

モータ実用の研究



高速スイッチングは両刃の剣! ノイズの制御で差をつける

次世代パワー半導体向け モータ制御システム入門

最終回
第4回 パワー・デバイスの高電圧化で
起こる問題&対策

高橋 久 Hisashi Takahashi

バッテリーを電源とするロボットや自動車などは、モータや駆動回路の高効率化/小型化のために駆動電圧が高電圧化しています。

高電圧化に伴って、インバータ回路に使用するIGBTやMOSFETなどのパワー・デバイスの駆動方法やサージ電圧に対応する回路設計が異なってきます。さらに、車両などにおいては高電圧化によって、バッテリーとシャーシ(ボディ)を、電氣的に絶縁しなくてはなりません。浮遊容量によるノイズ電流が流れ、漏れ電流(地絡電流)検出器が必要となるなど、低い電圧で駆動していた回路とはシステム構成も異なります。

最終回の今回は、駆動電圧の高電圧化に伴うパワー・デバイスの駆動法、浮遊容量に対する対応法などについて解説します。

パワー・デバイスの進化と MOSFET 駆動回路のポイント

● インバータに使われる MOSFET のトレンド… C_{GS} や C_{GD} が大きくなっていく

インバータに使用される MOSFET は、導通損失を下げるためにオン抵抗 $R_{DS(ON)}$ が低いことが求められ、技術開発によって年々小さな値になってきています。一方、ゲート-ソース間静電容量 C_{GS} やゲート-ドレイン間静電容量 C_{GD} は、構造上大きくなってきています。さらに高電圧化に伴って、 C_{GS} や C_{GD} が回路動作に与える影響も大きくなっていきます。

● MOSFET のスイッチングの等価回路

MOSFET は、ゲート-ソース間にスレッショルド電圧より十分に低い電圧や十分に高い電圧を印加することで、ON/OFF するスイッチとして動作します。

基本的な駆動回路例を図1(a)に示します。MOSFET のゲート-ドレイン間およびゲート-ソース間には、デバイスの構造上存在する静電容量(キャパシタンス)である等価コンデンサ(等価キャパシタ) C_{GD} 、 C_{GS} が存在します。

● MOSFET が電源投入時に ON になる

ゲート-グラウンド間に接続されている抵抗 R の値が大きいと、電源投入時に R と C_{GD} 、 C_{GS} による分圧でゲート-ソース間に電圧が印加され、MOSFET は、OFF の状態であるはずなのに、導通を始める可能性があります。

また、スイッチが ON のとき、ゲート-ソース間容量 C_{GS} には電荷が蓄えられ、駆動電圧 V_G に等しくなっています。スイッチが OFF になると、 C_{GS} に蓄えられた電荷は抵抗 R を通して放電しますが、MOSFET のスレッショルド電圧に到達するまで MOSFET は ON 状態を保つため、応答性が悪くなります。

● ゲート抵抗の決定には注意が必要

R は低い値が望ましいのですが、 R の値が小さいとゲートに印加した電圧による電流が大きくなるので、 R の値の決定には注意を払う必要があります。

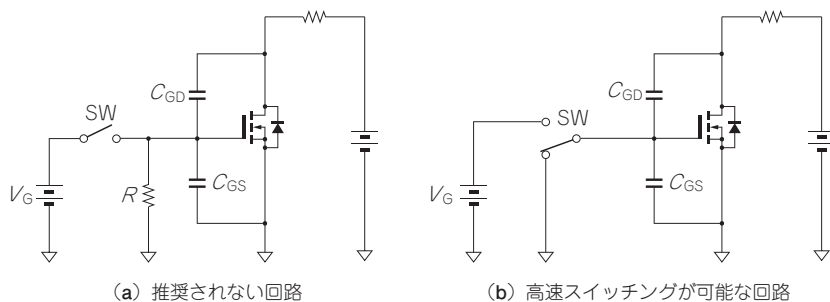


図1 MOSFET の基本的な駆動回路