

MOSFET や IGBT をシンプルな回路で確実にスイッチング！

実験研究

ゲート・ドライバの実力と使い方

① ロー・サイド用ゲート・ドライバ

稲葉 保
Tamotsu Inaba

マイコンや FPGA (Field Programmable Gate Array) など、パワー MOSFET や IGBT、またはそれらを組み合わせた回路 (ハーフ・ブリッジ回路やフル・ブリッジ回路) を駆動するためには、

- 容量性のゲートを力強く駆動するゲート・ドライバ
- 上下のスイッチング素子が同時に ON するのを防ぐデッド・タイム生成回路
- マイコンなどから出力される PWM 信号の基準電位 (0 V) をハイ・サイドの基準電位に変換するレベル・シフト回路

など、さまざまな回路を追加する必要があります。

ゲート・ドライバは、これらの回路のすべてを内蔵しており、パワー・スイッチング回路の出力段をシンプルに構成したいときに役に立ちます。スイッチング電源、同期整流回路 (ハーフ・ブリッジ)、ランプ点灯回路、PWM モータ・ドライバ、DC-DC コンバータ、DC-AC インバータ、D 級パワー・アンプなど、いろいろ用途に幅広く利用されています。

本稿は、各種ゲート・ドライバの特質を実験で検証し、その使い方や選び方のポイントを紹介します。

〈編集部〉

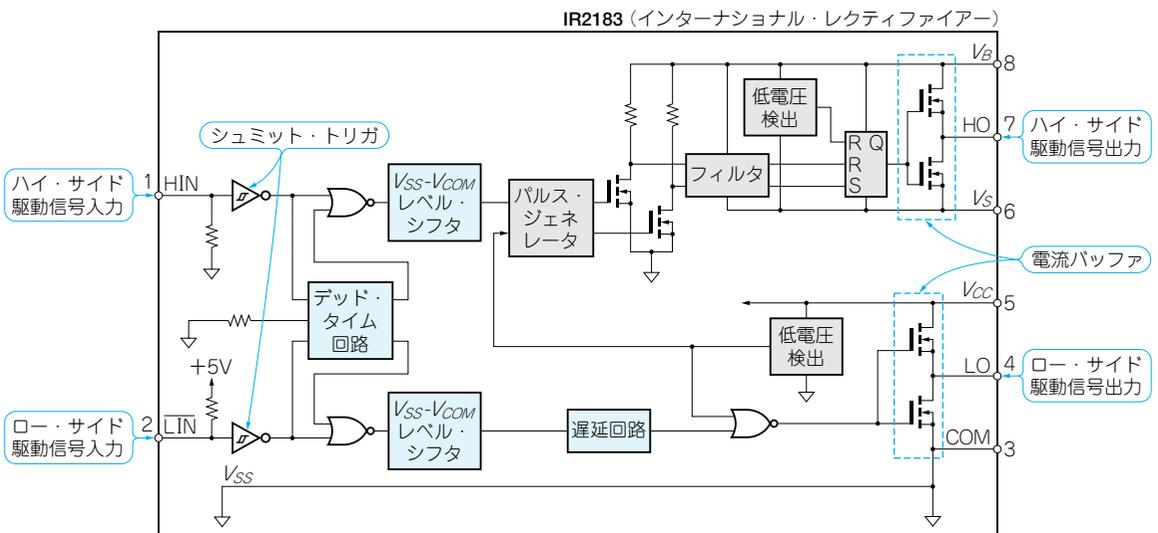
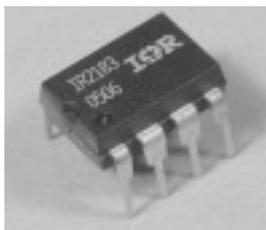


図1 ゲート・ドライバの内部回路をしてみる
ハーフ・ブリッジ用ゲート・ドライバ IR2183 (インターナショナル・レクティファイアー)

Keywords

ゲート・ドライバ, IR2183, LM5107, LT1160, HIP4080A, IR2110, IR2111, IR2117, IR4426, IR4427, IR4428, LM5111, UCC37323, UCC37324, UCC37325, IR2121

写真1 ゲート・ドライバの例(IR2183, インターナショナル・レクティファイア)



ゲート・ドライバのあらまし

■ 内部回路を見てみる

図1に示すのは、実際のゲート・ドライバIR2183(写真1, ハーフ・ブリッジ用)の内部回路構成です。

電流バッファ回路は、ドライバの駆動能力を決める重要な回路です。パワーMOSFETやIGBTのゲートは容量性なので、コンデンサ負荷を高速充放電する能力が要求されます。

低電圧検出回路(UVLO: Under Voltage Lock Out)は、供給電源の電圧が低くなったとき、出力を止める回路です。これがないと電源が立ち上がるときや立ち下がる時に不安定な挙動をします。

高電圧レベル・シフタは、入力側の回路とハイ・サイド駆動回路をインターフェースする回路です。ハイ・サイドのスイッチング素子を駆動する電流バッファの基準電位は V_S 端子です。一方、入力側の回路の基準電位はCOM端子です。入力側の回路とハイ・サイド駆動回路の電位差を吸収します。

デッド・タイム生成回路は、ONしているスイッチング素子をOFFする際、スイッチング素子が完全にOFFするまでの間、次の駆動信号をスイッチング素子に伝えないように遅延時間(500 ns)を作ります。

入力部にあるシュミット・トリガ回路は、スイッチング・ノイズから誤動作を防ぐ回路です。

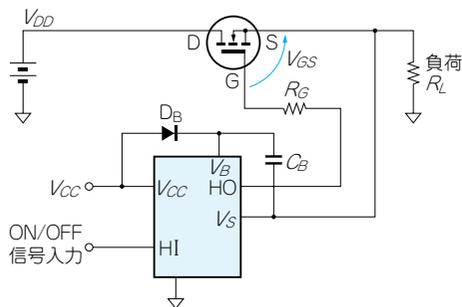


図3 ハイ・サイド用ゲート・ドライバの応用例
DC電源のON/OFF回路。ゲート・ドライバは電源電圧(V_{DD})よりも10V程度高い電圧を出力する必要がある。

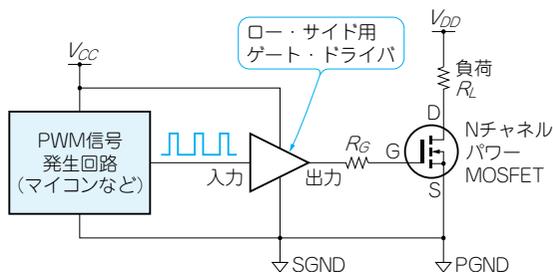


図2 ロー・サイド用ゲート・ドライバとスイッチング素子の典型的な接続例

PWM発生回路で直接スイッチング素子を駆動するのは望ましくない。ゲート・ドライバはPWM信号発生回路の出力信号をいったん受けて電流増幅して出力する。

内部回路を見るとわかるように、ハイ・サイド駆動用の回路は、回路段数がロー・サイドに比べて多くなっています。遅延回路は、ロー・サイドとハイ・サイドの駆動信号の出力タイミングをそろえる調整機能を果たします。

ドライバのなかには、次のような機能を持ったものもあります。

- ハイ・サイドとロー・サイドの同時ONを防止するロジック回路
- 保護回路
- 電流検出入力回路
- フォトカプラによる絶縁回路

■ 種類

ゲート・ドライバにはさまざまな機能をもった製品があります。だまかに分類すると次のようになります。

- ロー・サイド駆動用
- ハイ・サイド駆動用
- ロー・サイド/ハイ・サイド駆動用
- 低電圧タイプのハーフ・ブリッジ駆動用
- 高電圧タイプのハーフ・ブリッジ駆動用
- フル・ブリッジ駆動用
- フォトカプラを内蔵した絶縁駆動用

● ロー・サイド用ゲート・ドライバ

図2にロー・サイド用ゲート・ドライバと周辺の接続例を示します。

図に示すように、PWM発生回路の出力信号を受けたのち、その出力電流を強化して、スイッチング素子のゲート-ソース間を駆動します。駆動能力が強いため、ライン・ドライバなどにも応用できます。

出力部はバイポーラ・トランジスタやMOSFETを使用したトータムボール回路で構成されています。

パワーMOSFETのゲート-ソース間の静電容量やミラー容量がドライバの負荷になるので、ゲート-ソース間を高速でONするには、大きなピーク電流を供給