

## 逆入力保護を備えた 7A理想ダイオード

### 特長

- パワー・ショットキー・ダイオードを置き換えることにより消費電力を低減
- 広い動作電圧範囲: 4V~40V
- 15mΩのNチャンネルMOSFET内蔵
- -40Vまでの逆入力保護
- 少ないシャットダウン時電流: 9μA
- 少ない動作電流: 150μA
- 発振のないスムーズな切り替え
- 16ピン5mm×4mm DFNパッケージで供給

### アプリケーション

- 自動車のバッテリー保護
- 冗長電源
- バッテリー駆動の携帯機器
- コンピュータ・システム/サーバー

### 概要

LTC<sup>®</sup>4376は7Aの理想ダイオードで、ダイオードORアプリケーションや大電流のダイオード・アプリケーションで使用する場合に、内蔵の15mΩ NチャンネルMOSFETを使用してショットキー・ダイオードを置き換えます。LTC4376では、消費電力、発熱、プリント基板面積が減少します。

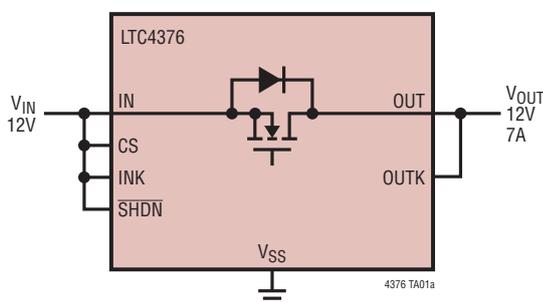
LTC4376は、内部MOSFETの順方向電圧降下を制御して、軽負荷時でも発振することなく電流のスムーズな供給を確保します。電源が故障した場合や短絡した場合は、高速ターンオフによって逆方向電流トランジェントが最小限に抑えられます。また、LTC4376は複数の電源を容易にOR接続して、システム全体の信頼性を向上します。

LTC4376は動作電圧が低く、ソリューション・サイズが小さく、逆入力電圧に耐える機能を備えているので、携帯型のバッテリー駆動アプリケーションに最適です。静止電流を9μAまで低減するシャットダウン・モードを備えています。また、外部MOSFETを内部MOSFETとバック・トゥ・バック構成で直列に使用する場合、SHDNピンによって順方向電流経路を制御することもできます。

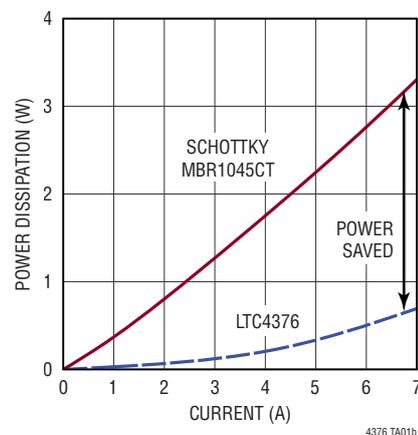
全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

### 代表的なアプリケーション

12V、7A理想ダイオード



消費電力と負荷電流



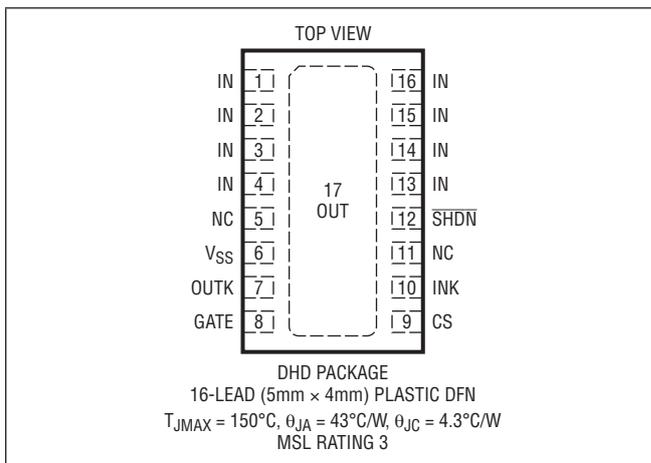
# LTC4376

## 絶対最大定格

(Notes 1, 2)

IN, INK, CS, $\overline{\text{SHDN}}$ .....	-40V~80V
OUT, OUTK .....	-0.3V~80V
INK-OUTK間 .....	-45V~100V
INK-CS間 .....	-1V~80V
IN-OUT間 (Note 3) .....	-45V~0.3V
GATE (Note 4) .....	$V_{\text{CS}} - 0.3\text{V} \sim V_{\text{CS}} + 10\text{V}$
動作ジャンクション温度範囲	
LTC4376C .....	0°C~70°C
LTC4376I .....	-40°C~85°C
LTC4376H .....	-40°C~125°C
保存温度範囲 .....	-65°C~150°C

## ピン配置



## 発注情報

チューブ	テープ&リール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC4376CDHD#PBF	LTC4376CDHD#TRPBF	4376	16-Lead (5mm x 4mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC4376IDHD#PBF	LTC4376IDHD#TRPBF	4376	16-Lead (5mm x 4mm) Plastic DFN	-40 °C~+85 °C
LTC4376HDHD#PBF	LTC4376HDHD#TRPBF	4376	16-Lead (5mm x 4mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C

更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。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは、#TRMPBF接尾部の付いた指定の販売経路を通じて500個入りのリールで供給可能です。

## 電気的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $V_{\text{INK}} = 4\text{V} \sim 40\text{V}$ 、 $V_{\text{IN}} = V_{\text{INK}}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_{\text{INK}}$	Operating Supply Range		●	4	40	V
$I_{\text{INK}}$	INK Pin Current	INK = 12V INK = OUTK = 12V, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ INK = OUTK = 24V, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ INK = -40V	● ● ● ●	150 9 15 0	250 30 40 -15	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{\text{OUTK}}$	OUTK Pin Current	INK = 12V, In Regulation INK = 12V, $\Delta V_{\text{SD}} = -1\text{V}$ INK = OUTK = 12V, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ INK = OUTK = 24V, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ OUTK = 12V, INK = $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$	● ● ● ● ●	3 5 120 0.8 0.8 6	7.5 220 3 3 15	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$
$I_{\text{CS}}$	CS Pin Current	INK = 12V, $\Delta V_{\text{SD}} = -1\text{V}$ INK = CS = 12V, $\overline{\text{SHDN}} = 0\text{V}$ CS = -40V	● ● ●	150 1 -0.4	200 15 -0.8	$\mu\text{A}$ $\mu\text{A}$ mA
$I_{\text{OUT}}$	OUT Reverse Leakage Current	IN = GATE = 0V, OUT = 40V	●		150	$\mu\text{A}$
$\Delta V_{\text{GATE}}$	Gate Drive ( $V_{\text{GATE}} - V_{\text{CS}}$ )	INK = 4V, $I_{\text{GATE}} = 0$ , $-1\mu\text{A}$ INK = 8V to 40V, $I_{\text{GATE}} = 0$ , $-1\mu\text{A}$	● ●	4.5 10	5.5 12 18	V V
$\Delta V_{\text{SD(REG)}}$	Source-Drain Regulation Voltage ( $V_{\text{INK}} - V_{\text{OUTK}}$ )	$1\text{mA} < I_{\text{IN}} < 100\text{mA}$	●	20	30 45	mV

## 電气的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $V_{\text{INK}} = 4\text{V} \sim 40\text{V}$ 、 $V_{\text{IN}} = V_{\text{INK}}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
$\Delta V_{\text{SD(FWD)}}$	Body Diode Forward Voltage Drop ( $V_{\text{IN}} - V_{\text{OUT}}$ )	$I_{\text{IN}} = 7\text{A}$ , MOSFET Off	●	0.55	0.77	1	V
$R_{\text{DS(ON)}}$	Internal N-Channel MOSFET On Resistance	$I_{\text{IN}} = 7\text{A}$	●	15	30	$\text{m}\Omega$	
$I_{\text{AS}}$	Peak Avalanche Current	$L = 0.1\text{mH}$ (Note 5)		40		A	
$I_{\text{GATE(UP)}}$	Gate Pull-Up Current	$\text{GATE} = \text{INK}$ , $\Delta V_{\text{SD}} = 0.1\text{V}$	●	-6	-10	-17	$\mu\text{A}$
$I_{\text{GATE(DOWN)}}$	Gate Pull-Down Current	Fault Condition, $\Delta V_{\text{GATE}} = 5\text{V}$ , $\Delta V_{\text{SD}} = -1\text{V}$ Shutdown Mode, $\Delta V_{\text{GATE}} = 5\text{V}$ , $\Delta V_{\text{SD}} = 0.7\text{V}$	● ●	70 0.6	130	180	$\text{mA}$ $\text{mA}$
$t_{\text{OFF}}$	Gate Turn-Off Delay Time	$\Delta V_{\text{SD}} = 0.1\text{V}$ to $-1\text{V}$ , $\Delta V_{\text{GATE}} < 2\text{V}$	●	0.3	0.5	$\mu\text{s}$	
$V_{\text{SHDN(TH)}}$	SHDN Pin Input Threshold	$\text{INK} = 4\text{V}$ to $40\text{V}$	●	0.6	1.2	2	V
$V_{\text{SHDN(FLT)}}$	SHDN Pin Float Voltage	$\text{INK} = 4\text{V}$ to $40\text{V}$	●	0.6	1.75	2.5	V
$I_{\text{SHDN}}$	SHDN Pin Current	$\text{SHDN} = 0.5\text{V}$ $\text{SHDN} = -40\text{V}$	● ●	-0.5 -0.4	-3 -0.8	-5 -1.5	$\mu\text{A}$ $\text{mA}$
$I_{\text{LEAK}}$	SHDN Leakage Current	$\text{SHDN} = 2.6\text{V}$	●		1	$\mu\text{A}$	
$V_{\text{CS(TH)}}$	Reverse CS Threshold for GATE Off	$\text{GATE} = 0\text{V}$ , $I_{\text{GATE(DOWN)}} = 1\text{mA}$	●	-0.9	-1.8	-2.7	V

**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恐れがある。

**Note 2:** 注記がない限り、ピンに流れ込む電流は全て正であり、全ての電圧は  $V_{\text{SS}}$  を基準にしている。

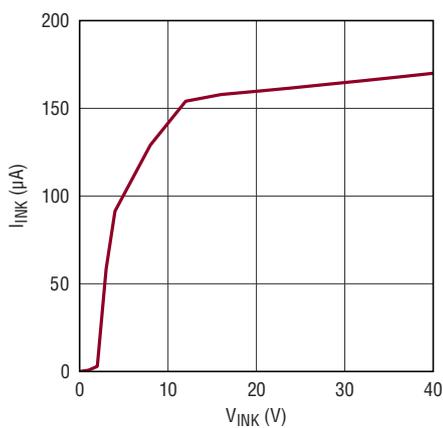
**Note 3:** この電圧は MOSFET のボディ・ダイオードによって設定され、ボディ・ダイオードの熱放散によって決まる (起動時間中の) 限られた時間内は  $0.3\text{V}$  を超えても安全である。

**Note 4:** 内部クランプにより、GATE ピンは CS ピンより最小でも  $10\text{V}$  高い電圧、つまり  $V_{\text{SS}}$  ピンより  $90\text{V}$  高い電圧に制限される。このピンをクランプ電圧より高い電圧にドライブすると、デバイスを損傷する恐れがある。

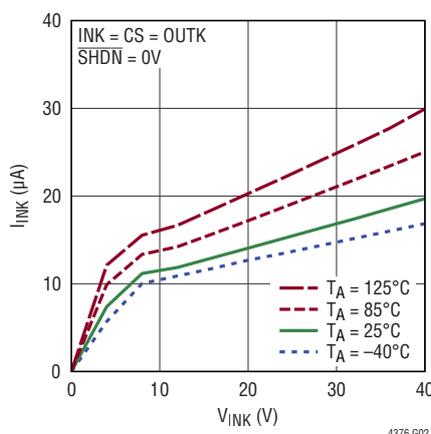
**Note 5:**  $I_{\text{AS}}$  の代表値は特性評価に基づいており、出荷テストは行われない。

## 代表的な性能特性

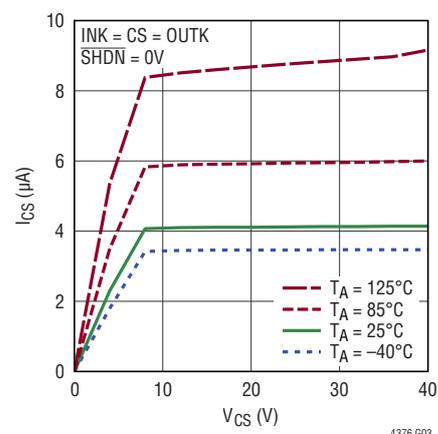
レギュレーション状態での INK ピンの電流



シャットダウン状態での INK ピンの電流

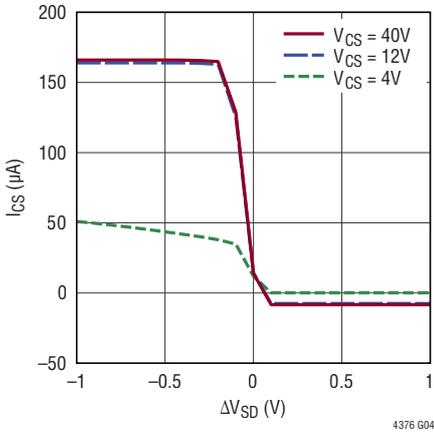


シャットダウン状態での CS ピンの電流

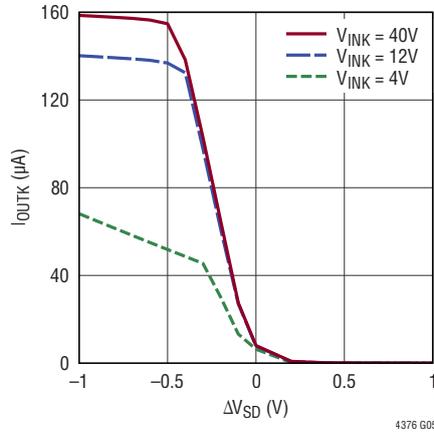


## 代表的な性能特性

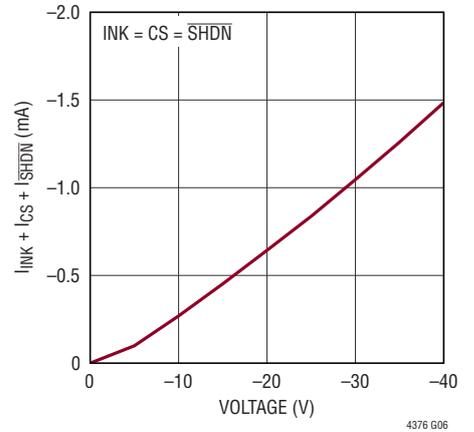
CSピンの電流と  
順方向電圧降下



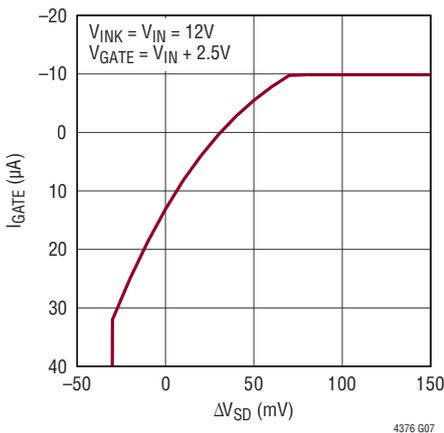
OUTKピンの電流と  
順方向電圧降下



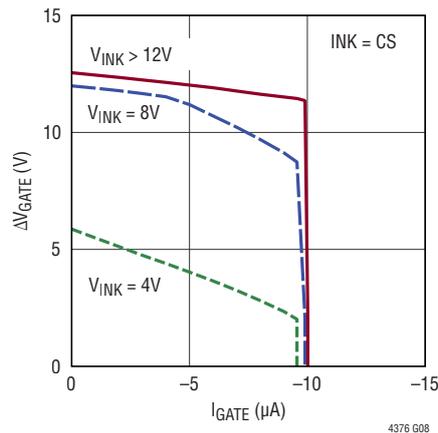
負の全電流と負の入力電圧



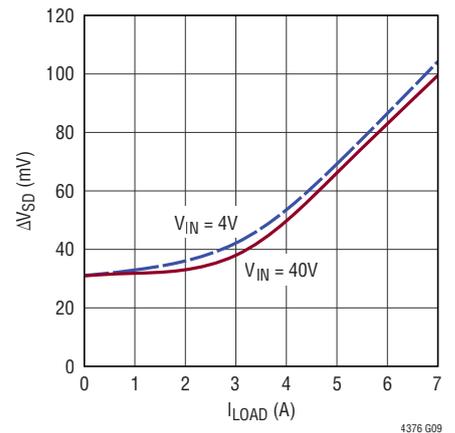
GATEピンの電流と  
順方向電圧降下



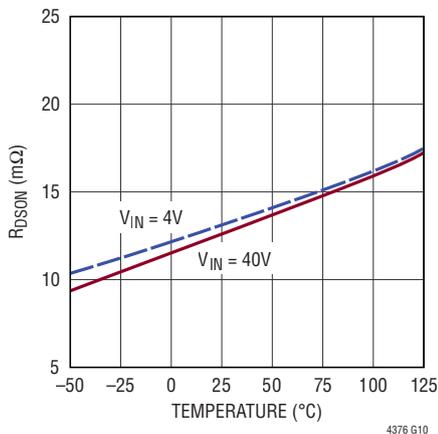
GATE 駆動電圧と GATE 電流



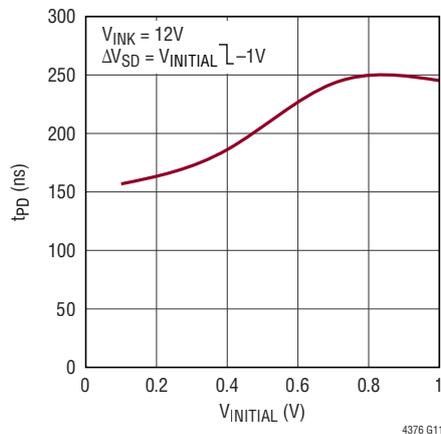
順方向電圧降下と負荷電流



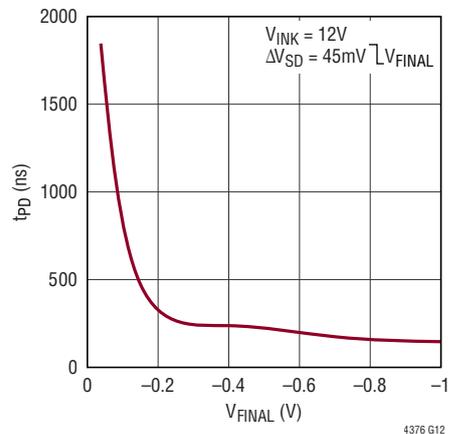
MOSFETの  $R_{DS(ON)}$  と温度



FETのターンオフ時間と  
最初のオーバードライブ



FETのターンオフ時間と  
最後のオーバードライブ



## ピン機能

**CS:** ゲート駆動帰還ピン。逆電流が流れている間、高速のプルダウン電流がこのピンを介して戻ります。このピンはINピンに接続するか、オープンのままでもかまいません。

**GATE:** ゲート駆動出力ピン。負荷電流によってNチャンネルMOSFET両端(ドレイン・ソース)間の電圧降下が30mVを超えると、GATEピンはハイになり、MOSFETを流れる電流が増加します。負荷電流が小さい場合、GATEは能動的に駆動され、MOSFET両端間の電圧は30mVに維持されます。逆電流が流れると、高速プルダウン回路により、GATEピンは300ns以内に迅速にCSピンに接続され、MOSFETはオフになります。このピンは外部MOSFETのゲートにバック・トゥ・バック構成で接続します。そうしない場合は、オープンのままにします。

**IN:** 内部NチャンネルMOSFETのソース。INピンは理想ダイオードのアノードです。

**INK:** 電圧検出ピンおよび電源電圧ピン。このピンで検出された電圧はMOSFETの電圧降下を制御する目的で使用されます。このピンはINに接続します。

**NC:** 接続なし。内部で接続されていません。

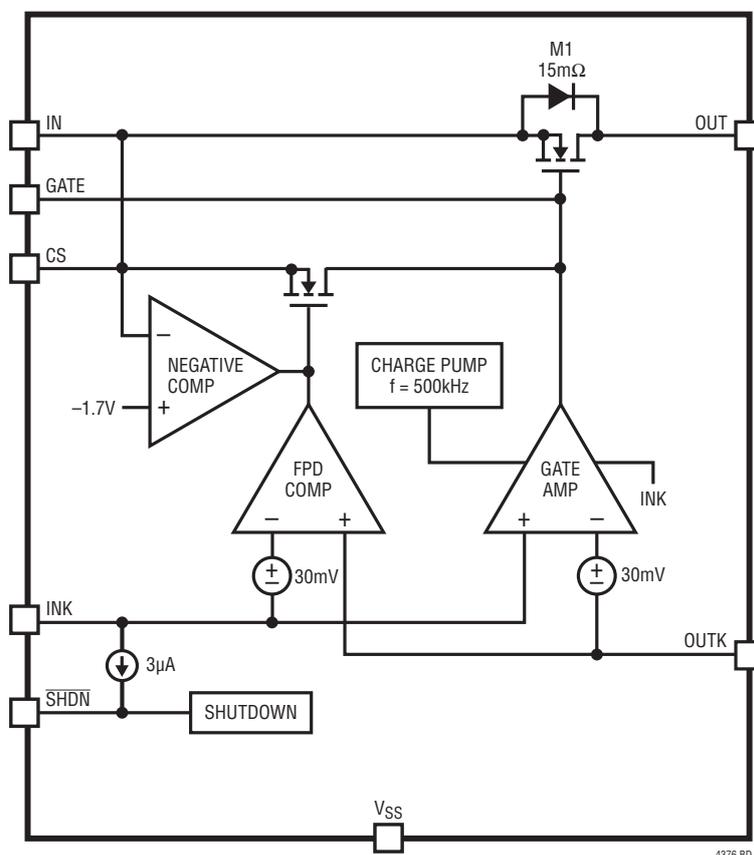
**OUT:** OUT(露出パッド)は、内部NチャンネルMOSFETのドレインです。OUTは理想ダイオードのカソードであり、複数のLTC4376を理想ダイオードORとして構成する場合の共通の出力です。

**OUTK:** ドレイン電圧の検出ピン。このピンで検出された電圧はMOSFETの電圧降下を制御する目的で使用されます。このピンはOUTに接続します。

**SHDN:** シャットダウン制御入力。SHDNピンの電圧を0.6Vより低くすることにより、LTC4376をシャットダウンして低電流モードにすることができます。このピンが2Vを超えると、デバイスはオンします。SHDNピンの電圧は、デバイスを損傷させることなく、V<sub>SS</sub>より40V高い電圧または40V低い電圧にすることができます。シャットダウン機能を使用しない場合は、SHDNピンをINピンに接続してください。

**V<sub>SS</sub>:** デバイスのグラウンド。

## ブロック図



## 動作

LTC4376はシングル正電圧理想ダイオード・コントローラで、内部のNチャンネルMOSFETをパス・トランジスタとして駆動してショットキー・ダイオードを置き換えます。INピンとOUTピンは、それぞれ理想ダイオードのアノードとカソードを形成します。入力電源はINピンに接続されるのに対して、OUTピンは出力として機能します。INKピンとOUTKピンは、それぞれINとOUTに直接接続されます。

GATEアンプ(ブロック図参照)はINK - OUTK間の電圧を検出して内部MOSFETのゲートを駆動し、順方向電圧が30mVになるように制御します。負荷電流が増加すると、GATEピンは、内部MOSFETが完全にオンする点に達するまで、駆動電圧を高くします。負荷電流が更に増加すると、順方向電圧降下 $R_{DS(ON)} \cdot I_{LOAD}$ が発生します。

負荷電流が減少すると、GATEアンプはMOSFETのゲート電圧を低くして、30mVの電圧降下を維持します。30mVの順方向電圧降下を保持できない点まで入力電圧が減少すると、GATEアンプはMOSFETをオフに駆動します。

入力短絡フォルトや負方向への電圧スパイクなど、入力電圧の急速な降下が発生した場合は、オフするまでMOSFETに一時的に逆電流が流れます。この電流の供給源は、負荷容量と、ダイオードORアプリケーションで出力に電源を供給する他の電源またはバッテリーです。FPD COMP (高速プルダウン・コンパレータ)は、MOSFETを300ns以内にオフすることによってこの状態に迅速に応答するので、出力バスに対する外乱が最小限で済みます。

IN、INK、CS、GATE、および $\overline{SHDN}$ ピンは、-40Vまでの逆入力から保護されます。NEGATIVE COMP (負電圧コンパレータ)は、CSピンで負の入力電位を検出し、GATEピンの電圧をCSピンの電圧まで素早く下げてMOSFETをオフにし、負荷を負の入力電位から分離します。

$\overline{SHDN}$ ピンの電圧をローにすると、ほとんどの内部回路はオフになり、静止電流は9 $\mu$ Aに減少してMOSFETはオフに保持されます。 $\overline{SHDN}$ ピンをハイにするか、1M $\Omega$ 以下の抵抗でプルアップすると、LTC4376をイネーブルすることができます。外部MOSFETを内部MOSFETと直列に使用するアプリケーションでは、 $\overline{SHDN}$ ピンが順方向経路のオン/オフ制御ピンとして機能するだけでなく、ダイオード機能を有効にする役割も果たします。

## アプリケーション情報

冗長電源をOR接続して電源の極性反転から保護する目的では、阻止ダイオードは一般に電源入力と直列に配置されます。LTC4376はこれらのアプリケーションのダイオードを置き換えて、受動部品による解決法に不随する電圧降下と電力損失の両方を低減します。

LTC4376は動作電圧範囲が4V~40Vと広く、冷間始動状態やトランジェント状態での動作が可能です。また、LTC4376は-40Vまでの負入力に対して保護されています。この電圧は、自動車のバッテリーが逆接続されると発生することがあります。

12V/7Aの理想ダイオード・アプリケーションを図1aに示します。理想ダイオードは、理想ダイオード以外のダイオードと同様に、逆回復として知られる動作を示します。寄生インダクタンスまたは意図的に導入されたインダクタンスと理想

ダイオードとの組み合わせにより、転流時に逆回復スパイクが発生することがあります。D1、D2、およびR1は、LTC4376の耐電圧定格である-40V~40Vの範囲を超える可能性があるこれらのスパイクからデバイスを保護します。逆入力保護が必要ない場合は、図1aを簡略化して図1bにしてもかまいません。D1とC<sub>OUT</sub>は、逆回復エネルギーを吸収してLTC4376を保護します。スパイクと保護方式については、入力短絡フォルトのセクションで詳しく説明します。

$\overline{SHDN}$ ピンはLTC4376をディスエーブルして消費電流を9 $\mu$ Aに低減するとはいえ、このピンによって負荷を入力から切り離さないよう注意することが重要です。内部MOSFETのボディ・ダイオードは常に存在するからです。外部MOSFETを追加すると、負荷切替えアプリケーションで使用できるようになります。

## アプリケーション情報

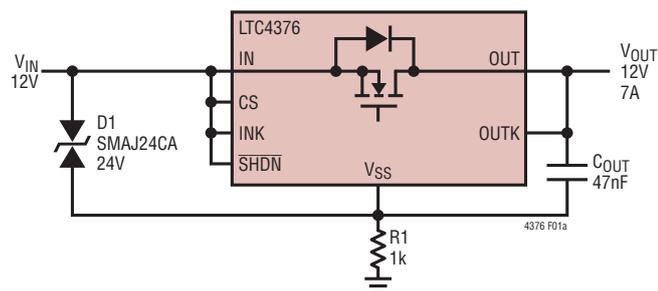


図1a. 逆入力保護を備えた12V/7A理想ダイオード

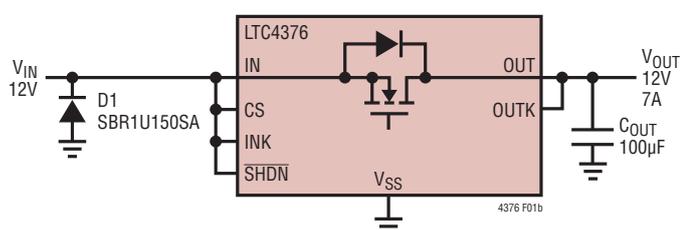


図1b. 逆入力保護のない12V/7A理想ダイオード

## シャットダウン・モード

シャットダウン時に、LTC4376はGATEピンの電圧をCSピンの電圧より低くして内部MOSFETをオフし、その消費電流を9 $\mu$ Aに低減します。シャットダウンしても順方向電流の流れは遮断されず、電流経路は内部MOSFETのボディ・ダイオードを介して引き続き存在します。順方向の電流経路を遮断するには別の外部MOSFETが必要です。負荷の切替えと突入電流の制御のセクションを参照してください。LTC4376は、イネーブルされている場合、理想ダイオードとして動作します。シャットダウンが必要でない場合は、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンをINピンに接続してください。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンは3.3Vまたは5Vのロジック信号で駆動するか、外付け抵抗によってINにプルアップすることができます。デバイスをイネーブルするには、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンの電圧を2V以上にする必要があります。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンのもれ電流(1 $\mu$ A/2.6V)より大きい電流を供給できる抵抗値を使用してください。デバイスをオンにするには、1M $\Omega$ 以下の値で十分です。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンをローにアサートするには、500mVのときに外付けプルアップ抵抗によって流れる電流に加えて、プルダウン抵抗が5 $\mu$ A以上のシンク電流を流す必要があります。高インピーダンスのプルアップ抵抗を使用した場合、 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンは高いdV/dtを示す近くのクロック線または配線からの容量結合を受けやすくなります。 $\overline{\text{SHDN}}$ ピンを10nFでVSSにバイパスし、注入を排除してください。図2に、シャットダウン・ピンを制御する最も簡単な方法を示します。制御信号のグラウンドは $\overline{\text{SHDN}}$ ピンのリファレンス

であるVSSとは異なるので、トランジェント時には $\overline{\text{SHDN}}$ ピンに瞬間的なグリッチが生じる可能性があります。図3および図4は、制御信号のレベルをシフトしてグリッチを取り除く代替の解決策です。

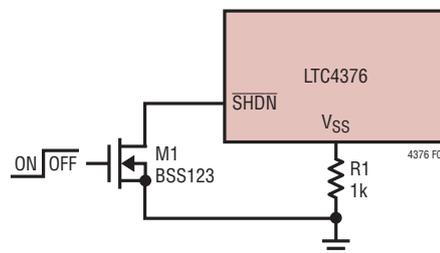


図2. SHDNの制御

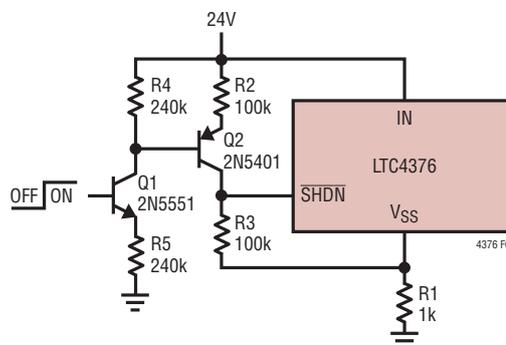


図3. トランジスタによるSHDNの制御

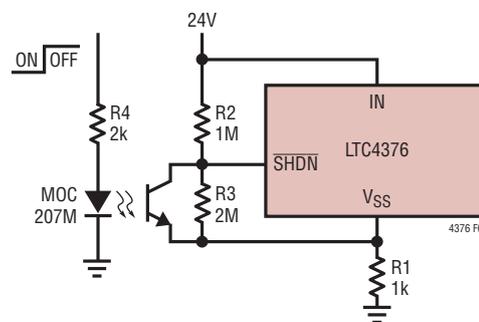


図4. 光アイソレータによるSHDNの制御

## 入力短絡フォルト

逆バイアス状態に入っているアクティブな理想ダイオードの動的な動作は、遅延とその後の逆回復の期間によって特性を評価するのが最も正確です。遅延段階では、ある程度の逆電流が発生し、寄生抵抗および寄生インダクタンスによって制限されます。逆回復段階では、寄生インダクタンスに蓄積されたエネルギーが回路内の他の素子に移動します。逆回復段階での電流のスルー・レートは100A/ $\mu$ s以上に達することがあります。

## アプリケーション情報

高いスルー・レートと、入力と出力の経路に直列に存在する寄生インダクタンスとが相まって、逆回復段階にLTC4376のIN、CS、およびOUTピンに破壊的なトランジェントが発生する可能性があります。入力とグラウンドがゼロ・インピーダンスの状態では直接短絡すると、遅延段階で可能な最大の逆電流を発生できるので、特に問題となります。内部MOSFETが最終的にオフして逆電流を遮断すると、LTC4376のINピンおよびCSピンには負の電圧スパイクが発生するのに対して、OUTピンには正方向に電圧スパイクが発生します。

LTC4376が入力短絡の状態では損傷しないよう保護するには、図5に示すようにIN、CS、およびOUTピンを保護してください。INピンとCSピンは、TransZorbまたはTVSで $V_{SS}$ ピンをクランプすることによって保護します。入力電圧が24V以上の場合は、入力短絡状態の間内部MOSFETのゲート酸化膜を保護するためにD3が必要です。入力短絡状態の間、MOSFETがオフした後に発生する負の電圧スパイクは、D2 (24VのTVS)によってクランプされます。D2はMOSFETをオフのまま維持する一方で、24Vまでの逆入力が可能です。逆入力保護が必要ない場合、D2は不要です。D1は通常動作時にD2が導通しないよう遮断します。入力短絡状態が解消すると、ソースの寄生インダクタンス $L_S$ に蓄積された電流がMOSFETのボディ・ダイオードを流れて、 $C_{LOAD}$ を充電します。 $C_{LOAD}$ が小さいか存在しない場合、IN/CSピンとOUTピンの電圧は、どちらもLTC4376を損傷する可能性があるレベルまで上昇します。この場合は、D1をTVSまたはTransZorbにして、IN/CSピンと $V_{SS}$ ピンの間の電圧差を制限する必要があります。

OUTはMOSFETのアバランシェ・ブレイクダウンによって保護されます。それでも、24Vより高いアプリケーションでは、

MOSFETが過剰電流によって損傷することがあります。入力電圧が24Vより高い場合は、28VのTVS (SMAJ28A)またはスナバ回路を使用して、MOSFETとOUTピンを保護できます。スナバ回路では、最大40Vのアプリケーションが可能です (図13参照)。 $C_{OUT}$ とR1は、出力の寄生インダクタンスによってINピンとOUTピンの電圧が急速に低下したときに、高速ターンオフ時間を保持する役割を果たします。

### 電源の並列接続

図6に示すように、複数のLTC4376を使用して2つ以上の電源の出力を結合し、冗長性を確保することや電圧低下を分散することができます。冗長電源では、出力電圧が最も高い電源がほとんどまたは全ての負荷電流を供給します。この電源の出力が負荷電流を供給している間に急にグラウンドに短絡されると、電流の流れが一時的に反転してLTC4376の内部MOSFETを逆方向に流れます。LTC4376はこの逆電流を検出し、高速プルダウン回路を作動させてMOSFETを素早くオフにします。

最初は電圧の低かった他の電源が、フォルト発生時点では負荷電流をまったく供給していなかった場合は、OR接続された内部MOSFETのボディ・ダイオードが導通するまで出力は低下します。その間、LTC4376は、順方向電圧降下が30mVに減少するまで内部MOSFETのゲートを10 $\mu$ Aで充電します。この電源がフォルト発生時点で負荷電流を分担していた場合、この電源に対応付けられているOR接続の内部MOSFETは、既に半ばオンしています。この場合、LTC4376は、内部MOSFETのゲートを単純により深く駆動して、30mVの電圧降下を維持しようとしています。

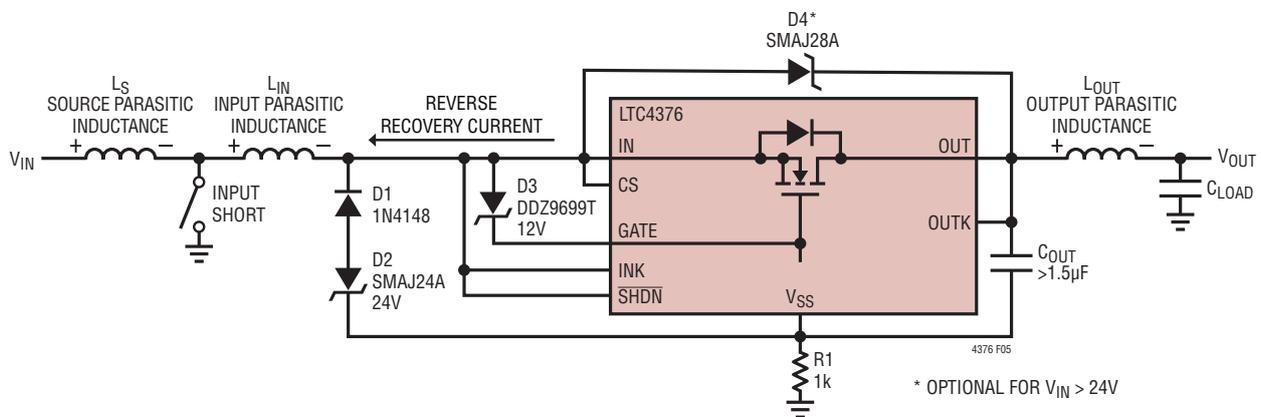


図5. 逆回復により、IN、CS、およびOUTピンに誘導性スパイクが発生する。寄生インダクタンスの両端にはステップ回復の極性を示す

## アプリケーション情報

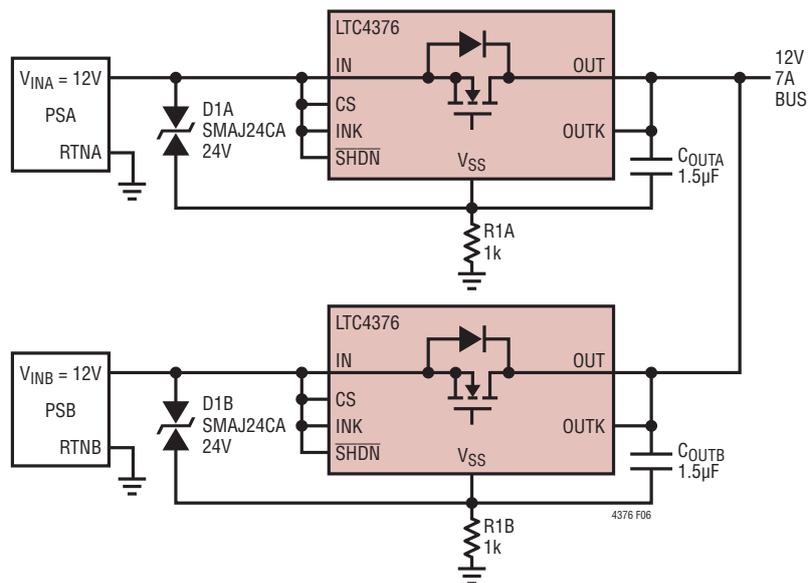


図6. 冗長電源

電源の出力電圧と出力インピーダンスの両方がほぼ等しい場合には、電圧低下の分散を達成できます。30mVのレギュレーション技法により、複数の出力間での発振のない円滑な負荷シェアリング(負荷分散)が確実に行われます。分散の程度は、内部MOSFETの $R_{DS(ON)}$ 、電源の出力インピーダンス、および電源の初期出力電圧の関数です。

## 負荷の切替えと突入電流の制御

図7に示すように、外部MOSFETを追加することにより、LTC4376を使用して、順方向では電力の流れを制御しながら、逆方向では理想ダイオードの動作を保持することができます。外部と内部の両方のMOSFETのボディ・ダイオードは、MOSFETがオフのときに電流が流れないようにします。内部

MOSFETは理想ダイオードとして機能するのに対して、外部MOSFET (M1)は電力の順方向の流れを制御するスイッチとして機能します。オン/オフはSHDNピンで制御し、突入電流の制御が必要な場合はC1およびR3を追加できます。

SHDNピンをハイに駆動すると、 $V_{IN} > V_{OUT} + 30\text{mV}$ が成立している場合は、GATEピンから $10\mu\text{A}$ が流れ出してC1を徐々に充電し、2つのMOSFETのゲート電位を両方とも上昇させます。外部MOSFETはソース・フォロワとして動作し、次式が成り立ちます。

$$I_{\text{INRUSH}} = \frac{10\mu\text{A} \cdot C_{\text{LOAD}}}{C_1}$$

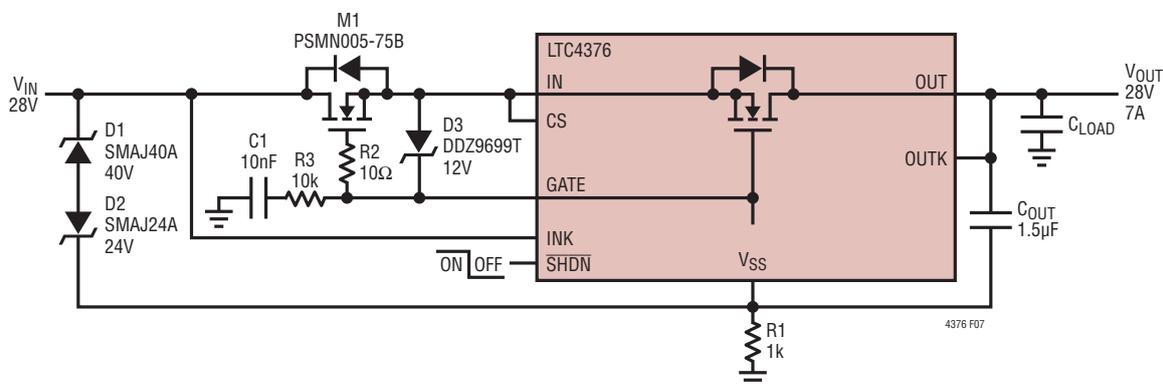


図7. 逆入力保護を備えた28V負荷スイッチおよび理想ダイオード

## アプリケーション情報

$V_{IN} < V_{OUT} + 30mV$  の場合、LTC4376は動作状態になりますが、入力電圧が出力電圧より30mV高くなるまでMOSFETは両方ともオフのままです。このようにして回路の通常のダイオード動作は維持されますが、ダイオードが導通するとソフトスタート動作を伴います。

$\overline{SHDN}$  ピンをローにすると、GATEピンの電圧によって両方のMOSFETのゲート電位がCSピンの電圧まで急速に低下して順方向と逆方向の両方の電流経路が遮断され、入力電流は9 $\mu$ Aまで減少します。

ソフトスタートが不要な場合、C1とR3は省略できますが、R2はMOSFETの寄生発振を防ぐために必要で、外部MOSFET (M1)の近くに配置する必要があります。

### レイアウトに関する検討事項

LTC4376向けのプリント基板をレイアウトする場合には、以下のアドバイスを検討してください。精度を向上させるため、

INKピンとOUTKピンは、それぞれINピンとOUTピンにできるだけ近づけて接続してください。MOSFETを通る電力経路に関連したPCBパターンの抵抗は低く抑えます。INおよびOUTへのパターンは幅が広くて短いものにして、抵抗損失を最小限に抑えます。接点が低抵抗になるように、デバイスのOUTピンはリフロー処理を使用して基板にハンダ処理します。また、幅の広いOUTパターンは、大電流負荷時にデバイスからの熱を放散するヒートシンクとしても機能します。C<sub>OUT</sub>、サージ・アブソーバおよび必要なトランジェント保護部品は、リード長を短くしてLTC4376の近くに配置します。推奨レイアウトについては、図8を参照してください。7Aの場合の推奨レイアウトの温度上昇は50°Cです。

LTC4376の代表的なアプリケーションを図9～図16に示します。

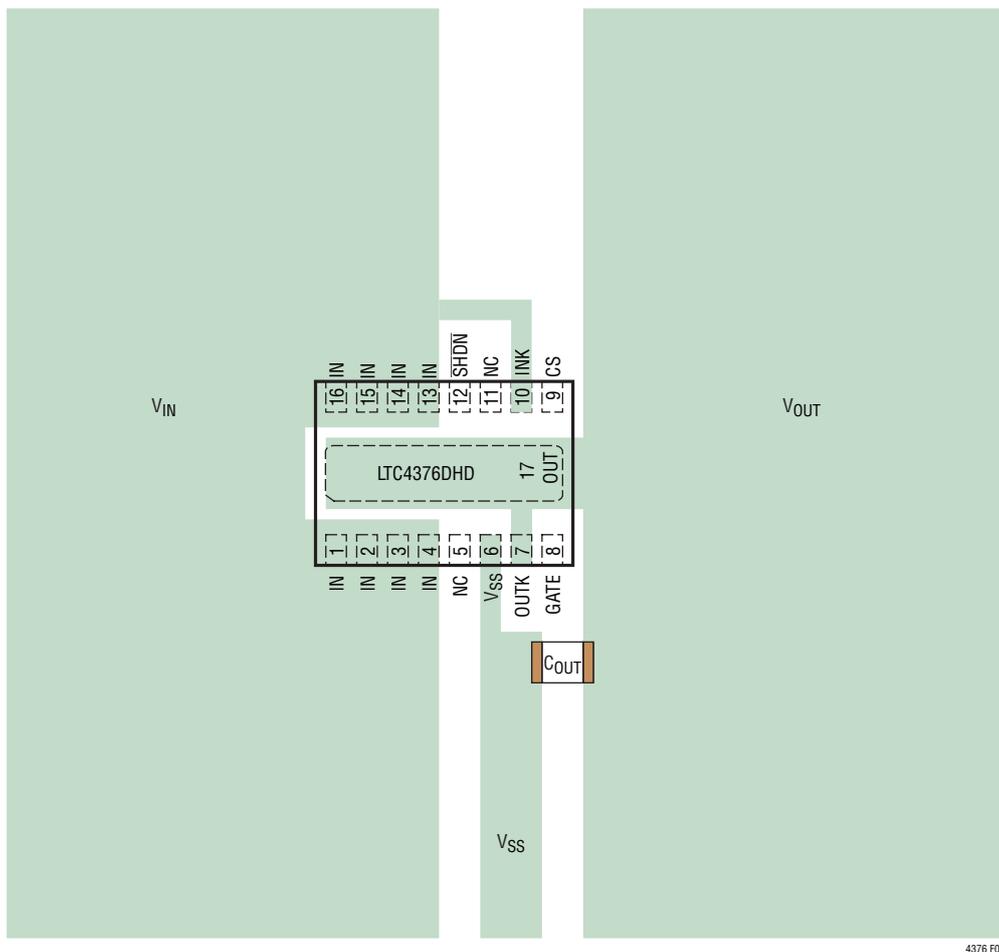


図8. DFNパッケージの推奨レイアウト

## アプリケーション情報

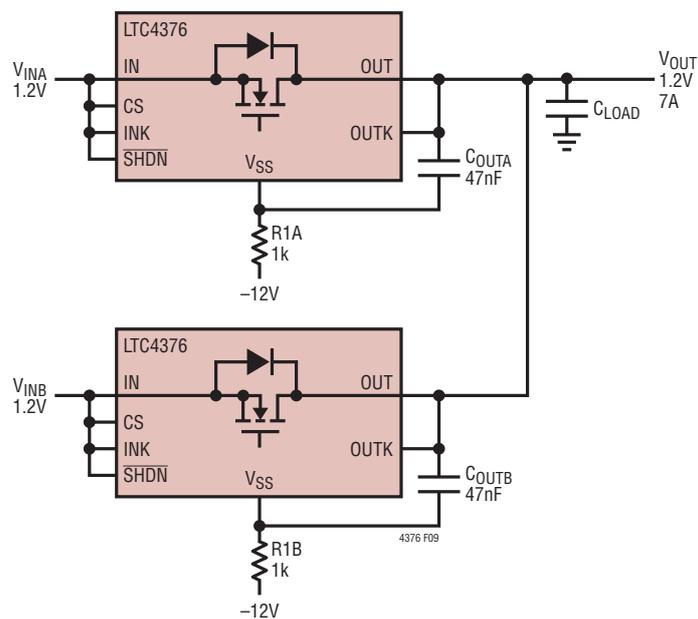


図9. 1.2V ダイオード OR

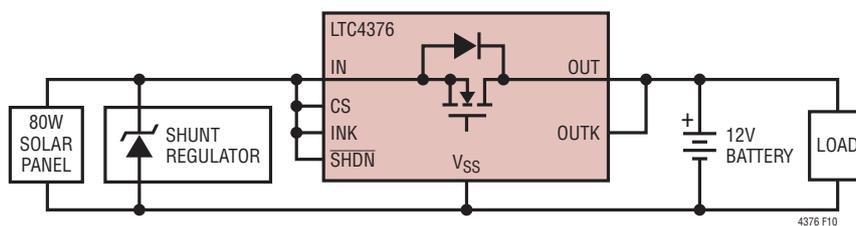


図10. 損失のない太陽電池パネルの分離

## アプリケーション情報

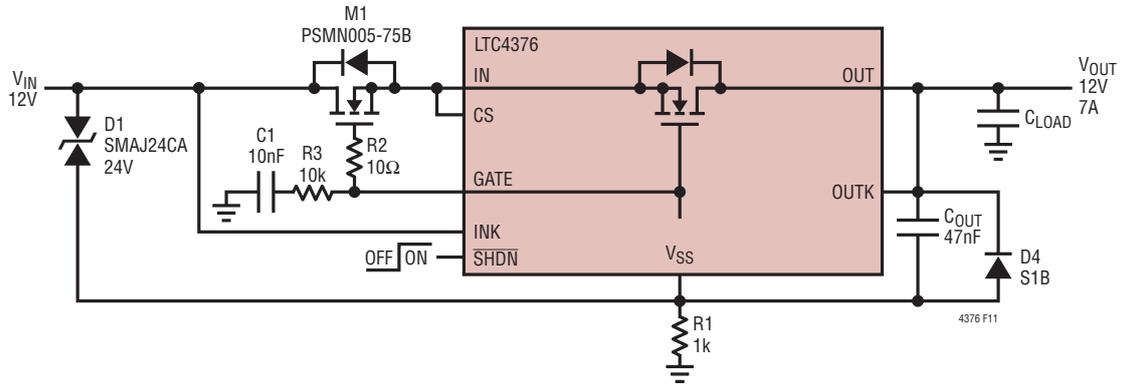


図11. 逆入力保護を備えた12V負荷スイッチおよび理想ダイオード

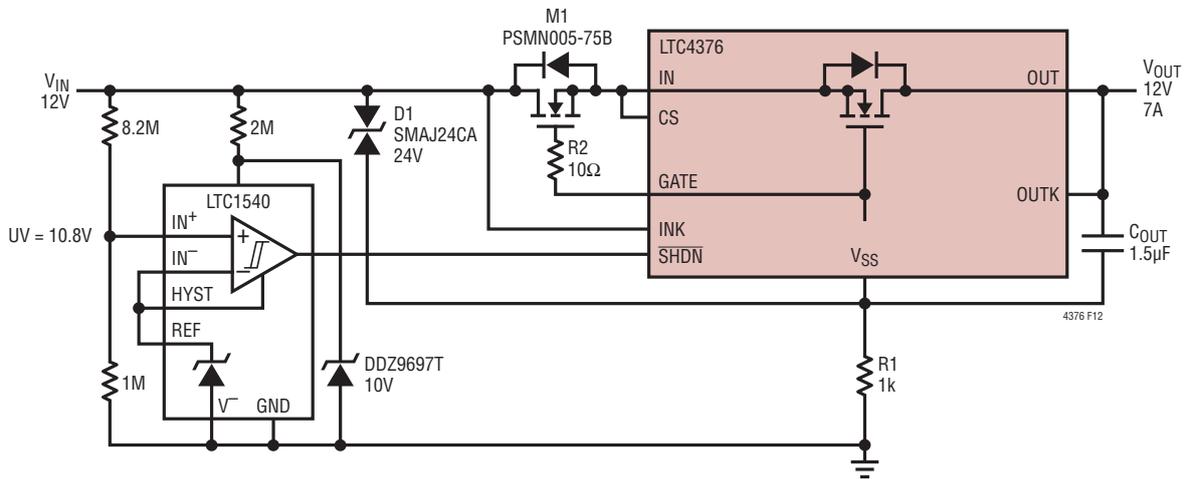


図12. 高精度低電圧ロックアウトを備えた12V負荷スイッチおよび理想ダイオード

アプリケーション情報

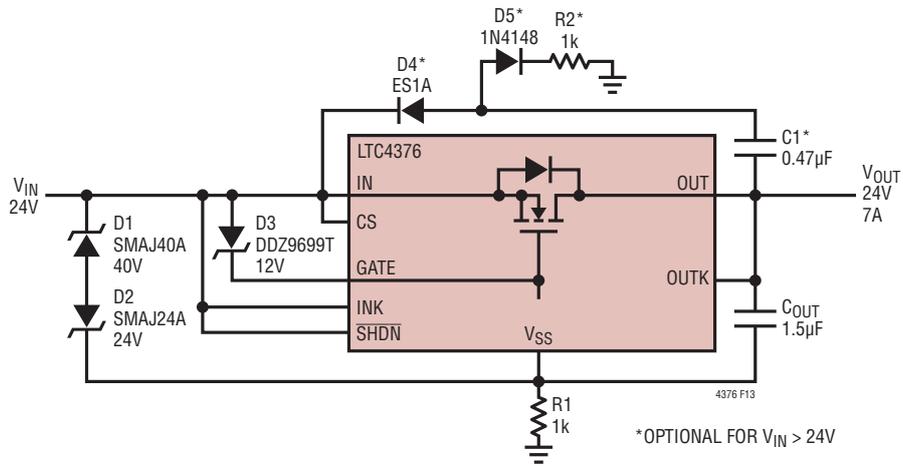


図 13.  $V_{IN} < V_{OUT} - 40V$  に対する逆入力保護を備えた 24V/7A 理想ダイオード

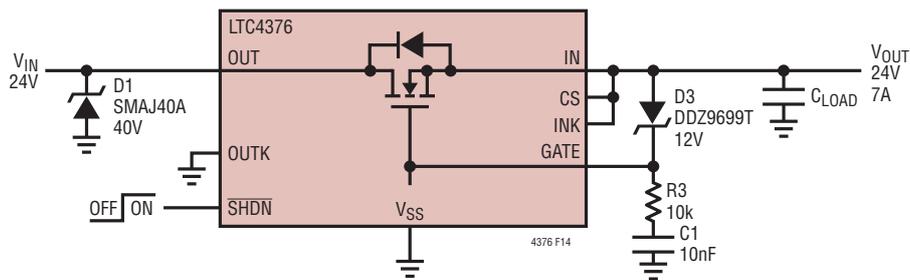


図 14. 理想ダイオード機能のない 24V 負荷スイッチ

## アプリケーション情報

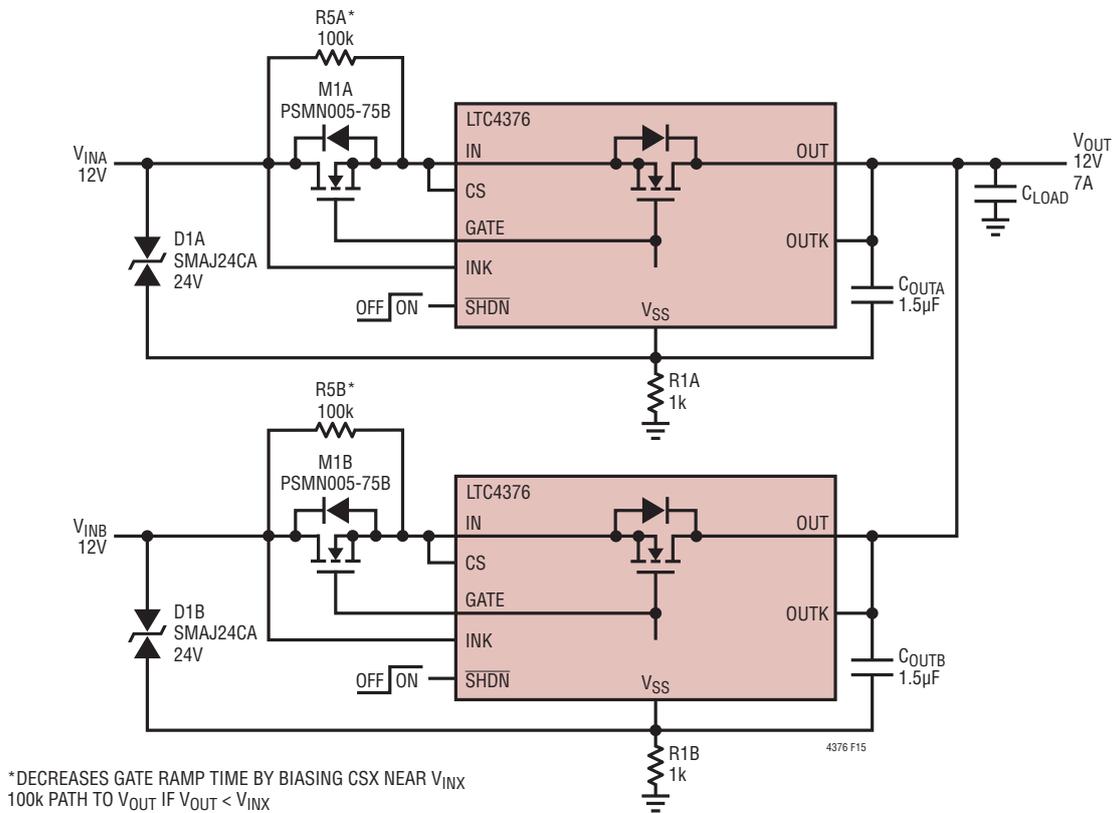


図 15. 選択可能な電源供給回路および逆入力保護を備えたダイオード OR

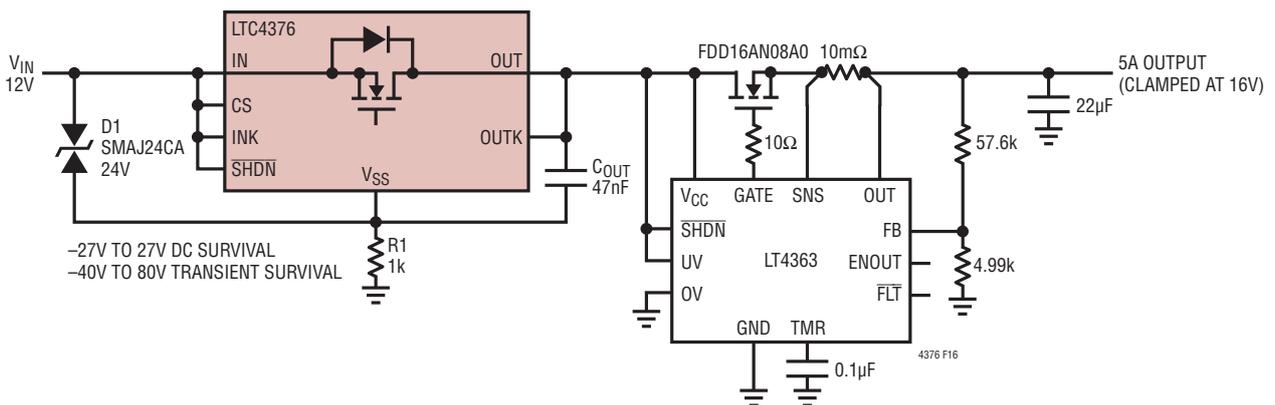
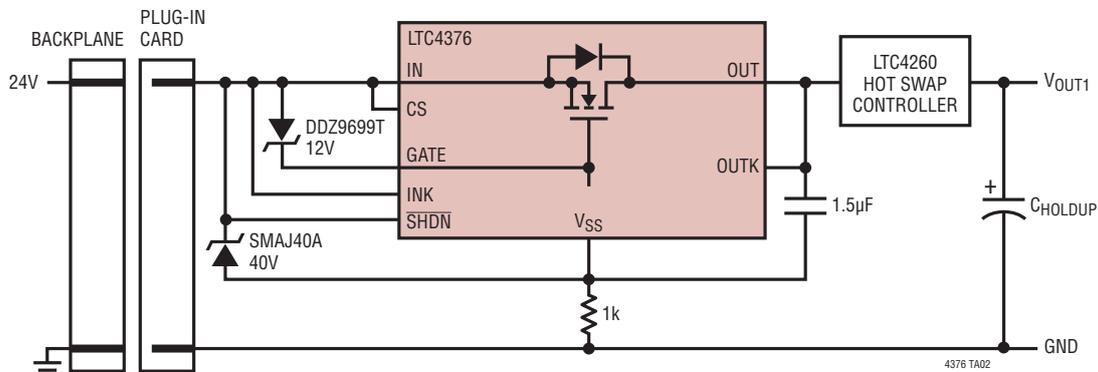


図 16. 過電圧保護回路と理想ダイオードによって逆入力電圧を阻止



## 代表的なアプリケーション

プラグイン・カードでの電源ホールドアップ用入力ダイオード



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT4256-1	高電圧ホットスワップ・コントローラ	アクティブな電流制限、動作電圧: 10.8V~80V、ラッチオフ/自動再試行
LTC4260	I <sup>2</sup> C 互換のモニタ機能を備えた高電圧ホットスワップ・コントローラ	I <sup>2</sup> C と ADC を内蔵、電源電圧範囲: 8.5V~80V
LTC4281	I <sup>2</sup> C 互換のモニタ機能を備えたホットスワップ・コントローラ	I <sup>2</sup> C と ADC を内蔵、電源電圧範囲: 2.9V~33V
LTC4352	低電圧理想ダイオード・コントローラ	Nチャンネル MOSFET を制御、動作電圧: 0V~18V
LTC4353	デュアル低電圧理想ダイオード・コントローラ	2個の Nチャンネル MOSFET を制御、0V~18V で動作
LTC4355	高電圧理想ダイオード OR およびモニタ	2個の Nチャンネル MOSFET を制御、0.4µs のターンオフ時間、80V 動作
LTC4357	高電圧理想ダイオード・コントローラ	1個の Nチャンネル MOSFET を制御、0.5µs のターンオフ時間、80V 動作
LTC4358	5A 理想ダイオード	Nチャンネル MOSFET 内蔵、動作電圧: 9V~26.5V
LTC4359	逆入力保護回路を備えた理想ダイオード・コントローラ	Nチャンネル MOSFET を制御、動作電圧: 4V~80V、逆入力保護: -40V
LT4363	電流制限機能を備えた高電圧サージ・ストッパー	高電圧サージを阻止、4V~80V、-60V の逆入力で動作
LTC4364	理想ダイオードを備えたサージ・ストッパー	動作電圧: 4V~80V、逆入力: -40V、逆出力: -20V
LTC4371	デュアル負電圧理想ダイオード OR コントローラ およびモニタ	2個の MOSFET を制御、ターンオフ時間: 220ns、トランジエント耐電圧 > ±300V
LTC4411	2.6A 理想ダイオード	Nチャンネル MOSFET 内蔵、動作電圧: 2.6V~5.5V
LTC4415	4A デュアル理想ダイオード	Pチャンネル MOSFET 内蔵、動作電圧: 1.7V~5.5V
LTC4413	2.6A デュアル理想ダイオード	Pチャンネル MOSFET 内蔵、動作電圧: 2.5V~5.5V