

# NTCサーミスタ入力を装備した 2mm×2mm DFNパッケージの スタンドアロン750mAリチウムイオン・ バッテリー・チャージャ

## 特長

- 2mm×2mm DFNパッケージの完全なリニア・チャージャ
- C/10 充電電流検出出力
- タイマによる充電終了
- 5%精度で最大750mAまでプログラム可能な充電電流
- 外付けのMOSFET、検出抵抗、ブロッキング・ダイオードが不要
- NTCサーミスタ入力により、温度制限充電が可能
- 0.6%精度のプリセット4.2Vフロート電圧
- 熱帰還を伴う定電流/定電圧動作により、過熱の恐れなく充電レートを最大化
- ガス計量用の充電電流モニタ出力
- 自動再充電
- 1セル・リチウムイオン・バッテリーをUSBポートから直接充電
- シャットダウン・モードでの電源電流:20 $\mu$ A
- ソフトスタートにより、突入電流を制限
- 小型6ピン(2mm×2mm)DFNパッケージ

## アプリケーション

- ワイヤレスPDA
- 携帯電話
- 携帯型電子機器

LT, LT, LTC, LTM, Linear Technology および Linear のロゴは、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の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。6522118, 6700364 を含む米国特許によって保護されています。

## 概要

LTC<sup>®</sup>4069 は、1セル・リチウムイオン・バッテリー用の完全な定電流/定電圧リニア・チャージャです。2mm×2mmのDFNパッケージで供給され、外付け部品点数が少ないので、LTC4069は携帯機器アプリケーションに最適です。さらに、LTC4069は特にUSBの電力規格値内で動作するように設計されています。

CHRGピンは充電電流が設定値の10%まで低下したこと(C/10)を示します。内蔵のタイマはバッテリー・メーカーの仕様に応じて充電を終了します。

MOSFET内蔵アーキテクチャを採用しているため、外付けの検出抵抗やブロッキング・ダイオードが不要です。熱帰還によって充電電流を調整するので、大電力動作時や周囲温度が高い条件でダイの温度を制限します。

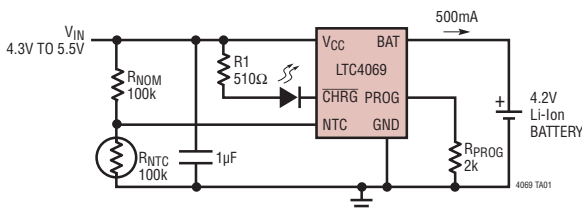
入力電源(ACアダプタやUSB電源など)を取り外すと、LTC4069は自動的に低電流状態になり、バッテリー流出電流は1 $\mu$ A以下に減少します。電源供給時は、LTC4069をシャットダウン・モードにすることにより、電源電流を20 $\mu$ A未満に低減することができます。

LTC4069は、自動再充電、低電圧バッテリーの充電調整(細流充電)、(突入電流を制限する)ソフトスタート、バッテリー温度をモニターするために使用されるNTCサーミスタ入力などの回路も内蔵しています。

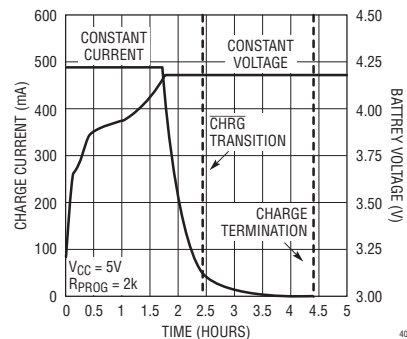
LTC4069は高さの低い(0.75mm)2mm×2mmの小型6ピンDFNパッケージで供給されます。

## 標準的応用例

スタンドアロン・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ



1回の充電サイクル(1100mAhのバッテリー)

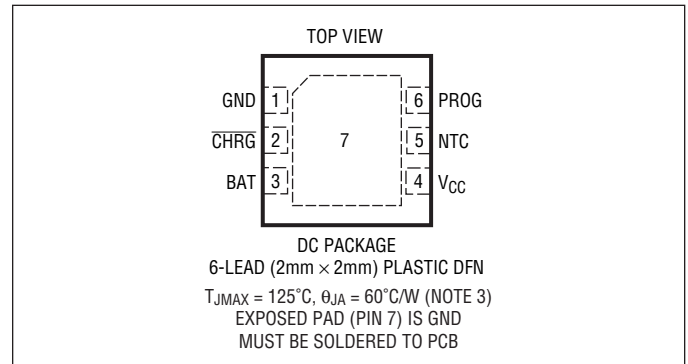


## 絶対最大定格

(Note 1)

$V_{CC}$	$t < 1\text{ms}$ および デューティ・サイクル $< 1\%$ .....	$-0.3\text{V} \sim 7\text{V}$
	定常状態 .....	$-0.3\text{V} \sim 6\text{V}$
BAT, CHRG	.....	$-0.3\text{V} \sim 6\text{V}$
PROG, NTC	.....	$-0.3\text{V} \sim V_{CC} + 0.3\text{V}$
BAT 短絡期間	.....	連続
BAT ピン電流	.....	800mA
PROG ピン電流	.....	800 $\mu$ A
接合部温度 (Note 6)	.....	125 $^{\circ}$ C
動作温度範囲 (Note 2)	.....	$-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$
保存温度範囲	.....	$-65^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC4069EDC#PBF	LTC4069EDC#TRPBF	LBZX	6-Lead (2mm x 2mm) Plastic DFN	$-40^{\circ}\text{C}$ to $85^{\circ}\text{C}$

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。  
非標準の鉛仕上げの製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。  
テープ・アンド・リールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandreeel/> をご覧ください。

## 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  $T_A = 25^{\circ}\text{C}$  での値。  
注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ 、 $V_{NTC} = 0\text{V}$ 。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$V_{CC}$	$V_{CC}$ Supply Voltage	(Note 4)	● 3.75		5.5	V	
$I_{CC}$	Quiescent $V_{CC}$ Supply Current	$V_{BAT} = 4.5\text{V}$ (Forces $I_{BAT}$ and $I_{PROG} = 0$ )	●	120	250	$\mu$ A	
$I_{CCMS}$	$V_{CC}$ Supply Current in Shutdown	Float PROG	●	20	40	$\mu$ A	
$I_{CCUV}$	$V_{CC}$ Supply Current in Undervoltage Lockout	$V_{CC} < V_{BAT}$ , $V_{CC} = 3.5\text{V}$ , $V_{BAT} = 4\text{V}$	●	6	11	$\mu$ A	
$V_{FLOAT}$	$V_{BAT}$ Regulated Output Voltage	$I_{BAT} = 2\text{mA}$ $I_{BAT} = 2\text{mA}$ , $0^{\circ}\text{C} < T_A < 85^{\circ}\text{C}$		4.175 4.158	4.2 4.242	V V	
$I_{BAT}$	BAT Pin Current	$R_{PROG} = 10\text{k}$ (0.1%), Current Mode $R_{PROG} = 2\text{k}$ (0.1%), Current Mode	● ●	88 475	100 500	112 525	mA mA
$I_{BMS}$	Battery Drain Current in Shutdown Mode	Floating PROG, $V_{CC} > V_{BAT}$	●	-1	0	1	$\mu$ A
$I_{BUV}$	Battery Drain Current in Undervoltage Lockout	$V_{CC} = 3.5\text{V}$ , $V_{BAT} = 4\text{V}$	●	0	1	4	$\mu$ A
$V_{UVLO}$	$V_{CC}$ Undervoltage Lockout Voltage	$V_{CC}$ Rising $V_{CC}$ Falling	● ●	3.4 2.8	3.6 3	3.8 3.2	V V
$V_{PROG}$	PROG Pin Voltage	$R_{PROG} = 2\text{k}$ , $I_{PROG} = 500\mu\text{A}$ $R_{PROG} = 10\text{k}$ , $I_{PROG} = 100\mu\text{A}$	● ●	0.98 0.98	1 1	1.02 1.02	V V
$V_{ASD}$	Automatic Shutdown Threshold Voltage	$(V_{CC} - V_{BAT})$ , $V_{CC}$ Low to High $(V_{CC} - V_{BAT})$ , $V_{CC}$ High to Low		60 15	80 30	100 45	mV mV

4069fc

## 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、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ 、 $V_{NTC} = 0\text{V}$ 。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$I_{PROG}$	PROG Pin Pull-Up Current	$V_{PROG} > 1\text{V}$		3		$\mu\text{A}$	
$V_{MS, PROG}$	PROG Shutdown Threshold Voltage	$V_{PROG}$ Rising	● 3.7	4	4.3	V	
$t_{SS}$	Soft-Start Time			170		$\mu\text{s}$	
$I_{TRKL}$	Trickle Charge Current	$V_{BAT} = 2\text{V}$ , $R_{PROG} = 2\text{k}$ (0.1%)		35	50	65	mA
$V_{TRKL}$	Trickle Charge Threshold Voltage	$V_{BAT}$ Rising	● 2.7	2.9	3.05	V	
$V_{TRHYS}$	Trickle Charge Hysteresis Voltage			90		mV	
$\Delta V_{RECHRG}$	Recharge Battery Threshold Voltage	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$ , $0^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$		70	100	130	mV
$\Delta V_{UVCL1}$	$(V_{CC} - V_{BAT})$ Undervoltage Current Limit	$I_{BAT} = 90\%$ Programmed Charge Current		180	220	330	mV
$\Delta V_{UVCL2}$		$I_{BAT} = 10\%$ Programmed Charge Current		90	125	150	mV
$t_{TIMER}$	Termination Timer		● 3	4.5	6	Hrs	
	Recharge Timer		● 1.5	2.25	3	Hrs	
	Low-Battery Trickle Charge Time	$V_{BAT} = 2.5\text{V}$	● 0.75	1.125	1.5	Hrs	
$V_{\overline{CHRG}}$	$\overline{CHRG}$ Pin Output Low Voltage	$I_{\overline{CHRG}} = 5\text{mA}$	●	60	105	mV	
$I_{\overline{CHRG}}$	$\overline{CHRG}$ Pin Leakage Current	$V_{BAT} = 4.5\text{V}$ , $V_{\overline{CHRG}} = 5\text{V}$	●	0	1	$\mu\text{A}$	
$I_{C/10}$	End of Charge Indication Current Level	$R_{PROG} = 2\text{k}$ (Note 5)	● 0.08	0.095	0.11	mA/mA	
$T_{LIM}$	Junction Temperature in Constant Temperature Mode			115		$^\circ\text{C}$	
$R_{ON}$	Power FET "On" Resistance (Between $V_{CC}$ and BAT)	$I_{BAT} = 350\text{mA}$		450		$\text{m}\Omega$	
$f_{BADBAT}$	Defective Battery Detection $\overline{CHRG}$ Pulse Frequency			2		Hz	
$D_{BADBAT}$	Defective Battery Detection $\overline{CHRG}$ Pulse Frequency Duty Ratio			75		%	
$I_{NTC}$	NTC Pin Current	$V_{NTC} = 2.5\text{V}$			1	$\mu\text{A}$	
$V_{COLD}$	Cold Temperature Fault Threshold Voltage	Rising Voltage Threshold		$0.76 \cdot V_{CC}$		V	
		Hysteresis		$0.015 \cdot V_{CC}$		V	
$V_{HOT}$	Hot Temperature Fault Threshold Voltage	Falling Voltage Threshold		$0.35 \cdot V_{CC}$		V	
		Hysteresis		$0.017 \cdot V_{CC}$		V	
$V_{NTC-DIS}$	NTC Disable Threshold Voltage	Falling Threshold; $V_{CC} = 5\text{V}$		82		mV	
$V_{DIS-HYS}$	NTC Disable Hysteresis Voltage			50		mV	
$f_{NTC}$	Fault Temperature $\overline{CHRG}$ Pulse Frequency			2		Hz	
$D_{NTC}$	Fault Temperature $\overline{CHRG}$ Pulse Frequency Duty Ratio			25		%	

**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。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:** LTC4069は $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の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 3:** パッケージの露出した裏面をPCボードのグラウンド・プレーンに半田付けしないと、熱抵抗が定格よりもはるかに大きくなる。

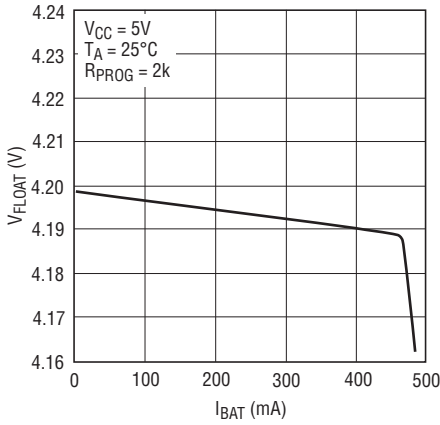
**Note 4:** LTC4069は、 $3.75\text{V}$ でも正常に動作するが、フル充電電流を供給するには、 $\Delta V_{UVCL1}$ の仕様に従って要求される最終バッテリー電圧よりも高い入力電圧が必要である。

**Note 5:**  $I_{C/10}$ は、規定されているPROG抵抗を使用して測定されたフル充電電流に対する割合として表される。

**Note 6:** このデバイスには短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能がアクティブなとき接合部温度は $125^\circ\text{C}$ を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なう恐れがある。

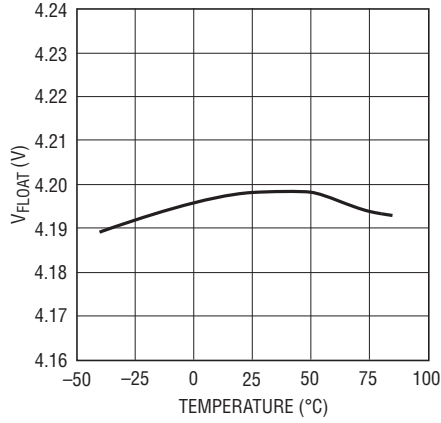
## 標準的性能特性

バッテリー・レギュレーション  
(フロート)電圧とバッテリー充電電流



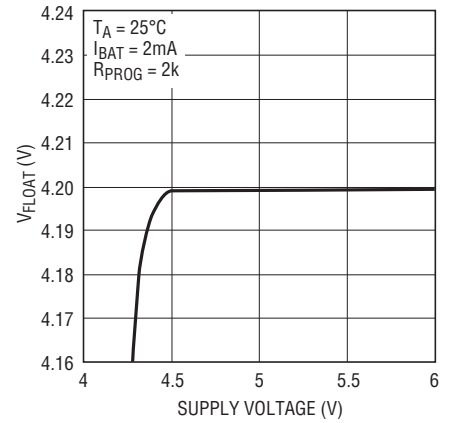
4069 G01

バッテリー・レギュレーション  
(フロート)電圧と温度



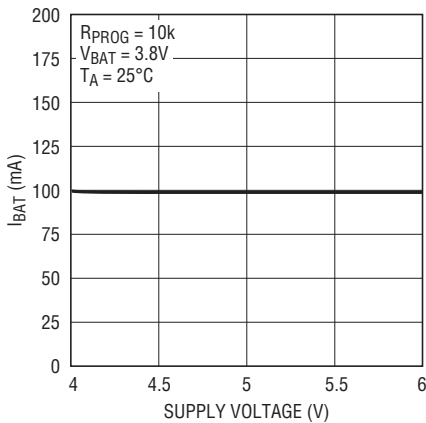
4069 G02

バッテリー・レギュレーション  
(フロート)電圧と電源電圧



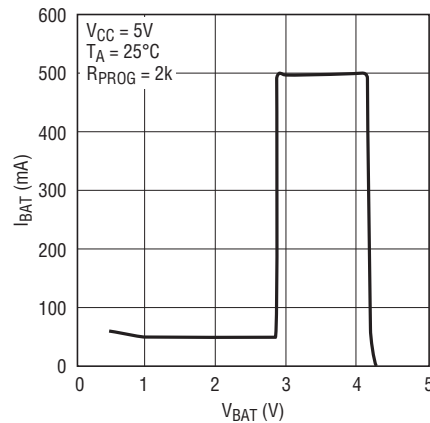
4069 G03

充電電流と電源電圧  
(定電流モード)



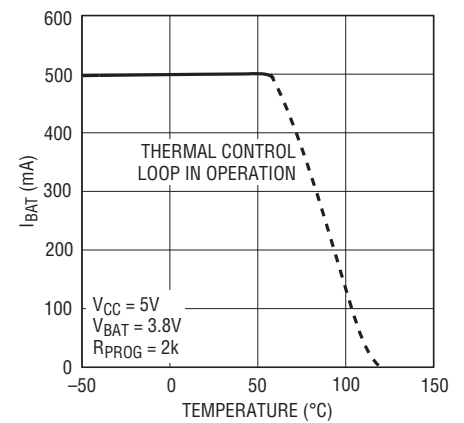
4069 G04

充電電流とバッテリー電圧



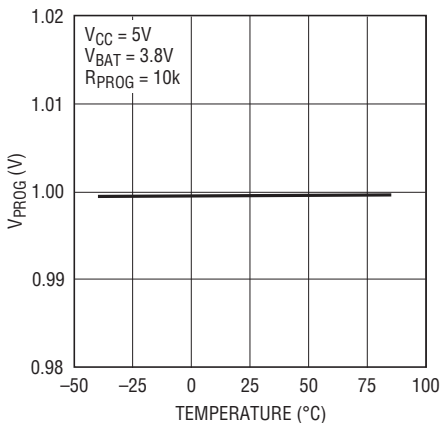
4069 G05

温度レギュレーション  
(定電流モード)時の充電電流と  
周囲温度



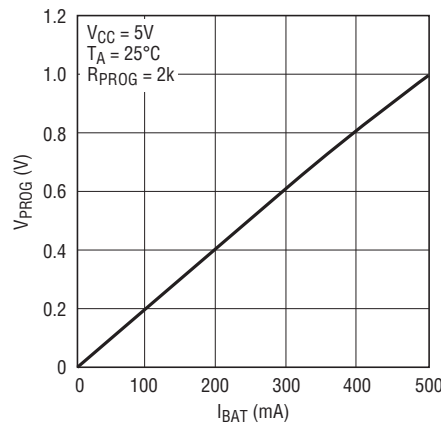
4069 G06

PROGピンの電圧と温度  
(定電流モード)



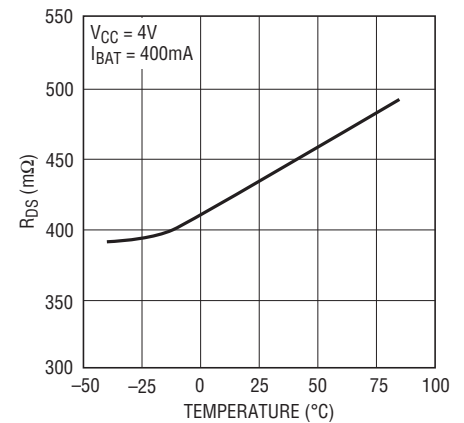
4069 G07

PROGピンの電圧と充電電流



4069 G08

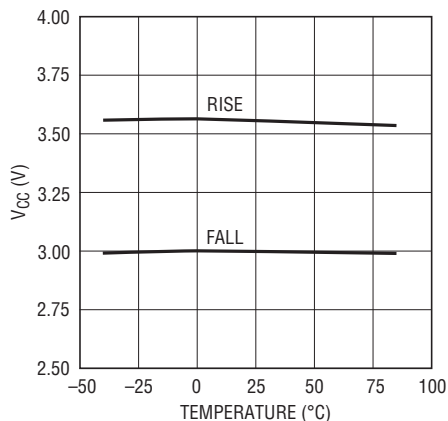
パワー FET のオン抵抗と温度



4069 G09

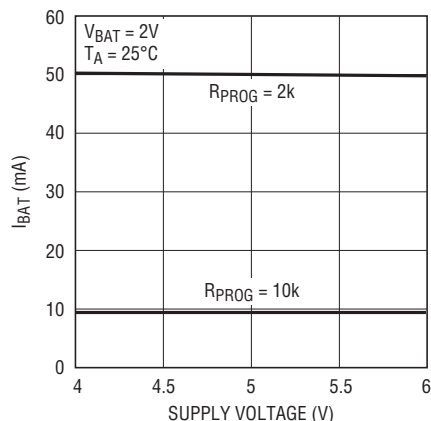
標準的性能特性

低電圧ロックアウトしきい値電圧と温度



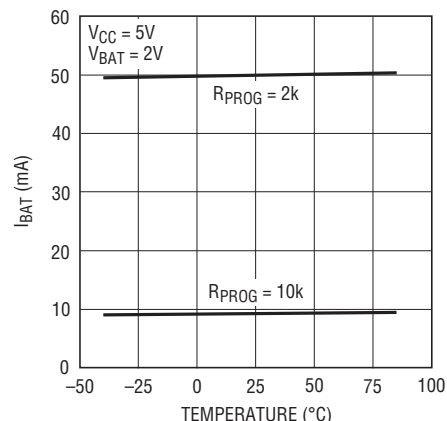
4069 G16

トリクル充電電流と電源電圧



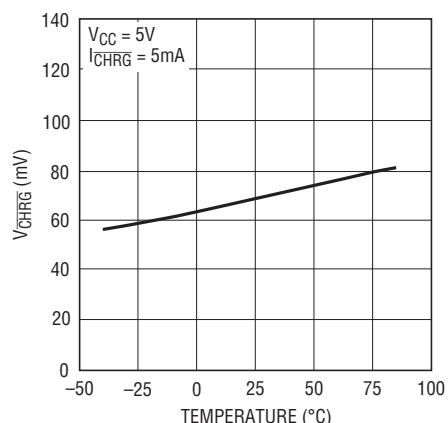
4069 G14

トリクル充電電流と温度



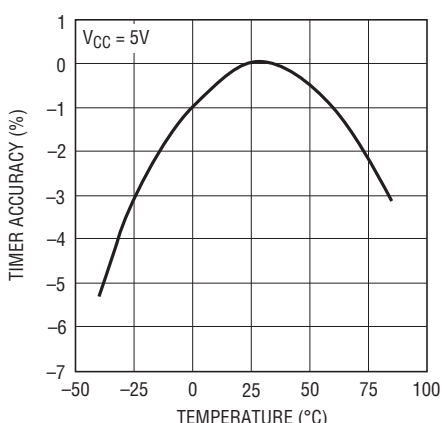
4069 G15

CHRGピンの出力“L”の電圧と温度



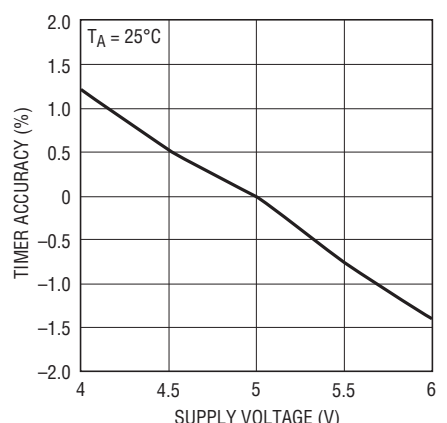
4069 G10

タイマの精度と温度



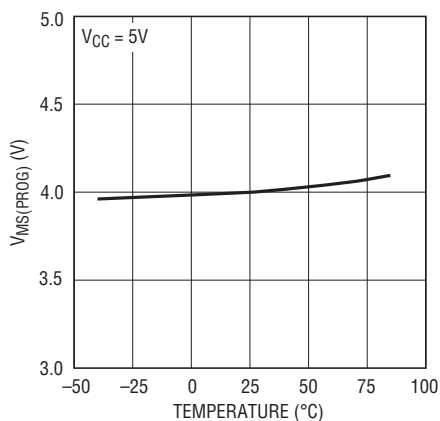
4069 G18

タイマの精度と電源電圧



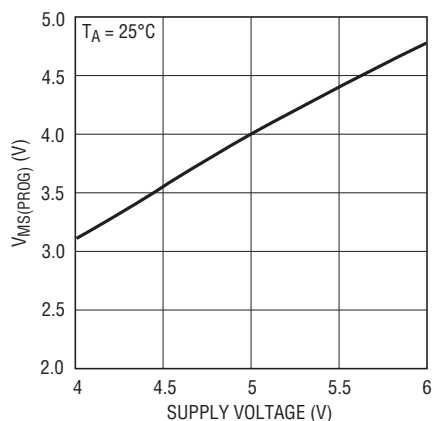
4069 G19

PROGピンのシャットダウン電圧しきい値と温度



4069 G20

PROGピンのシャットダウン電圧と電源電圧



4069 G21

## ピン機能

**GND (ピン1) :** グランド。

**CHRG (ピン2) :** オープン・ドレインの充電状態出力。充電ステータス・インジケータ・ピンには、プルダウン、2Hzのパルス、高インピーダンスの3つのステートがあります。この出力は、ロジック・インタフェースまたはLEDドライバとして使用できます。バッテリーの充電中、CHRGピンは内部NチャネルMOSFETによって“L”になります。充電電流がフルスケール電流の10%まで低下すると、CHRGピンは高インピーダンス・ステートに強制されます。バッテリーの電圧が充電時間の1/4の間2.9Vより下に留まると、バッテリーに欠陥があるとみなされ、CHRGピンは2Hzの周波数でパルスを出力します(75%のデューティ・サイクル)。NTCピンの電圧が $0.76 \cdot V_{CC}$ より高くなるか、 $0.35 \cdot V_{CC}$ より低くなると、CHRGピンは2Hzの周波数でパルスを出力します(25%のデューティ・サイクル)。

**BAT (ピン3) :** 充電電流出力。バッテリーに充電電流を供給し、最終的なフロート電圧を4.2Vに調節します。このピンに接続されている内部高精度抵抗分圧器がこのフロート電圧を設定しますが、シャットダウン・モードでは切り離されます。

**VCC (ピン4) :** 正の入力電源電圧。このピンは、電力をチャージャに供給します。VCCの範囲は3.75V～5.5Vです。このピンは少なくとも1μFのコンデンサを使ってバイパスする必要があります。VCCがBATピンの電圧の上下32mV以内にあるとき、LTC4069はシャットダウン・モードに入り、I<sub>BAT</sub>は約1μAに減少します。

**NTC (ピン5) :** NTC (負温度係数)サーミスタ温度モニタ回路への入力。通常動作時、サーミスタをNTCピンとグラウンド間に接続し、同じ値の抵抗をNTCピンとVCC間に接続します。このピンの電圧が高温で $0.35 \cdot V_{CC}$ を下回るか低温で $0.76 \cdot V_{CC}$ を上回ると、充電は一時停止され、内部タイマは停止され、CHRGピンの出力が2Hzでパルスし始めます。このピンを $0.016 \cdot V_{CC}$ より下に引き下げると、NTC機能はディスエーブルされます。入力コンパレータの各しきい値に対して約3°Cの温度ヒステリシスがあります。

**PROG (ピン6) :** 充電電流設定および充電電流モニタ用ピン。1%抵抗(R<sub>PROG</sub>)をグラウンドに接続すると、充電電流がプログラムされます。定電流モードで充電中は、このピンは1Vにサーボ制御されます。すべてのモードで、このピンの電圧は次の式を用いて充電電流の測定に使用できます。

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG} \cdot 1000}{R_{PROG}}$$

PROGピンをフロートさせると、チャージャはシャットダウン・モードになります。シャットダウン・モードでは、LTC4069の電源電流は20μA未満で、バッテリー流出電流は約1μAです。

**露出パッド (ピン7) :** グランド。電気的接触と定格熱性能の両方を実現するため、露出パッドはPCBのグラウンドに半田付けする必要があります。

## 簡略ブロック図

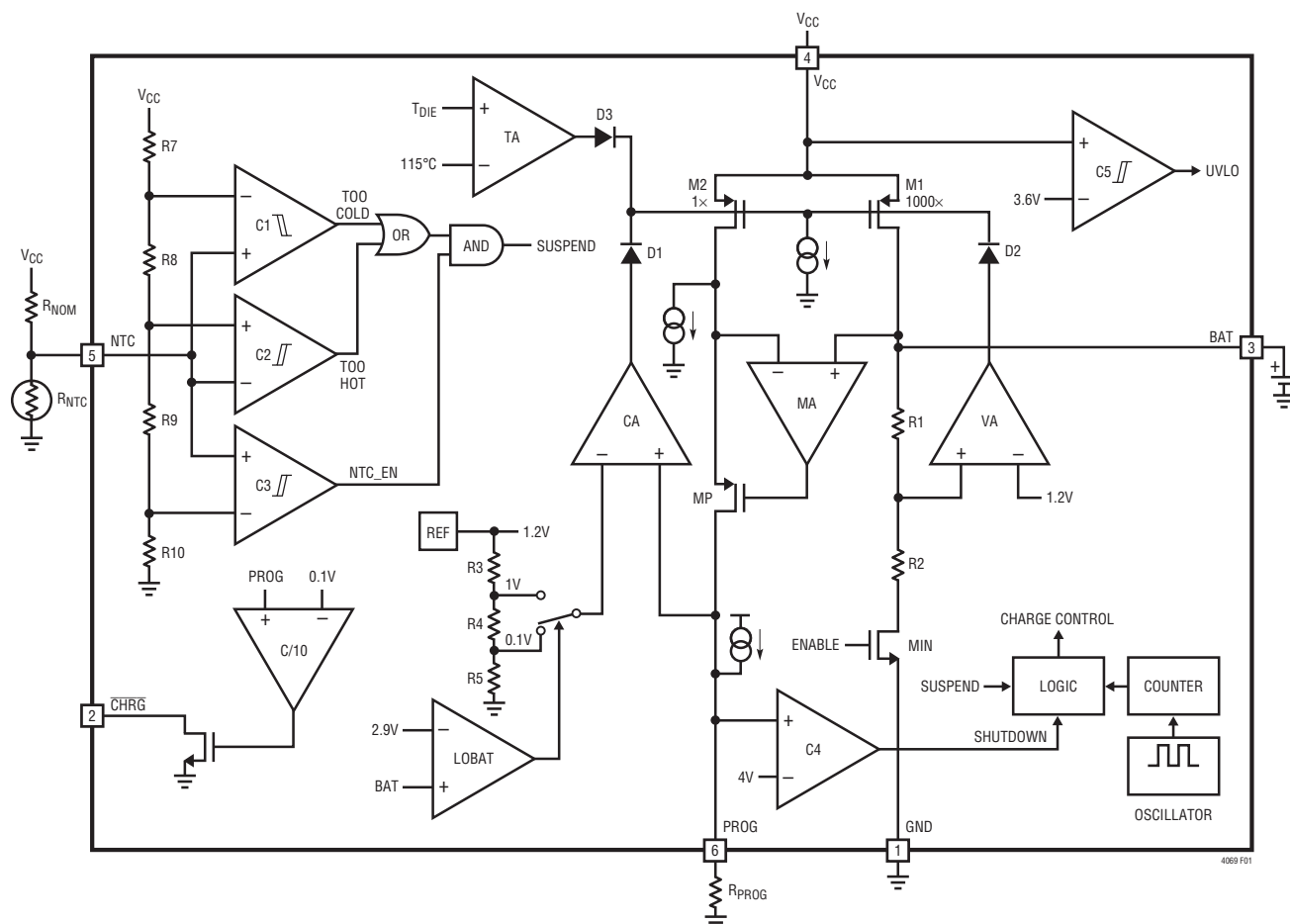


図1.LTC4069のブロック図

## 動作

LTC4069は、主に1セル・リチウムイオン・バッテリー向けに設計されたリニア・バッテリー・チャージャです。このチャージャは、内部にPチャンネル・パワー・MOSFETを備えており、電流をプログラム可能な定電流/定電圧充電アルゴリズムを使用します。充電電流は750mAまでプログラム可能で、最終フロート電圧精度は $\pm 0.6\%$ です。 $\overline{\text{CHRG}}$ のオープン・ドレイン状態出力は、C/10に達したかどうかを示します。ブロッキング・ダイオードも外部センス抵抗も不要なため、基本的なチャージャ回路に必要な外付け部品は2つのみです。内部の終了タイムとトリクル充電による低電圧バッテリー充電調整は、バッテリー・メーカーの安全性のガイドラインに従います。また、LTC4069はUSB電源での動作も可能です。

内部サーマル・リミットにより、ダイ温度が約 $115^{\circ}\text{C}$ のあらかじめ設定された値を超えようとする、プログラムされた充電電流が減少します。LTC4069はこの機能によって過度の温度上昇から保護されるので、ユーザーはLTC4069や外付け部品を損傷する危険なしに、特定の回路基板の電力処理能力の限界を広げることができます。LTC4069のサーマル・リミットの別の利点として、ワーストケースの条件ではチャージャが自動的に電流を減らすという保証があるので、特定のアプリケーションに対して充電電流を(ワーストケースではなく)標準的周囲温度に従って設定することができます。



## 動作

V<sub>CC</sub>ピンの電圧が3.5VとBATピンより約80mV高い電圧を超え、1%精度のプログラム抵抗がPROGピンとグランドの間に接続され、NTCピンの電圧が0.76・V<sub>CC</sub>と0.35・V<sub>CC</sub>の間か0.016・V<sub>CC</sub>未満に留まると、充電サイクルが開始します。

BATピンの電圧が2.9Vより低い場合、チャージャはトリクル充電モードになり、プログラムされた充電電流の1/10でバッテリーを充電して、充電するのに安全なレベルまでセル電圧を引き上げます。BATピンの電圧が4.1Vより高い場合、セルが満充電に近づいているため、チャージャはバッテリーを充電しません。それ以外の場合、チャージャは高速充電定電流モードになります。

BATピンが最終的なフロート電圧(4.2V)に近づくと、LTC4069は定電圧モードに入って充電電流は減少を始めます。充電電流がフルスケール充電電流の10%まで低下すると、内部コンパレータが $\overline{\text{CHRG}}$ ピンのNチャネルMOSFETをオフし、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンは高インピーダンス・ステートになります。

内部タイマにより、総充電時間 $t_{\text{TIMER}}$ (標準4.5時間)が設定されます。この時間が経過すると充電サイクルが終了し、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンは高インピーダンス・ステートになります。BATピンの電圧がV<sub>RECHRG</sub>(標準4.1V)より低くなると、充電サイクルは自動的に再開されます。充電サイクルを手動で再開するには、入力電圧を取り去ってから再度印加するか、PROGピンを短時間フロートさせてから再接続します。

### 充電電流のプログラミング

充電電流はPROGピンからグランドに接続された1個の抵抗を使ってプログラムされます。バッテリーの充電電流はPROGピンからの電流の1000倍です。プログラム抵抗と充電電流は以下の式を使って計算します。

$$R_{\text{PROG}} = 1000 \cdot \frac{1\text{V}}{I_{\text{CHG}}}, I_{\text{CHG}} = \frac{1000\text{V}}{R_{\text{PROG}}}$$

BATピンからの充電電流は、PROGピン電圧をモニタして、次の式を使用することによっていつでも求められます。

$$I_{\text{BAT}} = \frac{V_{\text{PROG}} \cdot 1000}{R_{\text{PROG}}}$$

### 低電圧ロックアウト (UVLO)

内部低電圧ロックアウト回路は、入力電圧をモニタして、V<sub>CC</sub>が3.6Vを超え、BATピンの電圧より約80mV高くなるまで、チャージャを低電圧ロックアウト状態に維持します。3.6V UVLO回路には約0.6Vのヒステリシスが内蔵されており、自動シャットダウンしきい値には約50mVのヒステリシスが内蔵されています。低電圧ロックアウト状態の間、最大バッテリー流出電流は4μA、最大電源電流は11μAです。

### シャットダウン・モード

LTC4069は、PROGピンをフロート状態にすることでデイスエーブルできます。シャットダウン・モードでは、バッテリー流出電流は1μA未満に、電源電流は約20μAに減少します。

### タイマと再充電

LTC4069は内部終了タイマを備えており、低電圧ロックアウトしきい値より高い入力電圧がV<sub>CC</sub>に印加されるか、シャットダウン状態から抜け出したときバッテリー電圧が再充電しきい値より低い場合、タイマが始動します。

パワーアップ時、またはシャットダウン状態から抜け出すときに、バッテリー電圧が再充電しきい値より低い場合、充電時間が4.5時間に設定されます。バッテリーの温度が高すぎるか低すぎる場合、通常温度に戻るまでタイマは一時停止します。パワーアップ時、またはシャットダウン状態から抜け出すときに、バッテリーが再充電しきい値を上回っている場合、バッテリーは満充電またはそれに近い状態のため、タイマは始動せず、充電は行われません。

充電サイクルが終了すると、LTC4069は、フィルタ時間が2msのコンパレータを使用して、BATピンの電圧を連続的にモニタします。バッテリー電圧が4.1V(バッテリー容量の80%~90%に相当)



## 動作

を下回ると、新しい充電サイクルが開始され、2.25時間のタイマが始動します。これにより、バッテリーは満充電状態か、それに近い状態に確実に保たれるので、定期的に充電サイクルを開始する必要がなくなります。また、タイマ終了時にバッテリー電圧が再充電しきい値電圧を超えていない場合、タイマはリセットされ、2.25時間の再充電サイクルが開始します。 $\overline{\text{CHRG}}$ 出力は、C/10に達して高インピーダンス・ステートに遷移するまでの再充電サイクル中、強いプルダウン・ステートになります。

### トリクル充電と不良バッテリーの検出

充電サイクルの開始時にバッテリーの電圧が(2.9Vより)低いと、チャージャはトリクル充電状態になり、充電電流はフルスケール電流の10%に減少します。バッテリー電圧が低い状態が全充電時間の1/4(1.125時間)続くと、バッテリーには欠陥があるとみなされ、充電サイクルは終了し、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンは2Hzの周波数で75%のデューティ・サイクルのパルスを出力します。バッテリー電圧が何らかの理由で2.9Vを超えると、充電サイクルが再開されます。充電サイクルを再開するには(つまり、欠陥のあるバッテリーを放電したバッテリーと交換するとき)、入力電圧を単に切断してから再度印加するか、またはPROGピンを短時間フロートさせてから再度接続します。

### $\overline{\text{CHRG}}$ 状態出力ピン

充電状態インジケータ・ピンには、プルダウン、2Hzのパルス(「トリクル充電と欠陥バッテリーの検出」と「バッテリー温度の監視」を参照)、および高インピーダンスの3つのステートがあります。プルダウン・ステートは、LTC4069が充電サイクル中であることを示します。高インピーダンス・ステートは、充電電流がフルスケール電流の10%に低下したか、LTC4069がディセーブルされていることを示します。さまざまな条件での $\overline{\text{CHRG}}$ の状態を図2に示します。

### 充電電流のソフトスタートとソフトストップ

LTC4069はソフトスタート回路を備えており、充電サイクル開始時の突入電流を最小限に抑えます。充電サイクルが開始されると、充電電流はゼロからフル・スケールの電流まで約

170 $\mu$ sをかけて上昇します。同様に、チャージャがシャットオフまたは自動終了するときは、内部回路が充電電流をフルスケールからゼロへとゆつくりと減少させます。このため、開始時と充電終了時の電源への過渡的な電流負荷が最小に抑えられます。

### 定電流/定電圧/定温度

LTC4069には、定電流、定電圧、定温度でバッテリーを充電するための特別なアーキテクチャが使用されています。LTC4069の簡略ブロック図を図1に示します。図示されているアンプ帰還ループのうち3個が、定電流(CA)モード、定電圧(VA)モード、定温度(TA)モードを制御します。4番目のアンプ帰還ループ(MA)は、1対の電流源M1とM2(注:M1は内部Pチャネル・パワーMOSFET)の出力インピーダンスを大きくするために使用されます。これにより、M1のドレイン電流は、M2のドレイン電流より正確に1000倍大きくなります。

アンプCAとVAは、別々の帰還ループで使用され、それぞれ定電流モードまたは定電圧モードにチャージャを強制します。ダイオードD1とD2は、定電流または定電圧ループのうち、充電電流を最も大きく減らそうとしているループに優先権を与えます。他方のアンプの出力は“L”に飽和して、対応するループはシステムから事実上なくなります。定電流モードでは、CAがPROGピンの電圧が正確に1Vになるようにサーボ制御します。定電圧モードでは、VAがその反転入力を内部リファレンス電圧にサーボ制御し、R1とR2で形成される内部抵抗分割器により、バッテリー電圧が4.2Vに保たれます。PROGピンの電圧は、「充電電流のプログラミング」で説明されているように、定電圧モードの間、充電電流を示します。

定温度モードでは、トランスコンダクタンス・アンプ(TA)により、ダイ温度が約115°Cに制限されます。ダイオードD3は、ダイ温度が約115°Cより低いときにTAが充電電流に影響を与えないようにします。PROGピンの電圧は、引き続き充電電流を示します。

## 動作

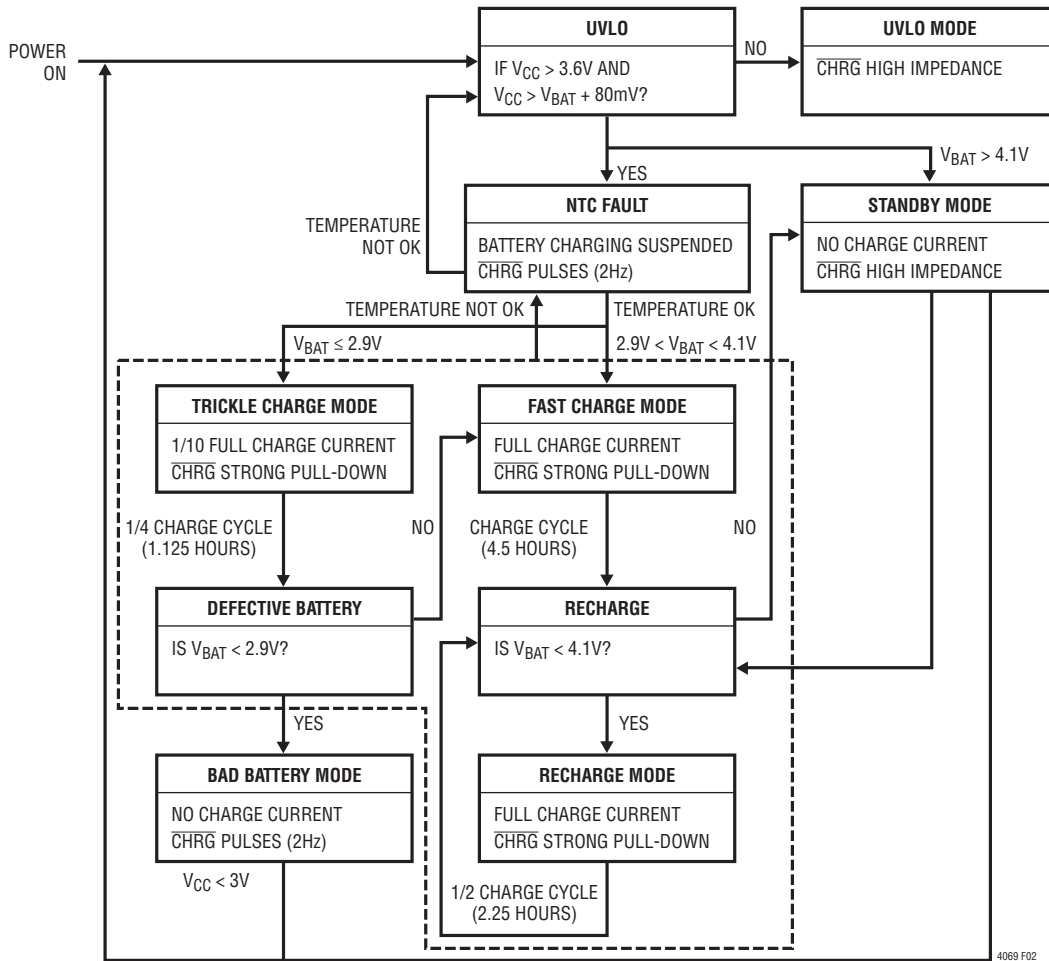


図2.LTC4069の動作の状態図

標準的動作では、充電サイクルは定電流モードで開始し、バッテリーに供給される電流は  $1000V/R_{PROG}$  に等しくなります。LTC4069の電力損失により接合部温度が  $115^{\circ}\text{C}$  に近づくと、アンプ(TA)は充電電流を減らし始め、ダイ温度を約  $115^{\circ}\text{C}$  に制限します。バッテリー電圧が上昇すると、LTC4069は定電流モードに戻るか、あるいは定温度モードから定電圧モードに直接移行します。

モードには関係なく、PROGピンの電圧は、バッテリーに供給される電流に比例します。

### NTCによるバッテリー温度の監視

バッテリーの温度は負温度係数(NTC)サーミスタをバッテリー・パックの近くに配置して測定します。NTC回路を図3に示します。

この機能を使用するには、NTCピンとグラウンドの間にNTCサーミスタ( $R_{NTC}$ )を接続し、NTCピンと $V_{CC}$ の間に抵抗( $R_{NOM}$ )を接続します。 $R_{NOM}$ は、選択したNTCサーミスタの $25^{\circ}\text{C}$ での値に等しい値を持つ1%精度の抵抗にしてください(Vishay NTHS0603N01N1003Jサーミスタの場合、この値は100kです)。NTCサーミスタの値が $R_{NOM}$ の0.53倍に低下するか

## 動作

(約40°Cに相当)、または $R_{NOM}$ の3.26倍に上昇すると(約0°Cに相当)、LTC4069はホールド・モードになります。ホールド・モードでは、タイマの進行を止め、サーミスタが有効温度に戻ったことを示すまでは充電サイクルを停止します。Vishay NTHS0603N01N1003Jサーミスタの場合、この値は32.6kであり、約0°Cに相当します。作動点付近での発振を防止する

ため、高温コンパレータと低温コンパレータにはそれぞれ約3°Cのヒステリシスがあります。

充電タスクが終了しているか、バッテリーに欠陥があるとみなされる場合を除き、ホールド・モードでは(バッテリー温度が高すぎるか低すぎるときは)、 $\overline{CHRG}$ ピンは2Hz、25%デューティ・サイクルの周波数を出力します。NTCピンを接地すると、NTC機能はディスエーブルされます。

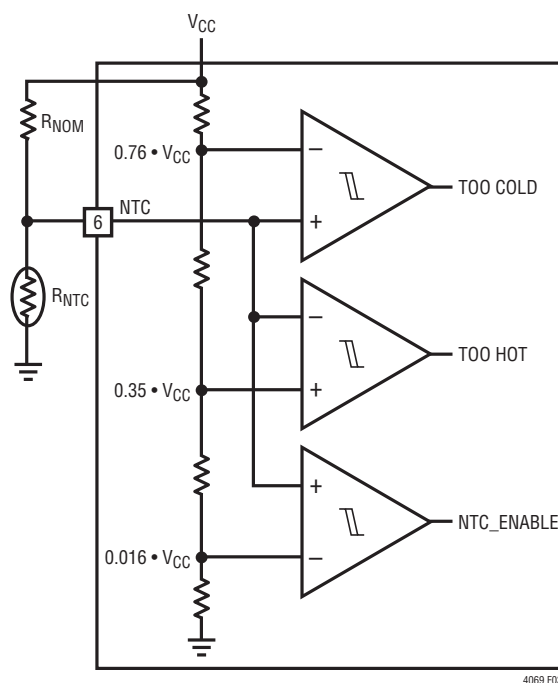


図3.NTC回路の情報

## アプリケーション情報

### 低電圧充電電流制限 (UVCL)

LTC4069は、低電圧充電( $\Delta V_{UVCL1}$ )電流制限を備えており、入力電源電圧がバッテリー電圧の約220mV上を超えるまでフル充電電流が流れないようにしています。この機能は、LTC4069がリードの長い(または出力インピーダンスが比較的高い)電源から給電される場合に特に役立ちます。

例えば、USBから給電されるシステムのソース・インピーダンスは、(主にケーブルの品質と長さにより)大きく異なる傾向があります。低電圧充電電流制限が実装されていない限り、このようなインピーダンスと結合された過渡負荷により、UVLOしきい値が簡単にトリップし、チャージャをオフすることがあります。

LTC4069が通常の状態で作動しており、入力電源電圧が低下し始める(例えば、外部負荷が入力電源を引き下げる)状況について考えてみましょう。入力電圧が $V_{BAT} + \Delta V_{UVCL1}$ (バッテリー電圧の約220mV上)に達すると、低電圧充電電流制限がデバイスの $V_{CC}$ 入力とBAT出力の間で $\Delta V_{UVCL1}$ を維持しようとして、充電電流を減らし始めます。入力電源電圧が上昇するか、定電圧モードによって充電電流がさらに減少するまで、LTC4069は減少した充電電流で動作を続けます。

### 電流制限されたコンセント・アダプタによる動作

電流制限されたコンセント・アダプタを入力電源として使用し、電源の上限値より大きな電流に対してプログラムした場合、電流制限なしの電源で同じ電流の場合と比べて、LTC4069の電力損失は著しく減少します。

800mAhのリチウムイオン電池に600mAの充電電流が必要なアプリケーションを考えてみましょう。一般的な5V(電流制限なし)の入力電源を使用した場合、チャージャのピーク電力損失は1Wを超えることがあります。

今度は、同じアプリケーションで、600mAの電流制限付きの5V入力電源を使用した場合を考えてみましょう。電流制限付き電源のメリットを活かすには、600mAを超える電流でLTC4069を充電することが必要です。600mAを上回るプログラム電流をデバイスの許容範囲が維持するため、LTC4069が750mAにプログラムされているものとし(  $R_{PROG} = 1.33k$  )。LTC4069は、電圧源の電流制限よりも大きい充電電流を要求するため、供給電圧は、バッテリー電圧に600mAを加えた値に内部PFETの「オン」抵抗を掛けた値に低下します。LTC4069パワー・デバイスの「オン」抵抗は、5V電源で約450m $\Omega$ です。実際の「オン」抵抗は、入力電源が5V未満に低下することから、それより少し高くなります。充電のこの段階における電力損失は、240mW未満です。これは、電流制限なしの電源での電力損失と比較すると、76%の改善になります。

### USBとコンセント電源アダプタ

LTC4069では、USBポートからの充電が可能ですが、コンセントの電源アダプタを使用してリチウムイオン・バッテリーを充電することもできます。図4はコンセントのアダプタとUSB電源入力の組み合わせ方の例を示します。PチャンネルMOSFET(MP1)は、コンセントのアダプタ使用時にUSBポートに電流が逆流することを防ぎ、ショットキ・ダイオード(D1)は1k $\Omega$ のプルダウン抵抗を通してUSBの電力が失われるのを防ぎます。

一般に、コンセントのアダプタは、500mAに電流制限されたUSBポートよりもかなり大きな電流を供給できます。そのため、コンセント・アダプタが存在する場合、NチャンネルMOSFET(MN1)とプログラム抵抗を追加することで、充電電流を750mAに増やせます。

### 安定性に関する検討事項

LTC4069は、定電圧と定電流の2つの制御ループを備えています。定電圧ループは、バッテリーが低インピーダンスのリードで接続されているときは補償なしでも安定しています。ただし、リードが長すぎると、十分大きな直列インダクタンスが加わり、

## アプリケーション情報

BATからGNDに少なくとも1 $\mu$ Fのバイパス・コンデンサが必要になることがあります。さらに、バッテリーが取り外されているときのリップル電圧を低く抑えるため、BATからGNDに4.7 $\mu$ Fコンデンサと0.2 $\Omega$ ～1 $\Omega$ の直列抵抗を接続する必要があります。

ESRが非常に小さく容量の大きなコンデンサ(特にセラミック・コンデンサ)を使用することで、定電圧ループの位相マージンを小さくできることがあります。22 $\mu$ Fまでのセラミック・コンデンサをバッテリーと並列に接続できますが、セラミック・コンデンサの容量がそれより大きい場合には0.2 $\Omega$ ～1 $\Omega$ の直列抵抗を使用してデカップリングする必要があります。

定電流モードでは、バッテリーではなくPROGピンが帰還ループを構成します。このピンの容量によって追加のポールが生じるため、PROGピンの容量は最小に抑える必要があります。PROGピンに追加の容量がない場合、最大25kまでのプログラム抵抗の値でチャージャは安定です。ただし、このノードに追加の容量がある場合、プログラム抵抗の最大許容値は低くなります。PROGピンのポール周波数は、100kHzより高く保ちます。したがって、PROGピンに容量( $C_{PROG}$ )が付加される場合、次式を使用して $R_{PROG}$ の最大抵抗値を計算します。

$$R_{PROG} \leq \frac{1}{2\pi \cdot 10^5 \cdot C_{PROG}}$$

ユーザーは、瞬間的なバッテリー電流ではなく、平均的な充電電流に関心があるものと思われます。例えば、低電流モードで動作中のスイッチング電源がバッテリーと並列に接続されている場合、BATピンから平均して引き出される電流の方が、通常は瞬間的な電流パルスよりも高い関心事です。このような場合、図5の様にPROGピンに簡単なRCフィルタを使用して平均バッテリー電流を測定します。PROGピンとフィルタ・コンデンサの間に10k $\Omega$ の抵抗を付加して安定性を確保しています。

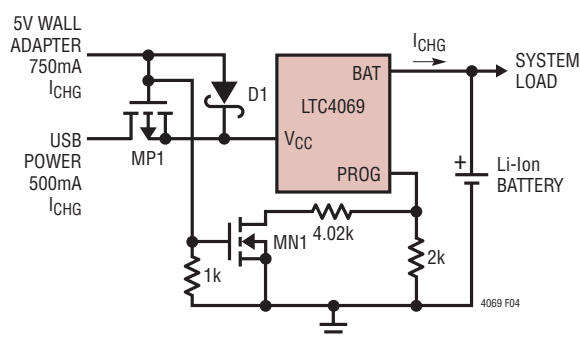


図4. コンセント・アダプタとUSBパワーの組み合わせ

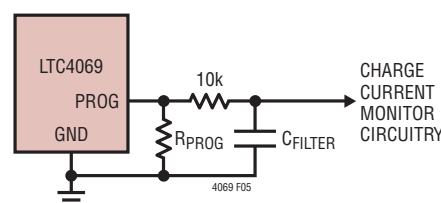


図5. PROGピンでの容量性負荷の分離とフィルタリング

### 電力損失

LTC4069が熱保護帰還によって充電電流を減少させる条件は、このデバイスで消費される電力を検討して概算することができます。充電電流が大きい場合、LTC4069の電力損失は次式のように概算されます。

$$P_D = (V_{CC} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT}$$

ここで、 $P_D$ は電力損失、 $V_{CC}$ は入力電源電圧、 $V_{BAT}$ はバッテリー電圧、 $I_{BAT}$ は充電電流です。LTC4069は充電電流を自動的に減らしてダイ温度を約115 $^{\circ}$ Cに保つので、ワーストケース



## アプリケーション情報

の電力損失のシナリオを想定する必要はありません。ただし、デバイス保護のために熱帰還が開始される周囲温度は次式のように概算されます。

$$T_A = 115^\circ\text{C} - P_D \cdot \theta_{JA}$$

$$T_A = 115^\circ\text{C} - (V_{CC} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT} \cdot \theta_{JA}$$

例：5Vのコンセント・アダプタによって動作しているLTC4069が3.6Vのリチウムイオン・バッテリーに750mAを供給している場合を考えます。LTC4069が750mAの充電電流を減らし始める周囲温度は次式のように概算されます。

$$T_A = 115^\circ\text{C} - (5\text{V} - 3.6\text{V}) \cdot (750\text{mA}) \cdot 60^\circ\text{C/W}$$

$$T_A = 115^\circ\text{C} - (1.05\text{W} \cdot 60^\circ\text{C/W}) = 115^\circ\text{C} - 63^\circ\text{C}$$

$$T_A = 52^\circ\text{C}$$

LTC4069は70°Cを超えても使えますが、充電電流は750mAよりも減少します。特定の周囲温度での概略の電流は次のように計算できます。

$$I_{BAT} = \frac{115^\circ\text{C} - T_A}{(V_{CC} - V_{BAT}) \cdot \theta_{JA}}$$

周囲温度が73°Cで上例について考えてみます。充電電流はおおよそ次のように減少します。

$$I_{BAT} = \frac{115^\circ\text{C} - 73^\circ\text{C}}{(5\text{V} - 3.6\text{V}) \cdot 60^\circ\text{C/W}} = \frac{42^\circ\text{C}}{84^\circ\text{C/A}} = 500\text{mA}$$

さらに、「充電電流のプログラミング」で説明されているように、PROGピンの電圧は充電電流に比例して変化します。

LTC4069は接合部温度が約115°Cに達すると自動的に電力損失を減らすため、熱的にワースト・ケースの条件に基づいてアプリケーションを設計する必要がないことは重要です。

### 基板レイアウトに関する検討事項

すべての条件で最大充電電流を供給するには、LTC4069のパッケージ裏面の露出した金属パッドをPC基板の銅層に半田付けし、ビアを使用して比較的大きな銅面積または内部銅層まで伸長する必要があります。2500mm<sup>2</sup>の1オンス両面銅

基板に正しく半田付けすると、LTC4069の熱抵抗は約60°C/Wになります。パッケージの底面の露出パッドと銅基板間の熱接触が良くないと、60°C/Wよりはるかに大きな熱抵抗になります。例として、正しく半田付けされたLTC4069は、室温で、5V電源から750mAを超える電流をバッテリーに供給できます。裏面のサーマル接続がない場合、この数値は500mA未満に低下します。

### V<sub>CC</sub> バイパス・コンデンサ

入力のバイパスには多くの種類のコンデンサを使用できますが、多層セラミック・コンデンサの使用には注意が必要です。セラミック・コンデンサの種類によっては自己共振特性や高いQ特性により、(チャージャの入力をスイッチの入っている電源に接続する場合など)始動条件によっては高電圧の過渡変動が生じることがあります。詳細については、「アプリケーションノート88」を参照してください。

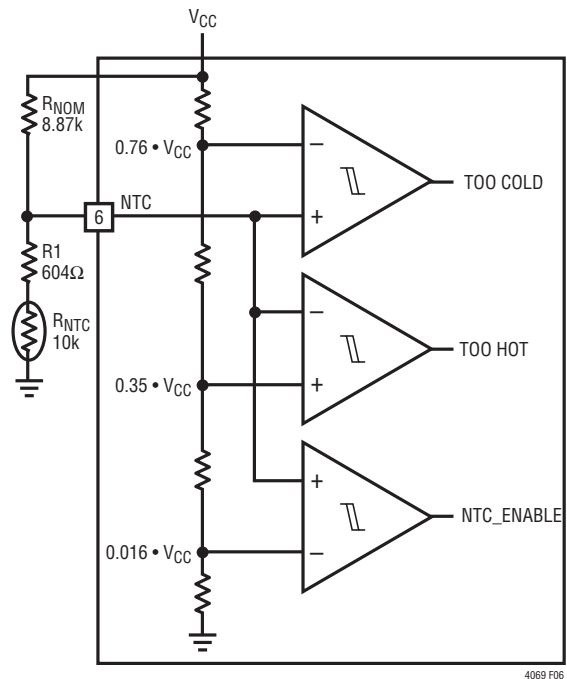


図6.NTC回路



## アプリケーション情報

### サーミスタ

LTC4069のNTC作動点は、抵抗の温度特性がVishay Dale社の「R-T Curve 1」に従うサーミスタを扱うように設計されました。Vishay NTHS0603N01N1003Jは、そうしたサーミスタの一例です。ただしVishay Dale社には、「R-T Curve 1」特性に従うさまざまなサイズのサーミスタ製品が多数用意されています。さらに、 $R_{COLD}$ と $R_{HOT}$ の比が約6のサーミスタもすべて動作します(Vishay Dale社のR-T Curve 1は $3.266/0.5325 = 6.13$ という $R_{COLD}$ 対 $R_{HOT}$ の比を示しています)。

設計によっては、室温での値が100k以外のサーミスタを使用することが必要な場合があります。Vishay Dale社には、値の範囲が32k～100kで「R-T Curve 1」に従うサーミスタがいくつかあります。Vishay Dale「R-T Curve 2」など、異なるR-T Curveを使用することも可能です。この曲線とLTC4069の内部しきい値を組み合わせることで、温度作動点として約 $-3^{\circ}\text{C}$ (立ち下がり)および $42^{\circ}\text{C}$ (立ち上がり)、および $45^{\circ}\text{C}$ の温度差が得られます。この温度差は、 $R_{NTC}$ を基準にして $R_{NOM}$ の値を変えることによってどちらの方向にも動かすことができます。 $R_{NOM}$ を大きくすると、両方の作動点が高温側に移動します。例えば、低温側にシフトする場合の $R_{NOM}$ を計算するには、次式を使用します。

$$R_{NOM} = \frac{R_{COLD}}{3.266} \cdot R_{NTC} \text{ at } 25^{\circ}\text{C}$$

ここで $R_{COLD}$ は、目的とする低温側作動点での $R_{NTC}$ の抵抗比です。作動点を高温側へシフトするには、次式を使用します。

$$R_{NOM} = \frac{R_{HOT}}{0.5325} \cdot R_{NTC} \text{ at } 25^{\circ}\text{C}$$

ここで $R_{HOT}$ は、目的とする高温側作動点での $R_{NTC}$ の抵抗比です。

次の例では、Vishay Dale社の「10k R-T Curve 2 Thermistor」を使用しています。前述の結果から、作動点間の差は $45^{\circ}\text{C}$ であり、目的とする低温側作動点は $0^{\circ}\text{C}$ なので、高温側の作動点は $45^{\circ}\text{C}$ になります。必要な $R_{NOM}$ は次のように計算します。

$$\begin{aligned} R_{NOM} &= \frac{R_{COLD}}{3.266} \cdot R_{NTC} \text{ at } 25^{\circ}\text{C} \\ &= \frac{2.816}{3.266} \cdot 10\text{k} = 8.62\text{k} \end{aligned}$$

$R_{NOM}$ の値に最も近い1%精度の抵抗値は8.66kです。これはNTCサーミスタをバイアスするのに使用される値で、低温側と高温側の作動点としてそれぞれ約 $0^{\circ}\text{C}$ および $45^{\circ}\text{C}$ という値が得られます。低温側作動点と高温側作動点との差を広げるには、 $R_{NTC}$ と直列に抵抗( $R_1$ )を追加します(図6を参照)。これらの抵抗の値は次のように計算されます。

$$\begin{aligned} R_{NOM} &= \frac{R_{COLD} - R_{HOT}}{3.266 - 0.5325} \\ R_1 &= \left( \frac{0.5325}{3.266 - 0.5325} \right) \cdot (R_{COLD} - R_{HOT}) - R_{HOT} \end{aligned}$$

ここで $R_{NOM}$ はバイアス抵抗の値、 $R_{HOT}$ と $R_{COLD}$ は目的の温度作動点での $R_{NTC}$ の値です。目標とする差動点を $50^{\circ}\text{C}$ とすると、前の例の続きは次のようになります。

$$\begin{aligned} R_{NOM} &= \frac{R_{COLD} - R_{HOT}}{3.266 - 0.5325} = \frac{10\text{k} \cdot (2.816 - 0.4086)}{3.266 - 0.5325} \\ &= 8.8\text{k}, 8.87\text{k is the nearest 1\% value.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= 10\text{k} \cdot \left( \frac{0.5325}{3.266 - 0.5325} \right) \cdot (2.816 - 0.4086) - 0.4086 \\ &= 604\Omega, 604 \text{ is the nearest 1\% value.} \end{aligned}$$

## アプリケーション情報

### NTC 差動点の誤差

$R_{HOT}$ に1%抵抗を使用する場合、40°Cの差動点における主要誤差は、NTCサーミスタの許容誤差によって決まります。標準的な100k NTCサーミスタの許容誤差は±10%です。40°Cにおけるサーミスタの温度係数を調べることで、許容誤差を摂氏温度で計算できます。40°Cにおける温度係数が $-4\%/^{\circ}\text{C}$ のVishay NTHS0603N01N1003Jサーミスタを考えます。温度係数 $\pm 5\%/ (4\%/^{\circ}\text{C}) = \pm 1.25^{\circ}\text{C}$ で許容誤差を割ると、高温側差動点の温度誤差が得られます。

低温側作動点の誤差は、NTCサーミスタの許容誤差と、0°Cにおける値と40°Cにおける値が6.14~1の範囲で変動する度合いに依存します。そのため、低温側差動点誤差は、許容誤差TOL、0°Cにおけるサーミスタの温度係数TC( $\%/^{\circ}\text{C}$ 単位)、

0°Cにおけるサーミスタの値 $R_{COLD}$ 、40°Cにおけるサーミスタの値 $R_{HOT}$ を使用して計算できます。式は次のようになります。

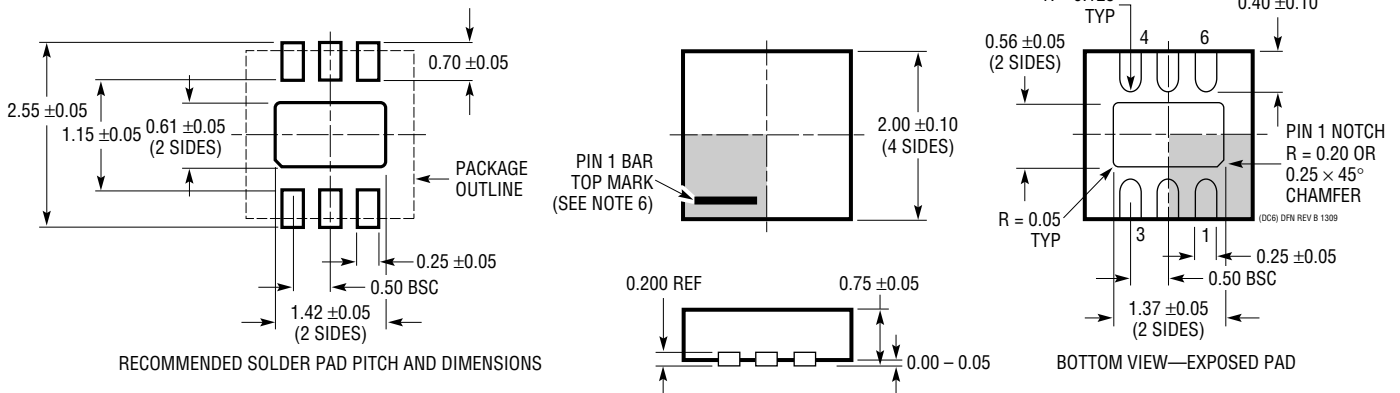
$$\text{Temperature Error} (^{\circ}\text{C}) = \frac{\left( \frac{1 + \text{TOL}}{6.14} \cdot \frac{R_{COLD}}{R_{HOT}} - 1 \right) \cdot 100}{\text{TC}}$$

例えば、許容誤差±5%、TCが $-5\%/^{\circ}\text{C}$ 、 $R_{COLD}/R_{HOT}$ が6.13のVishay NTHS0603N01N1003Jサーミスタの低温側差動点の誤差は次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{Temperature Error} (^{\circ}\text{C}) &= \frac{\left( \frac{1 + 0.05}{6.14} \cdot 6.13 - 1 \right) \cdot 100}{-5} \\ &= -0.95^{\circ}\text{C}, 1.05^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

## パッケージ

### DC6 Package 6-Lead Plastic DFN (2mm × 2mm) (Reference LTC DWG # 05-08-1703 Rev B)



#### 注記:

1. 図は JEDEC パッケージ・アウトライン MO-229 のバリエーション (WCCD-2) になる予定
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. 灰色の部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

## 改訂履歴 (改訂履歴は Rev C から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	10/13	V <sub>FLOAT</sub> /V <sub>BAT</sub> の安定化出力電圧の仕様を変更。	2

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<b>バッテリー・チャージャ</b>		
LTC1734	リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ (ThinSOT™ パッケージ)	ブロッキング・ダイオード、センス抵抗不要の簡単な ThinSOT パッケージのチャージャ
LTC1734L	リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ、ThinSOT パッケージ	LTC1734 の定電流バージョン、 $50\text{mA} \leq I_{\text{CHRG}} \leq 180\text{mA}$
LTC4002	スイッチ・モード・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	スタンダアロン、 $4.7\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 24\text{V}$ 、500kHz 周波数、3時間の充電終了
LTC4050	リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ・コントローラ	プリセット電圧、C/10チャージャ検出、プログラム可能なタイマ、入力パワーグッド表示、サーミスタ・インタフェースを搭載
LTC4052	モノリシック・リチウムイオン・バッテリー・パルス・チャージャ	ブロッキング・ダイオードまたは外部パワー FET 不要、充電電流:最大 1.5A
LTC4053	USB 対応モノリシック・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	プログラマブル・タイマ装備、最大充電電流 1.25A のスタンダアロン型チャージャ
LTC4054	内蔵パス・トランジスタ付きスタンダアロン型リニア・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ (ThinSOT パッケージ)	温度レギュレーションによる過熱保護、C/10による終了、C/10インジケータ、充電電流:最大 800mA
LTC4057	リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ	充電電流:最大 800mA、温度レギュレーション、ThinSOT パッケージ
LTC4058	スタンダアロン 950mA リチウムイオン・チャージャ、DFN パッケージ	C/10 充電終了、バッテリー・ケルビン検出、±7%の充電精度
LTC4059/LTC4059A	900mA リニア・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	2mm×2mm DFN パッケージ、温度レギュレーション、充電電流モニタ出力、バージョン A は ACPR 機能を搭載
LTC4061	サーミスタ・インタフェース付きスタンダアロン型リチウムイオン・チャージャ	フロート電圧: $4.2\text{V} \pm 0.35\%$ 、充電電流:最大 1A、3mm×3mm DFN パッケージ
LTC4061-4.4	サーミスタ・インタフェース付きスタンダアロン型リチウムイオン・チャージャ	フロート電圧: $4.4\text{V}$ (最大) $\pm 0.4\%$ 、充電電流:最大 1A、3mm×3mm DFN パッケージ
LTC4062	マイクロパワー・コンパレータ付きスタンダアロン型リニア・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	フロート電圧: $4.2\text{V} \pm 0.35\%$ 、充電電流:最大 1A、3mm×3mm DFN パッケージ
LTC4063	リニア・レギュレータ付きリチウムイオン・チャージャ	充電電流:最大 1A、100mA、125mV LDO、3mm×3mm DFN パッケージ
LTC4065/LTC4065A	スタンダアロン・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	フロート電圧: $4.2\text{V} \pm 0.6\%$ 、充電電流:最大 750mA、2mm×2mm DFN パッケージ、バージョン A には ACPR 機能あり
LTC4411/LTC4412	ThinSOT パッケージの低損失 PowerPath™ コントローラ	DC ソース間の自動切り替え、負荷シェアリング、OR 接続ダイオードの代替
<b>パワーマネージメント</b>		
LTC3405/LTC3405A	300mA ( $I_{\text{OUT}}$ )、1.5MHz 同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	95%の効率、 $V_{\text{IN}}: 2.7\text{V} \sim 6\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 20\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、ThinSOT パッケージ
LTC3406/LTC3406A	600mA ( $I_{\text{OUT}}$ )、1.5MHz 同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	95%の効率、 $V_{\text{IN}}: 2.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0.6\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 20\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、ThinSOT パッケージ
LTC3411	1.25A ( $I_{\text{OUT}}$ )、4MHz 同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	95%の効率、 $V_{\text{IN}}: 2.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 60\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、MS パッケージ
LTC3440	600mA ( $I_{\text{OUT}}$ )、2MHz 同期整流式昇降圧 DC/DC コンバータ	95%の効率、 $V_{\text{IN}}: 2.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$ 、 $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 25\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、MS パッケージ
LTC4413	DFN パッケージのデュアル理想ダイオード	2チャンネル理想ダイオードによる OR 接続、低い順方向オン抵抗、低い安定化された順方向電圧、 $2.5\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 5.5\text{V}$

ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。