

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

④ フル・ブリッジ駆動用と高絶縁耐圧タイプ

稲葉 保
Tamotsu Inaba

今回は、二つのタイプのゲート・ドライブ回路を紹介します。一つは、フル・ブリッジ(Hブリッジとも呼ぶ)回路用です。これは、ハーフ・ブリッジを二つ組み合わせた回路で、出力信号の位相が互いに180°異なる二つのドライブ回路で駆動します。駆動回路は、D級動作のオーディオ・アンプ、モータ駆動、出力電力が比較的大きい電源回路などに使います。本稿では、ハーフ・ブリッジ・ゲート・ドライバを2チャンネル内蔵するドライブICを紹介します。

二つ目に紹介するのは、出力段から大きなスイッチング電圧が発生するような条件でも使える、絶縁耐圧の高いタイプのゲート・ドライブ回路です。これまで

紹介してきたゲート・ドライバは、高耐圧のシリコン・プロセスを使って電気的に絶縁するモノリシックICでした。このタイプは、小信号回路側とドライブ出力側との間の耐圧が高くてもせいぜい1000～1500Vしかないので、高電圧のスイッチングをするような回路では破壊の可能性があります。紹介するのは、物理的に離されている一つのLED(発光用)とシリコンフォト・ダイオード(受光用)を内蔵しているタイプです。小信号側とドライブ出力側が光で絶縁されているため、耐圧が2000V以上もあります。これなら高電圧でスイッチングしたり、インダクタンス成分によってインパルス性の高電圧が発生したりする条



写真1 フル・ブリッジ専用のドライブIC HIP4080A
負荷容量1000pFでスイッチング周波数1MHzを保証している。D級オーディオ・アンプ向き

表1 フル・ブリッジ専用のドライブIC HIP4080Aのスイッチング特性

項目	記号	値				単位	
		$T_J = +25^\circ\text{C}$			$T_J = -40^\circ\text{C}$ $T_O = +125^\circ\text{C}$		
		最小	標準	最大	最小		最大
ロー・サイド・ターン・オフ遅延 (IN ₊ /IN ₋ 端子→A _{LO} /B _{LO} 端子)	t_{LPHL}	-	40	70	-	90	ns
ハイ・サイド・ターン・オフ遅延 (IN ₊ /IN ₋ 端子→A _{HO} /B _{HO} 端子)	t_{HPHL}	-	50	80	-	110	ns
ロー・サイド・ターン・オン遅延 (IN ₊ /IN ₋ 端子→A _{LO} /B _{LO} 端子)	t_{LPLH}	-	40	70	-	90	ns
ハイ・サイド・ターン・オン遅延 (IN ₊ /IN ₋ 端子→A _{HO} /B _{HO} 端子)	t_{HPLH}	-	70	110	-	140	ns
立ち上がり時間	t_R	-	10	25	-	35	ns
立ち下がり時間	t_F	-	10	25	-	35	ns
ターン・オンのための最小入力パルス幅	$t_{PWIN(ON)}$	50	-	-	50	-	ns
ターン・オフのための最小入力パルス幅	$t_{PWIN(OFF)}$	40	-	-	40	-	ns
ディセーブル機能 ON 時のターン・オフ遅延時間(ロー・サイド)	t_{DISLOW}	-	45	75	-	95	ns

Keywords

絶縁, HIP4080A, D級アンプ, IRFBA90N20D, IRFB17N20D, TLP-250, HCPL3180, RD-15F, 74HC08

件でも破壊の心配がありません。

フルブリッジ専用 ゲート・ドライバ HIP4080A

● 特徴

写真1に示すのは、フル・ブリッジ専用のドライバ HIP4080A (インターシール) です。80 V 以下で動作させるフル・ブリッジ回路に応用できます。

表1にスイッチング特性を示します。優れた高速スイッチング特性を持っており、負荷容量1000 pFでスイッチング周波数1 MHzを保証しています。

200 k~300 kHzでスイッチングするD級アンプなどに使うことができます。ゲート・ドライブ能力は80 V/2.5 A_{peak}です。

ハイ・サイド駆動用のブートストラップ回路、プログラム可能なデッド・タイム回路、ディセーブル端子、ハイ・サイド・イネーブル端子、コンパレータ入力端子などを持っています。

図1にピン配置を示します。電源端子 V_{DD} 、 V_{CC} を

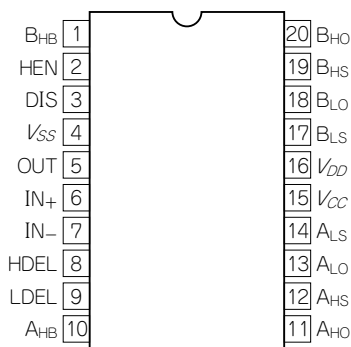


図1 フル・ブリッジ専用のドライバ IC HIP4080A のピン配置

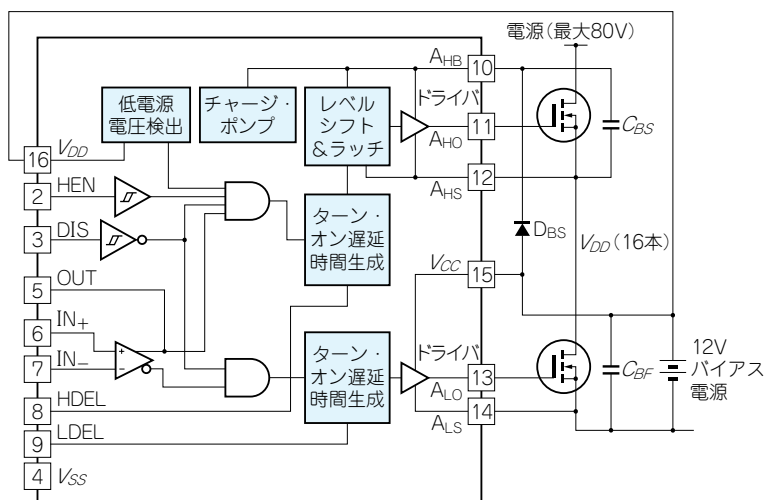


図2 フル・ブリッジ専用のドライバ IC HIP4080A の内部回路

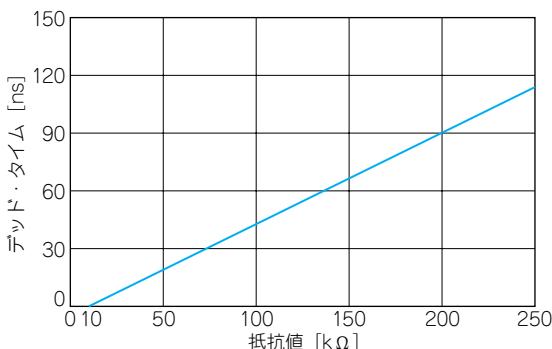


図3 HDEL 端子と LDEL 端子に接続する抵抗値とデッド・タイム

中心に A と B の出力ピンが対称に配置されています。

図2に内部回路を示します。図では、チャンネル B 出力側の回路が省略されています。PWM 用コンパレータ (5 番, 6 番, 7 番ピン) を内蔵しているので簡単に D 級アンプを構成できます。

デッド・タイムは、HDEL 端子と LDEL 端子に接続する抵抗の値で設定します。図3に示すのは、その抵抗値とデッド・タイムの関係です。

図4にスイッチング周波数、負荷容量と消費電力の関係を示します。1 MHz, 10000 pF の負荷容量のとき、消費電流は 500 mA にも達します。これでは、HIP4080A の +85 °C での許容消費電力 530 mW を満足することはできません。つまり 10000 pF を 1 MHz で駆動することは不可能です。

実際に動作させてみた感触では、高周波スイッチングをさせるためには、負荷容量を極力小さくする必要があります。低 C_{iss} かつ低 Q_G のパワー MOSFET と組み合わせるのがよいでしょう。

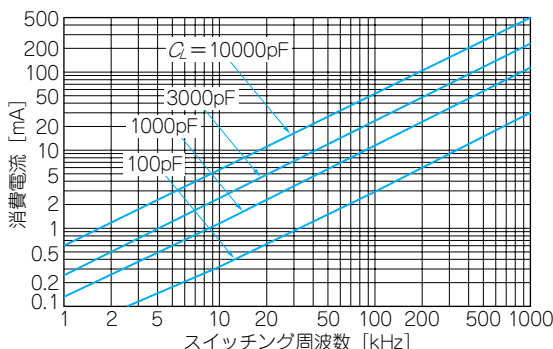


図4 スwitching周波数と消費電流の関係
負荷容量が大きくなるほど消費電流は大きくなる