

パワエレ初心者のための基礎知識と実用ノウハウ

パワー・スイッチ(MOSFET)の 実践活用技術

第8回 同期整流&ハイ・サイド駆動&負帰還技術

吉岡 均 Hitoshi Yoshioka

本文中の*印がある語句には
p.118に用語解説があります。

MOSFETを用いた電力変換の応用例として、前回は一般的な降圧型DC-DCコンバータの設計例を紹介しました。今回は応用技術として同期整流、MOSFETのハイ・サイド駆動、電源安定化の肝ともいえる負帰還回路について解説します。

降圧型DC-DCコンバータを同期整流に

降圧型DC-DCコンバータの変換効率を改善する方法として、同期整流(Synchronous Rectification:SR)と呼ばれる技術があります。還流用SBD(Shottky Barrier Diode)の順方向電圧降下 V_F (約0.5V)のロスを、MOSFETのオン抵抗 $R_{DS(on)}$ のロスに置き換え、効率を上げようとする回路です。

● 還流ダイオードを同期整流*スイッチに置き換える

降圧型DC-DCコンバータの基本構成は前月7月号、図2に示されていますが、そこに使用されている還流ダイオードを、スイッチングに同期して動作するMOSFETに置き換えると同期整流動作を実現できます。この構成を図1に示します。

図1のようなMOSFETの接続はよく見かける回路ですが、MOSFETが2段縦続接続になっているので、カスコード(cascade connection triode)接続と呼ばれたり、SEPP(Single Ended Push-Pull)と呼ばれたりすることもあります。いずれにせよ二つのMOSFETが高電圧側…ハイ・サイド、低電圧側…ロー・サイドに分かれてドライブされる回路構成になります。ハイ・サイドとロー・サイドのMOSFETは、交互にON/OFF動作を行います。

● スwitchングのデッド・タイムを少なくする

図1の構成を見ると、ハイ・サイドとロー・サイドのMOSFETはそれぞれに駆動されるようになっています。しかし二つのMOSFETが一瞬でも同時にONすると、入力電源 V_{in} はグラウンドにつながってしまい、短絡することになります。結果、電源からグラウ

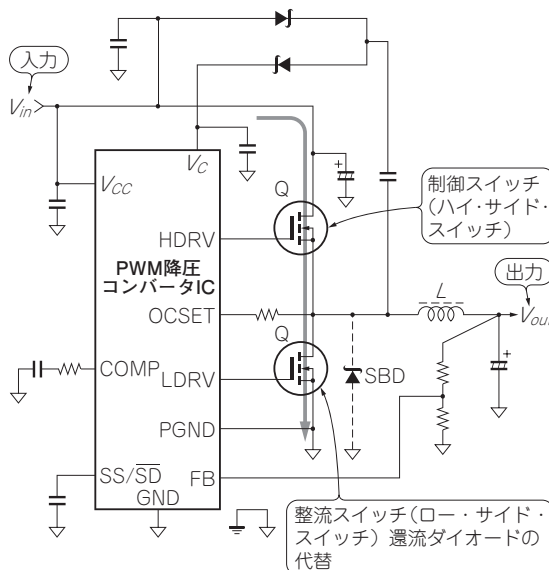


図1 降圧型同期整流DC-DCコンバータの基本構成

ンドに対して大きな貫通(shoot through)電流が流れてしまいます。MOSFETは大きなロスを発生し、変換効率が低下することになります。短時間でなければMOSFETを壊してしまいます。したがって上下MOSFETのスイッチングにおいては、同時ONは絶対に避けます。そのためには同時OFFする期間…デッド・タイムを確保することが必須です。

図2にハイ・サイド、ロー・サイドにおけるMOSFETに流れる電流波形とデッド・タイムの波形を示します。デッド・タイムはスイッチング周期に対して絶対値です。ただし、デッド・タイムはONデューティ時間を制限することになるので、出力電圧の制御範囲を狭くしてしまいます。デッド・タイムはできるだけ小さくすることが必要です。

スイッチング制御回路で個別に構成するならば、貫通電流の発生は致命的なので、デッド・タイムはスイッチング周期の3~5%程度にします。100 kHzのスイッチングであれば、300 n~500 nsということにな