

ご注意：この日本語データシートは参考資料として提供しており、内容が最新でない場合があります。製品のご検討およびご採用に際しては、必ず最新の英文データシートをご確認ください。



2005年10月

LM20

2.4V 電源電圧動作、10μA、SC70 および micro SMD パッケージ、アナログ温度センサ

概要

LM20 は、- 55 ~ + 130 の温度範囲で動作する高精度のアナログ出力型 CMOS IC 温度センサです。電源の動作範囲は + 2.4V ~ + 5.5V です。LM20 の伝達関数はリニアな部分が圧倒的ですが、それでも予測可能なわずかな放物線曲率が存在します。放物線伝達関数に対する LM20 の規格精度は、+ 30 の室温で ± 1.5 です。温度誤差は直線的に増大し、温度範囲の両極限で最大 ± 2.5 に達します。温度範囲は電源電圧によって影響します。2.7V ~ 5.5V の電源電圧では、温度範囲の両極限は + 130 と - 55 です。電源電圧を 2.4V に下げると、保証動作温度範囲は - 30 ~ + 130 です。

LM20 の待機時消費電流は 10μA (最大) のため静止空気中での自己発熱が非常に少なく、0.02 未満に抑えられています。LM20 自体特別なシャットダウン機能は持っていませんが、LM20 の低消費電力により、ロジック・ゲートを LM20 の電源に使用すればシャットダウンができます。

アプリケーション

携帯電話 / PHS
水晶発振器モジュール / デジタル TCXO
コンピュータ

電源モジュール
バッテリーパック / 充電器
FAX / プリンタ
HVAC
ディスク・ドライブ
液晶ディスプレイ

特長

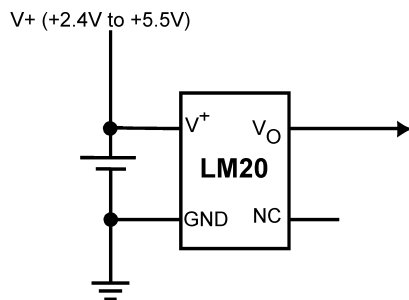
定格は - 55 ~ + 130 の全範囲にわたって規定 SC70 および 2 種類の micro SMD パッケージで提供
曲率誤差が予測可能
リモート・アプリケーションに最適

主な仕様

精度 @30	± 1.5	、 ± 4 (最大)
精度 @ + 130 ~ - 55	± 2.5	、 ± 5 (最大)
動作規定温度範囲	+ 2.4V ~ + 5.5V	
待機時消費電流	10μA (最大)	
非線形性	± 0.4 % (代表値)	
出力インピーダンス	160 (最大)	
ロードレギュレーション	0μA < I _L < + 16μA	
		- 2.5mV (最大)

代表的なアプリケーション

Full-Range Celsius (Centigrade) Temperature Sensor (- 55 °C ~ + 130 °C)
Operating from a Single Li-Ion Battery Cell

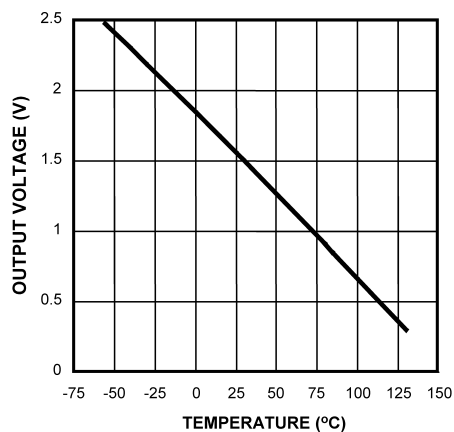


$$V_O = (- 3.88 \times 10^{-6} \times T^2) + (- 1.15 \times 10^{-2} \times T) + 1.8639$$

$$T = -1481.96 + \sqrt{2.1962 \times 10^6 + \frac{(1.8639 - V_O)}{3.88 \times 10^{-6}}}$$

T は温度、V_O は LM20 の測定結果出力電圧です。

Output Voltage vs Temperature

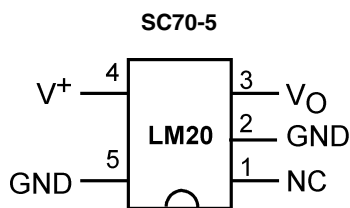


LM20 2.4V 電源電圧動作、10μA、SC70 および micro SMD パッケージ、アナログ温度センサ

代表的なアプリケーション (つづき)

Temperature (T)	Typical V_O
+130°C	+303 mV
+100°C	+675 mV
+80°C	+919 mV
+30°C	+1515 mV
+25°C	+1574 mV
0°C	+1863.9 mV
-30°C	+2205 mV
-40°C	+2318 mV
-55°C	+2485 mV

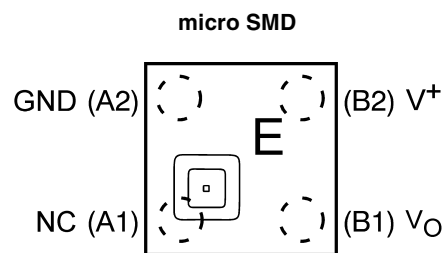
ピン配置図



Note:

- GND (端子 2) は接地しても、未接続のままにしても差し支えありませんが、PC 基板のグラウンド・プレーンへの熱伝導率の最適化をするため、端子 2 は接地を推奨します。
- NC (端子 1) は未接続のままにするか、接地します。他の信号経路をこの端子に接続しないでください。

Top View
See NS Package Number MAA05A



Note:

- 端子番号はパッケージのマーキング・コードの向きを基準としています。
- 参考文献「JEDEC 登録 MO-211」、パリエーション BA を参照してください。
- パッケージ・マーキングの実際の物理的配置は部品ごとに多少ですが、異なります。パッケージ・マーキングはデータ・コードを表し、製造時期によって変化します。パッケージ・マーキングとデバイス・タイプの間には相関関係はありません。

Top View
See NS Package Number BPA04DDC, TPA04EEA and TLA04ZZA

製品情報

Order Number	Temperature Accuracy	Temperature Range	NS Package Number	Device Marking	Transport Media
LM20BIM7	±2.5°C	-55°C to +130°C	MAA05A	T2B	1000 Units on Tape and Reel
LM20BIM7X	±2.5°C	-55°C to +130°C	MAA05A	T2B	3000 Units on Tape and Reel
LM20CIM7	±5°C	-55°C to +130°C	MAA05A	T2C	1000 Units on Tape and Reel
LM20CIM7X	±5°C	-55°C to +130°C	MAA05A	T2C	3000 Units on Tape and Reel
LM20SIBP	±3.5°C	-40°C to +125°C	BPA04DDC	Date Code	250 Units on Tape and Reel
LM20SIBPX	±3.5°C	-40°C to +125°C	BPA04DDC	Date Code	3000 Units on Tape and Reel
LM20SITL	±3.5°C	-40°C to +125°C	TLA04ZZA	Date Code	250 Units on Tape and Reel
LM20SITLX	±3.5°C	-40°C to +125°C	TLA04ZZA	Date Code	3000 Units on Tape and Reel
LM20SITP	±3.5°C	-40°C to +125°C	TPA04EEA	Date Code	250 Units on Tape and Reel
LM20SITPX	±3.5°C	-40°C to +125°C	TPA04EEA	Date Code	3000 Units on Tape and Reel

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	+ 6.5V ~ - 0.2V
出力電圧	(V ⁺ + 0.6 V) ~ - 0.6 V
出力電流	10mA
各端子の入力電流 (Note 2)	5mA
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
最大接合部温度 (T _{JMAX})	+ 150
ESD 耐性 (Note 3)	
人体モデル	2500V
マシン・モデル	250V

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 4)。

動作定格 (Note 1)

温度範囲	$T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$				
LM20B、LM20C					
電源電圧範囲 2.4V	V ⁺	2.7V の場合	- 30	T _A	+ 130
LM20B、LM20C					
電源電圧範囲 2.7V	V ⁺	5.5V の場合	- 55	T _A	+ 130
LM20S					
電源電圧範囲 2.4V	V ⁺	5.5V の場合	- 30	T _A	+ 125
LM20S					
電源電圧範囲 2.7V	V ⁺	5.5V の場合	- 40	T _A	+ 125
定格電源電圧範囲 (V ⁺)					+ 2.4V ~ + 5.5V
熱抵抗 (J _A) (Note 5)					
SC-70					415 /W
micro SMD					340 /W

電気的特性

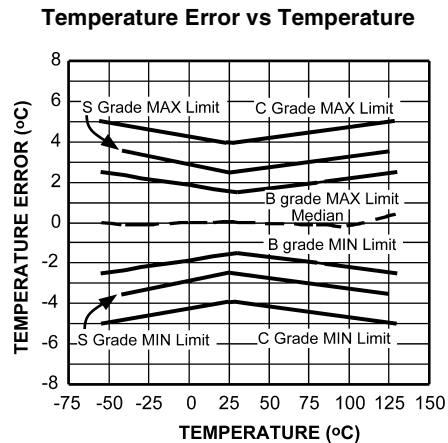
特記のない限り、以下の仕様は V⁺ = + 2.7V_{DC} に対して適用されます。**太文字表記のリミット値は T_A = T_J = T_{MIN} ~ T_{MAX} にならって適用され、その他のすべてのリミット値は T_A = T_J = 25** に対して適用されます。

Parameter	Conditions	Typical (Note 6)	LM20B	LM20C	LM20S	Units (Limit)
			Limits (Note 7)	Limits (Note 7)	Limits (Note 7)	
Temperature to Voltage Error V _O = (-3.88x10 ⁻⁶ xT ²) + (-1.15x10 ⁻² xT) + 1.8639V (Note 8)	T _A = +25°C to +30°C		±1.5	±4.0	±2.5	°C (max)
	T _A = +130°C		±2.5	±5.0		°C (max)
	T _A = +125°C		±2.5	±5.0	±3.5	°C (max)
	T _A = +100°C		±2.2	±4.7	±3.2	°C (max)
	T _A = +85°C		±2.1	±4.6	±3.1	°C (max)
	T _A = +80°C		±2.0	±4.5	±3.0	°C (max)
	T _A = 0°C		±1.9	±4.4	±2.9	°C (max)
	T _A = -30°C		±2.2	±4.7	±3.3	°C (min)
	T _A = -40°C		±2.3	±4.8	±3.5	°C (max)
T _A = -55°C		±2.5	±5.0		°C (max)	
Output Voltage at 0°C		+1.8639				V
Variance from Curve		±1.0				°C
Non-Linearity (Note 9)	-20°C ≤ T _A ≤ +80°C	±0.4				%
Sensor Gain (Temperature Sensitivity or Average Slope) to equation: V _O = -11.77 mV/°C x T + 1.860V	-30°C ≤ T _A ≤ +100°C	-11.77	-11.4	-11.0	-11.0	mV/°C (min)
			-12.2	-12.6	-12.6	mV/°C (max)
Output Impedance	0 μA ≤ I _L ≤ +16 μA (Notes 11, 12)		160	160	160	Ω (max)
Load Regulation (Note 10)	0 μA ≤ I _L ≤ +16 μA (Notes 11, 12)		-2.5	-2.5	-2.5	mV (max)
Line Regulation	+2.4 V ≤ V ⁺ ≤ +5.0V		+3.3	+3.7	+3.7	mV/V (max)
	+5.0 V ≤ V ⁺ ≤ +5.5 V		+11	+11	+11	mV (max)
Quiescent Current	+2.4 V ≤ V ⁺ ≤ +5.0V	4.5	7	7	7	μA (max)
	+5.0 V ≤ V ⁺ ≤ +5.5V	4.5	9	9	9	μA (max)
	+2.4 V ≤ V ⁺ ≤ +5.0V	4.5	10	10	10	μA (max)
Change of Quiescent Current	+2.4 V ≤ V ⁺ ≤ +5.5V	+0.7				μA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		-11				nA/°C
Shutdown Current	V ⁺ ≤ +0.8 V	0.02				μA

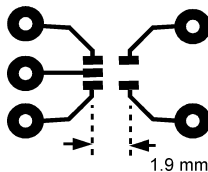
電気的特性 (つづき)

- Note 1:** 「絶対最大定格」とは、IC に破壊が発生する可能性があるリミット値をいいます。「動作定格」とはデバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能リミット値を示すものではありません。保証された仕様、および試験条件については「電気的特性」を参照してください。保証された仕様は「電気的特性」に記載されている試験条件においてのみ適用されます。デバイスが記載の試験条件下で動作しない場合、いくつかの性能特性が低下することがあります。
- Note 2:** いずれかの端子で入力電圧 (V_I) が電源電圧を超えた場合 ($V_I < \text{GND}$ または $V_I > V^+$)、その端子の入力電流を 5mA 以下に制限しなければなりません。
- Note 3:** 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k Ω を通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:** 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 5:** 接合部から周囲環境への熱抵抗 (θ_{JA}) は、ヒート・シンクなし、無風状態で、Figure 1 に示されているプリント基板レイアウトを使用した場合の規格値です。
- Note 6:** 代表値 (Typical) は、 $T_J = T_A = +25^\circ\text{C}$ で得られる最も標準的な数値です。
- Note 7:** リミット値はナショナル・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 8:** 精度は、規格の電圧、電流、温度 (単位表現) 条件における測定結果と計算結果の出力電圧の間の誤差として定義されています。
- Note 9:** 非線形性は、規格の温度範囲における、計算結果の出力電圧 vs. 温度曲線の理想直線からの偏差として定義されています。
- Note 10:** レギュレーションは、低デューティ・サイクルを用いたパルス・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変動は、内部消費電力と熱抵抗の積で計算されます。
- Note 11:** 負電流は LM20 に流入する電流であり、正電流は LM20 から流出する電流です。この規定に従うと、LM20 の供給可能なシンク電流は約 -1 μA であり、同ソース電流は約 +16 μA です。
- Note 12:** ロード・レギュレーションまたは出力インピーダンスの規格値は +2.4V ~ +5.5V の電源範囲に対して適用されます。
- Note 13:** ライン・レギュレーションは最大電源入力電圧における出力電圧を、最低電源入力電圧における出力電圧から引いて計算されます。

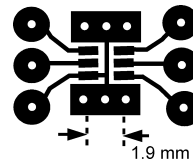
代表的な性能特性



PCB Layouts Used for Thermal Measurements



a) Layout used for no heat sink measurements.



b) Layout used for measurements with small heat sink.

FIGURE 1. PCB Layouts used for thermal measurements.

1.0 LM20 の伝達関数

LM20 の伝達関数は、表現を変えて様々な精度で表せます。25 付近で良好な精度が求められる単純な線形の伝達関数は次式で表されます。

$$V_O = -11.69 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8663 \text{ V}$$

-55 ~ +130 の全動作温度範囲にわたっては、次式の放物線伝達関数を使用すると、最良の精度を得られます。

$$V_O = (-3.88 \times 10^{-6} \times T^2) + (-1.15 \times 10^{-2} \times T) + 1.8639$$

これを T について解くと、次式が得られます。

$$T = -1481.96 + \sqrt{2.1962 \times 10^6 + \frac{(1.8639 - V_O)}{3.88 \times 10^{-6}}}$$

限られた温度範囲では、その範囲について最良の結果が求められる勾配とオフセットを計算すると、線形伝達関数を利用できます。線形伝達関数は、LM20 の放物線伝達関数から計算できます。線形伝達関数の勾配は、次式を使用して計算できます。

$$m = -7.76 \times 10^{-6} \times T - 0.0115$$

T は対象となる温度範囲の中間点であり、m の単位は V/°C です。例えば、 $T_{\min} = -30 \sim T_{\max} = +100$ の温度範囲は、

$$T = 35$$

$$m = -11.77 \text{ mV/}^\circ\text{C}$$

です。

線形伝達関数のオフセットは、次式を使用して計算できます。

$$b = (V_{OP}(T_{\max}) + V_{OP}(T) + m \times (T_{\max} + T))/2$$

- $V_{OP}(T_{\max})$ は、 V_O を表す放物線伝達関数を使用して計算した T_{\max} の出力電圧です。
- $V_{OP}(T)$ は、 V_O を表す放物線伝達関数を使用して計算した T の出力電圧です。

この手順を使用して計算した、よく使われる多くの温度範囲の理想直線伝達関数を Figure 2 に示します。Figure 2 に示すように、線形伝達関数によってもたらされる誤差は、温度範囲を広げると大きくなります。

Temperature Range		Linear Equation $V_O =$	Maximum Deviation of Linear Equation from Parabolic Equation (°C)
T_{\min} (°C)	T_{\max} (°C)		
-55	+130	$-11.79 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8528 \text{ V}$	± 1.41
-40	+110	$-11.77 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8577 \text{ V}$	± 0.93
-30	+100	$-11.77 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8605 \text{ V}$	± 0.70
-40	+85	$-11.67 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8583 \text{ V}$	± 0.65
-10	+65	$-11.71 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8641 \text{ V}$	± 0.23
+35	+45	$-11.81 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8701 \text{ V}$	± 0.004
+20	+30	$-11.69 \text{ mV/}^\circ\text{C} \times T + 1.8663 \text{ V}$	± 0.004

FIGURE 2. First order equations optimized for different temperature ranges.

2.0 実装

LM20 は他の温度センサ IC と同じように容易に使用できます。デバイス表面に接着やセメント付けが可能で、LM20 自身の温度は表面温度の約 +0.02 °C 以内です。

この LM20 の性能は周囲温度が表面温度とほぼ同じ時に適用され、周囲温度とデバイスの表面温度の温度差が大きい場合は、LM20 の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値になります。

熱伝導率を最適化するために、LM20 のダイの裏面を直接 GND 端子 (端子 2) に取り付けています。LM20 の他のリードに接続されているランドやトレースの温度は、測定対象となる温度にも影響します。

別の方法として、LM20 をシールド・メタル・チューブの内部に実装し、バスに浸したり、タンクの細い穴にねじ込むこともできます。LM20 およびその配線と回路は、一般の IC と同様にリークや腐食を防止するために、プリント基板のコーティング、ワニス、HUMISEAL などのエポキシ塗布や浸漬がよく使用されます。

接合部 - 周囲温度間熱抵抗は、デバイスの消費電力による接合部温度の上昇を計算するのに使われるパラメータです。LM20 に関して、ダイの温度上昇を計算するのに使われる等式は以下に示す通りです。

$$T_J = T_A + \theta_{JA} [(V^+ - I_Q) + (V^- - V_O) I_L]$$

I_Q は待機時消費電流、 I_L は出力負荷電流です。LM20 の接合部温度が実際に測定される温度なので、LM20 自身がドライブするのに必要な負荷電流は最小限に抑えるように注意してください。

Figure 3 に示される表は負荷のない場合の LM20 のダイの温度上昇と異なった条件下での熱抵抗をまとめたものです。

2.0 実装 (つぎ)

	SC70-5 no heat sink		SC70-5 small heat sink	
	θ_{JA} (°C/W)	$T_J - T_A$ (°C)	θ_{JA} (°C/W)	$T_J - T_A$ (°C)
Still air	412	0.2	350	0.19
Moving air	312	0.17	266	0.15

PCB レイアウト見本については、Figure 1 を参照してください。

	micro SMD no heat sink		micro SMD small heat fin	
	θ_{JA} (°C/W)	$T_J - T_A$ (°C)	θ_{JA} (°C/W)	$T_J - T_A$ (°C)
Still air	340	0.18	TBD	TBD
Moving air	TBD	TBD	TBD	TBD

FIGURE 3. Temperature Rise of LM20 Due to Self-Heating and Thermal Resistance (θ_{JA})

3.0 容量性負荷

LM20 は容量性負荷のドライブ能力が非常に優れています。Figure 4 に示すように特別な処理をしなくても、LM20 は容量性負荷をドライブできます。LM20 は、最大値 300pF 以下の出力インピーダンスを持っています。特にノイズの多い環境下では、ノイズの介入を最小限に抑えるために何らかのフィルタリングを施す必要があります。Figure 5 に示すように 0.1 μ F のコンデンサを V^+ と GND 端子の間に用い、電源電圧のバイパスを行なうことを推奨します。ノイズの多い環境では、Figure 5 に示すように、出力からグラウンドに、直列抵抗と併せてコンデンサを追加する必要がある場合があります。1 μ F の出力コンデンサと 160 Ω の最大出力インピーダンスおよび 200 Ω の直列抵抗とで、442Hz のローパス・フィルタが構成されます。この場合、LM20 の熱時定数は RC で構成される時定数よりはるかに遅いので、LM20 の応答時間にはまったく影響しません。

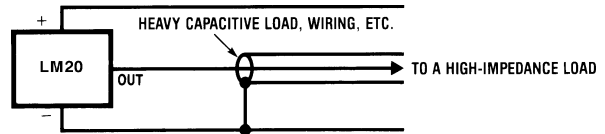


FIGURE 4. LM20 No Decoupling Required for Capacitive Loads Less than 300 pF.

R (Ω)	C (μ F)
200	1
470	0.1
680	0.01
1 k	0.001

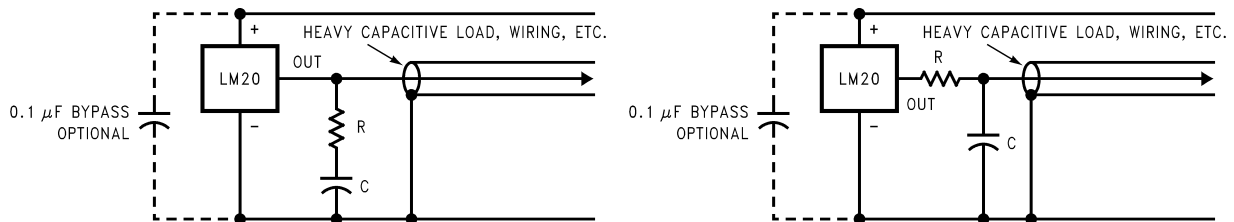


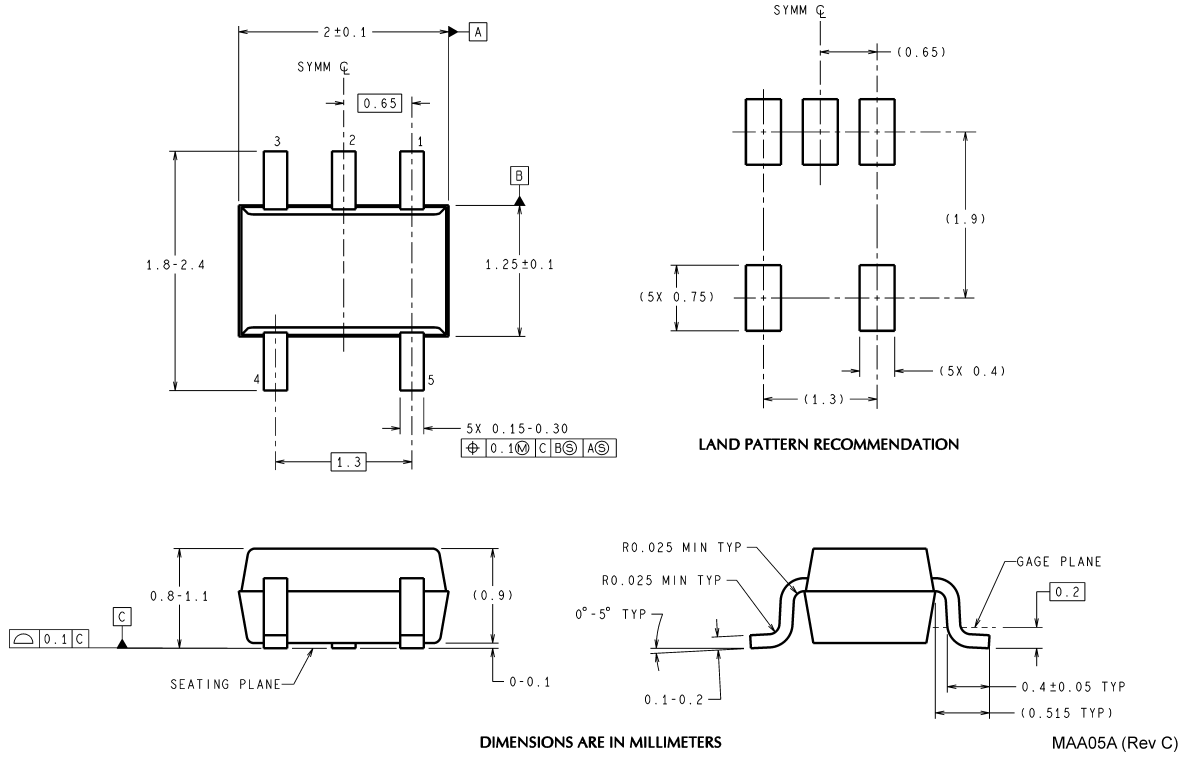
FIGURE 5. LM20 with Filter for Noisy Environment and Capacitive Loading greater than 300 pF. Either placement of resistor as shown above is just as effective.

4.0 LM20 micro SMD の光による影響

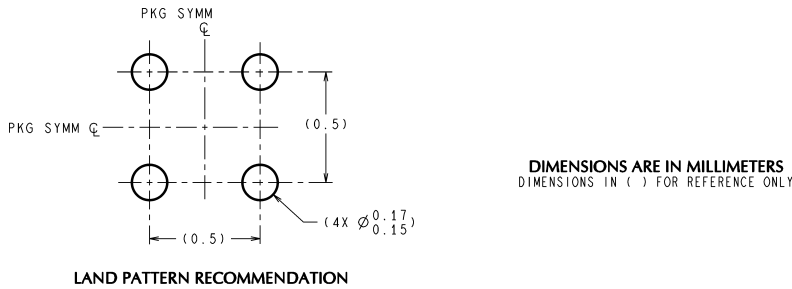
LM20 の microSMD パッケージを明るい太陽光に当てると、LM20 の出力の読み取り値が 1.5V ほど低下する場合があります。ただし蛍光灯照明を使用している通常のオフィス環境では、出力電圧が受ける影響は最小限に抑えられます (出力電圧低下はミリボルト未満です)。どちらの場合も、LM20 micro SMD は、光への露

出を最小にするためなら何かの容器のなかに入れるよう推奨します。ほとんどのケースでは十二分に保護されるはずですが。また LM20 は、光に当てても永続的な損傷を受けることはありません。光源を取り除けば、LM20 の出力電圧は適正値を回復します。

外形寸法図 単位は millimeters



5-Lead SC70 Molded Package
Order Number LM20BIM7 or LM20CIM7X
NS Package Number MAA05A

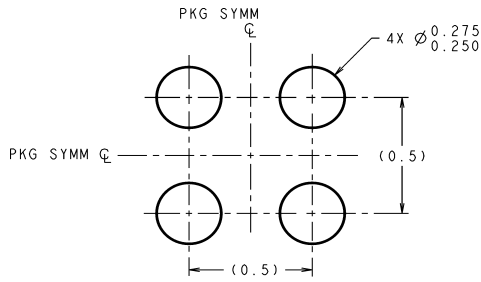


4-Bump micro SMD Ball Grid Array Package (Small Bump)
Order Number LM20SIBP or LM20SIBPX
NS Package Number BPA04DDC

The following dimensions apply to the BPA04DDC package shown above: X1=X2 = 853µm ± 30µm, X3= 900µm ± 50µm

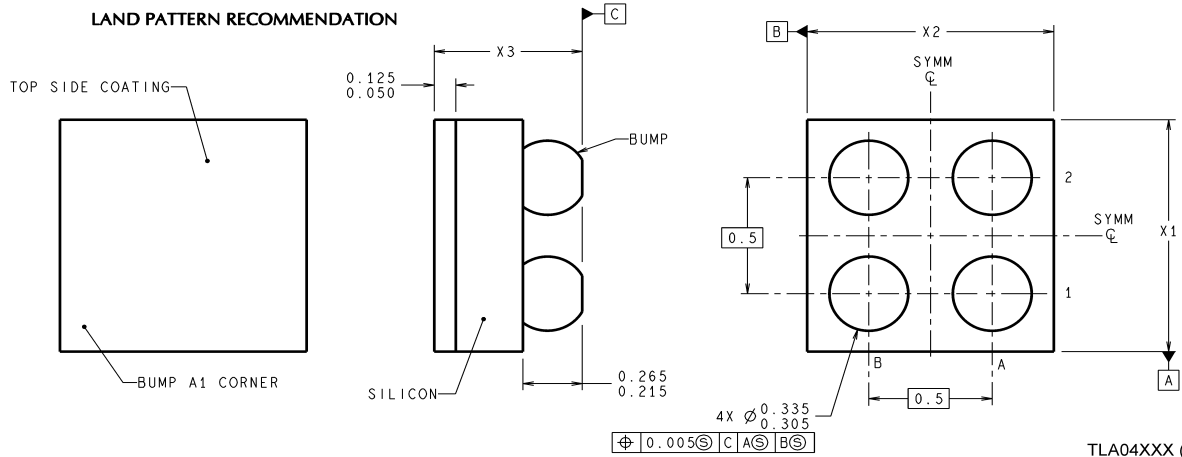
micro SMD を実装するためには、PCB レイアウト、ハンダマスクの設計が重要になります。
 micro SMD の実装に関するアプリケーション・ノート AN-1112 を必ず参照してください。

外形寸法図 単位は millimeters (つづき)



DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
DIMENSIONS IN () FOR REFERENCE ONLY

LAND PATTERN RECOMMENDATION

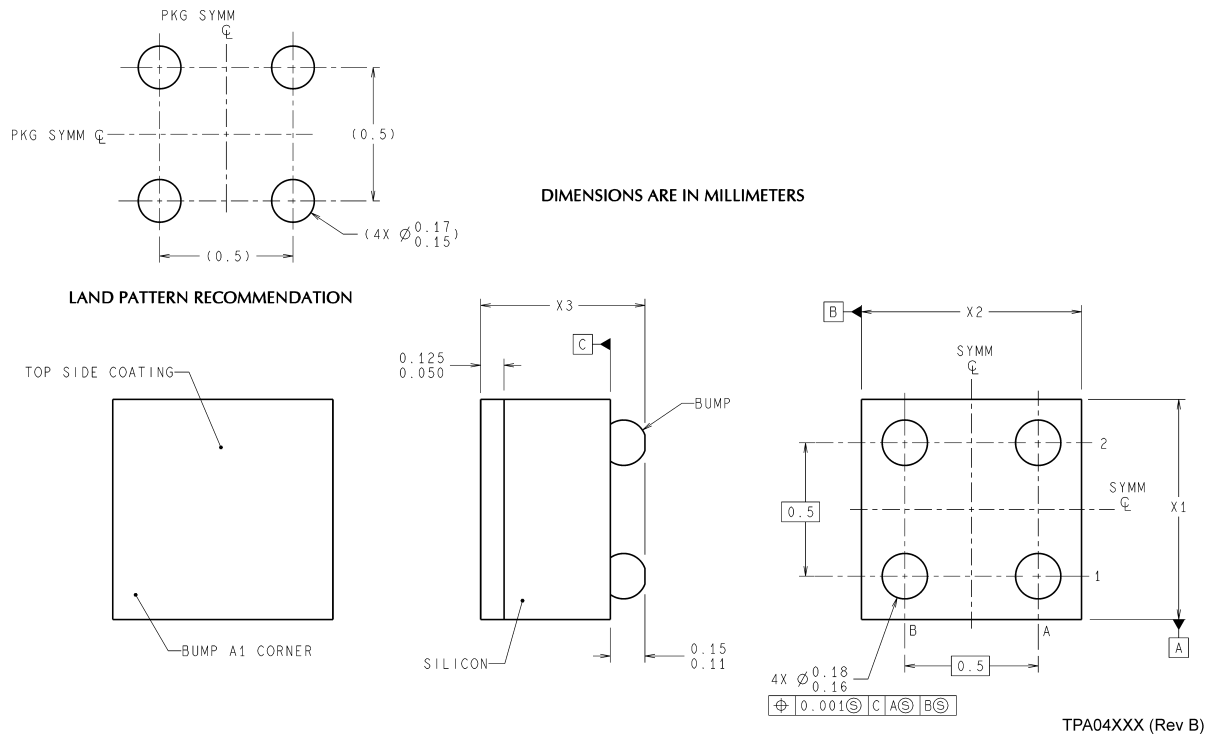


4-Bump micro SMD Ball Grid Array Package (Large Bump)
Order Number LM20SITL or LM20SITLX
NS Package Number TLA04ZZA

The following dimensions apply to the TLA04ZZA package
 shown above: X1=X2 = 963 μ m \pm 30 μ m, X3= 600 μ m \pm 75 μ m

micro SMD を実装するためには、PCB レイアウト、ハンダマスクの設計が重要になります。
 micro SMD の実装に関するアプリケーション・ノート AN-1112 を必ず参照してください。

外形寸法図 単位は millimeters (つぎ)



4-Bump Thin micro SMD Ball Grid Array Package (Small Bump)
Order Number LM20SITP or LM20SITPX
NS Package Number TPA04EEA

The following dimensions apply to the TPA04EEA package shown above: X1=X2 = 879 μ m \pm 30 μ m, X3= 500 μ m \pm 75 μ m

micro SMD を実装するためには、PCB レイアウト、ハンダマスクの設計が重要になります。
 micro SMD の実装に関するアプリケーション・ノート AN-1112 を必ず参照してください。

ナショナルは記述したいかなる回路についても、その使用に関して責任を負うものではありません。特許の使用許諾を与えることを意味するものではありません。ナショナルは当該回路および仕様を任意の時点で予告なく変更する権利を有します。製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

生命維持装置への使用について

弊社の製品はナショナル セミコンダクター社の書面による許可なくしては、生命維持用の装置またはシステム内の重要な部品として使用することはできません。

1. 生命維持用の装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。
2. 重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

禁止物質不使用に関する適合

ナショナル セミコンダクターの製品および梱包材料は、CSP-9-111C2 規格 (Customer Products Stewardship Specification)、CSP-9-111S2 規格 (Banned Substances and Materials of Interest Specification) の規約に準拠しており、CSP-9-111S2 に定義された禁止物質を使用しておりません。

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/