

5V、3A、10MHz 同期整流式降圧 Silent Switcher (2mm × 2mm LQFN)

特長

- LTC3308 (4A) および LTC3309 (6A) とピン互換
- 高効率: 8mΩ NMOS、31mΩ PMOS
- 設定可能な周波数 (3MHz~10MHz)
 - 小型のインダクタとコンデンサ
- 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
- Silent Switcher® (サイレント・スイッチャ) アーキテクチャ
 - 超低 EMI 放射
- $I_Q = 40\mu A$ の超低リップルバースト・モード® 動作
- 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} 範囲: 0.5V~ V_{IN}
- V_{OUT} 精度: 全温度範囲で $\pm 1\%$
- 高精度の 400mV イネーブル閾値、シャットダウン時で $1\mu A$
- パワー・グッド、内部補償、ソフトスタート機能
- 熱特性を改善した 2mm × 2mm QFN パッケージ
- オートモーティブ・アプリケーション向けの AEC-Q100 認定取得

アプリケーション

- 光ネットワーク、サーバー、テレコム
- オートモーティブ、産業、通信
- 分散型 DC 電源システム (POL)
- FPGA、ASIC、 μP コア電源

概要

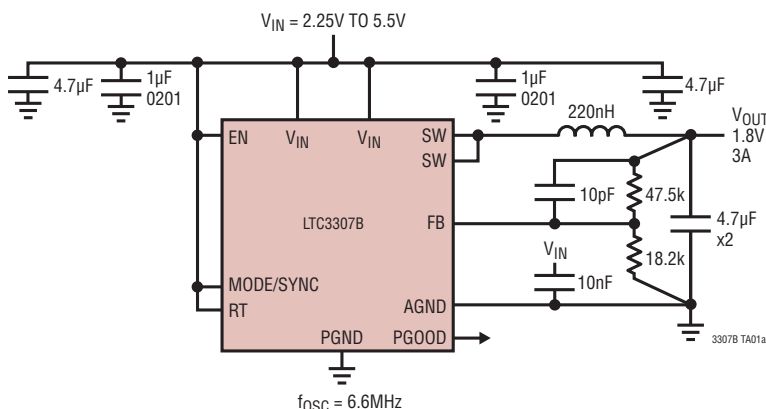
LTC®3370B は非常に小型の、高効率かつ低ノイズのモノリシック同期整流式 3A 降圧 DC/DC コンバータで、2.25V~5.5V の入力電源で動作します。このレギュレータは、3MHz~10MHz のスイッチング周波数とわずか 22ns の最小オン時間で固定周波数のピーク電流モード制御を使用し、わずかな外付け部品で高速過渡応答を実現します。更に、Silent Switcher アーキテクチャが EMI 放射を最小限に抑えます。

LTC3307B は、低ノイズの強制連続モードまたはパルス・スキップ・モード、もしくは軽負荷に高効率を発揮する低リップルバースト・モードで動作するため、バッテリー駆動システムに最適です。この IC は、出力電圧をわずか 500mV という低い値に調整できます。更に、出力の過電圧保護、短絡保護、サーマル・シャットダウン、クロック同期、100% デューティ・サイクルまでの低ドロップアウト動作などの機能を搭載しています。このデバイスは、熱抵抗を低く抑えるための露出パッドが付いた、薄型の 12ピン 2mm × 2mm × 0.74mm LQFN パッケージを採用しています。

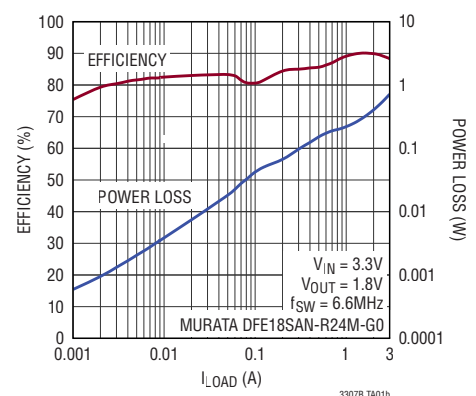
全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

ソリューション・サイズの小さい 6.6MHz の
1.8V 3A 降圧コンバータ



バースト・モード動作時の
効率と電力損失



LTC3307B

絶対最大定格

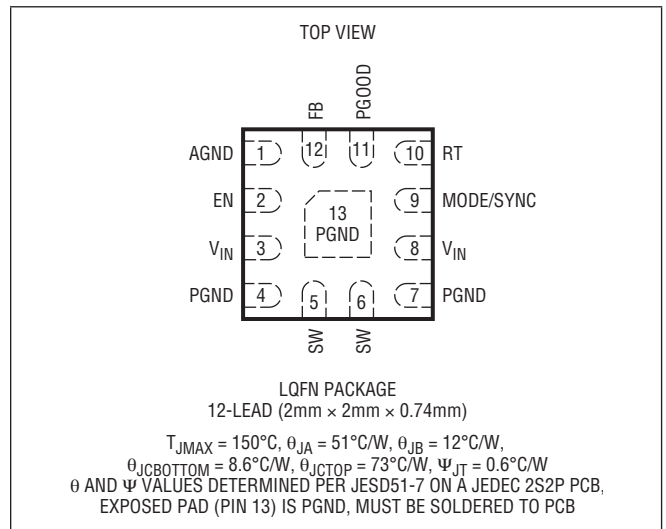
(Note 1)

V_{IN}	-0.3V~6V
EN	-0.3V~($V_{IN} + 0.3V$) または 6V のいずれか小さい方
FB	-0.3V~($V_{IN} + 0.3V$) または 6V のいずれか小さい方
MODE/SYNC	-0.3V~($V_{IN} + 0.3V$) または 6V のいずれか小さい方
RT	-0.3V~($V_{IN} + 0.3V$) または 6V のいずれか小さい方
AGND~PGND	-0.3V~0.3V
PGOOD	-0.3V~6V
I_{PGOOD}	5mA

動作ジャンクション温度範囲 (Note 2)

LTC3307BE	-40°C~125°C
LTC3307BI	-40°C~125°C
LTC3307BJ	-40°C~150°C
LTC3307BH	-40°C~150°C
LTC3307BMP	-55°C~150°C
保存温度範囲	-65°C~150°C
最高リフロー (パッケージ・ボディ) 温度	260°C

ピン配置



発注情報

テープ&リール	テープ&リール(ミニ)	部品マーキング*	パッケージ・タイプ	温度範囲
LTC3307BEV#TRPBF	LTC3307BEV#TRMPBF	LHFS	LQFN (QFN フットプリントの積層パッケージ)	-40°C to 125°C
LTC3307BIV#TRPBF	LTC3307BIV#TRMPBF	LHFS		-40°C to 125°C
LTC3307BJV#TRPBF	LTC3307BJV#TRMPBF	LHFS		-40°C to 150°C
LTC3307BHV#TRPBF	LTC3307BHV#TRMPBF	LHFS		-40°C to 150°C
LTC3307BMPV#TRPBF	LTC3307BMPV#TRMPBF	LHFS		-55°C to 150°C

オートモーティブ製品**

LTC3307BEV#WTRPBF	LTC3307BEV#WTRMPBF	LHFS	LQFN (QFN フットプリントの積層パッケージ)	-40°C to 125°C
LTC3307BIV#WTRPBF	LTC3307BIV#WTRMPBF	LHFS		-40°C to 125°C
LTC3307BJV#WTRPBF	LTC3307BJV#WTRMPBF	LHFS		-40°C to 150°C
LTC3307BHV#WTRPBF	LTC3307BHV#WTRMPBF	LHFS		-40°C to 150°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。

*温度グレードは出荷容器のラベルに示されています。

テープ&リール仕様。一部のパッケージは、指定販売チャンネルを通じ500個入りのリールで購入できます。末尾に#TRMPBFという記号が付きま。

** このデバイスの各バージョンは、オートモーティブ・アプリケーションの品質と信頼性の条件に対応するよう管理された製造により提供されています。これらのモデルは「#W」というサフィックスで指定されます。オートモーティブ・アプリケーション向けには、上記のオートモーティブ・グレード製品のみを提供しています。特定製品のオーダー情報とこれらのモデルに特有のオートモーティブ信頼性レポートについては、最寄りのアナログ・デバイスまでお問い合わせください。

電気的特性

●は仕様規定されている全動作ジャンクション温度範囲での規格値を意味する (Note 2)。それ以外は、特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{V}$ 、 $V_{EN} = V_{IN}$ での値。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Supply						
Operating Supply Voltage (V_{IN})		●	2.25		5.5	V
V_{IN} Undervoltage Lockout 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 Enable Threshold Hysteresis	V_{EN} Rising	●	0.375	0.4 50	0.425	V mV
EN Pin Leakage	$V_{EN} = 0.5\text{V}$				± 20	nA
Voltage Regulation						
Regulated Feedback Voltage (V_{FB})		●	0.495	0.5	0.505	V
Feedback Voltage Line Regulation	$V_{IN} = 2.25\text{V}$ to 5.5V			0.015	0.05	%/V
FB Pin Input Current	$V_{FB} = 0.5\text{V}$				± 20	nA
Minimum On Time ($t_{ON,min}$)	$V_{IN} = 5.5\text{V}$	●		22	42	ns
Maximum Duty Cycle		●	100			%
Top Switch ON-Resistance				31		m Ω
Bottom Switch ON-Resistance				8		m Ω
Top Switch Current Limit ($I_{PEAKMAX}$)	$V_{OUT}/V_{IN} \leq 0.2$		4.5	4.8	5.1	A
Bottom Switch Current Limit ($I_{VALLEYMAX}$)				3.9		A
Bottom Switch Reverse Current Limit (I_{REVMAX})	Forced Continuous Mode		-0.75	-1.5	-2.25	A
SW Leakage Current	$V_{EN} = 0.1\text{V}$			± 100		nA
Power Good and Soft-Start						
PGOOD Rising Threshold PGOOD Hysteresis	As a Percentage of the Regulated V_{OUT}	● ●	97 0.7	98 1.2	99 1.7	% %
Overvoltage Rising Threshold Overvoltage Hysteresis	As a Percentage of the Regulated V_{OUT}	● ●	107 1	110 2.2	114 3.5	% %
PGOOD Delay				120		μs
PGOOD Pull Down Resistance	$V_{PGOOD} = 0.1\text{V}$			10	20	Ω
PGOOD Leakage Current	$V_{PGOOD} = 5.5\text{V}$				20	nA
Soft-Start Duration	V_{OUT} rising from 0V to PGOOD Threshold	●	0.25	1	3	ms
Oscillator and MODE/SYNC						
Default Oscillator Frequency		●	6.3	6.6	6.9	MHz
Oscillator Frequency with $R_T = 38.3\text{k}\Omega$		●	5.7	6.0	6.3	MHz
Frequency Range	R_T Programming and Synchronization	●	3		10	MHz
Minimum SYNC High or Low Pulse Width		●	40			ns
SYNC Pulse Voltage Levels	Level High Level Low	● ●	1.2		0.4	V V
MODE/SYNC No Clock Detect Time				10		μs
MODE/SYNC Pin Threshold	For Programming Pulse-Skipping Mode For Programming Forced Continuous Mode For Programming Burst Mode Operation	● ● ●	1.0 $V_{IN} - 0.1$	Float	0.1 $V_{IN} - 1.0$	V V V

電気的特性

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: LTC3307Bは $T_J \approx T_A$ となるようなパルス負荷条件下でテストされています。LTC3307BE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、および統計のプロセス制御との相関付けによって確認されています。LTC3307BI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。LTC3307BJとLTC3307BHは $-40 \sim 150^\circ\text{C}$ 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。LTC3307BMPは $-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 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場合は動作寿命が低下し、このような寿命の低下は 125°C を超えると始まります。ここに示す仕様

に見合った最大周囲温度は、具体的な動作条件と、ボード・レイアウト、パッケージの熱インピーダンス定格値、およびその他の環境条件との組み合わせによって決まります。ジャンクション温度(T_J , $^\circ\text{C}$)は、次式を使って周囲温度(T_A , $^\circ\text{C}$)と消費電力(P_D , ワット)から計算します。

$T_J = T_A + (P_D \cdot \theta_{JA})$ 、ここで、 θ_{JA} ($^\circ\text{C}/\text{W}$)はパッケージの熱抵抗です。詳細については、高温に関する考慮事項のセクションを参照してください。

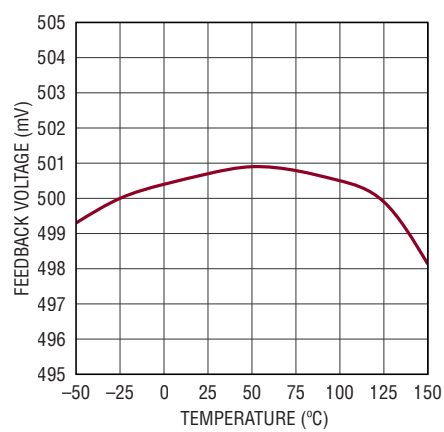
LTC3307Bは、一時的な過負荷状態からデバイスを保護する過熱保護機能を備えています。ジャンクション温度が 150°C を超えると、加熱保護機能が働きます。仕様規定された最大動作ジャンクション温度を超えての連続動作は、デバイスの信頼性を損なう可能性があります。

Note 3: 電源電流仕様にスイッチング電流は含まれていません。実際の電源電流は仕様値より大きくなります。

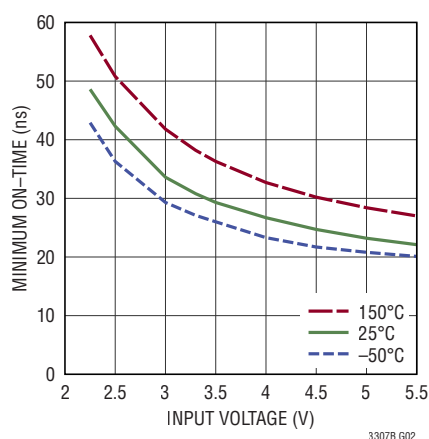
代表的な性能特性

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

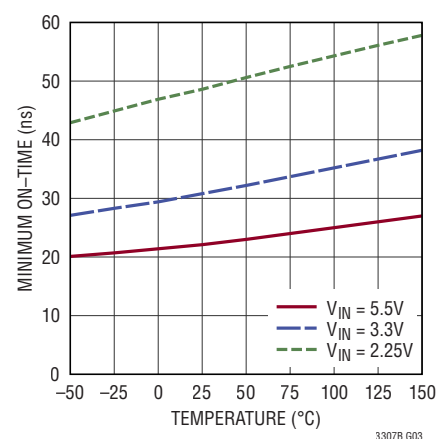
帰還電圧



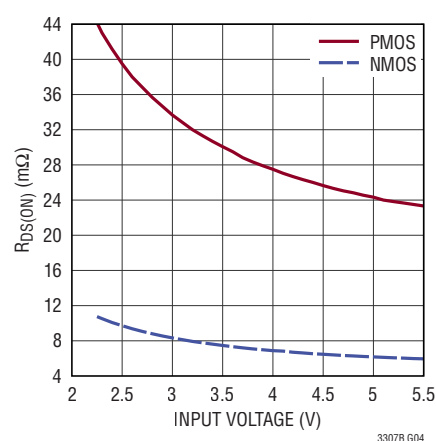
最小オン時間



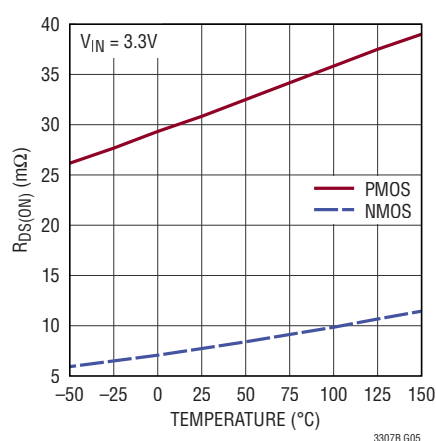
最小オン時間



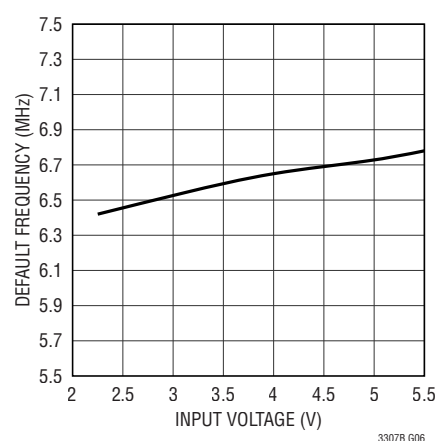
スイッチのオン抵抗



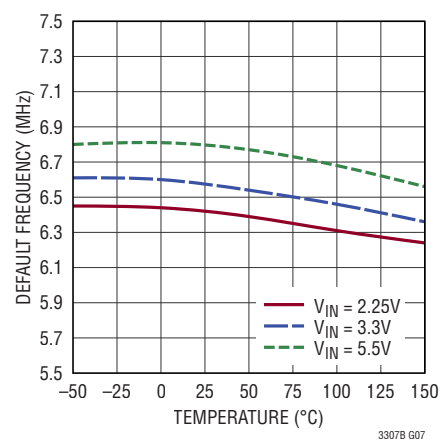
スイッチのオン抵抗



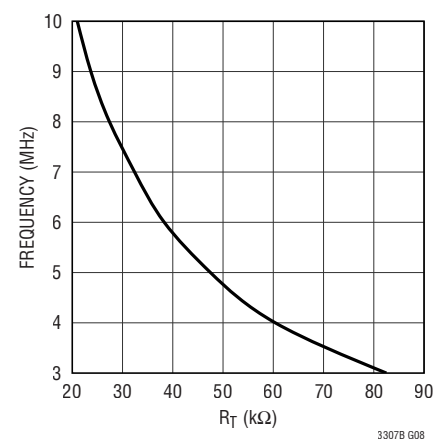
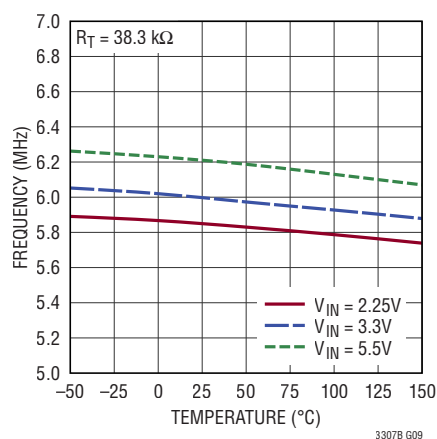
デフォルトのスイッチング周波数



デフォルトのスイッチング周波数



スイッチング周波数

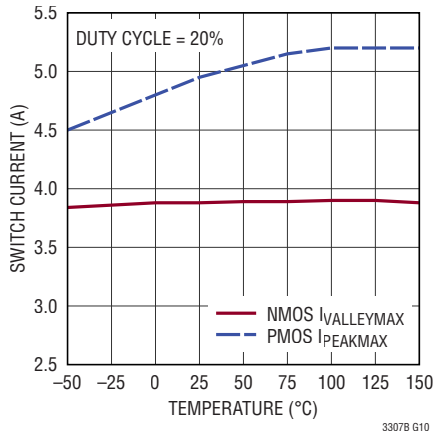
 R_T スwitchング周波数

LTC3307B

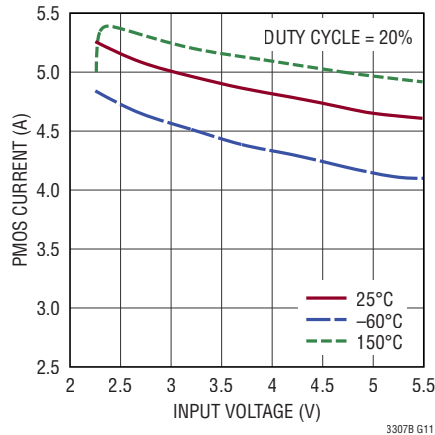
代表的な性能特性

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

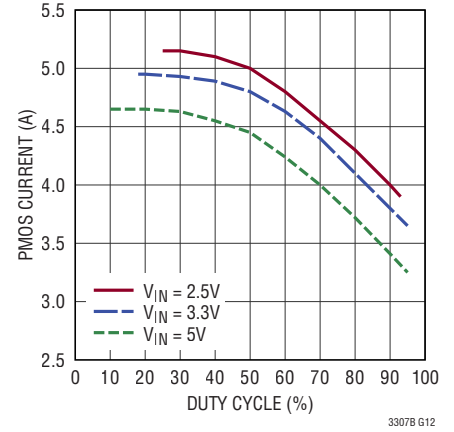
スイッチ電流制限値



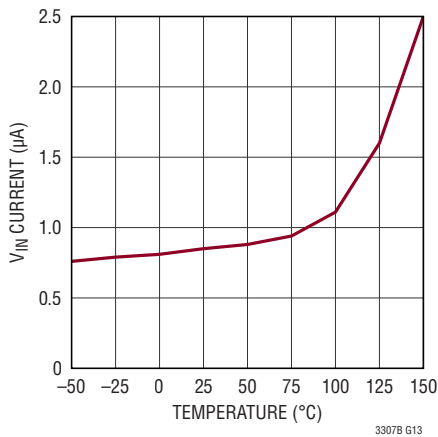
PMOS 電流制限値



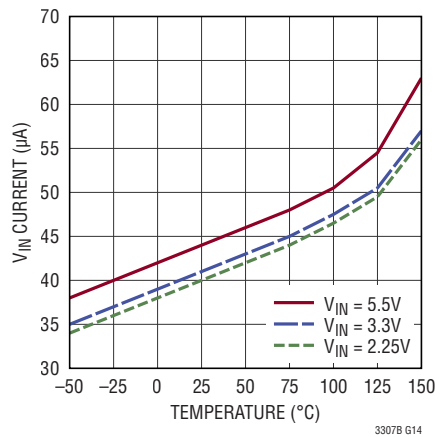
PMOS 電流制限値



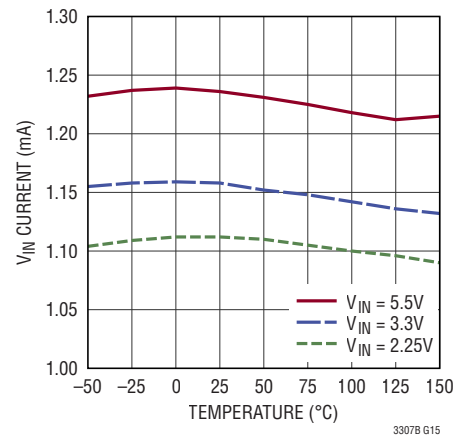
V_{IN} シャットダウン電流



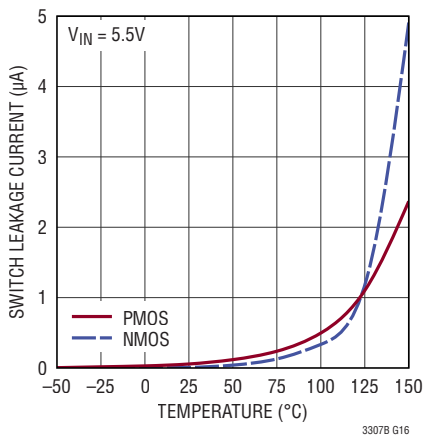
V_{IN} 静止電流、バースト・モード動作、スリープ時



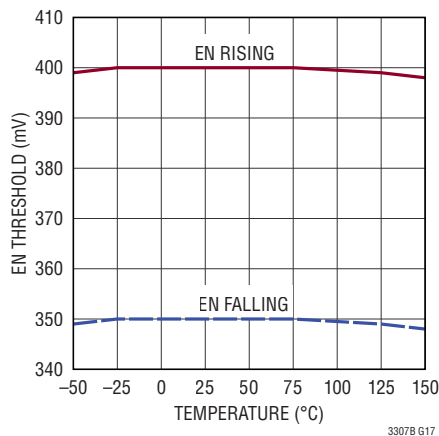
V_{IN} 静止電流、すべてのモード、スリープ時以外



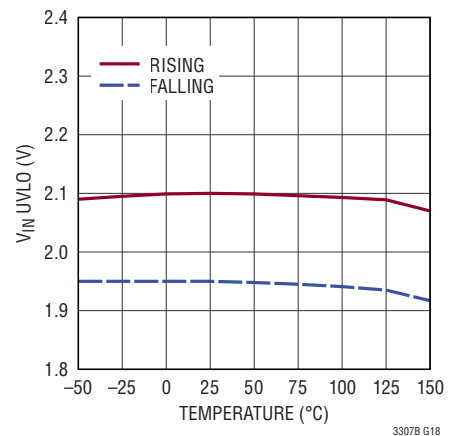
スイッチのもれ電流



EN 閾値



V_{IN} UVLO 閾値

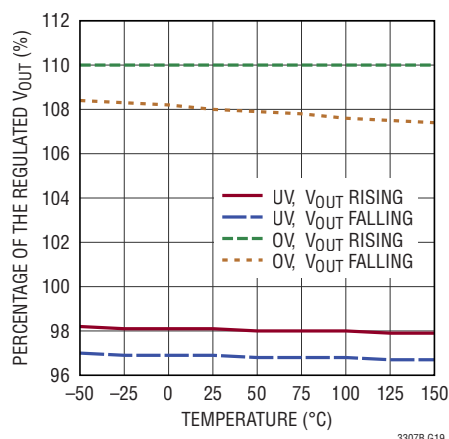


Rev. 0

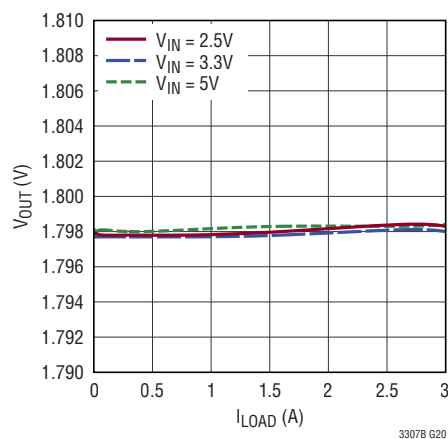
代表的な性能特性

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

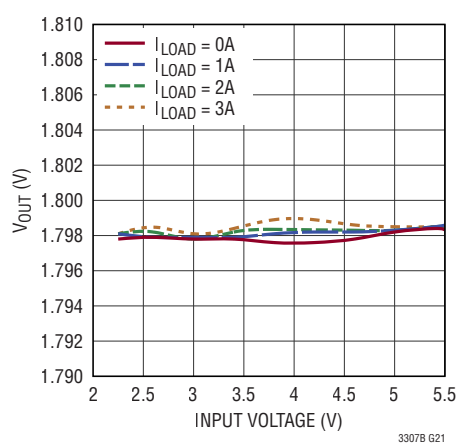
UV、OV PGGOOD 閾値



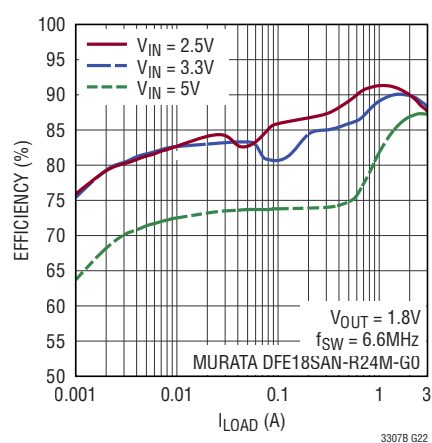
V_{OUT} 負荷レギュレーション、
 $V_{OUT} = 1.8V$ のアプリケーション



V_{OUT} ライン・レギュレーション、
 $V_{OUT} = 1.8V$ のアプリケーション



バースト・モード動作時の効率



ピン機能

AGND (ピン1) : AGND ピンは出力電圧のリモート・グラウンド・センスです。AGND ピンは、負荷の出力コンデンサ負端子に直接接続してください。AGND ピンは、内部アナログ回路のグラウンド・リファレンスでもあります。小型の0201または0402アナログ・セラミック・コンデンサを、 V_{IN} ピン (ピン3) と AGND ピンの間にバイパス・コンデンサとして配置します。コンデンサは、できるだけ V_{IN} ピンに近付けてください。RT と FB のリターンも AGND に接続します。

EN (ピン2) : EN ピンは高精度のIC イネーブル閾値入力で、ヒステリシスがあります。 V_{IN} または別電源との間に抵抗分圧器を置けば、その分圧器を使用して閾値を設定し、その閾値未満ではICをシャットダウンさせることができます。高精度の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 LTC3307B は低電流シャットダウン・モードに入り、すべての内部回路がデイスエーブルされます。このピンはフロート状態にしないでください。

V_{IN} (ピン3、8) : V_{IN} ピンは、内部回路とトップサイド・パワー・スイッチに電流を供給します。短くて幅の広いパターンで両方の V_{IN} ピンを互いに接続し、低 ESR のコンデンサを使って PGND と AGND にバイパスします。コンデンサは、できるだけピンに近付けて接続してください。

PGND (ピン4、7、露出パッド・ピン13) : PGND ピンは内部ボトムサイド・パワー・スイッチのリターン・パスです。入力コンデンサの負端子は、できるだけ PGND ピンに近付けて接続してください。寄生インダクタンスを小さい値に抑えると共に良好な熱性能を実現するには、ピン4とピン7を、LTC3307B 直下のプリント回路基板にある広く切れ目のないグラウンド・プレーンに接続します。PGND 露出パッドは電気や熱の主要な放出経路であり、多数のビアを介して PCB のグラウンド・プレーンに接続する必要があります。

SW (ピン5、6) : SW ピンは内蔵パワー・スイッチのスイッチング出力です。これらのピンは互いに接続した上で、短く幅の広いパターンを使ってインダクタに接続します。

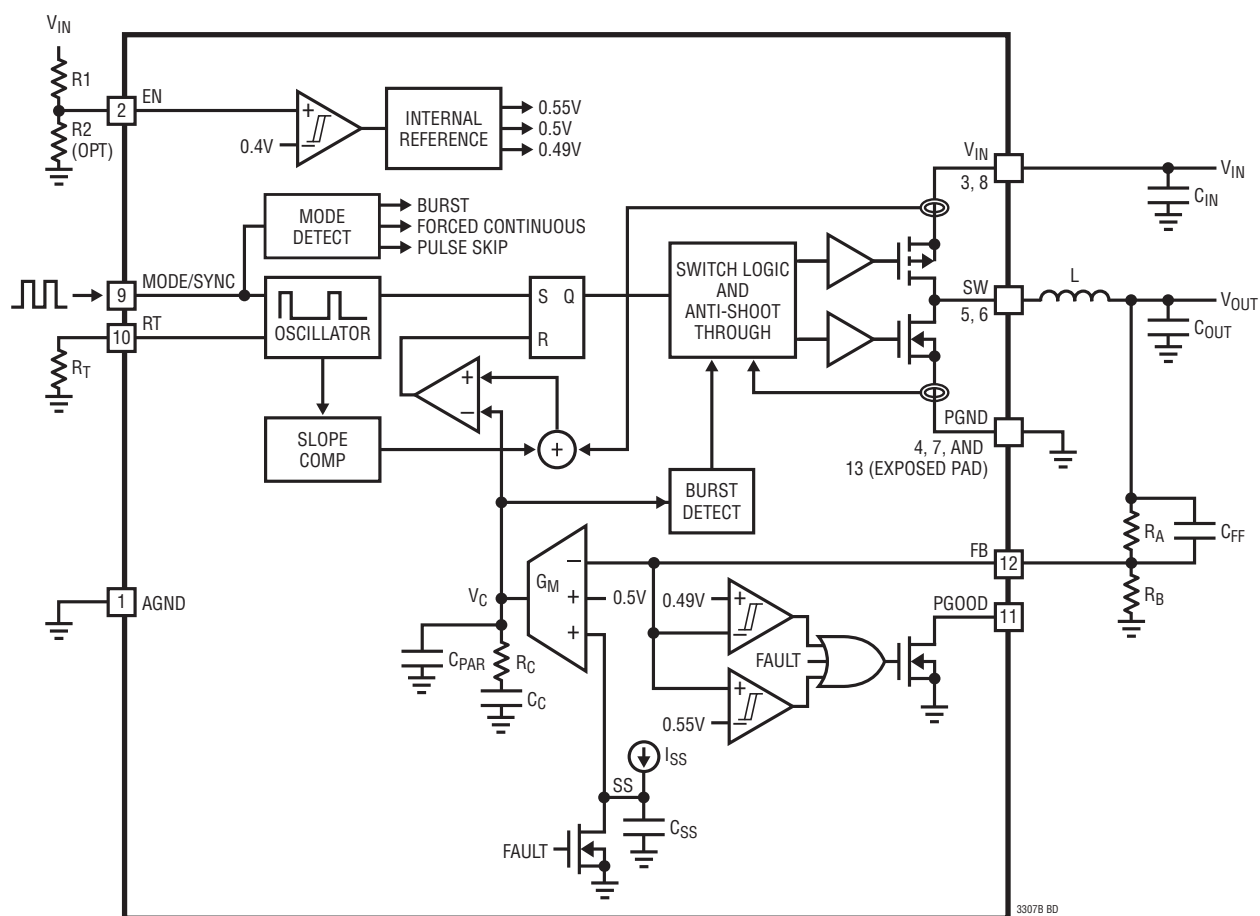
MODE/SYNC (ピン9) : MODE/SYNC ピンは、モード選択と外部クロック同期用の入力です。軽負荷時にパルススキッピング・モードを有効にするには、このピンをグラウンドに接続します。軽負荷時の効率を向上させるには、このピンを V_{IN} に接続して低リップルのバースト・モード動作を有効にします。高速過渡応答とノイズ低減を実現し、広い負荷範囲にわたり全周波数域でデバイスを作動させるには、このピンをフロート状態にして強制連続モードを有効にします。加えられた周波数にスイッチャを同期させるには、外部クロックで MODE/SYNC を駆動してください。同期中、デバイスは強制連続モードで動作します。勾配補償は外部クロック周波数に合わせて自動的に調整されます。外部クロックがない場合、スイッチング周波数は RT ピンによって決定されます。

RT (ピン10) : RT ピンは、AGND との間に接続された外付け抵抗を使ってスイッチング周波数を設定します。このピンを V_{IN} に接続した場合、降圧コンバータはデフォルトの発振器周波数でスイッチングを行います。外部クロックが MODE/ SYNC ピンを駆動している場合、RT ピンは無視されます。

PGOOD (ピン11) : PGOOD ピンは、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 閾値を下回るか過電圧閾値を上回ると、このピンがローになります。 V_{IN} が V_{IN} UVLO を上回っていても、デバイスがシャットダウンしている場合は、このピンもローになります。

FB (ピン12) : V_{OUT} と AGND の間にある抵抗分圧器の中間ノードにこのピンを接続することにより、出力電圧を設定して制御ループを閉じます。LTC3307B は FB を 500mV (代表値) にレギュレーションします。FB と V_{OUT} の間に接続した進相コンデンサは、過渡応答を最適化するために使用できます。

ブロック図



動作

電圧レギュレーション

LTC3307Bは、5V 3Aモノリシック、固定周波数、ピーク電流モード制御の降圧DC/DCコンバータです。この同期整流式降圧スイッチング・レギュレータは内部補償されており、出力電圧の設定に必要なのは外付けの帰還抵抗だけです。RTピンの抵抗を使用するか外部クロックに同期することによって周波数を設定した内部発振器が、各クロック・サイクルの開始時点で内蔵トップ・パワー・スイッチをオンにします。インダクタを流れる電流はトップ・スイッチ電流コンパレータがトリップするまでランプ・アップし、トリップするとトップ電源スイッチがオフになります。トップ・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 V_C 電圧によって制御されます。エラー・アンプは、FBピンの電圧と内部500mVリファレンスを比較することによって、 V_C のレギュレーションを行います。負荷電流が増加するとリファレンス基準の帰還電圧が減少し、平均インダクタ電流が新しい負荷電流に見合った値となるまでエラー・アンプが V_C 電圧を上げます。トップ・パワー・スイッチがオフになると、同期パワー・スイッチがオンになって、クロック・サイクルの残り時間でインダクタ電流がランプ・ダウンします。あるいは、パルススキッピング・モードまたはバースト・モード動作の場合は、インダクタ電流がゼロになるまでランプ・ダウンします。過負荷状態となってボトム・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。

抵抗分圧器を通じてENピンを別の降圧コンバータの出力に接続することによってイベントベースのパワーアップ・シーケンシングを行うために、イネーブル・ピンには高精度の400mV閾値が設定されています。ENピンがローになると、このデバイスはシャットダウンされ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されます。

LTC3307Bは、順方向および逆方向インダクタ電流制限、短絡保護、出力過電圧保護機能、およびスタートアップ時や短絡からの回復時の突入電流を制限する、ソフトスタート機能を備えています。

モード選択

LTC3307Bは、MODE/SYNCピンによって設定される3つの異なるモードで動作します。すなわち、パルススキッピング・モード(MODE/SYNCピンをローにセット)、強制連続モード(MODE/SYNCピンをフロート状態にセット)、およびバースト・モード(MODE/SYNCピンをハイにセット)です。

パルススキッピング・モードでは発振器が連続的に動作し、正のSW遷移がクロックに同期されます。負のインダクタ電流は流れなくなり、軽負荷時には出力電圧のレギュレーションのためにスイッチ・パルスがスキップされます。

強制連続モードでは発振器が連続して動作します。トップ・スイッチはサイクルごとにオンになり、軽負荷時にはインダクタ電流を反転できるようにすることでレギュレーションが維持されます。このモードでは、出力リップルを最小限に抑えながら、固定周波数で降圧レギュレータを動作させることができます。強制連続モードでは、(SWピンに流れ込む)インダクタ電流が I_{REVMAX} に達すると、そのサイクルの残り時間ボトム・スイッチがオフになって、電流が制限されます。

軽負荷時のバースト・モード動作では、レギュレーション・ポイントよりわずかに高い電圧まで出力コンデンサが充電されます。その後レギュレータはスリープ状態になり、その間は出力コンデンサが負荷電流を供給します。スリープ時はレギュレータのほとんどの回路がパワーダウンされて、入力電力を節約します。出力電圧が設定値を下回ると回路の電源がオンになり、新しいバースト・サイクルが開始されます。負荷電流が大きくなるとスリープ時間は短くなります。バースト・モード動作では、軽負荷時にはレギュレータがバースト動作し、高負荷時には固定周波数のPWMモードで動作します。

動作

発振器の外部クロックへの同期

LTC3307Bの内部発振器は、MODE/SYNCピンに矩形波クロック信号を入力することにより、内部PLL回路を通じて外部周波数に同期することができます。

同期中、トップ・パワー・スイッチのターン・オンは外部周波数源の立上がりエッジにロックされ、スイッチャは強制連続モードで動作します。勾配補償は外部クロック周波数に合わせて自動的に調整されます。同期周波数範囲は3MHz～10MHzです。

MODE/SYNCピンの最初の立上がりエッジで外部クロックを検出した後、内部PLLはその動作周波数を徐々に調整して、MODE/SYNCピンの信号の周波数と位相に合わせます。外部クロックの入力を停止すると、LTC3307Bは、外部クロックが供給されなくなったことを約10 μ s以内に検出します。この間、PLLはクロック・サイクルの供給を続けます。外部クロックが供給されなくなったことが検出されると、発振器はその動作周波数を徐々に調整し、RTピンによって設定された値に合わせます。

出力パワー・グッド

LTC3307Bの出力電圧が公称レギュレーション電圧の-2%/+10%の枠内にある場合、出力は正常な状態にあると見なされ、オープンドレインPGOODピンが高インピーダンスになって、通常は外付け抵抗によりハイにプルアップされます。それ以外の場合は、内部プルダウン・デバイスがPGOODピンをローにプルダウンします。PGOODピンは次に示す故障状態のときもローになります。すなわち、ENピンがローの場合、 V_{IN} が低すぎる場合、またはサーマル・シャットダウンした場合です。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1.2%、上限閾値には2.2%のヒステリシスがあります。また、これらのヒステリシスには、PGOODをレポートするために、いずれも120 μ s(代表値)の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発生時にFBピンの電圧が公称値の110%を超えると、LTC3307Bのトップ・パワー・スイッチはオフになります。出力がレギュレーション範囲を外れた状態が120 μ sを超えると、PGOODピンがローになります。

通常の動作条件下で出力過電圧イベントが発生することは、まずありません。

過熱保護

LTC3307B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165°C(代表値、未テスト)に達するとスイッチャがシャットダウンして、ダイ温度が160°C(代表値、未テスト)に下がるまでそのままになります。

出力電圧ソフトスタート

出力のソフトスタートは、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ぎます。ソフトスタート時、出力電圧は内部ノードの電圧ランプ・アップに従って増加します。障害状態が生じた場合は、アクティブ・プルダウン回路がその内部ノードを放電させます。障害状態が解消されると、ランプ・アップが再開されます。このソフトスタートによるランプ・アップの元となる障害状態は、ENピンのローへの遷移、 V_{IN} 電圧の過大な低下、またはサーマル・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付くと、デューティ・サイクルも100%に近づきます。電源電圧が更に低下するとメイン・スイッチ・オンの状態が強制的に1サイクルを超えて維持され、最終的にデューティ・サイクルが100%に達します。この場合の出力電圧は、入力電圧から、内部のPチャンネルMOSFETおよびインダクタでのDC電圧降下を引いた値になります。

低電源電圧動作

LTC3307B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。電源電圧が低い場合に考慮すべき重要な点は、内部パワー・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LTC3307Bの消費電力とダイ温度は、最も低い入力電圧で計算してください。

出力短絡保護と回復

電流コンパレータがトップ・パワー・スイッチをオフにするときのピーク・インダクタ電流レベルは、内部 V_C 電圧によって制御されます。出力電流が増加すると、平均インダクタ電流が負荷電流に見合った値となるまで、エラー・アンプが内部 V_C の電圧を上げます。LTC3307Bは内部の最大 V_C 電圧をクランプすることによって、インダクタ電流のピーク値を制限します。

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ので、ボトム・スイッチをオンにしたときのインダクタ電流の減少は非常に緩やかです。インダクタ電流を制御された状態に維持するために、インダクタ電流の谷には2次的な制限がかけられます。ボトム・パワー・スイッチを通じて測定されるインダクタ電流が、サイクル終了時点で $I_{VALLEYMAX}$ より大きい場合、トップ・パワー・スイッチはオフに保持されます。その後のスイッチング・サイクルは、インダクタ電流が $I_{VALLEYMAX}$ より小さくなるまでスキップされます。

V_{FB} がレギュレーション値より約100mV以上低下した場合、出力短絡からの回復にはソフトスタート・サイクルが使用できます。この回復過程において、 V_{FB} は約100mVまで速やかに上昇しますが、それ以降はレギュレーション値に達するまでソフトスタート・ランプに従ってゆっくりと上昇します。

アプリケーション情報

ブロック図を参照してください。

出力電圧と帰還回路

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1に従って抵抗値を選んでください。

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

図1を参照してください。

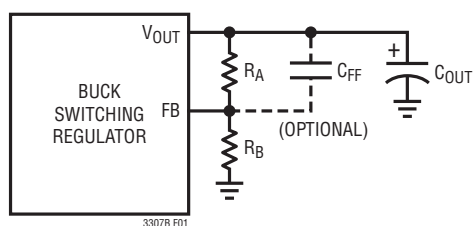


図1. 帰還抵抗回路

式に使われている記号についてはブロック図を参照してください。 R_B の標準的な値は10k Ω ~100k Ω です。出力電圧の精度を維持するには0.1%抵抗の使用を推奨します。降圧レギュレータの過渡応答は、オプションの進相コンデンサ C_{FF} を使って改善できます。このコンデンサは、帰還抵抗とFBピンの入力容量によって形成される極を除去する助けとなります。容量2pF~22pFのコンデンサをいくつか実験的に使用することで、過渡応答を改善できます。代表的なアプリケーション回路で使用されている値は、妥当な初期値となります。

動作周波数の選択とトレードオフ

動作周波数の選択は、効率、部品サイズ、過渡応答、および入力電圧範囲のトレードオフになります。

高周波数動作の利点は、インダクタとコンデンサの値を小さくできることです。スイッチング周波数が高ければ制御ループの帯域幅を広くすることができ、結果として過渡応答をより高速にすることができます。高いスイッチング周波数の

アプリケーション情報

欠点は、スイッチング損失が増えるので効率が低下することと、スイッチの最小オン時間が制限されるので入力電圧範囲が狭くなることです。

動作時のデューティ・サイクルの最小値は、降圧レギュレータの最小オン時間によって決まります。アプリケーションの最大スイッチング周波数($f_{SW(MAX)}$)は式2で計算できます。

$$f_{SW(MAX)} = \frac{V_{OUT}}{t_{ON(MIN)} \cdot V_{IN(MAX)}} \quad (2)$$

ここで、 $V_{IN(MAX)}$ は最大入力電圧、 V_{OUT} は出力電圧、 $t_{ON(MIN)}$ はトップ・スイッチの最小オン時間です。式2は、高い $V_{IN(MAX)}/V_{OUT}$ 比に対応するには、スイッチング周波数を下げる必要があることを示しています。

LTC3307Bは100%の最大デューティ・サイクルに対応できるので、 $V_{IN}-V_{OUT}$ 間のドロップアウト電圧は、トップ・スイッチの $R_{DS(ON)}$ 、インダクタのDCR、および負荷電流によって制限されます。

スイッチング周波数の設定

LTC3307Bには、固定周波数のピーク電流モード制御アーキテクチャが採用されています。スイッチング周波数を設定する方法は3つあります。

1つめは、 R_T ピンを V_{IN} に接続して、スイッチング周波数を公称値6.6MHzの内部デフォルト値に設定する方法です。

2つめは、 R_T ピンとグラウンドの間に抵抗(R_T)を接続する方法です。周波数は3MHz~10MHzに設定できます。希望のスイッチング周波数を得るために必要な R_T の値を、表1と式3に示します。

$$R_T = \frac{263}{f_{SW}} - 5.4 \quad (3)$$

ここで R_T はkΩ単位です。 f_{SW} は希望するスイッチング周波数(MHz)で、範囲は3MHz~10MHzです。

表1. R_T 値とスイッチング周波数の関係

f_{SW} (MHz)	R_T (kΩ)
3.0	82.5
4.0	60.4
5.0	47.5
6.0	38.3
7.0	32.4
8.0	27.4
9.0	23.7
10.0	21.0

3つめは、MODE/SYNCピンに加えられる外部矩形波クロックに内部PLL回路を同期させることによって、スイッチング周波数を設定する方法です。同期周波数範囲は3MHz~10MHzです。矩形波振幅の谷は0.4V未満、ピークは1.2Vを超えている必要があります。また、ハイ・パルスとロー・パルスの幅は、共に40ns以上でなければなりません。

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に考慮すべき事項は、インダクタンス、実効値電流定格、飽和電流定格、DCR、およびコア損失です。

インダクタ電流は式4と式5に基づいて選択します。

$$L \approx \frac{V_{OUT}}{0.9A \cdot f_{SW}} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \right) \text{ for } \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} \leq 0.5 \quad (4)$$

$$L \approx \frac{0.25 \cdot V_{IN(MAX)}}{0.9A \cdot f_{SW}} \text{ for } \frac{V_{OUT}}{V_{IN(MAX)}} > 0.5 \quad (5)$$

ここで、 f_{SW} はスイッチング周波数、 $V_{IN(MAX)}$ は最大入力電圧です。

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てください。過負荷状態と短絡状態を考慮に入れる必要があります。

アプリケーション情報

更に、インダクタの飽和電流定格(通常は I_{SAT} で表される)が、予想最大負荷電流にインダクタのリップル電流の1/2を加えた値より大きくなるようにしてください(式6)。

$$I_{SAT} > I_{LOAD(MAX)} + \frac{1}{2} \Delta I_L \quad (6)$$

ここで、 $I_{LOAD(MAX)}$ はアプリケーションの最大出力負荷電流で、 ΔI_L は式7で計算されるインダクタのリップル電流です。

$$\Delta I_L = \frac{V_{OUT}}{L \cdot f_{SW}} \cdot \left(1 - \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \right) \quad (7)$$

より安全側の選択は、 I_{SAT} 定格がLTC3307Bの最大電流制限値より大きいインダクタを使用することです。

高い効率を維持するには、直列抵抗(DCR)が最も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してください。いくつかの推奨インダクタとそのメーカーを表2に示します。

入力コンデンサ

2個以上のセラミック・コンデンサを使い、LTC3307Bの入力をバイパスします。コンデンサはデバイスに近付けて取り付けてください。最大性能を得るために、コンデンサは両側に1個ずつ、 V_{IN} とPGNDの間に配置します。これらのコンデンサのサイズは0603または0402とします。オプションとして、サイズの小さい0201コンデンサをできるだけLTC3307B

表2. 推奨インダクタと代表的仕様値

MANUFACTURER	INDUCTOR FAMILY	INDUCTANCE (nH)	I_{TEMP} (A)*	I_{SAT} (A)	DCR (mΩ)	W × L × H (mm)
Murata	DFE18SAN-E0	240	3.2	4.2	36	1.6 × 0.8 × 0.8
Murata	DFE18SAN-G0	240	3.5	4.9	30	1.6 × 0.8 × 1.0
Murata	DFE201210S	110, 470	6.3, 4.0	11, 5.3	8, 27	2.0 × 1.2 × 1.0
Murata	DFE201210U	240 to 470	3.8 to 3.0	6.5 to 4.4	20 to 34	2.0 × 1.2 × 1.0
Murata	DFE201610E	240 to 470	4.7 to 3.6	6.3 to 4.8	16 to 26	2.0 × 1.6 × 1.0
Murata	DFE201612E	240 to 470	5.0 to 4.5	6.6 to 5.5	13 to 20	2.0 × 1.6 × 1.2
Murata	DFE201612PD	150	5.2	6.2	12	2.0 × 1.6 × 1.2
NIC	NPMH0805	240, 470	4.2, 3.0	4.8, 3.2	25, 48	2.0 × 1.2 × 0.8
NIC	NPMH0805	240 to 470	3.7 to 3.0	4.5 to 3.3	28 to 42	2.0 × 1.2 × 1.0
NIC	NPMH0806	240 to 470	4.7 to 3.5	5.6 to 3.9	23 to 42	2.0 × 1.6 × 1.0
Vishay	IHHP-0806AB-01	220 to 470	5.3 to 4.2	5.8 to 4.4	13 to 29	2.0 × 1.6 × 1.2
Sumida	201610CDMCD/DS	240, 470	6.3, 4.6	7.2, 5.3	16, 26	2.2 × 1.8 × 1.0
Würth Elektronik	WE-PMMI-0805LP	110	3	6	24	2.0 × 1.2 × 0.6
Würth Elektronik	WE-PMMI-0806	240 to 470	3.5 to 3.0	4.0 to 3.4	15 to 20	2.0 × 1.6 × 0.6
Würth Elektronik	WE-PMCI-0806	240, 470	3.6, 2.9	5.4, 4.2	19, 34	2.0 × 1.6 × 1.0
Würth Elektronik	WE-LQS-2512	160	3.7	6.4	16	2.5 × 2.0 × 1.2
XFRMS	XFHCL43LT	220 to 470	8.0 to 4.5	7.0 to 3.8	13 to 25 (max)	2.5 × 2.0 × 1.2
TDK	TFM201208BLD	110	6.8	8.8	10	2.0 × 1.2 × 0.8

* PCBの熱特性に大きく依存します。

アプリケーション情報

に近付けて、 V_{IN} (ピン3)とPGND (ピン4)をつなぐパターン上と、 V_{IN} (ピン8)とPGND (ピン7)をつなぐパターン上に直接配置すると、アプリケーション・フットプリントの増加を最小限(場合によってはゼロ)に抑えながら、性能を向上させることができます。詳細についてはレイアウトのセクションを参照してください。温度変動と入力電圧変化に対して最高の性能を得るために、X7RまたはX5Rコンデンサを推奨します(表3を参照)。より低いスイッチング周波数を使用するには、それだけ大きい入力容量が必要です。入力電源のインピーダンスが高い場合、あるいは長い配線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、更に大きい容量が必要になることがあります。これには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は、パターンやケーブルのインダクタンスと結合して、品質の高い(減衰しにくい)タンク回路を形成します。LTC3307Bの回路を通電状態の電源にそのまま接続すると、入力電圧に公称値の2倍のリンギングが生じて、LTC3307Bの定格電圧を超えるおそれがありますが、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3. セラミック・コンデンサのメーカー

VENDOR	URL
AVX	www.avxcorp.com
Murata	www.murata.com
TDK	www.tdk.com
Taiyo Yuden	www.t-yuden.com
Samsung	www.samsungsem.com
Würth Elektronik	www.we-online.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欠くことのできない2つの役割があります。まず、インダクタと共に、LTC3307BのSWピンで生成される矩形波をフィルタリングして、DC出力を発生させます。この操作は出力リップルを決定するので、スイッチング周波数におけるインピーダンスの小さいことが重要です。2つめの役割は、過渡負荷を吸収してLTC3307Bの制御ループを安定させるためにエネルギーを保存することです。LTC3307Bは、高速過渡応答性能を得るために、広い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、過渡応答は V_{OUT} 、 V_{IN} 、 f_{SW} 、その他の要因の影響も受けます。次に示す出力容

量値(式8)は、おおよその出発点として検討を開始するのに適した値です。

$$C_{OUT} = 20 \cdot \frac{I_{MAX}}{f_{SW}} \sqrt{\frac{0.5}{V_{OUT}}} \quad (8)$$

ここで、 C_{OUT} は出力コンデンサの推奨値(μF)、 f_{SW} はスイッチング周波数(MHz)、 $I_{MAX} = 3A$ は定格出力電流(A)で、 V_{OUT} は出力電圧(V)です。

出力コンデンサの値を小さくするとスペースとコストを節約できますが、過渡性能が低下するのでループ安定性の検証が必要になります。

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過渡性能が得られます。X5RまたはX7Rセラミック・コンデンサを使用してください(表3を参照)。低ESLの反転構成、または3端子のセラミック・コンデンサを使用することにより、更に優れた出力リップル性能と過渡性能を実現できます。

負荷ステップ発生時には、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できるようにする必要があります。帰還ループの応答に要する時間は、補償部品と出力コンデンサのサイズに依存します。負荷ステップへの応答には通常3~4サイクルを要しますが、最初のサイクルだけ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} 、 f_{SW} 、 $t_{ON(MIN)}$ 、出力コンデンサの等価直列インダクタンス(ESL)、その他の要因に影響されますが、通常は、最初のサイクルの直線的低下の約4倍になります(式9)。

$$V_{DROOP} = \frac{4 \cdot \Delta I_{OUT}}{C_{OUT} \cdot f_{SW}} \quad (9)$$

ここで、 ΔI_{OUT} は負荷ステップです。

過渡性能と制御ループの安定性は、 C_{OUT} を大きくすることや、 V_{OUT} とFBの間にフィードフォワード・コンデンサ C_{FF} を追加することによって改善できます。コンデンサ C_{FF} は、位相マージンと高周波応答を改善する高周波ゼロを発生させることで、進相補償を行います。代表的なアプリケーション回路で使用されている値は、妥当な初期値となります。

アプリケーション情報

LTpowerCAD[®]は、 C_{FF} と C_{OUT} を最適化して必要な過渡性能を実現する助けとなる、有効なツールです。

過渡的な負荷をかけてシステムの応答を監視する方法、あるいはネットワーク・アナライザを使用して実際のループ応答を測定する方法が、過渡性能と制御ループの安定性を実験的に検証し、 C_{FF} と C_{OUT} を最適化する2つの方法です。

負荷過渡応答法を使用して制御ループを安定化する場合は、立上がり時間が非常に高速で、全負荷電流の20%~100%の大きさを持つ出力電流パルスを加えます。これにより、出力電圧にトランジェントが生じます。 V_{OUT} を監視して、安定性に問題があることを示すオーバーシュートやリングングの有無を確認してください(アプリケーション・ノート AN149を参照)。

出力電圧の検出

LTC3307BのAGNDピンは内部アナログ回路のグラウンド・リファレンスで、バンドギャップ電圧リファレンスを兼ねています。良好な負荷レギュレーションを実現するには、AGNDピンを負荷側にある出力コンデンサ(C_{OUT})の負端子に接続してください。高電流電源のグラウンド・リターン・パスにおける低下が補償されます。AGNDノードに流れる電流は非常に小さいので、パターン・サイズを最小限に抑えることができます。小型の0201または0402アナログ・セラミック・コンデンサを、できるだけLTC3307Bに近付けて、 V_{IN} ピン(ピン3)とAGNDピンの間のパターン上に直接配置します。FB抵抗分圧器や R_T 抵抗などのすべての信号部品は、AGNDノードを基準とする必要があります。詳細については、PCBレイアウト例を参照してください。

閾値設定のイネーブル

LTC3307B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。このピンをローにすると、デバイスは低電流シャットダウン・モードになります。

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を V_{IN} に接続することができます。 V_{IN} とENの間に

抵抗分圧器を追加すると、 V_{IN} が所定の電圧を超えた場合のみ出力をレギュレーションするようにLTC3307Bを設定できます(図2を参照)。通常、この閾値 $V_{IN(EN)}$ は、入力電源の電流が制限されている場合や、ソース抵抗が比較的高い場合に使われます。スイッチング・レギュレータは、その入力電源からほぼ一定の電力を取り出すので、電源電圧が低下すると電源電流が増大します。これは電源からすると負の抵抗負荷のように見え、低電源電圧条件下では、電源の電流が制限されたりローにラッチされたりすることがあります。 $V_{IN(EN)}$ 閾値は、問題が生じる可能性があるような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10の条件を満たすように $R1$ と $R2$ の値を設定することによって調整できます。

$$V_{IN(EN)} = \left(\frac{R1}{R2} + 1 \right) \cdot 400mV \quad (10)$$

図2を参照してください。

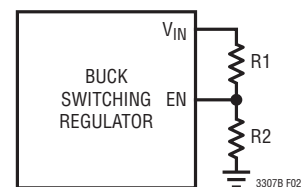


図2. EN分圧器

LTC3307Bは、 V_{IN} が $V_{IN(EN)}$ より大きくなるまでオフのままになります。降圧レギュレータは、 V_{IN} が $0.875 \cdot V_{IN(EN)}$ を下回って、ENが350mV(代表値)になるまでイネーブルのままです。

あるいは、上流側レギュレータ出力とLTC3307BのENピンの間に接続された抵抗分圧器がイベントベースのパワーアップ・シーケンスを行い、上流側レギュレータの出力が予め決められたレベル(例えばレギュレータ出力の90%)に達すると、LTC3307Bをイネーブルします。式10の $V_{IN(EN)}$ を、この予め決められたレベルに置き換えてください。

アプリケーション情報

低EMIのPCBレイアウト

LTC3307Bは、EMI/EMC放射を最小限に抑えながら高周波数でのスイッチング時に最大限の効率が得られるように、また、過渡応答を改善できるように特別に設計されています。

推奨PCBレイアウトについては、図3(a)と図3(b)を参照してください。

LTC3307Bの性能を最大限に引き出すには、両方の入力電源 V_{IN} ピン (ピン3、8) にそれぞれローカル・デカップリング・コンデンサを接続し、その接地端子をPGNDピン (ピン4、7) の近くで最上層グランド・プレーンに直接ハンダ付けする必要があります。これらのコンデンサは、内部パワー MOSFET とそのドライバに、AC電流を供給します。 V_{IN} ピンとPGNDピン、および入力コンデンサには、大きいスイッチ電流が流れます。入力コンデンサによって形成されるループは、 V_{IN} ピンとPGNDピンに隣接させてコンデンサを置くことにより、できるだけ小さくする必要があります。0402などのケース・サイズの小さいコンデンサは寄生インダクタンスが小さいので、この用途に最適です。小型の0402コンデンサであっても、それぞれの V_{IN} ピンとPGNDピンのすぐ隣りに追加すると、アプリケーション・フットプリントの増加を(もしあったとしても)最小限に抑えながら、性能を向上させることができます。加え

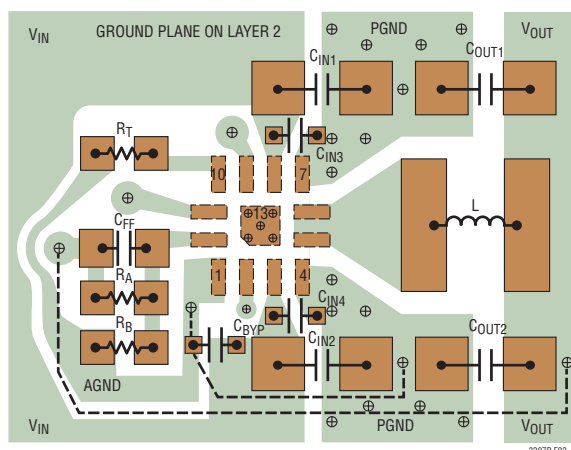
て、局所的な、切れ目のないグランド・プレーンを、表面層に最も近い層にあるアプリケーション回路の下に配置します。

AGNDをデカップリングすることも非常に重要です。小型の0201または0402サイズのアナログ・バイパス・コンデンサを、できるだけLTC3307Bに近付けて、 V_{IN} ピン (ピン3) とAGNDピン (ピン1) の間のパターン上に直接配置します。

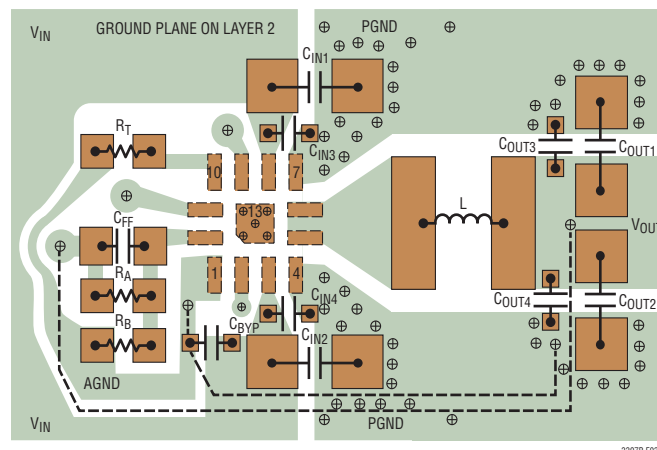
回路基板の同じ側にインダクタを配置します。SWピン (ピン5、6) をインダクタに接続するパターンは、放射EMIと寄生カップリングを軽減するために、できるだけ短くする必要があります。

FBノードとRTノードはできるだけ小さくし、なおかつノイズの多いSWノードから離すか、シールドします。

推奨レイアウトでは、5個の5milビアを使って、EPAD内のGNDプレーンに対して最大限の導通性を確保できるようにしています。5milビアを使用できないレイアウトでは、4個の8milビア、または直径12milのビア1個(充填ビアまたは被覆ビア)を使用することを推奨します。サーマル・ビアに関する推奨事項については、アナログ・デバイセズのアプリケーション・ノート「Application Notes for Thermally Enhanced Leaded Plastic Packages」のサーマル・ビア設計のセクションを参照してください。



(a) 小さいソリューション・サイズ。EPAD内には5個の5milビアが使われています。5milビアを使用できないレイアウトでは、4個の8milビア、または直径12milのビア1個(充填ビアまたは被覆ビア)を使用することを推奨します。



(b) コンデンサ C_{OUT1} と C_{OUT2} を 90° 回転させることで、高周波出力リップルを減らしています。また、オプションで0201コンデンサ C_{OUT3} と C_{OUT4} を追加することで、更に高周波リップルを改善しています。EPAD内には5個の5milビアが使われています。5milビアを使用できないレイアウトでは、4個の8milビア、または直径12milのビア1個(充填ビアまたは被覆ビア)を使用することを推奨します。

図3. LTC3307Bの推奨PCBレイアウト

アプリケーション情報

高温に関する考慮事項

LTC3307Bの良好なヒート・シンクを実現するには、PCBのレイアウトに注意を払う必要があります。パッケージ下面の露出パッド(ピン13)を、表面層に最も近い層にあるアプリケーション回路の下にある広く切れ目のないグラウンド・プレーンに接続します。熱的および電氣的なインピーダンスを最小限に抑えるために、多数のビアを配置します。PGNDピン(ピン4、7)は、最上層のグラウンド・プレーンに直接ハンダ付けします。最上層のグラウンド・プレーンは、多数のサーマル・ビアを使って下層にあるグラウンド・プレーンに接続します。これらの層は、LTC3307Bが放出する熱を拡散します。図4は、露出パッド付き熱強化型LQFNパッケージの簡略化した熱的模式図で、シリコン・ダイと熱的な評価基準が示されています。電流源はダイ上の電力損失 P_D を表し、ノード電圧は温度を表しています。また、電氣的インピーダンスは伝導熱抵抗 $\theta_{JCBOTTOM}$ 、 θ_{JCTOP} 、 θ_{VIA} 、 θ_{CB} 、および対流熱抵抗 θ_{BA} と θ_{CA} を表しています。ジャンクション温度 T_J は、次式により周囲温度 T_A から計算されます。

$$T_J = T_A + P_D \cdot \theta_{JA} \quad (11)$$

ここで、 $\theta_{JCTOP} + \theta_{CA}$ パスを無視すると次式が得られます。

$$\theta_{JA} \approx \theta_{JCBOTTOM} + \left(\frac{\theta_{CB} + \theta_{BA}}{2} \right) \parallel \left(\frac{\theta_{CB} + \theta_{BA}}{2} + \theta_{VIA} \right) \quad (12)$$

ここで、 $\theta_{JCBOTTOM} = 8.6^\circ\text{C/W}$ です。ピン配置セクションにレポートされている $\theta_{JA} = 51^\circ\text{C/W}$ という値は、JEDEC標準の2S2PテストPCBに対応しています。このPCBには適切なサーマル・ビアがありません。つまり、 θ_{VIA} が比較的大きくなっています。 $\theta_{VIA} \approx (\theta_{CB} + \theta_{BA})/2$ と仮定します。これは多少恣意

的な仮定ですが、妥当性に欠けるほどではありません。これから逆算すると、この種の基板については $(\theta_{CB} + \theta_{BA})/2 = \theta_{VIA} \approx 60^\circ\text{C/W}$ という値が得られます。テストPCBが低熱抵抗のビアを備えていれば、 θ_{JA} は最大で 10°C/W 減少していたはずで、これは20%の改善にあたります。この点に注目すると、サーマル・ビアの重要性が明らかになります。同様に、より大きくて切れ目がなく、銅の重量も大きいグラウンド・プレーンがもつとあれば、 $\theta_{CB} + \theta_{BA}$ は改善されます。パッケージの $\theta_{JCBOTTOM}$ の値が小さい場合、これは θ_{JA} に支配的な影響を及ぼします。サーマル・ビアおよびハンダ・ステンシルの適切なサイズとレイアウトについては、アプリケーション・ノート「Application Notes for Thermally Enhanced Leaded Plastic Packages」を参照してください。最大負荷電流は、周囲温度が最大ジャンクション温度定格値に近づくに従ってデレーティングする必要があります。LTC3307B内での消費電力は、効率測定値から合計電力損失を計算して、そこからインダクタ損失を減じることによって予測します。

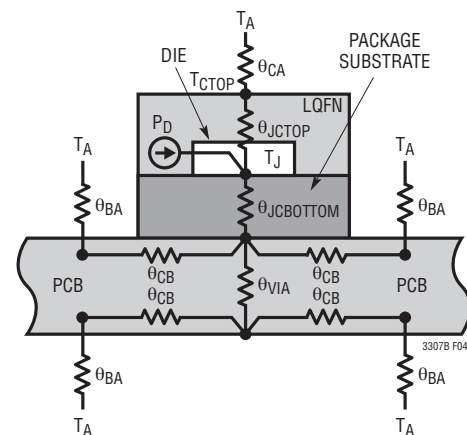
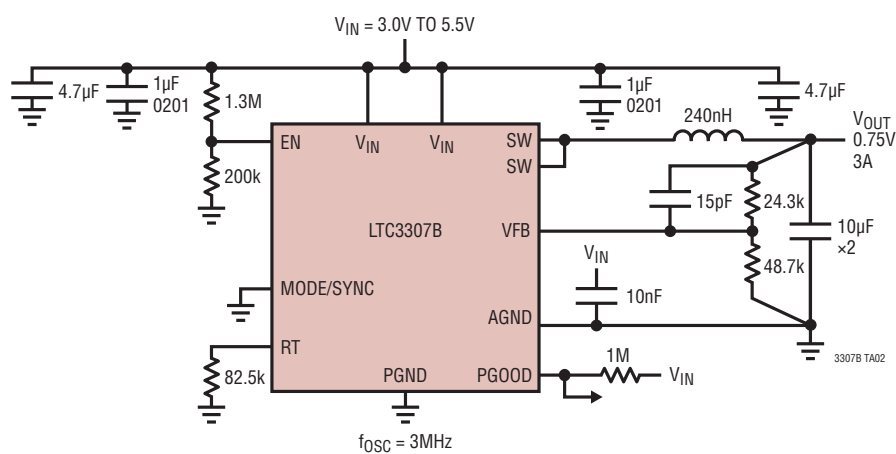
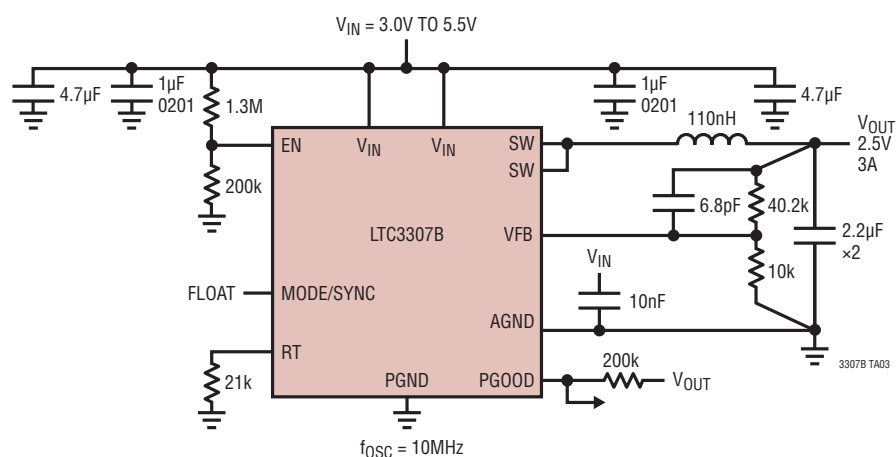
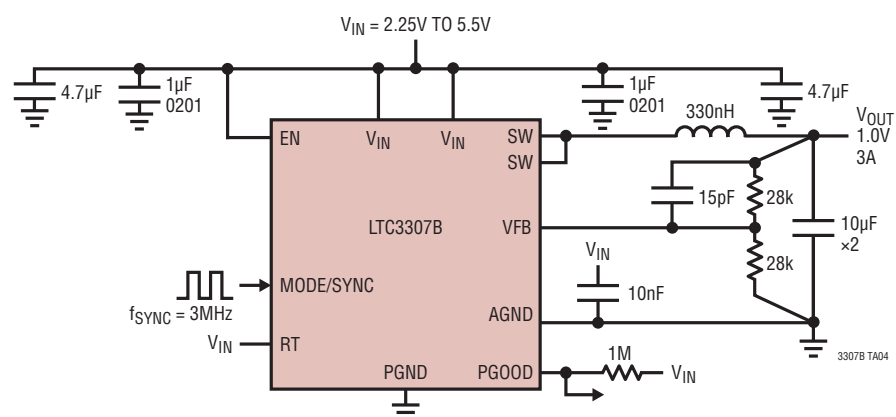


図4. サーマル・ビアがヒート・シンクの役割を果たす多層PCB

標準的応用例

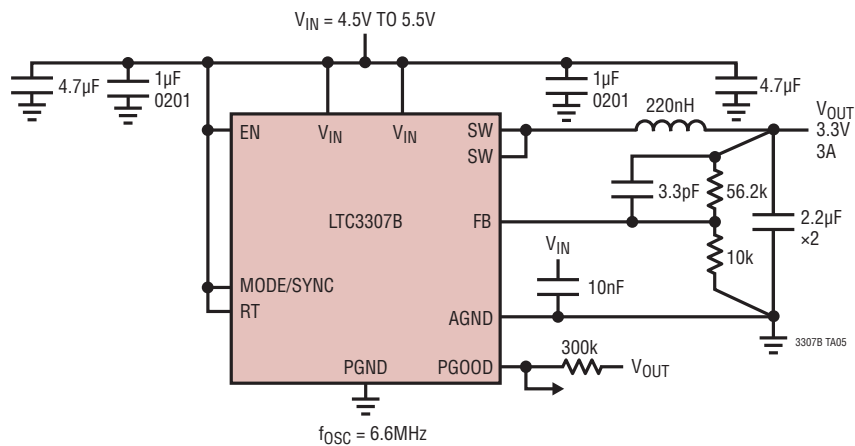
 V_{IN} UVLO 3.0V、3MHz、0.75V、3A、パルススキッピング・モード超薄型、 V_{IN} UVLO 3.0V、10MHz、2.5V、3A、強制連続モード

小さいソリューション・サイズ、1.0V、3A、3MHzに同期、強制連続モード

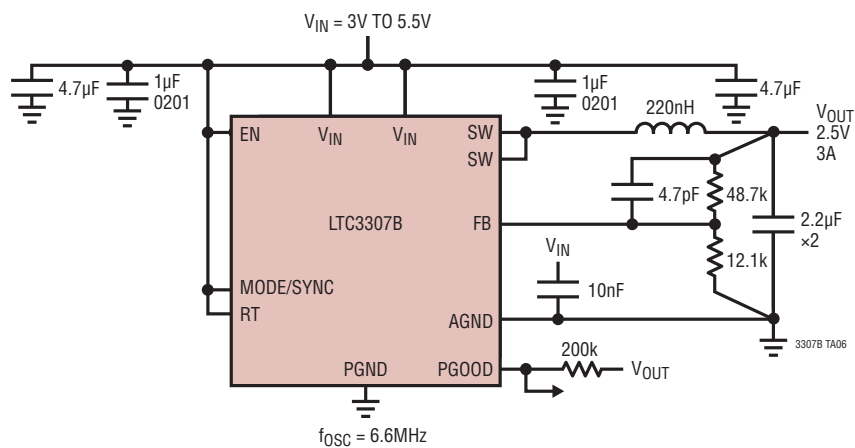


標準的応用例

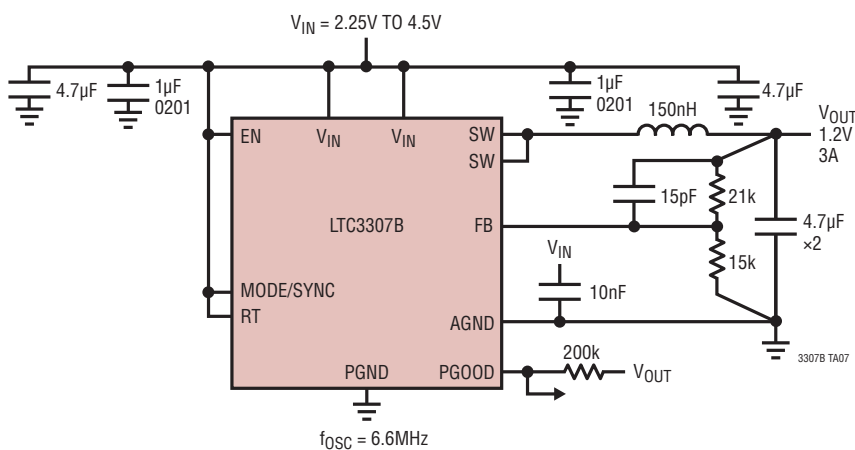
小さいソリューション・サイズ、6.6MHz、3A、5V～3.3V、バースト・モード動作



小さいソリューション・サイズ、6.6MHz、2.5V、3A、バースト・モード動作

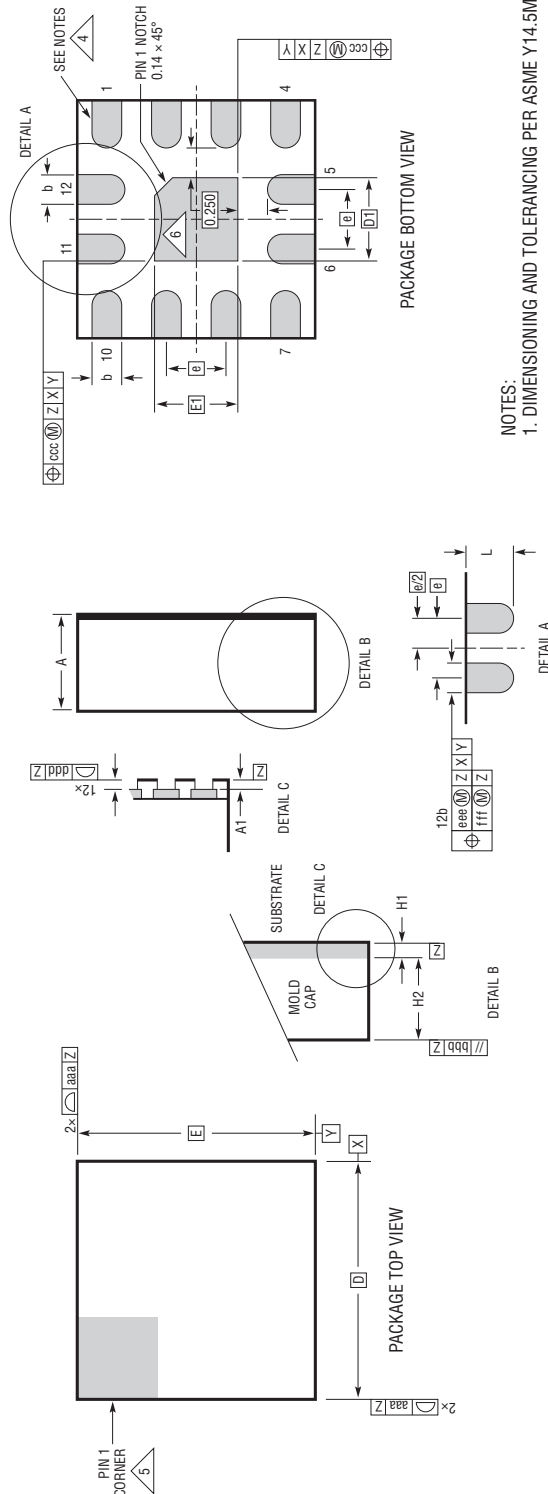


小さいソリューション・サイズ、6.6MHz、1.2V、3A、バースト・モード動作



パッケージ

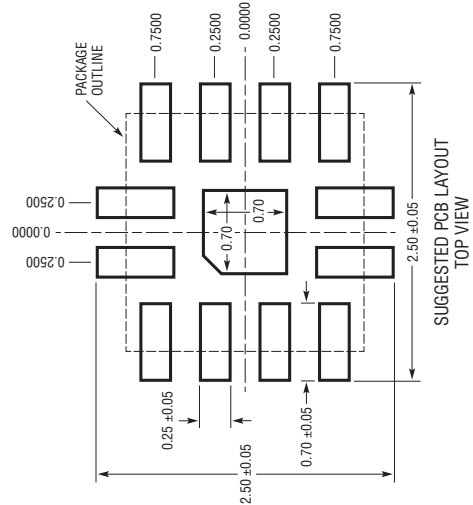
LQFN Package
12-Lead (2mm × 2mm × 0.74mm)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1530 Rev B)



NOTES:

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M-1994
2. ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
3. PRIMARY DATUM - Z - IS SEATING PLANE
4. METAL FEATURES UNDER THE SOLDER MASK OPENING N SO AS NOT TO OBSCURE THESE TERMINALS AND HEAT F
5. DETAILS OF PIN 1 IDENTIFIER ARE OPTIONAL, BUT MUST LOCATED WITHIN THE ZONE INDICATED. THE PIN 1 IDENT MAY BE EITHER A MOLD OR MARKED FEATURE
6. THE EXPOSED HEAT FEATURE MAY HAVE OPTIONAL CORN

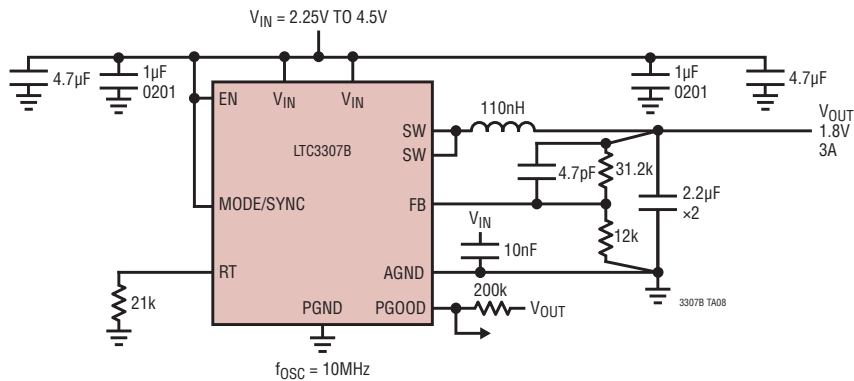
DIMENSIONS				
SYMBOL	MIN	NOM	MAX	NOTES
A	0.65	0.74	0.83	
A1	0.01	0.02	0.03	
L	0.30	0.40	0.50	
b	0.22	0.25	0.28	
D		2.00		
E		2.00		
D1		0.70		
E1		0.70		
e		0.50		
H1		0.24 REF		SUBSTRATE THK
H2		0.50 REF		MOLD CAP HT
aaa			0.10	
bbb			0.10	
ccc			0.10	
ddd			0.10	
eee			0.15	
fff			0.08	



LQFN 12 0618 REV B

標準的応用例

超薄型、10MHz、1.8V、3A、バースト・モード動作



関連製品

製品番号	概要	注釈
LTC3307A	5V、3A 同期整流式降圧 Silent Switcher® (2mm × 2mm LQFN)	モノリシック同期整流式降圧 DC/DC コンバータ、最大 3MHz までのスイッチング周波数で 3A を供給。EMI 放射を極めて低く抑える Silent Switcher アーキテクチャ。入力動作範囲: 2.25V ~ 5.5V。出力電圧範囲: 0.5V ~ V _{IN} 、精度 ±1%。PGOOD 通知、RT プログラミング、SYNC 入力。2mm × 2mm LQFN。
LTC3308A/ LTC3308B	5V、4A 同期整流式降圧 Silent Switcher® (2mm × 2mm LQFN)	モノリシック同期整流式降圧 DC/DC コンバータ、最大 3MHz/10MHz までのスイッチング周波数で 4A を供給。EMI 放射を極めて低く抑える Silent Switcher アーキテクチャ。入力動作範囲: 2.25V ~ 5.5V。出力電圧範囲: 0.5V ~ V _{IN} 、精度 ±1%。PGOOD 通知、RT プログラミング、SYNC 入力。2mm × 2mm LQFN。
LTC3309A/ LTC3309B	5V、6A 同期整流式降圧 Silent Switcher® (2mm × 2mm LQFN)	モノリシック同期整流式降圧 DC/DC コンバータ、最大 3MHz/10MHz までのスイッチング周波数で 6A を供給。EMI 放射を極めて低く抑える Silent Switcher アーキテクチャ。入力動作範囲: 2.25V ~ 5.5V。出力電圧範囲: 0.5V ~ V _{IN} 、精度 ±1%。PGOOD 通知、RT プログラミング、SYNC 入力。2mm × 2mm LQFN。
LTC3315A/ LTC3315B	デュアル 5V、2A 同期整流式降圧 DC/DC コンバータ (2mm × 2mm LQFN)	デュアル・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 までのスイッチング周波数で 2A を供給。入力動作範囲: 2.25V ~ 5.5V。出力電圧範囲: 0.5V ~ V _{IN} 、精度 ±1%。PGOOD 通知、SYNC 入力。2mm × 2mm LQFN。
LTC3310/ LTC3310S LTC3311/ LTC3311S	5V、10A/12.5A 同期整流式降圧 Silent Switcher/Silent Switcher 2 (3mm × 3mm LQFN)	モノリシック同期整流式降圧 DC/DC コンバータ、最大 5MHz までのスイッチング周波数で 10A/12.5A を供給。EMI 放射を極めて低く抑える Silent Switcher アーキテクチャ。入力動作範囲: 2.25V ~ 5.5V。出力電圧範囲: 0.5V ~ V _{IN} 、精度 ±1%。PGOOD 通知、RT プログラミング、SYNC 入力。並列電力段用の構成が可能。3mm × 3mm LQFN。
LTC3370/ LTC3371	4 チャンネル 8A に構成可能な 1A 降圧 DC/DC コンバータ	8 × 1A の電力段を備えた 4 つの同期整流式レギュレータ。最大 4 個の電力段を並列に接続し単一インダクタで大電流出力構成 (最大 4A) を実現、8 種類の出力構成が可能、高精度の PGOOD 通知。LTC3371 はウォッチドッグ・タイマーを搭載。LTC3370: 32 ピン、5mm × 5mm QFN。LTC3371: 38 ピン、5mm × 7mm QFN および TSSOP。
LTC3374A	8 チャンネル並列接続可能な 1A 降圧 DC/DC コンバータ	8 個の 1A 同期整流式降圧レギュレータ。最大 4 個の電力段を並列に接続し単一インダクタで大電流出力構成 (最大 4A) を実現、15 種類の出力構成が可能。高精度のイネーブル入力と PGOOD _{ALL} 通知。38 ピン、5mm × 7mm QFN および TSSOP。
LTC3375	8 チャンネル並列接続可能な 1A 降圧 DC/DC コンバータ	8 個の 1A 同期整流式降圧レギュレータ。最大 4 個の電力段を並列に接続し単一インダクタで大電流出力構成 (最大 4A) を実現、15 種類の出力構成が可能。高精度のイネーブル入力と PGOOD _{ALL} 通知。ウォッチドッグ・タイマーとプッシュボタンによる I2C プログラミング。48 ピン、7mm × 7mm QFN。
LTC3616	5.5V、6A、4MHz の同期整流式降圧 DC/DC コンバータ	効率 95%、V _{IN} : 2.25 ~ 5.5V、V _{OUT(MIN)} = 0.6V、I _Q = 75µA、I _{SD} < 1µA、3mm × 5mm QFN-24 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} : 2.25 ~ 5.5V、V _{OUT(MIN)} = 0.8V、I _Q = 64µA、I _{SD} < 1µA、4mm × 4mm QFN-16 パッケージ。