



Title	関節型連結鉄心を用いたモータの製造技術に関する研究
Author(s)	秋田, 裕之
Citation	大阪大学, 2008, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/48615">https://hdl.handle.net/11094/48615</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	秋田 裕之
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第22015号
学位授与年月日	平成20年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科機械工学専攻
学位論文名	関節型連結鉄心を用いたモータの製造技術に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 高谷 裕浩 (副査) 教授 竹内 芳美 教授 金子 真 准教授 藤原 順介

#### 論文内容の要旨

近年、永久磁石型同期モータの適用が拡大し、ステータに分割鉄心を用いることでコイル占積率を向上しコイルでの発熱ロスを低減する技術開発が進められている。一方、分割鉄心による製造誤差がトルク脈動の原因となり、モータの制御性能を悪化させるという問題が発生し、高効率化とトルク脈動低減を両立する技術が求められている。

本研究では、永久磁石型同期モータを対象とし、関節型連結鉄心と呼ぶ分割鉄心の新しい構造を考案し、安価な製造コストで整列巻線を実現しモータ効率を向上する技術と、製造誤差に対してトルク脈動を低減する技術を開発した。

第1章「緒論」では、モータの進化を振り返り、現代は性能改善と適用拡大が求められる成熟期にあると分析し、本研究の必要性と目的を設定した。

第2章「関節型連結鉄心によるモータ効率の改善」では、分割鉄心を用いた永久磁石式同期モータの新たな製造方法として関節型連結鉄心を用いた製造方法を提案した。関節型連結鉄心を用いた整列巻線技術を開発しコイル占積率を一体鉄心に比べて1.5倍に向上し効率を2.2から2.4ポイント向上した。

第3章「分割鉄心におけるトルク脈動の発生原理」では、分割鉄心を用いた永久磁石式同期モータのトルク脈動への影響が大きい内周形状の新たな評価指標を導入し、実験によりその妥当性を検証した。新たな評価指標から、特に分割鉄心で発生しやすい内周形状の段差がトルク脈動を悪化させること、内周形状誤差の周方向分布が重ね合わされてトルク脈動に影響することを明らかにした。

第4章「コギングトルクの可視化と低減方法」では、第3章で提案した新たな評価指標を用いて内周形状とトルク脈動の因果関係を可視化し、製造工程で段差形状を修正することでトルク脈動を低減できることを示した。

第5章「関節型連結鉄心によるコギングトルクの低減」では、分割鉄心を円形に配置して金型で打ち抜いて加工し、分割した対が入れ替わらないように金型内で連結することにより内周形状の段差を低減し、トルク脈動を低減できることを示した。

第6章「回転積層工法によるコギングトルクの低減」では、内周形状誤差に起因するトルク脈動に対し、鉄心を積層方向に区分し、磁極角座標においてトルクベクトルが相殺する角度に回転して組み合わせることにより、トルク脈動を低減できることを示した。

第7章「結論」では、分割鉄心を用いたモータの高効率化とトルク脈動低減に関する研究について、各章の結論をまとめ本研究を総括した。

## 論文審査の結果の要旨

近年、消費エネルギーを削減する要求、快適性や利便性を向上する要求などにより、永久磁石型同期モータの適用が拡大し、ステータに分割鉄心を用いることでコイル占積率を向上しコイル発熱によるエネルギー損失を低減する技術開発が進められている。本論文では、関節型連結鉄心と呼ぶ分割鉄心の新しい構造を考案し、安価な製造コストで整列巻線を実現しモータ効率を向上する技術について検証する。さらに、分割鉄心による製造誤差がトルク脈動の原因となりモータの制御性能を悪化させるという問題を明確にし、関節型連結鉄心を用いることでトルク脈動を低減する技術について検証する。主な成果を要約すると以下の通りである。

- (1) ティース毎に分割された積層鉄心の当接部が重なり合うように積層し、重なり部に円柱状の凹凸形状を塑性加工により形成することでティース同士を回転自在に連結させる関節型連結鉄心を考案した。関節型連結鉄心を用いることでワイヤの歪みを低減した巻線が可能となり、コイル占積率を一体鉄心に比べて1.5倍に向上し効率を2.2から2.4ポイント向上した。
- (2) 分割鉄心の内周形状誤差がトルク脈動に及ぼす影響を理論的に解明し、特に分割鉄心で発生しやすい内周形状の段差がトルク脈動を悪化させること、内周形状誤差の周方向分布が重ね合わされてトルク脈動に影響することを明らかにした。
- (3) 内周形状誤差とトルク脈動の因果関係を可視化できる新たな評価指標を導入し、製造工程で段差形状を修正することでトルク脈動を低減できることを示した。
- (4) 分割鉄心を円形に配置して金型で打ち抜いて加工し、分割した対が入れ替わらないように金型内で連結することにより内周形状の段差を低減し、トルク脈動を低減できることを示した。
- (5) 内周形状誤差に起因するトルク脈動に対し、鉄心を積層方向に区分し、磁極角座標においてトルクベクトルが相殺する角度に回転して組み合わせることにより、トルク脈動を低減できることを示した。

以上のように、本論文では関節型連結鉄心と呼ぶ分割鉄心の新しい構造を考案し、安価な製造コストで整列巻線を実現しモータ効率を向上する技術と、製造誤差に対してトルク脈動を低減する技術について論じたもので、その成果は永久磁石型同期モータの性能向上と生産コスト低減に関する貴重な知見を与えるものであり、精密工学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。