

1.75A 同期整流式降圧レギュレータ (1.6mm × 1mm WLCSP パッケージ)

特長

- V_{OUT} 範囲: 0.5V~3.65V
- スイッチング周波数: 2MHz
- 低リップル Burst Mode[®] または強制連続モードの動作
- 高効率: 30mΩ NMOS、100mΩ PMOS
- ピーク電流モード制御
- 最小オン時間: 22ns
- 広帯域幅、高速過渡応答
- 過負荷によるインダクタ飽和時も安全に動作
- V_{IN} 範囲: 2.25V~5.5V
- V_{OUT} 精度: $\pm 1.0\%$
- 高精度の 400mV イネーブル閾値
- 低シャットダウン電流 (1μA)
- 内部補償
- 内部ソフトスタート
- パワー・グッド出力
- 小型 WLCSP パッケージと最小限の小型外付け部品により、全体的なソリューション・サイズ 9mm² を実現

アプリケーション

- 汎用、産業、GMS 電源
- 分散型 DC 電源システム (POL)
- FPGA、ASIC、μP コア電源

概要

LTC[®]3306 は、非常に小型で高効率かつ低ノイズのモノリシック同期整流式降圧 DC/DC コンバータで、2.25V~5.5V の入力電源で 1.75A という大きな平均出力電流を供給できます。2MHz のスイッチング周波数で固定周波数ピーク電流モード制御を用い最小オン時間が 22ns のこのレギュレータは、高速過渡応答と高精度のレギュレーションを極めて小型のソリューション・サイズで実現します。

LTC3306 では、低ノイズ向けには強制連続モード、また、軽負荷時に効率を上げる必要がある場合には低リップルの Burst Mode 動作を使用できます。

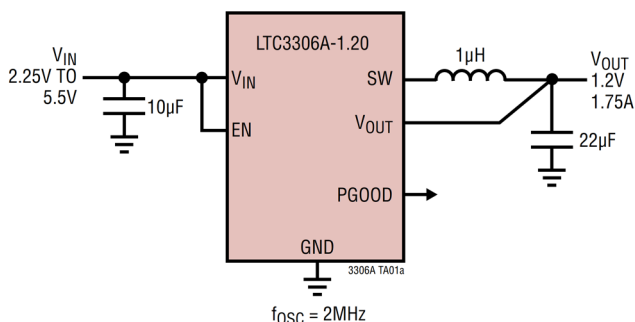
LTC3306 は、外付け抵抗で設定可能な出力、または 500mV~3.65V の範囲で 50mV 刻みの固定出力電圧で利用でき、100% デューティ・サイクル動作によって、非常に低いドロップアウト電圧を実現します。

その他、高精度の PGOOD 出力、高精度のイネーブル閾値、出力過電圧保護、サーマル・シャットダウン、出力短絡保護などの機能が備わっています。このデバイスは、6ピン 1.6mm × 1mm、0.5mm ピッチの WLCSP パッケージで供給されます。

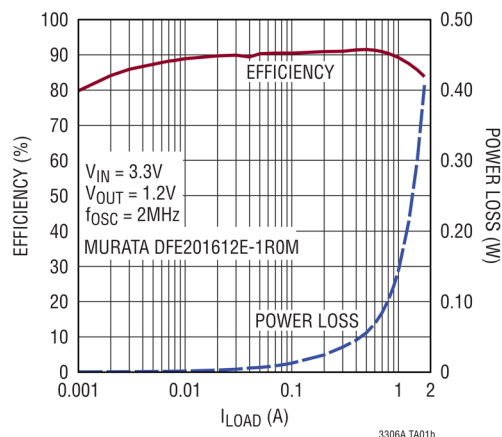
全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

高効率、2MHz、1.2V/1.75A 降圧コンバータ



効率と負荷電流の関係



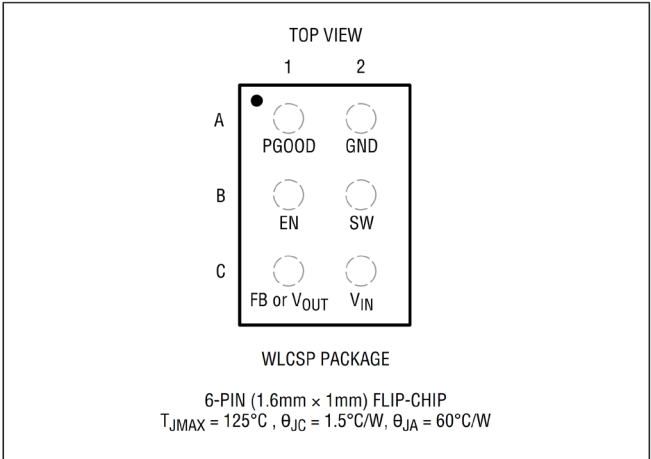
LTC3306

絶対最大定格

(Note 1)

V_{IN} -0.3V~6V
EN -0.3V~($V_{IN} + 0.3V$) または 6V の小さい方
 V_{OUT} -0.3V~($V_{IN} + 0.3V$) または 6V の小さい方
PGOOD -0.3V~6V
 I_{PGOOD} 5mA
動作ジャンクション温度範囲 (Note 2) :
LTC3306AA/LTC3306CA -40°C~+125°C
保存温度範囲 -65°C~+150°C

ピン配置



製品番号構成

LTC3306 のオプション	パラメータ		FB または V_{OUT}
	スイッチング周波数***	動作モード	
A	2MHz	不連続モード (DCM) / Burst Mode	0.5V*
C	2MHz	強制連続モード (FCM)	1.2V**

*0.5Vバージョンは、FBピンを備えた調整可能バージョンです。このピンに外付け抵抗分圧器を接続して出力電圧を設定します。

**その他に500mV~3.65Vの範囲で50mV刻みの固定出力電圧が利用可能です。在庫については、弊社または弊社代理店までお問い合わせください。

*** 上記デバイスの6MHzバージョンの在庫については、弊社または弊社代理店までお問い合わせください。

発注情報

デバイス	製品マーキング	パッケージの説明	温度範囲
LTC3306AACBZ-R7	HRM	6ピン (1.6mm × 1mm) WLCSP	-40°C~125°C
LTC3306CACBZ-R7	HRP	6ピン (1.6mm × 1mm) WLCSP	-40°C~125°C
LTC3306AACBZ-1.2-R7	HRR	6ピン (1.6mm × 1mm) WLCSP	-40°C~125°C
LTC3306CACBZ-1.2-R7	HRT	6ピン (1.6mm × 1mm) WLCSP	-40°C~125°C

デバイス名構成

一般名	オプション	温度グレード*	パッケージ・コード	鉛フリー	テープ&リール
LTC3306	A, C	A	CB	Z	R7 (3000)

更に広い動作温度範囲で仕様規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店までお問い合わせください。*温度グレードは出荷容器のラベルに表示されています。

テープ&リールの仕様。

電気的特性

●は、動作ジャンクション温度範囲全体に適用される仕様で (Note 2)、それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での仕様です。また、特に指定のない限り、 $V_{IN} = 4\text{V}$ 、 $V_{EN} = V_{IN}$ です。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply						
Operating Supply Voltage (V_{IN})		●	2.25		5.5	V
V_{IN} Undervoltage Lockout Hysteresis	V_{IN} Rising	●	2.0	2.1 150	2.2	V mV
V_{IN} Quiescent Current in Shutdown	$V_{EN} = 0.1\text{V}$			1	2	μA
V_{IN} Quiescent Current (Note 3)	Burst Mode Operation, Sleeping All Modes, Not Sleeping			40 1.2	60 2	μA mA
Enable Threshold Hysteresis	V_{EN} Rising	●	0.375	0.400 50	0.425	V mV
EN Pin Leakage	$V_{EN} = 0.5\text{V}$				± 20	nA
Voltage Regulation						
Regulated FB or Output Voltage (FB or V_{OUT})	% of Selected FB or V_{OUT} , $0.5\text{V} \leq (\text{FB or } V_{OUT}) \leq 3.65\text{V}$	●	99	100	101	%
Feedback Voltage Line Regulation	$V_{IN} = \text{MAX}$ (2.25V, $V_{OUT} + 150\text{mV}$) to 5.5V			0.02	0.1	%/V
Feedback Voltage Load Regulation				0.01	0.1	%/A
Minimum On Time ($t_{ON,MIN}$)	$V_{IN} = 5.5\text{V}$	●		22	42	ns
Maximum Duty Cycle		●	100			%
Top Switch ON-Resistance				100		m Ω
Bottom Switch ON-Resistance				30		m Ω
Top Switch Current Limit ($I_{PEAKMAX}$)			2.5	2.75	3.0	A
Bottom Switch Current Limit ($I_{VALLEYMAX}$)			2	2.3	2.6	A
Bottom Switch Reverse Current Limit (I_{REVMAX})	LTC3306C		-1.35	-0.9	-0.4	A
SW Leakage Current					± 100	nA
Power Good and Soft-Start						
PGOOD Threshold (Rising)	Percentage of Regulated V_{OUT}	●	97	98	99	%
Hysteresis		●	0.7	1.2	1.7	%
V_{OUT} Overvoltage Threshold (Rising)	Percentage of Regulated V_{OUT}	●	107	110	114	%
Hysteresis		●	1	2.2	3.5	%
PGOOD Delay				100		μs
PGOOD Pull-Down Resistance	$V_{PGOOD} = 0.1\text{V}$			10	20	Ω
PGOOD Leakage	$V_{PGOOD} = 5.5\text{V}$				20	nA
Soft-Start Duration	V_{OUT} Rising from 0V to PGOOD Threshold	●	0.25	1	3	ms
Oscillator						
Default Oscillator Frequency	LTC3306A, LTC3306C		1.9	2	2.1	MHz

Note 1: 上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くと、デバイスの信頼性と寿命に影響を与えることがあります。

Note 2: LTC3306AAは $T_J \approx T_A$ となるようなバルス負荷条件下でテストされています。LTC3306CAは、 $0^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$ のジャンクション温度で仕様を満たすよう設計されています。 $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の動作ジャンクション温度範囲における仕様は、設計、特性評価、および統計的プロセス制御との相関付けによって確認されています。LTC3306CAは $-40^\circ\text{C} \sim 125^\circ\text{C}$ の

動作ジャンクション温度範囲での動作が確保されています。

ジャンクション温度が高いと動作寿命が低下し、このような寿命の低下はジャンクション温度が 125°C を超えると始まります。なお、これらの仕様を満たす最大周辺温度は、基板レイアウト、パッケージの定格熱抵抗、他の環境要因などと関連した具体的な動作条件によって決まります。ジャンクション温度 (T_J 、単位 $^\circ\text{C}$) は、周辺温度 (T_A 、単位 $^\circ\text{C}$) および消費電力 (PD、単位ワット) から次式に従って計算されます: $T_J = T_A + (PD \cdot \theta_{JA})$ 、ここで θ_{JA} ($^\circ\text{C}/\text{W}$) はパッケージの熱抵抗です。

電気的特性

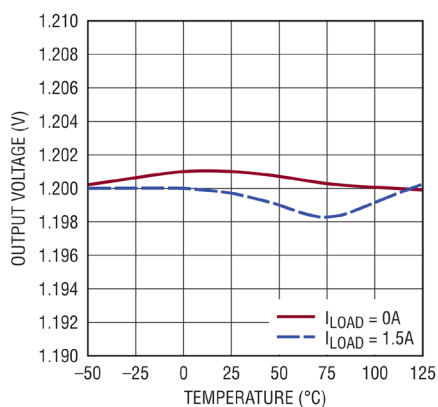
LTC3306は、一時的な過負荷状態時にデバイスを保護する過熱保護機能を備えています。ジャンクション温度が 150°C を超えると、過熱保護機能が働きます。規定された最大動作ジャンクション温度を超えて連続動作を行うと、デバイスの信頼性を損なう可能性があります。

Note 3: 電源電流仕様にはスイッチング電流が含まれていません。実際の電源電流の方が高くなります。

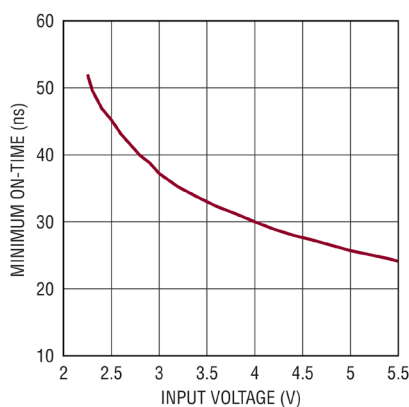
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $V_{\text{IN}} = 3.3\text{V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。

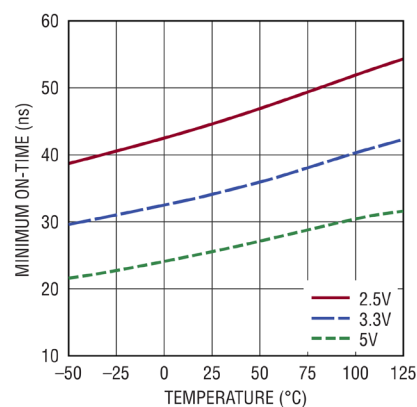
LTC3306C-1.2のレギュレーション
電圧と温度の関係



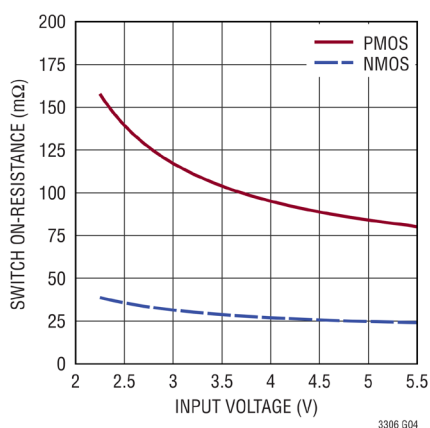
最小オン時間と入力電圧の関係



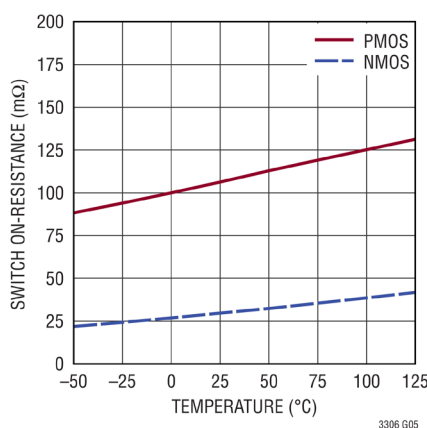
最小オン時間と温度の関係



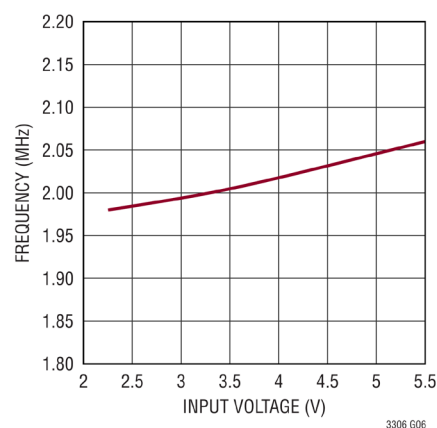
スイッチのオン抵抗と入力電圧の
関係



スイッチのオン抵抗と温度の関係



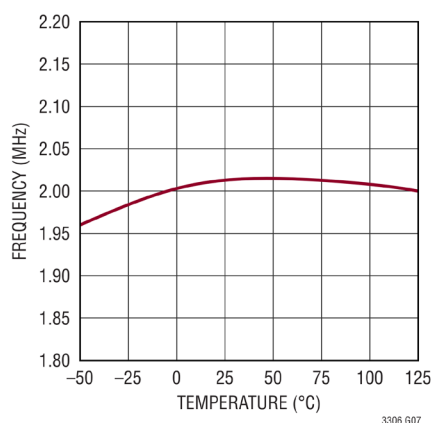
スイッチング周波数と入力電圧の
関係



代表的な性能特性

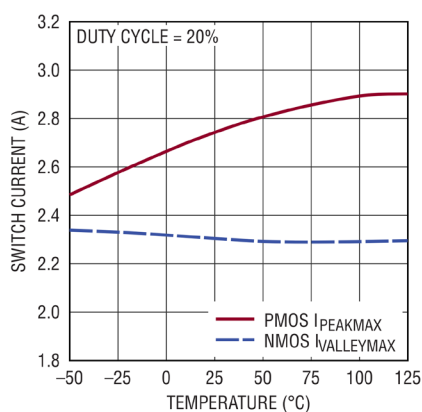
特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

スイッチング周波数と温度の関係



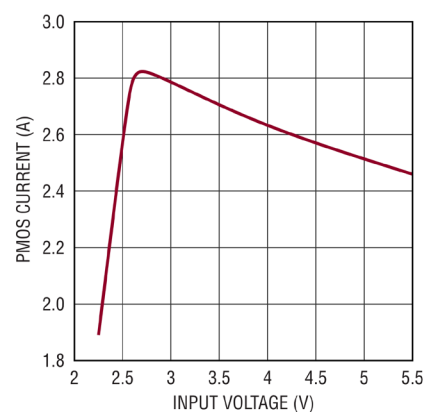
3306 G07

スイッチの電流制限値と温度の関係



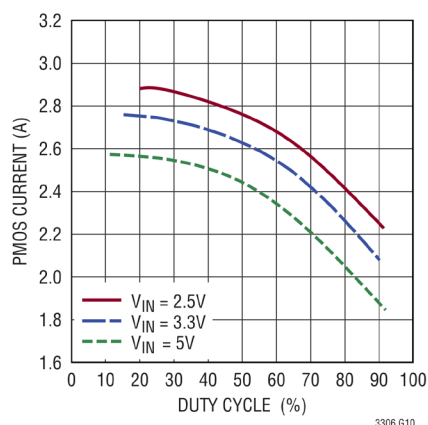
3306 G08

PMOSの電流制限値と入力電圧の関係

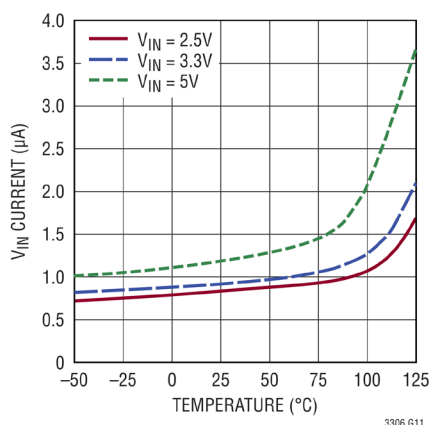


3306 G09

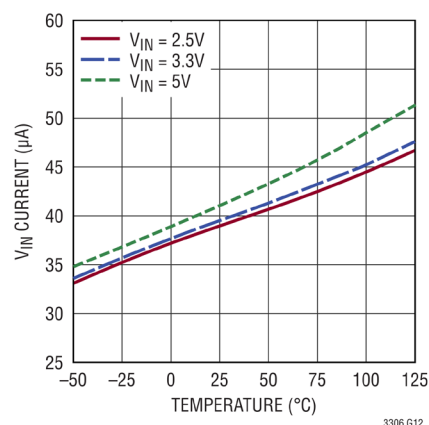
PMOSの電流制限値とデューティ・サイクルの関係



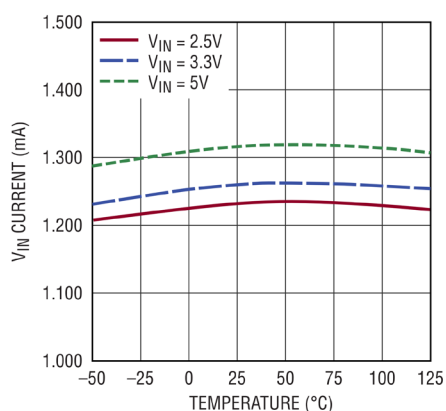
3306 G10

 V_{IN} シャットダウン電流と温度の関係

3306 G11

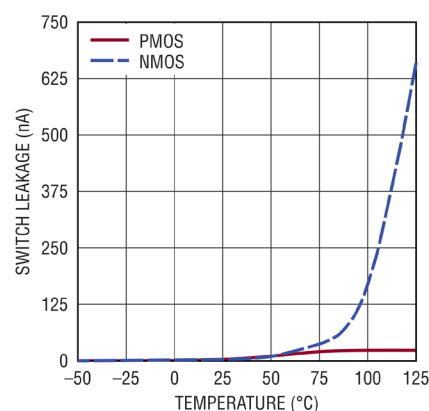
 V_{IN} 静止電流、Burst Mode動作、スリープ状態と温度の関係

3306 G12

 V_{IN} 静止電流(全モード)、非スリープ状態と温度の関係

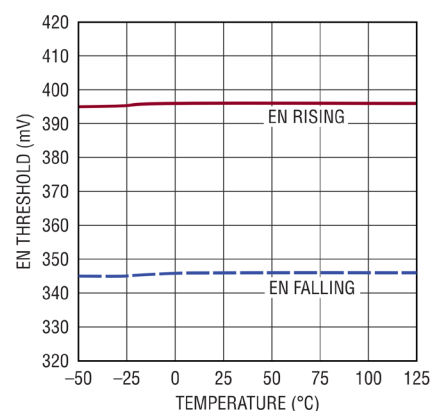
3306 G13

スイッチリーク電流と温度の関係



3306 G14

イネーブル閾値と温度の関係

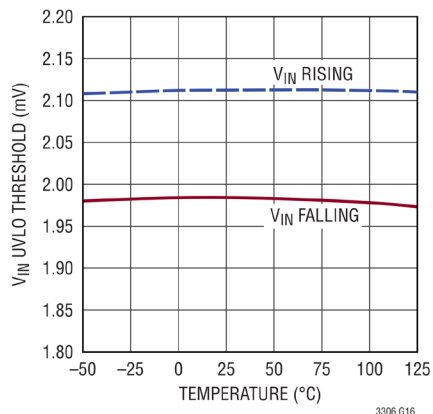


3306 G15

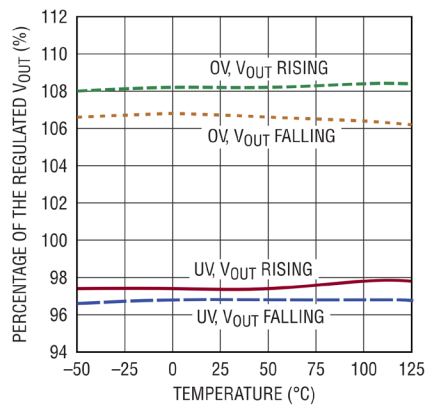
代表的な性能特性

特に指定のない限り、 $V_{IN} = 3.3V$ 、 $T_A = 25^\circ C$ 。

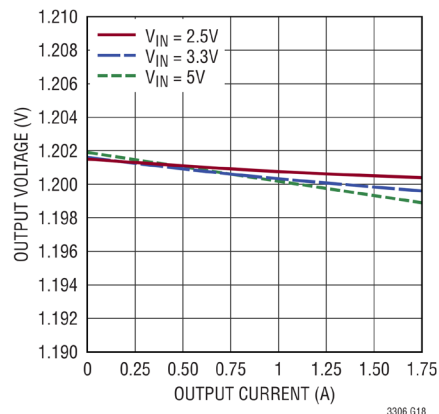
V_{IN} UVLO 閾値と温度の関係



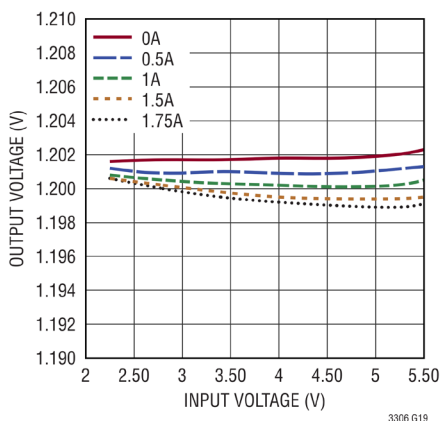
UV、OVのPGOOD 閾値と温度の関係



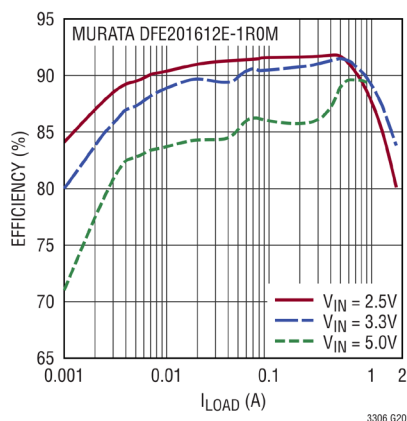
V_{OUT} 負荷レギュレーション、 $V_{OUT} = 1.2V$



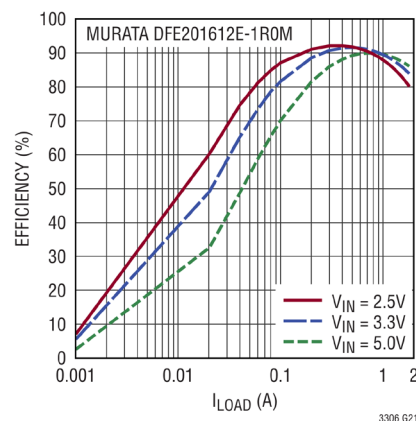
V_{OUT} ライン・レギュレーション、 $V_{OUT} = 1.2V$



効率と負荷の関係、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、LTC3306A



効率と負荷の関係、 $V_{OUT} = 1.2V$ 、LTC3306C



ピン機能

PGOOD(A1) : PGOOD は、内蔵パワー・グッド・コンパレータのオープンドレイン出力です。レギュレーションされた出力電圧が PGOOD 閾値を下回るか、または過電圧閾値を上回ると、PGOOD がローに引き下げられます。V_{IN} が 2.25V を上回り、デバイスがシャットダウン状態になった場合も、このピンはローに引き下げられます。

GND(A2) : GND は、出力電圧のリモート・グラウンド・センスおよび内蔵のローサイド・サイド・パワー・スイッチのリターン・パスです。入出力コンデンサの負端子を、IC のできるだけ近くに接続してください。

EN(B1) : EN は、ヒステリシスを持つ高精度イネーブル閾値を備えています。V_{IN} または別電源から外付け抵抗分圧器を使用して閾値を設定でき、その閾値未満では LTC3306 がシャットダウンすることになります。高精度閾値を必要としない場合は、EN を直接 V_{IN} に接続します。EN ピンがローになると LTC3306 は低電流シャットダウン・モードに入り、全て

の内蔵回路がディスエーブルになります。このピンはフロート状態にしないでください。

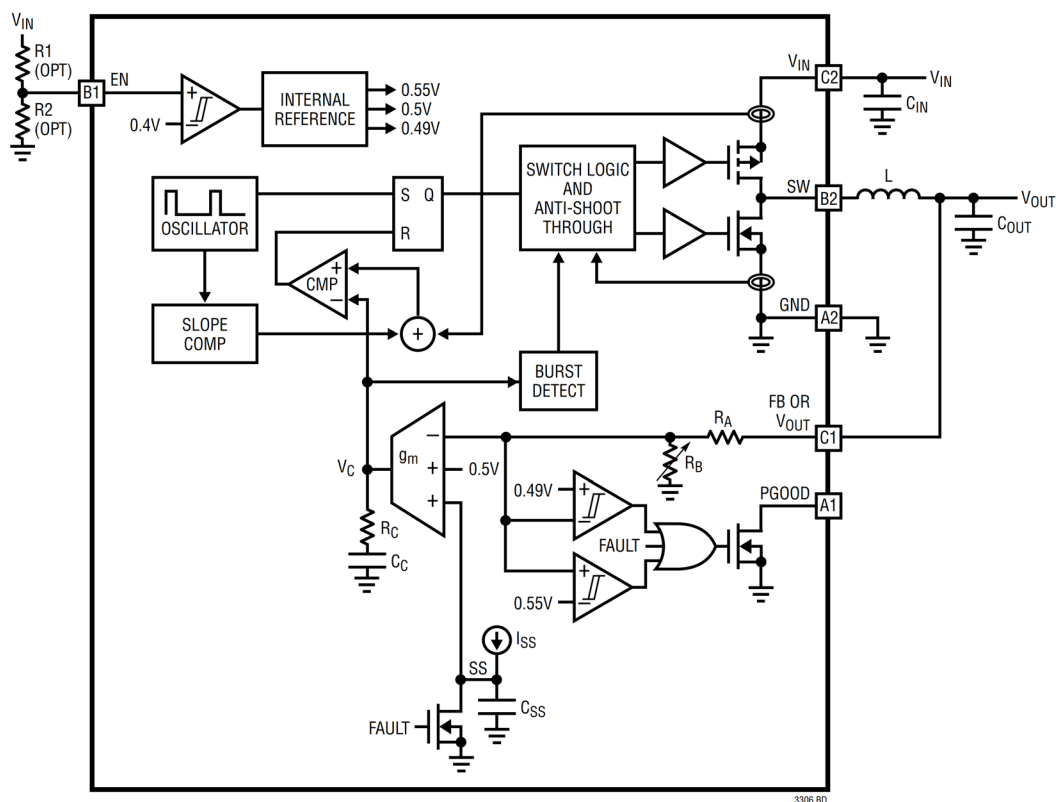
SW(B2) : SW は、内蔵パワー・スイッチのスイッチング出力です。SW は、短く幅の広いパターンを使ってインダクタに接続してください。

FB(C1) : FB は出力電圧帰還ピンで、LTC3306 の調整可能バージョン向けに用意されています。FB ピンは 500mV にレギュレーションされています。このピンに外付け抵抗分圧器を接続して出力電圧を設定します。

V_{OUT}(C1) : V_{OUT} は、LTC3306 固定電圧バージョン用のレギュレーション出力電圧ピンです。このノードと GND の間に低 ESR コンデンサを接続します。

V_{IN}(C2) : V_{IN} は、内蔵回路とハイサイド・パワー・スイッチに電流を供給します。このノードと GND の間に低 ESR コンデンサを接続します。

ブロック図



NOTES:

1. FOR THE LTC3306 ADJUSTABLE VERSION, PIN C1 IS FB. FB IS HIGH IMPEDANCE AND R_B RESISTANCE IS INFINITE.
2. FOR THE LTC3306 FIXED OUTPUT VOLTAGE VERSIONS, PIN C1 IS V_{OUT}. R_B IS INTERNALLY SET FOR THE REGULATION TARGET. V_{OUT} PIN IS NOT HIGH IMPEDANCE AND WILL REGULATE TO THE OUTPUT VOLTAGE TARGET.

動作

電圧レギュレーション

LTC3306は、モノリシック、一定周波数、ピーク電流モードの降圧DC/DCコンバータです。同期整流式降圧スイッチング・レギュレータはメーカー設定されているため、ソリューションを完成させるのに必要となるのは、入出力コンデンサとインダクタだけです。各クロック・サイクルの開始時に、メーカー設定された発振器が内蔵のハイサイド・パワー・スイッチをオンにします。次に、インダクタを流れる電流は、ハイサイド・スイッチ電流コンパレータがトリップしてハイサイド・パワー・スイッチをオフにするまで増加します。ハイサイド・スイッチがオフになるときのピーク・インダクタ電流は、内部制御電圧(V_C)で制御されます。エラー・アンプは、FBまたは V_{OUT} ノードの電圧と内部リファレンスを比較して V_C を調整します。負荷電流が増加すると、出力電圧がリファレンスに対して減少し、平均インダクタ電流が新たな負荷電流と一致するまでエラー・アンプが V_C 電圧を引き上げます。ハイサイド・パワー・スイッチがオフになると、同期するパワー・スイッチはオンになり、クロック・サイクルの残り時間で、またはBurst Mode動作に設定されている場合にはインダクタ電流がゼロに下がるまで、インダクタ電流を減少させます。過負荷状態となってローサイド・スイッチに流れる電流が過大になった場合は、スイッチ電流が安全なレベルに戻るまで次のクロック・サイクルがスキップされます。

イネーブル・ピンには高精度の400mV閾値が設定されており、このENピンを抵抗分圧器を通じて別のレギュレータの出力に接続することにより、イベントベースのパワーアップ・シーケンスを実現することが可能です。ENピンがローの場合、このデバイスはシャットダウンして低静止電流状態になります。ENピンが閾値を超えると、スイッチング・レギュレータがイネーブルになります。

LTC3306は、順方向および逆方向の電流制限、短絡保護、出力過電圧保護、および起動時や短絡からの回復時に突入電流を制限するソフトスタートを備えています。

モード選択

LTC3306は、強制連続モードおよびBurst Mode動作という2つの動作モードを備えています。

強制連続モードでは、スイッチは全サイクルでオンになり、軽負荷時にはインダクタ電流が反転できるようにしてレギュ

レーションを維持します。このモードでは、固定周波数で相応の電流リップルを伴って降圧レギュレータを動作させ、発生する出力電圧リップルを最小限にすることができます。

Burst Mode動作では、サイクル単位で逆電流を防ぐため、平均負荷電流が低くなったときに不連続なスイッチング動作が可能になります。軽負荷での動作時には、出力電圧は通常のレギュレーション電圧よりわずかに高い電圧まで充電します。その後、レギュレータはスイッチングを停止し、大部分の内蔵回路をデイスエーブルにして、入力電力を最小限に抑えます。回路に電源が投入され、スイッチング・サイクルが始まると、出力コンデンサは、出力電圧がその設定値を下回るまで、必要な負荷電流を供給します。

出力パワー・グッド

LTC3306の出力電圧がレギュレーション電圧の98%を超えると、出力は良好であると見なされ、オープンドレインPGOODピンはハイ・インピーダンスになり、外付け抵抗を用いてハイに固定できます。出力電圧が96.8%を下回ると、内蔵プルダウン・デバイスがPGOODピンをローに引き下げます。PGOODピンは次に示すフォルト状態時にもローに引き下げられます。すなわち、ENピンがローの場合、 V_{IN} が低すぎる場合、 V_{OUT} が公称電圧の110%を上回る場合、またはサーマル・シャットダウン時です。ノイズと短時間の出力電圧トランジェントを除去するために、下限閾値には1%のヒステリシス、上限閾値には2%のヒステリシスがあります。これらはどちらも、PGOODの状態変化を通知するために100 μ sの時間遅延が組み込まれています。

出力過電圧保護

出力過電圧イベント時には、 V_{OUT} が公称レギュレーション電圧の110%より大きい場合、LTC3306のハイサイド・パワー・スイッチがオフになります。出力がレギュレーションから外れている状態が100 μ sを超えて続くと、PGOODピンはローに引き下げられます。出力過電圧イベントは、通常の動作条件下では発生することはありません。

過熱保護

LTC3306とその周辺部品が熱によって損傷するのを防ぐために、このデバイスは過熱(OT)保護機能を備えています。ダイ温度が160°C(代表値)に達すると、スイッチャはダイ温度が155°C(代表値)に下がるまでデイスエーブルになります。

動作

出力電圧ソフトスタート

出力のソフトスタートは、初期起動時またはフォルト状態後に、入力電源の電流サージや出力電圧のオーバーシュートを防ぐのに必要です。ソフトスタートでは、出力電圧は内部の電圧上昇に比例してトラッキングします。このランプ電圧は、ENピンがローに（シャットダウンに）遷移した場合またはフォルト状態時にリセットされ、フォルトのスムーズな回復が可能になります。ソフトスタート・ランプをリセットするフォルト状態とは、 V_{IN} UVLO、出力の短絡、およびサーマル・シャットダウンです。

ドロップアウト動作

入力電源電圧が出力電圧に近づくにつれて、デューティ・サイクルは100%へと増加します。電源電圧が更に低下すると、メイン・スイッチが1サイクルを超えてオン状態にとどまらざるを得なくなり、最終的にはデューティ・サイクルが100%に達します。この場合、ドロップアウト時の出力電圧は、内蔵PチャンネルMOSFETおよびインダクタでのDC電圧降下を入力電圧から引いた値によって決まります。

低電源電圧動作

LTC3306は、入力電源電圧が2.25Vまで低下しても動作するように設計されています。入力電源電圧が低い場合に考慮すべき重要な点は、内蔵パワー・スイッチの $R_{DS(ON)}$ が大きくなるということです。最も厳しい条件におけるLTC3306の消費電力およびダイ・ジャンクション温度は、適用可能な最低入力電圧で計算します。

出力短絡保護と回復

出力をグラウンドに短絡させた場合、インダクタにかかる電圧が小さいため、ローサイド・パワー・スイッチをオンにしたときのインダクタ電流の減衰は非常に緩やかです。インダクタ電流を制御下に保つために、インダクタ電流の谷に二次的な制限を設けます。ローサイド・パワー・スイッチを通じて測定されるインダクタ電流が $I_{VALLEYMAX}$ より大きい場合、ハイサイド・パワー・スイッチはオフを保ち、電流の更なる増加を防ぎます。後続のスイッチング・サイクルは、インダクタ電流が $I_{VALLEYMAX}$ を下回るまでスキップされます。

出力短絡からの回復では、ソフトスタート・サイクルが開始されます。 V_{OUT} がPGOOD閾値で定義されるレギュレーションを下回ると、 V_{OUT} 電圧は内部ソフトスタート・ランプより速く上昇することはできません。

アプリケーション情報

ブロック図を参考のために参照してください。

インダクタの選択と最大出力電流

インダクタを選択する際の考慮事項は、インダクタンス、RMS電流定格、飽和電流定格、DCR、およびコア損失です。

動作デューティ・サイクルが50%以下の場合、式1に基づいてインダクタを選択します。

$$L \approx \frac{V_{OUT}}{0.3 \cdot I_{MAX} \cdot f_{SW}} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right) \quad (1)$$

ここで、 f_{SW} はスイッチング周波数、 I_{MAX} は1.75Aで、これはLTC3306の最大定格負荷電流です。50%より高いデューティ・サイクルでの動作では、式2を使用してインダクタを選択します。

$$L \approx \frac{V_{IN(MAX)}}{0.3 \cdot I_{MAX} \cdot 4 \cdot f_{SW}} \quad (2)$$

インダクタの過熱を防ぐために、実効値電流定格がアプリケーションの予想最大出力負荷より大きいインダクタを選択します。過負荷状態および短絡状態を考慮しなければならない場合があります。

インダクタの飽和電流定格(通常は I_{SAT} で表される)は、予想最大負荷電流にインダクタ・リップル電流の1/2を加えた値より大きくなければなりません(式3を参照)。

$$I_{SAT} > I_{LOAD(MAX)} + \frac{1}{2} \Delta I_L \quad (3)$$

ここで、 $I_{LOAD(MAX)}$ は所定のアプリケーションの最大出力負荷電流、 ΔI_L は式4を用いて計算されるインダクタ・リップル電流です。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{L \cdot f_{SW}} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (4)$$

より安全な選択をするのであれば、 I_{SAT} 定格がLTC3306の最大電流制限値より大きいインダクタを使用してください。

高い効率を維持するには、直列抵抗(DCR)が小さいインダクタを選択します。コア材質は、高周波アプリケーション向けのものにしてください。表1に、推奨インダクタおよびそのメーカーを示します。

表1. 推奨インダクタ

MANUFACTURER	FAMILY	L (nH)	MAX I_{DC} (A)	MAX DCR (mΩ)	SIZE IN mm (L × W × H)
Murata	DFE18SAN_E0	470 to 1000	2 to 3.1	64 to 144	1.6 × 0.8 × 0.8
Murata	DFE18SAN_G0	470 to 1000	2.1 to 3.3	54 to 128	1.6 × 0.8 × 1.0
Murata	DFE201210U	470 to 1000	3.1 to 4.4	42 to 95	2.0 × 1.2 × 1.0
Murata	DFE201612E	470 to 1000	4.0 to 5.5	26 to 48	2.0 × 1.6 × 1.2
TDK	TFM160808ALC	470	2.9	62	1.6 × 0.8 × 0.8
Taiyo Yuden	MCHK1608	470 to 1000	2.2 to 3.3	43 to 110	1.6 × 0.8 × 0.8
Taiyo Yuden	MCHK2012	470 to 1000	2.26 to 3.21	36 to 111	2.0 × 1.2 × 0.8
Taiyo Yuden	MCKK2012	470 to 1000	3.6 to 4.5	39 to 90	2.0 × 1.2 × 1.0
Littlefuse	LPW11608	470 to 1000	2.0 to 3.4	45 to 150	1.6 × 0.8 × 0.8
Littlefuse	LPW1201208	470 to 1000	3.4 to 5.0	35 to 65	2.0 × 1.2 × 0.8
Littlefuse	LPW1201210	470 to 1000	3.5 to 5.4	28 to 60	2.0 × 1.2 × 1.0
Würth Elektronik	74479262147	470	1.5	87	1.6 × 0.8 × 0.8

アプリケーション情報

入力コンデンサ

LTC3306の入力は、セラミック・コンデンサをこのデバイスの近くに配置して V_{IN} からGNDまでバイパスします。詳細については、[出力コンデンサ](#)、[出力リップル](#)、[過渡応答](#)のセクションを参照してください。温度や入力電圧の変動に対して最良の性能を実現するには、X7RまたはX5Rコンデンサを推奨します。なお、使用するスイッチング周波数が低くなると、必要とされる入力容量が大きくなります。入力電源のインピーダンスが高い場合、または長いワイヤやケーブルによって大きなインダクタンスが存在する場合は、追加のバルク容量が必要になることがあります。これには性能の低い電解コンデンサを使用できます。

セラミック入力コンデンサとパターンまたはケーブルのインダクタンスを組み合わせることで、高品質の(減衰しにくい)タンク回路が形成されます。LTC3306回路を通電中の電源に接続すると、入力電圧が公称値の2倍まで上昇して、最大入力電圧の定格を超えるおそれがあります。この状況は簡単に回避できます(アプリケーション・ノートAN88を参照)。

表 2. セラミック・コンデンサのメーカー

VENDOR	URL
Kyocera AVX	www.kyocera-avx.com
Murata	www.murata.com
TDK	www.tdk.com
Taiyo Yuden	www.t-yuden.com

出力コンデンサ、出力リップル、過渡応答

出力コンデンサには2つの重要な役割があります。まず、インダクタと共に、出力コンデンサは、LTC3306により生成された方形波をフィルタリングして、DC出力を発生させます。この役割では、出力コンデンサが出力リップルを決定するので、スイッチング周波数でのインピーダンスが小さいことが重要です。2つ目の役割は、トランジェント負荷を満たしてLTC3306の制御ループを安定させるためにエネルギーを蓄えることです。LTC3306は、高速過渡応答機能のために高帯域幅で動作するように内部補償され、設計されています。 C_{OUT} の選択はシステムの帯域幅に影響を与えますが、過渡応答も V_{OUT} 、 V_{IN} 、 f_{SW} などの要因の影響を受けます。手始めとしては、代表的なアプリケーション回路に示す出力コンデンサが適しています。

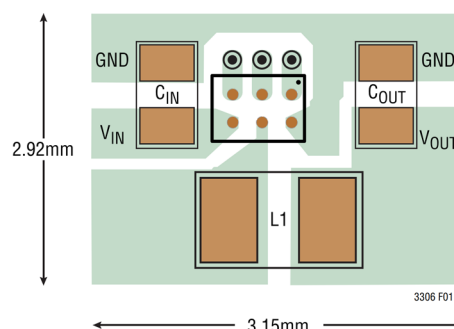


図 1. LTC3306の推奨PCBレイアウト

使用する出力コンデンサの値が小さいほど、スペースとコストを節約できますが、トランジェント性能が悪化するのでループが不安定になるおそれがあります。

セラミック・コンデンサは等価直列抵抗(ESR)が非常に小さく、最良の出力リップル性能とトランジェント性能をもたらします。X5RまたはX7Rセラミック・コンデンサを使用してください。

負荷ステップでは、帰還ループがスイッチ電流を十分に増加させて負荷に対応できるようになるまで、出力コンデンサが即座に電流を供給して負荷に対応する必要があります。帰還ループが応答するのに要する時間は、補償部品と出力コンデンサのサイズに依存します。通常、負荷ステップに反応するには3~4サイクルを要しますが、最初のサイクルに限っては、出力が直線的に低下します。出力ドロップ V_{DROOP} は、 V_{OUT} 、 V_{IN} 、 V_{SW} 、 $t_{ON(MIN)}$ などの要因にも影響されますが、通常は、最初のサイクルの直線的低下量の約2~4倍になります(式5)。

$$V_{DROOP} = \frac{3 \cdot \Delta I_{OUT}}{C_{OUT} \cdot f_{SW}} \quad (5)$$

ここで、 ΔI_{OUT} は負荷ステップです。

トランジェント性能および制御ループ安定性の改善は、 C_{OUT} を大きくすると可能です。代表的なアプリケーション回路で使用されている値は、手始めとして妥当な値です。LTpowerCAD[®]は、必要なトランジェント性能が得られるよう C_{OUT} を最適化するのに役立つ有効なツールです。

負荷過渡応答を与えてシステムの応答をモニタリングすること、またはネットワーク・アナライザを使用してループ応答を測定することが、トランジェント性能と制御ループ安定性を実験的に確認して、 C_{OUT} を最適化する2つの方法です。

アプリケーション情報

イネーブル閾値の設定

LTC3306は、スイッチングをイネーブルまたはディスエーブルする高精度の閾値イネーブル・ピンを備えています。イネーブル・ピンは、強制的にローにすると、デバイスを低電流シャットダウン・モードにします。

ENコンパレータの立上がり閾値は400mVで、50mVのヒステリシスがあります。シャットダウン機能を使わない場合は、ENピンをV_{IN}に接続できます。V_{IN}とENの間に抵抗分圧器を追加すると、V_{IN}が目的の電圧より高くなった場合に限りLTC3306が出力をレギュレーションするように設定されます(ブロック図を参照)。通常、この閾値V_{IN(EN)}は、入力電源が電流制限されている状況か、または入力電源のソース・インピーダンスが比較的高い状況で使用されます。V_{IN(EN)}閾値は、低入力電圧の問題が生じる可能性がある電源電圧でレギュレータが動作するのを防ぎます。この閾値は、式6を満たすようにR1とR2の値を設定することによって調整できます。

$$V_{IN(EN)} = \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right) \cdot 400\text{mV} \quad (6)$$

LTC3306は、V_{IN}がV_{IN(EN)}を超えるまでシャットダウンしたままになります。コンパレータにはヒステリシスがあるため、入力がV_{IN(EN)}より12.5%低くなるまでスイッチングは停止しません。

FB抵抗ネットワーク(LTC3306の調整可能バージョン)

LTC3306の調整可能バージョンの出力電圧は、出力とFBピンの間にある抵抗分圧器で設定されます。式7に従って抵抗値を選択します。

$$R_A = R_B \left(\frac{V_{OUT}}{500\text{mV}} - 1 \right) \quad (7)$$

図2を参照してください。

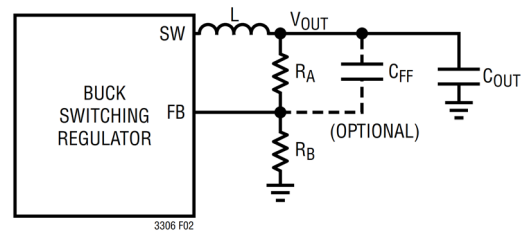
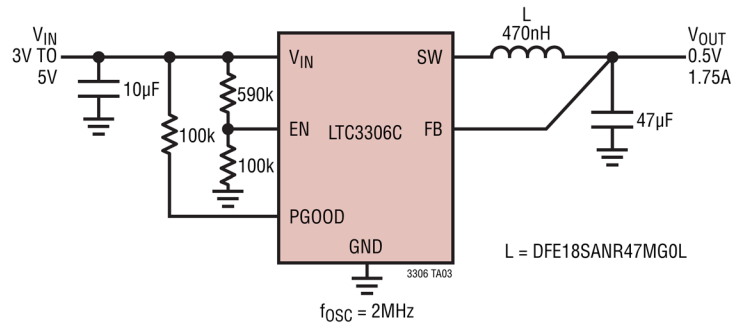


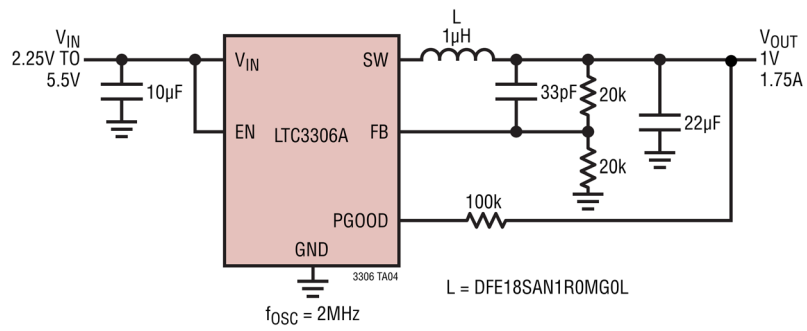
図2. 帰還抵抗ネットワーク
(LTC3306の調整可能バージョン向け)

出力電圧の精度を維持するには、精度が1%または0.1%の抵抗を推奨します。高帯域幅と最適な過渡応答を得るために制御ループを最適化する場合は、進相コンデンサを、V_{OUT}とFBの間に接続します。

標準的応用例

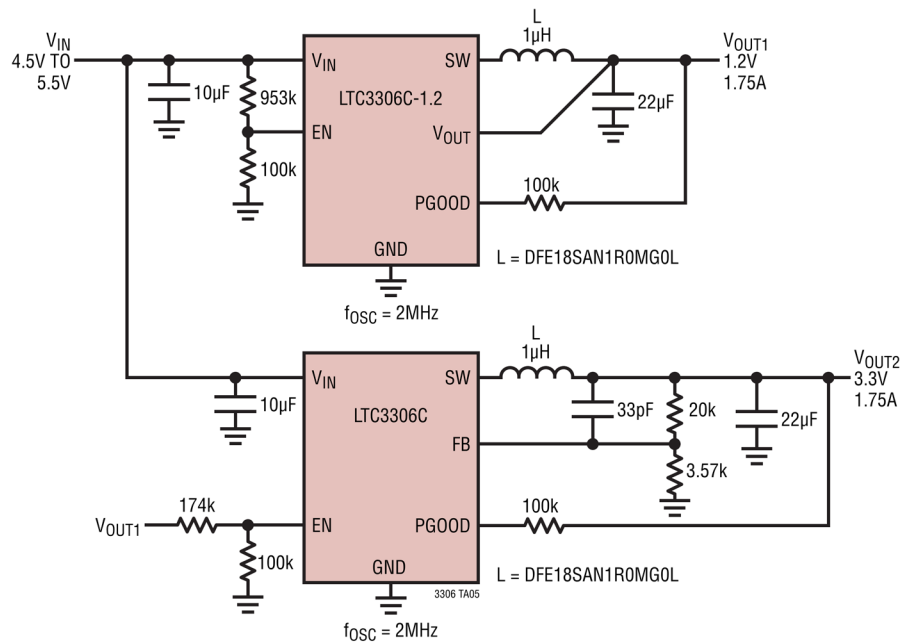
3.0Vの V_{IN} UVLO、2MHz、0.5V、1.75A、強制連続モード降圧コンバータ

2.25V~5.5V、2MHz、抵抗設定1V、1.75A、Burst Mode 降圧コンバータ

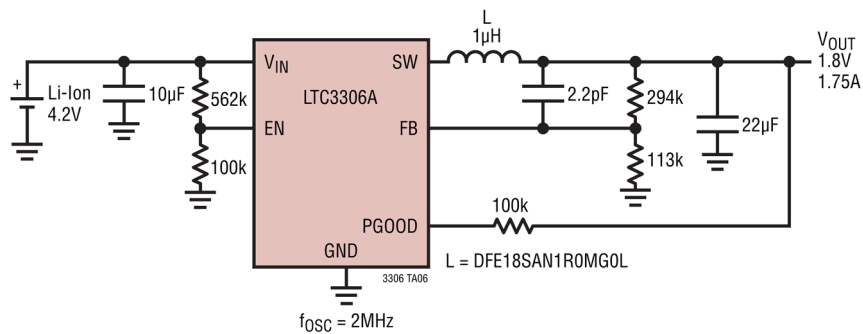


標準的応用例

4.5Vの V_{IN} UVLO、2MHz、1.2V、1.75Aおよび3.3V、1.75A、強制連続モード降圧コンバータ (パワーアップ・シーケンシング搭載)



2.8Vの V_{IN} UVLO、2MHz、1.8V、1.75A Burst Mode 降圧コンバータ (リチウムイオン・バッテリーで駆動)

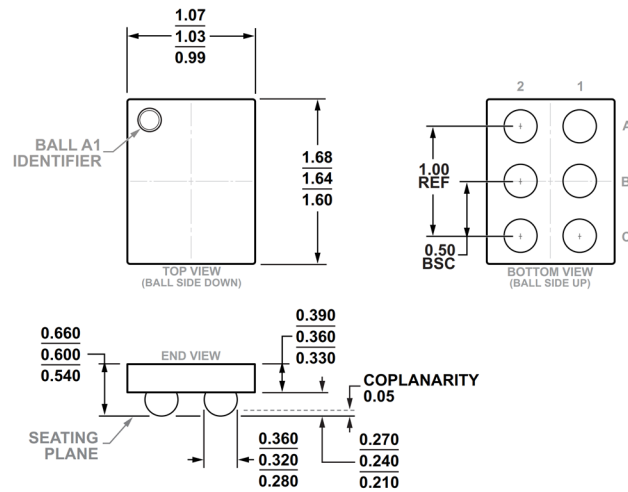


パッケージの説明



6-Ball Wafer Level Chip Scale Package [WLCSP] (CB-6-19)

Dimensions shown in millimeters

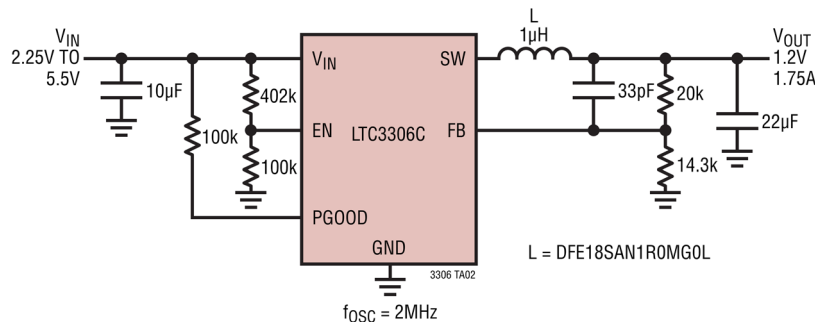


PKG-00000000

05-12-2019-A

標準的応用例

V_{IN} UVLO: 2.25V、2MHz、1.2V、1.75A、強制連続モード降圧コンバータ



関連製品

製品番号	概要	注釈
LTC3307A/ LTC3307B	5V、3A 同期整流式降圧 Silent Switcher	モノリシック同期整流式降圧DC/DCコンバータ、最大3MHz/10MHzのスイッチング周波数で3Aを供給可能、Silent Switcherアーキテクチャによる超低EMI放射、入力動作範囲: 2.25V~5.5V、出力電圧範囲: 0.5V~ V_{IN} (精度: $\pm 1\%$)、PGOOD表示、RT設定、SYNC入力、2mm $\times$ 2mm LQFNパッケージ
LTC3308A/ LTC3308B	5V、4A 同期整流式降圧 Silent Switcher	モノリシック同期整流式降圧DC/DCコンバータ、最大3MHz/10MHzのスイッチング周波数で4Aを供給可能、Silent Switcherアーキテクチャによる超低EMI放射、入力動作範囲: 2.25V~5.5V、出力電圧範囲: 0.5V~ V_{IN} (精度: $\pm 1\%$)、PGOOD表示、RT設定、SYNC入力、2mm $\times$ 2mm LQFNパッケージ
LTC3309A/ LTC3309B	5V、6A 同期整流式降圧 Silent Switcher	モノリシック同期整流式降圧DC/DCコンバータ、最大3MHz/10MHzのスイッチング周波数で6Aを供給可能、Silent Switcherアーキテクチャによる超低EMI放射、入力動作範囲: 2.25V~5.5V、出力電圧範囲: 0.5V~ V_{IN} (精度: $\pm 1\%$)、PGOOD表示、RT設定、SYNC入力、2mm $\times$ 2mm LQFNパッケージ
LTC3310S	5V、10A 同期整流式降圧 Silent Switcher 2	モノリシック同期整流式降圧DC/DCコンバータ、最大5MHzのスイッチング周波数で10Aを供給可能、Silent Switcherアーキテクチャによる超低EMI放射、入力動作範囲: 2.25V~5.5V、出力電圧範囲: 0.5V~ V_{IN} (精度: $\pm 1\%$)、PGOOD表示、RT設定、SYNC入力、電力段の並列接続構成が可能、3mm $\times$ 3mm LQFNパッケージ
LTC3315A/ LTC3315B	デュアル構成 5V、2A 同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	デュアル構成モノリシック同期整流式降圧レギュレータ、それぞれ最大3MHz/10MHzのスイッチング周波数で2Aを供給可能、入力動作範囲: 2.25V~5.5V、出力電圧範囲: 0.5V~ V_{IN} (精度: $\pm 1\%$)、PGOOD表示、SYNC入力、2mm $\times$ 2mm LQFNパッケージ
LTC3370/ LTC3371	4チャンネル 8A 構成が可能な 1A 降圧 DC/DC コンバータ	4チャンネル同期整流式降圧レギュレータ、8 $\times$ 1Aの電力段、最大4つの電力段を並列接続して単一インダクタで高電流出力(最大4A)を実現、8種類の出力構成が可能、高精度PGOOD表示、LTC3371はウォッチドッグ・タイマーを搭載、LTC3370: 32ピン 5mm $\times$ 5mm QFNパッケージ、LTC3371: 38ピン 5mm $\times$ 7mm QFNおよびTSSOPパッケージ
LTC3374A	8チャンネルの並列接続可能な 1A 降圧 DC/DC コンバータ	8チャンネル1A同期整流式降圧レギュレータ、最大4つの電力段を並列接続して単一インダクタで高電流出力(最大4A)を実現、15種類の出力構成が可能、高精度イネーブル入力とPGOOD_ALLによる通知、38ピン 5mm $\times$ 7mm QFNおよびTSSOPパッケージ
LTC3375	8チャンネルの並列接続可能な 1A 降圧 DC/DC コンバータ	8チャンネル1A同期整流式降圧レギュレータ、最大4つのパワー段を並列接続して単一インダクタで高電流出力(最大4A)を実現、15種類の出力構成が可能、高精度イネーブル入力とPGOOD_ALLによる通知、ウォッチドッグ・タイマーおよびプッシュボタンによるI ² C設定、48ピン 7mm $\times$ 7mm QFNパッケージ
LTC3412A	3A、4MHz、モノリシック同期整流式降圧レギュレータ	効率: 95%、 V_{IN} : 2.25V~5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.8V、 I_Q = 64µA、 I_{SD} < 1µA、4mm $\times$ 4mm 16ピン QFNパッケージ
LTC3616	5.5V、6A、4MHz 同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	効率: 95%、 V_{IN} : 2.25V~5.5V、 $V_{OUT(MIN)}$ = 0.6V、 I_Q = 75µA、 I_{SD} < 1µA、3mm $\times$ 5mm 24ピン QFNパッケージ