



Title	分割鉄心による中小型モータ製造技術に関する研究
Author(s)	中原, 裕治
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42404
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 中 原 裕 治

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 6 2 7 5 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 13 年 3 月 23 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第4条第1項該当

工学研究科機械システム工学専攻

学 位 論 文 名 分割鉄心による中小型モータ製造技術に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)
教 授 花 崎 伸 作

(副査)
教 授 三 好 隆 志 教 授 太 田 快 人 助 教 授 小 野 里 雅 彦

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、モータ特性向上と生産性向上の両立を狙って実施した生産設計の経緯と独自開発の分割鉄心構造およびその製造技術の研究結果について述べている。論文は以下の6章から成っている。

第1章は緒論で、中小型モータの開発動向と製造技術の趨勢について、鉄心製造技術とコイル巻き線技術を中心にまとめ、本研究のモータ製造技術の位置付けを示している。

第2章では、換気扇用単相誘導モータを事例に、内外輪分割鉄心によるステータ製造の自動化について述べている。従来の一体型鉄心では、巻線後のコイル末端処理に多くの人手を要するが、内外輪分割鉄心によって内輪鉄心への直巻きが可能となり、コイル末端を自動処理できる構造を得ている。また、ロータを内輪鉄心に入れた状態でコイルを巻き込む構造とし、ステータに使用する銅量を45%削減している。その結果15%のモータ効率向上と高い生産性を達成している。

第3章では、FDD用スピンドルモータを事例に、ブロック連結分割鉄心によるモータの薄型化について述べている。ブロック連結分割鉄心は3相の磁気回路ごとにブロックが形成されており、それらブロックが薄肉で連結された直線状鉄心である。直線状鉄心に巻線を行った後、薄肉部を折り曲げ円筒状に形成される。ブロック分割鉄心により、FDD用スピンドルモータを3.5mmに薄型化するとともに高い生産性を達成している。

第4章では、産業機器用ACサーボモータを事例に、薄肉連結分割鉄心によるモータの小型化について述べている。薄肉分割鉄心は磁極歯ごとに分割し、薄肉で連結した直線状鉄心で、ブロック連結分割鉄心と異なり磁路が分割面で接触した状態となるが、磁界解析と実測からコイル密度向上分に比しモータ効率低下への影響は無視できることを示している。コイル密度が従来比30~40%向上し、モータ体積、重量とも40~60%に小型化するとともに高い生産性を達成している。

第5章では、エアコン用圧縮機モータを事例に、関節型連結分割鉄心によるモータの高効率化について述べている。関節型連結分割鉄心は磁極歯ごとに分割して端部をラップ状態にして関節を設け、屈曲を自在にした分割鉄心である。巻き線時には逆反り形状とすることにより、太いワイヤの整列巻きを可能にしている。コイル密度を従来の40~50%から97.3%まで高め、磁気抵抗の増加は無視できモータ効率を1~1.5%向上させて96%の高効率化を達成するとともに高い生産性を達成している。

第6章では本論文で得られた諸結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

モータの基本原理解明されてから約170年、現在年間約35億台が生産されている。そしてモータは全電気エネルギーの50%以上を消費している。これらの点を考えると生産性の向上と特性の向上なканずくモータ効率の向上は省エネルギー効果が大きく、社会にとって非常に有益である。これまでにモータ効率向上にはCAEによる最適設計、インバータ制御、希土類磁石や電磁鋼板等の材料改善など行われてきた。製造面でもステータコイルの高密度巻線が有効であるが、これまでの設計・生産方法、即ち理論に基づき構想設計が行われ、その制約の下に生産設計が行われるため大幅な改善は困難であった。そこで、本論文は両者を融合させ、総合的な観点からモータの特性向上と生産性向上の両立を目指したものである。主な成果を要約すると次の通りである。

- (1)換気扇用単相誘導モータの事例で、内外輪分割鉄心とすることによりステータ製造の自動化を行い、巻線後のコイル端末処理に多くの人手を要する従来の一体型鉄心に対して、内輪鉄心への直巻きを可能とし、コイル端末を自動処理できる構造を得ている。また、ロータを内輪鉄心に入れた状態でコイルを巻き込む構造とし、ステータに使用する銅量を45%削減している。その結果、鉄心分割による磁気回路抵抗の増大分を上回って15%のモータ効率向上と高い生産性を達成している。
- (2)FDD用スピンドルモータの事例で、3相の磁気回路ごとにブロックが形成されるブロック連結分割鉄心とすることにより、薄肉で連結されたブロックの直線状鉄心に巻線を行った後、薄肉部を折り曲げ円筒状に形成することにより、モータを3.5mmの薄型化するとともに高い生産性を達成している。なお、この場合ブロックが磁気飽和しない寸法とし、分断による磁気的影響が出ないようにしている。
- (3)産業機器用ACサーボモータの事例で、磁極歯ごとに分割し薄肉で連結した直線状鉄心とし、巻線を行った後薄肉部を折り曲げ円筒状に形成することによりコイル密度と生産性の大幅向上を達成している。この薄肉分割鉄心はブロック連結分割鉄心と異なり、磁路が分割面で接触した状態となるが、磁界解析と実測からコイル密度向上分に比しモータ効率低下への影響は無視できることを示している。コイル密度は従来比30~40%向上し、モータ体積、重量とも40~60%に小型化している。
- (4)エアコン用圧縮機モータの事例で、関節型連結分割鉄心とすることにより屈曲を自在にし、巻き線時には逆反り形状として太いワイヤの整列巻きを可能にすることにより、コイル密度を従来の40~50%から97.3%まで高め、鉄心分割による磁気抵抗の増加は無視できることを示し、モータ効率を1~1.5%向上させて96%の高効率化を達成するとともに高い生産性を達成している。

以上のように本論文は、種々のモータの省エネルギー効果をはじめ幾つもの特性向上と生産性の向上を達成しており、工業上重要な貢献をなすものであり、また、設計生産工学上貴重な知見を与えている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。