(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
2021年9月30日(30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/192698 A1

(51) 国際特許分類:
C25D 1/08 (2006.01) *H01M 4/66* (2006.01)
C25D 5/56 (2006.01) *H01M 4/80* (2006.01)
C22C 1/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/005072

(22) 国際出願日： 2021年2月10日(10.02.2021)

(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 2020-057177 2020年3月27日(27.03.2020) JP

(71) 出願人: 富山住友電工株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC TOYAMA CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9348522 富山県射水市奈呉の江１０番地の２ Toyama (JP).

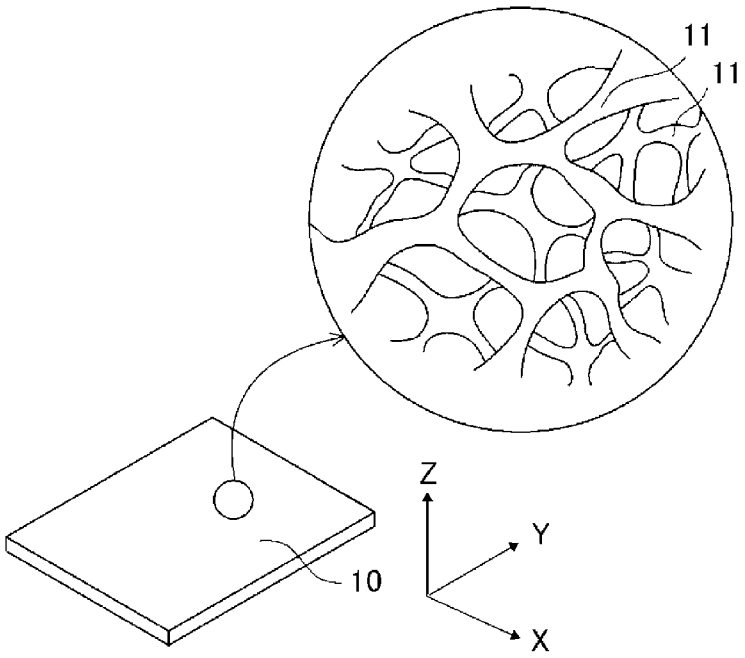
(72) 発明者: 土田 斉(TSUCHIDA Hitoshi); 〒9348522 富山県射水市奈呉の江１０番地の２ 富山住友電工株式会社内 Toyama (JP). 馬渕 精治 (MABUCHI Seiji); 〒9348522 富山県射水市奈呉の江１０番地の２ 富山住友電工株式会社内 Toyama (JP).

(74) 代理人: 森田 剛史, 外(MORITA Takeshi 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) **Title:** POROUS METAL BODY AND METHOD FOR MANUFACTURING POROUS METAL BODY

(54) 発明の名称： 金属多孔体および金属多孔体の製造方法



(57) **Abstract:** Provided is a porous metal body in the shape of a flat plate having a three-dimensional net-like skeleton, the porous metal body comprising a plurality of cells, wherein expressions (1) and (2) below are satisfied. (1): 0.4≤cell diameter ratio≤1.0, (2): 0.50<cell diameter in the direction perpendicular to the thickness direction/(thickness of porous metal body/cell diameter ratio) ≤ 1.50. The cell diameter ratio is the ratio of the cell diameter in the thickness direction to the cell diameter in the direction perpendicular to the thickness direction in the porous metal body (cell diameter in the thickness direction/cell diameter in the direction perpendicular to the thickness direction).

WO 2021/192698 A1

［続葉有］

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:三次元網目状構造の骨格を有する平板状の金属多孔体であって、複数のセルを含み、前記金属多孔体の厚み方向のセル径と厚み方向と直交する方向のセル径との比(厚み方向のセル径／厚み方向と直交する方向のセル径)をセル径比とした場合に、下記式(1)および下記式(2)を満たす、金属多孔体。 0.4≦セル径比≦1.0 式(1) 0.50<厚み方向と直交する方向のセル径／(金属多孔体の厚み／セル径比)≦1.50 式(2)

明　細　書

発明の名称 ： 金属多孔体および金属多孔体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、金属多孔体および金属多孔体の製造方法に関する。本出願は、２０２０年３月２７日出願の日本出願第２０２０－０５７１７７号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 三次元網目状構造の骨格を有するシート状の金属多孔体は、耐熱性を必要とするフィルターや、電池用電極板、触媒担持体、及び金属複合材など様々な用途に利用されている。例えば、ニッケル製の金属多孔体であるセルメット（住友電気工業株式会社製：登録商標）は、ニッケル水素電池等のアルカリ蓄電池の電極や、工業用脱臭触媒の担体等、様々な産業分野で広く採用されている。また、アルミニウム製の金属多孔体であるアルミセルメット（住友電気工業株式会社製：登録商標）は、有機電解液中でも安定であるため、リチウムイオン電池の正極として用いることが可能である。

[0003] 前記金属多孔体は、三次元網目状構造の骨格を有する樹脂多孔体の骨格の表面を導電化処理した後、電気めっき処理によって前記樹脂多孔体の骨格の表面に金属めっきを施し、続いて樹脂多孔体を除去することによって製造することができる（例えば特許文献１、特許文献２参照）。前記樹脂多孔体としては、例えば、ポリウレタン樹脂を好ましく用いることができる。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平０５－０３１４４６号公報

特許文献2：特開２０１１－２２５９５０号公報

発明の概要

[0005] 本開示の一態様に係る金属多孔体は、

三次元網目状構造の骨格を有する平板状の金属多孔体であって、

複数のセルを含み、

前記金属多孔体の厚み方向のセル径と厚み方向と直交する方向のセル径との比（厚み方向のセル径／厚み方向と直交する方向のセル径）をセル径比とした場合に、下記式（１）および下記式（２）を満たす、金属多孔体。

０．４≦セル径比≦１．０　式（１）

０．５０＜厚み方向と直交する方向のセル径／（金属多孔体の厚み／セル径比）≦１．５０　式（２）

図面の簡単な説明

[0006] [図1]図１は本開示に係る金属多孔体の一例の概略を表す図である。

[図2]図２は本開示に係る金属多孔体の一例の断面写真である。

[図3]図３は本開示に係る金属多孔体の三次元網目状構造の構造単位の模式図である。

[図4]図４は三次元網目状構造の骨格を有する金属多孔体の気孔率（％）と圧縮率（％）との関係を表す図である。

[図5]図５は本開示に係る金属多孔体の製造方法の一例において、金属多孔体を厚み方向と直交する方向に切断する工程の概略を表す図である。

発明を実施するための形態

[0007] ［本開示が解決しようとする課題］

樹脂多孔体としてポリウレタン樹脂を用いる場合には、まず、ブロック状のポリウレタン樹脂をピーリングまたはスライスすることにより平板状に加工する。続いてポリウレタン樹脂の骨格の表面を導電化処理する。骨格の表面を導電化処理した前記樹脂多孔体に金属めっきをする際には、めっき液中で前記樹脂多孔体にある程度のテンションが加えられる。ポリウレタン樹脂をピーリングまたはスライスしたり、導電処理やめっき処理したりする際に、樹脂多孔体が三次元網目状構造の骨格を維持するためには、樹脂多孔体の厚みは、厚み方向と直交する方向のセル径の２倍以上である必要がある。このため、例えば、厚みが１．０ｍｍの金属多孔体を製造するためには、厚み

方向と直交する方向のセル径が０．５０ｍｍ以下の樹脂多孔体を用いる必要があった。換言すれば、厚みが１．０ｍｍ以下の樹脂多孔体を用いる場合には、厚み方向と直交する方向のセル径が０．５０ｍｍよりも大きい金属多孔体を製造することはできなかった。

[0008] 厚みが１．０ｍｍ以下の金属多孔体を製造する方法としては、例えば、厚みが１．０ｍｍよりも厚い金属多孔体を作製してからこれを圧延して厚みを１．０ｍｍ以下とする方法も考えられる。しかしながら、圧延することによって厚みを１．０ｍｍ以下とした金属多孔体は、セルが厚み方向に潰れてしまい、その結果、気孔率が小さくなってしまう。このため、圧延することによって厚みを１．０ｍｍ以下とした金属多孔体を、例えばフィルターとして用いる場合には、圧力損失が大きくなってしまうという問題があった。

[0009] そこで本開示は、厚みが、厚み方向と直交する方向のセル径の２倍未満である平板状の金属多孔体を提供することを目的とする。

[0010] ［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。

〔１〕本開示の一態様に係る金属多孔体は、

三次元網目状構造の骨格を有する平板状の金属多孔体であって、

複数のセルを含み、

前記金属多孔体の厚み方向のセル径と厚み方向と直交する方向のセル径との比（厚み方向のセル径／平面方向のセル径）をセル径比とした場合に、下記式（１）および下記式（２）を満たす、金属多孔体、である。

０．４≦セル径比≦１．０　式（１）

０．５０＜厚み方向と直交する方向のセル径／（金属多孔体の厚み／セル径比）≦１．５０　式（２）

本態様によれば、厚みが、厚み方向と直交する方向のセル径の２倍未満である平板状の金属多孔体を提供することができる。

[0011] 〔２〕前記金属多孔体の前記厚み方向と直交する方向のセル径が０．４ｍｍ超、１．７０ｍｍ以下であってもよい。

本態様によれば、厚み方向と直交する方向のセル径が０．４ｍｍよりも大きくても、厚みが０．８ｍｍ以下の金属多孔体を提供することができる。

[0012] 〔３〕前記金属多孔体は、

厚みが０．５ｍｍ以上、１．２ｍｍ以下であってもよい。

本態様によれば、厚みが１．２ｍｍ以下と非常に薄くても、厚み方向と直交する方向のセル径が０．６ｍｍ超の金属多孔体を提供することができる。

[0013] 〔４〕前記金属多孔体は、

気孔率が９４％以上、９９％以下であってもよい。

本態様によれば、気孔率が高い金属多孔体を提供することができる。

[0014] 〔５〕前記金属多孔体は、

目付量が１００ｇ／ｍ^{2}以上、２５０ｇ／ｍ^{2}以下であってもよい。

本態様によれば、非常に軽量な金属多孔体を提供することができる。

なお、目付量とは、金属多孔体を平面視したときの外形から算出される面積に対する金属多孔体の重さのことをいうものとする。

[0015] 〔６〕本開示の一態様に係る金属多孔体の製造方法は、

上記〔１〕に記載の金属多孔体を製造する方法であって、

三次元網目状構造の骨格を有する平板状の樹脂多孔体の骨格の表面を導電化処理する工程と、

次に前記樹脂多孔体の前記骨格の表面に金属をめっきする工程と、

次に前記樹脂多孔体を除去して厚板状金属多孔体を得る工程と、

次に前記厚板状金属多孔体を厚み方向と直交する方向に切断し金属多孔体を得る工程と、

を有する金属多孔体の製造方法、である。

本態様によれば、厚みが、厚み方向と直交する方向のセル径の２倍未満である平板状の金属多孔体を製造可能な方法を提供することができる。

[0016] 〔７〕前記金属多孔体の製造方法は、

前記厚み方向と直交する方向に切断した前記金属多孔体を厚み方向に圧縮する工程を更に有してもよい。

本態様によれば、より安定して平板形状を保つことが可能な金属多孔体の製造方法を提供することができる。

[0017] ［本開示の実施態様の詳細］

以下に、本開示の実施態様に係る金属多孔体および金属多孔体の製造方法の具体例を、より詳細に説明する。なお、本開示はこれらの例示に限定されるものではなく、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。

[0018] ＜金属多孔体＞

以下、図１から図３を参照しながら、本開示の実施形態に係る金属多孔体１０の各構成を説明する。

[0019] 金属多孔体１０は、三次元網目状構造の骨格１１を有している。金属多孔体１０は、全体として平板状の外観を有している。図３は、三次元網目状構造の理解を容易にするため、三次元網目状構造の構造単位を正十二面体に見立てたものである。三次元網目状構造の構造単位は一つのセル１２を含む。図２、図３に示すように、セル１２は三次元網目状構造の骨格１１により形成される立体状の空間である気孔１３を含む。三次元網目状構造の構造単位を正十二面体に見立てたとき、セル径は正十二面体の最長対角線で規定される。

[0020] 骨格１１は典型的には、金属または合金による膜によって構成されており、骨格１１の内部は中空になっている

[0021] 骨格１１を構成する金属としては、例えば、ニッケル、アルミニウムまたは銅等が挙げられる。また、骨格１１を構成する合金としては、前記金属に他の金属が不可避的または意図的に添加されることによって合金化されたものを挙げることができる。骨格１１を構成する合金としては、例えば、クロム、コバルトおよびスズなどがニッケルと合金化したもの（ＮｉＣｒ、ＮｉＣｏ、ＮｉＳｎなど）を挙げることができる。また、骨格１１は、前記金属または前記合金の表面にさらに他の金属がめっきされることにより、金属または合金による膜を二層以上有する積層構造となっていてもよい。

[0022] 金属多孔体１０は、上述したように立体状の空間である気孔１３を含み、三次元網目状構造を有している。このため平面状の孔のみを有する二次元網目状構造体（たとえばパンチングメタル、メッシュなど）と明確に区別することができる。

さらに、図１から図３に示すように金属多孔体１０は、三次元網目状構造の骨格１１を有するため、繊維同士が絡み合わされて形成された不織布などのような構造体と明確に区別することができる。

金属多孔体１０は、このような三次元網目状構造を有することから、表面から内部まで連結する複数の気孔を有する。

[0023] 金属多孔体１０の厚み方向（図１におけるＺ軸方向）と直交する方向（図１におけるＸ－Ｙ平面と平行な平面における任意の方向）のセル径は、金属多孔体１０の主面を顕微鏡等で少なくとも１０視野観察し、１インチ（２５．４ｍｍ＝２５４００μｍ）あたりのセル１２の平均の数（ｎｃ）を求め、下記式（３）で算出されるものをいうものとする。

厚み方向と直交する方向のセル径＝２５４００μｍ／ｎｃ　式（３）

なお、セル数の測定は、ＪＩＳ　Ｋ６４００－１：２００４　附属書１（参考）による軟質発泡材料のセル数の求め方に準じて行うものとする（試験片の寸法の規定を除く）。

[0024] 金属多孔体１０の厚み方向のセル径は、下記式（４）で算出されるものか、あるいは金属多孔体１０の厚み方向の断面のセル径を実測したものをいうものとする。

厚み方向のセル径＝厚み方向と直交する方向のセル径×（１－圧縮率／１００）　式（４）

なお、式（４）における圧縮率（％）は、図５に示す気孔率と圧縮率の関係を表すグラフから求めることができる。図５では、縦軸が金属多孔体の気孔率（％）を示し、横軸が金属多孔体の圧縮率（％）を示している。

また、金属多孔体１０の厚み方向の断面のセル径を実測する場合には、以下のようにして計測されるものを厚み方向のセル径というものとする。

まず、金属多孔体１０を樹脂に包埋して厚み方向に切断し、その断面を観察する。続いて、前記断面においてセル１２のサークルを任意に１０個描き、それらのセル径の平均を算出する。

[0025] 金属多孔体１０の気孔率は下記式（５）で定義される。

気孔率（％）＝［１－｛Ｍｐ／（Ｖｐ×ｄｐ）｝］×１００　式（５）

Ｍｐ：金属多孔体の質量［ｇ］

Ｖｐ：金属多孔体における外観の形状の体積［ｃｍ^3］

ｄｐ：金属多孔体を構成する金属の密度［ｇ／ｃｍ^3］

[0026] 金属多孔体１０の厚みは、例えば、デジタルシックネスゲージによって測定することが可能である。

[0027] 式（１）においてセル径比は、金属多孔体１０が製造された後に、厚み方向にどの程度圧縮されたのかを意味するものである。セル径比は０．４以上、１．０以下であればよく、０．５以上、１．０以下であることが好ましく、０．７以上、１．０以下であることがより好ましい。

セル１２の形状は正十二面体にモデル化することができるため、金属多孔体１０が圧延等によって厚み方向に圧縮されていない場合には、厚み方向のセル径と厚み方向と直交する方向のセル径とに差がない。したがって、セル径比が１．０である場合は、金属多孔体１０が製造後に厚み方向に圧縮されていないこと意味する。このため、例えば、金属多孔体１０をフィルターとして用いる場合には、圧力損失を小さくする観点から、セル径比は１．０に近い方が好ましい。なお、セル径比が０．４の場合は、金属多孔体１０の厚み方向の圧縮率が６０％であることを意味する。

なお、金属多孔体１０の圧縮率は、上記のように図４
に示すグラフから求められるが、金属多孔体１０を圧縮する前と圧縮した後の厚みが分かっている場合には、圧縮率（％）＝（１－（金属多孔体の圧縮後の厚み／金属多孔体の圧縮前の厚み））×１００として算出することもできる。

[0028] 式（２）において、「（金属多孔体の厚み／セル径比）」は、厚み方向に

圧縮する前の金属多孔体１０の厚みを意味する。何故なら、上記のようにセル径比は金属多孔体１０が厚み方向にどの程度圧縮されているのかを意味するものであるから、圧縮後の金属多孔体１０の厚みをセル径比で除することにより圧縮前の金属多孔体１０の厚みが算出される。

[0029] 金属多孔体１０の厚み方向と直交する方向のセル径は、金属多孔体１０の用途に応じて適宜選択すればよい。一例として挙げれば、厚み方向と直交する方向のセル径は０．４０ｍｍを超え、１．７０ｍｍ以下であることが好ましく、０．５ｍｍ以上、１．１ｍｍ以下であることがより好ましく、１．０ｍｍ以下であることが更に好ましい。

金属多孔体１０は厚み方向と直交する方向のセル径が０．４０ｍｍを超えても、例えば、厚みを１．０ｍｍ以下や０．５ｍｍ以下にまですることができる。このため、例えば、金属多孔体１０をフィルターとして用いる場合には目を細かくし過ぎずに薄くすることができ、圧力損失も小さくすることができる。また、電池の電極として用いる場合には活物質の充填性をよくすることができ、水素発生装置の電極として用いる場合には電極で発生するガスの抜け性をよくすることができる。

[0030] 金属多孔体１０の厚みは、金属多孔体１０の用途に応じて適宜選択すればよい。一例として挙げれば、金属多孔体１０の厚みは０．５ｍｍ以上、１．２ｍｍ以下であることが好ましい。

金属多孔体１０は厚みが１．２ｍｍ以下であっても、厚み方向と直交する方向のセル径を０．６ｍｍよりも大きくすることができる。

[0031] 金属多孔体１０は厚み方向に圧縮されていなければ、製造時に基材として用いた樹脂多孔体の体積分が除かれた気孔率を有する。金属多孔体１０の気孔率は圧縮率に応じて図４に示すグラフのように変化する。例えば、圧縮率が６０％程度となるように金属多孔体１０が圧延されていても、金属多孔体１０の気孔率は９０％よりも大きいままである。

金属多孔体１０の気孔率は、金属多孔体１０の用途に応じて適宜選択すればよい。一例として挙げれば、金属多孔体１０の気孔率は９４％以上、９９

％以下であることが好ましく、９６％以上、９９％以下であることがより好ましく、９７％以上、９９％以下であることがさらに好ましい。

[0032] 金属多孔体１０の目付量は、金属多孔体１０の用途に応じて適宜選択すればよい。非常に軽量な金属多孔体が必要とされる場合には、例えば、金属多孔体１０の目付量は１００ｇ／ｍ^{2}以上、２５０ｇ／ｍ^{2}以下であることが好ましい。金属多孔体１０は、いわゆるめっき法によって製造された金属多孔体を厚み方向と直交する方向に切断することによって得られるため、目付量は切断前の金属多孔体の目付量の１／２以下である。このため、金属多孔体１０は非常に軽量なものとして提供しやすい。もちろん、金属多孔体の用途に応じて、高目付のものとしても構わない。

[0033] ＜金属多孔体の製造方法＞

本開示の実施形態に係る金属多孔体の製造方法は、三次元網目状構造の骨格を有する平板状の樹脂多孔体の骨格の表面を導電化処理する工程と、前記骨格の表面を導電化処理した前記樹脂多孔体の骨格の表面に金属をめっきする工程と、前記金属をめっきした後に前記樹脂多孔体を除去して金属多孔体を得る工程と、前記樹脂多孔体を除去して得られた金属多孔体を厚み方向と直交する方向に切断する工程と、を有する方法である。以下に各工程を詳述する。

[0034] （樹脂多孔体の骨格の表面を導電化処理する工程）

この工程では、まず、三次元網目状構造の骨格を有する平板状の樹脂多孔体（以下では、単に「樹脂多孔体」とも記す）を用意する。樹脂多孔体としては、ポリウレタン樹脂やメラミン樹脂等を用いることができる。

樹脂多孔体は金属多孔体を製造する際の基材として用いるものである。このため樹脂多孔体の厚み方向と直交する方向のセル径、気孔率、および厚みは、製造目的である金属多孔体のものと同じにすればよい。

続いて、炭素粉末等の導電性の粉末を含む塗料を樹脂多孔体骨格の表面に塗布することにより樹脂多孔体の骨格の表面を導電化処理する。炭素粉末としては、例えば、カーボンブラック等の非晶質炭素粉末、黒鉛等のカーボン

粉末が挙げられる。

[0035]（金属をめっきする工程）

この工程では、骨格の表面が導電化処理された樹脂多孔体を基材として用いて、金属をめっきする工程である。樹脂多孔体の骨格の表面は導電化処理されているため、金属のめっきは電気めっきによって行うことが好ましい。

樹脂多孔体にめっきする金属の種類は特に限定されるものではない。金属の種類は、金属多孔体の用途に応じて適宜選択すればよい。例えば、ニッケル、アルミニウムまたは銅等の金属の場合には、公知のめっき手法により電気めっきを行うことができる。なお、２種以上の金属をめっきして合金化してもよい。例えば、ニッケルをめっきした後に、クロムやコバルト、スズなどをめっきしてニッケルと合金化することができる。なお、２種以上の金属をめっきすることで、金属多孔体１０の骨格１１が金属または合金による膜を二層以上有する積層構造となるようにすることも可能である。

金属のめっき量は特に限定されるものではなく、製造しようとする金属多孔体１０が好ましい目付量を有するものとなるようにめっき量を調整すればよい。なお、金属多孔体１０は、金属がめっきされた樹脂多孔体を除去することによって得られる金属多孔体を厚み方向と直交する方向に切断することにより得られるものである。このため、金属をめっきする工程において金属のめっき量は、金属多孔体１０の目付量が切断前の金属多孔体の目付量の１／２以下となることに留意して調整すればよい。

[0036]（樹脂多孔体を除去する工程）

この工程は、骨格の表面に金属または合金による膜が形成された構造体から、基材として用いた樹脂多孔体を除去する工程である。樹脂多孔体の除去は、例えば、大気等の酸化性雰囲気下で、６００℃以上、８００℃以下程度、好ましくは６００℃以上、７００℃以下程度の温度で熱処理することによって行うことができる。これにより、基材として用いた樹脂多孔体が燃焼除去されて、骨格が前記金属または合金による膜によって形成された金属多孔体が得られる。なお、樹脂多孔体を除去した後に、必要に応じて還元性雰囲

気下で熱処理して、酸化した金属または合金を還元してもよい。

[0037]（金属多孔体を切断する工程）

この工程は、図５に示すように、樹脂多孔体を除去することにより得られた厚板状金属多孔体２０を厚み方向（図１におけるＺ軸方向）と直交する方向に切断することにより本実施形態に係る金属多孔体１０を得る工程である。前述のように、基材として用いる樹脂多孔体は厚み方向と直交する方向のセル径の２倍以上の厚みを有していないと、三次元網目状構造の骨格を保つことができず構造が壊れてしまう。これに対し、金属をめっきした後であれば骨格の強度が増しており、厚み方向と直交する方向のセル径の２倍未満の厚みとなるように金属多孔体を切断することが可能であることを本発明者らは見出した。この工程では、式（２）を満たす金属多孔体１０が得られるように、厚板状金属多孔体２０を切断すればよい。

厚板状金属多孔体２０を切断する方法は特に限定されるものではなく、例えば、厚板状金属多孔体２０の主面同士を治具で固定し、その間を回転刃等により切断すればよい。また、図５に示す例では厚板状金属多孔体２０を厚み方向Ｚと直交する方向に２分割しているが、３分割以上に分割しても構わない。例えば、厚みが２．０ｍｍ程度の樹脂多孔体を用いて製造した厚板状金属多孔体２０であれば、これを３分割して厚みが約０．６６ｍｍの３枚の金属多孔体１０を得ることも可能である。

[0038]（金属多孔体を圧縮する工程）

この工程は、厚み方向と直交する方向に切断された金属多孔体１０を、厚み方向に圧縮する工程である。金属多孔体１０を厚み方向に圧縮することで金属多孔体１０を所望の厚みとすることができ、また、より安定して平板形状を保てるようになり、ハンドリング性が向上する。金属多孔体１０を厚み方向に圧縮するとセル１２が潰れて気孔率が小さくなる。このため、式（１）を満たす範囲で、金属多孔体１０の利用用途に応じて好ましい厚みおよび気孔率となるように圧縮すればよい。

実施例

[0039] 以下、実施例に基づいて本開示をより詳細に説明する。これらの実施例は例示であって、本開示の金属多孔体等はこれらに限定されるものではない。

[0040] ［実施例１］

三次元網目状構造の骨格を有する樹脂多孔体として、厚みが２．０ｍｍのポリウレタンシートを用意した。樹脂多孔体の気孔率は９６％であった。厚み方向と直交する方向のセル径は０．８５ｍｍであった。

ポリウレタンシートの骨格の表面の導電化処理は、ポリウレタンシートをカーボン懸濁液に浸漬して乾燥させることにより行った。カーボン懸濁液の成分は、黒鉛とカーボンブラックを２５％含み、樹脂バインダー、浸透剤および消泡剤を含むものとした。カーボンブラックの粒径は０．５μｍとした。

骨格の表面を導電化処理したポリウレタンシートの骨格の表面に、目付量が５００ｇ／ｍ^{2}となるようにニッケルをめっきした。ニッケルのめっきは、ワット浴（硫酸ニッケル３００ｇ／Ｌ、塩化ニッケル５０ｇ／Ｌ、ホウ酸３０ｇ／Ｌ）を用いて行った。

ニッケルをめっきした後に、６５０℃で１０分間加熱することによって、基材として用いたポリウレタンシートを燃焼除去した。そして、ポリウレタンシートを除去した後に、さらに、H_2：N_2＝３：１の雰囲気において１０００℃で２０分間熱処理を行うことにより酸化したニッケルの還元処理を行った。

還元処理を行った後の金属多孔体を、図５に示すように、厚み方向Ｚと直交する方向に２枚に切断した。これにより、２枚の、厚みが１．０ｍｍの金属多孔体Ｎｏ．１が得られた。

[0041] ［実施例２］

実施例１で製造した金属多孔体Ｎｏ．１を厚みが０．５ｍｍとなるように厚み方向に圧縮して金属多孔体Ｎｏ．２を製造した。

[0042] ［実施例３］

厚みが３．０ｍｍ、厚み方向と直交する方向のセル径が０．８５ｍｍ、気

孔率が９６％のポリウレタンシートを用い、さらに、還元処理を行った後の金属多孔体を、厚み方向Ｚと直交する方向に３枚に切断した。他の条件は実施例１と同一にして３枚の金属多孔体Ｎｏ．３を製造した。

[0043] ［実施例４］

実施例３で製造した金属多孔体Ｎｏ．３を厚みが０．５ｍｍとなるように厚み方向に圧縮して金属多孔体Ｎｏ．４を製造した。

[0044] ［実施例５］

厚みが２．０ｍｍ、厚み方向と直交する方向のセル径が０．５４ｍｍ、気孔率が９６％のポリウレタンシートを用いた。他の条件は実施例１に記載の製造方法と同一にして、厚みが１．０ｍｍの金属多孔体Ｎｏ．５を製造した。

[0045] ［実施例６］

実施例５で製造した金属多孔体Ｎｏ．５を厚みが０．５ｍｍとなるように厚み方向に圧縮して金属多孔体Ｎｏ．６を製造した。

[0046] ［実施例７］

厚みが２．５ｍｍ、厚み方向と直交する方向のセル径が１．２７ｍｍ、気孔率が９６％のポリウレタンシートを用いた。他の条件は実施例１に記載の製造方法と同一にして、厚みが約１．２ｍｍの金属多孔体を製造し、これを厚みが１．０ｍｍとなるように圧延して金属多孔体Ｎｏ．７を製造した。

[0047] ［実施例８］

実施例７で製造した金属多孔体Ｎｏ．７を厚みが０．５ｍｍとなるように厚み方向に圧縮して金属多孔体Ｎｏ．８を製造した。

[0048] ［比較例１］

実施例１に記載の製造方法において、還元処理を行った後の金属多孔体を切断せずに、厚みが０．５ｍｍとなるように圧縮した。他の条件は実施例１と同一にして金属多孔体Ｎｏ．９を製造した。

[0049] ［比較例２］

実施例７において、還元処理を行った後の金属多孔体を、厚み方向Ｚと直

交する方向に３枚に切断した。他の条件は実施例７と同一にして３枚の金属多孔体Ｎｏ．１０を製造した。金属多孔体Ｎｏ．１０の厚みは約０．８ｍｍとなるはずであった。しかし、金属多孔体Ｎｏ．１０は式（２）の数値範囲を超えるため三次元網目状構造の骨格を維持することが難しく、切断工程の作業中や、作業後の少しの衝撃でも骨格に折れが生じてしまい、三次元網目状構造の多くが壊れてしまった。表１には、切断工程後に得られていたはずの金属多孔体の各種数値を示した。

[0050] ［比較例３］

厚みが１．０ｍｍ、厚み方向と直交する方向のセル径が０．５４ｍｍ、気孔率が９６％のポリウレタンシートを用意しようとした。しかし、ポリウレタンシートが三次元網目状構造の骨格を維持することができず、三次元網目状構造の多くが壊れてしまった。

[0051] 金属多孔体Ｎｏ．１からＮｏ．１０の構造についての各測定値および計算値を表１に示す。

[0052] [表1]

金属多孔体No.	厚み方向と直交する方向のセル径(mm)	厚み方向のセル径（mm）	厚み（mm）	目付量（g/m^2）	気孔率（%）	セル径比	厚み方向と直交する方向のセル径／(金属多孔体の厚み／セル径比)	樹脂多孔体の厚み（mm）
1	0.85	0.85	1.00	250	97	1.00	0.85	2.0
2	0.85	0.43	0.50	250	94	0.50	0.85	2.0
3	0.85	0.85	1.00	166	98	1.00	0.85	3.0
4	0.85	0.43	0.50	166	96	0.50	0.85	3.0
5	0.54	0.54	1.00	250	97	1.00	0.54	2.0
6	0.54	0.27	0.50	250	94	0.50	0.54	2.0
7	1.27	1.02	1.00	250	97	0.80	1.02	2.5
8	1.27	0.51	0.50	250	94	0.40	1.02	2.5
9	0.85	0.21	0.50	500	89	0.25	0.43	2.0
10	1.27	1.27	0.83	166	98	1.00	1.53	2.5

[0053] 表１に示すように、金属多孔体Ｎｏ．１からＮｏ．８は、いずれも「厚み方向と直交する方向のセル径／（金属多孔体の厚み／セル径比）」が０．５よりも大きく、厚みが、厚み方向と直交する方向のセル径の２倍未満の金属多孔体であった。このため、厚みを０．５ｍｍ程度にしても高い気孔率を保つことができた。また、厚みが１．０ｍｍ以下であっても厚み方向のセル径

が０．５０ｍｍ以上の金属多孔体を製造することもできた。気孔率が大きく、セル径が大きい金属多孔体は、例えば、圧力損失の少ないフィルターとして好ましく用いることができる。

本開示の実施形態に係る金属多孔体によれば、金属多孔体の用途に応じてより好ましいセル径や気孔率、厚み、目付量を選択することが可能となる。

符号の説明

[0054] １０ 金属多孔体

１１ 骨格

１２ セル

１３ 気孔

２０ 厚板状金属多孔体

請求の範囲

[請求項1] 三次元網目状構造の骨格を有する平板状の金属多孔体であって、

複数のセルを含み、

前記金属多孔体の厚み方向のセル径と厚み方向と直交する方向のセル径との比（厚み方向のセル径／厚み方向と直交する方向のセル径）をセル径比とした場合に、下記式（１）および下記式（２）を満たす、金属多孔体。

０．４≦セル径比≦１．０　式（１）

０．５０＜厚み方向と直交する方向のセル径／（金属多孔体の厚み／セル径比）≦１．５０　式（２）

[請求項2] 前記金属多孔体の前記厚み方向と直交する方向のセル径が０．４ｍｍ超、１．７０ｍｍ以下である、

請求項１に記載の金属多孔体。

[請求項3] 厚みが０．５ｍｍ以上、１．２ｍｍ以下である、

請求項１または請求項２に記載の金属多孔体。

[請求項4] 気孔率が９４％以上、９９％以下である、

請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の金属多孔体。

[請求項5] 目付量が１００ｇ／ｍ^{2}以上、２５０ｇ／ｍ^{2}以下である、

請求項１から請求項４のいずれか一項に記載の金属多孔体。

[請求項6] 請求項１に記載の金属多孔体を製造する方法であって、

三次元網目状構造の骨格を有する平板状の樹脂多孔体の骨格の表面を導電化処理する工程と、

次に、前記樹脂多孔体の前記骨格の表面に金属をめっきする工程と、

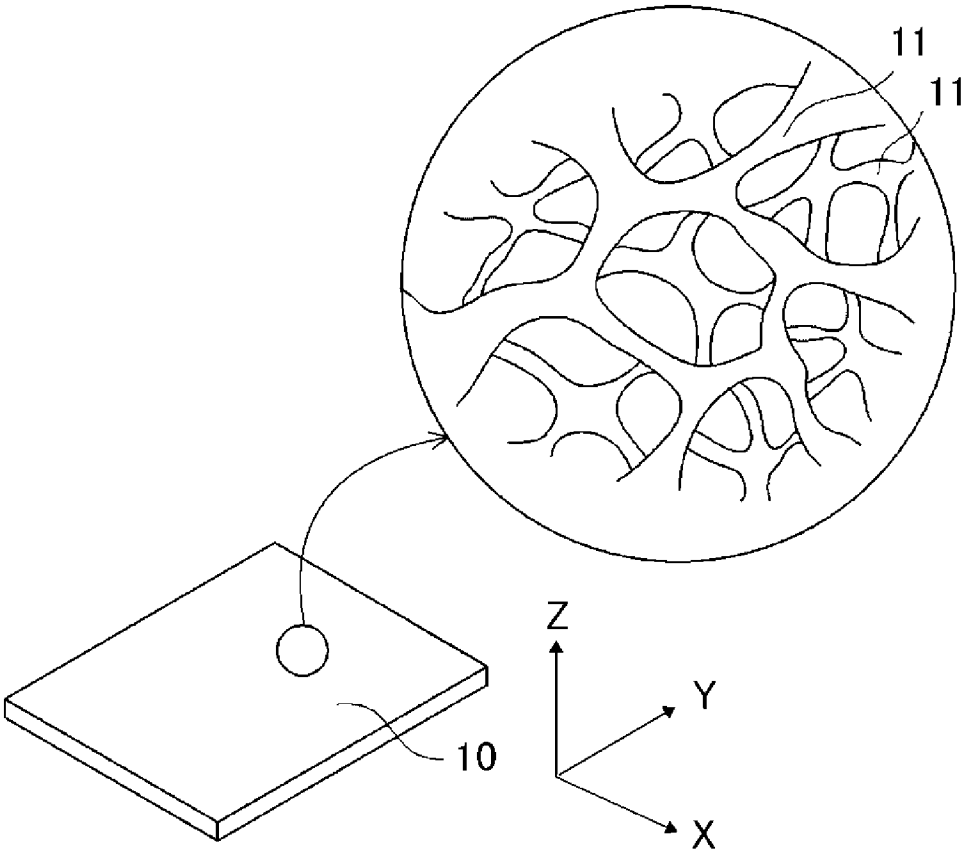
次に、前記樹脂多孔体を除去して厚板状金属多孔体を得る工程と、

次に、前記厚板状金属多孔体を厚み方向と直交する方向に切断加工し、金属多孔体を得る工程と、

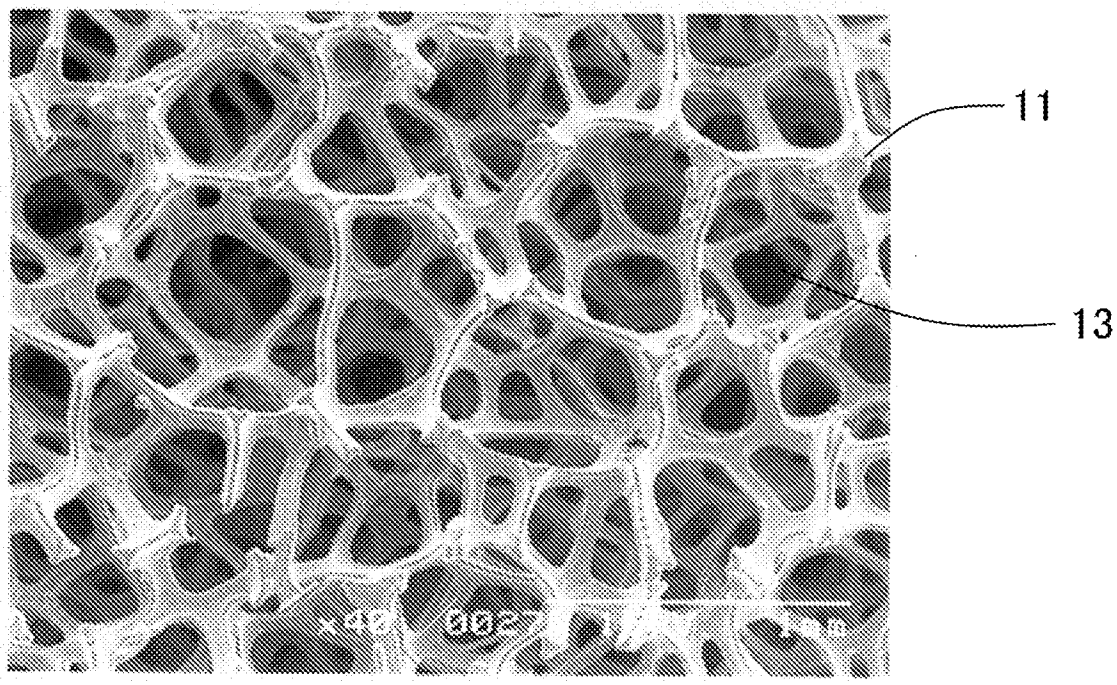
を有する金属多孔体の製造方法。

[請求項7] 前記厚み方向と直交する方向に切断した前記金属多孔体を厚み方向に圧縮する工程を更に有する、
請求項６に記載の金属多孔体の製造方法。

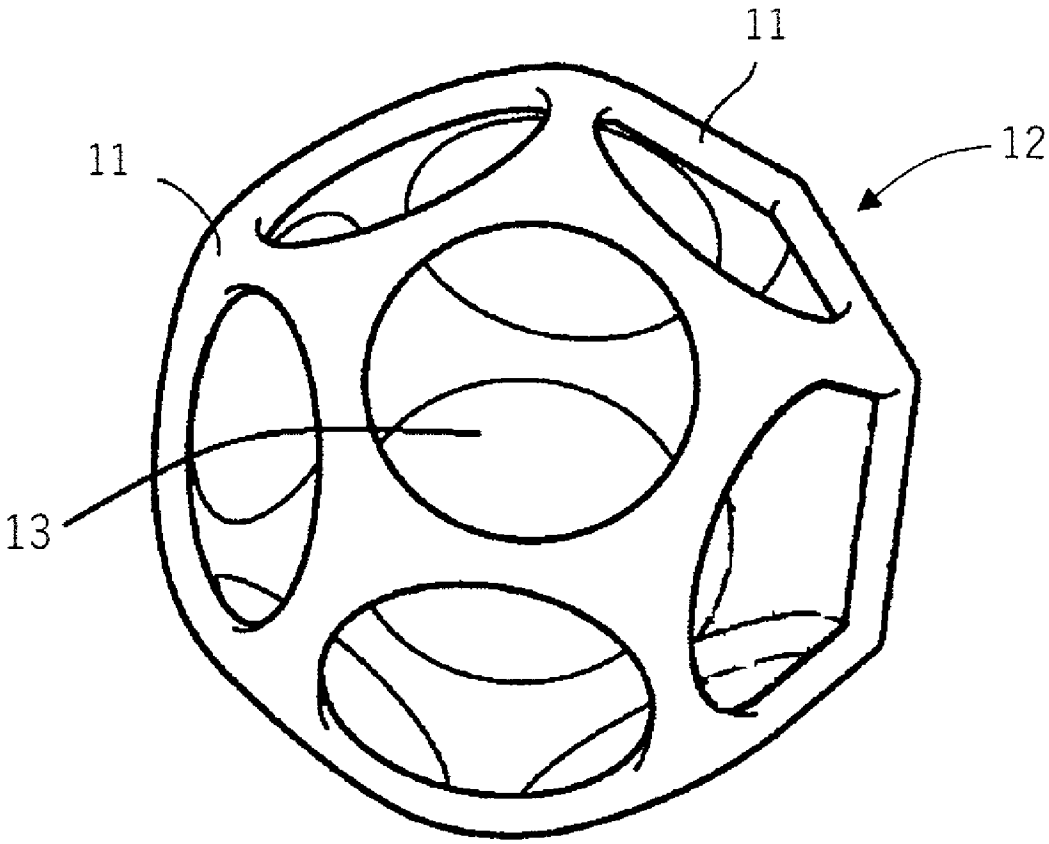
[図1]



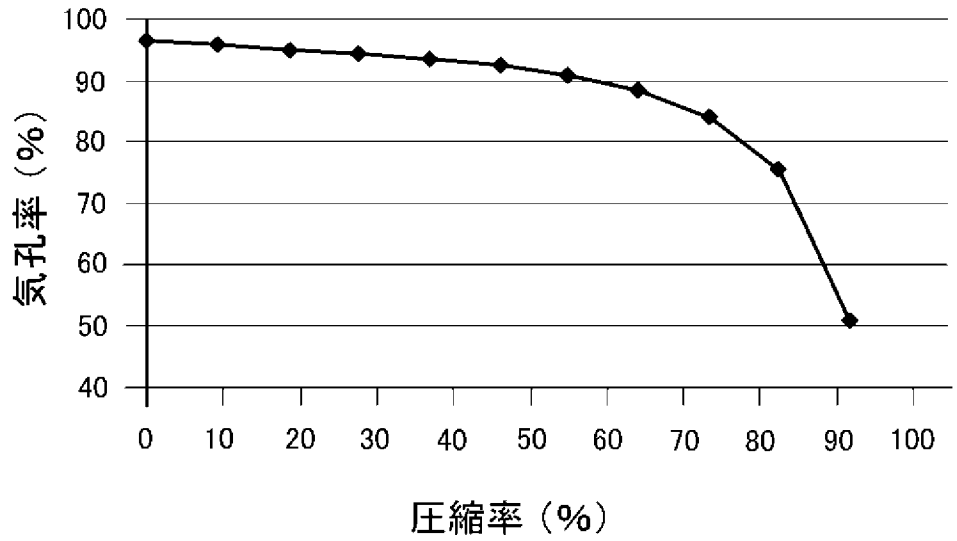
[図2]



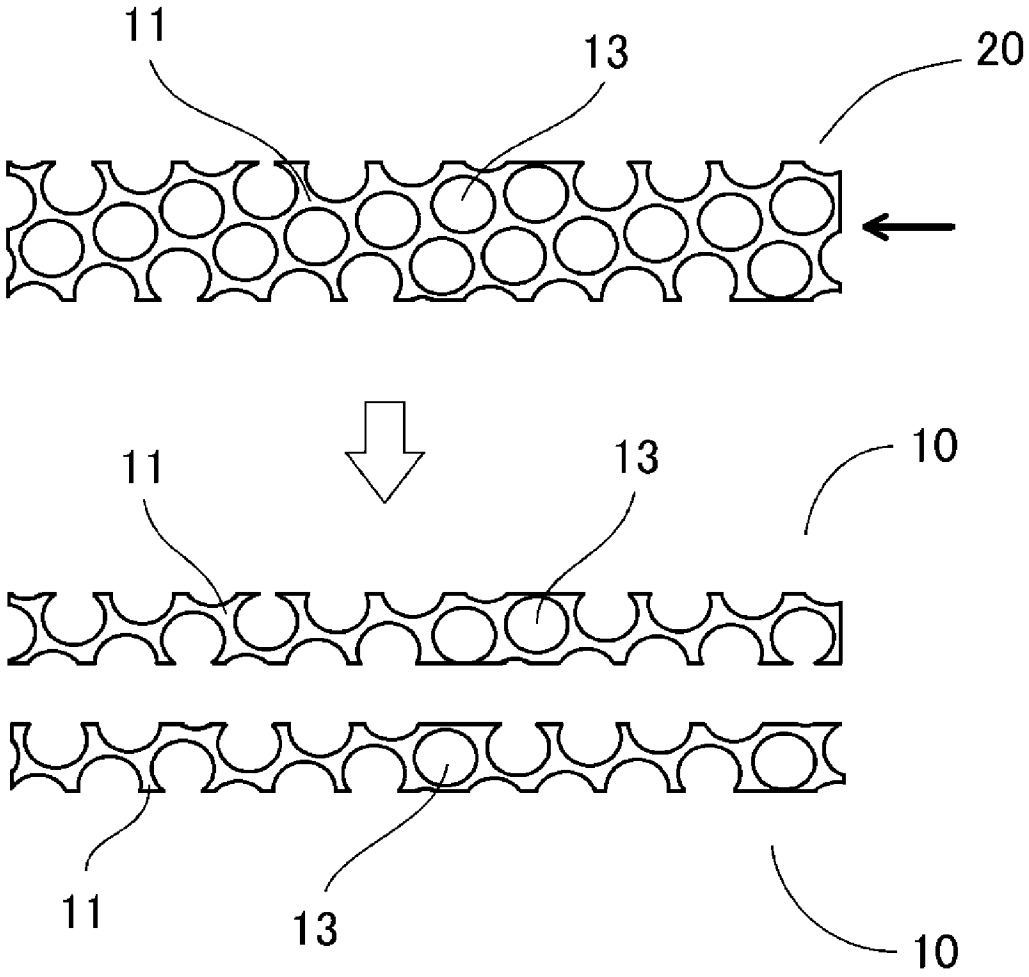
[図3]


11
11
12
13

[図4]


100
90
80
70
60
50
40
気孔率（%）
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
圧縮率（%）

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/005072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. C25D1/08(2006.01)i, C25D5/56(2006.01)i, C22C1/08(2006.01)i, H01M4/66(2006.01)i, H01M4/80(2006.01)i
FI: C25D1/08, C22C1/08 Z, C25D5/56 Z, H01M4/80 C, H01M4/66 A
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)
Int. Cl. C25D1/08, C25D5/56, C22C1/08, H01M4/66, H01M4/80

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 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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 A	JP 2016-23322 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 08 February 2016, paragraphs [0048]-[0053]	1-6 7
X	JP 11-154517 A (INOAC CORP.) 08 June 1999, claims, paragraphs [0016], [0017], [0030]-[0036]	1-7
A	WO 2019/082424 A1 (SUMITOMO ELECTRIC TOYAMA CO., LTD.) 02 May 2019, entire text	1-7
A	WO 2020/049815 A1 (SUMITOMO ELECTRIC TOYAMA CO., LTD.) 12 March 2020, entire text	1-7
A	CN 110434341 A (NORTHWEST INSTITUTE FOR NON-FERROUS METAL RESEARCH) 12 November 2019, entire text	1-7

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15.04.2021	27.04.2021
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
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/005072

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2016-23322 A	08.02.2016	(Family: none)	
JP 11-154517 A	08.06.1999	(Family: none)	
WO 2019/082424 A1	02.05.2019	EP 3499615 A1 KR 10-2019-0047660 A CN 109983606 A	
WO 2020/049815 A1	12.03.2020	EP 3677696 A1 CN 111295456 A	
CN 110434341 A	12.11.2019	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/005072

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C25D 1/08(2006.01)i; C25D 5/56(2006.01)i; C22C 1/08(2006.01)i; H01M 4/66(2006.01)i; H01M 4/80(2006.01)i
FI: C25D1/08; C22C1/08 Z; C25D5/56 Z; H01M4/80 C; H01M4/66 A

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））

C25D1/08; C25D5/56; C22C1/08; H01M4/66; H01M4/80

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１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 2016-23322 A (住友電気工業株式会社) 08.02.2016 (2016-02-08) ［００４８］－［００５３］	1-6
A		7
X	JP 11-154517 A (株式会社イノアックコーポレーション) 08.06.1999 (1999-06-08) 特許請求の範囲、［００１６］、［００１７］、［００３０］－［００３６］	1-7
A	WO 2019/082424 A1 (富山住友電工株式会社) 02.05.2019 (2019-05-02) 全文	1-7
A	WO 2020/049815 A1 (富山住友電工株式会社) 12.03.2020 (2020-03-12) 全文	1-7
A	CN 110434341 A (NORTHWEST INSTITUTE FOR NON-FERROUS METAL RESEARCH) 12.11.2019 (2019-11-12) 全文	1-7

☐ 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	国際調査報告の発送日
15.04.2021	27.04.2021

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）
池ノ谷　秀行 4E 4142
電話番号 03-3581-1101 内線 3425

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/JP2021/005072

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2016-23322 A	08.02.2016	（ファミリーなし）	
JP 11-154517 A	08.06.1999	（ファミリーなし）	
WO 2019/082424 A1	02.05.2019	EP 3499615 A1	
		KR 10-2019-0047660 A	
		CN 109983606 A	
WO 2020/049815 A1	12.03.2020	EP 3677696 A1	
		CN 111295456 A	
CN 110434341 A	12.11.2019	（ファミリーなし）	