

論文審査の要旨

報告番号	理工論 第 77号	氏名	野中 剛
審査委員	主査	山本 吉朗	
	副査	田中 哲郎	甲斐 祐一郎
学位論文題目 永久磁石可変界磁モータの研究 (Research on Permanent Magnet Variable Magnetic Flux Motors)			
審査要旨			
<p>提出された学位論文および論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、電気自動車用モータ (EVモータ) を想定して可変界磁機能をもつ永久磁石可変界磁モータを提案、試作し、可変界磁によるモータの小形高出力広範囲高効率化を実現する手法についてまとめたものであり、全文7章より構成されている。</p> <p>第1章は緒論で、永久磁石可変界磁モータ研究の目的、本論文の概要説明とともに永久磁石可変界磁モータにいたるモータ開発の背景と問題点、そして本研究の位置付けについて言及されている。</p> <p>第2章では、小形で効率が良い埋込磁石同期モータ (IPMモータ) をベースに、様々な構造の永久磁石可変界磁モータの構造、特に、界磁を弱めた状態で鉄損がより減少する構造の検討から、界磁を弱めた状態においてロータから出てゆく磁束自体が減少するような構造をもつ2種類の新構造永久磁石可変界磁モータのしくみが考案されるとともに、これらの構造に至る研究の経緯が説明されている。</p> <p>第3章では、永久磁石可変界磁モータの研究に付随して生まれた新技術として、「磁束集中IPMモータ」、「加圧成形コイル」と「高強度鋼板ロータコア」について論じられている。まず、可変界磁モータを広範囲高効率化のみならずより小形高出力化する技術として「磁束集中IPMモータ」が開発され、次に、従来と同じ電磁部サイズで高出力化、高トルク化するために、コイルの占有スペースを縮小しながらコイルの導体断面積を拡大する技術として「加圧成形コイル」が、さらに、ロータの耐遠心力を強化し、約2倍の高速回転化をなし得る技術として、「高強度鋼板ロータコア」が開発された。これらは永久磁石可変界磁モータのみならず、従来のモータの性能向上にも寄与する技術である。</p> <p>第4章では、永久磁石可変界磁モータの広範囲高効率駆動について検討した結果が述べられている。それぞれの回転速度において界磁の強さや電流位相角をどのような値にすれば最大出力制御が達成できるのか、また、それぞれの出力状態において界磁の強さや電流位相角をどのような値にすれば最大効率制御が達成できるのかが明らかにされる。さらに、結果の確認のために試験用永久磁石可変界磁モータが試作され、広範囲駆動に対する効率評価の結果が述べられる。効率評価は最大回転速度22000 min⁻¹、最大出力10kWの範囲内で行われ、固定界磁に比べて最大20%以上の効率向上が確認されている。</p> <p>第5章では、EV用52kW永久磁石可変界磁モータとして、可変機構付永久磁石可変界磁モータの設計と試作が行われ、その基本特性についての評価が行われている。さらに、ベクトル制御で用いられる電流位相角をより広範囲に制御し、同時に界磁も調整する方法としてマップ制御が行われ、その動作結果が検証されている。永久磁石可変界磁モータでは、界磁が変化するとモータ定数が変化するため、固定界磁モータ駆動用の従来のインバータではベクトル制御の位相角を広範囲に制御できず、結果、モータを適切に駆動できない。また、インバータには界磁を調整する機能がない。そのため、モータの駆動状態に合わせて界磁とインバータの指令を適切に制御する永久磁石可変界磁モータ駆動システムも開発されている。</p> <p>第6章では、界磁の強さがおのずから変化する永久磁石可変界磁モータについて論じられている。界磁の強さを正確に調整する可変機構は永久磁石可変界磁モータには必要なものであるが、可変機構にかかる費用と搭載スペースを増大させる欠点もある。そこで、モータの負荷トルクに応じて界磁の強さがおのずから変化するような永久磁石可変界磁モータとして、可変機構を有しない小形で低コストな簡易可変界磁モータが考案される。このモータは、機械的な可変機構を有しないだけでなく、電気的な操作も必要としないため、従来のインバータのみで駆動できる。試作機の構造と効率評価についても述べられている。</p> <p>第7章では、結論として以上の章の総括が行われている。</p> <p>以上、本論文は、可変界磁機能をもつ永久磁石可変界磁モータを提案、試作し、可変界磁によるモータの小形高出力広範囲高効率化を実現する手法についてまとめたもので、その成果は、今後のモータの小形高出力化、広範囲高効率化に対する重要な指針として永久磁石モータの分野に大きく貢献するものであり、工学的に高い価値がある。よって、審査委員会は、本論文を博士 (工学) の学位論文として合格と判定する。</p>			