

高耐圧ならではの熱対策やサージ・ノイズ対策

100~1200 V 耐圧の ゲート・ドライバICの使い方

西村 康 Yasushi Nishimura



ゲート・ドライバICは、マイコンなどの制御デバイスと、パワー・スイッチング・トランジスタをインターフェースするICです(写真1)。容量性のゲートを確実にON/OFFするゲート・ドライバや、制御デバイスの出力の基準電位をハイ・サイドの基準電位にシフトするレベル・シフト回路を内蔵しています。

ゲートに加える電圧がグラウンドに対して高いフル・ブリッジのハイ・サイドも、ゲート・ドライバICを使えばシンプルな回路で駆動できます。

ここでは、100~1200 V耐圧のハーフ・ブリッジ用ゲート・ドライバICを使うにあたり、よくあるトラブルと、解決策を紹介します。

〈編集部〉

ブリッジ回路も1チップで簡単に 駆動できる高耐圧ゲート・ドライバIC

100~1200 Vの高耐圧ゲート・ドライバICは、スイッチング出力段を簡単かつ安価に構成できるICですが、使い方を間違えると非常に破壊や誤動作しやすい面を持っています。しかし、破壊や誤動作のモードさえ理解していれば、これほど使いやすいICはありません。なお、スイッチング・トランジスタの耐圧は

一般的にゲート・ドライバの耐圧以下、かつ必要な出力電圧以上のものを選びます。

独特の破壊や誤動作のモードに対しては、半導体プロセスだけでなくアプリケーション面からも対策が確立されています。当初はモータ・ドライブ用として開発されました。故障率が低く、しかも安価ということで、エアコンなどのモータ駆動、通信用DC-DC電

写真1 200 V耐圧のハーフ・ブリッジ用高耐圧ゲート・ドライバIC IR2011(インターナショナル・レクティブファイア)

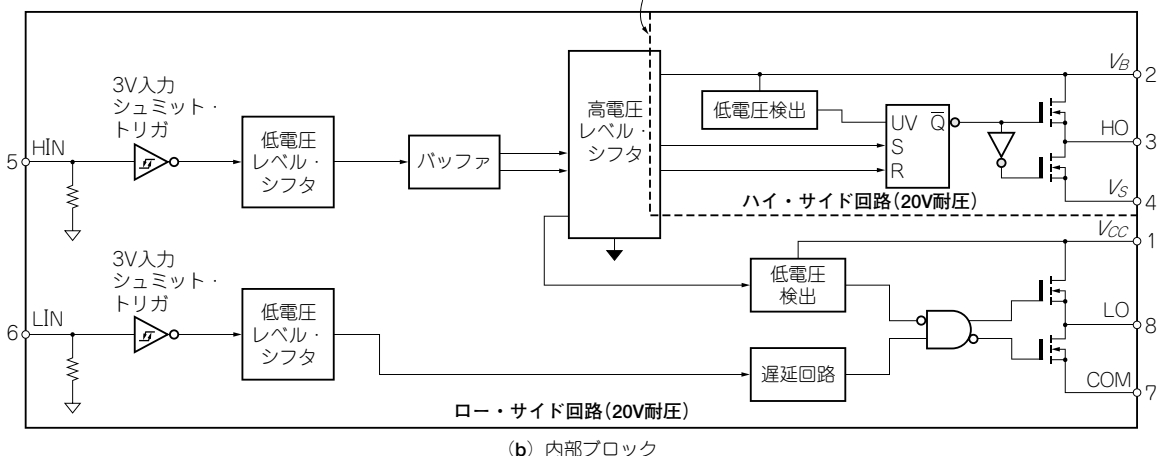
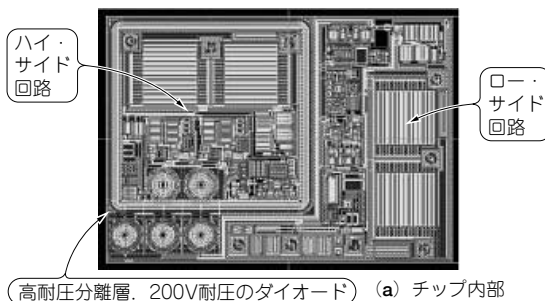
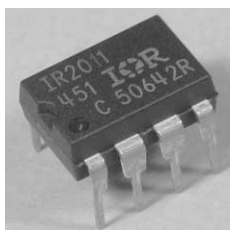


図1 200 V耐圧のハーフ・ブリッジ・ゲート・ドライバICの内部は200 V耐圧のダイオードによる高耐圧分離層で分かれているIRS2011Sの内部。200 V耐圧のゲート・ドライバの内部には20 V耐圧部もある

源, 100W を超えるようなハイ・パワーD級アンプ, プラズマ・ディスプレイのパネル駆動回路など, 高圧スイッチング出力回路に広く使われるようになりました。

● 内部の回路全体が高耐圧というわけではない

高耐圧を要するスイッチング・アプリケーションでは大変便利なICなのですが, IC回路の全体が高耐圧(100~1200V)となっているわけではありません。

高耐圧ゲート・ドライバICは, MOSFETやIGBTを駆動するために開発されたCMOSプロセスのデジタルICです。一般的なCMOSデジタルICとは違い, 高電圧のゲート駆動用スイッチング波形を出力できるように, シリコン・チップ上にロー・サイドとハイ・サイドの分離層を持っていることが特徴です。図1にハーフ・ブリッジ用高耐圧ゲート・ドライバIC IRS2011の内部を示します。国際ナショナル・レクティブファイアー社(以降, IR社)の分離層は高耐圧ダイオードになっていて, 逆バイアスされることで電気的な分離を得られます。図2に, ハーフ・ブリッジ出力段の接続方法を示します。

IC内の回路全体を高耐圧化してしまえば, シリコン・チップは大きなものとなり不経済ですが, 必要な部分だけを高耐圧化することにより, 低価格で現実的なドライバを構成できます。

● ハイ・サイドのゲート駆動回路を簡単に作れる

高耐圧ゲート・ドライバICを使う上で, ハイ・サイド回路ブロックは出力中点(V_S)を基準に動作するため, フローティング電源が必要になります。フローティング電源をチャージ・ポンプ回路やトランスを使うよりも簡単に構成できるブートストラップ電源は, 高耐圧ゲート・ドライバICによく使われる回路です。

ブートストラップ電源の原理は図3に示すとおりです。ロー・サイド・スイッチ(Tr_2)がONしている間にハイ・サイド電源用のブートストラップ・コンデン

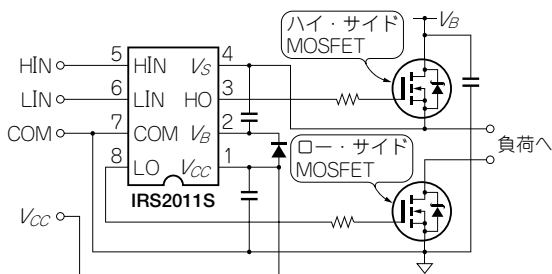


図2 ハーフ・ブリッジ回路の出力段は二つのパワー・トランジスタ(ハイ・サイドとロー・サイドと呼ぶ)で構成されている

さを充電します。その後, Tr_2 をOFFし, 蓄えられた電荷を出力中点 V_S に重畳することで, ハイ・サイドの Tr_1 をONします。

**ドライバIC一般のトラブル例：
起動しない！**

ブートストラップ電源は部品選択や定数を誤ると起動しないことがあります。

● 原因：ブートストラップ・コンデンサへの充電が不十分

PWM信号が入力された場合, ロー・サイド・スイッチがONしている間に, ダイオードを介してコンデンサに電荷が充電されます。ここで充電が不十分だと, 次のハイ・サイド・スイッチがONの期間に, ハイ・サイドの電源電圧不足によりハイ・サイドがONせず起動できません。

入力が他励のPWM信号であれば, 何度か周期を繰り返すことによって, ブートストラップ・コンデンサがフルチャージされ正常に発振できる場合もあります。

しかし, 自励発振回路のように, 出力の状態を入力にフィードバックさせて発振させるような回路の場合, ハイ・サイドが最初のONに失敗すれば発振が始まることはありません。図4に自励発振回路の例としてオーディオD級アンプの回路を示します。

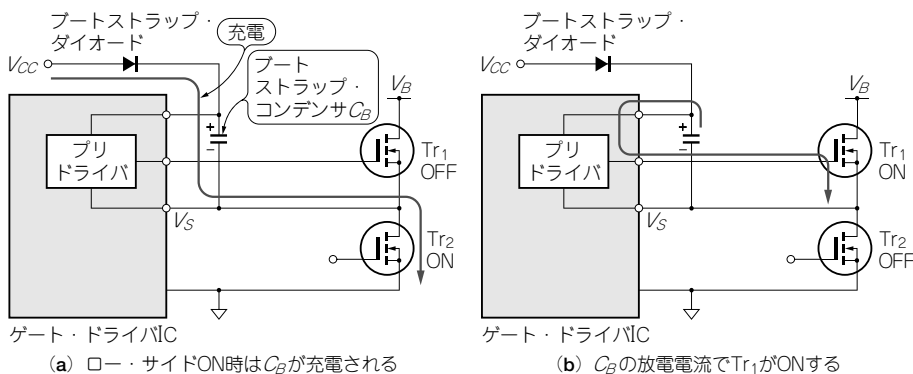


図3 高耐圧ゲート・ドライバICを使えば出力を基準に動作するハイ・サイドMOSFETの駆動も簡単

(a) ロー・サイドON時は C_B が充電される

(b) C_B の放電電流で Tr_1 がONする