

## 静止電流 1 $\mu$ A の同期整流式昇圧コンバータによる、 携帯デバイスのバッテリー寿命の延長

デザインノート 516

Goran Perica

### はじめに

昇圧コンバータは、低いバッテリー入力電圧から高い出力電圧を生成するために、携帯デバイスでよく使われています。一般的なバッテリー構成としては、2~3個のアルカリ電池またはニッケル水素電池、もしくは最近多いのがリチウムイオン電池で、通常 1.8V ~ 4.8V の入力電圧を生成します。

図 1 に示す 12V 出力のコンバータは、一般的な任意の小型バッテリー電源で駆動するように設計されています。この設計の中核部分である昇圧コンバータの LTC3122 は、1.8 ~ 5.5V の入力電圧から最大 15V の安定化出力電圧を効率的に生成できます。LTC3122 には、2.5A の内部スイッチ電流制限と、要件の厳しい昇圧アプリケーションに対処するためのすべての機能、たとえばスイッチング周波数の設定、低電圧ロックアウト、Burst Mode<sup>®</sup> 動作または連続スイッチング・モード、および真の出力切断が搭載されています。インダクタ電流が 0 に近づくと内蔵の同期整流器がオフされます。これにより、逆インダクタ電流が防止され、軽負荷での電力損失が最小に抑えられます。

このユニークな出力切断機能は、アイドル時間が長いアプリケーションで特に重要です。アイドル中、出力コンデンサを満充電かつ素早くオン可能なスタンバイ状態にしたまま、デバイスをシャットダウンできます。シャット

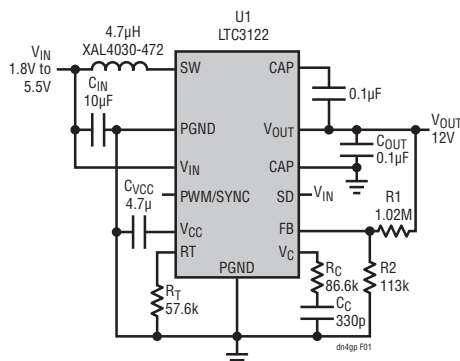


図 1. 1MHz の動作周波数と小型インダクタを備えるこのコンバータは、要求の厳しい携帯バッテリー駆動アプリケーションに最適

トダウン中、入力源からデバイスに流れる電流は 1 $\mu$ A 未満です。

通常、携帯デバイスで使用するバッテリーは可能な限り小型化されるため、高負荷時、特に放電サイクルの最後の方では、内部インピーダンスが高くなります。起動時に高い電源インピーダンスが問題となる他の昇圧コンバータと異なり、LTC3122 は起動時の高いサージ電流を防止できます。

### 1.8V ~ 5.5V 入力、12V 出力の昇圧レギュレータ

図 1 の回路は、高効率と小型化を目的にして設計されています。LTC3122 は、フィルタ・コンデンサと昇圧インダクタの大きさを最小に抑えるため 1MHz で動作し、図 2 に示すように、Burst Mode 動作を使用して軽負荷時に高効率を維持します。高負荷時には、コンバータは定周波数モードで動作し、入力および出力リップルが低くなります。定周波数動作により、EMI が低くなり、フィルタが簡単になります。

LTC3122 を比較的低いスイッチング周波数で動作させることで効率を向上できます。図 3 は、スイッチング周波数を 1MHz から 500kHz に下げた結果を示しています。

インダクタのサイズを大きくすることで、さらに効率を向上できます。図 4 は、4mm $\times$ 4mm の昇圧インダ

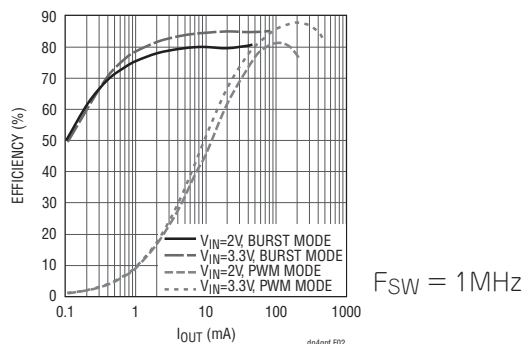


図 2. LTC3122 昇圧コンバータの高効率性により、携帯アプリケーションのバッテリー寿命を延長

$\Delta$ 、LT、LTC、LTM、Burst Mode、Linear Technology および Linear のロゴはリアテクノロジ社の登録商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

クタ (XAL4030-472) を 7mm×7mm のインダクタ (Würth の 744-777-910) に置き換えたことによる効率向上を示しています。10mA での 90% の効率は、図 3 に示す効率よりも 5% 高くなっています。

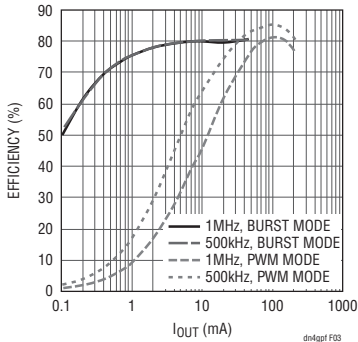


図 3. 効率性は、動作周波数に大きく影響されます。100mA の負荷では、スイッチング周波数を 1MHz から 500kHz に削減することで、効率がさらに 4% 向上します。

インダクタのサイズを考えるときは、バッテリー・サイズを考慮する必要があります。高い周波数で動作する小さなインダクタを使用すると、比較的低い効率で同じ実行時間を得るために、大容量のバッテリーが必要になる場合があります。つまり、インダクタのサイズ削減による省スペース化が、大きなバッテリーが必要になることで帳消しになる可能性があります。

### 出力切断

一般的な昇圧コンバータは、昇圧ダイオードのために、入力から出力を切断できません。電流は常に、インダクタと昇圧ダイオードを通して、入力から出力に流れます。そのため、入力から出力を短絡または切断できません。これは、特にシャットダウン時に多くのアプリケーションで大きな問題となります。これに対して、LTC3122 には昇圧 MOSFET ボディ・ダイオードを出力から切断する内部スイッチが内蔵されています。この機能によって起動時に突入電流を制限することもできるので、入力電源から見たサージ電流が最小限に抑えられます。

図 5 は、シャットダウン時に切断された出力を示しています。シャットダウン後、出力電圧は負荷によって 0 に引き下げられ、LTC3122 が消費する電流は 1μA 未満になります。

### 突入電流の制限

実際のバッテリー駆動アプリケーションをシミュレートするため、電源と LTC3122 回路の間に 1Ω の等価直列抵抗 (ESR) を配置して、図 1 の回路をテストしました。LTC3122 をイネーブルすると、入力電源が出力

データシートのダウンロード

[www.linear-tech.co.jp/LT3122](http://www.linear-tech.co.jp/LT3122)

レールをレギュレーション状態に上昇させられるよう、起動が制御されます。入力電流はゆっくりとランプアップします。図 5 に示すように、出力コンデンサを充電するために必要な入力電流オーバーシュートはわずかに 200mA に制限され、入力電源電圧の垂下は 0.5V に制限されます。

### まとめ

LTC3122 の昇圧コンバータは、低スタンバイ静止電流と高効率を求めるバッテリー駆動アプリケーションのニーズに応えます。他の多くの昇圧コンバータと異なり、バッテリーの ESR が高くなったときに完全放電に近い状態のバッテリーからの動作を可能にする機能を備えています。静止電流とシャットダウン電流が非常に小さいこと、出力切断機能があることで、アイドル時間の長いアプリケーションにおけるバッテリー駆動時間が延長されます。LTC3122 には、高パフォーマンスなバッテリー駆動アプリケーションのためのあらゆる機能が含まれており、耐熱性の強化された 3mm×4mm パッケージで提供されます。

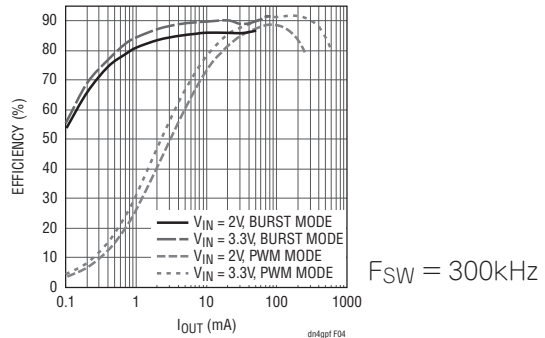


図 4. スwitching 周波数を低く、インダクタを大きくすることで、バッテリー・サイズを小さくできます。1mA ~ 10mA の負荷範囲 (PWM モード) における最大 30% の効率向上により、軽負荷で動作するアプリケーションを著しく改良できます。

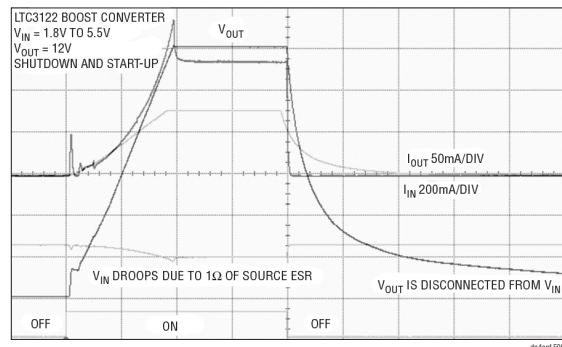


図 5. 起動時の突入電流制限により、入力電源から見たサージ電流が最小限に抑えられます。シャットダウン中、出力は入力から切断されます。

## 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 紀尾井町パークビル 8F  
TEL(03)5226-7291 FAX(03)5226-0268  
<http://www.linear-tech.co.jp>

dn516f LT/AP 0713 • PRINTED IN JAPAN

 LINEAR TECHNOLOGY  
© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 2013