



# ±0.25°C 精度 16ビット デジタルSPI温度センサー

データシート

ADT7320

## 特長

### 高性能

#### 温度精度

-10°C~+85°C、3.0 V で±0.20°C  
-20°C~+105°C、2.7 V~3.3 V で±0.25°C

16ビット温度分解能: 0.0078°C

極めて小さい温度ドリフト: 0.0073°C

NISTトレーサブルまたは同等

パワーアップ時の最初の温度変換が高速: 6 ms

### 容易に実現可能

ユーザーによる温度キャリブレーション/補正が不要  
直線性補正が不要

### 低消費電力

省電力の毎秒1サンプル (SPS) モード  
ノーマル・モード: 3.3 V で 700 μW (typ)  
シャットダウン・モード: 3.3 V で 7 μW (typ)

### 広い動作範囲

温度範囲: -40°C~+150°C  
電圧範囲: 2.7 V~5.5 V

### プログラマブルな割込み

クリティカルな温度上昇割込み  
温度上昇/温度低下割込み

### SPI 互換インターフェースを内蔵

16ピン、RoHS 準拠、4 mm × 4 mm LFCSP パッケージを採用

## アプリケーション

RTD とサーミスタの置換え

熱電対の冷接点補償

医用装置

工業用制御とテスト

食料の輸送と保管

環境モニタと HVAC

レーザ・ダイオードの温度制御

## 概要

ADT7320は広い工業用温度範囲でブレイクスルー性能を提供する高精度デジタル温度センサーであり、4 mm × 4 mm の LFCSP パッケージを採用しています。バンド・ギャップ・リファレンス、温度センサー、16ビット A/D コンバータ (ADC) を内蔵し、0.0078°C の分解能で温度をモニタおよびデジタル化します。ADC 分解能は、デフォルトで、13ビット (0.0625°C) に設定されています。ADC 分解能は、シリアル・インターフェースを介してユーザーから変更可能です。

ADT7320の動作は、2.7 V~5.5 V の電源電圧で保証されています。3.3 V で動作する場合の平均電源電流は 210 μA (typ) です。ADT7320にはシャットダウン・モードがあり、このモードではデバイスがパワーダウンして、シャットダウン電流が 3.3 V で 2.0 μA (typ) になります。ADT7320は、-40°C~+150°C の温度範囲で動作します。

CT ピンはオープン・ドレイン出力で、温度がプログラマブルなクリティカル温度規定値を超えるとアクティブになります。INT ピンもオープン・ドレイン出力で、温度がプログラマブルな規定値を超えるとアクティブになります。INT ピンと CT ピンは、コンパレータ・モードまたは割込みモードで動作することができます。

## 製品のハイライト

1. 使い易く、ユーザーによるキャリブレーションまたは補正が不要。
2. 低消費電力。
3. 長時間の安定性と信頼性が優れている。
4. 工業用、計装用、医用アプリケーション向けの高精度。
5. 16ピン、RoHS 準拠、4 mm × 4 mm LFCSP パッケージを採用。

## 機能ブロック図

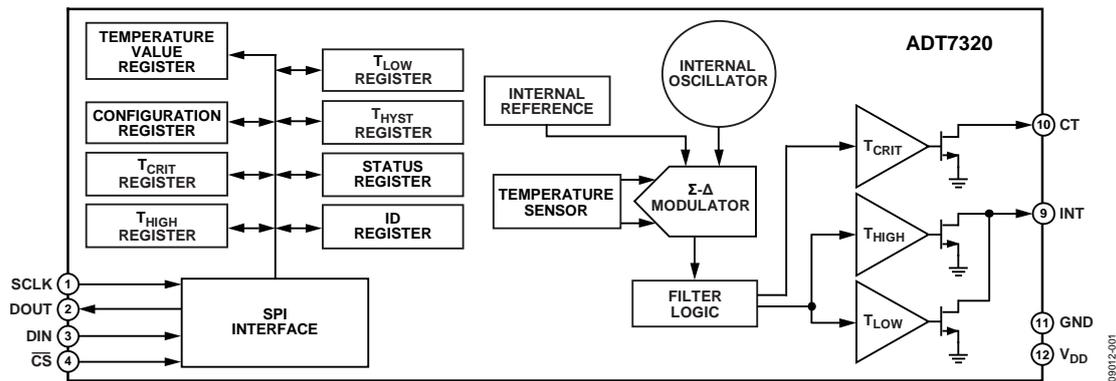


図1.

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

Rev. 0

©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本 社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
電話 03 (5402) 8200  
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー  
電話 06 (6350) 6868

## 目次

特長.....	1	コンフィギュレーション・レジスタ.....	14
アプリケーション.....	1	温度値レジスタ.....	15
概要.....	1	ID レジスタ.....	15
製品のハイライト.....	1	T <sub>CRIT</sub> セットポイント・レジスタ.....	15
機能ブロック図.....	1	T <sub>HYST</sub> セットポイント・レジスタ.....	16
改訂履歴.....	2	T <sub>HIGH</sub> セットポイント・レジスタ.....	16
仕様.....	3	T <sub>LOW</sub> セットポイント・レジスタ.....	16
SPI タイミング仕様.....	4	シリアル・インターフェース.....	17
絶対最大定格.....	5	SPI コマンド・バイト.....	17
ESD の注意.....	5	データの書込み.....	18
ピン配置およびピン機能説明.....	6	データの読出し.....	19
代表的な性能特性.....	7	マイクロコントローラ/DSP へのインターフェース.....	19
動作原理.....	9	シリアル・インターフェースのリセット.....	19
回路説明.....	9	INT 出力と CT 出力.....	20
コンバータの詳細.....	9	温度低下と温度上昇の検出.....	20
連続変換モード.....	9	アプリケーション情報.....	22
ワンショット・モード.....	10	熱応答時間.....	22
1 SPS モード.....	11	電源のデカップリング.....	22
シャットダウン・モード.....	11	スイッチング・レギュレータからの電源供給.....	22
故障キュー.....	11	温度測定.....	22
温度データ・フォーマット.....	12	温度測定へのクイック・ガイド.....	22
温度変換式.....	12	外形寸法.....	23
レジスタ.....	13	オーダー・ガイド.....	23
ステータス・レジスタ.....	13		

## 改訂履歴

12/12—Revision 0: Initial Version

## 仕様

特に指定がない限り、 $T_A = -40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{DD} = 2.7\text{ V} \sim 5.5\text{ V}$ 。

表1.

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
TEMPERATURE SENSOR AND ADC					
Accuracy <sup>1</sup>		0.0017	$\pm 0.20^2$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 3.0\text{ V}$
			$\pm 0.25$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -20^{\circ}\text{C}$ to $+105^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ to $3.3\text{ V}$
			$\pm 0.31$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+105^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 3.0\text{ V}$
			$\pm 0.35$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+105^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ to $3.3\text{ V}$
			$\pm 0.50$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ to $3.3\text{ V}$
			$\pm 0.50^3$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -10^{\circ}\text{C}$ to $+105^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 4.5\text{ V}$ to $5.5\text{ V}$
			$\pm 0.66$	$^{\circ}\text{C}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 4.5\text{ V}$ to $5.5\text{ V}$
		-0.85		$^{\circ}\text{C}$	$T_A = +150^{\circ}\text{C}$ , $V_{DD} = 4.5\text{ V}$ to $5.5\text{ V}$
ADC Resolution		13		Bits	Twos complement temperature value of sign bit plus 12 ADC bits (power-up default resolution)
		16		Bits	Twos complement temperature value of sign bit plus 15 ADC bits (Bit 7 = 1 in the configuration register)
Temperature Resolution					
13-Bit		0.0625		$^{\circ}\text{C}$	13-bit resolution (sign + 12 bits)
16-Bit		0.0078		$^{\circ}\text{C}$	16-bit resolution (sign + 15 bits)
Temperature Conversion Time		240		ms	Continuous conversion and one-shot conversion mode
Fast Temperature Conversion Time		6		ms	First conversion on power-up only
1 SPS Conversion Time		60		ms	Conversion time for 1 SPS mode
Temperature Hysteresis <sup>4</sup>		$\pm 0.002$		$^{\circ}\text{C}$	Temperature cycle = $25^{\circ}\text{C}$ to $125^{\circ}\text{C}$ and back to $25^{\circ}\text{C}$
Repeatability <sup>5</sup>		$\pm 0.015$		$^{\circ}\text{C}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$
Drift <sup>6</sup>		0.0073		$^{\circ}\text{C}$	500 hour stress test at $150^{\circ}\text{C}$ with $V_{DD} = 5.0\text{ V}$
DC PSRR		0.1		$^{\circ}\text{C}/\text{V}$	$T_A = 25^{\circ}\text{C}$
DIGITAL OUTPUTS (CT, INT), OPEN DRAIN					
High Output Leakage Current, $I_{OH}$		0.1	5	$\mu\text{A}$	CT and INT pins pulled up to 5.5 V
Output Low Voltage, $V_{OL}$			0.4	V	$I_{OL} = 3\text{ mA}$ at 5.5 V, $I_{OL} = 1\text{ mA}$ at 3.3 V
Output High Voltage, $V_{OH}$	$0.7 \times V_{DD}$			V	
Output Capacitance, $C_{OUT}$		2		pF	
DIGITAL INPUTS (DIN, SCLK, $\overline{\text{CS}}$ )					
Input Current			$\pm 1$	$\mu\text{A}$	$V_{IN} = 0\text{ V}$ to $V_{DD}$
Input Low Voltage, $V_{IL}$			0.4	V	
Input High Voltage, $V_{IH}$	$0.7 \times V_{DD}$			V	
Pin Capacitance		5	10	pF	
DIGITAL OUTPUT (DOUT)					
Output High Voltage, $V_{OH}$	$V_{DD} - 0.3$			V	$I_{SOURCE} = I_{SINK} = 200\ \mu\text{A}$
Output Low Voltage, $V_{OL}$			0.4	V	$I_{OL} = 200\ \mu\text{A}$
Output Capacitance, $C_{OUT}$			50	pF	
POWER REQUIREMENTS					
Supply Voltage	2.7		5.5	V	
Supply Current					Peak current while converting, SPI interface inactive
At 3.3 V		210	265	$\mu\text{A}$	
At 5.5 V		250	300	$\mu\text{A}$	
1 SPS Current					1 SPS mode, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$
At 3.3 V		46		$\mu\text{A}$	$V_{DD} = 3.3\text{ V}$

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
At 5.5 V		65		$\mu\text{A}$	$V_{\text{DD}} = 5.5 \text{ V}$
Shutdown Current					Supply current in shutdown mode
At 3.3 V		2.0	15	$\mu\text{A}$	
At 5.5 V		5.2	25	$\mu\text{A}$	
Power Dissipation, Normal Mode		700		$\mu\text{W}$	$V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$ , normal mode at $25^\circ\text{C}$
Power Dissipation, 1 SPS Mode		150		$\mu\text{W}$	Power dissipated for $V_{\text{DD}} = 3.3 \text{ V}$ , $T_{\text{A}} = 25^\circ\text{C}$

<sup>1</sup> 精度仕様には再現性が含まれます。

<sup>2</sup> 等価 3 $\sigma$  値は  $\pm 0.15^\circ\text{C}$  です。この 3 $\sigma$  規定値は、この値を採用する他のベンダーとの比較を可能にするためのものです。

<sup>3</sup> 5 V 動作でのさらに高い精度については、最寄りのアナログ・デバイセズ販売代理店へご相談ください。

<sup>4</sup> 温度ヒステリシスには再現性は含まれません。

<sup>5</sup> 10 個の測定値のフローティング平均を使用。

<sup>6</sup> ドリフトには、ハンダ熱抵抗と JEDEC 標準 JESD22-A108 に従って実施される寿命試験が含まれます。

## SPI タイミング仕様

特に指定がない限り、 $T_{\text{A}} = -40^\circ\text{C} \sim +150^\circ\text{C}$ 、 $V_{\text{DD}} = 2.7 \text{ V} \sim 5.5 \text{ V}$ 。すべての入力信号は、立ち上がり時間 ( $t_{\text{r}}$ ) = 立下がり時間 ( $t_{\text{f}}$ ) = 5 ns ( $V_{\text{DD}}$  の 10%~90%) で既定し、時間は 1.6 V の電圧レベルで測定。

表2.

Parameter <sup>1,2</sup>	Limit at $T_{\text{MIN}}$ , $T_{\text{MAX}}$	Unit	Descriptions
$t_1$	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ falling edge to SCLK active edge setup time
$t_2$	100	ns min	SCLK high pulse width
$t_3$	100	ns min	SCLK low pulse width
$t_4$	30	ns min	Data setup time prior to SCLK rising edge
$t_5$	25	ns min	Data hold time after SCLK rising edge
$t_6$	5	ns min	Data access time after SCLK falling edge
	60	ns max	$V_{\text{DD}} = 4.5 \text{ V}$ to $5.5 \text{ V}$
	80	ns max	$V_{\text{DD}} = 2.7 \text{ V}$ to $3.6 \text{ V}$
$t_7^3$	10	ns min	Bus relinquish time after $\overline{\text{CS}}$ inactive edge
	80	ns max	Bus relinquish time after $\overline{\text{CS}}$ inactive edge
$t_8$	0	ns min	SCLK inactive edge to $\overline{\text{CS}}$ rising edge hold time
$t_9$	0	ns min	$\overline{\text{CS}}$ falling edge to DOUT active time
	60	ns max	$V_{\text{DD}} = 4.5 \text{ V}$ to $5.5 \text{ V}$
	80	ns max	$V_{\text{DD}} = 2.7 \text{ V}$ to $3.6 \text{ V}$
$t_{10}$	10	ns min	SCLK inactive edge to DOUT low

<sup>1</sup> 初期リリース時はサンプル・テストにより適合性を保証。

<sup>2</sup> 図 2 参照。

<sup>3</sup> 表 2 のタイミング特性で使用する時間はデバイスの真のバス開放時間であることを意味し、外部バスの負荷容量に無関係であることを意味します。

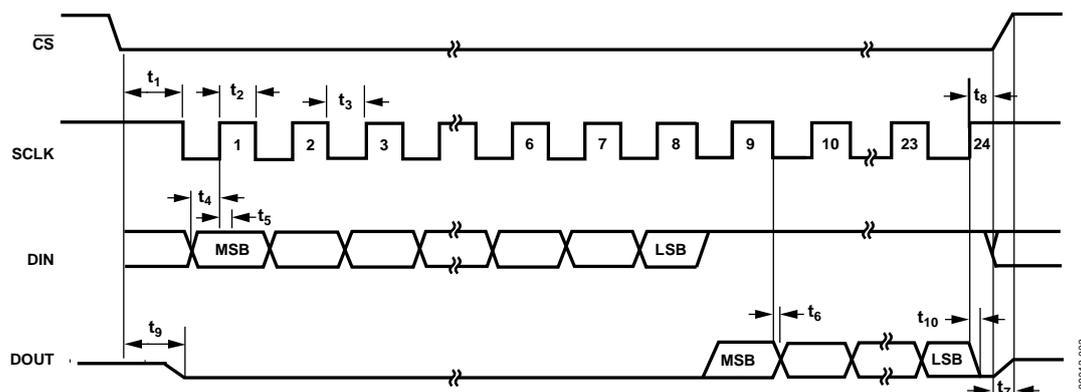


図2.SPIの詳細タイミング図

## 絶対最大定格

表3.

Parameter	Rating
V <sub>DD</sub> to GND	-0.3 V to +7 V
DIN Input Voltage to GND	-0.3 V to V <sub>DD</sub> + 0.3 V
DOOUT Voltage to GND	-0.3 V to V <sub>DD</sub> + 0.3 V
SCLK Input Voltage to GND	-0.3 V to V <sub>DD</sub> + 0.3 V
CS Input Voltage to GND	-0.3 V to V <sub>DD</sub> + 0.3 V
CT and INT Output Voltage to GND	-0.3 V to V <sub>DD</sub> + 0.3 V
ESD Rating (Human Body Model)	2.0 kV
Operating Temperature Range <sup>1</sup>	-40°C to +150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
Maximum Junction Temperature, T <sub>JMAX</sub>	150°C
Power Dissipation <sup>2</sup>	
16-Lead LFCSP <sup>3</sup>	$W_{MAX} = (T_{JMAX} - T_A)/\theta_{JA}$
Thermal Impedance <sup>4</sup>	
$\theta_{JA}$ , Junction-to-Ambient (Still Air)	37°C/W
$\theta_{JC}$ , Junction-to-Case	33°C/W
IR Reflow Soldering	220°C
Peak Temperature (RoHS-Compliant Package)	260°C (0°C/-5°C)
Time at Peak Temperature	20 sec to 40 sec
Ramp-Up Rate	3°C/sec maximum
Ramp-Down Rate	-6°C/sec maximum
Time from 25°C to Peak Temperature	8 minutes maximum

<sup>1</sup> 125°C を超えて長時間動作させると製品寿命が短くなります。詳細については、最寄りのアナログ・デバイス代理店にお尋ねください。

<sup>2</sup> 値は 2 層 PCB で使用するパッケージに関するものです。これはワースト・ケースの  $\theta_{JA}$  と  $\theta_{JC}$  を与えます。

<sup>3</sup> T<sub>A</sub> = 周囲温度。

<sup>4</sup> ジャンクション-ケース間の抵抗は、特定の流れ方向を持つデバイス、たとえばヒート・シンク上に実装したデバイスに適用可能です。空冷 PCB に実装されたデバイスに対しては、ジャンクション-周囲間の抵抗の方が適しています。

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。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上のデバイス動作を定めた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。

## ESD の注意



ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

## ピン配置およびピン機能説明

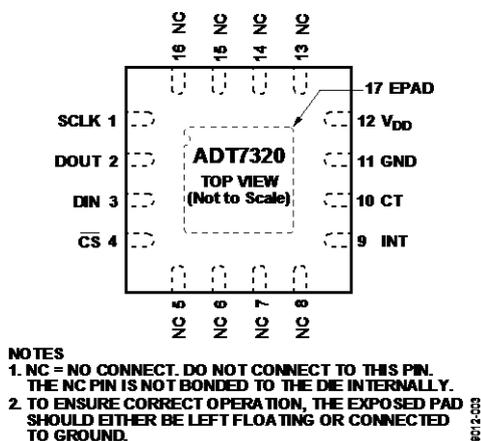


図3.ピン配置

表4.ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	SCLK	シリアル・クロック入力。このシリアル・クロックは、データをADT7320のレジスタに入出力するときに使います。
2	DOUT	シリアル・データ出力。SCLKの立下がりエッジでデータが出力されて、SCLKの立上がりエッジで有効になります。
3	DIN	シリアル・データ入力。デバイスのコントロール・レジスタにロードされるシリアル・データはこの入力に接続されます。データはSCLKの立上がりエッジでレジスタに入力されます。
4	$\overline{\text{CS}}$	チップ・セレクト入力。この入力をロー・レベルにすると、デバイスがイネーブルされます。この入力をハイ・レベルにすると、デバイスがディスエーブルされます。
5	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
6	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
7	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
8	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
9	INT	温度上昇/温度低下割込み。ロジック出力。パワーアップ時のデフォルト設定は、アクティブ・ローのコンパレータ割込みです。オープン・ドレイン構成。10 k $\Omega$ (typ)のプルアップ抵抗が必要です。
10	CT	クリティカルな温度上昇割込み。ロジック出力。パワーアップ時のデフォルト極性は、アクティブ・ローです。オープン・ドレイン構成。10 k $\Omega$ (typ)のプルアップ抵抗が必要です。
11	GND	アナログおよびデジタル・グラウンド。
12	V <sub>DD</sub>	正の電源電圧 (2.7 V~5.5 V)。この電源は0.1 $\mu$ Fのセラミック・コンデンサでGNDへデカップリングしてください。
13	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
14	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
15	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
16	NC	未接続。このピンは接続しないでください。NCピンは内部でチップに接続されていません。
17	EPAD	エクスポーズド・パッド。動作を確実にするため、エクスポーズド・パッドはフローティングのままにするか、またはグラウンドへ接続してください。

代表的な性能特性

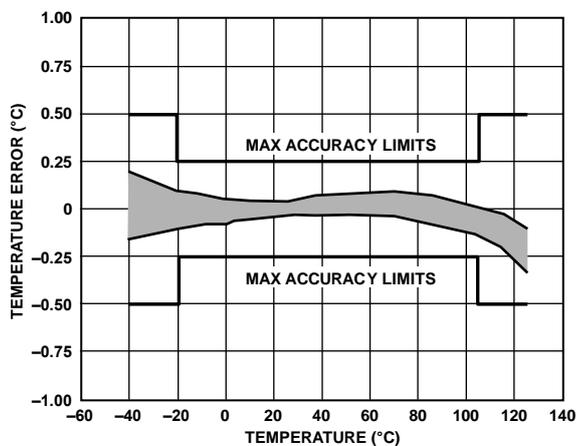


図4.温度精度、3 V

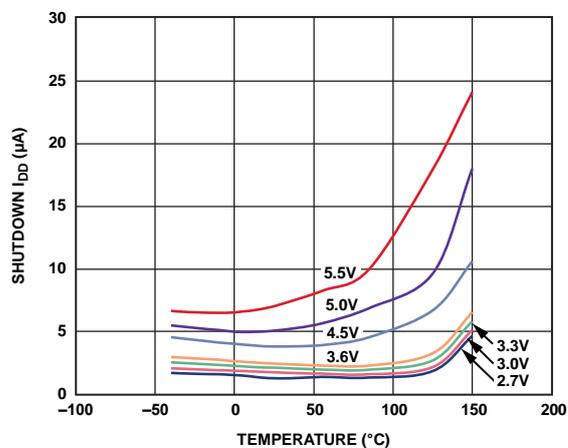


図7.シャットダウン電流の温度特性

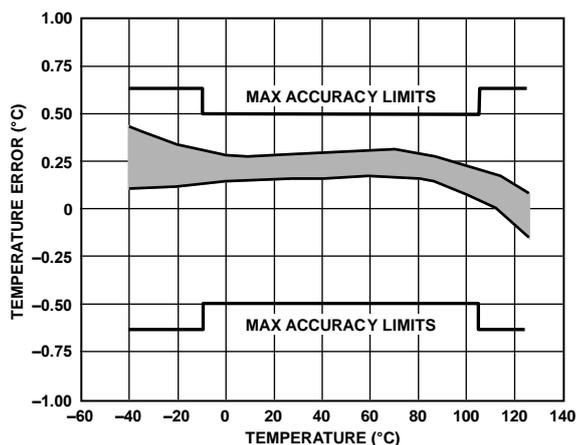


図5.温度精度、5 V

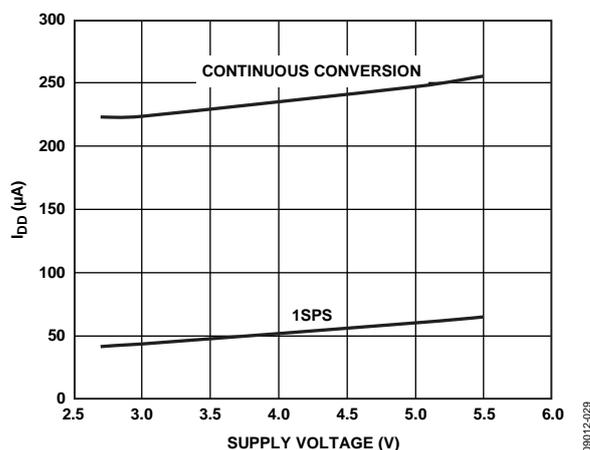


図8.電源電圧対平均動作電源電流

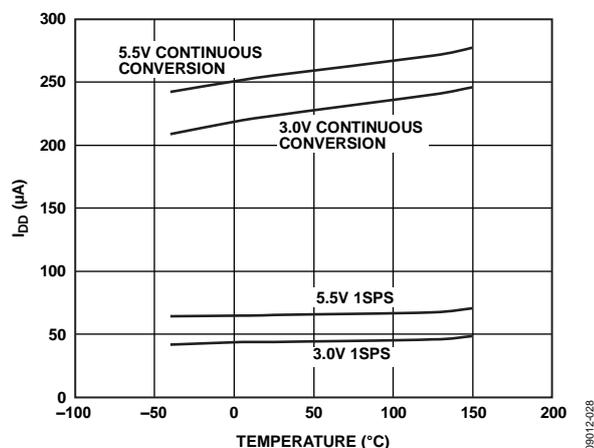


図6.動作電源電流の温度特性

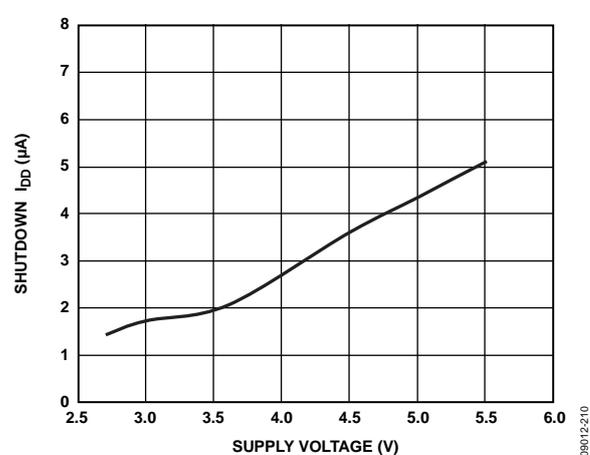


図9.電源電圧対シャットダウン電流

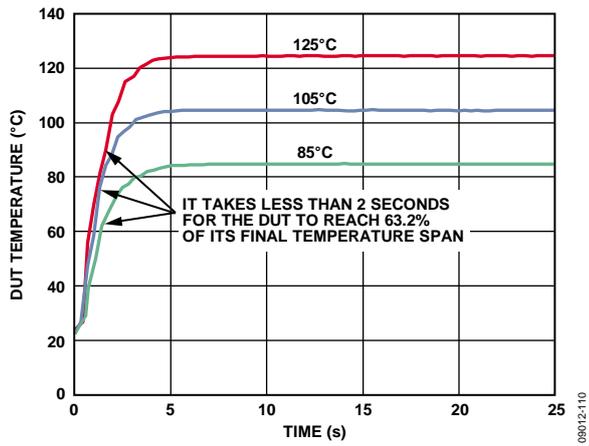


図10.熱応答時間

## 動作原理

### 回路説明

ADT7320は、16ビットADCを使用して0.0078°Cの分解能で温度をモニタ/デジタル化する高精度デジタル温度センサーです。デフォルトで、ADC分解能は13ビット(0.0625°C)に設定されています。内蔵温度センサーが絶対温度に比例する電圧を発生し、この電圧が内蔵リファレンス電圧と比較されて、高精度のデジタル変調器に入力されます。

内蔵温度センサーは定格温度範囲で優れた精度と直線性を持っているため、ユーザーによる補正またはキャリブレーションは不要です。

センサー出力は、 $\Sigma$ - $\Delta$ 変調器によりデジタル化され、これは電荷平衡型A/Dコンバータとも呼ばれています。このタイプのコンバータは、時間領域オーバーサンプリングと高精度コンパレータを採用し、極めて小型な回路で16ビットの実効精度を提供します。

### コンバータの詳細

$\Sigma$ - $\Delta$ 変調器は、入力サンプラ、加算回路、積分器、コンパレータ、1ビットD/Aコンバータ(DAC)から構成されています。このアーキテクチャは負帰還ループを構成し、入力電圧の変化に応じてコンパレータ出力のデューティ・サイクルを変化させることにより、積分器出力を最小にするように動作します。コンパレータは、入力サンプリング周波数よりはるかに高いレートで積分器出力をサンプルします。このオーバーサンプリングにより、量子化ノイズが入力信号よりはるかに広い帯域に拡散されるため、全体のノイズ性能と精度が改善されます。

コンパレータの変調出力は、SPI温度データを発生する回路技術を使ってエンコードされます。

ADT7320は、ノーマル・モード、ワンショット・モード、1SPSモード、シャットダウン・モードの4つの動作モードで動作するように設定できます。

### 連続変換モード

連続変換モード(デフォルト・パワーアップ・モード)では、ADT7320は自動変換シーケンスを実行します。この自動変換シーケンスでは、変換に240msを要し、ADT7320は連続的に変換します。すなわち、1つの温度変換が完了すると、次の温度変換が開始されます。各温度変換結果は温度値レジスタに格納されるため、SPIインターフェースから得ることができます。連続変換モードでは、読み出し動作により最新の変換結果が得られます。

パワーアップ時、最初の変換は高速変換であり、6ms(typ)を要します。温度が147°Cを超えると、CTピンがロー・レベルになります。温度が64°Cを超えると、INTピンがロー・レベルになります。高速変換温度の精度は $\pm 5^\circ\text{C}$ (typ)です。

デバイスの変換クロックは内部で発生されます。シリアル・ポートに対する読み書き以外に、外部クロックは不要です。

測定温度値は、クリティカル温度規定値(16ビット $T_{\text{CRIT}}$ セットポイント・レジスタに格納)、高温規定値(16ビット $T_{\text{HIGH}}$ セットポイント・レジスタに格納)、低温規定値(16ビット $T_{\text{LOW}}$ セットポイント・レジスタに格納)と比較されます。測定値が高温または低温の規定値を超えると、INTピンがアクティブになります。測定値が $T_{\text{CRIT}}$ 規定値を超えると、CTピンがアクティブになります。INTピンとCTピンの極性はコンフィギュレーション・レジスタを使って設定可能であり、INTピンとCTピンの割込みモードもコンフィギュレーション・レジスタを使って設定可能です。

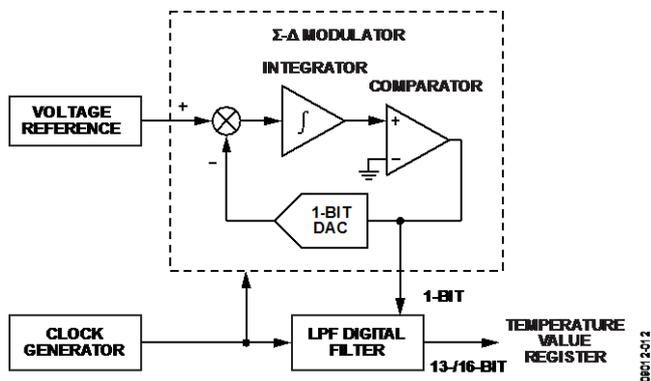


図11.  $\Sigma$ - $\Delta$ 変調器

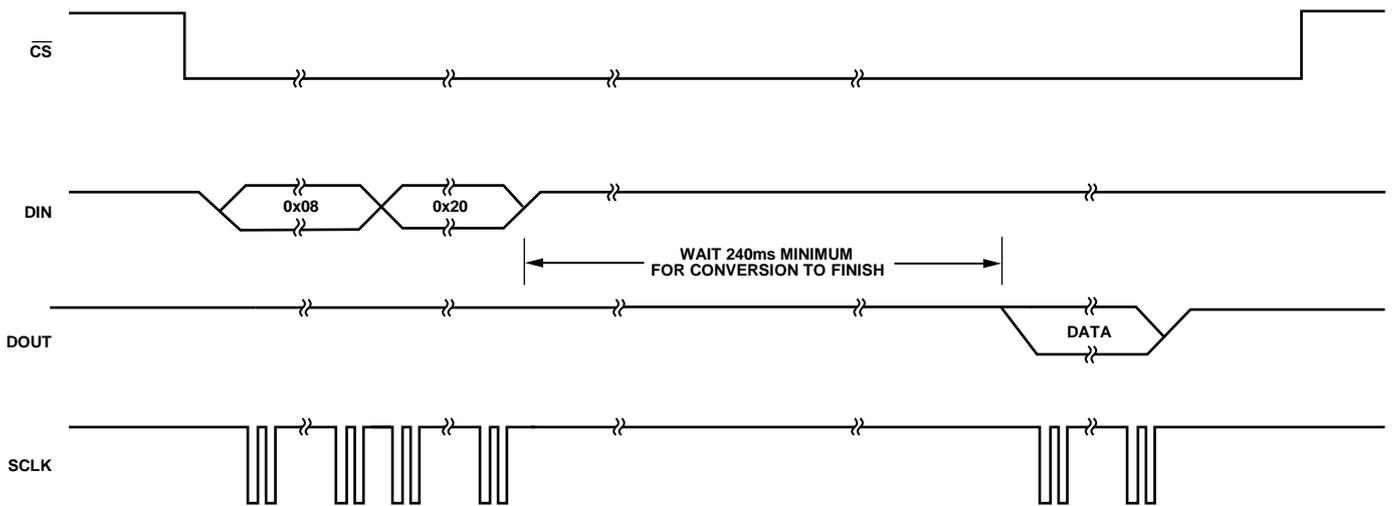


図12. コンフィギュレーション・レジスタに対する代表的な SPI ワンショット書込みとそれに続く温度値レジスタの読出し

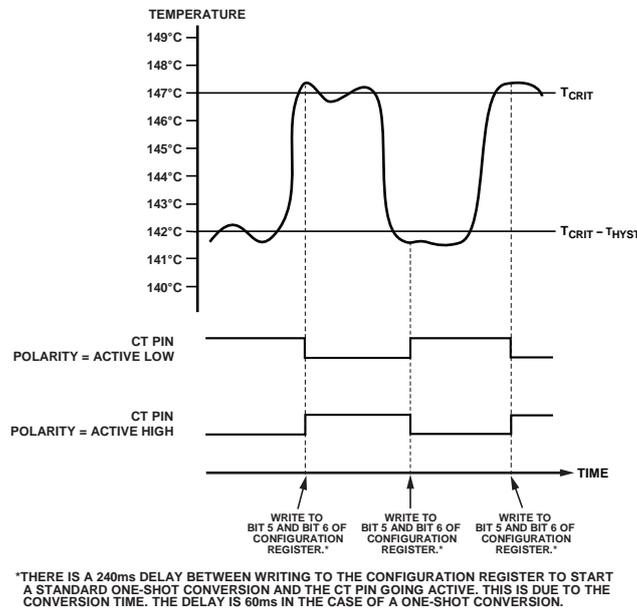


図13. ワンショット CT ピン

## ワンショット・モード

ワンショット・モードをイネーブルすると、ADT7320 は直ちに変換を完了して、シャットダウン・モードになります。回路デザインで消費電力の削減が重要な場合に、ワンショット・モードは有効です。

ワンショット・モードをイネーブルするときは、コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) のビット [6:5] に 01 を設定します。

動作モード・ビットへ書込みを行った後、少なくとも 240 ms 待った後に、温度値レジスタから温度を読出します。この遅延により、ADT7320はパワーアップして変換を完了するために十分な時間を確保します。

温度変換結果を更新するときは、コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01)のビット[6:5] に再度 01 を設定します。

## ワンショット・モードでの CT と INT の動作

規定値の 1つを超えた場合の、 $T_{CRIT}$  温度上昇時に対するワンショット CT ピン動作の詳細については、図 13 を参照してください。割込みモードでは、任意のレジスタを読出すと INT ピンと CT ピンがリセットされることに注意してください。

コンパレータ・モードでの INT ピンの場合、温度が  $T_{HIGH} - T_{HYST}$  値を下回るか、または  $T_{LOW} + T_{HYST}$  値を超えたとき、動作モード・ビット (レジスタ・アドレス 0x01 のコンフィギュレーション・レジスタのビット 5 とビット 6) に書込みを行うと、INT ピンがリセットされます。

コンパレータ・モードでの CT ピンの場合、温度が  $T_{CRIT} - T_{HYST}$  値を下回ったとき、動作モード・ビット (レジスタ・アドレス 0x01 のコンフィギュレーション・レジスタのビット 5 とビット 6) に書込みを行うと、CT ピンがリセットされます(図 13 参照)。

ワンショット・モードを使うときは、リフレッシュ・レートがアプリケーションに対して適切であることを確認して下さい。

## 1 SPS モード

1 SPS モードでは、デバイスは毎秒 1 回計測を行います。変換には 60 ms (typ)要するため、デバイスは残りの 940 ms 区間アイドル状態を維持します。このモードをイネーブルするときは、コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) のビット [6:5] に 10 を設定します。

## シャットダウン・モード

コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) のビット [6:5] に 11 を設定すると、ADT7320 をシャットダウン・モードにすることができます。コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) のビット [6:5] に 00 を設定すると、ADT7320 をシャットダウン・モードから抜け出させることができます。ADT7320 はシャットダウン・モードから抜け出すために、1 ms を要します (0.1  $\mu$ F のデカップリング・コンデンサ使用時)。シャットダウンの直前の変換結果は、シャットダウン・モードの中でも ADT7320 から読出すことができます。デバイスがシャットダウン・モードから抜け出ると、内部クロックが再開して変換が開始されます。

## 故障キュー

コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) のビット 0 とビット 1 は、故障キューに使われます。ADT7320 をノイズの多い温度環境で使う場合、INT ピンと CT ピンの誤トリップを防止するため最大 4 個の故障を設定することができます。INT 出力と CT 出力を設定するためには、キュー内に設定された故障数が連続して発生する必要があります。例えば、キュー内に設定された故障数が 4 の場合、INT ピンと CT ピンがアクティブになるためには、温度変換が 4 回連続して行われ、各変換結果がいずれかの規定値レジスタに設定された温度規定値を超える必要があります。連続した 2 回の温度変換が温度規定値を超えても 3 回目の変換が超えない場合は、故障カウントはゼロにリセットされます。

## 温度データ・フォーマット

ADC の 1 LSB は 13 ビット・モードでは 0.0625°C に、16 ビット・モードでは 0.0078°C に、それぞれ対応します。ADC は理論的に 255°C の温度範囲を測定できますが、ADT7320 は -40°C の低温規定値から +150°C の高温規定値までを測定するように保証されています。温度測定結果は 16 ビット温度値レジスタに格納され、 $T_{CRIT}$  セットポイント・レジスタと  $T_{HIGH}$  セットポイント・レジスタに格納されている高温規定値と比較されます。この温度測定結果は、 $T_{LOW}$  セットポイント・レジスタに格納されている低温規定値とも比較されます。

温度値レジスタ、 $T_{CRIT}$  セットポイント・レジスタ、 $T_{HIGH}$  セットポイント・レジスタ、 $T_{LOW}$  セットポイント・レジスタ内の各温度データは 13 ビット 2 の補数ワードで表されます。MSB は温度符号ビットです。パワーアップ時、LSB のビット 0~ビット 2 は、温度変換結果として使用されず、 $T_{CRIT}$ 、 $T_{HIGH}$ 、 $T_{LOW}$  のフラグ・ビットになります。表 5 に、ビット 0~ビット 2 を除く 13 ビットの温度データ・フォーマットを示します。

コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) のビット 7 に 1 を設定して、温度データワードのビット数を 16 ビット 2 の補数に拡張することができます。16 ビットの温度データ値を使用する場合、ビット 0~ビット 2 はフラグ・ビットとして使われず、代わりに温度値の LSB ビットになります。パワーオン・デフォルト設定は、13 ビット温度データ値になっています。

温度値レジスタから温度を読み出すときは、2 バイト読み出しが必要です。9 ビットの温度データ・フォーマットを使用している場合でも、13 ビット温度値の最後の 4 LSB を無視することにより ADT7320 を使用することができます。これらの 4 LSB とは表 5 に示すビット 3~ビット 6 です。

表 5.13 13 ビット温度データ・フォーマット

Temperature	Digital Output (Binary) Bits[15:3]
-40°C	1 1101 1000 0000
-25°C	1 1110 0111 0000
-0.0625°C	1 1111 1111 1111
0°C	0 0000 0000 0000
+0.0625°C	0 0000 0000 0001
+25°C	0 0001 1001 0000
+105°C	0 0110 1001 0000
+125°C	0 0111 1101 0000
+150°C	0 1001 0110 0000

## 温度変換式

### 16 ビット温度データ・フォーマット

$$\text{正の温度} = \text{ADC Code (dec)} / 128$$

$$\text{負の温度} = (\text{ADC Code (dec)} - 65,536) / 128$$

ここで、ADC Code ではデータ・バイトの符号ビットを含む全 16 ビットを使います。

$$\text{負の温度} = (\text{ADC Code (dec)} - 32,768) / 128$$

ここで、MSB は ADC Code から除かれています。

### 13 ビット温度データ・フォーマット

$$\text{正の温度} = \text{ADC Code (dec)} / 16$$

$$\text{負の温度} = (\text{ADC Code (dec)} - 8192) / 16$$

ここで、ADC Code ではデータ・バイトの符号ビットを含む全 13 ビットを使います。

$$\text{負の温度} = (\text{ADC Code (dec)} - 4096) / 16$$

ここで、MSB は ADC Code から除かれています。

### 10 ビット温度データ・フォーマット

$$\text{正の温度} = \text{ADC Code (dec)} / 2$$

$$\text{負の温度} = (\text{ADC Code (dec)} - 1024) / 2$$

ここで、ADC Code ではデータ・バイトの符号ビットを含む全 10 ビットを使います。

$$\text{負の温度} = (\text{ADC Code (dec)} - 512) / 2$$

ここで、MSB は ADC Code から除かれています。

### 9 ビット温度データ・フォーマット

$$\text{正の温度} = \text{ADC Code (dec)}$$

$$\text{負の温度} = \text{ADC Code (dec)} - 512$$

ここで、ADC Code ではデータ・バイトの符号ビットを含む全 9 ビットを使います。

$$\text{負の温度} = \text{ADC Code (dec)} - 256$$

ここで、MSB は ADC Code から除かれています。

## レジスタ

ADT7320には次の8個のレジスタがあります。

- ステータス・レジスタ
- コンフィギュレーション・レジスタ
- 5個の温度レジスタ
- IDレジスタ

ステータス・レジスタ、温度値レジスタ、IDレジスタは読み出し専用です。

表6.ADT7320のレジスタ

Register Address	Description	Power-On Default
0x00	Status	0x80
0x01	Configuration	0x00
0x02	Temperature value	0x0000
0x03	ID	0xC3
0x04	T <sub>CRIT</sub> setpoint	0x4980 (147°C)
0x05	T <sub>HYST</sub> setpoint	0x05 (5°C)
0x06	T <sub>HIGH</sub> setpoint	0x2000 (64°C)
0x07	T <sub>LOW</sub> setpoint	0x0500 (10°C)

## ステータス・レジスタ

8ビットの読み出し専用レジスタ (レジスタ・アドレス 0x00)であり、CTピンとINTピンをアクティブにする温度上昇/温度低下割込みのステータスを反映します。このレジスタは温度変換動作のステータスも反映します。ステータス・レジスタを読み出したとき、および/またはヒステリシスを含み温度規定値以内に温度値が戻ったとき、このレジスタの割込みフラグはリセットされます。温度値レジスタを読み出すと、RDYビットがリセットされます。ワンショットモードと1SPSモードでは、コンフィギュレーション・レジスタの動作モード・ビットに書き込みを行うと、RDYビットがリセットされます。

表7.ステータス・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x00)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[3:0]	0000	R	Unused	Reads back 0.
[4]	0	R	T <sub>LOW</sub>	This bit is set to 1 when the temperature goes below the T <sub>LOW</sub> temperature limit. The bit is cleared to 0 when the status register is read and/or when the temperature measured rises above the limit set in the T <sub>LOW</sub> + T <sub>HYST</sub> setpoint registers.
[5]	0	R	T <sub>HIGH</sub>	This bit is set to 1 when the temperature rises above the T <sub>HIGH</sub> temperature limit. This bit is cleared to 0 when the status register is read and/or when the temperature measured drops below the limit set in the T <sub>HIGH</sub> - T <sub>HYST</sub> setpoint registers.
[6]	0	R	T <sub>CRIT</sub>	This bit is set to 1 when the temperature rises above the T <sub>CRIT</sub> temperature limit. This bit is cleared to 0 when the status register is read and/or when the temperature measured drops below the limit set in the T <sub>CRIT</sub> - T <sub>HYST</sub> setpoint registers.
[7]	1	R	RDY	This bit goes low when the temperature conversion result is written to the temperature value register. It is reset to 1 when the temperature value register is read. In one-shot and 1 SPS modes, this bit is reset after a write to the operation mode bits in the configuration register.

## コンフィギュレーション・レジスタ

この 8 ビット読み書き可能レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01) は、シャットダウン、温度上昇/温度低下割込み、ワンショット、連続変換、割込みピン極性、温度上昇故障キューなどの種々の ADT7320 設定モードを格納します。

表8. コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x01)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[1:0]	00	R/W	Fault queue	These two bits set the number of undertemperature/overtemperature faults that can occur before setting the INT and CT pins. This helps to avoid false triggering due to temperature noise. 00 = 1 fault (default). 01 = 2 faults. 10 = 3 faults. 11 = 4 faults.
[2]	0	R/W	CT pin polarity	This bit selects the output polarity of the CT pin. 0 = active low. 1 = active high.
[3]	0	R/W	INT pin polarity	This bit selects the output polarity of the INT pin. 0 = active low. 1 = active high.
[4]	0	R/W	INT/CT mode	This bit selects comparator mode or interrupt mode. 0 = interrupt mode. 1 = comparator mode.
[6:5]	00	R/W	Operation mode	These two bits set the operational mode of the ADT7320. 00 = continuous conversion (default). When one conversion is finished, the ADT7320 begins the next conversion. 01 = one-shot mode. Conversion time is typically 240 ms. 10 = 1 SPS mode. Conversion time is typically 60 ms. This operational mode reduces the average current consumption. 11 = shutdown. All circuitry except for the interface circuitry is powered down.
[7]	0	R/W	Resolution	This bit sets the resolution of the ADC when converting. 0 = 13-bit resolution. Sign bit + 12 bits gives a temperature resolution of 0.0625°C. 1 = 16-bit resolution. Sign bit + 15 bits gives a temperature resolution of 0.0078°C.

## 温度値レジスタ

温度値レジスタは、内部温度センサーで測定した温度値を格納します。温度は、16ビット2の補数フォーマットで格納されます。温度は、温度値レジスタ (レジスタ・アドレス 0x02) から 16ビット値として読出されます。

ビット2、ビット1、ビット0は、それぞれイベント・アラーム・フラグ  $T_{CRIT}$ 、 $T_{HIGH}$ 、 $T_{LOW}$  になります。温度を16ビット・デジタル値に変換するようにADCを設定した場合、ビット2、ビット1、ビット0はフラグ・ビットとして使用されなくなり、代わりに拡張デジタル値のLSBビットとして使用されます。

## ID レジスタ

この8ビット読出し専用レジスタ (レジスタ・アドレス 0x03) は、ビット7～ビット3にメーカーIDを、ビット2～ビット0にシリコン・レビジョンをそれぞれ格納します。IDレジスタのデフォルト設定値は0xC3です。

## $T_{CRIT}$ セットポイント・レジスタ

16ビットの  $T_{CRIT}$  セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x04) はクリティカルな温度上昇規定値を格納します。温度値レジスタに格納された温度値がこのレジスタの値を超えると、クリティカルな温度上昇イベントが発生します。クリティカルな温度上昇イベントが発生すると、CTピンがアクティブになります。温度は2の補数フォーマットで格納され、MSBが温度符号ビットになります。

$T_{CRIT}$  セットポイントのデフォルト設定値は147°Cです。

表9. 温度値レジスタ (レジスタ・アドレス 0x02)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[0]	0	R	$T_{LOW}$ flag/LSB0	Flags a $T_{LOW}$ event if the configuration register, Register Address 0x01[7] = 0 (13-bit resolution). When the temperature value is below $T_{LOW}$ , this bit is set to 1. Contains Least Significant Bit 0 of the 15-bit temperature value when the configuration register, Register Address 0x01[7] = 1 (16-bit resolution).
[1]	0	R	$T_{HIGH}$ flag/LSB1	Flags a $T_{HIGH}$ event if the configuration register, Register Address 0x01[7] = 0 (13-bit resolution). When the temperature value is above $T_{HIGH}$ , this bit is set to 1. Contains Least Significant Bit 1 of the 15-bit temperature value when the configuration register, Register Address 0x01[7] = 1 (16-bit resolution).
[2]	0	R	$T_{CRIT}$ flag/LSB2	Flags a $T_{CRIT}$ event if the configuration register, Register Address 0x01[7] = 0 (13-bit resolution). When the temperature value exceeds $T_{CRIT}$ , this bit is set to 1. Contains the Least Significant Bit 2 of the 15-bit temperature value if the configuration register, Register Address 0x01[7] = 1 (16-bit resolution).
[7:3]	00000	R	Temp	Temperature value in twos complement format.
[14:8]	0000000	R	Temp	Temperature value in twos complement format.
15	0	R	Sign	Sign bit; indicates if the temperature value is negative or positive.

表10. ID レジスタ (レジスタ・アドレス 0x03)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[2:0]	011	R	Revision ID	Contains the silicon revision identification number.
[7:3]	11000	R	Manufacturer ID	Contains the manufacturer identification number.

表11.  $T_{CRIT}$  セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x04)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[15:0]	0x4980	R/W	$T_{CRIT}$	16-bit critical overtemperature limit, stored in twos complement format.

**T<sub>HYST</sub> セットポイント・レジスタ**

この 8 ビット T<sub>HYST</sub> セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x05) は、T<sub>HIGH</sub>、T<sub>LOW</sub>、T<sub>CRIT</sub> 温度規定値に対する温度ヒステリシス値を格納します。温度ヒステリシス値は、4 ビットの LSB を使用するストレート・バイナリ・フォーマットで格納されます。0°C から 15°C へ 1°C ステップでインクリメントすることができます。このレジスタ値は T<sub>HIGH</sub> 値と T<sub>CRIT</sub> 値から減算され、T<sub>LOW</sub> 値に加算されて、ヒステリシスを構成します。

T<sub>HYST</sub> セットポイントのデフォルト設定値は 5°C です。

**T<sub>HIGH</sub> セットポイント・レジスタ**

この 16 ビット T<sub>HIGH</sub> セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x06) は温度上昇規定値を格納します。温度値レジスタに格納された温度値がこのレジスタの値を超えると、温度上昇イベントが発生します。温度上昇イベントが発生すると、INT ピンがアクティブになります。温度は 2 の補数フォーマットで格納され、MSB が温度符号ビットになります。

T<sub>HIGH</sub> セットポイントのデフォルト設定値は 64°C です。

**T<sub>LOW</sub> セットポイント・レジスタ**

この 16 ビット T<sub>LOW</sub> セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x07) は温度低下規定値を格納します。温度値レジスタに格納された温度値がこのレジスタ値を下回ると、温度低下イベントが発生します。温度低下イベントが発生すると、INT ピンがアクティブになります。温度は 2 の補数フォーマットで格納され、MSB が温度符号ビットになります。

T<sub>LOW</sub> セットポイントのデフォルト設定値は 10°C です。

表12. T<sub>HYST</sub> セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x05)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[3:0]	0101	R/W	T <sub>HYST</sub>	Hysteresis value, from 0°C to 15°C. Stored in straight binary format. The default setting is 5°C.
[7:4]	0000	R/W	N/A	N/A = not applicable. Not used.

表13. T<sub>HIGH</sub> セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x06)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[15:0]	0x2000	R/W	T <sub>HIGH</sub>	16-bit overtemperature limit, stored in twos complement format.

表14. T<sub>LOW</sub> セットポイント・レジスタ (レジスタ・アドレス 0x07)

Bit(s)	Default Value	Type	Name	Description
[15:0]	0x0500	R/W	T <sub>LOW</sub>	16-bit undertemperature limit, stored in twos complement format.

## シリアル・インターフェース

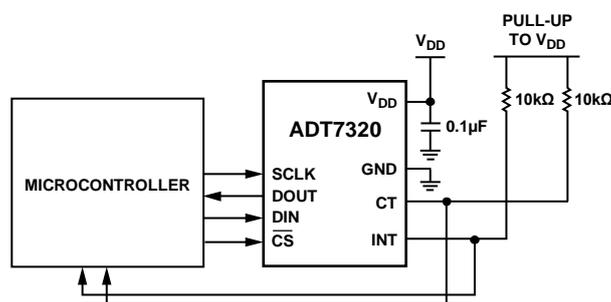


図14.代表的な SPI インターフェース接続

ADT7320は、4線式のシリアル・ペリフェラル・インターフェース (SPI) を内蔵しています。このインターフェースには、データをデバイスへ書込むデータ入力ピン (DIN)、デバイスからデータを読み出すデータ出力ピン (DOUT)、デバイスへの入出力データをクロック駆動するシリアル・データ・クロック・ピン (SCLK) があります。チップ・セレクト・ピン ( $\overline{\text{CS}}$ ) は、シリアル・インターフェースをイネーブルまたはディスエーブルします。 $\overline{\text{CS}}$  はインターフェースの動作に必要なピンです。データは SCLK の立下がりエッジで ADT7320 から出力され、SCLK の立上がりエッジでデバイスに入力されます。

バス・トランザクションを開始するためには、コマンド・バイトのビット C7、ビット C2、ビット C1、ビット C0 をすべて 0 に設定する必要があります。これらのビットに 1 を書込むと、SPI インターフェースは正常に動作しません。

ビット C6 は read/write ビットで、1 は読出しを、0 は書込みを、それぞれ指定します。

ビット [C5:C3] は、ターゲット・レジスタ・アドレスです。バス・トランザクションごとに、1 個のレジスタの読出しまたは書込みを行うことができます。

## SPI コマンド・バイト

バス上のすべてのデータ・トランザクションは、マスターが  $\overline{\text{CS}}$  をハイ・レベルからロー・レベルに変化させ、コマンド・バイトを送信することにより、マスターにより開始されます。コマンド・バイトは、ADT7320 にトランザクションが読出し/書込みのいずれであるか、さらにデータ転送を開始するレジスタのアドレスを知らせます。表 15 にコマンド・バイトを示します。

表 15. コマンド・バイト

C7	C6	C5	C4	C3	C2	C1	C0
0	R/W	Register address			0	0	0

データの書込み

データは、アドレス指定されたレジスタに応じて8ビットまたは16ビットでADT7320に書き込まれます。デバイスに書込まれる先頭バイトはコマンド・バイトで、リード/ライト・ビットが0に設定されています。その後マスターは8ビットまたは16ビットの入力データをDINラインへ出力します。ADT7320は、SCLKの立ち上がりエッジで、コマンド・バイトでアドレス指定されたレジスタにデータを入力します。マスターは、CSをハイ・レベルにして、書き込みトランザクションを終了させます。

図15に8ビット・レジスタへの書込みを、図16に16ビット・レジスタへの書込みを、それぞれ示します。

マスターは、レジスタ書込みごとにバス上で新しい書き込みトランザクションを開始させる必要があります。1バス・トランザクションあたり1個のレジスタのみの書込みが可能です。

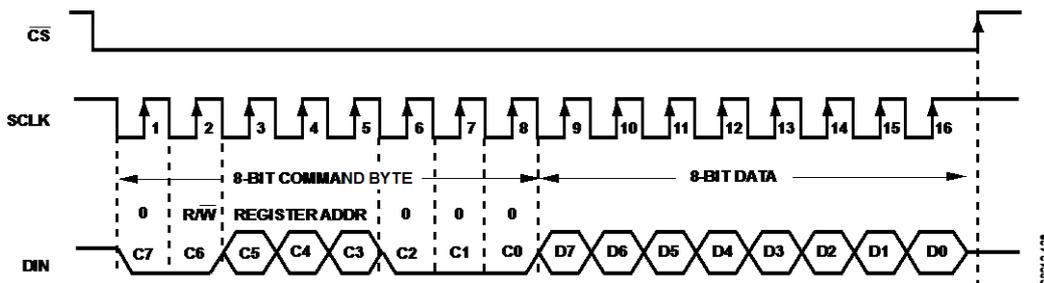


図15.8 ビット・レジスタへの書込み

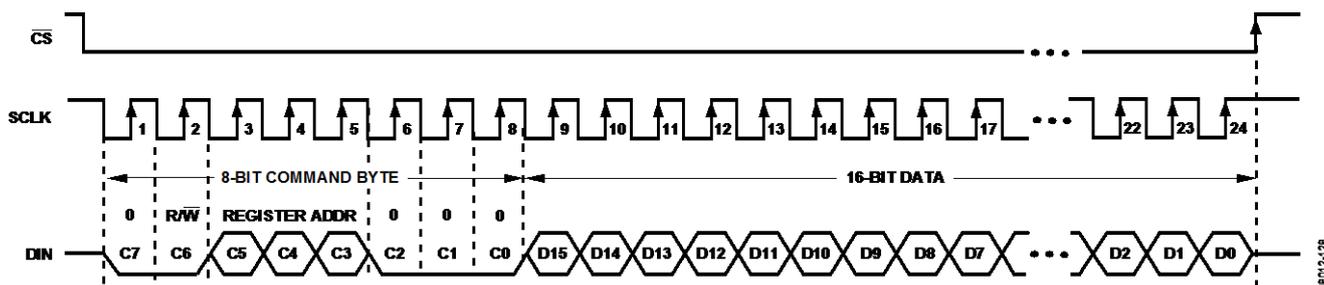


図16.16 ビット・レジスタへの書込み

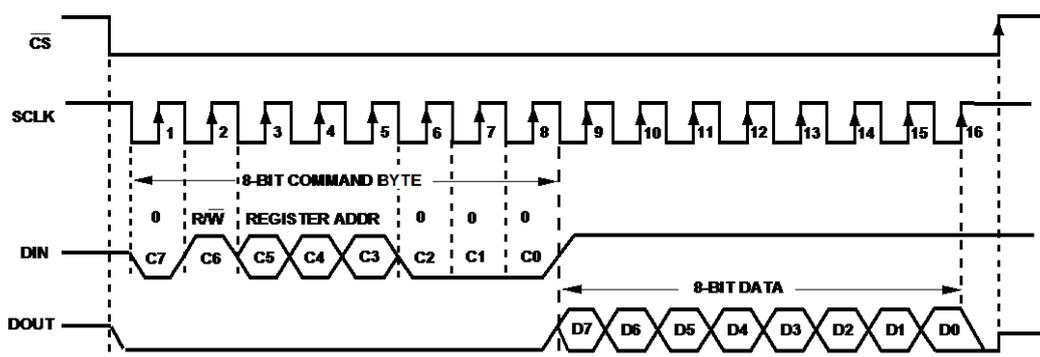


図17.8 ビット・レジスタからの読出し

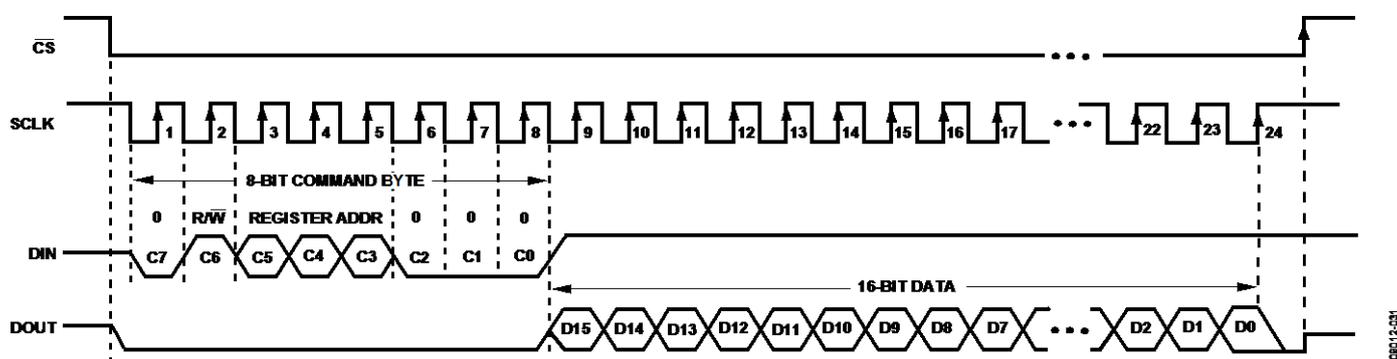


図18.16 ビット・レジスタからの読出し

## データの読出し

マスターがリード/ライト・ビットに 1 を設定して ADT7320 にコマンド・バイトを書込むと読出しトランザクションが開始されます。次にマスターが、アドレス指定されたレジスタに応じて 8 個または 16 個のクロック・パルスを出力して、ADT7320 がアドレス指定されたレジスタから DOUT ラインへデータを読出します。データは、コマンド・バイトの後の、SCLK の最初の立下がりエッジで出力されます。

読出しトランザクションは、マスターが  $\overline{CS}$  をハイ・レベルにしたときに終了します。

## マイクロコントローラ/DSP へのインターフェース

ADT7320 では、 $\overline{CS}$  をフレーム同期信号として使った動作も可能です。この方式は、DSP インターフェースに有効です。この場合、DSP では通常、 $\overline{CS}$  が SCLK の立下がりエッジの後に発生するため、先頭ビット (MSB) は実質的に  $\overline{CS}$  によりクロック駆動されます。タイミング値に従う限り、SCLK は各データ転送の間も動作し続けることができます。

$\overline{CS}$  をグラウンドへ接続して、シリアル・インターフェースを 3 線式モードで動作させることもできます。このモードでは、DIN、DOUT、SCLK を使って ADT7320 と通信します。

マイクロコントローラ・インターフェースに対しては、各データ転送の間に SCLK がアイドル・ハイになることが推奨されます。

## シリアル・インターフェースのリセット

DIN 入力に一連の 1 を書込むことにより、シリアル・インターフェースをリセットすることもできます。シリアル・クロックで少なくとも 32 サイクル間ロジック 1 を ADT7320 DIN ラインに書込むと、シリアル・インターフェースがリセットされます。ソフトウェア・エラーまたはシステム内のグリッチによりインターフェースが機能しなくなった場合、この方法を使って、既知状態にリセットすることができます。リセットにより、インターフェースはコミュニケーション・レジスタに対する書込み動作待ちの状態に戻ります。この動作により、すべてのレジスタ値がそれぞれのパワーオン・リセット値にリセットされます。リセットの後、500  $\mu\text{s}$  間待った後にシリアル・インターフェースのアドレス指定を行う必要があります。

## INT出力とCT出力

INTピンとCTピンはオープン・ドレイン出力で、両ピンと  $V_{DD}$  の間に  $10\text{ k}\Omega$  のプルアップ抵抗が必要です。ADT7320が  $V_{DD}$  へフルにパワーアップした後に INT データと CT データを讀出す必要があります。

### 温度低下と温度上昇の検出

INTピンとCTピンには、コンパレータ・モードと割込みモードの2つの温度低下/温度上昇モードがあります。割込みモードがデフォルトのパワーアップ温度上昇モードになっています。温度が  $T_{HIGH}$  セットポイント・レジスタに格納された温度を超えたとき、または  $T_{LOW}$  セットポイント・レジスタに格納された温度を下回ったとき、INT出力ピンがアクティブになります。温度低下イベントまたは温度上昇イベントの後のこのピンの動作は、選択された温度上昇モードに依存します。

図19に、両ピン極性設定で  $T_{HIGH}$  規定値を超えたイベントに対するコンパレータ・モードと割込みモードを示します。図20に、両ピン極性設定で  $T_{LOW}$  規定値を超えたイベントに対するコンパレータ・モードと割込みモードを示します。

### コンパレータ・モード

コンパレータ・モードでは、温度が  $T_{HIGH} - T_{HYST}$  規定値を下回るか、または  $T_{LOW} + T_{HYST}$  規定値を超えると、INTピンは非アクティブ状態に戻ります。

ADT7320をシャットダウン・モードにすると、コンパレータ・モードでINT状態はリセットされません。

### 割込みモード

割込みモードでは、ADT7320レジスタを讀出すと、INTピンが非アクティブ状態に戻ります。INTピンがリセットされた後、温度が  $T_{HIGH}$  セットポイント・レジスタに格納された温度を超えたとき、または  $T_{LOW}$  セットポイント・レジスタに格納された温度を下回ったときのみ、INTピンが再びアクティブになります。

ADT7320をシャットダウン・モードにすると、割込みモードでINTピンがリセットされます。

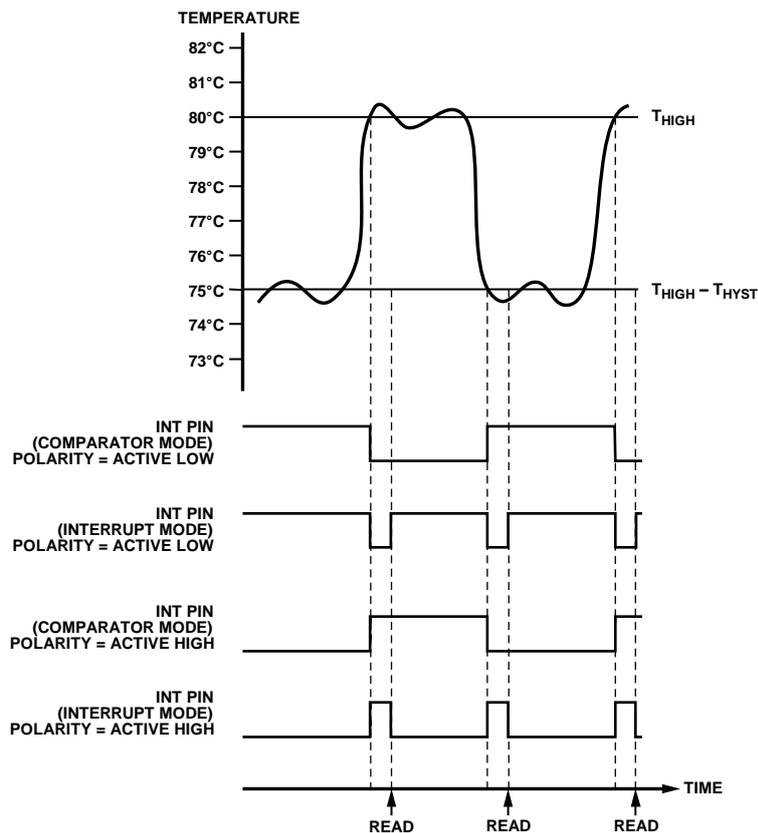


図19.  $T_{HIGH}$  温度上昇イベントに対する INT 出力温度応答

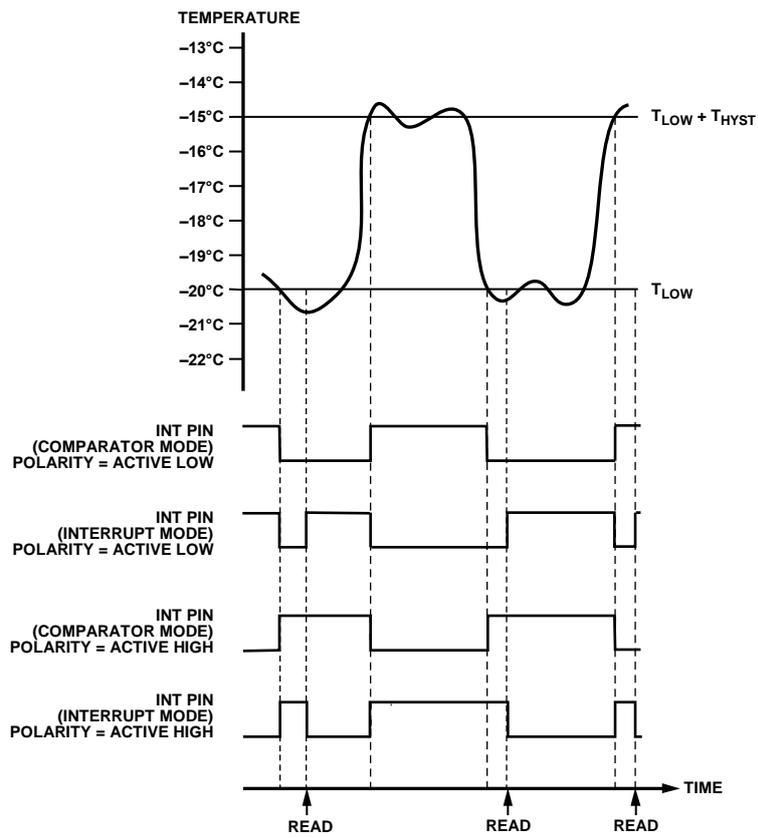


図20.  $T_{Low}$  温度低下イベントに対する INT 出力温度応答

## アプリケーション情報

### 熱応答時間

熱応答は、温度センサーの熱質量の関数ですが、IC が実装されている物体の質量にも大きく影響されます。例えば、大量の銅パターンを含む大きな PCB は大型のヒート・シンクとして機能し、熱応答を低速にします。熱応答を高速にするためには、センサーをできるだけ小さい PCB に実装することが推奨されます。

図 10 に、DUT 温度変化の 63.2% に到達するために要する時間が 2 sec 以下の一般的な応答を示します。温度値は、デジタル・インターフェースを介して読出したデジタル・バイトです。応答時間には、信号処理中にチップで生ずるすべての遅延が含まれます。

### 電源のデカップリング

ADT7320 では  $V_{DD}$  と GND の間にデカップリング・コンデンサを接続する必要があります。そうしないと、正しくない温度測定値が得られます。高周波セラミック・タイプのような  $0.1 \mu\text{F}$  のデカップリング・コンデンサを、ADT7320 の  $V_{DD}$  ピンのできるだけ近くに接続する必要があります。

可能な場合は、ADT7320 をシステム電源に直接接続することが望まれます。図 21 に示す接続では、ロジック・スイッチングの過渡電圧からアナログ部分を分離しています。電源パターンの分離が不可能な場合でも、一般的な電源バイパスを使うと、電源ラインから混入する誤差を小さくすることができます。温度精度仕様を実現するためには、 $0.1 \mu\text{F}$  のセラミック・コンデンサで構成するローカルな電源バイパスは不可欠です。

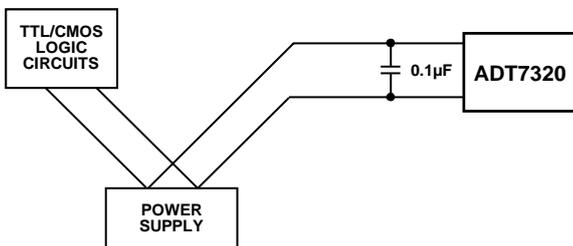


図21.電源ノイズを減らすための電源パターンの分離

### スイッチング・レギュレータからの電源供給

ADT7320 のような高精度アナログ製品では、フィルタされた電源が必要です。ADT7320 にスイッチング・レギュレータから電源を供給する場合、50 kHz より高いノイズが発生して、温度精度仕様に悪影響を与えます。これを防止するため、電源と ADT7320  $V_{DD}$  の間に RC フィルタを接続する必要があります。電源ノイズのピーク値が 1 mV 以下になるように、使用する部品値に注意する必要があります。RC フィルタは ADT7320 からできるだけ離れて実装して、熱質量をできるだけ小さく維持する必要があります。

### 温度測定

ADT7320 は、半導体チップ自身の表面の温度を正確に測定し変換します。サーマル・パスには、ピン、エクスポーズド・パッド、プラスチック・パッケージが含まれます。ADT7320 を使って熱源近くの温度を測定する場合、熱源と ADT7320 の間の熱インピーダンスを考慮する必要があります。これは、このインピーダンスが測定の精度と熱応答に影響を与えるためです。

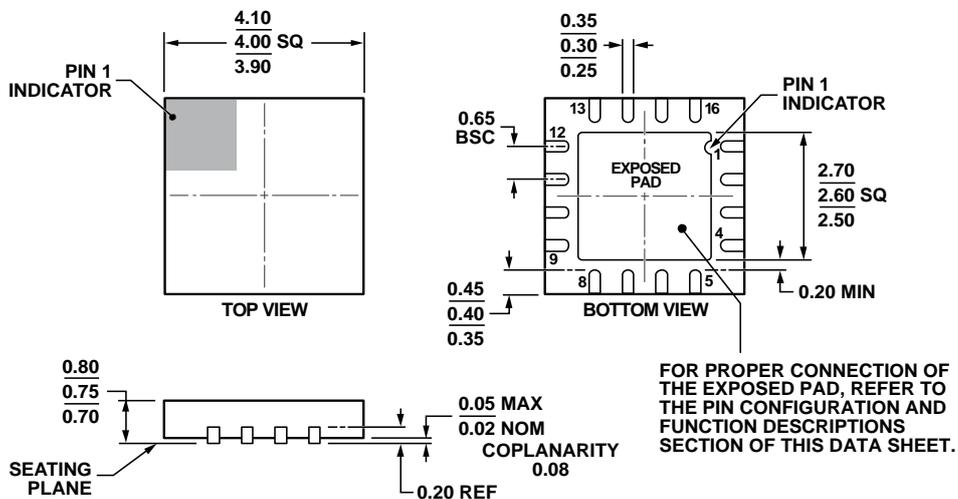
周囲温度または表面温度の測定では、パッケージ、ピン、エクスポーズド・パッドを周囲温度から分離するように注意してください。熱伝導性接着剤の使用は、正確な表面温度計測に役立ちます。

### 温度測定へのクイック・ガイド

連続変換モード (デフォルト・パワーアップ・モード) での温度測定のクイック・ガイドを次に示します。次の各ステップを順に実行してください。

1. パワーアップ後、シリアル・インターフェースをリセットします (DIN に 32 個の連続した 1 を入力します)。これにより、すべての内部回路が初期化されます。
2. デバイス ID (レジスタ アドレス  $0x03$ ) を読出して、セットアップを確認します。  $0xC3$  が読出される必要があります。
3. ステップ 2 から矛盾のない連続読出し値が得られたら、コンフィギュレーション・レジスタ (レジスタ・アドレス  $0x01$ )、 $T_{CRIT}$  (レジスタ・アドレス  $0x04$ )、 $T_{HIGH}$  (レジスタ・アドレス  $0x06$ )、 $T_{LOW}$  (レジスタ・アドレス  $0x07$ ) を読出します。これらの値を表 6 の既定のデフォルトと比較します。すべての読出し値が一致する場合、インターフェースは動作していることとなります。
4. コンフィギュレーション・レジスタへ書き込みを行って、ADT7320 を所望の構成に設定します。温度値レジスタを読出ます。有効な温度測定値である必要があります。

外形寸法



COMPLIANT TO JEDEC STANDARDS MO-220-WGGC.

08-16-2010-C

図22.16 ピン・リードフレーム・チップ・スケール・パッケージ[LFCSP\_WQ]  
4 mm x 4 mm ボディ、極薄クワッド  
(CP-16-17)  
寸法: mm

オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range <sup>2</sup>	Package Description	Package Option
ADT7320UCPZ-R2	-40°C to +150°C	16-lead LFCSP_WQ	CP-16-17
ADT7320UCPZ-RL7	-40°C to +150°C	16-Lead LFCSP_WQ	CP-16-17
EVAL-ADT7X20EBZ		Evaluation Board	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。

<sup>2</sup> 拡張温度で長時間動作させると製品寿命性能が短くなります。