

大型PFET向け36V低損失 PowerPath™ コントローラ

特長

- 大きな Q_G のPチャンネルFETをドライブするために特別に設計されたデバイス
- 電源OR接続ダイオードに代わる低損失デバイス
- AC/DCアダプタ電圧範囲: 3.5V~36V
- 最小の外付け部品数
- DC電源間の自動切り替え
- 低消費電流: 30 μ A
- バッテリ電圧範囲: 3V~36V
- 制限付き逆バッテリー保護
- MOSFETゲート保護クランプ
- マニュアル制御入力
- 省スペースの8ピンMSOPパッケージ

アプリケーション

- 高電流パワーパス・スイッチ
- 産業用および車載アプリケーション
- 無停電電源
- ロジック制御のパワースイッチ
- バッテリ・バックアップ・システム
- バッテリ・バックアップ付きの非常用システム

LT、LT、LTC、LTM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。他のすべての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

概要

LTC®4414は外付けPチャンネルMOSFETを制御して電源切り替えのための理想に近いダイオード機能を構成することができます。これにより、複数の電源を高効率でOR接続できるので、バッテリー寿命を延長し、自己発熱を低減することが可能です。導通時のMOSFETの電圧降下は標準20mVです。補助電源の接続時には負荷が自動的にバッテリーから切断されるので、ACアダプタなどの補助電源を使用するアプリケーションに対応できます。複数のLTC4414を相互接続することにより、複数バッテリー間の切り替えや1つのチャージャから複数バッテリーを充電することが可能です。

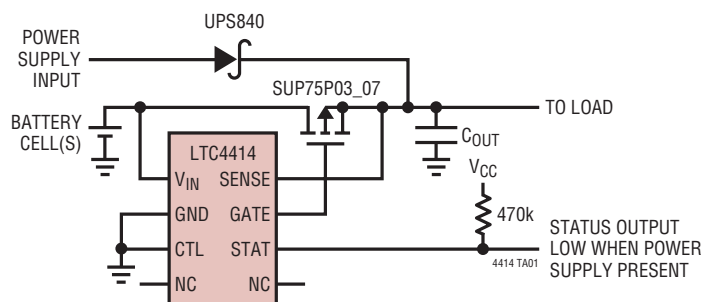
電源動作範囲が広いので、1~8セルの直列に接続されたりリチウムイオン・バッテリーで動作可能です。低消費電流(標準30 μ A)は負過電流とは無関係です。ゲートドライバは電圧クランプを内蔵しているので、MOSFETを保護できます。

補助電源が検出された場合、STATピンを使用して補助のPチャンネルMOSFETパワースイッチをイネーブできます。また、このピンを使用して、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できます。また、制御(CTL)入力によって、ユーザが強制的に主MOSFETをオフし、STATピンを“L”にすることが可能です。

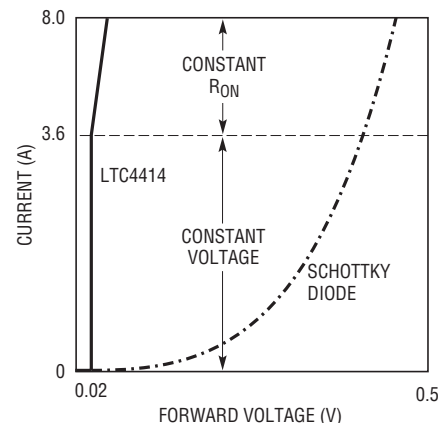
LTC4414は薄型8ピンMSOPパッケージで供給されます。

標準的応用例

バッテリーと電源間の負荷の自動切り替え



LTC4414とショットキー・ダイオードの順方向電圧降下



LTC4414

絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧 (V_{IN})	.....	-14V~40V
V_{IN} からSENSEまでの電圧	.....	-40V~40V
入力電圧		
CTL	.....	-0.3V~40V
SENSE	.....	-14V~40V
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~40V
動作周囲温度範囲 (Note 2)		
Iグレード	.....	-40°C~125°C
Eグレード	.....	-40°C~85°C
動作接合部温度	.....	-40°C~125°C
保存温度範囲	.....	-65°C~150°C
リード温度 (半田付け、10秒)	.....	300°C

パッケージ/発注情報

<p>MS8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC MSOP $T_{JMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 200^{\circ}C/W$</p>	
ORDER PART NUMBER	MS8 PART MARKING
LTC4414EMS8	LTBQF
LTC4414IMS8	LTBQG
Order Options Tape and Reel: Add #TR Lead Free: Add #PBF Lead Free Tape and Reel: Add #TRPBF Lead Free Part Marking: http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/	

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。別途規定されない限り、 $T_A = 25^{\circ}C$ 、 $V_{IN} = 12V$ 、CTLおよびGND = 0V。ピンに流れ込む電流は正で、ピンから流れ出す電流は負である。注記がない限り、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	●	3	36	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)	●	31	60	μA
I_{QFH}	Quiescent Supply Current at High Supply While in Forward Regulation	$V_{IN} = 36V$. Measure Combined Current at V_{IN} and SENSE Pins Averaged with $V_{SENSE} = 35.9V$ and $V_{SENSE} = 36V$ (Note 3)	●	36	61	μA
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		21	30	μA
I_{QRH}	Quiescent Supply Current at High Supply While in Reverse Turn-Off	$V_{IN} = 35.9V$, $V_{SENSE} = 36V$. Measure Combined Current of V_{IN} and SENSE Pins		33	45	μA
I_{OCL}	Quiescent Supply Current at Low Supply with CTL Active	$V_{IN} = 3.6V$, $V_{CTL} = 1V$, $V_{IN} - V_{SENSE} = 0.9V$		14	20	μA
I_{OCH}	Quiescent Supply Current at High Supply with CTL Active	$V_{IN} = 36V$, $V_{CTL} = 1V$, $V_{IN} - V_{SENSE} = 0.9V$		26	35	μA
I_{LEAK}	V_{IN} and SENSE Pin Leakage Currents When Other Pin Supplies Power	$V_{IN} = 28V$, SENSE = 0V $V_{IN} = 14V$, SENSE = -14V $V_{IN} = 36V$, SENSE = 8V $V_{IN} = 0V$, SENSE = 28V $V_{IN} = -14V$, SENSE = 14V $V_{IN} = 8V$, SENSE = 36V		-10	-1	1 1 1 1 1 1 μA

PowerPath Controller

V_{FR}	PowerPath Switch Forward Regulation Voltage	$V_{IN} - V_{SENSE}$, $3V \leq V_{IN} \leq 36V$, $C_{GATE} = 3nF$	●	10	32	mV
V_{RTO}	PowerPath Switch Reverse Turn-Off Threshold Voltage	$V_{SENSE} - V_{IN}$, $3V \leq V_{IN} \leq 36V$, $C_{GATE} = 3nF$	●	10	32	mV

4414fb

電氣的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。別途規定されない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 12\text{V}$ 、CTLおよびGND = 0V。ピンに流れ込む電流は正で、ピンから流れ出す電流は負である。注記がない限り、すべての電圧はGNDを基準にしている。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
GATE and STAT Outputs						
$I_{G(SRC)}$	GATE Active Forward Regulation Source Current	(Note 4)	-25		-7	μA
$I_{G(SNK)}$	GATE Active Forward Regulation Sink Current	(Note 4)	190		500	μA
$V_{G(ON)}$	GATE Clamp Voltage	Apply $I_{GATE} = 6\mu\text{A}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{SENSE} = 11.9\text{V}$, Measure $V_{IN} - V_{GATE}$	8		9	V
$V_{G(OFF)}$	GATE Off Voltage	Apply $I_{GATE} = -30\mu\text{A}$, $V_{IN} = 12\text{V}$, $V_{SENSE} = 12.1\text{V}$, Measure $V_{SENSE} - V_{GATE}$		0.35	0.92	V
$t_{G(ON)}$	GATE Turn-On Time	$V_{GS} < -6\text{V}$, $C_{GATE} = 17\text{nF}$ (Note 5)			600	μs
$t_{G(OFF)}$	GATE Turn-Off Time	$V_{GS} > -1.5\text{V}$, $C_{GATE} = 17\text{nF}$ (Note 6)			20	μs
$I_{S(OFF)}$	STAT Off Current	$3\text{V} \leq V_{IN} \leq 36\text{V}$ (Note 7)	● -1	0	1	μA
$I_{S(SNK)}$	STAT Sink Current	$12\text{V} \leq V_{IN} \leq 36\text{V}$ (Note 7)	● 50		200	μA
$t_{S(ON)}$	STAT Turn-On Time	(Note 8)			8	μs
$t_{S(OFF)}$	STAT Turn-Off Time	(Note 8)			51	μs
CTL Input						
V_{IL}	CTL Input Low Voltage	$3\text{V} \leq V_{IN} \leq 36\text{V}$	● 0.35			V
V_{IH}	CTL Input High Voltage	$3\text{V} \leq V_{IN} \leq 36\text{V}$	●		0.9	V
I_{CTL}	CTL Input Pull-Down Current	$0.35\text{V} \leq V_{CTL} \leq 36\text{V}$		1	3.5	μA
H_{CTL}	CTL Hysteresis	$3\text{V} \leq V_{IN} \leq 36\text{V}$			170	mV

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスに永続的な損傷を与える可能性がある値。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: LTC4414Eは $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ の温度範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ 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。LTC4414は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作温度範囲で保証され、テストされている。

Note 3: この場合、LTC4414に接続された外付けPチャネルMOSFETが順方向レギュレーションを行っている場合に観測されるのと同じ消費電流となる。

Note 4: V_{IN} は12Vに保持され、GATEは9V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。

Note 5: V_{IN} は12Vに保持され、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 $V_{G(OFF)}$ である。

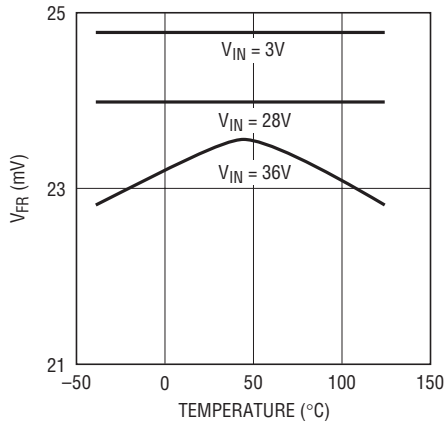
Note 6: V_{IN} は12Vに保持され、SENSEを11.8Vから12.2Vにステップさせてイベントをトリガする。GATE電圧は最初、 $V_{G(ON)}$ に内部でクランプされる。

Note 7: STATは $V_{IN} - 1.5\text{V}$ に強制される。SENSEは $V_{IN} - 0.1\text{V}$ に設定され、STATのオフ電流を測定する。SENSEは $V_{IN} + 0.1\text{V}$ に設定され、STATのシンク電流を測定する。

Note 8: STATは9Vに強制され、 V_{IN} は12Vに保持される。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。

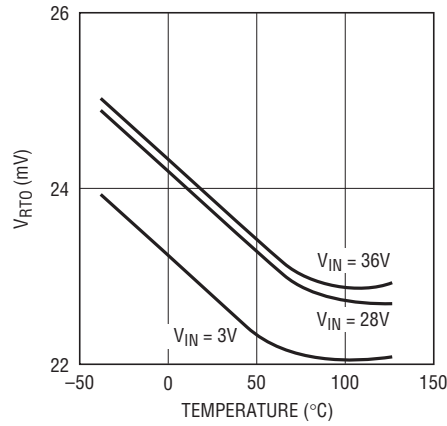
標準的性能特性

V_{FR}と温度および電源電圧



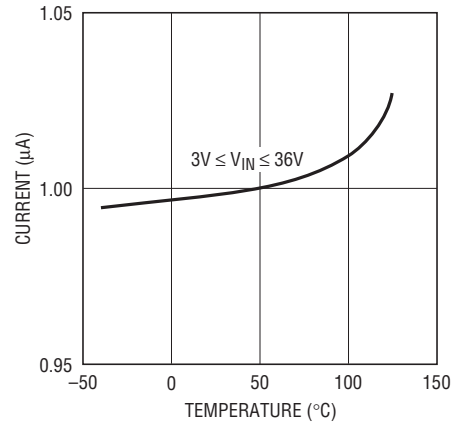
4414 G01

V_{RTO}と温度および電源電圧



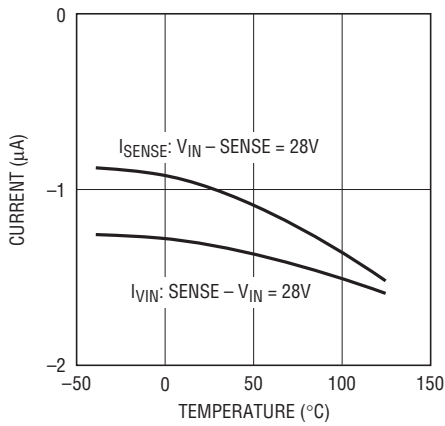
4414 G02

正規化された静止時消費電流と温度



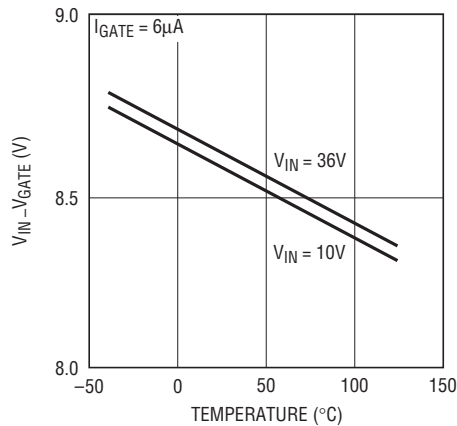
4414 G03

V_{IN}およびSENSEピンのリーク電流と温度



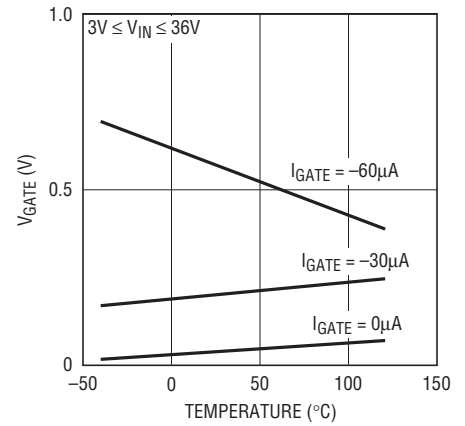
4414 G04

V_{G(ON)}と温度



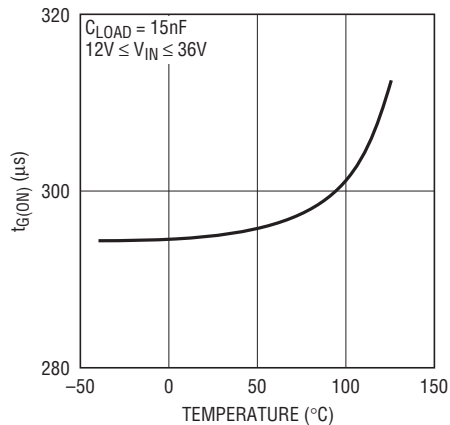
4414 G05

V_{G(OFF)}と温度およびIGATE



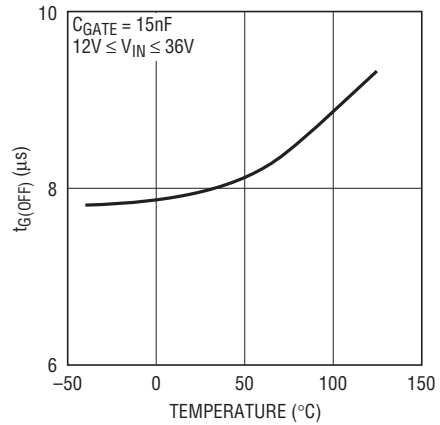
4414 G06

t_{G(ON)}と温度



4414 G07

t_{G(OFF)}と温度



4414 G08

ピン機能

STAT (ピン1): オープンドレインの出力状態ピン。補助電源によりSENSEピンが V_{IN} ピンを約20mV以上上回ると、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5mAの電流シンク状態 ($I_{S(SNK)}$) になります。STATピンの電流シンクは外付け抵抗と一緒に使用して、補助Pチャネル・パワースイッチをオンすることや、補助電源の存在をマイクロコントローラに通知することができます。

CTL (ピン2): デジタル制御入力。このピンにロジック“H”入力 (V_{IH}) を印加すると、主PチャネルMOSFETパワースイッチのゲート・ソース間電圧を低い電圧 ($V_{G\text{OFF}}$) に強制します。これによりMOSFETはオフし、ドレイン・ソース間のダイオードが順方向バイアスされないようにMOSFETが構成されていると、 V_{IN} の主電源入力から電流は流れません。また、“H”入力はオープンドレインのSTATピンをONに強制します。補助Pチャネル・パワースイッチを制御するのにSTATピンを使用すると、ACアダプタなどの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ピンがオープン状態の場合、このピンの電圧は内部電流シンクによってグランド電位(ロジック“L”)にされます。

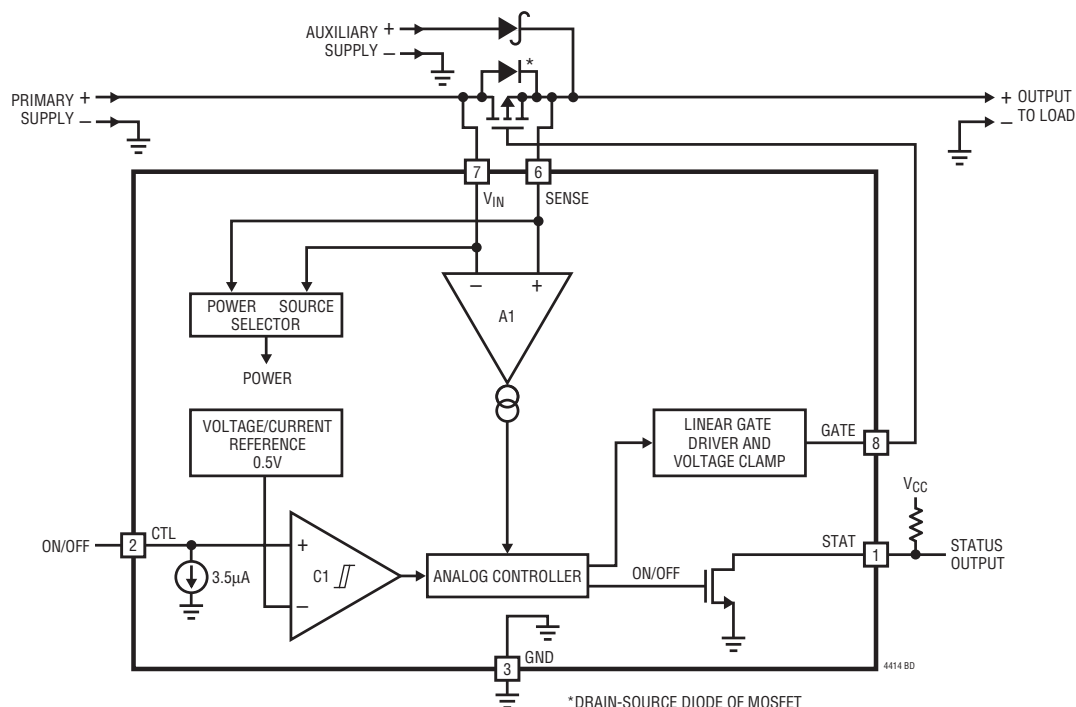
GND (ピン3): グランド。すべての内部回路の電源のリターンになります。

SENSE (ピン6): パワーセンス入力ピン。内部回路に電力を供給します。内部アナログ・コントローラの電圧センス入力です(コントローラの他方の入力は V_{IN} ピン)。この入力は通常、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電力を供給されます。

V_{IN} (ピン7): 主入力電源電圧。内部回路に電力を供給しません。内部アナログ・コントローラの2つの電圧センス入力的一方です(コントローラの他方の入力はSENSEピン)。この入力は通常、負荷に電流を供給するバッテリーなどの電源から電力を供給されます。このピンは、負荷過渡を抑えるのに必要な場合、0.1 μF ~10 μF の範囲のコンデンサを使用してグランドにバイパスすることができます。

GATE (ピン8): 主PチャネルMOSFETパワースイッチのゲート・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、補助電源が接続されていないとき、 V_{IN} ピンとSENSEピン間の20mVの順方向レギュレーション電圧 (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ピンの電圧まで引き上げられ、主Pチャネル・パワースイッチをオフします。

ブロック図



4414fb

動作

内部回路ブロックといくつかの外付け部品が示されている「ブロック図」と、データシートの表紙の「標準的応用例」に添付されたグラフを参照すると、動作を最も良く理解できます。「主」と「補助」という用語の使用は任意で、アプリケーションに応じて変更される場合があります。電源のいずれか、または両方が接続され、CTL制御ピンが0.35Vの入力“L”電圧(V_{IL})を下回ると、動作を開始します。主電源だけが接続されていると、電源セクタにより、LTC4414には V_{IN} ピンから電力が供給されます。アンプA1はアナログ・コントローラ・ブロックに電流を供給します。この電流は V_{IN} ピンとSENSEピンの電圧差に比例します。SENSEの電圧が $V_{IN} - 20\text{mV}$ (V_{FR})を下回っている間、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ピンの電圧を引き下げようとして制御し、外付けPチャンネルMOSFETをオンします。300 μA のダイナミック・プルダウン電流($I_{G(SNK)}$)は、GATE電圧がグランドまたはゲート・クランプ電圧に達すると流れなくなります。ゲート・クランプ電圧は、 V_{IN} または V_{SENSE} のいずれか高い方より8.5V ($V_{G(ON)}$)低くなります。SENSE電圧が $V_{IN} - 20\text{mV}$ まで上昇すると、LTC4414はGATE電圧を安定化して、 V_{IN} と V_{SENSE} 間の20mVの電圧差を維持します。この電圧差はMOSFETの V_{DS} でもあります。このとき、システムは順方向レギュレーションモードになり、負荷は主電源から電力供給されます。負荷電流の変化に応じて、20mVの電圧差が維持されるようにGATE電圧が制御されます。負荷電流が20mVの V_{DS} で電流を供給するPチャンネルMOSFETの能力を超えて流れると、GATE電圧がクランプされてMOSFETが固定抵抗のように動作するので、順方向電圧がわずかに上昇します。MOSFETがオンの間、STATピンはオープン状態になります。

補助電源が接続されていると、SENSEピンは外付けダイオードによって V_{IN} ピンよりも高い電位になります。電源セクタによってSENSEピンからLTC4414に電力が供給

されます。SENSEピンの電圧が $V_{IN} - 20\text{mV}$ を上回ると、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ピンの電圧を引き上げるように制御し、PチャンネルMOSFETをオフします。SENSEピンの電圧が $V_{IN} + 20\text{mV}$ (V_{RTO})よりも高いと、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ピンの電圧まで迅速に引き上げるように制御します。これにより、外付けPチャンネルMOSFETは、まだ完全にオフになっていない場合には迅速にオフ動作を完了します。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ヒステリシスがあり、不確定にならないようにしています。これで、システムは逆ターンオフ・モードになります。負荷への電力は外付けダイオードによって供給され、主電源から電流は流れません。補助電源が主電源よりも低い、グランドに電流がシンクされる、逆極性で接続されるなどの場合に、外付けダイオードによって保護されます。逆ターンオフ・モードの動作時にSTATピンが接続されていると、このピンは最小5mAの電流($I_{S(SNK)}$)をシンクします。電源が最初に V_{IN} に印加されると、ドレイン-ソース間ダイオードが一時的に順方向バイアスされ、補助電源が印加されると、逆バイアスされた状態になるように外付けMOSFETが結線されていることに注意してください。

CTL(制御)入力を“H”にすると、外付けMOSFETのゲート-ソース間電圧が低い電圧 $V_{G(OFF)}$ に強制され、STATピンが接続状態で最小5mAの電流をシンクします。この機能は、図3に示すように、制御入力によって2つの電源間で負荷を切り替えるのに便利であり、あるいは、図7に示すように、切り替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 μA の内部プルダウン電流(I_{CTL})により、このピンがオープン状態になったとしても“L”レベルの入力が保証されます。パッケージの温度を下げるため、STATピンのシンク電流を制限する手段を講じる必要があります。

アプリケーション情報

はじめに

システム設計者はLTC4414が、コストとスペースが重視される多様な電源制御の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OR接続、主電源から補助電源への完全自動切り替え、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替え、1つのチャージャからの複数のバッテリーの充電、ハイサイド電源切り替えなどがあります。

外付け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-ソース間電圧 $V_{DS(MAX)}$ 、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-ソース間電圧 $V_{DS(MAX)}$ は、アプリケーションで生じる最大ドレイン-ソース間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} 電源電圧と内部クランプ電圧 $V_{G(ON)}$ のいずれか低い方によって設定されます。ロジックレベルのMOSFETが一般に使用されますが、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を検討する必要があります。補助MOSFETが使用される場合、このMOSFETの最大ゲート・ドライブ電圧はSTATピンに接続された外付け抵抗によって決定されます。

原則として、 $R_{DS(ON)}$ が十分低いMOSFETを選択することにより、全負荷電流と達成可能な V_{GS} での動作時に必要な V_{DS} が得られます。MOSFETは通常、リニア領域で動作し、電圧で制御された抵抗のような動作をします。MOSFETのサイズが小さすぎると、飽和領域に入って V_{DS} が大きくなる場合があります。ただし、MOSFETのドレイン-ソース間ダイオードが順方向にバイアスされていると、ダイオードによって V_{DS} が制限されます。大きな V_{DS} と負荷電流が組み合わされると、MOSFETの消費電力が過度に大きくなる可能性があります。LTC4414は、 $R_{DS(ON)}$ が十分に小さい場合、主MOSFETの順方向電圧降下を20mVに安定化します。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算出することができます。順方向レギュレーションを行うことによ

て電力損失と発熱が最小限に抑えられますが、不可欠ではありません。20mVを上回る順方向電圧降下を許容できる場合、小型のMOSFETを使用することができますが、大きな消費電力に適應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上回らないように注意する必要があります。補助MOSFETパワースイッチを使用する場合には、同様の配慮を行います。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。抵抗値を選択する場合には、抵抗に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

必要に応じて、0.1 μ F~10 μ Fの多様なコンデンサをLTC4414の近くに配置し、 V_{IN} を適切にバイパスすることができます。MOSFETパワースイッチをオンするのにある程度の時間を要するため、電源の切り替え時に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、電源の立ち上がり時間と立ち下がり時間、MOSFETの特性、 C_{OUT} の値、負荷電流などがあります。垂下は容量に反比例するので、 C_{OUT} を適切に選ぶことによって垂下を無視できる程度に小さくすることができます。負荷のバイパス容量もアプリケーションの動的負荷要件に依存し、標準で1 μ F~47 μ Fです。いずれの場合も、最大垂下はMOSFET内部のドレイン-ソース間ダイオードの順方向電圧降下に制限されます。

積層セラミック・コンデンサを使用するときには注意が必要です。セラミック・コンデンサの種類によっては自己共振や高いQ特性があるので、電源入力を通電中の電源に接続する場合など、起動条件によっては大きな電圧過渡が生じることがあります。Qを小さくし、これらの過渡がLTC4414の絶対最大定格電圧を超えないようにするには、セラミック・コンデンサに数オームまでの抵抗を直列に接続してコンデンサのESRを大きくすることができます。「アプリケーション・ノート88」を参照してください。

V_{IN} とSENSEを観察し、動的条件での電圧過渡が全負荷電流範囲にわたって許容できるかどうかを確認することによって、選択された容量値とコンデンサのESRを検証することができます。これは各電源も使用してチェックします。リングングによって、バイパス・コンデンサの値が適切でないことや、ESRが小さすぎることが示される場合があります。

アプリケーション情報

V_{IN}とSENSEピンの使用方法

アナログ・コントローラのスレッシュホールドは小さい ($\pm 20\text{mV}$) のので、V_{IN}とSENSEピンの接続は、パワーパスに望ましくないI・R電圧降下が生じないような方法で行います。どちらのピンも負電圧から保護されています。

GATEピンの使用方法

GATEピンは、V_{IN}の電源から負荷電流を供給するとき、V_{IN}ピンとSENSEピン間に接続されている外付けPチャネルMOSFETを制御します。このモードの動作では、GATEピンをプルアップする役割をもつ内部電流源は数 μA (I_{G(SRC)}) に制限されます。外部の反対方向のリーク電流がこれを超えると、GATEピン電圧はクランプ電圧 (V_{GON}) に達してV_{DS}が小さくなります。GATEピンをプルダウンする役割をもつ内部電流シンクには、さらに大きな電流能力 (I_{G(SNK)}) があります。補助電源入力でSENSEピンをプルアップし、V_{IN}ピンの電圧を20mV (V_{RTO}) 超えた状態では、デバイスは逆ターンオフ・モードになり、はるかに大きな電流源を使用して外部のリーク電流に対し、MOSFETをオフします (V_{GOFF})。

順方向レギュレーション時に、MOSFETのオン抵抗が順方向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。クランプ動作はV_{IN}とGATEピンの間で行われます。

STATピンの使用方法

通常動作時には、オープンドレインのSTATピンはLTC4414の電源電圧に関係なく、グラウンドと36Vの間の任意の電圧でバイアスすることができます。通常、このピンは抵抗に接続され、抵抗の他端は電圧源に接続されます。順方向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アダプタ入力などの補助電源がその入力に接続され、SENSEの電圧がV_{IN} + 20mV (V_{RTO}) を上回ると、システムは逆ターンオフ・モードになります。このモードの動作時に、STATピンは少なくとも5mAの電流 (I_{S(SNK)}) をシンクします。この結果、抵抗値に応じて抵抗両端の電圧が変化します。これは、補助PチャネルMOSFETをオンするか、また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のに使用することができます。外部のリーク電流がかなり大きい場合、STATピンがオンまたはオフのいずれのときも、抵抗両端の電圧を決定する際には、このリーク電流を考慮する必要があります。電気的なオーバーストレスや

デバイスの過熱を防止するため、STATピンに流れ込む電流を制限しなければなりません。

CTLピンの使用方法

これは、スレッシュホールド電圧 (V_{IL}、V_{IH}) が低いデジタル制御入力ピンで、1Vの低い電源から駆動されるロジックに使用されます。通常動作時には、LTC4414の電源電圧に関係なく、CTLピンはグラウンドと36Vの間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”入力を印加すると、主PチャネルMOSFETパワースイッチのゲート-ソース間電圧が低い電圧 (V_{GOFF}) に強制されます。これによりMOSFETはオフし、ドレイン-ソース間のダイオードが順方向バイアスされないようにMOSFETが構成されていると、V_{IN}の主電源入力から電流は流れません。また、“H”入力は、STATピンが少なくとも5mAの電流 (I_{S(SNK)}) をシンクするように強制します。STATピンを使用した様々な例については、「標準的応用例」を参照してください。CTLピンの3.5 μA の内部プルダウン電流 (I_{CTL}) により、このピンがオープン状態になったとしてもロジック“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、逆電源入力などのフォールトに対してある程度保護されています。フォールト保護機能は短絡された電源は保護しませんが、他の電源や負荷をフォールト箇所から切り離すことができます。この保護に必要な条件は、すべての部品のブレイクダウン電圧が十分大きいことです。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などには、直列ダイオードまたはMOSFETを省略できることがあります。

LTC4414には内部保護機能が備わっており、フォールト状態のときに損傷を与えるピン電流や過度の自己発熱を防ぎます。これらのフォールト状態は、V_{IN}ピン、SENSEピン、GATEピン、CTLピンのいずれかが、そのピンの絶対最大定格電圧リミット内でグラウ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ピンのどちらも、電流の流出やデバイスへの損傷なしに、グラウンドよりかなり低い電圧にすることができます (絶対最大定格電圧リミットを参照)。この機能により、電流の流出や損傷なしに、一部の逆バッテリー状態を許容することができます。この内部保護は、外付け部品の過電流や過熱を防止するように設計された機能ではありません。

標準的応用例

自動PowerPath制御

図1、図2、およびこのデータシートの最初のページに示す「標準的応用例」は、自動理想ダイオード・コントローラで、マイクロコントローラによる制御が不要です。これらは、ダイオードの一定の順方向電圧降下を計算に入れてから、それぞれ高い方の電源電圧を、高い方の電源電圧を加える負荷に自動的に接続します。これらの回路は負荷分担用には推奨できません。

このデータシートの最初のページに示す「標準的応用例」は、バッテリーとACアダプタなどの電源入力の間で負荷を自動的に切り替える応用回路を表しています。バッテリーを接続すると、負荷は最初、PチャンネルMOSFETのドレイン-ソース間ダイオードによってプルアップされます。LTC4414が動作状態になると、MOSFETのゲートをオンするように制御し、MOSFETの電圧降下をダイオードの電圧降下から20mV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アダプタ入力接続されると、ショットキー・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高くし、LTC4414はMOSFETをオフします。すると、STATピンが電流をシンクし、補助入力が接続されていることを示します。これで、負荷電流はバッテリーからは供給されず、すべての負荷電流はショットキー・ダイオードを通して流れます。ショットキー・ダイオードの代わりにシリコン・ダイオードを使用することができますが、順方向電圧降下が大きいため、消費電力と発熱が大きくなります。

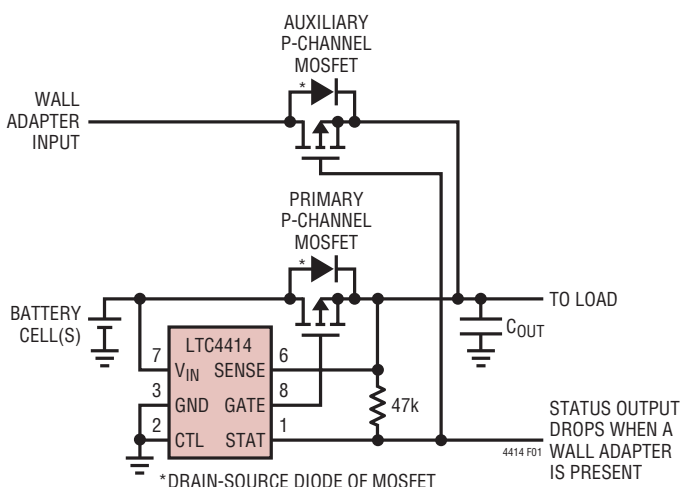


図1. 損失を最小にするために補助PチャンネルMOSFETを使用した、バッテリーとACアダプタ間の負荷の自動切り替え

バッテリーとACアダプタ間で負荷を自動的に切り替える、電力損失が最も小さい応用回路を図1に示します。ダイオードが補助PチャンネルMOSFETに置き換わっていることを除き、動作は表紙の「標準的応用例」に似ています。SENSEピン電圧がバッテリー電圧を20mVだけ超えると、MOSFETをオンするのにSTATピンが使用されます。ACアダプタ入力接続されると、補助MOSFETのドレイン-ソース間ダイオードがまずオンし、SENSEピンをプルアップして主MOSFETをオフし、続いて補助MOSFETをオンします。補助MOSFETがオンしていると、その両端の電圧降下はMOSFETの特性に従って非常に小さくなります。

バッテリーとACアダプタ間で負荷を自動的に切り替える、コンパレータ・モードの応用回路を図2に示します。バッテリーチャージャの接続方法も示されています。この回路は、SENSEピンの接続方法が図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。このように変更することにより、LTC4414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ピン電圧はMOSFET両端の20mVの電圧降下を維持するように安定化されるのではなく、その最小クランプ電位に強制されます。これには、RONを最小限にしてリニア制御ループの動作の影響を受けないようにすることによって、MOSFETの電力損失が最小限に抑えられるという利点があります。考えられる短所は、補助入力のランプアップが遅すぎると、負荷電圧が最初に垂下してから上昇することです。

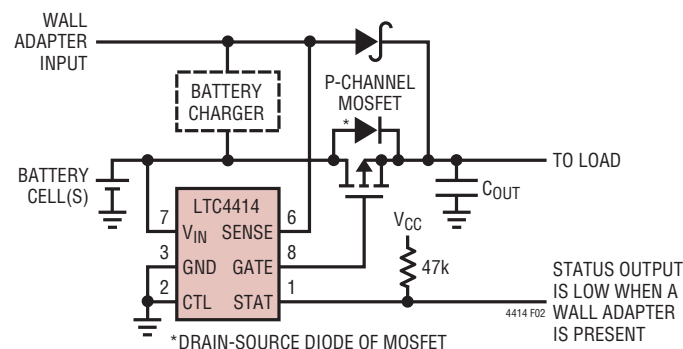


図2. コンパレータ・モードでのバッテリーとACアダプタ間の負荷の自動切り替え

4414fb

標準的応用例

バッテリーの負荷分担

バッテリーからACアダプタへの負荷の自動切り替え機能をデュアル・バッテリーの負荷分担に使用した応用回路を図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まで放電するまで、負荷電流を供給します。負荷はその後、2つのバッテリーの間でそれぞれのバッテリーの容量に応じて分担されます。容量の大きな方のバッテリーが、それに比例した大きな電流を負荷に供給します。ACアダプタ入力に接続されると、どちらのMOSFETもオフし、バッテリーから電流は流れません。STATピンによって、どの入力に負荷電流を供給しているかが示されます。この概念はさらに多くの電源入力に拡張することができます。

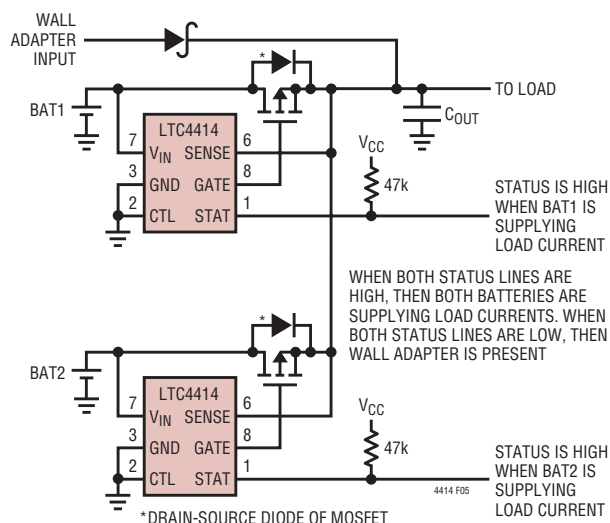


図5. バッテリーからACアダプタへの負荷の自動切り替え機能を使用したデュアル・バッテリーの負荷分担

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、電圧が低い方のバッテリーに充電電流が供給され、それ以降はどちらも充電されます。両方が同時に充電される場合、容量が大きい方のバッテリーに、チャージャからそれに比例した大きな電流が供給されます。リチウムイオン・バッテリーの場合、どちらのバッテリーもフロート電圧から20mVの順方向レギュレーション電圧を差し引いた電圧になります。この概念は3個以上のバッテリーにも適用することができます。STATピンによって、どのバッテリーが充電中かが示されます。インテリジェントな制御

では、図4に示すように、マイクロコントローラやバック・トゥ・バックMOSFETとともにCTLピン入力を使用することができます。これにより、どちらのバッテリーからのチャージャの切り離しも完全に制御できます。

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、LTC4414はMOSFETをオンします。SENSEピンがグラウンドに接続されているので、LTC4414は最大クランプ・ゲート・ドライブ電圧をMOSFETに印加します。CTLピンがロジック“H”のとき、LTC4414はゲート電圧を電源入力電圧まで引き上げることによってMOSFETをオフし、負荷への電源供給を停止します。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、ドレイン-ソース間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、ドレイン-ソース間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可能性があることに注意してください。

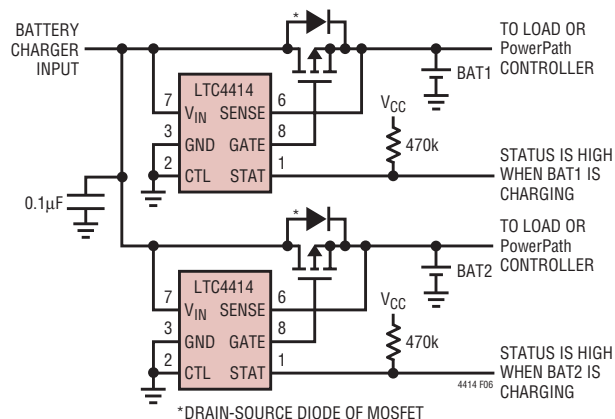


図6. 1つの充電源からの自動デュアル・バッテリー充電

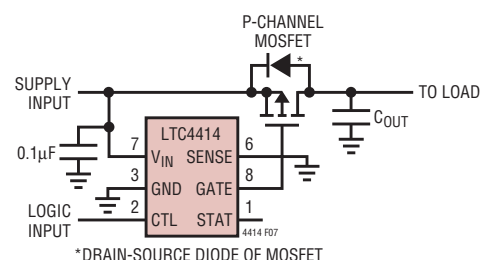


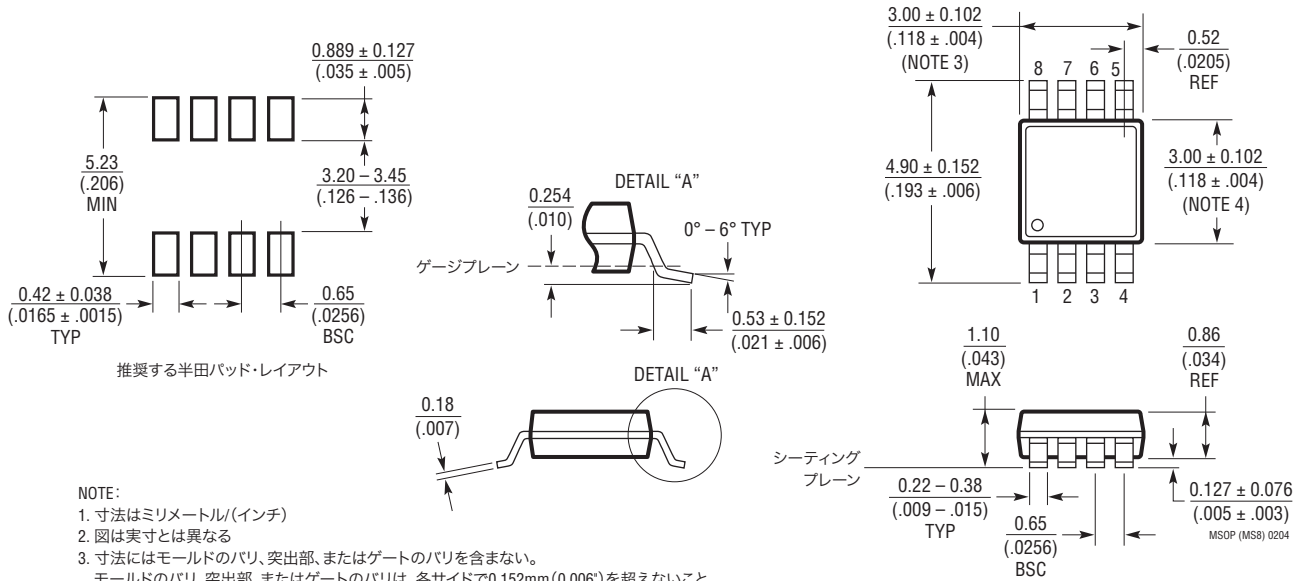
図7. ロジックで制御されたハイサイド・パワースイッチ

4414fb

LTC4414

パッケージ寸法

MS8パッケージ
8ピン・プラスチックMSOP
(Reference LTC DWG # 05-08-1660)



- NOTE:
1. 寸法はミリメートル(インチ)
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 寸法にはモールドのバリ、突出部、またはゲートのバリを含まない。
モールドのバリ、突出部、またはゲートのバリは、各サイドで0.152mm(0.006")を超えないこと
 4. 寸法には、リード間のバリまたは突出部を含まない。リード間のバリまたは突出部は、各サイドで0.152mm(0.006")を超えないこと
 5. リードの平坦度(整形後のリードの底面)は最大0.102mm(0.004")であること

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までの電源の切り替えと絶縁
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	出力をプログラム可能なバックアップ・バッテリー・ コントローラ	1.2V NiCdボタン電池から可変バックアップ電圧を生成、 昇圧コンバータ内蔵
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の損失電圧
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、外付けMOSFET/センス 抵抗は不要
LTC1998	2.5µA、1%精度のプログラム可能なバッテリー検出器	調整可能なトリップ電圧/ヒステリシス、ThinSOT
LTC4055	USBパワー・コントローラおよびリチウムイオン・ リニア・チャージャ	自動バッテリー切り替え、サーマル・レギュレーション、 ACアダプタ電源とUSB電源を使用可能、4mm×4mm QFN
LTC4354	負電圧ダイオードORコントローラおよびモニタ	パワー・ショットキー・ダイオードの代替デバイス、80V動作
LTC4410	ThinSOT [™] のUSBパワーマネージャ	USB周辺機器を動作させたままバッテリー充電可能
LTC4411	SOT-23の理想ダイオード	2.6Aの順方向電流、28mVの安定化順方向電圧
LTC4412HV	MSOPの36V、低損失PowerPathコントローラ	-40°C~-125°C動作、DC電源間の自動切り替え
LTC4413	3mm×3mm DFNのデュアル2.6A、2.5V~5.5V 理想ダイオード	100mΩのON抵抗、1µAの逆リーク電流、28mVの安定化順 方向電圧

4414fb

12

リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6紀尾井町パークビル8F
TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp

0506 • PRINTED IN JAPAN

LINEAR
TECHNOLOGY

© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2007