

令和 6 年 4 月 22 日現在

機関番号：17102

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2021～2023

課題番号：21K20432

研究課題名（和文）電気推進航空機の実現に向けた液体窒素温度で運転するREBCO全超伝導同期機的设计

研究課題名（英文）Design of REBCO Fully Superconducting Synchronous Machine Operated at Liquid Nitrogen Temperature for Electric Aircraft

研究代表者

佐々 滉太（Sasa, Hiromasa）

九州大学・システム情報科学研究所・助教

研究者番号：70906974

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では電気推進航空機向けの安全な全超伝導同期機（モータ、発電機）の設計に取り組んだ。超伝導巻線の昇温は重大な事故を起こしうるため、昇温リスクが低い液体窒素による冷却を想定した。そのような全超伝導同期機において最適な巻線構造の設計指針を決定することを目的とした。その一環として、磁界中の超伝導線材の交流損失特性を実験から得、その結果を基に特性の解明に取り組み、様々な条件の交流損失値を予測する手法を確立した。また、電磁界および熱の振舞いを再現する解析ソフトによる全超伝導同期機の設計において、交流損失の影響を導入した手法を確立した。この手法に基づき効率よく冷却が可能な巻線構造の設計指針を提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、全超伝導同期機内の磁界状況を再現した実験により超伝導線材の交流損失特性を明らかにした上で、様々な条件における交流損失を予測することを可能にした。この成果は、全超伝導同期機のみならず、超伝導誘導機など交流環境で使用される様々な超伝導機器にも応用可能であり、超伝導機器の研究開発に広く貢献する成果である。さらに本研究では、電磁界・熱の解析ソフトを用いた同期機設計に交流損失の影響を導入した。交流損失の発生量の低減やその冷却方法は、航空機向け超伝導モータの実用化に向けた最大の課題の一つと言え、本研究で得られた成果を活用することでそれらの解決に向けて一歩前進したと言える。

研究成果の概要（英文）：We addressed design of fully superconducting synchronous machine, that is, motor and generator, for electric aircraft. For the prevention of serious accidents caused by temperature rise of superconducting windings, the liquid nitrogen which has good property of specific heat is supposed as refrigerant of the superconducting machine. We aimed to propose a design method for the superconducting windings in such machine. For that purpose, we measured the AC losses of superconducting tapes in magnetic field by experiments to clarify its property, and we established a method which can estimate the AC loss for various conditions. Moreover, we successfully improved the design method of synchronous machine by using electromagnetic and thermal analysis by introducing the effect of AC loss. Based on the improved method, we proposed a design which the superconducting windings are efficiently cooled.

研究分野：超伝導工学、電気工学

キーワード：高温超伝導 全超伝導同期機 電気推進航空機 交流損失 液体窒素

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

地球環境保全のため様々な分野で CO₂ 排出量の削減が要請されており、航空輸送分野においても、ジェットエンジンを化石燃料の燃焼によって駆動させる現行の推進システムを、電動推進システムに代替する方針で種々の研究開発が進んでいる。銅と鉄で構成される従来の回転機では重量が大きすぎるため、航空機に求められる高い出力密度(15 ~ 20 kW/kg)を達成することが難しい。超伝導モータは、超伝導線材の大電流密度特性により小型軽量に設計することができるため、上記要求を満たしうるモータとして注目されている。研究代表者が所属するグループでは、同期機を構成する電機子巻線と界磁巻線の双方を超伝導化した「全超伝導同期機」を対象に研究開発を進めてきた。超伝導巻線は無鉄心でも鉄の飽和磁束を上回る磁界を発生させることができるため、銅と鉄で構成される同期機に比べて大幅な軽量化が実現できる。超伝導化にあたり、本研究グループでは高磁界中でも大電流容量を保ちうる REBCO 超伝導線材(REBa₂Cu₃O_y, RE = 希土類元素)の仕様を想定している。

航空機用モータには、高出力密度特性と安全性の両立が求められる。出力密度の観点からは、REBCO 超伝導線材をなるべく低温で使用することが望ましく、冷媒として液体水素(20 K)が想定されることが多い。しかし、その比熱の小ささ(77 K の 1/10)や絶縁耐力の観点から、安全性との両立は困難である。一方で液体窒素(63 ~ 77 K)は、落雷事故を模した試験によりその耐電圧性能が証明されており、安全性が保障されている。液体窒素温度に比べ臨界電流密度特性は劣るものの、銅線等に比べれば大電流容量であり高出力密度設計を実現しうるため、高出力密度と安全性の両立が可能である。

高出力密度かつ安全な全超伝導同期機の実現に際する最大の課題は超伝導電機子巻線にて発生する交流損失である。交流環境(電流・磁界)下の超伝導材料に生じる交流損失は、超伝導特有の現象であり、機器内の交流損失は効率を低下させるだけでなく、巻線の温度上昇ひいては液体冷媒の蒸発の原因となりうる。液体冷媒は超伝導巻線を低温に保つことで超伝導状態を維持するだけでなく、絶縁体としての役割も兼ねるが、蒸発した際にはその絶縁性を著しく損なうことになり、重大な事故に繋がる恐れがある。その防止のためには、設計段階において損失量を定量的に見積もる必要があるが、REBCO 超伝導線材の交流損失特性は複雑でありその詳細な特性は一部を除き未だ解明されておらず、今のところ実現していない。

2. 研究の目的

以上の背景から本研究では、高出力密度と安全性を両立した電気推進航空機用の全超伝導同期機の開発に向け、液体窒素温度で運転する全超伝導同期機について、交流損失の定量的な見積もりに基づき、安全性を考慮した上で出力特性を向上させる超伝導巻線の設計指針を決定することを目的とする。

3. 研究の方法

本研究は以下の項目にて実施した。

(1) 磁界中の超伝導線材の交流損失特性の測定実験

これまでの研究で、電機子巻線の交流損失については、過去に研究代表者が提案した予測手法により発生量を見積もり、同期機の効率計算等に活用してきた。電機子巻線は交流磁界にさらされる一方で界磁巻線は直流・交流合成磁界にさらされる。そのため交流損失特性が特に複雑であり、定量的な予測手法が確立されていなかった。界磁巻線の交流損失を含めた同期機内の損失量の正確な予測を可能にするために、REBCO 超伝導線材の交流損失測定実験を実施し、その特性の解明に取り組む。

交流損失測定実験は、当研究グループが有する鞍型ピックアップコイル法による高精度な測定システムを用いて実施した。同システムは 20 ~ 77 K という幅広い温度において、最大 4 T 程度の磁界環境での測定が可能である。REBCO 超伝導線材サンプルに直流・交流合成磁界を印加し、様々な温度・磁界条件にて交流損失を測定する。

また、電機子巻線の交流損失特性を明らかにした研究代表者の知見に基づき、上記実験で得られた測定結果について、磁界条件(直流磁界強度および交流磁界強度)に対する交流損失特性を明らかにする。これにより、ある特定の条件で交流損失測定実験を実施すれば、他の条件での交流損失値の予測が可能となる。

(2) 交流損失による温度変化を考慮した解析手法の確立

全超伝導同期機について、市販の解析ソフトウェア(JMAG-Designer)において、交流損失とそれによる巻線の温度変化の相互作用を計算することができる解析手法の確立に取り組んだ。同ソフトウェアは有限要素法に基づいた電磁界解析・熱解析が可能であるが、超伝導特有の現象である交流損失を直接計算することができないため、下記のような計算機を製作し、ソフトウェアと連携させることで交流損失を考慮した温度変化の計算を可能にした。事前に、温度・磁界条件に対する交流損失特性を実験で取得しておき、電磁界解析で得られた磁界条件および熱解析で得られた温度条件を、取得した特性に適用す

- ることで交流損失を見積もる。
- (3) 冷却特性に優れる巻線構造の検討
上記解析手法により同期機内の損失を見積もり、巻線の温度変化を詳細に計算し、冷却の観点から有利な巻線構造を検討するとともにその冷却効果を定量的に示す。
- (4) 電磁気的特性に優れる巻線構造の検討
有限要素法による電磁界解析や実験により、同期機出力や機器内磁界分布を改善できるような巻線構造を検討し、その効果を定量的に示す。

4. 研究成果

(1) 磁界中の超伝導線材の交流損失特性の測定実験

直流・交流合成磁界中の超伝導線材に発生する交流損失を測定した。図1に示す通り、交流磁界の振幅が小さい場合に直流磁界が重畳されると交流損失が増加することを明らかにし、直流磁界を無視する従来の予測手法では、同期機内の損失を過小評価する危険性があることを示した。また、この特性が反磁界効果により理論的に説明できることを明らかにした。さらに、交流損失の直流磁界強度依存性は、臨界電流特性の磁界強度依存性に起因することを示した。これらの特性から、直流・交流磁界下においても適用可能な交流損失予測手法を確立した。同手法により、任意の条件(直流磁界強度、交流磁界の振幅強度、温度、等)における交流損失の予測が可能になった。この手法は特に同期機の界磁巻線の交流損失予測に有効であり、全超伝導同期機の開発をより一層推進する成果である。

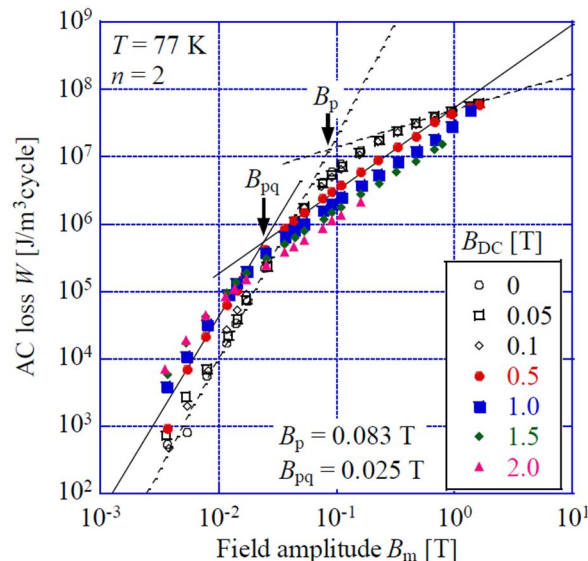


図1 直流・交流合成磁界における REBCO 超伝導線材の交流損失特性

(2) 交流損失による温度変化を考慮した解析手法の確立

上記の交流損失予測手法に基づき、交流損失とそれによる巻線の温度変化の相互作用を計算可能な解析手法を確立した。これにより、交流損失による電機子・界磁巻線の温度変化を定量的に見積もることが可能になり、同期機の安全性を議論することが可能になった。交流損失およびそれによる巻線の温度変化を定量的に計算する手法は同期機の他にも誘導機、ケーブル、変圧器など、あらゆる交流応用の超伝導機器に適用することが可能であり、超伝導応用分野に広く貢献する成果である。

(3) 冷却特性に優れる巻線構造の検討

巻線の冷却効果の向上を期待し、液体窒素との接触面積を増やすために巻線内に空隙を設けた同期機モデルを、上記解析手法により同期機特性を計算した。その結果、空隙を設けることで、空隙がないモデルに比べて巻線温度を 5 K 以上低く保てることを示した(図2)。これにより REBCO 超伝導線材の負荷率が緩和され、電流量を増大させることができるため、さらなる高出力密度化が期待できることを示した。この成果は、全超伝導同期機の高出力密度化は、超伝導線材の特性向上等だけでなく、交流損失による温度変化を定量的に考慮した上で巻線の電流値を最適化することでも可能であることを意味する。

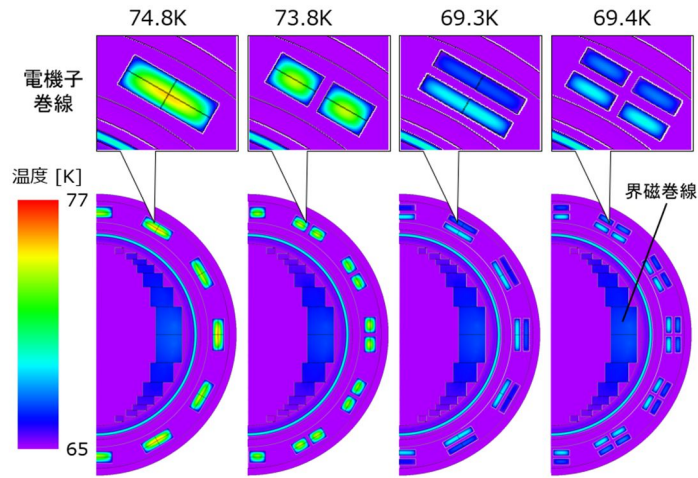


図2 交流損失を考慮した電機子巻線温度の解析結果

(4) 電磁気的特性に優れる巻線構造の検討

回転機内の磁界分布を改善する巻線構造として、台形型コイルによる電機子巻線を考案し、従来のレーストラック型コイルによる電機子巻線に比べて高出力を達成することを解析と実験により示した。また、大きさの異なる2種類のレーストラック型コイルを組み合わせた巻線により、分布巻きを模擬できることを実験により確認した。さらに、従来は2極であった同期機を4極化することで相対的に電機子巻線のピッチを拡大させ、高出力密度化が可能であることを解析により示した。

本研究で得られた知見・技術は今後の電気推進航空機用の全超伝導同期機の開発に適用され、将来の実用レベルのMW級の高出力密度かつ安定なモータの実現に貢献する。そのようなモータは航空機のみならず、船舶や大型トラック、さらには将来の移動手段として目される空飛ぶクルマなどへの応用も期待でき、波及効果は大きい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Kobun Asato, Masuda Yohei, Miura Shun, Miyazaki Hiroshi, Yoshida Koichi, Sato Seiki, Sasa Hiromasa, Iwakuma Masataka	4. 巻 33
2. 論文標題 Basic Concept for Uniform Current Distribution in Parallel Conductors by Introducing a Small Number of Transpositions in REBCO Armature Coils	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2023.3242621	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Takashima Atsushi, Onamyuda Yuki, Kobun Asato, Miyazaki Hiroshi, Kawagoe Akifumi, Miura Shun, Yoshida Koichi, Sato Seiki, Sasa Hiromasa, Iwakuma Masataka	4. 巻 33
2. 論文標題 Current Distribution of Armature Coils Combining Two Different Sizes of REBCO Racetrack Double Pancakes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2023.3241822	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Sasa Hiromasa, Miura Shun, Miyazaki Hiroshi, Sasayama Teruyoshi, Yoshida Takashi, Yamamoto Kaoru, Iwakuma Masataka, Hase Yoshiji, Sasamori Yuichiro, Honda Hirokazu, Konno Msayuki, Izumi Teruo	4. 巻 32
2. 論文標題 Electromagnetic-Thermal Coupled Analysis Considering AC Losses in REBCO Windings of 10 MW Fully Superconducting Synchronous Generators Cooled by Subcooled Liquid Nitrogen for Electric Aircraft	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2022.3160660	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Okade Yuta, Miyazaki Hiroshi, Sasa Hiromasa, Yoshida Koichi, Miura Shun, Sasayama Teruyoshi, Yoshida Takashi, Kawagoe Akifumi, Iwakuma Masataka	4. 巻 32
2. 論文標題 REBCO Trapezoidal Armature Windings for Superconducting Induction Motors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2022.3160146	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Omanyuda Yuki, Sasa Hiromasa, Miyazaki Hiroshi, Miura Shun, Iwakuma Masataka	4. 巻 32
2. 論文標題 Experimental Evaluation of Current Distribution in Three-Strand Transposed Parallel Conductors Composed of REBCO Superconducting Tapes	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2022.3154338	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Noda Kaito, Sasa Hiromasa, Miyazaki Hiroshi, Miura Shun, Yoshida Takashi, Sasayama Teruyoshi, Iwakuma Masataka, Kawagoe Akifumi, Izumi Teruo, Konno Masayuki, Sasamori Yuichiro, Honda Hirokazu, Hase Yoshiji, Shutoh Masao	4. 巻 2323
2. 論文標題 Numerical simulation of a high-power density 10 MW REBCO superconducting synchronous generator cooled by sub-cooled LN ₂ for low AC loss	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 012037 ~ 012037
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1088/1742-6596/2323/1/012037	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tsumori Masahiko, Yamasaki Ryoto, Okade Yuta, Miyazaki Hiroshi, Miura Shun, Sasa Hiromasa, Yoshida Koichi, Iwakuma Masataka	4. 巻 34
2. 論文標題 Effectiveness of REBCO Trapezoidal Armature Coils Used in Superconducting Induction Motors	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2023.3345300	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Emori Yuki, Miyazaki Hiroshi, Miura Shun, Sasa Hiromasa, Iwakuma Masataka	4. 巻 34
2. 論文標題 Electromagnetic Design of a REBCO Four-Pole Full-Pitched Armature Coil Composed of Trapezoidal Windings for Fully Superconducting Synchronous Motors	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2024.3358250	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Takashima Atsushi, Miyazaki Hiroshi, Miura Shun, Yoshida Koichi, Sato Seiki, Sasa Hiromasa, Iwakuma Masataka	4. 巻 34
2. 論文標題 Current Distributions in Armature Coils Comprising Two Sizes of Racetrack Double-Pancakes with REBCO Striated Tapes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~5
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2024.3356439	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Oishi Ryoma, Jingami Kodai, Miyazaki Hiroshi, Iwakuma Masataka, Miura Shun, Sasa Hiromasa, Yoshida Koichi, Daibo Masanori, Fujita Shinji	4. 巻 34
2. 論文標題 Evaluation of the AC Loss Characteristics of Multifilamentary REBCO Tapes by the Mechanical Scratching of MgO Areas	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Applied Superconductivity	6. 最初と最後の頁 1~6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASC.2024.3370097	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Sasa Hiromasa, Jingami Kodai, Oishi Ryoma, Miura Shun, Miyazaki Hiroshi, Iwakuma Masataka	4. 巻 -
2. 論文標題 AC Loss Estimation Method for REBCO Superconducting Tapes in AC+DC Fields for Field Windings in Fully Superconducting Synchronous Machine for Electric Aircraft	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Physics: Conference Series	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計27件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 18件)

1. 発表者名 Asato Kobun, Atsushi Takashima, Koichi Yoshida, Hiromasa Sasa, Shun Miura, Hiroshi Miyazaki, Masataka Iwakuma
2. 発表標題 Experimental Evaluation of Current Distribution in Armature Coils Composed of REBCO Double Pancakes With Varying Number of Parallel Conductors
3. 学会等名 ASC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1 . 発表者名 Atsushi Takashima, Asato Kobun, Hiromasa Sasa, Koichi Yoshida, Shun Miura, Hiroshi Miyazaki, Akifumi Kawagoe, Masataka Iwakuma
2 . 発表標題 An armature coil crossed with two different sizes of REBCO racetrack double pancakes
3 . 学会等名 ASC2022 (国際学会)
4 . 発表年 2022年

1 . 発表者名 H. Sasa, S. Miura, H. Miyazaki, T. Sasayama, T. Yoshida, K. Yamamoto, M. Iwakuma, Y. Hase, Y. Sasamori, H. Honda, M. Konno, T. Izumi
2 . 発表標題 Thermal-Electromagnetic Coupled Analysis Considering AC Losses in REBCO Windings at 65 K of 10 MW Fully-Superconducting Synchronous Generators for Electric Aircraft
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 27 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 M. Sumida, H. Sasa, S. Miura, H. Miyazaki, M. Iwakuma, M. Konno, T. Izumi
2 . 発表標題 Design Study of 3 -10 MVA-6.9/1.0 kV REBCO Superconducting Transformers with Lightweight and Current-Limiting Function for an E-Aircraft Propulsion System
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 27 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 K. Matsumoto, H. Sasa, S. Miura, K. Matsumoto, H. Miyazaki, T. Yoshida, T. Sasayama, K. Yamamoto, M. Iwakuma, A. Kawagoe, T. IZUMI, Y. Sasamori, H. Honda, M. Konno, Y. Hase
2 . 発表標題 Numerical Analysis of 2 MW Fully Superconducting Synchronous Motor for Electric Aircraft Considering AC Loss in Field Winding
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 27 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y. Okade, H. Miyazaki, H. Sasa, K. Yoshida, S. Miura, T. Sasayama, T. Yoshida, A. Kawagoe, M. Iwakuma
2 . 発表標題 Study of REBCO Trapezoidal Armature Windings for Superconducting Induction Motor
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 27 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 Y. Omanyuda, H. Sasa, H. Miyazaki, S. Miura, M. Iwakuma
2 . 発表標題 Experimental Evaluation of Current Distribution in Three-Strand Transposed Parallel Conductors Composed of REBCO Superconducting Tapes
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 27 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 K. Noda, H. Sasa, H. Miyazaki, S. Miura, T. Yoshida, T. Sasayama, M. Iwakuma, A. Kawagoe, T. Izumi, M. Konno, Y. Sasamori, H. Honda, Y. Hase, M. Shutoh
2 . 発表標題 Estimation of Ac loss for a high-power density 10 MW REBCO superconducting synchronous generator cooled by sub-cooled liquid nitrogen
3 . 学会等名 International Symposium on Superconductivity 2021 (国際学会)
4 . 発表年 2021年

1 . 発表者名 中村 亮太, 佐々 滉太, 吉田 敬
2 . 発表標題 電気推進航空機用の超伝導誘導モータにおける出力密度のヨーク厚み依存性
3 . 学会等名 2021年度(第74回)電気・情報関係学会九州支部連合大会
4 . 発表年 2021年

1. 発表者名 城間 洋人, 中村 亮太, 佐々 滉太, 吉田 敬
2. 発表標題 超伝導誘導モータにおける出力密度のコイルピッチ依存性
3. 学会等名 令和4年電気学会全国大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Koudai Jingami, Wataru Akaike, Koichi Yoshida, Hiromasa Sasa, Shun Miura, Hiroshi Miyazaki, Masataka Iwakuma
2. 発表標題 AC loss characteristics of stacked REBCO double pancake coils cooled by liquid nitrogen
3. 学会等名 ASC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hiromasa Sasa, Hiroshi Miyazaki, Shun Miura, Koichi Yoshida, Seiki Sato, Yuuta Okade, Isamu Sagara, Masataka Iwakuma, Masayuki Konno, Yoshiji Hase, Yuichiro Sasamori, Hirokazu Hirai, Shinya Hasuo, Teruo Izumi
2. 発表標題 Electromagnetic Design of a 400 kW REBCO Fully Superconducting Synchronous Motor for Airplane by Finite Element Method Analysis
3. 学会等名 ASC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 M. Iwakuma, H. Miyazaki, S. Miura, H. Sasa, K. Yoshida, S. Sato, I. Sagara, Y. Hase, M. Konno, Y. Sasamori, H. Honda, T. Okabe, H. Hirai, S. Lee, S. Hasuo, M. Nakamura, N. Mido, K. Adachi, K. Shiohara, T. Izumi, A. Kawagoe, M. Deki, H. Amano, Y. Kawaguchi, T. Yamasaki
2. 発表標題 High efficiency and high power electric propulsion system for airplane by superconductivity: Development of a REBCO fully superconducting motor and cooling system
3. 学会等名 ASC2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 公文 麻人, 増田 陽平, 三浦 峻, 宮崎 寛史, 吉田 幸市, 佐藤 誠樹, 佐々 滉太, 岩熊 成卓
2. 発表標題 転位並列導体で構成した全超伝導回転機の電機子コイル向けREBCOレーストラック型ダブルパンケーキコイルにおける均流化コンセプトの実験的評価
3. 学会等名 2022年度秋季低温工学・超電導学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山崎 亮斗, 岡出 祐汰, 宮崎 寛史, 吉田 幸市, 佐々 滉太, 三浦 峻, 岩熊 成卓
2. 発表標題 REBCO超伝導線材による台形コイルを組み合わせた超伝導誘導モータの電磁解析
3. 学会等名 2022年度秋季低温工学・超電導学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高島 敦史, 宮崎 寛史, 川越 明史, 三浦 峻, 吉田 幸市, 佐藤 誠樹, 佐々 滉太, 岩熊 成卓
2. 発表標題 大小2種類のREBCOダブルパンケーキコイルを組み合わせた電機子コイルの電流分流特性
3. 学会等名 2023年度春季低温工学・超電導学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 藏原昂平, 佐々滉太, 吉田敬
2. 発表標題 全節巻き及び 150 度短節巻き超伝導誘導モータの出力密度の比較検討
3. 学会等名 2023年度(第76回)電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 増田陽平, 中村一稀, 三浦 峻, 宮崎寛史, 川越明史, 吉田幸市, 佐藤誠樹, 佐々滉太, 岩熊成卓
2. 発表標題 4 本並列導体を用いた REBCO 電機子コイルにおける三相通電時の電流分流率の実験的評価
3. 学会等名 2023年度(第76回)電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 片岡小春, 高島敦史, 宮崎寛史, 川越明史, 三浦 峻, 吉田幸市, 佐藤誠樹, 佐々滉太, 岩熊成卓
2. 発表標題 並列導体を用いた 2 種類のレーストラックコイルで構成された電機子コイルの電流分流特性
3. 学会等名 2023年度(第76回)電気・情報関係学会九州支部連合大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 A. Takashima, H. Miyazaki, S. Miura, K. Yoshida, S. Sato, H. Sasa, M. Iwakuma
2. 発表標題 Current Distribution in Armature Coils Comprising Two Sizes of Racetrack Double-Pancakes with REBCO Striated Tapes
3. 学会等名 International Conference on Magnet Technology 28 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 R. Oishi, K. Jingami, H. Miyazaki, M. Iwakuma, K. Yoshida, S. Miura, H. Sasa, M. Daibo, S. Fujita
2. 発表標題 Evaluation of the AC loss characteristics of multifilamentary REBCO tapes by the mechanical scratching of MgO ₂ areas
3. 学会等名 International Conference on Magnet Technology 28 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1 . 発表者名 Y. Emori, H. Miyazaki, S. Miura, H. Sasa, M. Iwakuma
2 . 発表標題 Electromagnetic design of a REBCO four-pole full-pitched armature coil composed of trapezoidal windings for fully superconducting synchronous motors
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 28 (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 M. Tsumori, R. Yamasaki, Y. Okade, H. Miyazaki, S. Miura, H. Sasa, K. Yoshida, M. Iwakuma
2 . 発表標題 Effectiveness of REBCO Trapezoidal Armature Coils Used in Superconducting Induction Motors
3 . 学会等名 International Conference on Magnet Technology 28 (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 Hiromasa Sasa, Koudai Jingami, Ryoma Oishi, Shun Miura, Hiroshi Miyazaki, Masataka Iwakuma
2 . 発表標題 Estimation Method of AC Loss of REBCO Superconducting Tapes in AC+DC Field for Field Windings in Fully Superconducting Synchronous Machine for Electric Aircraft
3 . 学会等名 International Symposium on Superconductivity 2023 (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1 . 発表者名 M. Iwakuma, H. Miyazaki, S. Miura, H. Sasa, S. Sato, K. Yoshida, Y. Suzuki, I. Sagara, Y. Hase, M. Konno, M. Ohaku, C. Ikeda, H. Honda, Y. Sasamori, T. Izumi, T. Machi, H. Hirose, S. Lee, S. Hasuo, M. Nakamura, H. Hirai, N. Midoh, K. Adachi, Y. Aoki, K. Shiohara, H. Kasahara
2 . 発表標題 Development of Fully Superconducting Propulsion System for Aircraft with REBCO Tapes
3 . 学会等名 International Symposium on Superconductivity 2023 (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2023年

1. 発表者名 Kaiji Uriu, Masataka Iwakuma, Hiroshi Miyazaki, Shun Miura, Hiromasa Sasa
2. 発表標題 Electromagnetic design for high power density of fully superconducting synchronous motor with through-shaft type field coil for electric aircraft
3. 学会等名 International Symposium on Superconductivity 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐々 滉太, 三浦 峻, 宮崎 寛史, 岩熊 成卓
2. 発表標題 交流損失予測に基づく電磁界・熱連成解析による電動航空機用REBCO全超伝導同期機的设计
3. 学会等名 2023年度秋季低温工学・超電導学会
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	岩熊 成卓 (Iwakuma Masataka)		
研究協力者	宮崎 寛史 (Miyazaki Hiroshi)		
研究協力者	三浦 峻 (Miura Shun)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------