

わかる!!

電源回路教室

⑩ 高効率 DC-DC コンバータ

～実用的な同期整流回路～

馬場 清太郎
Seitaro Baba

今回は、簡単に設計/製作できる実用的な同期整流回路を紹介します。

取り上げるコンバータは降圧型、昇圧型と昇降圧型ですが、いずれも高効率であり、低損失の特長を生かしてコンパクトなサイズにまとめられています。紹介する昇圧型コンバータは、起動入力電圧が0.5V、動作入力電圧が0.3Vとダイオードの順方向電圧にマスクされてしまうような低電圧動作が可能となっています。

前回の実験では動作を見るため、基本的なDC-DCコンバータ制御ICに多量の外付け部品で同期整流回路を構成しました。最近の電源用ICは、外部に数点の外付け部品を追加してICメーカーの技術資料どおりに組み立てれば、だれでも容易に電源の製作ができます。

ただし、最近の電源用ICはメーカーも品種も多すぎて、最適な選択は専門家以外では不可能に近いと思われます。また、ほとんどが裏面に放熱パッドの付いた

超小型面実装外形ですから、簡単に実験できません。実際の機器設計においては各メーカーと相談のうえ、評価基板で実験して決定するのがよいでしょう。

最高スイッチング周波数 4 MHz の
同期整流降圧型コンバータ LTC3561

● LTC3561 とは

LTC3561はリニアテクノロジー製の同期整流降圧型コンバータICで、メイン・スイッチとしてPチャネル・パワーMOSFET(オン抵抗0.11Ω)、同期整流器としてNチャネル・パワーMOSFET(オン抵抗0.11Ω)を内蔵し、ピーク電流定格は両者とも1.4A_{pk}です。

スイッチング周波数は外部同期が可能で、最大4MHzまで設定できます。外付け部品は、出力電圧を設定する抵抗、小型で安価なインダクタとセラミック・チップ・コンデンサ(MLCC; Multi-Layer Ceramic Capacitor)だけで、小型/高性能な電源が簡単に製作できます。

入力電圧範囲は2.63~5.5V、出力電圧は0.8~5Vの範囲で調整可能です。

電池動作を考慮し、入力電圧が低下したときにPチャネル・パワーMOSFETを連続的にONします(100%デューティ・サイクル)。無負荷時の消費電流はわずか240μAで、シャットダウン時の消費電流は1μA以下です。

● 実験回路

実験は、評価基板「LTC3561EDD」を用いて行いました。LTC3561は、3×3mmの8ピンDFNパッケージ(裏面放熱パッド付き)に収められているため、専用基板がないと動作チェックができません。評価基板は写真16-1に示すように、51×51mmと大きくなっていますが、部品実装部分は10×13mmと小さくなっています。

図16-1に出力電圧1.5Vの降圧型コンバータ回路を示します。出力電圧は R_{fb1} 、 R_{fb3} により設定可能で、スイッチング周波数は R_{set} により設定可能です。

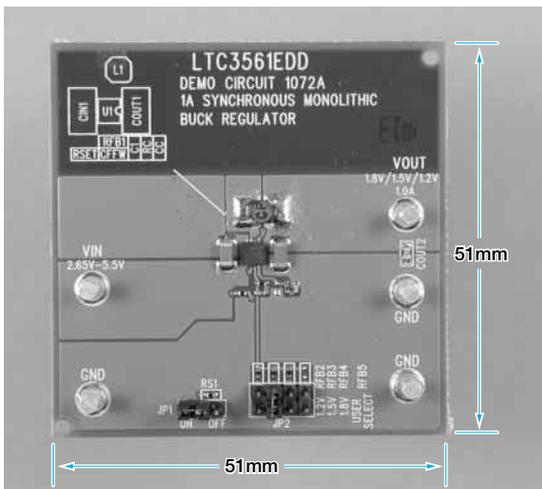


写真16-1 LTC3561 評価基板の外観(LTC3561EDD, リニアテクノロジー)

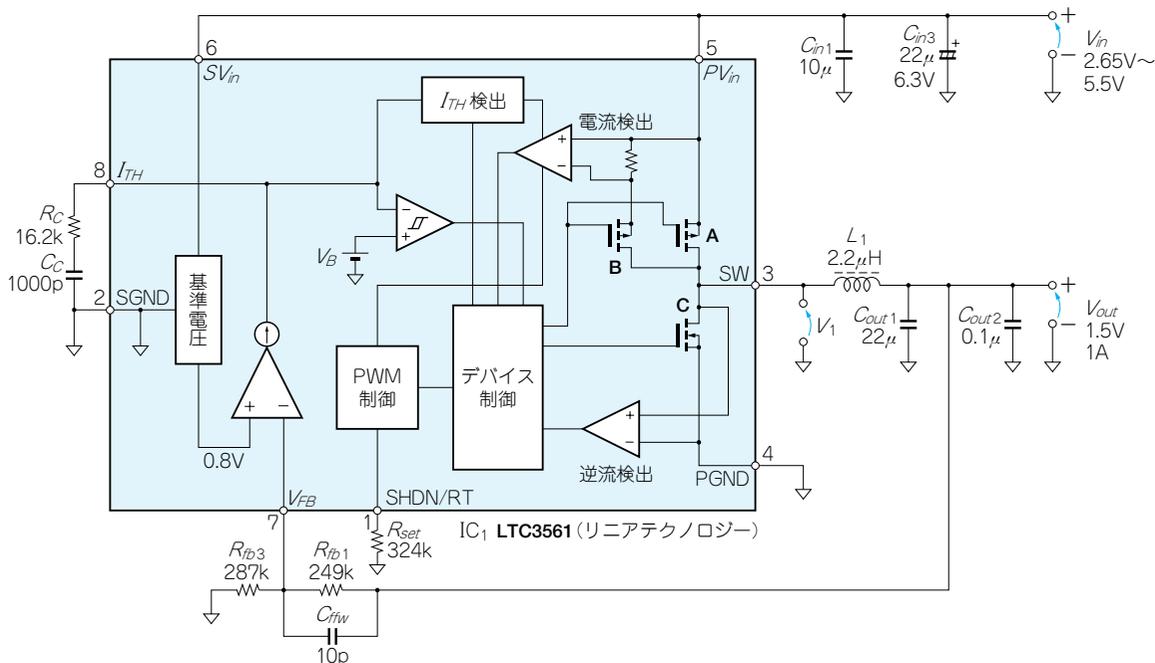


図 16-1(2) LTC3561 の実験回路

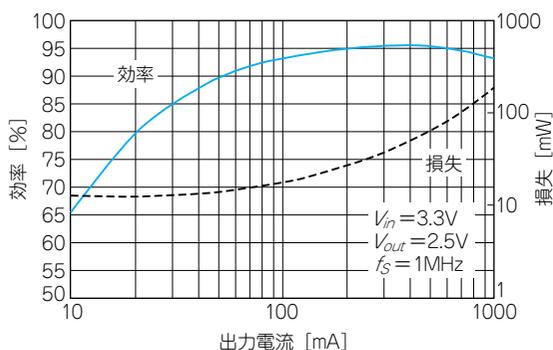


図 16-2(1) LTC3561 の効率・損失特性

● 特性

メーカー発表のデータシートより、特性例を図 16-2 に抜粋します。実際に動作させたときの波形を、写真 16-2、写真 16-3 に示します。

写真 16-2 は入力電圧 3 V、出力電圧 1.5 V、出力電流 1 A のときの動作波形で、動作スイッチング周波数は約 1 MHz になっています。写真から内部 P チャンネル・パワー MOSFET が OFF から ON に切り替わる直前に、同期整流器 (N チャンネル・パワー MOSFET) が OFF し、これのボディ・ダイオードが導通しているのがわかりますが、波形からはダイオードの逆回復による悪影響はほとんどないようです。

写真 16-3 は負荷以外は同じ条件で、負荷電流を 0 A ⇔ 1 A と 500 Hz でスイッチングしたときの波形です。出力変動は +40 mV、-60 mV となっています。

写真 16-2 LTC3561 の動作波形 (V_1 : 1 V/div, V_{out} : 20 mV/div, 250 ns/div)
 $V_{in} = 3\text{ V}$, $V_{out} = 1.5\text{ V}$,
 $I_{out} = 1\text{ A}$

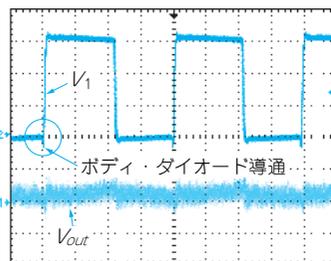
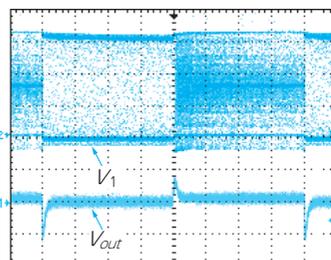


写真 16-3 LTC3561 で負荷が変化したときの動作波形 (V_1 : 1 V/div, V_{out} : 50 mV/div, 250 μs/div)
 $V_{in} = 3\text{ V}$, $V_{out} = 1.5\text{ V}$,
 $I_{out} = 0\text{ A} \Leftrightarrow 1\text{ A}$ スイッチング



0.3 V から動作する同期整流昇圧型コンバータ TPS61200

● TPS61200 とは

TPS61200 はテキサス・インスツルメンツ製の同期整流昇圧型コンバータ IC で、メイン・スイッチとして N チャンネル・パワー MOSFET (オン抵抗 0.15 Ω)、同期整流器として N チャンネル・パワー MOSFET (オ