

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

## 概要

MAX1669は、リモート温度センサを伝える高精度デジタル温度計を含んだファンコントローラです。リモートセンサは、ダイオード接続トランジスタ(低コスト2N3906 PNPタイプ等の実装容易なもの)であり、従来のサーミスタ又は熱電対を置き換えます。キャリブレーションなしで、複数のトランジスタメカに対して $\pm 3^\circ\text{C}$ のリモート精度を実現しています。MAX1669は低電流ロジック出力付の独立のファンコントローラを備えています。このロジック出力は、DCブラシレスファンとのインタフェースに外付電力部品を必要とします。ファンコントローラは、ファンモータ駆動用の低周波数(20Hz~160Hz)PWMモード及び可変DC制御電圧を発生するハイインピーダンスDAC出力の2つの動作モードを持っています。PWMモードにおいては、FAN周波数を外部クロックに同期させることができます。

その他の主な特長としては、ファンの存在を検出するための汎用入出力(GPIO)及びホストシステムが通信能力を失った時にファンオーバライド信号として使用するサーモスタット出力を備えています。内部ADCは入力電圧範囲が広く、過大な入力電圧が印加された時にオーバレンジ読取り値を与えます。その他のエラーチェック機能としては、温度範囲外表示及びダイオードオープン/短絡障害があります。

MAX1669は省スペースの16ピンQSOPパッケージで提供されています。このパッケージはSLOT1コネクタに隣接して取り付けすることができます。

## アプリケーション

Pentium®CPU冷却  
デスクトップコンピュータ  
ノートブックコンピュータ  
サーバー  
ワークステーション

標準動作回路はデータシートの最後に記載されています。

PentiumはIntel Corp.の登録商標です。

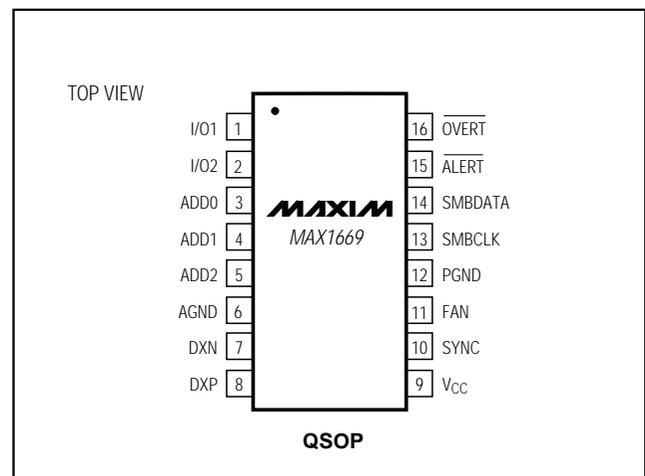
## 特長

- ◆ リモートCPU温度を測定
- ◆ キャリブレーション不要
- ◆ ファン用の20Hz~160Hz PWM出力
- ◆ PWM周波数同期入力(260kHz)
- ◆ フレキシブルなファンインタフェース：  
リニア又はPWM
- ◆ SMBus 2線シリアルインタフェース
- ◆ プログラマブル低温/高温警報
- ◆  $\overline{\text{ALERT}}$ ラッチ付割込み出力
- ◆  $\overline{\text{OVERT}}$ サーモスタット出力
- ◆ 2つのGPIOピン
- ◆ Write-Once(1回書込み)設定保護
- ◆ SMBusアラート応答をサポート
- ◆ 温度精度： $\pm 3^\circ\text{C}$  (-40 ~ +125、リモート)
- ◆ スタンバイ消費電流：3 $\mu\text{A}$
- ◆ 電源電圧： $+3\text{V} \sim +5.5\text{V}$
- ◆ パッケージ：小型16ピンQSOP

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1669EEE	-40°C to +85°C	16 QSOP

## ピン配置



# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V <sub>CC</sub> to AGND	-0.3V to +6V
DXP, ADD_ to AGND	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)
DXN to AGND	-0.3V to +0.8V
SMBCLK, SMBDATA, ALERT, SYNC, I/O1, I/O2, <u>O</u> VERT, FAN to AGND	-0.3V to +6V
FAN to PGND	-0.3V to (V <sub>CC</sub> + 0.3V)
PGND to AGND	-0.3V to +0.3V
PWM Current	-50mA to +50mA
SMBDATA Current	-1mA to +50mA
I/O1, I/O2 Current	-1mA to +25mA

DXN Current	±1mA
ESD Protection (all pins, Human Body Model)	2000V
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
16-Pin QSOP (derate 8.30mW/°C above +70°C)	667mW
Operating Temperature Range (extended)	-55°C to +125°C
Junction Temperature	+150°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>ADC AND POWER SUPPLY</b>						
Resolution (Note 1)	Monotonicity guaranteed	8			Bits	
Temperature Error, Remote Diode (Note 2)	T <sub>R</sub> = 0°C to +100°C, diode ideality factor = 1.013	-3		3	°C	
Supply Voltage Range		3		5.5	V	
Undervoltage Lockout Threshold	V <sub>CC</sub> input, disables A/D conversion, rising edge	2.6	2.8	2.95	V	
Undervoltage Lockout Hysteresis			50		mV	
Power-On Reset Threshold	V <sub>CC</sub> , falling edge	1	1.9	2.5	V	
POR Threshold Hysteresis			50		mV	
Standby Supply Current	SMBus static		3	10	μA	
	SMBCLK at 10kHz		3			
Average Operating Supply Current	Autoconvert mode, average measured over 1s	FAN output set to 150Hz mode	75	150	μA	
		FAN output set to DAC mode	360		μA	
Conversion Time	From stop bit to conversion complete	47	62	78	ms	
Conversion Rate	Autoconvert mode	1.6	2	2.4	Hz	
Remote-Diode Source Current	V <sub>DXP</sub> forced to V <sub>DXN</sub> + 0.65V	High level	80	100	120	μA
		Low level	8	10	12	
DXN Source Voltage			0.7		V	
<b>FAN OUTPUT</b>						
FAN Output Source Current	PWM mode, V <sub>FAN</sub> forced to 2.9V	10			mA	
FAN Output Sink Current	PWM mode, V <sub>FAN</sub> forced to 0.4V			-10	mA	

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{CC} = +3.3V$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
FAN PWM Frequency Error	PWM mode, any setting	-20		+20	%
FAN Total Unadjusted Error	DAC mode, any setting, $R_L = 10k\Omega$ to GND	-4		4	%FS
FAN Output Voltage High	DAC mode, FAN duty factor = 1111b, $I_{OUT} = 5mA$	2.96	3.06		V
FAN Output Voltage Low	DAC mode, FAN duty factor = 0000b, $I_{OUT} = -5mA$		0.05	0.2	V
SYNC Capture Range		140	260	400	kHz
SYNC Input High Period		500			ns
SYNC Input Low Period		500			ns
<b>SMBus INTERFACE</b> (Figures 7, 8)					
Logic Input High Voltage	ADD <sub>-</sub> , I/O1, I/O2, SYNC, SMBCLK, SMBDATA; $V_{CC} = 3V$ to $5.5V$	2.1			V
Logic Input Low Voltage	ADD <sub>-</sub> , I/O1, I/O2, SYNC, SMBCLK, SMBDATA; $V_{CC} = 3V$ to $5.5V$			0.8	V
SMBDATA, ALERT, OVERT, I/O1, I/O2 Output Low Sink Current	Pin forced to $0.4V$	6			mA
ALERT, OVERT, I/O1, I/O2 Output High Leakage Current	Pin forced to $5.5V$			1	$\mu A$
Logic Input Current	Logic inputs forced to $V_{CC}$ or GND	-1		1	$\mu A$
SMBus Input Capacitance	SMBCLK, SMBDATA		5		pF
SMBus Clock Frequency	(Note 3)	DC		100	kHz
SMBCLK Clock Low Time ( $t_{LOW}$ )	10% to 10% points	4.7			$\mu s$
SMBCLK Clock High Time ( $t_{HIGH}$ )	90% to 90% points	4			$\mu s$
SMBus Rise Time	SMBCLK, SMBDATA, 10% to 90% points			1	$\mu s$
SMBus Fall Time	SMBCLK, SMBDATA, 90% to 10% points			300	ns
SMBus Start Condition Setup Time		4.7			$\mu s$
SMBus Repeated Start Condition Setup Time ( $t_{SU:STA}$ )	90% to 90% points	500			ns
SMBus Start Condition Hold Time ( $t_{HD:STA}$ )	10% of SMBDATA to 90% of SMBCLK	4			$\mu s$
SMBus Stop Condition Setup Time ( $t_{SU:STO}$ )	90% of SMBCLK to 10% of SMBDATA	4			$\mu s$
SMBus Data Valid to SMBCLK Rising-Edge Time ( $t_{SU:DAT}$ )	10% or 90% of SMBDATA to 10% of SMBCLK	250			ns
SMBus Data-Hold Time ( $t_{HD:DAT}$ )	(Note 4)	0			$\mu s$
SMBus Bus-Free Time ( $t_{BUF}$ )	Between start/stop conditions	4.7			$\mu s$
SMBCLK Falling Edge to SMBus Data-Valid Time	Master clocking-in data			1	$\mu s$

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>CC</sub> = +3.3V, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C, unless otherwise noted.) (Note 5)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
<b>ADC AND POWER SUPPLY</b>				
Temperature Resolution (Note 1)	Monotonicity guaranteed	8		Bits
Temperature Error, Remote Diode (Note 2)	T <sub>R</sub> = -55°C to +125°C, diode ideality factor = 1.013	-5	5	°C
Supply Voltage Range		3	5.5	V
Average Operating Supply Current	Autoconvert mode, average measured over 1sec, FAN output set to 150Hz mode		100	μA
Conversion Time	From stop bit to conversion complete	47		ms
Conversion Rate	Autoconvert mode	1.6	2.4	Hz
<b>FAN OUTPUT</b>				
FAN Output Source Current	PWM mode, V <sub>FAN</sub> forced to 2.9V	10		mA
FAN Output Sink Current	PWM mode, V <sub>FAN</sub> forced to 0.4V		-10	mA
FAN PWM Frequency Error	PWM mode, any setting	-25	+25	%
FAN Total Unadjusted Error	DAC mode, any setting, R <sub>L</sub> = 10kΩ to GND	-5	5	%FS
FAN Output Voltage High	DAC mode, FAN duty factor = 1111b, I <sub>OUT</sub> = 5mA	2.94		V
FAN Output Voltage Low	DAC mode, FAN duty factor = 0000b, I <sub>OUT</sub> = -5mA		0.2	V
<b>SMBus INTERFACE</b>				
Logic Input High Voltage	ADD_, I/O1, I/O2, SYNC, SMBCLK, SMBDATA; V <sub>CC</sub> = 3V to 5.5V	2.1		V
Logic Input Low Voltage	ADD_, I/O1, I/O2, SYNC, SMBCLK, SMBDATA; V <sub>CC</sub> = 3V to 5.5V		0.8	V
SMBDATA, $\overline{\text{ALERT}}$ , $\overline{\text{OVERT}}$ , I/O1, I/O2 Output Low Sink Current	Pin forced to 0.4V	6		mA
$\overline{\text{ALERT}}$ , $\overline{\text{OVERT}}$ , I/O1, I/O2 Output High Leakage Current	Pin forced to 5.5V		1	μA
Logic Input Current	Logic inputs forced to V <sub>CC</sub> or GND	-1	1	μA

**Note 1:** Guaranteed but not 100% tested.

**Note 2:** T<sub>R</sub> is the junction temperature of the remote diode. The temperature error specification is optimized to and guaranteed for a diode-connected 2N3906 transistor with ideality factor = 1.013. Variations in the ideality factor "m" of the actual transistor used will increase the temperature error by \*. See the Temperature Error vs. Remote Diode Temperature graph in the *Typical Operating Characteristics* for typical temperature errors using several random 2N3906s. See *Remote Diode Selection* for remote diode forward-voltage requirements.

**Note 3:** The SMBus logic block is a static design that works with clock frequencies down to DC. While slow operation is possible, it violates the 10kHz minimum clock frequency and SMBus specifications, and may monopolize the bus.

**Note 4:** Note that a transition must internally provide at least a hold time in order to bridge the undefined region (300ns max) of SMBCLK's falling edge.

**Note 5:** Specifications to -40°C are guaranteed by design and not production tested.

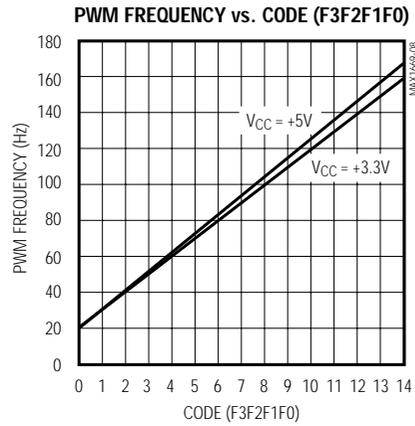
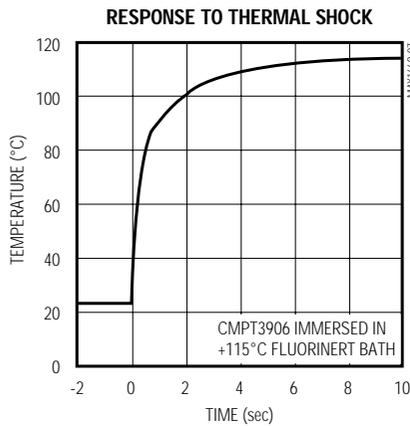
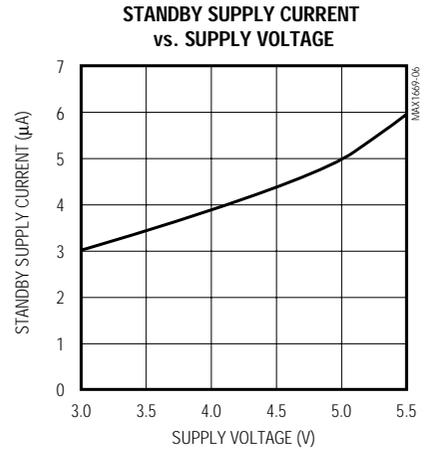
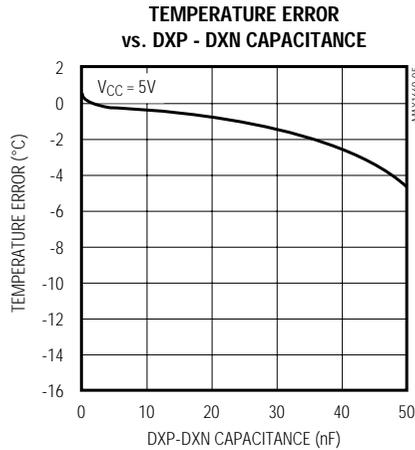
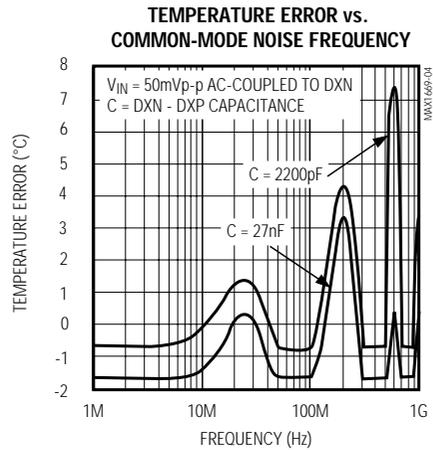
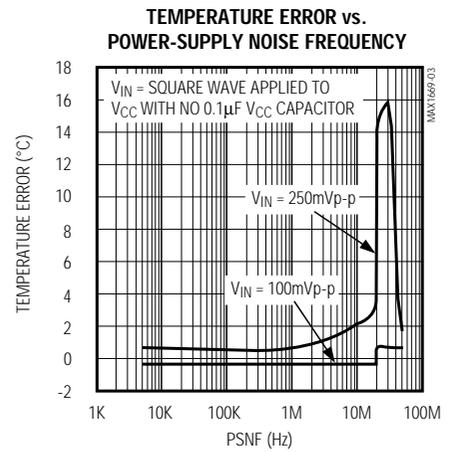
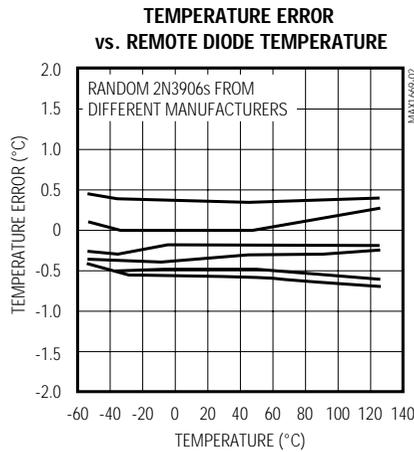
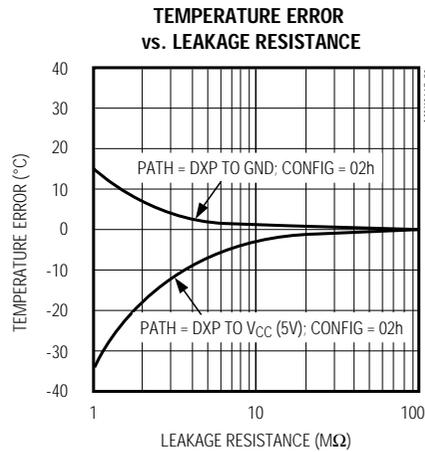
$$*\Delta T = \left( \frac{1.013}{m} - 1 \right) (273.15k + T_R) (^\circ\text{C})$$

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## 標準動作特性

(Temperature error = measured - actual,  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

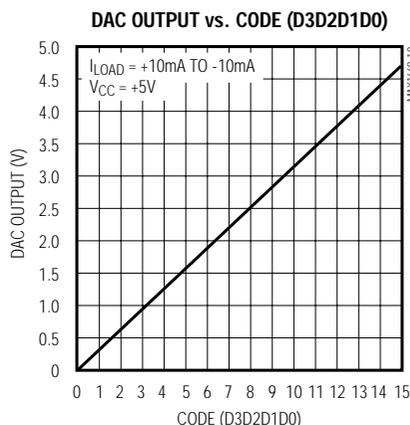
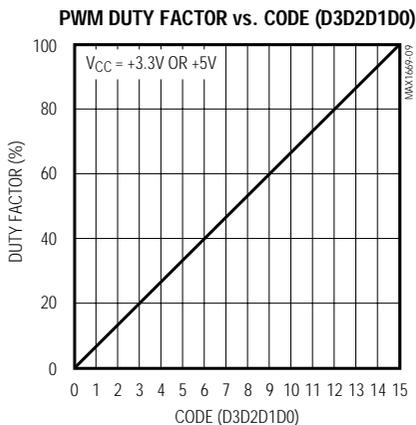


# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## 標準動作特性(続き)

(Temperature error = measured - actual,  $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)



## 端子説明

端子	名称	機能
1	I/O1	汎用オープンドレインロジック入力/出力1。I/O1はLEDの駆動、電源プレーンスイッチングMOSFETの駆動、あるいはファンの存在又はシャーシへの侵入検出に使用するために提供されています。
2	I/O2	汎用オープンドレインロジック入力/出力2。I/O2はLEDの駆動、電源プレーンスイッチングMOSFETの駆動、あるいはファンの存在又はシャーシへの侵入検出に使用するために提供されています。
3	ADD0	SMBusアドレス選択ピン0。表11を参照して下さい。
4	ADD1	SMBusアドレス選択ピン1。表11を参照して下さい。
5	ADD2	SMBusアドレス選択ピン2。表11を参照して下さい。
6	AGND	アナロググランド
7	DXN	リモートダイオードからのADC負入力と電流シンクの組合せ。DXNは通常グランドよりもダイオード電圧だけ上にバイアスされています。
8	DXP	リモートダイオードからのADC正入力と電流ソースの組合せ。ノイズフィルタリング用に、DXPとDXNの間に2200pFコンデンサを取り付けて下さい。
9	VCC	電源電圧入力(+3V ~ +5.5V)。0.1 $\mu$ FコンデンサでAGNDにバイパスして下さい。
10	SYNC	発振器同期入力。内部クロックを使用する場合はAGNDに接続して下さい。捕捉範囲は140kHz ~ 400kHzです。同期信号は内部でFAN PWMクロックに印加されます。同期周波数については表5を参照して下さい。
11	FAN	ファン制御ロジック出力。PWMモードにおいてはPGNDとVCCの間でスイングします。DACモードにおいてはPGNDと0.94 $\cdot$ VCCの間でスイングします。
12	PGND	電源グランド
13	SMBCLK	SMBusシリアルクロック入力
14	SMBDATA	オープンドレインSMBusシリアルデータ入力/出力
15	$\overline{\text{ALERT}}$	アクティブロー、オープンドレインSMBusアラート(割込み)出力
16	$\overline{\text{OVERT}}$	アクティブロー、オープンドレインサーモスタット出力。T <sub>CRIT</sub> スレッシュホールドによって起動されます。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

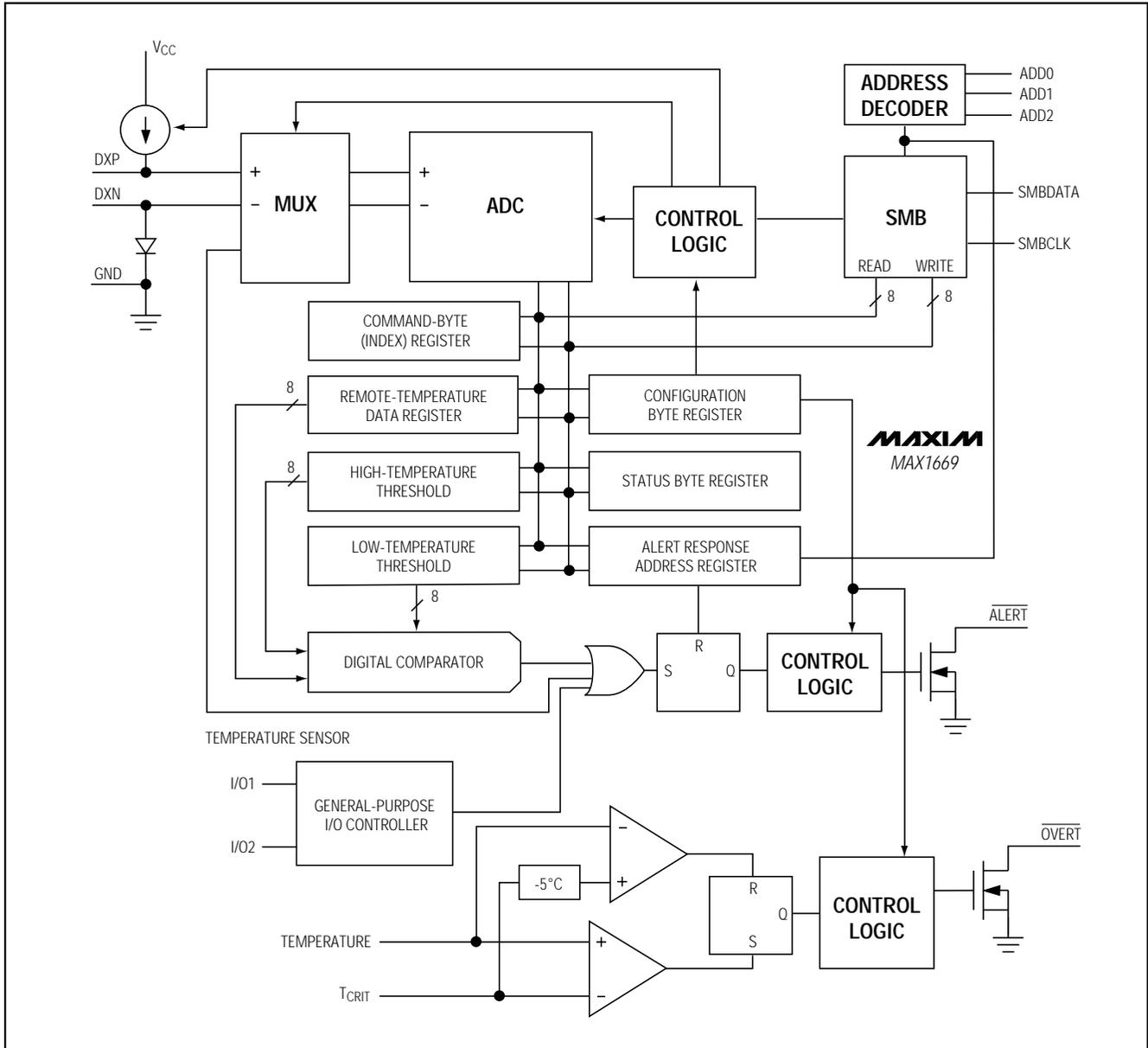


図1. MAX1669温度センサのファンクションダイアグラム

## 詳細

MAX1669はコンピュータのファンコントローラ・アプリケーション用に外部マイクロコントローラ(μC)やその他のインテリジェント機器と併用するための温度センサです。μCには電源管理又はキーボードコントローラ等があり、汎用入出力(GPIO)ピンの「ビットバンギング」又は専用SMBusインタフェースブロックを通じてSMBusシリアルコマンドを発生させます。

実質的に高性能フロンドエンド付の8ビットシリアルアナログデジタルコンバータ(ADC)である温度測定

チャンネルは、スイッチド電流ソース、マルチプレクサ及び積分ADCを備えています。ADCからの温度データはデータレジスタにロードされ、予め高温/低温警報レジスタ及びクリティカルレジスタに保存されていたデータと自動的に比較されます(図1)。

PWM又はDACファン制御回路は、温度測定から完全に独立しています。そして、ソフトウェアが温度制御フィードバックループを閉じます(図2)。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## ADC及びマルチプレクサ

ADCは62ms(typ)にわたって積分する平均タイプで、優れたノイズ除去特性を備えています。マルチプレクサは自動的にバイアス電流をリモートダイオードに流し、それらの順方向電圧を測定することで温度を計算します。

DXN入力は内部ダイオードによってグラウンドの0.7V上にバイアスされています。これはアナログデジタル(A/D)入力を差動測定用に設定するためです。最悪条件におけるDXP-DXN差動入力電圧範囲は0.21V~0.95Vです。ダイオードの電圧がADCの入力範囲外になると、非単調の読取り値ではなくオーバーレンジ表示が生成されます。オーバーレンジ読取り値では+127 がリターンされます。リモートダイオードへの直列抵抗値が過剰になると、オーム当たり約+1/2 の誤差が生じます。同様に、DXP-DXNに200 $\mu$ Vのオフセット電圧が与えられると約+1 の誤差が生じます。

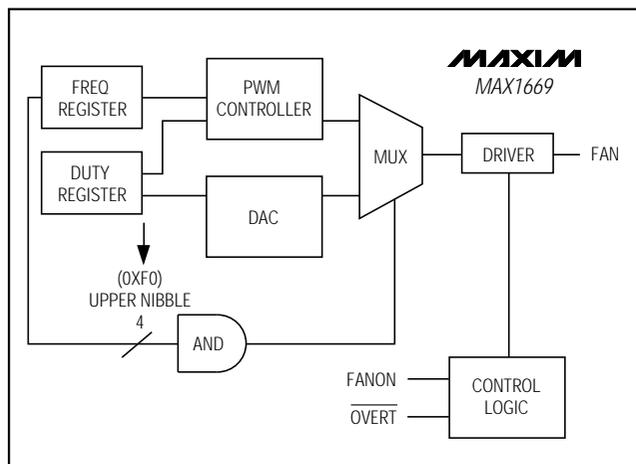


図2. MAX1669のファン制御のファンクションダイアグラム

## A/D変換シーケンス

素子のスタンバイモードが解除されると、1変換時間(78ms max)後に測定結果が読取り可能になります。ADCがビジーであっても、前の変換の結果は常に得られます。スタンバイモードをオン/オフにトグルすることによって速度タイマがリセットされるため、この操作は新しい変換を始めるのに好適です。

## 低電力スタンバイモード

62msの変換期間中の消費電流は500 $\mu$ Aです。変換の合間の瞬間的な消費電流は18 $\mu$ Aです。スタンバイモードにおける消費電流は3 $\mu$ Aまで低減し、ファン出力がディセーブルされます。

## SMBusデジタルインタフェース

ソフトウェアから見ると、MAX1669は温度データ、警報スレッシュホールド値又はコントロールビットが格納されたバイト幅一連のレジスタに見えます。温度データの読取り、書き込みコントロールビット及び警報スレッシュホールドデータの書き込みには、標準SMBus 2線シリアルインタフェースが使用されています。

MAX1669は4つの標準SMBusプロトコル(バイト書き込み、バイト読取り、バイト送信及びバイト受信)を採用しています(図3)。バイト書き込み又は読取り命令によって正しいデータレジスタが予め選択されている場合、2つの短いプロトコル(受信及び送信)を使用することによって転送を速くすることができます。マルチマスターシステムで短いプロトコルを使う時は、第2のマスターが第1のマスターに知らせることなくコマンドバイトを上書きする可能性があるため、注意が必要です。

温度データフォーマットは、各チャンネルについて2の補数形式を取る7ビットと符号ビットとなっています。LSBが1 を表し(表1)、MSBから先に送信されます。内部丸め誤差を最小限に抑えるため、測定は+1/2 だけオフセットされています。例えば、+99.5 ~ +100.4 は+100 として伝えられます。

## 警報スレッシュホールドレジスタ

3つのレジスタに警報スレッシュホールドデータが格納されます。ALERT出力を起動する高温( $T_{HIGH}$ )レジスタと低温( $T_{LOW}$ )レジスタ、及びOVERT出力を起動するクリティカル高温レジスタ( $T_{CRIT}$ )があります。測定された温度が対応する $T_{HIGH}$ 又は $T_{LOW}$ スレッシュホールド値と等しいか超過している時、ALERT割込みが発生します。 $T_{CRIT}$ レジスタの値を表1の温度範囲外に設定しないで下さい。

$T_{HIGH}$ レジスタのパワーオンリセット(POR)状態は、フルスケール(0111 1111b、即ち+127 )です。 $T_{LOW}$ レジスタのPOR状態は1100 1001b、即ち-55 です。 $T_{CRIT}$ レジスタのPOR状態は0110 0100b、即ち+100 です。

## OVERTサーモスタット出力

OVERT出力は、温度が $T_{CRIT}$ 以上である時に起動される自己クリア割込み出力です。OVERTは通常アクティブ時にローになりますが、この極性は構成レジスタを通じて変更することができます。ラッチは、温度が $T_{CRIT}$ より5 以上低くなった時にクリアされます。これにより5 のヒステリシスが得られます。

ALERT及びOVERTの比較は、各変換の後及びそれぞれの温度リミットレジスタへの書き込みコマンドの最後に行われます。例えば、素子がスタンバイ状態にある時にリミットが変更された場合には、ALERT及びOVERT出力は最後の有効なA/D結果に正しく従って応答します。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

*Write Byte Format*

S	ADDRESS	WR	ACK	COMMAND	ACK	DATA	ACK	P
1	7 bits	1	1	8 bits	1	8 bits	1	1

7-bit slave address: equivalent to chip-select line      Command byte: selects which register you are writing to      Data byte: data goes into the register set by the command byte (to set thresholds, configuration masks, and sampling rate)

*Read Byte Format*

S	ADDRESS	WR	ACK	COMMAND	ACK	S	ADDRESS	RD	ACK	DATA	$\bar{A}$	P
1	7 bits	1	1	8 bits	1	1	7 bits	1	1	8 bits	1	1

Slave address: equivalent to chip-select line      Command byte: selects which register you are reading from      Slave address: repeated due to change in data-flow direction      Data byte: reads from the register set by the command byte

*S = Start condition      Shaded = Slave transmission  
P = Stop condition       $\bar{A}$  = Not acknowledged*

図3. SMBusプロトコル

表1. データフォーマット(2の補数形式)

TEMP (°C)	ROUNDED TEMP (°C)	DIGITAL OUTPUT DATA BITS		
		SIGN	MSBs	LSBs
+130.00	+127	0	111	1111
+127.00	+127	0	111	1111
+126.50	+127	0	111	1111
+126.00	+126	0	111	1110
+25.25	+25	0	001	1001
+0.50	+1	0	000	0001
+0.25	+0	0	000	0000
+0.00	+0	0	000	0000
-0.25	+0	0	000	0000
-0.50	+0	0	000	0000
-0.75	-1	1	111	1111
-1.00	-1	1	111	1111
-25.00	-25	1	110	0111
-25.50	-26	1	110	0110
-54.75	-55	1	100	1001
-55.00	-55	1	100	1001
-65.00	-65	1	011	1111
-70.00	-65	1	011	1111

$\overline{ALERT}$ 出力は、 $T_{CRIT}(\overline{OVERT})$ の比較に回答しないので注意して下さい。

$\overline{OVERT}$ ラッチは、FAN出力のオーバライド制御を提供することができます。これは、 $T_{CRIT}$ スレッシュホールドをよぎるたびにファンを強制的に $V_{CC}$ に接続します。このオーバライドスイッチはバックアップファン制御ループであり、構成レジスタのFAN ONビット(ビット2)を通じてイネーブルされます。この方法でデューティを100%にしてもDUTYレジスタの内容には影響しないこと、及び $\overline{OVERT}$ ラッチがリセットされるとFAN出力は以前に設定されたデューティファクタ(又はDAC電圧)に戻ることに注意して下さい。

### ダイオード障害警報

DXPには、リモートダイオードがオープン回路、GNDへの短絡、あるいはDXPとDXNの間の短絡状態にあるかどうかを検出する連続性障害ディテクタが内蔵されています。各変換の始めにダイオード障害がチェックされ、ステータスバイトが更新されます。この障害ディテクタは単純な電圧ディテクタです。ダイオードソース電流によりDXPが $V_{CC}-1V$ (typ)よりも高くなるか、あるいはDXN + 40mVより低くなると障害が検出されます。また、ADCの差動入力電圧が非常に低い場合も、ダイオードが短絡したと判断して障害が検出されます。ダイオード障害は変換が始まるまでチェックされないことに注意して下さい。従って、パワーオンリセットの直後には、たとえダイオード経路が切れていてもステータスバイトに障害は表示されません。ダイオード障害が発生すると、+127 の障害読取り値がリターンされ、 $\overline{ALERT}$ がローになります。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## ALERT割込み

ALERT割込み出力信号はラッチされ、アラート応答アドレスを読取ることによってのみクリアされます。割込みは、 $T_{HIGH}$ 及び $T_{LOW}$ の比較、リモートダイオードの障害、あるいはI/O1又はI/O2のハイからローへあるいはローからハイへの遷移にตอบสนองして発生します。

割込みがあっても自動変換は止まりません。ALERTが発生した後も引き続きSMBusインタフェースを通じて新しい温度データを利用できます。割込み出力はオープンドレインであるため、複数のデバイスが共通の割込みラインを共有できます。インタフェースはSMBusアラート応答アドレス(割込みポイントのリターンアドレス機能)にตอบสนองします(「アラート応答アドレス」の項を参照)。

温度がALARMスレッシュホールドを超えると、ALERT割込みラッチがセットされます。スレッシュホールドが再び設定されるまでは、ALERTが再びセットされることはありません。これにより、アラート応答アドレスを読み取ってから違反した警報スレッシュホールドを更新するまでの間にALERTラッチが再びセットされるのを防ぎます。この動作はMAX1618と同じですが、MAX1617とは少し異なることに注意して下さい(MAX1617の場合は、温度が警報スレッシュホールドを超えなくなるまで割込みが引き続き発生します)。また、何か新しい警報条件が発生した場合(例えば他の警報スレッシュホールドをよぎるか、又はGPIOの遷移があった場合には、新しい割込みが発生することに注意して下さい)。

## アラート応答アドレス

SMBusアラート応答割込みポイントは、バスマスターに必要な複雑で高価なロジックを持たない単純なスレーブデバイスの障害を迅速に認識します。ALERT割込み信号を受けたホストマスターは、アラート応答スレーブアドレス(0001100b)に受信バイトを一斉送信することができます。次に、割込みを発生したスレーブデバイスは自分のアドレスをバスに乗せることによって自分がどのデバイスであるかを知らせます(表2)。

アラート応答は、 $I^2C$ のジェネラルコールと同様に、いくつかの異なるスレーブデバイスを同時に起動できます。2つ以上のスレーブが応答しようとした場合、バスの仲裁規則により、アドレスコードの低い方のデバイスが優先されます。他方のデバイスはアクノレッジを発生せず、サービスを受けるまで引き続きALERTラインをローに保持します。アラート応答アドレスの読取りに成功すると、割込みラッチがクリアされます。

表2. アラート応答アドレスの読取り  
フォーマット(0001100b)

BIT	NAME	FUNCTION
7 (MSB)	ADD7	Provide the MAX1669 slave address
6	ADD6	
5	ADD5	
4	ADD4	
3	ADD3	
2	ADD2	
1	ADD1	Logic 1
0 (LSB)	1	

## コマンドバイトの機能

8ビットのコマンドバイトレジスタ(表3)は、MAX1669内の様々な他のレジスタを指し示すマスターインデックスです。このレジスタのPOR状態は00000001bであるため、PORの直後に受信バイトの伝送(コマンドバイトを持たないプロトコル)が行われると、現在のリモート温度データがリターンされます。

## ワンショット変換

ワンショットコマンドは、直ちに新しい変換サイクルの開始を強制します。ソフトウェアスタンバイモード(STBYビット=1)では、新しい変換が始まり、変換後デバイスはスタンバイモードに戻ります。ワンショットコマンドを受け取った時に変換が進行中である場合、そのコマンドは無視されます。自動変換モード(STBYビット=0)で変換中にワンショットコマンドを受け取った場合は、新たに変換が始まり、変換速度タイマがリセットされ、全周期の後で次の自動変換が行われます。

## コンフィギュレーションバイトの機能

コンフィギュレーションバイトレジスタ(表4)は、割込みをマスク(ディセーブル)するため、OVERTの出力極性を設定するため、及びデバイスをソフトウェアスタンバイモードにするために使用されます。表4のコンフィギュレーションバイトのビット1は工場でのみ使用されるもので、1(PORにおける値)に設定しておく必要があります。このレジスタの内容は、シリアルインタフェースを通じて読み戻すことができます。

## 周波数及びデューティファクタ制御

ファン速度はファンに印加される平均電圧によって制御されます。この平均電圧はモーターの電源電圧とデューティファクタの積です。デューティファクタはスタートアップ時にはゼロで、ソフトウェアによって制御されます。FAN出力周波数は、PWM周波数レジスタによって

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

表3. コマンドバイトのビット割当

REGISTER	COMMAND	POR STATE	FUNCTION
	00h	N/A	Reserved for future use
RTEMP	01h	N/A	Read latest temperature
RSTAT	02h	N/A	Read status byte (temp flags, I/O_ states)
RCFG	03h	0000 0010b	Read configuration byte
	04h	N/A	Reserved for future use
	05h	N/A	Reserved for future use
	06h	N/A	Reserved for future use
RHI	07h	0111 1111b	Read T <sub>HIGH</sub> limit
RLOW	08h	1100 1001b	Read T <sub>LOW</sub> limit
WCFG	09h	N/A	Write configuration byte
	0Ah	N/A	Reserved for future use
	0Bh	N/A	Reserved for future use
	0Ch	N/A	Reserved for future use
WHI	0Dh	N/A	Write T <sub>HIGH</sub> limit
WLOW	0Eh	N/A	Write T <sub>LOW</sub> limit
OSHT	0Fh	N/A	One-shot command. Will execute a single conversion even if the device is in software standby.
RCRIT	10h	0110 0100b	Read T <sub>CRIT</sub> limit
RPROT	11h	0000 0000b	Read write-once protection byte
RFREQ	12h	0000 0000b	Read PWM frequency
RDUTY	13h	0000 0000b	Read FAN duty factor
RGPIO	14h	1100 0000b	Read GPIO data
	15h	N/A	Reserved for future use
	16h	N/A	Reserved for future use
	17h	N/A	Reserved for future use
WCRIT	18h	N/A	Write T <sub>CRIT</sub> limit
WPROT	19h	N/A	Write write-once protection byte
WFREQ	1Ah	N/A	Write PWM frequency
WDUTY	1Bh	N/A	Write FAN duty factor
WGPIO	1Ch	N/A	Write GPIO data
RFU	1Dh-FDh	N/A	Reserved for future use
<b>ID Codes</b>			
MFG ID	FEh	Least Sig Byte 0100 1101b	Manufacturing ID code = 4Dh, ASCII code for "M" (for Maxim)
DEV ID	FFh	Least Sig Byte 0000 0101b	Device ID code, specific to MAX1669

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

表4. 構成バイトのビット割当

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	MASK0	0	Masks T <sub>HIGH</sub> , T <sub>LOW</sub> , and diode fault $\overline{\text{ALERT}}$ interrupts when high. If all three MASK_ bits are set high, $\overline{\text{ALERT}}$ interrupts are totally masked.
6	STBY	0	Standby mode control bit. If high, the device immediately stops converting, forces FAN low, and enters standby mode. If low, the device continuously autoconverts at a 2Hz rate.
5	POL	0	$\overline{\text{OVERT}}$ pin polarity control: 0 = active low (low when T <sub>CRIT</sub> is crossed) 1 = active high
4	MASK1	0	Masks I/O1 $\overline{\text{ALERT}}$ interrupts when high. Set MASK1 = 1 and connect a 10k to 100k pull-up resistor on I/O1 to configure I/O1 as an output.
3	MASK2	0	Masks I/O2 $\overline{\text{ALERT}}$ interrupts when high. Set MASK2 = 1 and connect a 10k to 100k pull-up resistor on I/O2 to configure I/O2 as an output.
2	FAN ON	0	Enables FAN duty factor override when high.
1		1	Must be "1"
0	RFU	0	Reserved for future use

表5. PWM周波数データバイトのビット割当(書込みコマンド = 1Ah)

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION																																																			
7 (MSB)	F3	0	Frequency control bit. F3-F0 are decoded as follows: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>F3-F0</th> <th>Frequency (SYNC = GND)</th> <th>Synchronized Frequency (SYNC Clocked)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0000b</td><td>20Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/13100</td></tr> <tr><td>0001b</td><td>30Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/8730</td></tr> <tr><td>0010b</td><td>40Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/6550</td></tr> <tr><td>0011b</td><td>50Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/5240</td></tr> <tr><td>0100b</td><td>60Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/4370</td></tr> <tr><td>0101b</td><td>70Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/3740</td></tr> <tr><td>0110b</td><td>80Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/3270</td></tr> <tr><td>0111b</td><td>90Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/2910</td></tr> <tr><td>1000b</td><td>100Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/2620</td></tr> <tr><td>1001b</td><td>110Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/2380</td></tr> <tr><td>1010b</td><td>120Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/2180</td></tr> <tr><td>1011b</td><td>130Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/2020</td></tr> <tr><td>1100b</td><td>140Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/1870</td></tr> <tr><td>1101b</td><td>150Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/1750</td></tr> <tr><td>1110b</td><td>160Hz</td><td>f<sub>SYNC</sub>/1640</td></tr> <tr><td>1111b</td><td>DAC Mode</td><td></td></tr> </tbody> </table>	F3-F0	Frequency (SYNC = GND)	Synchronized Frequency (SYNC Clocked)	0000b	20Hz	f <sub>SYNC</sub> /13100	0001b	30Hz	f <sub>SYNC</sub> /8730	0010b	40Hz	f <sub>SYNC</sub> /6550	0011b	50Hz	f <sub>SYNC</sub> /5240	0100b	60Hz	f <sub>SYNC</sub> /4370	0101b	70Hz	f <sub>SYNC</sub> /3740	0110b	80Hz	f <sub>SYNC</sub> /3270	0111b	90Hz	f <sub>SYNC</sub> /2910	1000b	100Hz	f <sub>SYNC</sub> /2620	1001b	110Hz	f <sub>SYNC</sub> /2380	1010b	120Hz	f <sub>SYNC</sub> /2180	1011b	130Hz	f <sub>SYNC</sub> /2020	1100b	140Hz	f <sub>SYNC</sub> /1870	1101b	150Hz	f <sub>SYNC</sub> /1750	1110b	160Hz	f <sub>SYNC</sub> /1640	1111b	DAC Mode	
			F3-F0	Frequency (SYNC = GND)	Synchronized Frequency (SYNC Clocked)																																																	
			0000b	20Hz	f <sub>SYNC</sub> /13100																																																	
			0001b	30Hz	f <sub>SYNC</sub> /8730																																																	
			0010b	40Hz	f <sub>SYNC</sub> /6550																																																	
			0011b	50Hz	f <sub>SYNC</sub> /5240																																																	
			0100b	60Hz	f <sub>SYNC</sub> /4370																																																	
			0101b	70Hz	f <sub>SYNC</sub> /3740																																																	
			0110b	80Hz	f <sub>SYNC</sub> /3270																																																	
			0111b	90Hz	f <sub>SYNC</sub> /2910																																																	
			1000b	100Hz	f <sub>SYNC</sub> /2620																																																	
			1001b	110Hz	f <sub>SYNC</sub> /2380																																																	
			1010b	120Hz	f <sub>SYNC</sub> /2180																																																	
			1011b	130Hz	f <sub>SYNC</sub> /2020																																																	
			1100b	140Hz	f <sub>SYNC</sub> /1870																																																	
1101b	150Hz	f <sub>SYNC</sub> /1750																																																				
1110b	160Hz	f <sub>SYNC</sub> /1640																																																				
1111b	DAC Mode																																																					
6	F2	0	Frequency control bit																																																			
5	F1	0	Frequency control bit																																																			
4	F0	0	Frequency control bit																																																			
3-0	RFU	0	Reserved for future use																																																			

制御されます(但し、このレジスタのコードが1111bに設定されている時を除きます)(表5)。PWM周波数コードが1111bの時に、FAN出力がDACモードになります。その他の全てのコードにおいて、FAN周波数は表5に示すように20Hz~160Hzの範囲になります。可能な同期周波数については、表5も参照して下さい。FAN出力のデューティファクタは、PWM周波数コードが1111bである場合を除き、FANデューティファクタレジスタによって制御されます。FANのデューティファクタは、0%~100%の範囲(6.67%刻み)で選択できます。

## DACモードにおけるFAN出力

PWM周波数レジスタがコード1111bに設定されている場合、DACはFAN出力に多重化され、デューティファクタではなくFANデューティファクタレジスタ(表6)によってDAC出力電圧が制御されます。DACモードにおいては、出力スイングは0~0.94・V<sub>CC</sub>(分解能4ビット)です。遷移を滑らかにするため、PWM周波数コードをDACモード(1111b)に設定する前にFANデューティファクタコードを0000bに設定するようにして下さい。外部回路は初期FAN DAC電圧として0を許容する必要があります。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

表6. ファンデューティファクタデータバイトのビット割当(書込みコマンド = 1Bh)

BIT	NAME	NAME	FUNCTION																																																			
7 (MSB)	D3	0	FAN duty-factor control bit. D3-D0 are decoded as follows: <table border="1"> <thead> <tr> <th>D3-D0</th> <th>Duty</th> <th>V<sub>out</sub> (nominal)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0000b</td><td>0%</td><td>0V</td></tr> <tr><td>0001b</td><td>6.67%</td><td>0.0625 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>0010b</td><td>13.33%</td><td>0.125 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>0011b</td><td>20%</td><td>0.1875 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>0100b</td><td>26.67%</td><td>0.25 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>0101b</td><td>33.33%</td><td>0.3125 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>0110b</td><td>40%</td><td>0.375 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>0111b</td><td>46.67%</td><td>0.4375 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1000b</td><td>53.33%</td><td>0.5 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1001b</td><td>60%</td><td>0.5625 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1010b</td><td>66.67%</td><td>0.625 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1011b</td><td>73.33%</td><td>0.6875 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1100b</td><td>80%</td><td>0.75 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1101b</td><td>86.67%</td><td>0.8125 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1110b</td><td>93.33%</td><td>0.875 · V<sub>CC</sub></td></tr> <tr><td>1111b</td><td>100%</td><td>0.9375 · V<sub>CC</sub></td></tr> </tbody> </table>	D3-D0	Duty	V <sub>out</sub> (nominal)	0000b	0%	0V	0001b	6.67%	0.0625 · V <sub>CC</sub>	0010b	13.33%	0.125 · V <sub>CC</sub>	0011b	20%	0.1875 · V <sub>CC</sub>	0100b	26.67%	0.25 · V <sub>CC</sub>	0101b	33.33%	0.3125 · V <sub>CC</sub>	0110b	40%	0.375 · V <sub>CC</sub>	0111b	46.67%	0.4375 · V <sub>CC</sub>	1000b	53.33%	0.5 · V <sub>CC</sub>	1001b	60%	0.5625 · V <sub>CC</sub>	1010b	66.67%	0.625 · V <sub>CC</sub>	1011b	73.33%	0.6875 · V <sub>CC</sub>	1100b	80%	0.75 · V <sub>CC</sub>	1101b	86.67%	0.8125 · V <sub>CC</sub>	1110b	93.33%	0.875 · V <sub>CC</sub>	1111b	100%	0.9375 · V <sub>CC</sub>
			D3-D0	Duty	V <sub>out</sub> (nominal)																																																	
			0000b	0%	0V																																																	
			0001b	6.67%	0.0625 · V <sub>CC</sub>																																																	
			0010b	13.33%	0.125 · V <sub>CC</sub>																																																	
			0011b	20%	0.1875 · V <sub>CC</sub>																																																	
			0100b	26.67%	0.25 · V <sub>CC</sub>																																																	
			0101b	33.33%	0.3125 · V <sub>CC</sub>																																																	
			0110b	40%	0.375 · V <sub>CC</sub>																																																	
			0111b	46.67%	0.4375 · V <sub>CC</sub>																																																	
			1000b	53.33%	0.5 · V <sub>CC</sub>																																																	
			1001b	60%	0.5625 · V <sub>CC</sub>																																																	
			1010b	66.67%	0.625 · V <sub>CC</sub>																																																	
			1011b	73.33%	0.6875 · V <sub>CC</sub>																																																	
			1100b	80%	0.75 · V <sub>CC</sub>																																																	
			1101b	86.67%	0.8125 · V <sub>CC</sub>																																																	
1110b	93.33%	0.875 · V <sub>CC</sub>																																																				
1111b	100%	0.9375 · V <sub>CC</sub>																																																				
6	D2	0	FAN duty-factor control bit																																																			
5	D1	0	FAN duty-factor control bit																																																			
4	D0	0	FAN duty-factor control bit																																																			
3-0	RFU	0	Reserved for future use																																																			

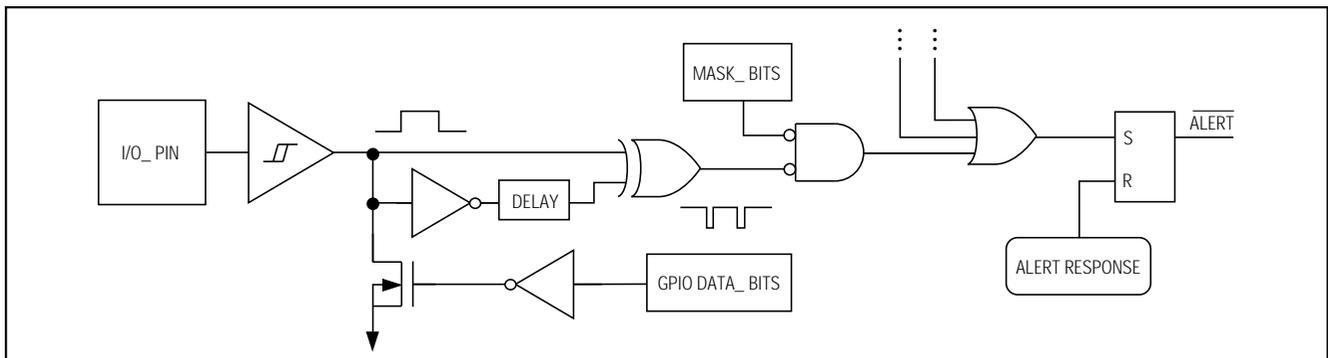


図4. GPIOロジックダイアグラム

## GPIOデータレジスタ

I/O1及びI/O2は、GPIOデータレジスタ及びCONFIGバイトレジスタを通じて設定されます(表7及び表3)。パワーアップ時には、GPIOは入力として設定されます。I/Oが入力として設定されることを保証するために、I/O1及びI/O2それぞれのGPIOデータレジスタDATA1及びDATA2のビットをハイに設定して下さい。図4に示すように、GPIO DATA\_をハイに設定することにより、I/O\_ピンに接続されたオープンドレインFETがハイインピーダンスになります。次に、CONFIGバイトレジスタの中のMASK1及びMASK2のビットをローにクリアする

ことにより、それぞれI/O1及びI/O2のALERT割込みのマスクを除去して下さい。

I/O1又はI/O2を出力として使用するには、まずMASK1及びMASK2ビットをハイに設定して下さい。CONFIGバイトレジスタ内のMASK\_ビットをハイに設定すると、それに対応するI/O ALERT割込みがマスクされます。内部FETはオープンドレインのため、I/O\_とV<sub>CC</sub>の間にプルアップ抵抗が必要です。GPIOデータレジスタの中のDATA1及びDATA2ビットによって、I/O1及びI/O2の状態がそれぞれ直接制御されます(図4)。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

表7. GPIO入力/出力データバイトのビット割当

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	DATA1	1	For I/O1 configured as an output (MASK1 bit set high and a pull-up resistor on I/O1), this bit corresponds to the GPIO DATA1 block in Figure 4 and controls the output state of I/O1. To configure I/O1 as an input, set this bit high and clear the MASK1 bit low (Figure 4).
6	DATA2	1	For I/O2 configured as an output (MASK2 bit set high and a pull-up resistor on I/O2), this bit corresponds to the GPIO DATA2 block in Figure 4 and controls the output state of I/O2. To configure I/O2 as an input, set this bit high and clear the MASK2 bit low (Figure 4).
5-0	RFU	0	Reserved for future use

表8. Write-Once(1回書込み)保護バイトのビット割当

BIT	NAME	POR STATE	FUNCTION
7 (MSB)	PROT1	0	Write-protects the T <sub>CRIT</sub> limit threshold register when high.
6	PROT2	0	Write-protects certain bits in the configuration register when high: - STBY standby-mode control (bit 6) - POL polarity control (bit 5) - FAN ON control (bit 2)
5	PROT3	0	Write-protects bit 7 in the GPIO register when high (DATA1).
4	PROT4	0	Write-protects bit 6 in the GPIO register when high (DATA2).
3-0	RFU	0	Reserved for future use

## Write-Once(1回書込み)保護

Write-Once(1回書込み)保護機能は、ホストのBIOSコードがMAX1669を特定の構成に設定するのを許容し、ホスト内のデータ破壊によってMAX1669に偽の書込みが起こることから保護します。特に、書込み保護のため、DACモードあるいはPWMモードであろうとホストシステムの影響を受けずにオンにするフルブーフの高温オーバライドが可能になります。書込み保護ビットレジスタ(表8)のビットが一旦ハイに設定されると、パワーオンリセット以外の方法ではリセットをローにできません。

実際のレジスタ自身に1回書込みをさせるかわりに独立した書込み保護マスターレジスタを使用することにより、ホストは最終的な書込み保護を実行する前に各レジスタの内容を読み戻して確認することができます。各レジスタについて個々の書込み保護制御を行っているため、アプリケーションの融通性が高くなります。例えば、T<sub>CRIT</sub>と構成レジスタを保護して、GPIO出力の片方又は両方をフリーにし、アクチュエータとして使用することができます。

## ステータスバイトの機能

ステータスバイトレジスタ(表9)は、どの温度スレッシュヨルドを超過したかを表示します。このバイトはさらに、

GPIO状態の変化と遷移、及びリモートダイオードのDXP-DXN経路に障害があるかどうかを表示します。PORの後、警報状態が存在しないとすれば全てのフラグビットの正常状態はゼロです。ステータスバイトの読取りに成功すると、ステータスバイトのビット2~5はクリアされます。ステータスフラグビットがクリアされても、ALERT割込みラッチが自動的にクリアされないことに注意して下さい。

## メーカー及びデバイスIDコード

このコードは特定のデバイスの機能を識別します。ソフトウェア又はハードウェア能力が増加又は減少した新しいデバイスには、新しいコードを割り当てる必要があります。デバイスIDによって、ホストシステムはデバイスの能力を知ることができ、もし追加機能があればそれを使用することができます。デバイスIDコードは2バイトで、全部で256x256の可能な組み合わせがあります。デバイスIDコードはコマンドコード1111 1111b (FFh)に位置しています。Read-word(ワード読取り)でなくRead-byte(バイト読取り)動作がデバイスに適用されると、最上位バイトなしに最下位バイトを正しくリターンします。表10にMAX1669のデバイスIDを示します。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

表9. ステータスバイトのビット割当

BIT	NAME	FUNCTION
7 (MSB)	I/O1	This bit indicates the current state of I/O1 (unlatched).
6	I/O2	This bit indicates the current state of I/O2 (unlatched).
5	TRAN1*	This bit is set if a low-to-high or high-to-low transition has occurred at I/O1 (regardless of the state of the mask bits).
4	TRAN2*	This bit is set if a low-to-high or high-to-low transition has occurred at I/O2 (regardless of the state of the mask bits).
3	RHIGH*	A high indicates that the high-temperature alarm has activated
2	RLOW*	A high indicates that the low-temperature alarm has activated.
1	DIODE	A high indicates a remote-diode fault (open-circuit, shorted diode, or DXP short to GND).
0 (LSB)	OVERT	When the $T_{CRIT}$ threshold is crossed, this bit goes high. The polarity of this bit does not depend on the POL bit (bit 5 in configuration byte).

\*TRAN1 and TRAN2 alarm flags stay high until cleared by POR or until the status byte register is read. RHIGH and RLOW alarm flags stay high until cleared by POR or the temperature fault is removed and the status byte is read.

表10. デバイスIDコード

MAX1669 ID CODE			
LS BYTE LSBs MSBs		MS BYTE LSBs MSBs	
0000	0101	0000	0000

表11. スレーブアドレス・ディコーディング  
(ADD\_ピン)

ADD0	ADD1	ADD2	ADDRESS
GND	GND	GND	0011 000b
GND	GND	V <sub>CC</sub>	0011 001b
GND	V <sub>CC</sub>	GND	0011 010b
GND	V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	0101 001b
V <sub>CC</sub>	GND	GND	0101 010b
V <sub>CC</sub>	GND	V <sub>CC</sub>	0101 011b
V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	GND	1001 100b
V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	V <sub>CC</sub>	1001 101b

## スレーブアドレス

SMBusから見ると、MAX1669は温度センサ部、GPIO部及びファン制御部に共通アドレスを持った1つのデバイスに見えます。デバイスアドレスはADD\_ピン接続によって8つの異なる値のうちの1つに設定できます。これにより、アドレスの競合を起こさずに2つ以上のMAX1669を同じバス上に存在させることができます(表11)。

MAX1669は、SMBusアラート応答スレーブアドレスにも応答します(「アラート応答アドレス」の項を参照)。

## POR及びUVLO

MAX1669は揮発性のメモリを備えています。曖昧な電源条件によってメモリ内のデータが破壊されて誤動作を起こさないように、POR電圧ディテクタがV<sub>CC</sub>を監視し、V<sub>CC</sub>が1.85V(typ、「Electrical Characteristics」の表を参照)よりも低くなるとメモリをクリアします。電源投入時にV<sub>CC</sub>が1.9V(typ)を超えると、ロジックブロックが動作し始めます(3V以下のV<sub>CC</sub>レベルでの読み書きは避けて下さい)。第2のV<sub>CC</sub>コンパレータ、即ちADC UVLOコンパレータにより、ヘッドルームが十分となる(V<sub>CC</sub> = 2.8V typ)までADCは変換できません。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## パワーアップ時のデフォルト

- 割込みラッチがクリアされます。
- ADCが2Hzの速度で自動変換を始めます。
- コマンドバイトが01hにセットされます。これは受信バイトの高速リモートクエリーを簡単に行うためです。
- $T_{HIGH}$ 及び $T_{LOW}$ レジスタがそれぞれ+127 及び-55 のリミットに設定されます。
- $T_{CRIT}$ レジスタが+100 に設定されます。
- ALERT及びOVERTはハイインピーダンス状態にリセットされます。
- デバイスは低周波数PWMモード(20Hz)に設定されます。
- PWM出力はオフです(デューティファクタは0%に設定)。
- I/O1、I/O2はハイインピーダンスです(入力として設定)。

## アプリケーション情報

### リモートダイオードの選択

温度精度は、良質のダイオード接続小信号トランジスタを使用できるかどうか依存します。表12に挙げた全てのデバイスについて、実験により精度が確認されています。MAX1669は、例えばPentium IIのような温度検出ダイオードを内蔵したCPU及びその他の集積回路のチップ温度を直接測定することもできます。

このトランジスタは、比較的順方向電圧の高い小信号タイプであることが必要です。それ以外の場合、A/D入力電圧範囲を超える恐れがあります。順方向電圧は10 $\mu$ Aにおいて0.25V以上であることが必要です。予想される最高の温度でこれが成り立つことを確認して下さい。又、順方向電圧は100 $\mu$ Aで0.95V以下であることが必要です。予想される最低の温度でこれが成り立つことを確認して下さい。大きなパワートランジスタは不適です。尚、ベース抵抗を必ず100  $\Omega$ 以下にして下さい。順電流利得に対する厳しい仕様(例えば+50 ~ +150)から、メーカのプロセス制御が適正であり、かつデバイスが一定した $V_{BE}$ 特性を持つことが分かります。

直列抵抗により、オーム当たり+1/2 の誤差が生じます。リモートユニットの内部ダイオードの温度を監視する場合は、トレースの直列抵抗によって大きな誤差が生じないように注意して下さい。

### ADCのノイズ除去

ADCは積分タイプで、特に60Hz/120Hzの電源ハム等の低周波信号に対して本質的に優れたノイズ除去率を持っています。マイクロパワー動作のため、高周波

表12. 部品メーカー

MANUFACTURER	MODEL NUMBER
<b>SOT23 BJT</b>	
Central Semiconductor (USA)	CMPT3906
Fairchild Semiconductor (USA)	MMBT3906
Motorola (USA)	MMBT3906
Rohm Semiconductor (Japan)	SST3906
Samsung (Korea)	KST3906
<b>MOSFET N-CHANNEL</b>	
International Rectifier (USA)	IRF7201
Fairchild Semiconductor (USA)	FDN359AN
<b>MOSFET P-CHANNEL</b>	
International Rectifier (USA)	IRF7205

**Note:** Transistors must be diode-connected (base shorted to collector).

ノイズ除去はよくありません。従って、電氣的にノイズの大きい環境で高精度のリモート測定を行う場合にはプリント基板のレイアウトを注意深く行い、適正な外部ノイズ除去を行う必要があります。

高周波EMIの除去は、DXP及びDXNに外部2200pFコンデンサを取り付けることによって達成できます。この値は、ケーブル容量を含めて約3300pF(max)まで増加させることが可能です。容量を3300pFよりも大きくすると、スイッチドソース電流の立上がり時間に起因する誤差が生じます。

殆どのノイズ源を感知してしまうため、ADCの測定値は実際の温度よりも高くなっています。その差は周波数と振幅に依存しますが、通常は+1 ~ +10 です(「標準動作特性」を参照)。

### FANアプリケーション回路

PWMモードでのFANにおける出力インピーダンスは50  $\Omega$ 以下であるため、NチャネルMOSFETを駆動できます(「標準動作回路」を参照)。NチャネルMOSFETのソースをシステムの電源グランド(MAX1669のグランドから離して)にリターンして下さい。3.3Vアプリケーション用には、低スレッショルドのNチャネルMOSFETを使用して下さい(表12)。

DACモードにおいては、FAN出力をリニア制御できます(図5)。パワーアップ時に、ファンはオフです。NチャネルMOSFETは、ターンオンのスレッショルドのところにバイアスされています。 $V_{FAN}$ の上昇に伴い、ファンが直線的にターンオンします。パワーアップ時にファンをターンオンするには、図6に示す回路を使用して下さい。

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

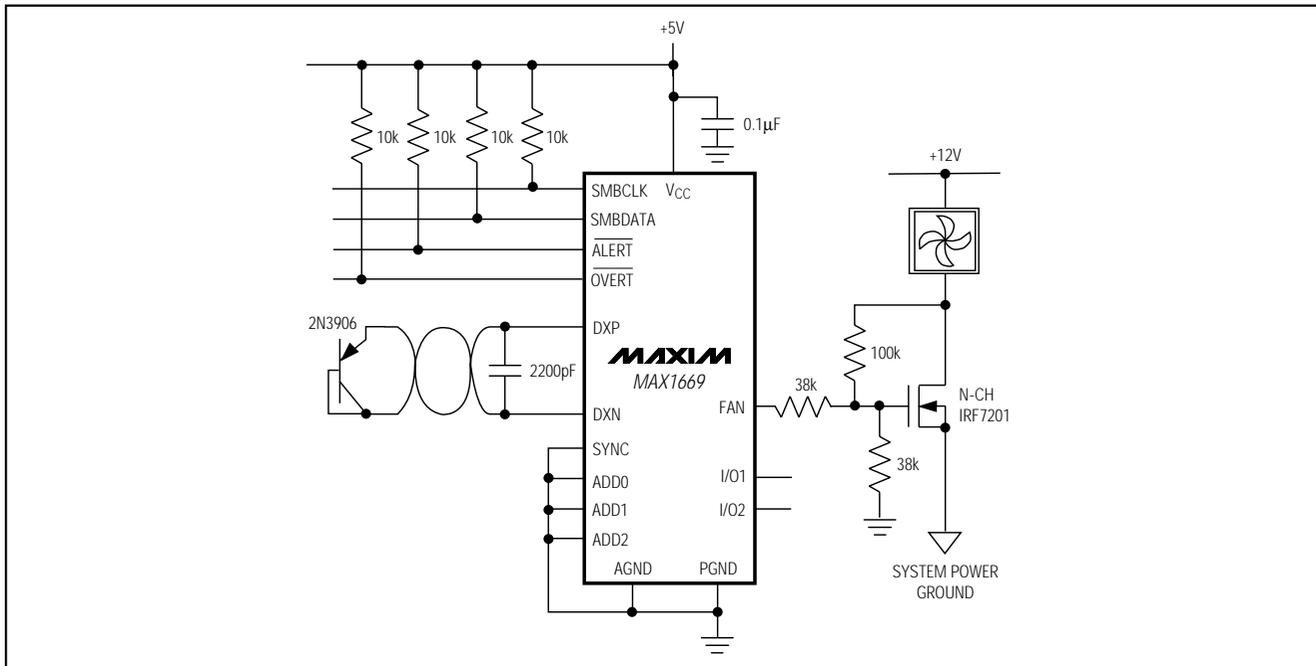


図5. パワーアップ時にファンを「オフ」にするリニアファン制御(DACモード)

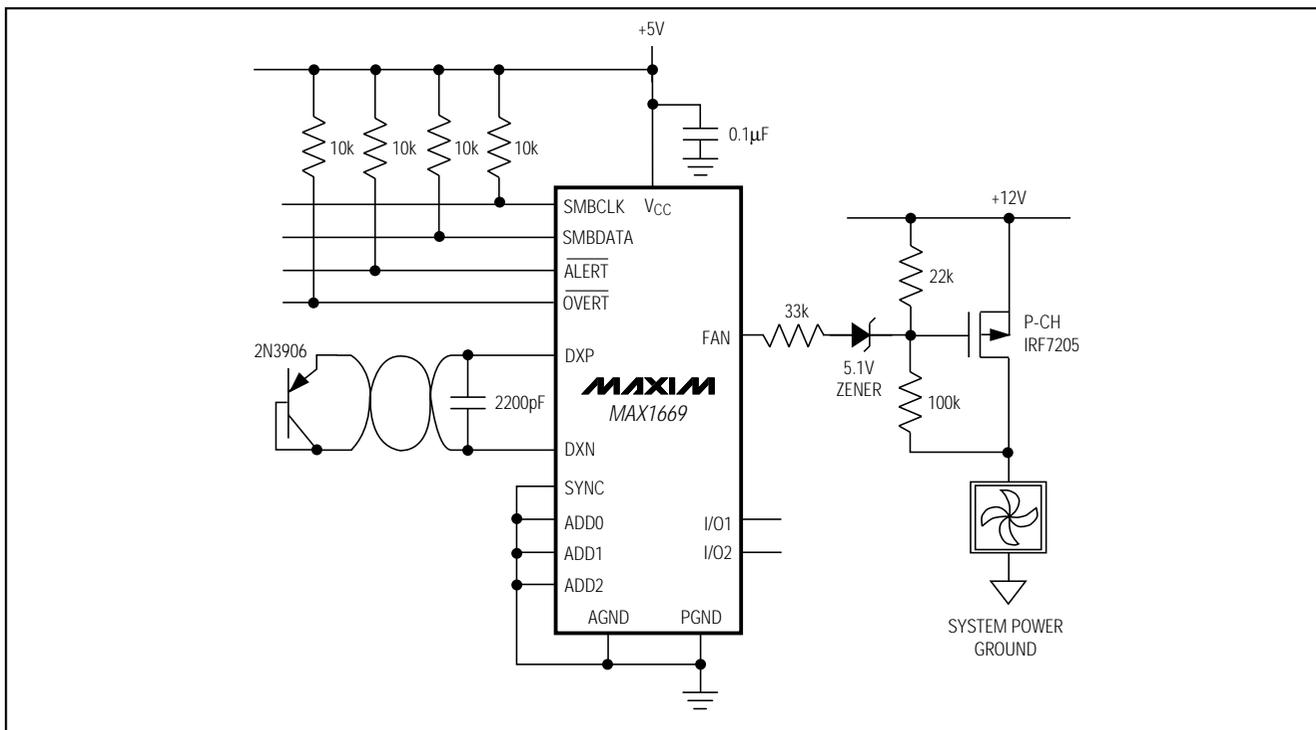


図6. パワーアップ時にファンを「オン」にするリニアファン制御(DACモード)

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

Typical Operating Circuit

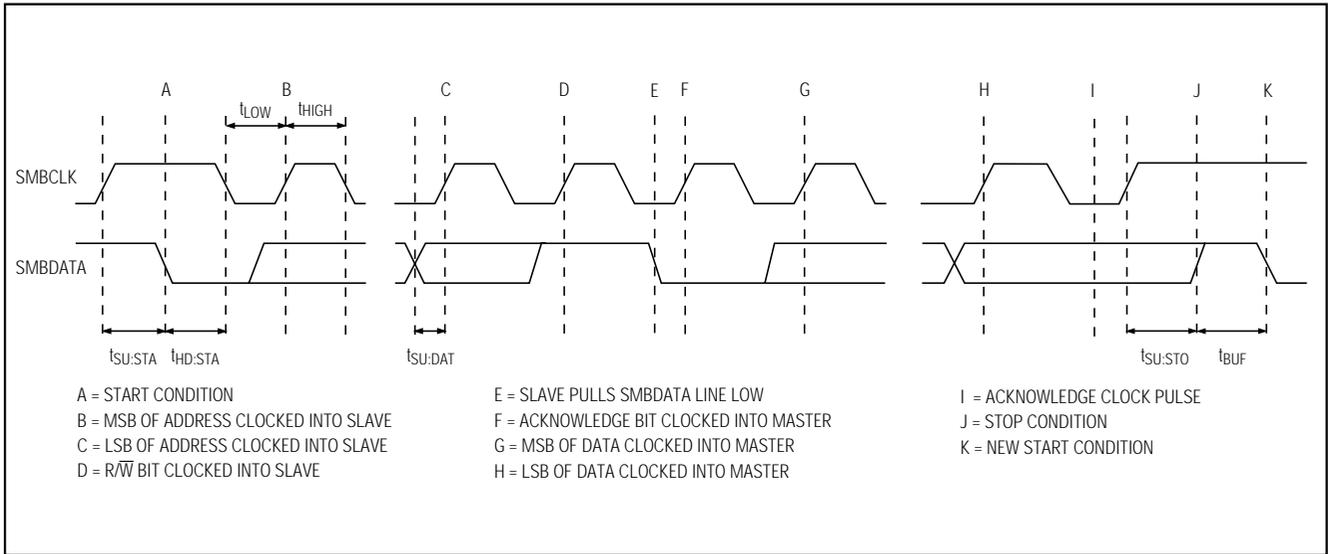


図7. SMBus書込みタイミング図

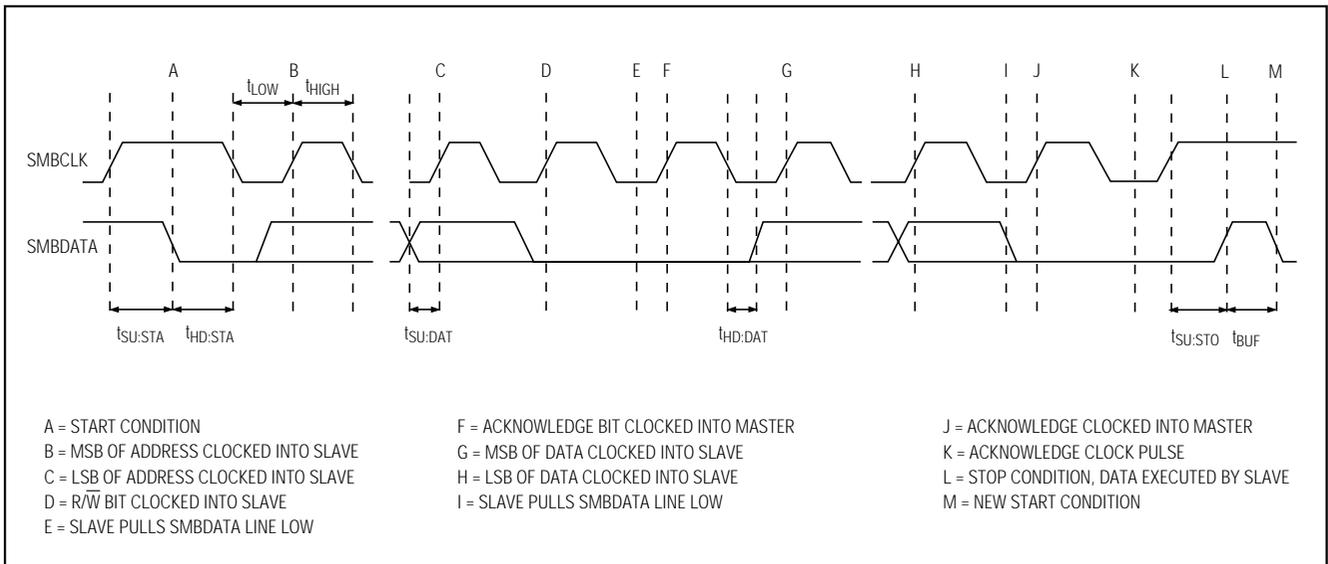
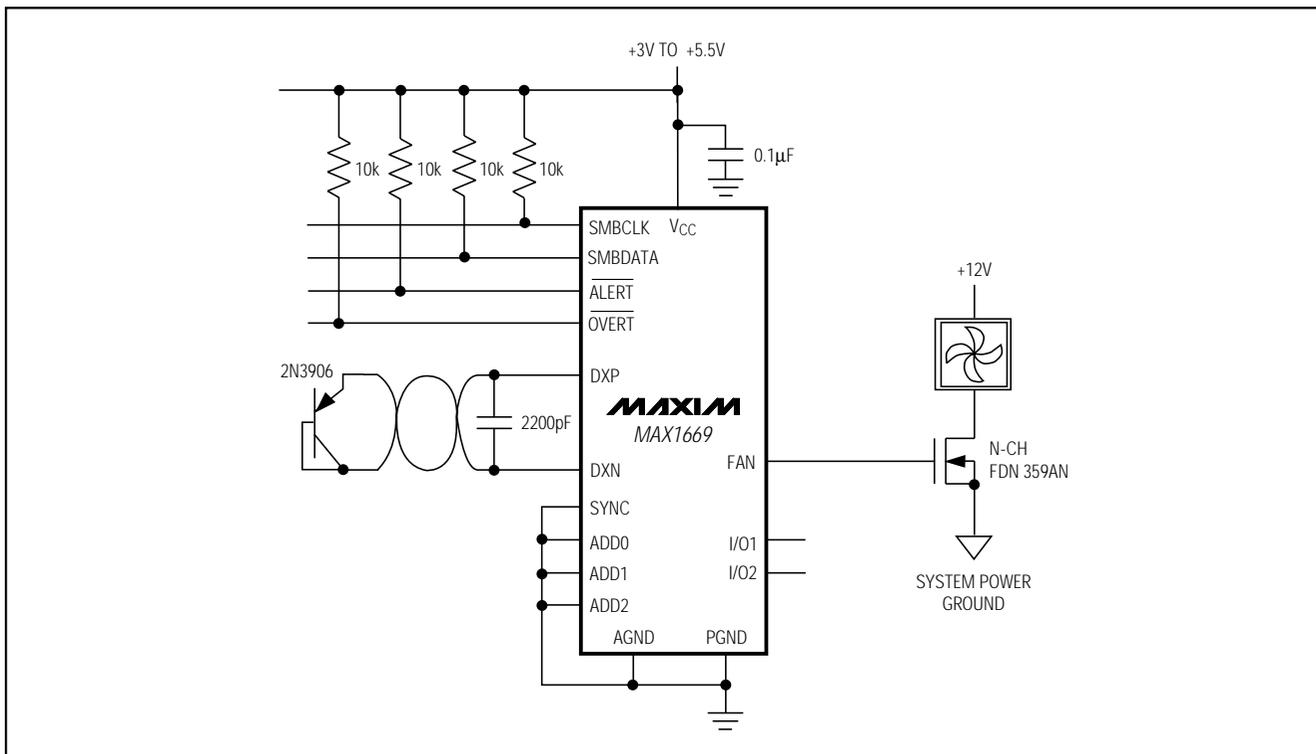


図8. SMBus読取りタイミング図

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

MAX1669

## 標準動作回路



## チップ情報

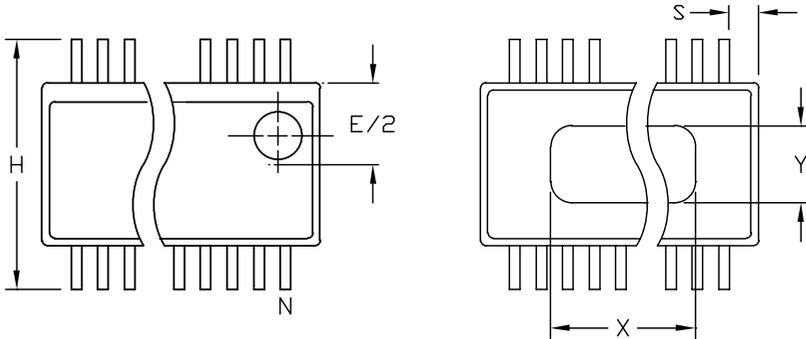
TRANSISTOR COUNT: 12,924

# ファンコントローラ及びリモート温度センサ SMBusシリアルインタフェース付

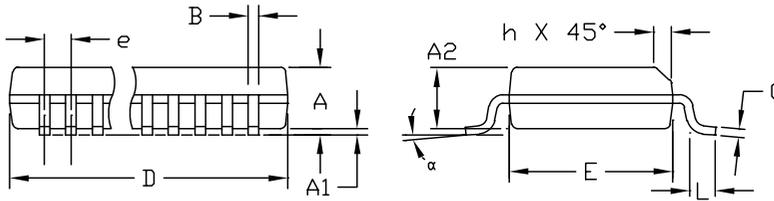
MAX1669

パッケージ

QSOP-EPS



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.061	.068	1.55	1.73
A1	.004	.0098	0.102	0.249
A2	.055	.061	1.40	1.55
B	.008	.012	0.20	0.31
C	.0075	.0098	0.191	0.249
D	SEE VARIATIONS			
E	.150	.157	3.81	3.99
e	.025 BSC		0.635 BSC	
H	.230	.244	5.84	6.20
h	.010	.016	0.25	0.41
L	.016	.035	0.41	0.89
N	SEE VARIATIONS			
X	SEE VARIATIONS			
Y	.071	.087	1.803	2.209
α	0°	8°	0°	8°



NOTES:

1. D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
3. HEAT SLUG DIMENSIONS X AND Y APPLY ONLY TO 16 AND 28 LEAD POWER-QSOP PACKAGES.
4. CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.

VARIATIONS:

	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16   AA
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
X	.107	.123	2.72	3.12	
D	.337	.344	8.56	8.74	20   AB
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24   AC
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28   AD
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
X	.271	.287	6.88	7.29	

**MAXIM**  
 PROPRIETARY INFORMATION  
 TITLE:  
 PACKAGE OUTLINE, QSOP, .150", .025" LEAD PITCH  
 APPROVAL: \_\_\_\_\_ DOCUMENT CONTROL NO. 21-0055 REV B 1/1

販売代理店

## マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)  
 TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

20 \_\_\_\_\_ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600