

## 特長

- 電源ORダイオードに代わる低損失デバイス
- 最小の外付け部品
- DCソースの自動切換え
- 複数バッテリーでの負荷分担を簡略化
- 低消費電流：11 $\mu$ A
- AC/DCアダプタ電圧範囲：3V～28V
- バッテリ電圧範囲：2.5V～28V
- 逆バッテリー保護
- ほぼすべてのサイズのMOSFETをドライブし、広範な電流要求に対応
- MOSFETゲート保護クランプ
- マニュアル制御入力
- 高さの低い(1mm)ThinSOT™パッケージ

## アプリケーション

- 携帯電話
- ノートブックおよびハンドヘルド・コンピュータ
- デジタル・カメラ
- USB駆動の周辺機器
- 無停電電源
- ロジック制御のパワー・スイッチ

LT、LTC、LTはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
PowerPathとThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

## 概要

LTC®4412は外付けPチャネルMOSFETを制御することにより、電源切換えまたは負荷分担用に理想ダイオードに近い機能を提供します。このため、複数電源を高効率でOR接続可能なので、バッテリー寿命を延長し、自己発熱を低減できます。導通時のMOSFETの電圧降下は10mVと低く抑えられます。ACアダプタなどの補助電源を備えたアプリケーションの場合、補助電源が接続されると負荷が自動的にバッテリーから切り離されます。2個以上のLTC4412を接続すれば、複数バッテリー間の負荷分担や1個のチャージャからの複数バッテリーの充電が可能になります。

電源動作範囲が広いので、1セルから直列6セルのリチウムイオン・バッテリーで動作可能です。低消費電流(標準11 $\mu$ A)は負荷電流と無関係です。ゲート・ドライブは電圧クランプを搭載しているため、MOSFETを保護できます。

補助電源が検出されると、STATピンによって補助のPチャネルMOSFETパワー・スイッチがイネーブルされません。STATピンを使用して、補助電源が接続されていることをマイクロコントローラに知らせることも可能です。制御(CTL)入力により、ユーザが主MOSFETを強制的にオフし、STATピンを“L”にすることができます。

LTC4412は高さの低い(1mm)ThinSOTパッケージで供給されます。

## 標準的応用例

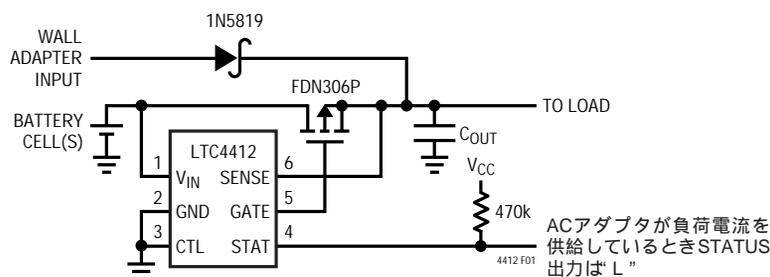
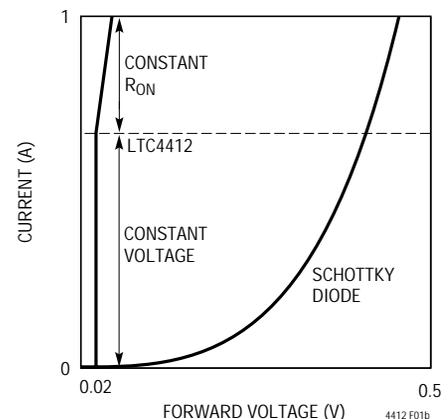


図1. バッテリとACアダプタの自動切換え

LTC4412とショットキ・ダイオードの順方向電圧降下



# LTC4412

## 絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧 ( $V_{IN}$ )	- 14V ~ 36V
$V_{IN}$ からSENSEへの電圧	- 28V ~ 28V
入力電圧	
CTL	- 0.3V ~ 36V
SENSE	- 14V ~ 36V
出力電圧	
GATE	( - 0.3Vから $V_{IN} + 0.3V$ )または ( SENSE + 0.3V )の高い方まで
STAT	- 0.3V ~ 36V
動作周囲温度範囲	
(Note 2)	- 40 ~ 85
接合部温度	- 40 ~ 125
保存温度範囲	- 65 ~ 150
リード温度 (半田付け、10秒)	300

## パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p><math>V_{IN}</math> 1    6 SENSE</p> <p>GND 2    5 GATE</p> <p>CTL 3    4 STAT</p> <p>S6 PACKAGE 6-LEAD PLASTIC SOT-23 <math>T_{jMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 230^{\circ}C/W</math></p>	ORDER PART NUMBER
	LTC4412ES6
	S6 PART MARKING
	LTA2

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25$  での値。別途規定されない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、CTL、STATおよびGND = 0V。ピンに流れ込む電流はプラスで、ピンから流れ出す電流はマイナスである。注記のないかぎり、すべての電圧はGNDを基準にしている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{IN}$ , $V_{SENSE}$	Operating Supply Range	$V_{IN}$ and/or $V_{SENSE}$ Must Be in This Range for Proper Operation	● 2.5		28	V
$I_{QFL}$	Quiescent Supply Current at Low Supply While in Forward Regulation	$V_{IN} = 3.6V$ . Measure Combined Current at $V_{IN}$ and SENSE Pins Averaged with $V_{SENSE} = 3.5V$ and $V_{SENSE} = 3.6V$ (Note 3)	●	11	19	$\mu A$
$I_{QFH}$	Quiescent Supply Current at High Supply While in Forward Regulation	$V_{IN} = 28V$ . Measure Combined Current at $V_{IN}$ and SENSE Pins Averaged with $V_{SENSE} = 27.9V$ and $V_{SENSE} = 28V$ (Note 3)	●	15	26	$\mu A$
$I_{QRL}$	Quiescent Supply Current at Low Supply While in Reverse Turn-Off	$V_{IN} = 3.6V$ , $V_{SENSE} = 3.7V$ . Measure Combined Current of $V_{IN}$ and SENSE Pins		10	19	$\mu A$
$I_{QRH}$	Quiescent Supply Current at High Supply While in Reverse Turn-Off	$V_{IN} = 27.9V$ , $V_{SENSE} = 28V$ . Measure Combined Current of $V_{IN}$ and SENSE Pins		16	28	$\mu A$
$I_{OCL}$	Quiescent Supply Current at Low Supply with CTL Active	$V_{IN} = 3.6V$ , $V_{SENSE} = 0V$ , $V_{CTL} = 1V$		7	13	$\mu A$
$I_{OCH}$	Quiescent Supply Current at High Supply with CTL Active	$V_{IN} = 28V$ , $V_{SENSE} = 0V$ , $V_{CTL} = 1V$		12	20	$\mu A$
$I_{LEAK}$	$V_{IN}$ and SENSE Pin Leakage Currents When Other Pin Supplies Power	$V_{IN} = 28V$ , $V_{SENSE} = 0V$ ; $V_{SENSE} = 28V$ , $V_{IN} = 0V$ $V_{IN} = 14V$ , $V_{SENSE} = -14V$ ; $V_{SENSE} = 14V$ , $V_{IN} = -14V$	-1	0	1	$\mu A$

### PowerPath Controller

$V_{FR}$	PowerPath Switch Forward Regulation Voltage	$V_{IN} - V_{SENSE}$ , $2.5V \leq V_{IN} \leq 28V$	●	10	20	32	mV
$V_{RTO}$	PowerPath Switch Reverse Turn-Off Threshold Voltage	$V_{SENSE} - V_{IN}$ , $2.5V \leq V_{IN} \leq 28V$	●	10	20	32	mV

## 電気的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25$  での値。別途規定されない限り、 $V_{IN} = 12V$ 、CTL、STATおよびGND = 0V。ピンに流れ込む電流はプラスで、ピンから流れ出す電流はマイナスである。注記のないかぎり、すべての電圧はGNDを基準にしている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
<b>GATE and STAT Outputs</b>							
$I_{G(SRC)}$	GATE Active Forward Regulation Source Current	(Note 4)	-1	-2.5	-5	$\mu A$	
$I_{G(SNK)}$	GATE Sink Current		25	50	85	$\mu A$	
$V_{G(ON)}$	GATE Clamp Voltage	Apply $I_{LOAD} = 1\mu A$ , $V_{IN} = 12V$ , $V_{SENSE} = 11.9V$ , Measure $V_{IN} - V_{GATE}$	6.3	7	7.7	V	
$V_{G(OFF)}$	GATE Off Voltage	Apply $I_{LOAD} = -5\mu A$ , $V_{IN} = 12V$ , $V_{SENSE} = 12.1V$ , Measure $V_{SENSE} - V_{GATE}$		0.13	0.25	V	
$t_{G(ON)}$	GATE Turn-On Time	$V_{GS} < -3V$ , $C_{GATE} = 1nF$ (Note 5)		110	175	$\mu s$	
$t_{G(OFF)}$	GATE Turn-Off Time	$V_{GS} > -1.5V$ , $C_{GATE} = 1nF$ (Note 6)		13	22	$\mu s$	
$I_{S(OFF)}$	STAT Off Current	$2.5V \leq V_{IN} \leq 28V$ (Note 7)	● -1	0	1	$\mu A$	
$I_{S(SNK)}$	STAT Sink Current	$2.5V \leq V_{IN} \leq 28V$ (Note 7)	● 6	10	17	$\mu A$	
$t_{S(ON)}$	STAT Turn-On Time	(Note 8)		4.5	25	$\mu s$	
$t_{S(OFF)}$	STAT Turn-Off Time	(Note 8)		40	75	$\mu s$	
<b>CTL Input</b>							
$V_{IL}$	CTL Input Low Voltage	$2.5V \leq V_{IN} \leq 28V$	●		0.35	V	
$V_{IH}$	CTL Input High Voltage	$2.5V \leq V_{IN} \leq 28V$	●	0.9		V	
$I_{CTL}$	CTL Input Pull-Down Current	$0.35V \leq V_{CTL} \leq 28V$		1.5	3.5	5.5	$\mu A$

Note1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note2: LTC4412Eは、0 ~ 70 の動作周囲温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。- 40 ~ 85 の動作周囲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保証されている。

Note3: これは、外部PチャネルMOSFETがLTC4412に接続されてフォワードレギュレーションで動作している場合に観測されるのと同じ電源電流となる。

Note4:  $V_{IN}$ は12Vに保たれ、GATEは10.5Vに強制される。SENSEは12Vに設定され、GATEのソース電流を測定する。SENSEは11.9Vに設定され、GATEのシンク電流を測定する。

Note5:  $V_{IN}$ は12Vに保たれ、SENSEを12.2Vから11.8Vにステップさせてイベントをトリガする。GATE電圧は最初 $V_{GOFF}$ である。

Note6:  $V_{IN}$ は12Vに保たれ、SENSEを11.8Vから12.2Vにステップさせてイベントをトリガする。GATE電圧は最初内部で $V_{GON}$ にクランプされる。

Note7: STATは $V_{IN} - 1.5V$ に強制される。SENSEは $V_{IN} - 0.1V$ に設定され、STATのオフ電流を測定する。SENSEは $V_{IN} + 0.1V$ に設定され、STATのシンク電流を測定する。

Note8: STATは9Vに強制され、 $V_{IN}$ は12Vに保たれる。SENSEを11.8Vから12.2Vにステップさせて、 $I_{STAT}$ が測定された $I_{S(SNK)}$ の1/2に達するまでの時間として定義されているSTATターンオン時間を測定する。SENSEを12.2Vから11.8Vにステップさせて、 $I_{STAT}$ が測定された $I_{S(SNK)}$ の1/2に達するまでの時間として定義されているSTATターンオフ時間を測定する。

## LTC4412

## ピン機能

$V_{IN}$  (ピン1) : 主入力電源電圧。内部回路に電力を供給します。内部アナログ・コントローラの2つの電圧センス入力のひとつです(コントローラの他の入力はSENSEピンです)。この入力は通常負荷に電流を供給するバッテリーまたは他の電源から電力の供給を受けます。このピンは、 $0.1\mu\text{F} \sim 10\mu\text{F}$ の範囲のコンデンサを使ってグラウンドにバイパスします。

GND(ピン2) : グラウンド。すべての内部回路の電源への帰還路を与えます。

CTL (ピン3) : デジタル制御入力。このピンにロジック“H”の入力( $V_{IH}$ )を与えると、主PチャンネルMOSFETパワー・スイッチのゲート-ソース間電圧を小さな電圧( $V_{GOFF}$ )に強制します。そのためMOSFETはターンオフし、ドレインからソースへの寄生ダイオードが順方向にバイアスされないようにMOSFETが構成設定されていると、 $V_{IN}$ の主電源入力からは電流が流れません。また、“H”入力はSTATピンを強制して $10\mu\text{A}$ の電流( $I_{S(SNK)}$ )をシンクします。補助Pチャンネル電源スイッチを制御するのにSTATピンが使われると、ACアダプタのような補助電源が負荷に接続されます(アプリケーション情報を参照してください)。CTLピンが開放状態だと、このピンの電圧は内部電流シンクによってグラウンド(ロジック“L”)に引き下げられます。

STAT (ピン4) : オープンドレインの出力状態ピン。SENSEピンが補助電源によって $V_{IN}$ ピンよりも約 $20\text{mV}$ 以上高く引き上げられると、逆ターンオフ・スレッシュホールド( $V_{RTO}$ )に達します。すると、STATピンはオープン状態から $10\mu\text{A}$ の電流シンク( $I_{S(SNK)}$ )になります。外部抵抗と一緒にSTATピンの電流シンクを使って、補助Pチャンネル電源スイッチをターンオンしたり、補助電源の存在をマイクロコントローラに伝えることができます。

GATE (ピン5) : 主PチャンネルMOSFET電源スイッチ用のゲート・ドライブ・ピン。このピンは電源コントローラによって制御され、補助電源が存在しないとき、 $V_{IN}$ ピンとSENSEピン間に $20\text{mV}$ の順方向制御電圧( $V_{FR}$ )を維持します。補助電源が接続されていると、GATEピンはSENSEピンの電圧に引き上げられ、主Pチャンネル電源スイッチをターンオフします。

SENSE (ピン6) : 電源センス入力ピン。内部回路に電力を供給します。内部アナログ・コントローラへの電圧センス入力です(コントローラの他の入力は $V_{IN}$ ピンです)。この入力は、負荷にも電流を供給するACアダプタやバックアップ・バッテリーなどの補助電源から通常電力の供給を受けます。



## LTC4412

## 動作

SENSE電圧が $V_{IN}$ より20mV低い電圧を超すと、アナログ・コントローラの制御により、リニア・ゲート・ドライバおよび電圧クランプ・ブロックがGATE電圧をゆっくり引き上げてPチャネルMOSFETをターンオフします。SENSEの電圧が $V_{IN}$ より20mV( $V_{RTO}$ )以上高いと、アナログ・コントローラはリニア・ゲート・ドライバと電圧クランプ・ブロックがGATEピンの電圧をSENSEピンの電圧に引き上げるよう制御します。すると、外部PチャネルMOSFETが急速ターンオフします。きれいに遷移させるため、逆ターンオフ・スレッシュホールドには5mVのヒステリシスがあり、不確定性を防いでいます。これでシステムは逆ターンオフ・モードになります。負荷への電力は外部ダイオードによって供給され、バッテリーからは全く電流が流れません。外部ダイオードにより、補助電源が主電源より低くなったり、グランドに短絡したり、逆極性で接続されたりした場合の保護が与えられません。逆ターンオフの動作モードのあいだ、STATピンが

接続されていると10 $\mu$ Aの電流( $I_{S(SNK)}$ )をシンクします。電源が最初に $V_{IN}$ に接続される時寄生のドレイン・ソース・ダイオードが短時間順方向にバイアスされ、ACアダプタ入力を与えられると逆バイアスされた状態に保たれるように外部MOSFETが結線されていることに注意してください。

CTL(コントロール)入力を“H”にすると、外部MOSFETはゲート・ソース電圧をゼロ・ボルトに強制して、STATピンが接続されていると10 $\mu$ Aの電流をシンクします。この機能は、図4に示されているように、2つの電源間で負荷を切り換えるのに便利であり、あるいは、図7に示されているように、切り換え可能なハイサイド・ドライバとして便利です。CTLピンの3.5 $\mu$ Aの内部プルダウン電流( $I_{CTL}$ )により、このピンが開放状態になったとしても“L”レベルの入力が保証されます。

## アプリケーション情報

## はじめに

システムの設計者はLTC4412が、コストとスペースの厳しい多様な電源コントロール・アプリケーションで有用であることが分るでしょう。これらのアプリケーションには、低損失のダイオードORing、主電源から補助電源への完全自動切り換え、マイクロコントローラ制御による主電源から補助電源への切り換え、複数のバッテリー間の負荷分担、1台のチャージャからの複数のバッテリーの充電、およびハイサイド電源切り換えが含まれます。

## 外部PチャネルMOSFETトランジスタの選択

MOSFETの選択で重要なパラメータは、最大ドレイン・ソース電圧 $V_{DS(MAX)}$ 、スレッシュホールド電圧 $V_{GS(VT)}$ 、およびオン抵抗 $R_{DS(ON)}$ です。

最大許容ドレイン・ソース電圧 $V_{DS(MAX)}$ は、アプリケーションで生じる最大ドレイン・ソース電圧に十分耐える大きさが重要です。

主MOSFETの最大ゲート・ドライブ電圧は、 $V_{IN}$ 電源電圧または内部クランプ電圧 $V_{GON}$ の小さい方によって設定されます。ロジック・レベルMOSFETが一般に使われますが、低い電源電圧によってゲート電圧が制限さ

れる場合、サブロジック・レベル・スレッシュホールドのMOSFETを検討します。補助MOSFETが使われる場合、そのMOSFETの最大ゲート・ドライブ電圧はSTATピンに接続された外部抵抗とSTATピンのシンク電流によって決定されます。

一般則として、 $R_{DS(ON)}$ が十分低いMOSFETを選択して、全電流負荷と達成可能な $V_{GS}$ での動作時に必要な $V_{DS}$ を実現します。MOSFETは通常はリニア領域で動作し、電圧で制御される抵抗のように振る舞います。MOSFETのサイズが小さすぎると、飽和領域に入って $V_{DS}$ が大きくなることがあります。ただし、MOSFETの寄生ドレイン・ソース・ダイオードが順方向にバイアスされると、このダイオードにより $V_{DS}$ が制限されます。大きな $V_{DS}$ は、負荷電流と組み合わせられると、MOSFETの電力消費を過度に大きくする可能性があります。LTC4412は、 $R_{DS(ON)}$ が十分低いと、主MOSFET両端の順方向電圧降下を20mVに制御することを覚えておいてください。必要な $R_{DS(ON)}$ は、0.02Vをアンペア単位の負荷電流で割ることによって計算することができます。フォワード・レギュレーションを実現すると電力損失と熱放散を小さくできますが、不可欠というわけではありません。

## アプリケーション情報

20mVを超す順方向電圧降下を許容できる場合、もっと小さなMOSFETを使うことができますが、高い電力消費に適応したサイズにする必要があります。消費電力が製造元の推奨する最大値を決して超さないように注意する必要があります。補助MOSFETパワー・スイッチに対しても、(もし使われるとすると)同様の配慮を要しますが、その $V_{GS}$ は抵抗の選択によって調整することができます。抵抗値の選択の際には、その抵抗を流れる可能性のあるSTATピン電流( $I_{S(SNK)}$ )の全範囲を検討します。

### $V_{IN}$ とSENSEピンのバイパス・コンデンサ

必要ならば、色々な種類の0.1 $\mu$ F ~ 10 $\mu$ Fの範囲のコンデンサをLTC4412の近くに配置して、 $V_{IN}$ を適切にバイパスすることができます。電源の切り換え時に、MOSFETパワー・スイッチをターンオンするのにいくらかの時間を要するため、負荷に電圧の垂下が生じることがあります。電圧の垂下の大きさを決定する要因には、電源の立上り時間と立下り時間、MOSFETの特性、 $C_{OUT}$ の値、および負荷電流があります。 $C_{OUT}$ を適切に選ぶと垂下を無視できる程度に小さくすることができます。垂下は容量に反比例するからです。負荷のバイパス容量もアプリケーションの動的負荷条件に依存し、標準で1 $\mu$ F ~ 47 $\mu$ Fの範囲です。すべての場合、最大垂下はMOSFET内部の寄生ダイオードの順方向電圧降下に制限されます。

多層セラミック・コンデンサを使うときは注意が必要です。セラミック・コンデンサの種類によっては自己共振や高いQ特性により、(電源入力を通電中の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現象が生じることがあります。Qを下げてこれらの過渡現象がLTC4412の絶対最大定格電圧を超さないようにするには、セラミック・コンデンサに直列に数オームまでの抵抗を追加してコンデンサのESRを大きくすることができます。

選択された容量値とコンデンサのESRを検証するには、 $V_{IN}$ とSENSEを観察して、アプリケーションの動的負荷による過渡電圧が(あるとすれば)全負荷電流範囲にわたって許容できるかどうか確認することができます。これは各電源も使ってチェックします。リングングはバイパス・コンデンサの値が適切でないか、ESRが小さすぎることを示しています。

### $V_{IN}$ とSENSEピンの使い方

アナログ・コントローラのスレッシュホールドは小さい( $\pm 20$ mV)ので、 $V_{IN}$ とSENSEピンは、電源経路に望ましくないIR電圧降下が生じないように方法で接続します。両方のピンとも負電圧から保護されています。

### GATEピンの使い方

GATEピンは、 $V_{IN}$ の電源から負荷に電流を流すとき、 $V_{IN}$ ピンとSENSEピン間に接続されている外部PチャネルMOSFETを制御します。このモードの動作では、GATEピンを引き上げる役目を持った内部電流ソースは数 $\mu$ A( $I_{G(SRC)}$ )に制限されます。外部の反対方向の漏れ電流が10 $\mu$ A以下だけこれを超えると、GATEピンの電圧はクランプ電圧( $V_{GON}$ )に達します。害はなく、順方向の電圧降下は大きくはありません。GATEピンを引き下げる役目を持った内部電流シンクはもっと高い電流能力( $I_{G(SNK)}$ )を持っています。補助電源入力SENSEピンを引き上げ、 $V_{IN}$ ピンの電圧を20mV( $V_{RTO}$ )だけ超した状態では、デバイスは逆ターンオフ・モードに入り、はるかに大きな電流ソースを利用して外部の漏れ電流に対抗し、MOSFET( $V_{GOFF}$ )をターンオフします。

フォワード・レギュレーションでは、MOSFETのオン抵抗がフォワード・レギュレーションを維持するには大きすぎる場合、GATEピンがMOSFETの $V_{GS}$ をクランプ電圧( $V_{GON}$ )まで最大化します。

### Statusピンの使い方

通常の動作では、オープンドレインのSTATピンは、LTC4412への電源電圧に関係なく、グランドと28Vのあいだの任意の電圧でバイアスすることができます。このピンは通常は抵抗に接続され、その抵抗の他端は電圧ソースに接続されます。フォワード・レギュレーション・モードでは、STATピンはオープン( $I_{S(OFF)}$ )になります。ACアダプタ入力または他の補助電源がその入力に接続され、SENSEピンの電圧が $V_{IN}$ より20mV( $V_{RTO}$ )以上高いと、システムは逆ターンオフ・モードになります。この動作モードのあいだ、STATピンを強制して10 $\mu$ Aの電流( $I_{S(SNK)}$ )をシンクします。

## LTC4412

## アプリケーション情報

その結果、抵抗値にしたがって抵抗両端の電圧が変化するので、それを使って補助PチャンネルMOSFETをターンオンするか、あるいは補助電源が接続されていることをマイクロコントローラに通知することができます。外部の漏れ電流が大きい場合、STATピンがオンかオフのいずれでも、抵抗両端の電圧を決定するのにこの漏れ電流を考慮に入れる必要があります。

## Controlピンの使い方

これはデジタルの制御入力ピンで、スレッショルド電圧 ( $V_{IL}$ 、 $V_{IH}$ ) が低く、1Vしかない電源から駆動されるロジックに使われます。通常の動作では、このCTLピンは、LTC4412への電源電圧に関係なく、グランドと28Vのあいだの任意の電圧でバイアスすることができます。このピンにロジック“H”の入力を与えると、主PチャンネルMOSFETパワー・スイッチのゲート-ソース間電圧を小さな電圧 ( $V_{GOFF}$ ) に強制します。そのためMOSFETはターンオフし、ドレインからソースへの寄生ダイオードが順方向にバイアスされないようにMOSFETが構成設定されていると、 $V_{IN}$ の主電源入力からは電流が流れません。“H”入力はまたSTATピンを強制して10 $\mu$ Aの電流 ( $I_{S(SNK)}$ ) をシンクします。STATピンの使い方については、標準的応用例の諸例を参照してください。CTLピンの3.5 $\mu$ Aの内部プルダウン電流 ( $I_{CTL}$ ) により、このピンが開放状態になったとしてもロジックの“L”レベルの入力が保証されます。

## 保護

示されている応用回路のほとんどは、電源入力の短絡、低い電源入力、または逆電源入力などの故障に対して保護されています。故障保護機能は短絡した電源は保護しませんが、他の電源や負荷を故障箇所から切り離します。この保護に必要な条件は、すべての部品のブレークダウン電圧が十分大きいことです。場合によっては、補助入力(ACアダプタ入力と呼ばれることもある)の保護が不要な場合、直列ダイオードまたはMOSFETを省略できることがあります。

LTC4412には内部保護機能が備わっており、故障状態のあいだ害を与えるピン電流や過度の自己発熱を防ぎます。これらの故障状態は、LTC4412のどれかのピンが、そのピンの最大電圧リミット内でグランドまたは電源に短絡して生じることがあります。 $V_{IN}$ ピンとSENSEピンの両方とも、電流ドレインやICへの損傷なしに、グランドよりかなり低い電圧まで引き下げることができます(絶対最大電圧リミットを参照)。この特長により、電流ドレインや損傷なしに、バッテリーの逆接続状態を許容することができます。この内部保護機能は、外部部品の過電流や過熱を防ぐように設計されているわけではありません。

## 標準的応用例

### 自動PowerPath制御

図1、図2、および図3に示すアプリケーションは、理想自動ダイオード・コントローラで、マイクロコントローラからの支援が全く不要です。これらはそれぞれ高い方の電源電圧を(ダイオードの特定の順方向電圧降下を計算に入れて)、高い方の電源電圧を加える必要のある負荷に自動的に接続します。

バッテリーとACアダプタまたは他の電源入力とのあいだで負荷を自動的に切り換える応用回路を図1に示します。バッテリーを接続すると、最初PチャンネルMOSFETの寄生ドレイン・ソース・ダイオードによって負荷電圧が引き上げられます。LTC4412が始動すると、MOSFETのゲートを制御してターンオンし、MOSFETの電圧降下をダイオードの電圧降下から20mVにまで低下させます。これでシステムは低損失の順方向レギュレーション・モードになります。ACアダプタの入力が接続されると、ショットキ・ダイオードが(負荷に接続されている)SENSEピンをバッテリー電圧より上に引き上げ、LTC4412がMOSFETをターンオフします。すると、STATピンが電流をシンクし、補助入力が接続されたことを示します。これでバッテリーからは負荷電流は流れず、すべての負荷電流はショットキ・ダイオードを通して流れます。ショットキ・ダイオードの代わりにシリコン・ダイオードを使うこともできますが、順方向電圧降下が大きいのでは消費電力と発熱が増加するでしょう。

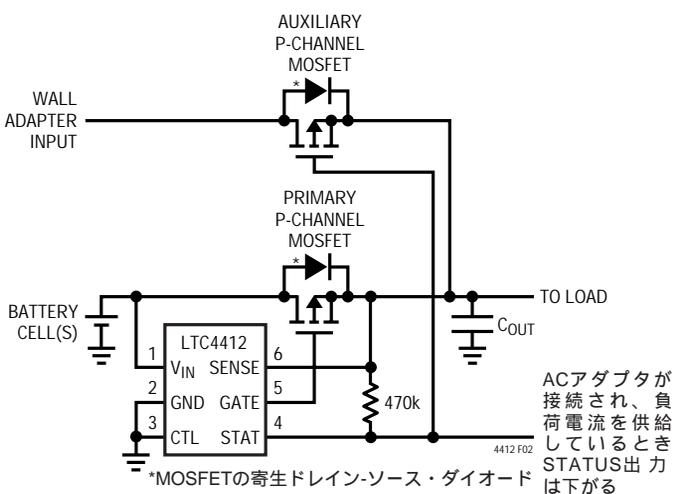


図2．損失を最小にするため補助PチャンネルMOSFETを使った、バッテリーとACアダプタのあいだの負荷の自動切換え

バッテリーとACアダプタのあいだで負荷を自動的に切り換える、電力損失が最小の応用回路を図2に示します。補助PチャンネルMOSFETがダイオードに置き換わっていること以外は、図1の動作に似ています。SENSEピン電圧がバッテリー電圧を20mVだけ超すとMOSFETをターンオンするのにSTATピンが使われています。ACアダプタ入力が接続されると、補助MOSFETの寄生ドレイン・ソース・ダイオードがまずターンオンし、SENSEピンを引き上げて、主MOSFETをターンオフし、続いて補助MOSFETがターンオンします。補助MOSFETがターンオンすると、その両端の電圧降下はMOSFETの特性にしたがって非常に小さくなります。

バッテリーとACアダプタのあいだで負荷を自動的に切り換える、コンパレータ・モードの応用回路を図3に示します。バッテリー・チャージャの接続のしかたも示されています。この回路はSENSEピンの接続のしかたが図1とは異なります。SENSEピンは負荷ではなく補助電源入力に直接接続されています。この変更により、LTC4412の制御回路は開ループのコンパレータ・モードで動作するように強制されます。バッテリーがシステムに電力を供給している間、GATEピンの電圧はその最低電位に強制されますが、MOSFETの両端に20mVの電圧降下を強制するように制御される代わりに、LTC4412によって低くなりすぎないようにクランプされます。これには、 $R_{ON}$ を小さくしてリニア制御ループのダイナミクスの影響を受けないようにして、MOSFETの電力損失を小さくするという利点があります。潜在的短所は、補助入力が低速で上昇すると、負荷電圧が最初上昇する前に一旦低下することです。

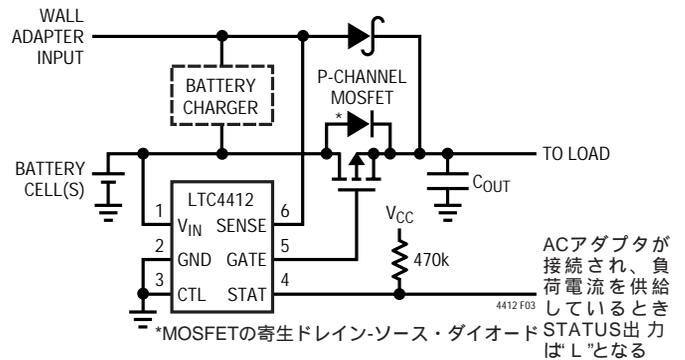


図3．コンパレータ・モードでのバッテリーとACアダプタのあいだの負荷の自動切換え

# LTC4412

## 標準的応用例

これは、SENSEピンの電圧がバッテリー電圧を超えて上昇し、ショットキ・ダイオードがターンオンして負荷を捕捉する前にMOSFETがターンオフするためです。電圧降下の大きさを決定する要因には、補助入力の上り時間、使用されるダイオードの種類、 $C_{OUT}$ の値、および負荷電流があります。

マイクロコントローラを使った理想的ダイオード制御  
マイクロコントローラによる2個の電源の監視と制御の応用回路を図4に示します。マイクロコントローラのアナログ入力は、おそらく抵抗電圧分割器の助けを得て、各電源入力を監視し、CTL入力を通してLTC4412を制御します。バック・ツー・バックMOSFETが使われているので、寄生ドレイン・ソース・ダイオードはMOSFETがターンオフしているときは負荷に電力を供給しません(1個のパッケージに入ったデュアルのMOSFETが市販されています)。

CTLピンにロジック“L”の入力が加えられていると、補助電圧に無関係に、主入力電源が負荷に電力を供給します。CTLが“H”に切り換えられると、補助入力が高電圧より低い関係なく、補助入力が高電圧に電力を供給します。補助入力が高電圧になると、主電源を外すことができ、補助電源が負荷に電力を供給し続けます。

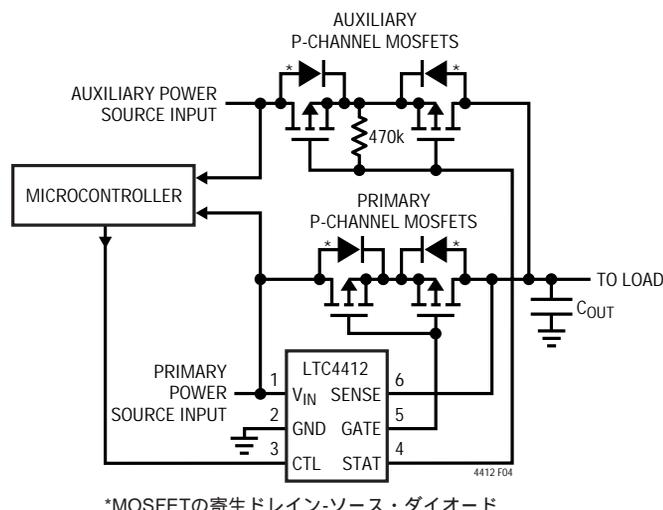


図4. マイクロコントローラによる2個の電源の監視と制御

主電圧が補助電圧より高いときだけ、CTLを“L”にすると主電源に再度切り替わります。それ以外は、補助電源が接続されたままになります。主電源が外されて、 $V_{IN}$ が $V_{LOAD}$ より下に下がると、CTLが“L”であれば補助MOSFETがターンオンしますが、MOSFETがターンオンするには $V_{LOAD}$ は十分長いあいだ高い状態を保つ必要があります。負荷容量が十分大きく、 $V_{IN}$ の容量が小さいかゼロであると、このことが保証されます。必要なら、 $V_{IN}$ にコンデンサを用いてこれを避け、 $V_{IN}$ が $V_{LOAD}$ よりゆっくり低下するようにすることができます。

### 負荷分担

2個のバッテリーによる負荷分担のための、バッテリーからACアダプタへの負荷の自動切り換え機能付き応用回路を図5に示します。高い電圧を供給できる方のバッテリーが、他方のバッテリーの電圧にまで放電するまで負荷電流を供給します。それ以降は、各バッテリーの容量に応じて、2個のバッテリーのあいだで負荷が分担されます。容量の大きな方のバッテリーがそれに比例して大きな電流を負荷に供給します。ACアダプタ入力が高電圧になると、両方のMOSFETがターンオフして、バッテリーからは電流が流れません。STATピンにより、どの入力が高電圧を供給しているか示されます。このコンセプトはさらに多くの電源入力ピンに拡張することができます。

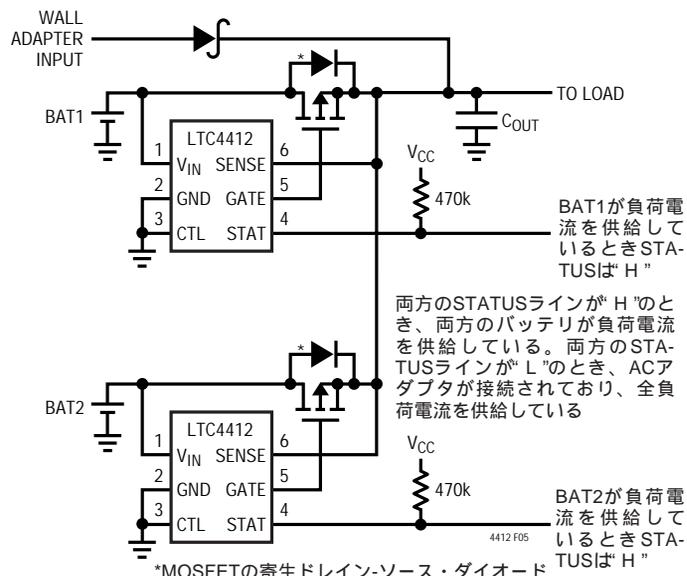


図5. バッテリーからACアダプタへの負荷の自動切り換え機能付きデュアル・バッテリー負荷分担

## 標準的応用例

### 複数のバッテリーの充電

1つのチャージャによる自動デュアル・バッテリー充電の応用回路を図6に示します。両方のバッテリーの電圧が等しくなるまで、電圧の低い方のバッテリーが充電電流を受け取ります。それ以降は両方が充電されます。両方が同時に充電されるとき、容量の大きな方のバッテリーはそれに比例して大きな電流をチャージャから供給されます。リチウムイオン・バッテリーの場合、両方のバッテリーともフロート電圧から20mVのフォワード・レギュレーション電圧を差し引いた電圧を達成します。このコンセプトは2個以上のバッテリーに適用することができます。STATピンにより、どのバッテリーが充電中か示されます。インテリジェントなコントロールでは、図4に示されているように、マイクロコントローラやバック・ツー・バック MOSFETと一緒にCTLピン入力を使うことができます。これにより、どちらのバッテリーのチャージャからの切り離しも完全にコントロールできます。

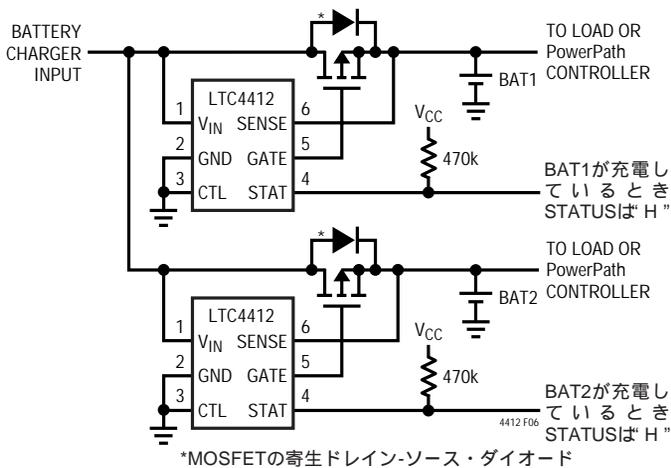


図6 . 1つの充電源からの自動デュアル・バッテリー充電

### ハイサイド・パワー・スイッチ

ロジックで制御されたハイサイド・パワー・スイッチの応用回路を図7に示します。CTLピンがロジック“L”のとき、LTC4412はMOSFETをターンオンします。SENSEピンがグランドに接続されているので、LTC4412は最大のゲート・ドライブ電圧をMOSFETに加えます。CTLピンがロジック“H”のとき、LTC4412はゲート電圧を電源入力電圧にまで引き上げてMOSFETをターンオフし、電源を負荷から切り離します。MOSFETのソースは電源に接続されています。このため、MOSFETがオフ状態のとき、寄生ドレイン-ソース・ダイオードは負荷に電圧を供給しません。別の電源から負荷に電力が供給されると、寄生ドレイン-ソース・ダイオードが順方向にバイアスされ、VINピンに接続された電源に電流を供給することがあることに注意してください。

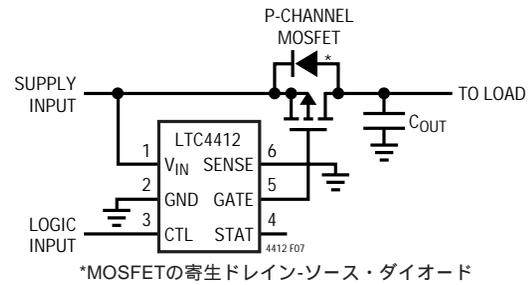
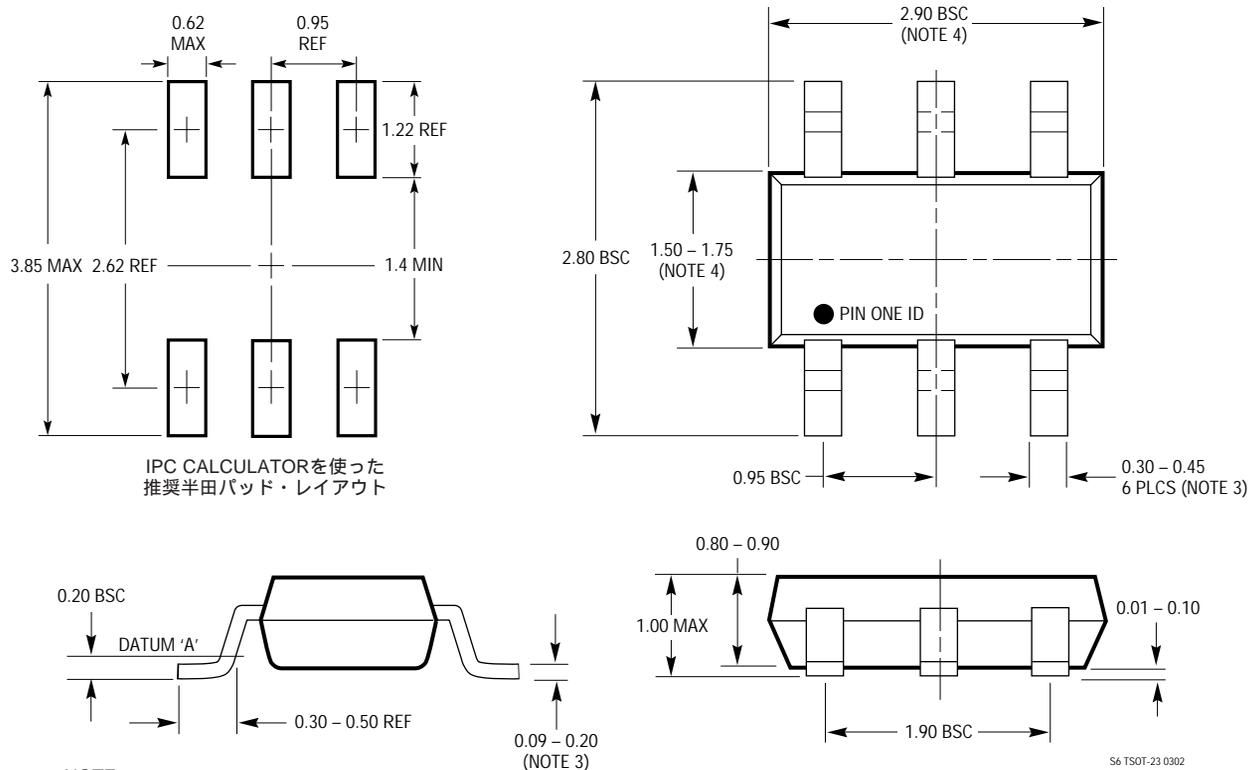


図7 . ロジックで制御されたハイサイド・パワー・スイッチ

# LTC4412

## パッケージ寸法

S6パッケージ、  
6ピン・プラスチックTSOT-23  
(Reference LTC DWG # 05-08-1636)



IPC CALCULATORを使った  
推奨半田パッド・レイアウト

- NOTE :
1. 寸法はミリメートル
  2. 図は実寸とは異なる
  3. 寸法には半田を含む
  4. 寸法にはモールドのバリや金属のバリを含まない
  5. モールドのバリは0.254mmを越えてはならない
  6. JEDECパッケージ参照番号はMO-193

## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1473	デュアルPowerPathスイッチ・ドライバ	30Vまでのソースの切り換えと切り離し
LTC1479	デュアル・バッテリー・システム用 PowerPathコントローラ	2個のバッテリーの完全なPowerPath管理; DC電源、チャージャ、およびバックアップ
LTC1558/LTC1559	プログラム可能な出力付き バックアップ・バッテリー・コントローラ	1.2V NiCdボタン電池からの可変バックアップ電圧で、昇圧コンバータを含む
LT®1579	300mAデュアル入力のスマート・バッテリー・ バックアップ・レギュレータ	デュアル入力で出力レギュレーションを維持、300mAで0.4Vのドロップアウト
LTC1733/LTC1734	モノリシック・リニア・リチウムイオン・チャージャ	サーマル・レギュレーション、外部MOSFET/センス抵抗は不要、10ピンMS
LTC1960	SPI付きデュアル・バッテリー・チャージャ/セレクト	完全なデュアル・バッテリー・チャージャ/セレクト・システム、36ピンSSOP
LTC1998	2.5µA、1%精度のプログラム可能な バッテリー・ディテクタ	可変トリップ電圧/ヒステリシス、ThinSOT
LTC4350	ホットスワップ(活線挿抜)可能な 負荷分担コントローラ	N + 1冗長電源が可能で、並列接続された複数の電源に均等に負荷を配分

44121