

氏名	<small>にしやま のりよし</small> 西山 典禎
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	工博甲第74号
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当者
学位授与の年月日	平成31年3月14日
学位論文題目	埋込磁石同期モータ(IPMSM)の磁石配置および配 向着磁と高温減磁特性向上に関する研究
論文審査委員	(主査)教授 本田 幸夫 教授 松井 謙二 教授 小林 裕之 教授 大森 英樹 教授 森本 茂雄(大阪府立大学)

## 論文の内容の要旨

地球環境保全の観点から電力消費の57%を占めるモータの高効率化が要望されており、特に電気自動車などに搭載される電動モータの小型・高出力・高効率化の要望がますます強くなっている。これらの機器は、従来のエアコンなどの家庭用機器とは異なり、稼働する温度環境が非常に厳しく、高効率モータの代名詞であった埋込磁石同期モータ(IPMSM)でも永久磁石の不可逆減磁が発生してしまう。そこで IPMSM における永久磁石配置および配向着磁を見直すことにより高温環境下でも減磁特性の向上が実現できない研究を行なった。目標値は、180°Cの高温環境下で減磁率 1%での減磁耐力を向上する画期的なモータ構造の解明である。目標を実現するために、様々な方策を検討し、永久磁石の板厚方向に対して着磁配向角  $\alpha$  とした斜め配向磁石により、減磁耐力が改善することを理論的、解析的、および実験的に明らかにしている。

斜め配向磁石に関しては、ロータの磁石配置孔に作用するステータ巻線通電による磁界方向と磁石配向角  $\alpha$  の配向との角度差により減磁耐力を向上できることを確認した。具体的には、磁石体積一定の条件下で着磁配向角  $\alpha$  が大きく、磁石配置V字角  $Va$  が小さいほど減磁耐力が向上することを解明したが、一方モータのトルクは低下しトレードオフの関係がある。そこで、配向方向の磁石長さである磁石長を最適化することで、トルク同等で、減磁耐力を 110%に向上できる構成を解明したことが研究成果の一つになる。次に、永久磁石の着磁機の開発を行った。ロータの外周の着磁器巻線 coil 1 の電流とロータコアに埋込み配置された磁石の内径側に新たに配置した着磁巻線 coil 2 の電流の組み合わせにより、ロータコアに配置した斜め配向磁石に適した着磁磁界を制御する画期的なロータ着磁機の実用化に目途を付けた(研究成果2)。最後に、モータの磁石配置を三次元的に位置するハルバツハ磁石配列を応用し、高温時のさらなる性能向上を目指したモータ構成の解明を行った。具体的には、ロータの回転軸端面に副磁石を配置した IPMSM の副磁石配置および配向角を検討し、主磁石のみの従来ロータに対して、約 110%の磁石体積で減磁耐力 122%、マグネットトルクに比例する誘起電圧 102%を実現する画期的なハルバツハ型モータを提案している(研究成果3)。

## 論文審査の結果の要旨

2019年2月8日（金）15時より梅田キャンパス1004教室にて公聴会を開催した。副査の3名の先生、教員と学生含め12名、合計16名が参加。博士論文の説明40分、その後質疑応答30分実施。活発な質疑応答が有り、質問に関して丁寧にかつ正確に回答を行い博士号の価値を認識して頂いた。

質問内容の主なものは、研究内容に関する技術的な質問と研究成果の産業貢献についてであった。本研究の成果が、今後地球環境の保全に関わる省エネルギー技術開発の進展に貢献する期待が大きいと参加者全員の理解を頂き公聴会を終了した。