

PMBus インターフェース搭載のホットスワップ・コントローラおよびデジタル電力/電力量モニタ

特長

- ▶ ADM1278 と完全互換
- ▶ I_{OUT} 、 V_{IN} 、 V_{OUT} 、温度を $\pm 0.3\%$ の精度で測定する 12 ビット ADC
- ▶ 短絡時の応答時間：290ns
- ▶ FET 正常性フォルトの検出時にシャットダウン
- ▶ 定電力フォールドバックによる FET SOA 保護の強化
- ▶ プログラマブルな警告とシャットダウン・スレッシュホールドによるリモート温度検出
- ▶ 抵抗により設定可能な $5mV \sim 25mV$ の V_{SENSE} 電流制限値
- ▶ プログラマブルなスタートアップ電流制限値
- ▶ UV、OV、PWRGD スレッシュホールドの精度：1%
- ▶ ホットスワップと電力モニタの入力を分割することで、外部 ADC フィルタ処理を追加可能
- ▶ 経時的な消費電力と消費電力量の報告
- ▶ 電流、電圧、電力のピーク検出レジスタ
- ▶ PROCHOT 電力スロットリング機能
- ▶ PMBus 高速モード対応のインターフェース
- ▶ $5mm \times 5mm$ の 32 ピン LFCSP パッケージを採用

アプリケーション

- ▶ サーバー
- ▶ 電力モニタリングと制御/電力バジェット
- ▶ 通信およびデータ通信機器

概要

ADM1281 は、回路基板をライブのバックプレーンから着脱できるホットスワップ・コントローラです。PMBus™ インターフェースを使用してアクセスする内蔵 12 ビット A/D コンバータ (ADC) による電流、電圧、電力、温度のリードバック機能も備えています。負荷電流は、内部の電流検出アンプを使用して測定されます。このアンプは、HS+ピンおよび HS-ピン経由で電力バスにあるセンス抵抗の両端にかかる電圧を測定します。電流制限値はデフォルトで 20mV に設定されますが、必要に応じて調整できます。

ADM1281 は、電力バスにある外部 N チャンネル FET のゲート電圧を GATE ピンで制御し、センス抵抗を通じて電流を制限します。検出電圧と負荷電流は、プリセットの最大値未満に維持されます。ADM1281 は、電流が最大値のときに FET がオンのままである時間を制限することで、外部 FET を保護します。この電流制限時間は、TIMER ピンに接続されるキャパシタの選択によって設定されます。更に、パワーアップ時およびフォルト状態時に MOSFET の消費電力を制御するために、定電力フォールドバック方式が使用されます。この電力のレベルを TIMER レギュレーション時間と併せて設定することで、MOSFET を安全動作領域 (SOA) の制限内に留めることができます。

短絡が発生した場合、内部の高速過電流検出器が 290ns 以内に反応し、ゲートに信号を送信してシャットダウンします。2400mA のブルダウン・デバイスにより、高速の FET 応答が確保されます。

ADM1281 は、低電圧 (UV) ピンおよび過電圧 (OV) ピンに接続された外部抵抗分圧器を使用してプログラムされる OV 保護と UV 保護の機能を備えています。PWRGD 信号を使用すると、出力電源が有効であることを検出でき、PWGIN ピンを使用して出力を正確にモニタできます。

ADM1281 は、RETRYピンを備えた 32 ピン LFCSP を採用しており、過電流フォルトが発生したときに自動的に再試行するかラッチオフするかをこのRETRYピンで設定できます。

表 1. モデル・オプション

Model	ADC Accuracy	Serial-Peripheral Interface (SPI)	Enable Pin ¹
ADM1281-1AA	$\pm 0.3\%$	No	Active high
ADM1281-1A	$\pm 0.7\%$	No	Active high
ADM1281-2A	$\pm 0.7\%$	Yes	Active high
ADM1281-3A	$\pm 0.7\%$	No	Active low

¹ アクティブ・ハイの場合は ENABLE ピンに、アクティブ・ローの場合は EABLE ピンになります。

標準アプリケーション回路

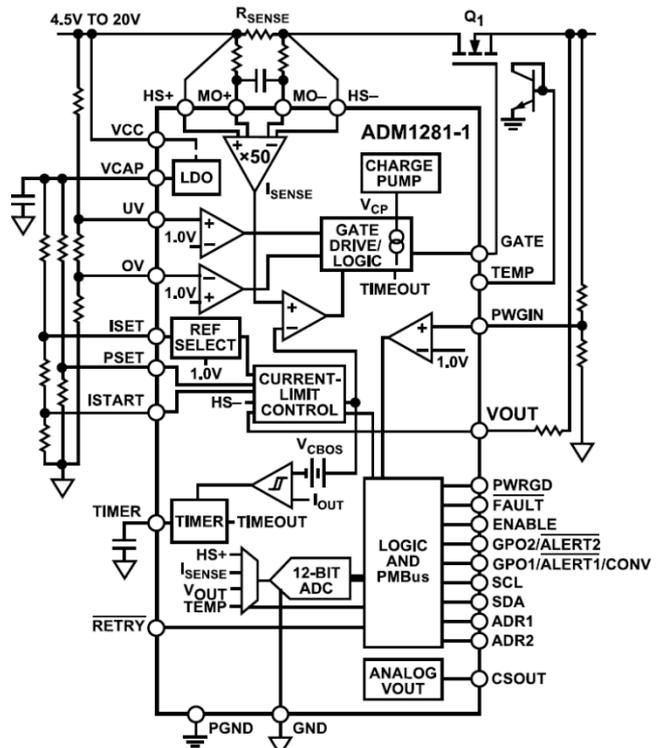


図 1. 標準アプリケーション回路

目次

特長	1	ADM1281 の情報コマンド	37
アプリケーション	1	ステータス・コマンド	38
概要	1	GPO およびアラート・ピンのセットアップ・コマンド	39
標準アプリケーション回路	1	電力モニタのコマンド	39
仕様	4	PMBus の直接形式での変換	41
電力モニタリングの精度仕様	8	LSB 値を使用した電圧と電流の変換	41
シリアル・バス・タイミング特性	8	ALERT ピン動作	43
SPI タイミング特性 (ADM1281-2)	9	フォルトと警告	43
絶対最大定格	10	アラートの生成	43
熱抵抗	10	アラートの処理/クリア	43
ESD に関する注意	10	SMBus ARA	44
ピン配置およびピン機能の説明	11	SMBus ARA の使用例	44
代表的な性能特性	16	デジタル・コンパレータ・モード	44
動作原理	23	標準アプリケーション回路	45
ADM1278 との相違点	23	PMBus コマンド・リファレンス	46
ADM1281 への給電	23	レジスタの詳細	47
ホットスワップ電流検出の入力	23	動作レジスタ	47
電力モニタ電流検出の入力	24	フォルト・クリア・レジスタ	47
電流制限リファレンス	24	PMBus 機能レジスタ	47
電流制限値 (ISET) の設定	25	V _{OUT} OV 警告制限値レジスタ	47
パワーアップ時のリニア出力電圧ランプの設定	26	V _{OUT} UV 警告制限値レジスタ	48
スタートアップ電流制限値	28	I _{OUT} OC 警告制限値レジスタ	48
定電力フォールドバック	28	OT フォルト制限値レジスタ	48
タイマー	28	OT 警告制限値レジスタ	48
ホットスワップの再試行	29	V _{IN} OV 警告制限値レジスタ	49
FET ゲート・ドライブ・クランプ	29	V _{IN} UV 警告制限値レジスタ	49
深刻な過電流に対する高速応答	29	P _{IN} OP 警告制限値レジスタ	49
低電圧および過電圧	29	ステータス・バイト・レジスタ	49
パワー・グッド	29	ステータス・ワード・レジスタ	50
FAULTピン	30	V _{OUT} ステータス・レジスタ	51
ENABLE/ENABLE _{IN} 入力	30	I _{OUT} ステータス・レジスタ	51
電流検出出力 (CSOUT)	30	入力ステータス・レジスタ	52
リモート温度検出	30	温度ステータス・レジスタ	52
シリアル・ペリフェラル・インターフェース (SPI)	31	通信/メモリ/ロジックのフォルト・レジスタ	52
V _{OUT} の測定	32	メーカー固有のステータス・レジスタ	53
FET の正常性	32	E _{IN} 読出しレジスタ	54
パワー・スロットリング	32	V _{IN} 読出しレジスタ	54
電力モニタ	33	V _{OUT} 読出しレジスタ	54
PMBus インターフェース	34	I _{OUT} 読出しレジスタ	55
デバイスのアドレス指定	34	温度 1 の読出しレジスタ	55
SMBus プロトコルの使用方法	34	P _{IN} 読出しレジスタ	55
パケット・エラー・チェック (PEC)	34	PMBus リビジョン・レジスタ	55
I ² C バスの部分トランザクション	34	メーカーID レジスタ	56
SMBus メッセージ・フォーマット	35	メーカー・モデル・レジスタ	56
グループ・コマンド	37	メーカー・リビジョン・レジスタ	56
ホットスワップ制御コマンド	37	メーカー日付レジスタ	56

目次

ピーク I _{OUT} レジスタ	56	P _{IN} (拡張) 読出しレジスタ	61
ピーク V _{IN} レジスタ	57	E _{IN} (拡張) 読出しレジスタ	61
ピーク V _{OUT} レジスタ	57	ヒステリシス・ロー・レベル・レジスタ	61
電力モニタ制御レジスタ	57	ヒステリシス・ハイ・レベル・レジスタ	62
電力モニタ設定レジスタ	57	ヒステリシス・ステータス・レジスタ	62
アラート 1 設定レジスタ	58	スタートアップ I _{OUT} レジスタ	62
アラート 2 設定レジスタ	59	外形寸法	63
ピーク温度レジスタ	59	オーダー・ガイド	63
デバイス設定レジスタ	60	評価用ボード	63
パワー・サイクル・レジスタ	61		
ピーク P _{IN} レジスタ	61		

改訂履歴

3/2024—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、 $V_{CC} = 4.5V \sim 20V$ 、 $V_{CC} \geq V_{HS+}$ および V_{MO+} 、 $V_{HS+} = 4V \sim 20V$ 、 $V_{SENSE_HS} = (V_{HS+} - V_{HS-}) = 0V$ 、 $T_A = 40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$ 。

表 2. 電気仕様

パラメータ ¹	記号	最小値	代表値	最大値	単位	テスト条件/コメント
POWER SUPPLY						
Operating Voltage Range	V_{CC}	4.5		20	V	
Undervoltage Lockout	UVLO	2.4		2.7	V	V_{CC} の立上がり
Undervoltage Hysteresis			100	120	mV	
Quiescent Current	I_{CC}			5.5	mA	GATE オン、電力モニタ動作中
UV PIN						
Input Current	I_{UV}			50	nA	$UV \leq 2.7V$
UV Threshold	UV_{TH}	0.99	1.0	1.01	V	UV の立下がり
UV Threshold Hysteresis	UV_{HYST}	40	60	75	mV	
UV Glitch Filter	UV_{GF}	2		7	μs	50mV のオーバードライブ
UV Propagation Delay	UV_{PD}		5	8	μs	UV がローになってから GATE がプルダウンされるまで
OV PIN						
Input Current	I_{OV}			50	nA	$OV \leq 2.7V$
OV Threshold	OV_{TH}	0.99	1.0	1.01	V	OV の立上がり
OV Threshold Hysteresis	OV_{HYST}	40	60	75	mV	
OV Glitch Filter	OV_{GF}	1.5		3.5	μs	50mV のオーバードライブ
OV Propagation Delay	OV_{PD}		3.0	4.0	μs	OV がハイになってから GATE がプルダウンされるまで
HS+ AND HS- PINS						
Input Current	I_{SENSEX}			150	μA	個別のピンごと； V_{HS+} 、 $V_{HS-} = 20V$
Input Imbalance	$I_{\Delta SENSE}$			8	μA	$I_{\Delta SENSE} = (I_+ - I_-)$
MO+ AND MO- PINS						
Input Current	$I_{MO\pm}$			60	nA	個別のピンごと； V_{MO+} 、 $V_{MO-} = 19.6V$
VCAP PIN						
Internally Regulated Voltage	V_{VCAP}	2.68	2.7	2.72	V	$0\mu A \leq I_{VCAP} \leq 100\mu A$ ； $C_{VCAP} = 1\mu F$
ISET PIN						
Reference Select Threshold	$V_{ISETRSTH}$	1.45	1.5	1.55	V	$V_{ISET} > V_{ISETRSTH}$ の場合、1V の内部リファレンス (V_{CLREF}) を使用
Internal Reference	V_{CLREF}		1		V	合計検出電圧精度に含まれる誤差。
Gain of Current Sense Amplifier	AV_{CSAMP}		50		V/V	合計検出電圧精度に含まれる誤差。
Recommended Maximum Operating Range	V_{ISET}	0.25		1.25	V	5mV~25mV の V_{SENSE} 電流制限値
Input Current	I_{ISET}			100	nA	$V_{ISET} \leq V_{VCAP}$
GATE PIN						
GATE Drive Voltage	ΔV_{GATE}	10	12	14	V	ゲートの最大電圧は、常に 31V 以下にクランプされます。 $\Delta V_{GATE} = V_{GATE} - V_{OUT}$ $20V \geq V_{CC} \geq 8V$ ； $I_{GATE} \leq 5\mu A$
		8		10	V	$V_{HS+} = V_{CC} = 5V$ ； $I_{GATE} \leq 5\mu A$
		7		9	V	$V_{HS+} = V_{CC} = 4.5V$ ； $I_{GATE} \leq 1\mu A$
GATE Pull-Up Current	I_{GATEUP}	-20		-30	μA	$V_{GATE} = 0V$
GATE Pull-Down Current	I_{GATEDN}					
Regulation	I_{GATEDN_REG}	45	60	75	μA	$V_{GATE} \geq 2V$ ； $V_{ISET} = 1.0V$ ； $(V_{HS+} - V_{HS-}) = 30mV$
Slow	I_{GATEDN_SLOW}	5	10	15	mA	$V_{GATE} \geq 2V$
Fast	I_{GATEDN_FAST}	1500	2400	3000	mA	$V_{GATE} \geq 12V$ ； $V_{CC} \geq 12V$
GATE Holdoff Resistance			20		Ω	$V_{CC} = 0V$ 、 $V_{GATE} = 2V$
HOT-SWAP SENSE VOLTAGE						
Hot-Swap Sense Voltage Current Limit	$V_{SENSECL}$	19.75	20	20.25	mV	$V_{ISET} > 1.65V$ ； $V_{GATE} = (V_{HS+} + 3V)$ ； $I_{GATE} = 0\mu A$
Constant Power Inactive						$V_{GATE} = (V_{HS+} + 3V)$ ； $I_{GATE} = 0\mu A$ ； $V_{DS} = (HS-) - V_{OUT}$
		24.75	25	25.25	mV	$V_{ISET} = 1.25V$ ； $V_{DS} < 2V$
		19.75	20	20.25	mV	$V_{ISET} = 1.0V$ ； $V_{DS} < 2V$
		14.75	15	15.25	mV	$V_{ISET} = 0.75V$ ； $V_{DS} < 2V$

仕様

表 2. 電気仕様 (続き)

パラメータ ¹	記号	最小値	代表値	最大値	単位	テスト条件/コメント
Constant Power Active		9.25	10	10.75	mV	FET 電力制限値 = $(V_{PSET} \times 8)/(50 \times R_{SENSE})$; 定電力動作アクティブ ($V_{DS} > (V_{PSET} \times 8)/I_{SET}$ の場合)
		4.65	5	5.35	mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} = 0.25V$; $V_{DS} = 4V$
		1.7	2	2.3	mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} = 0.25V$; $V_{DS} = 8V$
					mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} = 0.25V$; $V_{DS} = 20V$
Start-Up Current Limit	$V_{ISTARTCL}$	4.7	5	5.3	mV	STRT_UP_IOUT_LIM = 3; $V_{ISET} > 1.65V$
		3.7	4	4.3	mV	$V_{ISTART} = 0.2V$
Start-Up Current-Limit Clamp	$V_{ISTARTCL_CLAMP}$	1.6	2	2.4	mV	$V_{ISTART} = 0V$ または STRT_UP_IOUT_LIM = 0
Circuit Breaker Offset	V_{CBOS}	0.5	0.88	1.12	mV	サーキット・ブレーカのトリップ電圧、 $V_{CB} = V_{SENSECL} - V_{CBOS}$
SEVERE OVERCURRENT Voltage Threshold	$V_{SENSEOC}$	23	25	27	mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} > 1.1V$; オプション選択 PMBus (125%)
		28	30	32	mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} > 1.1V$; オプション選択 PMBus (150%)
		38	40	42	mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} > 1.1V$; オプション選択 PMBus (200%)
		43	45	47	mV	$V_{ISET} > 1.65V$; $V_{PSET} > 1.1V$; パワーアップ時の デフォルト (225%)
Short Glitch Filter Duration		170		280	ns	V_{SENSE_HS} のステップ = 18mV から $V_{SENSEOC_MAX}$ の 2mV 上まで
Long Glitch Filter Duration (Default)		530		900	ns	V_{SENSE_HS} のステップ = 18mV から $V_{SENSEOC_MAX}$ の 2mV 上まで
Response Time Short Glitch Filter		160		290	ns	V_{SENSE_HS} のステップ = 18mV から $V_{SENSEOC_MAX}$ の 2mV 上まで
Long Glitch Filter		500		1000	ns	V_{SENSE_HS} のステップ = 18mV から $V_{SENSEOC_MAX}$ の 2mV 上まで
ISTART PIN Active Range		0.1		1.25	V	ISTART を V_{CAP} に接続して起動時の電流制限 を無効にします。
Gain of Current Sense Amplifier	AV_{CSAMP}		50		V/V	合計検出電圧精度に含まれる誤差。
Input Current	I_{ISTART}			100	nA	$V_{ISTART} \leq V_{VCAP}$
TIMER PIN TIMER Pull-Up Current						
Power-On Reset (POR)	$I_{TIMERUPPOR}$	-2	-3	-4	μA	初期パワーオン・リセット: $V_{TIMER} = 0.5V$
Overcurrent (OC) Fault	$I_{TIMERUPFLT}$	-57	-60	-63	μA	過電流フォルト; $0.2V \leq V_{TIMER} \leq 1V$
TIMER Pull-Down Current						
Retry	$I_{TIMERDNRT}$	1.7	2	2.3	μA	フォルト後 GATE オフ時; $V_{TIMER} = 0.5V$
Hold	$I_{TIMERDNHOLD}$		100		μA	非アクティブ時 T_{TIMER} を 0V にホールド; $V_{TIMER} = 0.5V$
TIMER High Threshold	V_{TIMERH}	0.98	1.0	1.02	V	
TIMER Low Threshold	V_{TIMERL}	0.18	0.2	0.22	V	
TIMER Glitch Filter	$TIMER_{GF}$		10		μs	
Minimum POR Duration			29		ms	C_{TIMER} の値によらない最小初期挿入遅延時間
PSET PIN Reference Select Threshold	$V_{PSETRSTH}$	1.45	1.5	1.55	V	FET 電力制限値 = $(V_{PSET} \times 8)/(50 \times R_{SENSE})$ $V_{PSET} > V_{PSETRSTH}$ の場合、定電力動作を無効化
Gain of Current Sense Amplifier	AV_{CSAMP}		50		V/V	合計検出電圧精度に含まれる誤差。
Input Current	I_{PSET}			100	nA	$V_{PSET} \leq V_{VCAP}$
VOUT PIN Input Current				40	μA	$V_{OUT} = 20V$
FAULT PIN Output Low Voltage	V_{OL_LATCH}			0.4	V	$I_{FAULT} = 1mA$
				1.5	V	$I_{FAULT} = 5mA$

仕様

表 2. 電気仕様 (続き)

パラメータ ¹	記号	最小値	代表値	最大値	単位	テスト条件/コメント
Leakage Current				100 1	nA μA	$V_{FAULT} \leq 2V$; \overline{FAULT} 出力は高インピーダンス $V_{FAULT} = 20V$; \overline{FAULT} 出力は高インピーダンス
ENABLE PIN						
Input High Voltage	V_{IH}	1.1			V	
Input Low Voltage	V_{IL}			0.8	V	
Glitch Filter			1		μs	
RETRY PIN						
Input High Voltage	V_{IH}	1.1			V	ハイのときラッチオフ; 内部プルアップはこれをデフォルトとして設定 ピンがローにプルダウンされた場合に 10 秒間の自動再試行
Input Low Voltage	V_{IL}			0.8	V	
Glitch Filter			1		μs	
Internal Pull-Up Current			8		μA	
CSOUT PIN						
CSOUT Gain			350		V/V	$CSOUT = V_{SENSE_HS} \times 350$; $VCC > CSOUT + 2V$
Total Output Error		-1.6 -3.0		+1.6 +3.0	% %	$V_{SENSE_HS} = 20mV$; $I_{CSOUT} \leq 1mA$; $C_{CSOUT} = 1nF$ $V_{SENSE_HS} = 10mV$; $I_{CSOUT} \leq 1mA$; $C_{CSOUT} = 1nF$
Output Swing to GND			40		mV	
Current Limiting			5		mA	CSOUT 短絡電流
GPO1/ALERT1/CONV PIN						
Output Low Voltage	V_{OL_GPO1}			0.4 1.5	V V	$I_{GPO1} = 1mA$ $I_{GPO1} = 5mA$
Leakage Current				100 1	nA μA	$V_{GPO1} \leq 2V$; GPO1 出力は高インピーダンス $V_{GPO1} = 20V$; GPO1 出力は高インピーダンス
Input High Voltage	V_{IH}	1.1			V	CONV として設定
Input Low Voltage	V_{IL}			0.8	V	CONV として設定
Glitch Filter			1		μs	CONV として設定
GPO2/ALERT2 PIN						
Output Low Voltage	V_{OL_GPO2}			0.4 1.5	V V	$I_{GPO2} = 1mA$ $I_{GPO2} = 5mA$
Leakage Current				100 1	nA μA	$V_{GPO1} \leq 2V$; GPO2 出力は高インピーダンス $V_{GPO1} = 20V$; GPO2 出力は高インピーダンス
PWRGD PIN						
Output Low Voltage	V_{OL_PWRGD}			0.4 1.5	V V	$I_{PWRGD} = 1mA$ $I_{PWRGD} = 5mA$
VCC That Guarantees Valid Output		1			V	$I_{SINK} = 100 \mu A$; $V_{OL_PWRGD} = 0.4V$
Leakage Current				100 1	nA μA	$V_{PWRGD} \leq 2V$; PWRGD 出力は高インピーダンス $V_{PWRGD} = 20V$; PWRGD 出力は高インピーダンス
PWGIN PIN						
Input Current	I_{PWGIN}			50	nA	$PWGIN \leq 3.6V$
PWGIN Threshold	$PWGIN_{TH}$	0.99	1.0	1.01	V	PWGIN の立下がり
PWGIN Threshold Hysteresis	$PWGIN_{HYST}$	40	60	75	mV	
Glitch Filter			1		μs	PWRGD ピンのアサートとアサート解除
CURRENT AND VOLTAGE MONITORING						
ADC Conversion Time			144	165	μs	電力モニタリングの精度仕様については表 3 を参照 電力乗算の時間を含む 1 サンプルの I_{OUT} ; コマンド受信からレジスタに有効データを格納するまで
			64	73	μs	1 サンプルの V_{IN} ; コマンド受信からレジスタに有効データを格納するまで
			64	73	μs	1 サンプルの V_{OUT} ; コマンド受信からレジスタに有効データを格納するまで
ADRx PINS						
Address Set to 00		0		0.8	V	GND に接続

仕様

表 2. 電気仕様 (続き)

パラメータ ¹	記号	最小値	代表値	最大値	単位	テスト条件/コメント
Input Current for Address Set to 00		-40	-22		μA	V _{ADRx} = 0V~0.8V
Address Set to 01		135	150	165	kΩ	抵抗を介して GND に接続
Address Set to 10		-1		+1	μA	非接続状態; 最大許容リーク電流
Address Set to 11		2			V	VCAP に接続
Input Current for Address Set to 11			3	10	μA	V _{ADRx} = 2.0V~VCAP; VCAP からの最大許容電流を超えてはならない
TEMP PIN						外付けトランジスタは 2N3904
Operating Range		-55		+150	°C	外部ダイオードによって制限
Accuracy			±1	±10	°C	T _A = T _{DIODE} = -40°C~+85°C
Resolution			0.25		°C	LSB のサイズ
Output Current Source ²						
Low Level			5		μA	
Medium Level			30		μA	
High Level			105		μA	
Maximum Series Resistance for External Diode ²	R _S			100	Ω	追加誤差が±0.5°C以内で、C _P = 0F の場合
Maximum Parallel Capacitance for External Diode ²	C _P			1	nF	R _S = 0Ω
SPI DIGITAL INPUTS (SPI_SS, MCLK, MDAT)						SPI モード 0 に対応; MDAT は出力データ・ピン; ピン出力は送信時以外は高インピーダンス
Input High Voltage	V _{IH}	2.0			V	
Input Low Voltage	V _{IL}			0.8	V	
Output Low Voltage	V _{OL}			0.4	V	I _{OL} = 4mA
Leakage Current				1	μA	
Data Rate				1	MHz	
SERIAL BUS DIGITAL INPUTS (SDA, SCL)						
Input High Voltage	V _{IH}	1.1			V	
Input Low Voltage	V _{IL}			0.8	V	
Output Low Voltage	V _{OL}			0.4	V	I _{OL} = 4mA
Input Leakage	I _{LEAK-PIN}	-10		+10	μA	
		-5		+5	μA	デバイスに電力が供給されていない
Nominal Bus Voltage	V _{DD}	2.7		5.5	V	3V ~ 5V ± 10%
Capacitance for SDA, SCL Pins	C _{PIN}		5		pF	
Input Glitch Filter	t _{SP}	0		50	ns	

1 デュアル機能のピン名は、関連する機能のみが言及されることに注意してください (全機能を表すピン記号と説明については、[ピン配置およびピン機能の説明](#)のセクションを参照してください)。

2 初期リリース時のサンプル・テストにより適合性が確認されていますが、製品テストの対象外です。

仕様

電力モニタリングの精度仕様

表 3. 電力モニタリングの精度仕様

パラメータ	AA グレード			A グレード			単位	テスト条件/コメント
	最小値	代表値	最大値	最小値	代表値	最大値		
CURRENT AND VOLTAGE MONITORING								
Current Sense Absolute Error			±0.25			±0.7	%	$V_{CC} = 4.5V \sim 15V$; $V_{MO+} = 4V \sim 15V$ 、128 サンプルの平均 (特に指定のない限り)
		±0.04	±0.3		±0.04	±0.7	%	$V_{SENSE_MO} = 25mV$
			±0.5			±1.0	%	$V_{SENSE_MO} = 20mV$
			±1.5			±2.8	%	$V_{SENSE_MO} = 20mV$; 16 サンプルの平均
			±0.3			±0.8	%	$V_{SENSE_MO} = 20mV$; 1 サンプルの平均
			±0.4			±1.1	%	$V_{SENSE_MO} = 15mV$
			±0.75			±2.0	%	$V_{SENSE_MO} = 10mV$
			±1.6			±4.3	%	$V_{SENSE_MO} = 5mV$
HS+/VOUT Absolute Error			±0.35			±1.0	%	$V_{HS+}, V_{OUT} = 10V \sim 20V$
			±0.5			±1.0	%	$V_{HS+}, V_{OUT} = 5V$
Power Absolute Error			±0.65			±1.7	%	$V_{SENSE_MO} = 20mV, V_{HS+} = 12V$

シリアル・バス・タイミング特性

表 4. シリアル・バス・タイミング特性

Parameter	Description	Min	Typ	Max	Unit
f_{SCLK}	Clock frequency			400	kHz
t_{BUF}	Bus free time	1.3			μs
$t_{HD;STA}$	Start hold time	0.6			μs
$t_{SU;STA}$	Start setup time	0.6			μs
$t_{SU;STO}$	Stop setup time	0.6			μs
$t_{HD;DAT}$	SDA hold time	300		900	ns
$t_{SU;DAT}$	SDA setup time	100			ns
t_{LOW}	SCL low time	1.3			μs
t_{HIGH}	SCL high time	0.6			μs
t_R^1	SCL, SDA rise time	20		300	ns
t_F^1	SCL, SDA fall time	20		300	ns

1 $t_R = (V_{IL(MAX)} - 0.15) \sim (V_{IH3V3} + 0.15)$ および $t_F = 0.9 V_{DD} \sim (V_{IL(MAX)} - 0.15)$; ここで、 $V_{IH3V3} = 2.1V$ 、および $V_{DD} = 3.3V$ 。 V_{IH3V3} は $V_{DD} = 3.3V$ 時の入力高電圧。

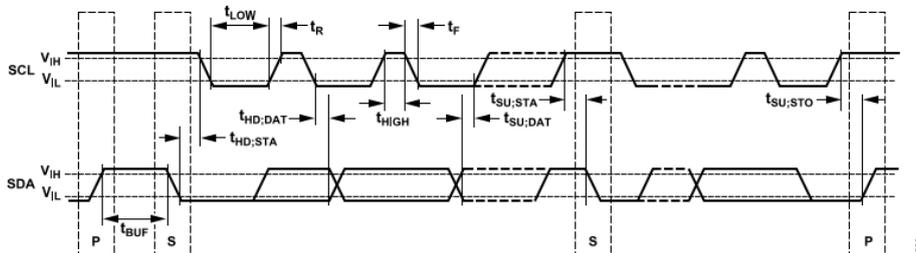


図 2. シリアル・バスのタイミング図

仕様

SPI タイミング特性 (ADM1281-2)

表 5. SPI タイミング特性 (ADM1281-2)

パラメータ	説明	最小値	代表値	最大値	単位	テスト条件/コメント
t_s^1	SPI_SS falling edge to MCLK rising edge setup time	50			ns	
t_{HIGH}^1	MCLK high time	180			ns	
t_{LOW}^1	MCLK low time	180			ns	
t_{CLK}^1	MCLK cycle time	1			μ s	
t_H^1	Hold time between $\overline{SPI_SS}$ and MCLK	1			μ s	
t_V	Hold time between new data valid and MCLK falling edge	110		260	ns	トラック容量 = 120pF ; $I_{OL} = 4mA$
t_{ON}	$\overline{SPI_SS}$ falling edge to MDAT active time	130		240	ns	トラック容量 = 120pF ; $I_{OL} = 4mA$
t_{OFF}	Bus relinquish time after $\overline{SPI_SS}$ rising edge	130		280	ns	トラック容量 = 120pF ; $I_{OL} = 4mA$

1 設計により裏付けられていますが、製品テストの対象になっていません。

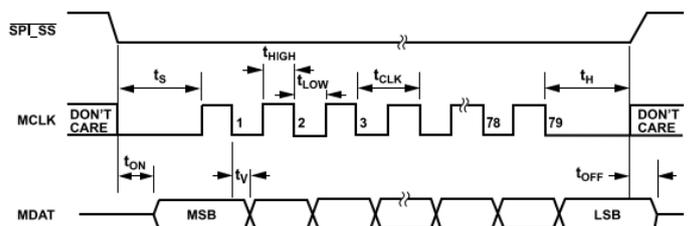


図 3. SPI タイミング図

絶対最大定格

表 6. 絶対最大定格

Parameter	Rating
VCC Pin	-0.3 V to +25 V
UV Pin	-0.3 V to +4 V
OV Pin	-0.3 V to +4 V
ISTART Pin	-0.3 V to +4 V
TIMER Pin	-0.3 V to VCAP + 0.3 V
TEMP Pin	-0.3 V to VCAP + 0.3 V
VCAP Pin	-0.3 V to +4 V
ISET Pin	-0.3 V to +4 V
PSET Pin	-0.3 V to +4 V
FAULT Pin	-0.3 V to +25 V
RETRY Pin	-0.3 V to +4 V
PWGIN Pin	-0.3 V to +4 V
SCL Pin	-0.3 V to +6.5 V
SDA Pin	-0.3 V to +6.5 V
SPI_SS Pin	-0.3 V to +4 V
MCLK Pin	-0.3 V to +4 V
MDAT Pin	-0.3 V to +4 V
ADR1 Pin	-0.3 V to +6.5 V
ADR2 Pin	-0.3 V to +6.5 V
ENABLE Pin	-0.3 V to +25 V
GPO1/ALERT1/CONV Pin	-0.3 V to +25 V
GPO2/ALERT2 Pin	-0.3 V to +25 V
PWRGD Pin	-0.3 V to +25 V
VOUT Pin	-0.3 V to +25 V
GATE Pin (Internal Supply Only) ¹	-0.3 V to +36 V
HS+ Pin	-0.3 V to +25 V
HS- Pin	-0.3 V to +25 V
MO+ Pin	-0.3 V to +25 V
MO- Pin	-0.3 V to +25 V
PGND	±0.3 V
V _{SENSE_HS} (V _{HS+} - V _{HS-})	±0.3 V
V _{SENSE_MO} (V _{MO+} - V _{MO-})	±0.3 V
CSOUT Short-Circuit Duration	Indefinite
Continuous Current into Any Pin	±10 mA
Temperature	
Storage Range	-65°C to +125°C
Operating Range	-40°C to +85°C
Lead, Soldering (10 sec)	300°C
Junction	105°C

¹ GATE ピン電圧が MOSFET の最大定格電圧や内部プロセスの制限値を超えないよう、GATE ピンには内部クランプ回路が接続されています。ここで、MOSFET のゲート・ソース間電圧(V_{GSMAX})は 20V です。このピンに外部から電圧源を接続すると、修復不能な損傷を与えることがあります。

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、本仕様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。デバイスを長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性に影響を与えることがあります。

熱抵抗

熱性能は、プリント回路基板 (PCB) の設計と動作環境に直接関連しています。PCB の熱設計には、細心の注意を払う必要があります。

θ_{JA} は、1 立方フィートの密封容器内で測定された、自然対流下におけるジャンクションと周囲の間の熱抵抗です。

表 7. 熱抵抗

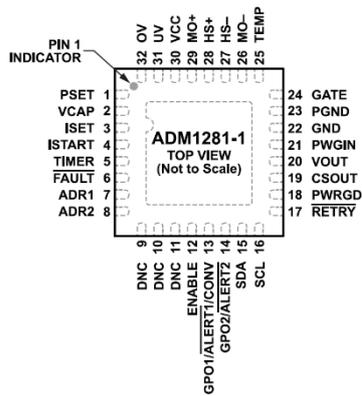
Package Type	θ_{JA}	Unit
CP-32-20	32.5	°C/W

ESD に関する注意



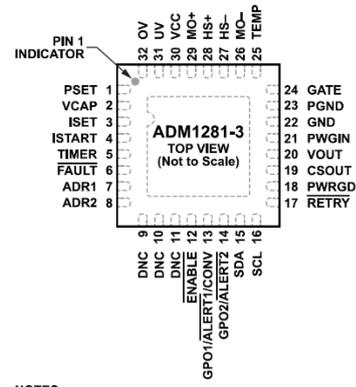
ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。
帯電したデバイスや回路基板は、検出されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能の説明



NOTES
 1. DNC = DO NOT CONNECT.
 2. SOLDER THE EXPOSED PAD TO THE BOARD TO IMPROVE THERMAL DISSIPATION. THE EXPOSED PAD CAN BE CONNECTED TO GROUND.

図 4. ADM1281-1 のピン配置



NOTES
 1. DNC = DO NOT CONNECT.
 2. SOLDER THE EXPOSED PAD TO THE BOARD TO IMPROVE THERMAL DISSIPATION. THE EXPOSED PAD CAN BE CONNECTED TO GROUND.

図 5. ADM1281-3 のピン配置

表 8. ADM1281-1 および ADM1281-3 のピン機能の説明

記号			
ピン番号	ADM1281-1	ADM1281-3	説明
1	PSET	PSET	電力制限値。このピンで定電力制限値をプログラムできます。電流制限値は、どの動作条件においてもこの制限を FET の最大消費電力を超えることのないよう、動的に調整されます。電力制限値は、VCAP との間の抵抗分圧器を用いてユーザが定義する値に調整できます。外部リファレンスも使用できます。FET 電力は $(V_{PSET} \times 8)/(50 \times R_{SENSE})$ に制限されます。
2	VCAP	VCAP	内部で安定化された電源。このピンに 1μF 以上のキャパシタを接続して、精度を維持します。このピンをリファレンスとして使用すれば、ISET ピンの電圧をプログラムできます。
3	ISET	ISET	電流制限値。このピンで電流制限スレッシュホールドをプログラムできます。デフォルトの制限値は、このピンが VCAP に直接接続されているときに設定されます。ユーザ定義の検出電圧を実現するために、VCAP との間の抵抗分圧器を使用して電流制限値を調整できます。外部リファレンスも使用できます。
4	ISTART	ISTART	スタートアップ電流制限値。このピンでは、dv/dt のパワーアップ・モード向けに個別のスタートアップ電流制限値を設定できます。dv/dt モードで起動する場合、キャパシタを充電する電流は一定で、一般的に通常の負荷電流より大幅に小さい値となります。ISTART ピンは、ISET を用いて通常の電流制限値を設定するのと同様の方法で、スタートアップ電流制限値を設定します。スタートアップ電流制限値は、PWRGD がローの間のみアクティブになります。STRT_UP_IOUT_LIM レジスタを使用すれば、PMBus 経由でスタートアップ電流制限値を下げることもできます。スタートアップ電流制限値 = $V_{ISET} \times (\text{STRT_UP_IOUT_LIM}/16)$ 。全てのアクティブな電流制限値のうち最小のものが常に優先されます。
5	TIMER	TIMER	タイマー。外部キャパシタ CTIMER によって、初期タイミング・サイクルの遅延およびフォルト遅延が設定されます。TIMER ピンの電圧が上側スレッシュホールドを超えると、GATE ピンがローに低下します。
6	FAULT	FAULT	フォルト。フォルトが発生すると、このピンはアサートされ、ローにラッチされます。このピンをトリガするフォルトには過電流フォルト、過熱フォルト、FET 正常性フォルトがあります。過電流フォルトは、TIMER ピン電圧が上側スレッシュホールドを超える、原因となります。これはオープンドレイン出力ピンです。
7, 8	ADR1, ADR2	ADR1, ADR2	PMBus アドレス。これらのピンは、GND に接続するか、VCAP に接続するか、フロート状態のままにするか、抵抗を介してロー・レベルに接続することで、合計 16 個の一意の PMBus デバイス・アドレスに対応させることができます（詳細についてはデバイスのアドレス指定のセクションを参照）。
9, 10, 11	DNC	DNC	接続なし。
12	ENABLE	ENABLE	有効化。ADM1281-1 では、ENABLE ピンはアクティブ・ハイのデジタル入力ピンです。この入力は、ADM1281-1 ホットスワップ・コントローラがパワーアップ・シーケンスを開始できるよう、ハイにする必要があります。ENABLE ピンがローの場合は、ADM1281-1 はホットスワップの試行を開始できません。 ADM1281-3 では、ENABLE ピンはアクティブ・ローのデジタル入力ピンです。この入力は、ADM1281-3 ホットスワップ・コントローラがパワーアップ・シーケンスを開始できるよう、ローにする必要があります。ENABLE ピンがハイの場合は、ADM1281-3 はホット・スワップの試行を開始できません。

ピン配置およびピン機能の説明

表 8. ADM1281-1 および ADM1281-3 のピン機能の説明 (続き)

記号			
ピン番号	ADM1281-1	ADM1281-3	説明
13	GPO1/ALERT1/CONV	GPO1/ALERT1 /CONV	汎用デジタル出力 (GPO1)。アラート (ALERT1)。このピンは、フォルト条件または警告条件が検出された場合に、アラート信号を生成するように設定できます。変換 (CONV)。このピンを入力信号として使用すれば、電力モニタの ADC サンプリング・サイクルが始まるタイミングを制御できます。GPO1/ALERT1/CONV ピンは、デフォルトでパワーアップ時にアラートを出力します。これはオープンドレイン出力ピンです。
14	GPO2/ALERT2	GPO2/ALERT2	汎用デジタル出力 (GPO2)。アラート (ALERT2)。このピンは、フォルト条件または警告条件が検出された場合に、アラート信号を生成するように設定できます。GPO2/ALERT2ピンは、デフォルトでパワーアップ時にアラートを出力します。これはオープンドレイン出力ピンです。
15	SDA	SDA	シリアル・データ入力/出力。オープンドレイン入出力です。外付けプルアップ抵抗が必要です。I ² C ピンの SDA および SCL を使用しない場合には、を GND に接続するか、抵抗を介して VCAP または他の電源にプルアップします。それにより、I ² C ピンにグリッチが生じ I ² C トランザクションと解釈されるのを防止できます。
16	SCL	SCL	シリアル・クロック。オープン・ドレイン入力。外付けプルアップ抵抗が必要です。I ² C ピンの SDA および SCL を使用しないには、GND に接続するか、プルアップ抵抗を介して VCAP または他の電源に接続します。それにより、I ² C ピンにグリッチが生じ I ² C トランザクションと解釈されるのを防止できます。
17	RETRY	RETRY	再試行。RETRYピンにはプルアップ抵抗が内蔵されているため、フローティング状態のままにすると過電流フォルト後にデフォルトのラッチオフ・モードを有効にすることができません。このピンをローにプルダウンすると、過電流フォルト後に 10 秒間の自動再試行が有効になります。
18	PWRGD	PWRGD	パワー・グッド信号。このピンは、電源が許容誤差内にあり (PWGIN 入力)、フォルトが検出されず、ゲートが十分な導通状態にあり、ADM1281-1 のホットスワップが可能になっていることを示します。これはオープン・ドレイン出力ピンです。
19	CSOUT	CSOUT	電流検出出力。V _{SENSE_HS} 電圧が増幅されて、負荷電流に対応する出力電圧を供給します。
20	VOUT	VOUT	出力電圧。VOUT は入力ピンで、内蔵 ADC を用いて出力電圧をリードバックするために用いられます。FET のソースと VOOUT ピンの間に 1kΩ の抵抗を直列に挿入します。またこのピンは、HS-と共に使用することで、定電力フォールドバック動作のための FET のドレイン・ソース間電圧 (V _{DS}) を計算できます。
21	PWGIN	PWGIN	パワー・グッド入力。このピンは、パワー・グッド入力スレッシュホールドを設定します。FET (VOOUT) のソースとの間に抵抗分圧器を使用すれば、高精度でパワー・グッド・スレッシュホールドを設定できます。出力電圧がこのピンで設定されたスレッシュホールドを上回るまで、PWRGD 出力信号はアサートされません。
22	GND	GND	グラウンド。このピンは、敏感なアナログ・ノード全てに対するグラウンド接続です。このグラウンド接続は、メインの大電流経路およびいかなる大きなトランジエントからも分離してください。そのための 1 つの方法として、ADM1281-1 デバイスとそれをサポートする小信号部品の周囲にグラウンド・アイランドを形成することが挙げられます。このグラウンド・アイランドは、ADM1281-1 の GND ピンのできるだけ近くの一点で、メイン・グラウンド・プレーンに接続します。設計例は、ADM1281 評価用ボード (EVAL-ADM1281-AZ) を参照してください。
23	PGND	PGND	電源グラウンド。このピンは、強いゲート・プルダウン電流のグラウンド・リターン経路です。また、温度測定に使用する外部トランジスタ用のグラウンド・リターンにもなります。
24	GATE	GATE	ゲート出力。このピンは、外部 N チャンネル FET のハイサイド・ゲート・ドライブです。このピンは、チャージ・ポンプでプルアップ電流を供給して、FET ゲート・ピンを充電する FET ドライブ・コントローラによって駆動されます。FET ドライブ・コントローラで GATE ピンを調整することで、最大負荷電流値に調整します。電源電圧が低電圧ロックアウト・スレッシュホールド (UVLO) を下回ると、GATE はロー・レベルに維持されます。
25	TEMP	TEMP	温度入力。外付けの NPN デバイスを MOSFET の近くに配置して TEMP ピンに接続すると、温度のレポートが可能になります。TEMP ピンの電圧は、内蔵 ADC によって測定されます。
26	MO-	MO-	電力モニタの負入力。MO+ピンと MO-ピンの間に接続されたセンス抵抗によってセンス電圧が設定され、これを使用して ADC が内部で負荷電流を測定します。必要に応じて、MO+ピンと MO-ピンの間にフィルタ処理を追加できます。
27	HS-	HS-	電流検出の負入力。HS+ピンと HS-ピンに接続されたセンス抵抗で、アナログ電流制限値を設定します。ADM1281-1 のホットスワップ動作は外部 FET ゲートを制御し、検出電圧 (V _{HS+} - V _{HS-}) を維持します。

ピン配置およびピン機能の説明

表 8. ADM1281-1 および ADM1281-3 のピン機能の説明（続き）

記号			
ピン番号	ADM1281-1	ADM1281-3	説明
28	HS+	HS+	電流検出の正入力。このピンは、主電源入力に接続します。HS+ピンと HS-ピンに接続されたセンス抵抗で、アナログ電流制限値を設定します。ADM1281-1 のホット・スワップ動作は外部 FET ゲートを制御し、検出電圧 ($V_{HS+} - V_{HS-}$) を維持します。また、このピンを使用すると、ADC を使用して電源入力電圧を測定することもできます。
29	MO+	MO+	電力モニタの正入力。MO+ピンと MO-ピンの間に接続されたセンス抵抗によってセンス電圧が設定され、これを使用して ADC が内部で負荷電流を測定します。必要に応じて、MO+ピンと MO-ピンの間にフィルタ処理を追加できます。
30	VCC	VCC	正電源入力。低電源電圧が検出されると、UVLO 回路がデバイスをリセットします。電源電圧が UVLO を下回ると、GATE はロー・レベルに維持されます。通常動作中は、確実に仕様が満たされるよう、このピンの電圧を HS+および MO+以上にすることを推奨します。特にシーケンス操作は必要ありません。
31	UV	UV	低電圧入力。入力電源とこのピンの間に外部抵抗分圧器を接続すれば、電源が UV 制限値を下回っているかどうかを内部コンパレータによって検出できます。
32	OV	OV	過電圧入力。入力電源とこのピンの間に外部抵抗分圧器を接続すれば、電源が OV 制限値を上回っているかどうかを内部コンパレータによって検出できます。
	EPAD	EPAD	露出パッド。基板に露出パッドをハンダ付けすれば、放熱を改善できます。露出パッドはグラウンドに接続できます。

ピン配置およびピン機能の説明

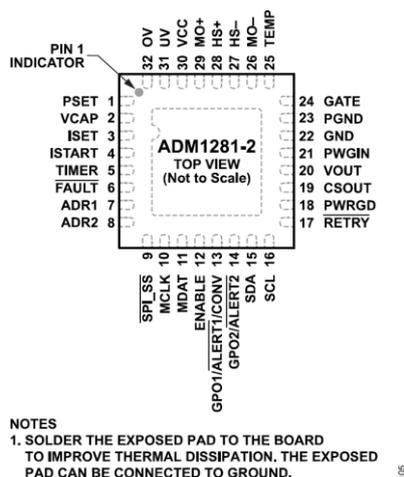


図 6. ADM1281-2 のピン配置

表 9. ADM1281-2 のピン機能の説明

ピン番号	記号	説明
1	PSET	電力制限値。このピンで定電力制限値をプログラムできます。電流制限値は、どの動作条件においてもこの制限を FET の最大消費電力が超えることのないよう、動的に調整されます。電力制限値は、VCAP との間の抵抗分圧器を用いてユーザが定義する値に調整できます。外部リファレンスも使用できます。FET 電力は $(V_{PSET} \times 8)/(50 \times R_{SENSE})$ に制限されます。
2	VCAP	内部で安定化された電源。このピンに 1μF 以上のキャパシタを接続して、精度を維持します。このピンをリファレンスとして使用すれば、ISET ピンの電圧をプログラムできます。
3	ISET	電流制限値。このピンで電流制限スレッシュホールドをプログラムできます。デフォルトの制限値は、このピンが VCAP に直接接続されているときに設定されます。ユーザ定義の検出電圧を実現するために、VCAP との間の抵抗分圧器を使用して電流制限値を調整できます。外部リファレンスも使用できます。
4	ISTART	スタートアップ電流制限値。このピンでは、dv/dt のパワーアップ・モード向けに個別のスタートアップ電流制限値を設定できます。dv/dt モードで起動する場合、キャパシタを充電する電流は一定で、一般的に通常の負荷電流より大幅に小さい値となります。ISTART ピンは、ISET を用いて通常の電流制限値を設定するのと同様の方法で、スタートアップ電流制限値を設定します。スタートアップ電流制限値は、PWRGD がローの間のみアクティブになります。STRT_UP_IOUT_LIM レジスタを使用すれば、PMBus 経由でスタートアップ電流制限値を下げることもできます。スタートアップ電流制限値 = $V_{ISET} \times (\text{STRT_UP_IOUT_LIM}/16)$ 。全てのアクティブな電流制限値のうち最小のものが常に優先されます。
5	TIMER	タイマー。外部キャパシタ C_{TIMER} によって、初期タイミング・サイクルの遅延およびフォルト遅延が設定されます。TIMER ピンの電圧が上側スレッシュホールドを超えると、GATE ピンがローに低下します。
6	FAULT	フォルト。フォルトが発生すると、このピンはアサートされ、ローにラッチされます。このピンをトリガするフォルトには過電流フォルト、過熱フォルト、FET 正常性フォルトがあります。過電流フォルトは、TIMER ピン電圧が上側スレッシュホールドを超える原因となります。これはオープンドレイン出力ピンです。
7, 8	ADR1, ADR2	PMBus アドレス。これらのピンは、GND に接続するか、VCAP に接続するか、フロート状態のままにするか、抵抗を介してロー・レベルに接続することで、合計 16 個の一意の PMBus デバイス・アドレスに対応させることができます（詳細については デバイスのアドレス指定 のセクションを参照）。
9	SPI_SS	ターゲットの選択。このピンをローにプルダウンすると、MDAT ラインでデータ転送を開始します。
10	MCLK	コントローラ・クロック。MCLK 信号は MDAT ラインにデータを出力します。このピンは、外部デバイスによってクロックされます。
11	MDAT	コントローラ・データ出力。オープンドレイン出力です。外付けプルアップ抵抗が必要です。MDAT ピンは出力専用ピンで、ADC からデータを送信するために使用できます。電流、電圧、温度データ用の固定フォーマットがあり、ヘッダ情報は不要です。データ送信を行わない場合、このピンは高インピーダンスになります。
12	ENABLE	有効化。このピンはアクティブ・ハイのデジタル入力ピンです。この入力は、ADM1281-2 ホットスワップ・コントローラがパワーアップ・シーケンスを開始できるよう、ハイにする必要があります。このピンがローに保持されている場合、ADM1281-2 はホットスワップの試行を開始できません。
13	GPO1/ALERT1/CONV	汎用デジタル出力 (GPO1)。 アラート (ALERT1)。このピンは、フォルト条件または警告条件が検出された場合に、アラート信号を生成するように設定できます。 変換 (CONV)。このピンを入力信号として使用すれば、電力モニタの ADC サンプリング・サイクルが始まるタイミングを制御できます。 GPO1/ALERT1/CONV ピンは、デフォルトでパワーアップ時にアラートを出力します。これはオープン・ドレイン出力ピンです。

ピン配置およびピン機能の説明

表 9. ADM1281-2 のピン機能の説明 (続き)

ピン番号	記号	説明
14	GPO2/ALERT2	汎用デジタル出力 (GPO2)。アラート (ALERT2)。このピンは、フォルト条件または警告条件が検出された場合に、アラート信号を生成するように設定できます。GPO2/ALERT2ピンは、デフォルトでパワーアップ時にアラートを出力します。これはオープン・ドレイン出力ピンです。
15	SDA	シリアル・データ入力/出力。オープンドレイン入出力です。外付けプルアップ抵抗が必要です。I ² C ピンの SDA および SCL を使用しない場合には、GND に接続するか、抵抗を介して VCAP または他の電源にプルアップします。それにより、I ² C ピンにグリッチが生じ I ² C トランザクションと解釈されるのを防止できます。
16	SCL	シリアル・クロック。オープン・ドレイン入力。外付けプルアップ抵抗が必要です。I ² C ピンの SDA および SCL を使用しない場合には、GND に接続するか、抵抗を介して VCAP または他の電源にプルアップします。それにより、I ² C ピンにグリッチが生じ I ² C トランザクションと解釈されるのを防止できます。
17	RETRY	再試行。RETRYピンにはプルアップ抵抗が内蔵されているため、フローティング状態のままにすると過電流フォルト後にデフォルトのラッチオフ・モードを有効にすることができます。このピンをローにプルダウンすると、過電流フォルト後に 10 秒間の自動再試行が有効になります。
18	PWRGD	パワー・グッド信号。このピンは、電源が許容誤差内にあり (PWGIN 入力)、フォルトが検出されず、ゲート電圧が十分に高く ADM1281-2 のホットスワップが可能な状態になっていることを示します。これはオープン・ドレイン出力ピンです。
19	CSOUT	電流検出出力。V _{SENSE_HS} 電圧が増幅されて、負荷電流に対応する出力電圧を供給します。
20	VOUT	出力電圧。VOUT は入力ピンで、内蔵 ADC を用いて出力電圧をリードバックするために用いられます。FET のソースと VOUT ピンの間に 1kΩ の抵抗を直列に挿入します。またこのピンは、HS- と共に使用することで、定電力フォールドバック動作をさせるための FET のドレイン・ソース間電圧 (V _{DS}) を計算できます。
21	PWGIN	パワー・グッド入力。このピンは、パワー・グッド入力スレッシュホールドを設定します。FET (VOUT) のソースとの間に抵抗分圧器を使用すれば、高精度でパワー・グッド・スレッシュホールドを設定できます。出力電圧がこのピンで設定されたスレッシュホールドを上回るまで、PWRGD 出力信号はアサートされません。
22	GND	グラウンド。このピンは、敏感なアナログ・ノード全てに対するグラウンド接続です。このグラウンド接続は、メインの大電流経路およびいかなる大きなトランジエントからも分離してください。そのための 1 つの方法として、ADM1281-2 デバイスとそれをサポートする小信号部品の周囲にグラウンド・アイランドを形成することが挙げられます。このグラウンド・アイランドは、ADM1281-2 の GND ピンのできるだけ近くの一点で、メイン・グラウンド・プレーンに接続します。設計例は、ADM1281 評価用ボード (EVAL-ADM1281-AZ) を参照してください。
23	PGND	電源グラウンド。これは、強いゲート・プルダウン電流のグラウンド・リターン経路です。また、温度測定に使用する外部トランジスタ用のグラウンド・リターンにもなります。
24	GATE	ゲート出力。このピンは、外部 N チャンネル FET のハイサイド・ゲート・ドライブです。このピンは、チャージ・ポンプでプルアップ電流を供給して、FET ゲート・ピンを充電する FET ドライブ・コントローラによって駆動されます。FET ドライブ・コントローラで GATE ピンを調整することで、最大負荷電流値に調整します。電源電圧が UVLO スレッシュホールドを下回ると、GATE はロー・レベルに維持されます。
25	TEMP	温度入力。外付けの NPN デバイスを MOSFET の近くに配置して TEMP ピンに接続すると、温度のレポートが可能になります。TEMP ピンの電圧は、内蔵 ADC によって測定されます。
26	MO-	電力モニタの負入力。MO+ピンと MO-ピンの間に接続されたセンス抵抗によってセンス電圧が設定され、これを使用して ADC が内部で負荷電流を測定します。必要に応じて、MO+ピンと MO-ピンの間にフィルタ処理を追加できます。
27	HS-	電流検出の負入力。HS+ピンと HS-ピンに接続されたセンス抵抗で、アナログ電流値を設定します。ADM1281-2 のホットスワップ動作は外部 FET ゲートを制御し、検出電圧 (V _{HS+} - V _{HS-}) を維持します。
28	HS+	電流検出の正入力。このピンは、主電源入力に接続します。HS+ピンと HS-ピンに接続されたセンス抵抗で、アナログ電流制限値を設定します。ADM1281-2 のホットスワップ動作は外部 FET ゲートを制御し、検出電圧 (V _{HS+} - V _{HS-}) を維持します。また、このピンを使用すると、ADC を使用して電源入力電圧を測定することもできます。
29	MO+	電力モニタの正入力。MO+ピンと MO-ピンの間に接続されたセンス抵抗によってセンス電圧が設定され、これを使用して ADC が内部で負荷電流を測定します。必要に応じて、MO+ピンと MO-ピンの間にフィルタ処理を追加できます。
30	VCC	正電源入力。低電源電圧が検出されると、UVLO 回路がデバイスをリセットします。電源電圧が UVLO を下回ると、GATE はロー・レベルに維持されます。通常動作中は、確実に仕様が満たされるよう、このピンの電圧を HS+ および MO+以上にすることを推奨します。特にシーケンス操作は必要ありません。
31	UV	低電圧入力。入力電源とこのピンの間に外部抵抗分圧器を接続すれば、電源が UV 制限値を下回っているかどうかを内部コンパレータによって検出できます。
32	OV	過電圧入力。入力電源とこのピンの間に外部抵抗分圧器を接続すれば、電源が OV 制限値を上回っているかどうかを内部コンパレータによって検出できます。
	EPAD	露出パッド。基板に露出パッドをハンダ付けすれば、放熱を改善できます。露出パッドはグラウンドに接続できます。

代表的な性能特性

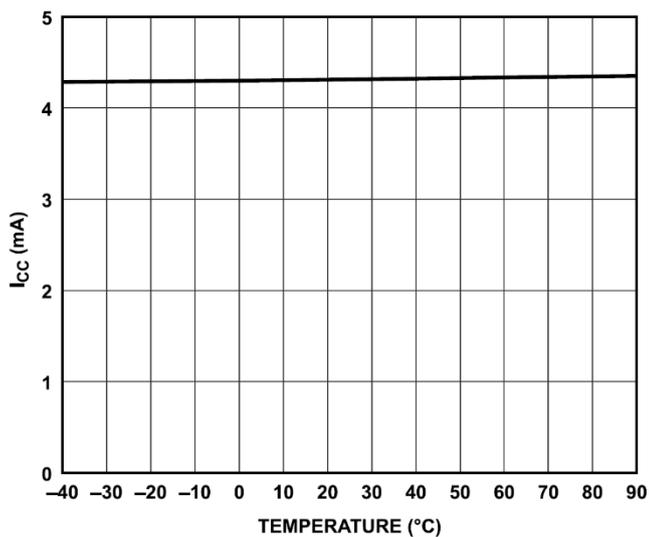


図 7. 電源電流 (I_{CC}) と温度の関係

207

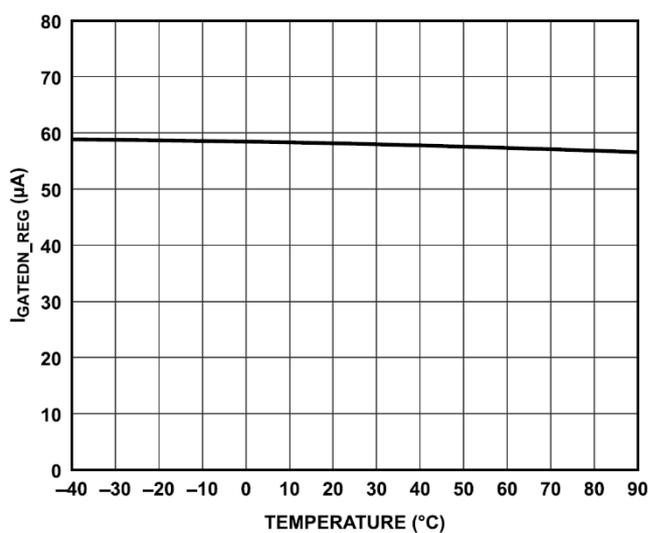


図 10. ゲート制御プルダウン電流 (I_{GATEDN_REG}) と温度の関係

210

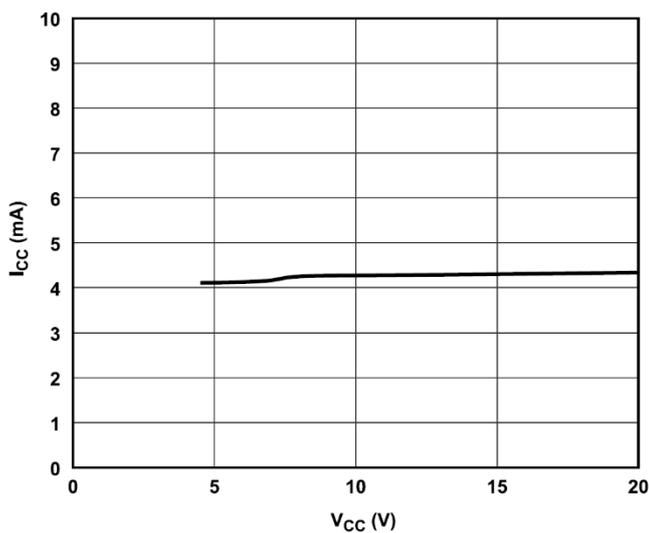


図 8. 電源電流 (I_{CC}) と V_{CC} の関係

208

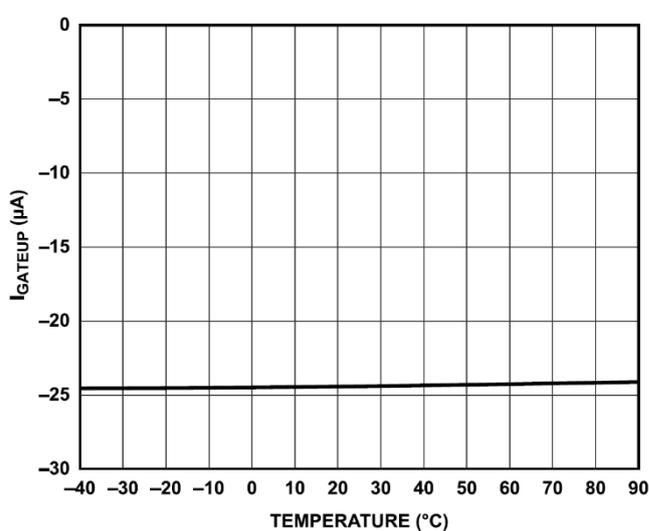


図 11. ゲート・プルアップ電流 (I_{GATEUP}) と温度の関係

211

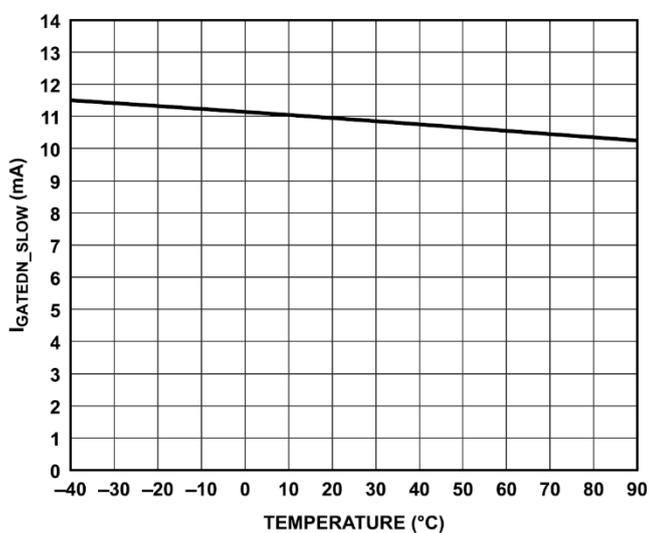


図 9. ゲート・プルダウン電流 (I_{GATEDN_SLOW}) と温度の関係

209

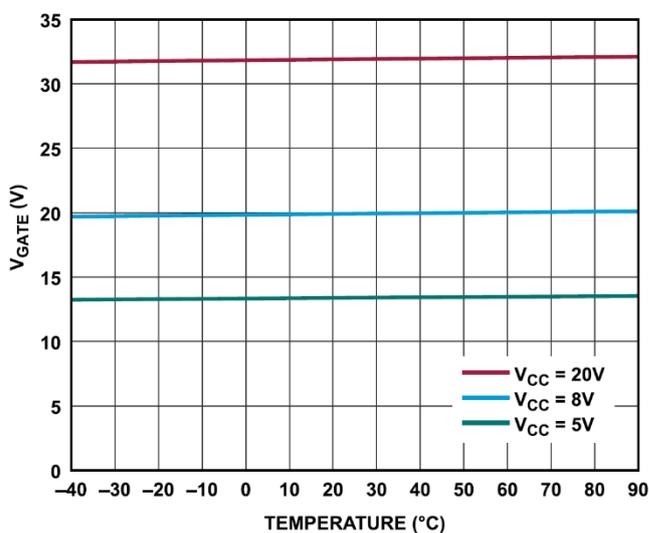


図 12. V_{GATE} (5µA 負荷) と温度の関係

212

代表的な性能特性

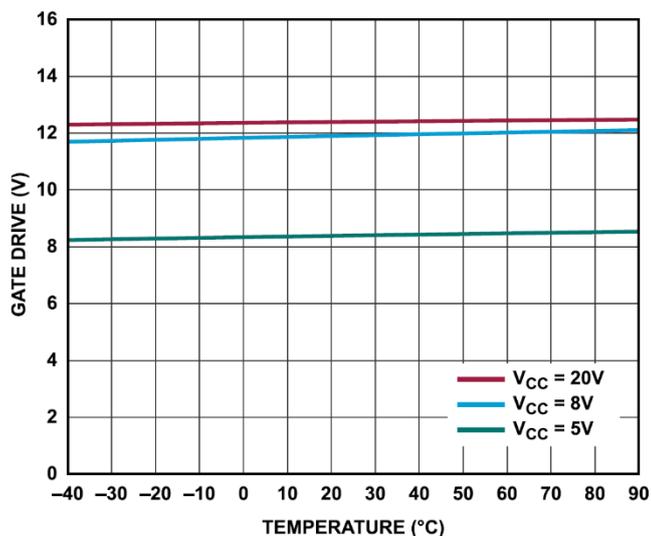


図 13. GATE 駆動 (5 μ A 負荷) と温度の関係

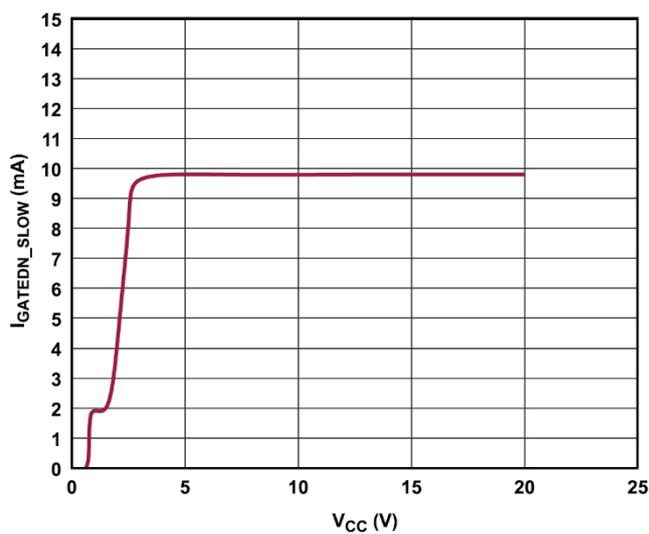


図 16. I_{GATEDN_SLOW} と V_{CC} の関係

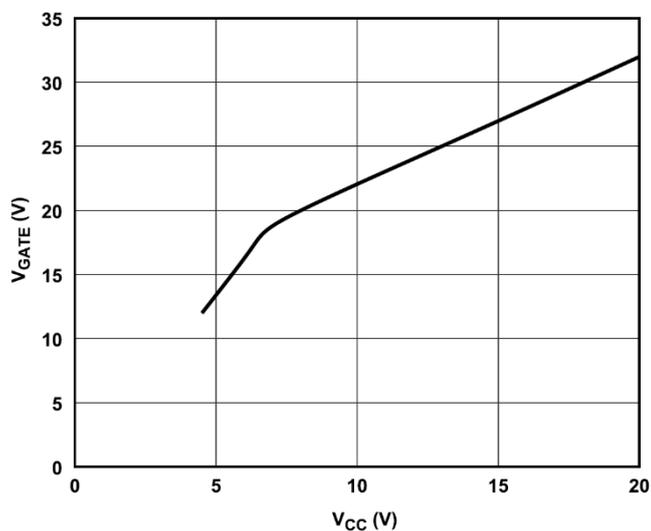


図 14. V_{GATE} (5 μ A 負荷) と V_{CC} の関係

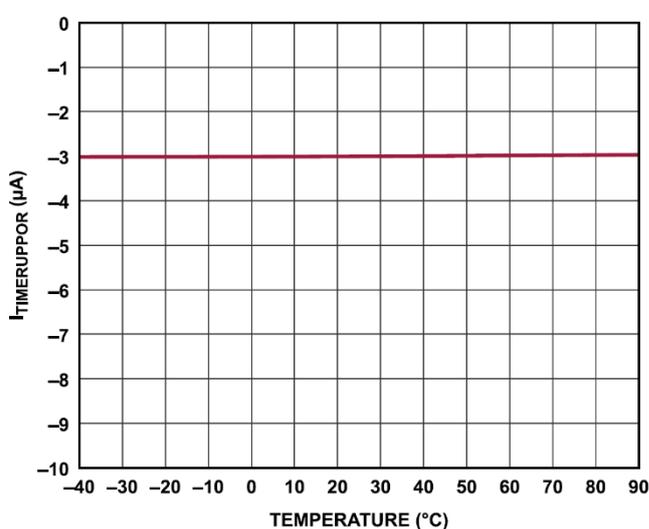


図 17. TIMER プルアップ電流 POR (I_{TIMERUPPOR}) と温度の関係

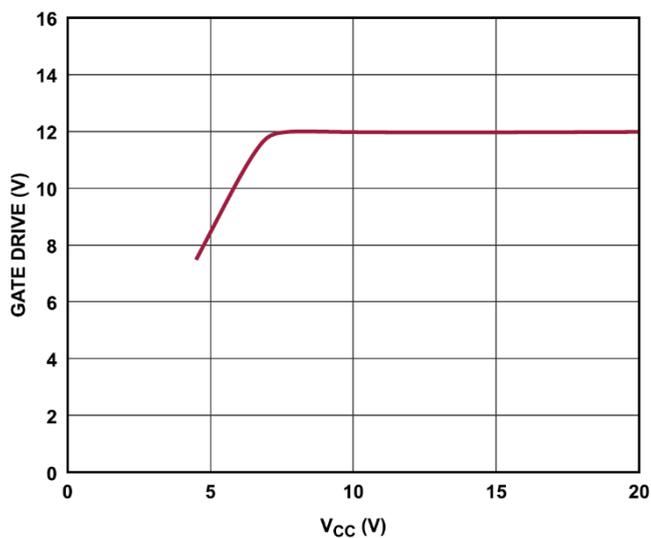


図 15. GATE 駆動と V_{CC} の関係

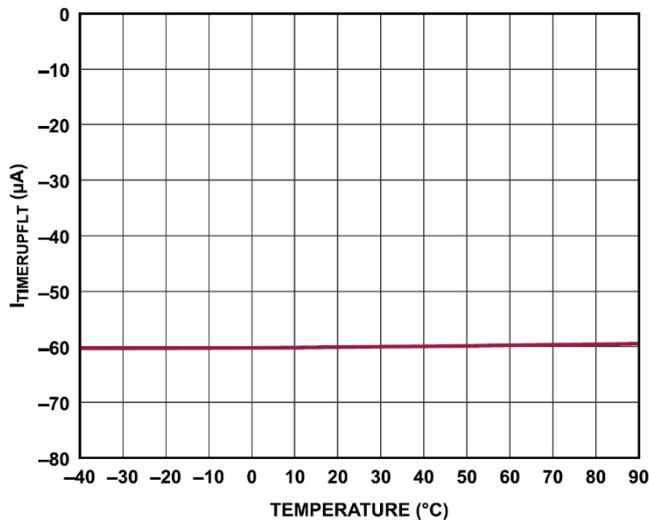


図 18. TIMER プルアップ電流 OC フォルト (I_{TIMERUPFLT}) と温度の関係

代表的な性能特性

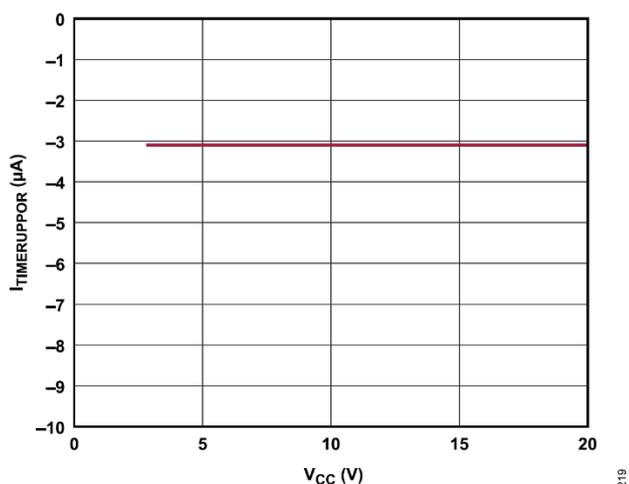


図 19. TIMER プルアップ電流 POR (I_{TIMERUPPOR}) と V_{CC} の関係

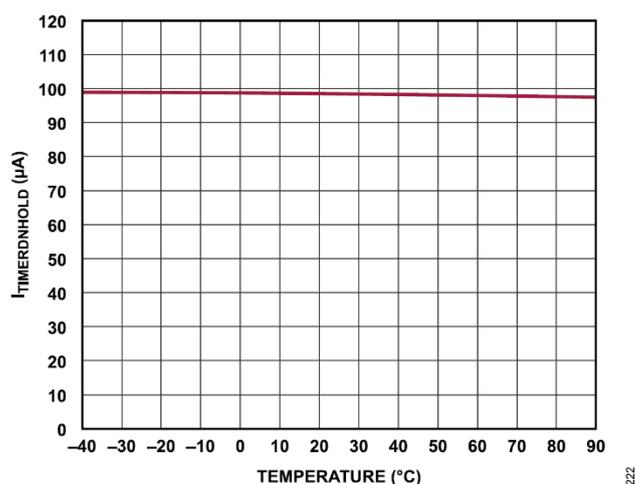


図 22. TIMER プルダウン電流ホールド (I_{TIMERDNHOLD}) と温度の関係

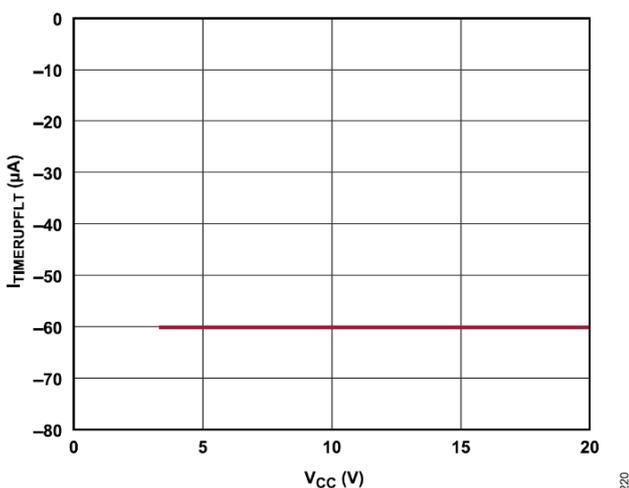


図 20. TIMER プルアップ電流 OC フォルト (I_{TIMERUPFLT}) と V_{CC} の関係

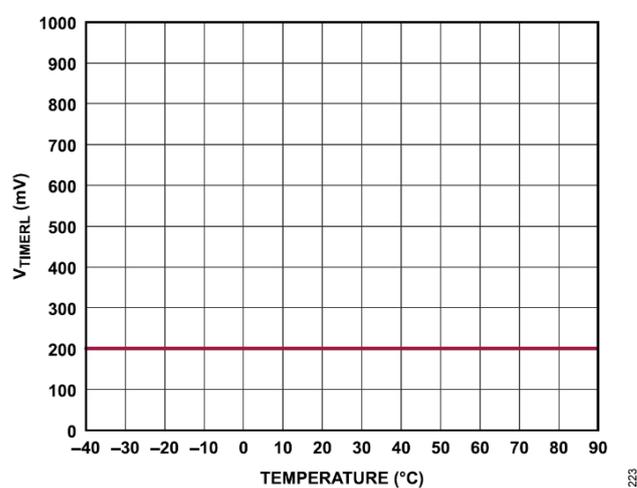


図 23. TIMER 下限スレッシュヨルド (V_{TIMERL}) 温度の関係

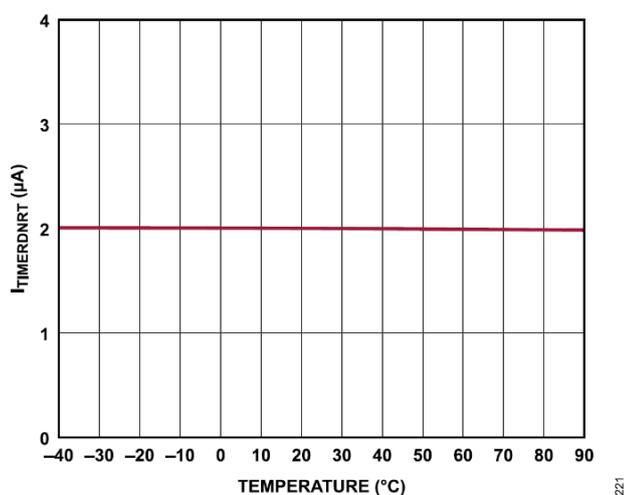


図 21. TIMER プルダウン電流再試行 (I_{TIMERDNRT}) と温度の関係

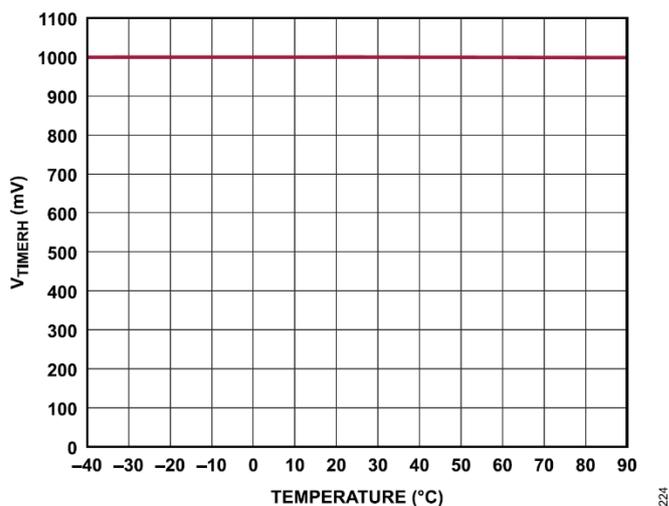


図 24. TIMER 上限スレッシュヨルド (V_{TIMERH}) と温度の関係

代表的な性能特性

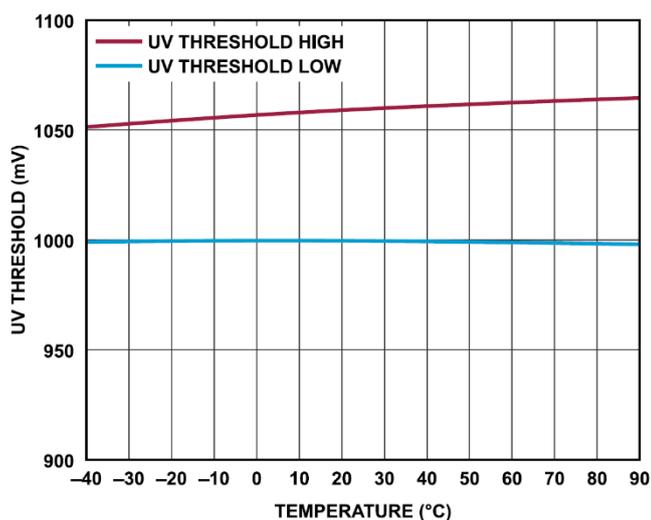


図 25. UV スレッシュولدと温度の関係

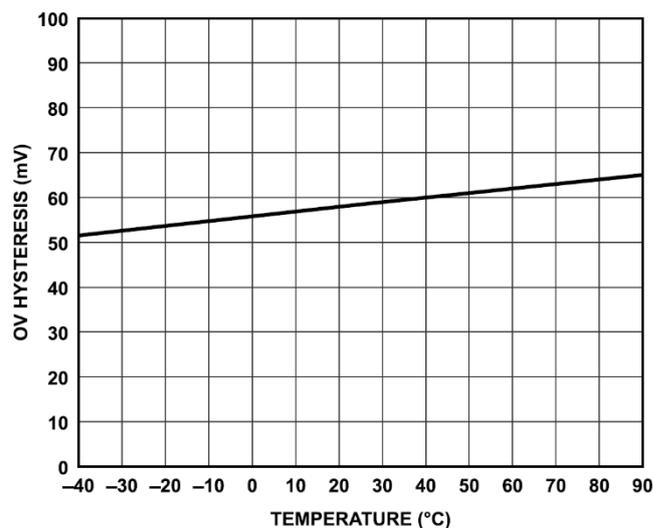


図 28. OV ヒステリシスと温度の関係

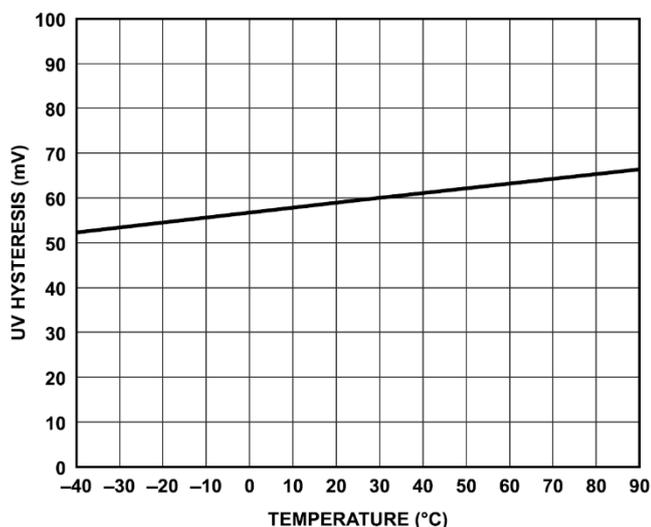


図 26. UV ヒステリシスと温度の関係

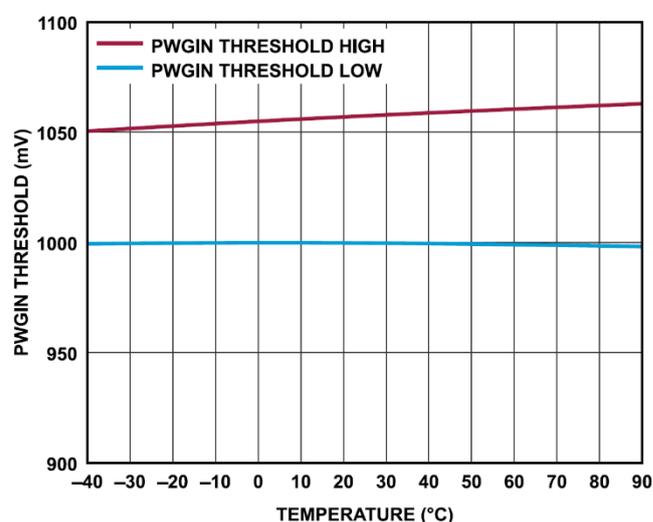


図 29. PWGIN スレッシュولدと温度の関係

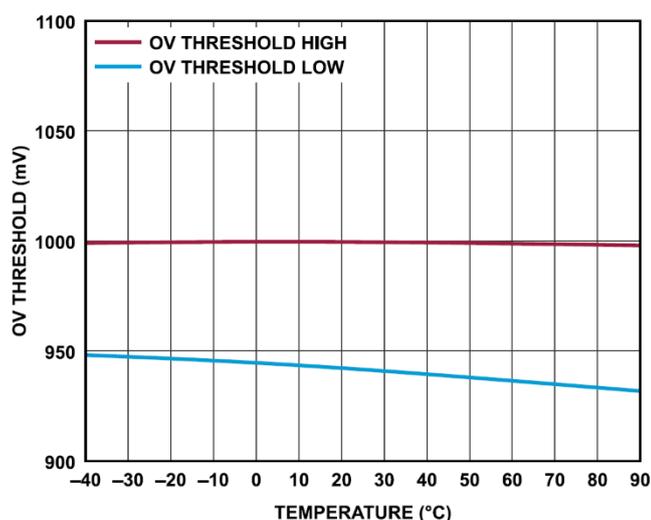


図 27. OV スレッシュولدと温度の関係

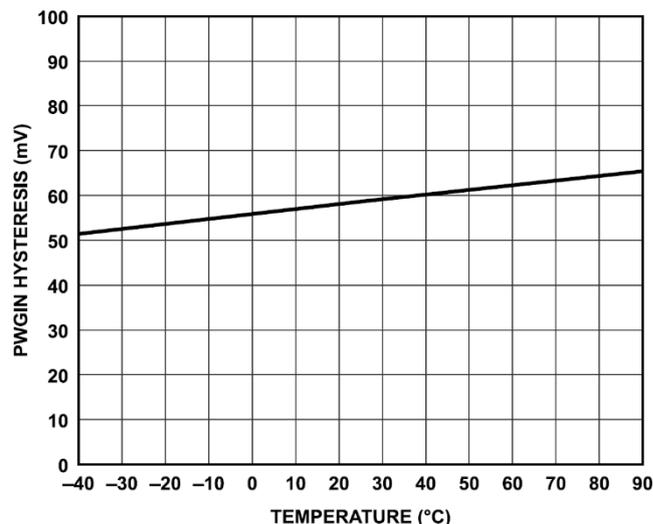


図 30. PWGIN ヒステリシスと温度の関係

代表的な性能特性

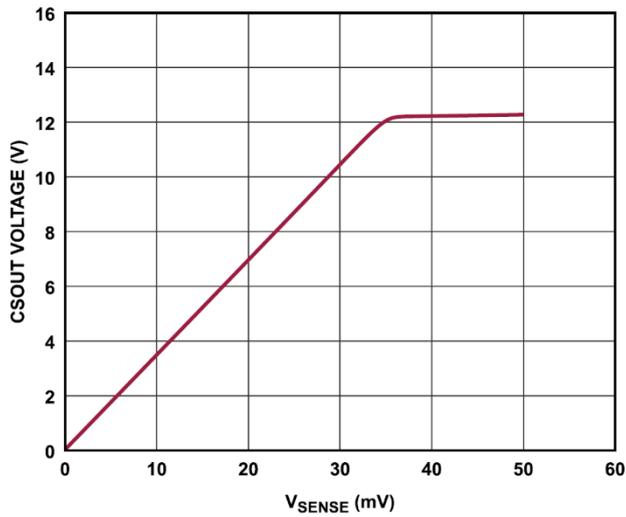


図 31. CSOUT 電圧と V_{SENSE} の関係

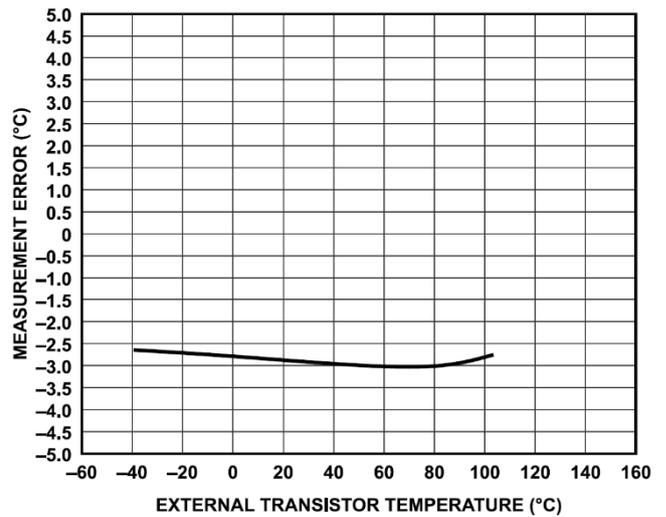


図 34. 測定誤差と外付けトランジスタ温度の関係

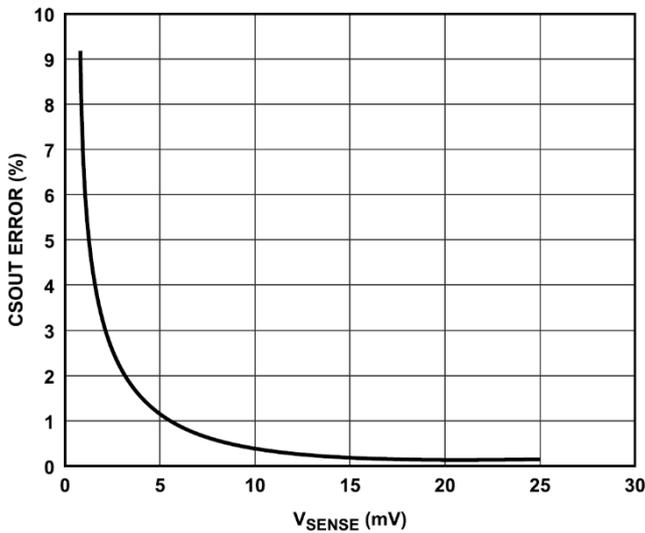


図 32. CSOUT 誤差と V_{SENSE} の関係

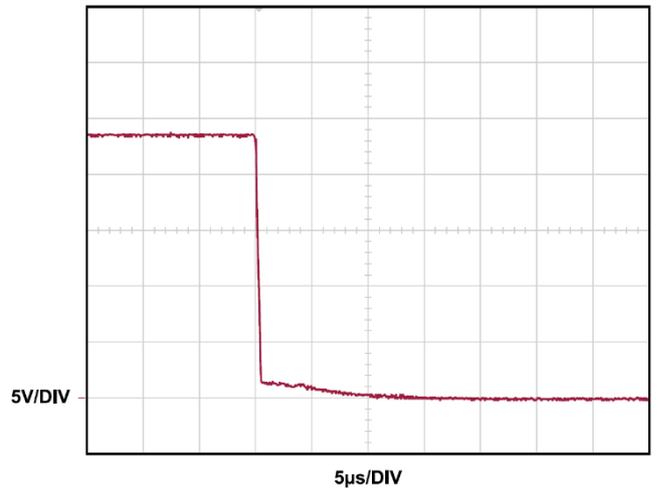


図 35. 深刻な過電流に対する VGATE の応答 (GATE 高速プルダウン)

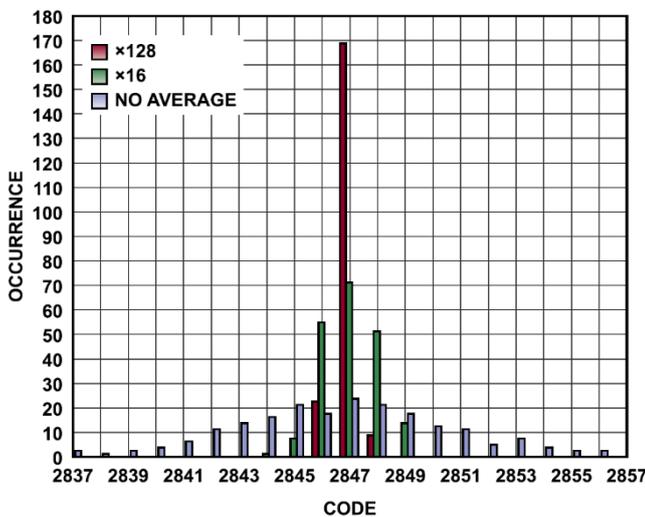


図 33. ADC コードのヒストグラム (V_{SENSE} = 10mV、200 測定)

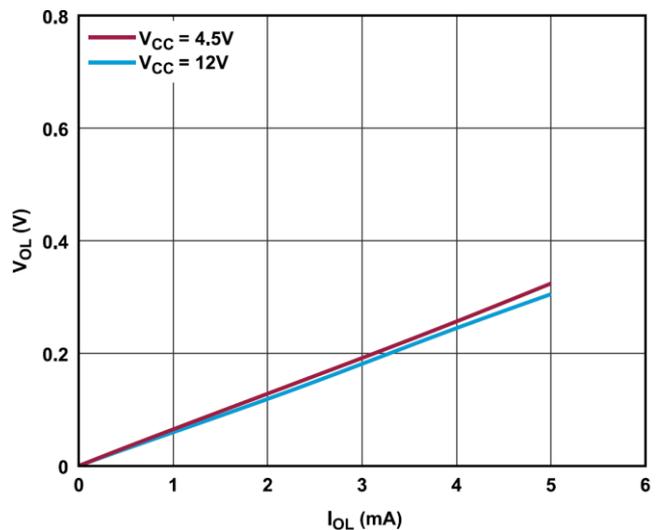


図 36. PWRGD ピン、V_{OL} と I_{OL} の関係

代表的な性能特性

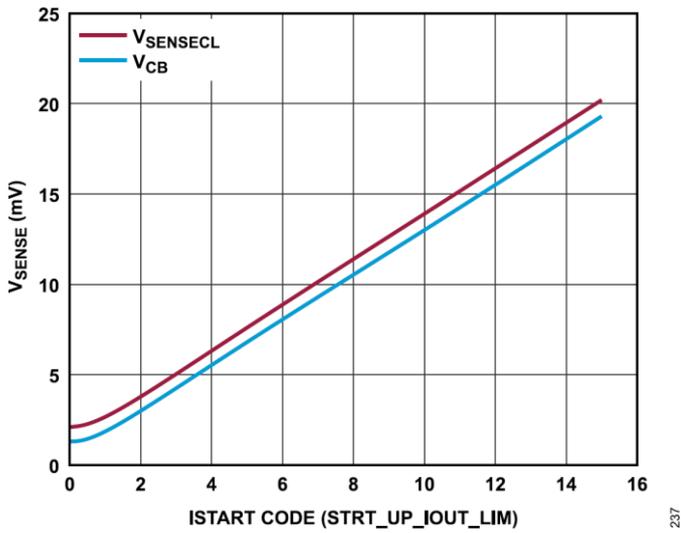


図 37. V_{SENSE} と ISTART コード (STRT_UP_IOUT_LIM) の関係

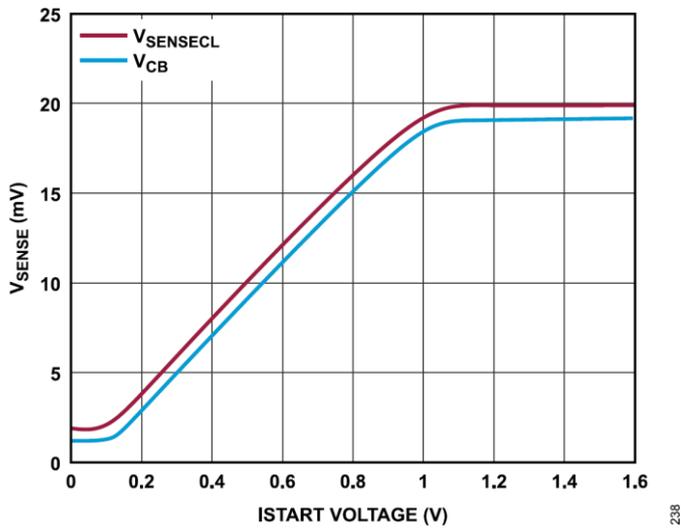


図 38. V_{SENSE} と ISTART 電圧の関係

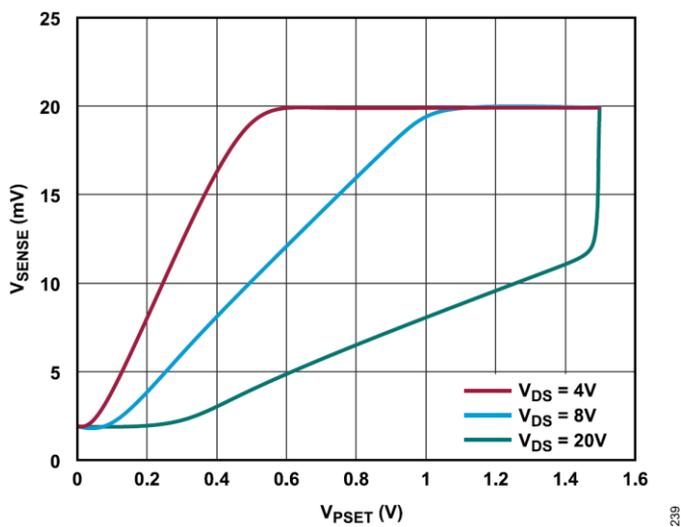


図 39. $V_{SENSECL}$ と V_{PSET} の関係



図 40. I_{MO+}/I_{MO-} と V_{MO+}/V_{MO-} の関係、 $V_{CC} = 20V$

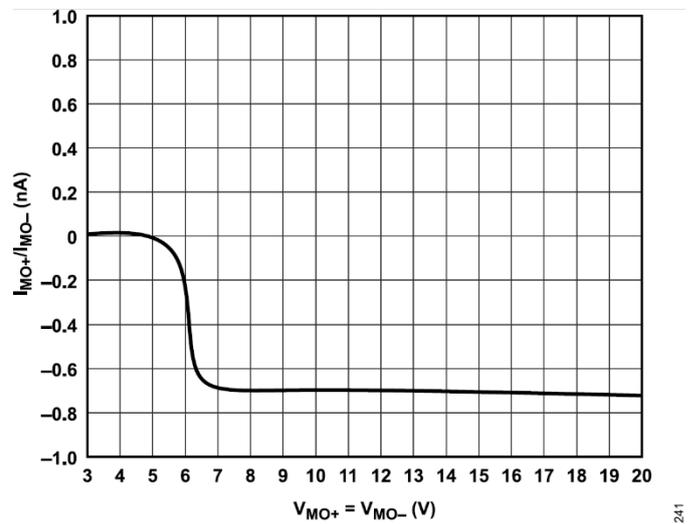


図 41. I_{MO+}/I_{MO-} と V_{MO+}/V_{MO-} の関係、 $V_{CC} = V_{MO+} = V_{MO-}$

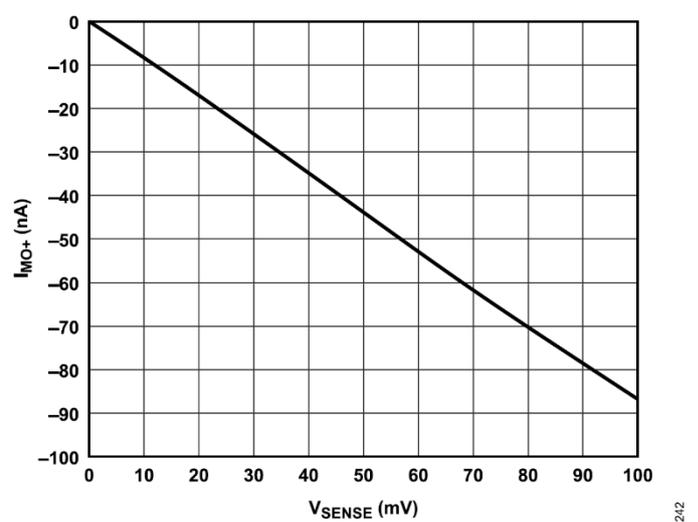


図 42. I_{MO+} と V_{SENSE} の関係、 $V_{CC} = V_{MO+} = 20V$

代表的な性能特性

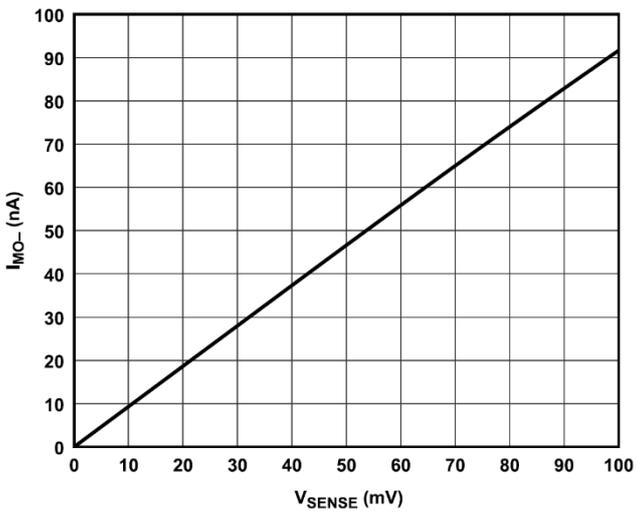


図 43. I_{MO-}と V_{SENSE} の関係、V_{CC} = V_{MO+} = 20V

243

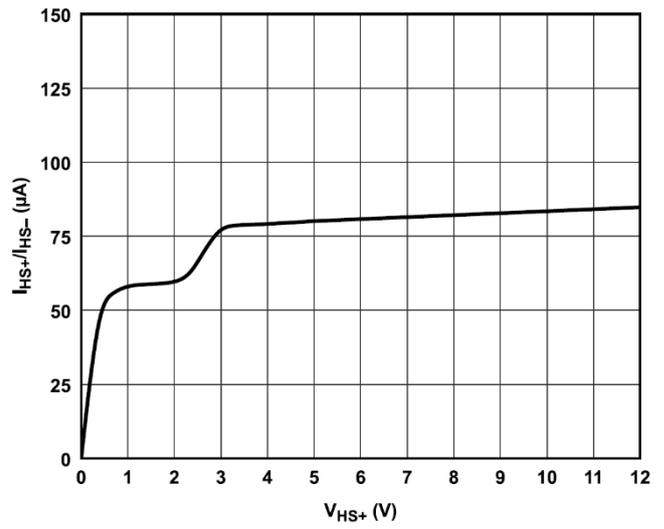


図 44. I_{HS+ / I_{HS-}}と V_{HS+} の関係

244

動作原理

通電中のバックプレーンに回路基板を挿入すると、放電していた電源バイパス・キャパシタの充電時にバックプレーンの電力バスから大量の過渡電流が流れます。これらの過渡電流は、バックプレーン電源のコネクタ・ピンやディップの恒久的な故障の原因になり、システム内の他のボードがリセットされる場合があります。

ADM1281 は、システムのパワーオン/オフを制御するように設計されており、過剰な電流から保護することで、通電中のバックプレーンからボードを取り外したり、挿入したりできます。ADM1281 は、バックプレーンあるいは取り外し可能ボードに配置できます。

ADM1278 との相違点

ADM1281 は [ADM1278](#) と完全な互換性がありますが、若干の相違点があります。

- ▶ MFR_MODEL コマンドおよび MFR_REVISION コマンドによって返される値が異なります。
- ▶ CML フォルトの詳細を出力するために、STATUS_CML という新しいコマンドが追加されています。
- ▶ どのコマンドでも送信バイト・プロトコルを使用できますが、適用できない場合には無視されます。
- ▶ HS+、HS-、MO+、MO-の各ピンの最低動作範囲は4V です。
- ▶ 以下の仕様条件または制限値が異なります：UV ピンと OV ピンの入力電流とスレッシュド・ヒステリシス (I_{UV} 、 I_{OV} 、 UV_{HYST} 、 OV_{HYST})、HS+ピンと HS-ピンの入力不均衡 (I_{SENSE})、MO+ピンと MO-ピンの入力電流 (I_{MO+})、ISET ピンと PSET ピンのリファレンス選択スレッシュド ($V_{ISETRSTH}$ 、 $V_{PSETRSTH}$)、GATE プルダウン電流高速 (I_{GATEDN_FAST})、サーキット・ブレーカ・オフセット (V_{CBOS})、深刻な過電流フィルタ遅延、最小 POR 時間、PWGIN スレッシュド・ヒステリシス ($PWGIN_{HYST}$)。

ADM1281 への給電

VCC ピンから ADM1281 に給電するには、4.5V~20V の電源電圧が必要です。デバイスのバイアス電流の大部分は、VCC ピンから供給されます。ただし、ゲート駆動の制御や V_{GS} 電圧を確実に安定化させるために必要なその他の電流は、HS+ピンで供給されます。

ADM1281 を確実に正しく動作させるため、VCC ピンの電圧は HS+ピンおよび MO+ピンの電圧以上でなくてはなりません。VCC および HS+レールのシーケンス操作は不要です。通常動作時は、4.5V 以上の電圧が VCC ピンに接続されていれば、HS+ピンは 4V まで下げることが可能です。ほとんどのアプリケーションでは、VCC ピンと HS+ピンのどちらも同じ電圧レールに接続されますが、センス電圧の測定において精度が低下するのを防ぐため、これらのピンは別々の配線パターンで接続されます (図 45 参照)

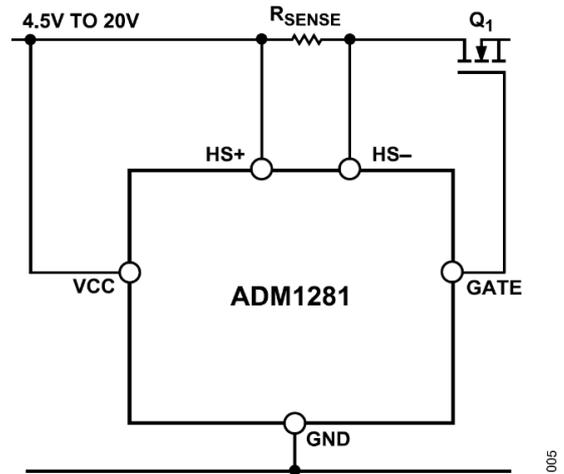


図 45. ADM1281 への給電

トランジェント電源グリッチによる不必要なリセットから ADM1281 を保護するため、図 46 に示すように、外付けの抵抗とキャパシタを追加できます。予想されるグリッチをフィルタ処理できる時間定数が与えられるよう、これらの部品の値を選択します。ただし、静止電流が原因となる電圧低下を最低限に抑えるため、小さな抵抗を使用します。抵抗を用いて突入電流を制限しない場合には、FET の前のレールには電源デカップリング・キャパシタを配置しないでください。

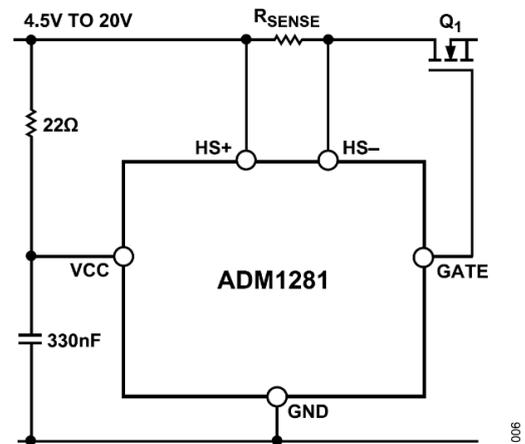


図 46. RC ネットワークを使用したトランジェント・グリッチ保護

ホットスワップ電流検出の入力

外部センス抵抗 R_{SENSE} の両端で発生する電圧低下を測定することで、負荷電流をモニタできます (図 47 参照)。内部の電流検出アンプは、 R_{SENSE} の両端で検出される電圧低下に対して 50 のゲインを提供します。この結果は内部リファレンスと比較され、ホットスワップ制御ロジックによって過電流条件の検出に使用されます。

動作原理

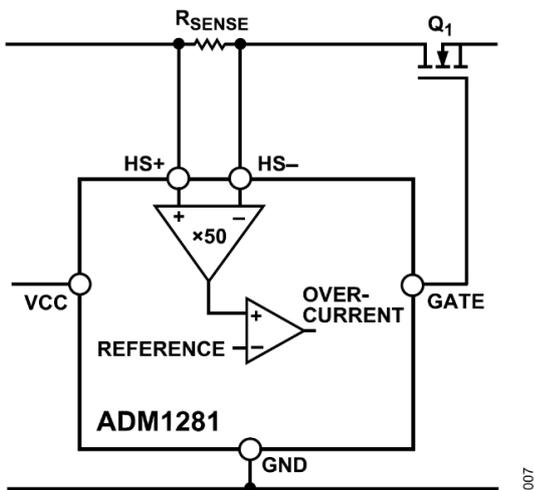


図 47. ホットスワップ電流検出アンプ

HS±入力は、複数の並列センス抵抗に接続できますが、これらは ADM1281 による電圧降下検出に影響する可能性があります。センス抵抗を通る電流はオフセットを発生し、精度低下の原因となります。

より高い精度を得るため、平均抵抗を使用して、各センス抵抗のノード電流の合計を計算することができます (図 48 参照)。平均抵抗の代表値は 10Ω です。各検出ピンの入力電流は、8μA 以内で一致します。これにより、両方の検出入力で確実に同じオフセットが測定されるようになります。

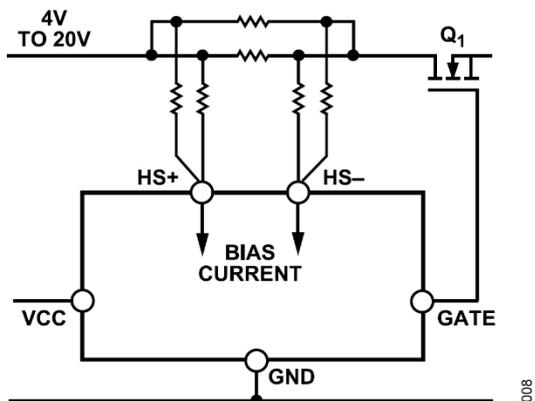


図 48. 複数のセンス抵抗の HS±ピンへの接続

電力モニタ電流検出の入力

内蔵 ADC は、ホットスワップ回路が使用する入力ピンとは別の電流検出入力ピンを用いて負荷電流を測定します。このため、過電流発生に対するホットスワップの応答時間に影響を及ぼすことなく、電力モニタ・ピンにフィルタ処理を追加できます。

ホットスワップ制御と ADC 測定には同じ外部センス抵抗 RSENSE が用いられます。外部フィルタ処理を追加する必要がない場合、図 49 に示すように、HS±ピンと MO±ピンを試験対象デバイスの近くで互いに接続します。

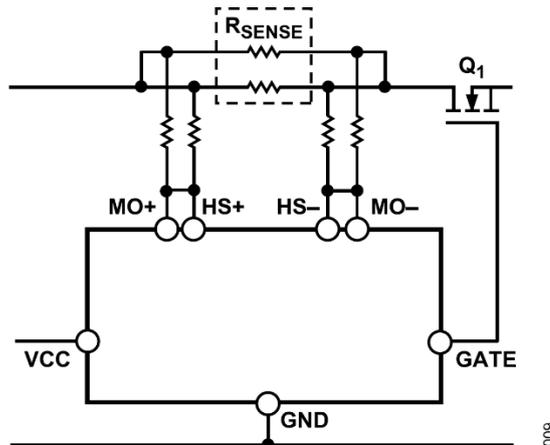


図 49. 電力モニタ、外部フィルタ処理なし

アンチエイリアシング・フィルタ処理を追加する必要がある場合、図 50 に示すように、ホットスワップ性能に影響を及ぼすことのないように、フィルタ処理部品を追加してください。

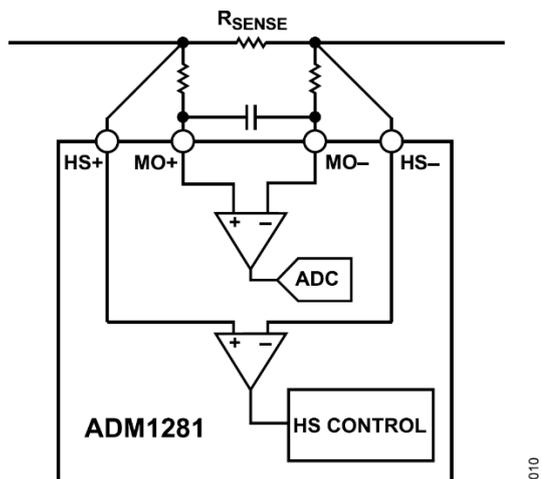


図 50. 電力モニタ電流検出のフィルタ処理

電流制限リファレンス

電流制限のリファレンス電圧は、過電流の発生中に ADM1281 によって制限される負荷電流のレベルを決定します。増幅された電流検出電圧とこのリファレンス電圧を比較すると、制限値に到達したかどうか判断できます。

内部の電流制限リファレンス・セクタ・ブロックは ISET 電圧と PSET 電圧を常に比較し、どちらの電圧リファレンスが最低かを常時判断します。この最低電圧が電流制限リファレンスとして用いられます。PWRGD が非アクティブな間は ISTART ピンもモニタされます。これにより、通常動作時にはプログラムされた電流制限値 ISET が使用され、スタートアップ状態やフォルト状態の間は必要に応じてスタートアップ電流制限値およびフォールドバック機能が電流制限値を低下させます。

動作原理

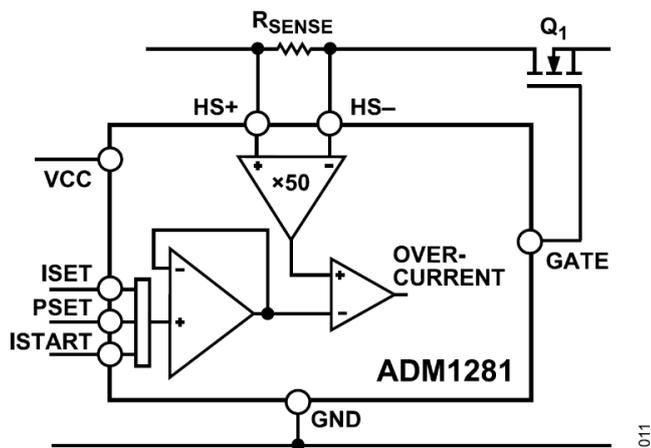


図 51. 電流制限リファレンスの選択

内部コンパレータへのフォールドバックおよびスタートアップ電流制限電圧の入力は、最低レベルの 100mV ($V_{SENSECL} = 2mV$) にクランプされ、電流制限値が低くなりすぎることによって電流がゼロになるのを防ぎます。図 52 は、ADM1281 が FET をエンハンスし出力負荷容量を充電している間に、ISTART、PSET、ISET の各電圧がスタートアップ時にどのように相互作用するかを示す一例です。

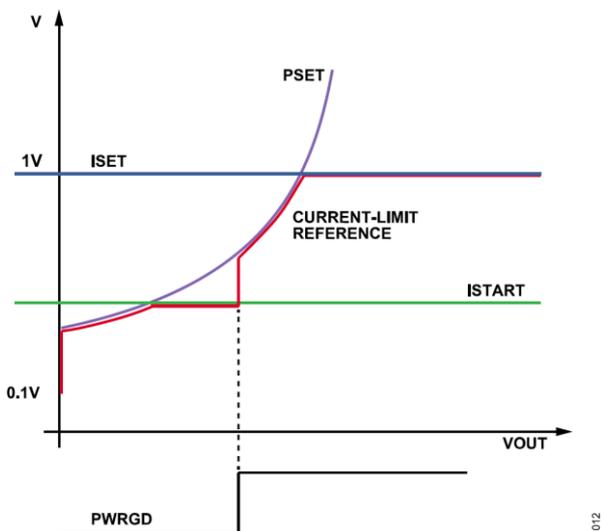


図 52. ISTART、PSET、ISET 電流制限値の相互作用

電流制限値 (ISET) の設定

最大電流制限値は、必要な負荷電流に対応するコントローラの電流検出電圧制限値に一致するセンス抵抗を選択することによって決定されます。ただし、電流が大きくなると、センス抵抗の要件が小さくなり、適切なセンス抵抗を選択すると分解能の達成が難しくなることがあります。ADM1281 は、この問題を解決するために電流検出電圧制限値を調整する機能を備えています。このデバイスでは、必要な電流検出電圧制限値を 5mV~25mV にプログラムできます。

20mV のデフォルト値は、ISET ピンを VCAP ピンに直接接続することで得られます。この接続によって、デバイスが検出入力の 20mV に相当する 1V の内部リファレンスを使用するように設定されます (図 53 を参照)。

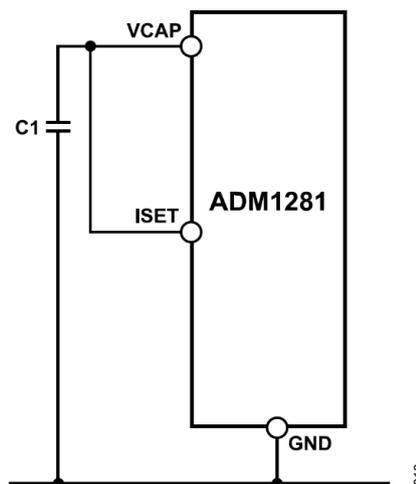


図 53. 20mV 固定の電流検出制限値

5mV~25mV の間で検出電圧をプログラムするため、抵抗分圧器を用いて ISET ピンのリファレンス電圧を設定します (図 54 を参照)。

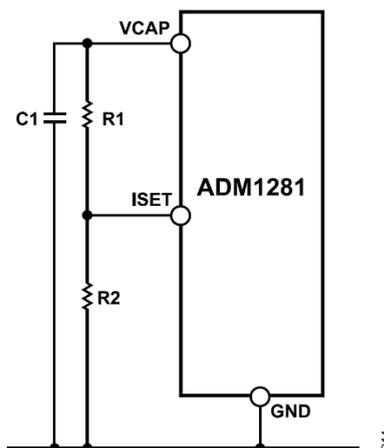


図 54. 5mV~25mV で調整可能な電流検出制限値

VCAP ピンには、内部で生成された 2.7V の電圧が印加されます。この電圧を使用して ISET ピンの電圧を設定できます。 V_{ISET} が ISET ピンの電圧と等しい場合は、抵抗分圧器のサイズを調整して、ISET の電圧を次のように設定します。

$$V_{ISET} = V_{SENSECL} \times 50 \tag{1}$$

ここで、 $V_{SENSECL}$ は電流検出電圧制限値です。

VCAP レールは、PSET ピンおよび ISTART ピンの抵抗分圧器用および I²C アドレス設定用のプルアップ電源として用いることもできます。VCAP ピンは他の用途には使用しないでください。精度を確保するため、VCAP ピンには 100μA を上回る電流をロードしないでください。

動作原理

パワーアップ時のリニア出力電圧ランプの設定

サーバー・アプリケーションでの ADM1281 の標準的なパワーアップ方法は、出力に 1 つのリニア電圧ランプを構成することです。これにより、負荷容量への突入電流を一定にすることができます。この方法には、大きな出力容量と FET の SOA 制限事項の両立が必要な場合、突入電流を非常に低くできるという利点があります。

このような設計の目的は、システム・フォルト・タイマーの制約なしで、単調に直線増加するパワーアップを可能にすることです。これを実現するために、パワーアップの立ち上がりの傾斜は、突入電流がアクティブなサーキット・ブレーカ電流制限値に達することのないよう、低いレベルに設定されます。これにより、タイマーが動作することなくパワーアップを続行できます。この方法を用いる場合、パワーアップ中の MOSFET の電力が SOA 要件を確実に満たすようにしてください。図 55 に示すように、GATE ピンには外付け部品 C_{GATE} が必要です。

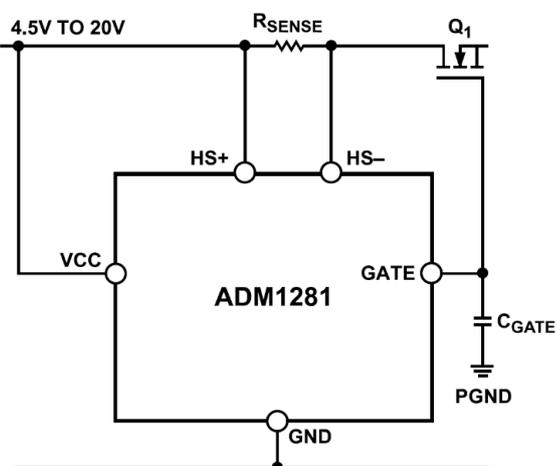


図 55. DV/DT パワーアップ構成

突入電流がアクティブな電流制限値レベルに近づいたり超えたりしないように、次のように適切な C_{GATE} 値を選択して出力電圧の立ち上がり傾斜を設定できます。

$$C_{GATE} = (I_{GATEUP} / I_{INRUSH}) \times C_{LOAD} \quad (2)$$

ここで、 I_{GATEUP} は、指定されたゲート・プルアップ電流。

堅牢な設計を実現するために、必要に応じてマージンと許容誤差を追加します。合計から MOSFET の寄生 C_{GD} を減算し、追加する必要がある外部容量を決定します。

次に、パワーアップのランプ上昇時間は次の式で近似できます。

$$t_{RAMP} = (V_{IN} \times C_{LOAD}) / I_{INRUSH} = (V_{IN} \times C_{GATE}) / I_{GATEUP} \quad (3)$$

MOSFET の SOA で、このパワーアップ・ランプの条件と期間を確認します。TIMER のレギュレーション期間を最小化することで、単純なフォルト・フィルタリング・ソリューションが可能となります。

図 56 に、ゲート・キャパシタをリニア出力電圧のランプ用に設定した、代表的なホットスワップのパワーアップを示します。

動作原理

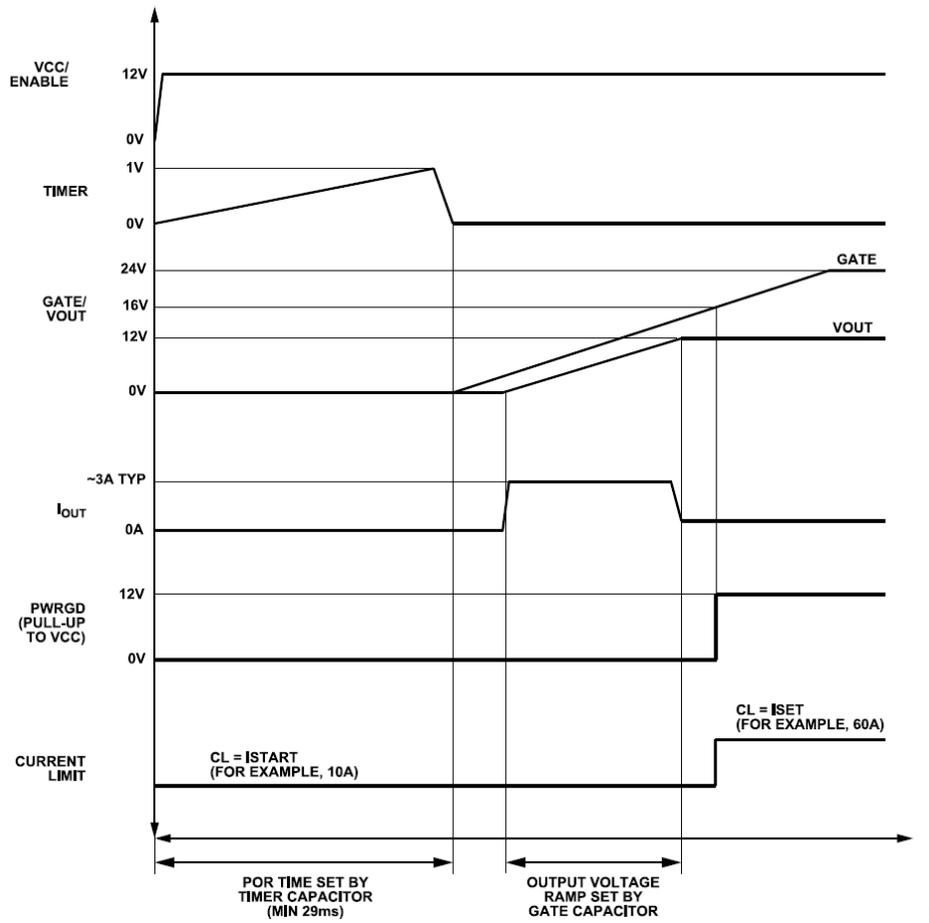


図 56. リニア電圧ランプのパワーアップ

動作原理

スタートアップ電流制限値

dv/dt モードでのパワーアップ時、突入電流は通常 5A 未満程度となるよう設定されます。その他のアクティブな電流制限値 (PSET および ISET) はこれよりはるかに大きな値となる場合があります。スタートアップ電流制限値は、この初期のパワーアップ段階で保護レベルをさらに上げることを目的としています。これは、予想より高い突入電流の発生原因となる、抵抗性タイプのフォルトを防ぐのに役立ちます。

スタートアップ電流制限値は、パワーアップ時のみアクティブになります。PWRGD がアサートされていない場合に有効になり、アサートされている場合には無効になります。

スタートアップ電流制限値は、ISTART ピンまたは PMBus レジスタの STRT_UP_IOUT_LIM (レジスタ 0xF6) を介してプログラムできます。両方が設定されている場合は、最小の電流制限値をアクティブな電流制限値として選択します。どちらの場合も、クランプ・レベルは 2mV (V_{SENSE} の電流制限値) です。

ISTART ピンで設定する場合、電流制限値は次のとおりです。

$$Startup_CL = \frac{V_{ISTART}}{50 \times R_{SENSE}} \quad (4)$$

更に重要なことですが、サーキット・ブレーカ・レベルは次式を用いて計算できます。

$$Startup_CB = \frac{\left(\frac{V_{ISTART}}{50} - 0.88\text{mV}\right)}{R_{SENSE}} \quad (5)$$

通常の dv/dt パワーアップ中にスタートアップの電流制限値がトリガされないように、サーキット・ブレーカのレベルを予想される最大突入電流よりも高い値に設定します。

スタートアップ電流レベルを無効にするには、ISTART ピンを VCAP に接続します。スタートアップ電流制限値の PMBus レジスタは、デフォルトで最大値に設定されます。そのため、デフォルトでは実質的に無効化されます。

PMBus レジスタを使用してスタートアップ電流制限値を設定する場合、スタートアップ電流制限値は ISET 電流制限値の分数で設定されます。4つのレジスタ・ビットがあるので、スタートアップ電流制限値は、通常の電流制限値の 1/16~16/16 で設定できます。有効な ISTART 電圧は、次式で計算できます。

$$V_{ISTART} = V_{ISET} \times \left(\frac{(STRT_UP_IOUT_LIM) + 1}{16}\right) \quad (6)$$

その後、この有効な ISTART 電圧からスタートアップ・サーキット・ブレーカと電流制限値を計算できます。

定電力フォールドバック

フォールドバックは、FET での電圧降下が増加するのに伴って電流制限値をアクティブに低減する方法です。これにより、パワーアップ、過電流、あるいは短絡の発生時に FET の電力をプログラムされた値未満に維持します。そのため、より小型の FET が使用でき、ボード・サイズやコストを節約できます。用いられるフォールドバック方法は定電力フォールドバック方式で、FET の V_{DS} に関わらず FET のパワーを一定に保つものです。これにより、

FET を常に SOA 制限内で動作させるためのタスクが簡単になります。

ADM1281 は、HS+ピンと VOUT ピンを計測することで FET の V_{DS} 電圧降下を検出します。フォールドバック電流制限値は、 V_{DS} 電圧の変化に伴って動的に変化し、MOSFET の電力レベルを一定に維持します。例えば、 V_{OUT} が低下すると、電流制限リファレンスは電流制限リファレンス・セレクタ・ブロックへの最小電圧入力になった後、 V_{PSET} に追従します。これにより、電流制限値が低下し、そのため安定化後の負荷電流も減少します。電流が完全に流れなくなるのを回避するために、電流制限リファレンスが 100mV に達するとクランプがアクティブになります。電流制限値はこのレベルを下回ることはありません。

最大 FET パワー・レベルは、PSET ピンの抵抗分圧器で設定され、次式で表されます。

$$FET\ Power\ Limit = \frac{(V_{PSET} \times 8)}{(50 \times R_{SENSE})} \quad (7)$$

そのため、必要な FET パワー制限値と R_{SENSE} 値を決定した後、必要な PSET 電圧を計算できます。この電圧を、VCAP ピンとの間に抵抗分圧器を接続することで設定します。

タイマー

TIMER ピンは、外付けキャパシタ C_{TIMER} を用いていくつかのタイミング機能を処理します。コンパレータのスレッシュホールドは、 V_{TIMERL} (0.2V) および V_{TIMERH} (1V) の 2 つです。タイミング電流源は、3 μ A プルアップ、60 μ A プルアップ、2 μ A プルダウン、100 μ A プルダウンの 4 種類です。

これらの電流および電圧レベルは、ユーザが選択した C_{TIMER} の値と共に、初期タイミング・サイクル時間とフォルト・レギュレーション時間を決定します。TIMER ピンの容量値は、次式で決まります。

$$C_{TIMER} = (t_{ON} \times 60\mu A) / V_{TIMERH} \quad (8)$$

ここで、 t_{ON} は、設定された電流制限値でのレギュレーションに FET が使うことのできる時間です。

FET は、この時間が FET の SOA 要件と一致するように選択しませんが、選択をしやすくするために、フォールドバックを用いることができます。

VCC がバックプレーンの電源に接続されている場合、ADM1281 の内部電源を充電する必要があります。非常に短時間で内部電源は完全に充電され、VCC が UVLO 電圧を超えるためデバイスはリセットから回復します。この最初の短いリセットの間、GATE ピンと TIMER ピンはどちらもロー・レベルに保持されます。

その後 ADM1281 は初期タイミング・サイクルに入ります。TIMER ピンは、3 μ A でハイにプルアップされます。TIMER ピンが V_{TIMERH} スレッシュホールド (1.0V) に達すると、初期タイミング・サイクルの最初の部分が完了します。FET の正常性チェックを完了するためには、初期タイミング・サイクルには約 29ms 以上の時間が必要です。TIMER キャパシタにより最初の TIMER サイクルが 29ms より短く設定されている場合、29ms が経過するまで TIMER ピンが VCAP 電圧レベルにプルアップされ続けます。その後 100 μ A の電流源が、TIMER ピンを V_{TIMERL} (0.2V) になる

動作原理

までプルダウンします。初期タイミング・サイクル時間は次式により C_{TIMER} と関連づけられます。

$$t_{INITIAL} = \frac{V_{TIMERH} \times C_{TIMER}}{3\mu A} + \frac{(V_{TIMERH} - V_{TIMERL}) \times C_{TIMER}}{100\mu A} \quad (9)$$

ここで、 $t_{INITIAL} \geq 29ms$ で、これは C_{TIMER} の値とは無関係に成立します。

例えば、100nF のキャパシタを用いた場合、最初の挿入遅延は約 34ms になります。初期タイミング・サイクル終了時に、定義された動作ウィンドウに電源が収まっていることを UV 入力および OV 入力が見している場合、デバイスはホットスワップ動作を開始可能です。

センス抵抗両端の電圧がサーキット・ブレーカのトリップ電圧 V_{CB} になると、60 μA の TIMER プルアップ電流がアクティブになり、ゲートが電流を電流制限値で安定化させ始めます。これにより、TIMER ピンのランプアップが開始されます。TIMER ピンが V_{TIMERH} に達する前に検出電圧がこのサーキット・ブレーカのトリップ電圧を下回ると、60 μA のプルアップは無効になり 2 μA のプルダウンが有効になります。

サーキット・ブレーカのトリップ電圧はホットスワップ検出電圧電流制限値と同じではありません。サーキット・ブレーカ・オフセット V_{CBOS} がわずかにあり、これにより、電流が電流制限の指定値に達する少し前に TIMER ピンが実際にランピングを開始します。

ただし、過電流条件が継続し、検出電圧がサーキット・ブレーカのトリップ電圧より高いままの場合、60 μA の電流はアクティブのままとなり FET はレギュレーション状態を維持します。

これにより、TIMER ピンが V_{TIMERH} に到達し GATE のシャットダウンを開始できます。ADM1281 では、FAULT ピンが直ちにローにプルダウンされ、PWRGD がデアサートされます。

ラッチオフ・モードでは、TIMER ピンは V_{TIMERH} スレッシュホールドに達すると 2 μA のプルダウン電流に切り替わります。TIMER ピンがプルダウンされている間、ホットスワップ・コントローラはオフのままとなり、オンに戻ることはできません。

TIMER ピンの電圧が V_{TIMERL} スレッシュホールド未満になると、UV ピンをトグルするか、PMBus の OPERATION コマンドを用いてビットをオンからオフに切り替えた後再度オンにすることで、ホットスワップ・コントローラをオンに戻すことができます。

ホットスワップの再試行

RETRY ピンを用いて、ラッチオフ・モードまたは自動再試行モードに設定できます。RETRY ピンには内部プルアップ電流が流れるため、フローティング状態のままにすると過電流フォルト後にラッチオフ・モードを有効にできます。RETRY ピンをローにプルダウンすると、過電流フォルト後に 10 秒間の自動再試行が有効になります。

FET ゲート・ドライブ・クランプ

GATE ピンで使用されるチャージ・ポンプは、ピンを $V_{CC} + (2 \times V_{CC})$ まで駆動できますが、このピンは、HS \pm ピンより 14V 高い電

圧未満かつ 31V 未満の電圧にクランプされます。このクランプにより、FET の最大 V_{GS} 定格を超えることのないようにできます。

深刻な過電流に対する高速応答

ADM1281 は、短絡条件が生じていることを示す深刻な過電流を検出する、独立した広帯域電流検出アンプを備えています。応答が迅速なため、すぐに検出して対応しないと破壊的な損傷を引き起こすイベントを処理できます。ADM1281 の高速応答回路は、通常の電流制限値 (ISET) の約 125%~225% の範囲で過電流を検出し、ほとんどの場合 1 μs 以内に応答して制御できます。

4 つの深刻な過電流スレッシュホールドのオプションと 2 つの深刻な過電流グリッチ・フィルタのオプションがあり、PMBus レジスタを通じて選択できます。

低電圧および過電圧

ADM1281 は、電源電圧が低電圧 (UV) 状態と過電圧 (OV) 状態をモニタします。UV ピンおよび OV ピンは内部電圧コンパレータの入力に接続され、その電圧レベルが 1V の電圧リファレンスと内部で比較されます。

図 57 に、電圧モニタリングの入力接続を示します。外部抵抗ネットワークは、モニタリング用の電源電圧を分割します。UV ピンに接続された電圧が 1V を下回ると、低電圧イベントが検出され、ゲートは 10mA のプルダウン・デバイスを使用してシャットダウンされます。同様に、過電圧が発生し、OV ピンの電圧が 1V を超えると、ゲートは 10mA のプルダウン・デバイスを使用してシャットダウンされます。UV ピンと OV ピンのスレッシュホールドには 60mV に固定されたヒステリシスがあります。どちらのピンも VCAP への 3.5k Ω と直列に接続したダイオードで個別にクランプされます。

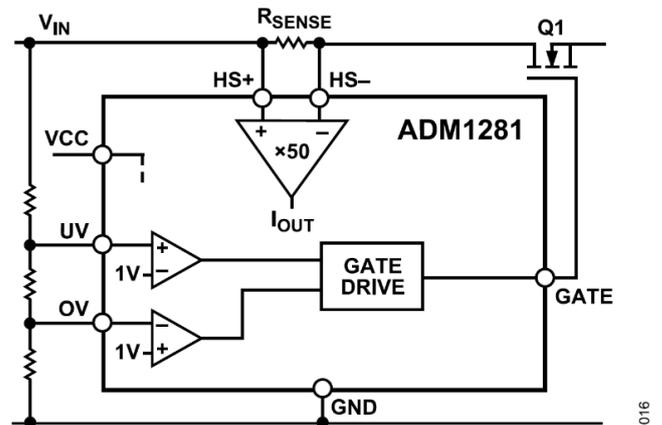


図 57. 低電圧および過電圧の電源モニタリング

パワー・グッド

パワー・グッド (PWRGD) 出力により、出力電圧がユーザ定義のスレッシュホールドを上回っているかどうか、つまり、電圧が良好であるかどうかわかります。PWGIN ピンに接続された抵抗分圧器を使用して、出力電圧の正確なパワー・グッド・スレッシュホールドを設定します。

動作原理

PWRGD ピンは、PWGIN ピンの電圧が 1.0V よりも低くなると（パワー・パッド）、ロー・レベルにプルダウンされるオープン・ドレイン出力です。PWGIN ピンの電圧が、このスレッシュホールドと 60mV の固定ヒステリシスを足した値よりも大きい場合、出力電力は良好であると見なされます。

ただし、PWRGD は次の条件を満たす場合のみアサートされます。

- ▶ PWGIN が立上がりスレッシュホールド電圧を上回っている。
- ▶ ホットスワップが有効になっている。つまり、 $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンがハイ（ENABLE ピンがロー）で、UV および OV が範囲内である。
- ▶ アクティブなフォルト条件がない。つまり、 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンは、何らかのフォルト条件の後にクリアされている。
- ▶ MOSFET は十分な導通状態にある（ゲート電圧 > $V_{\text{MOS-FET_DRAIN}} + 4\text{V}$ ）。

これらの条件を全て満たすと、オープン・ドレイン・プルダウン電流が流れなくなり、PWRGD をハイにプルアップできます。

PWRGD は、 $V_{\text{CC}} \geq 1\text{V}$ で確実に有効な状態になります。

ゲート電圧が $V_{\text{MOSFET_DRAIN}} + 4\text{V}$ を下回る（つまり、MOSFET が完全な導通状態ではなくなる）ことがあっても、PWRGD は 100ms の間はアサートされたままになります。この状態が少なくとも 100ms 継続すると、PWRGD はデアサートされ、FET 正常性フォルト信号が送信されます。

PWRGD のその他の条件が満たされない場合、PWRGD は即座にデアサートされます。

FAULT ピン

FAULT ピンは、次のいずれかのフォルトがホットスワップを引き起こしてシャットダウンすると、アサートされます。

- ▶ FET 正常性フォルト
- ▶ 過電流フォルト
- ▶ 過熱フォルト

アクティブなフォルトがなければ $\overline{\text{FAULT}}$ ピンはラッチされ、ENABLE ピンの立上がりエッジ（ENABLE ピンの立下がりエッジ）、オフ状態からの PMBus OPERATION オン・コマンド、または POWER_CYCLE コマンドによってのみクリアできます。フォルト・レジスタは、 $\overline{\text{ENABLE/ENABLE}}$ ピンまたは POWER_CYCLE コマンドではクリアされません。PMBus OPERATION オフからオン・コマンド、または CLEAR_FAULTS コマンドでのみクリアできます。

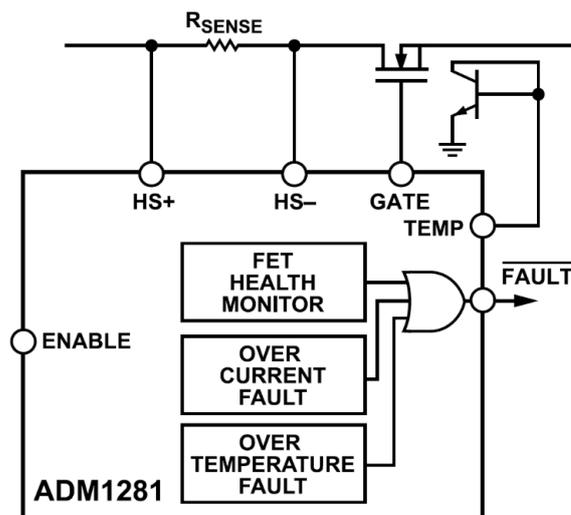


図 58. FAULT ピンの動作

ENABLE/ENABLE 入力

ADM1281 は、専用の ENABLE/ $\overline{\text{ENABLE}}$ デジタル入力ピンを備えています。ADM1281-1 および ADM1281-2 にはアクティブ・ハイの ENABLE ピンがあり、ADM1281-3 にはアクティブ・ローの $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンがあります。ENABLE/ $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンでは、UV ピンが 1.0V を上回り、OV ピンが 1.0V を下回る場合でも、ハードウェア信号を使用して ADM1281 をオフのままにできます。デジタル・イネーブル信号の出力のために UV ピンを使用することもできますが、ENABLE/ $\overline{\text{ENABLE}}$ ピンを使用すると、低電圧条件をモニタする機能が失われません。

デバイスがパワーアップ・シーケンスを開始するためには、UV ピンと OV ピンの条件の他に、ADM1281 の ENABLE/ $\overline{\text{ENABLE}}$ 入力ピンのアサートが必要です。

電流検出出力 (CSOUT)

ADM1281 は、 $V_{\text{SENSE_HS}}$ 電圧に比例する CSOUT ピン電圧を出力します。

$$CSOUT = V_{\text{SENSE_HS}} \times 350 \quad (10)$$

CSOUT は、 R_{SENSE} を通るメインのシステム電流をアナログで表したものです。抵抗分圧器を CSOUT に追加すると、表 2 に示す最大負荷条件を超えていない限り、下段のどのデバイスに対しても電圧出力をクランプできます。

V_{SENSE} 電圧の変化に対して CSOUT ピンはごく短時間で応答するため、電力スロットリングなどの高速応答が必要な場合に使用できます。 V_{SENSE} 電圧が 10mV 変化した場合の CSOUT の応答時間は 10 μs （代表値）です。

リモート温度検出

ADM1281 は、1 個のディスクリット NPN または PNP トランジスタを使用したリモート温度計測機能を備えています。温度計測値は、PMBus インターフェースからリードバックできます。温度計測で、警告とフォルトのスレッシュホールドを設定することもできます。フォルトのスレッシュホールドを超えると、コントローラはパス

動作原理

MOSFET をオフにし、PWRGD ピンをデアサートし、 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンをアサートします。

通常、保護レベルを上げるために、メインのパス MOSFET の近くに外部トランジスタを配置します。コントローラは、MOSFET の動作温度の上昇をモニタし対応します。ボード上の複数の場所をモニタすることはできません。

精度を最適にするには、トランジスタを MOSFET の近くに配置します。トランジスタの反対側に PCB を配置する場合は、複数のビアを使用して、MOSFET からトランジスタへの熱伝導を最適に保ちます。

温度計測の方法

定電流で動作するトランジスタのベース・エミッタ電圧 (V_{BE}) を測定して、ダイオードの負の温度係数を利用すると、簡単に温度を計測できます。ただし、この方法を使用する場合、デバイスごとに異なる V_{BE} の絶対値による影響を取り除くために校正が必要になります。

ADM1281 では、3つの異なる電流値でデバイスが動作している場合に V_{BE} の変化を計測する方法が使用されます。3番目の電流を使用すると、外部温度センサーと直列の抵抗を自動的にキャンセルできます。

温度センサーは、6ms ごとに 64 μ s (代表値) 間にわたり ADC を制御します。ADC から新しい温度計測値を取得するには 12ms がかかります。

リモート検知ダイオード

ADM1281 は、ディスクリート・トランジスタと組み合わせて動作するように設計されています。トランジスタは、ダイオードとして PNP または NPN のいずれかの接続が可能です (コレクタにベース短絡される)。NPN トランジスタを使用する場合、コレクタとベースは TEMP ピンに接続され、エミッタは PGND に接続されます。PNP トランジスタを使用する場合、コレクタとベースは PGND に接続され、エミッタは TEMP ピンに接続されます。

次の基準に従ってデバイスを選択すると、高い精度が得られます。

- ▶ 最も高い動作温度において、ベース・エミッタ電圧が 6 μ A で 0.25V 超。
- ▶ 最も低い動作温度において、ベース・エミッタ電圧が 100 μ A で 0.95V 未満。
- ▶ ベース抵抗が 100 Ω 未満。
- ▶ h_{FE} の変化が小さく (50~150) V_{BE} 特性を厳密に制御可能。

2N3904、2N3906 などのトランジスタまたは SOT-23 パッケージに収納された同等品が使用に適したデバイスです。

ノイズ・フィルタ処理

ノイズの多い環境で温度センサーを動作させる場合、温度ピンにキャパシタを接続することでノイズの影響を軽減させるのが業界標準のプラクティスです。ただし、容量の大きなキャパシタは温度計測の精度に影響を与えるので、キャパシタの最大値には 1000pF が推奨されます。このキャパシタはノイズを軽減しますが、完全に除去するわけではないので、ノイズの多い環境ではセンサーを使用することが難しくなります。

ADM1281 を他のデバイスと比較すると、外部センサーでのノイズの影響を除去できるという大きな利点があります。直列抵抗のキャンセル機能により、外部温度センサーとデバイスの間でフィルタを構成できます。リモート・センサーと直列に接続されるフィルタ抵抗の影響は、温度測定結果から自動的に取り除かれます。

フィルタを構成することで、ADM1281 とリモート温度センサーはノイズの多い環境でも動作できます。図 59 に、 $R = 100\Omega$ 、 $C = 1nF$ の値を持つロー・パス R-C-R フィルタを示します。このフィルタは、コモンモード・ノイズと差動ノイズの両方を軽減します。

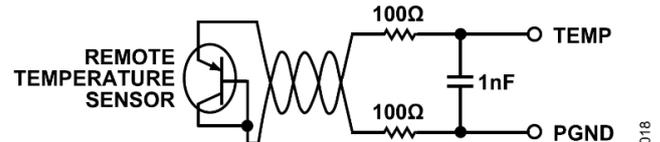


図 59. リモート・センサーと ADM1281 の間のフィルタ

シリアル・ペリフェラル・インターフェース (SPI)

SPI を用いることで、新たなデータを利用可能になると直ちに ADC から生データのストリームを出力でき、データ・リードバックに要する PMBus インターフェースの帯域幅制限を取り除くことができます。PMBus はアクティブなデータ・バスとして残り、全ての設定およびレジスタ・アクセスはやはり PMBus インターフェースを介して完了する必要があります。ただし、SPI を同時に使用すると ADC のモニタリング・データをシリアルに出力できます。SPI は、最大 1MHz の速度で動作可能な 3 ピン・シリアル・インターフェースです。

SPI ピンは、ADM1281-2 モデルでのみ使用できます。ADM1281-2 モデルを使用していて SPI ピンが不要な場合は、SPI 入力ピン ($\overline{\text{SPI_SS}}$ 、MCLK) を VCAP に接続し、SPI 出力ピン (MDAT) をフローティング状態のままにするか GND に接続します。

$\overline{\text{SPI_SS}}$ はターゲット選択ピンで、これがローに保持されている場合、MCLK ピンを用いてデータを MDAT シリアル出力ピンにクロック出力できます。 $\overline{\text{SPI_SS}}$ ピンは出力データのフレーム化にも使用されます。SPI ピンは SPI モード 0 (CPOL = CPHA = 0) に対応しますが、必要に応じ、同じクロック・エッジでデータの出力やキャプチャを行いタイミング・マージンを余分に確保することも可能です。

インターフェースは以下の特性を備えています。

- ▶ MDAT は ADM1281 によって駆動されます (コントローラ入力、ターゲット出力)。 $\overline{\text{SPI_SS}}$ と MCLK は、ベースボード・マネージメント・コントローラ (BMC) などを使用し、ユーザによって駆動されます。
- ▶ ヘッドや ID 情報が不要です。ADC のサンプリングの選択に関わらず、80 ビットのデータ・フォーマットに固定されています (図 60 参照)。
- ▶ $\overline{\text{SPI_SS}}$ の立下がりエッジでシリアル・インターフェースがアクティブになり、この時点で MCLK を使用して MDAT にデータをクロック出力できます。データの重複を避けるため、 $\overline{\text{SPI_SS}}$ 立下がりエッジの間隔は、ADC の最大サンプリング時間以上でなくてはなりません。

動作原理

- ▶ シングル・ショット・モードを選択すると、 $\overline{\text{SPI_SS}}$ の立下がりエッジでADC サンプリング (ADC 変換開始信号) をトリガできます。
- ▶ 最大クロック速度 (MCLK) は約 1MHz です。
- ▶ $\overline{\text{SPI_SS}}$ ピンの立上がりエッジによって出力フレームの任意の時点で出力ストリームを停止できます。
- ▶ 各サンプルのMSBが最初に出力されます。
- ▶ 送信中以外は、出力データのラインは高インピーダンスです。

例えば、ADCの最新のサンプル (16ビット) をリードバックするようSPIを設定している場合、 $\overline{\text{SPI_SS}}$ の最初の立下がりエッジ後全てのビットをクロック出力するには、15個のMCLK立下がりエッジが必要です。これらのビットは1MHzでクロック出力されるため、ADCのサンプル時間が約165 μs の場合、サンプルとデータとの間の遅延は181 μs となります。SPIのタイミング情報については、図3を参照してください。

MDAT出力サンプルはADCから1サンプル分だけオフセットされる点に注意してください。



図 60. 出力データ・フォーマット

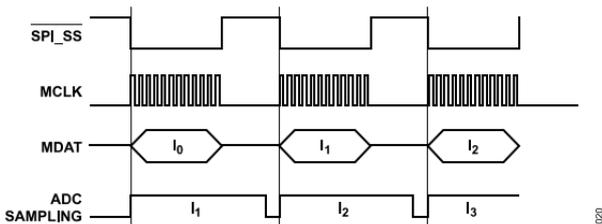


図 61. 最新データのためのストリーミング

V_{OUT}の測定

V_{OUT}ピンは、FETの後の出力電圧を測定します。デバイスはこの電圧を使用して、フォールドバック動作のためのMOSFETのV_{DS}を決定します。FETのソースとV_{OUT}ピンの間に1k Ω の抵抗を直列に追加します。この抵抗は、フォルト状態時にADM1281とFETソースをある程度分離するため、ADM1281の動作は影響を受けません。

ADM1281のV_{OUT}ピンは、パワー・モニタが測定する交流電圧を供給するためにも使用できます。ユーザは、HS+ピンの入力電圧を測定するかV_{OUT}ピンの出力電圧を測定するかを選択できます。

FETの正常性

ADM1281には、フォルトの発生したパスMOSFETを検出するために様々な方法が用意されています。FETのフォルトが検出されると、次の動作が行われます。

- ▶ PWRGDがデアサートされる。
- ▶ FAULTがアサートされローにラッチされる。
- ▶ FET正常性のPMBusステータス・ビットがアサートされラッチされる。

この検出機能は、下段にあるDC/DCコンバータを無効にし、ユーザがフォルトをクリアするまでフォルトまたは過熱しているFETの消費電力を制限します。この機能は、フォルト発生中のFETによる破壊的な事態を避けるために極めて重要です。

ゲートとソース間の短絡またはゲートとドレイン間の短絡は、FETが故障する一般的な原因です。このタイプの故障は、動作中にいつでもADM1281によって検出されます。スタートアップ時にFET正常性フォルトが発生するのは、MOSFETの動作が有効になってから100ms以内にPWRGDがアサートされない場合です。

ドレインとソース間の短絡も故障の原因ですが、あまり一般的ではありません。通常、この故障はハンダ付け短絡などの基板の製造欠陥により発生します。このタイプの故障は、パワーアップ後または10秒間の自動再試行後 (PWGINがスレッシュホールド以上である場合)の最初のパワーオン・リセットのサイクル中に検出されます。

また、PMBusインターフェースを通じてFET正常性の検出を無効にするオプションもあります。

パワー・スロットリング

ADM1281には、プロセッサのパワー・スロットリングを開始するために様々な方法が用意されています。最も単純な方法は、アラート・ピンの一つをHS_INLIM_ENx (アラート1およびアラート2の設定レジスタ、ビット4)に設定することです。それにより、サーキット・ブレーカ・スレッシュホールドを超えた後 (TIMERピンがランピングを開始した後) 数マイクロ秒以内に、ラッチされたアラートが生成されます。この信号は、TIMERレギュレーション期間が終了する前にシステムの電流レベルをサーキット・ブレーカ・スレッシュホールド未満に下げようと、プロセッサの動作を抑制します。

CSOUTピンも、このパワー・スロットリングを行うために使用できます。V_{SENSE}が10mV変化した場合のCSOUTピンの応答時間は約10 μs です。その後CSOUTピンの信号はコンパレータに出力され (抵抗分圧器を経由)、システム電流に対するプログラマブルなアナログ・スレッシュホールドを設定します。コンパレータの出力を使用することで、設定されたスレッシュホールドを超えた後のプロセッサの動作を抑制できます。CSOUTピンを用いる利点は、アクティブなホットスワップ電流制限値とは別にパワー・スロットリングのためのスレッシュホールドを設定できる点です。ただし、パワー・スロットリング・スレッシュホールドを設定する際には、CSOUTピンの精度を考慮する必要があります。

最新のIntel®プロセッサには、パワー・スロットリングに使用できる高速プロセッサ・ホット (高速PROCHOT) 入出力ピンがあります。このピンをアサートすることでプロセッサの強力なスロットリングを開始できます。これは通常、カードがシャットダウンすることを回避するため、他の方法が全て失敗した場合の最後のスロットリング手段として使用されます。HS_INLIM_FAULTアラート信号またはCSOUTピンを用いると、この高速PROCHOTピンを駆動してパワー・スロットリングを行うことができます。

動作原理

電力モニタ

ADM1281には、電流検出の電圧、入力電圧、オプションで外部トランジスタの出力電圧と温度を正確に計測するADCが内蔵されています。負荷に供給される入力電圧と電流は乗算され、リードバックできる電力値になります。また、各電力値は電力量アキュムレータに加算され、外部デバイスでリードバックすることで、負荷の消費電力量を計算できます。

ADM1281は、測定された電流、入力電圧、出力電圧、温度を報告します。PEAK_IOUT、PEAK_VIN、PEAK_VOUT、PEAK_PIN、PEAK_TEMPERATUREの各コマンドを使用して、最後に値がクリアされてから最も高い測定値の読出しを実行できます。

電圧、電流、電力については平均化機能があるため、ADM1281で多数のサンプルを平均化できます。この機能を使用すれば、サンプリングされたデータをホスト・プロセッサで後処理する必要が減ります。平均化できるサンプルの数は、 2^N です。ここで、Nは0~7です。

電力モニタの電流検出アンプはバイポーラで、正と負の両方の電流を測定します。電力モニタ・アンプの入力範囲は±25mVです。

電力モニタには、シングル・ショットと連続の2つの基本的なモードがあります。シングル・ショット・モードでは、ユーザが選択した平均化回数に従い、ADCが入力電圧と電流を複数回サンプリングします。ADM1281は、電圧と電流の測定値の平均に対応する1つの値を返します。連続モードに設定されている場合は、電力モニタは電圧と電流を連続してサンプリングし、最新のサンプルを読出せるようにします。

シングル・ショット・モードは、複数の方法でトリガできます。PMON_CONFIGコマンドを使用してシングル・ショット・モードを選択し、PMON_CONTROLコマンドを使用して変換ビットに書き込むのが最も簡単な方法です。また、変換ビットは、PMBusグループ・コマンドの一部として書き込むこともできます。グループ・コマンドを使用すると、同じI²Cバス・トランザクションの一部として複数のデバイスに書き込みができ、バス上にストップ条件が現れたら、全てのデバイスがコマンドを実行します。この方法では、複数のデバイスを同時にトリガしてサンプリングを実行できます。

電流検出と入力電圧を測定するたびに、電力計算が実行され、2つの測定値が乗算されます。この結果は、READ_PINコマンドを使用してデバイスから読み出され、入力電力が返されます。

同時に、計算された電力値は、電力アキュムレータ・レジスタに加算されます。値がアキュムレータの最大値を超えると、ロールオーバーのカウンタがインクリメントされます。また、電力アキュムレータ・レジスタによって、電力サンプルのカウンタがインクリメントされます。

電力アキュムレータと電力サンプルのカウンタの読出しには、同じREAD_EINコマンドを使用し、必ず同じ時点での加算値とサンプル・カウンタが読み出されるようにします。データの読出しを実行するバス・ホストは、データの読出しが実行されるとタイム・スタンプを割り当てます。ホストは、READ_EINの連続使用の時間差を計算し、消費電力の差分を決定することで、その期間に消費された合計電力量を決定できます。

PMBus インターフェース

I²C バスは、多くのデバイスで通信に使用される、一般的でシンプルなシリアル・バスです。電気仕様、バスのタイミング、物理レイヤ、基本的なプロトコル規則を定義します。

SMBus は I²C を土台にし、I²C より更に堅牢なフォルト・トレラントなバスを実現します。この堅牢性を実現するため、バスのタイムアウトやパケット・エラー・チェック (PEC) などの機能が追加されていて、バス上のデバイスへの読書きに使用されるバス・メッセージの定義も更に明確になっています。

PMBus は、SMBus (I²C) の上部でレイヤ化されます。SMBus で定義されているバス・メッセージを使用して、PMBus は電力チェーンの一部であるデバイスの制御に使用する標準コマンドのセットを定義します。

ADM1281 のコマンド・セットは、PMBus™ Power System Management Protocol Specification, Part I および Part II, Revision 1.2 に基づいています。このバージョンの標準は、DC/DC タイプ・デバイスとの通信にコマンドの共通セットを提供します。ただし、標準の PMBus コマンドの多くは、ホットスワップ・コントローラの機能に直接マップされます。

PMBus 標準の Part I および Part II では、基本的なコマンドと典型的な PMBus セットアップでのコマンドの使用方法について説明しています。以降のセクションでは、PMBus 標準コマンドと ADM1281 固有のコマンドの使用方法について説明します。

デバイスのアドレス指定

ADM1281 には、ADM1281-1、ADM1281-2、ADM1281-3 の3つの A グレードのモデルがあります。また、より電力モニタリング精度の高い ADM1281-1 の AA グレードのバージョンもあります。

PMBus デバイスのアドレスのサイズは7ビットです。いずれのモデルにも、デフォルトのアドレスがありません。どのデバイスも16個の使用可能なアドレスのいずれかにプログラムできます。2本のクワッド・レベルの ADRx ピンは、16個の使用可能なデバイス・アドレスにマップされます。

表 10. ADRx ピン接続

ADR _x State	ADR _x Pin Connection
Low	Connect to GND
Resistor	150 kΩ resistor to GND
High-Z	No connection (floating)
High	Connect to VCAP

表 11. PMBus アドレス・デコード (7 ビット・アドレス)

ADR2 State	ADR1 State	Device Address (Hex)
Low	Low	0x10
Low	Resistor	0x11
Low	High-Z	0x12
Low	High	0x13
Resistor	Low	0x40
Resistor	Resistor	0x41
Resistor	High-Z	0x42
Resistor	High	0x43
High-Z	Low	0x44

表 11. PMBus アドレス・デコード (7 ビット・アドレス) (続き)

ADR2 State	ADR1 State	Device Address (Hex)
High-Z	Resistor	0x45
High-Z	High-Z	0x46
High-Z	High	0x47
High	Low	0x50
High	Resistor	0x51
High	High-Z	0x52
High	High	0x53

SMBus プロトコルの使用方法

ADM1281 上の全ての I²C トランザクションは、SMBus で定義されたバス・プロトコルを使用して実行されます。ADM1281 により、次の SMBus プロトコルが実行されます。

- ▶ バイトの送信
- ▶ バイトの受信
- ▶ バイトの書込み
- ▶ バイトの読出し
- ▶ ワードの書込み
- ▶ ワードの読出し
- ▶ ブロックの読出し

パケット・エラー・チェック (PEC)

ADM1281 の PMBus インターフェースは、SMBus 標準で定義されている PEC バイトの使用をサポートします。PEC バイトは、読出しトランザクション中は ADM1281 によって送信され、書込みトランザクション中はバス・ホストによって ADM1281 に送信されます。ADM1281 は、実行する全ての SMBus プロトコルで PEC をサポートしています。

PEC バイトの使用はオプションです。バス・ホストは、メッセージごとに ADM1281 で PEC バイトを使用するかどうかを決定できません。ADM1281 で PEC を有効または無効にする必要はありません。

PEC バイトは、トランザクションが読出ししか書込みかに応じてバス・ホストまたは ADM1281 が、バス・トランザクション中のエラーの検出に使用します。ホストが、読出しトランザクション中に読み出された PEC バイトが正しくないと判断した場合、必要に応じて読出しを繰り返すことができます。ADM1281 が、書込みトランザクション中に送信された PEC バイトが正しくないと判断した場合、コマンドを無視し (実行しない)、ステータス・フラグをセットします。

グループ・コマンド内で、ホストは PEC バイトをメッセージの一部として ADM1281 に送信するかしないかを選択できます。

I²C バスの部分トランザクション

I²C バスに部分トランザクションがある場合 (スタート・コマンドとして解釈されるスプリアス・データなど)、ADM1281 の I²C バスは I²C トランザクションの最中であるとみなされるので、ロックアップしません。他のトランザクションの最中でも、新しいスタート・コマンドが認識されます。

PMBus インターフェース

SMBus メッセージ・フォーマット

図 62～図 70 に、ADM1281 でサポートされる SMBus プロトコルと PEC のタイプを示します。図 62～図 70 で、グレー表示になっていないセルは、バス・ホストがアクティブにバスを駆動していることを示します。グレー表示のセルは、ADM1281 がバスを駆動していることを示します。

図 62～図 70 では以下の略号を使用します。

- ▶ S はスタート条件。
- ▶ Sr は反復開始条件。
- ▶ P はストップ条件。
- ▶ R は読出しビット。
- ▶ \bar{W} は書込みビット。
- ▶ A はアクノレッジ・ビット (0)。
- ▶ \bar{A} はアクノレッジ・ビット (1)。

アクノレッジ・ビット A は、転送されたバイトがデバイスによって正常に受信されると、通常はアクティブ・ロー (ロジック 0) になります。ただし、受信デバイスがバス・コントローラの場合は、最後に読み出されたバイトのアクノレッジ・ビットはロジック 1 になり、 \bar{A} で示されます。

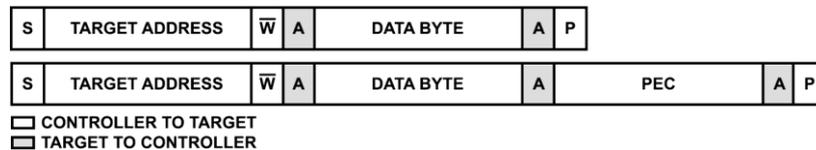


図 62. 送信バイトと PEC 付きの送信バイト

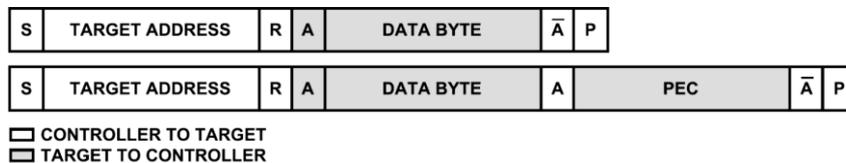


図 63. 受信バイトと PEC 付きの受信バイト



図 64. 書込みバイトと PEC 付きの書込みバイト

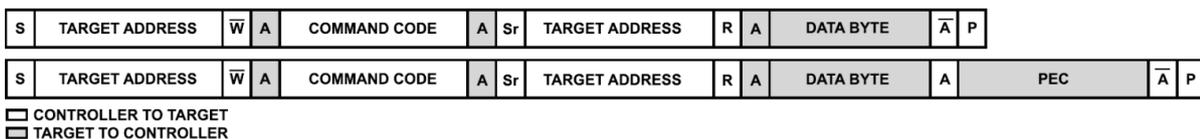


図 65. 読出しバイトと PEC 付きの読出しバイト



図 66. 書込みワードと PEC 付きの書込みワード

PMBus インターフェース

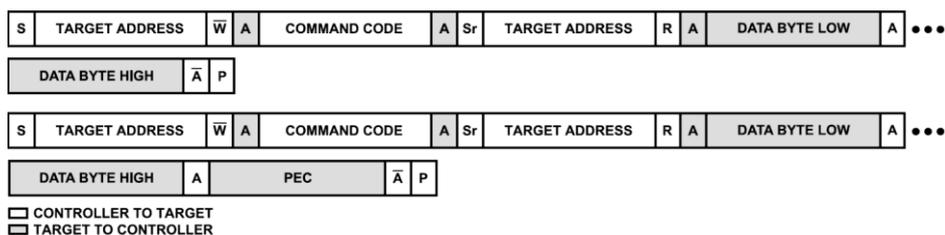


図 67. 読出しワードと PEC 付きの読出しワード

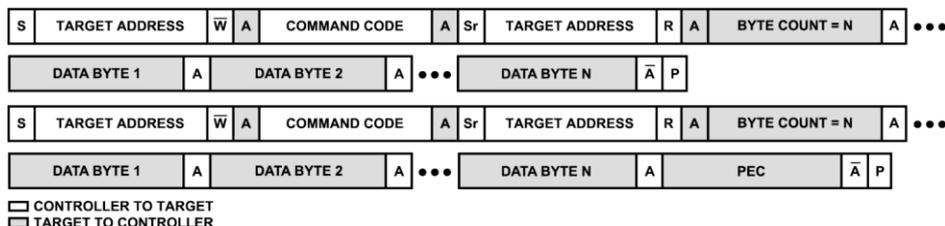


図 68. ブロック読出しと PEC 付きのブロック読出し

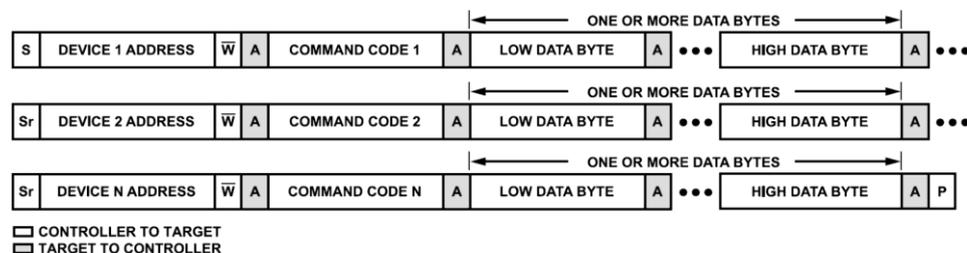


図 69. グループ・コマンド

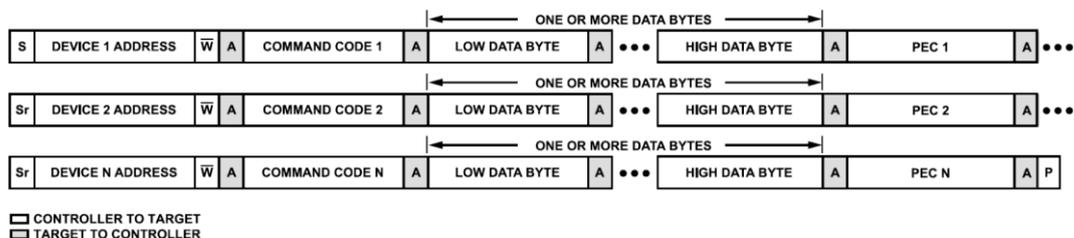


図 70. PEC 付きのグループ・コマンド

PMBus インターフェース

グループ・コマンド

PMBus 標準は、グループ・コマンドと呼ばれるものを定義しています。グループ・コマンドは、コマンドまたはデータを同時に複数のデバイスに送信するシングル・バス・トランザクションです。各デバイスは、独自のアドレスを使用して個別にアドレス指定されます。専用のグループ・コマンド・アドレスはありません。グループ・コマンド・トランザクションには、デバイスにデータを送信する書込みコマンドのみを含めることができます。グループ・コマンドを使用してデバイスからデータの読出しを実行することはできません。

I²C プロトコルの観点から考えると、通常の手書きコマンドは次の内容で構成されます。

- ▶ I²C スタート条件。
- ▶ ターゲット・アドレス・ビットと書込みビット（ターゲット・デバイスからのアキュレシジョンが続く）。
- ▶ 1つ以上のデータ・バイト（各バイトのあとにターゲット・デバイスからのアキュレシジョンが続く）
- ▶ トランザクションを終了するための I²C ストップ条件。

グループ・コマンドは、1つのターゲット・デバイスにデータが書き込まれた後に、反復開始条件がバスに設定され、次のターゲット・デバイスとデータのアドレスが続くという点で非グループ・コマンドとは異なります。このプロセスは、全てのデバイスに書込みが実行されるまで続き、書込みが実行された時点でストップ条件がコントローラ・ドライブによってバスに設定されます。

グループ・コマンドと PEC 付きグループ・コマンドのフォーマットをそれぞれ、[図 69](#) と [図 70](#) に示します。

グループ・コマンドの一部として書込みが実行される各デバイスは、書き込まれたコマンドを即座には実行しません。デバイスは、ストップ条件がバスに設定されるまで待機する必要があります。設定された時点で、全てのデバイスがそれぞれのコマンドを同時に実行します。

例えば、グループ・コマンドを使用して、複数の PMBus デバイスを同時にオンまたはオフにできます。また、ADM1281 の場合は、変換を開始する電力モニタ・コマンドを発行し、複数の ADM1281 デバイスに同時にサンプリングを実行させることもできます。

ホットスワップ制御コマンド

OPERATION コマンド

FET を駆動する GATE ピンは、専用のホットスワップ・ステート・マシンによって制御されます。UV および OV の各入力ピン、TIMER、PWGIN、ENABLE の各ピン、および電流検出は全てステート・マシンに供給され、ゲートをオフにする時期と強度を制御します。

また、PMBus インターフェース経由でコマンドを使用して、ホットスワップ GATE の出力を制御することもできます。

OPERATION コマンドを使用すると、ホットスワップ出力をオンにすることを要求できます。ただし、UV ピンによって入力電源からの電力が必要より低いことが示された場合、OPERATION コマンドが出力を有効にするように要求してもホットスワップ出力はオンになりません。

OPERATION コマンドを使用してホットスワップ出力を無効にすると、全てのホットスワップ・ステート・マシンの制御入力、ホットスワップ出力の有効化が可能であると示していても、GATE ピンはローになります。

OPERATION コマンドのビット 7（別名 ON ビット）のデフォルト状態は 1 です。そのため、ADM1281 が UVLO から解除されると、ホットスワップ出力は常に有効になります。ON ビットが変化しない場合、UV 入力または ENABLE/EABLE 入力がホットスワップ・コントローラのオン/オフ制御信号になります。

UV 信号がハイの間に ON ビットが 0 に設定されると、ホットスワップ出力はオフになります。UV 信号がローの場合または OV 信号がハイの場合、ホットスワップ出力は既にオフになっているので、ON ビットのステータスは無効です。

ON ビットが 1 に設定されると、ホットスワップ出力はオンになるように要求されます。UV 信号がローの場合または OV 信号がハイの場合は、ON ビットを 1 に設定しても無効になり、ホットスワップ出力はオフのままです。

STATUS_BYTE コマンドまたは STATUS_WORD コマンドを使用すると、ホットスワップ出力が有効かどうかをいつでも判断できます（詳細については [ステータス・コマンド](#) のセクションを参照）。

また、OPERATION コマンドは、ステータス・レジスタのラッチ・フォルトをクリアすることもできます。ラッチ・フォルトをクリアするには、ON ビットを 0 に設定した後、1 にリセットします。これにより、ラッチした FAULT ピンをクリアすることもできます。

DEVICE_CONFIG コマンド

DEVICE_CONFIG コマンドは、ADM1281 内の特定の設定を行います。例えば、FET 正常性の検出の有効化や無効化、汎出力ピンの構成、深刻な過電流設定の期間の変更などがこのコマンドで行えます。

POWER_CYCLE コマンド

POWER_CYCLE コマンドを使用すると、ADM1281 を約 5 秒間オフにしてからオンに戻すように要求できます。このコマンドは、ADM1281 がオフになると ADM1281 を制御するプロセッサもパワーオフされる場合に使用すると便利です。このコマンドによってプロセッサは、1つのコマンドの一部として ADM1281 をオフにしてから再度オンにするよう要求できます。

ADM1281 の情報コマンド

CAPABILITY コマンド

ホスト・プロセッサは、CAPABILITY コマンドを使用して ADM1281 がサポートする I²C バス機能を決定できます。報告できる機能には、最大バス速度、デバイスが PEC バイトをサポートするかどうか、SMBAlert 報告機能があります。

PMBUS_REVISION コマンド

PMBUS_REVISION コマンドは、PMBus 標準の Part I および Part II のバージョンを報告します。

PMBus インターフェース

MFR_ID、MFR_MODEL、MFR_REVISION コマンド

MFR_ID、MFR_MODEL、MFR_REVISION コマンドは、バスの ADM1281 の検出および識別を容易にするために使用できる ASCII 文字列を返します。

これらのコマンドは、SMBus ブロックの読出しメッセージ・タイプを使用して読み出されます。このメッセージ・タイプは、ADM1281 がリードバックされる文字列データの長さに対応するバイト・カウントを返すように要求します。

ステータス・コマンド

ADM1281 には、ホットスワップ・コントローラと電力モニタからのフォルトおよび警告を報告するステータス・ビットがあります。これらのステータス・ビットは、階層状に配列された 6 本のレジスタに配置されます。STATUS_BYTE コマンドと STATUS_WORD コマンドは、それぞれ 8 ビットと 16 ビットの高度な情報を提供します。STATUS_BYTE コマンドと STATUS_WORD コマンドには、最も重要なステータス・ビットのほかに、他の 5 つのステータス・レジスタから詳細なステータス情報を読み出す必要があるかどうかを示すポインタ・ビットが含まれます。

ADM1281 では、フォルトと警告が明確に区別されます。フォルトは、常にホットスワップ・コントローラによって生成され、通常はハードウェア・コンポーネントの値によって定義されます。フォルトを生成する可能性のあるイベントは次のとおりです。

- ▶ ホットスワップ・タイマーがタイムアウトする原因となる過電流状態
- ▶ OV ピンの過電圧状態
- ▶ UV ピンの低電圧状態
- ▶ 過熱状態
- ▶ FET 正常性の問題の検出

フォルトが発生すると、ホットスワップ・コントローラは常に何らかのアクションを起こし、通常は FET を駆動する GATE ピンをオフにします。FAULT ピンがアサートされると、PWRGD ピンはデアサートされます。また、フォルトが発生すると、GPO2/ALERT2 ピンで SMBAlert が生成される場合もあります。

ADM1281 内の全ての警告は、電力モニタによって生成されます。電力モニタは電圧、電流、温度をサンプリングし、これらの測定値を様々な制限コマンドによって設定されたスレッシュホールドと比較します。警告は、ホットスワップ・コントローラには影響しませんが、GPOx/ALERTx 出力ピンの片方または両方で SMBAlert が生成される場合もあります。

ステータス・ビットが設定されている場合、フォルトまたは警告のステータス条件がアクティブであるか、過去のある時点でアクティブであったことがわかります。フォルトまたは警告のビットがセットされると、OPERATION コマンドまたは CLEAR_FAULTS コマンドのいずれかを使用して明示的にクリアするまでラッチされます。その他のいくつかのステータス・ビットはライブです。つまり、常にステータス条件を反映し、ラッチされることはありません。

STATUS_BYTE コマンドおよび STATUS_WORD コマンド

STATUS_BYTE コマンドおよび STATUS_WORD コマンドは、デバイス全体のステータスのスナップショットを取得します。これらのコマンドは、その他のステータス・コマンドを使用して詳細な情報を読み出す必要があるかどうかを示します。

STATUS_WORD コマンドで返されるワードの下位バイトは、STATUS_BYTE コマンドで返されるバイトと同じです。STATUS_WORD コマンドで返される上位バイトには、全てのアクティブなステータス・ビットを取得するためにその他のステータス・コマンドのうちどれを発行する必要があるかを決定する、複数のビットがあります。FET 正常性とパワー・グッドのステータス・ビットも STATUS_WORD の上位バイトにあります。

STATUS_INPUT コマンド

STATUS_INPUT コマンドは、入力電源の電圧フォルトと警告、および過電力の警告に関連する複数のビットを返します。

STATUS_VOUT コマンド

STATUS_VOUT コマンドは、出力電源の電圧警告に関連する複数のビットを返します。

STATUS_IOUT コマンド

STATUS_IOUT コマンドは、出力電源の電流フォルトおよび警告に関連する複数のビットを返します。

STATUS_TEMPERATURE コマンド

STATUS_TEMPERATURE コマンドは、外付けトランジスタの温度フォルトおよび警告に関連するいくつかのビットを返します。

STATUS_CML コマンド

STATUS_CML コマンドは、I²C/PMBus のフォルトおよびトリム・メモリ CRC/ECC フォルトに関連する複数のビットを返します。

STATUS_MFR_SPECIFIC コマンド

STATUS_MFR_SPECIFIC コマンドは、標準の PMBus コマンドですが、返されるバイトの内容は ADM1281 に固有のものであります。

CLEAR_FAULTS コマンド

CLEAR_FAULTS コマンドは、セットされたフォルト・ビットおよび警告ビットをクリアします。フォルトおよび警告のビットは、セットされるとラッチされます。このため、ホストはフォルトまたは警告の条件が発生した後、いつでもビットを読み出すことができ、実際に発生した問題が何かを判断できます。

PMBus インターフェース

CLEAR_FAULTS コマンドが発行されてフォルトまたは警告の条件がアクティブでなくなると、ステータス・ビットはクリアされます。入力電圧が UV ピンの低電圧スレッシュホールドを下回るなど、条件が引き続きアクティブな場合、CLEAR_FAULTS コマンドはステータス・ビットのクリアを試行しますが、ステータス・ビットは即座に再度セットされます。

GPO およびアラート・ピンのセットアップ・コマンド

ADM1281 には、2 本の多目的ピン、GPO1/ALERT1/CONV および GPO2/ALERT2があります。

これらのピンは、PMBus 経由で次の 3 つの出力モードのいずれかで設定できます。

- ▶ 汎用デジタル出力。
- ▶ PMBus ステータス・レジスタで、1 つ以上のフォルト/警告ステータス・ビットがアクティブになると SMBAlert を生成する出力。
- ▶ デジタル・コンパレータ

デジタル・コンパレータ・モードでは、電流、電圧、電力、温度警告の各スレッシュホールドは ADM1281 による読出し値または計算値と比較されます。比較の結果が、設定されている警告スレッシュホールドよりも大きいか小さいかに従い、出力をハイまたはローに設定します。

これらのピンを SMBAlert を生成するように設定する方法、および SMBAlert に応答して条件をクリアする方法の例については、[SMBus ARA の使用例](#)のセクションを参照してください。

ALERT1_CONFIG コマンドおよび ALERT2_CONFIG コマンド

ALERT1_CONFIG コマンドおよび ALERT2_CONFIG コマンドは、ビット・マスクの組み合わせを使用してステータス・ビットを選択します。このビットがセットされると、プロセッサに対して SMBAlert 信号が生成されるか、デジタル・コンパレータ・モードが制御されます。13 番ピンおよび 14 番ピン (GPO1/ALERT1/CONV および GPO2/ALERT2) を、DEVICE_CONFIG レジスタで SMBAlert またはデジタル・コンパレータ・モードに設定する必要があります。

13 番ピンまたは 14 番ピンを GPO モードに設定すると、ソフトウェアによってピンが制御されます。このモードに設定すると、SMBAlert マスキング・ビットは無視されます。

電力モニタのコマンド

ADM1281 には、電流、電圧、温度を測定可能な 12 ビットの高精度電力モニタがあります。電力モニタには複数のサンプル平均化オプションを含む様々な動作オプションを設定でき、これらのオプションと連続モードまたはシングル・ショット・モードを組み合わせでモニタリングを実行できます。

電力モニタは、次の量を測定できます。

- ▶ 入力電圧 (V_{IN})
- ▶ 出力電圧 (V_{OUT})
- ▶ 出力電流 (I_{OUT})
- ▶ 外部温度

測定結果から、次の量を計算します。

- ▶ 入力電力 (P_{IN})
- ▶ 入力電力量 (E_{IN})

PMON_CONFIG コマンド

電力モニタは、様々なオプションを指定した動作モードで実行できます。PMON_CONFIG コマンドは電力モニタをセットアップします。

以下を設定できます。

- ▶ シングル・ショットまたは連続サンプリング
- ▶ V_{IN}/V_{OUT} /温度サンプリング動作の有効化/無効化
- ▶ 電流と電圧サンプルの平均化
- ▶ 電力サンプルの平均化
- ▶ 同時サンプリング動作の有効化/無効化
- ▶ 温度センサー・フィルタの有効化/無効化

電力モニタのサンプリング中に電力モニタの設定を変更することは推奨しません。デバイスを正しく動作させ、スプリアス・データやステータス・アラートの生成を避けるには、電力モニタを停止してから変更してください。

PMON_CONTROL コマンド

電力モニタのサンプリングは、PMON_CONTROL コマンドを使用してハードウェアまたはソフトウェアにより開始できます。このコマンドは、シングル・ショット・モードまたは連続モードで使用できます。

READ_VIN、READ_VOUT、READ_IOUT コマンド

ADM1281 電力モニタは、センス抵抗の両端に発生する電圧を常に測定し、それによって電流を測定します。デフォルトでは、HS+ピンからの入力電圧測定動作が有効になっています。VOUT ピンの出力電圧は、PMON_CONFIG コマンドで有効になっていれば使用できます。

READ_TEMPERATURE_1 のコマンド

PMON_CONFIG コマンドによって、外部トランジスタの温度計測動作を有効にできます。有効にすると、温度センサーは 6ms ごとに 64 μ s (代表値) の間 ADC を制御し、12ms ごとに測定値を返します。

READ_PIN、READ_PIN_EXT、READ_EIN、READ_EIN_EXT コマンド

12 ビットの入力電圧 (V_{IN}) 測定値と 12 ビットの電流 (I_{OUT}) 測定値は、入力電力の値を得るために ADM1281 によって乗算されます。この乗算は、固定小数点演算を使用し、24 ビットの値を生成します。数値の形式は 12.0 で、端数部分がないことが前提となっています。負の電力が返されないように、正の I_{OUT} 値のみが使用されます。

PMBus インターフェース

この 24 ビット値は、READ_PIN_EXT コマンドを使用して ADM1281 から読み出せます。ここでは、PIN_EXT は常に正になる 2 の補数のバイナリ値なので、最上位ビット (MSB) は常にゼロになります。

24 ビット値の 16 個の最上位ビットは、P_{IN} の値として使用されます。P_{IN} は常に正になる 2 の補数のバイナリ値なので、16 ビットの P_{IN} ワードの MSB は常にゼロです。

電力計算を完了するたびに、24 ビットの電力値が 24 ビットの電力アキュムレータ・レジスタに加算されます。これも 2 の補数表現なので、MSB は常にゼロになります。この電力アキュムレータ・レジスタが 0x7FFFFFF から 0x000000 にロールオーバーするたびに、16 ビットのロールオーバー・カウンタがインクリメントされます。ロールオーバー・カウンタはストレート・バイナリで、ロールオーバーする前の最大値は 0xFFFF です。

24 ビットのストレート・バイナリ電力サンプル・カウンタも、電力値が計算されて電力量アキュムレータに加算されるたびに 1 ずつインクリメントされます。

これらのレジスタは、電力量アキュムレータに必要な精度レベルと ADM1281 からの読み出し頻度を制限する必要性の有無に応じて、後述する 2 つのコマンドのいずれかを使用してリードバックできます。

バス・ホストは読み出した値から、累積された電力量の差分、サンプル数の差分、最後の読み出し以降の時間差分を計算することで、最後の読み出し以降の平均電力と消費電力を計算することができます。

時間差分は、デバイスからの読み出しコマンドを送信した時刻に基づいてバス・ホストによって計算されます。ADM1281 は計算を行いません。

データの喪失を避けるため、バス・ホストはロールオーバー・カウンタにラップ・アラウンドが 2 回以上生じない速度で読み出しを実行する必要があります。カウンタにラップ・アラウンドが生じると、PIN の次の読み出し値が前の読み出し値よりも小さくなります。

READ_EIN コマンドは、電力量アキュムレータの上位 16 ビット、ロールオーバー・カウンタの下部 8 ビット、サンプル・カウンタの 24 ビット全体を返します。

READ_EIN_EXT コマンドは、電力量アキュムレータの 24 ビット全体、ロールオーバー・カウンタの 16 ビット全体、サンプル・カウンタの 24 ビット全体を返します。より長いロールオーバー・カウンタを使用すると、デバイス読み出しの間隔を数秒から数分に延ばすことができ、データを喪失することがありません。

PEAK_IOUT、PEAK_VIN、PEAK_VOUT、PEAK_PIN、PEAK_TEMPERATURE コマンド

ADM1281 には、電圧と電流の読み出しを実行する標準の PMBus コマンドの他に、最後にピーク値をクリアしてから最大ピーク電圧、電流、電力、温度を報告できるコマンドがあります。

電流モニタが電流と電圧の測定値をサンプリングして平均化した後にのみ、ピーク値が更新されます。各ピーク値に対応するコマンドで 0 を書き込むと、ピーク値がクリアされます。

警告制限値のセットアップ・コマンド

ADM1281 電力モニタは、多数の警告状態を同時にモニタし、ステータス・コマンドを使用してユーザ定義のスレッシュホールドを超える電流、電圧、温度を報告できます。

電力モニタが実行する全ての比較においては、測定値がスレッシュホールドよりも厳密に大きい小さい必要があります。

パワーアップ時に、全てのスレッシュホールドの制限値が最小スケール (低電圧または低電流条件の場合) または最大スケール (過電圧、過電流、過電力、高温条件の場合) のいずれかに設定されます。このような設定をすることで、デフォルトではステータス警告の生成が事実上不可になります。明示的にスレッシュホールドが設定されるまで、ステータス・レジスタに含まれる警告ビットは設定されません。

VIN_OV_WARN_LIMIT コマンドおよび VIN_UV_WARN_LIMIT コマンド

VIN_OV_WARN_LIMIT コマンドおよび VIN_UV_WARN_LIMIT コマンドを使用して、HS+ピンで測定される入力電圧の OV と UV のスレッシュホールドを設定します。

VOUT_OV_WARN_LIMIT コマンドおよび VOUT_UV_WARN_LIMIT コマンド

VOUT_OV_WARN_LIMIT および VOUT_UV_WARN_LIMIT コマンドを使用して、VOUT ピンで測定される出力電圧の OV と UV のスレッシュホールドを設定します。

IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンド

IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドを使用して、センス抵抗を流れる電流の OC スレッシュホールドを設定します。

OT_WARN_LIMIT コマンド

OT_WARN_LIMIT コマンドを使用して、外部トランジスタで計測される温度に対する過熱スレッシュホールドを設定します。

PMBus インターフェース

PIN_OP_WARN_LIMIT コマンド

PIN_OP_WARN_LIMIT コマンドを使用して、負荷に供給される電力の過電力スレッシュホールドを設定します。

PMBus の直接形式での変換

ADM1281 は、電圧、電流、電力値などの実世界の数値を表すために、PMBus の直接形式を使用します。直接形式の数値は、2 バイト、2 の補数、バイナリ整数値の形式をとります。

次の式を使用して、直接形式の値と実世界の数値を変換できます。式 11 は実世界の数値を PMBus の直接形式の値に変換し、式 12 は PMBus の直接形式の値を実世界の値に変換します。

$$Y = (mX + b) \times 10^R \quad (11)$$

$$X = 1/m \times (Y \times 10^{-R} - b) \quad (12)$$

ここで、

Y は PMBus の直接形式の値。

X は実世界の値。

m は傾き係数で、2 バイトの 2 の補数を使用した整数。

b はオフセットで、2 バイトの 2 の補数を使用した整数。

R はスケール指数で、1 バイトの 2 の補数を使用した整数。

電圧、電流、電力、温度の各変換には、同じ式が使用されます。使用する m、b、R の各係数の値のみが異なります。表 12 に、ADM1281 で必要な全ての係数を示します。ここに示す電流と電力の各係数は、各アプリケーションで使用する外部センス抵抗の値に依存します。そのため、特定のセンス抵抗値の係数を得るには、センス抵抗の値を考慮した追加計算を行う必要があります。

係数を求めるための計算に使用するセンス抵抗値の単位は、ミリオームです。係数 m は PMBus 標準では 2 バイトの 2 の補数として定義されています。そのため、表すことのできる最大の正の数値は 32,767 です。m の値がこれより大きく、かつ PMBus 標準の形式で保存する場合、係数 m を 10 で除算し、係数 R を 1 だけ増やします。例えば、10mΩ のセンス抵抗を用いる場合、電力に対する係数 m は 6123 で係数 R は -1 になります。

例 1 : IOUT_OC_WARN_LIMIT は、直接形式で表される電流制限値を必要とします。

必要な電流制限値が 10A でセンス抵抗が 2mΩ の場合、まず最初に電圧係数を求めます。これは単に $m = 800 \times 2$ で、1600 となります。

式 11 を使用し、X をアンペア単位で表現します。

$$Y = ((1600 \times 10) + 20,475) \times 10^{-1}$$

$$Y = 3647.5 = 3648 \quad (\text{整数に四捨五入})$$

IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドを使用して 3648 を書き込むと、10A の過電流警告が設定されます。

例 2 : READ_IOUT コマンドを使用すると、1mΩ のセンス抵抗を通る電流を表す直接形式の値 3339 が返されます。

この値を電流に変換するには、 $m = 800 \times 1$ として式 12 を用います。

$$X = 1/800 \times (3339 \times 10^1 - 20,475)$$

$$X = 16.14A$$

これは、READ_IOUT によって返される値が 3339 の場合、センス抵抗に 16.14A が流れていることを意味します。

電力量アキュムレータは複数の電力値の合計なので、電力値を変換するために使用するのと同じ計算が READ_EIN コマンドで返される電力量アキュムレータ値にも適用されます。

READ_PIN_EXT コマンドと READ_EIN_EXT コマンドで返される値は、READ_PIN コマンドと READ_EIN コマンドで返される 16 ビット値の 24 ビット拡張バージョンです。直接形式の値は、256 で除算してから係数で変換する必要があります (表 12 を参照)。

例 3 : PIN_OP_WARN_LIMIT コマンドは、直接形式で表される電力制限値を必要とします。

必要な電力制限値が 350W でセンス抵抗が 1mΩ の場合、まず係数 m を求めます。これは、 $m = 6123 \times 1$ なので、6123 になります。

式 11 を用いると、

$$Y = (6123 \times 350) \times 10^{-2}$$

$$Y = 21430.5 = 21431 \quad (\text{整数に四捨五入})$$

PIN_OP_WARN_LIMIT コマンドを使用して 21,431 の値を書き込むと 350W の過電力警告が設定されます。

LSB 値を使用した電圧と電流の変換

READ_VIN、READ_VOUT、READ_IOUT コマンドで返される直接形式の電圧値と電流値に対応するピーク・バージョンは、ADM1281 ADC が直接出力するデータです。電圧と電流は 12 ビットの ADC 出力コードなので、ADC での LSB のサイズがわかれば、実世界の値にも変換できます。

PMBus 変換で定義される m、b、R の各係数は整数でなければならないので、わずかに丸められています。そのため、正確な LSB 値を利用するこの方法を使用した方が、やや正確な数値に変換できます。

PMBus インターフェース

ADC コードを電流（アンペア単位）に変換するには、次の式を使用します。

$$V_{SENSE_MO} = LSB_{CURRENT} \times (I_{ADC} - 2048) \quad (13)$$

$$I_{OUT} = V_{SENSE_MO} / (R_{SENSE} \times 0.001) \quad (14)$$

ここで、

$$V_{SENSE_MO} = (V_{MO+}) - (V_{MO-})$$

$$LSB_{CURRENT} = 12.51\mu V$$

I_{ADC} は 12 ビットの ADC コード。

I_{OUT} は電流測定値（アンペア単位）。

R_{SENSE} はセンス抵抗の値（ミリオーム単位）。

ADC コードを電圧に変換するには、次の式を使用します。

$$V_M = LSB_{VOLTAGE} \times (V_{ADC} + 0.5) \quad (15)$$

ここで、

V_M は測定値（ボルト単位）。

$$LSB_{VOLTAGE} = 5.104mV$$

V_{ADC} は 12 ビットの ADC コード。

電流（アンペア単位）を 12 ビット値に変換するには、次の式を使用します（結果は最も近い整数に四捨五入）。

$$V_{SENSE_MO} = I_A \times R_{SENSE} \times 0.001 \quad (16)$$

$$I_{CODE} = 2048 + (V_{SENSE_MO} / LSB_{CURRENT}) \quad (17)$$

ここで、

$$V_{SENSE_MO} = (V_{MO+}) - (V_{MO-})$$

I_A は電流値（アンペア単位）。

R_{SENSE} はセンス抵抗の値（ミリオーム単位）。

I_{CODE} は 12 ビットの ADC コード。

$$LSB_{CURRENT} = 12.51\mu V$$

電圧を 12 ビット値に変換するには、次の式を使用します（結果は最も近い整数に四捨五入）。

$$V_{CODE} = (V_A / LSB_{VOLTAGE}) - 0.5 \quad (18)$$

ここで、

V_{CODE} は 12 ビットの ADC コード。

V_A は電圧値（ボルト単位）。

$$LSB_{VOLTAGE} = 5.104mV$$

表 12. 実世界の係数への PMBus 変換

Coefficient	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)	Temperature (°C)
m	+19,599	+800 × R_{SENSE} (in mΩ)	+6123 × R_{SENSE} (in mΩ)	+42
b	0	+20,475	0	+31,880
R	-2	-1	-2	-1

ALERT ピン動作

ADM1281 は非常に柔軟なアラート・システムを備えており、外部デバイスに1つ以上のフォルト／警告状態を示すことができます。

フォルトと警告

ADM1281 の PMBus フォルトは、通常、アナログ・イベントで生成され（温度フォルトは例外）、ホットスワップ出力の状態を変化させ、オフにします。定義されているフォルトの原因には、次のものがあります。

- ▶ UV ピンで検出される低電圧 (UV) イベント。
- ▶ OV ピンで検出される過電圧 (OV) イベント。
- ▶ ホットスワップのタイムアウトを発生させる過電流 (OC) イベント。
- ▶ 外部トランジスタで検出される過熱 (OT) イベント。
- ▶ バス MOSFET で検出されるフォルト。

フォルトは連続してモニタされ、デバイスに電力が供給されている限り、モニタが無効になることはありません。フォルトが発生すると、対応するステータス・ビットが1つ以上の STATUS_XXX レジスタでセットされます。

ステータス・レジスタのビット・フィールドの値 1 は、常にフォルトまたは警告の状態を示します。ステータス・レジスタのフォルトおよび警告のビットは、1 に設定されるとラッチされます。フォルト状態がアクティブでなくなった場合、ラッチされたビットを 0 にクリアするには、CLEAR_FAULTS コマンドまたは OPERATION コマンドを使用して、ホットスワップ出力をオフにしてから再度オンにします。

警告はフォルトほど深刻ではなく、ホットスワップ・コントローラの状態は変化しません (CML_MEM ビットを除く)。警告源は、次のように定義されます。

- ▶ CML : 通信エラーが I²C バスで発生した。トリム・メモリ・エラー (CML_MEM ビット) が GATE をオフに保持。
- ▶ HS_INLIM_FAULT : 電圧がサーキット・ブレーカ・スレッシュホールドを超え、ブレーカがトリップし、TIMER ピンがランプを開始。必ずしもシステムはシャットダウンしていない。
- ▶ ADC からの I_{OUT} OC 警告。
- ▶ ADC からの V_{IN} UV 警告。
- ▶ ADC からの V_{IN} OV 警告。
- ▶ ADC からの V_{OUT} UV 警告。
- ▶ ADC からの V_{OUT} OV 警告。
- ▶ V_{IN} × I_{OUT} 計算による P_{IN} 過電力 (OP) 警告。
- ▶ ADC からの OT 警告。
- ▶ ADC からのヒステリシス出力警告。

アラートの生成

ホスト・デバイスは、ステータス・コマンドを使用して ADM1281 を定期的にポーリングし、フォルト／警告がアクティブであるかどうかを判定します。ただし、ソフトウェアとプロセッサのリソースの観点から見ると、このポーリングは非常に非効率です。ADM1281 には、ホスト・プロセッサへの割込みを生成するための2つの出力ピン (GPO1/ALERT1/CONV および GPO2/ALERT2) があります。

デフォルトでは、パワーアップ時にオープン・ドレイン GPO1/ALERT1/CONV 出力と GPO2/ALERT2 出力のインピーダンスが高くなってしまいうため、抵抗を介してピンをハイにできるようになっています。ADM1281 では、GPO1/ALERT1/CONV ピンと GPO2/ALERT2 ピンは、デフォルトで無効になっています。

フォルトと警告のセクションに記載されているフォルトや警告が1つ以上有効になりアラートが発生すると、対応する GPO1/ALERT1/CONV ピンまたは GPO2/ALERT2 ピンがアクティブになります。デフォルトでは、GPO1/ALERT1/CONV ピンおよび GPO2/ALERT2 ピンのアクティブ状態はローです。

例えば、GPO2/ALERT2 を使用して V_{OUT} UV 警告を ADC からモニタするには、次の手順を実行します。

1. VOUT_UV_WARN_LIMIT コマンドでスレッシュホールドレベルを設定します。
2. ALERT2_CONFIG レジスタ内の VOUT_UV_WARN_EN2 ビットをセットします。
3. V_{OUT} で電力モニタのサンプリングを開始します (電力モニタが PMON_CONFIG レジスタの V_{OUT} をサンプリングするように設定されていることを確認します)。

V_{OUT} サンプルが、設定された V_{OUT} UV 値を下回ると、GPO2/ALERT2 ピンはローになり、プロセッサに割込み信号が送信されます。

アラートの処理／クリア

GPO1/ALERT1/CONV ピンまたは GPO2/ALERT2 ピンでフォルト／警告が設定されると、ピンはアクティブになり、プロセッサに割込み信号が送信されます。反転が有効にされない限り、ピンはアクティブ・ローです。GPO1/ALERT1/CONV 信号または GPO2/ALERT2 信号は、SMBAlert の機能を実行します。

GPO1/ALERT1/CONV ピンおよび GPO2/ALERT2 ピンは別々のタイミングでアクティブになることができますが、非アクティブになるのは常に同時です。

バスに接続されたデバイスが1台か複数かにより、プロセッサは2つの方法のいずれかで割込みに対応できます。

バスに接続されたデバイスが1台の場合

バスに接続されたデバイスが1台しかない場合、プロセッサは単にステータス・バイトを読み出して CLEAR_FAULTS コマンドを発行することで、全てのステータス・ビットをクリアします。これにより、GPO1/ALERT1/CONV ラインまたは GPO2/ALERT2 ラインがデアサートされます。フォルト (入力の低電圧など) が継続する場合、フォルトが解消されないため、ステータス・ビットは CLEAR_FAULTS コマンドが実行された後も設定されたままになります。ただし、GPO1/ALERT1/CONV ラインまたは GPO2/ALERT2 ラインは、新しいフォルトまたは警告がアクティブにならない限りローになりません。SMBAlert の原因が電力モニタで生成された警告で、電力モニタが連続して動作している場合は、CLEAR_FAULTS コマンドが発行された後に次のサンプルが新しい SMBAlert を生成します。

ALERT ピン動作

バスに接続されたデバイスが複数の場合

複数のデバイスがバスに接続されている場合、プロセッサは SMBus アラート応答アドレス (ARA) コマンドを発行して、SMBAlert ラインをアサートしたデバイスを検出します。プロセッサはデバイスからステータス・バイトを読み出し、CLEAR_FAULTS コマンドを発行します。

SMBus ARA

SMBus ARA は、バス・ホストと通信する必要があるデバイスを検出するためにバス・ホストが用いることのできる特殊なアドレスです。通常、ホストはハードウェア割込みピンを使用して複数のデバイスの SMBus アラート・ピンをモニタします。ホストの割込みが発生すると、ホストは SMBus 受信バイトか PEC プロトコル付きの受信バイトを使用してバス上でメッセージを発行します。

ホストで使用される専用アドレスは 0x0C です。SMB アラート信号のあるデバイスは、独自の 7 ビット・アドレスをデータ・バイトの 7 ビットの MSB として返します。LSB 値は使用されないため、1 か 0 のいずれでもかまいません。ホストは、受信したデータ・バイトからデバイス・アドレスを読み出し、アラート条件の処理に進みます。

複数のデバイスにアクティブな SMBAlert 信号があり、ホストとの通信を試行する場合もあります。この場合、最下位アドレスのデバイスがバスを支配し、ホストへのアドレス送信を行えます。送信に成功したデバイスは SMBus アラート信号を無効にします。ホストが、SMBus アラート信号が引き続きローであることを確認すると、通信する必要のある全てのデバイスがアドレス送信に成功するまでアドレスの読出しを続けます。

SMBus ARA の使用例

SMBAlert が生成されてからクリアされるまでのステップの全シーケンスは次のとおりです。

1. ALERT2_CONFIG コマンドを使用することでフォルトまたは警告が有効になり、対応するステータス・ビットが 0 から 1 になります。これにより、フォルトまたは警告がアクティブになったことが示されます。
2. GPO2/ALERT2 ピンがアクティブになり (ローに設定)、SMBAlert がアクティブになったことを示します。
3. ホスト・プロセッサは SMBus ARA コマンドを発行して、アラートがアクティブなデバイスを特定します。
4. 特定されたデバイスは、I²C アドレスがより下位のデバイスからのアクティブなアラートがない場合、ホスト・プロセッサにアドレスを送信した後、ノー・アクノレッジ・ビットの期間中に GPO2/ALERT2 ピンを非アクティブ (ハイに設定) します。
5. GPO2/ALERT2 ピンがローのままの場合、ホスト・プロセッサは引き続き SMBus ARA コマンドを各デバイスに発行して、ステータス・チェックが必要な全てのデバイスのアドレスを特定する必要があります。

6. ADM1281 は、ステップ 4 の後、引き続き GPO2/ALERT2 ピンが非アクティブな状態で動作します。この場合、ホストがステータス・バイトを読み出してクリアするか、新しいフォルトが発生するまで、ステータス・バイトの内容は変わりません。GPO2/ALERT2 ピンで有効にされながらアクティブ (1 に等しい) になっていないフォルト/警告のステータス・ビットが 0 から 1 に変化すると、新しいアラートが生成され、GPO2/ALERT2 ピンが再度アクティブになります。

デジタル・コンパレータ・モード

GPO1/ALERT1/CONV ピンおよび GPO2/ALERT2 ピンは、電圧、電流、または電力のユーザ定義のスレッシュホールドを超えたかどうかを示すように設定できます。このモードでは、出力ピンはライブで、警告スレッシュホールドを超えてもラッチされません。実際には、このピンはデジタル・コンパレータとして動作し、警告制限スレッシュホールド・コマンドを使用してスレッシュホールドが設定されます。

SMBAlert 設定と同様に、ALERTx_CONFIG コマンドを使用して、具体的にモニタする警告スレッシュホールドを選択します。その後、GPO1/ALERT1/CONV ピンまたは GPO2/ALERT2 ピンは、測定された値がスレッシュホールドを上回ったか下回った場合にそれを示します。

標準アプリケーション回路

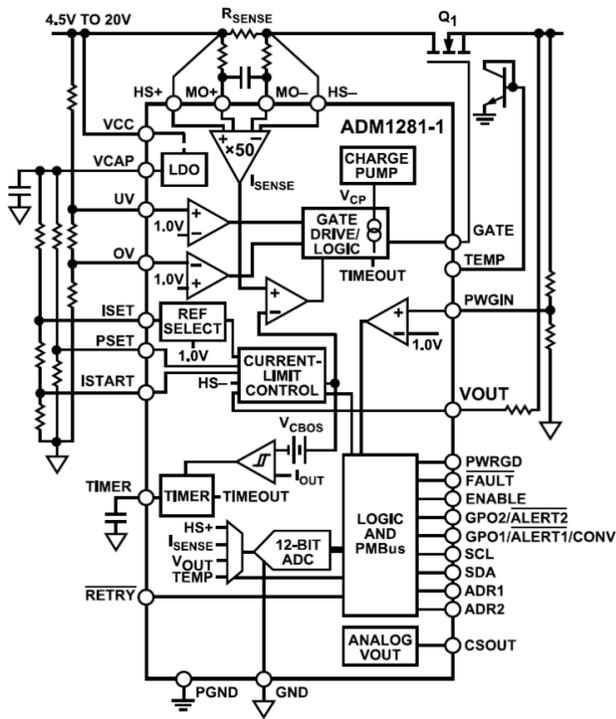


図 71. ADM1281-1 の標準アプリケーション回路

001

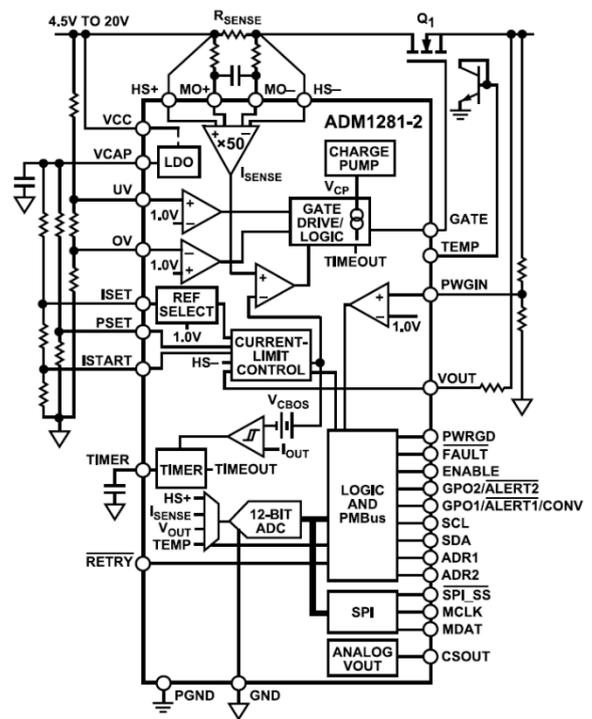


図 72. ADM1281-2 の標準アプリケーション回路

001

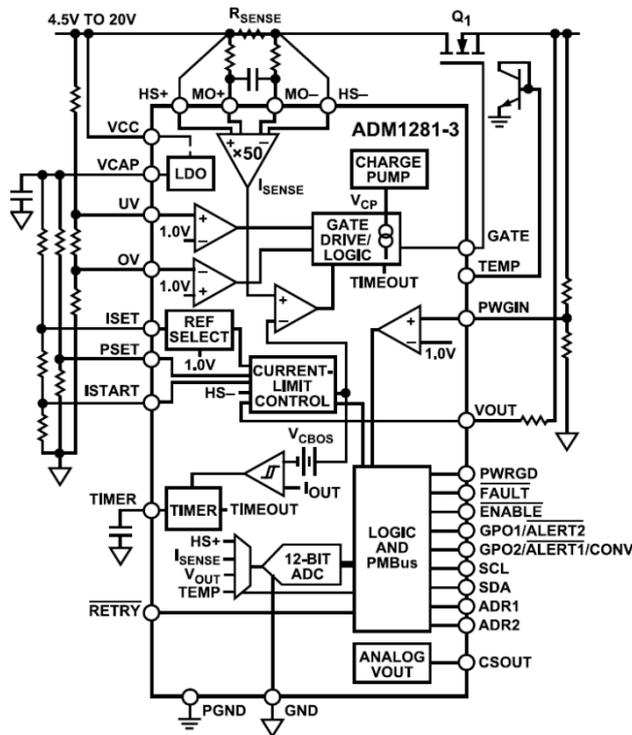


図 73. ADM1281-3 の標準アプリケーション回路

330

PMBus コマンド・リファレンス

レジスタ・アドレスは 16 進数形式です。

表 13. PMBus コマンドの概要

Address	Name	SMBus Transaction Type	Number of Data Bytes	Reset
0x01	OPERATION	Read/write byte	1	0x80
0x03	CLEAR_FAULTS	Send byte	0	Not applicable
0x19	CAPABILITY	Read byte	1	0xB0
0x42	VOUT_OV_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x0FFF
0x43	VOUT_UV_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x0000
0x4A	IOUT_OC_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x0FFF
0x4F	OT_FAULT_LIMIT	Read/write word	2	0x0FFF
0x51	OT_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x0FFF
0x57	VIN_OV_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x0FFF
0x58	VIN_UV_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x0000
0x6B	PIN_OP_WARN_LIMIT	Read/write word	2	0x7FFF
0x78	STATUS_BYTE	Read byte	1	0x00
0x79	STATUS_WORD	Read word	2	0x0000
0x7A	STATUS_VOUT	Read byte	1	0x00
0x7B	STATUS_IOUT	Read byte	1	0x00
0x7C	STATUS_INPUT	Read byte	1	0x00
0x7D	STATUS_TEMPERATURE	Read byte	1	0x00
0x7E	STATUS_CML	Read byte	1	0x00
0x80	STATUS_MFR_SPECIFIC	Read byte	1	0x00
0x86	READ_EIN	Block read	6	0x000000000000
0x88	READ_VIN	Read word	2	0x0000
0x8B	READ_VOUT	Read word	2	0x0000
0x8C	READ_IOUT	Read word	2	0x0000
0x8D	READ_TEMPERATURE_1	Read word	2	0x0000
0x97	READ_PIN	Read word	2	0x0000
0x98	PMBUS_REVISION	Read byte	1	0x22
0x99	MFR_ID	Block read	3	ASCII = ADI
0x9A	MFR_MODEL	Block read	10	ASCII = ADM1281-xy
0x9B	MFR_REVISION	Block read	1	0x30
0x9D	MFR_DATE	Block read	6	ASCII = YYMMDD
0xD0	PEAK_IOUT	Read/write word	2	0x0000
0xD1	PEAK_VIN	Read/write word	2	0x0000
0xD2	PEAK_VOUT	Read/write word	2	0x0000
0xD3	PMON_CONTROL	Read/write byte	1	0x01
0xD4	PMON_CONFIG	Read/write word	2	0x0714
0xD5	ALERT1_CONFIG	Read/write word	2	0x0000
0xD6	ALERT2_CONFIG	Read/write word	2	0x0000
0xD7	PEAK_TEMPERATURE	Read/write word	2	0x0000
0xD8	DEVICE_CONFIG	Read/write word	2	0x000D
0xD9	POWER_CYCLE	Send byte	0	Not applicable
0xDA	PEAK_PIN	Read/write word	2	0x0000
0xDB	READ_PIN_EXT	Block read	3	0x000000
0xDC	READ_EIN_EXT	Block read	8	0x0000000000000000
0xF2	HYSTERESIS_LOW	Read/write word	2	0x0000
0xF3	HYSTERESIS_HIGH	Read/write word	2	0xFFFF
0xF4	STATUS_HYSTERESIS	Read byte	1	0x00
0xF6	STRT_UP_IOUT_LIM	Read/write word	2	0x000F

レジスタの詳細

動作レジスタ

アドレス：0x01、リセット：0x80、レジスタ名：OPERATION

このコマンドはホットスワップのオンとオフを要求します。ホットスワップがオンになると、アクティブではないフォルトまたは警告のステータス・ビットがクリアされます。

表 14. OPERATION ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	ON	0 1	ホットスワップ機能の有効化。 ホットスワップ出力は無効。 ホットスワップ出力は有効。	0x1	RW
[6:0]	RESERVED		常に 0000000 と読み出されます。	0x00	RESERVED

フォルト・クリア・レジスタ

アドレス：0x03、送信バイト、データなし、レジスタ名：CLEAR_FAULTS

このコマンドは、全てのステータス・レジスタのフォルトおよび警告ビットをクリアします。アクティブなフォルトはクリアされず、セットされたままになります。電力モニタによって生成された警告と OT_FAULT はクリアされますが、次の電力モニタの変換サイクル後もアクティブなままの場合は、再度アサートされることがあります。

このコマンドではデータは不要です。

PMBus 機能レジスタ

アドレス：0x19、リセット：0xB0、レジスタ名：CAPABILITY

ホスト・システムがデバイスの SMBus インターフェース機能を判断できます。

表 15. CAPABILITY のビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	PEC_SUPPORT	1	パケット・エラー訂正 (PEC) のサポート 常に 1 と読み出されます。PEC をサポート。	0x1	R
[6:5]	MAX_BUS_SPEED	01	最大バス・インターフェース速度 常に 01 と読み出されます。サポートされる最大バス速度は 400kHz。	0x1	R
4	SMBALERT_SUPPORT	1	SMBAlert のサポート。 常に 1 と読み出されます。デバイスは SMBAlert および ARA をサポート	0x1	R
[3:0]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED

V_{OUT} OV 警告制限値レジスタ

アドレス：0x42、リセット：0x0FFF、レジスタ名：VOUT_OV_WARN_LIMIT

このレジスタは、VOUT ピンで測定される電圧に対する過電圧警告制限値を設定します。

表 16. VOUT_OV_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	VOUT_OV_WARN_LIMIT		VOUT ピンの測定値に対する過電圧警告スレッシュホールド (直接形式)。	0xFFFF	RW

レジスタの詳細

V_{OUT} UV 警告制限値レジスタ

アドレス：0x43、リセット：0x0000、レジスタ名：VOUT_UV_WARN_LIMIT

このレジスタは、VOUT ピンで測定される電圧に対する低電圧警告制限値を設定します。

表 17. VOUT_UV_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	VOUT_UV_WARN_LIMIT		VOUT ピンの測定値に対する低電圧警告スレッシュヨルド（直接形式）。	0x000	RW

I_{OUT} OC 警告制限値レジスタ

アドレス：0x4A、リセット：0x0FFF、レジスタ名：IOUT_OC_WARN_LIMIT

このレジスタは、MO+ピンと MO-ピンの間で測定される電流に対する過電流警告制限値を設定します。

表 18. IOUT_OC_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	IOUT_OC_WARN_LIMIT		IOUT の測定値に対する過電流警告スレッシュヨルド（直接形式）。	0xFFFF	RW

OT フォルト制限値レジスタ

アドレス：0x4F、リセット：0x0FFF、レジスタ名：OT_FAULT_LIMIT

このレジスタは、TEMP ピンで測定される温度に対する過熱フォルト制限値を設定します。

表 19. OT_FAULT_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	OT_FAULT_LIMIT		TEMP ピンの測定値に対する過熱フォルト・スレッシュヨルド（直接形式）。	0xFFFF	RW

OT 警告制限値レジスタ

アドレス：0x51、リセット：0x0FFF、レジスタ名：OT_WARN_LIMIT

このレジスタは、TEMP ピンで測定される温度に対する過熱警告制限値を設定します。

表 20. OT_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	OT_WARN_LIMIT		TEMP ピンの測定値に対する過熱警告スレッシュヨルド（直接形式）。	0xFFFF	RW

レジスタの詳細

VIN OV 警告制限値レジスタ

アドレス：0x57、リセット：0x0FFF、レジスタ名：VIN_OV_WARN_LIMIT

このレジスタは、HS+ピンで測定される電圧に対する過電圧警告制限値を設定します。

表 21. VIN_OV_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	OT_WARN_LIMIT		HS+ピンの測定値に対する過電圧警告スレッシュホールド（直接形式）。	0xFFFF	RW

VIN UV 警告制限値レジスタ

アドレス：0x58、リセット：0x0000、レジスタ名：VIN_UV_WARN_LIMIT

このレジスタは、HS+ピンで測定される電圧に対する低電圧警告制限値を設定します。

表 22. VIN_UV_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	VIN_UV_WARN_LIMIT		HS+ピンの測定値に対する低電圧警告スレッシュホールド（直接形式）。	0xFFFF	RW

PIN OP 警告制限値レジスタ

アドレス：0x6B、リセット：0x7FFF、レジスタ名：PIN_OP_WARN_LIMIT

このレジスタは、 $V_{IN} \times I_{OUT}$ に基づいて計算される電力に対する過電力警告制限値を設定します。

表 23. PIN_OP_WARN_LIMIT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
15	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[14:0]	PIN_OP_WARN_LIMIT		$V_{IN} \times I_{OUT}$ で計算される電力に対する過電力警告スレッシュホールド（直接形式）。	0x7FFF	RW

ステータス・バイト・レジスタ

アドレス：0x78、リセット：0x00、レジスタ名：STATUS_BYTE

デバイスに関する、重要なフォルトのステータス情報と、一部の上位レベルのステータス・コマンドを提供します。これは、STATUS_WORD によって返される下位バイトと同じです。ビットが 1 に設定されている場合、フォルトまたは警告が発生したことを示しています。

表 24. STATUS_BYTE ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED
6	HOTSWAP_OFF	0 1	ホットスワップ・ゲートのオフ。このビットはライブです。 ホットスワップのゲート駆動出力は有効。 ホットスワップのゲート駆動出力は無効で、GATE ピンはプルダウンされている。これは、例えば、デバイスをラッチオフさせる過電流フォルト、UV ピンで発生する低電圧、出力をオフにする OPERATION コマンドの使用などが原因です。	0x0	R
5	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED
4	IOUT_OC_FAULT	0 1	IOUT の過電流フォルト。このビットはラッチされます。 過電流出力フォルトは検出されていない。 ホットスワップ・コントローラが過電流を検出し、TIMER ピンのキャパシタで設定された時間制限値を超えたため、ホットスワップ・ゲート駆動がシャットダウン。	0x0	R

レジスタの詳細

表 24. STATUS_BYTE ビットの説明 (続き)

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
3	VIN_UV_FAULT	0 1	V _{IN} のフォルト。このビットはラッチされます。 UVピンで低電圧の入力フォルトは検出されていない。 UVピンで低電圧の入力フォルトが検出された。	0x0	R
2	TEMP_FAULT	0 1	温度フォルトまたは警告。このビットはライブです。 STATUS_TEMPERATURE で読まれていないアクティブなステータス・ビットはない。 STATUS_TEMPERATURE で読まれていないアクティブなステータス・ビットが1つ以上ある。	0x0	R
1	CML_FAULT	0 1	CMLのフォルト。このビットはラッチされます。 I ² C/PMBus インターフェースでの通信エラーまたはトリム・メモリでのCRC/ECCエラーは検出されていない。 I ² C/PMBus インターフェースまたはトリム・メモリでエラーを検出。検出される通信エラーは、サポートされていないコマンド、無効なPECバイト、構造の誤ったメッセージなどです。トリム・メモリ・エラーには、CRC/ECCエラーなどがあります。	0x0	R
0	NONEABOVE_STATUS	0 1	上記以外。このビットはライブです。 他のどのステータス・コマンドからも、上記以外のアクティブなステータス・ビットは報告されていない。 アクティブなステータス・ビットが、1つ以上のステータス・コマンドによって読み出されるのを待機している。	0x0	R

ステータス・ワード・レジスタ

アドレス : 0x79、リセット : 0x0000、レジスタ名 : STATUS_WORD

デバイスに関する、重要なフォルトのステータス情報と、全ての上位レベルのステータス・コマンドのステータス情報を提供します。下位バイトは、STATUS_BYTEによっても返されます。

表 25. STATUS_WORD ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
15	VOUT_STATUS	0 1	V _{OUT} の警告。このビットはライブです。 STATUS_VOUT レジスタで読まれていないアクティブなステータス・ビットはない。 STATUS_VOUT で読まれていないアクティブなステータス・ビットが1つ以上ある。	0x0	R
14	IOUT_STATUS	0 1	I _{OUT} のフォルトまたは警告。このビットはライブです。 STATUS_IOUT レジスタで読まれていないアクティブなステータス・ビットはない。 STATUS_IOUT レジスタで読まれていないアクティブなステータス・ビットが1つ以上ある。	0x0	R
13	INPUT_STATUS	0 1	入力の警告。このビットはライブです。 STATUS_INPUT レジスタで読まれていないアクティブなステータス・ビットはない。 STATUS_INPUT で読まれていないアクティブなステータス・ビットが1つ以上ある。	0x0	R
12	MFR_STATUS	0 1	メーカー固有のフォルトまたは警告。このビットはライブです。 STATUS_MFR_SPECIFIC レジスタで読まれていないアクティブなステータス・ビットはない。 STATUS_MFR_SPECIFIC レジスタで読まれていないアクティブなステータス・ビットが1つ以上ある。	0x0	R
11	PGB_STATUS	0 1	電力の状態が良好ではない。このビットはライブです。 出力電力は良好。PWGINピンの電圧がスレッショルドを上回っている。 出力電力は不良。PWGINピンの電圧がスレッショルドを下回っている。	0x0	R
[10:9]	RESERVED		常に00と読み出されます。	0x0	RESERVED
8	FET_HEALTH_FAULT	0 1	FET正常性フォルト。このビットはラッチされます。 FETのフォルトは検出されていない。 FETのフォルト状態が検出された。	0x0	R

レジスタの詳細

表 25. STATUS_WORD ビットの説明 (続き)

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	RESERVED		常に 0 に設定されます。	0x0	RESERVED
6	HOTSWAP_OFF		STATUS_BYTE レジスタの対応するビットの複製。	0x0	R
5	RESERVED		常に 0 に設定されます。	0x0	RESERVED
4	IOUT_OC_FAULT		STATUS_BYTE レジスタの対応するビットの複製。	0x0	R
3	VIN_UV_FAULT		STATUS_BYTE レジスタの対応するビットの複製。	0x0	R
2	TEMP_FAULT		STATUS_BYTE レジスタの対応するビットの複製。	0x0	R
1	CML_FAULT		STATUS_BYTE レジスタの対応するビットの複製。	0x0	R
0	NONEABOVE_STATUS		STATUS_BYTE レジスタの対応するビットの複製。	0x0	R

V_{OUT} ステータス・レジスタ

アドレス : 0x7A、リセット : 0x00、レジスタ名 : STATUS_VOUT

V_{OUT} に関連する警告のステータス情報を提供します。

表 26. STATUS_VOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED
6	VOUT_OV_WARN	0 1	V _{OUT} の過電圧警告。 電力モニタで出力電源の過電圧は検出されていない。 電力モニタで出力電源の過電圧が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
5	VOUT_UV_WARN	0 1	V _{OUT} の UV 警告。 電力モニタで出力電源の低電圧は検出されていない。 電力モニタで出力電源の低電圧が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
[4:0]	RESERVED		常に 00000 と読み出されます。	0x00	RESERVED

I_{OUT} ステータス・レジスタ

アドレス : 0x7B、リセット : 0x00、レジスタ名 : STATUS_IOUT

I_{OUT} 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。

表 27. STATUS_IOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	IOUT_OC_FAULT	0 1	I _{OUT} の過電流フォルト。 過電流出力フォルトは検出されていない。 ホットスワップ・コントローラが過電流を検出し、TIMER ピンのキャパシタで設定された時間制限値を超えたため、ホットスワップ・ゲート駆動がシャットダウン。このビットはラッチされます。	0x0	R
6	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED
5	IOUT_OC_WARN	0 1	I _{OUT} の過電流警告。 IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドを使用したところ、電力モニタで出力電源の過電流は検出されていない。 IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドを使用したところ、電力モニタで過電流が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
[4:0]	RESERVED		常に 00000 と読み出されます。	0x0	RESERVED

レジスタの詳細

入力ステータス・レジスタ

アドレス：0x7C、リセット：0x00、レジスタ名：STATUS_INPUT

VINおよびPIN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。

表 28. STATUS_IOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	VIN_OV_FAULT	0 1	VINの過電圧フォルト。 OVピンで過電圧は検出されていない。 OVピンで過電圧が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
6	VIN_OV_WARN	0 1	VINの過電圧警告フォルト。 電力モニタで入力電源の過電圧状態は検出されていない。 電力モニタで入力電源の過電圧状態が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
5	VIN_UV_WARN	0 1	VINの低電圧警告。 電力モニタで入力電源の低電圧状態は検出されていない。 電力モニタで出力電源の低電圧状態が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
4	VIN_UV_FAULT	0 1	VINの低電圧フォルト。 UVピンで過電圧は検出されていない。 UVピンで過電圧が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
[3:1]	RESERVED		常に000と読み出されます。	0x0	RESERVED
0	PIN_OP_WARN	0 1	PINの過電力警告 電力モニタで入力電源の過電力状態は検出されていない。 電力モニタで入力電源の過電力状態が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R

温度ステータス・レジスタ

アドレス：0x7D、リセット：0x00、レジスタ名：STATUS_TEMPERATURE

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。

表 29. STATUS_TEMPERATURE ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	OT_FAULT	0 1	過熱フォルト。 ADCで過熱フォルトは検出されていない。 ADCで過熱フォルトが検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
6	OT_WARNING	0 1	過熱警告。 ADCで過熱警告は検出されていない。 ADCで過熱警告が検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
[5:0]	RESERVED		常に000000と読み出されます。	0x0	RESERVED

通信／メモリ／ロジックのフォルト・レジスタ

アドレス：0x7E、リセット：0x00、レジスタ名：STATUS_CML

I²C/PMBus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。

表 30. STATUS_CML のビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	CML_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の受信。 フォルトは検出されていない。 フォルトが検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R
6	CML_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の受信。 フォルトは検出されていない。 フォルトが検出された。このビットはラッチされます。	0x0	R

レジスタの詳細

表 30. STATUS_CML のビットの説明 (続き)

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
5	CML_PEC	0	パケット・エラー・チェック失敗。 フォルトは検出されていない。	0x0	R
		1	フォルトが検出された。このビットはラッチされます。		
4	CML_MEM	0	トリム・メモリ・フォルト検出。 フォルトは検出されていない。	0x0	R
		1	フォルトが検出された。このビットはラッチされます。ゲートはオフのままになります。アナログ・デバイセズにお問い合わせください。		
[3:2]	RESERVED		常に 00 と読み出されます。	0x0	RESERVED
1	CML_COMM_OTHER	0	この表に記載されている以外の通信フォルトの発生。 フォルトは検出されていない。	0x0	R
		1	フォルトが検出された。このビットはラッチされます。		
0	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED

メーカー固有のステータス・レジスタ

アドレス : 0x80、リセット : 0x00、レジスタ名 : STATUS_MFR_SPECIFIC

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。

表 31. STATUS_MFR_SPECIFIC ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
7	FET_HEALTH_FAULT	0	FET 正常性フォルト。 FET 正常性の問題は検出されていない。	0x0	R
		1	FET 正常性のフォルトが検出されている。このビットはラッチされます。		
6	UV_CMP_OUT	0	UV 入力コンパレータのフォルト出力。 UV ピンへの入力電圧がスレッシュホールドを上回っている。	0x0	R
		1	UV ピンへの入力電圧がスレッシュホールドを下回っている。このビットはライブです。		
5	OV_CMP_OUT	0	OV 入力コンパレータのフォルト出力。 OV ピンへの入力電圧がスレッシュホールドを下回っている。	0x0	R
		1	OV ピンへの入力電圧がスレッシュホールドを上回っている。このビットはライブです。		
4	SEVERE_OC_FAULT	0	深刻な過電流フォルト。 ホットスワップで深刻な過電流は検出されていない。	0x0	R
		1	ホットスワップで深刻な過電流が検出されている。このビットはラッチされます。		
3	HS_INLIM_FAULT	0	制限中ホットスワップ・フォルト。 ホットスワップは、負荷に流れる電流をアクティブには制限していない。	0x0	R
		1	ホットスワップは、負荷に流れる電流をアクティブに制限している。このビットと IOUT_OC_FAULT ビットの違いは、HS_INLIM_FAULT ビットが即座に設定されるのに対し、IOUT_OC_FAULT ビットは TIMER ピンのキャパシタで設定された時間制限値を超えない限り設定されない点です。このビットはラッチされます。		
[2:0]	HS_SHUTDOWN_CAUSE	000 001 010 011 100 110	最後のホットスワップ・シャットダウンの原因。このビットは、ステータス・レジスタがクリアされるまでラッチされます。 ホットスワップは動作が有効で正しく動作しているか、OPERATION コマンドによりシャットダウンした。 OT_FAULT 状態が発生してホットスワップがシャットダウンした。 IOUT_OC_FAULT 状態が発生してホットスワップがシャットダウンした。 FET_HEALTH_FAULT 状態が発生してホットスワップがシャットダウンした。 VIN_UV_FAULT 状態が発生してホットスワップがシャットダウンした。 VIN_OV_FAULT 状態が発生してホットスワップがシャットダウンした。	0x0	R

レジスタの詳細

E_{IN} 読出しレジスタ

アドレス : 0x86、リセット : 0x000000000000、レジスタ名 : READ_EIN

データの時間について一貫性を確保するため、電力量計レジスタに対して1回の動作で読出しを実行します。

表 32. READ_EIN ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[47:24]	SAMPLE_COUNT		電力量カウント・アキュムレータで取得され加算された PIN サンプルの合計数。符号なしの 24 ビット・バイナリ値です。バイト 5 は上位バイト、バイト 4 は中位バイト、バイト 3 は下位バイトです。	0x000000	R
[23:16]	ROLLOVER_COUNT		電力量カウントが 0x7FFF から 0x0000 にロールオーバーした回数。符号なしの 8 ビット・バイナリ値です。	0x00	R
[15:0]	ENERGY_COUNT		電力量アキュムレータの値 (PMBus 直接形式) バイト 1 は上位バイト、バイト 0 は下位バイトです。内部では電力量アキュムレータは 24 ビット値ですが、このコマンドでは、最上位の 16 ビットのみが返されます。切り捨てられていないバージョンにアクセスするには、READ_EIN_EXT レジスタを使用します。	0x0000	R

V_{IN} 読出しレジスタ

アドレス : 0x88、リセット : 0x0000、レジスタ名 : READ_VIN

デバイスから入力電圧 V_{IN} を読み出します。

表 33. READ_VIN ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	READ_VIN		平均した後に HS+ピンで測定される入力電圧 (直接形式)。	0x000	R

V_{OUT} 読出しレジスタ

アドレス : 0x8B、リセット : 0x0000、レジスタ名 : READ_VOUT

デバイスから出力電圧 V_{OUT} を読み出します。

表 34. READ_VOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	READ_VOUT		平均した後に VOUT ピンで測定される入力電圧 (直接形式)。	0x000	R

レジスタの詳細

I_{OUT} 読出しレジスタ

アドレス：0x8C、リセット：0x0000、レジスタ名：READ_IOUT

デバイスから出力電流 I_{OUT} を読み出します。

表 35. READ_IOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	READ_IOUT		平均した後に MO+/MO-検出ピンで測定される電圧から求められる出力電流（直接形式）。	0x000	R

温度 1 の読出しレジスタ

アドレス：0x8D、リセット：0x0000、レジスタ名：READ_TEMPERATURE_1

デバイスが測定した温度を読み出します。

表 36. READ_TEMPERATURE_1 のビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	READ_TEMPERATURE_1		平均した後に TEMP ピンで測定される温度（直接形式）。	0x000	R

P_{IN} 読出しレジスタ

アドレス：0x97、リセット：0x0000、レジスタ名：READ_PIN

計算された入力電力 P_{IN} をデバイスから読み出します。

表 37. READ_PIN ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:0]	READ_PIN		平均した後に V _{IN} × I _{OUT} で計算した入力電力（PMBus 直接形式）。P _{IN} の値は、V _{IN} × I _{OUT} のサンプルごとに計算されます。その後全ての P _{IN} の値が平均され、その結果が READ_PIN レジスタに返されます。	0x0000	R

PMBus リビジョン・レジスタ

アドレス：0x98、リセット：0x22、レジスタ名：PMBUS_REVISION

デバイスがサポートしている PMBus リビジョンをシステムが読み出せます。

表 38. PMBUS_REVISION ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[7:4]	PMBUS_P1_REVISION	0010	PMBus Part I をサポート。 Revision 1.2。	0x2	R
[3:0]	PMBUS_P2_REVISION	0010	PMBus Part II をサポート。 Revision 1.2。	0x2	R

レジスタの詳細

メーカーID レジスタ

アドレス：0x99、リセット：ASCII = ADI、レジスタ名：MFR_ID

デバイスのメーカーを識別する文字列を返します。

表 39. MFR_ID ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[23:0]	MFR_ID		メーカーがアナログ・デバイセズ (ADI) であることを識別する文字列。	0x494441	R

メーカー・モデル・レジスタ

アドレス：0x9A、リセット：ASCII = ADM1281-xy、レジスタ名：MFR_MODEL

デバイスのモデルを識別する文字列を返します。

表 40. MFR_MODEL ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[79:0]	MFR_MODEL		モデルが ADM1281-xy であることを識別する文字列。xy は具体的なモデル・タイプを示します。ADM1281-1AA モデルは、MFR_MODEL レジスタでは ADM1281-1A として識別される点に注意してください。	0x41312D313832314D4441	R

メーカー・リビジョン・レジスタ

アドレス：0x9B、リセット：0x30、レジスタ名：MFR_REVISION

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。

表 41. MFR_REVISION ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[7:0]	MFR_REVISION		ハードウェアのリビジョン (例えば 3) を識別する文字列。	0x30	R

メーカー日付レジスタ

アドレス：0x9D、リセット：ASCII = YYMMDD、レジスタ名：MFR_DATE

デバイスの製品テストの日付を識別する文字列を返します。

表 42. MFR_DATE ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[47:0]	DATE		テスト日付を識別する文字列 (YYMMDD 形式)。	0x313338303231	R

ピーク I_{OUT} レジスタ

アドレス：0xD0、リセット：0x0000、レジスタ名：PEAK_IOUT

ピーク出力電流 I_{OUT} を報告します。このコマンドで 0x0000 を書き込むと、ピーク値がリセットされます。

表 43. PEAK_IOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	PEAK_IOUT		ピーク出力電流測定値 I _{OUT} (直接形式)。	0x000	R

レジスタの詳細

ピーク V_{IN} レジスタ

アドレス：0xD1、リセット：0x0000、レジスタ名：PEAK_VIN

ピーク入力電圧 V_{IN} を報告します。このコマンドで 0x0000 を書き込むと、ピーク値がリセットされます。

表 44. PEAK_VIN ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	PEAK_VIN		ピーク入力電圧測定値 V_{IN} (直接形式)。	0x000	R

ピーク V_{OUT} レジスタ

アドレス：0xD2、リセット：0x0000、レジスタ名：PEAK_VOUT

ピーク出力電圧 V_{OUT} を報告します。このコマンドで 0x0000 を書き込むと、ピーク値がリセットされます。

表 45. PEAK_VOUT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	PEAK_VOUT		ピーク出力電圧測定値 V_{OUT} (直接形式)。	0x000	R

電力モニタ制御レジスタ

アドレス：0xD3、リセット：0x01、レジスタ名：PMON_CONTROL

このコマンドは、電力モニタの開始と停止を行います。

表 46. PMON_CONTROL ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[7:1]	RESERVED		常に 0000000 と読み出されます。	0x00	RESERVED
0	CONVERT	0 1	変換動作の有効化。 電力モニタは動作していない。 電力モニタはサンプリング中。デフォルト。シングル・ショット・モードでは、このビットは1回の変換サイクル後に自動クリアされます。連続モードでは、サンプリングを停止するにはこのビットに0を書き込む必要があります。変換入力（13番ピンの CONV 機能）の立上がりエッジまたは SPI_SS の立下りエッジで、このビットは1に設定されます。サンプリング中は、これらのピンに変換エッジが追加されても無視されます。	0x1	RW

電力モニタ設定レジスタ

アドレス：0xD4、リセット：0x0714、レジスタ名：PMON_CONFIG

このコマンドによって、電力モニタが設定されます。ローテーション式サンプリングでは様々なチャンネルを組み合わせることができ、各測定で平均化を設定できます。

表 47. PMON_CONFIG ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
15	TSFILT	0 1	温度センサー・フィルタの有効化。 無効化。 有効化。データシートの仕様では、温度センサー・フィルタの機能は無効化されています。	0x0	RW
14	SIMULTANEOUS	0 1	同時サンプリング。 無効化。 有効化。電力モニタリングの精度が低下します。データシートの仕様では、同時サンプリングの機能は無効化されています。	0x0	RW
[13:11]	PWR_AVG	000 001 010	P_{IN} の平均化。 カサンプルの平均化を無効化。 2つの電力サンプルの平均化を設定。 4つの電力サンプルの平均化を設定。	0x0	RW

レジスタの詳細

表 47 PMON_CONFIG ビットの説明 (続き)

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
		011	8つの電力サンプルの平均化を設定。		
		100	16個の電力サンプルの平均化を設定。		
		101	32個の電力サンプルの平均化を設定。		
		110	64個の電力サンプルの平均化を設定。		
		111	128個の電力サンプルの平均化を設定。		
[10:8]	VI_AVG	000	V _{IN} /V _{OUT} /I _{OUT} の平均化。	0x7	RW
		001	電流と電圧のサンプルの平均化を無効化。		
		010	電流と電力の2つのサンプルの平均化を設定。		
		011	電流と電力の4つのサンプルの平均化を設定。		
		100	電流と電力の8つのサンプルの平均化を設定。		
		101	電流と電力の16個のサンプルの平均化を設定。		
		110	電流と電力の32個のサンプルの平均化を設定。		
		111	電流と電力の64個のサンプルの平均化を設定。		
[7:5]	RESERVED		常に000と読み出されます。	0x0	RESERVED
4	PMON_MODE	0	変換モード。	0x1	RW
		1	シングル・ショット・サンプリング。		
			連続サンプリング。		
3	TEMP1_EN	0	温度サンプリング機能の有効化。	0x0	RW
		1	温度サンプリング機能を無効化。		
			温度サンプリング機能の有効化。		
2	VIN_EN	0	V _{IN} サンプリング機能の有効化。	0x1	RW
		1	V _{IN} サンプリング機能を無効化。		
			V _{IN} サンプリング機能の有効化。		
1	VOUT_EN	0	V _{OUT} サンプリング機能の有効化。	0x0	RW
		1	V _{OUT} サンプリング機能を無効化。		
			V _{OUT} サンプリング機能の有効化。		
0	RESERVED		常に0と読み出されます。	0x0	RESERVED

アラート1 設定レジスタ

アドレス: 0xD5、リセット: 0x0000、レジスタ名: ALERT1_CONFIG

このコマンドにより、フォルトと警告の様々な組み合わせを GPO1/ALERT1/CONV ピンの GPO1 出力に設定できます。ピンは、DEVICE_CONFIG コマンドで設定される様々なモードで動作できます。

表 48. ALERT1_CONFIG のビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
15	FET_HEALTH_FAULT_EN1		FET 正常性フォルトの有効化。	0x0	RW
14	IOUT_OC_FAULT_EN1		I _{OUT} 過電流フォルトの有効化。	0x0	RW
13	VIN_OV_FAULT_EN1		V _{IN} 過電圧フォルトの有効化。	0x0	RW
12	VIN_UV_FAULT_EN1		V _{IN} 低電圧フォルトの有効化。	0x0	RW
11	CML_ERROR_EN1		通信エラーの有効化。	0x0	RW
10	IOUT_OC_WARN_EN1		I _{OUT} 過電流警告の有効化。	0x0	RW
9	HYSTERETIC_EN1		ヒステリシス出力の有効化。	0x0	RW
8	VIN_OV_WARN_EN1		V _{IN} 過電圧警告の有効化。	0x0	RW
7	VIN_UV_WARN_EN1		V _{IN} 低電圧警告の有効化。	0x0	RW
6	VOUT_OV_WARN_EN1		V _{OUT} 過電圧警告の有効化。	0x0	RW
5	VOUT_UV_WARN_EN1		V _{OUT} 低電圧警告の有効化。	0x0	RW
4	HS_INLIM_EN1		制限中ホットスワップの有効化。	0x0	RW
3	PIN_OP_WARN_EN1		P _{IN} 過電力警告の有効化。	0x0	RW
2	OT_FAULT_EN1		過熱フォルトの有効化。	0x0	RW
1	OT_WARN_EN1		過熱警告の有効化。	0x0	RW
0	RESERVED		常に0と読み出されます。	0x0	RESERVED

レジスタの詳細

アラート 2 設定レジスタ

アドレス : 0xD6、リセット : 0x0000、レジスタ名 : ALERT2_CONFIG

このコマンドにより、フォルトと警告の様々な組み合わせを GPO2/ALERT2ピンの GPO2 出力に設定できます。ピンは、DEVICE_CONFIG コマンドで設定される様々なモードで動作できます。

表 49. ALERT2_CONFIG のビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
15	FET_HEALTH_FAULT_EN2		FET 正常性フォルトの有効化。	0x0	RW
14	IOOUT_OC_FAULT_EN2		I _{OUT} 過電流フォルトの有効化。	0x0	RW
13	VIN_OV_FAULT_EN2		V _{IN} 過電圧フォルトの有効化。	0x0	RW
12	VIN_UV_FAULT_EN2		V _{IN} 低電圧フォルトの有効化。	0x0	RW
11	CML_ERROR_EN2		通信エラーの有効化。	0x0	RW
10	IOOUT_OC_WARN_EN2		I _{OUT} 過電流警告の有効化。	0x0	RW
9	HYSTERETIC_EN2		ヒステリシス出力の有効化。	0x0	RW
8	VIN_OV_WARN_EN2		V _{IN} 過電圧警告の有効化。	0x0	RW
7	VIN_UV_WARN_EN2		V _{IN} 低電圧警告の有効化。	0x0	RW
6	VOOUT_OV_WARN_EN2		V _{OUT} 過電圧警告の有効化。	0x0	RW
5	VOOUT_UV_WARN_EN2		V _{OUT} 低電圧警告の有効化。	0x0	RW
4	HS_INLIM_EN2		制限中ホットスワップの有効化。	0x0	RW
3	PIN_OP_WARN_EN2		P _{IN} 過電力警告の有効化。	0x0	RW
2	OT_FAULT_EN2		過熱フォルトの有効化。	0x0	RW
1	OT_WARN_EN2		過熱警告の有効化。	0x0	RW
0	RESERVED		常に 0 と読み出されます。	0x0	RESERVED

ピーク温度レジスタ

アドレス : 0xD7、リセット : 0x0000、レジスタ名 : PEAK_TEMPERATURE

計測された温度のピーク値を報告します。このコマンドで 0x0000 を書き込むと、ピーク値がリセットされます。

表 50. PEAK_TEMPERATURE ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
[11:0]	PEAK_TEMPERATURE		ピーク温度計測値 (直接形式で表現)。	0x000	R

レジスタの詳細

デバイス設定レジスタ

アドレス : 0xD8、リセット : 0x000D、レジスタ名 : DEVICE_CONFIG

このコマンドは、ホットスワップ過電流のスレッシュホールドとフィルタ処理、および GPO1/GPO2 出力モードを設定します。デュアル機能のピン名は、関連する機能のみが言及されることに注意してください。例えば、GPO2/ALERT2ピンの汎用出力機能の場合は、GPO2 です（全機能を表すピン記号と説明については、[ピン配置およびピン機能の説明](#)のセクションを参照してください）。

表 51. DEVICE_CONFIG のビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:12]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
11	FHDIS	0 1	FET 正常性チェック機能の無効化。 FET 正常性チェック機能が有効。 FET 正常性チェック機能が無効。	0x0	RW
10	PWR_HYST_EN	0 1	有効にすると、汎用出力アラートのヒステリシス機能は電流ではなく電力に適用されます。ALERT_CONFIG の HYSTERETIC_ENx ビットもセットする必要があります。 電流ヒステリシス・モード。 電力ヒステリシス・モード。	0x0	RW
[9:8]	GPO2_MODE	00 01 10 11	GPO2 設定モード。 デフォルト。GPO2 は SMBAlerts を生成するよう設定されます。 GPO2 を汎用デジタル出力ピンとして使用可能です。出力状態を変更するには GPO2_INVERT ビットを使用します。 予約済み。 デジタル・コンパレータ・モードです。このモードでの出力ピンは、出力に選択された警告ビットまたはフォルト・ビットの現在の状態を反映します。実質的にはこれはラッチされていない SMBAlert です。	0x0	RW
7	GPO2_INVERT	0 1	GPO2 反転モード。 SMBAlert モードでは、出力は反転されず、アクティブ・ローになります。 GPO モードでは、出力はローに設定されます。 SMBAlert モードでは、出力は反転され、アクティブ・ハイになります。 GPO モードでは、出力はハイに設定されます。	0x0	RW
[6:5]	GPO1_MODE	00 01 10 11	GPO1 設定モード。 デフォルト。GPO1 は SMBAlerts を生成するよう設定されます。 GPO1 を汎用デジタル出力ピンとして使用可能です。出力状態を変更するには GPO1_INVERT ビットを使用します。 GPO1 は変換 (CONV) 入力ピンとして設定されます。 デジタル・コンパレータ・モードです。このモードでの出力ピンは、出力に選択された警告ビットまたはフォルト・ビットの現在の状態を反映します。実質的にはこれはラッチされていない SMBAlert です。	0x0	RW
4	GPO1_INVERT	0 1	GPO1 反転モード。 SMBAlert モードでは、出力は反転されず、アクティブ・ローになります。 GPO モードでは、出力はローに設定されます。 SMBAlert モードでは、出力は反転され、アクティブ・ハイになります。 GPO モードでは、出力はハイに設定されます。	0x0	RW
[3:2]	OC_TRIP_SELECT	00 01 10 11	深刻な過電流スレッシュホールドの選択。 125% 150% 200% デフォルト。225%。	0x11	RW
1	OC_RETRY_DIS	0 1	深刻な OC 再試行モード。 深刻な過電流が発生した直後に一回再試行。 深刻な過電流が発生した後にラッチオフ。	0x0	RW
0	OC_FILT_SELECT	0 1	深刻な過電流フィルタの選択。 短いグリッチ・フィルタ。 デフォルト。長いグリッチ・フィルタ。	0x1	RW

レジスタの詳細

パワー・サイクル・レジスタ

アドレス：0xD9、送信バイト、データなし、レジスタ名：POWER_CYCLE

このコマンドを使用すると、プロセッサがホットスワップを要求してオフになり、約5秒後に再度オンに戻るようになります。これは、ホットスワップ出力がプロセッサを駆動している場合に役立ちます。

このコマンドではデータは不要です。

ピーク P_{IN} レジスタ

アドレス：0xDA、リセット：0x0000、レジスタ名：PEAK_PIN

ピーク入力電力 P_{IN} を報告します。このコマンドで 0x0000 を書き込むと、ピーク値がリセットされます。

表 52. PEAK_PIN ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:0]	PEAK_PIN		ピーク入力電力の計算値 P _{IN} (直接形式)	0x0000	R

P_{IN} (拡張) 読出しレジスタ

アドレス：0xDB、リセット：0x000000、レジスタ名：READ_PIN_EXT

計算された入力電力 P_{IN} の拡張精度バージョンをデバイスから読み出します。

表 53. READ_PIN_EXT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[23:0]	READ_PIN_EXT		入力電力の計算値 P _{IN} の拡張精度バージョン (PMBus 直接形式)	0x000000	R

E_{IN} (拡張) 読出しレジスタ

アドレス：0xDC、リセット：0x0000000000000000、レジスタ名：READ_EIN_EXT

データの時間について一貫性を確保するため、拡張精度の電力量計レジスタに対して1回の動作で読出しを実行します。

表 54. READ_EIN_EXT ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[63:40]	SAMPLE_COUNT		電力量カウント・アキュムレータで取得され加算された P _{IN} サンプルの合計数。符号なしの 24 ビット・バイナリ値です。バイト7は上位バイト、バイト6は中位バイト、バイト5は下位バイトです。	0x000000	R
[39:24]	ROLLOVER_EXT		電力量カウントが 0x7FFFFFFF から 0x00000000 にロールオーバーした回数。符号なしの 16 ビット・バイナリ値です。バイト4は上位バイト、バイト3は下位バイトです。	0x0000	R
[23:0]	ENERGY_EXT		拡張精度の電力量アキュムレータ値 (PMBus 直接形式) バイト2は上位バイト、バイト1は中位バイト、バイト0は下位バイトです。	0x000000	R

ヒステリシス・ロー・レベル・レジスタ

アドレス：0xF2、リセット：0x0000、レジスタ名：HYSTERESIS_LOW

汎用出力ピンで使用可能なヒステリシス出力信号を生成するために用いられる下限スレッシュホールドを設定します。

表 55. HYSTERESIS_LOW ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:0]	HYSTERESIS_LOW		ヒステリシスの下限スレッシュホールド設定値 (直接形式)。	0x000	RW

レジスタの詳細

ヒステリシス・ハイ・レベル・レジスタ

アドレス：0xF3、リセット：0xFFFF、レジスタ名：HYSTERESIS_HIGH

汎用出力ピンで使用可能なヒステリシス出力信号を生成するために用いられる上限スレッシュホールドを設定します。

表 56. HYSTERESIS_HIGH ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:0]	HYSTERESIS_HIGH		ヒステリシスの上限スレッシュホールド設定値（直接形式）。	0xFFFF	RW

ヒステリシス・ステータス・レジスタ

アドレス：0xF4、リセット：0x00、レジスタ名：STATUS_HYSTERESIS

このステータス・レジスタは、ヒステリシス比較がユーザ定義スレッシュホールドを上回ったり下回ったりしているかどうか、および IOUT_OC_WARN ステータス・ビットを報告します。

表 57. STATUS_HYSTERESIS ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[7:4]	RESERVED		常に 0000 と読み出されます。	0x0	RESERVED
3	IOUT_OC_WARN	0 1	IOUT の過電流警告。 IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドを使用したところ、電力モニタで出力電源の過電流は検出されていない。 IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドを使用したところ、電力モニタで過電流状態が検出された。	0x0	R
2	HYST_STATE	0 1	ヒステリシス比較出力。 比較出力はロー。 比較出力はハイ。	0x0	R
1	HYST_GT_HIGH	0 1	ヒステリシスの上側スレッシュホールドの比較。 比較された値は、上側スレッシュホールドを下回っている。 比較された値は、上側スレッシュホールドを上回っている。	0x0	R
0	HYST_LT_LOW	0 1	ヒステリシスの下側スレッシュホールドの比較。 比較された値は、下側スレッシュホールドを上回っている。 比較された値は、下側スレッシュホールドを下回っている。	0x0	R

スタートアップ IOUT レジスタ

アドレス：0xF6、リセット：0x000F、レジスタ名：STRT_UP_IOUT_LIM

このコマンドは、ホットスワップが FET をオンにしている間、最初に使用される電流制限値を設定します。

表 58. STRT_UP_IOUT_LIM ビットの説明

ビット	ビット名	設定	説明	リセット	アクセス
[15:4]	RESERVED		常に 0x000 と読み出されます。	0x000	RESERVED
[3:0]	STRT_UP_IOUT_LIM	0000 0001 ... 1110 1111	セットアップ中に使用される電流制限値（直接形式で表現）。 (ISTART × 1/16) に等しい電流制限値（ホットスワップのスタートアップ電流制限値レベル）。 (ISTART × 2/16) に等しい電流制限値。 ... (ISTART × 15/16) に等しい電流制限値。 ISTART に等しい電流制限値。	0xF	RW

外形寸法

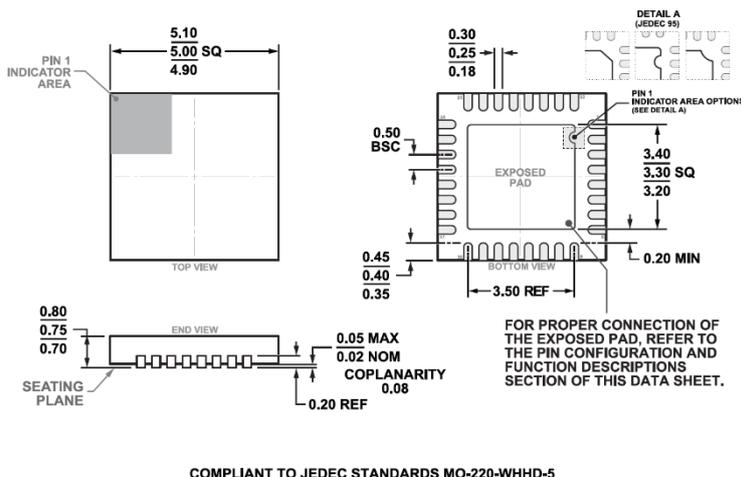


図 74. 32 ピン・リード・フレーム・チップ・スケール・パッケージ [LFCSP]
 5mm × 5mm ボディ、0.75mm パッケージ高
 (CP-32-20)
 寸法 : mm

更新 : 2024 年 2 月 23 日

オーダー・ガイド

Model ¹	Temperature Range	Package Description	Packing Quantity	Package Option
ADM1281-1ACPZ	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm x 5 mm x 0.75 mm w/ EP)	Tray, 490	CP-32-20
ADM1281-1ACPZ-RL	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm x 5 mm x 0.75 mm w/ EP)	Reel, 5000	CP-32-20
ADM1281-2ACPZ	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm x 5 mm x 0.75 mm w/ EP)	Tray, 490	CP-32-20
ADM1281-2ACPZ-RL	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm x 5 mm x 0.75 mm w/ EP)	Reel, 5000	CP-32-20
ADM1281-3ACPZ	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm x 5 mm x 0.75 mm w/ EP)	Tray, 490	CP-32-20
ADM1281-3ACPZ-RL	-40°C to +85°C	32-Lead LFCSP (5 mm x 5 mm x 0.75 mm w/ EP)	Reel, 5000	CP-32-20

¹ Z = RoHS 適合製品。

評価用ボード

Model ¹	Description
EVAL-ADM1281-AZ	Evaluation Board

¹ Z = RoHS 適合製品。

I²C 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。