

スタンドアロン型750mAリチウムイオン・バッテリー・チャージャ (2x2 DFN)

特長

- リニア・チャージャ全体を2mm×2mmのDFNパッケージに収納
- C/10充電電流検出出力
- タイマによる終了
- 5%精度で750mAまでプログラム可能な充電電流
- 外付けのMOSFET、センス抵抗、ブロッキング・ダイオードが不要
- 0.6%精度のプリセット4.2Vフロート電圧
- 過熱の恐れなく充電電流を最大化するサーマル・フィードバック付き定電流/定電圧動作
- ACPRピンにより入力電源の存在を表示(LTC4065Aのみ)
- ガス・ゲージ用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
- シャットダウン時の消費電流: 20μA
- ソフトスタートによる突入電流制限
- 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
- 携帯用電子機器

LTC, LTC, LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。
 他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

概要

LTC[®]4065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 DFNパッケージに入っており、外部部品点数が少ないので、特に携帯用アプリケーションに最適です。さらに、このデバイスはUSBの電源仕様の範囲で動作するように特に設計されています。

$\overline{\text{CHRG}}$ ピンは充電電流がプログラムされた値の10パーセント(C/10)まで低下すると外部に知らせます。内部タイマがバッテリー・メーカーの仕様に従って充電を終了します。

内部MOSFETアーキテクチャにより、外付けのセンス抵抗やブロッキング・ダイオードは不要です。サーマル・フィードバックによって充電電流を制御して、高電力動作時や高周囲温度条件でチップの温度を制限します。

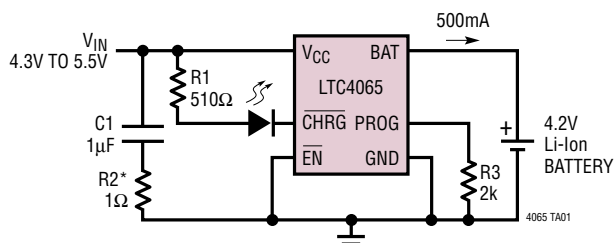
入力電源(ACアダプタやUSB電源)が取り外されると、LTC4065は自動的に低電流状態に入り、バッテリー流出電流を1μA以下に下げます。電源が与えられていると、LTC4065をシャットダウン・モードにすることができ、電源電流は20μA以下に減少します。

また、LTC4065には機能が完備しており、自動再充電、バッテリー低下時の充電調節(トリクル充電)、(突入電流を制限する)ソフトスタート、および適切な入力電圧の存在を表示するオープン・ドレインの状態ピン(LTC4065Aのみ)が備わっています。

LTC4065は高さの低い(0.75mm)小型6ピン2mm×2mm DFNパッケージで供給されます。

標準的応用例

スタンドアロン型リチウムイオン・バッテリー・チャージャ



*SERIES 1Ω RESISTOR ONLY NEEDED FOR INDUCTIVE INPUT SUPPLIES



4065fa

LTC4065/LTC4065A

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	.....	$-0.3\text{V} \sim 6\text{V}$
EN (LTC4065), ACPR (LTC4065A)	.....	$-0.3\text{V} \sim (V_{CC} + 0.3\text{V})$
PROG	.....	$-0.3\text{V} \sim (V_{CC} + 0.3\text{V})$
BAT短絡時間	.....	連続
BATピン電流	.....	800mA
PROGピン電流	.....	800 μA
接合部温度 (Note 6)	.....	125°C
動作温度範囲 (Note 2)	.....	$-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$
保存温度範囲	.....	$-65^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$

パッケージ/発注情報

TOP VIEW

DC PACKAGE
6-LEAD (2mm x 2mm) PLASTIC DFN
 $T_{JMAX} = 125^\circ\text{C}$, $\theta_{JA} = 60^\circ\text{C/W}$ (NOTE 3)
EXPOSED PAD (PIN 7) IS GND, MUST BE SOLDERED TO PCB
*EN PIN 5 ON LTC4065EDC, ACPR PIN 5 ON LTC4065AEDC

ORDER PART NUMBER	DC PART MARKING
LTC4065EDC LTC4065AEDC	LBPB LBVJ

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 $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ 、 $V_{EN} = 0\text{V}$ (LTC4065のみ)。

(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	μA	
I_{CCMS}	V_{CC} Supply Current in Shutdown	$V_{EN} = 5\text{V}$ (LTC4065) or Float PROG (LTC4065A)	●	20	40	μA	
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	μA	
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 4.2	4.225 4.242	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
I_{BMS}	Battery Drain Current in Shutdown Mode	$V_{EN} = V_{CC}$ (LTC4065), $V_{PROG} > V_{MS,PROG}$ (LTC4065A)	●	-1	0	1	μA
I_{BUV}	Battery Drain Current in Undervoltage Lockout	$V_{CC} = 3.5\text{V}$, $V_{BAT} = 4\text{V}$	●	0	1	4	μA
V_{UVLO}	V_{CC} Undervoltage Lockout Voltage	V_{CC} Rising V_{CC} Falling	● ●	3.4 2.8	3.6 3.0	3.8 3.2	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_{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	82 32	100 45	mV
V_{MSH}	Manual Shutdown High Voltage (LTC4065)	V_{EN} Rising				1	V
V_{MSL}	Manual Shutdown Low Voltage (LTC4065)	V_{EN} Falling		0.6			V
R_{EN}	EN Pin Input Resistance		●	0.95	1.5	3.3	$M\Omega$

4065fa

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、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ 、 $V_{EN} = 0\text{V}$ (LTC4065のみ)。

(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
I_{PROG}	PROG Pin Pull-Up Current (LTC4065A)	$V_{PROG} > 1\text{V}$		3		μA	
$V_{MS,PROG}$	PROG Shutdown Threshold Voltage (LTC4065A Only)	V_{PROG} Rising	●	3.7	4	4.3	V
t_{SS}	Soft-Start Time			180		μs	
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	
ΔV_{RECHRG}	Recharge Battery Threshold Voltage	$V_{FLOAT} - V_{RECHRG}$, $0^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$		70	100	130	mV
ΔV_{UVCL1}	$(V_{CC} - V_{BAT})$ Undervoltage Current Limit	$I_{BAT} = 90\%$ Programmed Charge Current		180	220	330	mV
ΔV_{UVCL2}		$I_{BAT} = 10\%$ Programmed Charge Current		90	125	150	mV
t_{TIMER}	Termination Timer		●	3	4.5	6	Hrs
	Recharge Time		●	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_{ACPR}	ACPR Pin Output Low Voltage (LTC4065A)	$I_{ACPR} = 5\text{mA}$	●		60	105	mV
I_{ACPR}	ACPR Pin Input Current (LTC4065A)	$V_{CC} = 4\text{V}$, $V_{ACPR} = 4\text{V}$, $V_{BAT} = 4.5\text{V}$	●		0	1	μA
V_{CHRG}	CHRG Pin Output Low Voltage	$I_{CHRG} = 5\text{mA}$	●		60	105	mV
I_{CHRG}	CHRG Pin Input Current	$V_{BAT} = 4.5\text{V}$, $V_{CHRG} = 5\text{V}$	●		0	1	μA
$I_{C/10}$	End of Charge Indication Current Level	$R_{PROG} = 2\text{k}$ (Note 5)	●	0.085	0.1	0.115	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)	$I_{BAT} = 200\text{mA}$		450		$\text{m}\Omega$	
f_{BADBAT}	Defective Battery Detection CHRG Pulse Frequency			2		Hz	
D_{BADBAT}	Defective Battery Detection CHRG Pulse Frequency Duty Ratio			80		%	

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: LTC4065/LTC4065Aは $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$ の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 3: パッケージの露出した裏面をPCボードのグランド・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: LTC4065は3.75Vで適切に動作するとは、最大充電電流を供給するには、 ΔV_{UVCL1} の仕様に従い、望みの最終バッテリー電圧より大きな入力電圧を必要とする。

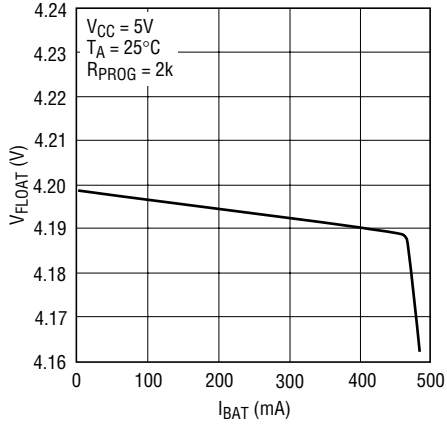
Note 5: $I_{C/10}$ は、示されているPROG抵抗を使って測定された最大充電電流に対する割合として表わされる。

Note 6: このデバイスには短時間の過負荷状態のあいだ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°C を超える。規定された最高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おそれがある。

LTC4065/LTC4065A

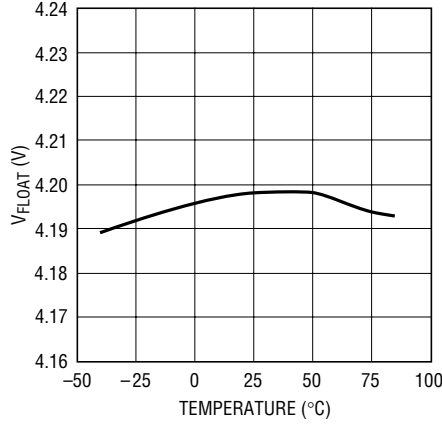
標準的性能特性

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



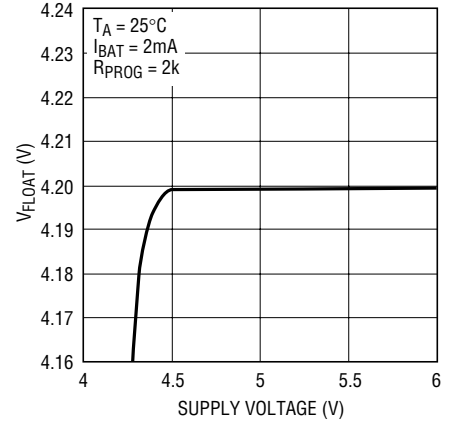
4065 G01

バッテリー・レギュレーション(フロート)電圧と温度



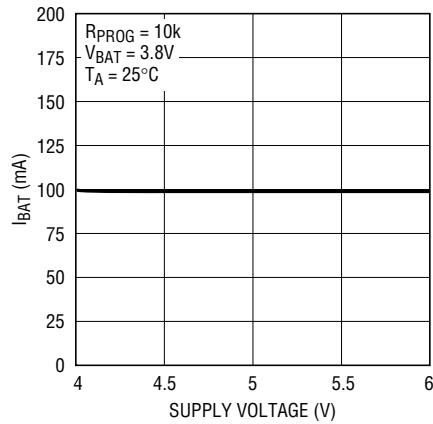
4065 G02

レギュレートされた出力(フロート)電圧と電源電圧



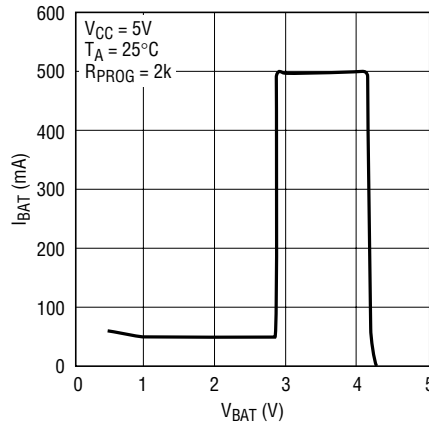
4065 G03

充電電流と電源電圧(定電流モード)



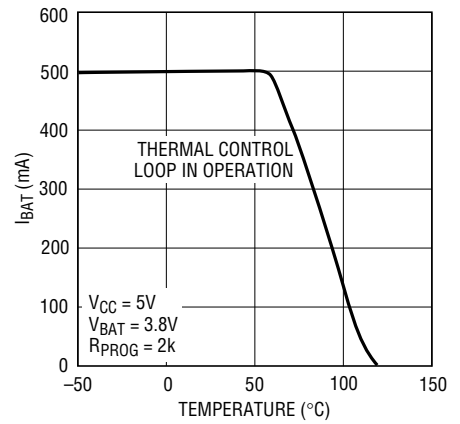
4065 G04

充電電流とバッテリー電圧



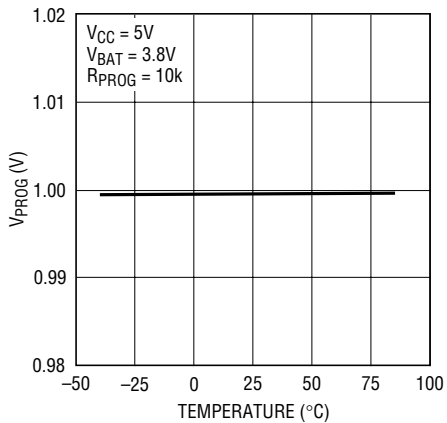
4065 G05

熱制御時の充電電流と温度(定電流モード)



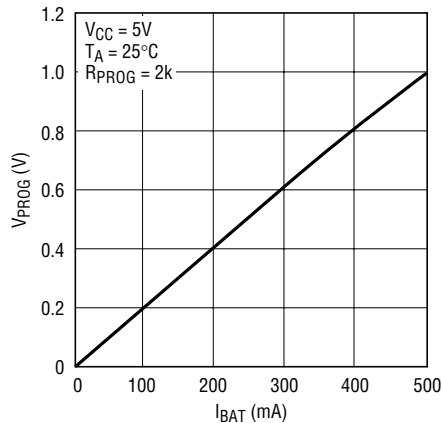
4065 G06

PROGピンの電圧と温度(定電流モード)



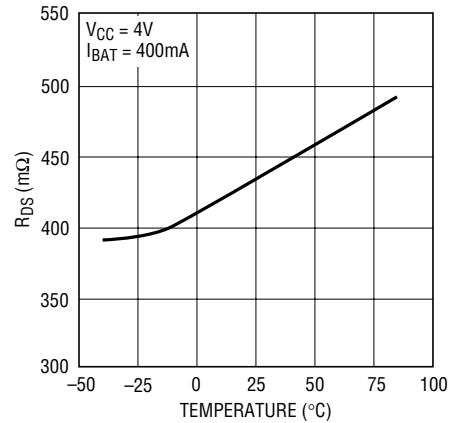
4065 G07

PROGピンの電圧と充電電流



4065 G08

パワーFETのオン抵抗と温度

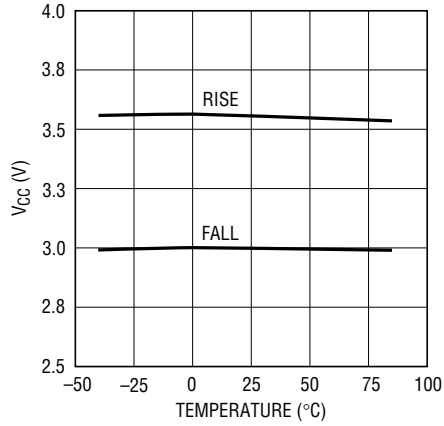


4065 G09

4065fa

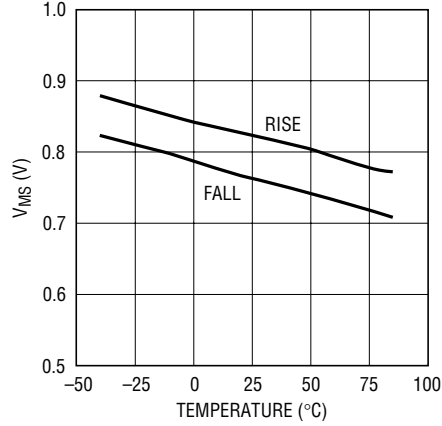
標準的性能特性

低電圧ロックアウト・スレッシュ
ルド電圧と温度



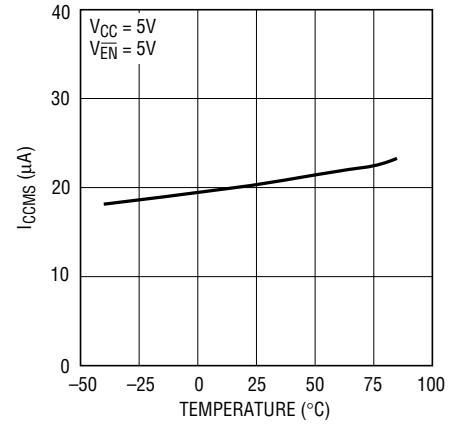
4065 G16

マニュアル・シャットダウン・ス
レッシュルド電圧と温度(LTC4065)



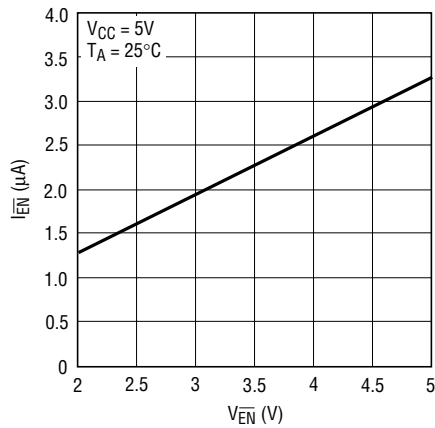
4065 G11

マニュアル・シャットダウン時の
電源電流と温度



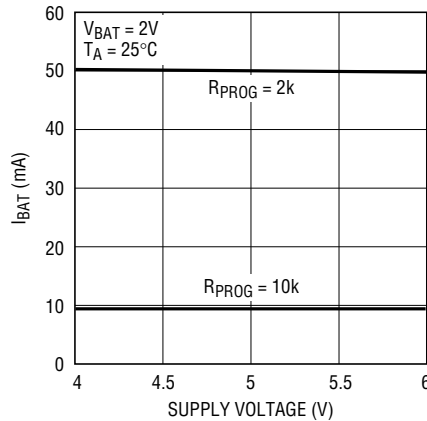
4065 G12

ENピンの電流(LTC4065)



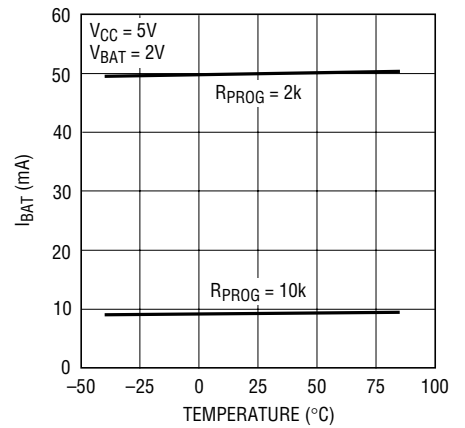
4065 G13

トリクル充電電流と電源電圧



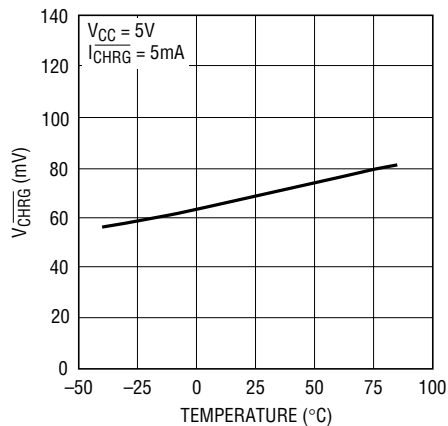
4065 G14

トリクル充電電流と温度



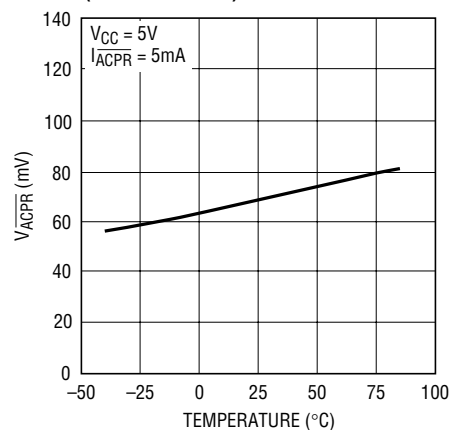
4065 G15

CHRGピンの出力“L”の電圧と温度



4065 G10

ACPRピンの出力“L”の電圧と温度
(LTC4065Aのみ)

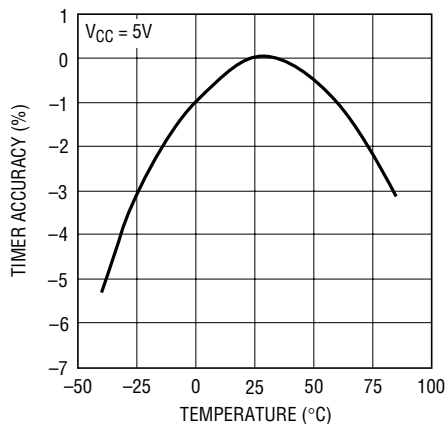


4065 G17

4065fa

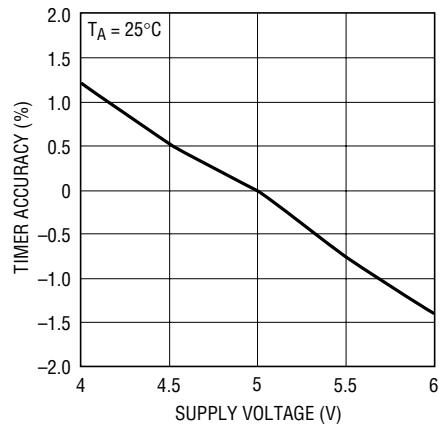
標準的性能特性

タイマの精度と温度



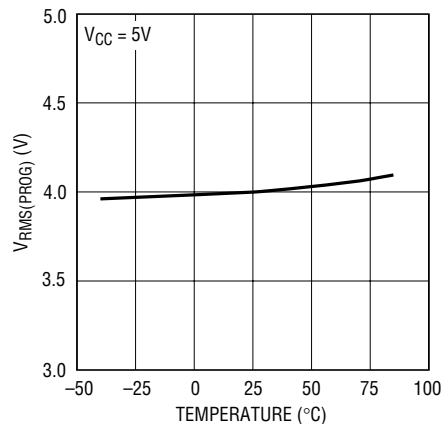
4065 G18

タイマの精度と電源電圧



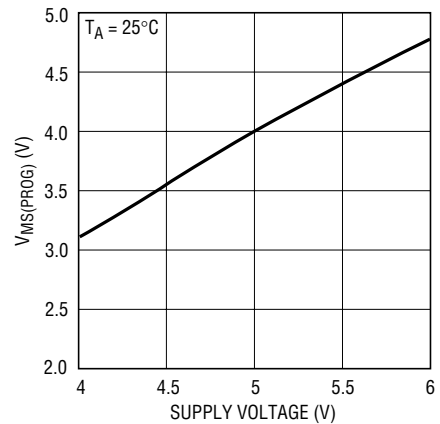
4065 G19

PROGピンのシャットダウン・スレッショルドと温度(LTC4065Aのみ)



4065 G20

PROGピンのシャットダウン電圧と電源電圧(LTC4065Aのみ)



4065 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。充電状態インジケータ・ピンには3つの状態があります。プルダウン、2Hzのパルスおよび高インピーダンス状態です。この出力はロジック・インタフェースまたはLEDドライバとして使うことができます。バッテリーの充電中、CHRGピンは内部NチャンネルMOSFETによって“L”に引き下げられます。充電電流がフルスケール電流の10%に低下すると、CHRGピンは高インピーダンス状態に強制されます。バッテリー電圧が充電時間の1/4のあいだ2.9Vより下に留まると、バッテリーには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。

BAT (ピン3): 充電電流出力。バッテリーへの充電電流を供給し、最終フロート電圧を4.2Vに制御します。このピンに接続されている内部高精度抵抗分割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。

V_{CC} (ピン4): 正入力電源電圧。このピンは電力をチャージャに供給します。3.75V~5.5Vの範囲のV_{CC}を使うことができます。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します。V_{CC}がBATピンの電圧の32mV以内にあるとき、LTC4065はシャットダウン・モードになり、I_{BAT}は約1μAに減少します。

EN (ピン5、LTC4065のみ): イネーブル入力ピン。このピンをマニュアル・シャットダウン・スレッシュホールド (V_{MS}は標準0.82V) より上に引き上げると、LTC4065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、LTC4065の電源電流は20μA未満で、バッテリー流出電流は1μA未満です。イネーブルが既定の状態ですが、このピンを使わない場合はGNDに接続します。

ACPR (ピン5、LTC4065Aのみ): オープン・ドレインの電源状態出力。V_{CC}が低電圧ロックアウト・スレッシュホールド (3.6V) およびV_{BAT}+80mV (V_{BAT}>3.6Vの場合) よりも高いと、ACPRピンはグランドに引き下げられます。それ以外は、このピンは高インピーダンス状態になります。

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_{PROG}) をグランドに接続するとバッテリー充電電流がプログラムされます。定電流モードで充電する場合、このピンは1Vにサーボ制御されます。すべてのモードで、このピンの電圧を使って、次式に従って充電電流を測定することができます。

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

PROGピンをフロートさせると、充電電流がゼロに設定されるか (LTC4065)、またはデバイスがシャットダウン・モードになります (LTC4065A)。シャットダウン・モードでは、LTC4065A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。電気的接続と定格熱性能の両方を与えるため、露出パッドをPCBのグランドに半田付けする必要があります。

LTC4065/LTC4065A

簡略ブロック図

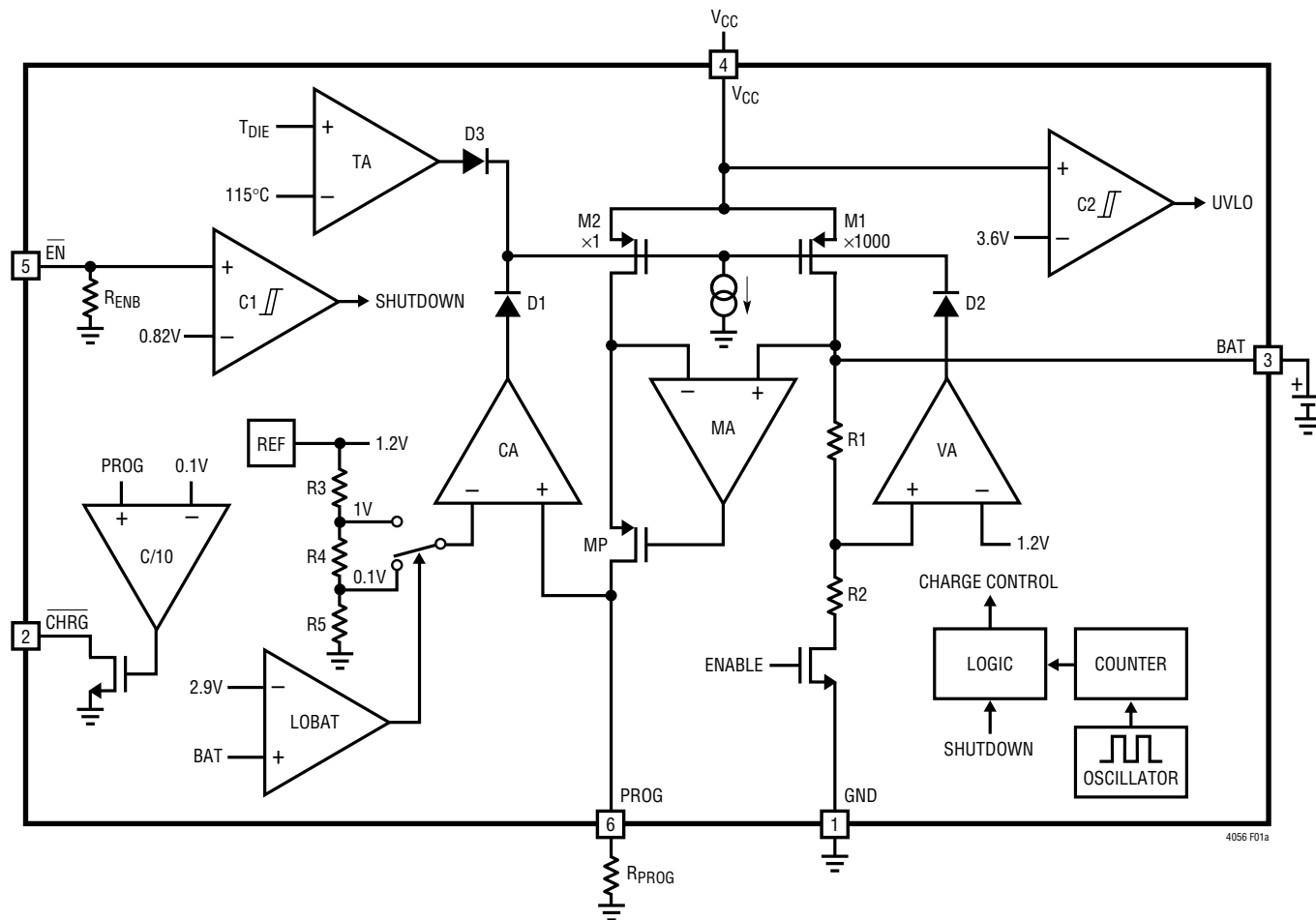


図1a. LTC4065のブロック図

簡略ブロック図

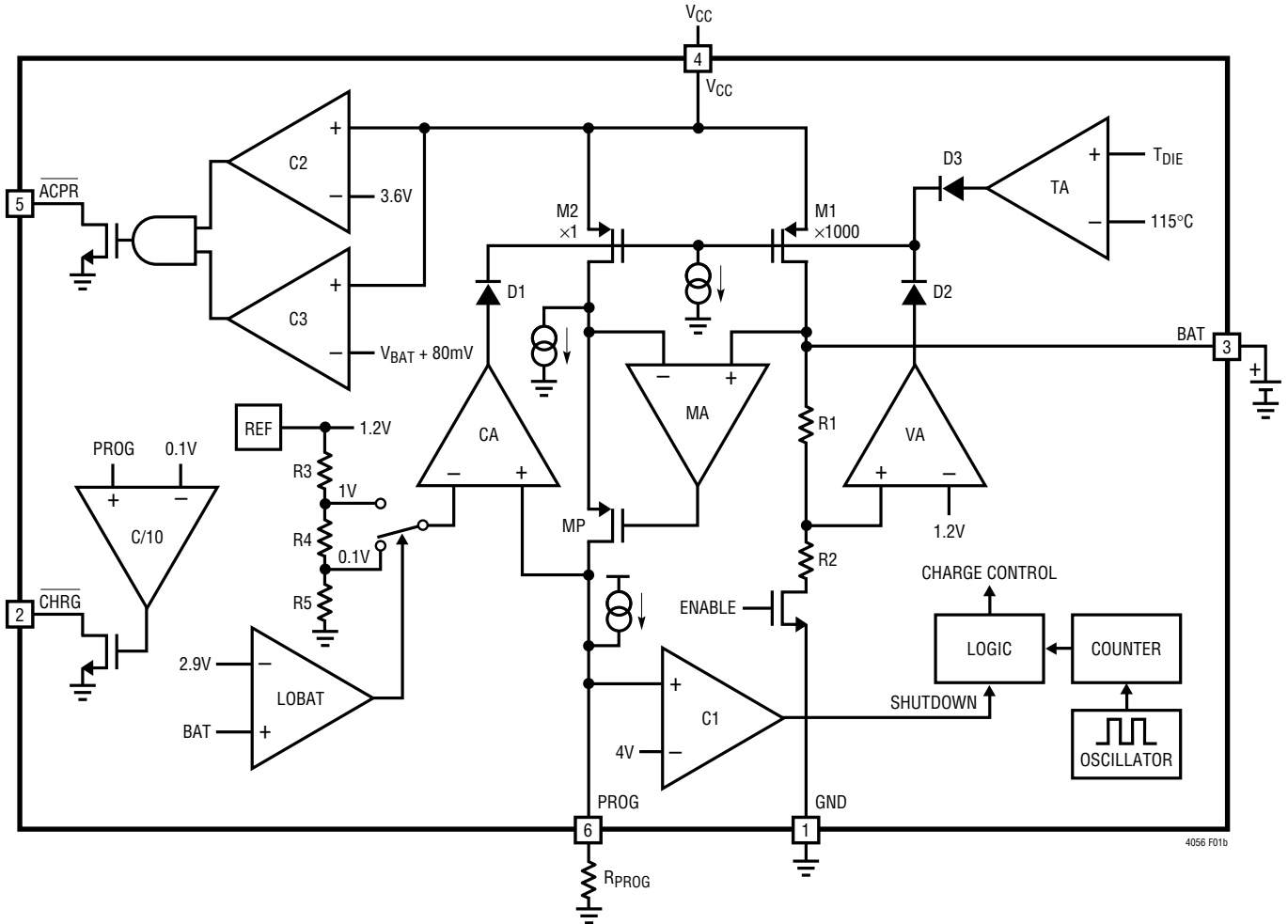


図1b. LTC4065Aのブロック図

動作

LTC4065は主に1セル・リチウムイオン・バッテリーの充電用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、定電流/定電圧充電アルゴリズムを使い、電流をプログラムすることができます。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。CHRGオープン・ドレイン状態出力はC/10に達したかどうかを表示します。ブロッキング・ダイオードと外付けのセンス抵抗は不要なので、基本的なチャージャ回路には2つの外付け部品しか必要ありません。ACPRピン(LTC4065A)は入力電圧の状態を、オープン・ドレイン出

力を使ってモニタします。内部の終了タイマと、電圧の低下したバッテリーのトリクル充電による予備充電は、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。さらに、LTC4065はUSB電源で動作可能です。

内部サーマル・リミットにより、ダイ温度が約 115°C の予め設定された値を超そうとすると、プログラムされた充電電流が減少します。この機能により、LTC4065は過度の温度上昇から保護されるので、LTC4065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。

動作

LTC4065のサーマル・リミットの別の利点として、最悪条件ではチャージャが自動的に電流を減らす保証があるので、特定のアプリケーションに対して充電電流を(最悪条件ではなく)標準的周囲温度に従って設定することができます。

V_{CC}ピンの電圧が3.6VとBATピンより約80mV高い電圧を超え、プログラム抵抗がPROGピンからグラウンドに接続されており、さらにENピン(LTC4065のみ)がシャットダウン・スレッシュホールド(標準0.82V)より下に引き下げられているという条件がすべて満たされると、充電タイミング・サイクルが開始されます。

BATピンの電圧が2.9Vより低いと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を超すと、チャージャはセルが満充電に近づいているので、バッテリーを充電しません。それ以外は、チャージャは高速充電定電流モードになります。

BATピンが最終フロート電圧(4.2V)に近づくと、LTC4065は定電圧モードになり、充電電流が減少し始めます。充電電流がフルスケール充電電流の10%に低下すると、内部コンパレータがCHRGピンのNチャンネルMOSFETをオフし、CHRGピンは高インピーダンス状態になります。

内部タイマにより総充電時間t_{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、CHRGピンは高インピーダンス状態になります。充電サイクルを再度開始するには、入力電圧を取り去ってから再度印加し、LTC4065の場合はENピンをV_{MS}(標準0.82V)より上に短時間強制し、LTC4065Aの場合はPROGピンを短時間フロートさせてから再度接続します。BATピンの電圧がV_{RECHRG}(標準4.1V)より下に下がると、充電サイクルが自動的に再度開始されます。

入力電圧が与えられていないと、バッテリー流出電流は4μA未満に減少します。ENピンをシャットダウン・スレッシュホールド電圧より上に引き上げることも、LTC4065をシャットダウンすることができます。LTC4065Aをシャットダウン・モードにするには、PROGピンをフロートさせます。こうすると、入力消費電流は20μA未満になり、バッテリーの流出電流は1μA未満になります。

充電電流のプログラミング

充電電流はPROGピンからグラウンドに接続された1個の抵抗を使ってプログラムされます。バッテリー充電電流はPROGピンから流れ出す電流の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されます。

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

BATピンから流れ出す充電電流は、いつでもPROGピンの電圧をモニタし、次式を使って求めることができます。

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

低電圧ロックアウト (UVLO)

内部低電圧ロックアウト回路が入力電圧をモニタし、V_{CC}が3.6Vを超し、少なくともBATピンの電圧より80mV上にくるまで、チャージャを低電圧ロックアウト状態に保ちます。3.6V UVLO回路には約0.6Vのヒステリシスが作り込まれており、自動シャットダウン・スレッシュホールドには約50mVのヒステリシスが作り込まれています。低電圧ロックアウト状態のあいだ、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

LTC4065はENピンをシャットダウン・スレッシュホールド(約0.82V)より上に引き上げるによりディスエーブルすることができます。LTC4065AはPROGピンをフロートさせるによりディスエーブルすることができます。シャットダウン・モードでは、バッテリー流出電流は1μA未満に減少し、電源電流は約20μAに減少します。

タイマと再充電

LTC4065には内部終了タイマが備わっており、低電圧ロックアウト・スレッシュホールドより大きな入力電圧がV_{CC}に印加されるか、または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スレッシュホールドより低いとタイマが始動します。

電源立上げ時、またはシャットダウン状態から抜け出すとき、バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより低いと充電時間が4.5時間に設定されます。電源立上げ時またはシャットダウン状態から抜け出すとき、バッテリー電圧が再充電スレッシュホールドより高いと、バッテリーは満充電またはそれに近い状態なので、タイマは始動せず、充電はおこなわれません。

動作

充電サイクルが終了すると、LTC4065はフィルタ時間が2msのコンパレータを使って連続的にBATピンの電圧をモニタします。平均バッテリー電圧が4.1V(これはバッテリー容量の80%~90%に相当します)より下に下がると、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、またはその近く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ありません。 $\overline{\text{CHRG}}$ 出力は、C/10に達して高インピーダンス状態に移行するまで、再充電サイクルのあいだ強いプルダウン状態になります。

トリクル充電と欠陥バッテリーの検知

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、充電電流がフルスケール電流の10%に減少します。低バッテリー電圧が全充電時間の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、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンの出力は2Hzの周波数で80%のデューティ・サイクルのパルスを出します。バッテリー電圧が何らかの理由で2.9Vを超すと、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)、単に入力電圧を取り去ってから再度印加するか、 $\overline{\text{EN}}$ ピンを短時間シャットダウン・スレッシュホールドよりも上に引き上げるか(LTC4065)、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(LTC4065A)。

CHRG状態出力ピン

充電状態インジケータ・ピンには3つの状態があります。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知」を参照)および高インピーダンスです。プルダウン状態はLTC4065が充電中であることを示します。高インピーダンス状態は充電電流がフルスケール電流の10%に低下したか、またはLTC4065がディスエーブルされていることを示します。様々な条件での $\overline{\text{CHRG}}$ の状態を図2に示します。

電源状態インジケータ(ACPR、LTC4065Aのみ)

電源状態の出力には2つの状態があります。プルダウンと高インピーダンスです。プルダウン状態は V_{CC} が低電

圧ロックアウト・スレッシュホールドを超していることを示します(「低電圧ロックアウト」を参照)。この条件が満たされていないと、 $\overline{\text{ACPR}}$ ピンは高インピーダンスになり、LTC4065Aがバッテリーを充電できないことを示します。

充電電流のソフトスタートとソフトストップ

LTC4065にはソフトスタート回路が備わっており、充電サイクル開始時の突入電流を最小に抑えます。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電流まで約180 μs かけてランプします。これには、電源に対する起動時および充電終了時の過渡電流負荷を最小に抑える効果があります。

定電流/定電圧/定温度

LTC4065/LTC4065Aには固有のアーキテクチャが使われており、定電流、定電圧および定温度の方式でバッテリーを充電します。LTC4065とLTC4065Aの簡略ブロック図をそれぞれ図1aと図1bに示します。示されている3つのアンプ帰還ループにより、定電流(CA)、定電圧(VA)、および定温度(TA)の各モードが制御されます。1対の電流源M1とM2(M1は内部Pチャネル・パワー-MOSFETであることに注意してください)の出力インピーダンスを大きくするために、4番目のアンプ帰還ループ(MA)が使われています。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。

アンプのCAとVAが別々の帰還ループ内で使われ、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、定電流ループ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、対応するループをシステムから実効的に取り去ります。定電流モードでは、CAは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。VAはその反転入力を定電圧モードのとき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はバッテリー電圧が4.2Vに保たれるようにします。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、定電圧モードのあいだ充電電流を示します。

動作

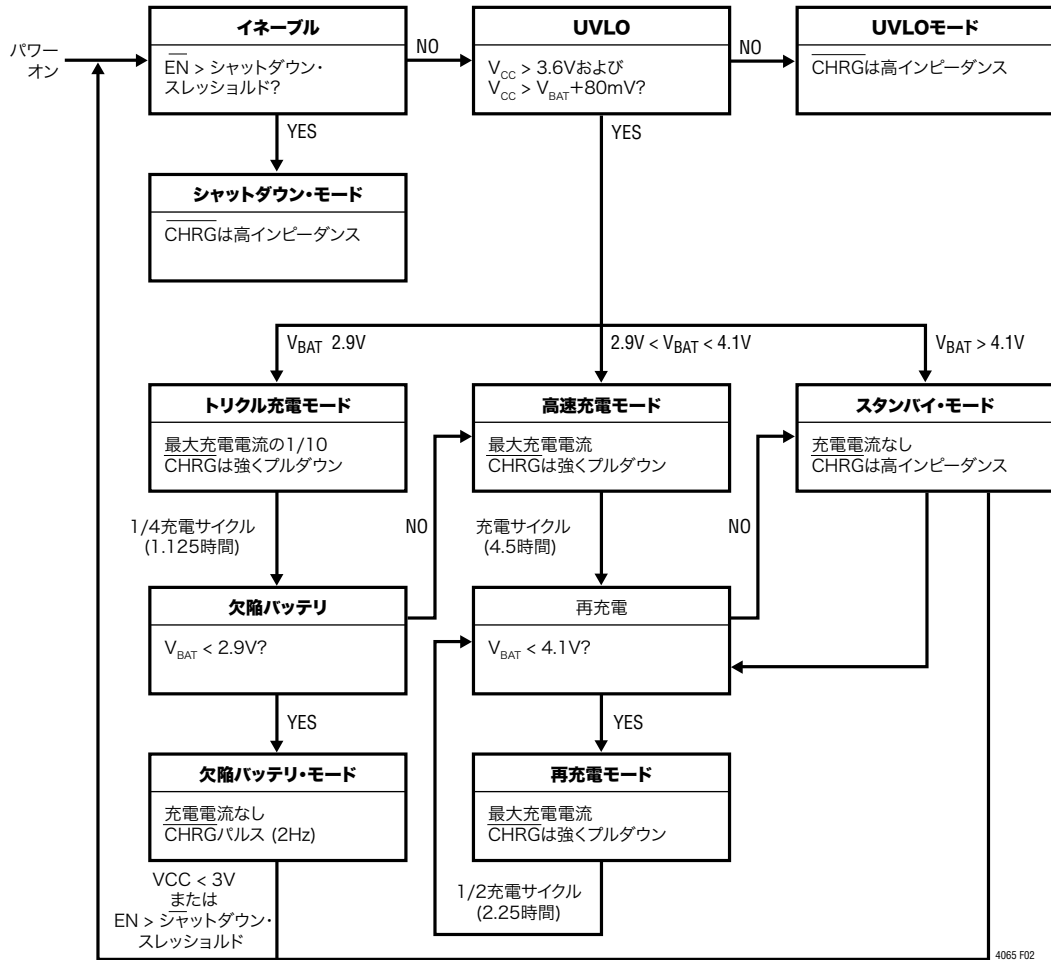


図2. LTC4065の動作の状態図

トランスコンダクタンス・アンプ(TA)は定温度モードのときダイ温度を約115°Cに制限します。ダイオードD3はダイ温度が約115°Cより低いとき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。

標準的動作では、充電サイクルは定電流モードで開始され、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。LTC4065/LTC4065Aの電力消費により接合部温度が115°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°Cに制限します。バッテリー電圧が上昇するにつれ、LTC4065/LTC4065Aは定電流モードに戻るか、あるいは定温度モードから直接定電圧モードに移行します。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。

アプリケーション情報

低電圧充電電流制限(UVCL)

LTC4065/LTC4065Aには低電圧充電(ΔV_{UVCL1})電流制限が備わっており、入力電源がバッテリー電圧の約200mV上に達するまで最大充電電流が流れないようにします。この機能はLTC4065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。

たとえば、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。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、低電圧充電制限が実装されていない限り、UVLOスレッシュホールドが簡単にトリップしてチャージャをオフすることがあります。

LTC4065が通常の状態で作動しており、入力電源電圧が垂下し始める(たとえば、外部負荷が入力電源を引き下げる)状況について検討します。入力電圧が $V_{BAT} + \Delta V_{UVCL1}$ (バッテリー電圧より約220mV上)まで下がると、低電圧充電電流制限がデバイスの V_{CC} 入力とBAT出力のあいだで ΔV_{UVCL1} を維持しようとして充電電流を減らし始めます。入力電源電圧が増加するか、電圧モードにより充電電流がさらに減少するまで、LTC4065は引き続き減少した充電電流で動作します。

電流制限されたACアダプタからの動作

電流制限されたACアダプタを入力電源として使うと、電流制限されていない電源を同じ充電電流で使うのに比べて、LTC4065が電源のリミットより大きな電流にプログラムされている場合、LTC4065の電力消費がかなり少なくなります。

800mAhのリチウムイオン・バッテリーに600mAの充電電流を必要とするアプリケーションの場合について検討します。標準5V(電流制限なし)の入力電源を利用できる場合、デバイス内部のピーク電力消費は1Wを超すことがあります。

同じシナリオだが600mAに電流制限された5V入力電源の場合を次に検討します。この電源の利点を利用するには、600mAを超す電流で充電するようにLTC4065をプログラムする必要があります。デバイスの許容差を考慮してもプログラムされた電流が600mAより上に確実に保たれるように、LTC4065は650mA(つまり、 $R_{PROG} = 1.54k$)に

プログラムされていると仮定します。LTC4065が電源の電流リミットより高い充電電流を要求しますので、電源電圧は(バッテリー電圧+600mA×内部PFETのオン抵抗)まで低下します。LTC4065のパワー・デバイスのオン抵抗は5V電源で約450m Ω です。実際のオン抵抗は、入力電源が5Vより低くなるのでわずかに大きくなります。この充電フェーズのあいだに消費される電力は240mW未満です。これは電流制限されていない電源の電力消費に比べて76%改善されています。

USBとACアダプタ電源

LTC4065/LTC4065Aを使うとUSBポートからの充電が可能ですが、ACアダプタを使ってリチウムイオン・バッテリーを充電することもできます。ACアダプタ入力とUSB電源入力を組み合わせる方法の一例を図3に示します。ACアダプタが接続されているときUSBポートに逆流するのを防ぐためにPチャンネルMOSFET(MP1)が使われており、1kプルダウン抵抗を通してUSBの電力が失われるのを防ぐためにショットキー・ダイオード(D1)が使われています。

一般に、ACアダプタは、500mAに制限されているUSBポートよりもかなり大きな電流を供給することができます。したがって、ACアダプタが接続されているときは、NチャンネルMOSFET(MN1)と追加のプログラム抵抗を使って、充電電流を750mAに増やします。

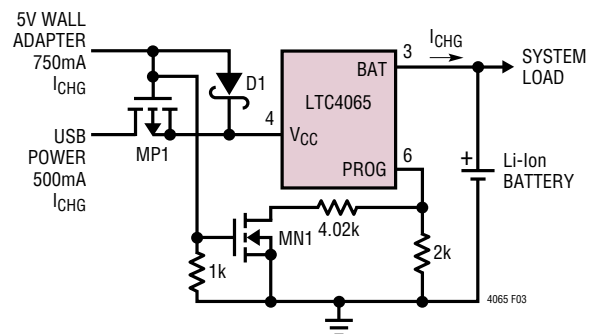


図3. ACアダプタとUSB電源の組合せ

安定性に関する検討事項

LTC4065/LTC4065Aには定電圧と定電流の2つの制御ループが備わっています。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。

アプリケーション情報

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、BATからGNDに少なくとも1μF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4.7μFのバイパス・コンデンサと0.2Ω~1Ωの抵抗を直列に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)は、定電圧ループの位相マージンを下げることがあります。22μFまでのセラミック・コンデンサをバッテリーと並列に使用することができますが、それより大きなセラミック・コンデンサは0.2Ω~1Ωの直列抵抗でデカップリングします。

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。PROGピンの容量によって追加のポールが生じますので、このピンの容量は最小に抑えます。PROGピンに追加の容量がなければ、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、このノードの容量が増えると、最大許容プログラム抵抗が減少します。PROGピンのポール周波数は100kHzより高くします。したがって、PROGピンに容量(C_{PROG})が付加される場合、次式を使ってR_{PROG}の最大抵抗値を計算します。

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

ユーザーは(瞬時バッテリー電流ではなく)平均バッテリー電流に関心があると思われます。たとえば、低電流モードで動作しているスイッチング電源がバッテリーに並列に接続されている場合、瞬時電流パルスよりBATピンから引き出される平均電流に一般には関心があります。このような場合、図4に示されているように、PROGピンに簡単なRCフィルタを使って平均バッテリー電流を測定することができます。

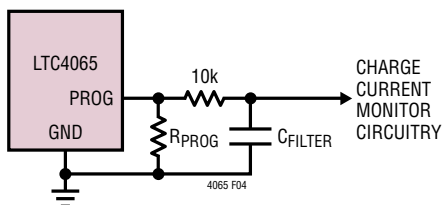


図4. PROGピンの容量性負荷とフィルタ回路の分離

消費電力

LTC4065/LTC4065Aがサーマル・フィードバック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考慮して概算することができます。高充電電流の場合、LTC4065/LTC4065Aの消費電力は次のように概算されます。

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

ここで、P_Dは消費電力、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。LTC4065は自動的に充電電流を減らしてダイ温度を約115°Cに保つので、ワーストケースの電力消費のシナリオを検討する必要はありません。ただし、サーマル・フィードバックがデバイスを保護し始めるおおよその周囲温度は次のように与えられます。

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

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

例:5VのACアダプタで動作しているLTC4065/LTC4065A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。そこを超えるとLTC4065/LTC4065Aが750mAの充電電流を減らし始める周囲温度はおおよそ次のとおりです。

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

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

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

LTC4065/LTC4065Aは70°Cを超す周囲温度で使用できませんが、充電電流は750mAから減少します。特定の周囲温度での充電電流は次のように概算できます。

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

周囲温度が73°Cの前の例を使うと、充電電流はおおよそ次のように減少します。

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

アプリケーション情報

さらに、「充電電流のプログラミング」のセクション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。

LTC4065/LTC4065Aのアプリケーションはワーストケースの熱条件に対して設計する必要がないことに留意することが重要です。このデバイスは接合部の温度が約115°Cに達すると電力消費を自動的に減らすからです。

基板レイアウトの検討事項

すべての条件で最大充電電流を供給するには、LTC4065/LTC4065Aのパッケージの裏面の露出パッドを基板のグラウンドに半田付けすることが不可欠です。2500mm²の1オンス両面銅基板に正しく半田付けすると、LTC4065/LTC4065Aの熱抵抗は約60°C/Wになります。パッケージ

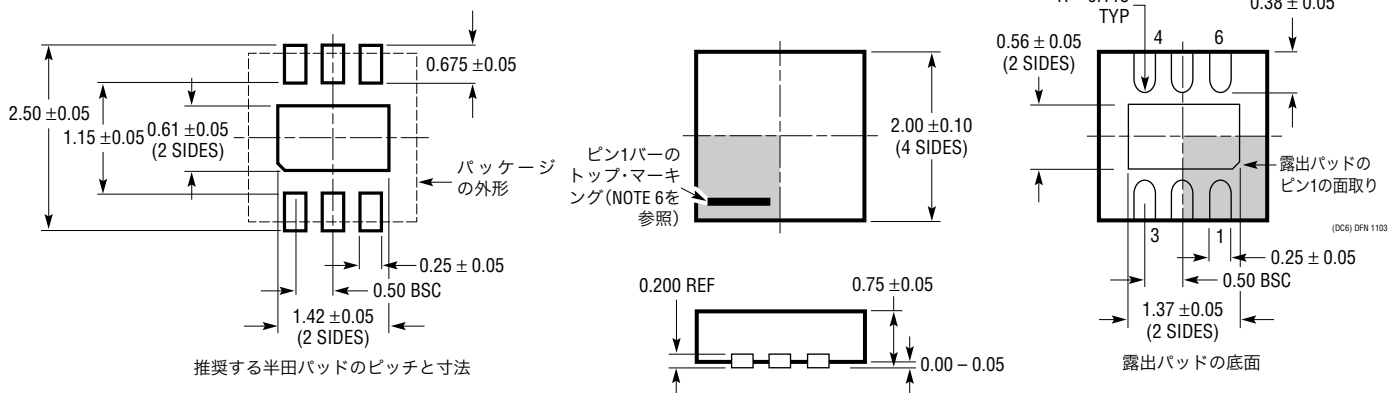
の裏面の露出パッドと銅基板間の熱接触が良くないと、60°C/Wよりはるかに大きな熱抵抗になります。一例として、正しく半田付けされたLTC4065/LTC4065Aは、室温で5V電源から750mAを越す電流をバッテリーに供給することができます。裏面の熱接続がなされていないと、この値が500mAより小さくなることがあります。

V_{CC}バイパス・コンデンサ

多くの種類のコンデンサを入力バイパス用に使えますが、多層セラミック・コンデンサを使うときは注意が必要です。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通電中の電源に接続する場合など)起動条件によっては高電圧の過渡現象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。

パッケージ寸法

DCパッケージ
6ピン・プラスチックDFN (2mm×2mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1703)



NOTE:

1. 図はJEDECパッケージ・アウトラインM0-229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. 網掛けの部分はパッケージのトップとボトムのピン1の位置の参考に過ぎない

LTC4065/LTC4065A

関連製品

製品番号	説明	注釈
バッテリー・チャージャ		
LTC1734	ThinSOT™のリチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ	簡単なThinSOTチャージャ、ブロッキング・ダイオードもセンス抵抗も不要
LTC1734L	ThinSOTのリチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ	LTC1734の低電流バージョン; $50\text{mA} \leq I_{\text{CHRG}} \leq 180\text{mA}$
LTC4002	スイッチ・モードのリチウムイオン・バッテリー・チャージャ	スタンドアローン、 $4.7\text{V} \leq V_{\text{IN}} \leq 24\text{V}$ 、周波数: 500kHz、充電終了: 3時間
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チャージャ検知、およびプログラム可能なタイマを搭載、入力パワーグッド表示、サーミスタ・インタフェース
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・ダイオードも外部パワーFETも不要、 $\leq 1.5\text{A}$ 充電電流
LTC4053	USB互換のモノリシック・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	プログラム可能なタイマ付きスタンドアローン・チャージャ、充電電流: 最大1.25A
LTC4054	内蔵パス・トランジスタ付きスタンドアローン・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)	サーマル・レギュレーションによる過熱保護、C/10終了機能、C/10インジケータ、最大800mAの充電電流
LTC4057	リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ	最大800mAの充電電流、サーマル・レギュレーション、ThinSOTパッケージ
LTC4058	スタンドアローンの950mAリチウムイオン・チャージャ(DFNパッケージ)	C/10充電終了機能、バッテリーのケルビン検出、 $\pm 7\%$ の充電精度
LTC4059	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、サーマル・レギュレーション、充電電流モニタ出力
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、サーマル・レギュレーション、充電電流モニタ出力、ACPR機能
LTC4061	サーミスタ用インタフェース付きスタンドアローン・リチウムイオン・チャージャ	4.2V、 $\pm 0.35\%$ のフロート電圧、充電電流: 最大1A、3mm×3mm DFNパッケージ
LTC4061-4.4	サーミスタ用インタフェース付きスタンドアローン・リチウムイオン・チャージャ	4.4V(最大)、 $\pm 0.35\%$ のフロート電圧、充電電流: 最大1A、3mm×3mm DFNパッケージ
LTC4062	マイクロパワー・コンバータ付きスタンドアローン・リニア・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	4.2V、 $\pm 0.35\%$ のフロート電圧、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
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、負荷分担、OR結合ダイオードの代替
パワー・マネジメント		
LTC3405/LTC3405A	300mA (I_{OUT})、1.5MHz同期式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.7V~6V、 $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 20\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、ThinSOTパッケージ
LTC3406/LTC3406A	600mA (I_{OUT})、1.5MHz同期式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V~5.5V、 $V_{\text{OUT}} = 0.6\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 20\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、ThinSOTパッケージ
LTC3411	1.25A (I_{OUT})、4MHz同期式降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V~5.5V、 $V_{\text{OUT}} = 0.8\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 60\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、MSパッケージ
LTC3440	600mA (I_{OUT})、2MHz同期式昇降圧DC/DCコンバータ	95%の効率、 V_{IN} : 2.5V~5.5V、 $V_{\text{OUT}} = 2.5\text{V}$ 、 $I_{\text{Q}} = 25\mu\text{A}$ 、 $I_{\text{SD}} < 1\mu\text{A}$ 、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結合、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とPowerPathはリニアテクノロジー社の商標です。

4065fa

16

リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6秀和紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp

0905 • PRINTED IN JAPAN

 LINEAR TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2004