



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119096108 A

(43) 申请公布日 2024.12.06

(21) 申请号 202380039461.7

(22) 申请日 2023.05.12

(30) 优先权数据

2022-079566 2022.05.13 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.11.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/017973 2023.05.12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/219168 JA 2023.11.16

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本

(72) 发明人 森田公之 柳町章磨 河野鹰行

部田武志

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

专利代理师 任静文

(51) Int.Cl.

F28D 15/04 (2006.01)

D01F 9/08 (2006.01)

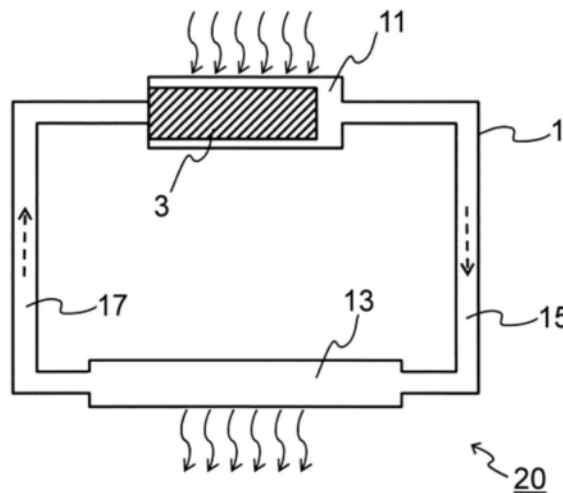
权利要求书1页 说明书12页 附图2页

(54) 发明名称

芯体和热传输装置

(57) 摘要

一种芯体,其用于进行热传输,所述芯体包含如下材料,所述材料包含式:MQ_aO_b所示的材料的纳米纤维和/或二维物质(式中,M为选自第3、4、5、6和7族中的至少1种元素,Q为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素(其中,不包括0),a为0以上且2以下,b大于0且为2以下)。



1. 一种芯体,其用于进行热传输,所述芯体含有包含纳米纤维和/或二维物质的材料,所述纳米纤维和/或二维物质由下式: MQ_aO_b 表示,

式 MQ_aO_b 中,M为选自第3、4、5、6和7族中的至少1种元素,

Q为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素,其中,不包括0,

a为0以上且2以下,

b大于0且为2以下。

2. 根据权利要求1所述的芯体,其中,所述包含纳米纤维和/或二维物质的材料在X射线衍射谱图中在衍射角 2θ 为 2° 以上且 10° 以下的范围具有峰。

3. 根据权利要求1或2所述的芯体,其中,所述包含纳米纤维和/或二维物质的材料在使用了波长514nm的激光的拉曼光谱中在拉曼位移为 $140 \sim 160\text{cm}^{-1}$ 、 $275 \sim 295\text{cm}^{-1}$ 、 $435 \sim 455\text{cm}^{-1}$ 和 $665 \sim 745\text{cm}^{-1}$ 的位置具有峰。

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的芯体,其中,所述包含纳米纤维和/或二维物质的材料具有锐钛矿型或纤铁矿型、或者它们混合存在的晶体结构。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的芯体,其中,所述包含纳米纤维和/或二维物质的材料具有纤铁矿型的晶体结构。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的芯体,其中,所述包含纳米纤维和/或二维物质的材料在使用了波长514nm的激光的拉曼光谱中至少在拉曼位移为 $180 \sim 200\text{cm}^{-1}$ 、 $275 \sim 295\text{cm}^{-1}$ 、 $375 \sim 395\text{cm}^{-1}$ 、 $435 \sim 455\text{cm}^{-1}$ 和 $665 \sim 745\text{cm}^{-1}$ 的位置具有峰,在将各个峰的强度设为V、X、Y、Z、W时,X最大。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的芯体,其中,所述纳米纤维具有1nm以上且15nm以下的截面外形尺寸。

8. 一种热传输装置,其利用了工作流体的相变,所述热传输装置包括:

壳体,其在内部具有空间;

权利要求1~7中任一项所述的芯体,其配置在所述壳体内;以及

工作流体,其以能够与所述芯体接触的状态被封入到所述壳体内。

芯体和热传输装置

技术领域

[0001] 本发明涉及芯体和热传输装置,更详细而言,涉及为了进行热传输而使用的芯体和利用了工作流体的相变的热传输装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有热管、均热板等利用了工作流体的相变(更详细而言为蒸发和冷凝)的热传输装置。在该热传输装置中,使用了借助毛细管力(由毛细管现象产生的吸引力)输送液体状态的工作流体的芯体。

[0003] 例如,在专利文献1中记载了将平均粒径为 $20\mu\text{m}$ 以上且 $200\mu\text{m}$ 以下的金属粒子的烧结体作为芯体来使用。另外,例如,在专利文献2中记载了将在包含碳纤维和/或氧化纤维的纤维结构体的至少一部分中填充有碳质多孔体的含纤维的多孔体作为芯体来使用,所述含纤维的多孔体在碳质多孔体的细孔径分布中在细孔径 $10\mu\text{m}$ 以下的区域具有至少1个峰。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2022-27310号公报

[0007] 专利文献2:日本特开2020-112326号公报

[0008] 非专利文献

[0009] 非专利文献1:Hussein O. Badr, et al., “Bottom-up, scalable synthesis of anatase nanofilament-based two-dimensional titanium carbo-oxide flakes”, Materials Today (2021)

[0010] <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2021.10.033>

发明内容

[0011] 发明要解决的课题

[0012] 上述那样的热传输装置具有如下构成:使用至少局部具有导热性的壳体,在壳体内配置有芯体的同时封入有工作流体。在壳体内,工作流体在从外部供给热的比较高温的部分蒸发,成为气体状态的工作流体在壳体内移动,在比较低温的部分冷凝,从而向外部释放热,并且借助芯体的毛细管力向比较高温的部分输送成为液体状态的工作流体(返回)。

[0013] 近年来,由于能够组装热传输装置的设备的小型化等,要求热传输装置进一步提高热传输性能。以往,通常与气体状态的工作流体在壳体内移动的速度相比,液体状态的工作流体借助芯体的毛细管力而被输送的速度较小,热传输装置的热传输性能可能受限于液体状态的工作流体借助芯体的毛细管力而被输送的速度。为了提高热传输装置的热传输性能,优选芯体中的液体状态的工作流体的输送速度更大。

[0014] 本发明的目的在于提供液体状态的工作流体的输送速度较大的新型芯体。本发明的另一目的在于提供使用了该芯体的新型热传输装置。

[0015] 用于解决课题的手段

[0016] 根据本发明的一个主旨,提供一种芯体,其用于进行热传输,所述芯体含有包含纳米纤维和/或二维物质的材料,

[0017] 所述纳米纤维和/或二维物质由下式: MQ_aO_b 表示,

[0018] (式中,M为选自第3、4、5、6和7族中的至少1种元素,

[0019] Q为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素(其中,不包括O),

[0020] a为0以上且2以下,

[0021] b大于0且为2以下)。

[0022] 根据本发明的另一个主旨,提供一种热传输装置,其利用了工作流体的相变,所述热传输装置包括:

[0023] 壳体,其在内部具有空间;

[0024] 上述芯体,其配置在上述壳体内;以及

[0025] 工作流体,其以能够与上述芯体接触的状态被封入到上述壳体内。

[0026] 发明效果

[0027] 根据本发明,提供一种液体状态的工作流体的输送速度较大的新型芯体。此外,根据本发明,提供一种使用了该芯体的新型热传输装置。

附图说明

[0028] 图1是本发明的1个实施方式中的热传输装置的概略示意截面图。

[0029] 图2表示实施例1中制造的材料(TiCO)的XRD谱图。

[0030] 图3表示实施例1中制造的材料(TiCO)的FE-SEM图像。

具体实施方式

[0031] 以下,对本发明的实施方式中的芯体和热传输装置进行详细叙述,但本发明并不限于这些实施方式。

[0032] (实施方式1:芯体)

[0033] 本实施方式涉及芯体。在本发明中,“芯体”是指用于进行热传输的构件。更详细而言,“芯体”是指能够借助毛细管力输送液体状态的工作流体的构件。

[0034] 在本实施方式中,芯体含有包含纳米纤维和/或二维物质的材料。在本发明中,在仅称为“材料”的情况下,是指“包含纳米纤维和/或二维物质的材料”(换言之,包含纳米纤维和二维物质中的至少任一者的材料)。在本实施方式中,包含纳米纤维和/或二维物质的材料代表性是指为固体成分且不含粘结剂等(例如聚合物)的材料。包含纳米纤维和/或二维物质的材料狭义上可以是指实质上由纳米纤维和二维物质中的至少任一者构成的材料(可以包含:可能不可避免地混入的其他物体、杂质等)。然而,包含纳米纤维和/或二维物质的材料不限于这些。

[0035] 本实施方式的芯体中所含的材料是规定的材料(物质)的纳米纤维(或纳米丝,下同)和/或二维物质。在本实施方式中能够使用的规定的材料由下式(1)表示。

[0036] $MQ_aO_b \quad \dots (1)$

[0037] (式中,M为选自第3、4、5、6和7族中的至少1种元素,可包含所谓的前期过渡金属,例如选自Sc、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Cr、Mo和Mn中的至少1种元素,可优选包含选自Ti、V、Cr、Mo

和Mn中的至少1种元素,

[0038] Q为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素(其中,不包括O),例如可包含选自B、C、N、Si、P和S中的至少1种元素,

[0039] a为0以上且2以下,

[0040] b大于0且为2以下)

[0041] 以下,也将上述规定的材料简称为“MQO”。作为MQO的例子,包括TiO₂、TiCO、TiCON、VO₂、VCO、VCON、CrO₂、CrCO、CrCON、MoO₂、MoCO、MoCON、MnO₂、MnCO、MnCON等式子所示的材料。例如,在式(1)中,上述M可以为Ti,上述Q可以为C。另外,例如,在式(1)中,上述a可以不为0。

[0042] 上述规定的材料代表性地可在X射线衍射(XRD)谱图中在衍射角2θ为2°以上且10°以下的范围具有峰。

[0043] MQO具有与六方晶系不同的晶体结构。本实施方式不受任何理论限制,但MQO的晶体结构目前可认为是锐钛矿型或纤铁矿型或者它们混合存在的晶体结构。例如,MQO的晶体结构可以为纤铁矿型。

[0044] MQO例如可以如下所述使用第1原料和第2原料来制造。第1原料至少含有上述M,第2原料至少含有上述Q,第1原料和第2原料可在质子性溶剂中进行反应而生成MQO。

[0045] 作为第1原料,可使用下式(2)所示的材料。

[0046] $M_c A_d^1 \dots (2)$

[0047] (式中,M如上所述,

[0048] A¹为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素,例如可包含选自B、C、N、O、Si、P和S中的至少1种元素,

[0049] c和d分别各自独立地为1以上且5以下)

[0050] 其中,式(2)所示的材料需要与产物MQO不同。式(2)所示的材料代表性地可以是在X射线衍射(XRD)谱图中在衍射角2θ为2°以上且10°以下的范围不具有峰的材料。

[0051] 式(2)所示的第1原料的例子包括TiB₂、TiB、TiC、TiN、TiO₂、Ti₅Si₃、Ti₂SbP、VO₂、V₂O₄、NbC、Nb₂O₅、MoO₂、MoO₃、MoS₂、MnO₂、Mn₃O₄、MnCO₃等。可以用作第1原料的MnO₂在XRD谱图中在2θ=13°附近具有峰,在2θ为2°以上且10°以下的范围不具有峰。

[0052] 或者,或在上述基础上,作为第1原料,可使用下式(3)所示的材料(以下,也简称为“MAX相”或“MAX原料”)。

[0053] $M_m A^n X_n \dots (3)$

[0054] (式中,M如上所述,

[0055] X为选自C和N中的至少1种元素,

[0056] n为1以上且4以下,

[0057] m大于n且为5以下,

[0058] A²为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素,通常为A族元素、代表性的是IIIA族和IVA族,更详细而言,可包含选自Al、Ga、In、Tl、Si、Ge、Sn、Pb、P、As、S和Cd中的至少1种,优选为Al)

[0059] MAX相具有如下晶体结构:由A²原子构成的层位于M_mX_n所示的2个层(可具有各X位于M的八面体阵列内的晶格)之间。代表性地在m=n+1的情况下,MAX相具有如下重复单元:在n+1层的M原子的层之间逐层配置X原子的层(也将它们合在一起称为“M_mX_n层”)、并配置

A²原子的层(“A²原子层”)作为第n+1个M原子的层的下一层。然而,MAX相不限于此。

[0060] 式(3)所示的第1原料的例子包括Ti₃AlC₂、Ti₃GaC₂、Ti₃SiC₂等。

[0061] 作为第1原料,可以将式(2)所示的材料和式(3)所示的材料一起(例如以混合物的形式)使用。

[0062] 作为第2原料,可使用具有含碳基团的离子键合性物质。具有含碳基团的离子键合性物质含有C。离子键合性物质可举出例如铵盐、磷酸盐、硫酸盐等。

[0063] 更详细而言,作为第2原料,可以使用季铵盐。季铵盐的例子包括四甲基氢氧化铵(TMAH)、四乙基氢氧化铵(TEAH)、四丙基氢氧化铵(TPAH)、四丁基氢氧化铵(TBAH或TBAOH)、苄基三甲基氢氧化铵、四丁基氟化铵(TBAF)、四丁基氯化铵(TBACl)、四丁基溴化铵(TBAB)、四丁基碘化铵(TBAI)、苄基三乙基氯化铵(BTEAC)、十六烷基三甲基溴化铵、鲸蜡基三甲基溴化铵(CTAB)、苄索氯铵、苯扎氯铵、氯化十六烷基吡啶鎓(CPC)等。其中,优选TMAH、TBAOH。

[0064] 或者,或在上述基础上,可使用含有P和/或S等的其他离子键合性物质作为第2原料。

[0065] 质子性溶剂只要能使第1原料和第2原料至少部分地溶解即可,特别是可以为水性溶剂。作为质子性溶剂,可使用水、醇(例如乙醇、1-丙醇、异丙醇)、羧酸(例如乙酸、甲酸)等。水性溶剂可由水和根据情况的与水具有相容性的液态物质(例如水以外的质子性溶剂)构成,优选为水。

[0066] 使第1原料与第2原料在质子性溶剂中进行反应。可预先向质子性溶剂中添加第2原料。第2原料相对于质子性溶剂和第2原料的合计的比例例如可以为5质量%以上,特别是20质量%以上,和/或例如可以为80质量%以下,特别是50质量%以下。可以在添加有第2原料的质子性溶剂中进一步添加第1原料而进行混合。在该混合物中,进行生成MQO的反应。混合物(可包含反应产物)的温度(反应温度)例如可以为15℃以上,特别是40℃以上,和/或例如可以为100℃以下,特别是80℃以下。混合时间(反应时间)例如可以为1天以上,特别是2天以上,和/或例如可以为10天以下,特别是7天以下。混合例如可以通过一边利用加热板搅拌器和温水浴保持反应温度,一边使用磁力搅拌器对投入到容器中的磁力搅拌子进行旋转搅拌来实施。然而,能使反应进行的处理操作和条件(温度、时间等)不限定于上述,可以根据所使用的第1原料、第2原料和质子性溶剂等适当选择。

[0067] 通过上述反应来生成MQO,最终可生长成MQO的纳米纤维,进而生长成MQO的纳米薄片。不对本发明进行限定,但所得到的MQO的纳米纤维可以是以纳米级的宽度延伸的纳米带的形态。另外,多个MQO的纳米纤维(例如纳米带)可以相互结合和/或一体化而生长成以二维状延伸的纳米薄片。另外,多个MQO的纳米薄片可以(例如通过范德华力)相互重叠而构成层叠体。本发明不受任何理论限制,但这种MQO的生成和生长可认为是自下而上型的合成反应(例如参照非专利文献1)。

[0068] 在本发明中,MQO为固体成分。MQO代表性地可以为粒子(或粉末)。

[0069] 反应后的混合物(也称为反应混合物)可以适当进行后处理。作为所述后处理,例如可举出清洗、赋予冲击(也包括赋予剪切力)、干燥(例如冷冻干燥、热干燥)、粉碎等。

[0070] 清洗可使用质子性溶剂来实施。关于质子性溶剂,可以适用与上述同样的说明,质子性溶剂例如可以用水或醇清洗。清洗后,可进行分离操作(离心分离和/或倾析)。可以反复实施清洗和分离操作直至离心分离后的上清液的pH成为例如8以下。

[0071] 根据情况,可以代替上述清洗或在上述清洗的基础上使用金属盐的水溶液来实施清洗。金属盐例如可以为碱金属(Li、Na、K等)的卤化物(氟化物、氯化物、溴化物、碘化物),代表性地可以为LiCl、NaCl、KCl等。具体而言,例如可以使用1~10摩尔浓度的金属盐水溶液来实施清洗。清洗后,可进行分离操作(离心分离和/或倾析)。在该情况下,也可根据需要反复实施清洗和分离操作直至离心分离后的上清液的pH成为例如8以下。

[0072] 在清洗期间和/或之后可以赋予振动和/或超声波等冲击。由此,能够促进MQO的粒子(例如纳米纤维/纳米薄片,下同)的分散等。在MQO的粒子发生了凝聚的情况下,可以将其破碎。该效果可在使用金属盐的水溶液进行清洗的期间施加冲击的情况下显著地得到(可认为来自于金属盐的金属阳离子能够进入到凝聚体的间隙而破碎)。冲击例如可以使用手动振动器(日文:ハンドシェイク)、自动摇床、机械式振荡器、涡旋混合器、均质器和超声波浴等中的任一种以上来赋予。

[0073] 由于MQO的粒子为固体成分,所以在不需要的液体成分存在的情况下为了将其除去,可以在任意适当的时机实施分离操作。作为最后的分离操作,例如可以实施干燥操作,代表性的是冷冻干燥或热干燥。冷冻干燥例如可通过在任意适当的温度(例如-40℃)下使包含MQO的粒子和液体成分的混合物冻结,然后在减压气氛下使其干燥来实施。热干燥例如可通过使包含MQO的粒子和液体成分的混合物在常压或减压气氛下以25℃以上(例如200℃以下)的温度进行干燥来实施。粉碎没有特别限定,例如可使用研钵与研杵的组合、或者IKA磨机等来实施。可以在干燥后实施粉碎。

[0074] 由此,作为包含MQO的材料,能够得到MQO的粒子。作为MQO的粒子,例如可以得到纳米纤维(以及根据情况的MQO的纳米纤维的集合体,例如MQO的纳米薄片,将它们也统称为“MQO的纳米纤维等”)。

[0075] MQO由式(1)表示,但包含MQO的材料(代表性的是MQO的粒子)不需要仅由式(1)的构成元素构成。不对本发明进行限定,但包含MQO的材料可根据情况包含质子和/或金属阳离子。另外,不对本发明进行限定,但包含MQO的材料可以根据情况具有选自羟基、氯原子、氧原子和氢原子和氮原子中的至少1种作为存在于其表面的修饰或末端T。另外,包含MQO的材料(代表性的是MQO的粒子)可以具有2个以上的层,在这些层之间可以存在选自铵离子(例如季铵阳离子)和金属阳离子(例如碱金属离子、碱土金属离子)中的至少1种。

[0076] MQO的纳米纤维等包含MQO的材料可包含作为杂质的未反应的第1原料和/或第2原料,另外,可包含来自于第1原料、第2原料和/或质子性溶剂的物质。例如,在使用季铵盐作为第2原料的情况下,N可以以任意的形态存在(残留)于MQO的纳米纤维等包含MQO的材料中。不对本实施方式进行限定,但包含MQO的材料可包含铵离子、四甲基铵离子。另外,例如,在使用MAX原料作为第1原料的情况下,在本发明中,包含MQO的材料可以以较少量、例如相对于原来的A原子为10质量%以下包含残留的A原子。A原子的残留量可优选为8质量%以下,更优选为6质量%以下。然而,即使A原子的残留量超过10质量%,根据使用条件等,有时也没有问题。

[0077] 为了以更高的纯度得到MQO的纳米纤维等包含MQO的材料,优选反复进行多次清洗和离心分离,在最终的离心分离后回收上清液。该上清液可以直接、或用液态介质适当稀释、或者在干燥后与液态介质混合而制成包含MQO的纳米纤维等MQO的粒子的浆料。

[0078] 本实施方式的芯体可通过利用任意适当的方法将MQO的纳米纤维等包含MQO的材

料造形(成形、切断等)成所期望的形状和尺寸来制造。代表性地,本实施方式的芯体可以是使用MQO的纳米纤维等而形成的纤维结构体。该纤维结构体例如可以通过以任意适当的方法(例如过滤、喷涂、棒涂、旋涂、浸渍等)将包含MQO的纳米纤维的浆料施加到基材上,使其干燥,然后除去基材来制造。上述浆料中所含的液态介质可以适当选择,例如可使用质子性溶剂(可以适用与上述同样的说明)、非质子性溶剂(例如四氢呋喃、二氯甲烷、乙腈、丙酮、N,N-二甲基甲酰胺、二甲基亚砷等)、非极性溶剂(例如己烷、苯、甲苯、二乙醚、氯仿、乙酸乙酯)等。

[0079] 由此,能够得到本实施方式的芯体。本实施方式的芯体的形状和尺寸可根据所期望的用途适当选择。

[0080] 如上所述,包含MQO的材料代表性地可以在X射线衍射(XRD)谱图中在衍射角 2θ 为 2° 以上且 10° 以下的范围具有峰。本发明不受任何理论限制,但可认为包含MQO的材料在XRD谱图中在 $2\theta=2^\circ$ 以上且 10° 以下的范围具有峰意味着该MQO具有与公知的金属氧化物不同的晶体结构。

[0081] 需要说明的是,在本发明中,XRD谱图是使用CuK α 射线(=约 1.54 \AA)作为特征X射线,利用XRD分析装置通过 θ 轴方向扫描而得到的谱图(纵轴为强度,横轴为 2θ),也可以称为“XRD曲线”。XRD谱图中的峰可以通过目视或使用与XRD分析装置一起使用的软件来鉴定。为了在 2θ 的低角度区域中尽可能准确地测定XRD谱图,优选在XRD分析装置中设置c轴取向的MQO的膜(例如,如后述的实施例那样,对于在抽滤后除去过滤器而得到的自立膜,将与过滤器接触的面配置于下侧)进行测定。

[0082] 不对本实施方式进行限定,例如,本实施方式的材料(更详细而言为MQO)在使用了波长514nm的激光的拉曼光谱中可以至少在拉曼位移为 $275 \sim 295 \text{ cm}^{-1}$ 、 $435 \sim 455 \text{ cm}^{-1}$ 和 $665 \sim 745 \text{ cm}^{-1}$ 的位置具有峰。

[0083] 不对本实施方式进行限定,例如,本实施方式的材料(更详细而言为MQO)在使用了波长514nm的激光的拉曼光谱中可以在拉曼位移为 $140 \sim 160 \text{ cm}^{-1}$ 、 $275 \sim 295 \text{ cm}^{-1}$ 、 $435 \sim 455 \text{ cm}^{-1}$ 和 $665 \sim 745 \text{ cm}^{-1}$ 的位置具有峰。需要说明的是, $140 \sim 160 \text{ cm}^{-1}$ 为锐钛矿型的峰。

[0084] 不对本实施方式进行限定,例如,本实施方式的材料(更详细而言为MQO)具有锐钛矿型或纤铁矿型或者它们混合存在的晶体结构。更优选具有纤铁矿型的晶体结构。

[0085] 不对本实施方式进行限定,例如,本实施方式的材料(更详细而言为MQO)可采取如下方式:在使用了波长514nm的激光的拉曼光谱中至少在拉曼位移为 $275 \sim 295 \text{ cm}^{-1}$ 、 $435 \sim 455 \text{ cm}^{-1}$ 和 $665 \sim 745 \text{ cm}^{-1}$ 的位置具有峰,在将各个峰的强度设为X、Y、Z时,X最大。

[0086] 不对本实施方式进行限定,但进一步优选本实施方式的材料(更详细而言为MQO)可采取如下方式:在使用了波长514nm的激光的拉曼光谱中至少在拉曼位移为 $180 \sim 200 \text{ cm}^{-1}$ 、 $275 \sim 295 \text{ cm}^{-1}$ 、 $375 \sim 395 \text{ cm}^{-1}$ 、 $435 \sim 455 \text{ cm}^{-1}$ 和 $665 \sim 745 \text{ cm}^{-1}$ 的位置具有峰,在将各个峰的强度设为V、X、Y、Z、W时,X最大。

[0087] 需要说明的是,在本发明中,拉曼光谱是使用波长514nm的激光作为激发光源,利用拉曼光谱分析装置测定的光谱(纵轴为强度,横轴为拉曼位移)。拉曼光谱中的峰可以通过目视或使用与拉曼光谱分析装置一起使用的软件来鉴定。

[0088] MQO的粒子的粒径例如可以为 0.01 nm 以上,特别是 0.1 nm 以上,进而 1 nm 以上,和/或例如可以小于 1000 nm ,特别是 100 nm 以下,进而 50 nm 以下。该粒子也可称为纳米粒子。

[0089] MQO的粒子的形态为纳米纤维和/或二维物质。二维物质包括纳米薄片和纳米薄片的层叠体中的1种以上。在本实施方式中,二维物质并不限定于纳米薄片和纳米薄片的层叠体。

[0090] 根据本实施方式,提供了包含含有MQO的材料、代表性的是MQO的粒子(例如纳米纤维/纳米薄片)、例如MQO的纳米纤维(以及根据情况的MQO的纳米纤维的集合体,例如MQO的纳米薄片)的芯体。例如MQO的纳米纤维具有亲水性表面,且具有纳米级的截面外形尺寸。包含该MQO的纳米纤维的芯体通过毛细管现象吸引液体状态的工作流体的力(例如抽吸力)大,因此,能够以较大的速度输送液体状态的工作流体(例如抽吸)。可认为其理由在于,由于纳米级的截面外形尺寸,芯体中的纳米纤维的体积密度高,通过纳米纤维的间隙形成狭窄的空间(工作流体的流路),并且能与液体状态的工作流体接触的纳米纤维的总表面积变大;由于亲水性表面,液体状态的工作流体(代表性地为水,但不限于此)容易相对于MQO的纳米纤维的表面润湿扩展。

[0091] 在本发明中,MQO的“纳米纤维”是指在长度方向上延伸的固体物,且相对于长度方向垂直的截面的外形尺寸(截面外形尺寸)为纳米级(即,1nm以上且小于1000nm)或比其更小的亚纳米级(小于1nm,例如0.1nm以上且小于1nm)。MQO的纳米纤维的长度方向的长度没有特别限定。即,纳米纤维的长度方向的长度并不限定于纳米级(即,1nm以上且小于1000nm),也可以为微米级(1 μ m以上且小于1000 μ m)。纳米纤维的截面外形尺寸例如可以为0.1nm以上,特别是1nm以上,例如可以为100nm以下,特别是50nm以下,优选为15nm以下。包含具有这样小的截面外形尺寸的MQO的纳米纤维等的芯体能够以更大的速度输送液体状态的工作流体。不对本实施方式进行限定,但根据上述制造方法,能够实现具有这样小的截面外形尺寸的MQO的纳米纤维。

[0092] 在本发明中,MQO的纳米纤维的截面外形尺寸是指在横切MQO的纳米纤维的长度方向的截面中通过中心的最短距离。MQO的纳米纤维的截面的形状没有特别限定,例如可近似为矩形(长方形、正方形等)、椭圆形(扁平圆、正圆形等)。在MQO的纳米纤维为纳米带的形态的情况下,其截面的形状可近似为长方形,截面外形尺寸可相当于长方形的短边长度。在MQO的纳米纤维为纳米丝的形态的情况下,其截面的形状可近似于扁平圆,截面外形尺寸可相当于扁平圆的短径长度。

[0093] MQO的纳米纤维等包含MQO的材料的BET比表面积没有特别限定,例如可以为10m²/g以上且500m²/g以下。BET比表面积通过使用氮气或其他适当的气体(例如氦(Kr)气等)的吸附法,根据液氮温度(77K)下的氮气或上述其他气体的等温吸附曲线,使用BET式进行计算。

[0094] 在本发明中,“二维物质”是指具有二维延伸的表面(也称为平面、二维片平面)、且厚度相对于该表面的最大尺寸(可对应于粒子的“面内尺寸”)较小的固体物,并且厚度为纳米级(即,1nm以上且小于1000nm)或比其更小的亚纳米级(小于1nm,例如0.1nm以上且小于1nm)的物质。上述面内尺寸并不限定于纳米级(即,1nm以上且小于1000nm),也可以为微米级(1 μ m以上且小于1000 μ m)。二维物质包括如上所述的纳米薄片和纳米薄片的层叠体中的1种以上。纳米薄片也可称为纳米片或二维(纳米)片。1层纳米薄片的厚度例如可以为0.01nm以上,特别是0.8nm以上,例如可以为20nm以下,特别是3nm以下。纳米薄片的面内尺寸例如可以为0.1 μ m以上,特别是1 μ m以上,例如可以为200 μ m以下,特别是40 μ m以下。纳米薄片可通

过纳米纤维聚集而构成。

[0095] 纳米薄片的层叠体也可称为多层MQO。2个相邻的纳米薄片(或相邻的2层的MQO)之间的距离(层间距离或空隙尺寸)没有特别限定。

[0096] 需要说明的是,上述的各尺寸(在需要的情况下,通过聚焦离子束(FIB)等方法进行加工)可以作为基于用扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)或原子力显微镜(AFM)观察的照片的数均尺寸(至少40个的数量平均)、或者根据通过X射线衍射(XRD)法测定的(002)面的倒易点阵空间上的位置计算出的实际空间中的距离而求出。在本发明中,例如MQO的纳米纤维的截面外形尺寸通过如下方式求出:通过聚焦离子束(FIB)等方法使包含MQO的纳米纤维的芯体的截面露出,利用扫描电子显微镜(SEM)、透射电子显微镜(TEM)对露出的截面进行拍摄,在所得到的图像中,提取至少40个出现横切MQO的纳米纤维的长度方向的截面的MQO的纳米纤维,由此求出MQO的纳米纤维的截面外形尺寸的数量平均。

[0097] 然而,应当注意的是,在本发明中,MQO不限于上述形式,而是可以具有任意合适的形式。

[0098] (实施方式2:热传输装置)

[0099] 本实施方式涉及热传输装置。在本发明中,“热传输装置”是指利用工作流体的相变来传输热的装置。工作流体的相变是指蒸发和冷凝。

[0100] 参照图1,本实施方式的热传输装置20包括:

[0101] 壳体1,其在内部具有空间;

[0102] 芯体3,其配置在壳体1内;以及

[0103] 工作流体(未图示),其以能够与芯体3接触的状态被封入到壳体1内。

[0104] 芯体3使用在实施方式1中所述的芯体。

[0105] 不对本实施方式进行限定,但图1例示性地示出热传输装置20为环型热管的情况。在图示的例子中,壳体1包括蒸发器11、冷凝器13、以及分别将它们之间连结的气体流路15和液体流路17,蒸发器11、冷凝器13、气体流路15和液体流路17一体地构成壳体1的内部空间。芯体3配置在蒸发器11内。工作流体(未图示)被封入到壳体1的内部空间。壳体1至少在蒸发器11和冷凝器13处由具有导热性的材料(例如金属)构成。

[0106] 在壳体1内,工作流体在从外部(热源)供给热的蒸发器11(比较高温的部分)中蒸发,成为气体状态的工作流体在气体流路15内移动,在冷凝器13(比较低温的部分)中冷凝而将热向外部释放,成为液体状态的工作流体借助芯体3的毛细管力,通过液体流路17向蒸发器11输送(返回)。由此,工作流体一边发生相变一边在壳体1内循环。在图1中,用虚线箭头示意性地表示工作流体的流动,用波浪线箭头示意性地表示来自外部的热的供给(热输入)和向外部的散热(热输出)。

[0107] 根据本实施方式,在热传输装置20中,由于使用了在实施方式1中所述的芯体3,所以能够以较大的速度输送液体状态的工作流体,能够得到较高的热传输性能,热传输装置20的最大热传输量提高。

[0108] 在图1所示的例子中,示出了热传输装置20为环型热管的情况,但本实施方式的热传输装置除了使用在实施方式1中所述的芯体3以外,还可以应用具备芯体的已知的热传输装置(例如管型热管、均热板等)的构成。

[0109] 以上,对本发明的某实施方式中的芯体和热传输装置进行了详细叙述,但本发明

可以进行各种改变。需要说明的是,需要留意本发明的芯体也可以通过与上述实施方式中的制造方法不同的方法来制造。

[0110] 实施例

[0111] (实施例1)

[0112] 实施例1涉及实施方式1的芯体,其是使用了TiC₀纳米纤维的芯体。

[0113] • 包含TiC₀纳米纤维的浆料的制备

[0114] 首先,向容器(100mL LIBOY(商品名))中投入二硼化钛(TiB₂,AlfaAesar公司制)1g和25质量%的四甲基氢氧化铵(TMAH)水溶液30mL(东京化成工业株式会社制)。向其中加入与容器的圆形底面的内径大致相同尺寸(35mm)的长度的搅拌片。一边将容器在水浴中保持在50℃,一边将容器内的混合物用搅拌片搅拌并维持120小时,由此使反应进行。接下来,用不锈钢制刮铲将容器内的反应混合物(不添加乙醇、水等液态介质)转移到50mL离心管中。使用离心分离机在3500G和5分钟的条件下进行离心分离,使固体成分沉降。(i)离心分离后,废弃上清液,(ii)向离心管中剩余的沉降物中加入乙醇(富士胶片和光纯药株式会社制)40mL,进行5分钟手动振动(再浆化),(iii)在与上述同样的条件下进行离心分离。重复该(i)~(iii)的操作直至上清液的pH成为8以下。重复3次后上清液的pH变为8以下,因此废弃该上清液,结束重复操作。向离心管中剩余的沉降物中加入纯水40mL,使用自动振动器振动搅拌15分钟。然后,使用离心分离机,在3500G和30分钟的条件下进行离心分离,将上清液作为样品浆料回收。所得到的样品浆料对应于包含TiC₀纳米纤维的浆料(参照下述分析结果)。

[0115] • 芯体的制作

[0116] 使用吸滤器将上述制备的样品浆料抽滤过夜。抽滤的过滤器使用膜滤器(Durapore,孔径0.45μm,Merck株式会社制)。抽滤后,将过滤器上的前驱体膜在真空烘箱中于80℃下干燥过夜,除去过滤器,得到了自立膜。将所得到的自立膜切成长方形,得到了宽度(W)1cm、长度(L)2cm、厚度(T)100μm的芯体样品。

[0117] • 芯体的评价

[0118] 将上述制作的芯体样品在以WT面(1cm×100μm)成为上端面和下端面的方式垂直竖立的状态下配置在装有水的培养皿中,以约1mm的深度浸渍于水中,结果将水以4mm/s的速度吸起至上端面。根据该结果,芯体样品的每单位时间单位面积的吸上来的水的体积为 $4 \times 10^{-3} \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$,因此,每单位时间单位面积的吸上来的水的质量为 $4 \text{ kg} / (\text{m}^2 \cdot \text{s})$ (水的比重:1000kg/m³)。25℃时的每单位质量的水的蒸发热为2442kJ/kg,因此计算出该芯体样品因25℃时的水的蒸发而夺取的热量为 $9768 \text{ kW} / \text{m}^2$ 。即,实施例1的芯体样品的水的输送速度为4mm/s,25℃时的水的热传输性能为约 $10^4 \text{ kW} / \text{m}^2$ 。

[0119] • 分析

[0120] 利用X射线光电子能谱法(XPS)对与上述同样地得到的自立膜进行了分析,结果在所得到的XPS谱图中观察到与Ti2p、Cl1s、O1s、N1s对应的峰,因此,检测到Ti、C、O、N。可认为N是原料的TMAH的残留成分,因此可认为自立膜的材料由Ti、C、O构成。

[0121] 另外,对于与上述同样地得到的自立膜,使用XRD装置(株式会社Rigaku制,MiniFlex)测定了XRD曲线(特征X射线:CuKα=1.54 Å)。将所得到的XRD谱图示于图2。根据图2可以理解,该材料在 $2\theta=7.26^\circ$ 处具有峰。

[0122] 另外,在离心管中加入与上述同样地得到的包含TiCO纳米纤维的浆料0.01g和纯水1g,使用自动振动器振动搅拌5分钟,将所得到的浆料滴加到氧化铝多孔质基板(Cytiva公司制),使用FE-SEM(S-4800,株式会社Hitachi High-Tech制)观察TiCO纳米纤维。作为图3,示出FE-SEM图像。根据图3可以理解,该材料具有约5nm的截面外形尺寸。

[0123] (比较例1)

[0124] 比较例1涉及使用了MXene粒子的芯体,所述MXene粒子为1种二维材料。

[0125] • MAX粒子(MXene粒子的前驱体)的制备

[0126] 将TiC粉末、Ti粉末和Al粉末(均为株式会社高纯度化学研究所制)以2:1:1的摩尔比投入到加入有氧化锆球的球磨机中混合24小时。将所得到的混合粉末在Ar气氛下于1350℃烧制2小时。将由此得到的烧制体(块)用立铣刀粉碎至最大尺寸40μm以下。由此,得到了作为MAX粒子的Ti₃AlC₂粒子。

[0127] • 前驱体的蚀刻(ACID法)

[0128] 使用通过上述方法制备的Ti₃AlC₂粒子(粉末),在下述蚀刻条件下进行蚀刻,得到了包含来自Ti₃AlC₂粉末的固体成分的固液混合物(浆料)。

[0129] (蚀刻条件)

[0130] • 前驱体:Ti₃AlC₂(筛孔45μm过筛)

[0131] • 蚀刻液组成: 49%HF 6mL

[0132] H₂O 18mL

[0133] HCl(12M) 36mL

[0134] • 前驱体投入量:3.0g

[0135] • 蚀刻容器:100mL IBOY

[0136] • 蚀刻温度:35℃

[0137] • 蚀刻时间:24h

[0138] • 搅拌器转速:400rpm

[0139] • 蚀刻后的清洗

[0140] 将上述浆料分成2份,分别插入到2根50mL离心管中,使用离心分离机在3500G的条件下进行离心分离后,废弃上清液。在各离心管中的剩余的沉淀物中追加纯水40mL,再次以3500G进行离心分离,分离除去上清液,将该操作重复11次。最终进行离心分离后,废弃上清液,得到了Ti₃C₂T_x-水分介质粘土。

[0141] • Li插层

[0142] 对于通过上述方法制备的Ti₃C₂T_x-水分介质粘土,如下述条件所示,使用LiCl作为含Li化合物,在20℃以上且25℃以下搅拌12小时,进行Li插层。

[0143] (Li的插层的条件)

[0144] • Ti₃C₂T_x-水分介质粘土(清洗后MXene):固体成分0.75g

[0145] • LiCl:0.75g

[0146] • 插层容器:100mL IBOY

[0147] • 温度:20℃以上且25℃以下(室温)

[0148] • 时间:10h

[0149] • 搅拌器转速:800rpm

[0150] • 层离

[0151] 在上述 $Ti_3C_2T_x$ -水分介质粘土中, (i) 追加纯水40mL之后, 用振荡器搅拌15分钟后, (ii) 以3500G进行离心分离, (iii) 将上清液作为含有单层MXene的液体回收。重复该(i)~(iii)的操作合计4次, 得到了含有单层MXene的上清液。进而, 使用离心分离机将该上清液在4300G、2小时的条件下进行离心分离后, 废弃上清液, 得到了含有单层·少层MXene的粘土作为含有单层·少层MXene的试样。

[0152] • 包含MXene粒子的浆料的制备

[0153] 将该含有MXene的粘土和纯水以适当的量进行混合, 从而准备了固体成分浓度(MXene粒子浓度)为34mg/mL的样品浆料。所得到的样品浆料相当于包含MXene粒子的浆料(MXene-水分散体)。

[0154] • 芯体的制作

[0155] 除了使用上述制备的样品浆料以外, 与实施例1同样地得到了宽度(W) 1cm、长度(L) 2cm、厚度(T) 100 μ m的芯体样品。

[0156] • 芯体的评价

[0157] 将上述制作的芯体样品在以WT面(1cm \times 100 μ m)成为上端面和下端面的方式垂直竖立的状态下配置在装有水的培养皿中, 以约1mm的深度浸渍于水中, 结果完全无法吸取水(吸取高度为零mm)。

[0158] (比较例2)

[0159] 比较例2涉及使用了金属粉(铜粉)的烧结体(多孔质金属烧结体)的芯体。

[0160] • 芯体的制作

[0161] 作为金属粉, 使用平均粒径D50为50 μ m的铜粉, 将丙烯酸系树脂(粘结剂)与铜粉以体积比1:1混合。将所得到的混合物在400 $^{\circ}$ C下进行1小时的热处理, 燃烧除去丙烯酸系树脂, 得到了多孔质金属烧结体。切割所得到的多孔质金属烧结体, 得到了宽度(W) 1cm、长度(L) 2cm、厚度(T) 100 μ m的芯体样品。

[0162] • 芯体的评价

[0163] 将上述制作的芯体样品在以WT面(1cm \times 100 μ m)成为上端面和下端面的方式垂直竖立的状态下配置在装有水的培养皿中, 以约1mm的深度浸渍于水中, 结果将水以0.5mm/s的速度吸起至上端面。根据该结果, 比较例2的芯体样品的水的输送速度为0.5mm/s, 通过与实施例1同样的计算, 25 $^{\circ}$ C时的水的热传输性能为约10³kW/m²。

[0164] (比较例3)

[0165] 比较例3涉及使用了金属粉(钛粉)的烧结体(多孔质金属烧结体)的芯体。

[0166] • 芯体的制作

[0167] 作为金属粉, 除了使用平均粒径D50为50 μ m的钛粉以外, 与比较例2同样地操作, 得到了宽度(W) 1cm、长度(L) 2cm、厚度(T) 100 μ m的芯体样品。

[0168] • 芯体的评价

[0169] 将上述制作的芯体样品与比较例2同样地进行评价, 结果将水以0.5mm/s的速度吸起至上端面。根据该结果, 比较例3的芯体样品的水的输送速度为0.5mm/s, 25 $^{\circ}$ C时的水的热传输性能为约10³kW/m²。

[0170] 产业上的可利用性

[0171] 本发明的芯体可用于在利用了工作流体的相变的热传输装置中借助毛细管力来输送工作流体。本发明的热传输装置能够组装于电子设备,用于将来自电子设备的热源的热释放(除热)。然而,本发明的芯体和热传输装置不仅能够用于这些用途,还能够用于任意适当的用途。

[0172] <1>

[0173] 一种芯体,其用于热传输,所述芯体包含由下式: MQ_aO_b 表示的材料的纳米纤维,

[0174] (式 MQ_aO_b 中,M为选自第3、4、5、6和7族中的至少1种元素,

[0175] Q为选自第12、13、14、15和16族中的至少1种元素(其中,不包括O),

[0176] a为0以上且2以下,

[0177] b大于0且为2以下)。

[0178] <2>

[0179] 根据<1>中记载的芯体,其中,上述纳米纤维的上述材料在X射线衍射谱图中在衍射角 2θ 为 2° 以上且 10° 以下的范围具有峰。

[0180] <3>

[0181] 根据<1>或<2>中记载的芯体,其中,上述纳米纤维具有1nm以上且15nm以下的截面外形尺寸。

[0182] <4>

[0183] 一种热传输装置,其利用了工作流体的相变,所述热传输装置包括:

[0184] 壳体,其在内部具有空间;

[0185] <1>~<3>中任一项记载的芯体,其配置在上述壳体内;以及

[0186] 工作流体,其以能够与上述芯体接触的状态被封入到上述壳体内。

[0187] 本发明伴随以作为日本专利申请的日本特愿2022-079566号为基础申请的优先权主张。日本特愿2022-079566号通过参照而被并入到本说明书中。

[0188] 附图标记说明

[0189] 1:壳体

[0190] 3:芯体

[0191] 11:蒸发器

[0192] 13:冷凝器

[0193] 15:气体流路

[0194] 17:液体流路

[0195] 20:热传输装置

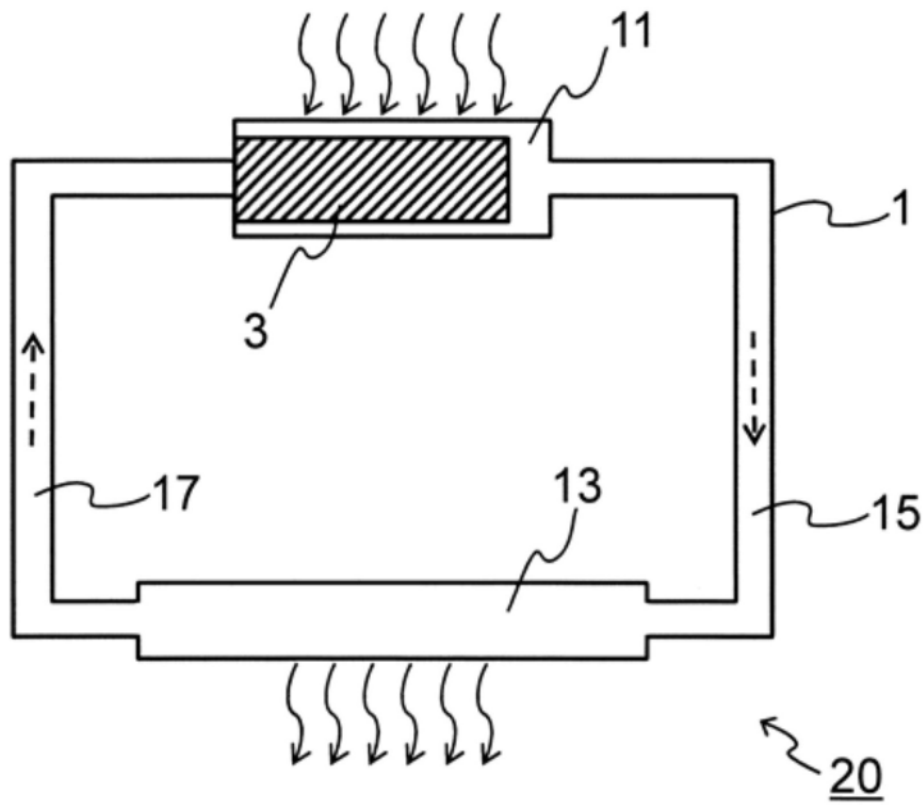


图1

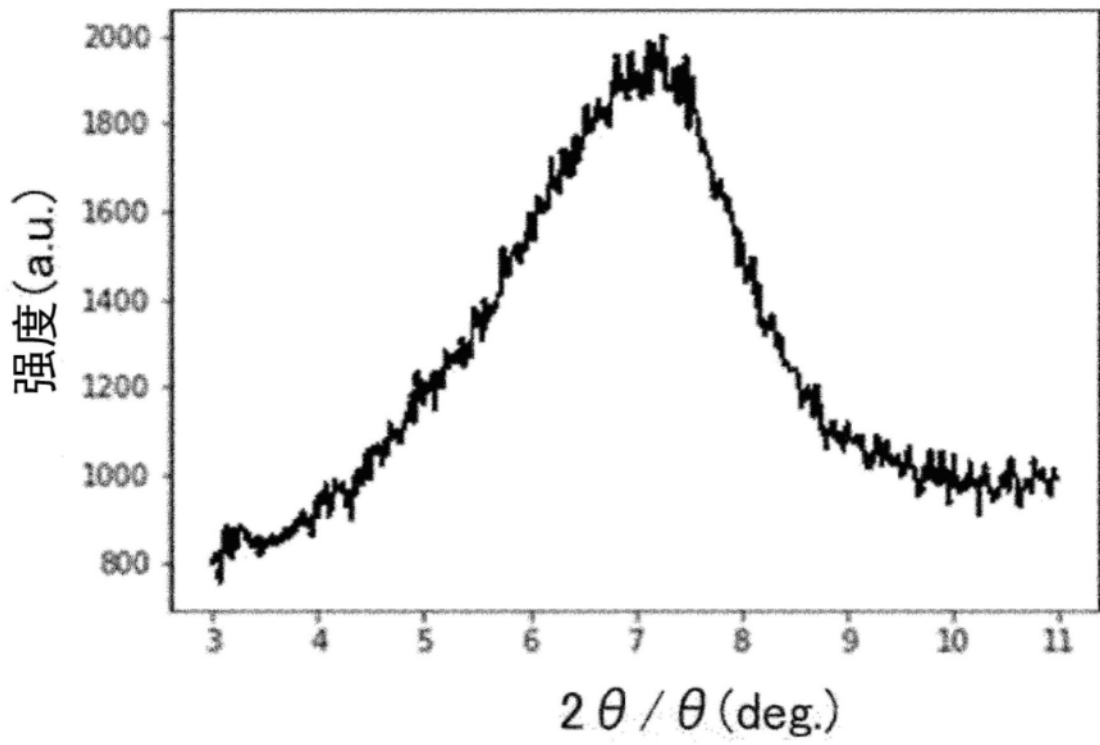


图2

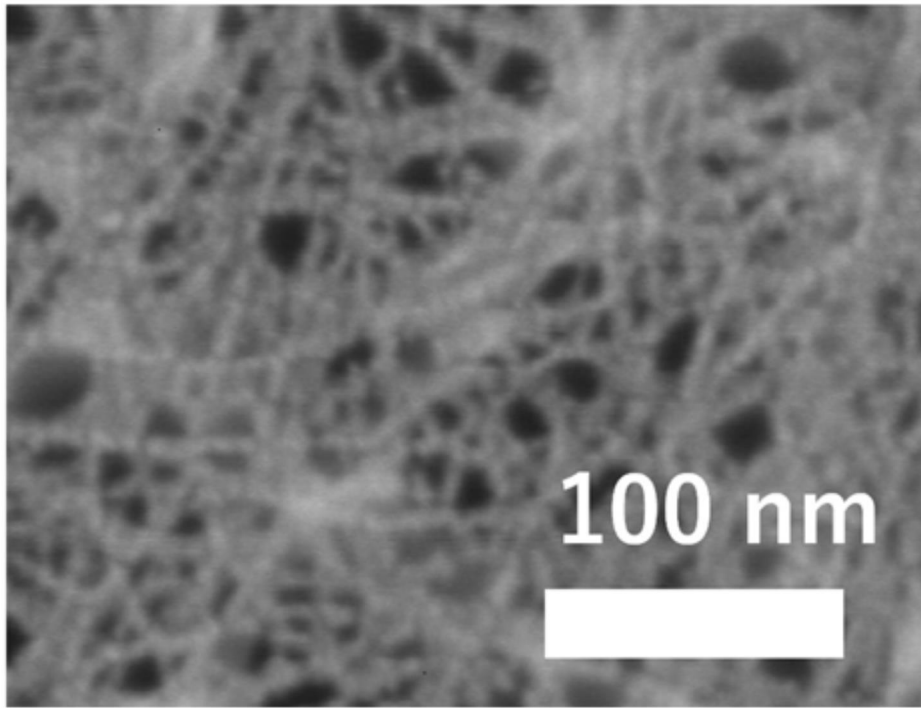


图3