

# 150mA 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

## 特長

- プログラム可能な充電電流: 10mA ~ 150mA
- 外付け MOSFET、センス抵抗、ブロッキング・ダイオード不要
- 1セル/コインセル・リチウムイオン・バッテリー向け、ThinSOT™パッケージのリニア・チャージャ
- サーマル・レギュレーション\* 付きの定電流/定電圧動作により、過熱の恐れなく最大充電レートを実現
- USBポートから直接1セル・リチウムイオン・バッテリーを充電
- ±1% 精度のプリセット 4.2V 充電電圧
- ガスゲージ\* に有用な充電電流モニタ出力
- 自動再充電
- 充電ステータス出力ピン
- C/10 充電終了
- シャットダウン時 25µA (最大) の消費電流
- 2.9V のトリクル充電スレッシュホールド
- ソフトスタートにより、突入電流を制限
- 高さの低い (1mm) 5ピン SOT-23 パッケージ

## アプリケーション

- リチウムイオン・コインセル・バッテリー用チャージャ
- 携帯用 MP3 プレーヤ、ワイヤレス・ヘッドフォン
- Bluetooth アプリケーション
- 多機能腕時計

## 概要

LTC®4054L は 1セル・リチウムイオン・バッテリー用の定電流/定電圧リニア・チャージャです。小型で、低い充電電流を安定化できるので、低容量の再充電可能リチウムイオン・コインセル・バッテリー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、LTC4054L は USB 電力仕様に準拠するように特別に設計されています。

MOSFET 内蔵アーキテクチャを採用しているため、外付けセンス抵抗やブロッキング・ダイオードが不要です。また、熱帰還で充電電流を調節するため、熱的設計に過度の余裕は不要です。充電電圧は 4.2V に固定され、充電電流は 1本の抵抗で外部設定可能です。LTC4054L は、最終フロート電圧に達した後、充電電流が設定値の 1/10 まで低下したところで、充電サイクルを自動的に終了します。

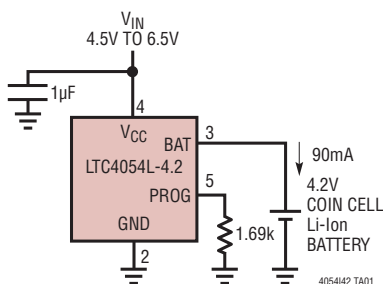
入力電源 (AC アダプタや USB 電源) を取り外すと、LTC4054L は自動的に低電流状態になり、バッテリー流出電流が 2µA 以下に低減されます。また、シャットダウン・モードになると、消費電流が 25µA に低減されます。

この他に、充電電流モニタ、低電圧ロックアウト、自動再充電、充電終了や入力電圧の検出を知らせるステータス・ピンなどの機能も搭載しています。

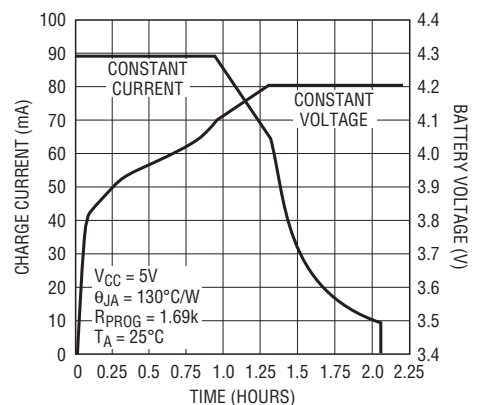
LT、LT、LTC、LTM、Linear Technology および Linear のロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。\*6,522,118 を含む米国特許によって保護されています。

## 標準的応用例

### 90mA リチウムイオン・単一コインセル・チャージャ



### 1回の充電サイクル (130mAh のバッテリー)

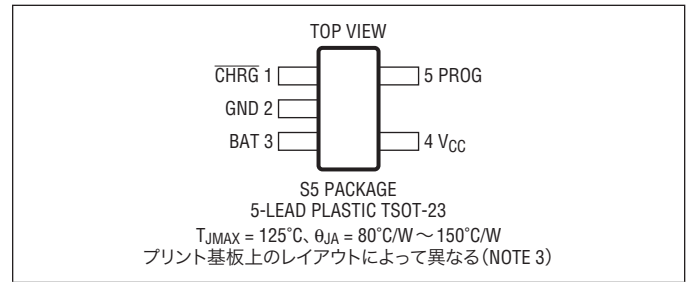


# LTC4054L-4.2

## 絶対最大定格 (Note 1)

入力電源電圧 ( $V_{CC}$ )	-0.3V ~ 10V
PROG	-0.3V ~ $V_{CC} + 0.3V$
CHRG	-0.3V ~ 10V
BAT	-0.3V ~ 7V
BAT 短絡期間	連続
BAT ピン電流	200mA
PROG ピン電流	1.5mA
最大接合部温度	125°C
動作温度範囲 (Note 2)	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲	-65°C ~ 125°C
リード温度 (半田付け、10秒)	300°C

## ピン配置



## 発注情報

鉛フリー仕様	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
LTC4054LES5-4.2#PBF	LTC4054LES5-4.2#TRPBF	LTAFA	5ピン・プラスチックTSOT-23	-40°C to 85°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。  
非標準の鉛ベース仕様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/tapeandreeel/> をご覧ください。

## 電気的特性 ●は全動作温度範囲で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、 $V_{CC} = 5V$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{CC}$	Supply Voltage		● 4.25		6.5	V
$I_{CC}$	Supply Current	Charge Mode (Note 4), $R_{PROG} = 1k$ Standby Mode (Charge Terminated) Shutdown Mode ( $R_{PROG}$ Not Connected, $V_{CC} < V_{BAT}$ , or $V_{CC} < V_{UV}$ )	●	1200 200 25	2000 500 50	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$V_{FLOAT}$	Regulated Output (Float) Voltage	$0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ , $I_{BAT} = 40\text{mA}$	4.158	4.2	4.242	V
$I_{BAT}$	BAT Pin Current	$R_{PROG} = 15k$ , Current Mode $R_{PROG} = 1k$ , Current Mode Standby Mode, $V_{BAT} = 4.2V$ Shutdown Mode ( $R_{PROG}$ Not Connected) Sleep Mode, $V_{CC} = 0V$	● 9.3 ● 142.5 ● 0	10 150 -2.5	10.7 157.5 -6	$\text{mA}$ $\text{mA}$ $\mu\text{A}$
$I_{TRIKL}$	Trickle Charge Current	$V_{BAT} < V_{TRIKL}$ , $R_{PROG} = 1k$ ( $I_{BAT} = 150\text{mA}$ )	● 5	15	25	$\text{mA}$
$V_{TRIKL}$	Trickle Charge Threshold Voltage	$R_{PROG} = 15k$ , $V_{BAT}$ Rising	2.8	2.9	3	V
$V_{TRHYS}$	Trickle Charge Hysteresis Voltage	$R_{PROG} = 15k$	60	80	110	mV
$V_{UV}$	$V_{CC}$ Undervoltage Lockout Threshold Voltage	From $V_{CC}$ Low to High	● 3.7	3.8	3.92	V
$V_{UVHYS}$	$V_{CC}$ Undervoltage Lockout Threshold Voltage		● 150	200	300	mV
$V_{MSD}$	Manual Shutdown Threshold Voltage	PROG Pin Rising PROG Pin Falling	● 1.15 ● 0.9	1.21 1.0	1.30 1.1	V V
$V_{ASD}$	$V_{CC} - V_{BAT}$ Lockout Threshold Voltage	$V_{CC}$ from Low to High $V_{CC}$ from High to Low	70 5	100 30	140 50	mV mV

4054142fa

## 電気的特性 ●は全動作温度範囲で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、 $V_{CC} = 5\text{V}$

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$I_{\text{TERM}}$	C/10 Termination Current Threshold	$R_{\text{PROG}} = 15\text{k}$ ( $I_{\text{BAT}} = 10\text{mA}$ ) (Note 5)	●	0.085	0.10	0.115	mA/mA
		$R_{\text{PROG}} = 1\text{k}$ ( $I_{\text{BAT}} = 150\text{mA}$ ) (Note 5)	●	0.088	0.10	0.112	mA/mA
$V_{\text{PROG}}$	PROG Pin Voltage	$R_{\text{PROG}} = 1\text{k}$ , Current Mode	●	0.93	1	1.07	V
$I_{\text{CHRG}}$	CHRG Pin Weak Pull-Down Current	$V_{\text{CHRG}} = 5\text{V}$		8	20	35	$\mu\text{A}$
$V_{\text{CHRG}}$	CHRG Pin Output Low Voltage	$I_{\text{CHRG}} = 5\text{mA}$		0.35	0.6	V	
$\Delta V_{\text{RECHRG}}$	Recharge Battery Hysteresis Voltage	$V_{\text{FLOAT}} - V_{\text{RECHRG}}$		100	150	200	mV
$T_{\text{LIM}}$	Junction Temperature in Constant Temperature Mode			120		$^\circ\text{C}$	
$R_{\text{ON}}$	Power FET "ON" Resistance (Between $V_{\text{CC}}$ and BAT)			1.5		$\Omega$	
$t_{\text{SS}}$	Soft-Start Time	$I_{\text{BAT}} = 0$ to $I_{\text{BAT}} = 150\text{V}/R_{\text{PROG}}$		100		$\mu\text{s}$	
$t_{\text{RECHARGE}}$	Recharge Comparator Filter Time	$V_{\text{BAT}}$ High to Low		0.75	2	4.5	ms
$t_{\text{TERM}}$	Termination Comparator Filter Time	$I_{\text{BAT}}$ Drops Below $I_{\text{CHG}}/10$		400	1000	2500	$\mu\text{s}$
$I_{\text{PROG}}$	PROG Pin Pull-Up Current			1.5	3	5	$\mu\text{A}$

**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可能性がある。

**Note 2:** LTC4054LE-4.2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。

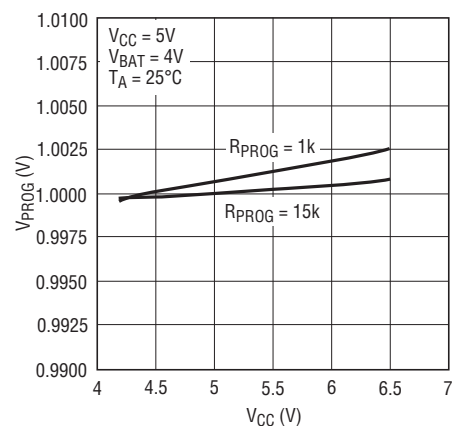
**Note 3:** 「熱に関する検討事項」を参照。

**Note 4:** 電源電流には PROG ピンの電流 (約 1mA) も含まれるが、BAT ピンからバッテリーに供給される電流は一切含まない。

**Note 5:**  $I_{\text{TERM}}$  はここに示した PROG 抵抗で測定した全充電電流との比で表す。

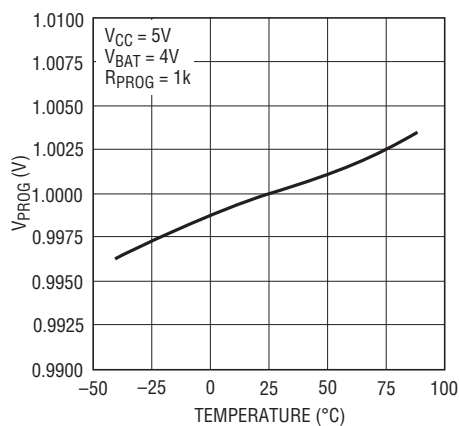
## 標準的性能特性

PROG ピン電圧と電源電圧  
(定電流モード)



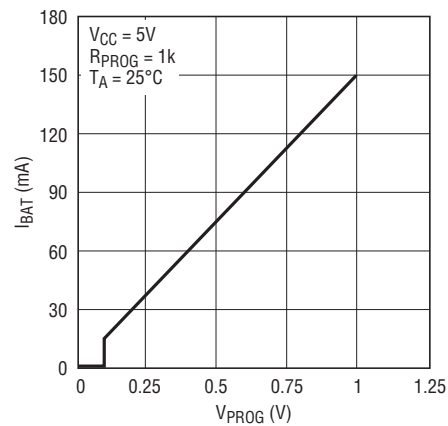
4054L G01

PROG ピン電圧と温度  
(定電流モード)



4054L G02

充電電流と PROG ピン電圧

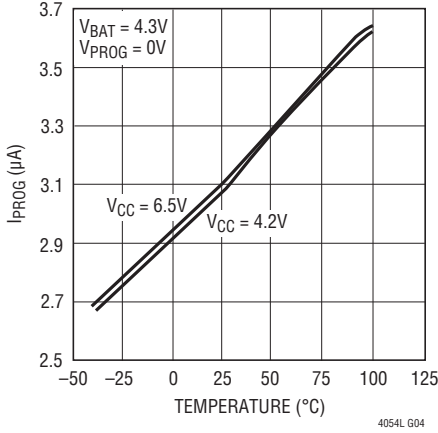


4054L G03

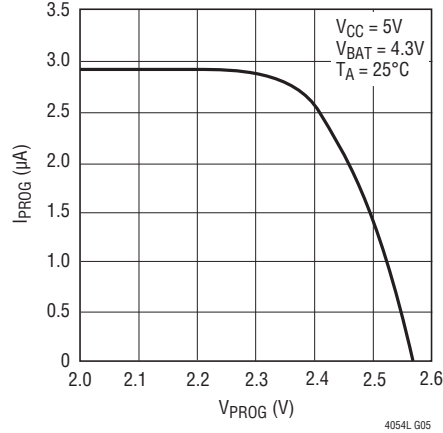
# LTC4054L-4.2

## 標準的性能特性

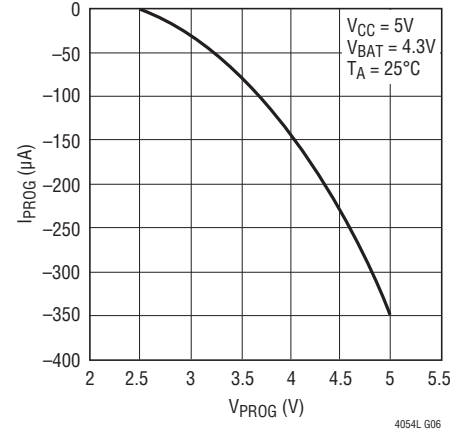
PROG ピンのプルアップ電流と温度および電源電圧



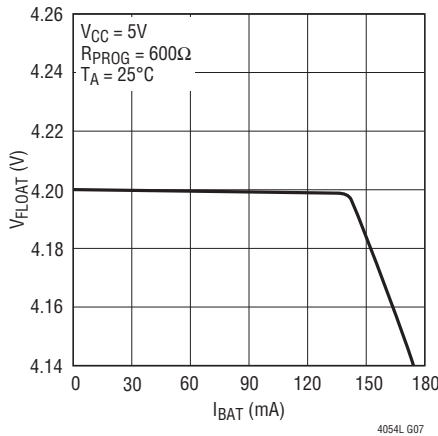
PROG ピン電流と PROG ピン電圧 (プルアップ電流)



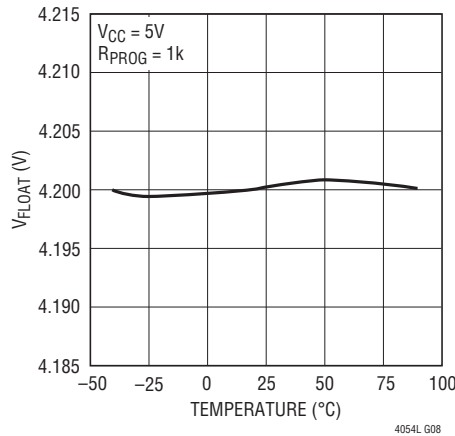
PROG ピン電流と PROG ピン電圧 (クランプ電流)



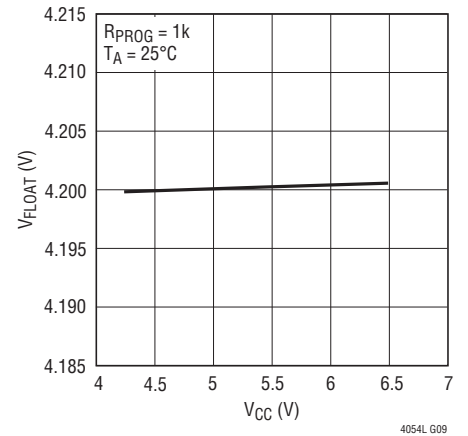
安定化出力電圧(フロート)と充電電流



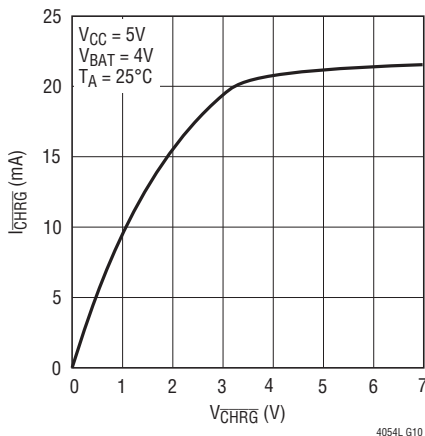
安定化出力電圧(フロート)と温度



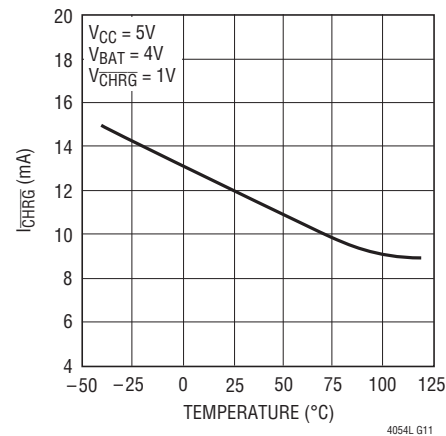
安定化出力電圧(フロート)と電源電圧



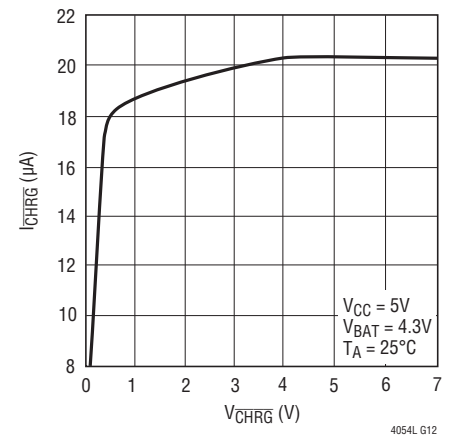
CHRG ピン電流対電圧曲線 (強いプルダウン・ステート)



CHRG ピン電流と温度 (強いプルダウン・ステート)

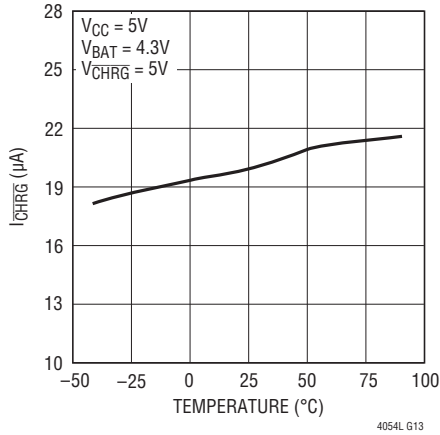


CHRG ピン電流対電圧曲線 (弱いプルダウン・ステート)

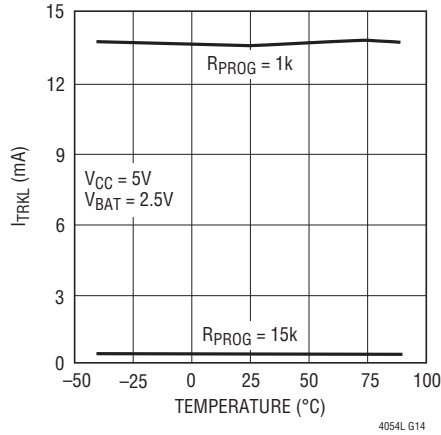


標準的性能特性

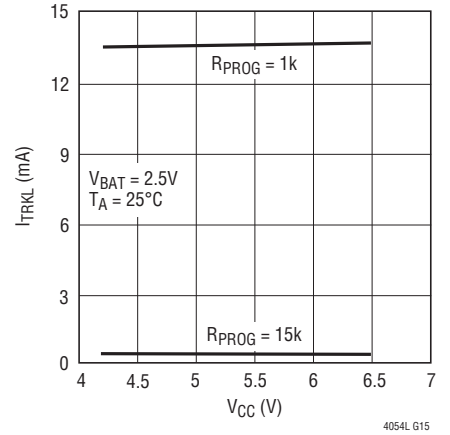
CHRG ピン電流と温度  
(弱いプルダウン・ステート)



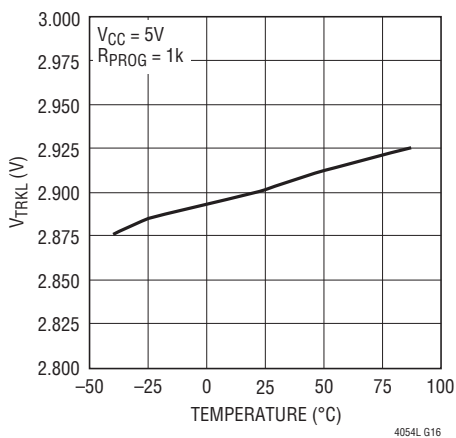
トリクル充電電流と温度



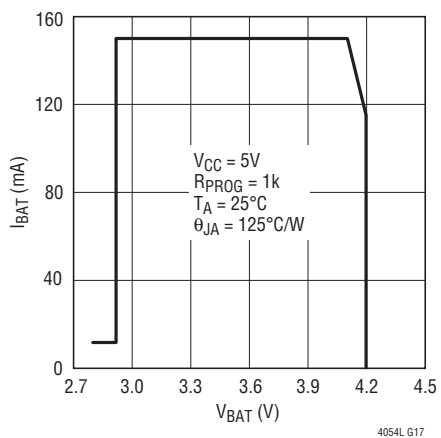
トリクル充電電流と電源電圧



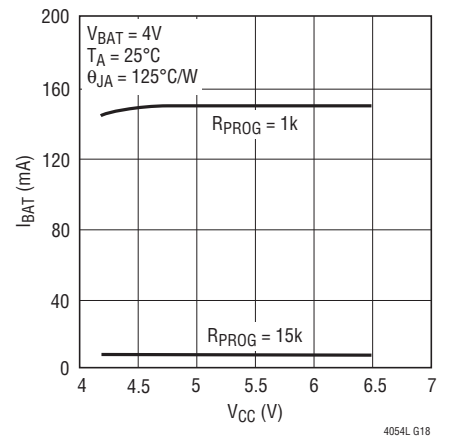
トリクル充電しきい値電圧と温度



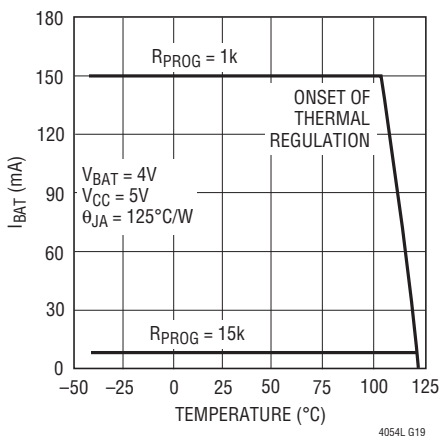
充電電流とバッテリー電圧



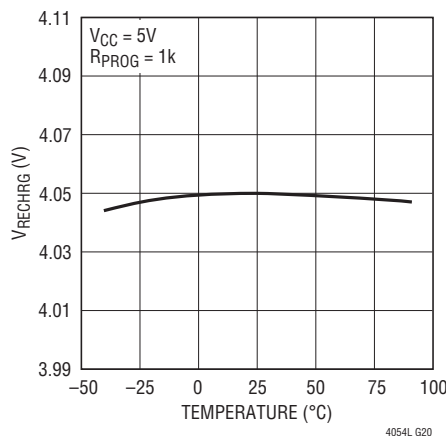
充電電流と電源電圧



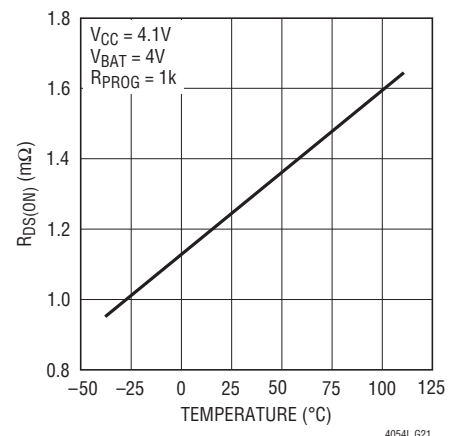
充電電流と周囲温度



充電再開しきい値電圧と温度



パワー FET「オン」抵抗と温度



## ピン機能

**CHRG (ピン1)** : オープン・ドレインの充電状態出力。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。充電サイクル完了時には約20 $\mu$ Aの弱いプルダウンがCHRGピンに接続され、「AC存在」の状態を示します。LTC4054Lが低電圧ロックアウト状態を検出した場合、CHRGは強制的に高インピーダンスになります。

**GND (ピン2)** : グランド。

**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。このピンからの内部の精密抵抗分圧器がフロート電圧を設定し、これはシャットダウンモードでは切り離されます。

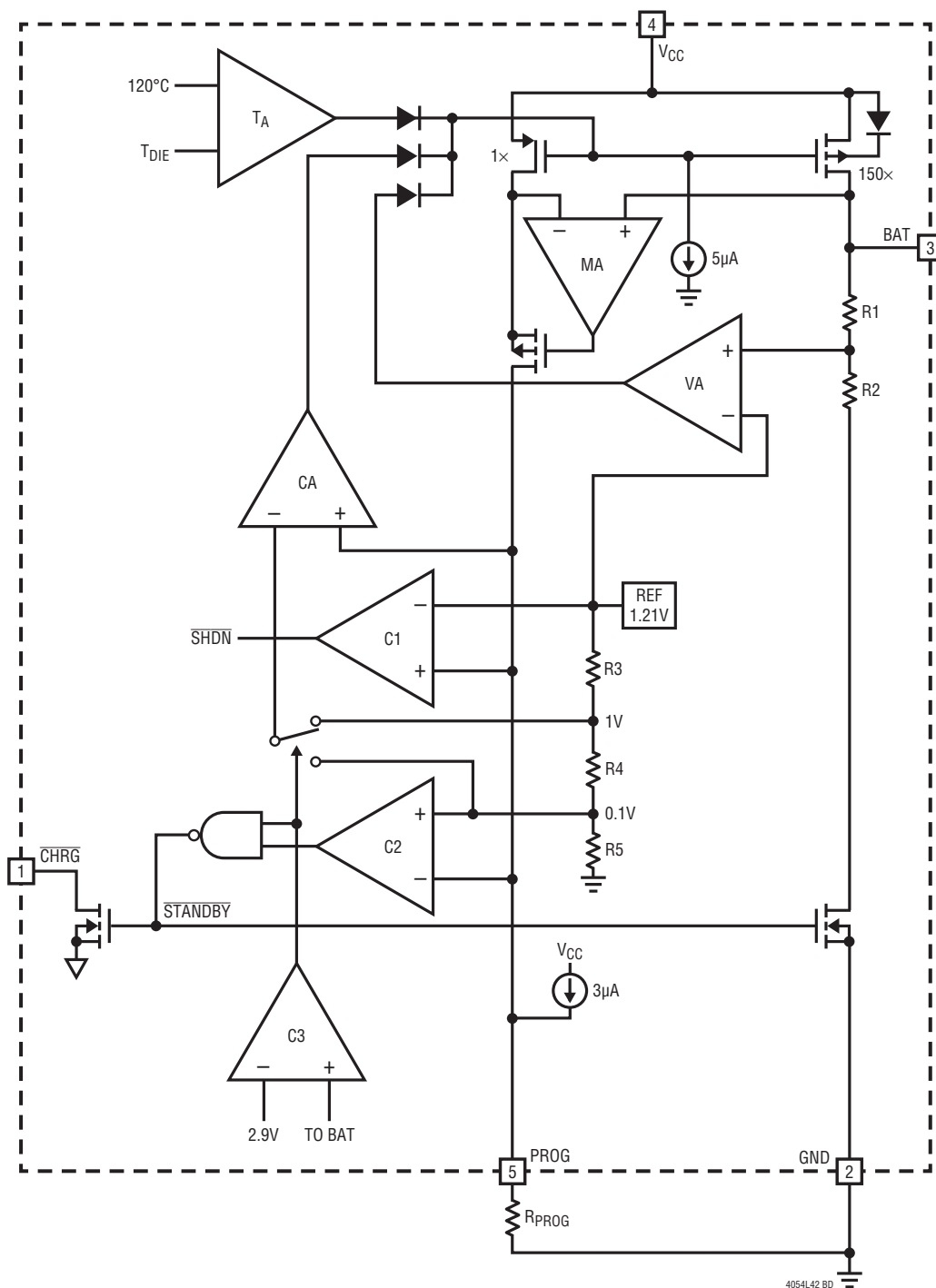
**VCC (ピン4)** : 正の入力電源電圧。チャージャに電力を供給します。VCCは4.25V～6.5Vとし、最小1 $\mu$ Fのバイパス・コンデンサを入れてください。VCCがBATピン電圧から30mVにまで落ちた場合、LTC4054Lはシャットダウンモードに入り、I<sub>BAT</sub>は2 $\mu$ A未満に低減されます。

**PROG (ピン5)** : 充電電流プログラム、充電電流モニタ、シャットダウン・ピン。充電電流はR<sub>PROG</sub>から接地に1%抵抗を接続してプログラムします。定電流モードで充電中は、このピンは1Vにサーボします。全てのモードで、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。

$$I_{BAT} = (V_{PROG}/R_{PROG}) \cdot 150$$

PROGピンはチャージャのシャットダウンにも使用できます。プログラム抵抗を接地から切り離すと、3 $\mu$ Aの電流でPROGピンを“H”に引き上げられます。これが1.21Vのシャットダウンしきい値電圧に達するとチャージャはシャットダウンモードに入り、充電は停止して入力電源電流は25 $\mu$ Aにまで低減されます。このピンはまた約2.4Vにクランプされています。このピンをクランプ電圧を超えて駆動すると、1.5mAもの電流が流れ出ます。R<sub>PROG</sub>を接地に接続し直すとチャージャは通常の動作に復帰します。

ブロック図



# LTC4054L-4.2

## 動作

LTC4054Lは定電流、定電圧アルゴリズムを使用する、単一セルのリチウムイオン・バッテリー用チャージャです。10mAまで低い充電電流を制御できますので、低容量のリチウムイオン・コインセル・バッテリーの充電に適しています。LTC4054Lは内部にPチャンネルのパワーMOSFETと、温度レギュレーション回路を備えています。ブロッキング・ダイオードも外部センス抵抗も不要ですので、基本的な充電回路を構成するには外部部品は3つしか必要ありません。また、LTC4054LはUSB電源での動作も可能です。

### 通常の充電サイクル

充電サイクルは、V<sub>CC</sub>ピンの電圧がUVLOレベルを超すまで上昇し、1%のプログラム用抵抗がPROGピンと接地の間に接続されているときに開始します。BATピンが2.9V未満の場合は、充電はトリクル充電モードに入ります。このモードでは、LTC4054Lはプログラムされた充電電流の約10分の1を供給し、フルの電流での充電に安全なレベルまでバッテリーの電圧を上昇させます。

BATピンの電圧が2.9Vを超すと、充電は定電流モードに入り、プログラムされた充電電流がバッテリーに供給されます。BATピンが最終的なフロート電圧(4.2V)に近づくと、LTC4054Lは定電圧モードに入って充電電流は減少を始めます。充電電流がプログラムされた値の10分の1に落ちると、充電サイクルは終了します。

### 充電電流のプログラミング

充電電流はPROG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150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。

$$R_{\text{PROG}} = \frac{150V}{I_{\text{CHG}}}, \quad I_{\text{CHG}} = \frac{150V}{R_{\text{PROG}}}$$

BATピンからの充電電流は、PROGピン電圧をモニタして、次の式を用いていつでも決定できます。

$$I_{\text{BAT}} = \frac{V_{\text{PROG}} \cdot 150}{R_{\text{PROG}}}$$

### 充電終了

最終フロート電圧に達した後、充電電流が設定値の10分の1まで低下したところで充電サイクルは終了します。この条件は、内部の、フィルタされたコンパレータでPROGピンをモニタして検出します。PROGピンの電圧が100mV<sup>1</sup>未満にt<sub>TERM</sub>の時間(通常1ms)を超して低下すると、充電は終了します。充電電流はオフにラッチされ、LTC4054Lはスタンバイ・モードに入って入力電源電流は200μAより小さくなります。(注記:トリクル充電モードと温度制限モードでは、C/10での終了は無効化されます。)

充電中、BATピンでの過渡負荷のために、DC充電電流がプログラムされた値の10分の1に低下する前にPROGピンが100mVよりも短時間低くなることがあります。終了コンパレータの1msのフィルタ時間(t<sub>TERM</sub>)のために、この種の過渡負荷のために充電サイクルが早く終わり過ぎないようにします。

平均の充電電流がt<sub>TERM</sub>よりも長時間プログラムされた値の10分の1を下回るとLTC4054Lは充電サイクルを終了し、BATピンからの電流供給を停止します。このステートでは、BATピンの全ての負荷はバッテリーに供給されます。

LTC4054Lはスタンバイ・モードでBATピンの電圧をモニタし続けます。この電圧が4.05Vの充電再開しきい値(V<sub>RECHRG</sub>)を下回ると充電サイクルが再度開始され、電流がバッテリーに供給されます。スタンバイ・モードのときにマニュアルで充電を再開するには、入力電圧をいったん切り離れた後に再び印可するか、PROGピンを用いてチャージャをシャットダウンしてから再起動する必要があります。図1は通常の充電サイクルの状態図です。

<sup>1</sup>PROGピンを100mV以上に保つかなる外部電源も、LTC4054Lの充電サイクルの終了を妨げます。



## 動作

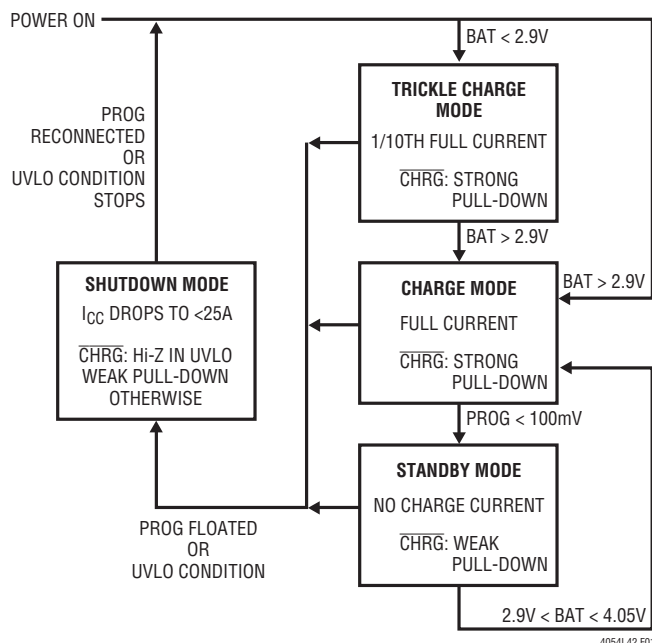


図1. 典型的な充電サイクルの状態図

## 充電状態インジケータ (CHRG)

充電ステータス出力には次の3つの状態があります：強いプルダウン（約10mA）、弱いプルダウン（約20 $\mu$ A）、高インピーダンス。強いプルダウンの状態はLTC4054Lが充電サイクルにあることを示します。充電サイクル終了後は、このピンの状態は低電圧ロックアウト条件で決定されます。弱いプルダウンは、V<sub>CC</sub>がUVLOの条件を満たし、LTC4054Lが充電準備ができていないことを示します。高インピーダンスは、LTC4054Lが低電圧ロックアウト・モードにあり、V<sub>CC</sub>がBATピン電圧から100mV以内にあるか、V<sub>CC</sub>ピンへの印可電圧が十分ではないことを示します。この3つの状態はマイクロプロセッサで識別可能です。この方法については「アプリケーション情報」のセクションで述べます。

## 温度制限

内部の温度帰還により、ダイ温度が約120°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。LTC4054L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、LTC4054Lを損傷する危険なしに、ユーザーは与えられた回路基板の電力処理能力の限界を押し上げる

ことができます。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、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。ThinSOTでの消費電力に関する考慮事項は「アプリケーション情報」のセクションでさらに詳しく述べます。

## 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>が低電圧ロックアウトのしきい値を超えるまでチャージャをシャットダウンモードに入れておきます。UVLO回路には200mVのヒステリシスが組み込まれています。さらに、パワーMOSFETでの逆電流から保護するため、UVLO回路はV<sub>CC</sub>がバッテリー電圧の30mV以内に低下したときにはチャージャをシャットダウンモードに入れます。UVLOのコンパレータが動作したときには、チャージャはV<sub>CC</sub>がバッテリー電圧よりも100mV以上上がらない限りシャットダウンモードから出ることはありません。

## 動作

### 手動シャットダウン

充電サイクルのどの時点でも、LTC4054Lは $R_{PROG}$ を切り離してPROGピンをフロート状態にし、シャットダウンモードに入れることができます。こうするとバッテリーの流出電流を $2\mu\text{A}$ 未満に抑え、電源電流を $50\mu\text{A}$ 未満に抑えることができます。プログラム抵抗を再接続すると充電サイクルが新たに始まります。

手動シャットダウンでは、 $V_{CC}$ がUVLO条件を超えるだけ高ければ $\overline{\text{CHRG}}$ ピンは弱いプルダウン・ステートにあります。LTC4054Lが低電圧ロックアウト・モードにあれば $\overline{\text{CHRG}}$ ピンは高インピーダンス・ステートにあります。このとき $V_{CC}$ がBATピン電圧から $100\text{mV}$ 以内にあるか、 $V_{CC}$ ピンへの印可電圧が十分ではありません。

### 自動再充電

充電サイクルが終了すると、LTC4054Lはコンパレータを $2\text{ms}$ のフィルタ時間( $t_{\text{RECHARGE}}$ )とともに使用してBATピンの電圧をモニタし続けます。バッテリー電圧が $4.05\text{V}$ を下回れば(バッテリー容量の約 $80\sim 90\%$ )、充電サイクルが再び開始されます。このためバッテリーは完全に充電された状態か、その近くに保たれ、周期的に充電サイクルを開始する必要がありません。充電再開サイクル中は、 $\overline{\text{CHRG}}$ 出力は強いプルダウン・ステートに入ります。

## アプリケーション情報

### 安定性に関する考慮事項

定電圧モードの帰還ループは、バッテリーがチャージャの出力に接続されている限り出力コンデンサなしでも安定しています。バッテリーが接続されていない場合は、出力コンデンサを接続してリップル電圧を低減することを推奨します。高容量、低 ESR のセラミックコンデンサを使用する場合、このコンデンサと直列に  $1\Omega$  の抵抗の接続を推奨します。タンタル・コンデンサを使用する場合は直列抵抗は不要です。

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。定電流モードでの安定性は PROG ピンのインピーダンスに影響されます。PROG ピンに追加の容量がなければ、最大  $20k\Omega$  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、このノードに容量が追加されると、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 ピンに容量負荷  $C_{PROG}$  があれば、次の式で最大抵抗値、 $R_{PROG}$  を計算できます。

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

ユーザーにとっては瞬間的な充電電流ではなく、平均の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2のように 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。

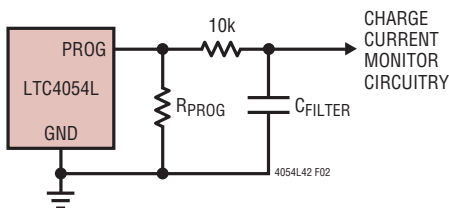


図2. PROG ピンでの容量性負荷の分離とフィルタリング

### 電力損失

LTC4054L 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 IC で消費される電力を検討して概算することができます。この電力損失のほとんどは内部の MOSFET で発生します。これは概略次のように計算できます。

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

ここで、 $P_D$  は電力損失、 $V_{OUT}$  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。熱帰還が IC の保護を始める概略の周囲温度は次式で与えられます。

$$T_A = 120^\circ\text{C} - P_D \theta_{JA}$$

$$T_A = 120^\circ\text{C} - (V_{CC} - V_{BAT}) \cdot I_{BAT} \cdot \theta_{JA}$$

例：6V のコンセント・アダプタで動作する LTC4054L は、放電して  $3.75V$  になったリチウムイオン・バッテリーに  $150mA$  のフルスケール電流を供給するようにプログラムされています。 $\theta_{JA}$  が  $200^\circ\text{C}/W$  と仮定すると、LTC4054L が充電電流を減少し始める周囲温度は概略次のように求められます。

$$T_A = 120^\circ\text{C} - (6V - 3.75V) \cdot (150mA) \cdot 200^\circ\text{C}/W$$

$$T_A = 120^\circ\text{C} - 0.3375W \cdot 200^\circ\text{C}/W = 120^\circ\text{C} - 67.5^\circ\text{C}$$

$$T_A = 52.5^\circ\text{C}$$

LTC4054L は  $52.5^\circ\text{C}$  を超えても使えますが、充電電流は  $150mA$  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概算できます。

$$I_{BAT} = \frac{120^\circ\text{C} - T_A}{(V_{CC} - V_{BAT}) \cdot \theta_{JA}}$$

周囲温度が  $60^\circ\text{C}$  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。

$$I_{BAT} = \frac{120^\circ\text{C} - 60^\circ\text{C}}{(6V - 3.75V) \cdot 200^\circ\text{C}/W} = \frac{60^\circ\text{C}}{450^\circ\text{C}/A}$$

$$I_{BAT} = 133mA$$

# LTC4054L-4.2

## アプリケーション情報

さらに、熱帰還が充電電流を減少させるときは、「動作」セクションで述べたようにPROGピンでの電圧もそれに比例して減少させられます。

LTC4054Lは接合部温度が約120°Cに達すると自動的に電力損失を減らしますので、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の設計をする必要はありません。

### 熱に関する検討事項

ThinSOTパッケージは小型のため、プリント基板のレイアウトを熱的に良好にして充電電流を最大限に取り出せるようにすることが非常に重要です。ICから発生する熱の経路はダイから銅のリード・フレーム、パッケージのリード(特に接地リード)からプリント基板の銅面へ、となります。プリント基板の銅面がヒートシンクとして機能します。フットプリントのパッドはできるだけ幅広くとり、大きな銅面へと広がって周囲に熱を逃がすようにしてください。スルー・ホールで内部や裏面の銅面につなげるのもチャージャの全体的な熱特性の向上に有効です。チャージャに関係の無いその他の基板の熱源も、全体的な温度上昇、最大充電電流に影響を与えるので、プリント基板のレイアウト設計時には考慮してください。

いくつかの異なったボード寸法と銅箔面積に対する熱抵抗を以下の表に示します。測定は全て静止した空気中で3/32"のFR-4ボードにデバイスを上面に取り付けて行いました。

表1. 熱抵抗実測値(2層基板\*)

銅面積		基板面積	熱抵抗(接合部-周囲間)
上面	裏面		
2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	125°C/W
1000mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	125°C/W
225mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	130°C/W
100mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	135°C/W
50mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	2500mm <sup>2</sup>	150°C/W

\*各層で1オンスの銅を使用

表2. 熱抵抗実測値(4層基板\*\*)

銅箔面積(各面)	基板面積	熱抵抗(接合部-周囲間)
2500mm <sup>2</sup> ***	2500mm <sup>2</sup>	80°C/W

\*\* 上面と裏面は2オンスの銅、内層は1オンスの銅を使用。

\*\*\*10,000mm<sup>2</sup>、総銅箔面積

### VCC 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の使用が可能ですが、多層セラミックコンデンサの使用には注意を払ってください。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。X5Rのセラミックコンデンサに1.5Ωの抵抗を並列に挿入すると始動時の過渡電圧の軽減に役立ちます。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。

### 充電電流ソフト・スタート

LTC4054L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和らげます。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100μsをかけて上昇します。このため開始時に電源への過渡的な電流負荷が軽減されます。

### CHRG STATUS 出力ピン

CHRGピンは入力電圧が低電圧ロックアウトのしきい値レベルよりも高いかどうかを示します。約20μAの弱いプルダウン電流は、VCCに充電を開始するのに十分な電圧が印可されていることを示します。充電の切れたバッテリーをチャージャに接続すると、充電サイクルの定電流部分が始まり、CHRGピンは接地電圧になります。CHRGピンは最大10mAの電流を引き込み、LEDを駆動して充電サイクルが進行中であることを示します。

## アプリケーション情報

バッテリーがフル充電に近づくとチャージャは充電サイクルの定電圧部分に入り、充電電流は減少を始めます。充電電流がプログラムされた電流の10分の1未満まで下がると充電サイクルは終了し、強いプルダウンは20 $\mu$ Aのプルダウンに取って代わられて充電サイクルが終了したことを示します。入力電圧が無くなる、または低電圧ロックアウトのしきい値未満になると、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンは高インピーダンスになります。図3は2つのプルアップ抵抗を使用してマイクロプロセッサが3つのステートをこのピンから検出できることを示します。

LTC4054Lがいつ充電モードにあるかを検出するには、デジタル出力ピン(OUT)を強制的に“H”にして、 $\overline{\text{CHRG}}$ ピンの電圧を測定します。NチャンネルのMOSFETは、2k $\Omega$ のプルアップ抵抗があってもピンの電圧を“L”レベルに引き下げます。充電サイクル終了時にはNチャンネルのMOSFETはオフになり、20 $\mu$ Aの電流源が $\overline{\text{CHRG}}$ ピンに接続されます。このときINピンは2k $\Omega$ の抵抗で“H”に引き上げられます。弱いプルダウン電流があるかどうかを決定するには、OUTピンは強制的に高インピーダンス・ステートにしておく必要があります。弱い電流源は800k $\Omega$ の抵抗を通してINピンを“L”に引き下げますが、 $\overline{\text{CHRG}}$ が高インピーダンスの場合にはINピンが“H”引き上げられ、デバイスがUVLOステートにあることを示します。

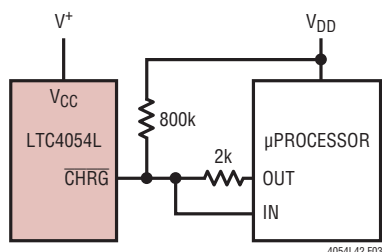


図3. マイクロプロセッサを使用する際の $\overline{\text{CHRG}}$ ステートの決定

## 逆極性入力電圧保護

アプリケーションによっては $V_{\text{CC}}$ に印可される逆極性の電圧からの保護が望ましいものもあります。電源電圧が十分高ければ、ブロッキングダイオードを直列に挿入することができます。その他の、電圧降下を小さく抑えておく必要がある場合には、P-チャンネルのMOSFETを使用できます(図4参照)。

## USBとコンセント電源アダプタ

LTC4054Lはコンセントのアダプタ、USBポートのどちらからの充電にも使用できます。図5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、D1は1k $\Omega$ のプルダウン抵抗でUSBの電力の損失を防ぎます。

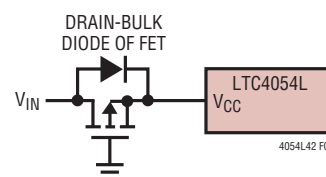


図4. 低ロス逆極性入力保護

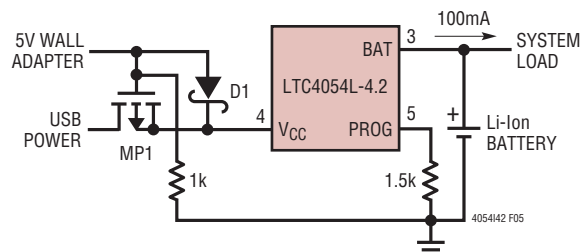


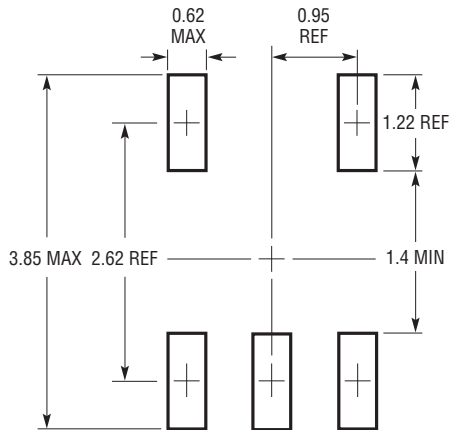
図5. コンセント・アダプタとUSBパワーの組み合わせ

# LTC4054L-4.2

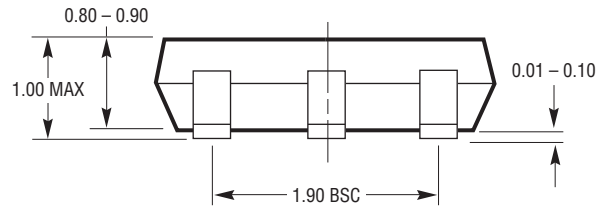
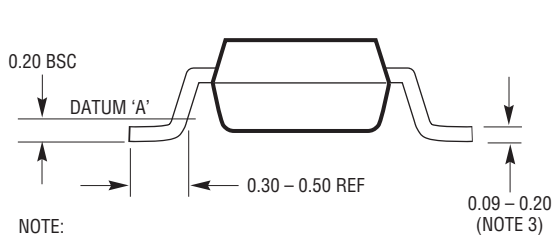
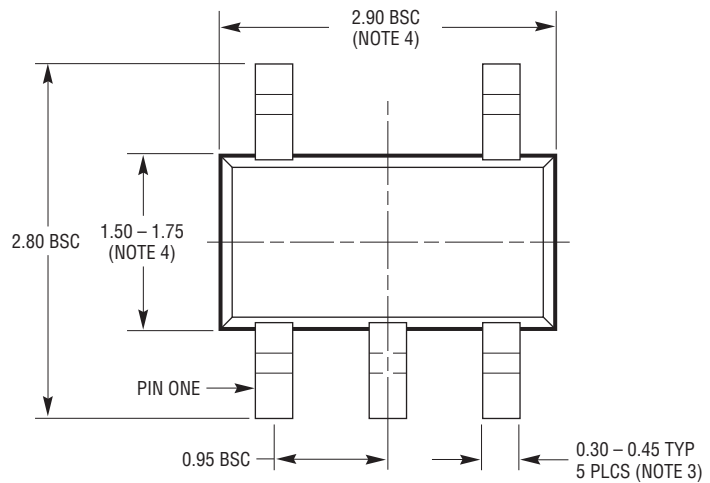
## パッケージ

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

### S5パッケージ 5ピン・プラスチックTSOT-23 (Reference LTC DWG # 05-08-1635)



推奨半田パッド・レイアウト  
IPC カリキュレータ別



S5 TSOT-23 0302 REV B

#### NOTE:

1. 寸法はミリメートル
2. 図は実寸とは異なる
3. 寸法はめっきを含む
4. 寸法はモールドのバリおよび金属のバリを含まない
5. モールドのバリは各サイドで0.254mmを超えないこと
6. JEDEC パッケージジリファレンスは MO-193

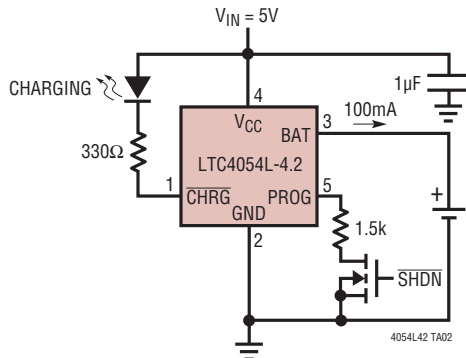
## 改訂履歴

REV	日付	説明	ページ番号
A	8/11	「特徴」の最後の項目のピン数を訂正。	1

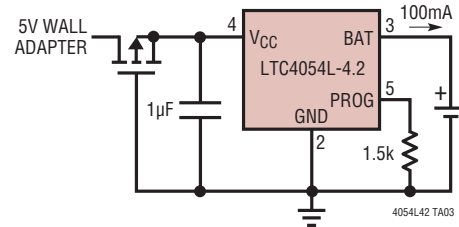
# LTC4054L-4.2

## 標準的応用例

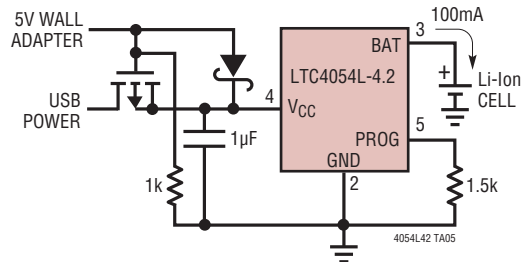
フル機能の単一セル、リチウムイオン・チャージャ



基本的なリチウムイオン・バッテリー・チャージャ  
逆極性入力保護付き



USB、コンセント・アダプターからのリチウムイオン・チャージャ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1731	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、プログラマブル・タイマー・装備の、外部FETを使用する簡単なチャージャ
LTC1732	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、プログラマブル・タイマー、入力パワーグッド表示装備の、外部FETを使用する簡単なチャージャ
LTC1733	モノリシック・リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ	プログラマブル・タイマー・装備、最大充電電流1.5Aのスタンドアロン型チャージャ
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	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の低電流版
LTC1998	リチウムイオン・低バッテリー電圧検出器	精度1%、静止電流2.5μA、SOT-23パッケージ
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、プログラマブル・タイマー、入力パワーグッド表示、サーミスタ・インターフェース装備の、外部FETを使用する簡単なチャージャ
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、外部パワー・FET不要、安全電流制限
LTC4053	USB 互換モノリシック・リチウムイオン・バッテリー・チャージャ	プログラマブル・タイマー・装備、最大充電電流1.25Aのスタンドアロン型チャージャ
LTC4054	温度レギュレーション装備の800mA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	外部MOSFET、センス抵抗、およびブロッキング・ダイオード不要、ガス・ゲージ用充電電流モニタ、C/10充電終了
LTC4056	スタンドアロン型リチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ、ThinSOTパッケージ	プログラマブル・タイマー・内蔵、ブロッキング・ダイオードとセンス抵抗不要のスタンドアロン型チャージャ
LTC4057	温度レギュレーション装備、モノリシック・タイプのリチウムイオン・リニア・バッテリー・チャージャ、ThinSOTパッケージ	外部MOSFET、センス抵抗、およびブロッキング・ダイオードが不要、ガス・ゲージ用充電電流モニタ
LTC4058	950mAスタンドアロン型リチウムイオン・チャージャ、3mm×3mm DFN	USB準拠、温度レギュレーションで過熱から保護
LTC4410	USBパワー・マネージャ	USBペリフェラルとUSBポートからのバッテリー・チャージャの同時使用。USBポートから取る電流を一定に保ち、バッテリーの充電状態を保ちます。LTC4053、LTC1733、またはLTC4054とともにご使用ください。

4054I42fa