

機関番号：13904

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2008～2010

課題番号：20686020

研究課題名（和文）

運転条件を考慮した低損失銀シース高温超電導線材の電磁設計指針の構築

研究課題名（英文）

Functional Design for Ag-Sheathed High-Tc Superconducting Wires with Low AC Losses

研究代表者

稲田 亮史（INADA RYOJI）

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教

研究者番号：30345954

研究成果の概要（和文）：本研究では、銀シースビスマス系高温超電導線材の交流損失低減に向けて、高抵抗材料をバリア層として超電導芯間に導入した低損失線材（バリア線材）の高性能化を目的とした。超電導特性への影響が少ない Ca_2CuO_3 と SrZrO_3 をバリア材とし、ツイスト（撚り線）構造と複合化した線材について、通電特性および線材面に平行・垂直な横磁界下での損失特性を 77 K にて評価した。特に、 SrZrO_3 をバリア材とした線材において、超電導体形成に必要な焼成時におけるバリア層の連続性低下は殆どなく、50 Hz, 50 mT の平行横磁界下での損失は、完全に芯間結合した場合の 1/5 程度と大幅に低減できた。更に、線幅・ツイスト長の狭小化と SrZrO_3 バリアの導入厚の調整により、 $J_c > 12 \text{ kA/cm}^2$ を維持した上で、垂直磁界下において芯間電磁結合が生じる目安となる結合周波数 f_c を 250 Hz 以上に向上することに初めて成功し、50 Hz, 50 mT での垂直磁界損失を結合時の 1/2 程度に低減することができた。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study is development of Ag-sheathed bismuth-based (Bi2223) high- T_c superconducting tapes with low-AC loss by introducing interfilamentary oxide resistive barriers. Both Ca_2CuO_3 and SrZrO_3 have little side effect of transport property of a Bi2223 tape, SrZrO_3 is more effective to increase matrix resistivity and also to suppress the interfilamentary electromagnetic coupling under an AC external field. By controlling geometrical parameter of a tape with oxide barriers, AC losses (50 Hz, 50 mT) at 77 K are reduced by 20% in a parallel transverse field while by 50% in a perpendicular field, compared with a conventional Bi2223 tape with fully coupled filaments.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	10,400,000	3,120,000	13,520,000
2009年度	3,800,000	1,140,000	4,940,000
2010年度	3,100,000	930,000	4,030,000
年度			
年度			
総計	17,300,000	5,190,000	22,490,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電力工学・電力変換・電気機器

キーワード：高温超電導線材，交流損失，高抵抗バリア，ツイスト構造，結合周波数

1. 研究開始当初の背景

臨界温度 110 K を有するビスマス系酸化物超電導体を銀母材に埋め込んだ構造を有する銀シース高温超電導線材は、液体窒素温度

(77 K) において良好な超電導特性を有し、km 級の長尺量産技術が確立している線材である。また、線材性能の向上に関する研究と並行して、銀シース線材を用いた送電ケーブル

ル、モーター、変圧器等のプロトタイプ機器の試作・性能評価も国内外において精力的に進められている。しかしながら、各試作機器の交流損失は目標値の数倍以上と非常に大きく、実用に向けては、線材の電流輸送特性（臨界電流密度 J_c ）の向上だけでなく、線材自身の交流損失を少なくとも現状の 1/4~1/5 程度に低減するための技術開発が必要不可欠とされているが、具体的な方策は殆ど確立していないのが現状である。

2. 研究の目的

銀シース線材は、一般に断面扁平率が 10~20 程度のテープ形状を有しているため、交流外部磁界下の低損失化には、線材に対する印加磁界方向を考慮に入れた、超電導芯間の高横断抵抗化と線材構造制御（芯寸法、線幅、ツイスト長、等）が必要となる。本研究では、芯間に酸化物を高抵抗バリアとして導入した低損失線材（バリア線材）を作製し、バリア導入に伴う線材の電流輸送特性（臨界電流特性）の劣化抑制に向けた要素技術を確認すると共に、様々な運転電磁環境下（特に外部磁界方向）において、既存線材の 1/4~1/5 程度に損失を低減するための方策を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

本研究は、バリア線材の電磁性能向上（高臨界電流密度化+低交流損失化）に向けた要素技術開発を最終目的としており、その実現に向けて、以下の研究を実施した。

- (1) 超電導特性の劣化抑制に向けた酸化物バリア材の選択（平成 20 年度）
- (2) 臨界電流特性抑制に向けたバリア線材作製プロセスの検討（平成 20~21 年度）
- (3) 線材幅広面に平行な横磁界下でのバリア線材の交流特性評価（平成 20~21 年度）
- (4) 線材幅広面に垂直な横磁界下でのバリア線材の交流特性評価（平成 21~22 年度）

(1)では、様々な酸化物を高抵抗バリア材として超電導芯間に導入した銀シース線材を作製し、焼成時における超電導相の形成や、不純物相生成の相互比較を行い、超電導特性の劣化抑制に向けた酸化物バリア材の選択に関する検討を行う。

(2)では、線材化した際の臨界電流特性の劣化抑制・線材長に渡る均質性（単長 1 m 程度）向上に向けて、線材作製時の酸化物バリア材の導入厚さや細線化・圧延加工条件、焼成条件の最適化を図る。

(3)では、送電ケーブル応用において問題となる、線材幅広面に平行な横磁界下での損失低減に向けて、超電導芯を撚り線（ツイスト）構造としたバリア線材を作製し、非バリア線材との比較を通して、50 Hz 近傍での損失低

減効果を実験的に評価する。

(4)では、変圧器・モーター等の巻線応用において問題とされている、線材幅広面に垂直な横磁界下での損失低減に向けて、ツイストバリア複合線材の形状パラメータ（ツイスト長、線幅、等）と 50 Hz 近傍での損失低減効果との関連性を系統的に評価する。

4. 研究成果

(1)に関して、バリア材として導入する酸化物として、 Ca_2CuO_3 、 SrZrO_3 、 Al_2O_3 および CuO を選択し、これらを塗付法により多芯化の段階で導入し細線化、圧延によるテープ化および焼成を経て線材を作製した（図 1）。得られた試料線材に対し、組織観察および X 線回折測定を行い、超電導芯内での相同定および不純物の残留傾向を非バリア線材と比較した。 Ca_2CuO_3 および SrZrO_3 をバリア材として導入した場合は、完成試料において良好な超電導相が形成されており、不純物の残留も非バリア線材と同程度であったが（図 2(a)), Al_2O_3 および CuO バリアを導入した場合は、焼成時に芯内に粗大な不純物相が生成し（図 2(b)), 焼成による超電導相の生成率もやや低い値であった。結果として、 Al_2O_3 および CuO バリア線材の J_c (77 K, 自己磁界下) は 10 kA/cm^2 程度に留まり、 Ca_2CuO_3 および SrZrO_3 バリア線材 ($J_c \sim 20 \text{ kA/cm}^2$) と比較して著しく低い値となった。

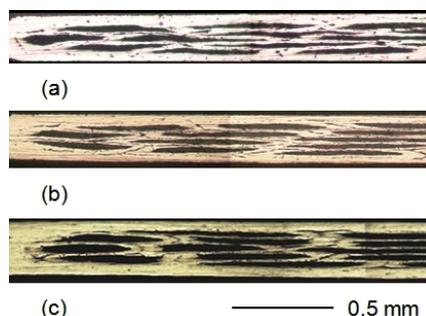


図 1 バリア線材の横断面写真 (a) Ca_2CuO_3 バリア, (b) SrZrO_3 バリア, (c) Al_2O_3 バリア

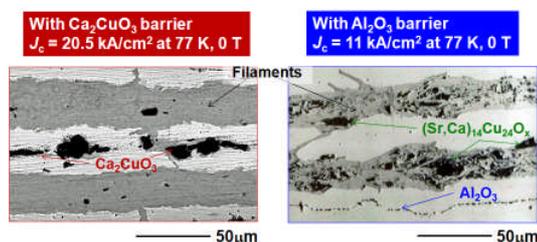


図 2 バリア線材の長手断面 SEM 像 (左) Ca_2CuO_3 バリア, (右) Al_2O_3 バリア

この結果を考慮し、(2)では Ca_2CuO_3 および SrZrO_3 バリア線材において、単長 1 m 程度の線材での電流輸送特性及びその均質性向上に関する作製プロセスを検討した。どちらのバリア材も単体では加工性に難があるため、

$\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_x$ (Bi2212) を 15~20wt% 混合し、加工性の改善を試みた。また、線材作製時のバリア導入厚の調整、細線および圧延加工条件、焼成条件 (温度・時間) の適正化に注力した。結果として、どちらのバリア材を用いた場合においても、線材長全域において 18~22 kA/cm^2 (77K, 自己磁界下) の J_c を有するバリア線材を再現性良く作製することができた (図 3)。同一工程で作製した非バリア線材の J_c が 22~24 kA/cm^2 程度であり、バリア導入に伴う電流輸送特性の低下を 20% 以内に抑制することができた。

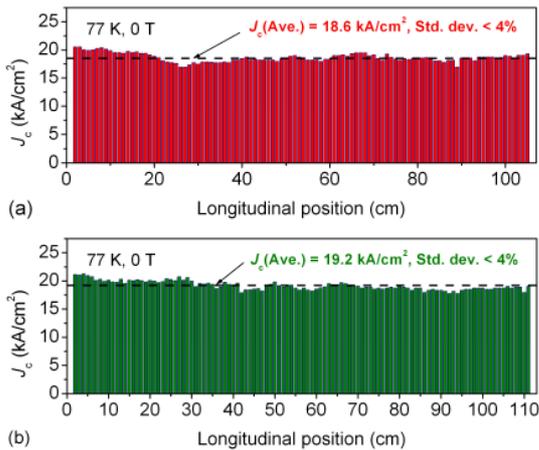


図 3 1m 長バリア線材の長手方向 J_c 分布 (測定間隔: 1 cm, 電界基準: 1 $\mu\text{V/cm}$) (a) Ca_2CuO_3 バリア, (b) SrZrO_3 バリア

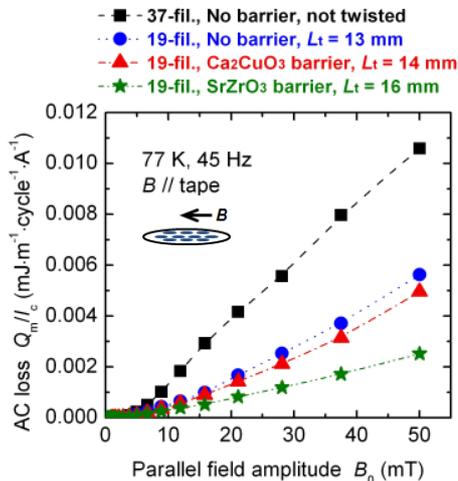


図 4 平行横磁界下 (45 Hz) での損失の印加磁界振幅依存性の比較

(3)および(4)では、バリア導入による損失低減効果を検証するため、超電導芯を撚り線 (ツイスト) 構造とした上で、 Ca_2CuO_3 および SrZrO_3 バリア (Bi2212 を 15~20wt% 混合) を導入した線材を作製した。まず(3)において、ツイスト長 L_t を 15 mm 程度とし、ケーブル応用において重要となる線材幅広面に対して平行な横磁界下での交流損失特性を測定し、非バリア線材と比較した (図 4)。 Ca_2CuO_3 バ

リアーツィスト線材 ($J_c = 17\sim 18 \text{ kA/cm}^2$) においては、バリアを導入していない非ツイスト線材と比較して、50~60% 程度の損失低減効果が得られていたが、ツイストを施した非バリア線材と比較して顕著な交流特性の改善は得られなかった。一方、 SrZrO_3 バリアーツィスト線材は、通電特性は前者よりやや低いが ($J_c = 14\sim 15 \text{ kA/cm}^2$)、完成試料においてもバリア層の連続性が保持されており、非バリア・非ツイスト線材と比較して 80% 程度、ツイストを施した非バリア線材と比較しても 30~50% 程度と顕著な損失低減効果が得られた。損失の周波数依存性から試料間で横断抵抗率 ρ_t を相対比較した結果、 SrZrO_3 バリア線材は非バリア線材と比較して 15~20 倍程度、 Ca_2CuO_3 バリア線材と比較して 7~8 倍程度高い ρ_t を有することが示唆された。本成果は、低損失ケーブル開発に向けた重要な要素技術の一つになり得ると期待される。

本結果を踏まえて、巻線応用において重要となる線材幅広面に垂直な横磁界下での SrZrO_3 バリアーツィスト線材の交流特性を評価した。 $L_t = 16 \text{ mm}$ の線材では、先述した平行横磁界下の場合とは異なり、50 Hz 近傍における垂直横磁界下での損失低減効果は殆ど得られなかった。損失の周波数依存性から、本線材の垂直磁界下での結合周波数 $f_c (= 1/2\pi\tau_c, \tau_c: \text{結合時定数})$ は 25 Hz 程度と見積もられ、50 Hz 近傍での損失低減効果を得るためには、バリア材の導入と L_t の狭小化によって、 f_c を少なくとも 100 Hz 以上に向上させる必要があることが確認された。検証実験を行った結果、 $L_t < 10 \text{ mm}$ とすることで $f_c > 100 \text{ Hz}$ に向上し、 $L_t = 5\sim 6 \text{ mm}$ において約 400 Hz の f_c を得ることができたが、 $L_t < 10 \text{ mm}$ とした際にシース材の破損や超電導芯の平坦性が低下し、 J_c は数 kA/cm^2 と大きく低下する問題が生じた (図 5)。

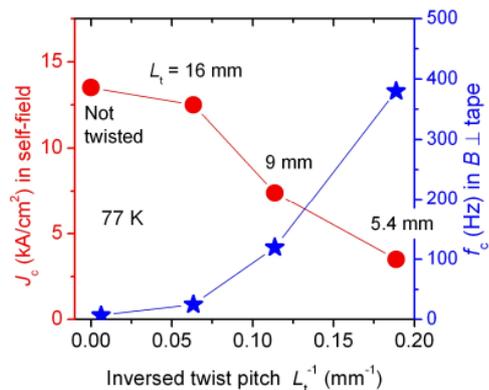


図 5 SrZrO_3 バリア線材の J_c および f_c (垂直横磁界下) のツイスト長依存性

この問題の解決に向けて、①作製時のバリア導入厚の調整、②線幅低減 (3mm 以下) による超電導芯の断線抑制、③ツイスト加工時の中間熱処理の導入、等の改善を試みた。そ

の結果、 $J_c > 12 \text{ kA/cm}^2$ (77K, 自己磁界下) と、 $f_c = 260 \text{ Hz}$ (垂直横磁界下) の同時達成に国内外を通じて初めて成功した。本成果は、銀シース線材の交流機器への適応可能性を拡充する上で極めて重要である。これを反映して、 50 Hz ・垂直磁界下での損失は、 $10\sim 50 \text{ mT}$ において同一寸法でフィラメント間が完全に電磁結合している場合と比較して $40\sim 50\%$ 程度、市販線材と同様な 4 mm 幅線材と比較して $55\sim 65\%$ 程度低減されていることを実証した (図 6)。電磁気学的考察に基づき、本線材の損失発生メカニズムを考察した結果、更なる f_c 向上 ($> 400 \text{ Hz}$) と高 J_c 化 ($> 20 \text{ kA/cm}^2$) の両立により、 $100\sim 200 \text{ mT}$ 程度の高磁界域においても同等以上の損失低減が実現できる可能性が示された。

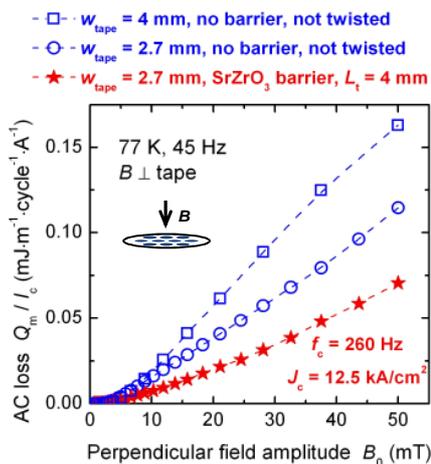


図 6 垂直横磁界下 (45 Hz) での損失の印加磁界振幅依存性の比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

※ 研究代表者本人が第一著者の論文あるいは登壇者の学会発表のみ記載

[雑誌論文 (第一著者分のみ)] (計18件)

- (1) R. Inada, Y. Okumura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Study for AC loss reduction in Bi2223 tapes by introducing oxide barriers, Journal of Superconductivity and Novel Magnetism, 査読有, 24, 2010, 1027-1032.
- (2) R. Inada, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Progress in reducing AC magnetization loss of Bi2223/Ag tapes by introducing interfilamentary oxide barriers, Progress in Natural Science: Materials International, 査読有, 20, 2010, 104-110.
- (3) R. Inada, T. Makihara, Y. Araki, S. Baba, Y. Nakamura, A. Oota, S. Sakamoto, C.S. Li, P.X. Zhang, Non-destructive evaluation of longitudinal uniformity for twisted Bi2223 tapes using scanning Hall-probe microscopy, Physica C, 査読有, 470, 2010, 1392-1396.

- (4) R. Inada, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Development of low-loss (Bi,Pb)-2223 tapes with interfilamentary resistive barriers, Advances in Science and Technology, 査読有, 75, 2010, 181-186.
- (5) 稲田亮史, Bi2223線材の低交流損失化技術の現状と展望, 超電導コミュニケーションズ, 査読無, Vol.19(2), 2010, 7-9.
- (6) R. Inada, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Interfilamentary coupling properties of Bi2223/Ag tapes with oxide barriers subjected to AC perpendicular magnetic field, Physica C, 査読有, 470, 2010, 20-24.
- (7) R. Inada, Y. Mitsuno, S. Baba, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, AC loss reduction in Bi2223 tapes with interfilamentary oxide barrier, Transactions of the Material Research Society of Japan, 査読有, 34, 2009, 561-564.
- (8) R. Inada, Y. Mitsuno, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Reduction of AC losses in Bi2223 tapes with interfilamentary oxide barriers, Physica C, 査読有, 469, 2009, 1500-1504.
- (9) R. Inada, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Fabrication and characterization of Bi2223 tapes with interfilamentary SrZrO₃+Bi2212 barriers for AC loss reduction, Superconductor Science and Technology, 査読有, 22, 2009, 085014.
- (10) R. Inada, Y. Mitsuno, K. Soguchi, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Reduction of AC losses in Bi-2223 tapes by introducing interfilamentary oxide barriers, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 査読有, 19, 2009, 3018-3021.
- (11) R. Inada, Y. Fukumoto, Y. Mitsuno, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Fabrication and characterization of Bi2223 tapes with Al₂O₃ barriers for reduction of AC losses, Physica C, 査読有, 468, 2008, 1756-1759.
- (12) R. Inada, Y. Mitsuno, K. Soguchi, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, AC loss properties in Bi2223 multifilamentary tapes with enhanced transverse resistivity by introducing oxide barriers, Material Research Society Symposium Proceedings, 査読有, 1099E, 2008, 1099-II04-07.
- (13) R. Inada, Advancement of Superconducting Material Technology - Advancements of low AC loss technology of Bi-2223 wire -, Superconductivity Web21 Summer, 査読無, 2008, 25-27.
- (14) 稲田亮史, 光野克紀, 荘口和真, 中村雄一, 太田昭男, 張平祥, バリア入り Bi2223多芯線材の作製と交流損失特性, 低温工学, 査読有, 43巻, 2008, 252-259.
- (15) R. Inada, Y. Fukumoto, T. Yasunami, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, AC loss characteristics in Bi2223/Ag tapes with

interfilamentary oxide barriers for filament decoupling, IEEE Transactions on Applied Superconductivity, 査読有, 18, 2008, 1163-1166.

- (16) R. Inada, Y. Nakamura, A. Oota, Numerical analysis for AC losses in single-layer cables composed of rectangular superconducting strips with various lateral J_c distributions, Journal of Physics Conference Series, 査読有, 97, 2008, 012324.
- (17) R. Inada, Y. Fukumoto, T. Yasunami, Y. Mitsuno, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Fabrication and characterization of Bi2223/Ag tapes with interfilamentary oxide barriers for reducing AC losses, Journal of Physics Conference Series, 査読有, 97, 2008, 012065.
- (18) 稲田亮史, 特集: 超電導材料技術の進展「Bi2223線の低交流損失化技術の進展」, 超電導Web21 2008年4月号, 査読無, 2008, 10-11.

※ 他7件 (共著者として)

[学会発表 (登壇者分のみ)] (計 29 件)

- (1) 稲田亮史, 大津良介, 合田武史, 太田昭男, 両面曲げを施した DI-BSCCO 線材の残留磁界分布の評価, 平成 23 年電気学会全国大会, 2011 年 3 月 18 日, 大阪大学.
- (2) 稲田亮史, 奥村康裕, 太田昭男, 李成山, 張平祥, Bi2223 バリア線材の交流垂直磁界下でのフィラメント間結合特性の評価, 第 83 回 2010 年度秋季低温工学・超電導学会, 2010 年 12 月 1 日, 鹿児島県民交流センター.
- (3) R. Inada, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, A progress in reducing AC magnetization loss of Bi2223/Ag tapes by introducing interfilamentary oxide barriers (Invited), The 11th IUMRS International Conference in Asia (IUMRS-ICA 2010), 2010 年 9 月 28 日, Qingdao, China.
- (4) 稲田亮史, 馬場翔平, 太田昭男, 坂元周作, 走査ホール素子磁気顕微鏡による市販 Bi2223 線材の残留磁界分布の評価, 平成 22 年度電気関係学会東海支部連合大会, 2010 年 8 月 31 日, 中部大学.
- (5) R. Inada, S. Baba, T. Makihara, R. Ohtsu, S. Sakamoto, A. Oota, Excellent longitudinal uniformity of commercial Bi2223 tapes characterized by scanning Hall-probe microscopy, Applied Superconductivity Conference (ASC 2010), 2010 年 8 月 4 日, Washington D.C., USA.
- (6) R. Inada, Y. Okumura, T. Makihara, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Progress in reducing AC losses of Bi2223 tapes with interfilamentary resistive barriers, Applied Superconductivity Conference (ASC 2010), 2010 年 8 月 3 日, Washington D.C., USA.
- (7) R. Inada, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Development of low-loss (Bi,Pb)-2223 tapes with interfilamentary resistive barriers, International Conferences on Modern Materials & Technology (CIMTEC 2010) - 5th Forum on New Materials, 2010 年 6 月 16 日, Montecatini Terme, Italy.
- (8) 稲田亮史, 奥村康裕, 牧原知秀, 太田昭男, 李成山, 張平祥, バリア入り Bi2223 線材における垂直磁界下での交流損失低減化, 第 82 回 2010 年度春季低温工学・超電導学会, 2010 年 5 月 12 日, 川崎市産業振興会館.
- (9) R. Inada, A. Oota, Numerical study for AC losses in single-layer cable models composed of superconducting strips with various lateral J_c distributions, First International Workshop on HTS Modeling, 2010 年 5 月 6 日, Lausanne, Switzerland.
- (10) R. Inada, Y. Okumura, T. Makihara, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Study for AC loss reduction in Bi2223 tapes by introducing oxide barriers, International Conference on Superconductivity and Magnetism (ICSM 2010), 2010 年 4 月 27 日, Antalya, Turkey.
- (11) 稲田亮史, 馬場翔平, 牧原知秀, 中村雄一, 太田昭男, 坂元周作, 走査ホール素子顕微鏡による DI-BSCCO 線材の残留磁界分布測定, 2010 年 3 月 19 日, 平成 22 年電気学会全国大会, 明治大学.
- (12) 稲田亮史, 奥村康裕, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, 酸化バリヤを導入した低損失 Bi2223 線材の作製と評価, 2010 年 (平成 22 年) 春季第 57 回応用物理学関係連合講演会, 2010 年 3 月 18 日, 東海大学.
- (13) 稲田亮史, 田中洋介, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, 高抵抗銀合金シース Bi2223 線材の交流垂直磁界下におけるフィラメント間結合特性, 第 81 回 2009 年度秋季低温工学・超電導学会, 2009 年 11 月 18 日, 岡山大学.
- (14) R. Inada, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Comparison of AC loss characteristics for Bi2223 tapes with resistive Ag-alloy or oxide barrier, 22th International Symposium on Superconductivity (ISS 2009), 2009 年 11 月 3 日, Tsukuba, Japan.
- (15) R. Inada, T. Makihara, S. Baba, Y. Nakamura, A. Oota, S. Sakamoto, C.S. Li, P.X. Zhang, Non-destructive evaluation of longitudinal uniformity for twisted Bi2223 tapes using scanning Hall-probe microscopy, 22th International Symposium on Superconductivity (ISS 2009), 2009 年 11 月 3 日, Tsukuba, Japan.
- (16) R. Inada, S. Baba, T. Makihara, Y. Nakamura, A. Oota, S. Sakamoto, C.S. Li, P.X. Zhang, Evaluation of remanent field distributions on Bi2223 tapes with oxide barriers by using scanning Hall-probe microscopy, 9th European Conference on Applied

- Superconductivity (EUCAS 2009), 2009年9月17日, Dresden, Germany.
- (17) R. Inada, Y. Mitsuno, K. Soguchi, Y. Tanaka, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, AC magnetization losses under perpendicular field for twisted Bi2223 tapes with enhanced interfilamentary resistivity, 9th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS 2009), 2009年9月16日, Dresden, Germany.
- (18) 稲田亮史, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, 酸化物バリアを導入した Bi2223 ツイスト線材の交流垂直磁界下における芯間結合特性, 平成 21 年度電気関係学会東海支部連合大会, 2009年9月10日, 愛知工業大学.
- (19) 稲田亮史, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, 交流垂直磁界下における Bi2223 バリア線材のフィラメント間結合特性の評価, 2009年秋季第70回応用物理学会学術講演会, 2009年9月9日, 富山大学.
- (20) 稲田亮史, 光野克紀, 荘口和真, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, Ag-Au合金を母材とする Bi2223 線材およびバリア入り Bi2223 線材の交流損失特性, 第80回2009年度春季低温工学・超電導学会, 2009年5月13日, 早稲田大学.
- (21) 稲田亮史, 光野克紀, 馬場翔平, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, 酸化物バリアを導入した Bi2223 多芯ツイスト線材の垂直磁界下での交流損失特性, 平成 21 年電気学会全国大会, 2009年3月19日, 北海道大学.
- (22) R. Inada, Y. Mitsuno, K. Soguchi, Y. Araki, S. Baba, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, AC loss reduction in Bi2223 tapes with interfilamentary oxide barriers, The IUMRS International Conference in Asia 2008 (IUMRS-ICA 2008), 2008年12月11日, Nagoya, Japan.
- (23) 稲田亮史, 荘口和真, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, 母材抵抗率の向上が Bi2223 ツイスト線材の交流損失特性におよぼす影響, 第79回2008年秋季低温工学・超電導学会, 2008年11月13日, 高知市文化プラザ.
- (24) 稲田亮史, 馬場翔平, 荒木優次, 光野克紀, 中村雄一, 太田昭男, 坂元周作, 李成山, 張平祥, 走査ホール素子顕微鏡による Bi2223 バリア線材の残留磁界分布の評価, 第79回2008年秋季低温工学・超電導学会, 2008年11月13日, 高知市文化プラザ.
- (25) R. Inada, K. Soguchi, Y. Mitsuno, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, AC loss characteristics in twisted Bi2223 multifilamentary tapes with enhanced matrix resistivity, 21th International Symposium on Superconductivity (ISS 2008), 2008年10月28日, Tsukuba, Japan.
- (26) R. Inada, Y. Mitsuno, K. Soguchi, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Reduction of AC losses in Bi2223 tapes with

- interfilamentary oxide barriers, 21th International Symposium on Superconductivity (ISS 2008), 2008年10月28日, Tsukuba, Japan.
- (27) 稲田亮史, 荒木優次, 光野克紀, 馬場翔平, 中村雄一, 太田昭男, 坂元周作, 李成山, 張平祥, 走査ホール素子顕微鏡を用いた Bi2223 バリア線材の残留磁界分布の評価, 平成 20 年度電気関係学会東海支部連合大会, 2008年9月18日, 愛知県立大学.
- (28) R. Inada, Y. Mitsuno, K. Soguchi, Y. Nakamura, A. Oota, C.S. Li, P.X. Zhang, Reduction of AC losses in Bi2223 tapes by introducing interfilamentary oxide barriers, Applied Superconductivity Conference (ASC 2008), 2008年8月18日, Chicago, IL, USA
- (29) 稲田亮史, 光野克紀, 荘口和真, 中村雄一, 太田昭男, 李成山, 張平祥, フィラメント間バリアを有する Bi2223 ツイスト線材の交流損失特性, 第78回2008年春季低温工学・超電導学会, 2008年5月26日, 明星大学.

※ 他 24 件 (共著者として)

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.super.ee.tut.ac.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

稲田 亮史 (INADA RYOJI)

豊橋技術科学大学・大学院工学研究科・助教
研究者番号：30345954

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし