

LM5001

LM5001 High Voltage Switch Mode Regulator



Literature Number: JAJ5AP5

LM5001

高耐圧スイッチ・モード・レギュレータ

概要

LM5001 高耐圧スイッチ・モード・レギュレータは外付け部品をほとんど使用しないで、効率的な高耐圧ブースト、フライバック、SEPIC、フォワード・コンバータを実現するために必要なすべての機能を備えています。使い勝手の良いこのレギュレータはピーク電流限界値 1A、耐圧 75V の N チャンネル MOSFET を内蔵しています。電流モード制御が本質的に備える特性によって、ループ補償と入力電圧フィードフォワードが容易で、入力トランジェント除去性能が優れています。スイッチング周波数は 1 個の抵抗によって設定され、最高 1.5MHz までの範囲で設定可能です。オシレータは外部クロックに同期させることも可能です。そのほか、電流制限、サーマル・シャットダウン、アンダーボルテージ・ロックアウト、外部シャットダウン機能などの保護機能を備えています。このデバイスは、SO-8 と LLP-8 パッケージで提供されます。

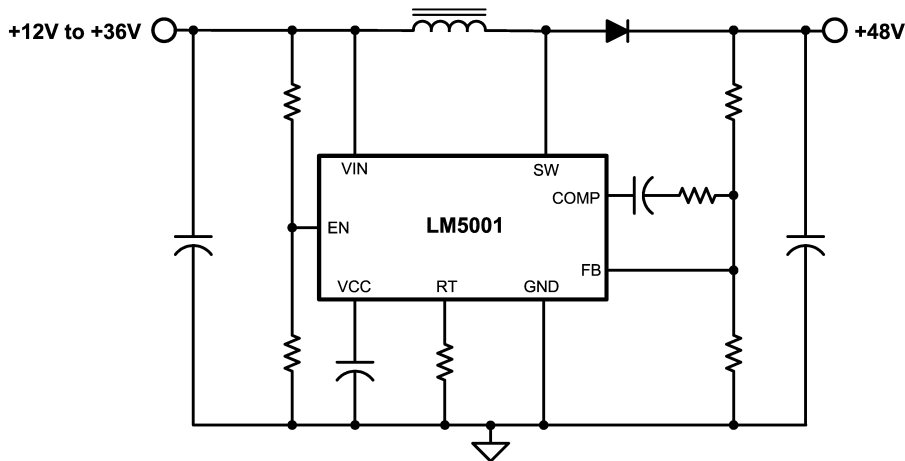
特長

- 75V N チャンネル MOSFET 内蔵
- 3.1V ~ 75V の超広入力電圧範囲
- 高耐圧バイアス・レギュレータ内蔵
- 可変出力電圧
- 1.5% の出力電圧精度
- 電流モード制御
- 広帯域エラー・アンプ
- 電流センスと電流制限回路を内蔵
- スロープ補償を内蔵
- 最大デューティ・サイクル制限が 85%
- 単一抵抗によるオシレータ設定
- オシレータの外部同期機能
- イネーブル / アンダーボルテージ・ロックアウト (UVLO) ・ピ
ン
- サーマル・シャットダウン

パッケージ

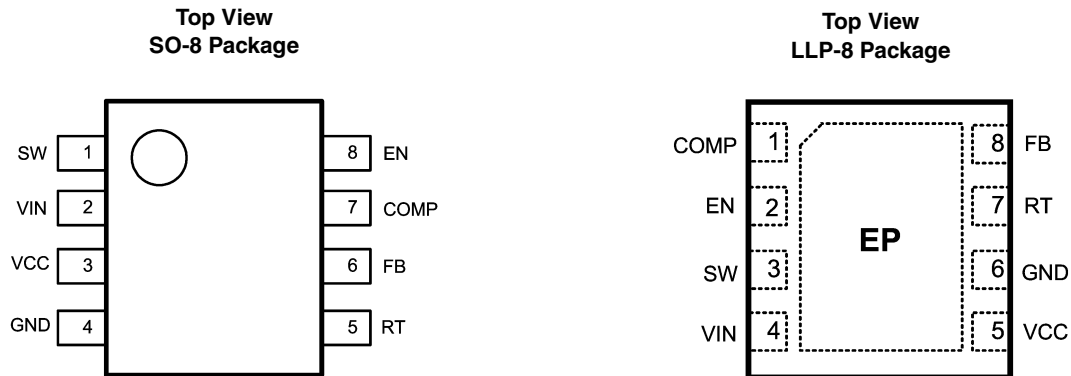
- SO-8
- LLP-8 (4mm × 4mm)

代表的なアプリケーション



Boost Regulator Application Schematic

ピン配置図



製品情報

Order Number	Package Type	NSC Package Drawing	Supplied As
LM5001MA	SO-8	M08A	95 Units in a Rail
LM5001MAX	SO-8	M08A	2500 Units on Tape and Reel
LM5001SD	LLP-8	SDC08A	1000 Units on Tape and Reel
LM5001SDX	LLP-8	SDC08A	4500 Units on Tape and Reel
LM5001SDE	LLP-8	SDC08A	250 Units on Tape and Reel

ピン説明

ピン番号		名称	説明	アプリケーション情報
SO	LLP			
1	3	SW	スイッチング・ピン	内蔵パワー MOSFET のドレイン・ピン。
2	4	VIN	電源入力ピン	公称動作範囲は 3.1V ~ 75V です。
3	5	VCC	バイアス・レギュレータからの出力、または外部バイアス電源用の入力	VCC は 6.9V まで VIN に追従します。VIN が 6.9V を超えると、VCC は 6.9V にレギュレートされます。0.47µF 以上のセラミック・デカップリング・コンデンサが必要です。このピンに外部電圧 (7V ~ 12V) を印加すると、内蔵 VCC レギュレータがディスエーブルとなり、内部の消費電力が抑えられ、コンバータの効率が向上します。
4	6	GND	グラウンド	レギュレータ制御回路とパワー MOSFET 電流センス抵抗接続用の内部基準電位。
5	7	RT	オシレータ周波数の設定およびオプションの外部同期パルス入力	内部オシレータはこのピンと GND ピン間の抵抗によって設定されます。推奨周波数範囲は 50kHz ~ 1.5MHz です。RT ピンは、外部クロック源からの外部同期パルスの入力としても使用します。外部同期クロックと RT ピンの接続は、100 pF コンデンサの使用を推奨します。
6	8	FB	レギュレートされた出力電圧からのフィードバック入力	このピンは内部エラー・アンプの反転入力に接続されます。1.26V リファレンス電圧は、エラー・アンプの非反転入力に内部で接続されています。
7	1	COMP	内部エラー・アンプのオープン・ドレイン出力	COMP ピンと FB ピン間にループ補償回路を接続してください。COMP は 5k の内蔵抵抗でプルアップされており、絶縁されたグラウンド・アプリケーション用にオプトカップラ用トランジスタのバイアスが可能です (FB がグラウンドに接続されているとき)。

ピン説明 (つづき)

ピン番号		名称	説明	アプリケーション情報
SO	LLP			
8	2	EN	イネーブル / アンダーボルテージ・ロックアウト / シャットダウン入力	外付けの分圧回路を使うと、電源のアンダーボルテージ・ロックアウト・スレッシュホールドの設定が可能です。EN ピンを未接続状態にしておくと、6 μ A プルアップ電流源によって EN ピンが High に強制され、レギュレータがイネーブルとなります。
NA	EP	EP	露出型パッド、LLP のみ	ピン 6 に抵抗性接続されているパッケージ裏面の露出型金属パッド。熱放散特性を向上させるために、このパッドをプリント基板のグラウンド・プレーンに接続することを推奨します。

絶対最大定格 (Note 1)

本データシートには軍用・航空宇宙用の規格は記載されていません。
関連する電気的信頼性試験方法の規格を参照ください。

保存温度

- 65 ~ + 150

ESD 耐圧 (Note 2)

人体モデル

2kV

VIN と GND 間	76V
SW と GND 間 (定常状態)	- 0.3V ~ + 76V
VCC、EN と GND 間	14V
COMP、FB、RT と GND 間	- 0.3V ~ 7V
最大接合部温度	150

動作条件

VIN	3.1V ~ 75V
動作接合部温度範囲	- 40 ~ + 125

電気的特性

標準字体で記載されたリミット値は $T_j = 25$ の場合に限ります。太字で記載されたリミット値は - 40 ~ + 125 の接合部温度 (T_j) 範囲で適用されます。最小リミット値 / 最大リミット値は、試験、設計、または統計上の相関関係により保証されています。代表 (Typ) 値は $T_j = 25$ でのパラメータの最も標準と考えられる値を表し、参照を目的としてのみ提示されます。特記のない限り、以下の規格は、 $V_{VIN} = 10V$ 、 $R_{RT} = 48.7k$ の場合に適用されます。Note 3 を参照してください。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
STARTUP REGULATOR						
$V_{VCC-REG}$	VCC Regulator Output		6.55	6.85	7.15	V
	VCC Current Limit	$V_{VCC} = 6V$	15	20		mA
	VCC UVLO Threshold	V_{VCC} increasing	2.6	2.8	3	V
	VCC Undervoltage Hysteresis			0.1		V
	Bias Current (I_{IN})	$V_{FB} = 1.5V$		3.1	4.5	mA
I_Q	Shutdown Current (I_{IN})	$V_{EN} = 0V$		95	130	μA
EN THRESHOLDS						
	EN Shutdown Threshold	V_{EN} increasing	0.25	0.45	0.65	V
	EN Shutdown Hysteresis			0.1		V
	EN Standby Threshold	V_{EN} increasing	1.2	1.26	1.32	V
	EN Standby Hysteresis			0.1		V
	EN Current Source			6		μA
MOSFET CHARACTERISTICS						
	MOSFET $R_{DS(ON)}$ plus Current Sense Resistance	$I_D = 0.5A$		490	800	$m\Omega$
	MOSFET Leakage Current	$V_{SW} = 75V$		0.05	5	μA
	MOSFET Gate Charge	$V_{VCC} = 6.9V$		4.5		nC
CURRENT LIMIT						
I_{LIM}	Cycle by Cycle Current Limit		0.8	1.0	1.2	A
	Cycle by Cycle Current Limit Delay			100	200	ns
OSCILLATOR						
F_{SW1}	Frequency1	$R_{RT} = 48.7 k\Omega$	225	260	295	KHz
F_{SW2}	Frequency2	$R_{RT} = 15.8 k\Omega$	660	780	900	KHz
$V_{RT-SYNC}$	SYNC Threshold		2.2	2.6	3.2	V
	SYNC Pulse Width Minimum	$V_{RT} > V_{RT-SYNC} + 0.5V$		15		ns
PWM COMPARATOR						
	Maximum Duty Cycle		80	85	90	%
	Min On-time	$V_{COMP} > V_{COMP-OS}$		35		ns
	Min On-time	$V_{COMP} < V_{COMP-OS}$		0		ns
$V_{COMP-OS}$	COMP to PWM Comparator Offset		0.9	1.30	1.55	V

電気的特性 (つづき)

標準字体で記載されたリミット値は $T_J = 25$ の場合に限り、太字で記載されたリミット値は $-40 \sim +125$ の接合部温度 (T_J) 範囲で適用されます。最小リミット値 / 最大リミット値は、試験、設計、または統計上の相関関係により保証されています。代表 (Typ) 値は $T_J = 25$ でのパラメータの最も標準と考えられる値を表し、参照を目的としてのみ提示されます。特記のない限り、以下の規格は、 $V_{VIN} = 10V$ 、 $R_{RT} = 48.7k$ の場合に適用されます。Note 3 を参照してください。

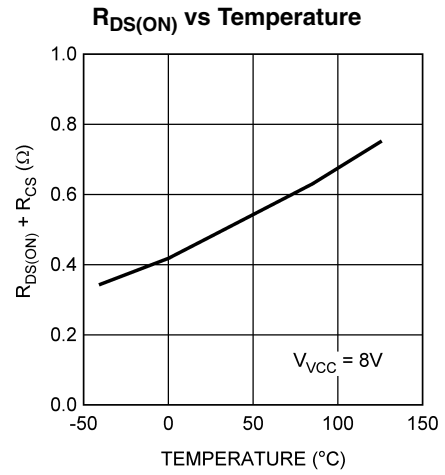
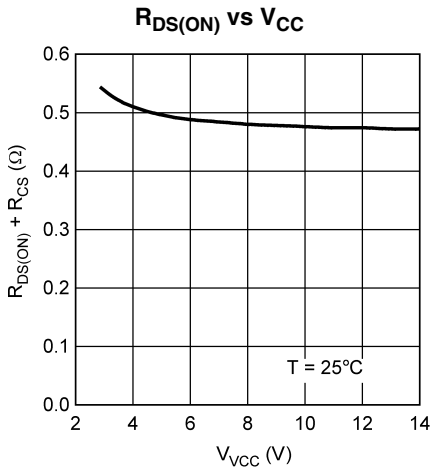
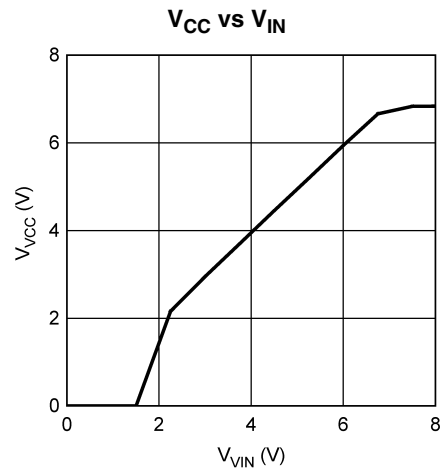
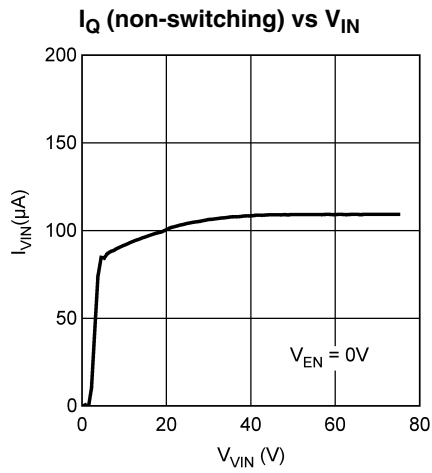
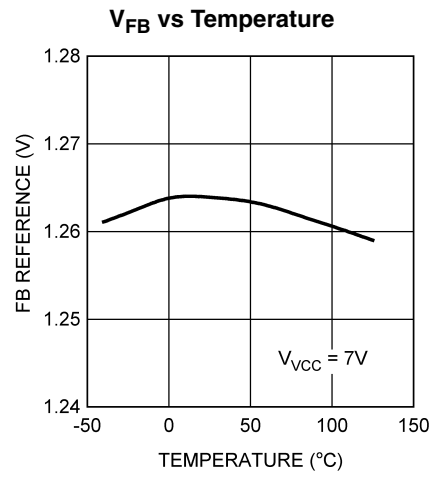
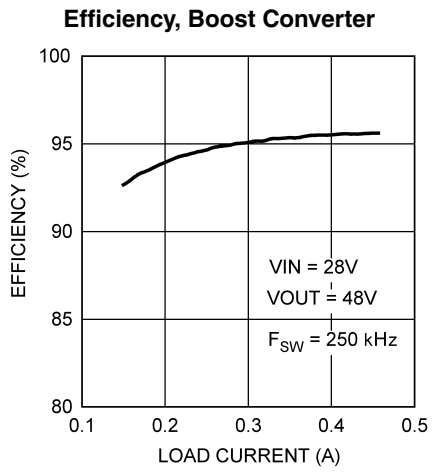
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
ERROR AMPLIFIER						
V_{FB-REF}	Feedback Reference Voltage	Internal reference $V_{FB} = V_{COMP}$	1.241	1.260	1.279	V
	FB Bias Current			10		nA
	DC Gain			72		dB
	COMP Sink Current	$V_{COMP} = 250mV$	2.5			mA
	COMP Short Circuit Current	$V_{FB} = 0, V_{COMP} = 0$	0.9	1.2	1.5	mA
	COMP Open Circuit Voltage	$V_{FB} = 0$	4.8	5.5	6.2	V
	COMP to SW Delay			50		ns
	Unity Gain Bandwidth			3		MHz
THERMAL SHUTDOWN						
T_{SD}	Thermal Shutdown Threshold			165		°C
	Thermal Shutdown Hysteresis			20		°C
THERMAL RESISTANCE						
θ_{JC}	Junction to Case, SO-8			32		°C/W
θ_{JA}	Junction to Ambient, SO-8			140		°C/W
θ_{JC}	Junction to Case, LLP-8			4.5		°C/W
θ_{JA}	Junction to Ambient, LLP-8			40		°C/W

Note 1: 絶対最大定格とは、デバイスに破壊を生じさせる可能性がある上限または下限値のことです。動作定格はデバイスが機能する条件を示していますが、デバイスの仕様パラメータは保証されないことがあります。保証された仕様とそのテスト条件については「電気的特性」を参照してください。

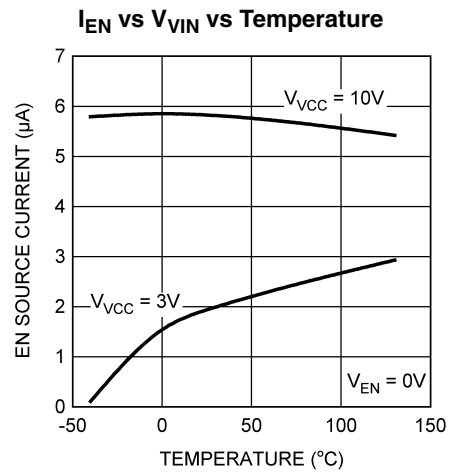
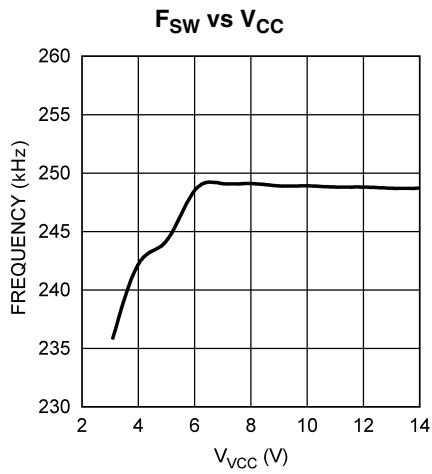
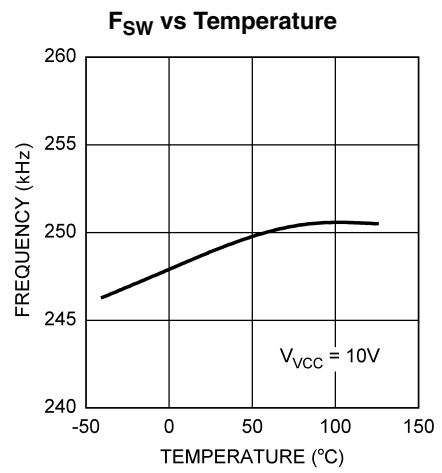
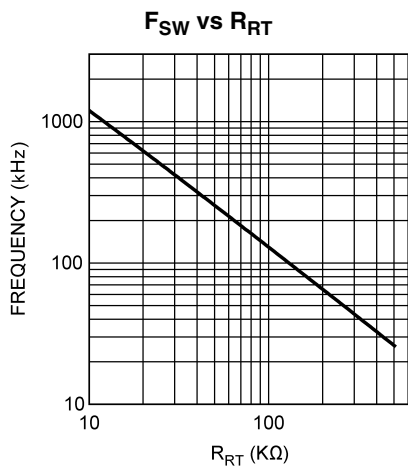
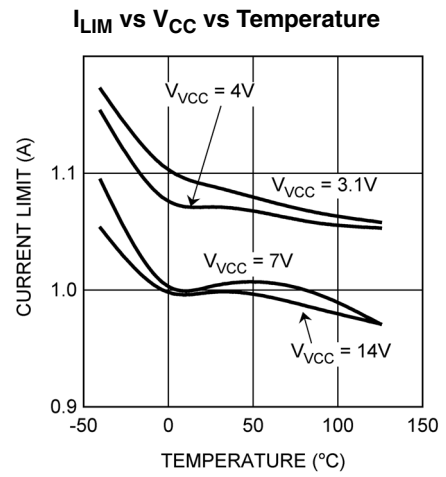
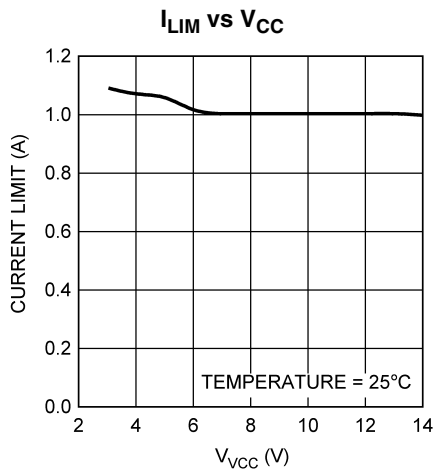
Note 2: 人体モデルでは、100pF のコンデンサから 1.5k の抵抗を介して各ピンへ放電させます。テスト方法は JESD-22-A114 に準拠しています。

Note 3: 25 時の Min/Max 各リミット値は 100% テストされます。全温度範囲でのリミット値は、統計的品質管理 (SQC) 手法によって決められた補正データを加味して保証されます。これらのリミット値は、ナショナル セミコンダクターの平均出荷品質レベル (AOQL) の計算に使用されます。

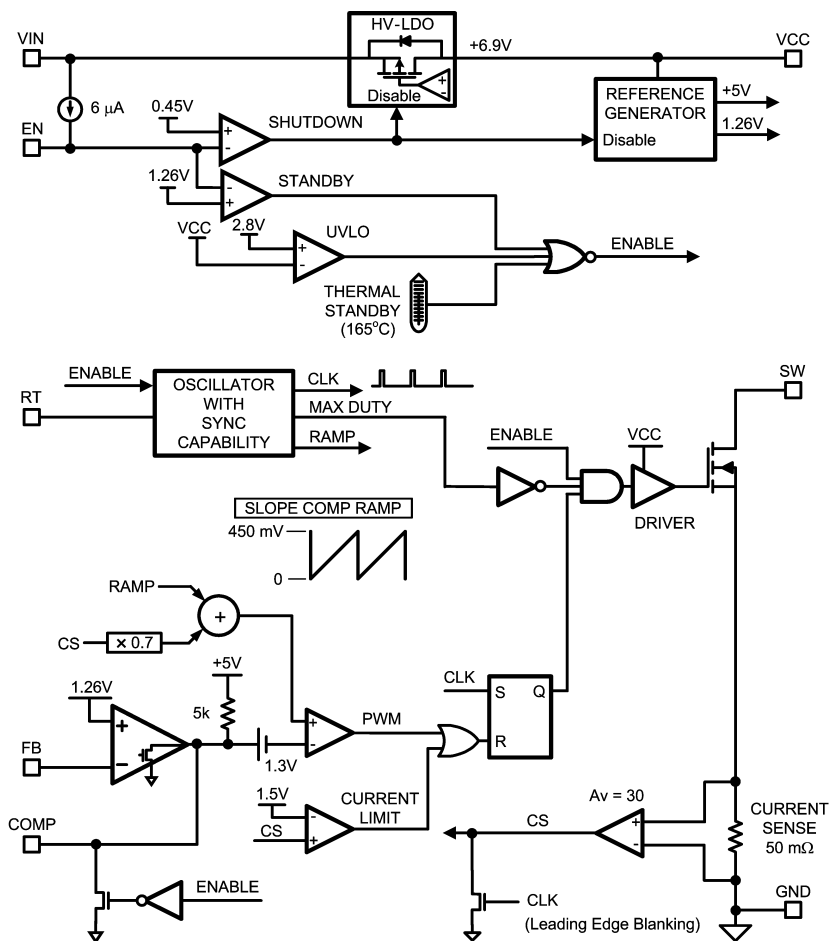
代表的な性能特性



代表的な性能特性 (つづき)



ブロック図



機能の説明

LM5001 高耐圧スイッチ・モード・レギュレータは、効率的なブースト、フライバック、SEPIC、フォワード電流モード・パワー・コンバータを実装するために必要なすべての機能を備えています。動作を理解するために、ブロック図を参照してください。各サイクルの初めにオシレータがドライバ・ロジックをセットしてパワー MOSFET をオンにし、インダクタまたはトランスに電流を流します。MOSFET のピーク電流は、COMP ピンの電圧によって制御されます。負荷が大きくなると COMP 電圧が上がリ、負荷が小さくなると COMP 電圧が下がります。この電圧が、パワー MOSFET 電流に比例する電圧と内部生成されるスロープ補償ランプとの和と比較されます。スロープ補償は、電流モード PWM 方式において、50% を超える定常デューティ・サイクルで発生する低調波発振を除去するために使用されます。信号電圧の和が COMP 電圧を超えると、PWM コンパレータがドライバ・ロジックをリセットし、パワー MOSFET をオフにします。その後、スイッチング・サイクルの終わりで発振器によってドライバ・ロジックがセットされ、次のパワー周期が開始されます。

LM5001 には、IC を異常な動作条件から保護するために、専用の保護回路が組み込まれています。サイクル毎の電流制限によって、パワー MOSFET 電流が 1A を超えるのを防止します。この機能は、レギュレータのソフトスタートでも使用されます。サマール・シャットダウン回路は、ダイ温度が 165 に達したときドライバ・ロジックをリセットし、ダイ温度がおよそ 20 下がると通常動作に戻ります。必要な最小入力電圧未満の電圧での動作を防止するために、スタートアップ時に EN ピンを入力電圧のアンダーボルテージ・ロックアウト (UVLO) として使用できます。

高耐圧 VCC レギュレータ

LM5001 の VCC 低ドロップアウト (LDO) レギュレータによって、LM5001 は可能な限りの最小入力電圧で動作できます。入力電圧が 2.8V から約 6.9V までは VCC ピンの電圧は入力電圧に非常に近い値になります。入力電圧が大きくなると、VCC ピン電圧は 6.9V の設定点にレギュレートされます。VCC LDO レギュレータの総合入力動作電圧範囲は 3.1V ~ 75V です。

VCC レギュレータの出力は 20mA に電流制限されています。パワーアップ時に、VCC レギュレータは必要とされるデカップリング・コンデンサ (0.47µF 以上のセラミック・コンデンサ) に VCC ピンから電流を供給します。VCC ピンの電圧が VCC UVLO スレッシュホールドの 2.8V を超え、かつ EN ピン電圧が 1.26V を超えていれば、PWM コントローラはイネーブルになりスイッチングが始まります。VCC が 2.7V を下回るか EN ピンが 1.16V を下回るまでコントローラはイネーブルの状態を続けます。

別の電源電圧を VCC ピンに与えて IC の消費電力を抑えることが可能です。6.9V を超える別の電源電圧が VCC ピンに印加されると内部レギュレータはシャットオフされ、IC の消費電力が VIN 電圧と動作電流の積に相当する分だけ減少します。VIN 電圧がこの別の電源電圧よりはるかに大きい場合は、コンバータの全体の効率も向上します。外部から印加する VCC 電圧は 14V を超えてはなりません。VCC レギュレータの直列パス MOSFET は VCC と VIN に間のボディ・ダイオードを備えています (ブロック図を参照)。通常動作時にこのダイオードは順バイアスしてはなりません。したがって、VCC に印加する別電源電圧は VIN 電圧を超えてはなりません。

高耐圧 VCC レギュレータ (つつき)

高耐圧アプリケーションでは、VIN ピン電圧が絶対最大定格 76V を超えないように特に注意する必要があります。ライン変動時に VIN ラインに絶対最大定格を超える電圧リンギングが生じると IC が破壊される場合があります。適切な PC ボード・レイアウトに加えて VIN と GND ピンの近くに良質のバイパス・コンデンサを配置してください。

オシレータ

RT と GND の間に接続した 1 個の外付け抵抗によって LM5001 の発振周波数が設定されます。任意の発振周波数 (F_{SW}) に設定するには、必要な RT の抵抗値を次の式から求めます。

$$RT = 13.1 \times 10^9 \times \left(\frac{1}{F_{SW}} - 83 \text{ ns} \right)$$

ワースト・ケースの周波数範囲を決定する場合、外付け抵抗の許容誤差、電気的特性に示されている周波数許容誤差を考慮しなければなりません。

外部同期

LM5001 は、外部クロックの立ち上がりエッジに同期して動作することができます。外部クロックは、RT 抵抗で設定されるフリー・ランニングの発振周波数より高くなければなりません。クロック信号は 100pF コンデンサを用いて RT ピンに接続してください。同期パルスを検出するために、RT ピンで 2.6V を超えるピーク電圧レベルが必要です。RT 抵抗両端間の DC 電圧は内部で 1.5V に平滑化されます。同期クロックの AC 電圧の負の部分は、LM5001 内のおよそ 100 の出力インピーダンスを持つアンプによって、この 1.5V にクランプされます。そのため RT 抵抗に重畳する AC パルスは、オシレータを同期させるために、1.1V 以上の正のパルス振幅が必要です。RT ピンで測定した同期パルス幅は、時間が 15ns より長く、スイッチング周期の 5% より短くなければなりません。同期パルスの立ち上がりエッジによって内部 CLK 信号の立ち上がり開始され、それによってパワー MOSFET がオフになります。発振回路を自走させる場合でも、外部同期させる場合でも、RT 抵抗は必ず必要です。RT 抵抗はデバイスのできるだけ近くに配置し、LM5001 の RT ピンと GND ピンに直接接続してください。

イネーブル/スタンバイ

LM5001 はデュアル・レベルのイネーブル回路を備えています。EN ピン電圧が 450mV 未満になると、IC が低消費電流のシャットダウン・モードに移行し、VCC LDO がディスエーブルになります。EN ピン電圧がシャットダウン・スレッショルドより高くなり、1.26V のスタンバイ・スレッショルドに達していないとき、VCC LDO レギュレータはイネーブルになりますが、IC の残りの部分はディスエーブルのままです。EN ピン電圧が 1.26V のスタンバイ・スレッショルドを超えると、すべての機能がイネーブルになり、通常動作が始まります。EN ピンが無接続のままだと、内部 6μA 電流源が EN ピンをプルアップし、IC を動作させます。

VIN と GND の間に外付けのセットポイント分圧抵抗を接続すれば、レギュレータの最小動作入力範囲を決定できます。VIN が所定の動作範囲にある場合に、EN ピンが 1.26V のスタンバイ・スレッショルドを上回るよう分圧回路を設計します。抵抗値を決定するときに、内部 6μA 電流源を含める必要があります。ノイズでモードが切り替わるのを防止するために、シャットダウンとスタンバイのスレッショルドには 100mV のヒステリシスがあります。スタートアップ時に VIN 電圧が 3.5VDC 未満で、温度が -20 未満のとき、EN ピンは 2μA 以上の電流を供給するプルアップ抵抗を備えていなければなりません。EN ピンは内部で、6V ツェナー・ダイオードによって、1k 抵抗を通じて保護されています。イネーブル電圧がツェナー電圧を超えることは可能ですが、ツェナー電流は 4mA 未満に制限されていなければなりません。

エラー・アンプと PWM コンパレータ

内蔵の高ゲイン・エラー・アンプは、レギュレートされた出力電圧と内部高精度リファレンスとの差に比例する誤差信号を生成します。エラー・アンプの出力は COMP ピンから出力されているため、Figure 1 に示すように、一般にタイプ II の補償回路によるループ補償を追加できます。この補償回路によって、アンプの高い DC ゲインをロールオフする低周波ポールを生成します。これは出力電圧を正確にレギュレートするために必要です。 $F_{DC \text{ POLE}}$ はこのポールの閉ループのユニティ・ゲイン (0dB) 周波数です。ゼロによって閉ループのユニティ・ゲイン周波数の近くの位相を戻し、高周波ポールはスイッチング・ノイズを減衰させます。PWM コンパレータは、電流センス・アンプから出力される電流センス信号を、COMP ピンに出力されるエラー・アンプ出力電圧と比較します。

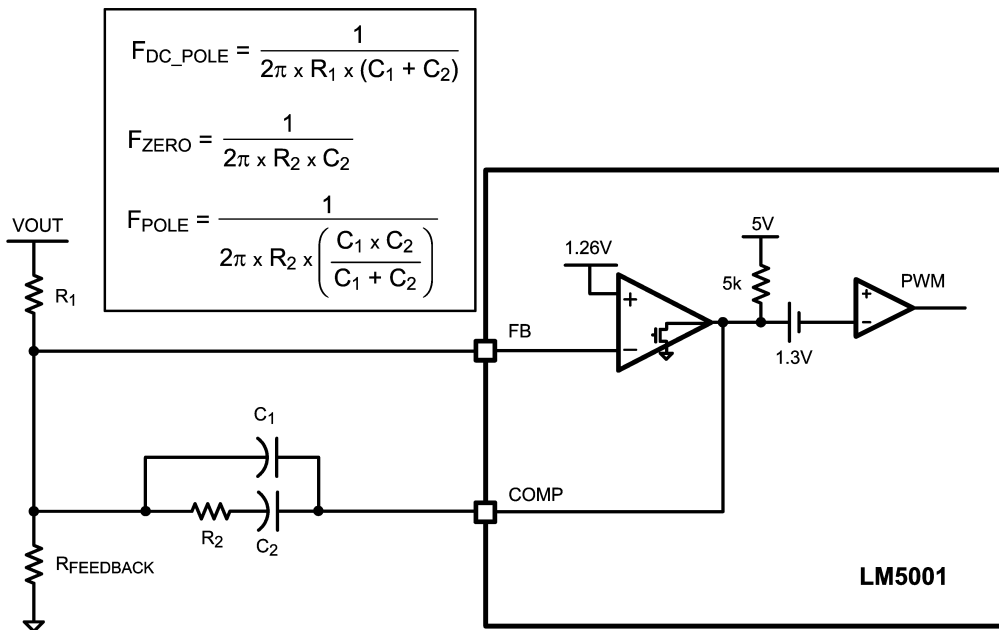


FIGURE 1. Type II Compensator

一次回路と二次回路の間の絶縁が必要とされる場合、通常はFBピンをGNDに接続させてエラー・アンプをディスエーブルにします。これでCOMPピンはオプ्टカプラのコレクタによって直接駆動できるようになります。絶縁設計では、外付けエラー・アンプが二次側回路に置かれ、オプットカプラLEDを駆動します。補償回路は二次側回路のエラー・アンプに接続されます。Figure 7に、オプットカプラを備えた絶縁されたレギュレータの例を示します。

電流アンプとスローブ補償

LM5001はピーク電流モード制御を採用しており、このため、サイクルごとの過電流保護機能も提供されます。内蔵の50mΩ電流センス抵抗によって、パワーMOSFETのソース電流を測定します。センス抵抗電圧が30倍に増幅されて、電流制限コンパレータに1.5V/A信号を供給します。電流制限は、内蔵電流制限コンパレータ入力に1Aに対応する1.5Vのスレッシュホールドを超えた場合に開始されます。電流制限コンパレータがトリガされると、SW出力ピンが即座にハイ・インピーダンス状態に切り換わります。

PWMコンパレータ信号用に、電流センス信号は1.05V/Aにスケール変換して減少します。次にこの信号に450mVのピーク・スローブ補償ランプが加算されます。加算された信号はMOSFETの電流が1Aのときに1.5Vとなる制御信号をPWMコンパレータに供給します。デューティ・サイクルが50%を超えると、電流モード制御回路にサブハーモニクス発振(1サイクルおきに短いPWMパルスと長いPWMパルスが入れ替わる)の可能性が生じます。固定の傾きを持つ電圧ランプ信号(スローブ補償)を電流センス信号に加算するとこのような発振を防げます。発振を防止するために、450mVランプ(パワーMOSFETがオンしたときに0V、PWMクロック・サイクルの終わりで450mV)が電流センス・ランプに固定の傾きを追加します。

デューティ・サイクルが小さくなった場合の誤動作を防ぐために、パワーMOSFETがオンになったときに前縁ブランキング回路が電流センス信号を減衰させます。MOSFETが最初にオンした際に、パワーMOSFETのドレイン・ソース間とゲート・ソース間の容量からの電流スパイクが電流センス抵抗に流れます。適切な整流ダイオードと適切なPCボード・レイアウトの選択によって、このようなランジェント電流は通常50ns以内に消失します。

熱保護回路

最大接合部温度を超えた場合にICを保護する目的でサーマル・シャットダウン回路が内蔵されています。接合部温度スレッシュホールドの165に達すると、レギュレータは強制的に低電力スタンバイ・モードに強制され、VCCレギュレータを除くすべての機能をディスエーブルにします。熱ヒステリシスによってICがクールダウンされ、その後再度イネーブルされます。VCCレギュレータはこの間も機能し続けるため、サーマル・シャットダウン状態からのソフトスタートが要求される場合は、Figure 5に示すソフトスタート回路を追加する必要があります。

パワーMOSFET

LM5001スイッチング・レギュレータには、440mΩのオン抵抗を備えたNチャネルMOSFETが含まれています。LM5001MOSFETのオン抵抗は、「代表的な性能特性」のグラフに示すように、温度によって変動します。MOSFETの代表的な総合ゲート電荷は4.5nCで、これはMOSFETがオンする際にVCCピンから供給されます。

アプリケーション情報

以下の情報は、LM5001を使用する設計者のためのガイドラインです。

VIN

VIN ピンに印加される電圧は、3.1V ~ 75V の範囲で変動可能です。VIN ピンに流れる電流は主に、パワー MOSFET のゲート電荷、スイッチング周波数、VCC ピンの外部負荷によって決まります。入力電源で発生する可能性があるトランジェントを抑制するために、Figure 2 に示すフィルタを使用することを推奨します。これは特に、VIN が LM5001 の最大動作定格の近くで動作するときに重要です。

電源を投入し、VIN 電圧が 2.8V を超え、EN ピン電圧が 0.45V より大きいとき、VCC レギュレータがイネーブルになり、VCC ピンに接続されている外付けコンデンサに電流を供給します。VIN 電圧が 2.8V ~ 6.9V の範囲のとき、VCC 電圧は VIN 電圧とほぼ等しくなります。VCC ピンの電圧が 6.9V を超えると、VCC ピンの電圧は 6.9V にレギュレートされます。代表的なフライバック・アプリケーションでは、補助的なトランス巻き線が、ダイオードを介して VCC ピンに接続されます。内部スタートアップ・レギュレータをシャットオフするために、この巻き線は VCC 電圧を 6.9V を超える値に上げなければなりません。この巻き線の電流要件は比較的小さい値であり、20mA 未満 (代表値) です。VIN 電圧が補助電圧よりはるかに高い場合、補助の巻き線を使用すれば変換効率を大幅に改善できます。また、それによって LM5001 内での消費電力を減らすことができます。外部から印加する VCC 電圧は 14V 以内でなければなりません。また、LM5001 のブロック図に示す内部の VCC と VIN 間のダイオードへ逆電流が流れるのを防止するために、印加される VCC が VIN 電圧を超えないようにしなければなりません。

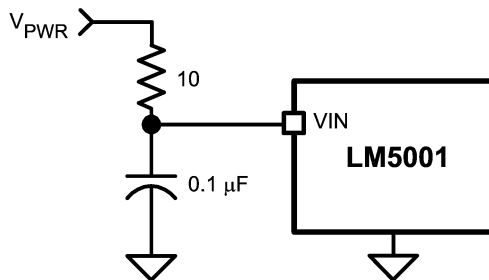


FIGURE 2. Input Transient Protection

SW ピン

パワー MOSFET のドレインに接続する SW ピンのプリント基板レイアウトに注意が必要です。寄生インダクタンスと容量にエネルギーが蓄積される場合があります。それが効率や伝導および放射 EMI に悪影響を及ぼすスイッチング・スパイクを発生させます。これらの接続は、インダクタンスを減らすために可能な限り短くし、抵抗を減らすためにできるだけ幅を広くする必要があります。SW/GND ピン接続、トランス/インダクタ・ピン、それぞれのリターン・パスによって決定されるループ面積を最小限にしてください。

EN/UVLO 分圧回路の選択

EN ピンに接続されている 2 つの専用コンパレータがアンダーボルテージとシャットダウン条件を検出するために、使用されます。EN ピン電圧が 0.45V 未満の場合、コントローラは低消費電流のシャットダウン・モードにあり、このとき VIN 電流は 95µA に下がります。EN ピン電圧が 0.45V を超え、1.26V 未満の場合、コントローラはスタンバイ・モードにあり、このときすべての内部回路は動作状態になりますが、PWM ゲート・ドライバ信号はブロックされます。EN ピン電圧が 1.26V を超えると、コントローラは完全にイネーブルになります。Figure 3 に示すように、パワー・コンバータの最小動作電圧を設定するために、2 つの外付け抵抗を使用できます。EN ピン電圧が 1.26V のスレッシュホールドより低くなった場合、内部ヒステリシス (100mV のスレッシュホールド) が状態変化によるノイズを防止するため、スタンバイに移行するには電圧が 1.16V に下がらなければなりません。R1 と R2 の抵抗値は、次の式から求めます。

$$R1 = \frac{V_{PWR} - 1.26V}{I_{DIVIDER}}$$

$$R2 = \frac{1.26V}{I_{DIVIDER} + 6 \mu A}$$

V_{PWR} は求めるターンオン電圧、 $I_{DIVIDER}$ は R1 と R2 を流れる任意の電流です。

例えば、 V_{PWR} が 16V に達したときに LM5001 をイネーブルにする場合、 $I_{DIVIDER}$ は 501µA と選択すると、R1 が 29.4k、R2 が 2.49k に設定されます。6V の保護ツェナー・ダイオードへの電流が 4mA 未満に制限されていない限り、EN ピンの電圧が 10V を超えないようにしてください。EN ピンの電圧は、いかなる場合も +14V を超えてはなりません。必ず選択した R1 抵抗の電力定格と電圧定格の両方をチェックしてください (一部の 0603 抵抗は定格電圧が 50V になっています)。

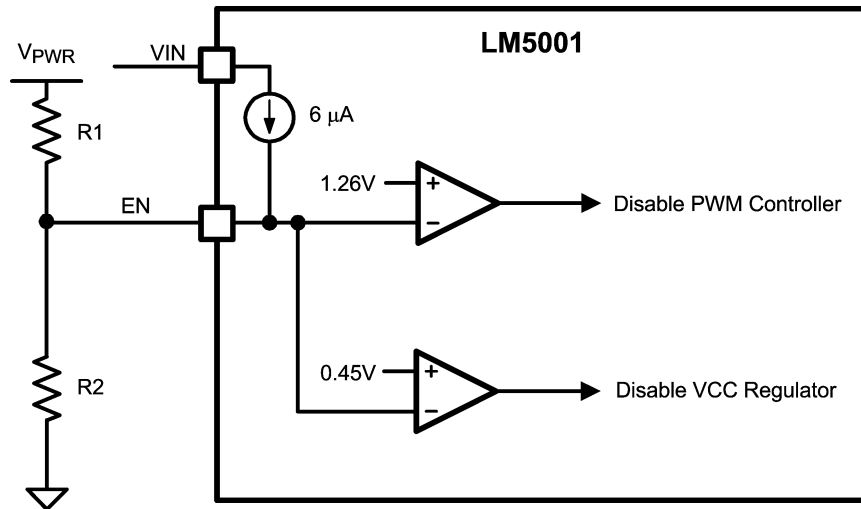


FIGURE 3. Basic EN (UVLO) Configuration

コントローラの動作モードがリモート構成の場合は、Figure 4 に示されるように EN ピンにオープン・ドレイン・デバイスを接続して行います。EN ピンに接続する MOSFET または NPN トランジスタが、レギュレータを低消費電力の「オフ」状態に強制します。ドレイン (またはコレクタ) に PN ダイオードを追加することによって、スタ

ンバイ状態を実現するためのオフセットが得られます。スタンバイの利点は、VCC LDO がディスエーブルにならず、VCC によって動作する外部回路が動作したままになることです。

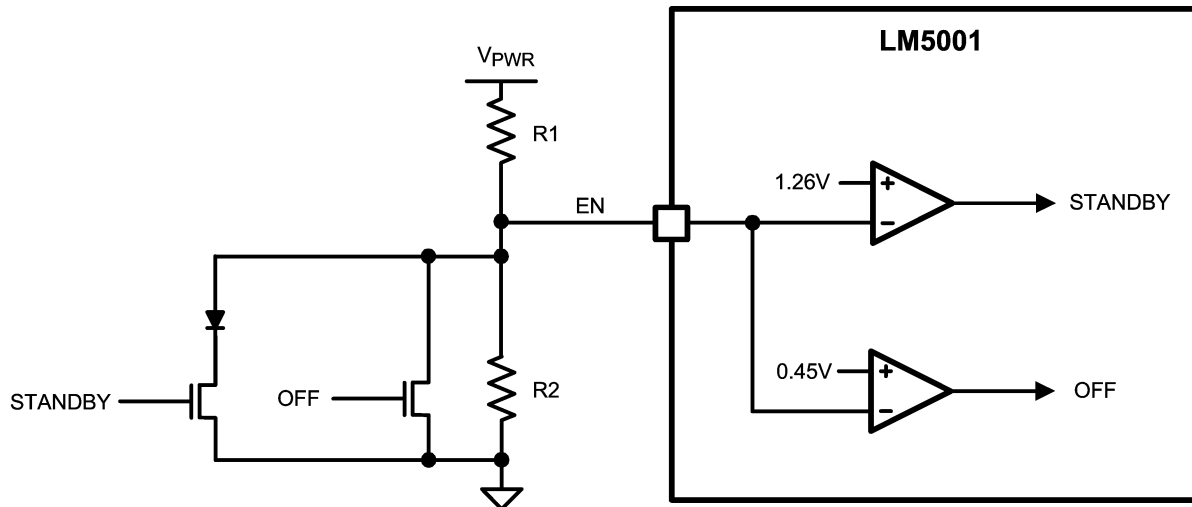


FIGURE 4. Remote Standby and Disable Control

ソフトスタート

ソフトスタート (SS) は、Figure 5 に示すように、ダイオードを介して COMP に接続されている外付けのコンデンサによって実現できます。シャットダウンやスタンバイ・モード時に、COMP の放電用 MOSFET が導通し、COMP 電圧を PWM オフセット (1.3V) 未満に保ち、それによって PWM パルスを抑止します。EN ピンが 1.26V のスタンバイ・スレッシュホールドを超えると、エラー・アンプが COMP 電圧を上げようとして、エラー・アンプ出力では電流のシンクだけが行われるため、内部 COMP プルアップ抵抗 (約 5k) が SS コンデンサに充電電流を供給します。SS コンデンサは、出力電圧がレギュレートされ、FB が COMP と PWM デューティ・サイク

ルの制御を開始するまで、COMP 電圧を徐々に上昇させます。SS コンデンサは、大きな抵抗 R_{SS} を介して充電し続け、SS 回路がエラー・アンプの正常な機能に干渉することを防止します。シャットダウン時に、VCC ダイオードが SS コンデンサを放電させます。

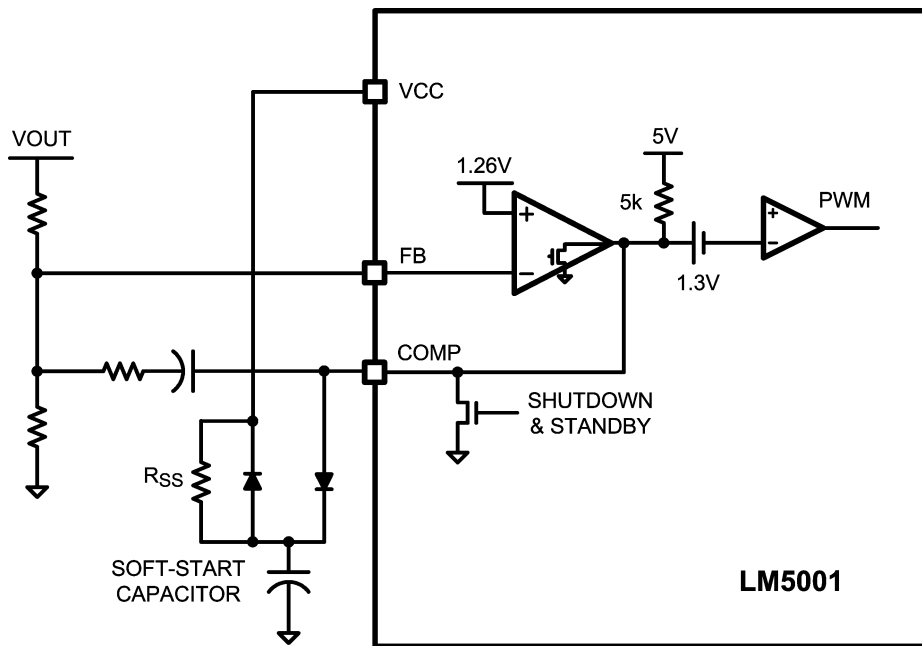


FIGURE 5. Soft-Start

プリント基板レイアウト

LM5001 電流センスとPWMコンパレータは非常に高速で動作するため、短いノイズ・パルスにも応答してしまう可能性があります。SW、COMP、EN、RTの各ピンに接続する部品は、できるだけICの近くに配置してください。そうすれば、プリント基板配線上に乗るノイズを最小限に抑えられます。

効率を低下させ、伝導と放射ノイズを増加させる寄生インダクタンスを最小限に抑えるために、LM5001のSW出力ピンから電源経路インダクタ、トランス、コンデンサへの接続には短く広い導体を使用する必要があります。VINピンとGNDピンの間、VCCピンとGNDピンの間にセラミック・デカップリング・コンデンサを使用することを推奨します。グラウンド電位差によるクロック・ジッタを避けるために、短い直接接続を使用してください。高い周波数領域での性能を維持し、温度や印加される電圧による変動を小さくするためには、小型の表面実装パッケージのX7RまたはX5Rが適しています。

LM5001を使用するアプリケーションで通常の動作で接合部温度が高くなる場合、GNDピンからプリント基板のグラウンド・プレーンに通じる複数のスルーホールが、ICからの放熱に役立ちます。最終製品のプリント基板の配置を適切にし、空気流の利用と組み合わせると、接合部温度の上昇を抑えやすくなります。強制空冷を使用する場合は、入力コンデンサやトランスなどの大型部品によって空気流が妨げられる場所にLM5001を配置しないように注意してください。

アプリケーション回路例

以下の回路は、LM5001を利用した非絶縁フライバック、絶縁フライバック、ブースト、24V SEPIC、自動車用12V SEPICコンバータの例を示しています。

非絶縁フライバック

非絶縁フライバック・コンバータ (Figure 6) は、レギュレート電圧の設定に内部リファレンス電圧を利用します。この出力は1Aで+5Vであり、入力電圧は16V ~ 42Vの範囲で変動可能です。スイッチング周波数は250kHzに設定されています。出力がレギュレートされているとき、トランス (T1) の補助巻き線がLM5001の給電用の7.5Vを供給します。これにより内蔵の高耐圧VCC LDOレギュレータがディスエーブルになり、効率が向上します。入力アンダーボルテージ・スレッショルドは13.9Vです。コンバータをシャットダウンするには、オープンコレクタまたはオープンドレイン・トランジスタによってEN入力を1.26V未満に駆動します。SYNC入力に外部同期周波数を使用できます。オプションのソフトスタート回路がCOMPピン入りに接続されています。電源が印加されると、ソフトスタート・コンデンサ (C7) が放電し、内部エラー・アンプによってPWMコンパレータに印加される電圧を制限します。内部の約5kのCOMPプルアップ抵抗は、レギュレーション状態になるまでソフトスタート・コンデンサを充電します。VCCプルアップ抵抗 (R7) はC7を充電し続け、ソフトスタート回路が補償ネットワークの通常動作に影響を及ぼさないようにします。出力コンデンサが小さい場合、ソフトスタート回路を調整して、電源投入時の出

力電圧オーバーシュートを制限できます。出力コンデンサが十分に大きい場合、LM5001はレギュレーション状態になるまで電流を約1A (I_{LIM}) に制限することによって出力コンデンサを徐々に充電するため、ソフトスタート回路は必要ありません。

絶縁フライバック

絶縁フライバック・コンバータ (Figure 7) は、絶縁された二次回路側にある2.5Vリファレンス電圧 (LM431) をレギュレート電圧の設定に利用します。FBピンをグラウンドに接続すると、LM5001内部エラー・アンプはディスエーブルされます。LM431は、COMPピン電圧を設定するオプカプラLEDに流れる電流を制御します。R4とC3による回路はオプカプラの位相応答を戻して、ループ帯域幅を広げます。この出力は1Aで+5Vで、入力電圧は16V ~ 42Vの範囲が可能です。スイッチング周波数は250kHzに設定されています。

ブースト

昇圧型コンバータ (Figure 8) は、レギュレート電圧の設定に内部リファレンス電圧を利用します。この出力は150mAで+48Vで、入力電圧は16V ~ 36Vの範囲で変動可能です。スイッチング周波数は250kHzに設定されています。内蔵VCCレギュレータが6.9Vのバイアス電源を供給します。これは昇圧回路で補助電圧を生成する簡単な方法がないためです。パワーMOSFETは入力と出力間の経路を切断できないため、昇圧回路では出力短絡保護を行えません。

24V SEPIC

24V SEPICコンバータ (Figure 9) は、レギュレート電圧の設定に内部リファレンス電圧を利用します。この出力は250mAで+24Vで、入力電圧は16V ~ 48Vの範囲で変動可能です。スイッチング周波数は250kHzに設定されています。内蔵VCCレギュレータがLM5001用の6.9Vのバイアス電源を供給します。L2に巻き線を追加し、VCCピンにダイオードを追加すれば補助電圧を生成できます。

自動車用12V SEPIC

自動車用12V SEPICコンバータ (Figure 10) は、レギュレート電圧の設定に内部バンドギャップ・リファレンス電圧を利用します。この出力は50mAで+12Vで、入力電圧は3.1V ~ 60Vの範囲で変動可能です。最小VIN電圧仕様が増えた場合、出力電流定格を大きくできます。スイッチング周波数は750kHzに設定されています。内蔵VCCレギュレータがLM5001用の6.9Vのバイアス電源を供給します。公称VIN電圧が12Vより大きい場合、出力とVCCピンの間にダイオードを追加すると、出力電圧を補助電圧として利用できます。内部のVCCとVIN間のダイオードが導通するのを防止するために、この構成では最小入力電圧が12Vより大きくなければなりません。印加されたVCC電圧が最小VIN電圧を超える場合、VCCから入力電源へ流れる電流をブロックするために、VINピンと電源の間に外付けのブロック用ダイオードが必要です。

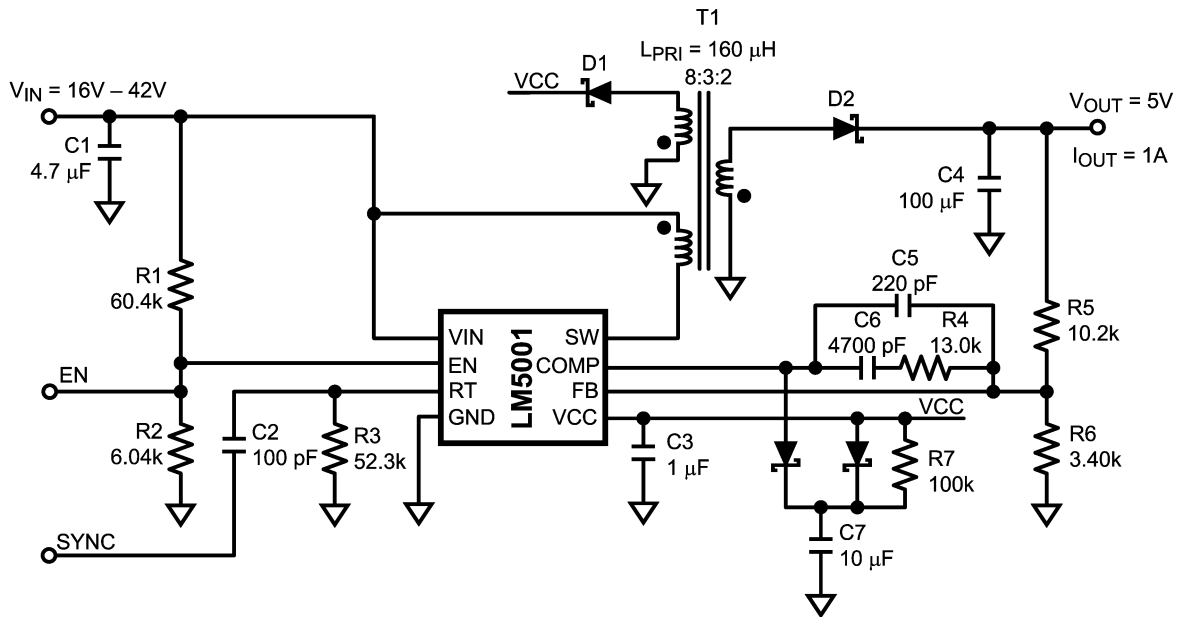


FIGURE 6. Non-Isolated Flyback

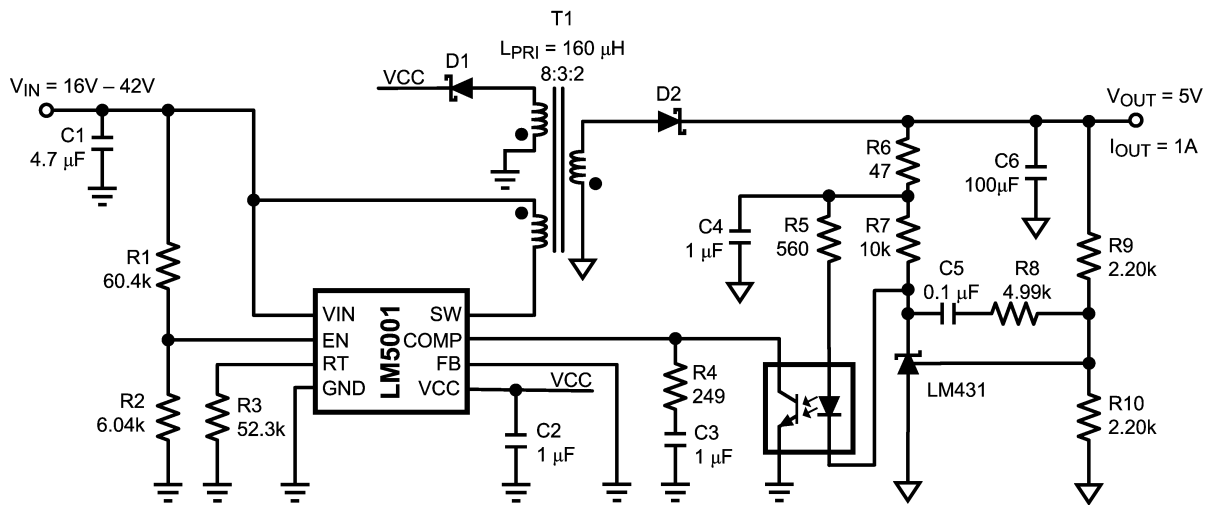


FIGURE 7. Isolated Flyback

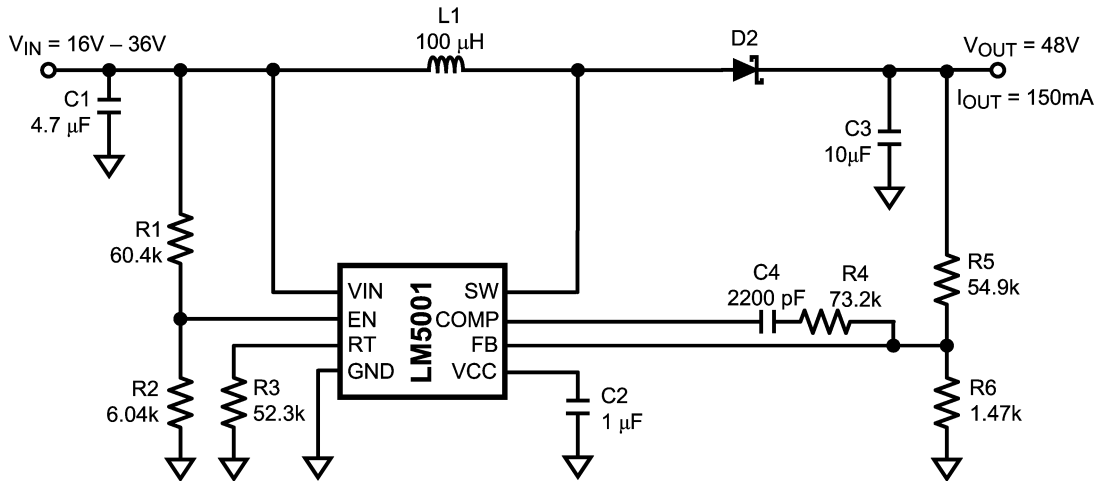


FIGURE 8. Boost

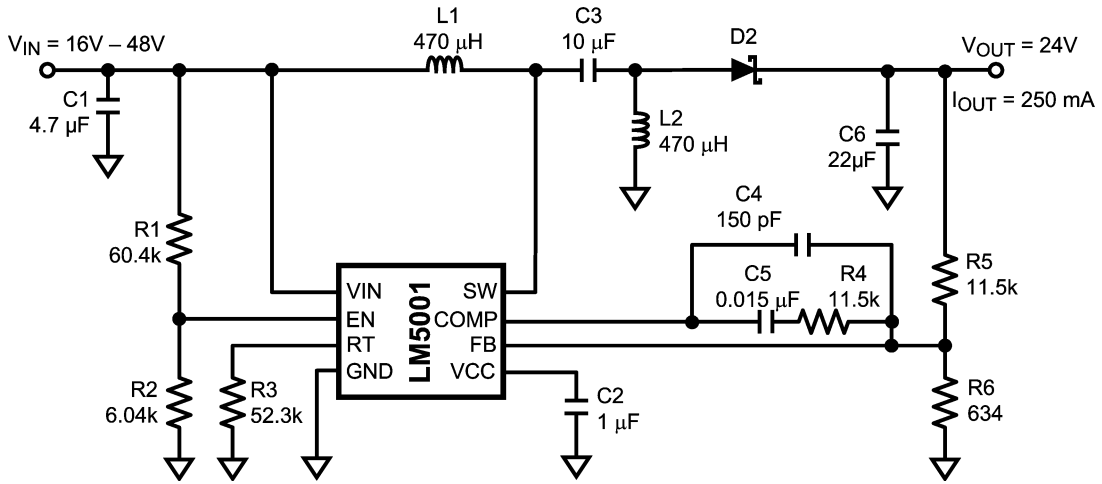


FIGURE 9. 24V SEPIC

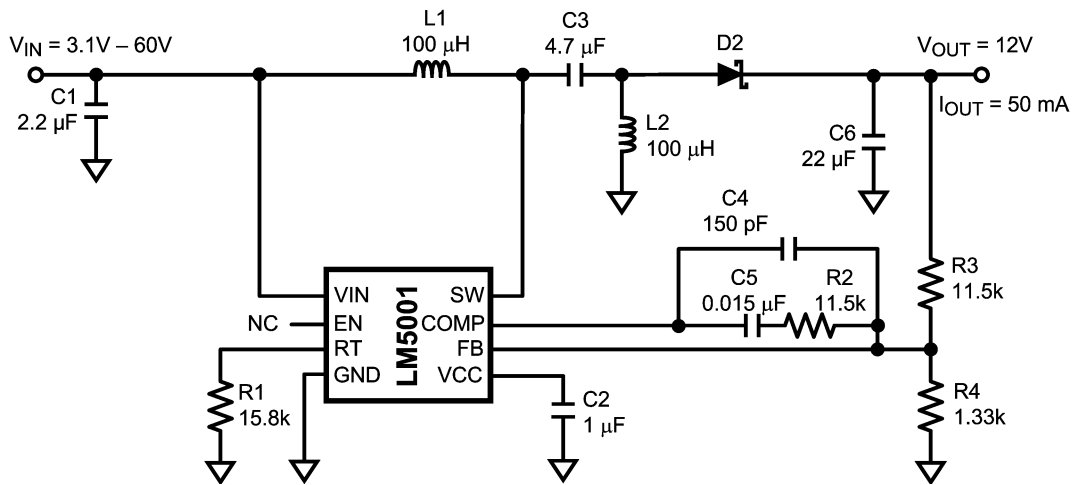
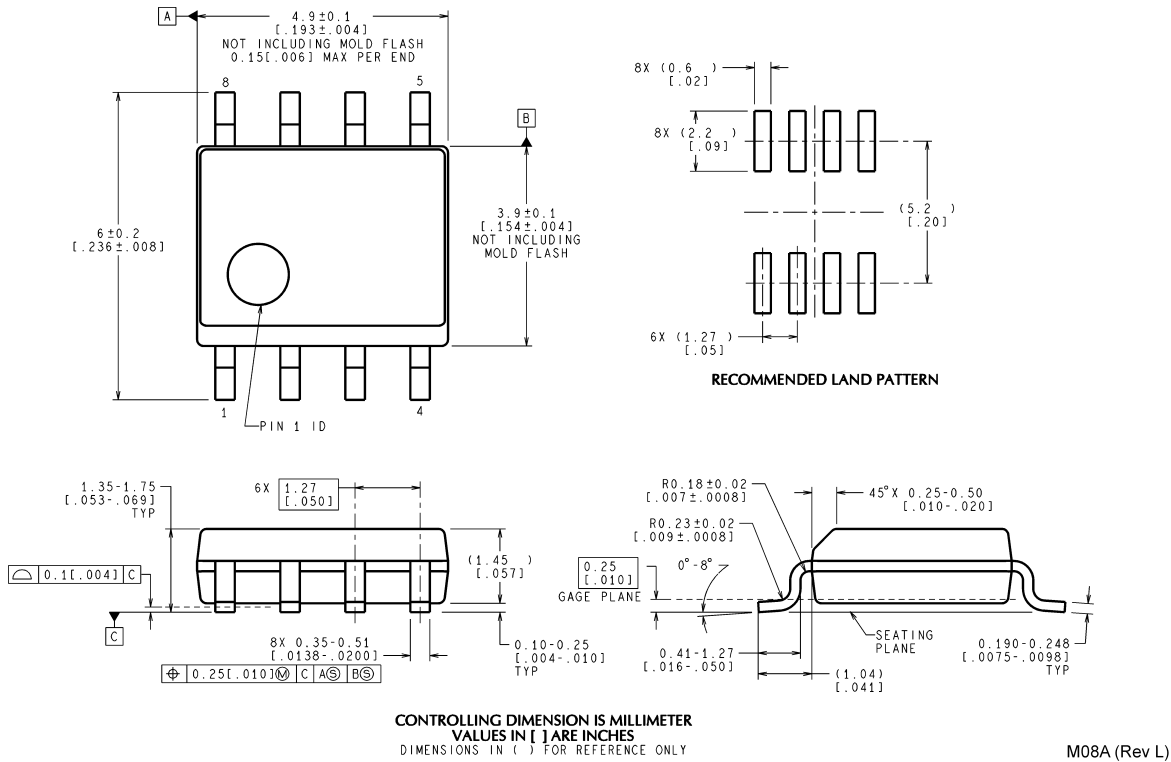
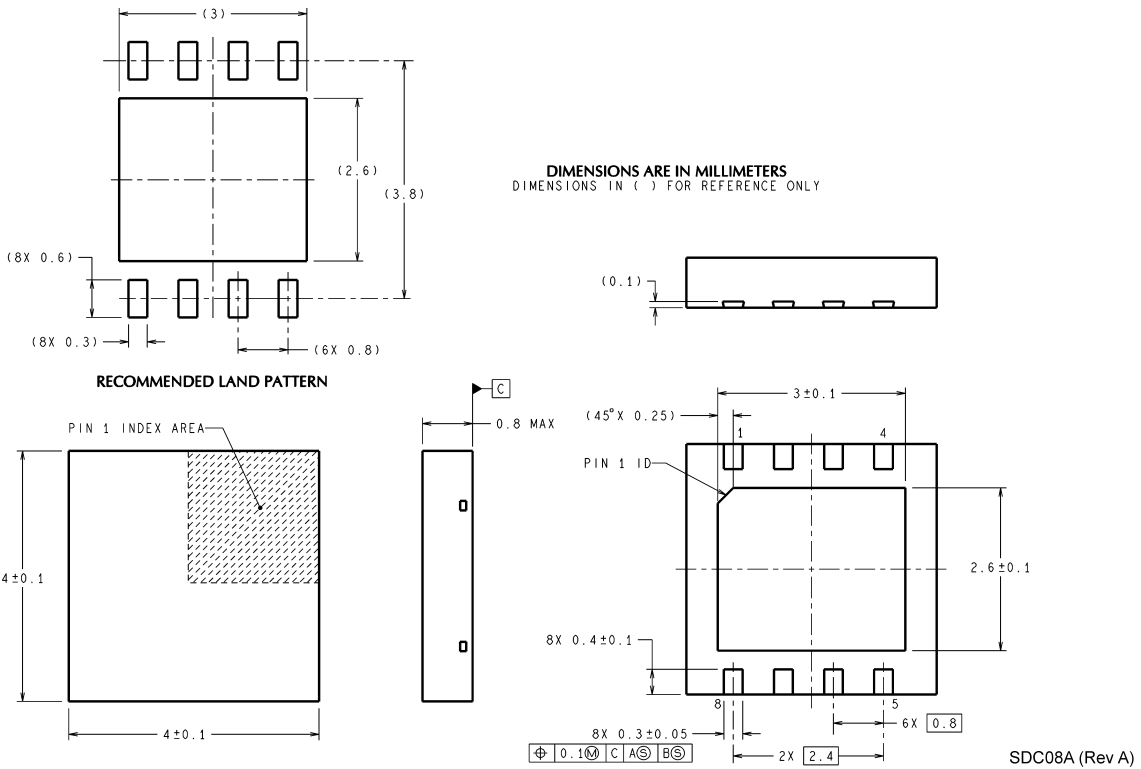


FIGURE 10. 12V SEPIC

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



8-Lead SO-8 Package
NS Package Number M08A



8-Lead LLP Package
NS Package Number SDC08A
単位は millimeters

このドキュメントの内容はナショナル セミコンダクター社製品の関連情報として提供されます。ナショナル セミコンダクター社は、この発行物の内容の正確性または完全性について、いかなる表明または保証もいたしません。また、仕様と製品説明を予告なく変更する権利を有します。このドキュメントはいかなる知的財産権に対するライセンスも、明示的、黙示的、禁反言による惹起、またはその他を問わず、付与するものではありません。

試験や品質管理は、ナショナル セミコンダクター社が自社の製品保証を維持するために必要と考える範囲に用いられます。政府が課す要件によって指定される場合を除き、各製品のすべてのパラメータの試験を必ずしも実施するわけではありません。ナショナル セミコンダクター社は製品適用の援助や購入者の製品設計に対する義務は負いかねます。ナショナル セミコンダクター社の部品を使用した製品および製品適用の責任は購入者にあります。ナショナル セミコンダクター社の製品を用いたいかなる製品の使用または供給に先立ち、購入者は、適切な設計、試験、および動作上の安全手段を講じなければなりません。

それら製品の販売に関するナショナル セミコンダクター社との取引条件で規定される場合を除き、ナショナル セミコンダクター社は一切の義務を負わないものとし、また、ナショナル セミコンダクター社の製品の販売か使用、またはその両方に関連する特定目的への適合性、商品の機能性、ないしは特許、著作権、または他の知的財産権の侵害に関連した義務または保証を含むいかなる表明または黙示的保証も行いません。

生命維持装置への使用について

ナショナル セミコンダクター社の製品は、ナショナル セミコンダクター社の最高経営責任者 (CEO) および法務部門 (GENERAL COUNSEL) の事前の書面による承諾がない限り、生命維持装置または生命維持システム内のきわめて重要な部品に使用することは認められていません。

ここで、生命維持装置またはシステムとは (a) 体内に外科的に使用されることを意図されたもの、または (b) 生命を維持あるいは支持するものをいい、ラベルにより表示される使用方法に従って適切に使用された場合に、これの不具合が使用者に身体的障害を与えると予想されるものをいいます。重要な部品とは、生命維持にかかわる装置またはシステム内のすべての部品をいい、これの不具合が生命維持用の装置またはシステムの不具合の原因となりそれらの安全性や機能に影響を及ぼすことが予想されるものをいいます。

National Semiconductor とナショナル セミコンダクターのロゴはナショナル セミコンダクター コーポレーションの登録商標です。その他のブランドや製品名は各権利所有者の商標または登録商標です。

Copyright © 2007 National Semiconductor Corporation

製品の最新情報については www.national.com をご覧ください。

ナショナル セミコンダクター ジャパン株式会社

本社 / 〒 135-0042 東京都江東区木場 2-17-16 TEL.(03)5639-7300

技術資料 (日本語 / 英語) はホームページより入手可能です。

www.national.com/jpn/

ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社（以下TIJといいます）及びTexas Instruments Incorporated (TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといいます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えたり、保証もしくは是認するということの意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータブックもしくはデータシートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしているとして特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2012, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

- 素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。
- 弊社出荷梱包単位（外装から取り出された内装及び個装）又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で（導電性マットにアースをとったもの等）、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使うこと。
- マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。
- 前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

- 温度：0～40℃、相対湿度：40～85%で保管・輸送及び取り扱いを行うこと。（但し、結露しないこと。）

- 直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。
3. 防湿梱包
 - 防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。
 4. 機械的衝撃
 - 梱包品（外装、内装、個装）及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。
 5. 熱衝撃
 - はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。（個別推奨条件がある時はそれに従うこと。）
 6. 汚染
 - はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質（硫黄、塩素等ハロゲン）のある環境で保管・輸送しないこと。
 - はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。（不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。）

以上