

9スイッチインバータを用いたPMSMの広範囲駆動法

◎片山 翔太, 芳賀 仁 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年、電気自動車や PHEV の普及が拡大するようになった。主機用モータには永久磁石同期モータ(PMSM)が多く用いられており、その性能として広範囲な駆動領域をもつことが求められる。しかし、PMSMの最大速度は逆起電圧によって制限されるため、駆動領域を拡大することは困難である。

そこで本稿では、独立二重三相巻線モータと9スイッチインバータを用いたモータドライブシステムを提案する。シミュレーションにより駆動領域の広範囲化を確認したので報告する。

2. 提案モータドライブ構成

図1に提案するモータドライブシステムの主回路モデル及びモータの巻線構造を示す。独立二重三相巻線のモータに9スイッチインバータを接続している。ここで、3相Y結線を1セットとし、それぞれを巻線1,2とする。巻線1,2ともにu,v,w相巻線は 120° の位相差で配置されており、それぞれ異なる中性点 n_1, n_2 をもつ。また、巻線1,2にはそれぞれ異なる N_1, N_2 ターンの電機子巻線を施すものとする($N_1 \neq N_2$)。各スイッチによって電流経路を変更することで、複数の速度-トルク特性が実現できる。

提案システムの各動作モードについて説明する。Mode.1,2はそれぞれ巻線1,2一方のみ通電させることで、各巻線の巻数に応じた鎖交磁束が得られる。Mode.3は巻線1から巻線2の鎖交磁束を差し引くように動作し、高回転域で駆動できる。Mode.4は巻線1と巻線2の鎖交磁束を足し合わせるように動作し、高トルク域で駆動できる。

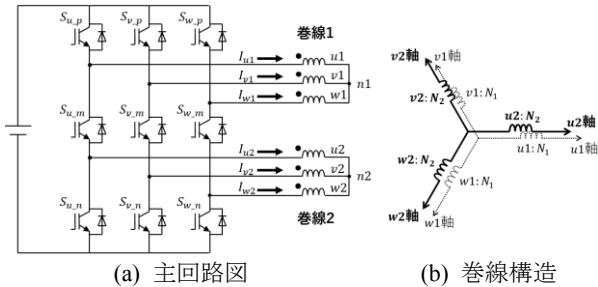


図1 9スイッチインバータ駆動二重三相巻線モータ

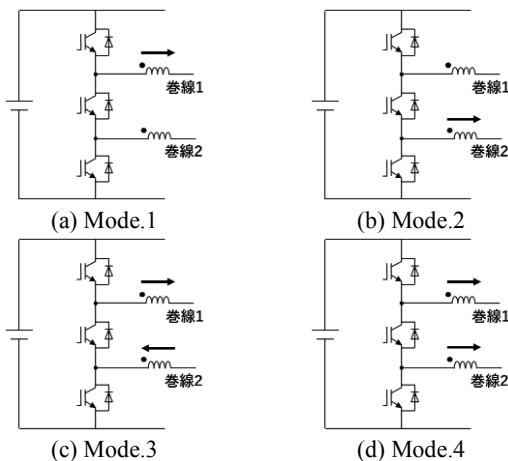


図2 複数の速度-トルク特性を実現する電流経路

3. シミュレーション結果

図3にMode3,4時の巻線1,2のU相電流波形 i_{u1}, i_{u2} を示す。シミュレーション条件として、直流電圧200V, 回転速度3000rpm, 巻線1,2の巻数比3:2, $R-L-V_0$ (逆起電圧)負荷を接続したものとする。

Mode.3では巻線1,2の相電流は同振幅かつ逆位相、Mode.4では同振幅かつ同位相に制御されている。これによりそれぞれ高回転域, 高トルク域での駆動を実現する。

図4に各動作モードにおける速度-トルク特性を示す。各動作モードで得られる特性が異なるため、これらを動的に切り替えることで広範囲の駆動領域が実現できる。

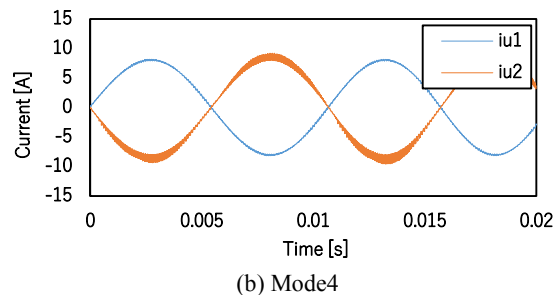
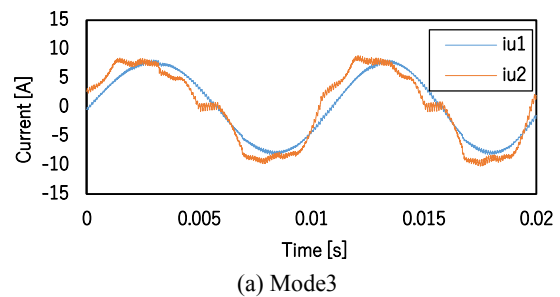


図3 各動作モードにおける巻線1,2の相電流波形

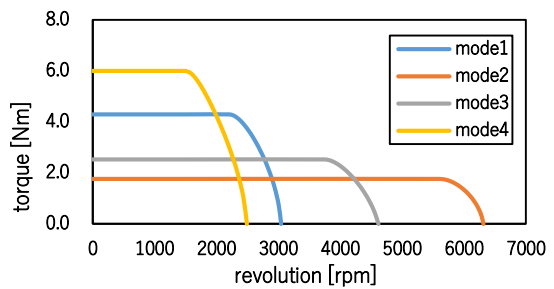


図4 各動作モードの速度-トルク特性

4. おわりに

本研究では、二重三相巻線モータを9スイッチインバータで駆動することにより4つの速度-トルク特性を実現する手法を提案した。今後は負荷を磁気結合させたモデルについてシミュレーション及び実機実験を行うと共に、各動作モード切替時の影響について検討する。

参考文献

1. S.Atiq, T.A.Lipo, B.Kwon : IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol.31, No.3, pp.1179-1191, (2016)