

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

第2回 モータ駆動時のノイズへの対策

高橋 久 Hisashi Takahashi

注目の新型パワー半導体の課題… ノイズが増える

● SiCやGaNは小型化・高効率化に貢献する
最近の半導体技術の進歩によって、パワー・デバイスの性能は急速に向上しており、スイッチング速度の向上は、スイッチング損失を減少しています。

さらにMOSFETでは、オン抵抗 $R_{DS(ON)}$ が小さくなり導通損失も減少してきています。

SiC(シリコン・カーバイド)やGaN(窒化ガリウム)を使用したパワー・デバイスも実用化が進み、スイッチング速度はより高速になってきました。

インバータのスイッチング周波数を高めることができるようになり、スイッチングによる電流リップルを小さくでき、より高い制御性、応答性を実現できるようになります。

また、スイッチング周波数の高周波化に伴い、インダクタやトランスなどの部品の小型化が可能になり、インバータ・システムの小型/軽量化にも貢献します。

● パワー・デバイスの性能向上はノイズを増大させる
スイッチング周波数の高周波化は、インバータ・システムの小型/軽量化に貢献しますが、電磁ノイズを増加させるため、ノイズ対策を十分に行う必要があります。

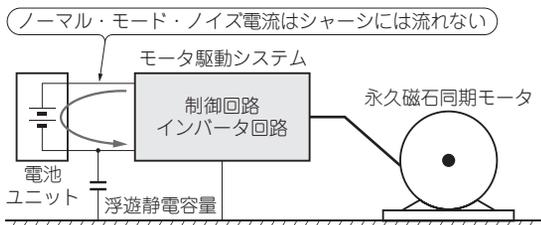


図1 インバータにおけるノーマル・モード・ノイズ電流
インバータから流れ出たノイズ電流は、バッテリーの内部を通り、もう片方の電源端子からインバータに戻っていく

す。また高周波化は、浮遊静電容量に対するインピーダンスが小さくなるため、ノーマル・モード・ノイズ電流やコモン・モード・ノイズ電流も増加します。

モータ制御における ノーマル・モード・ノイズ対策

● ノーマル・モード・ノイズ電流の発生源
ノーマル・モード・ノイズ電流は、図1に示すように、インバータ回路の電源端子とバッテリー間の配線上に流れます。インバータから流れ出たノイズ電流は、バッテリーの内部を通り、もう片方の電源端子からインバータに戻っていきます。

連続した正弦波電圧でモータを駆動する場合は、3相の各電流の和はゼロであるため、ノーマル・モード・ノイズの発生はありません。

しかし、PWM制御で正弦波電流を流すようにスイッチングが行われた場合には、パワー・デバイスのスイッチングによって、モータ巻き線にパルス状の電圧が印加されます。インバータ回路やモータなどに含まれる浮遊静電容量のために、急峻な電圧の立ち上がりや立ち下がり時にノイズ電流が流れます。この電流の大部分は、インバータ回路内部の電源に接続されたコンデンサを経由して、インバータ回路内で循環して流れます。

しかし、内部に接続されたコンデンサで循環できなかった電流がインバータの電源端子から流出し、バッテリーを経由してインバータに戻ります。この電流が、ノーマル・モード・ノイズ電流やディフェレンシャル・モード・ノイズ電流と呼ばれるものです。

● ノイズはどこから放射されるのか
ノイズ対策を行っていないインバータ・システムでは、インバータ回路から発生したノイズ電流は、電源ラインを通り、バッテリー(電池)を通して、インバータ回路に戻ってきます。このため、インバータ・システムに接続されている電源ラインからノイズが放射されます。