

氏名	あべ しゅういち 阿部 正一
学位	博士（工学）
学位記番号	新大院博（工）第205号
学位授与の日付	平成17年9月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
博士論文名	電力機器用高温超伝導コイルの高性能化に関する研究

論文審査委員	主査 教授	山口 貢
	副査 教授	加藤 景三
	副査 教授	小椋 一夫
	副査 教授	金子 双男
	副査 助教授	福井 聡

#### 博士論文の要旨

高温超電導線材・導体の電力機器における最終利用形態は、機器の巻線（コイル）である。本論文では、電力機器用高温超電導コイルの高性能化を目的とし、通電性能の向上・交流損失低減に関する手法について研究を行った成果を纏めたものである。

第1章では、序論として、現在の高温超電導電力機器研究の現状についてまとめ、高温超電導線材・導体を用いたコイルの特性向上が、高温超電導電力機器実現に対してキーファクターであることが論じてある。第2章では、高温超電導コイルの臨界電流特性や交流損失特性などを具体的にまとめ、電力機器応用を踏まえたコイル設計上の諸問題について具体的に明らかにしている。第3章では、高温超電導線材を用いたコイルの通電性能向上手法に関する研究成果をまとめている。高温超電導テープ線材は、テープ線材への磁界の印加角度に臨界電流特性が大きく依存する性質を有し、テープ面に垂直に磁界が印加されると臨界電流が大幅に低下する（磁界異方性という）。この磁界異方性のため、高温超電導テープ線材を用いたコイルでは、線材に加わる垂直磁界成分が大きくなるコイル巻線端部で臨界電流が非常に小さくなる部分ができ、よってコイル全体の通電性能はこの低臨界電流部分の特性で規制されてしまう。この問題に対して、高温超電導コイルの通電特性を向上させる方法として、コイル端部に磁性体ディスクを配置した磁束平行コイルを提案し、Bi2223 テープ線材を用いたパンケーキ積層コイルを対象として理論解析によりその有効性を検証した。その結果、コイル臨界電流は増加しないものの、中心磁界を約18%向上できることを明らかにした。この結果により、本手法を用いることにより、より少ない電流で強い磁界を発生させることが可能であることが示された。

第4章では、高温超電導テープ線材を用いた交流コイルの交流損失低減に関する研究成果を纏めている。高温超電導テープ線材は垂直磁界成分が大きくなると交流損失が大幅に増大する。このため、高温超電導テープ線材を用いたコイルでは、線材に加わる垂直磁界成分が大きくなるコイル巻線端部で交流損失密度が非常に大きくなる部分ができ、この領域の損失密度を低減することがコイル全体の交流損失低減には重要である。本研究では、この問題を解決するために、コイル端部の一部のパンケーキコイル

の巻数を変化させることにより、コイル端部の交流損失密度を低減する方法を提案した。Bi2223 高温超電導コイルを対象として、理論解析により有効性を検証した。その結果、特にコイル巻線断面のアスペクト比が大きいコイルに有効であることを示した。

第5章では、結論として全体を総括し、今後の課題が纏められている。

#### 審査結果の要旨

本論文は、電力機器用高温超電導コイルの通電性能を向上する手法について2つの方法を提案し、主に理論解析によりその有効性・妥当性を示したものである。第1の方法では、高温超電導コイルの通電特性を向上させる方法として、コイル端部に磁性体ディスクを配置した磁束平行コイルを提案し、Bi2223 テープ線材を用いたパンケーキ積層コイルを対象として理論解析によりその有効性を検証した。その結果、コイル臨界電流は増加しないものの、中心磁界を約 18%向上できることを明らかにした。この結果により、本手法を用いることにより、より少ない電流で強い磁界を発生させることが可能であることが示された。また、第2の方法では、コイル端部の一部のパンケーキコイルの巻数を変化させることにより、コイル端部の交流損失密度を低減する方法を提案した。Bi2223 高温超電導コイルを対象として、理論解析により有効性を検証した。その結果、特にコイル巻線断面のアスペクト比が大きいコイルで約 20%程度の損失低減効果があることを示した。

これらの研究成果は電力機器用（特に空心リアクトルコイル用）の高温超電導コイルの設計指針に大きな工学的寄与を与えるものである。

以上のように、本研究は高温超電導コイル研究において独創性と新規性が認められるとともに、その工学的な発展にも大いに寄与するものである。よって、本論文は博士（工学）の論文として十分であることを認定した。