

LM63

*LM63 +/-1C/+/-3C Accurate Remote Diode Digital Temperature Sensor
with Integrated Fan Control*



Literature Number: JAJSA32

LM63

ファン制御内蔵、精度 ± 1 / ± 3 、リモート・ダイオード・デジタル温度センサ

概要

LM63 はファン制御機能を内蔵したリモート・ダイオード温度センサです。LM63 は、自分自身のダイオード温度のほか、2N3904 などのダイオード接続されたトランジスタの温度、またはコンピュータ・プロセッサやグラフィクス・プロセッサ・ユニット (GPU)、あるいは ASIC に内蔵されているサーマル・ダイオードの温度を精度高く測定します。LM63 リモート温度センサの精度は、0.13 μm インテル® Pentium® 4 プロセッサとモバイルインテル Pentium 4 プロセッサ -M のサーマル・ダイオードを持つ直列抵抗および非理想因子 1.0021 に合わせた工場出荷時のトリミング調整により維持されています。また LM63 は、他のサーマル・ダイオードを使用した場合にも対応できるように、異なる非理想因子によって生じる誤差を補正するオフセット・レジスタを内蔵しています。なお、非理想因子に関する最新の情報については hardware.monitor.team@nsc.com までお問い合わせください。

さらに LM63 はオープンドレインのパルス幅変調 (PWM) ファン制御機能を内蔵しています。ファンの回転速度は、リモート温度読み取り値、ルックアップ・テーブル、およびレジスタ設定値の組み合わせによって決まります。8 エントリのルックアップ・テーブルにファン回転数と温度の関係が非線形になるように設定することで、ファン・ノイズの静音化が図れます。

特長

ダイオード接続された 2N3904 トランジスタや、ボード上の大規模プロセッサや ASIC が内蔵するサーマル・ダイオードを高精度に測定

自分自身の温度を高精度に測定

インテル Pentium 4 プロセッサとモバイルインテル Pentium 4 プロセッサ -M に最適化した工場出荷時トリミング

PWM ファン回転数制御機能を内蔵

ファン・ノイズを静音化するプログラム可能な 8 エントリのルックアップ・テーブル

ALERT 出力がファン回転数入力のいずれかに設定できる多機能ピン

ファン回転数を測定するタコメータ入力

さまざまなサーマル・ダイオードの補正に対応するオフセット・レジスタ

10 ビット+ 符号形式のリモート・ダイオード温度データ・フォーマット、分解能 0.125

TIMEOUT 仕様をサポートした SMBus 2.0 のインタフェース

LM86 互換ピン出力

LM86 互換レジスタ・セット

8 ピン SOIC パッケージ

主な仕様

リモート・ダイオード検出精度 (量子化誤差を含む)

周囲温度	ダイオード温度	最大 I_{PWML}	バージョン	最大誤差
30 ~ 50	60 ~ 100	5 mA	LM63C	± 1.0
30 ~ 50	60 ~ 100	5 mA	LM63D	± 3.0
0 ~ 85	25 ~ 125	8 mA	All	± 3.0

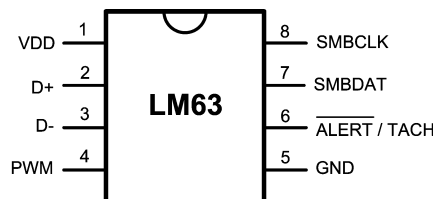
ローカル検出精度 (量子化誤差を含む)

周囲温度	最大誤差
25 ~ 125	± 3.0
電源電圧	3.0V ~ 3.6V
消費電流	1.3 mA (typ)

アプリケーション

コンピュータ・プロセッサのサーマル・マネージメント (ノート PC、デスクトップ PC、ワークステーション、サーバー)
グラフィクス・プロセッサのサーマル・マネージメント
電氣的テストシステム
プロジェクト
オフィス機器
工業用制御機器

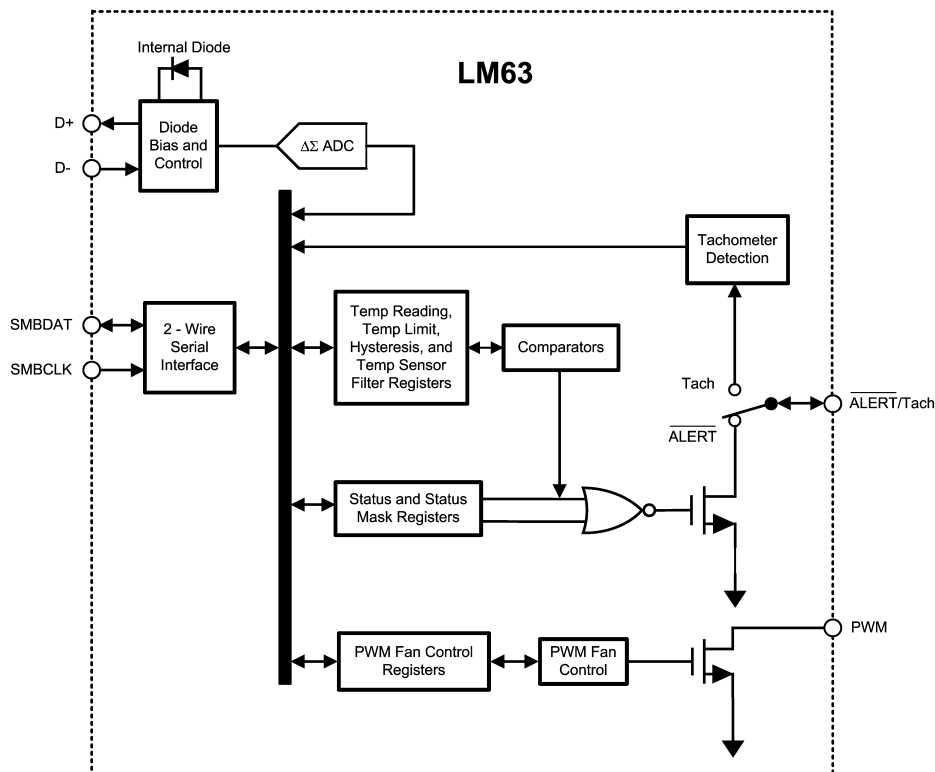
ピン配置図



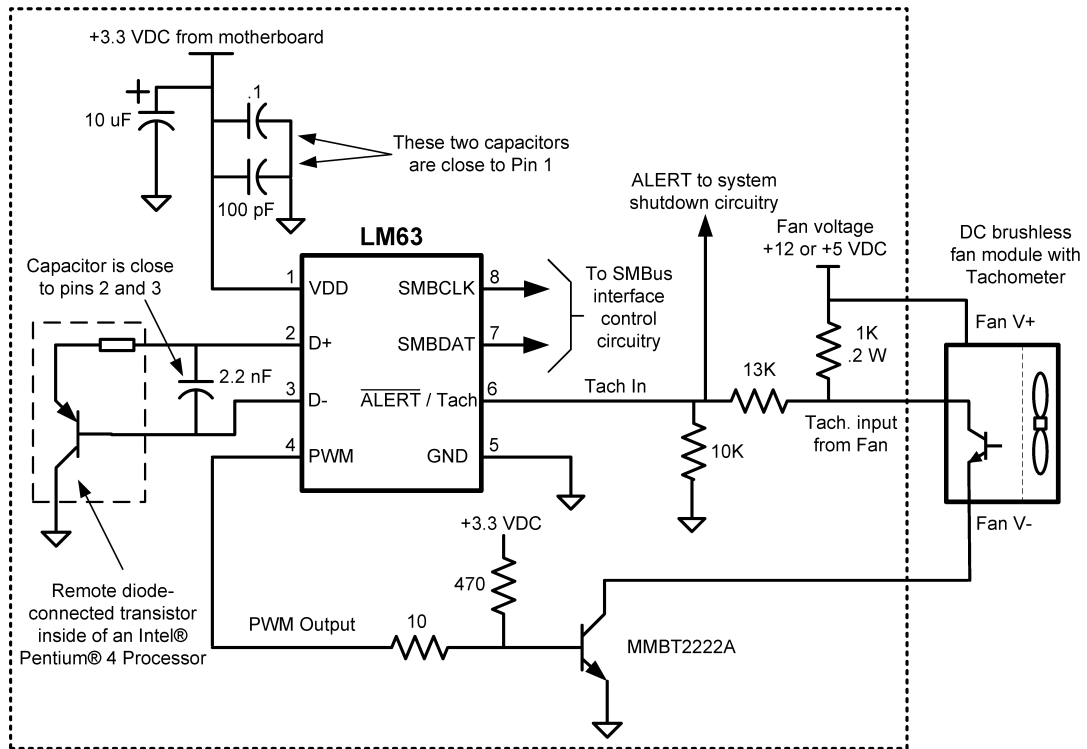
端子説明

端子 #	端子名	入力 / 出力	機能と接続
1	V _{DD}	電源入力	低ノイズの + 3.3V ± 0.3V の DC 電源を接続します。0.1 μF のセラミック・コンデンサと 100pF のセラミック・コンデンサを並列に用いてグラウンドにバイパスしてください。また、LM63 の V _{DD} ピンの近くに 10 μF のバルク・コンデンサが必要です。
2	D+	アナログ入力	リモート・ダイオードのアノード (正側) を接続します。2 ピンと 3 ピンの間には 2.2 nF のセラミック・コンデンサをかならず接続してください。
3	D-	アナログ入力	リモート・ダイオードのカソード (負極) を接続します。2 ピンと 3 ピンの間には 2.2 nF のセラミック・コンデンサをかならず接続してください。
4	PWM	オープンドレイン・デジタル出力	オープンドレイン・デジタル出力 ファン駆動回路に接続します。このピンのパワーオン・デフォルトは Low (グラウンド・レベル) です。
5	GND	グラウンド	アナログとデジタルのグラウンド・リターンです。
6	$\overline{\text{ALERT}}/\text{TACH}$	デジタル I/O	このピンは LM63 のレジスタ設定により、オープンドレインの $\overline{\text{ALERT}}$ 出力か、ファン回転数を測定するタコメータ入力の一つとして機能します。このピンのパワーオン・デフォルトは ALERT 機能です。
7	SMBDAT	デジタル入力 / オープンドレイン出力	双方向の SMBus データ・ラインです。
8	SMBCLK	デジタル入力	デジタル入力です。SMBus クロック入力です。

ブロック図



代表的なアプリケーション



製品情報

Part Description	Top Mark	Order Number	Transport Media
LM63C ($\pm 1^\circ\text{C}$) 8-pin SOIC	LM63CIMA	LM63CIMAX	2500 Units in Tape and Reel
LM63C ($\pm 1^\circ\text{C}$) 8-pin SOIC	LM63CIMA	LM63CIMA	95 Units in Rail
LM63D ($\pm 3^\circ\text{C}$) 8-pin SOIC	LM63DIMA	LM63DIMAX	2500 Units in Tape and Reel
LM63D ($\pm 3^\circ\text{C}$) 8-pin SOIC	LM63DIMA	LM63DIMA	95 Units in Rail
LM63 Evaluation Board With Software and User's Guide	N/A	LM63EVAL	Packaged

絶対最大定格 (Note 1、2)

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。

電源電圧範囲 (V_{DD})	- 0.3V ~ 6.0V
SMBDAT、SMBCLK、 ALERT/Tach、PWM ピンの電圧	- 0.5V ~ 6.0V
他のピンの電圧	- 0.3 V ~ ($V_{DD} + 0.3V$)
入力電流、D - ピン	± 1 mA
上記以外の各端子の入力電流 (Note 3)	5 mA
パッケージの入力電流 (Note 3)	30 mA
パッケージの消費電力 (Note 5)	
SMBDAT、ALERT、PWM ピン の出力シンク電流	10 mA
保存温度範囲	- 65 ~ + 150

ESD 耐性 (Note 4)

人体モデル	2000 V
マシン・モデル	200 V
ハンダ付け条件、リード温度	
SOIC-8 パッケージ (Note 6)	
ペーパ・フェーズ (60 秒)	215
赤外線 (15 秒)	220

動作定格 (Note 1、2)

定格温度範囲	T_{MIN}	T_A	T_{MAX}
LM63CIM、LM63DIM	0	T_A	+85
リモート・ダイオード温度範囲	0	T_A	+125
電源電圧範囲 (V_{DD})	+ 3.0V ~ + 3.6V		

DC 電気的特性

温度デジタル変換機能の特性 以下の仕様は、特記のない限り、 $V_{DD} = 3.0V_{DC} \sim 3.6V_{DC}$ およびアナログのソース・インピーダンス $R_S = 50$ の条件に適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ にわたって適用され、その他のすべてのリミット値は $T_A = 25$ に対して適用されます。

Parameter	Conditions		Version	Typical (Note 7)	Limits (Note 8)	Units (Limits)
Temperature Error Using the Remote Thermal Diode of an Intel Pentium 4 or Mobile Pentium 4 Processor-M with typical non-ideality of 1.0021. For other processors e-mail hardware.monitor.team@nsc.com to obtain the latest data.	$T_A = +30$ to $+50^\circ\text{C}$ $I_{PWML} \leq 5$ mA	$T_D = +60$ to $+100^\circ\text{C}$ $T_D =$ Remote Diode Junction Temperature	LM63C		± 1	$^\circ\text{C}$ (max)
			LM63D		± 3	$^\circ\text{C}$ (max)
	$T_A = +0$ to $+85^\circ\text{C}$ $I_{PWML} \leq 8$ mA	$T_D = +25$ to $+125^\circ\text{C}$	All		± 3	$^\circ\text{C}$ (max)
Temperature Error Using the Local Diode	$T_A = +25$ to $+125^\circ\text{C}$ (Note 10)		All	± 1	± 3	$^\circ\text{C}$ (max)
Remote Diode Resolution			All	11		Bits
				0.125		$^\circ\text{C}$
Local Diode Resolution			All	8		Bits
				1		$^\circ\text{C}$
Conversion Time, All Temperatures	Fastest Setting		All	31.25	34.4	ms (max)
D- Source Voltage			All	0.7		V
Diode Source Current	$(V_{D+} - V_{D-}) = +0.65$ V; High Current		All	160	315	μA (max)
					110	μA (min)
	Low Current	All	13	20	μA (max)	
					7	μA (min)

動作時の電気的特性

Parameter	Conditions		Typ (Note 7)	Limits (Note 8)	Units	
ALERT and PWM Output Saturation Voltage	ALERT				V (max)	
	I_{OUT}	4 mA				5 mA
	I_{OUT}	6 mA				
Power-On-Reset Threshold Voltage				2.4	V (max)	
				1.8	V (min)	
Supply Current (Note 9)	SMBus Inactive, 16 Hz Conversion Rate		1.1	2.0	mA (max)	
	STANDBY Mode		300		μA	

AC 電気的特性

以下の仕様は、特記のない限り、 $V_{DD} = 3.0V_{DC} \sim 3.6V_{DC}$ およびアナログのソース・インピーダンス $R_S = 50$ の条件に適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ にわたって適用され、その他のすべてのリミット値は $T_A = 25$ に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 7)	Limits (Note 8)	Units (Limit)
TACHOMETER ACCURACY					
	Fan Control Accuracy			± 10	% (max)
	Fan Full-Scale Count			65535	(max)
	Fan Counter Clock Frequency		90		kHz
	Fan Count Update Frequency		1.0		Hz
FAN PWM OUTPUT					
	Frequency Accuracy			± 10	% (max)

デジタル電気的特性

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 7)	Limits (Note 8)	Units (Limit)
V_{IH}	Logical High Input Voltage			2.1	V (min)
V_{IL}	Logical Low Input Voltage			0.8	V (max)
I_{IH}	Logical High Input Current	$V_{IN} = V_{DD}$	0.005	+10	μA (max)
I_{IL}	Logical Low Input Current	$V_{IN} = GND$	-0.005	-10	μA (max)
C_{IN}	Digital Input Capacitance		20		pF

SMBus ロジック電気的特性

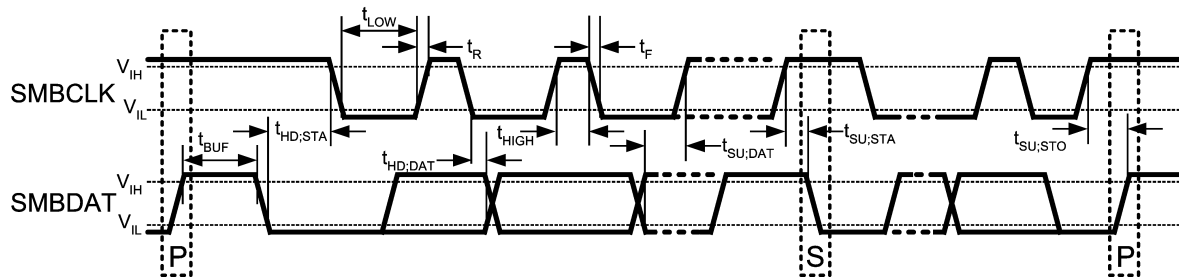
以下の仕様は、特記のない限り、 $V_{DD} = 3.0V_{DC} \sim 3.6V_{DC}$ およびアナログのソース・インピーダンス $R_S = 50$ の条件に適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_{MIN} \sim T_{MAX}$ にわたって適用され、その他のすべてのリミット値は $T_A = 25$ に対して適用されます。

Symbol	Parameter	Conditions	Typical (Note 7)	Limits (Note 8)	Units (Limit)
SMBDAT OPEN-DRAIN OUTPUT					
V_{OL}	Logic Low Level Output Voltage	$I_{OL} = 4$ mA		0.4	V (max)
I_{OH}	High Level Output Current	$V_{OUT} = V_{DD}$	0.03	10	μA (max)
SMBDAT, SMBCLK INPUTS					
V_{IH}	Logical High Input Voltage			2.1	V (min)
V_{IL}	Logical Low Input Voltage			0.8	V (max)
V_{HYST}	Logic Input Hysteresis Voltage		320		mV

SMBus デジタル・スイッチング特性

以下の仕様は特記のない限り、 $V_{DD} = 3.0V_{DC} \sim 3.6V_{DC}$ 、出力ラインの C_L (負荷容量) = 80pF に適用されます。太文字表記のリミット値は $T_A = T_J$ 、 T_{MIN} 、 T_A 、 T_{MAX} の条件に適用され、その他のすべてのリミット値は特記のない限り $T_A = T_J = +25$ の条件に適用されます。LM63 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、LM63 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	Limits (Note 8)	Units (Limit)
f_{SMB}	SMBus Clock Frequency		10 100	kHz (min) kHz (max)
t_{LOW}	SMBus Clock Low Time	From $V_{IN(0) max}$ to $V_{IN(0) max}$	4.7	μ s (min)
t_{HIGH}	SMBus Clock High Time	From $V_{IN(1) min}$ to $V_{IN(1) min}$	4.0 50	μ s (min) μ s (max)
t_R	SMBus Rise Time	(Note 11)	1	μ s (max)
t_F	SMBus Fall Time	(Note 12)	0.3	μ s (max)
t_{OF}	Output Fall Time	$C_L = 400$ pF, $I_O = 3$ mA	250	ns (max)
$t_{TIMEOUT}$	SMBData and SMBCLK Time Low for Reset of Serial Interface See (Note 13)		25 35	ms (min) ms (max)
$t_{SU:DAT}$	Data In Setup Time to SMBCLK High		250	ns (min)
$t_{HD:DAT}$	Data Out Hold Time after SMBCLK Low		300 930	ns (min) ns (max)
$t_{HD:STA}$	Hold Time after (Repeated) Start Condition. After this period the first clock is generated.		4.0	μ s (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		4.7	μ s (min)
t_{BUF}	SMBus Free Time between Stop and Start Conditions		4.7	μ s (min)



SMBus Timing Diagram for SMBCLK and SMBDAT Signals

SMBus デジタル・スイッチング特性 (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: 特記のない限り、すべての電圧は GND を基準にして測定されています。

Note 3: 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 $V_{IN} > V+$)、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。LM63 の各ピンが持つ寄生成分が ESD 保護回路またはその両方を以下に示します。D3 の公称ブレークダウン電圧は 6.5V です。D+ ピンと D- ピン間に存在する寄生ダイオード D1 に順方向バイアスを与えないように注意が必要です。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。表中の「×」は回路内に存在することを表します。

Pin Name	PIN #	D1	D2	D3	D4	D5	D6	R1	SNP	ESD CLAMP
V_{DD}	1			X						X
D+	2	X	X			X	X	X		X
D-	3	X	X		X	X	X			X
PWM	4		X				X	X	X	
ALERT/Tach	6		X				X	X	X	
SMBDAT	7		X				X	X	X	
SMBCLK	8		X						X	

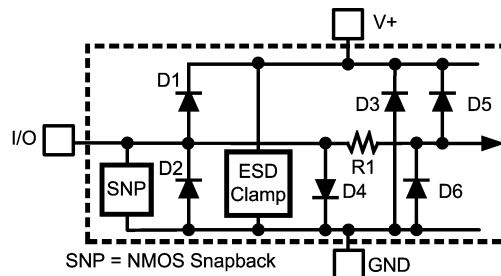


FIGURE 1. ESD Protection Input Structure

Note 4: 人体モデルの場合、100pF 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。ESD 保護回路の入力回路構成は Figure 1 を参照してください。

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 168 $^{\circ}\text{C}/\text{W}$ になります。

Note 6: 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、“www.national.com/packaging/” を参照してください。

Note 7: 代表値 (Typical) は、 $V_A = 25$ で得られる最も標準的な数値です。代表値は、厳密な設計計算を目的としてではなく、一般参照値として使用します。

Note 8: 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 9: SMBus トランザクションで電源電流が大幅に増加することはありません。

Note 10: 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 11: 出力の立ち上がり時間は ($V_{IL\ max} - 0.15V$) から ($V_{IH\ min} + 0.15V$) までを測定しています。

Note 12: 出力の立ち下がり時間は ($V_{IH\ min} + 0.15V$) から ($V_{IL\ max} - 0.15V$) までを測定しています。

Note 13: SMBData または SMBCLK ラインを $t_{TIMEOUT}$ 時間以上 LOW に保持すると、LM63 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。

1.0 機能説明

ファン制御機能を内蔵したリモート・ダイオード温度センサ LM63 は、ローカル・ダイオードまたはリモート・ダイオードを使った V_{BE} 温度センサと、符号付き 10 ビット (デルタ・シグマ型) A/D コンバータを統合したデバイスです。プルアップ抵抗を内蔵したパルス幅変調 (PWM) オープンドレイン出力がファン変調用のスイッチング・トランジスタを駆動します。ALERT/Tach をタコ・モードに設定すると、LM63 はファンのタコメータ出力のパルスからファン回転数を検出します。ALERT/Tach を ALERT モードに設定すると、測定温度が設定したリミット値を逸脱した場合に、ALERT 機能がイネーブルであれば ALERT オープンドレイン出力が Low になります。詳細は以下の各項を参照してください。

LM63 の 2 線式インタフェースは SMBus 2.0 仕様と互換性があります。SMBus の詳細は www.smbus.org をアクセスしてください。

LM63 内部のデジタル・コンパレータが測定したローカル温度 (LT) とユーザー設定可能な [ローカル HIGH 設定ポイント・レジスタ] とを比較します。また、測定したリモート温度 (RT) を、ユーザー設定可能な [リモート HIGH 設定ポイント・レジスタ] (RHS)、[リモート LOW 設定ポイント・レジスタ] (RLS)、および [リモート T_CRIT 設定ポイント・レジスタ] (RCS) とそれぞれデジタル的に比較します。測定温度の方がいずれかの HIGH 設定ポイントまたは T_CRIT 設定ポイントより高い場合、または LOW 設定ポイントより低い場合に、ALERT 出力がアサートされます。ALERT 出力は [ALERT マスク・レジスタ] によって生成をマスクすることができます。

温度ヒステリシスは [リモート・ダイオード T_CRIT ヒステリシス・レジスタ] (TH) で設定します。

1.0 機能説明 (つづき)

[構成レジスタ]内のスタンバイ・ビットをセットするとLM63はスタンバイ・モードに移行します。スタンバイ・モードでは連続変換は行われません。[構成レジスタ]内にあるスタンバイ中のPWMディスエーブル・ビットは、ファンPWM信号をスタンバイ・モード中にも連続的に出力させるかどうかを設定します。

[ローカル温度レジスタ]と[ローカルHIGH/LOW設定ポイント・レジスタ]のデータ・フォーマットは8ビット幅です。一方、[リモート温度レジスタ]と[リモートHIGH/LOW設定ポイント・レジスタ]のデータ・フォーマットは11ビット幅で、16ビット・レジスタに左詰め(上位詰め)されています。[リモート温度レジスタ]と[リモートHIGH/LOW設定ポイント・レジスタ]の各レジスタは、HIGHバイトとLOWバイトの2つの8ビット・レジスタで構成されています。サマル・ダイオードの非理想因子が0.13 μm のIntel Pentium 4プロセッサとモバイルIntel Pentium 4プロセッサ-Mの非理想因子とは異なる場合は、上位バイト(RTOHB)と下位バイト(RTOLB)で構成される2個の[リモート温度オフセット・レジスタ](RTO)を使用して、温度読み取り値に一定値を加算または減算する補正処理が可能です。セクション4.1の「サマル・ダイオードの非理想因子」を参照してください。

1.1 A/D 変換順序

LM63は、ローカル温度(LT)の変換、リモート温度(RT)の変換、および各レジスタの更新を、およそ31.25msで一巡して処理します。変換レートは[変換レート・レジスタ]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31.25msのまま変わりません。Figure 2に示すように、変換レートによってLM63が引き込む電流量が変わります。

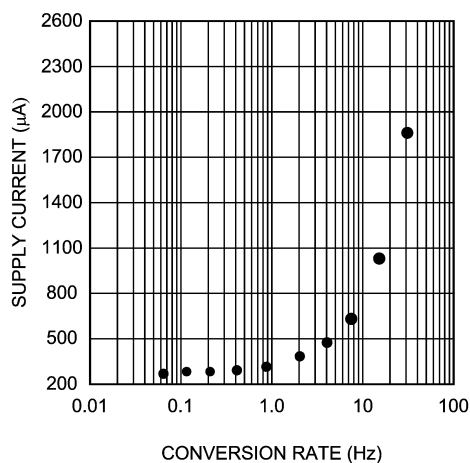


FIGURE 2. Supply Current vs Conversion Rate

1.2 ALERT/Tach ピンの ALERT 出力機能

ALERT/Tach ピンは2つの機能を備えています。このセクションではアクティブLowのALERTオープンドレイン出力機能について説明します。[構成レジスタ]内のALERT/Tach選択ビットを0にするとALERT出力機能が選択されます。また、[構成レジスタ]内のALERTマスク・ビットを0にするとALERT割り込みがイネーブルになります。

LM63のALERT出力は広範な用途に対応できるように単純な温度コンパレータ出力、温度による割り込みフラグ出力、SMBusアラート・システムの3つの動作モードを持ち、システム設計者は最適な使用方法を選択できます。これら3つの使用法は後述しますが、温度コンパレータ出力動作と温度による割り込みフラグ出力動作は、LM63に対する処理が単に異なるだけです。

リモート温度(RT)読み取り値は[リモートT_CRIT設定ポイント・レジスタ]の比較対象となり、また、ローカル温度読み取り値とリモート温度読み取り値(LTとRTの両方)は、それぞれ[ローカルHIGH設定ポイント・レジスタ](LHS)と[リモートHIGH設定ポイント・レジスタ](RHS)と比較されます。またRTは、[リモートLOW設定ポイント・レジスタ](RLS)とも比較されます。温度変換サイクルの終了時点で、取り込んだ温度がHIGH設定ポイントまたはT_CRIT設定ポイントより高いか、あるいはLOW設定ポイントより低いかわ、デジタル・コンパレータにより判断します。比較結果が該当かつ[構成レジスタ]のALERTマスク・ビットが"0"であれば、[ALERTステータス・レジスタ]のBusy(D7)とOPEN(D2)を除く対応するビットがセットされ、ALERT出力がLOWにセットされます。すなわち温度変換の結果が各設定ポイント・レジスタのリミットから外れた場合、ALERTがセットされます。また、すべてのモードでALERTをトリガするには、ALERTマスク・ビットはかならずクリアしておかなければなりません。

次のセクションで3種類のALERTモードについて説明します。

1.2.1 温度コンパレータとしてのALERT出力

温度に対応した割り込みを必要としないシステムにLM63を使用するのであれば、ALERT出力を温度コンパレータとして使用することが可能です。このモードでALERTをLowにトリガした条件が解除されると、ALERTはネゲートされます(Figure 3)。たとえばALERT出力がLT > LHSの比較結果によりLOWにアサートされても、その後この条件が成立しなくなればALERT出力はリセットされ信号ラインはプルアップによりHIGHに戻ります。本モードでは、セットアップ時にレジスタを設定すれば、その後ソフトウェアの介入は必要ありません。ALERTを温度コンパレータとして使用するには、[リモート・ダイオード温度フィルタとコンパレータ・モード・レジスタ]のコンパレータ・モード・ビットを1にセットします。これはパワーオン・デフォルトではありません。

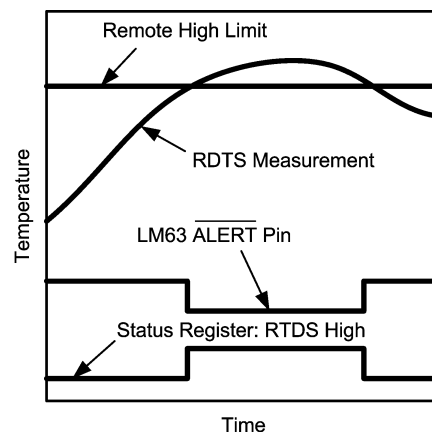


FIGURE 3. ALERT Output as Temperature Comparator Response Diagram

1.2.2 割り込みフラグとしてのALERT出力

LM63のALERT出力は、割り込みルーチンをトリガする単純な割り込み信号として実装できます。そうしたシステムでは、割り込み処理が完了するまで、割り込みが繰り返し出力されるのは望ましくありません。この使い方の場合、[ALERTステータス・レジスタ]のBusyビットとOPENビットを除くいずれかのビットがセットされていた場合、[ALERTステータス・レジスタ]の読み出し中にLM63は[構成レジスタ]内のALERTマスク・ビットをセットします。

1.0 機能説明 (つづき)

このマスクにより、外部マスタが割り込みルーチンの完了時に $\overline{\text{ALERT}}$ マスク・ビットをクリアするまで、 $\overline{\text{ALERT}}$ 出力の余分なアサートが抑止されます。[ステータス・レジスタ]の各ビットは、マスタからの読み出しでのみクリアされ (Figure 4)、次の変換サイクルで温度条件が続いていれば再びセットされます。 $\overline{\text{ALERT}}$ を割り込み専用信号として使用するには、[リモート・ダイオード温度フィルタとコンパレータ・モード・レジスタ]のコンパレータ・モード・ビットを0にします。これはパワーオン・デフォルトです。 $\overline{\text{ALERT}}$ 出力を割り込みフラグとして用いた場合のシステムの処理手順を以下に示します。

1. 外部マスタが $\overline{\text{ALERT}}$ 出力が Low にセットされたことを感知します。
2. マスタは LM63 の [ALERT ステータス・レジスタ] を読み出して ALERT の原因を特定します。
3. LM63 は、[ALERT ステータス・レジスタ] をクリアし、[構成レジスタ]内の ALERT HIGH をリセットして ALERT マスク・ビットをセットします。
4. マスタは $\overline{\text{ALERT}}$ をトリガした原因に対して、ファンを回転させる、設定ポイント・リミットを変更するなどの処理を行います。
5. マスタは [構成レジスタ] 内の ALERT マスク・ビットをクリアします。

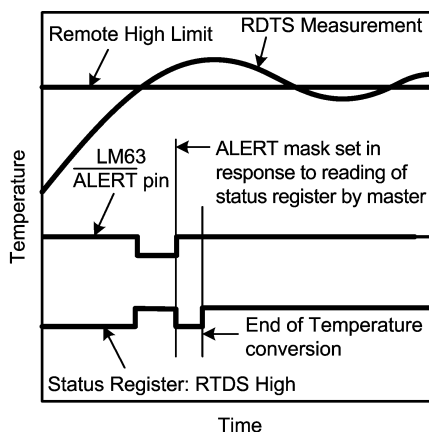


FIGURE 4. $\overline{\text{ALERT}}$ Output as an Interrupt Temperature Response Diagram

1.2.3 SMBus ALERT としての $\overline{\text{ALERT}}$ 出力

$\overline{\text{ALERT}}$ 出力に、(1) ひとつ以上の他の SMBus 互換デバイスの $\overline{\text{ALERT}}$ 出力が接続されていて、かつ (2) ひとつのマスタが接続されている場合、SMBus ALERT ラインが形成されます。この方法では、LM63 の $\overline{\text{ALERT}}$ は ARA (アラート・レスポンス・アドレス) プロトコルを使って動作します。SMBus 2.0 仕様で規定されている SMBus 2.0 ARA プロトコルは、割り込みを生成してサービスを必要とするデバイスをマスタが容易に識別できるように設けられた手順です。

SMBus ALERT ラインには SMBus 上のすべてのデバイスのオープン・ドレイン出力が接続されるので、ワイヤード・オア構成となります。ARA 方式を用いることで、SMBus マスタは、SMBus アラート・ラインを Low にしているデバイスを単一コマンドを用いて特定することが可能です。また ARA は、そのデバイスが同一のトリガ条件でアラート・ラインを再び Low にすることを防ぎます。バス上のすべてのデバイスが ARA コマンドを受信すると、SMBus アラート・ラインを Low にしているデバイスは、(1) 自分のアドレスをマスタに送信し、(2) そのアドレスのアクラレッジ後に SMBus アラート・ラインを開放します。

SMBus version 1.1 と version 2.0 の両仕様書では、ARA (アラート・レスポンス・アドレス) に対する応答を「デバイスはスレープ・アドレスがアクラレッジされたあと、ALERT のプルダウンを開放しなければならない」および「メッセージ送信の完了後もホストから ALERT が Low として見える場合、再び ARA メッセージを送出するように対応していなければならない」と規定しています。SMBus で要求されている上記の「ALERT の開放」は、SMBus ALERT ラインのロックアップを防ぎます。この「ALERT の開放」要求を、LM63 の競合デバイスは備えていないか異なる方法で実装しています。LM63 が推奨する ARA プロトコルを実装した SMBus システムは、すべての競合デバイスと互換性を有します。

LM63 は、ARA の応答として自分自身のアドレスを送出したあと、[構成レジスタ]内の ALERT マスク・ビットをセットして「ALERT の解除」を実行し、ALERT 出力ピンを開放します。ALERT マスク・ビットが LM63 によってセットされると、ALERT 出力はソフトウェアによってイネーブルにされるまでディスエーブルの状態を続けます。ALERT をイネーブルにするには、マスタは割り込みサービス・ルーチン内で [ALERT ステータス・レジスタ] を読み出し、割り込みサービス・ルーチンの終わりで [構成レジスタ] 内の ALERT マスク・ビットをクリアしなければなりません。

ARA 応答プロトコルのシーケンスは次の通りです。

1. マスタが SMBus ALERT ラインの Low レベルを検知します。
2. マスタは START ビットに続いて、アラート・レスポンス・アドレス (ARA) とリード・コマンドを送出します
3. アラートを出力しているデバイス (複数の場合あり) は ACK を送ります。
4. アラートを出力しているデバイス (複数の場合あり) は自身のアドレスを送ります。アドレスを送出中、アラートを出力しているデバイスは、自身のアドレスが正しく送信されているかをモニタします。(LM63 はアドレスが正しく送出されると、ALERT 出力を開放し ALERT マスク・ビットをセットします)。
5. マスタは NoACK 信号によりリード終了をスレープに伝えます。
6. マスタは STOP を送ります。
7. マスタは ALERT をトリガした原因に応じた処理を行います。[ALERT ステータス・レジスタ] を読み出して、ファンを回転させる、設定ポイントを変更するなど。
8. マスタは [構成レジスタ] 内の ALERT マスク・ビットをクリアします。

ARA 000 1100 はゼネラル・コール・アドレスです。このアドレスにはデバイスは割り当てられていません。

LM63 を ARA コマンドに回答させるには、[リモート・ダイオード温度フィルタとコンパレータ・モード・レジスタ]のコンパレータ・モード・ビットを1にしておかなければなりません。

$\overline{\text{ALERT}}$ 出力は、[構成レジスタ]の $\overline{\text{ALERT}}$ マスクをセットするとディスエーブルできます。ALERT マスク・ビットとコンパレータ・モード・ビットのパワーオン・デフォルトはどちらも "0" です。

1.0 機能説明 (つづき)

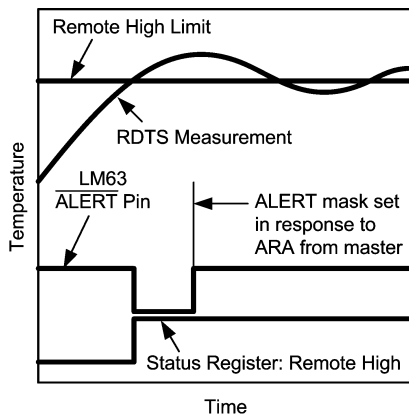


FIGURE 5. ALERT Output as an SMBus ALERT Temperature Response Diagram

1.3 SMBus インタフェース

LM63 は SMBus 上でスレーブとして動作するため、SMBus と SMBCLK ラインは入力になり、SMBDAT ラインは双方向になります。LM63 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 LM63 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。

スレーブ・アドレスは次のように決められています。

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

1.4 パワーオン・デフォルト

パワーオン・リセット後のデフォルト値については、セクション 2.2 「機能別の LM63 レジスタ・マップ」を参照してください。

1.5 温度データ・フォーマット

温度データを読み出す [ローカル温度レジスタ] 群と [リモート温度レジスタ] 群は読み出し専用です。[ローカル/リモート HIGH 設定ポイント・レジスタ]、[ローカル/リモート LOW 設定ポイント・レジスタ]、[リモート T_CRIT 設定ポイント・レジスタ] のそれぞれは読み出し / 書き込みです。

リモート温度データは 11 ビットの 2 の補数ワードで表され、LSB (最下位ビット) が 0.125 に相当します。11 ビットのデータは 2 個の 8 ビット・レジスタで構成される 16 ビット・ワードの中に左寄せされています。

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+125°C	0111 1101 0000 0000	7D00
+25°C	0001 1001 0000 0000	1900
+1°C	0000 0001 0000 0000	0100
+0.125°C	0000 0000 0010 0000	0020
0°C	0000 0000 0000 0000	0000
-0.125°C	1111 1111 1110 0000	FFE0
-1°C	1111 1111 0000 0000	FF00
-25°C	1110 0111 0000 0000	E700
-55°C	1100 1001 0000 0000	C900

ローカル温度データは 8 ビットの 2 の補数バイトで表され、LSB は 1 に相当します。

Temperature	Digital Output	
	Binary	Hex
+125°C	0111 1101	7D
+25°C	0001 1001	19
+1°C	0000 0001	01
0°C	0000 0000	00
-1°C	1111 1111	FF
-25°C	1110 0111	E7
-55°C	1100 1001	C9

1.6 オープンドレイン出力

SMBDAT、ALERT および PWM 出力はオープン・ドレイン出力で、内部プルアップはされていません。一般に、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。抵抗値の選択は複数の要因に左右されますが、一般に信頼性の高い動作を得るにはできるだけ高抵抗を使用します。高抵抗は LM63 の消費電力増加と自己発熱による温度誤差を抑えます。2.1V の HIGH レベルを得るプルアップ抵抗の最大値は 88.7k です。

1.7 ダイオード障害検出

LM63 はリモート・ダイオードで発生した故障状態を検出します。D +ピンが V_{DD} に短絡している場合、または開放となっている場合、(1) [リモート温度レジスタ (上位バイト)] (RTHB) に 127 の値を入れ、(2) [リモート温度レジスタ (下位バイト)] (RTLb) を 0 にし、(3) [ALERT ステータス・レジスタ] の OPEN ビット (D2) を 1 にします。そのため、[リモート T_CRIT 設定ポイント・レジスタ] (RSC) が、(1) + 127 未満に設定され、かつ、(2) ALERT マスクがマスクされていなければ、ALERT 出力レベルは LOW になります。[リモート HIGH 設定ポイント・レジスタ (上位バイト)] (RHSHB) が +127 未満に設定され、かつ、ALERT マスクがマスクされていなければ、ALERT 出力レベルは Low になります。なお OPEN ビットは ALERT 出力をトリガすることはありません。

D +ピンがグラウンドか D -と短絡している場合、[リモート温度レジスタ (上位バイト)] (RTHB) には - 128 に相当する値 (1000 0000) が入り、また、[ALERT ステータス・レジスタ] の OPEN ビットはセットされません。- 128 という温度読み取り値が得られた場合は、D +グラウンドもしくは D -短絡していることを意味します。[リモート LOW 設定ポイント・レジスタ] の HIGH バイト (RLSHB) が - 128 より高く、かつ ALERT マスクがディスエーブルであれば、この状態のときに ALERT 出力がアサートされます。

1.8 LM63 との通信

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

LM63 への書き込みはアドレス・バイトとコマンド・バイトで構成されます。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。

1.0 機能説明 (つづき)

LM63 レジスタを読み出すにはレジスタ・セットアップ・シーケンスの実行が必要です。2.3.1 項の「LM63 に必要なファン制御レジスタの初期シーケンス」を参照してください。

SMBus におけるシリアル・データの送出順は最上位ビット (MSB) が最初です。読み出しの最後で、LM63 はアクルレッジまたはノー・アクルレッジをマスタから受け取ります。ノー・アクルレッジは通常、マスタが最終バイトを読んだことをスレーブに通知する信号として使用されます。

1.9 デジタル・フィルタ

LM63 は、ノイズによる誤ったリモート温度読み取りを抑制する目的で、ユーザー設定可能なデジタル・フィルタを内蔵しています。フィルタの設定は [リモート・ダイオード温度フィルタとコンパレータモード・レジスタ] で行います。フィルタの設定は、次のとおりです。

Level 2 が最もフィルタ効果が高くなります。

Digital Filter Selection Table

D2	D1	Filter
0	0	No Filter
0	1	Level 1
1	0	Level 1
1	1	Level 2

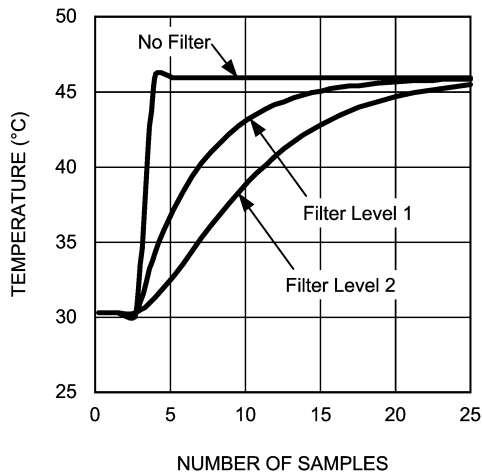


FIGURE 6. Step Response of the Digital Filter

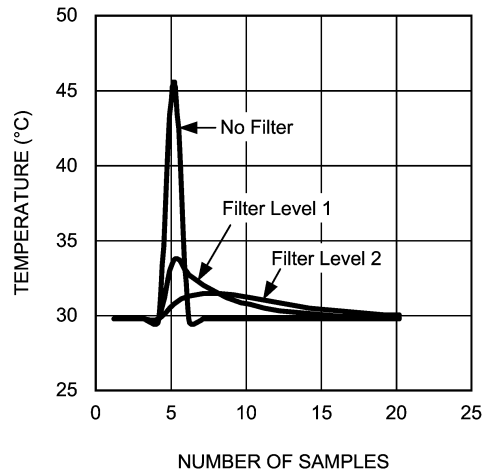


FIGURE 7. Impulse Response of the Digital Filter

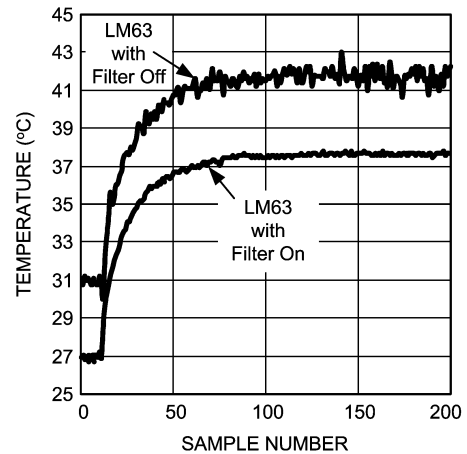


FIGURE 8. Digital Filter Response in an Intel Pentium 4 processor System. The Filter on and off curves were purposely offset to better show noise performance.

1.0 機能説明 (つづき)

1.10 フォールト・キュー

誤ったALERTトリガを抑制する目的でLM63にはフォールト・キューが内蔵されています。フォールト・キューは、温度読み取り値がHIGH、LOW、またはT_CRITの各リミットを3回連続して超えないとALERTトリガを発生させない機能で、誤ったトリガを防ぎます。Figure 9を参照してください。フォールト・キューのパワーオン・デフォルトはオフで、[構成レジスタ]のRDTSフォールト・キュー・ビットを1にセットするとイネーブルになります。

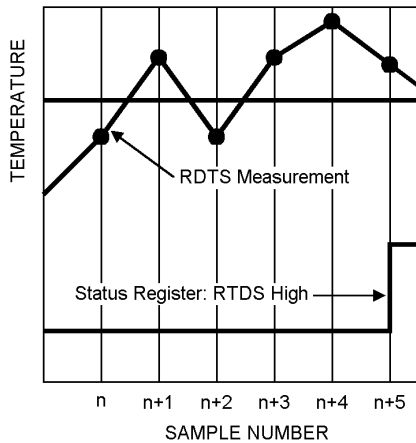


FIGURE 9. Fault Queue Temperature Response Diagram

1.11 ワンショット・レジスタ

[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。このレジスタはデータ・レジスタではありません。書き込み動作によってワンショット変換が起動されます。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。

1.12 シリアル・インタフェースのリセット

LM63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、LM63をコミュニケーション・プロトコルにおける既知の状態に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の場合、SMBDATかSMBCLKのどちらかが35ms (t_{TIMEOUT})以上Lowが続くと、LM63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。SMBCLKラインかSMBDATラインのいずれかが25ms ~ 35msにわたってLowに保持されるとすべてのデバイスはタイムアウトになります。したがって、バス上のすべてのデバイスのタイムアウトを保証するには、SMBCLKラインかSMBDATラインのいずれかを35ms以上にわたってLowに保たなければなりません。
2. SMBDATとSMBCLKの両方がHighの場合は、SMBDATラインがHighからLowに遷移することで、マスタがSMBusのスタート条件を開始します。LM63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、LM63はSMBusアドレス・バイトを待ち受けます。

2.0 LM63 のレジスタ群

このページ以降に、全レジスタとそれぞれのビット割り当てを示したセクション 2.1 「アドレス順のレジスタ・マップ」、セクション 2.2 「機能別のレジスタ・マップ」および各レジスタの詳細を説明したセクション 2.3 を記載しています。未使用レジスタとメーカー・テスト・レジスタをアクセスしてはなりません。

2.1 アドレス順の LM63 レジスタ・マップ

次の表に LM63 のレジスタをアドレス順にまとめています。一部のアドレスは LM86 との互換性維持のために使用していません。カッコ付きアドレスは、一部の古いソフトウェアとの互換性を維持するために設けられた同じ (Same as) アドレスを反映したものです。読み出しと書き込みはミラー先の 8 ビット・レジスタに対して行われます。

レジスタ・アドレス [16 進]	レジスタ名	データ・ビット							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
00	ローカル温度	LT7	LT6	LT5	LT4	LT3	LT2	LT1	LT0
01	リモート温度上位	RTHB±	RTHB14	RTHB13	RTHB12	RTHB11	RTHB10	RTHB9	RTHB8
02	ALERT ステータス	BUSY	LHIGH	0	RHIGH	RLOW	RDFA	RCRIT	TACH
03	構成	ALTMSK	STBY	PWMDIS	0	0	ALT/TCH	TCRITOV	FLTQUE
04	変換レート	0	0	0	0	CONV3	CONV2	CONV1	CONV0
05	ローカル HIGH 設定ポイント	LHS7	LHS6	LHS5	LHS4	LHS3	LHS2	LHS1	LHS0
06	[予約済み]	未使用							
07	リモート HIGH 設定ポイント上位	RHSHB15	RHSHB14	RHSHB13	RHSHB12	RHSHB11	RHSHB10	RHSHB9	RHSHB8
08	リモート LOW 設定ポイント上位	RLSHB15	RLSHB14	RLSHB13	RLSHB12	RLSHB11	RLSHB10	RLSHB9	RLSHB8
(09)	Same as 03								
(0A)	Same as 04								
(0B)	Same as 05								
0C	[予約済み]	未使用							
(0D)	Same as 07								
(0E)	Same as 08								
0F	ワンショット	書き込みのみ 書き込みコマンドによって 1 回の温度変換がトリガ リモート温度オフセット上位							
10	リモート温度下位	RTL7	RTL6	RTL5	0	0	0	0	0
11	リモート温度オフセット上位	RTOHB15	RTOHB14	RTOHB13	RTOHB12	RTOHB11	RTOHB10	RTOHB9	RTOHB8
12	リモート温度オフセット下位	RTOLB7	RTOLB6	RTOLB5	0	0	0	0	0
13	リモート HIGH 設定ポイント下位	RHSLB7	RHSLB6	RHSLB5	0	0	0	0	0
14	リモート LOW 設定ポイント下位	RLSLB7	RLSLB6	RLSLB5	0	0	0	0	0
15	[予約済み]	未使用							
16	ALERT マスク	1	ALTMSK6	1	ALTMSK4	ALTMSK3	1	ALTMSK1	ALTMSK0
17	[予約済み]	未使用							
18	[予約済み]	未使用							
19	リモート T_CRIT 設定ポイント	RCS7	RCS6	RCS5	RCS4	RCS3	RCS2	RCS1	RCS0
1A-1F	[予約済み]	未使用							
20	[予約済み]	未使用							
21	リモート T_CRIT ヒステリシス	RTH7	RTH6	RTH5	RTH4	RTH3	RTH2	RTH1	RTH0
22-2F	[予約済み]	未使用							
30-3F	[予約済み]	未使用							
40-45	[予約済み]	未使用							
46	タコメータ・カウント下位	TCLB5	TCLB4	TCLB3	TCLB2	TCLB1	TCLB0	TEDGE1	TEDGE0
47	タコメータ・カウント上位	TCHB13	TCHB12	TCHB11	TCHB10	TCHB9	TCHB8	TCHB7	TCHB6
48	タコメータ・リミット下位	TLLB7	TLLB6	TLLB5	TLLB4	TLLB3	TLLB2	未使用	未使用
49	タコメータ・リミット上位	TLHB15	TLHB14	TLHB13	TLHB12	TLHB11	TLHB10	TLHB9	TLHB8
4A	PWM、RPM	0	0	PWPGM	PWOUT±	PWCKSL	0	TACH1	TACH0
4B	ファン回転構成	0	0	SPINUP	SPNDTY1	SPNDTY0	SPNUPT2	SPNUPT1	SPNUPT0
4C	PWM 値	0	0	PWVAL5	PWVAL4	PWVAL3	PWVAL2	PWVAL1	PWVAL0
4D	PWM 周波数	0	0	0	PWFMF4	PWFMF3	PWFMF2	PWFMF1	PWFMF0
4E	[予約済み]	未使用							

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

レジスタ・アドレス [16 進]	レジスタ名	データ・ビット							
		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
4F	ルックアップ・テーブル・ヒステリシス	0	0	0	LOOKH4	LOOKH3	LOOKH2	LOOKH1	LOOKH0
50-5F	ルックアップ・テーブル	PWM と温度の各 8 ビットのペアが 8 組で構成されるルックアップテーブル							
60-BE	[予約済み]	未使用							
BF	リモート・ダイオード温度フィルタ	0	0	0	0	0	RDTF1	RDTF0	ALTCOMP
C0-FD	[予約済み]	未使用							
FE	メーカー ID	0	0	0	0	0	0	0	1
FF	ステッピング / ダイ・レビジョン ID	0	1	0	0	0	0	0	1

2.2 機能別の LM63 レジスタ・マップ

次の表は LM63 のレジスタを機能別にまとめています。一部のアドレスは LM86 との互換性維持のために使用していません。カッコ付きアドレスは、一部の古いソフトウェアとの互換性を維持するために設けられた記載アドレスのミラーです。リードとライトはミラー先の 8 ビット・レジスタに対して行われます。他のレジスタは先に設定しなければならないファン制御レジスタ群と [構成レジスタ] を先頭に記載しています。各レジスタの詳細はこの表の順番に従っています。POR はパワーオン・リセットの略です。

レジスタ [16 進数]	レジスタ名	読み出し / 書き込み	POR デフォルト [16 進数]
ファン制御レジスタ群			
4A	PWM、RPM	R/W	20
4B	ファン・スピンアップ構成	R/W	3F
4D	PWM 周波数	R/W	17
4C	PWM 値	読み出し専用 (Override ビットをセットしたときは R/W)	00
50-5F	ルックアップ・テーブル	R/W	別表を参照
4F	ルックアップ・テーブル・ヒステリシス	R/W	04
構成レジスタ			
03 (09)	構成	R/W	00
タコメータ・カウント・レジスタとタコメータ・リミット・レジスタ群			
46	タコメータ・カウント下位	読み出しのみ	N/A
47	タコメータ・カウント上位	読み出しのみ	N/A
48	タコメータ・リミット下位	R/W	FF
49	タコメータ・リミット上位	R/W	FF
ローカル温度レジスタとローカル設定ポイント・レジスタ群			
00	ローカル温度	読み出しのみ	N/A
05 (0B)	ローカル HIGH 設定ポイント	R/W	46 (70°)
リモート・ダイオード温度レジスタとリモート設定ポイント・レジスタ群			
01	リモート温度上位	読み出しのみ	N/A
10	リモート温度下位	読み出しのみ	N/A
11	リモート温度オフセット上位	R/W	00
12	リモート温度オフセット下位	R/W	00
07 (0D)	リモート HIGH 設定ポイント上位	R/W	46 (70)
13	リモート HIGH 設定ポイント下位	R/W	00
08 (0E)	リモート LOW 設定ポイント上位	R/W	00 (0)
14	リモート LOW 設定ポイント下位	R/W	00
19	リモート T_CRIT 設定ポイント	R/W	55 (85)
21	リモート T_CRIT Hys	R/W	0A (10)
BF	リモート・ダイオード温度フィルタ	R/W	00
変換レジスタとワンショット・レジスタ群			
04 (0A)	変換レート	R/W	08
0F	ワンショット	書き込みのみ	N/A

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

レジスタ [16 進数]	レジスタ名	読み出し / 書き込み	POR デフォルト [16 進数]
ALERT ステータス・レジスタとマスク・レジスタ群			
02	ALERT ステータス	読み出しのみ	N/A
16	ALERT マスク	R/W	A4
ID レジスタとテスト・レジスタ群			
FF	ステップング / ダイ・レビジョン ID	読み出しのみ	41
〔予約済み〕レジスタ - 未使用			
06	未使用	N/A	N/A
0C	未使用	N/A	N/A
15	未使用	N/A	N/A
17	未使用	N/A	N/A
18	未使用	N/A	N/A
1A-1F	未使用	N/A	N/A
20	未使用	N/A	N/A
22-2F	未使用	N/A	N/A
30-3F	未使用	N/A	N/A
40-45	未使用	N/A	N/A
4E	未使用	N/A	N/A
60-BE	未使用	N/A	N/A
C0-FD	未使用	N/A	N/A

2.3 LM63 に必要な初期レジスタ・シーケンス、および機能別レジスタの詳細説明

以下のページに LM63 レジスタを機能別かつシーケンス順に記載しています。一部のアドレスは LM86 との互換性維持のために使用していません。カッコ付きアドレスは、一部の古いソフトウェアとの互換性を維持するために設けられた記載アドレスのミラーです。読み出しと書き込みはミラー先の 8 ビット・レジスタに対して行われます。

2.3.1 LM63 に必要なファン制御レジスタの初期シーケンス

重要: ファン・レジスタ群、タコメータ・レジスタ群、または PWM レジスタ群を使用する前に、BIOS は以下のシーケンスに従い LM63 のファン・レジスタ群を設定しなければなりません。

ステップ	[レジスタ・アドレス] _{HEX} とセットアップ手順
1	[4A] ビット 0、1、3、4 に書き込みます。必要に応じたタコメータ・モード設定、PWM 内部クロック選択 (1.4kHz か 360kHz)、および PWM 出力極性を設定します。
2	[4B] ビット 0 からビット 5 にスピニアップ設定をプログラムします。
3	[4D] ビット 0 からビット 4 に周波数を設定します。この設定値は PWM 内部クロック選択との組み合わせで機能します。
4	次のどちらかを選び書き込みます。 A. [4F ~ 5F] ルックアップ・テーブル、または、 B. [4C] ビット 0 からビット 5 に PWM 値
5	ステップ 4A のルックアップ・テーブルを選択して書き込んだ場合は、[4A] のビット 5 をゼロにします。

以上のシーケンスが終われば他のレジスタの書き込みは任意です。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

機能順による LM63 レジスタの説明

ファン制御レジスタ群

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
4A_{HEX} ファン PWM とタコメータ構成レジスタ					
4A	R/W	7:6	00	PWM 設定	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		5	1		0: [PWM 値レジスタ] (4C) と [ルックアップ・テーブル] (50 ~ 5F) は読み出し専用です。PWM 値 (0% から 100%) は現在のリモート・ダイオード温度とルックアップ・テーブルで決まり、[PWM 値レジスタ] から読み出せます。 1: [PWM 値レジスタ] (4C) と [ルックアップ・テーブル] (50 ~ 5F) は読み出し / 書き込みです。[PWM 値レジスタ] に書き込むと PWM 出力が設定されます。また、このビットは、ルックアップ・テーブルの書き込みが可能な状態を示します。
		4	0	PWM 出力極性	0: PWM 出力ピンは、ファン・オフで 0V、ファン・オンで開放になります。 1: PWM 出力ピンは、ファン・オフで開放、ファン・オンで 0V になります。
		3	0	PWM クロック選択	0 の場合、マスタ PWM クロックは 360kHz です。 1 の場合、マスタ PWM クロックは 1.4kHz です。
		2	0	[予約済み]	このビットにはかならずゼロを書き込んでください。
		1:0	00	タコメータ・モード	00: 従来式のタコ入力モニタです。最小検出可能回転数を下回ると正しい値が読み出されません。 01: 従来式のタコ入力モニタです。最小検出可能回転数を下回ると FFFF が読み出されます。 10: もっとも正確な読み取り方法です。最小検出可能回転数を下回ると FFFF が読み出されます。 11: ファンの PWM 設定の影響を最小限に抑えます。最小検出可能回転数を下回ると FFFF が読み出されます。 備考: PWM クロックが 360 kHz の場合、設定値に関わらずモード 00 が使用されます。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

ファン制御レジスタ群 (つづき)

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
4B_{HEX} ファン PWM とタコメータ構成レジスタ					
4B	R/W	7:6	0	高速タコメータ・ スピニアップ	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		5	1		このビットが 0 の場合、デューティ・サイクルとビット 0 ~ 4 のスピニアップ時間を使ってファンをスピニアップします。このビットが 1 の場合、ビット 0 ~ 2 のスピニアップ時間が終わるか、所望の最小 RPM(タコメータ設定ポイントによる)に到達したことがタコメータ入力を使用して検出されるまで、LM63 は PWM 出力を 100 % にします。このビットは本レジスタ内の PWM スピニアップ・デューティ・サイクル・ビット (ビット 3 ~ 4) に優先し、PWM 出力は常に 100 % になります。なお、タコメータ・モードにするには、レジスタ (03) のビット 2 を 1 にします。 PWM スピニアップ時間 (ビット 0 ~ 2) = 000 の場合、本ビットの設定にかかわらず、スピニアップ・サイクルはスキップされます。
		4:3	11	PWM スピニアップ・ デューティ・サイクル	00: 高速タコメータ・スピニアップ終了 (ビット 5) が 1 にセットされていない限り、スピニアップ・サイクルはスキップされます (スピニアップなし)。 01: 50% 10: PWM 周波数に依存して 75 % ~ 81 %。「アプリケーション・ノート」セクションを参照してください。 11: 100%
		2:0	111	PWM スピニアップ 時間	000: スピニアップ・サイクルはスキップされます (スピニアップなし)。 001: 0.05 秒 010: 0.1 秒 011: 0.2 秒 100: 0.4 秒 101: 0.8 秒 110: 1.6 秒 111: 3.2 秒
4D_{HEX} ファン PWM 周波数レジスタ					
4D	R/W	7:5	000	PWM 周波数	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		4:0	10111		PWM 周波数 = PWM_Clock / 2n、ここで PWM_Clock = 360kHz または 1.4kHz (レジスタ (4A) の PWM クロック選択ビットによる)、n = 本レジスタの設定値。備考: n = 0 は n = 1 として扱われます。データシート後半の「アプリケーション・ノート」セクションを参照してください。
4C_{HEX} PWM 値レジスタ					
4C	読み出し (レジスタ (4A) の ビット 5 = 1 のとき 書き込み 専用)	7:6	00	PWM 値	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		5:0	000000		PWM プログラム (レジスタ (4A) のビット 5) = 0 のとき、このレジスタは読み出し専用となり、ルックアップ・テーブルから取得される LM63 の現在の PWM 値が反映されます。PWM プログラム (レジスタ (4A) のビット 5) = 1 のとき、このレジスタは読み出し / 書き込みとなり、ルックアップ・テーブルに代わって、所望の PWM 値をこのレジスタに書き込んでファン速度を直接制御します。スピニアップ・サイクル中はこのレジスタの読み出し値はゼロになります。PWM 値とデューティ・サイクル % 値との関係は、データシート後半の「アプリケーション・ノート」セクションを参照してください。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

ファン制御レジスタ群 (つづき)

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
50_{HEX} ~ 5F_{HEX} ルックアップ・テーブル (温度 7 ビットと PWM 6 ビットで温度 /PWM の各ペアを構成)					
50		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 1	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (51) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
51		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 1	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 レジスタ (50) に書かれている温度リミットに対応する PWM 値です。
		5:0	0x3F		
52		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 2	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (53) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
53		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 2	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (52) の値が PWM 出力に使われます。
		5:0	0x3F		
54		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 3	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (55) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
55		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 3	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (54) の値が PWM 出力に使われます。
		5:0	0x3F		
56		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 4	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (57) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
57	読み出し (レジスタ (4A) の ビット 5 = 1 のとき 書き込み 専用)	7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 4	ルックアップ・テーブル温度エントリ 0 レジスタ (56) に書かれている温度リミットに対応する PWM 値です。
		5:0	0x3F		
58		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 5	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (59) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
59		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 5	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (58) の値が PWM 出力に使われます。
		5:0	0x3F		
5A		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 6	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (5B) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
5B		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 6	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (5A) の値が PWM 出力に使われます。
		5:0	0x3F		
5C		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 7	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (5D) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
5D		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 7	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (5C) の値が PWM 出力に使われます。
		5:0	0x3F		
5E		7	0	ルックアップ・テーブル温度エントリ 8	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 リモート・ダイオード温度がこの値を超えると、レジスタ (5F) の値が PWM 出力に使われます。
		6:0	0x7F		
5F		7:6	00	ルックアップ・テーブル PWM エントリ 8	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 レジスタ (5E) に書かれている温度リミットに対応する PWM 値です。
		5:0	0x3F		
4F_{HEX} ルックアップ・テーブル・ヒステリシス					
4F	R/W	7:5	000	ルックアップ・テーブル・ヒステリシス	未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。 ヒステリシスの量はルックアップ・テーブルに適用されます。(1 LSB = 1)
		4:0	00100		

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

構成レジスタ

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
03 (09)_{HEX} 構成レジスタ					
03 (09)	R/W	7	0	ALERT マスク	このビットを 0 にすると、ALERT 割り込みがイネーブルになります。このビットを 1 にすると、ALERT 割り込みはマスクされ、ALERT ピンはつねにハイ・インピーダンス状態 (開放) になります。
		6	0	スタンバイ	このビットを 0 にすると、LM63 は通常モードで動作し、変換、比較、および PWM 出力の更新を連続的に行います。このビットを 1 にすると、LM63 は低消費電力のスタンバイ・モードに移行します。スタンバイ・モードでは連続変換は行われませんが、レジスタ (0F) に任意の値を書き込めば変換 / 比較サイクルが実行されます。スタンバイ・モード中の PWM 出力の動作は、本レジスタのビット 5 の設定に依存します。
		5	0	スタンバイ中の PWM ディスエーブル	このビットを 0 にすると、LM63 は現在のファン制御信号をスタンバイ中も PWM 出力に連続的に出力します。このビットを 1 にすると、PWM 出力はスタンバイ中はネゲートされます (PWM 極性ビットによる)。
		4:3	00		未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		2	0	ALERT/ タコ選択	このビットを 0 にすると、 $\overline{\text{ALERT/Tach}}$ ピンはオープンドレインの ALERT 出力になります。このビットを 1 にすると、 $\overline{\text{ALERT/Tach}}$ ピンはハイ・インピーダンスのタコメータ入力になります。このビットを 1 にセットすると ALERT/Tach ピンの機能はタコ入力となるため、外部 ALERT 条件は発生しません。
		1	0	T_CRIT リミットの 無効化	リモート・ダイオードの T_CRIT リミットの設定値は公称 85 です。この値はパワーオン後に 1 回のみ変更することが可能で、このビットを 1 にセットし、次に新しい T_CRIT 値を [リモート・ダイオード T_CRIT リミット・レジスタ] (19) に書き込みます。その後は LM63 の電源を一度オフにするまで T_CRIT 値を変更することはできません。
		0	0	RDTS フォールト・ キュー	0: いずれかのリモート・ダイオード変換結果がリモート HIGH 設定ポイントを上回るかリモート LOW 設定ポイントを下回ると ALERT が生成されます。 1: リモート・ダイオード変換結果が 3 回連続でリモート HIGH 設定ポイントを上回るかリモート LOW 設定ポイントを下回ったときに ALERT が生成されます。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つぎ)

タコメータ・カウント・レジスタとタコメータ・リミット・レジスタ群

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明															
47_{HEX} タコメータ・カウント (上位バイト) レジスタと 46_{HEX} タコメータ・カウント (下位バイト) レジスタ (16 ビット : 下位バイトを最初に読むと上位バイトがロックされ、上位バイトと下位バイトが同一読み取りから得られます)																				
47	読み出しのみ	7:0	N/A	タコメータ・カウント (上位バイト)	この 2 つのレジスタには、現時点のタコ・パルス間の間隔を表す 16 ビット・タコメータ・カウント値が格納されています。16 ビット・タコメータ・カウントの上位バイトと下位バイトは、16 ビット温度読み取りの上位バイトと下位バイトとはアドレスの順序が逆ですので注意してください。															
	読み出しのみ	7:2	N/A	タコメータ・カウント (下位バイト)																
46	読み出しのみ	1:0	00	タコメータ・エッジ・カウント	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Bits</th> <th>Edges Used</th> <th>Tach_Count_Multiple</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00:</td> <td colspan="2">Reserved - do not use</td> </tr> <tr> <td>01:</td> <td>2</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>10:</td> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>11:</td> <td>5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Bits	Edges Used	Tach_Count_Multiple	00:	Reserved - do not use		01:	2	4	10:	3	2	11:	5	1
					Bits	Edges Used	Tach_Count_Multiple													
					00:	Reserved - do not use														
					01:	2	4													
					10:	3	2													
11:	5	1																		
備考 : PWM_Clock_Select = 360 kHz のとき、本ビットの設定に関わらず、Tach_Count_Multiple = 1 になります。																				
49_{HEX} タコメータ・リミット (上位バイト) レジスタと 48_{HEX} タコメータ・リミット (下位バイト) レジスタ																				
49	R/W	7:0	0xFF	タコメータ・リミット (上位バイト)	この 2 つのレジスタには、現時点のタコ・パルス間の間隔を表す 16 ビット・タコメータ・カウント値が格納されています。ファンの 1 分当たりの回転数 (RPM) = $(f * 5,400,000) / (\text{タコメータ・カウント})$ の関係が成り立ちます。2 パルス/rev ファン のとき $f = 1$ 、1 パルス/rev ファン のとき $f = 2$ 、3 パルス/rev ファン のとき $f = 2/3$ です。「アプリケーション・ノート」のタコメータ情報を参照してください。16 ビット・タコメータ・カウントの上位バイトと下位バイトは、16 ビット温度読み取りの上位バイトと下位バイトとはアドレスの順序が逆ですので注意してください。															
48	R/W	7:2	0xFF	タコメータ・リミット (下位バイト)																
	R/W	1:0		[予約済み]		未使用														

ローカル温度レジスタとローカル HIGH 設定ポイント・レジスタ群

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
00_{HEX} ローカル温度レジスタ (8 ビット)					
00	読み出しのみ	7:0	N/A	ローカル温度読み取り値 (8 ビット)	LM63 のダイ温度を表す 8 ビットの整数です。
05 (0B)_{HEX} ローカル HIGH 設定ポイント・レジスタ (8 ビット)					
05	R/W	7:0	0x46 (70°)	ローカル HIGH 設定ポイント	内蔵ダイオードの HIGH 設定ポイントです。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つぎ)

リモート温度レジスタ、オフセット・レジスタ、設定ポイント・レジスタ群

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
01	読み出し のみ	7:0	N/A	リモート温度レジスタ (上位バイト)	LM63 に接続されているリモート・ダイオードの温度を表す 2 の補数の上位バイトです。ビット 7 は符号ビットで、ビット 6 は 0x40(64) の重みを持ち、ビット 0 は 1 の重みを持ちます。
10	読み出し のみ	7:5	N/A	リモート温度レジスタ (下位バイト)	LM63 に接続されているリモート・ダイオードの温度を表す 2 の補数の下位バイトです。ビット 7 は 0.5 の重みを持ち、ビット 6 は 0.25 の重みを持ち、ビット 5 は 0.125 の重みを持ちます。
		4:0	00		つねに 00 です。
11	R/W	7:5	00	リモート温度オフセット (上位バイト)	この 2 つのレジスタには、異なるプロセッサやダイオードの非理想因子を補償する目的でリモート・ダイオードの読み取り値に加算または減算する値を格納します。このレジスタの 2 の補数は、LM63 の A/D コンバータ出力に加算され、レジスタ (01) とレジスタ (10) に格納される温度読み取り値が生成されます。
12	R/W	7:5	00	リモート温度オフセット (下位バイト)	つねに 00 です。
		4:0	00		
07 (0D)	R/W	7:0	0x46 (70)	リモート HIGH 設定 ポイント (上位バイト)	リモート・ダイオードの HIGH 設定ポイント温度です。 フォーマットは [リモート温度レジスタ] (01)(10) と同じです。
13	R/W	7:5	00	リモート HIGH 設定 ポイント (下位バイト)	つねに 00 です。
		4:0	00		
08 (0E)	R/W	7:0	00 (0)	リモート LOW 設定 ポイント (上位バイト)	リモート・ダイオードの LOW 設定ポイント温度です。 フォーマットは [リモート温度レジスタ] (01)(10) と同じです。
14	R/W	7:5	00	リモート LOW 設定 ポイント (下位バイト)	つねに 00 です。
		4:0	00		
19	R/W	7:0	0x55 (85)	リモート・ダイオード T_CRIT リミット	T_CRIT リミットに格納されているこの 8 ビット整数は公称 85 です。この値はパワーオン後に 1 回のみ変更することが可能で、このビットを 1 にセットし、次に新しい T_CRIT 値を [リモート・ダイオード T_CRIT リミット・レジスタ] (1) に書き込みます。その後は LM63 の電源を一度オフにするまで T_CRIT 値を変更することはできません。
21	R/W	7:0	0x0A (10)	リモート・ダイオード T_CRIT ヒステリシス	T_CRIT ヒステリシスを表す 8 ビット整数です。リモート・ダイオード温度が [(T_CRIT Limit) - (T_CRIT Hysteresis)] を下回るまで、T_CRIT はアクティブの状態を保ちます。
BF	R/W	7:3	00000		未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		2:1	00	リモート・ダイオード 温度フィルタ	00: フィルタはディスエーブル 01: レベル 1 のフィルタ (10 と同じ効果最小のフィルタ) 10: フィルタはレベル 1 (01 と同じ効果最小のフィルタ) 11: フィルタはレベル 2 (効果最小のフィルタ)
		0	0	コンパレータ・モード	0: ALERT/Tach ピンは通常に機能します。 1: ALERT/Tach ピンはコンパレータとして機能し、ALERT 状態が成立するとアサートし、ALERT 状態が解除されるネゲートします。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

ALERT ステータス・レジスタと ALERT マスク・レジスタ群

16 進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
02_{HEX} ALERT ステータス・レジスタ (8 ビット) (すべてのアラームは読み出されるまでラッチされ、読み出し完了時点でアラーム条件が解除されていけばクリアされます)					
0x02	読み出し のみ	7	0	Busy	このビットが 0 のとき、A/D コンバータは変換を行っていません。このビットが 0 のとき、A/D コンバータは変換を行っていません。このビットは ALERT ステータスには影響を与えません。
		6	0	ローカル HIGH アラーム	このビットが 0 のとき、LM63 の内部温度はローカル HIGH 設定ポイント以下です。このビットが 1 のとき、LM63 の内部温度はローカル HIGH 設定ポイントを上回っていて、ALERT がトリガされています。
		5	0		未使用ビットです。かならずゼロを設定してください。
		4	0	リモート HIGH アラーム	このビットが 0 のとき、リモート・ダイオードの温度はリモート HIGH 設定ポイント以下です。このビットが 1 のとき、リモート・ダイオードの温度はリモート HIGH 設定ポイントを上回っていて、ALERT がトリガされています。
		3	0	リモート LOW アラーム	このビットが 0 のとき、リモート・ダイオードの温度はリモート LOW 設定ポイント以上です。このビットが 1 のとき、リモート・ダイオードの温度はリモート LOW 設定ポイントを下回っていて、ALERT がトリガされています。
		2	0	リモート・ダイオード・フォールト・アラーム	このビットが 0 のとき、リモート・ダイオードの接続は正常であると考えられます。このビットが 1 のとき、リモート・ダイオードは接続されていないか短絡していると考えられます。このアラームは ALERT をトリガしません。
		1	0	リモート T_CRIT アラーム	このビットが 0 のとき、リモート・ダイオードの温度はリモート T_CRIT 設定ポイント以下です。このビットが 1 のとき、リモート・ダイオードの温度はリモート T_CRIT 設定ポイントを上回っていて、ALERT がトリガされています。
		0	0	タコ・アラーム	このビットが 0 のとき、タコメータ・カウンタはタコメータ・リミット以下です (ファン回転数は必要とする最小回転数以上です)。このビットが 1 のとき、タコメータ・カウンタはタコメータ・リミットを上回っています (ファン回転数は必要最小回転数未満です)。このビットを 1 にするには ALERT/Tach ピンの機能はタコ入力であればなりません。すなわち外部 ALERT 条件は生成されません。その場合、[ALERT ステータス・レジスタ] を周期的に読み出すことで ALERT 条件の発生が検出可能です。
16_{HEX} ALERT マスク・レジスタ (8 ビット)					
16	R/W	7	1		未使用ビットです。かならず 1 が読み出されます。
		6	0	ローカル HIGH アラーム・マスク	このビットが 0 のとき、ローカル HIGH アラーム・イベントは ALERT を生成します。このビットが 1 のとき、ローカル HIGH アラーム・イベントは ALERT を生成しません。
		5	1		未使用ビットです。かならず 1 が読み出されます。
		4	0	リモート HIGH アラーム・マスク	このビットが 0 のとき、リモート HIGH アラーム・イベントは ALERT を生成します。このビットが 1 のとき、リモート HIGH アラーム・イベントは ALERT を生成しません。
		3	0	リモート LOW アラーム・マスク	このビットが 0 のとき、リモート LOW アラーム・イベントは ALERT を生成します。このビットが 1 のとき、リモート LOW アラーム・イベントは ALERT を生成しません。
		2	1		未使用ビットです。かならず 1 が読み出されます。
		1	0	リモート T_CRIT アラーム・マスク	このビットが 0 のとき、リモート T_CRIT イベントは ALERT を生成します。このビットが 1 のとき、リモート T_CRIT イベントは ALERT を生成しません。
		0	0	タコ・アラーム・マスク	このビットが 0 のとき、タコ・アラーム・イベントは ALERT を生成します。このビットが 1 のとき、タコ・アラーム・イベントは ALERT を生成しません。

2.0 LM63 のレジスタ群 (つづき)

変換レート・レジスタとワンショット・レジスタ

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
-------------	---------------	-----	-------	----	----

04(0A)_{HEX} 変換レート・レジスタ (8ビット)

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
04 (0A)	R/W	7:0	0x08	変換レート	LM63 の変換レートを設定します。 00000000 = 0.0625 Hz 00000001 = 0.125 Hz 00000010 = 0.25 Hz 00000011 = 0.5 Hz 00000100 = 1 Hz 00000101 = 2 Hz 00000110 = 4 Hz 00000111 = 8 Hz 00001000 = 16 Hz 00001001 = 32 Hz 他の値はすべて = 32 Hz

04(0A)_{HEX} ワンショット・レジスタ (8ビット)

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
0F	書き込み のみ	7:0	N/A	ワンショット・トリガ	LM63 がスタンバイ・モードの場合も含めて、本レジスタへの 1 回の書き込みによって 1 回の温度変換サイクルが起動します。

ID レジスタ群

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
-------------	---------------	-----	-------	----	----

FF_{HEX} ステッピング/ダイ・レビジョン ID レジスタ (8ビット)

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
FF	読み出し のみ	7:0	0x41	ステッピング/ ダイレビジョン ID	LM63 のバージョン

FE_{HEX} メーカー ID レジスタ (8ビット)

16進 アドレス	読み出し/ 書き込み	ビット	POR 値	名称	説明
FE	読み出し のみ	7:0	0x01	メーカー ID	0x01 = ナショナル セミコンダクター

3.0 アプリケーション・ノート

3.1 ファン制御デューティ・サイクルとレジスタ設定と周波数の関係

PWM Freq 4D [4:0]	Step Resolution, %	PWM Value 4D [5:0] for 100%	PWM Value 4C [5:0] for about 75%	PWM Value 4C [5:0] for 50%	PWM Freq at 360 kHz Internal Clock, kHz	PWM Freq at 1.4 kHz Internal Clock, Hz	Actual Duty Cycle, % When 75% is Selected
0	Address 0 is mapped to Address 1						
1	50	2	1	1	180.0	703.1	50.0
2	25	4	3	2	90.00	351.6	75.0
3	16.7	6	5	3	60.00	234.4	83.3
4	12.5	8	6	4	45.00	175.8	75.0
5	10.0	10	8	5	36.00	140.6	80.0
6	8.33	12	9	6	30.00	117.2	75.0
7	7.14	14	11	7	25.71	100.4	78.6
8	6.25	16	12	8	22.50	87.9	75.0
9	5.56	18	14	9	20.00	78.1	77.8
10	5.00	20	15	10	18.00	70.3	75.0
11	4.54	22	17	11	16.36	63.9	77.27
12	4.16	24	18	12	15.00	58.6	75.00
13	3.85	26	20	13	13.85	54.1	76.92
14	3.57	28	21	14	12.86	50.2	75.00
15	3.33	30	23	15	12.00	46.9	76.67
16	3.13	32	24	16	11.25	43.9	75.00
17	2.94	34	26	17	10.59	41.4	76.47
18	2.78	36	27	18	10.00	39.1	75.00
19	2.63	38	29	19	9.47	37.0	76.32
20	2.50	40	30	20	9.00	35.2	75.00
21	2.38	42	32	21	8.57	33.5	76.19
22	2.27	44	33	22	8.18	32.0	75.00
23	2.17	46	35	23	7.82	30.6	76.09
24	2.08	48	36	24	7.50	29.3	75.00
25	2.00	50	38	25	7.20	28.1	76.00
26	1.92	52	39	26	6.92	27.0	75.00
27	1.85	54	41	27	6.67	26.0	75.93
28	1.79	56	42	28	6.42	25.1	75.00
29	1.72	58	44	29	6.21	24.2	75.86
30	1.67	60	45	30	6.00	23.4	75.00
31	1.61	62	47	31	5.81	22.7	75.81

3.1.1 与えられた周波数のデューティ・サイクルを計算する

6 列目と 7 列目に記載されている実際の必要周波数に対応する PWM 周波数を 1 列目から選択します。3 列目の 100 % デューティ・サイクルの PWM 値 (PWM_Value_for_100%) を書き留めます。

レジスタ (4C) の PWM 値を用いてデューティ・サイクルを計算します。

$$\text{DutyCycle } _(\%) = \frac{\text{PWM_Value}}{\text{PWM_Value_for_100\%}} \times 100\%$$

例 : PWM 周波数 24 の場合、デューティ・サイクル 100 % での PWM 値 = 48、また実際の PWM 値 = 28、したがってデューティ・サイクルは $(28/48) \times 100\% = 58.3\%$

3.0 アプリケーション・ノート (つづき)

3.2 PWM 値と温度の関係が非直線の場合にルックアップ・テーブルを使用する

[ルックアップ・テーブル] 50 ~ 5F を使って、PWM と温度の関係を非直線性カーブにすることで、リニア伝達関数またはステップ伝達関数の場合にプロセッサ・ファンが発するノイズ音を抑えることができます。例を次に示します。

例:

ある特定のシステムで、PWM と温度の関係を表す伝達関数曲線を放物線にしたときに、もっとも良好なファン・ノイズ音特性が得られることが分かりました。

25 から 105 までファンは回転数の 20% から 100% で回転します。ルックアップ・テーブルは 8 エントリありますから、動作温度範囲を 8 段階の温度範囲に分解することにします。80 の範囲を 8 ステップに分解して 1 エントリあたり 10 になります。これは X 軸に相当します。

PWM 値の設定にあたってまず PWM 周波数を選択します。この例では [ファン PWM 周波数レジスタ] (4D) を 20 に設定します。

そうすると 100 % デューティ・サイクルのときの PWM 値は 40 です。回転数が 20 % の場合の最小は $40 \times (0.2) = 8$ です。

続いて $y = 0.005 \times (x - 25)^2 + 8$ の関係を用いて、放物線の関係にある PWM と温度ペアを作成します。

Temperature	PWM Value Calculated	Closest PWM Value
25	8.0	8
35	8.5	9
45	10.0	10
55	12.5	13
65	16.0	16
75	20.5	21
85	26.0	26
95	32.5	33
105	40.0	40

最後に、温度とこの計算例の曲線に対応する PWM 値にもっとも近い PWM 値を、ルックアップ・テーブルにプログラムします。

3.3 非理想因子と温度精度

LM63 は、他の温度センサ IC と同様の方法で、リモート・ダイオード・センスを行っています。LM63 はプリント回路基板にハンダ付けされ、ダイと端子の間に優れた熱伝導経路が形成されるため、LM63 の温度は、実質的にその端子が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になります。以上は周囲温度とプリント回路板の表面温度とがほぼ同一であるとの仮定に基づいています。周囲温度が表面温度より先はるかに高い場合、あるいは低い場合、LM63 ダイの実際の温度は表面温度と周囲温度の間のいずれかになります。繰り返しになりますが、主要な熱伝導経路は端子リードですから、回路基板の温度の方が周囲温度より先ダイ温度に支配的な影響を与えます。

ダイの外側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。このダイオードはプロセッサなど対象となる IC のダイ上にあるものであれば、LM63 の温度とは独立に外部 IC の温度を測定することができます。LM63 は、インテル Pentium 4 プロセッサとモバイルインテル Pentium 4 プロセッサ -M のダイに実装されたサーマル・ダイオードとの組み合わせに最適化されています。

ディスクリート (単体) ダイオードを使用しても、外部の対象物または周囲雰囲気温度を測定可能です。ディスクリート・ダイオードの温度はリード温度に影響を受け、多くの場合はリード温度が支配となる点に注意してください。

ほとんどのシリコン・ダイオードは自分自身の温度を測定する用途には適していません。推奨はダイオード接続の 2N3904 トランジスタです。このトランジスタのベースはコレクタに接続されアノードを形成しています。エミッタはカソードになります。

ダイオード接続の 2N3904 トランジスタを LM63 に組み合わせた場合の読み取り値は、Pentium 4 プロセッサの温度読み取り値に対して、およそ 1 の差があります。

$$T_{2N3904} = T_{PENTIU M 4} - 1$$

3.3.1 ダイオードの非理想性

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。

$$I_F = I_S \cdot \left[e^{\left(\frac{V_{be}}{\eta V_T} \right)} - 1 \right]$$

ここで、

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

- $q = 1.6 \times 10^{-19}$ クーロン (電子の電荷量)
- T = 単位を K とする絶対温度
- $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/K (ボルツマン定数)
- η はサーマル・ダイオードの製造に使用される半導体製造プロセスの非理想因子
- 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あり、次式が導かれます。

$$I_F = I_S \cdot \left[e^{\left(\frac{V_{be}}{\eta V_T} \right)} \right]$$

上式で、 I_S は対象となるダイオードの製造で用いられる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を測定して、 I_S 項を省略できます。順方向電圧の差で式を解くと、

$$\Delta V_{be} = \eta \left(\frac{kT}{q} \right) \cdot \ln(N)$$

LM63 で観測される電圧には、Pentium 4 プロセッサのサーマル・ダイオードの内部直列抵抗で発生する $I_F \times R_S$ 電圧降下も含まれています。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。温度センサは非理想因子を制御し得ないため、センサの不確かさに直接加算されます。

3.0 アプリケーション・ノート (つづき)

インテル Pentium 4 プロセッサとモバイル インテル Pentium 4 プロセッサ -M のサーマル・ダイオードの場合、 のチップごとのばらつきとしてインテルは $\pm 0.1\%$ を規定しています。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 $\pm 0.1\%$ だとします。結果として得られる精度は、

$$T_{ACC} = \pm 1 + (298 \text{ K の } \pm 0.1\%) = \pm 1.3$$

ペアを構成する温度センサとサーマル・ダイオードとを組み合わせた状態で校正を行えば、 を原因として加わる温度測定の不確かさを低減することができます。非理想因子の詳細はプロセッサのデータシートを参照してください。

3.3.2 ダイオードの非理想因子を補正する

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校正が必要です。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校正されています。

LM63 は、0.13 μm のインテル Pentium 4 プロセッサとモバイルインテル Pentium 4 プロセッサ -M のサーマル・ダイオードの非理想因子に対して校正されています。

あるプロセッサ向けに校正された温度センサを、別のプロセッサ、または同じプロセッサでありながら理想因子が異なるプロセッサに適用した場合は誤差が生じます。

非理想性を原因とする温度誤差は、[リモート温度オフセット・レジスタ] 11_{HEX} と 12_{HEX} を使用することで、特定の温度範囲で低減させることができます。

異なるプロセッサに適したオフセットの推奨設定値については、メールにて hardware.monitor.team@nsc.com までお問い合わせください。

3.4 タコメータ・カウントを用いてファン回転数を計算する

[タコメータ・カウント・レジスタ] (46)_{HEX} と (47)_{HEX} は、Pentium 4 プロセッサのボックス製品に同梱されているファンのように回転あたり 2 パルスを出力するファン・タコメータ出力を想定し、ファンから出力されるタコメータ信号で LM63 内の 90kHz タコメータ・クロックのクロック数をカウントします。ファンの回転数は [タコメータ・カウント・レジスタ] (46)_{HEX} と (47)_{HEX} から求めます。例を示して説明します。

例：

条件：使用するファンは回転あたり 2 パルスを生成するタコメータ出力を備える。

ここで、

レジスタ (46) (下位バイト) は BF_{HEX} = 10 進数で (11 × 16) + 15 = 191、

レジスタ (47) (上位バイト) は 7_{HEX} = 10 進数で (7 × 256) = 1792 とします。

総タコ・カウントは 10 進で 191 + 1792 = **1983** です。

回転数は以下の式で求めます。

$$Fan_RPM = \frac{f \times 5,400,000}{Total_Tach_Count_ (Decimal)}$$

ここで、

ファン・タコメータ出力が 1 回転あたり 2 パルスの場合、 $f = 1$

ファン・タコメータ出力が 1 回転あたり 1 パルスの場合、 $f = 2$

ファン・タコメータ出力が 1 回転あたり 3 パルスの場合、 $f = 2/3$

この例では、

$$Fan_RPM = \frac{1 \times 5,400,000}{1983} = 2723_RPM$$

3.0 アプリケーション・ノート (つづき)

3.5 ノイズを最小限に抑えるための PCB レイアウト

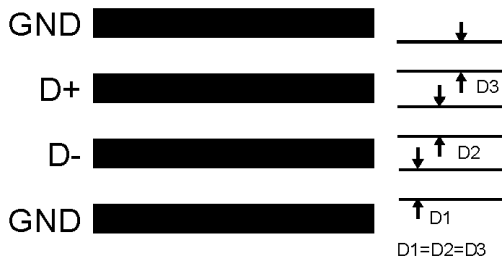


FIGURE 10. Ideal Diode Trace Layout

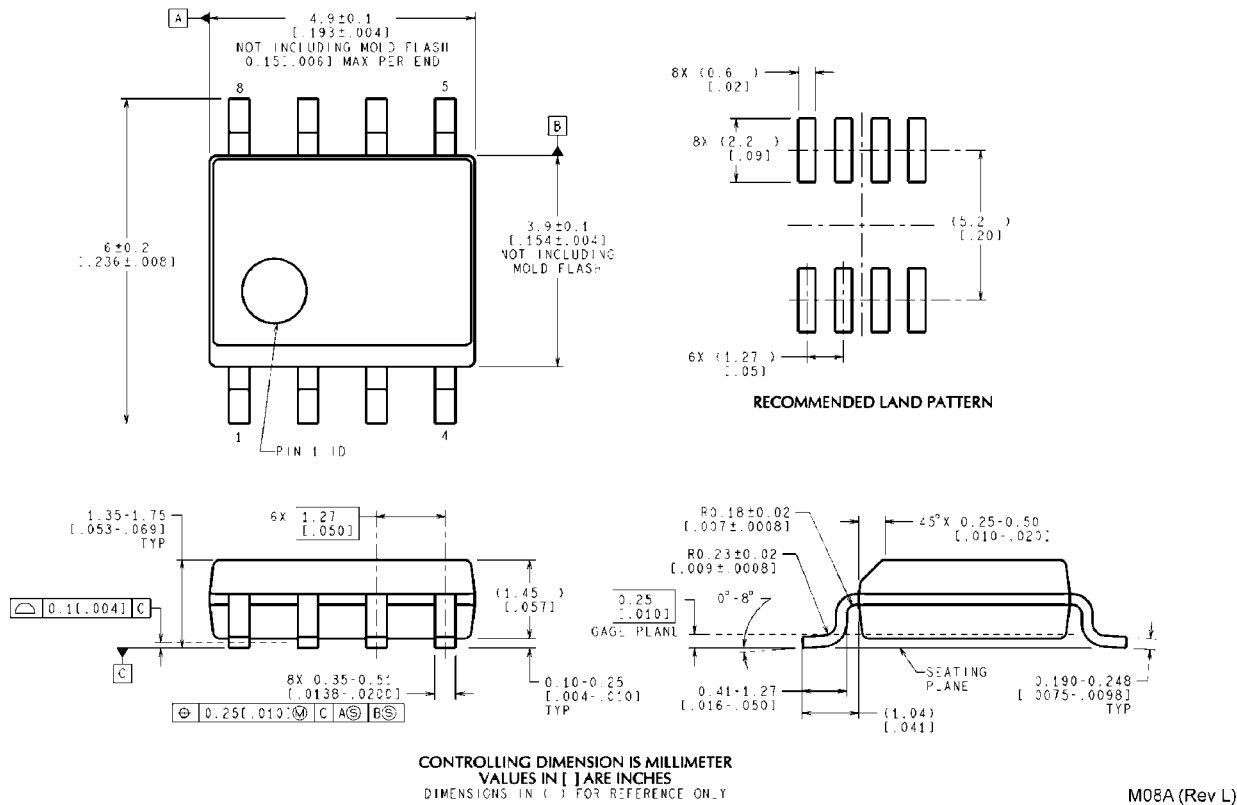
プロセッサのマザー・ボードのようにノイズの多い環境では、プリント基板のレイアウトに対する配慮が極めて重要です。リモート温度ダイオード・センサとの間をつないでいるトレースに誘導されるノイズが、温度変換誤差の原因になる場合があります。LM63 が測定する電圧は、 μV レベルであることに留意してください。レイアウトについては、以下のガイドラインに従ってください。

1. V_{DD} 端子のできるだけ近くに $0.1\ \mu\text{F}$ の電源バイパス・コンデンサを配置し、D + および D - 端子のできるだけ近くに $2.2\ \text{nF}$ の推奨値のコンデンサを配置します。 $2.2\ \text{nF}$ 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。
2. 理想的には、LM63 はプロセッサ・ダイオードの両端子から $10\ \text{cm}$ 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。[リモート温度オフセット・レジスタ]を用いると、実際の温度取り込み値にオフセット・レジスタの値を加算または減算した値がリモート温度として読み出されるので、誤差を補正できます。
3. 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 - ラインの間にはあってはなりません。ダイオード・ラインへのノイズの結合が避けられない場合は、同相で結合させる、つまり D + および D - 両ラインへの結合量を一致させることが理想的です。

4. 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。
5. 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 $2\ \text{cm}$ は離しておかなければなりません。
6. 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。
7. LM63 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。
8. D + と GND 間のリーク電流を最小に抑えるようにします。 $1\ \text{nA}$ のリーク電流があると、ダイオードの温度読み取りに 1 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 $400\ \text{mVp-p}$ (ヒステリシス電圧の typ 値) より大きい場合や GND に対して $500\ \text{mV}$ 未満のアンダーシュートがあると、LM63 の SMBus の伝送は正常に行われない可能性があります。このような場合、一般的にはノー・アクノレッジが応答として発生し、バス上に不必要なトラフィックを増加させる原因になります。SMBus の通信最高周波数はどちらかと言えば低い方 (最高 $100\ \text{kHz}$) ですが、バス上に複数の部品が接続され、プリント回路板のトレースが長いシステムでは、適切な終端の確保に依然として注意が必要です。LM63 の SMBCLK 入力にはコーナー周波数をおよそ $40\ \text{MHz}$ に設定した RC ローパス・フィルタが内蔵されています。さらに SMBData と SMBCLK に、ノイズおよびリング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 SMBData 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 単位は millimeters



8-Lead (0.154-Inch Wide) Molded Narrow Small-Outline Package (SOIC)
JEDEC Registration Number MS-012
Order Number LM63CIM
NS Package Number M008A

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たり、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もありません。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もありません。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。

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