

(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
2016年12月15日(15.12.2016)

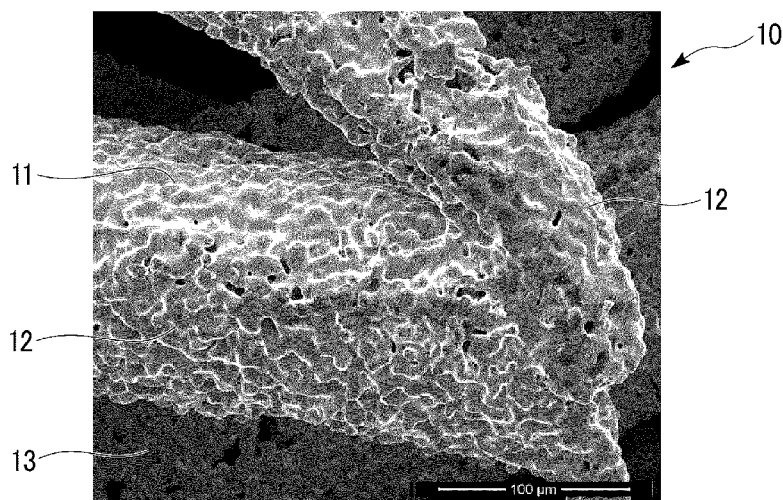


(10) 国際公開番号
WO 2016/199571 A1

- (51) 国際特許分類:
B22F 3/11 (2006.01) C22C 9/00 (2006.01)
B22F 7/04 (2006.01) C22C 9/02 (2006.01)
C22C 1/08 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/065283
- (22) 国際出願日: 2016年5月24日(24.05.2016)
- (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 2015-119522 2015年6月12日(12.06.2015) JP
- (71) 出願人: 三菱マテリアル株式会社(MITSUBISHI MATERIALS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008117 東京都千代田区大手町一丁目3番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 喜多 晃一(KITA Koichi); 〒3640022 埼玉県北本市下石戸上1975-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP). 加藤 純(KATO Jun); 〒3640022 埼玉県北本市下石戸上1975-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP). 幸 俊彦(SAIWAI Toshihiko); 〒3640022 埼玉県北本市下石戸上1975-2 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: POROUS COPPER BODY, AND POROUS COPPER COMPOSITE MEMBER

(54) 発明の名称: 銅多孔質体、及び、銅多孔質複合部材



(57) Abstract: This porous copper body (10) is provided with a skeleton (13) having a three-dimensional network structure, and is characterized in that: an uneven porous layer (12) is formed on the surface of the skeleton (13); the specific surface area is set so as to be at least 0.01 m²/g; and the porosity is set so as to be in the range of 50-90% inclusive.

(57) 要約: 三次元網目構造の骨格部(13)を有する銅多孔質体(10)であって、骨格部(13)の表面には、凹凸を有するポーラス層(12)が形成されており、比表面積が0.01m²/g以上とされ、気孔率が50%以上90%以下の範囲内とされていることを特徴とする。

WO 2016/199571 A1

明 細 書

発明の名称：銅多孔質体、及び、銅多孔質複合部材

技術分野

[0001] 本願発明は、銅又は銅合金からなる銅多孔質体、及び、この銅多孔質体が部材本体に接合されてなる銅多孔質複合部材に関するものである。

本願は、2015年6月12日に、日本に出願された特願2015-119522号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 上述の銅多孔質体及び銅多孔質複合部材は、例えば各種電池における電極及び集電体、熱交換器用部材、消音部材、フィルター、衝撃吸収部材等として使用されている。

例えば、特許文献1には、銅管表面に銅多孔質層を形成した熱交換部材が提案されている。また、特許文献2には、三次元網目構造の金属多孔質体の表面を多孔質金属膜に改質することが提案されている。

[0003] ここで、特許文献1においては、銅又は銅合金からなる粉末を原料とし、この原料粉末を銅管の表面にバインダーで仮接合し、酸化処理及び還元処理を行うことで銅多孔質層を形成している。

また、特許文献2においては、三次元網目構造の金属多孔体を酸化処理して酸化膜を形成し、さらに還元処理を行うことで、金属多孔体の表面を多孔質金属膜に改質した金属多孔質体を形成している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：日本国特開平11-217680号公報（A）

特許文献2：日本国特許第5166615号公報（B）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、特許文献1に記載されたように、銅又は銅合金からなる粉末を

原料として用いて銅多孔質体を成形する場合には、多孔質焼結体の密度を粉末の嵩密度よりも小さくすることができず、気孔率が高く、かつ、十分な比表面積を有する銅多孔質体を得ることが困難であるといった問題があった。

[0006] また、特許文献2に記載された金属多孔質体においては、三次元網目構造の金属多孔体を形成した後に酸化処理及び還元処理を行っており、金属多孔質体自体の気孔率や比表面積は、酸化処理及び還元処理を行う前の金属多孔体の性状に大きく依存するため、十分な気孔率及び比表面積を有する金属多孔質体を得ることが困難であった。また、電解めっきや金属粉末を用いて製造された金属多孔体では、十分な強度を確保することが困難であった。さらに、特許文献2には、実施例としてステンレス鋼からなる金属多孔体を用いたものが記載されているが、銅又は銅合金からなる金属多孔体において、どのような条件で酸化処理及び還元処理を行うことで表面を改質可能であるかは開示されていなかった。

[0007] 本願発明は、以上のような事情を背景としてなされたものであって、十分な気孔率及び比表面積を有する銅多孔質体、この銅多孔質体が部材本体に接合された銅多孔質複合部材を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

[0008] このような課題を解決して、前記目的を達成するために、本願発明の一態様の銅多孔質体（以下、「本願発明の銅多孔質体」と称する）は、三次元網目構造の骨格部を有する銅多孔質体であって、前記骨格部の表面には、凹凸を有するポーラス層が形成されており、比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が50%以上90%以下の範囲内とされていることを特徴としている。

[0009] この構成の銅多孔質体によれば、三次元網目構造の骨格部の表面に、凹凸を有するポーラス層が形成されており、比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が50%以上90%以下の範囲内とされているので、例えば多孔体骨格表面を介した熱交換効率等を大幅に向上させることが可能となる。

[0010] ここで、本願発明の銅多孔質体においては、前記骨格部は、複数の銅繊維

の焼結体とされており、前記銅繊維は、直径Rが0.02mm以上1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比L/Rが4以上2500以下の範囲内とされていることが好ましい。

この場合、直径Rが0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比L/Rが4以上、2500以下の範囲内とされた銅繊維同士が焼結されることで構成されているので、銅繊維同士の間には十分な空隙が確保されるとともに、焼結時における収縮率を抑えることができ、気孔率を50%以上90%以下の範囲内と比較的高くすることが可能となり、さらに寸法精度に優れている。

[0011] 本願発明の他態様の銅多孔質複合部材（以下、「本願発明の銅多孔質複合部材」と称する）は、部材本体と、上述の銅多孔質体と、が接合されてなることを特徴としている。

この構成の銅多孔質複合部材によれば、上述の気孔率が高く、比表面積が大きく、かつ、寸法精度に優れているとともに強度に優れた銅多孔質体が部材本体と強固に接合されていることから、表面積が大きく熱交換効率等に優れた銅多孔質体単体の特性に加え、銅多孔質複合部材として、優れた伝熱特性及び導電性等の各種特性を発揮する。

[0012] ここで、本願発明の銅多孔質複合部材においては、前記部材本体のうち前記銅多孔質体との接合面が銅又は銅合金で構成され、前記銅多孔質体と前記部材本体とが焼結によって接合されていることが好ましい。

この場合、前記銅多孔質体と前記部材本体とが、焼結によって一体に結合しているので、前記銅多孔質体と前記部材本体とが強固に接合されることになり、銅多孔質複合部材として優れた強度、伝熱特性及び導電性等の各種特性を発揮する。

発明の効果

[0013] 本願発明によれば、十分な気孔率及び比表面積を有する銅多孔質体、この銅多孔質体が部材本体に接合された銅多孔質複合部材を提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1]本願発明の第一の実施形態である銅多孔質体の拡大模式図である。
- [図2]図1に示す銅多孔質体の一部拡大観察写真である。
- [図3]図1に示す銅多孔質体の製造方法の一例を示すフロー図である。
- [図4]図1に示す銅多孔質体を製造する製造工程を示す説明図である。
- [図5]本願発明の第二の実施形態である銅多孔質複合部材の外観説明図である。
- [図6]図5に示す銅多孔質複合部材の製造方法の一例を示すフロー図である。
- [図7]本願発明の他の実施形態である銅多孔質複合部材の外観図である。
- [図8]本願発明の他の実施形態である銅多孔質複合部材の外観図である。
- [図9]本願発明の他の実施形態である銅多孔質複合部材の外観図である。
- [図10]本願発明の他の実施形態である銅多孔質複合部材の外観図である。
- [図11]本願発明の他の実施形態である銅多孔質複合部材の外観図である。
- [図12]本願発明の他の実施形態である銅多孔質複合部材の外観図である。
- [図13]本願発明例1である銅多孔質体の結合部の拡大観察写真である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下に、本願発明の実施形態である銅多孔質体及び銅多孔質複合部材について、添付した図面を参照して説明する。

[0016] (第一の実施形態)

まず、本願発明の第一の実施形態である銅多孔質体10について、図1から図4を参照して説明する。

本実施形態である銅多孔質体10は、図1に示すように、複数の銅繊維11が焼結された骨格部13を有している。

[0017] ここで、銅繊維11は、銅又は銅合金からなり、直径Rが0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比L/Rが4以上、2500以下の範囲内とされている。本実施形態では、銅繊維11は、例えばC1100(タフピッチ銅)で構成されている。

なお、本実施形態では、銅繊維11には、ねじりや曲げ等の形状付与が施

されている。

また、本実施形態である銅多孔質体10においては、その見掛け密度 D_A が銅繊維11の真密度 D_T の51%以下とされている。銅繊維11の形状については、前記見掛け密度 D_A が銅繊維11の真密度 D_T の51%以下となる限りにおいて、直線状、曲線状など任意であるが、銅繊維11の少なくとも一部に、ねじり加工や曲げ加工等により所定の形状付与加工をされたものを用いると、繊維同士の間有空隙形状を立体的かつ等方的に形成させることができ、その結果、銅多孔質体10の伝熱特性及び導電性等の各種特性の等方性向上に繋がる。

[0018] そして、本実施形態である銅多孔質体10においては、図2に示すように、骨格部13（銅繊維11）の表面には、鱗片状の凹凸を有するポラス層12が形成されている。また、銅繊維11、11同士の結合部においては、互いの表面に形成されたポラス層12、12同士が一体に結合している。

このポラス層12は、上述のように鱗片状の凹凸を有しており、銅多孔質体10全体の比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が50%以上90%以下の範囲内とされている。

特に限定はされないが、銅多孔質体10全体の比表面積の上限値は $0.50\text{ m}^2/\text{g}$ である。

また、特に限定はされないが、好ましい銅多孔質体10全体の比表面積の範囲は $0.03\text{ m}^2/\text{g} \sim 0.4\text{ m}^2/\text{g}$ であり、より好ましくは $0.05\text{ m}^2/\text{g} \sim 0.30\text{ m}^2/\text{g}$ である。同様に特に限定はされないが、気孔率の範囲は60%～(90)%であり、より好ましくは70%～90%である。

[0019] 次に、本実施形態である銅多孔質体10の製造方法について、図3のフロー図及び図4の工程図等を参照して説明する。

まず、図4に示すように、本実施形態である銅多孔質体10の原料となる銅繊維11を、散布機31からステンレス製容器32内に向けて散布して嵩充填し、銅繊維11を積層する（銅繊維積層工程S01）。

ここで、この銅繊維積層工程S01では、充填後の嵩密度 D_p が銅繊維11

の真密度 D_T の50%以下となるように複数の銅繊維11を積層配置する。なお、本実施形態では、銅繊維11にねじり加工や曲げ加工等の形状付与加工が施されているので、積層時に銅繊維11同士の間立体的かつ等方的な空隙が確保されることになる。

[0020] 次に、ステンレス製容器32内に嵩充填された銅繊維11を酸化還元処理する（酸化還元処理工程S02）。

この酸化還元処理工程S02においては、図3及び図4に示すように、銅繊維11の酸化処理を行う酸化処理工程S21と、酸化処理された銅繊維11を還元して焼結する還元処理工程S22と、を備えている。

[0021] 本実施形態では、図4に示すように、銅繊維11が充填されたステンレス製容器32を加熱炉33内に装入し、大気雰囲気中で加熱して銅繊維11を酸化処理する（酸化処理工程S21）。この酸化処理工程S21により、銅繊維11の表面に、例えば厚さ $1\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の酸化物層が形成される。

本実施形態における酸化処理工程S21の条件は、保持温度が 520°C 以上、 1050°C 以下、保持時間が5分以上、300分以下の範囲内とされている。

[0022] ここで、酸化処理工程S21における保持温度が 520°C 未満の場合には、銅繊維11の表面に酸化物層が十分に形成されないおそれがある。一方、酸化処理工程S21における保持温度が 1050°C を超える場合には、酸化によって形成された酸化銅(II)が分解してしまうおそれがある。

以上のことから、本実施形態においては、酸化処理工程S21における保持温度を 520°C 以上、 1050°C 以下に設定している。なお、銅繊維11の表面に酸化物層を確実に形成するためには、酸化処理工程S21における保持温度の下限を 600°C 以上、保持温度の上限を 1000°C 以下、とすることが好ましい。

[0023] また、酸化処理工程S21における保持時間が5分未満の場合には、銅繊維11の表面に酸化物層が十分に形成されないおそれがある。一方、酸化処

理工程 S 2 1 における保持時間が 3 0 0 分を超える場合には、銅繊維 1 1 の内部にまで酸化が進行し、銅繊維 1 1 が脆化して強度が低下するおそれがある。

以上のことから、本実施形態においては、酸化処理工程 S 2 1 における保持時間を 5 分以上、3 0 0 分以下の範囲内に設定している。なお、銅繊維 1 1 の表面に酸化物層を確実に形成するためには、酸化処理工程 S 2 1 における保持時間の下限を 1 0 分以上とすることが好ましい。また、銅繊維 1 1 の酸化による脆化を確実に抑制するためには、酸化処理工程 S 2 1 における保持時間の上限を 1 0 0 分以下とすることが好ましい。

[0024] 次に、本実施形態では、図 4 に示すように、酸化処理工程 S 2 1 を実施した後、銅繊維 1 1 が充填されたステンレス製容器 3 2 を加熱炉 3 4 内に装入し、還元雰囲気中で加熱して、酸化された銅繊維 1 1 を還元処理するとともに銅繊維 1 1 同士を結合する（還元処理工程 S 2 2）。これにより、上述のポーラス層 1 2 が形成される。

本実施形態における還元処理工程 S 2 2 の条件は、雰囲気が窒素と水素の混合ガス雰囲気、保持温度が 6 0 0 °C 以上、1 0 8 0 °C 以下、保持時間が 5 分以上、3 0 0 分以下の範囲内とされている。

[0025] ここで、還元処理工程 S 2 2 における保持温度が 6 0 0 °C 未満の場合には、銅繊維 1 1 の表面に形成された酸化物層を十分に還元できないおそれがある。一方、還元処理工程 S 2 2 における保持温度が 1 0 8 0 °C を超える場合には、銅の融点近傍にまで加熱されることになり、ポーラス層 1 2 の凹凸が小さくなって比表面積が低くなるおそれがあるとともに、強度及び気孔率の低下がおこるおそれがある。

以上のことから、本実施形態においては、還元処理工程 S 2 2 における保持温度を 6 0 0 °C 以上、1 0 8 0 °C 以下に設定している。なお、銅繊維 1 1 の表面に形成された酸化物層を確実に還元するためには、還元処理工程 S 2 2 における保持温度の下限を 6 5 0 °C 以上とすることが好ましい。また、比表面積、強度及び気孔率の低下を確実に抑制するためには、還元処理工程 S

22における保持温度の上限を1050℃以下とすることが好ましい。

[0026] また、還元処理工程S22における保持時間が5分未満の場合には、銅繊維11の表面に形成された酸化物層を十分に還元できないおそれがある。一方、還元処理工程S22における保持時間が300分を超える場合には、ポーラス層12の凹凸が小さくなり、比表面積が小さくなるおそれがある。

以上のことから、本実施形態においては、還元処理工程S22における保持時間を5分以上、300分以下の範囲内に設定している。なお、銅繊維11の表面に形成された酸化物層を確実に還元するためには、還元処理工程S22における保持温度の下限を10分以上とすることが好ましい。また、ポーラス層12の凹凸を確実に維持するためには、還元処理工程S22における保持時間の上限を100分以下とすることが好ましい。

[0027] このように、酸化処理工程S21によって銅繊維11の表面に酸化物層が形成され、この酸化物層によって複数の銅繊維11同士が架橋される。その後、還元処理S22を行うことで、銅繊維11の表面に形成された酸化物層が還元されて上述のポーラス層12が形成されることになる。

[0028] 次に、酸化還元処理工程S02によってポーラス層12を形成した後、銅繊維11が充填されたステンレス製容器32を焼成炉35内に装入し、銅繊維11同士の焼結を行う（焼結工程S03）。

本実施形態における焼結工程S03の条件は、雰囲気がAr、N₂等の不活性ガス雰囲気中（本実施形態ではArガス雰囲気）で、保持温度が600℃以上、1080℃以下、保持時間が5分以上、300分以下の範囲内とされている。

この焼結工程S03により、銅繊維11同士の焼結を進行させる。また、還元処理工程S22において閉気孔が形成されていた場合には、体積拡散によって閉気孔を除去する。

[0029] ここで、焼結工程S03における保持温度が600℃未満の場合には、体積拡散が十分に進行せず、焼結が不十分となるおそれがある。一方、焼結工程S03における保持温度が1080℃を超える場合には、銅の融点近傍に

まで加熱されることになり、形状が維持できないとともに、強度及び気孔率の低下が起こるおそれがある。

以上のことから、本実施形態においては、焼結工程S03における保持温度を600℃以上、1080℃以下に設定している。なお、銅繊維11の焼結を確実にを行うためには、焼結工程S03における保持温度の下限を700℃以上とすることが好ましい。また、強度及び気孔率の低下を確実に抑制するためには、焼結工程S03における保持温度の上限を1000℃以下とすることが好ましい。

なお、焼結工程S03は、還元処理工程S22に引き続いて行う場合、焼結工程S03における保持温度と還元処理工程S22における保持温度を同じ温度とすることが、省エネルギーの観点からも好ましい。

[0030] また、焼結工程S03における保持時間が5分未満の場合には、体積拡散が十分に進行せず、焼結が不十分となるおそれがある。一方、焼結工程S03における保持時間が300分を超える場合には、焼結による熱収縮が大きくなって形状が維持できず、比表面積及び気孔率が低下するおそれがある。

以上のことから、本実施形態においては、焼結工程S03における保持時間を5分以上、300分以下の範囲内に設定している。なお、銅繊維11の焼結を確実にを行うためには、焼結工程S03における保持温度の下限を10分以上とすることが好ましい。また、焼結による熱収縮を確実に抑制するためには、焼結工程S03における保持時間の上限を100分以下とすることが好ましい。

[0031] 以上のような製造方法により、銅繊維11、11同士が焼結されて骨格部13が形成されるとともに、骨格部13の表面にポーラス層12が形成される。これにより、本実施形態である銅多孔質体10が製造される。

[0032] 以上のような構成とされた本実施形態である銅多孔質体10によれば、骨格部13（銅繊維11）の表面に、凹凸を有するポーラス層12が形成されており、比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされているので、例えば多孔体骨格表面を介した熱交換効率等を大幅に向上させることが可能となる。

また、本実施形態では、直径Rが0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比 L/R が4以上、2500以下の範囲内とされた銅繊維11が焼結されること骨格部13が形成されているので、銅繊維11同士の間には十分な空隙が確保されるとともに、焼結時における収縮率を抑えることができ、気孔率が高く、かつ寸法精度に優れている。

また、本実施形態である銅多孔質体10においては、銅繊維11、11同士が、互いの表面に形成されたポーラス層12、12同士が一体に結合することにより、接合されているので、焼結強度を大幅に向上させることができる。

[0033] また、本実施形態においては、直径Rが0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比 L/R が4以上、2500以下の範囲内とされた銅繊維11を、嵩密度 D_p が銅繊維11の真密度 D_T の50%以下となるように積層配置する銅繊維積層工程S01を備えているので、焼結工程S02においても、銅繊維11同士の間の空隙を確保することができ、収縮を抑えることが可能となる。これにより、気孔率が高く寸法精度に優れた銅多孔質体10を製造することができる。

具体的には、嵩密度 D_p が銅繊維11の真密度 D_T の50%以下となるように積層配置して焼結することによって製造された銅多孔質体10の見掛け密度 D_A が銅繊維11の真密度 D_T の51%以下とされているので、焼結時の収縮が抑制されており、高い気孔率を確保することが可能となる。

[0034] ここで、銅繊維11の直径Rが0.02mm未満の場合には、銅繊維11同士の接合面積が小さく、焼結強度が不足するおそれがある。一方、銅繊維11の直径Rが1.0mmを超える場合には、銅繊維11同士が接触する接点の数が不足し、やはり、焼結強度が不足するおそれがある。

以上のことから、本実施形態では、銅繊維11の直径Rを0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内に設定している。なお、さらなる強度向上を図る場合には、銅繊維11の直径Rの下限を0.05mm以上とすることが好ましく、銅繊維11の直径Rの上限を0.5mm以下とすることが好ましい

。

[0035] また、銅繊維 11 の長さ L と直径 R との比 L/R が 4 未満の場合には、積層配置したときに嵩密度 D_p が銅繊維 11 の真密度 D_T の 50% 以下とすることが難しく、気孔率の高い銅多孔質体 10 を得ることが困難となるおそれがある。一方、銅繊維 11 の長さ L と直径 R との比 L/R が 2500 を超える場合には、銅繊維 11 を均一に分散させることができなくなり、均一な気孔率を有する銅多孔質体 10 を得ることが困難となるおそれがある。

以上のことから、本実施形態では、銅繊維 11 の長さ L と直径 R との比 L/R を 4 以上、2500 以下の範囲内に設定している。なお、さらなる気孔率の向上を図る場合には、銅繊維 11 の長さ L と直径 R との比 L/R の下限を 10 以上とすることが好ましい。また、確実に気孔率が均一な銅多孔質体 10 を得るためには、銅繊維 11 の長さ L と直径 R との比 L/R 上限を 500 以下とすることが好ましい。

[0036] また、酸化還元処理工程 S02 では、銅繊維 11 を酸化させる酸化処理工程 S21 と、酸化された銅繊維 11 を還元する還元処理工程 S22 と、を備えているので、図 2 に示すように、銅繊維 11 の表面にポーラス層 12 が形成することができる。これにより、比表面積が $0.01 \text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が 50% 以上 90% 以下の範囲内とされた銅多孔質体 10 を製造することができる。

また、酸化還元処理工程 S02 の後に、焼結工程 S03 を備えているので、焼結を確実に行うことができる。さらに、還元処理工程 S22 に閉気孔が形成された場合であっても、この閉気孔を除去することができ、強度を確実に確保することができる。

[0037] (第二の実施形態)

次に、本願発明の第二の実施形態である銅多孔質複合部材 100 について、添付した図面を参照して説明する。

図 5 に、本実施形態である銅多孔質複合部材 100 を示す。この銅多孔質複合部材 100 は、銅又は銅合金からなる銅板 120 (部材本体) と、この

銅板 120 の表面に接合された銅多孔質体 110 と、を備えている。

[0038] ここで、本実施形態である銅多孔質体 110 は、第一の実施形態と同様に、複数の銅繊維が焼結されることで三次元網目構造の骨格部が形成されている。ここで、銅繊維は、銅又は銅合金からなり、直径 R が 0.02 mm 以上、 1.0 mm 以下の範囲内とされ、長さ L と直径 R との比 L/R が 4 以上、2500 以下の範囲内とされている。本実施形態では、銅繊維は、例えば C1100 (タフピッチ銅) で構成されている。

なお、本実施形態では、銅繊維には、ねじりや曲げ等の形状付与が施されている。また、本実施形態である銅多孔質体 110 においては、その見掛け密度 D_A が銅繊維の真密度 D_T の 51% 以下とされている。

[0039] さらに、本実施形態においては、銅多孔質体 110 の骨格部 (銅繊維) 及び銅板 120 の表面に、後述するように酸化還元処理 (酸化処理及び還元処理) を行うことによってポーラス層が形成されており、これにより、骨格部 (銅繊維) 及び銅板 120 の表面に微細な凹凸が生じている。

そして、銅多孔質体 110 を構成する骨格部 (銅繊維) と銅板 120 の表面との結合部においては、骨格部 (銅繊維) の表面に形成されたポーラス層と銅板の表面に形成されたポーラス層とが一体に結合している。

なお、上述のポーラス層は、鱗片状の凹凸を有しており、銅多孔質体 110 全体の比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が 50% 以上 90% 以下の範囲内とされている。

[0040] 次に、本実施形態である銅多孔質複合部材 100 を製造する方法について、図 6 のフロー図を参照して説明する。

まず、部材本体である銅板 120 を準備する (銅板配置工程 S100)。次に、この銅板 120 の表面に銅繊維を分散させて積層配置する (銅繊維積層工程 S101)。ここで、この銅繊維積層工程 S101 では、嵩密度 D_P が銅繊維の真密度 D_T の 50% 以下となるように複数の銅繊維を積層配置する。

[0041] 次に、銅板 120 の表面に積層配置された銅繊維の表面及び銅板 120 の表面を酸化還元処理する (酸化還元処理工程 S102)。この酸化還元処理

工程 S 1 0 2 においては、図 6 に示すように、銅繊維及び銅板 1 2 0 の酸化処理を行う酸化処理工程 S 1 2 1 と、酸化処理された銅繊維及び銅板 1 2 0 を還元して焼結する還元処理工程 S 1 2 2 と、を備えている。

[0042] 本実施形態では、銅繊維が積層配置された銅板 1 2 0 を加熱炉内に装入し、大気雰囲気中で加熱して銅繊維を酸化処理する（酸化処理工程 S 1 2 1）。この酸化処理工程 S 1 2 1 により、銅繊維及び銅板 1 2 0 の表面に、例えば厚さ 1 μm 以上、1 0 0 μm 以下の酸化物層が形成される。

ここで、本実施形態における酸化処理工程 S 1 2 1 の条件は、保持温度が 5 2 0 $^{\circ}\text{C}$ 以上、1 0 5 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下、望ましくは 6 0 0 $^{\circ}\text{C}$ 以上、1 0 0 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下、保持時間が 5 分以上、3 0 0 分以下、望ましくは 1 0 分以上、1 0 0 分以下の範囲内とされている。

[0043] 次に、本実施形態では、酸化処理工程 S 1 2 1 を実施した後、銅繊維が積層配置された銅板 1 2 0 を焼成炉内に装入し、還元雰囲気中で加熱して、酸化された銅繊維及び銅板 1 2 0 を還元処理する（還元処理工程 S 1 2 2）。

ここで、本実施形態における還元処理工程 S 1 2 1 の条件は、雰囲気が窒素と水素の混合ガス雰囲気、保持温度が 6 0 0 $^{\circ}\text{C}$ 以上、1 0 8 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下、望ましくは 6 5 0 $^{\circ}\text{C}$ 以上、1 0 5 0 $^{\circ}\text{C}$ 以下、保持時間が 5 分以上、3 0 0 分以下、望ましくは 1 0 分以上、1 0 0 分以下の範囲内とされている。

[0044] この酸化処理工程 S 1 2 1 及び還元処理工程 S 1 2 2 により、銅繊維及び銅板 1 2 0 の表面にポーラス層が形成され、微細な凹凸が生じることになる。

[0045] 次に、酸化還元処理工程 S 1 0 2（酸化処理工程 S 1 2 1 及び還元処理工程 S 1 2 2）によってポーラス層を形成した後、銅繊維同士を焼結して銅多孔質体 1 1 0 を形成するとともに銅多孔質体 1 1 0（銅繊維）と銅板 1 2 0 とを結合する（焼結及び接合工程 S 1 0 3）。

この焼結及び接合工程 S 1 0 3 により、ポーラス層を介して銅繊維同士が焼結されるとともに銅繊維と銅板 1 2 0 とが結合させる。

ここで、本実施形態における焼結及び接合工程 S 1 0 3 の条件は、A r ガ

ス雰囲気、保持温度が600℃以上、1080℃以下、望ましくは700℃以上、1000℃以下、保持時間が5分以上、300分以下、望ましくは10分以上、100分以下の範囲内とされている。

以上のような製造方法によって、本実施形態である銅多孔質複合部材100が製造される。

[0046] 以上のような構成とされた本実施形態である銅多孔質複合部材100によれば、銅板120の表面に、直径Rが0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比 L/R が4以上、2500以下の範囲内とされた銅繊維が焼結されてなる気孔率が高く、強度や寸法精度に優れた銅多孔質体110が接合されており、伝熱特性及び導電性等の各種特性に優れている。

[0047] さらに、本実施形態においては、銅多孔質体110の骨格部（銅繊維）及び銅板120の表面にポーラス層が形成されているので、銅多孔質体110全体の比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が50%以上90%以下の範囲内とされており、多孔体骨格表面を介した熱交換効率等を大幅に向上させることが可能となる。

また、本実施形態においては、銅多孔質体110の骨格部（銅繊維）と銅板120の表面との結合部においては、骨格部（銅繊維）の表面に形成されたポーラス層と銅板120の表面に形成されたポーラス層とが一体に結合しているため、銅多孔質体110と銅板120とが強固に接合されることになり、接合界面の強度、伝熱特性及び導電性等の各種特性に優れている。

[0048] 本実施形態においては、銅板120の表面に、直径Rが0.02mm以上、1.0mm以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比 L/R が4以上、2500以下の範囲内とされた銅繊維11を、嵩密度 D_p が銅繊維11の真密度 D_T の50%以下となるように積層配置する銅繊維積層工程S101を備えているため、焼結及び接合工程S103においても、銅繊維同士の間隙を確保することができ、収縮を抑えることが可能となる。これにより、気孔率の高く寸法精度に優れた銅多孔質体110を成形することができる。よっ

て、熱伝導性や導電性等の各種特性に優れた銅多孔質複合部材100を製造することが可能となる。

[0049] また、本実施形態においては、銅及び銅合金からなる銅板120の表面に銅繊維を積層配置し、焼結及び接合工程S103を行っているので、製造プロセスを簡略化することが可能となる。

さらに、本実施形態では、酸化還元処理工程S102では、銅繊維及び銅板120の表面を酸化させた後、酸化された銅繊維及び銅板120の表面を還元する構成としているので、銅繊維及び銅板120の表面にポーラス層が形成され、微細な凹凸が生じていることから、接合面積が確保され、銅繊維同士及び銅繊維と銅板120とを強固に結合することが可能となる。

[0050] 以上、本願発明の実施形態について説明したが、本願発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、図4に示す製造設備を用いて、銅多孔質体を製造するものとして説明したが、これに限定されることはなく、他の製造設備を用いて銅多孔質体を製造してもよい。

[0051] 酸化処理工程S21、S121の雰囲気については、所定温度で銅もしくは銅合金が酸化する酸化性雰囲気であればよく、具体的には、大気中に限らず、不活性ガス（例えば、窒素）に10vol%以上の酸素を含有する雰囲気であればよい。また、還元処理工程S22、S122の雰囲気についても、所定温度で銅酸化物が金属銅に還元もしくは酸化銅が分解する還元性雰囲気であればよく、具体的には、数vol%以上の水素を含有する窒素-水素混合ガス、アルゴン-水素混合ガス、純水素ガス、もしくは工業的によく用いられるアンモニア分解ガス、プロパン分解ガスなども好適に用いることができる。

[0052] また、本実施形態においては、タフピッチ銅（JIS C1100）または無酸素銅（JIS C1020）からなる銅繊維を用いるものとして説明したが、これに限定されることはなく、銅繊維11の材質としては、リン脱

酸銅（JIS C1201, C1220）、銀入り銅（たとえばCu-0.02~0.5mass%Ag）、クロム銅（たとえばCu-0.02~1.0mass%Cr）、ジルコン銅（たとえばCu-0.02~1.0mass%Zr）、錫入り銅（たとえばCu-0.1~1.0mass%Sn）などを好適に用いることができる。特に、200℃以上の高温環境下で使用する場合には、高温強度に優れた銀入り銅、クロム銅、錫入り銅、ジルコン銅などを用いることが好ましい。

[0053] さらに、本実施形態では、銅繊維を焼結することで銅多孔質体の骨格部を形成するものとして説明したが、これに限定されることはなく、繊維不織布や金属フィルター等の銅多孔質体を素材に用いることで、同様の表面改質効果が期待される。

[0054] また、第二の実施形態では、図5に示す構造の銅多孔質複合部材を例に挙げて説明したが、これに限定されることはなく、図7から図12に示すような構造の銅多孔質複合部材であってもよい。

[0055] 例えば、図7に示すように、銅多孔質体210の中に、部材本体として複数の銅管220が挿入された構造の銅多孔質複合部材200であってもよい。

あるいは、図8に示すように、銅多孔質体310の中に、部材本体としてU字状に湾曲された銅管320が挿入された構造の銅多孔質複合部材300であってもよい。

[0056] さらに、図9に示すように、部材本体である銅管420の内周面に銅多孔質体410を接合した構造の銅多孔質複合部材400であってもよい。

また、図10に示すように、部材本体である銅管520の外周面に銅多孔質体510を接合した構造の銅多孔質複合部材500であってもよい。

[0057] さらに、図11に示すように、部材本体である銅管620の内周面及び外周面に銅多孔質体610を接合した構造の銅多孔質複合部材600であってもよい。

また、図12に示すように、部材本体である銅板720の両面に銅多孔質

体710を接合した構造の銅多孔質複合部材700であってもよい。

実施例

[0058] 以下に、本願発明の効果を確認すべく行った確認実験の結果について説明する。

表1に示す焼結原料を用いて、上述の実施形態で示した製造方法により、幅30mm×長さ200mm×厚さ5mmの銅多孔質体を製造した。

ここで、成型型への原料の充填は、圧力を加えずに行った。

さらに、得られた銅多孔質体について、見掛け密度、気孔率、比表面積、相対引張強度について評価した。評価結果を表1に示す。なお、評価方法を以下に示す。

[0059] (繊維径R)

銅繊維の繊維径Rは、マルバーン社製粒子解析装置「Morphologi G3」を用いて、JIS Z 8827-1に基づいて、画像解析により算出された換算繊維径(Heywood径) $R = (A/\pi)^{0.5} \times 2$ の平均値を用いた。

[0060] (繊維長L)

銅繊維の繊維長Lは、マルバーン社製粒子解析装置「Morphologi G3」を用いて、画像解析により算出された単純平均値を用いた。

[0061] (見掛け密度比 D_A/D_T 及び気孔率P)

得られた銅多孔質体の質量M(g)、体積V(cm^3)、銅多孔質体を構成する銅繊維の真密度 D_T (g/cm^3) を測定し、以下の式で見掛け密度比 D_A/D_T 及び気孔率P(%)を算出した。なお、真密度 D_T は、精密天秤を用いて、水中法によって測定した。

$$D_A/D_T = M / (V \times D_T)$$

$$P = (1 - (M / (V \times D_T))) \times 100$$

[0062] (比表面積 A_S)

銅多孔質体の比表面積 A_S (m^2/g) は、JIS Z 8830に準拠し、クリプトンガスを用いたBET法により測定した値を用いた。

[0063] (相対引張強度 S_R)

得られた銅多孔質体を幅 10 mm × 長さ 100 mm × 厚さ 5 mm の試験片に加工した後、インストロン型引張試験機を用いて引張試験を行い、最大引張荷重 S_{max} (N) を見掛け上の試料断面積 50 mm^2 で除算して最大引張強度 S (N/mm^2) を測定した。前記測定により得られた最大引張強度 S は見掛け密度により変化するため、本実施例では、前記最大引張強度 S (N/mm^2) を前記見掛け密度比 D_A/D_T で規格化した値 $S / (D_A/D_T)$ を相対引張強度 S_R (N/mm^2) として定義し、比較した。

[0064]

[表1]

		銅繊維		
		材質	直径 R (mm)	L / R
本 発 明 例	1	C1100	0.06	35
	2	C1100	0.10	30
	3	C1100	0.50	6
	4	C1100	1.00	4
	5	C1100	0.05	1000
	6	C1100	0.30	50
	7	C1020	0.20	100
	8	C1020	0.03	2500
	9	C1020	0.80	100
	10	C1201	0.06	200
	11	C1201	0.40	15
	12	C1201	0.08	87.5
	13	C1441	0.30	20
	14	C1441	0.05	600
	15	C1441	0.15	300
比 較 例	1	C1100	粒径0.06mmの銅粉	
	2	C1100	0.01	500
	3	C1100	1.20	25
	4	C1100	0.50	2
	5	C1100	0.05	3000

[0065]

[表2]

		製造工程								
		酸化処理工程			還元処理工程			焼結工程		
		雰囲気	温度 (°C)	時間 (min)	雰囲気	温度 (°C)	時間 (min)	雰囲気	温度 (°C)	時間 (min)
本 発 明 例	1	大気	730	30	Ar-3%H ₂	840	30	Ar	960	90
	2	大気	600	120	N ₂ -3%H ₂	650	60	Ar	910	30
	3	大気	950	60	N ₂ -20%H ₂	600	20	Ar	740	150
	4	大気	700	60	N ₂ -3%H ₂	750	180	N ₂	890	15
	5	大気	800	60	Ar-3%H ₂	1070	120	N ₂	630	280
	6	大気	1040	5	Ar-3%H ₂	660	10	N ₂	1070	5
	7	大気	530	290	100%H ₂	780	90	Ar	780	100
	8	大気	650	30	N ₂ -3%H ₂	700	60	Ar	830	120
	9	大気	1000	15	Ar-3%H ₂	950	300	N ₂	730	60
	10	大気	750	60	Ar-3%H ₂	900	60	Ar	770	30
	11	大気	675	90	N ₂ -3%H ₂	800	5	N ₂	860	20
	12	大気	850	60	N ₂ -3%H ₂	1050	200	Ar	640	60
	13	大気	900	30	N ₂ -3%H ₂	630	15	Ar	960	10
	14	大気	630	200	Ar-3%H ₂	850	60	N ₂	630	300
	15	大気	550	150	Ar-20%H ₂	730	45	N ₂	760	30
比 較 例	1	大気	730	30	Ar-3%H ₂	750	120	Ar	960	90
	2	大気	750	60	N ₂ -3%H ₂	750	30	Ar	800	60
	3	大気	750	60	N ₂ -3%H ₂	750	30	Ar	800	60
	4	大気	750	60	N ₂ -3%H ₂	750	30	Ar	800	60
	5	大気	750	60	N ₂ -3%H ₂	750	30	Ar	950	60

[0066]

[表3]

		銅多孔質体		
		気孔率 (%)	比表面積 (m^2/g)	相対引張強度 (N/mm^2)
本 発 明 例	1	77.5	0.100	15.6
	2	72.0	0.047	18.1
	3	64.0	0.186	21.7
	4	52.0	0.085	18.0
	5	84.0	0.128	11.0
	6	66.2	0.223	20.7
	7	65.6	0.018	21.0
	8	88.8	0.069	9.5
	9	75.4	0.207	16.6
	10	70.4	0.107	18.8
	11	58.0	0.076	21.7
	12	67.2	0.147	20.2
	13	68.0	0.167	19.9
	14	66.4	0.059	20.6
	15	72.4	0.027	17.9
比 較 例	1	36.7	<0.001	42.1
	2	71.9	0.008	5.5
	3	58.3	0.006	3.7
	4	45.2	<0.001	9.7
	5	86.5	0.002	1.7

[0067] 本実施形態において製造された銅多孔質体の結合部の断面観察を行った結果、図13に示される本発明例1の銅多孔質体においては、銅繊維の表面にポーラス層が形成されており、このポーラス層同士が結合していることが確認される。そして、このポーラス層によって銅繊維の表面に微小な凹凸が形成され、比表面積が $0.01 m^2/g$ 以上と大きくなっていることが確認される。

これに対して、原料として、平均粒径0.06mmの電解銅粉を用いて行った比較例1においては、高い気孔率および比表面積を確保することができなかつた。

[0068] また、表1に示すように、銅繊維の直径Rが0.01mmとされた比較例2及び銅繊維の直径Rが1.2mmとされた比較例3においては、銅多孔質体の相対引張強度が低くなっていることが確認される。

また、銅繊維の長さLと直径Rとの比L/Rが2とされた比較例4においては、高い気孔率を確保することができなかつた。

さらに、銅繊維の長さLと直径Rとの比L/Rが3000とされた比較例5においては、強度が低くなっている。これは、部分的に空隙が大きな箇所が存在し、局所的に強度が大幅に低下したためと推測される。

[0069] これに対して、本発明例の銅多孔質体においては、比表面積が大きく、気孔率も高くなった。また、相対引張強度も優れていることが確認される。

以上のことから、本願発明によれば、十分な気孔率及び比表面積を有する銅多孔質体を提供可能であることが確認された。

産業上の利用可能性

[0070] 十分な気孔率及び比表面積を有する銅多孔質体、この銅多孔質体が部材本体に接合された銅多孔質複合部材を提供することができ、例えば各種電池における電極及び集電体、熱交換器用部材、消音部材、フィルター、衝撃吸収部材等に適用できる。

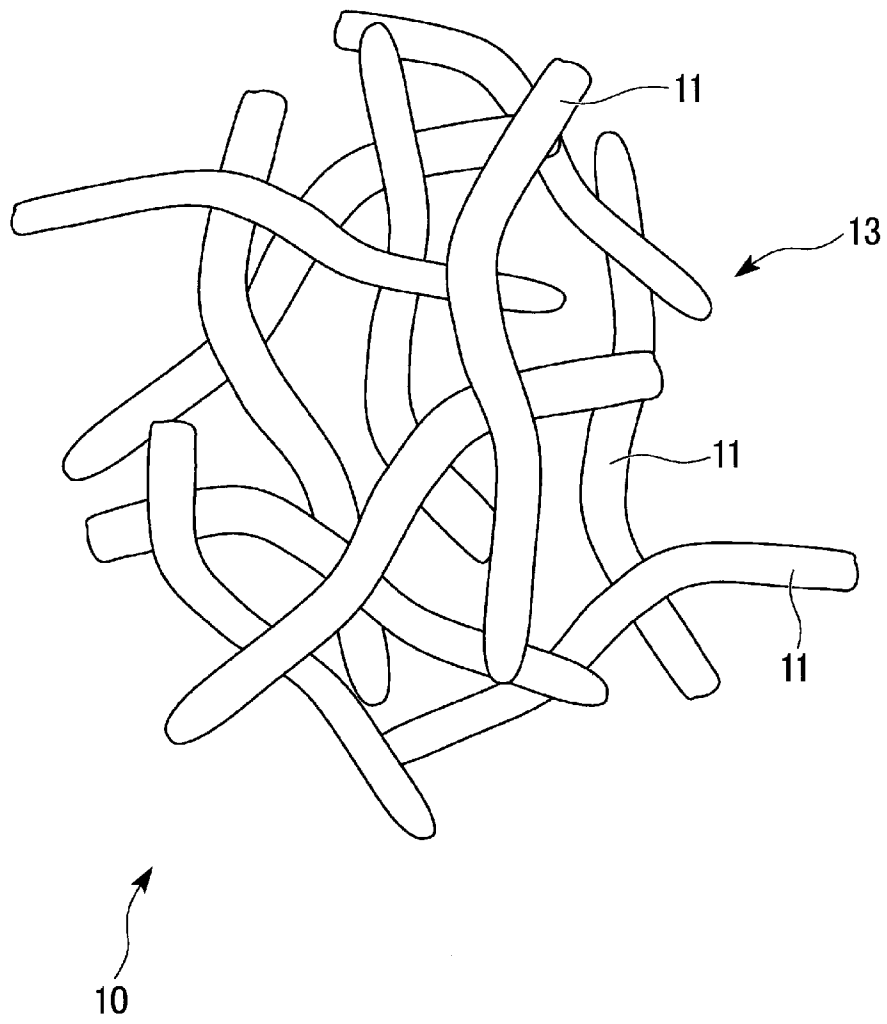
符号の説明

[0071] 10、110 銅多孔質体
11 銅繊維
12 ポーラス層
13 骨格部
100 銅多孔質複合部材
120 銅板（部材本体）

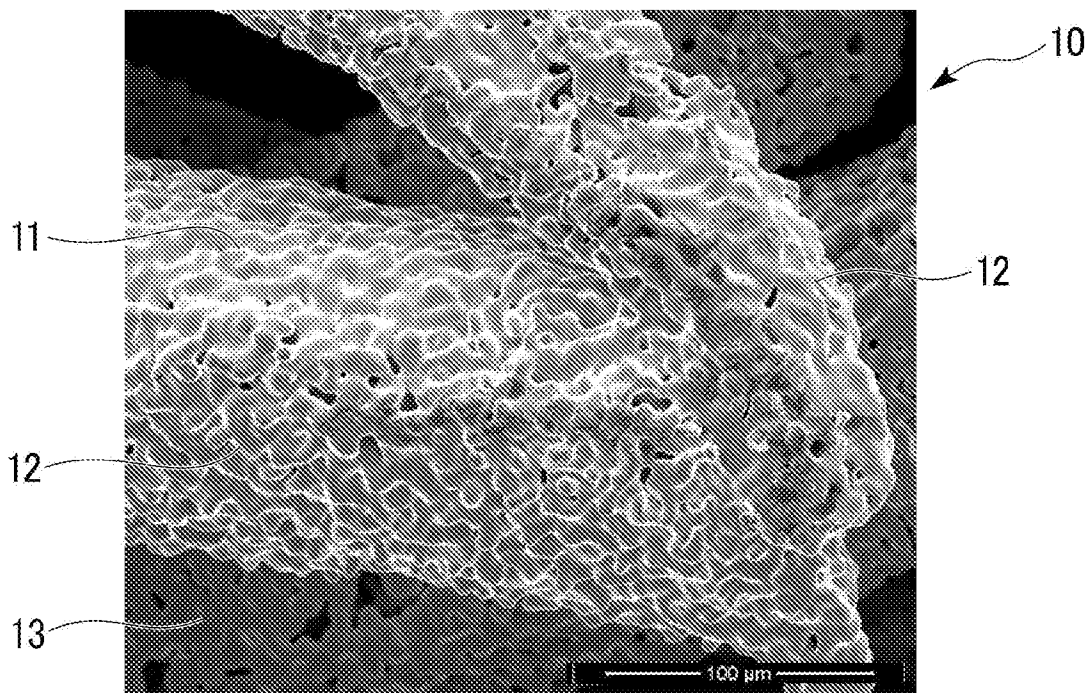
請求の範囲

- [請求項1] 三次元網目構造の骨格部を有する銅多孔質体であって、前記骨格部の表面には、凹凸を有するポーラス層が形成されており、
- 比表面積が $0.01\text{ m}^2/\text{g}$ 以上とされ、気孔率が50%以上90%以下の範囲内とされていることを特徴とする銅多孔質体。
- [請求項2] 前記骨格部は、複数の銅繊維の焼結体とされており、前記銅繊維は、直径Rが 0.02 mm 以上 1.0 mm 以下の範囲内とされ、長さLと直径Rとの比 L/R が4以上2500以下の範囲内とされていることを特徴とする請求項1に記載の銅多孔質体。
- [請求項3] 部材本体と、請求項1又は請求項2に記載の銅多孔質体と、が接合されてなることを特徴とする銅多孔質複合部材。
- [請求項4] 前記部材本体のうち前記銅多孔質体との接合面が銅又は銅合金で構成され、前記銅多孔質体と前記部材本体とが焼結によって接合されていることを特徴とする請求項3に記載の銅多孔質複合部材。

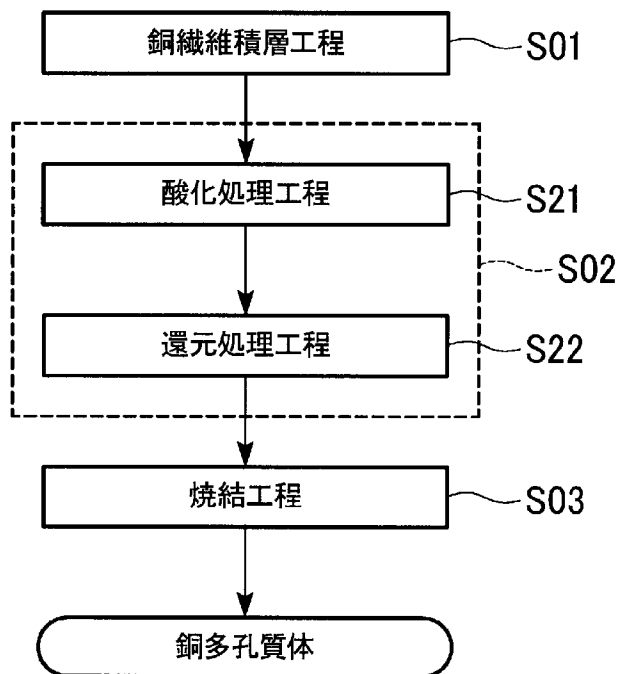
[図1]



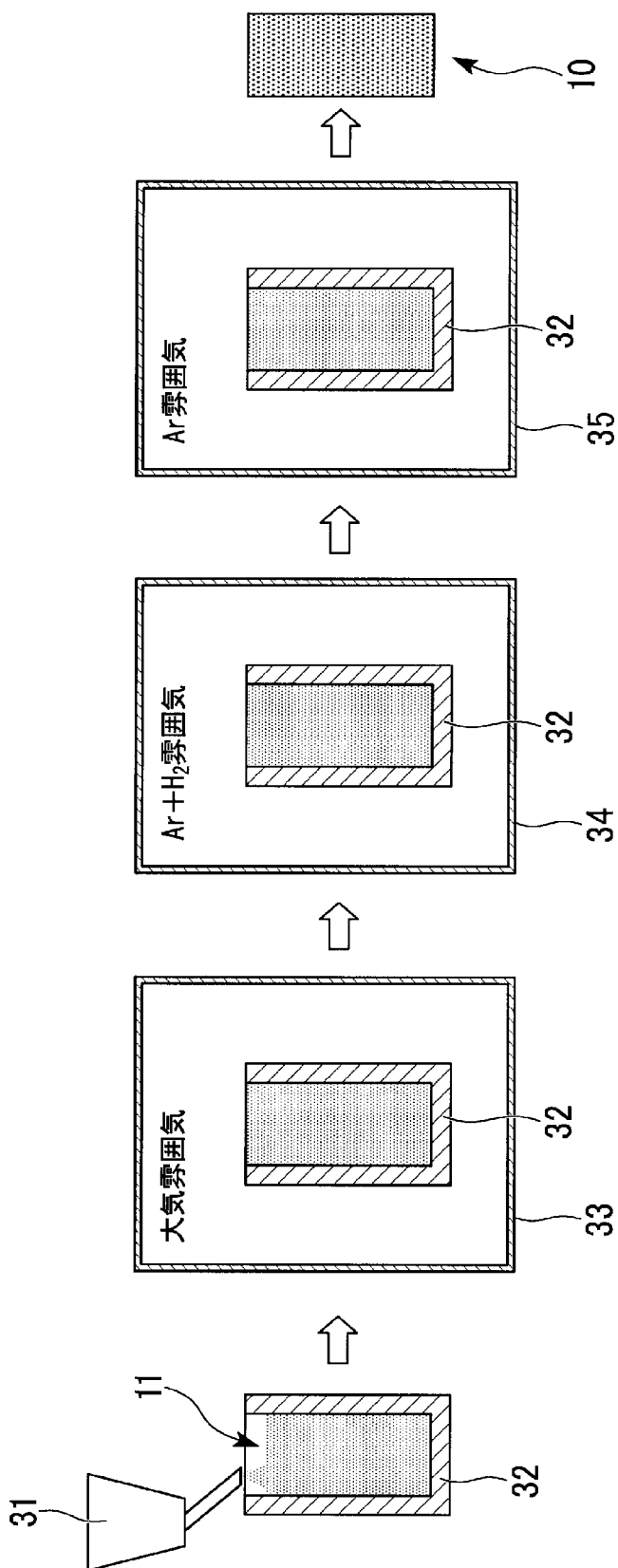
[圖2]



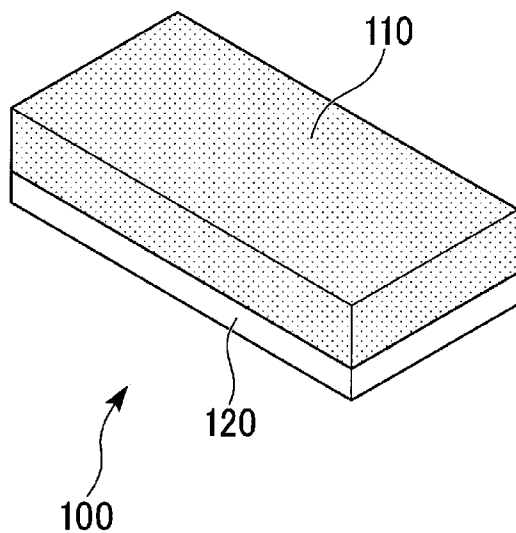
[圖3]



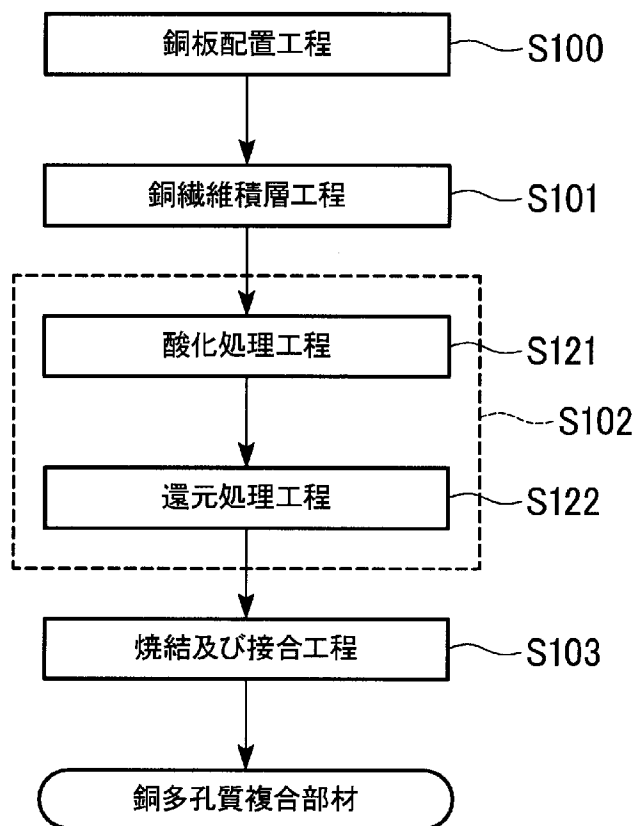
[図4]



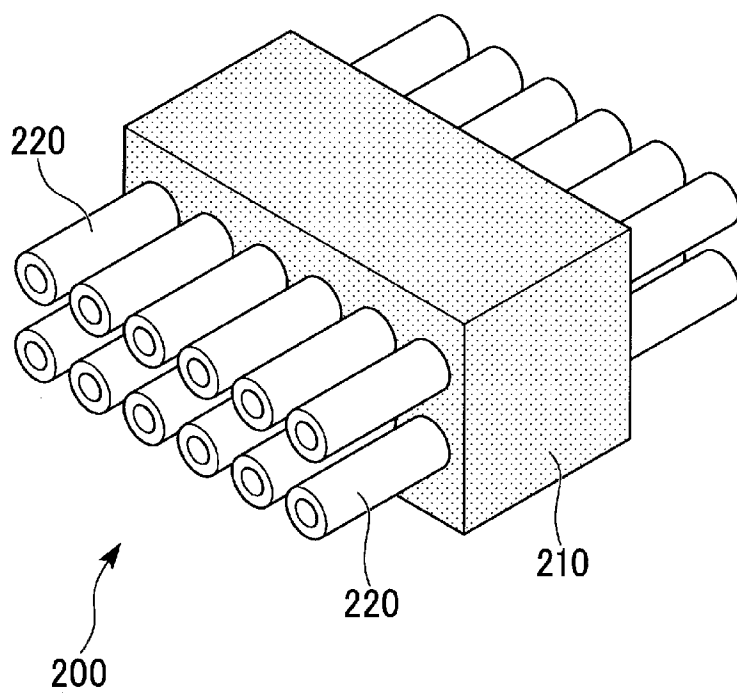
[図5]



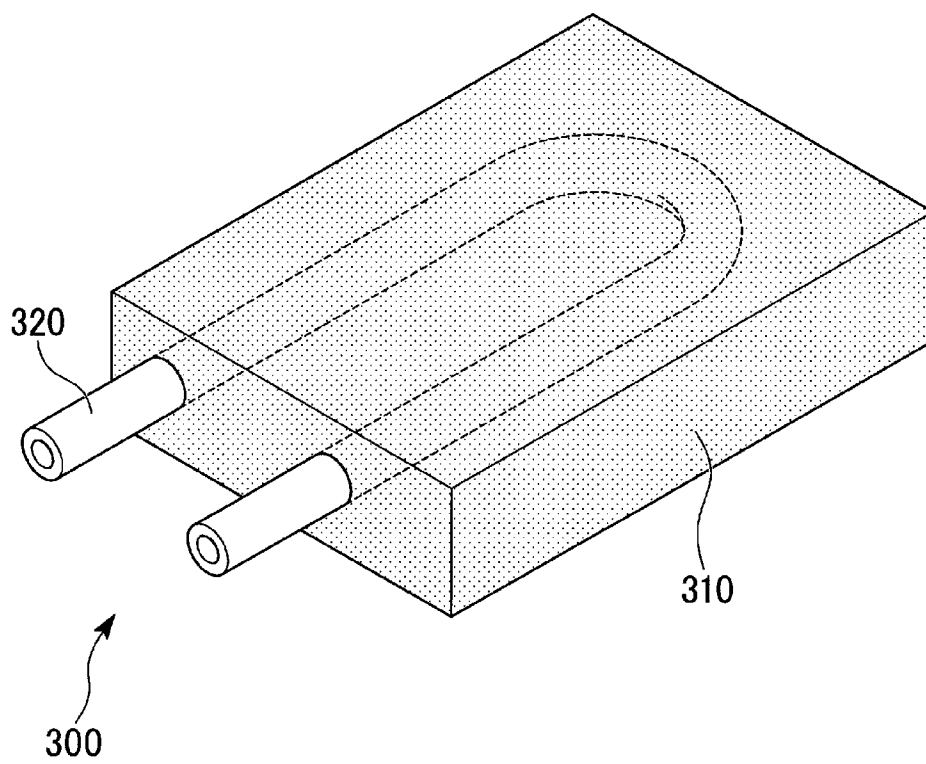
[図6]



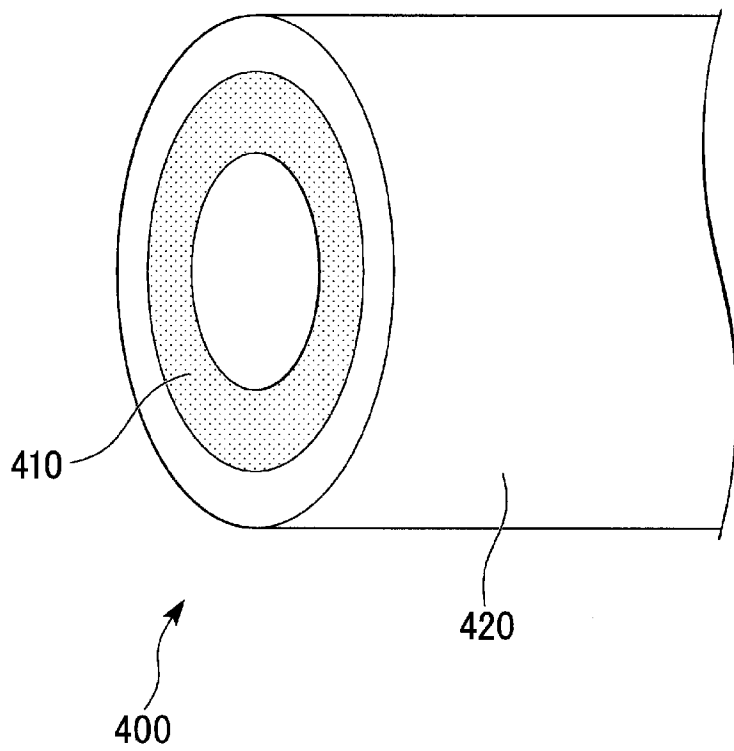
[図7]



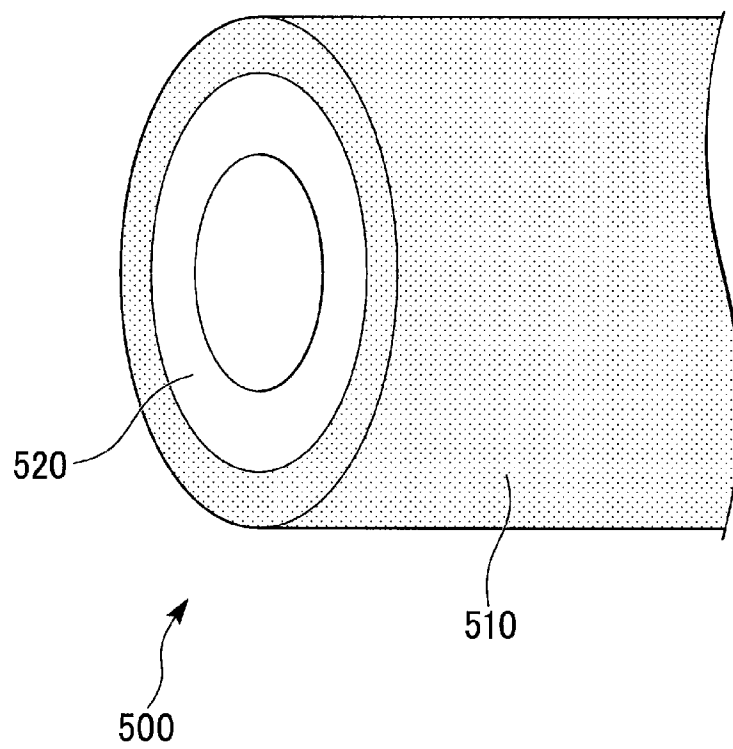
[図8]



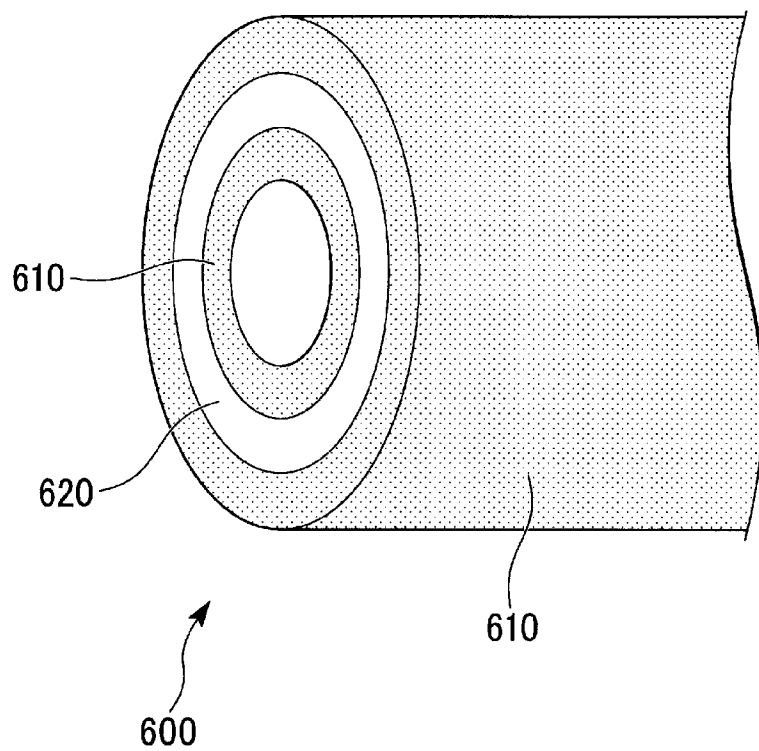
[図9]



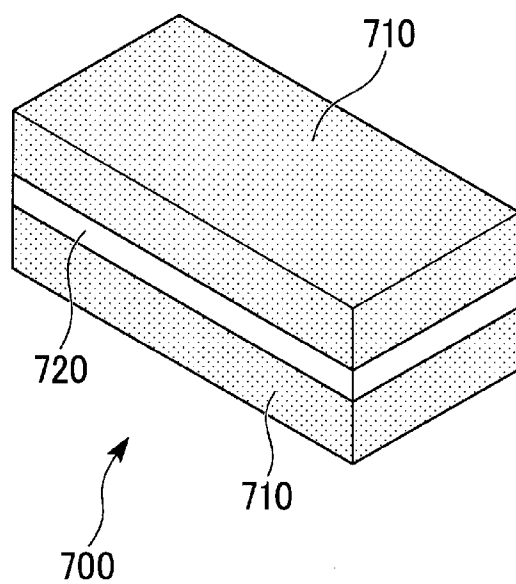
[図10]



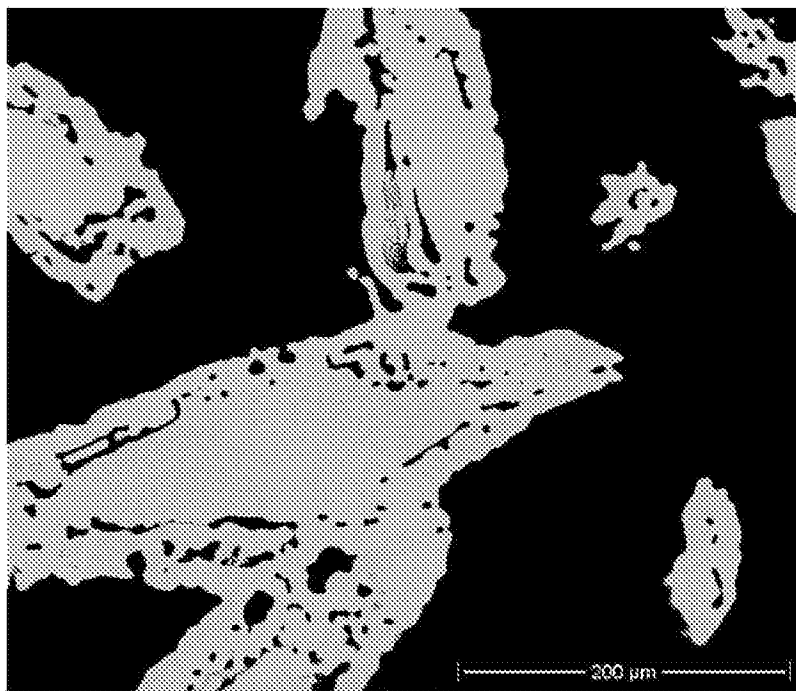
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/065283

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B22F3/11(2006.01)i, B22F7/04(2006.01)i, C22C1/08(2006.01)i, C22C9/00(2006.01)n, C22C9/02(2006.01)n

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)
B22F3/11, B22F7/04, C22C1/08, C22C9/00, C22C9/02

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

<i>Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1922-1996</i>	<i>Jitsuyo Shinan Toroku Koho</i>	<i>1996-2016</i>
<i>Kokai Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1971-2016</i>	<i>Toroku Jitsuyo Shinan Koho</i>	<i>1994-2016</i>

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.
X Y	JP 2000-192107 A (Kogi Corp.), 11 July 2000 (11.07.2000), paragraphs [0012], [0015], [0021] to [0026] (Family: none)	1-2 3-4
Y	JP 2009-79766 A (NTN Corp.), 16 April 2009 (16.04.2009), paragraph [0020] (Family: none)	3-4
A	JP 2013-189676 A (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), 26 September 2013 (26.09.2013), (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 09 August 2016 (09.08.16)	Date of mailing of the international search report 16 August 2016 (16.08.16)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/065283

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2016/063905 A1 (Mitsubishi Materials Corp.), 28 April 2016 (28.04.2016), & JP 2016-79495 A	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B22F3/11(2006.01)i, B22F7/04(2006.01)i, C22C1/08(2006.01)i, C22C9/00(2006.01)n, C22C9/02(2006.01)n

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))

Int.Cl. B22F3/11, B22F7/04, C22C1/08, C22C9/00, C22C9/02

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X	JP 2000-192107 A (虹技株式会社) 2000.07.11,	1-2
Y	段落0012、0015、0021-0026 (ファミリーなし)	3-4
Y	JP 2009-79766 A (NTN株式会社) 2009.04.16, 段落0020 (ファミリーなし)	3-4
A	JP 2013-189676 A (独立行政法人産業技術総合研究所) 2013.09.26, (ファミリーなし)	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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 09.08.2016	国際調査報告の発送日 16.08.2016
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 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) 川村 裕二 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	4K	3349
---	--	----	------

C (続き) . 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
P, A	WO 2016/063905 A1 (三菱マテリアル株式会社) 2016. 04. 28, & JP 2016-79495 A	1-4