

電流定格600mAを実現したThinSOTパッケージのモノリシック同期整流式降圧レギュレータ - デザインノート300

Jaime Tseng

はじめに

新製品のLTC[®]3406、LTC3406-1.5、LTC3406-1.8、LTC3406B、LTC3406B-1.5およびLTC3406B-1.8は業界初のモノリシック同期整流式降圧レギュレータで、低プロフィール(1mm)のThinSOT[™]パッケージで600mAの出力電流を供給することができます。これらのデバイスはバッテリー駆動の携帯機器向けに、基板スペースを減らし、効率を上げるように設計されています。LTC3406シリーズはバースト・モード動作を使って軽負荷時の効率を上げ、無負荷時には20 μ Aの電源電流しか消費しません。ノイズに敏感なアプリケーションの場合、LTC3406Bシリーズは軽負荷時にバースト・モード動作を無効にしてパルス・スキップ・モードで動作します。両方ともシャットダウン時の消費電流は1 μ A以下になります。

省スペース

LTC3406/LTC3406Bシリーズのすべてが電源の小型化と効率向上のために設計されています。レギュレータ全体が5 \times 7mmの基板スペースに収まります。これらのデバイスは高効率モノリシック同期整流式降圧レギュレータで、固定周波数の電流モード・アーキテクチャを採用しています。それらの内蔵パワーMOSFETは最大600mAの出力電流を連続的に供給します。内部同期スイッチによって効率が向上し、外付けのショットキ・ダイオードは不要です。ループ補償が内蔵されているので、追加の外部部品は不要です。

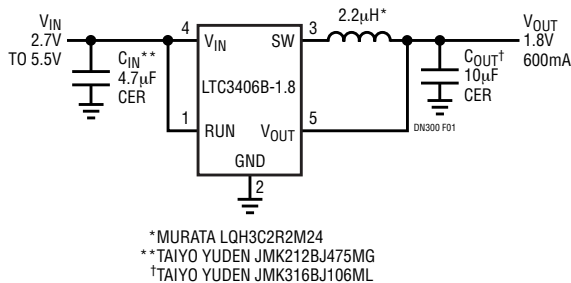


図1. すべてセラミック・コンデンサを使った1.8V/600mA降圧レギュレータ

多用途向け

これらのデバイスの入力電圧範囲は2.5V~5.5Vと幅があるので、1セルのリチウムイオン電池または3セルのNiCd電池やNiMH電池のアプリケーションに最適です。低損失で100%デューティ・サイクルが可能なので、バッテリーから最大のエネルギーを取り出すことができます。ドロップアウト時に、出力電圧は入力電圧から内部PチャネルMOSFETとインダクタの抵抗成分の電圧降下を差し引いた電圧になります。出力が固定電圧のもの(LTC3406-1.5/LTC3406B-1.5とLTC3406-1.8/LTC3406B-1.8)はそれぞれ1.5Vと1.8Vに固定されており、フィードバック用の外部電圧分割器が不要なのでさらに省スペースとなり、効率が向上します。出力電圧が可変のもの(LTC3406とLTC3406B)は、2個の外付け抵抗を使って、出力電圧を0.6Vの内部リファレンス電圧より高い任意の値にプログラムすることができます。

フォールト保護

LTC3406とLTC3406Bは出力の過電圧状態や短絡状態、さらに電力の過剰消費状態に対して保護します。出力の過電圧状態(公称値よりも6.25%以上高い)を検出すると、フォールトが解消するまでトップMOSFETがターンオフします。

▲、LTC、LTおよびBurst Modeはリニアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリニアテクノロジー社の商標です。

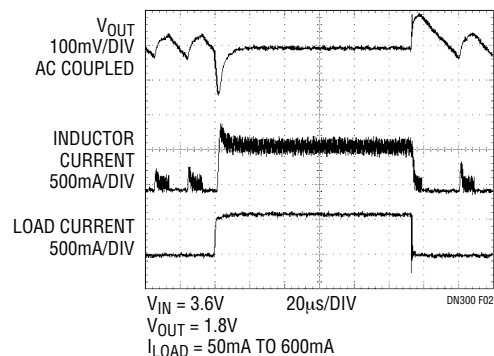


図2. 50mAから600mAへの負荷ステップに対するLTC3406-1.8の過渡応答(軽負荷時はバースト・モード動作)

出力がグランドに短絡すると、発振器の周波数は約210kHzに低下して、インダクタ電流の暴走を防ぎます。 V_{FB} が0.6Vに上昇すると周波数は1.5MHzに戻ります。電力の過剰消費状態が生じて接合部温度が約160℃に達すると熱保護回路がパワーMOSFETをターンオフするので、デバイスの温度が下がります。温度が150℃まで下がると正常動作が再開します。

効率の良いバースト・モード動作(LTC3406シリーズ)

バースト・モード動作では、内部パワーMOSFETは負荷需要にしたがって間欠的に動作します(図2参照)。通常のスイッチングの短いバースト・サイクルの後に長いアイドル時間が続き、その間は負荷電流は出力コンデンサから供給されます。これらのアイドル時間のあいだ、パワーMOSFETと不要の回路はターンオフされるので、消費電流は20 μ Aに減少します。無負荷では出力コンデンサは帰還抵抗を介してゆっくり放電するので、バースト・サイクルの周波数は非常に低くなり、電源電流はわずかに数マイクロアンペアになります。

ノイズを抑えるためのパルス・スキップ・モード(LTC3406Bシリーズ)

パルス・スキップ・モードでは出力リップルが小さくなるので、オーディオ回路との干渉の可能性が減少します。パルス・スキップ・モードでは、低い負荷電流で固定周波数動作が維持されるので、出力電圧リップルが減少します。負荷電流が十分低いと、結局はサイクル・スキップが生じて安定化を維持します。パルス・スキップ・モードの効率は軽負荷時にはバースト・モード動作の場合よりも低くなりますが、出力負荷が50mAを超えるとバースト・モード動作と同等になります。

すべてセラミック・コンデンサを使った1.8V/600mA降圧レギュレータ

すべてセラミック・コンデンサを使ったLTC3406/LTC3406B-1.8のアプリケーションを図1に示します。このデザインでは、2.5V~5.5Vの入力電源を使って600mAの負荷に1.8Vを供給します。セラミック・コンデンサにはサイズが小さく等価直列抵抗(ESR)が低いという利点があるので、入力と出力の両方でリップル電圧を非常に小さくすることができます。与えられたパッケージのサイズまたは容量値に対して、セラミック・コンデンサのESRは、(タンタル・コンデンサ、アルミ電解コンデンサ、有機電解コンデンサなど)他の種類の低ESRバルク・コンデンサに比べて小さくなります。LTC3406/LTC3406Bの制御ループの安定動作は出力コンデンサのESRに依存しないので、セラミック・コンデンサを使用して出力リップルを非常に低くし、回路サイズを小さくすることができます。50mAから600mAの負荷ステップに対するLTC3406-1.8とLTC3406B-1.8の過渡応答をそれぞれ図2と図3に示します。

効率の検討事項

異なる電源電圧でのバースト・モード動作をイネーブルしたLTC3406-1.8の効率曲線を図4に示します。バースト・モード動作によって消費電流が大幅に減少するので、極端な軽負荷でも高い効率になります。

異なる電源電圧でのパルス・スキップ・モードをイネーブルしたLTC3406B-1.8の効率曲線を図5に示します。パルス・スキップ・モードでは低負荷電流でも固定周波数動作が維持されます。このため必然的にゲート電荷の損失とスイッチング損失が増加するので、軽負荷での効率に影響を与えます。それでも、高負荷での効率はバースト・モード動作と同等です。

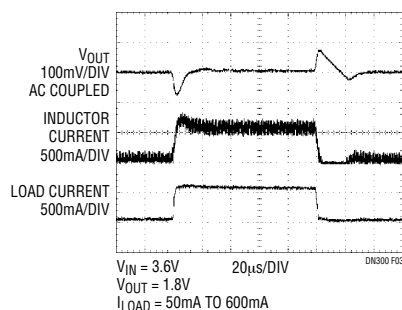


図3 . 50mAから600mAへの負荷ステップに対するLTC3406B-1.8の過渡応答

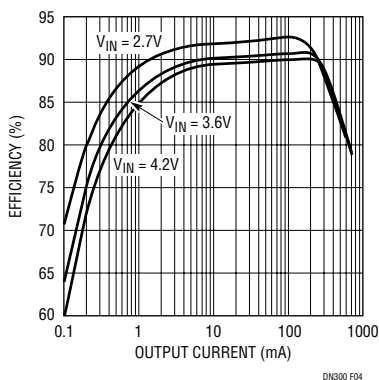


図4 . LTC3406-1.8の効率と負荷電流

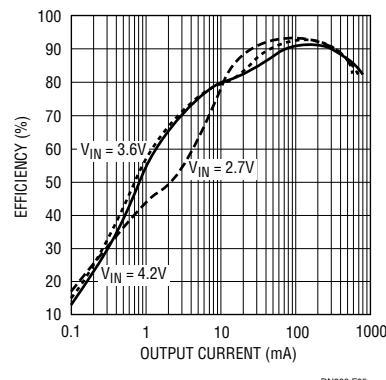


図5 . LTC3406B-1.8の効率と負荷電流

データシートのダウンロード

<http://www.linear-tech.co.jp/ds/j3406i.html>

リニアテクノロジー株式会社

102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6 秀和紀尾井町パークビル 8F
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268

<http://www.linear-tech.co.jp>

dn300f 1102 6K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2002