

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

回転機用高温超電導バルクに対するパルス着磁の研究

メタデータ	言語: ja 出版者: 公開日: 2023-12-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Caunes Antomne Alexandre メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/2000045

[課程博士] (博士論文審査及び最終試験の結果要旨)

学生氏名：CAUNES ANTONNE ALEXANDRE

博士論文題目：Study of pulsed-field magnetization of high-temperature superconducting bulk for rotating machines
(回転機用高温超電導バルクに対するパルス着磁の研究)

博士論文審査：

学生から提出された博士論文について、公開発表会が8月17日に行われ、審査委員と学生の間で質疑応答が繰り返された結果、博士論文としての質を十分に確保しているとの結論に至った。

本研究ではパルス磁場を用いた高温超電導 (HTS) バルク磁石の着磁技術の改良を行った。HTS バルク回転機は、永久磁石同期機よりも大幅に出力密度が向上する。パルス着磁 (PFM) は強い磁場を短時間 (一般に1秒以下) 印加するもので、安価な銅コイルを使用して磁場を発生させるために着磁過程の簡素化とともに着磁システムのコストとサイズを削減することができる。但しこの技術は高価な超電導マグネットを数時間使用する準静的技術と比較して捕捉磁場の減少する欠点を有する。本研究はパルス着磁法の課題を克服し、超電導技術を次世代の海洋動力機器に適用することを目指して実施された。負帰還波形制御パルス着磁法 (WCPM-NFB) は、PFM において着磁対象の HTS バルク磁石の過渡的な特性変化に合わせて印加磁場波形を変化させることで捕捉磁束密度を増加させる先進の着磁技術である。超電導回転機の上限動作温度である 50K では PFM において磁氣的・熱的条件の大きな変化に対応できなかったと推測した。そこで定義した2つの制御目標を着磁中に変更するように WCPM-NFB の技術を改良し、HTS バルク磁石の磁氣的・熱的条件の大きな変化に応じた印加磁束密度の制御を行った。実験の結果、従来の WCPM-NFB 技術に比べ、大幅な改善が見られ、約1秒間の PFM によって、2時間を要する準静的過程に匹敵する 3.2 T という強磁場を HTS バルク磁石に着磁することができた。また、WCPM-NFB 法によって着磁中の HTS バルク磁石の挙動について数値シミュレーションを行い、発熱と電流密度の分布を可視化することで、WCPM-NFB 技術が発熱の低減により捕捉磁束密度を向上させる様子を示した。本来直接観測のできない着磁過程を詳細に解析したことに意義がある。本研究で示した WCPM-NFB 法に関わる成果は、世界的に見ても他に類を見ない報告事例であり、高温超電導体の実用化を大きく促進し、かつ関連するエネルギー技術の発展へ寄与する優れた研究である。以上の内容から、学生から提出された博士論文は、国内外の研究の水準に照らし、各研究分野における学術的意義、新規性、独創性及び応用的価値を有しており、博士の学位に値することを審査委員一同確認した。

最終試験の結果要旨：

最終試験は8月17日に行われた。審査委員一同出席の下、学生に対して、博士論文の内容について最終確認のための質疑応答を行い、その内容は十分であった。専門知識については公開発表会当日の質疑応答時や予備審査時でのディスカッションを含め十分であると審査委員一同確認した。

学術論文は国際学会誌4編が第一著者として公表済み (Caunes A. A., Imamichi H., Kawasumi N., Izumi M. and Ida T.: "Waveform Control Pulse Magnetization of GdBaCuO Bulk near Operating Temperature of Our Superconducting Rotating Machine", IEEE Transactions. Applied Superconductivity, 32 [4], pp.1-5, Art. no. 6801105, 2022 他3編) であることを確認した。研究成果については、2021年11月開催の27th International Conference on Magnet Technology (MT27) 他4件の国際会議発表を行っており、うち3件は口頭発表である。学術論文は英語で書かれており、かつ、国際会議において英語で発表しており、外国語の学力については問題ないと判断した。

合同セミナーについて、規定の学習時間および出席回数を満たしていることを確認した。大学院海洋科学技術研究科が指定した研究者倫理教育を修了していることを確認した。また、大学院海洋科学技術研究科が指定した方法により剽窃のチェックを行った結果、問題は認められなかった。

以上から、学生について博士論文審査、最終試験とも合格と判定した。