

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2008年2月7日 (07.02.2008)

PCT

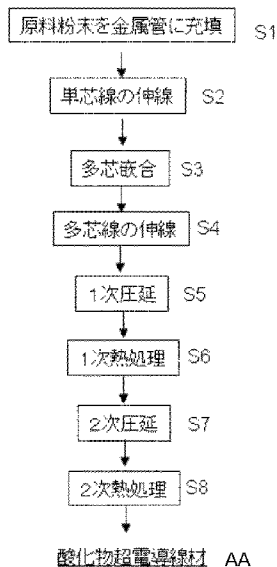
(10) 国際公開番号
WO 2008/015847 A1

- (51) 国際特許分類:
H01B 13/00 (2006.01) H01B 12/10 (2006.01)
C01G 1/00 (2006.01) H01F 6/06 (2006.01)
C01G 29/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/062072
- (22) 国際出願日: 2007年6月15日 (15.06.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2006-212717 2006年8月4日 (04.08.2006) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小林 慎一
- (74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

[続葉有]

(54) Title: SUPERCONDUCTING OXIDE WIRE AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: 酸化物超電導線材およびその製造方法



- S1 PACK RAW POWDER INTO METALLIC TUBE
S2 DRAWING OF SINGLE-CORE WIRE
S3 UNITING OF MANY CORES
S4 DRAWING OF MULTI-CORE WIRE
S5 FIRST ROLLING
S6 FIRST HEAT TREATMENT
S7 SECOND ROLLING
S8 SECOND HEAT TREATMENT
AA SUPERCONDUCTING OXIDE WIRE

(57) Abstract: A process for producing a superconducting oxide wire which has even performances throughout so that a wire of an intended length can be taken out thereof. The process for superconducting oxide wire production comprises: a drawing step in which a wire formed by sheathing a precursor powder for a (Bi,Pb)-2223 superconductor with a metallic sheathing material is drawn; a first rolling step in which the wire which has undergone the drawing step is rolled; a first heat treatment step in which the wire which has undergone the first rolling step is heat-treated; a second rolling step in which after the first heat treatment step, the wire is rolled; and a second heat treatment step in which after the second rolling step, the wire is heat-treated. The process further includes, between the first rolling step and the second heat treatment step, a step in which any sheath-deficient part in the outer surface of the sheathing material is filled with a material comprising silver as the main component.

(57) 要約: 意図した長さとおりの線材を採取できるように、全体に均一な性能を有する酸化物超電導線材の製造方法を提供することを目的とする。(Bi, Pb) 2223超電導体の前駆体粉末を金属シース材で被覆した形態の線材を伸線する伸線工程と、伸線工程後の線材を圧延する第一の圧延工程と、第一の圧延工程後の線材を熱処理する第一の熱処理工程と、第一の熱処理工程後に線材を圧延する第二の圧延工程と、第二の圧延工程後に線材を熱処理する第二の熱処理工程を備える酸化物超電導線材の製造方法において、第一の圧延工程と第二の熱処理工程の間に、シース材の外表面において、シース材の欠落箇所を銀を主成分とする材料で塞ぐ工程を備える。

WO 2008/015847 A1



SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

酸化物超電導線材およびその製造方法

技術分野

- [0001] 本発明は、超電導ケーブル、超電導コイル、超電導変圧器、超電導電力貯蔵装置等の超電導応用機器に用いられる $(\text{Bi}, \text{Pb}) \text{Sr}_{2/2} \text{Ca}_{2/2} \text{Cu}_{2/3} \text{O}_{10 \pm \delta}$ (δ は0.1程度の数:以下 (Bi, Pb) 2223とする)相を含む酸化物超電導線材において均一な性能を有する長尺材とその製造方法に関するものである。

背景技術

- [0002] 金属シース法で作製された (Bi, Pb) 2223相を主成分とする酸化物超電導線材は高い臨界温度を持ちかつ、液体窒素温度等の比較的簡単な冷却下でも高い臨界電流値を示す有用な線材である(たとえば、非特許文献1を参照)。それゆえ更なる性能(臨界電流値)の向上が実現すれば、より実用に供される範囲が広がる。
- [0003] また上記 (Bi, Pb) 2223超電導線材を使用することによって、従来の常伝導導体を用いるよりはるかにエネルギー損失を低減することが可能であると考えられている。そのため (Bi, Pb) 2223超電導線材を導体として用いた超電導ケーブル、超電導コイル、超電導変圧器、超電導電力貯蔵装置等の超電導応用機器開発も同時に進められている。
- [0004] (Bi, Pb) 2223超電導線材の臨界電流値は、超電導線材を加圧された雰囲気下において焼結することにより、液体窒素温度での臨界電流値が120A級に到達している(特許文献1および非特許文献1を参照)。

特許文献1:特開2002-093252号公報

非特許文献1:SEIテクニカルレビュー、2004年3月 第164号 p36-42

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] 上記の技術によって基本的な性能(臨界電流値)は向上しているが、この性能を100m~2kmに亘る長尺材全体で均一に実現することはかなり難しいものであった。従来の方法では局所的に臨界電流値が低い部分が存在することもあるので、その部分

は除去(切断)して使用していた。このようにすると目的とする長さより長い線材を作製し、意図した長さが採取できる部分を選んで使用することになる。このような方法では歩留が低くなる。そこで本発明は、意図した長さとおりの線材を採取できるよう、局所的に性能が低い部分を有さない酸化物超電導線材の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明は(Bi, Pb) 2223超電導体の前駆体粉末を金属シース材で被覆した形態の線材を伸線する伸線工程と、前記伸線工程後の線材を圧延する第一の圧延工程と、前記第一の圧延工程後の線材を熱処理する第一の熱処理工程と、前記第一の熱処理工程後に線材を圧延する第二の圧延工程と、前記第二の圧延工程後に線材を熱処理する第二の熱処理工程を備える酸化物超電導線材の製造方法において、前記第一の圧延工程と前記第二の熱処理工程の間に、前記シース材の外表面において、シース材の欠落箇所を銀を主成分とする材料で塞ぐ工程を備えることを特徴とする酸化物超電導線材の製造方法である。
- [0007] 本発明では、前記シース材の欠落箇所を銀を主成分とする材料で塞ぐ工程が、前記第二の圧延工程と前記第二の熱処理工程の間に施されることが好ましい。
- [0008] 本発明において、前記シース材の欠落箇所を塞ぐ工程は銀ペーストを塗布する方法、銀スパッタリング法または、銀箔で覆う方法であることが好ましい。
- [0009] また本発明において、前記第二の熱処理工程は加圧雰囲気下で施されることが好ましい。

発明の効果

- [0010] 本発明によれば、長さ方向に亘って局所的にも低い臨界電流値部位を有さない(Bi, Pb) 2223酸化物超電導線材の長尺材を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]酸化物超電導線材の構成を模式的に示す部分断面斜視図である。
- [図2]本発明の実施の形態における酸化物超電導線材の製造工程を示すフロー図である。
- [図3]図2中S1ステップを示す図である。

[図4]図2中S2ステップを示す図である。

[図5]図2中S3ステップを示す図である。

[図6]図2中S4ステップを示す図である。

[図7]図2中S5ステップを示す図である。

符号の説明

[0012] 11 酸化物超電導線材、12 酸化物超電導フィラメント、13 シース部、31 前駆体粉末、32 金属管 41 前駆体粉末が充填された金属管、42 前駆体粉末、43 単芯線、51 単芯線、52 金属管、61 多芯構造材、62 前駆体粉末、63 金属シース部、64 等方的多芯母線、71 等方的多芯母線、72 テープ状前駆体線材。

発明を実施するための最良の形態

[0013] (実施の形態)

図1は、酸化物超電導線材の構成を模式的に示す部分断面斜視図である。図1を参照して、例えば、多芯線の酸化物超電導線材について説明する。酸化物超電導線材11は、長手方向に伸びる複数本の酸化物超電導体フィラメント12と、それらを被覆するシース部13とを有している。複数本の酸化物超電導体フィラメント12の各々の材質は、Bi-Pb-Sr-Ca-Cu-O系の組成が好ましく、特に(Bi, Pb):Sr:Ca:Cuの原子比がほぼ2:2:2:3の比率で近似して表される(Bi, Pb)2223相を含む材質が最適である。シース部13の材質は、例えば銀や銀合金等の金属から構成される。

[0014] 次に、上記の酸化物超電導線材の製造方法について説明する。

[0015] 図2は、本発明の実施の形態における酸化物超電導線材の製造工程を示すフロー図である。また図3～7は、図2の各工程を示す図である。

[0016] 図2および図3を参照して、まず、酸化物超電導体の前駆体粉末31を金属管32に充填する(ステップS1)。この酸化物超電導体の前駆体粉末31は、たとえば(Bi, Pb)₂Sr₂Ca₂Cu₁O_{8±δ}(δは0.1に近い数:以下(Bi, Pb)2212と呼ぶ)相を主相とし、(Bi, Pb)2223相、アルカリ土類酸化物(例えば、(Ca, Sr)CuO₂、(Ca, Sr)₂CuO₃、(Ca, Sr)₁₄Cu₂₄O₄₁等)、Pb酸化物(例えば、Ca₂PbO₄、(Bi, Pb)₃Sr₂Ca₂Cu₁O_z

)を含む材質よりなっている。なお、金属管32としては銀や銀合金を用いることが好ましい。これは前駆体粉末と金属管が反応して化合物を形成することによる、前駆体粉末の組成ずれを防ぐためである。

[0017] 次に、図2および図4に示すように、上記前駆体粉末が充填された金属管41を所望の直径まで伸線加工し、前駆体粉末42を芯材として銀などの金属に被覆された単芯線43を作製する(ステップS2)。

[0018] 次に、図2および図5に示すように、この単芯線51を多数束ねて、例えば銀等からなる金属管52内に嵌合する(多芯嵌合:ステップS3)。これにより、前駆体粉末を芯材として多数有する多芯構造材が得られる。

[0019] 次に、図2および図6に示すように、多芯構造材61を所望の直径まで伸線加工し、前駆体粉末62が金属シース部63に埋め込まれ、断面形状が円状あるいは多角形状の等方的多芯母線64を作製する(ステップS4)。これにより、酸化物超電導線材の前駆体粉末62を金属で被覆した形態を有する等方的多芯母線64が得られる。

[0020] 次に、図2および図7に示すように、この等方的多芯母線71を圧延する(1次圧延:ステップS5)。これによりテープ状前駆体線材72が得られる。

[0021] 次に、テープ状前駆体線材を熱処理する(1次熱処理:ステップS6)。この熱処理は、たとえば大気圧下、または1MPa以上50MPa以下の加圧雰囲気において約830℃の温度で行われる。熱処理によって前駆体粉末から目的とする(Bi, Pb)2223超電導相が生成される。

[0022] その後、再び線材を圧延する(2次圧延:ステップS7)。このように、2次圧延を行うことにより、1次熱処理で生じたボイド(空隙)が大半除去される。

[0023] 続いて、例えば830℃の温度で線材を熱処理する(2次熱処理:ステップS8)。このときも、大気圧下、または加圧雰囲気で熱処理する。以上の製造工程により、図1に示す酸化物超電導線材が得られる。以上の製造工程により、酸化物超電導線材が得られる。

[0024] その後得られた酸化物超電導線材は、液体窒素等の冷媒に浸漬され、その温度における臨界電流値を測定し、性能が確認される。

[0025] これら一連の工程において、線材表面にピンホールや、割れ等の傷が生じる場合

もある。そのような傷部分はシース材である銀が欠落しており、内部フィラメントと外気が通じるような状態となっている。この外気が通じるような箇所から、気体、液体が酸化物超電導線材内部に侵入することにより、線材形状を変形させるような膨れ現象が生じる。

[0026] ピンホール、割れ等の傷は圧延工程で起こりやすい。これはシース材が薄くなった後、強加工され延性の限界を越えた箇所が破断することで生じる。よって1次圧延工程より後で、シース材欠落部を封じるのがよい。特に2次圧延後が効果的である。これは2次圧延工程でピンホール、割れ等の傷がより発生しやすいからである。線材内部では1次熱処理によってフィラメント部の超電導材料がシース材内に食い込むような成長をし、極度に肉厚の薄い領域をシース材中に生じる。このような箇所を圧延すると特に傷になりやすい。また2次熱処理前に封止材を配することで、2次熱処理時に封止材とシース材が反応しより密着性が高くなり封止効果が大きくなる。

[0027] 線材形状を変形させる膨れ現象のひとつは、線材を冷媒中に浸漬した後、室温に戻す際におこるものである。これは線材が冷媒に浸漬されている間に、ピンホール等を通じて、液体窒素等の冷媒が線材内部に入りこみ、それが昇温中に気化することによって生じる。気化したガスの逃げ道がうまく確保できていない箇所は、線材内部でガスが膨張し線材の外形を変形させるほど膨れる。このように線材形状が変形するほど膨れると、フィラメント部が破壊されその部分の性能は劣化する。この液体窒素浸漬後の膨れ現象を起こさない線材としては、線材表面のシース材欠落部を封じた線材が適している。

[0028] 別の膨れ現象は同じくシース材欠落部の存在によって、2次熱処理を加圧雰囲気下で施した場合生じる。線材を加圧雰囲気下にさらすと、ピンホール等から外気が線材内部に侵入する。このとき線材内部に溜まるガスも外気と同じ圧力になる。例えば、外気圧が30MPaなら、線材内部に溜まるガスも30MPaになる。外気圧が30MPaで維持されていれば、平衡が保たれ内部ガスは膨張しない。熱処理が終了し、外気圧を下げる際に線材内部に溜まったガスの逃げ道が確保されていなければ、線材内部ガスはその場で膨張し線材に膨れ現象を引き起こす。

[0029] また膨れ現象だけでなく、シース材の欠落部は加圧熱処理の効果が得られにくい。

加圧熱処理する目的は、フィラメント内部の密度を上げることである。言い換えればフィラメント内部の2次圧延後でも残ったボイド(空隙)を外圧によって押しつぶしてしまい、フィラメント内部の超電導結晶同志をより密着させることである。しかしながら外気が侵入した部分では、外気圧と同じ圧力になり均衡してしまいボイドが圧縮されない。つまり密着されず性能の低い部分となる。

[0030] 上記のような膨れ現象を起こさないことおよび、加圧熱処理の効果を引き出すためには、2次熱処理前に線材表面のシース材欠落部を封じた線材を熱処理することが好ましい。最も効果的な封止のタイミングは最終的な欠落部を封じるよう2次圧延と2次熱処理の間である。

[0031] シース材の欠落部を封じる材料としては、銀を主成分とするものが好ましい。これは上記のように2次熱処理前に封じる手段を講じることから、封止材料にも熱処理がほどこされることに起因するものである。封止材料とフィラメント部は接触しているケースもある。銀以外の材質が封止材料としてフィラメント部と接触していると、熱処理の際封止材料とフィラメント部が反応し目的とする超電導相が形成されないような現象がおこる。よって封止材料としては、フィラメント部との反応性が低い銀を主成分とする材料が好ましい。

[0032] シース材欠落部を封じる方法としては、欠落部を隙間なく埋めることができるのであれば、特に限定されないが、好ましくは銀ペーストを塗布する方法、スパッタリング法によって銀を蒸着する方法、銀箔で覆う方法等が採用できる。

[0033] (実施例)

以下、実施例に基づき、本発明をさらに具体的に説明する。

[0034] 原料粉末(Bi_2O_3 , PbO , SrCO_3 , CaCO_3 , CuO)を $\text{Bi}:\text{Pb}:\text{Sr}:\text{Ca}:\text{Cu}=1.8:0.3:1.9:2.0:3.0$ の比率で混合し、大気中で $700^\circ\text{C}\times 8$ 時間の熱処理、粉碎、 $800^\circ\text{C}\times 10$ 時間の熱処理、粉碎、 $820^\circ\text{C}\times 4$ 時間の熱処理、粉碎の処理を施し前駆体粉末を得る。また、5種類の原料粉末が溶解した硝酸水溶液を、加熱された炉内に噴射することにより、金属硝酸塩水溶液の粒子の水分が蒸発し、硝酸塩の熱分解、そして金属酸化物同士の反応、合成を瞬時に起こさせる噴霧熱分解法で前駆体粉末を作製することもできる。こうして作製された前駆体粉末は、 Bi2212 相が主体とな

った粉末である。また一部は熱処理条件を変更し、(Bi, Pb) 2212相が主相となった前駆体粉末を得る。

[0035] 上記により作製された前駆体粉末を外径25mm、内径22mmの銀パイプに充填し、直径2.4mmまで伸線して単芯線を作製する。この単芯線を55本に束ねて外径25mm、内径22mmの銀パイプに挿入し、直径1.5mmまで伸線し、多芯(55芯)線材を得る。

[0036] 上記熱処理後、多芯線を圧延し、厚み0.25mmのテープ状線材に加工する。得られたテープ状線材を全圧1気圧(0.1MPa)、酸素分圧8kPaの雰囲気中で830℃、30時間～50時間の1次熱処理を施す。

[0037] 1次熱処理後のテープ状線材を厚み0.23mmになるように再圧延する。この段階で線材長は600mとなった。これを100mずつに分割し、それぞれ線材1～6とした。この段階でのシース材欠落部をそれぞれの線材について目視にて調査した。その結果を表1に載せる。下記の臨界電流値の測定位置とあわせるため、4m毎の区間で欠落部の存在を表わしている。例えば線材1の場合5.5mの部分に一つの欠落部があったが、これを4～8m区間に「有」とする。線材1には4箇所の欠落部があった。線材2～6も同様に調査した。

[0038] [表1]

線材位置(m)	線材1(実施例)		線材2(実施例)		線材3(実施例)		線材4(比較例)		線材5(比較例)		線材6(比較例)	
	シース材 欠落部	I _c (A)	シース材 欠落部	I _c (A)	シース材 欠落部	I _c (A)	シース材 欠落部	I _c (A)	シース材 欠落部	I _c (A)	シース材 欠落部	I _c (A)
0 ~ 4		○		○	有	○		○		○		○
4 ~ 8	有	○		○		○		○		○	有	100
8 ~ 12		○		○		○	有	○		○		○
12 ~ 16		○	有	○		○		○	有	90		○
16 ~ 20		○		○		○		○		○		○
20 ~ 24		○		○	有	○		○	有	100		○
24 ~ 28		○		○		○		○		○		○
28 ~ 32		○		○		○		○		○		○
32 ~ 36		○		○		○	有	120		○		○
36 ~ 40	有	○		○	有	○		○		○		○
40 ~ 44		○		○		○		○	有	110		○
44 ~ 48		○		○		○		○		○		○
48 ~ 52		○	有	○		○	有	○		○		○
52 ~ 56		○		○		○		○		○		○
56 ~ 60		○		○		○		○		○		○
60 ~ 64	有	○		○		○		○		○		○
64 ~ 68		○		○	有	○		○		○	有	120
68 ~ 72		○		○		○		○	有	120		○
72 ~ 76		○		○		○		○		○		○
76 ~ 80		○	有	○		○		○		○		○
80 ~ 84		○		○		○		○		○		○
84 ~ 88		○		○		○	有	80		○	有	80
88 ~ 92	有	○		○		○		○		○		○
92 ~ 96		○		○		○		○	有	110		○
96 ~ 100		○		○	有	○		○		○		○

[0039] 次に線材1については、シース材欠落部に銀ペーストを塗布し欠落部を封じる(実施例)。線材2については、欠落部にスパッタリング法で銀粒子を蒸着し欠落部を封じる(実施例)。線材3については、欠落部に銀箔(厚さ100 μ m)を巻いて欠落部を封じる(実施例)。線材4はなにも処置は施さない(比較例)。線材5は欠落部に銅箔(厚さ100 μ m)を巻いて欠落部を封じる(比較例)。線材6は欠落部にアルミ箔(厚さ80 μ m)を巻いて欠落部を封じる(比較例)。その後各線材は酸素分圧8kPaを含む、全圧30MPaの加圧雰囲気下にて830℃、50時間～100時間の2次熱処理を施された。

[0040] 作製された線材の臨界電流値(I_c)を測定した。各線材4mごと液体窒素に浸漬し、浸漬された区間の測定を行う。臨界電流値は、四端子法で電流—電圧曲線を測定し、その曲線から線材1cmあたり 1×10^{-6} Vの電圧(4mでは400 μ V)を発生させる電流を臨界電流値と定義した。

[0041] 臨界電流値の測定結果を表1に載せる。表中「○」は臨界電流値が150～160Aの値を有する良好区間である。一方数値が記載されている区間は150A以下の臨界電流値をもつ。全ての線材において、シース材欠落の無い区間は150A以上の臨界電流値を示した。本発明に係る技術を施した線材1～3においては、欠落部でも150A

以上の値を示している。一方処置を施していない線材4では、欠落部でも150A以上の区間もあるが、80A、120Aと低い値を有する区間が存在する。銅箔、アルミ箔で欠落部を封じられた線材5, 6はいずれも欠落部で性能が低下している。これはフィラメントと銅箔、アルミ箔が反応し超電導相の生成が阻害されている。

[0042] 2次熱処理後、臨界電流値測定後の膨れ数をそれぞれの線材で計測した。その結果を表2に記載する。実施例、比較例いずれにおいてもなんらかの方法で欠落部を封じられた線材は、2次熱処理後、臨界電流測定後いずれも膨れ数は「0」である。一方、なにも処置を施さない線材4では、熱処理時の膨れが1個で、測定時の液体窒素侵入による膨れが2個であった。これよりシース材欠落部を封じておくことが、膨れ現象防止に効果があることがわかる。

[0043] [表2]

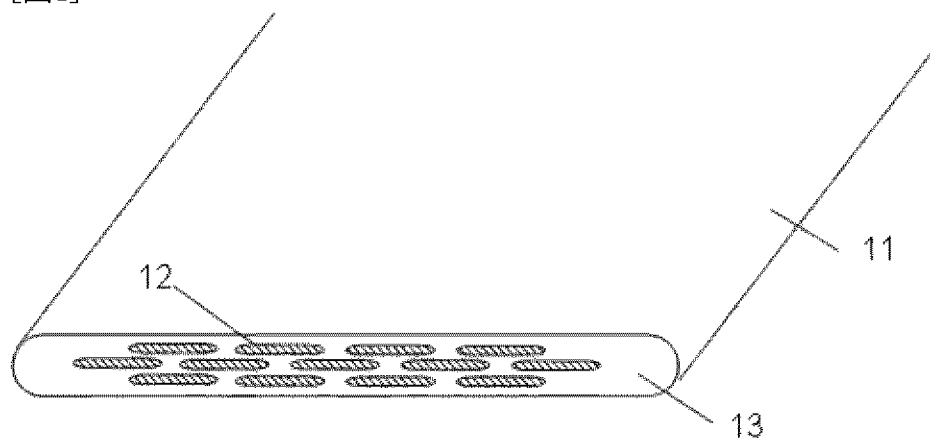
	線材1 (実施例)	線材2 (実施例)	線材3 (実施例)	線材4 (比較例)	線材5 (比較例)	線材6 (比較例)
2次熱処理後の膨れ数	0	0	0	1	0	0
測定後の膨れ数	0	0	0	2	0	0

[0044] 以上に開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考慮されるべきである。本発明の範囲は、以上の実施の形態および実施例ではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての修正や変形を含むものと意図される。

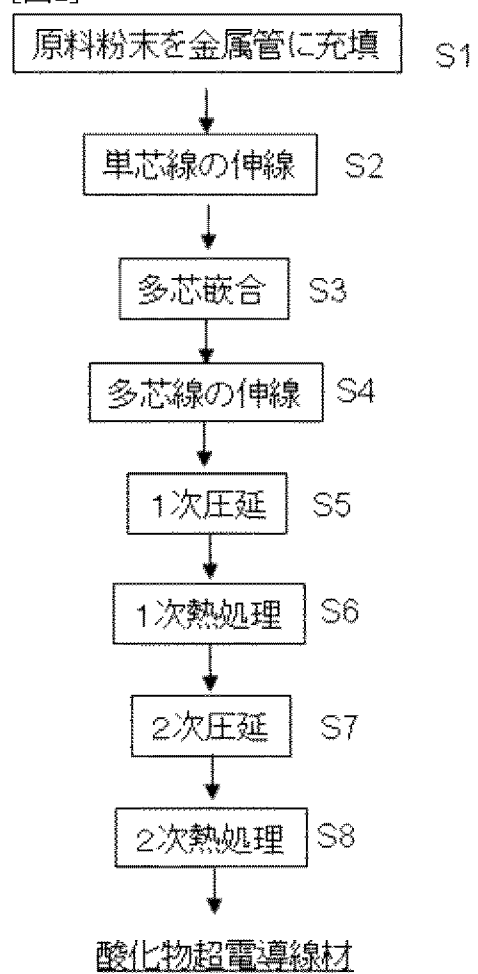
請求の範囲

- [1] (Bi, Pb) 2223超電導体の前駆体粉末を金属シース材で被覆した形態の線材を伸線する伸線工程と、
前記伸線工程後の線材を圧延する第一の圧延工程と、
前記第一の圧延工程後の線材を熱処理する第一の熱処理工程と、
前記第一の熱処理工程後に線材を圧延する第二の圧延工程と、
前記第二の圧延工程後に線材を熱処理する第二の熱処理工程を備える酸化物超電導線材の製造方法において、
前記第一の圧延工程と前記第二の熱処理工程の間に、
前記シース材の外表面において、シース材の欠落箇所を銀を主成分とする材料で塞ぐ工程を備えることを特徴とする酸化物超電導線材の製造方法。
- [2] 前記シース材の欠落箇所を銀を主成分とする材料で塞ぐ工程は、前記第二の圧延工程と前記第二の熱処理工程の間で施されることを特徴とする請求項1に記載の酸化物超電導線材の製造方法。
- [3] 前記シース材の欠落箇所を塞ぐ工程は銀ペーストを塗布する方法、銀スパッタリング法、または銀箔で覆う方法であることを特徴とする請求項1に記載の酸化物超電導線材の製造方法。
- [4] 前記第二の熱処理工程は加圧雰囲気下で施されることを特徴とする請求項1に記載の酸化物超電導線材の製造方法。

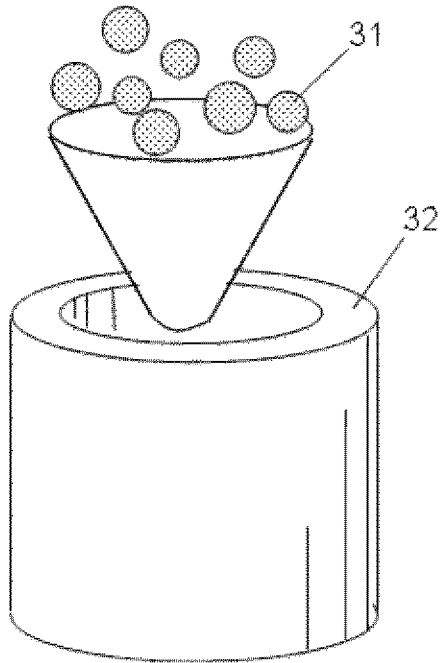
[図1]



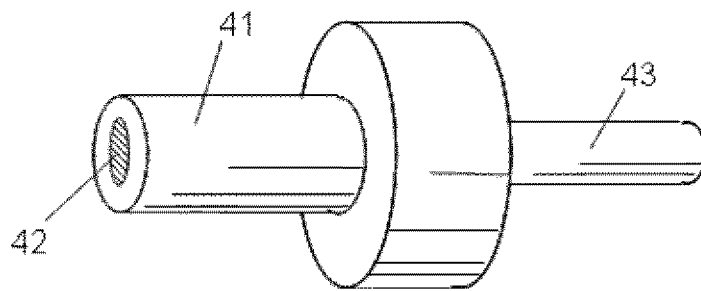
[図2]



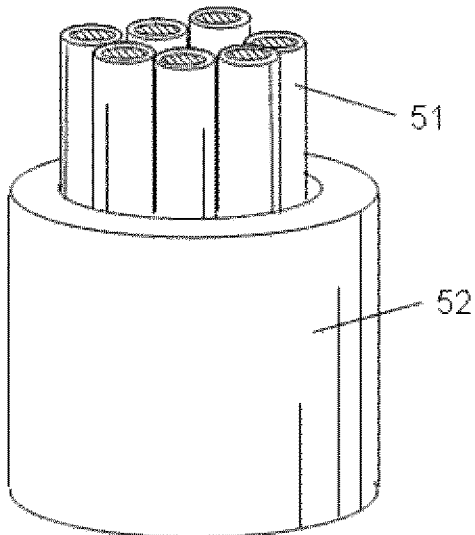
[[図3]]



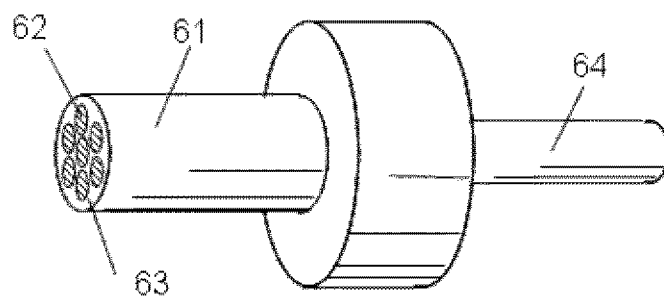
[[図4]]



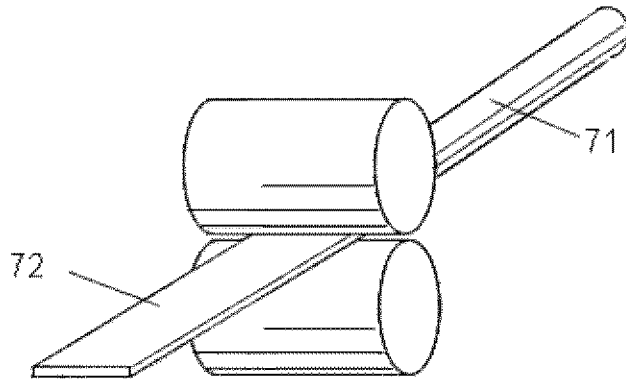
[[図5]]



[[図6]]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/062072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01B13/00(2006.01)i, C01G1/00(2006.01)i, C01G29/00(2006.01)i, H01B12/10(2006.01)i, H01F6/06(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01B13/00, C01G1/00, C01G29/00, H01B12/10, H01F6/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 64-006311 A (Fujikura Densen Kabushiki Kaisha), 10 January, 1989 (10.01.89), Claims & EP 297707 A2 & CA 1338460 A & CN 1030324 A	1-4
A	JP 01-251514 A (Hitachi, Ltd.), 06 October, 1989 (06.10.89), Claims & DE 3817693 A	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 September, 2007 (06.09.07)

Date of mailing of the international search report
18 September, 2007 (18.09.07)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01B13/00(2006.01)i, C01G1/00(2006.01)i, C01G29/00(2006.01)i, H01B12/10(2006.01)i,
H01F6/06(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01B13/00, C01G1/00, C01G29/00, H01B12/10, H01F6/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2－1 9 9 6年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1－2 0 0 7年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6－2 0 0 7年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4－2 0 0 7年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 64-006311 A（藤倉電線株式会社）1989.01.10, 特許請求の範囲 & EP 297707 A2 & CA 1338460 A & CN 1030324 A	1－4
A	JP 01-251514 A（株式会社日立製作所）1989.10.06, 特許請求の範囲 & DE 3817693 A	1－4

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 0 9 . 2 0 0 7

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 9 . 2 0 0 7

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0－8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

米田 健志

電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 4 7 7

4 X

8 9 2 4