

SMBus/2線式インターフェイス対応、 超小型SOT563パッケージ、低消費電力デジタル温度センサ

特長

- 小型のSOT563パッケージ
- 精度：0.5°C (-25°C ~ +85°C)
- 低静止電流：
 - 10μA (max)：アクティブ時
 - 1μA (max)：シャットダウン時
- 電源電圧範囲：1.4V ~ 3.6V
- 分解能：12ビット
- デジタル出力：2線式シリアル・インターフェイス

アプリケーション

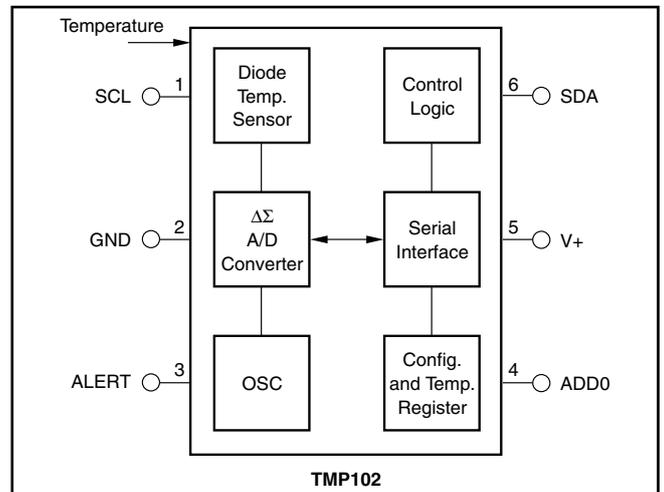
- 携帯機器およびバッテリー駆動アプリケーション
- 電源部の温度モニター
- コンピュータ・ペリフェラルの熱保護
- ノート・パソコン
- バッテリー管理
- オフィス機器
- サーモスタット制御
- エレクトロ・メカニカル・デバイスの温度測定
- 一般的な温度測定
 - 産業用制御
 - 試験装置
 - 医療機器

概要

TMP102は、2線式シリアル出力の温度センサであり、小型のSOT563パッケージで供給されます。TMP102は、外付け部品が要らず、0.0625°Cの分解能で温度を読み取ることができます。

TMP102は、SMBusおよび2線式インターフェイスに対応し、最大4個のデバイスをバスに接続できます。また、SMBusのアラート機能を備えています。

TMP102は、通信、コンピュータ、コンシューマ、環境、産業、計測など、広くさまざまなアプリケーションの温度測定に最適です。TMP102は、-40°C ~ +125°Cで仕様が規定されています。



SMBusは、Intel社の登録商標です。すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。



静電気放電対策

これらのデバイスは、限定的なESD (静電破壊) 保護機能を内蔵しています。保存時または取り扱い時に、MOSゲートに対する静電破壊を防止するために、リード線どうしを短絡しておくか、デバイスを伝導性のフォームに入れる必要があります。

製品情報⁽¹⁾

製品型名	パッケージ・リード	パッケージ・コード	パッケージ捺印
TMP102	SOT563	DRL	CBZ

(1) 最新のパッケージおよびご発注情報については、このドキュメントの巻末にある「付録：パッケージ・オプション」を参照するか、TIのWebサイト (www.ti.comまたはwww.tij.co.jp) をご覧ください。

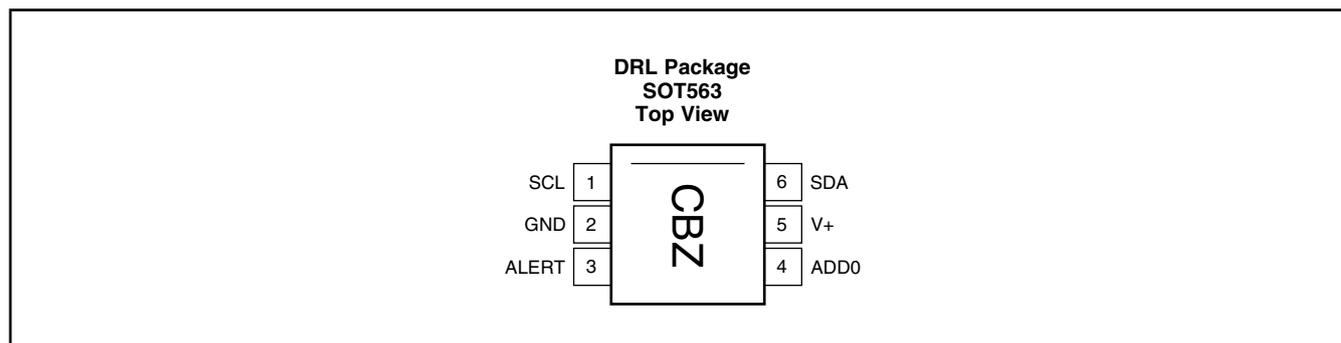
絶対最大定格⁽¹⁾

パラメータ	TMP102	単位
電源電圧	3.6	V
入力電圧 ⁽²⁾	-0.5 ~ +3.6	V
動作温度	-55 ~ +150	°C
保存温度	-60 ~ +150	°C
ジャンクション温度	+150	°C
ESD定格	人体モデル (HBM)	2000
	デバイス帯電モデル (CDM)	1000
	マシン・モデル (MM)	200

(1) 絶対最大定格以上のストレスは、致命的なダメージを製品に与えることがあります。絶対最大定格の状態に長時間置くと、本製品の信頼性に影響を与えることがあります。これはストレスの定格のみについて示してあり、このデータシートに示された値を越える状態での本製品の機能動作は含まれていません。

(2) 入力電圧定格は、TMP102に対するすべての入力電圧に適用されます。

ピン配置



電気的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$ および $V_S = +1.4\text{V} \sim +3.6\text{V}$ です(特に記述のない限り)。

パラメータ	テスト条件	TMP102			単位
		MIN	TYP	MAX	
温度入力					
範囲		-40		+125	$^\circ\text{C}$
精度 (温度誤差)	$-25^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$		0.5	2	$^\circ\text{C}$
	$-40^\circ\text{C} \sim +125^\circ\text{C}$		1	3	$^\circ\text{C}$
対 電源電圧			0.2	0.5	$^\circ\text{C}/\text{V}$
分解能			0.0625		$^\circ\text{C}$
デジタル入出力					
入力ロジック・レベル					
V_{IH}		0.7 (V+)		3.6	V
V_{IL}		-0.5		0.3 (V+)	V
入力電流	I_{IN}			1	μA
出力ロジック・レベル					
$V_{OL\ SDA}$	$V+ > 2\text{V}, I_{OL} = 3\text{mA}$	0		0.4	V
	$V+ < 2\text{V}, I_{OL} = 3\text{mA}$	0		0.2 (V+)	V
$V_{OL\ ALERT}$	$V+ > 2\text{V}, I_{OL} = 3\text{mA}$	0		0.4	V
	$V+ < 2\text{V}, I_{OL} = 3\text{mA}$	0		0.2 (V+)	V
分解能			12		ビット
変換時間			26	35	ms
変換モード					
	CR1 = 0, CR0 = 0		0.25		Conv/s
	CR1 = 0, CR0 = 1		1		Conv/s
	CR1 = 1, CR0 = 0 (デフォルト)		4		Conv/s
	CR1 = 1, CR0 = 1		8		Conv/s
タイムアウト時間			30	40	ms
電源					
動作電源範囲		+1.4		+3.6	V
静止電流	I_Q				μA
	シリアル・バス：非アクティブ時、CR1=1、CR0=0(デフォルト)		7	10	μA
	シリアル・バス：アクティブ時、SCL周波数 = 400kHz		15		μA
	シリアル・バス：アクティブ時、SCL周波数 = 3.4MHz		85		μA
シャットダウン電流	I_{SD}				μA
	シリアル・バス：非アクティブ時		0.5	1	μA
	シリアル・バス：アクティブ時、SCL周波数 = 400kHz		10		μA
	シリアル・バス：アクティブ時、SCL周波数 = 3.4MHz		80		μA
温度範囲					
規定		-40		+125	$^\circ\text{C}$
動作		-55		+150	$^\circ\text{C}$
熱抵抗、SOT563	θ_{JA}		142		$^\circ\text{C}/\text{W}$

代表的特性

$T_A = +25^\circ\text{C}$ および $V_S = +1.4\text{V} \sim +3.6\text{V}$ です(特に記述のない限り)。

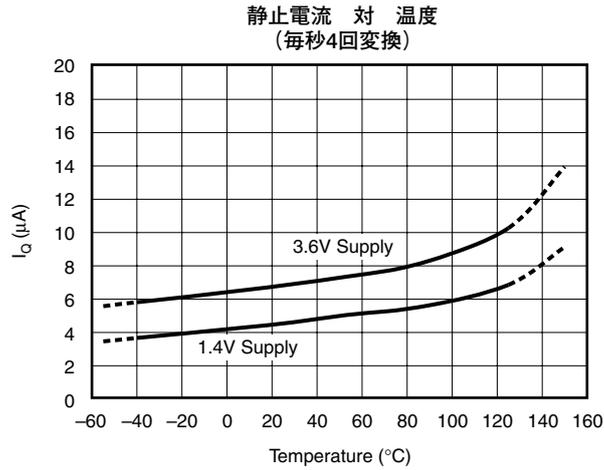


図 1

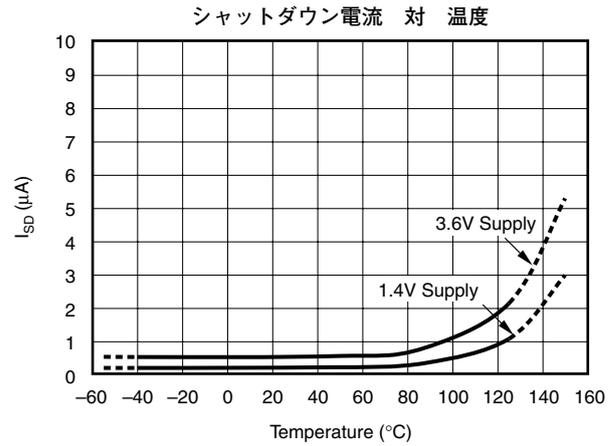


図 2

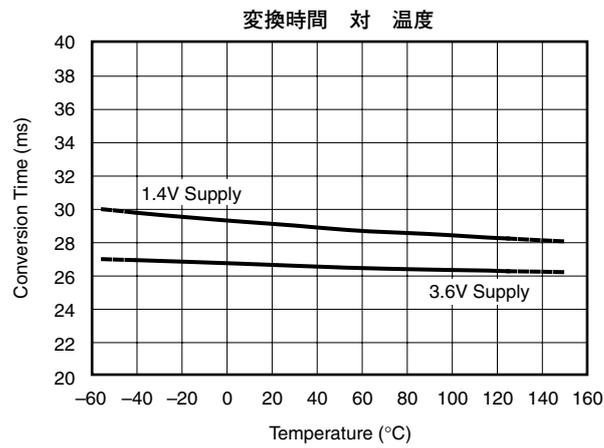


図 3

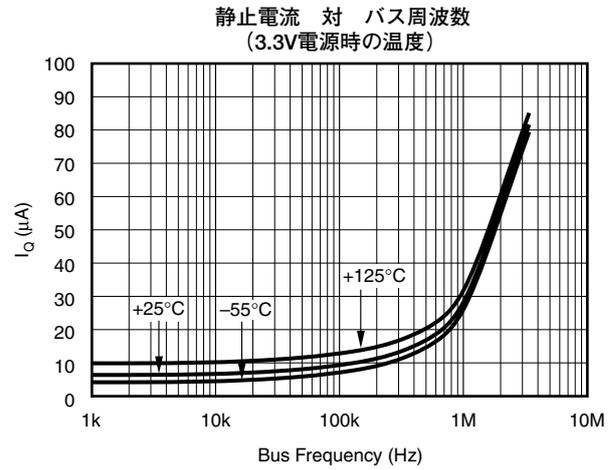


図 4

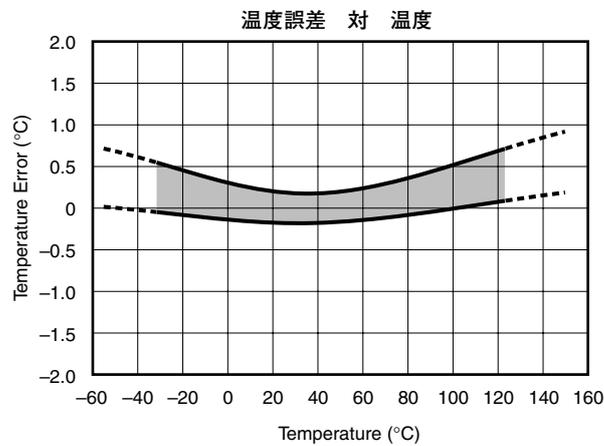


図 5

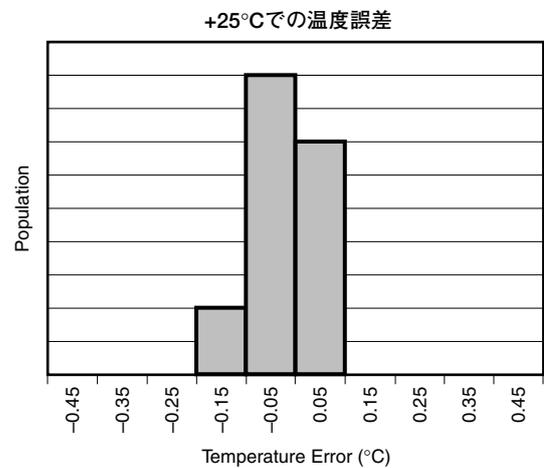


図 6

アプリケーション情報

TMP102は、温度管理と過熱保護のアプリケーションに最適なデジタル温度センサです。TMP102はSMBusと互換性がある2線式インターフェイスを持ち、 $-40^{\circ}\text{C}\sim+125^{\circ}\text{C}$ の温度範囲で仕様が規定されています。

SCL、SDA、およびALERTにはプルアップ抵抗が必要です。また、図7に示すように、 $0.01\mu\text{F}$ のバイパス・コンデンサの使用を推奨します。

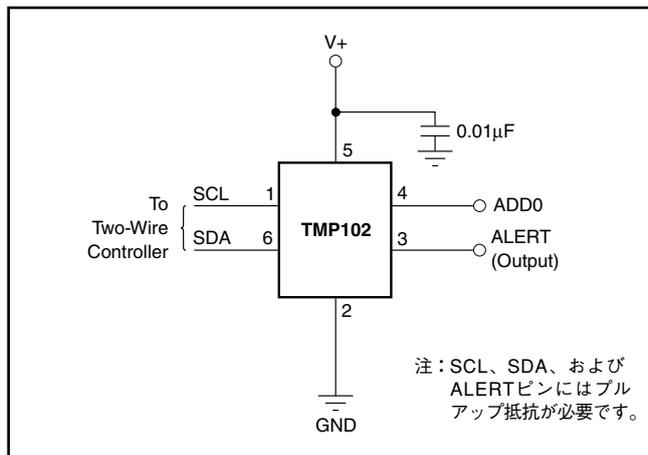


図 7. 接続例

TMP102は、チップそのものがセンサ素子です。熱はパッケージのリードおよびプラスチック・パッケージによって伝達されます。金属の熱抵抗が低いので、リードが主要な熱伝導経路となります。

アプリケーションに必要な周囲温度、又は表面温度の測定精度を維持するため、パッケージとリードを周囲など測定系以外の影響から遮断する注意が必要です。正確な表面温度測定には、熱伝導の良い接着剤などが役立ちます。

ポインタ・レジスタ

図8に、TMP102の内部レジスタ構造を示します。データ・レジスタのアドレス指定は、8ビットのポインタ・レジスタにて行います。ポインタ・レジスタは下位2ビット(表11を参照)を使用し、リード/ライト・コマンドに対応するデータ・レジスタを指定します。表1に、ポインタ・レジスタ・バイトの各ビットの割り当てを示します。ライト・コマンドでは、P2~P7は常に'0'にする必要があります。表2に、TMP102で利用可能なレジスタのポインタ・アドレスを示します。P1/P0の電源投入時のリセット値は、'00'です。電源投入時、TMP102はデフォルトで温度読み取りを行います。

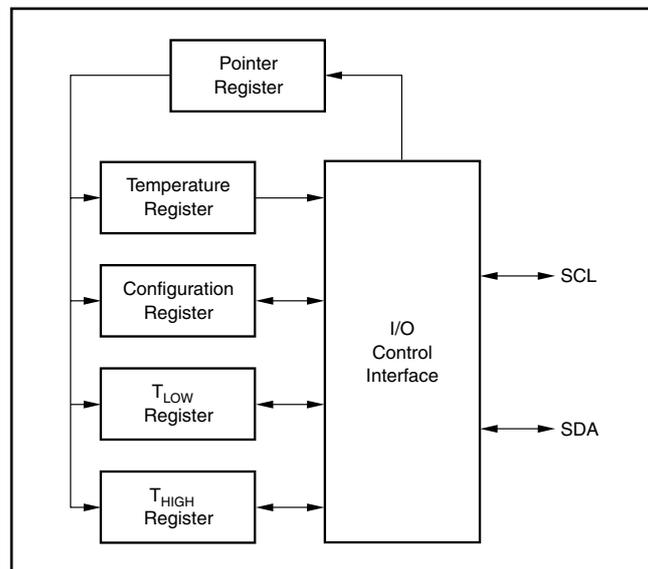


図 8. 内部レジスタ構造

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
0	0	0	0	0	0		レジスタ・ビット

表 1. ポインタ・レジスタ・バイト

P1	P0	レジスタ
0	0	温度レジスタ (Read Only)
0	1	コンフィギュレーション・レジスタ (Read/Write)
1	0	T_{LOW} レジスタ (Read/Write)
1	1	T_{HIGH} レジスタ (Read/Write)

表 2. ポインタ・アドレス

温度レジスタ

TMP102の温度レジスタは、12ビット (ConfigurationレジスタのEMビット = '0' の場合。「拡張モード」を参照) または13ビット (ConfigurationレジスタのEMビット = '1' の場合) のRead Onlyレジスタであり、最新の変換結果を格納します。データの取得には、表3および表4に説明しているように、2バイトの読み取りが必要です。バイト1は上位バイト、バイト2は下位バイトです。先頭からの12ビット (拡張モードでは13ビット) が温度を示します。下位バイトの情報が不要な場合は、そのバイトを読み取る必要はありません。温度のデータ形式を、表5および表6に示します。1LSB = 0.0625°Cです。負の数は、バイナリ2の補数形式で表されます。電源投入またはリセットの後、最初の変換が完了するまで、温度レジスタの値は0°Cです。バイト2のビットD0は通常モード (EMビット = '0') または拡張モード (EMビット = '1') を示し、温度レジスタの2つのデータ形式を区別するために使用されます。温度レジスタの未使用ビットは常に '0' となります。

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T11	T10	T9	T8	T7	T6	T5	T4
(T12)	(T11)	(T10)	(T9)	(T8)	(T7)	(T6)	(T5)

(1) 括弧内は、拡張モードの13ビット構成の場合です。

表 3. 温度レジスタのバイト1⁽¹⁾

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
T3	T2	T1	T0	0	0	0	0
(T4)	(T3)	(T2)	(T1)	(T0)	(0)	(0)	(1)

(1) 括弧内は、拡張モードの13ビット構成の場合です。

表 4. 温度レジスタのバイト2⁽¹⁾

温度 (°C)	デジタル出力 (バイナリ)	HEX
128	0111 1111 1111	7FF
127.9375	0111 1111 1111	7FF
100	0110 0100 0000	640
80	0101 0000 0000	500
75	0100 1011 0000	4B0
50	0011 0010 0000	320
25	0001 1001 0000	190
0.25	0000 0000 0100	004
0	0000 0000 0000	000
-0.25	1111 1111 1100	FFC
-25	1110 0111 0000	E70
-55	1100 1001 0000	C90

表 5. 12ビットの温度データ形式⁽¹⁾

(1) 内部温度モードでの温度ADCの分解能は、0.0625°C/カウントです。

正の温度 (例、+50°C) の場合：

正の数に対しては2の補数は取られません。したがって、単に数値を12ビット左詰め形式のバイナリ・コードに変換し、MSB = 0で正符号を表します。

例：(+50°C)/(0.0625°C/カウント) = 800 = 320h = 0011 0010 0000

負の温度 (例、-25°C) の場合：

絶対値の2進数の補数を取って1を加算することにより、負の数に対して2の補数を生成します。負の数はMSB = 1で表します。

例：(|-25°C|)/(0.0625°C/カウント) = 400 = 190h = 0001 1001 0000
2の補数形式： 1110 0110 1111 + 1 = 1110 0111 0000

温度 (°C)	デジタル出力 (バイナリ)	HEX
150	0 1001 0110 0000	0960
128	0 1000 0000 0000	0800
127.9375	0 0111 1111 1111	07FF
100	0 0110 0100 0000	0640
80	0 0101 0000 0000	0500
75	0 0100 1011 0000	04B0
50	0 0011 0010 0000	0320
25	0 0001 1001 0000	0190
0.25	0 0000 0000 0100	0004
0	0 0000 0000 0000	0000
-0.25	1 1111 1111 1100	1FFC
-25	1 1110 0111 0000	1E70
-55	1 1100 1001 0000	1C90

表 6. 13ビットの温度データ形式

コンフィギュレーション・レジスタ

コンフィギュレーション・レジスタは、16ビットのRead/Writeレジスタであり、ビットを書き込むことにより、温度センサの動作モードを制御します。Read/Write動作は、MSBファーストで行います。コンフィギュレーション・レジスタの構成および電源投入時/リセット時の値を表7に示します。互換性のために、最初のバイトはTMP75およびTMP275のコンフィギュレーション・レジスタに対応しています。すべてのレジスタはバイト単位で更新されます。

バイト	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	OS	R1	R0	F1	F0	POL	TM	SD
	0	1	1	0	0	0	0	0
2	CR1	CR0	AL	EM	0	0	0	0
	1	0	1	0	0	0	0	0

表 7. コンフィギュレーション・レジスタの構成および電源投入時/リセット時の値

拡張モード (EM)

拡張モード・ビットは、デバイスをノーマル・モード動作 (EM = 0) または拡張モード動作 (EM = 1) に設定します。ノーマル・モードでは、温度レジスタと上限および下限レジスタが12ビット・データ形式になります。ノーマル・モードでは、TMP102はTMP75と互換性を持ちます。

拡張モード (EM = 1) では、温度レジスタと上限および下限レジスタが13ビット・データ形式に設定され、+128°C以上の温度を測定できるようになります。

アラート (ALビット)

ALビットは、Read Onlyの機能です。ALビットを読み出すと、コンパレータのモード状態に関する情報が得られます。POLビットの状態により、ALビットから返されるデータの極性が反転します。POL = 0の場合、ALビットは通常は '1' として読み出されますが、設定した回数だけ連続して測定温度がT_{HIGH}以上になると、ALビットは '0' になります。その後、設定した回数だけ連続して測定温度がT_{LOW}を下回ると、ALビットは '1' になります。TMビットの状態は、ALビットの状態に影響を与えません。

変換レート

変換レート・ビットCR1およびCR0は、TMP102の変換レートを8Hz、4Hz、1Hz、または0.25Hzに設定します。デフォルトのレートは4Hzです。TMP102の標準変換時間は26msです。異なる変換レートを実現する場合、TMP102は、変換を行った後でパワーダウンし、CR1およびCR0で設定される適切な遅延時間だけウェイトします。表8に、CR1とCR0の設定を示します。

CR1	CR0	変換レート
0	0	0.25Hz
0	1	1Hz
1	0	4Hz (デフォルト)
1	1	8Hz

表 8. 変換レート設定

図9に示すように、電源投入後またはジェネラル・コール・リセット後、TMP102はすぐに変換を開始します。最初の結果は、26ms (Typ) 後に得られます。変換中のアクティブ時電流は40 μ A (Typ. +27 $^{\circ}$ C)です。待機時間 (Delay) 中の静止電流は、2.2 μ A (Typ. +27 $^{\circ}$ C)です。

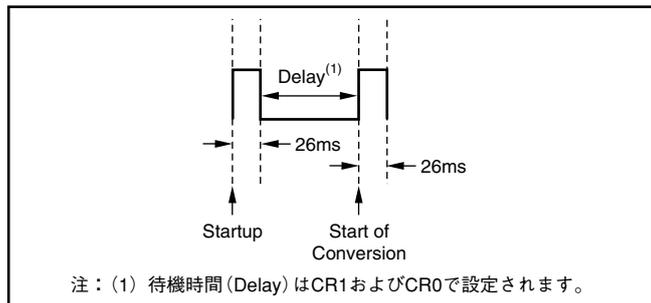


図 9. 変換開始

シャットダウン・モード (SD)

シャットダウン・モードは、シリアル・インターフェイスを除くすべてのデバイス回路を停止して消費電力を抑え、消費電流は0.5 μ A (Typ) にまで低下します。シャットダウン・モードは、SDビットが '1' でイネーブルになります。このとき、デバイスは現在の変換が終了するとシャットダウン・モードになります。SDが '0' の場合、デバイスは連続変換状態を維持します。

サーモスタット・モード (TM)

サーモスタット・モード・ビットは、TMP102の動作がコンパレータ・モード (TM = 0)、又は割り込みモード (TM = 1) であるかを表示します。コンパレータ・モードと割り込みモードの詳細については、「上限レジスタと下限レジスタ」セクションを参照してください。

極性 (POL)

極性ビットは、ALERTピン出力の極性を指定します。POL = 0の場合、図10に示されるように、ALERTピンはアクティブ "Low" になります。POL = 1の場合、ALERTピンはアクティブ "High" になり、ALERTピンの状態は反転します。

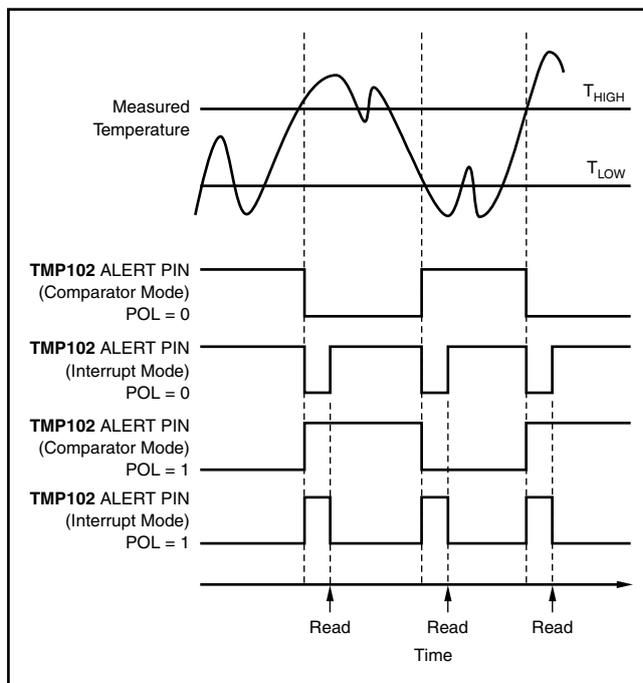


図 10. 出力状態遷移図

フォルト・キュー (F1/F0)

ユーザーが T_{HIGH} レジスタと T_{LOW} レジスタに設定した限界を、測定温度が超えたとき、フォルト状態となります。さらに、フォルト・キューを用いて、アラートを発生させるフォルト発生回数をプログラムすることもできます。フォルト・キューは、周囲のノイズなどによる誤ったアラート生成を防止する目的で用意されています。アラート機能をトリガするためには、フォルト・キュー内に、フォルトとなる測定値が連続することが必要です。表7に、アラート状態がトリガされるために必要な、フォルト測定回数の指定方法を示します。 T_{HIGH} レジスタと T_{LOW} レジスタの形式およびバイト順序については、「上限レジスタと下限レジスタ」セクションを参照してください。

F1	F0	連続フォルト数
0	0	1
0	1	2
1	0	4
1	1	6

表 9. TMP102のフォルト設定

コンバータの分解能 (R1/R0)

R1/R0は、リード・オンリー・ビットです。TMP102のコンバータの分解能は、起動時に‘11’に設定され、温度レジスタは12ビット分解能に設定されます。

ワンショット/コンバージョン・レディ (OS)

TMP102には、ワンショット温度測定モードがあります。デバイスがシャットダウン・モードのとき、OSビットに‘1’を書き込むと、1回温度変換を行います。変換の実行中は、OSビットは‘1’として読み出されます。1回の変換が完了した後、デバイスはシャットダウン状態に戻ります。変換後、OSビットは‘1’として読み出されます。このオプションは、継続的な温度監視が必要ないときに、TMP102の消費電力を減らすために役立ちます。

変換時間が短いため、TMP102は高い変換レートを実現できます。1回の変換にかかる時間は標準で26msであり、読み出しは20μs未満で行えます。ワンショット・モードを使用した場合、毎秒30回以上の変換が可能です。

上限レジスタと下限レジスタ

コンパレータ・モード (TM = 0) では、測定温度が T_{HIGH} の設定値以上となり、フォルト・ビットF1、F0に設定した回数連続してフォルトが発生した場合に、ALERTピンがアクティブになります。同じ回数だけ測定温度が T_{LOW} の設定値を下回るまで、ALERTピンはアクティブを維持します。

割り込みモード (TM = 1) では、測定温度が T_{HIGH} の設定値以上となり、設定した回数連続してフォルトが発生した場合、ALERTピンがアクティブになります。レジスタの読み取り動作が発生するか、またはデバイスがSMBusのアラート応答アドレスへの応答に成功するまで、ALERTピンはアクティブを維持します。デバイスをシャットダウン・モードに移行すると、ALERTピンはクリアされます。ALERTピンがクリアされた後は、測定温度が低下し、 T_{LOW} の値を下回った場合にのみALERTピンは再びアクティブになります。温度が T_{LOW} を下回った時点で、ALERTピンはアクティブになり、任意のレジスタの読み取りによりクリアされるか、またはSMBusのアラート応答アドレスへの応答に成功するまでは、ALERTピンはアクティブを維持します。ALERTピンがクリアされた場合、上記のサイクルが繰り返され、温度が T_{HIGH} 以上になった場合、ALERTピンはアクティブになります。ジェネラル・コール・リセット・コマンドによるデバイス・リセットでも、ALERTピンをクリアできます。このリセットの実行により、デバイスの内蔵レジスタもクリアされ、デバイスはコンパレータ・モード (TM = 0) に戻ります。

両方の動作モードを図10に示します。表10および表11は、 T_{HIGH} レジスタと T_{LOW} レジスタの形式を示します。上位バイトが最初に送信され、その後下位バイトが送信されることに注意してください。 T_{HIGH} および T_{LOW} の電源投入リセット値は、 $T_{HIGH} = +80^{\circ}\text{C}$ および $T_{LOW} = +75^{\circ}\text{C}$ です。 T_{HIGH} および T_{LOW} のデータ形式は、温度レジスタと同じです。

バイト	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	H11	H10	H9	H8	H7	H6	H5	H4
	(H12)	(H11)	(H10)	(H9)	(H8)	(H7)	(H6)	(H5)
バイト	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2	H3	H2	H1	H0	0	0	0	0
	(H4)	(H3)	(H2)	(H1)	(H0)	(0)	(0)	(0)

表 10. T_{HIGH} レジスタのバイト1とバイト2⁽¹⁾

バイト	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	L11	L10	L9	L8	L7	L6	L5	L4
	(L12)	(L11)	(L10)	(L9)	(L8)	(L7)	(L6)	(L5)
バイト	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
2	L3	L2	L1	L0	0	0	0	0
	(L4)	(L3)	(L2)	(L1)	(L0)	(0)	(0)	(0)

表 11. T_{LOW} レジスタのバイト1とバイト2⁽¹⁾

バスの概要

転送を開始するデバイスをマスタと呼び、マスタによって制御されるデバイスをスレーブと呼びます。マスタはシリアル・クロック (SCL) を生成してバスを制御する必要があります。マスタはバスへのアクセスを制御し、START条件およびSTOP条件を生成します。

特定のデバイスをアドレス指定するには、SCLが“High”の間に、データ・ライン (SDA) を“High”から“Low”ロジック・レベルに引き下げ、START条件を確立します。バス上にあるすべてのスレーブは、クロックの立ち上がりエッジでスレーブ・アドレス・バイトを取り込み、最下位ビットでリード/ライトを判定します。アドレス指定されたスレーブは、9番目のクロックが“High”の間、SDAを“Low”に引き下げることによりアクノリッジを生成し、マスタに応答します。

その後、データ転送が開始され、8個のクロック・パルスで送信された後、アクノリッジ・ビットが続きます。転送中は、SCLが“High”の間、SDAのレベルが安定している必要があります。SCLが“High”のときにSDAが変化すると、制御信号として解釈されます。

すべてのデータが伝送された後、マスタは、SCLが“High”のとき、SDAを“Low”から“High”にし、STOP条件を生成します。

シリアル・インターフェイス

TMP102は、2線式バスおよびSMBus上でスレーブ・デバイスとしてのみ動作します。オープン・ドレインI/OラインのSDAとSCLを経由してバスに接続します。SDAピンとSCLピンは、内蔵のスパイク抑制フィルタとシュミット・トリガを採用し、入力スパイクとバス・ノイズの影響を最小限に抑えます。TMP102は、ファースト・モード (1kHz~400kHz) とハイスピード・モード (1kHz~3.4MHz) の両方の伝送プロトコルをサポートしています。すべてのデータ・バイトは、MSBファーストで送信されます。

シリアル・バス・アドレス

TMP102との通信では、最初にマスタがスレーブ・デバイスにスレーブ・アドレス・バイトを送信します。スレーブ・アドレス・バイトは、7ビットのアドレスと、リードまたはライト動作を指定する方向ビットから構成されます。

TMP102は、1本のアドレス・ピンを用いて、同一バスに最大4個のデバイスを接続できます。最大4個のデバイスを適切に接続するためのピンのロジック・レベルを表12に示します。

デバイスの2線式アドレス	A0ピンの接続
1001000	グラウンド
1001001	V+
1001010	SDA
1001011	SCL

表 12. アドレス・ピンとスレーブ・アドレス

リード/ライト動作

TMP102のレジスタを特定してアクセスするには、相当する値をポインタ・レジスタに書き込みます。ポインタ・レジスタの値は、スレーブ・アドレス・バイトのR/ \overline{W} ビットを“Low”にした後、最初に転送されるバイトです。TMP102に対するすべての書き込み動作は、ポインタ・レジスタ値を指定する必要があります (図13を参照)。

TMP102から読み出しを行う場合、ポインタ・レジスタに最後に書き込まれた値により、どのレジスタを読み出すのが決定されます。読み出し動作に対するレジスタ・ポインタを変更するには、ポインタ・レジスタに新しい値を書き込む必要があります。

これを実行するには、R/ \overline{W} ビットを“Low”に設定したスレーブ・アドレス・バイトを発行し、続いて、ポインタ・レジスタ・バ

イトを送信します。追加のデータは必要ありません。その後、マスタはSTART条件を生成し、R/ \overline{W} ビットを“High”にしたスレーブ・アドレス・バイトを送信して、読み出しコマンドを開始します。このシーケンスの詳細については、図14を参照してください。同じレジスタから繰り返し読み出す場合、ポインタ・レジスタ・バイトを連続して送信する必要はありません。TMP102は、次の書き込み動作によってポインタ・レジスタの値が変更されるまで、その値を記憶しています。

レジスタ・バイトは、上位バイトを最初に送信し、その後、下位バイトを送信します。

スレーブ・モードの動作

TMP102は、スレーブ・レシーバまたはスレーブ・トランスミッタとして動作します。TMP102がスレーブ・デバイスとしてSCLラインをドライブすることはありません。

スレーブ・レシーバ・モード：

マスタから送信される最初のバイトは、R/ \overline{W} ビットを“Low”に設定したスレーブ・アドレスです。その後、有効なアドレスを受信したTMP102が、アクノリッジ応答を行います。マスタから送信される次のバイトは、ポインタ・レジスタの値です。その後、ポインタ・レジスタ・バイトを受信したTMP102が、アクノリッジ応答を行います。次の1バイトまたは数バイトは、ポインタ・レジスタで指定されたレジスタに書き込まれます。TMP102は、データ・バイトを受信するごとに、アクノリッジ応答を返します。マスタは、START条件またはSTOP条件を生成することによりデータ転送を終了します。

スレーブ・トランスミッタ・モード：

マスタから送信される最初のバイトは、R/ \overline{W} ビットを“High”に設定したスレーブ・アドレスです。スレーブは有効なアドレスを受信すると、アクノリッジ応答を行います。その後スレーブから次のバイトが送信されます。これは、ポインタ・レジスタによって指定されたレジスタの上位バイトです。マスタは、データ・バイトを受信すると、アクノリッジ応答を行います。スレーブから送信される次のバイトは、下位バイトです。マスタは、データ・バイトを受信すると、アクノリッジ応答を返します。マスタは、任意のデータ・バイトを受信したときにノン・アクノリッジ応答を生成するか、START条件またはSTOP条件を生成することにより、データ転送を終了することができます。

SMBusのアラート機能

TMP102は、SMBusのアラート機能をサポートしています。TMP102が割り込みモード (TM = 1) で動作しているときは、ALERTピンをSMBusのアラート信号に接続することもできます。ALERTラインでALERT状態が存在していることをマスタが検出した場合は、マスタはバスにSMBusのアラート・コマンド (00011001) を送信します。ALERTピンがアクティブである場合は、デバイスはSMBusのアラート・コマンドを認識し、スレーブ・アドレスをSDAラインに返すことによって応答します。スレーブ・アドレス・バイトのビット8 (LSB) は、ALERTの原因 (温度が T_{HIGH} を超えた、または T_{LOW} より下がった) を示します。POL = '0' の場合、このビットは温度が T_{HIGH} 以上のときに "High" になり、温度が T_{LOW} 未満のときに "Low" になります。POL = '1' の場合、このビットの極性は反転します。このシーケンスの詳細については、図15を参照してください。

バス上の複数のデバイスがSMBusのアラート・コマンドに応答した場合、SMBusのアラート・コマンドのスレーブ・アドレスをもとに設定され、ALERTステータスをクリアするデバイスが決定されます。最も低い2線式アドレスを持つデバイスが設定で優先権を得ます。TMP102が設定で優先権を得た場合は、SMBusのアラート・コマンドが完了した時点で、TMP102のALERTピンが非アクティブになります。TMP102が優先権を得られなかった場合、ALERTピンはアクティブのままです。

ジェネラル・コール

TMP102は、8ビット目が '0' の2線式ジェネラル・コール・アドレス (0000000) に応答します。TMP102は、ジェネラル・コール・アドレスを認識し、2バイト目にあるコマンドに応答します。2バイト目が00000110である場合、TMP102の内部レジスタが電源投入時の値にリセットされます。TMP102は、ジェネラル・アドレス取得コマンドをサポートしていません。

ハイ・スピード (Hs) モード

400kHzを超える周波数で2線式バスを動作させる場合、マスタ・デバイスは、START条件後の最初のバイトとして高速モード (Hsモード) マスタ・コード (00001XXX) を送付することにより、バスを高速動作に切り替える必要があります。TMP102は、このバイトに対してアクノリッジ応答を行いませんが、SDAおよびSCL上の入力フィルタとSDA上の出力フィルタをHsモード動作に切り替え、最大3.4MHzでの転送を可能にします。Hsモード・マスタ・コードの送付後、マスタは、2線式スレーブ・アドレ

スを送信して、データ転送動作を開始します。バス上にSTOP条件が発生するまでの間、バスは引き続きHsモードで動作します。STOP条件を受信すると、TMP102は入力および出力フィルタを再びファースト・モード動作に切り替えます。

タイムアウト機能

SCLが30ms (Typ) にわたって "Low" に維持されると、TMP102はシリアル・インターフェイスをリセットします。この信号が "Low" の場合、TMP102はバスを解放し、START条件を待ちます。タイムアウト機能がアクティブになるのを避けるには、SCLの動作周波数として1kHz以上の通信速度を維持する必要があります。

ノイズ

TMP102は非常に消費電力が低く、電源バスには非常にわずかなノイズしか発生しません。TMP102のV+ピンにRCフィルタを付加することで、TMP102から他の部品に伝播する可能性のあるノイズをさらに低減できます。図11の R_F は5k Ω 未満、 C_F は10nFより大きくする必要があります。

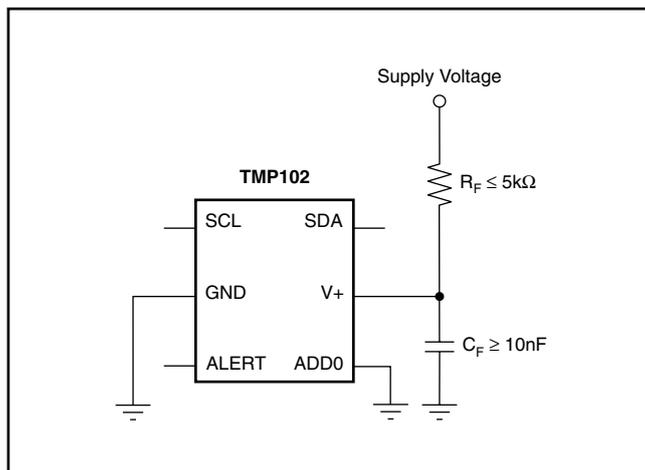


図 11. ノイズの低減

タイミング図

TMP102は、2線式とSMBusに対応しています。図12～図15に、TMP102のさまざまな動作を示しています。図12のパラメータは、表13で定義されています。バスの定義を次に示します。

バス・アイドル：SDAラインとSCLラインが共に“High”です。

データ転送の開始：SCLラインが“High”のときにSDAラインの状態が“High”から“Low”に変化することを、START条件と定義します。START条件によって、各データ転送が開始されます。

データ転送の終了：SCLラインが“High”のときにSDAラインの状態が“Low”から“High”に変化することを、STOP条件と定義します。各データ転送は、再度のSTART条件、またはSTOP条件によって終了します。

データ転送：START条件とSTOPの間に転送されるデータ・バイト数に制限はなく、マスタ・デバイスによって決定されます。TMP102を1バイトの更新に使用することも可能です。上位バイトだけを更新するには、バス上でSTARTまたはSTOP条件を発行して通信を終了させます。

アクノリッジ：各受信側デバイスは、アドレス指定された場合、アクノリッジ・ビットを生成する義務を負います。アクノリッジ応答を行うデバイスは、アクノリッジ応答クロック・パルス中にSDAラインをプルダウンすることで、アクノリッジ応答クロック・パルスの“High”期間中にSDAラインが安定して“Low”に保持されるようにする必要があります。その際、セットアップ時間とホールド時間を考慮する必要があります。マスタが受信動作中、マスタはスレープから送信された直前のバイトに対してノン・アクノリッジ（‘1’）を生成して、データ転送の終了を通知することができます。

パラメータ	測定条件	ファースト・モード		ハイ・スピード・モード		単位
		MIN	MAX	MIN	MAX	
$f_{(SCL)}$	SCL動作周波数、 $V_S > 1.7V$	0.001	0.4	0.001	3.4	MHz
$f_{(SCL)}$	SCL動作周波数、 $V_S < 1.7V$	0.001	0.4	0.001	2.75	MHz
$t_{(BUF)}$	STOP条件とSTART条件間のバス解放時間	600		160		ns
$t_{(HDSTA)}$	再START条件生成後のホールド時間。この期間が経過した後、最初のクロックが生成される。	100		100		ns
$t_{(SUSTA)}$	再START条件セットアップ時間	100		100		ns
$t_{(SUSTO)}$	STOP条件セットアップ時間	100		100		ns
$t_{(HDDAT)}$	データ・ホールド時間	0		0		ns
$t_{(SUDAT)}$	データ・セットアップ時間	100		10		ns
$t_{(LOW)}$	SCLクロックの“Low”期間、 $V_S > 1.7V$	1300		160		ns
$t_{(LOW)}$	SCLクロックの“Low”期間、 $V_S < 1.7V$	1300		200		ns
$t_{(HIGH)}$	SCLクロックの“High”期間	600		60		ns
t_F	クロック/データの立ち下がり時間		300			ns
t_R	クロック/データの立ち上がり時間		300		160	ns
t_R	クロック/データの立ち上がり時間、 $SCLK \leq 100kHz$		1000			ns

表 13. タイミング図の定義

2線式のタイミング図

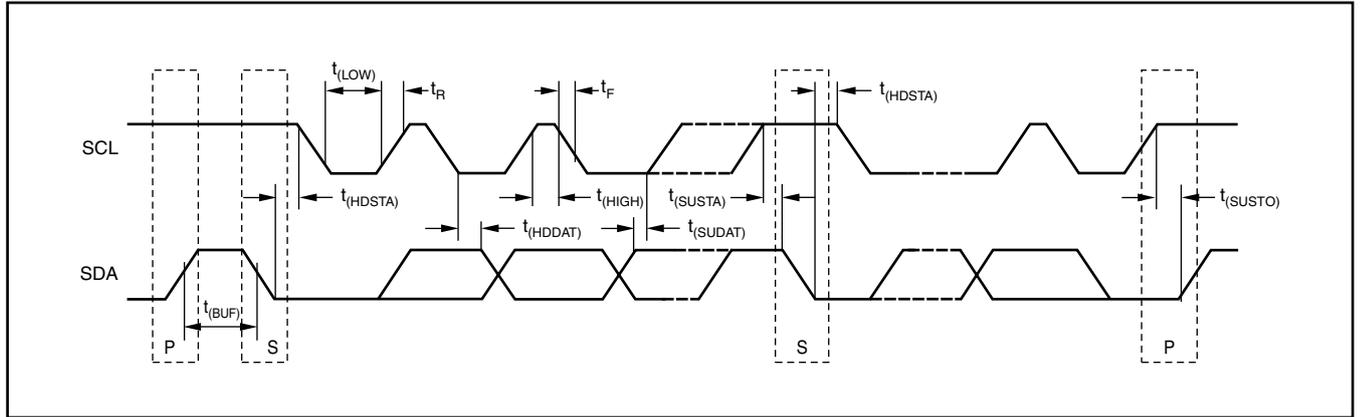


図 12. 2線式のタイミング図

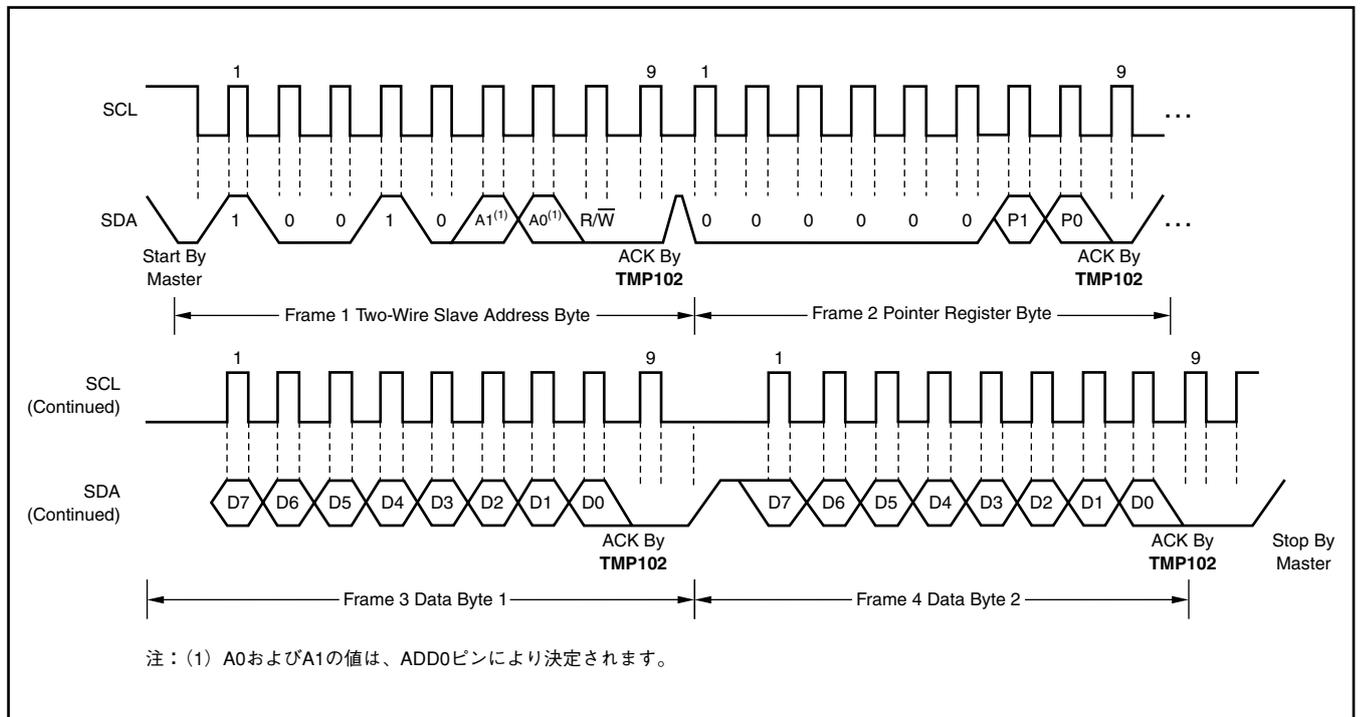


図 13. ワード・ライト形式での2線式のタイミング図

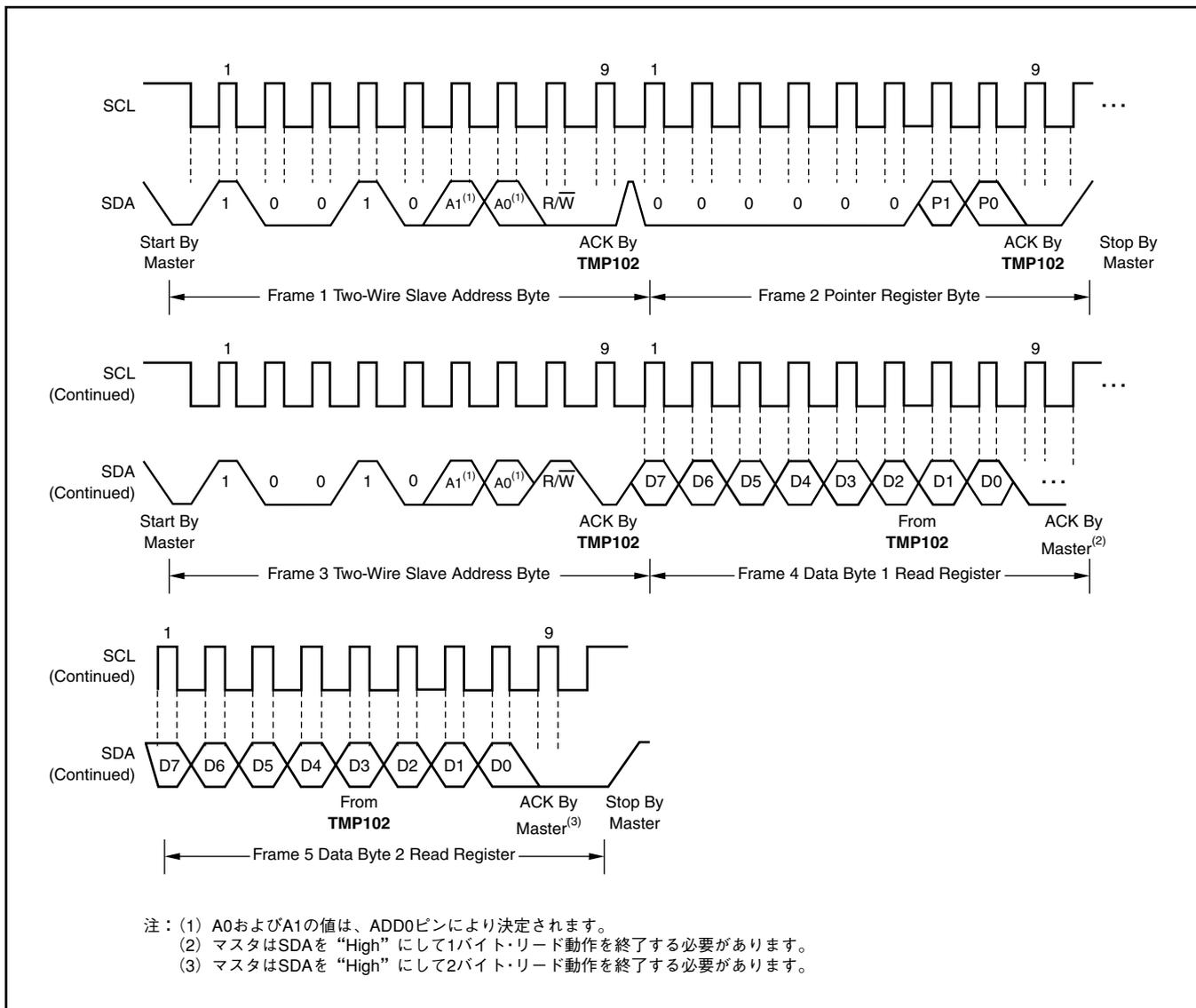


図 14. ワード・リード形式での2線式のタイミング図

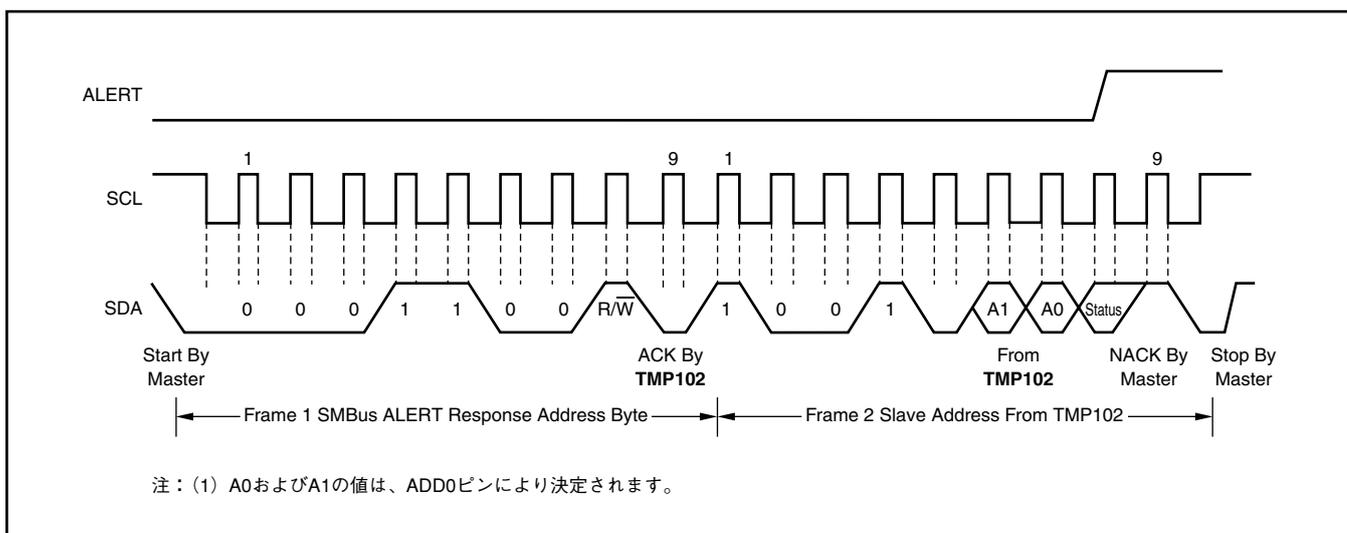


図 15. SMBus ALERTのタイミング図

パッケージ情報

製品情報

Orderable Device	Status ⁽¹⁾	Package Type	Package Drawing	Pins	Package Qty	Eco Plan ⁽²⁾	Lead/Ball Finish	MSL Peak Temp ⁽³⁾
TMP102AIDRLR	ACTIVE	SOT	DRL	6	4000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TMP102AIDRLRG4	ACTIVE	SOT	DRL	6	4000	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TMP102AIDRLT	ACTIVE	SOT	DRL	6	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM
TMP102AIDRLTG4	ACTIVE	SOT	DRL	6	250	Green (RoHS & no Sb/Br)	CU NIPDAU	Level-1-260C-UNLIM

(1) マーケティング・ステータスは次のように定義されています。

ACTIVE：製品デバイスが新規設計用に推奨されています。

LIFEBUY：TIによりデバイスの生産中止予定が発表され、ライフタイム購入期間が有効です。

NRND：新規設計用に推奨されていません。デバイスは既存の顧客をサポートするために生産されていますが、TIでは新規設計にこの部品を使用することを推奨していません。

PREVIEW：デバイスは発表済みですが、まだ生産が開始されていません。サンプルが提供される場合と、提供されない場合があります。

OBSOLETE：TIによりデバイスの生産が中止されました。

(2) エコ・プラン - 環境に配慮した製品分類プランであり、Pb-Free (RoHS)、Pb-Free (RoHS Expert) およびGreen (RoHS & no Sb/Br) があります。最新情報および製品内容の詳細については、<http://www.ti.com/productcontent>でご確認ください。

TBD：Pb-Free/Green変換プランが策定されていません。

Pb-Free (RoHS)：TIにおける“Lead-Free”または“Pb-Free”(鉛フリー)は、6つの物質すべてに対して現在のRoHS要件を満たしている半導体製品を意味します。これには、同種の材質内で鉛の重量が0.1%を超えないという要件も含まれます。高温で半田付けするように設計されている場合、TIの鉛フリー製品は指定された鉛フリー・プロセスでの使用に適しています。

Pb-Free (RoHS Exempt)：この部品は、1) ダイとパッケージの間に鉛ベースの半田バンプ使用、または 2) ダイとリードフレーム間に鉛ベースの接着剤を使用、が除外されています。それ以外は上記の様にPb-Free (RoHS) と考えられます。

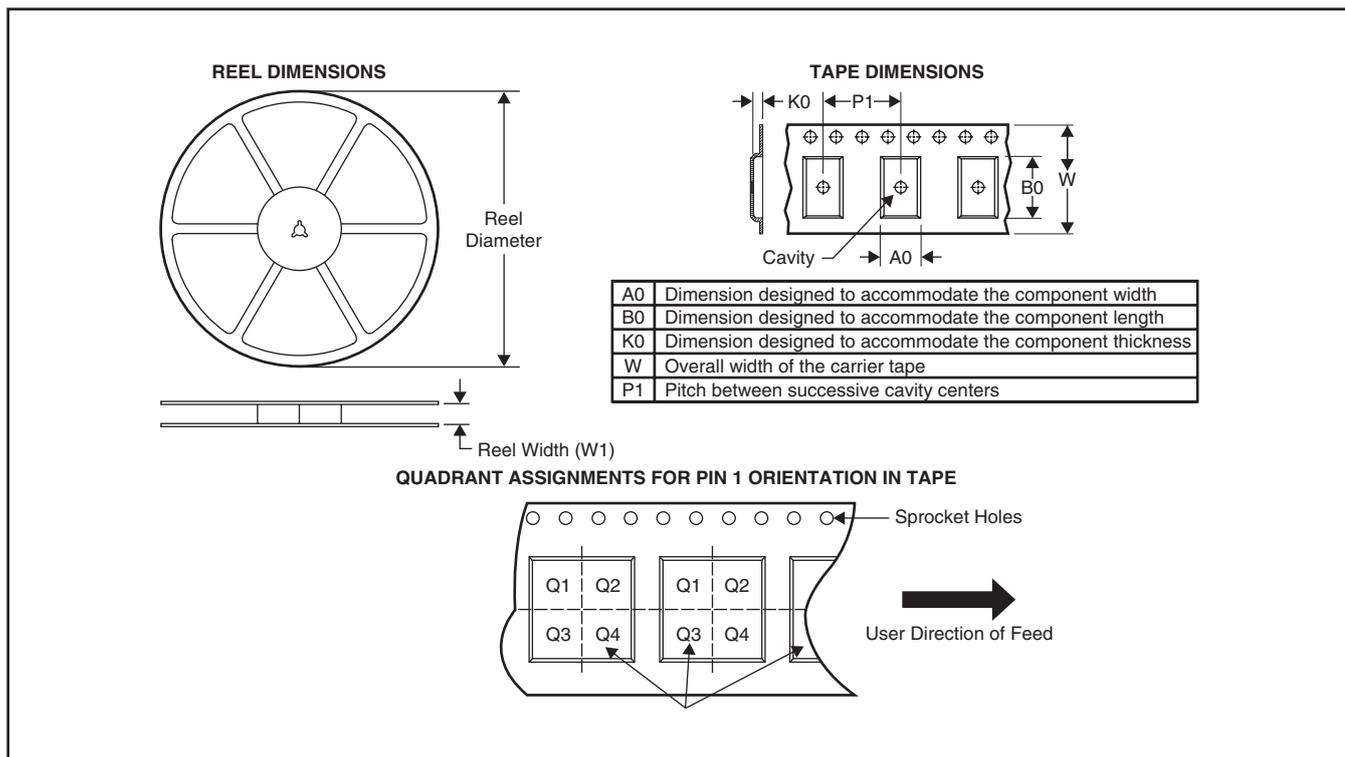
Green (RoHS & no Sb/Br)：TIにおける“Green”は、“Pb-Free”(RoHS互換)に加えて、臭素 (Br) およびアンチモン (Sb) をベースとした難燃材を含まない(均質な材質中のBrまたはSb重量が0.1%を超えない)ことを意味しています。

(3) MSL、ピーク温度 -- JEDEC業界標準分類に従った耐湿性レベル、およびピーク半田温度です。

重要な情報および免責事項：このページに記載された情報は、記載された日付時点でのTIの知識および見解を表しています。TIの知識および見解は、第三者によって提供された情報に基づいており、そのような情報の正確性について何らの表明および保証も行うものではありません。第三者からの情報をより良く統合するための努力は続けております。TIでは、事実を適切に表す正確な情報を提供すべく妥当な手順を踏み、引き続きそれを継続してゆきますが、受け入れる部材および化学物質に対して破壊試験や化学分析は実行していない場合があります。TIおよびTI製品の供給者は、特定の情報を機密情報として扱っているため、CAS番号やその他の制限された情報が公開されない場合があります。

パッケージ・マテリアル情報

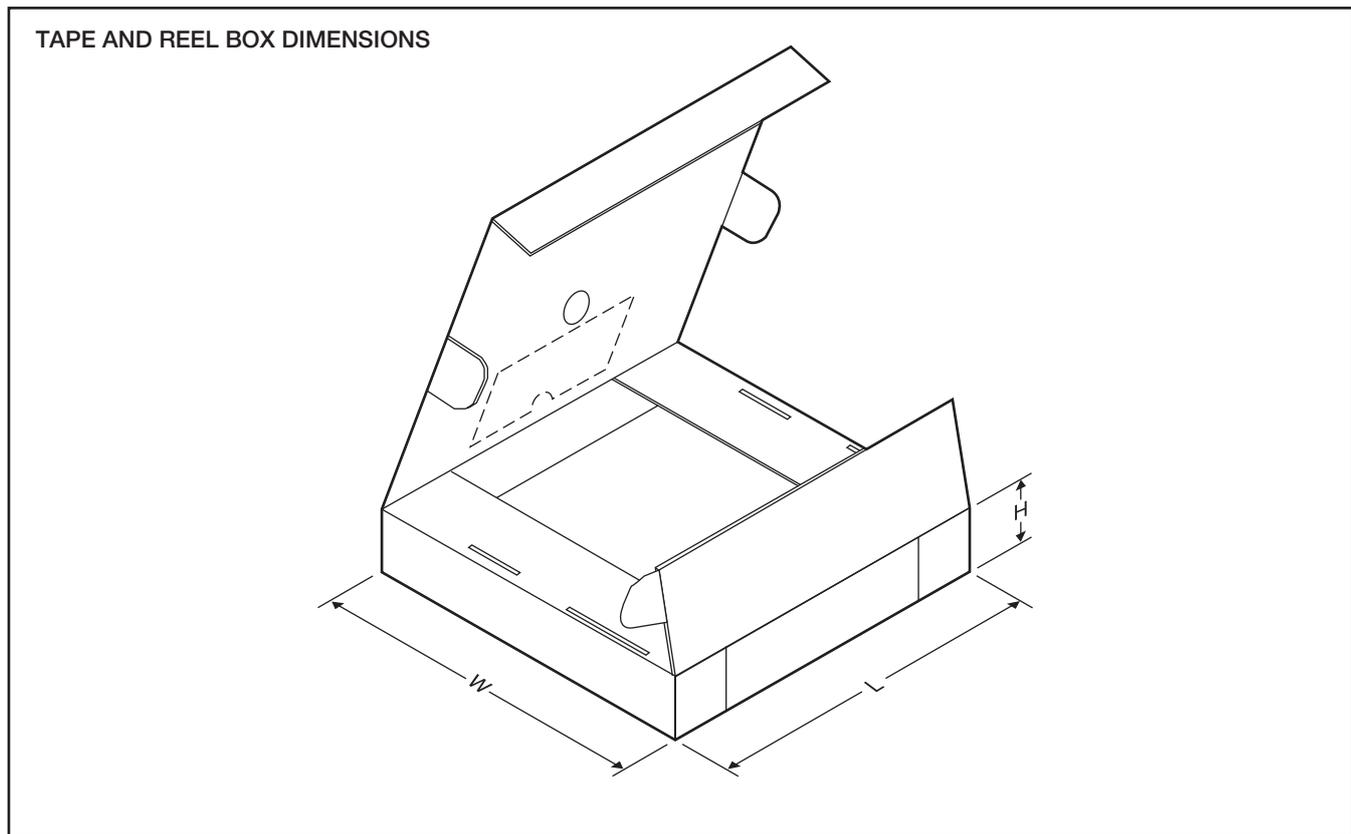
テープおよびリール・ボックス情報



*All dimensions are nominal

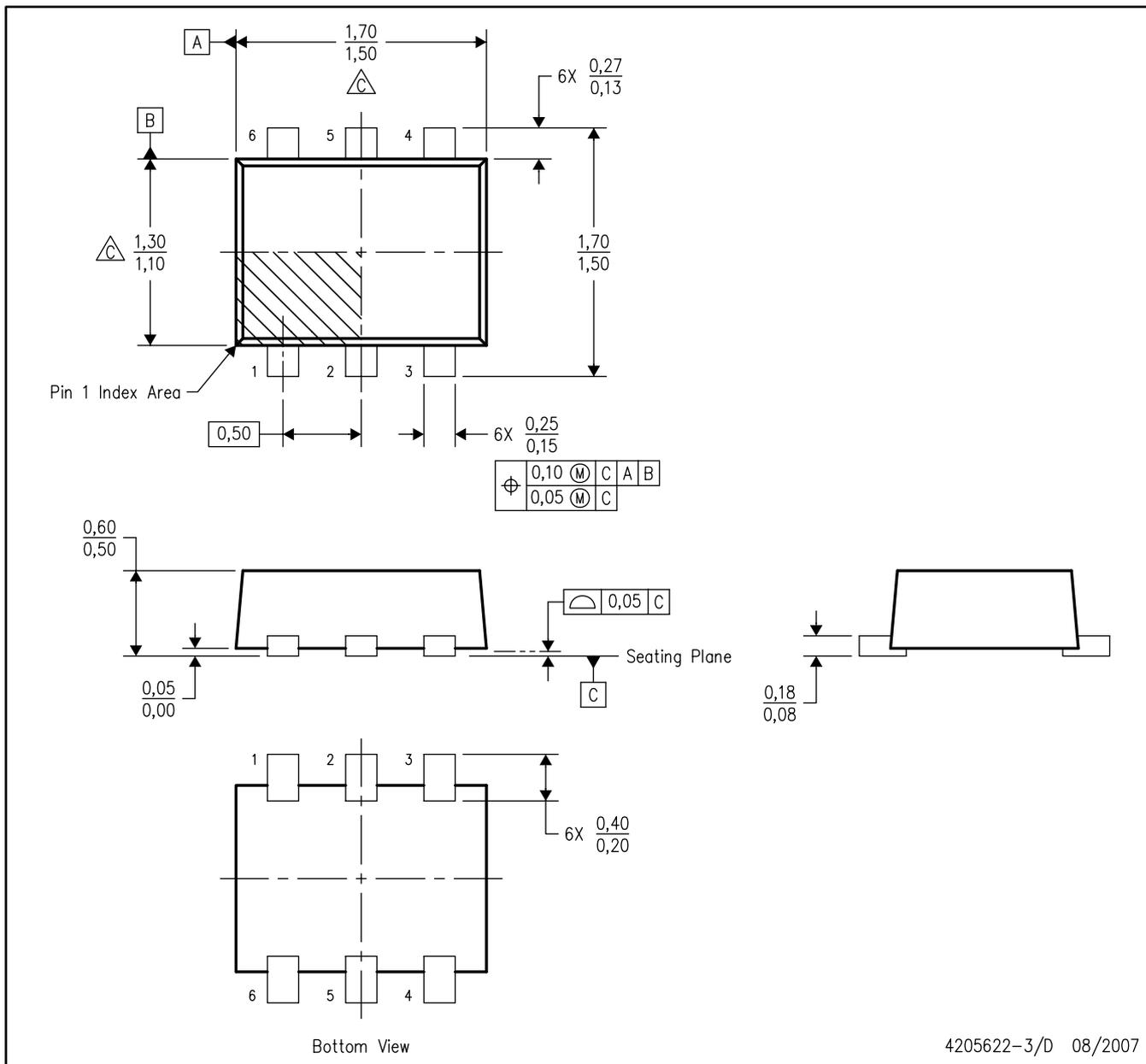
Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Reel Diameter (mm)	Reel Width W1 (mm)	A0 (mm)	B0 (mm)	K0 (mm)	P1 (mm)	W (mm)	Pin1 Quadrant
TMP102AIDRLR	SOT	DRL	6	4000	180.0	9.2	1.78	1.78	0.69	4.0	8.0	Q3
TMP102AIDRLT	SOT	DRL	6	250	180.0	9.2	1.78	1.78	0.69	4.0	8.0	Q3

パッケージ・マテリアル情報



*All dimensions are nominal

Device	Package Type	Package Drawing	Pins	SPQ	Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)
TMP102AIDRLR	SOT	DRL	6	4000	202.0	201.0	28.0
TMP102AIDRLT	SOT	DRL	6	250	202.0	201.0	28.0



4205622-3/D 08/2007

注： A. 直線寸法はすべてミリメートルです。寸法/公差はASME Y14.5M-1994によります。

B. 本図は予告なしに変更することがあります。

△ ボディ長には、モールド・フラッシュ、インターリード・フラッシュや突起、ゲート・バーは含まれません。

モールド・フラッシュ、インターリード・フラッシュ、突起やゲート・バーは、片側で0.15を超えることはありません。

D. JEDECパッケージは未定です。

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIJといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIJの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIJが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIJは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIJは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIJが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIJが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認を意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIJのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIJの製品もしくはサービスについてTIJにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIJは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIJは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIJの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIJがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIJが特別に指定した製品である場合は除きます。TIJが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIJが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIJがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIJは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2008, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使用すること。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

温度: 0 ~ 40 °C、相対湿度: 40 ~ 85%で保管・輸送及び取り扱うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260 °C以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上