

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年9月21日(21.09.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/176193 A1

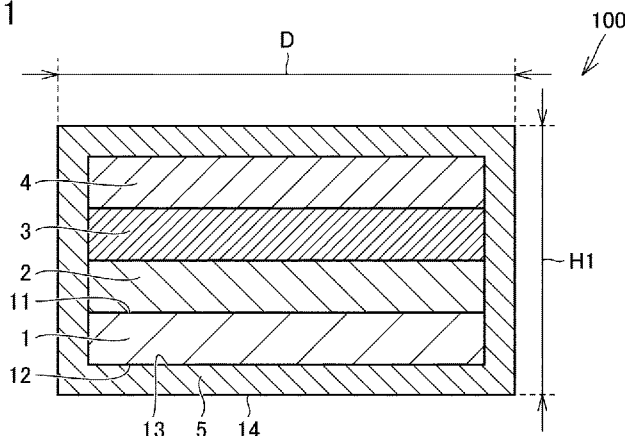
- (51) 国際特許分類:
H01B 12/06 (2006.01) *H01F 6/06* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/003941
- (22) 国際出願日: 2023年2月7日(07.02.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-039195 2022年3月14日(14.03.2022) JP
- (71) 出願人: 住友電気工業株式会社
(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.)
[JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜
四丁目5番33号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 山口 高史 (YAMAGUCHI, Takashi);
〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番
33号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人深見特許事務所 (FUKAMI
PATENT OFFICE, P.C.); 〒5300005 大阪府大
阪市北区中之島三丁目2番4号 中之島フェス
ティバルタワー・ウエスト 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, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP,
KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,

(54) Title: SUPERCONDUCTING WIRE AND SUPERCONDUCTING DEVICE

(54) 発明の名称: 超電導線材および超電導機器

[図1]

FIG.1



(57) Abstract: A superconducting wire (100) comprises a substrate (1) and a superconducting layer (3). The substrate (1) has a first surface (11) and a second surface (12). The second surface (12) is on the opposite side from the first surface. The superconducting layer (3) faces the first surface. The arithmetic mean roughness (Ra) of the second surface (12) is larger than 0.02 μm . The maximum roughness (Rz) of the second surface (12) is less than 5 μm .

(57) 要約: 超電導線材 (100) は、基板 (1) と、超電導層 (3) とを有している。基板 (1) は、第1面 (11) と、第2面 (12) とを有している。第2面 (12) は、第1面の反対側にある。超電導層 (3) は、第1面に対面している。第2面 (12) の算術平均粗さ (Ra) は、0.02 μm より大きい。第2面 (12) の最大高さ粗さ (Rz) は、5 μm 未満である。



WO 2023/176193 A1

PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG,
SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE,
SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：超電導線材および超電導機器

技術分野

[0001] 本開示は、超電導線材および超電導機器に関する。本出願は、2022年3月14日に出願した日本特許出願である特願2022-039195号に基づく優先権を主張する。当該日本特許出願に記載された全ての記載内容は、参照によって本明細書に援用される。

背景技術

[0002] 特開2014-220194号公報（特許文献1）には、基板と超電導層とを有する超電導線材が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2014-220194号公報

発明の概要

[0004] 本開示に係る超電導線材は、基板と、超電導層とを備えている。基板は、第1面と、第2面とを含んでいる。第2面は、第1面の反対側にある。超電導層は、第1面に対面している。第2面の算術平均粗さは、 $0.02\mu\text{m}$ より大きい。第2面の最大高さ粗さは、 $5\mu\text{m}$ 未満である。

図面の簡単な説明

[0005] [図1]図1は、第1実施形態に係る超電導線材の構成を示す断面模式図である

。

[図2]図2は、第2実施形態に係る超電導線材の構成を示す断面模式図である

。

[図3]図3は、第3実施形態に係る超電導線材の構成を示す断面模式図である

。

[図4]図4は、第4実施形態に係る超電導線材の構成を示す断面模式図である

。

[図5]図5は、第5実施形態に係る超電導機器の構成を示す断面模式図である。

発明を実施するための形態

[0006] [本開示が解決しようとする課題]

特許文献1に開示されている超電導線材においては、絶縁樹脂層の剥がれが発生するおそれがある。

[0007] 本開示は、上記のような課題を解決するために成されたものであり、その目的は、絶縁樹脂層の剥がれを抑制可能な超電導線材を提供することである。

[本開示の効果]

本開示によれば、絶縁樹脂層の剥がれを抑制可能な超電導線材を提供することができる。

[0008] [本開示の実施形態の説明]

最初に本開示の実施態様を列記して説明する。

[0009] (1) 本開示に係る超電導線材100は、基板1と、超電導層3とを有している。基板1は、第1面11と、第2面12とを有している。第2面12は、第1面11の反対側にある。超電導層3は、第1面11に直面している。第2面12の算術平均粗さは、 $0.02\mu\text{m}$ より大きい。第2面12の最大高さ粗さは、 $5\mu\text{m}$ 未満である。

[0010] (2) 上記(1)に係る超電導線材100によれば、第2面12の算術平均粗さは、 $3\mu\text{m}$ 未満であってもよい。

[0011] (3) 上記(1)または(2)に係る超電導線材100は、安定化層5をさらに有していてもよい。安定化層5は、基板1および超電導層3を取り囲んでいてもよい。安定化層5は、第3面13と、第4面14とを含んでいてもよい。第3面13は、第2面12に直面していてもよい。第4面14は、第3面13の反対側にあってもよい。

[0012] (4) 上記(3)に係る超電導線材100によれば、第4面14の算術平均粗さは、 $0.02\mu\text{m}$ より大きくてもよい。

- [0013] (5) 上記(3)または(4)に係る超電導線材100によれば、第4面14の算術平均粗さは、 $1.5\mu\text{m}$ 未満であってもよい。
- [0014] (6) 上記(3)から(5)のいずれかに係る超電導線材100によれば、第4面14の最大高さ粗さは、 $8\mu\text{m}$ 未満であってもよい。
- [0015] (7) 上記(3)から(6)のいずれかに係る超電導線材100は、中間層2と、保護層4とをさらに備えていてもよい。中間層2は、基板1と、超電導層3との間に設けられていてもよい。保護層4は、超電導層3上に設けられていてもよい。安定化層5は、中間層2と保護層4とを取り囲んでいてもよい。
- [0016] (8) 上記(1)から(7)のいずれかに係る超電導線材100は、絶縁樹脂層6をさらに有していてもよい。絶縁樹脂層6は、第2面12に対面していてもよい。第2面12の最大高さ粗さは、第2面12に垂直な方向における絶縁樹脂層6の厚み $H2$ の0.5倍以下であってもよい。
- [0017] (9) 上記(3)から(7)のいずれかに係る超電導線材100は、絶縁樹脂層6をさらに有していてもよい。絶縁樹脂層6は、第2面12に対面していてもよい。第4面14の最大高さ粗さは、第2面12に垂直な方向における絶縁樹脂層6の厚み $H2$ 以下であってもよい。
- [0018] (10) 上記(9)に係る超電導線材100によれば、第2面12の最大高さ粗さは、第2面12に垂直な方向における絶縁樹脂層6の厚み $H2$ の0.5倍以下であってもよい。
- [0019] (11) 本開示に係る超電導機器200は、上記(1)から上記(10)のいずれかに係る超電導線材100を有している。
- [0020] [本開示の実施形態の詳細]
以下、図面に基づいて、本開示の実施形態の詳細について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付し、その説明は繰返さない。
- [0021] (第1実施形態)
まず、本開示の第1実施形態に係る超電導線材の構成について説明する。

図1に示されるように、超電導線材100は、基板1と、中間層2と、超電導層3と、保護層4と、安定化層5とを有している。中間層2は、基板1上に設けられている。超電導層3は、中間層2上に設けられている。別の観点から言えば、中間層2は、基板1と超電導層3との間に設けられている。保護層4は、超電導層3上に設けられている。別の観点から言えば、超電導層3は、中間層2と保護層4との間に設けられている。安定化層5は、基板1、中間層2、超電導層3および保護層4を取り囲んでいる。

[0022] 超電導線材100の幅Dは、たとえば4mmである。幅Dは、たとえば2mm以上10mm以下であってもよい。超電導線材100の厚み（第1厚みH1）は、たとえば0.1mmである。第1厚みH1は、たとえば0.05mm以上0.2mm以下であってもよい。幅Dを第1厚みH1で除した値（アスペクト比）は、たとえば10以上である。超電導線材100のアスペクト比は、たとえば50以上であってもよいし、100以上であってもよい。

[0023] 基板1は、第1面11と第2面12とを有している。第2面12は、第1面11の反対側にある。第1面11は、基板1の表面である。第2面12は、基板1の裏面である。

[0024] 基板1は、たとえばニッケル（Ni）、ステンレス鋼またはハステロイ（商標）により形成されているテープ上に、銅（Cu）またはNiにより構成されている層が設けられているクラッド材である。CuまたはNiにより構成されている層において、結晶粒が2軸配向されている。言い換えれば、基板1の第1面11において、結晶粒が2軸配向されている。

[0025] 中間層2は、基板1の第1面11に接している。中間層2は、シード層（図示せず）と、拡散防止層（図示せず）と、格子整合層（図示せず）とによって構成されている。シード層は、第1面11に接している。シード層は、基板1における結晶粒の配向を引き継いで超電導層3をエピタキシャル成長させる役割を有している。シード層は、たとえば酸化セリウム（CeO₂）によって構成されている。

[0026] 拡散防止層は、シード層上に設けられている。拡散防止層は、基板1に含

まれる金属元素が、拡散防止層より上側に拡散することを防止する役割を持つ。なお、本明細書において、上側とは、第2面12から第1面11に向かう方向である。下側とは、第1面11から第2面12に向かう方向である。拡散防止層は、たとえばイットリア安定化ジルコニア（YSZ）によって構成されている。

[0027] 格子整合層は、拡散防止層上に設けられている。格子整合層は、超電導層3をエピタキシャル成長により形成する際に、超電導層3の結晶粒を2軸配向させる役割を有している。格子整合層は、たとえば酸化イットリウム（ Y_2O_3 ）によって構成されている。

[0028] 超電導層3は、中間層2に接している。超電導層3は、基板1の第1面11に対面している。本明細書において、「対面している」とは、2つの面が互いに直接接触している場合と、2つの面の間において物体が当該2つの面に接するように設けられており、且つ当該2つの面が間接的に接した状態に向かい合っている場合とを含んでいる。超電導層3は、たとえばREBCOによって構成されている。REBCOとは、 $REBa_2Cu_3O_{7-x}$ によって示される組成式を持つ酸化物超電導体である。なお、REBCOにおけるREは希土類元素を示している。具体的には、超電導層3は、たとえばYBCO（ $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ ）またはGdBCO（ $GdBa_2Cu_3O_{7-x}$ ）等のREBCOによって構成されている。超電導層3を構成しているREBCO中の希土類元素は、イットリウム、ランタン、ネオジム、サマリウム、ユウロピウム、ガドリニウム、ジスプロシウム、ホルミウム、エルビウム、ツリウム、ルテチウムおよびイッテルビウムからなる群から選択された少なくとも1種以上の元素である。超電導層3のREBCOの結晶粒は、2軸配向されている。

[0029] 保護層4は、超電導層3に接している。保護層4は、超電導層3と他の層との間で起こる化学反応を抑制し、超電導層3の組成が崩れることを抑制する役割を有している。保護層4は、たとえば銀（Ag）、Ag合金またはCuによって構成されている。

[0030] 安定化層5は、第3面13と、第4面14とを有している。第3面13は、基板1の第2面12に対面している。第3面13は、基板1の第2面12に接していてもよい。第4面14は、第3面13の反対側にある。言い換えれば、第4面14は、第3面13の下側にある。第4面14は、超電導線材100の裏面である。

[0031] 安定化層5は、超電導層3における超電導状態が部分的に不安定になった場合に発生する過電流をバイパスする役割を有している。安定化層5は、たとえばCuまたはCu合金によって構成されている。

[0032] (基板の表面性状)

基板1の第2面12の算術平均粗さ(Ra)は、基板1の第1面11の算術平均粗さより大きくてもよい。基板1の第2面12の算術平均粗さは、0.02 μm より大きい。第2面12の算術平均粗さの下限は、特に限定されないが、たとえば0.03 μm 以上であってもよいし、0.65 μm より大きくてもよいし、1 μm 以上であってもよい。第2面12の算術平均粗さは、たとえば3 μm 未満である。第2面12の算術平均粗さの上限は、特に限定されないが、たとえば2 μm 以下であってもよいし、1.5 μm 以下であってもよいし、1 μm 以下であってもよい。なお、算術平均粗さ(Ra)は、JIS (Japanese Industrial Standards) B0601:2013に規定される表面性状パラメータである。

[0033] 算術平均粗さ(Ra)は、以下の方法によって求められる値である。具体的には、まず、粗さ計を用いて粗さ曲線が測定される。測定された粗さ曲線の一部が抜き出される。測定方向において、抜き出された粗さ曲線の長さは、事前に決められた基準長さとなる。抜き出された粗さ曲線において、高さの平均値が求められる。高さの平均値を0として、抜き出された粗さ曲線上の任意の点における高さが求められる。抜き出された粗さ曲線における凹凸の平均値が、算術平均粗さとされる。具体的には、抜き出された粗さ曲線における高さの絶対値の平均値が、算術平均粗さとされる。

[0034] 第2面12の最大高さ粗さ(Rz)は、第1面11の最大高さ粗さより大

きくてもよい。第2面12の最大高さ粗さは、5 μm 未満である。第2面12の最大高さ粗さの上限は、特に限定されないが、たとえば3 μm 以下であってもよいし、1 μm 以下であってもよい。第2面12の最大高さ粗さの下限は、特に限定されないが、たとえば0.1 μm 以上であってもよいし、0.2 μm 以上であってもよいし、0.5 μm 以上であってもよい。なお、最大高さ粗さ (R_z) は、JIS B0601:2013に規定される表面性状パラメータである。

[0035] 最大高さ粗さは、以下の方法によって求められる値である。具体的には、まず、粗さ計を用いて粗さ曲線が測定される。測定された粗さ曲線の一部が抜き出される。測定方向において、抜き出された粗さ曲線の長さは、事前に決められた基準長さとされる。抜き出された粗さ曲線において、高さの平均値が求められる。高さの平均値を0として、抜き出された粗さ曲線上の任意の点における高さが求められる。抜き出された粗さ曲線において、最も高い部分の高さ（最大山高さ）の絶対値と、最も深い部分の高さ（最大谷深さ）の絶対値との和が、最大高さ粗さとされる。

[0036] 粗さ計として、たとえばキーエンス製の白色干渉計搭載レーザ顕微鏡である「VK-X3000」を使用できる。別の観点から言えば、たとえば第2面12の算術平均粗さおよび最大高さ粗さの各々は、たとえばキーエンス製の白色干渉計搭載レーザ顕微鏡である「VK-X3000」を用いて測定することができる。同様に、第1面11の算術平均粗さおよび最大高さ粗さの各々は、たとえばキーエンス製の白色干渉計搭載レーザ顕微鏡である「VK-X3000」を用いて測定することができる。具体的には、安定化層5を除去した後に、第2面12の算術平均粗さおよび最大高さ粗さの各々を測定することができる。安定化層5、保護層4、超電導層3および中間層2の各々を除去した後に、第1面11の算術平均粗さおよび最大高さ粗さの各々を測定することができる。VK-X3000の測定部（ヘッド部）としては、「VK-X3050」を用いることができる。対物レンズの倍率は、たとえば50倍とされる。測定モードは、たとえばレーザーコンフォーカルモード

とされる。

[0037] 算術平均粗さおよび最大高さ粗さの各々の測定において、測定部の視野の範囲内における測定対象である面（測定面）の表面形状が取得される。画像処理機能を用いて、測定面の傾きが補正される。取得された表面形状が連結されることによって、測定部の視野よりも広い範囲（測定範囲）の表面形状が取得される。具体的には、測定範囲の縦方向の長さは、たとえば測定部の視野の縦方向の長さの5倍以上とされる。測定範囲の横方向の長さは、たとえば測定部の視野の横方向の長さの5倍以上とされる。

[0038] 線粗さ計測機能を用いて、取得された表面形状における2点間の粗さ曲線が取得される。カットオフ値 λ_s は、たとえば、なしとされる。カットオフ値 λ_c は、JISに規定されるように0.08mmとされる。基準長さは、たとえばカットオフ値 λ_c の5倍以上（たとえば0.4mm以上）とされる。取得された表面形状における2点の位置を変更することによって、たとえば5本の粗さ曲線が取得される。5本の粗さ曲線の各々において、算術平均粗さおよび最大高さ粗さが求められる。5本の粗さ曲線における算術平均粗さの平均値が、測定面における算術平均粗さとされる。5本の粗さ曲線における最大高さ粗さの平均値が、測定面における最大高さ粗さとされる。

[0039] （安定化層の表面性状）

安定化層5の第4面14の算術平均粗さは、たとえば0.02 μm より大きい。第4面14の算術平均粗さの下限は、特に限定されないが、たとえば0.05 μm 以上であってもよいし、0.1 μm 以上であってもよいし、0.5 μm 以上であってもよい。第4面14の算術平均粗さは、たとえば1.5 μm 未満である。第4面14の算術平均粗さの上限は、特に限定されないが、たとえば1.3 μm 以下であってもよいし、1 μm 以下であってもよい。

[0040] 第4面14の最大高さ粗さは、たとえば8 μm 未満である。第4面14の最大高さ粗さの上限は、特に限定されないが、たとえば6 μm 以下であってもよいし、4 μm 以下であってもよいし、2 μm 以下であってもよい。第4

面14の最大高さ粗さの下限は、特に限定されないが、たとえば $0.2\mu\text{m}$ 以上であってもよいし、 $0.5\mu\text{m}$ 以上であってもよいし、 $1\mu\text{m}$ 以上であってもよい。

[0041] 第1面11および第2面12の各々と同様に、第4面14の算術平均粗さおよび最大高さ粗さの各々は、たとえばキーエンス製の白色干渉計搭載レーザー顕微鏡である「VK-X3000」を用いて測定することができる。

[0042] (超電導線材の製造方法)

次に、第1実施形態に係る超電導線材100の製造方法について説明する。

[0043] まず、積層体を形成する工程が実施される。具体的には、基板1が準備される。基板1の第2面12の R_a および R_z は、たとえば研磨などによって上述のように調整されている。次に、たとえば高周波スパッタリング法を用いて、基板1上に中間層2が形成される。

[0044] 次に、中間層2上に超電導層3が形成される。超電導層3は、たとえばパルスレーザー蒸着法(PLD:Pulsed Laser Deposition)、塗布熱分解法(MOD:Metal Organic Decomposition)、有機金属気相成長法(MOCVD:Metal Organic Chemical Vapor Deposition)または真空蒸着法により形成される。

[0045] 次に、超電導層3上に保護層4が形成される。保護層4は、たとえばスパッタ法により形成される。保護層4の形成後、酸素雰囲気中での熱処理(酸素アニール)が行われてもよい。以上のように、基板1、中間層2、超電導層3および保護層4によって構成されている積層体が作製される。作製された積層体は、細線化されてもよい。具体的には、たとえば幅が 30mm である積層体を細線化することによって、幅が 4mm である積層体が7本作製されてもよい。細線化において、たとえば回転刃を用いた機械スリット加工またはレーザーを用いたレーザースリット加工が用いられる。

[0046] 次に、安定化層5を形成する工程が実施される。安定化層5は、たとえば

めっきにより形成される。めっき液の組成として、たとえばめっき液1 lあたりにおいて、硫酸銅100gと硫酸150gとが含まれる。めっきにおける電流密度は、たとえば 1 A/dm^2 以上 10 A/dm^2 以下とされる。以上のように、超電導線材100が作製される。

[0047] (第1実施形態の変形例)

なお、基板1および中間層2の各々の構成は、上記の構成に限られない。基板1は、ステンレス鋼またはハステロイ(商標)によって構成されていてもよい。中間層2は、結晶配向層(図示せず)と、格子整合層(図示せず)によって構成されていてもよい。結晶配向層は、格子整合層および超電導層3の各々の結晶粒の配向性を制御する役割を有している。結晶配向層は、たとえばジルコン酸ガドリニウム($\text{Gd}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$)によって構成されている。中間層2は、たとえばイオンビームアシスト蒸着法(Ion Beam Assisted Deposition)を用いて形成されてもよい。

[0048] (第2実施形態)

次に、第2実施形態に係る超電導線材100の構成について説明する。第2実施形態に係る超電導線材100の構成は、主に絶縁樹脂層6を有している点において、第1実施形態に係る超電導線材100の構成と異なっており、その他の点については、第1実施形態に係る超電導線材100の構成と同様である。以下、第1実施形態に係る超電導線材100の構成と異なる点を中心に説明する。

[0049] 図2に示されるように、超電導線材100は、絶縁樹脂層6をさらに有してもよい。絶縁樹脂層6は、安定化層5を取り囲んでいる。別の観点から言えば、絶縁樹脂層6は、基板1、中間層2、超電導層3および保護層4を取り囲んでいる。安定化層5は、基板1と絶縁樹脂層6との間にある。絶縁樹脂層6は、安定化層5の第4面14に接している。絶縁樹脂層6は、基板1の第2面12に対面している。

[0050] 第2面12に垂直な方向における絶縁樹脂層6の厚みは、第2厚み H_2 と

される。具体的には、第2厚みH2は、第2面12に対面している絶縁樹脂層6の部分の厚みである。第2厚みH2は、たとえば15 μm 以下である。第2厚みH2の上限は、特に限定されないが、たとえば10 μm 以下であってもよいし、8 μm 以下であってもよい。第2厚みH2が薄いほど、超電導線材100を用いて作製された超電導機器の電流密度を高めることができる。絶縁樹脂層6は、たとえばポリイミドまたはエポキシ樹脂などの電気絶縁性を有する樹脂によって構成されている。

[0051] 第2面12の最大高さ粗さは、たとえば第2厚みH2未満である。第2面12の最大高さ粗さの上限は、特に限定されないが、たとえば第2厚みH2の0.5倍以下であってもよいし、第2厚みH2の0.25倍以下であってもよいし、第2厚みH2の0.1倍以下であってもよい。第2面12の最大高さ粗さの下限は、特に限定されないが、たとえば第2厚みH2の0.01倍以上であってもよいし、第2厚みH2の0.05倍以上であってもよい。

[0052] 第4面14の最大高さ粗さは、たとえば第2厚みH2以下である。第4面14の最大高さ粗さの上限は、特に限定されないが、たとえば第2厚みH2の0.5倍以下であってもよいし、第2厚みH2の0.25倍以下であってもよい。第4面14の最大高さ粗さの下限は、特に限定されないが、たとえば第2厚みH2の0.025倍以上であってもよいし、第2厚みH2の0.1倍以上であってもよい。

[0053] (第3実施形態)

次に、第3実施形態に係る超電導線材100の構成について説明する。第3実施形態に係る超電導線材100の構成は、主に保護層4が基板1および超電導層3を取り囲んでいる点において、第1実施形態に係る超電導線材100の構成と異なっており、その他の点については、第1実施形態に係る超電導線材100の構成と同様である。以下、第1実施形態に係る超電導線材100の構成と異なる点を中心に説明する。

[0054] 図3に示されるように、保護層4は、基板1、中間層2および超電導層3を取り囲んでいる。保護層4は、基板1の第2面12に接している。保護層

4は、安定化層5の第3面13に接している。安定化層5は、保護層4によって基板1の第2面12から隔てられている。安定化層5は、保護層4によって中間層2から隔てられている。安定化層5は、保護層4によって超電導層3から隔てられている。

[0055] (第4実施形態)

次に、第4実施形態に係る超電導線材100の構成について説明する。第4実施形態に係る超電導線材100の構成は、主に保護層4が基板1および超電導層3を取り囲んでいる点において、第2実施形態に係る超電導線材100の構成と異なっており、その他の点については、第2実施形態に係る超電導線材100の構成と同様である。以下、第2実施形態に係る超電導線材100の構成と異なる点を中心に説明する。

[0056] 図4に示されるように、保護層4は、基板1、中間層2および超電導層3を取り囲んでいる。保護層4は、基板1の第2面12に接している。保護層4は、安定化層5の第3面13に接している。安定化層5は、保護層4によって基板1の第2面12から隔てられている。安定化層5は、保護層4によって中間層2から隔てられている。安定化層5は、保護層4によって超電導層3から隔てられている。

[0057] (第5実施形態)

次に、第5実施形態に係る超電導機器200の構成について説明する。

[0058] 図5に示されるように、超電導機器200は、超電導線材100と、巻枠21とを有している。超電導機器200は、たとえば超電導コイルである。超電導線材100は、巻枠21に巻き回されている。超電導線材100は、たとえばダブルパンケーキ状に巻き回されている。具体的には、超電導線材100がシングルパンケーキ状に巻き回された2個のコイル体が、コイル体の軸方向に沿って重ねられている。2個のコイル体の巻き回し方向は、互いに逆である。2個のコイル体の各々の内周側に位置する端部は、接続部(図示せず)を介して電氣的に接続されている。言い換えれば、2個のコイル体の各々の外周側に位置する端部は、互いに電氣的に直列に接続されている。

[0059] 超電導線材 100 の基板 1 は、超電導層 3 に対して、たとえば超電導機器 200 の外周側に位置している。言い換えれば、超電導線材 100 は、基板 1 を外周側に配置し且つ超電導層 3 を内周側に配置した状態で巻き回されている。なお、超電導線材 100 は、シングルパンケーキコイル状に巻き回されている。

[0060] 図 5 に示されるように、絶縁樹脂層 6 は、巻き回された超電導線材 100 を取り囲んでいる。本実施形態によれば、第 2 面 12 に垂直な方向において、第 2 面 12 に対面している絶縁樹脂層 6 の部分の内、最も薄い部分の厚みは、第 2 厚み H2 とされる。巻枠 21 に巻き回された超電導線材 100 に対して樹脂を含浸させた後に、当該樹脂を硬化させることによって、絶縁樹脂層 6 が形成される。

[0061] なお上記においては、超電導機器 200 が超電導コイルの場合について説明したが、超電導機器 200 は超電導コイルに限定されない。超電導機器 200 は、たとえば超電導ケーブルなどであってもよい。

[0062] 次に、本開示に係る超電導線材 100 の作用効果について説明する。

通常、基板 1 の第 2 面 12 に対面している絶縁樹脂層 6 が形成された状態で、超電導線材 100 は使用される。一般に、使用時において超電導線材 100 は液体窒素などの冷媒により冷却され、使用後において超電導線材 100 は室温に戻される。環境温度の変化による絶縁樹脂層 6 の収縮によって、絶縁樹脂層 6 が安定化層 5 から剥がれることがあった。

[0063] 発明者は、絶縁樹脂層 6 の剥がれについて種々の検討を行った結果、基板 1 の第 2 面 12 の表面性状が絶縁樹脂層 6 の剥がれに影響していることを見出した。第 2 面 12 の算術平均粗さは、基板 1 を取り囲む他の層の表面性状に影響を与える。具体的には、第 2 面 12 の算術平均粗さが過度に小さい場合、たとえば安定化層 5 の第 4 面 14 の算術平均粗さが過度に小さくなる。この場合、第 4 面 14 が過度に平滑であるため、アンカー効果が十分に発揮されず絶縁樹脂層 6 の剥がれが発生する。なお、アンカー効果とは、たとえば第 4 面 14 の凹凸に絶縁樹脂層 6 が入り込むことにより、絶縁樹脂層 6 が

第4面14に食い込み、絶縁樹脂層6と第4面14との接合力が向上する効果を意味している。

[0064] 本開示に係る超電導線材100によれば、基板1の第2面12の算術平均粗さは $0.02\mu\text{m}$ より大きい。これにより、第2面12の算術平均粗さが過度に小さくなることが抑制されている。このため、安定化層5の第4面14の算術平均粗さが過度に小さくなることを抑制できる。従って、安定化層5と絶縁樹脂層6との間のアンカー効果が十分に発揮され、絶縁樹脂層6の剥がれを抑制できる。

[0065] 第2面12の最大高さ粗さが過度に大きい場合、第4面14の最大高さ粗さが大きくなる。第4面14の最大高さ粗さが過度に大きい場合、第4面14は、局所的に突出した部分を有している。これによって、当該突出した部分の周囲における絶縁樹脂層6において、穴が形成されやすくなる。

[0066] 本開示に係る超電導線材100によれば、基板1の第2面12の最大高さ粗さは $5\mu\text{m}$ 未満である。これにより、第2面12の最大高さ粗さが過度に大きくなることが抑制されている。このため、安定化層5の第4面14の最大高さ粗さが過度に大きくなることを抑制でき、絶縁樹脂層6における穴の形成を抑制できる。

[0067] 第2面12の算術平均粗さが過度に大きい場合、第4面14の算術平均粗さが大きくなる。第4面14の算術平均粗さが過度に大きい場合、第4面14は第4面14の全面において凹凸を有している。これによって、安定化層5と絶縁樹脂層6との間に微少な隙間が生じる。液体窒素による超電導線材100の冷却時に、当該隙間に液体窒素がしみ込む。超電導線材100が室温に戻る際に、しみ込んだ液体窒素が気化することにより、絶縁樹脂層6に膨れが発生する。

[0068] 本開示に係る超電導線材100によれば、基板1の第2面12の算術平均粗さは $3\mu\text{m}$ 未満である。これにより、第2面12の算術平均粗さが過度に大きくなることが抑制されている。このため、安定化層5の第4面14の算術平均粗さが過度に大きくなることを抑制でき、絶縁樹脂層6の膨れを抑制

できる。

[0069] 本開示に係る超電導線材100によれば、安定化層5の第4面14の算術平均粗さは $0.02\mu\text{m}$ より大きい。これにより、第4面14の算術平均粗さが過度に小さくなることが抑制されている。このため、絶縁樹脂層6の剥がれを抑制できる。

[0070] 本開示に係る超電導線材100によれば、安定化層5の第4面14の算術平均粗さは $1.5\mu\text{m}$ 未満である。これにより、第4面14の算術平均粗さが過度に大きくなることが抑制されている。このため、絶縁樹脂層6の膨れを抑制できる。

[0071] 本開示に係る超電導線材100によれば、安定化層5の第4面14の最大高さ粗さは $8\mu\text{m}$ 未満である。これにより、第4面14の最大高さ粗さが過度に大きくなることが抑制されている。このため、絶縁樹脂層6における穴の形成を抑制できる。

[0072] 本開示に係る超電導線材100によれば、基板1の第2面12の最大高さ粗さは、絶縁樹脂層6の第2厚みH2の0.5倍以下である。第2厚みH2に対する第2面12の最大高さ粗さの比率が過度に大きい場合、第2厚みH2に対する第4面14の最大高さ粗さの比率が大きくなる。この場合、絶縁樹脂層6において穴が形成されやすくなる。本開示に係る超電導線材100によれば、第2厚みH2に対する第2面12の最大高さ粗さの比率が過度に大きくなることが抑制されている。これによって、絶縁樹脂層6における穴の形成を抑制できる。

[0073] 本開示に係る超電導線材100によれば、第4面14の最大高さ粗さは、絶縁樹脂層6の第2厚みH2以下である。これにより、第2厚みH2に対する第4面14の最大高さ粗さの比率が過度に大きくなることが抑制されている。このため、絶縁樹脂層6における穴の形成を抑制できる。

[0074] 本開示に係る超電導機器200によれば、本開示に係る超電導線材100を有している。このため、絶縁樹脂層6の剥がれの発生を抑制できる。

[0075] (実施例)

(サンプル準備)

[0076] [表1]

番号	絶縁樹脂層の 厚み (H2) [μm]	基板の第2面			安定化層の第4面		
		Ra [μm]	Rz [μm]	Rz/H2 —	Ra [μm]	Rz [μm]	Rz/H2 —
サンプル1	8	0.02	0.1	0.013	0.01	0.2	0.025
サンプル2	8	0.03	0.1	0.013	0.03	0.2	0.025
サンプル3	8	0.05	0.2	0.025	0.07	0.3	0.038
サンプル4	8	0.5	0.7	0.088	0.4	1	0.13
サンプル5	8	2	3	0.38	1	5	0.63
サンプル6	8	3	4.5	0.56	1.5	7	0.88
サンプル7	8	2	5	0.63	1.2	8	1
サンプル8	2	0.03	0.1	0.05	0.03	0.2	0.1
サンプル9	2	1.5	1	0.5	1	2	1
サンプル10	2	2	2	1	1.2	3	1.5

- [0077] 次に、サンプルを用いた試験について説明する。まず、サンプル1からサンプル10に係る超電導線材100が準備された。サンプル1およびサンプル7の各々は比較例である。サンプル2からサンプル6およびサンプル8からサンプル10の各々は実施例である。
- [0078] サンプル1からサンプル10に係る超電導線材100の各々は、上記の第2実施形態に係る製造方法を用いて作製された。具体的には、まず、基板1が準備された。基板1の厚みは100 μm とされた。基板1の幅は30mmとされた。基板1の長さは100mとされた。基板1は、ステンレス鋼により形成されているテープ上にCu層とNi層とが設けられているクラッド材とされた。
- [0079] 次に、基板1上にスパッタ法を用いて中間層2が形成された。中間層2の厚みは0.5 μm とされた。中間層2のシード層は、CeO₂によって構成された。シード層の厚みは、0.1 μm とされた。中間層2の拡散防止層は、YSZによって構成された。拡散防止層の厚みは、0.2 μm とされた。中間層2の格子整合層は、Y₂O₃によって構成された。格子整合層の厚みは、0.2 μm とされた。
- [0080] 次に、PLD法を用いて超電導層3が形成された。超電導層3は、GdBcOによって構成された。超電導層3の厚みは3 μm とされた。次に、スパッタ法を用いて保護層4が形成された。保護層4の厚みは3 μm とされた。基板1、中間層2、超電導層3および保護層4によって構成された幅30mmの積層体が細線化された。具体的には、機械スリット加工を用いて、積層体の幅が4mmとなるように細線化された。
- [0081] 次に、積層体の外表面に対してめっきを実施することにより、安定化層5が形成された。めっき液の組成として、めっき液1lあたり、100gの硫酸銅と150gの硫酸とが含まれた。めっきの電流密度は、10A/dm²とされた。
- [0082] 次に、安定化層5の外表面に対して、ポリイミドを被覆することにより、絶縁樹脂層6が形成された。以上のように、サンプル1からサンプル10に

係る超電導線材100が作成された。

[0083] 表1に示されるように、サンプル1からサンプル7において、絶縁樹脂層6の厚み(第2厚みH2)は8 μ mとされた。サンプル8からサンプル10において、第2厚みH2は2 μ mとされた。

[0084] サンプル1からサンプル7において、第2面12の算術平均粗さは、0.02 μ m以上3 μ m以下とされた。サンプル1からサンプル7において、第2面12の最大高さ粗さは、0.1 μ m以上5 μ m以下とされた。サンプル1からサンプル7において、第4面14の算術平均粗さは、0.01 μ m以上1.5 μ m以下とされた。サンプル1からサンプル7において、第4面14の最大高さ粗さは、0.2 μ m以上8 μ m以下とされた。

[0085] サンプル8からサンプル10において、第2面12の算術平均粗さは、0.03 μ m以上2 μ m以下とされた。サンプル8からサンプル10において、第2面12の最大高さ粗さは、0.1 μ m以上2 μ m以下とされた。サンプル8からサンプル10において、第4面14の算術平均粗さは、0.03 μ m以上1.2 μ m以下とされた。サンプル8からサンプル10において、第4面14の最大高さ粗さは、0.2 μ m以上3 μ m以下とされた。

[0086] (評価方法)

全てのサンプルにおいて、絶縁樹脂層6のヒートサイクル評価が実施された。具体的には、超電導線材100を液体窒素に1分程度浸漬して冷却した後、液体窒素から取り出して室温まで戻すという操作が5回繰り返された。その後、目視によって絶縁樹脂層6の膨れ、穴および剥がれの各々の有無が調べられた。

[0087] さらに、全てのサンプルにおいて、超電導線材100の臨界電流値(I_c)が測定された。具体的には、上述のヒートサイクル評価の前後において、臨界電流値 I_c が測定された。臨界電流値 I_c の測定において、液体窒素への浸漬によって、超電導線材100は77Kまで冷却された。超電導線材100の臨界電流値 I_c の測定は、自己磁場下において実施された。なお、自己磁場下とは、外部から磁場の印加を受けていない状態を意味している。

[0088] (評価結果)

[0089] [表2]

番号	膨れ	穴	剥がれ	臨界電流値 [A/c m]	
				評価前	評価後
サンプル1	なし	なし	あり	501	81
サンプル2	なし	なし	なし	510	508
サンプル3	なし	なし	なし	506	506
サンプル4	なし	なし	なし	495	497
サンプル5	なし	なし	なし	504	505
サンプル6	あり	なし	なし	499	210
サンプル7	なし	あり	なし	497	198
サンプル8	なし	なし	なし	512	512
サンプル9	なし	なし	なし	502	501
サンプル10	なし	あり	なし	505	219

[0090] 表2に示されるように、サンプル1において絶縁樹脂層6の剥がれが確認された。サンプル6において絶縁樹脂層6の膨れが確認された。サンプル7およびサンプル10の各々において、絶縁樹脂層6の穴が確認された。表2に示されるように、絶縁樹脂層6の膨れ、穴または剥がれが確認されたサンプル（サンプル1、6、7および10）において、他のサンプルと比較して、ヒートサイクル評価後の臨界電流値I_cの低下が確認された。

[0091] さらに、絶縁樹脂層6の剥がれが確認されたサンプル（サンプル1）においては、絶縁樹脂層6の膨れまたは穴が確認されたサンプル（サンプル6、7および10）と比較して、ヒートサイクル評価後における臨界電流値I_cの低下量が大きいことが確認された。

[0092] 以上の結果によれば、第2面12の算術平均粗さが0.02 μmより大きく3 μm未満であり、第2面12の最大高さ粗さが5 μm未満であり、かつ

第2面12の最大高さ粗さが絶縁樹脂層6の厚みH2の0.5倍以下である場合（サンプル2から5、8および9）において、絶縁樹脂層6の膨れ、穴および剥がれの各々を抑制でき、臨界電流値 I_c の低下を抑制できることが確認された。

[0093] 今回開示された実施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えられるべきである。本発明の範囲は上記した実施形態ではなく請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味、および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

[0094] 1 基板、2 中間層、3 超電導層、4 保護層、5 安定化層、6 絶縁樹脂層、11 第1面、12 第2面、13 第3面、14 第4面、21 巻枠、100 超電導線材、200 超電導機器、D 幅、H1 第1厚み、H2 第2厚み。

請求の範囲

- [請求項1] 第1面と前記第1面の反対側にある第2面とを含む基板と、
前記第1面に対面している超電導層とを備え、
前記第2面の算術平均粗さは、 $0.02\mu\text{m}$ より大きく、
前記第2面の最大高さ粗さは、 $5\mu\text{m}$ 未満である、超電導線材。
- [請求項2] 前記第2面の算術平均粗さは、 $3\mu\text{m}$ 未満である、請求項1に記載の超電導線材。
- [請求項3] 前記基板および前記超電導層を取り囲む安定化層をさらに備え、
前記安定化層は、前記第2面に対面している第3面と、前記第3面の反対側にある第4面とを含む、請求項1または請求項2に記載の超電導線材。
- [請求項4] 前記第4面の算術平均粗さは、 $0.02\mu\text{m}$ より大きい、請求項3に記載の超電導線材。
- [請求項5] 前記第4面の算術平均粗さは、 $1.5\mu\text{m}$ 未満である、請求項3または請求項4に記載の超電導線材。
- [請求項6] 前記第4面の最大高さ粗さは、 $8\mu\text{m}$ 未満である、請求項3から請求項5のいずれか1項に記載の超電導線材。
- [請求項7] 前記基板と前記超電導層との間に設けられている中間層と、
前記超電導層上に設けられている保護層とをさらに備え、
前記安定化層は、前記中間層と前記保護層とを取り囲んでいる、請求項3から請求項6のいずれか1項に記載の超電導線材。
- [請求項8] 前記第2面に対面している絶縁樹脂層をさらに備え、
前記第2面の最大高さ粗さは、前記第2面に垂直な方向における前記絶縁樹脂層の厚みの 0.5 倍以下である、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の超電導線材。
- [請求項9] 前記第2面に対面している絶縁樹脂層をさらに備え、
前記第4面の最大高さ粗さは、前記第2面に垂直な方向における前記絶縁樹脂層の厚み以下である、請求項3から請求項7のいずれか1

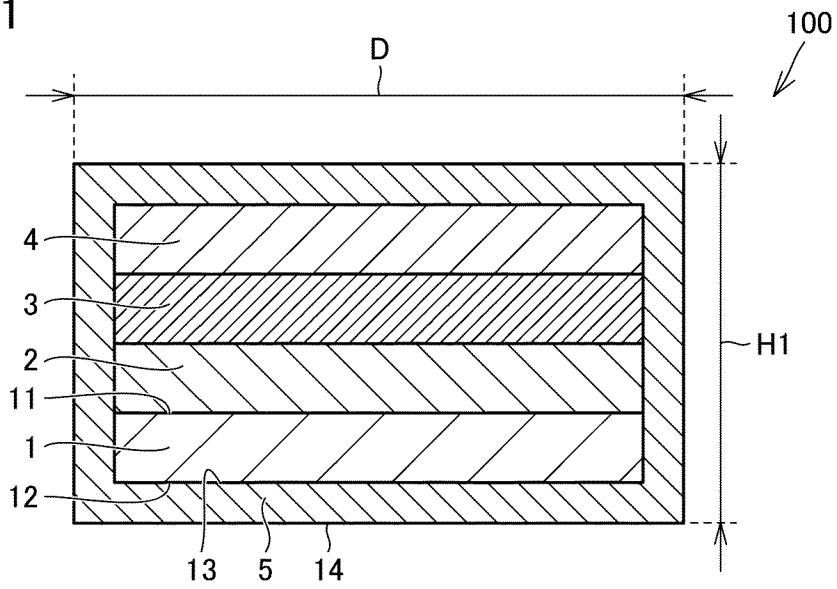
項に記載の超電導線材。

[請求項10] 前記第2面の最大高さ粗さは、前記第2面に垂直な方向における前記絶縁樹脂層の厚みの0.5倍以下である、請求項9に記載の超電導線材。

[請求項11] 請求項1から請求項10のいずれか1項に記載の超電導線材を備える、超電導機器。

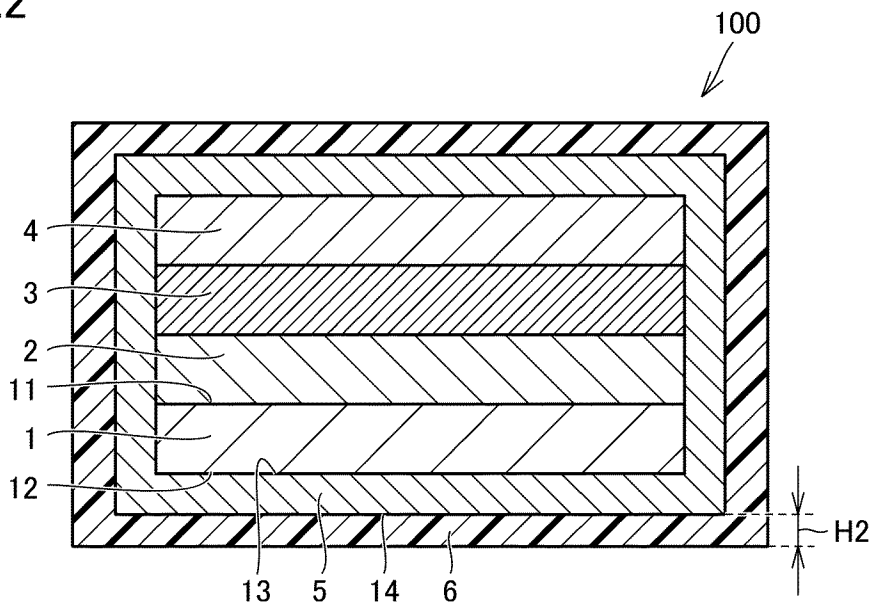
[図1]

FIG.1



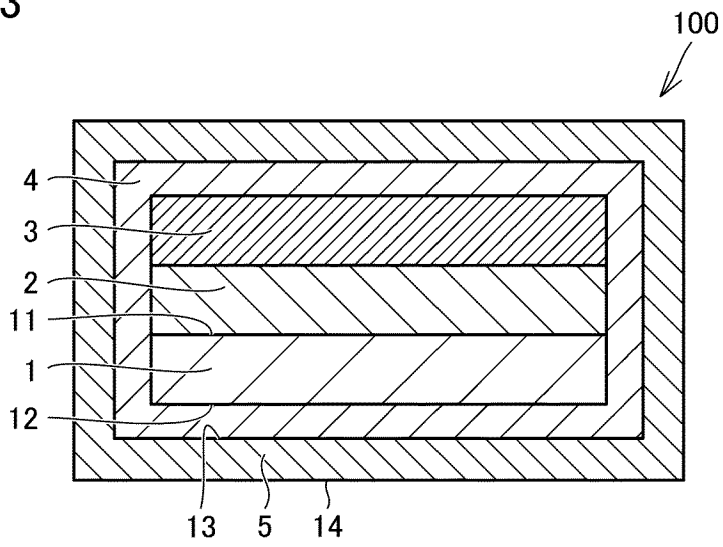
[図2]

FIG.2



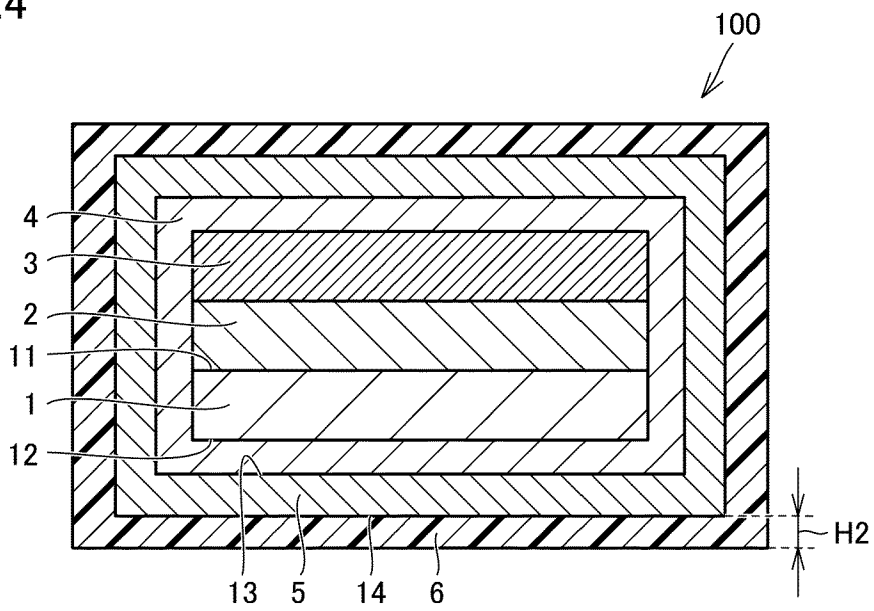
[図3]

FIG.3



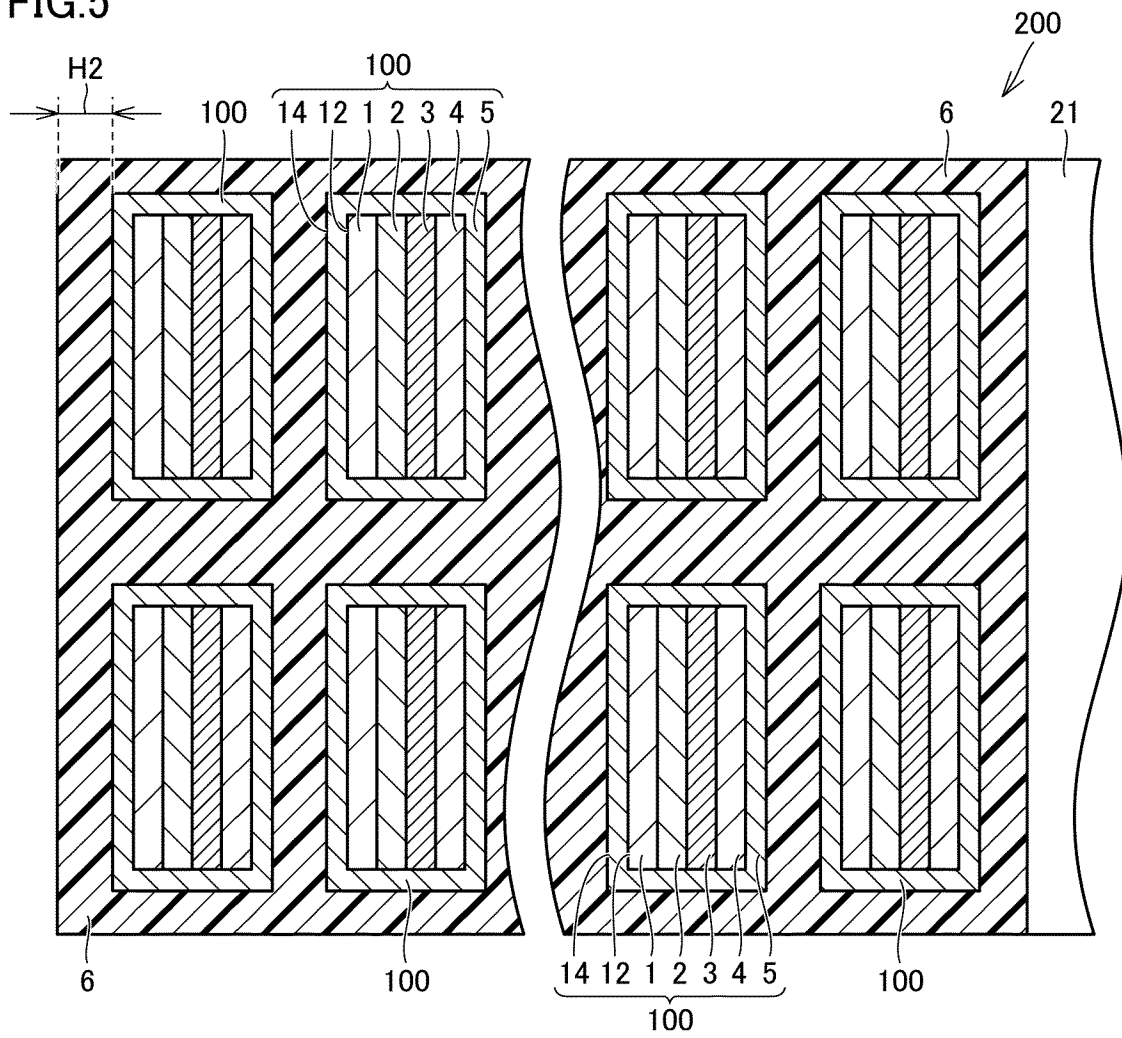
[図4]

FIG.4



[図5]

FIG.5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/003941

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H01B 12/06</i> (2006.01)i; <i>H01F 6/06</i> (2006.01)i FI: H01B12/06 ZAA; H01F6/06 140		
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) H01B12/06; H01F6/06		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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 2012-241234 A (FUJIKURA LTD.) 10 December 2012 (2012-12-10) paragraphs [0013]-[0043], fig. 1	1-11
A	JP 2012-64519 A (FUJIKURA LTD.) 29 March 2012 (2012-03-29) paragraphs [0014]-[0087], fig. 1-7	1-11
A	WO 2014/003049 A1 (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 03 January 2014 (2014-01-03) paragraphs [0021]-[0062], fig. 1-5	1-11
A	WO 2013/129568 A1 (FUJIKURA LTD.) 06 September 2013 (2013-09-06) paragraphs [0018]-[0058], fig. 1-3	1-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 17 April 2023		Date of mailing of the international search report 25 April 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/003941

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2012-241234	A	10 December 2012	(Family: none)	
JP	2012-64519	A	29 March 2012	(Family: none)	
WO	2014/003049	A1	03 January 2014	US 2015/0279519 A1 paragraphs [0024]-[0066], fig. 1-5	
				EP 2725586 A1	
				CN 103635978 A	
				KR 10-2014-0102125 A	
WO	2013/129568	A1	06 September 2013	US 2014/0357495 A1 paragraphs [0041]-[0133], fig. 1-3	
				EP 2801983 A1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01B 12/06(2006.01)i; H01F 6/06(2006.01)i FI: H01B12/06 ZAA; H01F6/06 140		
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（IPC）） H01B12/06; 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 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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 請求項の番号
A	JP 2012-241234 A (株式会社フジクラ) 10.12.2012 (2012 - 12 - 10) [0013]-[0043], 図1	1-11
A	JP 2012-64519 A (株式会社フジクラ) 29.03.2012 (2012 - 03 - 29) [0014]-[0087], 図1-7	1-11
A	WO 2014/003049 A1 (古河電気工業株式会社) 03.01.2014 (2014 - 01 - 03) [0021]-[0062], 図1-5	1-11
A	WO 2013/129568 A1 (株式会社フジクラ) 06.09.2013 (2013 - 09 - 06) [0018]-[0058], 図1-3	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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抵触するものではなく、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	17. 04. 2023	国際調査報告の発送日 25. 04. 2023
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 木村 励 5G 4092 電話番号 03-3581-1101 内線 3526	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2023/003941

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-241234 A	10.12.2012	(ファミリーなし)	
JP 2012-64519 A	29.03.2012	(ファミリーなし)	
WO 2014/003049 A1	03.01.2014	US 2015/0279519 A1 [0024]-[0066], Figs.1-5 EP 2725586 A1 CN 103635978 A KR 10-2014-0102125 A	
WO 2013/129568 A1	06.09.2013	US 2014/0357495 A1 [0041]-[0133], Figs.1-3 EP 2801983 A1	