



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118973687 A

(43) 申请公布日 2024. 11. 15

(21) 申请号 202380032087.8

(22) 申请日 2023.02.08

(30) 优先权数据

2022-055482 2022.03.30 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/004146 2023.02.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/188846 JA 2023.10.05

(71) 申请人 东洋纺株式会社

地址 日本

(72) 发明人 冈田有希 井上翔太

(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 薛海蛟

(51) Int. Cl.

B01D 53/26 (2006.01)

F24F 1/0083 (2006.01)

F24F 3/14 (2006.01)

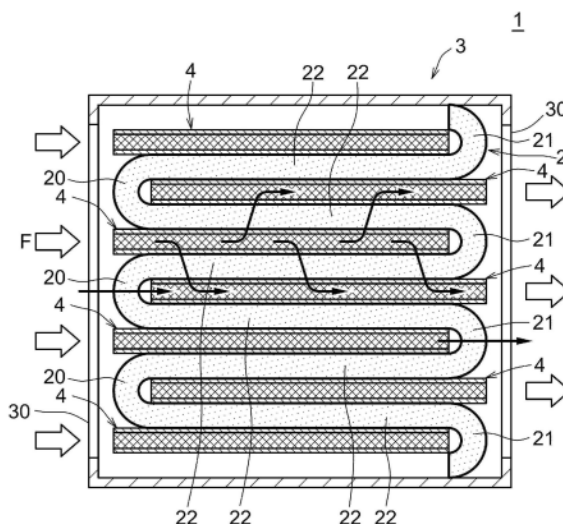
权利要求书1页 说明书16页 附图9页

(54) 发明名称

吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置

(57) 摘要

本发明提供被处理气体、再生气体与吸附材料的接触效率高、能够提高除湿性能及再生时的能量效率、并且与吸附材料使用硅胶相比在再生时能够节能的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置。一种吸附过滤器，其为吸附处理气体中所含的水分的吸附过滤器(1)，其具备外壳(3)和吸附元件(2)，所述外壳(3)具有彼此相对置的一对气体流通口(30)，所述吸附元件(2)被收容于外壳(3)，在所述吸附元件(2)中使吸附材料担载于无纺布基材，吸附元件(2)被成形为在一个方向上呈凸状地突出的第一弯折部(20)朝向一个气体流通口(30)、并且在另一个方向上呈凸状地突出的第二弯折部(21)朝向另一个气体流通口(30)的褶状，吸附材料是包含金属离子和有机配位体的多孔性金属络合物，并且吸附材料被担载于构成上述无纺布基材的纤维的表面。



1. 一种吸附过滤器,其是对被处理气体中所含的水分进行吸附的吸附过滤器,
所述吸附过滤器具备外壳和吸附元件,所述外壳具有彼此相对置的一对气体流通口,
所述吸附元件被收容于所述外壳,在所述吸附元件中使吸附材料担载于无纺布基材,
所述吸附元件被成形为在一个方向上呈凸状地突出的第一弯折部朝向一个所述气体流通口、并且在与所述一个方向为相反方向的另一方向上呈凸状地突出的第二弯折部朝向另一个所述气体流通口的褶皱状,
所述吸附材料是包含金属离子和有机配位体的多孔性金属络合物,并且所述吸附材料被担载于构成所述无纺布基材的纤维的表面。
2. 根据权利要求1所述的吸附过滤器,其中,所述吸附材料通过粘接或合成而被担载于构成所述无纺布基材的纤维的表面。
3. 根据权利要求1所述的吸附过滤器,其压力损失为2kPa以下。
4. 根据权利要求1所述的吸附过滤器,其中,所述吸附元件的从一个所述气体流通口朝向另一个所述气体流通口的方向的长度为100mm以上。
5. 根据权利要求1所述的吸附过滤器,其中,所述无纺布基材使用选自酚醛树脂纤维无纺布、聚苯醚纤维无纺布、耐火化聚苯醚纤维无纺布、耐火化聚丙烯腈纤维无纺布及PET无纺布中的至少一种来形成。
6. 根据权利要求1所述的吸附过滤器,其中,所述吸附元件含有15质量%以上且80质量%以下的所述吸附材料。
7. 一种吸附转子,其是具备多个权利要求1~6中任一项所述的吸附过滤器的吸附转子,
所述吸附过滤器沿着所述吸附转子的旋转轴周围的圆周方向来配置。
8. 一种吸附处理装置,其具备:
权利要求7所述的吸附转子;
使所述吸附转子旋转的驱动机构;和
流路形成构件,其形成向通过所述吸附转子的旋转而移动至吸附区域的所述吸附过滤器流入且从其中流出并且向通过所述吸附转子的旋转而移动至再生区域的所述吸附过滤器流入且从其中流出的流路,所述吸附区域为所述圆周方向的一部分区域,所述再生区域为所述圆周方向的一部分区域且与所述吸附区域隔开。

吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置。

背景技术

[0002] 对于以吸附被处理气体中的水分来进行被处理气体的除湿为目的的除湿装置,不论是工业用途、家庭用途,均被广泛地使用。作为除湿装置,如图10所示,已知有具备能够以旋转轴L为中心进行旋转的圆柱形的吸附转子111的除湿装置110(例如参照专利文献1)。

[0003] 吸附转子111通常具备蜂窝结构的吸附元件112。吸附元件112例如由在无纺织基材上担载有硅胶等吸附材料的吸附片来形成。吸附片包含平坦的内衬片113A、和波纹片113B,波纹片113B形成为沿长度方向重复凹凸的波型。吸附元件112通过交替地在径向上层叠内衬片113A及波纹片113B而形成在与径向正交的长度方向上延伸的多个空隙114紧密排列的蜂窝结构。

[0004] 吸附转子111沿旋转轴周围的圆周方向被分隔为吸附区域及解吸区域。在吸附区域中,例如外界气体等被处理气体被供给至吸附转子111。被处理气体流经位于吸附区域的吸附元件112的各个空隙114而通过吸附元件112,此时被处理气体中的水分被吸附材料吸附。由此,对被处理气体进行除湿。在解吸区域中,例如高温空气等再生气体被供给至吸附转子111。再生气体流经位于解吸区域的吸附元件112的各个空隙114而通过吸附元件112,此时从吸附材料将水分解吸。由此,吸附材料再生。

[0005] 在图10所示的除湿装置110中,吸附元件112为蜂窝结构。被处理气体及再生气体因流经吸附元件112的各个空隙114,因此在除湿时、再生时相对于吸附元件112的表面并行地流动。因此,能够降低被处理气体及再生气体通过吸附元件112时的压力损失。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2007-117942号公报

发明内容

[0009] 发明要解决的课题

[0010] 蜂窝结构的吸附元件虽然压力损失低,但是由于被处理气体通过时相对于吸附元件的表面并行地流动,因此担载于吸附元件的表面侧的吸附材料容易与被处理气体接触而吸附水分。与此相对,担载于吸附元件的内部侧的吸附材料难以与被处理气体接触而难以吸附水分。因此,蜂窝结构的吸附元件不能有效地利用吸附材料,除湿性能差。另外,对于蜂窝结构的吸附元件而言,与被处理气体同样,由于再生气体与吸附材料的接触效率低,因此再生时的能量效率低,环境负荷大。

[0011] 此外若使用硅胶作为吸附材料,则在再生时需要140℃以上的再生气体,在这一点上,环境负荷也大。

[0012] 本发明的目的在于,为解决上述课题而提供:被处理气体、再生气体与吸附材料的

接触效率高、能够提高除湿性能及再生时的能量效率、并且与吸附材料使用硅胶相比在再生时能够节能的吸附转子；构成该吸附转子的吸附过滤器；及使用该吸附转子的吸附处理装置。

[0013] 用于解决课题的手段

[0014] 本发明涉及对被处理气体中所含的水分进行吸附的吸附过滤器。本发明的吸附过滤器，其特征在于，其具备外壳和吸附元件，上述外壳具有彼此相对置的一对气体流通口，上述吸附元件被收容于上述外壳，在上述吸附元件中使吸附材料担载于无纺布基材，上述吸附元件被成形为在一个方向上呈凸状地突出的第一弯折部朝向一个上述气体流通口、并且在与上述一个方向为相反方向的另一方向上呈凸状地突出的第二弯折部朝向另一个上述气体流通口的褶皱状，上述吸附材料是包含金属和有机配位体的多孔性金属络合物，并且上述吸附材料被担载于构成上述无纺布基材的纤维的表面。

[0015] 对于本发明的吸附过滤器中优选的方案而言，其特征在于，上述吸附材料通过粘接或合成而被担载于构成上述无纺布基材的纤维的表面。

[0016] 对于本发明的吸附过滤器中优选的方案而言，其特征在于，压力损失为2kPa以下。

[0017] 对于本发明的吸附过滤器中优选的方案而言，其特征在于，上述吸附元件的从一个上述气体流通口朝向另一个上述气体流通口的方向的长度为100mm以上。

[0018] 对于本发明的吸附过滤器中优选的方案而言，其特征在于，上述无纺布基材使用选自酚醛树脂纤维无纺布、聚苯醚纤维无纺布、耐火化聚苯醚纤维无纺布、耐火化聚丙烯腈纤维无纺布及PET无纺布中的至少一种来形成。

[0019] 对于本发明的吸附过滤器中优选的方案而言，其特征在于，上述吸附元件含有15质量%以上且80质量%以下的上述吸附材料。

[0020] 另外，本发明涉及对被处理气体中所含的水分进行吸附的吸附处理装置。本发明的吸附处理装置，其特征在于，其具备多个本发明的吸附过滤器，上述吸附过滤器沿着该吸附转子的旋转轴周围的圆周方向来配置。

[0021] 另外，本发明涉及对被处理气体中所含的水分进行吸附的吸附转子。本发明的吸附转子，其特征在于，其具备：本发明的吸附转子；使上述吸附转子旋转的驱动机构；和流路形成构件，其形成向通过上述吸附转子的旋转而移动至吸附区域的上述吸附过滤器流入且从其中流出并且向通过上述吸附转子的旋转而移动至解吸区域的上述吸附过滤器流入且从其中流出的流路，上述吸附区域为上述圆周方向的一部分区域，上述解吸区域为上述圆周方向的一部分区域且与上述吸附区域隔开。

[0022] 即，本发明包含以下所述方案的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置。

[0023] 项1. 一种吸附过滤器，其是对被处理气体中所含的水分进行吸附的吸附过滤器，

[0024] 上述吸附过滤器具备外壳和吸附元件，上述外壳具有彼此相对置的一对气体流通口，上述吸附元件被收容于上述外壳，在上述吸附元件中使吸附材料担载于无纺布基材，

[0025] 上述吸附元件被成形为在一个方向上呈凸状地突出的第一弯折部朝向一个上述气体流通口、并且在与上述一个方向为相反方向的另一方向上呈凸状地突出的第二弯折部朝向另一个上述气体流通口的褶皱状，

[0026] 上述吸附材料是包含金属离子和有机配位体的多孔性金属络合物，并且上述吸附材料被担载于构成上述无纺布基材的纤维的表面。

[0027] 项2.根据项1所述的吸附过滤器,其中,上述吸附材料通过粘接或合成而被担载于构成上述无纺布基材的纤维的表面。

[0028] 项3.根据项1或项2所述的吸附过滤器,其压力损失为2kPa以下。

[0029] 项4.根据项1~项3中任一项所述的吸附过滤器,其中,上述吸附元件的从一个上述气体流通口朝向另一个上述气体流通口的方向的长度为100mm以上。

[0030] 项5.根据项1~项4中任一项所述的吸附过滤器,其中,上述无纺布基材使用选自酚醛树脂纤维无纺布、聚苯醚纤维无纺布、耐火化聚苯醚纤维无纺布、耐火化聚丙烯腈纤维无纺布及PET无纺布中的至少一种来形成。

[0031] 项6.根据项1~项5中任一项所述的吸附过滤器,其中,上述吸附元件含有15质量%以上且80质量%以下的上述吸附材料。

[0032] 项7.一种吸附转子,其是具备多个项1~项6中任一项所述的吸附过滤器的吸附转子,

[0033] 上述吸附过滤器沿着该吸附转子的旋转轴周围的圆周方向来配置。

[0034] 项8.一种吸附处理装置,其具备:

[0035] 项7所述的吸附转子;

[0036] 使上述吸附转子旋转的驱动机构;和

[0037] 流路形成构件,其形成向通过上述吸附转子的旋转而移动至吸附区域的上述吸附过滤器流入且从其中流出并且向通过上述吸附转子的旋转而移动至再生区域的上述吸附过滤器流入且从其中流出的流路,上述吸附区域为上述圆周方向的一部分区域,上述吸附区域为上述圆周方向的一部分区域且与上述吸附区域隔开。

[0038] 发明效果

[0039] 根据本发明的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置,成形为褶状的吸附元件以其第一弯折部朝向外壳的一个气体流通口并且第二弯折部朝向外壳的另一个气体流通口的状态被收容于外壳。因此,被处理气体、再生气体与吸附元件的一部分交叉地通过吸附元件。因此,被处理气体、再生气体不仅与担载于吸附元件的表面侧的吸附材料良好地接触,而且还与担载于吸附元件的内部吸附材料良好地接触。因此,被处理气体与吸附材料的接触效率高,从而能够提高除湿性能。另外,再生气体与吸附材料的接触效率也高,相应地,与以往的吸附元件为蜂窝结构的情况相比,能够用低温、低风量的再生气体从吸附材料中解吸水分,因此能够提高再生时的能量效率。

[0040] 此外,根据本发明的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置,吸附材料被担载于构成无纺布基材的纤维的表面,其存在于无纺布基材的纤维与纤维之间的情况得到抑制。由此,吸附元件的通气性提高,能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件时的压力损失。

[0041] 此外,根据本发明的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置,由于使用能够在比以往的硅胶更低的温度下再生的多孔性有机金属络合物作为吸附材料,因此在再生时能够节能。

附图说明

[0042] 图1为本发明的一个实施方式所涉及的吸附过滤器的立体图。

[0043] 图2为沿着图1的I-I线的剖视图。

- [0044] 图3为图1所示的吸附过滤器所具备的支承体的立体图。
- [0045] 图4为本发明的一个实施方式所涉及的吸附处理装置的纵向剖视图。
- [0046] 图5为沿着图4的II-II线的剖视图。
- [0047] 图6为放大显示图4所示的吸附转子的一部分的剖视图。
- [0048] 图7为对具有开放金属位点的多孔性金属络合物进行说明的说明图。
- [0049] 图8为对配位体具有羟基的多孔性金属络合物进行说明的说明图。
- [0050] 图9为变形例的吸附转子的立体图。
- [0051] 图10中,图10(A)为现有技术的除湿装置的立体图,图10(B)为现有技术的吸附转子的主视图。

具体实施方式

[0052] 以下,参照附图对本发明的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置的实施方式进行说明。

[0053] 图1~图3示出本发明的一个实施方式所涉及的吸附过滤器1。吸附过滤器1例如以将外界气体等被处理气体中的水分利用吸附材料进行吸附而从被处理气体中将其去除的除湿为主要目的来使用。图4~图6示出本发明的一个实施方式所涉及的吸附转子10或吸附处理装置100的概略结构。吸附处理装置100是连续地进行通过向旋转的吸附转子10供给被处理气体而从被处理气体中去除水分的处理的装置,可以举出吸附式(日文:デシカント式)除湿装置作为其用途的一个例子。本实施方式的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100特别适合用于在建筑(building)、公寓(mansion)、医院、工厂、商业设施等中进行大风量的被处理气体的除湿。需要说明的是,本实施方式的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100的用途并不限定于除湿。

[0054] 吸附过滤器

[0055] 如图1~图3所示,吸附过滤器1具备:在由无纺布形成的基材(以下称为“无纺布基材”)上搭载有吸附材料的吸附元件2;收容吸附元件2的外壳3;和保持吸附元件2的形状的支承体4。

[0056] 如图1及图2所示,外壳3并无特别限定,但在本实施方式中呈现长方体状的外形。外壳3的内部为呈现长方体状的外形的空洞。外壳3在六面中的一组彼此相对置的一对面上,分别形成有与内部的空洞连通的开口。外壳3的彼此相对置的一对开口为气体流通口30。被处理气体及再生气体从一个气体流通口30通过而被导入至外壳3、并且从另一个气体流通口30通过而从外壳3中被排出。一对气体流通口30并无特别限定,在本实施方式中均呈现长方形状的外形,并且为相同大小。

[0057] 对于外壳3而言,虽然省略了图示,但是优选使未形成一对气体流通口30的四面中的至少一个面由能够装卸的盖或能够开闭的盖构成。由此,能够使吸附元件2易于进出外壳3。

[0058] 外壳3的原材只要是使外壳3在使用时发挥充分的强度、耐热性的材料,则并无特别限定,例如可举出不锈钢、铝等金属材料、以及丙烯酸类树脂(日文:アクリル)、酚醛塑料、蜜胺树脂等树脂材料等作为一例。

[0059] 外壳3的大小根据外壳3中收容的吸附元件2的数量、大小来适当设定。

[0060] 外壳3中所收容的吸附元件2的数量在本实施方式中为一个,也可以为多个。在将多个吸附元件2收容于外壳3的情况下,不是单纯地在外壳3内将多个吸附元件2层叠,虽然省略了图示,但是优选在外壳3内设置隔板、并且使隔板介于相邻配置的两个吸附元件2之间。由此,能够抑制吸附元件2彼此在外壳3内接触或摩擦。

[0061] 如图1及图2所示,吸附元件2以与外壳3的内表面密接的状态被收容于外壳3。吸附元件2是将具有规定的宽度、厚度及长度的带状物成形为褶皱得到的。即,吸附元件2是使上述带状物成为蜿蜒迂回的、换言之弯折成Z字状而折叠成几层的形状,并保持该形状的元件。吸附元件2包含:在一个方向上呈凸状地突出的第一弯折部20;在与上述一个方向为相反方向的另一方向上呈凸状地突出的第二弯折部21;和与第一弯折部20和/或第二弯折部21相连的直线部22。吸附元件2的折叠的层数并无特别限定,只要包含至少一个第一弯折部20、并且包含至少一个第二弯折部21即可。

[0062] 吸附元件2按照使被导入至外壳3的被处理气体、再生气体从吸附元件2交叉地通过,并以低压力损失通过吸附元件2的方式被收容于外壳3。具体而言,按照如下方式收容于外壳3:在褶皱的吸附元件2中,按照第一弯折部20朝向外壳3的一个气体流通口30,并且第二弯折部21朝向外壳3的另一个气体流通口30,通过各第一弯折部20的顶点的平面及通过各第二弯折部21的顶点的平面与通风方向F垂直。

[0063] 由此,被导入至外壳3的被处理气体、再生气体与吸附元件2的第一弯折部20及第二弯折部21直接交叉、或者改变流动的方向而与第一弯折部20和第二弯折部21之间的直线部22交叉,进而通过吸附元件2。因此,被处理气体、再生气体不仅与吸附元件2的表面侧的吸附材料良好地接触,还与吸附元件2内部的吸附材料良好地接触,被处理气体及再生气体与吸附材料的接触效率高。因此,吸附元件2在除湿时能够利用吸附材料有效地吸附被处理气体中的水分,因此能够提高除湿性能。另外,吸附元件2在再生时再生气体也能有效地从吸附材料中解吸水分,能够用低温、低风量的再生气体进行吸附材料的再生,因此能够提高再生时的能量效率。

[0064] 吸附元件2以多个直线部22与通风方向F(从外壳3的一个气体流通口30朝向另一个气体流通口31的方向)平行或大致平行的方式被收容于外壳3。因此,与吸附元件2以多个直线部22与通风方向F垂直的方式被收容于外壳3的情况相比,能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。

[0065] 吸附元件2的大小、也就是高度、横向宽度、长度没有特别限定。其中,吸附元件2的长度(从一个气体流通口30朝向另一个气体流通口31的方向(进深方向)的大小,从第一弯折部20的前端至第二弯折部21的前端的长度)优选为100mm以上且500mm以下,更优选为150mm以上且350mm以下。通过使吸附元件2的长度为100mm以上,从而吸附元件2能够对大风量的被处理气体进行水分的吸附处理。通过使吸附元件2的长度为500mm以下,从而能够抑制吸附转子10的大型化。

[0066] 构成吸附元件2的吸附材料为多孔性金属络合物(MOF)。多孔性金属络合物(或多孔性配位聚合物)是将可取多种配位形态的金属离子与具有二齿以上配位点的有机配位体组合而使其自组装得到的多孔质材料。有机配位体将成为节点的金属离子交联,由此构建框架结构,该框架内的空隙作为取入水分的空间发挥作用。多孔性金属络合物通常通过溶液中的反应来合成。即,通过使具有金属离子源和有机配位体的化合物溶解于水和/或有机

溶剂等溶剂中并进行加热,从而得到结晶性的化合物。刚合成后,在框架的格子内部包含有溶剂分子,通过除去该溶剂分子,从而成为多孔质材料。

[0067] 与硅胶、沸石、活性炭等无机系的多孔质材料相比,多孔性金属络合物具有高的比表面积和尖锐的细孔分布,因此具有被处理气体中的水分的吸附速度快、且能够吸附的水分量多这样的特征。另外,由于能够以弱的结合力吸附和解吸水分,因此具有如下特征:在吸附被处理气体中的水分时所产生的吸附热小,并且即使再生气体的温度低,也能解吸所吸附的水分,因此再生时所需的能量低。

[0068] 作为形成多孔性金属络合物的金属离子,并无特别限定,例如可举出钛离子、锰离子、铁离子、钴离子、镍离子、铜离子、锌离子、铝离子、锆离子等。其中,考虑到环境污染,可优选举出毒性低的钛离子、铁离子、锰离子、铜离子、锌离子、铝离子、锆离子。

[0069] 作为具有有机配位体的化合物,并无特别限定,可举出:对苯二甲酸、间苯二甲酸、2-氨基对苯二甲酸、2,5-二氨基对苯二甲酸、2,5-二羟基对苯二甲酸、1,4-萘二甲酸、2,6-萘二甲酸、4,4'-联苯二甲酸、3,3'-联苯二甲酸、富马酸、1H-吡唑-3,5-二甲酸、2,5-咪喃二甲酸等二羧酸;均苯三酸等三羧酸;3,3'-5,5'-偶氮苯四甲酸等四羧酸;2-甲基咪唑等咪唑类。

[0070] 作为多孔性金属络合物,并无特别限定特,例如可举出:由铝离子和2,5-咪喃二甲酸形成的多孔性金属络合物、由铝离子和1H-吡唑-3,5-二甲酸形成的多孔性金属络合物、由铁离子和对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物、由铁离子和均苯三酸形成的多孔性金属络合物、由钛离子和对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物、由锆离子和对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物、由锆离子和富马酸形成的多孔性金属络合物、由锆离子和2-氨基对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物、由钛离子和2-氨基对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物、由铁离子和3,3'-5,5'-偶氮苯四甲酸形成的多孔性金属络合物、由铝离子和1H-吡唑-3,5-二甲酸形成的多孔性金属络合物等。即使这些多孔性金属络合物同样地为多孔性金属络合物,其BET比表面积也会根据合成法、纯度的不同而多种多样。

[0071] 多孔性金属络合物并无特别限定,但是从发挥更高的水分吸附性能的观点出发,优选具有开放金属位点。开放金属位点显示出高吸附活性。因此,具有开放金属位点的多孔性金属络合物的、被处理气体中的水分的吸附速度非常快,发挥出比其他多孔性金属络合物更高的水分吸附性能。

[0072] 作为开放金属位点的一个形态,可举出:金属离子为配位不饱和且在其配位状态中具有至少1个空位点的形态、即配位不饱和位点。对于具有配位不饱和位点的多孔性金属络合物而言,如图7所示,金属离子(图7中为Fe离子)的配位体为不饱和,金属离子具有一个以上的空置的配位体(空位点)。在该空位点吸附水分子。因此,通过将具有配位不饱和位点的多孔性金属络合物用于吸附材料,从而能够有效地吸附被处理气体中的水分,对被处理气体发挥高除湿性能。

[0073] 作为具有配位不饱和位点的多孔性金属络合物,并无特别限定,可举出由铁离子和3,3'-5,5'-偶氮苯四甲酸形成的多孔性金属络合物(PCN250或MIL127)、由镍和2,5-二氢对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物(MOF74-Ni)、由镁和2,5-二氢对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物(MOF74-Mg)、由铬和对苯二甲酸形成的多孔性金属络合物(MIL101)作为示例,其中,优选为使用了吸附和解吸速度快且耐水性、毒性低的金属的PCN250。

[0074] 另外,除了具有开放金属位点的多孔性金属络合物以外,作为发挥更高的水分吸附性能的多孔性金属络合物,可举出在金属附近具有羟基(OH⁻)的多孔性金属络合物。对于在金属附近具有羟基的多孔性金属络合物而言,如图8所示,在金属核单元(日文:金属コアユニット)中具有羟基(OH⁻)。若多孔性金属络合物在金属核单元中具有羟基,则对水分子显示出优异的吸附活性。因此,在金属核单元中具有羟基的多孔性金属络合物的、被处理气体中的水分的吸附和解吸速度非常快,发挥出比其他多孔性金属络合物更高的水分吸附性能。因此,通过将具有开放金属位点的多孔性金属络合物用于吸附材料,从而能够有效地吸附被处理气体中的水分,对被处理气体发挥高除湿性能。

[0075] 需要说明的是,金属核单元表示由M_xO_yH_z(x,y为除0以外的整数,z为包含0的整数)来表示的构成多孔性金属络合物的金属簇。金属核单元M_xO_yH_z的一部分氧原子为有机配位体的羧基氧原子,金属核单元通过与有机配位体共有氧原子而形成框架。

[0076] 作为在金属核单元中具有羟基的多孔性金属络合物,并无特别限定,可举出由铈离子和富马酸形成的多孔性金属络合物(MOF801)、由铝离子和1H-吡啶-3,5-二甲酸形成的多孔性金属络合物(MOF303)作为示例。

[0077] 将上述的具有开放金属位点的多孔性金属络合物、在金属核单元中具有羟基的多孔性金属络合物用于吸附材料的吸附过滤器1能够生成低湿度的空气,因此例如能够适用于洁净室用的低露点型除湿装置。

[0078] 多孔性金属络合物的形状并无特别限定,可以为粉末状、粒状等各种形状。

[0079] 吸附剂可以包含1种或2种以上的多孔性金属络合物。

[0080] 吸附材料的大小并无特别限定,但优选为0.5μm以上且150μm以下,更优选为1μm以上且100μm以下。通过使吸附材料的大小为0.5μm以上,从而能够使吸附元件2中不易发生吸附材料的脱落,并且能够提高被处理气体、再生气体与吸附材料的接触效率。通过使吸附元件2的大小为150μm以下,从而能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。需要说明的是,吸附材料的大小可以利用激光衍射式粒度分布计的D50值或由扫描电子显微镜得到的平均粒径来测定。

[0081] 吸附材料的细孔可以为二维细孔,也可以为三维细孔,从被处理气体中的水分的吸附速度快、易于吸附水分的观点出发,优选使用细孔为二维细孔的多孔性金属络合物、具有开放金属位点的多孔性金属络合物。作为具有二维细孔的多孔性金属络合物,可举出上述的MOF74、MOF303作为示例。另外,作为具有开放金属位点的多孔性金属络合物,可举出上述的MOF74、PCN250作为示例。需要说明的是,在不具有开放金属位点且细孔为三维细孔的情况下,为了易于将水分吸附至细孔内部,优选使吸附材料的微晶尺寸小。作为不具有开放金属位点且具有三维细孔的多孔性金属络合物,可举出上述的MOF801作为一个例子。

[0082] 吸附材料并无特别限定,但优选为具有优选3.0Å以上且10Å以下、更优选3.5Å以上且8Å以下的细孔径的多孔性金属络合物。细孔径为3.0Å以上且10Å以下的多孔性金属络合物具有良好的吸附性能、并且易于使在再生时所吸附的水分从吸附材料脱离。需要说明的是,吸附材料的细孔径可以通过基于X射线结构解析而测定细孔的cage径或window径来得到。

[0083] 吸附材料基于BET法进行测定得到的比表面积(BET比表面积)并无特别限定,但优选为200m²/g以上且2500m²/g以下,更优选为300m²/g以上且2000m²/g以下。通过使吸附材料

的比表面积为 $200\text{m}^2/\text{g}$ 以上,从而能够提高被处理气体、再生气体与吸附材料的接触效率。通过使吸附材料的比表面积为 $2500\text{m}^2/\text{g}$ 以下,从而能够充分地确保吸附材料的强度。

[0084] 吸附元件2中的吸附材料的含量并无特别限定,但优选为15质量%以上且80质量%以下,更优选为20质量%以上且70质量%以下。通过使吸附材料的含量为15质量%以上,从而能够提高被处理气体、再生气体与吸附材料的接触效率。通过使吸附材料的含量为80质量%以下,从而能够使吸附元件2中不易发生吸附材料的脱落,并且能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。

[0085] 吸附材料并无特别限定,但优选的是,在通过后述的基于粘合剂的粘接而担载于无纺布基材之前使细孔内预先包含水蒸气或水。由此,可以防止粘合剂存在于吸附材料的细孔内而堵塞细孔,从而可以抑制在吸附元件2中吸附材料对被处理气体中的水分吸附性能降低的情况。

[0086] 吸附材料并无特别限定,通过使胺化合物担载于多孔性金属络合物,从而可以使吸附材料具有对二氧化碳、甲醛、乙醛等醛类的吸附性能。

[0087] 构成吸附元件2的基材为一片无纺布的单体或多片无纺布重叠而成的层叠体。构成无纺布的纤维并无特别限定,例如可举出酚醛树脂纤维、聚苯醚纤维、耐火化聚苯醚纤维、聚丙烯腈纤维、耐火化聚丙烯腈纤维、沥青纤维、耐火化沥青纤维、芳族聚酰胺纤维、PET纤维、玻璃纤维、陶瓷纤维、碳纤维、活性碳纤维、不锈钢纤维、铝纤维、其他金属纤维等作为示例。其中,由酚系纤维(日文:フェノール系纖維)形成的无纺布(酚系纤维无纺布)、由聚苯醚纤维形成的无纺布(聚苯醚纤维无纺布)、由耐火化聚苯醚纤维形成的无纺布(耐火化聚苯醚纤维无纺布)、由耐火化聚丙烯腈纤维形成的无纺布(耐火化聚丙烯腈纤维无纺布)、由PET纤维形成的无纺布(PET纤维无纺布)易于粗纤度化且耐热性优异,故优选。

[0088] 需要说明的是,上述的纤维的截面形状除了圆形、椭圆形等通常形状以外,还可以为例如星形、Y字型等异形形状。

[0089] 构成无纺布的纤维的平均纤维直径并无特别限定,但优选为 $10\mu\text{m}$ 以上且 $100\mu\text{m}$ 以下,更优选为 $15\mu\text{m}$ 以上且 $60\mu\text{m}$ 以下。通过使平均纤维直径为 $10\mu\text{m}$ 以上,从而无纺布基材的纤维间的空隙不会变得过窄,因此能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。通过使平均纤维直径为 $100\mu\text{m}$ 以下,从而可以使吸附元件2中不易发生吸附材料的脱落。

[0090] 平均纤维直径可以使用扫描电子显微镜(制品名SU1510、Hitachi High-Technologies公司制)观察纤维的显微镜图像、从该显微镜图像中读取100根以上的纤维直径并将所读取的纤维直径平均来求得。

[0091] 无纺布基材的制造方法并无特别限定,例如可举出纺粘法、熔喷法、水刺法、针刺法、热粘合法、化学粘合法等作为示例。其中,从得到能够担载吸附材料的适当空隙的理由出发,优选使用利用针刺法制造的针刺无纺布。

[0092] 无纺布基材的厚度(在无纺布基材为一片无纺布单体的情况下为无纺布单体的厚度,在无纺布基材为重叠多片无纺布而成的层叠体的情况下为层叠体的总厚度)并无特别限定,但优选为4mm以上且50mm以下,更优选为10mm以上且40mm以下。通过使无纺布基材的厚度为4mm以上,从而能够充分确保吸附元件2的强度。通过使无纺布基材的厚度为50mm以下,从而能够易于将吸附元件2加工成褶皱状,并且能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。

[0093] 无纺布基材的单位面积重量(在无纺布基材为一片无纺布单体的情况下为无纺布单体的单位面积重量,在无纺布基材为重叠多片无纺布而成的层叠体的情况下为层叠体的总单位面积重量)并无特别限定,但优选为 $300\text{g}/\text{m}^2$ 以上且 $5000\text{g}/\text{m}^2$ 以下,更优选为 $600\text{g}/\text{m}^2$ 以上且 $4000\text{g}/\text{m}^2$ 以下。通过使无纺布基材的单位面积重量为 $300\text{g}/\text{m}^2$ 以上,从而能够充分确保吸附元件2的强度,并且能够提高被处理气体、再生气体与吸附材料的接触效率。通过使无纺布基材的单位面积重量为 $5000\text{g}/\text{m}^2$ 以下,从而能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。

[0094] 吸附元件2利用以下说明的步骤来制造。首先,使吸附材料和粘合剂分散到水中来制造浆料。

[0095] 粘合剂只要是能够将吸附材料粘接于无纺布基材的物质,则并无特别限定,但优选使用防水性的粘合剂。作为防水性的粘合剂,可例示具有来自于苯乙烯和/或丙烯酸类物质的结构单元的有机粘合剂等。粘合剂的形态并无特别限定,但优选使用乳液状的粘合剂。

[0096] 浆料中的吸附材料及粘合剂的含量并无特别限定,吸附材料例如为5质量%以上且50质量%以下,粘合剂例如为1质量%以上且40质量%以下。另外,浆料的温度并无特别限定,例如为 5°C 以上且 35°C 以下。

[0097] 接下来,使无纺布基材充分浸渍于浆料而使浆料不仅吸取至无纺布基材的表面而且还吸取至内部。然后,对浸渍于浆料后的无纺布基材施加压力并进行挤压,使浆料充分渗透到无纺布基材的内部,并且从无纺布基材中除去不需要的浆料,调整对无纺布基材赋予的浆料量。对无纺布基材赋予的浆料的比例并无特别限定,但优选为20质量%以上且95质量%以下,更优选为25质量%以上且90质量%以下。然后,使挤压后的无纺布基材干燥,除去无纺布基材中所含的水分。干燥温度并无特别限定,例如为 5°C 以上且 200°C 以下,例如可以使用约 20°C 且低湿度的空气进行干燥。

[0098] 最后,通过将干燥后的承载有吸附材料的无纺布基材成形为褶状来制造吸附元件2。需要说明的是,在将无纺布基材成形为褶状时,为了使无纺布基材成为能够弯折的状态,可以在无纺布基材未完全干燥的半干燥状态下将无纺布基材成形为褶状,并在成形后使无纺布基材完全干燥。

[0099] 通过将浸渍于浆料后的无纺布基材进行挤压,从而浆料渗透至无纺布基材的内部,不仅在无纺布基材的表面侧的纤维上附着浆料,而且在无纺布基材的内部的纤维上也附着浆料,纤维与纤维之间的浆料被挤出而得以从无纺布基材中被去除。由此,吸附材料在整个无纺布基材中通过粘合剂的粘接而承载于构成纤维的表面,另一方面,抑制了吸附材料存在于无纺布基材的纤维与纤维之间的情况。由此,吸附元件2的通气性提高,能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。

[0100] 如图1~图3所示,为了将褶状的吸附元件2保持在形状不崩塌的稳定状态,而在外壳3内设置了支承体4。支承体4并无特别限定,但在本实施方式中由在两片平金属网40之间夹入波形金属网41的网状体构成。支承体4被夹入褶状的吸附元件2的隔开间隔所配置的多个直线部22之间的间隙中。

[0101] 支承体4的厚度并无特别限定,例如为5mm以上且25mm以下。支承体4的原材只要在吸附过滤器4的使用条件下具有充分的强度、耐热性、耐化学试剂性等,则并无特别限定,例如可举出不锈钢、铝等金属材料以及丙烯酸类树脂、酚醛塑料、蜜胺树脂等树脂材料等作为

示例。

[0102] 需要说明的是,支承体4未必需要由多个网状体构成,只要是能够将褶皱的吸附元件2保持为形状不会崩塌的稳定状态的支承体,则其形态不受限定。

[0103] 上述结构的吸附过滤器1的压力损失优选为2kPa以下,更优选为1.5kPa以下,进一步优选为1.0kPa以下。由此,能够使被处理气体效率良好地通过该吸附过滤器1。

[0104] 压力损失可以通过将吸附过滤器1设置于通气压损测定夹具、并测定对一个气体流通口30以风速2.0m/s通风时的压力损失来求得。

[0105] 吸附转子

[0106] 如图4~图6所示,吸附转子10在横截面观察时为具有内径和外径的中空的大致圆环状,并且具有规定的高度。吸附转子10以围绕旋转轴L而被旋转驱动的方式设置于处理室101。另外,吸附转子10以旋转轴朝向铅垂方向的方式被设置于处理室101,以使得在内周和外周分别导入和排出被处理气体。吸附转子10的旋转轴通过横截面观察时的中心。

[0107] 吸附转子10具备多个上述的吸附过滤器1。多个吸附过滤器1沿着吸附转子10的旋转轴周围的圆周方向来配置。多个吸附过滤器1以外壳3的一对气体流通口30与吸附转子10的外周和内周相向的方式来配置。另外,多个吸附过滤器1在以分别沿上下成为多段(在本实施方式中为上下二段)的方式而被固定的状态下来配置,但未必一定要以多段来配置。

[0108] 吸附转子10例如具备不锈钢制的一对圆盘5A、5B。一对圆盘5A、5B从上下夹持多个吸附过滤器1。一对圆盘5A、5B在横截面观察下为具有内径和外径的中空的大致圆环状。一对圆盘5A、5B以吸附转子10的旋转轴通过横截面观察时的中心的方式而彼此平行地被配置。一对圆盘5A、5B的中央的开口与以筒状排列的多个吸附过滤器1的内侧的空洞连通。

[0109] 吸附转子10具有将一对圆盘5A、5B之间的空间在圆周方向上分隔成相互独立的多个空间的多个分隔物7。在一对圆盘5A、5B之间,吸附过滤器1例如隔着橡胶制的密封构件6以气密状态被收纳于相邻的两个分隔物7之间。多个分隔物7从一对圆盘5A、5B的内周缘到外周缘沿径向延伸,在圆周方向上隔开间隔配置。另外,多个分隔物7立设于一对圆盘5A、5B之间。从吸附转子10的内周或外周流入的被处理气体从一对圆盘5A、5B之间的多个分隔物7之间的各个吸附过滤器1通过。

[0110] 分隔物7包含主体部70和一对密封部71A、71B。主体部70例如为不锈钢制。主体部70的上端及下端以气密状态与一对圆盘5A、5B抵接。密封部71A、71B例如为橡胶制。利用例如粘接剂等,而将密封部71A、71B安装于主体部70的两侧缘。密封部71A、71B的上端及下端以气密状态与一对圆盘5A、5B抵接。对于安装于主体部70的内侧的侧缘的密封部71A而言,其一部分从一对圆盘5A、5B的内周缘向内侧突出。对于安装于主体部70的外侧的侧缘的密封部71B而言,其一部分从一对圆盘5A、5B的外周缘向外侧突出。

[0111] 吸附处理装置

[0112] • 吸附处理装置的结构

[0113] 如图4~图6所示,吸附处理装置100具备设置于处理室101内的上述吸附转子10。吸附转子10例如受到电动机9的旋转驱动力而围绕旋转轴L被旋转驱动。对于吸附转子10而言,通过在处理室101内进行旋转,从而圆周方向的一部分移动至进行被处理气体的吸附处理的吸附区域102,圆周方向的其余部分移动至利用再生气体进行解吸处理的解吸区域103。

[0114] 吸附处理装置100具备供给流路形成构件8,该供给流路形成构件8用于形成:使被供给至处理室101内的被处理气体流入在处理室101内旋转的吸附转子10的一部分吸附过滤器1并从其中流出的流路;使再生气体流入在处理室101内旋转的吸附转子10的另一部分吸附过滤器1并从其中流出的流路。具体而言,供给流路形成构件8包含第一流路形成构件80、第二流路形成构件81、第三流路形成构件82和区域划分构件83。

[0115] 第一流路形成构件80为圆筒状,在其内部流通被处理气体。第一流路形成构件80以贯穿处理室101的顶棚的方式来设置,第一流路形成构件80的下端以气密状态且使圆盘5A能够旋转的方式与吸附转子10的圆盘5A抵接。第一流路形成构件80的内侧的空洞经由圆盘5A的中央的开口而与吸附转子10的内侧的空洞连通。第一流路形成构件80将在处理室101内从吸附转子10的外侧流入、通过吸附过滤器1、并从吸附转子10的内侧流出的被处理气体从下端的开口800导入内部,并且从上端的开口801排出至处理室101的外部。

[0116] 第二流路形成构件81为筒状,在其内部流通再生气体。第二流路形成构件81的一端部弯折成L字,并以贯穿第一流路形成构件80的侧壁的方式来设置。第二流路形成构件81的一端的开口810位于处理室101的外部,将再生气体导入至第二流路形成构件81。第二流路形成构件81的另一端部被配置于吸附转子10内侧的空洞中。第二流路形成构件81的另一端的开口811与铅直方向平行,与吸附转子10的内周相向,与通过吸附转子10的旋转而在圆周方向移动的吸附过滤器1的流通口30相对。第二流路形成构件81的另一端的开口811将在第二流路形成构件81的内部流动的再生气体朝向吸附转子10的吸附过滤器1的内周喷出。

[0117] 第三流路形成构件82为筒状,在其内部流通再生气体。第三流路形成构件82的一端部被配置于吸附转子10外周的外侧。第三流路形成构件82的一端的开口820与铅垂方向平行且与吸附转子10的外周相向,并且以其间夹持吸附转子10的方式与第二流路形成构件81的另一端的开口811相向。因此,第三流路形成构件82的一端的开口820与通过吸附转子10的旋转而在圆周方向上移动的吸附过滤器1的流通口30相对。第三流路形成构件82的一端的开口821将从吸附转子10的内侧流入、通过吸附过滤器1而流出至外侧的再生气体导入第三流路形成构件82。第三流路形成构件82的另一端部以贯穿处理室101的侧壁的方式来设置。第三流路形成构件82的另一端的开口821位于处理室101的外部,并且将在第三流路形成构件82的内部流动的再生气体排出至处理室101的外部。

[0118] 区域划分构件83包含设置于第二流路形成构件81的另一端的一对内侧侧弯曲部830和设置于第三流路形成构件82的一端的一对外侧侧弯曲部831。内侧侧弯曲部830以与吸附转子10的内周相向的方式弯曲,外侧侧弯曲部831以与吸附转子10的外周相向的方式弯曲,内侧侧弯曲部830及外侧侧弯曲部831彼此并行。内侧侧弯曲部830和外侧侧弯曲部831的上端和下端以气密状态且圆盘5A、5B能够旋转的方式与吸附转子10的圆盘5A、5B抵接。

[0119] 随着吸附转子10的旋转,多个吸附过滤器1和多个分隔物7在吸附转子10的圆周方向上移动。此时,一部分分隔物7的内侧的密封部71A和外侧的密封部71B分别以气密状态与旋转方向的上游侧的内侧侧弯曲部830和外侧侧弯曲部831抵接,另一部分分隔物7的内侧的密封部71A和外侧的密封部71B分别在以气密状态与旋转方向的下游侧的内侧侧弯曲部830和外侧侧弯曲部831抵接的同时进行移动。由此,位于这些分隔物7之间的吸附转子10的圆周方向的一部分区域与第二流路形成构件81及第三流路形成构件82连通,并且不与处理

室101的内部空间及第一流路形成构件80连通,因此成为解吸区域103。向移动至该解吸区域103的吸附过滤器1供给再生气体。另一方面,在吸附转子10的圆周方向上,与上述的解吸区域103隔开的另一部分区域与处理室101的内部空间及第一流路形成构件80连通,并且不与第二流路形成构件81及第三流路形成构件82连通,因此成为吸附区域102。向移动至该吸附区域102的吸附过滤器1中供给被处理气体。吸附转子10的多个吸附过滤器1通过吸附转子10的旋转而交替地移动吸附区域102和解吸区域103。

[0120] • 吸附处理装置的动作

[0121] 首先,对被处理气体中的水分的吸附处理进行说明。在处理室101内的吸附区域102中,从外周对吸附转子10供给被处理气体,由此将被处理气体导入吸附转子10的已移动至吸附区域102的吸附过滤器1。吸附过滤器1在被处理气体通过吸附元件2的期间利用吸附材料来吸附被处理气体中的水分。由此,对被处理气体进行除湿。然后,将经除湿的被处理气体从吸附转子10的内周排出而导入至第一流路形成构件80,利用第一流路形成构件80排出至处理室101的外部。

[0122] 接着,对利用吸附处理而吸附了水分的吸附过滤器1的再生进行说明。利用第二流路形成构件81在处理室101内的解吸区域103中对吸附转子10从内周供给加热空气等再生气体,将再生气体导入吸附转子10的已移动至解吸区域103的吸附过滤器1。吸附过滤器1通过使再生气体通过吸附元件2,从而利用再生气体来解吸吸附材料所吸附的水分。由此,吸附过滤器1的吸附元件2得以再生。然后,将包含水分的再生气体从吸附转子10的外周排出而导入至第三流路形成构件82,利用第三流路形成构件82而排出至处理室101的外部。

[0123] 这样,在吸附处理装置100中,利用随着吸附转子10的旋转而移动至吸附区域102的吸附过滤器1,对被处理气体进行吸附处理,在吸附处理后对移动至解吸区域103的吸附过滤器1进行所吸附的水分的解吸处理。通过使吸附转子10围绕旋转轴L旋转,从而吸附过滤器1交替地在吸附区域101和解吸区域103移动。因此,在吸附处理装置100中,连续地实施被处理气体中的水分的吸附和吸附有水分的吸附过滤器1的再生处理。

[0124] 作用·效果

[0125] 根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,成形为褶状的吸附元件2以其第一弯折部20朝向外壳3的一个气体流通口30并且第二弯折部21朝向外壳3的另一个气体流通口30的状态被收容于外壳3。因此,被处理气体、再生气体与吸附元件2的一部分(各弯折部20、21或直线部22)交叉地通过吸附元件2。因此,被处理气体、再生气体不仅与担载于吸附元件2的表面侧的吸附材料良好地接触,而且还与担载于吸附元件2的内部的吸附材料良好地接触。因此,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,由于被处理气体与吸附材料的接触效率高,因此能够提高除湿性能。另外,再生气体与吸附材料的接触效率也高,相应地,与以往的吸附元件为蜂窝结构的情况相比,能够用低温、低风量的再生气体从吸附材料中解吸水分。因此,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,能够提高再生时的能量效率。

[0126] 此外,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,吸附材料担载于构成无纺布基材的纤维的表面,其存在于无纺布基材的纤维与纤维之间的情况得到抑制。由此,吸附元件2的通气性提高,能够降低被处理气体、再生气体通过吸附元件2时的压力损失。因此,即使是为了对大风量的被处理气体进行水分的吸附而使吸附元件2的长度为

200mm以上的大型吸附过滤器1,也能以低压力损失使被处理气体、再生气体通过。

[0127] 此外,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,吸附材料所使用的多孔性金属络合物对空气中的水分的吸附速度快,并且能够吸附的水分量多,因此与以往所通常使用的硅胶等相比,能够更多地吸附被处理气体中的水分。因此,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,能够进一步提高除湿性能。特别是将具有开放位点的多孔性金属络合物、在金属核单元中具有羟基的多孔性金属络合物用作吸附材料时,能够有效地提高除湿性能,能够生成低湿度的空气。因此,能够将上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100适合用于例如洁净室用的低露点型除湿装置。

[0128] 此外,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,吸附材料所使用的多孔性金属络合物与以往通常所使用的硅胶等相比,能够用低温的再生气体从吸附材料中解吸水分。因此,根据上述的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100,能够提高再生时的能量效率,能够节能。

[0129] 变形例

[0130] 以上,对本发明的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置的一个实施方式进行了说明,但是本发明的吸附过滤器、吸附转子及吸附处理装置并不限定于上述的实施方式,只要不脱离本发明的主旨,则能够进行各种变形。

[0131] 例如在上述的实施方式中,吸附元件2中吸附材料通过粘合剂的粘接而被担载于无纺布基材,但是,作为一个变形例,也可以通过在无纺布基材上直接合成吸附材料而使其担载于无纺布基材。在无纺布基材上直接合成吸附材料时,有如下方法:(1)将无纺布基材交替地浸渍于金属溶液和配位体溶液的层层自组装(layer-by-layer)法;(2)使无纺布基材浸渍于金属和配位体的混合溶液中进行合成,并根据情况在浸渍后使用加热·加压·微波来形成骨架的方法等。

[0132] 另外,在上述的实施方式中,吸附处理装置100中吸附转子10以旋转轴L朝向铅垂方向的方式被设置于处理室101,但是也可以按照旋转轴L朝向水平方向的方式设置于处理室101。在该情况下,如图9所示,吸附转子10通过将沿着围绕旋转轴L的圆周方向配置的多个吸附过滤器1连结来形成。吸附过滤器1与上述的实施方式同样地具备成形为褶状的吸附元件2和收容吸附元件2的外壳3。

[0133] 在该实施方式中,外壳3不是长方体状而呈现出截面为梯形的四角柱状的外形。外壳3的内部为呈现长方体状的外形的空洞。外壳3在六面中的以梯形构成的彼此相对置的一对面,分别形成与内部的空洞连通的气体流通口30。吸附元件2以与外壳3的内表面密接的状态被收容于外壳3。

[0134] 在图9所示的实施方式中,吸附转子10的吸附过滤器1也通过吸附转子10的旋转来交替地在吸附区域102及解吸区域103移动。吸附区域102及解吸区域103由未图示的流路形成构件进行区分。在吸附过滤器1移动至吸附区域102时,被供给至吸附区域102的被处理气体与吸附过滤器1的吸附元件2边交叉边通过吸附元件2,由此利用吸附材料来吸附被处理气体中的水分。由此,对被处理气体进行除湿。在吸附过滤器1移动至解吸区域103时,被供给至解吸区域103的再生气体与吸附过滤器1的吸附元件2边交叉边通过吸附元件2,由此利用再生气体来解吸吸附材料所吸附的水分。由此,吸附过滤器1的吸附元件2再生。

[0135] 利用图9所示的实施方式,也能发挥与上述的实施方式同样的作用·效果。

[0136] 图9所示的实施方式的吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100适合用于例如工厂等中而进行低风量的被处理气体的除湿。需要说明的是,吸附过滤器1、吸附转子10及吸附处理装置100的用途并不限定于除湿。

[0137] 实施例1

[0138] 以下,示出本发明的吸附过滤器的实施例来具体说明作用·效果,但是本发明的吸附过滤器并不限定于以下的实施例。

[0139] 在实施例1中,使作为吸附材料的PCN250(固体成分率为72%)2.7kg在水5.5kg中浸渍一夜,之后,添加作为耐水性粘合剂的丙烯酸-苯乙烯系(日文:アクリル-スチレン系)粘合剂A(固体成分率为37%)1.0kg,生成固体成分为25%的浆料。使作为无纺布的Kyno1毡(日文:カインールフェルト)(单位面积重量为600g/m²、纤度为10旦、厚度为6.0mm)浸渍于浆料后,从无纺布中挤落剩余的浆料,使水分挥发,得到担载有PCN250的无纺布。层叠4片该无纺布而制成无纺布基材,将无纺布基材弯折成褶状后,在130℃进行加热干燥,由此得到成形为高度250mm×横向宽度250mm、长度200mm的褶状的吸附元件。吸附元件的PCN250的含有率为45.5质量%。

[0140] 需要说明的是,PCN250利用以下方法制作。使0.5g的Fe(NO₃)₃·9H₂O和0.1g的3,3'-5,5'-偶氮苯四甲酸溶解于N,N-二甲基甲醛20mL和乙酸10mL中,在150℃加热24小时,合成PCN250。对PCN250样品进行了氮吸附测定,结果BET比表面积为1227m²/g。

[0141] 在实施例2中,使作为吸附材料的MOF303(固体成分率为70%)2.8kg在水5.6kg中浸渍一夜,之后,添加作为耐水性粘合剂的丙烯酸-苯乙烯系粘合剂A(固体成分率为37%)1.0kg,生成固体成分为25%的浆料。使作为无纺布的Kyno1毡(单位面积重量为600g/m²、纤度为10旦、厚度为6.0mm)浸渍于浆料后,从无纺布中挤落剩余的浆料,使水分挥发,得到担载有MOF303的无纺布。层叠4片该无纺布而制成无纺布基材,将无纺布基材弯折成褶状后,在130℃进行加热干燥,由此得到成形为高度250mm×横向宽度250mm、长度200mm的褶状的吸附元件。吸附元件的MOF303的含有率为45.0质量%。

[0142] 需要说明的是,MOF303利用以下方法来制作。使AlCl₃·6H₂O10.4g(43.08mmol)和1H-吡啶-3,5-二甲酸一水合物7.5g(43.08mmol)溶解于水720mL和NaOH 2.6g(65mmol)/水30ml中,在100℃加热24小时,合成MOF303。对MOF303样品进行了氮吸附测定,结果BET比表面积为1181m²/g。

[0143] 在实施例3中,使作为吸附材料的MOF801(碱处理完毕、固体成分率为85%)2.4kg在水6.3kg中浸渍一夜,之后,添加作为耐水性粘合剂的丙烯酸-苯乙烯系粘合剂A(固体成分率为37%)1.0kg,生成固体成分为25%的浆料。使作为无纺布的Kyno1毡(单位面积重量为600g/m²、纤度为10旦、厚度为6.0mm)浸渍于浆料后,从无纺布中挤落剩余的浆料,使水分挥发,得到担载有MOF801(碱处理完毕)的无纺布。层叠4片该无纺布而制成无纺布基材,将无纺布基材弯折成褶状后,在130℃进行加热干燥,由此得到成形为高度250mm×横向宽度250mm、长度200mm的褶状的吸附元件。吸附元件的MOF801(碱处理完毕)的含有率为48.0质量%。

[0144] 需要说明的是,MOF801(碱处理完毕)利用以下方法来制作。使ZrOCl₂·8H₂O 200g(0.62mmol)和富马酸72g(0.62mmol)溶解于N,N-二甲基甲醛2L和甲酸700mL中,在130℃加热6小时,合成MOF801。使所得的MOF801悬浊于水中(pH3.6),向其中滴加2wt%碳酸氢钠水

至pH值超过5为止。之后,用纯水进行数次清洗,得到MOF801(碱处理完毕)样品。对MOF801(碱处理完毕)样品进行了氮吸附测定,结果BET比表面积为 $600\text{m}^2/\text{g}$ 。

[0145] 在比较例1中,使作为吸附材料的MOF303在水中浸渍24小时后,进行过滤,得到在细孔内吸附有水分子的MOF303样品。将该MOF303样品以80质量%(不包括水分子)的比例、作为未原纤化的纤维的芳族聚酰胺纤维以8质量%的比例、作为原纤化的纤维的芳族聚酰胺纤维以5质量%的比例、作为有机粘合剂的水中溶解温度为 70°C 的聚乙烯醇(PVA)纤维以7质量%的比率混合,以使单位面积重量成为 $75\text{g}/\text{m}^2$ 的质量利用湿式抄纸装置(东洋纺工程株式会社制)进行制片,之后,在 130°C 、真空条件下用24小时进行脱溶剂处理,得到吸附片。使用所得的吸附片,准备进行了峰高=1.5mm、峰间距=2.6mm的波型加工的波纹片、和平坦的内衬片,将内衬片和波纹片交替地层叠,得到高度250mm×横向宽度250mm、长度200mm的蜂窝结构的吸附元件。

[0146] 在比较例2中,使作为吸附材料的A形硅胶(富士Silysia化学公司制FUJI SILICA GEL A型破碎、固体成分率为73%)2.7kg在水5.8kg中浸渍一夜,之后,添加作为耐水性粘合剂的丙烯酸-苯乙烯系粘合剂A(固体成分率为37%)1.0kg,生成固体成分为25%的浆料。使作为无纺布的Kyno1毡(单位面积重量为 $600\text{g}/\text{m}^2$ 、纤度为10旦、厚度为6.0mm)浸渍于浆料后,从无纺布中挤落剩余的浆料,使水分挥发,得到担载有硅胶的无纺布。层叠4片该无纺布而制成无纺布基材,将无纺布基材弯折成褶皱状后,在 130°C 进行加热干燥,由此得到成形为高度250mm×横向宽度250mm、长度200mm的褶皱状的吸附元件。吸附元件的硅胶的含有率为47.8质量%。

[0147] 将实施例1~3的吸附元件和比较例1~2的吸附元件分别以密接状态收容于外壳而得到吸附过滤器,将该吸附过滤器设置于动态水蒸气吸附和解吸评价试验机,进行了除湿性能的评价。将除湿时的被处理气体(空气)的风量与再生时的再生气体(空气)的风量之比设定为3:1,关于除湿,将温度: 20°C 、绝对湿度: $6.5\text{g}/\text{kg-DA}$ 、风速: $2\text{m}/\text{sec}$ 的被处理气体供给至吸附元件,进行被处理气体中的水分的吸附。关于再生,从与除湿时相反的方向,向吸附元件供给温度: $80^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$ 、绝对湿度:变化(日文:成り行き)、风速: $2\text{m}/\text{sec}$ 的再生气体,进行吸附材料的水分的吸附。将除湿和再生交替地进行多次,测定吸附有水分的被处理气体的绝对湿度的平均值作为除湿性能。将其结果示于表1中。另外,关于实施例1~3和比较例1~2,将再生时的使用能量削减量示于表1中。

[0148] [表1]

[0149] 除湿性能(吸附出口绝对湿度平均值):单位 $\text{q}/\text{kq-DA}$

[0150]

解吸温度[$^\circ\text{C}$]	150	140	130	120	110	100	90	80	吸附材料担载量[kg]
实施例1(PCN250,褶皱)		1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	2.3	2.6	0.9
实施例2(MOF303,褶皱)		1.9	1.8	1.8	1.9	1.9	2	2.3	0.88
实施例3(MOF801碱,褶皱)		1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	2.1	1.04
比较例1(MOF303,蜂窝)		1.9	1.9	1.9	2.2	2.4			2
比较例2(二氧化硅,褶皱)	2	2.1	2	2	2.1	2	2.3	2.8	1.01

[0151] 若将实施例2与比较例1进行对比,则可确认到实施例2比较例1除湿性能更优异。此外,在实施例1中确认到:即使再生气体的温度(解吸温度)为低温,也能维持高除湿性能。由这些结果可知:褶皱的吸附元件与蜂窝结构的吸附元件相比,被处理气体与吸附材料

的接触效率高,因此能够以少量的吸附材料量实现良好的除湿性能,并且由于再生气体与吸附材料的接触效率也高,因此能够用低温的再生气体从吸附材料中解吸水分,再生时的能量效率提高。

[0152] 另外,若将实施例1~3与比较例2进行对比,则确认到:即使吸附元件同样地为褶皱状,实施例1~3也能用温度比较例2低的再生气体维持高除湿性能。由此可知:通过吸附材料使用多孔性金属络合物,从而与吸附材料使用硅胶相比,能够用低温的再生气体从吸附材料中解吸水分,能够降低再生时的能量使用量,能够节能。

[0153] 附图标记说明

[0154] 1 吸附过滤器

[0155] 2 吸附元件

[0156] 3 外壳

[0157] 9 电动机

[0158] 10 吸附转子

[0159] 20 第一弯折部

[0160] 21 第二弯折部

[0161] 30 气体流通口

[0162] 100 吸附处理装置

[0163] 102 吸附区域

[0164] 103 解吸区域

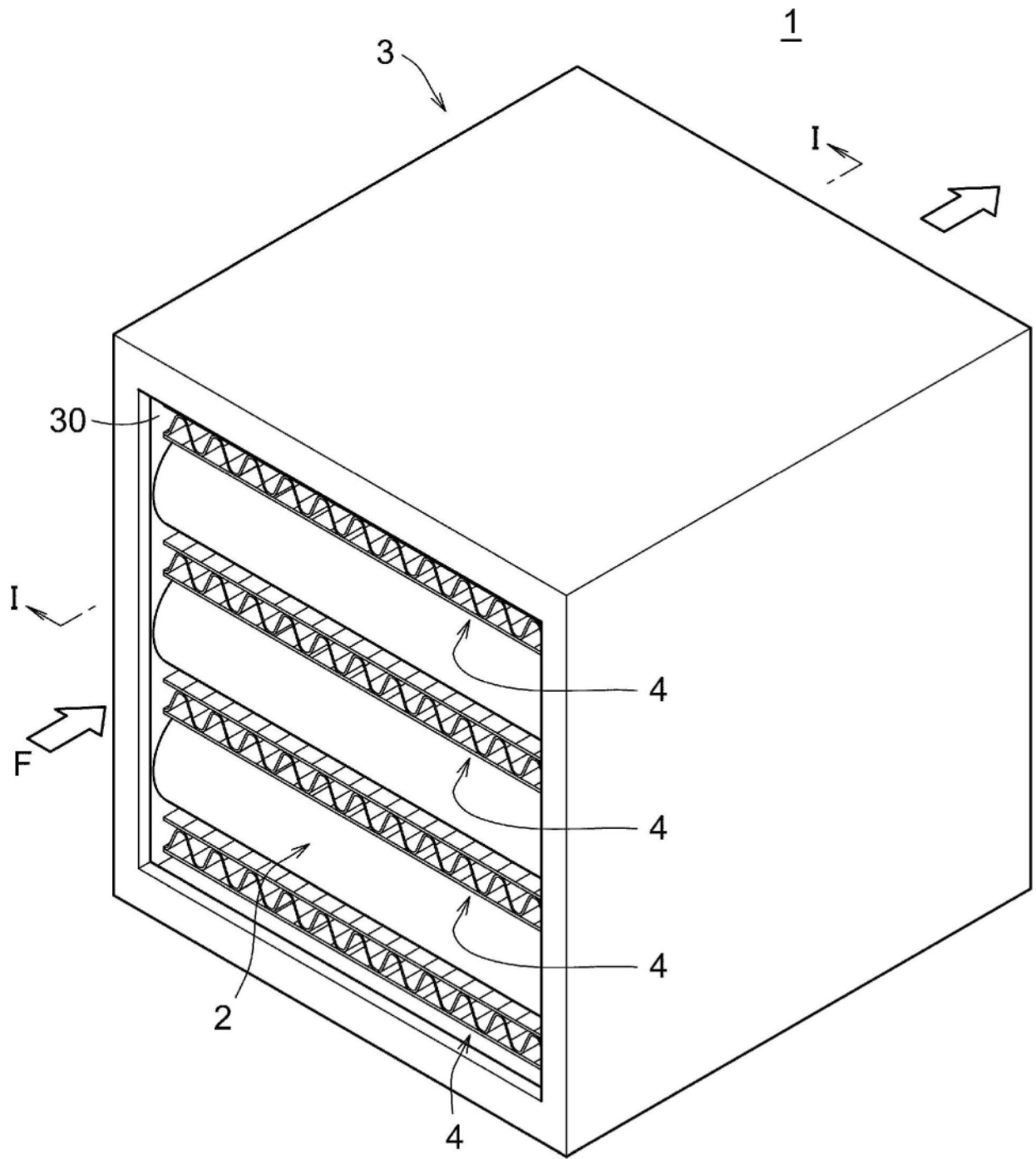


图1

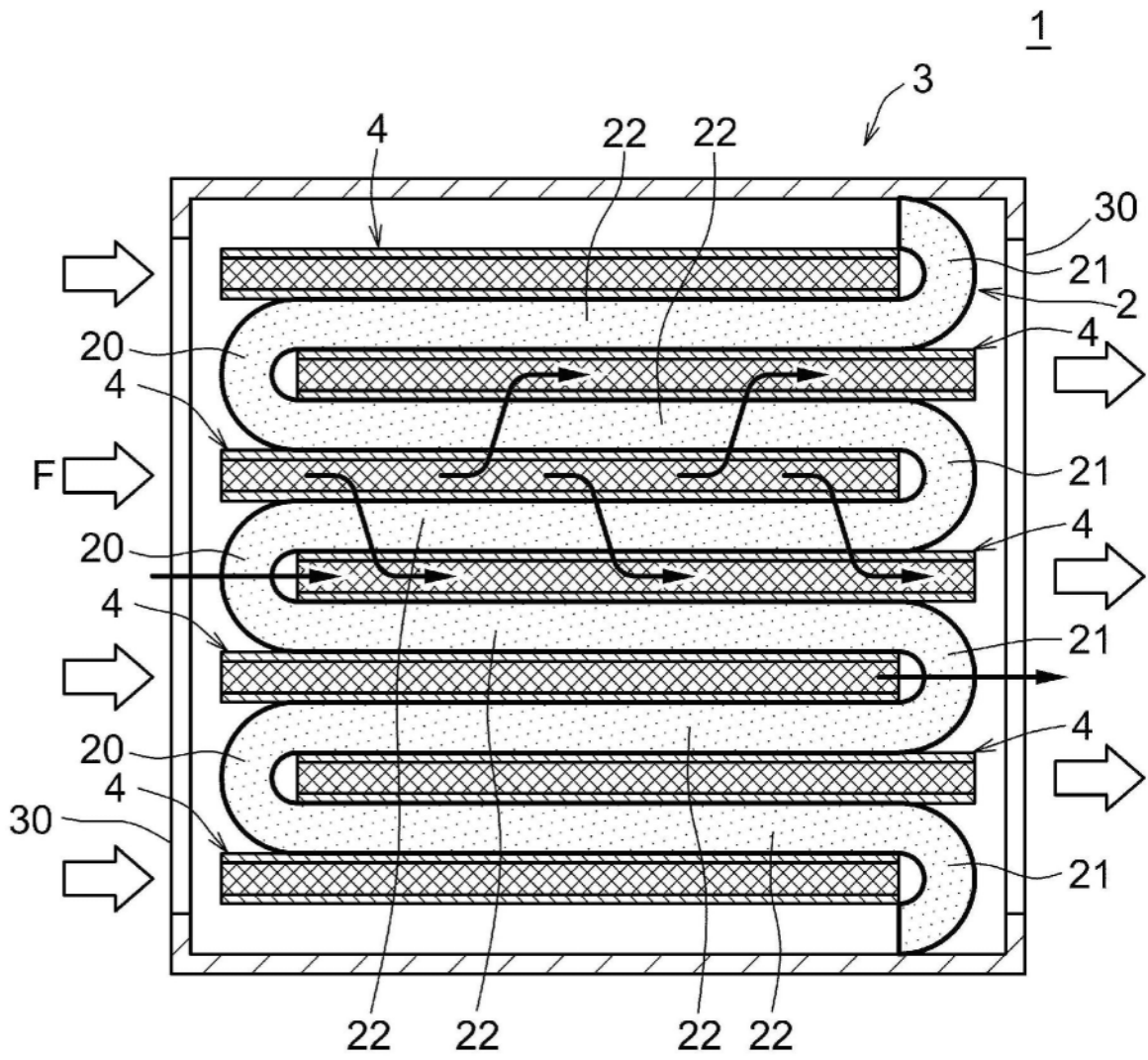


图2

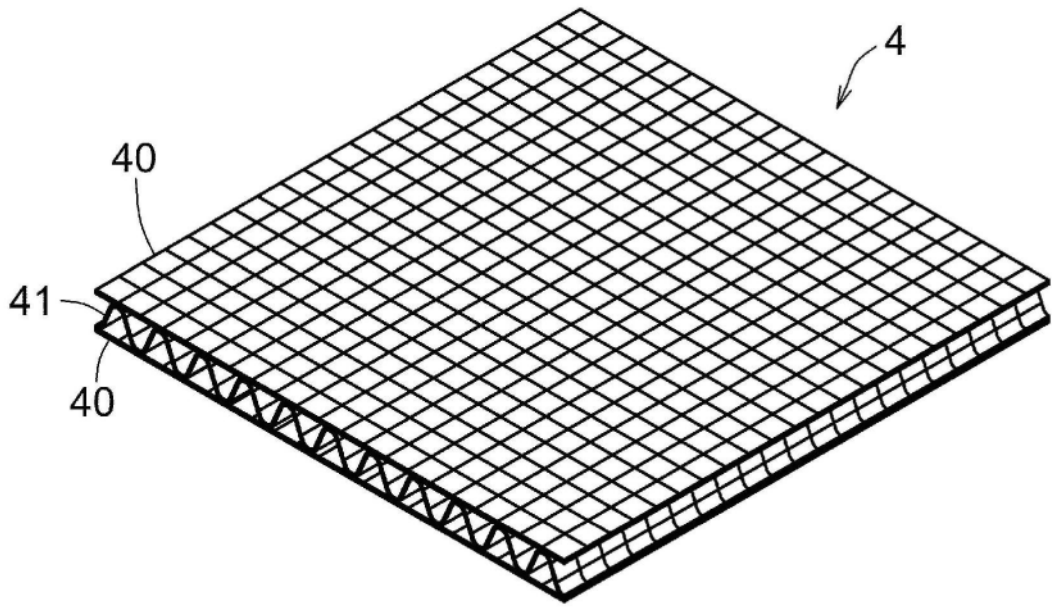


图3

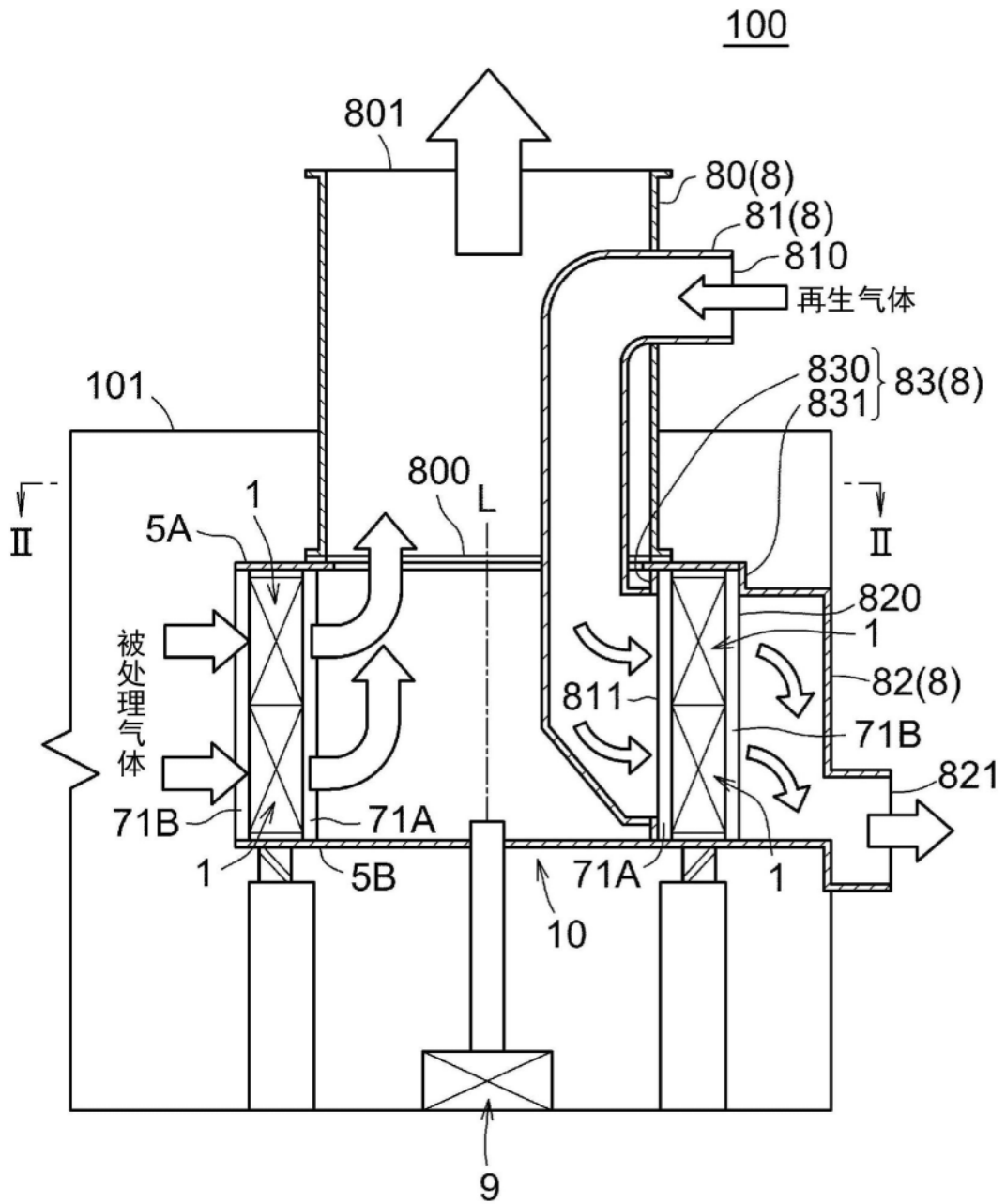


图4

100

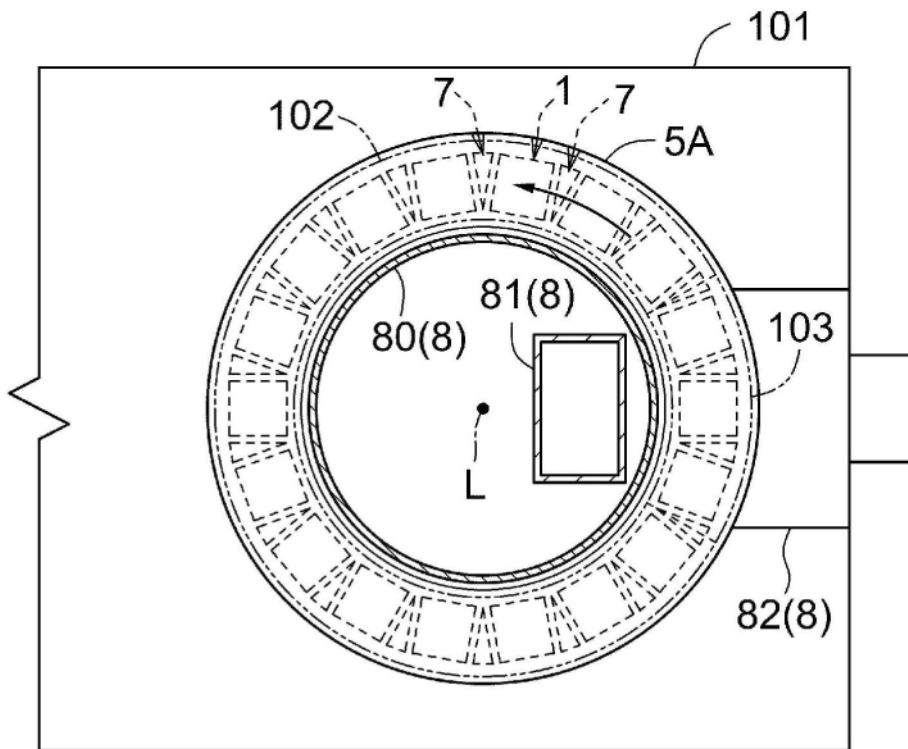


图5

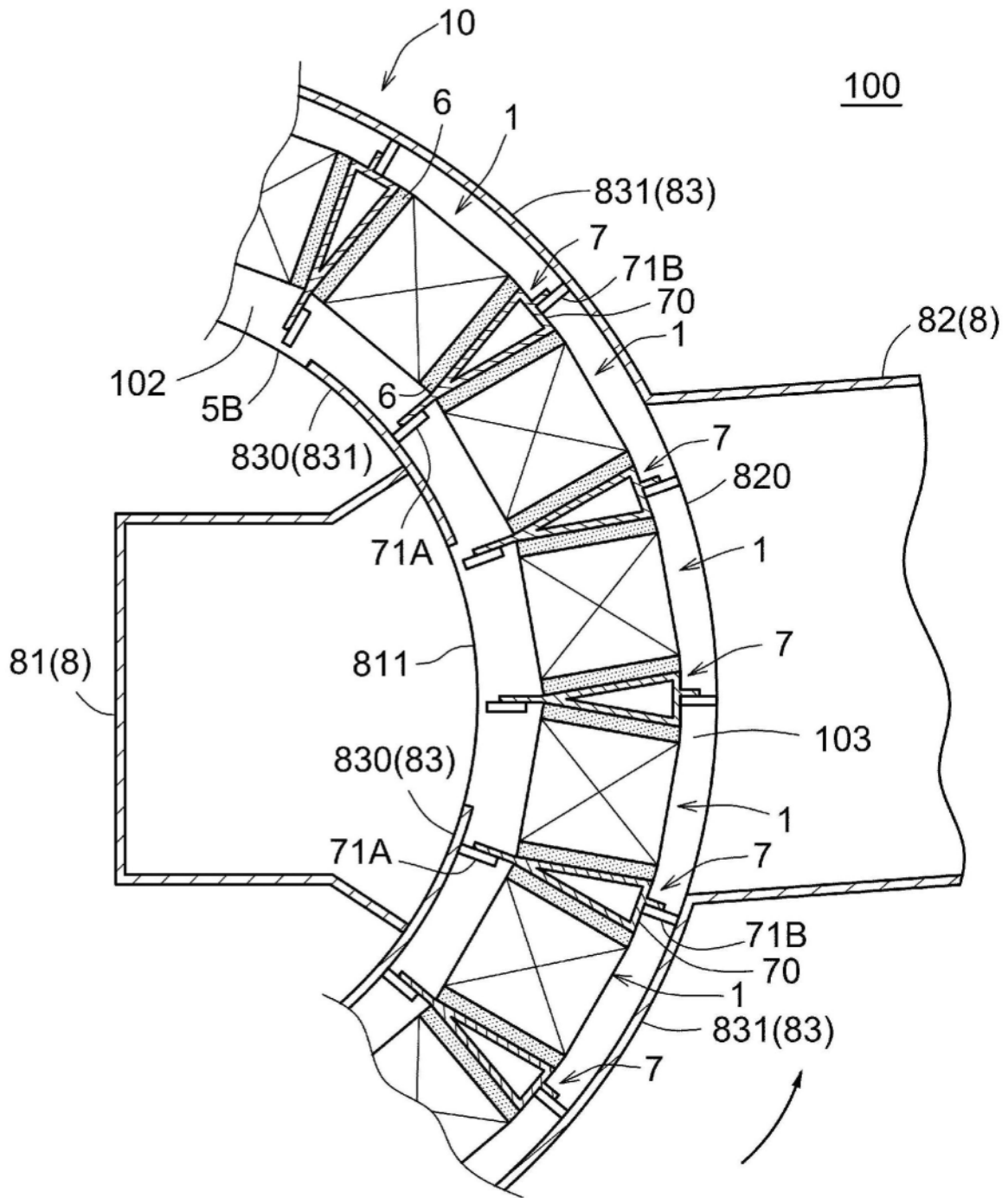


图6

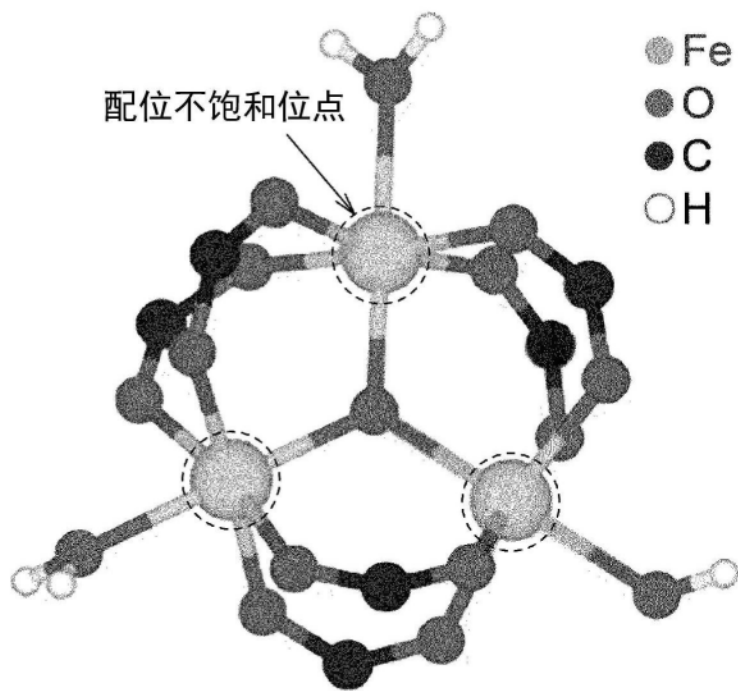


图7

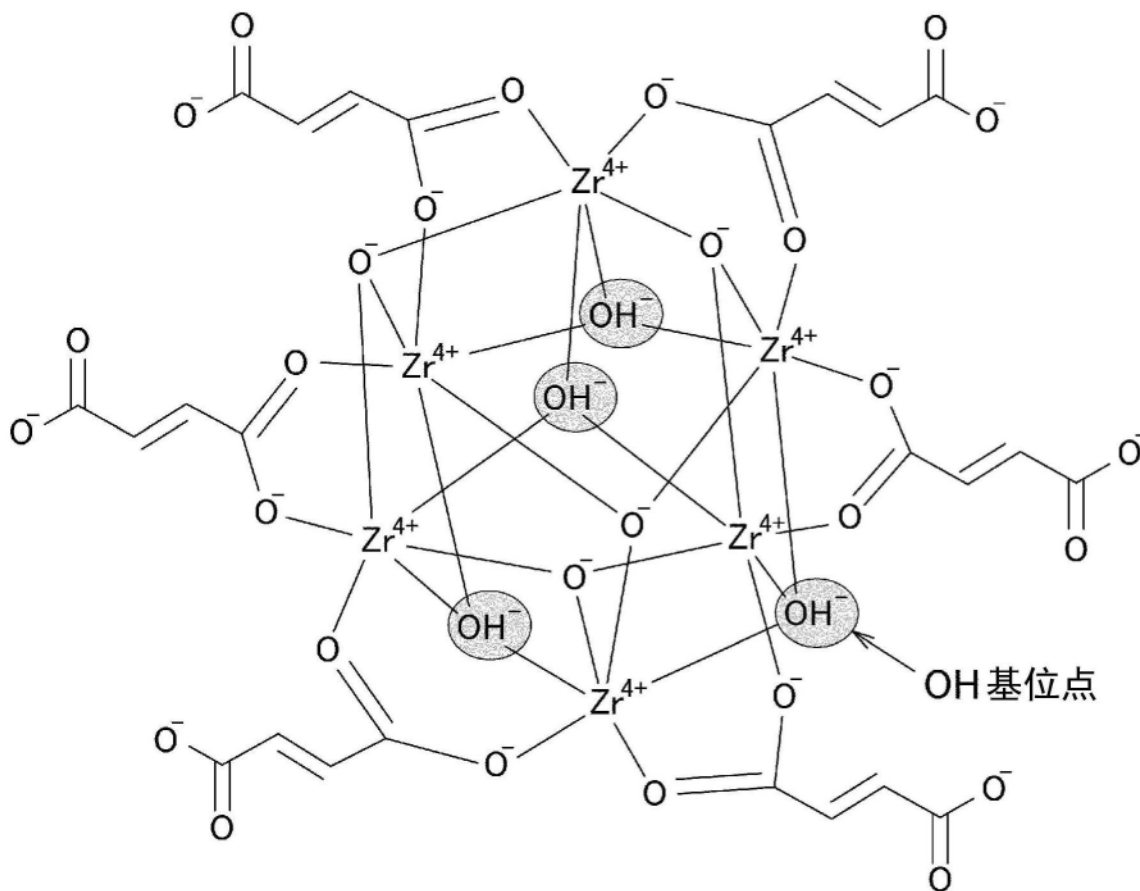


图8

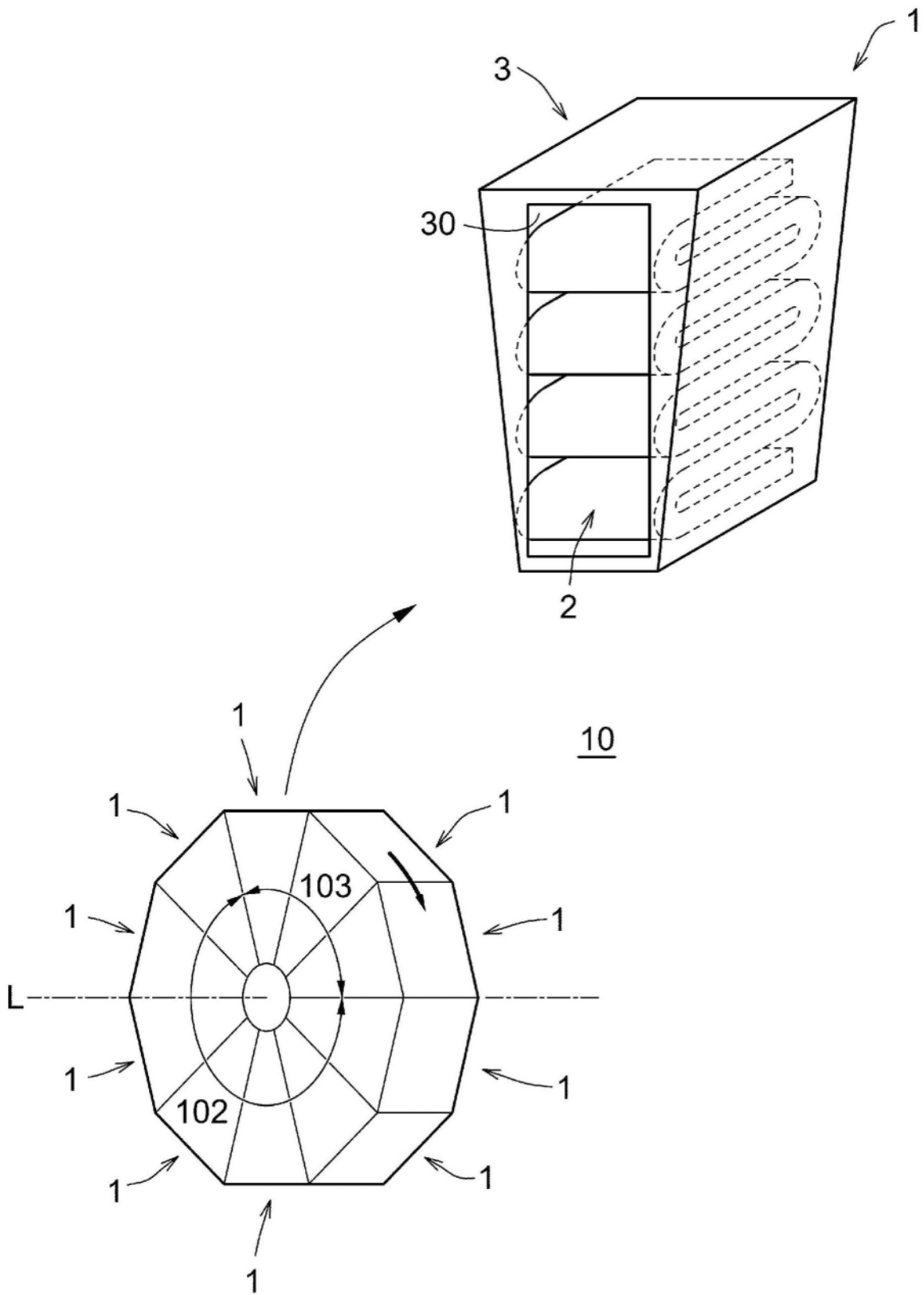


图9

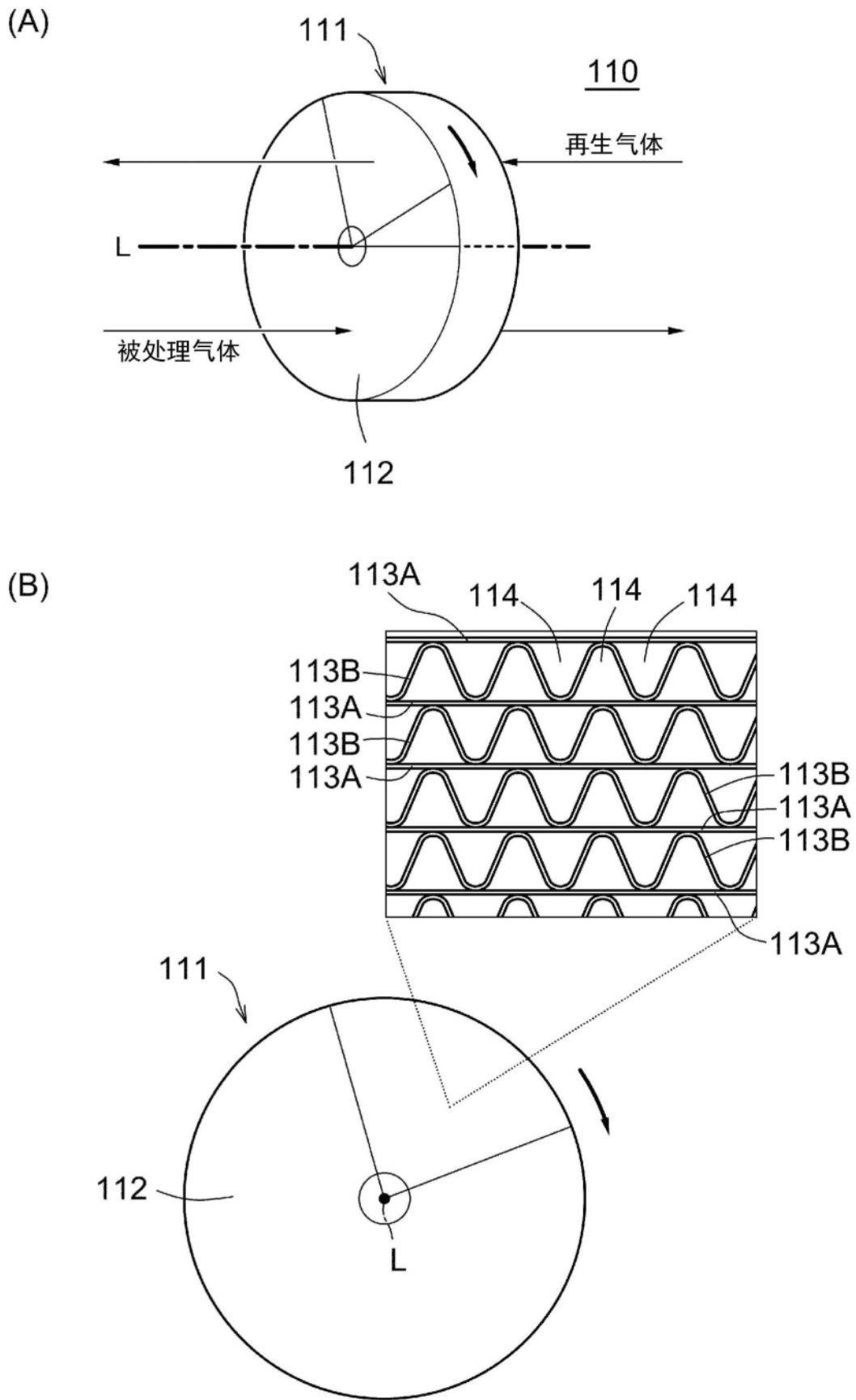


图10