

氏名	椛 島 武 文
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博乙第3710号
学位授与の日付	平成14年 3月25日
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)
学位論文の題目	ACサーボモータの有限要素法援用設計に関する研究
論文審査委員	教授 高橋 則雄 教授 村瀬 暁 教授 小西 正躬

学位論文内容の要旨

AC サーボモータは、ロボットなどのメカトロ機器に広く用いられているが、さらなる小型化、高性能化が求められている。本論文では、有限要素法を用いた磁界解析技術を援用した高精度な磁気回路設計技術を確立するとともに、AC サーボモータの低トルクリプル化、高トルク化、マイクロ化などを実現するために、モータ構造や特性に関して考察を行ったものである。

第2章では、有限要素法解析で得られた磁気ベクトルポテンシャルからサーボモータの性能を評価する手法を明らかにした。特に電磁力・トルクについては、等価磁化電流法を用いた新しい算定法を提案した。

第3章では、プリプロセッサ、ソルバー、ポストプロセッサから構成されるACサーボモータ設計システムについて述べた。本システムは、有限要素法解析でネックとなるメッシュデータを自動的に生成する機能を有しており、対象機器に応じた専用設計システムを容易に開発できることを示した。

第4章では、ACサーボモータの永久磁石形状を最適化することにより、トルクリプルを低減できることを明らかにした。また初期形状を入力するだけで、自動的に永久磁石の最適形状を決定する専用システムを提案した。

第5章では、ACサーボモータの高トルク化を行うために、新規構造のサーボモータを提案した。また、有限要素法による解析と試作・評価により、モータの形状と性能の関係を明らかにするとともに、高トルクとなる最適な形状を見出した。

第6章では、モータおよび位置センサの超小型化について検討した。有限要素法による構造の最適化および試作実験を通し、外径5mmおよび10mmの世界最小のACサーボモータを開発した。

以上のように本研究では、有限要素法を援用した実用的なサーボモータ設計システムを実現するとともに、開発したシステムをACサーボモータの高性能化を達成するために適用し、その有用性を実証した。

論文審査結果の要旨

ロボット、工作機械などのメカトロ機器に用いられているACサーボモータの小形化、高性能化を図るには、磁界解析を援用した高精度な設計が必要である。しかし、従来は磁界解析でサーボモータの性能を算定する実用的な手法の検討が不十分であり、また解析モデルの作成が容易でないため、日常的な設計業務に組み込むことは、難しい状況にあった。そこで本論文では、有限要素法を援用した実用的なサーボモータ設計システムを実現し、その有用性を実証している。

本論文の成果と意義は次の通りである。

(1) 有限要素法を用いて、ACサーボモータの性能を評価する手法を明らかにした。特に電磁力・トルクに関しては、等価磁化電流法を用いた新しい算定法を提案した。また、多数のパラメータスタディを迅速に実行できるプリプロセッサを開発した。

(2) 誘導起電力波形が正弦波となるように永久磁石形状を最適化する手法を開発し、ACサーボモータのトルクリプル低減に有効であることを示した。

(3) 有限要素法を援用することにより、外径5mmのマイクロサーボモータの最適構造を決定するとともに、エンコーダと一体化し、速度・位置制御が可能な世界最小のサーボモータを開発した。

本論文で提案する手法は、サーボモータや磁気センサの設計に広く適用でき、これら機器の効率的開発に有効であると思われ、学術上そして工学上寄与するところが多い。よって本論文は博士（工学）の学位を授与するに値するものと認められる。