LM45

LM45 SOT-23 Precision Centigrade Temperature Sensors

Literature Number: JAJS789

National Semiconductor

2005 年 8 月

LM45

SOT-23 高精度・摂氏直読温度センサ

概要

LM45 シリーズは、出力電圧が摂氏 (℃) 温度にリニアに比例する高精度 IC 温度センサです。LM45 は較正やトリミングのための外付け回路を必要とせず、室温で± 2 ℃、－ 20 ℃～＋ 100 ℃の全温度範囲で± 3 ℃の精度が得られます。 ウエハ・レベルでのトリミングや較正により、外付け部品によりトリミングの必要がなく低コストが保証されます。 LM45 の低出力インピーダンス、リニア出力、独自の高精度較正機能により、表示回路や制御回路とのインタフェースがきわめて容易になります。 LM45 は単一電源でも±両電源でも動作します。電源からは 120µA のわずかな電流が流れるだけなので、自己発熱が非常に少なく、静止空気中で 0.2 ℃以下です。LM45 は－20℃～＋100℃の温度範囲で動作します。

アプリケーション

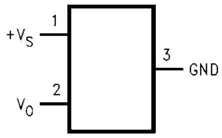
- バッテリ監視
- FAX
- プリンタ
- 携帯型医療機器
- HVAC
- 電源モジュール
- ディスク・ドライブ
- コンピュータ
- 自動車

特長

- 摂氏温度 (℃) に直接較正
- ＋ 10.0mV/ ℃のリニアな温度係数
- ± 3 ℃の精度を保証
- － 20 ℃～＋ 100 ℃の動作温度範囲
- リモート・アプリケーションに最適
- ウエハ・レベルでのトリミングにより低コストを実現
- 4.0V ～ 10V の動作電源電圧範囲
- 120µA 以下の電流ドレイン
- 低自己発熱 (静止空気中で 0.2 ℃以下)
- 全温度範囲でわずか± 0.8 ℃ (最大) の非直線性
- 低出力インピーダンス (1mA 負荷で 20Ω)

ピン配置図

SOT-23



Top View
See NS Package Number mf03a

Order Number	Device Top Mark	Supplied As
LM45BIM3	T4B	1000 Units on Tape and Reel
LM45BIM3X	T4B	3000 Units on Tape and Reel
LM45CIM3	T4C	1000 Units on Tape and Reel
LM45CIM3X	T4C	3000 Units on Tape and Reel

代表的なアプリケーション

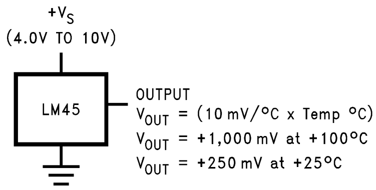
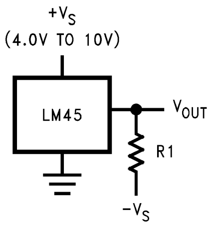


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor (＋ 2.5 ℃～＋ 100 ℃)



Choose R_1 ＝－ V_S/50 µA
V_{OUT} ＝ (10 mV/℃ × Temp ℃)
V_{OUT} ＝＋ 1,000 mV at ＋ 100 ℃
＝＋ 250 mV at ＋ 25 ℃
＝－ 200 mV at － 20 ℃

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor (－ 20 ℃～＋ 100 ℃)

絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

電源電圧	＋12V 〜− 0.2V
出力電圧	(＋V_S＋0.6V) 〜− 1.0V
出力電流	10 mA
保存温度範囲	− 65 ℃〜＋150 ℃
ESD 耐圧 (Note 3):	
人体モデル	2000V
マシン・モデル	250V

動作定格 (Note 1)

定格温度範囲 (Note 4)	T_{MIN} 〜 T_{MAX}
LM45B、LM45C	− 20 ℃〜＋100 ℃
動作温度範囲	
LM45B、LM45C	− 40 ℃〜＋125 ℃
電源電圧範囲 (＋V_S)	＋4.0V 〜＋10V

ハンダ付けのプロセスは、National Semiconductor's Reflow Temperature Profile 規格に準拠してください。http://www.national.com/JPN/packaging をご覧ください (Note 2)。

電気的特性

特記のない限り、これらの仕様は、Figure 2 の回路では＋V_S =＋5Vdc および I_{LOAD} =＋50μA に対して適用され、Figure 1 の回路では＋2.5 ℃〜 T_{MAX} の温度範囲にわたり＋V_S =＋5Vdc に対して適用されます。特記のない限り、**太文字表記の仕様は T_A = T_J = T_{MIN} 〜 T_{MAX} の全温度範囲にわたり適用**されます。その他の規格値はすべて T_A = T_J =＋25 ℃に対して適用されます。

Parameter	Conditions	LM45B		LM45C		Units (Limit)
		Typical	Limit (Note 5)	Typical	Limit (Note 5)	
Accuracy (Note 6)	T_A=+25˚C		±2.0		±3.0	˚C (max)
	T_A=T_{MAX}		±3.0		±4.0	˚C (max)
	T_A=T_{MIN}		±3.0		±4.0	˚C (max)
Nonlinearity (Note 7)	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}		**±0.8**		**±0.8**	˚C (max)
Sensor Gain (Average Slope)	T_{MIN}≤T_A≤T_{MAX}		**+9.7**		**+9.7**	mV/˚C (min)
			+10.3		**+10.3**	mV/˚C (max)
Load Regulation (Note 8)	0≤I_L≤ +1 mA		**±35**		**±35**	mV/mA (max)
Line Regulation (Note 8)	+4.0V≤+V_S≤+10V		±0.80		±0.80	mV/V (max)
			±1.2		**±1.2**	mV/V (max)
Quiescent Current (Note 9)	+4.0V≤+V_S≤+10V, +25˚C		120		120	μA (max)
	+4.0V≤+V_S≤+10V		**160**		**160**	μA (max)
Change of Quiescent Current (Note 9)	4.0V≤+V_S≤10V		**2.0**		**2.0**	μA (max)
Temperature Coefficient of Quiescent Current		**+2.0**		**+2.0**		μA/˚C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of *Figure 1*, I_L=0		+2.5		+2.5	˚C (min)
Long Term Stability (Note 10)	T_J=T_{MAX}, for 1000 hours	±0.12		±0.12		˚C

Note 1: 「絶対最大定格」とは、デバイスが破壊する可能性のあるリミット値をいいます。この規格を超えて動作させているデバイスには、DC 特性、AC 特性のいずれの規格も適用されません。

Note 2: リフロー時の温度特性は、そのパッケージが鉛フリーかどうかによって異なります。

Note 3: 使用した試験回路は、人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5kΩ を介して各端子に放電させます。マシン・モデルの場合は、200pF のコンデンサから直接各端子に放電させます。

Note 4: 2 オンスの銅箔プリント回路基板に実装した時 (Figure 3 参照) の SOT-23 パッケージの接合部一周囲間熱抵抗 θ_{JA} は、260 ℃ /W になります。

Note 5: Limit 値は、ナショナル セミコンダクター社の平均出荷品質レベル (AOQL) に基づき保証されます。

Note 6: 精度は、特定の電圧、電流および温度 (℃) 条件において、出力電圧と (10mV/ ℃×デバイス・ケース温度) 間の誤差として定義されます。

Note 7: 非直線性は、デバイスの定格温度範囲において、理想直線に対する " 出力電圧 vs 温度曲線 " の偏差として定義されます。

Note 8: レギュレーションは、低デューティ・サイクルでのパルス・テストにより、一定の接合部温度で測定したものです。温度上昇の影響による出力電圧の変動は、内部消費電力と熱抵抗の積から計算することができます。

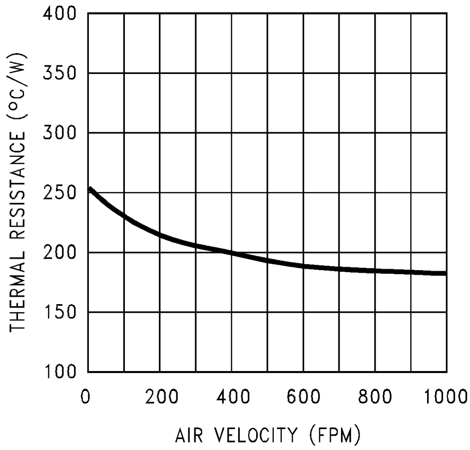
Note 9: 待機時消費電流は Figure 1 の回路を使用して測定されます。

Note 10: 長期安定性試験の開始前に、デバイスの中温エージング試験を実施するか、温度サイクル試験 (46 時間以上) を行うと高精度の試験結果が得られ、デバイスの長期安定性を確保することができます。この方法は、特に小型の (表面実装) デバイスのウェーブソルダリング時に効果があり、熱ストレスを緩和する時間的余裕が得られます。

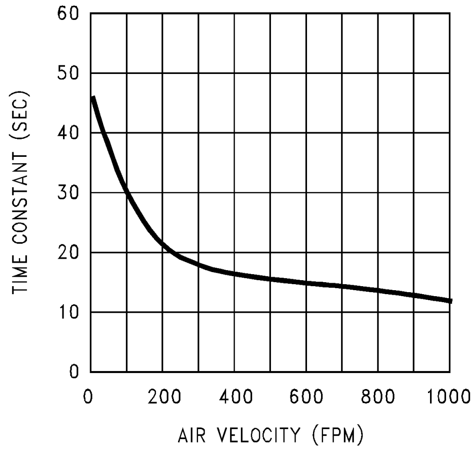
代表的な性能特性

以下の特性曲線データは、Figure 3 に示すように銅箔プリント回路基板に LM45 を実装して得たものです。

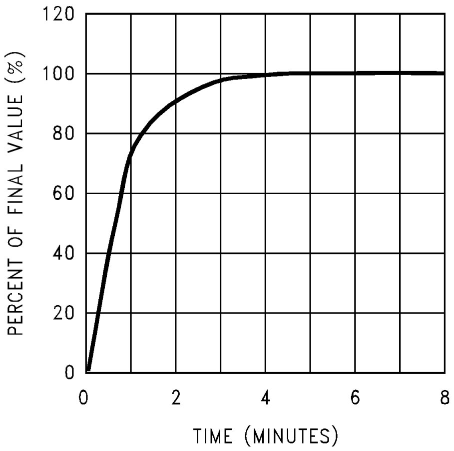
Thermal Resistance Junction to Air



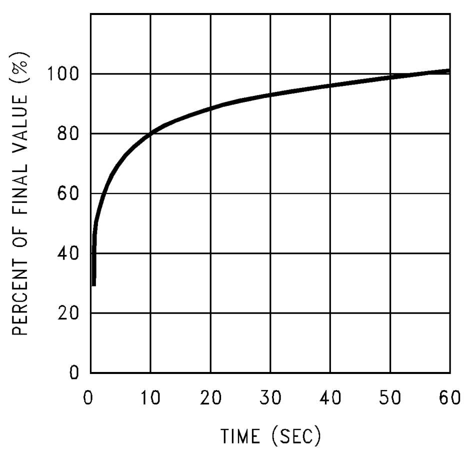
Thermal Time Constant



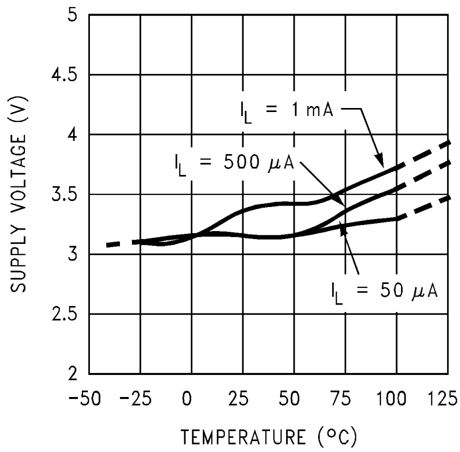
Thermal Response in Still Air with Heat Sink (Figure 3)



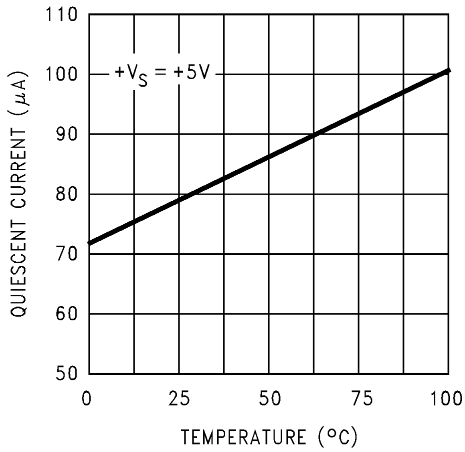
Thermal Response in Stirred Oil Bath with Heat Sink



Start-Up Voltage vs Temperature



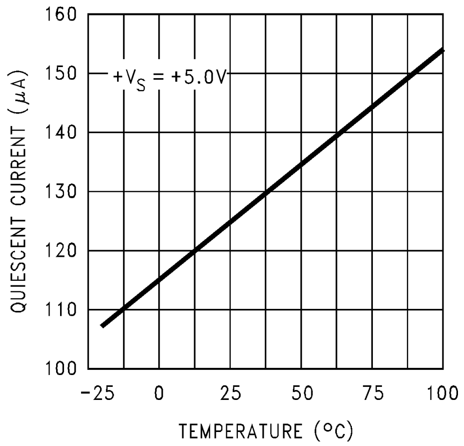
Quiescent Current vs Temperature (In Circuit of Figure 1)



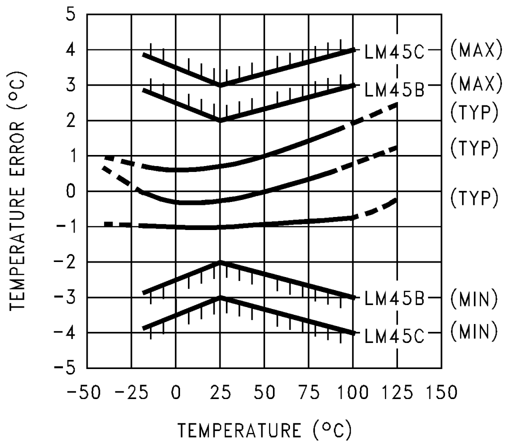
代表的な性能特性 (つづき)

以下の特性曲線データは、Figure 3 に示すように銅箔プリント回路基板に LM45 を実装して得たものです。

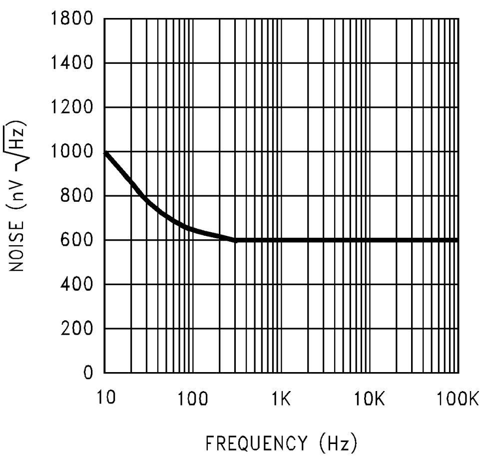
Quiescent Current vs Temperature (In Circuit of Figure 2)



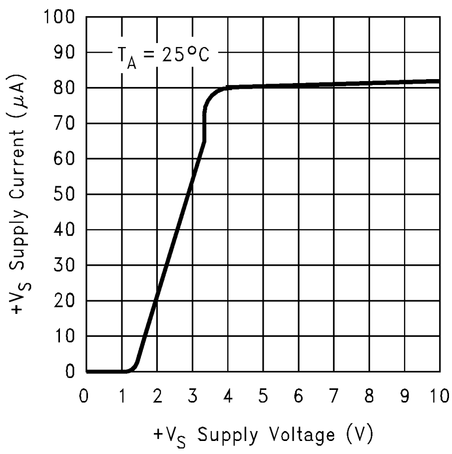
Accuracy vs Temperature (Guaranteed)



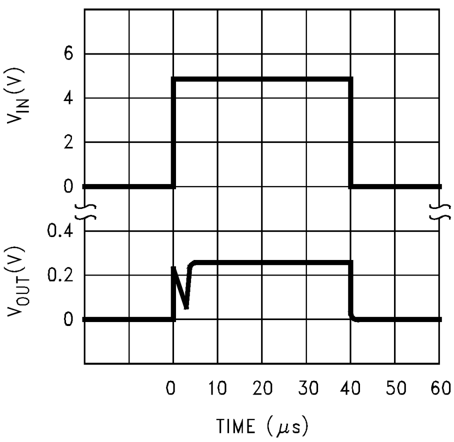
Noise Voltage



Supply Voltage vs Supply Current



Start-Up Response



プリント基板

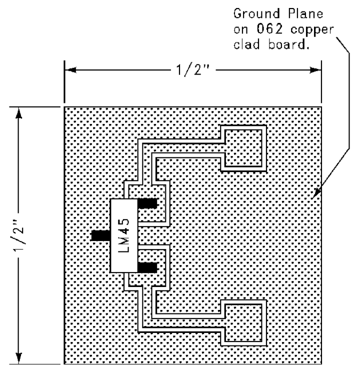


FIGURE 3. Printed Circuit Board Used for Heat Sink to Generate All Curves. $^1/_2$″ Square Printed Circuit Board with 2 oz. Foil or Similar

アプリケーション

LM45 は、他の IC 温度センサと同じように容易に使用することができます。デバイスの表面に接着やセメント付けが可能で、LM45 の温度は表面温度の約 0.2 ℃以内です。

この LM45 の性能は周囲温度が表面温度とほぼ同じときに適用され、周囲温度とデバイスの表面温度との差が大きい場合は、LM45 ダイの実際の温度はデバイスの表面温度と周囲温度の中間になります。

熱伝導率を最適化するために、LM45 ダイの裏面を直接 GND 端子に取り付けています。LM45 までの各ランドとパターンはプリント回路基板の一部であり、温度測定の対象になります。ただし、これらのプリント回路基板のランドやパターンによって、LM45 の所望の温度が遷移することはありません。

別の方法として、LM45 はシールドエンド・メタルチューブの内部に実装し、バスに浸したり、タンクの中の細い穴にねじ込むこともできます。LM45 およびその配線と回路は、一般の IC と同様、リークや腐食を防止するために絶縁され、かつ乾燥した状態に保つことが必要です。これは、結露しやすい低温で回路を動作させる場合には特に重要です。湿気による LM45 およびその接続部の腐食を防止するために、プリント基板のコーティング及び HUMISEAL などのワニス、エポキシの塗布や浸漬がよく使用されます。

LM45 の自己発熱による温度上昇
(熱抵抗)

	SOT-23 ヒートシンクなし *	SOT-23 小型ヒート・フィン **
静止空気中	450 ℃ /W	260 ℃ /W
流動空気中		180 ℃ /W

* デバイスを 30 番ゲージ線にハンダ付けします。

** 使用したヒートシンクは、1/2 インチ平方の 2 オンス銅箔プリント回路基板にデバイスを実装したもの (Figure 3 参照)。

代表的なアプリケーション

容量性負荷

多くのマイクロパワー回路と同じく、LM45 には大容量性負荷のドライブに制限があります。LM45 は特別な処理をしなくても 500pF をドライブすることができます。さらに大きな負荷をドライブする場合は、抵抗を用いて容易に負荷を絶縁したりデカップリングすることができます (Figure 4 参照)。また、出力とグラウンド間に直列 R-C ダンパを接続することにより、容量の許容量を改善することもできます (Figure 5 参照)。

いかなるリニア回路でも悪条件下でワイヤ接続すると、その性能はリレー、無線送信機、アーク・ブラシ付きモータ、SCR トランジェントなどの強い電磁場の影響を受けます。これは配線が受信アンテナとして作用し、内部の接合部が整流器として作用するためです。この場合の最善策として、V_{IN} とグラウンド間にバイパス・コンデンサを接続し、Figure 5 に示すように出力とグラウンド間に直列 R-C ダンパ (75Ω の抵抗と 0.2μF か 1μF のコンデンサを直列接続したもの) を接続することが有効です。

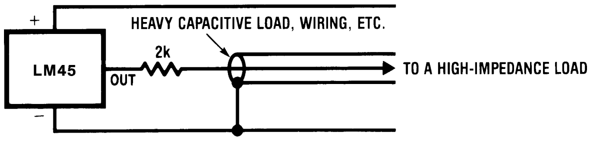


FIGURE 4. LM45 with Decoupling from Capacitive Load

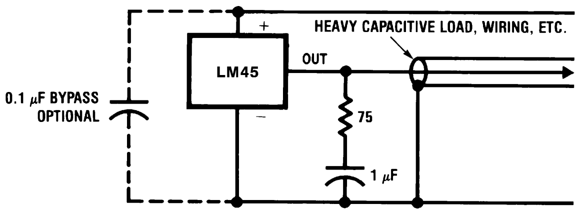


FIGURE 5. LM45 with R-C Damper

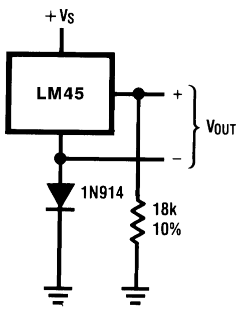


FIGURE 6. Temperature Sensor, Single Supply, −20℃〜+100℃

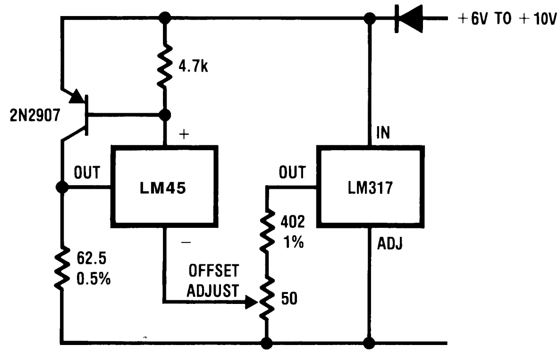


FIGURE 7. 4-to-20 mA Current Source (0℃〜+100℃)

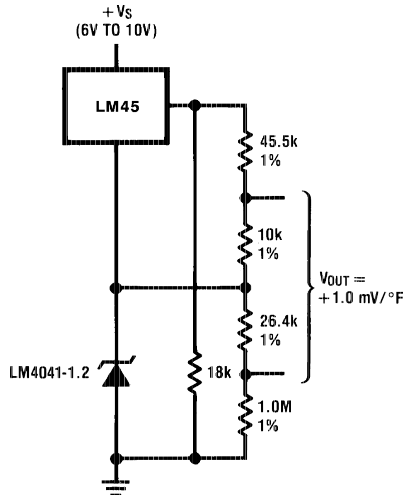


FIGURE 8. Fahrenheit Thermometer

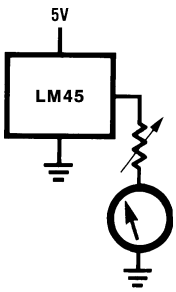


FIGURE 9. Centigrade Thermometer (Analog Meter)

代表的なアプリケーション（つづき）

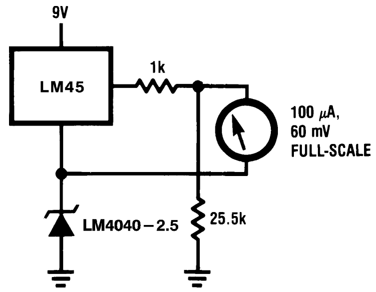


FIGURE 10. Expanded Scale Thermometer (50°～ 80° Fahrenheit, for Example Shown)

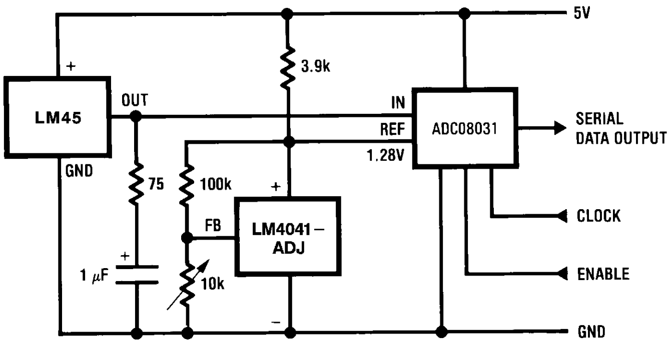


FIGURE 11. Temperature To Digital Converter (Serial Output) (＋128℃ Full Scale)

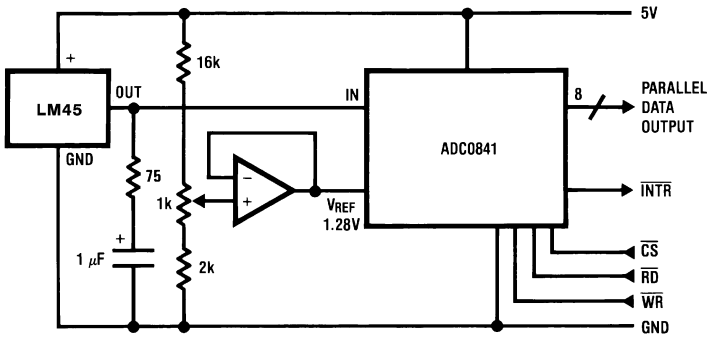
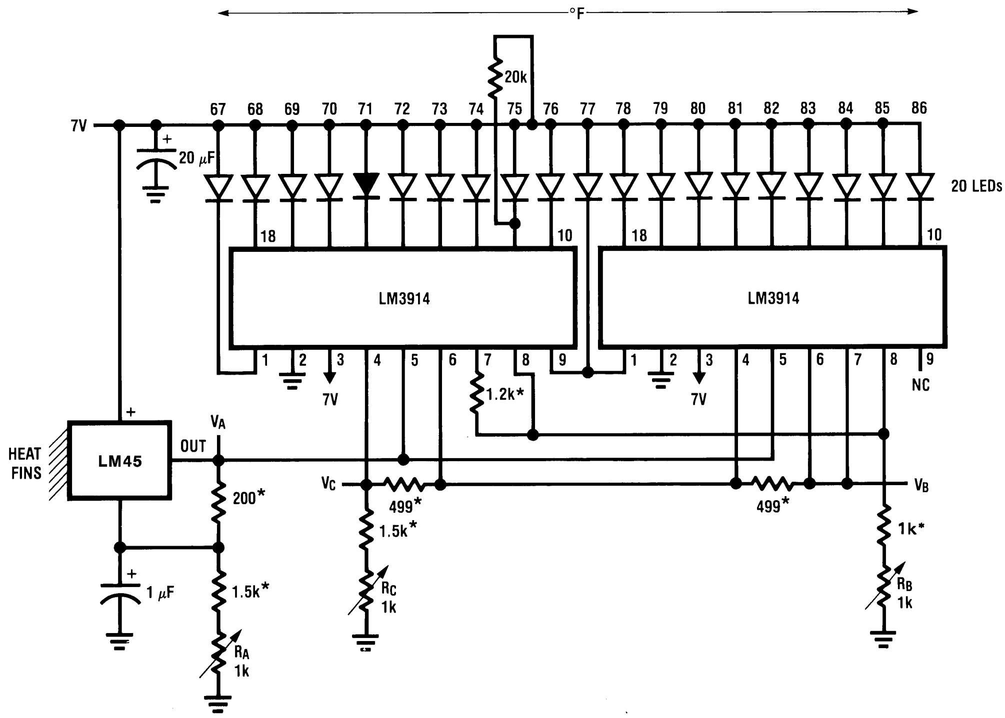


FIGURE 12. Temperature To Digital Converter (Parallel TRI-STATE ® Outputs for Standard Data Bus to µP Interface) (128℃ Full Scale)

代表的なアプリケーション（つづき）



* は 1%または 2%のフィルム抵抗
— V_B = 3.075V になるよう R_B をトリミングします。
— V_C = 1.955V になるよう R_C をトリミングします。
— V_A = 0.075V ＋ 100mV/ ℃× $T_{ambient}$ になるよう R_A をトリミングします。
—例えば、22 ℃では V_A = 2.275V

FIGURE 13. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)

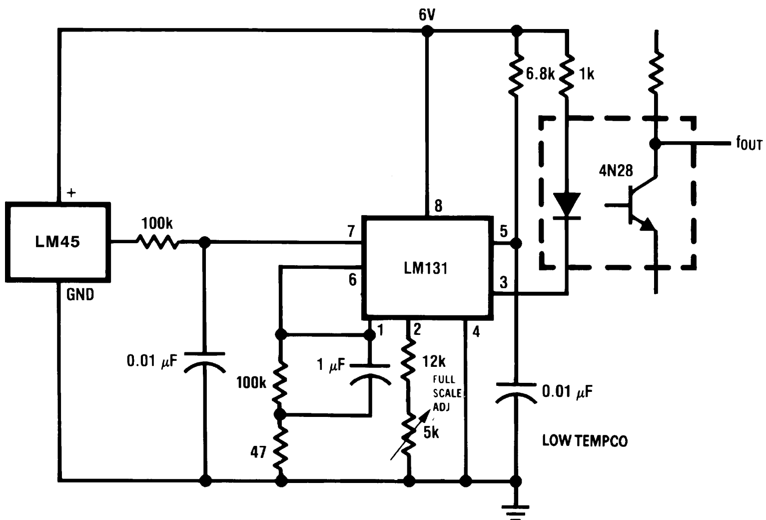
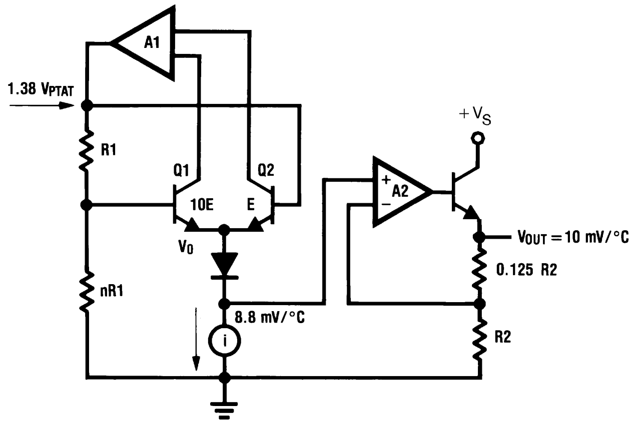
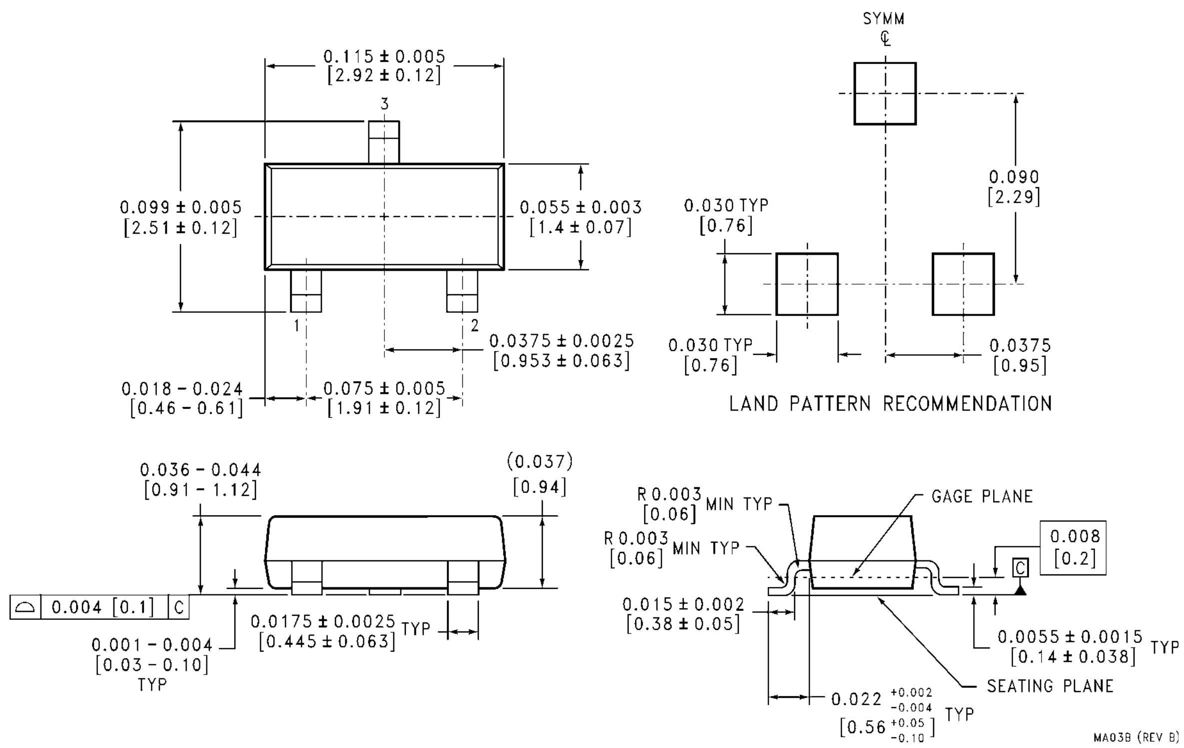


FIGURE 14. LM45 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output (2.5 ℃～＋ 100 ℃ ; 25 Hz ～ 1000 Hz)

ブロック図


A1
1.38 VPTAT
R1
Q1
Q2
10E
E
V0
nR1
8.8 mV/°C
i
+VS
A2
+
−
VOUT = 10 mV/°C
0.125 R2
R2

外形寸法図 特記のない限り inches(millimeters)



SOT-23 Molded Small Outline Transistor Package (M3)
Order Number LM45BIM3, LM45BIM3X, LM45CIM3 or LM45CIM3X
NS Package Number MA03B

製品の最新情報については www.national.com **をご覧ください。**

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社／〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16　　TEL.(03)5639-7300

技術資料（日本語 / 英語）はホームページより入手可能です。　**www.national.com/jpn/**

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated（TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます）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。

TIは、そのハードウェア製品が、TI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、TI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。

TI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う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。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合せ、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。TI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、TI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、保証もしくは是認するということを意味しません。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。

TI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公正で誤認を生じさせる行為です。TI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。

TIの製品もしくはサービスについてTI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、かつ不公正で誤認を生じさせる行為です。TI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。

TI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TI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TI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りません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスティック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TI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、TI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りません。但し、TI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、TI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。

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、導電性のものを使うこと。
   - 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℃、相対湿度：40～85％で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（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℃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

2001.11