

TMP05/TMP06

特長

- 温度に比例するシリアル・デジタル出力 (PWM)
- 25°Cで±0.5°C精度
- 25~70°Cで±1.0°C精度
- 2種類のグレードを提供
- 動作温度範囲: -40~+150°C
- 動作電圧範囲: 3~5.5V
- 消費電力: 70 μ W (max) @3.3V
- CMOS/TTL互換出力 (TMP05)
- 柔軟なオープン・ドレイン出力 (TMP06)
- 小型低価格の5ピンSC-70またはSOT-23パッケージ

アプリケーション

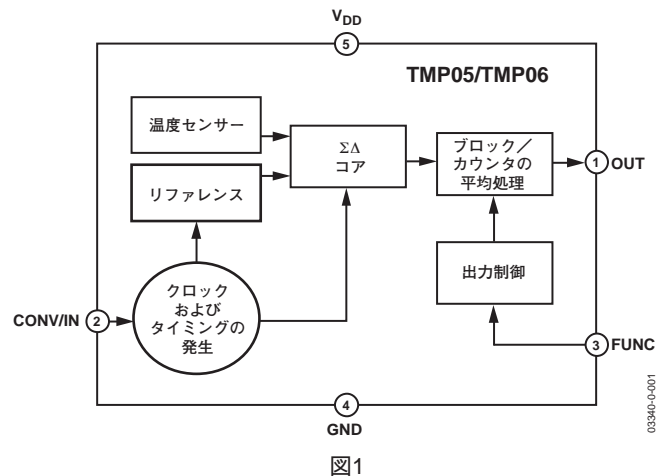
- 絶縁センサー
- 環境制御システム
- コンピュータ温度監視
- サーマル保護
- 工業用プロセス制御
- 電源システム・モニタ

概要

TMP05/TMP06は、デバイス温度に正比例して変化するシリアル・デジタル出力 (PWM) を発生するモノリシック温度センサーです。PWMの高周期 (T_H) は全温度範囲で一定ですが、低周期 (T_L) は変化します。Bグレード・バージョンは、25~70°Cで±1°Cの高い温度精度と優れたトランスデューサ直線性を提供します。TMP05/TMP06のデジタル出力はCMOS/TTL互換で、ほとんどの一般的なマイクロプロセッサのシリアル入力に容易にインターフェースできます。TMP06の柔軟なオープン・ドレイン出力は、シンク電流5mAの能力を持っています。

TMP05/TMP06は3~5.5Vの電源電動作で仕様規定されており、3.3V動作時の電源電流は370 μ A (typ) です。TMP05/TMP06は、-40~+150°Cの動作温度範囲で規定されています。ただし、デバイスは合計5,000時間 (寿命の5%) を超えて125°C以上の温度で動作させると、信頼性が損なわれますので、そのような使用法は推奨できません。低価格で小型のSC-70とSOT-23パッケージが用意されています。

機能ブロック図



TMP05/TMP06は、連続変換モード、デジチェーン・モード、ワンショット・モードの3つの動作モードがあります。TMP05/TMP06がどのモードで動作するかは、スリーステートのFUNC入力によって決定されます。

TMP05/TMP06が連続変換モードとワンショット・モードで温度を測定するレートは、CONV/IN入力ピンで決定されます。デジチェーン・モードでは、CONV/INピンはデジチェーンに対する入力として機能します。

製品のハイライト

- 周囲温度の正確な計測を可能にする温度センサーを内蔵
測定温度範囲: -40~+150°C
- 電源電圧: 3.0~5.5V
- 省スペースの5ピンSOT-23またはSC-70パッケージ
- 温度精度: ±0.5°C (typ)
この精度を得るにはデカップリング・コンデンサが必要
- 温度分解能: 0.025°C
- ワンショット・モードで、平均消費電力を1SPSで102 μ Wまで削減

TMP05/TMP06

目次

仕様	3	動作モード	13
TMP05A/TMP06Aの仕様	3	TMP05出力	16
TMP05B/TMP06Bの仕様	5	TMP06出力	16
タイミング特性	7	アプリケーション情報	17
絶対最大定格	8	熱応答時間	17
ESDに関する注意	8	自己発熱の影響	17
ピン配置および機能の説明	9	電源のデカップリング	17
代表的な性能特性	10	温度監視	18
動作原理	13	デিজィチェーン・アプリケーション	18
回路の説明	13	連続変換アプリケーション	23
コンバータの詳細	13	外形寸法	25
機能の説明	13	オーダー・ガイド	25

改訂履歴

2004年8月／リビジョン0：初版

仕様

TMP05A/TMP06Aの仕様

すべてのAグレードの仕様は、特に指定のない限り、 $-40\sim+150^{\circ}\text{C}$ で規定。 V_{DD} デカップリング・コンデンサは $0.1\mu\text{F}$ の多層セラミックを使用。 $T_{\text{A}}=T_{\text{MIN}}\sim T_{\text{MAX}}$ 、 $V_{\text{DD}}=3.0\sim 5.5\text{V}$ 。

表1

パラメータ	Min	Typ	Max	単位	テスト条件/コメント
温度センサーおよびADC					
公称変換レート(ワンショット・モード)					表7参照
精度@ $V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$ ($3.0\sim 3.6\text{V}$)			± 2	$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=0\sim 70^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{DD}}=3.0\sim 3.6\text{V}$
			± 3	$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=-40\sim +70^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{DD}}=3.0\sim 3.6\text{V}$
			± 4	$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=-40\sim +125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{DD}}=3.0\sim 3.6\text{V}$
			$\pm 5^1$	$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=-40\sim +150^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{DD}}=3.0\sim 3.6\text{V}$
精度@ $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ ($4.5\sim 5.5\text{V}$)		1.5		$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=0\sim 125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{DD}}=4.5\sim 5.5\text{V}$
温度分解能		0.025		$^{\circ}\text{C}/5\mu\text{s}$	T_{L} 上で各 $5\mu\text{s}$ のステップ
T_{H} パルス幅		40		ms	$T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$ 、公称変換レート
T_{L} パルス幅		76		ms	$T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$ 、公称変換レート
1/4周期(QP)変換レート					表7参照
(すべての動作モード)					
精度@ $V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$ ($3.0\sim 3.6\text{V}$)		1.5		$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=-40\sim +150^{\circ}\text{C}$
精度@ $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ ($4.5\sim 5.5\text{V}$)		1.5		$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=0\sim 125^{\circ}\text{C}$
温度分解能		0.1		$^{\circ}\text{C}/5\mu\text{s}$	T_{L} 上で各 $5\mu\text{s}$ のステップ
T_{H} パルス幅		10		ms	$T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$ 、QP変換レート
T_{L} パルス幅		19		ms	$T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$ 、QP変換レート
ダブル・ハイ/クォーター・ロー(DH/QL)変換レート					表7参照
(すべての動作モード)					
精度@ $V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$ ($3.0\sim 3.6\text{V}$)		1.5		$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=-40\sim +150^{\circ}\text{C}$
精度@ $V_{\text{DD}}=5\text{V}$ ($4.5\sim 5.5\text{V}$)		1.5		$^{\circ}\text{C}$	$T_{\text{A}}=0\sim 125^{\circ}\text{C}$
温度分解能		0.1		$^{\circ}\text{C}/5\mu\text{s}$	T_{L} 上で各 $5\mu\text{s}$ のステップ
T_{H} パルス幅		80		ms	$T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$ 、DH/QL変換レート
T_{L} パルス幅		19		ms	$T_{\text{A}}=25^{\circ}\text{C}$ 、DH/QL変換レート
長期間ドリフト		0.081		$^{\circ}\text{C}$	デバイスを 55°C で動作させた場合の10年間のドリフト
電源					
電源電圧	3		5.5	V	
電源電流					
ノーマル・モード ² @ 3.3V		370	550	μA	公称変換レート
ノーマル・モード ² @ 5.0V		425	650	μA	公称変換レート
静止時 ² @ 3.3V		3	6	μA	デバイス非変換時、出力はハイレベル
静止時 ² @ 5.0V		5.5	10	μA	デバイス非変換時、出力はハイレベル
ワンショット・モード@1SPS		30.9		μA	平均電流@ $V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$ 、公称変換レート@ 25°C
		37.38		μA	平均電流@ $V_{\text{DD}}=5.0\text{V}$ 、公称変換レート@ 25°C
消費電力		803.33		μW	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$ 、公称変換レート@ 25°C で連続変換
1SPS		101.9		μW	$V_{\text{DD}}=3.3\text{V}$ 、ワンショット・モード@ 25°C での平均消費電力
		186.9		μW	$V_{\text{DD}}=5.0\text{V}$ 、ワンショット・モード@ 25°C での平均消費電力

TMP05/TMP06

パラメータ	Min	Typ	Max	単位	テスト条件/コメント
TMP05出力 (プッシュプル)³					
出力ハイレベル電圧 (V _{OH})	V _{DD} -0.3			V	I _{OH} =800 μA
出力ローレベル電圧 (V _{OL})			0.4	V	I _{OL} =800 μA
出力ハイレベル電流 (I _{OUT}) ⁴	2			mA	V _{OH} (typ)=3.17V、V _{DD} =3.3V
ピン容量		10		pF	
立上がり時間 ⁵ (t _{LH})		50		ns	
立下がり時間 ⁵ (t _{HL})		50		ns	
オン抵抗 (ローレベル出力)		55		Ω	電源と温度に依存
TMP06出力 (オープン・ドレイン)³					
出力ローレベル電圧 (V _{OL})			0.4	V	I _{OL} =1.6mA
出力ローレベル電圧 (V _{OL})			1.2	V	I _{OL} =5.0mA
ピン容量		10		pF	
ハイレベル出力時のリーク電流 (I _{OH})		0.1	5	μA	PWM _{OUT} =5.5V
デバイスのターンオン時間		20		ms	
立下がり時間 ⁶ (t _{HL})		30		ns	
オン抵抗 (ローレベル出力)		55		Ω	電源と温度に依存
デジタル入力³					
入力電流			±1	μA	V _{IN} =0V~V _{DD}
入力ローレベル電圧 (V _{IL})			0.3×V _{DD}	V	
入力ハイレベル電圧 (V _{IH})	0.7×V _{DD}			V	
ピン容量	3		10	pF	

¹ デバイスは合計5,000時間 (寿命の5%)を超えて125℃以上の温度で動作させると、信頼性が損なわれますので、そのような使用法は推奨できません。

² ノーマル・モードの電流は、T_L時の電流に関係します。TMP05/TMP06はT_H時には変換を行わないので、静止電流はT_H時の電流に関係します。

³ 設計と特性評価により保証。出荷テストは行っていません。

⁴ チップに余分な電流が流れると自己発熱を起し、温度出力に誤差が発生することがあります。TMP05出力から取り出す電流は制限するようにしてください。

⁵ テスト負荷回路では、GNDに100pFを使用しています。

⁶ テスト負荷回路では、GNDに100pF、5.5Vに10kΩを使用しています。

TMP05B/TMP06Bの仕様

すべてのBグレード仕様は、特に指定のない限り、-40~+150°Cで規定。V_{DD}デカップリング・コンデンサは0.1 μFの多層セラミックを使用。T_A=T_{MIN}~T_{MAX}、V_{DD}=3.0~5.5V。

表2

パラメータ	Min	Typ	Max	単位	テスト条件/コメント
温度センサーおよびADC					
公称変換レート(ワンショット・モード)					表7参照
精度 ¹ @V _{DD} =3.3V(3.0~3.6V)		±0.5	±1	°C	T _A =25~70°C、V _{DD} =3.0~3.6V
			±1.25	°C	T _A =0~70°C、V _{DD} =3.0~3.6V
			±1.5	°C	T _A =-40~+70°C、V _{DD} =3.0~3.6V
			±2	°C	T _A =-40~+100°C、V _{DD} =3.0~3.6V
			±2.5	°C	T _A =-40~+125°C、V _{DD} =3.0~3.6V
			±3 ²	°C	T _A =-40~+150°C、V _{DD} =3.0~3.6V
精度@V _{DD} =5.0V(4.5~5.5V)		1.5		°C	T _A =0~125°C、V _{DD} =4.5~5.5V
温度分解能		0.025		°C/5 μs	T _L 上で各5 μsのステップ
T _H パルス幅		40		ms	T _A =25°C、公称変換レート
T _L パルス幅		76		ms	T _A =25°C、公称変換レート
1/4周期(QP)変換レート (すべての動作モード)					表7参照
精度@V _{DD} =3.3V(3.0~3.6V)		±1.5		°C	T _A =-40~+150°C
精度@V _{DD} =5.0V(4.5~5.5V)		±1.5		°C	T _A =0~125°C
温度分解能		0.1		°C/5 μs	T _L 上で各5 μsのステップ
T _H パルス幅		10		ms	T _A =25°C、QP変換レート
T _L パルス幅		19		ms	T _A =25°C、QP変換レート
ダブル・ハイ/クォーター・ロー(DH/QL)変換レート (すべての動作モード)					表7参照
精度@V _{DD} =3.3V(3.0~3.6V)		±1.5		°C	T _A =-40~+150°C
精度@V _{DD} =5V(4.5~5.5V)		±1.5		°C	T _A =0~125°C
温度分解能		0.1		°C/5 μs	T _L 上で各5 μsのステップ
T _H パルス幅		80		ms	T _A =25°C、DH/QL変換レート
T _L パルス幅		19		ms	T _A =25°C、DH/QL変換レート
長期間ドリフト		0.081		°C	デバイスを55°Cで動作させた場合の10年間のドリフト
電源					
電源電圧	3		5.5	V	
電源電流					
ノーマル・モード ³ @3.3V		370	550	μA	公称変換レート
ノーマル・モード ³ @5.0V		425	650	μA	公称変換レート
静止時 ³ @3.3V		3	6	μA	デバイス非変換時、出力はハイレベル
静止時 ³ @5.0V		5.5	10	μA	デバイス非変換時、出力はハイレベル
ワンショット・モード@1SPS		30.9		μA	平均電流@V _{DD} =3.3V、公称変換レート@25°C
		37.38		μA	平均電流@V _{DD} =5.0V、公称変換レート@25°C
消費電力		803.33		μW	V _{DD} =3.3V、公称変換レート@25°Cで連続変換
1SPS		101.9		μW	V _{DD} =3.3V、ワンショット・モード@25°Cでの平均消費電力
		186.9		μW	V _{DD} =5.0V、ワンショット・モード@25°Cでの平均消費電力

TMP05/TMP06

パラメータ	Min	Typ	Max	単位	テスト条件/コメント
TMP05出力 (プッシュプル)⁴					
出力ハイレベル電圧 (V _{OH})	V _{DD} -0.3			V	I _{OH} =800 μA
出力ローレベル電圧 (V _{OL})			0.4	V	I _{OL} =800 μA
出力ハイレベル電流 (I _{OUT}) ⁵	2			mA	V _{OH} (typ)=3.17V、V _{DD} =3.3V
ピン容量		10		pF	
立上がり時間 ⁶ (t _{LH})		50		ns	
立下がり時間 ⁶ (t _{HL})		50		ns	
オン抵抗 (ローレベル出力)		55		Ω	電源と温度に依存
TMP06出力 (オープン・ドレイン)⁴					
出力ローレベル電圧 (V _{OL})			0.4	V	I _{OL} =1.6mA
出力ローレベル電圧 (V _{OL})			1.2	V	I _{OL} =5.0mA
ピン容量		10		pF	
ハイレベル出力時のリーク電流 (I _{OH})		0.1	5	μA	PWM _{OUT} =5.5V
デバイス・ターンオン時間		20		ms	
立下がり時間 ⁷ (t _{HL})		30		ns	
オン抵抗 (ローレベル出力)		55		Ω	電源と温度に依存
デジタル入力⁴					
入力電流			±1	μA	V _{IN} =0V~V _{DD}
入力ローレベル電圧 (V _{IL})			0.3×V _{DD}	V	
入力ハイレベル電圧 (V _{IH})	0.7×V _{DD}			V	
ピン容量	3		10	pF	

¹ 電源範囲3.0~3.6Vでの精度仕様は、3シグマ性能で規定。

² デバイスは合計5,000時間 (寿命の5%)を超えて125℃以上の温度で動作させると、信頼性が損なわれますので、そのような使用法は推奨できません。

³ ノーマル・モードの電流は、T_L時の電流に関係します。TMP05/TMP06はT_H時には変換を行わないので、静止電流はT_H時の電流に関係します。

⁴ 設計と特性評価により保証。出荷テストは行っていません。

⁵ チップに余分な電流が流れると自己発熱を起し、温度出力に誤差が発生することがあります。TMP05出力から流出する電流は制限することを推奨します。

⁶ テスト負荷回路では、GNDに100pFを使用しています。

⁷ テスト負荷回路では、GNDに100pF、5.5Vに10kΩを使用しています。

タイミング特性

特に指定のない限り、 $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ 、 $V_{DD} = 3.0 \sim 5.5V$ 。設計と特性評価により保証。出荷テストは行っていません。

表3

パラメータ	限界	単位	コメント
T_H	40	ms (typ)	PWMハイレベル時間@25℃、公称変換レート
T_L	76	ms (typ)	PWMローレベル時間@25℃、公称変換レート
t_3^1	50	ns (typ)	TMP05出力の立上がり時間
t_4^1	50	ns (typ)	TMP05出力の立下がり時間
t_4^2	30	ns (typ)	TMP06出力の立下がり時間
t_5	25	μs (max)	デジチェーン・スタート・パルスの幅

¹ テスト負荷回路では、GNDに100pFを使用しています。

² テスト負荷回路では、GNDに100pF、5.5Vに10k Ω を使用しています。

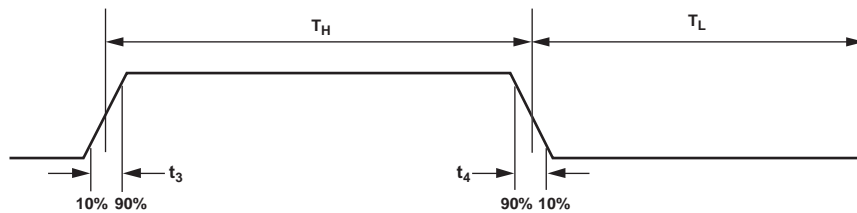


図2. PWM出力の公称タイミング図(25)

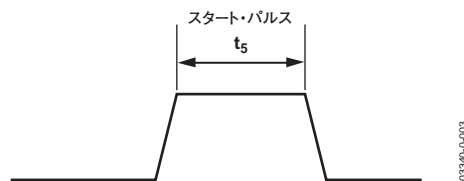


図3. デジチェーン・スタートのタイミング

TMP05/TMP06

絶対最大定格

表4

パラメータ	定格
GNDに対するV _{DD}	-0.3~+7V
GNDに対するデジタル入力電圧	-0.3V~V _{DD} +0.3V
最大出力電流 (OUT)	±10mA
動作温度範囲 ¹	-40~+150℃
保存温度範囲	-65~+160℃
最大ジャンクション温度、T _{JMAX}	150℃
5ピンSOT-23	
消費電力 ²	$W_{MAX} = (T_{Jmax} - T_A^3) / \theta_{JA}$
熱抵抗 ⁴	
θ_{JA} 、接合部と周囲温度間 (自然空冷)	240℃/W
5ピンSC-70	
消費電力 ²	$W_{MAX} = (T_{Jmax} - T_A^3) / \theta_{JA}$
熱抵抗 ⁴	
θ_{JA} 、接合部と周囲温度間	207.5℃/W
θ_{JC} 、接合部とケース間	172.3℃/W
赤外線ハンダ・リフロー	
ピーク温度	220℃ (0℃/5℃)
ピーク温度の時間	10~20秒
ランプアップ・レート	2~3℃/秒
ランプダウン・レート	-6℃/秒

¹ デバイスは、合計5,000時間(寿命の5%)を超えて125℃以上の温度で動作させると、信頼性が損なわれますので、そのような使用法は推奨できません。

² SOT-23の値は2層PCボードを使用して評価し、SC-70の値は4層PCボードを使用して評価しています。最大消費電力対周囲温度(T_A)のグラフ(図4)を参照してください。

³ T_A=周囲温度

⁴ 接合部とケース間の抵抗(θ_{JC})は、特定の流れ方向を持つデバイス、たとえばデバイスに放熱板を装着した場合に適しています。デバイスを空冷PCボードに実装した場合は、接合部と周囲間の抵抗(θ_{JA})のほうが適しています。

注意

ESD(静電放電)の影響を受けやすいデバイスです。人体や試験機器には4,000Vもの高圧の静電気が容易に蓄積され、検知されないまま放電されることがあります。本製品は当社独自の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、回復不能の損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣下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。

左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みを指定するものであり、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ることがあります。

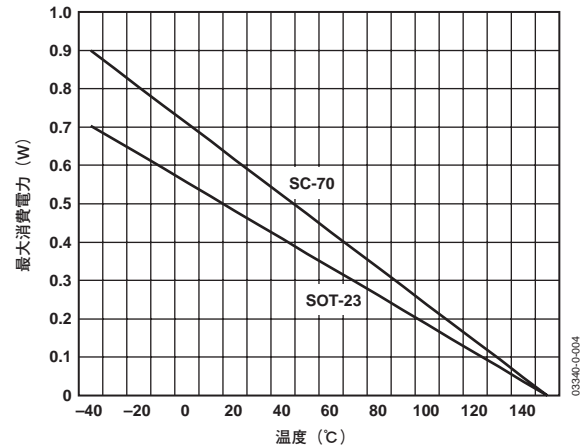


図4. 最大消費電力の温度特性



ピン配置および機能の説明

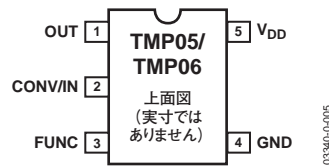


図5. ピン配置

表5. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	OUT	デジタル出力。パルス幅変調 (PWM) 出力は方形波であり、方形波のローレベル期間に対するハイレベル期間の比は温度に比例します。
2	CONV/IN	デジタル入力。連続変換動作モードおよびワンショット動作モードでは、このピンのハイレベル入力、ローレベル入力、またはフローティング入力によって温度測定レートが決定されます。デジタイゼーション動作モードでは、デジタイゼーション内の1つ手前のデバイスから出力されるPWM信号の入力ピンになります。
3	FUNC	デジタル入力。このピンのハイレベル入力、ローレベル入力、またはフローティング入力によって、3種類の動作モードが決定されます。詳細は「動作モード」を参照。
4	GND	アナログおよびデジタル・グラウンド。
5	V _{DD}	3.0~5.5Vの正側電源電圧。0.1 μ Fのデカップリング・コンデンサを、できるだけこのピンの近くに接続することを強く推奨します。

TMP05/TMP06

代表的な性能特性

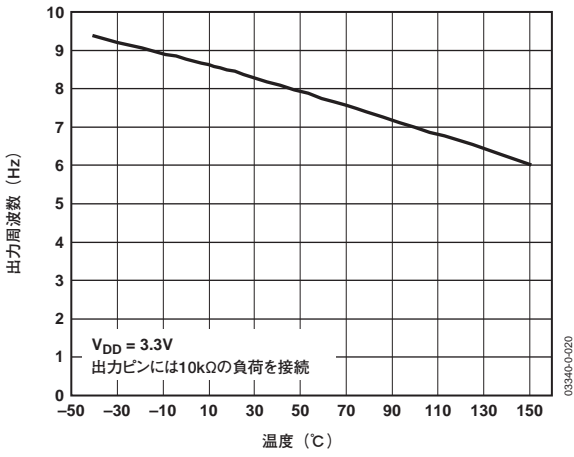


図6. PWM出力周波数の温度特性

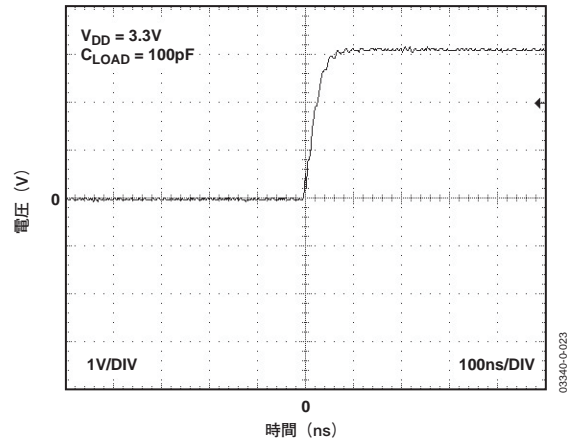


図9. TMP05出力の立ち上がり時間 (25)

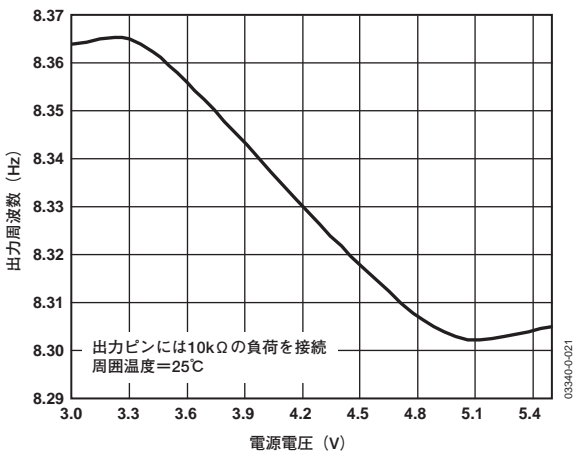


図7. PWM出力周波数対電源電圧

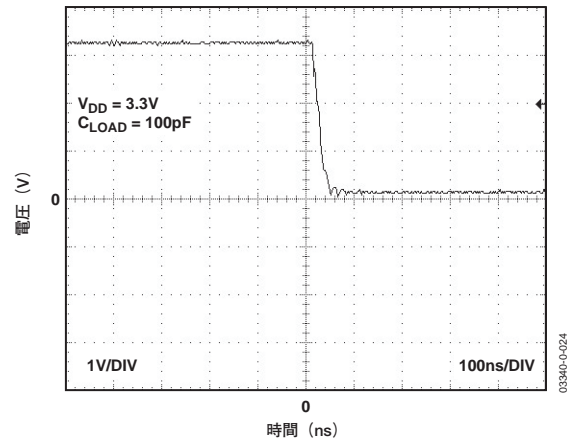


図10. TMP05出力の立下がり時間 (25)

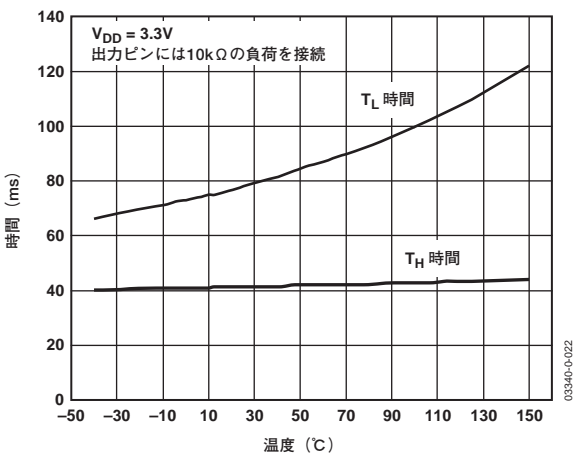


図8. T_H 時間および T_L 時間の温度特性

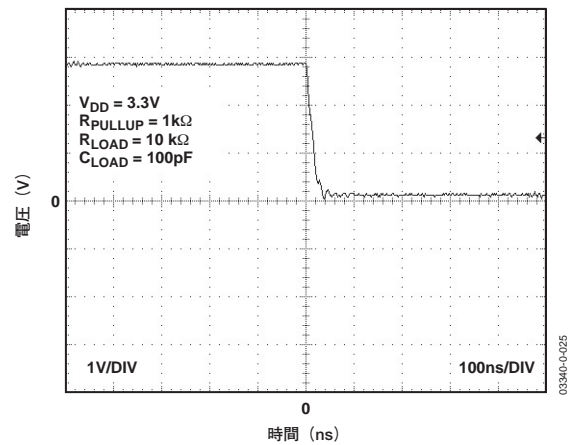


図11. TMP06出力の立下がり時間 (25)

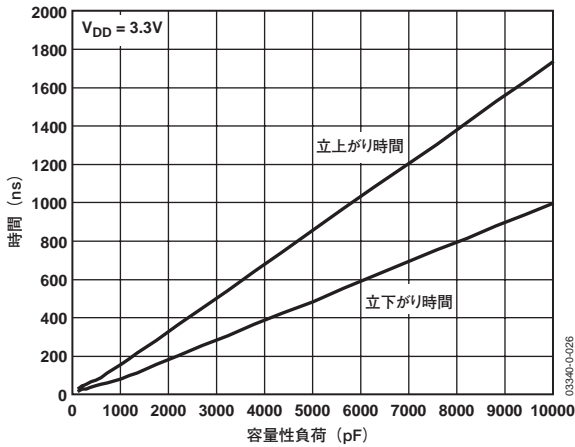


図12. 容量性負荷対TMP05出力の立ち上がりおよび立下がり時間

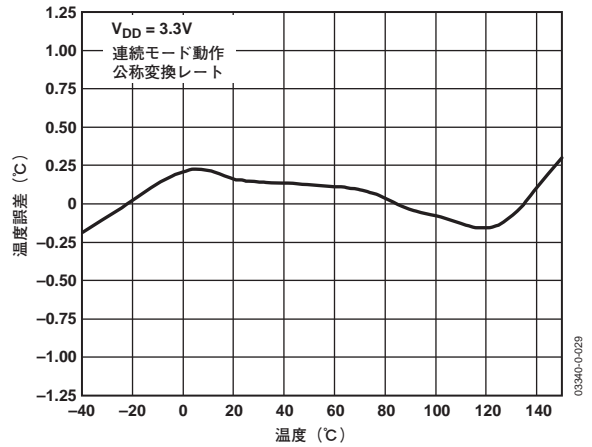


図15. 出力精度の温度特性

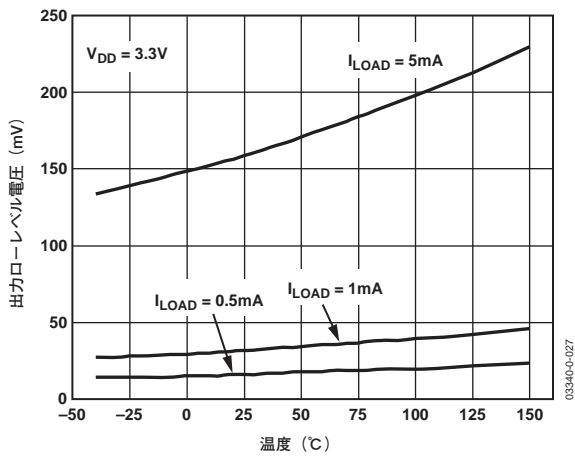


図13. TMP06出力ローレベル電圧の温度特性

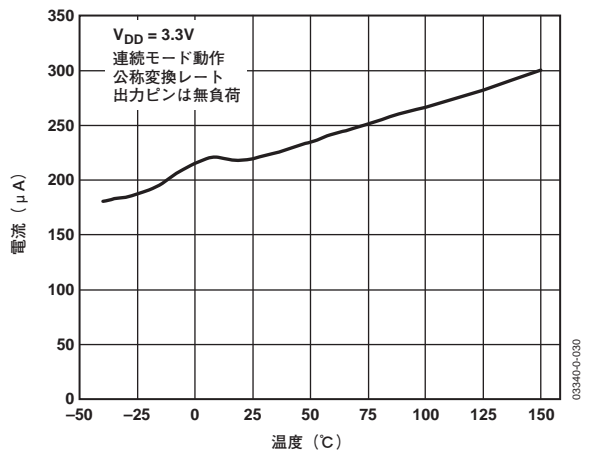


図16. 電源電流の温度特性

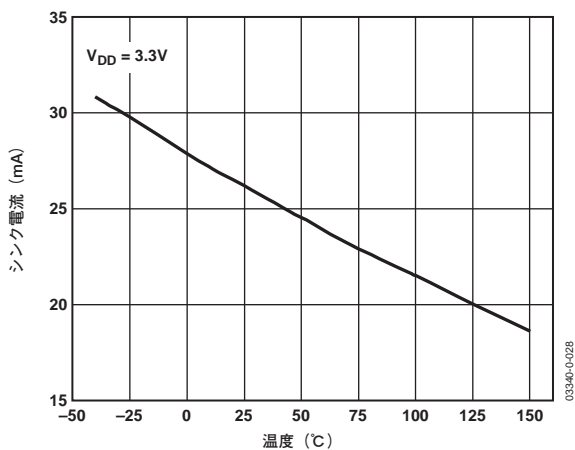


図14. TMP06オープン・ドレイン・シンク電流の温度特性

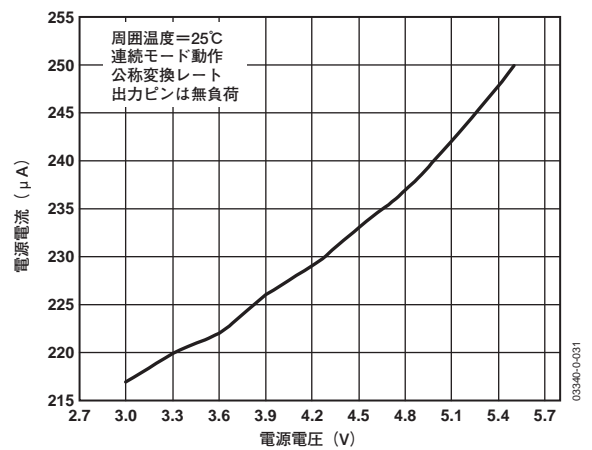


図17. 電源電圧対電源電流

TMP05/TMP06

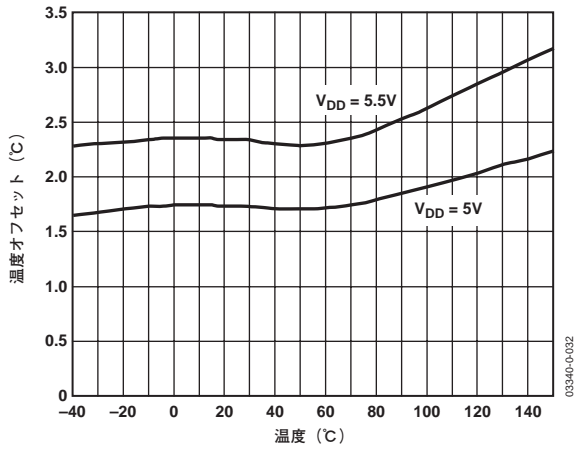


図18. 5/5.5V動作時の温度誤差(3.3V時を基準)

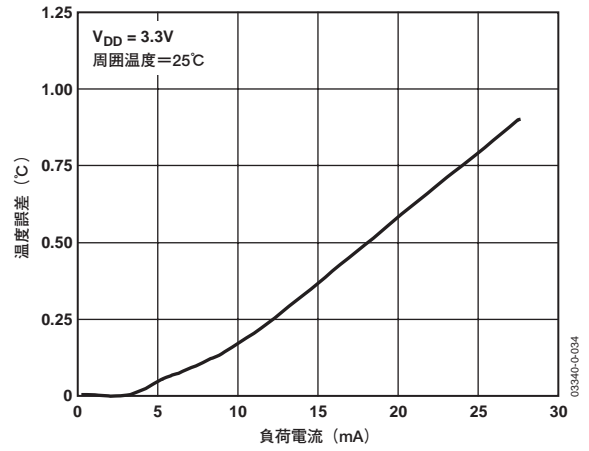


図20. 負荷電流対TMP05の温度誤差

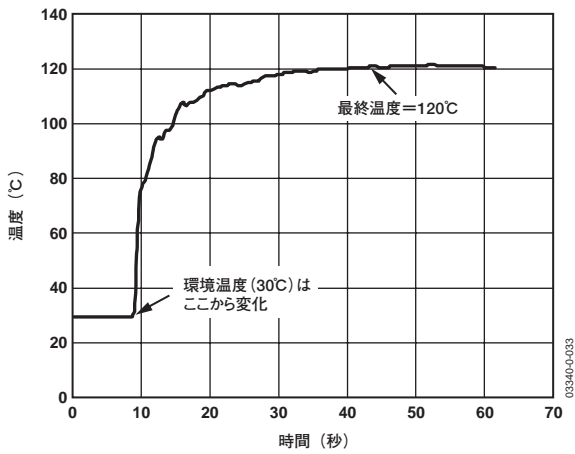


図19. 熱衝撃応答

動作原理

回路の説明

TMP05/TMP06は、デバイス温度に正比例して変化するPMWデジタル信号を出力するモノリシック温度センサーです。内蔵センサーが絶対温度に正確に比例する電圧(VPTAT)を発生し、この電圧が内蔵の電圧リファレンスと比較されて、高精度のデジタル変調器に入力されます。シリアル・デジタル出力のレシオメトリック・エンコーディング・フォーマットは、V/Fコンバータ(VFC)のような多くのシリアル変調技術では一般的なクロック・ドリフト誤差の影響を受けません。Aグレードの全体精度は0～+70℃の範囲において±2℃で、優れたトランスデューサ直線性を持っています。Bグレードの精度は25～70℃の範囲において±1℃です。TMP05のデジタル出力はCMOS/TTL互換で、大部分の一般的なマイクロプロセッサのシリアル入力に容易にインターフェースすることができます。TMP06のオープン・ドレイン出力は、シンク電流5mAの能力を持っています。

内蔵温度センサーは定格温度範囲では優れた精度と直線性を持っており、ユーザによる補正やキャリブレーションは不要です。

センサー出力は、電荷平衡型A/Dコンバータとも呼ばれる、1次のΣΔ変調器によってデジタル化されます。このタイプのコンバータは、時間軸オーバーサンプリングと高精度コンパレータを持ち、極めて小さな回路で12ビットの実効精度を提供します。

コンバータの詳細

ΣΔ変調器は、入力サンプリング、加算回路、積分器、コンパレータ、1ビットDACで構成されています。V/Fコンバータと同様に、このアーキテクチャは実質的に負帰還ループを構成します。この負帰還ループの目的は、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、積分器出力を最小化することです。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リングします。これはオーバーサンプリングと呼ばれています。オーバーサンプリングによって、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、全体のノイズ性能が改善され、精度が向上します。

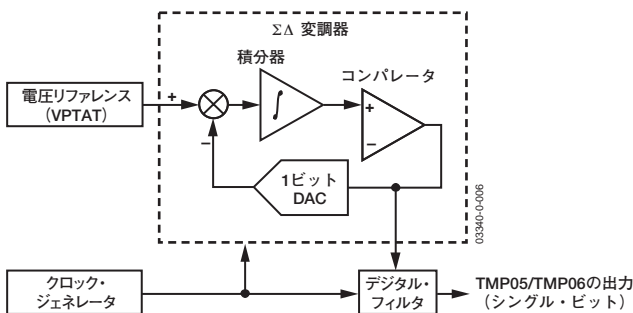


図21. 1次 変調器

コンパレータの変調出力は、マーク/スペース比フォーマットを持つシリアル・デジタル信号を発生する回路技術を使ってエンコードされます。このフォーマットはどのマイクロプロセッサでも容易に℃値または°F値にデコードされ、直ちに1本の線で伝送または変調されます。さらに重要なのは、このエンコーディング方法はクロックに依存しないため、他の変調技術に共通する主要な誤差源を回避できることです。

機能説明

TMP05/TMP06の出力は、25℃で周期116ms (typ)を持つ方形波です (CONV/INピンをフローティングにした場合)。ハイレベル期間(T_H)は一定で、ローレベル期間(T_L)は測定する温度に応じて変化します。公称変換レートの出力フォーマットは、次式で容易にデコードできます。

$$\text{温度(℃)} = 421 - (751 \times (T_H/T_L)) \quad (1)$$

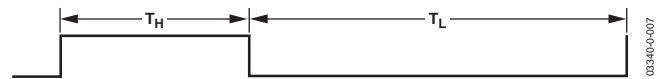


図22. TMP05/TMP06の出力フォーマット

T_H 区間(ハイレベル期間)と T_L 区間(ローレベル期間)の長さは、マイクロプロセッサのタイマ/カウンタ・ポートで容易に読み取れる値で、ソフトウェアで上記計算が行えます。両期間は同じクロックを使って連続的に読み取ることができるので、前式の除算を行ってレシオメトリック値を得ることができます。このレシオメトリック値は、TMP05/TMP06のクロックまたはユーザのカウンタ・クロックの正確な周波数またはドリフトに依存しません。

動作モード

TMP05/TMP06は、パワーアップ時にFUNCピンをローレベル、フローティング、またはハイレベルに設定することで3種類の動作モードを選択できます。

表6. 動作モード

FUNCピン	動作モード
ローレベル	ワンショット
フローティング	連続変換
ハイレベル	デジチェーン

連続変換モード

連続変換モードでは、TMP05/TMP06は温度を表す方形波を連続的に出力します。方形波を出力する周波数は、パワーアップ時のCONV/INピンの状態によって決定されます。パワーアップ後にCONV/INピンの状態を変えても、TMP05/TMP06がパワーダウン後に再パワーアップされるまで、デバイスは影響を受けません。

TMP05/TMP06

ワンショット・モード

ワンショット・モードでは、TMP05/TMP06はマイクロコントローラから要求されたとき、温度を表す方形波を1個出力します。マイクロコントローラがOUTピンをローレベルにしてから解除すると、TMP05/TMP06に出力要求が伝えられます。マイクロコントローラがOUTピンを解除したとき、温度測定値が出力されます(図23参照)。

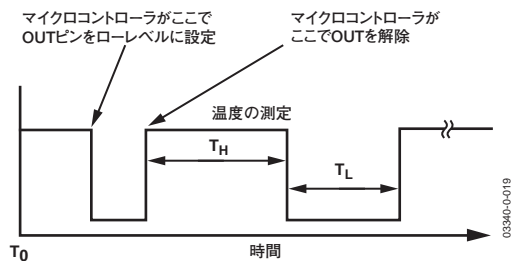


図23. TMP05/TMP06のワンショットOUTピンの信号

TMP05のワンショット・モードの場合のみ、内部抵抗がプルアップMOSFETに直列に接続されます。TMP05のOUTピンはプッシュプル出力構成(図24)を持っているため、ローレベルにして温度変換を開始させるときにこのピンを流れる電流を制限する直列抵抗が必要になります。この直列抵抗は V_{DD} とGNDとの間の短絡を防ぎ、TMP05の短絡による損傷を防止します。

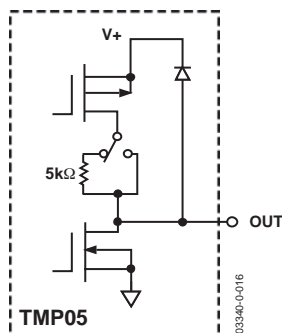


図24. TMP05ワンショット・モードでのOUTピンの構成

ワンショット・モードには平均消費電力の削減などの利点があります。また、マイクロコントローラがOUTピンを解除した後で、ローレベルからハイレベルへの最初の遷移が発生することをマイクロコントローラが知っていることも利点です。

変換レート

連続変換モードとワンショット・モードでは、パワーアップ時のCONV/INピンの状態によってTMP05/TMP06の温度測定レートが決定されます。変換レートを表7に示します。

表7. 変換レート

CONV/INピン	変換レート	T_H/T_L (25°C)
ローレベル	1/4周期 ($T_H \div 4$, $T_L \div 4$)	10/19 (ms)
フローティング	公称	40/76 (ms)
ハイレベル	ダブル・ハイ ($T_H \times 2$) クォーター・ロー ($T_L \div 4$)	80/19 (ms)

TMP05(プッシュプル出力)でハイレベル状態の変換レート(ダブル・ハイ/クォーター・ロー)を使う利点は、消費電力を削減することです。ただし、ローレベル期間(T_L)が1/4になってしまうため、そのトレードオフとして分解能が低下します。CONV/INピンの状態に応じて、2種類の温度式を使う必要があります。

ローレベルおよびフローティング状態の変換レートでの温度は、次式で計算します。

$$\text{温度(°C)} = 421 - (751 \times (T_H/T_L)) \quad (2)$$

表8. 式2使用時の変換時間

温度(°C)	T_L (ms)	公称サイクル時間(ms)
-40	65.2	105
-30	66.6	107
-20	68.1	108
-10	69.7	110
0	71.4	111
10	73.1	113
20	74.9	115
25	75.9	116
30	76.8	117
40	78.8	119
50	81	121
60	83.2	123
70	85.6	126
80	88.1	128
90	90.8	131
100	93.6	134
110	96.6	137
120	99.8	140
130	103.2	143
140	106.9	147
150	110.8	151

ハイレベル状態の変換レートでの温度は、次式で計算します。

$$\text{温度}(\text{°C}) = 421 - (93.875 \times (T_H/T_L)) \quad (3)$$

表9. 式3使用時の変換時間

温度(°C)	T _L (ms)	ハイレベル状態時のサイクル時間(ms)
-40	16.3	96.2
-30	16.7	96.6
-20	17	97.03
-10	17.4	97.42
0	17.8	97.84
10	18.3	98.27
20	18.7	98.73
25	19	98.96
30	19.2	99.21
40	19.7	99.71
50	20.2	100.24
60	20.8	100.8
70	21.4	101.4
80	22	102.02
90	22.7	102.69
100	23.4	103.4
110	24.1	104.15
120	25	104.95
130	25.8	105.81
140	26.7	106.73
150	27.7	107.71

デジチェーン・モード

FUNCピンをハイレベル状態に設定すると、複数のTMP05/TMP06を接続して、マイクロコントローラの1本の入力ピンですべての温度測定値を入力することができます。このモードでは、CONV/INピンがデジチェーンの入力として機能し、25°C時、T_H/T_L=40ms/76msの標準変換レートで変換を実行します。

デジチェーン・モード動作での温度は、次式から計算します。

$$\text{温度}(\text{°C}) = 421 - (751 \times (T_H/T_L)) \quad (4)$$

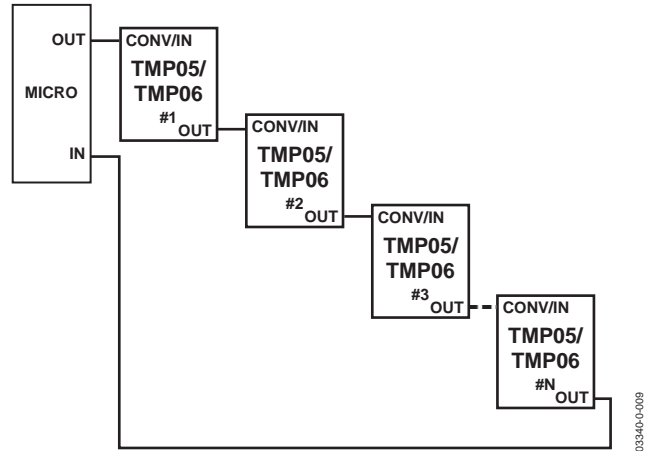


図25. デジチェーンの構成

CONV/INピン上で変換スタート・パルスが発生させるために、もう1本のマイクロコントローラ・ピンが必要です。スタート・パルスのパルス幅は、25 μs未満にする必要があります。CONV/INピン上でスタート・パルスが検出されると、先頭のTMP05/TMP06デバイスはここで変換を開始し、温度を出力すべきであると判断します。デバイスは温度を出力した直後に、デジチェーン・リンク上の次のデバイスに対してスタート・パルスを出します。一般に、各TMP05/TMP06デバイスが出力するスタート・パルスのパルス幅は、17 μsです。

図26にデジチェーン上にある先頭デバイスのCONV/INピンのスタート・パルスを、図27に先頭デバイスのPWM出力を示します。

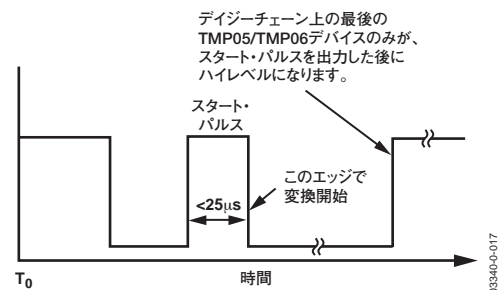


図26. デジチェーン上にある先頭TMP05/TMP06デバイスのCONV/INピンのスタート・パルス

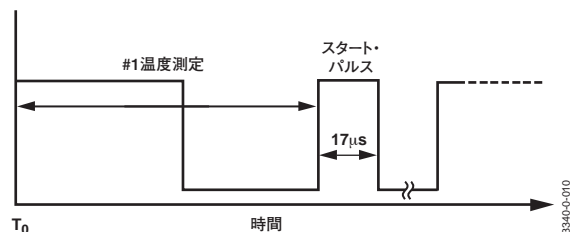


図27. デジチェーン接続による温度測定と先頭TMP05/TMP06デバイスのスタート・パルス出力

TMP05/TMP06

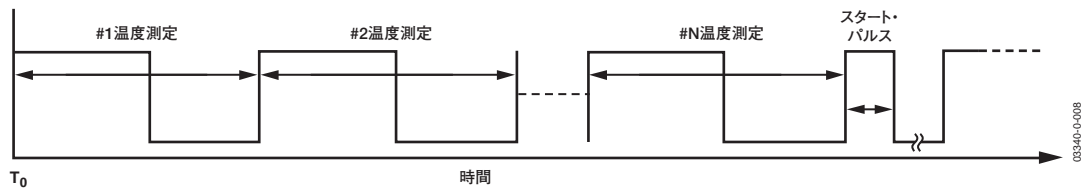


図28. マイクロコントローラへのデジチェーン信号入力

スタート・パルスがデジチェーン内のTMP05/TMP06デバイスに到達する前は、デバイスは先行する温度計測信号に対してバッファとして機能します。各デバイスは、先行デバイスが出力するスタート・パルスを検出するためにPWM信号を監視します。デバイスは、スタート・パルスを検出すると変換を開始し、デジチェーンPWM信号の最後に変換結果を挿入します。次に、リンク内の次のデバイスに対するスタート・パルスを挿入します。マイクロコントローラへの最終信号入力は図28のようになります。デジチェーンの先頭デバイスのピン2 (IN) の入力信号は、最後のデバイスがスタート・パルスを出力するまで、ローレベルに保つ必要があります。

ピン2 (IN) の入力がハイレベルになり、ハイレベルを保つと、TMP05/TMP06デバイスは0.3~1.2秒後にパワーダウンします。したがって、デバイスがさらに温度測定を行うときは、別のスタート・パルスが発生する必要があります。デバイスの消費電力を削減するため、変換を行わないときはピン2 (IN) をハイレベル状態に保つことを推奨します。INピンが0Vの場合、OUTピンは0Vになり(変換を行わないときはバッファとして機能するため)、プッシュプルMOSFET (TMP05) またはプルアップ抵抗 (TMP06) を通して電流が流れます。

TMP05出力

TMP05はプッシュプルCMOS出力(図29)を持っており、ロジック・インターフェースに対してレールtoレール出力の駆動能力を提供します。容量性負荷に起因する誤差を最小化するために、TMP05出力の立ち上がり時間と立ち下がり時間はほぼ一致するように調整されています。負荷容量が大きい場合(たとえば、長いケーブルを駆動するとき)は、外付けバッファを使用して精度を向上させることもできます。

TMP05がワンショット・モードで動作するとき、プルアップMOSFETに直列に内部抵抗を接続します。

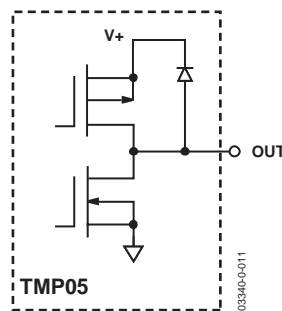


図29. TMP05デジタル出力の構成

TMP06出力

TMP06はオープン・ドレイン出力を持っています。出力ソース電流はプルアップ抵抗で決定されるため、TMP06のアプリケーションでは出力容量を小さくする必要があります。さもなければ、立ち上がり時間と立ち下がり時間が一致しないためパルス幅がずれ、測定誤差が発生します。

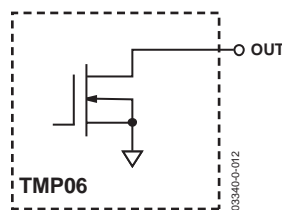


図30. TMP06デジタル出力の構成

アプリケーション情報

熱応答時間

温度センサーが仕様精度にセトリングするのに要する時間は、センサーと被測定物間の熱伝導性と、センサーの熱質量の関数です。熱質量はたいていの場合、容量と等価とみなされます。熱伝導性は一般にシンボルQで表され、熱抵抗とみなされます。熱接合部を通過する単位エネルギー当たりの温度上昇、すなわち一般に°C/Wの単位で表されます。したがって、TMP05/TMP06が所定の精度にセトリングするのに要する時間は、使用するパッケージ、当該アプリケーションで使用される熱的結合、熱源の等価エネルギーに依存します。多くのアプリケーションでは、セトリング時間は経験的に決定するのがベストでしょう。

自己発熱の影響

アプリケーションによっては、TMP05/TMP06の温度測定精度が自己発熱によって低下することがあります。誤差は、静止消費電力と変換時すなわち T_L 区間の消費電力から発生します。これらの温度誤差の大きさは、TMP05/TMP06パッケージの熱伝導性、実装技術、空気流の影響に依存します。TMP05/TMP06の静止消費電力は、無負荷で3.3V動作のとき $10\mu\text{W}$ (typ)です。5ピンSC-70パッケージを大気中で動作させた場合の自己発熱による温度上昇は、次式になります。

$$\Delta T = P_{DISS} \times \theta_{JA} = 10\mu\text{W} \times 207.5^\circ\text{C}/\text{W} = 0.0021^\circ\text{C} \quad (5)$$

さらに、デジタル出力によって消費される電力もあり、これは連続最大 $800\mu\text{A}$ の電流容量があります(TMP05)。 $800\mu\text{A}$ を流した場合、出力の消費電力は次式で表されます。

$$P_{DISS} = (0.4\text{V}) (0.8\text{mA}) ((T_L)/T_H + T_L) \quad (6)$$

たとえば、 $T_L=80\text{ms}$ 、 $T_H=40\text{ms}$ の場合、デジタル出力による消費電力は約 0.21mW になります。単独実装のSC-70パッケージでは、自己発熱による温度上昇は次式で表されます。

$$\Delta T = P_{DISS} \times \theta_{JA} = 0.21\text{mW} \times 207.5^\circ\text{C}/\text{W} = 0.044^\circ\text{C} \quad (7)$$

この温度上昇は静止消費電力による温度上昇に直接加算され、真の周囲温度に対するTMP05/TMP06の精度に影響を与えます。

温度誤差はデバイスを流れる電流に直接比例するため、消費電流を最小化することを推奨します。

電源のデカップリング

TMP05/TMP06は、 V_{DD} とGNDの間に $0.1\mu\text{F}$ セラミック・コンデンサを接続してデカップリングする必要があります。これは、TMP05/TMP06を電源から離れて実装する場合に特に重要です。TMP05/TMP06のような高精度アナログ製品では、十分にフィルタ処理した電源電圧を供給することが必要です。TMP05/TMP06は単電源で動作するため、デジタル・ロジック電源を単純に使用すればよさそうですが、残念ながら、ロジック電源はスイッチ・モード設計の場合が多いため、 $20\text{kHz} \sim 1\text{MHz}$ の範囲でノイズを発生します。さらに、高速なロジック・ゲートが、配線の抵抗とインダクタンスに起因して、数百mVもの振幅を持つグリッチを発生することがあります。

可能なら、TMP05/TMP06をシステム電源に直接接続すべきです。図31に示す接続では、アナログ部分をロジック・スイッチングの過渡電圧から分離しています。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低減できます。仕様の温度精度を実現するには、 $0.1\mu\text{F}$ 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が不可欠です。このデカップリング・コンデンサは、TMP05/TMP06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。推奨デカップリング・コンデンサはPhicomp社の 100nF 、 50V X74です。

コンデンサのパッケージ・サイズが大きくなるとESL(等価直列インダクタンス)も大きくなるため、コンデンサのパッケージはできるだけ小型にする必要があります。容量値を 100nF 以下にすると、ESR(等価直列抵抗)が大きくなってしまいます。ESL= 1nH かつESR= $80\text{m}\Omega$ のコンデンサの使用を推奨します。

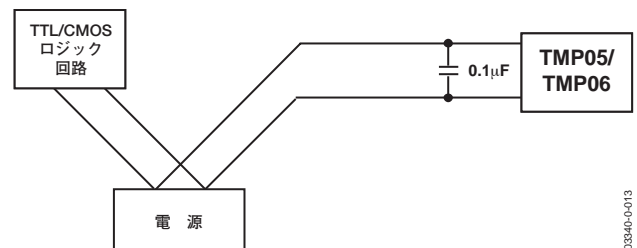


図31. 電源ノイズを減らすための電源パターンの分離

TMP05/TMP06

温度モニタリング

TMP05/TMP06は、電子機器内部の熱環境のモニタリングに最適です。たとえば、表面実装型パッケージは直近に実装された集積回路からの熱の影響を正確に反映します。

TMP05/TMP06は、自らの半導体チップの表面温度を測定および変換します。TMP05/TMP06を使用して近くの熱源温度を測定する場合、熱源とTMP05/TMP06との間の熱抵抗を考慮する必要があります。熱電対またはその他の温度センサーを使用して熱源の温度を測定する一方で、 T_H と T_L を計測してTMP05/TMP06の温度を監視することがあります。熱抵抗が決定されると、熱源の温度はTMP05/TMP06出力から推測できます。

TMP05/TMP06の独自の機能を利用する一例として、消費電力が大きいマイクロプロセッサのモニタリングがあります。表面実装型パッケージのTMP05/TMP06デバイスを、マイクロプロセッサのピン・グリッド・アレイ (PGA) パッケージの真下に配置します。代表的なアプリケーションでは、TMP05/TMP06の出力がASICに接続され、ここでパルス幅が計測されます。TMP05/TMP06のパルス出力は直線的な温度出力を提供すると同時に1本のI/Oピンだけで済みADCが不要なため、このアプリケーションでは大きな利点になります。

デジチェーン・アプリケーション

ここでは、2個のTMP05をデジチェーン・モードで標準の8052マイクロコントローラ・コアに接続する方法を示します。下記の例ではADuC812がマイクロコントローラで、そのコア処理エンジンは8052です。図32に、8052コア・デバイスに対するインターフェース方法を示します。TMP05のプログラム・コード例1には、ADuC812からデジチェーン接続された2個のTMP05への交信方法を示します。このコードは、ADuC831、または8052コアを使う他のマイクロプロセッサでも使用できます。

図32に、TMP05デジチェーンからADuC812に入力される入力波形と、コードの変数割当てを示します。TMP05プログラム・コード例1を見るときは図32を参照してください。TMP05を他のタイプのマイクロコントローラと使用する場合は説明については、アナログ・デバイセズのWebサイトで提供しているアプリケーション・ノートを参照してください。

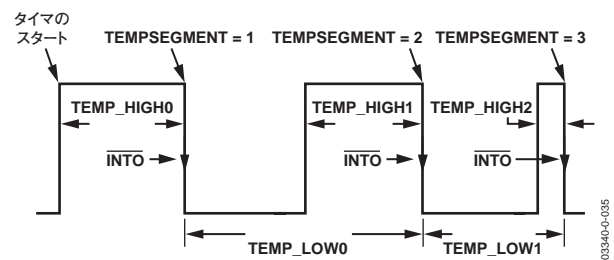


図32. TMP05プログラム・コード例1のソフトウェア変数の参照図

図33に、3個のデバイスをハードワイヤ接続する方法を示します。図34～36に、このプログラムのフローチャートを示します。

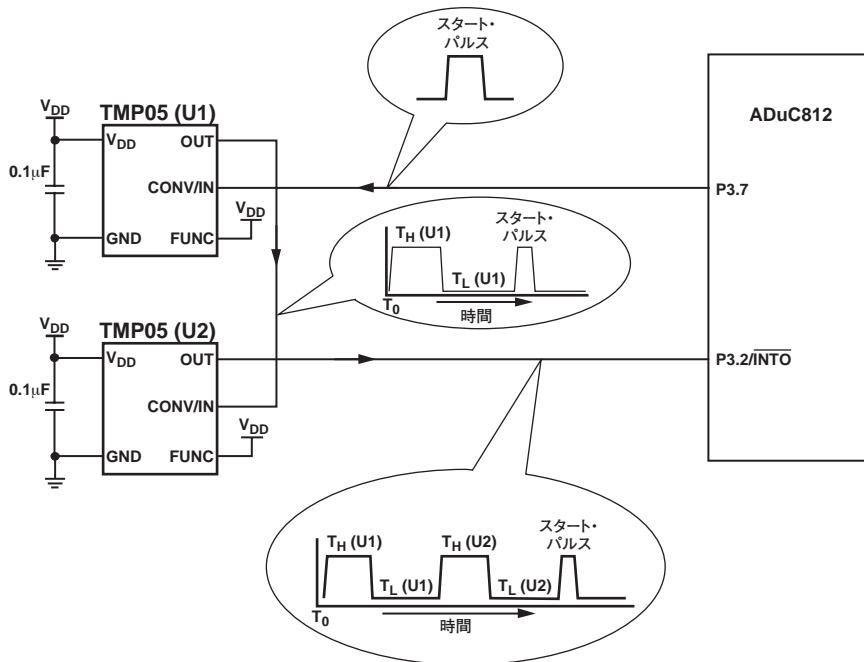


図33. 代表的なデジチェーン・アプリケーション回路

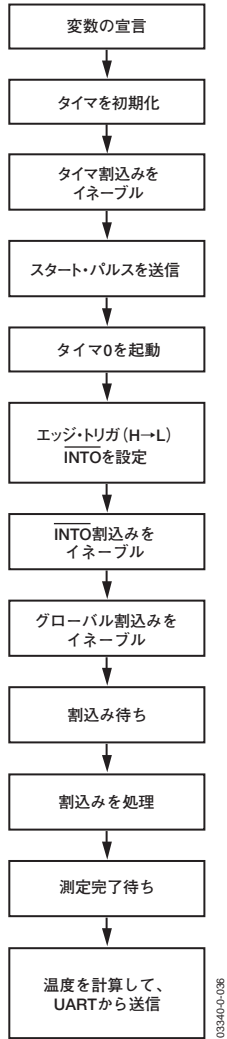


図34. AduC812メイン・ルーチンのフローチャート

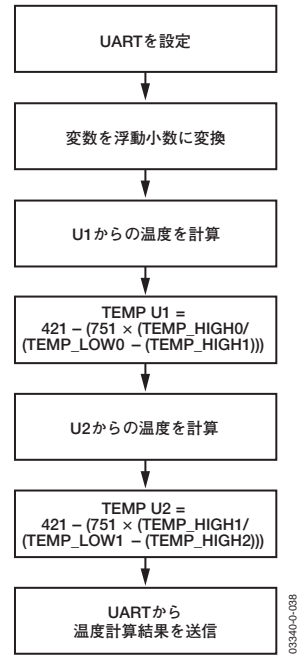
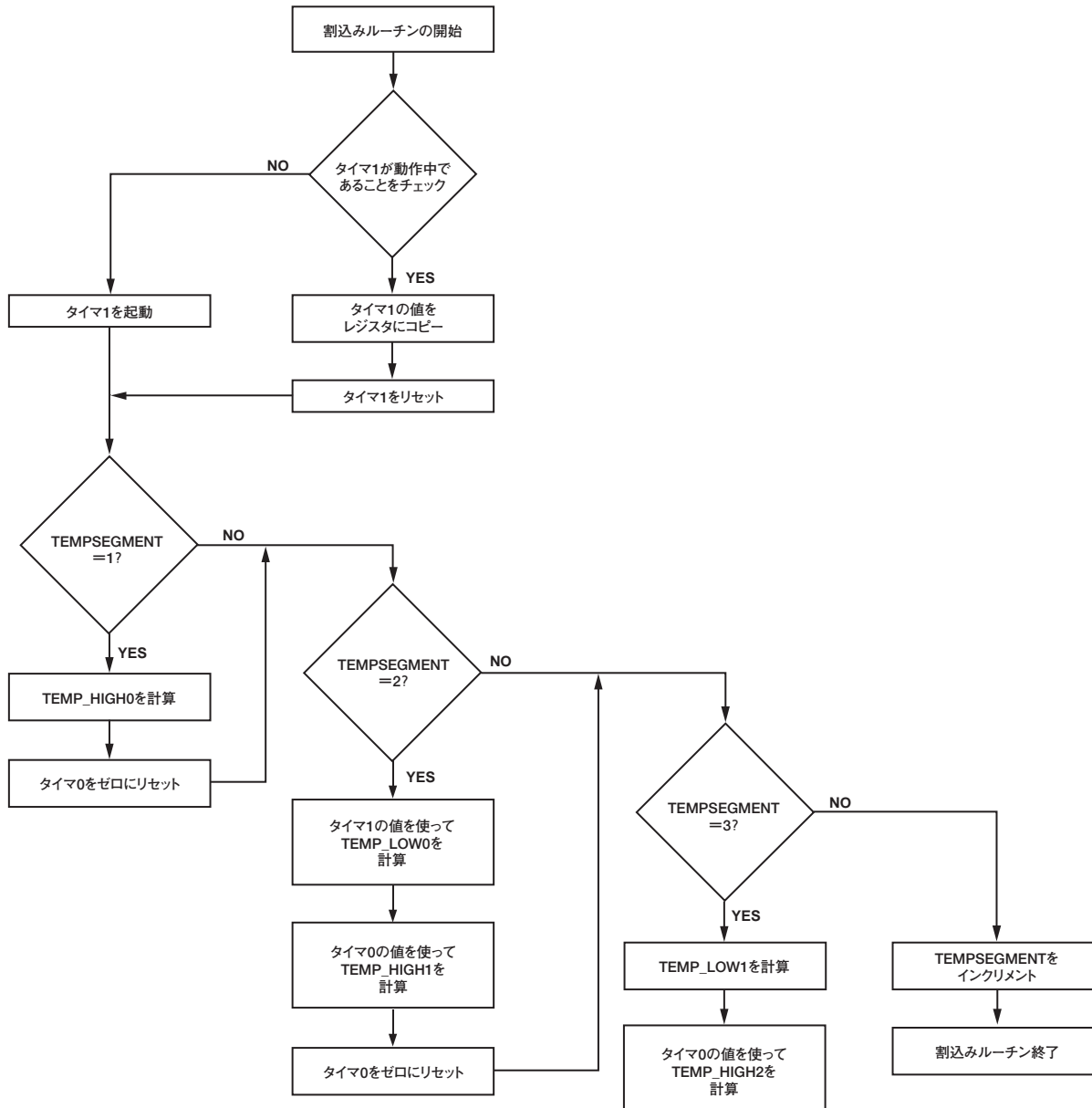


図35. AduC812温度計算ルーチンのフローチャート

TMP05/TMP06



03340-037

図36. ADuC812割込みルーチンのフローチャート

TMP05プログラム・コード例1

```
//=====
// Description : This program reads the temperature from 2 daisy-chained TMP05 parts.
//
// This code runs on any standard 8052 part running at 11.0592MHz.
// If an alternative core frequency is used, the only change required is an
// adjustment of the baud rate timings.
//
// P3.2 = Daisy-chain output connected to INT0.
// P3.7 = Conversion control.
// Timer0 is used in gate mode to measure the high time.
// Timer1 is triggered on a high-to-low transition of INT0 and is used to measure
// the low time.
//=====
```

```
#include <stdio.h>
#include <ADuC812.h> //ADuC812 SFR definitions
void delay(int);
sbit Daisy_Start_Pulse = 0xB7; //Daisy_Start_Pulse = P3.7
sbit P3_4 = 0xB4;
long temp_high0,temp_low0,temp_high1,temp_low1,temp_high2,th,tl; //Global variables to allow
//access during ISR.
//See Figure 32.

int timer0_count=0,timer1_count=0,tempsegment=0;

void int0 () interrupt 0 //INT0 Interrupt Service Routine
{
if (TR1 == 1)
{
th = TH1;
tl = TL1;
th = TH1; //To avoid misreading timer
TL1 = 0;
TH1 = 0;
}
TR1=1; //Start timer1 running, if not running
Already

if (tempsegment == 1)
{
temp_high0 = (TH0*0x100+TL0)+(timer0_count*65536); //Convert to integer
TH0=0x00; //Reset count
TL0=0x00;
timer0_count=0;
}
if (tempsegment == 2)
{
temp_low0 = (th*0x100+tl)+(timer1_count*65536); //Convert to integer
temp_high1 = (TH0*0x100+TL0)+(timer0_count*65536); //Convert to integer
TH0=0x00; //Reset count
TL0=0x00;
timer0_count=0;
timer1_count=0;
}
if (tempsegment == 3)
{
temp_low1 = (th*0x100+tl)+(timer1_count*65536); //Convert to integer
temp_high2 = (TH0*0x100+TL0)+(timer0_count*65536); //Convert to integer
TH0=0x00; //Reset count
TL0=0x00;
timer0_count=0;
timer1_count=0;
}

tempsegment++;
}

void timer0 () interrupt 1
{
timer0_count++; //Keep a record of timer0 overflows
}
void timer1 () interrupt 3
{
timer1_count++; //Keep a record of timer1 overflows
}
```

TMP05/TMP06

```
}
void main(void)
{
double temp1=0,temp2=0;
double T1,T2,T3,T4,T5;

// Initialization
TMOD = 0x19; // Timer1 in 16-bit counter mode
// Timer0 in 16-bit counter mode

// with gate on INT0. Timer0 only counts when INTO pin // is high.
ET0 = 1; // Enable timer0 interrupts
ET1 = 1; // Enable timer1 interrupts
tempsegment = 1; // Initialize segment

Daisy_Start_Pulse = 0; // Pull P3.7 low

// Start Pulse
Daisy_Start_Pulse = 1;
Daisy_Start_Pulse = 0; //Toggle P3.7 to give start pulse
// Set T0 to count the high period
TR0 = 1; // Start timer0 running
IT0 = 1; // Interrupt0 edge triggered

EX0 = 1; // Enable interrupt
EA = 1; // Enable global interrupts
for(;;)
{
if (tempsegment == 4)
break;
}

//CONFIGURE UART
SCON = 0x52 ; // 8-bit, no parity, 1 stop bit
TMOD = 0x20 ; // Configure timer1..
TH1 = 0xFD ; // ..for 9600baud..
TR1 = 1; // ..(assuming 11.0592MHz crystal)

//Convert variables to floats for calculation
T1= temp_high0;
T2= temp_low0;
T3= temp_high1;
T4= temp_low1;
T5= temp_high2;

temp1=421-(751*(T1/(T2-T3)));
temp2=421-(751*(T3/(T4-T5)));
printf("Temp1 = %f\nTemp2 = %f\n",temp1,temp2); //Sends temperature result out UART

while (1); // END of program

}

// Delay routine
void delay(int length)
{
while (length >=0)
length--;
}
```

連続変換アプリケーション

ここでは、連続変換モードで1個のTMP05をマイクロチップ社のPIC16F876マイクロコントローラに接続する例を示します。図37に、PIC16F876にインターフェースする方法を示します。

TMP05プログラム・コード例2には、マイクロチップ・デバイスからTMP05への交信方法を示します。デバイスに対するincludeファイルを変更するだけで、このコードは他のPICにも使用できます。

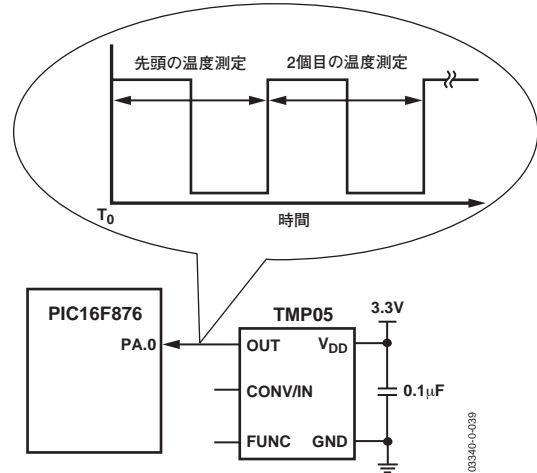


図37. 代表的な連続変換のアプリケーション回路

TMP05プログラム・コード例2

```
//=====
//
// Description : This program reads the temperature from a TMP05 part set up in continuously
// converting mode.
// This code was written for a PIC16F876, but can be easily configured to function with other
// PICs by simply changing the include file for the part.
//
//      Fosc = 4MHz
//      Compiled under CCS C compiler IDE version 3.4
//      PWM output from TMP05 connected to PortA.0 of PIC16F876
//
//=====
#include <16F876.h>           // Insert header file for the particular PIC being used
#define adc=8
#include <delay.h>
#include <fuses.h>
#include <ports.h>
#include <spi.h>
#include <timers.h>

//_____ Wait for high function_____
void wait_for_high() {
    while(input(PIN_A0)) ;    /* while high, wait for low */
    while(!input(PIN_A0));   /* wait for high */
}

//_____ Wait for low function_____
void wait_for_low() {
    while(input(PIN_A0));    /* wait for high */
}

//_____ Main begins here_____
void main(){
    long int high_time,low_time,temp;

    setup_adc_ports(NO_ANALOGS);
    setup_adc(ADC_OFF);
    setup_spi(FALSE);

    setup_timer_1 ( T1_INTERNAL | T1_DIV_BY_2);    //Sets up timer to overflow after 131.07ms
```

TMP05/TMP06

```
do{
    wait_for_high();
    set_timer1(0); //Reset timer
    wait_for_low();
    high_time = get_timer1();
    set_timer1(0); //Reset timer
    wait_for_high();
    low_time = get_timer1();

    temp = 421 - ((751 * high_time)/low_time); //Temperature equation for the high state
                                                //conversion rate.
                                                //Temperature value stored in temp as a long int
}while (TRUE);
}
```


外形寸法

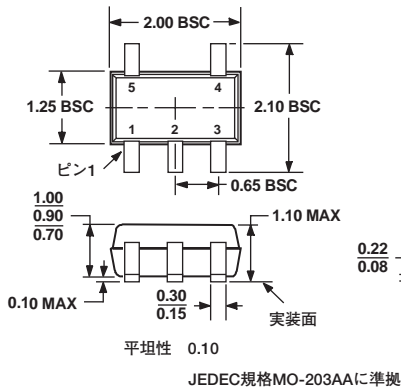


図38. 5ピン薄型シュリンクSOTP [SC-70]
(KS-5)
寸法単位 : mm

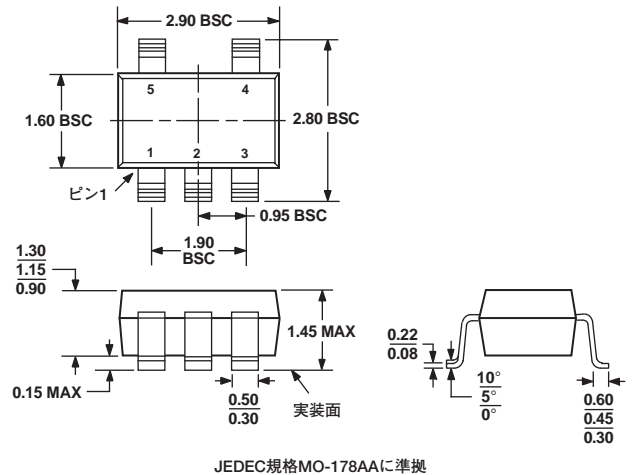


図39. 5ピンSOTP [SOT-23]
(RJ-5)
寸法単位 : mm

オーダー・ガイド

モデル	リール当たりの 個数	温度範囲 ¹	温度精度 ²	パッケージ	パッケージ・ オプション	マーキング
TMP05AKS-500RL7	500	-40~+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T8A
TMP05AKS-REEL	10000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T8A
TMP05AKS-REEL7	3000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T8A
TMP05ART-500RL7	500	-40~+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8A
TMP05ART-REEL	10000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8A
TMP05ART-REEL7	3000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8A
TMP05BKS-500RL7	500	-40~+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T8B
TMP05BKS-REEL	10000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T8B
TMP05BKS-REEL7	3000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T8B
TMP05BRT-500RL7	500	-40~+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8B
TMP05BRT-REEL	10000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8B
TMP05BRT-REEL7	3000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8B
TMP05AKSZ-500RL7 ⁴	500	-40~+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T8C
TMP05AKSZ-REEL ⁴	10000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T8C
TMP05AKSZ-REEL7 ⁴	3000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T8C
TMP05ARTZ-500RL7 ⁴	500	-40~+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8C
TMP05ARTZ-REEL ⁴	10000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8C
TMP05ARTZ-REEL7 ⁴	3000	-40~+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8C
TMP05BKSZ-500RL7 ⁴	500	-40~+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T8D
TMP05BKSZ-REEL ⁴	10000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T8D
TMP05BKSZ-REEL7 ⁴	3000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T8D
TMP05BRTZ-500RL7 ⁴	500	-40~+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8D
TMP05BRTZ-REEL ⁴	10000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8D
TMP05BRTZ-REEL7 ⁴	3000	-40~+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T8D

TMP05/TMP06

モデル	リール当たりの 個数	温度範囲 ¹	温度精度 ²	パッケージ	パッケージ・ オプション	マーキング
TMP06AKS-500RL7	500	-40～+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T9A
TMP06AKS-REEL	10000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T9A
TMP06AKS-REEL7	3000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T9A
TMP06ART-500RL7	500	-40～+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9A
TMP06ART-REEL	10000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9A
TMP06ART-REEL7	3000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9A
TMP06BKS-500RL7	500	-40～+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T9B
TMP06BKS-REEL	10000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T9B
TMP06BKS-REEL7	3000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T9B
TMP06BRT-500RL7	500	-40～+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9B
TMP06BRT-REEL	10000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9B
TMP06BRT-REEL7	3000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9B
TMP06AKSZ-500RL7 ⁴	500	-40～+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T9C
TMP06AKSZ-REEL ⁴	10000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T9C
TMP06AKSZ-REEL7 ⁴	3000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSC-70	KS-5	T9C
TMP06ARTZ-500RL7 ⁴	500	-40～+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9C
TMP06ARTZ-REEL ⁴	10000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9C
TMP06ARTZ-REEL7 ⁴	3000	-40～+150℃	±2℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9C
TMP06BKSZ-500RL7 ⁴	500	-40～+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T9D
TMP06BKSZ-REEL ⁴	10000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T9D
TMP06BKSZ-REEL7 ⁴	3000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSC-70	KS-5	T9D
TMP06BRTZ-500RL7 ⁴	500	-40～+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9D
TMP06BRTZ-REEL ⁴	10000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9D
TMP06BRTZ-REEL7 ⁴	3000	-40～+150℃	±1℃	5ピンSOT-23 ³	RJ-5	T9D

¹ デバイスは合計5,000時間(寿命の5%)を超えて125℃以上の温度で動作させると、信頼性が損なわれますので、そのような使用法は推奨できません。

² Aグレードの温度精度は温度範囲0～70℃で、Bグレードの温度精度は温度範囲+25～70℃で規定。

³ 供給状況については、弊社営業部または代理店までお問い合わせください。

⁴ Z=鉛フリー製品

ノート

TMP05/TMP06

ノート