

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

最終回 IGBT 駆動用と高信頼/高速タイプ

稲葉 保
Tamotsu Inaba

今回は、モータ駆動用のスイッチング・パワー・アンプ(モータ・インバータ)などによく利用される IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) のゲート・ドライブ IC HCPL-316J と、パルス・トランスを利用したゲート・ドライバを紹介합니다。

HCPL-316J は、最大コレクタ電流 150 A、耐圧 1200 V クラスの IGBT を駆動できます。また、大電力アプリケーションに必須の過電流保護機能を搭載しています。

パルス・トランスの良いところは、次のような点です。

- ハイ・サイドとロー・サイドを同一条件で駆動できる
- IC よりも破れにくい

- 高速ドライブが可能

ここでは、超音波駆動回路などに応用できる出力 300 W、スイッチング周波数 100 kHz の PWM パワー・アンプを試作し、動作させてみます。〈編集部〉

過電流保護機能つきの IGBT 用 HCPL-316J

- 150 A、1200 V クラスの大電力パワー・デバイスを駆動できる

写真1に示すのは、アバゴ・テクノロジー社(旧 アジレント・テクノロジー)社のフォト・カップラ・タイプの絶縁ゲート・ドライブ IC HCPL-316J です。図1に内部回路を示します。

駆動電流が大きく(2 A)、IGBT のコレクタ・エミッ

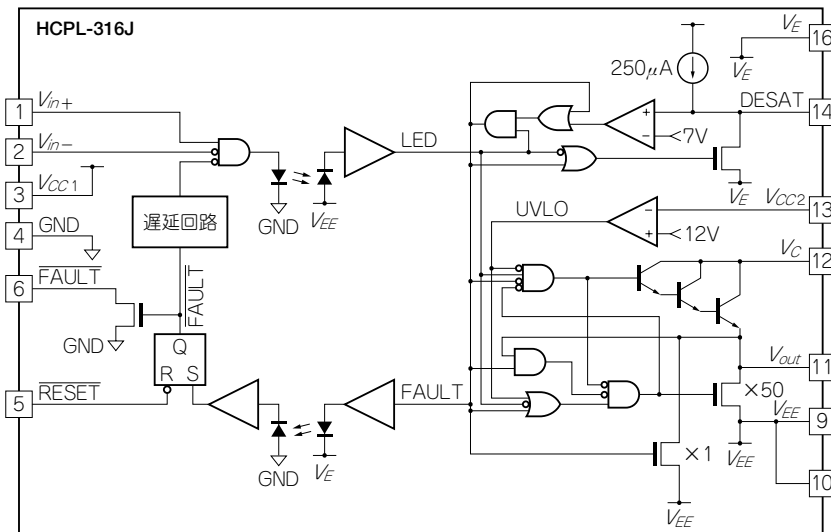


図1 ゲート・ドライバ HCPL-316J の内部回路
150 A、1200 V クラスのパワー・デバイス駆動用



写真1 150 A、1200 V クラスの大電力パワー・デバイスも駆動できる HCPL-316J (アバゴ・テクノロジー)

Keywords

IGBT, HCPL-316J, パルス・トランス, カレント・トランス, CT, OHS23WC1224, 位相シフト PWM 制御, UCC3895, RB721Q

タ間の飽和電圧を検出する回路を内蔵しています。
次に特徴をまとめます。

- $I_C = 150\text{ A}$, $V_{CE} = 1200\text{ V}$ クラスのパワー・デバイスを駆動できる
- 2 Aのドライブ能力
- IGBTのコレクタ-エミッタ飽和電圧をモニターし、7V以上でエラー信号 (FAULT) を出力
- 低電源電圧検出&ロックアウト回路 (UVLO回路) を内蔵
- スwitchング速度 500 ns
- FAULT出力はオープン・ドレイン出力なので、複数のゲート・ドライバをOR接続できる

● コレクタ-エミッタ間電圧をモニターする過電流検出機能をもつ

パワー MOSFET や IGBT などのパワー・デバイスを使用した回路の多くは扱う電力が大きいため、なにかの拍子で負荷短絡などの異常状態が少しの間でも発生すると、デバイスに過大な電流が流れて壊れてしまいます。そこで多くのパワー回路には、出力回路に電流検出用の抵抗を追加するなどして、パワー・デバイスの電流をモニターし、一定以上の電流が流れたら出力を止める機能が盛り込まれています。この保護回路を過電流保護回路などと呼んでいます。

抵抗を使う電流検出方法は、比較的電力が小さいスイッチング電源などでは有効ですが、数百~数kWクラスの大電力を扱う回路では、この検出抵抗で生じる損失を無視することができません。

損失の小さい電流検出の方法はいくつかあります。

一つは、検出したい電流経路にトランス (カレント・トランス, CT) を付加する方法です。

もうひとつの方法は、IGBTのコレクタ-エミッタ飽和電圧 ($V_{CE(sat)}$) を監視する方式です。図2に示すように多くのIGBTは、コレクタ電流 (I_C) が大きくな

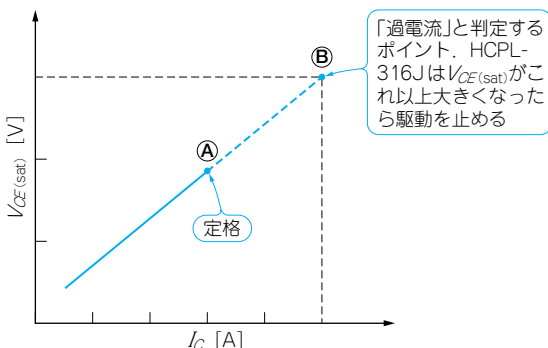


図2 IGBTはコレクタ電流が増加するとコレクタ-エミッタ間電圧が大きくなる

コレクタ-エミッタ間電圧をモニターすれば、コレクタ電流が定格値を超えたことを検出できる

るにしたがって、コレクタ-エミッタ間の飽和電圧が増加する傾向があります。図中の点Aはコレクタ電流が定格値のポイント、点Bは過電流と判定するポイントです。HCPL-316Jを始めとする、IGBT専用ゲート・ドライバの多くは、コレクタ-エミッタ間電圧をモニターし、パワー・デバイスの過電流による破壊から守る機能をもっています。

● 内部回路と端子機能

HCPL-316Jは、入力回路と出力回路がフォト・カップラで絶縁されています。

信号は、 V_{in+} 端子または V_{in-} 端子のいずれかに入れます。正論理入力で使用する場合は V_{in-} 端子をLレベルにしておきます。入力レベルはTTLまたはCMOSです。

V_{CC1} 端子は入力側回路の電源端子で、ここには+5Vを加えます。

FAULT端子はオープン・ドレイン構成なので、複数の出力をワイヤードOR接続できます。

RESET端子は、FAULT出力のリセット端子です。 V_{in+} 端子に接続すると、ドライブ入力の周期で自動的にリセットできます。

V_{LED1} 端子は必ず GND_1 に接続します。

V_{CC2} 端子はドライブ回路の電源端子です。IGBTを駆動するためには、大きなゲート電圧 (V_{GE}) を出力する必要があります。したがって、通常+15V以上の電圧を加えます。+12Vで動作させると、UVLO回路が動作してしまう可能性があります。

V_C 端子は、出力トランジスタのコレクタ端子で、 V_{CC2} に接続します。ゲート電流のピーク値を制限したい場合は制限抵抗を接続してから V_{CC2} に接続します。

V_{out} 端子は、駆動信号の出力端子です。ゲート抵抗を経由してIGBTのゲートに接続します。

V_{EE} 端子は、IGBTのエミッタに接続します。

V_E 端子は、IGBTのゲート-エミッタ間電圧を負にバイアスするための電源端子で、通常-5Vを加えます。

● 使い方

▶ 過電流検出機能の実現

図3にHCPL-316Jの基本接続図を示します。

DESAT端子をIGBTのコレクタにダイオード (D_{desat}) を経由して接続します。

D_{desat} は、IGBTの電源電圧 (V_{CC}) より高い耐圧をもつ高速ダイオードを選びます。

HCPL-316Jは、IGBTがONした後、 V_{CE} をモニターします。通常動作時の V_{CE} は数Vですが、何かの異常が発生して大きなコレクタ電流が流れ、 V_{CE} が