

分野③コネクテッド・エレクトロニクス

強結合形独立二重三相巻線永久磁石同期電動機の制御法



プロフィール

津山工業高等専門学校 総合理工学科
電気電子システム系 中村（直）研究室
中村 直人

キーワード

EV, 二重巻線モータ, 高効率, 電流制御

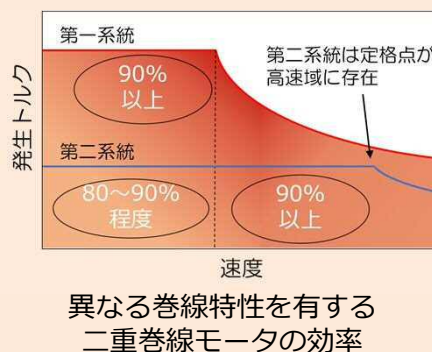
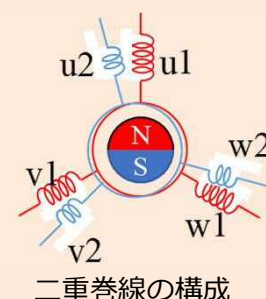
▽ 研究シーズの用途

EVの効率駆動範囲の拡大

▽ 研究の概要

《研究の背景・目的》

永久磁石同期電動機は高効率なモータとしてEVに広く利用されている。しかし、本モータがその効率を発揮する領域は主に定格速度以下であり、高速駆動時には効率が著しく低下する。本課題を解決し得る新たな永久磁石同期電動機が、異なる巻線特性を有する独立二重三相巻線永久磁石同期電動機（DW-PMSM）である。一般に、二重巻線モータは系統間の相互誘導に起因して安定した電流制御が困難であり、特に巻線特性が異なる場合にはその難易度は高い。本研究は、DW-PMSMによるEVの広範囲効率駆動の実現を目的とし、その課題となる電流制御法を新たに提案するものである。



▽ 連携希望先

EV, パワーエレクトロニクス, モータ関連

▽ 研究シーズの具体的内容

課題

DW-PMSMの制御法として、通常のPI制御器を各系統に独立に配した場合、電流応答が振動的となることが知られている。これは系統間の磁気結合に起因しており、電流変化時にその微分値に応じた制御外乱を各系統に生ずるためである。この外乱は結合率に応じて大きくなるため、高出力な強結合形二重巻線モータを利用する場合には、新たな電流制御法が必須である。

提案法

各系統独立のPI制御では、磁気干渉は単なる外乱となり、制御応答を著しく劣化させる。これを回避するには、両系統を統一した電流制御器を設計する必要がある。このための新規手法として、以下の行列形極ゼロ相殺法を提案する（ ω_{ic} は制御系帯域幅）。

$$C(s) = \frac{\omega_{ic}}{s} [Ls + R] \quad , L = \begin{bmatrix} L_1 & M \\ M & L_2 \end{bmatrix} \quad , R = \begin{bmatrix} R_1 I & \\ & R_2 I \end{bmatrix}$$

このとき、電流制御系の閉ループ伝達関数は次式となる。

$$G_c(s) = \frac{\omega_{ic}}{s + \omega_{ic}} I$$

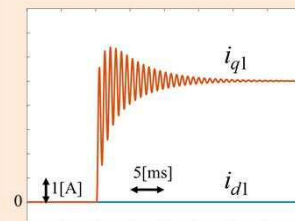
上式は、電流応答の安定化を意味している。

数値実験

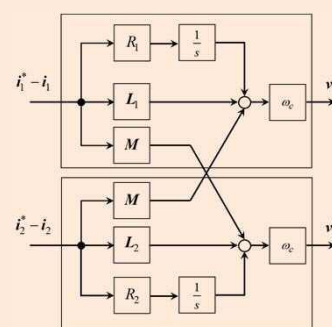
提案法の有用性を確認するため、数値実験を行った。電流制御系帯域幅を2000[rad/s]（時定数0.5[ms]に相当）とし、第一系統のq軸電流指令値として0 → 5[A]をステップ状に与えた。応答図より、振動の抑制および時定数0.5[ms]の達成が確認される。

まとめ

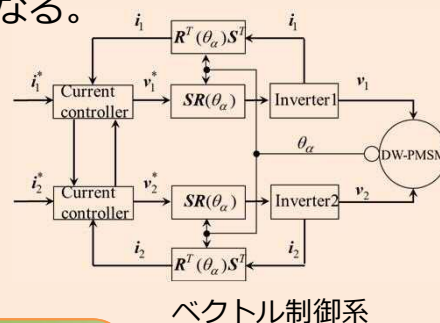
EVの効率向上を達成し得る強結合形独立二重三相巻線永久磁石同期電動機の電流制御法を新たに提案し、数値実験により有用性を確認した。今後はモータ実機を試作し、実機試験を通じた検証を行う予定である。



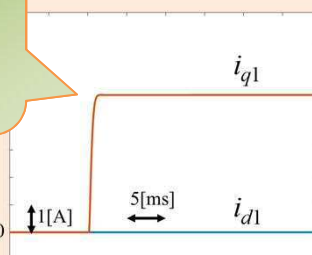
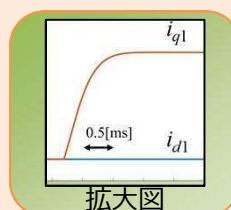
従来法の電流応答
(各系統独立のPI制御)



提案の電流制御器



ベクトル制御系



提案法の電流応答
(行列形極ゼロ相殺法)

TEL : 0868-24-8263

Email : nakamuna@tsuyama-ct.ac.jp