

電流制限を調整可能なデュアル4A理想ダイオード

特長

- デュアル50mΩモノリシック理想ダイオード
- 動作電圧範囲:1.7V~5.5V
- ダイオードごとに最大4Aまで電流制限を調整可能
- 少ない逆リーク電流(最大1μA)
- レギュレーション状態での順方向電圧降下:15mV
- ダイオードOR接続でスムーズな切り替え
- 負荷電流モニタ
- 切り替え設定用の高精度なイネーブルしきい値
- 起動時に突入電流を制限するソフトスタート
- ダイオードの順方向導通を知らせるステータス・ピン
- 警告付き電流制限および熱制限
- 熱特性が改善された16ピンMSOPおよびDFN(3mm×5mm)パッケージ

アプリケーション

- 高電流 PowerPath™スイッチ
- バッテリおよびACアダプタのダイオードOR接続
- バックアップ・バッテリーのダイオードOR接続
- ロジック制御の高電流パワースイッチ
- スーパーキャパシタのOR接続
- 複数バッテリーの共有

概要

LTC®4415は2個のモノリシックPowerPath理想ダイオードを内蔵しています。それぞれのダイオードは50mΩの標準順方向導通抵抗で最大4Aを供給可能です。低電流での順方向導通時にダイオードの電圧降下は15mVに安定化されるので、電源動作範囲が広くなり、発振なしに電源切り替えが可能です。OUTからINへ流れる逆電流が1μA未満なので、電源OR接続アプリケーションに最適です。

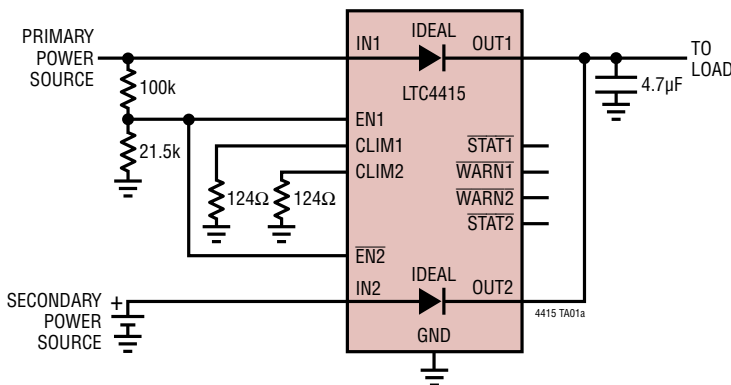
2個の理想ダイオードは、EN1とEN2入力を使って個別にイネーブルし、優先順位付けが可能です。出力電流制限値は、CLIMピンの抵抗を使用して0.5A~4Aの範囲で個別に調整できます。さらに、理想ダイオードの電流はCLIMピンの電圧を介してモニタできます。

オープンドレインのステータス・ピンは、理想ダイオードが順方向の導通状態であることを知らせます。ダイ温度がサーマル・シャットダウンに近づいたり、出力負荷が電流制限のしきい値を超えると、対応する警告ピンが“L”になります。

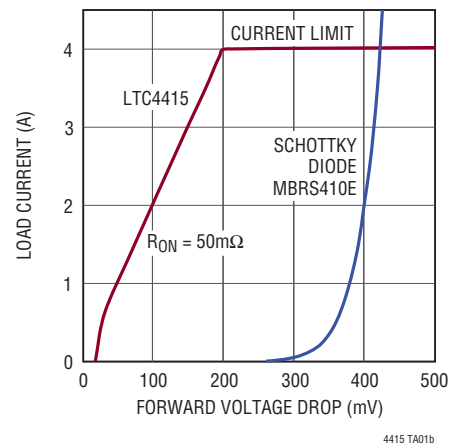
LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリニアテクノロジー社の登録商標です。PowerPathはリニアテクノロジー社の商標です。その他全ての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

優先順位付けされた電源のOR接続



LTC4415の順方向特性とMBRS410Eショットキ・ダイオード



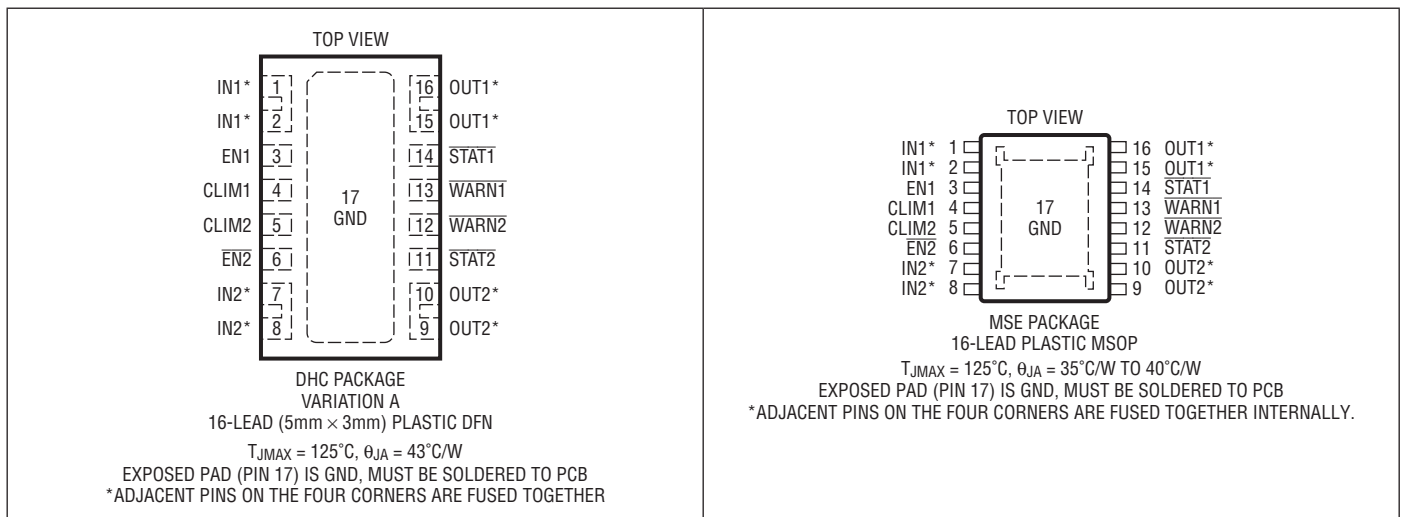
LTC4415

絶対最大定格 (Note 1)

IN1、IN2、OUT1、OUT2、CLIM1、CLIM2、
 STAT1、STAT2、WARN1、WARN2の電圧 -0.3V ~ 6V
 EN1、EN2の電圧 -0.3V ~ (VINx、VOUTxの最大電圧)
 動作接合部温度範囲 (Note 3、4) -40°C ~ 125°C

保存温度範囲 -65°C ~ 150°C
 ピーク・リフロー温度 260°C

ピン配置



発注情報

無鉛仕上げ	テープアンドリール	製品マーキング*	パッケージ	温度範囲
LTC4415EDHC#PBF	LTC4415EDHC#TRPBF	4415	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC4415IDHC#PBF	LTC4415IDHC#TRPBF	4415	16-Lead (5mm × 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC4415EMSE#PBF	LTC4415EMSE#TRPBF	4415	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C
LTC4415IMSE#PBF	LTC4415IMSE#TRPBF	4415	16-Lead Plastic MSOP	-40°C to 125°C

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

無鉛仕上げの製品マーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

電気的特性 ●は規定動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2、3)。注記がない限り、 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6\text{V}$ 、 $R_{CLIM} = 250\Omega$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{IN1} , V_{OUT1} , V_{IN2} , V_{OUT2}	Operating Supply Range	At Least One Input/Output Must Be in This Range	●	1.7	5.5	V	
V_{UVLO}	Undervoltage Lockout	V_{INx} Rising Hysteresis	●	1.63 55	1.7	V mV	
I_{QF}	Quiescent Current In Forward Regulation (Note 5)	$V_{IN1} = V_{EN1} = V_{EN2} = 3.6\text{V}$, $I_{OUT1} = -1\text{mA}$, $V_{IN2} = V_{OUT2} = 0\text{V}$, Measured Through GND Pin	●	44	80	μA	
I_{QOFF}	Quiescent Current In Shutdown	$V_{IN1} = V_{IN2} = V_{EN2} = 3.6\text{V}$, $V_{EN1} = 0\text{V}$, $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 0\text{V}$, Measured Through GND Pin	●	13	28	μA	
$I_{QR(OUT)}$	Reverse Turn-Off Current: OUT1 OUT2	$V_{IN1} = 3.6\text{V}$, $V_{OUT1} = 3.7\text{V}$, $V_{IN2} = 3.5\text{V}$, $V_{OUT2} = 3.6\text{V}$ ($V_{OUT1} > V_{OUT2}$)	● ●	18 5	40 11	μA μA	
$I_{QR(IN)}$	INx Pin Current In Reverse Turn-Off	$V_{OUT1} = V_{OUT2} = 5.5\text{V}$	●	4	10	μA	
$I_{LEAK(IN)}$	INx Pin Leakage Current	$V_{IN1} = V_{IN2} = 0\text{V}$, $V_{OUT1} = V_{OUT2} = 5.5\text{V}$		-1	1	μA	
V_{FR}	Forward Regulation Voltage ($V_{INx} - V_{OUTx}$)	$I_{OUTx} = -1\text{mA}$	●	5	15	25	mV
V_{RTO}	Reverse Turn-Off Voltage ($V_{INx} - V_{OUTx}$)		●	-50	-30	-10	mV
R_{FR}	Forward Dynamic Resistance in Regulation	$I_{OUTx} = -100\text{mA}$ to -300mA		18	30	$\text{m}\Omega$	
R_{ON}	On-Resistance in Constant Resistance Mode	$I_{OUTx} = -1\text{A}$		50	70	$\text{m}\Omega$	
t_{ON}	PowerPath Turn-On Time (Notes 6, 7)	Before Enable $V_{OUT1} = 1.5\text{V}$, Diode 1 Before Enable $V_{OUT2} = 1.5\text{V}$, Diode 2 Before Enable $V_{OUTx} = 0\text{V}$		10 23 250		μs μs μs	
$t_{ON(SD)}$	PowerPath Turn-On from Shutdown (Note 7)	Both Diodes Disabled and $V_{OUTx} = 1.5\text{V}$ Before Enable Both Diodes Disabled and $V_{OUTx} = 0\text{V}$ Before Enable		70 320		μs μs	
t_{SWITCH}	PowerPath Switchover Time	$V_{INx} \uparrow$ (2.6V to 4.6V) to V_{OUTx} Starts Rising, Both Diodes Enabled, OUT1 and OUT2 Tied Together		9		μs	
t_{OFF}	PowerPath Turn-Off Time	Disable to I_{IN} Falling from 100mA to 1mA		2		μs	
t_{SS}	Soft-Start Duration (Note 8)	$V_{OUTx} = 0\text{V}$		2		ms	

電流モニタ

	Current Monitor Ratio	I_{CLIMx}/I_{OUTx} When $I_{OUTx} = -4\text{A}$ I_{CLIMx}/I_{OUTx} When $I_{OUTx} = -2\text{A}$		0.9 0.8	1 1	1.1 1.2	mA/A mA/A
--	-----------------------	--	--	------------	--------	------------	--

電流制限

V_{CLIM}	CLIM Clamp Voltage	In Current Limit		0.5		V	
$I_{LIM(ADJ)}$	Current Limit Adjustability		●	0.5	4	A	
	Accuracy of Adjustable Current Limit Threshold	$V_{OUTx} = V_{INx} - 0.5\text{V}$, Current Limit = 4A $V_{OUTx} = V_{INx} - 0.5\text{V}$, Current Limit = 2A	● ●		± 8 ± 15	% %	
$I_{LIM(INT)}$	Internal Current Limit	$R_{CLIMx} = 0\Omega$, $V_{OUTx} = 0\text{V}$	●	4	6	9	A
T_{WARN}	Thermal Warning Threshold	Rising Temperature Hysteresis		130 15		$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$	
T_{SD}	Thermal Shutdown Threshold	Rising Temperature Hysteresis		160 20		$^\circ\text{C}$ $^\circ\text{C}$	

オープンドレインステータス出力 (STAT1、WARN1、STAT2、WARN2)

V_{OL}	Open-Drain Output Low Voltage	Current Into Open-Drain Output = 3mA	●	0.05	0.4	V
	Open-Drain Output High Leakage Current	Open-Drain Output Voltage = 5.5V	●	0	1	μA
$t_{STAT(ON)}$	STAT Turn-On Time (Note 6)	EN1 Rising to STAT1 Pull-Down EN2 Falling to STAT2 Pull-Down		5 18		μs μs

LTC4415

電気的特性 ●は規定動作接合部温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ の値 (Note 2、3)。注記がない限り、 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6\text{V}$ 、 $R_{CLIM} = 250\Omega$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$t_{STAT(OFF)}$	\overline{STAT} Turn-Off Time	Disable to \overline{STAT} Pull-Up		2		μs
$t_{WARN(ON)}$	\overline{WARN} Turn-On Time	Current Limit to \overline{WARN} Pull-Down		500		μs
$t_{WARN(OFF)}$	\overline{WARN} Turn-Off Time	Out of Current Limit to \overline{WARN} Pull-Up		5		μs

イネーブル入力 (EN1、EN2)

V_{ENTH}	EN1 Rising and EN2 Falling Thresholds		●	760	800	840	mV
V_{ENHYST}	EN1 and EN2 Hysteresis			55			mV
	Enable Pin Current When Pulled High	$V_{EN1} = V_{EN2} = 3.6\text{V}$	●	0	1		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、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: 注記がない限り、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。

Note 3: LTC4415 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。LTC4415E 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。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計学的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。LTC4415I は $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作接合部温度範囲で動作することが保証されている。

接合部温度 (T_J ($^\circ\text{C}$)) は周囲温度 (T_A ($^\circ\text{C}$)) および電力損失 (P_D (W)) から次式に従って計算される。

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

これらの仕様と調和する最大周囲温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱インピーダンスおよび他の環境要因と関連した特定の動作条件によって決まることに注意。

Note 4: LTC4415 には、短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能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恐れがある。

Note 5: 1つのチャネルがイネーブルされた状態。各チャネルの静止電流は同じである。

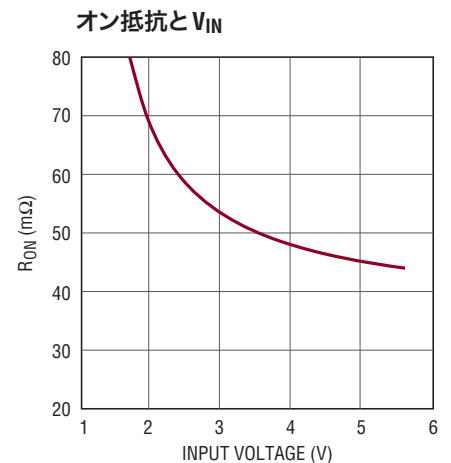
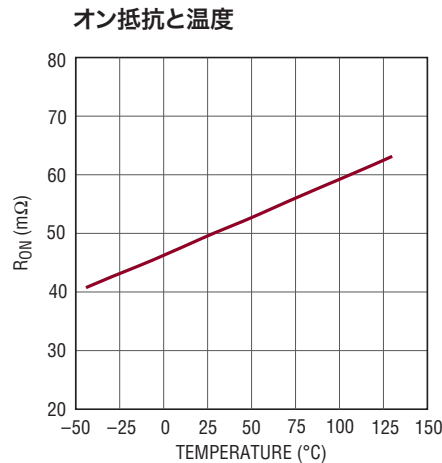
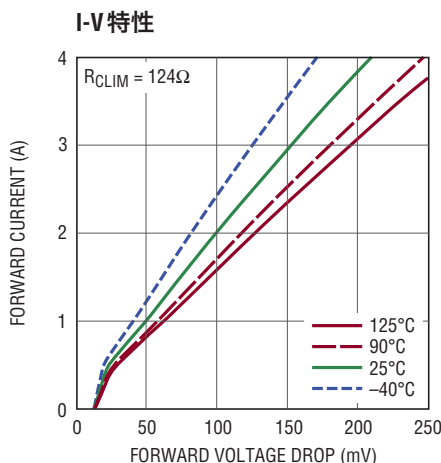
Note 6: イネーブル入力は電源電圧レベルまでドライブされる。他方のダイオードが既にイネーブルされているので、デバイスのバイアス回路はアクティブ状態である。

Note 7: ターンオン時間は、イネーブルされたから I_{OUTX} が 1mA まで増加する時間を測定する。出力電圧が 1.2V を上回ると、ソフトスタートがディスエーブルされてターンオン時間が短くなる。

Note 8: ソフトスタート時間に電流がゼロから電流制限値まで増加する。ソフトスタート時間は、電流制限値の 10% から 90% までの増加時間を測定する。電流が起動時に電流制限値まで増加する必要がない負荷の状態の場合、出力電圧はより早く定常状態に達することができる。

標準的性能特性

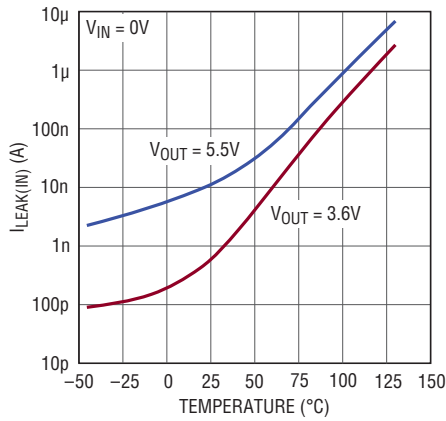
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6\text{V}$ 、 $R_{CLIM} = 250\Omega$ 。



標準的性能特性

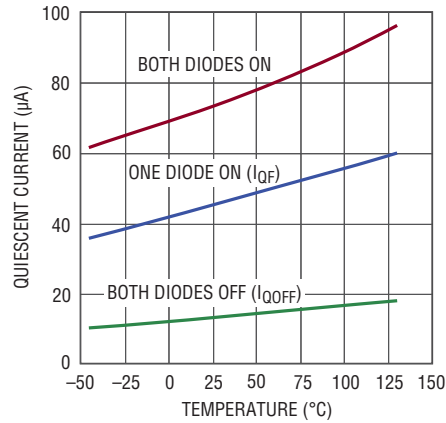
注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6\text{V}$ 、 $R_{CLIM} = 250\Omega$ 。

逆漏れ電流と温度



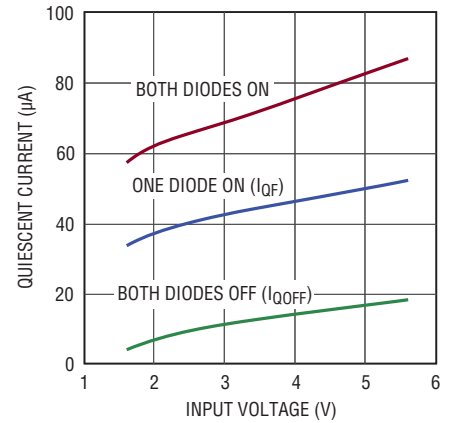
4415 G04

静止電流と温度



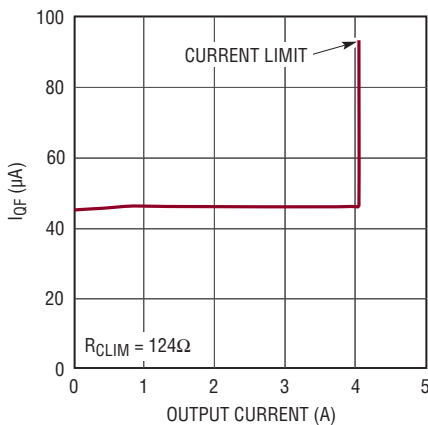
4415 G05

静止電流と V_{IN}



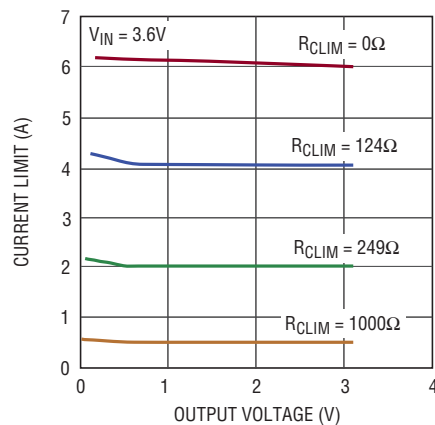
4415 G06

静止電流と出力電流



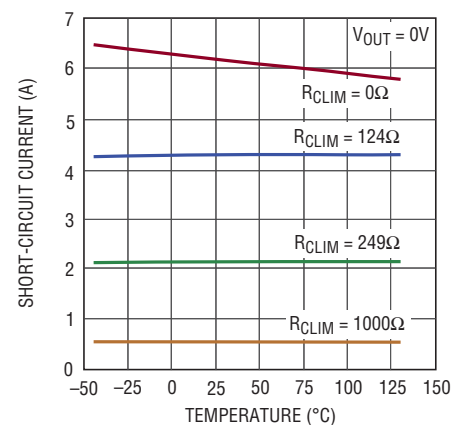
4415 G07

電流制限と出力電圧



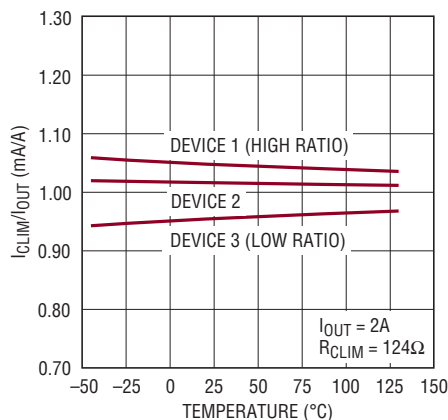
4415 G08

短絡電流と温度



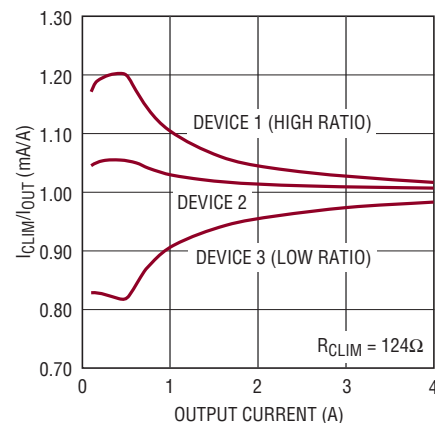
4415 G09

電流モニタの比と温度



4415 G10

電流モニタの比と I_{OUT}



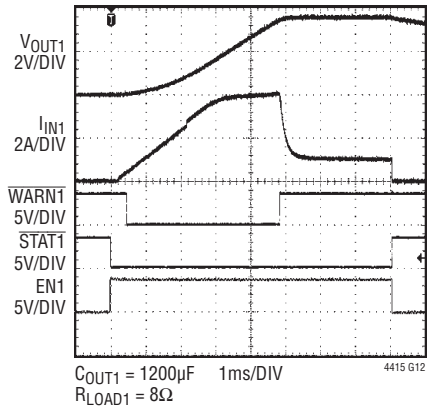
4415 G11

LTC4415

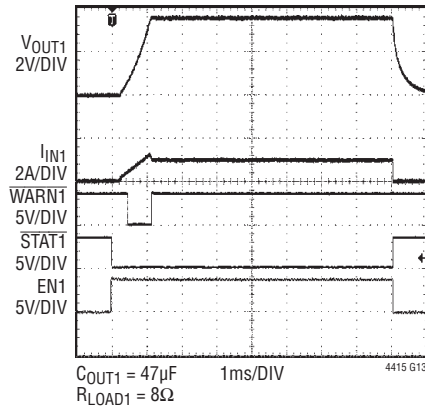
標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6\text{V}$ 、 $R_{CLIM} = 250\Omega$ 。

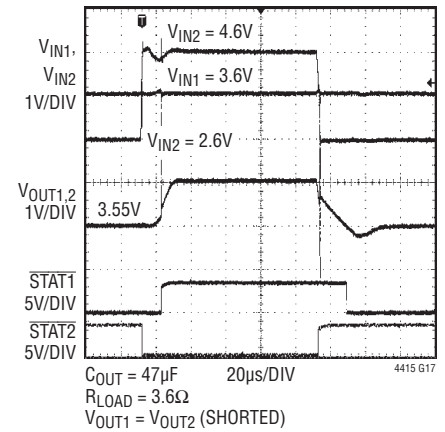
大容量の負荷コンデンサに対する
イネーブルとディスエーブルの応答



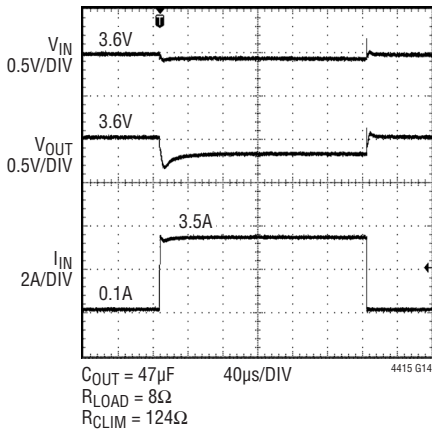
小容量の負荷コンデンサに対する
イネーブルとディスエーブルの応答



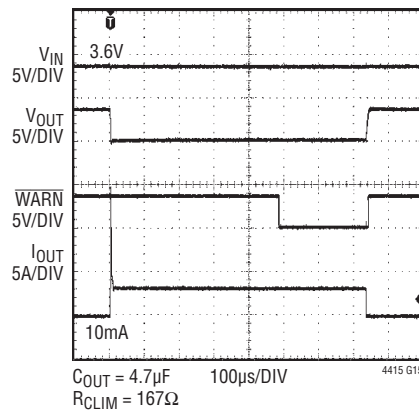
ダイオード OR 接続アプリケーション
での切り替え



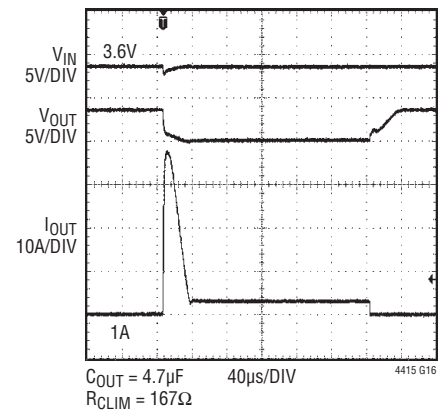
負荷ステップ応答



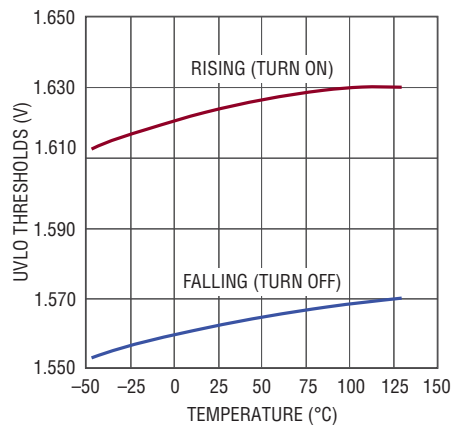
短絡に対する応答



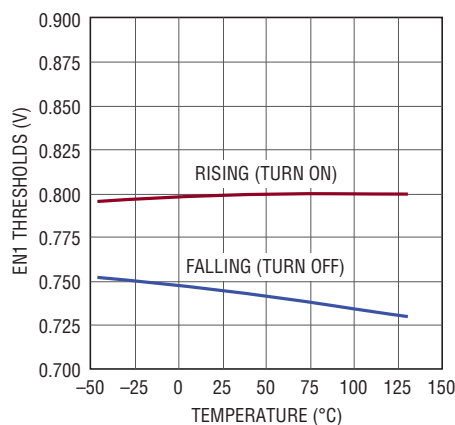
重負荷での短絡に対する応答



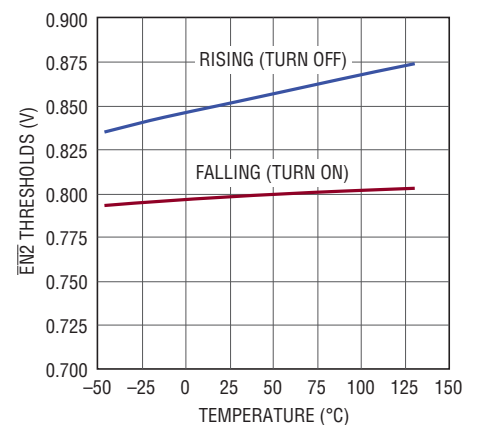
UVLO しきい値と温度



EN1 のしきい値と温度

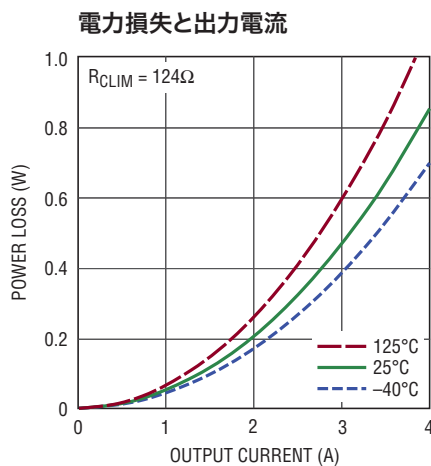


EN2 のしきい値と温度

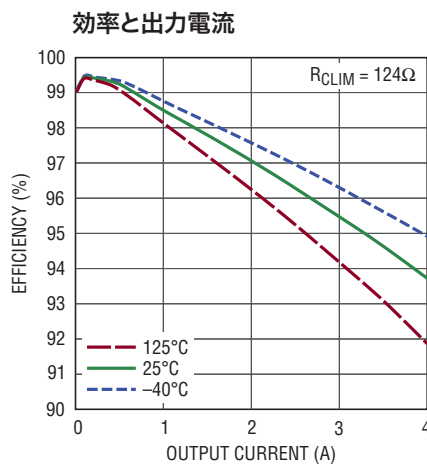


標準的性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN1} = V_{IN2} = 3.6\text{V}$ 、 $R_{CLIM} = 250\Omega$ 。



4415 G21



4415 G22

ピン機能

IN1 (ピン1、2) : ダイオード1のアノードおよびLTC4415の正電源。IN1は、少なくとも4.7μFのセラミック・コンデンサを使ってバイパスします。ピン1とピン2はパッケージでともに溶着されています。使用しない場合、これらのピンは接地することができます。

EN1 (ピン3) : ダイオード1のイネーブル入力。V_{ENTH}より高い“H”信号によってダイオード1はイネーブルされます。

CLIM1 (ピン4) : ダイオード1の電流制限調整およびモニタ・ピン。CLIM1からグラウンドに抵抗を接続することによって電流制限値が設定され、CLIM1ピンの電圧を測定することによってダイオード1の電流をモニタすることができます。このピンをグラウンドに短絡すると、6Aに固定された内部電流制限がアクティブになります。このピンは開放のままにしないでください。このピンの浮遊容量を最小限に抑えて標準で200pF未満にします(詳細については「アプリケーション情報」を参照してください)。

CLIM2 (ピン5) : ダイオード2の電流制限調整およびモニタ・ピン。CLIM2からグラウンドに抵抗を接続することによって電流制限値が設定され、CLIM2ピンの電圧を測定することによってダイオード2の電流をモニタすることができます。このピンをグラウンドに短絡すると、6Aに固定された内部電流制限がアクティブになります。このピンは開放のままにしないでください。このピンの浮遊容量を最小限に抑えて標準で200pF未満にします(詳細については「アプリケーション情報」を参照してください)。

EN2 (ピン6) : ダイオード2のイネーブル入力。V_{ENTH}より低い“L”信号によってダイオード2はイネーブルされます。

IN2 (ピン7、8) : ダイオード2のアノードおよびLTC4415の正電源。IN2は、少なくとも4.7μFのセラミック・コンデンサを使ってバイパスします。ピン7とピン8はパッケージでともに溶着されています。使用しない場合、これらのピンは接地することができます。

OUT2 (ピン9、10) : ダイオード2のカソードおよびLTC4415の出力。OUT2は、少なくとも4.7μFのセラミック・コンデンサを使ってバイパスします。ピン9とピン10はパッケージでともに溶着されています。使用しない場合、これらのピンは開放のままにします。

STAT2 (ピン11) : ダイオード2のステータス・インジケータ。ダイオードの順方向導通時にオープンドレイン出力がプルダウンします。使用しない場合、このピンは開放のままにするか、または接地することができます。

WARN2 (ピン12) : ダイオード2の過電流および熱警告インジケータ。ダイオード2の電流が電流制限値を超えるか、またはダイ温度がサーマル・シャットダウンの条件に近づくと、オープンドレイン出力がプルダウンします。

WARN1 (ピン13) : ダイオード1の過電流および熱警告インジケータ。ダイオード1の電流が電流制限値を超えるか、またはダイ温度がサーマル・シャットダウンの条件に近づくと、オープンドレイン出力がプルダウンします。

4415fa

LTC4415

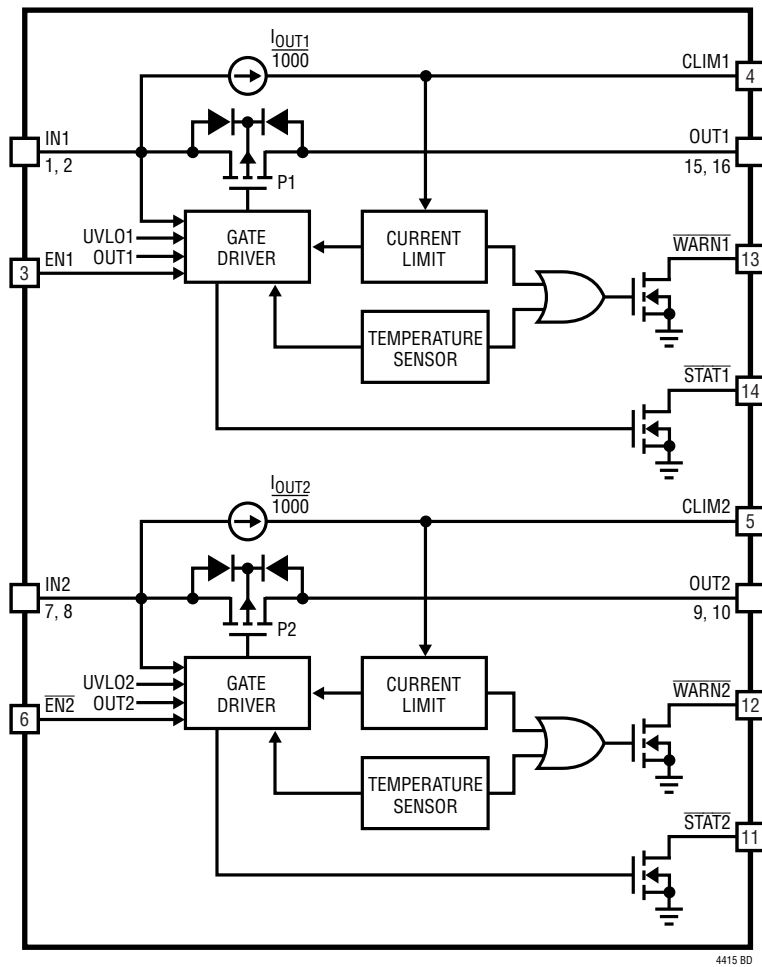
ピン機能

STAT1 (ピン14) : ダイオード1のステータス・インジケータ。ダイオードの順方向導通時にオープンドレイン出力がプルダウンします。使用しない場合、このピンは開放のままにするか、または接地することができます。

OUT1 (ピン15、16) : ダイオード1のカソードおよびLTC4415の出力。OUT1は、少なくとも4.7 μ Fのセラミック・コンデンサを使ってバイパスします。ピン15とピン16はパッケージとともに溶着されています。使用しない場合、これらのピンは開放のままにします。

GND (露出パッド・ピン17) : デバイスのグラウンド。グラウンドへの電氣的接続とPCBへの十分な熱伝導の両方を与えるため、露出パッドはPCBのグラウンドに半田付けする必要があります。

ブロック図



動作

LTC4415は、1個のパッケージ内に2つのPowerPath理想ダイオード回路が搭載されています。LTC4415の各ダイオードは、入力電源から4Aの最大定格出力電流を供給可能で、標準順方向導通抵抗が50mΩです。

これらのダイオードは、レベルによって作動する極性が逆のイネーブル入力EN1およびEN2を使ってイネーブルされ、ダイオードOR接続時に最小静止電流で優先順位付け機能を実行します。イネーブル・ピンのイネーブルしきい値(V_{ENTH})は800mV(標準)で、片側のヒステリシスが55mV(標準)です。EN1ピンの電圧上昇時には、V_{EN1}が800mV(標準)より高くなると、ダイオード1がイネーブルされ、下降時には、V_{EN1}が745mV(標準)より低くなるとデイスエーブルされます。EN2ピンの電圧下降時には、V_{EN2}が800mV(標準)より低くなると、ダイオード2がイネーブルされ、上昇時には、V_{EN1}が855mV(標準)より高くなるとデイスエーブルされます。EN1ピンまたはEN2ピンの電圧は、入力(IN1、IN2)ピンまたは出力(OUT1、OUT2)ピンの最大電圧を超えてはなりません。

図1に示すように、また以下に説明するように、LTC4415ダイオードの順方向導通には負荷電流に応じた3つの動作範囲があります。

1. 負荷電流が小さい場合、「ブロック図」に示す電流経路のPFET(P1/P2)が直列抵抗を調整することにより、小さい順方向電圧降下(V_{FR} = 15mV(標準))が保たれます。この動作モードは一定V_{FR}レギュレーションと呼ばれています。バッテリー駆動や低ヘッドルームのアプリケーションでは、理想ダイオードの小さい順方向電圧降下により、動作範囲がショットキ・ダイオードより拡張されます。
2. 負荷電流が大きくなると、LTC4415のゲート・ドライバが、PFET(P1/P2)の直列抵抗を調整して順方向電圧降下を一定に保つことができなくなります。直列PFET(P1/P2)のゲート電圧がGNDまで下げられると、この移行が生じます。その後、理想ダイオードは、IN1/IN2とOUT1/OUT2のそれぞれの入力と出力の間の抵抗R_{ON}を一定にした動作をします。
3. 負荷電流が電流制限値を超えると、直列PFETが負荷電流を制限するためにゲート駆動を低減することにより、IN1/IN2とOUT1/OUT2の間の抵抗が大きくなるので、順方向電圧降下が急激に大きくなります。この動作モードは一定電流動作と呼ばれています。

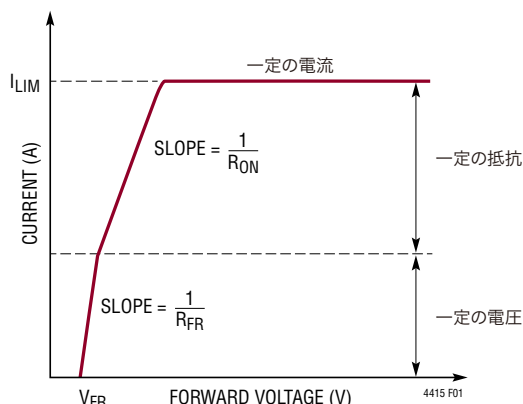


図1.LTC4415の順方向特性

どちらのダイオードの出力もほかの電源によって入力よりも高い電圧にドライブされると、ダイオードを介した導通が中断され、OUT1/OUT2からIN1/IN2への逆導通が防止されます。この機能により、出力OUT1およびOUT2を相互接続するだけで電源のOR接続機能を実行できます。

電流制限の設定

各ダイオードの出力電流制限は、電流制限調整ピンCLIM1およびCLIM2からグラウンドに抵抗を接続することによって個別に設定できます。CLIM1ピンとCLIM2ピンから流出する電流は、それぞれ理想ダイオードの出力電流I_{OUT1}とI_{OUT2}の1/1000です。負荷電流が増加してCLIM1ピンまたはCLIM2ピンの電圧が0.5Vを超えると、LTC4415は過電流状態を検出して電流を一定の値に安定化します。出力電流制限値I_{LIM}に対して必要な抵抗値R_{CLIM}は次のように計算できます。

$$R_{CLIM} = 1000 \cdot \frac{0.5V}{I_{LIM}}$$

CLIM1/CLIM2ピンがGNDに短絡されていない限り、R_{CLIM}の許容範囲は125Ω～1000Ωです。この場合、LTC4415は6Aに固定された内部電流制限を使って負荷電流を制限します。

過電流ステータス

どちらの理想ダイオードも電流制限状態で動作していると、対応する警告ピンWARN1/WARN2が、500μsの遅延後にオープンドレインNFETによって“L”に引き下げられます。負荷電流が電流制限値を下回ると、通常動作が再開されて警告ピンが解放されます。LTC4415は、電流制限状態で動作すると、

動作

PFET デバイス (P1 または P2) 両端に大きな電圧降下を生じるので、消費電力が大きくなります。

負荷電流モニタ

電流制限ピンは、理想ダイオードの出力電流の 1/1000 を出力します。電流制限抵抗両端の電圧を測定して、次のように各理想ダイオードを流れる電流をモニタできます。

$$I_{OUT} = 1000 \cdot \frac{V_{CLIM}}{R_{CLIM}}$$

CLIM ピンを接地して固定内部電流制限を使用する場合には、 V_{CLIM} による電流モニタ機能は利用できない点に注意してください。

ソフトスタート

各理想ダイオードにはソフトスタート機能が備わっており、起動時の突入電流が最小限に抑えられます。どちらのダイオードも順方向導通を開始すると、負荷電流が 2ms の時間をかけてゼロから設定電流制限値まで次第に増加します。ソフトスタートは、CLIM1 ピンと CLIM2 ピンが抵抗でグラウンドに接続されているときに、これらのピンの電圧を監視することによってモニタできます。CLIM ピンが接地されていると、ソフトスタート時間は 0.5ms (標準) に短縮されます。電源 OR 接続アプリケーションで入力電源間の切り替え時に出力の垂下を最小限に抑えるため、出力電圧が 1.2V を上回るとソフトスタートはディスエーブルされます。

順方向導通のステータス・モニタ

アクティブ“L”のオープンドレイン出力のステータス信号 $\overline{STAT1}$ および $\overline{STAT2}$ により、各理想ダイオードの順方向導通ステータスが通知されます。これらのステータス・ピンを抵抗でプルアップしたときの電圧が低いときは、入力から出力 (IN1/IN2 から OUT1/OUT2) への順方向導通を示しています。ステータス・ピンは、逆ターンオフ状態またはサーマル・シャットダウンの間に各理想ダイオードがディスエーブルされると、高インピーダンスになります。

熱警告とシャットダウン

どちらかのダイオードがイネーブルされると、LTC4415 内部の熱センサがダイ温度をモニタします。ダイ温度が警告しきい値 (130°C) を超えると、オープンドレイン NFET によって

$\overline{WARN1}/\overline{WARN2}$ ピンがプルダウンされますが、LTC4415 は通常動作を継続します。これにより、ユーザーが負荷電流を減らしてサーマル・シャットダウンを防ぐためのある程度の時間が与えられます。ダイ温度が 115°C より低くなると、警告信号はデアサートされます。

内部ダイ温度がフォルトしきい値 (160°C) より高くなると、サーマル・シャットダウンがトリガされます。サーマル・シャットダウン時にはステータス・ピン $\overline{STAT1}/\overline{STAT2}$ がデアサートされ、順方向状態が中断されたことを知らせます。ダイ温度が 140°C より低くなると、通常動作が再開されます。過熱状態での動作が長引くと、デバイスの信頼性を低下させるので注意してください。

出力のグラウンドへの短絡によって生じる \overline{WARN} とそれに続くサーマル・シャットダウンを図 2 に示します。サーマル・シャットダウンまでの時間は、電力損失、周囲温度、および基板レイアウトによって変わります。デバイスが 140°C より低くなった後で出力電流がランプアップしますが、デバイスが短絡し続けることで過熱状態になるたびにシャットダウンします。

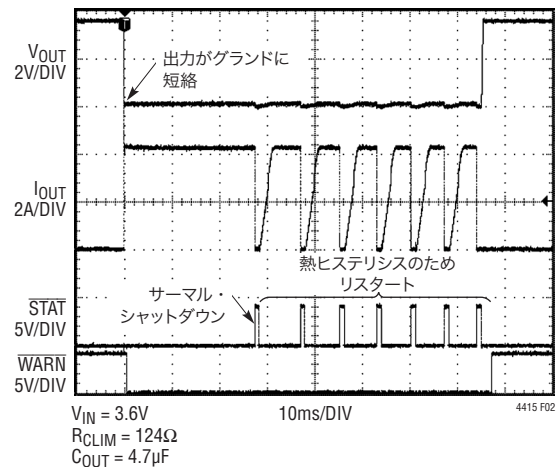


図2. 出力短絡発生時の電流制限警告とサーマル シャットダウン

熱センサは、他方の経路の通常動作を妨害することがないように、各ダイオードで個別に発熱経路の警告やシャットダウンを行います。発熱量に応じて、ダイ全体の温度がさらに上がり、最終的に他方のチャネルをシャットダウンする可能性があります。

動作

低電圧ロックアウト

低電圧ロックアウト状態の一方の入力が他方のチャンネルの通常動作を妨害しないように、各理想ダイオードは個別の

UVLO制御回路を備えています。低電圧状態のとき、ダイオードの導通経路がオフし、ステータス信号STAT1/STAT2がデassertされます。

アプリケーション情報

安定性に関する検討事項

CLIMピンにいくらかの容量があると、電流制御ループにポールが追加されます。したがって、これらのピンの浮遊容量を最小限に抑える必要があります。電流制限調整抵抗の最大許容値は1000Ωですが、これらのピンの容量が増えると、最大許容抵抗の値が小さくなります。その結果、最小許容電流制限値が増加します。安定して動作させるには、CLIMピンのポール周波数は800kHzより高くしておきます。したがって、CLIMピンの寄生容量がC_Pの場合、次式を使って最大許容抵抗R_{CLIM}を計算します。

$$R_{CLIM} \leq \frac{1}{2\pi \cdot 800\text{kHz} \cdot C_P}$$

オシロスコープのプローブなどの長いケーブルを使ってCLIMピンの電圧をモニターする場合、図3に示すように、直列抵抗を使ってプローブとモニタ・システムの寄生容量をデカップリングします。ここで、安定動作を確保するためにCLIMピンとプローブの間に20k抵抗が挿入されています。

入力コンデンサと出力コンデンサ

理想ダイオードの入力側と出力側の寄生インダクタンスに大きな過渡電流が流れると、IN1/IN2/OUT1/OUT2ピンに電圧スパイクを生じる可能性があります。これらの過渡電流は、電源プラグの挿入時、負荷の切断または切り替え時、デイスエーブル時、場合によってはサーマル・シャットダウン時にも生じる

可能性があります。ピンの電圧が6Vの絶対最大定格を超えないように、インダクタンスの制限とバイパス・コンデンサの容量の増加のいずれかあるいはその両方を行います。これらのコンデンサのESRが、共振を減衰させたり、活線挿入や負荷の切り替えによって生じるリングングを最小限に抑えるのに役立つことがあります。この現象の詳細および緩和方法については、アプリケーションノート88「セラミック入力コンデンサによって生じる過電圧トランジェント」を参照してください。

入力と出力のデカップリング・コンデンサの値は、電源OR接続アプリケーションでの切り替え時の最大許容垂下値にも依存します。LTC4415理想ダイオードの逆ターンオフ状態から順方向導通状態に切り替わる標準時間t_{SWITCH}は9μsです。したがって、入力電圧の1つが垂下したときの最大規定出力電圧垂下ΔVに必要な最小デカップリング容量Cは、次式のように計算できます。

$$C = \frac{I_{LOAD} \cdot t_{SWITCH}}{\Delta V}$$

ここで、I_{LOAD}は切り替え時の負荷電流です。

たとえば、1Aの負荷で、短時間で切り替え時の出力電圧の最大垂下を100mVにするのに必要な出力容量の値は100μFになります。どちらの電源も切り替え時に負荷を共有するので、電源ピンの電圧の下降時の変化が遅いときに垂下が減少することに注意してください。

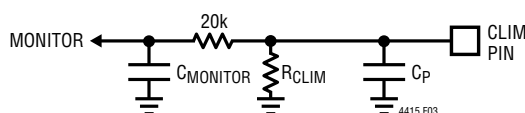


図3. 高容量プローブ/測定による電流モニタ

アプリケーション情報

基板レイアウトに関する検討事項

プリント回路基板をレイアウトするときには、以下のチェックリストに従ってLTC4415が正しく動作するようにします。

1. パッケージの露出パッド(ピン17)は面積が大きいPC基板のグラウンドに直接接続し、熱インピーダンスを最小限に抑えます。2500mm²の1オンス両面銅基板に正しく半田付けすると、DFNパッケージの熱抵抗(θ_{JA})は約43°C/Wになります。パッケージ裏面の露出パッドとの間の接触が良好でなく、グラウンド・プレーンのサイズが適切でないと、熱抵抗が非常に大きくなり、一定の電力損失でのダイ温度が高くなります。2層基板のレイアウトの例を図4に示します。基板にはデバイスの下や近くにビアを配置して、デバイスからボトム層に熱を逃がします。

2. 入力電源、出力、およびそれぞれのデカップリング・コンデンサへのトレースは短く幅を広くして、寄生インダクタンスの影響を最小限に抑えます。コンデンサのGND側は基板のグラウンド・プレーンに直接接続します。デカップリング・コンデンサは内蔵のパワー MOSFETとそれらのドライバに一時的な電流を供給します。
3. 安定に動作させるには、CLIM1ピンとCLIM2ピンの寄生容量を最小限に抑えます。

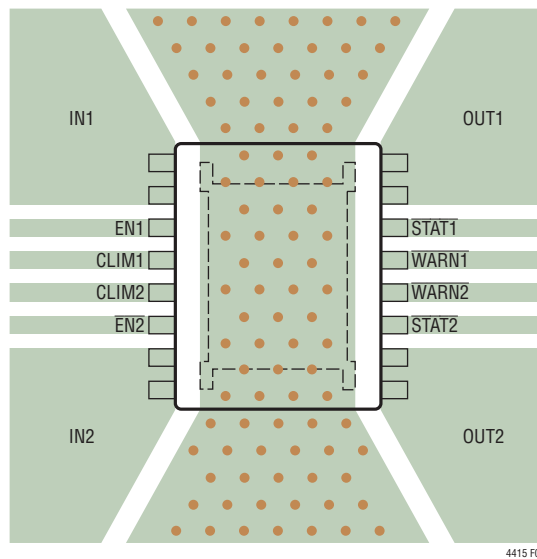


図4. 両面PCBの基板レイアウトの例

標準的応用例

以下の例に示すように、高精度のイネーブル入力と独立したステータス出力により、LTC4415の2つの高電流理想ダイオード回路を使った電源バックアップ・アプリケーションや負荷シェアリング・アプリケーションに柔軟性が与えられます。これらのアプリケーション回路に示す機能は、必要に応じてカスタム・アプリケーションで組み合わせることができます。

バックアップ・バッテリーへの優先切り替え

優先順位付けされた電源OR接続アプリケーション回路を使って、高精度の入力電圧で主電源からバックアップ電源に切り替えるアプリケーション回路を図5に示します。ダイオード1の入力の主電源電圧が次式で与えられるしきい値を下回ると、ダイオード2がイネーブルされます。

$$V_{IN1} < 0.8V \cdot \left(1 + \frac{R1+R2}{R3}\right)$$

V_{IN1} がさらに低下して、主電源電圧がイネーブル・ピンEN1の抵抗分割器によって決まるしきい値(次式で与えられる)を下回ると、ダイオード1がディスエーブルされます。

$$V_{IN1} < (0.8V - V_{ENHYST}) \cdot \left(1 + \frac{R1}{R2+R3}\right)$$

LTC4415のイネーブル・ピンの組み込みヒステリシスにより、電源の切り替えの前後でダイオードのイネーブルがある程度重複されます。2つの電源間の重複を追加するために、オプションとして抵抗R2を使用できます。重複の追加は次式で与えられます。

$$V_{OVERLAP} \approx V_{ENTH} \cdot \frac{R2}{R3} \text{ when } \frac{R2}{R3} \ll 1$$

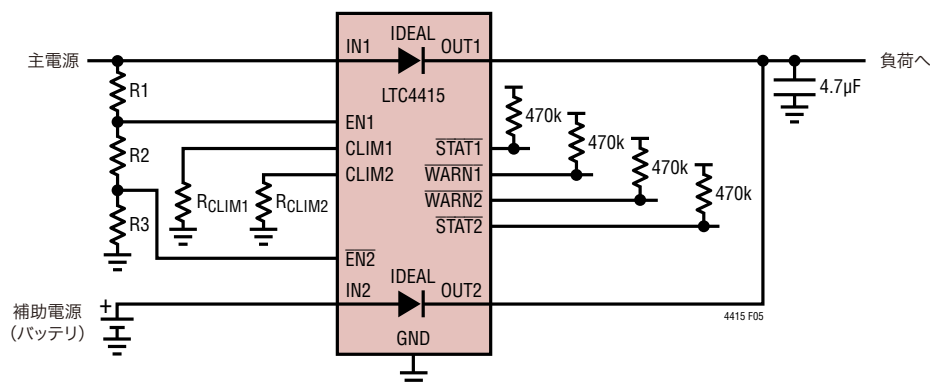


図5. 優先順位付けされた電源のOR接続

イネーブルを重複すると、切り替え時の負荷電圧の垂下が最小限に抑えられます。重複時には両方の入力電源が負荷に電力を供給します。ステータス出力ピンは出力電圧またはロジック電源にプルアップできます。

バックアップ・バッテリーとキープアライブ電源への自動切り替え

主電源電圧がバックアップ・バッテリーの電圧を下回ると、バックアップ・バッテリーに自動的に切り替えるアプリケーション回路を図6に示します。主電源とバックアップ電源がどちらも使用できないか、またはUVLOを下回る、あるいはLTC4415がサーマルシャットダウン状態の場合、ステータス出力のワイヤードAND接続を使って、バック・トゥ・バックに接続された1対の外付けNMOS (M1およびM2)のゲートをドライブします。これらの条件では、キープアライブ電源がシステムの主要な部分に電力を供給します。同時に、ワイヤードAND接続のステータス出力は、主要でない高電流負荷をオフします。図6に

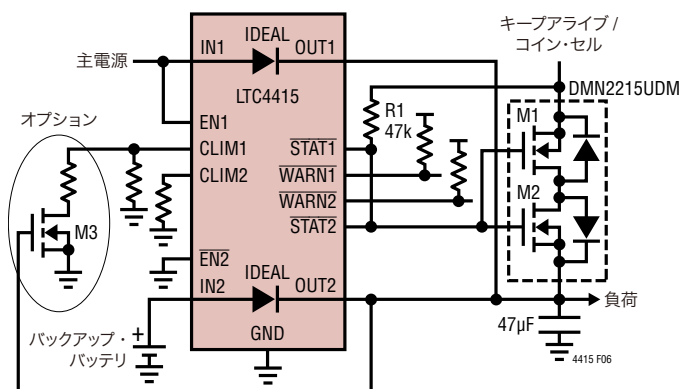


図6. バックアップ・バッテリーへの自動切り替え(主電源とバックアップ電源がどちらも使用不可時はキープアライブ電源が負荷に電力を供給)

標準的応用例

示すように、ステータス・レジスタがキープアライブ電源そのものを介してプルアップされていると、出力電圧は次の値に制限されます。

$$V_{OUT} = V_{KEEP_ALIVE} - V_{gs}(M1,2)$$

ここで、 $V_{gs}(M1,2)$ は複合NMOSデバイス(M1およびM2)のゲートからソースまでの電圧降下です。主電源またはバックアップ電源が負荷に電力を供給する場合、プルアップ抵抗R1がキープアライブ電源からの電力を消費します。主電源またはバックアップ・バッテリーのどちらかが、出力電圧より高い場合に負荷に電力を供給します。

図6に示すダイオード1のように、CLIMピンの抵抗をスイッチアウトすることにより、出力電圧が低下して消費電力が減少する際に、どちらかのダイオードの電力経路の電流制限を自動的にフォールドバックするように設定できます。オプションとして、NMOS M3のゲートに抵抗分割器の出力電圧を供給し、電流フォールドバックの出力電圧しきい値を調整できます。

複数バッテリーの充電

1個のチャージャによる自動デュアル・バッテリー充電のアプリケーション回路を図7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より大きな充電電流が供給され、それ以降はどちらも充電されます。両方のバッテリーが同時に充電される時、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チャージャのフロート電圧から15mVの順方向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、LTC4415を追加することによって3個以上のバッテリーに拡張できます。STAT1ピンとSTAT2ピンによって、バッテリーの充電中が通知されます。インテリジェントな制御では、このセクションの後半の図9に示すように、マイクロコントローラと一緒にEN1/EN2入力ピンを使用することができます。

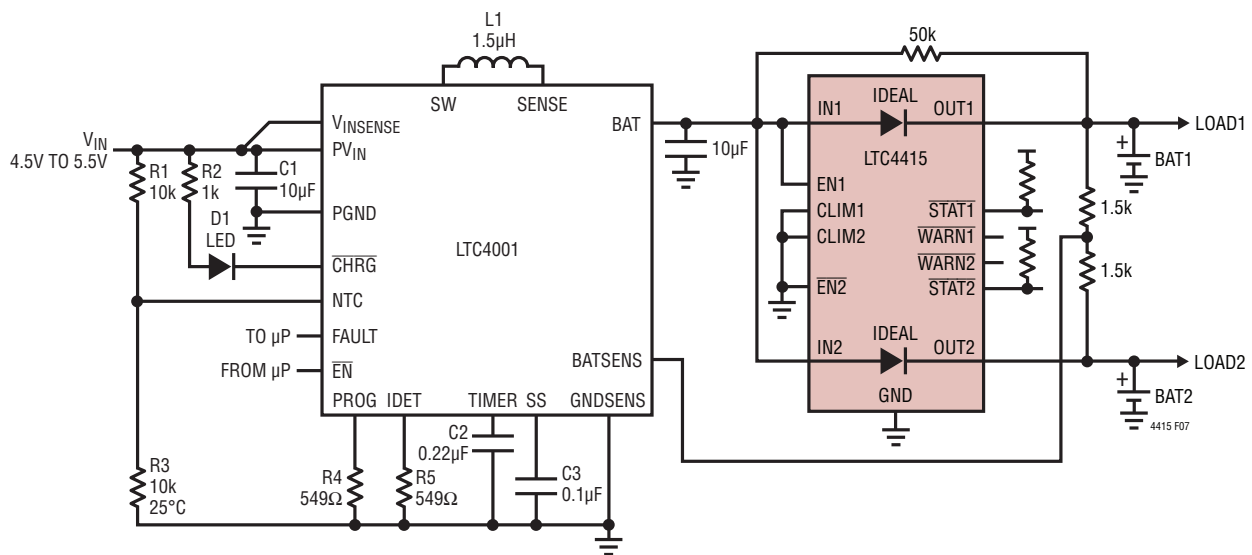


図7.1個のチャージャから2個のバッテリーを充電

標準的応用例

複数バッテリーによる負荷シェアリングと優先電源
(ACアダプタなど)への自動切り替え

ACアダプタ(接続されている場合)への自動切り替え機能を備えた、デュアル・バッテリーの負荷シェアリングのアプリケーション回路を図8に示します。ACアダプタが接続されていない場合、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。このとき、負荷は2個のバッテリーの間でそれらの容量に応じて分担され、容量が大きい方のバッテリーが、バッテリーの電流制限によって制限されない限り、容量に比例した大きな電流を供給します。

ACアダプタが接続されると、PFET MP1のボディ・ダイオードが導通して出力電圧が上昇し、逆ターンオフにより、LTC4415の理想ダイオード経路の両方が導通を停止します。この時点で、ワイヤードOR接続されたステータス信号がNFET MN1のゲート電圧をプルアップする結果、パワーPFET MP1のゲート電圧がプルダウンされて、このPFETがオンします。ワイヤード-OR接続されたステータス信号は、ACアダプタまたは、2個のバッテリーのどちらかが負荷電流を供給していることを知らせます。図7と図8に示す2つのアプリケーション回路は、カスケード接続してデュアル・バッテリーの充電と負荷シェアリングを行うことができます。

逆接続保護、選択可能な電流制限、ソフトスタート、およびモニタ機能を備えた、マイクロコントローラ制御の
パワースイッチ

マイクロコントローラによる2つの電源のモニタと制御のアプリケーション回路を図9に示します。マイクロコントローラは、入力電源電圧をモニタし、EN1/EN2入力を介してLTC4415に指示を与えます。

マイクロコントローラによって理想ダイオードを流れる電流がモニタされ、ADCを使ってCLIM1/CLIM2ピンの電圧が測定されます。ダイオード1にMN1を使用するこのアプリケーションに示すように、どちらかのダイオードに外付けFETを使って電流制限を調整できます。2つの理想ダイオード出力は、相互接続して電源のOR接続をするか、または別々の負荷に供給することができます。

低抵抗または高電流出力用の並列ダイオード

図10に示すように、LTC4415の2個の理想ダイオードを並列接続して、低抵抗のPowerPathを実現できます。マスタ・イネーブル入力ENABLEはダイオード2をオンします。ダイオード2が電流制限設定値に従って出力をチャージアップして初めてダイオード1が導通するように、EN1が出力に接続されています。この出力が、EN1ピンの抵抗分割器によって設定されるしきい値を下回ると、ダイオード1はディスエーブルされます。

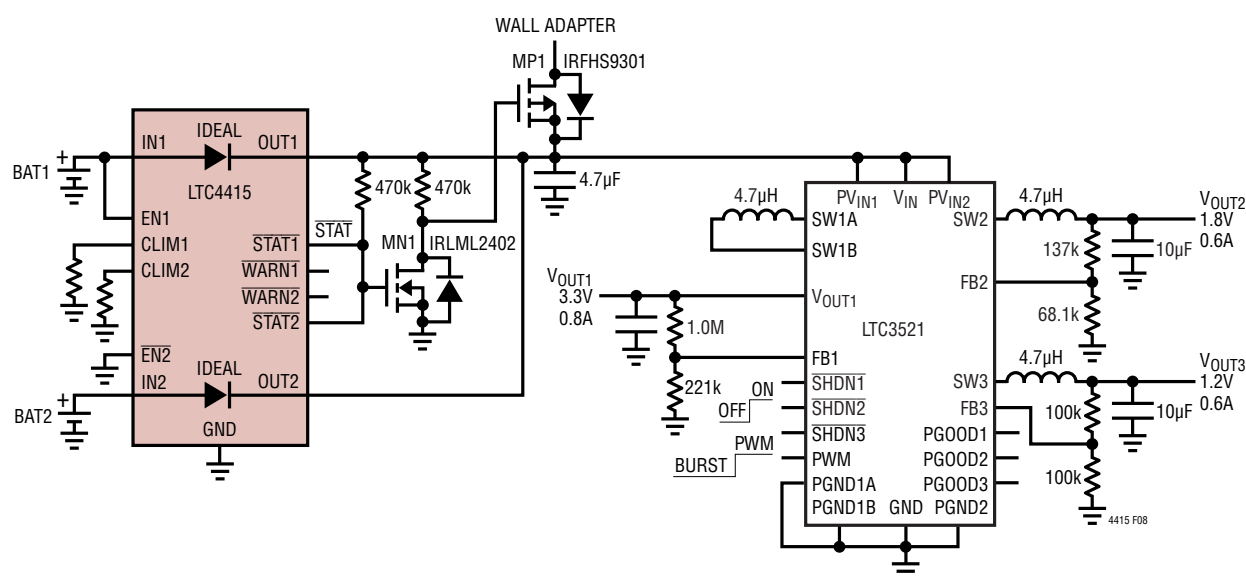


図8.ACアダプタへの自動切り替え機能を使用したデュアル・バッテリーの負荷シェアリング

標準的応用例

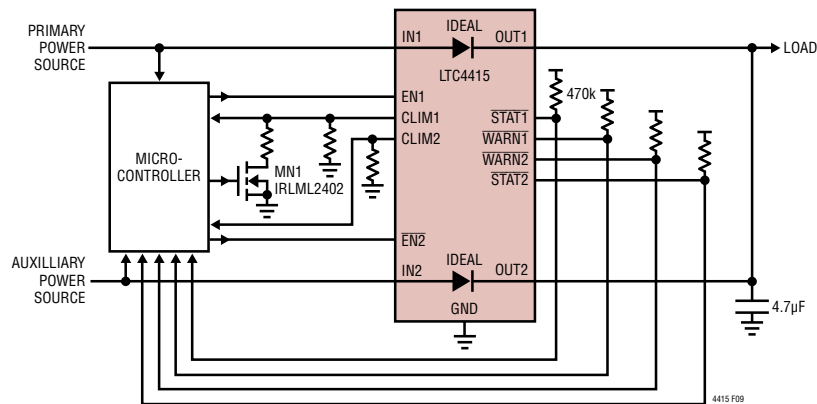


図9. マイクロコントローラによる PowerPath のモニタと制御

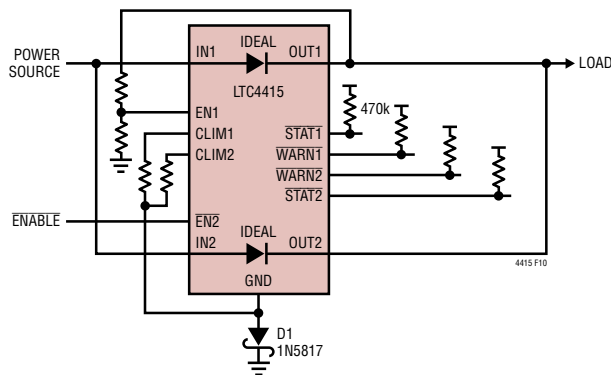


図10. 電流制限フォールドバックと逆極性保護を行う並列ダイオード

この構成によって電流制限フォールドバックが行われ、出力電圧が低下すると並列ダイオードの電流制限値はダイオード2の分の値までしか減少しないので、電力損失が抑えられます。

図10に示すように、オプションのショットキ・ダイオードをデバイスのグラウンドと直列に接続し、入力電源の逆接続に対してLTC4415を保護することができます。ショットキ・ダイオードを接続すると、UVLOのしきい値とイネーブル・ピンのしきい値がショットキ・ダイオードの順方向電圧降下に等しい電圧だけシフトします。

スーパーキャパシタとオプションのキープアライブ・セルを使った電源バックアップ

デュアル・バックアップ電源のアプリケーションを、このデータシートの最後のページに示します。主入力電源 (V_{DD}) がACアダプタなどから利用可能な場合、ダイオード2がトリプル

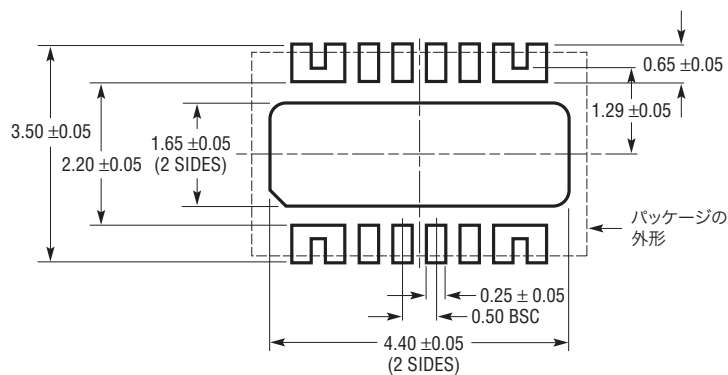
DC/DCコンバータ(LTC3521)に電力を供給します。入力電源がスーパーキャパシタの電圧を下回ると、スーパーキャパシタがLTC3521に電力を供給します。スーパーキャパシタ・チャージャ(LTC3625)は、入力電圧がPFI入力の抵抗分割器によって決まるプリセット電圧を下回ると、電源障害コンパレータの出力信号(PFO)を供給します。PFO信号は、高電流のアプリケーションのシャットダウンを開始するのに利用可能です。スーパーキャパシタが、LTC4415のEN1入力の抵抗分割器によって決まる電圧レベルまで放電すると、LTC4415のダイオード経路のどちらも導通なくなり、バック・トゥ・バック接続されたNFET M1とM2のペアを介してコイン・セルが電力を供給するので、LTC4415のワイヤードAND接続されたステータス信号がプルアップされます。ワイヤードAND接続されたステータス信号は、コイン・セルで動作しているときに、リアルタイム・クロックやメモリなどの低電流回路のみがイネーブルされていることを知らせるのに利用可能です。

パッケージ

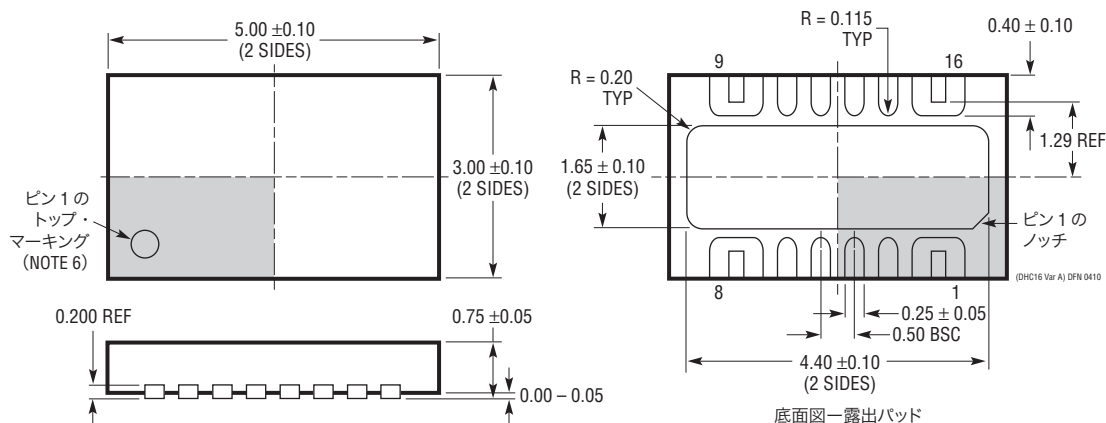
最新のパッケージ図面については、<http://www.linear-tech.co.jp/designtools/packaging/> を参照してください。

DHC パッケージ
16ピン・プラスチック DFN (5mm×3mm)
(Reference LTC DWG # 05-08-1872 Rev 0)

バリエーション A



推奨する半田パッドのピッチと寸法



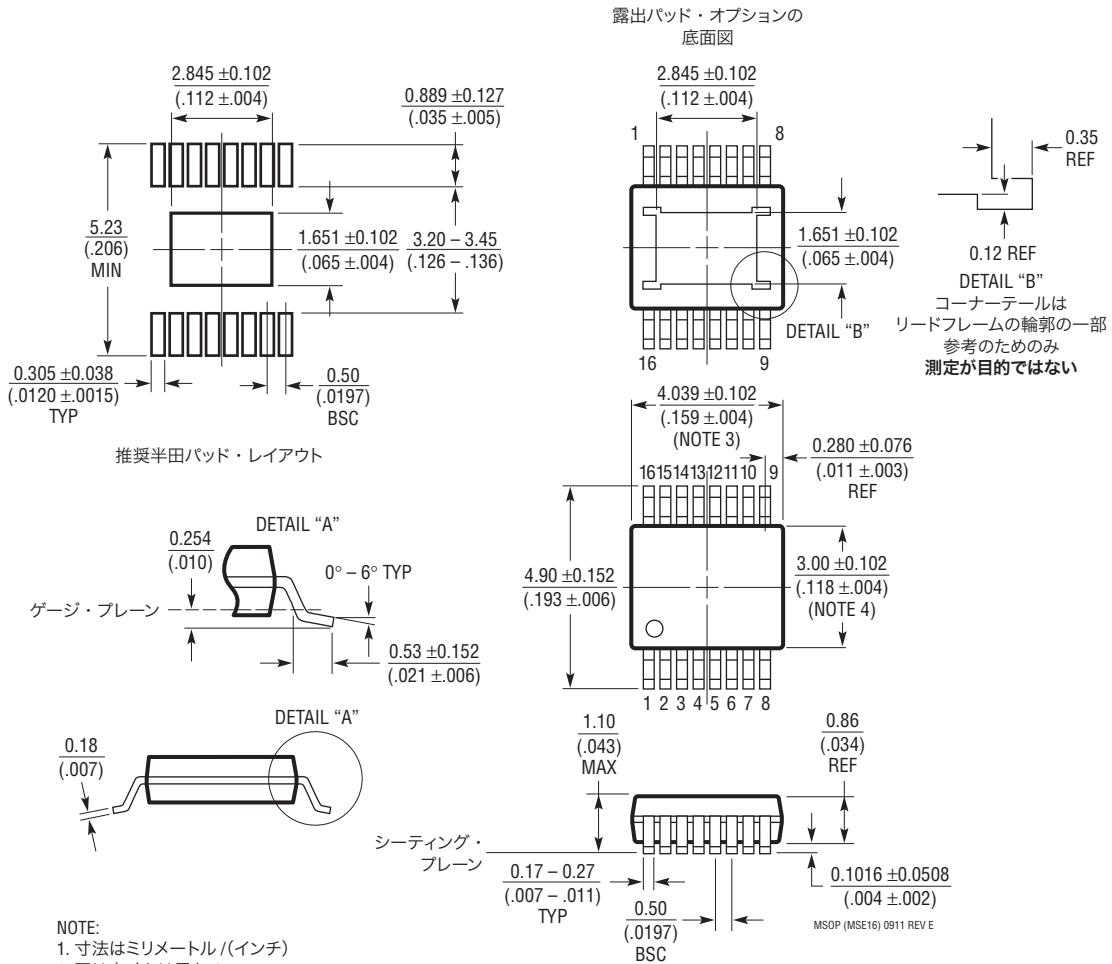
NOTE:

- 図は JEDEC パッケージ・アウトライン MO-229 のバージョンのバリエーション (WJED-1) として提案
- 図は実寸とは異なる
- すべての寸法はミリメートル
- 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
- 露出パッドは半田メッキとする
- 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

パッケージ

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

MSE パッケージ 16ピン・プラスチックMSOP、露出ダイ・パッド (Reference LTC DWG # 05-08-1667 Rev E)



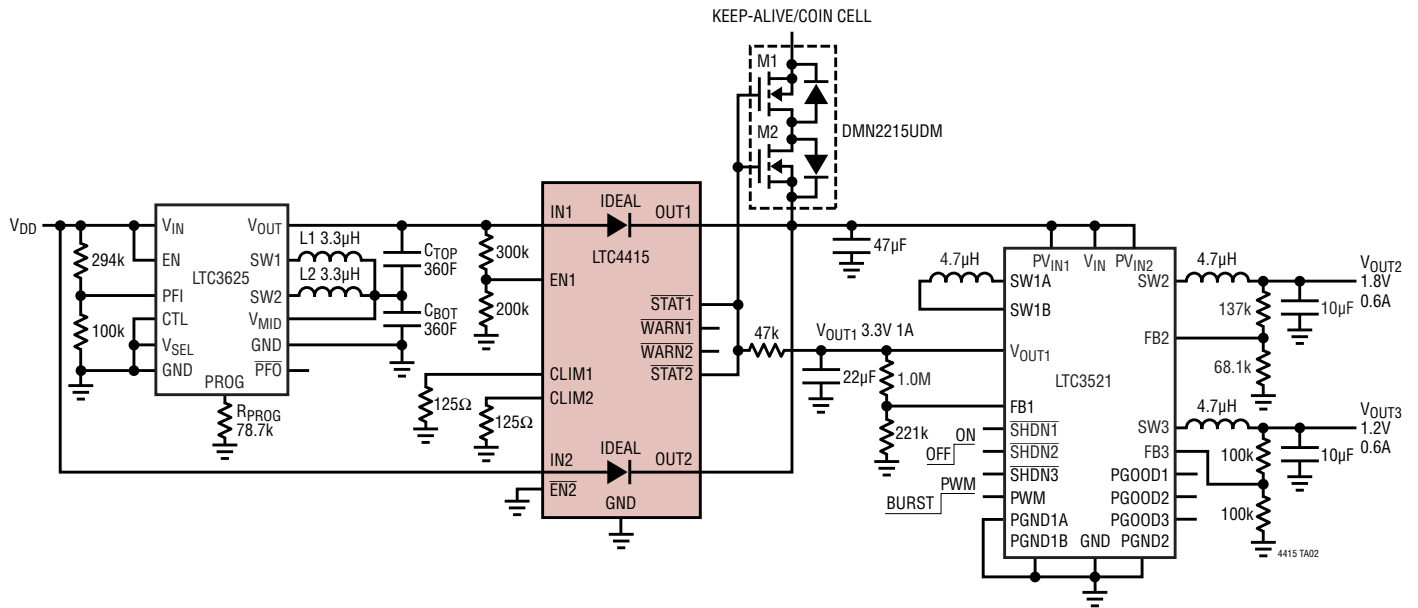
改訂履歴

Rev	日付	概要	ページ番号
A	4/12	脚注を明確化し、静止電流に関する新たなNote 5を追加 図8におけるFET MP1の製品番号を変更	3、4 15

LTC4415

標準的応用例

スーパーキャパシタとオプションのキープアラライブ・セルを使った電源バックアップ



関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC4411	2.6A 低損失理想ダイオード	モノリシック低損失 PowerPath、ThinSOT パッケージ
LTC4412	PowerPath コントローラ	入力電圧範囲: 3V ~ 28V、ThinSOT パッケージ
LTC4413-1/ LTC4413-2	3mm×3mm DFN パッケージのデュアル 2.6A、 2.5V ~ 5.5V 理想ダイオード	140mΩ のオン抵抗、ドライブ出力付き過電圧保護センサ
LTC4414	大型 PFET 用 36V 低損失 PowerPath コントローラ	大型 Q _G PFET をドライブ、3.5V ~ 36V
LTC4416	36V、低損失デュアル PowerPath コントローラ	大型および小型 Q _G PFET をドライブするように設計、3.5V ~ 36V
LTC4352	モニタ機能付き低電圧理想ダイオード・コントローラ	1 個の N チャネル MOSFET を制御、入力電源モニタ、2.9V ~ 18V
LTC4354	負の高電圧ダイオード OR コントローラおよびモニタ	2 個の N チャネル MOSFET を制御、4.5V ~ 80V
LTC4355	正の高電圧ダイオード OR コントローラおよびモニタ	2 個の N チャネル MOSFET を制御、9V ~ 80V
LTC4357	正の高電圧理想ダイオード・コントローラ	1 個の N チャネル MOSFET を制御、9V ~ 80V
LTC4358	5A モノリシック理想ダイオード	20mΩ N チャネル MOSFET、9V ~ 26.5V
LTC4066	低損失理想ダイオード付き 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	入力電源間のシームレスな移行: リチウムイオン・バッテリー、USB、 5V AC アダプタ
LTC4425	電流制限付き理想ダイオードと V/I モニタを備えた リニア・スーパーキャパシタ・チャージャ	50mΩ のオン抵抗、2.7V ~ 5.5V、プログラム可能な電流制限、 プログラム可能な出力電圧モード
LTC2952	スーパーバイザ機能付きプッシュボタン理想ダイオード PowerPath コントローラ	2 個の P チャネル MOSFET を制御、2.7V ~ 28V

4415fa