

(1-1)

論文内容の要旨

No. 1

専攻名	電気情報工学専攻	氏名	相良 彰吾
題名	不完全着磁状態にある永久磁石における熱減磁予測に関する研究		
<p>論文内容の要旨</p> <p>Nd-Fe-B 磁石は、室温において、高残留磁化、高保磁力を有し、音響機器、回転機器、通信機器、EV用電動機、VCM やステッピングモータなどの電気電子機器にも、広く使用されている磁石である。このような用途では、Nd-Fe-B 磁石は高い温度に曝され、磁石の磁化の減少が起こる（熱減磁）。熱減磁には、(a)永久減磁、(b)初期減磁、(c)長期減磁の三つがあり、それぞれ、曝露温度での(a)組織変化、(b)保磁力の減少、(c)磁気余効により発生する。一般に、短時間において大幅な減磁を引き起こす初期減磁は、これらの中で特に重要である。</p> <p>Nd-Fe-B 系磁石の主相である $Nd_2Fe_{14}B$ のキュリー温度(312)は $SmCo_5$、Sm_2Co_{17}(それぞれ 727 , 920)よりはるかに低いので、Nd-Fe-B 磁石は、高温に曝された場合、大きく減磁する傾向がある。したがって、Nd-Fe-B 系磁石における熱減磁の評価は、その応用に際して欠かすことが出来ないものとなっている。</p> <p>現在、熱減磁の評価は、反磁界係数が実験的に求められている円筒形磁石で行うことが主流となっている。しかしながら、実際の応用では磁石は複雑な形状に加工されて機器に組み込まれる。また、将来的には薄膜などに加工されて使用されたりすることも予想される。これらの複雑な形状を有する磁石においては、熱減磁量に影響する反磁界が磁石内で一様にならず、熱減磁も磁石内で一様には生じない。また、モータ内で使用される際に、更なる性能向上を目標とした、異方性を有する磁石を二層に組み合わせた二層磁石やコギングトルクを低減させる変形ラジアル異方性磁石などが使用されることも予想される。このような磁石においては一方向ではなく、多極に着磁されるため、磁化の向きが磁石内で変化し、着磁率の変化が生じる。これにより、部分的に不完全着磁が起きてしまう。不完全着磁状態では、完全着磁状態と比較して、熱減磁量にも変化が見られると予想され、同じ磁石内部でも熱減磁量が変化すると考えられる。そのため、一方向に完全に磁化した円筒状磁石に対して行われた熱減磁の評価結果から、上記の二層磁石やラジアル異方性磁石</p>			

(1-2)

論文内容の要旨

No. 2

専攻名	電気情報工学専攻	氏名	相良 彰吾
<p>などの熱安定性を検証することには困難が多い。</p> <p>そこで本研究では着磁状態を計算機シミュレーションするとともに、不完全着磁状態にある永久磁石における熱減磁の予測法を確立することを目的に研究を行った。</p> <p>本研究で提案する方法の信頼性を確認するために、実験とシミュレーションの両者が可能な立方体異方性Nd-Fe-B系試料について、不完全着磁状態での熱減磁を検討した。平均着磁率100%、75%、50%の試料について、120 における初期減磁をシミュレーションしたところの平均値はそれぞれ、8.96%、9.06%、31.48%と着磁率が減少するとともに大きくなった。また、同形状、同特性の立方体異方性Nd-Fe-B磁石における初期減磁を実測した結果、着磁率100%、75%、50%の実測値はそれぞれ、8.70%、10.70%、30.80%と、おおよそ一致し、提案の方法により不完全着磁状態における異方性磁石での初期減磁予測を行えることが明らかになった。</p> <p>提案の方法で不完全着磁状態の初期減磁をシミュレーションできることが明らかになったので、より複雑なモデルとして、板状の異方性Nd-Fe-B磁石を多極着磁した場合の減磁を計算した。シミュレーション対象は、垂直異方性Nd-Fe-B磁石単体と垂直異方性Nd-Fe-B磁石と面内異方性Nd-Fe-B磁石を組み合わせた二層磁石である。シミュレーションにおいては、まず、着磁電流による磁化分布を算出した。その結果を利用し、それぞれの室温と高温（120 ）における磁化分布を求め、初期減磁予測を行った結果、垂直異方性Nd-Fe-B磁石単体の初期減磁率の平均値が23.90%、二層磁石の初期減磁率の平均値が25.81%となった。また、着磁率の違いによる初期減磁率の違いも観測され、不完全着磁状態における異方性磁石の初期減磁量を予測するができた。</p> <p>本研究では、解析的な減磁予測法、実験で得られる減磁曲線などの基本的な磁気特性、有限要素法を利用することにより、不完全着磁状態にある異方性磁石の初期減磁率を計算する方法を提案し、その有効性を示した。また、今後実機で使用される様々な形状、特性を有する磁石の初期減磁率予測に応用可能であり、電気電子機器等の信頼性向上に寄与できると考えられる。</p>			