

論 文 要 旨

2016 年 7 月 1 日

※報告番号	第 号	氏 名	土方 大樹
<p>主論文題名</p> <p>広域高効率駆動を実現する多相多群 MATRIX モータの提案</p>			
<p>内容の要旨</p> <p>本論文では多相の電機子巻線を施した永久磁石同期モータ(PMSM) に複数のパワー半導体を利用することで、広範囲で高効率な駆動を実現する MATRIX モータの提案を行った。</p> <p>地球温暖化防止に加えて東日本大震災以降は全国的な節電施策が検討実施されている。その一つとして我が国の電力使用量の約 57% がモータにより消費されている事実から、産業や民生など全ての分野においてモータの高効率化は省エネルギー化に効果的であり、かつ必須であると言える。こうした中、現在広く普及している誘導モータよりも高効率、高出力密度という利点を有する PMSM が省エネルギー社会へ向けた先進技術として期待されている。しかし全てのモータに対する PMSM の普及率はわずか 10%程度であり、この背景には駆動装置の高いコストが挙げられる。パワー半導体の高い製造コストがボトルネックとなっており、コストを下げるためには生産量を現状の約 100 倍にしなければならないと言われている。単に生産量を増加させることは容易ではなく、パワー半導体を積極的に利用したエレクトロニクスモータの発展がコスト問題の解決の糸口になると考えられる。一方で近年では小型化、高出力密度化の要求からモータと駆動回路を集積化する機電一体化が広まっている。機電一体化を行うことで、冷却一体構造や部品の直結による余分なワイヤーハーネスの削減、これらによる小型軽量化などが主な利点として挙げられる。しかし従来の機電一体化構造では既存の 3 相 Y 結線を施したモータとインバータから構成される。言い換えるとモータとインバータを単に近付けただけであり、機電一体化構造のワイヤーハーネスの削減という最大の長所を十分に発揮していないと言える。以上の研究背景より多相の電機子巻線に複数のパワー半導体を利用することで、従来のモータでは実現不可能であった付加価値を有する新たな機電一体モータを提案した。モータとインバータが別体のシステムで多相巻線のモータを作製した場合、ワイヤーハーネスが増加し配線の損失増加を引き起こしてしまう。一方で提案手法は機電一体化構造の高集積化の長所を利用したシステムであると言える。さらに多相巻線と複数のインバータから構成される多相多群の制御により、様々な付加価値を実現するエレクトロニクスモータの先駆けであると位置づけている。提案する MATRIX モータが実現する付加価値の例として下記の 7 点が挙げられる。</p>			

※印欄記入不要

論 文 要 旨

2016年 7月 1日

※ 報告番号	第 号	氏 名	土方 大樹
<p>内容の要旨</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 巻線切り替えによる駆動領域の拡大 2 瞬時の局所磁束制御による鉄損抑制 3 エアギャップ磁束密度制御によるトルク増加 4 瞬時の電圧振幅を減少することで駆動領域を拡大する弱め磁束制御 5 局所的な弱め磁束制御による耐減磁性能の向上 6 低トルク脈動制御 7 低振動・低騒音制御 <p>本稿では機電一体化の前段階の検討として上記の 1～3 番の付加価値の実現を明らかにした。本論文の内容及び構成を下記に示す。</p> <p>第 1 章ではモータと駆動回路の発展をまとめた上で、成熟期にあたる近年の研究動向について示した。</p> <p>第 2 章では、多相駆動モータの特徴と数式モデルについて説明を行った。多相駆動モータでは高調波の制御を独立して行うことができる自由度を有することを明らかにし、多相駆動の自由度を利用した先行研究を挙げた。</p> <p>第 3 章では複数のパワー半導体を巻線間接続の切り替えスイッチとして用いる方法を取り上げた。最大トルクや最高回転数などのモータ特性を可変する方法を提案し、MATRIX モータの名前の通り切り替え行列を用いた電圧方程式によりモータパラメータの変化を数式的に明確化した。</p> <p>第 4 章では磁束密度の高調波成分を出力トルクとして利用することで、同一の銅損の条件下で出力トルクの増加と効率改善を図る方法を提案した。同一の電流実効値であっても出力トルクを増加できることを明らかにした。</p> <p>第 5 章では多相駆動の自由度を利用した高速回転時における鉄損抑制によるモータ効率の向上方法を提案した。弱め磁束制御時が磁束密度の高調波成分を多く発生することに着目し、高速回転時に問題となる高調波渦電流損が大幅に減少することを明らかにした。</p> <p>第 6 章では提案したアプローチをまとめ本論文の結論とした。パワー半導体を冗長に使用することで、従来のモータでは観測および制御できなかった磁束密度を使用した方法である。駆動領域の拡大、トルク増加および鉄損低減に伴う効率改善といった付加価値を実現し、幅広い駆動領域と高効率な駆動を実現することから特に可変速駆動を必要とする用途において広く普及すると考えられる。提案モータの様にパワーエレクトロニクスを大量に使用したエレクトロニクスモータの普及は、半導体の低コスト化に大変有効である。すなわち MATRIX モータ単体の高効率化・高性能化だけでなく高効率なモータの普及にも非常に効果的であり、日本のみならず地球全体の省エネルギー化に大きく貢献できる技術であると結論付けることができる。</p>			

※印欄記入不要