

過電圧保護付きUSB互換 スイッチング・パワーマネージャ/ LiFePO₄チャージャ

特長

- Bat-Track™ 適応出力制御付きスイッチング・レギュレータにより、バッテリーの充電やアプリケーションへの給電に、USBポートから得られる制限された電力を最適利用
- LiFePO₄ (リン酸鉄リチウムイオン) バッテリー向けに特に設計された充電制御アルゴリズム
- 過電圧保護により損傷を防止
- 外付け降圧スイッチング・レギュレータをBat-Track制御し、車載、Firewireなどの高電圧入力源で最大効率を達成
- 内蔵の180mΩ理想ダイオードと外付け理想ダイオード・コントローラにより、入力電源が制限されている場合や使用できない場合に低損失PowerPath™をシームレスに実現
- 0.5%精度のプリセットされた3.6V充電電圧
- バッテリー消耗時の瞬時オン動作
- USBポートからの負荷電流: 最大700mA
- 内部スイッチング・レギュレータの入力電流: 最大2A
- 熱制限された充電電流: 最大1.5A
- 20ピン3mm×4mm×0.75mm QFNパッケージ

アプリケーション

- ピーク電力の大きなバッテリー駆動機器
- バックアップ・アプリケーション
- 高信頼性ハンドヘルド機器

概要

LTC®4098-3.6は、高効率USB PowerPathコントローラおよびフル機能LiFePO₄バッテリー・チャージャです。このデバイスはUSB、ACアダプタ、車載、Firewireなどの高電圧DC/DCコンバータ、さらにLiFePO₄バッテリーといった多様な電源からの電力分配をシームレスに管理します。

LTC4098-3.6の充電アルゴリズムは、1時間のフロート電圧終了タイムとNTCベースの0°C~60°Cの温度制限充電制御を実装することにより、LiFePO₄向けに最適化されています。さらに、充電したバッテリーを設定されたフル充電電流で充電します。

LTC4098-3.6のスイッチング・レギュレータは、USBとの互換性を保つために入力電流を自動的に制限します。また、車載などの高電圧アプリケーション向けに、LTC4098-3.6は外付けスイッチング・レギュレータとインタフェースします。USB入力と補助入力のコントローラはいずれもBat-Trackで最適化された充電を行うので、アプリケーションに最大限の電力を供給し、5V~38Vの入力電源を使用する高電力密度アプリケーションでの発熱を低減します。

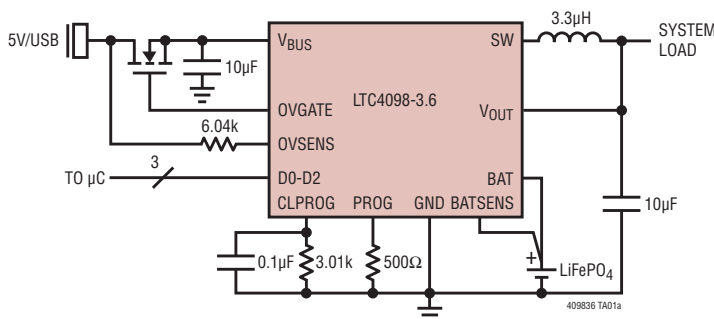
LTC4098-3.6は過電圧保護回路により、わずか2個の外付け部品を使用するだけで、VBUSピンの高電圧による損傷を防ぎます。

LTC4098-3.6は3mm×4mm×0.75mmの20ピン表面実装QFNパッケージで供給されます。

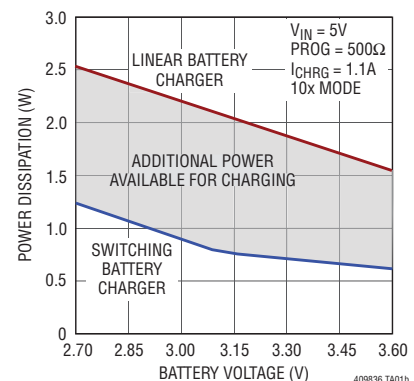
LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。Bat TrackおよびPowerPathはリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

過電圧保護付き高効率USB互換LiFePO₄バッテリー・チャージャ



リニア・バッテリー・チャージャに
比べて電力損失を低減

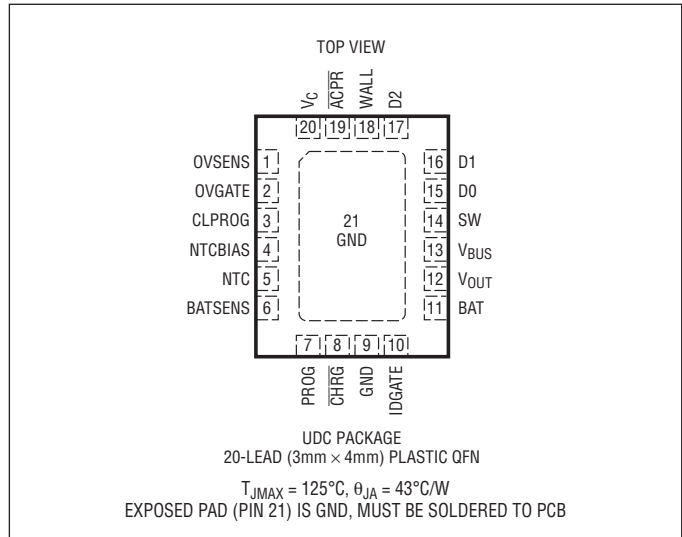


LTC4098-3.6

絶対最大定格 (Note 1, 3)

V_{BUS} 、WALL (過渡時) $t < 1ms$ 、
 デューティ・サイクル $< 1\%$ $-0.3V \sim 7V$
 V_{BUS} 、WALL (安定時)、BAT、BATSENS、
 CHRG、NTC $-0.3V \sim 6V$
 D0、D1、D2 $-0.3V \sim$ 最大 (V_{BUS} 、 V_{OUT} 、BAT) $+0.3V$
 I_{OVSENS} $\pm 10mA$
 I_{CLPROG} $3mA$
 I_{PROG} $2mA$
 I_{CHRG} $50mA$
 I_{VOUT} 、 I_{SW} 、 I_{BAT} $2.25A$
 I_{ACPR} $\pm 5mA$
 動作温度範囲 $-40^{\circ}C \sim 85^{\circ}C$
 接合部温度 $125^{\circ}C$
 保存温度範囲 $-65^{\circ}C \sim 125^{\circ}C$

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 |
|---------------------|-----------------------|---------|---------------------------------|---------------------------------|
| LTC4098EUDC-3.6#PBF | LTC4098EUDC-3.6#TRPBF | LFYR | 20-Lead (3mm x 4mm) Plastic QFN | $-40^{\circ}C$ to $85^{\circ}C$ |

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。
 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。

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 $T_A = 25^{\circ}C$ での値 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{BUS} = 5V$ 、 $BAT = 3.3V$ 、 $R_{CLPROG} = 3.01k\Omega$ 。

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|-----------------------|---|-------------------------|--------|-------|------|-------|
| 入力電源 | | | | | | |
| V_{BUS} | Input Supply Voltage | | ● 4.35 | | 5.5 | V |
| $I_{VBUS(LIM)}$ | Total Input Current | 1x Mode | ● 92 | 96 | 100 | mA |
| | | 5x Mode | ● 445 | 473 | 500 | mA |
| | | 10x Mode | ● 815 | 883 | 1000 | mA |
| | | Low Power Suspend Mode | ● 0.32 | 0.39 | 0.5 | mA |
| | | High Power Suspend Mode | ● 1.6 | 2.05 | 2.5 | mA |
| I_{VBUSQ} (Note 4) | Input Quiescent Current | 1x Mode | | 6 | | mA |
| | | 5x Mode | | 15 | | mA |
| | | 10x Mode | | 15 | | mA |
| | | Low Power Suspend Mode | | 0.042 | | mA |
| | | High Power Suspend Mode | | 0.042 | | mA |
| h_{CLPROG} (Note 4) | Ratio of Measured V_{BUS} Current to CLPROG Program Current | 1x Mode | | 230 | | mA/mA |
| | | 5x Mode | | 1164 | | mA/mA |
| | | 10x Mode | | 2210 | | mA/mA |
| | | Low Power Suspend Mode | | 11.6 | | mA/mA |
| | | High Power Suspend Mode | | 60 | | mA/mA |

409836f

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 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{BUS} = 5\text{V}$ 、 $BAT = 3.3\text{V}$ 、 $R_{CLPROG} = 3.01\text{k}$ 。

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--------------|--|--|------|--------------|------|----------|
| I_{VOUT} | V_{OUT} Current Available Before Discharging Battery | 1x Mode | | 135 | | mA |
| | | 5x Mode | | 659 | | mA |
| | | 10x Mode | | 1231 | | mA |
| | | Low Power Suspend Mode | | 0.32 | | mA |
| | | High Power Suspend Mode | | 2.04 | | mA |
| V_{CLPROG} | CLPROG Servo Voltage in Current Limit | 1x, 5x, 10x Modes Suspend Modes | | 1.188 100 | | V mV |
| V_{UVLO} | V_{BUS} Undervoltage Lockout | Rising Threshold Falling Threshold | 3.95 | 4.30 4.00 | 4.35 | V V |
| V_{OUT} | V_{OUT} Voltage | 1x, 5x, 10x Modes, $0\text{V} < BAT \leq 3.6\text{V}$, $I_{VOUT} = 0\text{mA}$, Battery Charger Off | 3.1 | BAT + 0.4 | 4.3 | V |
| | | USB Suspend Modes, $I_{VOUT} = 250\mu\text{A}$ | 3.7 | 3.8 | 3.9 | V |
| f_{OSC} | Switching Frequency | | 1.96 | 2.25 | 2.65 | MHz |
| R_{PMOS} | PMOS On-Resistance | | | 0.18 | | Ω |
| R_{NMOS} | NMOS On-Resistance | | | 0.30 | | Ω |
| I_{PEAK} | Peak Inductor Current Clamp | 1x Mode | | 1.2 | | A |
| | | 5x Mode | | 1.7 | | A |
| | | 10x Mode | | 3 | | A |
| R_{SUSP} | Suspend LDO Output Resistance | | | 15 | | Ω |

外付けスイッチング・レギュレータのBat-Track制御

| | | | | | | |
|-------------------|-----------------------------------|----------------------------|-----|-----------|-----|---------------|
| V_{WALL} | Absolute WALL Input Threshold | Rising Threshold | 4.1 | 4.25 | 4.4 | V |
| | | Falling Threshold | | 3.2 | | V |
| ΔV_{WALL} | Differential WALL Input Threshold | WALL-BAT Rising Threshold | 0 | 90 | | mV |
| | | WALL-BAT Falling Threshold | | 25 | 50 | mV |
| | Regulation Target | | 3.5 | BAT + 0.4 | | V |
| | WALL Quiescent Current | | | 100 | | μA |
| | ACPR High Voltage | $I_{ACPR} = 0\text{mA}$ | | V_{OUT} | | V |
| | ACPR Low Voltage | $I_{ACPR} = 0\text{mA}$ | | 0 | | V |

過電圧保護

| | | | | | | |
|--------------|----------------------------------|---|------|--------------------------|------|----|
| V_{OVP} | Overvoltage Protection Threshold | Rising Threshold, $R_{OVSENS} = 6.04\text{k}$ | 6.10 | 6.35 | 6.70 | V |
| V_{OVGATE} | OVGATE Output Voltage | Input Below V_{OVP} | | $1.88 \cdot V_{OVSENSE}$ | 12 | V |
| | | Input Above V_{OVP} | | 0 | | V |
| t_{RISE} | OVGATE Time to Reach Regulation | $C_{OVGATE} = 1\text{nF}$ | | 2.2 | | ms |

バッテリー・チャージャ

| | | | | | | |
|--------------|--|---|---|-------|-------|---------------|
| V_{FLOAT} | BAT Regulated Output Voltage | $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$ | 3.582 | 3.6 | 3.618 | V |
| | | | 3.565 | 3.6 | 3.635 | V |
| I_{CHG} | Constant-Current Mode Charge Current | $R_{PROG} = 1\text{k}$, 10x Mode $R_{PROG} = 5\text{k}$, 5x, 10x Modes | 980 | 1030 | 1080 | mA |
| | | | 192 | 206 | 220 | mA |
| I_{BAT} | Battery Drain Current | $V_{BUS} > V_{UVLO}$, PowerPath Switching Regulator On, Battery Charger Off, $I_{VOUT} = 0\mu\text{A}$ | | 3.7 | 5 | μA |
| | | | $V_{BUS} = 0\text{V}$, $I_{VOUT} = 0\mu\text{A}$ (Ideal Diode Mode) | | 25 | 35 |
| V_{PROG} | PROG Pin Servo Voltage | | | 1.000 | | V |
| h_{PROG} | Ratio of I_{BAT} to PROG Pin Current | | | 1030 | | mA/mA |
| V_{RECHRG} | Recharge Battery Threshold Voltage | Threshold Voltage Relative to V_{FLOAT} | -80 | -100 | -120 | mV |

LTC4098-3.6

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 (Note 2)。注記がない限り、 $V_{\text{BUS}} = 5\text{V}$ 、 $\text{BAT} = 3.3\text{V}$ 、 $R_{\text{CLPROG}} = 3.01\text{k}\Omega$ 。

| SYMBOL | PARAMETER | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|----------------------|--|--|------|------|------|------------------|
| t_{TERM} | Safety Timer Termination Period | Timer Starts When $\text{BAT} = V_{\text{FLOAT}}$ | 0.85 | 1 | 1.15 | Hour |
| t_{BADBAT} | Bad Battery Termination Time | $\text{BAT} < V_{\text{TRKL}}$ | 0.43 | 0.5 | 0.58 | Hour |
| $h_{\text{C}/10}$ | End of Charge Indication Current Ratio | (Note 5) | 0.09 | 0.1 | 0.11 | mA/mA |
| V_{CHRG} | CHRG Pin Output Low Voltage | $I_{\text{CHRG}} = 5\text{mA}$ | | 65 | 100 | mV |
| I_{CHRG} | CHRG Pin Input Current | $\text{BAT} = 4.5\text{V}$, $V_{\text{CHRG}} = 5\text{V}$ | | 0 | 1 | μA |
| $R_{\text{ON_CHG}}$ | Battery Charger Power FET On-Resistance (Between V_{OUT} and BAT) | $I_{\text{BAT}} = 200\text{mA}$ | | 0.18 | | Ω |
| T_{LIM} | Junction Temperature in Constant-Temperature Mode | | | 110 | | $^\circ\text{C}$ |

NTC

| | | | | | | |
|-------------------|--|------------------------------|------|-------------|------|----------------------|
| V_{COLD} | Cold Temperature Fault Threshold Voltage | Rising Threshold Hysteresis | 75.0 | 76.5 2.9 | 78.0 | %NTCBIAS %NTCBIAS |
| V_{HOT} | Hot Temperature Fault Threshold Voltage | Falling Threshold Hysteresis | 18.4 | 19.9 1.9 | 21.4 | %NTCBIAS %NTCBIAS |
| V_{DIS} | NTC Disable Threshold Voltage | Falling Threshold Hysteresis | 0.5 | 1.3 50 | 2.3 | %NTCBIAS mV |
| I_{NTC} | NTC Leakage Current | NTC = 5V | -50 | | 50 | nA |

理想ダイオード

| | | | | | | |
|----------------------|---------------------------------------|----------------------------------|---|------|--|----------|
| V_{FWD} | Forward Voltage Detection | $I_{\text{VOUT}} = 10\text{mA}$ | | 15 | | mV |
| R_{DROPOUT} | Internal Diode On-Resistance, Dropout | $I_{\text{VOUT}} = 200\text{mA}$ | | 0.18 | | Ω |
| I_{MAX} | Diode Current Limit | | 2 | | | A |

ロジック (D0, D1, D2)

| | | | | | | |
|-----------------|--------------------------|------------------------------|-----|---|-----|---------------|
| V_{IL} | Input Low Voltage | | | | 0.4 | V |
| V_{IH} | Input High Voltage | | 1.2 | | | V |
| I_{PD} | Static Pull-Down Current | $V_{\text{PIN}} = 1\text{V}$ | | 2 | | μA |

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、絶対最大定格状態が長時間続くと、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: LTC4098E-3.6は T_J が T_A にほぼ等しいパルス負荷条件でテストされる。LTC4098E-3.6は $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 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。

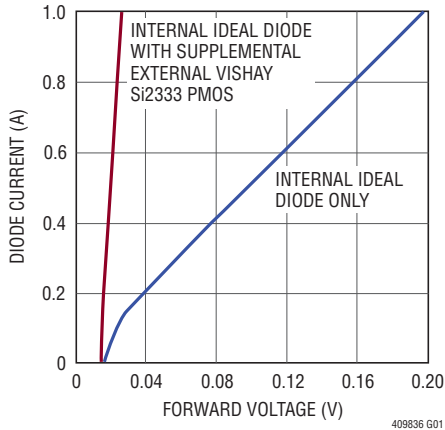
Note 3: LTC4098E-3.6には、短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過温度保護が備わっている。過温度保護がアクティブなとき、接合部温度は 125°C を超える。規定された最大動作接合部温度を超えた動作が継続すると、デバイスの信頼性を損なうおそれがある。

Note 4: 総入力電流は、
 $I_{\text{VBUS}} + (V_{\text{CLPROG}}/R_{\text{CLPROG}}) \cdot (h_{\text{CLPROG}} + 1)$

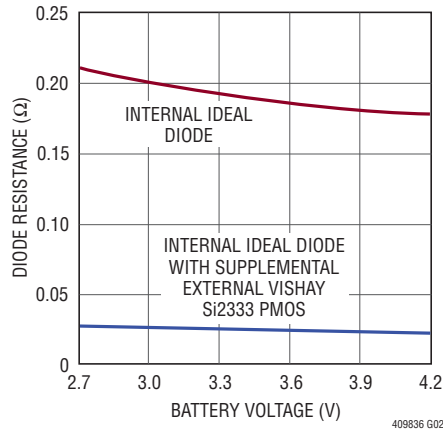
Note 5: $h_{\text{C}/10}$ は5k PROG抵抗使用時のフル充電電流の測定値に対する比率として表される。

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

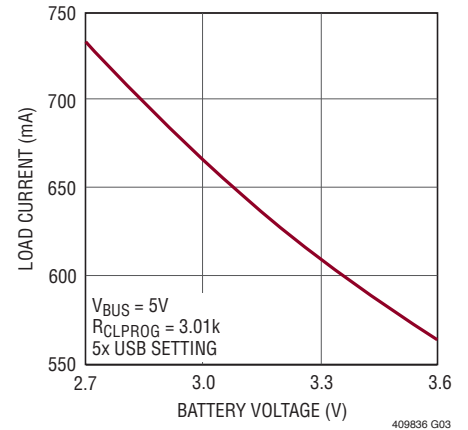
理想ダイオードのV-I特性



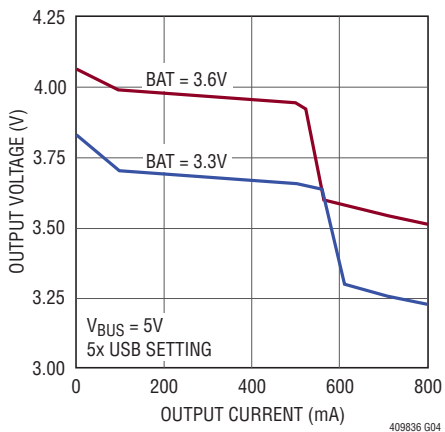
理想ダイオードの抵抗とバッテリー電圧



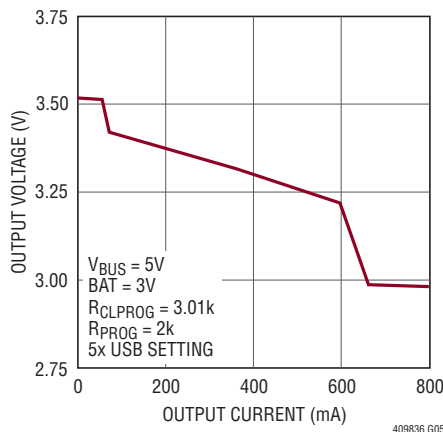
バッテリーの放電前に使用可能なUSB互換の負荷電流



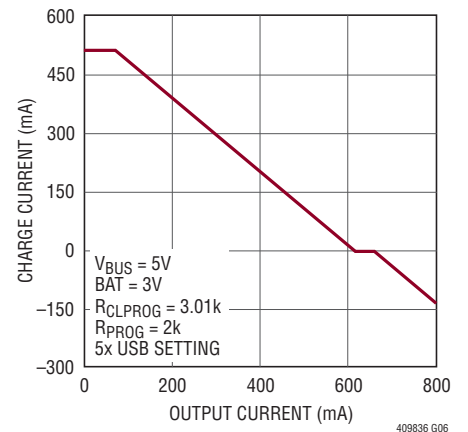
V_{OUT} の電圧と V_{OUT} の電流 (バッテリー・チャージャをディスエーブル)



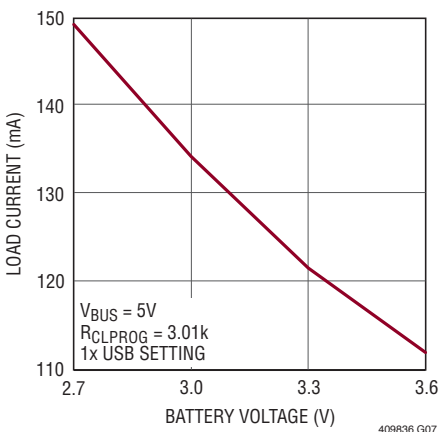
V_{OUT} の電圧と V_{OUT} の電流 (バッテリー・チャージャをイネーブル)



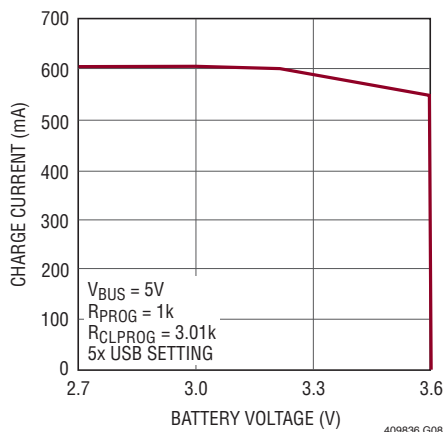
バッテリー・チャージャの電流と V_{OUT} の電流 (バッテリー・チャージャをイネーブル)



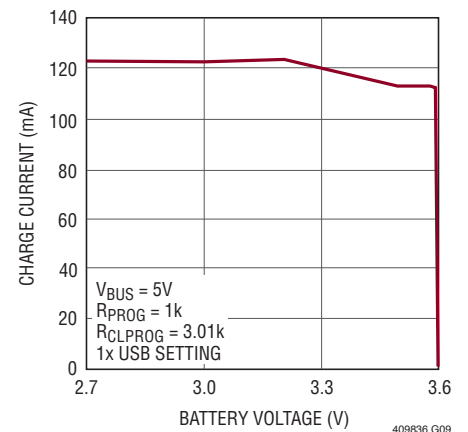
バッテリーの放電前に使用可能なUSB互換の負荷電流



USBのバッテリー充電電流制限とバッテリー電圧



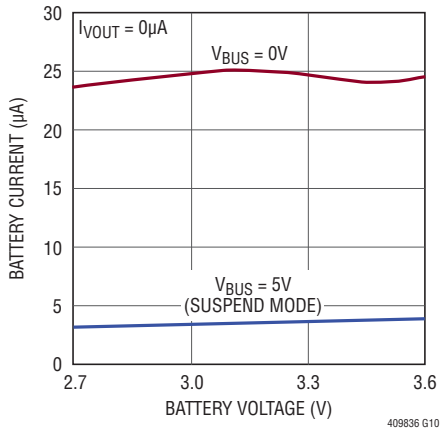
USBのバッテリー充電電流制限とバッテリー電圧



LTC4098-3.6

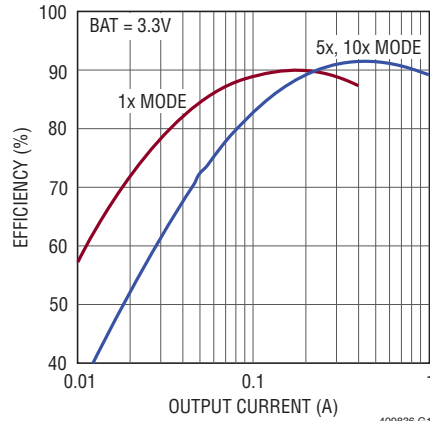
標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

バッテリー流出電流とバッテリー電圧



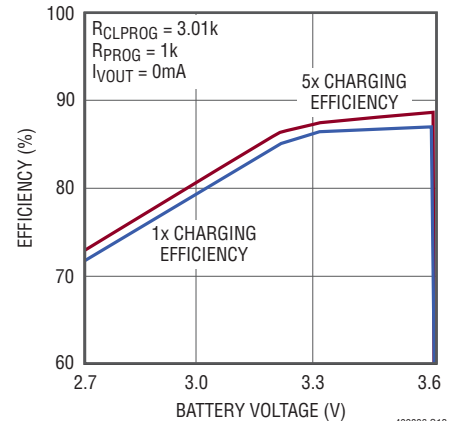
409836 G10

PowerPathスイッチング・レギュレータの効率と出力電流



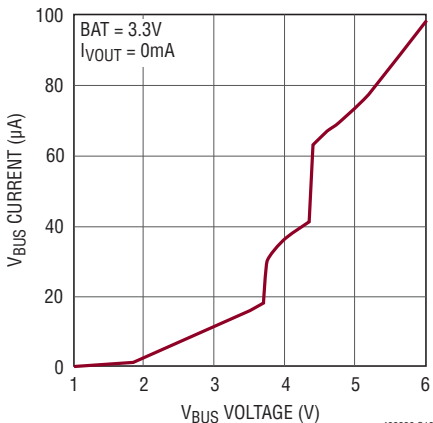
409836 G11

外部負荷がないときの
バッテリー充電効率とバッテリー電圧
(P_{BAT}/P_{VBUS})



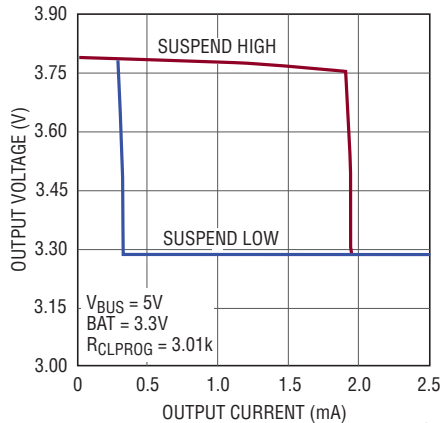
409836 G12

V_{BUS} の電流と V_{BUS} の電圧
(サスペンド時: OVPを含む)



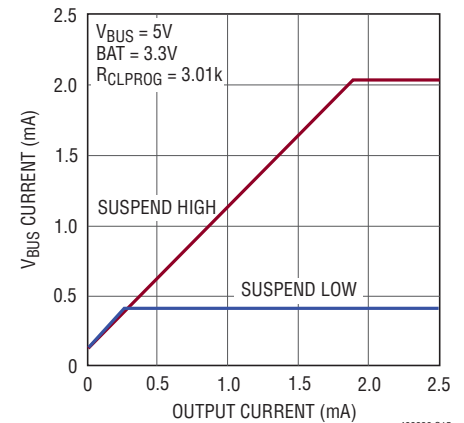
409836 G13

V_{OUT} の電圧と V_{OUT} の電流
(サスペンド時)



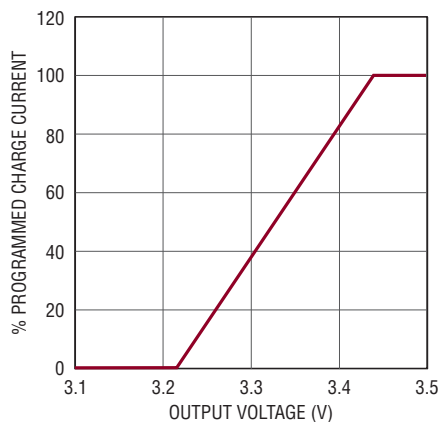
409836 G14

V_{BUS} の電流と V_{OUT} の電流
(サスペンド時: OVPを含む)



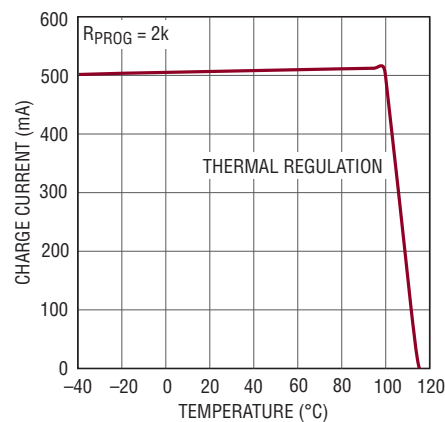
409836 G15

自動バッテリー充電の
電流と出力電圧



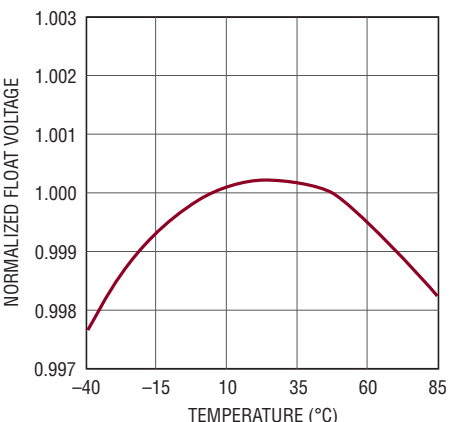
409836 G16

バッテリー充電電流と温度



409836 G17

正規化されたバッテリー・
チャージャのフロート電圧と温度

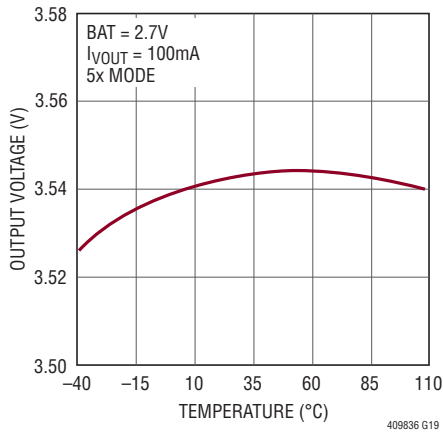


409836 G18

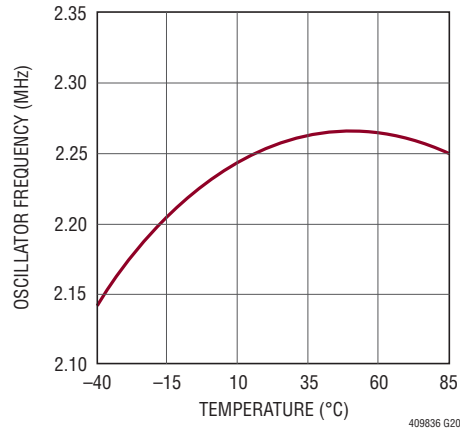
409836f

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

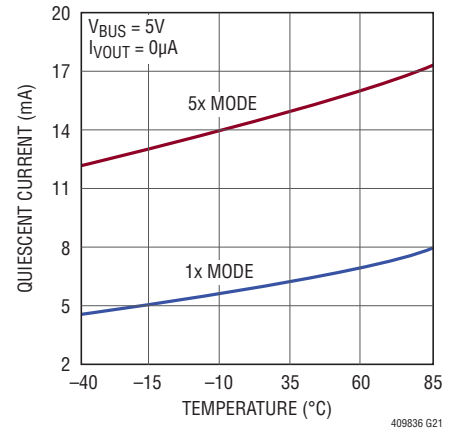
バッテリー低下時
(瞬時オン、バッテリー・チャージャを
ディスエーブル)の出力電圧と温度



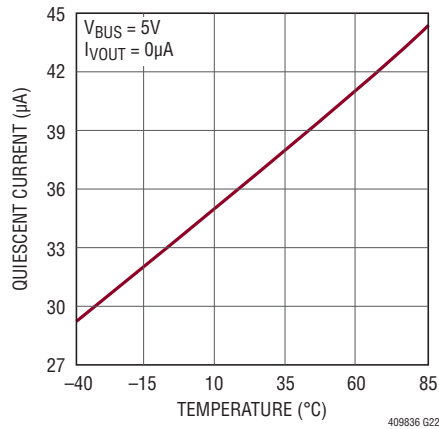
発振器周波数と温度



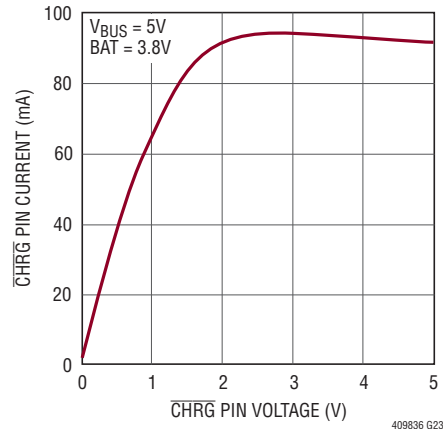
V_{BUS} の消費電流と温度



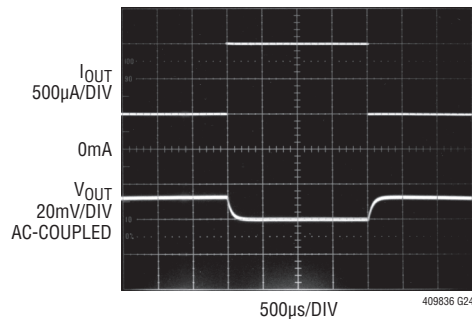
サスペンド時の消費電流と温度



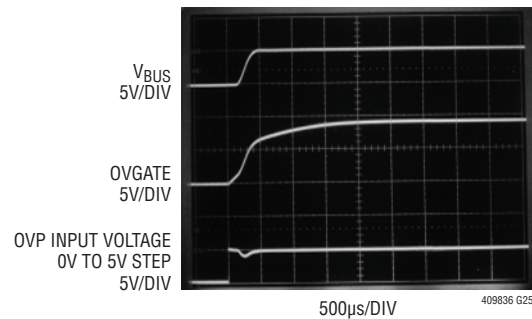
CHRGピンの電流と電圧
(プルダウン状態)



サスペンドLDOの過渡応答
($500\mu\text{A}$ から1mA)



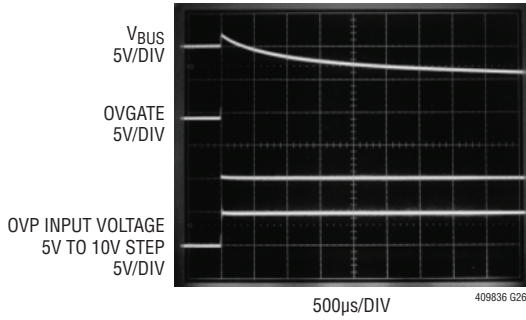
OVP接続波形



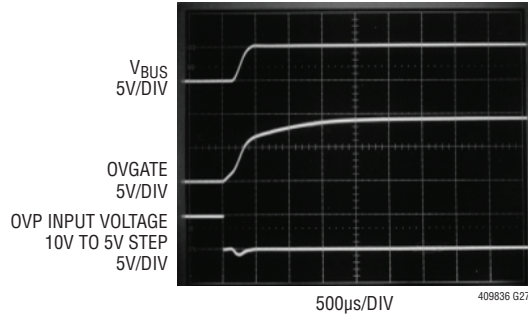
LTC4098-3.6

標準的性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

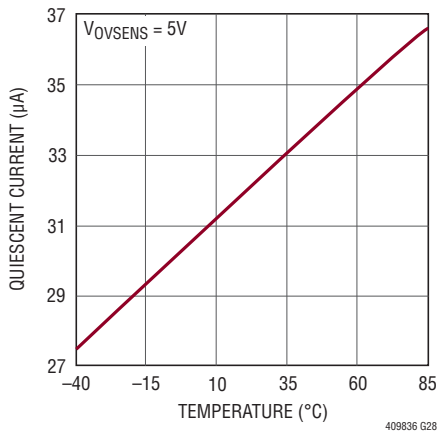
OVP保護波形



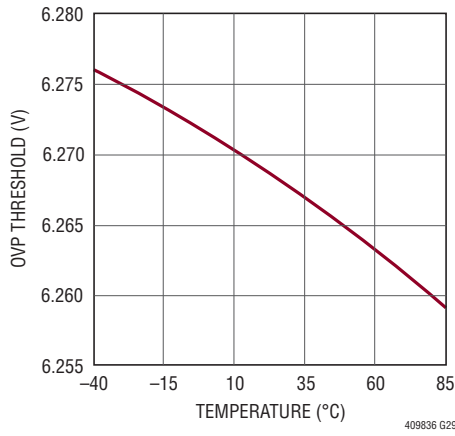
OVP再接続波形



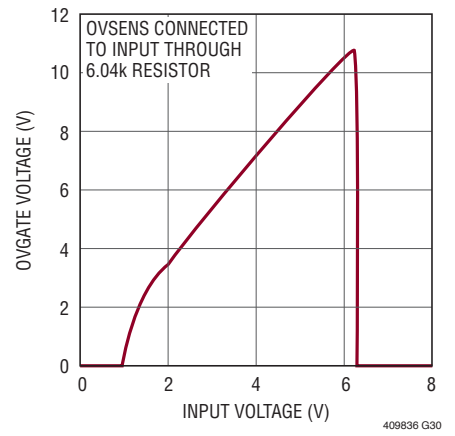
OVSSENSの消費電流と温度



上昇時の過電圧スレッシュホールドと温度



OVGATEとOVSSENS



ピン機能

OVSENS (ピン1): 過電圧保護検出入力。OVSENSは、6.04k抵抗を介して入力電源コネクタに接続し、さらに外付けNチャネルMOSFETパス・トランジスタのドレインに接続します。このピンの電圧がプリセット・レベルを超えると、OVGATEピンがGNDに引き下げられ、パス・トランジスタをディスエーブルして下流の回路を保護します。過電圧保護が不要な場合は、OVSENSをGNDに接続します。

OVGATE (ピン2): 過電圧保護ゲート出力。OVGATEは外付けNチャネルMOSFETパス・トランジスタのゲート・ピンに接続します。トランジスタのソースはV_{BUS}に接続し、ドレインはDC入力コネクタに接続します。このピンは、パス・トランジスタを完全に導通させるのに十分なオーバードライブ電圧を生成可能な内部チャージポンプに接続されています。過電圧状態が検出されると、OVGATEが直ちにGNDに引き下げられ、下流の回路が損傷しないようにします。OVGATEはOVSENSと組み合わせてこの保護を行います。過電圧保護が不要な場合は、OVGATEをオープンのままにします。

CLPROG (ピン3): USB電流制限の設定およびモニタ用ピン。CLPROGからグラウンドに接続された1%抵抗によって、V_{BUS}ピンから供給される電流の上限が決定されます。ハイサイド・スイッチがオンのとき、入力電流の一部が正確な比率(hCLPROG)でCLPROGピンに送られます。CLPROGピンが1.188Vに達するまで、スイッチング・レギュレータが電力を供給します。したがって、V_{BUS}から供給される電流はhCLPROGとRCLPROGから得られる値に制限されます。hCLPROGには複数の比率が使用でき、そのうちの2つが500mAと100mAのUSB仕様に対応します。CLPROGにはフィルタリングのために積層セラミック平均化コンデンサも必要です。

NTCBIAS (ピン4): NTCサーミスタのバイアス出力。NTC動作が必要な場合、NTCBIASとNTCの間にバイアス抵抗を、NTCとGNDの間にNTCサーミスタを接続します。NTC動作をディスエーブルするには、NTCをGNDに接続し、NTCBIASをオープンのままにします。

NTC (ピン5): NTCサーミスタ・モニタ回路への入力。NTCピンは負の温度係数をもつサーミスタに接続します。このサーミスタは通常、バッテリー・パックと一緒に実装され、バッテリーの温度が充電するには高すぎたり低すぎたりしないかを判断します。バッテリーの温度が有効範囲を外れると、バッテリーの温度が有効範囲に戻るまで充電が中断されます。NTCBIASからNTC

に低ドリフトのバイアス抵抗を接続し、NTCからグラウンドにサーミスタを接続する必要があります。NTC機能が不要な場合は、NTCピンをグラウンドに接続します。

BATSENS (ピン6): バッテリー電圧の検出入力。適正に動作させるため、このピンは常にBATに接続する必要があります。最高の性能を得るには、BATSENSをLiFePO₄セルに物理的に近づけてBATに接続します。

PROG (ピン7): 充電電流設定および充電電流モニタ用ピン。PROGからグラウンドに1%抵抗を接続することによって充電電流が設定されます。定電流モードで十分な入力電力を使用できる場合、このピンは1Vにサーボ制御されます。このピンの電圧は、次式を使用することによって常に実際の充電電流を表します。

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG} \cdot 1030}{R_{PROG}}$$

CHRG (ピン8): オープンドレインの充電状態出力。CHRGピンはバッテリー・チャージャの状態を示します。CHRGによって4つの状態(充電、非充電、バッテリー無応答、バッテリー温度範囲外)を示すことができます。CHRGは人またはマイクロプロセッサによって容易に認識できるように、35kHzで変調され、低デューティ・サイクルと高デューティ・サイクルの間で切り替わります。CHRGにはプルアップ抵抗や表示用のLEDが必要です。

GND (ピン9、露出パッド・ピン21): 露出パッドとピンはPCBに半田付けし、グラウンドに電気的かつ熱的に低インピーダンスで接続する必要があります。

IDGATE (ピン10): 理想ダイオード・アンプの出力。このピンによって、内部理想ダイオードの補完に使用される外付けPチャネルMOSFETトランジスタのゲートが制御されます。PチャネルMOSFETのソースはV_{OUT}に接続し、ドレインはBATに接続します。

BAT (ピン11): 1セルLiFePO₄バッテリー用ピン。使用できる電力と負荷に応じて、BATに接続されたLiFePO₄バッテリーは理想ダイオードを介してV_{OUT}にシステム電源を供給するか、またはバッテリー・チャージャから充電されます。LTC4098-3.6は3.600Vのフロート電圧まで充電します。

ピン機能

V_{OUT} (ピン12): スイッチングPowerPathコントローラの出力電圧およびバッテリー・チャージャの入力電圧。大半の携帯機器にはV_{OUT}から電力を供給します。LTC4098-3.6は、V_{OUT}の外部負荷と内部バッテリー・チャージャの間で使用できる電力を分割します。外部負荷が優先され、残りの電力を使ってバッテリーを充電します。BATからV_{OUT}に接続された理想ダイオードにより、負荷がV_{BUS}からの割り当てられた電力を超えても、またはV_{BUS}電源が取り去られても、V_{OUT}に電力が供給されます。V_{OUT}は、低インピーダンスの積層セラミック・コンデンサを使ってバイパスします。

V_{BUS} (ピン13): スイッチングPowerPathコントローラの入力電圧。V_{BUS}は通常、コンピュータのUSBポートまたはDC出力のACアダプタに接続されます。V_{BUS}は、低インピーダンスの積層セラミック・コンデンサを使ってバイパスします。

SW (ピン14): SWピンは降圧スイッチング・レギュレータを介してV_{BUS}からV_{OUT}に電力を供給します。SWからV_{OUT}にインダクタを接続します。インダクタンス値と電流定格については「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

D0 (ピン15): モード選択入力ピン。D0はD1ピンおよびD2ピンと組み合わせて、LTC4098-3.6の電流制限機能とバッテリー・チャージャ機能を制御します(表1を参照)。このピンは弱い電流シンクによって“L”になっています。

D1 (ピン16): モード選択入力ピン。D1はD0ピンおよびD2ピンと組み合わせて、LTC4098-3.6の電流制限機能とバッテリー・チャージャ機能を制御します(表1を参照)。このピンは弱い電流シンクによって“L”になっています。

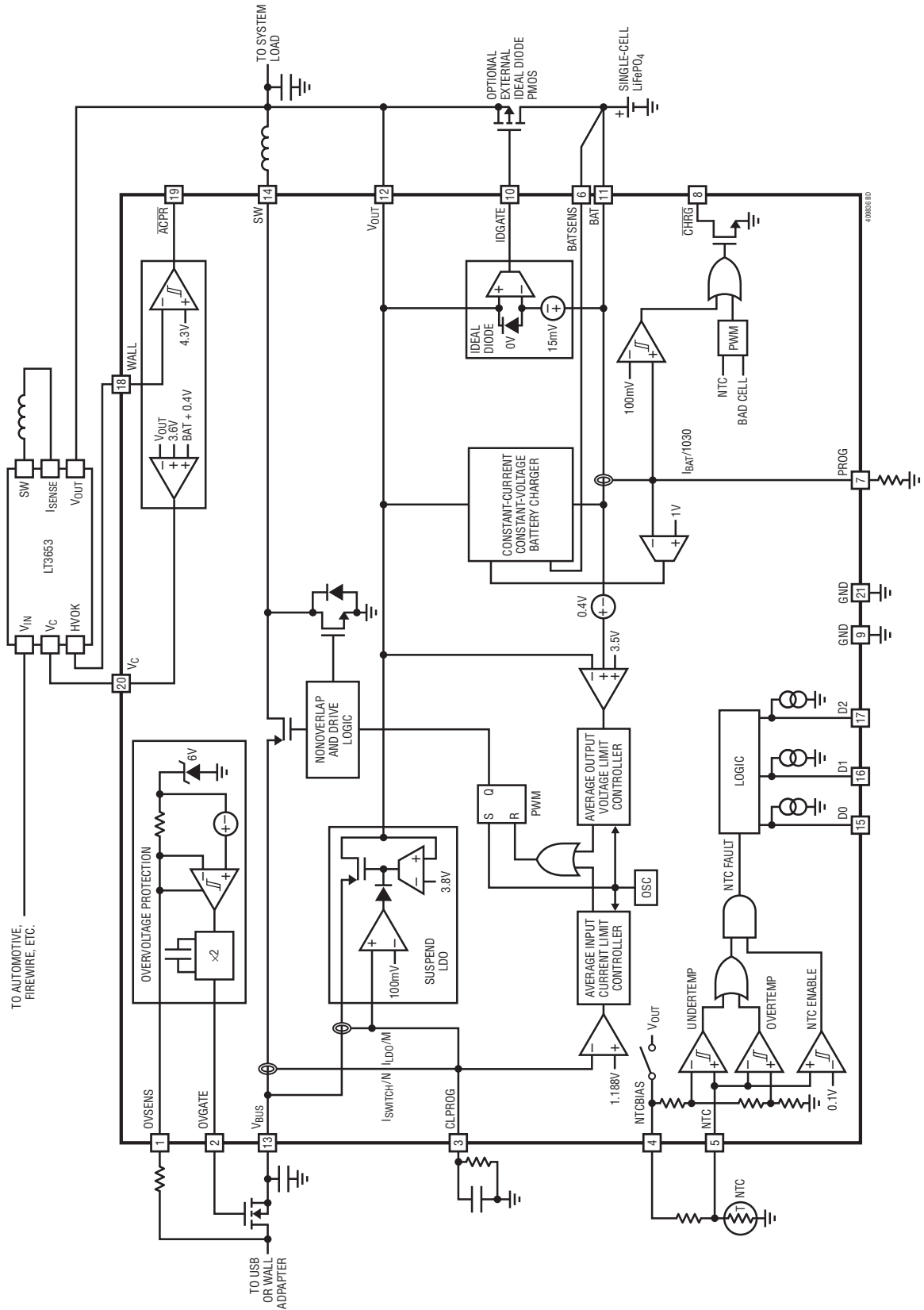
D2 (ピン17): モード選択入力ピン。D2はD0ピンおよびD1ピンと組み合わせて、LTC4098-3.6の電流制限機能とバッテリー・チャージャ機能を制御します(表1を参照)。このピンは弱い電流シンクによって“L”になっています。

WALL (ピン18): 外部電源の検出入力。WALLは、外部の高電圧スイッチング・レギュレータの出力と外付けPチャネルMOSFETトランジスタのドレインに接続します。これは、外部のレギュレータに電源が印加されたことを確認するのに使用されます。電源が検出されると、 $\overline{\text{ACPR}}$ が“L”にドライブされてUSB入力が自動的にディスエーブルされます。

$\overline{\text{ACPR}}$ (ピン19): 外部電源接続出力(アクティブ“L”)。 $\overline{\text{ACPR}}$ は、外部の高電圧降圧スイッチング・レギュレータの出力がLTC4098-3.6によって使用できる状態であることを示します。このピンは、ソースがV_{OUT}に接続され、ドレインがWALLに接続された外付けPチャネルMOSFETトランジスタのゲートに接続します。 $\overline{\text{ACPR}}$ の“H”レベルはV_{OUT}で“L”レベルはGNDです。

V_C (ピン20): 外付けスイッチング・レギュレータのBat-Track制御出力。このピンは、外付けのリニアテクノロジーの降圧スイッチング・レギュレータのV_Cピンをドライブします。WALLおよび $\overline{\text{ACPR}}$ と組み合わせてV_{OUT}を安定化し、バッテリー・チャージャの効率を最大にします。

ブロック図



動作

はじめに

LTC4098-3.6は高効率パワーマネージメントおよびLiFePO₄チャージャ・ソリューションで、電力損失を最小限に抑えて熱管理の制約を緩和しながら、様々なソースから得られる電力を最適に使用するように設計されています。革新的なPowerPathアーキテクチャを採用しているため、完全に放電しきったバッテリーを使用しているときでさえ、バッテリーよりもアプリケーションへの電力供給を優先することにより、外部電圧が印加された直後にアプリケーションに電力供給することができます。

LTC4098-3.6は、USB、ACアダプタなどの5V電源用のBat-Trackモノリシック降圧スイッチング・レギュレータを内蔵しています。特にUSBアプリケーション向けに設計されており、スイッチング・レギュレータにはUSBと互換性を持たせるために高精度平均入力電流制限機能が搭載されています。電力が節約されるので、LTC4098-3.6ではV_{OUT}の負荷電流はUSBポートから供給される電流を超えることが可能で、許容されるUSB電力をバッテリー充電に最大限に使用できます。

スイッチング・レギュレータとバッテリー・チャージャは情報をやり取りし、平均入力電流が決してUSB仕様を超えないようにします。

車載、FireWireなどの高電圧アプリケーション用に、LTC4098-3.6は外付けのリニアテクノロジーの降圧スイッチング・レギュレータのBat-Track制御を行い、バッテリー・チャージャの効率を最大にして発熱を最小限に抑えます。

USBと高電圧入力の両方から電力が供給される場合には、高電圧入力が優先されてUSB入力は自動的にディスエーブルされます。

LTC4098-3.6は、外付けNチャネルMOSFETと連動し、高電圧の偶発的な印加によって生じる入力の損傷を防ぐように設計された過電圧保護回路を備えています。

LTC4098-3.6は、180mΩ理想ダイオードと、外付けPチャネルMOSFETとともに使用するために設計された理想ダイオード・コントローラの両方を内蔵しています。BATからV_{OUT}に接続された理想ダイオードによって、V_{BUS}やWALLの電力が不十分またはない場合でも、V_{OUT}に常に十分な電力を供給できます。

最後に、デバイスがサスペンド時のUSBポートに接続されたときのバッテリーからの流出を防ぐため、V_{BUS}からV_{OUT}に接続されたLDOによって低電力または高電力のUSBサスペンド電流をアプリケーションに供給します。

入力電流が制限される

Bat-Track降圧スイッチング・レギュレータ

V_{BUS}からV_{OUT}に供給される電力は、2.25MHzの固定周波数降圧スイッチング・レギュレータによって制御されます。USBの最大負荷仕様を満たすため、スイッチング・レギュレータには検出/制御システムが搭載されており、平均入力電流がCLPROGで設定されたレベルより小さい値を維持するようにします。V_{OUT}は外部負荷とバッテリー・チャージャの両方をドライブします。

合計した負荷がスイッチング電源の設定された入力電流制限まで達しない限り、V_{OUT}はバッテリー電圧より約0.4V高い電圧をトラッキングします。バッテリー・チャージャの電圧をこの低レベルに保つことによって、バッテリー・チャージャの電力損失が最小限に抑えられます。図1に電力経路の構成要素を示します。

外部負荷とバッテリー充電電流の合計が十分に大きくてスイッチング電源が設定された入力電流制限に達すると、バッテリー・チャージャは外部負荷に十分な電力を供給するのに必要な分だけ正確に充電電流を低減します。バッテリー充電電流が許容できるUSB電流を超える値に設定されても、平均入力電流のUSB仕様に違反することはありません。それはバッテリー・チャージャが必要に応じて電流を低減するからです。さらに、V_{OUT}の負荷電流がV_{BUS}の設定電力を超えると、バッテリー・チャージャがイネーブルされていても、理想ダイオードを介してバッテリーから負荷電流が供給されます。

CLPROGの電流はV_{BUS}電流から正確な比率で得られます。CLPROGからGNDに設定抵抗と平均化コンデンサを接続すると、CLPROGの電圧はスイッチング・レギュレータの平均入力電流を表します。入力電流が設定制限値に近づくと、CLPROGは1.188Vに達し、スイッチング・レギュレータによって供給される電力は一定に保たれます。複数の電流比率を使用することが可能で、1本の設定抵抗によってUSBの低電力モードと高電力モードに対応するように設定できます。

動作

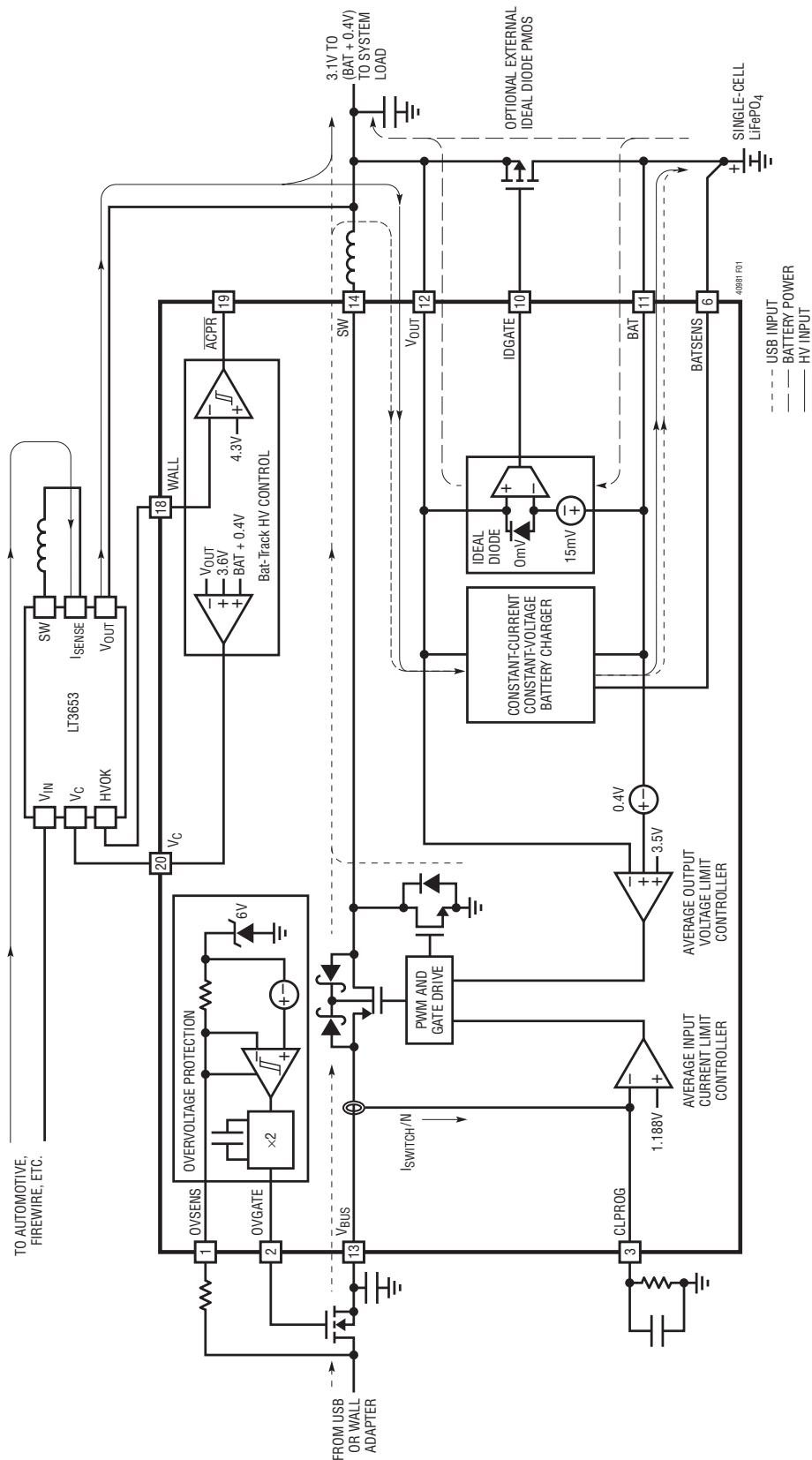


図1. 電力フローの簡略図

LTC4098-3.6

動作

表1に示すように、D0ピン、D1ピン、D2ピンの様々な組み合わせによって入力電流制限が設定されます。スイッチング入力レギュレータを停止させることもできます(USBサスペンド)。

平均入力電流はCLPROGの設定抵抗により次式に従って制限されます。

$$I_{V_{BUS}} = I_{V_{BUSQ}} + \frac{V_{CLPROG}}{R_{CLPROG}} \cdot (h_{CLPROG} + 1)$$

ここで、 $I_{V_{BUSQ}}$ はLTC4098-3.6の消費電流、 V_{CLPROG} は電流制限時のCLPROGサーボ電圧、 R_{CLPROG} は設定抵抗の値、そして h_{CLPROG} は V_{BUS} で測定される電流とCLPROGに供給されるサンプリング電流との比率です。 h_{CLPROG} 、 V_{CLPROG} 、 $I_{V_{BUSQ}}$ の値については「電気的特性」の表を参照してください。 R_{CLPROG} が3.01k以上であれば、回路の許容誤差がワーストケースであっても、1xモードまたは5xモードの平均入力電流のUSB仕様に違反することはありません。

表1にD0ピン、D1ピン、D2ピンでの可能な設定を示します。

表1. 入力電流制限の制御

| D2 | D1 | D0 | チャージャの状態 | $I_{BUS(LIM)}$ |
|----|----|----|----------|------------------------|
| 0 | 0 | 0 | オン | 100mA (1x) |
| 0 | 0 | 1 | オン | 1A (10x) |
| 0 | 1 | 0 | オン | 500mA (5x) |
| 0 | 1 | 1 | オフ | 500 μ A (Susp Low) |
| 1 | 0 | 0 | オフ | 100mA (1x) |
| 1 | 0 | 1 | オフ | 1A (10x) |
| 1 | 1 | 0 | オフ | 500mA (5x) |
| 1 | 1 | 1 | オフ | 2.5mA (Susp High) |

D0が“H”でD1が“L”のときには、 V_{OUT} での充電と電力供給を増やすために、スイッチングレギュレータの電流制限が高く設定されることに注意してください。これらのモードは、通常、ACアダプタから入力電力が得られる場合に使用されます。

電流制限されていない間は、スイッチングレギュレータのBat-Track機能によって V_{OUT} がBATの電圧より約400mV高い電圧に設定されます。ただし、BATの電圧が3.1Vより低く、かつ負荷要件によってスイッチングレギュレータが電流制限を超えることがない場合、図2に示すように V_{OUT} は3.5Vに固定されます。この瞬時オン動作により、電源を印加したときにバッテリーの充電を待つことなく携帯機器を直ちに起動することができます。

負荷が V_{BUS} の電流制限を超えると、 V_{OUT} の範囲は(図2の網掛けの部分で示す)無負荷電圧とバッテリー電圧をわずかに下回る電圧の間になります。

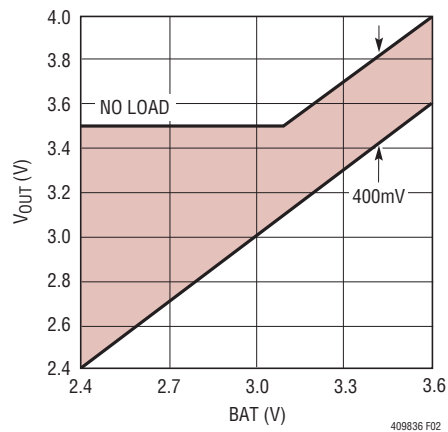


図2. V_{OUT} とBAT

動作

バッテリー電圧が非常に低い場合、バッテリー・チャージャは負荷のような動作をしますが、入力電力が限られているので、その電流によって V_{OUT} が3.5Vの瞬時オン電圧を下回る傾向があります。 V_{OUT} がこのレベルを下回らないように、低電圧回路が V_{OUT} の低下を自動的に検出してバッテリー充電電流を必要に応じて低減します。この低減によって負荷の電流と電圧が常に優先されますが、バッテリー充電電流をできる限り供給します。「アプリケーション情報」のセクションの「バッテリー・チャージャの過大設定」を参照してください。

電圧レギュレーション・ループの補償は V_{OUT} のコンデンサによって制御されます。ループを安定させるためには10 μ FのMLCCコンデンサが必要です。この値より大きな容量を追加すると、過渡応答が改善されます。

内部低電圧ロックアウト回路は V_{BUS} をモニタし、 V_{BUS} がUVLOの上昇時スレッショルド(4.3V)を上回るまでスイッチング・レギュレータをオフに保ちます。 V_{BUS} がUVLOの下降時スレッショルド(4V)を下回ると、 V_{OUT} のシステム電源は理想ダイオードを介してバッテリーから供給されます。

外付け高電圧スイッチング・レギュレータのBat-Track制御

図3と図4に示すように、WALLピン、 \overline{ACPR} ピン、 V_C ピンは、LT3653やLT3480などの外付け高電圧降圧スイッチング・レギュレータと組み合わせて使用し、高い電圧源で動作するときの発熱を最小限に抑えることができます。Bat-Track制御回路は、外付けスイッチング・レギュレータの出力電圧をBAT+400mVまたは3.6Vの高い方に制御します。これにより、バッテリー・チャージャの効率を最大にし、同時にバッテリーが消耗しているときの瞬時オン動作を可能にします。

LT3480を使用する場合、帰還ネットワークは4.5V~5.5Vの出力電圧を発生するように設定します。外付けレギュレータに高電圧が印加されると、WALLはこの設定された出力電圧に向かって上昇します。WALLが約4.3Vを超えると、 \overline{ACPR} が“L”になり、LTC4098-3.6のBat-Track制御によって外部の高電圧降圧スイッチング・レギュレータのローカル V_C 制御がオーバードライブされます。したがって、Bat-Track制御がいったんイネーブルされると、出力電圧はスイッチング・レギュレータの帰還ネットワークに関係なく設定されます。

Bat-Track制御により、単に5Vスイッチング・レギュレータの出力を使用したバッテリー・チャージャのドライブに比べて、大幅な効率向上が得られます。5V出力で V_{OUT} をドライブする場合、バッテリー・チャージャの効率はほぼ次式のようにになります。

$$\eta_{TOTAL} = \eta_{BUCK} \cdot \frac{V_{BAT}}{5V}$$

ここで、 η_{BUCK} は高電圧スイッチング・レギュレータの効率、5Vはスイッチング・レギュレータの出力電圧です。標準的なスイッチング・レギュレータの効率87%と標準的なバッテリー電圧3.4Vを使用すると、バッテリー・チャージャの総合効率は約59%になります。充電電流を1Aと仮定すると、バッテリーを充電するだけで2Wを大幅に超える電力が消費されます。

Bat-Trackを使用すると、バッテリー・チャージャの効率はほぼ次式のようにになります。

$$\eta_{TOTAL} = \eta_{BUCK} \cdot \frac{BAT}{BAT + 0.4V}$$

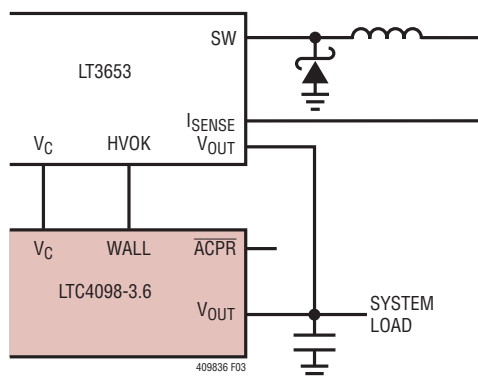


図3. LT3653の標準的なインタフェース

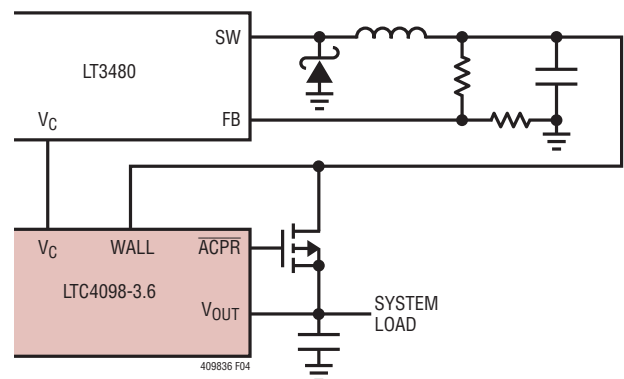


図4. LT3480の標準的なインタフェース

409836f

LTC4098-3.6

動作

上記と同じ仮定を用いると、バッテリー・チャージャの総合効率は約78%になります。この例では電力損失がわずかに1W、つまり発熱がほぼ50%以下になります。

Bat-Track制御にLT3480とLT3653を使用した全体回路図については、「標準的応用例」のセクションを参照してください。

過電圧保護

LTC4098-3.6は、NチャネルMOSFETと6.04k抵抗の2個の外付け部品を使用するだけで、V_{BUS}やWALLに過大な電圧が誤って印加されたときデバイス自体を保護することができます。最大安全過電圧の大きさは、外付けNチャネルMOSFETとそのドレイン・ブレークダウン電圧の選択によって決まります。

過電圧保護モジュールには2つのピンがあります。1つ目のOVSENSは、外付け抵抗を介して外部から印加される電圧を測定するのに使用されます。2つ目のOVGATEは、外付けFETのゲート・ピンのドライブに使用される出力です。OVP回路の消費電流により、OVSENSの電圧はOVPの入力電圧より(I_{OVSENS}・6.04k)だけ低くなります。通常動作状態では、OVP入力にはOVSENSより200mV～400mV高くなります。OVSENSが6Vを下回ると、内部チャージポンプがOVGATEを約1.88・OVSENSまでドライブします。これにより、NチャネルMOSFETが導通してV_{BUS}またはWALLへの低インピーダンス接続が行われ、次いでLTC4098-3.6に電力供給されます。フォールトや不適切なACアダプタの使用によってOVSENSが6V (OVP入力では6.35V)を上回ると、OVGATEがGNDに引き下げられ、外付けFETがディスエーブルされて下流の回路が保護されます。この電圧が再度6Vを下回ると、外付けMOSFETが再度イネーブルされます。

過電圧時にOVSENSピンは6Vにクランプされます。外付けの6.04k抵抗は発生する電力を適切に放散するサイズにする必要があります。たとえば、1/10Wの6.04k抵抗の両端に印加できる電圧は最大で $\sqrt{P_{MAX} \cdot 6.04k} = 24V$ です。OVSENSが6Vの場合、この抵抗が耐えられる最大過電圧の大きさは30Vです。1/4Wの6.04k抵抗ではこの値は44Vまで上がります。WALLの10mAの絶対最大電流定格によって保護の上限が66Vになります。

OVGATEのチャージポンプ出力のドライブ能力は限られています。動作に悪影響を与えることがあるので、このピンのリーク電流を防ぐように注意する必要があります。

複数入力保護、逆入力保護の例および推奨部品の表については、「アプリケーション情報」のセクションを参照してください。

BATからV_{OUT}への理想ダイオード

LTC4098-3.6は、外付け理想ダイオードのコントローラだけでなく、内部理想ダイオードも備えています。内部理想ダイオードおよび外付け理想ダイオードはどちらも常時オンで、V_{OUT}がBATを下回ると即座に応答します。

負荷電流がスイッチング・レギュレータからの許容電力を超えて増加すると、追加の電力が理想ダイオードを介してバッテリーから供給されます。さらに、V_{BUS}への電源(USBまたはACアダプタ)が取り去られると、アプリケーションの電源はすべて理想ダイオードを介してバッテリーから供給されます。理想ダイオードは十分に高速で、スイッチング・レギュレータに必要な蓄積容量だけでV_{OUT}の垂下が防止されます。内部理想ダイオードは、V_{OUT}の電圧がBATの電圧を約15mV(V_{FWD})下回ると大型の内蔵MOSFETトランジスタを作動させる高精度アンプで構成されています。アンプのリニアな範囲内では、理想ダイオードの小信号抵抗は非常に小さいので、順方向電圧降下を約15mVに保ちます。電流レベルが大きいとMOSFETは最大導通状態になります。もっと大きなコンダクタンスが必要な

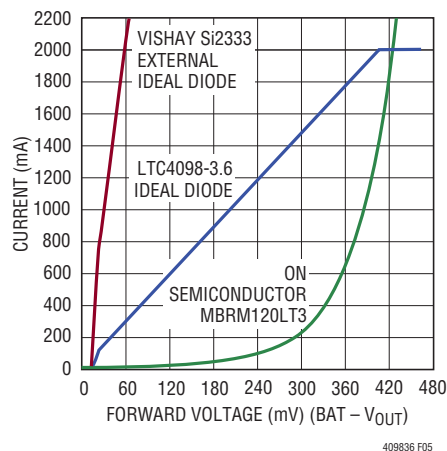


図5. 理想ダイオードのV-I特性

動作

ときは、BATからV_{OUT}に外付けPチャンネルMOSFETトランジスタを追加することができます。LTC4098-3.6のIDGATEピンは、外付けPチャンネルMOSFETトランジスタのゲートをドライブして、理想ダイオードを自動的に制御します。外付けPチャンネルMOSFETのソースをV_{OUT}に接続し、ドレインをBATに接続します。IDGATEピンは1mFの負荷をドライブできるので、オン抵抗が30mΩ以下の外付けPチャンネルMOSFETトランジスタを制御することができます。従来のショットキー・ダイオードと比較して順方向電圧が低下していることを図5に示します。

サスペンドLDO

LTC4098-3.6はV_{BUS}からV_{OUT}の間にLDOを備えており、サスペンド・モード時にV_{OUT}に少量の電力を供給します。このLDOはサスペンド時のUSBポートに携帯機器が接続されたときのバッテリー切れを防止します。このLDOは3.8Vに安定化されており、スイッチング・コンバータがディスエーブルされたときのみ動作します。USB仕様に準拠して、LDOへの入力電流制限されているので、低電力または高電力のサスペンド仕様を超えることはありません。V_{OUT}の負荷がサスペンド電流制限を超えると、理想ダイオードを介してバッテリーから電流が追加供給されます。サスペンドLDOはV_{BUS}電流のスケールが調整された電流をCLPROGピンに供給するので、このモードでは約100mVにサーボ制御されます。このように、高電力および低電力のサスペンド設定値は、1xモードと5xモード用に同じ抵抗によって設定されるレベルと相関関係があります。

バッテリー・チャージャ

LTC4098-3.6は、自動再充電、安全タイマによる自動終了、および温度範囲外で充電を一時停止するためのサーミスタ・センサ入力を備えた定電流/定電圧バッテリー・チャージャを搭載しています。

チャージャはフルパワーの定電流モードで充電を開始します。バッテリーに供給される電流は1030V/R_{PROG}に達しようとしています。使用できる入力電力と外部負荷の状態に応じて、バッテリー・チャージャは設定されたフルレートで充電できることもあればできないこともあります。外部負荷がバッテリー充電電流よりも常に優先されます。USB電流制限の設定は常に監視され、追加電力のみがバッテリーの充電に使用できます。システム負荷が軽いときに、バッテリー充電電流は最大になります。

充電終了

バッテリー・チャージャは安全タイマを内蔵しています。バッテリーの電圧があらかじめ設定された3.600Vのフロート電圧にいったん達すると、チャージャはそこでバッテリー電圧を安定化するので、充電電流が自然に減少します。チャージャは、バッテリーが3.600Vに達したことをいったん検出すると、1時間の安全タイマを起動します。安全タイマが終了すると、バッテリーの充電が中止され、電流はそれ以上供給されません。

自動再充電

バッテリー・チャージャは充電を終了するとオフ状態を保つので、バッテリーから流れる電流はわずかに数マイクロアンペアになります。携帯機器を長時間この状態にしておくと、バッテリーは最終的に自己放電します。バッテリーが常にフル充電になるように、バッテリー電圧がV_{RECHRG} (標準3.5V)を下回ったときに充電サイクルが自動的に開始されます。安全タイマが動作しているときにバッテリー電圧がV_{RECHRG}を下回ると、タイマはゼロにリセットされます。V_{RECHRG}を下回る短時間の変動によって安全タイマがリセットしないように、バッテリー電圧を1.5ms以上V_{RECHRG}より低くする必要があります。V_{BUS}のUVLOを“L”にしてから“H”にするか(たとえば、V_{BUS}を取り去ってから接続し直す)またはD2ピンを使ってチャージャを一時的にディスエーブルすると、充電サイクルと安全タイマもリスタートします。

充電電流

充電電流はPROGからグラウンドに接続された1本の抵抗を使って設定されます。バッテリー充電電流の1/1030がPROGに供給され、これによって1.000Vへのサーボが試みられます。このようにして、バッテリー充電電流はPROGピンの電流の1030倍に達しようとしています。設定抵抗と充電電流は次式を使って算出されます。

$$R_{\text{PROG}} = \frac{1030\text{V}}{I_{\text{CHG}}}, I_{\text{CHG}} = \frac{1030\text{V}}{R_{\text{PROG}}}$$

動作

定電流または定電圧のどちらの充電モードでも、PROGピンの電圧はバッテリーに供給される**実際の**充電電流に比例します。充電電流はPROGピンの電圧をモニタし、次式を使用することによっていつでも決定できます。

$$I_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \cdot 1030$$

多くの場合、実際のバッテリー充電電流 I_{BAT} は、使用できる入力電力が限られていることと V_{OUT} からシステム負荷に優先して供給されることにより、設定電流 I_{CHG} より減少します。

充電状態表示

\overline{CHRG} ピンはバッテリー・チャージャの状態を示します。 \overline{CHRG} によって4つの可能な状態が示されます。それらは、充電、非充電（つまり、フロート充電電流が設定された充電終了通知電流より小さい）、バッテリー無応答、およびバッテリー温度範囲外の状態です。

\overline{CHRG} ピンの信号は、人またはマイクロプロセッサによって、上記の4つの状態の1つとして容易に認識できます。オープンドレイン出力の \overline{CHRG} ピンは、電流制限抵抗によってインジケータLEDをドライブして人とのインタフェースを行うか、または単にプルアップ抵抗によってマイクロプロセッサとのインタフェースを行うことができます。

人とマイクロプロセッサの両方に \overline{CHRG} ピンが容易に認識されるように、このピンは充電時にオン、非充電時にオフのDC信号を出力するか、または高い周波数(35kHz)でスイッチングさせてNTCフォールトを示します。35kHzでスイッチングしている間、デューティ・サイクルは人が認識できる遅い速度で変調されます。

充電が開始されると、 \overline{CHRG} は“L”になり、通常の充電サイクルの間“L”に保たれます。充電電流が R_{PROG} で設定された値の1/10まで減少すると、 \overline{CHRG} ピンは解放されます(高インピーダンス)。LTC4098-3.6が V_{BUS} の電流制限状態のとき、 \overline{CHRG} ピンはC/10スレッシュホールドに応答しません。これにより、バッテリー・チャージャに使用できる電力が不足していることによる充電終了の誤表示が防止されます。充電中にフォールトが発生すると、このピンは35kHzでスイッチングされます。スイッチングの間、デューティ・サイクルは、非常に低い周波数で高い値と低い値の間で変調されます。低デューティ・サイクルと高デューティ・サイクルは十分に区別が付き、LEDがオン/オフしているように見えることによって、「点滅」表示が実現され

ます。2つのフォールトにはそれぞれ、人の目で区別できるように独自の「点滅」速度があり、マシンの認識用に2つの独自のデューティ・サイクルがあります。

バッテリー・チャージャが動作しているときの \overline{CHRG} ピンの4つの可能な状態を表2に示します。

表2. \overline{CHRG} 信号

| 状態 | 周波数 | 変調(点滅)周波数 | デューティ・サイクル |
|------------------|-------|---------------|----------------|
| 充電 | 0Hz | 0Hz(低インピーダンス) | 100% |
| $I_{BAT} < C/10$ | 0Hz | 0Hz(高インピーダンス) | 0% |
| NTCフォールト | 35kHz | 50%で1.5Hz | 6.25%または93.75% |
| バッテリー不良 | 35kHz | 50%で6.1Hz | 12.5%または87.5% |

NTCフォールトはデューティ・サイクルが6.25%と93.75%の間を1.5Hzの速度で切り替わる35kHzのパルス列で表されることに注意してください。人は1.5Hzの速度がバッテリー温度の範囲外を示す「遅い」点滅であることを容易に認識し、マイクロプロセッサは6.25%または93.75%のデューティ・サイクルをNTCフォールトと解読することができます。

バッテリーが充電に無応答(つまり、バッテリー電圧が0.5時間2.85Vを下回ったまま)であることが検出されると、 \overline{CHRG} ピンはバッテリーのフォールトを示します。このフォールトの場合、人はLEDの6.1Hzの非常に「速い」点滅を容易に認識し、マイクロプロセッサは12.5%または87.5%のデューティ・サイクルを不良セル・フォールトと解読することができます。

LTC4098-3.6は3端子PowerPathデバイスなので、バッテリーの充電よりもシステム負荷が常に優先されます。システム負荷が過大なことにより、不良セル・タイムアウト時間以内にバッテリーを不良セル・スレッシュホールド電圧以上に充電するだけの十分な電力が得られないことがあります。この状況では、バッテリー・チャージャは誤って不良セルを示します。この場合、システムのソフトウェアによって負荷を減らしてからバッテリー・チャージャをリセットして再試行できます。

ほとんどありませんが、デューティ・サイクルの測定が(低デューティ・サイクルから高デューティ・サイクルへの)明暗の移行時に行われる可能性もあります。これが行われると、デューティ・サイクルの測定値は正確に50%になります。デューティ・サイクルの測定値が50%の場合、システムのソフトウェアはそれを無効として、新たなデューティ・サイクルの測定を行います。

動作

NTCサーミスタ

バッテリーの温度は負温度係数 (NTC) サーミスタをバッテリー・パックの近くに配置して測定します。NTC回路は「ブロック図」に示されています。

この機能を使用するには、NTCピンとグラウンドの間にNTCサーミスタ R_{NTC} を接続し、NTCBIASからNTCにバイアス抵抗 R_{NOM} を接続します。 R_{NOM} は、選択したNTCサーミスタの 25°C での値 (R_{25}) に等しい値の1%抵抗にします。

NTCサーミスタの抵抗値が R_{25} の値の0.25倍、つまり約25k (Vishayの曲線1のサーミスタの場合、この値は約 60°C に相当) まで減少すると、LTC4098-3.6は充電を停止します。バッテリー・チャージャが定電圧 (フロート) モードの場合には、サーミスタが有効温度に戻ったことを示すまで安全タイマも停止します。温度が低下するに従って、NTCサーミスタの抵抗値は増加します。LTC4098-3.6は、NTCサーミスタの値が R_{25} の値の3.26倍まで増加すると充電を停止するようにも設計されています。Vishayの曲線1のサーミスタの場合、この抵抗 (326k) は約 0°C に相当します。高温コンパレータと低温コンパレータにはそれぞれ約 3°C のヒステリシスがあり、トリップ点の近くでの発振が防止されます。NTCピンを接地するとNTC機能はすべてディスエーブルされます。

図6は、LTC4098-3.6が採用しているバッテリー・チャージャのアルゴリズムを示すフローチャートです。

サーマル・レギュレーション

LTC4098-3.6や周辺部品の熱的損傷を防止するため、ダイ温度が約 110°C まで上昇すると、内部サーマル・フィードバック・ループが設定充電電流を自動的に低減します。サーマル・レギュレーションによって、LTC4098-3.6は高電力動作や高周囲温度環境に起因する過度の温度上昇から保護されるので、ユーザーはLTC4098-3.6や外付け部品に損傷を与えることなく、所定の回路基板設計での電力処理能力の限界を押し上げることができます。LTC4098-3.6のサーマル・レギュレーション・ループの利点として、ワーストケースの条件ではチャージャは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ワーストケースの条件ではなく実際の条件に従って充電電流を設定することができます。

シャットダウン・モード

USBスイッチング・レギュレータは、 V_{BUS} が $UVLO$ 電圧より高く、LTC4098-3.6が2つのUSBサスペンド・モード ($500\mu\text{A}$ または 2.5mA) のどちらでもないときイネーブルされます。USBと高電圧入力の両方から電力が供給される場合には、高電圧レギュレータが優先されてUSBスイッチング・レギュレータがディスエーブルされます。

理想ダイオードは常にイネーブルされていて、ディスエーブルすることはできません。

動作

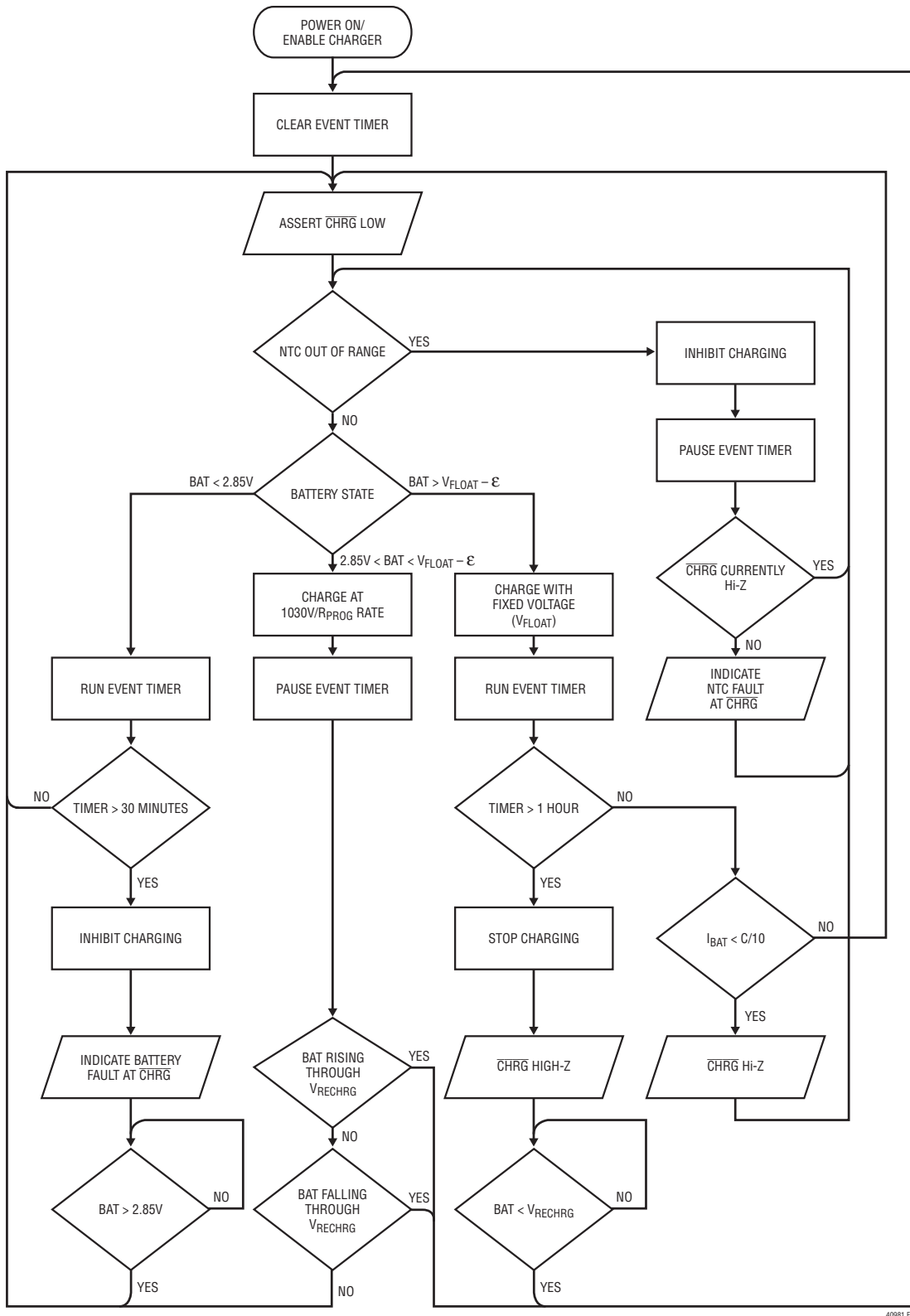


図6. バッテリ・チャージャの状態図

40981 F06

アプリケーション情報

CLPROG抵抗とコンデンサ

「入力電流が制限されるBat-Track降圧スイッチング・レギュレータ」のセクションで説明したように、CLPROGピンの抵抗によって5つの電流制限モードのそれぞれの平均入力電流制限が決定されます。入力電流は、V_{OUT}のドライブに使用される電流とスイッチング・レギュレータの消費電流の2つの成分から構成されます。平均入力電流の合計が確実にUSB仕様以下に保たれるように、入力電流の両方の成分を考慮します。「電気的特性」の表で、すべての設定の消費電流の標準値と電流制限の設定精度が規定されています。500mAや100mAの規格値にできるだけ近い値を得るには、高精度抵抗を使用します。

スイッチング・レギュレータが平均入力電流を決定できるように、抵抗と並列に平均化コンデンサを接続する必要があります。また、電流制限に達したときに、このコンデンサによって帰還ループの支配的ポールが与えられます。安定性を確保するため、CLPROGのコンデンサは0.1μF以上にします。

インダクタの選択

PoowerPathスイッチング・レギュレータの入力電圧範囲と出力電圧範囲はどちらも非常に狭いので、LTC4098-3.6は3.3μHという特定のインダクタンス値に設計されています。このアプリケーションに適したインダクタのいくつかを表3に示します。

V_{BUS}とV_{OUT}のバイパス・コンデンサ

LTC4098-3.6と一緒に使用されるコンデンサの種類と容量によって、レギュレータ制御ループの安定性、入力電圧リップルなど、いくつかの重要なパラメータが決まります。LTC4098-3.6では、V_{BUS}からV_{OUT}の間に降圧スイッチング電源を使用しているので、入力電流の波形には高周波成分が含まれています。V_{BUS}のバイパスには、等価直列抵抗 (ESR) が小さい積層セラミック・コンデンサを使用することを強く推奨します。タンタル・コンデンサやアルミ・コンデンサはESRが大きいため推奨しません。V_{BUS}のコンデンサの値によって、所定の負荷電流に対する入力リップルの大きさが直接制御されます。このコンデンサのサイズを大きくすると、入力リップルが小さくなります。USB仕様では、USB電源バスの両端に最大10μFを直接接続することができます。LTC4098-3.6のOVP機能を使用している場合、ノイズ特性を改善するために容量を増やす必要があるときにはV_{BUS}ピンに直接接続することができます。この追加の容量は数ミリ秒の間ソフト接続されて突入電流を制限し、バスの過度の過渡電圧降下を防ぎます。

過渡負荷時に大きなV_{OUT}電圧ステップが発生しないように、セラミック・コンデンサを使ってV_{OUT}をバイパスすることも推奨します。出力コンデンサはスイッチング・レギュレータの補償に使用されます。V_{OUT}にはESRが小さい10μF以上のコンデンサが必要です。さらに容量を増やすと負荷過渡性能と安定性が改善されます。

表3. LTC4098-3.6の推奨するインダクタ

| インダクタの種類 | L (μH) | 最大I _{DC} (A) | 最大DCR (Ω) | 寸法(単位:mm) (L×W×H) | メーカー |
|----------------|--------|-----------------------|-----------|----------------------|---------------------------------------|
| LPS4018 | 3.3 | 2.2 | 0.08 | 3.9 × 3.9 × 1.7 | Coilcraft www.coilcraft.com |
| D53LC | 3.3 | 2.26 | 0.034 | 5 × 5 × 3 | Toko |
| DB318C | 3.3 | 1.55 | 0.070 | 3.8 × 3.8 × 1.8 | www.toko.com |
| WE-TPC Type M1 | 3.3 | 1.95 | 0.065 | 4.8 × 4.8 × 1.8 | Würth Elektronik www.we-online.com |
| CDRH6D12 | 3.3 | 2.2 | 0.0625 | 6.7 × 6.7 × 1.5 | Sumida |
| CDRH6D38 | 3.3 | 3.5 | 0.020 | 7 × 7 × 4 | www.sumida.com |

アプリケーション情報

積層セラミック・チップ・コンデンサは、一般に非常に優れたESR特性を備えています。MLCCは密なボード・レイアウトと切れ目のないグラウンド・プレーンと組み合わせることによって、非常に良好な性能と低EMI放射を実現します。

セラミック・コンデンサは数種類が入手可能で、それぞれかなり異なった特性を備えています。たとえば、X7Rセラミック・コンデンサは電圧と温度の安定性が最良です。X5Rセラミック・コンデンサはあきらかにパッキング密度が高いのですが、定格電圧および定格温度の全範囲にわたって性能が劣っています。Y5Vセラミック・コンデンサはパッキング密度が最高ですが、容量対電圧の特性が極端に非線形なので、注意して使用する必要があります。セラミック・コンデンサの実際の回路内の容量は、回路内で予測される小さなAC信号とDCバイアスを使って測定します。メーカーの多くは $1V_{RMS}$ のACテスト信号を使って容量対電圧を規定しているので、アプリケーションで示されるコンデンサの容量が過大になります。アプリケーションと同じ動作条件を使用するには、選択したコンデンサがアプリケーションに必要な最小容量を満たしているかどうかを確認するため、ユーザーは容量を測定するかメーカーに実際の容量を問い合わせる必要があります。

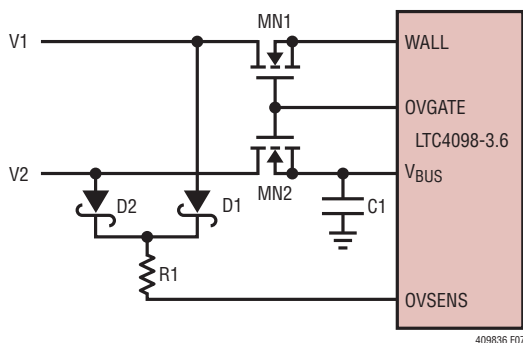


図7. デュアル入力の過電圧保護

バッテリー・チャージャの過大設定

USBの高電力仕様では、USBポートから最大2.5Wを供給することができます。スイッチング・レギュレータは、 V_{BUS} をBATの電圧を少し上回る電圧に高効率で変換するとともに、電力をCLPROGで設定される値以下に制限します。チャージャはUSB仕様にかかわらず、最大安全充電電流を供給するように、PROGピンを使って設定します。設定されたレートでバッテリーを充電するのに使用できる電流が不足していると、 V_{OUT} のシステム負荷および V_{BUS} 電流制限の条件を満たすまで充電電流を低減します。チャージャの電流を使用可能な大きさ以上に設定しても、平均入力電流制限に違反することはありません。これによって、バッテリー・チャージャがすべての使用可能な電力を使ってできるだけ即座にバッテリーを充電することが可能になるだけで、チャージャ内での電力損失は最小限に抑えられます。

過電圧保護

図7に示すように、いくつかの部品を追加して V_{BUS} とWALLの両方を過電圧による損傷から保護することができます。ショットキー・ダイオードD1およびD2は、V1とV2の高い方をR1とOVSNSに印加します。V1とV2のどちらかが6Vに $V_F(SCHOTTKY)$ を加えた電圧を超えると、OVGATEがGNDに引き下げられてWALL入力とUSB入力の両方が保護されます。各入力は、MN1とMN2のドレイン・ソース間ブレークダウン電圧 $BVDSS$ まで保護されます。R1は最大過電圧時に消費される電力に応じた定格が定められている必要があります。この計算については「動作」のセクションを参照してください。過電圧保護に適したNチャンネルMOSFETのいくつかを表4に示します。

表4. OVPに推奨するMOSFET

| Nチャンネル MOSFET | BVDSS | R_{ON} | パッケージ |
|---------------|-------|----------|---------------|
| Si2302ADS | 20V | 70mΩ | SOT-23 |
| IRLML2502 | 20V | 35mΩ | SOT-23 |
| Si1472DH | 30V | 65mΩ | SC70-6 |
| NTLJS4114N | 30V | 20mΩ | 2mm × 2mm DFN |
| FDN372S | 30V | 45mΩ | SOT-23 |

アプリケーション情報

逆電圧保護

図8に示すように、LTC4098-3.6は逆電圧の印加に対しても容易に保護することができます。D1とR1は、正の過電圧が生じているときにMP1から見た最大VGSを制限するのに必要になります。D1のブレークダウン電圧はMP1のBVGSを十分下回る必要があります。図8に示す回路は、MN1のBVDS5までの順方向電圧保護とMP1のBVDS5までの逆電圧保護を行います。

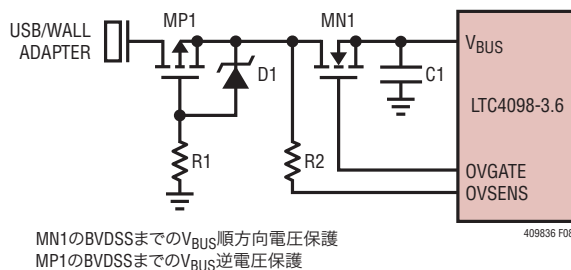


図8. 両極性の電圧保護

NTCサーミスタの代替とバイアス

LTC4098-3.6は、片側が接地されたサーミスタとバイアス抵抗をNTCとNTCBIASに接続すると、充電温度制限を行います。サーミスタ(R25)の室温の抵抗値に等しいバイアス抵抗を使用することにより、上側と下側の温度がそれぞれ約60°Cと0°Cにあらかじめ設定されます(Vishayの曲線1のサーミスタを想定)。

上側と下側の温度スレッシュホールドはバイアス抵抗の値を変えるか、または2本目の調整抵抗を回路に追加することによって調整できます。バイアス抵抗だけを調整すると、上側か下側のどちらかのスレッシュホールドを変更できますが、両方を変更することはできません。他方のトリップ点はサーミスタの特性によって決定されます。調整抵抗に加えてバイアス抵抗を使用

すると、上側と下側の温度スレッシュホールドの差を縮めることはできないという制約はありますが、上側と下側の温度のトリップ点を個別に設定できます。それぞれの手法の例を以下に示します。

NTCサーミスタには、抵抗-温度変換表で示される温度特性があります。次の例で使用されるVishay-DaleのサーミスタNTHS0603N011-N1003Fは、公称値が100kで、Vishayの曲線1の抵抗-温度特性に従います。

以下の説明では次の表記を使用します。

R25 = 25°Cでのサーミスタの値

R_{NTC|COLD} = 低温トリップ点でのサーミスタの値

R_{NTC|HOT} = 高温トリップ点でのサーミスタの値

α_{COLD} = R_{NTC|COLD}とR25の比率

α_{HOT} = R_{NTC|HOT}とR25の比率

R_{NOM} = サーミスタの初期バイアス抵抗(図9aを参照)

R1 = オプションの温度範囲調整抵抗(図9bを参照)

LTC4098-3.6の温度条件のトリップ点は、高温スレッシュホールドに対して $0.199 \cdot \text{NTCBIAS}$ に、低温スレッシュホールドに対して $0.765 \cdot \text{NTCBIAS}$ に内部設定されています。

したがって、高温トリップ点は次の場合に設定されます。

$$\frac{R_{\text{NTC|HOT}}}{R_{\text{NOM}} + R_{\text{NTC|HOT}}} \cdot \text{NTCBIAS} = 0.199 \cdot \text{NTCBIAS}$$

また低温トリップ点は次の場合に設定されます。

$$\frac{R_{\text{NTC|COLD}}}{R_{\text{NOM}} + R_{\text{NTC|COLD}}} \cdot \text{NTCBIAS} = 0.765 \cdot \text{NTCBIAS}$$

LTC4098-3.6

アプリケーション情報

これらの式を解いて $R_{NTC|COLD}$ と $R_{NTC|HOT}$ を求めると次のようになります。

$$R_{NTC|HOT} = 0.25 \cdot R_{NOM}$$

そして

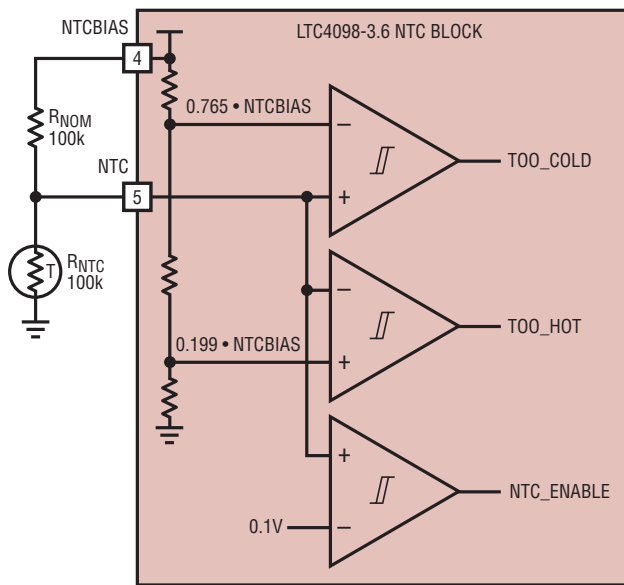
$$R_{NTC|COLD} = 3.26 \cdot R_{NOM}$$

R_{NOM} を R_{25} に等しい値に設定すると、前の式から $\alpha_{HOT} = 0.25$ と $\alpha_{COLD} = 3.26$ になります。これらの比率をVishayの抵抗-温度曲線1のグラフに当てはめると、約 60°C の高温トリップ点と約 0°C の低温トリップ点が得られます。高温トリップ点と低温トリップ点の差は約 60°C です。

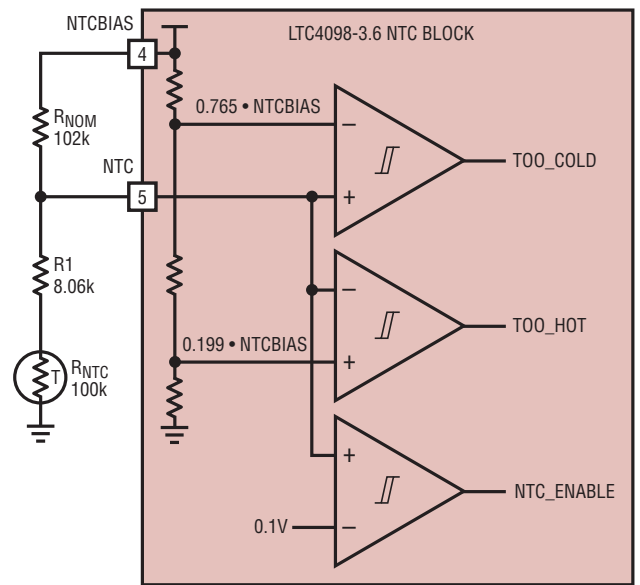
R_{25} と値の異なるバイアス抵抗 R_{NOM} を使用することにより、高温トリップ点と低温トリップ点はどちらかの方向に移動させることができます。温度スパンはサーミスタの非線形動作によってある程度変化します。次の式を使ってバイアス抵抗の新たな値を容易に算出できます。

$$R_{NOM} = \frac{\alpha_{HOT}}{0.25} \cdot R_{25}$$

$$R_{NOM} = \frac{\alpha_{COLD}}{3.26} \cdot R_{25}$$



(9a)



(9b)

図9. NTC回路

アプリケーション情報

ここで、 α_{HOT} と α_{COLD} は**所期**の高温トリップ点と低温トリップ点での抵抗の比率です。これらの式には相関関係がある点に注意してください。したがって、2つのトリップ点の一方だけを選択することが可能で、他方はデバイスで設計されたデフォルトの比率によって決定されます。70°Cの高温トリップ点が必要な場合の例について検討します。

Vishayの曲線1のR-T特性から、70°Cでの α_{HOT} は0.1753になります。前の式を使用するときは、 R_{NOM} を70.4kに設定します。この R_{NOM} の値では、低温トリップ点は7°Cです。スパンは前の60°Cではなく63°Cになることに注意してください。これは、サーミスタの温度利得が、絶対温度が上昇するに従って低下するからです。

図9bに示すように、バイアス抵抗を追加することによって、上側と下側の温度トリップ点を個別に設定できます。次の式を使って R_{NOM} と $R1$ の値を算出することができます。

$$R_{NOM} = \frac{\alpha_{COLD} - \alpha_{HOT}}{3.01} \cdot R25$$

$$R1 = 0.25 \cdot R_{NOM} - \alpha_{HOT} \cdot R25$$

たとえば、トリップ点を0°Cと70°Cに設定するには、Vishayの曲線1のサーミスタを次のように決定します。

$$R_{NOM} = \frac{3.26 - 0.1753}{3.01} \cdot 100k = 102.5k$$

最も近い1%値は102kです。

$$R1 = 0.25 \cdot 102k - 0.1753 \cdot 100k = 7.97k$$

最も近い1%値は8.06kです。最終的な回路は図9bに示されており、上側のトリップ点は70°C、また下側のトリップ点は0°Cになります。

USBの突入制限

USB仕様では、USBハブの下流に最大10 μ Fの容量を活線挿入することができます。LTC4098-3.6のアプリケーションのほとんどは、10 μ Fで V_{BUS} を適切にフィルタすることができます。

もっと大きな容量が必要な場合には、OVP回路によって十分なソフト接続時間が生成され、過度の突入電流が防止されます。 V_{BUS} ピンに22 μ Fを追加すると、一般に活線挿入の突入電流が100mAより小さくなります。

LTC4098-3.6を実験室用電源に接続する場合、 V_{BUS} の電圧オーバーシュートが観測されることがあります。このオーバーシュートは電源から V_{BUS} までの長いリードによるものです。電源から V_{BUS} までのワイヤを寄り合わせると、これらの長いリードの寄生インダクタンスを大幅に低減できるので、 V_{BUS} の電圧が安全なレベルに保たれます。USBケーブルは一般に電力線を近接させて製造されているので、寄生インダクタンスがかなり小さくなります。

アプリケーション情報

基板レイアウトの検討事項

LTC4098-3.6のパッケージ裏面の露出パッドは、PC基板のグランドにしっかりと半田付けする必要があります。これはパッケージの主グランド・ピンで、制御回路と同期整流器の両方のリターン・パスの役割を果たします。

さらに、高周波のスイッチング回路を搭載しているため、入力コンデンサ、インダクタ、および出力コンデンサをLTC4098-3.6にできるだけ近づけて配置し、LTC4098-3.6およびすべての外付け高周波部品の下を切れ目のないグランド・プレーンにしなければなりません。LTC4098-3.6の入力電流のような高周波電流は、基板上面の往路の直下の鏡像復路に沿ってグランド・プレーン上を流れる傾向があります。グランド・プレーンにその層の別のトレースのためのスリットつまり切れ込みがあると、電流はスリットの周囲に沿って流れるように強制されます。高周波電流を自然な最小面積の経路を通して還流させることができないと、過度の電圧が生じて電磁放射が起きます(図10を参照)。裏面のグランドの真下に一群のビアを配置し、内部のグランド・プレーンに直接接続します。寄生インダクタンスを最小限に抑えるため、グランド・プレーンはPCボードのトップ・プレーンにできるだけ近づけます(第2層)。

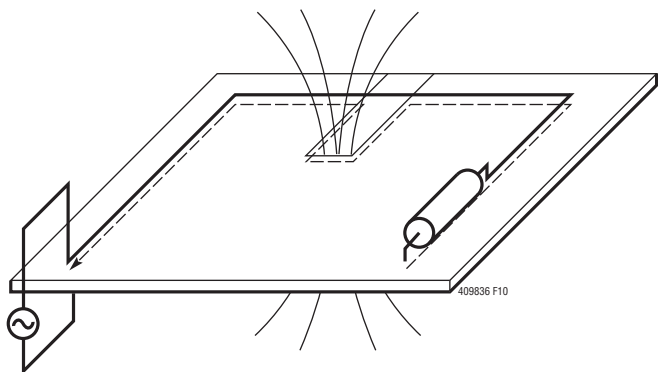


図10. グランド電流はその入力経路に沿って高速で流れる。グランド・プレーンの切れ込みによって高電圧が生じ、電磁放射が増加する

外付け理想ダイオード・コントローラ用のIDGATEピンは、ドライブ電流が非常に制限されています。隣接するPC基板のトレースへのリークを最小限に抑える配慮が必要です。このピンから100nAがリークすると、理想ダイオードに約10mVのオフセットが追加されます。リークを最小限に抑えるために、このトレースはPC基板上でV_{OUT}に接続されたメタルで囲むことによってガードすることができ、一般にIDGATE電圧より1ボルト以上高くならないようにします。

バッテリー・チャージャの安定性に関する検討事項

LTC4098-3.6のバッテリー・チャージャは、定電圧および定電流の制御ループを備えています。定電圧のループは、バッテリーが低インピーダンスのリード線で接続されているときは補償がなくても安定しています。ただし、リード線が長すぎると、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。

大容量の低ESR積層セラミック・チップ・コンデンサでは定電圧のループの位相マージンが減少するので、不安定になる可能性があります。最大22μF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、コンデンサの容量が大きい場合には0.2Ω～1Ωの直列抵抗を使ってデカップリングします。

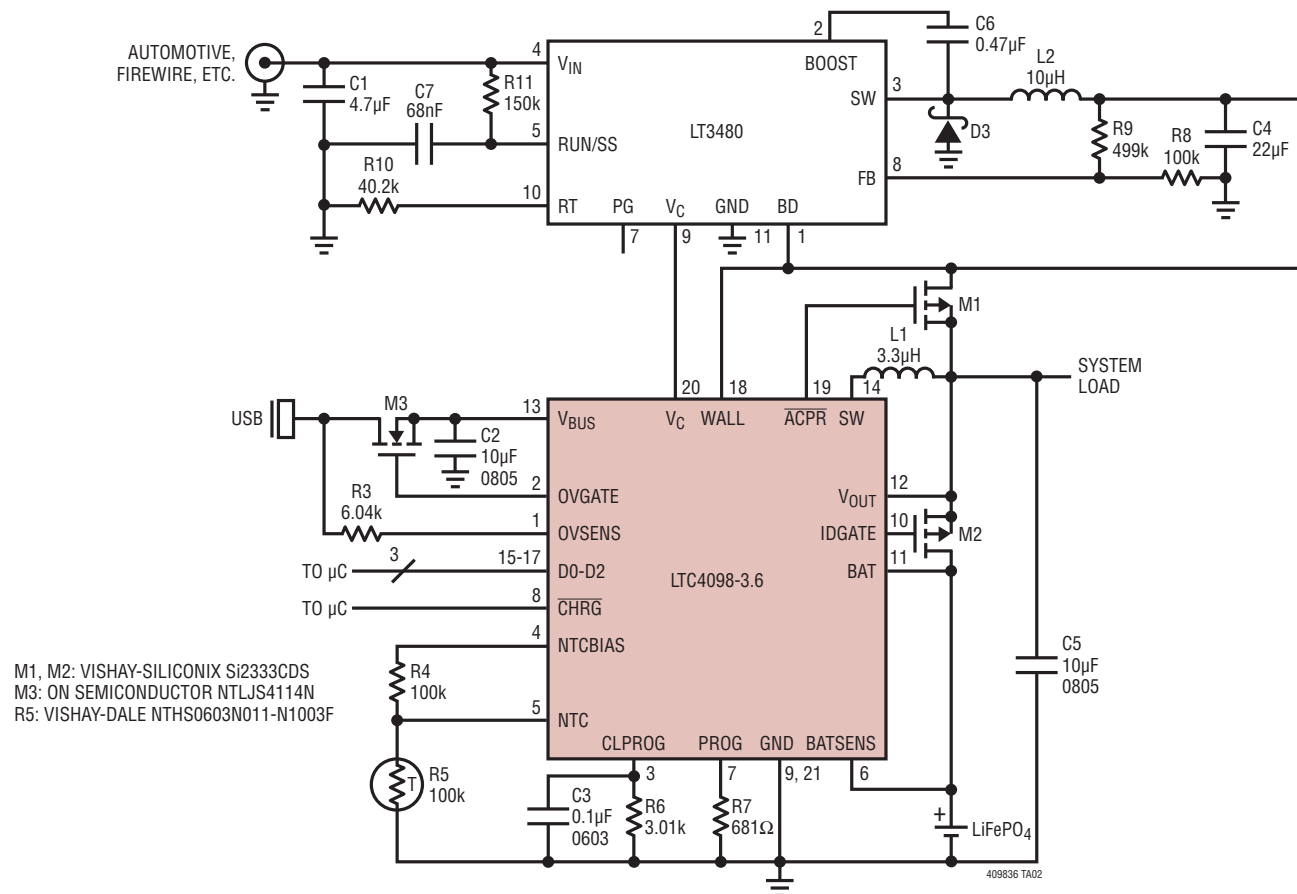
さらに、BATからGNDに0.3Ωの抵抗と直列に接続した100μFのMLCC、または100μFのOS-CONコンデンサを接続し、バッテリーが取り去られたときの発振を防止する必要があります。

定電流モードでは、バッテリー電圧ではなくPROGピンが帰還ループを構成します。PROGピンに容量があるとポールが追加されるので、このピンの容量は最小限に抑えておく必要があります。PROGピンに容量が追加されなければ、チャージャは設定抵抗値が25kまで安定します。ただし、このノードの容量が増えると最大許容設定抵抗が小さくなります。PROGピンのポール周波数は100kHzより高くしておきます。したがって、PROGピンに寄生容量C_{PROG}がある場合、次式を使用してR_{PROG}の最大抵抗値を算出します。

$$R_{\text{PROG}} \leq \frac{1}{2\pi \cdot 100\text{kHz} \cdot C_{\text{PROG}}}$$

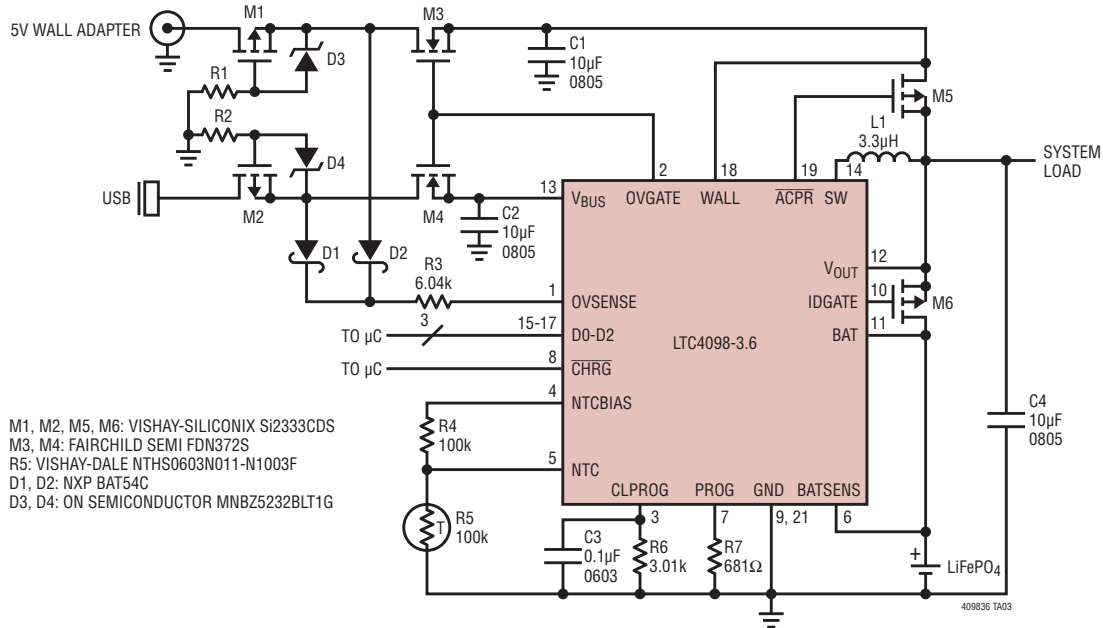
標準的応用例

過電圧保護およびバッテリー低下時起動機能を備えた
高効率USB/2A車載バッテリー・チャージャ

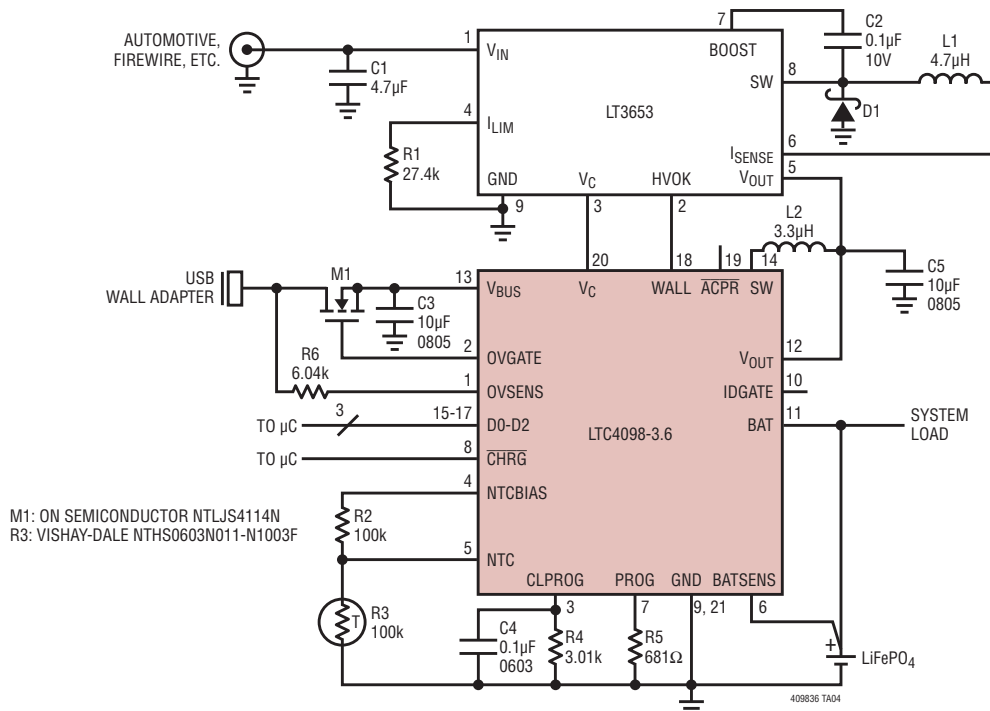


標準的応用例

デュアル過電圧保護、逆電圧保護およびバッテリー低下時起動機能を備えた
USB/ACアダプタ・バッテリー・チャージャ

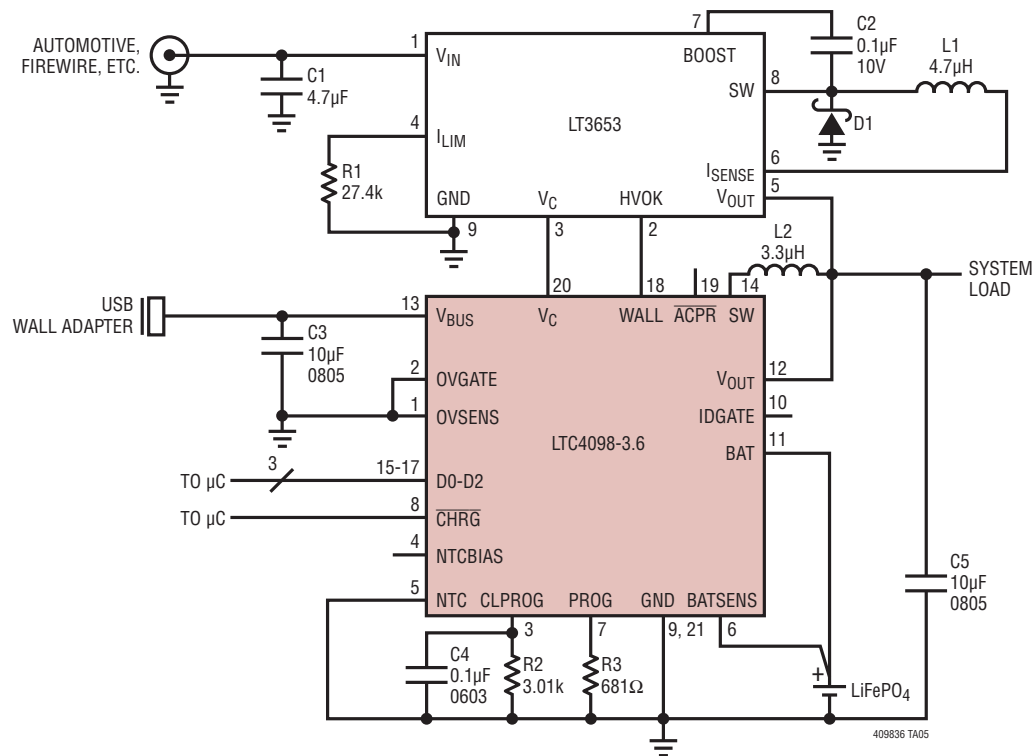


両方の入力に自動電流制限機能を備えた
USB/車載スイッチング・バッテリー・チャージャ



標準的応用例

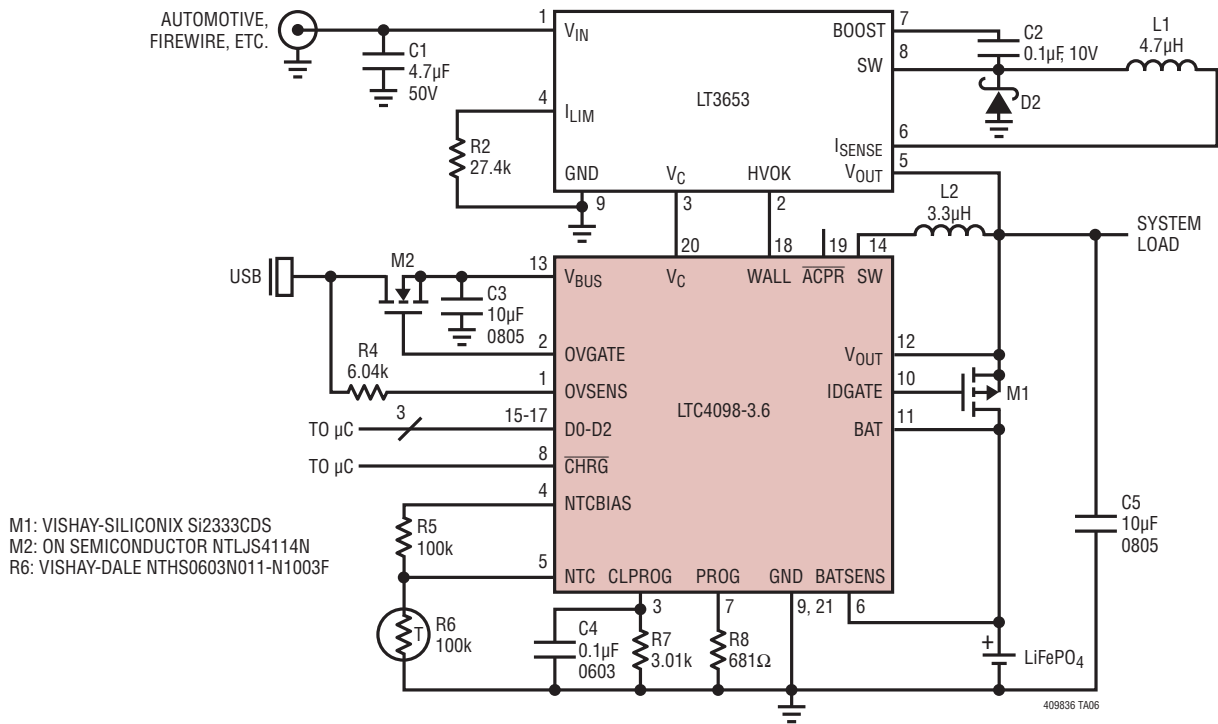
部品点数の少ない高効率USB/車載パワーマネージャ



LTC4098-3.6

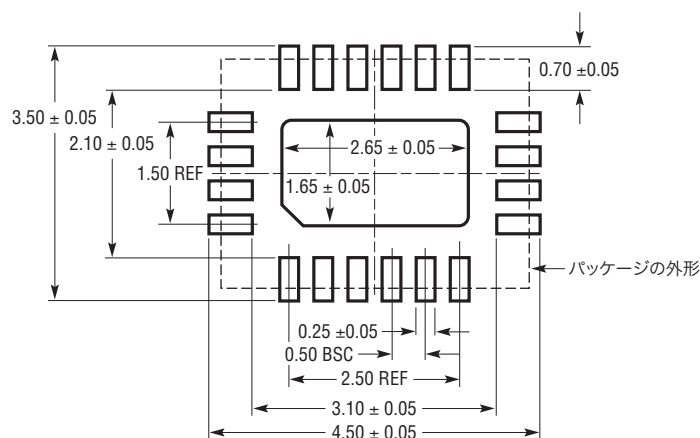
標準的応用例

過電圧保護およびバッテリー低下時起動機能を備えた
高効率USB/車載バッテリー・チャージャ

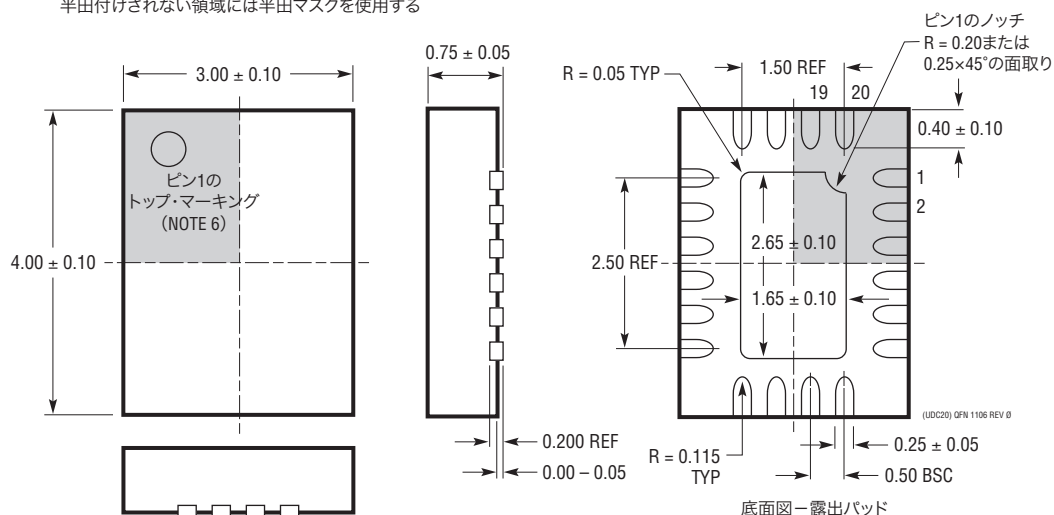


パッケージ

UDCパッケージ
20ピン・プラスチックQFN (3mm×4mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1742 Rev 0)



推奨する半田パッドのピッチと寸法
半田付けされない領域には半田マスクを使用する



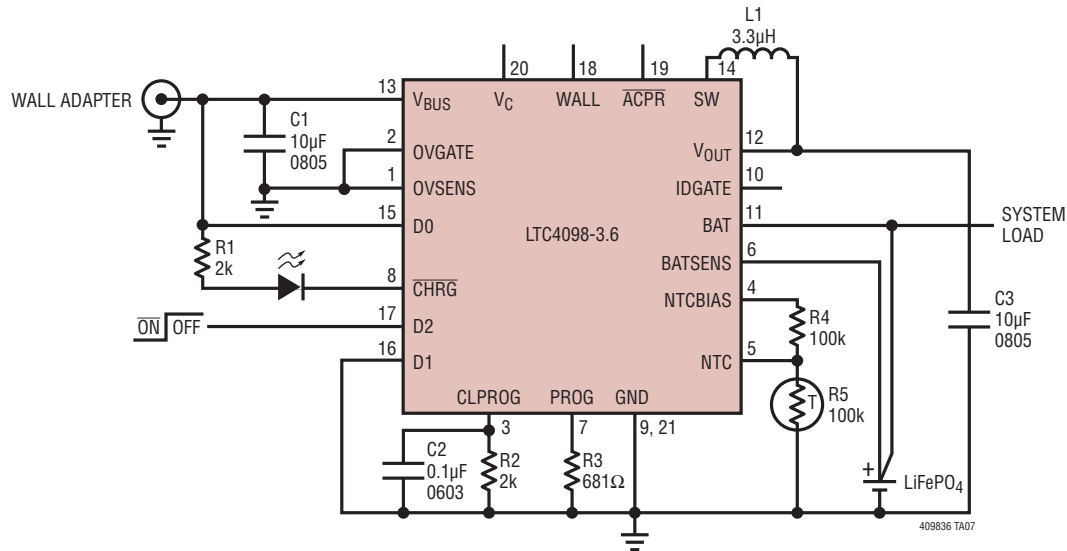
NOTE:

1. 図はJEDECパッケージ外形とは異なる
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上面と底面のピン1の位置の参考に過ぎない

LTC4098-3.6

標準的応用例

1.5AスタンドアロンLiFePO₄バッテリー・チャージャ



関連製品

| 製品番号 | 説明 | 注釈 |
|-------------------------------------|--|---|
| LTC3555/ LTC3555-1/ LTC3555-3 | リチウムイオン/ポリマー・バッテリー・チャージャ、トリプル同期整流式降圧コンバータおよびLDO付き スイッチングUSBパワーマネージャ | 完全な多機能PMIC: スイッチモード・パワーマネージャ、3個の降圧レギュレータおよびLDO、ACアダプタ入力から最大1.5Aの充電電流を設定可能、同期整流式降圧コンバータの効率: 95%以上、可変出力: 400mA/400mA/1Aで0.8V~3.6V、Bat-Track 適応出力制御、200mΩ理想ダイオード、4mm×5mm QFN-28パッケージ |
| LTC3576/ LTC3576-1 | USB On-The-Go付きスイッチング・パワーマネージャと トリプル降圧DC/DC | 完全な多機能PMIC: 双方向スイッチング・パワーマネージャ、3個の降圧レギュレータおよびLDO、可変出力: 400mA/400mA/1Aで最小0.8V、過電圧保護、USB On-The-Go、ACアダプタ入力から最大1.5Aの充電電流を設定可能、サーマル・レギュレーション、I ² C制御、高電圧Bat-Track降圧インタフェース、180mΩ理想ダイオード、4mm × 6mm QFN-38パッケージ |
| LTC4088 | 高効率USBパワーマネージャ およびバッテリー・チャージャ | USBポートから最大限の電力を供給、Bat-Track、瞬時オン動作、最大充電電流: 1.5A、180mΩ理想ダイオード(オプション: < 50mΩ)、3.3V/25mA 常時オンLDO、4mm×3mm DFN-14パッケージ |
| LTC4090/ LTC4090-5 | 理想ダイオード・コントローラ および高効率リチウムイオン・ バッテリー・チャージャ付き 高電圧USBパワーマネージャ | 6V~38V(最大60V)入力からの高効率1.2Aチャージャ、USBポートから直接1セル・リチウムイオン/ポリマー・バッテリーを充電、サーマル・レギュレーション、200mΩ理想ダイオード(オプション: < 50mΩ)、6mm×3mm DFN-22パッケージ、Bat-Track適応出力制御 |
| LTC4099 | 過電圧保護付きI ² C制御のUSB スイッチモード・パワーマネージャ | 最大66Vの過電圧保護(OVP)、I ² C制御および状態の読み出し、過温度バッテリー調整回路によりバッテリー安全マージンを改善、USBポートから最大限の電力を供給、Bat-Track、瞬時オン動作、ACアダプタからの充電電流: 最大1.5A、USBポートからの充電電流: 600mA、180mΩ理想ダイオード(オプション: < 50mΩ)、3mm×4mm QFN-20パッケージ |
| LTC4413 | デュアル理想ダイオード | 3mm×3mm DFNパッケージ、OR接続ダイオードに代わる低損失デバイス |
| LT3652HV | パワートラッキング2A バッテリー・チャージャ | 高い入力電圧: 34V動作、絶対最大定格: 40V、入力電圧安定化ループ付き 2Aモノリシック非同期整流式降圧チャージャ、最大18Vのフロート電圧を設定可能 |

409836f