

特長

- 広い入力電圧範囲: 9V ~ 32V
(絶対最大定格: 40V)
- プログラム可能な充電電流: 最大 4A
- 充電終了を選択可能: C/10 または 内部終了タイマ
- 動的な充電レート設定 / ソフトスタート
- プログラム可能な入力電流制限
- フロート電圧精度: $\pm 0.5\%$
- 充電電流精度: $\pm 7.5\%$
- C/10 検出精度: $\pm 4\%$
- NTC 抵抗による温度モニタ
- フロート電圧の 97.5% で自動再充電
- フロート電圧の 70% 未満で自動プリコンディショニング
- 自動リセット付きの不良バッテリー検出
- 平均電流モード、同期整流式スイッチャ
- ユーザーがプログラム可能な周波数
- 高さの低い (0.75mm) 5mm x 6mm 36ピン QFN パッケージ

アプリケーション

- 産業用ハンドヘルド計測器
- 12V ~ 24V の車載機器および重機
- デスクトップ据置型チャージャ
- ノートブック・コンピュータ

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。

概要

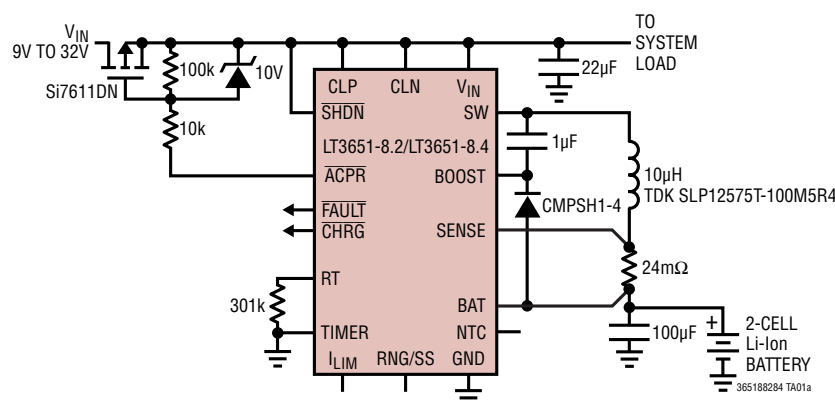
LT[®]3651-8.2/LT3651-8.4は、9V ~ 32Vの入力電圧範囲で動作する2セル、4Aのリチウムイオン/ポリマー・バッテリー・チャージャです。高効率のモノリシック平均電流モード同期整流式スイッチング・レギュレータが定電流/定電圧充電を行い、最大充電電流が設定可能です。バッテリーが挿入されるか、あるいはバッテリー電圧がフロート電圧から2.5%低下すると、充電サイクルが開始されます。充電終了方式は充電電流または内部安全タイマのタイムアウトのいずれかを選択可能です。充電電流が設定された最大電流の10分の1 (C/10)まで減少すると、充電が終了します。タイマによる充電終了は通常は3時間に設定されていますが、ユーザーが設定することも可能です (タイムアウトまではC/10を下回っても充電を継続します)。充電が終了すると、LT3651-8.2/LT3651-8.4は電源電流が85 μ Aに低下してスタンバイ・モードになります。

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、いくつかの安全機能を備えています。放電したバッテリーは、小さなトリクル充電電流で前調整され、バッテリーが応答しない場合は、信号を出します。また、サーミスタがバッテリー温度をモニタし、バッテリー温度が範囲を外れると、充電が停止されます。ダイ温度が高くなりすぎると、充電電流が低減されます。また、一定の入力電流を維持して過度の入力負荷を防ぐ場合も、充電電流が低減されます。

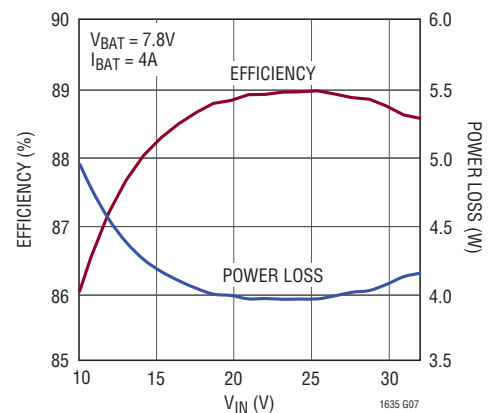
LT3651-8.2/LT3651-8.4は、5mm x 6mmの36ピンQFNパッケージで供給されます。

標準的応用例

9V ~ 32V 2セル4Aチャージャ



効率、電力損失と VIN



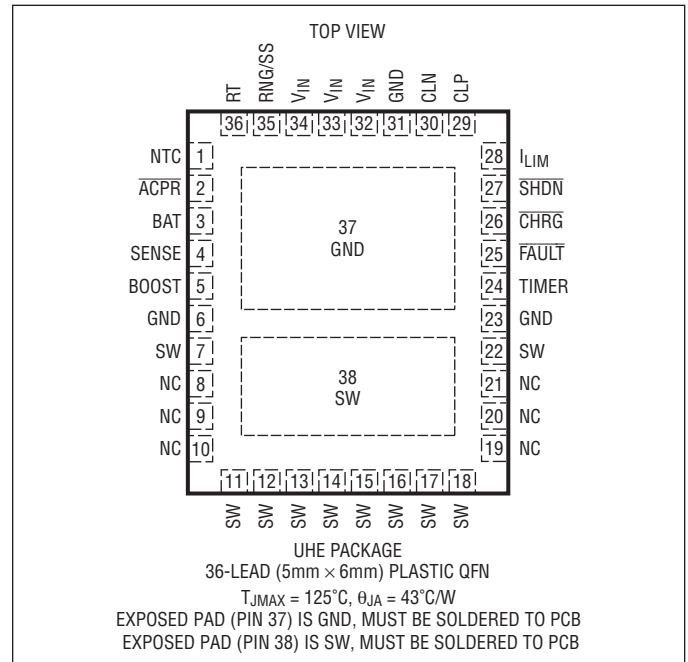
LT3651-8.2/LT3651-8.4

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN}	40V
CLN、CLP、SHDN、CHRG、 FAULT、ACPR	$V_{IN} + 0.5V$: 最大 40V
CLP – CLN	$\pm 0.5V$
SW	40V
SW – V_{IN}	4.5V
BOOST	SW + 10V: 最大 50V
SENSE、BAT	10V
SENSE-BAT	-0.5V ~ 0.5V
TIMER、RNG/SS、 I_{LIM} 、NTC、RT	2.5V
動作接合部温度範囲 (Note 2、3)	-40°C ~ 125°C
保存温度範囲	-65°C ~ 150°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
LT3651EUHE-8.2#PBF	LT3651EUHE-8.2#TRPBF	365182	36-Lead (5mm x 6mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3651IUHE-8.2#PBF	LT3651IUHE-8.2#TRPBF	365182	36-Lead (5mm x 6mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3651EUHE-8.4#PBF	LT3651EUHE-8.4#TRPBF	365184	36-Lead (5mm x 6mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C
LT3651IUHE-8.4#PBF	LT3651IUHE-8.4#TRPBF	365184	36-Lead (5mm x 6mm) Plastic QFN	-40°C to 125°C

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

電気的特性 ●は全動作接合部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 (Note 2)。 $V_{IN} = 20\text{V}$ 、 $\overline{\text{SHDN}} = 2\text{V}$ 、 $\text{SENSE} = \text{BAT} = V_{\text{BAT(FLT)}}$ 、 $C_{\text{TIMER}} = 0.68\mu\text{F}$ 、 $R_T = 50\text{k}$ 、 $\text{CLP} = \text{CLN} = V_{IN}$ 、 $\text{BOOST} - \text{SW} = 4\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{IN} Operating Range		●	9.0		32	V
V_{IN} OVLO Threshold	V_{IN} Rising		32	35	40	V
V_{IN} OVLO Hysteresis				1.1		V
V_{IN} UVLO Threshold	V_{IN} Rising	●		8.7	9.0	V
V_{IN} UVLO Hysteresis				0.2		V
Battery Float Voltage, $V_{\text{BAT(FLT)}}$	LT3651-8.2	●	8.16	8.2	8.24	V
			8.12		8.28	V
	LT3651-8.4	●	8.36	8.4	8.44	V
			8.32		8.48	V
Battery Recharge Voltage Hysteresis	Threshold Voltage Relative to $V_{\text{BAT(FLT)}}$			-200		mV
Battery Precondition Threshold Voltage, $V_{\text{BAT(PRE)}}$	LT3651-8.2, V_{BAT} Rising			5.65		V
	LT3651-8.4, V_{BAT} Rising			5.80		V
Battery Precondition Threshold Hysteresis	Threshold Voltage Relative to $V_{\text{BAT(PRE)}}$			90		mV
Operating V_{IN} Supply Current	CC/CV Mode, Top Switch On, $I_{\text{SW}} = 0$			8.6		mA
	Standby Mode			80		μA
	Shutdown ($\overline{\text{SHDN}} = 0$)			17		μA
Top Switch On Voltage	$V_{IN} - V_{\text{SW}}$, $I_{\text{SW}} = 4\text{A}$			480		mV
Bottom Switch On Voltage	V_{SW} , $I_{\text{SW}} = 4\text{A}$			-140		mV
BOOST Supply Current	Switch High, $I_{\text{SW}} = 0$, $2.5\text{V} < (V_{\text{BOOST}} - V_{\text{SW}}) < 8.5\text{V}$			40		mA
BOOST Switch Drive	$I_{\text{BOOST}}/I_{\text{SW}}$, $I_{\text{SW}} = 4\text{A}$			25		mA/A
Precondition Current Sense Voltage	$V_{\text{SENSE}} - V_{\text{BAT}}$, $V_{\text{BAT}} = 5.0\text{V}$			14		mV
Input Current Limit Voltage	$V_{\text{CLP}} - V_{\text{CLN}}$, I_{LIM} Open	●	70	95	115	mV
CLP Input Bias Current				120		nA
CLN Input Bias Current				36		μA
I_{LIM} Bias Current		●	43	50	57	μA
System Current Limit Programming Gain	$V_{\text{LIM}}/(V_{\text{CLP}} - V_{\text{CLN}})$, $V_{\text{LIM}} = 0.5\text{V}$			11.5		V/V
Maximum Charge Current Sense Voltage	$V_{\text{SENSE}} - V_{\text{BAT}}$, $V_{\text{BAT}} = 7.5\text{V}$, $V_{\text{RNG/SS}} > 1.1\text{V}$	●	88	95	103	mV
C/10 Trigger Sense Voltage	$V_{\text{SENSE}} - V_{\text{BAT}}$	●	4.5	8.6	12.3	mV
BAT Input Bias Current	Charging Terminated			0.1	1	μA
SENSE Input Bias Current	Charging Terminated			0.1	1	μA
RNG/SS Bias Current		●	44	50	56	μA
Charge Current Limit Programming Gain	$V_{\text{RNG/SS}}/(V_{\text{SENSE}} - V_{\text{BAT}})$, $V_{\text{RNG/SS}} = 0.5\text{V}$	●	8.5	10.8	12.5	V/V
NTC Range Limit (High)	V_{NTC} Rising	●	1.25	1.36	1.45	V
NTC Range Limit (Low)	V_{NTC} Falling	●	0.27	0.29	0.31	V
NTC Threshold Hysteresis	% of Threshold			10		%
NTC Disable Impedance	Minimum External Impedance to GND	●	150	470		k Ω
NTC Bias Current	$V_{\text{NTC}} = 0.75\text{V}$	●	46.5	50	53.5	μA
Shutdown Threshold	$V_{\overline{\text{SHDN}}}$ Rising	●	1.15	1.20	1.23	V
Shutdown Hysteresis				95		mV
$\overline{\text{SHDN}}$ Input Bias Current				-10		nA
Status Low Voltage	V_{CHRG} , V_{FAULT} , V_{ACPR} , Load = 10mA	●			0.45	V

LT3651-8.2/LT3651-8.4

電気的特性 ●は全動作接合部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 (Note 2)。 $V_{IN} = 20\text{V}$ 、 $\overline{\text{SHDN}} = 2\text{V}$ 、 $\text{SENSE} = \text{BAT} = V_{\text{BAT(FLT)}}$ 、 $C_{\text{TIMER}} = 0.68\mu\text{F}$ 、 $R_T = 50\text{k}\Omega$ 、 $\text{CLP} = \text{CLN} = V_{\text{IN}}$ 、 $\text{BOOST} - \text{SW} = 4\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
TIMER Charge/Discharge Current			25		μA
TIMER Disable Threshold		● 0.1	0.25		V
Full Charge Cycle Time-Out			3		Hour
Precondition Timeout			22.5		Minute
Timer Accuracy		● -13		13	%
Switcher Operating Frequency, f_0	$R_T = 50\text{k}\Omega$ $R_T = 250\text{k}\Omega$		1.1 250		MHz kHz
Minimum SW On-Time, $t_{\text{ON(MIN)}}$			150		ns

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

Note 2: LT3651-8.2/LT3651-8.4は T_J が T_A に等しいパルス負荷条件でテストされる。LT3651-8.2E/LT3651-8.4Eは、 $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の接合部温度で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部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。LT3651-8.2I/LT3651-8.4Iは、 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で保証されている。接合部温度 (T_J ($^\circ\text{C}$))は周囲温度 (T_A ($^\circ\text{C}$))および電力損失 (P_D (W))から次式に従って計算される。

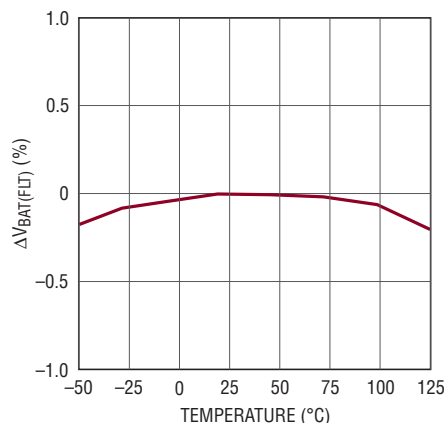
$$T_J = T_A + P_D \cdot \theta_{JA}$$

ここで、 θ_{JA} ($^\circ\text{C}/\text{W}$)はパッケージの熱インピーダンスである。

Note 3: 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。この保護が動作しているときは、最大定格接合部温度を超えられる。規定された絶対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か、またはデバイスに永続的損傷を与える恐れがある。

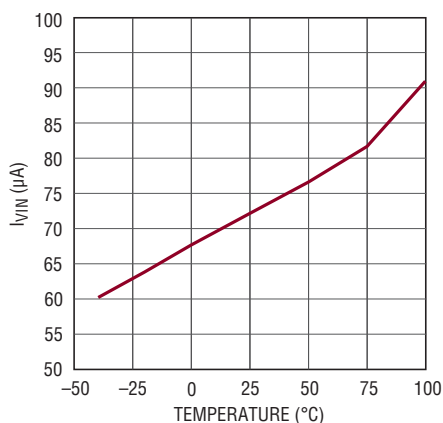
標準的性能特性

バッテリーのフロート電圧と温度



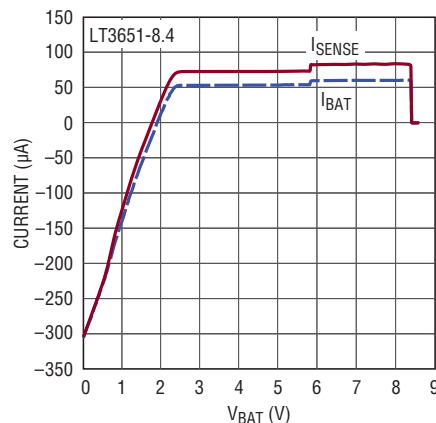
36518284 G01

V_{IN}のスタンバイ・モード電流と温度



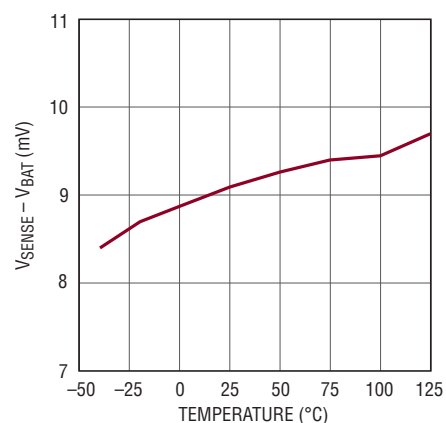
36518284 G02

SENSEおよびBATピンの電流とBAT電圧 (V_{SENSE} = V_{BAT})



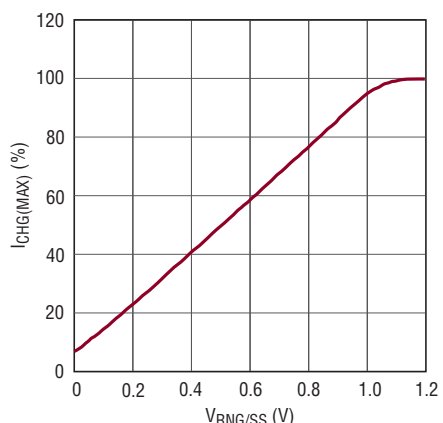
36518284 G03

C/10スレッシュホールド (V_{SENSE} - V_{BAT})と温度



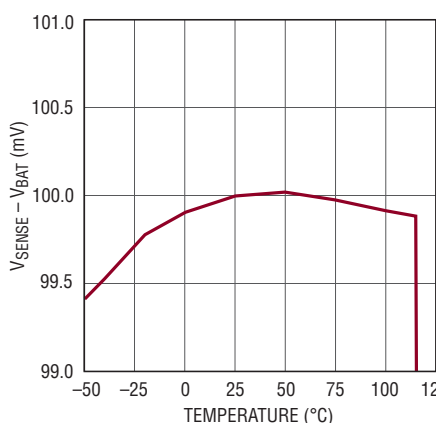
36518284 G04

設定されたI_{IN(MAX)}に対するパーセンテージで表した最大充電電流とV_{RNG/SS}



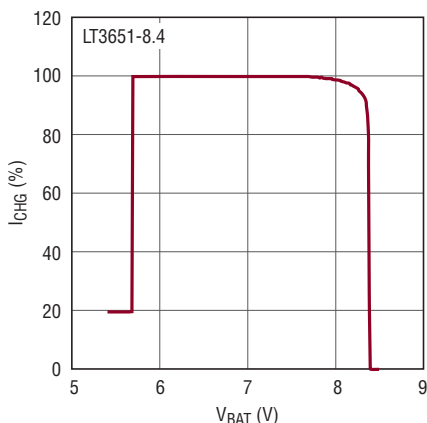
36518284 G05

I_{CHG}の電流制限 (V_{SENSE} - V_{BAT})と温度



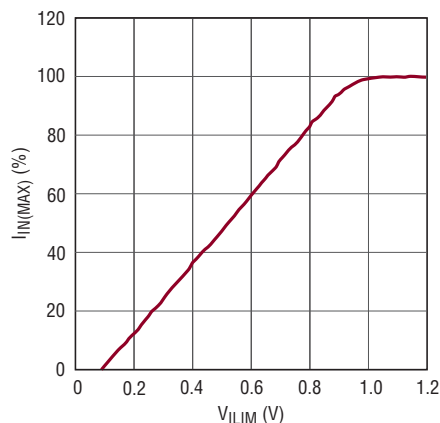
36518284 G06

設定されたI_{CHG(MAX)}に対するパーセンテージで表した充電電流とV_{BAT}



36518284 G07

設定されたI_{IN(MAX)}に対するパーセンテージとして表した最大入力電流とV_{ILIM}

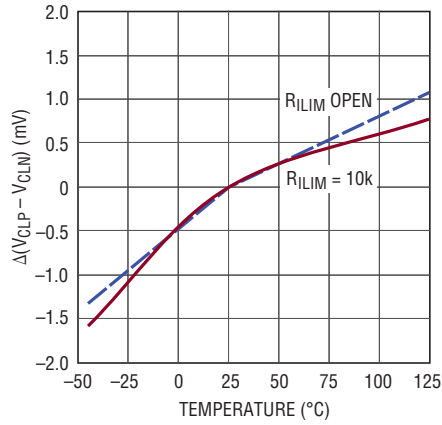


36518284 G08

LT3651-8.2/LT3651-8.4

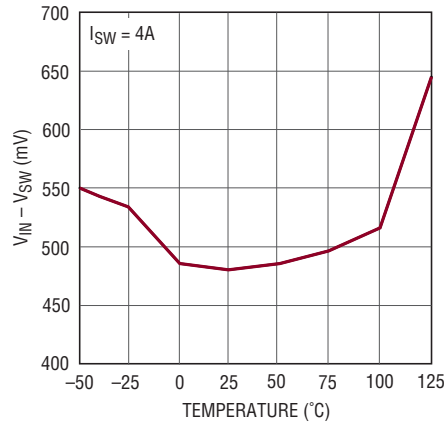
標準的性能特性

入力電流制限電圧スレッシュホールドと温度



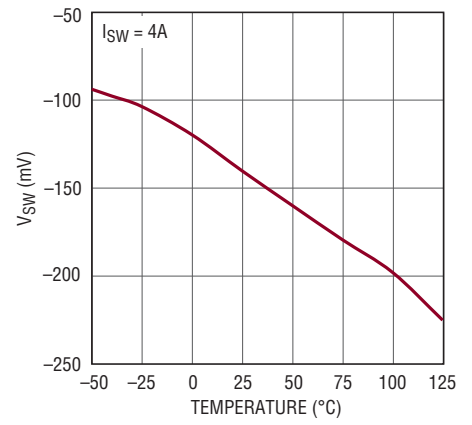
36518284 G09

トップサイド・スイッチ V_{ON} と温度



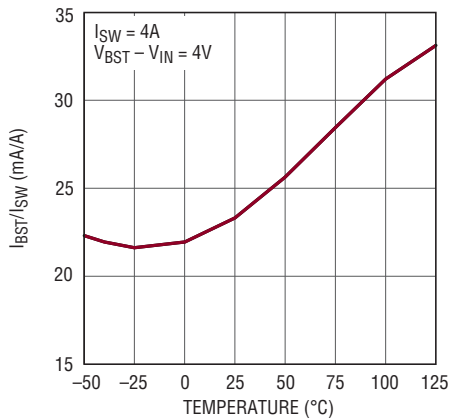
36518284 G10

ボトムサイド・スイッチ V_{ON} と温度



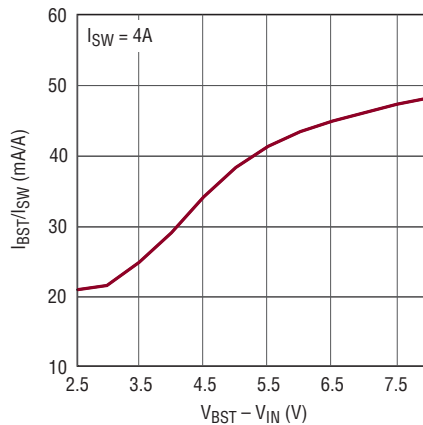
26518284 G11

スイッチ駆動 (I_{BST}/I_{SW}) と温度



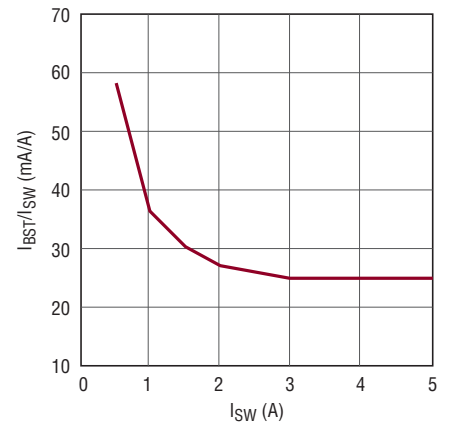
26518284 G12

BOOST 駆動と BOOST 電圧



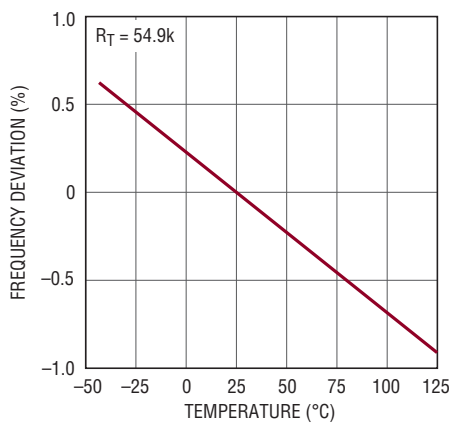
36518284 G13

BOOST スイッチ駆動と
スイッチ電流



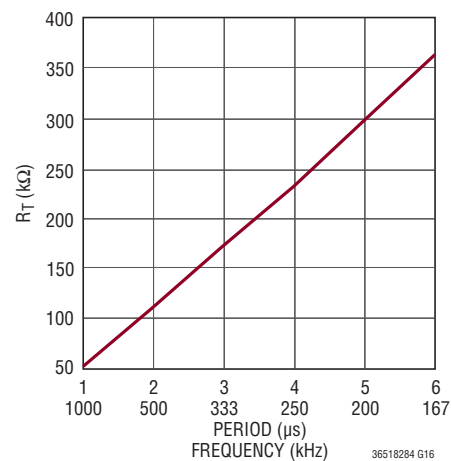
36518284 G14

発振器周波数と温度



26518284 G15

タイム抵抗 (R_T) と
周期および周波数



36518284 G16

36518284f

ピン機能

NTC (ピン1) : バッテリ温度モニタ・ピン。このピンは、バッテリー温度のモニタに使用されます。通常、10k Ω のNTC (負温度係数) サーマスタ (B = 3380) は、バッテリーに内蔵され、NTCピンからグラウンドに接続されます。このピンは50 μ Aを抵抗にソースして、サーミスタの両端の電圧をモニタし、その電圧に基づいて充電を制御します。この機能を望まない場合、NTCピンを未接続のままにします。

ACPR (ピン2) : オープンコレクタ AC 存在状態ピン。このピンは、 V_{IN} が有効であり、チャージャがオンになっていることを、電流をシンクして示します。通常は、このピンに対してプルアップ抵抗が使用されます。このピンは、ディスエーブル時に最大 V_{IN} までの電圧に引き上げることができ、イネーブル時に最大 10mA の電流をシンクすることができます。

BAT (ピン3) : バッテリ電圧モニタ・ピン。このピンは、バッテリー電圧をモニタします。このピンは、バッテリーにケルビン接続され、このピンとグラウンドの間にデカップリング・コンデンサ (C_{BAT}) が配置されます。

充電機能は、このピンが最終フロート電圧に到達するように動作します。自動リスタート機能は、BATピンの電圧がそのフロート電圧の2.5% 下まで下がると新しい充電サイクルを開始します。充電サイクルが終了すると、BATピンの入力バイアス電流が0.1 μ A 未満に減少し、チャージャが接続されたままになっている間、バッテリーの放電を最小に抑えます。

SENSE (ピン4) : 充電電流検出ピン。このピンとBATピンの間にセンス抵抗 (R_{SENSE}) が接続されて、充電電流がモニタされます。インダクタ電流が、 R_{SENSE} を通じてバッテリーに流れます。この抵抗の両端の電圧は、平均充電電流を設定します。最大平均充電電流 (I_{MAX}) は、センス抵抗の両端の電圧 95mV に対応します。

BOOST (ピン5) : スイッチ駆動用のブートストラップ電源レール。このピンは、ハイサイド・スイッチ・トランジスタの飽和を促進します。BOOSTピンからSWピンに、1 μ F以上のコンデンサを接続します。このピンの動作範囲は0V ~ 8.5Vです。スイッチが“H”のときに、SWピンで参照されます。デカップリング・コンデンサの電圧は、アノードをバッテリー出力電圧または外部ソースに接続し、カソードをBOOSTピンに接続した整流ダイオードを通じてリフレッシュされます。

GND (ピン6、23、31、37) : グラウンド。これらのピンは、デバイスのグラウンド・ピンです。ピン31、34、および37を、一緒に接続する必要があります。ピン6とピン23は、露出した裏面のピン37に、リードフレームを介して接続されます。良好な熱接続と電気接続を得るために、露出した裏面をPCBに半田付けします。

SW (ピン7、11 ~ 18、22、38) : スイッチ出力ピン。これらのピンは、チャージャ・スイッチの出力です。これらのピンとSENSEピンの間にインダクタを接続します。スイッチャが動作すると、ハイサイド・スイッチによって V_{IN} からインダクタが充電され、ボトムサイド・スイッチによってGNDに放電されます。良好な熱接続を得るために、露出した裏面のピン38をPCBに半田付けします。

NC (ピン8 ~ 10、19 ~ 21) : 接続なし。これらのピンは、フロート (未接続) のままにすることができます。

TIMER (ピン24) : サイクル終了タイマ設定ピン。このピンとグラウンドの間のコンデンサが、最大充電サイクル終了時間を決定します。最大充電サイクル終了時間は、このコンデンサによって設定されます。0.68 μ Fのコンデンサによって、3時間の充電サイクルが得られます。このタイマは、バッテリーが最大サイクルの1/8 (3時間の充電サイクルの場合は22.5分) 以内に前調整スレッシュホールド電圧に達しない場合に発生する、不良バッテリー・フォールトも制御します。

タイマによる終了機能は、TIMERピンをグラウンドに接続することによって、ディスエーブルできます。タイマ機能がディスエーブルされていると、充電電流がC/10レート (つまり、最大充電率の約10%) を下回ったとき充電が終了します。

FAULT (ピン25) : オープンコレクタ・フォールト状態出力。このピンは、バッテリー充電サイクル中に、充電サイクルのフォールト状態を示します。通常は、このピンに対してプルアップ抵抗が使用されます。この状態ピンは、ディスエーブル時に最大 V_{IN} までの電圧に引き上げることができ、イネーブル時に最大 10mA の電流をシンクすることができます。温度フォールトが生じると、このピンは“L”に引き下げられます。終了するのに内部タイマが使われていると、不良バッテリー・フォールトによってもこのピンは“L”に引き下げられます。フォールト状態が存在しないと、FAULTピンは高インピーダンスのままです。

ピン機能

CHRG (ピン 26) : オープンコレクタ・チャージャ状態出力。このピンは、バッテリーの充電状態を示します。通常は、このピンに対してプルアップ抵抗が使用されます。この状態ピンは、ディスエーブル時に最大 V_{IN} までの電圧に引き上げることができ、イネーブル時に最大 10mA の電流をシンクすることができます。CHRG は、バッテリー充電サイクル中に引き下げられます。充電サイクルが終了すると、CHRG ピンは高インピーダンスになります。充電終了に内部タイマを使用した場合、ピンは充電サイクルの間、充電電流が C/10 のレート（つまり、最大充電電流の約 10%）を下回るまで“L”に留まります。温度フォールトによっても、このピンは“L”に引き下げられます。

SHDN (ピン 27) : シャットダウン・ピン。このピンは、高精度 UVLO 機能に使用できます。このピンの電圧が 1.20V のスレッシュホールドを超えると、デバイスがイネーブルされます。このピンには、95mV の電圧ヒステリシスがあります。シャットダウン・モードでは、全ての充電機能がディスエーブルされます。SHDN ピンが 0.4V より下に引き下げられると、デバイスは低電流シャットダウン・モードに入り、 V_{IN} ピンの電流は 17 μ A に減少します。SHDN ピンの標準入力バイアス電流は 10nA です。シャットダウン機能が不要な場合は、このピンを V_{IN} に接続します。

ILIM (ピン 28) : 入力電流制限のプログラミングこのピンを、システム入力電流制限の設定と動的な調整に使用できます。また、ソフトスタート機能を適用するためにも使用できます。このピンの電圧は、CLP と CLN の間に配置された入力電流センス抵抗の両端の最大電圧を設定することによって、最大入力電流を設定します。

このピンの実効範囲は 0V ~ 1V です。通常は、このピンから、グラウンドに接続した抵抗 (R_{ILIM}) に 50 μ A がソースされます。 V_{ILIM} は、入力電流センス抵抗の両端の最大電圧の約 11 倍を表します。 R_{ILIM} を使用しない場合、デバイスは、最大入力電流をデフォルトで使用します。

I_{LIM} からグラウンドにコンデンサ (C_{ILIM}) を接続して、入力電流のソフトスタート機能を実装できます。ソフトスタート・コンデンサとプログラミング抵抗を並列に実装できます。

CLP/CLN (ピン 29/ピン 30) : システム電流制限の正と負の入力。入力電源から CLP ピンにセンス抵抗を接続し、CLP ピンから CLN ピンにセンス抵抗を接続して、CLN を V_{IN} に接続することによって、システム電流レベルをモニタします。システム負荷は、CLN ピンから供給されます。LT3651-8.2/LT3651-8.4 は、設定された最大システム電流を維持するために必要な最大充電電流をサーボ制御します。システム電流制限は、 I_{LIM} ピンの電圧と入力電流センス抵抗の関数として設定されます。この機能は、CLP、CLN、および V_{IN} を一緒に短絡することによってディスエーブルされます。

V_{IN} (ピン 32、33、34) : チャージャの入力電源。これらのピンは、LT3651-8.2/LT3651-8.4 に電力を供給します。バッテリーの充電電流はこれらのピンに流れます。充電の終了後、 I_{VIN} は 100 μ A 未満になります。これらのピンは、一緒に接続します

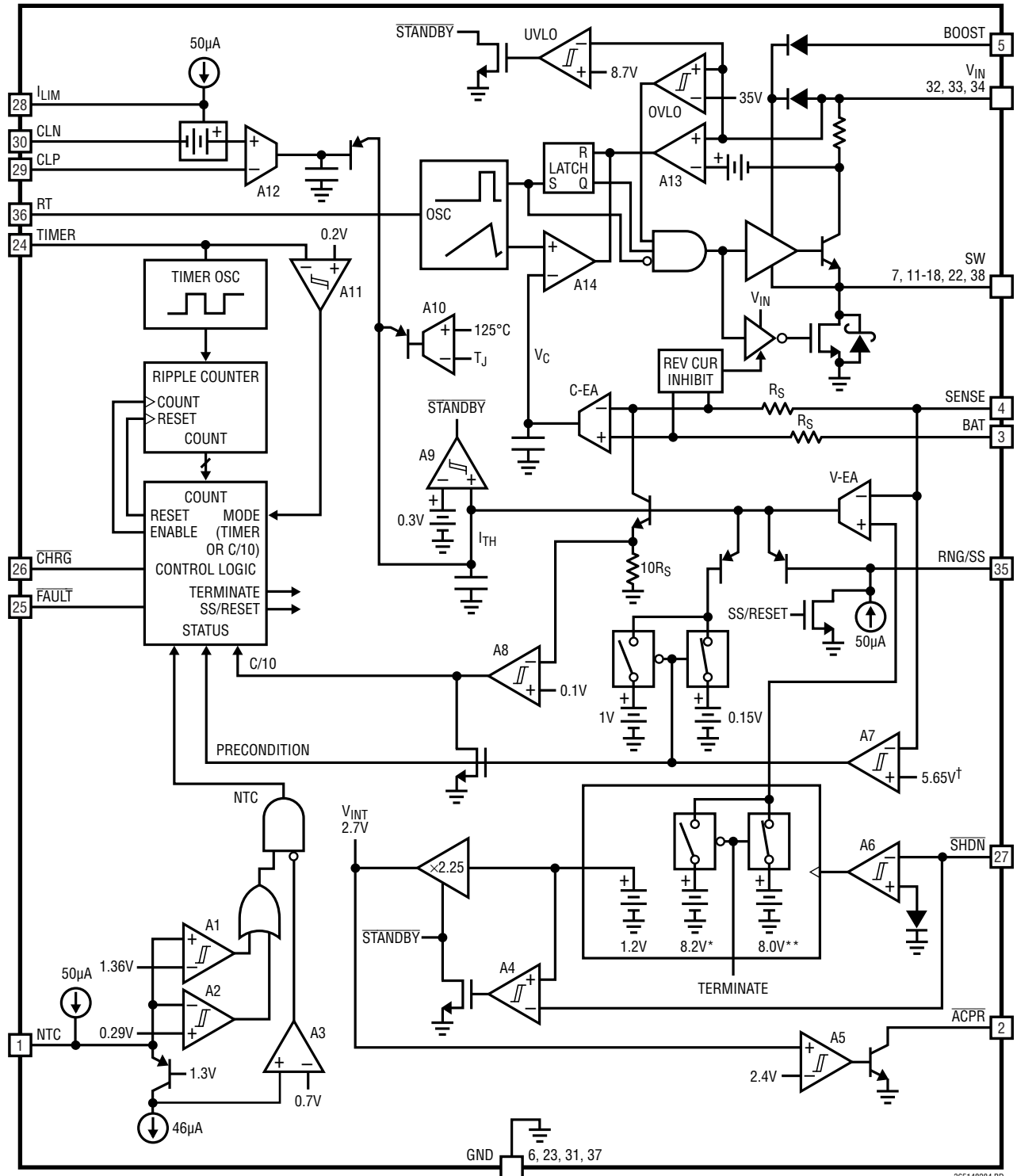
RNG/SS (ピン 35) : 充電電流範囲およびソフトスタート・ピン。このピンを、最大充電電流の設定と動的な調整に使用できます。また、ソフトスタート機能を適用するためにも使用できます。このピンの電圧は、SENSE と BAT の間に配置された充電電流センス抵抗 (R_{SENSE}) の両端の最大電圧を設定することによって、最大充電電流を設定します。

このピンの実効範囲は 0V ~ 1V です。通常は、このピンから、グラウンドに接続した抵抗 ($R_{RNG/SS}$) に 50 μ A がソースされます。 $V_{RNG/SS}$ は、充電電流センス抵抗の両端の最大電圧の約 10 倍を表します。 $R_{RNG/SS}$ を使用しない場合、デバイスは、最大充電電流をデフォルトで使用します。

RNG/SS からグラウンドにコンデンサ ($C_{RNG/SS}$) を接続して、充電電流のソフトスタート機能を実装できます。ソフトスタート・コンデンサとプログラミング抵抗を並列に実装できます。RNG/SS ピンは、フォールト状態の間に“L”に引き下げられ、 $C_{RNG/SS}$ を使用した場合、フォールトから緩やかに回復できます。

RT (ピン 36) : スイッチャの発振器のタイマ設定ピン。このピンからグラウンドに抵抗を接続することによって、スイッチャの発振器の周波数を設定します。通常、この抵抗は、 $f_{OSC} = 1\text{MHz}$ の場合 54.9k です。

ブロック図



*V_{BAT(FLT)}: 8.2V FOR LT3651-8.2, 8.4V FOR LT3651-8.4
 **V_{BAT(FLT)} - ΔV_{RECHRG}: 8V FOR LT3651-8.2, 8.2V FOR LT3651-8.4
 †V_{BAT(PRE)}: 5.65V FOR LT3651-8.2, 5.8V FOR LT3651-8.4

365148284 8D

動作

概要

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、広い入力電圧と高電流(最大4A)を扱う完全なリチウムイオン・バッテリー・チャージャです。周波数一定の平均電流モードの同期整流式ステップダウン・スイッチ・アーキテクチャによって、高い充電効率を実現します。

このチャージャは、電流による終了とタイマ終了の両方を備え、定電流/定電圧(CC/CV)の充電を設定し、制御可能にするために必要な回路を搭載しています。スイッチャは、ハイサイド・ドライバの低スイッチ・ドロップとローサイド(同期整流式)スイッチのMOSFETのためにブートストラップされた電源を使用して、高い充電効率を実現します。

最大充電電流は、外部センス抵抗をインダクタと直列に接続して設定され、RNG/SSピンによって調整されます。総システム入力電流は、入力センス抵抗でモニタされ、バッテリー充電電流を制御することによって、入力定電流の維持に使用されます。これは、 I_{LIM} ピンによって調整できます。

バッテリー電圧が低下した場合、設定された電流の15%まで自動的に充電電流が減少して、安全なバッテリーの前調整を提供します。バッテリー電圧が内部設定されたバッテリーの前調整スレッショルドを超えて上昇すると、デバイスは自動的に最大充電電流を設定された最大値に増加させます。

充電電流が設定された最大充電電流の10分の1(C/10終了)まで減少すると、充電が終了します。あるいは、内部のプログラム可能な充電サイクル制御タイマを使用して、時間に基づいて終了することもできます。タイマ終了を使用した場合、C/10レベルを超えて充電を継続することができ、バッテリーをトップオフ充電します。通常、充電は開始後3時間で終了します。タイマに基づく方式を使用した場合、不良バッテリー検出もサポートされます。総充電サイクル時間の1/8を超える間、バッテリーが前調整モードに留まると、システム・フォールトがトリガされます。

充電が終了し、LT3651-8.2/LT3651-8.4がアクティブに充電しなくなると、デバイスは自動的に低電流スタンバイ・モードに入り、電源バイアス電流は85 μ A未満に減少します。バッテリー電圧が最大充電フロート電圧から2.5%下がると、LT3651-8.2/

LT3651-8.4は自動的に充電サイクルを再開します。また、デバイスは、不良バッテリー・フォールト後、不良バッテリーが取り去られ、別のバッテリーで置き換えられると新しい充電サイクルを自動的に再開します。

充電の完了後、バッテリーに接続しているピンの入力バイアス電流が減少し、バッテリーの放電を最小にします。

LT3651-8.2/LT3651-8.4には、バッテリー温度モニタ回路も搭載されています。バッテリー温度は、バッテリーに搭載されているNTCサーミスタを使用してモニタされます。バッテリー温度が安全な充電範囲0°C~40°Cを外れると、充電サイクルが一時停止してフォールト状態を知らせます。

LT3651-8.2/LT3651-8.4は2つのデジタル・オープンコレクタ出力を備えており、それらはチャージャの状態とフォールト状態を知らせます。これらのバイナリコードのピンは、バッテリーの充電、スタンバイ、またはシャットダウンの各モード、バッテリー温度フォールト、および不良バッテリー・フォールトを知らせます。

シャットダウン・ピン(\overline{SHDN})で抵抗分割器を使用することで、高精度の低電圧ロックアウトが可能になります。デバイスがシャットダウンしているときに、入力電源電流は17 μ Aになります。

一般的な動作(ブロック図を参照)

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、平均電流モード制御ループ・アーキテクチャを使用して、平均充電電流を制御します。LT3651-8.2/LT3651-8.4は、BATピンを介してチャージャ出力電圧を検出します。この電圧と内部フロート電圧リファレンスの差分が、電圧誤差アンプ(V-EA)によって積分されます。このアンプの出力電圧(I_{TH})は、SENSEピンとBATピンの間に接続されたインダクタ・センス抵抗(R_{SENSE})の両端の、目的の平均電圧に対応しています。 I_{TH} の電圧は、係数10で割られて、電流誤差アンプ(C-EA)の入力に対する電圧オフセットを提供します。これに加えられた電圧と電流センス抵抗の電圧の差分が、C-EAによって積分されます。その結果得られた電圧(V_C)は、内部で発生するランプに対して比較される電圧を提供し、チャージャのスイッチを制御するスイッチ・デューティ・サイクルを生成します。

動作

I_{TH} のエラー電圧は、インダクタ電流センス抵抗の両端で検出される平均電流に、線形に対応しています。最大充電電流は、 I_{TH} の最大電圧を1Vにクランプすることによって制御します。これは、最大電流検出電圧 (R_{SENSE} の両端の電圧)を95mVに制限して、最大充電電流を設定します。最大充電電流は、RNG/SSピンと I_{LIM} ピンによって操作できます(RNG/SSの動的充電電流調整、ソフトスタートと I_{LIM} 制御に関するセクションを参照)。

BATピン(V_{BAT})の電圧が $V_{BAT(PRE)}$ を下回った場合、A7が前調整モードを開始します。前調整の間に、チャージャは定電流モードで動作を継続します。ただし、 I_{TH} のクランプが0.15Vに減少して、充電電流が設定した最大値の15%に減少します。

V_{BAT} がフロート電圧(V_{FLOAT})に近づくと、電圧誤差アンプV-EAが I_{TH} を制御して、チャージャが定電圧(CV)モードに移行します。これが発生すると、 I_{TH} の電圧が制限クランプから低下し、充電電流が最大値から減少します。 I_{TH} の電圧が0.1Vを下回ると、A8がC/10を知らせます。C/10で終了するようチャージャを設定している場合、チャージャ・サイクルが終了します。充電サイクルが終了すると、 \overline{CHRG} 状態ピンが高インピーダンスになり、チャージャは低電流スタンバイ・モードに入ります。

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、プログラムされた時間が経過すると充電サイクルを終了する内部充電サイクル・タイマを内蔵しています。このタイマは、標準3時間でエンド・オブ・サイクル(EOC)を達成するようにプログラムされていますが、適切なタイミング・コンデンサの値(C_{TIMER})を設定することにより、任意の時間に構成設定することができます。タイマによる終了を使うと、C/10に達しても充電サイクルは終了しません。 \overline{CHRG} 状態ピンはC/10電流レベルに応答するので、デバイスはフル充電されたバッテリー状態を示しますが、チャージャは引き続き低電流をソースします。プログラムされたサイクル終了の時点で、充電サイクルが停止し、デバイスはスタンバイ・モードに入ります。サイクルの終了時に、バッテリーが最大フロート電圧の97.5%以上に達していない場合、充電が失敗したと見なされて、別のタイマ・サイクルが開始されます。

タイマ機能を使用すると、不良バッテリー検出機能も有効になります。設定された充電サイクル時間の1/8が経過した後で、バッテリーが前調整に 응답せず、チャージャが前調整モードに留まると(またはこのモードに移行した場合)、フォールト状態になります。不良バッテリー・フォールトによって充電サイクルが停止し、 \overline{CHRG} 状態ピンが高インピーダンスになり、 \overline{FAULT} ピンが引き下げられます。

C/10の検出によってであろうが、タイマのEOCへの到達によってであろうが、LT3651-8.2/LT3651-8.4が充電サイクルを終了すると、平均電流モードのアナログ・ループはアクティブなままに留まりますが、内部フロート電圧リファレンスは2.5%減少します。充電が完了したバッテリーの電圧は最大フロート電圧であるため、電圧誤差アンプは過電圧状態を検出し、低くなります。電圧誤差アンプの出力が0.3Vよりも低下すると、デバイスはスタンバイ・モードに入り、ほとんどの内部回路がデイスエーブルされて、 V_{IN} バイアス電流が100 μ A未満に減少します。BATピンの電圧が、減少後のフロート・リファレンス・レベルよりも低下すると、電圧誤差アンプの出力が上昇し、その時点でデバイスはスタンバイ・モードを抜けて、新しい充電サイクルを開始します。

一定の入力電流を維持するために、システム電流制限によって充電電流を減らすことができます。入力電流は、CLPピンとCLNピンの間に配置された抵抗(R_{CL})を介して測定されます。この抵抗を経由して電力が加えられます。この電力は、チップの V_{IN} と他のシステム負荷の両方の電力供給に使用されます。A12の入力に生成されたオフセットは、スレッシュホールドを設定します。スレッシュホールドに達すると、 I_{TH} が減少して、充電電流が低下します。これによって、最大入力電流が維持されます。

I_{LIM} から50 μ Aの電流が、 I_{LIM} ピンとグラウンドの間に配置された抵抗(R_{ILIM})にソースされます。 I_{LIM} の電圧は、 R_{CL} の両端のレギュレーション電圧を決定します。 I_{LIM} の1Vは、 R_{CL} の両端の電圧95mVに対応します。 I_{LIM} ピンは、内部で1Vの最大値にクランプされます。

ダイの接合部温度が過剰に上昇した場合、A10は I_{TH} の減少を開始して、充電電流を減らします。これによって、内部電力の喪失が安全なレベルまで減少しますが、充電は継続されます。

LT3651-8.2/LT3651-8.4

アプリケーション情報

OSC周波数

接地した高精度の抵抗によって、LT3651-8.2/LT3651-8.4スイッチャの発振器周波数(f_{OSC})を設定します。これによってユーザーは、周波数の値を調整できます。通常、この周波数は200kHz～1MHzの範囲内です。電力を考慮して、特にチャージャが超高電圧で動作する場合に、低い周波数での動作が必要になることがあります。周波数を調整できるため、システムで必要な場合に、スイッチング高調波を正確に位置させることができます。

タイミング抵抗(R_T)の値を、次のように設定できます。

$$R_T = \frac{54.9}{f_{OSC}(\text{MHz})} (\text{k}\Omega)$$

1MHzで動作する場合、 R_T を54.9kに設定します。

V_{IN} 入力電源

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、 V_{IN} ピンを通してチャージャの入力電源から直接バイアスされます。この電源は大きなスイッチ電流を供給するため、 V_{IN} の電圧グリッチを最小にするには、高品質の低ESRデカップリング・コンデンサが必要になります。 V_{IN} のデカップリング・コンデンサ(C_{VIN})は、チャージャの全ての入力スイッチング・リップル電流を吸収します。このサイズは、次の式を用いて入力リップル電圧から決定されます。

$$C_{IN(\text{BULK})} = \frac{I_{CHG(\text{MAX})} \cdot V_{BAT}}{f_{OSC}(\text{MHz}) \cdot \Delta V_{IN} \cdot V_{IN}} (\mu\text{F})$$

ここで、 ΔV_{IN} は入力リップル、 $I_{CHG(\text{MAX})}$ は最大充電電流、 f は発振器周波数です。 ΔV_{IN} の適切な開始点は0.1Vです。最悪のケースは、 V_{BAT} が高く、 V_{IN} が最小の状態です。そのため、 $V_{IN(\text{MIN})}$ が15V、 I_{MAX} が4A、発振器周波数が1MHzの場合、次のようになります。

$$C_{IN(\text{BULK})} = \frac{4 \cdot 8.2}{1 \cdot 0.1 \cdot 15} = 22\mu\text{F}$$

コンデンサの定格リップル電流が適切である必要があります。RMSリップル電流($I_{CVIN(\text{RMS})}$)は、次の式で近似できます。

$$I_{CVIN(\text{RMS})} \approx I_{CHG(\text{MAX})} \cdot \left(\frac{V_{BAT}}{V_{IN}} \right) \cdot \sqrt{\frac{V_{IN}}{V_{BAT}} - 1}$$

この式は $V_{IN} = 2 \cdot V_{BAT}$ のとき最大値を取り、 $I_{CVIN(\text{RMS})} = I_{CHG(\text{MAX})}/2$ になります。上の例では、2AのコンデンサのRMS定格が必要です。

BOOST電源

BOOSTブートストラップ電源は内部スイッチをドライブし、ハイサイド・スイッチ・トランジスタの飽和を促進します。BOOST電圧は、通常、BOOSTピンからSWピンに1 μF コンデンサを接続することによって作成されます。BOOSTピンの動作範囲は、SWピンを基準にして2V～8.5Vです。

通常、BOOSTコンデンサは、接続されたダイオードを介してバッテリーから、またはローサイド・スイッチを経由して外部ソースから充電されます。ダイオードは平均電流定格を0.1Aよりも大きくし、逆電圧定格を $V_{IN(\text{MAX})}$ よりも大きくします。

入力よりも大きな外部電源($V_{BOOST} - V_{IN} > 2\text{V}$)を使用できる場合、それをブートストラップ・コンデンサとダイオードの代わりに使用できます。

V_{IN} と V_{BOOST} の起動要件

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、9V～32Vの V_{IN} の範囲で動作します。チャージャは、検出したバッテリー電圧が自動リスタート・フロート電圧を下回り、デバイスがイネーブルされたときに、充電サイクルを開始します。

アプリケーション情報

V_{IN} が10.5Vを下回り、BOOSTコンデンサが充電されていない場合、通常、ハイサイド・スイッチには、スイッチングを開始するための十分なヘッドルームがありません。正常動作中に、充電電流が非常に低くなると、インダクタを逆電流が流れるのを防ぐために、ローサイド・スイッチが切られます。ただし、始動を容易にするために、LT3651-8.2/LT3651-8.4は、 V_{BOOST} 電圧が低い場合、スイッチをイネーブルします。これによってBOOSTコンデンサの初期充電が可能になり、ハイサイド・スイッチが飽和して効率的に動作できるようにします。BOOSTコンデンサは、数サイクル後に最大まで充電されます。

設計では、スイッチャがオンになり、入力電流が増加するに従って、ソース入力インピーダンスと入力容量のために、入力電圧が低下することを考慮する必要があります。これによって、入力電圧が、内部の V_{IN} UVLOがオンになる電圧よりも低下する可能性があり、それによって正常動作が阻害されたり、始動が停止する場合があります。入力電流センス抵抗を使用する場合は、その電圧低下についても考慮する必要があります。入力電圧が低い状態で入力電流が最大になるため、これらの問題は悪化します。電力パスの電圧低下には、十分に注意を払う必要があります。 V_{IN} が低い場合は、ソフトスタート・コンデンサをRNG/SSピンに追加し、SHDNを使用してUVLOを9Vに設定する必要があります。

BAT出力デカップリング

LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャの出力にデカップリング・コンデンサを接続することを推奨します。バッテリーがチャージャ出力から切断される可能性がある場合、このコンデンサが必要になります。このコンデンサ(C_{BAT})の値は、最小動作 V_{IN} 電圧と次のような関係があります。

$$C_{BAT} \approx 20\mu\text{F} + \left(\frac{350\mu\text{F}}{V_{IN(MIN)}} \right)$$

C_{BAT} の定格電圧は、バッテリー・フロート電圧以上である必要があります。

R_{SENSE} : 充電電流のプログラミング

LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャは、4Aの平均電流で充電するように設定できます(図1参照)。RNG/SSの最大電圧が制限されない場合、インダクタ・センス抵抗(R_{SENSE})の両端の電圧は、最大充電電流で95mVになります。そのため、次の式が成り立ちます。

$$R_{SENSE} = \frac{0.095\text{V}}{I_{CHG(MAX)}}$$

ここで、 $I_{CHG(MAX)}$ は最大平均充電電流です。4Aのチャージャの場合、 R_{SENSE} は24m Ω です。

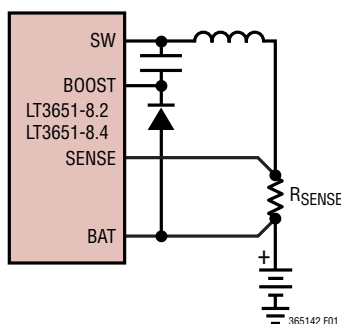


図1. R_{SENSE} を使用した最大充電電流のプログラミング

アプリケーション情報

インダクタの選択

LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャにおいて、インダクタ値の主要な選択基準は、スイッチング中に発生するリップル電流です。通常、リップル電流(ΔI_{MAX})は、最大充電電流(I_{MAX})の25%~35%の範囲内に設定されます。通常はこのパーセンテージが、リップルによる損失と、インダクタ・サイズとの適切な妥協点になります。インダクタンスの近似式は、次のとおりです。

$$L = \frac{V_{BAT} + V_F}{\Delta I_{MAX} \cdot f_{OSC}(\text{MHz})} \cdot \left(1 - \frac{V_{BAT} + V_F}{V_{IN} + V_F}\right) (\mu\text{H})$$

V_{IN} と V_{BAT} が大きくなると、リップルは悪化します。 V_F は、同期整流式スイッチの順方向電圧です(4Aで約0.14V)。図2に、4Aのチャージャの場合のインダクタンスを示します。インダクタの飽和電流は、インダクタの最大ピーク電流以上である必要があります。ピーク電流は、 $I_{CHG(MAX)} + \Delta I_{CHG(MAX)}/2$ です。

磁気部品メーカーは一般に最大RMS定格と飽和電流定格によってインダクタの仕様を定めます。ピーク電流以上の飽和電流定格と、 $I_{CHG(MAX)}$ を超えるRMS定格を持つインダクタを選択します。インダクタは、最大電圧時間積の要件も満たす

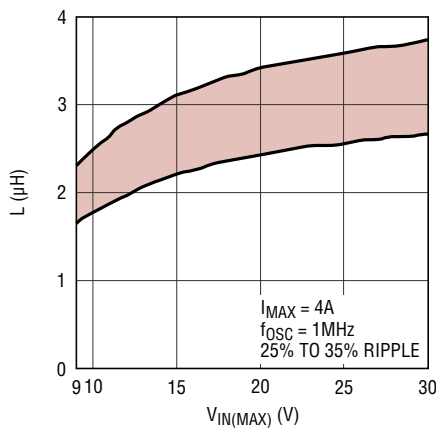


図2. インダクタンス(L)と最大 V_{IN}

必要があります。この仕様がインダクタのデータシートに記載されていない場合は、メーカーに問い合わせ、設計が最大電圧時間積を超えていないことを確認してください。必要な最小電圧時間積は、おおよそ次のとおりです。

$$\frac{V_{BAT}}{f_{OSC}(\text{MHz})} \cdot \left(1 - \frac{V_{BAT}}{V_{IN(MAX)}}\right) (\text{V} \cdot \mu\text{s})$$

適用可能な電力用インダクタは、Würth Elektronik、Vishay、Coilcraft、TDKなどの複数のメーカーから入手できます。

システム入力電流制限

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、電源負荷電流を管理するためのPowerPath™制御機能を備えています。チャージャは、一定の入力電源負荷を維持するために、システム負荷に応じてチャージャ出力電流を調整します。全入力電源電流が、設定された最大値を超えた場合、電源電流を一定に保とうとして充電電流が減少します。この機能が役立つ1つの応用として、電流制限のある入力電源が挙げられます。電源の制限を下回るように最大入力電流制限を設定することによって、電源が壊れるのを防ぎます。

図3に示すように、入力電源と、システムおよびチャージャの負荷との間に抵抗(R_{CL})を配置します。

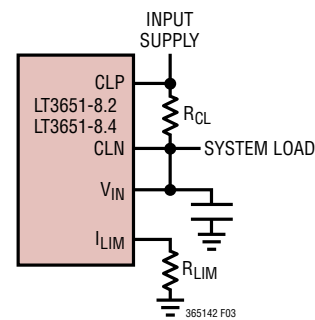


図3. 入力電流制限の設定

アプリケーション情報

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、 I_{LIM} ピンから50 μ Aをソースします。そのため、抵抗をグラウンドに接続するだけで、電圧を生成できます。 I_{LIM} ピンの電圧は、入力センス抵抗(R_{CL})の両端の最大電圧の11.5倍に相当します。入力電流制限は、次の式で定義されます。

$$I_{INPUT(MAX)} = \frac{V_{LIM}}{11.5 \cdot R_{CL}} = \frac{50\mu A \cdot R_{LIM}}{11.5 \cdot R_{CL}}$$

I_{LIM} の設定範囲は、0V~1Vです。電圧を1Vよりも高くしても、最大入力電流には影響しません。デフォルトの最大検出電圧は95mVです。この値は、 R_{LIM} が20kよりも大きい場合、またはピンが開放されている場合に得られます。

例えば、最大入力電流を2Aとし、4Aの最大平均充電電流用のチャージャを設計するとします。この充電電流は、 V_{IN} では1A (4Aのデューティ・サイクル倍)で参照されます。 I_{LIM} の範囲の最大値を使用すると、 R_{CL} の両端の最大電圧は、95mVになります。そのため、 R_{CL} は、95mV/2A = 48m Ω に設定されます。システム負荷が1Aを超えると、総入力電流を2Aに保つために、充電電流(= 2A - 1A)が減少します。システム負荷が2Aになると、充電電流は0になります。この機能は、充電電流のみを制御します。そのため、システム負荷が最大制限を超え

た場合、他に制限が設計されていないければ、充電電流が0Aに減少しても、入力電流は目的の最大電流を超えます。入力リミッタによって充電電流が減少したときに、内部システム・タイマ(使用している場合)は影響を受けません。図4を参照してください。

電圧のオーバーヘッドを減らしたり、効率を良くする必要がある場合、 R_{CL} の両端の最大電圧を減らします。例えば、10kの R_{LIM} は、最大 R_{CL} 電圧を43mVに設定します。この低減は、制限の変動をわずかに増加させる代償として得られます。

なお、LT3651-8.2/LT3651-8.4は、入力制限信号を内部で統合します。これによって、通常は十分なフィルタリングが得られ、電流スパイクに対する感度が低下します。最良の精度を得るために、 R_{CL} からCLP、CLNに正しくケルビン接続するよう注意してください。

I_{LIM} ピンを動的に変化させることによって、さらに柔軟に制御できます。別の抵抗に切り替えることによって、独自の入力制限条件を作成できます。他のオプションとして、 I_{LIM} ピンをサーボ・アンプに接続することもできます。 $I_{RNG/SS}$ の設定例については、次のセクションの情報を参照してください。

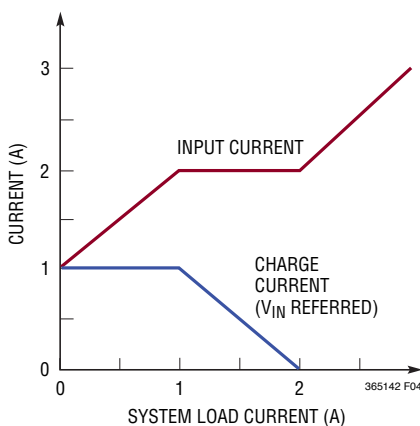


図4. 最大4Aのチャージャの入力電流制限と6Aのシステム電流制限

アプリケーション情報

RNG/SS: 動的電流調整

RNG/SS ピンは、最大充電電流を動的に調整する機能をユーザーに提供します。デバイスは、このピンから 50μA をソースします。そのため、抵抗をグラウンドに接続すると電圧が生成されます。RNG/SS ピンの電圧は、充電電流センス抵抗 (R_{SENSE}) の両端の最大電圧の 10 倍に対応します。充電電流の定義式は、次のとおりです。

$$I_{MAX(RNG/SS)} = \frac{V_{RNG/SS}}{10.8 \cdot R_{SENSE}} = \frac{50\mu A \cdot R_{RNG/SS}}{10.8 \cdot R_{SENSE}}$$

$I_{MAX(RNG/SS)}$ は、最大充電電流です。

RNG/SS の設定範囲は、0V ~ 1V です。電圧を 1V よりも高くしても、最大充電電流には影響しません。デフォルトの最大検出電圧は 95mV です。この値は、 $R_{RNG/SS}$ が 20k よりも大きい場合、またはこのピンが開放されている場合に得られます。

例えば、最大充電電流を最大値の 50% に減らしたいとします。その場合、RNG/SS を 0.5V (1V の 50%) に設定して、46mV の最大検出電圧を加えます。上の式によれば、RNG/SS を 0.5V に設定する場合、10k の抵抗が必要になります。充電電流を動的に調整する必要がある場合、図 5 に 1 つの方法を示します。

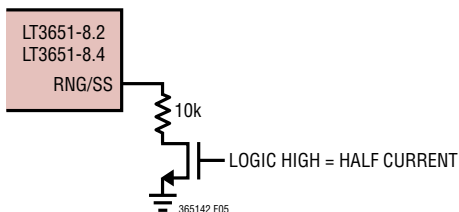


図 5. 最大充電電流のデジタル制御のための RNG/SS ピンの使用

アクティブ・サーボを使用して、RNG/SS に電圧を加えることができます。ただし、それらのアクティブ・サーボは、電流のシンクのみを行えます。電流をソースするアクティブ回路を使用して RNG/SS ピンをドライブすることはできません。図 6 に例を示します。

RNG/SS: ソフトスタート

RNG/SS ピンによるソフトスタート機能もサポートされています。RNG/SS ピンからソースされる 50μA で、RNG/SS ピンからグラウンドに接続されたコンデンサ ($C_{RNG/SS}$) を直線的に充電できます (図 7 を参照)。最大充電電流は、この電圧に従います。そのため、コンデンサが 0V から 1V に充電されるに従って、充電電流が、ゼロから設定された最大値まで増加します。 $C_{RNG/SS}$ の値は、最大電流までの所望の時間 (t_{SS}) に基づいて、以下の関係式に従って計算されます。

$$C_{RNG/SS} = 50\mu A \cdot t_{SS}$$

充電が終了すると、RNG/SS ピンが内部でグラウンドに引き下げられます。そのため、新しい充電サイクルは毎回ソフトスタート・サイクルで開始されます。不良バッテリー状態や NTC フォールト状態が発生した場合も、RNG/SS がグラウンドに引き下げられます。そのため、これらのフォールトから緩やかに回復できます。

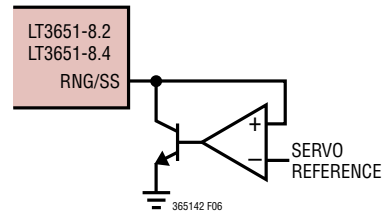


図 6. 電流をシンクするアクティブ・サーボ・アンプを使用した RNG/SS ピンの駆動

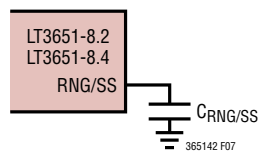


図 7. ソフトスタートのための RNG/SS ピンの使用

アプリケーション情報

状態ピン

LT3651-8.2/LT3651-8.4は2つのオープンコレクタ出力($\overline{\text{CHRG}}$ ピンと $\overline{\text{FAULT}}$ ピン)によりチャージャの状態を知らせます。これらのピンには V_{IN} の電圧を加えることができ、イネーブルされると最大10mAをシンクすることができます。

$\overline{\text{CHRG}}$ ピンは、チャージャがC/10(設定された最大充電電流の1/10)より大きな電流を供給していることを示します。 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンは不良バッテリー・フォールトとNTCフォールトを知らせます。これらのピンはバイナリコードされており、次の表に従ってステータスを知らせます。オンは、ピンが“L”に引き下げられたことを示し、オフはピンが高インピーダンス状態であることを示します。

表1. 状態ピンの状態

状態ピンの状態		チャージャの状態
CHRG	FAULT	
オフ	オフ	充電停止 – スタンバイまたはシャットダウン・モード
オフ	オン	不良バッテリー・フォールト(前調整タイムアウト/EOC(End of Cycle)不良)
オン	オフ	C/10またはそれより上で正常充電中
オン	オン	NTCフォールト(一時停止)

C/10による終了

LT3651-8.2/LT3651-8.4は、チャージャの電流出力が最大電流(R_{SENSE} で設定)の1/10未満に低下したときにバッテリー充電サイクルが終了する、低電流に基づく終了方式をサポートします。C/10スレッショルド電流は、 R_{SENSE} の両端の9mVの電圧に対応します。この終了モードはTIMERピンをグラウンドに短絡することにより有効になります。

C/10による終了を使用すると、平均電流レベルがC/10スレッショルドより上に留まる限り、LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャは

バッテリー充電電流をソースします。満充電フロート電圧に達すると充電電流が低下し、C/10スレッショルドに達すると充電が終了し、LT3651-8.2/LT3651-8.4はスタンバイ・モードに入ります。 $\overline{\text{CHRG}}$ 状態ピンは充電サイクルに追従し、チャージャがアクティブに充電していないと高インピーダンスになります。

バッテリーの負荷によってであれ、バッテリーの交換によってであれ、 V_{BAT} が満充電フロート電圧の97.5%未満に低下すると、チャージャは自動的に充電を再開します。

C/10による終了を使用した場合、不良バッテリー検出は行われません。

タイマによる終了

LT3651-8.2/LT3651-8.4はタイマに基づく終了方式をサポートしており、この方式では一定の時間が経過するとバッテリー充電サイクルが終了します。タイマに基づく充電終了は、コンデンサ(C_{TIMER})がTIMERピンからグラウンドに接続された場合に有効になります。次の関係式に従う C_{TIMER} に基づいて、EOCタイマのサイクル(t_{EOC})が発生します。

$$C_{\text{TIMER}} = \frac{t_{\text{EOC}}(\text{Hrs})}{3} \cdot 0.68(\mu\text{F})$$

そのため、標準的な3時間のEOCタイマは、0.68 μF のコンデンサを使用します。

$\overline{\text{CHRG}}$ 状態ピンは、どの終了方式が使用されているかに関わらず、C/10レートに達すると充電を知らせ続けます。タイマ終了が使用されているとき、チャージャ出力電流がC/10スレッショルドを下回るまで、 $\overline{\text{CHRG}}$ 状態ピンは充電サイクルの間“L”に引き下げられます。チャージャはタイマがEOCに達するまで引き続きバッテリーをトップオフ充電します。EOCに達すると、LT3651-8.2/LT3651-8.4は充電サイクルを終了し、スタンバイ・モードに入ります。

アプリケーション情報

タイマ・サイクルの終点では、充電サイクルが問題なく完了した場合にのみ、充電が終了します。バッテリーが満充電フロート電圧の2.5%以内まで充電されると、充電サイクルは完了します。EOCで充電サイクルが問題なく完了しないと、タイマ・サイクルはリセットされ、新たなフル・タイマ・サイクルの充電が引き続き行われます。

バッテリーの負荷によってであれ、バッテリーの交換によってであれ、 V_{BAT} が満充電フロート電圧の97.5%未満に低下すると、チャージャは自動的に再起動し、充電を開始します。

前調整と不良バッテリー・フォールト

LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャは、充電電流を設定された I_{MAX} (R_{SENSE} で設定)の15%に制限する前調整モードを備えています。前調整電流は、 R_{SENSE} の両端の14mVの電圧に対応します。

BATピンの電圧が前調整スレッシュホールド($V_{BAT(PRE)}$)を下回ると、前調整モードが作動します。BAT電圧が前調整スレッシュホールドより上に上昇すると、通常の最大電流充電を開始することができます。LT3651-8.2/LT3651-8.4には、モード・グリッチを防ぐために、スレッシュホールドの2.5%のヒステリシスが組み込まれています。

終了に内部タイマを使用すると、不良バッテリー検出が作動します。このフォールト検出機能は不良セルを判別するように設計

されています。不良バッテリー・フォールトは、全タイマ・サイクルの1/8 (EOCの1/8)より長い時間、BATの電圧が前調整スレッシュホールドより下に留まるとトリガされます。正常に充電中のバッテリーが、EOCの1/8が経過した後に再度前調整モードに入った場合も、不良バッテリー・フォールトがトリガされます。

不良バッテリー・フォールトがトリガされると、充電サイクルが一時的に停止されます。そのため、 \overline{CHRG} 状態ピンが高インピーダンスになります。 \overline{FAULT} ピンが“L”になり、フォールトの検出を知らせます。このフォールト中に、RNG/SSピンも“L”に引き下げられて、ソフトスタート機能が組み込まれている場合に、緩やかな再開をもたらします(「RNG/SS:ソフトスタート」のセクションを参照)。

チャージャの電源または \overline{SHDN} 機能をサイクルさせると新しい充電サイクルが開始されますが、LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャをリセットする必要はありません。不良バッテリー・フォールトが検出された後、BATピンが前調整スレッシュホールド電圧を超えると、新しいタイマ充電サイクルが開始されます。不良バッテリー・フォールト中に、チャージャから1mAがソースされます。不良バッテリーを取り除くことで、チャージャの出力電圧が上昇し、充電サイクルのリセットを開始できます。そのように不良バッテリーを取り除くことで、LT3651-8.2/LT3651-8.4がリセットされます。別のバッテリーをチャージャの出力に接続することにより、新しい充電サイクルが開始されます。

アプリケーション情報

バッテリー温度フォールト: NTC

NTC (負温度係数)サーミスタをバッテリー・パックに近接させて使用することにより、LT3651-8.2/LT3651-8.4はバッテリー温度をモニタできます。温度モニタ機能は、 $10\text{k}\Omega$ 、 $B = 3380$ のNTCサーミスタをNTCピンからグラウンドに接続することによりイネーブルされます。温度モニタ機能を望まないなら、このピンは未接続のままにします。

NTCピンは $50\mu\text{A}$ をソースし、 $10\text{k}\Omega$ サーミスタ両端の電圧降下をモニタします。このピンの電圧が 1.36V (0°C に相当)より上または 0.29V (40°C に相当)より下になると、バッテリー温度は範囲から外れ、LT3651-8.2/LT3651-8.4はNTCフォールトをトリガします。NTCピンの電圧が $0^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ の範囲内の温度に相当するまで、NTCフォールト状態が保たれます。ホット・スレッシュホールドとコールド・スレッシュホールドの両方に、 2.5°C に相当するヒステリシスが組み込まれています。

NTCフォールトの間、充電は停止し、両方の状態ピンが“L”になります。タイマ終了がイネーブルされていると、タイマのカウントが一時停止され、フォールト状態が解放されるまでホールドされます。このフォールト中に、RNG/SSピンも“L”に引き下げられ、ソフトスタート機能が組み込まれている場合に、緩やかな再開をもたらします(「RNG/SS: ソフトスタート」のセクションを参照)。

より高い動作充電温度が必要な場合、 10k のNTC抵抗に直列抵抗を追加することによって、温度範囲を拡大できます。 0.91k (0°C)の抵抗を追加すると、実効温度スレッシュホールドが 45°C に上がります。

サーマル・フォールドバック

LT3651-8.2/LT3651-8.4はサーマル・フォールドバック保護機能を備えており、デバイスの内部接合部温度が 125°C に近づくと、チャージャの最大出力電流を減らします。ほとんどの場合、最大充電電流のわずかな減少で過温度状態が解消するように内部温度がサーボ制御されます。

場合によっては、サーマル・フォールドバック保護機能によって、充電電流が $C/10$ スレッシュホールドより下に減少することがあります。 $C/10$ 終了を使用するアプリケーションでは(TIMER = 0V)、LT3651-8.2/LT3651-8.4は充電を一時停止し、過温度状態が解消するまでスタンバイ・モードに入ります。

レイアウトに関する検討事項

通常、LT3651-8.2/LT3651-8.4スイッチ・ノードの立ち上がり時間と立ち下り時間は、変換効率を最大にする 10ns 未満です。これらの高速なスイッチ時間を得るために、基板レイアウトに注意して、ノイズ問題を最小に抑える必要があります。その考え方は、高電流ループ(インダクタの充電/放電パス)の物理面積を小さくして、磁気の放射を最小化することです。配線幅を広くし、配線長を短くして寄生インダクタンスと寄生抵抗を最小にし、高速スイッチング・ノード(SW、BOOST)をシールドして容量結合を減らします。

LT3651-8.2/LT3651-8.4

アプリケーション情報

スイッチ・ノード(SWピン)の配線をできるだけ短くして、高周波ノイズを最小にします。 V_{IN} のコンデンサ(C_{IN})をデバイスの近くに配置して、スイッチング・ノイズを最小にします。これらのノードの配線を短く幅広くして、浮遊インダクタンスと浮遊抵抗を最小にします。BOOSTのデカップリング・コンデンサをデバイスの近くに配置して、配線インダクタンスからのリングングを最小にします。SENSEとBATを一緒に配線して、これらの配線長をできるだけ短くします。これらの信号を、グランドによるスイッチング・ノイズからシールドすることを推奨します。バッテリーとセンス抵抗にケルビン接続します。

高電流経路とトランジェントをバッテリーのグランドから隔離して、正確な出力電圧リファレンスを確保します。グランド・プレーン内のスイッチング電流を考慮することによって、効果的な接地を実現することができます。部品の位置と向きに注意することで、バッテリーのリファレンスが乱れないようにこれらの高電流を効率的に流すことができます。図8に、高電流の高速電流ループを示します。上のスイッチがイネーブルされると(充電ループ)、入力バイパス・コンデンサ(C_{IN})からスイッチとインダクタを経由してバッテリーの正端子に電流が流れます。上のスイッチがディスエーブルされると(放電ループ)、グランドから同期整流式スイッチを経由してバッテリーの正端子に電流が供給されます。どちらの場合も、これらのスイッチ電流は、出力バイパス・コンデンサ(C_{BAT})を経由してグランドに戻ります。

電力に関する検討事項

LT3651-8.2/LT3651-8.4のパッケージは、PCB上の銅のフットプリントに半田付けされたパッケージの裏側の露出パッドから、効率的に放熱するように設計されています。このフットプリントをできるだけ大きくして、デバイス・ケースから外気への熱抵抗を減らす必要があります。

LT3651-8.2/LT3651-8.4チャージャの電力損失と全体効率について、考慮する必要があります。詳細な分析はこのデータシートの範囲を超えていますが、一般的なガイドラインは次のとおりです。

電力損失の主要要素は、LT3651-8.2/LT3651-8.4スイッチの伝導損失と遷移損失、インダクタとセンス抵抗の損失、およびデカップリング・コンデンサのAC損失です。スイッチの伝導損失は固定されています。遷移損失は、スイッチャの周波数を変更することによって調整できます。入力電圧が高いほど、遷移損失が増加して、全体効率が低下します。しかし、遷移損失は、スイッチャの発振器周波数に反比例します。そのため、動作周波数を減らすと、これらの損失が減少します。ただし、通常は、動作周波数が低いほど、インダクタのリップル電流を維持するために、高いインダクタンスが必要になります(反比例)。通常、インダクタの値が大きいほど巻き数が多くなり、ワイヤを物理的に大きくしてその直径を増やさない限り、ESRが増加します。そのため、効率と基板サイズの間には、トレードオ

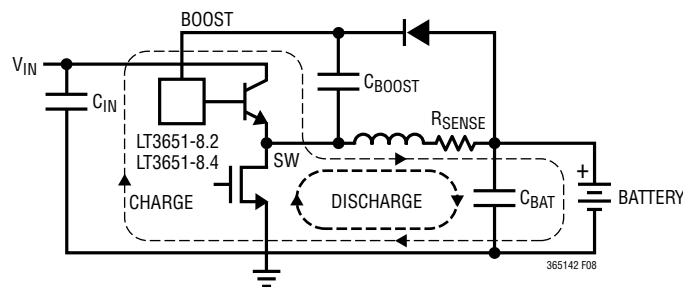


図8

アプリケーション情報

があります。二次的に、周波数と共にインダクタのAC損失が増加し、リップルが減少するほど、コンデンサのAC損失が減少します。

次の簡単な経験則では、4Aの充電電流、7.5Vのバッテリー電圧、1MHzの発振器、24mΩのセンス抵抗、および3.3μH/20mΩのインダクタを前提にしています。

効率が1%向上するという事は、85%の全体効率で0.35Wの電力損失が減少することを表しています。これを実現する1つの方法は、高電流経路内の抵抗を減らすことです。4Aで0.2Wを減らすには、22mΩの抵抗を減らす必要があります。これは、インダクタのESRを減らすことによって実行できます。これは、センス抵抗を減らすことによって(同様にR_{RNG/S}も減ら

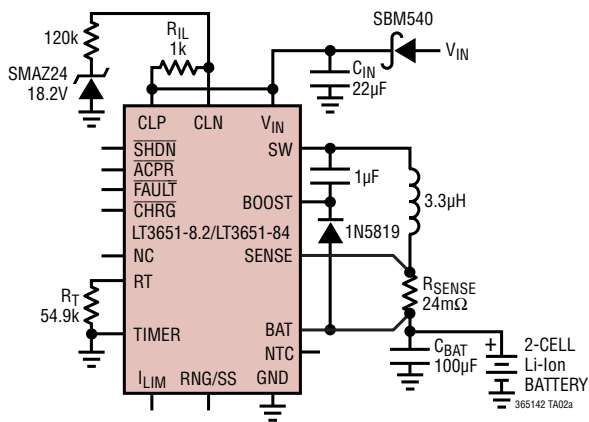
して)も実現できます。ただし、電流精度がわずかに低下するというトレードオフが伴います。すべての高電流の基板配線の抵抗を、できるだけ小さくする必要があります。入力電流制限センス抵抗を追加すると、効率が低下します。

チャージャの効率は、他のすべての条件が一定の場合、周波数の増加に従ってほぼ直線的に低下します。V_{IN}が15Vの場合、周波数が100kHz～1MHzの範囲で200kHz減少すると、効率が1%改善します。V_{IN}が28Vの場合は、100kHz減少することに1%改善します。

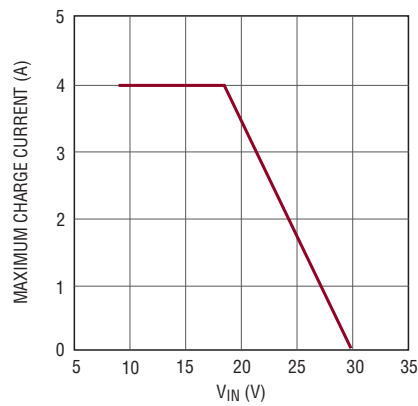
当然ながら、これらすべては、実際のチャージャで実験して確認する必要があります。

標準的応用例

高電圧電流フォールドバック回路付き9V～32V 4Aチャージャ



最大充電電流とV_{IN}

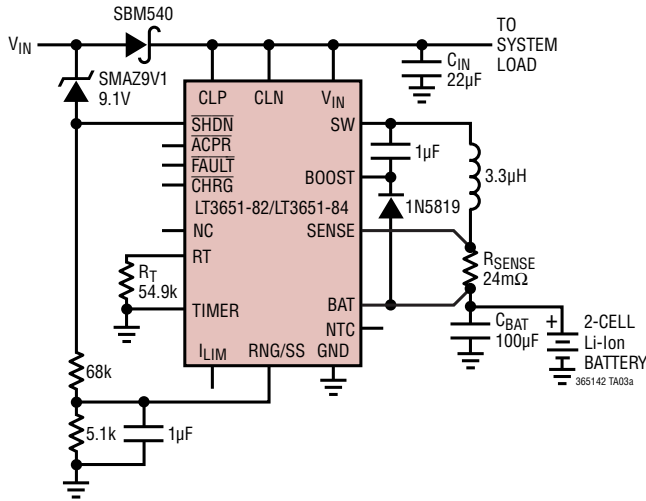


3651 TA02b

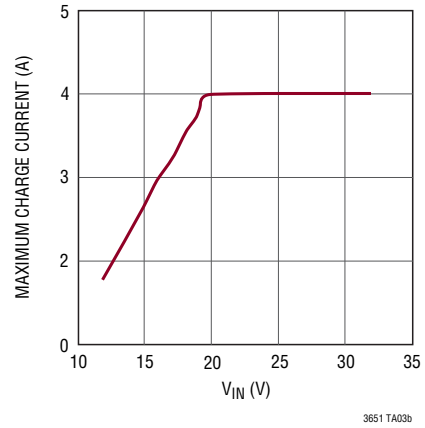
LT3651-8.2/LT3651-8.4

標準的応用例

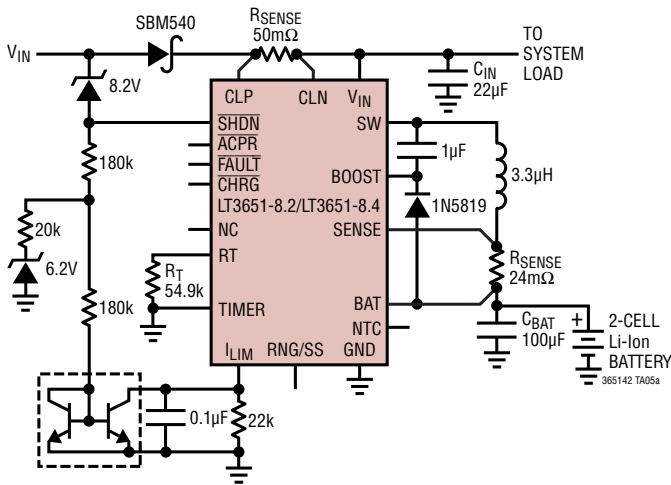
RNG/SS ピンを使用した低電圧電流フォールドバック回路付き
12V ~ 32V 4A チャージャ



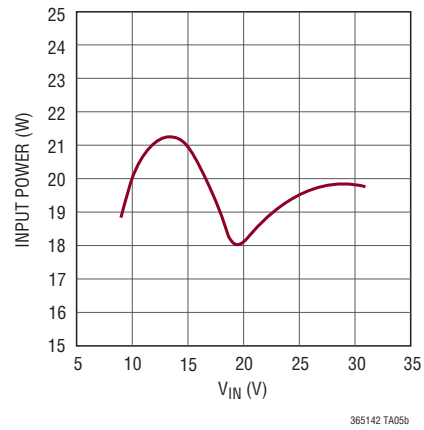
最大充電電流と V_{IN}



ほぼ一定の入力電力を使用した 9V ~ 32V 4A チャージャ



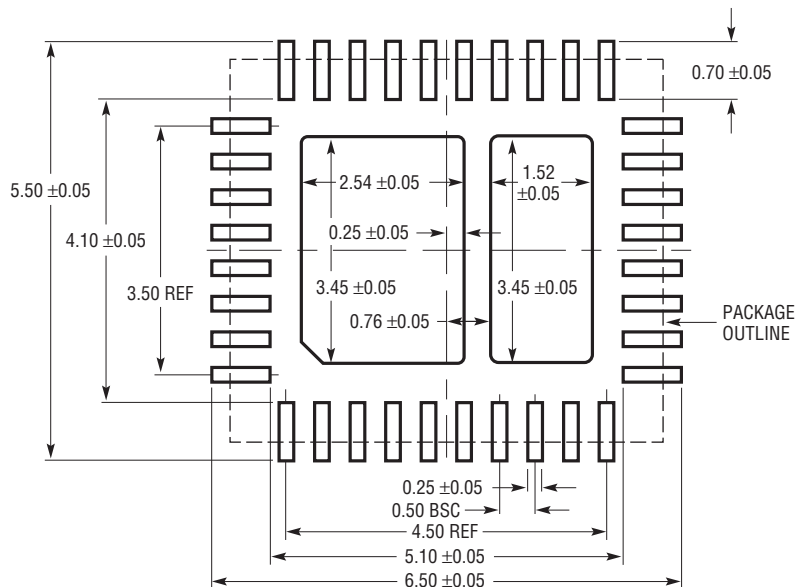
入力電力と V_{IN}



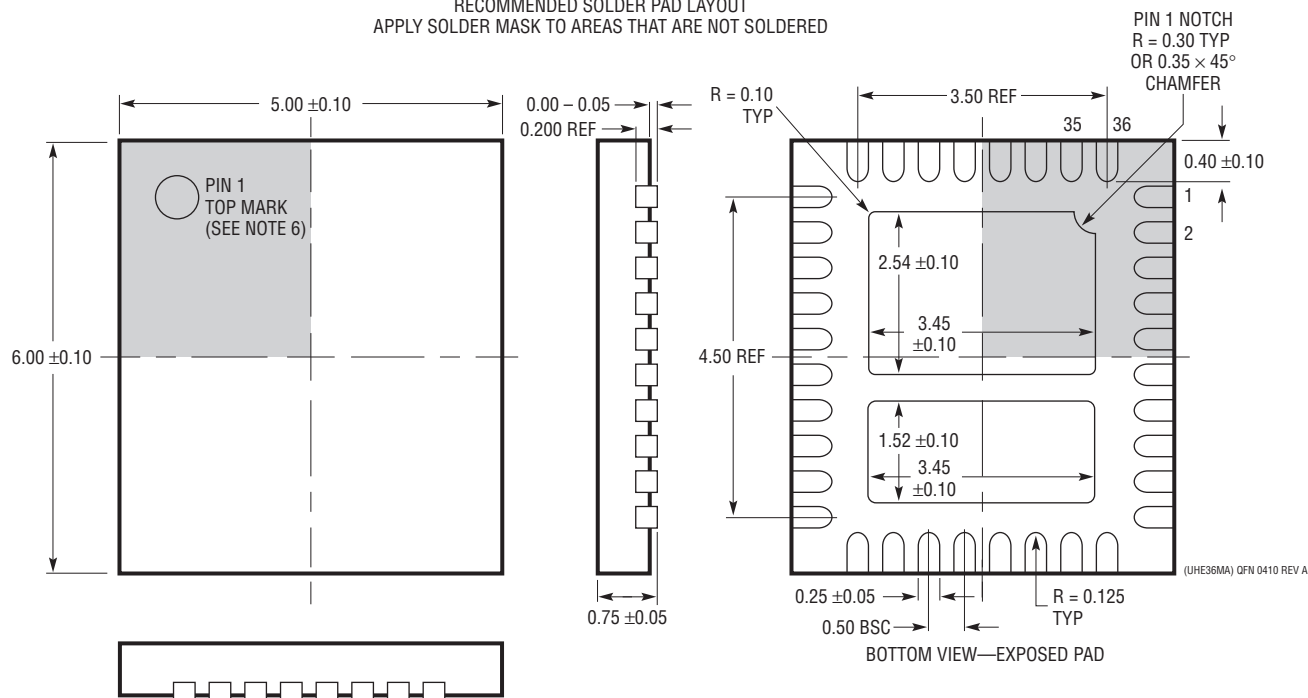
パッケージ

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。

UHEパッケージ
バリエーション: UHE36MA
36ピン・プラスチック QFN (5mm×6mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1753 Rev A)



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



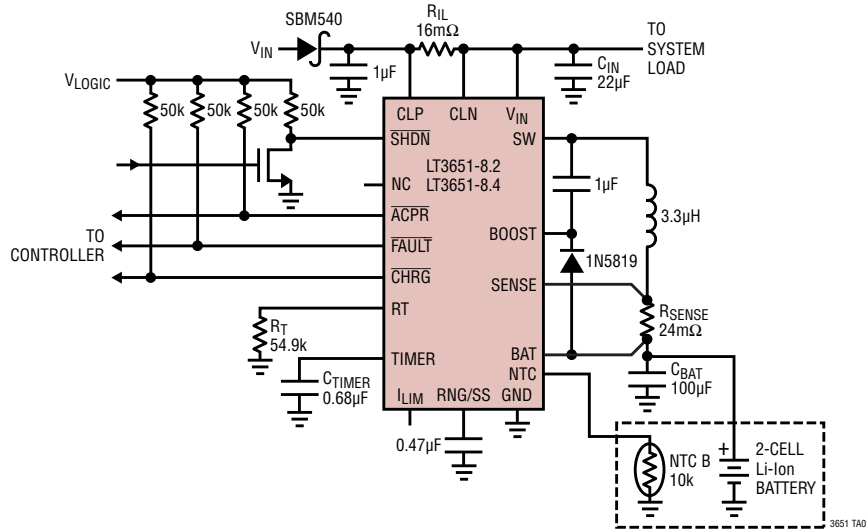
NOTE:

1. 図は JEDEC のパッケージ外形ではない
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

LT3651-8.2/LT3651-8.4

標準的応用例

10msのソフトスタート機能とバッテリー温度モニタ機能を備える、充電
タイムアウトが3時間、入力電流制限が6.3Aの9V～32V 4Aチャージャ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LT3651-4.1/LT3651-4.2	モノリシック4Aスイッチ・モード同期整流式1セル・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	スタンダアロン、4.75V～32V(絶対最大定格40V)、1MHz、4A、プログラム可能な充電電流タイムまたはV/10終了の5mm×6mm 36ピンQFNパッケージ
LT3650	2Aモノリシック・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	高効率な広い入力電圧範囲を備えるチャージャ、時間または充電電流による終了、自動再充電、温度モニタ、プログラム可能な充電電流、入力電流制限、12ピンDFNパッケージおよび12ピンMSOPパッケージ
LT3652/LT3652HV	電力トラッキング2Aバッテリー・チャージャ	(MPPT)ソーラー・アプリケーションでのピーク電力トラッキング用の入力電源電圧安定化ループ、スタンダアロン、4.95V～32V(絶対最大定格40V)、1MHz、プログラム可能な2Aの充電電流、タイムまたはC/10による、3mm×3mm 12ピンDFNパッケージおよび12ピンMSOPパッケージLT3652HVのVINは最大34V
LTC4000	バッテリー充電およびパワー・マネージメント用の高電圧高電流コントローラ	DC/DCコンバータと組み合わせた完全な高性能バッテリー・チャージャ、広い入力および出力電圧範囲:3V～60V、高精度のプログラム可能なフロート電圧:±0.25%、C/Xまたはタイムによる充電終了をプログラム可能、NTC入力を使用した温度による充電制御、28ピン4mm×5mm QFNまたはSSOPパッケージ
LTC4002	スタンダアロン・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セルまたは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、内部タイムによる充電終了、最大4Aの充電電流、8ピンSOおよび10ピンDFNパッケージ
LTC4006	小型、高効率、固定電圧の、充電終了機能を搭載したリチウムイオン・バッテリー・チャージャ	2、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アダプタ電流制限とサーミスタ・センサ、16ピン細型SSOPパッケージ
LTC4007	充電終了機能付き、電圧をプログラム可能な高効率バッテリー・チャージャ	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、サーミスタ・センサ、インジケータ出力、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・バッテリー用の完全なチャージャ、高い変換効率:最大96%、20ピンSSOPパッケージ
LTC4009/LTC4009-1 LTC4009-2	高効率マルチケミストリ・バッテリー・チャージャ	1～4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・バッテリー用の完全なチャージャ、高い変換効率:最大93%、20ピン(4mm×4mm)QFNパッケージ、LTC4009-1は4.1Vフロート電圧用、LTC4009-2は4.2Vフロート電圧用
LTC4012/LTC4012-1/ LTC4012-2/LTC4012-3	4A、PowerPath制御付き、高効率、マルチケミストリ・バッテリー・チャージャ	PowerPath制御、定電流/定電圧スイッチング・レギュレータ・チャージャ、抵抗、電圧/電流プログラミング、ACアダプタ電流制限、サーミスタ・センサ、インジケータ出力、1～4セル・リチウムイオン・バッテリー、最大18セルのニッケル・バッテリー、SLAおよびSuperCapに準拠、4mm×4mm 20ピンQFNパッケージ、LTC4012-1は4.1Vリチウム・セル用、LTC4012-2は4.2Vリチウム・セル用、LTC4012-3には追加GNDピンあり

36518284f