NCT1008

±1°C温度モニタ、直列抵抗キャンセル機能付き

NCT1008は、デュアルチャネルのデジタル・サーモメータおよび低温度/過剰温度アラームで、PCや熱管理システムでの使用を目的としています。ADM1032およびADT7461とレジスタの互換性があります。NCT1008の特徴は直列抵抗キャンセル機能であり、温度モニタ・ダイオードと直列に最大1.5 kΩ(標準)の抵抗を温度結果から自動的にキャンセルして、ノイズをフィルタできます。NCT1008は、構成可能な$\overline{\text{ALERT}}$出力と拡張された切り替え可能な温度測定範囲を備えています。

NCT1008は、リモート・サーマル・ダイオードの温度を±1°Cの精度で、周囲温度を±3°Cの精度で測定できます。デフォルトの温度測定範囲は、0°C～+127°Cで、ADM1032と互換性がありますが、より広い–64°C～+191°Cの測定範囲に切り替えることが可能です。

NCT1008は、システム管理バス(SMBus/I^{2}C)規格に適合し、2線式シリアル・インタフェースを介して通信します。NCT1008のデフォルトのSMBus/I^{2}Cアドレスは0x4Cです。NCT1008Dでは、SMBus/I^{2}Cアドレスは0x4Dです。これは同一SMBus/I^{2}C上で、NCT1008を2個以上使用する場合に有用です。

オンチップまたはリモート温度が範囲外のとき、$\overline{\text{ALERT}}$出力が信号を発生します。$\overline{\text{THERM}}$出力は、冷却ファンのオン/オフ制御が可能なコンパレータ出力です。$\overline{\text{ALERT}}$出力は、必要に応じて第2の$\overline{\text{THERM}}$出力として再構成することができます。

特長

- オンチップおよびリモート温度センサ
- 0.25°C分解能/1°C精度(リモート・チャネル)
- 1°C分解能/1°C精度(ローカル・チャネル)
- 最大1.5 kΩの直列抵抗キャンセル
- 拡張された切り替え可能な温度測定範囲 0°C～+127°C(デフォルト)または–64°C～+191°C
- ADM1032およびADT7461とレジスタ互換
- 108°Cのリモート$\overline{\text{THERM}}$リミット
- SMBusアラート・サポート付き2線式SMBus/I^{2}Cシリアル・インタフェース
- プログラム可能な過剰温度/低温度リミット
- システム較正のためのオフセット・レジスタ
- 2つまでの過剰温度フェイルセーフ$\overline{\text{THERM}}$出力
- 小型8ピンDFN
- 240 μA動作電流、5 μAスタンバイ電流
- 1.8 Vロジックとコンパチブル
- 鉛フリー・パッケージを用意

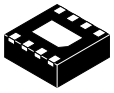
アプリケーション

- スマートフォン
- デスクトップ・コンピュータおよびノートブック・コンピュータ
- スマート・バッテリ
- 車載機器
- エンベデッド・システム

ON Semiconductor®

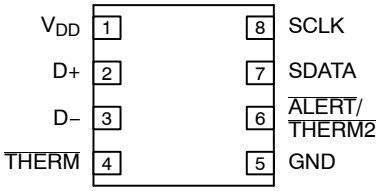
http://onsemi.com

WDFN8
CASE 511AT



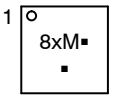
DFN8
CASE 506BJ

PIN ASSIGNMENT



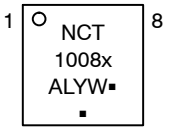
(Top View)

MARKING DIAGRAMS



WDFN8

8x = Device Code (Where x = C or D)
M = Date Code
▪ = Pb-Free Package



DFN8

x = C or D
A = Assembly Location
L = Wafer Lot
Y = Year
W = Work Week
▪ = Pb-Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

ORDERING INFORMATION

See detailed ordering and shipping information in the package dimensions section on page 19 of this data sheet.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2012

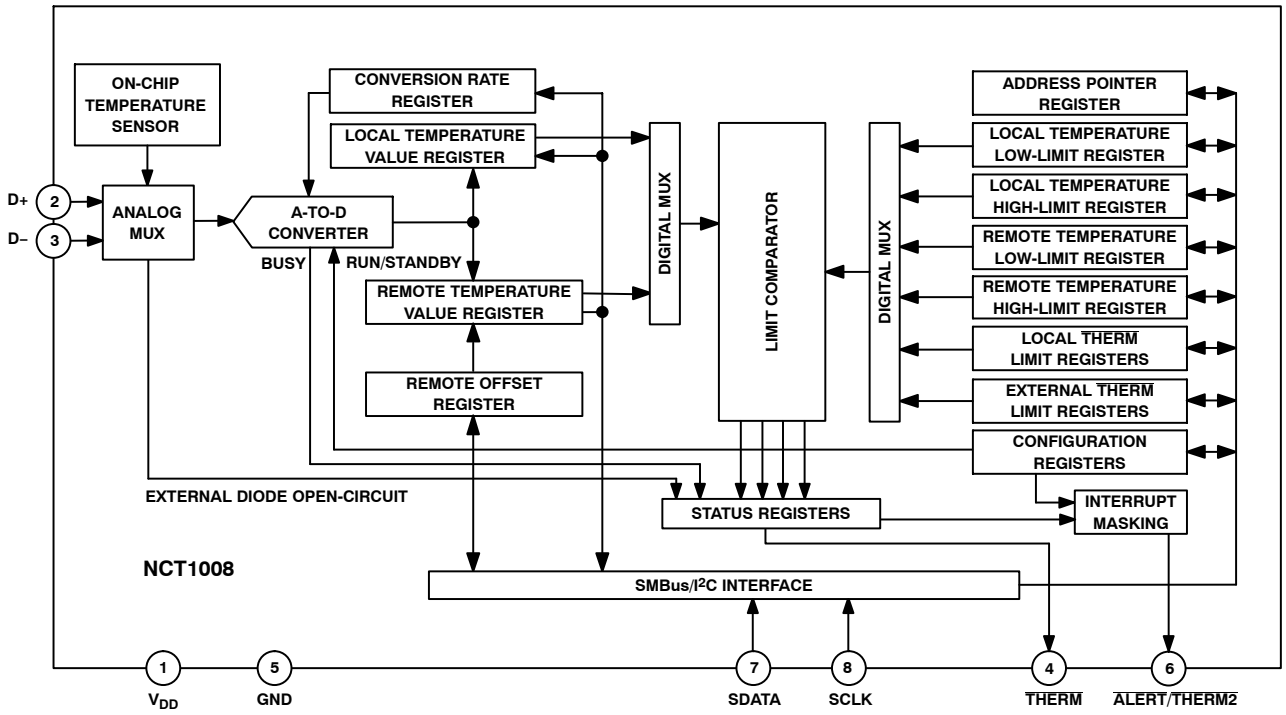


Figure 1. Functional Block Diagram

Table 1. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Rating	Unit
Positive Supply Voltage (V_{DD}) to GND	−0.3, +3.6	V
D+	−0.3 to V_{DD} + 0.3	V
D− to GND	−0.3 to +0.6	V
SCLK, SDATA, $\overline{\text{ALERT}}$, $\overline{\text{THERM}}$	−0.3 to +3.6	V
Input Current, SDATA, $\overline{\text{THERM}}$	−1, +50	mA
Input Current, D−	±1	mA
ESD Rating, All Pins (Human Body Model)	1,500	V
Maximum Junction Temperature ($T_{J\ MAX}$)	150	°C
Storage Temperature Range	−65 to +150	°C

Stresses exceeding Maximum Ratings may damage the device. Maximum Ratings are stress ratings only. Functional operation above the Recommended Operating Conditions is not implied. Extended exposure to stresses above the Recommended Operating Conditions may affect device reliability.

NOTE: This device is ESD sensitive. Use standard ESD precautions when handling.

Table 2. THERMAL CHARACTERISTICS (Note 1)

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}	Unit
8-lead DFN	142	43.74	°C/W

1. θ_{JA} is specified for the worst-case conditions, that is, a device soldered in a circuit board for surface-mount packages.

Table 3. PIN ASSIGNMENT

Pin No.	Mnemonic	Description
1	V_{DD}	Positive Supply, 2.8 V to 3.6 V.
2	D+	Positive Connection to Remote Temperature Sensor.
3	D−	Negative Connection to Remote Temperature Sensor.
4	$\overline{\text{THERM}}$	Open-drain Output. Can be used to turn a fan on/off or throttle a CPU clock in the event of an overtemperature condition. Requires pullup resistor.
5	GND	Supply Ground Connection.
6	$\overline{\text{ALERT}}/\overline{\text{THERM2}}$	Open-drain Logic Output Used as Interrupt or SMBus $\overline{\text{ALERT}}$. This can also be configured as a second $\overline{\text{THERM}}$ output. Requires pullup resistor to V_{DD}.
7	SDATA	Logic Input/Output, SMBus Serial Data. Open-drain Output. Requires pullup resistor.
8	SCLK	Logic Input, SMBus Serial Clock. Requires pullup resistor.

NOTE: The ground slug on 3×3 package can be left unconnected.

Table 4. SMBus/I²C TIMING SPECIFICATIONS (Note 1)

Parameter	Limit at T_{MIN} and T_{MAX}	Unit	Description
f_{SCLK}	400	kHz max	–
t_{LOW}	1.3	μs min	Clock Low Period, between 10% Points
t_{HIGH}	0.6	μs min	Clock High Period, between 90% Points
t_R	300	ns max	Clock/Data Rise Time
t_F	300	ns max	Clock/Data Fall Time
$t_{SU;\ STA}$	600	ns min	Start Condition Setup Time
$t_{HD;\ STA}$ (Note 2)	600	ns min	Start Condition Hold Time
$t_{SU;\ DAT}$ (Note 3)	100	ns min	Data Setup Time
$t_{SU;\ STO}$ (Note 4)	600	ns min	Stop Condition Setup Time
t_{BUF}	1.3	μs min	Bus Free Time between Stop and Start Conditions

1. Guaranteed by design, but not production tested.
2. Time from 10% of SDATA to 90% of SCLK.
3. Time for 10% or 90% of SDATA to 10% of SCLK.
4. Time for 90% of SCLK to 10% of SDATA.

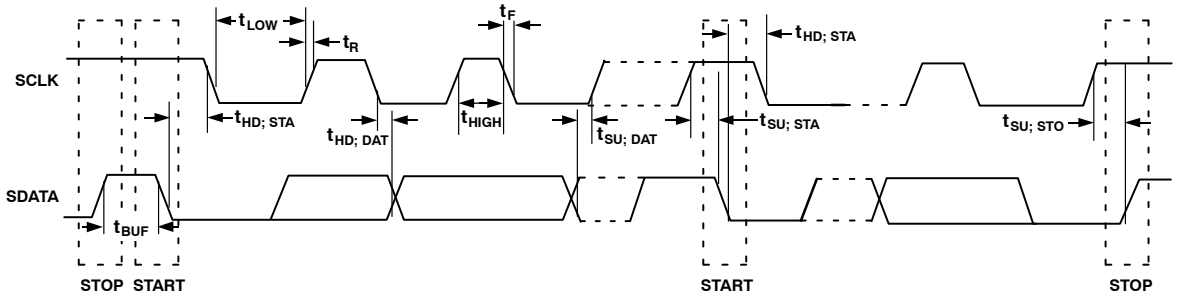


Figure 2. Serial Bus Timing

Table 5. ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = −40°C to +125°C, V_{DD} = 2.8 V to 3.6 V, unless otherwise noted)

Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Power Supply					
Supply Voltage, V_{DD}		2.8	3.30	3.6	V
Average Operating Supply Current, I_{DD}	0.0625 Conversions/Sec Rate (Note 1) Standby Mode	– –	240 5.0	350 30	μA
Undervoltage Lockout Threshold	V_{DD} Input, Disables ADC, Rising Edge	–	2.55	–	V
Power-On Reset Threshold		1.0	–	2.56	V
Temperature-to-Digital Converter					
Local Sensor Accuracy 3.0 V to 3.6 V	0°C ≤ T_A ≤ +70°C 0°C ≤ T_A ≤ +85°C	– –	– –	±1.0 ±1.5	°C
Local Sensor Accuracy 2.8 V to 3.6 V	−20°C ≤ T_A ≤ +110°C	–	–	±2.5	°C
Resolution		–	1.0	–	°C
Remote Diode Sensor Accuracy 3.0 V to 3.6 V	0°C ≤ T_A ≤ +70°C, −55°C ≤ T_D (Note 2) ≤ +150°C 0°C ≤ T_A ≤ +85°C, −55°C ≤ T_D (Note 2) ≤ +150°C −40°C ≤ T_A ≤ +100°C, −55°C ≤ T_D (Note 2) ≤ +150°C	– – –	– – –	±1.0 ±1.5 ±2.5	°C
Remote Diode Sensor Accuracy 2.8 V to 3.6 V	0°C ≤ T_A ≤ +70°C, −20°C ≤ T_D ≤ +110°C −20°C ≤ T_A ≤ +110°C, T_D = +40°C	– –	– –	±1.5 ±2.25	°C
Resolution		–	0.25	–	°C
Remote Sensor Source Current	High Level (Note 3) Middle Level (Note 3) Low Level (Note 3)	– – –	220 82 13.5	– – –	μA
Conversion Time	From Stop Bit to Conversion Complete, One-shot Mode with Averaging Switched On	–	40	52	ms
	One-shot Mode with Averaging Off (That Is, Conversion Rate = 16-, 32-, or 64-conversions per Second)	–	6.0	8.0	ms
Maximum Series Resistance Cancelled	Resistance Split Evenly on both the D+ and D− Inputs	–	1.5	–	kΩ
Open-Drain Digital Outputs ($\overline{\text{THERM}}$, $\overline{\text{ALERT}}$/$\overline{\text{THERM2}}$)					
Output Low Voltage, V_{OL}	I_{OUT} = −6.0 mA	–	–	0.4	V
High Level Output Leakage Current, I_{OH}	V_{OUT} = V_{DD}	–	0.1	1.0	μA
SMBus/I²C Interface (Note 3 and 4)					
Logic Input High Voltage, V_{IH} SCLK, SDATA		1.4	–	–	V
Logic Input Low Voltage, V_{IL} SCLK, SDATA		–	–	0.8	V
Hysteresis		–	500	–	mV
SDA Output Low Voltage, V_{OL}		–	–	0.4	mA
Logic Input Current, I_{IH}, I_{IL}		−1.0	–	+1.0	μA
SMBus Input Capacitance, SCLK, SDATA		–	5.0	–	pF
SMBus Clock Frequency		–	–	400	kHz
SMBus Timeout (Note 5)	User Programmable	–	25	64	ms
SCLK Falling Edge to SDATA Valid Time	Master Clocking in Data	–	–	1.0	μs

1. See Table 9 for information on other conversion rates.
2. Guaranteed by characterization, but not production tested.
3. Guaranteed by design, but not production tested.
4. See SMBus/I²C Timing Specifications section for more information.
5. Disabled by default. Detailed procedures to enable it are in the Serial Bus Interface section of the datasheet.

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

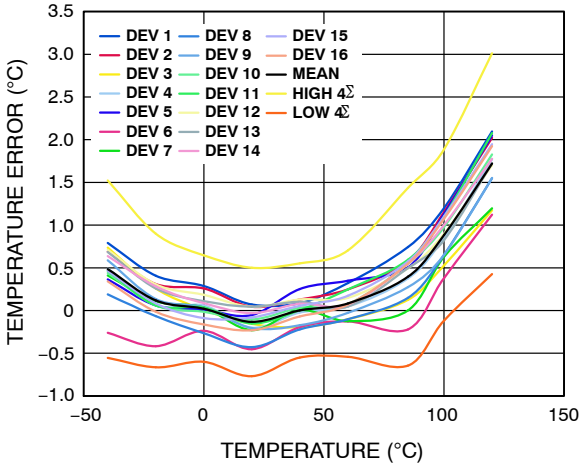


Figure 3. Local Temperature Error vs. Temperature

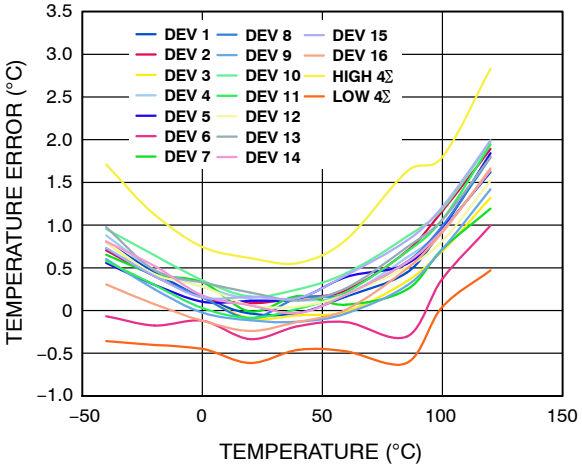


Figure 4. Remote Temperature Error vs. Actual Temperature

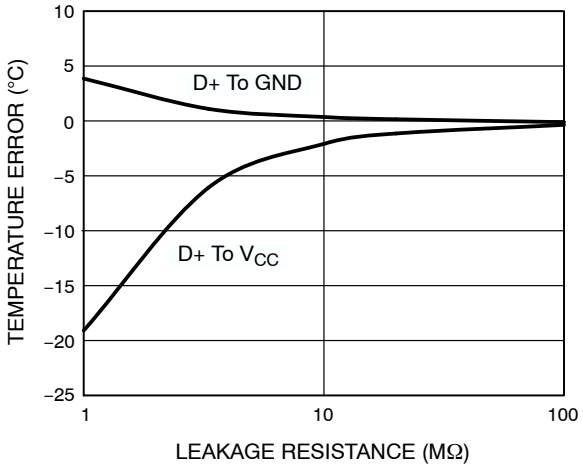


Figure 5. Temperature Error vs. D+/D− Leakage Resistance

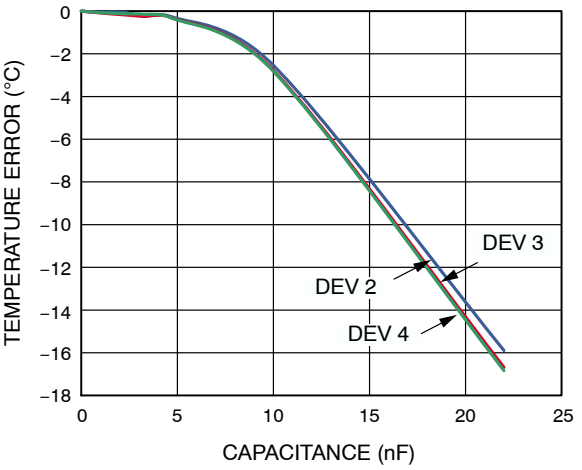


Figure 6. Temperature Error vs. D+/D− Capacitance

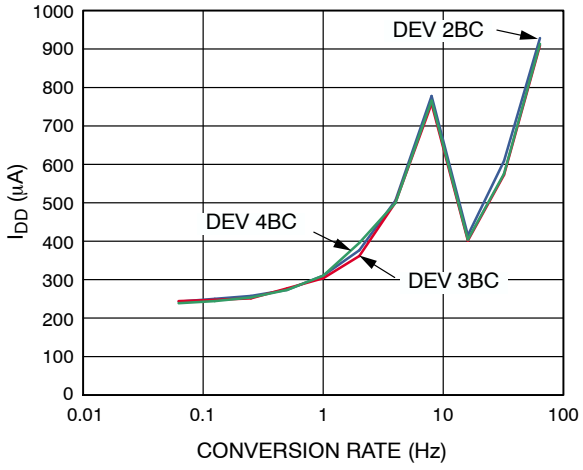


Figure 7. Operating Supply Current vs. Conversion Rate

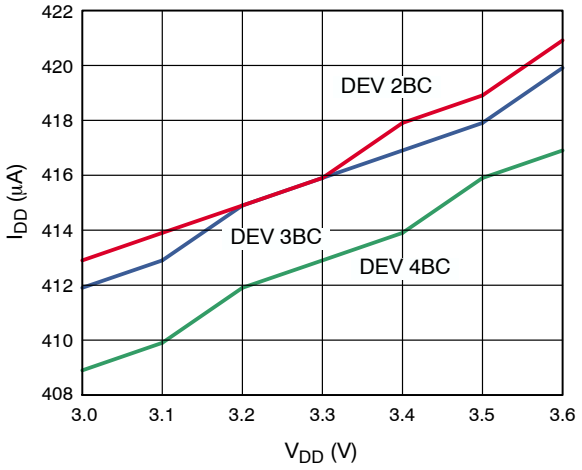


Figure 8. Operating Supply Current vs. Voltage

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Cont'd)

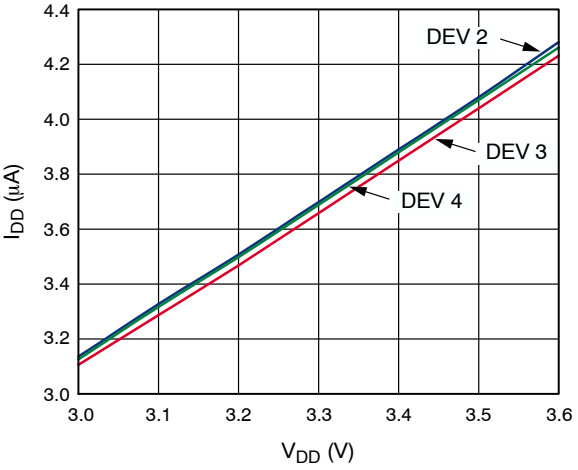


Figure 9. Standby Supply Current vs. Voltage

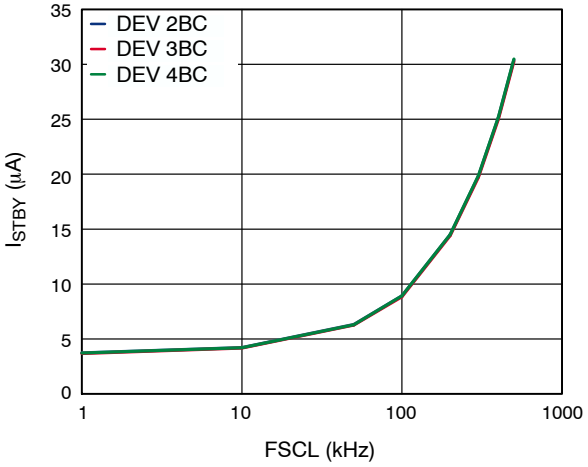


Figure 10. Standby Supply Current vs. Clock Frequency

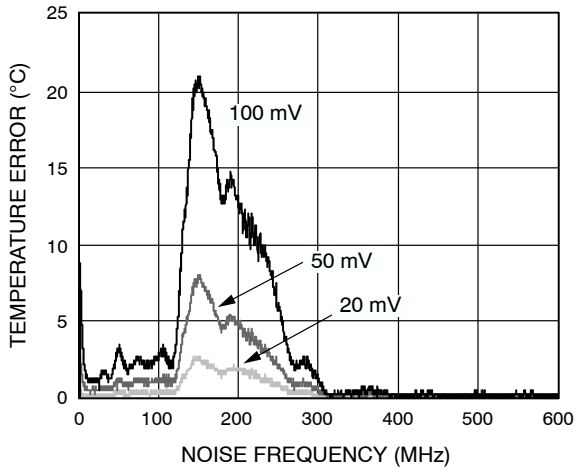


Figure 11. Temperature Error vs. Common-mode Noise Frequency

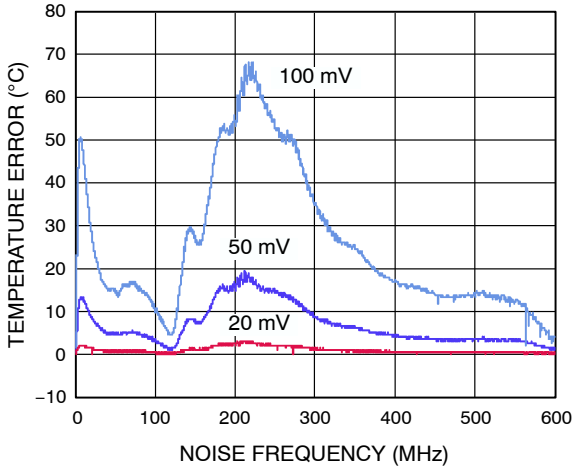


Figure 12. Temperature Error vs. Differential-mode Noise Frequency

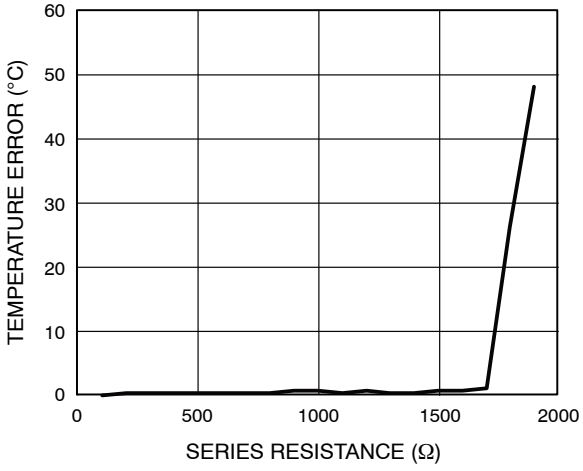


Figure 13. Temperature Error vs. Series Resistance

動作原理

NCT1008はローカル/リモート温度センサ、過剰温度/低温度アラームであり、温度モニタ・ダイオードと直列の1.5 kΩ(標準)抵抗の影響を自動的にキャンセルする機能が追加されています。NCT1008が正常に動作しているときは、オンボードADCが自走モードで動作します。アナログ入力マルチプレクサは、ローカル温度を測定するオンチップ温度センサ、またはリモート温度センサのいずれかを選択します。ADCがこれらの信号をデジタル化し、結果はローカルおよびリモート温度値レジスタに格納されます。

ローカルおよびリモート測定結果は、8個のオンチップ・レジスタに格納されている対応するHigh、Low、および$\overline{\text{THERM}}$温度リミットと比較されます。比較がリミット外になると、フラグが生成されステータス・レジスタに格納されます。結果がHigh温度リミットまたはLow温度リミットを超えると、$\overline{\text{ALERT}}$出力がアサートされます。$\overline{\text{ALERT}}$出力は、外部ダイオード・フォールトが検出された場合にもアサートされます。$\overline{\text{THERM}}$温度リミットを超えると、$\overline{\text{THERM}}$出力が“L”にアサートされます。$\overline{\text{ALERT}}$出力は、第2の$\overline{\text{THERM}}$出力として再プログラムできます。

リミット・レジスタがプログラムされ、デバイスはシリアルSMBusを介して制御および構成されます。レジスタの内容もSMBusを介してリードバックされます。

制御および構成機能には、デバイスの通常動作とスタンバイ・モード間の切り替え、温度測定範囲の選択、$\overline{\text{ALERT}}$出力のマスキングまたは許可、ピン6の$\overline{\text{ALERT}}$と$\overline{\text{THERM2}}$間での切り替え、変換レートの選択が含まれます。

直列抵抗のキャンセル

リモート・ダイオードと直列に現れるNCT1008のD+およびD−入力の寄生抵抗は、PCBトラックの抵抗やトラック長などのさまざまな要素が原因で生じます。この直列抵抗は、リモート・センサの温度測定で温度オフセットとして現れます。この誤差は一般に、リモート・ダイオードと直列の寄生抵抗1 Ωあたり0.5°Cのオフセットを生じます。

NCT1008は、この直列抵抗値の温度読取値への影響を自動的にキャンセルして、より正確な結果を与えます。ユーザがこの抵抗の特性評価を行う必要はありません。NCT1008は、一般に1.5 kΩまでの抵抗を自動的にキャンセルするように設計されています。高度な温度測定方法を使用しており、ユーザがこのプロセスを意識する必要はありません。この機能により、センサ経路に抵抗を追加してフィルタを生成できるため、ノイズの多い環境でこのデバイスを使用できます。詳細は「ノイズ・フィルタリング」のセクションを参照してください。

温度測定方法

温度を測定する簡単な方法は、ダイオードの負温度係数を利用し、定電流で動作するトランジスタのベース・エミッタ電圧(V_{BE})を測定することです。ただし、この手法では、デバイスごとに異なるV_{BE}の絶対値の影響を除去するための較正が必要です。

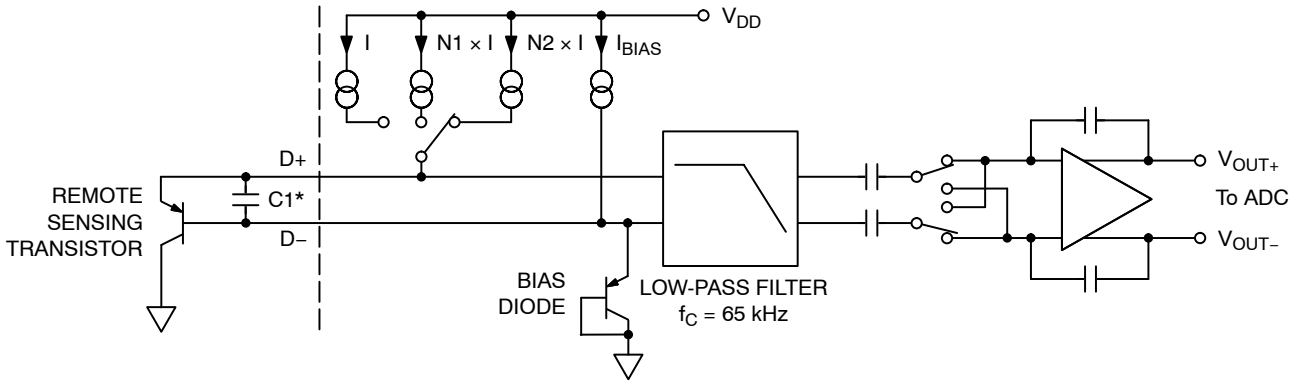
NCT1008で使用する手法では、デバイスが3種類の電流で動作するときのV_{BE}の変化を測定します。従来のデバイスは2つの動作電流のみ使用していましたが、この手法では外部温度センサへの直列抵抗の自動キャンセルを可能にする第3の電流を使用します。

Figure 14は、外部温度センサ出力の測定に使用される入力信号のコンディショニングを示します。この図では、外部センサを基板トランジスタとして示していますが、ディスクリート・トランジスタでも同様です。ディスクリート・トランジスタを使用する場合、コレクタは接地されずベースにリンクされます。グランド・ノイズが測定に干渉しないように、センサのより低い方の負端子はグランドを基準とせず、D−入力の内部ダイオードでグランドより高い電位にバイアスされます。C1をノイズ・フィルタとして追加できます(推奨最大値は1000 pF)。ただし、ノイズの多い環境でのより適切な選択肢は、「ノイズ・フィルタリング」セクションに記載するとおり、フィルタを追加することです。C1の詳細については、「レイアウトの検討事項」セクションを参照してください。

ΔV_{BE}を測定するために、センサを流れる動作電流が3つの関連する電流間で切り替えられます。Figure 14に示すとおり、N1 × IおよびN2 × Iは電流Iの異なる倍数です。温度ダイオードを流れる電流は、IとN1 × Iの間で切り替えられてΔV_{BE1}を与え、IとN2 × Iの間で切り替えられてΔV_{BE2}を与えます。これにより、温度はこの2つのΔV_{BE}測定値を使用して計算されます。この方法では温度測定における直列抵抗の影響もキャンセルされます。

結果のΔV_{BE}波形は、65 kHzのローパス・フィルタを通過して、ノイズが除去されてから、チョッパ安定化アンプに送られます。これによって、波形が増幅および整流されて、ΔV_{BE}に比例するdc電圧が生成されます。ADCはこの電圧をデジタル化して温度測定値を生成します。ノイズの影響を低減するために、低変換レートに対して16測定サイクルの結果を平均化してデジタル・フィルタリングが実行されます。16、32、64変換/秒のレートでは、デジタル平均化は発生しません。

内部温度センサの信号コンディショニングと測定は、同じ方法で実行されます。



*CAPACITOR C1 IS OPTIONAL. IT IS ONLY NECESSARY IN NOISY ENVIRONMENTS. C1 = 1,000 pF MAX.

Figure 14. Input Signal Conditioning

温度測定結果

ローカルおよびリモート温度測定の結果は、ローカルおよびリモート温度値レジスタに格納され、ローカルおよびリモートのHighおよびLowリミット・レジスタにプログラムされたリミット値と比較されます。

ローカル温度値はレジスタ0x00にあり、分解能は1°Cです。外部温度値は、上位バイトはレジスタ0x01、下位バイトはレジスタ0x10と2個のレジスタに格納されます。外部温度下位バイトの2つのMSBのみ使用され、0.25°Cの分解能の外部温度測定値が得られます。Table 6に、外部温度下位バイトのデータ・フォーマットを示します。

Table 6. EXTENDED TEMPERATURE RESOLUTION (REMOTE TEMPERATURE LOW BYTE

Extended Resolution	Remote Temperature Low Byte
0.00°C	0 000 0000
0.25°C	0 100 0000
0.50°C	1 000 0000
0.75°C	1 100 0000

外部温度値全体を読み出すときは、LSBを最初に読み出してください。これにより、MSBは読み出されるまでロックされます(つまり、ADCが書き込まない)。この機能により、2個のレジスタからリードバックされた結果が必ず同じ測定からの値になります。

温度測定範囲

内部および外部測定の温度測定範囲は、デフォルトでは0°C〜+127°Cとなっています。ただし、NCT1008は拡張温度範囲を使用して動作させることができます。拡張温度範囲は、−64°C〜+191°Cです。したがって、NCT1008を使用して外部ダイオードの全温度範囲を、−55°C〜+150°Cの範囲で測定できます。

拡張温度範囲は、構成レジスタのビット2を1にセットして選択されます。ビット2が0のとき、温度範囲は0°C〜127°Cです。有効な結果は、温度範囲変更後の次の測定サイクルで得られます。

拡張温度モードでは、NCT1008で測定可能な上位および下位温度は、リモート・ダイオードの選択によって制限されます。温度レジスタは、−64°C〜+191°Cの値を保持できます。ただし、大部分の温度センス・ダイオードの最大温度範囲は、−55°C〜+150°Cです。+150°C以上では、温度センス・ダイオードが半導体特性を失って、導体に近づくことがあります。それにより、ダイオードの短絡が生じます。この場合、温度結果レジスタを読み出すと、最後に行った正常な温度測定値が得られます。したがって、外部チャネルでの温度測定がリモート・センサの動作範囲外の温度に対して不正確になる可能性があります。

デバイスが拡張温度モードのときは、ローカルおよびリモート両方の温度測定を行うことができますが、NCT1008自体を絶対最大定格セクションの規定値を超える温度に晒してはならないことに注意してください。さらに、このデバイスは−40°C〜+120°Cで規定される周囲温度範囲でのみ動作が保証されています。

温度データ・フォーマット

NCT1008には2つの温度データ・フォーマットがあります。温度測定範囲が、0°C〜127°C (デフォルト)のとき、内部および外部温度結果の温度データ・フォーマットはバイナリです測定範囲が拡張モードのときは、内部結果と外部結果の両方にオフセット・バイナリ・データ・フォーマットが使用されます。温度値は、64°Cだけオフセットされたオフセット・バイナリ・データ・フォーマットです。両データ・フォーマットの温度の例をTable 7に示します。

Table 7. TEMPERATURE DATA FORMAT (TEMPERATURE HIGH BYTE)

Temperature	Binary	Offset Binary (Note 1)
–55°C	0 000 0000 (Note 2)	0 000 1001
0°C	0 000 0000	0 100 0000
+1°C	0 000 0001	0 100 0001
+10°C	0 000 1010	0 100 1010
+25°C	0 001 1001	0 101 1001
+50°C	0 011 0010	0 111 0010
+75°C	0 100 1011	1 000 1011
+100°C	0 110 0100	1 010 0100
+125°C	0 111 1101	1 011 1101
+127°C	0 111 1111	1 011 1111
+150°C	0 111 1111 (Note 3)	1 101 0110

1. Offset binary scale temperature values are offset by 64°C.
2. Binary scale temperature measurement returns 0°C for all temperatures < 0°C.
3. Binary scale temperature measurement returns 127°C for all temperatures > 127°C.

ユーザはいつでも測定範囲を切り替えることができます。範囲を切り替えると、データ・フォーマットも同様に切り替わります。切り替え後の次の温度結果は、新しいフォーマットで元のレジスタにレポートされます。ただし、リミット・レジスタの内容は変更されません。データ・フォーマットが変更されたときに、必要に応じてリミット・レジスタが再プログラムされるようにするのはユーザの責任です。詳細については、「リミット・レジスタ」セクションを参照してください。

NCT1008レジスタ

NCT1008には合計22個の8ビット・レジスタがあります。これらのレジスタは、リモートおよびローカル温度測定の結果、High温度リミットおよびLow温度リミットを格納し、デバイスの構成と制御を行います。NCT1008レジスタの詳細については、このデータシートの「アドレス・ポインタ・レジスタ」セクションから「逐次$\overline{\text{ALERT}}$レジスタ」セクションまでを参照してください。Table 8からTable 12に追加情報を示します。Table 13にレジスタ・マップ全体を示します。

アドレス・ポインタ・レジスタ

各書き込み操作の先頭バイトが自動的にこのレジスタに書き込まれるため、アドレス・ポインタ・レジスタ自体にはアドレスがないか、アドレスが必要ありません。この第1バイトのデータには、常にアドレス・ポインタ・レジスタに格納されるNCT1008の別のレジスタのアドレスが含まれています。書き込み操作の第2バイトが書き込まれる、あるいは以降の読み出し操作が実行されるのはこのレジスタ・アドレスです。

アドレス・ポインタ・レジスタのパワーオン・デフォルト値は0x00です。したがって、パワーオン直後に最初にアドレス・ポインタに書き込まずに、すぐに読み出し操作を実行した場合は、ローカル温度のレジスタ・アドレスが0x00なので、ローカル温度の値が返されます。

温度値レジスタ

NCT1008には、ローカルおよびリモート温度測定の結果を格納するための3個のレジスタがあります。これらのレジスタにはADCだけが書き込むことができ、ユーザはSMBus/I^2Cを介して読み出すことができます。ローカル温度値レジスタは、アドレス0x00に配置されています。

外部温度値の上位バイト・レジスタはアドレス0x01、下位バイト・レジスタはアドレス0x10に配置されています。3個のレジスタのパワーオン・デフォルト値はすべて0x00です。

構成レジスタ

構成レジスタの読み出し時のアドレスは0x03、書き込み時のアドレスは0x09です。パワーオン・デフォルト値は0x00です。構成レジスタの4ビットだけが使用されます。ビット0、ビット1、ビット3、ビット4は予約されており、ユーザが書き込むことはできません。

構成レジスタのビット7は$\overline{\text{ALERT}}$出力をマスクします。ビット7が0の場合、$\overline{\text{ALERT}}$出力はイネーブルされます。これはパワーオン・デフォルトです。ビット7が1にセットされている場合、$\overline{\text{ALERT}}$出力はディセーブルされます。これはピン6が$\overline{\text{ALERT}}$として構成されている場合にのみ適用されます。ピン6が$\overline{\text{THERM2}}$として構成されている場合、ビット7の値は無効です。

ビット6がパワーオン・デフォルトの0にセットされている場合、デバイスは動作モードにあり、ADCが変換実行中です。ビット6が1にセットされている場合、デバイスはスタンバイ・モードで、ADCは変換を行っていません。ただし、SMBusはスタンバイ・モードではアクティブのままなので、SMBusを介してNCT1008から読み出したり、NCT1008へ書き込むことができます。スタンバイ・モードでは、$\overline{\text{ALERT}}$出力と$\overline{\text{THERM}}$出力もアクティブになります。スタンバイ・モードでレジスタを変更すると、$\overline{\text{THERM}}$出力または$\overline{\text{ALERT}}$出力が影響を受け、これらの信号が更新されます。

ビット5はNCT1008のピン6の構成を決定します。ビット5が0(デフォルト)の場合、ピン6は$\overline{\text{ALERT}}$出力として構成されます。ビット5が1の場合、ピン6は$\overline{\text{THERM2}}$出力として構成されます。ビット7($\overline{\text{ALERT}}$マスク・ビット)は、ピン6が$\overline{\text{ALERT}}$出力として構成されたときにのみアクティブになります。ピン6が$\overline{\text{THERM2}}$としてセットアップされている場合、ビット7は無効です。

ビット2は温度測定範囲を設定します。ビット2が0(デフォルト値)の場合、温度測定範囲は、0°C〜+127°Cです。ビット2を1にセットすると、測定範囲は拡張温度範囲(−64°C〜+191°C)に設定されます。

Table 8. CONFIGURATION REGISTER BIT ASSIGNMENTS

Bit	Name	Function	Power-On Default
7	MASK1	0 = $\overline{\text{ALERT}}$ Enabled 1 = $\overline{\text{ALERT}}$ Masked	0
6	RUN/STOP	0 = Run 1 = Standby	0
5	$\overline{\text{ALERT}}$/ $\overline{\text{THERM2}}$	0 = $\overline{\text{ALERT}}$ 1 = $\overline{\text{THERM2}}$	0
4, 3	Reserved		0
2	Temperature Range Select	0 = 0°C to 127°C 1 = Extended Range	0
1, 0	Reserved		0

変換レート・レジスタ

変換レート・レジスタは、読み出し時はアドレス0x04、書き込み時はアドレス0x0Aです。このレジスタの最下位4ビットは、内部発振器クロックを1、2、4、8、16、32、64、128、256、512、または1024で分周して変換レートをプログラムし、15.5 ms (Code 0x0A)から16 s (Code 0x00)の変換時間を得るのに使用されます。例えば、毎秒8回変換の変換レートは、125 msの間隔から開始することを意味し、デバイスは内部および外部温度チャネルで変換を実行します。

変換レート・レジスタは、SMBus/I^2Cを介して書き込んだり、リードバックすることができます。このレジスタの上位4ビットは未使用で、0にセットしなければなりません。このレジスタのデフォルト値は0x08で、毎秒16回の変換レートが与えられます。より低速の変換時間を使用すると、デバイスの消費電力が大幅に低減されます。

Table 9. CONVERSION RATE REGISTER CODES

Code	Conversion/Second	Time
0x00	0.0625	16 s
0x01	0.125	8 s
0x02	0.25	4 s
0x03	0.5	2 s
0x04	1	1 s
0x05	2	500 ms
0x06	4	250 ms
0x07	8	125 ms
0x08	16	62.5 ms
0x09	32	31.25 ms
0x0A	64	15.5 ms
0x0B to 0xFF	Reserved	–

リミット・レジスタ

NCT1008は、ローカルおよびリモート温度測定用のHigh、Low、および$\overline{\text{THERM}}$温度リミットを格納する8個のリミット・レジスタを備えています。リモート温度のHighおよびLowリミットは、それぞれ2個のレジスタにまたがり、各リミットの上位バイトと下位バイトが格納されます。また、$\overline{\text{THERM}}$ヒステリシス・レジスタもあります。すべてのリミット・レジスタは、SMBusを介して書き込み、リードバックすることができます。リミット・レジスタ・アドレスとそれらのパワーオン・デフォルト値の詳細については、Tables 13を参照してください。

ピン6が$\overline{\text{ALERT}}$出力として構成されているときには、Highリミット・レジスタは > 比較を実行し、Lowリミット・レジスタは ≤ 比較を実行します。例えば、Highリミット・レジスタに80°Cがプログラムされている場合、81°Cを測定すると範囲外状態になり、ステータス・レジスタのフラグがセットされます。Lowリミット・レジスタに0°Cがプログラムされている場合、0°C以下を測定すると範囲外状態になります。

ローカルまたはリモート$\overline{\text{THERM}}$リミットを超えると、$\overline{\text{THERM}}$が“L”にアサートされます。ピン6が$\overline{\text{THERM2}}$として構成されているとき、ローカルまたはリモートHighリミットを超えると$\overline{\text{THERM2}}$が“L”にアサートされます。デフォルト・ヒステリシス値10°Cが提供され、両方の$\overline{\text{THERM}}$チャネルに適用されます。このヒステリシス値はパワーアップ後に任意の値に再プログラムできます(レジスタ・アドレス0x21)。

温度リミット・データ・フォーマットは、温度測定データ・フォーマットと同じであることを忘れないでください。したがって、温度測定でデフォルトのバイナリを使用する場合、温度リミットもバイナリ・スケールを使用します。ただし、温度測定スケールが切り替えられた場合でも、温度リミットが自動的に切り替わることはありません。ユーザはリミット・レジスタに正しいデータ・フォーマットで希望の値を再プログラムする必要があります。例えば、リモートLowリミットがデフォルトのバイナリ・スケールで、10°Cに設定されている場合、リミット・レジスタ値は0000 1010bです。スケールがオフセット・バイナリに切り替えられた場合、Low温度リミット・レジスタの値は0100 1010bに再プログラムする必要があります。

ステータス・レジスタ

ステータス・レジスタは読み出し専用レジスタで、アドレス0x02に配置されています。このレジスタには、NCT1008のステータス情報が含まれています。

ステータス・レジスタのビット7が“H”のときは、ADCが変換実行中であることを示しています。このレジスタの他のビットは、リミット外の温度測定値(ビット6からビット3、およびビット1からビット0)

およびリモート・センサ・オープン回路(ビット2)を通知します。

ピン6が$\overline{\text{ALERT}}$出力として構成されている場合は、次のことが適用されます。ローカル温度測定がリミットを超えた場合、ステータス・レジスタのビット6(Highリミット)またはビット5(Lowリミット)がアサートされてこの状態を通知します。リモート温度測定がリミットを超えた場合は、ビット4(Highリミット)またはビット3(Lowリミット)がアサートされます。ビット2がアサートされると、リモート・センサのオープン回路状態を通知します。これら5つのフラグはまとめてNORがとられるため、いずれかが“H”のとき、$\overline{\text{ALERT}}$割り込みラッチがセットされ、$\overline{\text{ALERT}}$出力が“L”になります。

フラグをセットするエラー条件がなくなっている場合、ステータス・レジスタを読み出すとビット6からビット2までの5つのフラグがクリアされます。フラグ・ビットは、対応する値レジスタ内の測定値がリミット内か、またはセンサが正常な場合にのみリセットできます。

$\overline{\text{ALERT}}$割り込みラッチは、ステータス・レジスタを読み出してもリセットされません。エラー条件がなくなり、ステータス・レジスタのフラグ・ビットがリセットされている場合は、デバイス・アドレスを読み出すマスタによって$\overline{\text{ALERT}}$出力がサービスされるとリセットされます。

フラグ1とフラグ0のいずれかまたは両方がセットされると、$\overline{\text{THERM}}$出力が“L”になり、温度測定値がプログラムされたリミット外であることを示します。$\overline{\text{THERM}}$出力は、$\overline{\text{ALERT}}$出力とは異なり、リセットする必要はありません。測定値がリミット内に入ると、対応するステータス・レジスタのビットが自動的にリセットされ、$\overline{\text{THERM}}$出力が“H”になります。ユーザはレジスタ0x21をプログラムして、ヒステリシスを追加することができます。$\overline{\text{THERM}}$出力は、温度がリミット値からヒステリシス値を減算した値にまで低下したときにのみリセットされます。

ピン6が$\overline{\text{THERM2}}$として構成されているときは、High温度リミットにのみ関連があります。フラグ6とフラグ4のいずれかまたは両方がセットされると、$\overline{\text{THERM2}}$出力が“L”になり、温度測定値がプログラムされたリミット外であることを示します。フラグ5およびフラグ3は、$\overline{\text{THERM2}}$には影響ありません。それ以外、$\overline{\text{THERM2}}$の振舞いは$\overline{\text{THERM}}$と同じです。

Table 10. STATUS REGISTER BIT ASSIGNMENTS

Bit	Name	Function
7	BUSY	1 when ADC is converting
6	LHIGH (Note 1)	1 when local high temperature limit is tripped
5	LLOW (Note 1)	1 when local low temperature limit is tripped
4	RHIGH (Note 1)	1 when remote high temperature limit is tripped
3	RLOW (Note 1)	1 when remote low temperature limit is tripped
2	OPEN (Note 1)	1 when remote sensor is an open circuit
1	RTHRM	1 when remote $\overline{\text{THERM}}$ limit is tripped
0	LTHRM	1 when local $\overline{\text{THERM}}$ limit is tripped

1. These flags stay high until the status register is read or they are reset by POR unless Pin 6 is configured as $\overline{\text{THERM2}}$. Then, only Bit 2 remains high until the status register is read or is reset by POR.

オフセット・レジスタ

クロック・ノイズのため、あるいはサーマル・ダイオードがホット・スポットから離れて配置されているときは、リモート温度測定にオフセット誤差が生じる可能性があります。このチャネルで規定される精度を達成するには、これらのオフセットを除去する必要があります。

オフセット値は、10ビットの2の補数値としてレジスタ0x01(上位バイト)とレジスタ0x12(下位バイト、左揃え)に格納されます。レジスタ0x12の上位2ビットだけが使用されます。レジスタ0x11のMSBは符号ビットです。このプログラム可能なオフセットの最小値は、−128°C、最大値は+127.75°Cです。オフセット・レジスタの値は、リモート温度の測定値に加算または減算されます。

オフセット・レジスタは、パワーアップ時にはデフォルト値0°Cとなり、ユーザが別の値を書き込むまで効果はありません。

Table 11. SAMPLE OFFSET REGISTER CODES

Offset Value	0x11	0x12
−128°C	1000 0000	00 00 0000
−4°C	1111 1100	00 00 0000
−1°C	1111 1111	00 000000
−0.25°C	1111 1111	10 00 0000
0°C	0000 0000	00 00 0000
+0.25°C	0000 0000	01 00 0000
+1°C	0000 0001	00 00 0000
+4°C	0000 0100	00 00 0000
+127.75°C	0111 1111	11 00 0000

ワンショット・レジスタ

NCT1008がスタンバイ・モードのときは、ワンショット・レジスタを使用して変換および比較サイクルが開始され、その後でデバイスはスタンバイ・モードに戻ります。ワンショット・レジスタ・アドレス(0x0F)に書き込むと、NCT1008は内部および外部温度チャネルの両方で変換と比較を実行します。これはデータ・レジスタではないので、アドレス0x0Fへの書き込み操作によってワンショット変換が行われます。このアドレスに書き込まれたデータには意味がなく、格納もされません。

逐次$\overline{\text{ALERT}}$レジスタ

このレジスタに書き込まれた値で、$\overline{\text{ALERT}}$の生成に必要なリミット外測定回数が決まります。デフォルト値は、リミット外測定での$\overline{\text{ALERT}}$生成です。選択可能な最大値は4です。このレジスタの目的は、ユーザが出力のフィルタリングを実行できるようにすることです。これは特に平均化が行われない3つの最速変換レートで役立ちます。このレジスタはアドレス0x22に配置されています。

Table 12. CONSECUTIVE $\overline{\text{ALERT}}$ REGISTER CODES

Register Value	Number of Out-of-Limit Measurements Required
yxxx 000x	1
yxxx 001x	2
yxxx 011x	3
yxxx 111x	4

NOTE: x = don't care bits, and y = SMBus timeout bit. Default = 0. See SMBus section for more information.

Table 13. LIST OF REGISTERS

Read Address (Hex)	Write Address (Hex)	Name	Power-On Default
Not Applicable	Not Applicable	Address Pointer	Undefined
00	Not Applicable	Local Temperature Value	0000 0000 (0x00)
01	Not Applicable	External Temperature Value High Byte	0000 0000 (0x00)
02	Not Applicable	Status	Undefined
03	09	Configuration	0000 0000 (0x00)
04	0A	Conversion Rate	0000 1000 (0x08)
05	0B	Local Temperature High Limit	0101 0101 (0x55) (85°C)
06	0C	Local Temperature Low Limit	0000 0000 (0x00) (0°C)
07	0D	External Temperature High Limit High Byte	0101 0101 (0x55) (85°C)
08	0E	External Temperature Low Limit High Byte	0000 0000 (0x00) (0°C)
Not Applicable	0F (Note 1)	One-shot	
10	Not Applicable	External Temperature Value Low Byte	0000 0000
11	11	External Temperature Offset High Byte	0000 0000
12	12	External Temperature Offset Low Byte	0000 0000
13	13	External Temperature High Limit Low Byte	0000 0000
14	14	External Temperature Low Limit Low Byte	0000 0000
19	19	External $\overline{\text{THERM}}$ Limit	0110 1100 (0x6C) (108°C)
20	20	Local $\overline{\text{THERM}}$ Limit	0101 0101 (0x55) (85°C)
21	21	$\overline{\text{THERM}}$ Hysteresis	0000 1010 (0x0A) (10°C)
22	22	Consecutive $\overline{\text{ALERT}}$	0000 0001 (0x01)
FE	Not Applicable	Manufacturer ID	0100 0001 (0x41)

1. Writing to Address 0x0F causes the NCT1008 to perform a single measurement. It is not a data register, and it does not matter what data is written to it.

シリアル・バス・インタフェース

NCT1008の制御はシリアル・バスを介して実行されます。NCT1008は、マスタ・デバイスの制御下でスレーブ・デバイスとしてこのバスに接続されます。

NCT1008はSMBus/I^{2}Cタイムアウト機能を備えています。この機能がイネーブルされていると、標準25 msの無動作期間後に、SMBus/I^{2}Cがタイムアウトします。ただし、この機能はデフォルトではイネーブルされません。イネーブルするには、逐次アラート・レジスタのビット7(アドレス = 0x22)をセットする必要があります。

デバイスのアドレス指定

一般に、拡張10ビット・アドレスを持つ一部のデバイスを除いて、どのSMBus/I^{2}Cデバイスも7ビットのデバイス・アドレスを持っています。マスタ・デバイスがバス上でデバイス・アドレスを送信すると、そのアドレスを持つスレーブ・デバイスが応答します。NCT1008には1つのデバイス・アドレス0x4C (1001 100b)が用意されています。NCT1008Dも提供されています。

NCT1008DのSMBus/I^{2}Cアドレスは0x4D (1001 101b) です。これにより、同一バス上に2個のNCT1008デバイスの配置が可能です。あるいはデフォルト・アドレスがSMBus/I^{2}C上の既存デバイスと衝突する場合に対応できます。シリアル・バス・プロトコルの動作は、次のとおりです。

1. SCLK(シリアル・クロック・ライン)が“H”の状態のとき、SDATA(シリアル・データ・ライン)の“H”から“L”への遷移として定義される開始条件が確立されると、マスタはデータ転送を開始します。これはアドレス/データ・ストリームが続くことを示します。シリアル・バスに接続されているすべてのスレーブ・ペリフェラルは、開始条件に応答し、7ビット・アドレス(MSB先頭)＋R/$\overline{W}$ビット(データ転送の方向、すなわちスレーブ・デバイスにデータが書き込まれるか、スレーブ・デバイスから読み出されるかを決定)で構成される次の8ビットをシフト・インします。送信されたアドレスに対応するアドレスを持つペリフェラルは、確認ビットとして知られる9番目のクロック・パルスの前の“L”期間中にデータ・ラインを“L”にプルダウンして応答します。バス上の他のすべてのデバイスはアイドルのままで、選択されたデバイスはデータが読み出されるか書き込まれるのを待ちます。R/$\overline{W}$ビットが0の場合、マスタがスレーブ・デバイスに書き込みます。R/$\overline{W}$ビットが1の場合、マスタはスレーブ・デバイスから読み出します。
2. データは、9個のクロック・パルス(8ビット・データとスレーブ・デバイスからの１ビットの確認ビット)のシーケンスでシリアル・バス上を送信されます。クロックが“H”のときデータ・ラインでの“L”から“H”への遷移はストップ信号として解釈されるため、データ・ラインでの遷移は、クロック信号が“L”の期間中に発生し、“H”の期間中は安定していなければなりません。1回の読み出しまたは書き込み操作によってシリアル・バス上で送信可能なデータ・バイト数は、マスタ・デバイスおよびスレーブ・デバイスの処理能力によってのみ制限されます。
3. すべてのデータ・バイトが読み出されるか書き込まれると、ストップ条件が確立されます。ライト・モードでは、マスタが10番目のクロック・パルス中にデータ・ラインを“H”に引き上げて、ストップ条件をアサートします。リード・モードでは、マスタ・デバイスは9番目のクロック・パルス前の“L”期間中にデータ・ラインを“H”に引き上げて、確認ビットを無効にします。これが確認応答なしです。マスタは10番目のクロック・パルス前の“L”期間中にデータ・ラインを“L”に引き下げ、次に10番目のクロック・パルス中にクロック・パルスを“H”にしてストップ条件をアサートします。1回の操作によりシリアル・バス上でいくつのデータ・バイト数でも転送できますが、操作のタイプは最初に決定され、それ以降は新たな操作を開始しない限り変更できないため、1つの操作に読み出しと書き込みを混在させることはできません。NCT1008の場合、書き込み操作には1バイトまたは2バイトが含まれ、読み出し操作には1バイトが含まれます。

デバイス・データ・レジスタの1個にデータを書き込む、またはそれからデータを読み出すには、正しいデータ・レジスタがアドレス指定されるよう、アドレス・ポインタ・レジスタを設定する必要があります。書き込み操作の第１バイトには常に、アドレス・ポインタ・レジスタに格納される有効なアドレスが含まれています。デバイスにデータを書き込む場合、書き込み操作にはアドレス・ポインタ・レジスタで選択されるレジスタに書き込まれる、第2データ・バイトが含まれます。

この手順をFigure 15に示します。デバイス・アドレスがバス上で送信され、続いてR/$\overline{W}$が0にセットされます。この後に2つのデータ・バイトが続きます。最初のデータ・バイトは書き込まれる内部データ・レジスタのアドレスで、このアドレスはアドレス・ポインタ・レジスタに格納されます。第2データ・バイトは内部データ・レジスタに書き込まれるデータです。

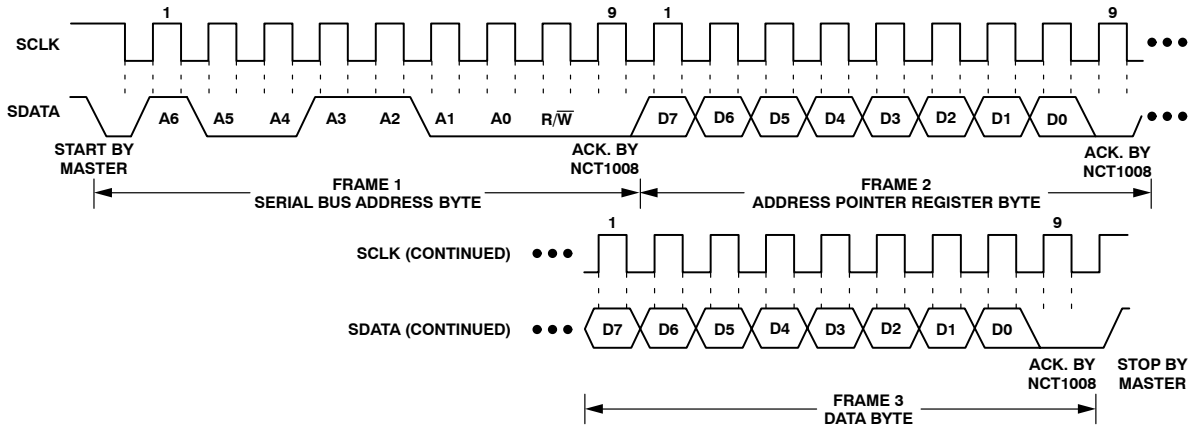


Figure 15. Writing a Register Address to the Address Pointer Register, then Writing Data to the Selected Register

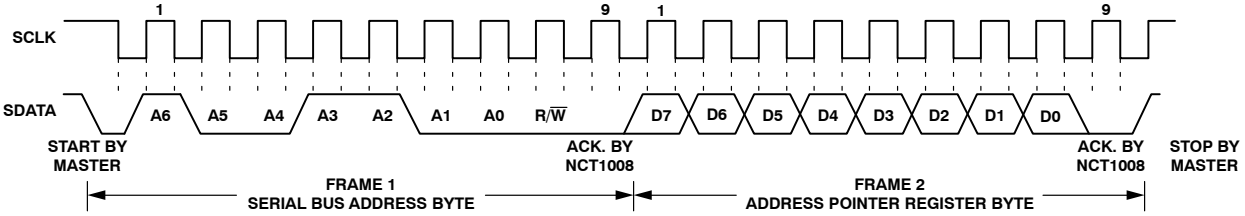


Figure 16. Writing to the Address Pointer Register Only

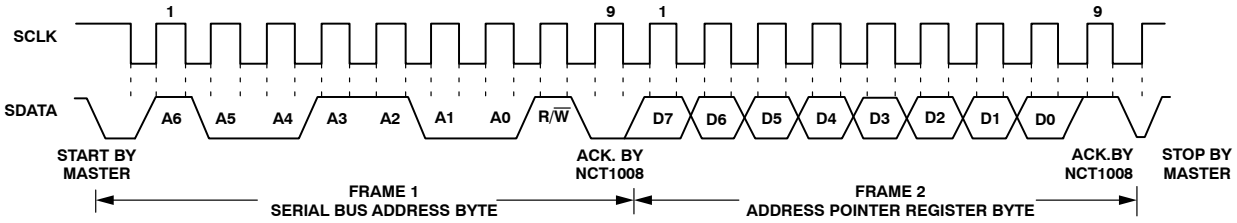


Figure 17. Reading Data from a Previously Selected Register

レジスタからデータを読み出すには、2とおりの方法があります。

- NCT1008のアドレス・ポインタ・レジスタ値が未知かまたは希望の値ではない場合、まずそれを正しい値に設定してから、希望のデータ・レジスタからデータを読み出す必要があります。これは上記のとおり、NCT1008に書き込んで行いますが、レジスタの読み出しアドレスを含むデータ・バイトのみ送信されます。これはアドレス・ポインタ・レジスタにデータが書き込まれないためです。Figure 16を参照してください。次に読み出し操作が実行されます。読み出し操作は、シリアル・バス・アドレス、1にセットされたR/$\overline{W}$ビットで構成され、データ・レジスタからのデータ・バイト読み出しがそれに続きます。Figure 17を参照してください。
- アドレス・ポインタ・レジスタが希望のアドレスにあることが分かっている場合、最初にアドレス・ポインタ・レジスタに書き込むことなく、対応するデータ・レジスタからデータを読み出すことができ、Figure 16に示すバス・トランザクションを省略できます。

注：

- 最初にアドレス・ポインタ・レジスタに書き込むことなく、データ・レジスタからデータ・バイトを読み出すことが可能です。ただし、アドレス・ポインタ・レジスタがすでに正しい値を保持している場合は、書き込みの最初のデータ・バイトは常にアドレス・ポインタ・レジスタに書き込まれるので、アドレス・ポインタ・レジスタに書き込まないで、データをレジスタに書き込むことはできません。
- 一部のレジスタは読み出し操作と書き込み操作ではアドレスが異なります。レジスタにデータを書き込む場合は、アドレス・ポインタにレジスタのライト・アドレスを書き込む必要がありますが、そのアドレスからデータを読み出すことはできない場合があります。レジスタのリード・アドレスをアドレス・ポインタに書き込んでからでないと

、そのレジスタからデータを読み出すことはできません。

ALERT出力

これはピン6がALERT出力として構成されているときに適用されます。リミット外の測定が検出されるたびに、あるいはリモート温度センサがオープン回路の場合には、ALERT出力が“L”になります。これはオープン・ドレイン出力で、V_{DD}へのプルアップ抵抗を必要とします。複数のALERT出力をまとめてワーヤORでき、ALERT出力の1つまたは複数が“L”になると共通ラインが“L”になります。

ALERT出力をプロセッサへの割り込み信号として、あるいはSMBALERTとして使用できます。SMBus上のスレーブ・デバイスは通常、バス・マスタに交信したいことを通知できませんが、SMBALERT機能でそれが可能になります。

1つまたは複数のALERT出力をマスタに接続されている共通のSMBALERTラインに接続できます。SMBALERTラインをデバイスの1つで“L”に引き下げると、次の手順が発生します(Figure 18参照)。

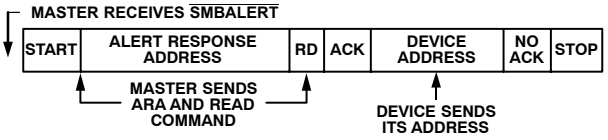


Figure 18. Use of SMBALERT

1. SMBALERTを“L”に引き下げます。
2. マスタが読み出し操作を開始して、アラート応答アドレス(ARA = 0001 100)を送信します。これは特定のデバイス・アドレスには使用できない汎用コール・アドレスです。
3. ALERT出力が“L”のデバイスがアラート応答アドレスに応答し、マスタはそのデバイスのアドレスを読み出します。デバイス・アドレスは7ビットなので、1のLSBが追加されます。これでデバイスのアドレスが既知となり、通常の方法で問い合わせることができます。
4. 複数のデバイスのALERT出力が“L”の場合、通常のSMBus調停に従って、最下位のデバイス・アドレスを持つデバイスが優先されます。

NCT1008がアラート応答アドレスに応答すると、ALERTの原因となったエラー条件が存在しない場合、ALERT出力がリセットされます。SMBALERTラインが“L”のままの場合、マスタはALERT出力が“L”のすべてのデバイスが応答するまで、ARAを再送するなどの処理を行います。

低消費電力スタンバイ・モード

NCT1008は、構成レジスタのビット6をセットすると、低消費電力のスタンバイ・モードに入ることができます。ビット6が“L”のとき、NCT1008は通常どおり動作します。ビット6が“H”のとき、ADCは禁止され、進行中のいかなる変換も対応する値レジスタに結果を書き込むことなく終了します。ただし、SMBusはイネーブルされたままです。スタンバイ・モードでの電力消費は、SMBusの活動がない場合は5 μA、バス上にクロックやデータ信号がある場合は30 μAに減少します。

デバイスがスタンバイ・モードのとき、ワンショット・レジスタ(アドレス0x0F)に書き込むことによって、両チャネルのワンショット変換を開始でき、その後でデバイスはスタンバイ・モードに戻ります。ワンショット・レジスタには何を書き込んでもよく、書き込まれたデータはすべて無視されます。また、スタンバイ・モード時にリミット・レジスタに新しい値を書き込むことも可能です。温度値レジスタに格納された値が新しいリミットの範囲外の場合は、NCT1008がスタンバイのままであっても、ALERTが生成されます。

1.8 Vロジック動作

NCT1008は1.8 Vロジック・コンパチブルです。すなわち、通信ライン(SDAおよびSCL)、およびTHERMは、仕様に準拠しながら1.8 V電源にプルアップできます。ただし、ALERT/THERM2ピンも1.8 Vロジック・コンパチブルなので、静止電流を最小に維持するために、このピンをV_{DD}に引き下げることが推奨されます。

センサ・フォールトの検出

NCT1008はD+入力に、内部センサ・フォールト検出回路を内蔵しています。この回路は、NCT1008に外部リモート・ダイオードが接続されていないか、誤って接続されている状況を検出できます。D+の電圧がV_{DD}−1.0V(標準)を超えると、シンプルな電圧コンパレータがトリップして、D+とD−間にオープン回路があることを示します。このコンパレータの出力は、変換開始時にチェックされます。フォールトが検出されると、ステータス・レジスタのビット2(オープン・フラグ)がセットされます。ALERTピンがイネーブルされている場合、このフラグをセットすると、ALERTが“L”にアサートされます。

ユーザがNCT1008に外部センサを使用したくない場合は、D+入力とD−入力を接続して、オープン・フラグが連続してセットされないようにします。

NCT1008割り込みシステム

NCT1008には、ALERTとTHERMの2つの割り込み出力があります。それぞれ機能と振舞いが異なります。ALERTはマスク可能であり、ソフトウェアでプログラムした温度リミットの違反または外部ダイオードでのオープン回路フォールトに応答します。THERMは、フェイルセーフ割り込み出力を意図したものでありマスク不能です。

外部温度またはローカル温度が、プログラムされたHigh温度リミットを超えるか、あるいはLow温度リミットと等しいかそれを下回ると、$\overline{\text{ALERT}}$出力が“L”にアサートされます。$\overline{\text{ALERT}}$は、外部ダイオードでオープン回路フォールトが検出された場合もアサートされます。$\overline{\text{ALERT}}$は、エラー条件がなくなり、ステータス・レジスタがリセットされている場合、マスタがデバイス・アドレスを読み出して処理を行うとリセットされます。

外部またはローカル温度がプログラムされた$\overline{\text{THERM}}$リミットを超えると、$\overline{\text{THERM}}$出力が“L”にアサートされます。$\overline{\text{THERM}}$温度リミットは通常、High温度リミットと等しいかそれより高くなるはずです。$\overline{\text{THERM}}$は、温度が$\overline{\text{THERM}}$リミット内に戻ると自動的にリセットされます。ヒステリシス値をプログラムできます。この場合、$\overline{\text{THERM}}$は温度がリミット値からヒステリシス値を減算した値まで低下するとリセットされます。これはローカルおよびリモート両測定チャネルに当てはまります。パワーオン・ヒステリシスのデフォルト値は10°Cで、これはパワーアップ後に任意の値に再プログラムできます。

$\overline{\text{THERM}}$出力のヒステリシス・ループは、$\overline{\text{THERM}}$が使用されているとき、例えばファンのオン/オフ・コントローラとして有用です。ユーザのシステムは、$\overline{\text{THERM}}$がアサートされたときファンがオンに切り替わってシステムを冷却するように設定できます。$\overline{\text{THERM}}$が再び“H”になると、ファンをオフに切り替えることができます。ヒステリシス値をプログラムすると、ファン・ジッタから保護できます。ファン・ジッタでは温度が$\overline{\text{THERM}}$リミット付近でふらつき、絶えずファンが切り替わります。

Table 14. $\overline{\text{THERM}}$ HYSTERESIS

$\overline{\text{THERM}}$ Hysteresis	Binary Representation
0°C	0 000 0000
1°C	0 000 0001
10°C	0 000 1010

Figure 19に$\overline{\text{THERM}}$出力と$\overline{\text{ALERT}}$出力の動作を示します。$\overline{\text{ALERT}}$出力を$\overline{\text{SMBALERT}}$として使用し、SMBusを介してホストに温度が上昇したことを通知できます。温度が上昇し続ける場合、ユーザは$\overline{\text{THERM}}$出力を使用して、ファンをオンにしてシステムを冷却できます。この方法によって、ホストの介入を必要としない、システム冷却用のフェイルセーフ・メカニズムを実装できます。

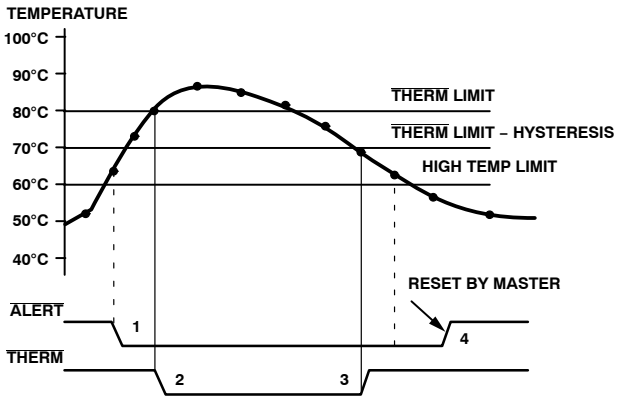


Figure 19. Operation of the $\overline{\text{ALERT}}$ and $\overline{\text{THERM}}$ Interrupts

- 測定した温度が高温リミットを超えた場合は、$\overline{\text{ALERT}}$出力が“L”にアサートされます
- 温度が上昇し続けて$\overline{\text{THERM}}$リミットを超えると、$\overline{\text{THERM}}$出力が“L”にアサートされます。これを使用してCPUクロックを抑制するか、ファンをオンに切り替えることができます。
- $\overline{\text{THERM}}$出力は、温度が$\overline{\text{THERM}}$リミットからヒステリシスを減算した値まで低下するとデアサート(“H”になる)されます。ここでは、デフォルト・ヒステリシス値10°Cを示しています。
- $\overline{\text{ALERT}}$出力は、温度がHigh温度リミット以下に低下し、マスタがデバイス・アドレスを読み出して、ステータス・レジスタがクリアされたときにのみデアサートされます。
- NCT1008のピン6を$\overline{\text{ALERT}}$出力または追加の$\overline{\text{THERM}}$出力のいずれかとして構成できます。
- 温度がプログラムされたローカルおよび/またはリモートHigh温度リミットを超えると、$\overline{\text{THERM2}}$が“L”にアサートされます。これは$\overline{\text{THERM}}$と同様にリセットされ、マスク可能ではありません。
- プログラムされたヒステリシス値は、$\overline{\text{THERM2}}$にも適用されます。

Figure 20に、$\overline{\text{THERM}}$と$\overline{\text{THERM2}}$を連動させて実装する、2つのシステム冷却方法を示します。この例では、$\overline{\text{THERM2}}$リミットは、$\overline{\text{THERM}}$リミットよりも低く設定されます。$\overline{\text{THERM2}}$出力はファンをオンにするのに使用します。温度が上昇し続けて$\overline{\text{THERM}}$リミットを超えると、$\overline{\text{THERM}}$出力がCPUの動作を抑制することによって冷却を追加します。

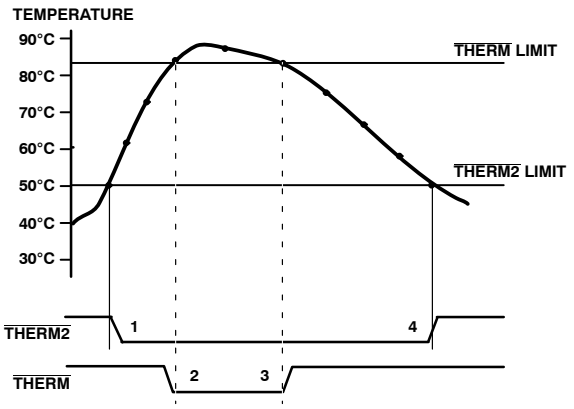


Figure 20. Operation of the THERM and THERM2 Interrupts

- THERM2リミットを超えると、THERM2信号が“L”にアサートされます。
- 温度が上昇し続けてTHERMリミットを超えると、THERM出力が“L”にアサートされます。
- THERM出力は、温度がTHERMリミットからヒステリシスを減算した値まで低下するとデアサート(“H”になる)されます。Figure 20には、ヒステリシス値は示してありません。
- システムがさらに冷却され、温度がTHERM2リミットより低くなると、THERM2信号がリセットされます。THERM2についてもヒステリシス値は示してありません。

外部温度測定と内部温度測定の両方とも、THERMとTHERM2は説明どおり動作します。

アプリケーション情報

ノイズのフィルタリング

ノイズの多い環境で動作している温度センサの場合、業界の通常の方法はD+ピンとD−ピンにコンデンサを配置して、ノイズの影響を軽減することでした。ただし、容量が大きいと温度測定の精度が影響を受けます。推奨最大コンデンサ値は1,000 pFです。このコンデンサでノイズが減少しますが、完全には除去されないため、非常にノイズが多い環境でセンサを使用するのは困難です。

NCT1008は、外部センサにおけるノイズの影響の除去については、他のデバイスと比べて大きな利点があります。直列抵抗キャンセル機能により、外部温度センサとデバイス間にフィルタを構築することができます。リモート・センサと直列に現れるフィルタ抵抗の影響は、温度結果から自動的にキャンセルされます。

フィルタ構造によって、NCT1008とリモート温度センサはノイズの多い環境でも動作できます。Figure 21にローパスR−C−Rフィルタを示します。ここで、R = 100 Ω、C = 1 nFです。このフィルタリングにより、コモンモード・ノイズと差動ノイズの両方が減少します。

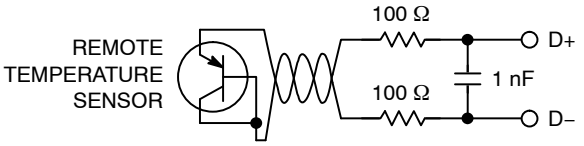


Figure 21. Filter Between Remote Sensor and NCT1008 Factors Affecting Diode Accuracy

リモート・センス・ダイオード

NCT1008は、プロセッサに造り込まれた基板トランジスタまたはディスクリート・トランジスタで動作するように設計されています。基板トランジスタは一般に、コレクタが基板に接続されたPNPタイプです。ディスクリート・タイプは、ダイオードとして接続された(ベースとコレクタが短絡)、PNPまたはNPNトランジスタのいずれかです。NPNトランジスタを使用する場合は、コレクタとベースをD+に、エミッタをD−に接続します。PNPトランジスタを使用する場合は、コレクタとベースをD−に、エミッタをD+に接続します。

基板トランジスタとディスクリート・トランジスタのバラツキに起因する誤差を低減するには、次のいくつかの要素を考慮してください。

- トランジスタの理想係数nFは、サーマル・ダイオードの理想挙動からの偏差の尺度です。NCT1008はnF値が1.008になるように調整されています。nFが1.008以外のトランジスタを使用するときは、次式により温度T (°C)で生じる誤差を計算できます。nFの値については、プロセッサのデータシートを参照してください。

  $$\Delta T = (nF - 1.008)/1.008 \times (273.15\ Kelvin + T)$$

  これを考慮するために、ユーザはオフセット・レジスタにΔT値を書き込みます。この値は自動的に温度測定値に加算または減算されます。

- 基板トランジスタの高電流レベルおよび低電流レベルを規定しているCPUメーカもあります。NCT1008の高電流レベルI_{HIGH}は220 μA、低電流レベルI_{LOW}は13.5 μAです。NCT1008の電流レベルがCPUメーカが規定した電流レベルと一致しない場合は、オフセットの除去が必要なこともあります。CPUのデータシートには、このオフセットを除去する必要があるかどうか、およびその計算方法を記載しなければなりません。このオフセットはオフセット・レジスタにプログラムされます。複数のオフセットを検討しなければならない場合は、これらのオフセットの代数和をオフセット・レジスタにプログラムする必要があります。
  NCT1008とディスクリート・トランジスタを使用した場合、次の基準に従ってデバイスを選択すると、最高の精度が得られます。
- 最高動作温度において、6 μA時に0.25 Vを超えるベース−エミッタ電圧

- 最低動作温度において、100 μA時に0.95 V未満のベース–エミッタ電圧
- 100 Ω未満のベース抵抗
- V_{BE}特性の厳密な制御を示す、h_{FE}の小さなバラツキ(50ー150)

使用に適したデバイスは、2N3904、2N3906、またはSOT–23パッケージの同等トランジスタです。

熱慣性と自己発熱

精度はリモート・センス・ダイオードの温度、および/または測定中の温度と同じ内部温度センサの温度に依存します。これには多くの要素が影響を与えます。理想的には、センサが測定中のシステムの一部と良好な熱的接触を持つ状態にします。そうしないと、センサの重量に起因する熱慣性によって、温度変化に対するセンサの応答に遅れが生じます。リモート・センサの場合、これはプロセッサの基板トランジスタまたはSOT–23などの小型パッケージ・デバイスであり、センサの近くに配置されるため問題にはなりません。

ただし、オンチップ・センサはプロセッサから離れている場合が多く、またパッケージ周りの一般的な周囲温度しかモニタしません。ボードや強制空気流の温度がどれだけ正確に測定温度を反映するかによって、測定の精度が決まります。NCT1008またはリモート・センサでの放散電力による自己発熱によって、デバイスまたはリモート・センサのチップ温度が周囲温度よりも高くなります。ただし、リモート・センサを流れる電流はごくわずかであり自己発熱は無視できます。NCT1008の場合、最悪ケースの状態は、デバイスが$\overline{\text{ALERT}}$出力と$\overline{\text{THERM}}$出力で最大1 mAの電流をシンクしながら、毎秒64回の変換実行中に発生します。この場合、デバイスの全消費電力は約4.5 mWです。8ピンDFNの熱抵抗θ_{Ja}は約142°C/Wです。

レイアウトの検討事項

デジタル・ボードは電気的にノイズの多い環境となる可能性があり、またNCT1008はリモート・センサからの非常に小さな電圧を測定しているため、センサ入力に誘起されるノイズが最小になるよう配慮する必要があります。以下の点に注意してください。

- NCT1008を可能な限りリモート・センス・ダイオードの近くに配置します。最悪のノイズ発生源、すなわちクロック発生器、データ/アドレス・バス、CRTを避けている場合、この距離は4ー8インチです。
- D+およびD–トラックを互いに接近させて並列に配線し、各サイドのガード・トラックを接地します。インダクタンスを最小化し、ノイズ・ピックアップを低減するために、5 milのトラック幅と間隔が推奨されます。可能な場合は、トラックの下にグランド・プレーンを配置します。

Figure 22. Typical Arrangement of Signal Tracks

- 熱電対効果の原因となる可能性がある銅/半田接合数を減らすようにします。銅/半田接合が使用されている場合は、それらがD+およびD–パスの両方に存在し、同じ温度になっていることを確認してください。
- 熱電対効果は、1°Cが約200 mVに相当し、熱電対電圧は温度差の約3 mV/°Cなので、大きな問題ではありません。大きな温度差を持つ2つの熱電対がない限り、熱電対電圧は200 mVよりもはるかに低いはずです。
- V_{DD}ピンの近くに0.1 μFのバイパス・コンデンサを配置します。極端にノイズの多い環境では、NCT1008に近接してD+とD–の間に入力フィルタ・コンデンサを配置します。このコンデンサは温度測定に影響を与える可能性があるので、D+とD–の容量が1,000 pF以下であることを確認します。この最大値にはフィルタ容量、ピンとセンサ・ダイオード間のケーブル容量または浮遊容量が含まれます。
- リモート・センサまでの距離が8インチ以上の場合、ツイスト・ペア・ケーブルの使用が推奨されます。合計6ー12フィートが必要です。
  非常に長い距離(最大100フィート)の場合は、Belden No.8451マイクロフォン・ケーブルなどのシールド付きツイスト・ペア線を使用します。NCT1008に近接して、ツイスト・ペア線をD+とD–に、シールドをGNDに接続します。シールドのリモート側の末端を未接続のままにしてグランド・ループを回避します。

測定手法は電流源の切り替えを使用するため、過剰なケーブル容量やフィルタ容量が測定に影響を与える可能性があります。長いケーブルを使用するときは、フィルタ容量を低減するか除去することができます。

アプリケーション回路

Figure 23に、シールド付きツイスト・ペア・ケーブルで接続された、ディスクリート・センサ・トランジスタを使用したNCT1008の標準アプリケーション回路を示します。システムで提供されていない場合にのみ、SCLK、SDATA、および$\overline{\text{ALERT}}$のプルアップが必要です。

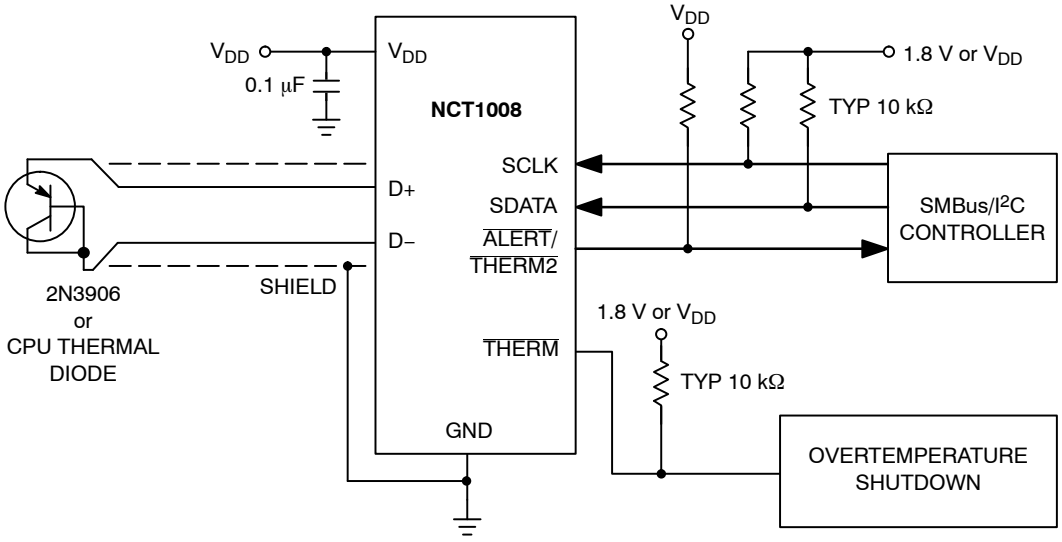


Figure 23. Typical Application Circuit

Table 15. ORDERING INFORMATION

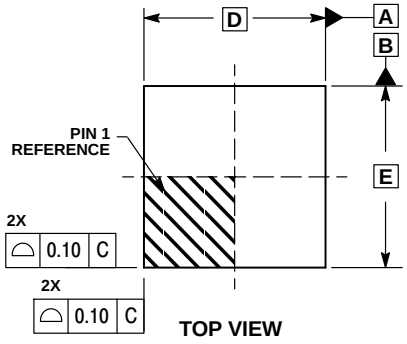
Device Order Number*	Package Description	Package Option	Marking	SMBus Address	Shipping†
NCT1008CMT3R2G	8-Lead WDFN, 2×2	MT	C	0x4C	3,000 Tape & Reel
NCT1008DMT3R2G	8-Lead WDFN, 2×2	MT	D	0x4D	3,000 Tape & Reel
NCT1008CMN3R2G	8-Lead DFN, 3×3	MN	C	0x4C	3,000 Tape & Reel
NCT1008DMN3R2G	8-Lead DFN, 3×3	MN	D	0x4D	3,000 Tape & Reel

†For information on tape and reel specifications, including part orientation and tape sizes, please refer to our Tape and Reel Packaging Specifications Brochure, BRD8011/D.
*The “G” suffix indicates Pb-Free package available.

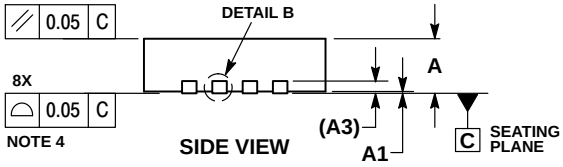
DFN8 3x3, 0.5P
CASE 506BJ
ISSUE O

DATE 08 NOV 2007

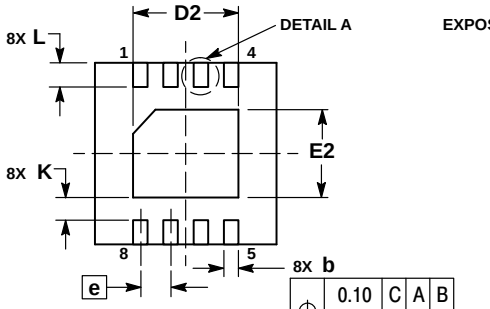
SCALE 2:1



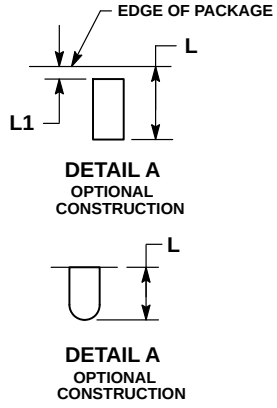
TOP VIEW



SIDE VIEW

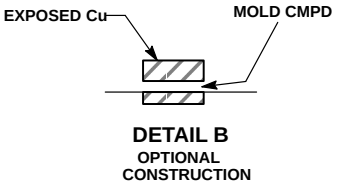


BOTTOM VIEW



DETAIL A
OPTIONAL CONSTRUCTION

DETAIL A
OPTIONAL CONSTRUCTION



DETAIL B
OPTIONAL CONSTRUCTION

NOTES:
1. DIMENSIONS AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
3. DIMENSION b APPLIES TO PLATED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.15 AND 0.30 MM FROM TERMINAL.
4. COPLANARITY APPLIES TO THE EXPOSED PAD AS WELL AS THE TERMINALS.

	MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX
A	0.80	1.00
A1	0.00	0.05
A3	0.20 REF	
b	0.18	0.30
D	3.00 BSC	
D2	1.64	1.84
E	3.00 BSC	
E2	1.35	1.55
e	0.50 BSC	
K	0.20	---
L	0.30	0.50
L1	0.00	0.03

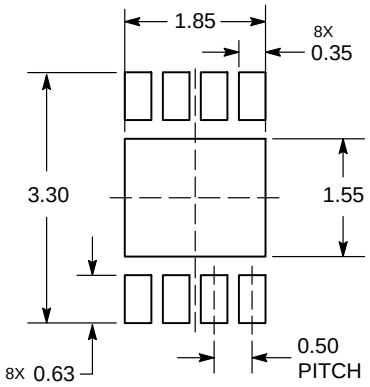
GENERIC MARKING DIAGRAM*

XXXXX = Specific Device Code
A = Assembly Location
L = Wafer Lot
Y = Year
W = Work Week
▪ = Pb−Free Package

(Note: Microdot may be in either location)

*This information is generic. Please refer to device data sheet for actual part marking.
Pb−Free indicator, “G” or microdot “ ▪”, may or may not be present.

SOLDERMASK DEFINED MOUNTING FOOTPRINT



DIMENSION: MILLIMETERS

*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the **onsemi** Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

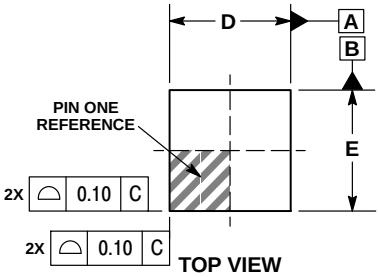
DOCUMENT NUMBER:	**98AON25786D**	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped “CONTROLLED COPY” in red.	
DESCRIPTION:	**DFN8 3X3, 0.5P**		**PAGE 1 OF 1**

onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba **onsemi** or its subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** reserves the right to make changes without further notice to any products herein. **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. **onsemi** does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

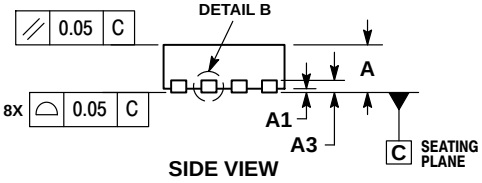
SCALE 4:1

WDFN8 2x2, 0.5P
CASE 511AT
ISSUE O

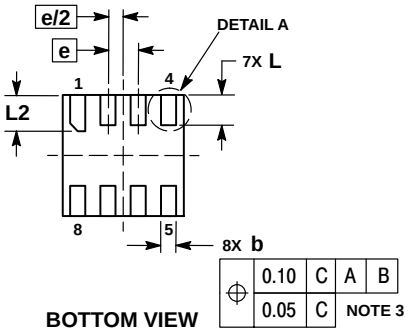
DATE 26 FEB 2010



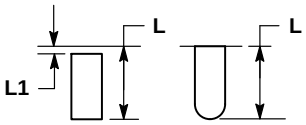
TOP VIEW



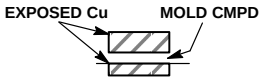
SIDE VIEW



BOTTOM VIEW



DETAIL A
ALTERNATE TERMINAL CONSTRUCTIONS

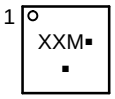


DETAIL B
ALTERNATE CONSTRUCTIONS

NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
3. DIMENSION b APPLIES TO PLATED TERMINAL AND IS MEASURED BETWEEN 0.15 AND 0.30 MM FROM TERMINAL TIP.

	MILLIMETERS	
DIM	MIN	MAX
A	0.70	0.80
A1	0.00	0.05
A3	0.20 REF	
b	0.20	0.30
D	2.00 BSC	
E	2.00 BSC	
e	0.50 BSC	
L	0.40	0.60
L1	---	0.15
L2	0.50	0.70

GENERIC MARKING DIAGRAM*

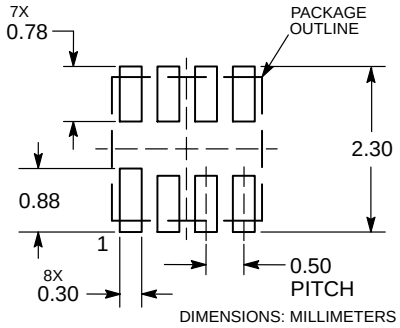


XX = Specific Device Code
M = Date Code
▪ = Pb−Free Device

(Note: Microdot may be in either location)

*This information is generic. Please refer to device data sheet for actual part marking. Pb−Free indicator, “G” or microdot “ ▪”, may or may not be present.

RECOMMENDED SOLDERING FOOTPRINT*



DIMENSIONS: MILLIMETERS

*For additional information on our Pb−Free strategy and soldering details, please download the **onsemi** Soldering and Mounting Techniques Reference Manual, SOLDERRM/D.

DOCUMENT NUMBER:	**98AON48654E**	Electronic versions are uncontrolled except when accessed directly from the Document Repository. Printed versions are uncontrolled except when stamped “CONTROLLED COPY” in red.	
DESCRIPTION:	**WDFN8, 2X2, 0.5 P**		**PAGE 1 OF 1**

onsemi and onsemi are trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba **onsemi** or its subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** reserves the right to make changes without further notice to any products herein. **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. **onsemi** does not convey any license under its patent rights nor the rights of others.

© Semiconductor Components Industries, LLC, 2010

onsemi, ONSEMI , and other names, marks, and brands are registered and/or common law trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC dba "**onsemi**" or its affiliates and/or subsidiaries in the United States and/or other countries. **onsemi** owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of **onsemi**'s product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent−Marking.pdf. **onsemi** reserves the right to make changes at any time to any products or information herein, without notice. The information herein is provided "as−is" and **onsemi** makes no warranty, representation or guarantee regarding the accuracy of the information, product features, availability, functionality, or suitability of its products for any particular purpose, nor does **onsemi** assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. Buyer is responsible for its products and applications using **onsemi** products, including compliance with all laws, regulations and safety requirements or standards, regardless of any support or applications information provided by **onsemi**. "Typical" parameters which may be provided in **onsemi** data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. **onsemi** does not convey any license under any of its intellectual property rights nor the rights of others. **onsemi** products are not designed, intended, or authorized for use as a critical component in life support systems or any FDA Class 3 medical devices or medical devices with a same or similar classification in a foreign jurisdiction or any devices intended for implantation in the human body. Should Buyer purchase or use **onsemi** products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold **onsemi** and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that **onsemi** was negligent regarding the design or manufacture of the part. **onsemi** is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

ADDITIONAL INFORMATION

TECHNICAL PUBLICATIONS:
Technical Library: www.onsemi.com/design/resources/technical−documentation
onsemi Website: www.onsemi.com

ONLINE SUPPORT: www.onsemi.com/support
For additional information, please contact your local Sales Representative at
www.onsemi.com/support/sales