

2×2DFN パッケージ、スタンドアロン 250mA リチウムイオン・バッテリー・チャージャ

特長

- 5%精度でプログラム可能な充電電流:最大 250mA
- 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
- 外付けの MOSFET、検出抵抗、阻止ダイオードが不要
- 0.6% 精度のプリセット・フロート電圧:
4.2V (LTC4065L/LTC4065LX の場合)
4.1V (LTC4065L-4.1 の場合)
- 熱帰還を備えた定電流/定電圧動作により、過熱の恐れなく充電率を最大限まで向上
- ガス計量用充電電流モニタ出力
- 自動再充電
- 単体のリチウムイオン・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電源電流: 20μA
- 細流充電なしで使用可能 (LTC4065LX)
- 小型の (2mm×2mm) 6ピン DFN パッケージ

アプリケーション

- リチウムイオン・コイン電池の充電器
- 携帯用 MP3 プレーヤ、無線ヘッドセット
- Bluetooth アプリケーション
- 多機能腕時計

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。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。6522118、6700364 を含む米国特許によって保護されています。

概要

LTC®4065L は、1セル・リチウムイオン・バッテリー向けの完全な定電流/定電圧リニア・チャージャです。LTC4065L は小型で、低い充電電流を正確に安定化できるので、低容量で再充電可能なリチウムイオン・セルを使用する携帯アプリケーションに特に適しています。また、LTC4065L は USB 電源仕様の範囲内で動作するように特別に設計されています。

CHRG ピンは、充電電流が設定値の 10 分の 1 まで減少したこと (C/10) を知らせます。バッテリー・メーカの仕様に従って、内部タイマが充電を終了します。

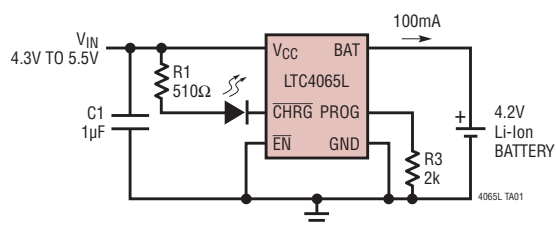
LTC4065L-4.1 の特長は、定電圧のフロート電圧 (4.1V) です。標準の LTC4065L の 4.1V 版であるこのデバイスは、バックアップ用アプリケーションや周囲温度が高いアプリケーション向けです。これらの条件では、フロート電圧が低いと、バッテリー寿命の全期間にわたって容量の保持率が高まるという利点が得られますが、その代償として初期電池容量が減少します。フロート電圧が低いと、プリズム電池やポリマー電池での膨張も最小限に抑えられます。

入力電源 (AC アダプタまたは USB 電源) を取り外すと、LTC4065L は自動的に低電流状態になり、バッテリー流出電流は 1μA 未満に低下します。LTC4065L は、電力供給状態でシャットダウン・モードに入ることが可能で、電源電流を 20μA 未満に低減します。

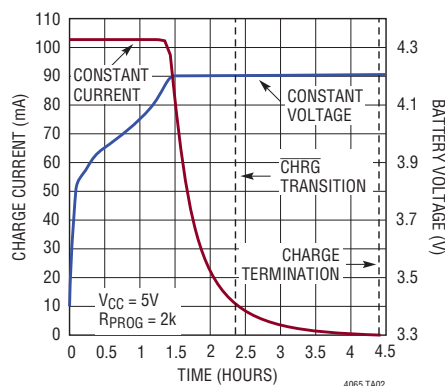
多機能の LTC4065L は、自動再充電、低電圧バッテリー充電調整 (細流充電)、(突入電流を制限するための) ソフトスタートなどの機能も搭載しています。

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 (180mAh のバッテリー)
LTC4065L および LTC4065LX



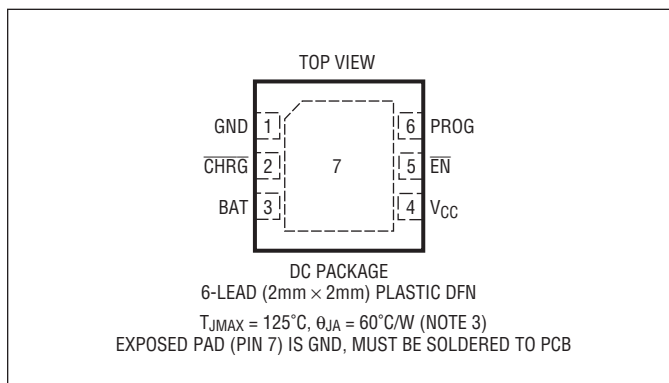
4065lfb

LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

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	$-0.3\text{V} \sim 6\text{V}$
$\overline{\text{EN}}$ 、PROG	$-0.3\text{V} \sim V_{CC} + 0.3\text{V}$
BAT 短絡期間	連続
BAT ピン電流	275mA
PROG ピン電流	1.342mA
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	$-65^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$

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
LTC4065LEDC#PBF	LTC4065LEDC#TRPBF	LCBD	6-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC4065LXEDC#PBF	LTC4065LXEDC#TRPBF	LCKS	6-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC4065LEDC-4.1#PBF	LTC4065LEDC-4.1#TRPBF	LGGN	6-Lead (2mm × 2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C

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。

鉛フリー仕様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/tapeandree/> をご覧ください。

LTC4065 のオプション

製品番号	フロート電圧	充電電流範囲	ピン5がENかACPRか	細流充電の有無
LTC4065	4.2V	40mA ~ 750mA	$\overline{\text{EN}}$	あり
LTC4065A	4.2V	40mA ~ 750mA	$\overline{\text{ACPR}}$	あり
LTC4065-4.4	4.4V	40mA ~ 750mA	$\overline{\text{EN}}$	あり
LTC4065L	4.2V	8mA ~ 250mA	$\overline{\text{EN}}$	あり
LTC4065LX	4.2V	8mA ~ 250mA	$\overline{\text{EN}}$	なし
LTC4065L-4.1	4.1V	8mA ~ 250mA	$\overline{\text{EN}}$	あり

LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

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、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{BAT} = 3.8\text{V}$ 、 $V_{EN} = 0\text{V}$ 。(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	$V_{EN} = 5\text{V}$	●		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	$I_{BAT} = 2\text{mA}$		4.175	4.2	4.225	V
		$I_{BAT} = 2\text{mA}$, $0^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$		4.158	4.2	4.242	V
		$I_{BAT} = 2\text{mA}$ (LTC4065L-4.1)		4.075	4.1	4.125	V
		$I_{BAT} = 2\text{mA}$, $0^\circ\text{C} < T_A < 85^\circ\text{C}$ (LTC4065L-4.1)		4.058	4.1	4.142	V
I_{BAT}	BAT Pin Current	$R_{PROG} = 13.3\text{k}$ (0.1%), Current Mode	●	13.5	15.5	17.5	mA
		$R_{PROG} = 1.33\text{k}$ (0.1%), Current Mode	●	148	155	162	mA
I_{BMS}	Battery Drain Current in Shutdown Mode	$V_{EN} = V_{CC}$	●	-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	●	3.4	3.6	3.8	V
		V_{CC} Falling	●	2.8	3.0	3.2	V
V_{PROG}	PROG Pin Voltage	$R_{PROG} = 1.33\text{k}$, $I_{PROG} = 0.75\text{mA}$	●	0.98	1	1.02	V
		$R_{PROG} = 13.3\text{k}$, $I_{PROG} = 75\mu\text{A}$	●	0.98	1	1.02	V
V_{ASD}	Automatic Shutdown Threshold Voltage	$(V_{CC} - V_{BAT})$, V_{CC} Low to High		60	80	100	mV
		$(V_{CC} - V_{BAT})$, V_{CC} High to Low		15	30	45	mV
V_{MSH}	Manual Shutdown High Voltage	V_{EN} Rising				1	V
V_{MSL}	Manual Shutdown Low Voltage	V_{EN} Falling		0.6			V
R_{EN}	EN Pin Input Resistance		●	0.9	1.5	3.3	$\text{M}\Omega$
t_{SS}	Soft-Start Time				170		μs
I_{TRKL}	Trickle Charge Current	$V_{BAT} = 2\text{V}$, $R_{PROG} = 1.33\text{k}$ (0.1%) (Note 7)		13	15.5	18	mA
V_{TRKL}	Trickle Charge Threshold Voltage	V_{BAT} Rising (Note 7)	●	2.7	2.9	3.05	V
V_{TRHYS}	Trickle Charge Hysteresis Voltage	(Note 7)			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} ΔV_{UVCL2}	$(V_{CC} - V_{BAT})$ Undervoltage Current Limit	$I_{BAT} = 90\%$, $R_{PROG} = 2\text{k}$, Programmed Charge Current		150	190	300	mV
		$I_{BAT} = 10\%$, $R_{PROG} = 2\text{k}$, Programmed Charge Current		80	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_{CHRG}	CHRG Pin Output Low Voltage	$I_{CHRG} = 5\text{mA}$	●		60	105	mV

LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

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

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
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	$R_{PROG} = 1.33\text{k}$ (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)	$I_{BAT} = 150\text{mA}$			1.5		Ω
f_{BADBAT}	Defective Battery Detection $\overline{\text{CHRG}}$ Pulse Frequency				2		Hz
D_{BADBAT}	Defective Battery Detection $\overline{\text{CHRG}}$ Pulse Frequency Duty Ratio				75		%

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: LTC4065Lは、 T_J が T_A にほぼ等しくなるパルス負荷条件でテストされる。LTC4065Lは $0^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 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: LTC4065Lは、 3.75V の入力電圧でも正常に動作するが、フル充電電流を供給するには、 ΔV_{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。

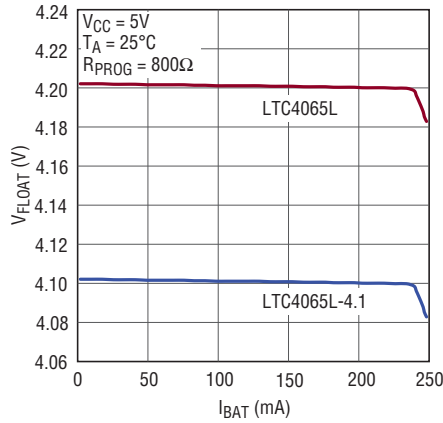
Note 5: $I_{C/10}$ は、規定されているPROG抵抗を使用して測定されたフル充電電流に対する割合として表される。

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°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。

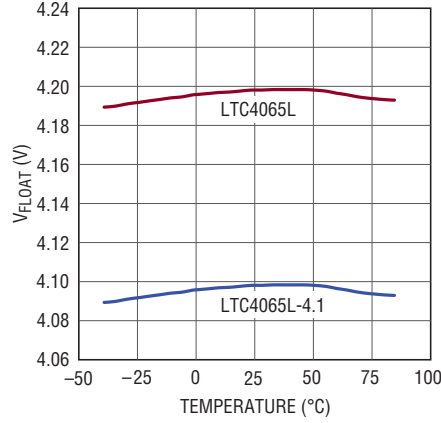
Note 7: このパラメータは、LTC4065LXでは使用できない。

標準的性能特性

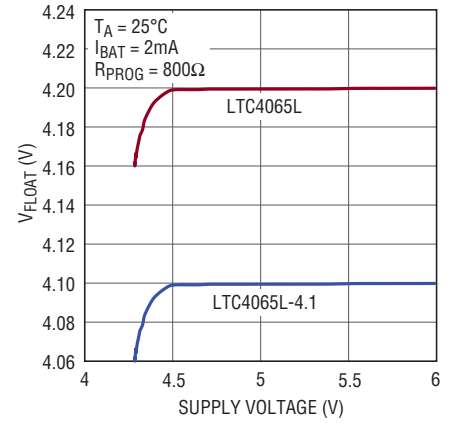
バッテリー・レギュレーション
(フロート) 電圧とバッテリー充電電流



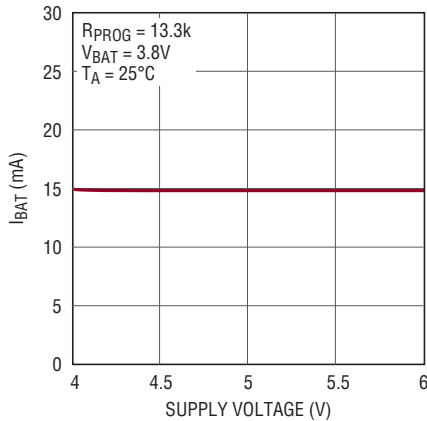
バッテリー・レギュレーション
(フロート) 電圧と温度



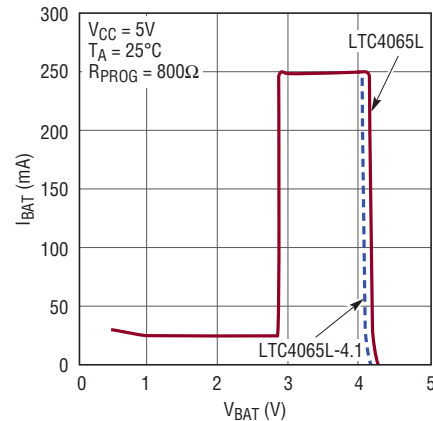
バッテリー・レギュレーション
(フロート) 電圧と電源電圧



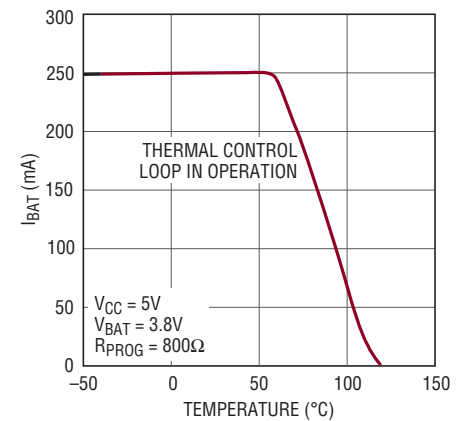
充電電流と電源電圧
(定電流モード)



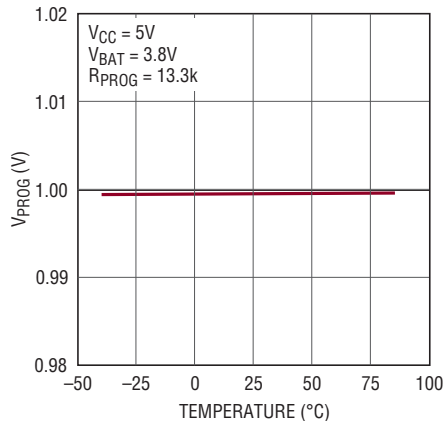
充電電流とバッテリー電圧



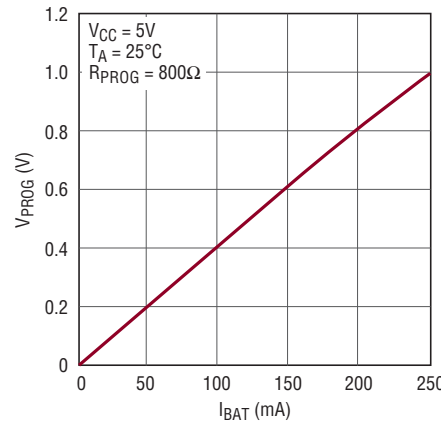
温度レギュレーション時の
充電電流と温度 (定電流モード)



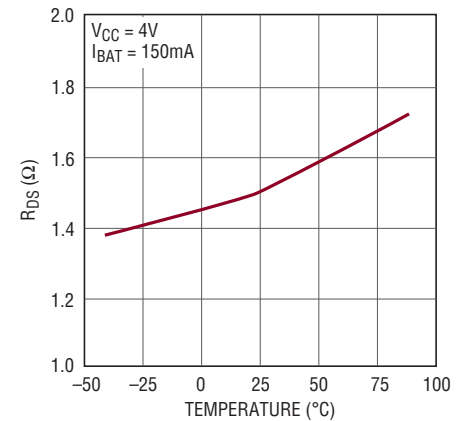
PROG ピンの電圧と温度
(定電流モード)



PROG ピンの電圧と充電電流



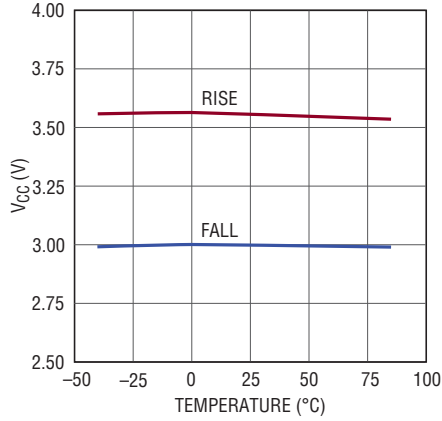
パワー FET オン抵抗と温度



LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

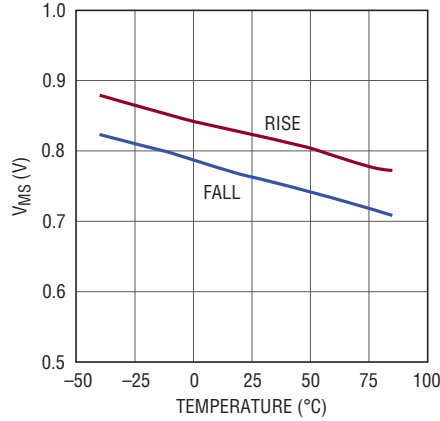
標準的性能特性

低電圧ロックアウトしきい値電圧と温度



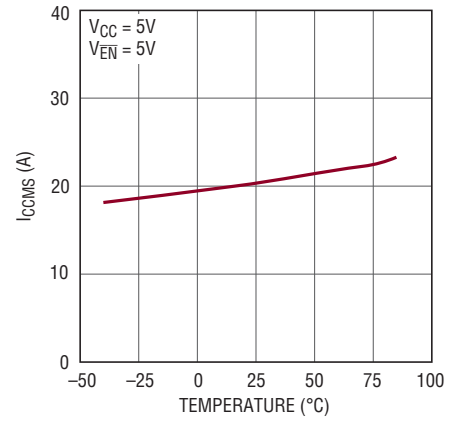
4065L G10

マニュアル・シャットダウンしきい値の電圧と温度



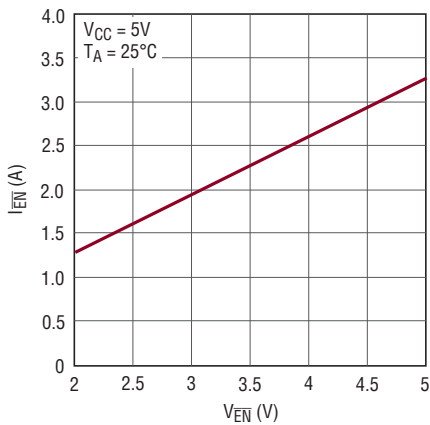
4065L G11

マニュアル・シャットダウンの電源電流と温度



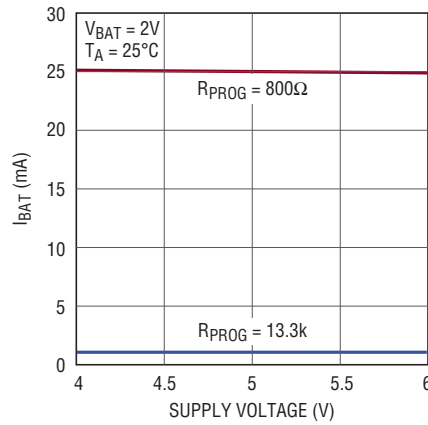
4065L G12

ENピンの電流



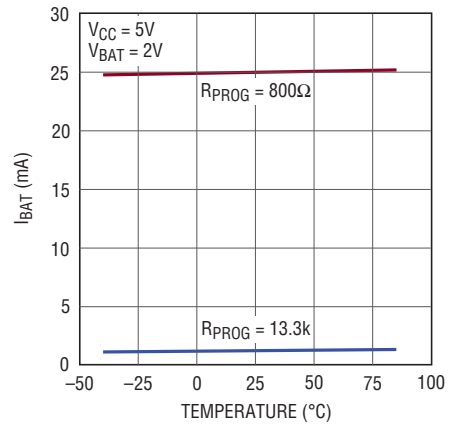
4065L G13

細流充電電流と電源電圧
(4065Lと4065L-4.1)



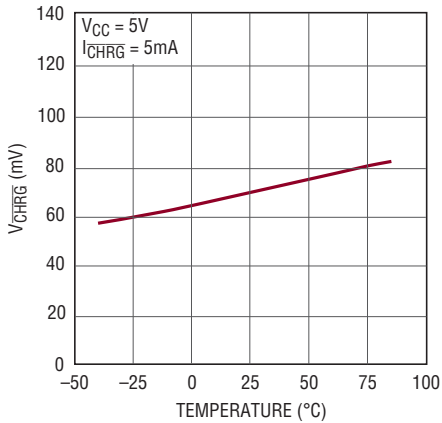
4065L G14

細流充電電流と温度
(4065Lと4065L-4.1)



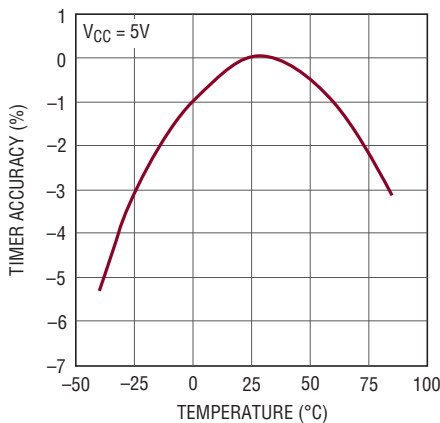
4065L G15

CHRGピンの出力“L”の電圧と温度



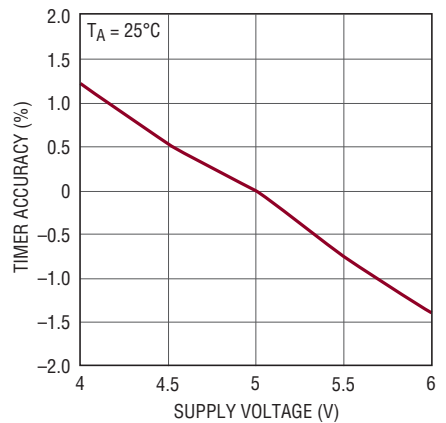
4065L G16

タイマの精度と温度



4065L G18

タイマの精度と電源電圧



4065L G19

4065Ifb

ピン機能

GND (ピン1、露出パッドのピン7) : グランド。電氣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。

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・インターフェースまたは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%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。

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調節します (LTC4065L/LTC4065LXでは4.2V、LTC4065L-4.1では4.1V)。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。

ります。VCCがBATピンの電圧の上下32mV以内にあるとき、LTC4065Lはシャットダウン・モードに入り、IBATは約1μAに減少します。

EN (ピン5) : イネーブル入力ピン。このピンを、マニュアル・シャットダウンしきい値 (VMSは標準0.82V) より上に引き上げると、LTC4065L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、LTC4065L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。デフォルトのステートはイネーブルですが、このピンを使用しない場合はGNDに接続します。

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 (RPROG) 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。

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \cdot 205$$

PROGピンをフロートさせると、充電電流がゼロに設定されます。

LTC4065L/
LTC4065LX/LTC4065L-4.1

簡略ブロック図

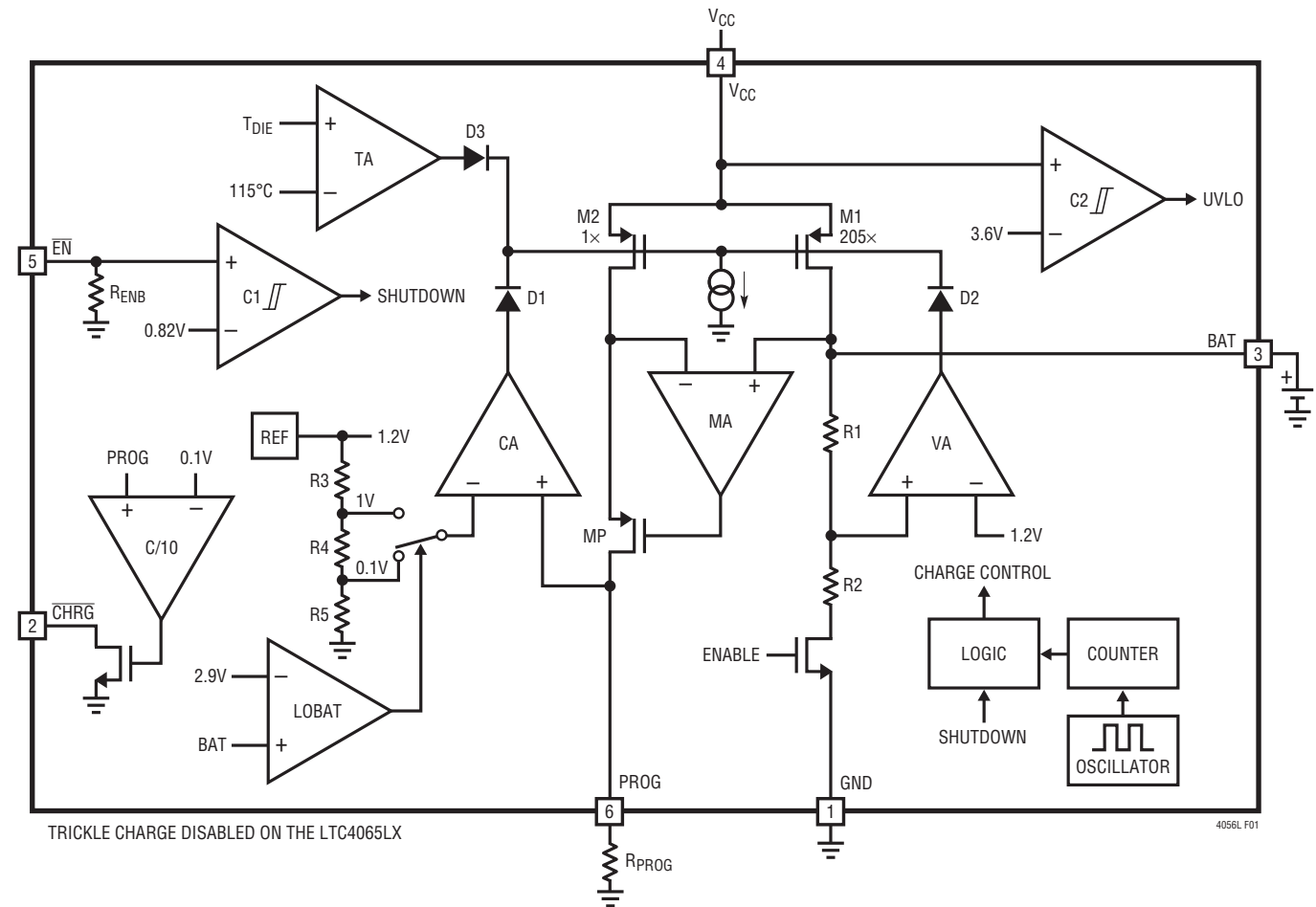


図1.LTC4065Lのブロック図

動作

LTC4065L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250mAまでプログラム可能で、最終フロート電圧精度は±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。内部の終了タイマと細流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(注:LTC4065LXには、細流充電機能はありません)。また、LTC4065L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°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。LTC4065L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LTC4065L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。LTC4065L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)標準の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、 $\overline{\text{EN}}$ ピンがシャットダウンしきい値(標準0.82V)より下に引き下げられているという条件が満たされると、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、チャージャは細流充電モードになり、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(注:LTC4065LXには、細流充電機能はありません)。BATピンの電圧が4.1V(LTC4065L/LTC4065LXの場合)または4.0V(LTC4065L-4.1)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(LTC4065L/LTC4065LXでは4.2V、LTC4065L-4.1では4.1V)に近づくと、LTC4065L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%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_{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。充電サイクルを再開するには、入力電圧を取り去ってから再度印加するか、 $\overline{\text{EN}}$ ピンをV_{MS}(標準0.82V)より高い電圧に短時間強制します。BATピンの電圧がV_{RECHRG}(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。

入力電圧が与えられていない場合、バッテリー流出電流は4μA未満に減少します。 $\overline{\text{EN}}$ ピンをシャットダウンしきい値電圧より上に引き上げることによっても、LTC4065Lをシャットダウンできます。そうすると、入力静止電流は20μA未満になり、バッテリー流出電流は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。バッテリーの充電電流はPROGピンからの電流の205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。

$$R_{\text{PROG}} = 205 \cdot \frac{1V}{I_{\text{BAT}}}, I_{\text{BAT}} = \frac{205V}{R_{\text{PROG}}}$$

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

$$I_{\text{BAT}} = \frac{V_{\text{PROG}}}{R_{\text{PROG}}} \cdot 205$$

LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

動作

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_{CC} 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 4 μ A、最大電源電流は 11 μ A です。

シャットダウン・モード

LTC4065L は、 $\overline{EN}$ ピンをシャットダウンしきい値 (約 0.82V) より上に引き上げることでディセーブルできます。シャットダウン・モードでは、バッテリー流出電流は 1 μ A 未満に、電源電流は約 20 μ A に減少します。

タイマと再充電

LTC4065L 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_{CC} 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。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高い場合、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、LTC4065L 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。平均バッテリー電圧がフロート電圧 (バッテリー容

量の 80% ~ 90% に相当) を 100mV 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。 $\overline{CHRG}$ 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。

細流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、チャージャは細流充電状態になり、充電電流がフルスケール電流の 10% に減少します (注: LTC4065LX は、バッテリー電圧が低い場合もフル充電電流を供給します)。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、 $\overline{CHRG}$ 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)、単に入力電圧を取り去ってから再度印加するか、 $\overline{EN}$ ピンをシャットダウンしきい値よりも上に短時間引き上げます。

$\overline{CHRG}$ 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 (「細流充電と欠陥バッテリーの検出」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、LTC4065L 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、LTC4065L 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 $\overline{CHRG}$ の状態を図 2 に示します。

動作

充電電流のソフトスタートとソフトストップ

LTC4065L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 μ 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っ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

LTC4065L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。LTC4065L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205倍大きくなります。

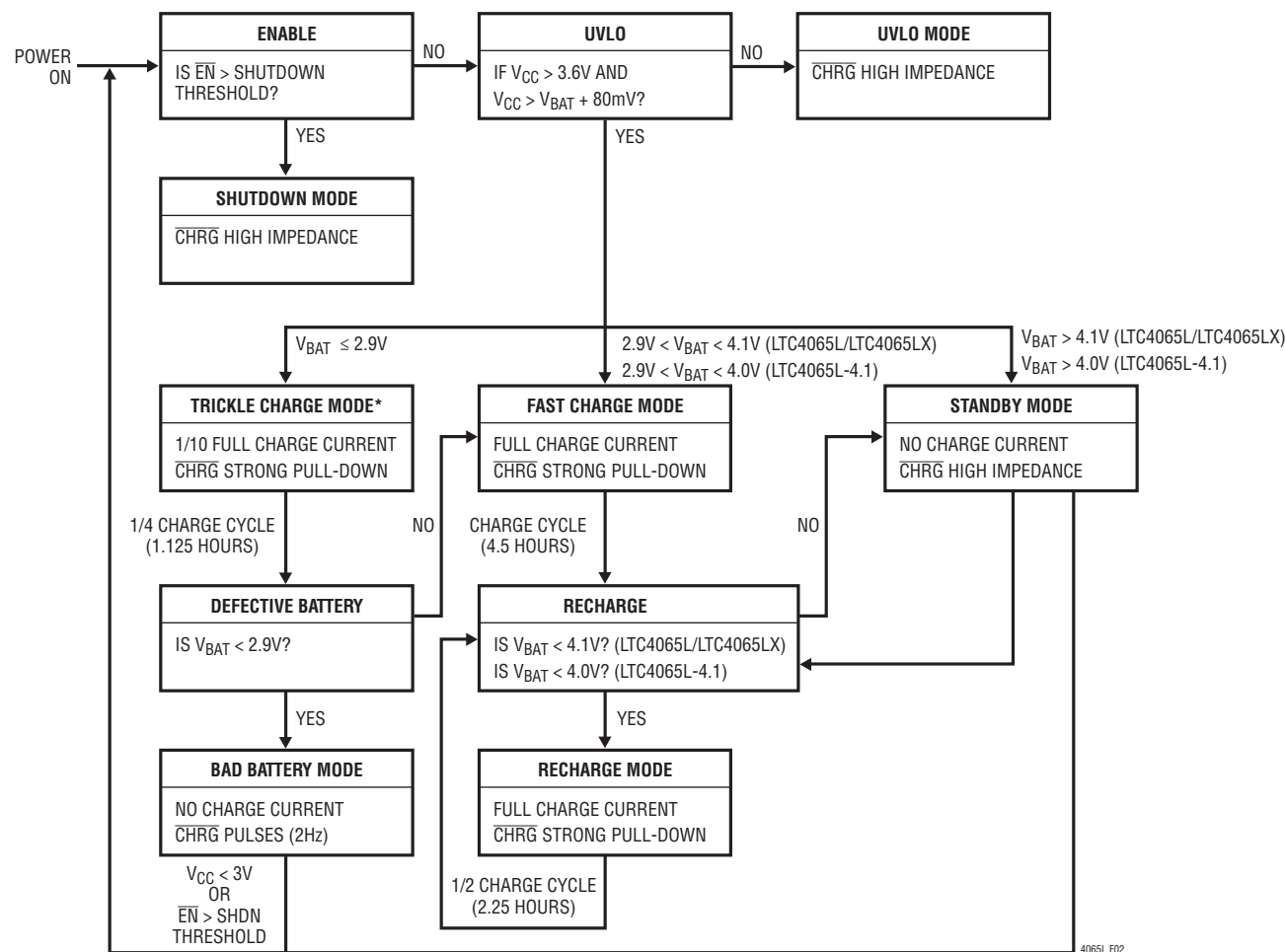
アンプCAとVAは、別々の帰還ループで使用され、それぞれ定電流モードまたは定電圧モードにチャージャを強制します。ダイオードD1とD2は、定電流または定電圧ループのうち、

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がその反転入力を入力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 (LTC4065L/LTC4065LXの場合)または4.1V (LTC4065L-4.1)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。

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 $205V/R_{PROG}$ に等しくなります。LTC4065Lの電力損失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と、LTC4065L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。

動作



*LTC4065L and LTC4065L-4.1 ONLY; LTC4065LX HAS FULL CHARGE CURRENT.

図2.LTC4065Lの動作の状態図

アプリケーション情報

低電圧充電電流制限 (UVCL)

LTC4065Lは、低電圧充電(ΔV_{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200mV上に達するまでフル充電電流が流れなくなっています。この機能は、LTC4065L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。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。

LTC4065L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(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 ΔV_{UVCL1} を維持しようとして、充電電流を減らし始めます。入力電源電圧が上昇するか、電圧モードによって充電電流がさらに減少するまで、LTC4065Lは減少した充電電流で動作を続けます。

USBとコンセント電源アダプタ

LTC4065Lでは、USBポートからの充電が可能です。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3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 Ω 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。

安定性に関する検討事項

LTC4065L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、BATからGNDに少なくとも1 μ 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 μ Fコンデンサと0.2 $\Omega \sim 1\Omega$ 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 μ 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 $\Omega \sim 1\Omega$ 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。

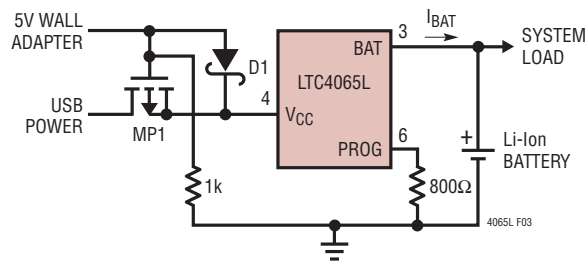


図3. コンセント・アダプタとUSBパワーの組み合わせ

アプリケーション情報

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より高い関心事です。このような場合、図4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10kΩの抵抗を付加して安定性を確保しています。

電力損失

充電電流が小さいため、サーマル・フィードバックによってLTC4065Lの充電電流が減少することはあまりありません。それでも、LTC4065Lの電力損失は、次のように概算できます。

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

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。LTC4065Lは充電電流を自動的に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サーマル・フィードバックが開始される周囲温度は次式のように概算されます。

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

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

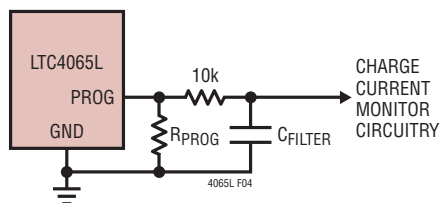


図4.PROGピンでの容量性負荷の分離とフィルタリング

アプリケーション情報

例：5.5Vのコンセント・アダプタによって動作しているLTC4065Lが3Vのリチウムイオン・バッテリーに250mAを供給している場合を考えます。そこを超えるとLTC4065Lが250mA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。

$$T_A = 115^{\circ}\text{C} - (5.5\text{V} - 3\text{V}) \cdot (250\text{mA}) \cdot 60^{\circ}\text{C/W}$$

$$T_A = 115^{\circ}\text{C} - 0.625\text{W} \cdot 60^{\circ}\text{C/W} = 115^{\circ}\text{C} - 37.5^{\circ}\text{C}$$

$$T_A = 77.5^{\circ}\text{C}$$

このような高い周囲温度での充電は、バッテリー・メーカーに推奨されていません。

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。

LTC4065L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、LTC4065Lのパッケージの裏面の露出した金属パッドをPC基板のグランドに半田付けする必要があります。2500mm²の1オンス両面銅基板に正しく半田付けすると、LTC4065L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。

V_{CC} バイパス・コンデンサ

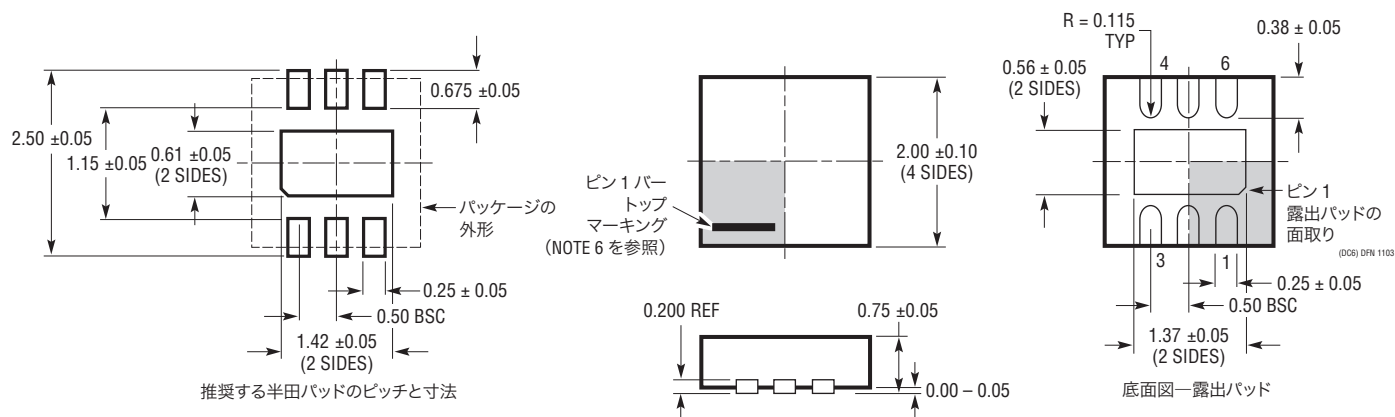
入力バイパスには多くの種類のコンデンサを使用できますが、多層セラミック・コンデンサの使用には注意が必要です。セラミック・コンデンサの種類によっては自己共振特性や高いQ特性により、(チャージャの入力をスイッチの入っている電源に接続する場合など)始動条件によっては高電圧の過渡変動が生じることがあります。詳細については、「アプリケーションノート88」を参照してください。

LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

パッケージ

最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

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 MO-229 のバリエーション (WEED-2) になる予定
2. 図は実寸とは異なる
3. 全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トップとボトムのパイン 1 の位置の参考に過ぎない

改訂履歴 (改訂履歴は Rev B から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
B	05/12	新しい製品番号 LTC4065L-4.1 を追加。 「オプション」の表を追加し、「発注情報」の表を更新。 Note 2 のテスト条件を明確化。 状態図を明確化。	全体 2 4 12

LTC4065L/ LTC4065LX/LTC4065L-4.1

関連製品

製品番号	説明	注釈
バッテリー・チャージャ		
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	ThinSOT パッケージのリチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ	LTC1734 の定電流バージョン、 $50\text{mA} \leq I_{\text{CHRG}} \leq 180\text{mA}$
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ム、入力パワーグッド表示、サーミスタ・インターフェースを搭載
LTC4054	内蔵パス・トランジスタ付きスタンドアロン型 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
LTC4054L	内蔵パス・トランジスタ付きスタンドアロン型 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)	LTC4054 の低電流バージョン、充電電流：最大 150mA
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
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。「A」バージョンには ACPR 機能あり
LTC4061	サーミスタ・インターフェース付きスタンドアロン型 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・インターフェース付きスタンドアロン型 リチウムイオン・チャージャ	フロート電圧：4.4V (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ドアロン型 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	スタンドアロン・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、「A」バージョンには ACPR 機能あり
パワーマネージメント		
LTC3405/LTC3405A	300mA (I_{OUT})、1.5MHz 同期整流式降圧 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 同期整流式降圧 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 同期整流式降圧 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 同期整流式昇降圧 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
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 接続ダイオードの代替
LTC4413	DFN パッケージのデュアル理想ダイオード	2 チャ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 と PowerPath はリニアテクノロジー社の商標です。

4065ffb