

# 負電圧 ダイオード OR コントローラ およびモニタ

## 特長

- Nチャネル MOSFET を制御
- パワー・ショットキー・ダイオードの代替デバイス
- 1 $\mu$ s 以下のターンオフ時間により、ピーク・フォールト電流を制限
- 80V 動作
- 発振のないスムーズな切り替え
- 逆 DC 電流なし
- フォールト出力
- フォールト・スレッシュホールドを選択可能
- 8ピン (3mm $\times$ 2mm) DFN および 8ピン SO パッケージ

## アプリケーション

- Advanced TCA システム
- -48V 配電システム
- コンピュータ・システム/サーバ
- テレコム・インフラストラクチャ
- 光ネットワーク

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。Hot Swap、PowerPath および ThinSOT はリニアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

## 概要

LTC<sup>®</sup>4354 は 2 個の外付け N チャネル MOSFET をドライブする負電圧ダイオード OR コントローラです。このデバイスは 2 個のショットキー・ダイオードと付随するヒートシンクに置き換わり、消費電力と実装面積を低減します。N チャネル MOSFET をパス・トランジスタとして使用することにより、消費電力を大幅に低減します。電源を容易に OR 接続できるので、システム全体の電力と信頼性を向上させることが可能です。

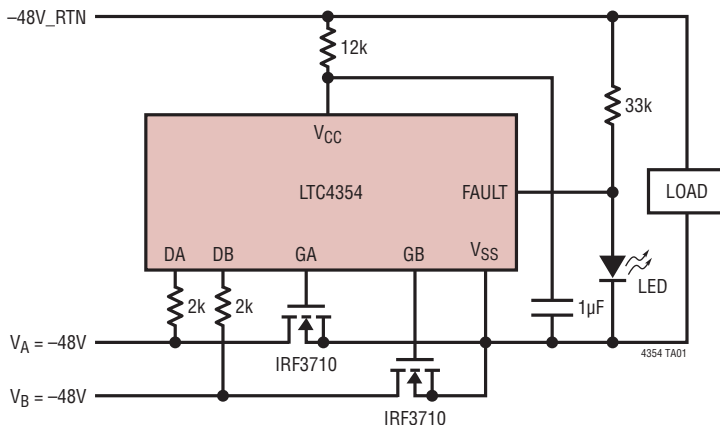
最初の起動時、パス・トランジスタがオンするまで MOSFET のボディ・ダイオードに負荷電流が流れます。LTC4354 はパス・トランジスタの電圧降下をサーボ制御して、発振なしに一方のトランジスタから他方のトランジスタへ滑らかに電流を移します。

電源が故障または短絡すると、必ず 1 $\mu$ s 以内に対応する MOSFET がオフになります。この高速ターンオフにより、逆電流がパス・トランジスタに損傷を与えるレベルに達するのを防ぎます。

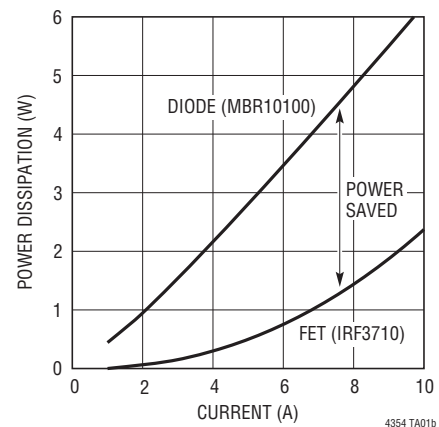
LED または オプトカプラ をドライブ可能なオープン・ドレイン出力を備えたフォールト検出回路が、MOSFET の短絡、MOSFET のオープンまたは電源の故障を通知します。

## 標準的応用例

-48V ダイオード OR



消費電力と負荷電流



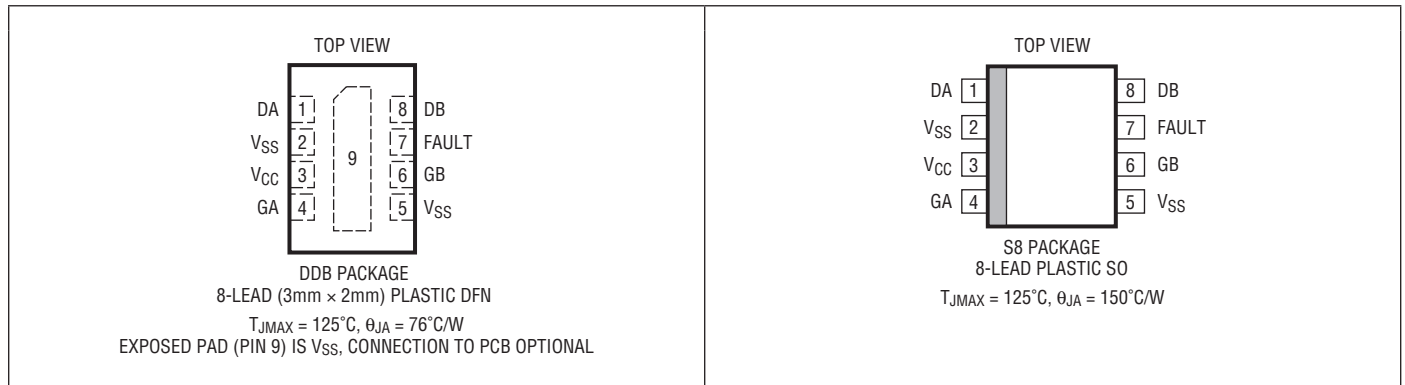
# LTC4354

## 絶対最大定格 (Note 1)

$I_{CC}$ (継続時間 100 $\mu$ s) .....	50mA
出力電圧	
GA, GB .....	-0.3V ~ ( $V_{CC} + 0.3V$ )
FAULT .....	-0.3V ~ 7V
入力電圧	
DA, DB .....	-0.3V ~ 80V
入力電流	
DA, DB 電流 .....	-1mA ~ 20mA

動作温度範囲	
LTC4354C .....	0°C ~ 70°C
LTC4354I .....	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲 .....	-65°C ~ 150°C
リード温度 (半田付け, 10秒) .....	300°C

## ピン配置



## 発注情報

### 無鉛仕上げ

テープアンドリール(ミニ)	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
LTC4354CDDB#TRMPBF	LTC4354CDDB#TRPBF	LBBK	8-Lead (3mm x 2mm) Plastic DFN	0°C to 70°C
LTC4354IDDB#TRMPBF	LTC4354IDDB#TRPBF	LBMB	8-Lead (3mm x 2mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C

TRM = 500 個。\* 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。

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
LTC4354CS8#PBF	LTC4354CS8#TRPBF	4354	8-Lead Plastic SO	0°C to 70°C
LTC4354IS8#PBF	LTC4354IS8#TRPBF	4354I	8-Lead Plastic SO	-40°C to 85°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。  
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。

## 電氣的特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $I_{CC} = 5\text{mA}$ 、 $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$V_Z$	Internal Shunt Regulator Voltage	$I_{CC} = 5\text{mA}$	10.25	11	11.75	V
$\Delta V_Z$	Internal Shunt Regulator Load Regulation	$I_{CC} = 2\text{mA}$ to $10\text{mA}$		200	300	mV
$V_{CC}$	Operating Voltage Range		4.5		$V_Z$	V
$I_{CC}$	$V_{CC}$ Supply Current	$V_{CC} = (V_Z - 0.1\text{V})$ , Note 2 $V_{CC} = 5\text{V}$	0.5	1.2 0.8	2 1.1	 mA
$V_{GATE}$	GATE Pins Output High Voltage	$V_{CC} = 10.25\text{V}$ $V_{CC} = 5\text{V}$	10 4.75		10.25	 V
$I_{GATE}$	GATE Pins Pull-Up Current	$V_{SD} = 60\text{mV}$ ; $V_{GATE} = 5.5\text{V}$ $V_{SD} = 0\text{V}$ ; $V_{GATE} = 5.5\text{V}$	-15 15	-30 30	-60 60	 $\mu\text{A}$
$\Delta V_{SD}$	Source Drain Sense Threshold Voltage	$(V_{SS} - V_{DX})$	10	30	55	mV
$\Delta V_{SD(FLT)}$	Source Drain Fault Detection Threshold	$(V_{SS} - V_{DX})$ ; $V_{CC} = 7\text{V}$ to $V_Z$	200	260	320	mV
$t_{OFF}$	Gate Turn-Off Time in Fault Condition	$C_{GATE} = 3300\text{pF}$ ; $V_{GATE} \leq 2\text{V}$ ; $V_{SD} = -0.4\text{V}$		0.7	1.2	$\mu\text{s}$
$V_{FAULT}$	FAULT Pin Output Low	$I_{FAULT} = 5\text{mA}$		200	400	mV
$I_{FAULT}$	FAULT Pin Leakage Current	$V_{FAULT} = 5\text{V}$			$\pm 1$	$\mu\text{A}$
$I_D$	Drain Pin Input Current	$V_{DX} = 0\text{V}$ $V_{DX} = 80\text{V}$	-3.5 1.1	-2.5 1.5	-1.5 1.9	 mA

**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。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:**  $I_{CC}$  は  $V_{CC}$  電圧が  $2\text{mA}$  の電流での値より  $100\text{mV}$  だけ低くなる電流レベルとして定義されている。

**Note 3:** 内部シャント・レギュレータにより、 $V_{CC}$  ピンは  $V_{SS}$  より  $12\text{V}$  上の電位より下に制限される。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おそれがある。

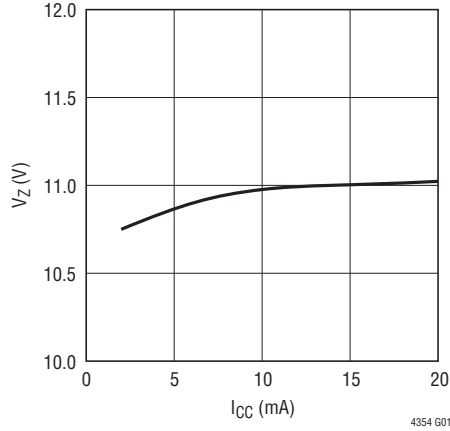
**Note 4:** 注記がない限り、ピンに流れ込む電流はすべてプラスで、すべての電圧は  $V_{SS}$  を基準にしている。

# LTC4354

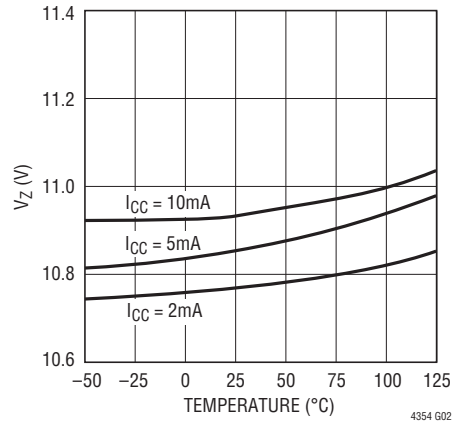
## 標準的性能特性

規格値は  $T_A = 25^\circ\text{C}$  での値。注記がない限り、 $I_{CC} = 5\text{mA}$ 、 $V_{SS} = 0\text{V}$ 。

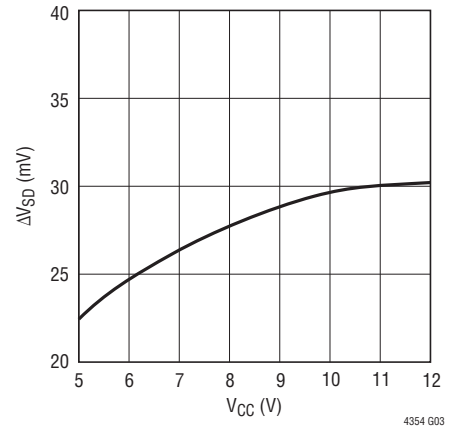
シャント・レギュレータの  
電圧と入力電流



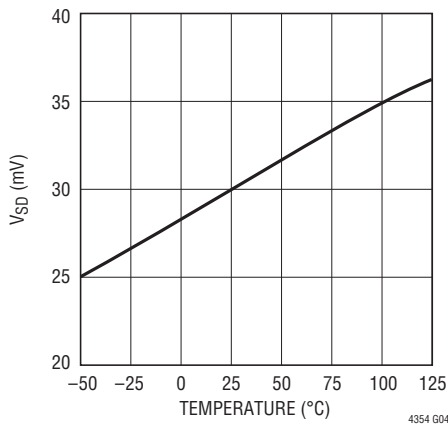
シャント・レギュレータの  
電圧と入力電流と温度



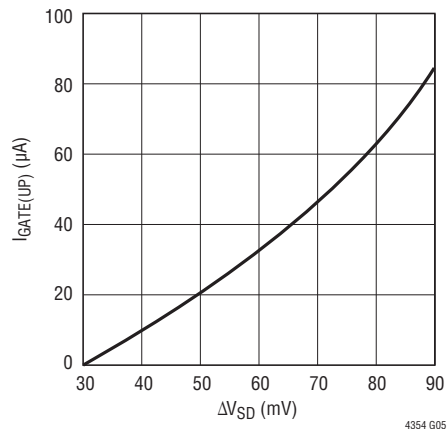
ソース・ドレイン検出電圧と  
電源電圧



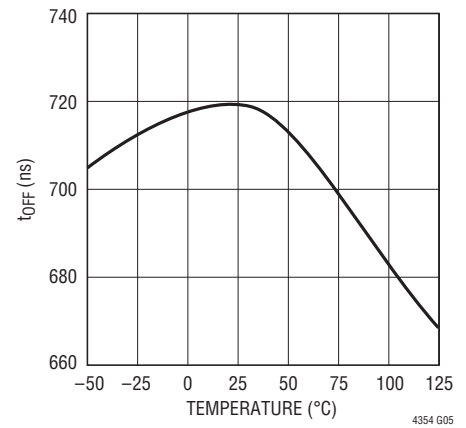
ソース・ドレイン検出電圧と温度



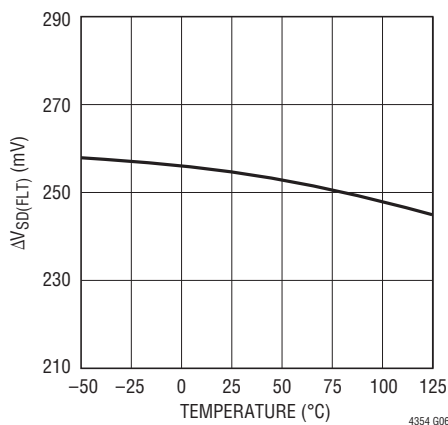
$I_{GATE(UP)}$  と  $\Delta V_{SD}$



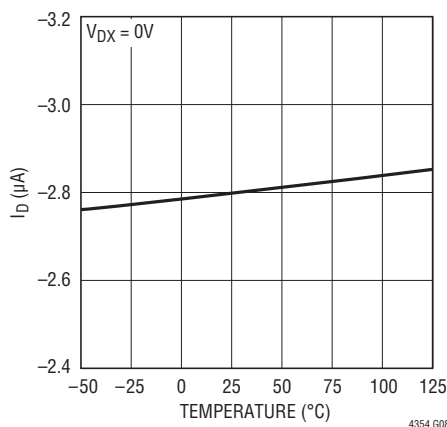
ゲートのターンオフ時間と温度



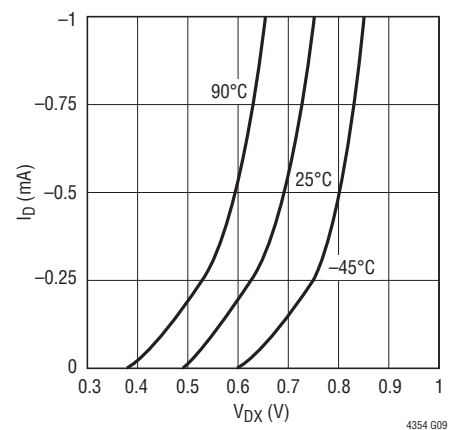
フォールト・スレッショルド電圧と  
温度



ドレイン・ピン電流と温度



ドレイン・ピン電流と電圧



## ピン機能

**DA, DB (ピン1, 8) :** ドレイン電圧検出入力。これらのピンはNチャネルMOSFETのソース-ドレイン電圧降下を検出します。極端なフォールト状態での80Vを越す過渡電圧からこれらのピンを保護するため、外付け抵抗を接続することを推奨します。ケルビン検出では、これらのピンをできるだけドレインに近づけて接続します。使用しない場合、V<sub>SS</sub>に接続します。

**V<sub>CC</sub> (ピン3) :** 正電源電圧入力。抵抗を通して電源のプラス側にこのピンを接続します。標準20mAまでシンクすることができる内部シャント・レギュレータがV<sub>CC</sub>を11Vにクランプします。このピンは1 $\mu$ Fのコンデンサを使ってV<sub>SS</sub>にバイパスします。

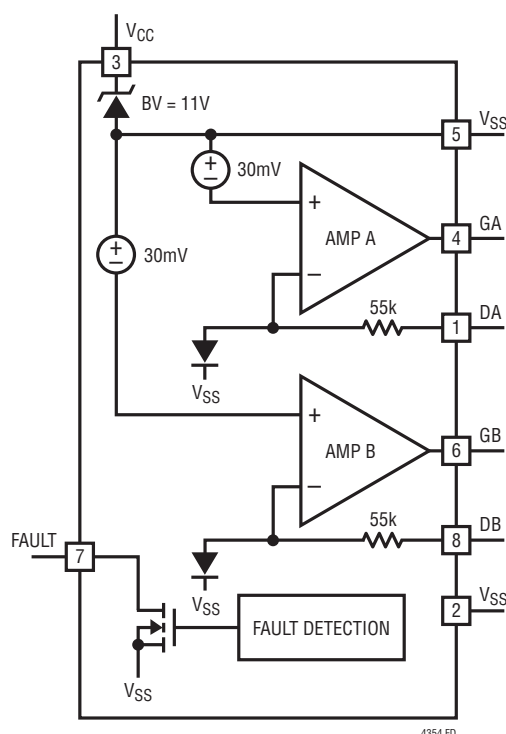
**GA, GB (ピン4, 6) :** ゲート・ドライブ出力。負荷電流によりMOSFETの両端に30mVを越す電圧降下が生じると、ゲート・ピンは最小10Vに引き上げられ、NチャネルMOSFETが完全に導通します。負荷電流が小さいと、ゲートはアクティブにサーボ制御され、MOSFET両端の電圧降下は30mVに保たれます。逆電流によりMOSFET両端に-140mVを越す電圧降下が生じると、1 $\mu$ s以内にピンがV<sub>SS</sub>に引き下げられます。パス・トランジスタが短時間にオフするので、過度の逆電流が防がれます。使用しない場合、これらのピンは開放状態にします。

**V<sub>SS</sub> (ピン2, 5) :** 負電源電圧入力。これはデバイスの負電源入力で、コモンソース接続のNチャネルMOSFETに接続します。これはサーボ・アンプのソース電圧検出入力にも接続されています。ケルビン検出では、ピン5をMOSFETのコモンソース端子にできるだけ近づけて接続します。

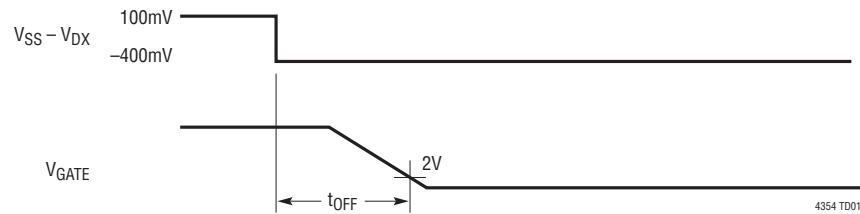
**FAULT (ピン7) :** フォールト出力。通常はFAULTピンをV<sub>SS</sub>に引き下げて電流をシャントし、外部LEDやオプトカプラをオフに保つオープン・ドレイン出力です。フォールト状態(パス・トランジスタが完全にオンし、その両端の電圧降下がフォールト・スレッショルドを超えます)では、FAULTピンは高インピーダンスになり、LEDやオプトカプラがオンします。これはパス・トランジスタの片方または両方がオープンまたはショートして、2個の電源のあいだに貫通電流が生じたことを示します。使用しない場合、V<sub>SS</sub>に接続します。

**露出パッド (ピン9) :** 露出パッドはV<sub>SS</sub>と共通で、オープンにしておくか、ピン2とピン5に接続することができます。

## 機能図



## タイミング図



## 動作

高い可用性を要するシステムでは、冗長性をもたせてシステムの信頼性を高めるため、多くの場合、並列に接続された電源やバッテリー・フィードが採用されます。ダイオードをOR結合することが、これらの電源をポイントオブロードで接続する一般的な方法でした。この手法の弱点は、順方向電圧降下が大きく、そのため効率が低下することです。この電圧降下により、利用可能な電源電圧が減少し、大きな電力を消費します。望ましい回路は、ダイオード似た動作をするが、電圧降下やそれに付随する電力消費がない回路でしょう。

LTC4354は負電圧ダイオードORコントローラで、OR結合ダイオードを置き換えるパス・トランジスタとしての2個の外付けNチャンネルMOSFETをドライブします。これらのMOSFETはソース・ピンが一緒に接続されています。共通ソース・ノードは、デバイスの負電源である $V_{SS}$ ピンに接続されます。このノードは、ゲートを制御してパス・トランジスタ両端の電圧降下を制御するアンプの正入力にも接続されています。ショットキー・ダイオードをNチャンネルMOSFETを使って置き換えると、高電力アプリケーションで電力消費が低下し、高価なヒートシンクや大きな熱レイアウトが不要になります。

起動時に、初期負荷電流がMOSFETのボディ・ダイオードを流れて、端子電圧が低い方の電源に戻ります。関連したゲート・ピンは直ちにランプアップを開始してMOSFETをオンします。アンプはソース接続とドレイン接続のあいだの電圧降下を30mVに制御しようとします。負荷電流により電圧降下が30mVより大きくなると、ゲートが上昇し、MOSFETの導通状態をさらに強めます。MOSFETのゲートは最終的には完全にオン状態にドライブされ、電圧降下は $R_{DS(ON)} \cdot I_{LOAD}$ に等しくなります。

電源電圧がほぼ等しいと、この安定化手法により、負荷電流はそれらの電源のあいだで滑らかに分担され、発振しません。各パス・トランジスタを流れる電流のレベルは、MOSFETの $R_{DS(ON)}$ と電源の出力インピーダンスに依存します。

電流のほとんどまたは全部を供給している電源がリターン側に短絡するなど、電源が故障した場合、大きな逆電流が負荷容量から他方のMOSFETのボディ・ダイオードを通り、オンしているMOSFETを通して2番目の電源に流れ始めます。LTC4354はこの故障状態が現れると直ちにそれを検知して、1 $\mu$ s以内にMOSFETをオフします。この高速ターンオフにより、逆電流が損傷を与えるレベルにまでランプアップするのを防ぎます。

パス・トランジスタが完全にオンしているのにその両端の電圧降下がフォールト・スレッショルドを超すと、FAULTピンが高インピーダンスになります。これにより、LEDまたはオプトカップラがオンすることができ、片方または両方のパス・トランジスタが故障したことを表示します。

LTC4354は電流制限抵抗を通してシステムのグラウンドから電力を供給されます。最大20mAをシンクすることができる内部シャント・レギュレータが $V_{CC}$ ピンを $V_{SS}$ より11V上にクランプします。 $V_{CC}$ ピンと $V_{SS}$ ピンのあいだに接続された1 $\mu$ Fのバイパス・コンデンサにより、電源トランジェントが除去され、AC電流がデバイスに供給されます。

## アプリケーション情報

### 入力電源

デバイスの電源は外部電流制限抵抗( $R_{IN}$ )を通して $-48V_{RTN}$ から得られます。内部シャント・レギュレータが $V_{CC}$ ピンの電圧を11Vにクランプします。 $V_{SS}$ には1 $\mu$ Fのデカップリング・コンデンサを推奨します。これはデバイスにソフトスタート機能も提供します。

予期される入力動作電圧で2mAの最大電源電流の要件に適合するように $R_{IN}$ を選択します。

$$R_{IN} \leq \frac{(V_{IN(MIN)} - V_{Z(MAX)})}{I_{CC(MAX)}}$$

この抵抗の電力消費は最大DC入力電圧で次のように計算されます。

$$P = \frac{(V_{IN(MAX)} - V_{CC(MIN)})^2}{R_{IN}}$$

電力消費が1個の抵抗にとって大きすぎる場合、1個の高電力部品の代わりに複数個の低電力抵抗を直列に使用します。

### MOSFETの選択

LTC4354はNチャネルMOSFETをドライブして負荷電流を流します。MOSFETの重要な特性は、オン抵抗 $R_{DS(ON)}$ 、最大ドレイン・ソース電圧 $V_{DSS}$ 、およびスレッショルド電圧です。

MOSFETのゲート・ドライブは10V～12Vであることが保証されています。このため、標準的スレッショルド電圧のNチャネルMOSFETを使用することができます。ゲートとソースのあいだの定格ブレークダウン電圧が12Vより小さい場合、外付けのツェナー・ダイオードを使って、 $V_{CC}$ ピンの電位をわずか4.5Vにクランプすることができます。

最大許容ドレイン・ソース電圧( $V_{(BR)DSS}$ )は電源電圧より高くなければなりません。入力が短絡すると、全電源電圧がMOSFETの両端に現れます。

LTC4354はゲート電圧を制御することによりMOSFET両端の電圧降下を順方向で30mVにサーボ制御しようとし、電圧降下が260mVのフォールト・スレッショルドを超えるとフォールト信号を送ります。 $R_{DS(ON)}$ は十分小さくして、フォールトをトリガすることなく最大負荷電流を流し、最大負荷電流( $I^2 \cdot R_{DS(ON)}$ )でMOSFETの電力定格内に留まるようにします。

### フォールト状態

LTC4354はフォールト状態をモニタし、LEDまたはオプトカプラをオンしてフォールトを表示します。パス・トランジスタ両端の電圧降下が260mVのフォールト・スレッショルドを超すと、FAULTピンの内部プルダウンがオフするので、電流がLEDまたはオプトカプラを通して流れることができます。パス・トランジスタ両端の電圧が上昇する条件に含まれるのは、負荷回路の短絡、過度の負荷電流、電流を流しているときのFETのオープン、および電源電圧が高い方のチャネルのFETの短絡です。フォールト・スレッショルドは内部で260mVに設定されています。

電源電圧が負方向に大きな方のチャネルのFETがオープンした場合、電圧差が十分大きいとDAピンまたはDBピンのサブストレート・ダイオードが順方向にバイアスされます。これらのピンから流れ出す電流を安全なレベル(<1mA)に制限して、デバイスのラッチアップを防ぐ必要があります。ショットキー・ダイオードを使って、図1に示されているように、DAピンとDBピンの電圧をクランプすることができます。

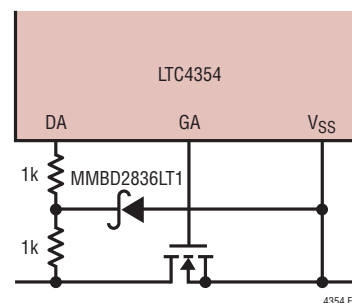


図1. DAピンとDBピンを負入力から保護する方法。  
1チャネルが示されている。

## アプリケーション情報

### システム電源の故障

LTC4354は入力電位が負方向に大きい方のシステム電源から自動的に負荷電流を供給します。この電源がリターン側に短絡されると、そのパス・トランジスタから大きな逆電流が流れます。この逆電流がパス・トランジスタのドレイン・ピンとソース・ピンの両端に-140mVを超える電圧降下を生じると、LTC4354はゲートを“L”に高速でドライブし、パス・トランジスタをオフします。

残されたシステム電源は、チャンネルがオンするまで、そのパス・トランジスタのボディ・ダイオードを通して負荷電流を供給します。LTC4354はゲートをランプアップさせてNチャンネルMOSFETをオンし、その両端の電圧降下を減らします。このプロセスに要する時間はMOSFETのゲート電荷に依存しますが、1msを超すことはありません。

### ドレイン抵抗

80Vを超す過渡電圧からDAピンとDBピンを保護するため2個の抵抗が必要です。電位が低い方の電源が故障のためリターン側に短絡した場合、逆電流が短時間のあいだパス・トランジスタを通して他方の電源に流れ、出力コンデンサを放電します。この電流は電流経路に沿った寄生インダクタンスにエネルギーを貯めます。パス・トランジスタがオフすると、このエネルギーはFETのドレイン端子がブレイクダウン電圧に達するまでこの端子を高く強制します。この電圧が80Vより高い

と、DAピンとDBピンの内部ESDデバイスがブレイクダウンし、損傷を受ける可能性があります。外付けのドレイン抵抗がこれらのピンへの電流を制限し、ESDデバイスを保護します。48Vのアプリケーションには2k抵抗を推奨します。抵抗値がこれより大きいと、ドレイン・ピンの入力電流により、ソース・ドレイン検出スレッショルド電圧が増加します。

### ループの安定性

サーボ・ループはパワーNチャンネルMOSFETの寄生容量によって補償されます。これ以外の補償部品は通常不要です。寄生容量が非常に小さなMOSFETを選んだ場合、1000pFの補償コンデンサをゲート・ピンとソース・ピンのあいだに接続する必要があるかもしれません。

### 設計例

負荷電流が最大5Aの-36V~-72Vシステムの部品の選択に必要な計算を以下に示します(図2を参照)。

まず、入力のドロッピング抵抗を選択します。この抵抗は電源が-36Vのとき2mA流せるようにします。

$$R_{IN} \leq \frac{(36V - 11.5V)}{2mA} = 12.25k$$

これより小さくて最も近い5%値は12kです。

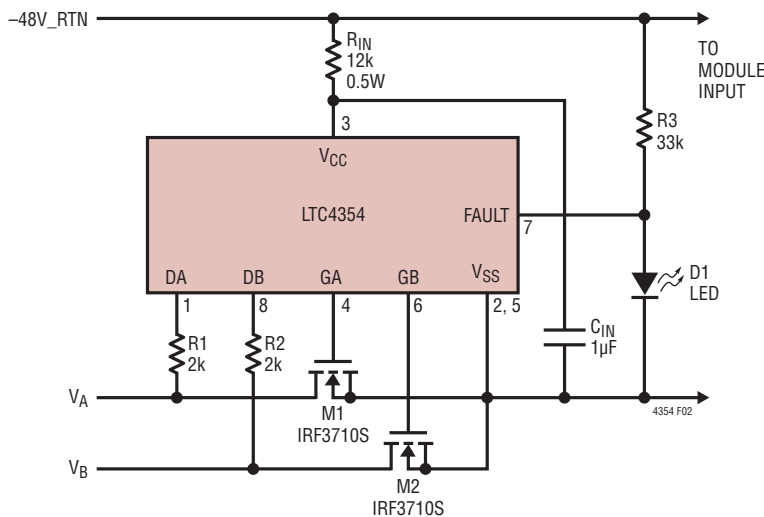


図2. -36V~-72V/5Aの設計例



## アプリケーション情報

$R_{IN}$  のワーストケースの電力消費は次のとおりです。

$$P = \frac{(72V - 10.5V)^2}{12k} = 0.315W$$

12k 0.5W 抵抗を選択するか、または2個の5.6k 0.25W 抵抗を直列に使用します。

次に、NチャンネルMOSFETを選択します。 $R_{DS(ON)} = 23m\Omega$  (最大)のDD-Pakパッケージの100V、IRF3710Sにより、最適ソリューションが得られます。その両端の最大電圧降下は次のようになります。

$$\Delta V = (5A)(23m\Omega) = 115mV$$

MOSFETの最大電力消費は次のとおりわずかです。

$$P = (5A)(115mV) = 0.6W$$

入力電源の故障時に生じるおそれのある高電圧スパイクによる損傷からDAピンとDBピンを保護するため、R1とR2は2kを選択します。

LEDとD1は完全にオンするのに少なくとも1mA必要なので、R3は33kにして、-36Vの最小入力電源電圧に対応させます。

## レイアウトの検討事項

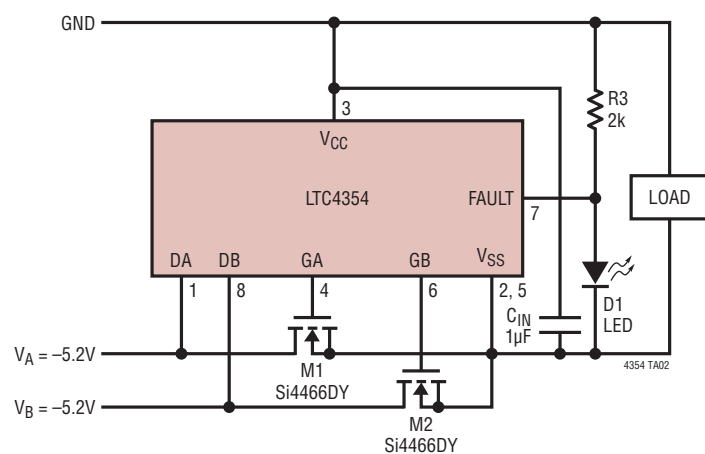
LTC4354用のプリント回路基板をレイアウトするとき、以下の事項に配慮してください。

バイパス・コンデンサはAC電流をデバイスに供給しますので、 $V_{CC}$ ピンと $V_{SS}$ ピンにできるだけ近づけて配置します。サーボ・アンプの入力(DAピン、DBピンおよび $V_{SS}$ ピン)は、十分な精度を得るためケルビン接続を使ってMOSFETの端子に直接接続します。

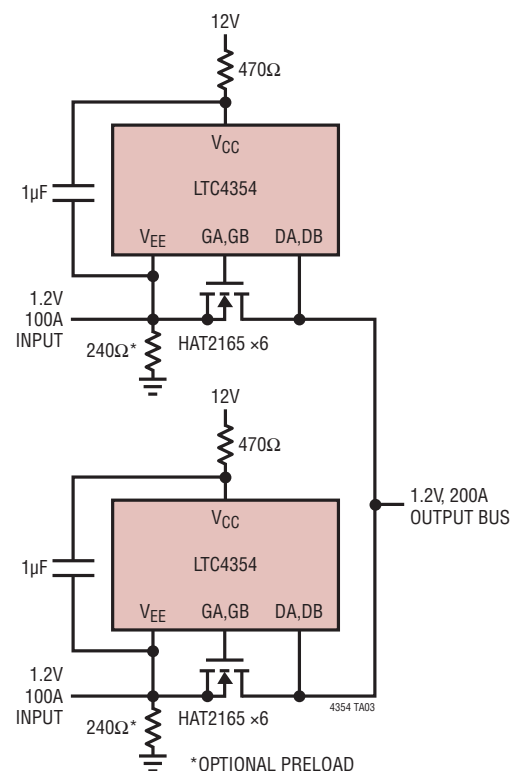
MOSFETへのトレースは幅を広く、長さを短くします。MOSFETを通る電力経路に関連したPCBトレースは抵抗を小さくします。

## 標準的応用例

-5.2V ダイオード OR コントローラ



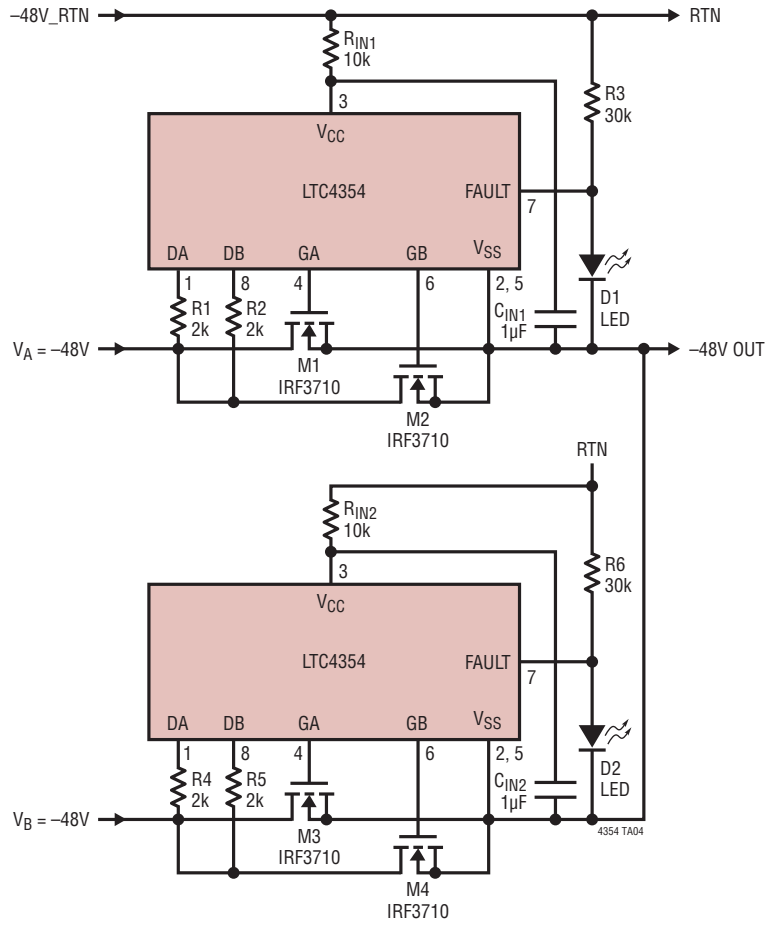
正の低電圧ダイオード OR 結合による複数のスイッチング・コンバータの結合



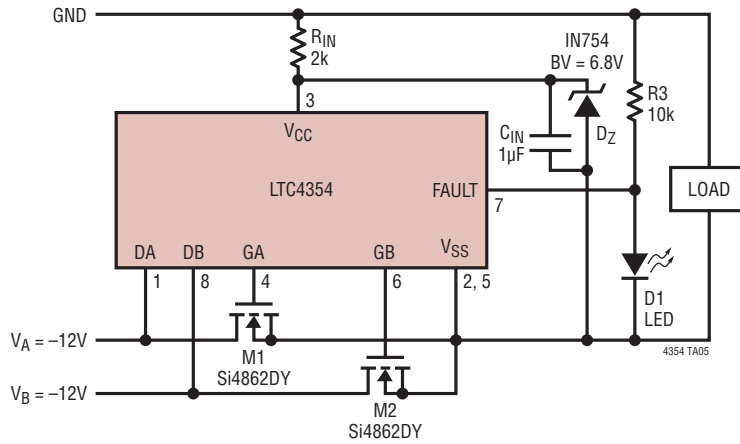
\* OPTIONAL PRELOAD

## 標準的応用例

FETを並列接続した-36V~-72V/20A高電流電源



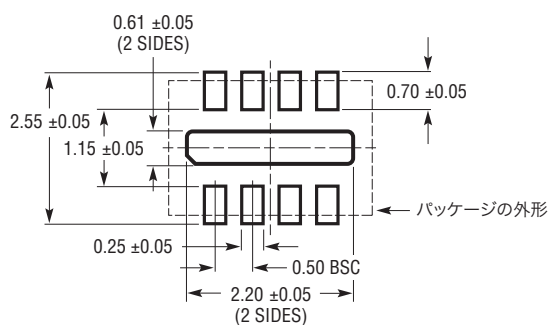
-12VダイオードORコントローラ



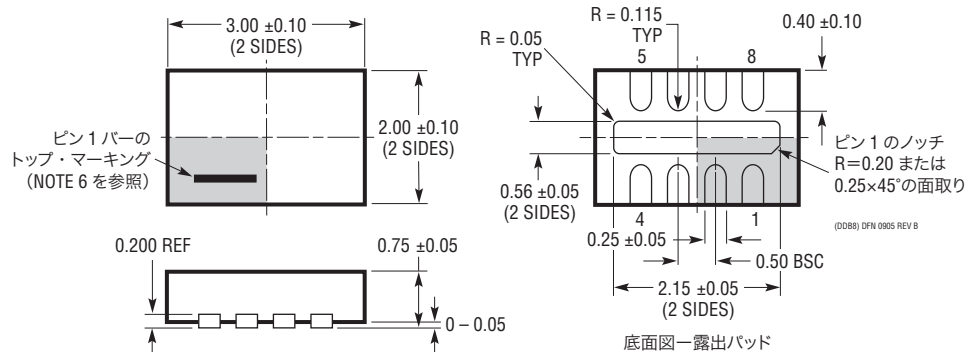
## パッケージ

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

**DDB パッケージ**  
**8ピン・プラスチック DFN (3mm×2mm)**  
 (Reference LTC DWG # 05-08-1702 Rev B)



推奨する半田パッドのピッチと寸法



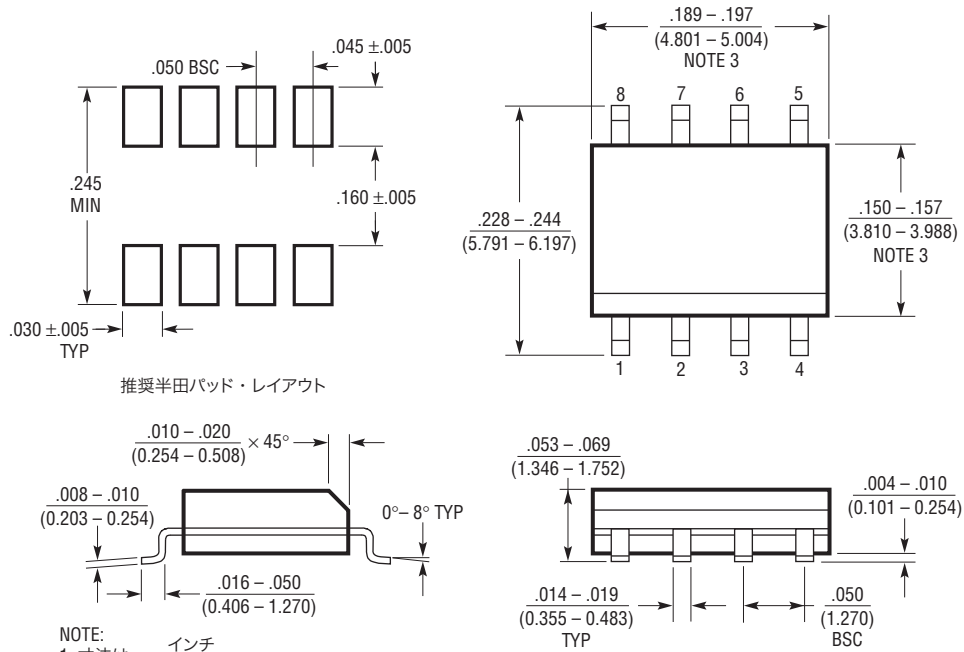
## NOTE:

1. 図面は JEDEC のパッケージ外形 MO-229 のバージョン (WECD-1) に適合
2. 図は実寸とは異なる
3. すべての寸法はミリメートル
4. パッケージ底面の露出パッドの寸法にはモールドのバリを含まない。  
モールドのバリは (もしあれば) 各サイドで 0.15mm を超えないこと
5. 露出パッドは半田メッキとする
6. 網掛けの部分はパッケージの上面と底面のピン 1 の位置の参考に過ぎない

## 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/> をご覧ください。

### S8パッケージ 8ピン・プラスチックSO(細型0.150インチ) (Reference LTC DWG # 05-08-1610)



- NOTE:
1. 寸法は  $\frac{\text{インチ}}{\text{(ミリメートル)}}$
  2. 図は実寸とは異なる
  3. これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない。  
モールドのバリまたは突出部は  $0.006''$  ( $0.15\text{mm}$ ) を超えないこと

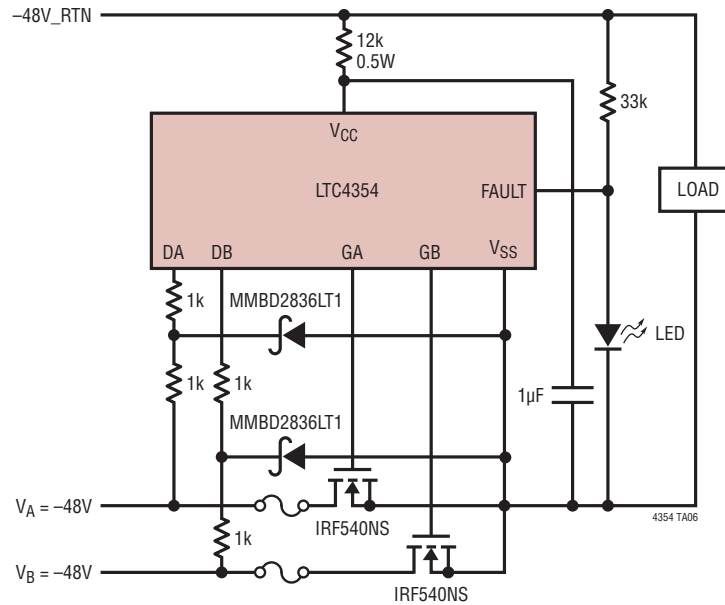
S08 0303

## 改訂履歴 (改訂履歴は Rev C から開始)

REV	日付	概要	ページ番号
C	04/12	「ピン配置」と「発注情報」のフォーマットを更新	2
		図2 を変更	8
		DDB パッケージの図を更新	11

## 標準的応用例

ヒューズ・モニタ付き-48VダイオードORコントローラ



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
LT1640AH/LT1640AL	SO-8 入り負高電圧 Hot Swap™ コントローラ	-10V ~ -80V の負高電圧電源
LT4250	-48V ホットスワップ・コントローラ	アクティブ電流制限、-20V ~ -80V の電源
LTC4251/LTC4251-1 LTC4251-2	SOT-23 入り -48V ホットスワップ・コントローラ	高速アクティブ電流制限、-15V 電源
LTC4252-1/LTC4252-2 LTC4252-1A/LTC4252-2A	MS8/MS10 入り -48V ホットスワップ・コントローラ	高速アクティブ電流制限、-15V 電源、ドレイン加速応答
LTC4253	シーケンサ付き -48V ホットスワップ・コントローラ	高速アクティブ電流制限、-15V 電源、ドレイン加速応答、シーケンス制御されたパワーグッド出力
LT4351	MOSFET ダイオード OR コントローラ	N チャンネル MOSFET、1.2V ~ 18V、高電流の高速スイッチング
LTC4412	ThinSOT™ パッケージの低損失 PowerPath™ コントローラ	P チャンネル MOSFET、3V ~ 28V の範囲