 端子はプルアップ抵抗に接続します。
21	GND	グラウンド。
22	WP	アクティブ・ハイの書き込み保護入力。WP 端子をハイに駆動すると、揮発性および不揮発性メモリへの書き込みがディスエーブルになります。WP 端子をローに駆動すると、揮発性および不揮発性メモリへの書き込みがイネーブルになります。
23	DXP1	チャンネル 1 リモート・ダイオード用の電流源とアノード入力を兼ねた端子。DXP1 は、ダイオード接続されたりリモートの温度センス・トランジスタのアノードに接続します。チャンネル 1 リモート・ダイオードを使わない場合は、DXP1 を未接続のままにするか、DXN1 に接続します。ノイズをフィルタリングするために、DXP1 と DXN1 の間に 100pF を接続します。
24	DXN1	チャンネル 1 リモート・ダイオード用のカソード入力。 DXN1 端子は、GND およびセンサーの負入力に接続します。トランジスタでベース電流補償が使用される場合は例外です（その場合、DXN1 はトランジスタのベースに接続します）。
25	GND	露出パッド。GND に接続してください。

機能図



詳細

概要

MAX31732 は、ローカル用に 1 チャンネル、リモート用に 4 チャンネルの温度センス・チャンネルを搭載し、プログラマブルな過熱/低温スレッシュホールドをチャンネルごとに備えた高精度の温度モニターです。リモート用の各温度チャンネルは、0.9844 から 1.311 の範囲でカスタム理想係数を個別にプログラムできます。

デバイスとの通信は、I²C/SMBus 対応のシリアル・インターフェースおよびアラーム出力 (ALARM1 と ALARM2) によって実現されます。いずれかのチャンネルの温度が一次スレッシュホールド・リミット・レジスタに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えると、ALARM1 がローでアサートされます。いずれかのチャンネルの温度が二次スレッシュホールド・リミット・レジスタに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えると、ALARM2 がローでアサートされます。ALARM1 および ALARM2 は通常、コンパレータ・モードで動作し、ファンやシステム・シャットダウンなどの温度管理回路に接続できます。これらのアラーム出力は、SMBus アラート割込みとして機能する割込みモードでも動作できます。

MAX31732 には、512 ビットの複数回プログラム可能な不揮発性メモリ (MTP) が搭載されており、このメモリは、必要に応じて電源投入時または通常動作時のデバイス設定を容易なものにするのに役立ちます。電源投入の過程で、V_{CC} が 2.65V (標準値) の POR スレッシュホールド電圧を超えると、MTP の全設定レジスタが SRAM 内の対応するレジスタにロードされます。MTP メモリ内のフォルト・ログ・レジスタは、SRAM のレジスタ・マップの一次スレッシュホールド・リミット・レジスタ (0x1D~0x28) にプログラムされた低温および過熱のスレッシュホールド・リミットを超えた温度を計測するチャンネルの、温度フォルト・データとステータス・ビットの保存に役立ちます。

ADC の変換シーケンス

全チャンネルがアクティブの場合、MAX31732 は、リモート・チャンネル 1、続いてリモート・チャンネル 2、リモート・チャンネル 3、リモート・チャンネル 4、最後にローカル・チャンネルの温度を計測します。イネーブルにされた各チャンネルの変換結果は、SRAM 内の温度データ・レジスタ (0x02~0x0B) に格納されます。以下に示す条件のチャンネルでは、変換を行うことはできません。

- DXP# 入力端子と DXN# 入力端子の間にダイオードが接続されていない場合
- DXP# と DXN# が互いにショートしている場合
- DXP# と DXN# が V_{CC} にショートしている場合
- DXP# が GND にショートしている場合 (GND にショートした DXN# はイネーブルも可能)
- リモートまたはローカルのチャンネルが温度イネーブル・レジスタ 0x0E (SRAM) においてイネーブルではない場合
- β 補償がイネーブルで、計測された β が 0.09 未満 (低 β フォルト) である場合

直列抵抗の補償

リモート・ダイオードの直列抵抗は、従来のリモート温度センサーと併用する場合、温度計測誤差の原因になる可能性があります。MAX31732 は、リモート・チャンネル 1~4 に常時オンの直列抵抗補償機能を備えており、この機能でダイオードの直列抵抗および相互接続抵抗の影響を除去します。補償範囲は、0Ω~300Ω です。

低電力モード

設定 1 レジスタの STOP ビットを 1 に設定すると、ソフトウェア・スタンバイ・モードに移行します。ソフトウェア・スタンバイ・モードでは、ADC がディスエーブルになり、供給電流が約 150μA に減少します。ソフトウェア・スタンバイ時でも、データはメモリに保持されており、バス・インターフェースはアクティブで、コマンドを待機しています。START 条件が認識されると、バスのアクティビティによって供給電流が増加します。変換の進行中にスタンバイ・コマンドを受け取ると、変換サイクルが終了した後にデバイスはシャットダウンし、温度レジスタが更新されます。

イネーブル入力 (EN)

EN 端子は、アクティブ・ハイのロジック・レベル入力です。EN がローに引き下げられると、以下の状態になります。

- リモート・チャンネルの入力端子 (DXP# および DXN#) は強制的にハイ・インピーダンス・モードに移行します。
- 内蔵 ADC はディスエーブルになり、現在の変換が中断します。
- I²C/SMBus インターフェースはアクティブ状態を保持し、デバイスのレジスタにアクセスできるようにします。
- ALARM1 および ALARM2 の出力はディスエーブルになり、外付けプルアップ抵抗によってハイに引き上げられます。

書込み保護入力 (WP)

WP 端子は、アクティブ・ハイのロジック・レベル入力であり、ハイに引き上げられると、MTP および揮発性 SRAM の設定レジスタを書込みから保護します。WP をローに駆動すると、書込み保護モードがディスエーブルになり、I²C/SMBus インターフェースを通じてデバイス設定レジスタを更新できるようになります。書込み保護モードでは、I²C/SMBus の通信インターフェースは読出し操作のみが可能です。

I²C/SMBus デジタル・インターフェース

本デバイスは I²C/SMBus 2.0 に対応しており、バイト書込み、バイト読出し、バイト送信、およびバイト受信の 4 つの標準的な SMBus プロトコルに加え、ブロック読出しおよびブロック書込みもサポートしています (図 2 を参照)。適切なレジスタがバイト読出し命令で事前に選択されていた場合には、短いバイト受信プロトコルを使用することで、より高速の転送が可能になります。マルチコントローラ・システムでは、最初のコントローラに通知することなく次のコントローラがレジスタ・バイトを上書きする可能性があるため、短いプロトコルには注意が必要です。図 3 は SMBus の書込みタイミング図であり、図 4 は SMBus の読出しタイミング図です。I²C 連続読出しは、0x0E 以上のレジスタではデータ・バイト 16 個に制限されています。リモートまたはローカルの温度レジスタやステータス・レジスタ (0x02~0x0D) からリードバックする場合、I²C 連続読出しは 2 バイトに制限されています (特定のセンサー・チャンネルでは、LSB レジスタの次に MSB レジスタが続きます)。

バイト書込みは、コントローラが対象のアドレスを送信した後に、対象となるレジスタのアドレス、対象となるレジスタに書き込まれる 8 ビットのデータが続く形式で構成されています。複数のバイトを 2 つ以上の連続したレジスタに書き込むには、ACK ごとに新しいバイトを書き込みます。各バイトが書き込まれた後に、レジスタ・アドレスはインクリメントされます。STOP 条件でトランザクションを終了します。

バイト読出しは、コントローラが対象のアドレスを送信した後に、読み出されるレジスタのアドレスが続く形式で構成されています。コントローラは、対象のアドレスを再度送信することで新しいトランザクションを開始し、その後、対象は選択されたレジスタのデータを返します。複数のバイトを 2 つ以上の連続したレジスタから読み出すには、ACK ごとに読出しを続けます。各バイトが読み出された後に、レジスタ・アドレスはインクリメントされます。トランザクション全体は、NACK および STOP コンディションで完了します。

2 バイトの温度データの MSB バイトが読み出されると、デバイスは 2 番目のバイトが読み出されるまで、その内容の更新を防ぎます。2 番目のバイトは、SMBus のタイムアウト期間内に (通常は 35 ミリ秒) 読み出されなかった場合、再び更新が許可されます。

バイト送信の形式は、データを送信することなくレジスタ・アドレスを送信するのに使用できます。バイト送信は、コントローラが対象のアドレスを送信した後に、対象となるレジスタのアドレスが続く形式で構成されています。

バイト受信の形式は、事前に選択されたレジスタからデータを読み出すのに使用できます。バイト受信は、コントローラが対象のアドレスを送信し、その後、対象が事前に選択されたレジスタからデータを返す形式で構成されています。このコマンドが完了した後、アドレス・ポインタはインクリメントされません。

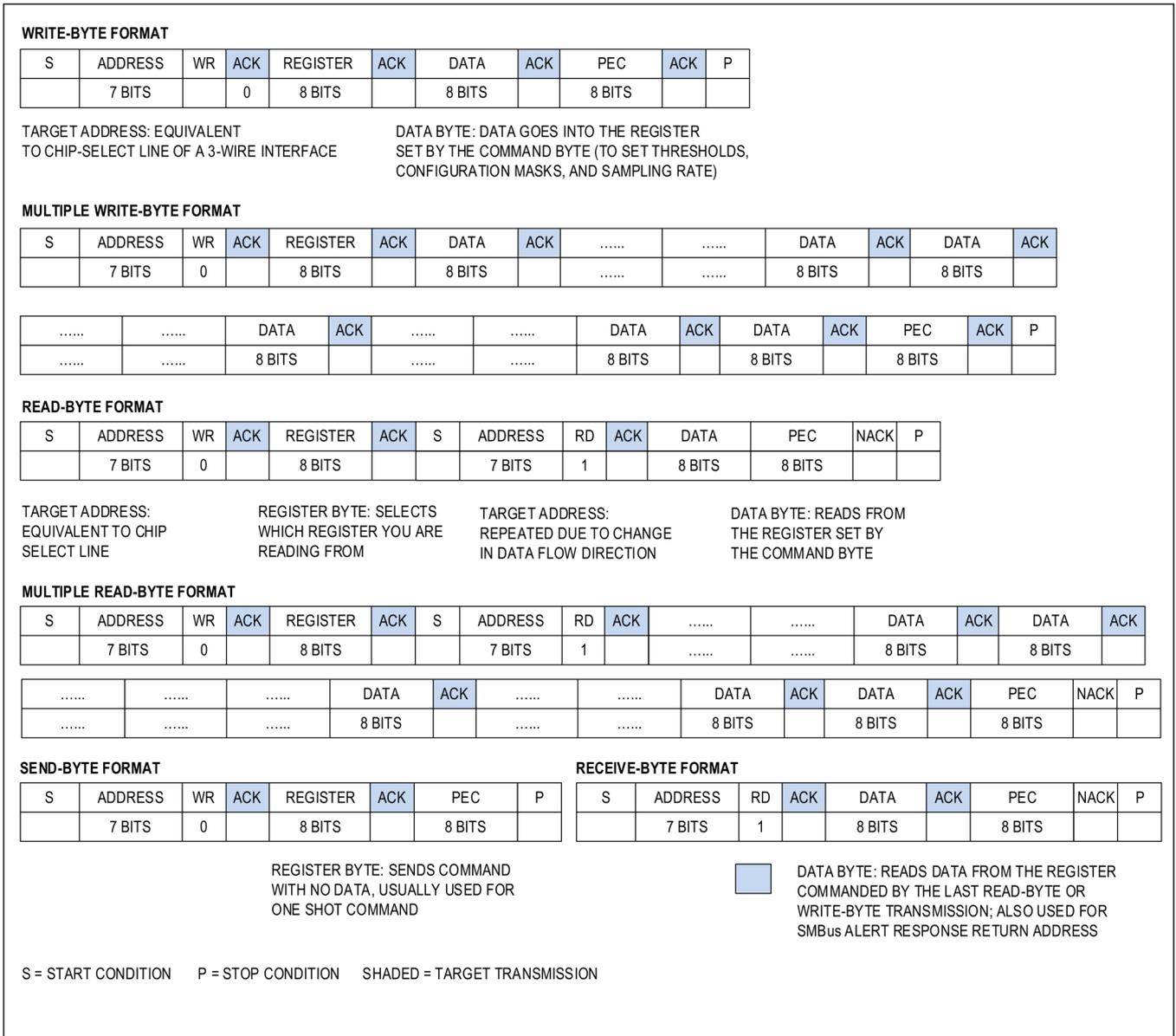


図 2. I²C/SMBus の形式

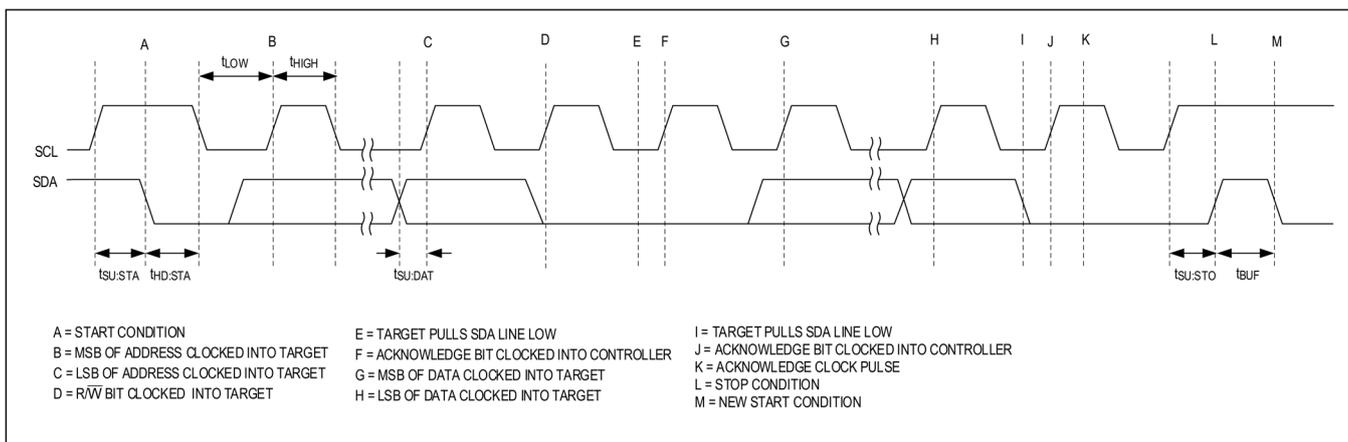


図 3. I²C/SMBus の書き込みタイミング図

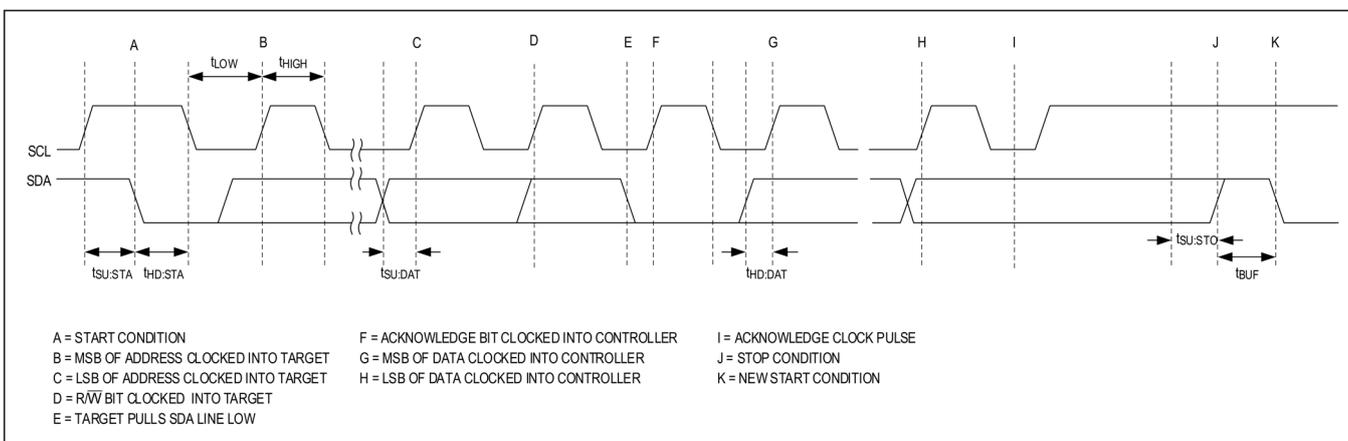


図 4. I²C/SMBus の読み出しタイミング図

SRAM のレジスタ・マップ

SRAM のレジスタ・アドレス (16 進)	デフォルト値 (16 進)	読み出し/書き込み	レジスタ名	機能
0x00	4F	R	メーカーID	メーカーID の読み出し。
0x01	01	R	リビジョン・コード	ダイ・リビジョンの読み出し。
0x02	00	R	リモート 1 温度データ (MSB)	チャンネル 1 のリモート温度 (MSB) の読み出し。
0x03	00	R	リモート 1 温度データ (LSB)	チャンネル 1 のリモート温度 (LSB) の読み出し。
0x04	00	R	リモート 2 温度データ (MSB)	チャンネル 2 のリモート温度 (MSB) の読み出し。
0x05	00	R	リモート 2 温度データ (LSB)	チャンネル 2 のリモート温度 (LSB) の読み出し。
0x06	00	R	リモート 3 温度データ (MSB)	チャンネル 3 のリモート温度 (MSB) の読み出し。
0x07	00	R	リモート 3 温度データ (LSB)	チャンネル 3 のリモート温度 (LSB) の読み出し。
0x08	00	R	リモート 4 温度データ (MSB)	チャンネル 4 のリモート温度 (MSB) の読み出し。
0x09	00	R	リモート 4 温度 (LSB)	チャンネル 4 のリモート温度 (LSB) の読み出し。
0x0A	00	R	ローカル温度データ (MSB)	ローカルのチャンネル温度 (MSB) の読み出し。

SRAM のレジスタ・アドレス (16 進)	デフォルト値 (16 進)	読出し／書込み	レジスタ名	機能
0x0B	00	R	ローカル温度データ (LSB)	ローカルのチャンネル温度 (LSB) の読出し。
0x0C	00	R	一次高温サーマル・ハイ・ステータス	一次温度リミットを設定した各チャンネルの高温サーマル・ステータスを読み出します。
0x0D	00	R	一次低温サーマル・ロー・ステータス	一次温度リミットを設定した各チャンネルの低温サーマル・ステータスを読み出します。
0x0E	9F	R/W	温度チャンネル・イネーブル	温度チャンネルのイネーブル・ビットおよび MTP 設定のロード・ビットの読出し／書込みを行います。
0x0F	10	R/W	設定 1	ADC の変換モード、 $\overline{\text{ALARM1}}$ の動作モード、サーマル・フォルト・キュー、温度データ形式 (拡張または標準) を構成し、単一サイクル変換をイネーブルにします。
0x10	11	R/W	設定 2	$\overline{\text{ALARM2}}$ の動作モードを構成し、サーマル・フォルト・キューを設定し、過熱および低温のパケット・エラー・チェックをイネーブルにします。
0x11	18	R/W	リモート 1 チャンネル・カスタム理想係数	リモート 1 センス・ダイオードのカスタム理想係数を設定します。
0x12	18	R/W	リモート 2 チャンネル・カスタム理想係数	リモート 2 センス・ダイオードのカスタム理想係数を設定します。
0x13	18	R/W	リモート 3 チャンネル・カスタム理想係数	リモート 3 センス・ダイオードのカスタム理想係数を設定します。
0x14	18	R/W	リモート 4 チャンネル・カスタム理想係数	リモート 4 センス・ダイオードのカスタム理想係数を設定します。
0x15	00	R/W	カスタム理想係数イネーブル・レジスタ	公称理想係数 (1.008) または各リモート・チャンネルのカスタム理想係数を設定します。
0x16	77	R/W	カスタム・オフセット	温度計測のオフセット値を選択します。本デバイスのデフォルト値は -14.875°C 、プログラムされた値は $+14.875^{\circ}\text{C}$ です。その結果、工場出荷時／パワーオン・リセット時の合計オフセットは 0°C になります。
0x17	00	R/W	カスタム・オフセット・イネーブル	各チャンネルのカスタム・オフセット温度の値をイネーブル／ディスエーブルにします。
0x18	00	R/W	フィルタ・イネーブル	各リモート・チャンネルのフィルタをイネーブル／ディスエーブルにします。(連続変換モードでない場合はディスエーブルになります)。
0x19	00	R/W	β 補償イネーブル	各リモート・チャンネルの β 補償をイネーブル／ディスエーブルにします。
0x1A	1E	R/W	最高温度イネーブル	最高温度レジスタの内容を決定する際に使用するチャンネルを選択します。

SRAMのレジスタ・アドレス (16進)	デフォルト値 (16進)	読出し／書込み	レジスタ名	機能
0x1B	00	R/W	$\overline{\text{ALARM1}}$ マスク	フォルトをマスクして、各チャンネルで $\overline{\text{ALARM1}}$ がアサートされないようにします。
0x1C	00	R/W	$\overline{\text{ALARM2}}$ マスク	各チャンネルの障害による $\overline{\text{ALARM2}}$ のアサートを防ぎます。
0x1D	7F	R/W	リモート1一次過熱スレッシュヨルド (MSB)	リモート1チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (MSB) の読出し／書込み。
0x1E	F0	R/W	リモート1一次過熱スレッシュヨルド (LSB)	リモート1チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (LSB) の読出し／書込み。
0x1F	7F	R/W	リモート2一次過熱スレッシュヨルド (MSB)	リモート2チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (MSB) の読出し／書込み。
0x20	F0	R/W	リモート2一次過熱スレッシュヨルド (LSB)	リモート2チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (LSB) の読出し／書込み。
0x21	7F	R/W	リモート3一次過熱スレッシュヨルド (MSB)	リモート3チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (MSB) の読出し／書込み。
0x22	F0	R/W	リモート3一次過熱スレッシュヨルド (LSB)	リモート3チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (LSB) の読出し／書込み。
0x23	7F	R/W	リモート4一次過熱スレッシュヨルド (MSB)	リモート4チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (MSB) の読出し／書込み。
0x24	F0	R/W	リモート4一次過熱スレッシュヨルド (LSB)	リモート4チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (LSB) の読出し／書込み。
0x25	7F	R/W	ローカル一次過熱スレッシュヨルド (MSB)	ローカル・チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (MSB) の読出し／書込み。
0x26	F0	R/W	ローカル一次過熱スレッシュヨルド (LSB)	ローカル・チャンネルの一次過熱スレッシュヨルド (LSB) の読出し／書込み。
0x27	C9	R/W	全チャンネル一次低温ロー・スレッシュヨルド (MSB)	全チャンネルの一次低温スレッシュヨルド (MSB) の読出し／書込み。
0x28	00	R/W	全チャンネル一次低温ロー・スレッシュヨルド (LSB)	全チャンネルの一次低温スレッシュヨルド (LSB) の読出し／書込み。
0x29	7F	R/W	リモート1二次過熱スレッシュヨルド	リモート1チャンネルの二次過熱スレッシュヨルドの読出し／書込み。
0x2A	7F	R/W	リモート2二次過熱スレッシュヨルド	リモート2チャンネルの二次過熱スレッシュヨルドの読出し／書込み。
0x2B	7F	R/W	リモート3二次過熱スレッシュヨルド	リモート3チャンネルの二次過熱スレッシュヨルドの読出し／書込み。
0x2C	7F	R/W	リモート4二次過熱スレッシュヨルド	リモート4チャンネルの二次過熱スレッシュヨルドの読出し／書込み。
0x2D	7F	R/W	ローカル二次過熱スレッシュヨルド	ローカル・チャンネルの二次過熱スレッシュヨルドの読出し／書込み。
0x2E	C9	R/W	全チャンネル二次低温スレッシュヨルド	全チャンネルの二次低温スレッシュヨルドの読出し／書込み。
0x2F	00	R/W	リモート1リファレンス温度 (MSB)	リモート1チャンネルのリファレンス温度 (MSB) の読出し／書込み。

SRAM のレジスタ・アドレス (16 進)	デフォルト値 (16 進)	読出し／書込み	レジスタ名	機能
0x30	00	R/W	リモート 1 リファレンス温度 (LSB)	リモート 1 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) の読出し／書込み。
0x31	00	R/W	リモート 2 リファレンス温度 (MSB)	リモート 2 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) の読出し／書込み。
0x32	00	R/W	リモート 2 リファレンス温度 (LSB)	リモート 2 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) の読出し／書込み。
0x33	00	R/W	リモート 3 リファレンス温度 (MSB)	リモート 3 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) の読出し／書込み。
0x34	00	R/W	リモート 3 リファレンス温度 (LSB)	リモート 3 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) の読出し／書込み。
0x35	00	R/W	リモート 4 リファレンス温度 (MSB)	リモート 4 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) の読出し／書込み。
0x36	00	R/W	リモート 4 リファレンス温度 (LSB)	リモート 4 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) の読出し／書込み。
0x37	00	R/W	ローカル・リファレンス温度 (MSB)	ローカル・チャンネルのリファレンス温度 (MSB) の読出し／書込み。
0x38	00	R/W	ローカル・リファレンス温度 (LSB)	ローカル・チャンネルのリファレンス温度 (LSB) の読出し／書込み。
0x39	1F	R/W	MTP 設定	MTP のフォルト記録機能をイネーブルにします。
0x3A	00	R/W	MTP 設定 2	MTP への設定データの格納、MTP からの設定データのロード、MTP レジスタの読出しをイネーブルにします。
0x3B	00	R/W	MTP アドレス	顧客ソフトウェア・リビジョン・レジスタのアドレスの読出し／書込み。
0x3C	00	R/W	MTP_DIN (MSB) - データ入力	顧客ソフトウェア・リビジョン・コード (MSB) の読出し／書込み。
0x3D	00	R/W	MTP_DIN (LSB) - データ入力	顧客ソフトウェア・リビジョン・コード (LSB) の読出し／書込み。
0x42	00	R	二次サーマル・ハイ・ステータス	二次温度リミットを設定した各チャンネルの高温サーマル・ステータスを読み出します。
0x43	00	R	二次サーマル・ロー・ステータス	二次温度リミットを設定した各チャンネルの低温サーマル・ステータスを読み出します。
0x44	00	R	ダイオード・フォルト・ステータス	各チャンネルのダイオード・フォルト・ステータスを読み出します。
0x45	00	R	最高温度 (MSB)	現在の最高温度値 (MSB)。最高温度レジスタの値は、(チャンネルの温度値とそのチャンネルのリファレンス温度値の差分が) 全ての中で最も大きな値になります。
0x46	00	R	最高温度 (LSB)	現在の最高温度値 (LSB)。最高温度レジスタの値は、(チャンネルの温度値とそのチャンネルのリファレンス温度値の差分が) 全ての中で最も大きな値になります。

SRAMのレジスタ・アドレス (16進)	デフォルト値 (16進)	読出し/書込み	レジスタ名	機能
0x47	00	R	β値リモート1	チャンネル1のβ補償値を格納しています。
0x48	00	R	β値リモート2	チャンネル2のβ補償値を格納しています。
0x49	00	R	β値リモート3	チャンネル3のβ補償値を格納しています。
0x4A	00	R	β値リモート4	チャンネル4のβ補償値を格納しています。

温度計測 (アドレス : 0x02~0x0B)

MAX31732 に搭載された各温度センサーは、2つのプログラム可能なスレッシュホールド・レベル (一次スレッシュホールド・リミットおよび二次スレッシュホールド・リミット) をモニターできます。2段階の温度スレッシュホールドをモニターすることで、一方のレベルをシステムへの警告として使用できるため、システムの信頼性を高めることができます。一次スレッシュホールド・リミットの温度分解能は12ビットで、LSBは0.0625°Cです。変換結果はMSBを符号ビットとする2の補数形式で示されます。変換がそれぞれ完了した後、その結果は温度データ・レジスタ (0x02~0x0B) の上位バイト (MSB) および下位バイト (LSB) に格納されます。MSBレジスタを最初に読み出す必要があります。その後、各チャンネルのLSBレジスタまたは最高温度をリードバックします。温度データ・レジスタの形式については、表1を参照してください。

表 1. 温度データの形式

UPPER BYTE (MSB)								LOWER BYTE (LSB)							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
SIGN BIT	MSB										LSB				
	64°C	32°C	16°C	8°C	4°C	2°C	1°C	0.5°C	0.25°C	0.125°C	0.0625°C	0	0	0	0
	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	2 ⁻⁵	2 ⁻⁶	2 ⁻⁷	2 ⁻⁸

二次スレッシュホールド・リミットの温度分解能は8ビットで、LSBは1°Cです。変換結果はMSBを符号ビットとする2の補数形式で示されます。変換がそれぞれ完了した後、その結果は、表1に示されている温度データ・レジスタの上位バイトに格納されます。

温度計測の拡張

本デバイスは、通常の 2 の補数形式による温度データ形式に加えて、オプションとして拡張データ形式も用意しています。これにより、一次スレッショルド・リミットでは+127.9375°C を超える温度、二次スレッショルド・リミットでは+127°C を超える温度を読み出すことができます。拡張形式（設定 1 レジスタのビット 1、0x0F で選択）では、表 2 および表 3 に示されているように、計測温度は温度データ・レジスタの値に 64°C を加えた値になります。

表 2. 一次温度データの形式

ACTUAL TEMPERATURE (°C)	NORMAL FORMAT		EXTENDED FORMAT	
	BINARY	HEX	BINARY	HEX
+150	0111 1111 1111 0000*	0x7FF0*	0101 0110 0000 0000	0x5600
+128	0111 1111 1111 0000*	0x7FF0*	0100 0000 0000 0000	0x4000
+127	0111 1111 0000 0000	0x7F00	0011 1111 0000 0000	0x3F00
+125	0111 1101 0000 0000	0x7D00	0011 1101 0000 0000	0x3D00
+64	0100 0000 0000 0000	0x4000	0000 0000 0000 0000	0x0000
+25	0001 1001 0000 0000	0x1900	1101 1001 0000 0000	0xD900
+0.5	0000 0000 1000 0000	0x0080	1100 0000 1000 0000	0xC080
0	0000 0000 0000 0000	0x0000	1100 0000 0000 0000	0xC000
-0.5	1111 1111 1000 0000	0xFF80	1011 1111 1000 0000	0xBF80
-25	1110 0111 0000 0000	0xE700	1010 0111 0000 0000	0xA700
-55	1100 1001 0000 0000	0xC900	1000 1001 0000 0000	0x8900
-64	1100 0000 0000 0000	0xC000	1000 0000 0000 0000	0x8000
DIODE FAULT	0000 0000 0000 0000	0x0000	0000 0000 0000 0000	0x0000

注：拡張形式を選択した場合、温度スレッショルド・リミットおよびリファレンス温度のレジスタには全てこの形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

*オーバーレンジ。

表 3. 二次温度データの形式

ACTUAL TEMPERATURE (°C)	NORMAL FORMAT		EXTENDED FORMAT	
	BINARY	HEX	BINARY	HEX
+150	0111 1111	0x7F*	0101 0110	0x56
+128	0111 1111	0x7F*	0100 0000	0x40
+127	0111 1111	0x7F	0011 1111	0x3F
+125	0111 1101	0x7D	0011 1101	0x3D
+64	0100 0000	0x40	0000 0000	0x00
+25	0001 1001	0x19	1101 1001	0xD9
0	0000 0000	0x00	1100 0000	0xC0
-25	1110 0111	0xE7	1010 0111	0xA7
-55	1100 1001	0xC9	1000 1001	0x89
-64	1100 0000	0xC0	1000 0000	0x80
DIODE FAULT	0000 0000	0x00	0000 0000	0x00

注：拡張形式を選択した場合、温度スレッショルド・リミットおよびリファレンス温度のレジスタには全てこの形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

*オーバーレンジ。

温度チャンネル・イネーブル・レジスタ（アドレス：0x0E）

電源投入時またはMTPのロードが通常動作中に必要とされる場合に、温度チャンネル・イネーブル・レジスタ（0x0E）のビット7でMTPロードをイネーブルにします。ビット7のデフォルト値は1ですが、電源投入時にMTPメモリ内のマッチング・レジスタ（0x8E）で0に設定することもできます。詳細については、MTPレジスタ・マップ（表33）を参照してください。その場合、MAX31732はMTP設定レジスタをSRAMにロードすることを許可しません。電源投入時にMTPレジスタを適切にロードするには、SRAMおよびMTPメモリにおいて、温度チャンネル・イネーブル・レジスタのビット7が1に設定されていることを確認してください。

温度チャンネル・イネーブル・レジスタでは、ビット4~0を使用して、イネーブルにする温度センス・チャンネルも選択できます。選択されていないチャンネルは温度変換サイクル時にスキップされるため、これらのチャンネルにはダイオード・フォルト検出が適用されません。サーマル・フォルトまたはダイオード・フォルトが対応するフォルト・レジスタに示されているときにチャンネルが非選択状態になった場合、フォルト・ビットは、レジスタ内容が読み出されるまでアサートされたままになり、その後、チャンネルが再びイネーブルになり、かつフォルトが検出されるまで再アサートされません（詳細については、表4を参照）。温度センス・チャンネルをディスエーブルにした場合や、EN端子をロジック・ローに設定した場合も、それぞれの温度データ・レジスタはクリアされません。

表4. 温度イネーブル・レジスタ

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	EN_MTP_PU_LOAD	1	MTP ロードのイネーブル・ビット。このビットは、MTP レジスタの内容に基づいて、電源投入時に自動的に0または1に設定されます。このビットを電源投入時に0に設定すると、MTP 内の設定レジスタがSRAMの設定レジスタにロードされるのを防止します。このビットを電源投入時に1に設定すると、MTPの全設定レジスタをSRAMの設定レジスタにロードできるようになります。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	EN_REMOTE4	1	チャンネル4のイネーブル・ビット。このビットをロジック0に設定すると、温度チャンネル4の温度計測がディスエーブルになります。このビットを1に設定すると、チャンネル4の温度計測がイネーブルになります。
3	EN_REMOTE3	1	チャンネル3のイネーブル・ビット。このビットをロジック0に設定すると、温度チャンネル3の温度計測がディスエーブルになります。このビットを1に設定すると、チャンネル3の温度計測がイネーブルになります。
2	EN_REMOTE2	1	チャンネル2のイネーブル・ビット。このビットをロジック0に設定すると、温度チャンネル2の温度計測がディスエーブルになります。このビットを1に設定すると、チャンネル2の温度計測がイネーブルになります。
1	EN_REMOTE1	1	チャンネル1のイネーブル・ビット。このビットをロジック0に設定すると、温度チャンネル1の温度計測がディスエーブルになります。このビットを1に設定すると、チャンネル1の温度計測がイネーブルになります。
0	EN_LOCAL	1	ローカル・チャンネルのイネーブル・ビット。このビットをロジック0に設定すると、ローカル・チャンネルの温度計測がディスエーブルになります。このビットを1に設定すると、ローカル・チャンネルの温度計測がイネーブルになります。

最高温度レジスタ（アドレス：0x45 および 0x46）

最高温度データ・レジスタ（0x45/0x46）は、各温度チャンネルのリファレンス温度レジスタの値と連動しています。リファレンス温度レジスタは、実質的にオフセット温度マージンとして機能できます。あるいは、その内容を単にゼロに設定することもできます。

温度変換が完了するたびに、リファレンス温度の値が対応するチャンネルの計測温度から差し引かれ（例えば、リモート2のリファレンス温度がリモート2の温度から差し引かれ）、その結果がその他のチャンネルの直近の結果と比較されます。これらの値のうち最も高い値が、最高温度データ・レジスタにロードされます。ビット形式については、以下の表5および表6を参照してください。設定レジスタ（0x0F）のビット1が設定されている場合、リードバック値に64°Cが加算されます。

表 5. 最高温度データ形式 (MSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

表 6. 最高温度データ形式 (LSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	0	0	0	0

最高温度レジスタの値は、(チャンネルの温度値とそのチャンネルのリファレンス温度値の差分が) 全ての中で最も大きな値になります。

最高温度イネーブル・レジスタ (アドレス : 0x1A)

最高温度イネーブルレジスタ (0x1A) は、最高温度レジスタの内容が得られる温度チャンネルを選択します (詳細については、表 7 を参照)。

表 7. 最高温度イネーブル・レジスタ

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	1	チャンネル 4 の選択ビット。最高温度を判定する際にリモート・チャンネル 4 を使用するには、レジック 1 に設定します。
3	Remote 3	1	チャンネル 3 の選択ビット。最高温度を判定する際にリモート・チャンネル 3 を使用するには、レジック 1 に設定します。
2	Remote 2	1	チャンネル 2 の選択ビット。最高温度を判定する際にリモート・チャンネル 2 を使用するには、レジック 1 に設定します。
1	Remote 1	1	チャンネル 1 の選択ビット。最高温度を判定する際にリモート・チャンネル 1 を使用するには、レジック 1 に設定します。
0	Local	1	ローカル・チャンネルの選択ビット。最高温度を判定する際にローカル・チャンネルを使用するには、レジック 1 に設定します。

リファレンス温度レジスタ (アドレス : 0x2F~0x38)

リファレンス温度レジスタ (0x2F~0x38) は、最高温度のチャンネルを判定するのに使用されます。詳細については、[最高温度レジスタ \(アドレス : 0x45 および 0x46\)](#) のセクションを参照してください。リファレンス温度レジスタの形式については、[表 8](#) および [表 9](#) を参照してください。

表 8. リファレンス温度 (MSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

注：拡張形式を選択した場合、リファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

表 9. リファレンス温度 (LSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	0	0	0	0

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

過熱スレッシュールド・レジスタ

(一次アドレス：0x1D~0x26、二次アドレス：0x29~0x2D)

過熱スレッシュールド・レジスタは、過熱の温度スレッシュールド値を格納します。これらのレジスタには、I²C/SMBus 対応のインターフェースを経由してアクセスできます。一次過熱スレッシュールド・レジスタ (0x1D~0x26) は、一次スレッシュールドをモニターするための過熱スレッシュールド・リミットを格納します。チャンネルの温度がプログラムされたスレッシュールドを超えた場合、一次サーマル・ステータス・ハイ・レジスタにサーマル・フォルトを示すビットが設定され、ALARM1 マスク・レジスタによってマスクされない限り、ALARM1 がアサートされます。データ形式については、表 10 および表 11 を参照してください。

表 10. 一次過熱スレッシュールド (MSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

表 11. 一次過熱スレッシュールド (LSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	0	0	0	0

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

二次過熱スレッシュールドレジスタ (0x29~0x2D) は、二次スレッシュールドをモニターするためのデータを格納します。チャンネルの温度がプログラムされたスレッシュールドを超えた場合、二次サーマル・ステータス・ハイ・レジスタにサーマル・フォルトを示すビットが設定され、ALARM2 マスク・レジスタによってマスクされない限り、ALARM2 がアサートされます。データ形式については、表 12 を参照してください。

(MTP 書込みがイネーブルの場合に) MTP 書込みが過剰になる機会を最小限に抑えるために、二次過熱スレッシュールドを一次過熱スレッシュールドより低い値に設定することが推奨されます (一次スレッシュールドを超えた場合にのみ MTP 書込みが実行されます)。その場合、ALARM2 端子は、モニターしている温度が二次スレッシュールドを超えたことをシステムに警告し、可能性として温度が一次スレッシュールドを超える (イネーブルであれば、これが MTP への書込みを引き起こす) 前に必要な措置を講じる時間を与えます。

表 12. 二次過熱スレッシュールド

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

低温スレッシュヨルド・レジスタ

(一次アドレス : 0x27~0x28、二次アドレス : 0x2E)

低温スレッシュヨルド・レジスタは、低温の温度スレッシュヨルド値を格納します。これらのレジスタには、I²C/SMBus 対応のインターフェースを経由してアクセスできます。全チャンネルの一次低温スレッシュヨルドレジスタ (0x27/0x28) は、全チャンネルの一次スレッシュヨルド・データを格納します。いずれかのチャンネルの温度がプログラムされたスレッシュヨルドを下回った場合、一次サーマル・ステータス・ロー・レジスタにサーマル・フォルトを示すビットが設定され、ALARM1マスク・レジスタによってマスクされない限り、ALARM1がアサートされます。データ形式については、表 13 および表 14 を参照してください。

表 13. 全チャンネル一次低温スレッシュヨルド (MSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8
Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

表 14. 全チャンネル一次低温スレッシュヨルド (LSB)

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	0	0	0	0

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

全チャンネル二次低温スレッシュヨルドレジスタ (0x2E) は、全チャンネルの二次スレッシュヨルド・データを格納します。いずれかのチャンネルの温度がプログラムされたスレッシュヨルドを下回った場合、二次サーマル・ステータス・ロー・レジスタにサーマル・フォルトを示すビットが設定され、ALARM2マスク・レジスタによってマスクされない限り、ALARM2がアサートされます。データ形式については、表 15 を参照してください。

表 15. 全チャンネル二次低温スレッシュヨルド

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sign	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰

注：拡張形式を選択した場合、全てのリミット・レジスタおよびリファレンス温度レジスタには、拡張温度形式で書き込む必要があります。これらは、拡張形式ビットを切り替えても自動的に変換されません。

ステータス・レジスタ

サーマル・ステータス・レジスタは、過熱フォルトおよび低温フォルトを示します。一次サーマル・ハイ・ステータス・レジスタ (0x0C) は、計測されたローカルまたはリモートの温度が、関連する一次過熱スレッシュヨルド・レジスタに設定されたスレッシュヨルド・リミットを超えたかどうかを示します。詳細については、表 16 を参照してください。一次サーマル・ロー・ステータス・レジスタ (0x0D) は、計測された温度が、全チャンネル一次低温スレッシュヨルド・レジスタに設定されたローカルまたはリモートのセンス・ダイオード用のスレッシュヨルド・リミットを下回ったかどうかを示します。詳細については、表 17 を参照してください。サーマル・ステータス・レジスタ内のビットは、読み出しが成功するとクリアされますが、計測された温度の変化によって、またはスレッシュヨルド温度の変化によってフォルトが修正されない限り、次の変換後に再設定されます。

表 16. 一次サーマル・ハイ・ステータス・レジスタ (アドレス: 0x0C)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート 4 ダイオードの一次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 4 のリモート・ダイオード温度がリモート 4 サーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
3	Remote 3	0	リモート 3 ダイオードの一次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 3 のリモート・ダイオード温度がリモート 3 サーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
2	Remote 2	0	リモート 2 ダイオードの一次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 2 のリモート・ダイオード温度がリモート 2 サーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
1	Remote 1	0	リモート 1 ダイオードの一次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 1 のリモート・ダイオード温度がリモート 1 サーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
0	Local	0	ローカル・チャンネルの一次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、ローカルの温度がローカルのサーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。

表 17. 一次サーマル・ロー・ステータス・レジスタ (アドレス: 0x0D)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート 4 ダイオードの一次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 4 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
3	Remote 3	0	リモート 3 ダイオードの一次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 3 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
2	Remote 2	0	リモート 2 ダイオードの一次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 2 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
1	Remote 1	0	リモート 1 ダイオードの一次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 1 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
0	Local	0	ローカル・チャンネルの一次ステータス・ロー・ビット。このビットは、ローカルの温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された一次スレッシュホールドを下回ると、ロジック 1 に設定されます。

二次サーマル・ハイ・ステータス・レジスタ (0x42) は、計測されたローカルまたはリモートの温度が、二次過熱スレッシュホールド・レジスタに設定されたスレッシュホールド・リミットを超えたかどうかを示します。詳細については、表 18 を参照してください。二次サーマル・ロー・ステータス・レジスタは、計測された温度が、全チャンネル二次低温スレッシュホールド・レジスタに設定されたローカルまたはリモートのセンス・ダイオード用のスレッシュホールド・リミットを下回ったかどうかを示します。

詳細は、表 19 を参照してください。サーマル・ステータス・レジスタ内のビットは、読出しが成功するとクリアされますが、計測された温度の変化によって、またはスレッシュホールド温度の変化によってフォルトが修正されない限り、次の変換後に再設定されます。

表 18. 二次サーマル・ハイ・ステータス・レジスタ (アドレス: 0x42)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート 4 ダイオードの二次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 4 のリモート・ダイオード温度がリモート 4 のサーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
3	Remote 3	0	リモート 3 ダイオードの二次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 3 のリモート・ダイオード温度がリモート 3 のサーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
2	Remote 2	0	リモート 2 ダイオードの二次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 2 のリモート・ダイオード温度がリモート 2 のサーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
1	Remote 1	0	リモート 1 ダイオードの二次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、チャンネル 1 のリモート・ダイオード温度がリモート 1 のサーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
0	Local	0	ローカル・チャンネルの二次ステータス・ハイ・ビット。このビットは、ローカルの温度がサーマル・ハイ・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。

表 19. 二次サーマル・ロー・ステータス・レジスタ (アドレス: 0x43)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート 4 ダイオードの二次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 4 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
3	Remote 3	0	リモート 3 ダイオードの二次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 3 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
2	Remote 2	0	リモート 2 ダイオードの二次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 2 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
1	Remote 1	0	リモート 1 ダイオードの二次ステータス・ロー・ビット。このビットは、チャンネル 1 のリモート・ダイオード温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。
0	Local	0	ローカル・チャンネルの二次ステータス・ロー・ビット。このビットは、ローカルの温度がサーマル・ロー・スレッシュホールド・レジスタに設定された二次スレッシュホールドを超えると、ロジック 1 に設定されます。

コンパレータ・モードでは、ステータス・レジスタの読出しが $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の出力状態に影響を及ぼすことはなく、その状態は現在の温度、スレッシュホールド、マスク値に応じて変わります。

割込みモードでは、 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の出力は、マスクされていない全チャンネルのステータス・ビットに従います。 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の出力は、割込みモード中に一度アサートされると、サーマル・ステータス・レジスタを読み出すことによって、またはARA（アラート応答アドレス）コマンドへの応答が成功することによってデアサートされます。どちらの場合も、 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の端子は、フォルト状態が続いていてもクリアされますが、 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の出力は、フォルト状態がまだ残っている場合には、次の変換の終了時に再アサートされます。

ダイオード・フォルト検出（アドレス：0x44）

リモート・チャンネルのDXP#およびDXN#の入力端子が互いに接続されていない、あるいは互いにグランドまたは電源電圧にショートしている場合、デバイスはダイオード・フォルトを検出します。ダイオード・フォルトが発生すると、アラーム出力がアサートされず、影響を受けたチャンネルで過熱または低温のイベントを検出することもできません。そのチャンネルに対応するダイオード・フォルト・ステータス・レジスタ（0x44）のビットが1に設定され、そのチャンネルの温度データが0°C（通常の形式で0x0000）として格納されます。

各チャンネルの温度変換サイクルの開始時に、約3ミリ秒の期間がダイオード・フォルト検出に充てられます。ダイオード・フォルトが検出されると、該当チャンネルの温度変換が中止され、フォルト検出／温度変換が変換シーケンスにおける次のチャンネルで始まります。ダイオード・フォルト検出レジスタの形式については、表20を参照してください。

ダイオード・フォルト・ステータス・レジスタ（0x44）のビットは、読出しが成功するとクリアされますが、フォルトが続いている場合には次の変換後に再設定されます。

表 20. ダイオード・フォルト・ステータス（アドレス：0x44）

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート4のダイオード・フォルト・ビット。これが1に設定されると、チャンネル4にオープンまたはショートの状態が存在することを示します。
3	Remote 3	0	リモート3のダイオード障害ビット。これが1に設定されると、チャンネル3にオープンまたはショートの状態が存在することを示します。
2	Remote 2	0	リモート2のダイオード障害ビット。これが1に設定されると、チャンネル2にオープンまたはショートの状態が存在することを示します。
1	Remote 1	0	リモート1のダイオード障害ビット。これが1に設定されると、チャンネル1にオープンまたはショートの状態が存在することを示します。
0	Reserved	0	予約済み。

設定レジスタ

MAX31732 の動作を制御する設定レジスタには、設定 1 および設定 2 の 2 つがあります。設定 1 レジスタ (0x0F) のビット割当てを、表 21 に示します。ビット 7 (MSB) は、デバイスをソフトウェア・スタンバイ・モード (stop) または連続変換モードに移行するのに使用されます。スタンバイ・モードでは、ADC はシャットダウンし、供給電流が減少しますが、I²C/SMBus の通信インターフェースはアクティブ状態が維持されます。ビット 6 は、全ての SRAM レジスタを POR 値にリセットし、その後、ビット自体をクリアします。POR 値については、SRAM のレジスタ・マップを参照してください。ビット 5 は、SMBus のタイムアウト機能をイネーブルにします。ビット 4 は、 $\overline{\text{ALARM1}}$ 出力を選択し、割込みまたはコンパレータとして機能します。ビット 3 およびビット 2 は、一次スレッショルド・フォルトのフォルト・キューをイネーブルにします。これらのビットは、 $\overline{\text{ALARM1}}$ をアサートし、かつサーマル・ステータス・ビットを設定する前に必要とされるサーマル・フォルトの連続発生数を設定します。ビット 1 は、128°C 以上の温度を読み出すことができる拡張範囲の温度データ形式を選択します。ビット 0 は、1 に設定された場合、イネーブルにした全温度チャンネルに対して単一の変換を選択します。このワンショット変換機能は、stop モードの場合にのみイネーブルにすることができます。

表 21. 設定 1 レジスタ (アドレス : 0x0F)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	STOP	0	STOP ビット。このビットを 1 に設定すると、現在の変換シーケンスが完了した後に、ADC はスタンバイ・モードに移行できるようになります。このビットを 0 に設定すると、ADC は連続変換モードを維持します。
6	SOFT POR	0	ソフト・パワーオン・リセット・ビット。このビットを 1 に設定すると MAX31732 がリセットされ、全レジスタはデフォルトの POR 値になります。I ² C バスにアクセスする前に、POR の完了を待機します。
5	TIMEOUT	0	SMBus タイムアウトのイネーブル・ビット。このビットを 1 に設定すると、MAX31732 は SCL 線をモニターできるようになります。SCL 線がバス START 条件の後に約 35 ミリ秒 (標準値) だけ切り替えを停止した場合、通信インターフェースはリセットされ、現在のデータは破棄されます。
4	$\overline{\text{ALARM1}}$ INT/COMP.	1	$\overline{\text{ALARM1}}$ 割込み/コンパレータ・モードの選択ビット。このビットを 0 に設定すると、 $\overline{\text{ALARM1}}$ 出力が割込みモードで機能できるようになります。このビットを 1 に設定すると、 $\overline{\text{ALARM1}}$ 出力がコンパレータ・モードで機能できるようになります。
3	$\overline{\text{ALARM1}}$ FAULT QUEUE	0	$\overline{\text{ALARM1}}$ フォルト・キュー・ビット。これらのビットは、 $\overline{\text{ALARM1}}$ をアサートし、かつステータス・ビットを設定するのに必要とされる連続フォルトの発生数を決定します。00 = 1、01 = 2、10 = 4、11 = 6 となります。
2			
1	EXTENDED RANGE	0	拡張範囲のイネーブル・ビット。このビットを 1 に設定して、温度リミットおよびリファレンス・データ範囲を、一次温度リミットには +191.9375°C、二次温度リミットには +191°C の最大通知可能温度に設定します。このビットを 0 に設定して、データ範囲を、一次温度リミットには +127.9375°C、二次温度リミットには +127°C の最大通知可能温度に設定します。 注: このビットは、一次および二次の温度モニタリング両方の拡張温度を設定します。
0	ONE SHOT	0	ワンショット変換ビット。このビットを STOP ビットが 1 の間に 1 に設定すると、単一サイクルの温度変換が開始されます。設定レジスタの他のビットは全て除外されます。ワンショット変換が完了すると、このビットは 0 にリセットされます。 注: ワンショット変換モード (ビット 0、アドレス : 0x0F) は MTP フォルト記録には対応しておらず、WR_EN ビット (ビット 7、アドレス : 0x39) は、誤ったデータが記録されないようにディスエーブル (ロジック 0) にする必要があります。

設定 2 レジスタ (0x10) のビット割当ては、表 22 に示されています。ビット 7 (MSB) でパケット・エラー・コードをイネーブルにします。ビット 4 は、 $\overline{\text{ALARM2}}$ 出力を割込みまたはコンパレータとして機能するように設定します。ビット 3 およびビット 2 は、二次サーマル・フォルトのフォルト・キューをイネーブルにし、このキューは、サーマル・ステータス・ビットおよび $\overline{\text{ALARM2}}$ 出力をアサートする前に必要とされるサーマル・フォルトの連続発生数を設定します。ビット 0 は、ダイオードの地絡フォルト通知をイネーブルまたはディスエーブルにします。これは、いずれかの DXN#端子が接地している設定に役立ちます。

表 22. 設定 2 レジスタ (アドレス: 0x10)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	PEC_EN	0	パケット・エラー・コードのイネーブル・ビット。このビットを 1 に設定すると、SMBus トランザクションがメッセージ転送の最後に PEC バイトを含むことを示します。 注: この PEC_EN が 1 に設定されると、I ² C パースト送信は機能しません。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	$\overline{\text{ALARM2}}$ INT/COMP	1	$\overline{\text{ALARM2}}$ 割込み/コンパレータ・モードの選択ビット。このビットを 0 に設定すると、 $\overline{\text{ALARM2}}$ 出力が割込みモードで機能できるようになります。このビットを 1 に設定すると、 $\overline{\text{ALARM2}}$ 出力がコンパレータ・モードで機能できるようになります。
3	$\overline{\text{ALARM2}}$ FAULT	0	$\overline{\text{ALARM2}}$ 障害キュー・ビット。これらのビットは、 $\overline{\text{ALARM2}}$ をアサートし、かつステータス・ビットを設定するのに必要とされる連続障害の発生数を決定します。 00 = 1、01 = 2、10 = 4、11 = 6 となります。
2	QUEUE	0	
1	Reserved	0	予約済み。
0	ISC2GND	1	地絡フォルトを除外します。0 = ダイオードの地絡フォルトがイネーブルになります。 1 = ダイオードの地絡フォルトが除外されます (デフォルト)。

アラーム出力

$\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ は、アクティブ・ローでオープン・ドレインのフォルト出力です。これらは、ローカル/リモート・センサーの温度が過熱/低温リミット・レジスタに設定されたリミットから外れた場合にアサートされます。

$\overline{\text{ALARM1}}$ は、ローカル/リモート・センサーの一次過熱/低温リミット・レジスタに設定された過熱および低温のスレッシュホールド・フォルトに応答します。 $\overline{\text{ALARM1}}$ は、チャンネルの温度フォルトの発生数が、設定 1 レジスタのフォルト・キュー・ビット 2 および 3 で設定された数値を超えた場合にアサートされます。チャンネルの、 $\overline{\text{ALARM1}}$ がアサートされる最後の温度フォルト発生時に、対応するステータス・ビットが SRAM のステータス・レジスタに設定されます。 $\overline{\text{ALARM2}}$ は、ローカルおよびリモート・センサーの二次スレッシュホールド・リミット・レジスタに設定された過熱および低温のスレッシュホールド・フォルトに応答します。 $\overline{\text{ALARM2}}$ は、チャンネルの温度障害の発生数が、設定 2 レジスタの障害キュー・ビット 2 および 3 で設定された数値を超えた場合にアサートされます。チャンネルの最後の温度フォルト発生時に、対応するステータス・ビットが SRAM のステータス・レジスタに設定されます。両方のアラーム出力はコンパレータ・モードで動作しますが、設定 1 および設定 2 の各レジスタでそれぞれ個別に割込みモードに変更できます。

割込みモード

温度割込みが発生するのは、ローカルまたはリモート・チャンネルの温度がユーザ定義可能な温度スレッシュホールド・リミット・レジスタの設定を超えた場合です。 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の割込み出力信号は、フォルトに関連付けられた対応するステータス・レジスタを読み出すか、コントローラによる ARA (アラート応答アドレス) 送信に対応することによってクリアできます。どちらの場合もサーマル・フォルトはクリアされますが、フォルトが続いている場合には、次の変換処理の終了時に再びアサートされます。割込みが自動変換を中断することはありません。 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ の出力は、複数のデバイスが同じ割込み線を共有できるようにオープン・ドレインになっています。温度割込みは全て、 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ のマスク・レジスタを使用してマスクできます。割込みモードでアラーム出力を設定する方法については、設定 1 および設定 2 の各レジスタを参照してください。

コンパレータ・モード

コンパレータ・モードでは、計測した温度が温度スレッシュホールド・リミット・レジスタの温度スレッシュホールドを超えたことに基づいて、 $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ がアサートされます。しかし、割込みモードとは異なり、チャンネルの温度がスレッシュホールドをまたいで許容範囲に戻ると、出力は自動的にデアサートされます。コンパレータ・モードでは 2°C のヒステリシスが適用されるため、このモードで $\overline{\text{ALARM1}}$ および $\overline{\text{ALARM2}}$ をクリアするには、高温リミットに対しては温度がそれより 2°C 低く、低温リミットに対しては温度がそれより 2°C 高くなる必要があります。コンパレータ・モードでアラーム出力を設定する方法については、設定 1 および設定 2 の各レジスタを参照してください。

注: コンパレータ・モードでは、チャンネルがディスエーブルになると、アラーム出力がデアサートされます。

アラーム出力マスク・レジスタ（アドレス：0x1B および 0x1C）

マスク・レジスタを使用すると、MAX31732 は各チャンネルの過熱フォルトおよび低温フォルトをマスクできるようになります。ALARM1マスク・レジスタ（0x1B）は、温度が一次過熱/低温スレッシュホールド・レジスタに設定されたスレッシュホールドを超えることで発生する温度フォルトをマスクします。レジスタのビット形式および機能については、表 23 に記載されています。ALARM2マスク・レジスタ（0x1C）は、温度が二次過熱/低温スレッシュホールド・レジスタに設定されたスレッシュホールド・リミットを超えることで発生する温度フォルトをマスクします。レジスタのビット形式および機能については、表 24 に記載されています。これらのレジスタの電源投入時の状態は 0x00 です。

表 23. ALARM1マスク・レジスタ（アドレス：0x1B）

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート・チャンネル 4 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 4 の温度フォルトにより <u>ALARM1</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 4 の温度フォルトにより <u>ALARM1</u> がアサートされることはありません。
3	Remote 3	0	リモート・チャンネル 3 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 3 の温度障害により <u>ALARM1</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 3 の温度障害により <u>ALARM1</u> がアサートされることはありません。
2	Remote 2	0	リモート・チャンネル 2 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 2 の温度障害により <u>ALARM1</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 2 の温度障害により <u>ALARM1</u> がアサートされることはありません。
1	Remote 1	0	リモート・チャンネル 1 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 1 の温度障害により <u>ALARM1</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 1 の温度障害により <u>ALARM1</u> がアサートされることはありません。
0	Local	0	ローカル・チャンネルのマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 4 の温度フォルトにより <u>ALARM1</u> がアサートされます。1：ローカル・チャンネルの温度フォルトにより <u>ALARM1</u> がアサートされることはありません。

表 24. ALARM2マスク・レジスタ（アドレス：0x1C）

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート・チャンネル 4 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 4 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 4 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされることはありません。
3	Remote 3	0	リモート・チャンネル 3 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 3 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 3 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされることはありません。
2	Remote 2	0	リモート・チャンネル 2 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 2 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 2 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされることはありません。
1	Remote 1	0	リモート・チャンネル 1 のマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 1 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされます。1：リモート・チャンネル 1 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされることはありません。
0	Local	0	ローカル・チャンネルのマスク・ビット。0：リモート・チャンネル 4 の温度障害により <u>ALARM2</u> がアサートされます。1：ローカル・チャンネルの温度フォルトにより <u>ALARM2</u> がアサートされることはありません。

理想係数の効果

リモート温度計測の精度は、リモート「ダイオード」（実際には、ダイオード接続されたトランジスタ）の理想係数（n）によって変わります。MAX31732 のデフォルト値は、4 つ全てのリモート・チャンネルで $n = 1.008$ です。必要に応じて、異なる理想係数の値をカスタム理想係数レジスタ（0x11~0x14）に書き込むことができます。カスタム理想係数のイネーブル・レジスタ（表 25 を参照）を使用すると、各チャンネルにデフォルトの理想係数（1.008）または 0.9844~1.311 の範囲で選択された値を設定できます。なお、理想係数の選択変更が以降の変換で発生しても、現在の温度レジスタの値は新しい変換が完了するまで変更されません。

$$T_{ACTUAL} = \left[(T_{MEASURED} + 273.15) \times \left(\frac{n_{CUSTOM}}{1.008} \right) \right] - 273.15 \text{ (in } ^\circ\text{C)}$$

表 25. カスタム理想係数イネーブル・レジスタ（アドレス：0x15）

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	チャンネル 4 リモート・ダイオード用顧客理想係数のイネーブル・ビット。このビットをロジック 0 に設定すると、チャンネル 4 の理想係数として 1.008 が選択されます。このビットをロジック 1 に設定すると、顧客理想係数レジスタによって決定される理想係数が選択されます。
3	Remote 3	0	チャンネル 2 リモート・ダイオード用顧客理想係数のイネーブル・ビット。このビットをロジック 0 に設定すると、チャンネル 3 の理想係数として 1.008 が選択されます。このビットをロジック 1 に設定すると、顧客理想係数レジスタによって決定される理想係数が選択されます。
2	Remote 2	0	チャンネル 2 リモート・ダイオード用顧客理想係数のイネーブル・ビット。このビットをロジック 0 に設定すると、チャンネル 2 の理想係数として 1.008 が選択されます。このビットをロジック 1 に設定すると、顧客理想係数レジスタによって決定される理想係数が選択されます。
1	Remote 1	0	チャンネル 1 リモート・ダイオード用顧客理想係数のイネーブル・ビット。このビットをロジック 0 に設定すると、チャンネル 1 の理想係数として 1.008 が選択されます。このビットをロジック 1 に設定すると、顧客理想係数レジスタによって決定される理想係数が選択されます。
0	Reserved	0	予約済み。

各リモート・チャンネルは、カスタム理想係数レジスタ（0x11~0x14）を使用して 0.9844~1.311 の任意の値にプログラムできます。カスタム理想係数のビット割当ては、表 26 に示されています。

表 26. 顧客理想係数のビット形式（アドレス：0x11~0x14）

BIT 7 (MSB)	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	1	1	0	0	0

リモート・チャンネルの理想係数を変更するには、以下の式を使用します。

$$CODE = 1024 - \left(\frac{1008}{IDF} \right)$$

ここで、IDF は 0.9844~1.311 の範囲内で希望する理想係数であり、CODE は、リモート・チャンネルのカスタム理想係数レジスタに格納されるべき 2 進値に相当する 10 進数です。例えば、IDF = 1.21 の場合、CODE の値は上記の式を使用すると約 191 (0xBF) です。

β 補償

β 補償は、β が低いセンス・トランジスタで生じる誤差を補正します。**注:** β 補償は、コレクタが接地され、ベースとエミッタがそれぞれ DXN#と DXP#に接続された PNP トランジスタにのみ適用されます (図 5 を参照)。β 補償をアクティブにするリモート・チャンネルは、β 補償イネーブル・レジスタ (0x19) を使用して選択します。ビット割当ておよびその説明については、表 27 を参照してください。なお、このレジスタに変更が生じて、温度レジスタに現在格納されている結果、または進行中の温度変換が変更されることはなく、変更は以降の変換結果に影響を与えません。

β 補償をイネーブルにして温度計測を始める前に、デバイスは対象となるトランジスタの β を最初に計測し、駆動電流レベルを調整して正確なコレクタ電流比を求めます。4 つのリモート・チャンネルの β 値レジスタ (0x47~0x4A) には、対応するトランジスタの最小 β 値が格納されています。詳細については、表 28 および表 29 を参照してください。

対象となるトランジスタの β が 0.09 未満の場合、温度計測を確実に行うことはできないため、そのトランジスタの温度計測は開始されません。対応するチャンネルにはダイオード・フォルト・ビットが設定され、温度レジスタは 0000h に更新されます。そのリモート・チャンネルの温度計測が必要な場合は、関連する β 補償イネーブル・ビットを 0 に設定してください。なお、β 補償がイネーブルの場合、ダイオード経路に存在する直列抵抗をできるだけ小さくする必要があります。これは、直列抵抗補償回路が β 補償に影響を与えるためです。

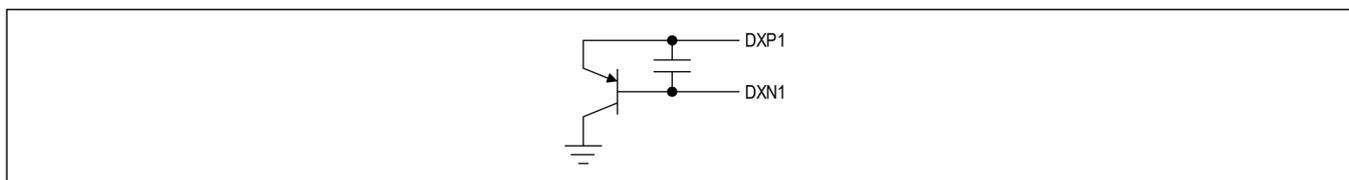


図 5. β 補償に使用する PNP 構成

表 27. β 補償イネーブル・レジスタ (アドレス: 0x19)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	チャンネル 4 の β 補償イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 4 の β 補償がイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、β 補償がディスエーブルになります。
3	Remote 3	0	チャンネル 3 の β 補償イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 3 の β 補償がイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、β 補償がディスエーブルになります。
2	Remote 2	0	チャンネル 2 の β 補償イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 2 の β 補償がイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、β 補償がディスエーブルになります。
1	Remote 1	0	チャンネル 1 の β 補償イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 1 の β 補償がイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、β 補償がディスエーブルになります。
0	Reserved	0	予約済み。

表 28. β 補償およびフォルト・レジスタ（読み出し専用）（アドレス：0x47~0x4A）0x47 = リモート・チャンネル#1、0x48 = リモート・チャンネル#2、0x49 = リモート・チャンネル#3、0x4A = リモート・チャンネル#4

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	OC	0	DXN#/DXP#のオープン・サーキット（OC）フォルト。 注：OC フォルトが検出されると、SC2VCC フォルトもトリガされることがあります。
6	SC2GND	0	DXN#がグラウンドにショートします。
5	SC2VCC	0	DXN#/DXP#が V_{CC} にショートします。
4	SC2DXP	0	DXN#が DXP#に、または DXP#がグラウンドにショートします。
3:0	BETA3:0	0	β 補償値が適用されます（値については、表 29 を参照してください）。

表 29. β 補償値（読み出し専用）（アドレス：0x47~0x4A）

VALUE (HEX)	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	BETA (MIN)
0 (default)	0	0	0	0	0.67
1	0	0	0	1	0.50
2	0	0	1	0	0.36
3	0	0	1	1	0.30
4	0	1	0	0	0.25
5	0	1	0	1	0.20
6	0	1	1	0	0.15
7	0	1	1	1	0.13
8	1	0	0	0	0.11
9	1	0	0	1	0.09
F	1	1	1	1	Low B Fault

ノイズ・フィルタ

ノイズが多い環境では、複数の温度変換結果を平均することが有益です。フィルタ・イネーブル・レジスタ（0x18）を使用し、直近の 4 つの変換結果を平均することで、温度レジスタに格納される値を決定します。これがイネーブルの場合、ワンショット変換シーケンスを行う場合（設定 1 レジスタのビット 0 で選択）にも平均化が行われます。そのため、ワンショット変換の間に長い遅延が発生する場合には、注意が必要です。なお、フィルタリングはフィルタをイネーブルにした後に始まり、レジスタの現在の内容に変更されません。ビット割当ておよびその説明については、表 30 を参照してください。

表 30. フィルタ・イネーブル・レジスタ（0x18）

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	チャンネル 4 のフィルタ・イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 4 のフィルタがイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、フィルタがディスエーブルになります。
3	Remote 3	0	チャンネル 3 のフィルタ・イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 3 のフィルタがイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、フィルタがディスエーブルになります。
2	Remote 2	0	チャンネル 2 のフィルタ・イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 2 のフィルタがイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、フィルタがディスエーブルになります。
1	Remote 1	0	チャンネル 1 のフィルタ・イネーブル・ビット。このビットをロジック 1 に設定すると、リモート・チャンネル 1 のフィルタがイネーブルになります。このビットをロジック 0 に設定すると、フィルタがディスエーブルになります。
0	Reserved	0	予約済み。

カスタム・オフセット・レジスタ

必要な場合には、選択した任意の温度チャンネルにオフセット値を適用できます。オフセット値を選択するには、カスタム・オフセット・レジスタ (0x16) を使用します。カスタム・オフセット値の分解能は 0.125°C、MSB は 16°C です。温度オフセットの計算には以下の式を使用します。

$$-14.875^{\circ}\text{C} + b[7:0]/8 = \text{Temperature Offset}$$

結果として得られるオフセット範囲は、 -14.875°C ~ $+17^{\circ}\text{C}$ です。デフォルトのパワーオン値である 0x77 を使用すると、デバイスのデフォルトの温度オフセットは 0°C になります。ビット割当ておよびその説明については、以下の表 31 を参照してください。

カスタム・オフセット・イネーブル・レジスタ (0x17) を使用して、カスタム・オフセットを適用する温度チャンネルを選択してください。オフセット値は、最高温度レジスタに格納された値に影響を与えません。ビット配置およびその説明については、表 32 を参照してください。

表 31. カスタム・オフセット・レジスタ (アドレス: 0x16)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	16°C	0	Digital offset (weighted).
6	8°C	1	Digital offset (weighted).
5	4°C	1	Digital offset (weighted).
4	2°C	1	Digital offset (weighted).
3	1°C	0	Digital offset (weighted).
2	0.5°C	1	Digital offset (weighted).
1	0.25°C	1	Digital offset (weighted).
0	0.125°C	1	Digital offset (weighted).

表 32. カスタム・オフセット・イネーブル・レジスタ (アドレス: 0x17)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	Reserved	0	予約済み。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	Remote 4	0	リモート 4 のオフセット・イネーブル・ビット。ロジック 1 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがイネーブルになります。ロジック 0 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがディスエーブルになります。
3	Remote 3	0	リモート 3 オフセットのイネーブル・ビット。ロジック 1 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがイネーブルになります。ロジック 0 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがディスエーブルになります。
2	Remote 2	0	リモート 2 オフセットのイネーブル・ビット。ロジック 1 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがイネーブルになります。ロジック 0 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがディスエーブルになります。
1	Remote 1	0	リモート 1 オフセットのイネーブル・ビット。ロジック 1 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがイネーブルになります。ロジック 0 に設定すると、顧客オフセット・レジスタのオフセットがディスエーブルになります。
0	Reserved	0	予約済み。

複数回プログラム可能な不揮発性メモリ (MTP)

MAX31732 には、システムの動作効率や性能を高めるのに役立つ 512 ビットの不揮発性 MTP メモリが含まれています。MTP メモリ・バンクの一部は、デバイスの設定レジスタ (0x8E~0xB8) として使用されます。これらは、ユーザ定義の設定データを保持し、電源投入時または必要に応じて通常動作中に、SRAM 内の対応する設定レジスタにコピーされる読み出し/書き込みレジスタです。詳細については、[MTP レジスタのプログラミング](#)のセクションを参照してください。レジスタ 0x80 および 0x81 は、ユーザ・ソフトウェアのリビジョン・コードとして利用可能です。

MTP メモリの設定レジスタには、コントローラによる直接書き込みができません。MTP メモリの設定レジスタを更新するには、コントローラは最初に SRAM の設定レジスタを更新し、これを SRAM 内の MTP Configuration 2 レジスタ (0x3A) を使用して MTP メモリの対応する設定レジスタにコピーします。MTP メモリと SRAM バンクの間で共通するレジスタの一覧については、[表 33](#) を参照してください。

表 33. MTP および SRAM に共通する設定レジスタ

名称	MTP アドレス (16 進)	SRAM アドレス (16 進)	読み出し/ 書き込み	機能
ユーザ・ソフトウェア・リビジョン・レジスタ	0x80–0x81	—	R/W	ユーザ定義のソフトウェア・リビジョンを格納します。
フォルト・ステータス	0x82–0x8D	0x02–0x0D	R	詳細については、 表 38 を参照してください。
温度チャンネル・イネーブル	0x8E	0x0E	R/W	温度チャンネルのイネーブル・ビットおよび MTP ロード・イネーブル・ビットを格納します。
設定 1	0x8F	0x0F	R/W	ADC の変換モード、 $\overline{\text{ALARM1}}$ の動作モード、サーマル・フォルト・キュー、温度データ形式 (拡張または標準) を設定し、単一サイクル変換をイネーブルにします。 注: POR ビットは、MTP メモリの設定 1 レジスタでは利用できません。
設定 2	0x90	0x10	R/W	$\overline{\text{ALARM2}}$ の動作モードを設定し、サーマル・フォルト・キューを設定し、パケット・エラー・チェックをイネーブルにし、地絡フォルトの除外を設定します。
リモート 1 チャンネル・カスタム理想係数	0x91	0x11	R/W	リモート 1 センス・ダイオードのカスタム理想係数を 0.9844~1.311 の範囲で格納します。
リモート 2 チャンネル・カスタム理想係数	0x92	0x12	R/W	リモート 2 センス・ダイオードのカスタム理想係数を 0.9844~1.311 の範囲で格納します。
リモート 3 チャンネル・カスタム理想係数	0x93	0x13	R/W	リモート 3 センス・ダイオードのカスタム理想係数を 0.9844~1.311 の範囲で格納します。
リモート 4 チャンネル・カスタム理想係数	0x94	0x14	R/W	リモート 4 センス・ダイオードのカスタム理想係数を 0.9844~1.311 の範囲で格納します。
カスタム理想係数イネーブル	0x95	0x15	R/W	カスタム理想係数用にプログラムされる各リモート・センス・チャンネルをイネーブル/ディスエーブルにします。
カスタム・オフセット	0x96	0x16	R/W	選択されたリモート・センス・チャンネルに適用されるカスタム・オフセット温度の値を格納します。
カスタム・オフセット・イネーブル	0x97	0x17	R/W	カスタム・オフセット温度用にプログラムされる各リモート・センス・チャンネルをイネーブル/ディスエーブルにします。
フィルタ・イネーブル	0x98	0x18	R/W	各リモート・センス・チャンネルのフィルタをイネーブル/ディスエーブルにします (連続変換モードでない場合はディスエーブルになります)。

名称	MTP アドレス (16 進)	SRAM アドレス (16 進)	読出し/ 書込み	機能
β 補償イネーブル	0x99	0x19	R/W	各リモート・チャンネルの β 補償をイネーブル/ディスエーブルにします。
最高温度イネーブル	0x9A	0x1A	R/W	最高温度レジスタの内容を決める際に使用するチャンネルの選択/選択解除を行います。
ALARM1マスク	0x9B	0x1B	R/W	フォルトをマスクして、各チャンネルでALARM1がアサートされないようにします。
ALARM2マスク	0x9C	0x1C	R/W	障害をマスクして、各チャンネルでALARM2がアサートされないようにします。
リモート1一次過熱リミット (MSB)	0x9D	0x1D	R/W	リモート1チャンネルの一次過熱リミット (MSB) を格納します。
リモート1一次過熱リミット (LSB)	0x9E	0x1E	R/W	リモート1チャンネルの一次過熱リミット (LSB) を格納します。
リモート2一次過熱リミット (MSB)	0x9F	0x1F	R/W	リモート2チャンネルの一次過熱リミット (MSB) を格納します。
リモート2一次過熱リミット (LSB)	0xA0	0x20	R/W	リモート2チャンネルの一次過熱リミット (LSB) を格納します。
リモート3一次過熱リミット (MSB)	0xA1	0x21	R/W	リモート3チャンネルの一次過熱リミット (MSB) を格納します。
リモート3一次過熱リミット (LSB)	0xA2	0x22	R/W	リモート3チャンネルの一次過熱リミット (LSB) を格納します。
リモート4一次過熱リミット (MSB)	0xA3	0x23	R/W	リモート4チャンネルの一次過熱リミット (MSB) を格納します。
リモート4一次過熱リミット (LSB)	0xA4	0x24	R/W	リモート4チャンネルの一次過熱リミット (LSB) を格納します。
ローカル一次過熱リミット (MSB)	0xA5	0x25	R/W	ローカル・チャンネルの一次過熱リミット (MSB) を格納します。
ローカル一次過熱リミット (LSB)	0xA6	0x26	R/W	ローカル・チャンネルの一次過熱リミット (LSB) を格納します。
全チャンネル一次低温リミット (MSB)	0xA7	0x27	R/W	全チャンネルの一次低温リミット (MSB) を格納します。

名称	MTP アドレス (16 進)	SRAM アドレス (16 進)	読出し/ 書き込み	機能
全チャンネル一次低温リミット (LSB)	0xA8	0x28	R/W	全チャンネルの一次低温リミット (LSB) を格納します。
リモート 1 二次過熱リミット	0xA9	0x29	R/W	リモート 1 チャンネルの二次過熱リミットを格納します。
リモート 2 二次過熱リミット	0xAA	0x2A	R/W	リモート 2 チャンネルの二次過熱リミットを格納します。
リモート 3 二次過熱リミット	0xAB	0x2B	R/W	リモート 3 チャンネルの二次過熱リミットを格納します。
リモート 4 二次過熱リミット	0xAC	0x2C	R/W	リモート 4 チャンネルの二次過熱リミットを格納します。
ローカル二次過熱リミット	0xAD	0x2D	R/W	ローカル・チャンネルの二次過熱リミットを格納します。
全チャンネル二次低温リミット	0xAE	0x2E	R/W	全チャンネルの二次低温リミットを格納します。
リモート 1 リファレンス温度 (MSB)	0xAF	0x2F	R/W	リモート 1 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) を格納します。
リモート 1 リファレンス温度 (LSB)	0xB0	0x30	R/W	リモート 1 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) を格納します。
リモート 2 リファレンス温度 (MSB)	0xB1	0x31	R/W	リモート 2 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) を格納します。
リモート 2 リファレンス温度 (LSB)	0xB2	0x32	R/W	リモート 2 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) を格納します。
リモート 3 リファレンス温度 (MSB)	0xB3	0x33	R/W	リモート 3 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) を格納します。
リモート 3 リファレンス温度 (LSB)	0xB4	0x34	R/W	リモート 3 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) を格納します。
リモート 4 リファレンス温度 (MSB)	0xB5	0x35	R/W	リモート 4 チャンネルのリファレンス温度 (MSB) を格納します。
リモート 4 リファレンス温度 (LSB)	0xB6	0x36	R/W	リモート 4 チャンネルのリファレンス温度 (LSB) を格納します。
ローカル・リファレンス温度 (MSB)	0xB7	0x37	R/W	リモート・チャンネルのリファレンス温度 (MSB) を格納します。
ローカル・リファレンス温度 (LSB)	0xB8	0x38	R/W	リモート・チャンネルのリファレンス温度 (LSB) を格納します。
MTP_Configuration	0xB9	0x39	R/W	各チャンネルについて、MTP メモリに記録するフォルトの選択/選択解除を行います。

MTPメモリには、フォルト記録に専用のレジスタ（0x82～0x8D）も含まれています。これらは、チャンネルの温度が過熱および低温の一次リミットを超えた場合に、サーマル・フォルト温度およびステータス・ビットを格納する読み出し専用レジスタです。フォルト記録機能は、SRAM内のMTP_Configurationレジスタ（0x39）を使用してイネーブルになります。MTP_Configurationのビット割当ておよびその説明については、以下の表34を参照してください。詳細については、MTPフォルト記録レジスタのセクションを参照してください。

表 34. MTP_Configuration レジスタ（アドレス：0x39）

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	WR_EN	0	フォルト書込みのイネーブル・ビット。このビットを1に設定すると、選択されたチャンネルへのサーマル・フォルト温度の転送がイネーブルになります。このビットを0に設定すると、選択されたチャンネルへのサーマル・フォルト温度の転送がディセーブルになります。 注： ワンショット変換モード（ビット0、アドレス：0x0F）はMTPフォルト記録には対応しておらず、WR_ENビットは、誤ったデータが記録されないようにディセーブル（ロジック0）にする必要があります。
6	Reserved	0	予約済み。
5	Reserved	0	予約済み。
4	WR_R4	1	リモート4フォルト書込みのイネーブル・ビット。このビットを1に設定すると、SRAMからMTPフォルト記録レジスタの対応するレジスタへ、リモート4のサーマル・フォルト温度の転送がイネーブルになります。
3	WR_R3	1	リモート3障害書込みのイネーブル・ビット。このビットを1に設定すると、SRAMからMTP障害記録レジスタの対応するレジスタへ、リモート3のサーマル障害温度の転送がイネーブルになります。
2	WR_R2	1	リモート2障害書込みのイネーブル・ビット。このビットを1に設定すると、SRAMからMTP障害記録レジスタの対応するレジスタへ、リモート2のサーマル障害温度の転送がイネーブルになります。
1	WR_R1	1	リモート1障害書込みのイネーブル・ビット。このビットを1に設定すると、SRAMからMTP障害記録レジスタの対応するレジスタへ、リモート1のサーマル障害温度の転送がイネーブルになります。
0	WR_L	1	ローカル・フォルト書込みのイネーブル・ビット。このビットを1に設定すると、SRAMからMTPフォルト記録レジスタの対応するレジスタへ、ローカル・チャンネルのサーマル・フォルト温度の転送がイネーブルになります。

注：このレジスタでは、0x1F（MTPへの書込みなし）と0x9F（MTPへの書込みがイネーブル）のみが使用されます。MAX31732に何か追加で書き込む前に、0.7秒待機します。

MTP レジスタへのアクセス

MTP設定レジスタの更新は、SRAMの一連のレジスタを使用して行う必要があります。表35には、これらのレジスタおよびその機能が記載されています。これらのレジスタは、MTPメモリには存在しません。

表 35. SRAMに含まれるMTP設定レジスタ（アドレス：0x3A～0x3D）

レジスタ名	レジスタ・アドレス (16進)	POR 値	機能
MTP_Configuration 2	0x3A	0x00	MTP_Configuration 2 レジスタのビットによって、MAX31732は、単一ワードまたは複数バイトをMTPメモリに書き込んだり、通常動作中にMTPの設定レジスタをSRAM内の設定レジスタにロードしたり、I ² C/SMBus経由で単一レジスタの読み出し操作を行うことができます。詳細については、表36を参照してください。
MTP_Address	0x3B	0x00	MTP_Addressレジスタのビットで、MTP内の更新対象レジスタのアドレス位置を指定します。
MTP_DIN (MSB)	0x3C	0x00	MTP_DIN (MSB)のビットが、MTP_Addressレジスタで指定されたMTPの対象レジスタに書き込まれるMSBデータを指定します。ビット形式については、表37を参照してください。
MTP_DIN (LSB)	0x3D	0x00	MTP_DIN (LSB)のビットが、MTP_Addressレジスタで指定されたMTPの対象レジスタに書き込まれるLSBデータを指定します。ビット形式については、表37を参照してください。

表 36. MTP_Configuration2 レジスタ (アドレス: 0x3A)

ビット	名称	POR 値	機能
7 (MSB)	MTP_Config_Store	0	MTP 設定格納ビット。このビットを 1 に設定すると、MAX31732 は SRAM の全ての設定レジスタを、対応する MTP の設定レジスタにロードできます。ロードが完了すると、このビットは 0 にリセットされます。時間の長さについては、 電気的特性 の表を参照してください。
6	MTP_Config_Word_Store	0	MTP 設定ワード格納ビット。このビットを 1 に設定すると、MAX31732 は SRAM の単一ワードを、対応する MTP の設定レジスタにロードできます。単一ワードのロードが完了すると、このビットは 0 にリセットされます。時間の長さについては、 電気的特性 の表を参照してください。
5	MTP_Config_Load	0	MTP 設定ロード・ビット。このビットを 1 に設定すると、MAX31732 は MTP の全ての設定レジスタを SRAM の設定レジスタにロードできます。単一ワードのロードが完了すると、このビットは 0 にリセットされます。時間の長さについては、 電気的特性 の表を参照してください。
4	MTP_Manual_Write	0	MTP 手動書き込みビット。このビットを 1 に設定すると、MAX31732 は顧客ソフトウェア・リビジョン・コードを、MTP のレジスタ 0x80 および 0x81 にロードできます。単一ワードのロードが完了すると、このビットは 0 にリセットされます。
3	MTP_I2C_Read	0	MTP の I ² C 読出しビット。このビットを 1 に設定すると、コントローラは MTP レジスタを 1 つずつ直接読み出すことができます。このビットを 0 に設定すると、I ² C 読出し操作によって、全ての MTP レジスタが 0x00 として読み出されることとなります。
2	Reserved	0	予約済み。
1	Reserved	0	予約済み。
0	Reserved	0	予約済み。

表 37. MTP_DIN データ形式 (アドレス: 0x3C および 0x3D)

MTP_DIN (MSB)								MTP_DIN (LSB)							
D15	D14	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

アプリケーション情報

MTP レジスタの読出し

バースト I²C 読出しは、MTP レジスタ (0x80~0xB9) の読出しには利用できません。つまり、MTP レジスタは 1 つずつ読み出す必要があります。MTP の設定 2 (3Ah) のビット 3 を MTP_I2C_READ_EN=1 にプログラムして、リードバックをイネーブルにしてください。

MTP レジスタのプログラミング

イネーブル入力 (EN) がハイまたはローの場合、通常動作時に、SRAM の MTP_Configuration2 (0x3A) を使用して、一度に 1 ワードずつ書き込むか、MTP の全ての設定レジスタをワンショットで書き込みます。詳細については、[MTP のマルチバイト構成の保存および MTP の単一ワード構成の保存](#)のセクションを参照してください。

MTP のマルチバイト構成の保存

MTP メモリ の設定レジスタ 全体の内容を変更するには、以下の手順を使用します。

1. 必要な設定データを全て RAM レジスタ (アドレス : 0x0E~0x39) に書き込みます。
2. MTP_Configuration 2 (0x3A) と呼ばれるレジスタに「0x80」を書き込みます。
3. 650 ミリ秒 (標準値) 待機してから、MTP_Configuration 2 を読み出します。レジスタは「0x80」ではなく「0x00」を読み出すはずで
す。これは、MTP の全ての設定レジスタが更新されたことを示しています。

MTP の単一ワード構成の保存

MTP メモリ の単一ワードの内容を変更するには、以下の手順を使用します。

1. MTP の設定レジスタのうち、変更したいものを 1 つ選びます。例えば、0x9D はリモート 1 一次過熱リミット (MSB) のアドレスで
す。SRAM の対応するアドレスは 0x1D です。
2. アドレス 0x1D に設定されたスレッシュホールド・リミットを更新します。
3. MTP_ADDRESS (0x3B) と呼ばれるレジスタにアドレス「0x9D」を書き込みます。
4. MTP_Configuration2 (0x3A) に「0x40」を書き込みます。
5. 25 ミリ秒待機してから、MTP_Configuration 2 を読み出します。レジスタは「0x40」ではなく「0x00」を読み出すはずで
す。これは、
対象となる MTP のレジスタが更新されたことを示しています。

これは、奇数アドレスから始めて、一度に 2 バイトずつ書き込みます。偶数アドレスを 0x3B に書き込むと、そのアドレスの内容と直前の MTP アドレスの内容が共に書き込まれることとなります。

ユーザ・ソフトウェア・リビジョン・レジスタのプログラミング

ユーザ・ソフトウェア・リビジョン・レジスタ (0x80/0x81) は MTP メモリにのみ存在します。これらのレジスタは、顧客のソフトウェア・リビジョン・コードを格納するのに使用されます。これらのレジスタを更新するには、以下の手順を使用します。

- MTP_DIN_MSB (0x3C) および MTP_DIN_LSB (0x3D) にソフトウェア・リビジョン・データを書き込みます。
- 対象となる MTP レジスタ (0x80/0x81) のアドレスを SRAM バンクの MTP_ADDRESS と呼ばれるレジスタに書き込みます。
- MTP_Configuration2 (0x3A) に「10」を書き込むと、更新プロセスが開始されます。
- 25 ミリ秒待機してから、レジスタ (0x80/0x81) の内容を確認してください。

電源投入プロセス

電源投入時に、V_{CC} が 2.65V (標準値) の POR 値を超えると、MTP の全ての設定レジスタ (0x8E~0xB9) は SRAM の設定レジスタ (0x0E~0xB9) にロードされます。電源投入時のロード・プロセスをイネーブルにするには、MTP メモリにある温度チャンネル・イネーブル・レジスタ (0x8E) のビット 7 (EN_MTP_PU_LOAD) を 1 に設定する必要があります。ビット 7 を 0 に設定した場合、MTP の設定レジスタは、電源投入プロセス中に SRAM にコピーされません。MTP のロード中には約 2 ミリ秒の間、I²C 通信が中断されます。この間に通信が行われようとした場合、MAX31732 は NACK を発行します。

MTP フォルト記録レジスタ

MAX31732 は、MTP のフォルト記録レジスタ (0x82~0x8D) に、低温フォルトおよび過熱フォルトのサーマル・データに加えて、一次サーマル・ステータスを記録します。いずれかのチャンネルの温度が一次スレッシュホールド・リミット・レジスタに設定された低温または過熱のスレッシュホールドを超えて、**ALARM1**がローにアサートされた場合、フォルト温度および該当チャンネルのステータス・ビットが、MTP メモリの対応するフォルト記録レジスタにコピーされます。更に、MAX31732 は、残りの 4 つのチャンネルのサーマル・データを、それぞれ MTP メモリの該当の場所にコピーします。フォルト記録レジスタにあるサーマル・データは、残りの 4 つのチャンネルのうちいずれか 1 つに別のサーマル・フォルトが発生しない限りロックされます。フォルト記録レジスタのアドレス位置 (SRAM および MTP) については、表 38 を参照してください。フォルト記録が行われるとき、温度変換が中断され、サーマル・リミット・レジスタが更新されないように I²C は利用できなくなります。約 20 ミリ秒の間に通信が行われようとした場合、MAX31732 は NACK を発行します。

表 38. MTP と SRAM に共通する温度データ・レジスタ

名称	MTP アドレス (16 進)	SRAM アドレス (16 進)	読出し/ 書込み	機能
リモート 1 一次温度データ (MSB)	0x82	0x02	R	リモート 1 チャンネルのサーマル・フォルト温度の上位バイトを格納します。
リモート 1 一次温度データ (LSB)	0x83	0x03	R	リモート 1 チャンネルのサーマル・フォルト温度の下位バイトを格納します。
リモート 2 一次温度データ (MSB)	0x84	0x04	R	リモート 2 チャンネルのサーマル障害温度の上位バイトを格納します。
リモート 2 一次温度データ (LSB)	0x85	0x05	R	リモート 2 チャンネルのサーマル障害温度の下位バイトを格納します。
リモート 3 一次温度データ (MSB)	0x86	0x06	R	リモート 3 チャンネルのサーマル障害温度の上位バイトを格納します。
リモート 3 一次温度データ (LSB)	0x87	0x07	R	リモート 3 チャンネルのサーマル障害温度の下位バイトを格納します。
リモート 4 一次温度データ (MSB)	0x88	0x08	R	リモート 4 チャンネルのサーマル障害温度の上位バイトを格納します。
リモート 4 一次温度データ (LSB)	0x89	0x09	R	リモート 4 チャンネルのサーマル障害温度の下位バイトを格納します。
ローカル一次温度データ (MSB)	0x8A	0x0A	R	ローカル・チャンネルのサーマル・フォルト温度の上位バイトを格納します。
ローカル一次温度データ (LSB)	0x8B	0x0B	R	ローカル・チャンネルのサーマル・フォルト温度の下位バイトを格納します。
一次サーマル・ステータス・ハイ	0x8C	0x0C	R	いずれかのチャンネルに過熱フォルトが発生した場合、ステータス・ビットを格納します。
一次サーマル・ステータス・ロー	0x8D	0x0D	R	いずれかのチャンネルに低温フォルトが発生した場合、ステータス・ビットを格納します。

オンデマンド・ロード

オンデマンド・ロード・コマンドによって、電源投入プロセス後の通常動作時に SRAM の設定レジスタを更新できるようになります。この機能は、最適な性能を実現するために、またはレジスタのデータが失われるか破損した場合に、レジスタ設定を微調整するのに役立ちます。オンデマンド・ロードを開始するには、MTP_Configuration2 レジスタのビット 5 (MTP_Config_Load) を 1 に設定します。約 2 ミリ秒の間に通信が行われようとした場合、MAX31732 は NACK を発行します。

MTP の温度およびステータスの記録

連続モードにある間、ユーザは、過熱または低温の場合に、全ての温度およびステータス・レジスタを MTP に記録できます。いずれかのチャンネルで低温または過熱が発生した場合、全てのアクティブなチャンネルの温度と、ステータス・レジスタが MTP に記録されます。

この記録をイネーブ爾するには、以下の手順を使用します。

- 1) レジスタ・アドレス 0x39 に、0xFF を書き込みます。
- 2) 0.7 秒待機します。

MTP の温度記録がイネーブ爾になると、図 6 に示されているように、MTP 書込みが制御されます。

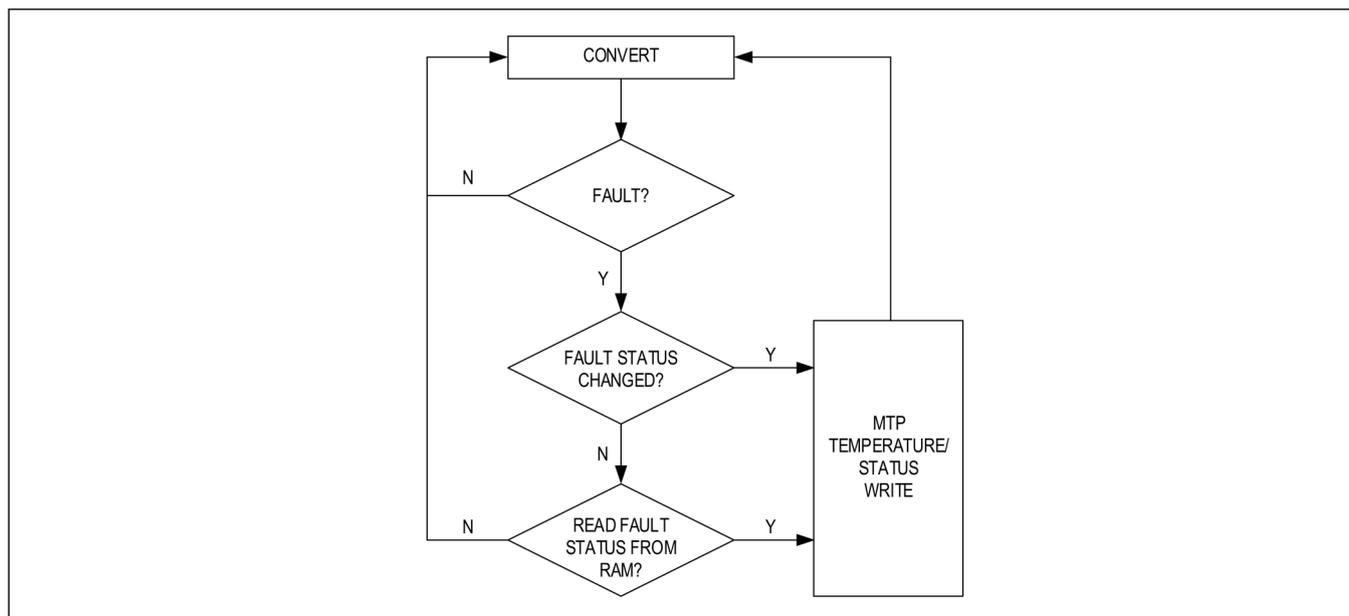


図 6. MTP の温度およびステータスの書込み条件を示すフローチャート

MTP の温度記録がイネーブ爾になった後、MTP は全てのアクティブ・チャンネルの温度と、フォルト・ステータス・バイトを記録します。その後、別のフォルトが発生し、以下のいずれかの条件が満たされるまで、MTP はこれらの値を保持します。

- a) フォルト・ステータスが変更される。
- b) ステータス・バイト (0x0C または 0x0D) が RAM から読み出される。

上記のフローおよび限られた数の MTP 書込みを考慮すると、MTP の温度記録がイネーブ爾の場合、ユーザは RAM からのフォルト・ステータスの読出しを制限したいと考える可能性があります。フォルト・ステータス・バイトは、RAM を読み出すことなく、以下の手順を使用して推測できます。

- 1) フォルトが発生していない場合、MTP からステータス・データを読み出します。MTP は、最初のフォルト状態を捕捉して維持します。
- 2) MTP がフォルトを記録している場合、ユーザは、ALARM1および MTP のフォルト・ステータスを使用して、現在のフォルト・ステータスを推測できます。ALARM1がハイの場合、フォルトは発生していません。ALARM1がローの場合、MTP のフォルト・ステータスは RAM のフォルト・ステータスを示すため、直接読み出すことができます。

更に、フォルト状態の後に、ユーザは、MTP の読出しをディセーブ爾にして、温度レジスタおよびステータス・レジスタを直接モニターできます。

最後に、RAM のステータス・レジスタが読み出される前に MTP のデータを読み出して、MTP の温度記録が再びイネーブ爾になった後の MTP との干渉を避けてください。

MTP との干渉回避

ユーザが MTP のフォルト記録を有効にした後にフォルトが発生した場合、デバイスはユーザ通信に NACK を返し、デバイスがフォルトを MTP に記録する間の干渉を回避します。この問題を回避するために、MTP への書込みの前に、ユーザは 0x00 を 0x39 に書き込んで変換を停止し、全ての交換および MTP のフォルト記録が終了するのを 0.7 秒待機します。

MTP フォルト記録レジスタのクリア

MTP のフォルト温度およびステータス・レジスタ（アドレス：0x82～0x8D）は、一度に 2 バイトずつクリアできます。

MTP の温度またはステータス・レジスタをクリアするには、次の手順を使用します。

- 1) 0x39 に 0x00 を書き込んで、MTP の記録をディスエーブルにします。
- 2) アクティブな変換を完了させるため 0.7 秒待機して、MTP の書込みとの干渉を回避します。
- 3) MTP_DIN_MSB (0x3C) に 0 を書き込みます。
- 4) MTP_DIN_LSB (0x3D) に 0 を書き込みます。

表 38 を使用して、温度およびステータス・レジスタの MTP アドレスを書き込みます。温度をリセットするには、MSB アドレスを使用します。例えば、リモート 1 次温度の MSB アドレスは 0x82 であり、リモート 2 次温度の MSB アドレスは 0x84 です。ステータスをリセットするには、アドレス 0x8C を使用します。これにより、一次サーマル・ステータス・ハイと一次サーマル・ステータス・ローの両方がリセットされます。

MTP_Configuration 2 (0x3a) に 0x10 を書き込んで、更新プロセスを開始します。

25 ミリ秒待機してから、レジスタの内容を確認してください。例えば、リモート 2 次温度をリセットした後に、MTP_Configuration2 (0x3A) が 0 を読み出すこと、アドレス 0x3C および 0x3D の MTP データが 0 であることを確認してください。

過熱リミットの設定

過熱リミットおよび低温リミットを設定した後、更に読出または書込みを行う前に 0.7 秒待機してください。

リモート・ダイオードの選択

本デバイスは、オンチップの温度センス・ダイオードを搭載した CPU などの IC のダイ温度を直接計測するか（標準的なアプリケーション回路を参照）、ダイオード接続されたディスクリート・トランジスタの温度を計測します。

ディスクリートのリモート・ダイオード

リモートセンス・ダイオードがディスクリート・トランジスタの場合、そのコレクタおよびベースを接続する必要があります。ディスクリート・トランジスタには、PNP および NPN のどちらも使用できます。表 39 は、本デバイスと併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ています。このトランジスタは、比較的高い順方向電圧を持つ小信号タイプである必要があります。そうでない場合、A/D 入力電圧範囲を超える可能性があります。予測される最高温度での順方向電圧は、10 μ A で 0.25V を上回る必要があります。予測される最低温度では、順方向電圧が 100 μ A で 0.95V を下回る必要があります。大型のパワー・トランジスタは使用しないでください。更に、ベース抵抗は 100 Ω 未満であることを確認してください。順方向電流ゲインの厳しい仕様（例えば、 $50 < \beta < 150$ ）は、メーカーのプロセス制御が優れていること、デバイスの VBE 特性が一貫し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、理想係数を規定することも、保証することもしません。これは通常は問題になりません。品質の高いディスクリート・トランジスタでは、理想係数が比較的狭い範囲に収まる傾向があるためです。様々なディスクリート・トランジスタで、リモート温度の数値ばらつきが $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 未満に収まることが確認されています。しかし、検討中のサプライヤから入手できる複数のディスクリート・トランジスタを使用して、温度の一貫性が良好であることを確認するのは良い設計慣行です。

不使用のダイオード・チャンネル

リモート・ダイオード・チャンネルのうち必要ないものがある場合、そのチャンネルの DXP#および DXN#の入力端子を切り離すか、DXP#を対応する DXN#に接続します。ステータス・レジスタは、このチャンネルのダイオード「フォルト」を示し、温度計測シーケンスではこのチャンネルが除外されます。不使用のチャンネルがあれば、電源投入直後に、ALARM1およびALARM2のマスク・レジスタに適切なビットを設定することで、それらのチャンネルをマスクするのも良い慣行ですこれにより、不使用のチャンネルが原因でALARM1およびALARM2がアサートされるのを防ぎます。

表 39. リモート・センス・トランジスタの電源

SUPPLIER	PNP MODEL NUMBER
Central Semiconductor Corp. (USA)	CMPT3906
Fairchild Semiconductor (USA)	MMBT3906
Infineon (Germany)	SMBT3906
ON Semiconductor (USA)	MMBT3906
ROHM Semiconductor (USA)	SST3906
Samsung (Korea)	KST3906-TF
Siemens (Germany)	SMBT3906
Zetex (England)	FMMT3906CT-ND

熱質量

ローカル温度をセンスする場合、デバイスは、それ自体が半田付けされているプリント回路基板 (PCB) の温度を計測します。リード端子は、PCB 配線パターンとダイの間に適切な熱経路を提供します。全ての IC 温度センサーと同様に、ダイと環境大気間の熱伝導性は比較的低いため、大気温度計測には適していません。PCB の熱質量はデバイスに比べてはるかに大きいため、デバイスは、ほとんどまたは全く遅延を認識させることなく、PCB の温度変化に追従します。CPU、またはオンチップのセンス・ジャンクションを備えた他の IC の温度を計測する場合、熱質量は実質的に影響しません。ジャンクションの計測温度は、変換サイクル内で実際の温度に追従します。ディスプレイ・トランジスタで温度を計測する場合、小型パッケージ (すなわち、SOT23 または SC70) のトランジスタを使用すると最適な応答時間が得られます。熱源とセンサーの間の温度勾配を十分に考慮し、センサー・パッケージにかかる浮遊気流が計測精度に影響しないようにしてください。

ADC のノイズ・フィルタリング

積分 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示します。高周波の電磁干渉 (EMI) が多い環境では、DXP#と DXN#の間に外付けの 100pF コンデンサを接続します。容量が大きいコンデンサを使用すると、更なるフィルタリングに寄与しますが、スイッチド電流源の立上がり時間に起因した誤差が生じる可能性もあります。ノイズは、PCB レイアウトのセクションで説明されているように、PCB レイアウトに注意することで最小限に抑えることができます。

対象アドレス

対象アドレスは、表 40 に示されているように、ADD と GND の間に接続する抵抗で選択できます。

表 40. 対象アドレスの選択

RESISTOR BETWEEN ADD AND GND	7-BIT SLAVE ADDRESS (HEX)
15kΩ TO 39kΩ	0x4F
9.31kΩ	0x4E
6.81kΩ	0x4D
4.75kΩ	0x4C
3.01kΩ	0x1F
1.69kΩ	0x1E
750Ω	0x1D
0 (< 250Ω)	0x1C

注：抵抗値の許容誤差は、示されている値の±5%に収める必要があります。

PCB レイアウト

リモート温度を計測する際の計測誤差を低減するため、次のガイドラインに従ってください。

- デバイスは、サーマル・ダイオードのできるだけ近くに配置してください。この距離は、コンピュータのマザーボードなど、ノイズの多い環境では通常 10cm~20cm です。最大のノイズ源を回避できる場合は、この距離を長くすることも可能です。ノイズ源としては、ディスプレイ、クロック発生器、メモリ・バス、PCIバスなどが挙げられます。
- DXP#および DXN#の配線パターンは、高速デジタル信号と交差して配置しないでください。そのように配置すると、フィルタリングが十分に行われても+30°Cの誤差が容易に生じます。DXP#および DXN#の配線パターンは互いに平行に、かつ近接させて配置してください。ペアにしたそれぞれの平行配線パターンは、サーマル・ダイオードに接続する必要があります。
- DXP#および DXN#の配線パターンは、+12V_{DC}などの高電圧配線パターンから離して配置してください。PCBの汚染によるリーク電流は、DXP#からグラウンドへの20M Ω のリーク経路によって約+1°Cの誤差が生じるため、慎重に対処する必要があります。高電圧配線パターンが避けられない場合には、DXP#および DXN#の配線パターンの両側に、グラウンドへのガード配線パターンを接続してください。
- 銅/半田接合による熱電対効果を最小限に抑えるために、ビアとクロスアンダーの使用は最小限にしてください。可能であれば、太い配線パターン（標準的には5mil~10mil (0.127mm~0.254mm)）を使用してください。
- 0.1 μ Fのバイパス・コンデンサをV_{CC}とGNDの間に、できるだけMAX31732に近づけて配置してください。
- DXN#がMAX31732に近いグラウンドに接続されている場合、DXN#とDXP#の間、またはDXP#とGNDの間に100pFコンデンサを配置してください。
- シングルエンド構成の場合、DXN端子をMAX31732の近くで接地し、可能であれば、DXP#配線パターンをガード付きストリップ・ラインとして2つのグラウンド・プレーン間に配置してください。

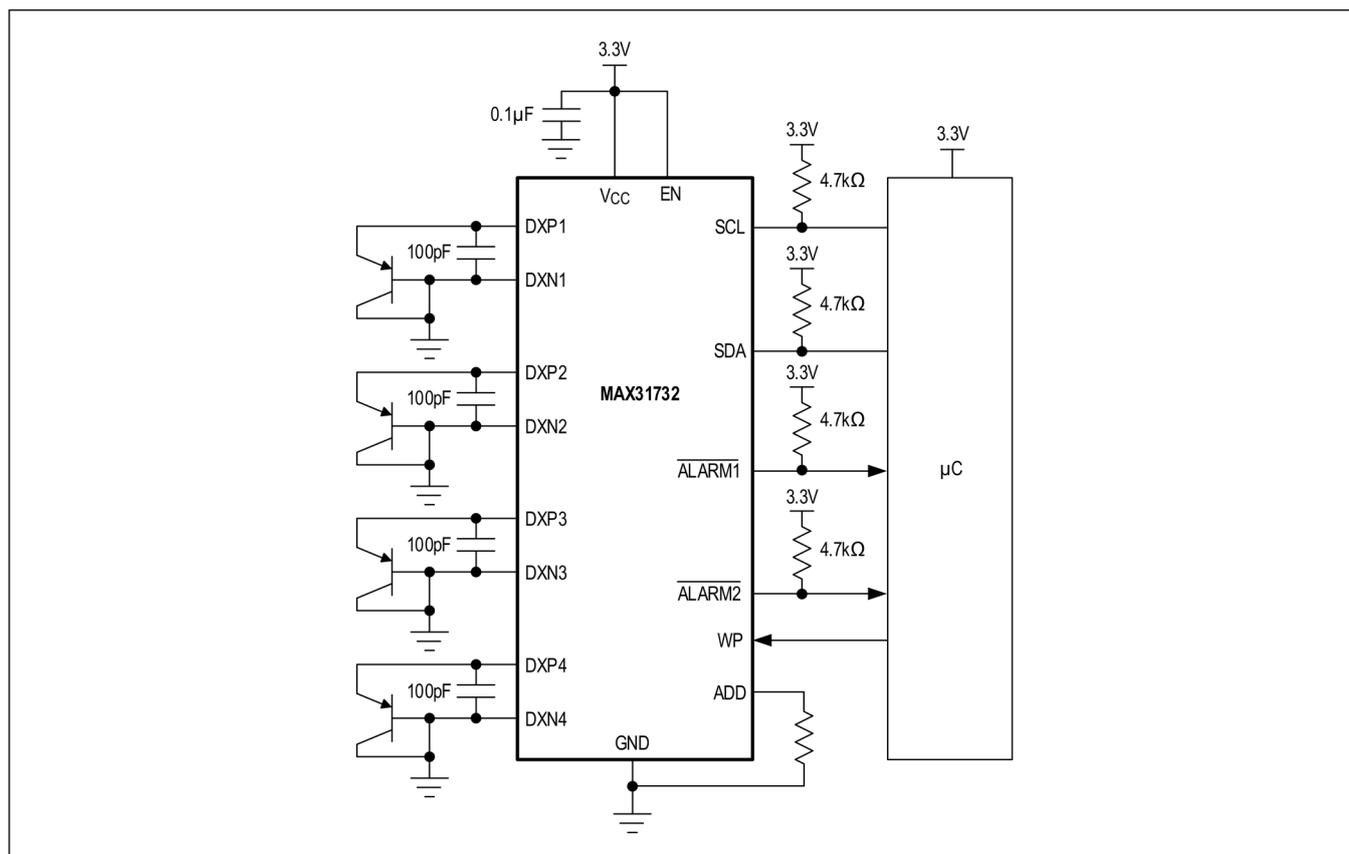
ツイストペア・ケーブルおよびシールド付きケーブル

20cmより長い距離またはノイズが非常に多い環境にあるリモート・センサーでは、ツイストペア・ケーブルを使用してリモート・センサーを接続します。ツイストペア・ケーブルの長さは、ノイズが過剰な誤差を引き起こす前であれば、2m~4mとすることが可能です。より長い距離では、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が最適です。

例えば、ノイズの多い環境では、最大100フィート(30メートル)の距離においてBelden 8451が適しています。デバイスでは、ツイストペア・ケーブルをDXP#およびDXN#に、シールド・ケーブルをGNDに接続してください。リモート・センサーでは、シールド・ケーブルは無接続のままにしてください。非常に長いケーブルを使用する場合、ケーブルの寄生容量がノイズ・フィルタリングに寄与することが多いため、多くの場合で、100pFコンデンサを省くか、値を低下させることが可能です。

シングルエンド構成では、ケーブルのシールドと負のリード端子を両方ともPCB側で接地し、ケーブルのリモート・センサー側ではシールドを無接続の状態にしておいてください。

標準的なアプリケーション回路



型番

PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PIN-PACKAGE
MAX31732ATG+	-40°C TO +125°C	24 TQFN-EP
MAX31732ATG+T	-40°C TO +125°C	24 TQFN-EP

+は鉛 (Pb) フリー/RoHS 準拠のパッケージであることを示します。

T = テープ&リール。

*EP = 露出パッド。

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	06/24	初版発行	-

この製品のデータシートに間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。
この正誤表は、2024年11月27日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。

なお、英語のデータシート改版時に、これらの誤りが訂正される場合があります。

正誤表作成年月日：2024年11月27日

製品名：MAX31372

対象となるデータシートのリビジョン(Rev)：Rev.0

訂正箇所：29頁、表23および表24、どちらも一番下、Bit0の機能説明欄、2番目の文

【誤】

表23

「0：リモート・チャンネル 4の温度フォルトにより ALARM1 がアサートされます。」

表24

「0：リモート・チャンネル 4の温度障害により ALARM2 がアサートされます。」

【正】

表23

「0：ローカル・チャンネルの温度フォルトにより ALARM1 がアサートされます。」

表24

「0：ローカル・チャンネルの温度フォルトにより ALARM2 がアサートされます。」