

検出抵抗を内蔵した65A以上の電力／エネルギー・モニタ

特長

- 電流、電圧、電力、電荷、電力量(エネルギー)を計測
- ±65Aの電流範囲でオフセットが18mAと小さい
- 150μΩの検出抵抗を内蔵
- 入力電圧範囲は0V～15Vで電源電圧とは無関係
- 電圧と電流を瞬時に乗算
- 電圧精度:0.5%
- 電流と電荷の精度:1%
- 電力と電力量の精度:1.2%
- 閾値を超えた場合はアラート
- 最大値と最小値を保存
- I_Qが10μA未満のシャットダウン・モード
- I²C/SPI互換インターフェース
- 38ピン(5mm×7mm)QFNパッケージで供給

アプリケーション

- サーバー
- テレコム・インフラストラクチャ
- 産業用機器
- 電気自動車
- 太陽光発電

概要

LTC[®]2947-65は、最大±65A*に対応する検出抵抗を内蔵した高精度の電力およびエネルギー(電力量)モニタです。3つの内蔵No Latency ΔΣ[™] ADCにより、電圧と電流の正確な計測を徹底しつつ、電圧と電流の高帯域幅のアナログ乗算により、幅広いアプリケーションで正確な電力計測を実現します。内部または外部クロック・オプションにより、電荷と電力量の高精度な計測が可能になります。

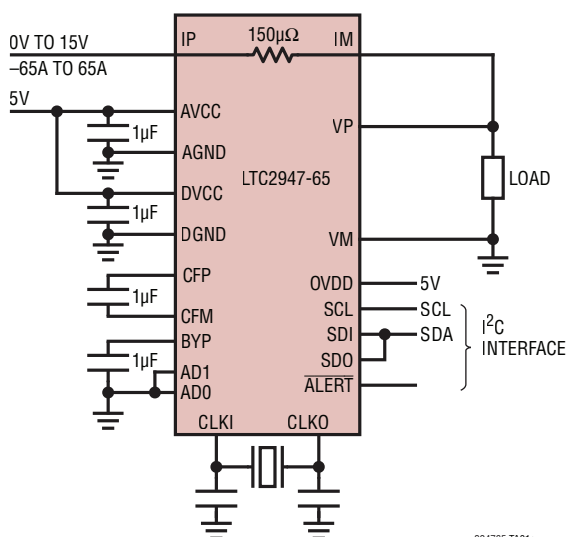
内蔵の150μΩ温度補償検出抵抗により、効率損失と外付け部品が最小限に抑えられ、電力量計測アプリケーションが簡略化されると同時に、全温度範囲にわたる高精度の電流計測が可能になります。

全ての計測量は内部レジスタに格納されます。このレジスタには、選択可能なI²C/SPIインターフェースを介してアクセスできます。LTC2947-65は、全ての計測量についてプログラマブルな上限および下限閾値を備えており、ホストとのデジタル・トラフィックを削減できます。

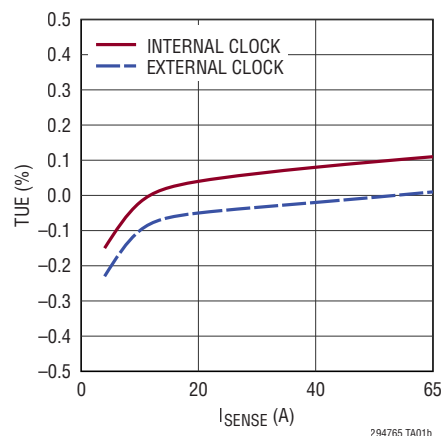
*65Aを超えるアプリケーションについては、図19を参照するか、弊社にお問い合わせください。

全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。8907703、8841962を含む米国特許によって保護されています。

標準的応用例



電力量計測の総合未調整誤差と電流、
VP - VM = 12V



目次

概要	1
絶対最大定格.....	3
発注情報.....	3
ピン配置.....	3
電気的特性.....	4
タイミング図	7
代表的な性能特性	8
ピン機能.....	10
ブロック図	11
動作	12
概要	12
動作モード.....	12
電流、電圧、温度の計測	14
電力計測	14
電荷、電力量の計測と累計時間	14
アプリケーション情報.....	15
タイムベース:内部クロック/外部クロック/ 水晶発振器.....	15
GPIOピンの設定	15
内部検出抵抗.....	16
電流と電圧の入力フィルタリング	16
レイアウトに関する検討事項	17
デジタル・インターフェース.....	19
SPIまたはI ² Cシリアル・インターフェースの選択.....	19
SPIモード	19
I ² Cモード	21
レジスタ・マップ	24
レジスタの説明.....	25
レジスタの命名規則	25
ページングの仕組み.....	25
PAGE Control	25
Operation Control.....	25
レジスタ・マップ PAGE0	26
レジスタ・マップ PAGE1	37
標準的応用例.....	39
パッケージ.....	41
標準的応用例.....	42
関連製品.....	42

絶対最大定格

(Notes 1, 2)

電源ピン

AVCCとAGNDの間の電圧	.....	-0.3V ~ 20V
DVCCとDGNDの間の電圧	.....	-0.3V ~ 20V
DGNDとAGNDの間の電圧	.....	-0.1V ~ 0.1V

デジタル入力/出力ピン

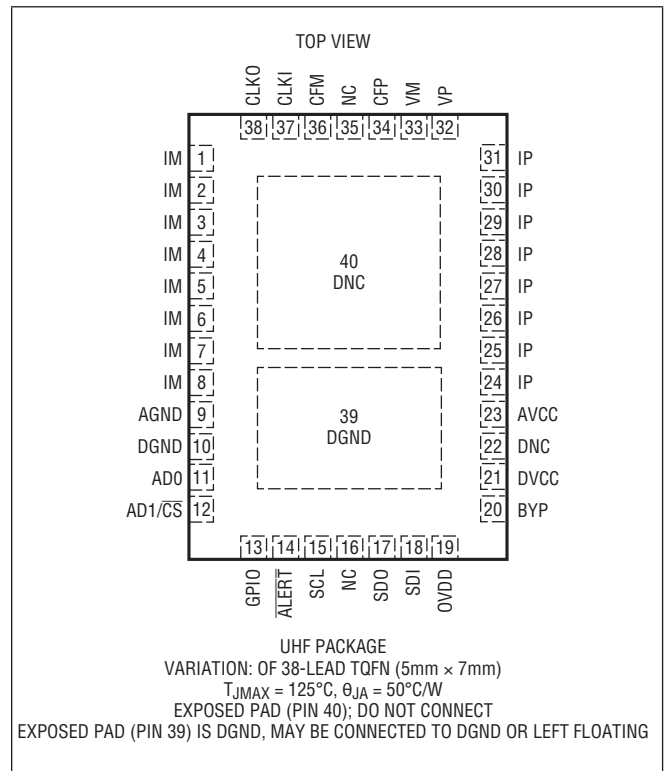
OVDDとDGNDの間の電圧	.....	-0.3V ~ 5.5V
SCL、SDI、SDO、GPIO、ALERT、AD1、		
ADOとDGNDの間の電圧	.....	-0.3V ~ V _{OVDD}
CLKIとDGNDの間の電圧	.....	-0.3V ~ 5.5V

アナログ・ピン

VP、VMとAGNDの間の電圧	.....	-0.3V ~ 20V
VPとVMの間の電圧	.....	-0.3V ~ 20V
IP、IMの全電流 (Note 6)	.....	-70A ~ 70A
IP、IMのピンごとの電流 (Note 6)	.....	-9A ~ 9A
CFP、CFM、BYP、CLKO	.....	(Note 3)

動作周囲温度範囲 LTC2947-65I	.....	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲	.....	-65°C ~ 150°C

ピン配置



発注情報

チューブ	テープ&リール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC2947IUHF-65#PBF	LTC2947IUHF-65#TRPBF	294765	38-Lead (5mm x 7mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。*温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部の付いた指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

LTC2947-65

電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
電源							
V_{AVCC}, V_{DVCC}	Supply Voltage		●	4.75	15	V	
V_{OVDD}	Supply Voltage of Digital Interface		●	1.8	5.5	V	
V_{UVLO}	V_{AVCC}, V_{DVCC} Undervoltage Lockout Threshold	V_{AVCC}, V_{DVCC} Falling	●		4.75	V	
I_{AVCC}	Supply Current Analog Section	Continuous Mode	●	3	3.5	mA	
		Idle Mode	●	0.2	0.3	mA	
		Shutdown Mode	●	0.3	0.5	μA	
		Shutdown Mode	●	0.3	1	μA	
I_{DVCC}	Supply Current Digital Section	Continuous Mode	●	6	8	mA	
		Idle Mode	●	6	8	mA	
		Shutdown Mode	●	7	9.5	μA	
		Shutdown Mode	●	7	90	μA	
	Delay of V_{AVCC}, V_{DVCC} to V_{OVDD} at Power-Up	$V_{OVDD}, V_{AVCC}, V_{DVCC} \geq 0.9 \cdot V_{OVDDFINAL}$ (Note 8)	●	0		ns	
電流検出 (IP、IM) ADC							
	Resolution (No Missing Codes)	(Note 5)	●	15		Bit	
I_{SENSE}	Input Current Through IP and IM	(Note 6)	●		± 65	A	
R_{SENSE}	Internal Sense Resistor	(Note 7)	●	93	150	203	$\mu\Omega$
	Sense Resistor Voltage	Current through IP and IM = 65A		9		mV	
	Common Mode Input Voltage Range		●	-0.1	15.5	V	
LSB_I	Current Sense Quantization Step			6		mA	
	Current Gain Error		●		± 0.75 ± 1	% of Reading % of Reading	
I_{OS}	Current Offset		●		± 3 ± 5	LSB LSB	
INL_I	Current Integral Nonlinearity	(Note 6)	●		± 0.3	%	
TUE_I	Total Unadjusted Error	$I_{III} \geq 12\text{A}$ (Note 6)	●		± 1 ± 1.5	% of Reading % of Reading	
	Input DC Common Mode Rejection		●	120		dB	
	RMS Noise	(Note 5)		320		nV	
	Sampling Rate			10.5		MHz	
電圧検出 (VP、VM) ADC							
	Resolution (No Missing Codes)	(Note 5)	●	14		Bit	
	Common Mode Voltage		●	0	15.5	V	
V_D	Input Differential Voltage Range	$V_{VP} - V_{VM}$	●	-0.3	15.5	V	
	V_D Quantization Step			2		mV	
	Voltage Gain Error		●		± 0.4	% of Reading	
	Voltage Offset		●		± 2	LSB	
INL_V	Voltage Integral Nonlinearity		●		± 2	LSB	
TUE_V	Voltage Total Unadjusted Error	$V_D \geq 4.0\text{V}$	●		± 0.5	% of Reading	
	Input DC Voltage Common Mode Rejection		●	70		dB	
	Sampling Rate			5.25		MHz	

電气的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
電力計測							
	Resolution (No Missing Codes)	(Note 5)	●	18			Bit
	Full-Scale Power				975		W
	Power Quantization Step				100		mW
	Power Gain Error		●			± 0.8 ± 1	% of Reading % of Reading
	Power Offset				± 2		LSB
INL _P	Power Integral Nonlinearity	$I_{II} \geq 6A, V_D \geq 12V$ (Note 6)			± 0.3		% of Reading
TUE _P	Power Total Unadjusted Error	$I_{II} \geq 6A, V_D \geq 12V$ (Note 6)	●			± 1.2 ± 1.5	% of Reading % of Reading
	Sampling Rate				5.25		MHz
タイミング							
TUE _{TB}	Time Base Total Unadjusted Error	Internal Clock	●			± 0.5 ± 1	% of Reading % of Reading
		Ideal External Clock or Ideal 4MHz Crystal (Note 5)	●			± 340	ppm
t _{UPDATE}	Update Time of Result Registers		●	95	100	105	ms
電力量計測							
TUE _E	Energy Total Unadjusted Error	$I_{II} \geq 6A, V_D \geq 12V$, Ideal External Clock (Note 6)	●			± 1.2 ± 1.5	% of Reading % of Reading
		$I_{II} \geq 6A, V_D \geq 12V$, Internal Clock (Note 6)	●			± 1.5 ± 2.5	% of Reading % of Reading
電荷計測							
TUE _C	Charge Total Unadjusted Error	$I_{II} \geq 6A$, Ideal External Clock (Note 6)	●			± 1 ± 1.5	% of Reading % of Reading
		$I_{II} \geq 6A$, Internal Clock (Note 6)	●			± 1.5 ± 2.5	% of Reading % of Reading
温度計測 ADC							
	Resolution (No Missing Codes)	(Note 5)	●	13			Bit
	Temperature Quantization Step				0.204		$^\circ\text{C}$
	Temperature Error	(Note 5)			± 5		$^\circ\text{C}$
デジタル入力とデジタル出力 (SCL、SDI、GPIO、ALERT、SDO、CS、CLKI、ADO)							
V _{TH}	Logic Input Threshold	SCL, SDI, GPIO, CS, ADO	●	$0.3 \cdot V_{OVDD}$		$0.7 \cdot V_{OVDD}$	V
I _{IN}	Input Current SCL, SDI, GPIO		●			± 1	μA
C _{IN}	Input Capacitance	(Note 5)	●			10	pF
V _{OL}	Low Level Output Voltage SDO, GPIO, ALERT	$V_{OVDD} \geq 3.3V, I_{PIN} = 3mA$	●			0.4	V
		$1.8V \leq V_{OVDD} < 3.3V, I_{PIN} = 1mA$	●			0.4	V
V _{OH}	High Level Output Voltage (SDO)	I _{SDAO} = -0.5mA	●	$V_{OVDD} - 0.5$			V
	CLKI Input Threshold		●	0.4	0.7	2	V
	External Clock Frequency on Pin CLKI		●	0.2		25	MHz

電气的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
AD1, ADO							
	Resistance Allowed on AD1 and ADO When They Are Tied to OVDD or DGND to Set a Valid L or H Level	See Table 3	●		500	Ω	
	Resistance to DGND to Set a Valid R Level		●	20	100	500	k Ω
	External Capacitive Load Allowed on AD1 and ADO to Set a Valid R Level		●		100		pF

I²Cバスのタイミング

$f_{\text{SCL(MAX)}}$	Maximum SCL Clock Frequency		●	400	900		kHz
$t_{\text{BUF(MIN)}}$	Bus Free Time Between STOP/START		●			1.3	μs
$t_{\text{SU,STA(MIN)}}$	Minimum Repeated START Setup Time		●			600	ns
$t_{\text{HD,STA(MIN)}}$	Minimum Hold Time (Repeated) START Condition		●			600	ns
$t_{\text{SU,STO(MIN)}}$	Minimum Set-Up Time for STOP Condition		●			600	ns
$t_{\text{SU,DAT(MIN)}}$	Minimum Data Set-Up Time Input		●			100	ns
$t_{\text{HD,DAT(MIN)}}$	Minimum Data Hold Time Input		●			0	ns
$t_{\text{HD,DATO}}$	Data Hold Time Output		●	300		900	ns
t_{RST}	Stuck Bus Reset Time	SCL or SDI Held Low	●	25	50		ms
t_{OF}	Data Output Fall Time	(Notes 4, 5)	●	$20 + 0.1 \cdot C_B$			ns

SPIバスのタイミング

$t_{\text{SPIDS(MIN)}}$	Minimum SDI to SCL Data Setup		●			100	ns
$t_{\text{SPIBUF(MIN)}}$	Minimum SPI Bus Free Time Between Two $\overline{\text{CS}}$ Active States		●			4	μs
$t_{\text{SPIDH(MIN)}}$	Minimum SDI to SCL Data Hold		●			100	ns
$t_{\text{SPICH(MIN)}}$	Minimum SCL High State Duration		●			500	ns
$t_{\text{SPICL(MIN)}}$	Minimum SCL Low State Duration		●			500	ns
$t_{\text{SPIA1S(MIN)}}$	Minimum $\overline{\text{CS}}$ to First SCL Setup Time		●			50	ns
$t_{\text{SPIA1H(MIN)}}$	Minimum $\overline{\text{CS}}$ to Last SCL Hold Time		●			50	ns
t_{HDSDO}	SDO to SCL High to Low Output Hold Time		●	50		350	ns

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: 正電流はピンに流れ込み、負電流はピンから流れ出す。最小値と最大値は絶対値のことを指す。

Note 3: これらのピンには電圧源も電流源も印加してはならない。容量性負荷のみに接続する必要がある。また、CLKOピンは、必要に応じて水晶発振器にも接続できる。そうしないと、永続的損傷が生じる可能性がある。

Note 4: C_B は、1本のバス・ラインの容量(単位:pF、 $10\text{pF} \leq C_B \leq 400\text{pF}$)。

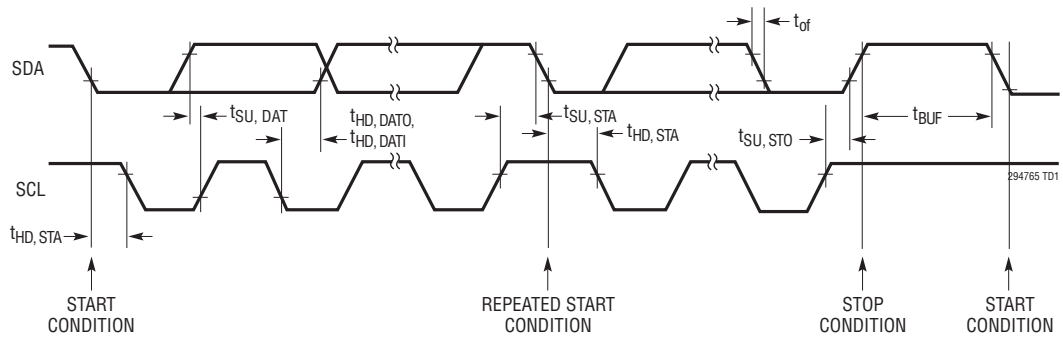
Note 5: 設計と特性評価によって性能が確認されており、テストされない。

Note 6: 設計とテストの相関によって性能が確認されている。

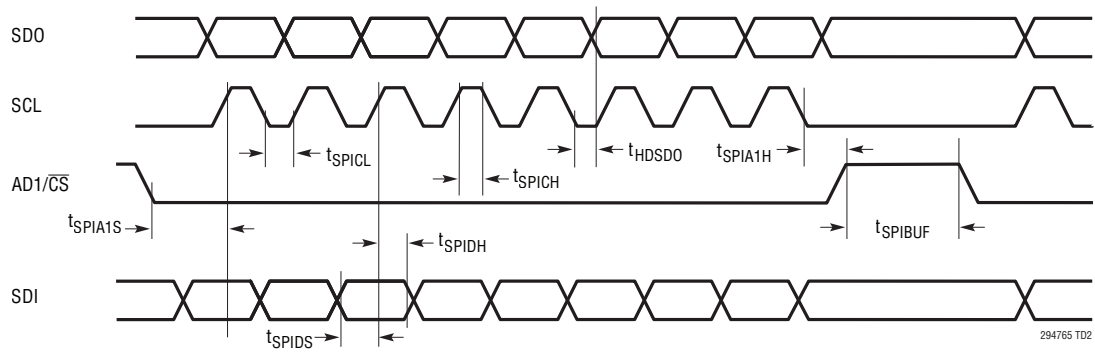
Note 7: R_{SENSE} の値は、検出抵抗の実際の値になるように内部補償されている。

Note 8: $V_{\text{OVDDFINAL}}$ は、パワーアップ時に電源電圧のセトリングが終了したときのOVDDでの電源電圧の値。

タイミング図

I²Cバスのタイミングの定義

SPIのタイミングの定義

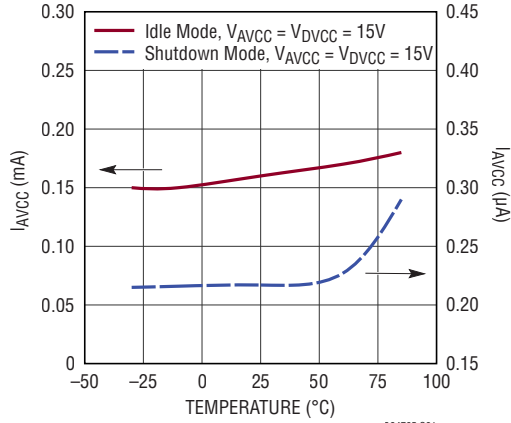


LTC2947-65

代表的な性能特性

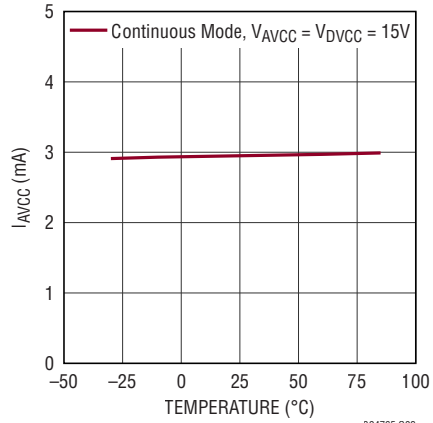
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

AVCCの電源電流と温度



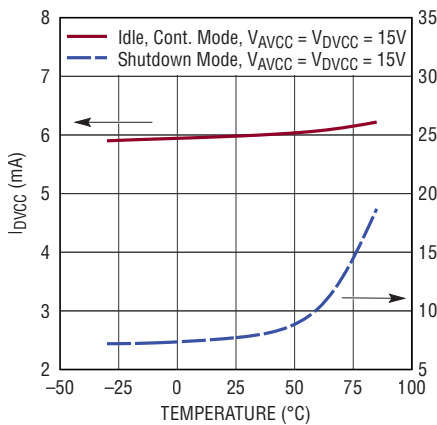
294765 G01

AVCCの電源電流連続モードと温度



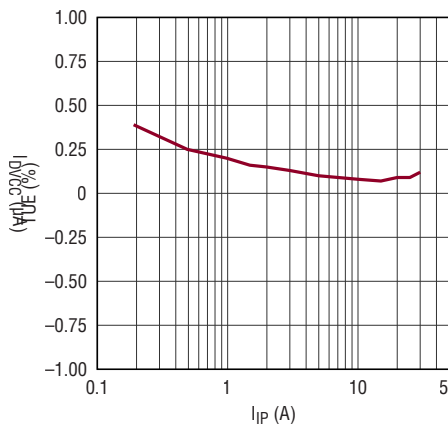
294765 G02

DVCCの電源電流と温度



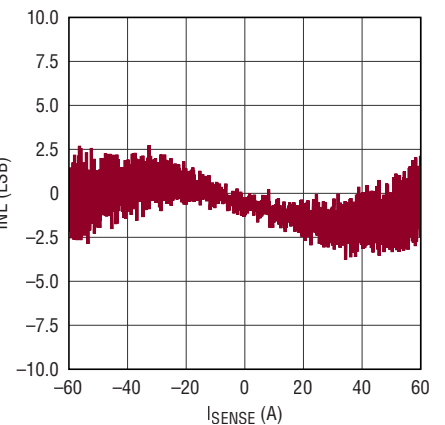
294765 G03

電流計測の総合未調整誤差



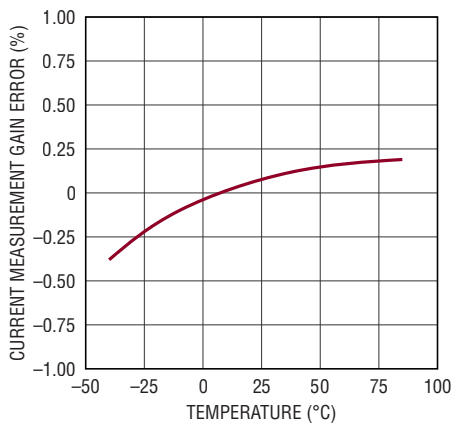
294765 G04

電流計測の積分非直線性



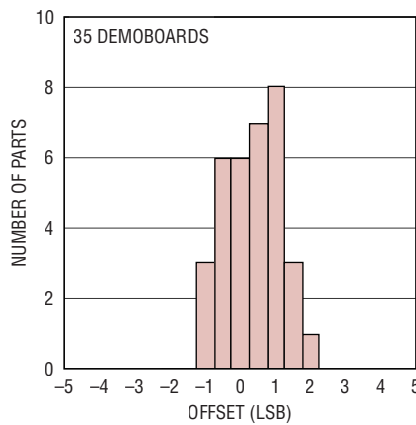
294765 G05

電流計測のゲイン誤差と温度



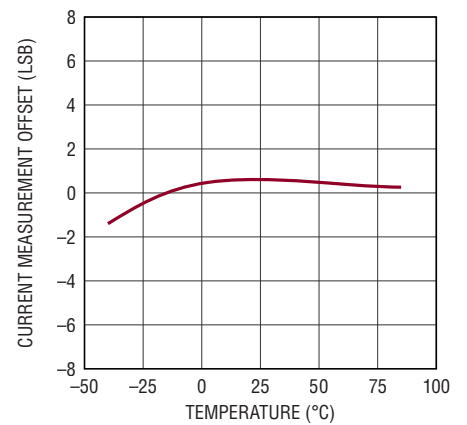
294765 G06

電流計測のオフセット分布



294765 G07

電流計測のオフセットと温度

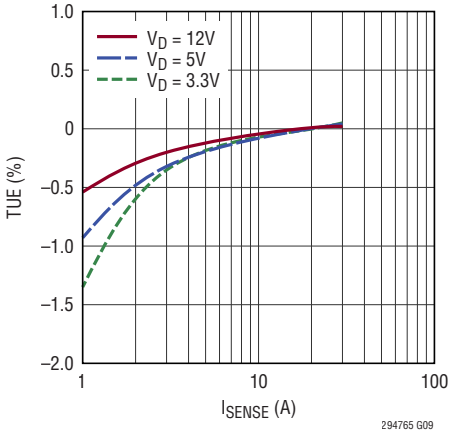


294765 G08

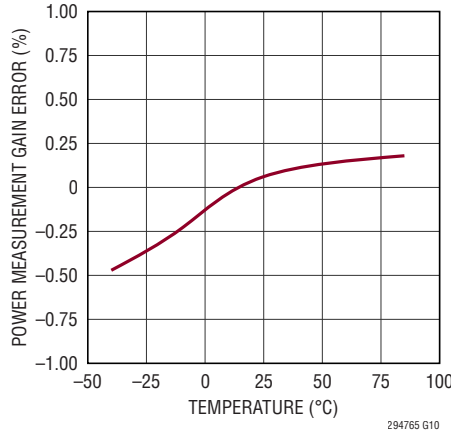
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

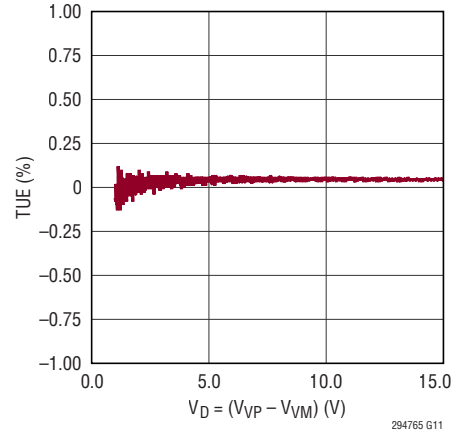
電力計測の総合未調整誤差



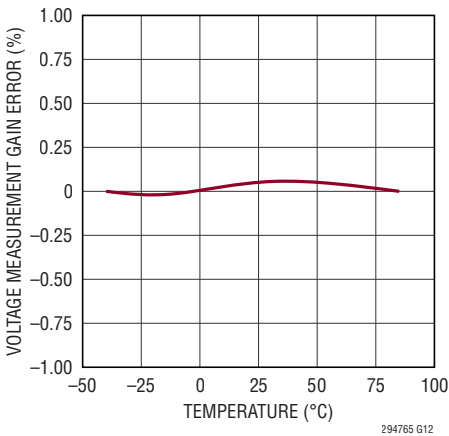
電力計測のゲイン誤差と温度



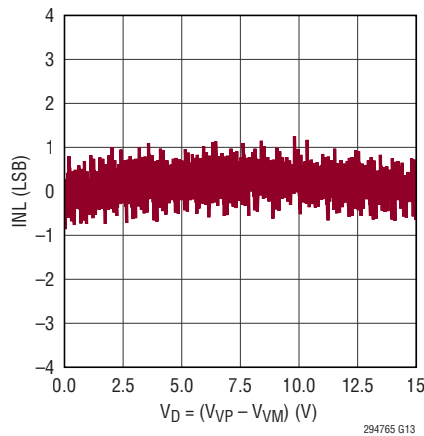
電圧計測のADC総合未調整誤差



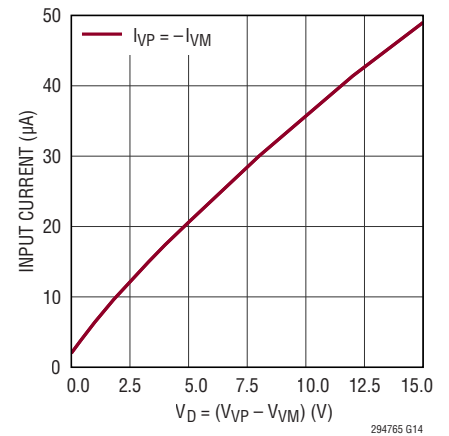
電圧計測のゲイン誤差と温度



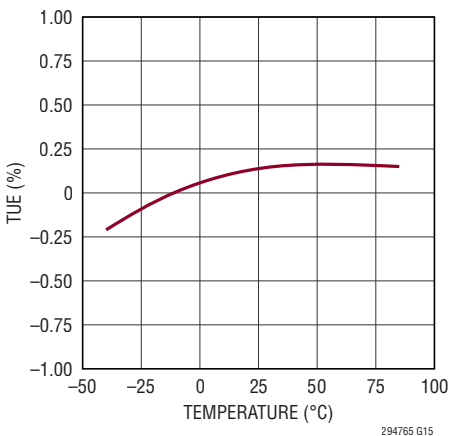
電圧計測の積分非直線性



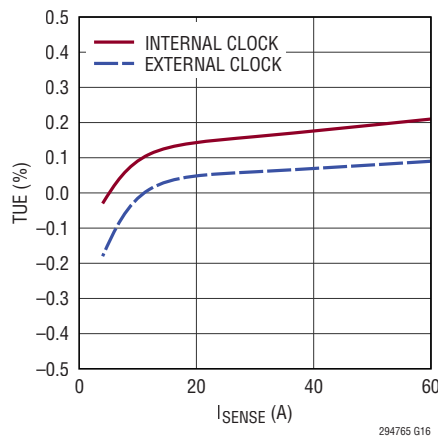
VP、VMの入力電流と
VP、VMの検出電圧



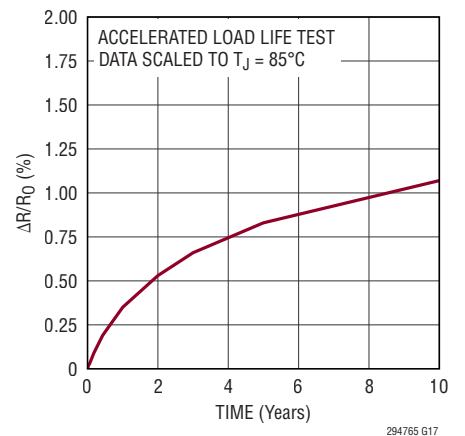
タイム・ベースの総合未調整誤差と
温度



電荷計測の総合未調整誤差と電流



検出抵抗の安定性



ピン機能

IM (ピン1、2、3、4、5、6、7、8) : 負の電流入力。内部の電流検出抵抗に接続しています。8つのピンを全て相互接続する必要があります。

AGND (ピン9) : アナログ・グラウンド。アプリケーション情報のセクションのレイアウトに関する検討事項を参照してください。

DGND (ピン10) : デジタル・グラウンド。アプリケーション情報のセクションのレイアウトに関する検討事項を参照してください。

AD0 (ピン11) : アドレス入力0。SPIモードを選択するには、AD0をOVDDに接続します。I²Cモードでは、AD0を(直接(L)または100kΩ抵抗を介して(R))グラウンドに接続し、6つのI²Cアドレスのいずれかを選択します。詳細については、アプリケーション情報のセクションの表3を参照してください。

AD1/CS (ピン12) : アドレス入力1/チップ・セレクト。SPIモードでは、これはチップ・セレクト入力(アクティブ・ロー)です。I²Cモードでは、OVDD(H)またはDGND(L)に接続するか、100kΩ抵抗を介してグラウンド(R)に接続して、6つのI²Cアドレスのいずれかを選択します。詳細については、アプリケーション情報のセクションの表3を参照してください。

GPIO (ピン13) : 汎用I/O(オープンドレイン)。プルアップ抵抗を介してOVDDに接続します。使用しない場合は接地します。

ALERT (ピン14) : ALERT出力。ALERTはオープンドレインのロジック出力として動作し、マスクなしのThresholdレジスタの値を超えた場合や、マスクなしのエラー条件が検出された場合に、グラウンドまで低下します。インターフェースがPCモードで動作している場合、ALERTピンはSMBus ARA (ALERT 応答) プロトコルに従います。詳細については、I²Cモードのセクションを参照してください。使用しない場合は、ALERTを接地します。

SCL (ピン15) : シリアル・クロック。I²CモードとSPIモードの両方でのシリアル・クロック入力。

SD0 (ピン17) : シリアル・データ出力。I²CモードとSPIモードの両方でのデータ出力。I²Cモードでは、このピンをSDIに接続して標準の双方向SDAピンとして機能させるか、切り離れたままにして光絶縁を容易にできます。

SDI (ピン18) : シリアル・データ入力。I²CモードとSPIモードの両方でのデータ入力。I²Cモードでは、このピンをSDOに接続して標準の双方向SDAピンとして機能させるか、切り離れたままにして光絶縁を容易にできます。

OVDD (ピン19) : デジタル・インターフェースの電源。OVDDとDGNDの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続します。OVDDの電圧がその最終値の90%に到達すると同時かまたは到達してから、AVCC/DVCCの電圧がその電圧レベルに到達するようにする必要があります。こうすることで、デバイスはAD0とAD1の状態をパワーアップ時に正しく読み出すことができます。

BYP (ピン20) : 内部回路に電力を供給するための内部2.5V電源。負荷をかけないでください。DGNDとの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続します。

DVCC (ピン21) : デジタル電源。DVCCとDGNDの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続します。AVCCとDVCCは互いに接続してください。

DNC (ピン22) : 接続しないでください。

AVCC (ピン23) : アナログ電源。AVCCとAGNDの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続します。AVCCとDVCCは互いに接続してください。

IP (ピン24、25、26、27、28、29、30、31) : 正の電流入力。内部の電流検出抵抗に接続しています。8つのピンを全て相互接続する必要があります。

VP (ピン32) : 正の電圧検出入力。計測対象電圧の正端子を接続します。VMとの間に22Ωの直列抵抗と2.2μFのバイパス・コンデンサを接続することを推奨します。

VM (ピン33) : 負の電圧検出入力。計測対象電圧の負端子を接続します。VPとの間に22Ωの直列抵抗と2.2μFのバイパス・コンデンサを接続することを推奨します。

CFP (ピン34) : 正のフィルタ・ピン。CFPとCFMの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続し、CFPとAGNDの間に0.1μFのコモンモード・コンデンサを接続します。

CFM (ピン36) : 負のフィルタ・ピン。CFPとCFMの間に1μFのバイパス・コンデンサを接続し、CFMとAGNDの間に0.1μFのコモンモード・コンデンサを接続します。

CLKI (ピン37) : クロック入力。内部クロックを使用する場合は接地します。精度を向上するには、CLKIとCLKOの間に水晶発振器を接続し、グラウンドとの間にマッチング・コンデンサを接続するか、外部クロックを使用してCLKIを駆動します。詳細については、タイムベース制御のセクションを参照してください。

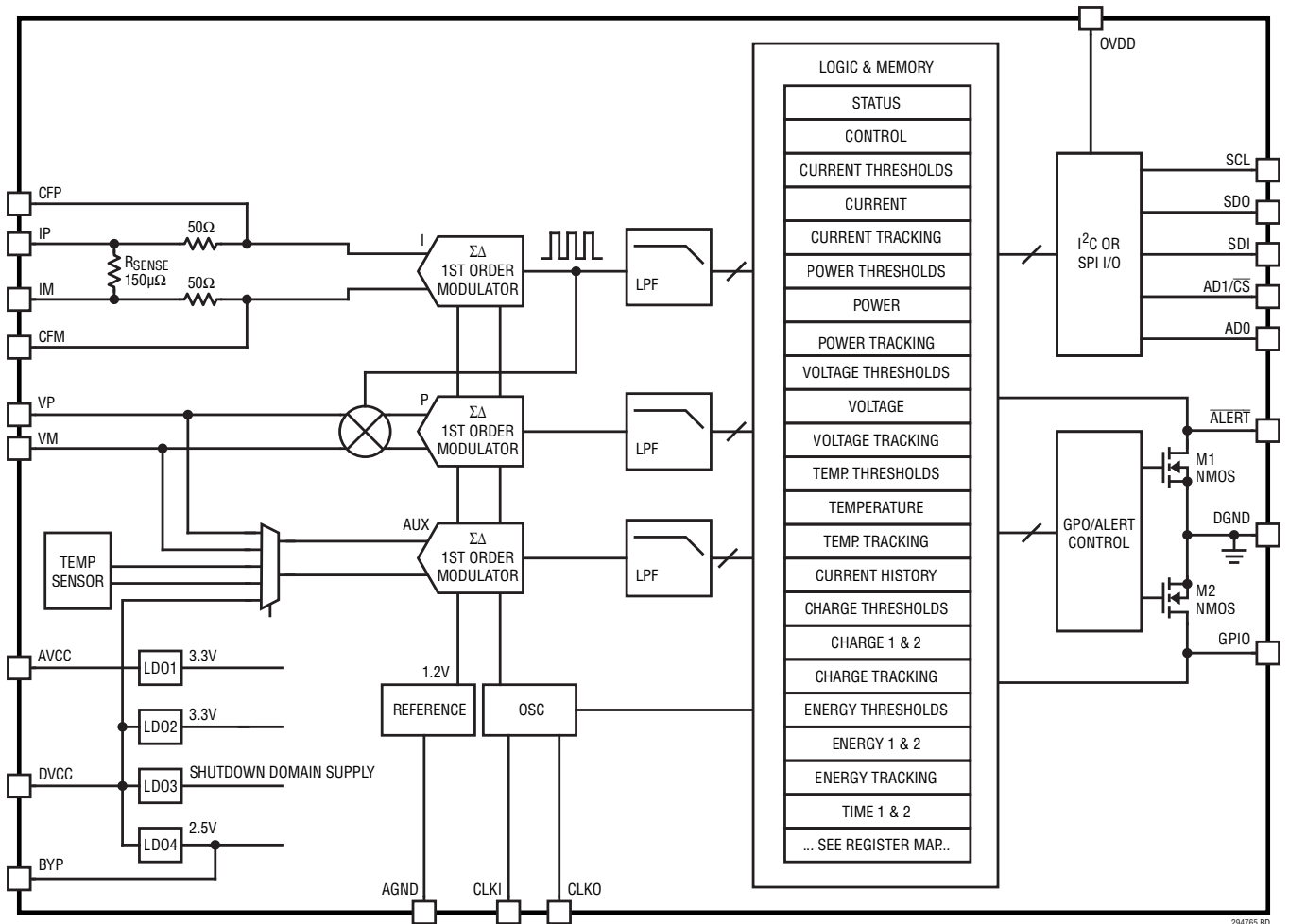
CLKO (ピン38) : クロック出力。使用する場合は、CLKOとCLKIの間に水晶発振器を接続します。使用しない場合は、フロート状態のままにします。

DGND (ピン39) : 露出パッド。DGNDに接続するか、フロート状態のままにします。

露出パッド1 (ピン40) : 内部の電流検出抵抗になっています。金属と他の導電性材料のいずれにも接続しないでください。詳細については、レイアウトに関する検討事項のセクションを参照してください。

NC (ピン16および35) : 接続なし。これらのピンはフロート状態のままにしておきます。

ブロック図



294765 BD

動作

概要

LTC2947-65は、高精度の電力計および電力量計で、検出抵抗を内蔵しており、最大±65Aの電流と最大15Vの電圧に対応します。このデバイスは、全部で7つのパラメータ(電流、電圧、電力、電荷(クーロン)、電力量、動作時間、デバイス自体のチップ温度)を計測します。

電流、電圧、および電力を同時に計測する3つのNo Latency $\Delta\Sigma$ A/D コンバータを内蔵しています。また、ダイ温度を計測し、外部クロックまたは内蔵の発振器を使用して、累計電荷量、累計電力量、累計時間を導出します。これらの値は内部レジスタに格納され、I²CまたはSPIとして設定可能なシリアル・インターフェースを介して読み出すことができます。

LTC2947-65は、計測量のそれぞれについて最小計測値と最大計測値を常時監視します。閾値はパラメータごとに設定できます。また、LTC2947-65は、Alertレジスタの対応ビットを設定して、閾値を超えたらALERTピンをローにすることにより、オプションでホストにアラートを通知できます。

4種類の目的に使用できるGPIOピンが組み込まれています。このピンは、汎用のロジック入力または出力として、LTC2947-65の内部シリコン温度計測に基づいてファンを自動的に制御するための出力として、または電荷、電力量、時間の累計を有効化および無効化するための入力として設定できます。

動作モード

パワーアップ

全ての電源電圧がそのUVLO閾値を超えると、LTC2947-65は起動して、全てのレジスタをデフォルトの状態に設定し、IDLEモードに入ります。このモードでは、デバイスはその後の命令がホストから送られるのを待ちます。LTC2947-65は、起動してからIDLEモードに入るまでに約100msかかります。

IDLE

IDLEモードでは、内部回路が全てアクティブになっていますが、計測は実行されません。IDLEモードからは、Operation Controlレジスタを介してLTC2947-65に命令し、シ

ングル・ショット・モード、連続モード、またはシャットダウン・モードに移行させることができます。

シングル・ショット (SSHOT)

Operation ControlレジスタのSSHOTビットを設定すると、LTC2947-65は4種類の計測(電流、電圧、電力、温度)を実行して、対応するレジスタ、Minimum/Maximumレジスタ、およびThresholdレジスタを更新します。時間は計測されず、ChargeレジスタとEnergyレジスタは更新されません。その後、Operation ControlレジスタのSSHOTビットをクリアし、StatusレジスタのUPDATEビットを設定して、IDLEモードに戻ります。1回のシングル・ショット計測サイクルにかかる時間は100msです。ホストはStatusレジスタのUPDATEビットをポーリングして、計測サイクルの完了を検出できます。

連続計測モード (CONT)

Operation ControlレジスタのCONTビットを設定すると、LTC2947-65は電流、電圧、電力、温度を繰り返し計測して、電力量、電荷、時間を再計算し、Minimum/Maximum Trackingレジスタ、およびThresholdレジスタを更新します。各計測サイクルの所要時間は約100msです。このモードでは電流と電力のADCが絶えず動作して、電荷と電力量を計測し損なわないようにします。Operation ControlレジスタのCONTビットをリセットしない限り、LTC2947-65は連続モードのままです。連続モード時にSSHOTビットを設定すると、LTC2947-65は現在の計測サイクルを完了してシングル・ショット・モードに入り、Operation ControlレジスタのCONTビットをクリアします。

シャットダウン (SHDN)

Operation ControlレジスタのSHDNビットを設定すると、LTC2947-65はシャットダウン・モードになり、電源電流は約10 μ Aまで減少します。シングル・ショット・モードまたは連続モードで、計測サイクルの途中である場合、デバイスはサイクルを完了してからシャットダウン・モードに入り、SSHOTビットまたはCONTビットをクリアします。シャットダウンによって電圧、電流、温度の結果はクリアされますが、累計電荷量と累計電力量の値、全ての閾値とトラッキング値は保持されます。

動作

シャットダウン・モードの間、LTC2947-65はシリアル・インターフェースをモニタし続けます。SPIモードでは、 \overline{CS} がローになると、LTC2947-65はシャットダウン・モードからIDLEモードに遷移します。I²Cモードでは、LTC2947-65がIDLEモードに遷移するのは、正しいスレーブ・アドレスに対してアクノレッジを返した後です。LTC2947-65がシャットダウン状態から起動するには、約100msかかります。この時間中、デバイスはレジスタ書き込みを無視して、0x01によるレジスタ読出しに応答します。いったん起動すると、LTC2947-65はIDLEモードに入り、次の命令を待ちます。ホストはOperation Controlレジスタをポーリングして0x00の応答を監視し、LTC2947-65が起動してIDLEモードであることを判別します。

シャットダウン・モードでは、内部のアナログ電源とデジタル電源が遮断されます。これにより、LTC2947-65がシャットダウンから復旧すると、UVLOAビットとUVLODビットが設定されます。UVLOSTBYビットとPORAビットは、AVCC/DVCCでの電源電圧が V_{UVLO} より低くなり、パワーオン・リセットが実行された場合にのみ設定されます。

状態図(図1)に、LTC2947-65の様々な動作モードの要約を示します。遷移と制御ビットの手動の設定は黒で表示されていますが、デバイスに起因する遷移と制御ビットの設定は青で表示されています。

計測サイクルが進行中の場合、動作モード間の切替えには最大100msかかります。

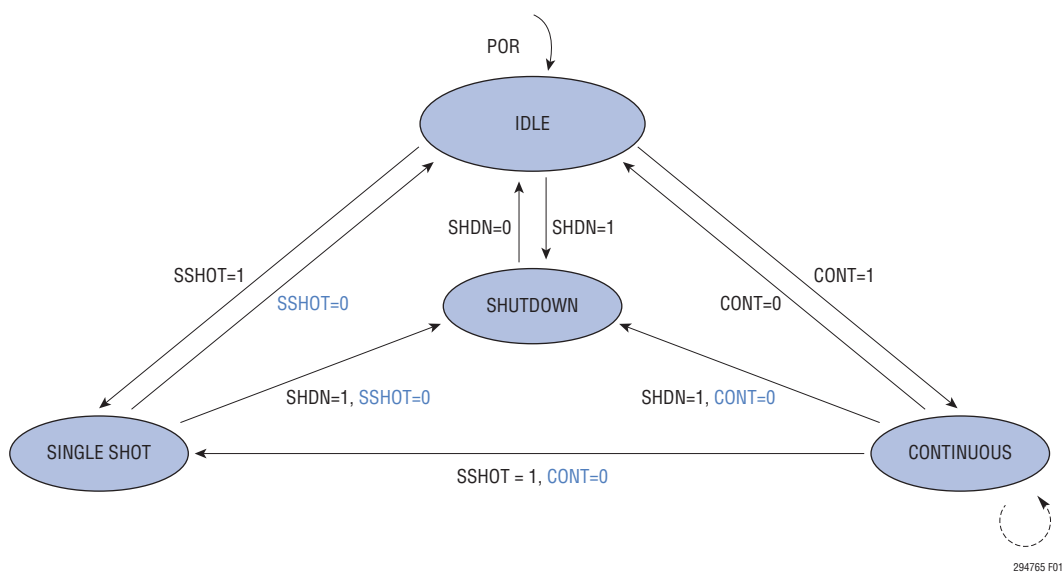


図1. 動作モード

動作

電流、電圧、温度の計測

LTC2947-65は、作業に特化したADCを使用して各入力を計測します。内部検出抵抗を流れる電流は、計測範囲が $\pm 65\text{A}$ で分解能が 6mA の $\Delta\Sigma$ ADCを使用して計測します。コモンモード電圧は、AVCCでの電源電圧に関係なく、GNDより 100mV 低い電圧から 15.5V までの範囲が可能です。このADCは1次アーキテクチャと連続オフセット・キャリブレーションを使用して、全ての入力サンプルが等しい重み付けで平均化され、抜けのないことが確認されます。電流ADCに「見落とし」はありません。 10MHz のサンプリング・レートにより、最大 2.5MHz の高調波を含む全ての電流波形に対して、平均化の精度を維持します。新しい平均値は 100ms ごとに通知されます。

2番目のADCは、温度と、VPピンとVMピンの間の差動電圧の両方を順次計測し、その間に電流計測を行います。温度の計測値はホストに通知されると共に、内部の電流検出抵抗の温度ドリフトを補償するために、LTC2947-65によって内部で使用されるので、非常に安定した電流計測値が得られます。電圧計測値の分解能は 2mV であり、温度の分解能は 0.204°C です。差動電圧の計測範囲(VP-VM)は -0.3V ～ 15.5V であり、電源電圧とは無関係です。

温度計測はダイ上のセンサーを使用して行われることに注意してください。内部検出抵抗を流れる電流が大きいと、計測値が周辺温度から大きく変化することがあります。AVCC/DVCCの電源電圧が高いと、内部の消費電力が増加するので、内部温度も上昇します。

電力計測

LTC2947-65は3番目のADCを使用して電力を測定します。このADCは、 5MHz の最大サンプリング周波数で電圧(VP-VM)と電流を掛け、その後、A/D変換に起因する平均化を行います。これにより、 100ms の変換時間の間に電流と電圧が同相で変化した場合でも、精度が維持されます。この変化は、バッテリーなど、インピーダンスの大きな電源から電力が供給された場合に発生する可能性があります。負荷によって 9A の電流パルスが引き込まれると、内部の直列抵抗によって 11V まで低下する 12V 電源の例を図2に示します。この例では、平均電流と平均電圧を乗算することで、電力の計算値に 6% の誤差が生じていますが、これは、電流が流れた瞬間に、

電圧が平均電圧より大幅に低下するからです。LTC2947-65が使用する方式では、この誤差が発生せず、最大 50kHz の信号を使用して、規定の精度が維持されます。

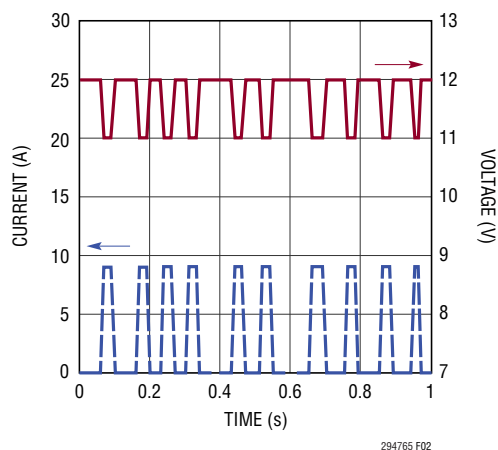


図2. 過渡信号の電力計測

電荷、電力量の計測と累計時間

LTC2947-65は、電流と電力の計測値を一定の時間にわたって積分して、負荷に流れ込むか負荷から流れ出る電荷および電力量を計算します。また、積分に使用される全累計時間も常時監視します。積分のタイムベースは、内部クロック、CLKIに接続した外部クロック、またはCLKIとCLKOに接続した外部水晶発振器によって供給できます。外部クロックを使用した場合、LTC2947-65は、時間、電荷、および電力量を、外部クロック周期に対する数学的関係として示します。

電荷量、電力量、時間のそれぞれについて、LTC2947-65は2組のレジスタを用意しています。各レジスタ・セットは、計測した電流の符号、GPIOピンのレベル、Controlレジスタの設定のいずれかに基づいて累計するよう別個に設定できます。これにより、最初のAccumulationレジスタ・セットは常に積分するよう設定するのに対して、2番目のレジスタ・セットは電流が正の場合にのみ積分するよう設定できます(例えばバッテリーの充電効率を考慮する場合)。また、最小電流閾値を設定して、この値より電流が少なくなったら積分を停止することもできます。

アプリケーション情報

タイムベース:内部クロック/外部クロック/ 水晶発振器

電流と電力を積分することによって電荷と電力量を正確に計測するには、高精度のタイミングが必要です。LTC2947-65は、積分時間を決定するためのタイムベースとして、調整済みの内部発振器または外部クロックを使用します。周波数範囲が200kHz～25MHzの外部方形波クロックまたは4MHzの水晶発振器を外部クロック入力として使用できます。外部方形波を使用する場合は、それをCLKIピンに接続し、CLKOピンはフロート状態のままにします。図3に、水晶発振器を使用してリファレンス・クロックを発生する場合の推奨回路を示します。

内部クロックを使用する場合は、CLKIをDGNDに接続して、CLKOはフロート状態のままにします。

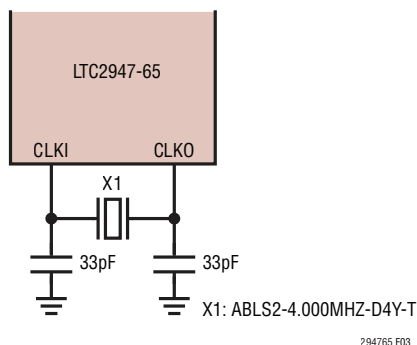


図3. 水晶発振器を使用したリファレンス・クロック

タイムベース制御

LTC2947-65は、デフォルトでは内部発振器を使用します。外部クロックまたは水晶発振器を使用する場合は、Timebase ControlレジスタのPREパラメータとDIVパラメータを適切に設定する必要があります。その後、LTC2947-65は内部クロックを外部周波数と比較して、時間、電荷、および電力量を外部クロック周期の倍数として表します。広範囲の許容外部周波数に対応するため、Timebase Controlレジスタ(0xE9)を介して内部プリスケアラを設定する必要があります。

プリスケアラは2段で構成されており、初段では外部周波数 f_{REF} を係数 2^{PRE} で分周し、2段目では係数DIVで分周します。PREは、Timebase Controlレジスタ(0xE9)のビット[2:0]により、0～5の間に設定します。PREは、表1に示すように、外部周波数を 2^{PRE} で分周した場合、周波数が1MHzより低くなる最小の値に設定します。

表1. パラメータPREと外部クロック

f_{REF}	PRE	2^{PRE}	PRE[2:0]
$0.1\text{MHz} \leq f_{REF} \leq 1\text{MHz}$	0	1	000
$1\text{MHz} < f_{REF} \leq 2\text{MHz}$	1	2	001
$2\text{MHz} < f_{REF} \leq 4\text{MHz}$	2	4	010
$4\text{MHz} < f_{REF} \leq 8\text{MHz}$	3	8	011
$8\text{MHz} < f_{REF} \leq 16\text{MHz}$	4	16	100
$16\text{MHz} < f_{REF} \leq 25\text{MHz}$	5	32	101
Internal	7	–	111

次に、プリスケアラの2段目で、初段の結果を係数DIVで分周します。DIVは、Timebase Controlレジスタのビット[7:3]により、0～31の間に設定します。DIVは、プリスケアラの初段の出力($f_{REF_1} = f_{REF}/2^{PRE}$)と32768Hzの間の比より小さく、比に最も近い整数値に設定します。つまり、次のようにします。

$$DIV = \text{floor} \left(\frac{f_{REF}}{2^{PRE} \cdot 32768\text{Hz}} \right)$$

4MHzの水晶発振器を使用する場合、値はPRE = 2、DIV = 30となります。

LTC2947-65のQuikEval™ソフトウェアには、これらのパラメータの使いやすい計算プログラムが含まれています。

表2に、一般的な周波数の例をいくつか示します。

表2. 一般的な周波数のタイムベース設定

f_{REF} (MHz)	PRE	2^{PRE}	f_{REF_1} (MHz)	DIV	TIMEBASE CONTROL [7:0]
1MHz	0	1	1	30	1111 0000
1.5MHz	1	2	0.75	22	1011 0001
4MHz	2	4	1	30	1111 0010
10MHz	4	16	0.625	19	1001 1100
20MHz	5	32	0.625	19	1001 1101
25MHz	5	32	0.781	23	1011 1101
Internal	7	–	–	X	XXXX X111

GPIOピンの設定

LTC2947-65にはGPIOピンが1つあり、GPIO Status and ControlレジスタのGPOENビット(0x67)[0]によって汎用入力または汎用オープンドレイン出力になるよう設定できます。

アプリケーション情報

0x67[0] = 0を設定することによりGPIOピンを入力として設定すると、GPIOピンのステータスは、GPIO Status and ControlレジスタのGPIビット(0x67) [4]によって通知されます。汎用入力ピンの状態を使用して、電荷、電力量、時間の累計をAccumulator Control GPIOレジスタ(0xE3)によって制御できます。この累計機能は、2組のAccumulationレジスタのそれぞれに対して個別に有効化できます。GPIOが1の場合は、ビット(0xE3) [1:0]を[01]に設定すると、Charge1、Energy1、Time1の累計が有効になり、GPIOが0の場合は、ビット(0xE3) [1:0]を[10]に設定すると、Charge1、Energy1、Time1の累計が有効になります。ビット(0xE3) [1:0]を[00]に設定すると、最初のAccumulationレジスタ・セットの累計制御はGPIOレベルによって無効になります。同様に、Charge2、Energy2、Time2の累計は、Accumulator Control GPIOレジスタのビット(0xE3) [3:2]で制御できます。

(0x67) [0] = [1]を設定することによってGPIOピンをオープンドレイン出力として設定した場合は、GPIO Status and ControlレジスタのGPOビット(0x67) [5]に0を書き込むと引き込まれてローになり、GPOビットに1を書き込むと解放されてハイになります。また、オープンドレイン出力として、GPIOピンを設定し、計測温度の関数としてファンを制御するには、FANENビット(0x67) [6]を1に設定します。その後、(page1.0x9C)と(page1.0x9D)で書き込まれた閾値TFANHを温度計測結果が超えると、GPIOピンはすぐにアクティブになります。また、(page1.0x9E)と(page1.0x9F)で書き込まれた閾値TFANLより温度計測結果が低くなると、GPIOピンは非アクティブになります。GPIOピンの極性を設定するには、(0x67) [7]のFANPOLビットをそれぞれ0または1に設定します。GPIO出力レベルはシャットダウン状態のとき維持されます。GPIO状態の内部サンプリング・レートは100msなので、入力または出力としての状態の変化に対する反応は、この時間範囲内に収まります。

内部検出抵抗

LTC2947-65は独自の技術を使用して、内部検出抵抗の温度係数を補償します。絶対値および温度係数補償の工場出荷時の調整と、超低オフセットADCとが相まって、電流計測が関係する場合(つまり、電流、電力、電荷、電力量)、LTC2947-65の精度は優れたものになります。

全ての検出抵抗と同様に、LTC2947-65の内蔵検出抵抗は、長期間が経過すると抵抗値がわずかにシフトします。最も厳しい条件での予想される抵抗ドリフト性能については、代表的な性能特性のセクションを参照してください。低温や低電流の条件では、ドリフトは大幅に減少します。

電流と電圧の入力フィルタリング

電流、電力、電圧に対するADCの電気的性能を最大限に発揮させるには、図4に示すように、CFP、CFM、VP、VMの各ピンに入力フィルタリング回路を接続します。これらの部品により、ノイズを低減するための最適な入力フィルタリング効果が得られます。電流入力と電圧入力での時定数を等しくすると、各経路での遅延が異なることに起因する過渡信号の電力計測時の誤差が最小限に抑えられます。

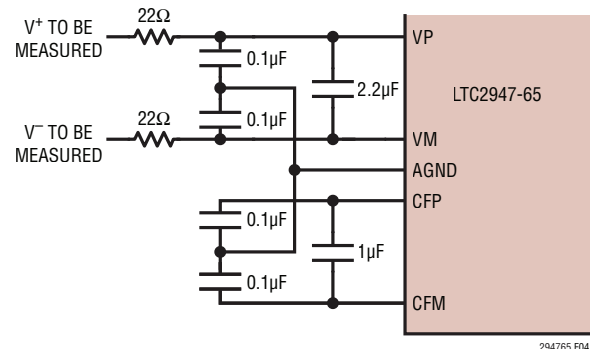


図4. 入力フィルタリング

アプリケーション情報

レイアウトに関する検討事項

IPピンおよびIMピンまでのPCBパターンの電気的抵抗を低減すると、LTC2947-65に近い領域での発熱と、LTC2947-65自体の温度上昇を最小限に抑えられます。PCBパターンの電気的抵抗を低減する方法としては、図5に示すように、パターンの幅を広げてPCB層の数を増やすことや、十分な数のビアを設けることなどがあります。

IPピンおよびIMピンに接続するときは、厚さが70 μm 以上のPCBパターンを使用することを推奨します。IPおよびIMのPCBパターンの厚さが70 μm 未満の場合は、電流の読出し値が厚さにわずかに依存します。

IPとIMの間の露出パッドは、電気的に導通するPCBパッドやトラックには、接触させることもハンダ処理することもしてはなりません。

入力フィルタの共通モード・コンデンサ、CFPピン、およびCFMピンは、AGNDピンに直接スター接続します。無関係なグラウンド電流がこの接続に流れると、測定誤差が生じます。スター接続を実現するには、CFP、CFMのコンデンサのグラウンド・トラックを、AGNDピンを含めて別の小プレーンに結合し、このプレーンをPCBのグラウンドに1点で接続します。図5に、このスター接続概念の概略図を示します。ADC入力への干渉が最小限に抑えられています。同様に、DVCC、OVDDに取り付けたコンデンサのグラウンド接続

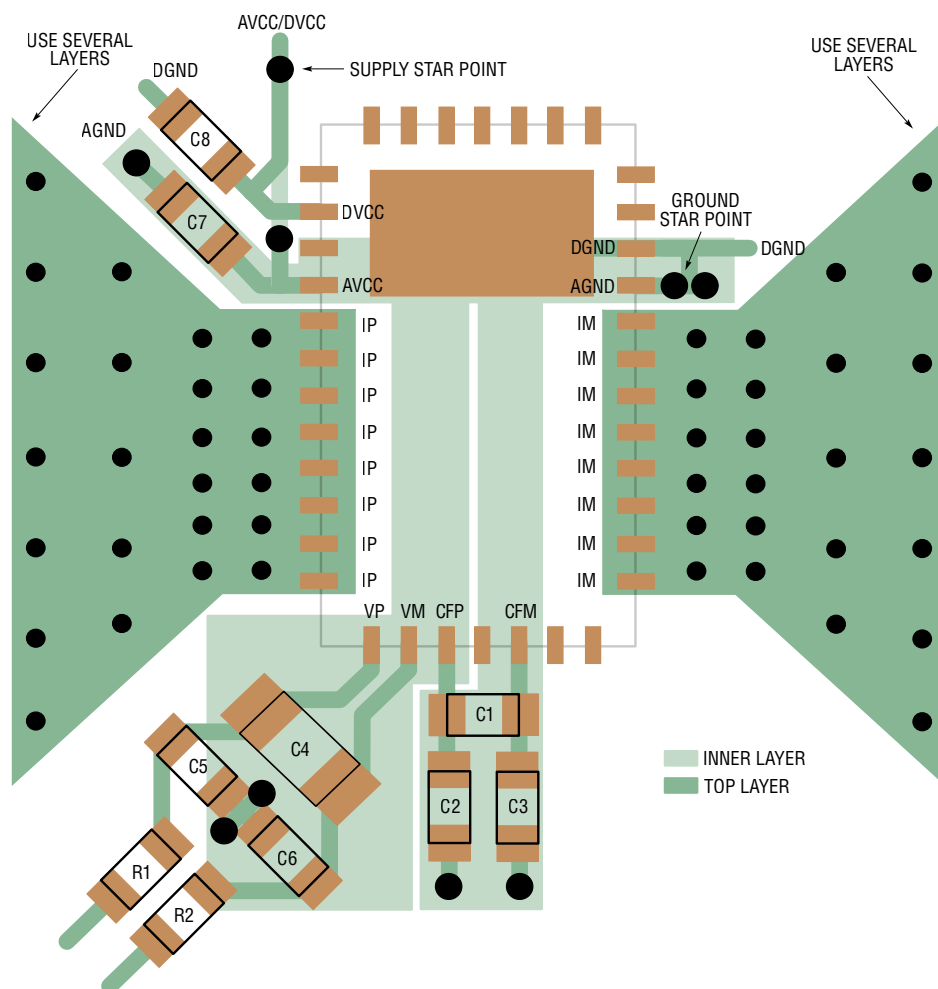


図5. 電流トラック、電圧入力、およびグラウンドの推奨レイアウト

アプリケーション情報

を、DGNDピンを含めて別の小プレーンに集中させ、PCBのグラウンドへのAGNDプレーンと同じグラウンド・スター点に接続できます。

また、AVCCピンとDVCCピンの電源もスター結線します。デカップリング・コンデンサは、電源スター点よりこれらのピンに近づけて配置します。

水晶発振器のクロック振幅は、CLKOUTピンの浮遊容量や、CLKINピンとCLKOUTピンの間のカップリング容量などの寄生素子に敏感です。LTC2947-65から水晶発振器ネット

ワークまでのCLKINとCLKOUTのパターンをできるだけ短くして、負荷コンデンサは水晶発振器の隣に配置することを推奨します。浮遊容量を最小限に抑えるには、広いグラウンド・プレーンを避けて、水晶発振器ネットワークの近くにデジタル信号が通らないようにします。

内部の電流検出抵抗(R_{SENSE})で放散される熱により、対応するジャンクション温度の上昇分が分かります。図5に示すレイアウトでの周辺温度25°Cでのジャンクション温度と I_{SENSE} のプロットを図6に示します。

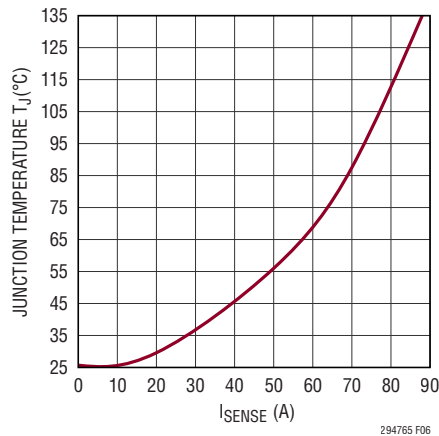


図6. ジャンクション温度 T_J (°C) と I_{SENSE} (A)

デジタル・インターフェース

SPIまたはI²Cシリアル・インターフェースの選択

LTC2947-65のシリアル・インターフェースはSPIモードまたはI²Cモードで動作できます。SPIモードを選択するには、AD0をOVDDに接続します。I²Cモードを選択するには、表3に従ってAD0を接続します。LTC2947-65は、DVCCに電力が供給されると、AD0ピンを読み出すことにより、SPIモードまたはI²Cモードを選択します。モードを正しく検出するには、先にOVDDに電力を供給してからDVCCに供給します。

SPIモード

物理層

SPIモードでは、LTC2947-65はSPIスレーブとして機能し、AD1ピンは \overline{CS} (チップ・セレクト、アクティブ・ロー)として機能します。ロジック入力閾値と出力振幅は、OVDDピンの電圧によって設定されます。OVDDピンは、SPIマスタ・デバイスと同じ電源に接続してください。OVDDとDGNDの間に1 μ Fのバイパス・コンデンサを接続することを推奨します。多くの場合、SDIピンはMOSIと呼ばれ、SDOピンはMISOと呼ばれます。LTC2947-65はSCLの立上がりエッジでSDIのデータをサンプリングして、SCLの立下がりエッジでSDOのデータを変更します(多くの場合、CPHA = 0、CPOL = 0と見なされます)。

データ層

LTC2947-65に送信されるデータは、全て8ビット・バイト、MSBファーストで送信されます。LTC2947-65は、この同じフォーマットでデータを返します。複数のバイトを1回のトランザクションで送信できます。図8と図9に、代表的な書き込みトランザクションと読み出しトランザクションを示します。

書き込みプロトコル

マスタがLTC2947-65に書き込むときは、まずトランザクションの先頭バイトとして0x00を送信し、続いて書き込みの対象となる最初のレジスタのアドレスを送信します。次に送信されるバイトは、このアドレスに書き込まれます。LTC2947-65は、そのアドレス・ポインタを各バイトの受信後にインクリメントするので、1回のトランザクションの一部として複数のバイトを書き込むことができます。不完全なバイトは破棄されます。

読み出しプロトコル

マスタがLTC2947-65から読み出すときは、まずトランザクションの先頭バイトとして0x01を送信し、続いて読み出しの対象となる最初のレジスタのアドレスを送信します。LTC2947-65は、そのアドレスから始まるデータ・バイトを送信し、各バイトの送信後にアドレス・ポインタをインクリメントします。任意のバイト数を読み出すことができます。アドレス・ポインタは、アドレス0xFFに達すると、アドレス0x00に戻ります。レジスタ・アドレスより後にあるSDIラインのデータは、LTC2947-65によって無視されます。

SPIアラートの処理

LTC2947-65は、様々なイベントが発生したときに、 \overline{ALERT} ピンを介してアラートを生成するように設定できます。アラートを有効にするには、Alert Master Control EnableレジスタのALERTBENビット(0xE8) [0]を設定します(これはデフォルトの設定です)。Maskレジスタ(アドレス0x88~0x8F)のビットをクリアすることにより、アラートをトリガするイベントを選択します。

アラートを有効にすると、対応するイベントによって \overline{ALERT} ピンがローになります。SPIモードで \overline{ALERT} ピンを解放するには、マスタがStatusレジスタ、Threshold Alertレジスタ、およびOverflow Alertレジスタ(0x80~0x87)を読み出す必要があります。

デジタル・インターフェース

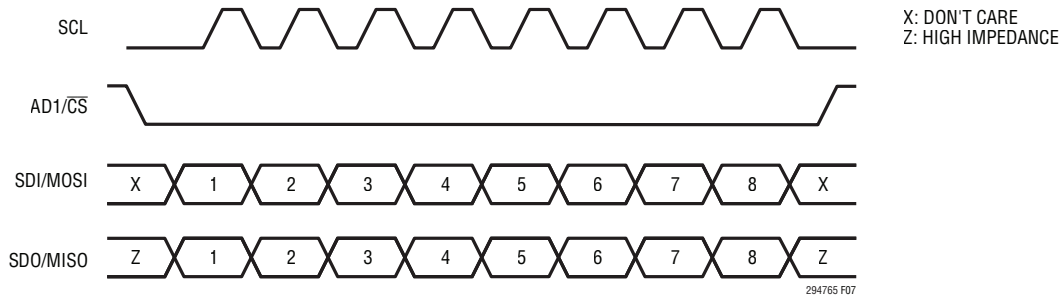


図7. SPIによる一般的なデータ伝送

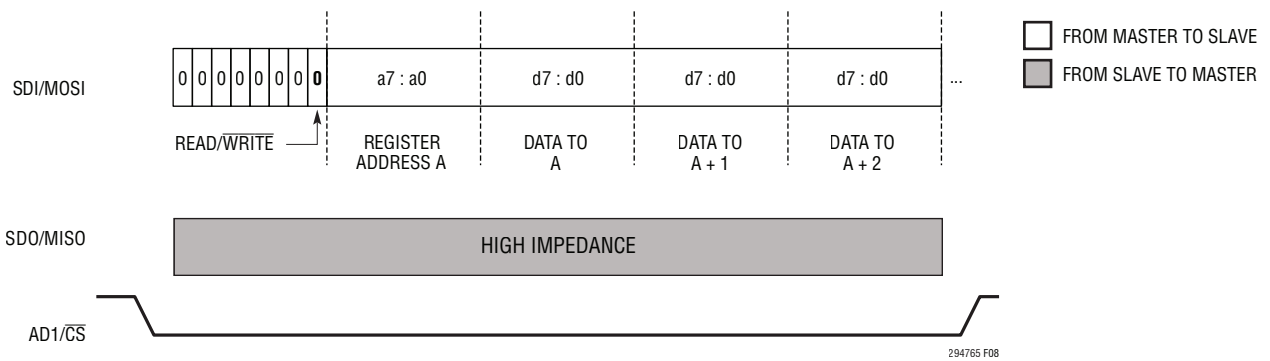


図8. SPI書き込みプロトコル

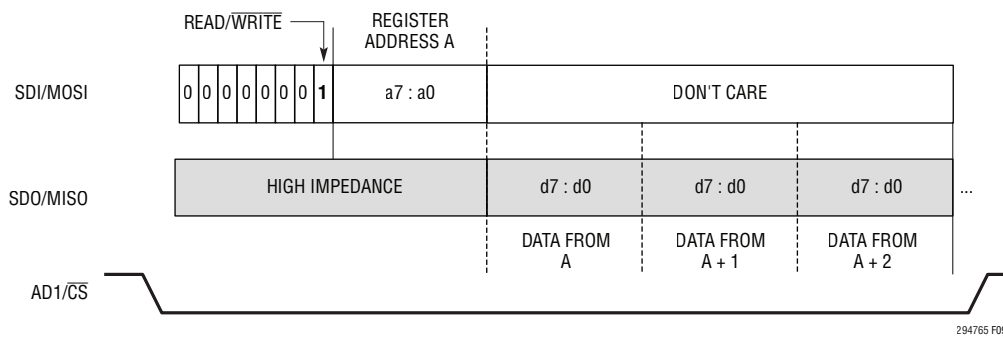


図9. SPI読み出しプロトコル

デジタル・インターフェース

I²Cモード

I²Cデバイスのアドレス指定

電源投入時にAD0がハイに接続されていないと、LTC2947-65はI²Cモードで動作します。I²Cアドレスを設定するには、表3に示すように、AD1とAD0を接続します。レベルは次のとおりです。L:ロー、DGNDに接続します。H:ハイ、OVDDに接続します。R:抵抗、100kΩ抵抗を使用してDGNDに接続します。LTC2947-65は、各I²Cトランザクションの開始時にAD0とAD1をチェックして、対応するI²Cアドレスに応答します。

電源投入時にAD0をロー (DGND) に接続すると、デバイスはI²Cモードで動作することが確実にになります。AD0をローに維持すると、使用可能なアドレスは制限されますが、電源投入時のOVDDシーケンス制御条件は緩和されます。

START条件とSTOP条件

I²Cバスがアイドル状態の場合、SCLとSDAは両方ともハイ状態になります。マスタは、SCLをハイに保持したままSDAをハイからローに遷移させるSTART条件によって送信の開始を通知します。マスタはスレーブとの通信を終了すると、SCLをハイに保持したままSDAをローからハイに遷移させるSTOP条件を発行します。この動作によりバスは解放され、次の送信を開始できます。

スタックバス・リセット

LTC2947-65のI²Cインターフェースはスタックバス・タイマーを内蔵しており、転送中にSCL信号が割り込まれた場合に、バス・ラインが無制限にローに保持されるのを防止します。このタイマーは、SCLまたはSDIがローになると動作を開始

し、SCLとSDIの両方がハイになるとリセットされます。SCLまたはSDIがローのままの時間が50msを超えると、スタックバス・タイマーが内部I²Cインターフェースをリセットして、バスを解放します。通常の通信は次のSTARTコマンドで再開します。

アクノレッジ

アクノレッジ信号はマスタとスレーブの間のハンドシェイク処理に使用されます。データの受信時に、LTC2947-65は9クロック・サイクルごとにSDAラインをローにして、各データ・バイトのアクノレッジを返します。スレーブがSDAをハイのままにすることでアクノレッジを返さない場合は、マスタがSTOP条件を生成して送信を中止します。同様に、マスタは、スレーブからデータを受信しているときに、9クロックごとにSDAラインをプルダウンすることでアクノレッジ・パルスを生成する必要があります。最終バイトを受信した後、マスタはSDAラインをハイのままにして(アクノレッジを返さず)、STOP条件を発行して送信を終了します。

書込みプロトコル

マスタは、START条件とそれに続く7ビットのスレーブ・アドレス(R/Wビットは0に設定)によって書込み動作を開始します。スレーブのアドレスが、AD0/AD1ピンにプログラムされているアドレスと一致すると、LTC2947-65はそのアドレス・バイトにアクノレッジを返します。次に、マスタは書込み先の内部レジスタを示すレジスタ・アドレス・バイトを送信します。LTC2947-65はもう一度アクノレッジを返し、その内部レジスタのアドレス・ポインタにレジスタ・アドレスをラッチします。マスタはその後データ・バイトを送信し、LTC2947-65はアクノレッジを返して、選択済みの内部レジスタにデータを書き込

表3. I²Cアドレス

AD0	AD1	8-BIT ADDRESS BYTE WRITE	8-BIT ADDRESS BYTE READ	7-BIT DEVICE ADDRESS	BINARY DEVICE ADDRESS							
					a6	a5	a4	a3	a2	a1	a0	R/W
L	L	0xB8	0xB9	0x5C	1	0	1	1	1	0	0	1/0
L	H	0xBA	0xBB	0x5D	1	0	1	1	1	0	1	1/0
L	R	0xBC	0xBD	0x5E	1	0	1	1	1	1	0	1/0
R	L	0xC8	0xC9	0x64	1	1	0	0	1	0	0	1/0
R	H	0xCA	0xCB	0x65	1	1	0	0	1	0	1	1/0
R	R	0xCC	0xCD	0x66	1	1	0	0	1	1	0	1/0

Note 10: L: DGNDに接続。H: OVDDに接続。R: 抵抗、100kΩ抵抗を使用してDGNDに接続。

デジタル・インターフェース

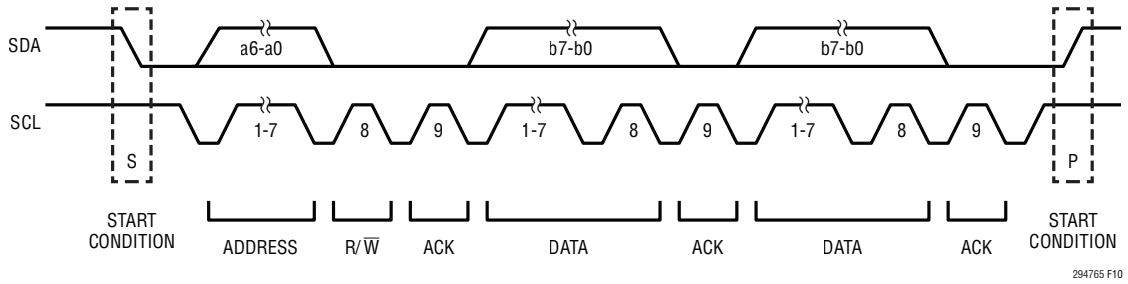


図10. I²Cによる一般的なデータ伝送

S	ADDRESS	W	A	REGISTER	A	DATA	A	P
	a6:a0	0	0	b7:b0	0	b7:b0	0	

294765 F11

図11. I²Cバイト書き込みプロトコル

□ FROM MASTER TO SLAVE

■ FROM SLAVE TO MASTER

A: ACKNOWLEDGE (LOW)

Ā: NOT-ACKNOWLEDGE (HIGH)

R: READ BIT (HIGH)

W: WRITE BIT (LOW)

S: START CONDITION

P: STOP CONDITION

S	ADDRESS	W	A	REGISTER	A	DATA	A	DATA	A	...	DATA	A	P
	a6:a0	0	0	b7:b0	0	b7:b0	0	b7:b0	0	...	b7:b0	0	

294765 F12

図12. I²C複数バイト書き込みプロトコル

S	ADDRESS	W	A	REGISTER	A	S	ADDRESS	R	A	DATA	Ā	P
	a6:a0	0	0	b7:b0	0		a6:a0	1	0	b7:b0	1	

294765 F13

図13. I²Cバイト読出しプロトコル

S	ADDRESS	W	A	REGISTER	A	S	ADDRESS	R	A	DATA	A	DATA	A	...	DATA	Ā	P
	a6:a0	0	0	b7:b0	0		a6:a0	1	0	b7:b0	0	b7:b0	0	...	b7:b0	1	

294765 F14

図14. I²C複数バイト読出しプロトコル

デジタル・インターフェース

みます。各バイトにアクノレッジが返されると、レジスタのアドレス・ポインタは自動的に1つインクリメントします。マスタがSTOP条件を送信すると、書込み動作は終了し、レジスタのアドレス・ポインタは0x00にリセットされます。

読出しプロトコル

マスタは、START条件とそれに続く7ビットのスレーブ・アドレス(R/ \bar{W} ビットは0に設定)によって読出し動作を開始します。スレーブのアドレスが、AD0/AD1ピンにプログラムされているアドレスと一致すると、LTC2947-65はアクノレッジを返し、マスタは読出し元の内部レジスタを示すレジスタ・アドレス・バイトを送信します。LTC2947-65はもう一度アクノレッジを返し、その内部レジスタのアドレス・ポインタにレジスタ・アドレス・バイトをラッチします。次に、マスタは反復START条件と、その後に先ほどと同じ7ビットのアドレス(R/ \bar{W} ビットを今回は1に設定)を送信します。LTC2947-65はもう一度アクノレッジを返してから、要求されたレジスタの内容を送信します。マスタがアクノレッジを返すと、LTC2947-65はレジスタのアドレス・ポインタをインクリメントして次のレジスタの内容を送信し、データ・バイトを送出します。マスタがSTOP条件を送信すると、読出し動作が終了し、レジスタのアドレス・ポインタは00hにリセットされます。

S	ALERT RESPONSE ADDRESS	R	A	DEVICE ADDRESS	\bar{W}	\bar{A}	P
	0001100	1	0	a6:a0	0	1	

294765 F15

図15. シリアル・バスのI²Cアラート応答プロトコル

SMBusアラート応答プロトコル

LTC2947-65はSMBusアラート応答プロトコル(ARA)を使用して、I²Cモードでアラートを管理します。アラートを有効にするには、Alert Master Control EnableレジスタのALERTBENビット(0xE8) [0]を設定します(これはデフォルトの設定です)。Alert Maskレジスタ(アドレス0x88~0x8F)のビットをクリアすることにより、アラートをトリガするイベントを選択します。

ARAのブロードキャスト時に同じバス上の2つ以上のデバイスがアラートを生成している場合、標準のI²Cアービトレーションにより、優先度が最高(アドレス値が最小)のデバイスが最初に返信し、優先度が最低(アドレス値が最大)のデバイスが最後に返信します。バス・マスタは、 \bar{ALERT} ラインが解放されるまでアラート応答プロトコルを繰り返します。アラートの原因となるデバイスが識別されると、マスタはStatusレジスタ、Threshold Alertレジスタ、およびOverflow Alertレジスタ(0x80~0x87)を読み出して、障害の原因を特定できます。SPIモードでは、StatusレジスタまたはAlertレジスタを読み出すと、 \bar{ALERT} ピンが解放されます。I²Cモードでは、SMBus ARAプロトコルを使用して \bar{ALERT} ピンを解放します。StatusレジスタまたはAlertレジスタを読み出しても \bar{ALERT} は解放されません。

レジスタ・マップ

LTC2947-65 の設定およびホスト・システムとの通信は、内部レジスタを介して行います。内部レジスタのアドレスは、シリアル・インターフェースを介して指定します。LTC2947-65 のレジスタ・マップには、256バイトの2ページとして配列された合計496のレジスタ・アドレスがありますが、その全てが使用されるわけではありません(図16)。

LTC2947-65 をシステムに組み込むのを簡単にするため、Linduino (アナログ・デバイセズの Arduino (アルドゥイーノ)

互換開発プラットフォーム)をターゲットとするC/C++コードの例をLTC2947-65のLinduino Sketch Webページで入手できます。

ヘッダに示すのは、レジスタ・アドレスの定義、レジスタ・ビット・マスクの定義、RAW量のLSB値、外部発振器周波数によるPRE/DIVの計算、およびユーザ定義のPRE/DIV値に応じた累計量のLSB値です。

OFFSET																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
BASE	PAGE 0															
0x00	C1[47:0]					E1[47:0]					TB1[31:0]					
0x10	C2[47:0]					E2[47:0]					TB2[31:0]					
0x20																
0x30																
0x40	IMAX[15:0]		IMIN[15:0]		PMAX[15:0]		PMIN[15:0]									
0x50	VMAX[15:0]		VMIN[15:0]		TEMPMAX[15:0]		TEMPMIN[15:0]		VDVCCMAX[15:0]		VDVCCMIN[15:0]					
0x60								GPIOSTATCTL								
0x70																
0x80	STATUS	STATVT	STATIP	STATC	STATE	STATCEOF	STATTB	STATVDVCC	STATUSM	STATVTM	STATIPM	STATCM	STATEM	STATCEOFM	STATBMM	STATVDVCCM
0x90	I[23:0]			P[23:0]												
0xA0	V[15:0]		TEMP[15:0]		VDVCC[15:0]											
0xB0	IH1[23:0]			IH2[23:0]			IH3[23:0]			IH4[23:0]			IH5[23:0]			
0xC0																
0xD0																
0xE0		ACCICTL		ACCGPCTL		ACCIDB			ALERTBCTL		TBCTL					
0xF0	OPCTL															PGCTL
	PAGE 1															
0x00	C1TH[47:0]					C1TL[47:0]					TB1TH[31:0]					
0x10	E1H[47:0]					E1TL[47:0]										
0x20	C2TH[47:0]					C2TL[47:0]					TB2TH[31:0]					
0x30	E2TH[47:0]					E2TL[47:0]										
0x40																
0x50																
0x60																
0x70																
0x80	ITH[15:0]		ITL[15:0]		PTH[15:0]		PTL[15:0]									
0x90	VTH[15:0]		VTL[15:0]		TEMPTH[15:0]		TEMPTL[15:0]		VDVCCTH[15:0]		VDVCCTL[15:0]		TEMPFANH[15:0]		TEMPFANL[15:0]	
0xA0																
0xB0																
0xC0																
0xD0																
0xE0																
0xF0	OPCTL															PGCTL
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
	OFFSET															

図16. レジスタ・マップ

レジスタの説明

レジスタの命名規則

RW	読出し書込み
RO	読出し専用
COR	読出し時にクリア
DEF	デフォルト値
SI	符号付き整数
UI	符号なし整数

ページングの仕組み

LTC2947-65のメモリ・マップは、2ページ(PAGE0およびPAGE1)に整理されています。PAGE0には全てのQuantity、Control、Statusレジスタが格納されているのに対して、PAGE1には全てのThresholdレジスタが格納されています。各ページには0x00～0xEFに及ぶレジスタのアドレス空間があり、各レジスタは8ビットで1バイトのデータで構成されます。複数バイトのデータは最上位バイトを最下位アドレスにして格納されます(リトルエンディアン)。例えば、Quantity C1のMSB C1[47:40]は、PAGE0のアドレス0x00に格納されます。

レジスタ・マップの一部のアドレスは使用されず、予備になっています。また、明確に記述されていない予備以外のレジスタのビットも予備になっています。未使用の予備レジスタまたは予備以外のレジスタの予備ビットに書き込むと、LTC2947-65の不必要な動作が現れることがあります。予備以外のレジスタの予備ビットに0を書き込むことは許容されます。未使用レジスタを読み出しても、通常、害はありませんが、ランダムなデータが返されます。

範囲0xF0～0xFF内のアドレスは、ページ・アクセスを制御するために使用され、両方のページに共通です。これらのレジスタ(OPCTL (0xF0)およびPGCTL (0xFF))には、1バイトのトランザクションで書き込む必要があります。複数バイト書込みの一部として書き込まないでください。

PAGE Control

Page Controlレジスタ(0xFF)は、アクティブなメモリ・ページを選択します。

表 4. Page Control PGCTL (0xFF)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	PAGE	RW	N	0	メモリ・マップのページ選択。 0:メモリ・マップのPAGE0が選択されます。 1:メモリ・マップのPAGE1が選択されます。

Operation Control

Operation ControlレジスタOPCTL (0xF0)は、LTC2947の動作モードを設定し、そのAccumulationレジスタとTrackingレジスタをクリアして、デバイスをリセットします。2つの動作モード(シングル・ショット・モードと連続モード)、およびシャットダウン・モードがあります。

表 5. Operation Control OPCTL (0xF0)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	SHDN	RW	N	0	0:通常動作 1:シャットダウン。LTC2947-65がシャットダウン・モードから復帰するのは、SPIモードではAD1/CSピンがローになった場合であり、I ² Cモードでは、(ADxピンでプログラムされた)正しいI ² Cアドレスを受信した場合です。

レジスタの説明

表 5. Operation Control OPCTL (0xF0) (続き)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
1	CLR	RW	N	0	1:クリア。以下に示す Accumulation レジスタと Tracking (Max/Min) レジスタはクリアされます: C1、E1、TB1、C2、E2、TB2、IMAX、IMIN、PMAx、PMIN、VMAx、VMIN、TEMPMAx、TEMPMIN、VDVCCMAx、VDVCCMIN。(Note 11)
2	SSHOT	RW	N	0	1:シングル・ショット計測。電流、電圧、電力、温度、および V_{DVCC} の一連の計測が1回実行され、結果のレジスタが更新されます。CONTを設定すると、進行中の変換サイクルの完了後にレジスタはクリアされ、シングル・ショット計測が実行されます。SSHOTは1回の計測サイクルの完了後にクリアされます。
3	CONT	RW	N	0	0:連続計測が無効になります。 1:連続計測が有効になります。計測サイクルは絶えず実行されます。電荷と電力量の計測は連続モードでのみアクティブです。
7	RST	RW	N	0	グローバル・リセット。設定すると、LTC2947-65 はリセットされ、全てのレジスタがそのデフォルト値に設定されます。

Note 11: CLR機能の正常な動作を確保するには、連続モードを無効にする必要がある。連続モードがアクティブのときにCLRを実行するには、CONTビットをクリアして100ms待機し、StatusレジスタのUPDATEビット(0x80)[4]をポーリングして、全ての計測サイクルが完了していることを確認する。LTC2947-65によってUPDATEビットが1に設定されると、マスタはCLRビットを設定できるので、CONTを再有効化できるようになる。

レジスタ・マップ PAGE0

表 6. PAGE0のレジスタの一覧

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	表	ページ
Accumulated Results							
Page0 0x00	C1[47:0]	RW	N	0x00	Charge1	7,8	28
Page0 0x06	E1[47:0]	RW	N	0x00	Energy1	7,8	28
Page0 0x0C	TB1[31:0]	RW	N	0x00	Time1	7,8	28
Page0 0x10	C2[47:0]	RW	N	0x00	Charge2	7,8	28
Page0 0x16	E2[47:0]	RW	N	0x00	Energy2	7,8	28
Page0 0x1C	TB2TH[31:0]	RW	N	0x00	Time2	7,8	28
Tracking							
0x40	IMAX[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Current	10	30
0x42	IMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Current	10	30
0x44	PMAx[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Power	10	30
0x46	PMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Power	10	30
0x50	VMAx[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Voltage V_D	10	30
0x52	VMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Voltage V_D	10	30
0x54	TEMPMAx[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Temperature	10	30
0x56	TEMPMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Temperature	10	30
0x58	VDVCCMAx[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Voltage at DVCC	10	30
0x5A	VDVCCMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Voltage at DVCC	10	30
GPIO							
0x67	GPIOSTATCTL	RW	N	0x00	GPIO Status and Control	11	30
Status							

レジスタの説明

表 6. PAGE0 のレジスタの一覧 (続き)

0x80	STATUS	RO	Y	0x0F	Status	17	32
Threshold Alert と Overflow Alert							
0x81	STATVT	RO	Y	0x00	Voltage, Temperature Threshold Alerts	18	33
0x82	STATIP	RO	Y	0x00	Current, Power Threshold Alerts	19	33
0x83	STATC	RO	Y	0x00	Charge Threshold Alerts	20	33
0x84	STATE	RO	Y	0x00	Energy Threshold Alerts	21	34
0x85	STATCEOF	RO	Y	0x00	Charge, Energy Overflow Alerts	22	34
0x86	STATTB	RO	Y	0x00	Timebase Alerts	23	34
0x87	STATVDVCC	RO	Y	0x00	V _{DVCC} Threshold Alerts	24	34
Mask							
0x88	STATUSM	RW	N	0x79	Status Mask	25	34
0x89	STATVTM	RW	N	0x3F	Voltage, Temperature Threshold Alert Mask	26	35
0x8A	STATIPM	RW	N	0xF	Current, Power Threshold Alert Mask	27	35
0x8B	STATCM	RW	N	0x3F	Charge Threshold Alerts Mask	28	36
0x8C	STATEM	RW	N	0x3F	Energy Threshold Alerts Mask	29	36
0x8D	STATCEOF	RW	N	0x33	Charge, Energy Overflow Alerts Mask	30	36
0x8E	STATBIM	RW	N	0x33	Timebase Alerts Mask	31	37
0x8F	STATVDVCCM	RW	N	0x03	VDVCC Threshold Alerts Mask	31	37
Non Accumulated Results							
0x90	I[23:0]	RO	N	0x00	Current	9	29
0x93	P[23:0]	RO	N	0x00	Power	9	29
0xA0	V[15:0]	RO	N	0x00	Voltage	9	29
0xA2	TEMP[15:0]	RO	N	0x00	Temperature	9	29
0xA4	VDVCC[15:0]	RO	N	0x00	Voltage at DVCC	9	29
0xB0	IH1 [23:0]	RO	N	0x00	Current History 1	9	29
0xB3	IH2[23:0]	RO	N	0x00	Current History 2	9	29
0xB6	IH3 [23:0]	RO	N	0x00	Current History 3	9	29
0xB9	IH4 [23:0]	RO	N	0x00	Current History 4	9	29
0xBC	IH5 [23:0]	RO	N	0x00	Current History 5	9	29
Control							
0xE1	ACCCTL	RW	N	0x00	Accumulator Control Current Polarity	12	31
0xE3	ACCGPCTL	RW	N	0x00	Accumulator Control GPIO	13	31
0xE4	ACCIDB	RW	N	0x00	Accumulation Deadband	14	31
0xE8	ALERTBCTL	RW	N	0x01	Alert Master Control Enable	15	31
0xE9	TBCTL	RW	N	0x07	Timebase Control	16	32
0xF0	OPCTL	RW	N	0x00	Operation Control	5	25
0xFF	PGCTL	RW	N	0x00	Page Control	4	25

レジスタの説明

Accumulated Result レジスタ

表7と表8のレジスタには、2組の累計電荷量、累計電力量、および累計時間が格納されます。時間のレジスタは符号なしの整数値であるのに対して、電荷と電力量のレジスタは2の補数の符号付き整数値です。各累計量の値を求めるには、それぞれのレジスタ値に、表7または表8の対応するLSB値を掛けます。内部クロックまたは4MHzの水晶発振器をリファレンス・クロックとして使用する場合は、表7のLSB値を使用します。外部リファレンス・クロックを使用する場合は、表8に従ってLSB値を計算します。PRE (0xE9) [2:0] および DIV (0xE9) [7:3] の値は、タイムベース制御のセクションに従って設定します。

表7. 水晶発振器または内部クロックと組み合わせた場合の Accumulated Results レジスタ

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	LSB (水晶発振器 = 4MHz または内部クロック)	PRE (水晶発振器 = 4MHz)	DIV (水晶発振器 = 4MHz)	単位	SI/UI
0x00	C1 [47:0]	RW	N	0x00	Charge1 = C1•LSB _{C1}	LSB _{C1} = 2.387E-06	2	30	A•s	SI
0x06	E1 [47:0]	RW	N	0x00	Energy1 = E1•LSB _{E1}	LSB _{E1} = 39.78E-06	2	30	W•s	SI
0x0C	TB1 [31:0]	RW	N	0x00	Time1 = TB1•LSB _{TB1}	LSB _{TB1} = 397.8E-06	2	30	s	UI
0x10	C2 [47:0]	RW	N	0x00	Charge2 = C2•LSB _{C2}	LSB _{C2} = 2.387E-06	2	30	A•s	SI
0x16	E2 [47:0]	RW	N	0x00	Energy2 = E2•LSB _{E2}	LSB _{E2} = 39.78E-06	2	30	W•s	SI
0x1C	TB2 [31:0]	RW	N	0x00	Time2 = TB2•LSB _{TB2}	LSB _{TB2} = 397.8E-06	2	30	s	UI

内部クロックを使用する場合は、PREとDIVをデフォルト値に設定します。そのためには、レジスタ(0xE9)に0x07を書き込みます(表16を参照)。

表8. 外部クロックと組み合わせた場合の Accumulated Results レジスタ

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	LSB	PRE, DIV	単位	SI/UI
0x00	C1 [47:0]	RW	N	0x00	Charge1 = C1•LSB _{C1}	LSB _{C1} = 0.077 • 1/f _{EXT} • 2 ^{PRE} • (DIV+1)	Note 12	A•s	SI
0x06	E1 [47:0]	RW	N	0x00	Energy1 = E1•LSB _{E1}	LSB _{E1} = 1.283 • 1/f _{EXT} • 2 ^{PRE} • (DIV+1)	Note 12	W•s	SI
0x0C	TB1 [31:0]	RW	N	0x00	Time1 = TB1•LSB _{TB1}	LSB _{TB1} = 12.83 • 1/f _{EXT} • 2 ^{PRE} • (DIV+1)	Note 12	s	UI
0x10	C2 [47:0]	RW	N	0x00	Charge2 = C2•LSB _{C2}	LSB _{C2} = 0.077 • 1/f _{EXT} • 2 ^{PRE} • (DIV+1)	Note 12	A•s	SI
0x16	E2 [47:0]	RW	N	0x00	Energy2 = E2•LSB _{E2}	LSB _{E2} = 1.283 • 1/f _{EXT} • 2 ^{PRE} • (DIV+1)	Note 12	W•s	SI
0x1C	TB2 [31:0]	RW	N	0x00	Time2 = TB2•LSB _{TB2}	LSB _{TB2} = 12.83 • 1/f _{EXT} • 2 ^{PRE} • (DIV+1)	Note 12	s	UI

Note 12: PREとDIVの値は、タイムベース制御のセクションに従って計算する。

例えば、外部クロック周波数が10MHzの場合は、PREの値を4に設定して、DIVの値を19に設定することが必要です。f_{EXT} = 10MHzでは、LSB_{C1}を2.4636E-06A•sとして計算します。Charge1の値を求めるには、C1レジスタの内容にLSB_{C1}を掛けます。この場合、C1レジスタの値は0x7B A2 92なので、Charge1の値は20.0A•sになります。C1レジスタの値が0xFF FF FF 84 5D 6Eの場合、Charge1は-20.0A•sになります。

LSBの値は、LTC2947のQuikEvalソフトウェアを使用して簡単に計算できます。

電荷、電力量、および時間のレジスタは、ゼロ以外の初期値にプリセットできます。それぞれの量の全バイトを同じマルチバイト・トランザクションで書き込みます。例えば、Energy1の初期値を20.0W•sに設定するには(10MHzの外部リファレンス・クロックを想定)、全6バイト0x00 00 00 07 6B 08を1回のトランザクションとしてレジスタE1(0x06-0x0B)に書き込みます。

レジスタの説明

Non-Accumulated Result レジスタ

表9のレジスタには、電流、電力、電圧、温度、および V_{DVCC} の計測値が格納されます。全ての量は2の補数符号付き整数値として表現されます。

Current は、IPピンとIMピンを流れる電流 I です。Voltage は、VPピンとVMピンの間の差動電圧 V_D です。Power は、電圧 V_D と電流 I の瞬時の乗算です。Temperature は、シリコン上の温度センサーの温度です。 V_{DVCC} は、DVCCピンとDGNDピンの間の電圧です。Current History レジスタは、最新の読出し値の直前の5つの電流読出し値を格納します。Current History 1は最新値の直前の電流読出し結果、Current History 2はCurrent History 1の直前の電流読出し結果であり、以下同様です。

全ての計測値は、表9のLSB値によって大きさが調整されます。温度以外の計測パラメータの物理的な値を計算するには、レジスタの値に該当するLSB値を乗じます。温度を計算するには、TEMPレジスタの値に 0.204°C を乗じて 5.5°C を加えます。

表9. Non-Accumulated Results レジスタ

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	LSB	単位	SI/UI
0x90	I[23:0]	RO	N	0x00	Current	6	mA	SI
0x93	P[23:0]	RO	N	0x00	Power	100	mW	SI
0xA0	V[15:0]	RO	N	0x00	Voltage	2	mV	SI
0xA2	TEMP[15:0]	RO	N	0x00	Temperature = $\text{TEMP} \cdot 0.204 + 5.5$	–	$^{\circ}\text{C}$	SI
0xA4	VDVCC[15:0]	RO	N	0x00	Voltage at DVCC	145	mV	SI
0xB0	IH1[23:0]	RO	N	0x00	Current History 1 (prev. result) = $I \cdot \text{LSB}_I$	6	mA	SI
0xB3	IH2[23:0]	RO	N	0x00	Current History 2 (prev. result – 1) = $I \cdot \text{LSB}_I$	6	mA	SI
0xB6	IH3[23:0]	RO	N	0x00	Current History 3 (prev. result – 2) = $I \cdot \text{LSB}_I$	6	mA	SI
0xB9	IH4[23:0]	RO	N	0x00	Current History 4 (prev. result – 3) = $I \cdot \text{LSB}_I$	6	mA	SI
0xBC	IH5[23:0]	RO	N	0x00	Current History 5 (prev. result – 4) = $I \cdot \text{LSB}_I$	6	mA	SI

例:表9により、 $\text{LSB}_I = 6\text{mA}$ です。IレジスタI(0x90-0x92)の値が0x00 0B B8の場合、得られる電流は18.0Aです。レジスタの値が0xFF F4 48の場合、得られる電流は–18.0Aです。

TEMPレジスタTEMP(0xA2-0xA3)の値が0x00 78の場合、得られる温度は 30°C です。レジスタの値が0xFF 52の場合、得られる温度は -30°C です。

電力の分解能を向上するには、レジスタV(0xA0-0xA1)およびI(0x90-0x92)の結果を1回のマルチバイト・トランザクションで読み出して、結果を外部のホストで乗算します。この場合、得られる電力値のLSBは100mWではなく12 μW です。このモードでの帯域幅は大幅に減少します。

Tracking レジスタ

Trackingレジスタは、最後のリセット以降の全ての変換の最大値と最小値を常時監視します。値のスケールは、表10のLSB値を使用して、Non Accumulated Resultsレジスタの値と同じ方法で行います。負の値は、最小のレジスタが更新されたときの正の値より小さい(より最小)として処理されます。

例:レジスタPMAX(0x44-0x45)の値0x01 F4は、最大電力計測値の $500 \cdot 0.4\text{W} = 200\text{W}$ を示します。レジスタPMIN(0x46-0x47)の値0xFA 24は、最小電力計測値の $-1500 \cdot 0.4\text{W} = -600\text{W}$ を示します。他の追跡パラメータ値の計算は、対応するLSBの値を使用して同様に行われます。

レジスタの説明

表 10. Tracking レジスタ

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	LSB	単位	SI/UI
0x40	IMAX[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Current	24	mA	SI
0x42	IMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Current	24	mA	SI
0x44	PMAX[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Power	0.4	W	SI
0x46	PMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Power	0.4	W	SI
0x50	VMAX[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Voltage V_D	2	mV	SI
0x52	VMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Voltage V_D	2	mV	SI
0x54	TEMPMAX[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Temperature = $TEMPMAX \cdot 0.204 + 5.5$	-	°C	SI
0x56	TEMPMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Temperature = $TEMPMIN \cdot 0.204 + 5.5$	-	°C	SI
0x58	VDVCCMAX[15:0]	RW	N	0x8000	Maximum Voltage at DVCC	145	mV	SI
0x5A	VDVCCMIN[15:0]	RW	N	0x7FFF	Minimum Voltage at DVCC	145	mV	SI

電流と電力のTrackingレジスタが通知するのは、それぞれの18ビット結果レジスタの上位16ビットだけです。

Control レジスタ

Controlレジスタは、電荷、電力量、および時間の累計を制御し、GPIOピンを設定して、外部クロックを使用する場合はタイムベースをセットアップします。

詳細については、GPIO制御のセクションを参照してください。

表 11. GPIO Status and Control GPIOSTATCTL(0x67)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	GPOEN	RW	N	0	入力または出力として設定されたGPIOピン 0: 入力 1: 出力
4	GPI	RW (Note 13)	N	0	このレジスタはGPIOピンでの適用レベルを示します 0: GPIOピンでのロジック・レベル0 1: GPIOピンでのロジック・レベル1
5	GPO	RW	N	0	このレジスタは、出力として設定した場合、GPIOでのレベルを設定します (GPIOにプルアップ抵抗があることが条件) 0: 出力として設定した場合、GPIOピンを0に設定します 1: 出力として設定した場合、GPIOピンを1に設定します
6	FANEN	RW	N	0	GPIOファン制御の有効化 0: GPIOレベルをGPOで制御 1: 温度計測値をファン温度閾値ハイのレジスタTEMPFANH (page1.0x9C) およびローのレジスタTEMPFANL (page1.0x9E) と照らしてGPIOレベルを制御
7	FANPOL	RW	N	0	GPIOファン制御の有効化FANEN(ビット6)が有効である場合のGPIOの極性 0: GPIOはローでアクティブ 1: GPIOはハイでアクティブ GPIOがアクティブになるのは温度計測値がTEMPFANH (page1.0x9C) より高い場合。GPIOが非アクティブになるのは、温度計測値がTEMPFANL (page1.0x9E) より低い場合。温度計測値がTEMPFANHとTEMPFANLの間にある場合、GPIOはそのレベルを変更しません。

Note 13: GPIO Status and Control を書き込んでいて、GPIOピンを入力として設定している場合、レジスタの通知ビットGPI (0x67)[4]はこのバイト書き込みによって設定/クリアされる。GPIOピンでの電気的入力を書込みの値と異なる場合、GPIビットが更新されるのは、次の動作サイクル(100ms(代表値))後になる。

レジスタの説明

Accumulator Control Current Polarity レジスタは、電荷と電力量を計算するために累計される電流の極性を設定します。例えば、1組のレジスタ(例: Charge1、Energy1)を設定して全電荷および全電力量を累計し、もう1組のレジスタ(例: Charge2、Energy2)を設定して負の電荷および電力量だけを累計します。これによりシステムは、例えば全電荷ならびにバッテリーに流れ込む電荷を常時監視できます。

表 12. Accumulator Control Current Polarity ACCICTL(0xE1)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
[1:0]	ACC1I[1:0]	RW	N	00	電流の極性による Charge1/Charge2 および Energy1/Energy2 の累計制御 00: 累計は常に行われる 01: 電流が正の場合のみ 10: 電流が負の場合のみ 11: 累計は行われない
[3:2]	ACC2I[1:0]	RW	N	00	

Accumulator Control GPIO レジスタでは、GPIO ピンで Accumulated Results レジスタをイネーブルまたはディスエーブルできます。

表 13. Accumulator Control GPIO ACCGPCTL(0xE3)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
[1:0]	ACC1GP[1:0]	RW	N	00	GPIO ピンによる Charge1/Charge2、Energy1/Energy2、および TIME1/TIME2 の累計制御 00: 累計は常に行われる 01: GPIO ピンが1の場合のみ 10: GPIO ピンが0の場合のみ 11: 予備
[3:2]	ACC2GP[1:0]	RW	N	00	

Accumulation Dead Band レジスタでは、それより少ないと累計が行われない電流のレベルを設定できます。

表 14. Accumulation Deadband ACCIDB(0xE4)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
[7:0]	ACCIDB	RW	N	0	累計の不感帯電流 電流の絶対値がこの値以上である場合、Charge1/Charge2 および Energy1/Energy2 の累計とそれぞれの閾値に対する比較が行われます。この値より低い場合、Charge1/Charge2 および Energy1/Energy2 の値は累計されず、閾値に対する比較は行われません。 単位は電流 I(0x90) の LSB と同じ: 6mA

Alert Master Control Enable レジスタでは、アラート・ピンの全般的なイネーブル/ディスエーブルが可能です。

表 15. Alert Master Control Enable ALERTBCTL(0xE8)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	ALERTBEN	RW	N	1	0: マスクなしアラート(MASKレジスタを参照)がALERTピンに転送されません 1: マスクなしアラート(MASKレジスタを参照)がALERTピンに転送されます。

Time Base Control レジスタは、内部と外部のいずれかのリファレンス・クロックを選択し、外部リファレンス・クロックを使用する場合はタイムベース・パラメータを設定します。内部リファレンス・クロックをイネーブルするには、PRE[2:0] = 111bまたは0x07 (デフォルト)を設定します。外部リファレンス・クロックを使用するには、PRE[2:0] および DIV[4:0] の値を外部クロックの周波数に従って設定します。タイムベース: 内部クロック/外部クロック/水晶発振器のセクションを参照してください。

レジスタの説明

表 16. Timebase Control TBCTL (0xE9)、デフォルト値:0x07

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作 (Note 14)
0	PRE[0]	RW	N	1	プリスケアラの値のビット0、バイナリ・コード
1	PRE[1]	RW	N	1	プリスケアラの値のビット1、バイナリ・コード
2	PRE[2]	RW	N	1	プリスケアラの値のビット2、バイナリ・コード
3	DIV[0]	RW	N	0	分周器の値のビット0、バイナリ・コード
4	DIV[1]	RW	N	0	分周器の値のビット1、バイナリ・コード
5	DIV[2]	RW	N	0	分周器の値のビット2、バイナリ・コード
6	DIV[3]	RW	N	0	分周器の値のビット3、バイナリ・コード
7	DIV[4]	RW	N	0	分周器の値のビット4、バイナリ・コード

Note 14: 内部クロックと外部クロックを切り替える場合は、LTC2947-65をIDLEモードにしておく必要がある。

Status レジスタ

Status レジスタは、レジスタの更新、低電圧ロックアウト、およびリファレンス・クロック・エラーのステータスを通知します。電源投入時に、全ての低電圧ロックアウトおよびパワーオン・リセット・ビット[3:0]は1に設定されます。シャットダウンの前にアサートされた理由がUVLOA[0]ビットとUVLOD[3]ビットのみであった場合は、シャットダウン状態からの復帰後、UVLOA[0]ビットとUVLOD[3]ビットが設定され、それ以外の全てのビットはクリアされて、ALERTが解放されます。これにより、システムはこれら2つの場合を区別できます。いずれの場合も、Statusレジスタを読み出すことでビットをクリアできます。AVCC/DVCC電源ピンに低電圧イベントが発生した場合は、ビットがクリアされた後、低電圧レジスタとPORAが再度設定されます。また、Alert Master Control Enableレジスタ(0xE8)およびStatus Maskレジスタ(0x88)でALERTピンが有効になっている場合も、イベントがこのピンをトリガできます。

LTC2947-65が計測サイクルを終了してResultレジスタ、Accumulationレジスタ、およびTrackingレジスタを更新すると、ビット[4]のUPDATEは1に設定されます。計測の完了を確認するには、ビット[4]のUPDATEをポーリングするか、ALERTピンを介してアラート機能を使用します。Threshold AlertレジスタとOverflow Alertレジスタ(0x81~0x87)を設定して使用している場合は、Statusレジスタ(0x80)と全てのAlertレジスタ(0x81~0x87)を1回のマルチバイト・トランザクションで読み出す必要があります。これには、上述したUPDATEビットのポーリングも含まれます。

AVCCの電源電圧が低すぎてADCが正常に動作できない場合、ビット[5]のADCERRは1に設定されます。ADCERRが設定されている場合、Resultレジスタの値は無効であり、破棄されます。

内部タイムベースがオーバーフローすると、ビット[6]のTBERRは1に設定されます。これは、CLKIでの外部クロックに対してPREとDIVの値の設定が正しくないことを示しています。TBERRを設定した場合、Accumulated Resultsレジスタの値は破棄されます。

表 17. Status STATUS (0x80)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	UVLOA	RO	Y	1	1:変換中のADCを含むアナログ領域での低電圧
1	PORA	RO	Y	1	1:アナログ領域での低電圧により、パワーオン・リセットが発生した
2	UVLOSTBY	RO	Y	1	1:スタンバイ領域での低電圧
3	UVLOD	RO	Y	1	1:デジタル領域での低電圧
4	UPDATE	RO	Y	0	1:Resultレジスタが更新された
5	ADCERR	RO	Y	0	1:変換中の低電圧により、ADCの変換は無効
6	TBERR	RO	Y	0	1:内部タイムベース・レジスタのオーバーフロー。Accumulated Resultレジスタの値は無効

レジスタの説明

Threshold AlertレジスタとOverflow Alertレジスタ

Threshold AlertレジスタとOverflow Alertレジスタが設定されるのは、それぞれの閾値を超えた場合、またはレジスタがオーバーフローした場合です。閾値はThresholdレジスタのセクションで設定されます。

レジスタがオーバーフローに近づいていることを警告するため、累計量はガード値に照らして絶えずチェックされます。ガード値は、公称では各レジスタの最大値の90%に設定されます。いずれかの量がガード閾値を超えると、LTC2947-65はStatusレジスタの対応するオーバーフロー・ビットを設定し、アラートを生成して(有効化されている場合)、累計を続行します。電流入力と電圧入力が増大のときは、通常、オーバーフロー・アラートが通知されてから数時間後にロールオーバーが行われるので、データ損失の防止措置を取る時間がホストに与えられます。32ビットの量(時間)のオーバーフロー閾値は0xE6 66 66 65 LSBであり、48ビットの量(電荷、電力量)のオーバーフロー閾値は±73 33 33 33 32 LSBです。

累計電荷量、累計電力量、累計時間の閾値コンパレータおよびオーバーフロー・コンパレータは、内部で浮動小数点フォーマットを使用します。これにより、ビット・レベルのわずかな比較上の違いが発生するように見えますが、Accumulated ResultレジスタとそれぞれのThresholdレジスタとの比較の精度は常に0.001%より良好になります。

Alertレジスタ(0x81～0x87)による通知を行うには、アラート条件が少なくとも200ms存在する必要があります。

Threshold AlertレジスタとOverflow Alertレジスタ(0x81～0x87)を設定して使用している場合は、Statusレジスタ(0x80)と全てのAlertレジスタ(0x81～0x87)を1回のマルチバイト・トランザクションで読み出す必要があります。

表 18. Voltage, Temperature Threshold Alerts STATVT (0x81)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	VH	RO	Y	0	1: 電圧 V_D の上限閾値を超えた
1	VL	RO	Y	0	1: 電圧 V_D の下限閾値を超えた
2	TEMPH	RO	Y	0	1: 温度の上限閾値を超えた
3	TEMPL	RO	Y	0	1: 温度の下限閾値を超えた
4	FANH	RO	Y	0	1: ファン温度の上限閾値を超えた
5	FANL	RO	Y	0	1: ファン温度の下限閾値を超えた

表 19. Current, Power Threshold Alerts STATIP (0x82)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	IH	RO	Y	0	1: 電流の上限閾値を超えた
1	IL	RO	Y	0	1: 電流の下限閾値を超えた
2	PH	RO	Y	0	1: 電力の上限閾値を超えた
3	PL	RO	Y	0	1: 電力の下限閾値を超えた

表 20. Charge Threshold Alerts STATC (0x83)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	C1H	RO	Y	0	1: Charge1 の上限閾値を超えた
1	C1L	RO	Y	0	1: Charge1 の下限閾値を超えた
2	C2H	RO	Y	0	1: Charge2 の上限閾値を超えた
3	C2L	RO	Y	0	1: Charge2 の下限閾値を超えた

レジスタの説明

表 21. Energy Threshold Alerts STATE (0x84)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	E1H	RO	Y	0	1: Energy1 の上限閾値を超えた
1	E1L	RO	Y	0	1: Energy1 の下限閾値を超えた
2	E2H	RO	Y	0	1: Energy2 の上限閾値を超えた
3	E2L	RO	Y	0	1: Energy2 の下限閾値を超えた

表 22. 電荷、電力量の Overflow Alerts STATCEOF (0x85)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	C10F	RO	Y	0	1: Charge1 のオーバーフロー・アラート
1	C20F	RO	Y	0	1: Charge2 のオーバーフロー・アラート
4	E10F	RO	Y	0	1: Energy1 のオーバーフロー・アラート
5	E20F	RO	Y	0	1: Energy2 のオーバーフロー・アラート

表 23. Time Base Alerts STATTB (0x86)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	TB1TH	RO	Y	0	1: Time1 の閾値を超えた
1	TB2TH	RO	Y	0	1: Time2 の閾値を超えた
4	TB10F	RO	Y	0	1: Time1 のオーバーフロー
5	TB20F	RO	Y	0	1: Time2 のオーバーフロー

表 24. VDVCC Threshold Alerts STATVDVCC (0x87)

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	VDVCCCH	RO	Y	0	1: DVCC の電圧の上限閾値を超えた
1	VDVCCCL	RO	Y	0	1: DVCC の電圧の下限閾値を超えた

Mask レジスタ

Mask レジスタを使用すると、 $\overline{\text{ALERT}}$ ピンをトリガするアラートを制御できます。Mask レジスタのビットを 0 にリセットした場合、それぞれの閾値を超えると、Alert Master Control Enable ALERTBCTL (0xE8) レジスタの ALERTBEN を 1 に設定している場合は $\overline{\text{ALERT}}$ ピンがローになります。

Status Mask レジスタ STATUSM のビットを 0 に設定すると、レジスタ STATUS (0x80) の対応するビットがアラートを生成します。

例えば、Status Mask レジスタ (0x88) の UPDATTEM ビットを 0 にリセットして、ALERTBCTL (0xE8) レジスタの ALERTBEN ビットを設定すると、Result レジスタを更新するたびに $\overline{\text{ALERT}}$ ピンはローになります。

表 25. Status Mask STATUSM (0x88)、デフォルト値 0x79

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	UVLOAM	RW	N	1	STATUS (0x80) の UVLOA をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
3	UVLODM	RW	N	1	STATUS (0x80) の UVLOD をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

レジスタの説明

表 25. Status Mask STATUSM (0x88)、デフォルト値 0x79 (続き)

4	UPDATM	RW	N	1	STATUS (0x80) の UPDATE をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
5	ADCERRM	RW	N	1	STATUS (0x80) の ADCERR をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
6	TBCERRM	RW	N	1	STATUS (0x80) の TBCERR をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

STATVTM のビットを 0 に設定すると、レジスタ STATVT (0x81) の対応するビットがアラートを生成します。

表 26. Voltage, Temperature Threshold Alert Mask STATVTM (0x89)、デフォルト値 0x3F

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	VHM	RW	N	1	STATVT (0x81) の VH をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
1	VLM	RW	N	1	STATVT (0x81) の VL をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
2	TEMPHM	RW	N	1	STATVT (0x81) の TEMPH をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
3	TEMPLM	RW	N	1	STATVT (0x81) の TEMPL をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
4	FANHM	RW	N	1	STATVT (0x81) の FANH をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
5	FANLM	RW	N	1	STATVT (0x81) の FANL をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

STATIPM のビットを 0 に設定すると、レジスタ STATIP (0x82) のビットがアラートを生成します。

表 27. Current, Power Threshold Alert Mask STATIPM (0x8A)、デフォルト値 0xF

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	IHM	RW	N	1	STATIP (0x82) の IH をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
1	ILM	RW	N	1	STATIP (0x82) の IL をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
2	PHM	RW	N	1	STATIP (0x82) の PH をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
3	PLM	RW	N	1	STATIP (0x82) の PL をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

レジスタの説明

STATCMのビットを0に設定すると、レジスタ STATC (0x83) のビットがアラートを生成します。

表 28. Charge Threshold Alerts Mask STATCM (0x8B)、デフォルト値 0x3F

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	C1HM	RW	N	1	STATC (0x83) の C1H をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
1	C1LM	RW	N	1	STATC (0x83) の C1L をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
2	C2HM	RW	N	1	STATC (0x83) の C2H をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
3	C2LM	RW	N	1	STATC (0x83) の C2L をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

STATEMのビットを0に設定すると、レジスタ STATE (0x84) のビットがアラートを生成します。

表 29. Energy Threshold Alerts Mask STATEM (0x8C)、デフォルト値 0x3F

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	E1HM	RW	N	1	STATE (0x84) の E1H をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
1	E1LM	RW	N	1	STATE (0x84) の E1L をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
2	E2HM	RW	N	1	STATE (0x84) の E2H をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
3	E2LM	RW	N	1	STATE (0x84) の E2L をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

STATCEOFMのビットを0に設定すると、レジスタ STATCEOF (0x85) のビットがアラートを生成します。

表 30. Charge, Energy Overflow Alerts Mask STATCEOFM (0x8D)、デフォルト値 0x33

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	C1OFM	RW	N	1	STATCEOF (0x85) の C1OF をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
1	C2OFM	RW	N	1	STATCEOF (0x85) の C2OF をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
2	E1OFM	RW	N	1	STATCEOF (0x85) の E1OF をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化
3	E2OFM	RW	N	1	STATCEOF (0x85) の E2OF をマスク 0: マスクを無効化 1: マスクを有効化

レジスタの説明

STATTBMのビットを0に設定すると、レジスタ STATTB (0x86)のビットがアラートを生成します。

表 31. Timebase Alerts Mask STATTBM (0x8E)、デフォルト値 0x33

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	TB1THM	RW	N	1	STATTB (0x86)のTB1THをマスク 0:マスクを無効化 1:マスクを有効化
1	TB2THM	RW	N	1	STATTB (0x86)のTB2THをマスク 0:マスクを無効化 1:マスクを有効化
4	TB10FM	RW	N	1	STATTB (0x86)のTB10Fをマスク 0:マスクを無効化 1:マスクを有効化
5	TB20FM	RW	N	1	STATTB (0x86)のTB20Fをマスク 0:マスクを無効化 1:マスクを有効化

STATDVCCMのビットを0に設定すると、レジスタ STATDVCC (0x87)のビットがアラートを生成します。

表 32. VDVC Threshold Alerts Mask STATVDVCCM (0x8F)、デフォルト値 0x3

ビット	記号	タイプ	COR	デフォルト	動作
0	VDVCCHM	RW	N	1	STATVDVCC (0x87)のTB1THをマスク 0:マスクを無効化 1:マスクを有効化
1	VDVCLM	RW	N	1	STATVDVCC (0x87)のTB1THをマスク 0:マスクを無効化 1:マスクを有効化

レジスタ・マップ PAGE1

Threshold レジスタ

Threshold レジスタは、計測ごとに閾値を設定します。計測値が閾値を超えると、アラートがトリガされ、Threshold Alert レジスタと Overflow Alert レジスタ (0x81 ~ 0x87)の対応するビットが設定されます。Alert Master Control Enable レジスタ ALERTBCTL (0xE8)と Mask レジスタ (0x88 ~ 0x8F)で設定していると、ALERT ピンもローになります。

値のスケールリングは、表 33 の LSB 値を使用して、対応する Result レジスタの値と同じ方法で行います。

表 33. Threshold レジスタ

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	LSB	単位
Page1.0x00	C1TH[47:0]	RW	N	0x7F FF FF FF FF	Charge1 threshold high	see C1 (0x00)	A•s
Page1.0x06	C1TL[47:0]	RW	N	0x80 00 00 00 00	Charge1 threshold low	see C1 (0x00)	A•s
Page1.0x0C	TB1TH[31:0]	RW	N	0xFF FF FF FF	Time1 threshold high	see TB1 (0x0C)	s
Page1.0x10	E1TH[47:0]	RW	N	0x7F FF FF FF FF	Energy1 threshold high	see E1 (0x06)	W•s
Page1.0x16	E1TL[47:0]	RW	N	0x80 00 00 00 00	Energy1 threshold low	see E1 (0x06)	W•s

レジスタの説明

表 33. Threshold レジスタ (続き)

アドレス	名前	タイプ	COR	デフォルト	パラメータ	LSB	単位
Page1.0x20	C2TH[47:0]	RW	N	0x7F FF FF FF FF	Charge2 threshold high	see C2 (0x10)	A•s
Page1.0x26	C2TL[47:0]	RW	N	0x80 00 00 00 00	Charge2 threshold low	see C2 (0x10)	A•s
Page1.0x2C	TB2TH[31:0]	RW	N	0xFF FF FF FF	Time2 threshold high	see TB2 (0x1C)	s
Page1.0x30	E2TH[47:0]	RW	N	0x7F FF FF FF FF	Energy2 threshold high	see E2 (0x16)	W•s
Page1.0x36	E2TL[47:0]	RW	N	0x80 00 00 00 00	Energy2 threshold low	see E2 (0x16)	W•s
Page1.0x80	ITH[15:0]	RW	N	0x7F FF	Current threshold high	0.024	A
Page1.0x82	ITL[15:0]	RW	N	0x80 00	Current threshold low	0.024	A
Page1.0x84	PTH[15:0]	RW	N	0x7F FF	Power threshold high	0.2	W
Page1.0x86	PTL[15:0]	RW	N	0x80 00	Power threshold low	0.2	W
Page1.0x90	VTH[15:0]	RW	N	0x7F FF	V threshold high	2	mV
Page1.0x92	VTL[15:0]	RW	N	0x80 00	V threshold low	2	mV
Page1.0x94	TEMPH[15:0]	RW	N	0x7F FF	Temperature threshold high = TEMPH • 0.204 + 5.5		°C
Page1.0x96	TEMPL[15:0]	RW	N	0x80 00	Temperature threshold low = TEMPL • 0.204 + 5.5		°C
Page1.0x98	VDVCCCTH[15:0]	RW	N	0x7F FF	V _{DVCC} threshold high	145	mV
Page1.0x9A	VDVCCCTL[15:0]	RW	N	0x80 00	V _{DVCC} threshold low	145	mV
Page1.0x9C	TEMPFANH[15:0]	RW	N	0x7F FF	Fan temperature threshold high = TEMPFANH • 0.204 + 5.5		°C
Page1.0x9E	TEMPFANL[15:0]	RW	N	0x80 00	Fan temperature threshold low = TEMPFANL • 0.204 + 5.5		°C

累計電荷量、累計電力量、累計時間の閾値コンパレータは、内部で浮動小数点フォーマットを使用します。これにより、ビット・レベルのわずかな比較上の違いが発生するように見えますが、Accumulated Results レジスタとそれぞれの Threshold レジスタとの比較の精度は常に0.001%より良好になります。

電流と電力の Threshold レジスタが通知するのは、それぞれの 18 ビット結果レジスタの上位 16 ビットだけです。

標準の応用例

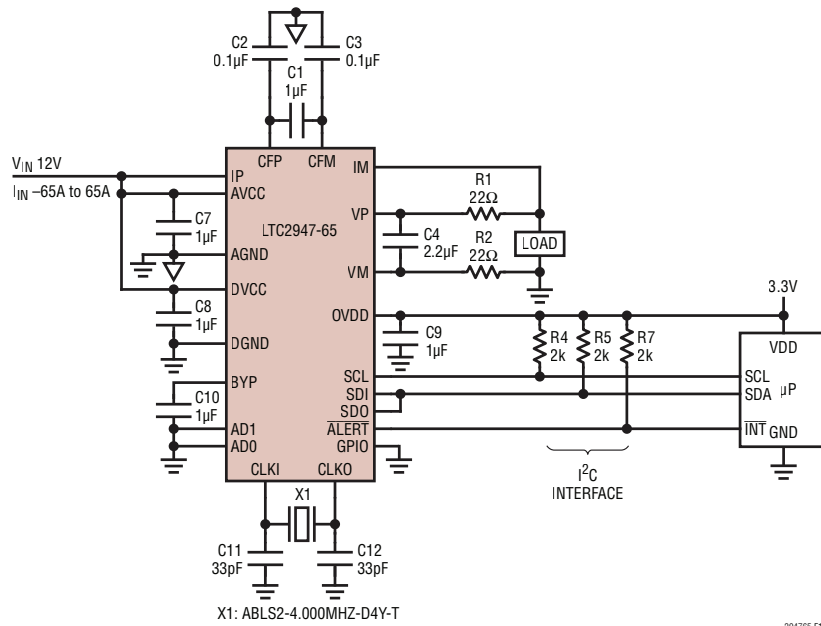


図17. I²Cインターフェースとハイ・サイド検出機能を備えた12V、65A双方向電力、電力量、および電荷モニタ

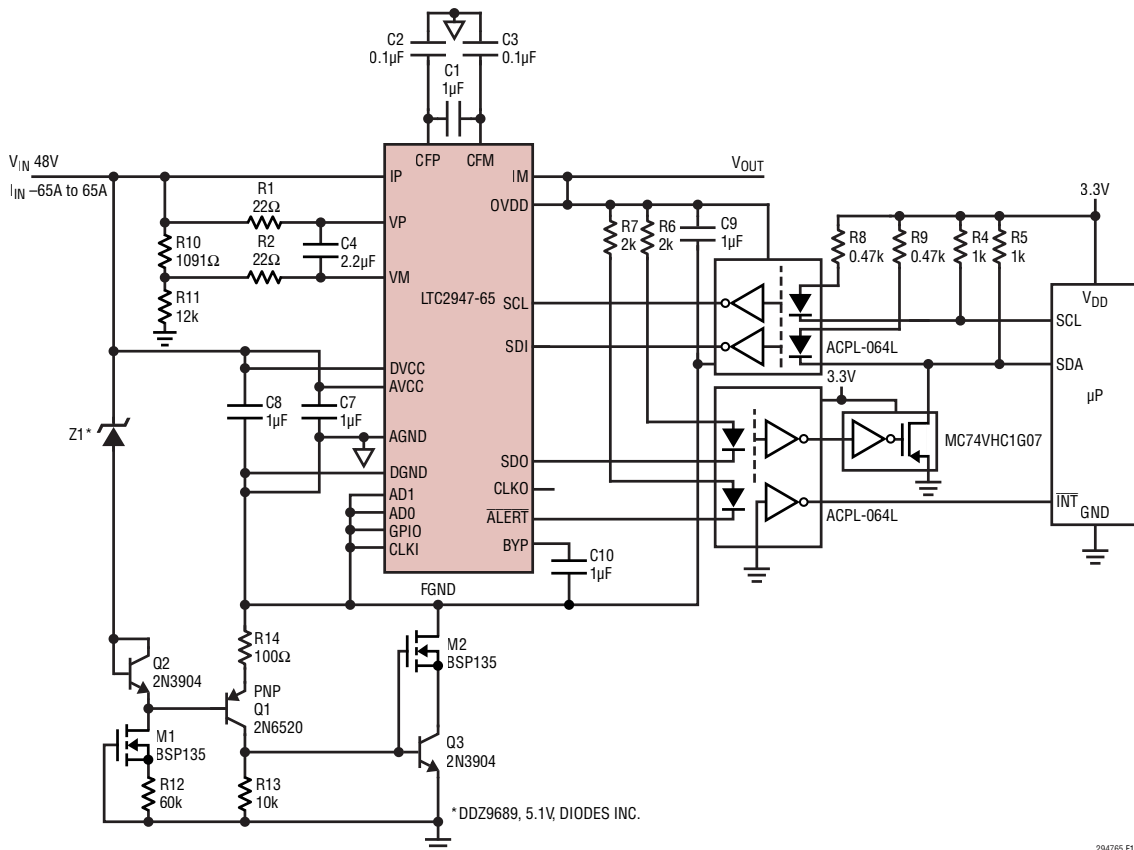


図18. 絶縁型I²Cインターフェースとハイ・サイド検出機能を備えた48V双方向電力、電力量、および電荷モニタ

標準的応用例

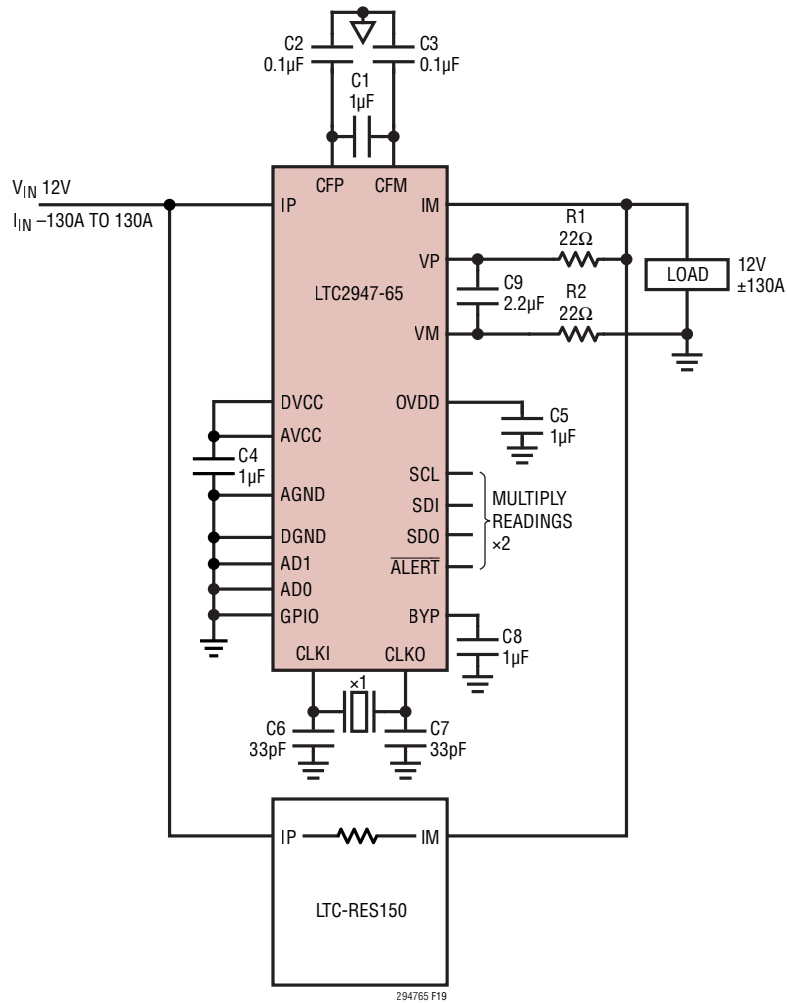
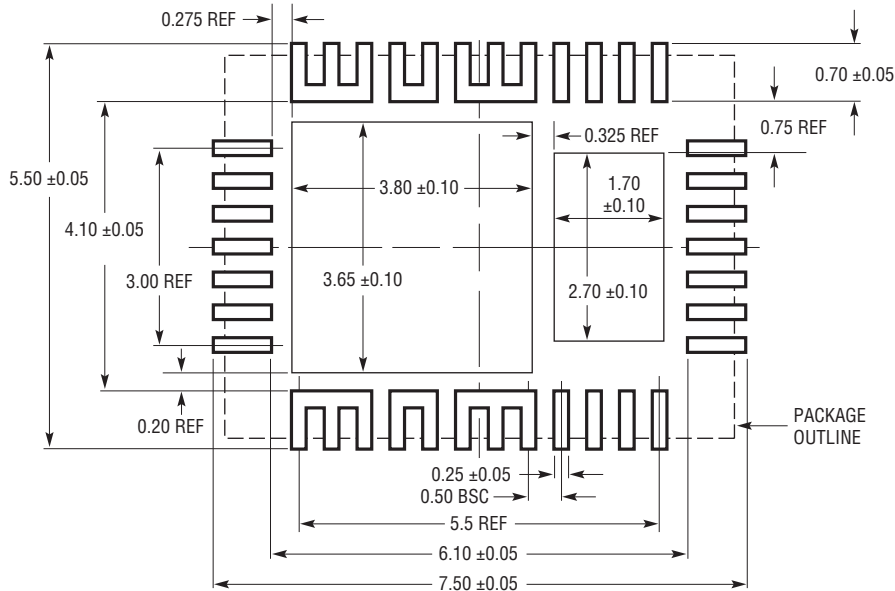


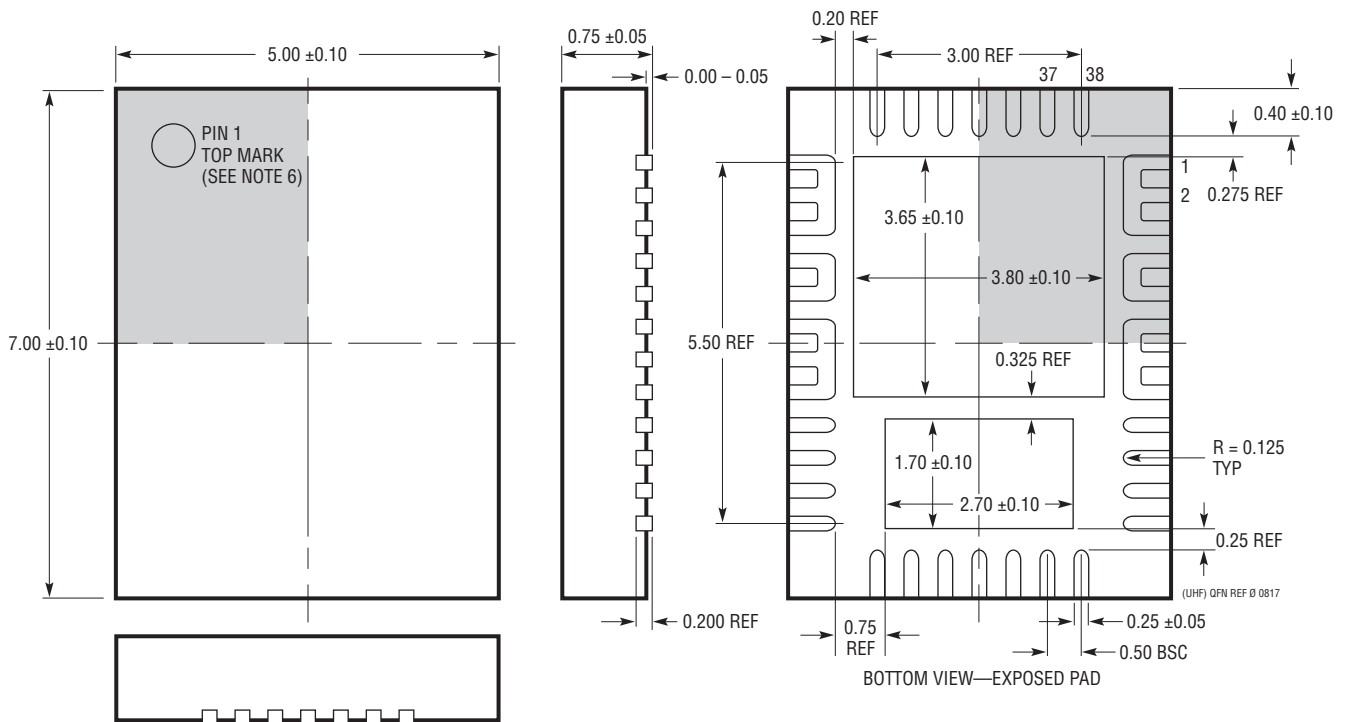
図19. LTC2947-65とLTC-RES150 (LTC2947-65にマッチした高精度抵抗)を使用した12V、130A双方向モニタ
この技法を使用してLTC2947-65の電流能力を増強する方法については、弊社にお問い合わせください。

パッケージ

UHF Package
38-Lead Plastic QFN (5mm × 7mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1598 Rev 0)
 Exposed Pad Variation AA



RECOMMENDED SOLDER PAD LAYOUT
 APPLY SOLDER MASK TO AREAS THAT ARE NOT SOLDERED

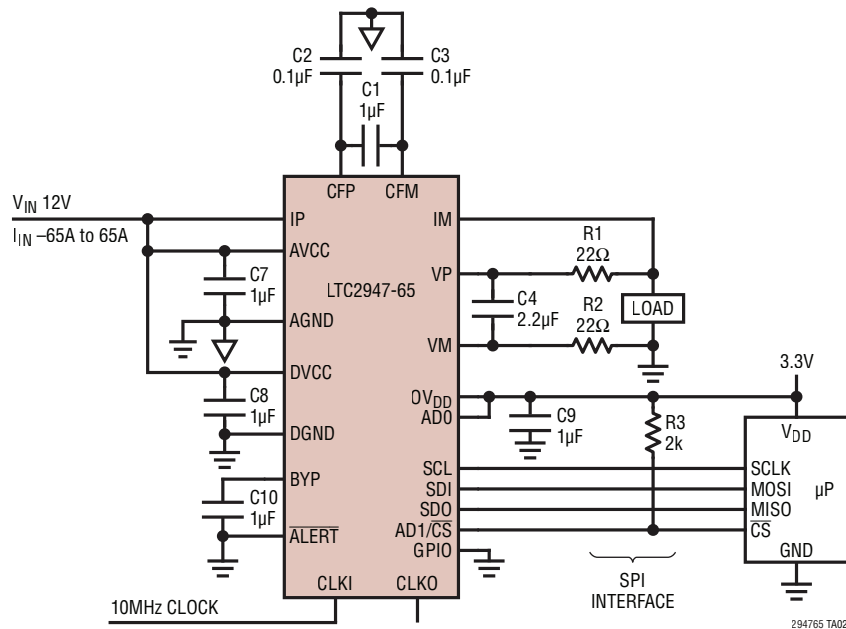


注記:

1. 図は実寸とは異なる
2. 全ての寸法はミリメートル
3. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。
モールドのバリは(もしあれば)各サイドで0.20mmを超えないこと
4. 露出パッドはハンダ・メッキとする
5. 灰色の部分はパッケージの上面と底面の1番ピンの位置の参考に過ぎない

標準的応用例

図 20. SPI インターフェースを備えた 12V、65A 双方向電力、電力量、および電荷モニタ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC2947	検出抵抗を内蔵した 30A 電力/エネルギー・モニタ	±30A の電流範囲、0V ~ 15V の電圧範囲、I ² C/SPF 互換インターフェース内蔵
LT [®] 2940	電力および電流モニタ	4 象限乗算、±5% の電力精度、4V ~ 80V 動作
LTC2941	I ² C バッテリ・ガスゲージ	2.7V ~ 5.5V 動作、1% の電荷精度
LTC2942	温度、電圧の計測機能を備えた I ² C バッテリ・ガスゲージ	2.7V ~ 5.5V 動作、1% の電荷、電圧、および温度
LTC2943	温度、電圧、電流の計測機能を備えたマルチセル・バッテリ・ガスゲージ	3.6V ~ 20V 動作、1% の電荷、電圧、電流、および温度
LTC2944	温度、電圧、電流の計測機能を備えた 60V バッテリ・ガスゲージ	3.6V ~ 60V 動作、1% の電荷、電圧、電流、および温度
LTC2945	範囲の広い I ² C 電力モニタ	0V ~ 80V 動作、12 ビット ADC、±0.75% TUE
LTC2946	広範囲の I ² C 電力、電荷、およびエネルギー・モニタ	2.7V ~ 100V 動作、12 ビット分解能
LTC2990	I ² C インターフェース搭載のクワッド温度、電圧、電流モニタ	3V ~ 5.5V 動作、14 ビット ADC
LTC2992	広範囲のデュアル電源モニタ	0V ~ 100V の入力電圧範囲、I ² C インターフェース、8/12 ビット、±0.3% の TUE
LTC4150	クーロン・カウンタ/バッテリ・ガスゲージ	2.7V ~ 8.5V 動作、電圧から周波数へのコンバータ
LTC4151	高電圧 I ² C 電流および電圧モニタ	7V ~ 80V 動作、12 ビット分解能、±1.25% TUE
LTC4215	I ² C モニタ機能付き、シングル・チャンネル・ホットスワップ・コントローラ	8 ビット ADC、電流制限および突入電流を調整可能、2.9V ~ 15V 動作
LTC4222	I ² C モニタ機能付き、デュアル・チャンネル・ホットスワップ・コントローラ	10 ビット ADC、電流制限および突入電流を調整可能、2.9V ~ 29V 動作
LTC4260	I ² C モニタ機能付き、正の高電圧ホットスワップ・コントローラ	8 ビット ADC、電流制限および突入電流を調整可能、8.5V ~ 80V 動作
LTC4261	I ² C モニタ機能付き、負の高電圧ホットスワップ・コントローラ	10 ビット ADC、フロート・トポロジ、突入電流を調整可能
LTC4234	20A を確保した SOA ホットスワップ・コントローラ	2.9V ~ 15V 動作、R _{SENSE} を内蔵した 4mΩ の MOSFET