

LM95221

LM95221 Dual Remote Diode Digital Temperature Sensor with SMBus Interface



Literature Number: JAJSA66

LM95221

SMBus インタフェース内蔵 デュアル回路 リモート・ダイオード・デジタル温度センサ

概要

LM95221 は 8 ピンの MSOP パッケージに封止されたデュアル回路のリモート・ダイオード温度センサです。LM95221 の 2 線式のシリアル・インタフェースは SMBus 2.0 と互換性があります。LM95221 は 3 つの領域の温度をセンスすることが可能で、自分自身のダイオードのほか、2 系統のダイオード接続トランジスタの温度を測定します。ダイオード接続トランジスタは、インテル Pentium プロセッサや AMD の互換プロセッサのほか、単純なダイオード接続の MMBT3904 トランジスタなどを接続可能です。LM95221 のリモート温度読み取りの分解能フォーマットは、10 ビット+サインか 11 ビットサインなしのいずれかを選択可能です。サインなしモードの場合、LM95221 のリモート・ダイオード温度読み取りは 127 を超える温度にも対応します。ローカル温度読み取りは 9 ビット+サインです。

そのほか、ダイ上に専用温度検出ダイオード (pn 接合) を備えた ASIC であれば、LM95221 を用いて正確な温度測定が可能です。LM95221 リモート・センサは直列抵抗 2.7 Ω と非理想因子 1.008 に合わせて工場出荷時にトリミングを行い、 ± 1 の精度を確保しています。

特長

- リモート IC もしくはダイオードによる温度の高精度な測定
- リモート・ダイオード障害検出
- 内蔵温度センサによるローカル温度測定
- リモート温度読み取り
 - 0.125 LSB
 - 10 ビット+サインまたは 11 ビットサインなしを選択可能な分解能
 - 11 ビットは 127 を超える温度にも対応

ローカル温度読み出し

- 0.25
- 9 ビット+サイン
- ステータス・レジスタ・サポート

消費電力の最適化が図れる変換レート設定機能

シャットダウン・モード時のワンショット変換制御

TIMEOUT 仕様をサポートした SMBus 2.0 のインタフェース

8 ピン MSOP パッケージ

主な仕様

ローカル温度検出精度

$$T_A = 0 \sim 85 \quad \pm 3.0 \quad (\text{最大})$$

リモート・ダイオード温度検出精度

$$T_A = 30 \sim 50, T_D = 45 \sim 85 \quad \pm 1.0 \quad (\text{最大})$$

$$T_A = 0 \sim 85, T_D = 25 \sim 140 \quad \pm 3.0 \quad (\text{最大})$$

電源電圧

3.0V ~ 3.6V

消費電流

2 mA (代表値)

アプリケーション

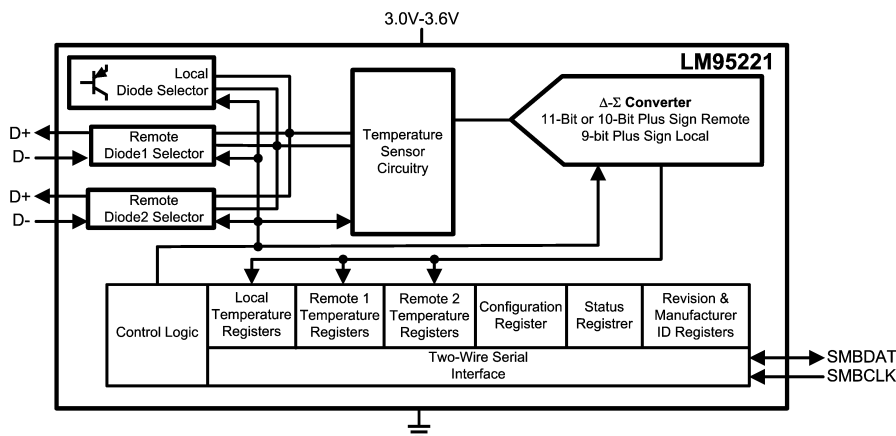
コンピュータ・システムの温度管理

(ラップトップ、デスクトップ、ワークステーション、サーバなど)

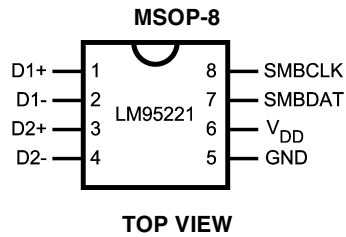
ワークステーション / ワークステーション・サーバ

OA 機器

ブロック図



ピン配置図



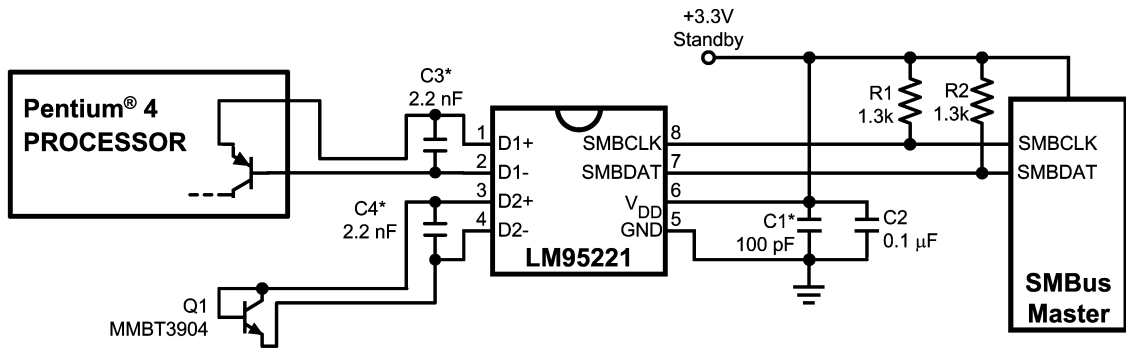
製品情報

Part Number	Package Marking	NS Package Number	Transport Media	SMBus Device Address
LM95221CIMM	LM95221CIMM	MUA08A (MSOP-8)	1000 Units on Tape and Reel	010 1011
LM95221CIMMX	LM95221CIMM	MUA08A (MSOP-8)	3500 Units on Tape and Reel	010 1011

端子説明

ラベル	ピン #	機能	一般的な接続
D1+	1	ダイオード電流ソース	リモート・ダイオードのアノードを接続します。外部のダイオード接続トランジスタ、またはダイ温度を測定するために IC に内蔵されているダイオード接続トランジスタの、アノード側に接続します。2.2nF のバイパス・コンデンサでダイオードの高周波ノイズをフィルタしてください。2.2nF コンデンサを LM95221 の D + ピンと D - ピンの間にできるだけ近くに配置してください。2.2nF コンデンサの両方のトレースは整合させてください。サーマル・ダイオードを使用しない場合はこのピンをグラウンドに接続します。
D1 -	2	ダイオード帰路電流シンク	リモート・ダイオードのカソードを接続します。2.2nF コンデンサを D1 + と D1 - の間に接続してください。サーマル・ダイオードを使用しない場合はこのピンをグラウンドに接続します。
D2+	3	ダイオード電流ソース	リモート・ダイオードのアノードを接続します。外部のダイオード接続トランジスタ、またはダイ温度を測定するために IC に内蔵されているダイオード接続トランジスタの、アノード側に接続します。2.2nF のバイパス・コンデンサでダイオードの高周波ノイズをフィルタしてください。2.2nF コンデンサを LM95221 の D + ピンと D - ピンの間にできるだけ近くに配置してください。2.2nF コンデンサの両方のトレースは整合させてください。サーマル・ダイオードを使用しない場合はこのピンをグラウンドに接続します。
D2 -	4	ダイオード帰路電流シンク	リモート・ダイオードのカソードを接続します。2.2nF コンデンサを D2 + と D2 - の間に接続してください。サーマル・ダイオードを使用しない場合はこのピンをグラウンドに接続します。
GND	5	電源グラウンド	グラウンド
V _{DD}	6	正電源電圧入力	3.0V から 3.6V の DC 電圧を与えます。0.1 μF のコンデンサと 100pF のコンデンサを並列に接続して V _{DD} をバイパスしてください。100pF コンデンサは電源ピンにできるだけ近くに配置してください。ノイズは 200mV _{p-p} 未満に抑えなければなりません。そのため、場合によっては 10 μF のコンデンサが必要です。
SMBDAT	7	SMBus 双方向データ・ライン、オープンドレイン出力	コントローラに接続される SMBus のデータ入出力です。外付けプルアップ抵抗が必要となる場合があります。
SMBCLK	8	SMBus クロック入力	コントローラから入力される SMBus クロックです。外付けプルアップ抵抗が必要となる場合があります。

代表的なアプリケーション



* LM95221のできる限り近くに配置してください。

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	- 0.3V ~ 6.0V
SMBDAT、SMBCLK の電圧	- 0.5V ~ 6.0V
その他の端子電圧	- 0.3V ~ (V _{DD} + 0.3V)
D - 入力電流	±1 mA
上記以外の各端子の入力電流 (Note 2)	±5 mA
パッケージの入力電流 (Note 2)	30 mA
SMBDAT 出力シンク電流	10 mA
保存温度範囲	- 65 ~ + 150
ハンダ付け条件、リード温度 MSOP-8 パッケージ (Note 3:)	

ペーパ・フェーズ (60 秒)	215
赤外線 (15 秒)	220
ESD 耐性 (Note 4)	
人体モデル	2000 V
マシン・モデル	200 V
動作温度範囲 (Note 1、5)	
動作温度範囲	0 ~ + 115
電気的特性温度範囲	T _{MIN} T _A T _{MAX}
LM95221C1MM	0 T _A + 85
電源電圧範囲 (V _{DD})	+ 3.0V ~ + 3.6V

温度—デジタル変換電気的特性

特記のない限り、以下の仕様は、V_{DD} = + 3.0V_{DC} ~ + 3.6V_{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_A ≤ T_{MAX} にわたって適用され、その他のすべてのリミット値は T_A = T_J = + 25 °C に対して適用されます。**T_J は LM95221 の接合部温度です。T_D はリモート・サーマル・ダイオードの接合部温度です。

Parameter	Conditions	Typical (Note 6)	Limits (Note 7)	Units (Limit)
Accuracy Using Local Diode	T _A = 0°C to +85°C, (Note 8)	±1	±3	°C (max)
Accuracy Using Remote Diode, see (Note 9) for Thermal Diode Processor Type.	T _A = +30°C to +50°C	T _D = +45°C to +85°C	±1	°C (max)
	T _A = +0°C to +85°C	T _D = +25°C to +140°C	±3	°C (max)
Remote Diode Measurement Resolution		11		Bits
		0.125		°C
Local Diode Measurement Resolution		10		Bits
		0.25		°C
Conversion Time of All Temperatures at the Fastest Setting	(Note 11)	66	73	ms (max)
Quiescent Current (Note 10)	SMBus Inactive, 15Hz conversion rate	2.0	2.6	mA (max)
	Shutdown	335		µA
D- Source Voltage		0.7		V
Diode Source Current	(D+ - D-) = + 0.65V; high-level	188	315	µA (max)
			110	µA (min)
	Low-level	11.75	20	µA (max)
			7	µA (min)
Low-Level Diode Source Current Variation over Temperature	T _A = +30°C to +50°C	+0.5		µA
	T _A = +30°C to +85°C	+1.5		µA
Power-On Reset Threshold	Measure on V _{DD} input, falling edge		2.4	V (max)
			1.8	V (min)

ロジック電気的特性

デジタル DC 特性 特記のない限り、以下の仕様は、 $V_{DD} = +3.0V_{DC} \sim +3.6V_{DC}$ に対して適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_J = T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ にわたって適用され、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。

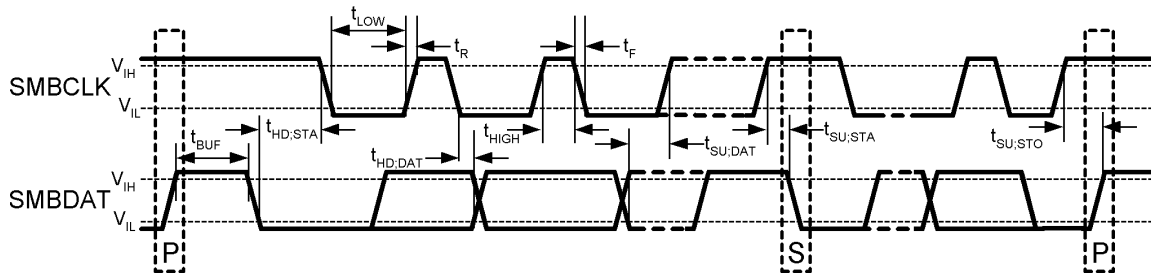
Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 6)	Limits (Note 7)	Units (Limit)
SMBDAT, SMBCLK INPUTS					
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage			2.1	V (min)
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage			0.8	V (max)
$V_{IN(HYST)}$	SMBDAT and SMBCLK Digital Input Hysteresis		400		mV
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current	$V_{IN} = V_{DD}$	0.005	± 10	μA (max)
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current	$V_{IN} = 0 V$	-0.005	± 10	μA (max)
C_{IN}	Input Capacitance		5		pF
SMBDAT OUTPUT					
I_{OH}	High Level Output Current	$V_{OH} = V_{DD}$		10	μA (max)
V_{OL}	SMBus Low Level Output Voltage	$I_{OL} = 4mA$ $I_{OL} = 6mA$		0.4 0.6	V (max)

SMBus デジタル・スイッチング特性 特記のない限り、以下の仕様は $V_{DD} = +3.0V_{DC} \sim +3.6V_{DC}$ 、 $C_L = 80pF$ (容量性負荷) に対して適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_J = T_{MIN} \leq T_A \leq T_{MAX}$ にわたって適用され、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。LM95221 のスイッチング特性は、一般に公表されている SMBus(version 2.0) の規定に完全に合致するかまたはそれより優れています。以下のパラメータは、LM95221 の SMBCLK 信号と SMBDAT 信号との間のタイミング関係を示したものです。これらパラメータは SMBus 仕様に従うものですが、必ずしも同一ではありません。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 6)	Limits (Note 7)	Units (Limit)
f_{SMB}	SMBus Clock Frequency			100 10	kHz (max) kHz (min)
t_{LOW}	SMBus Clock Low Time	from $V_{IN(0)max}$ to $V_{IN(0)max}$		4.7 25	μs (min) ms (max)
t_{HIGH}	SMBus Clock High Time	from $V_{IN(1)min}$ to $V_{IN(1)min}$		4.0	μs (min)
$t_{R,SMB}$	SMBus Rise Time	(Note 12)	1		μs (max)
$t_{F,SMB}$	SMBus Fall Time	(Note 13)	0.3		μs (max)
t_{OF}	Output Fall Time	$C_L = 400pF$, $I_O = 3mA$, (Note 13)		250	ns (max)
$t_{TIMEOUT}$	SMBDAT and SMBCLK Time Low for Reset of Serial Interface (Note 14)			25 35	ms (min) ms (max)
$t_{SU,DAT}$	Data In Setup Time to SMBCLK High			250	ns (min)
$t_{HD,DAT}$	Data Out Stable after SMBCLK Low			300 900	ns (min) ns (max)
$t_{HD,STA}$	Start Condition SMBDAT Low to SMBCLK Low (Start condition hold before the first clock falling edge)			100	ns (min)
$t_{SU,STO}$	Stop Condition SMBCLK High to SMBDAT Low (Stop Condition Setup)			100	ns (min)
$t_{SU,STA}$	SMBus Repeated Start-Condition Setup Time, SMBCLK High to SMBDAT Low			0.6	μs (min)
t_{BUF}	SMBus Free Time Between Stop and Start Conditions			1.3	μs (min)

ロジック電气的特性 (つづき)

SMBus Communication



Note 1: 「絶対最大定格」とは、デバイスに破壊が発生する可能性のある制限値をいいます。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_{IN}) が電源電圧を超えた場合 ($V_{IN} < GND$ または $V_{IN} > V_{DD}$)、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。

LM95221 の端子に接続する寄生ダイオード・コンポーネントや ESD のための内部保護回路を下に示します。D4 の公称降伏電圧は 6.5V です。D1+ ピン、D2+ ピン、D1- ピン、D2- ピンに存在する寄生ダイオード D1 に順方向バイアスを印加しないよう注意してください。50mV を超える順方向バイアスをかけると、温度測定に支障を生じます。

Pin Name	PIN #	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	R1	SNP	ESD CLAMP
V_{DD}	1				x						x
D1+	2	x	x		x		x	x	x		x
D1-	3	x	x		x	x	x	x	x		x
D2+	4	x	x		x		x	x	x		x
D2-	6	x	x		x	x	x	x	x		x
SMBDAT	7		x		x			x	x	x	
SMBCLK	8		x		x					x	

備考: 「x」は該当欄のピンに寄生成分が存在することを示しています。SNP はスナップバック素子です。

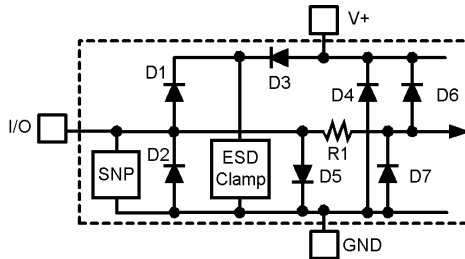


FIGURE 1. ESD Protection Input Structure

Note 3: 表面実装部分のハンダ付けに関するその他の推奨条件と方法については、" <http://www.national.com/packaging/> " を参照してください。

Note 4: 人体モデルの場合、100pF のコンデンサから直列抵抗 1.5k 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 のコンデンサを介して直接各端子に放電させます。

Note 5: 2 オンス箔のプリント回路基板に実装したときの接合部から周囲への熱抵抗は次のようになります。

$$- \text{MSOP-8} = 210 \text{ } /W$$

Note 6: 代表値 (Typical) は、 $T_A = 25$ 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: ローカル温度精度には、自己発熱の影響は含まれていません。自己発熱による温度上昇は LM95221 の内部消費電力と熱抵抗の積となります。Note 5 記載の熱抵抗値を用いて自己発熱を求めてください。

Note 9: LM95221CIMM の精度は、非理想因子 1.008 と直列抵抗 $R = 2.7$ を持つサーマル・ダイオードを使用した場合に保証されます。サーマル・ダイオードに MMBT3904 タイプのトランジスタを使用した場合は - 3.25 のオフセット誤差が生じます。

Note 10: 待機時消費電流は SMBus がアクティブになってもあまり増えません。

Note 11: この仕様は、温度データがどれくらいの頻度でアップデートされるかを示すためにのみ規定されています。LM95221 は変換状態に関係なくいつでも読み出しが可能です (LM95221 は、その時の最後の変換結果を読み出しデータとして生成します)。

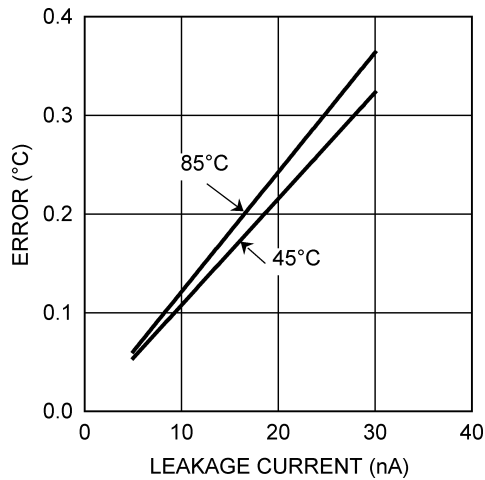
Note 12: 出力立ち下がり時間は、($V_{IN(0)} \text{ max} + 0.15V$) から ($V_{IN(1)} \text{ min} - 0.15V$) の時間として測定されています。

Note 13: 出力立ち下がり時間は、($V_{IN(1)} \text{ min} - 0.15V$) から ($V_{IN(1)} \text{ min} + 0.15V$) の時間として測定されています。

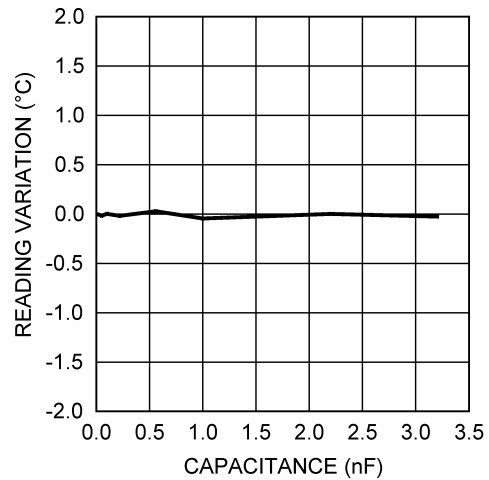
Note 14: SMBDAT または SMBCLK ラインを $t_{TIMEOUT}$ 時間以上 LOW に保持すると、LM95221 内部の SMBus ステート・マシンはリセットされ、SMBDAT 端子および SMBCLK 端子はそれぞれハイ・インピーダンスになります。

代表的な性能特性

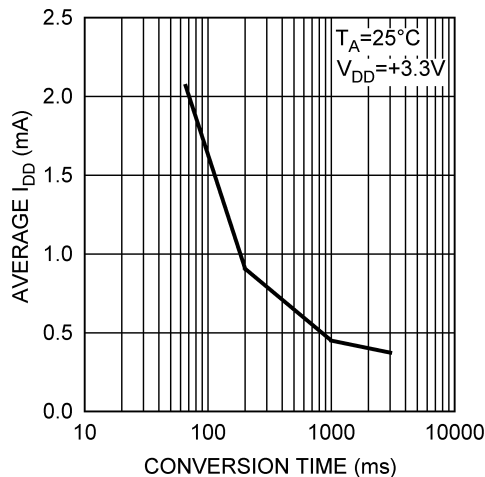
Thermal Diode Capacitor or PCB Leakage Current Effect Remote Diode Temperature Reading



Remote Temperature Reading Sensitivity to Thermal Diode Filter Capacitance



Conversion Rate Effect on Average Power Supply Current



1.0 機能説明

LM95221 はデルタ・シグマ型 A/D コンバータを使用して 3 か所の領域の温度を測定するデジタル・センサです。自分自身のローカル・ダイ温度と、2 個のダイオード接続 MMBT3904 トランジスタの温度を、 V_{be} 温度センス方式を使用して測定します。LM95221 の 2 線式インタフェースは SMBus 2.0 および I^2C と互換性があります。 I^2C と SMBus の詳しい違いは SMBus 2.0 仕様を参照してください。

温度変換レートの変更機能によって LM95221 の電流消費をシステム要件に応じて最適化することが可能です。温度データを読み取る必要がない場合は LM95221 をシャットダウンにすることで消費電力を最小限に抑えられます。シャットダウン中はワンショット変換モードを使えばシステム側で変換レートを柔軟に制御可能です。

リモート・ダイオード温度の分解能は 11 ビットで、11 ビットサインなしか 10 ビット+サインのいずれかを選択可能です。どちらの分解能でも最下位ビット (LSB) の重みは 0.125 です。サインなし分解能では、127 を超える温度をリモート・ダイオードで測定することができます。ローカル温度分解能は LSB が 0.25 に相当する 9 ビット+サインで、変更はできません。

LM95221 リモート・ダイオードの温度精度は 130 nm プロセスのインテル Pentium 3 プロセッサのサーマル・ダイオードに合わせてトリミングされ、このダイオードを使用した場合にのみ精度が保証されます。

LM95221 は、リモート・ダイオードの D+ が、 V_{DD} が D- がグラウンドに短絡、または D+ がフローティングになっていることを検出するダイオード故障検出回路を内蔵しています。

LM95221 のレジスタは 8 ビット幅で、以下のレジスタで構成されます。

1. ローカル温度レジスタ上位バイト
2. ローカル温度レジスタ下位バイト
3. リモート温度レジスタ 1 上位バイト
4. リモート温度レジスタ 1 下位バイト
5. リモート温度レジスタ 2 上位バイト
6. リモート温度レジスタ 2 下位バイト

1.0 機能説明 (つづき)

7. ステータス・レジスタ: busy、ダイオード故障
8. 構成レジスタ: 分解能制御、変換レート制御、スタンバイ制御
9. ワンショット・レジスタ
10. メーカー ID
11. レジジョン ID

1.1 A/D 変換順序

LM95221 は、ローカル温度の変換、リモート温度 1、2 の変換、および各レジスタの更新を、およそ 66ms で一巡して処理します。変換処理が行われている間、[ステータス・レジスタ](02h) の Busy ビット (D7) が HIGH になります。変換処理順はラウンド・ロビン式です。変換レートは [構成レジスタ](03h) 内の変換レート・ビットで変更可能です。変換レートを変更して変換と変換の間に遅延を挿入しても、実際の変換時間は 66ms のまま変わりません (リモートそれぞれが 26ms とローカルが 14ms)。なお変換レートを変更すると、LM95221 の消費電流は Figure 2 に示すように変わります。

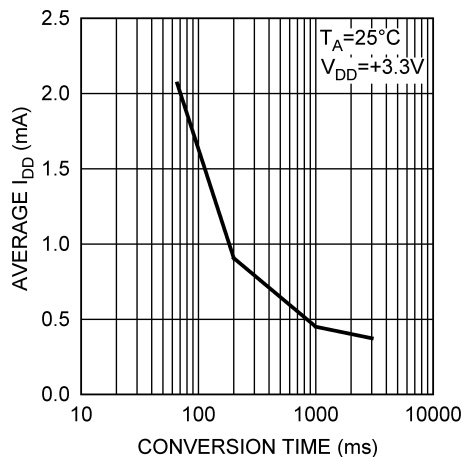


FIGURE 2. Conversion Rate Effect on Power Supply Current

1.2 パワーオン・デフォルト

LM95221 はパワーオン後にデフォルト状態になります。最初の温度変換が開始されるまで、デフォルト状態を保ちます。

1. [コマンド・レジスタ] は 00h に設定されています。
2. ローカル温度は 0 になっています。
3. 最初の変換の終了時点までリモート温度は 0 になっています。
4. [ステータス・レジスタ] の内容はサーマル・ダイオード入力に依存します。
5. [構成レジスタ] は、連続変換、時間 = 66ms を意味する 00h に設定されています。

1.3 SMBus インタフェース

LM95221 は、SMBus 上でスレーブとして動作します。このとき、SMBCLK ラインはクロック入力として、SMBDAT ラインは双方向にデータラインとして動作します。LM95221 は SMBCLK ラインを駆動することはありません、またクロック・ストレッチングには対応していません。SMBus 仕様に基づき LM95221 は 7 ビットのスレーブ・アドレスを持っています。アドレス A6 から A0 の各ビットはあらかじめ設定されており、ソフトウェアまたはハードウェア的に変更はできません。LM95221 の SMBus スレーブ・アドレスは次のとおりです。

Version	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
LM95221	0	1	0	1	0	1	1

1.4 温度データ・フォーマット

温度データは [ローカル温度レジスタ] と [リモート温度レジスタ] からしか読み出せません。

このうちすべてのリモート温度データは 11 ビットで表され、LSB (最下位ビット) が 0.125 に相当する 2 の補数です。データは 2 つの 8 ビット・レジスタに分けられており、16 ビット・ワードに対して左詰めとなっています。未使用ビットは常にゼロを返します。

11-bit, 2's complement (10-bit plus sign)

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+125°C	0111 1101 0000 0000	7D00h
+25°C	0001 1001 0000 0000	1900h
+1°C	0000 0001 0000 0000	0100h
+0.125°C	0000 0000 0010 0000	0020h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.125°C	1111 1111 1110 0000	FFE0h
-1°C	1111 1111 0000 0000	FF00h
-25°C	1110 0111 0000 0000	E700h
-55°C	1100 1001 0000 0000	C900h

11-bit, unsigned binary

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+255.875°C	1111 1111 1110 0000	FFE0h
+255°C	1111 1111 0000 0000	FF00h
+201°C	1100 1001 0000 0000	C900h
+125°C	0111 1101 0000 0000	7D00h
+25°C	0001 1001 0000 0000	1900h
+1°C	0000 0001 0000 0000	0100h
+0.125°C	0000 0000 0010 0000	0020h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h

このうちすべてのローカル温度データは 10 ビットで表され、LSB (最下位ビット) が 0.25 に相当する 2 の補数です。データは 2 つの 8 ビット・レジスタに分けられており、16 ビット・ワードに対して左詰めとなっています。未使用ビットは常にゼロを返します。+ 127.875 を超えるローカル温度読み取りは + 127.875 にクランプされず負の温度読み取り値に遷移します。

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+125°C	0111 1101 0000 0000	7D00h
+25°C	0001 1001 0000 0000	1900h
+1°C	0000 0001 0000 0000	0100h
+0.125°C	0000 0000 0010 0000	0020h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h

1.0 機能説明 (つづき)

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
-0.25°C	1111 1111 1100 0000	FFE0h
-1°C	1111 1111 0000 0000	FF00h
-25°C	1110 0111 0000 0000	E700h
-55°C	1100 1001 0000 0000	C900h

1.5 オープンドレイン出力

SMBDAT 出力はオープンレイン出力でプルアップ抵抗は内蔵されていません。一般的には、プルアップ抵抗によって何らかの外部ソースからプルアップ電流が供給されるまでこれらの端子が、High レベルになることはありません。抵抗値の選択は、多くのシステムファクタに依存しますが、一般的にはプルアップ抵抗はできるだけ大きくしてください。これにより、LM95221 の内部発熱に起因する内部温度読み出し値の誤差を最小限に抑えられます。2.1V の High レベルが得られるプルアップ抵抗の最大値は、電源電圧が 3.0V のときの LM95221 の High Level Output Current 特性に基づいて求められ、82k (5%)または88.7k (1%)となります。

1.6 ダイオード障害検出

LM95221 はリモート・ダイオードの故障検出回路を内蔵しています。D +ピンがグラウンドか D -か V_{DD} と短絡している、あるいは D +がフローティングになっていると検出された場合、リモート読み取り値は、サイン付きフォーマットを選択している場合は - 128.000 に、サインなしフォーマットを選択している場合は + 255.875 になります。また、[ステータス・レジスタ]内の対応する RD1Mビットか RD2Mビット(D1かD0)がセットされます。

1.7 LM95221 との通信

LM95221 のデータ・レジスタは [コマンド・レジスタ]によって選択します。パワーオン・デフォルトでは [コマンド・レジスタ]は "00" となっており、[ローカル温度レジスタ]がアドレスされています。[コマンド・レジスタ]は、次に設定するまで最後に設定された値を保持します。LM95221 の各データ・レジスタには、4 種類のアクセス区分があります。

1. 読み出しのみ
2. 書き込みのみ
3. 同一アドレスに対する読み出しと書き込み
4. 異なるアドレスに対する読み出しと書き込み

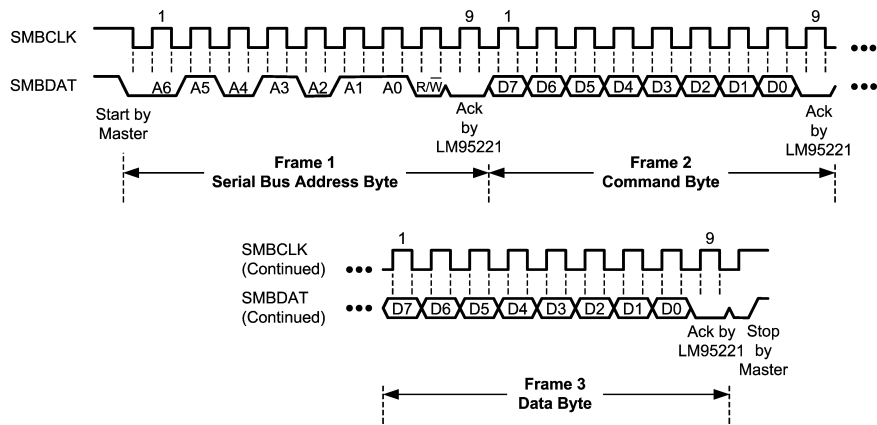
LM95221 への**書き込み**は、常にアドレス・バイトとコマンド・バイトが必要です。各レジスタへの書き込みには、1 データ・バイト (8 ビット幅) が必要です。

LM95221 の**読み出し**は次の 2 つの方法のうちどちらかによって行われます。

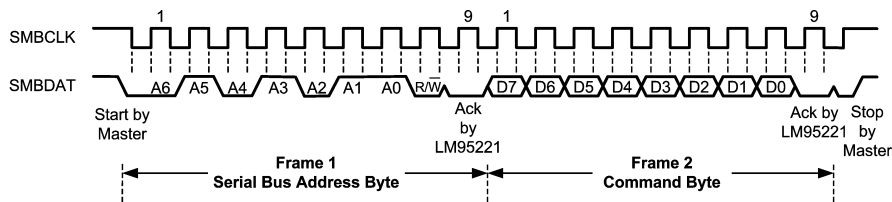
1. [コマンド・レジスタ]にラッチされているアドレスのレジスタに対する読み出しは、SMBus の LM95221 アドレス・バイトとこれに続くデータ・バイトで構成されます (LM95221 で最も頻繁にアクセスされるレジスタは [ローカル/リモート温度レジスタ]であり、ほとんどの場合、[コマンド・レジスタ]はこれらレジスタのアドレスを示していると考えられます)。
2. [コマンド・レジスタ]に新たにアドレスを設定する場合は、アドレス・バイトとコマンド・バイトによりアドレスを書き込み、続いてマスタが再びスタートとアドレス・バイトを送出して所望のレジスタの読み出しを行います。

SMBus におけるシリアル・データの送出順は MSB が最初です。読み出し終了時には、LM95221 はマスタからの ACK もしくは NACK の両方に対応します (NACK は一般的に、マスタが最後のバイトを読み出したことをスレーブに示すために使われます)。LM95221 は内蔵ダイオードと 2 個のリモート・ダイオードの温度読み取りに 66ms を必要とします。レジスタに格納されている 11 ビットすべてを読み出す際、マスタは必ず同一の温度変換結果から値を得なければなりません。このような条件に対してレジスタの上位バイト側を先に読み出せば問題ありません。上位バイトを読み出すと下位バイトはロックされます。下位バイトの読み出し後にロックは解除されます。仮に上位バイトを連続して読み出すと、上位バイトを読み出すごとに対応する下位バイトはロックされ、ロックされていたひとつ前の下位バイト値を上書きします。

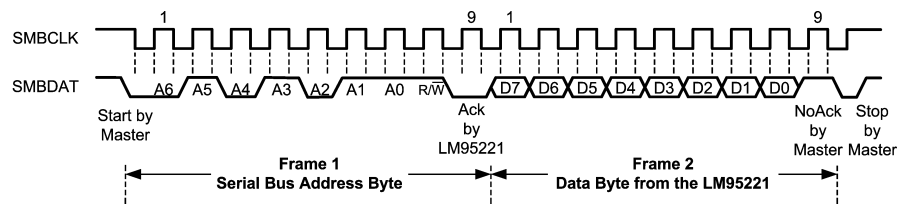
1.0 機能説明 (つづき)



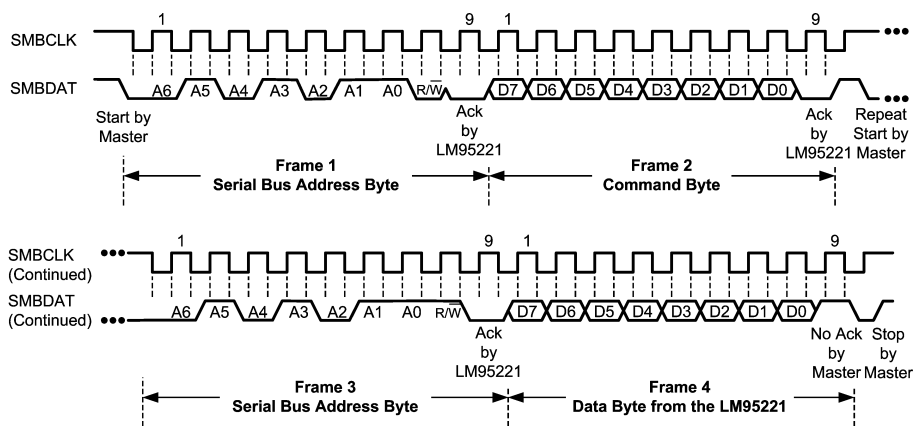
(a) Serial Bus Write to the internal Command Register followed by the Data Byte



(b) Serial Bus Write to the Internal Command Register



(c) Serial Bus Read from a Register with the Internal Command Register preset to desired value.



(d) Serial Bus Write followed by a Repeat Start and Immediate Read

FIGURE 3. SMBus Timing Diagrams

1.0 機能説明 (つづき)

1.8 シリアル・インタフェースのリセット

LM95221がSMBDATラインにデータを送出しているときにSMBus マスタがリセットされた場合、コミュニケーション・プロトコルにおける既知の状態に LM95221 を遷移させなければなりません。これには2つの方法があります。

1. SMBDAT が Low のとき、SMBCLK のどちらかが 35ms(t_{TIMEOUT}) 以上 Low が続くと、LM95221 の SMBus ステート・マシンは SMBus をアイドル・ステートにリセットします。SMBus 仕様 2.0 では、SMBCLK もしくは SMBDAT ラインが 25 ~ 35ms Low になった場合、すべてのデバイスはタイムアウトすると規定されています。そのため、バス上のすべてのデバイスを確実にタイムアウトさせるために、SMBCLK か SMBDAT ラインを短くとも 35ms は Low に保持しなければなりません。

2. SMBDAT が High のとき、マスタは SMBus スタートを開始します。LM95221 はコミュニケーションの任意のタイミングで、SMBus スタートに適切に応答します。スタート後、LM95221 は SMBus アドレス・バイトを待ち受けます。

1.9 ワンショット変換

[ワンショット・レジスタ]は、デバイスがスタンバイ・モードのとき単一の変換サイクルを起動するために用いられ、その後デバイスはスタンバイ・モードに戻ります。[ワンショット・レジスタ]はデータ・レジスタではなく、ワンショット変換をトリガする書き込み動作レジスタです。したがって本アドレスに書き込まれたデータは無視されます。また本レジスタを読み出すと、常にゼロが返されます。

2.0 LM95221 レジスタ

読み出したり書き込みが行われるレジスタを選択します。このレジスタのデータは、SMBus 書き込み通信のコマンド・バイト期間に送信します。

P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0
Command							

P0-P7: コマンド

Register Summary

Name	Command (Hex)	Power-On Default Value (Hex)	Read/Write	# of used bits	Comments
Status Register	02h	-	RO	3	2 status bits and 1 busy bit
Configuration Register	03h	00h	R/W	4	Includes conversion rate control
1-shot	0Fh	-	WO	-	Activates one conversion for all 3 channels if the chip is in standby mode (i.e. RUN/STOP bit = 1). Data transmitted by the host is ignored by the LM95221.
Local Temperature MSB	10h	-	RO	8	
Remote Temperature 1 MSB	11h	-	RO	8	
Remote Temperature 2 MSB	12h	-	RO	8	
Local Temperature LSB	20h	-	RO	2	All unused bits will report zero
Remote Temperature 1 LSB	21h	-	RO	3	All unused bits will report zero
Remote Temperature 2 LSB	22h	-	RO	3	All unused bits will report zero
Manufacturer ID	FEh	01h	RO		
Revision ID	FFh	61h	RO		

2.0 LM95221 レジスタ (つづき)

2.1 ステータス・レジスタ

(読み出し専用アドレス 02h):

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Busy	Reserved					RD2M	RD1M
	0	0	0	0	0		

ビット	名称	説明
7	Busy	1 のとき、デバイスは変換処理を行っています。
6-2	予約済み	読み出し時にゼロが返されます。
1	リモート・ダイオード 2 なし (RD2M)	リモート・ダイオード 2 がありません (すなわち、D2 + が V_{DD} がグラウンドか D2 - と短絡しているか、D2 + がフローティングになっている)。温度を読み出すと FFE0h が返され、サインなしフォーマットを選択している場合は 255.875 に、サイン付きフォーマットを選択している場合は - 128.000 に、それぞれ相当します。
0	リモート・ダイオード 1 なし (RD1M)	リモート・ダイオード 1 がありません (すなわち、D1 + が V_{DD} がグラウンドか D1 - と短絡しているか、D1 + がフローティングになっている)。温度を読み出すと FFE0h が返され、サインなしフォーマットを選択している場合は 255.875 に、サイン付きフォーマットを選択している場合は - 128.000 に、それぞれ相当します。

2.2 構成レジスタ

(読み出しアドレス 03h/ 書き込みアドレス 03h):

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	RUN/STOP	CR1	CR0	0	R2DF	R1DF	0

ビット	名称	説明
7	予約済み	読み出し時にゼロが返されます。
6	RUN/STOP	このビットを 1 にすると変換がディスエーブルされデバイスはスタンバイ・モードに移行します。[ワンショット・レジスタ] への書き込み動作によって変換が実行されません。
5-4	変換レート (CR1:CR0)	00: 変換モード、66ms、15Hz(typ) 01: 200ms、5Hz おきに変換 (typ) 10: 1 秒、1Hz おきに変換 (typ) 11: 3 秒、 $\frac{1}{3}$ Hz おきに変換 備考: 通常、2 つのリモート・ダイオードの変換にそれぞれ 26ms を、ローカル温度の変換に 14ms を要します。
3	予約済み	読み出し時にゼロが返されます。
2	リモート 2 データ・フォーマット (R2DF)	0: サインなし温度フォーマット (0 から + 255.875) 1: サイン付き温度フォーマット (- 128 から + 127.875)
1	リモート 1 データ・フォーマット (R1DF)	0: サインなし温度フォーマット (0 から + 255.875) 1: サイン付き温度フォーマット (- 128 から + 127.875)
0	予約済み	読み出し時にゼロが返されます。

パワーオン・デフォルトは全ビット "0" です。

2.0 LM95221 レジスタ (つづき)

2.3 ローカル温度とリモート温度の上位および下位レジスタ群

ローカル温度上位バイト

(読み出し専用アドレス 10h): 9 ビット+ サイン・フォーマット:

BIT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	SIGN	64	32	16	8	4	2	1

温度データ: LSB = 1

ローカル温度下位バイト

(読み出し専用アドレス 20h): 9 ビット+ サイン・フォーマット:

BIT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	0.5	0.25	0	0	0	0	0	0

温度データ: LSB = 0.25

リモート温度上位バイト

(読み出し専用アドレス 11h、12h): 10 ビット+ サイン・フォーマット:

BIT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	SIGN	64	32	16	8	4	2	1

温度データ: LSB = 1

(読み出し専用アドレス 11h、12h): 11 ビットサインなし・フォーマット:

BIT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	128	64	32	16	8	4	2	1

温度データ: LSB = 1

リモート温度下位バイト

(読み出し専用アドレス 21、22h): 10 ビット+ サインまたは 11 ビットサインなしのバイナリ・フォーマット:

BIT	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Value	0.5	0.25	0.125	0	0	0	0	0

温度データ: LSB = 0.125

レジスタの上位バイトと下位バイトの両方を読み出す必要がある場合は、データの同期化を目的として、上位バイト・レジスタを先に読み出してください。上位バイトの読み出しによって下位バイトはロックされます。下位バイトを読み出すとロックは解除されます。仮に上位バイトを連続して読み出すと、上位バイトを読み出すごとに対応する下位バイトはロックされ、ロックされていたひとつ前の下位バイト値を上書きします。

2.4 製造メーカー ID レジスタ

(読み出しアドレス FEh) デフォルト値は 01h です。

2.5 ダイ・レビジョン・コード・レジスタ

(読み出しアドレス FFh) 値を測定します。本レジスタはダイのレビジョン (ステッピング) が上がるごとに、ナショナル セミコンダクター社によって 1 が加算されます。

3.0 アプリケーション・ヒント

LM95221 は、他の IC 温度センサと同様な方法で容易に応用でき、そのリモート・ダイオード検出機能によって、新しい方法でも使用可能になっています。LM95221 はプリント回路基板にハンダ付けでき、ダイと端子の間が最良の熱伝導率の経路なので、LM95221 の温度は、その端子にハンダ付けされているプリント回路基板のランドやトレースの温度を効率よく反映します。ただし、これは、周囲空気温度がプリント回路基板の表面温度とほとんど同じである前提で成立します。周囲空気温度が基板の表面温度よりずっと高かったり、低かった場合は、LM95221 のダイの実際の温度は基板表面温度と周囲空気温度の間の温度になります。主要な熱伝導経路はやはりリードを介してであり、したがって、回路基板の温度の方が、周囲空気温度より先はるかに大きくダイ温度に寄与します。

LM95221 で外界の温度を測定するには、リモート・ダイオードを使用します。測定対象 IC 内部のダイオード接続を利用すると、LM95221 の温度とは独立して対象となる IC の温度を測定できます。LM95221 は、非理想因子 1.008 と直列抵抗 2.7 を持つリモート・サーマル・ダイオードを使った温度測定に最適化されています。90nm プロセスの Intel Pentium 4 プロセッサのサーマル・ダイオードの非理想因子の代表値は 1.011 で、直列抵抗の代表値は 3.33 です。そのため、この Intel Pentium 4 プロセッサに内蔵されているサーマル・ダイオードを LM95221 を使って測定すると、代表値で +1.5 のオフセット誤差が生じます。ディスクリット・ダイオードを使用しても、外部の対象物または周囲空気の温度を検出できます。ディスクリット・ダイオードの温度は、リードの温度に影響を受け、多くの場合はその温度に支配されることを忘れないでください。

ほとんどのシリコン・ダイオードが、LM95221 でそれ自体の温度を測定する用途には適していません。コレクタをベースに接続した 2N3904 トランジスタのベースとエミッタに D +、D - を接続して使用することを推奨します。

ダイオード接続の 2N3904 を LM95221 に組み合わせて測定すると、- 3.25 のオフセットが観測されます。補正は読み取り値に単純に加算するだけです。

$$T_{2N3904} = T_{LM95221} + 3.25$$

3.1 ダイオードの理想因子

3.1.1 精度に対するダイオード理想因子の影響

トランジスタをダイオード接続した場合、 V_{BE} 、 T および I_F の間には次の関係があります。

$$I_F = I_S \left[e^{\frac{V_{BE}}{\eta V_t}} - 1 \right]$$

ここで、

$$V_t = \frac{kT}{q}$$

- q = 電子の電荷量で 1.6×10^{-19} C (クローン)
- T = 単位を K とする絶対温度
- k = 1.38×10^{-23} joules/K (ボルツマン定数)
- η = ダイオードの製造プロセスに依存する理想因子
- I_S = 飽和電流でプロセスに依存
- I_F = ベース・エミッタ接合を流れる順方向電流
- V_{BE} = ベース・エミッタ間の電圧降下

動作領域では、右の (- 1) 項は無視できるため省略可能で、それにより次式が導かれます。

$$I_F = I_S \left[e^{\frac{V_{BE}}{\eta V_t}} \right]$$

上式で、 I_S は対象となるダイオードの製造で用いられたプロセスに依存します。2つの電流 I_F と I_S の比 (N) を充分制御し、結果として生じる電圧差分を測定して、 I_S 項を省略できます。順方向電圧の差について解くと次の関係が得られます。

$$V_{BE} = \eta \frac{kT}{q} \ln(N)$$

LM95221 で観測される電圧には、直列抵抗で発生する $I_F R_S$ 電圧降下も含まれています。順方向電圧の差で式を解くと、理想因子 η は算出できない唯一のパラメータで、測定に使用するダイオードに依存します。 V_{BE} は T の両方に比例するので、 η の変動は温度の変動と区別できません。理想因子は、温度センサでは制御できないため、センサの誤差に直接加算されます。Intel は、Intel Pentium 4 プロセッサとモバイル Pentium 4 プロセッサ -M で、チップ間ばらつきを $\pm 0.1\%$ と規定しています。例として、温度センサの 25 の室温における精度仕様が ± 1 で、使用するダイオード製造工程の理想因子のばらつきが $\pm 1\%$ だとします。結果の室温における温度センサの精度は次のようになります。

$$T_{ACC} = \pm 1^\circ\text{C} + (\pm 0.1\% \text{ of } 298^\circ\text{K}) = \pm 1.4^\circ\text{C}$$

各温度センサを、組み合わせるリモート・ダイオードの特性に合わせて較正すれば、 η に起因する温度測定上の誤差を排除できます。

Processor Family	η , non-ideality			Series R
	min	typ	max	
Pentium II	1	1.0065	1.0173	
Pentium III CPUID 67h	1	1.0065	1.0125	
Pentium III CPUID 68h/PGA370Socket/Celeron	1.0057	1.008	1.0125	
Pentium 4, 423 pin	0.9933	1.0045	1.0368	
Pentium 4, 478 pin	0.9933	1.0045	1.0368	
Pentium 4 on 0.13 micron process, 2-3.06GHz	1.0011	1.0021	1.0030	3.64 Ω
Pentium 4 on 90 nm process		1.011		3.33 Ω
Pentium M Processor (Centrino)	1.00151	1.00220	1.00289	3.06 Ω
MMBT3904		1.003		
AMD Athlon MP model 6	1.002	1.008	1.016	

3.0 アプリケーション・ヒント (つづき)

3.1.2 ダイオード理想因子の補正

温度センサで理想因子による測定誤差を補正するには、特定のプロセッサに対応させた較正が必要です。ナショナルセミコンダクター社の温度センサは、所定プロセッサの理想因子の代表値に合わせて常に較正されています。LM95221 は非理想因子 1.008 と直列抵抗 2.7 に合わせて較正されています。特定のプロセッサ・タイプに対応するように較正された温度センサを異なるプロセッサと組み合わせた場合、あるいは同じプロセッサであっても非理想因子が代表値から大きく異なるプロセッサと組み合わせた場合は誤差が生じます。

非理想因子で生じる温度誤差は、対象となる特定の温度範囲でソフトウェアを使ってオフセット較正を行えば低減可能です。

異なるプロセッサにおける [リモート温度オフセット・レジスタ] の推奨値については、hardware.monitor.team@nsc.com までご連絡ください (英文で受け付けます)。

3.2 ノイズを最小限に抑えるための PCB レイアウト

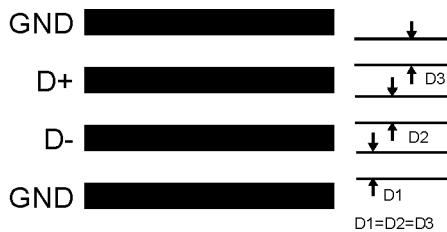


FIGURE 4. Ideal Diode Trace Layout

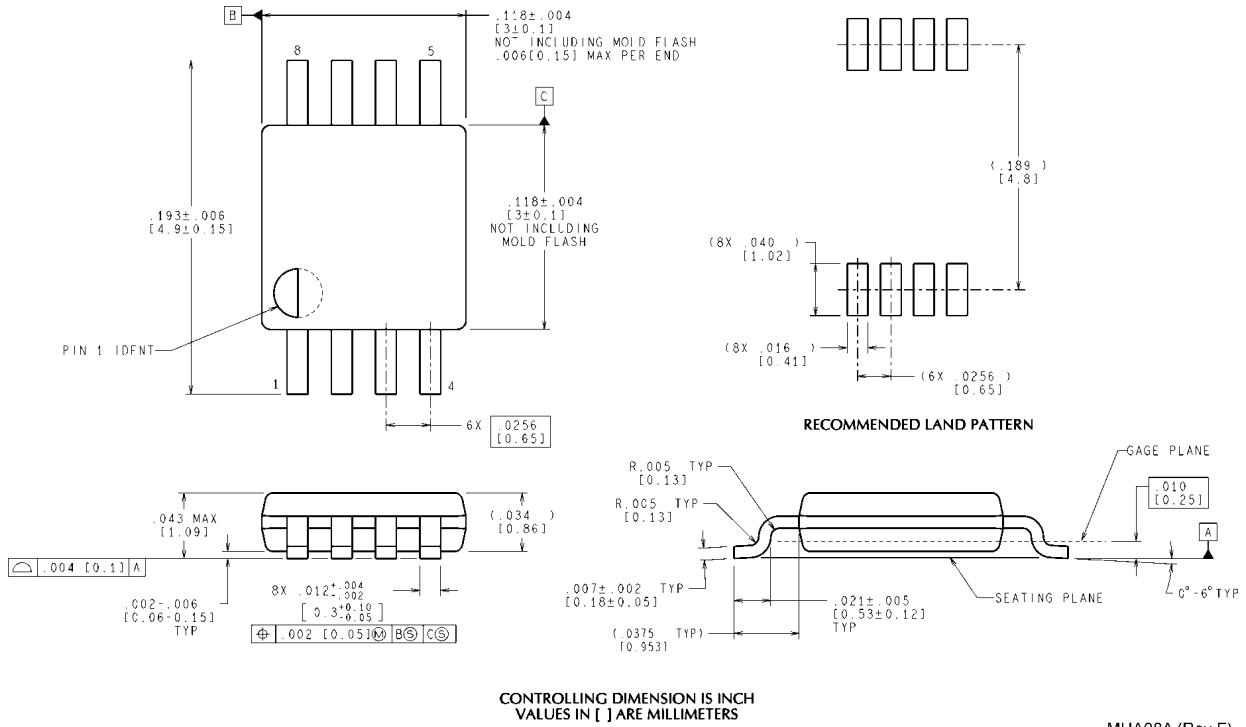
プロセッサのマザー・ボードのようにノイズの多い環境では、プリント基板のレイアウトに対する配慮が極めて重要です。リモート温度ダイオード・センサと LM95221 の間をつないでいるトレースに誘導されるノイズが、温度変換誤差の原因になる場合があります。LM95221 が測定する電圧は、 μV レベルであることに留意してください。レイアウトについては、以下のガイドラインに従ってください。

- 0.1 μF コンデンサと 100pF コンデンサを並列に接続し V_{DD} のバイパスを行ってください。100pF コンデンサは電源ピンにできるだけ近くに配置します。LM95221 の近くに 10 μF 前後のバルク・コンデンサが必要です。
- ダイオードの高周波ノイズをフィルタする目的で 2.2nF バイパス・コンデンサが必要です。2.2nF コンデンサは LM95221 の D+ と D1 ピンにできるだけ近くに配置してください。2.2nF のコンデンサまでの両トレースを必ず一致させるようにします。

- 理想的には、LM95221 はプロセッサ・ダイオードの両端子から 10cm 以内に配置し、両者間の両トレースを可能な限り直線にし、かつ同じにします。1 の配線抵抗で 1 の誤差が生じます。この誤差はソフトウェアの単純なオフセット計算で補正可能です。
- ダイオード用トレースを上下いずれかの面で、可能であれば上下両面で GND のガード・リングで囲みます。この GND ガードは D+ラインと D-ラインの間にはあてはまりません。ノイズがダイオード・ラインに重畳する場合、コモンモードでの結合が望まれます。すなわち、D+ラインと D-ラインを同一に設計します。
- ダイオード用トレースは、電源スイッチング用やフィルタ用のインダクタに近接させて配線しないようにします。
- ダイオード用トレースは、高速デジタル・ラインやバス・ラインと近接させたり、並行に配線しないようにします。ダイオード・トレースは、高速デジタル・トレースとは最低 2cm は離しておかなければなりません。
- 高速デジタル・トレースと交差させる必要がある場合は、ダイオード用トレースと高速デジタル・トレースとは 90 の角度で交差させるようにしてください。
- LM95221 の GND 端子の理想的な接続配置は、測定ダイオードにつながるプロセッサの GND に可能なかぎり近接させることです。
- D+ と GND、D+ と D- 間のリーク電流を最小に抑えるようにします。13nA のリーク電流があると、ダイオードの温度読み取りに 0.2 の誤差を生じます。プリント基板を清潔な状態に保つと、リーク電流を抑えられます。

デジタル信号へのクロストーク・ノイズが 400mV_{p-p} (ヒステリシス電圧の TYP 値) より大きい場合や GND に対して 500mV 未満のアンダーシュートがあると、LM95221 の SMBus の伝送は正常に行われない可能性があります。SMBus から ack (認識) 応答が返されないのが最も一般的な現象であり、その結果、バス上に不要な区間 (LOW 状態に保持された期間) が発生します。SMBus の最高通信周波数は比較的低い (最高 100kHz) ですが、それでも SMBus は、それにつらなる多数のデバイスや長いプリント回路基板のトレースによりシステム内で適切な終端を保証するように注意が必要です。LM95221 の SMBCLK 入力には、3dB のコーナー周波数が約 40MHz となる RC ローパス・フィルタが内蔵されています。さらに SMBDAT と SMBCLK に、ノイズおよびリンギングを抑止するためにシリーズ抵抗を挿入しても構いません。また SMBDAT および SMBCLK 配線と高速なデジタル信号を基板層間で交差させる場合は直角とし、あわせてクロストークを抑えるため、デジタル信号はスイッチング電源部 (VRM) からなるべく離して配線してください。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



8-Lead Molded Mini-Small-Outline Package (MSOP),
JEDEC Registration Number MO-187
Order Number LM95221C1MM or LM95221C1MMX
NS Package Number MUA08A

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター 社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター 社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター 社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター 社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター 社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター 社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター 社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター 社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター 社の製品の販売が使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター 社の製品は、ナショナル セミコンダクター 社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持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方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。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。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクター のロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2006 National Semiconductor Corporation
 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/

本資料に掲載されているすべての回路の使用に起因する第三者の特許権その他の権利侵害に関して、弊社ではその責を負いません。また掲載内容は予告無く変更されることがありますのでご了承ください。

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をご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間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いません。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。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いません。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いません。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。

Copyright © 2011, 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。）

- 直射日光が当たる状態で保管・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