

# Magnetization of HTS and design of marine current turbine generator

学位名	博士(工学)
学位授与機関	東京海洋大学
学位授与年度	2017
学位授与番号	12614博甲第452号
URL	<a href="http://id.nii.ac.jp/1342/00001448/">http://id.nii.ac.jp/1342/00001448/</a>

# 博士学位論文受理審査報告書

平成29年 6月9日

応用環境システム学専攻 主任  
竹本 孝弘 殿

主指導教員 和泉 充 

このことについて、下記の通り報告します。

## 記

申請者氏名 : 李 智 (LI, ZHI)  
論文題目 : Magnetization of HTS and design of marine current turbine generator  
「高温超伝導体の着磁と海流タービン発電機的设计」  
審査委員氏名 : 和泉 充, 吉岡 諭, 大貫 等, 井田 徹哉  
受理審査委員会日時 : 平成29年 6月 9日 13時00分~15時00分 (メール審議を含む)  
審査の結果 : 可

## 論文の内容

本論文は、高温超電導体を溶融成長させて得られる結晶の塊であるバルク材の着磁と、このような高温超電導材料を二重反転タービン方式の海流発電に応用するタービン直結の発電機設計に関するものである。液体窒素沸点を超える超電導臨界温度を示す高温超電導体  $REBa_2Cu_3O_{7-z}$  (RE: Gd, Y) は、バルク材や線材において実用的な許容臨界電流密度を示す。特に液体窒素沸点から液体ネオンや液体水素沸点近傍に至る温度領域に冷却することによって実現する強界磁としての機器応用に期待が集まっている。

著者はまず、バルク材が、超電導転移温度以下で適切な着磁によって実験室系で最大 17 テスラの磁束密度の保持が可能であることに注目したが、従来の基礎から応用にわたる研究において、着磁の際の外部磁場の印加が、結晶軸の  $c$  軸方向に沿ってのみ、すなわち結晶構造における銅-酸素イオンの形成する 2 次元的ネットワークに垂直な方向にのみ行われていることに疑問をもった。実用的には、たとえばモータや発電機の界磁-電機子構造の最適な設計において、機器内部に実装されたバルク材を結晶軸方向に着磁することが困難な場合も想定される。以上の基礎的および応用的観点から、結晶軸から有限の傾角をもった着磁について実験を行った結果、 $c$  軸からの傾角  $30^\circ$  から  $45^\circ$  をもつ磁場中で着磁を行っても、 $c$  軸に平行な捕捉磁場成分、磁束を十分に得られることを明らかにした。バルク材の着磁による磁束は、合金系永久磁石のような原子団に賦与されている磁性によるものでなく外部磁場による巨視的電流による捕捉磁束であり、着磁による異方的な振舞いが実験的に初めて明らかになった。著者は本論文においてそのメカニズムの説明を試みるとともに、今後のバルク材を用いた機器設計における有用性を結論している。

著者はさらに、上で見出したバルク材の結晶軸について傾角をもった着磁による機器電気設計の自由度の向上をふまえ、海潮流発電への新たなアプローチとしてタービン直結の海流発電機の試設計を行っている。研究においては、まず突極型の超電導界磁極について、バルク材の適用の前段階として鉄心と高温超電導界磁巻き線による同期発電機の設計を行っており、さらに永久磁石界磁でバルク界磁を模擬し、1 MW クラスのタービン直結海流発電機へのバルク材の強界磁としての適用をめざした。

## 専門の研究能力

本研究に関する査読付論文では、国際学術雑誌に共著筆頭 2 編が掲載済みである (Z. Li, T. Ida, M. Miki, H. Teshima, M. Morita and M. Izumi, Supercond. Sci. Technol. 30, 035019 (8pp) 2017 他 1 編)。ほかに関連する共著論文 2 編が掲載、受理されている。学会発表では、平成 27 年度秋季低温工学・超電導学会で口頭発表し、平成 28 年 9 月に米国で開催の応用超電導国際会議 (ASC2014) では口頭選抜講演を行っている。平成 29 年 9 月開催の欧州応用超電導会議 (EUCAS2017) でも論文発表が採択されている。これらの実績から、当該専門分野に対し十分な研究能力を有すると評価する。

## 専門の学識

専門の研究能力同様に、論文執筆・学会発表の実績から当該専門分野に対して十分な学識を有すると評価できる。