

低消費電力リニアアクティブサーミスタ IC

特徴

- 小型アナログ温度センサー
- 使用パッケージ: SC70-5
- 広い温度測定範囲: $-40^{\circ}\text{C} \sim +125^{\circ}\text{C}$
- 精度: $\pm 4^{\circ}\text{C}$ (max.), $0^{\circ}\text{C} \sim +70^{\circ}\text{C}$
- アナログデジタルコンバータ (ADC) に最適:
 - MCP9700: $10.0 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ (typ.)
 - MCP9701: $19.5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ (typ.)
- 広い動作電圧範囲:
 - MCP9700: $V_{\text{DD}} = 2.3\text{V} \sim 5.5\text{V}$
 - MCP9701: $V_{\text{DD}} = 3.1\text{V} \sim 5.5\text{V}$
- 低い動作電流: $6 \mu\text{A}$ (typ.)
- 高負荷容量の負荷ドライブに最適

用途

- ハードディスクドライブや他の PC 周辺機器
- エンターテインメントシステム
- 家庭電気製品
- オフィス機器
- バッテリーパックや携帯機器
- 汎用の温度モニタ

概要

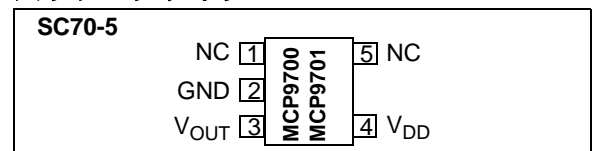
MCP9700/01 というリニアアクティブサーミスタ集積回路 (IC) は、温度をアナログ電圧に変換する温度センサーです。安価で低消費電力のセンサーで、 0°C から $+70^{\circ}\text{C}$ で $\pm 4^{\circ}\text{C}$ の精度を持っていて、動作時の消費電流は $6 \mu\text{A}$ (typ.) です。

抵抗センサー (サーミスタのような) と異なりリニアアクティブサーミスタ IC は、何ら外付け回路を必要としません。従って、この安価なデバイスを組み込むことで、サーミスタの場合に必要なバイアス回路開発のオーバーヘッドを避けることができます。電圧出力ピン (V_{OUT}) を、直接マイクロコントローラの ADC 入力ピンに接続できます。MCP9700 と MCP9701 の温度係数は、リファレンス電圧をそれぞれ 2.5V と 5V にした 8 ビットの ADC としたとき、 $1^{\circ}\text{C}/\text{ビット}$ の分解能になるように調整されています。

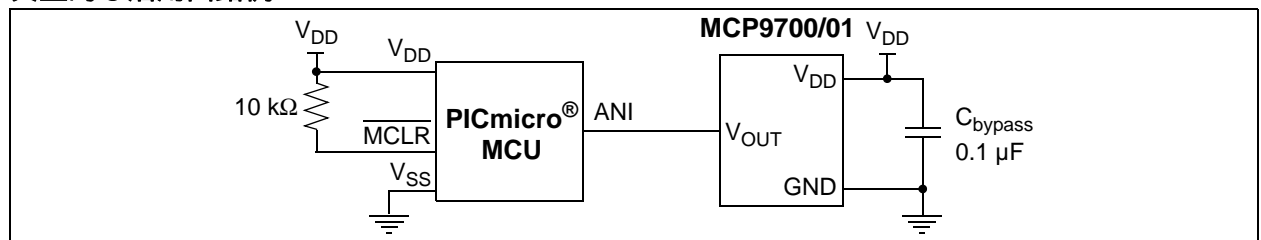
MCP9700/01 は温度が相対変化するような計測の応用に安価なソリューションを提供します。 $+25^{\circ}\text{C}$ からの相対温度を計測するときの精度は、 0°C から $+70^{\circ}\text{C}$ の範囲で $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (typ.) を実現できます。この精度は、システムを $+25^{\circ}\text{C}$ で校正したときに実現できます。

さらに、このファミリは寄生容量に対しても耐性があり、大きな容量性負荷もドライブできます。これにより、マイクロコントローラから離れたところにデバイスを置けますので、プリント基板 (PCB) 上の配置設計が柔軟にできます。出力にコンデンサを付加することで、オーバーシュートやアンダーシュートの少ない応答特性とすることができます。しかし、センサーの出力を安定化するためのコンデンサ負荷は必要ありません。

パッケージタイプ



典型的な活用回路例



MCP9700/01

1.0 電気的特性

絶対最大定格

V_{DD} :	6.0V
保存温度:	-65°C ~ +150°C
動作時周囲温度:	-40°C ~ +125°C
接合部温度 (T_J):	150°C
全ピンの ESD 保護 (HBM:MM):	(4 kV:200V)
各ピンのラッチアップ電流:	±200 mA

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

DC 電気的特性

電気的仕様: 特に指定しない限り:						
MCP9700: $V_{DD} = 2.3V$ から $5.5V$, GND = グランド, $T_A = -40^\circ C \sim +125^\circ C$ 、負荷なし						
MCP9701: $V_{DD} = 3.1V$ から $5.5V$, GND = グランド, $T_A = -10^\circ C \sim +125^\circ C$ 、負荷なし						
パラメータ	記号	Min	Typ	Max	単位	条件
供給電源						
動作電圧範囲	V_{DD}	2.3	—	5.5	V	MCP9700
	V_{DD}	3.1	—	5.5	V	MCP9701
動作電流	I_{DD}	—	6	12	μA	
電源変動除去率	PSRR	—	0.1	—	°C/V	
センサー精度 (注 1, 2)						
$T_A = +25^\circ C$	T_{ACY}	—	±1	—	°C	MCP9700 MCP9701
$T_A = 0^\circ C \sim +70^\circ C$	T_{ACY}	-4.0	—	+4.0	°C	
$T_A = -40^\circ C \sim +125^\circ C$	T_{ACY}	-4.0	—	+6.0	°C	
$T_A = -10^\circ C \sim +125^\circ C$	T_{ACY}	-4.0	—	+6.0	°C	
センサー出力						
出力電圧:	$V_{0^\circ C}$	—	500	—	mV	MCP9700
	$V_{0^\circ C}$	—	400	—	mV	MCP9701
温度係数	T_{C1}	—	10.0	—	mV/°C	MCP9700
	T_{C1}	—	19.5	—	mV/°C	MCP9701
出力非直線性	V_{ONL}	—	±0.5	—	°C	$T_A = 0^\circ C \sim +70^\circ C$ (注 2)
出力電流	I_{OUT}	—	—	100	μA	
出力インピーダンス	Z_{OUT}	—	20	—	Ω	$I_{OUT} = 100 \mu A, f = 500 \text{ Hz}$
出力負荷安定度	$\Delta V_{OUT} / \Delta I_{OUT}$	—	1	—	Ω	$T_A = 0^\circ C \sim +70^\circ C,$ $I_{OUT} = 100 \mu A$
起動時間	t_{ON}	—	800	—	μs	
標準負荷容量 (注 3)	C_{LOAD}	—	—	1000	pF	
63% までの応答速度	t_{RES}	—	1.3	—	s	30°C (気中) ~ +125°C (流体槽) (注 4)

注 1: MCP9700 の精度は $V_{DD} = 3.3V$ でテスト, MCP9701 の精度は $V_{DD} = 5.0V$ でテスト

注 2: MCP9700/01 は式 4-2 で表される一次式か直線特性

注 3: MCP9700/01 ファミリの特性は 1000 pF の容量負荷での工場内テストによる

注 4: 1x1 インチの両面銅張り基板での熱応答

温度特性

電氣的仕様：特に指定しない限り：

MCP9700: $V_{DD} = 2.3V \sim 5.5V$, GND = グランド, $T_A = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$, 負荷なし

MCP9701: $V_{DD} = 3.1V \sim 5.5V$, GND = グランド, $T_A = -10^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$, 負荷なし

パラメータ	記号	Min	Typ	Max	単位	条件
温度範囲						
温度範囲規格	T_A	-40	—	+125	°C	MCP9700 (注)
	T_A	-10	—	+125	°C	MCP9701 (注)
動作温度範囲	T_A	-40	—	+125	°C	
保存温度範囲	T_A	-65	—	+150	°C	
パッケージの熱抵抗						
熱抵抗, 5 リードの SC70	θ_{JA}	—	331	—	°C/W	

注： この範囲の動作では、 T_J は最大接合部温度 (+150°C) を超えてはなりません

MCP9700/01

2.0 典型的な性能グラフ

注：以下の本項のグラフや表は、有限のサンプルの統計値に基づいていて、情報提供のためにだけのものです。ここに記述された性能特性は未テストか非保証です。いくつかのグラフや表では、仕様の動作範囲を超えています（例えば供給電源範囲外）従って保証範囲外です。

注：特に指定しない限り，MCP9700: $V_{DD} = 2.3V \sim 5.5V$; MCP9701: $V_{DD} = 3.1V \sim 5.5V$; GND = グランド， $C_{bypass} = 0.1 \mu F$.

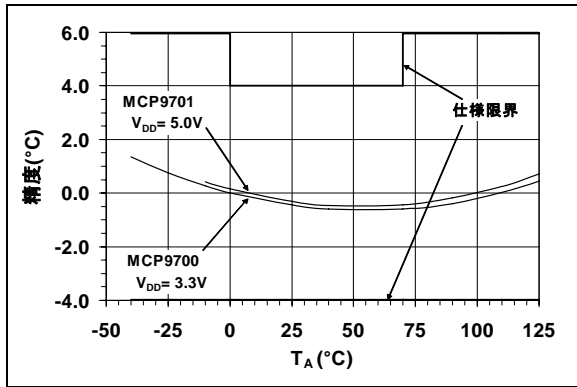


図 2-1: 周囲温度と精度

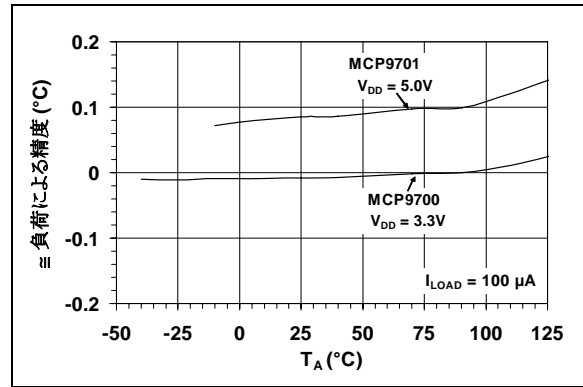


図 2-4: 周囲温度と精度の変化 (負荷による)

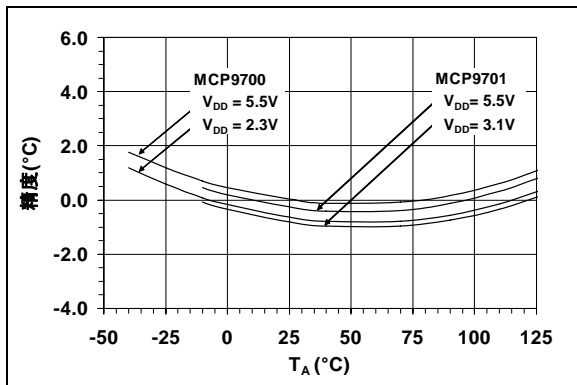


図 2-2: 周囲温度と V_{DD} による精度

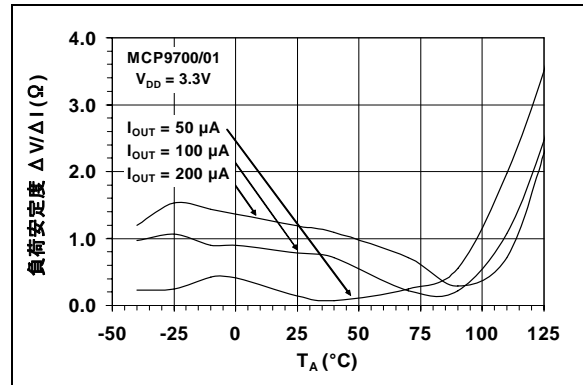


図 2-5: 周囲温度と負荷安定度

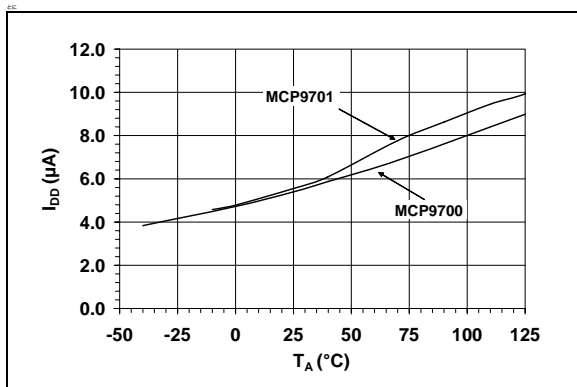


図 2-3: 温度と供給電流

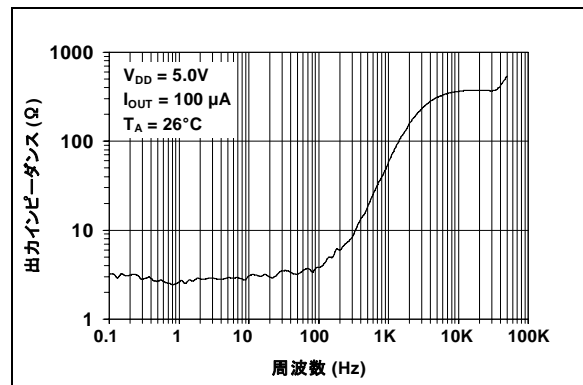


図 2-6: 周波数と出力インピーダンス

注: 特に指定しない限り, MCP9700: $V_{DD} = 2.3V$ to $5.5V$; MCP9701: $V_{DD} = 3.1V$ to $5.5V$; GND = グランド
 $C_{bypass} = 0.1 \mu F$.

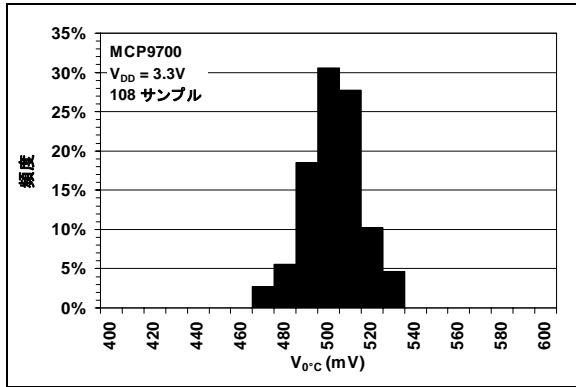


図 2-7: 0 のときの出力電圧 (MCP9700).

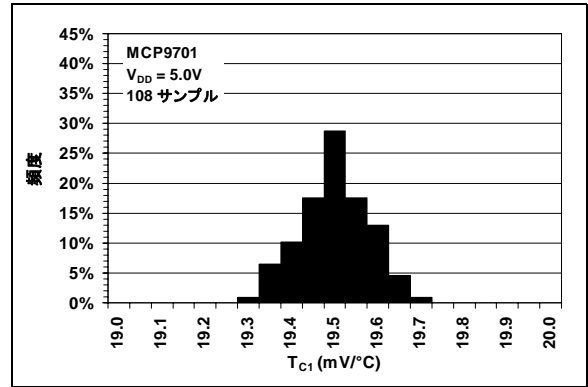


図 2-10: 0 のときの出力電圧 (MCP9701).

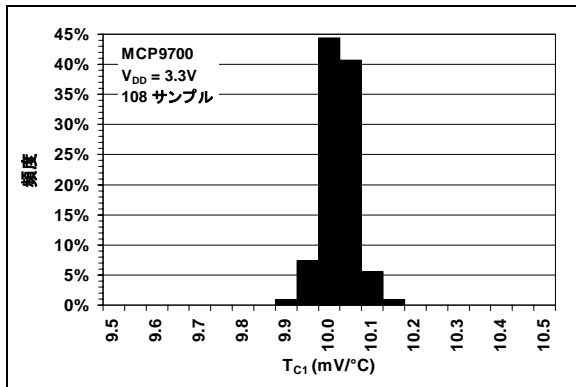


図 2-8: 温度係数ごとの頻度 (MCP9700).

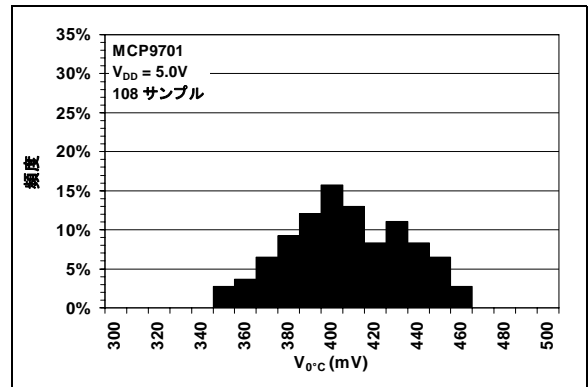


図 2-11: 温度係数ごとの頻度 (MCP9701).

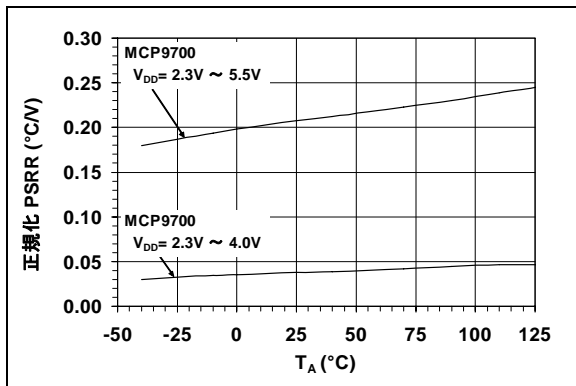


図 2-9: 周囲温度と電源変動除去比 (PSRR)

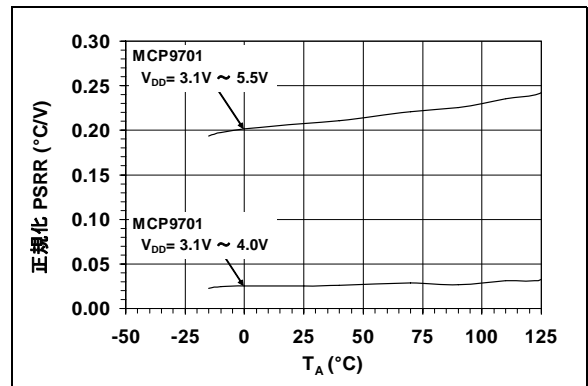


図 2-12: 温度と電源変動除去比 (PSRR)

MCP9700/01

注: 特に指定しない限り, MCP9700: $V_{DD} = 2.3V \sim 5.5V$; MCP9701: $V_{DD} = 3.1V \sim 5.5V$; GND = グランド, $C_{bypass} = 0.1 \mu F$.

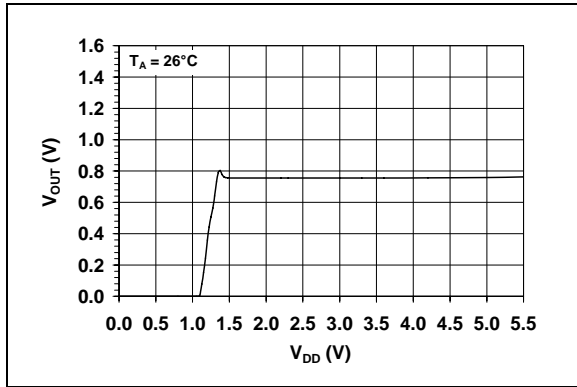


図 2-13: 電源供給と出力電圧

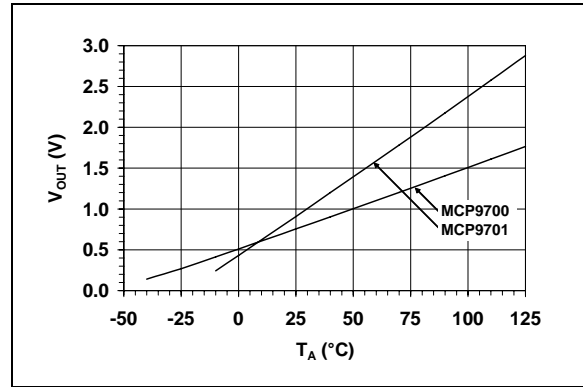


図 2-16: 周囲温度と出力電圧

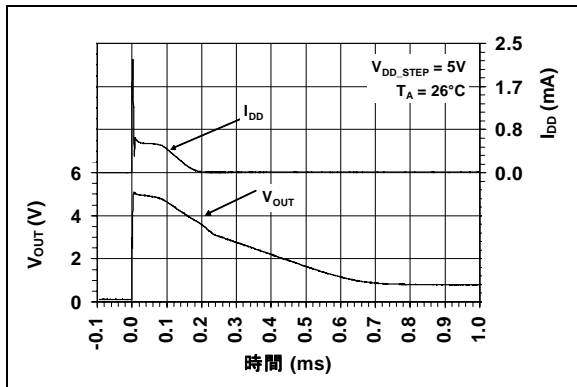


図 2-14: V_{DD} のステップ変動に対する出力とセトリングタイム

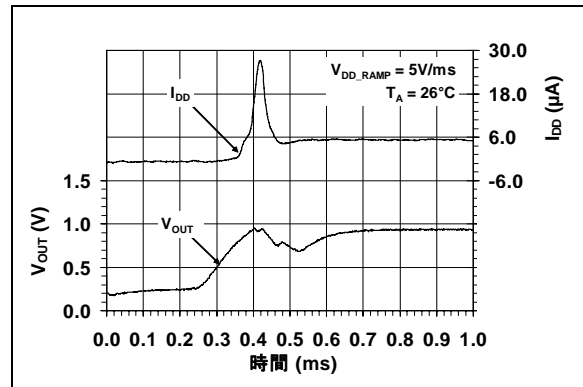


図 2-17: V_{DD} のランプ変動に対する出力とセトリングタイム

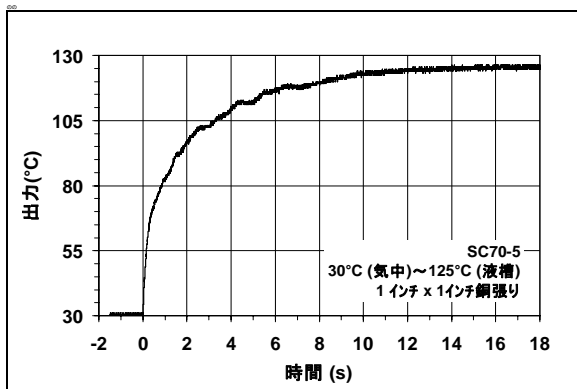


図 2-15: 温度応答

3.0 ピンの説明

ピンに関する説明を DC 電気的特性に示します。

表 3-1: ピン機能一覧表

ピン No	名称	機能
1	NC	接続不要
2	GND	電源グランドピン
3	V _{OUT}	出力電圧ピン
4	V _{DD}	電源供給入力
5	NC	接続不要

3.1 電源グランドピン (GND)

GND はシステムグランドピンです。

3.2 電圧出力ピン (V_{OUT})

センサー出力は V_{OUT} で計測できます。動作温度範囲での電圧範囲は MCP9700 は 100 mV から 1.75V で、MCP9701 は 200 mV から 3V です。

3.3 電源入力ピン (V_{DD})

DC 電気的特性に規定された動作電圧を V_{DD} に入力します。

MCP9700/01

4.0 活用情報

リニアアクティブサーミスタICは温度測定に内蔵ダイオードを使っています。ダイオードの電気的特性は、周囲温度が-40°Cから125°Cで、電圧変化が温度の係数となっています。この電圧変化はMCP9700では温度係数が10.0 mV/°C (typ.) となっており、MCP9701では19.5 mV/°C (typ.) となっています。また0°Cのときの出力電圧は、MCP9700とMCP9701で、それぞれ500 mV (typ.)と400 mV (typ.) となっています。このリニアなスケールは、式 4-1 のような一次関数で表されます。

式 4-1: センサーの変換関数

$$V_{OUT} = T_{C1} \cdot T_A + V_{0^\circ C}$$

ここで:

- T_A = 周囲温度
- V_{OUT} = センサー出力電圧
- $V_{0^\circ C}$ = 0°Cのときのセンサー出力電圧
- T_{C1} = 温度係数

4.1 精度の改善

MCP9700/01の精度は、ある温度でシステムを校正することで改善できます。例えば室温+25°Cで校正すれば、図 4-1 に示したように、0°Cから+70°Cの範囲で精度を±0.5°C (typ.) とすることができます。このように、相対的な温度を計測するときには、このファミリは高精度での温度測定が可能です。

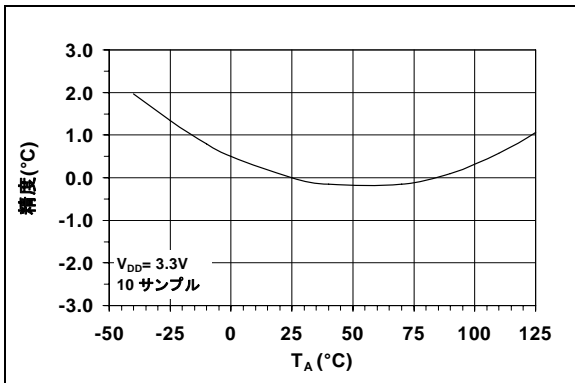


図 4-1: +25 のときに対する相対温度精度

校正温度からの精度の変化は、式 4-1 で規定した一次式に対する出力の非直線性によるものです。この精度は出力の非直線性を補償すればかなり改善されます。

さらに高精度にするセンサー補償テクニックについては、AN1001 “IC Temperature Sensor Accuracy Compensation with a PICmicro® Microcontroller” (DS01001) を参照して下さい。このアプリケーションノートには、MCP9700 を室温で校正した上でさらに補償して、センサー精度を、動作温度範囲で±0.5°C (typ.) まで改善する方法が示されています。(図 4-2)。

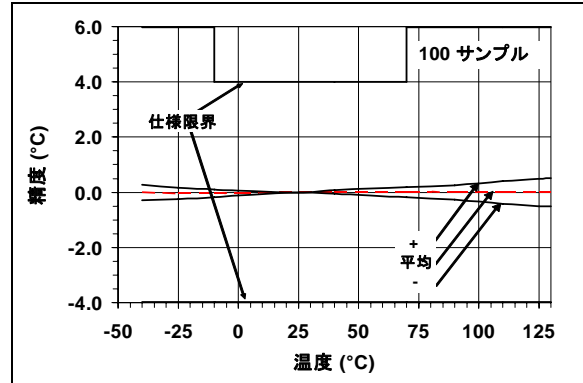


図 4-2: MCP9700 の校正後の精度

この補償テクニックにより、リニアな温度特性となります。センサーの誤差を補正するためにファームウェアの変換テーブルを作成して使います。

4.2 マイクロコントローラの I/O ピンでシャットダウンする

MCP9700/01 は 6 µA (typ.) という低い動作電流ですので、バッテリー動作に最適です。しかし、さらに厳しい電源条件の場合、このデバイスをマイクロコントローラの入出力ピン(I/O)を使って電源供給することができます。I/O ピンを使えばデバイスをシャットダウンに切り替えることができます。このような応用では、マイクロコントローラの内部デジタルスイッチングノイズが MCP9700/01 の電源ノイズとなってしまう。このスイッチングノイズは、計測精度に影響を与えます。このため、デカップリングコンデンサと直列抵抗がシステムノイズ用のフィルタとして必要となります。

4.3 実装配置上の注意

MCP9700/01 は動作させるには追加部品を何も必要としません。しかし、0.1 µF から 1 µF のデカップリングコンデンサを V_{DD} と GND ピン間に付加することを推奨します。高ノイズでの応用では V_{DD} ピンを、1 µF のデカップリングコンデンサと 200Ω の抵抗を使って電源供給ピンに接続します。高周波用セラミックコンデンサがお勧めです。コンデンサはノイズ防止を効果的にするため、電源ピンのできるだけ近くに取り付ける必要があります。さらにデジタル配線パターンをセンサーに隣接させないようにして下さい。

4.4 放熱対策

MCP9700/01 はダイ上のダイオードの電圧をモニタすることで温度を計測します。ピン接続によって、ダイと PCB 間の熱抵抗を低くすることができます。こうすることで MCP9700/01 が PCB の温度を効果的にモニタできるようにします。プラスチックのデバイスパッケージは熱絶縁物なので、周囲空気との熱接触は良くありません。この制限はプラスチックパッケージの温度センサーに適用されます。周囲温度の計測が必要な場合には、PCB とセンサーピンが適切に熱接続されるように設計する必要があります。

MCP9700/01 は source/sink 100 μA (max.) で設計されています。出力電流による消費電力は相対的に影響を与えません。出力電流による影響は式 4-2 で表されます。

式 4-2: 自己発熱の影響

$$T_J - T_A = \theta_{JA}(V_{DD}I_{DD} + (V_{DD} - V_{OUT})I_{OUT})$$

ここで:

T_J = 接合部温度

T_A = 周囲温度

θ_{JA} = パッケージの熱抵抗
(331°C/W)

V_{OUT} = センサー出力電圧

I_{OUT} = センサー出力電流

I_{DD} = 動作電流

V_{DD} = 動作電圧

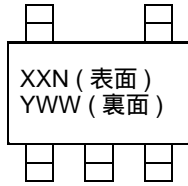
$T_A = +25^\circ\text{C}$ ($V_{OUT} = 0.75\text{V}$) で、最大定格の $I_{DD} = 12 \mu\text{A}$ 、 $V_{DD} = 5.5\text{V}$ 、 $I_{OUT} = +100 \mu\text{A}$ のとき、消費電力による自己発熱 ($T_J - T_A$) は 0.179°C です。

MCP9700/01

5.0 パッケージ情報

5.1 パッケージのマーキング情報

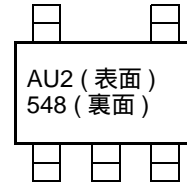
5-Lead の SC-70 (MCP9700)



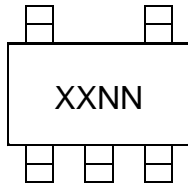
デバイス	コード
MCP9700	AUN
MCP9701	AVN

注： 5-Lead の SC-70 に適用

例：



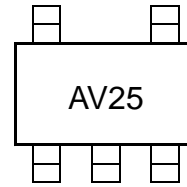
5-Lead の SC-70 (MCP9701)



デバイス	コード
MCP9700	AUNN
MCP9701	AVNN

注： 5-Lead の SC-70 に適用

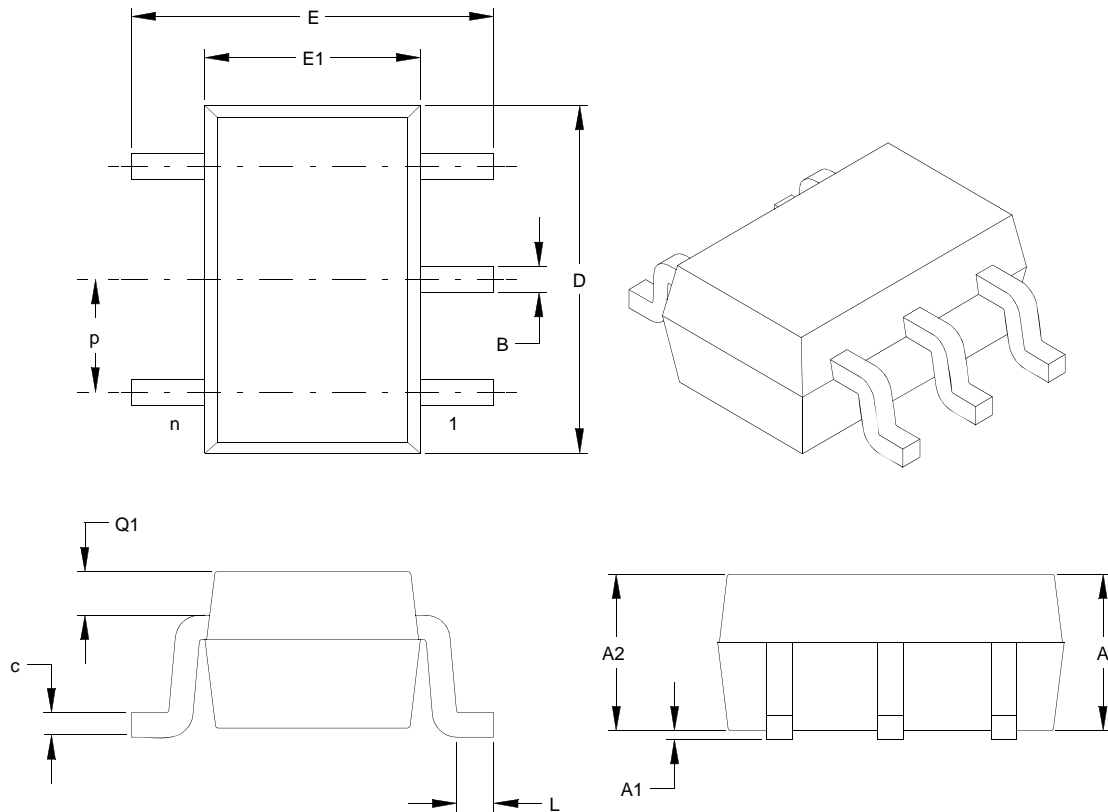
例：



凡例：	XX...X	カスタマ仕様情報
	Y	年コード (カレンダー年の下位 1 桁目)
	YY	年コード (カレンダー年の下位 2 桁目)
	WW	週コード (1 月 1 日を週 '01' とする)
	NNN	英数字のトレース用コード
	(e3)	錫メッキ (Sn) に関する鉛フリー JEDEC 区別コード
	*	本パッケージは鉛フリーです。鉛フリー JEDEC 区別 (e3) はパッケージの外観から見えるようにしています。

Note: マイクロチップのパーツ番号全体が 1 行で入らないときは、次の行にはみ出ます。このためカスタマ仕様情報用の文字数が制限されます。

5-Lead Plastic Small Outline Transistor (LT) (SC-70)



単位		インチ			ミリメートル*		
寸法限度		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX
ピン数	n	5			5		
ピッチ	p	.026 (BSC)			0.65 (BSC)		
全高	A	.031		.043	0.80		1.10
モールドパッケージ厚	A2	.031		.039	0.80		1.00
スタンドオフ	A1	.000		.004	0.00		0.10
全幅	E	.071		.094	1.80		2.40
モールドパッケージ幅	E1	.045		.053	1.15		1.35
全長	D	.071		.087	1.80		2.20
足長	L	.004		.012	0.10		0.30
リード上辺からモールドパッケージの最上部まで	Q1	.004		.016	0.10		0.40
リード厚	c	.004		.007	0.10		0.18
リード幅	B	.006		.012	0.15		0.30

* コントロールパラメータ

注:

D と E1 の寸法はモールドのはみ出しや突出部を含みません。モールドのはみ出しや突出部は側面から .005" (0.127mm) 以上はありません

BSC: 基本寸法. 理論上の誤差のない正確な値

ASME Y14.5M 参照

JEITA (EIAJ) 標準: SC-70

Drawing No. C04-061

Revised 07-19-05

MCP9700/01

NOTES:

付録 A: 改版履歴

レビジョン B (2005 年 10 月)

下記は修正リスト:

- 第 3.0 項 “ピンの説明” を追加
- Linear Active Thermistor™ IC 商標を追加
- 2 次の温度式と温度係数グラフを削除
- AN1001 の参照と説明を追加
- 図 4-2 と説明を追加

レビジョン A (2005 年 3 月)

- 初版リリース

MCP9700/01

NOTES:

製品識別システム

注文や資料請求、または価格や納期などの照会は工場もしくは後述のセールスオフィスへお問い合わせください。

PART NO.	-	X	LXX
デバイス		温度範囲	パッケージ
<p>デバイス:</p> <p>MCP9700T: リニアアクティブサーミスタ IC, テープとリール, 鉛フリー</p> <p>MCP9701T: リニアアクティブサーミスタ IC, テープとリール, 鉛フリー</p> <p>温度範囲:</p> <p>E = -40°C ~ +125°C</p> <p>パッケージ:</p> <p>LT = Plastic Small Outline Transistor, 5-lead</p>			<p>例:</p> <p>a) MCP9700T-E/LT: リニアアクティブサーミスタ IC, テープとリール, -40°C ~ +125°C, 5LD SC70 パッケージ</p> <p>a) MCP9701T-E/LT: リニアアクティブサーミスタ IC, テープとリール, -40°C ~ +125°C, 5LD SC70 パッケージ</p>

MCP9700/01

NOTES:

マイクロチップデバイスのコード保護機能に関する以下の点に留意ください。

- マイクロチップの製品は各製品独自のマイクロチップデータシートにある仕様を満たしています。
- 各製品ファミリーは、通常の状態ですべての方法で利用いただければ市場にある類似製品の中で最も安全なファミリーの一つとマイクロチップは信じております。
- 不正かつ非法な方法を使ったコード保護機能の侵害があります。弊社の理解ではこうした手法は、マイクロチップデータシートにある動作仕様書以外の方法でマイクロチップ製品を使用することになります。こうした手法を使用した人は、ほとんどの場合、知的財産権の侵害となります。
- マイクロチップはコードの統合性に関心をお持ちの顧客とは協働させていただきます。
- マイクロチップまたは他のセミコンダクターメーカーがコードの安全性を保証したものではありません。コード保護は製品保護が「破られない」ということを保証するものではありません。

コード保護は常に進化します。マイクロチップは、当社製品のコード保護機能を継続的に改善することをお約束いたします。マイクロチップのコード保護機能を破ることは、デジタル・ミレニアム著作権法に違反します。こうした行為によるソフトウェアや著作権に関わる作品への不正アクセスがあった場合、同法に基づき賠償請求する権利があります。

本書の日本語版はユーザーの使用のために提供されます。Microchip Technology Inc. とその子会社、関連会社、すべての取締役、役員、職員、代理人は翻訳の間違いにより起こるいかなる責も負わないものとします。間違いが疑われる箇所については、Microchip Technology Inc. 発行のオリジナル文書を参照いただくようお願いいたします。

本書に書かれているデバイスアプリケーション等に関する内容は、参考情報に過ぎません。ご利用のアプリケーションが仕様を満たしているかどうかについては、お客様の責任において確認をお願いします。これらの情報の正確さ、またはこれらの情報の使用に関し、マイクロチップテクノロジーは、いかなる表明と保証を行うものではなく、また、一切の責任を負うものではありません。マイクロチップの明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全保障にマイクロチップの製品を使用することはすべて購入者のリスクとし、また購入者はこれによって起きたあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、マイクロチップは擁護され、免責され、損害をうけないことに同意するものとします。知的財産権に基づくライセンスを暗示的に与えたものではありません。

商標

マイクロチップの名称とロゴ、マイクロチップのロゴ、Accuron、dsPIC、KEELOQ、microID、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PRO MATE、PowerSmart、rfPIC、SmartShunt は米国及び他の国々において、マイクロチップテクノロジーの登録商標です。

AmpLab、FilterLab、Migratable Memory、MXDEV、MXLAB、PICMASTER、SEEVAL、SmartSensor、The Embedded Control Solutions Company は、米国においてマイクロチップテクノロジーの登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、FlexROM、fuzzyLAB、In-Circuit Serial Programming、ICSP、ICEPIC、Linear Active Thermistor、MPASM、MPLIB、MPLINK、MPSIM、PICkit、PICDEM、PICDEM.net、PICLAB、PICtail、PowerCal、PowerInfo、PowerMate、PowerTool、rLAB、rfPICDEM、Select Mode、Smart Serial、SmartTel、Total Endurance、UNI/O、WiperLock、及び Zena は、米国及び他の国々において、マイクロチップテクノロジーの登録商標です。

SQTP は米国においてマイクロチップテクノロジーのサービスマークです。

本書に記載された上記以外の商標は、それぞれの会社の財産です。

著作権。© 2006 年マイクロチップテクノロジー、米国で印刷。無断複写・転載を禁じます。

 再生紙を使用。

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

マイクロチップは、10S/TS-16949 を受けました。本社、アリゾナ州チャンドラーとテンベとカリフォルニア州マウンテンビューにあるデザイン及びウエハー施設に対する 2003 年 10 月品質システム認証です。弊社の品質システムプロセスと手続きは、PICmicro® 8-bit MCUs、KEELOQ® コードホッピングデバイス、シリアル EEPROMs、マイクロベリフェラル、非揮発性メモリーとアナログ製品を対象としています。更に、開発システムの設計及び製造に関するマイクロチップの品質システムは、2000 年に ISO9001 の認証を受けています。



全世界の販売及びサービス拠点

AMERICAS

Corporate Office
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
Technical Support:
<http://support.microchip.com>
Web Address:
www.microchip.com

Atlanta
Alpharetta, GA
Tel: 770-640-0034
Fax: 770-640-0307

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

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

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

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

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

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

San Jose
Mountain View, CA
Tel: 650-215-1444
Fax: 650-961-0286

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

ASIA/PACIFIC

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

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

China - Chengdu
Tel: 86-28-8676-6200
Fax: 86-28-8676-6599

China - Fuzhou
Tel: 86-591-8750-3506
Fax: 86-591-8750-3521

China - Hong Kong SAR
Tel: 852-2401-1200
Fax: 852-2401-3431

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

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

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

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

China - Shunde
Tel: 86-757-2839-5507
Fax: 86-757-2839-5571

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

China - Xian
Tel: 86-29-8833-7250
Fax: 86-29-8833-7256

ASIA/PACIFIC

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

India - New Delhi
Tel: 91-11-5160-8631
Fax: 91-11-5160-8632

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

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

Korea - Gumi
Tel: 82-54-473-4301
Fax: 82-54-473-4302

Korea - Seoul
Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 or
82-2-558-5934

Malaysia - Penang
Tel: 60-4-646-8870
Fax: 60-4-646-5086

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

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

Taiwan - Hsin Chu
Tel: 886-3-572-9526
Fax: 886-3-572-6459

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

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

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

EUROPE

Austria - Wels
Tel: 43-7242-2244-399
Fax: 43-7242-2244-393

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

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

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

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

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

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

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