

2 線式シリアル温度センサ

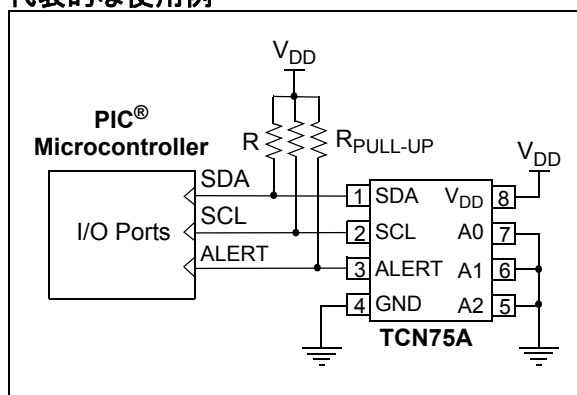
特徴

- 温度からデジタルへのコンバータ
- 精度 :
 - $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (標準) $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ にて
 - $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (最大) $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ にて
- 分解能は選択可能 : $0.5^{\circ}\text{C} \sim 0.0625^{\circ}\text{C}$
- 動作電源電圧範囲 : $2.7\text{V} \sim 5.5\text{V}$
- 2 線式インターフェース : $\text{I}^2\text{C}^{\text{TM}}$ 互換
- 消費電流 : $200\ \mu\text{A}$ (標準)
- シャットダウン時電流 : $2\ \mu\text{A}$ (最大)
- 省電力のワンショット温度計測
- パッケージ種類 : MSOP-8、SOIC-8

代表的な応用例：

- パソコンやサーバー
- ハードディスクドライブ、その他 PC 周辺機器
- 娯楽システム
- オフィス機器
- データ通信機器
- 汎用目的の温度モニタ

代表的な使用例



説明：

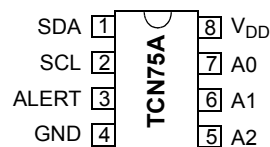
マイクロチップ テクノロジー社の TCN75A デジタル温度センサは、 -40°C から $+125^{\circ}\text{C}$ の温度を $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (標準) の精度でデジタル データに変換します。

TCN75A には、ユーザープログラマブルなレジスタがあり、温度計測用途で柔軟に使用できます。レジスタ設定により、計測分解能は $0.5^{\circ}\text{C} \sim 0.0625^{\circ}\text{C}$ で選択でき、省電力モードについてはシャットダウンかワンショット (シャットダウン中にコマンドごとに 1 回だけ変換実行) 也可以选择できます。更に温度アラート出力とヒステリシス限界値も設定できます。温度がこの限界値を超えたときには、TCN75A はアラート信号を出力します。ユーザーは、サーモスタットのように使用するときには、コンパレータ動作のアラート出力極性を負論理か正論理にするかをオプションで設定でき、またマイクロプロセッサを使用するシステムのときには、温度イベント割り込み出力として使用できます。

このセンサには業界標準の 2 線式 $\text{I}^2\text{C}^{\text{TM}}$ 互換のシリアルインターフェースがあり、単一のシリアルバスで 8 個までのデバイスを制御できます。これらの特徴により、TCN75A は低価格で洗練されたマルチゾーンの温度モニタシステムに理想的なセンサとなっています。

パッケージ タイプ

8-Pin SOIC, MSOP



1.0 電氣的特性

絶対最大定格 †

V _{DD}	6.0V
全入出力ピンの電圧	GND – 0.3V ~ 5.5V
ストレージ温度	-65°C ~ +150°C
動作時周囲温度	-55°C ~ +125°C
接合部温度 (T _J)	150°C
全ピンの静電気放電保護 (HBM:MM)	(4 kV:400V)
各ピンのラッチアップ電流	±200 mA

†注意: 左記の「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。この規定はストレス定格のみを規定するものであり、この仕様の動作条件に記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。長時間デバイスを最大定格状態にすると、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

DC 特性

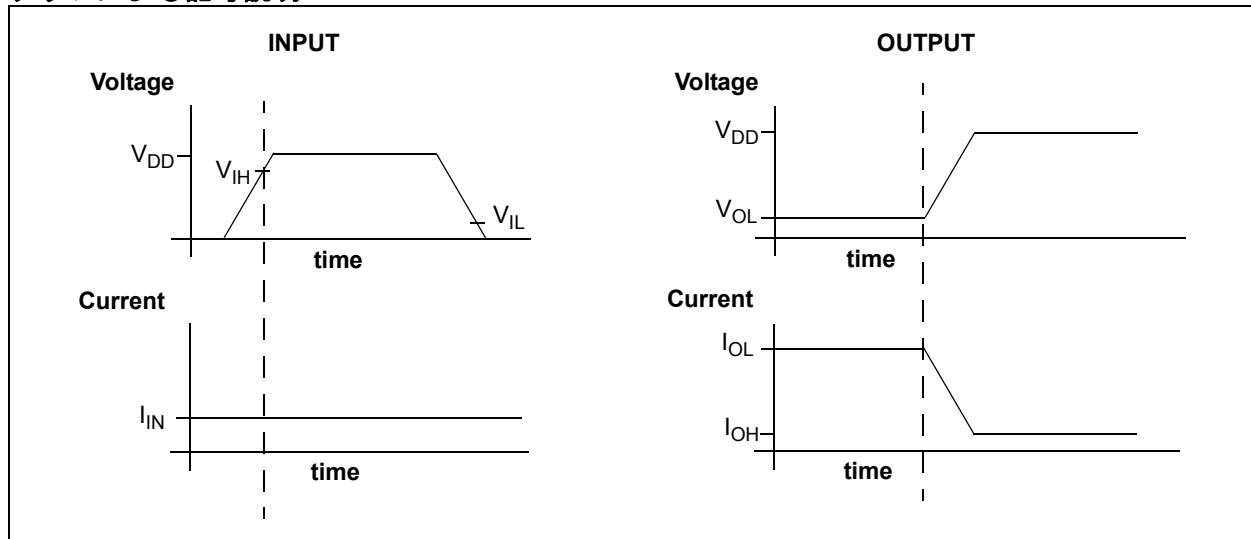
Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, V _{DD} = 2.7V to 5.5V, GND = Ground, and T _A = -40°C to +125°C.						
Parameters	Sym	Min	Typ	Max	Unit	Conditions
Power Supply						
Operating Voltage Range	V _{DD}	2.7	—	5.5	V	
Operating Current	I _{DD}	—	200	500	μA	Continuous operation
Shutdown Current	I _{SHDN}	—	0.1	2	μA	Shutdown mode
Power-On Reset (POR) Threshold	V _{POR}	—	1.7	—	V	V _{DD} falling edge
Power Supply Rejection	Δ°C/ΔV _{DD}	—	0.2	—	°C/V	V _{DD} = 2.7V to 5.5V
Temperature Sensor Accuracy						
T _A = -40°C to +125°C	T _{ACY}	-2	±1	+2	°C	V _{DD} = 3.3V
Internal ΣΔ ADC						
Conversion Time:						
0.5°C Resolution	t _{CONV}	—	30	—	ms	33 samples/sec (typ.)
0.25°C Resolution	t _{CONV}	—	60	—	ms	17 samples/sec (typ.)
0.125°C Resolution	t _{CONV}	—	120	—	ms	8 samples/sec (typ.)
0.0625°C Resolution	t _{CONV}	—	240	—	ms	4 samples/sec (typ.)
Alert Output (Open-drain)						
High-level Current	I _{OH}	—	—	1	μA	V _{OH} = 5V
Low-level Voltage	V _{OL}	—	—	0.4	V	I _{OL} = 3 mA
Thermal Response						
Response Time	t _{RES}	—	1.4	—	s	Time to 63% (89°C) 27°C (air) to 125°C (oil bath)

デジタル入力 / 出力ピン特性

Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = 2.7V$ to $5.5V$, GND = Ground and $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$.

Parameters	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Serial Input/Output (SCL, SDA, A0, A1, A2)						
Input						
High-level Voltage	V_{IH}	$0.7 V_{DD}$	—	—	V	
Low-level Voltage	V_{IL}	—	—	$0.3 V_{DD}$	V	
Input Current	I_{IN}	-1	—	+1	μA	
Output (SDA)						
Low-level Voltage	V_{OL}	—	—	0.4	V	$I_{OL} = 3 mA$
High-level Current	I_{OH}	—	—	1	μA	$V_{OH} = 5V$
Low-level Current	I_{OL}	6	—	—	mA	$V_{OL} = 0.6V$
Capacitance	C_{IN}	—	10	—	pF	
SDA and SCL Inputs						
Hysteresis	V_{HYST}	$0.05 V_{DD}$	—	—	V	

グラフによる記号説明



温度特性

Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = +2.7V$ to $+5.5V$ and GND = Ground.

Parameters	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
Temperature Ranges						
Specified Temperature Range	T_A	-40	—	+125	$^{\circ}C$	Note 1
Operating Temperature Range	T_A	-40	—	+125	$^{\circ}C$	
Storage Temperature Range	T_A	-65	—	+150	$^{\circ}C$	
Thermal Package Resistances						
Thermal Resistance, 8L-SOIC	θ_{JA}	—	163	—	$^{\circ}C/W$	
Thermal Resistance, 8L-MSOP	θ_{JA}	—	206	—	$^{\circ}C/W$	

注 1: この範囲での動作では、 T_J が最大接合部温度 ($+150^{\circ}C$) を超えないようにする必要があります。

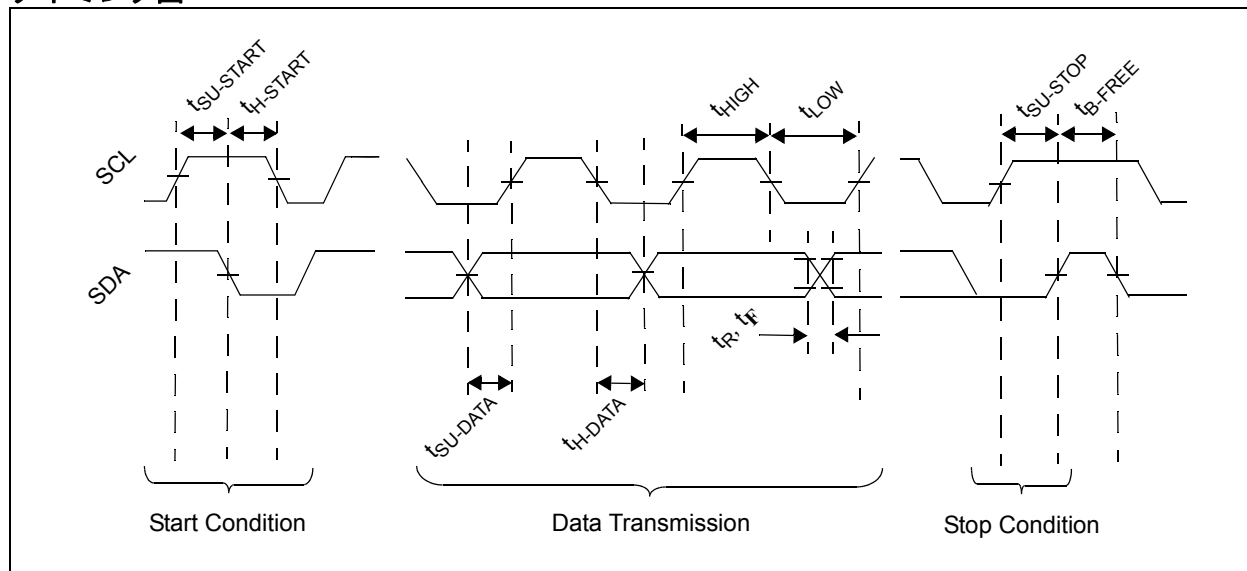
シリアル インターフェースのタイミング特性 (注 1)

Electrical Specifications: Unless otherwise indicated, $V_{DD} = 2.7V$ to $5.5V$, GND = Ground, $T_A = -40^{\circ}C$ to $+125^{\circ}C$, $C_L = 80$ pF and all limits measured to 50% point.

Parameters	Sym	Min	Typ	Max	Units	Conditions
2-Wire I²C™ Compatible Interface						
Serial Port Frequency	f_{SC}	0	—	400	kHz	
Clock Period	t_{SC}	2.5	—	—	μs	
Low Clock	t_{LOW}	1.3	—	—	μs	
High Clock	t_{HIGH}	0.6	—	—	μs	
Rise Time	t_R	20	—	300	ns	10% to 90% of V_{DD} (SCL, SDA)
Fall Time	t_F	20	—	300	ns	90% to 10% of V_{DD} (SCL, SDA)
Data Setup Before SCL High	$t_{SU-DATA}$	0.1	—	—	μs	
Data Hold After SCL Low	t_{H-DATA}	0	—	—	μs	
Start Condition Setup Time	$t_{SU-START}$	0.6	—	—	μs	
Start Condition Hold Time	$t_{H-START}$	0.6	—	—	μs	
Stop Condition Setup Time	$t_{SU-STOP}$	0.6	—	—	μs	
Bus Idle	t_{B-FREE}	1.3	—	—	μs	

注 1: 仕様上の限界値は特性評価済みですが、製品テストは実行していません。

タイミング図



2.0 代表的な性能特性

注：以下の本項のグラフや表は、限られたサンプルの統計値に基づいて、情報提供のためにのみ提供されています。これらに記述された性能特性は、未テストあるいは無保証です。いくつかのグラフや表では、仕様の動作範囲を超えているため（供給電源範囲外など）、保証範囲外です。

注：特に指定されない限り： $V_{DD} = 2.7V \sim 5.5V$

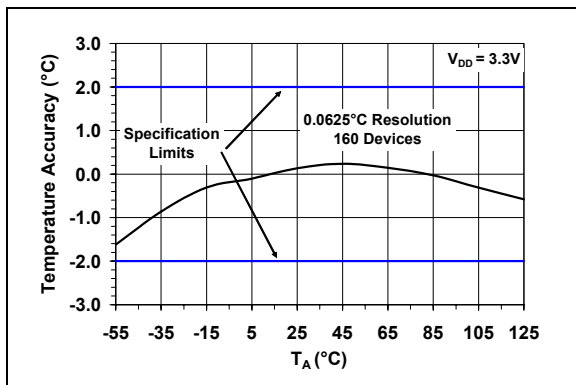


図 2-1: 周囲温度による平均温度精度、 $V_{DD} = 3.3V$

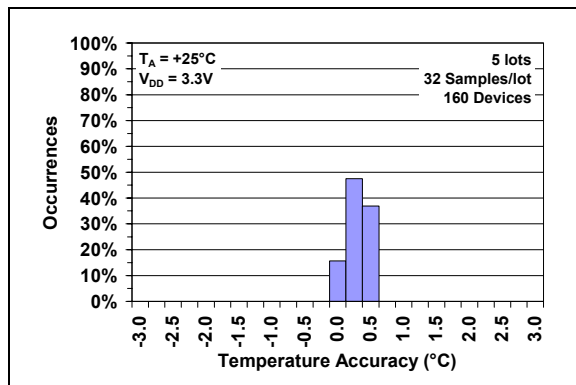


図 2-4: 温度精度ヒストグラム、 $T_A = +25^\circ C$

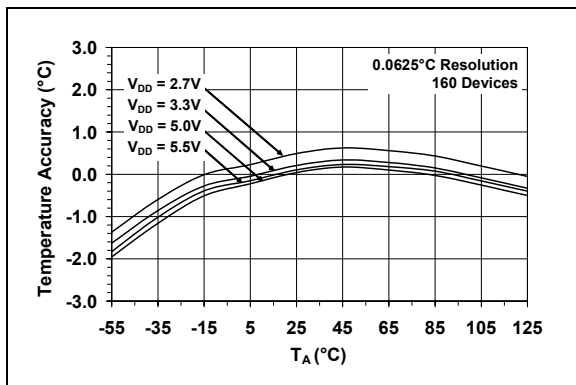


図 2-2: 周囲温度による平均温度精度

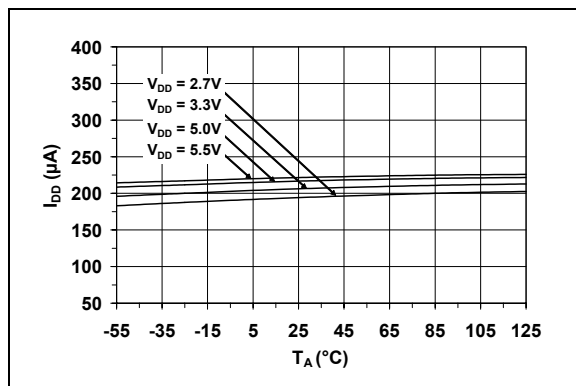


図 2-5: 周囲温度による消費電流変動

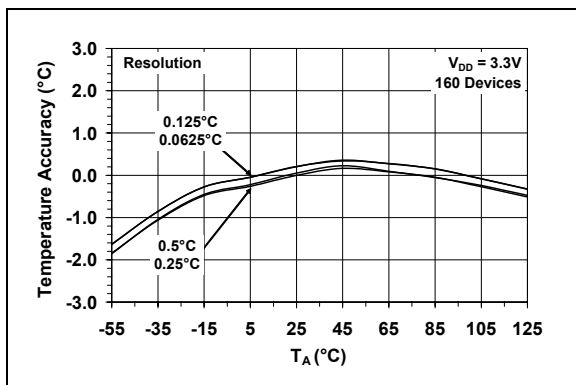


図 2-3: 周囲温度による平均温度精度、 $V_{DD} = 3.3V$

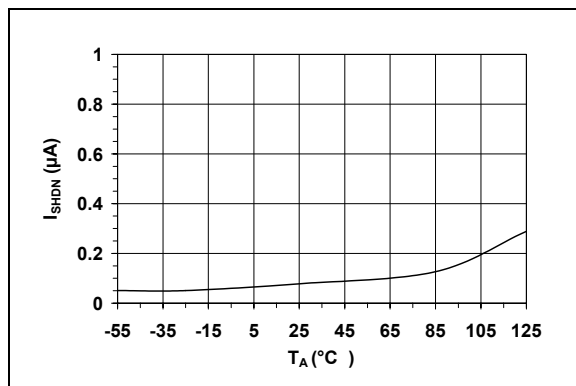


図 2-6: 周囲温度によるシャットダウン電流

TCN75A

注：特に指定されない限り： $V_{DD} = 2.7V \sim 5.5V$

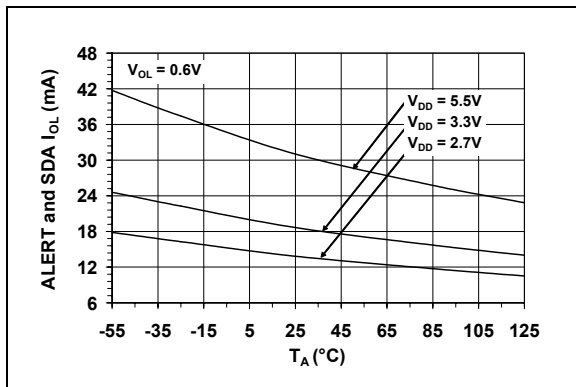


図 2-7: 周囲温度によるアラートと SDA I_{OL}

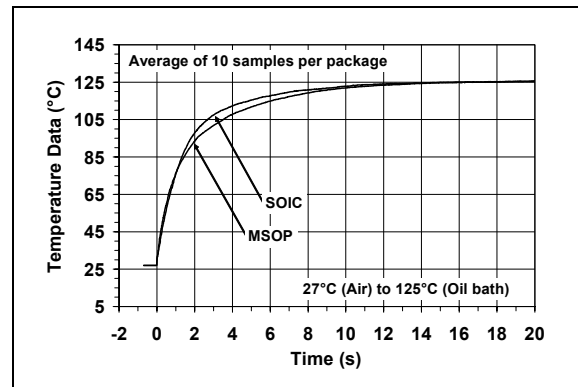


図 2-9: 時間による TCN75A 熱応答

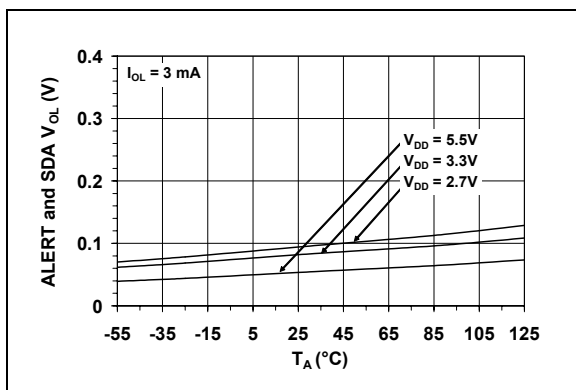


図 2-8: 周囲温度によるアラートと SDA 出力 V_{OL}

3.0 ピンの説明

各ピンの概要を表 3-1 に示します。

表 3-1: ピン機能一覧

MSOP, SOIC	Symbol	Function
1	SDA	Bidirectional Serial Data
2	SCL	Serial Clock Input
3	ALERT	Temperature Alert Output
4	GND	Ground
5	A2	Address Select Pin (bit 2)
6	A1	Address Select Pin (bit 1)
7	A0	Address Select Pin (bit 0)
8	V _{DD}	Power Supply Input

3.1 シリアル データ ピン (SDA)

SDA は入力 / 出力双方向のピンで、ホスト コントローラとの間でシリアル転送されるデータ用として使用されます。このピンは、出力する際にはプルアップ抵抗が必要です。

3.2 シリアル クロック ピン (SCL)

SCL はクロック入力ピンです。すべての通信とタイミングは、このピンの信号に依存します。クロックはホスト コントローラによってバス上に生成されます。

3.3 電源入力 (V_{DD})

V_{DD} は電源ピンです。DC 電気的特性表に規定された動作電圧をこのピンに加えます。

3.4 グランド (GND)

GND はシステム グランド ピンです。

3.5 アラート出力

TCN75A のアラート ピンは、オープンドレイン出力です。周囲温度がユーザーの設定した温度限界を超えると、デバイスはアラートを出力します。

3.6 アドレス ピン (A2、A1、A0)

A2、A1、A0 はデバイスまたはスレーブアドレスの入力ピンです。

アドレスピンは、デバイス アドレス ビットの低位ビット (LSB) です。上位ビット (MSB) (A6、A5、A4、A3) は工場出荷時に <1001> と設定されています。これらを表 3-2 に示します。

表 3-2: スレーブ アドレス

Device	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
TCN75A	1	0	0	1	X	X	X

注： ユーザー選択可能アドレスはXで示しています。

4.0 シリアル通信

4.1 2 線式 SMBus/ 標準モード I²C™ 互換インターフェース

TCN75A では、シリアル クロック入力 (SCL) と双方向シリアル データ ライン (SDA) により 2 線式の双方向 SMBus/ 標準モード I²C 互換通信ポートが構成されます (デジタル入力 / 出力ピン特性の表とシリアル インターフェースのタイミング特性 (注 1) の表を参照)。

下記のバスプロトコルが定義されています。

表 4-1: TCN75A のシリアル バス プロトコルの説明

Term	Description
Master	The device that controls the serial bus, typically a microcontroller.
Slave	The device addressed by the master, such as the TCN75A.
Transmitter	Device sending data to the bus.
Receiver	Device receiving data from the bus.
START	A unique signal from master to initiate serial interface with a slave.
STOP	A unique signal from the master to terminate serial interface from a slave.
Read/Write	A read or write to the TCN75A registers.
ACK	A receiver Acknowledges (ACK) the reception of each byte by polling the bus.
NAK	A receiver Not-Acknowledges (NAK) or releases the bus to show End-of-Data (EOD).
Busy	Communication is not possible because the bus is in use.
Not Busy	The bus is in the idle state, both SDA and SCL remain high.
Data Valid	SDA must remain stable before SCL becomes high in order for a data bit to be considered valid. During normal data transfers, SDA only changes state while SCL is low.

4.1.1 データ転送

データ転送は START 条件で開始され、これに 7 ビットのデバイス アドレスと 1 ビットの読み出し / 書き込みが続きます。スレーブからの ACK で各バイトの受信が確認されます。各アクセスは、STOP 条件で終了する必要があります。

通信を繰り返す場合は、 t_{B-FREE} 経過後に開始されます。

このデバイスは、レジスタの連続読み出し / 書き込みをサポートしていません。各レジスタには、レジスタ ポインタを使用してアドレス指定する必要があります。

このデバイスは受信プロトコルをサポートしています。レジスタは、初回の読み出しの際にポインタで指定できます。繰り返し読み出しまたは受信を実行する場合は、毎回 START 条件とアドレス バイトから開始します。TCN75A は、以前に選択したレジスタを保持しています。このため、以前に指定したレジスタからデータが出力されます (毎回ポインタで指定する必要はありません)。

4.1.2 マスター / スレーブ

バス アクセスの制御や START/STOP 条件の生成など、バスの制御はマスター デバイス (通常はマイクロコントローラ) が実行します。TCN75A はスレーブ デバイスであり、バス上の他のデバイスの制御はしません。マスター デバイスとスレーブ デバイスのいずれも、トランスミッタとしてもレシーバとしても動作できます。しかしながら、いずれのモードで動作するかを決定するのはマスター デバイスです。

4.1.3 START/STOP 条件

SDA ラインの立ち下がり (SCLK が正論理の間) が START 条件となります。データ転送は、必ずマスター側が START 条件を発生させることで開始します。データ転送中に START 条件が生成された場合は、TCN75A はリセットして新しい START 条件を受け付けます。

SDA ラインの立ち上がり (SCL が負論理の間) が STOP 条件となります。データ転送中に STOP 条件が発生すると、TCN75A はバスを開放します。データ転送は、必ずマスター側が STOP 条件を発生させることで終了します。

4.1.4 アドレス バイト

START 条件に続いて、ホストからは TCN75A に対して 8 ビットのアドレス バイトを送信する必要があります。TCN75A の温度センサのアドレスは、2 進数で「1001, A2, A1, A0」です (A2, A1, A0 ビットは、それぞれのピンを V_{DD} '1' または GND '0' に接続することによって外部から設定されます)。

TCN75A が ACK で応答するには、シリアル ビット ストリーム中に送信された 7 ビットのアドレス が一致する必要があります。アドレス バイト中のビッ

ト 8 は、読み出し / 書き込みビットです。このビットを「1」にセットすると読み出し動作のコマンドとなり、「0」にすると書き込み動作のコマンドとなります (詳細については図 4-1 を参照)。

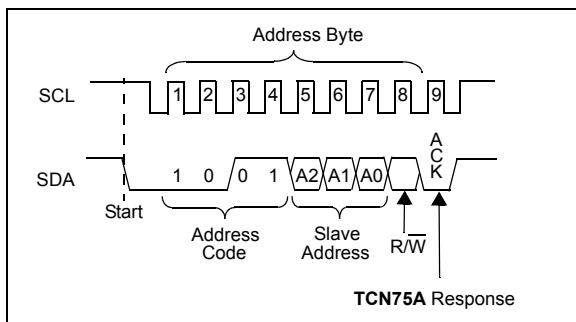


図 4-1: デバイスのアドレス指定

4.1.5 有効データ

START 条件の後、各転送データ ビットは、SCL が負論理から正論理に遷移する前に $t_{SU-DATA}$ で規定された時間だけ安定している必要があります (「Sensor And EEPROM Serial Interface Timing Specifications」 の 4 ページを参照)。

4.1.6 ACKNOWLEDGE (ACK)

アドレス指定された受信デバイスは、各バイト受信後に ACK ビットを生成するようになっています。マスター デバイスは、この ACK を認識できるように追加のクロックを生成する必要があります。

ACK 送信側のデバイスは、マスターが SCL を負論理から正論理に遷移する前に、 $t_{SU-DATA}$ の期間 SDA ラインをプルダウンします。SCL が正論理から負論理に遷移した後も、 t_{H-DATA} の期間だけ SDA のプルダウン状態を維持する必要があります。

受信時、最後のデータ ビットがスレーブから出力されたら、ACK ビットを生成しない (NAK) ことによって、データ終了 (EOD) であることをスレーブに知らせます。この場合、スレーブはデータ ラインを開放するので、マスターは STOP 条件の生成ができます。

5.0 機能説明

TCN75A 温度センサは、バンドギャップ型温度センサ、 $\Sigma\Delta$ ADC、ユーザープログラマブルレジスタ、2 線式 I²C プロトコル互換のシリアルインターフェースで構成されています。

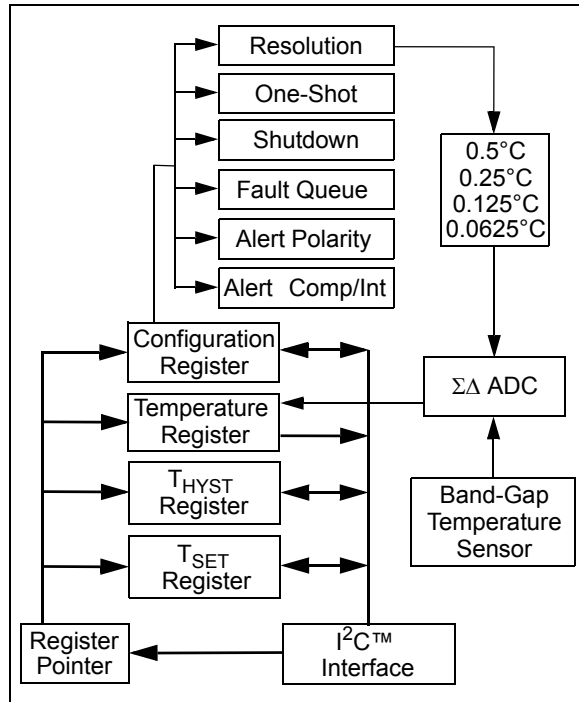


図 5-1: 機能ブロック図

5.1 温度センサ

TCN75A は、トランジスタのコレクタ電流が IC_1 から IC_2 に変化したときのベースエミッタ間の電圧変化を使用します。この方式の場合、 ΔV_{BE} は式 5-1 で表されるように、2 つの電流の比と周囲温度だけに依存します。

式 5-1:

$$\Delta V_{BE} = \left(\frac{kT}{q} \right) \times \ln(IC_1/IC_2)$$

ここでは:

T = ケルビン温度 (絶対温度)

ΔV_{BE} = ダイオードのベースエミッタ間電圧の変化

k = ボルツマン定数

q = 電子の電荷

IC_1 と IC_2 = n:1 の比の電流

5.2 $\Sigma\Delta$ ADC

シグマデルタ ADC は、トランジスタの温度に依存する ΔV_{BE} をデジタル値に変換します。このコンバータの分解能は、0.5°C (変換時間 30 ms) ~ 0.0625°C (変換時間 240 ms) で調整できます。これにより、ユーザーは分解能と変換時間をトレードオフできます。詳細は、5.3.2 項「センサ コンフィギュレーション レジスタ (CONFIG)」と 5.3.4.7 項「 $\Sigma\Delta$ ADC の分解能」を参照してください。

5.3 レジスタ

TCN75A には、ユーザーがアクセスできる 4 つのレジスタがあります。このレジスタとは、周囲温度 (T_A) レジスタ、温度限界設定 (T_{SET}) レジスタ、温度ヒステリシス (T_{HYST}) レジスタ、デバイス コンフィギュレーション (CONFIG) レジスタです。

周囲温度レジスタは読み出し専用レジスタであり、周囲温度を取得するのに使用します。ADC からのデータは、このレジスタに並列にセットされます。温度限界設定レジスタと温度ヒステリシスレジスタは、読み出し / 書き込み可能なレジスタであり、ユーザーが温度限界を設定するのに使用します。周囲温度が設定範囲を超えた場合、TCN75A はアラートピンを使用してアラート信号を出力します (5.3.4.3 項「アラート出力設定」を参照)。デバイス コンフィギュレーション レジスタは、ユーザーが TCN75A の各特性を設定するのに使用します。これらのレジスタの詳細については、以下の各項で説明します。

レジスタには、シリアルインターフェース経由でレジスタ ポインタを TCN75A に送ることでアクセスできます。8 ビットのポインタですが、下位 (LSB) 2 ビットのみをポインタとして使用します。残りの全ビットは <0> にする必要があります。このデバイスには、テストやキャリブレーション用に予備のレジスタがあります。これらのレジスタにアクセスすると、デバイスが仕様どおりに動作しなくなる可能性があります。ポインタの内容を下記に示します。

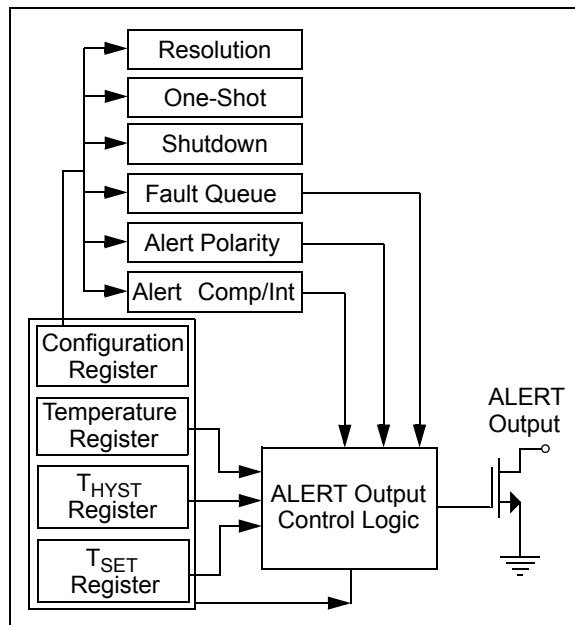


図 5-2: レジスタ ブロック図

レジスタ 5-1: レジスタ ポインタ

U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	U-0	R/W-0	R/W-0
0	0	0	0	0	0	P1	P0
bit 7						bit 0	

記号の説明:

R = 読み出し可 W = 書き込み可 U = 未実装ビット。「0」として読み出し
 -n = POR 時の値 '1' = セット '0' = クリア x = 不明

ビット 7-3 未実装: 「0」として読み出し

ビット 2-0 ポインタ用ビット

- 00 = 周囲温度レジスタ (T_A)
- 01 = コンフィギュレーション レジスタ (CONFIG)
- 10 = 温度ヒステリシス レジスタ (T_{HYST})
- 11 = 温度限界設定レジスタ (T_{SET})

表 5-1: すべてのレジスタのビット割り当ての一覧

Register Pointer P1 P0	MSB/ LSB	Bit Assignment							
		7	6	5	4	3	2	1	0
Ambient Temperature Register (T _A)									
0 0	MSB	Sign	2 ⁶ °C	2 ⁵ °C	2 ⁴ °C	2 ³ °C	2 ² °C	2 ¹ °C	2 ⁰ °C
	LSB	2 ⁻¹ °C	2 ⁻² °C	2 ⁻³ °C	2 ⁻⁴ °C	0	0	0	0
Sensor Configuration Register (CONFIG)									
0 1	LSB	One-Shot	Resolution		Fault Queue		ALERT Polarity	COMP/INT	Shutdown
Temperature Hysteresis Register (T _{HYST})									
1 0	MSB	Sign	2 ⁶ °C	2 ⁵ °C	2 ⁴ °C	2 ³ °C	2 ² °C	2 ¹ °C	2 ⁰ °C
	LSB	2 ⁻¹ °C	0	0	0	0	0	0	0
Temperature Limit-Set Register (T _{SET})									
1 1	MSB	Sign	2 ⁶ °C	2 ⁵ °C	2 ⁴ °C	2 ³ °C	2 ² °C	2 ¹ °C	2 ⁰ °C
	LSB	2 ⁻¹ °C	0	0	0	0	0	0	0

5.3.1 周囲温度レジスタ (T_A)

TCN75A には 16 ビットの読み出し専用周囲温度レジスタがあり、こちらには 9 ビット (分解能 0.5°C の場合) ~ 12 ビット (分解能 0.0625°C の場合) の温度データが含まれます。このデータは 2 の補数形式となっています。ビット配列は分解能ごとに下記のように表されます。

このレジスタのリフレッシュ レートは、選択した分解能に依存します。9 ビット時は 30 ms (標準) で、12 ビット時は 240 ms (標準) となります。このレジスタはダブルバッファであるため、ユーザーは TCN75A が A/D 変換動作中であってもレジスタを読

み出すことができます。周囲温度レジスタ値の 10 進表現を周囲温度に変換するには、式 5-2 を使用します。

式 5-2:

$$T_A = \text{Code} \times 2^{-4}$$

ここでは：

T_A = 周囲温度 (°C)

Code = TCN75A 出力の 10 進表現

レジスタ 5-2: 周囲温度レジスタ (T_A) - アドレス <0000 0000>b

Upper Half:							
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
Sign	2 ⁶ °C	2 ⁵ °C	2 ⁴ °C	2 ³ °C	2 ² °C	2 ¹ °C	2 ⁰ °C
bit 15							bit 8

Lower Half:							
R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
2 ⁻¹ °C/bit	2 ⁻² °C	2 ⁻³ °C	2 ⁻⁴ °C	0	0	0	0
bit 7							bit 0

記号の説明：

R = 読み出し可

W = 書き込み可

U = 未実装ビット。「0」として読み出し

-n = POR 時の値

‘1’ = セット

‘0’ = クリア

x = 不明

注 1: 0.5°C、0.25°C、0.125°C の分解能を選択した場合、それぞれビット 6、ビット 5、ビット 4 は <0> のままです。

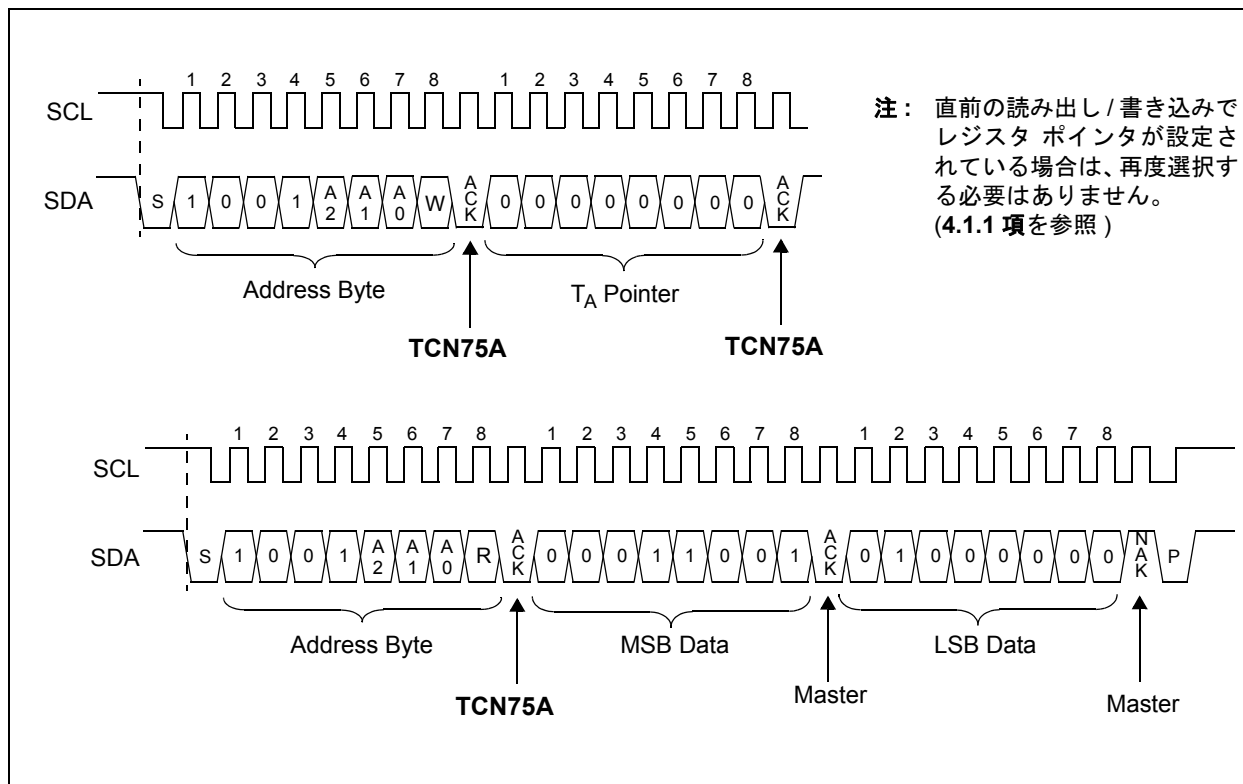


図 5-3: T_A レジスタから温度 $+25.25^{\circ}\text{C}$ を読み出す場合のタイミング図 (4.0 項「シリアル通信」を参照)

5.3.2 センサ コンフィギュレーション レジスタ (CONFIG)

TCN75A には、8 ビットの読み出し / 書き込み可能なコンフィギュレーション レジスタがあり、ユーザーは異なる特性を選択できます。この特性には、シャットダウン、アラート出力をコンパレータとするか割り込みとするか、アラート出力極性、フォールトキュー回数、温度測定分解能、ワンショットモード (シャットダウン中の単発変換) が含まれます。これらの機能は以下の項で説明しています。

レジスタ 5-3: コンフィギュレーション レジスタ (CONFIG) - アドレス <0000 0001>b

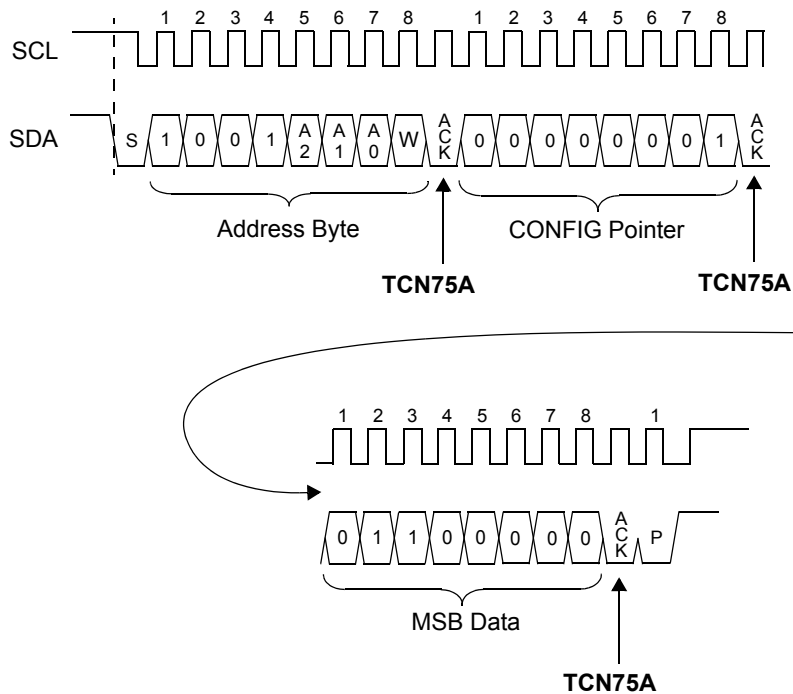
R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
One-Shot	Resolution	Fault Queue	ALERT Polarity	COMP/INT	Shutdown		
bit 7						bit 0	

記号の説明 :

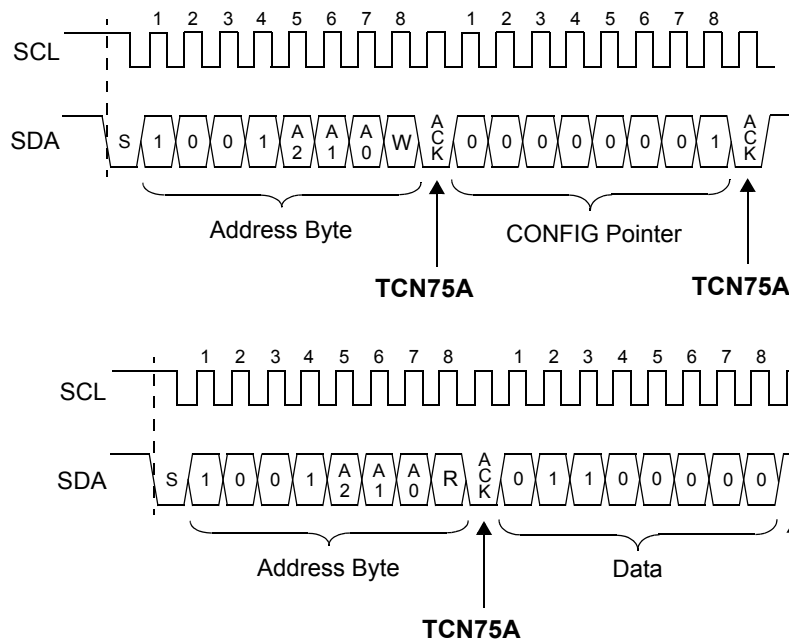
R = 読み出し可	W = 書き込み可	U = 未実装ビット。「0」として読み出し
-n = POR 時の値	'1' = セット	'0' = クリア x = 不明

- ビット 7 **ワンショット ビット**
 1 = 有効
 0 = 無効 (電源投入時のデフォルト)
- ビット 5-6 **$\Sigma\Delta$ ADC 分解能 ビット**
 00 = 9 ビットまたは 0.5°C (電源投入時のデフォルト)
 01 = 10 ビットまたは 0.25°C
 10 = 11 ビットまたは 0.125°C
 11 = 12 ビットまたは 0.0625°C
- ビット 3-4 **フォールト キュー ビット**
 00 = 1 (電源投入時のデフォルト)
 01 = 2
 10 = 4
 11 = 6
- ビット 2 **アラート極性 ビット**
 1 = 正論理
 0 = 負論理 (電源投入時のデフォルト)
- ビット 1 **コンパレータ / 割り込み ビット**
 1 = 割り込みモード
 0 = コンパレータ モード (電源投入時のデフォルト)
- ビット 0 **シャットダウン ビット**
 1 = 有効
 0 = 無効 (電源投入時のデフォルト)

- Writing to the CONFIG Register to change the resolution to 0.0625°C <0110 0000>b.



- Reading the CONFIG Register.



注：直前の読み出し/書き込みでレジスタポインタが設定されている場合は、再度選択する必要はありません。
(4.1.1 項を参照)

図 5-4: コンフィギュレーションレジスタの書き込み / 読み出しのタイミング図
(4.0 項「シリアル通信」を参照)

5.3.3 温度ヒステリシス レジスタ (T_{HYST})

TCN75A には 16 ビットの読み出し / 書き込み可能な温度ヒステリシス レジスタがあり、この中には 9 ビットの 2 の補数形式のデータが含まれます。このレジスタは、限界値 T_{SET} に対するヒステリシスの設定に使用します。したがって、データは温度の下限値を表します。周囲温度がこの限界値を下回ると、TCN75A はアラートを出力します (5.3.4.3 項「アラート出力設定」を参照)。

このレジスタは上位 (MSB) の 9 ビットを使用し、残りのビットは無視します。

電源投入時の T_{HYST} レジスタのデフォルト値は 75°C で、バイナリ値は <0100 1011 0>b となります。

レジスタ 5-4: 温度ヒステリシス レジスタ (T_{HYST}) - アドレス <0000 0010>b

Upper Half:							
R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-1	R/W-1
Sign	2 ⁶ °C	2 ⁵ °C	2 ⁴ °C	2 ³ °C	2 ² °C	2 ¹ °C	2 ⁰ °C
bit 15							bit 8

Lower Half:							
R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
2 ⁻¹ °C	0	0	0	0	0	0	0
bit 7							bit 0

記号の説明:			
R = 読み出し可	W = 書き込み可	U = 未実装ビット。「0」 として読み出し	
-n = POR 時の値	'1' = セット	'0' = クリア	x = 不明

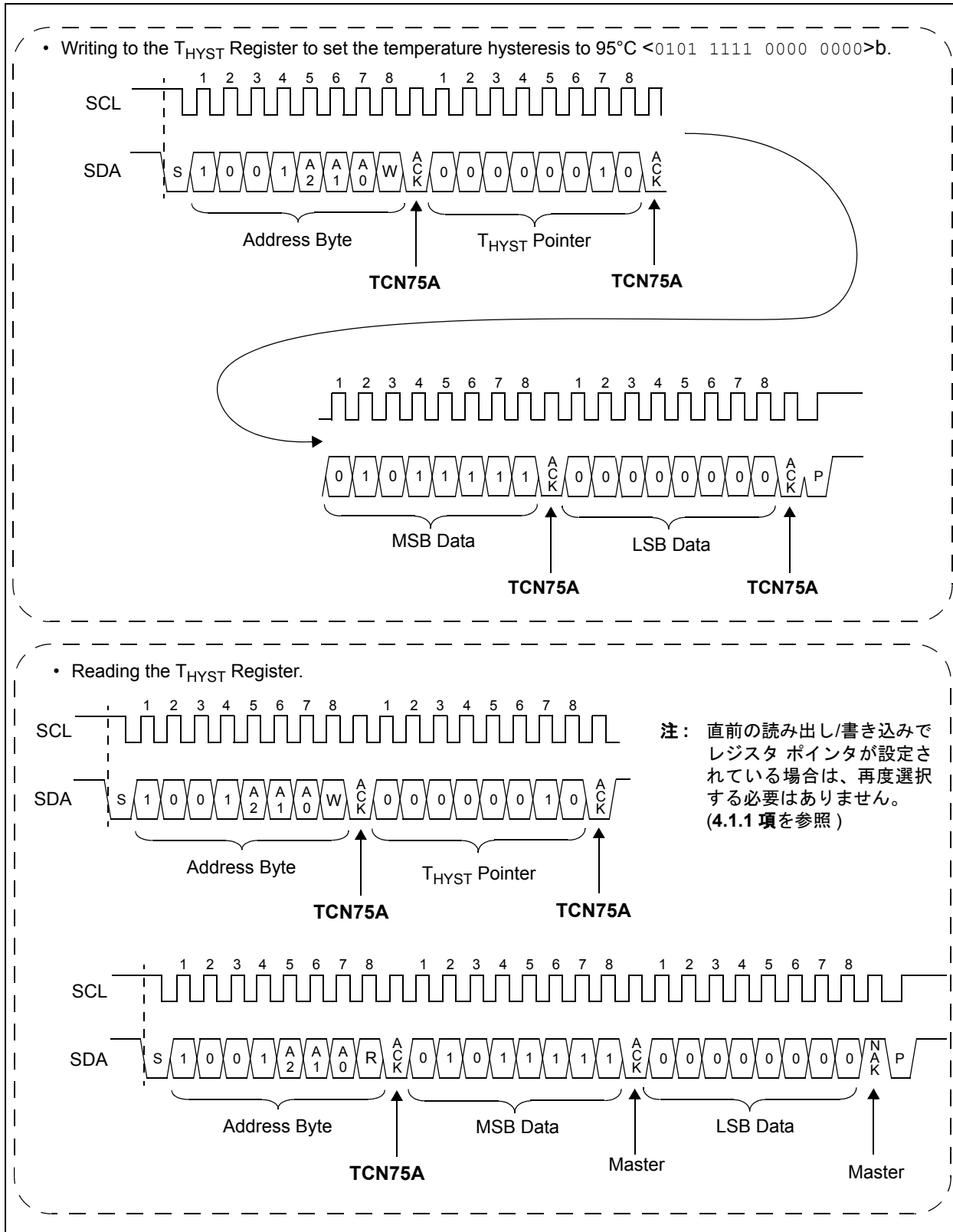


図 5-5: 温度ヒステリシス レジスタの書き込み/読み出しのタイミング図 (4.0項「シリアル通信」を参照)

5.3.4 温度限界設定レジスタ (T_{SET})

TCN75A には 16 ビットの読み出し / 書き込み可能な温度限界設定レジスタ (T_{SET}) があり、この中には 9 ビットの 2 の補数形式のデータが含まれます。このデータが、アラートを出力するときの温度の上限を表しています。周囲温度がこちらで指定した限界値を超えると、TCN75A はアラートを出力します (5.3.4.3 項「アラート出力設定」を参照)。

このレジスタは上位 (MSB) の 9 ビットを使用し、残りのビットは無視します。

電源投入時の T_{SET} レジスタのデフォルト値は 80°C で、バイナリ値は <0101 0000 0>b となります。

レジスタ 5-5: 温度限界設定レジスタ (T_{SET}) - アドレス <0000 0011>b

Upper Half:							
R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-1	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
Sign	2 ⁶ °C	2 ⁵ °C	2 ⁴ °C	2 ³ °C	2 ² °C	2 ¹ °C	2 ⁰ °C
bit 15							bit 8

Lower Half:							
R/W-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0	R-0
2 ⁻¹ °C	0	0	0	0	0	0	0
bit 7							bit 0

記号の説明 :

R = 読み出し可
-n = POR 時の値

W = 書き込み可
'1' = セット

U = 未実装ビット。「0」として読み出し
'0' = クリア x = 不明

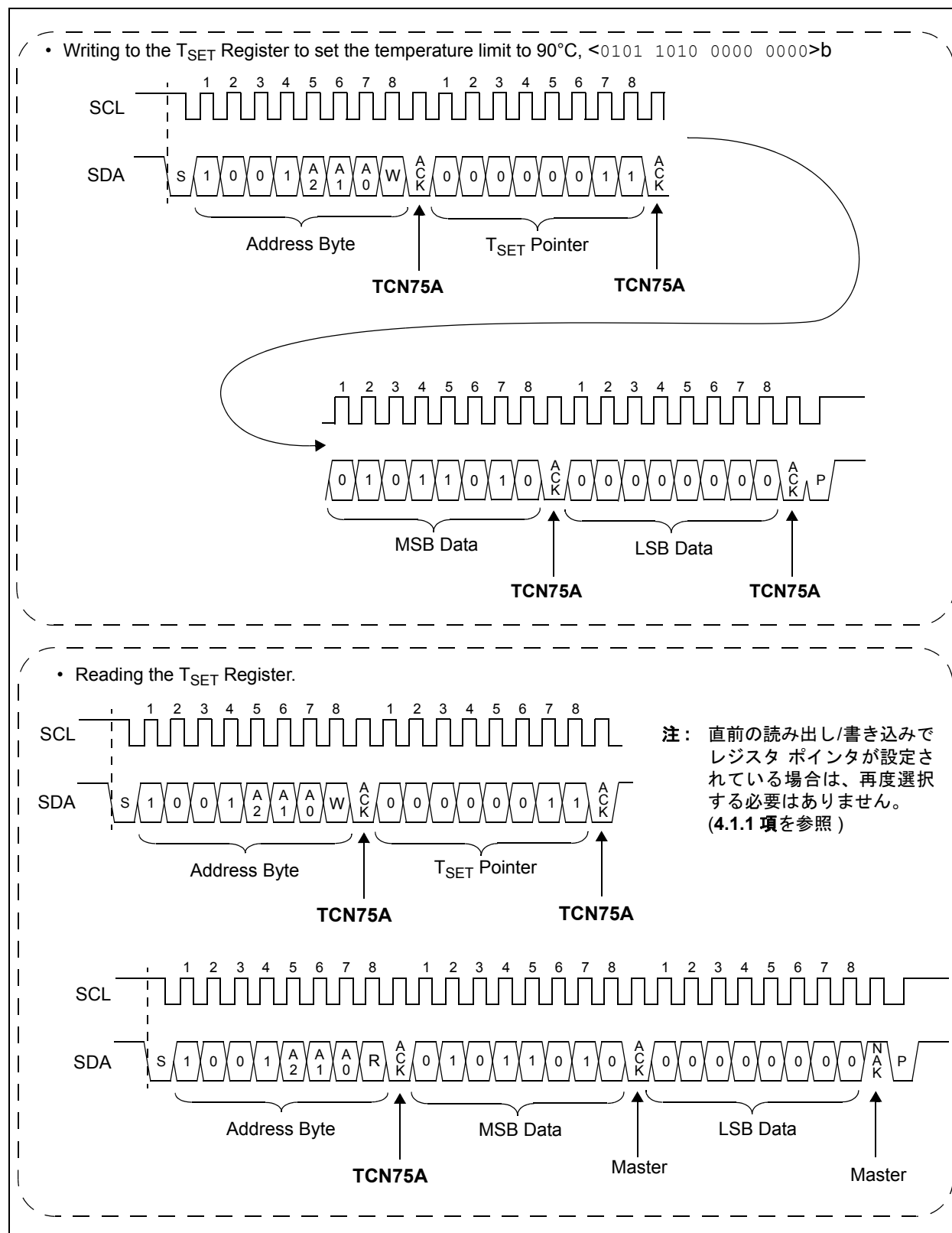


図 5-6: 温度限界設定レジスタの書き込み / 読み出しのタイミング図 (4.0 項「シリアル通信」を参照)

5.3.4.1 シャットダウン モード

シャットダウン モードでは、シリアル インターフェースがアクティブで残される以外は、すべての電力消費動作（温度変換動作も含めて）が停止となります。このモードでのデバイスは、 $2\mu\text{A}$ （最大）しか消費しません。このモードでは、コンフィギュレーションレジスタが連続変換許可に更新されるか、電源が再投入されるまで継続します。

シャットダウン モードでは、CONFIG、 T_A 、 T_{SET} 、 T_{HYST} レジスタは読み出し / 書き込み可能ですが、シリアルバスの動作によりシャットダウン中の消費電流が増加します。

5.3.4.2 ワンショット モード

TCN75A では、CONFIG レジスタのビット 7 によってワンショット モードも選択できます。ワンショット モードでは、一度温度変換をしたらすぐにシャットダウン モードに戻ります。このモードは、コントローラからのコマンドで温度を計測する低消費電力のアプリケーションに、特に有用です。例えば、 T_A が 9 ビットでワンショット モードのときは、30 ms 間の消費電流は $200\mu\text{A}$ （標準）で、シャットダウン中の消費電流は $0.1\mu\text{A}$ （標準）です。

このように使用するには、デバイスをシャットダウン モードで初期化する必要があります。このためには、CONFIG レジスタに送るバイトデータのビット 0 を $\langle 1 \rangle$ にセットし、ビット 7 を $\langle 0 \rangle$ にクリアします。いったんデバイスをシャットダウン モードにしたら、今度は CONFIG レジスタにビット 0 とビット 7 の両方を $\langle 1 \rangle$ にセットして再書き込みする必要があります。これで t_{CONV} の単発変換サイクルとなり、30 ms で 9 ビットのデータに変換します。変換が完了したら、 T_A が更新され、CONFIG のビット 7 が TCN75A により $\langle 0 \rangle$ にクリアされます。

表 5-2: シャットダウンとワンショットモードの説明

Operational Mode	One-Shot (Bit 7)	Shutdown (Bit 0)
Continuous Conversion	0	0
Shutdown	0	1
Continuous Conversion (One-shot is ignored)	1	0
One-shot (注 1)	1	1

注 1: ワンショット コマンド $\langle 11 \rangle$ を送信する前に、シャットダウン コマンド $\langle 01 \rangle$ を送信する必要があります。

5.3.4.3 アラート出力設定

アラート出力を CONFIG のビット 1 を使用して、コンパレータ出力モードにするか割り込み出力モードにするかを設定できます。極性も CONFIG のビット 2 を使用して、正論理か負論理かを設定できます。以下の項では図 5-7 に示すように、これらの出力について説明します。

5.3.4.4 コンパレータ モード

コンパレータ モードでは、アラート出力は T_A が T_{SET} を超えたときオンになります。ピン状態は、 T_A が T_{HYST} より低くなるまで継続します。コンパレータ モードは、温度が安全動作範囲を超えたら冷却ファンを起動したり、システムを停止させたりするようなサーモスタット型の用途に有用です。

コンパレータ モードでは、デバイスがアラート出力中にシャットダウン モードになると、シャットダウン中は出力がアクティブなままとなります。 T_A が T_{HYST} 以下になったとき出力をオフにするには、デバイスを連続変換モードで動作させる必要があります。

5.3.4.5 割り込みモード

割り込みモードでは、アラート出力は T_A が T_{SET} より大きくなるとオンになります。しかし、出力はユーザーがいずれかのレジスタを読み込む動作をするとオフとなります。このモードは、割り込み駆動のマイクロコントローラベースのシステム用に設計されています。マイクロコントローラが割り込みを受け付けいたら、割り込みを認知するため TCN75A からいずれかのレジスタを読み出します。これで割り込みはクリアされ、アラートピンはオフとなります。 T_A が T_{HYST} より低くなると、TCN75A は別の割り込みを発生するため、コントローラはレジスタを読み出してアラート出力をオフにする必要があります。シャットダウンによっても、デバイスはアラートをリセットまたはオフとします。

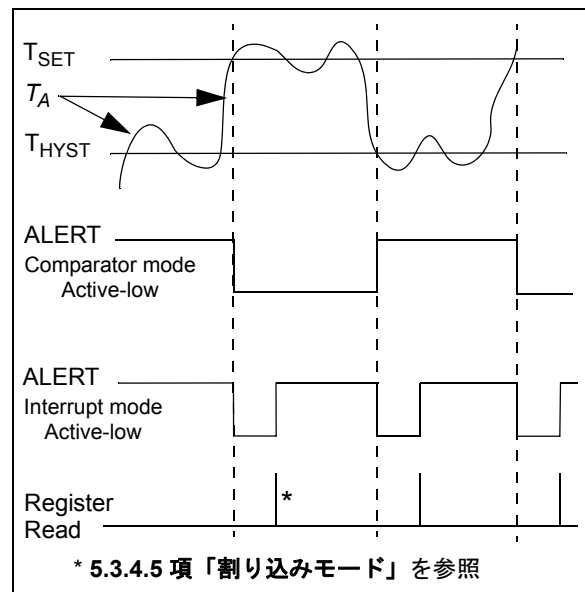


図 5-7: アラート出力

5.3.4.6 フォールト キュー回数

フォールト キューは、アラートピンの誤動作の可能性を低減するためのフィルタとして使用します。 T_A はフォールト キュー ビットにより選択された変換回数の間、連続して T_{SET} 以上を保つ必要があります。**CONFIG** のビット 3 とビット 4 により、最大 6 回のフォールト キューが選択できます。例えば 6 回のフォールト キューを選択した場合、コンパレータ モードでも割り込みモードでもアラート出力がオンとなるには、 T_A は 6 回連続して T_{SET} 以上である必要があります。

このキュー設定は、 T_{HYST} にも適用されます。6 回のフォールト キューが選択された場合、アラート出力がオフになる (コンパレータ モード) か、別の割り込みが発生 (割り込みモード) するためには、連続 6 回の変換で T_A が T_{HYST} より低く保たれる必要があります。

5.3.4.7 $\Sigma\Delta$ ADC の分解能

TCN75A は **CONFIG** レジスタのビット 6 とビット 5 を使用して、ADC の分解能を 9 ビット ~ 12 ビットから選択できるようになっています。ユーザーは、より高分解能にすることで、周囲温度の傾向と特徴をより詳細に見ることができます。更に分解能を上げれば、量子化誤差も低減できます。図 2-3 に分解能と精度の関係を示します。

表 5-3 に、分解能に対する T_A レジスタの変換時間の関係を示します。

表 5-3: 分解能と変換時間

Bits	Resolution	t_{CONV} (typ.)
9	0.5	30 ms
10	0.25	60 ms
11	0.125	120 ms
12	0.0625	240 ms

5.4 電源投入時条件のまとめ

TCN75A の内部には、パワーオンリセット (POR) 回路があります。もし電源電圧 V_{DD} がグリッチで 1.7V (標準) のスレッシュホールド値以下となると、デバイスはレジスタを電源投入時のデフォルト値にリセットします。

表 5-4 は、電源投入時のデフォルト状態のまとめです。

表 5-4: 電源投入時デフォルト状態

Register	Data (Hex)	Power-up Defaults
T_A	0000	0°C
T_{SET}	A000	80°C
T_{HYST}	9600	75°C
Pointer	00	Temperature register
CONFIG	00	Continuous Conversion Comparator mode Active-low Output Fault Queue 1 9-bit Resolution

TCN75A では、電源投入時用に 2 ms (標準) のパワーアップディレイがあり、その後にレジスタをデフォルト値に更新し、変換サイクルを開始します。このディレイにより、電源不安定によりレジスタが不正になることを回避しています。TCN75A では、電源投入後に T_A レジスタが有効な温度データで更新されるのは、 t_{CONV} 後となります。

6.0 応用例

6.1 シリアル バスの接続方法

SDA および SCL シリアルインターフェースはオープン ドレイン ピンであるため、プルアップ抵抗が必要です。この構成例を図 6-1 に示します。

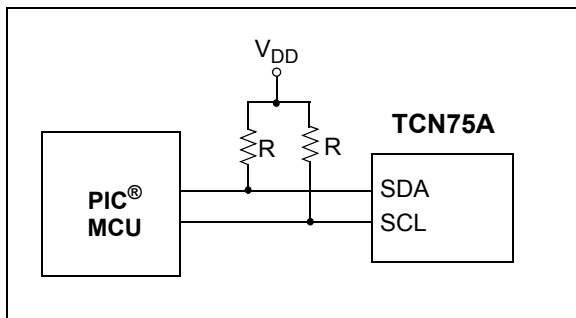


図 6-1: シリアル インターフェースのプルアップ抵抗

TCN75A は、電流が 3 mA のときの電圧降下が 0.4V (最大) になるように設計されています。これにより、TCN75A は低いプルアップ抵抗でドライブできるため、高容量のバスにも対応できます。この使用方法のときは、バス上のすべてのデバイスが同じプルダウン電流に対応可能である必要があります。

6.2 代表的な応用例

マイクロチップ社では、I²C インターフェース モードを含む Master Synchronous Serial Port Modules (MSSP) を内蔵したマイクロコントローラ プロダクト ラインを提供しています。このモジュールにはマスターとスレーブのすべての機能があり、ファームウェア開発の負荷が低減されます。図 6-2 に示した代表的な応用例では、PIC16F737 をマスターとして使用し、EEPROM、ファン速度コントローラ、TCN75A 温度センサなどのマイクロチップ社スレーブ製品をバスに接続して制御しています。

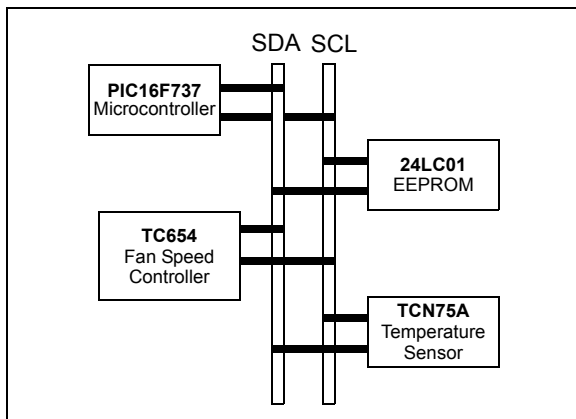


図 6-2: I²C™ バス上の複数のデバイス

アラート出力は、その他のオープンドレインのデバイスとワイアードオア接続できます。このようなアプリケーションでは、出力を負論理に設定する必要があります。このような構成とするには、ほとんどのシステムではプルアップ抵抗が必要です。

6.3 配置上の注意

TCN75A で温度計測をするためには、マスター コントローラ以外の一切の部品を必要としません。しかし、VDD と GND ピン間には、0.1 μ F から 1 μ F 程度のデカップリング コンデンサを接続することを推奨します。中でも高周波用セラミック コンデンサが推奨されます。コンデンサはノイズ防止を効果的にするため、電源ピンのできるだけ近くに取り付ける必要があります。

6.4 放熱対策

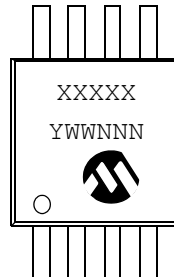
TCN75A は、ダイ上のダイオードの電圧をモニタすることで温度を計測します。ピン接続によって、ダイとプリント基板(PCB)間を低い熱抵抗とすることが必要です。こうして、TCN75A が PCB の温度を効果的にモニタできるようにします。プラスチックのデバイスパッケージは熱絶縁体のため、周囲空気との熱接触はよくないのです。

TCN75A の SDA および SCL 通信ラインを重い負荷、すなわち低すぎる抵抗値でプルアップすると、自己発熱による誤差が発生する場合があります。通常、TCN75A は低消費電力であるため、自己発熱による誤差は無視できます。しかし、温度精度を最大とするため、SDA と SCL ラインの負荷は軽くする必要があります。

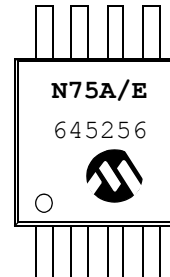
7.0 パッケージ情報

7.1 パッケージのマーキング情報

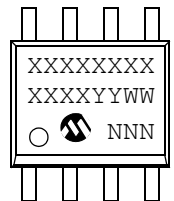
8-Lead MSOP



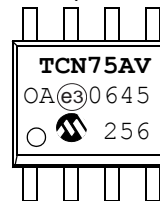
Example:



8-Lead SOIC (150 mil)



Example:

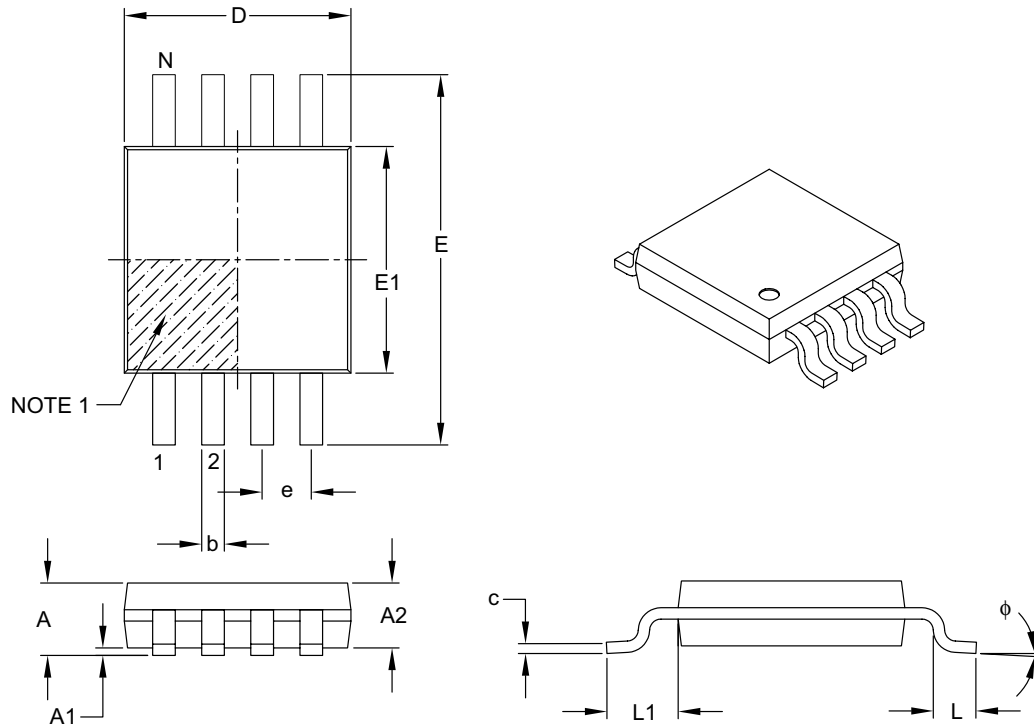


記号の説明:	XX...X	カスタマ固有情報
	Y	製造年コード (西暦の最終桁)
	YY	製造年コード (西暦の下2桁)
	WW	製造週コード (例: 1月の第1週を「01」と表示)
	NNN	英数字によるトレーサビリティコード
	(e3)	鉛フリーのつや消し錫 (Sn) メッキ製品を示す JEDEC 準拠マーク
	*	このパッケージは鉛フリーです。鉛フリーJEDEC準拠マーク ((e3))は このパッケージの外部包装に表示されています。

注: マイクロチップ社のパーツ番号全体が1行に収まらない場合は、次の行に続きます。
このためカスタマ固有情報用の文字数が制限されます。

8 ピン プラスチック マイクロ スモール アウトライン パッケージ (UA) [MSOP]

注： 最新のパッケージ図面については、次のウェブ サイトにある「Microchip Packaging Specification (マイクロチップ社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



		Units	MILLIMETERS		
Dimension Limits			MIN	NOM	MAX
Number of Pins	N		8		
Pitch	e		0.65 BSC		
Overall Height	A		–	–	1.10
Molded Package Thickness	A2		0.75	0.85	0.95
Standoff	A1		0.00	–	0.15
Overall Width	E		4.90 BSC		
Molded Package Width	E1		3.00 BSC		
Overall Length	D		3.00 BSC		
Foot Length	L		0.40	0.60	0.80
Footprint	L1		0.95 REF		
Foot Angle	φ		0°	–	8°
Lead Thickness	c		0.08	–	0.23
Lead Width	b		0.22	–	0.40

注：

- ピン 1 のビジュアル インデックスの場所はばらつきがありますが、必ず斜線部分内にあります。
- 寸法 D と E1 には、モールドフラッシュまたは突出部は含みません。モールドフラッシュまたは突出部は各側で 0.15 mm 以下とします。
- 寸法および公差は ASME Y14.5M に準拠しています。

BSC: 基準寸法。公差を含まずに表示される理論的に一致する値

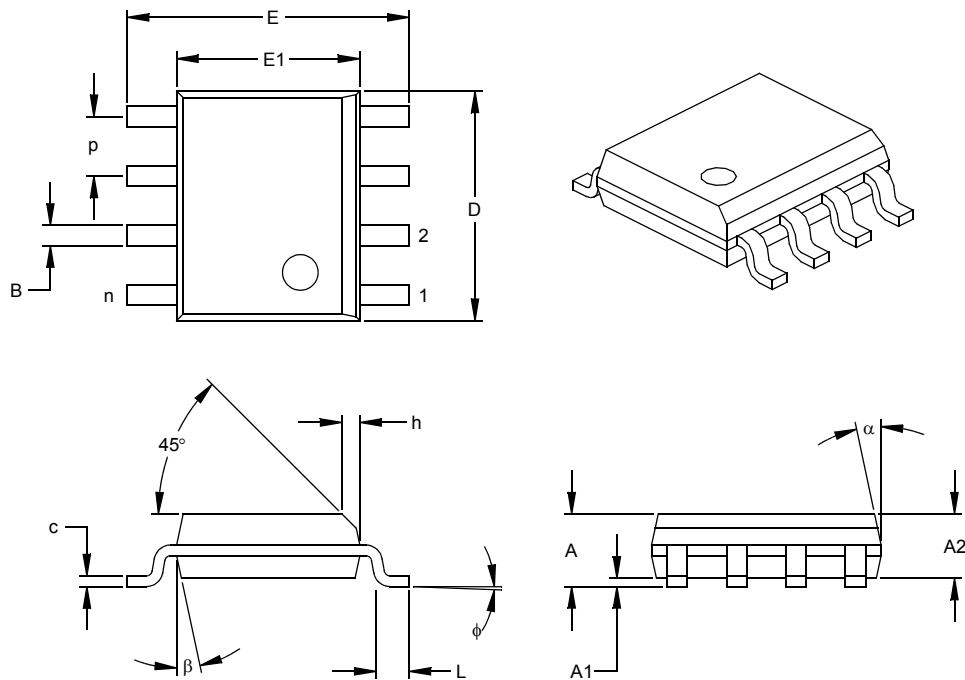
REF: 参考寸法。通常は公差を含まない、情報としてのみ使用される値

Microchip Technology Drawing C04-111B

TCN75A

8 ピン プラスチック スモール アウトライン (OA) – ナロー、150 mil ボディ [SOIC]

注： 最新のパッケージ図面については、次のウェブ サイトにある「Microchip Packaging Specification (マイクロチップ社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



Units		INCHES*			MILLIMETERS		
Dimension Limits		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
Number of Pins	n	8			8		
Pitch	p		.050			1.27	
Overall Height	A	.053	.061	.069	1.35	1.55	1.75
Molded Package Thickness	A2	.052	.056	.061	1.32	1.42	1.55
Standoff §	A1	.004	.007	.010	0.10	0.18	0.25
Overall Width	E	.228	.237	.244	5.79	6.02	6.20
Molded Package Width	E1	.146	.154	.157	3.71	3.91	3.99
Overall Length	D	.189	.193	.197	4.80	4.90	5.00
Chamfer Distance	h	.010	.015	.020	0.25	0.38	0.51
Foot Length	L	.019	.025	.030	0.48	0.62	0.76
Foot Angle	φ	0	4	8	0	4	8
Lead Thickness	c	.008	.009	.010	0.20	0.23	0.25
Lead Width	B	.013	.017	.020	0.33	0.42	0.51
Mold Draft Angle Top	α	0	12	15	0	12	15
Mold Draft Angle Bottom	β	0	12	15	0	12	15

* 制御用パラメータ

§ 重要な特徴

注：

寸法 D と E1 には、モールドフラッシュまたは突出部は含みません。モールドフラッシュまたは突出部は各側で .010" (0.254 mm) 以下とします。

JEDEC 準拠 : MS-012

Microchip Technology Drawing C04-057

付録 A: 改版履歴

リビジョン C (2006 年 11 月)

- 精度仕様の限界値を更新。
- データシート全体を大幅に再編集。
- パッケージ外形寸法図を更新。
- パッケージ外形寸法図に免責事項を追加。
- 鉛フリー マーキングに関するパッケージ
マーキング情報を更新。

リビジョン B (2006 年 5 月)

- 製品 ID システムを改訂。OA713 および UA713
パッケージを追加。

リビジョン A (2005 年 1 月)

- 本文書の初版リリース

ノート:

製品識別システム

注文や資料請求、または価格や納期などの情報は、弊社工場または一覧に記載されている営業所にお問い合わせください。

<u>PART NO.</u>	<u>X</u>	<u>/XX</u>
Device	Temperature Range	Package
Device:	TCN75A: Temperature Sensor	
Temperature Range:	V = -40°C to +125°C	
Package:	OA = Plastic SOIC, (150 mil Body), 8-lead OA713 = Plastic SOIC, (150 mil Body), 8-lead, Tape & Reel UA = Plastic Micro Small Outline (MSOP), 8-lead UA713 = Plastic Micro Small Outline (MSOP), 8-lead Tape & Reel	

例:

a) TCN75AVOA: 8LD SOIC パッケージ

b) TCN75AVOA713: テープ&リール、8LD SOIC パッケージ

c) TCN75AVUA: 8LD MSOP パッケージ

d) TCN75AVUA713: テープ&リール、8LD MSOP パッケージ

ノート:

マイクロチップ社デバイスのコード保護機能に関する以下の点にご留意ください。

- マイクロチップ社製品は、その該当するマイクロチップ社データシートに記載の仕様を満たしています。
- マイクロチップ社では、通常の条件ならびに仕様どおりの方法で使用した場合、マイクロチップ社製品は現在市場に流通している同種製品としては最もセキュリティの高い部類に入る製品であると考えております。
- コード保護機能を解除するための不正かつ違法な方法が存在します。マイクロチップ社の確認している範囲では、このような方法のいずれにおいても、マイクロチップ社製品をマイクロチップ社データシートの動作仕様外の方法で使用する必要があります。このような行為は、知的所有権の侵害に該当する可能性が非常に高いと言えます。
- マイクロチップ社は、コードの保全について懸念を抱いているお客様と連携し、対応策に取り組んでいきます。
- マイクロチップ社を含むすべての半導体メーカーの中で、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、マイクロチップ社が製品を「解読不能」として保証しているものではありません。

コード保護機能は常に進歩しています。マイクロチップ社では、製品のコード保護機能の改善に継続的に取り組んでいます。マイクロチップ社のコード保護機能を解除しようとする行為は、デジタルミレニアム著作権法に抵触する可能性があります。そのような行為によってソフトウェアまたはその他の著作物に不正なアクセスを受けた場合は、デジタルミレニアム著作権法の定めるところにより損害賠償訴訟を起こす権利があります。

本書に記載されているデバイスアプリケーションなどに関する情報は、ユーザーの便宜のためにのみ提供されているものであり、更新によって無効とされることがあります。アプリケーションと仕様の整合性を保証することは、お客様の責任において行ってください。マイクロチップ社は、明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、状態、品質、性能、商品性、特定目的への適合性をはじめとする、いかなる類の表明も保証も行いません。マイクロチップ社は、本書の情報およびその使用に起因する一切の責任を否認します。マイクロチップ社デバイスを生命維持および/または保安のアプリケーションに使用することはデバイス購入者の全責任において行うものとし、デバイス購入者は、デバイスの使用に起因するすべての損害、請求、訴訟、および出費に関してマイクロチップ社を弁護、免責し、同社に不利益が及ばないようにすることに同意するものとします。暗黙的あるいは明示的を問わず、マイクロチップ社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

Microchip の名前付きロゴ、Microchip ロゴ、Accuron、dsPIC、KEELOQ、KEELOQ ロゴ、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、rfPIC、SmartShunt は、米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

FilterLab、Linear Active Thermistor、MXDEV、MXLAB、SEEVAL、SmartSensor、The Embedded Control Solutions Company は、米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Mindi、MiWi、MPASM、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、mTouch、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、Pictail、PIC³² logo、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、Real ICE、rfLAB、Select Mode、Total Endurance、UNI/O、WiperLock、ZENA、は米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

その他、本書に記載されている商標は、各社に帰属します。

© 2008, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.



再生紙を使用しています。

QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949:2002 ==

マイクロチップ社では、Chandler および Tempe (アリゾナ州)、Gresham (オレゴン州) の本部、設計部およびウエハ製造工場そしてカリフォルニア州とインドのデザインセンターが ISO/TS-16949:2002 認証を取得しています。マイクロチップ社の品質システムプロセスおよび手順は、PIC® MCU および dsPIC® DSC、KEELOQ® コードホッピングデバイス、シリアルEEPROM、マイクロペリフェラル、不揮発性メモリ、アナログ製品に採用されています。また、マイクロチップ社の開発システムの設計および製造に関する品質システムは、ISO 9001:2000 の認証を受けています。

世界各国での販売およびサービス

北米

本社

2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
テクニカルサポート :
http://support.microchip.com
ウェブアドレス :
www.microchip.com

アトランタ

Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

ボストン

Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

シカゴ

Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

ダラス

Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

デトロイト

Farmington Hills, MI
Tel: 248-538-2250
Fax: 248-538-2260

ココモ

Kokomo, IN
Tel: 765-864-8360
Fax: 765-864-8387

ロサンゼルス

Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608

サンタクララ

Santa Clara, CA
Tel: 408-961-6444
Fax: 408-961-6445

トロント

Mississauga, Ontario,
Canada
Tel: 905-673-0699
Fax: 905-673-6509

アジア / 太平洋

アジア太平洋支社

Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

オーストラリア - シドニー

Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

中国 - 北京

Tel: 86-10-8528-2100
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都

Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 香港 SAR

Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京

Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青島

Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海

Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 瀋陽

Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深川

Tel: 86-755-8203-2660
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武漢

Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 厦門

Tel: 86-592-2388138
Fax: 86-592-2388130

中国 - 西安

Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

中国 - 珠海

Tel: 86-756-3210040
Fax: 86-756-3210049

アジア / 太平洋

インド - バンガロール

Tel: 91-80-4182-8400
Fax: 91-80-4182-8422

インド - ニューデリー

Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

インド - プネ

Tel: 91-20-2566-1512
Fax: 91-20-2566-1513

日本 - 横浜

Tel: 81-45-471- 6166
Fax: 81-45-471-6122

韓国 - 大邱

Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韓国 - ソウル

Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 または
82-2-558-5934

マレーシア - クアラルンプール

Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

マレーシア - ペナン

Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

フィリピン - マニラ

Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

シンガポール

Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

台湾 - 新竹

Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

台湾 - 高雄

Tel: 886-7-536-4818
Fax: 886-7-536-4803

台湾 - 台北

Tel: 886-2-2500-6610
Fax: 886-2-2508-0102

タイ - バンコク

Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

ヨーロッパ

オーストラリア - ヴェルス

Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン

Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

フランス - パリ

Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - ミュンヘン

Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

イタリア - ミラノ

Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

オランダ - ドリユーネン

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

スペイン - マドリッド

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

英国 - ウォーキングラム

Tel: 44-118-921-5869
Fax: 44-118-921-5820