

# 2A同期整流式 降圧リチウムイオン・チャージャ

## 特長

- 低消費電力
- 充電電流:最大2A
- 外付けのMOSFET、センス抵抗、ブロッキングダイオード不要
- バッテリ端子でのリモート・センシング機能
- プログラム可能な充電終了タイマ
- ±0.5%精度のプリセット4.2Vフロート電圧
- プログラム可能な充電電流検出・終了
- 自動再充電
- サーミスタ入力により、温度規定充電が可能
- 電流制限付きACアダプタに対応可能
- 高さの低い16ピン (4mm×4mm) QFNパッケージで供給

## アプリケーション

- ハンドヘルド・バッテリー駆動機器
- ハンドヘルド・コンピュータ
- 充電ドックおよび据置型チャージャ
- デジタルカメラ
- スマート電話

## 概要

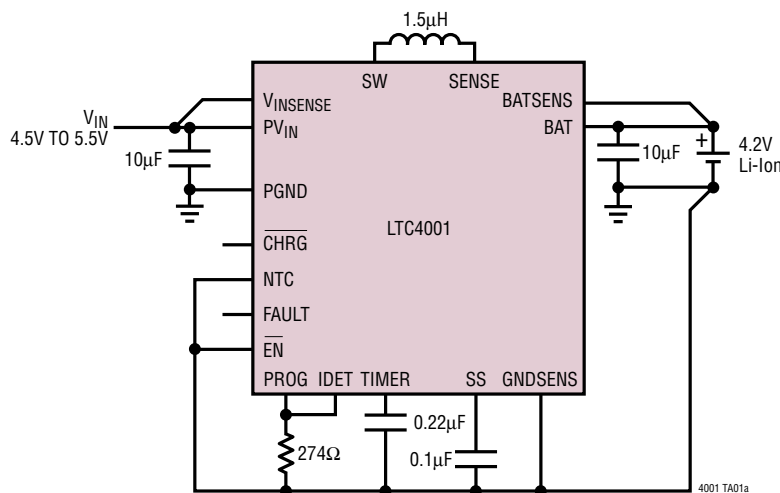
LTC4001は5V ACアダプタ向け2Aリチウム・イオン・バッテリー・チャージャです。このデバイスは1.5MHz同期整流式降圧コンバータ方式を採用し、充電時の消費電力を低減します。低消費電力で、MOSFETとセンス抵抗を内蔵しているため、広範囲のハンドヘルド・アプリケーションに物理的に小型チャージャを組み込むことができます。LTC4001は、完全な充電終了回路、自動再充電、±1%精度の4.2Vフロート電圧を特長としています。入力短絡保護機能を搭載しているため、ブロッキングダイオードが不要です。

バッテリー充電電流、充電タイムアウト、充電終了表示のパラメータは外付け部品で設定されます。この他に、短絡セル検出、温度規定充電、過電圧保護などを特長としています。LTC4001は高さの低い(0.75mm)16ピン (4mm×4mm) QFNパッケージで供給されます。

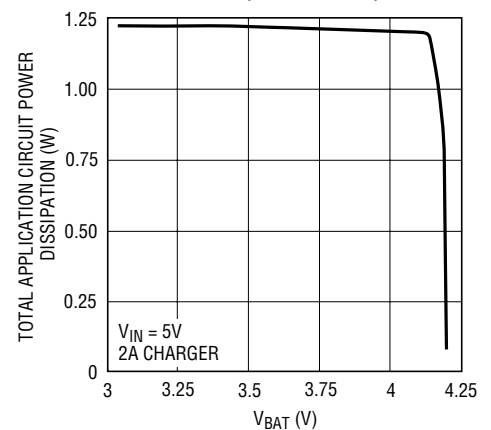
LT, LTC, LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。その他すべての商標はそれぞれ各社の登録商標です。

## 標準的応用例

2A、1セル・リチウム・イオン・バッテリー・チャージャ



電力損失とV<sub>BAT</sub>  
充電 (PWMモード)



# LTC4001

## 絶対最大定格

(Note 1)

$PV_{IN}$ 、 $V_{INSENSE}$

$t < 1ms$ ,  $DC < 1\%$ .....  $-0.3V \sim 7V$

定常状態.....  $-0.3V \sim 6V$

SW、SENSE、BAT、BATSENS、SS、FAULT、CHRG、EN、

NTC、PROG、IDET、タイマ電圧.....  $-0.3V \sim 6V$

動作温度範囲 (Note 3).....  $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$

動作接合温度

(Note 5).....  $-40^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$

保存温度範囲.....  $-65^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$

## パッケージ/発注情報

TOP VIEW

UF PACKAGE  
16-LEAD (4mm x 4mm) PLASTIC QFN  
 $T_{JMAX} = 125^{\circ}C$ ,  $\theta_{JA} = 37^{\circ}C/W$   
EXPOSED PAD (PIN 17) IS GND, MUST BE SOLDERED TO PCB

ORDER PART NUMBER	UF PART MARKING
LTC4001EUF	4001

**Order Options** Tape and Reel: Add #TR  
Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF  
Lead Free Part Marking: <http://www.linear.com/leadfree/>

より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へお問い合わせください。

## 電気的特性

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

注記がない限り、 $V_{IN}=5V$ 、 $V_{EN}=0V$ 、 $R_{PROG}=549\Omega$ 、 $R_{IDET}=549\Omega$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN}$	Supply Voltage	(Note 2)	4		5.5	V
$I_{IN}$		$PV_{IN}$ Connected to $V_{INSENSE}$ , PROG and IDET Pins Open, Charger On			2	mA
		Shutdown, $\overline{EN} = V_{IN}$			50	$\mu A$
$V_{FLOAT}$	$V_{BAT}$ Regulated Float Voltage	Measured from BATSENS to GNDSENS	● 4.158 4.179	4.2	4.242 4.221	V
$I_{BAT}$	Current Mode Charge Current	$R_{PROG} = 549\Omega$ , $V_{BAT} = 3.5V$ $R_{PROG} = 1.10k$ , $V_{BAT} = 3.5V$ Shutdown, $\overline{EN} = V_{IN}$	1.8 0.9	2 1	2.2 1.1	A
					$\pm 5$	$\mu A$
$I_{TRIKL}$	Trickle Charge Current	$V_{BAT} = 2V$	35	50	65	mA
$V_{TRIKL}$	Trickle Charge Threshold	$V_{BAT}$ Rising $V_{BAT}$ Falling	3.05 2.85	3.1	3.20 3.05	V
$V_{UVL}$	$V_{IN}$ Undervoltage Lockout Voltage	$V_{IN}$ Rising, Measured from $V_{INSENSE}$ to GNDSENS	2.7		2.82	V
$\Delta V_{UVL}$	$V_{IN}$ Undervoltage Lockout Hysteresis	Measured from $V_{INSENSE}$ to GNDSENS		100		mV
$V_{ASD}$	Automatic Shutdown Threshold Voltage	$V_{INSENSE} - V_{BATSENS}$ Rising (Turn-On), $V_{BATSENSE} = 4V$ $V_{INSENSE} - V_{BATSENS}$ Falling (Turn-Off), $V_{BATSENSE} = 4V$	200 15	250 30	300 60	mV
$f_{OSC}$	Oscillator Frequency		1.3	1.5	1.7	MHz
D	Maximum Duty Factor				100	%
$R_{PFET}$	$R_{DS(ON)}$ of P-Channel MOSFET	Measured from $PV_{IN}$ to SW		127		$m\Omega$
$R_{NFET}$	$R_{DS(ON)}$ of N-Channel MOSFET	Measured from SW to PGND		121		$m\Omega$

4001f

## 電气的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A=25^\circ\text{C}$ での値。  
注記がない限り、 $V_{IN}=5\text{V}$ 、 $V_{EN}=0\text{V}$ 、 $R_{PROG}=549\Omega$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$t_{TIMER}$	Timer Accuracy	$C_{TIMER} = 0.22\mu\text{F}$		$\pm 10$		%
$V_{EN}$	Enable Input Threshold Voltage	$V_{EN}$ Rising	0.6	0.8	1	V
$\Delta V_{EN}$	Enable Input Hysteresis			100		mV
$V_{PROG}$	PROG Pin Voltage	$R_{PROG} = 549\Omega$		1.213		V
$V_{IDET}$	IDET Pin Voltage	$R_{IDET} = 549\Omega$		1.213		V
$I_{IDET}$	IDET Threshold	$R_{IDET} = 549\Omega$	150	200	250	mA
$I_{CHRG}$	CHRG Pin Weak Pull-Down Current	$V_{CHRG} = 1\text{V}$	15	30	50	$\mu\text{A}$
$V_{CHRG}$	CHRG Pin Output Low Voltage	$I_{CHRG} = 5\text{mA}$		0.2	0.4	V
$V_{OL}$	FAULT Pin Output Low Voltage	1mA Load			0.4	V
$V_{OH}$	FAULT Pin Output High Voltage	1mA Load	4.6			V
$V_{RECHRG}$	Recharge Battery Threshold Voltage	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$ $V_{BAT}$ Falling	50	100	135	mV
$t_{RB}$	Recharge Filter Time Constant		4			ms
$t_{RECHRG}$	Recharge Time	Percent of Total Charge Time		50		%
$t_{TRIKL}$	Low-Battery Trickle Charge Time	Percent of Total Charge Time, $V_{BAT} < 2.8\text{V}$ , Measured Using BATSENS and GNDSSENS Pins		25		%
$I_{SS}$	Soft-Start Ramp Current	$V_{BAT} < V_{FLOAT} - 100\text{mV}$ , $V_{BAT}$ Across BATSENS and GNDSSENS Pins	6	12.8	16	$\mu\text{A}$
$V_{COLD}$	NTC Pin Cold Temperature Fault Threshold	Rising Threshold		$0.74 V_{INSENSE}$		V
		Falling Threshold		$0.72 V_{INSENSE}$		V
$V_{HOT}$	NTC Pin Hot Temperature Fault Threshold	Falling Threshold		$0.29 V_{INSENSE}$		V
		Rising Threshold		$0.30 V_{INSENSE}$		V
$V_{DIS}$	NTC Disable Threshold (Falling)	From NTC to GNDSSENS Pin	$0.015 \cdot V_{INSENSE}$	$0.02 \cdot V_{INSENSE}$	$0.025 \cdot V_{INSENSE}$	V
$\Delta V_{DIS}$	NTC Disable Hysteresis	From NTC to GNDSSENS Pin		$0.01 \cdot V_{INSENSE}$		V

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を越す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。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可能性がある。

**Note 2:** 電流制限付きACアダプタにて、アンダーボルテージ・ロックアウト機能のスレッシュホールドまで動作可能です。

**Note 3:** LTC4001Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

**Note 4:**  $T_J$ は次式の通り、周囲温度 $T_A$ と消費電力 $P_D$ から計算されます：

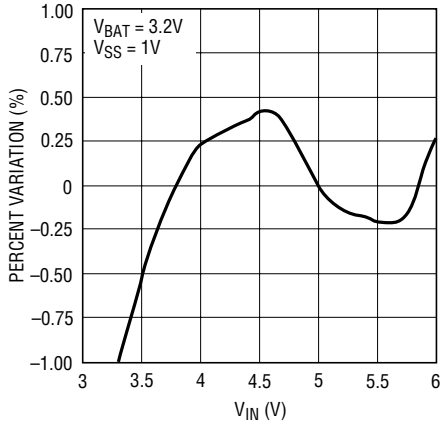
$$T_J = T_A + (P_D \cdot 37^\circ\text{C}/\text{W})$$

**Note 5:** このICは過熱保護機能を内蔵しており、瞬間過負荷動作のときデバイスを保護するために設計されています。過熱保護機能が駆動すると、接合温度は $125^\circ\text{C}$ を超えます。規定最大動作接合温度以上で連続動作は、デバイスの信頼性に損傷を与えることがあります。

# LTC4001

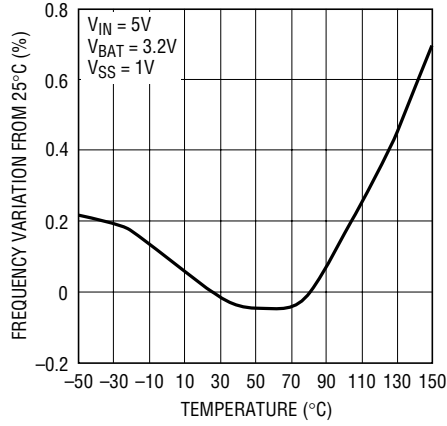
## 標準的性能特性 (注記がない限り、 $T_A=25^\circ\text{C}$ )

発振器周波数と $V_{IN}$



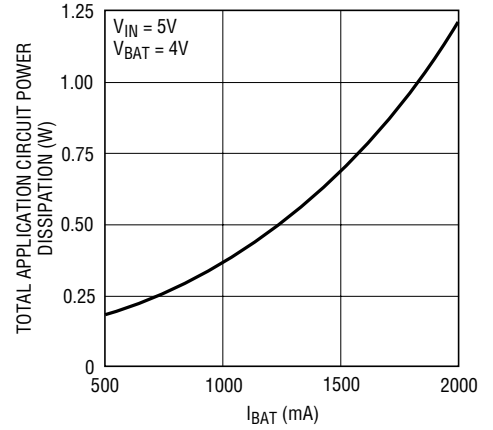
4001 G01

発振器周波数と温度



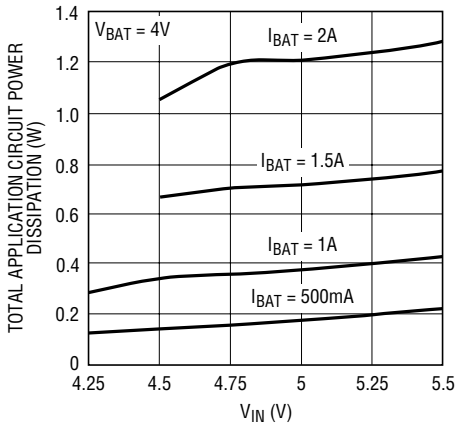
4001 G02

図8の回路の消費電力と $I_{BAT}$



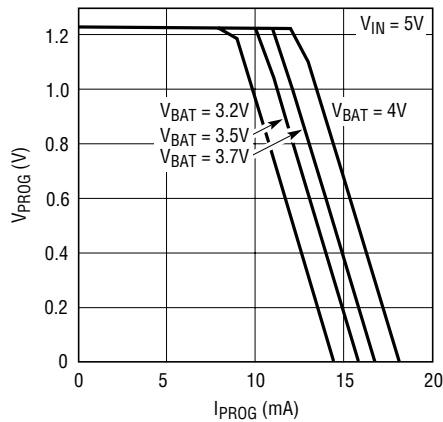
4001 G03

図8の回路の消費電力と $V_{IN}$



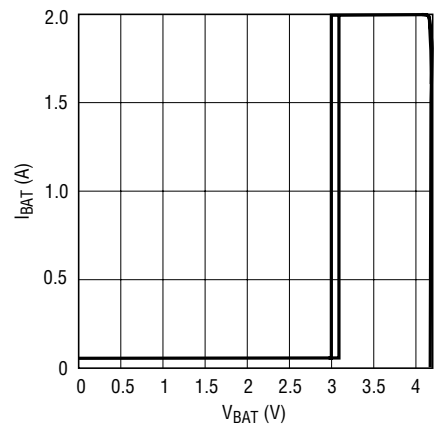
4001 G04

PROG ピン 特性 ( $V_{PROG}$ 対  $I_{PROG}$ )



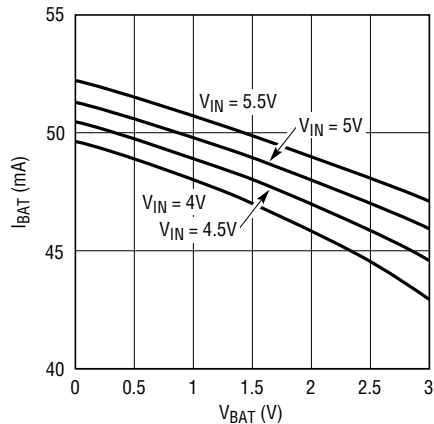
4001 G05

定電流、定電圧動作を示す出力充電特性



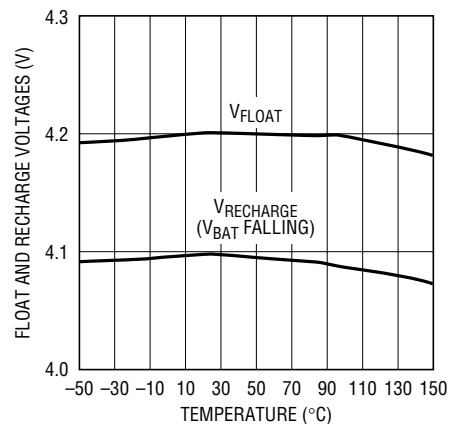
4001 G06

トリクル充電電流と $V_{BAT}$



4001 G07

$V_{FLOAT}$ および再充電バッテリー・スレシヨルド電圧と温度

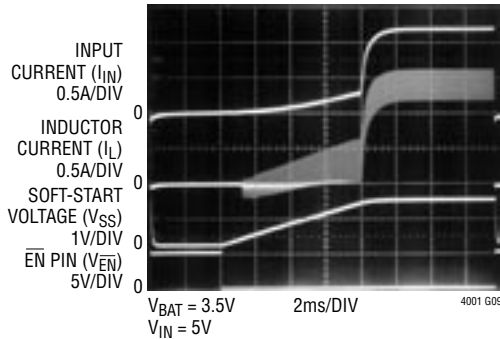
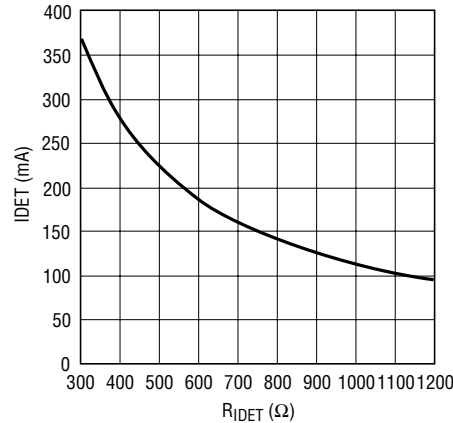


4001 G08

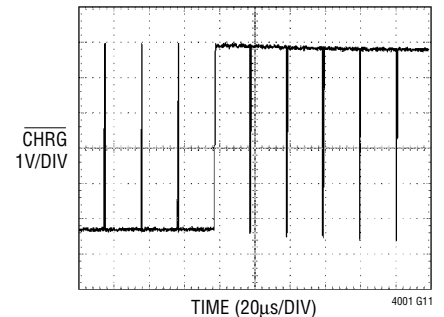
4001F

## 標準的性能特性

ソフトスタート (PWMモード)

IDETスレシヨルドと  $R_{PROG}=549\Omega$  のときの  $R_{IDET}$ 

CHRGピン温度障害作用(詳細)



## ピン機能

**BAT (ピン1):** バッテリ・チャージャ出力端子。リップル電圧を低く保つためにBATとPGND間に10 $\mu$ Fセラミック・チップ・コンデンサを接続します。

**SENSE (ピン2):** 内蔵センス抵抗。外部インダクタを接続します。

**PGND (ピン3):** パワー・グラウンド

**GNDSENS (ピン4):** グラウンド・センス。このピンを負バッテリー端子に接続します。GNDSENSはPGNDに対してケルビン接続を可能にし、PGNDに配線図通りに接続しなければなりません。

**SW (ピン5):** スイッチ・ノード接続。このピンは内部のメイン、および同期パワーMOSFETスイッチのドレインに接続されています。外部インダクタに接続します。

**EN (ピン6):** イネーブル入力ピン。 $\overline{EN}$ ピンをロジック“H”にすると、バッテリーのドレイン電流が3 $\mu$ A以下に低下し、電源電流が50 $\mu$ A以下に減少し、低い電力状態にLTC4001を置きます。通常動作においては、ピンをロジック“L”にしてください。

**CHRG (ピン7):** オープンドレイン充電状態出力。バッテリーが充電されると、 $\overline{CHRG}$ は内蔵のNチャンネルMOSFETに

よって“L”の状態になります。充電電流が5ms以上IDETスレシヨルド ( $R_{IDET}$ プログラミング抵抗により設定) 以下に減少すると、NチャンネルMOSFETはオフになり、30 $\mu$ A電流ソースが $\overline{CHRG}$ からグラウンドに接続されます。(この信号はラッチされ、新しい充電サイクルを開始することによってリセットされます)。タイマが切れるとき、または入力供給が除去されると、電流ソースは外され、 $\overline{CHRG}$ ピンはハイインピーダンスの状態に強制されます。温度障害はこのピンの故障を引き起こします。

**PV<sub>IN</sub> (ピン8):** 正の電源電圧入力。このピンはチップ内のパワーデバイスに接続されています。V<sub>IN</sub>は通常動作においては4V～5.5Vの範囲にあります。電流制限付きACアダプタにて、アンダーボルテージ・ロックアウト機能のスレシヨルドまで動作可能です。10 $\mu$ F、または大きな表面実装型セラミック・コンデンサでデカップリングされます。

**V<sub>INSENSE</sub> (ピン9):** 正電源センス入力。このピンはすべての入力コンパレータ (UVL、V<sub>IN</sub>～V<sub>BAT</sub>)の入力に接続されています。それはまたこのチップの制御部に電源を供給します。BATSENSピンがV<sub>INSENSE</sub>の30mV以内に上昇すると、LTC4001はスリープ・モードに入り、I<sub>IN</sub>を50 $\mu$ Aに下げます。このピンをPV<sub>IN</sub>デカップリング・コンデンサの端子に直接接続します。

## ピン機能

**FAULT (ピン10):** バッテリ障害。バッテリーの短絡、または温度障害が検知されると、このピンはロジック“H”になります。温度監視回路の作動状態で温度障害が発生し、サーミスタ温度は0°C以下、または50°C (標準) 以上のどちらかになっています。

**NTC (ピン11):** NTC (負の温度係数) サーミスタ温度監視回路への入力。通常動作でサーミスタをNTCピンとGNDSSENSピン間に接続し、同じ値の抵抗をNTCピンとV<sub>IN</sub>間に接続します。このピンの電圧が0.74V<sub>IN</sub> (低温、0°C)より高くなるか、あるいは0.29V<sub>IN</sub> (高温、50°C)より低くなると、充電は一時停止されCHRGピンは故障を引き起こします。NTCピンの電圧が0.74V<sub>IN</sub>と0.29V<sub>IN</sub>の範囲に戻ると、タイマは動作を止めたところから動き出し、充電を再び始めます。それぞれの入力コンパレータと関連して約3°Cの温度ヒステリシスがあります。NTC機能を使用しない場合は、NTCピンをGNDSSENSピンに接続します。これはすべてのNTC機能を停止します。NTCピンの電圧はV<sub>IN</sub>以上にはしてはいけません。

**PROG (ピン12):** 充電電流プログラム。R<sub>PROG</sub>抵抗はこのピンとGNDSSENS間を接続し、電流を設定します:

$$R_{\text{PROG}} = \frac{1.110\text{k}}{I_{\text{BAT}}(\text{AMPS})}$$

ここでI<sub>BAT</sub>は高速バッテリー充電電流

**IDET (ピン13):** 充電レート検出スレッシュホールド。抵抗、R<sub>IDET</sub>をGNDSSENSに接続すると、充電レート検出スレッシュホールドをプログラムします。R<sub>IDET</sub> = R<sub>PROG</sub>の場合、CHRGはI<sub>BAT</sub>/10表示を可能にします。他のスレッシュホールドについては、アプリケーション情報のセクションを参照してください。

**SS (ピン14):** ソフトスタート/補償。ソフトスタート機能、およびフロート電圧制御ループや充電電流制御ループに対する補償を可能にします。このピンとGNDSSENS間にソフトスタート/補償コンデンサを接続します。

**TIMER (ピン15):** タイマ・コンデンサ。タイマの時間はGNDSSENSに対してコンデンサ、C<sub>TIMER</sub>を置くことによって設定できます。C<sub>TIMER</sub>は次式によって設定できます:

$$C_{\text{TIMER}} = \text{Time (時間)} \cdot 0.0733 (\mu\text{F})$$

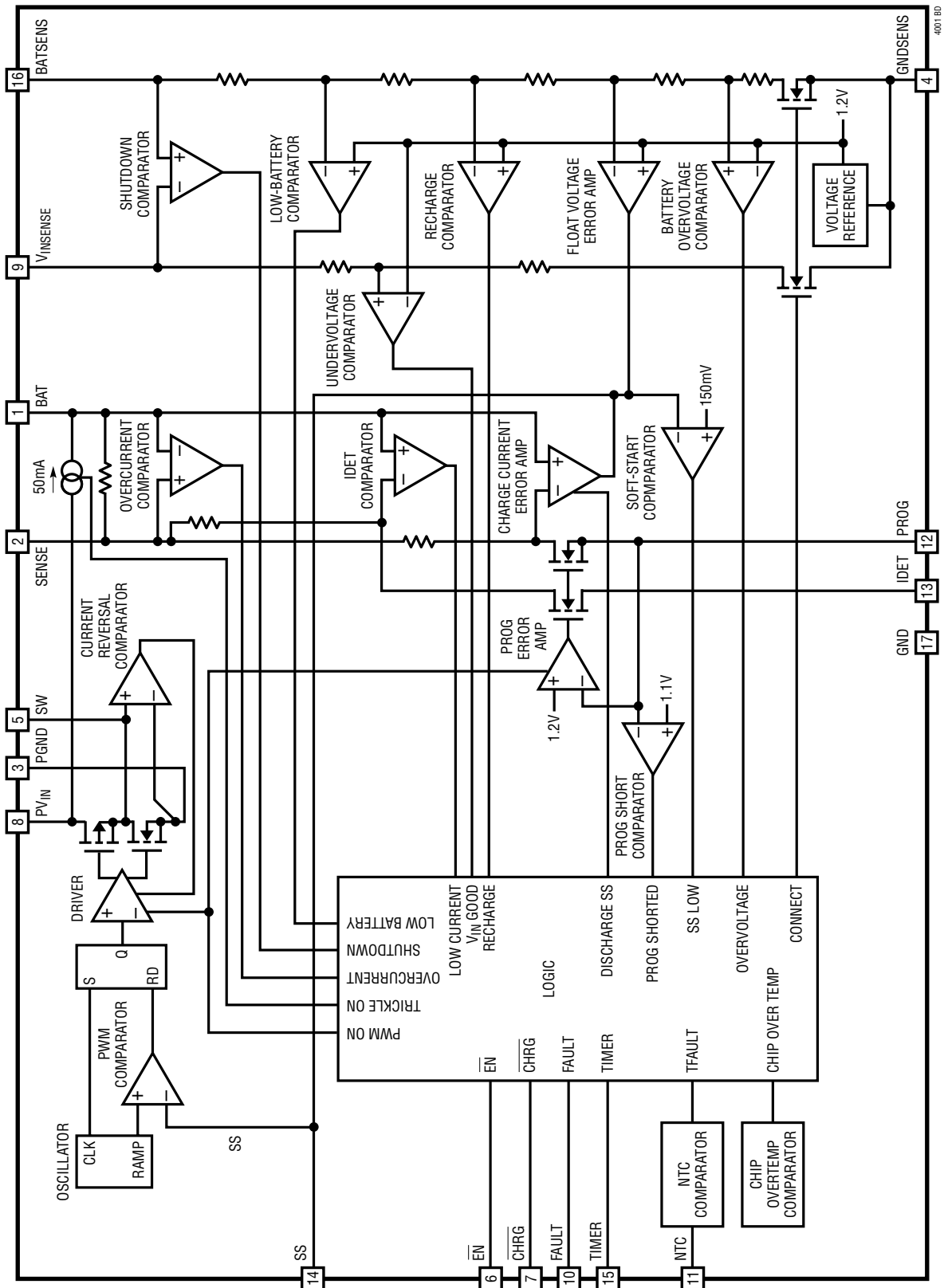
ここで時間は所要充電時間。

所要のタイマに対してこのピンをIDETに接続します。I<sub>BAT</sub>がIDET充電レート・スレッシュホールド以下に低下するとき、バッテリー充電を終了するようにこのピンをGNDSSENSに接続します。

**BATSENS (ピン16):** バッテリ・センス入力。内蔵抵抗分割器はこのピンで最終フロート電圧を設定します。バッテリー・ドレイン電流を減少させるためにスリープ・モード、またはEN=Hのとき、抵抗分割器は接続を切ります。このピンを正のバッテリー端子に接続します。

**Exposed Pad (ピン17):** グランド。このグラウンドは、電気的接触と規定された熱特性のためにPCBグラウンド (PGND) に半田付けされなければなりません。

ブロック図





## 動作

LTC4001は同期整流式降圧アーキテクチャに基づいた定電流、定電圧リチウム・イオン・バッテリー・チャージャです。低電力損失は、連続高電流 (2A) バッテリ充電を実現しています。バッテリーDC充電電流は抵抗 $R_{PROG}$  (またはDAC出力電流) によってPROGピンでプログラムされません。最終バッテリー・フロート電圧は4.2Vに内部で設定されます。

$V_{IN}$ 電圧がUVLOレベル(約2.75V)以上に上昇すると充電が始まり、 $V_{IN}$ 電圧はバッテリー電圧より250mV高くなり、 $\overline{EN}$ は低くなります。充電サイクル開始時バッテリー電圧が、3Vのトリクル充電スレッシュホールドより低い場合、チャージャはトリクル充電モードに入り、リニア・チャージャを使ってバッテリーへ約50mAを供給します。充電時間の4分の1より長くバッテリー電圧が低くとどまる場合、バッテリーは障害があると考えられ、充電サイクルは終了し、FAULTピンはロジック“H”出力を生じます。

バッテリー電圧がトリクル充電スレッシュホールドを超えると、小電流リニア充電器はターン・オフされ、高電流PWMチャージャはランプアップし (SSピンの静電容量に基づき)、フルスケールの定電流に近づきます (PROGピンを経由して設定)。バッテリーがフロート電圧に近づくと、充電電流は減少し始めます。充電電流が5msより長い時間充電レート検出スレッシュホールド (IDETピンを経由して設定) 以下に下がるとき、内蔵コンパレータは内部プルダウンNチャンネルMOSFETを $\overline{CHRG}$ ピンでターン・オフし、充電状態の最終に近いことを示すために、弱電流ソース (30 $\mu$ A標準) をグラウンドに接続します。

トータル充電時間はタイマ・ピンに接続した外部コンデンサによって設定されます。タイムアウト発生後、充電サイクルが終了し、 $\overline{CHRG}$ ピンはハイインピーダンス状態に強制されます。充電サイクルを再開するためには、入力電圧を取り除き再び印加するか、あるいは $\overline{EN}$ ピンを経由してチャージャを瞬間的に停止します。また、バッテリー電圧が再充電スレッシュホールド電圧 (フロート電圧より100mV以下) より下がる場合、新しい充電サイクルが始まります。再充電サイクルは通常充電時間の半分のみ持続します。

バッテリー・パックに近接して配置された負の温度係数 (NTC) サーミスタはバッテリー温度を監視するために使用でき、バッテリー温度が0°C~50°Cの範囲外にあるとき充電を中止します。温度障害はFAULTピンをハイに駆動し、

$\overline{CHRG}$ ピンの故障を引き起こします。入力電圧 ( $V_{IN}$ ) が提供されると、チャージャは $\overline{EN}$ ピンを引き上げて停止できません。

### IDET ブランキング

IDETコンパレータは、バッテリー充電電流がIDETのスレッシュホールド以下に減少を検知して、充電の完了の表示を提供します。充電完了の間違った表示をソフトスタート中に発生することを防止するために、バッテリー電圧がフロート電圧に近づくまで、このコンパレータはブランクされます。

### バッテリーの自動再充電

充電サイクルが完了後、バッテリーと入力電源 (ACアダプタ) の両方がまだ接続されている場合、バッテリー電圧が自己放電、または外部負荷により4.1V以下に下がると新しい充電サイクルが始まります。これは、充電サイクルを手動で再開することなくバッテリーをいつも最大容量に近く保ち続けます。

GPRS携帯電話におけるバッテリー充電のようないくつかのアプリケーションについて、大きな負荷過渡電流が、バッテリー電圧を再充電スレッシュホールド以下に瞬時に低下するように引き起こすことがあります。再充電の必要がないとき、再充電サイクルの起動からこれらの過渡電流を防止するために、再充電コンパレータの出力はデジタル的に必要条件を満たします。バッテリー電圧が少なくとも4msの時間再充電スレッシュホールド以下にとどまった場合のみ、バッテリー再充電が発生します。(GPRS認証は、タイムアウトがディスエーブルであっても有効です)。

### アンダーボルテージ・ロックアウト、および自動停止機能

内蔵のアンダーボルテージ・ロックアウト回路は $V_{IN}$ を監視し、 $V_{IN}$ がアンダーボルテージ・ロックアウト・スレッシュホールド (3V) より高く上昇するまで、チャージャ回路の停止機能を維持します。UVLOは100mVのビルトインされたヒステリシスを持っています。さらに、逆電流保護のために、 $V_{IN}$ が $V_{BAT}$ より低い場合、チャージャもまた停止します。自動停止機能がトリップすると、 $V_{IN}$ は充電を可能にするために $V_{BAT}$ より250mV以上に増大しなければなりません。



## 動作

### 過電圧、チップ過熱、および短絡電流保護機能

LTC4001は過電圧、チップ過熱、およびいくつか種類の短絡保護機能を内蔵しています。

バッテリー電圧が約5%までフロート電圧を超える場合、コンパレータは両方のチャージャ (高速とトリクル) をターンオフします。これは、バッテリー充電が進行中、バッテリーの接続が偶然に切れる状態で発生することがあります。

コンパレータはチップの温度を連続に監視し、チップ温度が約160°Cを超えるときバッテリー・チャージャを止めます。バッテリー充電は、温度が約150°Cに下がると再度イネーブルされます。

短絡保護はいくつかの異なった方法で提供されています。第一番目は、バッテリー端子のハードな短絡が充電がトリクル充電モードに入る原因となり、充電電流をトリクル充電電流に制限します (標準的に50mA)。第二番目は、PWM充電は、高速充電電流が2Aの最大推奨充電電流よりはるかに大きな値にプログラムされた場合に防止されません。第三番目は、過電流 (PROGピンを介して)コンパレータがピーク・インダクタ電流を監視します。

## アプリケーション情報

### ソフトスタート、および補償コンデンサの選択

LTC4001は低電流トリクル・チャージャとPWMベースの高電流チャージャを持っています。ソフトスタート機能が高速チャージャが内部でターンオンされるときいつでも使用され、大きな起動電流を防止しています。ソフトスタート・ランプレートは内部の12.8μAのプルアップ電流、および外部コンデンサによって設定されます。SSピンの制御範囲は約0.3V~1.6Vにあります。0.1μFのコンデンサで、最大デューティ・サイクルまでランプアップする時間は約10msです。

SSピンの外部コンデンサはまた電流制御ループやフロート電圧制御ループについて補償機能を設定します。10nFの最小静電容量が必要です。

### 充電電流、およびIDETプログラミング機能

LTC4001は2種類の異なった充電モードを持っています。バッテリーの消耗が激しい場合(2.9V以下のバッテリー電圧)、50mAのトリクル充電が最初に使用されます。バッテリー電圧がトリクル充電スレッシュホールドより高い場合、高速充電が使用されます。

この高い充電電流はプログラム可能で、PROGピンによって供給される電流の約915倍です。この電流は通常PROGからGNDSSENSへの外付けの抵抗によって設定されますが、PROGピンに接続された電流出力DACによっても設定できます。PROGピンの電圧は約1.213Vです。

2Aの充電電流については、次式の通りです。

$$R_{\text{PROG}} = \frac{915 \cdot 1.213\text{V}}{2\text{A}} \cong 554.9\Omega$$

IDETスレッシュホールド(バッテリーがほぼフル充電に近づいたことを決定するために使う充電電流スレッシュホールド)は、PROGピンとほぼ同じ方法でプログラムされますが、IDETスレッシュホールドがIDETピンによって供給される電流の91.5倍の場合を除きます。この電流は通常IDETからグランドに外部抵抗によって設定されますが、電流出力DACによって設定することもできます。PROGピンの電圧は通常には1.213Vです。

200mAのIDET電流(2AHr バッテリーのC/10に相当)については、次式の通りです。

$$R_{\text{IDET}} = \frac{91.5 \cdot 1.213\text{V}}{0.2\text{A}} \cong 554.9\Omega$$

1.10kΩ抵抗は約100mAを、274Ωは約400mAをプログラムします。

IDETが高速充電電流の10分の1に設定され、精度が若干劣る充電電流、およびIDETスレッシュホールドが許容できるようなアプリケーションについては、PROGとIDETピンは一緒に接続することができ、抵抗R11本でこれら両方をプログラムすることができます(図1)。

$$R1 = \frac{457.5 \cdot 1.213}{I_{\text{CHARGE}}}$$

そして、

$$I_{\text{IDET}} = \frac{I_{\text{CHARGE}}}{10}$$

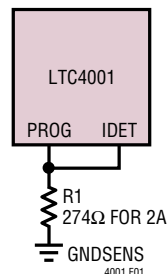


図1. 1本の抵抗で充電電流、およびIDETスレッシュホールドをプログラミング

## アプリケーション情報

R1 (1本の抵抗を使ったプログラミング) を計算するための式は、 $R_{PROG}$  と  $R_{IDET}$  (2本の抵抗を使ったプログラミング) を計算するための式と異なっており、IDETピンとPROGピン両方からの電流が、1本のプログラミング抵抗が使用されるとき、R1 1本を通して流れなければならないという事実を反映しています。

### CHRGステータス出力ピン

充電サイクルが始まると、内部NチャンネルMOSFETによって  $\overline{CHRG}$  ピンが接地され、LEDのドライブが可能になります。充電電流が少なくとも4msの時間充電終了 (IDET) スレッシュホールド以下に下がり、バッテリー電圧がフロート電圧に近いとき、NチャンネルMOSFETがターンオフし、グラウンドへの微弱な30 $\mu$ A電流源が  $\overline{CHRG}$  ピンに接続されます。この微弱なプルダウンは、充電サイクルが終了するまで残ります。充電の終了後、そのピンはハイインピーダンス状態になります。2つの異なる値のプルアップ抵抗を使用することによって、マイクロプロセッサはこのピンから3つの状態 (充電、充電終了、充電停止) を検出できます。図2参照。

充電モードを検出するには、デジタル出力ピンOUTを強制的に“H”にし、 $\overline{CHRG}$  ピンの電圧を測定します。NチャンネルMOSFETは2k $\Omega$ のプルアップ抵抗があってもこのピンを“L”にします。一旦充電電流が充電終了スレッシュホールド以下に下がると、NチャンネルMOSFETがターンオフし、30 $\mu$ A電流源が  $\overline{CHRG}$  ピンに接続されます。次にINピンがOUTに接続された2k $\Omega$ のプルアップによって“H”になります。それからOUTピンを強制的にハイインピーダンス状態にすると、電流源が390k $\Omega$ 抵抗を通してこのピ

ンを“L”にします。充電が停止すると、 $\overline{CHRG}$  ピンはハイインピーダンス状態に変化し、390k $\Omega$ 抵抗がこのピンを“H”にし、充電が終了したことを示します。

### 充電終了

バッテリー充電はTIMERピンに対して行われる接続次第でいくつかの異なる方法によって終了できます。タイムベースの終了のために、TIMERピンとGNDSENS ( $C_{TIMER}$  = 時間 (Hrs) 0.0733 $\mu$ F) 間にコンデンサを接続します。充電電流がTIMERとGNDSENSを結合することによってIDETスレッシュホールド以下に下がるとき、充電は終了できます。最後に充電終了はTIMERとIDETを結合して無効にできます。この場合、外部デバイスは  $\overline{EN}$  ピンを“H”にして充電を終了することができます。

### バッテリー温度検出

バッテリー温度が範囲外 (高過ぎるか、低過ぎるのどちらか) にあるとき、充電は一時中止し、FAULTピンが“H”にドライブされます。その上、バッテリーが未だ高速 (IDET電流より速く) で充電している場合、温度障害が発生するとき、 $\overline{CHRG}$  ピンNMOSが約50kHzの周波数でターンオン、およびオフし、約1.5Hzのサイクルでハイとローのデューティ・ファクタ間を交互に繰り返します (図3)。これは、 $\overline{CHRG}$  ピンをインタラプト・ラインに結合することによって、マイクロプロセッサに速い温度障害表示 (20 $\mu$ sec標準) を提供する間、LEDを  $\overline{CHRG}$  ピンからドライブすると、低速の視覚的な表示 (1.5Hz) を可能にします。このパルス内のセレーション (鋸歯) の幅は標準的に500nsです。

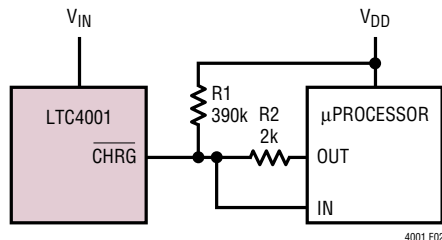


図2. マイクロプロセッサ・インタフェース

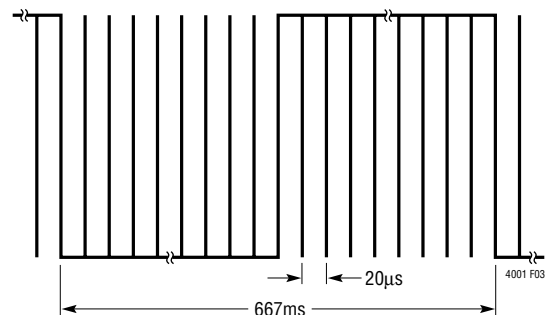


図3. CHRG温度障害の波形

## アプリケーション情報

バッテリー温度は負の温度係数 (NTC) サーミスタをバッテリー・パックに近づけて置いて測定されます。この機能を使うのに、NTC サーミスタ  $R_{NTC}$  を NTC ピンと  $GNDSENSE$  間を接続し、抵抗  $R_{NOM}$  を NTC ピンから  $V_{INSENSE}$  に接続します。 $R_{NOM}$  は  $25^{\circ}\text{C}$  で選ばれた NTC サーミスタの値に等しい値で 1% 精密抵抗にすべきです。LTC4001 は NTC サーミスタの抵抗  $R_{HOT}$  が  $R_{NOM}$  の値の 0.41 倍に下がるとき、ホールド・モードへ入ります。たとえば、 $R_{NTC} = 10\text{k}$  (Vishay 社 NTHS0603N02N1002J 型サーミスタの  $25^{\circ}\text{C}$  における抵抗値) の場合は、ホールドは約  $4.1\text{k}\Omega$  で、かつ  $50^{\circ}\text{C}$  で起きます。ホールド・モードはタイマをフリーズし、サーミスタが有効な温度への復帰を示すまで充電サイクルを止めます。温度が下がるとき、NTC サーミスタの抵抗値は大きくなります。LTC4001 は NTC サーミスタの値が  $R_{NOM}$  の値の 2.82 倍に増大するとき、ホールド・モードになるように設計されています。この抵抗は  $R_{COLD}$  です。Vishay  $10\text{k}\Omega$  サーミスタについては、この値は  $28.2\text{k}\Omega$  であり、約  $0^{\circ}\text{C}$  に相当します。ホット・コールド・コンパレータは各々約  $3^{\circ}\text{C}$  のヒステリシスを有しており、トリップ・ポイントで発振を防止します。NTC ピンの接地は NTC の機能を止めます。

### サーミスタ

LTC4001 NTC のトリップ・ポイントはサーミスタと共に働くように設計されており、その抵抗温度特性は Vishay Dale's "R-T Curve 2" に従っています。しかしながら、サーミスタの  $R_{HOT}$  対  $R_{COLD}$  の比が約 7 の、いかなるサーミスタも作動します (Vishay Dale R-T Curve 2 は、 $2.815 / 0.4086$  の  $R_{COLD} / R_{HOT} = 6.89$  を示します)。

電力重視設計は、 $10\text{k}\Omega$  より大きな室温抵抗値をもつサーミスタを使用することを必要とすることがあります。Vishay Dale は、"R-T Curve 1" に従う  $10\text{k}\Omega \sim 100\text{k}\Omega$  までサーミスタの数多くの値を持っています。NTC サーミスタ・セクションに指示されている通り、これらを使用すると、およそ  $3^{\circ}\text{C}$  と  $47^{\circ}\text{C}$  の温度トリップ・ポイント、 $44^{\circ}\text{C}$  のデルタを提示します。温度におけるこのデルタは、 $R_{NTC}$  に

ついて  $R_{NOM}$  の値を変更してどちらの方向にも動かすことができます。 $R_{NOM}$  を増大するとトリップ・ポイントをより高い温度へ動かします。たとえば、より低い温度へ移すために  $R_{NOM}$  を計算するのに、次式を使用してください：

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD}}{2.815} \cdot R_{NTC} \text{ at } 25^{\circ}\text{C}$$

ここで、 $R_{COLD}$  は所要の低温トリップ・ポイントでの  $R_{NTC}$  の抵抗比です。より高い温度へトリップ・ポイントを移したい場合には、次式を使用してください。

$$R_{NOM} = \frac{R_{HOT}}{0.4086} \cdot R_{NTC} \text{ at } 25^{\circ}\text{C}$$

ここで、 $R_{HOT}$  は所要の高温トリップ・ポイントでの  $R_{NTC}$  の抵抗比です。

ここに Vishay Dale から  $100\text{k}$  R-T Curve 1 サーミスタを使用する例があります。トリップ・ポイント間の差は以前から  $44^{\circ}\text{C}$  があり、低温トリップ・ポイントを  $0^{\circ}\text{C}$  にして、高温トリップ・ポイントを  $44^{\circ}\text{C}$  に置くことになります。必要な  $R_{NOM}$  は次式の通りに計算されます：

$$\begin{aligned} R_{NOM} &= \frac{R_{COLD}}{2.815} \cdot R_{NTC} \text{ at } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{3.266}{2.815} \cdot 100\text{k} = 116\text{k} \end{aligned}$$

$R_{NOM}$  について 1% 精度にて最も近い値は、 $115\text{k}\Omega$  です。これがおよそ  $0^{\circ}\text{C}$  と  $44^{\circ}\text{C}$  それぞれの低温と高温のトリップ・ポイントを得るために NTC サーミスタにバイアスをかけるのに使用される値です。低温と高温のトリップ・ポイント間デルタを広げるために、抵抗  $R_1$  を  $R_{NTC}$  と直列に加えることができます (図 4 参照)。抵抗値は次式の通りに計算されます：

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD} - R_{HOT}}{2.815 - 0.4086}$$

$$R_1 = \frac{0.4086}{2.815 - 0.4086} \cdot (R_{COLD} - R_{HOT}) - R_{HOT}$$

## アプリケーション情報

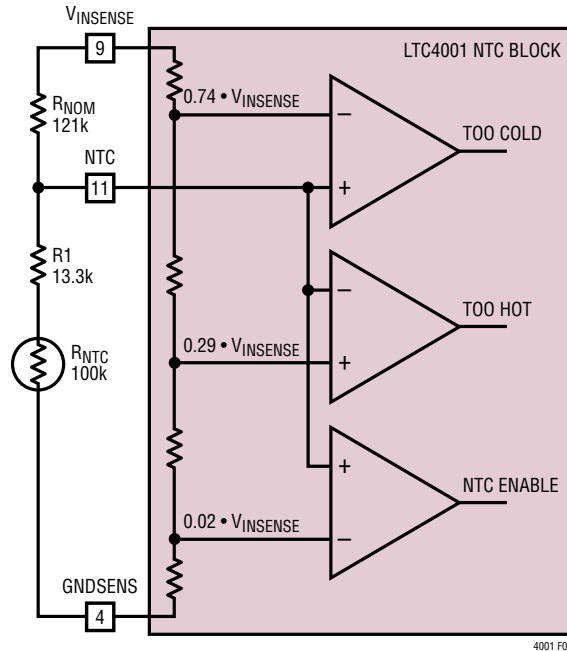


図4. デルタ温度を広げる方法

ここで $R_{NOM}$ はバイアス抵抗 $R_{HOT}$ の値であり、 $R_{COLD}$ は所要の温度トリップ・ポイントでの $R_{NTC}$ の値です。50°Cの所要高温トリップ・ポイントにて以前からの例を継続すると次式になります。

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD} - R_{HOT}}{2.815 - 0.4086} = \frac{100k \cdot (3.2636 - 0.3602)}{2.815 - 0.4086}$$

$$= 120.8k, 121k \text{ is nearest } 1\%$$

$$R1 = 100k \cdot \left( \frac{0.4086}{2.815 - 0.4086} \cdot (3.266 - 0.3602) - 0.3602 \right)$$

$$= 13.3k, 13.3k \text{ is nearest } 1\%$$

最終的な解決方法は図4に示されます、ここでは25°Cで $R_{NOM} = 121k\Omega$ 、 $R1 = 13.3k\Omega$ であり、 $R_{NTC} = 100k\Omega$ です。

## 入力、および出力コンデンサ

LTC4001は高いバッテリー充電電流を供給するために同期式降圧レギュレータを使用しています。10 $\mu$ Fチップ・コン

デンサは、低いESRやESLを可能にし、高いRMSリップル電流を取り扱うことができますので、入力、および出力コンデンサの両方に推奨されます。しかしながら、幾つかのQの高いコンデンサは、通電状態の電源にチャージャの入力を接続するときのような、ある起動条件下で自己共振による大きな過渡電流を発生することがあります。更に詳細な情報に関しては、アプリケーション・ノート 88を参照してください。

EMIの検討は、通常、1.5MHzのスイッチング周波数でバッテリー・インピーダンスを大きくするのに加えられる、バッテリー・リード、ビード、またはインダクタのリップル電流を望ましく最小化します。出力コンデンサとバッテリー・インピーダンスのESRしだいで、スイッチング・リップル電流がバッテリーと出力コンデンサ間で分流します。出力コンデンサのESRが0.1 $\Omega$ であり、バッテリー・インピーダンスがビード、またはインダクタと共に2 $\Omega$ まで高くなる場合、わずか5%のリップル電流がバッテリー内に流れます。同様な手法もまた入力リードからのEMIを最小化するために適応されます。



## アプリケーション情報

### インダクタの選択

高い (1.5MHz) 動作周波数は、インダクタの寸法を最小化するために降圧型スイッチャーに対し選択されました。しかしながら、この周波数において低いコア損失でインダクタを使用することに注意してください。よい選択は、Vishay Dale のIHPL-2525AH-01です。

インダクタ・リップル電流を、次式により求めます：

$$\Delta I_L = \frac{V_{BAT} - \frac{V_{BAT}^2}{V_{IN}}}{L \cdot f}$$

ここで、 $V_{BAT}$  はバッテリー電圧、 $V_{IN}$  は入力電圧、 $L$  はインダクタンスであり、 $f$  はPWM発振器の周波数 (標準 1.5MHz) です。最大インダクタ・リップル電流は最大  $V_{IN}$ 、および  $V_{BAT} = V_{IN}/2$  で発生します。

ピーク・インダクタ電流は、次式の通りになります：

$$I_{PK} = I_{BAT} + 0.5 \cdot \Delta I_L$$

ここで、 $I_{BAT}$  は最大バッテリー充電電流です。

インダクタの寸法を合わせることは、ピーク電流がインダクタの飽和電流を超えなくすることを確実にします。また、出力の短絡回路保護コンパレータの適正な動作に干渉することがあるので、 $\Delta I_L$  は決して 0.4 ( $I_{BAT}$ ) を超えるべきではありません。1.5 $\mu$ H は、典型的なアプリケーションにおいて妥当なインダクタ・リップル電流を提供しています。1.5 $\mu$ H、および 2A 充電電流にて、次式のようになります：

$$\Delta I_L = \frac{2.85V - \frac{2.85V^2}{5.5V}}{1.5\mu H \cdot 1.5MHz} = 0.61A_{p-p}$$

そして

$$I_{PK} = 2.31A$$

### リモート・センシング

最高のフロート電圧精度を得るために、 $GNDSENS$  と  $BATSENS$  をバッテリー端子に直接に接続します。同様に  $BAT$  と  $PGND$  をバッテリー端子に直接に接続します。これは、 $GNDSENS$  や  $BATSENS$  ラインに流れる充電電流を防止することによって、これらのラインにおける IR ドロップ (電圧降下) を取り除きます。

### 電流制限付き AC アダプタでの動作

電流制限付き、または無しの AC アダプタが LTC4001 で使用できますが、電流制限付き AC アダプタによって電力損失が最低のバッテリー充電ができます。この機能を使用するのに、AC アダプタは、LTC4001 にプログラム入力された高速充電電流より小さな電流で制限しなければなりません。たとえば、LTC4001 が 2A で充電するようにプログラムされると、AC アダプタの電流制限は 2A より小さくなければなりません。

電流制限付き AC アダプタでの動作を理解するには、バッテリー電圧、 $V_{BAT}$  は最初  $V_{TRIKL}$  トリクル充電スレッシュホールド以下であることを仮定してください (図5)。バッテリー充電は AC アダプタの電流制限値よりかなり低い約 50mA で開始し、LTC4001 への電圧 ( $V_{IN}$ ) は AC アダプタの規定出力電圧 ( $V_{ADAPTER}$ ) です。バッテリー電圧は上昇し、最終的には  $V_{TRIKL}$  に近づきます。リニア・チャージャは充電を止め、PWM (高速) チャージャがターンオンし、ソフトスタート・サイクルが始まります。ソフトスタート・サイクル中にバッテリー充電電流が増大し、AC アダプタ負荷電流について相応の増大を引き起こします。AC アダプタが電流制限値に近づくと、アダプタ出力電圧が下落し、LTC4001 PWM チャージャのデューティ・サイクルは 100% までランプアップします (LTC4001 降圧レギュレータのトップサイド PMOS スイッチは連続状態)。バッテリー電圧が  $V_{FLOAT}$  に近づくと、フロート電圧誤差アンプは、PWM チャージャに対して  $I_{LIMIT}$  より少なく供給するように命令を出します。AC アダプタは電流制限を閉じ、 $V_{IN}$  は  $V_{ADAPTER}$  に戻ります。



## アプリケーション情報

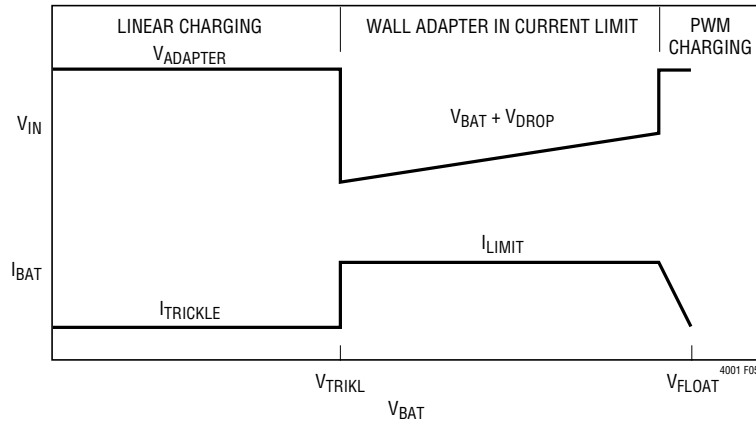


図5. 充電特性

$V_{BAT}$ が上昇するとき、バッテリー充電電流は下がり続け、 $V_{FLOAT}$ でゼロになります。充電電流が最高レベルのとき、LTC4001内での電圧降下は非常に低いので、電力損失もまた非常に低くなります。

## 熱計算 (PWM、およびトリクル充電)

LTC4001は、調整充電 (トリクル) のとき、リニア・チャージャとして動作し、他のすべての場合高速降圧バッテリー・チャージャとして動作します。電力損失は両方のモードについて割り出されなければなりません。

リニア・チャージャ・モードにおいては:

$$P_D = (V_{IN} - V_{BAT}) \cdot I_{TRICKL} + V_{IN} \cdot I_{IN}$$

ここで、 $I_{IN}$ はIC内部で消費される $V_{IN}$ の電流です。

最悪の場合の損失は、 $V_{BAT} = 0$ 、最大 $V_{IN}$ 、最大の静止、かつトリクル充電電流の場合に発生します。たとえば、5.5Vの最大入力電圧、および65mAの最悪の場合のトリクル充電電流、そして2mAの最悪の場合のチップ静止電流:

$$P_D = (5.5 - 0) \cdot 65\text{mA} + 5.5 \cdot 2\text{mA} = 368.5\text{mW}$$

電流制限ACアダプタが使用され、電流制限に入ることを可能にする場合、LTC4001の消費電力は非常に低くなります。ACアダプタが電流制限状態のとき、LTC4001チャージャの電圧降下は:

$$V_{DROPP} = I_{LIMIT} \cdot R_{PFET}$$

ここで、 $I_{LIMIT}$ はACアダプタ電流制限、および $R_{PFET}$ はトップサイドPMOSスイッチのオン状態の抵抗です。

電流制限中のLTC4001の全消費電力は:

$$P_D = (V_{BAT} + V_{DROPP}) \cdot (I_{IN} + I_p) + V_{DROPP} \cdot I_{LIMIT}$$

ここで、 $I_{IN}$ はチップ静止電流、そして $I_p$ はIDETとPROGプログラミング・ピンを通して流れる全体の電流です。このモードにおける最大消費は、電流制限 ( $V_{FLOAT}$ に非常に近づいている)中のACアダプタ、最高静止電流 $I_{IN}$ 、最高PMOSオン状態の抵抗 $R_{PFET}$ 、最高 $I_{LIMIT}$ 、および最高プログラミング電流 $I_p$ を維持する最高 $V_{BAT}$ で発生します。

LTC4001が2A充電、200mA IDETにプログラムされると仮定してください、そして1.5AのACアダプタは下記の通りに使用されます:

$$I_{LIMIT} = 1500\text{mA}, R_{PFET} = 127\text{m}\Omega, I_{IN} = 2\text{mA}, I_p = 4\text{mA}, \text{および } V_{BAT} \approx V_{FLOAT} = 4.242\text{V}$$

次に

$$V_{DROPP} = 1500\text{mA} \cdot 127\text{m}\Omega = 190.5\text{mV}$$

そして

$$P_D = (4.242\text{V} + 0.1905\text{V}) \cdot (2\text{mA} + 4\text{mA}) + 0.1905\text{V} \cdot 1500\text{mA} = 312\text{mW}$$

降圧バッテリー・チャージャ・モードにおける電力損失は、データシートの標準性能特性に提示された損失曲線より推測されます。この点は、外部コンポーネントからの損失、およびチップ内で発生する損失を含み、すべての損失を想定しているため、チップ電力損失を少し過大評価しています。

## アプリケーション情報

最大接合温度を決定するために最高電力損失指数を次式に挿入してください:

$$T_J = T_A + (P_D \cdot 37^\circ\text{C/W})$$

LTC4001はチップ過熱保護機能を搭載しています。接合温度が160°C (標準) を超えると、チップは、その温度が150°C以下に下がるまで、バッテリー充電を停止します。

### バッテリーなしのアプリケーションにLTC4001を使用

LTC4001は、通常最終製品に使用され、バッテリーを装着するときのみ動作します (図6)。これらの条件下でバッテリーは負荷過渡電流を供給するのに有効です。給電ACアダプタのみの動作のためには、単に2つの要求事項があります。一 負荷によって引き込まれる平均電流は高速充電電流より小さいこと、そして負荷が最初にターンオンするとき、および他の負荷の過渡電流が発生中、 $V_{BAT}$ はトリクル充電スレッシュホールド以上にとどまっていることです。この測定をするとき、バッテリー・インピーダンスを考慮してください。バッテリー電圧がトリクル充電スレッシュホールドより低い場合、 $V_{BAT}$ がこれらの条件を満たすのに十分に高くなるまで、システム負荷はターンオフすることがあります。

状況はバッテリーの取り除きにて劇的に変化します (図7)。バッテリーが無いので、給電ACアダプタが最初にバッテリー・チャージャに接続されるとき、 $V_{BAT}$ はゼロで動作を始めます。LTC4001のトリクル充電電流より小さな最大負荷にて、 $V_{BAT}$ がトリクル充電スレッシュホールドを超えるまで、バッテリー電圧はランプアップします。これが発生する

とき、LTC4001はトリクル充電から高速 (PWM) 充電モードに切り替わりますが、最初はゼロ電流になります (ソフトスタート・ピンはゼロなので)。バッテリー電圧がシステム負荷の結果として下がり、トリクル充電スレッシュホールドを下回ります。チャージャはトリクル充電モードに再度入り、バッテリー・チャージャが高速モードに再度入るまで、バッテリー電圧はランプアップします。

ソフトスタート電圧は、前回のPWMサイクルの場合より今回は少し高くなります。チャージャが高速 (PWM) 充電モードに首尾よく入る毎に、ソフトスタート・ピンは少し高い電圧にあります。結局、高速充電モードは、ソフトスタート電圧にて動作を始め、システム負荷の要求より大きな電流を供給するようにPWMチャージャにさせ、 $V_{BAT}$ はフロート電圧に届くまで急速に上昇します。

バッテリーレス動作のためには、 $V_{BAT}$ が3.15V (アンダーボルテージ・ロックアウト、または他の手法により) より低いとき、システム負荷電流は、最悪の場合のトリクル充電電流より小さくなるように制限する必要があります (望ましくは30mAより小さいこと)。 $V_{BAT} = 3.15\text{V}$ より高いとき、高速充電電流より小さいか、または等しいシステム負荷電流が許されます。バッテリーなしの動作が必要とされる場合、低ESR出力の追加フィルタリングが起動、および他の負荷過渡を改善します。10kΩ抵抗がソフトスタート・コンデンサと直列に置かれる場合、バッテリーレスの起動も改善されます。

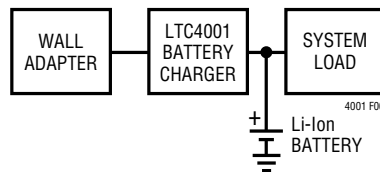


図6. 典型的なアプリケーション

## アプリケーション情報

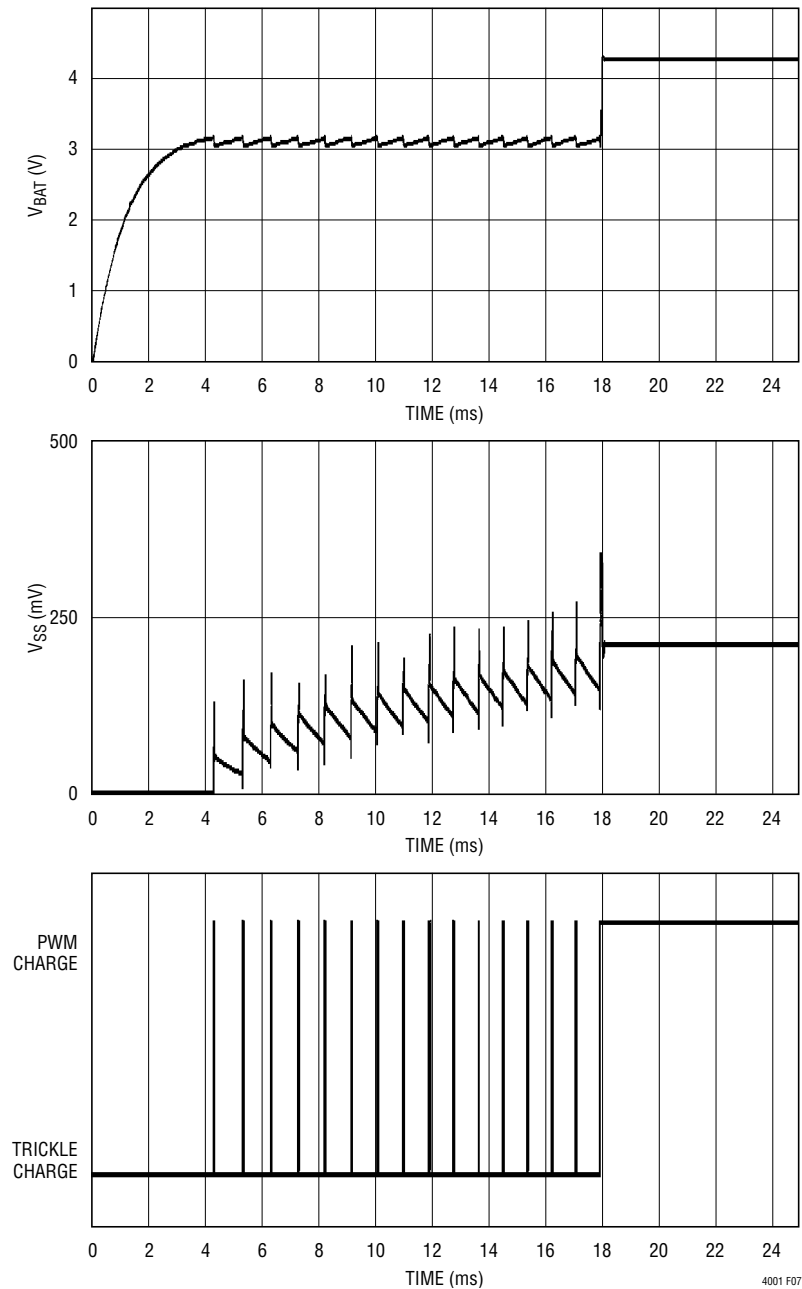


図7. バッテリレス起動

## アプリケーション情報

### レイアウトの検討

スイッチの立上り、および立下り時間は最大効率のために5ns以下に保たれます。放射を最小化するために、SWピンと入力バイパス・コンデンサのリード (PV<sub>IN</sub>と PGND間) は、出来る限り短く保たれるべきです。グラウンド・プレーンは、インタプレーン・カップリングを防止するためにスイッチング回路の下で使用されるべきです。露出パッドは適正な電力損失のためにグラウンド・プレーンに接続されなければなりません。他のパスにはDCのみ、および/または1.5MHzとその3倍波のリプル電流が含まれますが、それほど重大ではありません。

入力と出力フィルター・コンデンサの例外 (PGNDに接続すべき) もあるが、グラウンドに戻す他のすべてのコンポーネントはGNDSENSに接続されるべきです。

### 推奨されるコンポーネント製造者

推奨されるコンポーネント製造者のリストについては、当社にお問い合わせください。

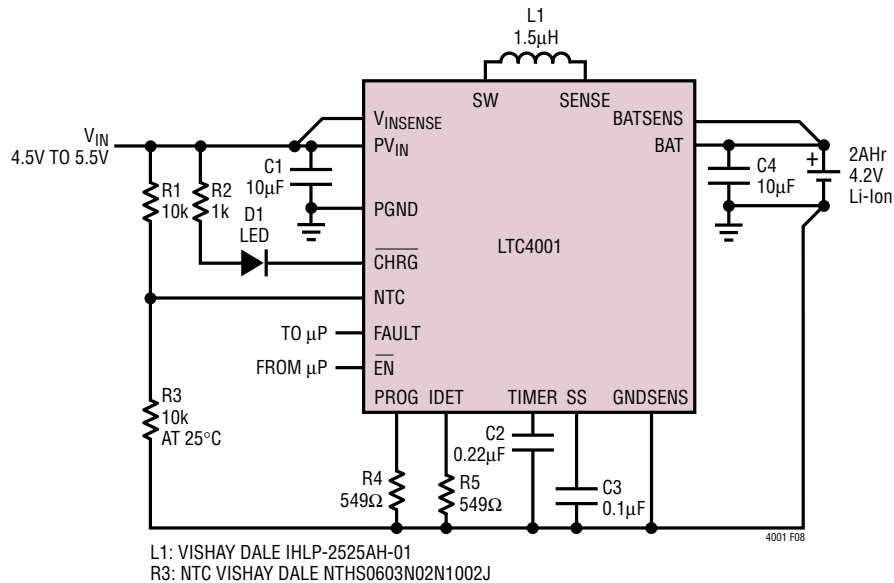
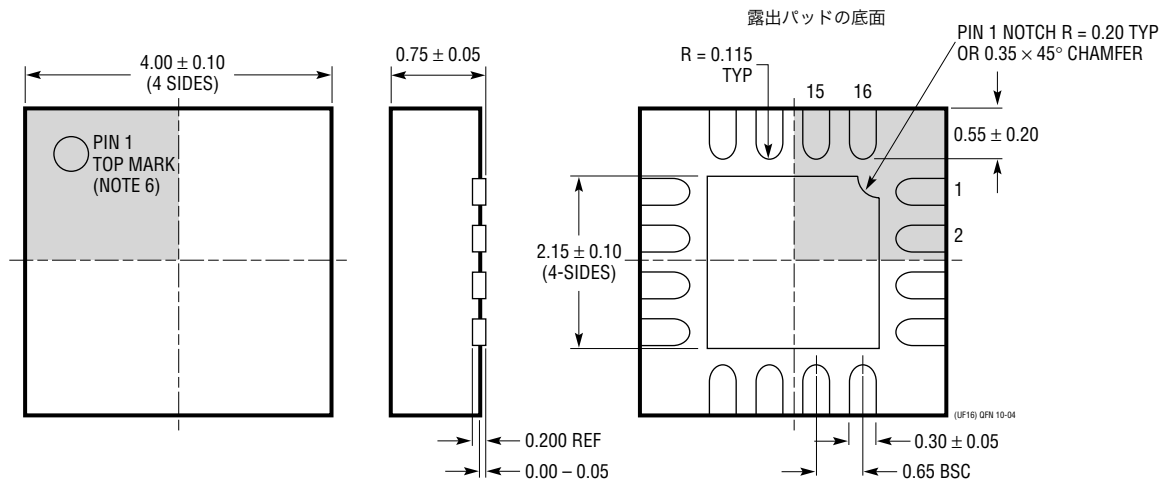
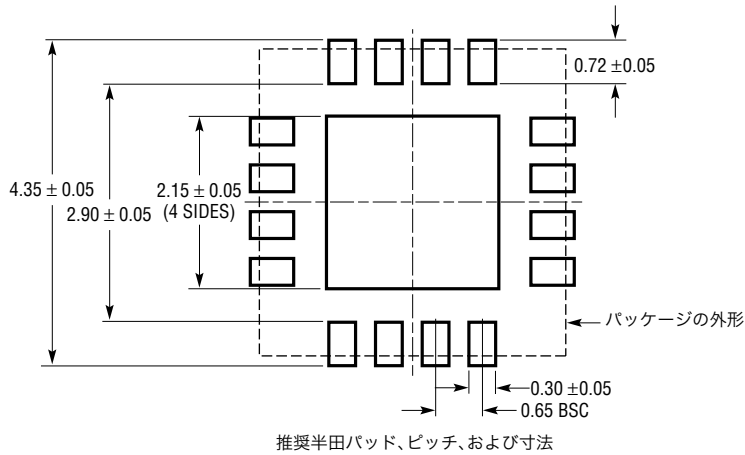


図8. 2A リチウムイオン・バッテリー・チャージャ。3時間タイマ、温度条件確認、ソフトスタート、リモート・センシング、およびC/10表示

## パッケージ寸法

UF パッケージ  
16ピン プラスチック QFN (4mm×4mm)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1692)



## NOTE:

1. 図面はJDECのパッケージ外形MO-220バリエーション(WGGC)に適合。
2. 図は実寸とは異なる。
3. すべての寸法はミリメートル。
4. 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0.15mmを超えないこと。
5. 露出パッドは半田メッキとする。
6. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのパイン1の位置の参考に過ぎない。

# LTC4001

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT <sup>®</sup> 1511	3A 定電流/定電圧バッテリー・チャージャ	最少の外付け部品点数でリチウム、NiMH、およびNiCdバッテリーの高効率、高速充電、24-ピンSOパッケージ
LT1513	SEPIC型プログラム可能、または定電流/定電圧バッテリー・チャージャ	チャージャ入力電圧はバッテリー電圧より高く、等しく、または低くても可、500kHzスイッチング周波数、DD Pak およびTO-220パッケージ
LT1571	1.5Aスイッチング・チャージャ	1または2セル・リチウム・イオン、500kHzまたは200kHzスイッチング周波数、終了フラッグ、16および28ピンSSOPパッケージ
LTC1729	リチウム・イオン・バッテリー・チャージャ終了コントローラ	トリクル充電前処理、充電温度監視、時間または充電電流終了、自動チャージャおよびバッテリー検出、および、ステータス出力、MS8およびSO-8 パッケージ
LT1769	2Aスイッチング・チャージャ	定電流/定電圧スイッチング・レギュレータ、入力電流制限機能は充電電流を最大化。20ピンTSSOPおよび28ピンSSOPパッケージ
LTC4002	スタンドアロン・リチウム・イオン・スイッチ・モード・バッテリー・チャージャ	1または2セル・リチウム・イオン・バッテリー用の完全なチャージャ、オン・ボード・タイマ終了、4Aまで充電電流、10ピンDFNおよびSO-8 パッケージ
LTC4006	小型、高効率、固定電圧リチウム・イオン・バッテリー・チャージャ、終了機能付き	2,3,または4セル・リチウム・イオン・バッテリー、ACアダプタ電流制限付き、およびサーミスタ・センサー、16ピン・細型SSOPパッケージ
LTC4007	高効率、プログラム可能電圧バッテリー・チャージャ、終了機能付き	3または4セル・リチウム・イオン・バッテリー用の完全なチャージャ、ACアダプタ電流制限付き、サーミスタ・センサー、および指示器出力、24ピンSSOPパッケージ
LTC4008	4A、高効率、マルチ・ケミストリ・バッテリー・チャージャ	2~6セルリチウム・イオン・バッテリー、または4~18セル・ニッケル・バッテリー、最大96%効率、20ピンSSOPパッケージ