

## ADM1023\*

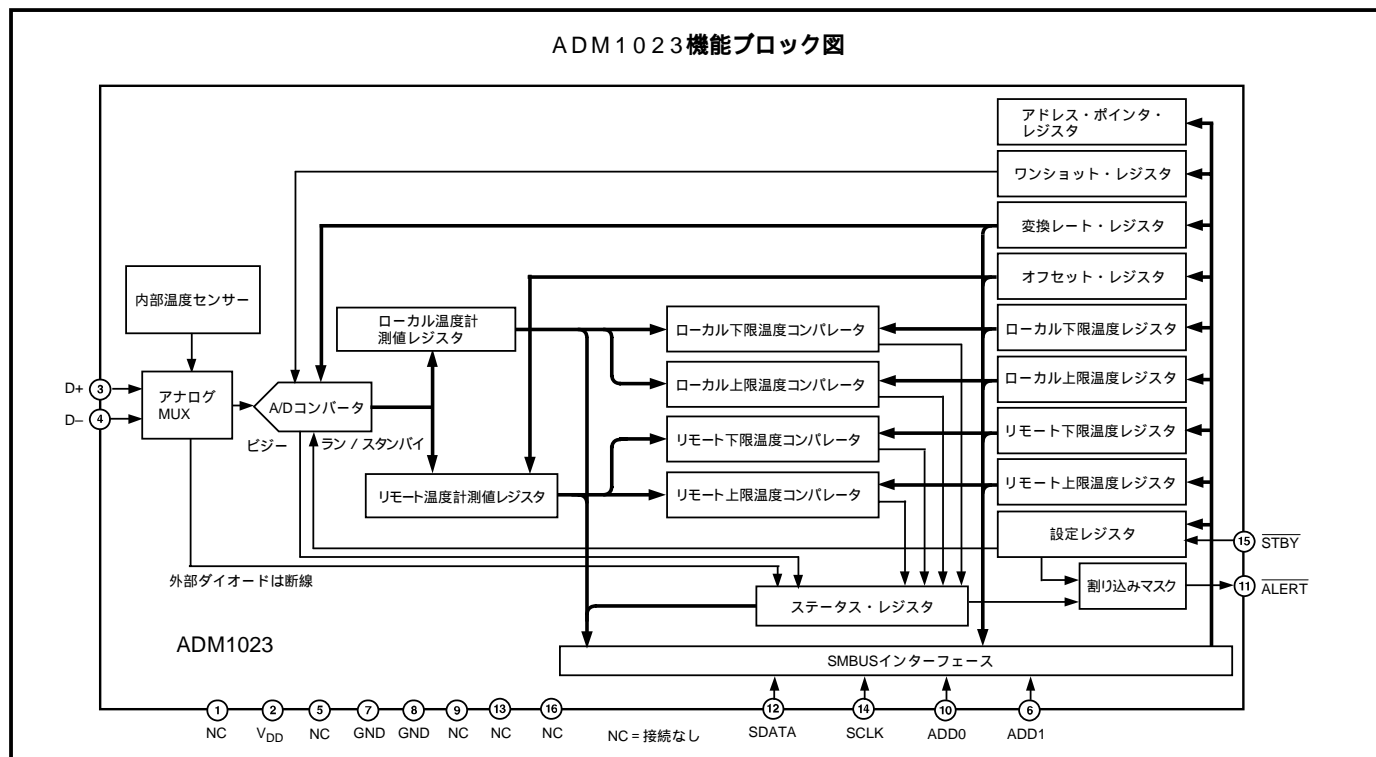
### 特長

ADM1021の次世代アップグレード版製品  
 オンチップ/リモートの温度検出機能  
 システム・キャリブレーション用オフセット・レジスタ  
 ローカル・チャンネル：1 精度/1 分解能  
 リモート・チャンネル：0.125 分解能/1 精度  
 プログラマブルな温度値の上/下限設定  
 プログラマブルな変換レート  
 システム・マネジメント・バス (SMバス) アラーム対応  
 2線式SMバス・シリアル・インターフェース  
 最大動作電流：200  $\mu$ A (0.25変換/秒)  
 スタンバイ電流：1  $\mu$ A  
 電源：3~5.5V  
 小型16ピンQSOPパッケージ  
**アプリケーション**  
 デスクトップ・コンピュータ  
 ノートブック・コンピュータ  
 スマート・バッテリー  
 工業用コントローラ  
**通信装置**  
**計装機器**

### 概要

ADM1023は、温度の監視と管理が必要なパーソナル・コンピュータやその他のシステムを対象とする、2チャンネルのデジタル温度計と上/下限温度アラームを組み合わせたデバイスです。Pentium®III用に最適化され、より高精度を実現するため、温度のガード・バンドを安全に削減でき、システム性能を向上できます。ADM1023は、Pentium IIIや同程度のプロセッサがオンチップで内蔵しているPNPトランジスタに接続されたダイオード、または2N3904/2N3906などの低価格のディスクリートNPN/PNPデバイスを使って、マイクロプロセッサの温度を計測します。

ADM1023は、新しい計測技術を使ってトランジスタのベース/エミッタ間電圧の絶対値を相殺させるため、キャリブレーションが不要です。2つ目の計測チャンネルが内部温度センサーの出力を計測し、デバイスとその周辺の温度を監視します。ADM1023は、SMバス規格に準拠した2線式シリアル・インターフェースを使って通信を行います。上/下限温度値はシリアル・バス経由でデバイスに設定され、オンチップ/リモート温度が範囲を超えた場合にALERT信号が出力されます。この出力は、割り込みまたはSMバス・アラームとして使用できます。



\*特許申請中。  
 PentiumはIntel Corporationの登録商標です。

アナログ・デバイス社が提供する情報は正確で信頼できるものを期していますが、その情報の利用または利用したことにより引き起こされる第三者の特許または権利の侵害に関して、当社はいっさいの責任を負いません。さらに、アナログ・デバイス社の特許または特許の権利の使用を許諾するものでもありません。

# ADM1023 仕様

(特に指定のない限り、 $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}^1$ 、 $V_{DD} = 3.0 \sim 3.6V$ )

パラメータ	Min	Typ	Max	単位	テスト条件 / 備考
<b>電源およびADC</b>					
温度分解能、ローカル・センサー	1				ノー・ミスコードを保証
温度分解能、リモート・センサー	0.125				ノー・ミスコードを保証
温度誤差、ローカル・センサー	- 1.5	$\pm 0.5$	+ 1.5		$T_A = 60 \sim 100$
	- 3	$\pm 1$	+ 3		$T_A = 0 \sim 120$
温度誤差、リモート・センサー	- 1		+ 1		$T_A$ 、 $T_D = 60 \sim 100$ (注2)
	- 3		+ 3		$T_A$ 、 $T_D = 0 \sim 120$ (注2)
相対精度			0.25		$T_A = 60 \sim 100$
電源電圧範囲	3		3.6	V	注3
低電圧ロックアウト・スレシヨルド	2.55	2.7	2.8	V	$V_{DD}$ 入力、ADCをディスエーブル、立ち上がりエッジ
低電圧ロックアウト・ヒステリシス		25		mV	
パワーオン・リセット・スレシヨルド	0.9	1.7	2.2	V	$V_{DD}$ 、立ち下がりエッジ (注4)
PORスレシヨルド・ヒステリシス		50		mV	
スタンバイ供給電流		1	5	$\mu A$	$V_{DD} = 3.3V$ 、SMバス動作無し
		4		$\mu A$	SCLK = 10kHz
平均動作供給電流		130	200	$\mu A$	0.25変換 / 秒レート
自動変換モード、4秒間の平均		225	330	$\mu A$	2変換 / 秒レート
変換時間	65	115	170	ms	ストップ・ビットから変換完了まで(両チャンネル)、D+入力からD- + 0.65Vまで。
リモート・センサーのソース電流	120	205	300	$\mu A$	ハイレベル (注4)
	7	12	16	$\mu A$	ローレベル (注4)
Dソース電圧		0.7		V	
アドレス・ピンのバイアス電流(ADD0、ADD1)		50		$\mu A$	パワーオン・リセットの瞬時
<b>SMバス・インターフェース</b>					
ロジック入力ハイ電圧、 $V_{IH}$ STBY、SCLK、SDATA	2.2			V	$V_{DD} = 3 \sim 5.5V$
ロジック入力ロー電圧、 $V_{IL}$ STBY、SCLK、SDATA			0.8	V	$V_{DD} = 3 \sim 5.5V$
SMバス出力ロー・シンク電流	6			mA	SDATA入力から0.6Vまで
ALERT出力ロー・シンク電流	1			mA	ALERT入力から0.4Vまで
ロジック入力電流、 $I_{IH}$ 、 $I_{IL}$	- 1		+ 1	$\mu A$	
SMバス入力容量、SCLK、SDATA		5		pF	
SMバス・クロック周波数			100	kHz	
SMバス・クロック・ロー時間、 $t_{LOW}$	4.7			$\mu s$	$t_{LOW}$ 、10%ポイント間
SMバス・クロック・ハイ時間、 $t_{HIGH}$	4			ns	$t_{SU:STA}$ 、90%ポイント間
SMバス起動条件のセットアップ・タイム、 $t_{SU:STA}$	4.7			ns	
SMバス起動条件のホールド・タイム、 $t_{HD:STA}$	4			ns	SDATAの10%からSCLKの90%までの時間
SMバス停止条件のセットアップ・タイム、 $t_{SU:STO}$	4			ns	SCLKの90%からSDATAの10%までの時間
SMバス・データ有効からSCLKの立ち上がりエッジまでの時間、 $t_{SU:DAT}$	250			ns	SDATAの10%または90%からSCLKの10%までの時間
SMバス・データのホールド・タイム、 $t_{HD:DAT}$	0			$\mu s$	
SMバスのバス開放時間、 $t_{BUF}$	4.7			$\mu s$	起動 / 停止条件の間
SCLK立ち下がりエッジからSDATA有効までの時間、 $t_{VD:DAT}$			1	$\mu s$	マスター・クロックによるデータ入力
SMバスのリーク電流			5	$\mu A$	$V_{DD} = 0V$

## 注

- $T_{MAX} = 120$ 、 $T_{MIN} = 0$ 。
- $T_0$ はリモート・サーマル・ダイオードの温度、 $T_A$ および $T_0 = 60 \sim 100$ 。
- $V_{DD} = 5V$ での動作。設計で保証しますが、出荷テストは行いません。
- 設計で保証しますが、出荷テストは行いません。

仕様は予告なく変更されることがあります。

## 絶対最大定格\*

正電源電圧 ( $V_{DD}$ ) ~ GND	- 0.3 ~ + 6V
D +、ADD0、ADD1	- 0.3V ~ $V_{DD}$ + 0.3V
D - ~ GND	- 0.3 ~ + 0.6V
SCLK、SDATA、 $\overline{\text{ALERT}}$ 、 $\overline{\text{STBY}}$	- 0.3 ~ + 6V
入力電流	$\pm 50\text{mA}$
入力電流、D -	$\pm 1\text{mA}$
ESD定格、全ピン (人体モデル)	2000V
連続消費電力	
70 まで	650mW
70 超のディレーティング	6.7mW/
動作温度範囲	- 55 ~ + 125
最大接合温度 ( $T_{jmax}$ )	150
保管温度範囲	- 65 ~ + 150
ピン温度 (ハンダ処理10秒)	300
赤外線リフロー・ピーク温度	20

\* 上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに永久的な損傷を与えることがあります。この定格はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作セクション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。デバイスを長期間絶対最大定格条件に置くと、デバイスの信頼度に影響を与えることがあります。

## 熱特性

### 16ピンQSOPパッケージ

$J_A$	= 105	/W
$J_C$	= 39	/W

## ピン機能説明

ピン番号	記号	説明
1,5,9,13,16	NC	接続なし
2	$V_{DD}$	正電源、3~5.5V。
3	D+	リモート温度センサーに対する正側の接続。
4	D-	リモート温度センサーに対する負側の接続。
6	ADD1	スリーステート・ロジック入力、デバイス・アドレスの上位ビット。
7,8	GND	電源0Vの接続。
10	ADD0	スリーステート・ロジック入力、デバイス・アドレスの低位ビット。
11	$\overline{\text{ALERT}}$	割り込みまたはSMバス・アラームに使用するオープン・ドレイン・ロジック出力。
12	SDATA	ロジック入/出力、SMバス・シリアル・データ。オープン・ドレイン出力。
14	SCLK	ロジック入力、SMバス・シリアル・クロック。
15	$\overline{\text{STBY}}$	通常動作モード (ハイ) またはスタンバイ・モード (ロー) を選択するロジック入力。

## オーダー・ガイド

モデル	温度範囲	パッケージ	パッケージ・オプション5
ADM1023ARQ	0 ~ 120	16ピンQSOP	RQ-16

## ピン配置

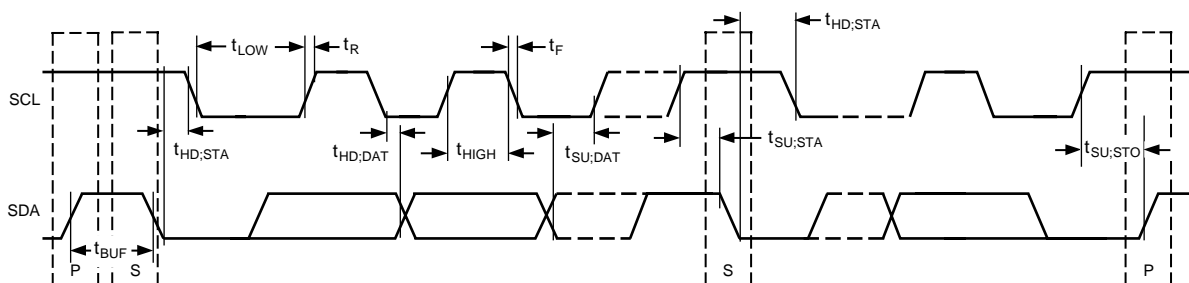
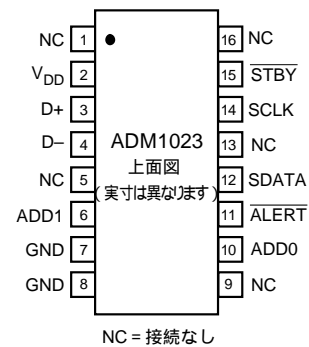


図1 シリアル・バスのタイミング図

# ADM1023 代表的な性能特性

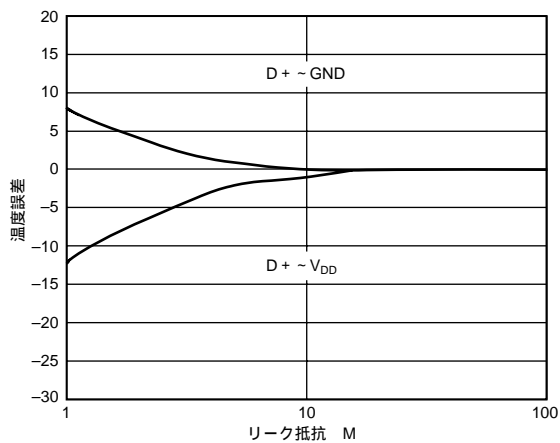


図2 温度誤差 対 ボード・パターン抵抗値 ( $V_{DD}$ およびGND)

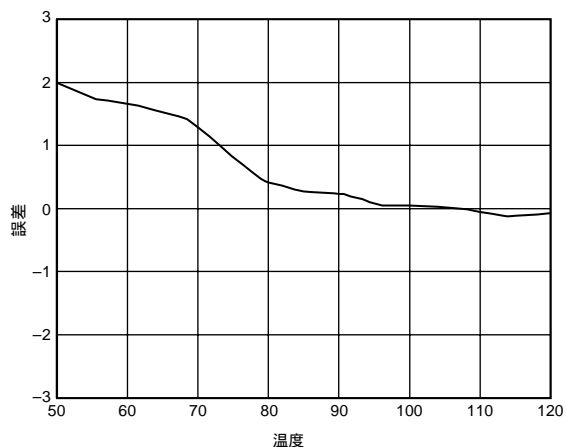


図5 ADM1023の温度誤差 対 Pentium IIIの温度

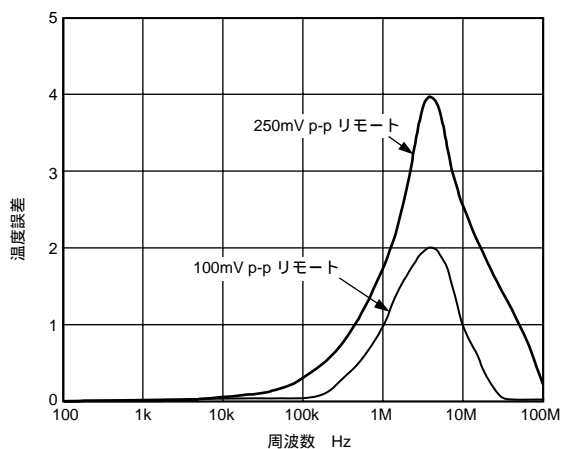


図3 リモート温度誤差 対 電源ノイズ周波数

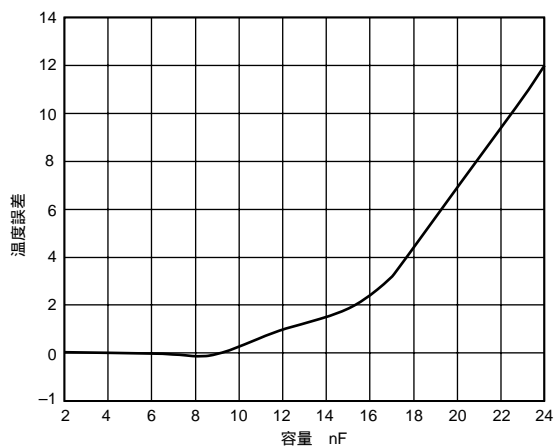


図6 温度誤差 対 D+ とD- 間の容量

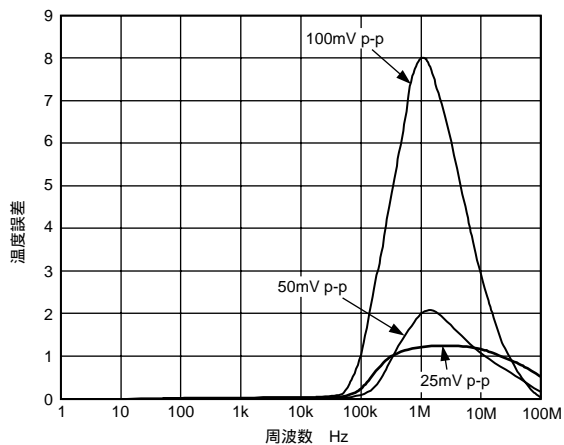


図4 温度誤差 対 コモン・モード・ノイズ周波数

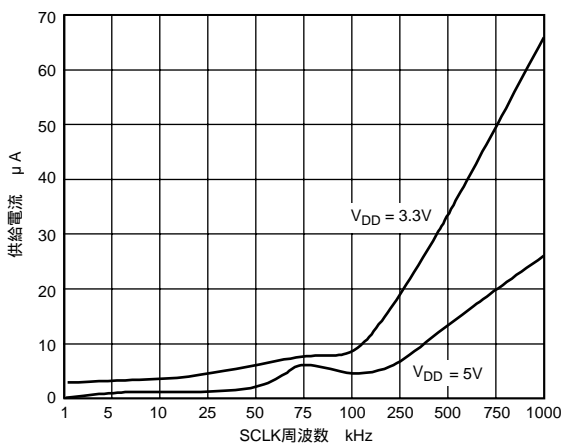


図7 スタンバイ供給電流 対 SCLK周波数

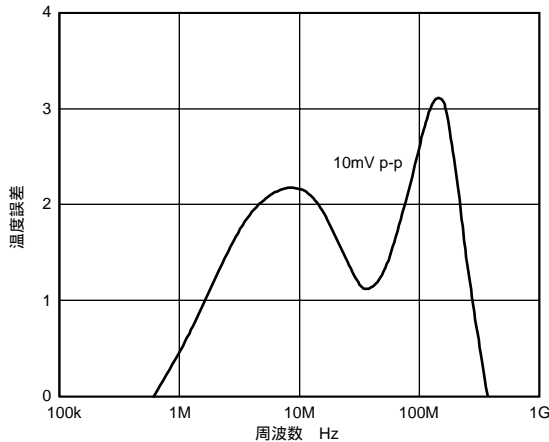


図8 温度誤差 対 差動モード・ノイズ周波数

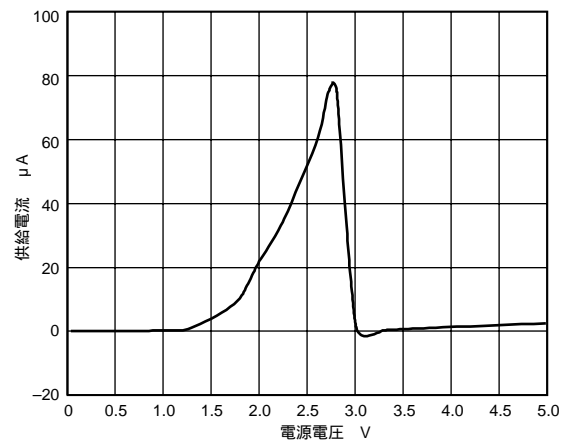


図10 スタンバイ供給電流 対 電源電圧

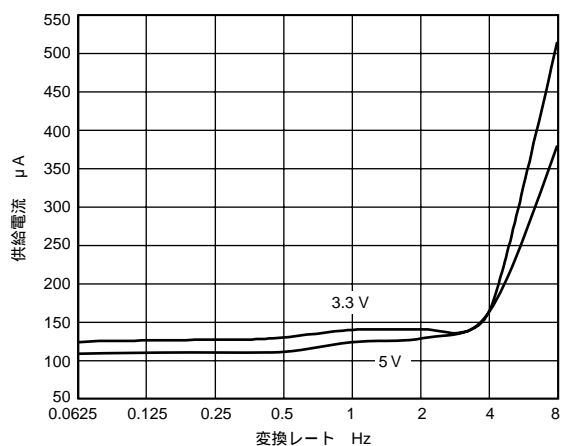


図9 動作供給電流 対 変換レート ( $V_{DD} = 5V$ および $3V$ )

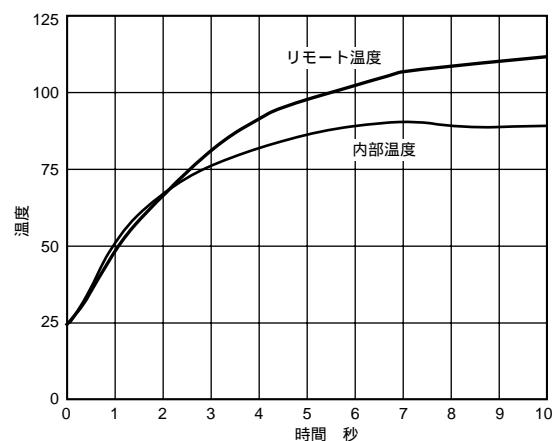


図11 熱衝撃応答

## 機能説明

ADM1023は、特別な入力信号コンディショニング機能を持つA/Dコンバータを2チャンネル内蔵し、これを使ってリモート/オンチップのダイオード温度センサーとの動作が可能になっています。ADM1023の通常動作では、A/DコンバータADCはフリーランニング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ーとリモート温度センサーを交互に選択します。これらの信号はADCによりデジタルに変換され、変換結果はローカル温度計測値レジスタとリモート温度計測値レジスタに格納されます。ローカル温度値の上位8ビットだけが8ビットのバイナリワードとして格納されます。リモート温度値は、11ビットのバイナリワードとして2つのレジスタに格納されます。8ビットのMSBは、アドレス01hのリモート温度値上位バイトレジスタに格納されます。3ビットのLSBは、アドレス10hのリモート温度値下位バイトレジスタに左詰めで格納されます。

PCBパターンの抵抗やクロック・ノイズなどの誤差原因により、リモートチャンネルでの計測にオフセット誤差が混入します。このチャンネルで規定の精度を得るためには、これらのオフセットを除去する必要があります。このために、アドレス11hと12hに2個のオフセットレジスタが用意されています。11ビットの2の補数値をレジスタ11h(上位バイト)と12h(下位バイト、左詰)に書き込むことにより、オフセット値が計測に対して自動的に加算または減算されます。パワーアップ時にオフセットレジスタはデフォルト値のゼロに設定さ

れ、書き込みが行われない限り効果を持ちません。

計測結果は、6個の内部レジスタに格納されているローカル/リモートの上/下限温度値と比較されます。計測値と同様に、ローカル温度上/下限値は8ビット値、リモート温度上/下限値は11ビット値として、それぞれ格納されています。比較の結果、上/下限値を超えている場合にはステータスレジスタ内にあるフラグが設定されます。比較で上/下限値を超える結果が発生すると、ALERT出力がローにプルダウンされます。

上限温度レジスタと下限温度レジスタの設定、デバイスの制御と設定はシリアル・システム・マネジメント・バス(SMバス)経由で行えます。全てのレジスタの内容は、SMバスを使って読み出しできます。次の制御機能と設定機能があります。

- ・デバイスの通常動作とスタンバイモードの切り替え
- ・ALERT出力のマスクまたはイネーブル
- ・変換レートの選択

初期パワーアップ時、リモートとローカルの温度値はデフォルト値の-128に設定されます。通常、デバイスは変換状態でパワーアップするため、ローカルおよびリモートの温度計測が行われその値が格納された後に、格納された値を使って比較が行われます。ただし、デバイスがスタンバイモード(STBYピン=ロー)でパワーアップする場合には、比較が行われる前に新しい値がレジスタに書き込まれることはありません。そのため、RローとLローがステータスレジスタを変化させて、ALERT出力を発生させます。

# ADM1023

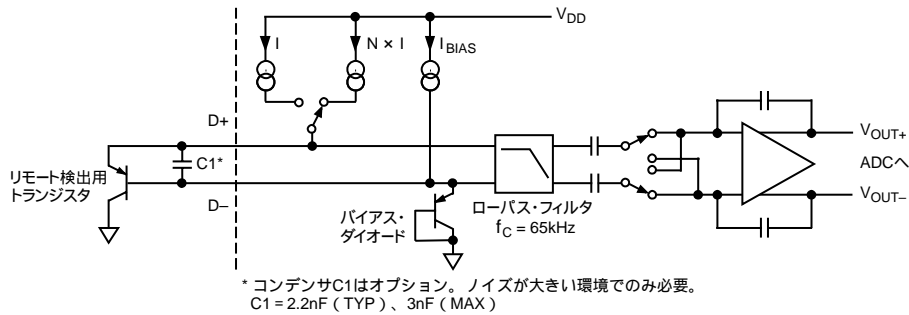


図12 入力信号コンデショニング機能

これは次のいずれかの方法でクリアできます。

- ローカルとリモートの下限値を - 128 に変更して、ステータスレジスタを読み出します(この動作によりALERT出力がクリアされます)。
- デバイスをスタンバイから抜け出させて、ステータスレジスタを読み出します(この動作により、ALERT出力がクリアされます)。この動作は、計測値が上 / 下限値の範囲内にある場合にのみ有効です。

## 計測方法

温度計測の簡単な1つの方法として、一定電流で動作しているダイオードまたはトランジスタのベース / エミッタ間電圧の負の温度係数を使用する方法があります。この場合、温度はVBEを直接計測して得られます。VBEは次式で得られます。

$$V_{BE} = \frac{nKT}{q} \times \ln \left( \frac{I_C}{I_s} \right) \quad (1)$$

残念ながら、この方法ではデバイス毎に異なるVBE絶対値の影響を除去するために、キャリブレーションが必要になります。

ADM1023では、異なる2点のコレクタ電流値でデバイスが動作する際のVBEの変化を計測する方法を採用しています。

これは次式で表されます。

$$\Delta V_{BE} = \frac{nKT}{q} \times \ln(N) \quad (2)$$

ここで、

Kはボルツマン定数。

qは電子の電荷(  $1.6 \times 10^{-19}$  クーロン )、

Tは華氏の絶対温度。

Nは2つのコレクタ電流の比

nはサーマルダイオード(  $T_D$  )の理論上の係数

$V_{BE}$ を計測するときは、センサーの動作電流をIとN x Iの間で切り替えます。そのとき得られる波形をローパスフィルタに通してノイズを除去した後、チョッパーで安定化させたアンプを通します。このアンプは波形を増幅して整流する機能があり、 $V_{BE}$ に比例したDC電圧を出力します。この電圧をADCによりバイナリフォーマットの温度出力に変換します。ノイズの影響を更に除去するため、16サイクル分の計測値について平均をとるデジタルフィルタ処理を実行します。内部温度センサーの信号コンデショニングと計測も、同じ方法で実行します。

図12に、外部温度センサーの出力を計測する場合の、入力信号コンデショニング機能を示します。この図では、幾つかのマイクロプロセッサ上に温度監視用のサブストレートPNPトランジスタとして

外部センサーを使っていますが、このトランジスタの代わりに、同程度のディスクリートトランジスタも使用できます。ディスクリートトランジスタを使用する場合は、コレクタはグラウンドに接続せずに、ベースに接続する必要があります。計測に悪影響を与えるグラウンドノイズを防止するため、センサーの負側ピンをグラウンド基準にせず、D- 入力の内蔵ダイオードを使ってグラウンドより上にバイアスします。ノイズの大きい環境でセンサーを動作させる場合、ノイズフィルタとしてC1を追加できます。値は通常2200pFですが、3000pFを超えないようにしてください。C1の詳細については、「レイアウト時の注意事項」の節を参照してください。

## サーマルトランジスタ計測方における誤差原因

### 理論ファクタ(n)の影響

理論ファクタ n とサーマルトランジスタにより測定された温度の  
について、以下に説明します。Pentium IIIプロセッサで使用されている、サブストレートPNPなどのサブマイクロプロセスにより製造されたサーマルトランジスタに対して、理論ファクタと の組み合わせによる温度誤差は3 より小さいことが分かります。式2は、Pentium IIIプロセッサなど、サブマイクロCMOSプロセス用に設計されたCPUで一般に使用されているサブストレートPNPトランジスタ(サーマルダイオードとして使用)に対して最適化されています。これらの各プロセッサはサーマルダイオードを内蔵しています。式2のnは、このサーマルダイオードの理論ファクタを表します。理論ファクタは、サーマルダイオードの理論動作からの偏差を表します。Pentium IIIプロセッサの製造仕様に従い、100 で測定された値は次のようになります。

$$n_{MIN} = 1.0057 < n_{TYPICAL} = 1.008 < n_{MAX} = 1.0125$$

ADM1023は、サーマルダイオードの温度 $T_{TD}$ を計算する際に、この理論ファクタを考慮に入れていますが、ADM1023は、 $n_{TYPICAL} = 1.008$ に対して最適化されています。このtyp値から偏差があると温度誤差が発生します。この温度誤差は、 $T_{TD} = 100$  におけるPentium IIIプロセッサの $n_{MIN}$ と $n_{MAX}$ に対して次のように計算されます。

$$\Delta T_{MIN} = \frac{1.0057 - 1.008}{1.008} \times (273.15 \text{ 華氏} + 100) = -0.85$$

$$\Delta T_{MAX} = \frac{1.0125 - 1.008}{1.008} \times (273.15 \text{ 華氏} + 100) = +1.67$$

したがって、Pentium IIIプロセッサに対するサーマルダイオードの、nの変化に起因する温度誤差は約2.5 になります。

一般に、nのtyp値からの変化に起因するサーマル・ダイオード計測の温度誤差の増加は、次式で計算できます。

$$\Delta T = \frac{n-1.008}{1.008} \times (273.15 \text{ 華氏} + T_{TD})$$

ここで、TTDは で表します。

## サーマル・トランジスタの

図12のサーマル・ダイオードは、エミッタ電流を強制的に流しているサブストレートPNPトランジスタです。式2では、エミッタ電流が“N”でスケールされているのと同様に、コレクタ電流も“N”でスケールされると仮定しています。つまり、あらゆるコレクタ電流に対してトランジスタの は一定であると仮定しています。 のtyp値の変化と、100におけるPentium IIIプロセッサのコレクタ電流との関係を図13に示します。最大 は4.5であり、コレクタ電流範囲7~300 μAに対する変化は1%より小さい値です。

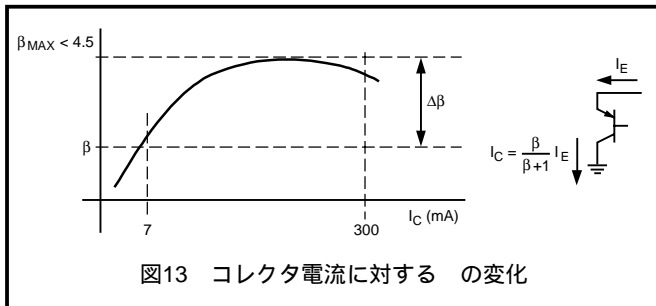


図13 コレクタ電流に対する の変化

コレクタ電流をエミッタ電流で表すと、 $I_C = I_E \left[ \frac{\beta}{\beta + 1} \right]$ となります。ここで、 $(300 \mu A) = (7 \mu A)(1 + \frac{\beta}{\beta + 1})$ 、 $\beta = \frac{300}{7} - 1$ 、 $\beta = (7 \mu A)$ です。この式を書き換えて  $V_{BE}$ について表すと、理論上係数の“n”と が含まれて、次式が得られます。

$$\Delta V_{BE} = \frac{nKT}{q} \times \ln \left[ \frac{(1 + \epsilon) \times (\beta + 1)}{(1 + \epsilon) \times \beta + 1} \times N \right] \quad (3)$$

の変化は1%より小さいため ( $< 0.01$ )、温度誤差は0.4 より小さい値になります。

## 温度データのフォーマット

ADCの1LSBは0.125 に対応するため、ADM1023は0~127.875 の範囲を計測できます。温度データのフォーマットを表Iと表IIIに示します。

表I 温度データのフォーマット  
(ローカル温度とリモート温度の上位バイト)

温度 ( )	デジタル出力
0	0 000 0000
1	0 000 0001
10	0 000 1010
25	0 001 1001
50	0 011 0010
75	0 100 1011
100	0 110 0100
125	0 111 1101
127	0 111 1111

### 注

ADM1023はADM1021と異なり、リモート・チャンネルの温度分解能が1 から0.125 に改善されていますが、0 より低い温度は計測できません。負温度の計測が必要な場合は、ADM1021をご使用ください。

ローカル温度計測結果とリモート温度計測結果は、ローカル温度計測値レジスタとリモート温度計測値レジスタにそれぞれ格納され、ローカル/リモートの上限温度レジスタと下限温度レジスタに設定されている上/下限値と比較されます。

表II 拡張温度分解能(リモート温度の下位バイト)

拡張分解能( )	リモート温度の下位バイト
0.000	0000 0000
0.125	0010 0000
0.250	0100 0000
0.375	0110 0000
0.500	1000 0000
0.625	1010 0000
0.750	1100 0000
0.875	1110 0000

## レジスタの機能

ADM1023は、リモート温度計測結果、ローカル温度計測結果、上/下限温度値を格納するレジスタ、さらにデバイスの設定と制御を行うレジスタを内蔵しています。以下にこれらのレジスタについて説明し、表III~表VIIに詳細を示します。ADM1023の大部分のレジスタはデュアル・ポートであり、読み出し動作と書き込み動作のアドレスが異なることに注意してください。読み出しアドレスに対する書き込み、または書き込みアドレスに対する読み出しを行うと、結果が無効になります。14hより上のレジスタ・アドレスは将来の用途に予約されており、出荷テストで使用しており、書き込みはできません。

### アドレス・ポインタ・レジスタ

アドレス・ポインタ・レジスタは各書き込み動作の先頭データ・バイトが自動的に書き込まれるレジスタなので、アドレスはありません。このレジスタ内にあるデータ・バイトは、他のレジスタの内から1つを指定するアドレス・ポインタになっており、書き込み動作での2番目のバイトまたは後続の読み出し動作が、このレジスタを使います。

### 温度計測値レジスタ

ADM1023には、ローカル温度計測値とリモート温度計測値を格納する3個のレジスタがあります。これらのレジスタはADCから書き込まれ、SMバス経由のみで読み出せます。

### オフセット・レジスタ

アドレス11hと12hに2個のオフセット・レジスタが用意されています。これらのレジスタは、リモート温度の計測値から、クロック・ノイズとPCBのパターン抵抗による誤差を除去するときに使います。オフセット値は、11ビットの2の補数値としてレジスタ11h(上位バイト)と12h(下位バイト、左詰)に格納されます。11hのMSBが“1”の場合は、オフセット値は負になり、11hのMSBが“0”の場合は、オフセット値は正になります。この値は、リモート温度に加算されます。これらのレジスタはパワーアップ時にデフォルト値のゼロに設定され、その後書き込みが行われないうちに無効です。オフセット・レジスタは、-128.875 ~ +127.875 の値を格納できます。ADM1023では、リモート温度計測値レジスタが+127 または -128 でラップアラウンドしないように、オーバーフローを検出していません。表IVに、オフセット値の例を示します。

# ADM1023

表III ADM1023レジスタの一覧

読み出しアドレス (Hex)	書き込みアドレス (Hex)	名前	パワーオン時のデフォルト
該当せず	該当せず	アドレス・ポインタ	不定
00	該当せず	ローカル温度計測値	1000 0000 (80h) ( - 128 )
01	該当せず	リモート温度計測値上位バイト	1000 0000 (80h) ( - 128 )
02	該当せず	ステータス	不定
03	09	設定	0000 0000 (00h)
04	0A	変換レート	0000 0010 (02h)
05	0B	ローカル上限温度	0111 1111 (7Fh) ( + 127 )
06	0C	ローカル下限温度	1100 1001 (C9h) ( - 55 )
07	0D	リモート上限温度上位バイト	0111 1111 (7Fh) ( + 127 )
08	0E	リモート下限温度上位バイト	1100 1001 (C9h) ( - 55 )
該当せず	0F <sub>1</sub>	ワンショット	
10	該当せず	リモート温度計測値下位バイト	0000 0000
11	11	リモート温度オフセット上位バイト	0000 0000
12	12	リモート温度オフセット下位バイト	0000 0000
13	13	リモート上限温度下位バイト	0000 0000
14	14	リモート下限温度下位バイト	0000 0000
19	該当せず	予約済み	0000 0000
20	21	予約済み	不定
FE	該当せず	メーカーのデバイスID	0100 0001 (41h)
FF	該当せず	チップのレビジョン・コード	0011 xxxx (3xh)

注

アドレス0F<sub>1</sub>に書き込みを行うと、ADM1023は計測を1回実行します。これはデータ・レジスタではないため、書き込むデータは何でも構いません。

表IV

オフセット・レジスタ		リモート温度 オフセット値	リモート温度 (オフセットを含む)	リモート温度 (オフセットを除く)
1 1h	1 2h			
1111 1100	0000 0000	-4 °C	14 °C	18 °C
1111 1111	0000 0000	-1 °C	7 °C	18 °C
1111 1111	1110 0000	-0.125 °C	17.875 °C	18 °C
0000 0000	0000 0000	0 °C	8 °C	18 °C
0000 0000	0010 0000	+0.125 °C	18.125 °C	18 °C
0000 0001	0000 0000	+1 °C	19 °C	18 °C
0000 0100	0000 0000	+4 °C	22 °C	18 °C

ステータス・レジスタ

ステータス・レジスタのビット7は、ハイのときADCがビジーであることを表示します。ビット6～ビット3は、上/下限値との比較結果を表示するフラグです。

ローカル温度計測値および(または)リモート温度計測値が、対応する上限温度より高いか、または対応する下限温度より低い場合に、これらの内の1個または複数個のフラグがセットされます。ビット2は、リモート温度センサーが断線のときにセットされるフラグです。これら5個のフラグはNOR接続されており、これらの内のいずれかがハイになると、ALERT割り込みラッチがセットされて、ALERT出力がローになります。フラグをセットさせたエラー状態が無くなっている場合に、ステータス・レジスタを読み出すと、5個のフラグ・ビットがクリアされます。温度計測値レジスタに上/下限値を超える値が格納されていて上/下限値コンパレータがトリップしている場合、またはセンサーが断線した場合は、対応するフラグ・ビットはリセットされません。対応する温度計測値レジスタに上/下限値の範囲内の計測値が格納されている場合、またはセンサーが正

常である場合にのみ、フラグ・ビットのリセットが可能です。

ALERT割り込みラッチはステータス・レジスタの読み出しによりリセットされませんが、マスターがデバイス・アドレスを読み出し、ALERT出力に対する割り込みサービスが実行されたときに、リセットされます。ただし、このときエラー状態は無くなっており、かつステータス・レジスタのフラグ・ビットがリセットされている必要があります。

表VI 設定レジスタのビット配置

ビット	名前	機能
7	BUSY	ADC変換動作中に“1”
6	Lハイ*	ローカル上限温度を超えたときに“1”
5	Lロー*	ローカル下限温度を下回ったときに“1”
4	Rハイ*	リモート上限温度を超えたときに“1”
3	Rロー*	リモート下限温度を下回ったときに“1”
2	OPEN*	リモート・センサーが断線したときに“1”
1~0		予約済み

\*ステータス・レジスタが読み出されるまで、またはPOR時にリセットされるまで、これらのフラグはハイを維持します。

設定レジスタ

設定レジスタでは、2ビットのみが使用されています。ビット6が“0”(パワーオン・デフォルト)の場合、デバイスは動作モードにあり、ADCが変換動作中であることを表示します。ビット6が“1”にセットされると、デバイスはスタンバイ・モードになり、ADCは動作を停止します。スタンバイ・モードは、STBYピンをローにした場合にも選択されます。スタンバイ・モードでは、リモート温度計測値とローカル温度計測値はデバイスがスタンバイに入る直前の値を不変のままに維持します。設定レジスタのビット7は、ALERT出力のマスクとして使用されます。ビット7が“0”(パワーオン時のデフォルト)の場合、ALERT出力がイネーブルにされます。ビット7が“1”にセットされると、ALERT出力はディスエーブルにされます。



表VI 設定レジスタのビット配置

ビット	名前	機能	パワーオン時のデフォルト
7	MASK1	“0” = ALERTをイネーブル “1” = ALERTをマスク	0
6	RUN/STOP	0 = ラン “1” = スタンバイ	0
5~0		予約済み	0

### 変換レート・レジスタ

このレジスタの下位3ビットを使って変換レートを設定します。変換レートはADCクロックを1、2、4、8、16、32、64、128に周して発生し、125ms(コード07h)~16秒(コード00h)の変換時間が得られます。このレジスタは書き込み可能で、SMバス経由で読み出しもできます。このレジスタの上位5ビットは未使用で、ゼロに設定しておく必要があります。低速の変換時間を使用すると、大幅にデバイス消費電力を削減できます(表VII)。

表VII 変換レートのレジスタ・コード

データ	変換 / 秒	平均供給電流 μA、V <sub>CC</sub> = 3.3VでのTyp値
00h	0.0625	150
01h	0.125	150
02h	0.25	150
03h	0.5	150
04h	1	150
05h	2	150
06h	4	160
07h	8	180
08h FFh	予約済み	

### 上限温度レジスタおよび下限温度レジスタ

ADM1023には、ローカルとリモートの上限温度と下限温度を格納するレジスタが6個内蔵されています。これらのレジスタは書き込み可能で、SMバス経由で読み出しもできます。上限温度レジスタは>の比較を、下限温度レジスタは<の比較を、それぞれ実行します。例えば、上限温度レジスタが80に設定されている場合に、計測値が81になると警報(アラート)が発生します。温度範囲が0~127の場合でも、上/下限値レジスタに負の値を設定できます。この機能は、ADM1021との下位互換性のために用意してあります。

### ワンショット・レジスタ

ADM1023がスタンバイ・モードにあるとき、ワンショット・レジスタを使ってシングル変換と比較サイクルを起動できます。これを実行した後、デバイスはスタンバイに戻ります。これはデータ・レジスタとは異なり、レジスタに書き込みを行うと、ワンショット変換が起動されます。また、このアドレスに書き込まれるデータは無視されます。

### シリアル・バス・インターフェース

ADM1023の制御は、シリアル・バスを經由して行います。ADM1023はマスター・デバイスの制御の下で、このバスにスレーブ・デバイスとして接続されます。

### アドレス・ピン

一般に、各SMバス・デバイスは7ビットのデバイス・アドレス(拡張10ビット・アドレスを持つ幾つかのデバイスは除きます)を持っています。マスター・デバイスがデバイス・アドレスをバスに出力すると、そのアドレスを持つスレーブ・デバイスが応答します。ADM1023はADD0とADD1の2本のアドレス・ピンがあります。この2本のピンを使って、同一バスに複数のADM1023を

接続可能が可能、また、他のデバイスとの競合を避けるために、デバイス・アドレスの選択ができます。アドレス・ピンは2本だけですが、これらはスリー・ステートなので、グラウンドへの接続、解放のまま、またはVDDへの接続がそれぞれ可能なので、合計9個のアドレス指定が可能です(表VIII)。

アドレス・ピンの状態はパワーアップ時のみサンプルされるため、パワーアップ後にピン状態を変更してもその変更は無視されます。

表VI 設定レジスタのビット配置

ADD0	ADD1	デバイス・アドレス
0	0	0011 000
0	NC	0011 001
0	1	0011 010
NC	0	0101 001
NC	NC	0101 010
NC	1	0101 011
1	0	1001 100
1	NC	1001 101
1	1	1001 110

ADD0、ADD1はパワーアップ時のみサンプル

シリアル・バス・プロトコルは、次のように動作します。

1. スタート状態は、シリアル・クロック・ラインSCLKがハイの間にシリアル・データ・ラインSDATA上に発生するハイからローへの変化として定義され、マスターはこのスタート状態を設定して、データ転送を起動します。このスタート状態は、アドレス / データ・ストリームが後ろに続くことを表示しています。シリアル・バスに接続された全てのスレーブ・ペリフェラルはスタート状態に対して応答し、それに続く8ビットをソフト入力します。この8ビットは、7ビット・アドレス MSB先頭とR/Wビットで構成されています。このR/Wビットはデータ転送の方向、つまりスレーブ・デバイスに対するデータの書き込み / 読み出しを指定します。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、承認ビットと呼ばれる9番目のクロック・パルスの前のロー期間中に、データ・ラインをローにプルダウンして応答します。選択されたデバイスが読み / 書きの対象となるデータを待つ間、バス上の他の全デバイスはアイドル状態を維持します。R/Wビットが“0”の場合は、マスターがスレーブ・デバイスに対して書き込みを行います。R/Wビットが“1”の場合は、マスターがスレーブ・デバイスから読み出しを行います。
  2. 8ビットのデータとそれに続くスレーブ・デバイスからの承認ビットが、9個のクロック・パルスでシリアル・バスに出力されます。クロックがハイの期間でのローからハイへの変化はSTOP信号と解釈されるため、データ・ラインの変化はクロック信号のロー期間で発生させて、ハイ期間中は安定させておく必要があります。1回の読み出し動作または書き込み動作でシリアル・バスに出力できるデータ・バイト数は、マスター・デバイスとスレーブ・デバイスが処理できるバイト数でのみ制限されます。
  3. 全データ・バイトの読み出し / 書き込みが終了すると、ストップ状態が設定されます。書き込みモードでは、マスターが10番目のクロック・パルスでデータ・ラインをハイにプルアップして、ストップ状態をアサートします。読み出しモードでは、マスター・デバイスが9番目のクロック・パルスの前のロー期間でデータ・ラインをハイにプルアップして、承認ビットを上書きします。これは非承認と呼ばれています。続いて、マスターは10番目のクロック・パルスの前のロー期間でデータ・ラインをローにして、ストップ状態をアサートします。
- シリアル・バスでは1回の動作で、任意バイト数のデータを転送できますが、動作(書き込み / 読み出し)は先頭で決定されます。そのため、新しい動作を起動しない限り転送の途中で動作を変更することはできず、1回の動作に読み出しと書き込みの両方を含めることはできません。

# ADM1023

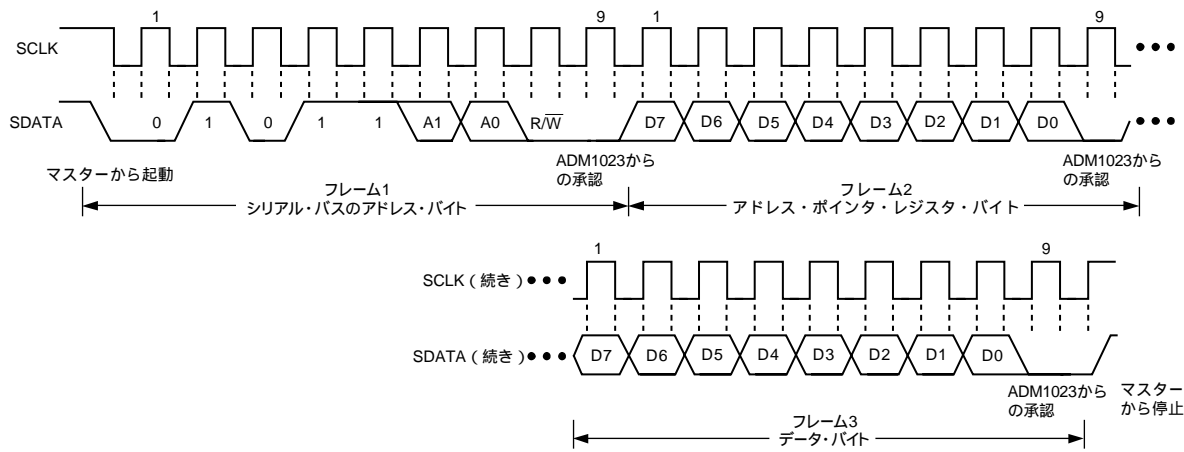


図14 アドレス・ポインタ・レジスタへのレジスタ・アドレスの書き込み、およびその後の選択したレジスタへのデータ書き込み

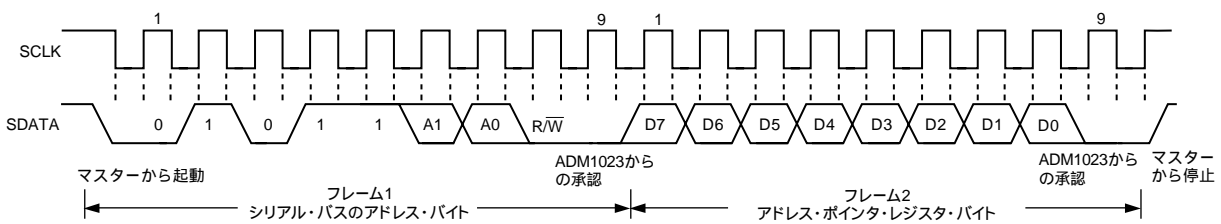


図15 アドレス・ポインタ・レジスタに対する書き込みのみの場合

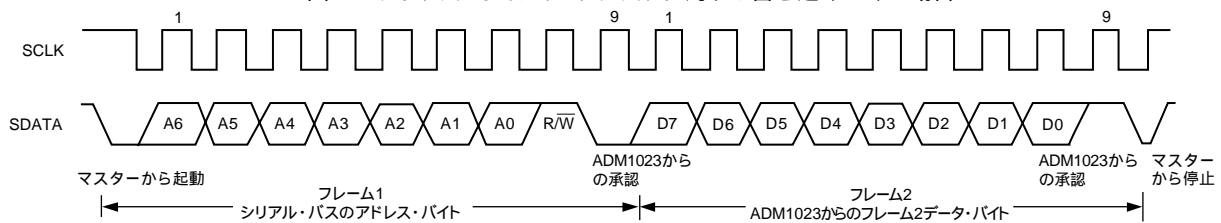


図16 選択済みレジスタからのデータ読み出し

ADM1023の場合は、書き込み動作では1バイトまたは2バイトが、読み出し動作では1バイトのみが、それぞれ転送可能で、次の機能を実行できます。

デバイス・データ・レジスタの1つにデータの書き込み / 読み出しを行うときは、まずアドレス・ポインタ・レジスタを設定して該当するデータ・レジスタをアドレス指定し、その後でそのレジスタに対するデータの読み / 書き動作を実行してください。書き込み動作の先頭バイトには、アドレス・ポインタ・レジスタ内に格納されている有効アドレスが必ず含まれている必要があります。デバイスに書き込むデータがある場合は、アドレス・ポインタ・レジスタによって選択されたレジスタに書き込む2番目のデータ・バイトがその書き込み動作に含まれます。

この動作を図14に示します。デバイス・アドレスがバスに出力され、“0”に設定されたR/Wが続き、この後ろに2バイトのデータが続きます。先頭のデータ・バイトは、アドレス・ポインタ・レジスタに格納されている書き込みの対象となる内部データ・レジスタのアドレスになっています。2番目のデータ・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。

レジスタからデータを読み出すときは、次の2通りの可能性があります。

1. ADM1023のアドレス・ポインタ・レジスタ値が未知、または正しくない場合は、まず該当する値を設定し、その後でデータ・レジスタに対するデータの読み / 書きを行う必要があります。この動作は前述のようにADM1023に対する書き込み動作で実行されますが、この場合はデータをレジスタに書き込まないため、レジスタの読み出しアドレスを含むデータ・バイトのみが出力されます。

この様子を図15に示します。

その後で、シリアル・バス・アドレス、“1”に設定されたR/Wビット、それに続いてデータ・レジスタから読み出されたデータ・バイトのシーケンスで、読み出し動作が実行されます。この様子を図15に示します。

2. アドレス・ポインタ・レジスタ値が既知アドレスである場合は、アドレス・ポインタ・レジスタに書き込みを行わずに、データを対応するデータ・レジスタから読み出すことができます。したがって、この場合は図15はあてはまいません。

注記

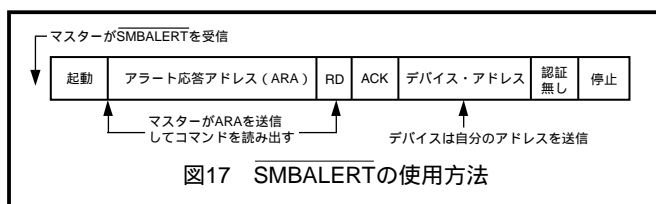
1. アドレス・ポインタ・レジスタに正しい値が格納されている場合は、アドレス・ポインタ・レジスタに先に書き込みを行わずに、データ・レジスタからデータ・バイトを読み出すことが可能ですが、データをレジスタに書き込むときは、必ずアドレス・ポインタ・レジスタへの書き込みが行われます。これは書き込み動作の先頭データ・バイトが常にアドレス・ポインタ・レジスタに書き込まれるためです。
2. ADM1023の各レジスタは、書き込み動作と読み出し動作で異なるアドレスを使用していることを忘れないでください。レジスタにデータを書き込む場合は、そのレジスタの書き込みアドレスをアドレス・ポインタ・レジスタに書き込む必要があります。そのアドレスからはデータを読み出すことはできません。レジスタを読み出す場合は、読み出しアドレスをアドレス・ポインタに書き込んだ後でなければ、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

計測値が上 / 下限値を超えたり、リモート温度センサーが断線すると、ALERT出力がローになります。この信号はオープン・ドレインで、 $V_{DD}$ に対する10k のプルアップが必要です。複数のALERT出力をワイヤードAND接続して、1本または複数本のALERTがローになった場合に、共通のラインにローを出力することができます。

ALERT出力を使ってプロセッサに対する割り込み信号を発生、あるいはSMBALERTとして使用することもできます。SMバス上のスレーブ・デバイスは、通常、マスターに対する通信の要求を通知できませんが、SMBALERTを使用すれば、これも可能になります。

1本または複数本のALERT出力を共通のSMBALERTラインに接続し、この共通のSMBALERTラインをマスターに接続することができます。デバイスの1つがSMBALERTラインをローにプルダウンすると、次のプロセスが実行されます(図17)。



1. SMBALERTがローにプルダウンされます。
2. マスターが読み出し動作を起動し、アラート応答アドレス ARA = 0001 100 を送信します。これは一般的なコール・アドレスであり、特定のデバイス・アドレスに対しては使用できません。
3. ALERT出力をローにしているデバイスがアラート応答アドレスに回答し、マスターがそのデバイス・アドレスを読み出します。デバイスのアドレスは既知であり、通常の方法で問い合わせることができます。
4. 複数デバイスのALERT出力がローの場合、SMバスの通常の調停通りに、最小デバイス・アドレスが最高優先順位になります。
5. ADM1023がアラート応答アドレスに回答すると、ALERTを発生したエラー状態が無くなっている場合には、自分のALERT出力をリセットします。SMBALERTラインがローのままになっている場合は、マスターは再度ARAを送信します。ALERTにローを出力している全デバイスが応答を完了するまでこの動作を繰り返します。

## 低消費電力のスタンバイ・モード

ADM1023はハードウェア設定、またはソフトウェア設定、つまりSTBY入力をローにするか、あるいは設定レジスタのビット6をセットして、低消費電力のスタンバイ・モードで動作できます。STBYがハイ、またはビット6がローのとき、ADM1023は通常動作を行います。STBYがローにプルダウンされるか、またはビット6がハイに設定されると、ADCIは停止して、変換中の動作は対応する温度計測値レジスタに結果を書き込む前に停止されます。

SMバスはイネーブルにされたままです。スタンバイ・モードでの消費電力は、SMバス動作がない場合には10  $\mu$  Aより小さい値に、バス上にクロック信号とデータ信号が存在する場合には、100  $\mu$  Aより小さい値に、それぞれ減少されます。

2つのモードは似ていますが同じではありません。STBYがローになると、変換は完全に停止されます。ビット6がセットされ、かつSTBYがハイの場合は、ワンショット・レジスタ アドレス0Fh に任意のデータを書き込むことにより、両チャンネルのワンショット変換を起動できます。

## センサーのフォルト検出

ADM1023はD+ 入力にフォルト検出器を内蔵しており、外部センサー・ダイオードの断線を検出します。これは簡単な電圧コンパレータで、D+の電圧が $V_{CC} - 1V$  (typ値) を超えるとトリップします。変換開始時に、このコンパレータの出力がチェックされ、故障が検出されるとステータス・レジスタのビット2がセットされます。

ダイオードの断線などにより、リモート・センサー電圧が通常の計測範囲を下回ると、ADCIは - 128 (1000 0000 000) を出力します。デバイスの通常の計測温度範囲は0  $^{\circ}$ Cまでなので、この出力コードは通常の動作では発生せず、故障状態と解釈されます。

競合デバイスは外部センサーが断線するとゼロを出力しますが、ADM1023はこの点でより優れています。競合デバイスは、真の0 計測値を故障状態と誤解釈することがあります。

外部ダイオード・チャンネルを使用しないで短絡してある場合には、下限レジスタに80h (- 128) を書き込むことにより、発生するALERTをクリアできます。

## アプリケーション情報

### 精度に影響を与える要因

#### リモート検出ダイオード

ADM1023は、プロセッサ内部に組み込まれたサブストレート・トランジスタを使用、あるいはディスクリート・トランジスタを使用して動作するように設計されています。サブストレート・トランジスタは、一般にコレクタがサブストレートに接続されたPNP型です。ディスクリート型では、PNP/NPNTランジスタの基板とコレクタを接続したダイオードとして使用できます。NPNT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-にそれぞれ接続します。PNPTランジスタを接続する場合は、コレクタとベースをD-に、エミッタをD+にそれぞれ接続します。サブストレート・トランジスタの場合はユーザーに選択の余地はありませんが、ディスクリート・トランジスタを使用する場合は、次の基準に従ってデバイスを選択すると、最適な精度が得られます。

1. 最高動作温度で、6  $\mu$  Aにおけるベース / エミッタ間電圧が0.25Vを超えていること。
2. 最低動作温度で、100  $\mu$  Aにおけるベース / エミッタ間電圧が0.95Vを下回ること。
3. ベース抵抗が100  $\Omega$  を下回ること。
4.  $h_{FE}$ の変化が小さいこと(例:50 ~ 150)。これは $V_{BE}$ 特性の厳しい制御を表します。

2N3904や2N3906などのトランジスタ またはそのSOT-23パッケージの等価品が使用に適するデバイスです。

#### 熱慣性と自己発熱

精度は、リモート検出ダイオードおよび(または)内部温度センサーの温度が計測対象温度と同温度であるかどうか依存し、多くの要因の影響を受けます。理想的には、センサーは計測対象システムの部品(例えばプロセッサ)と優れた熱接触を持っている必要があります。そうでない場合は、センサーの質量に起因する熱慣性が、温度変化に対するセンサー応答に遅延を発生させます。リモート・センサーの場合、プロセッサ内のサブストレート・トランジスタまたはSOT-23などの小型パッケージ・デバイスを近くに配置するため、これは問題になることはありません。

しかし、オンチップ・センサーはプロセッサから遠くなることもあり、パッケージ周辺の一般的な周囲温度のみを監視していることがあります。

# ADM1023

16ピンQSOPパッケージの熱時定数は約10秒です。実際には、パッケージはプリント回路ボードと電気的に接続されているため、熱的にも接続されています。そのため、自己発熱による温度上昇は無視できます。

## レイアウト時の注意事項

デジタル・ボードは電気的なノイズの多い環境であり、ADM1023はリモート・センサーの非常に小さい電圧を計測しています。したがって、センサー入力に混入するノイズを小さくするために、以下の注意が必要です。

- ADM1023をリモート検出ダイオードにできるだけ近づけて配置します。クロック・ジェネレータ、データ/アドレス・バス、CRTなどの最悪のノイズ源を回避し、距離は4~8インチ離します。
- D+とD-のパターンは相互に近づけて、グラウンドに接続されたパターンを両側に並行させて配置します。可能な場合は、パターンの下にグラウンド・プレーンを配置します。
- パターンを太くして、インダクタンスを小さくし、ノイズの混入を減らします。パターンの最小幅と間隔は10ミルを推奨します。

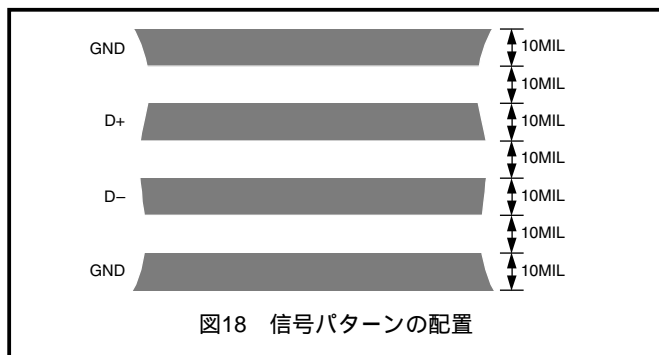


図18 信号パターンの配置

- 熱電対効果を持つ銅とハンダの接続点数を最小にします。銅とハンダの接続が使われている場所では、それらの接続点がD+とD-のバス内にあり、同じ温度であることを確認してください。1は約240  $\mu$ Vに対応し、熱電対電圧の温度差は約3  $\mu$ V/なので、熱電対効果は大きな問題にはなりません。2個の熱電対がありそれらに大きな温度差動がない限り、熱電対電圧は240  $\mu$ Vよりはるかに小さくなります。
- 0.1  $\mu$ Fのバイパス・コンデンサをV<sub>DD</sub>ピンの近くに、また2200pFの入力フィルタ・コンデンサをADM1023に近いID+とD-の間にそれぞれ配置します。
- リモート・センサーまでの距離が8インチを超える場合は、ツイストペア・ケーブルの使用を水晶します。これは約6~12フィートまで有効です。
- 距離が長い場合は(100フィートまで)、Belden #8451マイクロフォン・ケーブルのようなシールド・ツイストペアを使用します。ツイストペアをD+とD-に接続して、シールドをADM1023に近いGNDに接続します。シールドのリモート・エンドは、グラウンド・ループを避けるため開放のままにします。

この計測技術ではスイッチング電流源を使っているため、余分なケーブルおよび(または)フィルタ容量が計測に影響を与えることがあります。長いケーブルを使うときは、フィルタ・コンデンサを小さくするか、削除します。

また、ケーブル抵抗による誤差も混入する可能性があります。1の直列抵抗の場合、約0.5の誤差が混入されます。

## アプリケーション回路

図19に、ADM1023の代表的なアプリケーション回路を示します。この回路ではシールド・ツイストペア・ケーブルで接続されたディスクレート・センサー・トランジスタを使っています。SCLK、SDATA、ALERTのプルアップは、システム内の他の場所にプルアップがない場合のみ必要です。

ADM1023のSCLKピンとSDATAピンは、I/OチップのSMバスに直接インターフェースできます。図20に、このタイプのI/Oコントローラを使用システムに、ADM1023を組み込む方法を示します。

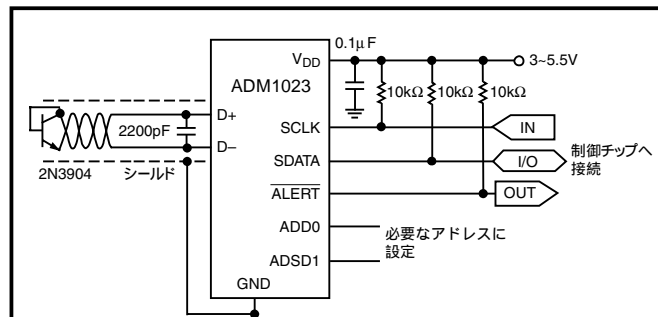


図19 ADM1023の代表的なアプリケーション回路

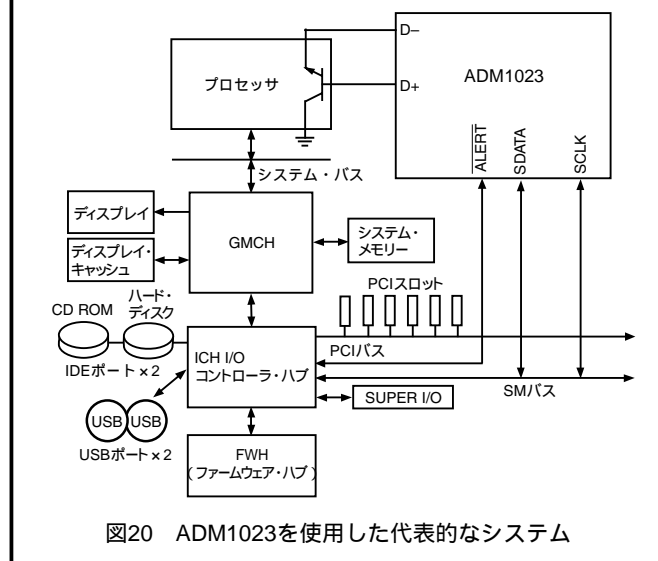


図20 ADM1023を使用した代表的なシステム

## 外形寸法

サイズはインチと(mm)で示します。  
16ピンQSOP (RQ-16)

