



LM5006

2011年2月

80V、600mA コンスタント・オンタイム制御降圧型スイッチング・レギュレータ

概要

LM5006 は、低コストに高効率の降圧型レギュレータを構成するために必要なすべての機能を備えた降圧型スイッチング・レギュレータです。この高耐圧レギュレータは、耐圧 80V の N チャンネル MOSFET スイッチとスタートアップ・レギュレータ (内部回路用電源) を搭載しています。本デバイスは MSOP-10 パッケージで供給され容易に実装できます。レギュレータの制御には、オン時間を V_{IN} に反比例させる方式を採用しています。この機能により、入力電圧変動や負荷変動に対して動作周波数が比較的一定に保たれます。制御方式はループ補償回路を必要としないため、高速な過渡応答特性が得られます。 V_{OUT} に反比例する強制的なオフ時間を持たせることによる高度な電流制限機能が実装されています。この機能によって、フォールドバックを最小限に抑えながら、短絡に対する的確な制御が可能となっています。その他の特長として、サーマル・シャットダウン、VCC アンダーボルテージ・ロックアウト、最大デューティ・サイクル制限、プリチャージ・スイッチ、ステータス・フラグ出力付きプログラマブル・アンダーボルテージ (UV) 検出器、同期整流器用のゲート・ドライバ出力などがあります。

特長

- 動作入力電圧範囲: 6V ~ 75V
- 80V N チャンネル降圧スイッチ内蔵
- スタートアップ・レギュレータ内蔵
- ループ補償不要
- 超高速負荷応答
- 入力や負荷の変動に関係なく一定に維持される動作周波数
- 設定可能な出力電圧は 2.5V 以上
- 高精度内部リファレンス電圧: $\pm 2.5\%$
- フォールドバックを減らす高度な電流制限機能
- ステータス・フラグ出力付きプログラマブル入力 UV 検出器
- 同期整流器用ゲート出力ドライバ
- 無負荷時でもブートストラップ・ゲート駆動を可能とするプリチャージ・スイッチ
- サーマル・シャットダウン

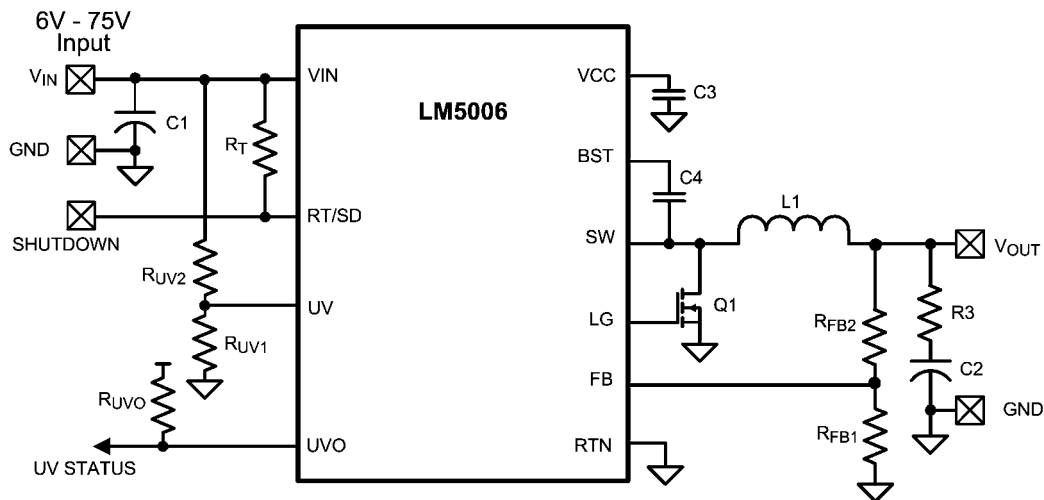
代表的なアプリケーション

- 通信機器向けの非絶縁降圧型レギュレータ
- 高耐圧の二次側ポスト・レギュレータ
- +42V オートモーティブ・システム

パッケージ

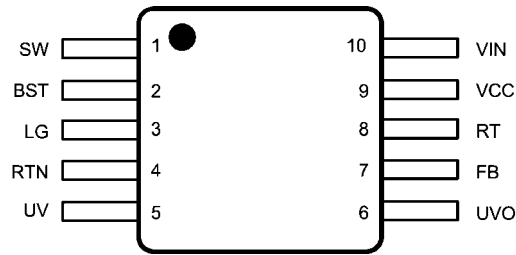
- MSOP-10

代表的なアプリケーション: 基本的な降圧型レギュレータ



LM5006 80V、600mA コンスタント・オンタイム制御降圧型スイッチング・レギュレータ

ピン配置図



Top View
10-Lead MSOP

製品情報

Order Number	Package Type	NSC Package Drawing	Supplied As
LM5006MM	MSOP-10	MUB10A	1000 Units on Tape and Reel
LM5006MMX			3500 Units on Tape and Reel

ピン説明

ピン番号	ピン名	説明	アプリケーション情報
1	SW	スイッチング・ノード	スイッチ・ノード。出力インダクタ、フライホイール・ダイオードまたは同期 FET、ブートストラップ・コンデンサを接続します。
2	BST	ブースト・ピン	BST ピンと SW ピンの間に外付けコンデンサが必要です (0.01 μ F 以上のセラミック)。BST ピンのコンデンサは、SW が Low の期間に内部のダイオードを介して Vcc から充電されます。
3	LG	同期整流器の MOSFET に使用するローサイドのゲート・ドライバ出力	この出力は、SW と GND 間のフライホイール・ダイオードを置き換える外付けの N - MOSFET を駆動します。同期整流のために FET を使用すると、通常、効率が向上します。
4	RTN	グラウンド・ピン	全回路のグラウンド。
5	UV	アンダーボルテージ・インジケータ用入力ピン	アンダーボルテージの検出スレッショルドは、VIN または他のシステム電圧を抵抗分圧して設定します。UV が 2.5V 未満の場合に内部の電流シンクが動作することにより、ヒステリシス特性を持たせています。
6	UVO	アンダーボルテージ・ステータス・インジケータ	このオープンドレイン出力は、UV ピンの電圧が 2.5V を下回った場合、または VCC _{UVLO} 機能やシャットダウン機能が動作した場合に High になります。
7	FB	レギュレートされた出力からの帰還入力	このピンは電圧制御用コンパレータの反転入力に接続されています。レギュレーション電圧は 2.5V です。
8	RT/SD	オン時間の設定とシャットダウン入力	このピンと VIN ピンの間に接続した抵抗によって、Vin の値で決まるスイッチのオン時間と周波数が設定されます。最大入力電圧時のオン時間の推奨される最小値は 200ns です。このピンをグラウンドに接続するとレギュレータがオフになります。
9	VCC	内部高耐圧リニア・レギュレータからの出力。7.5V にレギュレートされています。	内部レギュレータが、降圧スイッチ・ゲート・ドライバやその他の内部回路用の電源を供給します。このピンとグラウンドとの間に 1 μ F のセラミック・コンデンサが必要です。レギュレータの出力は約 30mA で電流制限されます。
10	VIN	入力電圧	動作入力範囲は、6V ~ 75V です。

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。

VIN、UV ~ RTN 間	- 0.3V ~ + 80V
BST ~ RTN	- 0.3V ~ + 88V
SW ~ RTN (定常状態)	- 1V ~ (VIN + 0.3V)
BST ~ VCC	80V
BST ~ SW	10V
VCC、LG、UVO ~ RTN 間	- 0.3V ~ 10V
FB、RT と RTN 間	- 0.3 ~ + 5V

ESD 耐圧

人体モデル (Note 5)

2kV

ハンダ付けの仕様は、

www.national.com/ms/MS/MS-SOLDERING.pdf を参照して
ください。

接合部温度

150 °C

保存温度範囲

- 55 °C ~ + 150 °C

動作定格 (Note 1)

VIN

6V ~ 75V

動作接合部温度

- 40 °C ~ + 125 °C

電気的特性

標準文字で表記される規格値は、T_J = 25 °C の場合の値ですが、**太字表記**のリミット値は動作接合部温度 (T_J) の全範囲にわたって適用されます。最小リミット値および最大リミット値は、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 °C 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、VIN = 48V の条件が適用されます (Note 3)。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
VCC Supply						
Vcc Reg	Vcc Regulator Output	Vin = 48V	7.1	7.5	7.9	V
	Vin - Vcc	VIN = 6V, I _{CC} = 5mA		240		mV
	Vcc Output Impedance	Vin = 6V		45		Ω
	Vcc Current Limit	Vin = 48V (Note 4)	20	30		mA
	Vcc UVLO	Vcc Increasing		4	4.8	V
	Vcc UVLO hysteresis			450		mV
	Iin Operating current	FB = 3V, Vin = 48V		1	1.32	mA
	Iin Shutdown Current	RT/SD = 0V		20	70	μA
Switch Characteristics						
	Buckswitch Rds(on)	Itest = 200 mA		0.56	1.1	Ω
	Gate Drive UVLO	Vbst - Vsw Rising	2.15	3	3.8	V
	Gate Drive UVLO hysteresis			250		mV
	Pre-charge switch voltage	At 1 mA		0.8		V
	Pre-charge switch on-time			150		ns
Current Limit						
	Current Limit Threshold		700	1175	1500	mA
	Current Limit Response Time	I _{switch} = 1.24A, Time to Switch Off		190		ns
T _{OFF-1}	OFF time generator (test 1)	FB=0V, VIN = 75V		37		μs
T _{OFF-2}	OFF time generator (test 2)	FB=2.3V, VIN = 75V		7.2		μs
T _{OFF-3}	OFF time generator (test 3)	FB=0V, VIN = 10V		5.7		μs
T _{OFF-4}	OFF time generator (test 4)	FB=2.3V, VIN = 10V		1.25		μs
On Time Generator						
T _{ON-1}	On-Time	Vin = 10V Ron = 250K	2.2	3.3	4.51	μs
T _{ON-2}	On-Time	Vin = 75V Ron = 250K	300	450	565	ns
	Remote Shutdown Threshold	Voltage at RT/SD rising	0.46	0.9	1.4	V
	Remote Shutdown Hysteresis			60		mV

電気的特性 (つづき)

標準文字で表記される規格値は、 $T_J = 25^\circ\text{C}$ の場合の値ですが、**太字表記**のリミット値は動作接合部温度 (T_J) の全範囲にわたって適用されます。最小リミット値および最大リミット値は、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 $T_J = +25^\circ\text{C}$ 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、 $V_{IN} = 48\text{V}$ の条件が適用されます (Note 3)。

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Minimum Off Time						
	Minimum Off Time	$V_{IN} = 6\text{V}$		260	347	ns
Regulation and OV Comparators						
	FB Reference Threshold	Internal reference Trip point for switch ON	2.4365	2.5	2.5625	V
	FB Over-Voltage Threshold	Trip point for switch OFF		2.85		V
	FB Bias Current			1		nA
Under Voltage Sensing						
UV_{TH}	UV Threshold		2.4	2.5	2.6	V
UV_{HYS}	UV Hysteresis Current	$UV = 2\text{V}$	2.7	5	7.3	μA
UV_{BIAS}	UV Bias Current	$UV = 3\text{V}$		1		nA
UVO_{VOL}	UVO Output Low Voltage	$UV = 3\text{V}$, $I_{UVO} = 5\text{mA}$		360	600	mV
UVO_{IOH}	UVO Leakage Current	$UV = 2\text{V}$, $V_{UVO} = 7.8\text{V}$		1		nA
LG Output						
$V_{LG(LO)}$	LG Low Voltage	Sink Current = 10mA		0.11	0.25	V
$V_{LG(HI)}$	LG High Voltage	Source Current = 10mA	VCC – 0.55	$VCC - 0.275$		V
t_{SWLG}	SW Low to LG High Deadtime			56		ns
t_{LGSW}	LG Low to SW High Deadtime			58		ns
R_{LG}	Driver Output Resistance	Sink Current = 10mA		15		Ω
		Source Current = 10mA		28		
Thermal Shutdown						
Tsd	Thermal Shutdown Temp.			165		$^\circ\text{C}$
	Thermal Shutdown Hysteresis			20		$^\circ\text{C}$
Thermal Resistance						
θ_{JA}	Junction to Ambient	MUA Package		200		$^\circ\text{C/W}$

Note 1: 絶対最大定格とは、超えるとデバイスが破損する可能性のあるリミット値をいいます。「動作定格」とは、デバイスが機能する条件を示しますが、特定の性能リミット値を保証するものではありません。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: プラスチック MSOP パッケージのハンダ付けの詳細については、ナショナル セミコンダクターの“Packaging Data Book”を参照してください。

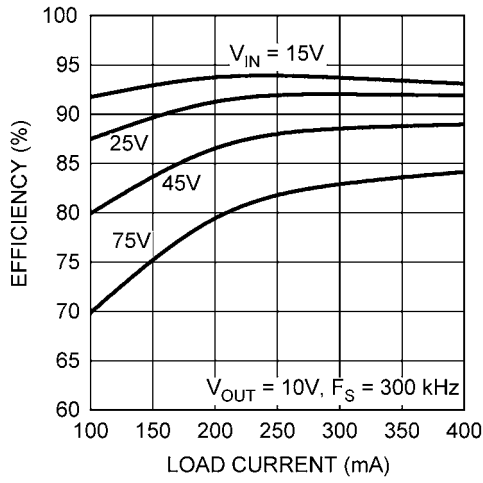
Note 3: リミット値はすべて保証されています。室温リミット値がある電気的特性はすべて、 $T_A = T_J = 25^\circ\text{C}$ で製造時にテストされます。温度の上下リミット値は、いずれも製造工程や温度のばらつきと電気的特性の相関関係を把握し、統計的工程管理を適用して保証されています。

Note 4: V_{CC} 出力は、内部のゲート駆動回路および制御回路に自己バイアスを供給するためのものです。外部負荷への供給はデバイスの過熱防止回路による制限があります。

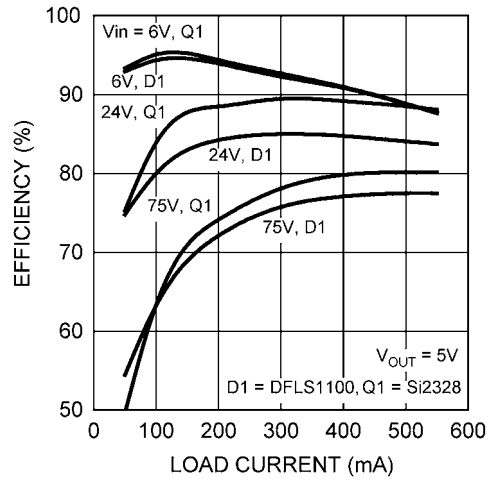
Note 5: 人体モデルでは 100pF のコンデンサから抵抗 1.5k Ω を通して各ピンに放電させます。

代表的な性能特性

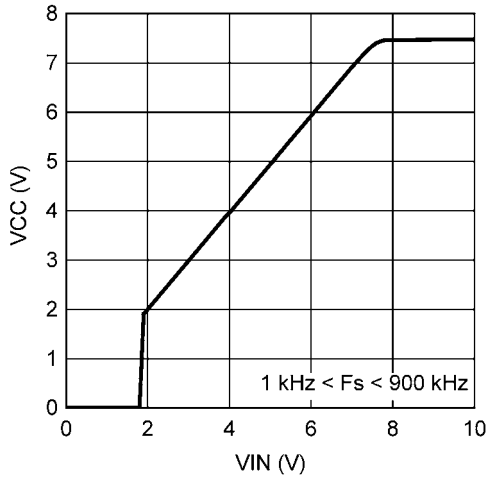
Efficiency at 300 kHz, 10V



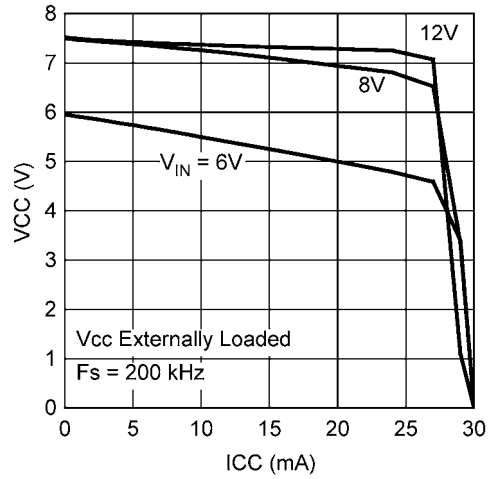
Efficiency Comparison at 200 kHz



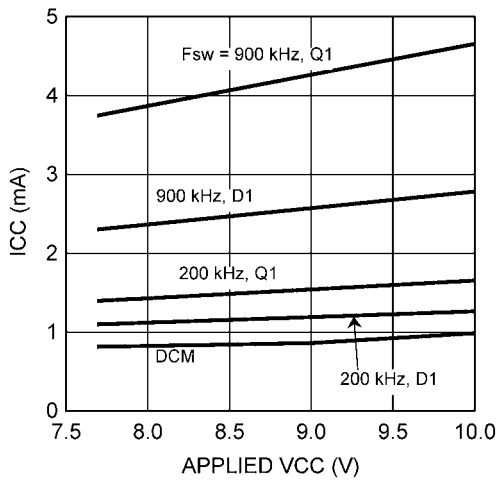
V_{CC} vs. V_{IN}



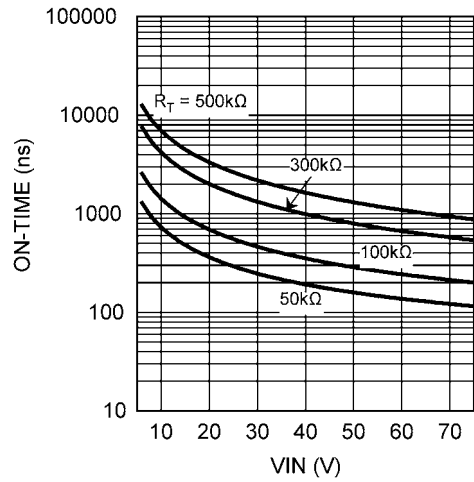
V_{CC} vs. I_{CC}



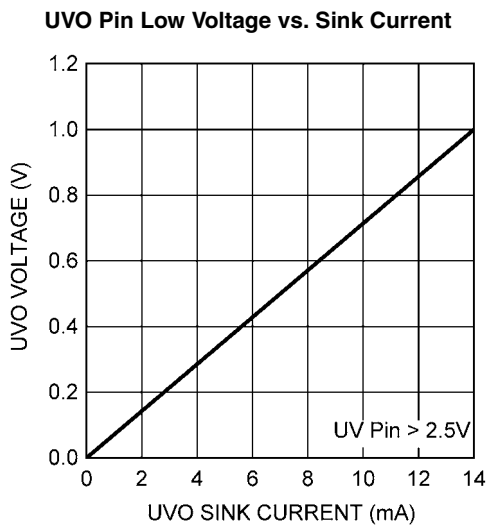
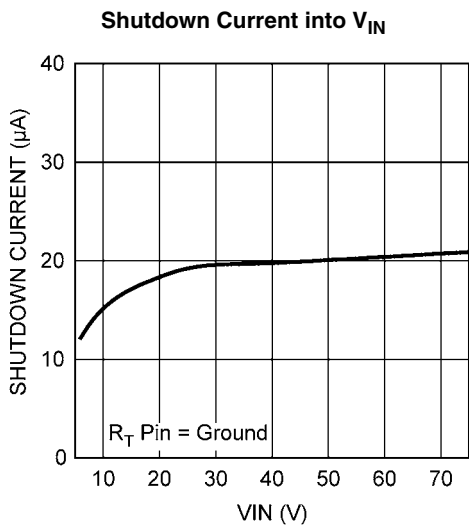
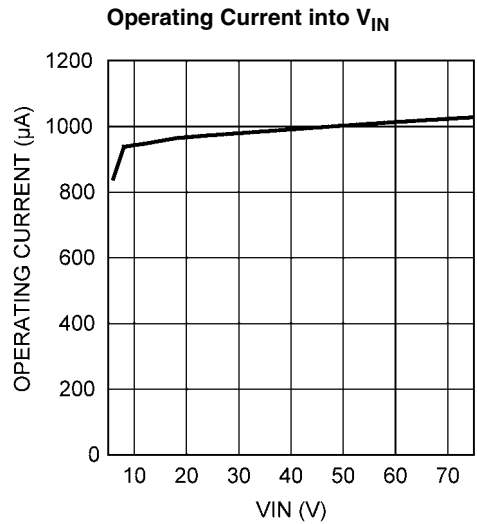
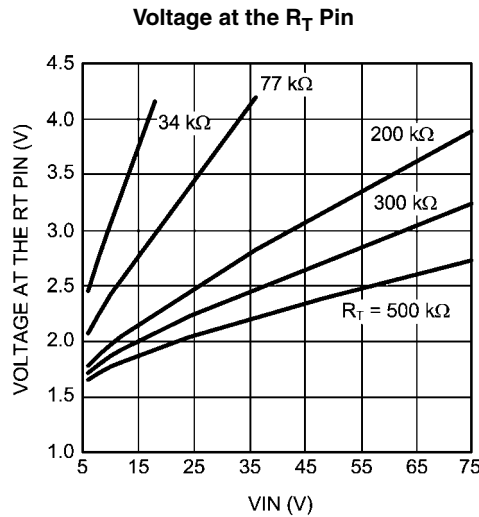
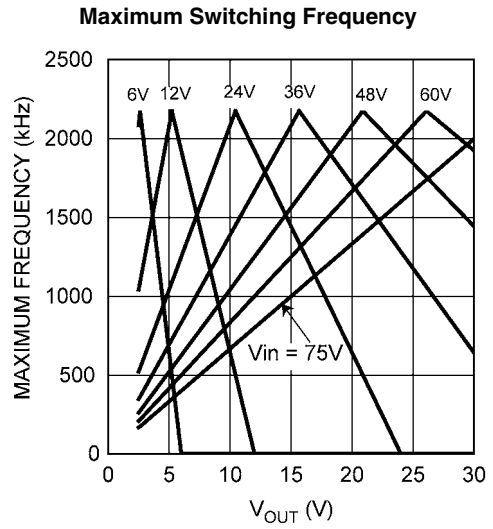
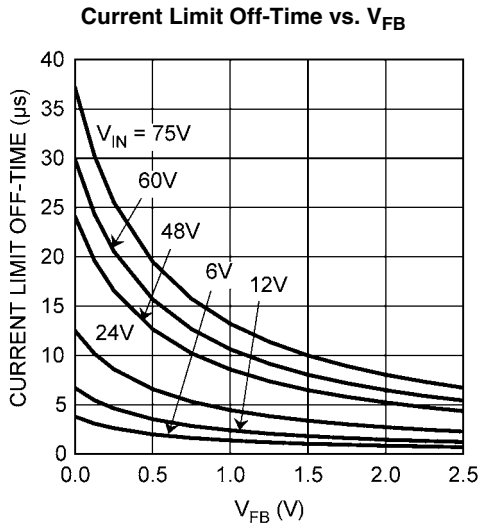
I_{CC} vs. Externally Applied V_{CC}



On-Time vs. V_{IN} and R_T

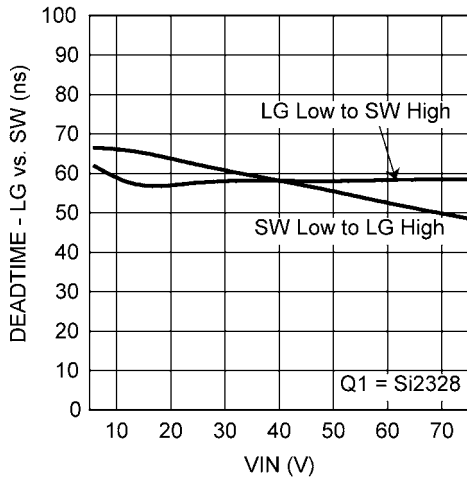


代表的な性能特性 (つづき)

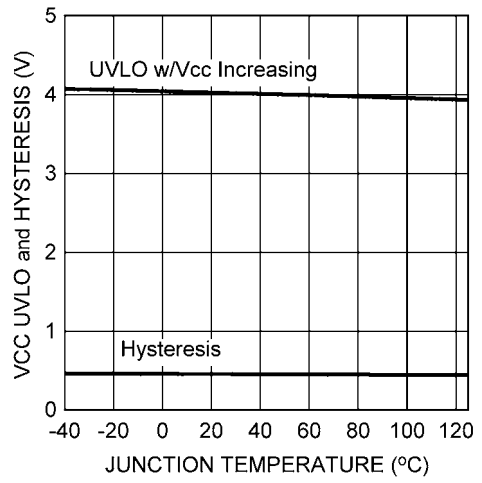


代表的な性能特性 (つづき)

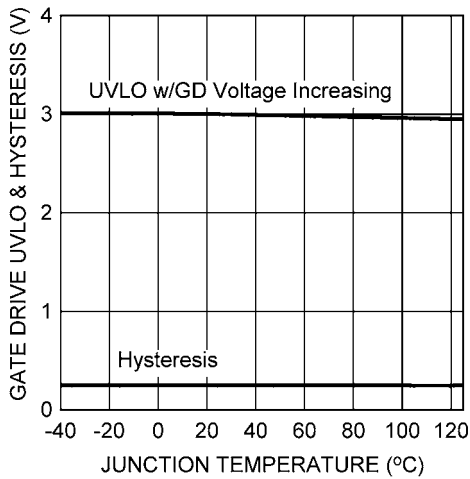
LG vs. SW Deadtime



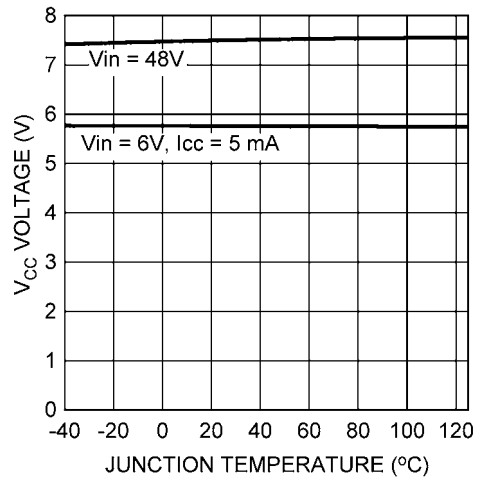
V_{CC} UVLO vs. Temperature



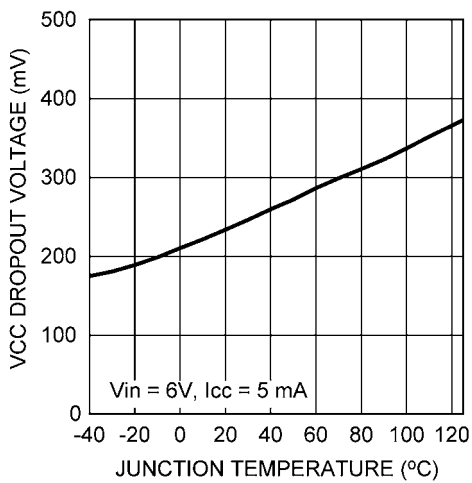
Gate Drive UVLO vs. Temperature



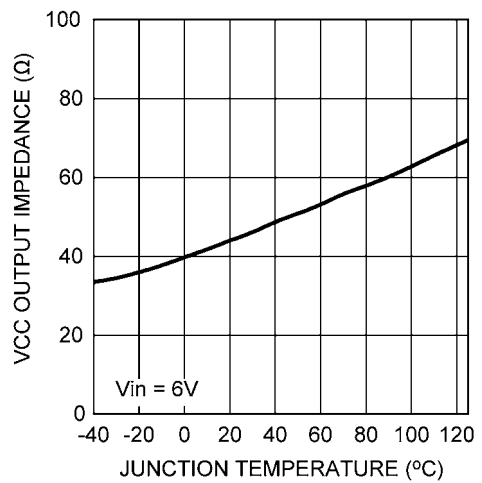
V_{CC} vs. Temperature



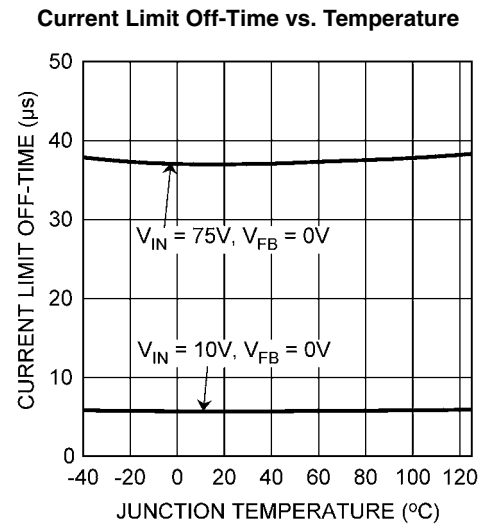
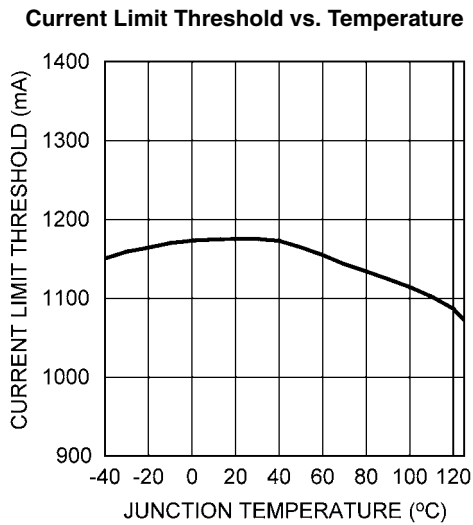
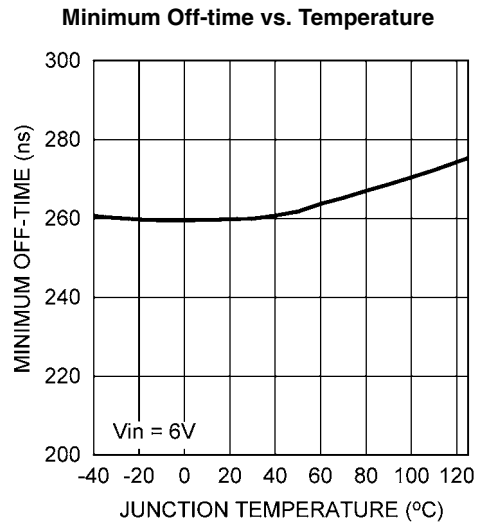
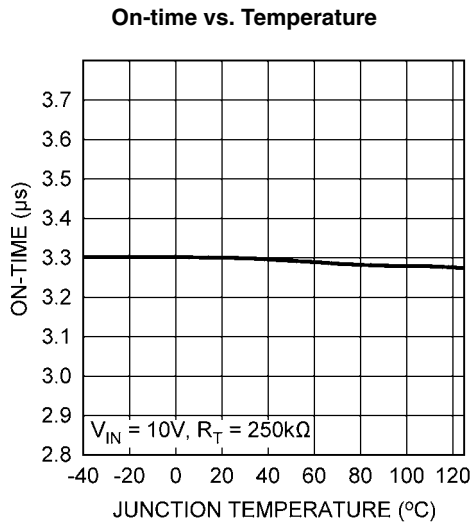
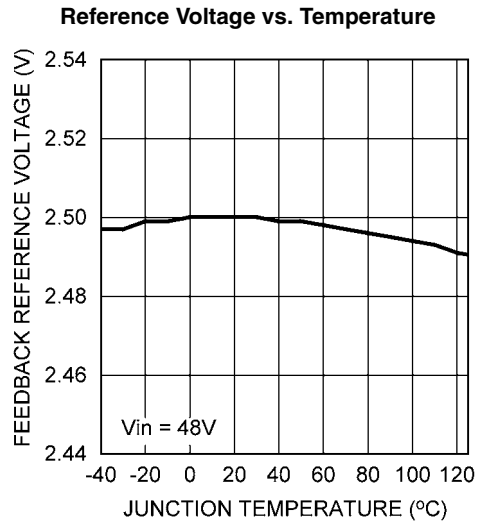
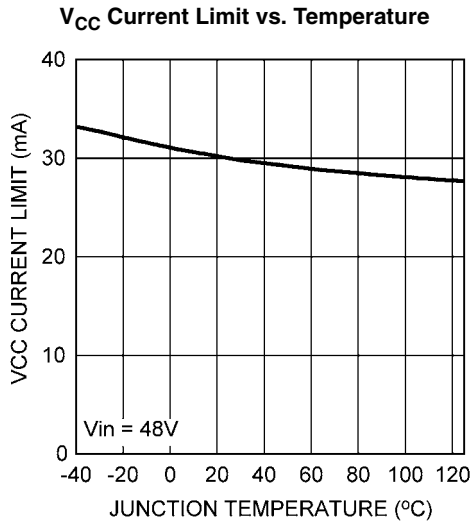
V_{CC} Dropout vs. Temperature



V_{CC} Output Impedance vs. Temperature

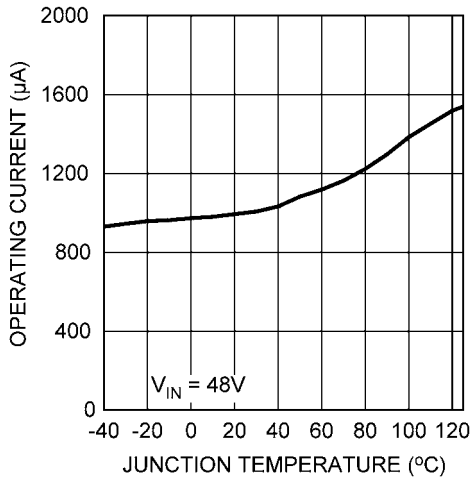


代表的な性能特性 (つづき)

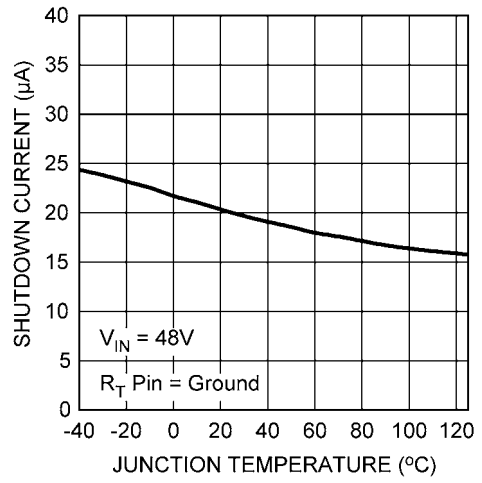


代表的な性能特性 (つづき)

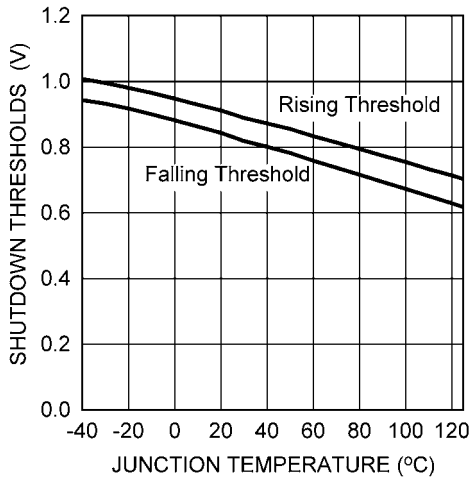
Operating Current vs. Temperature



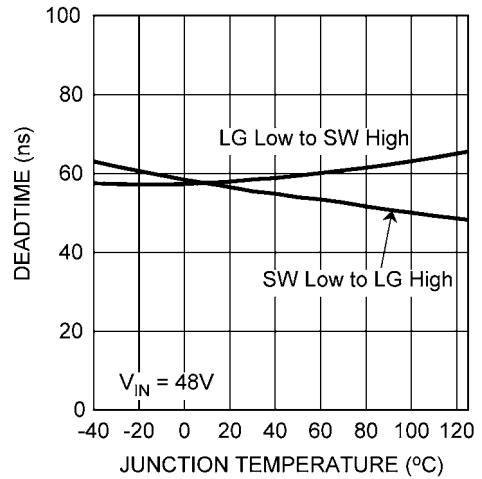
Shutdown Current vs. Temperature



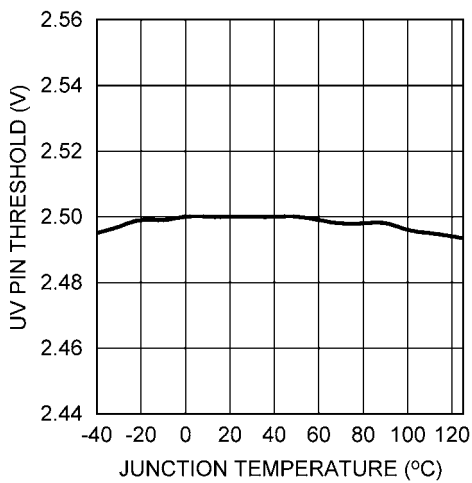
RT Pin Shutdown Threshold vs. Temperature



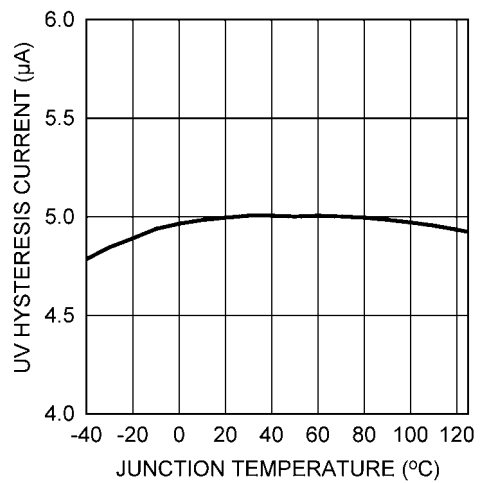
LG vs. SW Deadtime vs. Temperature



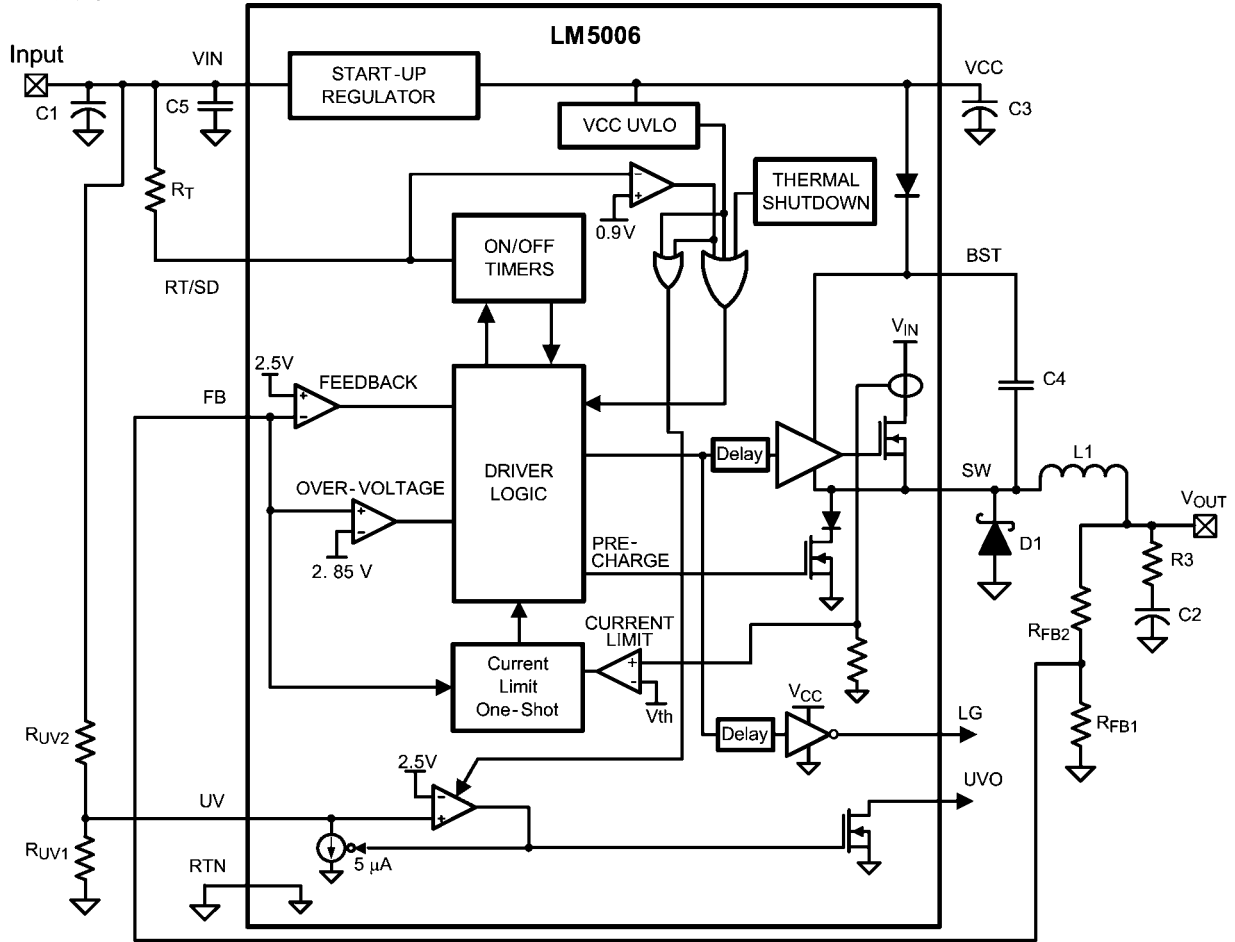
UV Pin Threshold vs. Temperature



UV Hysteresis Current vs. Temperature



ブロック図



機能説明

LM5006 は、低コスト、高効率の降圧型コンバータを構成するために必要なすべての機能を備えた、降圧型スイッチング・レギュレータです。この高耐圧レギュレータは、耐圧 80V の N チャネル降圧スイッチを内蔵し、MSOP-10 パッケージで供給され容易に実装できます。レギュレータの制御には、オン時間を V_{IN} に反比例させる方式を採用しています。この制御方式はループ補償を必要としません。電流制限機能は、 V_{OUT} に反比例する強制的なオフ時間を設定することで実現しています。この機能によって、フォールドバックを最小限に抑えながら、短絡に対する的確な制御が可能です。

LM5006 は、高い電圧を効率的に降圧してレギュレートする多様なアプリケーションに使用できます。本レギュレータは、48V テレコムや新しい 42V オートモーティブ・パワー・バス電圧範囲に適合しています。その他の機能として、サーマル・シャットダウン、 V_{CC} アンダーボルテージ・ロックアウト、ゲート駆動電圧アンダーボルテージ・ロックアウト、最大デューティ・サイクル制限タイマー、高度な電流制限オフ・タイマ、プリチャージ・スイッチ、ステータス・フラグ付きプログラマブル・アンダーボルテージ (UV) 検出器、同期整流器用のゲート・ドライバ出力などがあります。

制御回路の概要

LM5006 降圧型 DC/DC レギュレータでは、オン時間が入力電圧 (V_{IN}) に反比例して変化する制御方式を採用しています。出力の帰還電圧 (FB) と内部リファレンス電圧の 2.5V との比較によって動作するコンパレータとオン時間ワンショット回路が制御の基本です。FB レベルがリファレンス電圧を下回ると、入力電圧と設定用抵抗 (R_T) で決まる一定の時間だけ降圧スイッチがオンになります。スイッチはオン期間に続いて、オフ・タイムにより最低でも 260ns の期間、オフ状態を保ちます。これらの時間が経過しても FB が依然としてリファレンスを下回っている場合、スイッチは再びオンになり、次のオン期間もオン状態が維持されます。この動作が、電圧がレギュレートされるまで続きます。

フリーホイール・ダイオード (ブロック図の D1) を使用する場合、LM5006 は、負荷電流が小さい場合は不連続モードで動作し、負荷電流が大きい場合は連続モードで動作します。不連続モードでは、出力インダクタを流れる電流はゼロから始まり、オン時間の間にピーク値まで立ち上がり、その後オフ時間が終わるまでにゼロまで立ち下がります。FB ピンの電圧が内部リファレンス電圧を下回ると、次のオン時間の期間が開始します。それまでの間、インダクタ電流はゼロのままです。このモードでは、動作周波数は連続モード時より低くなり、負荷電流に比例して変化します。したがって負荷が軽い場合には、負荷電流とスイッチング周波数の低減によってスイッチング損失が減少するため、変換効率が維持されます。不連続モードでの動作周波数は、次式により計算できます。

制御回路の概要 (つづき)

$$F = \frac{V_{OUT}^2 \times L \times 1.28 \times 10^{20}}{R_L \times (R_T)^2}$$

R_L は負荷抵抗を表します。

連続モードの場合は、インダクタを通して定常的に電流が流れ、ゼロまで低下することはありません。このモードでは、動作周波数が不連続モードに比べて高くなり、負荷変動や入力電圧変動に対して動作周波数が比較的一定に保たれます。連続モードでの動作周波数のおよその値は、次式により計算できます。

$$F = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - 0.5V)}{1.25 \times 10^{-10} \times V_{IN} \times (R_T + 500\Omega)} \quad (1)$$

降圧スイッチのおよそのデューティ・サイクルは、次式で求められます。

$$DC = \frac{t_{ON}}{t_{ON} + t_{OFF}} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \quad (2)$$

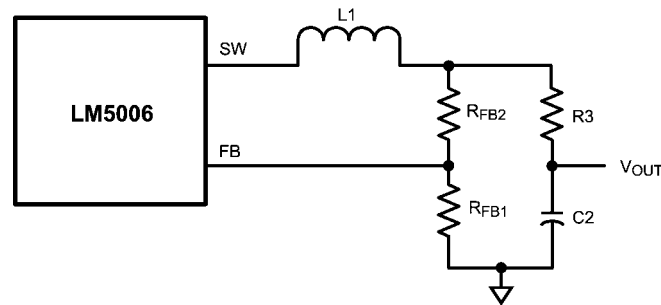


FIGURE 1. Low Ripple Output Configuration

スタートアップ・レギュレータ (V_{CC})

LM5006 には、高耐圧のバイアス・レギュレータが内蔵されています。入力ピン (V_{IN}) は 6V ~ 75V の電源電圧に直接接続でき、80V までの過渡電圧に対応しています。 V_{CC} 出力は 7.5V にレギュレートされます。 V_{CC} レギュレータの出力電流は約 30mA に制限されます。

C3 は、可能な限り V_{CC} と RTN ピンの近くに配置する必要があります。比較的高い入力電圧のアプリケーションでは、バイアス・レギュレータでの消費電力が問題になります。 V_{CC} ピンにダイオードを接続して 7.5V ~ 10V の補助電圧を設定すると、 V_{CC} レギュレータをオフして内部消費電力を低減できます。 V_{CC} から供給する必要がある電流値は、 V_{CC} に印加する電圧、スイッチング周波数、フリーホイール・ダイオード (D1) ま

たは同期整流器 (Q1) のいずれを使用するかによって決まります。グラフ“ I_{CC} vs. Externally Applied V_{CC} ”を参照してください。IC の内部では V_{CC} ~ V_{IN} 間にダイオードが接続されており、補助電圧を V_{IN} より低くする必要があります。

起動シーケンスを Figure 2 に示します。初期遅延 (t_1) の期間、 V_{CC} は内部回路が安定するまで、電流制限機能と C3 によって決まる速度で立ち上がります。 V_{CC} がアンダーボルテージ・ロックアウトの上側スレッショルドに達すると、降圧スイッチが有効になります。インダクタの電流が電流制限スレッショルド (I_{LM}) まで増加し、 t_2 の期間、出力コンデンサが充電されるのに合わせて V_{OUT} が上昇します。 V_{OUT} が目標の電圧に達すると、平均インダクタ電流は公称負荷電流 (I_O) まで減少します (t3)。

$$V_{OUT} = 2.5 \times (R_{FB1} + R_{FB2}) / R_{FB1}$$

出力電圧は、帰還入力のリップル電圧を使ってレギュレートされるため、出力コンデンサ C2 には ESR の最低値に制限があります。LM5006 では、フィードバック・ピン (FB) に 25mV ~ 50mV 以上のリップル電圧が必要なためです。したがって、出力コンデンサの ESR が小さすぎると、直列抵抗を追加しなければならない場合があります (ブロック図の R3)。

出力電圧のリップルを低く抑える必要があるアプリケーションでは、Figure 1 に示すように、低 ESR の出力コンデンサから直接出力を取り出せます。ただし、R3 の影響でロード・レギュレーション特性が若干低下します。

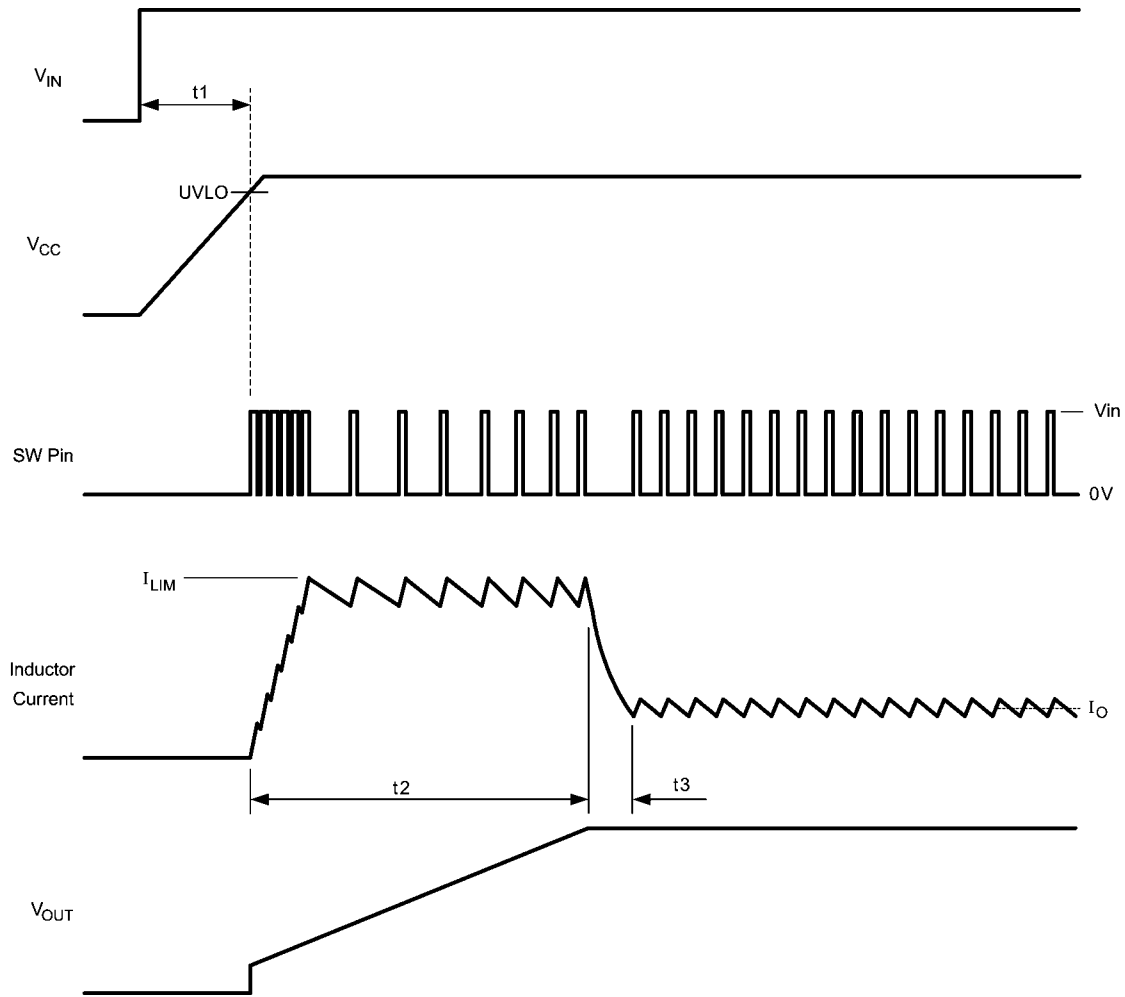


FIGURE 2. Startup Sequence

レギュレーション・コンパレータ

FB ピンのフィードバック電圧は、2.5V の内部リファレンス電圧と比較されます。通常の動作では (出力電圧がレギュレートされており)、FB ピンの電圧が 2.5V を下回るとオン時間の期間が開始されます。降圧スイッチはオン時間の間オン状態を維持するため、FB ピンの電圧は 2.5V より高い電圧に上昇します。オン時間の経過後、FB ピンの電圧が 2.5V を再度下回るまで降圧スイッチはオフのままとなります。スタートアップ中は、各オン時間の終了時に毎回 FB 電圧が 2.5V を下回っているため、オフ時間は最小値である 260ns になります。

オーバーボルテージ・コンパレータ

FB ピンのフィードバック電圧は、2.85V の内部リファレンス電圧と比較されます。FB ピンの電圧が上昇して 2.85V を超えると、オン時間パルスは即座に終了します。この条件が発生するのは、入力電圧または出力負荷が突然変化した場合です。降圧スイッチは、FB ピンの電圧が 2.5V を下回るまでオフのままとなります。

オンタイム・ジェネレータとシャットダウン

LM5006 のオン時間は、抵抗 R_T によって決まり、入力電圧 (V_{IN}) に反比例します。このため、 V_{IN} が規定の範囲内で変化しても、周波数はほぼ一定になります。LM25006 のオン時間は次式で表されます。

$$T_{ON} = \frac{1.25 \times 10^{-10} \times (R_T + 500\Omega) + 30 \text{ ns}}{(V_{IN} - 0.5V)} \quad (3)$$

R_T は、最小オン時間 (V_{IN} 最大時) が 200ns よりも大きくなり、適切な電流制限動作が得られるように選択する必要があります。この要件のため、 V_{IN} と V_{OUT} によっては、最大周波数がアプリケーションごとに制限されます。

LM5006 は、RT/SD ピンをグラウンドに接続すると、外部からデイスレーブルできます。Figure 3 を参照してください。RT/SD ピンの電圧は、 V_{IN} と抵抗 R_T の値に応じて 1.5V ~ 5.0V になります。

オンタイム・ジェネレータとシャットダウン (つづき)

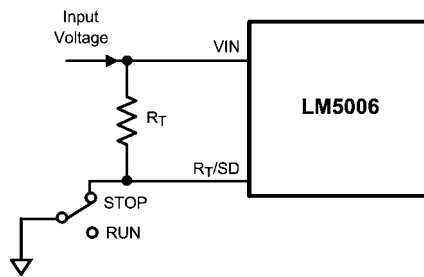


FIGURE 3. Shutdown Implementation

電流制限

LM5006 は、高度な電流制限オフ・タイマを内蔵しています。降圧スイッチの電流が電流制限のスレッシュホールドに達すると、現在のサイクルがただちに終了し、リセット不可のオフ・タイマが起動されます。オフ時間の長さは FB ピンの電圧と V_{IN} によって決まります (グラフ “Current Limit Off-Time vs. V_{FB} ” を参照してください)。FB = 0V の場合、最大のオフ時間が必要です。この状態は出力が短絡した場合と、起動の初期段階に発生します。この時間設定により、最大入力電圧の 75V まで安全な短絡動作を確保できます。FB ピンの電圧が 0V より大きい場合 (短絡していない場合)、必要な電流制限オフ時間は短くなります。過負荷状態がより軽微でオフ時間が短い場合は、フォールドバック量が減り、回復時間と起動時間が短くなります。電流制限オフ時間 (単位: μ s) は、次式により求められます。

$$T_{OFF} = \frac{(V_{IN} + 1.83V) \times 0.28}{(V_{FB} \times 1.05) + 0.58}$$

グラフ “Current Limit Off-time vs. V_{FB} ” を参照してください。

電流制限の検出回路は、各オン時間開始後の 50 ~ 70ns は無効化され、ターンオン時に発生する電流サージによる誤動作を防ぎます。電流サージは、フライホイール・ダイオード (D1) のターンオフ・リカバリにより発生します。

N チャネル降圧スイッチとドライバ

LM5006 には、N チャネルの降圧スイッチとそれを駆動するフローティング高耐圧ゲート・ドライバが内蔵されています。ゲート駆動回路は、外付けのブートストラップ・コンデンサや IC 内部の高耐圧ダイオードと連携して機能します。ドライバにはオン時間中に、BST ピンと SW ピンの間に接続されている 0.01μ F のセラミック・コンデンサ (C4) から電圧が供給されます。

オフ時間中、SW ピンの電位は毎回約 0V になり、ブートストラップ・コンデンサは IC 内部のダイオードを介して VCC から充電されます。260ns に設定された最小オフ時間タイマにより、各サイクルでブートストラップ・コンデンサを再充電するための最低限の時間が確保されます。

SW ピンに接続された内部プリチャージ・スイッチは、最小オフ時間の間の 150ns だけオンします。これによって、オンしている間にブートストラップ・コンデンサの両端に十分な電圧を確保できます。この機能は、負荷が非常に軽く、オフ時間が長くなる場合に発生する動作上の障害を予防します。この機能がないと、長いオフ期間に、ブートストラップ・コンデンサの電圧がゲート駆動 UVLO スレッシュホールドを下回る可能性があります。プリチャージ・スイッチは、起動前に出力の電圧が事前に充電 (プリバイアス) されている場合に発生する恐れがある、起動時の問題を防ぐためにも有効です。電流制限の検出後、プリチャージ・スイッチは強制的なオフ時間の全期間を通じてオン状態を保ちます。

LG (ローサイド・ゲート) 出力

フリーホイール・ダイオード (ブロック図の D1) を N チャネル MOSFET に置き換え、そのゲートを LG 出力ピンに接続すると、同期整流回路を構成できます。代表的アプリケーション回路図を参照してください。LG 出力は、内部の降圧パワー・スイッチがオフしてから約 56ns 後に High に切り替わり (グランドから VCC)、内部の降圧パワー・スイッチがオンする約 58ns 前に Low に遷移します。

LG 出力はピーク電流 250mA を供給し、300mA をシンクする能力があります。選択した MOSFET のゲート電荷の総量が 10nC 未満の場合は、外付けのゲート・ドライバは不要です。

外付けの MOSFET には、最大入力システム電圧 (V_{IN}) に、SW ピンで発生する可能性があるリングングやトランジェントを加えた値よりも大きな V_{DS} 定格を備えたものを選択する必要があります。MOSFET の電流定格は、電流制限の仕様の最大値以上としてください。

MOSFET はダイオードに比べて電圧降下が小さいため、通常は同期整流方式の方が効率を高められます。同期整流器を使用すると連続モードで動作するため、あらゆる負荷条件で周波数が一定になる効果もあります。この機能により、メイン・インダクタに 2 次トランス巻線を追加することにより 2 次出力の生成も可能です。詳細は、「アプリケーション情報」を参照してください。

アンダーボルテージ検出器

入力電圧やその他のシステム電圧の監視にアンダーボルテージ検出器を使用できます。ただし、UV ピンの電圧が最大定格を超えない場合に限りです。

アンダーボルテージ・インジケータ・ピン (UVO) は、オフ状態の耐圧が 10V の内部 N チャネル MOSFET のドレインに接続されています。ダウンストリームの回路にステータスを知らせる適切な電圧が得られるように、UVO には外付けのプルアップ抵抗が必要です。オフ状態における UVO ピンの電圧は、VIN の電圧より高くても低くてもかまいませんが、10V を超えてはなりません。

UVO ピンは、UV 入力ピンの電圧がスレッシュホールドを上回ると Low に遷移します。通常、監視する電圧のスレッシュホールドは、ブロック図に示される抵抗分圧回路 (R_{UV1} 、 R_{UV2}) によって設定します。UV ピン電圧がスレッシュホールド未満の場合、UV ピンに接続された 5μ A の内部電流源がイネーブルされます。入力電圧が上昇して UV がスレッシュホールドを超えると、電流源がディセーブルされて UV の電圧が上昇し、スレッシュホールドにヒステリシス特性が付加されます。

VCC 電圧が UVLO スレッシュホールド未満の場合、または LM5006 が RT/SD ピン (Figure 3 参照) によってシャットダウンされている場合は、UV ピンの電圧に関わらず UVO には High が出力されます。

熱保護回路

LM5006 では、通常動作中に接合部温度が 125°C を超えないようにする必要があります。このため、通常の接合部温度を超えた場合に LM5006 をシャットダウンするサーマル・シャットダウン回路を搭載しています。接合部が 165°C (代表値) まで上昇してこの回路が動作すると、降圧スイッチがディセーブルされ、コントローラは強制的に低消費電力のリセット状態に移行します。この機能は、デバイスが偶発的に過熱状態になって回復不能な障害が発生するのを防ぎます。接合部温度が 145°C (標準的なヒステリシス幅は 20°C) まで低下すると、通常動作に復帰します。

アプリケーション情報

外付け部品の選定

ここでは、外付け部品の値を決定する場合の指針を設計例を用いて示します。ブロック図を参照してください。以下の手順では LM5006 を以下の値に設定します。

- 入力電圧範囲 (V_{IN}): 15V ~ 75V
- 出力電圧 (V_{OUT}): 10V
- 負荷電流 (連続モードの場合): 100mA ~ 400mA
- スイッチング周波数: 300kHz

R_{FB1}、R_{FB2}: 式 $V_{OUT} = V_{FB} \times (R_{FB1} + R_{FB2}) / R_{FB1}$ の $V_{FB} = 2.5V$ であることから、 R_{FB2} と R_{FB1} の比率は 3:1 と計算できます。標準的な値である 3.01k Ω と 1.00k Ω を選びました。ただし、3:1 という比率さえ守っていれば、他の値を使用することも可能です。

F_s と R_T: アプリケーションが特定の周波数を必要としている場合を除き、通常、周波数は以下のトレードオフを検討して選択します。周波数が高いと、インダクタ、入力コンデンサ、出力コンデンサの値と物理的サイズをともに小さくできますが、変換効率は低下します。一方、周波数が低いと、効率が高められるものの、通常はインダクタ、入力コンデンサ、出力コンデンサにより大きな値が必要です。LM5006 の最大許容スイッチング周波数は、最大入力電圧の最小オン時間 (200ns) と、最小入力電圧の最小オフ時間 (260ns) によって制限されます。各アプリケーションの最大周波数のリミット値は、以下の 2 つの計算式によって規定されます。

$$F_{S(\max)1} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN(\max)} \times 200 \text{ ns}}$$

$$F_{S(\max)2} = \frac{V_{IN(\min)} - V_{OUT}}{V_{IN(\min)} \times 260 \text{ ns}}$$

最大許容周波数は、上記 2 つの計算結果の小さい方の値です。グラフ “Maximum Switching Frequency” を参照してください。この例では、 $F_{S(\max)1}$ が 667kHz、 $F_{S(\max)2}$ が 1.28MHz と計算できます。したがって、最大許容周波数は 667kHz で、本設計の仕様である 300kHz を上回ります。式 1 により R_T は 258k Ω と計算されます。ここでは標準値である 261k Ω の抵抗を選択します。最小オン時間と最大オン時間の計算値は、それぞれ 469ns と 2.28 μ s です。

L1: インダクタの影響を受ける主なパラメータは、出力電流リップルの振幅です。したがって、インダクタ値は最小/最大負荷電流の両方によって決まります。その場合、最大リップル電流は最大 V_{IN} で発生することを忘れてはなりません。

a) **最小負荷電流:** フリーホイール・ダイオードを使用する場合、最小 I_O (100mA) でも連続モードを維持するには、リップルの振幅 (I_{OR}) を 200mA p-p より小さくして、谷側のピークがゼロに達しないようにする必要があります。そのための L1 は、次式で求められます。

$$L1 = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{I_{OR} \times F_s \times V_{IN}}$$

$V_{IN} = 75V$ の場合、L1 (最小値) の計算結果として 144 μ H が得られます。これを上回る最小の標準値 (150 μ H) を選択しました。この値から、 I_{OR} は $V_{IN} = 75V$ では 193mA p-p、 $V_{IN} = 15V$ では 74mA p-p になります。

b) **最大負荷電流:** 負荷電流が 400mA の場合に、リップル波形のピークが LM5006 の電流制限スレッショルドの保証最小値

である 700mA に達してはなりません。したがって、リップルの振幅は 600mA p-p 未満とする必要がありますが、この要件はすでに上記の計算で満たされています。L1 = 150 μ H、最大 V_{IN} 、最大 I_O の条件におけるリップルのピークは 498mA です。L1 は飽和することなく、また温度定格を超えずに、このピーク電流に対応する必要があります。さらに、起動時の電流は電流制限の値に達するため、LM5006 の電流制限スレッショルドの保証最大値に相当する電流も飽和せずに流さなければなりません。

インダクタの DC 抵抗 (DCR) は、できる限り小さくします。例えば、インダクタの DCR が 0.5 Ω の場合、最大負荷電流による消費電力は 0.08W に達します。小さな値ではあるものの、負荷電力 4W と比べれば無視できません。

C3: V_{CC} 出力に接続するコンデンサは、ノイズ・フィルタ機能と安定性を提供するだけではありません。その主目的はむしろ、降圧スイッチのオン/オフ切り替え時に V_{CC} のアンダーボルテージ・ロックアウトが誤作動しないようにすることです。C3 は 1 μ F 以上としてください。

C2 と R3: 出力フィルタ・コンデンサの C2 を選択する場合に検討しなければならない項目は、コンデンサの ESR によるリップル電圧、容量によるリップル電圧、そして負荷特性です。

通常、C2 の ESR は小さい方がコンデンサ内の電力損失と発熱が抑えられるため有利です。ただし、ループ補償を適切に動作させるには、帰還入力に最低限のリップル電圧が必要です。LM5006 のピン 7 に入力する必要がある最小リップル電圧は 25mV p-p のため、この例の V_{OUT} の最小リップル電圧としては 100mV が必要になります。最小リップル電流 (最小 V_{IN} における) が 74mA p-p なので、 V_{OUT} に必要な最小 ESR は 100mV/74mA = 1.35 Ω と計算できます。SMPS アプリケーション用の高品質コンデンサでは ESR がこれより著しく小さいため、ブロック図に示したように R3 を挿入しています。R3 の値と C2 の ESR を合わせて、ピン 7 に 25mV p-p 以上のリップルが得られるようにしてください。出力リップル電圧を低減する手法については「低出力リップル構成」を参照してください。

D1/Q1: フライホイール・スイッチにはショットキ・ダイオードまたは N チャネル MOSFET のいずれかを使用できます。通常、MOSFET を使用すると、より高い回路効率が得られます。その他の検討課題として部品の寸法 (PC ボードの面積) とコストがあります。ダイオードを使用する場合は、パワー・ショットキ・ダイオードを推奨します。SW ピンでの過渡応答が高速になると、外部または内部の EMI により IC の動作が悪影響を受ける可能性があるため、超高速リカバリ・ダイオードは推奨しません。重要なパラメータは逆方向回復時間と順方向電圧です。逆方向回復時間によって、内部降圧スイッチがターンオンするたびに逆方向電流サージがどの程度の長さにとわって続くかが決まります。順方向電圧降下は効率に影響を与えません。ダイオードの逆耐圧定格は、最大入力電圧にリップルとトランジェントを加えた値以上、電流定格は電流制限の仕様の最大値以上でなければなりません。ダイオードでの平均消費電力は、次式により求められます。

$$P_{D1} = V_F \times I_{OUT} \times (1 - D) \quad (4)$$

V_F はダイオードの順方向電圧降下、 D はオンタイム・デューティ・サイクルを表します。MOSFET を使って同期整流を行う場合は、N チャネルのデバイスが必要です。MOSFET の電圧定格は、最大入力電圧にリップルとトランジェントを加えた値以上、電流定格は電流制限の仕様の最大値以上でなければなりません。平均消費電力は、次式により求められます。

$$P_{Q1} = I_{OUT}^2 \times R_{DS(ON)} \times (1 - D) \quad (5)$$

$R_{DS(ON)}$ はデバイスのオン抵抗、 D はオンタイム・デューティ・サイクルを表します。

アプリケーション情報

C1: このコンデンサの目的は、オン時間中のスイッチ電流の大半を供給すること、VIN ピンでのリップル電圧を抑制することです。ただし、VIN に電圧を供給する電源の出力インピーダンスはゼロより大きい値であることが前提です。最大負荷電流の時、降圧スイッチがオンになると、VIN ピンに流入する電流はインダクタ・リップル電流波形の下側のピークまで急激に上昇し、その後上側のピーク値まで上昇し、スイッチがオフになるとゼロになります。このオン時間中の平均入力電流が負荷電流 (400mA) となります。ワーストケースの計算では、C1 は最大オン時間の間、この平均負荷電流を供給する必要があります。入力電圧リップルを 1V 未満に保つ (この例の場合) C1 は次式で計算されます。

$$C1 = \frac{I \times t_{ON}}{\Delta V} = \frac{0.4A \times 2.28 \mu s}{1V} = 0.91 \mu F$$

この容量値の高品質セラミック・コンデンサは ESR が小さく、これがリップルに寄与するのはわずか数ミリボルトです。この場合のリップルの主原因は容量です。コンデンサの許容誤差、温度特性、電圧依存特性を考慮して、容量 1.0 μ F、耐圧 100V、X7R 誘電体のコンデンサを使用します。

C4: C4 の推奨値は 0.01 μ F です。これは大半のアプリケーションに適用できる値です。C4 はターンオン時に降圧スイッチのゲートを充電するためのサージ電流を供給するので、低 ESR の高品質セラミック・コンデンサを推奨します。低 ESR のコンデンサにすると、高速な再充電が可能となり、オフ時間ごとに確実に充電できる利点もあります。

C5: このコンデンサの目的は、VIN ピンにつながる長い配線のインダクタンスによって、電源電圧のトランジェントやリングングが発生するのを防止することです。低 ESR、0.1 μ F のセラミック・チップ・コンデンサを LM5006 の直近に配置することを推奨します。

UV および UVO ピン: アンダーボルテージ検知器機能は、VIN の入力電圧をはじめとするシステム電圧の監視に使用します。ブロック図に示すとおり、UV ピンを 2 つの抵抗 (R_{UV1} 、 R_{UV2}) に接続して使用します。UV ピンの電圧がスレッショルドを上回

ると、UVO ピンが Low に遷移します。UV 入力ピンの電圧がスレッショルド未満の場合、UVO ピンは High を示します。UV ピンの電圧がスレッショルド未満の場合、内部の 5 μ A 電流源が有効になり、ヒステリシス特性が付加されます。抵抗の値は以下の手順により求められます。

V_{IN} の上下限スレッショルド (V_{UVH} と V_{UVL}) を選択します。

$$R_{UV2} = \frac{V_{UVH} - V_{UVL}}{5 \mu A} = \frac{V_{UV(HYS)}}{5 \mu A}$$

$$R_{UV1} = \frac{R_{UV2} \times 2.5V}{V_{UVL} - 2.5V}$$

例として、アプリケーションが以下のスレッショルドを必要としているものとします。 $V_{UVH} = 15V$ と $V_{UVL} = 14V$ したがって $V_{UV(HYS)} = 1V$ になります。次の抵抗値が得られます。

$$R_{UV2} = 200k\Omega、R_{UV1} = 43.5k\Omega \quad (6)$$

V_{IN} 配線に乗る可能性があるノイズとリップルをフィルタリングするために、コンデンサ C6 を追加します (Figure 4 参照)。抵抗値が既知の場合、スレッショルド電圧とヒステリシスは次式によって計算できます。

$$V_{UVH} = 2.5V + [R_{UV2} \times (\frac{2.5V}{R_{UV1}} + 5 \mu A)]$$

$$V_{UVL} = 2.5V \times \frac{(R_{UV1} + R_{UV2})}{R_{UV1}}$$

$$V_{UV(HYS)} = R_{UV2} \times 5 \mu A \quad (7)$$

UVO 出力のプルアップ電圧には、10V 未満の任意の値を使用できます。UVO 出力ピンへの最大連続流入電流は 5mA を超えないようにしてください。

最終回路

最終的な回路を Figure 4 に示します。この回路を検証して得られた性能を Figure 6 ~ 5 に示します。

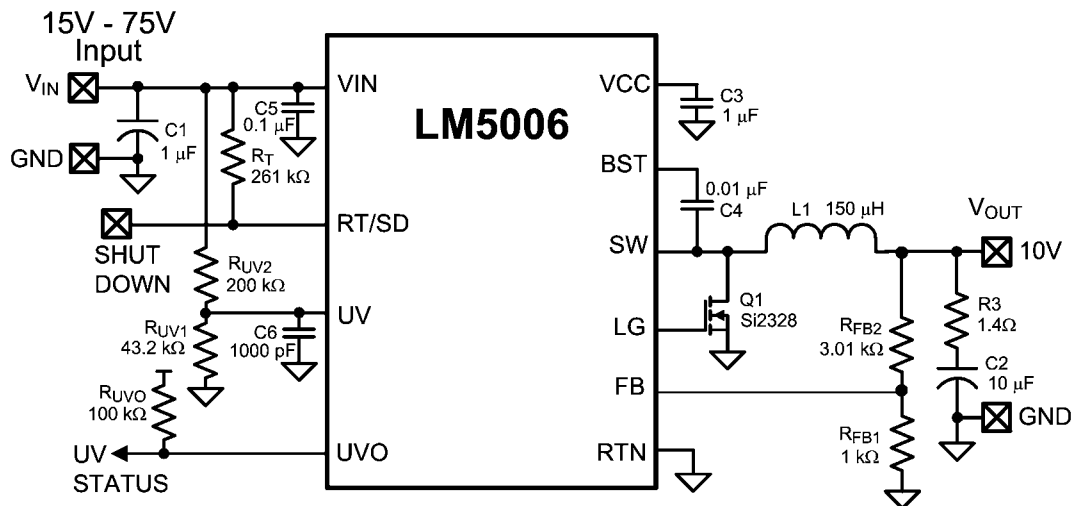
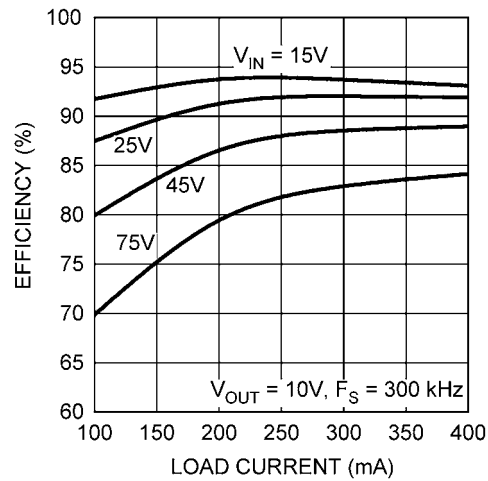
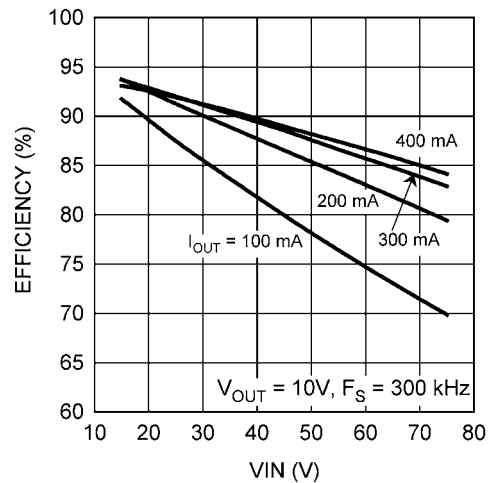


FIGURE 4. LM5006 Example Circuit

アプリケーション情報 (つづき)

FIGURE 5. Efficiency vs. Load Current and V_{IN}FIGURE 6. Efficiency vs. V_{IN}

低出力リップル構成

出力リップルを低く抑える必要があるアプリケーションでは、リップルを低減するか、ほぼ完全に除去する次のようなオプションを選択できます。

a) リップルを低減した構成: Figure 7 では、R_{FB2} の両端に C_{ff} を追加して、V_{OUT} のリップルを直接 FB ピンに AC 結合させています。これとで V_{OUT} のリップルが帰還抵抗によって減衰されなくなるため、R₃ を小さくでき、V_{OUT} のリップルを最小値の 25mV p-p まで減らせます。C_{ff} の最小値は、次式により求められます。

$$C_{ff} = \frac{3 \times t_{ON(max)}}{(R_{FB1} // R_{FB2})}$$

t_{ON(max)} は最小入力電圧のときに発生する最大オン時間です。この次に大きい標準値のコンデンサを C_{ff} に採用します。

アプリケーション情報 (つづき)

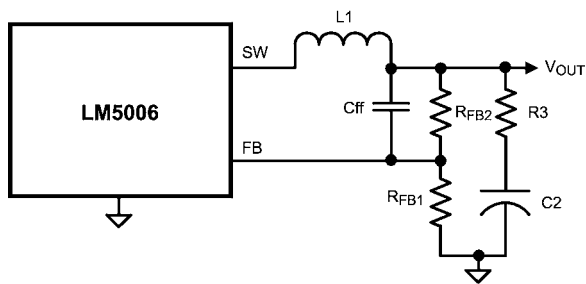


FIGURE 7. Reduced Ripple Configuration

b) リップルを最小化する構成: アプリケーションがさらに低いリップル電圧 (< 10mV p-p) を必要としている場合は、Figure 8 の回路を使用できます。R3 が取り除かれているため、出力リップル電圧はインダクタのリップル電流と C2 の特性で決まります。RA と CA は、その接続部分で鋸歯状波を発生するように選択し、この電圧を CB を介して FB ピンに AC 結合させます。RA、CA、CB の値は、次の手順によって決定します。

$V_A = V_{OUT} - (V_{SW} \times (1 - (V_{OUT}/V_{IN(\min)})))$ を求めます。

V_{SW} はオフ時間中の SW ピン電圧の絶対値です。フリーホイール機能をショットキ・ダイオードで実装する場合、オフ時間の電圧は、使用するダイオードと最大負荷電流に応じて、0.5V ~ 1V の値を取ります。同期整流のために MOSFET を使用する場合、オフ時間の電圧は、選択したデバイスの $R_{DS(ON)}$ に応じて、50mV ~ 200mV の値を取ります。 V_A は、RA と CA の接続部の DC 電圧であり、次式で使用します。

$RA \times CA = (V_{IN(\min)} - V_A) \times t_{ON} / \Delta V$ を計算します。

t_{ON} は最大オン時間 (最小入力電圧のとき)、 ΔV は RA と CA の接続部の目標リップル振幅です (代表値 40 ~ 50mV)。つづいて、標準値部品から上記の積の条件を満たす RA と CA を選定します。一般的な値は、CA が 1000pF ~ 5000pF、RA が 10k Ω ~ 300k Ω です。CB には、CA に比べて大きな値、通常は 0.1 μ F を選定します。

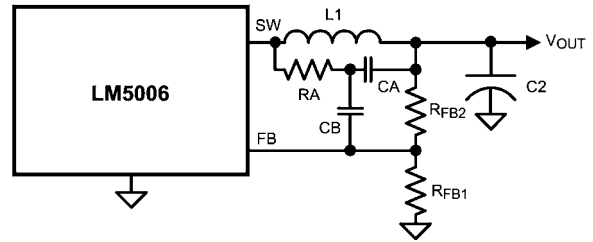


FIGURE 8. Minimum Output Ripple Using Ripple Injection

c) その他のリップルを最小化する構成: Figure 9 の回路はブロック図と同じです。ただし、出力電圧を R3 と C2 の接続部分から取り出しています。 V_{OUT} のリップルは、インダクタのリップル電流と C2 の特性によって決まります。ただし、R3 の影響でロード・レギュレーション特性が若干低下します。この回路は、負荷電流がほぼ一定のアプリケーションに適しています。

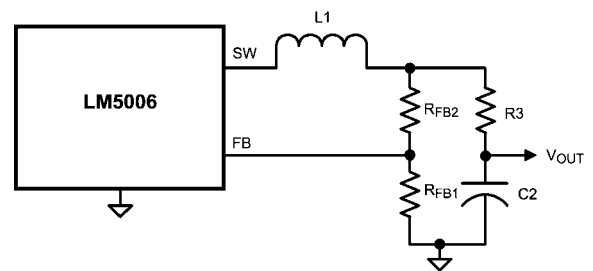


FIGURE 9. Alternate Minimum Output Ripple

2 次出力

インダクタ (L1) を、2 次巻線を備えたインダクタに置き換え、ダイオードの代わりに MOSFET を使って同期整流 (Q1) を行い、2 次的な副出力電圧を発生できます。1 次出力のあらゆる負荷電流で回路が連続モードで動作するように、同期整流のオプションを使用しなければなりません。そうすると、2 次出力電圧もすべての負荷条件で適正な値を示します。Figure 10 を参照してください。

2 次出力の電圧 (V_{OUT2}) の近似値は次の式で求められます。

$$V_{OUT2} = (V_{OUT1} \times \frac{N_S}{N_P}) - V_{D1}$$

N_P と N_S は、1 次側と 2 次側の巻数、 V_{D1} は D1 による電圧降下です。

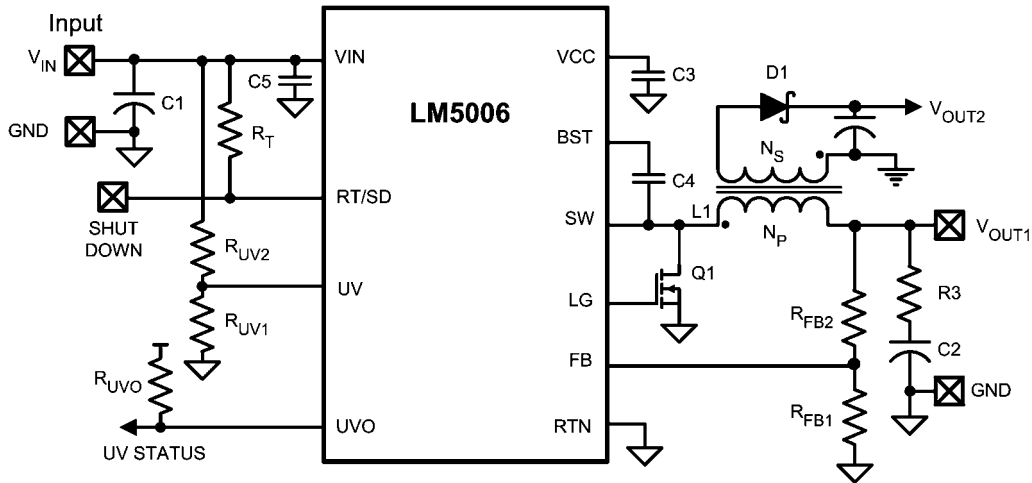


FIGURE 10. Generate a Secondary Output

プリント基板レイアウト

LM5006 のレギュレーション・コンパレータ、オーバervolテージ・コンパレータ、電流制限コンパレータは、非常に高速に動作し、短いノイズ・パルスにも反応します。このため、最適な性能を得るにはレイアウトの検討がきわめて重要です。レイアウトはできる限り簡潔かつコンパクトにする必要があります。すべての部品は関連するピンのできる限り近くに配置しなければなりません。主な 2 つの電流ループでは電流がきわめて高速に切り替わるため、これらのループはできる限り小さくして、伝導 EMI と放射 EMI を最小限に抑えることが肝要です。第 1 のループは C1 によって形成されるループで、VIN ピンから SW ピン、L1、C2 を通り、C1 に戻ります。第 2 のループは L1、C2、D1 (または Q1) によって形成され、最後に L1 に戻ります。負荷電流に等しい電流が、オン時間からオフ時間、再度オン時間に戻る各遷移時にこれらの 2 つのループを交互に流れるため、C1 のグラウンド側を D1 のアノード (または Q1 のソース) に短い配線で直接接続することが重要です。ビアや長い配線を経由させてはなりません。LM5006 の消費電力の近似値は、全変換損失 ($P_{IN} - P_{OUT}$) を求め、D1 (または Q1) とインダクタによる電力損失を差し引くことで得られます。ダイオードでの電力損失は、次式で概算できます。

$$P_{D1} = I_{OUT} \times V_F \times (1 - D)$$

V_F はダイオードの順方向電圧降下、 D はオンタイム・デューティ・サイクルを表します。同期整流器 (Q1) の平均消費電力は、次式により求められます。

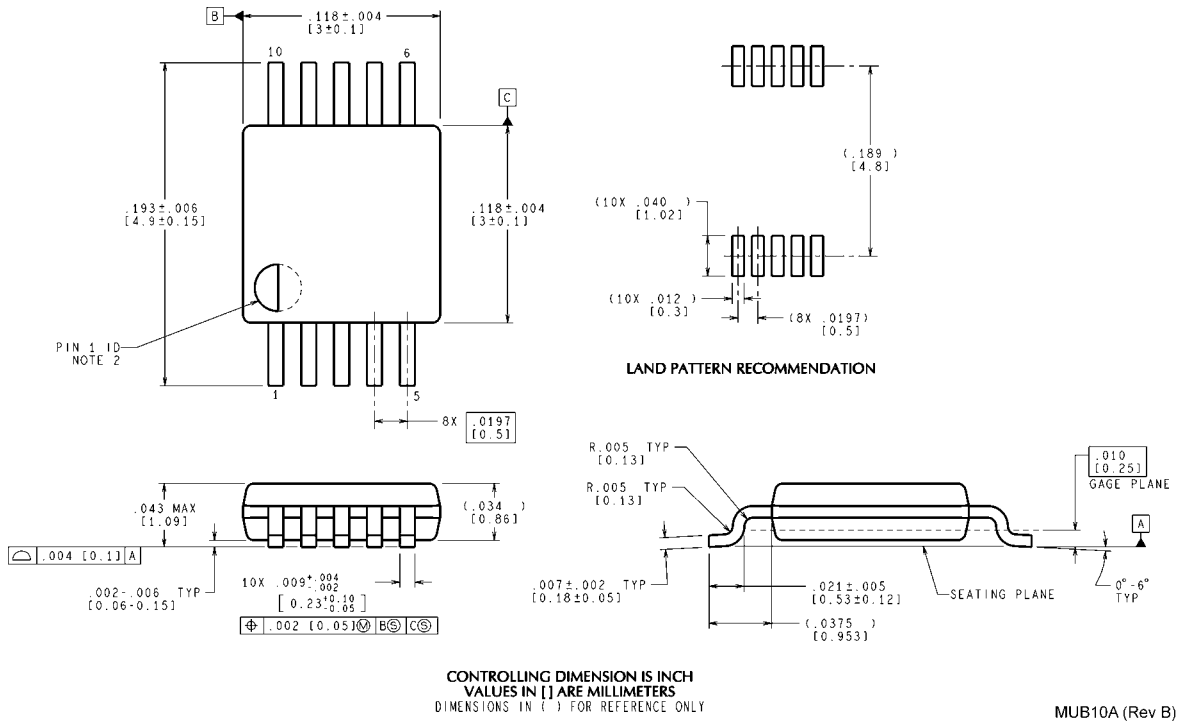
$$P_{Q1} = I_{OUT}^2 \times R_{DS(on)} \times (1 - D)$$

$R_{DS(on)}$ はデバイスのオン抵抗、 D はオンタイム・デューティ・サイクルを表します。インダクタでの電力損失は、次式で概算できます。

$$P_{L1} = I_{OUT}^2 \times R_L \times 1.1$$

R_L はインダクタの直流抵抗値、係数 1.1 は交流損失の近似値を表します。LM5006 の内部消費電力により通常動作時の接合部温度が過剰に上昇することが予想される場合は、PC ボードのグラウンド・プレーンを有効に利用すると、放熱効果を高められます。さらに、幅の広いプリント基板配線を可能な限り使用すれば、IC からの熱を放散しやすくなります。最終製品の内部で PC ボードを適切に配置し、空気流 (強制または自然対流) の利用と組み合わせると、接合部温度を抑えやすくなります。

外形寸法図 特記のない限り inches (millimeters)



Mini SO Molded
NS Package MUB10A

すべて商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

この資料は、Texas Instruments Incorporated (TI) が英文で記述した資料を、皆様のご理解の一助として頂くために日本テキサス・インスツルメンツ (日本TI) が英文から和文へ翻訳して作成したものです。資料によっては正規英語版資料の更新に対応していないものがあります。日本TIによる和文資料は、あくまでもTI正規英語版をご理解頂くための補助的参考資料としてご使用下さい。製品のご検討およびご採用にあたりましては必ず正規英語版の最新資料をご確認下さい。TIおよび日本TIは、正規英語版にて更新の情報を提供しているにもかかわらず、更新以前の情報に基づいて発生した問題や障害等につきましては如何なる責任も負いません。



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