

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 8 日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22157

研究課題名（和文）電気エネルギー輸送用超伝導薄膜線材の欠陥部位へのパッチ補修法の開発

研究課題名（英文）Development of defect repair method of superconducting film with damage of scratch

研究代表者

寺西 亮（Teranishi, Ryo）

九州大学・工学研究院・教授

研究者番号：70415941

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：GdBa₂Cu₃O_y(GdBCO)超伝導体は、液体窒素冷却により電気抵抗なく電力エネルギーを輸送できる高効率輸送材料として期待されている。本研究では、薄膜線材を長尺で作製する際に超伝導層にごく僅かな欠陥が生じた場合に、欠陥部位に同じ超伝導体からなるパッチを貼って接合し、局所的に結晶配向を補修する技術開発に挑戦した。

その結果、GdBCO薄膜線材を接合する際の重要な組織制御因子として熱処理時の機械的圧力・接合温度・酸素分圧があることを明らかとし、3カ年の研究期間においてこれら3つの因子が組織に及ぼす影響を調査して、接合部において高い結晶配向した組織を得るための条件を明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、GdBCO超伝導薄膜線材を高い結晶配向で接合するための条件を明らかにすることができた。得られた成果は、超伝導線材に生じた極微小な欠陥部位を局所的に補修する技術に展開することができ、これまで欠陥部位で線材を切断していたがその必要がなくなるため長尺線材の作製において歩留まりが飛躍的に向上するものと期待され、高性能な線材を量産供給することによる超伝導技術の普及への一助となる。

研究成果の概要（英文）：GdBa₂Cu₃O_y(GdBCO) superconducting tape has high critical temperature above 90 K and high critical current at liquid nitrogen temperature, so the tape has been expected to operate as long length wires. Nevertheless, devices using the tapes have not been commercialized yet, due to the difficulty for fabricating long length tapes. If a very small number of defects are found in the superconducting layer, the current value at the defect becomes the upper limit of the current value of the total length of the wire, and it is necessary to cut the wire at the defective part. In this study, superconducting joints of GdBCO tapes were prepared for the purpose of partially repairing the defective part.

As results, we found important factors to join superconducting layer with high crystal orientation; heat-treatment temperature of jointing, mechanical pressure and partial pressure of oxygen during heat-treatment. Finally, we found optimum condition to join the tapes with high orientation.

研究分野：機能性無機材料

キーワード：酸化物超伝導 線材 薄膜 結晶配向 接合 熱処理 機械的圧力 微細組織

1. 研究開始当初の背景

REBa₂Cu₃O_y 超伝導体(RE=Y や Gd などの希土類元素)は、安価な液体窒素冷却により電気抵抗なく電力エネルギーを輸送できるため、電気を高効率輸送できる材料として期待される。ところが、本材料のこれら機器への応用は未だ実現できておらず、その主たる理由は長尺線材を量産するのが困難なためである。線材開発はこの 10 年間で大きく進展し、単長で約 1 km 長を得られるまでになった。しかし、コイル化による機器応用には 20-30 km 長の線材が必要とされており、更なる長尺化の技術開発が求められている。線材の長尺化が困難な理由は、厚さが僅か 2 μm 程度の超伝導層を連続して均質に作製することが困難なためである。長手方向の超伝導層にごく僅かの欠陥が入ってしまった場合、その欠陥部位での通電値が線材全長の通電値の上限となり、欠陥の部位で線材を切断する必要がある。歩留まり向上が電力機器開発への鍵である。

上述したように、組織の不均質や欠陥は線材の通電性能を決定する主因子である。もし欠陥の部位を局所的に補修することができれば、これまでの欠陥部位で線材を切断するような必要がなくなり、歩留まりが飛躍的に向上する。

2. 研究の目的

本研究では、薄膜線材の欠陥部位に同じ超伝導体からなるパッチを貼って接合し、局所的に結晶の配向を補修する技術を開発することを目的とする。薄膜に補修用の薄膜を貼り付け、熱処理を施して 2 つの試料界面で固相拡散を促進させて接合し、新たな電流パスを導入する。熱処理においては薄膜成長の知見が重要であり、また得られた組織の微構造を解析し、通電性能の評価と併せて相関を明らかにして、高い結晶配向を有して接合させる条件を明らかにする。

3. 研究の方法

接合試料には、Gd、Ba、Cu の酸化物微結晶を僅かに含む非晶質前駆体が最上層に堆積した GdBCO 線材(GdBCO/CeO₂/LaMnO₃/MgO/Y₂O₃/Hastelloy[®])を用いた。試料 2 枚を 6 mm x 5 mm の領域で対向させて重ね合わせ、重錘式電気炉内に設置して機械的圧力を印加しながら酸素雰囲気中で熱処理して接合体を得た。作製した接合試料は、ピンセットで剥がした後、金属用ハサミを用いて対向部と非対向部に切断して、対向部と非対向部のそれぞれについて XRD 測定を行って生成相を同定した。また、試料接続部の断面組織を透過型電子顕微鏡 (TEM) にて観察し、接合部の表面を光学顕微鏡にて観察して接合面積を算出して接合面積率を求めた。

なお、熱処理温度の影響は、機械的圧力を 40 MPa に固定して印加しながら酸素分圧 1 Pa のもと、973 K~1073 K にてそれぞれ 20 分間熱処理して接合体を得た。機械的圧力の影響は、温度を 1093 K に固定して接合部に機械的圧力を約 1~40 MPa の範囲内で印加するように錘を調整して電気炉上部に乗せ、接合体を得た。そして酸素雰囲気の影響は、酸素分圧を 50、500、5000 Pa と変化させ、接合体を得た。

また、接合した試料を酸素中で 773 K にてアニール処理し、4 端子法にて液体窒素中で接続部の超伝導転移温度(T_c)および臨界電流密度 (J_c) を測定した。

4. 研究成果

4.1 接合熱処理の有用性

Fig. 1 に得られた試料の外観写真を示す。Fig. 1 より幅 6 mm、長さ 5 mm の領域で接合に成功していることが分かる。Fig. 2 (a)に Fig. 1 の接合部から取得した断面 TEM 像を示す。Fig. 2 (a)の接合界面には結晶方位のズレに起因する回折コントラストが存在していることが分かる。また接合界面には接合前の試料表面の凹凸などに起因すると考えられる数百 nm の空隙が確認され

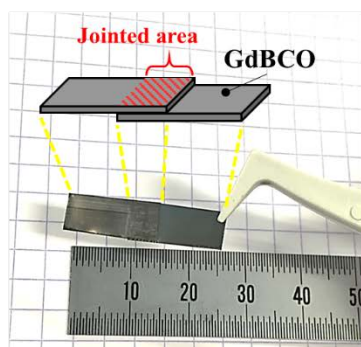


Fig. 1. Photograph of jointed sample.

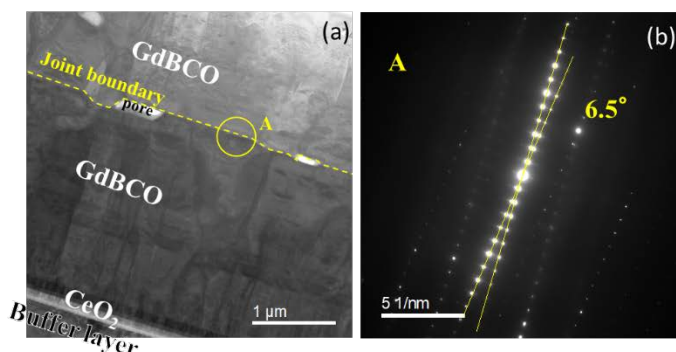


Fig. 2. (a) Cross-sectional TEM image of the jointed area and (b) selected area electron diffraction pattern from A.

るが、ほぼ全域にわたって密着していることが分かった。このことから上下の前駆体膜の間で固相拡散が十分に進行したことが考えられる。Fig. 2 (b)に Fig. 2 (a)の領域 A から取得した制限視野回折図形を示す。Fig. 2 (b)より接合界面において GdBCO が c 軸配向し、その方位ズレは 6.5° であることが確認された。以上より、本手法により GdBCO 線材の前駆体膜の固相拡散を利用して接合できることが明らかとなった。

酸素アニール後の試料接続部における電気抵抗の温度依存性を Fig.3 に示す。抵抗値は温度の低下とともに低下し、94 K から 93 K の間付近で一段階目の急激な低下が観察され、その後、93 K から 90 K にかけて二段階目の低下が観察された。これら二つの段階は、それぞれ線材の非接続部および接続部に起因した抵抗値の変化であると考えられ、90.8 K でゼロ抵抗を示した。同図中に示した得られた試料の外観写真からは、二つの試料が密着性良く接続している様子が観察される。

4.2 機械的圧力の影響

Fig.4 は、接続体の接合部における T_c の圧力依存性を示している。 T_c onset に圧力の依存性は見られず、いずれの圧力においても約 93.5 K でほぼ一定であった。それに対し、 T_c zero は圧力に依存性を示し、印加圧力 (P_L) が 2.5 MPa および 65 MPa ではそれぞれ 92.2 K および 87.9 K であった。これらは ΔT_c が圧力に依存性を示すことを表しており、印加圧力の増加に伴って接合部に低 T_c 相が増加することが示された。

次に、接合部における c 軸方向の J_c (J_c^c と表記) の圧力依存性を Fig.5 に示す。 P_L 印が 2.5 MPa での J_c は約 88 A/cm^2 であるのに対して印加圧力が 65 MPa では約 10 A/cm^2 となり、圧力の増加に伴って J_c は直線的に低下することが示された。圧力増加に伴う J_c 低下は、Fig.4 の結果を考慮すると圧力増加に伴う T_c の低下が原因であると考察される。しかし、 T_c の圧力依存性のみで J_c の直線的な低下を説明することは難しい。そこで、各圧力下で作製した接続体の接合部における生成相を XRD で評価した。

各圧力で作製した接合体を剥がし、接合部の生成相を XRD にて評価した。Fig.6 に示した測定結果からは、 P_L が 2.5 MPa と 30 MPa では下地の GdBCO 相と同等であったが、高圧下では異相 ($\text{Gd}_2\text{BaCuO}_5$ もしくは BaCuO_2) の生成が認められた。また、65 MPa の条件下では異相のピーク強度が相対的に大きくなり、異相が増加していることが分かった。

このことから、圧力増加に伴う J_c の低下は T_c の低下に加えて接合部での異相の生成が原因となっていることが分かり、圧力を増加させると異相の生成量が増加し、その結果 J_c が低下することが示された。

4.3 接合温度および接合時の酸素分圧の影響

まず、接合温度を変化させた場合の GdBCO の分解挙動を調査した。温度 Fig.7 (a), (b), (c) にそれぞれ 993, 1093, 1193 K の各温度で作製した接続試料の対向部の外観写真を示す。993 K では試料は接続しておらず、対向部においても接続の痕跡は観察さ

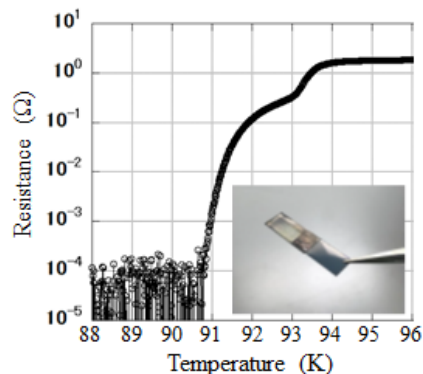


Fig. 3 Temperature dependence of resistance of joined sample. Photograph of the joined sample was shown in the figure.

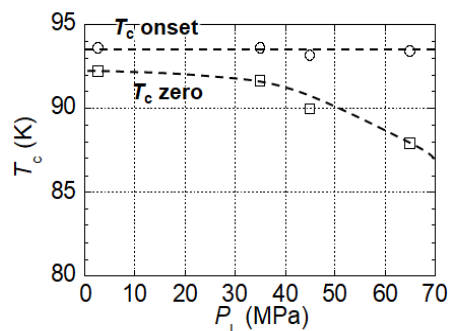


Fig.4 Mechanical pressure dependence of $T_{c \text{ onset}}$ and $T_{c \text{ zero}}$ for the joined samples prepared by various mechanical pressures.

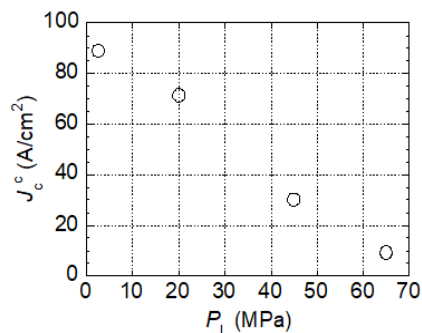


Fig.5 Mechanical pressure dependence of J_c^c for the joined samples prepared by

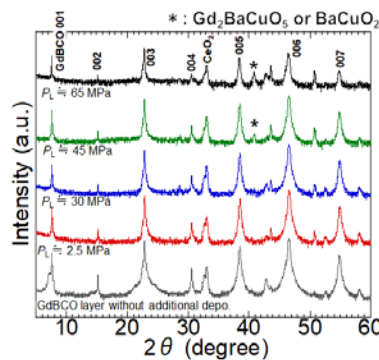


Fig.6 XRD results of the samples prepared by various mechanical pressures.

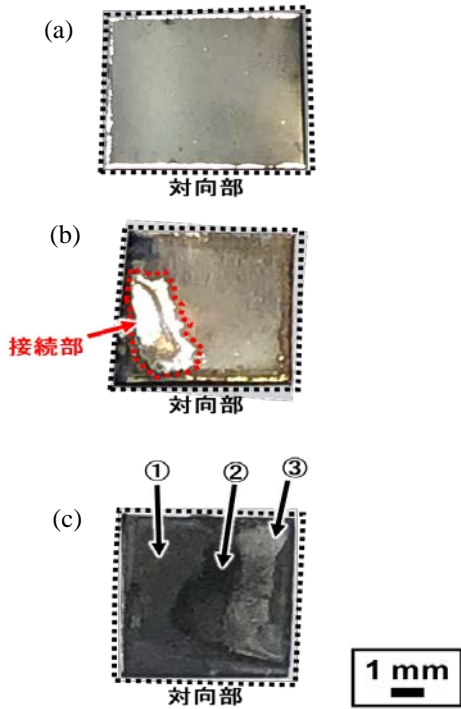


Fig.7 Photographs of film surface after peeled-off of the jointed samples at (a) 993 K, (b) 1093 K, (c) 1193 K.

れなかった。対向部の表面は全体的に黒色を呈しており、光沢があった。1093 K では、試料は接続しており、対向部には接続した痕跡が明瞭に観察された。対向部の内、非接続部の表面は光沢のある黒色で、993 K の試料と同様であった。1193 K では、同じく試料は接続しており、対向部には光沢のないグレーの領域 (図中①) および黒い領域 (図中②)、弱い光沢を有した黒色の領域 (図中③) が観察された。これらの領域の色は、いずれも 993 K の試料表面とは異なっていた。

Fig.8 (a), (b), (c)に、993、1093、1193 K で作製した試料の対向部および非対向部における XRD 測定の結果をそれぞれ示す。同図には、比較のため GdBCO 線材の XRD 測定の結果も併せて示す。なお、ピーク強度は 33.1° の CeO_2 200 のピーク強度で規格化している。993 K の試料では、対向部と非対向部のいずれにおいても GdBCO 001 ピークが観測され、そのピーク強度は GdBCO 線材の測定結果と同程度であった。また、第二相のピークは観測されなかった。1093 K の試料においても同様に、対向部と非対向部のいずれにおいても GdBCO 001 ピークが GdBCO 線材と同程度のピーク強度で観測され、第二相のピークは観測されなかった。1193 K の試料では、対向部と非対向部のいずれにおいても GdBCO に起因するピークは全く観測されず、 Gd_2O_3 、 BaCu_2O_2 、 $\text{GdBa}_3\text{Cu}_2\text{O}_{6.5}$ 、 $\text{Gd}_2\text{BaCuO}_5$ などに起因すると考えられる第二相のピークが多数観測された。このことから、1193 K では前駆体膜だけでなく下地の GdBCO までも分解したことが示された。

Fig.8 の各試料の XRD 測定結果より、GdBCO の体積分率を見積もった。Fig.9 に対向部および非対向部における温度と GdBCO の体積分率の関係を示す。993、1093、1193 K での対向部における GdBCO の体積分率はそれぞれ 100、100、0%であり、非対向部に

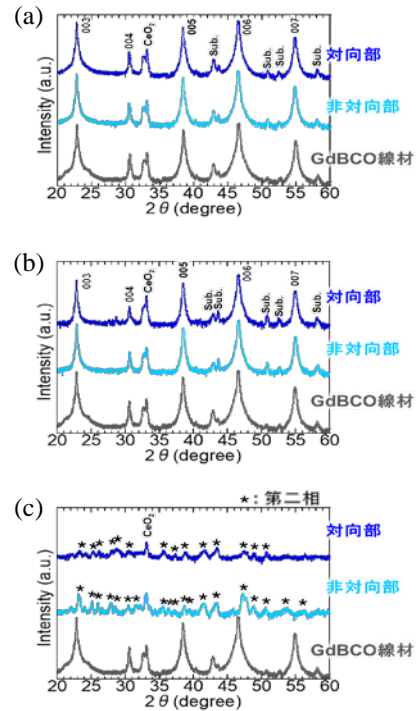


Fig.8 Results of XRD measurement of jointed samples at (a) 993 K, (b) 1093 K, (c) 1193 K.

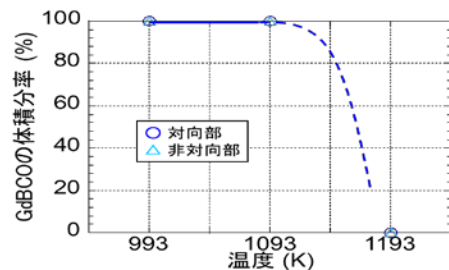


Fig.9 Dependence of volume fraction of GdBCO on joint temperature.



Fig.10 Photographs of film surface after peeled-off of the jointed samples at (a) 50 Pa, (b) 500 Pa, (c) 5000 Pa.

おけるそれらもそれぞれ 100、100、0%であった。これらの結果から対向部と非対向部のいずれにおいても 1093 K 以下では GdBCO が安定して存在するのに対し、1093~1193 K では GdBCO が分解することが示された。

次に、酸素分圧を変化させた場合の GdBCO の分解挙動を調査した。Fig.10 (a)、(b)、(c)に、50、500、5000 Pa の各分圧で作製した接続試料の対向部の外観写真をそれぞれ示す。50 Pa では、試料は全体的に緑色を呈しており、図の右半分に光沢が観察された。また、GdBCO が安定して存在した 993 K および 1093 K の試料の表面に観察された光沢のある黒色の領域 (Fig.7(a)および(b)) は、50 Pa の試料表面には観察されなかった。500 Pa にて作製した試料においても対向部は全体的に緑色を呈しており、図の左半分に光沢が観察され、50 Pa の試料と同様であった。5000 Pa での試料には、接続した痕跡が明瞭に観察され、全体的に光沢があり、非接続部の表面は黒色を呈していた。

Fig.11 (a)、(b)、(c)にそれぞれ 50、500、5000 Pa の酸素分圧で作製した試料の対向部および非対向部における XRD 測定の結果を示す。比較のため、GdBCO 線材の XRD 測定の結果も併せて示す。なお、ピーク強度は 33.1°の CeO_2 200 のピーク強度で規格化している。50 Pa の分圧で作製した試料では、対向部と非対向部のいずれにおいても GdBCO 00l ピークおよび Gd_2O_3 、 BaCu_2O_2 、 $\text{GdBa}_3\text{Cu}_2\text{O}_{6.5}$ 、 $\text{Gd}_2\text{BaCuO}_5$ などに起因すると考えられる第二相のピークが観測された。また、これら第二相のピークの数、対向部の方が非対向部に比べて多かった。500 Pa にて作製した試料についても、同様に GdBCO 00l ピークおよび Gd_2O_3 、 BaCu_2O_2 、 $\text{GdBa}_3\text{Cu}_2\text{O}_{6.5}$ 、 $\text{Gd}_2\text{BaCuO}_5$ などに起因すると考えられる第二相のピークが観測され、第二相のピーク数は対向部の方が多かった。5000 Pa の試料では、対向部と非対向部のいずれにおいても GdBCO 00l ピークが GdBCO 線材と同程度のピーク強度で観測され、第二相のピークは観測されなかった。

Fig.11 の試料の XRD 測定結果より、GdBCO の体積分率を見積もった。Fig.12 に対向部および非対向部における酸素分圧と GdBCO の体積分率の関係を

示す。50、500、5000 Pa での対向部における GdBCO の体積分率は、それぞれ 65、57、100% であり、非対向部における GdBCO の体積分率は、それぞれ 98、97、100% であった。このことから、酸素分圧が 5000 Pa の場合は、対向部と非対向部のいずれにおいても GdBCO が安定に存在するのに対し、分圧を 500 Pa 以下にすると対向部においてのみ第二相の生成が顕著になることが示された。また、GdBCO の体積分率は非対向部よりも対向部の方が小さいことが分かった。

4.4. まとめ

本研究では、GdBCO 超伝導薄膜線材を長尺で作製する際に超伝導層にごく僅かな欠陥が生じた場合に、欠陥部位に同じ超伝導体からなるパッチを貼って接合し、局所的に結晶配向を補修する技術開発に挑戦した。その結果、GdBCO 薄膜線材を接合する際の重要な組織制御因子として熱処理時の機械的圧力・接合温度・酸素分圧があることを明らかとし、3 ヶ年の研究期間においてこれら 3 つの因子が組織に及ぼす影響について、得られた試料組織の微構造を解析するとともに通電性能を評価して、高い結晶配向を有して接合させる条件を明らかにした。

得られた成果は、超伝導線材に生じた極微小な欠陥部位を局所的に補修する技術に展開することができ、これまで欠陥部位で線材を切断していたがその必要がなくなるため長尺線材の作製において歩留まりが飛躍的に向上するものと期待され、高性能な線材を量産供給することによる超伝導技術の普及への一助となる。

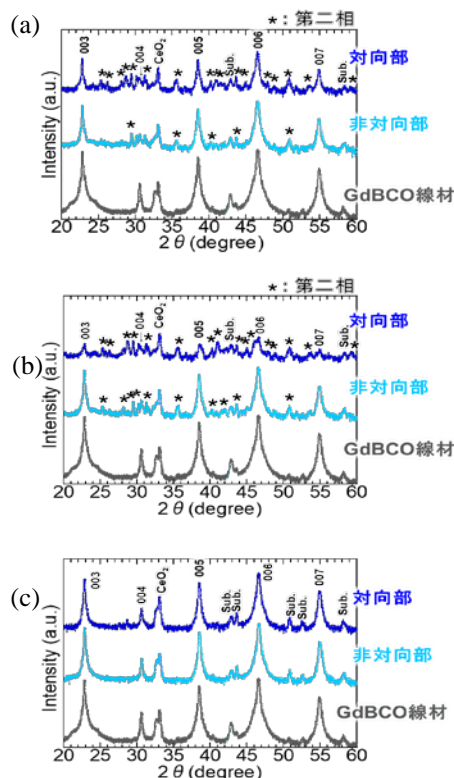


Fig.11 Results of XRD measurement of jointed samples at (a)50 Pa, (b)500 Pa, (c)5000 Pa.

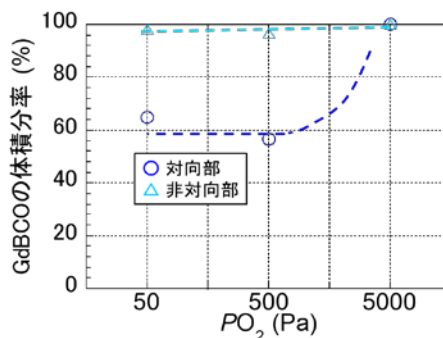


Fig.12 Dependence of volume fraction of GdBCO on oxygen partial pressure during joint treatment.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ryo Teranishi, Kazuya Hiramatsu, Syotaro Yasuyama, Tomohiro Miyajima, Yukio Sato, Kenji Kaneko, Satoshi Awaji, Akiyoshi Matsumoto, and Masayoshi Inoue	4. 巻 29
2. 論文標題 Superconducting Joint of GdBa ₂ Cu ₃ O _y Coated Conductors by Crystallization of an Additionally Deposited Precursor Layer	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE TRANSACTIONS ON APPLIED SUPERCONDUCTIVITY	6. 最初と最後の頁 6602904-1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TASC.2019.2902693	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 Tomohiro Miyajima, Ryo Teranishi, Syotaro Yasuyama, Yukio Sato, Kenji Kaneko, Takuya Maeda, Minoru Ochi, Kazuya Hiramatsu, Miyuki Nakamura, Valery Petrykin, Sergey Lee, Tatsunori Okada, and Satoshi Awaji	4. 巻 58
2. 論文標題 Microstructures of superconducting joint between GdBa ₂ Cu ₃ O _y -coated conductors via additionally deposited precursor films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 050913-1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab0f23/meta	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 該当する

1. 著者名 Tomohiro Miyajima, Ryo Teranishi, Syotaro Yasuyama, Yukio Sato, Kenji Kaneko, Valery Petrykin, Sergey Lee, Tatsunori Okada, Satoshi Awaji, and Akiyoshi Matsumoto	4. 巻 58
2. 論文標題 Influence of joint pressure on superconducting and mechanical properties for jointed GdBa ₂ Cu ₃ O _y coated conductors via precursor films	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 050907-1-5
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7567/1347-4065/ab0727/meta	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 該当する

〔学会発表〕 計23件（うち招待講演 2件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 寺西 亮
2. 発表標題 REBa ₂ Cu ₃ O _y 超伝導薄膜線材の接合プロセス
3. 学会等名 2021年度日本鉄鋼協会 / 日本金属学会 九州支部春季講演会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 酒井 秀哉, 井上 昌睦, 寺西 亮
2. 発表標題 TFA-MOD法で作製されたREBCO線材の臨界電流密度分布と組織分布の関係
3. 学会等名 2021年度春季 第101回 低温工学・超電導学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上 昌睦, 太田 真揮人, 寺西 亮
2. 発表標題 高分解能X線CTを用いた超伝導線材接合部の非破壊評価 (2)
3. 学会等名 2021年度春季 第101回 低温工学・超電導学会研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 原口 顕輔, 寺西 亮, 金子 賢治, 松本 明善, 井上 昌睦
2. 発表標題 2軸配向したLa添加YBa ₂ Cu ₃ O _y 薄膜の作製条件の検討
3. 学会等名 軽金属学会・日本金属学会・日本鉄鋼協会九州支部2021年度合同学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 清原 悠生, 寺西 亮, 金子 賢治
2. 発表標題 Ca添加によるGdBa ₂ Cu ₃ O ₇ - 薄膜の結晶配向性への影響の調査
3. 学会等名 軽金属学会・日本金属学会・日本鉄鋼協会九州支部2021年度合同学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西 亮, 山田 眞, 佐藤 幸生, 金子 賢治, 井上 昌睦, 岡田 達典, 淡路 智
2. 発表標題 MOD法によるBaHfO3添加YBa2Cu3Oy膜作製時のBa塩追加の効果
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshiki Tanaka, Ryo Teranishi, Masataka Iwakuma, Masayoshi Inoue
2. 発表標題 Jc and composition distribution of YBCO coated conductor fabricated by TFA-MOD process
3. 学会等名 The 15th European Conference on Applied Superconductivity (EUCAS2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Teranishi, Kenta Inoue, Tatsuhiko Kikuyama, Takeshi Nishiyama, Kenji Kaneko, Masayoshi Inoue
2. 発表標題 Investigation of the formation mechanism of a-axis oriented grains in GdBa2Cu3Oy coated conductors deposited by pulsed laser deposition
3. 学会等名 27th International Conference on Magnet Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Y. Doi, R. Teranishi, T. Miyajima, Y. Sato, K. Kaneko, A. Matsumoto, V. Petrykin, S. Lee, T. Okada, S. Awaji
2. 発表標題 Effect of precursor film thickness and heat-treatment temperature on superconducting joint
3. 学会等名 27th International Conference on Magnet Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masayoshi Inoue, Makito Ota, Ryo Teranishi, Takanobu Kiss
2. 発表標題 Air-gap Observation in Joints of REBCO Tapes by Use of X-ray Computed Tomography
3. 学会等名 27th International Conference on Magnet Technology (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ryo Teranishi, Yutaro Doi, Yukio Sato, Kenji Kaneko, Valery Petrykin, Sergey Lee, Akiyoshi Matsumoto, Tatsunori Okada, Satoshi Awaji
2. 発表標題 Superconducting joint of GdBa ₂ Cu ₃ O _y coated conductors via crystallization of precursor layers
3. 学会等名 The 2020 International Chemical Congress of Pacific Basin Societies(Pacificchem2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 寺西 亮、土井 裕太郎、佐藤 幸生、金子 賢治、PETRYKIN Valery、LEE Sergey、松本 明善、岡田 達典、淡路 智
2. 発表標題 追加堆積膜を利用したGdBa ₂ Cu ₃ O _y 線材接合体作製時の機械的圧力の効果
3. 学会等名 2020年度春季第99回 低温工学・超電導学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮島友博、寺西 亮、佐藤幸生、金子賢治、Valery Petrykin、Sergey Lee、岡田達典、淡路 智、松本明善
2. 発表標題 追加堆積膜を利用したGdBa ₂ Cu ₃ O _y 線材接合時の接合温度と結晶相の関係
3. 学会等名 2020年度応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 土井裕太郎、寺西亮、佐藤幸生、金子賢治
2. 発表標題 追加堆積膜を利用したGdBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} 線材接合体の接合面積に及ぼす因子
3. 学会等名 2020年度低温工学・超電導学会 九州西日本支部若手セミナー・研究成果発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 寺西 亮、土井 裕太郎、佐藤 幸生、金子 賢治、PETRYKIN Valery、LEE Sergey、松本 明善、岡田 達典、淡路 智
2. 発表標題 追加堆積膜を利用したGdBa ₂ Cu ₃ O _{7-y} 線材接合時の膜厚の影響
3. 学会等名 2020年度秋季 第100回 低温工学・超電導学会研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 R. Teranishi, T. Miyajima, S. Yasuyama, Y. Sato, K. Kaneko, V. Petrykin, S. Lee, T. Okada, S. Awaji, A. Matsumoto
2. 発表標題 Influence of joint pressure on superconducting properties for jointed GdBa ₂ Cu ₃ O _{7-y} coated conductors prepared by crystallization of precursor films
3. 学会等名 10th ACASC/2nd Asian-ICMC/CSSJ Joint Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Syotaro Yasuyama, Tomohiro Miyajima, Ryo Teranishi, Yukio Sato, Kenji Kaneko, Valery Petrykin, Sergey Lee, Satoshi Awaji, Tatsunori Okada, Akiyoshi Matsumoto
2. 発表標題 Fabrication of additional deposited layer of for GdBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} on coated conductors for joint
3. 学会等名 The 32nd International Symposium on Superconductivity (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shin Yamada, Ryo Teranishi, Yukio Sato, Kenji Kaneko, Masayoshi Inoue
2. 発表標題 Effect of extra addition of Ba into YBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} coated conductor with BaHfO ₃
3. 学会等名 The 32nd International Symposium on Superconductivity (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Yasuyama, S. Yamada, Y. Doi, J. Tamaru, T. Miyajima, R. Teranishi, Y. Sato, K. Kaneko, V. Petrykin, S. Lee, S. Awaji, T. Okada, A. Matsumoto
2. 発表標題 Improving current characteristic of REBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} thin films
3. 学会等名 TIA 超電導スクール 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 TERANISHI, Ryo; MIYAJIMA, Tomohiro; YASUYAMA, Syotaro; SATO, Yukio; KANEKO, Kenji; PETRYKIN, Valery; LEE, Sergey; AWAJI, Satoshi; MATSUMOTO, Akiyoshi; INOUE, Masayoshi
2. 発表標題 Processing of superconducting joint for GdBa ₂ Cu ₃ O _y coated conductors
3. 学会等名 The 13th Pacific Rim Conference of Ceramic Societies (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 安山正太郎、宮島友博、寺西亮、佐藤幸生、金子賢治、V. Petrykin、S. Lee、淡路智、岡田達典、松本明善
2. 発表標題 GdBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} 超伝導線材接続体の高T _c 化
3. 学会等名 低温工学・超電導学会九州・西日本支部2019年度支部研究成果発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田 真、寺西亮、佐藤幸生、金子賢治
2. 発表標題 BaHfO3添加YBa2Cu3O7- 薄膜へのBa塩追加による表面析出物の抑制
3. 学会等名 低温工学・超電導学会九州・西日本支部2019年度支部研究成果発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 寺西 亮, 宮島友博, 佐藤幸生, 金子賢治, Valery Petrykin, Sergey Lee, 松本明善, 岡田達典, 淡路智
2. 発表標題 追加堆積膜を利用した GdBa2Cu3Oy線材接合体の微細組織観察
3. 学会等名 2019年度春季第98回 低温工学・超電導学会研究発表会
4. 発表年 2019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

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