


学位論文の要旨

専攻名	物質生産工学	ふりがな氏名	まえだ よしたか 前田 義隆	
学位論文題目	高磁束密度ベクトル磁気特性に関する研究			
<p>我々の生活に深く根付き、多大な貢献、役割を果たしている電磁応用機器であるが、その効率は改善の必要性が大いにある。身の回りの多くの製品に電磁応用機器が用いられているだけに、ほんのわずかでも効率を改善することにより、全体としてはエネルギーの消費を激減させることも可能な研究対象である。</p> <p>高性能電磁応用機器の構成部材として磁気回路を構成するために、電磁鋼板が用いられている。これは、電磁力を効率よく伝播し電磁応用機器内部のエネルギー密度を向上するのに大きく貢献している。このエネルギー密度を高める事が、機器のサイズダウンに直結し、機器そのものの高効率化に大きく寄与すると考える。しかしながら、磁性材料である電磁鋼板において、高磁束密度領域での磁気特性評価は、その磁気異方性と非線形性により非常に困難なものとなる。そこで、本研究では電磁鋼板の高磁束密度領域での磁気特性を明らかにする。更に、高度電磁応用機器内部では、電磁鋼板は非常に複雑に変化する回転磁界に晒される。このような複雑な条件下での磁気特性を評価することが、実際の機器設計における指針となる。しかしながら、JIS規格等で定められている測定方法では、このような複雑な条件下における電磁鋼板の磁気特性は測定不可能である。そこで、実機内部の磁界を再現可能なベクトルによる磁気特性表現を用いた二次元ベクトル磁気特性測定を用いた。しかしながら、この二次元ベクトル磁気特性測定技術は未だ規格化されておらず、その測定システムが画一化されていない。更に、各国の研究機関共通に高磁束密度領域測定における測定精度による問題がある。この複雑な磁束密度変化条件かつ高磁束密度条件下での正確な試料の磁気特性評価技術の確立を行う必要がある。</p> <p>そこで、我々は磁気測定における磁気特性検出センサに注目し、ベクトル量評価のためのセンサ評価技術の確立を行った。これは、見過ごされてしまっていた評価対象であり、この評価結果が測定システム全体の精度向上に貢献できるデータとなる。本研究にてセンサの各特性評価手法を新たに提案し、高精度に特性を評価することが可能となった。加えて、センサ自体の最適化も行い、高精度センサの定義とその磁気的特性の測定への考慮手法についても表した。更に、得られた磁性材料の磁気特性を用いた更なる高精度化補正技術の確立も行った。これにより次世代電磁応用機器の目標動作領域である高磁束密度領域の詳細なベクトル磁気特性を把握することが可能となった。高磁束密度ベクトル磁気特性は、測定手法の高精度化、測定システムの最適化がなされて初めて得る事ができた。また、次世代機器や磁性材料の開発における指針ともなる重要な特性が得られた。この特性は従来得られていたものとは大きく異なる事から、従来手法を革新させ考慮することが必須となる評価技術である。</p> <p>また、近年ではコンピュータを用いた磁界解析シミュレーションによって物理現象を再現し、高性能電磁応用機器開発の場で効率的開発を支援する技術として用いられている。磁界解析シミュレーションは設計を行う上で、試作コストや最適計上の模索の点で多くのアドバンテージを持っている。本研究において開発した高精度磁気測定法は、より高度な電気機器設計のために必要となる正確な材料特性を与え、高効率・低損失電気機器の開発設計に有効に利用できる。しかしながら、市販の解析ソフト等では正確な磁気特性であるベクトル磁気特性を考慮する事ができない。そこで本研究では、ベクトル磁気特性を用い、高磁束密度領域での渦電流による歪磁束密度考慮が可能な磁界解析手法を用いる。本研究で得られた高磁束密度ベクトル磁気特性を考慮した磁界解析を行い、電磁応用機器開発への有用性を示す。今回得られた高磁束密度ベクトル磁気特性の特殊な振る舞いを考慮される手法の提示は、次世代高性能機器開発へ大きく貢献すると考える。</p>				

学位論文審査結果の要旨

専攻	物質生産工学専攻	氏名	前田 義隆
論文題目	高磁束密度ベクトル磁気特性に関する研究		
主査	榎園 正人		
審査委員	石原 好之 (同志社大学教授)		
審査委員	岡崎 靖雄 (岐阜大学前教授)		
審査委員	小林 正		
審査委員	戸高 孝		
審査結果の要旨 (1000字以内)			
<p>モータ、変圧器、アクチュエータなどの電磁力応用機器の高効率・高密度・高出力化は昨今のエネルギー事情から、重要な課題として位置づけられている。その問題解決のためにはより高品質な電磁材料の開発、材料活用技術の構築が重要である。本研究では機器の高効率・高出力化のための材料活用技術に視点を置いた開発・設計技術の確立を目指している。機器を小型化し高出力を得るためには、使用する磁性材料を高磁束密度レベルで活用する必要がある。しかしながら、今日まで高磁束密度レベルにおける磁性材料の磁気特性は未だ明確にされていない。さらに、新しい概念としてベクトル磁気特性の重要性が叫ばれているが、高磁束密度領域 (本論文では 1.9T 付近まで) のベクトル磁気特性は全く不明であった。</p> <p>本論文ではまず高磁束密度領域のベクトル磁気特性の測定に関する問題点を挙げ、それらを解決するための手段・方法を論じている。そして、代表的鉄心材料である無方向性電磁鋼板 (回転機用) 並びに方向性電磁鋼板 (変圧器用) の高磁束密度ベクトル磁気特性を明らかにしている。これより、無方向性電磁鋼板では 1.3T 付近から、方向性電磁鋼板は 1.5T 付近から、従来と全く異なる磁氣的挙動を示すことが明らかとなった。以上のことから磁性材料の高磁束密度ベクトル磁気特性の把握によってその活用技術の構築が可能となり、高効率・高密度化を目指した開発設計への重要な知見を与えるものとなる。</p> <p>本審査委員会では、高磁束密度領域でのベクトル磁気特性測定法と高磁束密度ベクトル磁気特性の重要な点について、特筆すべき事項の質疑が行われた。著者が初めてこの分野で高磁束密度下のベクトル磁気特性を明らかにしたことに対して、高い評価を与えた。本研究における高磁束密度ベクトル磁気特性の挙動に対して、今後の発展が期待されるもので、さらなる機器の小型軽量化・高出力化への材料活用技術に期待が寄せられた。論文中において表現上の若干の修正が求められ了解された。</p> <p>以上の審査結果を踏まえて、本研究は今日のエネルギー・環境問題に大きく寄与し、本手法並びに結果の新規性を示すなど、工学的にもこの分野における技術の向上に大きく寄与するものであり、高く評価できる。よって、審査委員会は本研究論文が工学博士の学位論文として相応しいものと判断した。</p>			