

## PMBusによる電力モニタ機能を備えた正の大電力 ホットスワップ・コントローラ

### 特長

- ▶ 広い動作電圧範囲：8.5V~80V
- ▶ ADCにより電流、電圧、電力をモニタ
- ▶ 調整可能な精度5%の電流制限：6mV~20mV
- ▶ 電流フォールドバックによりMOSFETの消費電力を制限して過負荷保護を実現
- ▶  $V_{GS}$ と $V_{DS}$ をモニタし、MOSFETの健全性を確保
- ▶ 電流、電圧、電力のピーク検出レジスタ
- ▶ 入力電力または出力電力をレポート
- ▶ プログラマブルな警告閾値とシャット・ダウン閾値によるリモート温度検出
- ▶  $I_{OUT}$ 、 $V_{IN}$ 、 $V_{OUT}$ 用の精度±1%の12ビットADC
- ▶ 39ピン、7 mm x 7 mmのQFNパッケージを採用

### アプリケーション

- ▶ 高可用性サーバーのバックプレーン・システム
- ▶ 12V/24V/48V/54Vの分散型電源システム
- ▶ 工業用機器

### 代表的なアプリケーション

### 概要

LTC4286は、通電中のバックプレーンに対する基板の安全な挿抜を可能にする、ホットスワップ・アプリケーション用集積化ソリューションです。サーキット・ブレーカ・タイマが金属酸化膜電界効果トランジスタ（MOSFET）を加熱から保護するため、過負荷に対し信頼性の高い保護が可能です。

SMBus 3.1インターフェース、PMBusコマンド構造、平均化処理と速度を選択可能な内蔵A/Dコンバータ（ADC）により、基板の電流、電圧、電力、温度、フォルト状態をモニタリングできます。

LTC4286には、入力低電圧（UV）および入力過電圧（OV）にตอบสนองする追加機能があり、フォルト発生時にホストに割込みを行う、出力電力が良好な場合に通知する、基板の挿入を検知する、ホスト・コマンドがオンになるとプログラマブルな遅延時間の後に自動でレポートする、といった動作を行います。

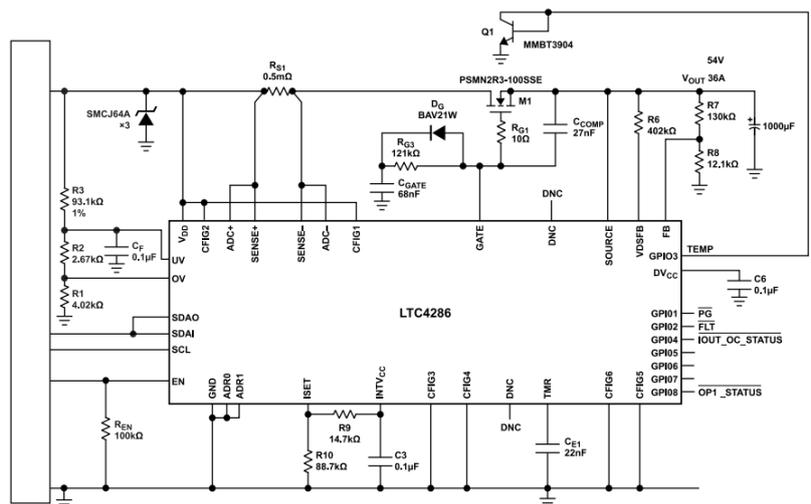


図 1. 1.54V、1100Wホットスワップ・コントローラ

Rev. 0

文書に関するご意見

テクニカルサポート

アナログ・デバイス社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイス社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。

※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

## 目次

特長.....	1	MOSFET SOAタイマ・コンデンサ.....	16
アプリケーション.....	1	データ・コンバータ.....	18
概要.....	1	SMBusシリアル・インターフェース.....	20
代表的なアプリケーション.....	1	PMBusコマンドの概要.....	22
仕様.....	3	ADC関連のコマンドおよびエイリアス.....	26
絶対最大定格.....	7	ステータス・レジスタの概要.....	29
ESDに関する注意.....	7	ラッチ・ステータス・コマンドとマスク・コマンド.....	30
ピン配置およびピン機能の説明.....	8	GPIO出力の選択.....	40
代表的な性能特性.....	11	代表的なアプリケーション.....	42
動作原理.....	14	関連製品.....	42
アプリケーション情報.....	15	外形寸法.....	43
概要.....	16	オーダー・ガイド.....	44
ターンオン・シーケンス.....	16	評価用ボード.....	44
ターンオフ・シーケンス.....	16		

## 改訂履歴

1/2023–Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、仕様は動作温度範囲全体に適用されます。特に指定のない限り、ピンに流れ込む全ての電流は正で、全ての電圧はGND基準です。

表 1. 電気的特性

パラメータ	テスト条件/コメント	最小値	代表値	最大値	単位
<b>POWER SUPPLY</b>					
Input Supply Range, $V_{DD}$		8.5	80		V
Input Supply Current, $I_{DD}$	$V_{IN}$ と $INTV_{CC}$ の間に外付け抵抗なし、 $DV_{CC}$ は無負荷		12	18	mA
	$INTV_{CC}$ に48Vの $V_{DD}$ から5k $\Omega$ のプルアップ、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 48\text{V}$		1.8		mA
Input Supply Undervoltage Lockout, $V_{DD(UVLO)}$	$V_{DD}$ の立上がり	5.75	6	6.35	V
	$V_{DD}$ の立下がり	5.25	5.5	5.85	V
Input Supply Undervoltage Lockout Hysteresis, $\Delta V_{DD(HYST)}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 48\text{V}$		0.5		V
$INTV_{CC}$ Output Voltage, $INTV_{CC}$	$V_{DD} = 8.5\text{V}$ および $80\text{V}$ 、 $I_{LOAD} = 0\text{mA}$ および $4\text{mA}$	4.5	5	5.5	V
$INTV_{CC}$ Undervoltage Lockout, $INTV_{CC(UVLO)}$	$INTV_{CC}$ の立下がり	3.4	3.89	4.45	V
	$INTV_{CC}$ の立上がり	3.6	4	4.5	V
$INTV_{CC}$ Undervoltage Lockout Hysteresis, $\Delta INTV_{CC(UVLO)}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 48\text{V}$		115		mV
$DV_{CC}$ Output Voltage, $DV_{CC}$	$V_{DD} = 8.5\text{V}$ 、 $80\text{V}$ 、 $I_{LOAD} = 0\text{mA}$	4.5	5	5.5	V
$DV_{CC}$ Undervoltage Lockout, $DV_{CC(UVLO)}$	$DV_{CC}$ の立下がり	1.7	2	2.5	V
	$DV_{CC}$ の立上がり	1.9	2.2	2.5	V
$DV_{CC}$ Undervoltage Lockout Hysteresis,	$T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 48\text{V}$		150		mV
<b>GATE DRIVE</b>					
External N-Channel Gate Drive at GATE ( $V_{GATE} - V_{SOURCE}$ ), $\Delta V_{GATE}^1$	$V_{DD} = 8.5\text{V} \sim 80\text{V}$ 、 $I_{GATE} = 0\mu\text{A}$ および $-10\mu\text{A}$	10	12	14	V
GATE Pull-Up Current, $I_{GATE(UP)}$	ゲート駆動オン、 $V_{GATE} = V_{SOURCE} = 0\text{V}$	-35	-53	-70	$\mu\text{A}$
GATE Pull-Down Current, $I_{GATE(DN)}$	ゲート駆動オン、 $V_{GATE} = 58\text{V}$ 、 $V_{SOURCE} = 48\text{V}$	6	12	15	mA
GATE Fast Pull-Down Current, $I_{GATE(FST)}$	高速ターンオフ、 $V_{GATE} = 58\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 48\text{V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 48\text{V}$		1		A
Gate-Source Voltage for FET-Bad and Power-Failed Faults, $V_{TH(GS)}$		6	8	10	V
$\Delta$ SENSE High to GATE Low Propagation Delay, $t_{PHL(SENSE)}$	$ILIM = 0000$ 、 $\Delta V_{SNS} = 0 \sim 100\text{mV}$ ステップ、 $\Delta V_{GATE} = 6\text{V}$ 、 $C_{GATE} = 10\text{nF}$ 、 $OV = \text{ハイ}$ 、 $\Delta V_{GATE} = 6\text{V}$ ゲート・オープン		0.5	1	$\mu\text{s}$
GATE Off Propagation Delay: OV, $t_{PHL(GATE)OV}$	$OV = \text{ロー}$	0	5	10	$\mu\text{s}$
GATE ON Propagation Delay: OV, $t_{PHL(GATE)OV}$	$UV = \text{ロー}$ 、 $\Delta V_{GATE} = 6\text{V}$ ゲート・オープン	0.3	2	3	$\mu\text{s}$
GATE Off Propagation Delay: UV, $t_{PHL(GATE)UV}$	$EN = \text{ロー}$ 、 $\Delta V_{GATE} = 6\text{V}$ ゲート・オープン	15	40	70	$\mu\text{s}$
GATE Off Propagation Delay: EN, $t_{PHL(GATE)EN}$	$V_{DD}$ ソース間電圧の立下がり	1.6	2.0	2.4	V
$V_{DD}$ to Source Threshold Voltage for Power Bad Faults, $V_{DS(POWER\_BAD)}$	$V_{DD}$ ソース間電圧の立上がり	140	200	260	mV
FET Bad Fault Threshold ( $V_{DD}$ -SOURCE) to start FETBAD timer, $V_{TH(FET\_BAD)}$					
<b>TIMING</b>					
Power-Good Delay, $t_{DL(PG)}$		172	181	190	ms
Debounce Delay, Auto-Retry Delay Following Undervoltage Fault, $t_{DL(DB)}$		86.1	90.6	95.2	ms
FET BAD Delay, $t_{DL(FETBAD)}$		0.138	0.145	0.152	Sec
Auto-Retry Delay Following Overcurrent Fault, input/ output Fault, or FET Bad Fault, $t_{DL(RTRY)}$		8.82	9.28	9.74	Sec
Auto-Retry Counter Reset Delay, $t_{DL(RTCRST)}$	$VIN\_UV\_FAULT\_RETRY$ 、 $VIN\_OV\_FAULT\_RETRY$ 、 $OC\_FAULT\_RETRY$ 、 $OT\_FAULT\_RETRY$ 、 $OP\_FAULT\_RETRY = 001 \sim 110$	88.2	92.8	97.4	Sec
OP1 Fault Unit Delay, $t_{DL(OP1-UNIT)}$	遅延 = $OP\_TIMER$ (値) $\times$ 単位遅延	1.08	1.13	1.19	ms

## 仕様

パラメータ	テスト条件/コメント	最小値	代表値	最大値	単位
<b>CURRENT LIMIT</b>					
Current-Limit Sense Voltage Threshold, $(V_{SENSE+} - V_{SENSE-}), \Delta V_{SNS}$	ILIM = 0001	5.67	6	6.33	mV
	ILIM = 1111	18.55	20	21.45	mV
Current-Limit Sense Voltage Linearity, $\Delta V_{SNS}$			0	$\pm 100$	$\mu V$
Foldback Factor, $\Delta V_{SNS}$	30%	15	30	45	%
Fast Pull-Down Threshold Multiplier, $V_{(TH)FPD}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		3		
SENSE+ Input Current, $I_{SENSE+(IN)}$	SENSE- = SENSE+ = $V_{DD}$	0	120	250	$\mu A$
SENSE- Input Current, $I_{SENSE-(IN)}$	$V_{DD}$ - ソース = 5 V	4	5	6	$\mu A$
<b>OVERCURRENT TIMER</b>					
TMR Fault Threshold, $V_{TMR(H)}$	$V_{TMR}$ の立上がり	2.5	2.56	2.62	V
TMR Low Threshold, $V_{TMR(L)}$	$V_{TMR}$ の立下がり	0.18	0.2	0.22	V
TMR Pull-Up Current, $I_{TMR(UP)}$	$V_{TMR} = 0V$	-15	-20	-25	$\mu A$
TMR Pull-Down Current, $I_{TMR(DN)}$	$V_{TMR} = 2.56V$	3	5	7	$\mu A$
<b>INPUT PINS</b>					
UV/OV/FB Threshold Voltage, $V_{(TH)UV/OV/FB}$	$V_{PIN}$ の立上がり	2.51	2.56	2.61	V
OV Threshold Voltage, $V_{(TH)OV}$	$V_{OV}$ の立下がり	2.3	2.5	2.6	V
OV Hysteresis, $\Delta V_{(HYST)OV}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		55		mV
UV Threshold Voltage, $V_{(TH)UVF}$	$V_{UV}$ の立下がり	2.15	2.2	2.25	V
FB Threshold Voltage, $V_{(TH)FB}$	$V_{FB}$ の立下がり	2.3	2.5	2.61	V
FB Hysteresis, $\Delta V_{(HYST)FB}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		79		mV
UV Hysteresis, $\Delta V_{(HYST)UV}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		360		mV
UV Retry Threshold Voltage, $V_{(TH)UVR}$	$V_{UVR}$ の立上がり	1	1.1	1.2	V
UV Retry Threshold Voltage, $V_{(TH)UVR}$	$V_{UVR}$ の立下がり	0.95	1.0	1.05	V
UV Retry Threshold Hysteresis, $\Delta V_{(HYST)UVR}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		100		mV
ADR0, ADR1, Input High Threshold, $V_{ADR(H)}$		INTV <sub>CC</sub>	INTV <sub>CC</sub>	INTV <sub>CC</sub>	V
		-0.8	-0.5	-0.2	
ADR0, ADR1, Input Low Threshold, $V_{ADR(L)}$		0.2	0.5	0.8	V
ADR0, ADR1, Input Current, $I_{ADR(IN)}$	$V_{PIN} = 1V, V_{PIN} = INTV_{CC} - 0.85V$			$\pm 10$	$\mu A$
EN Threshold Voltage, $V_{EN(TH)}$	$V_{EN}$ の立上がり	1.25	1.28	1.31	V
	$V_{EN}$ の立下がり	1.225	1.26	1.295	V
EN Hysteresis, $\Delta V_{EN(HYST)}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		20		mV
GPIO1-8 Pin Threshold Voltage, $V_{(TH)GPIO}$	$V_{GPIO}$ の立上がり	1.25	1.28	1.31	V
	$V_{GPIO}$ の立下がり	1.225	1.26	1.295	V
GPIO1-8 Pin Hysteresis, $\Delta V_{(HYST)GPIO}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$		20		mV
VDSFB Internal Resistor, $R_{VDSFB}$	ゲート・オン	75	120	150	k $\Omega$
VDSFB Leakage Current, $I_{LEAK, VDSFB}$	$V_{DSFB} = 0V, V_{DD} = 80V$ , ゲート・オフ		0	$\pm 1$	$\mu A$
SOURCE Input Current, $I_{SOURCE}$	$V_{SOURCE} = 48V$ , ゲート・オン			300	$\mu A$
	$V_{SOURCE} = 0V$ , ゲート・オフ			-200	$\mu A$
	$V_{SOURCE} = 2V$ , ゲート・オフ	0		500	$\mu A$
OV, UV, EN, FB Input Current, $I_{INPUT}$	OV, UV, EN, FB = 2.5V		0	$\pm 1$	$\mu A$
<b>OUTPUT PINS</b>					
GPIO1-8 Output Low Voltage, $V_{OL}$	$I_{GPIO1 \text{ to } GPIO8} = 3mA$		0.2	0.5	V
GPIO1-8 Leakage Current, $I_{LEAK, GPIO}$	GPIO4, GPIO8 = 6V, GPIO1, GPIO2, GPIO6 = 80V, GPIO3, GPIO5, GPIO7 = INTV <sub>CC</sub>		0	$\pm 1$	$\mu A$
<b>ADC</b>					
Resolution (No Missing Codes) <sup>2</sup>	全チャンネル	12			Bits
Full-Scale Voltage, $V_{FS}$	$T_A = 25^\circ C, V_{DD} = 48V$				
	(ADC+ - ADC-)		32		mV
	$V_{DS}$		320		mV

仕様

パラメータ	テスト条件/コメント	最小値	代表値	最大値	単位
LSB Step Voltage, LSB	V <sub>DD</sub> /SOURCE、25.6Vレンジ		25		V
	V <sub>DD</sub> /SOURCE、100Vレンジ		102.4		V
	(ADC+ – ADC–), T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		7.8		μV
	V <sub>DS</sub>		78		μV
	V <sub>DD</sub> /SOURCE、25Vレンジ		6.25		mV
Offset Error, V <sub>OS</sub>	V <sub>DD</sub> /SOURCE、100Vレンジ		25		mV
	ADC+ – ADC			±20	LSB
	V <sub>DD</sub> /SOURCE, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V			±10	LSB
	V <sub>DS</sub>	-10		50	LSB
	(ADC+ – ADC–), V <sub>DD</sub> /SOURCE, V <sub>DS</sub> , T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		±1		LSB
Full-Scale Error, FSE	(ADC+ – ADC–), V <sub>DD</sub> /SOURCE			±1	%
Refresh Rate in Continuous Mode, Internal Oscillator, f <sub>CONV</sub>	V <sub>DS</sub>	-3		+1	%
	(ADC+ – ADC–), V <sub>DD</sub> /SOURCE、電力	3.36	3.53	3.71	kHz
Individual Channel Conversion Time, Internal Oscillator, t <sub>CONV</sub>	V <sub>DS</sub>	1.68	1.77	1.86	kHz
	(ADC+ – ADC–), V <sub>DS</sub>	269	283	310	μs
ADC+ Input Current, I <sub>ADC+</sub>	V <sub>DD</sub> /SOURCE	269	283	310	μs
	V <sub>(ADC+) = V<sub>DD</sub> = 48V, V<sub>(ADC-) = V<sub>DD</sub> – 21.3mV</sub></sub>		73	132	μA
ADC– Input Current, I <sub>ADC–</sub>	V <sub>(ADC+) = V<sub>DD</sub> = 48V, V<sub>(ADC-) = V<sub>DD</sub> – 21.3mV</sub></sub>		0	±1	μA
<b>TEMPERATURE MEASUREMENT</b>					
Resolution (No Missing Codes) <sup>2</sup>			10		Bits
Refresh Rate in Continuous Mode, f <sub>TCONV</sub>			3.45		Hz
Full-Scale Temperature Range, R <sub>TFS</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	-273		751	°C
Temperature Measurement Range, R <sub>TOP</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	-55		175	°C
Remote Temperature Error, η = 1.004, T <sub>RMT</sub>	-40°C ~ 125°C <sup>3</sup> , T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		±1	±10	°C
Temperature LSB Step, LSB <sub>TEMP</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		1		°C
TEMP Current, I <sub>TEMP</sub>	低レベル, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		10		μA
	中レベル, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		80		μA
	ハイ・レベル, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V		150		μA
<b>SMBus INTERFACE<sup>4</sup></b>					
SDAO Output Low Voltage, V <sub>SDAO(OL)</sub>	ISDAO = 20mA			0.5	V
SDAO Input Current, I <sub>SDAO</sub>	SDAO = 5V		0	±1	μA
SDAI, SCL Input Threshold, V <sub>SDAI,SCL(TH)</sub>		0.9	1.1	1.35	V
SDAI, SCL Input Current, I <sub>SDAI,SCL</sub>	SDAI, SCL = 5V		0	±1	μA
<b>SMBus INTERFACE TIMING<sup>2,4</sup></b>					
SCL Clock Frequency, f <sub>SCL</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	10		1000	kHz
SCL Low Period, t <sub>LOW</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	0.40			μs
SCL High Period, t <sub>HIGH</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	0.20			μs
Data Setup Time, t <sub>SU,DAT</sub>	データのSCL ↑からSDAIセットアップまでの時間, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	20			ns
Data Hold Time, t <sub>HD,DAT</sub>	データのSCL ↓からSDAIホールドまでの時間, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	0			ns
Hold Time Start Bit, t <sub>HD,STA</sub>	SDAI ↓からSCLハイまでの時間, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	160			ns
Setup Time for Repeated Start, t <sub>SU,STA</sub>	SCLハイのセットアップからSDAI ↓までの時間, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	160			ns
Setup Time for Stop bit, t <sub>SU,STO</sub>	SCLハイのセットアップからSDAI ↑までの時間, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	160			ns
SDAO delay, t <sub>DEL,SDAO</sub>	SCL ↓からSDAO ↓までの遅延時間, SEL <sub>1M</sub> = 0, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	100	175	405	ns
	SCL ↓からSDAO ↓までの遅延時間, SEL <sub>1M</sub> = 1, T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	75	125	220	ns
SCL or SDAI Pulse Spike Rejection, t <sub>pw</sub> <sup>2</sup>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	55	75	110	ns
PMBus Stuck Bus Timeout, T <sub>D(STUCK)</sub>	T <sub>A</sub> = 25°C, V <sub>DD</sub> = 48V	25	30	35	ms

## 仕様

パラメータ	テスト条件/コメント	最小値	代表値	最大値	単位
SCL, SDA Input Capacitance, C <sub>x</sub>	SDAIをSDAOに接続、T <sub>A</sub> = 25°C、V <sub>DD</sub> = 48V	5	10		pF

- 1 内部クランプは、GATEピンをSOURCEピンより10V以上高い値に制限します。このピンをクランプを超える電圧に駆動すると、デバイスが損傷する可能性があります。
- 2 設計および特性評価により確保。
- 3 リモートのダイオードの温度であり、LTC4286の温度とは異なります。設計およびテストとの関連により確保。
- 4 LTC4286は、SMBus 3.1に完全に準拠し、最大1Mbpsに対応しています。一般的に、このチップは、PMBusコマンド・プロトコルに対応できる限り、標準モード、ファスト・モード、またはファスト・モード・プラスを用いるI<sup>2</sup>Cバス・システムで使用できます。SMBus 3.1とI<sup>2</sup>Cの間でV<sub>HI</sub>/V<sub>IL</sub>の互換性がないため、3.5V以上で動作するI<sup>2</sup>Cバスを使用するとDCレベル違反が生じます。

## 絶対最大定格

特に指定のない限り、ピンに流れ込む全ての電流は正で、全ての電圧はGND基準です。

表 2. 絶対最大定格

Parameter	Rating
Supply Voltages	
V <sub>DD</sub>	-0.3 V ~ +100 V
INTV <sub>CC</sub> , DV <sub>CC</sub>	-0.3 V ~ +5.5 V
Input Voltages	
SDAI, SCL	-0.3 V ~ +6 V
CFIG4	-0.3 V ~ +1 V
OV, UV, FB, EN	-0.3 V ~ +100 V
VDSFB	-0.3 V ~ V <sub>DD</sub> + 0.3 V
TMR, ADR0, ADR1, CFIG3	-0.3 V ~ INTV <sub>CC</sub> + 0.3 V
ADC+, SENSE+	V <sub>DD</sub> - 4.5 V ~ V <sub>DD</sub> + 0.3 V
ADC-, SENSE-	V <sub>DD</sub> - 4.5 V ~ V <sub>DD</sub> + 0.3 V
CFIG1, CFIG2	V <sub>DD</sub> - 4.5 V ~ V <sub>DD</sub> + 0.3 V
SOURCE	-0.3 V ~ +100 V
GATE - SOURCE <sup>1</sup>	-0.3 V ~ +10 V
Output Voltages	
ISET, CFIG5, CFIG6	-0.3 V ~ DV <sub>CC</sub> + 0.3 V
GPIO1, GPIO2, GPIO6	-0.3 V ~ 100 V
GPIO3, GPIO5, GPIO7	-0.3 V ~ INTV <sub>CC</sub> + 0.3 V
GATE	-0.3 V ~ +100 V
SDAO, GPIO4, GPIO8	-0.3 V ~ +6 V
Output Currents	
INTV <sub>CC</sub> , DV <sub>CC</sub>	-5 mA
Temperature	
Operating Range	-40°C ~ +125°C
Storage Range	-65°C ~ +150°C

<sup>1</sup> 内部クランプは、GATEピンをSOURCEピンより10V以上高い値に制限します。このピンをクランプを超える電圧に駆動すると、デバイスが損傷する可能性があります。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これはストレス定格のみを定めたものであり、本規格の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを示唆するものではありません。長時間にわたり最大動作条件を超えて動作させると、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

## ESDに関する注意



## ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。

電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明

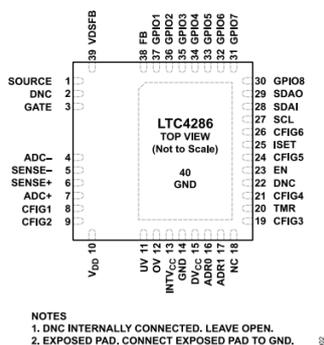


図 2. ピン配置

表 3. ピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	SOURCE	NチャンネルMOSFETのソースとADCの入力。このピンは、外付けNチャンネルMOSFETのソースに接続します。このピンは、GATEプルダウン回路にリターンを提供し、200mVと2VのV <sub>DS</sub> コンパレータ（それぞれ、FET-BADフォルトとPower_Good用）の入力として用いられます。SOURCEピンは、出力電圧をモニタするADCの入力としても機能します。
2, 22	DNC	接続しません。オープンのままにしてください。
3	GATE	外付けNチャンネルMOSFETのゲート駆動出力。内部の50μA電流源がMOSFETのゲートを充電します。GATEピンに補償コンデンサは不要ですが、このピンとグラウンドの間でRCネットワークを用いるとターンオン出力電圧のスルー・レートを設定できます。ターンオフ時は、SOURCEへの10mAのプルダウン電流とGNDへの1mAのプルダウン電流が生じます。短絡状態または低電圧ロックアウト状態（V <sub>DD</sub> 、INTV <sub>CC</sub> ）のときは、GATEとSOURCEの間に1Aのプルダウン電流が発生します。
4	ADC-	負のケルビンADC電流検出入力。このピンは、電流検出抵抗の出力側、あるいは、複数の検出抵抗を用いる場合は抵抗平均化ネットワークの出力側に接続します。
5	SENSE-	負のケルビン電流検出入力。このピンは、電流検出抵抗のMOSFET側に接続します。電流制限回路はGATEピンを制御し、SENSE+ピンとSENSE-ピンの間の検出電圧をISETピンで選択した制限値に制限します。
6	SENSE+	正のケルビン電流検出入力。このピンは、電流検出抵抗のV <sub>DD</sub> 側に接続します。
7	ADC+	正のケルビンADC電流検出入力。このピンは、電流検出抵抗の入力側、あるいは、複数の検出抵抗を用いる場合は抵抗平均化ネットワークの入力側に接続します。V <sub>DD</sub> または抵抗平均化ネットワークと同じパターンに接続する必要があります。これにより、V <sub>DD</sub> に最大1Ωが追加されます。
8	CFG1	設定入力。V <sub>DD</sub> に接続します。
9	CFG2	設定入力。V <sub>DD</sub> に接続します。
10	V <sub>DD</sub>	電源電圧入力。このピンには6Vの低電圧ロックアウト閾値があります。V <sub>DD</sub> は、閾値が200mVのFET-BADコンパレータの入力となります。また、閾値が2Vのパワー・バッド・コンパレータの入力でもあります。ADCは、このピンの電圧を測定するよう設定できます。
11	UV	低電圧コンパレータ入力。このピンは、V <sub>DD</sub> とGNDの間に外付けした抵抗分圧器に接続します。UVピンの電圧が2.2V未満に低下すると低電圧状態となり、MOSFETがオフになります。UVピンの電圧が2.56Vを超えると、MOSFETは90.6msのバウンス防止遅延の後、オンになります。このピンを1V未満に引き下げると、OC、FET_BAD、OT、またはOPの各フォルトの再試行カウンタに1回分の再試行を追加します。これは、そのフォルトの再試行回数が残りの場合にMFR_FLT_CONFIGのFAULT# GPIO出力にリンクされます。過電流自動再試行が必要な場合は、このピンをGPIO2ピンに接続します。GPIO2ピンは、OCフォルトおよびFET_BADフォルトを通知するFAULT#出力にデフォルトで設定されています。使用しない場合はINTV <sub>CC</sub> に接続します。あるいは、自動再試行機能のみが使用される場合は、4.7kΩのプルアップ抵抗をINTV <sub>CC</sub> との間に接続したGPIOピンに接続します。
12	OV	過電圧コンパレータ入力。OVは、V <sub>DD</sub> とGNDの間に外付けした抵抗分圧器に接続します。このピンの電圧が2.56Vの閾値を上回ると、過電圧フォルト状態になります。OVピン電圧が2.5Vの立下がり閾値を下回ると、直ちにGATEピンがオンに戻ります。使用しない場合はGNDに接続します。
13	INTV <sub>CC</sub>	内部電源のデカップリング出力。このピンとグラウンドの間に0.1μF以上のコンデンサを接続します。最大5mAをこのピンから引き出し、5Vのアプリケーション回路に給電することができます。このピンは電流制限されており、過電流状態では放熱のためGNDまで低下します。このピンに過大な負荷がかかると、内部動作が阻害されることがあります。放熱を行うため、このピンは、V <sub>DD</sub> または10mAをINTV <sub>CC</sub> に流す別の電源に抵抗を接続することで、シャント・レギュレータとして機能できます。

## ピン配置およびピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
14	GND	デバイスのグラウンド。
15	DV <sub>CC</sub>	5V内部ロジック電源出力。これは、UVLO閾値がDV <sub>CC</sub> (UVLO) である内部リニア電圧レギュレータの出力です。このピンの電圧は、ロジック制御回路とSMBusインターフェースに給電します。このピンは0.1 $\mu$ Fのコンデンサを使用し、バイパスします。
16, 17	ADR0, ADR1	シリアル・バス・アドレス入力。これらのピンをグラウンド (L)、オープン (NC)、またはINTV <sub>CC</sub> (H) に接続すると、9通りのアドレスのうちの1つを設定できます。表9を参照してください。
18	NC	内部接続なし。
19	CFIG3	設定入力。GNDに接続します。
20	TMR	電流制限タイマ。このピンとグラウンドの間にコンデンサを接続すると、MOSFETがオフになるまでの電流制限時間が128ms/ $\mu$ Fに設定されます。自動再試行に設定されている場合、またはUVピンがローにトグルされている場合、MOSFETは9.28sの冷却時間の後に再度オンになります。
21	CFIG4	設定入力。GNDに接続します。
23	EN	アクティブ・ハイ・イネーブル入力。ENは通常、基板が挿入されていることを示すために用いられます。外付けMOSFETがオンになるのは、ENがアクティブで、OPERATIONレジスタのONビットがセットされている場合のみです。パワーアップ時のONビットのデフォルト設定については、表4を参照してください。このピンに遷移が発生すると、MFR_SPECIFIC_STATUSのEN_CHANGEDビットがセットされます。
24	CFIG5	設定入力。GNDに接続します。
25	ISET	電流制限調整入力。ISET電圧は、抵抗分圧器がINTV <sub>CC</sub> から生成する7種の閾値電圧と比較されます。その結果に応じ、電流制限電圧が6mVから20mVまで2mV刻みで設けられた8つの固定値の1つに設定されます。ISETがグラウンドに接続された場合は、電流制限閾値は6mVに設定されます。ISETがINTV <sub>CC</sub> に接続された場合は、電流制限閾値は20mVに設定されます (表5参照)。
26	CFIG6	初期ON設定入力。GNDに接続すると自動でオンになり、抵抗分圧器で1.6Vに接続するとオフ状態を維持してその後の命令を待ちます。詳細については、表4を参照してください。
27	SCL	SMBus対応クロック入力、高インピーダンス。
28	SDAI	シリアル・バス・データ入力。アドレス、コマンド、またはデータの各ビットをシフトするための高インピーダンス入力。通常はSDAOに接続し、SDAラインを形成します。
29	SDAO	シリアル・バス・データ出力。データをコントローラに送り返すため、あるいは、書き込み動作をアクノレッジするためのオープンドレイン出力。通常はSDAIに接続し、SDAラインを形成します。外付けのプルアップ抵抗または電流源が必要です。
30	GPIO8	OPI_STATUS#インジケータ出力。OPI閾値を超える電力レベルをADCが測定した場合、このピンがローに引き下げられます。使用しない場合はGNDに接続します。
31	GPIO7	コンパレータ出力。このピンはGPIO6ピンのコンパレータの出力です。使用しない場合はGNDに接続します。
32	GPIO6	コンパレータ入力。このピンの閾値は1.28Vです。コンパレータの出力はGPIO7で読み出せます。使用しない場合はGNDに接続します。
33	GPIO5	予約済み機能がデフォルトで設定されています。その設定レジスタを変更しない場合はオープンのままにします。
34	GPIO4	IOUT_OC_STATUS#インジケータ出力。LTC4286が電流制限されている場合、このオープンドレイン出力がローに引き下げられて、過電流状態を通知します。使用しない場合はGNDに接続します。
35	GPIO3	温度センサー入力。MMBT3904トランジスタに接続することで、リモート温度センサーとして使用できます。使用しない場合はGNDに接続します。
36	GPIO2	FAULT#出力。過電流フォルトまたはFET-BADフォルトが発生すると、このピンがローに引き下げられます。フォルト発生後、フォルトをクリアする場合、または自動再試行する場合は、このピンをUVピンに接続します。使用しない場合はGNDに接続します。
37	GPIO1	Power-Good#インジケータ出力。このオープンドレイン・プルダウンは、電力が良好な場合にローに引き下げられます。この判定は、FBピンの電圧およびGATEピンの電圧によって行われます。使用しない場合はGNDに接続します。
30 to 37	GPIO1~GPIO8	オープンドレイン・ドライバを備えた汎用I/O。これらのピンで、いくつかのデジタルI/O機能が利用できます。8個のピンのいずれかを設定することで機能を指定します。わずかな例外を除き、ピンは互いに独立して動作します。GPIO1、GPIO2、GPIO6は、V <sub>DD</sub> まで外部からプルアップできます。その他のピンは、DV <sub>CC</sub> より高い電圧に引き上げることはできません。外部温度センサー機能を利用できるのはGPIO3のみです。個々のGPIOピンの説明では、ハードウェアのデフォルト設定にも言及しています。デフォルトでは、全てのアラートは無効化されており、どのGPIOピンもALERT#には割り当てられていません。これは、設定レジスタに書き込むことでパワーアップ後に変更できます。
38	FB	パワー・グッド入力。このピンは、SOURCEとGNDとの間に外付けした抵抗分圧器に接続します。このピンの電圧が2.56V未満に低下すると、電力が良好ではないとはみなされます。パワー・バッド状態の場合、GPIOピンの設定に応じて、GPIO Power Good#ピンがローに引き下げられるか、高インピーダンスになります。また、GATEピンがハイの場合、パワー・バッド・フォルトがこの状態でログ記録されます。使用しない場合はINTV <sub>CC</sub> に接続します。

## ピン配置およびピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
39	VDSFB	VDSフォールドバック検出入力。このピンを使用して、フォールドバック電流制限値を設定するために用いられる、外付けMOSFETのソース・ドレイン間電圧をモニタできます。12Vのアプリケーションでは、VDSFBをSOURCEに接続します。また、動作電圧を上げる場合は10k $\Omega$ /Vを追加し、フォールドバック回路のゲインが適切になるようにします。
40	EPAD (GND)	露出パッド。露出パッドはGNDに接続します。

代表的な性能特性

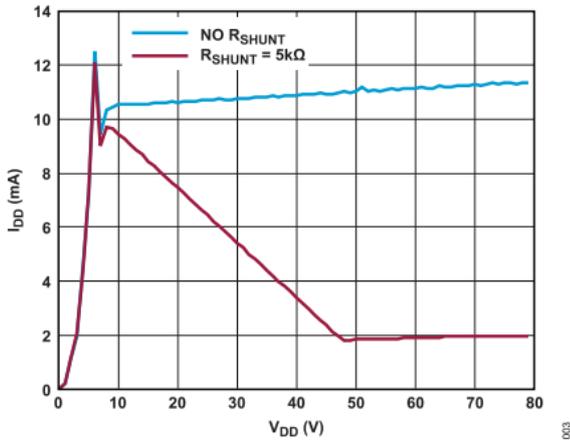


図 3.  $I_{DD}$  と  $V_{DD}$  の関係

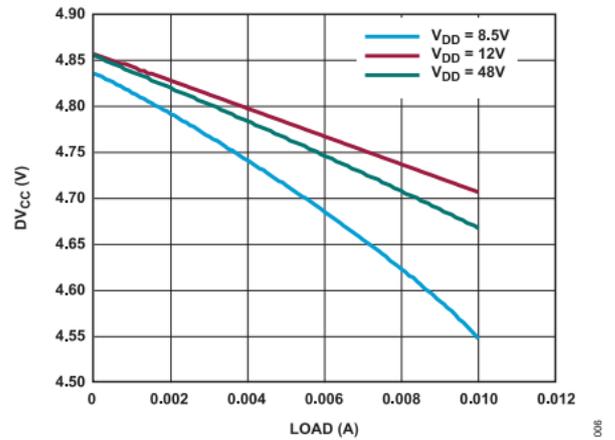


図 6.  $DV_{CC}$  と負荷の関係 ( $V_{DD} = 8.5V, 12V, 48V$ )

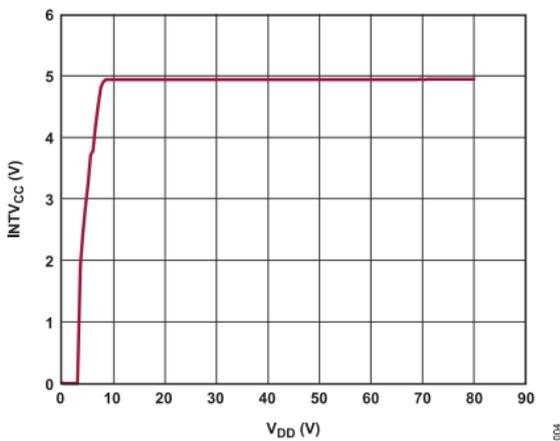


図 4.  $INTV_{CC}$  と  $V_{DD}$  の関係

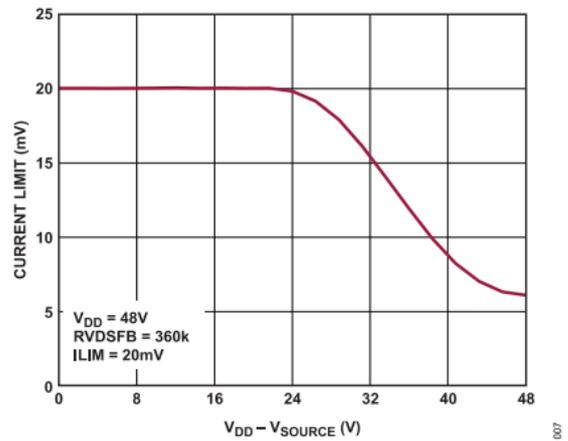


図 7. 電流制限フォールドバックのプロファイル

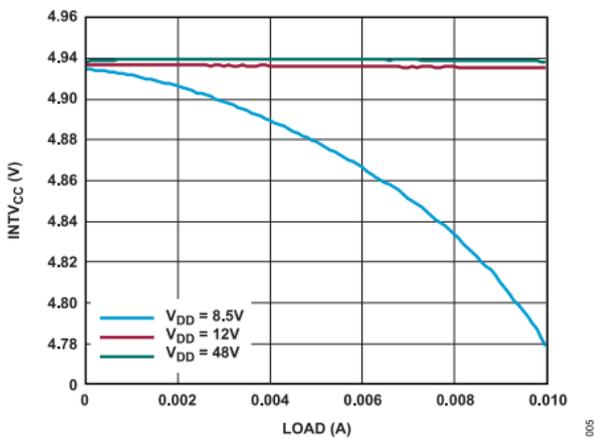


図 5.  $INTV_{CC}$  と負荷の関係 ( $V_{DD} = 8.5V, 12V, 48V$ )

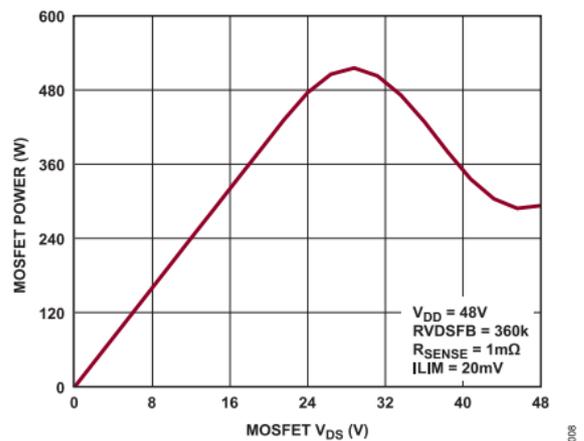


図 8. MOSFET の電力と  $V_{DS}$  の関係

代表的な性能特性

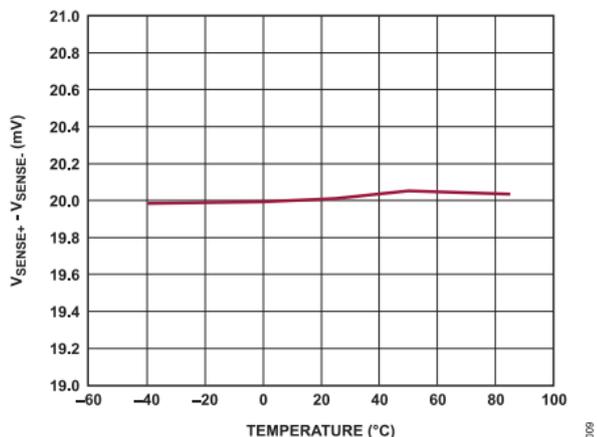


図 9. 電流制限の閾値と温度の関係

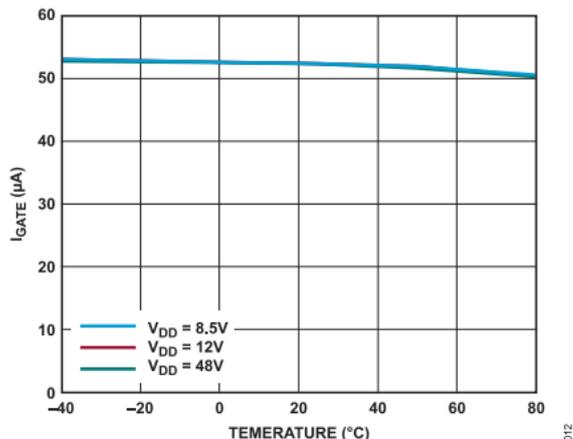


図 12. I<sub>GATE</sub> (アップ) と温度の関係

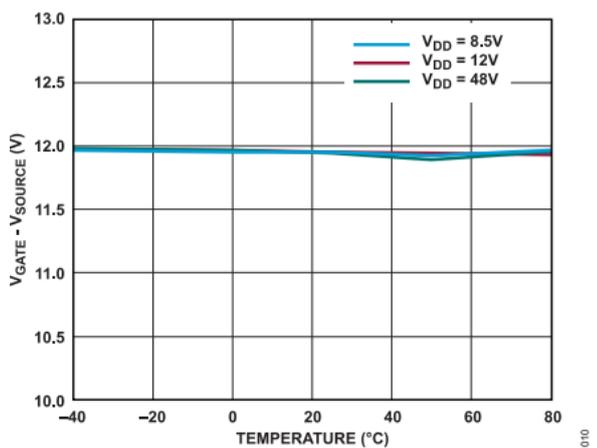


図 10.  $V_{GATE} - V_{SOURCE}$  と温度の関係 ( $V_{DD} = 8.5V, 12V, 48V$ )

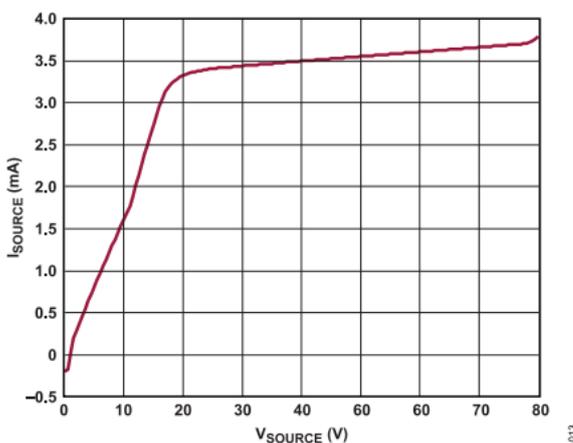


図 13.  $I_{SOURCE}$  と  $V_{SOURCE}$  の関係

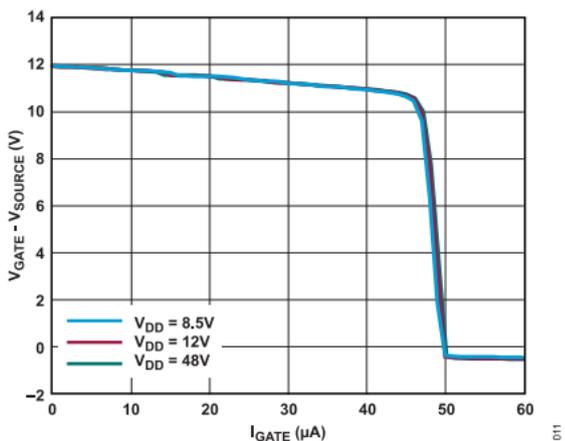


図 11.  $V_{GATE} - V_{SOURCE}$  と  $I_{GATE}$  (リーク) の関係 ( $V_{DD} = 8.5V, 12V, 48V$ )

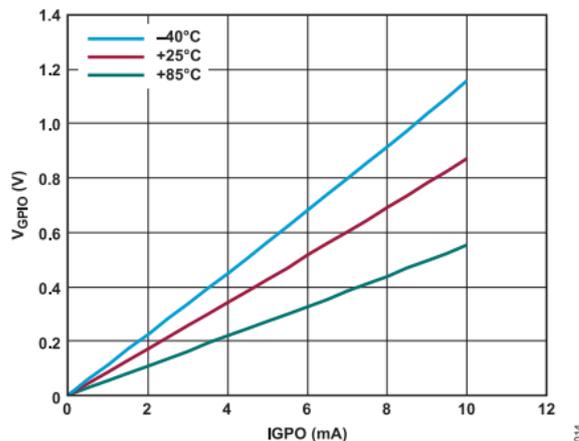


図 14.  $V_{OL}$  GPIO1、GPIO2、GPIO6 と  $I_{GPO}$  の関係

代表的な性能特性

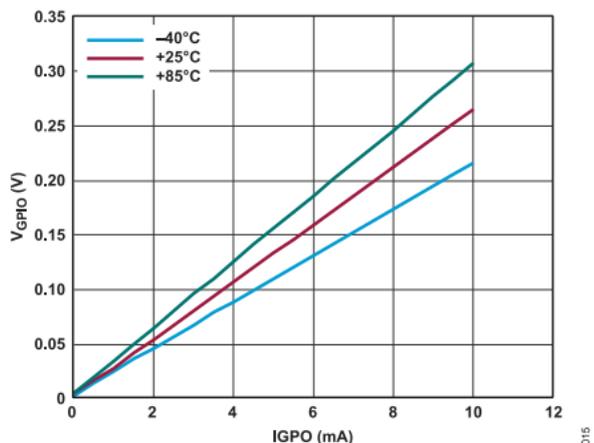


図 15.  $V_{OL}$  GPIO3、GPIO5、GPIO7とIGPOの関係

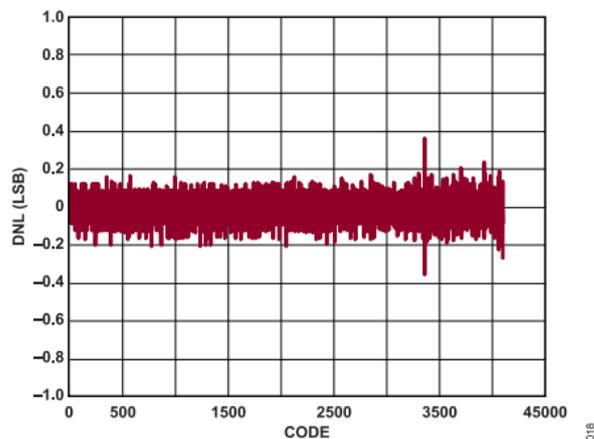


図 18. ADCのDNLとコードの関係 (64回の平均)

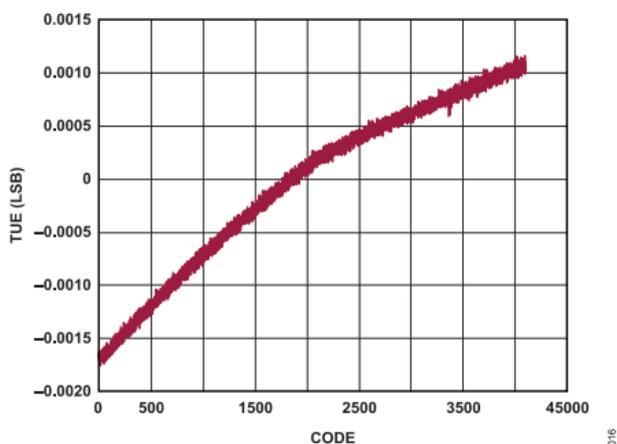


図 16. .ADCのTUEとコードの関係 (64回の平均)

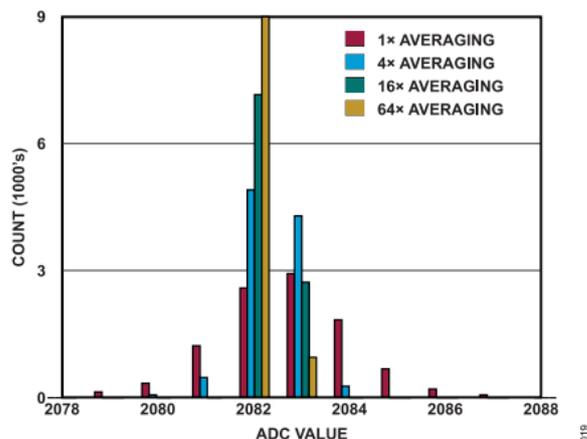


図 19. 12ビットADCのノイズ・ヒストグラム (1回、4回、16回の平均)

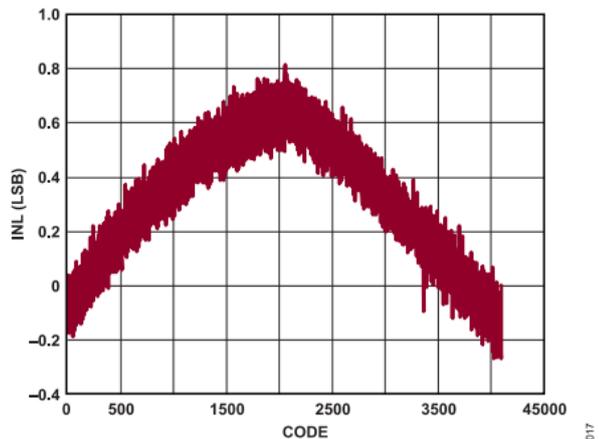


図 17. ADCのINLとコードの関係 (64回の平均)

## 動作原理

LTC4286は、基板の電源電圧を制御された状態でオン/オフできるように設計されているので、通電状態のバックプレーンに対して基板を安全に抜き差しできます。通常動作時は、チャージ・ポンプとゲート・ドライバがNチャンネルMOSFETのゲートをオンにして、負荷に電力を供給します。ゲート・ドライバは、V<sub>DD</sub>ピンから電力を供給するチャージ・ポンプを使用します。また、ゲート・ドライバには、14Vのゲート・ソース間クランプ機能が内蔵されており、外付けMOSFETの酸化膜を保護します。

通常動作では、LTC4286は起動時のバウンス防止遅延の後、外付けのNチャンネルMOSFETをオンにして負荷に電力を供給します。ISET電圧またはMFR\_CONFIG1レジスタのビットを使用して、6mVから20mVまで2mV刻みで高精度に電流制限値を設定できます。起動時は、SENSE+とSENSE-の間の電圧は、フォールドバック ( $\alpha$ ) のある電流制限閾値以下となるよう制御されます。起動時の電流は、外部のゲートRCネットワークを用いて、更に低い値に設定できます。

出力の過電流フォルトにより、アクティブ電流制限 (ACL) 時に、MOSFETの消費電力が過剰になる可能性があります。この電力を制限するために、ACLアンプは、検出電圧が電流制限値を超えた場合にゲート・ソース間電圧をアクティブ制御ループ内で下げることにより、SENSE+ピンとSENSE-ピンの間の電圧をレギュレーションします。MOSFETのドレイン・ソース間電圧が高い場合、電流制限を通常の30%にフォールドバックすることで、更に消費電力を低減します。致命的な出力短絡が生じた場合には、高速の電流制限コンパレータにより、検出した電流が公称電流制限値の3倍に達すると直ちにGATEピンを1Aでプルダウンします。

MOSFETの過熱を防ぐため、電流制限タイムアウトがTMRピンのコンデンサにより設定されています。TMRピンは、アクティブ電流制限が作動している場合に、1つのコンデンサを駆動し20 $\mu$ Aでランプ・アップするよう設定されています。TMRピンが2.56Vの閾値に達すると、LTC4286がGATEをオフにし、IOUT\_OC\_FAULTビットがセットされます。これにより、FAULT#ピンがローに引

き下げられます。その後、TMRピンは、電圧が0.2V未満に低下するまで5 $\mu$ Aの電流源を用いてランプダウンします。GPIO2

(FAULT#に設定)ピンがUVピンに接続されて過電流自動再試行が有効になっている場合は、9.28秒のクールダウン・タイマの終了時に再度LTC4286がオンになります。

出力電圧は、負荷に電力を供給できるかどうかを判定するために、SOURCEピンとパワー・グッド (PG) コンパレータを使ってモニタされます。パワー・グッド状態の信号は、オープンドレイン・プルダウン・トランジスタを使ってGPIO1 (Power-Good#に設定) ピンによって送られます。

LTC4286は3個のADCを内蔵しています。いずれのADCも12ビットの分解能で動作します。1つ目のデータ・コンバータは、ADC+とADC-の間の電圧を常時モニタしており、1 $\mu$ sごとにサンプリングを行って283 $\mu$ sごとに平均検出電圧を12ビットで生成します。2つ目のデータ・コンバータは、最初のデータ・コンバータに同期し、同じ時間間隔でSOURCE電圧を測定します。これら2個のADCが測定を終えるごとに、検出電圧にSOURCEピンの測定結果が乗じられ、電力の測定結果が得られます。3つ目のデータ・コンバータは、外部または内部のダイオードの温度を1 $^{\circ}$ Cの分解能で測定します。SOURCE、ADC+ $\sim$ ADC-、POWER、TEMPの各測定値の最大値と最小値が保存され、いずれかの測定値がユーザ設定の12ビット閾値を上回った場合または下回った場合に、オプションのアラートを生成することもできます。

PMBusインターフェースが備わっているため、A/Dレジスタの読み出しを行うことができます。また、これにより、ホストがデバイスのポーリングを行い、フォルトが発生したかどうかを判定できます。GPIOピンがALERT#割込みに設定されている場合、ホストは、リアル・タイムでフォルトに応答できます。PMBusのデバイス・ターゲット・アドレスは、ADR0ピンとADR1ピンを用いて復号できます。これらの入力にはそれぞれ3つの状態があり、合計で9個のデバイス・アドレスに復号できます。

アプリケーション情報

LTC4286の代表的なアプリケーションは、正電圧の電源を使用し、個々の基板に電力を分配する高可用性システムです。PMBusにより、電圧、電流、ホストが読み出すフォルトを含むステータス情報などの遠隔測定が可能です。LTC4286は、ADC測定値の最小値と最大値を保存し、電力を計算して測定結果に応じてアラート

を生成することができるため、システムが定期的にデバイスをポーリングする必要はありません。LTC4286の基本的なアプリケーション回路を図20に示します。以下のセクションでは、ターンオン、ターンオフ、およびLTC4286が検知して対処する様々なフォルトについて説明します。

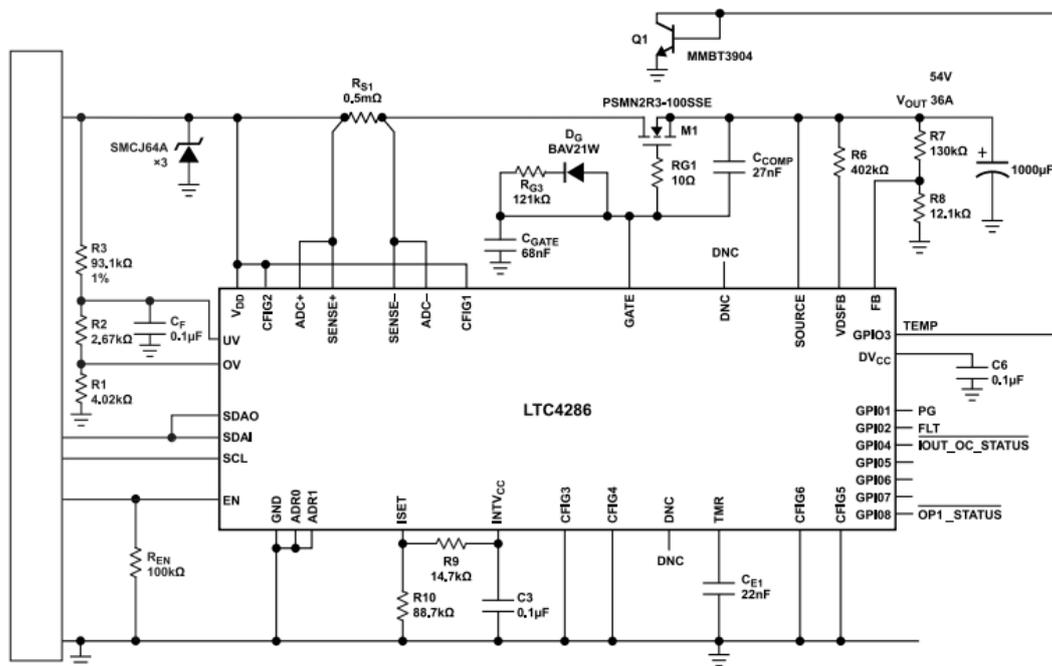


図 20. 代表的なアプリケーション

## アプリケーション情報

## 概要

出力は、電力経路に配置されたNチャンネルMOSFET M1を用いて制御されます。抵抗RS1で電流を測定し、抵抗分圧器R1、R2、R3によって低電圧レベルと過電圧レベルが定まります。UVとOVの閾値は、3つの抵抗分圧器を用いて設定できます。分圧器の電流は、200 $\mu$ A以上となるよう選択します。R1 < 2.56V/200 $\mu$ A = 12.8k $\Omega$ であるため、以下のように計算できます。

$$R2 = \frac{V_{OV(OFF)}}{V_{UV(ON)}} \times R1 \times \frac{UV_{TH(RISING)}}{OV_{TH(FALLING)}} - R1 \quad (1)$$

$$R3 = \frac{V_{UV(ON)} \times (R1 + R2)}{UV_{TH(RISING)}} - R1 - R2 \quad (2)$$

抵抗RG1は、MOSFETの高周波自己発振を防止します。R7およびR8はパワー・グッド閾値を設定し、R6は電流制限フォールドバックを目的の動作電圧にスケールリングします。抵抗分圧器R9およびR10は電流制限値を設定します。詳細については、表5を参照してください。

## ターンオン・シーケンス

外付けMOSFETをオンにするには、いくつかの条件を満たす必要があります。まず、外部電源VDDが、その低電圧ロックアウト・レベルである6.0Vを超えている必要があります。次に、内部生成される電源INTV<sub>CC</sub>およびDV<sub>CC</sub>が、それぞれ4Vおよび2.2Vの低電圧閾値を超えていなければなりません。これにより、内部パワーオン・リセット信号が生成されます。パワーオン・リセット後、UVピンとOVピンによって入力電力が許容可能範囲内にあることが確認され、また、ENピンがアクティブ化されて、基板が挿入されている、すなわち、LTC4286にオンになるコマンドが送られることを示している必要があります。オンになるためには、UVコンパレータとENコンパレータが90.6ms以上安定している必要があります。これらの条件が満たされると、ターンオンが始まります。MOSFETは、GATEピンを50 $\mu$ Aの電流源で充電することで、オンになります。GATEピンの電圧がMOSFETの閾値電圧に達するとMOSFETがターンオンを開始し、GATE電圧の増加に合わせてSOURCE電圧も増加します。コンデンサC<sub>GATE</sub>は、GATE電圧のdv/dtを制限し、突入電流を制御します。突入電流は次式で表されます。

$$I_{INRUSH} = I_{GATE(UP)} \times \frac{C_{LOAD}}{C_{GATE}} \quad (3)$$

MOSFETのドレイン・ソース間電圧が2Vの閾値を下回り、GATEピンが8Vの閾値より高い電圧に達し、FBピンがその2.56Vの閾値を超えると、パワー・グッド出力として設定されたGPIOピンがハイに引き上げられ、電力が良好で負荷を駆動できることを示します。LTC4286がパワーアップ後自動で起動するか、あるいは、PMBusホスト・コントローラがLTC4286にオンとなるようコマンドを送るのを待つかを選択するために、CFIG6ピンを使用します。CFIG6ピンがグラウンドに接続されていると、デバイスはオンになり、CFIG6ピンが抵抗分圧器によって1.6Vに設定されていると、デバイスはオフ状態を維持し、更なる命令を待ちます。表4を参照してください。

表 4. CFIG6ピンを使用してデフォルトのオン/オフ状態を設定

CFIG6 at Power-Up	ON Bit
<1 V	On
>1 V, <2.56 V	Off

最小入力電圧8.5Vでは、最小GATE SOURCE間ドライバ電圧が10Vです。GATE SOURCE間電圧は、13.5V未満にクランプされるため、20VのNチャンネルMOSFETのゲートは保護できます。GATE SOURCE間の駆動電圧 ( $\Delta V_{GATE}$ ) とV<sub>DD</sub>の関係を示すグラフを、代表的な性能特性のセクションに示します。

## ターンオフ・シーケンス

通常のターンオフ・シーケンスは、ENピンに接続されたバックプレーン・コネクタ短絡ピンがオープンになり、ENピンの状態が変化しているときにカードを引き抜くと開始されます。また、いくつかのフォルト状態でも、GATEピンがターンオフされます。これらのフォルト状態には、入力過電圧、過電流、FET-BADフォルトなどが含まれます。MOSFETは、GATEピンをグラウンドに引き下げる1mAの電流とGATE SOURCE間の10mAの電流でオフになります。MOSFETがオフになると、負荷容量が放電されるため、SOURCE電圧とFB電圧は低下します。FB電圧が閾値以下に低下すると、パワー・グッド出力に設定されたGPIOピンがローに引き下げられて、出力電力が良好ではなくなったことを示します。VDDピンが5.5V未満に低下するか、INTV<sub>CC</sub>が低電圧ロックアウトの立下がり閾値である3.89V未満に低下すると、MOSFETの高速シャット・ダウンが開始されます。GATEピンは、SOURCEピンへの1Aの電流によってプルダウンされます。

## 過電流フォルト状態

電流制限は、MFR\_CONFIG1レジスタのILIMビットの値と電流検出レジスタRS1の値で設定されます。過電流状態が発生すると、MOSFETの消費電力は、図7および図8に示すフォールドバック・プロファイルによって制限されます。外部抵抗R6の値は次式のように計算できます。

$$R6 = 10 \text{ k}\Omega \times (V_{IN} - 12 \text{ V}) \quad (4)$$

例を挙げると、次のようになります。

- ▶ V<sub>IN</sub> = 12V, R<sub>VDSFB</sub> = 0 $\Omega$
- ▶ V<sub>IN</sub> = 48V, R<sub>VDSFB</sub> = 365k $\Omega$

## MOSFET SOAタイマ・コンデンサ

MOSFETメーカーは、動作電圧、動作電流、動作時間に関する安全限界を、安全動作領域 (SOA) と呼ばれる一式の曲線で仕様規定しています。適切なタイマ・コンデンサを設定すると、最も厳しい動作条件でもSOA限界の内部にとどまるようにできます。最も厳しい動作条件では、起動時や大きな入力ステップを乗り越える場合に、出力部の大きなバイパス・コンデンサを完全に充電することがあります。TIMERピンのコンデンサは、通常状態時およびフォルト状態時にMOSFETがSOA内に確実にとどまるよう、計算する必要があります。

なお、タイマは電流制限値とは無関係である点に注意してください。電流制限値が変更された場合、TIMERピンのコンデンサの値を変更することが必要となることがあります。

## アプリケーション情報

## 電流制限値の設定

電流制限値はISETピンに抵抗分圧器を接続して設定します。ISETピンの分解能は2mVです。これらのオプションを表5に示します。

ISETを読み出すのは、パワーアップ時またはリブート時のみです。動作時にISETを変更しても電流制限値は変わりません。動作時にILIMに書き込みを行うと電流制限値は変更されます。

表 5. ISETピンを使用した電流制限値の設定

$\Delta V_{\text{SNS(TH)}}$ (mV)	ILIM	$V_{\text{ISET}}$ (V)	ISET Thresholds Compared with				
			Lower (V)	Upper (V)	$R_{\text{TOP}}$ (k $\Omega$ )	$R_{\text{BOTTOM}}$ (k $\Omega$ )	$R_{\text{BOTTOM}}/(R_{\text{TOP}} + R_{\text{BOTTOM}})$
6	0001	0		0.357	Open	Short	0.000
8	0011	0.714	0.357	1.071	88.7	14.7	0.143
10	0101	1.429	1.071	1.786	73.2	29.4	0.286
12	0111	2.143	1.786	2.5	59.0	44.2	0.429
14	1001	2.857	2.5	3.214	44.2	59.0	0.571
16	1011	3.571	3.214	3.929	29.4	73.2	0.714
18	1101	4.286	3.929	4.643	14.7	88.7	0.857
20	1111	5	4.643		Short	Open	1.000

アプリケーション情報

データ・コンバータ

LTC4286は、1対の12ビットΣ-Δ ADCと、1°C/LSBで温度をモニターする3つ目のデータ・コンバータで構成されています。1つのコンバータが電流検出電圧を継続的にサンプリングし、別のコンバータが入力電圧、出力電圧、V<sub>DD</sub>SOURCE電圧をモニターします。Σ-Δアーキテクチャの固有の性質により、測定中の信号ノイズは平均化されます。2つ目のデータ・コンバータは、V<sub>DD</sub>ピンでV<sub>IN</sub>を、SOURCEピンでV<sub>OUT</sub>を測定するよう設定できます。また、MFR\_ADC\_CONFIGレジスタの関連するビットを選択することでMOSFETの電圧を測定することもできます。データ・コンバータのフル・スケールは、電流検出電圧の場合は32mV、V<sub>DD</sub>およびV<sub>SOURCE</sub>の場合は102.4Vまたは25.6V、GPIOの場合は2.56V、V<sub>DD</sub>SOURCE間測定の場合は320mVです。

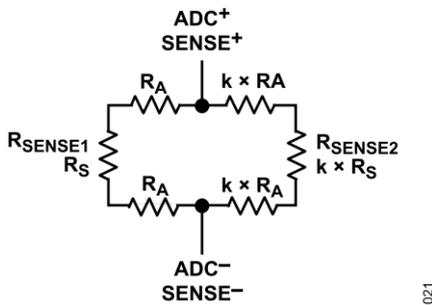


図 21. 加重平均検出電圧

ADC+入力ピンとADC-入力ピンを用いると、ADCによって検出抵抗両端の平均電圧を測定できます。アプリケーションによっては、特定の抵抗値を実現するためにいくつかの検出抵抗を並列に用いることがあります。その場合、平均化抵抗はそれを接続する検出抵抗と同じ比率にして選択できます。これにより、ADCはそれまでと同様に電流を正確に測定できます。詳細については図21を参照してください。この場合、実効的なADC検出抵抗は、電流制限用のkx R<sub>S</sub>と並列に接続されたR<sub>S</sub>となります。平均化抵抗R<sub>A</sub>を同じスケール・ファクタkでスケールすることで、ADCはこの実効検出抵抗に対する正しい検出電圧を測定できます。ADC+またはSENSE+側の最小平均化抵抗は、1Ωを超えることのないようにしてください。

この2つのデータ・コンバータは同期しており、それぞれで電流測定変換が行われた後、その測定電流にMFR\_CONFIG1レジスタのVPWR\_SELECTビットで選択されたV<sub>DD</sub>またはV<sub>SOURCE</sub>の測定値が乗算され、入力電力または出力電力を求めることができます。測定値は、最大値/最小値の警告閾値と比較され、それに応じてMFR\_SYSTEM\_STATUS2レジスタの対応するADC警告ビットをセットします。MFR\_STAT2\_ALERT\_MASKレジスタでアラートを生成するよう設定されている場合はこれを生成します。

以下の式を用いるとレジスタに格納されているADCの変換結果の値を物理量に変換できます。データは、左詰め2の補数フォーマットであるため、12ビット・データの場合、MSBは常に0で、3つのLSBも常に0です。

入出力電圧を計算するには、次式を用います。

$$V = \frac{CODE(WORD) \times V_{FS(OUT)}}{2^{15}-1} \tag{5}$$

ここで、V<sub>FS(OUT)</sub>は、デバイスが25Vモードの場合25.6V、デバイスが100Vモードの場合102.4Vです。

電流をアンペア単位で計算するには、次式を用います。

$$I = \frac{CODE(WORD) \times 0.032V}{(2^{15}-1) \times R_{SENSE}} \tag{6}$$

V<sub>DD</sub> - SOURCEをボルト単位で計算するには、次式を用います。

$$V = \frac{CODE(WORD) \times 0.032V}{2^{15}-1} \tag{7}$$

電力をワット単位で計算するには、次式を用います。

$$V = \frac{CODE(WORD) \times 0.032V \times V_{FS(OUT)} \times 2^{15}}{(2^{15}-1)^2 \times R_{SENSE}} \tag{8}$$

温度データは、ケルビン単位で与えられるため、以下のようになります。

$$T^{\circ}K = \text{コード}$$

$$T^{\circ}C = \text{コード} - 273.15$$

表 6. 全AUXチャンネルが選択されている場合の連続モードにおけるLTC4286のADC測定パターン

Conversions over Time					
ADC1		ADC1		ADC1	
(ADC+ - ADC-)		(ADC+ - ADC-)		(ADC+ - ADC-)	
ADC2		ADC2		ADC2	
V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>DS</sub>	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>DS</sub>

アプリケーション情報

表 7. いずれのAUXチャンネルも選択されていない場合の連続モードにおけるLTC4286のADC測定パターン

Conversions over Time									
ADC1		ADC1		ADC1		ADC1		ADC1	
(ADC+ - ADC-)		(ADC+ - ADC-)		(ADC+ - ADC-)		(ADC+ - ADC-)		(ADC+ - ADC-)	
ADC2		ADC2		ADC2		ADC2		ADC2	
V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub>

PMBusでは、ADC結果を計算するために使用するM、B、Rの各定数が定められています。LTC4286のM、B、Rの各パラメータについては表8を参照してください。

表 8. PMBusのM、B、Rパラメータ

r	M	R	B
V (102.4 V range)	32	1	0
V (25.6 V range)	128	1	0
I	1024 x R <sub>S</sub> <sup>1</sup>	3	0
P (102.4 V range)	R <sub>S</sub>	4	0
P (25.6 V range)	4 x R <sub>S</sub>	4	0
T°C	1	0	273.15

1 R<sub>S</sub> = Ω単位で表した電流検出抵抗の値。

値は次のように計算できます。

$$\text{値} = \left(\frac{1}{M}\right) \times \text{コード} \times 10^{-R} - B \tag{9}$$

例えば、R<sub>S</sub> = 0.333mΩの場合、

$$V(\text{コード}) = 16384 (102.4V \text{レンジ})$$

$$V = \frac{1}{32} \times 16384 \times 10^{-1} = 51.2V$$

$$I(\text{コード}) = 16384$$

$$I = \frac{1}{1024/0.333m\Omega} \times 16384 \times 10^{-3} = 48A \tag{10}$$

$$P(\text{コード}) = 8192$$

$$P = \frac{1}{0.333m\Omega} \times 8192 \times 10^{-4} = 2460W$$

アプリケーション情報

SMBusシリアル・インターフェース

- S START CONDITION
- Sr REPEATED START CONDITION
- Rd READ (BIT VALUE OF 1)
- Wr WRITE (BIT VALUE OF 0)
- A NOT ACKNOWLEDGE (HIGH)
- A ACKNOWLEDGE (LOW)
- P STOP CONDITION
- PEC PACKET ERROR CODE
- MASTER TO SLAVE
- SLAVE TO MASTER
- ... CONTINUATION OF PROTOCOL

図 22. PMBusパッケージ・プロトコル図の主要素

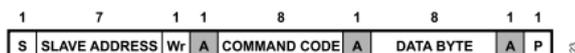


図 23. バイト書き込みプロトコル

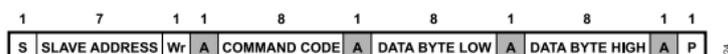


図 24. ワード書き込みプロトコル



図 25. PEC付きバイト書き込みプロトコル



図 26. PEC付きワード書き込みプロトコル

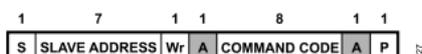


図 27. バイト送信プロトコル



図 28. PEC付きバイト送信プロトコル

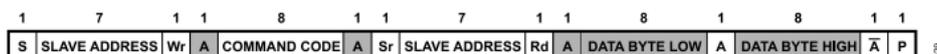


図 29. ワード読み出しプロトコル

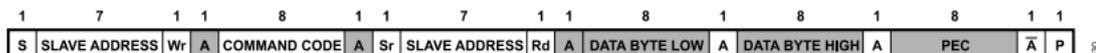


図 30. PEC付きワード読み出しプロトコル

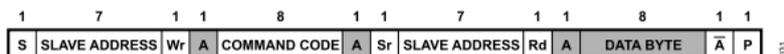


図 31. バイト読み出しプロトコル

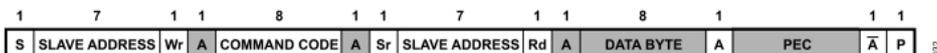


図 32. PEC付きバイト読み出しプロトコル

アプリケーション情報

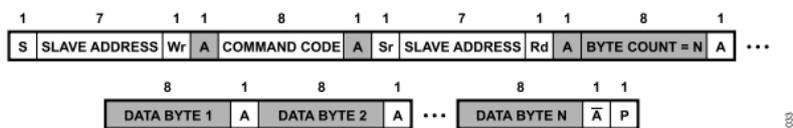


図 33. ブロック読出し

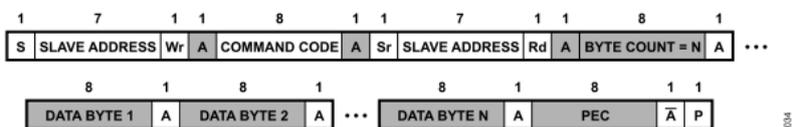


図 34. PEC付きブロック読出し

表 9. LTC4286のデバイス・アドレス指定

Description	Hex Device Address		Binary Device Address							R/W No.	LTC4286 Address Pins <sup>1</sup>	
	7-bit†	8-bit <sup>2</sup>	6	5	4	3	2	1	0		ADR1	ADR0
Mass Write	0F	1E	0	0	0	1	1	1	1	0	X	X
Alert Response	0C	19	0	0	0	1	1	0	0	1	X	X
0	40	80	1	0	0	0	0	0	0	X	L	L
1	41	82	1	0	0	0	0	0	1	X	L	NC
2	42	84	1	0	0	0	0	1	0	X	L	H
3	43	86	1	0	0	0	0	1	1	X	NC	L
4	44	88	1	0	0	0	1	0	0	X	NC	NC
5	45	8A	1	0	0	0	1	0	1	X	NC	H
6	46	8C	1	0	0	0	1	1	0	X	H	L
7	47	8E	1	0	0	0	1	1	1	X	H	NC
8	11	22	0	0	1	0	0	0	1	X	H	H

1 H = INTV<sub>CC</sub>に接続、L = GNDに接続、NC = 接続なしまたはオープン、X = ドント・ケア。

2 LSBのR/Wビットを0とした8ビットの16進数アドレス。

## アプリケーション情報

## PMBusコマンドの概要

表 10. LTC4286のPMBusコマンドの概要

コマンド名	コマンドコード	説明	タイプ <sup>1</sup>	データ・フォーマット <sup>2</sup>	単位 <sup>2</sup>	デフォルト値 <sup>2</sup>
PAGE	0x00	PAGEには任意の値を書き込めますが、デバイスがこの値を内部で使用することはありません。書き込まれた値はリード・バックできます。	R/W byte	Register	N/A	0x00
OPERATION	0x01	このコマンドは、ホットスワップのオンまたはオフを要求します。	R/W byte	Register	N/A	N/A
CLEAR_FAULTS	0x03	このコマンドは、全てのラッチ・ステータス・ビット（図35のオレンジ色またはピンク色で塗りつぶされた全ビット）をクリアします。MFR_PMB_STATおよびMFR_SD_CAUSEもこのコマンドでクリアされます。	Send byte	N/A	N/A	N/A
WRITE_PROTECT	0x10	意図しないPMBus変更からデバイスを保護	R/W byte	Register	N/A	0x00
CAPABILITY	0x19	サポートしているオプションPMBus機能の概要。	R byte	Register	N/A	0xD0
VOUT_OV_WARN_LIMIT	0x42	V <sub>OUT</sub> (SOURCEピン) の電圧の過電圧警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	V	0x7FFF
VOUT_UV_WARN_LIMIT	0x43	V <sub>OUT</sub> (SOURCEピン) の電圧の低電圧警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	V	0 V, 0x0000
IOUT_OC_FAULT_RESPONSE	0x47	出力過電流フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W byte	Register	N/A	0xC0
IOUT_OC_WARN_LIMIT	0x4A	I <sub>OUT</sub> のADC読出し値の過電流警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	A	21.3mV/R <sub>SENSE</sub> 0x7FFF
OT_FAULT_LIMIT	0x4F	TEMPのADC読出し値の過熱フォルト制限値を設定します。	R/W word	Direct	°K	0x7FFF
OT_FAULT_RESPONSE	0x50	過熱フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W byte	Register	N/A	0x80
OT_WARN_LIMIT	0x51	TEMPのADC読出し値の過熱警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	°K	0x7FFF
UT_WARN_LIMIT	0x52	TEMPのADC読出し値の低温警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	°K	0x0000
VIN_OV_FAULT_RESPONSE	0x56	入力過電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W byte	Register	N/A	0xB8
VIN_OV_WARN_LIMIT	0x57	V <sub>IN</sub> (V <sub>DD</sub> ピン) の電圧の過電圧警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	V	0x7FFF
VIN_UV_WARN_LIMIT	0x58	V <sub>IN</sub> (V <sub>DD</sub> ピン) の電圧の低電圧警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	V	0 V, 0x0000
VIN_UV_FAULT_RESPONSE	0x5A	入力低電圧フォルトが検出されたときのデバイスの動作。	R/W byte	Register	N/A	0xB8
PIN_OP_WARN_LIMIT	0x6B	P <sub>IN</sub> のADC読出し値の過電力警告制限値を設定します。	R/W word	Direct	W	2.8/R <sub>SENSE</sub> 0x7FFF
STATUS_BYTE	0x78	デバイスのフォルト状態を1バイトに要約したもの。	R/W byte	Register	N/A	0x00
STATUS_WORD	0x79	デバイスのフォルト状態を2バイトに要約したもの。	R/W1C word	Register	N/A	0x0000
STATUS_VOUT	0x7A	V <sub>OUT</sub> (SOURCEピン) に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W1C byte	Register	N/A	0x00
STATUS_IOUT	0x7B	I <sub>OUT</sub> に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W1C byte	Register	N/A	0x00
STATUS_INPUT	0x7C	V <sub>IN</sub> とP <sub>IN</sub> (V <sub>DD</sub> ピン) に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W1C byte	Register	N/A	0x00
STATUS_TEMPERATURE	0x7D	温度に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W1C byte	Register	N/A	0x00
STATUS_CML	0x7E	通信フォルトに関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W1C byte	Register	N/A	0x00

## アプリケーション情報

コマンド名	コマンド コード	説明	タイプ <sup>1</sup>	データ・フ ォーマット <sup>2</sup>	単位 <sup>2</sup>	デフォルト値 <sup>2</sup>
STATUS_OTHER	0x7F	その他のステータス・フォルト。	R/W 1C byte	Register	N/A	0x00
STATUS_MFR_SPECIFIC	0x80	メーカー固有のフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1C byte	Register	N/A	0x00
READ_VIN	0x88	入力電圧V <sub>IN</sub> (V <sub>DD</sub> ピン) を読み出します。	R word	Direct	V	N/A
READ_VOUT	0x8B	出力電圧V <sub>OUT</sub> (SOURCEピン) を読み出します。	R word	Direct	V	N/A
READ_IOUT	0x8C	出力電流I <sub>OUT</sub> を読み出します。	R word	Direct	A	N/A
READ_TEMPERATURE_1	0x8D	デバイスが測定した温度を読み出します。	R word	Direct	°K	N/A
READ_PIN	0x97	計算した入力電流P <sub>IN</sub> を読み出します。	R word	Direct	W	N/A
PMBUS_REVISION	0x98	サポート対象のPMBusリビジョン。現在のリビジョンは1.3です。	R byte	Register	N/A	0x33
MFR_ID	0x99	デバイスのメーカーを識別する文字列を返します。	R block 3 bytes	ASC	N/A	LTC
MFR_MODEL	0x9A	デバイスの特定のモデルを識別する文字列を返します。	R block 7 bytes	ASC	N/A	LTC4286
MFR_REVISION	0x9B	デバイスのハードウェア・リビジョンを識別する文字列を返します。	R block 1 byte	Binary	N/A	0x10
IC_DEVICE_ID	0xAD	デバイスの特定のモデルを識別する文字列を返します。	R block 1 byte	ASC	N/A	LTC4286
IC_DEVICE_REV	0xAE	デバイスのハードウェア・リビジョンを識別する文字列を返します。	R block 1 byte	ASC	N/A	0x10
USER_DATA_00	0xB0	LTpowerPlay®用にメーカー指定済み。	R/W word	Register	N/A	N/A
USER_DATA_02	0xB2	OEM指定済み。	R/W word	Register	N/A	N/A
USER_TIME	0xB9	パワーオン・リセットでクリア、内部のチック・タイマ・レートでインクリメント。時間設定用に書き込むことができます。	R/W block 6 bytes	Binary	N/A	0x000000000000
MFR_FLT_CONFIG	0xD2	FAULTピン出力 (GPIO) のオプションを選択します。	R/W byte	Register	N/A	0x00
MFR_FET_FAULT_RESPONSE	0xD6	FETバッド状態に対応するデバイスの動作。	R/W byte	Register	N/A	0x41
MFR_OP_FAULT_RESPONSE	0xD7	過電力フォルトに対するデバイス応答を選択します。	R/W word	Register	N/A	0xFFE0
MFR_ADC_CONFIG	0xD8	ADCのモードとチャンネルを設定します。	R/W byte	Register	N/A	0x01
MFR_AVG_SEL	0xD9	ADC平均化レートを選択します。また、READ_VIN、READ_VOUT、READ_IOUT、READ_PINの各コマンドでの平均値の表示を有効化します。	R/W byte	Register	N/A	0x85
MFR_SYSTEM_STATUS1	0xE0	メーカー固有のステータス情報を提供します。	R/W 1C word	Register	N/A	N/A
MFR_SYSTEM_STATUS2	0xE1	メーカーのシステム警告情報を提供します。	R/W 1C word	Register	N/A	N/A
MFR_PMB_STAT	0xE2	失敗した最後のPMBus転送の詳細なステータスを提供します。	R/W byte	Register	N/A	0x00
MFR_PADS_LIVE_STATUS	0xE5	I/Oパッドおよびライブ・ステータス・ビットの状態。	R word	Register	N/A	N/A
MFR_SPECIAL_ID	0xE7	このレジスタには、メーカーID (4286の場合は0x7030) が格納されます。	R word	Register	N/A	0x7030
MFR_COMMON	0xEF	複数のアナログ・デバイス・チップに共通するメーカー・ステータス・ビット。	R byte	Register	N/A	N/A
MFR_SD_CAUSE	0xF1	最後のホットスワップ・シャット・ダウンの原因。	R byte	Register	N/A	0x00
MFR_CONFIG1	0xF2	電流制限値、V <sub>IN</sub> およびV <sub>OUT</sub> の電圧範囲、入力電力の計算値を設定します。	R/W word	Register	N/A	0x5572
MFR_CONFIG2	0xF3	その他の各種設定。	R/W word	Register	N/A	0x00EF
MFR_GPIO_INV	0xF4	GPIOの入力および出力の極性を設定します。	R/W word	Register	N/A	0x009B
MFR_GPO_SEL41	0xF5	GPIO1、GPIO2、GPIO3、GPIO4の各出力機能を設定します。	R/W word	Register	N/A	0x5F43
MFR_GPO_SEL85	0xF6	GPIO5、GPIO6、GPIO7、GPIO8の各出力機能を設定します。	R/W word	Register	N/A	0x8207
MFR_GPI_SEL	0xF7	GPIO1～GPIO8の各入力機能を設定します。	R/W word	Register	N/A	0x0005

## アプリケーション情報

コマンド名	コマンド コード	説明	タイプ <sup>1</sup>	データ・フ ォーマット <sup>2</sup> 単位 <sup>2</sup> デフォルト値 <sup>2</sup>		
MFR_GPI_DATA	0xF8	GPIO1~GPIO8の入力値。	R byte	Register	N/A	N/A
MFR_GPO_DATA	0xF9	GPIO1~GPIO8の出力値。	R/W byte	Register	N/A	0xFF
MFR_REBOOT_CONTROL	0xFD	リブートを有効化し初期化オプションを設定します。	R/W byte	Register	N/A	0x00
MFR_IOUT	0xFE00	I <sub>OUT</sub> の値。平均化なし。	R word	Direct	A	N/A
MFR_IOUT_UC_LIMIT	0xFE04	I <sub>OUT</sub> 低電流警告の制限値。	R/W word	Direct	A	0x0000
MFR_IOUT_OC_LIMIT	0xFE05	I <sub>OUT</sub> 過電流警告の制限値。	R/W word	Direct	A	0x7FFF
MFR_PIN	0xFE08	P <sub>IN</sub> の値。平均化なし。	R word	Direct	W	N/A
MFR_PIN_UP_LIMIT	0xFE0C	P <sub>IN</sub> 低電力警告の制限値。	R/W word	Direct	W	0x0000
MFR_PIN_OP_LIMIT	0xFE0D	P <sub>IN</sub> 過電力警告の制限値。	R/W word	Direct	W	0x7FFF
MFR_VIN	0xFE10	V <sub>IN</sub> の値。平均化なし。	R word	Direct	V	N/A
MFR_VIN_UV_LIMIT	0xFE14	V <sub>IN</sub> 低電圧警告の制限値。	R/W word	Direct	V	0x0000
MFR_VIN_OV_LIMIT	0xFE15	V <sub>IN</sub> 過電圧警告の制限値。	R/W word	Direct	V	0x7FFF
MFR_VOUT	0xFE18	V <sub>OUT</sub> の値。平均化なし。	R word	Direct	V	N/A
MFR_VOUT_UV_LIMIT	0xFE1C	V <sub>OUT</sub> 低電圧警告の制限値。	R/W word	Direct	V	0x0000
MFR_VOUT_OV_LIMIT	0xFE1D	V <sub>OUT</sub> 過電圧警告の制限値。	R/W word	Direct	V	0x7FFF
MFR_VDS	0xFE20	V <sub>DS</sub> の値。平均化なし。	R word	Direct	V	N/A
MFR_VDS_UV_LIMIT	0xFE24	V <sub>DS</sub> 低電圧警告の制限値。	R/W word	Direct	V	0x0000
MFR_VDS_OV_LIMIT	0xFE25	V <sub>DS</sub> 過電圧警告の制限値。	R/W word	Direct	V	0x7FFF
MFR_TEMP	0xFE48	TEMPの値。平均化なし。	R word	Direct	°K	N/A
MFR_TEMP_UT_LIMIT	0xFE4C	TEMP低温警告の制限値。	R/W word	Direct	°K	0x0000
MFR_TEMP_OT_LIMIT	0xFE4D	TEMP過熱警告の制限値。	R/W word	Direct	°K	0x7FFF
MFR_PIN_OP1_FAULT_LIMIT	0xFE58	P <sub>IN</sub> 過電力経時フォルトの制限値。	R/W word	Direct	W	0x7FFF
MFR_PIN_OP2_FAULT_LIMIT	0xFE59	P <sub>IN</sub> 過電力瞬時フォルトの制限値。	R/W word	Direct	W	0x7FFF
MFR_STATUS_BYTE	0xFEC0	デバイスのフォルト状態を1バイトに要約したもの。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_WORD_HIGH	0xFEC1	STATUS_WORDの上位バイト。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_VOUT	0xFEC2	V <sub>OUT</sub> (SOURCEピン)に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_IOUT	0xFEC3	I <sub>OUT</sub> に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_INPUT	0xFEC4	V <sub>IN</sub> とP <sub>IN</sub> (V <sub>DD</sub> ピン)に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_TEMP	0xFEC5	温度に関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_CML	0xFEC6	通信フォルトに関連するフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_STATUS_OTHER	0xFEC7	その他のステータス・フォルト。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_SPECIFIC_STATUS	0xFEC8	メーカー固有のフォルトと警告のステータス情報を提供します。	R/W 1S byte	Register	N/A	0x00
MFR_SYS_STAT1_SET	0xFECA	メーカー固有のステータス情報を提供します。	R/W 1S word	Register	N/A	0x0000
MFR_SYS_STAT2_SET	0xFECC	メーカーのシステム警告情報を提供します。	R/W 1S word	Register	N/A	0x0000
MFR_BYTE_ALERT_MASK	0xFED0	STATUS_BYTEのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0x80
MFR_VOUT_ALERT_MASK	0xFED2	STATUS_VOUTのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0x60
MFR_IOUT_ALERT_MASK	0xFED3	STATUS_IOUTのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0xA0
MFR_INPUT_ALERT_MASK	0xFED4	STATUS_INPUTのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0xF1
MFR_TEMP_ALERT_MASK	0xFED5	STATUS_TEMPERATUREのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0xE0
MFR_CML_ALERT_MASK	0xFED6	STATUS_CMLのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0xE3
MFR_SPECIFIC_ALERT_MASK	0xFED8	STATUS_MFR_SPECIFICのアラート・マスク。	R/W byte	Register	N/A	0xFF

## アプリケーション情報

コマンド名	コマンド コード	説明	タイプ <sup>1</sup>	データ・フ ォーマット <sup>2</sup>	単位 <sup>2</sup>	デフォルト値 <sup>2</sup>
MFR_STAT1_ALERT_MASK	0xFEDA	MFR_SYSTEM_STATUS1のアラート・マスク。	R/W word	Register	N/A	0x3CFE
MFR_STAT2_ALERT_MASK	0xFEDC	MFR_SYSTEM_STATUS2のアラート・マスク。	R/W word	Register	N/A	0xCFFF

1 R = 読み専用、R/W = 読みまたは書き込み、R/WIC = 読みまたは1を書き込んでクリア、R/WIS = 読みまたは1を書き込んでセット。

2 N/A=該当なし。

## アプリケーション情報

## ADC関連のコマンドおよびエイリアス

PMBusは、いくつかのADC値と警告制限値のコマンド・コードを定義します。LTC4286はこれらの定義済みコマンド・コードを使用します。ADC関連の多くの追加コマンドは、PMBus標準としては定義されていません。

0xFE00より先のMFRコマンド領域は、PMBus標準とLTC4286固有のどちらのADC関連値にも対応できるよう直交配列されています。

表 11. PMBusのADC関連コマンドとMFRエイリアス

PMBus Command	Code	MFR Alias	Code
VOUT_OV_WARN_LIMIT	0x42	MFR_VOUT_OV_LIMIT	0xFE1D
VOUT_UV_WARN_LIMIT	0x43	MFR_VOUT_UV_LIMIT	0xFE1C
IOUT_OC_WARN_LIMIT	0x4A	MFR_IOUT_OC_LIMIT	0xFE05
OT_WARN_LIMIT	0x51	MFR_TEMP_OT_LIMIT	0xFE4D
UT_WARN_LIMIT	0x52	MFR_TEMP_UT_LIMIT	0xFE4C
VIN_OV_WARN_LIMIT	0x57	MFR_VIN_OV_LIMIT	0xFE15
VIN_UV_WARN_LIMIT	0x58	MFR_VIN_UV_LIMIT	0xFE14
PIN_OP_WARN_LIMIT	0x6B	MFR_PIN_OP_LIMIT	0xFE0D
READ_VIN	0x88	MFR_VIN	0xFE10
READ_VOUT	0x8B	MFR_VOUT	0xFE18
READ_IOUT	0x8C	MFR_IOUT	0xFE00
READ_TEMPERATURE_1	0x8D	MFR_TEMP	0xFE48
READ_PIN	0x97	MFR_PIN	0xFE08

そのため、多くの場合、同じ内部レジスタに対し複数のコマンド名が付けられています。PMBus標準のコマンドとそのMFRエイリアスのどちらにアクセスしても結果は同じです。

5つのREAD\_PMBus標準コマンドが、平均化されたADCデータあるいは平均化されていないADCデータのいずれにも応答します。これは、MFR\_AVG\_SELのDISP\_AVGの設定によって異なります。MFR領域では、平均化されていないADC結果は個別のコマンドでいつでも利用できます。

表 12. OPERATION (0x01) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
7	ON Bit	Not applicable	FETのオン/オフ・コマンドを示します。1 = FETをオンにするコマンド、0 = FETをオフにするコマンド。このビットが0から1に切り替わる際に、図35のオレンジ色とピンク色で塗りつぶされたビットが全てクリアされます。パワーアップ・リセット時、またはリブート時、このONビットはCFG6の入力に応じて選択されます。また、ターンオンするにはENもハイでなくてはなりません。
[6:0]	Reserved	0000000	常に0000000を返します。

表 13. WRITE\_PROTECT (0x10) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
7	WP1	0	WRITE_PROTECTおよびPAGEコマンドを除く全ての書き込みをディスエーブルします。 1 = 書き込みをディスエーブル。0 = 書き込みをイネーブル。
6	WP2	0	WRITE_PROTECT、PAGE、OPERATION、CLEAR_FAULTSコマンドを除く全ての書き込みをディスエーブルします。 1 = 書き込みをディスエーブル。0 = 書き込みをイネーブル。
[5:0]	Reserved	000000	常に000000を返します。

表 14. CAPABILITY (0x19) 読出し専用

ビット	名前	デフォルト	動作
7	PEC	1	PECがサポートされていることを示します。
[6:5]	MAX_BUS_SPEED	10	最大1MHzのバス速度がサポートされていることを示します。
4	SMBALERT#	1	SMBusアラート応答がサポートされていることを示します。
3	IEEE	0	数値データがリニア・フォーマット、またはダイレクト・フォーマットであることを示します。
2	AVSBUS	0	AVSBUSはサポートされていないことを示します。
[1:0]	Reserved	00	常に00を返します。

## アプリケーション情報

表 15. IOUT\_OC\_FAULT\_RESPONSE (0x47) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作	
[7:6]	OC_FAULT_RESPONSE	11	OCフォルトに対する応答オプションを設定します。	
			値	意味
			00 11	フォルトを無視。 デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。
[5:3]	OC_FAULT_RETRY	000	OCフォルトに対する再試行オプションを設定します。	
			値	意味
			000	ラッチオフ
			001	1回の再試行
			010	2回の再試行
			011	3回の再試行
			100	4回の再試行
			101	5回の再試行
			110	6回の再試行
111	無限の再試行			
[2:0]	Reserved	000	常に000を返します。	

表 16. OT\_FAULT\_RESPONSE (0x50) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作	
[7:6]	OT_FAULT_RESPONSE	10	OTフォルトに対する応答オプションを設定します。	
			値	意味
			00 10	フォルトを無視。 デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。
[5:3]	OT_FAULT_RETRY	000	OTフォルトに対する再試行オプションを設定します。	
			値	意味
			000	ラッチオフ
			001	1回の再試行
			010	2回の再試行
			011	3回の再試行
			100	4回の再試行
			101	5回の再試行
			110	6回の再試行
111	無限の再試行			
[2:0]	Reserved	000	常に000を返します。	

表 17. VIN\_OV\_FAULT\_RESPONSE (0x56) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作	
[7:6]	VIN_OV_FAULT_RESPONSE	10	VINフォルトに対する応答オプションを設定します。	
			値	意味
			00 10	フォルトを無視。 デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。
[5:3]	VIN_OV_FAULT_RETRY	111	VINフォルトに対する再試行オプションを設定します。	
			値	意味
			000 001 010	ラッチオフ 1回の再試行 2回の再試行

## アプリケーション情報

ビット	名前	デフォルト	動作
			011 100 101 110 111
			3回の再試行 4回の再試行 5回の再試行 6回の再試行 無限の再試行
[2:0]	Reserved	000	常に000を返します。

表 18. VIN\_UV\_FAULT\_RESPONSE (0x5A) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作																		
[7:6]	VIN_UV_FAULT_RESPONSE	10	UVフォルトに対する応答オプションを設定します。																		
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>値</th> <th>意味</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>00</td> <td>フォルトを無視。</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。</td> </tr> </tbody> </table>	値	意味	00	フォルトを無視。	10	デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。												
値	意味																				
00	フォルトを無視。																				
10	デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。																				
[5:3]	VIN_UV_FAULT_RETRY	111	UVフォルトに対する再試行オプションを設定します。																		
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>値</th> <th>意味</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>000</td> <td>ラッチオフ</td> </tr> <tr> <td>001</td> <td>1回の再試行</td> </tr> <tr> <td>010</td> <td>2回の再試行</td> </tr> <tr> <td>011</td> <td>3回の再試行</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>4回の再試行</td> </tr> <tr> <td>101</td> <td>5回の再試行</td> </tr> <tr> <td>110</td> <td>6回の再試行</td> </tr> <tr> <td>111</td> <td>無限の再試行</td> </tr> </tbody> </table>	値	意味	000	ラッチオフ	001	1回の再試行	010	2回の再試行	011	3回の再試行	100	4回の再試行	101	5回の再試行	110	6回の再試行	111	無限の再試行
値	意味																				
000	ラッチオフ																				
001	1回の再試行																				
010	2回の再試行																				
011	3回の再試行																				
100	4回の再試行																				
101	5回の再試行																				
110	6回の再試行																				
111	無限の再試行																				
[2:0]	Reserved	000	常に000を返します。																		

アプリケーション情報

ステータス・レジスタの概要

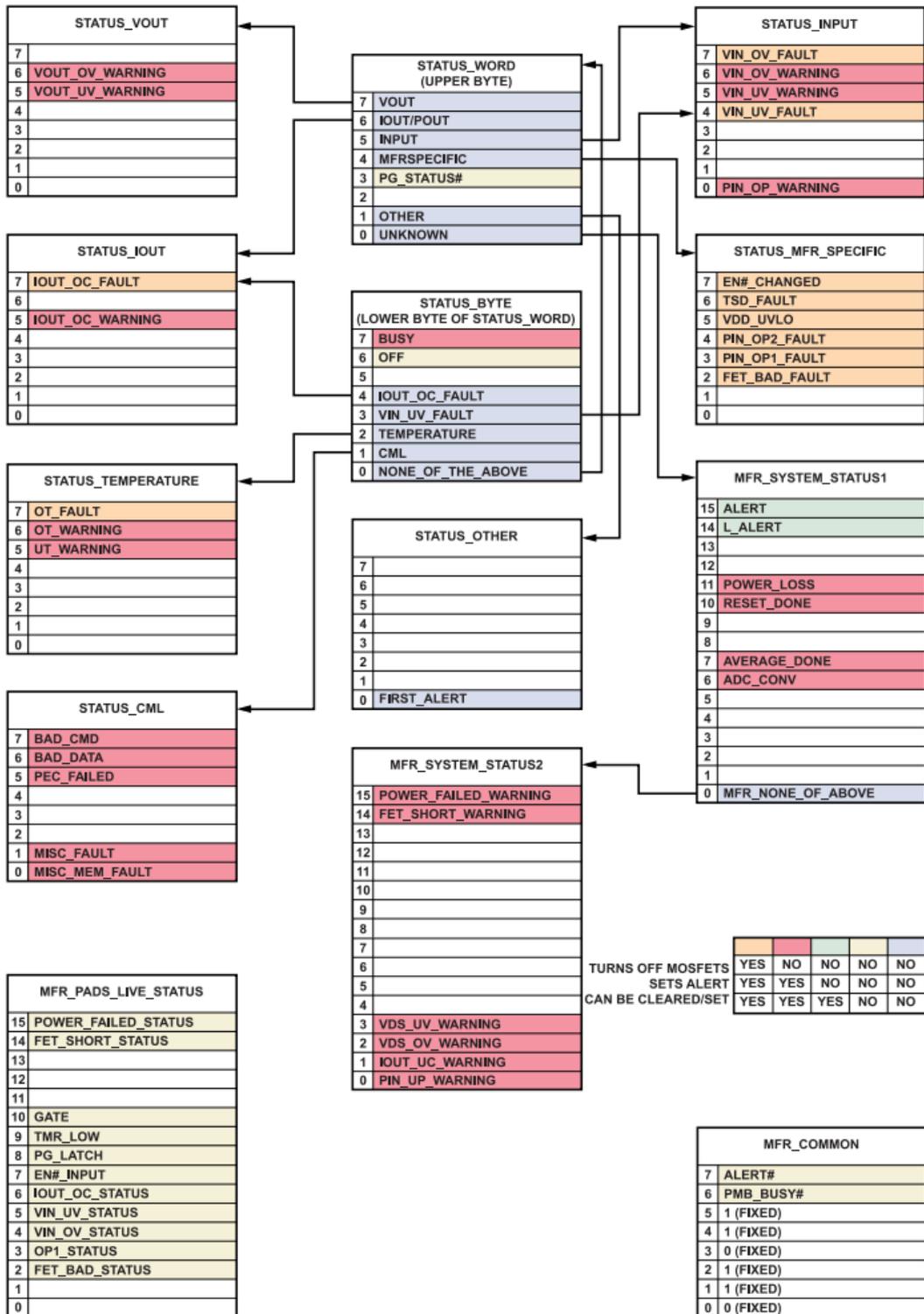


図 35. LTC4286のステータス・レジスタの概要

035

## アプリケーション情報

## ラッチ・ステータス・コマンドとマスク・コマンド

## 概要

ラッチ・ステータスは次のコマンドの場所で保持されます。

- ▶ STATUS\_BYTE
- ▶ STATUS\_WORD
- ▶ STATUS\_VOUT
- ▶ STATUS\_IOUT
- ▶ STATUS\_INPUT
- ▶ STATUS\_TEMPERATURE
- ▶ STATUS\_CML
- ▶ STATUS\_OTHER
- ▶ STATUS\_MFR\_SPECIFIC
- ▶ MFR\_SYSTEM\_STATUS1
- ▶ MFR\_SYSTEM\_STATUS2

ステータス・ビットには次の3つのカテゴリがあります。

- ▶ フォルト：GATEがオフになる原因となる状態。
- ▶ 警告：フォルトを引き起こす可能性のある状態。
- ▶ イベント：フォルトに関係ないエラーやその他の情報。

各ステータス・ビットは、一度セットされると、次のいずれかが生じるまでセットされたままになります。

- ▶ チップのリセットまたはリブート。
- ▶ CLEAR\_FAULTSコマンドが全てをクリア。
- ▶ OPERATIONコマンドのONビットがクリアされた後再度セットされる。
- ▶ MFR\_CONFIG2のRESET\_FAULT\_ENABLEがセットされている場合に、ENのアクティブ・エッジで全てのステータス・ビットがクリア。
- ▶ ステータス・コマンドの対応する場所に1のビットが書き込まれてそのコマンドをクリア。

LTC4286は、ソフトウェアによってラッチ・ステータス・ビットをセットする方法も備えています。これをサポートするため、コマンドのリストが並行して定義されています。これらのコマンドに1のビットを書き込むと対応するステータス・ビットがセットされます。

ラッチ・ステータス・ビットはそれぞれ、選択されたオープンドレイン出力でプルダウンを行ってSMBusアラート状態を発生させることができます（詳細については表19を参照）。

ステータス・ビットは、アラートを発生する前に、対応するマスク・ビットと組み合わせられます。マスク・ビットが1の場合、ステータス・ビットはアラートに関与しません。LTC4286のパワーオン時のデフォルトは、全てのステータス・ビットがマスクされており、アラートの発生を防いでいます。ソフトウェアによってマスク・コマンドを書き込み、選択したステータス・ビットのマスクを外すことができます。

表19に、ラッチ・ステータスのコマンドの対応関係を示します。

表 19. ラッチ・ステータス・コマンド

Main (R/W1C)	Code	Mirror (R/W1S)	Code	Mask (R/W) <sup>1</sup>	Code <sup>1</sup>
STATUS_BYTE	0x78	MFR_STATUS_BYTE	0xFEC0	MFR_BYTE_ALERT_MASK	0xFED0
STATUS_WORD	0x79	MFR_STATUS_BYTE	0xFEC0	MFR_BYTE_ALERT_MASK	0xFED0
		MFR_STATUS_WORD_HIGH	0xFEC1		
STATUS_VOUT	0x7A	MFR_STATUS_VOUT	0xFEC2	MFR_VOUT_ALERT_MASK	0xFED2
STATUS_IOUT	0x7B	MFR_STATUS_IOUT	0xFEC3	MFR_IOUT_ALERT_MASK	0xFED3
STATUS_INPUT	0x7C	MFR_STATUS_INPUT	0xFEC4	MFR_INPUT_ALERT_MASK	0xFED4
STATUS_TEMPERATURE	0x7D	MFR_STATUS_TEMP	0xFEC5	MFR_TEMP_ALERT_MASK	0xFED5
STATUS_CML	0x7E	MFR_STATUS_CML	0xFEC6	MFR_CML_ALERT_MASK	0xFED6
STATUS_OTHER	0x7F	MFR_STATUS_OTHER	0xFEC7	N/A	N/A
STATUS_MFR_SPECIFIC	0x80	MFR_SPECIFIC_STATUS	0xFEC8	MFR_SPECIFIC_ALERT_MASK	0xFED8
MFR_SYSTEM_STATUS1	0xE0	MFR_SYS_STAT1_SET	0xFECA	MFR_STAT1_ALERT_MASK	0xFEDA
MFR_SYSTEM_STATUS2	0xE1	MFR_SYS_STAT2_SET	0xFECC	MFR_STAT2_ALERT_MASK	0xFEDC

<sup>1</sup> N/A = 該当なし。

表 20. STATUS\_BYTE (0x78) W1C、MFR\_STATUS\_BYTE (0xFEC0) W1S、MFR\_BYTE\_ALERT\_MASK (0xFED0) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x78、 0xFEC0	デフォルトの0xFED0	動作
7	BUSY	0	1	デバイスがビジーでPMBusアクセスに応答できない場合にこのビットがセットされます。
6	OFF	0	RO/0	ホットスワップ・ゲートがオフ。 1 = ゲートはディスエーブル。0 = ゲートはイネーブル。
5	Reserved	0	RO/0	常に0を返します。
4	IOUT_OC_FAULT	0	RO/0	STATUS_IOUTのIOUT_OC_FAULTビットのコピー。

## アプリケーション情報

ビット	名前	デフォルトの0x78、 0xFEC0	デフォルトの0xFED0	動作
3	VIN_UV_FAULT	0	RO/0	STATUS_VINのVIN_UV_FAULTのコピー。
2	TEMPERATURE	0	RO/0	温度フォルトまたは警告。1 = STATUS_TEMPERATURE (7D) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
1	CML	0	RO/0	CMLフォルトまたは警告。1 = STATUS_CML (7E) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
0	NONE_OF_THE_ABOVE	0	RO/0	上記以外。1 = ビット[7:1]にリストされていないステータス・ビットが少なくとも1つセットされている。

表 21. STATUS\_WORD (0x79) R/W1C、MFR\_STATUS\_BYTE/MFR\_STATUS\_WORD\_HIGH (0xFEC0/0xFEC1) R/W1S、MFR\_BYTE\_ALERT\_MASK (0xFED0) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x79、 0xFEC0	デフォルトの0xFED0 (バイト・レジスタ)	動作
15	VOUT	0	N/A	V <sub>OUT</sub> (SOURCEピン) のフォルトまたは警告。1 = STATUS_VOUT (0X7A) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
14	IOUT	0	N/A	I <sub>OUT</sub> 電流フォルトまたは警告。1 = STATUS_IOUT (0X7B) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
13	INPUT	0	N/A	V <sub>IN</sub> (V <sub>DD</sub> ピン) のフォルトまたは警告。1 = STATUS_INPUT (0x7C) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
12	MFRSPECIFIC	0	N/A	メーカー固有フォルトまたは警告。1 = STATUS_MFR_SPECIFIC (0x80) に少なくとも1つのアクティブなフォルト・ビット[7:3]が存在。0 = アクティブなフォルト・ビットなし。
11	PG_STATUS#	0	N/A	FB入力ピンが2.56V未満の場合、ビットが高くなります。これは、MOSFETの出力電圧がPG_LATCHステータスに対し十分ではないことを示します。
10	Reserved	0	N/A	常に0を返します。
9	OTHER	0	N/A	ステータスはSTATUS_OTHERバイトにあります。
8	UNKNOWN	0	N/A	このビットが高の場合、MFR_SYSTEM_STATUS1の少なくとも1つのビットがセットされていることを示しています。
7	BUSY	0	1	デバイスがビジーでPMBusアクセスに応答できなかった場合にこのビットがセットされます。
6	OFF	0	RO/0	ホットスワップ・ゲートがオフ。1 = ゲートはディスエーブル。0 = ゲートはイネーブル。
5	Reserved	0	RO/0	常に0を返します。
4	IOUT_OC_FAULT	0	RO/0	STATUS_IOUTのIOUT_OC_FAULTビットのコピー。
3	VIN_UV_FAULT	0	RO/0	STATUS_VINのVIN_UV_FAULTのコピー。
2	TEMPERATURE	0	RO/0	温度フォルトまたは警告。1 = STATUS_TEMPERATURE (7Dh) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
1	CML	0	RO/0	CMLフォルトまたは警告。1 = STATUS_CML (7Eh) に少なくとも1つのアクティブなステータス・ビットが存在。0 = アクティブなステータス・ビットなし。
0	NONE_OF_THE_ABOVE	0	RO/0	上記以外。1 = ビット[7:1]にリストされていないステータス・ビットが少なくとも1つセットされている。

表 22. STATUS\_VOUT (0x7A) R/W1C、MFR\_STATUS\_VOUT (0xFEC2) R/W1S、MFR\_VOUT\_ALERT\_MASK (0xFED2) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x7A、 0xFEC2	デフォルトの0xFED2	動作
7	Reserved	0	RO/0	常に0を返します。
6	VOUT_OV_WARNING	0	1	V <sub>OUT</sub> 過電圧警告。1 = VOLTAGE ADCがSOURCEピンを測定して過電圧を検出。0 = 過電圧の検出なし。
5	VOUT_UV_WARNING	0	1	V <sub>OUT</sub> 低電圧警告。1 = VOLTAGE ADCがSOURCEピンを測定して低電圧を検出。0 = 低電圧の検出なし。
[4:0]	Reserved	00000	RO/00000	常に00000を返します。

## アプリケーション情報

表 23. STATUS\_IOUT (0x7B) R/W1C、MFR\_STATUS\_IOUT (0xFEC3) R/W1S、MFR\_IOUT\_ALERT\_MASK (0xFED3) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x7B、 0xFEC3	デフォルトの0xFED3	動作
7	IOUT_OC_FAULT	0	1	I <sub>OUT</sub> 過電流フォルト（ラッチ）。1 = TMRピンの時間制限経過後に過電流を検出。0 = 過電流フォルトは不検出。
6	Reserved	0	RO/0	常に0を返します。
5	IOUT_OC_WARNING	0	1	I <sub>OUT</sub> 過電流警告。1 = CURRENT ADC (V <sub>SENSE+</sub> - V <sub>SENSE-</sub> ) で過電流警告を検出。0 = 過電流は不検出。
[4:0]	Reserved	00000	RO/00000	常に00000を返します。

表 24. STATUS\_INPUT (0x7C) R/W1C、MFR\_STATUS\_INPUT (0xFEC4) R/W1S、MFR\_INPUT\_ALERT\_MASK (0xFED4) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x7C、 0xFEC4	デフォルトの0xFED4	動作
7	VIN_OV_FAULT	0	1	V <sub>IN</sub> 過電圧フォルト（ラッチ）。1 = OVピンで過電圧を検出。0 = 過電圧は不検出。
6	VIN_OV_WARNING	0	1	V <sub>IN</sub> 過電圧警告。1 = VOLTAGE ADCがV <sub>DD</sub> ピンを測定して過電圧を検出。0 = 過電圧は不検出。
5	VIN_UV_WARNING	0	1	V <sub>IN</sub> 低電圧警告。1 = VOLTAGE ADCがV <sub>DD</sub> ピンを測定して低電圧を検出。0 = 低電圧は不検出。
4	VIN_UV_FAULT	0	1	V <sub>IN</sub> 低電圧フォルト（ラッチ）。1 = UVピンで低電圧を検出。0 = 低電圧は不検出。
[3:1]	Reserved	000	RO/000	常に000を返します。
0	PIN_OP_WARNING	0	1	計算した入力電力P <sub>IN</sub> の過電力警告。1 = 過電力を検出。0 = 過電力は不検出。

表 25. STATUS\_TEMPERATURE (0x7D) R/W1C、MFR\_STATUS\_TEMP (0xFEC5) R/W1S、MFR\_TEMP\_ALERT\_MASK (0xFED5) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x7D、 -xFED5	デフォルトの0xFED5	動作
7	OT_FAULT	0	1	過熱フォルト（ラッチ）。1 = TEMP ADCが過熱フォルトを検出。0 = 過熱は不検出。
6	OT_WARNING	0	1	過熱警告。1 = TEMP ADCが過熱警告を検出。0 = 過熱は不検出。
5	UT_WARNING	0	1	低温警告。1 = TEMP ADCが低温警告を検出。0 = 低温は不検出。
[4:0]	Reserved	00000	RO/00000	常に00000を返します。

表 26. STATUS\_CML (0x7E) R/W1C、MFR\_STATUS\_CML (0xFEC6) R/W1S、MFR\_CML\_ALERT\_MASK (0xFED6) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x7E、 0xFEC6	デフォルトの0xFED6	動作
7	BAD_CMD	0	1	無効なコマンドまたはサポートされていないコマンドを受信。
6	BAD_DATA	0	1	無効なデータまたはサポートされていないデータを受信。
5	PEC_FAILED	0	1	バケット・エラー・チェックが失敗、または、必要な場所にPECバイトがない。
4	Reserved	0	0	常に0を返します。
[3:2]	Reserved	00	RO/00	常に00を返します。
1	MISC_FAULT	0	1	その他の各種通信フォルトが発生。
0	Reserved	0	1	予備

表 27. STATUS\_OTHER (0x7F) R/W1C、MFR\_STATUS\_OTHER (0xFED7) R/W1S

ビット	レジスタ名	デフォルト	動作
[7:1]	Reserved	000000	常に000000を返します。
0	FIRST_ALERT	0	このチップが最初にALERT#をローにアサートする場合、このビットがセットされます。

## アプリケーション情報

表 28. STATUS\_MFR\_SPECIFIC (0x80) R/W1C、MFR\_SPECIFIC\_STATUS (0xFEC8) R/W1S、MFR\_SPECIFIC\_ALERT\_MASK (0xFED8) R/W

ビット	名前	デフォルトの0x80、 0xFEC	デフォルトの0xFED8	動作
7	EN_CHANGED	0	1	ENピンが状態を変更したことを示します。1 = ENが状態を変更。0 = 変更なし。
6	TSD_FAULT	0	1	サーマル・シャット・ダウン状態が検出された場合1にラッチ。0 = サーマル・シャット・ダウンなし。
5	VDD_UVLO	0	1	V <sub>DD</sub> 入力がV <sub>DD_UVLO</sub> 制限値を下回った場合1にラッチ。0 = V <sub>DD</sub> にUVLO状態なし。
4	PIN_OP2_FAULT	0	1	P <sub>IN</sub> が直ちにフォルトとなる制限値を超えたことを示します。
3	PIN_OPI_FAULT	0	1	経時P <sub>IN</sub> フォルト制限値の時間をタイマが超過したことを示します。
2	FET_BAD_FAULT	0	1	FETバッド・フォルトが発生した場合1にラッチ。0 = FETバッド・フォルトなし。
1	Reserved	0	1	将来使用するための予備。
0	Reserved	0	1	将来使用するための予備。

表 29. MFR\_FLT\_CONFIG (0xD2) R/W

ビット	レジスタ名	デフォルト	動作
1	OP_TO_FAULT	0	FLT出力をゲート過電力フォルトに設定。
0	OT_TO_FAULT	0	FLT出力をゲート過熱フォルトに設定。

表 30. MFR\_FET\_FAULT\_RESPONSE (0xD6) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作	
[7:6]	FET_BAD_RESPONSE	01	FETバッド・フォルトに対する応答オプションを設定します。	
			値	意味
			00	フォルトを無視。
01	FET_BADのフォルト遅延時間分だけデバイスが動作を続行します。それでもフォルトが存在する場合は、再試行の設定に従って応答します。			
[5:3]	FET_BAD_RETRY	000	FETバッド・フォルトに対する再試行オプションを設定します。	
			値	警告
			000	ラッチオフ
			001	1回の再試行
			010	2回の再試行
			011	3回の再試行
			100	4回の再試行
			101	5回の再試行
110	6回の再試行			
111	無限の再試行			
[2:0]	予備	001	将来使用するための予備。常に001を書き込みます。	

表 31. MFR\_OP\_FAULT\_RESPONSE (0xD7) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
[15:5]	OP_TIMER	1111111111	OP1フォルト用タイマ。タイマ機能にはインクリメントとデクリメントが組み合わさっています。PINがMFR_PIN_OPI_FAULT_LIMITより大きくなるたびに、内部カウンタが2だけインクリメントします。PINがMFR_PIN_OPI_FAULT_LIMITより小さくなるたびに、このカウンタは1だけデクリメントします。過電力状態がOP_TIMER x 1.13msの時間継続すると、PIN_OPI_FAULTがセットされます。
			値
[4:3]	OP_FAULT_RESPONSE	00	OP1フォルトまたはOP2フォルトに対する応答オプションを設定します。
			値

## アプリケーション情報

ビット	名前	デフォルト	動作
			00 10 フォルトを無視。 デバイスはシャット・ダウンし、再試行の設定に従って応答します。
[2:0]	OP_FAULT_RETRY	000	OP1フォルトまたはOP2フォルトに対する再試行オプションを設定します。
			値 意味
			000 ラッチオフ
			001 1回の再試行
			010 2回の再試行
			011 3回の再試行
			100 4回の再試行
			101 5回の再試行
			110 6回の再試行
			111 無限の再試行

表 32. MFR\_ADC\_CONFIG (0xD8) R/W

ビット	レジスタ名	デフォルト	動作
7	Reserved	0	将来使用するための予備。0のみ書き込めます。
6	Reserved	0	常に0を返します。
5	Reserved	0	将来使用するための予備。0のみ書き込めます。
4	Reserved	0	将来使用するための予備。0のみ書き込めます。
3	Reserved	0	将来使用するための予備。0のみ書き込めます。
2	Reserved	0	将来使用するための予備。0のみ書き込めます。
1	VDS_SELECT	0	V <sub>DS</sub> をADC測定の補助入力として使用します。
0	VIN_VOUT_SELECT	1	V <sub>IN</sub> またはV <sub>OUT</sub> をADC測定の補助入力として使用します。どちらを選択するかは、MFR_CONFIG1のVPWR_SELECTによって決まります。VPWR_SELECTでV <sub>IN</sub> が選択されている場合、V <sub>OUT</sub> を補助入力として用います。逆の場合は、V <sub>IN</sub> が補助入力として用いられます。

表 33. MFR\_AVG\_SEL (0xD9) R/W

ビット	レジスタ名	デフォルト	動作
7	DISP_AVG	1	1に設定すると、READ_VIN、READ_VOUT、READ_IOUT、READ_PINの平均値が選択されます。0に設定すると、平均化しない値が選択されます。
[6:4]	Reserved	000	常に000を返します。
[3:0]	ADC_AVERAGE_SELECT	0101	平均するADCサンプル数を選択します。詳細については、表34を参照してください。

表 34. ADC\_AVERAGE\_SELECTのオプション

Value	Samples	Average Time
0000	2	0.566 ms
0001	4	1.13 ms
0010	8	2.27 ms
0011	16	4.53 ms
0100	32	9.06 ms
0101	64	18.1 ms
0110	128	36.3 ms
0111	256	72.5 ms
1000	512	145 ms
1001	1024	290 ms
1010	2048	580 ms
1011	4096	1.16 sec

## アプリケーション情報

Value	Samples	Average Time
1100	8192	2.32 sec
1101	16384	4.64 sec
1110	32768	9.28 sec
1111	65536	18.6 sec

表 35. MFR\_SYSTEM\_STATUS1 (0xE0) R/W1C、MFR\_SYS\_STAT1\_SET (0xFECA) R/W1S、MFR\_STAT\_ALERT\_MASK (0xFEDA) R/W

ビット	名前	デフォルトの0xE0、 0xFECA	デフォルトの 0xFEDA	動作
15	ALERT	0	RO/0	アラートが生成されると、ビットが1にセットされます。SMBus書き込みまたはアラート応答プロトコルによってクリアできます。任意のGPIOピンのアクティブ・ローまたはアクティブ・ハイとして機能するよう設定できます。
14	L_ALERT	0	RO/0	ALERTの代替バージョンあるいはラッチされたALERT。このビットはALERTと同じ条件でセットされます。ただし、クリアできるのはSMBus書き込みのみです。L_ALERT#またはL_ALERTとして任意のGPIOピンで機能するよう設定できます。
13	Reserved	0	1	予備
12	Reserved	0	1	予備
11	POWER_LOSS	0	1	このビットは、パワーオン・リセット後は1、リポートによるリセット後は0になります。
10	RESET_DONE	0	1	チップがリセットされるたびに（パワーオンとリポートのどちらの場合も）ラッチ・ステータス・ビットがセットされます。
[9:8]	Reserved	00	RO/00	常に00を返します。
7	AVERAGE_DONE	0	1	平均化処理が完了するとセットされます。
6	ADC_CONV	0	1	フルADC変換（電流および電圧）が完了すると1にラッチされます。
5	Reserved	0	1	予備
4	Reserved	0	1	予備
3	Reserved	0	1	予備
2	Reserved	0	1	予備
1	Reserved	0	1	予備
0	MFR_NONE_OF_ABOVE	0	RO/0	MFR_SYSTEM_STATUS2のビットがセットされると、このビットがセットされます。

表 36. MFR\_SYSTEM\_STATUS2 (9xE1) R/W1C、MFR\_SYS\_STAT2\_SET (0xFECC) R/W1S、MFR\_STAT2\_ALERT\_MASK (0xFEDC) R/W

ビット	名前	デフォルトの 0xE1、0xFECC	デフォルト の0xFEDC	動作
15	POWER_FAILED_WARNING	0	1	POWER_FAILED_STATUSがアクティブになると、このラッチ・ビットがセットされます。これが生じるのは、FB入力ピンが2.56V未満になり、かつ、PG_LATCHステータス・ビットがセットされた場合です。これは、当初良好であった出力電圧が失われたことを示します。
14	FET_SHORT_WARNING	0	1	測定した ( $V_{SENSE+} - V_{SENSE-}$ ) が2mVを超え、かつ、FETがオフ（FET短絡が検出）の場合に1にラッチされます。1 = FET短絡フォルトが発生。0 = FET短絡フォルトなし。
[13:12]	Reserved	00	RO/00	常に00を返します。
11	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
10	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
9	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
8	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
7	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
6	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
5	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
4	Reserved	0	1	将来使用するための予備。0のみ書き込みます。
3	VDS_UV_WARNING	0	1	$V_{DS}$ 入力がMFR_VDS_MIN_WARN_LIMITを下回った場合に1にラッチされます。
2	VDS_OV_WARNING	0	1	$V_{DS}$ 入力がMFR_VDS_MAX_WARN_LIMITを上回った場合に1にラッチされます。

## アプリケーション情報

ビット	名前	デフォルトの 0xE1、0xFECC	デフォルト の0xFEDC	動作
1	IOUT_UC_WARNING	0	1	I <sub>OUT</sub> 電流がMFR_IOUT_UC_WARN_LIMITの警告制限値未満であることを示します。
0	PIN_UP_WARNING	0	1	P <sub>IN</sub> 電力がMFR_PIN_UP_WARN_LIMITの警告制限値未満であることを示します。

表 37. MFR\_PMB\_STAT (0xE2) R/W

ビット	名前	動作
[7:5]	Reserved	常に000を返します。
[4:0]	PMB_STATUS	問題が発生した最後のPMBus転送の詳細を提供します。値が0の場合は、記録された問題がないことを意味します。ゼロ以外の値に設定されると、PMB_STATUSは、別のPMBus転送に問題が生じるまでその値を保持します。表38にコード値の詳細を示します。このレジスタには書込みを行うこともできます。ゼロ以外の値を書き込むと、表38に示すステータス・ビット設定になります。

表 38. PMB\_STATUSの詳細

Value	Description	Target Bit
0x01	Chip busy due to previous command	STATUS:BUSY
0x02	Reserved	N/A
0x03	Incoming PEC bad	STATUS_CML:PEC_FAILED
0x04	Repeated start or stop bit received not on byte boundary	STATUS_CML:MISC_FAULT
0x05	Stop bit received before end, no PMBus error	N/A
0x06	Read was NACK'ed before final byte, no PMBus error	N/A
x0x7	Host read too many bytes	STATUS_CML:MISC_FAULT
0x08	Host wrote too many bytes	STATUS_CML:BAD_DATA
0x09	Target address with R/W# high rejected	STATUS_CML:MISC_FAULT
0x0A	Bad command code received	STATUS_CML:BAD_CMD
0x0B	Attempt to write invalid data value	STATUS_CML:BAD_DATA
0x0C	Attempt to write a read-only command	STATUS_CML:BAD_DATA
0x0D	Reserved	N/A
0x0E	Reserved	N/A
0x0F	Reserved	N/A
0x10	Reserved	N/A
0x11	Reserved	N/A
0x12	Reserved	N/A
0x13	Byte count for block write incorrect	STATUS_CML:BAD_DATA
0x14	Reserved	N/A
0x15	Read data not available in time	STATUS:BUSY
0x16	SDAO data conflict (another chip pulled down SDA when data was coming from this chip)	STATUS_CML:MISC_FAULT
0x17	SDAO conflict specifically on ARA, no PMBus error	N/A
0x18	Reserved	N/A
0x19	Attempted read of write-only (TX-byte) command	STATUS_CML:MISC_FAULT
0x1A	Reserved	N/A
0x1B	Reserved	N/A
0x1C	Reserved	N/A
0x1D	Reserved	N/A
0x1E	Reserved	N/A
0x1F	Reserved	N/A

## アプリケーション情報

表 39. MFR\_PADS\_LIVE\_STATUS (0xE5) 読出し専用

ビット	名前	動作
15	POWER_FAILED_STATUS	FB入力ピンが2.56V未満になり、かつ、PG_LATCHステータス・ビットがセットされた場合、POWER_FAILED_STATUSがアクティブになります。これは、当初良好であった出力電圧が失われたことを示します。
14	FET_SHORT_STATUS	( $V_{SENSE+} - V_{SENSE-}$ ) が2mVを超え、かつ、外部MOSFETがオフの場合にFETが短絡している可能性を示します。1 = FET短絡。0 = FET短絡なし。
[13:12]	Reserved	常に00を返します。
11	Reserved	予備
10	GATE	GATEピンの状態を示します。1 = GATEピンがハイ。0 = GATEピンがロー。
9	TMR_LOW	TMRピンがローかどうかを示します。1 = TMRは0.2Vより低い。0 = TMRは0.2Vより高い。
8	PG_LATCH	システム電力が良好な場合にラッチ信号がアクティブになります。セット条件は、FB > 2.56V、 $V_{GS} > 8V$ 、 $V_{DS} < 2V$ です。FBがローになるかMOSFETがオフになると、PWRGD_RESETビットに応じてPG_LATCHはクリアされます。
7	EN_INPUT	このビットが1になると、ENピンがアクティブ状態であることを示します。
6	IOUT_OC_STATUS	コンバータからの過電流状態。1 = 過電流。0 = 過電流でない。
5	VIN_UV_STATUS	UVピンがローの場合に入力低電圧を示します。1 = UVロー。0 = UVハイ。
4	VIN_OV_STATUS	OVピンがハイの場合に入力過電圧を示します。1 = OVハイ。0 = OVロー。
3	OPI_STATUS	このビットが1になると、 $P_{IN}$ がMFR_PIN_OPI_FAULT_LIMITの値を超えていることを示します。 $P_{IN}$ がこの値未満になるとビットは自動クリアされます。
2	FET_BAD_STATUS	FETバッド条件が存在することを示します。1 = FETバッド条件が存在。0 = FETバッド条件の存在なし。
1	Reserved	予備
0	Reserved	予備

表 40. MFR\_COMMON (0xEF) 読出し専用

ビット	名前	デフォルト	動作
7	ALERT_LATCH#	1	4286がALERT#をプルダウンしている場合、ビットは0になります。
6	PMB_BUSY#	1	一部のレジスタでPMBusアクセスができない場合、ビットは0になります。
[5:4]	Reserved	11	常に11を返します。
3	Reserved	0	予備
[2:0]	Reserved	110	常に110を返します。

表 41. MFR\_SD\_CAUSE (0xF1) 読出し専用

ビット	名前	デフォルト	動作																												
[7:4]	Reserved	0000	常に0000を返します。																												
[3:0]	HS_SHUTDOWN_CAUSE	0000	最後のホットスワップ・シャット・ダウンの原因。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>HS_SHUTDOWN_CAUSE[3:0]</th> <th>原因</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0001</td> <td>OPERATIONコマンド</td> </tr> <tr> <td>0010</td> <td>ENピン</td> </tr> <tr> <td>0011</td> <td>REBOOTまたは再始動</td> </tr> <tr> <td>0100</td> <td>INTVCC_UVLO</td> </tr> <tr> <td>0101</td> <td>TSD (サーマル・シャット・ダウン)</td> </tr> <tr> <td>0110</td> <td>VDD_UVLO</td> </tr> <tr> <td>0111</td> <td>OT_FAULT</td> </tr> <tr> <td>1000</td> <td>IOUT_OC_FAULT</td> </tr> <tr> <td>1001</td> <td>PIN_OP2_FAULT</td> </tr> <tr> <td>1010</td> <td>PIN_OPI_FAULT</td> </tr> <tr> <td>1011</td> <td>FET_BAD_FAULT</td> </tr> <tr> <td>1100</td> <td>VIN_UV_FAULT</td> </tr> <tr> <td>1101</td> <td>VIN_OV_FAULT</td> </tr> </tbody> </table>	HS_SHUTDOWN_CAUSE[3:0]	原因	0001	OPERATIONコマンド	0010	ENピン	0011	REBOOTまたは再始動	0100	INTVCC_UVLO	0101	TSD (サーマル・シャット・ダウン)	0110	VDD_UVLO	0111	OT_FAULT	1000	IOUT_OC_FAULT	1001	PIN_OP2_FAULT	1010	PIN_OPI_FAULT	1011	FET_BAD_FAULT	1100	VIN_UV_FAULT	1101	VIN_OV_FAULT
HS_SHUTDOWN_CAUSE[3:0]	原因																														
0001	OPERATIONコマンド																														
0010	ENピン																														
0011	REBOOTまたは再始動																														
0100	INTVCC_UVLO																														
0101	TSD (サーマル・シャット・ダウン)																														
0110	VDD_UVLO																														
0111	OT_FAULT																														
1000	IOUT_OC_FAULT																														
1001	PIN_OP2_FAULT																														
1010	PIN_OPI_FAULT																														
1011	FET_BAD_FAULT																														
1100	VIN_UV_FAULT																														
1101	VIN_OV_FAULT																														

## アプリケーション情報

ビット	名前	デフォルト	動作
			1110 予備
			1111 予備

表 42. MFR\_CONFIG1 (0xF2) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作	
15	Reserved	0	常に0を返します。	
14	Reserved	1	予備。常に1を書き込みます。	
[13:10]	ILIM	0101	電流制限値に対する検出リファレンス電圧を設定します。表5 ISETピンを使用した電流制限値の設定を参照してください。	
[9:8]	Reserved	01	予備。常に01を書き込みます。	
7	Reserved	0	常に0を返します。	
[6:5]	Reserved	11	予備。常に11を書き込みます。	
[4:2]	Reserved	100	予備。常に100を書き込みます。	
1	VRANGE_SELECT	1	V <sub>IN</sub> およびV <sub>OUT</sub> の測定に対する電圧レンジを選択します。	
			VRANGE_SEL	V <sub>IN</sub> およびV <sub>OUT</sub> に対する電圧レンジ
			0	25.6V
1	102.4V			
0	VPWR_SELECT	0	電力乗算用の電圧を選択します (オプション)。ADC補助入力リストとの関連についてはVIN_VOUT_SELECTビットを参照してください。	
			VPWR_SELECT	電力乗算用電圧
			0	V <sub>IN</sub> (入力電力用の減衰V <sub>DD</sub> 電圧)
1	V <sub>OUT</sub> (FET電力用の減衰SOURCE電圧)			

表 43. MFR\_CONFIG2 (0xF3) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
[15:14]	Reserved	00	常に00を返します。
13	Reserved	0	予備。常に0を書き込みます。
12	SEL_1M	0	PMBusの1Mビット対応のタイミングを有効にするにはこのビットをセットします。
[11:10]	Reserved	00	予備。常に00を書き込みます。
[9:8]	Reserved	00	予備。常に00を書き込みます。
7	RESET_FAULT_ENABLE	1	ENピンのエッジがアクティブになるときのフォルト・リセットをイネーブルします。1 = ENのアクティブ・エッジでフォルト・レジスタのビットをリセット。0 = ENのアクティブ・エッジはフォルト・レジスタ・ビットに無関係。
6	PWRGD_RESET_CNTRL	1	PG_LATCHリセットを設定。1 = FBローでPG_LATCHをリセット。0 = FETオフでPG_LATCHをリセット。
5	MASS_WRITE_ENABLE	1	このデバイスやSMBusの他のデバイスへの一括書き込みまたはグローバル・アドレスをイネーブル。1 = 一括書き込みをイネーブル。0 = 一括書き込みをディスエーブル。
4	Reserved	0	常に0を返します。
3	Reserved	1	予備。常に1を書き込みます。
2	EXT_TEMP_ENABLE	1	GPIO3での外部温度センサーの使用をイネーブルします (デフォルト)。ディスエーブルするとオンチップ温度センサーに戻ります。
1	DB_EN_ON_EN	1	EN遷移のバウンス防止タイマの使用をイネーブルします。
0	Reserved	1	予備。常に1を書き込みます。

## アプリケーション情報

表 44. MFR\_GPIO\_INV (0xF4) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
[15:10]	Reserved	000000	将来使用するための予備。0のみを書き込みます。
9	RBT_INV	0	リブート入力に関連するGPIO入力の極性を指定します。0 = GPIOの立上がりエッジがリブート (REBOOT入力) をトリガ。1 = GPIOピンの立下がりエッジがリブート (REBOOT#入力) をトリガ。
7	INV8	1	GPIO8出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO8ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO8ピンがローにプルダウン。
6	INV7	0	GPIO7出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO7ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO7ピンがローにプルダウン。
5	INV6	0	GPIO6出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO6ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO6ピンがローにプルダウン。
4	INV5	1	GPIO5出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO5ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO5ピンがローにプルダウン。
3	INV4	1	GPIO4出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO4ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO4ピンがローにプルダウン。
2	INV3	0	GPIO3出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO3ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO3ピンがローにプルダウン。
1	INV2	1	GPIO2出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO2ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO2ピンがローにプルダウン。
0	INV1	1	GPIO1出力の極性を指定します。0 = 指定された出力ビットがローの場合 GPIO1ピンがローにプルダウン。1 = 指定された出力ビットがハイの場合 GPIO1ピンがローにプルダウン。

## アプリケーション情報

## GPIO出力の選択

表 45. 出力の選択

SELn[3:0] <sup>1</sup>	Output
0000	Three-state
0001	MFR_GPO_DATA[n-1]
0010	CMPOUT
0011	PWR_GOOD
0100	FAULT
0101	IOUT_OC_STATUS
0110	Reserved
0111	Reserved
1000	OPI_STATUS
1001	ALERT
1010	L_ALERT
1111	Temperature Sensor (GPIO3 only)

1 この表は、nをGPIOの数字（1～8）に置き換えることで、全8個のGPIOピンに共通です。

表 46. MFR\_GPO\_SEL\_41 (0xF5) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
[15:12]	SEL4[3:0]	0101	GPIO4出力を選択します。
[11:8]	SEL3[3:0]	1111	GPIO3出力を選択します。
[7:4]	SEL2[3:0]	0100	GPIO2出力を選択します。
[3:0]	SEL1[3:0]	0011	GPIO1出力を選択します。

表 47. MFR\_GPO\_SEL85 (0xF6) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
[15:12]	SEL8[3:0]	1000	GPIO8出力を選択します。
[11:8]	SEL7[3:0]	0010	GPIO7出力を選択します。
[7:4]	SEL6[3:0]	0000	GPIO6出力を選択します。
[3:0]	SEL5[3:0]	0111	GPIO5出力を選択します。

表 48. MFR\_GPI\_SEL (0xF7) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作												
[15]	Reserved	0	常に0を返します。												
[14:12]	Reserved	000	将来使用するための予備。000のみを書き込みます。												
11	Reserved	0	将来使用するための予備。0のみを書き込みます。												
[10:8]	Reserved	000	将来使用するための予備。000のみを書き込みます。												
7	RBT_EN	0	このビットは、GPIOピン（REBOOT#またはREBOOTに設定）をイネーブルしてリポートを開始し、パワーMOSFETをオフにして0.5s～68sに設定された遅延時間だけ待機した後MOSFETを再始動することで、負荷への給電を繰り返します。オプションで、ターンオフ時にチップ・リセットを行うこともできます。												
[6:4]	RBT_SEL [2:0]	000	GPIOピンをリポート・トリガ（REBOOT#またはREBOOT）入力に選択します。												
3	Reserved	0	常に0を返します。												
[2:0]	CMP_SEL [2:0]	101	<table border="1"> <thead> <tr> <th>CMP_SEL[2:0]</th> <th>入力</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>000</td> <td>GPIO1</td> </tr> <tr> <td>001</td> <td>GPIO2</td> </tr> <tr> <td>010</td> <td>GPIO3</td> </tr> <tr> <td>011</td> <td>GPIO4</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>GPIO5</td> </tr> </tbody> </table>	CMP_SEL[2:0]	入力	000	GPIO1	001	GPIO2	010	GPIO3	011	GPIO4	100	GPIO5
CMP_SEL[2:0]	入力														
000	GPIO1														
001	GPIO2														
010	GPIO3														
011	GPIO4														
100	GPIO5														

## アプリケーション情報

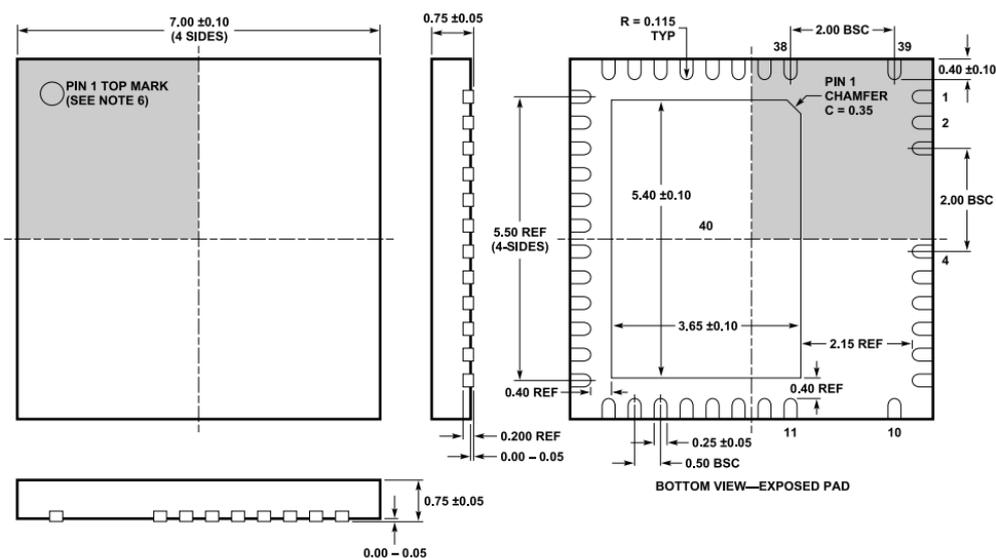
ビット	名前	デフォルト	動作
			101 GPIO6
			110 GPIO7
			111 GPIO8

表 49. MFR\_REBOOT\_CONTROL (0xFD) R/W

ビット	名前	デフォルト	動作
[7:6]	Reserved	00	常に00を返します。
[5:4]	RBT_INIT	00	リブート後のチップ初期化オプションを選択します。 00 = チップはリセットされます。 01 = チップはリセットされます。 10 = リセットなし。FETはオフになり、その後これらのビットに続く自動リブート・ターンオン遅延後にオンに戻ります。
3	REBOOT	0	リブートするには1を書き込みます。このビットはリブート動作ではクリアされないため、リブートがその時点で行われたことをソフトウェアでチェックできます。
[2:0]	Reserved	000	予備。



外形寸法



- NOTE:
1. DRAWING CONFORMS TO JEDEC PACKAGE OUTLINE MO-220 VARIATION (WKKD-2)
  2. DRAWING NOT TO SCALE
  3. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
  4. DIMENSIONS OF EXPOSED PAD ON BOTTOM OF PACKAGE DO NOT INCLUDE MOLD FLASH. MOLD FLASH, IF PRESENT, SHALL NOT EXCEED 0.20mm ON ANY SIDE, IF PRESENT
  5. EXPOSED PAD SHALL BE SOLDER PLATED
  6. SHADED AREA IS ONLY A REFERENCE FOR PIN 1 LOCATION ON THE TOP AND BOTTOM OF PACKAGE

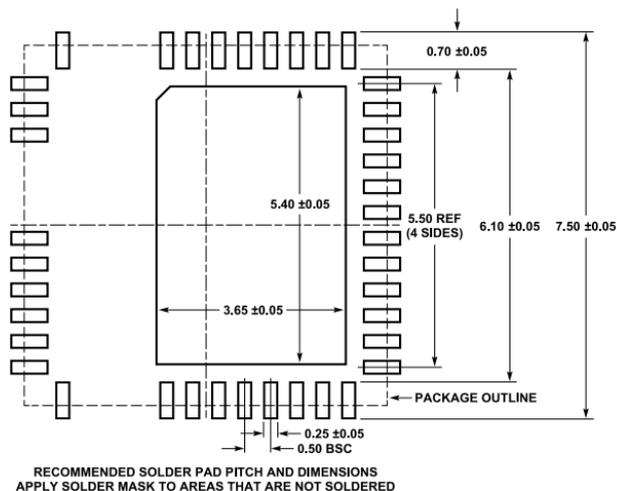


図 37.48 (39) ピン・プラスチックQFN (7mm × 7mm)  
(05-08-1792)  
寸法 : mm

## 外形寸法

更新：2022年12月13日

## オーダー・ガイド

Model <sup>1</sup>	Temperature Range	Package Description	Packing Quantity	Package Option
LTC4286AUK#PBF	-40°C~+125°C	48(39)-Lead Plastic QFN (7 mm x 7 mm x 0.75 mm with EPAD)	Tube, 52	05-08-1792
LTC4286AUK#TRPBF	-40°C~+125°C	48(39)-Lead Plastic QFN (7 mm x 7 mm x 0.75 mm with EPAD)	Reel, 2000	05-08-1792

<sup>1</sup> 全てのモデルはRoHS準拠製品です。

## 評価用ボード

Model <sup>1</sup>	Description
EVAL-LTC4286-A1Z	Evaluation Board

<sup>1</sup> Z = RoHS準拠製品。

FCは、Philips Semiconductors（現在のNXP Semiconductors）が独自に開発した通信プロトコルです。