(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119836319 A
(43)申请公布日 2025.04.15

(21)申请号 202380056423.2
(22)申请日 2023.08.29
(30)优先权数据
2022-139534 2022.09.01 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.01.24
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/031207 2023.08.29
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/048578 JA 2024.03.07
(71)申请人 日本碍子株式会社
地址 日本国爱知县
(72)发明人 安藤淳一 高桥道夫 大熊裕介 饭田和希 菅博史 柴垣行成 前原宗太
(74)专利代理机构 北京旭知行专利代理事务所(普通合伙) 11432
专利代理师 李伟 郑雪娜
(51)Int.Cl.
B01D 53/04(2006.01)

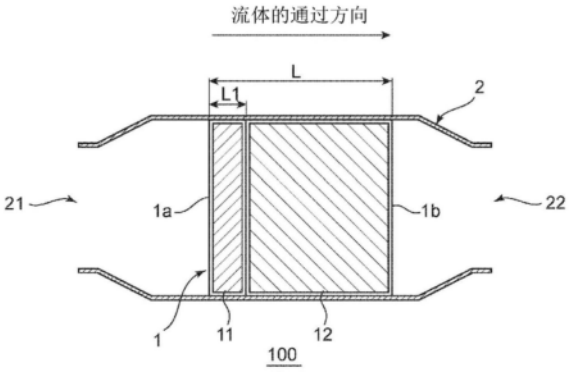
权利要求书1页 说明书15页 附图4页

(54)发明名称

酸性气体吸附装置

(57)摘要

本发明提供能够将劣化的酸性气体吸附部局部更换且能够减少运行成本的酸性气体吸附装置。本发明的实施方式所涉及的酸性气体吸附装置具备:流体能够在规定方向上通过的酸性气体吸附部、以及1个外壳。酸性气体吸附部包含能够吸附酸性气体的酸性气体吸附材料。酸性气体吸附部至少被分割为:第一吸附部,其包括流体的通过方向上的上游端面;以及第二吸附部,其在流体的通过方向上配置于第一吸附部的下游侧。1个外壳将第一吸附部及第二吸附部一并收纳。第一吸附部和/或第二吸附部在与流体的通过方向交叉的方向上被分割为多个。



CN 119836319 A

1.一种酸性气体吸附装置,其具备:酸性气体吸附部,该酸性气体吸附部包含能够吸附酸性气体的酸性气体吸附材料,流体能够在规定方向上通过;以及1个外壳,

所述酸性气体吸附部至少被分割为:

第一吸附部,该第一吸附部包括所述流体的通过方向上的上游端面;以及

第二吸附部,该第二吸附部在所述流体的通过方向上位于所述第一吸附部的下游侧,

所述1个外壳将所述第一吸附部及所述第二吸附部一并收纳,

所述第一吸附部和/或所述第二吸附部在与所述流体的通过方向交叉的方向上被分割为多个。

2.根据权利要求1所述的酸性气体吸附装置,其中,

所述酸性气体为二氧化碳。

3.根据权利要求1或2所述的酸性气体吸附装置,其中,

在所述流体的通过方向上,所述第二吸附部的尺寸与所述第一吸附部的尺寸实质上相同。

酸性气体吸附装置

技术领域

[0001] 本发明涉及酸性气体吸附装置。

背景技术

[0002] 近年来,为了减少环境负荷,努力对大气中所含的酸性气体进行分离、回收。作为该酸性气体,主要可以举出导致全球变暖的二氧化碳(以下有时称为CO_2)。作为上述努力的代表例,已知有二氧化碳回收·利用·储存(Carbon dioxide Capture,Utilization and Storage:CCUS)循环。作为像这样的二氧化碳的分离·回收中使用的二氧化碳吸附装置,提出了具备颗粒结构的二氧化碳吸附部的气体分离单元(例如参见专利文献1)。像这样的二氧化碳吸附装置中,被供给含有CO_2的流体,从而二氧化碳吸附材料从流体中吸附CO_2,将吸附的CO_2在规定条件下脱离。但是,被供给到二氧化碳吸附装置的流体有时包含使二氧化碳吸附材料劣化的中毒劣化成分,如果在二氧化碳吸附装置中反复进行CO_2的吸附及脱离,则二氧化碳吸附材料的活性有可能因中毒劣化成分而降低。这种情况下,需要将二氧化碳吸附装置的工作停止而对CO_2吸附部的整体进行更换,存在更换作业繁杂且运行成本增大的问题。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2014/170184号

发明内容

[0006] 本发明的主要目的在于,提供能够将劣化的酸性气体吸附部局部更换且能够减少运行成本的酸性气体吸附装置。

[0007] [1]本发明的实施方式所涉及的酸性气体吸附装置具备流体能够在规定方向上通过的酸性气体吸附部。该酸性气体吸附部包含能够吸附酸性气体的酸性气体吸附材料。该酸性气体吸附部至少被分割为:第一吸附部,该第一吸附部包括流体的通过方向上的上游端面;以及第二吸附部,该第二吸附部在流体的通过方向上位于该第一吸附部的下游侧。

[0008] [2]上述[1]所述的酸性气体吸附装置中,上述酸性气体可以为二氧化碳。

[0009] [3]上述[1]或[2]所述的酸性气体吸附装置中,在上述流体的通过方向上,上述第二吸附部的尺寸可以与上述第一吸附部的尺寸实质上相同。

[0010] [4]上述[1]至[3]中的任一项所述的酸性气体吸附装置中,上述第一吸附部和/或上述第二吸附部可以在与上述流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上被分割为多个。

[0011] [5]上述[1]至[4]中的任一项所述的酸性气体吸附装置可以进一步具备1个外壳。1个外壳可以将上述第一吸附部及上述第二吸附部一并收纳。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明的实施方式,可以实现能够将劣化的酸性气体吸附部局部更换且能够

减少运行成本的酸性气体吸附装置。

附图说明

[0014] 图1是本发明的1个实施方式的酸性气体吸附装置的概要构成图。

[0015] 图2是本发明的另一实施方式的酸性气体吸附装置的概要构成图。

[0016] 图3是本发明的再一实施方式的酸性气体吸附装置的概要构成图。

[0017] 图4是图3中的第一区块的一个实施方式的概要构成图。

[0018] 图5是图3中的第一区块的概要立体图。

[0019] 图6是图5中的第一区块的中央截面图。

[0020] 图7是用于说明从图3中的酸性气体吸附装置去除第一吸附部的工序的概要说明图。

[0021] 图8是用于说明在图7中的酸性气体吸附装置增加新的吸附部的工序的概要说明图。

具体实施方式

[0022] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明,不过,本发明不限定于这些实施方式。另外,为了更加明确地进行说明,与实施方式相比,附图有时示意性地表示各部分的宽度、厚度、形状等,不过,只不过是一例,并不限定本发明的解释。

[0023] A.酸性气体吸附装置的概要

[0024] 图1是本发明的1个实施方式的酸性气体吸附装置的概要构成图。

[0025] 图示例的酸性气体吸附装置100具备:流体能够在规定方向上通过的酸性气体吸附部1。酸性气体吸附部1包含能够吸附酸性气体的酸性气体吸附材料。酸性气体吸附部1至少被分割为第一吸附部11和第二吸附部12。第一吸附部11包括流体的通过方向上的酸性气体吸附部1的上游端面1a。第二吸附部12在流体的通过方向上配置于第一吸附部11的下游侧。代表性地,第二吸附部12与第一吸附部11邻接。

[0026] 被供给到酸性气体吸附装置的流体中有时包含使酸性气体吸附材料劣化的中毒劣化成分。由于流体从第一吸附部及第二吸附部依次通过,所以,流体中所含的中毒劣化成分相对容易附着于第一吸附部,第一吸附部中所含的酸性气体吸附材料与第二吸附部中所含的酸性气体吸附材料相比容易劣化。因此,第一吸附部的寿命比第二吸附部的寿命短。根据本发明的1个实施方式,由于被分割出寿命相对较短的第一吸附部和寿命相对较长的第二吸附部,所以,能够将第一吸附部和第二吸附部根据寿命而分开更换。因此,与将酸性气体吸附部整体更换的情形相比较,能够将酸性气体吸附部局部顺利地更换。结果,能够减少酸性气体吸附部的更换所需的时间,所以,能够缩短酸性气体吸附装置的工作停止时间。另外,由于能够将第一吸附部和第二吸附部在与寿命相对应的适当时机更换,所以,能够减少运行成本(具体而言,新的吸附部的准备成本、使用后的吸附部的废弃成本)。

[0027] 关于作为酸性气体吸附装置的吸附对象的酸性气体,例如可以举出:二氧化碳(CO_2)、硫化氢、二氧化硫、二氧化氮、二甲基硫醚(DMS)、氯化氢等。1个实施方式中,酸性气体为二氧化碳(CO_2),流体为含CO_2气体。含CO_2气体除了含有CO_2以外,还含有氮。关于含CO_2气体,代表性地为空气(大气)。供给到酸性气体吸附装置之前的含CO_2气体中的CO_2浓度例如为

100ppm(体积基准)以上且2体积%以下。

[0028] 以下,对酸性气体为二氧化碳(CO_2)的情形进行详细说明。

[0029] 酸性气体为CO_2的情况下,酸性气体吸附材料为二氧化碳吸附材料。

[0030] 作为二氧化碳吸附材料,可以采用能够将CO_2吸附并脱离的任意的适当化合物。作为二氧化碳吸附材料,例如可以举出:含氮化合物;离子液体;深共晶溶剂;氢氧化钠、氢氧化钾等碱化合物;碳酸钙、碳酸钾等碳酸盐;碳酸氢钙、碳酸氢钾等碳酸氢盐。

[0031] 1个实施方式中,二氧化碳吸附材料包含含氮化合物。

[0032] 作为含氮化合物,更具体而言,可以举出:单乙醇胺、聚乙烯胺等伯胺;二乙醇胺、环状胺、N—(3—氨丙基)二乙醇胺等仲胺;甲基二乙基胺、三乙醇胺等叔胺;四乙烯五胺等亚乙基胺化合物;氨丙基三甲氧基硅烷、3—氨丙基三乙氧基硅烷、N—(2—氨乙基)—3—氨丙基—三甲氧基硅烷、聚乙烯亚胺—三甲氧基硅烷等氨基硅烷偶联剂;亚乙基亚胺、赋予了氨基的苯乙烯等具有伯氨基~叔氨基的有机单体;直链聚乙烯亚胺、具有伯氨基~叔氨基的支链聚乙烯亚胺、聚酰胺胺、聚乙烯胺等具有伯氨基~叔氨基的有机聚合物;1—(2—羟乙基)哌嗪等取代哌嗪化合物;被赋予氨基作为取代基的有机/无机化合物。

[0033] 二氧化碳吸附材料中,优选可以举出:甲基二乙基胺、单乙醇胺、环状胺、二乙醇胺、四乙烯五胺、亚乙基亚胺、直链聚乙烯亚胺、支链聚乙烯亚胺、被赋予氨基作为取代基的有机/无机化合物。

[0034] 像这样的二氧化碳吸附材料可以单独或组合使用。

[0035] 第一吸附部11和第二吸附部12可以包含上述酸性气体吸附材料(二氧化碳吸附材料)中的彼此相同的酸性气体吸附材料,也可以包含彼此不同的酸性气体吸附材料。1个实施方式中,第一吸附部11和第二吸附部12包含彼此相同的酸性气体吸附材料。

[0036] 1个实施方式中,第一吸附部11具有疏水性。被供给到酸性气体吸附装置的流体中有时夹带有雨等飞沫。另外,如果在酸性气体吸附装置中反复进行酸性气体的吸附及脱离,则有时在酸性气体吸附部的上游侧结有露水。当像这样的水随着流体而浸入到酸性气体吸附部中时,因酸性气体吸附材料的溶出和/或酸性气体吸附材料的稀释,酸性气体吸附装置的酸性气体吸附性能有可能降低。

[0037] 与此相对,1个实施方式中,由于包括上游端面的第一吸附部具有疏水性,所以,能够抑制水浸入到酸性气体吸附部中。因此,能够稳定地维持优异的酸性气体吸附性能。

[0038] 代表性地,像这样的第一吸附部11包含具有疏水性的酸性气体吸附材料(以下设为疏水性吸附材料)。

[0039] 疏水性吸附材料实质上不溶于水。代表性地,疏水性吸附材料在常温常压(23℃、0.1MPa)下呈液体状态。

[0040] 疏水性吸附材料相对于水的溶解度例如为1.0g/100g—H_2O以下,优选为0.8g/100g—H_2O以下。应予说明,疏水性吸附材料相对于水的溶解度的下限代表性地为0.01g/100g—H_2O。如果疏水性吸附材料相对于水的溶解度为像这样的范围,则能够对第一吸附部稳定地赋予优异的疏水性。水的溶解度通过例如将对象物在25℃的水中浸渍3小时并使其溶解的质量变化来测定。

[0041] 于25℃的疏水性吸附材料的Hildebrand溶解度参数例如为7.0$(cal/cm^3)^{1/2}$~11.0$(cal/cm^3)^{1/2}$,优选为8.8$(cal/cm^3)^{1/2}$~10.0$(cal/cm^3)^{1/2}$。例如,可以以从利用红外分

光法、拉曼分光法等结构解析而检测出的官能团得到的信息为基础,通过“Polymer Engineering and Science,February,1974,Vol.14 No.2Page 147-154”中记载的Fedors法,并利用算出Hildebrand法,计算出Hildebrand溶解度参数。

[0042] 应予说明,第一吸附部中所含的疏水性吸附材料通过例如红外分光法、拉曼分光法等结构解析;气相色谱法、液相色谱法等质量分析;CHN元素分析法、电子束微型分析仪(EPMA)等元素分析来确定。第一吸附部包含多种疏水性吸附材料的情况下,以各疏水性吸附材料的体积比率与SP值之积的合计值的形式计算出第一吸附部中所含的疏水性吸附材料的Hildebrand溶解度参数(以下有时称为SP值)。

[0043] 更详细而言,首先,从第一吸附部中的包含疏水性吸附材料的部分(代表性地为后述的酸性气体吸附材料层、后述的颗粒状吸附材料)中取得圆柱形状的样品。接下来,利用例如能够检测出氮等轻元素的电子束微型分析仪(EPMA)以倍率300倍获得该样品中的下述9个位置的元素映射图像。

[0044] 第一位置:样品的一个端面的中心,第二位置:该一个端面的端部,第三位置:将第一位置和第二位置连结的线段的中点,

[0045] 第四位置:将样品的长度方向上的中央沿与长度方向正交的方向切断得到的剖切面的中心,第五位置:该剖切面的端部,第六位置:将第四位置和第五位置连结的线段的中点,

[0046] 第七位置:样品的另一端面的中心,第八位置:该另一端面的端部,第九位置:将第七位置和第八位置连结的线段的中点。

[0047] 接下来,根据上述第一位置至第九位置的元素映射图像,分别求出多个疏水性吸附材料的面积比(元素比)。之后,计算出得到的多个面积比(元素比)的平均值。接下来,根据多个疏水性吸附材料的面积比(元素比)的平均值,计算出各疏水性吸附材料的体积相对于多个疏水性吸附材料的体积的总和100Vol%的比例(Vol%)。

[0048] 接下来,将各疏水性吸附材料的体积比率与SP值之积相加。例如,第一吸附部包含第一疏水性吸附材料A(SP值10、体积比例70Vol%)和第二疏水性吸附材料B(SP值8、体积比例30Vol%)的情况下,关于第一吸附部包含的疏水性吸附材料的SP值,利用下述式(1),计算为$9.4(cal/cm^3)^{1/2}$。

[0049] $(10\times70/100)+(8\times30/100)=9.4$ ・・・(1)

[0050] 作为疏水性吸附材料,例如可以举出上述的二氧化碳吸附材料中的具有疏水性的材料。作为疏水性吸附材料的具体例,可以举出:具有疏水性基团的胺化合物、离子液体、疏水性深共晶溶剂、含氮碳。疏水性吸附材料可以单独或组合使用。

[0051] 作为胺化合物具备的疏水性基团,例如可以举出:甲基等烷基、苯基等芳基。作为具有疏水性基团的胺化合物的具体例,可以举出苯乙基胺。具有疏水性基团的胺化合物可以单独或组合使用。

[0052] 离子液体为仅由离子(阴离子及阳离子)构成的液体的“盐”。作为离子液体的阳离子,例如可以举出:咪唑鎓盐类、吡啶鎓盐类等铵系、鏻系离子、锍盐、无机系离子。作为离子液体的阴离子,例如可以举出:溴化物离子、三氟甲磺酸盐等卤素系;四苯基硼酸盐等硼系;六氟磷酸盐等磷系;烷基磺酸盐等硫系。离子液体可以单独或组合使用。

[0053] 关于疏水性深共晶溶剂,例如可以举出:作为氢键供体(HBD)的以癸酸为代表的含

羧酸有机化合物、以水杨酸苯酯为代表的含酯有机物、以癸醇为代表的醇类、以百里酚为代表的酚类、以樟脑为代表的含酮有机物、作为氢键受体(HBA)的以四正辛基溴化铵为代表的具有卤素或羟基阴离子的铵盐、以氯化三乙烯四胺为代表的具有卤素或羟基阴离子的胺化合物盐、以月桂酸为代表的含羧酸有机化合物、以薄荷醇为代表的醇类、以百里酚为代表的酚类。疏水性深共晶溶剂可以单独或组合使用。

[0054] 具有疏水性的第一吸附部11还可以包含具有酸性气体吸附能力的粒子(以下设为酸性气体吸附能力粒子)和疏水性粘合剂来代替包含疏水性吸附材料。由此,也能够对第一吸附部赋予适当的疏水性。

[0055] 酸性气体吸附能力粒子在常温常压下(23℃、0.1MPaA(绝对压力))呈固体状态。代表性地,第一吸附部11包含多个酸性气体吸附能力粒子。酸性气体吸附能力粒子在包含在第一吸附部11中的状态下可以为一次粒子,也可以为多个一次粒子凝聚得到的二次粒子。

[0056] 酸性气体吸附能力粒子可以仅由在常温常压下呈固体的酸性气体吸附材料构成,也可以由酸性气体吸附材料和载体构成。

[0057] 作为酸性气体吸附能力粒子含有的酸性气体吸附材料,例如可以举出上述的二氧化碳吸附材料。酸性气体吸附能力粒子含有的酸性气体吸附材料可以为上述的疏水性吸附材料,也可以为可溶于水的亲水性吸附材料。

[0058] 亲水性吸附材料相对于水的溶解度例如超过1.0g/100g－H_2O,优选为3.0g/100g－H_2O以上。应予说明,亲水性吸附材料相对于水的溶解度的上限代表性地为800g/100g－H_2O。

[0059] 于25℃的亲水性吸附材料的Hildebrand溶解度参数(SP值)例如为11.5$(cal/cm^3)^{1/2}$～24.0$(cal/cm^3)^{1/2}$,优选为11.9$(cal/cm^3)^{1/2}$～14.5$(cal/cm^3)^{1/2}$。应予说明,第一吸附部包含多种亲水性吸附材料的情况下,与上述的疏水性吸附材料的SP值同样地计算出亲水性吸附材料的SP值。

[0060] 酸性气体吸附能力粒子优选包含亲水性吸附材料。

[0061] 代表性地,亲水性吸附材料的酸性气体的吸附容量比疏水性吸附材料的酸性气体的吸附容量大。因此,如果酸性气体吸附能力粒子包含亲水性吸附材料,则与酸性气体吸附能力粒子包含疏水性吸附材料的情形相比较,能够提高第一吸附部的酸性气体的吸附性能。

[0062] 酸性气体为CO_2的情况下,对于酸性气体吸附材料的CO_2吸附容量,以在25℃、50%RH、CO_2分压15kPa的条件下酸性气体吸附材料每1kg(酸性气体吸附材料担载于载体的情况下,酸性气体吸附材料与载体的总和1kg)能够吸附的CO_2的物质量的形式进行评价。

[0063] 亲水性吸附材料的CO_2吸附容量例如为0.1mol/kg－吸附材料以上,优选为0.7mol/kg－吸附材料以上,更优选为1.0mol/kg－吸附材料以上。例如,可以通过第二次2015年度二氧化碳回收·储存领域评价研讨会(2)资料3－2－1中记载的方法来测定CO_2吸附容量。

[0064] 应予说明,疏水性吸附材料的CO_2吸附容量例如小于2.0mol/kg－吸附材料,另外,例如小于1.0mol/kg－吸附材料,另外,例如小于0.7mol/kg－吸附材料,另外,例如小于0.1mol/kg－吸附材料。

[0065] 作为亲水性吸附材料,例如可以举出不具有疏水性基团的胺化合物。作为不具有

疏水性基团的胺化合物的具体例,可以举出:直链聚乙烯亚胺、具有伯氨基~叔氨基的支链聚乙烯亚胺。亲水性吸附材料可以单独或组合使用。

[0066] 酸性气体吸附能力粒子中,载体担载有酸性气体吸附材料。作为载体,可以采用任意的适当材料。载体优选为多孔质载体。如果载体为多孔质载体,则可以在能够与酸性气体接触的表面形成介孔。关于多孔质载体,下文中详细说明。另外,从热传导性的观点出发,也有时作为载体采用金属材料。例如可以举出:碳钢、合金钢等钢铁材料;铜、铝、镍等非铁金属及其合金。金属材料的情况下,不限于多孔质形状。

[0067] 代表性地,酸性气体吸附能力粒子是将上述的酸性气体吸附材料和上述的载体任意且适当组合而构成的。作为酸性气体吸附能力粒子,具体而言,可以举出:胺担载聚合物、胺担载MOF、胺担载氮掺杂碳。

[0068] 酸性气体吸附材料相对于载体的质量比(酸性气体吸附材料/载体)例如为0.1~5,优选为1~3。

[0069] 疏水性粘合剂能够将酸性气体吸附能力粒子粘结。疏水性粘合剂代表性地为实质上不溶于水的有机粘合剂。

[0070] 疏水性粘合剂相对于水的溶解度例如为1.0g/100g—H_2O以下,优选为0.5g/100g—H_2O以下。应予说明,疏水性粘合剂相对于水的溶解度的下限代表性地为0.01g/100g—H_2O。如果疏水性粘合剂相对于水的溶解度为像这样的范围,则能够对第一吸附部赋予优异的疏水性。

[0071] 于25℃的疏水性粘合剂的Hildebrand溶解度参数(SP值)例如为5.0$(cal/cm^3)^{1/2}$~11.0$(cal/cm^3)^{1/2}$,优选为6.2$(cal/cm^3)^{1/2}$~10.4$(cal/cm^3)^{1/2}$。应予说明,第一吸附部包含多种疏水性粘合剂的情况下,与上述的疏水性吸附材料的SP值同样地计算出疏水性粘合剂的SP值。

[0072] 作为疏水性粘合剂,例如可以举出:聚偏氟乙烯(PVDF)、聚四氟乙烯(PTFE)、全氟烷氧基烷烃(PFA)、全氟乙烯丙烯共聚物(FEP)、乙烯四氟乙烯共聚物(ETFE)等氟聚合物;聚砜、聚偏氯乙烯、聚酰亚胺、聚氯乙烯、聚醚砜(PES)等非晶质塑料。疏水性粘合剂可以单独或组合使用。

[0073] 关于疏水性粘合剂,优选可以举出氟聚合物,更优选可以举出聚偏氟乙烯。如果疏水性粘合剂包含氟聚合物(聚偏氟乙烯),则能够进一步提高第一吸附部的疏水性。

[0074] 疏水性粘合剂的重均分子量Mw(聚苯乙烯换算)例如为10,000~10,000,000,优选为200,000~1,000,000。

[0075] 疏水性粘合剂的含有比例相对于酸性气体吸附能力粒子1质量份而言例如为0.01质量份~5.0质量份,优选为0.12质量份~1.0质量份。

[0076] 1个实施方式中,第二吸附部12构成为:酸性气体的吸附容量比第一吸附部11大。代表性地,像这样的第二吸附部12包含酸性气体的吸附容量比上述的疏水性吸附材料大的酸性气体吸附材料(以下设为大容量吸附材料)。如果第二吸附部包含大容量吸附材料,则能够在第二吸附部从流体中稳定地吸附酸性气体。因此,即便是第一吸附部具有疏水性的情况下,也能够充分确保酸性气体吸附装置整体的吸附性能。

[0077] 大容量吸附材料的CO_2吸附容量例如为1mol/kg—吸附材料以上,优选为3mol/kg—吸附材料以上,更优选为5mol/kg—吸附材料以上。

[0078] 作为大容量吸附材料,例如可以举出上述的亲水性吸附材料,优选可以举出直链聚乙烯亚胺、支链聚乙烯亚胺。

[0079] 另外,大容量吸附材料可以担载于上述的载体而构成为酸性气体吸附能力粒子。第二吸附部12包含酸性气体吸附能力粒子的情况下,第二吸附部12优选还包含亲水性粘合剂。

[0080] 亲水性粘合剂能够将酸性气体吸附能力粒子粘结。亲水性粘合剂为实质上可溶于水的有机粘合剂。

[0081] 亲水性粘合剂相对于水的溶解度例如超过5g/100g－H_2O,优选为10g/100g－H_2O以上。应予说明,亲水性粘合剂相对于水的溶解度的上限代表性地为80g/100g－H_2O。

[0082] 于25℃的亲水性粘合剂的Hildebrand溶解度参数(SP值)例如为11.5$(cal/cm^3)^{1/2}$～24.0$(cal/cm^3)^{1/2}$,优选为11.9$(cal/cm^3)^{1/2}$～14.5$(cal/cm^3)^{1/2}$。应予说明,第二吸附部包含多种亲水性粘合剂的情况下,关于亲水性粘合剂的SP值,除了从第二吸附部中的包含亲水性粘合剂的部分(代表性地为后述的酸性气体吸附材料层、后述的颗粒状吸附材料)取得样品以外,与上述的疏水性吸附材料的SP值同样地计算。

[0083] 作为亲水性粘合剂,例如可以举出(甲基)丙烯酸系树脂、直链淀粉、甲基纤维素、聚乙烯醇等水溶性聚合物,优选可以举出甲基纤维素。应予说明,本说明书中,所谓“(甲基)丙烯酸系树脂”,包括丙烯酸系树脂及甲基丙烯酸系树脂。亲水性粘合剂可以单独或组合使用。

[0084] 亲水性粘合剂的重均分子量Mw(聚苯乙烯换算)例如为10,000～10,000,000,优选为200,000～1,000,000。

[0085] 亲水性粘合剂的含有比例相对于酸性气体吸附能力粒子1质量份而言例如为0.01质量份～5.0质量份,优选为0.12质量份～1.0质量份。

[0086] 1个实施方式中,酸性气体吸附装置100具备:包括第一吸附部11及第二吸附部12的酸性气体吸附部1;以及1个外壳2。外壳2对酸性气体吸附部1进行收纳。换言之,1个外壳2将第一吸附部11及第二吸附部12一并收纳。如果1个外壳将第一吸附部及第二吸附部一并收纳,则与第一吸附部及第二吸附部分别收纳于彼此不同的外壳的情形相比较,能够使酸性气体吸附装置小型化,因此,能够将设备费用抑制得较便宜,此外,能够增加每单位面积的酸性气体回收量。

[0087] 图示例中,外壳2具有沿流体的通过方向延伸的筒形状。亦即,流体的通过方向和外壳2的轴线方向大致平行。流体的通过方向上的外壳2的上游端部构成为第一开口21。流体的通过方向上的外壳2的下游端部构成为第二开口22。酸性气体吸附部1在外壳2的内部空间中配置于第一开口21与第二开口22之间。第一吸附部11配置于第一开口21与第二吸附部12之间。第二吸附部12相对于第一吸附部11而配置于与第一开口21相反一侧。第一开口21及第二开口22分别能够供流体通过。

[0088] 关于流体的通过方向上的酸性气体吸附部1的尺寸L,只要压损不导致风扇驱动电力增加即可,没有特别限定,例如为0.5m以上,优选为0.6m以上,且例如为2.0m以下,优选为1.0m以下。与流体的通过方向正交的方向上的酸性气体吸附部1的尺寸没有特别限制,例如为1.5m以上,优选为2.0m以上,且例如为4.0m以下,优选为3.0m以下。

[0089] 第一吸附部11包括流体的通过方向上的酸性气体吸附部1的上游端面1a。图示例

的第二吸附部12包括流体的通过方向上的酸性气体吸附部1的下游端面1b。代表性地,流体的通过方向与酸性气体吸附部1的上游端面1a及下游端面1b分别正交。

[0090] 流体的通过方向上的第一吸附部11及第二吸附部12各自的尺寸可以根据使用的酸性气体吸附材料而采用任意的适当值。1个实施方式中,在流体的通过方向上,第一吸附部11的尺寸L1相对于酸性气体吸附部1的全长L而言例如为5%以上,优选为10%以上,且例如为50%以下,优选为35%以下。

[0091] 如果第一吸附部的尺寸为上述下限以上,则能够稳定地抑制与第一吸附部邻接配置的第二吸附部因中毒劣化成分而劣化,如果第一吸附部的尺寸为上述上限以下,则能够进一步减少运行成本。

[0092] 在第一吸附部11与第二吸附部12之间,可以在流体的通过方向上形成有间隙。通常,酸性气体吸附部中,流体容易在中央附近流动,不易在外侧部分流动。就这一点而言,如果在第一吸附部与第二吸附部之间形成有间隙,则能够减少酸性气体吸附部中的流体的流量偏差。在流体的通过方向上,该间隙的尺寸相对于流体的通过方向上的酸性气体吸附部的全长L(流体的通过方向上的第一吸附部的尺寸和第二吸附部的尺寸的总和)而言例如为30%以下,优选为10%以下。如果间隙的尺寸为上述上限以下,则能够抑制流体滞留于第一吸附部与第二吸附部之间,从而能够使流体从第一吸附部顺利地流动到第二吸附部。

[0093] 如图2所示,1个实施方式中,酸性气体吸附部1除了具备第一吸附部11及第二吸附部12以外,还具备第n吸附部13。n例如为3以上且30以下。代表性地,第n吸附部13与第一吸附部11及第二吸附部12一同一并被收纳于1个外壳2。图示例中,酸性气体吸附部1除了具备第一吸附部11及第二吸附部12以外,还具备第三吸附部133、第四吸附部134、以及第五吸附部135。换言之,酸性气体吸附部1在流体的通过方向上被分割为n个。第三吸附部至第n吸附部依次配置于流体的通过方向上的第二吸附部的下游侧。第n吸附部13可以包含与第二吸附部12相同的酸性气体吸附材料,也可以包含与第二吸附部12不同的酸性气体吸附材料。第n吸附部13中的在流体的通过方向上位于最下游侧的第n吸附部13包括酸性气体吸附部1的下游端面1b。第一吸附部11、第二吸附部12以及第n吸附部13优选包含彼此相同的酸性气体吸附材料。

[0094] 在第二~第n吸附部中的彼此相邻的吸附部之间,可以在流体的通过方向上形成有间隙。该间隙的尺寸范围与上述的第一吸附部11与第二吸附部12之间的间隙的尺寸范围相同。

[0095] 1个实施方式中,流体的通过方向上的第二吸附部的尺寸与第一吸附部11的尺寸L1实质上相同。根据这样的构成,下文中详细说明,在对寿命相对较短的第一吸附部进行更换时,可以将寿命相对较长的第二吸附部用作下一个第一吸附部。应予说明,本申请说明书中,所谓尺寸实质上相同,包含它们的尺寸之差为10cm以内的情形。另外,流体的通过方向上的第n吸附部的尺寸优选与第一吸附部11的尺寸L1实质上相同。

[0096] 如图3所示,第一吸附部11可以在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上被分割为多个第一区块11a。换言之,第一吸附部11由在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上并排的多个第一区块11a构成。由此,能够制造相对较小的第一区块而构成第一吸附部。因此,与将第一吸附部一并制造的情形相比较,能够容易地制造第一吸附部。此外,能够将第一吸附部11中的特别容易劣化的部分(第一区块)分开更换。

[0097] 流体的通过方向上的第一区块11a的尺寸例如为0.10m以上,优选为0.15m以上,且例如为0.30m以下,优选为0.20m以下。与流体的通过方向正交的方向上的第一区块11a的尺寸例如为0.10m以上,优选为0.15m以上,且例如为0.80m以下,优选为0.60m以下。

[0098] 第一吸附部11由多个第一区块11a构成的情况下,可以将多个第一区块11a构成为能够一并更换的筒。

[0099] 关于多个第一区块11a中的彼此相邻的第一区块11a,可以在它们之间形成间隙,也可以在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上彼此接触。

[0100] 图示例中,第一吸附部11在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向、纸面上下方向)上被分割为4个。与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上的第一吸附部的分割数不限定于此。另外,第一吸附部11在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向、纸面进深方向)也可以被分割为多个。与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上的第一吸附部的分割数例如为2以上且300以下。

[0101] 多个第一区块11a可以包含彼此相同的酸性气体吸附材料,也可以包含彼此不同的酸性气体吸附材料。

[0102] 1个实施方式中,第二吸附部12在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上被分割为多个第二区块12a。第二吸附部12由在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上并排的多个第二区块12a构成。由此,能够制造相对较小的第二区块而构成第二吸附部,从而能够容易地制造第二吸附部。此外,能够将第二吸附部中的容易劣化的部分(第二区块)分开更换。

[0103] 第二区块12a的尺寸范围与上述的第一区块11a的尺寸范围相同。

[0104] 第二吸附部12由多个第二区块12a构成的情况下,可以将多个第二区块12a构成为能够一并更换的筒。

[0105] 关于多个第二区块12a中的彼此相邻的第二区块12a,可以在它们之间形成间隙,也可以在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上彼此接触。

[0106] 图示例中,第二吸附部12在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向、纸面上下方向)上被分割为4个。与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上的第二吸附部的分割数不限定于此。另外,第二吸附部12在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向、纸面进深方向)上也可以被分割为多个。与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上的第二吸附部的分割数例如为2以上且300以下,优选与第一吸附部的分割数相同。

[0107] 多个第二区块12a可以包含彼此相同的酸性气体吸附材料,也可以包含彼此不同的酸性气体吸附材料。

[0108] 1个实施方式中,第n吸附部13在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上被分割为多个第n区块13a。第n吸附部13由在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上并排的多个第n区块13a构成。由此,能够制造相对较小的第n区块而构成第n吸附部,从而能够容易地制造第n吸附部。

[0109] 第n区块13a的尺寸范围与上述的第一区块11a的尺寸范围相同。

[0110] 关于多个第n区块中的彼此相邻的第n区块13a,可以在它们之间形成间隙,也可以在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上彼此接触。

[0111] 图示例中,第n吸附部13在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向、纸面上下方向)上被分割为4个。与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上的第n吸附部的分割数不限定于此。另外,第n吸附部13在与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向、纸面进深方向)上可以被分割为多个。与流体的通过方向交叉的方向(优选为正交的方向)上的第n吸附部的分割数例如为2以上且300以下,优选与第一吸附部的分割数相同。

[0112] 多个第n区块13a可以包含彼此相同的酸性气体吸附材料,也可以包含彼此不同的酸性气体吸附材料。

[0113] 以下,对酸性气体吸附部的具体构成进行说明。

[0114] B.酸性气体吸附部

[0115] 如上所述,酸性气体吸附部1具备第一吸附部11及第二吸附部12。另外,酸性气体吸附部1可以进一步具备第n吸附部。代表性地,关于第一~第n吸附部的各吸附部,除了尺寸不同以外,具有同样的构成。另外,关于图1所示的第一吸附部11(一体形成)和图3所示的第一区块11a,除了尺寸不同以外,具有同样的构成。因此,以下举出图3所示的第一区块11a而对其构成详细地进行说明。

[0116] 1个实施方式中,如图4所示,第一区块11a具备多个吸附材料层71。

[0117] 多个吸附材料层71在它们的厚度方向上彼此空开间隔地被层叠。图示例中,并列配置有5个吸附材料层71,不过,吸附材料层71的个数不限制于此。吸附材料层71的个数例如为5以上,优选为10以上,更优选为20以上。多个吸附材料层71中的彼此相邻的吸附材料层71之间的间隔例如为0.5cm以上且1.5cm以下。

[0118] 多个吸附材料层71分别具备:柔性纤维部件73、以及多个颗粒状吸附材料72。

[0119] 柔性纤维部件73容许气体的通过且限制颗粒状吸附材料的通过。代表性地,柔性纤维部件73形成为能够对多个颗粒状吸附材料72进行收纳的中空形状(袋形)。柔性纤维部件73可以为织物,也可以为无纺布。作为柔性纤维部件73的材料,例如可以举出有机纤维、天然纤维,优选可以举出:聚对苯二甲酸乙二醇酯纤维、聚乙烯纤维、纤维素系纤维。柔性纤维部件73的厚度例如为25μm以上且500μm以下。

[0120] 多个颗粒状吸附材料72被填充于具有中空形状(袋形)的柔性纤维部件73的内部。颗粒状吸附材料72作为酸性气体吸附材料而发挥功能,代表性地,作为二氧化碳吸附材料而发挥功能。作为颗粒状吸附材料72的材料,例如可以举出经上述的酸性气体吸附材料修饰的材料,优选可以举出经上述的酸性气体吸附材料修饰的纤维素,更优选可以举出经上述的酸性气体吸附材料修饰的纳米纤维化纤维素。颗粒状吸附材料72的平均一次粒径例如为60μm以上且1200μm以下。吸附材料层71中的颗粒状吸附材料72的填充比例可以采用任意的适当值。

[0121] 图示例的酸性气体吸附装置7还具备多个间隔物74。间隔物74夹于多个吸附材料层71中的彼此相邻的吸附材料层71之间。由此,能够稳定地确保彼此相邻的吸附材料层之间的间隔。1个实施方式中,多个吸附材料层71和多个间隔物74配置为:从与吸附材料层71的厚度方向正交的方向(图1中的纸面进深方向)观察,成为大致Z字形状。

[0122] 作为像这样的酸性气体吸附装置7,例如可以举出国际公开第2014/170184号中记载的气体分离单元。该公报整体的记载作为参考而被援用到本说明书。

[0123] 另一实施方式中,如图5及图6所示,代表性地,第一区块11a具备:基材3、以及酸性气体吸附层4。

[0124] 基材3的结构没有特别限制,例如可以举出:蜂窝状、滤布等过滤结构;颗粒结构等。酸性气体吸附层4配置于上述基材3的表面即可,没有特别限制。

[0125] B—1.基材(蜂窝状基材)

[0126] 1个实施方式中,基材3为蜂窝状基材3a。蜂窝状基材3a具备规定出多个隔室33的隔壁32。

[0127] 隔室33在蜂窝状基材3a的长度方向(轴线方向)上从蜂窝状基材3a的第一端面E1(流入端面)延伸至第二端面E2(流出端面)(参照图6)。隔室33在蜂窝状基材3a的与长度方向正交的方向上的截面中具有任意的适当形状。作为隔室的截面形状,例如可以举出:三角形、四边形、五边形、六边形以上的多边形、圆形、椭圆形。关于隔室的截面形状及尺寸,可以全部相同,也可以至少一部分不同。这样的隔室的截面形状中,优选可以举出六边形、四边形,更优选可以举出正方形、长方形或六边形。

[0128] 蜂窝状基材的与长度方向正交的方向上的截面中的隔室密度(即,每单位面积的隔室33的数量)可以根据目的而适当设定。隔室密度可以例如为4隔室/cm^2~320隔室/cm^2。如果隔室密度为这样的范围,则能够充分确保蜂窝状基材的强度及有效GSA(几何学表面积)。

[0129] 蜂窝状基材3a具有任意的适当形状(整体形状)。作为蜂窝状基材的形状,例如可以举出:底面为圆形的圆柱状、底面为椭圆形的椭圆柱状、底面为多边形的棱柱状、底面为不规则形状的柱状。图示例的蜂窝状基材3a具有棱柱形状。蜂窝状基材的外径及长度可以根据目的而适当设定。虽未图示,不过,蜂窝状基材可以在与长度方向正交的方向上的截面的中心部具有中空区域。

[0130] 代表性地,蜂窝状基材3a具备:外壁31、以及位于外壁31内侧的隔壁32。图示例中,外壁31和隔壁32一体地形成。外壁31和隔壁32也可以为分体。

[0131] 图示例中,外壁31具有方筒形状。外壁31的厚度可以任意且适当地设定。外壁31的厚度例如为0.1mm~10mm。

[0132] 隔壁32规定出多个隔室33。更详细而言,隔壁32具有彼此正交的第一隔壁32a和第二隔壁32b,第一隔壁32a及第二隔壁32b规定出多个隔室33。隔室33的截面形状为大致四边形。应予说明,隔壁的构成不限于上述的隔壁32。隔壁具有:沿放射方向延伸的第一隔壁、以及沿周向延伸的第二隔壁,它们可以规定出多个隔室。

[0133] 隔壁32的厚度可以根据酸性气体吸附装置的用途而适当地设定。代表性地,隔壁32的厚度比外壁31的厚度薄。隔壁32的厚度例如为0.03mm~0.6mm。通过例如基于SEM(扫描型电子显微镜)的截面观察来测定隔壁的厚度。如果隔壁的厚度为这样的范围,则能够使蜂窝状基材的机械强度充分,且能够使开口面积(截面中的隔室的总面积)充分。

[0134] 隔壁32的气孔率可以根据目的而适当设定。隔壁32的气孔率例如为15%以上,优选为20%以上,且例如为70%以下,优选为45%以下。应予说明,可以利用例如水银压入法来测定气孔率。

[0135] 隔壁32的体积密度可以根据目的而适当设定。它们的体积密度例如为0.10g/cm^3以上,优选为0.20g/cm^3以上,且例如为0.60g/cm^3以下,优选为0.50g/cm^3以下。应予说明,可

以利用例如水银压入法来测定体积密度。

[0136] 作为构成隔壁32的材料,代表性地,可以举出陶瓷。作为陶瓷,例如可以举出:碳化硅、硅－碳化硅系复合材料、堇青石、多铝红柱石、氧化铝、氮化硅、尖晶石、碳化硅－堇青石系复合材料、硅酸锂铝及钛酸铝。构成隔壁的材料可以单独或组合使用。构成隔壁的材料中,优选可以举出堇青石、氧化铝、多铝红柱石、碳化硅、硅－碳化硅系复合材料及氮化硅,更优选可以举出碳化硅及硅－碳化硅系复合材料。

[0137] 代表性地,像这样的蜂窝状基材3a利用以下方法来制作。首先,在包含上述陶瓷粉末的材料粉末中根据需要加入粘合剂和水或有机溶剂,对得到的混合物进行混炼而制成坯料,将坯料成型(代表性地为挤出成型)为期望的形状,之后,进行干燥,根据需要进行烧成,制作蜂窝状基材3a。烧成的情况下,例如于1200℃～1500℃进行烧成。烧成时间例如为1小时以上且20小时以下。

[0138] B－2.酸性气体吸附层(二氧化碳吸附层)

[0139] 1个实施方式中,酸性气体吸附层4形成在隔壁32的表面。蜂窝状基材3a中,在隔室33的截面中的未形成酸性气体吸附层4的部分(代表性地为中央部)形成有流路34。酸性气体吸附层4可以像图示例那样形成在隔壁32的整个内表面(即,以将流路34包围的方式),也可以形成在隔壁的表面的一部分。如果酸性气体吸附层4形成在隔壁32的整个内表面,则能够提高酸性气体(代表性地为CO_2)的吸附效率。

[0140] 流路34与隔室33同样地从第一端面E1(流入端面)延伸至第二端面E2(流出端面)。作为流路34的截面形状,可以举出与上述的隔室33同样的截面形状,优选可以举出六边形、四边形,更优选可以举出正方形、长方形或六边形。关于流路34的截面形状及尺寸,可以全部相同,也可以至少一部分不同。

[0141] 代表性地,后述的吸附工序中,包含酸性气体的流体被供给到隔室33(更详细地为流路34)。

[0142] 酸性气体吸附层4包含与待吸附的酸性气体相对应的酸性气体吸附材料。

[0143] 1个实施方式中,酸性气体吸附材料层4除了包含上述的酸性气体吸附材料以外,还进一步包含多孔质载体。这种情况下,代表性地,酸性气体吸附材料担载于多孔质载体而面对流路。如果酸性气体吸附材料层包含多孔质载体,则能够抑制吸附工序和/或脱离工序中酸性气体吸附材料自酸性气体吸附材料层脱落。

[0144] 多孔质载体可以在酸性气体吸附材料层中形成介孔。作为多孔质载体,例如可以举出:MOF－74、MOF－200、MOF－210等有机金属结构体(MOF);活性炭;氮掺杂碳;介孔二氧化硅;介孔氧化铝;沸石;碳纳米管;聚偏氟乙烯(PVDF)等氟化树脂,优选可以举出:有机金属结构体(MOF)、活性炭、PVDF、沸石、介孔二氧化硅及介孔氧化铝。多孔质载体可以单独或组合使用。多孔质载体优选采用与酸性气体吸附材料不同的材料。

[0145] 多孔质载体的BET比表面积例如为50m^2/g以上,优选为500m^2/g以上。如果多孔质载体的表面积为上述下限以上,则能够稳定地担载酸性气体吸附材料,从而能够提高酸性气体的吸附效率。多孔质载体的BET比表面积的上限代表性地为2000m^2/g以下。

[0146] 酸性气体吸附材料层包含酸性气体吸附材料及多孔质载体的情况下,酸性气体吸附材料层中的酸性气体吸附材料及多孔质载体的总和的含有比例例如为30质量%以上,优选为50质量%以上,且例如为100质量%以下,优选为99质量%以下。

[0147] 酸性气体吸附材料层中的酸性气体吸附材料的含有比例例如为30质量%以上,优选为50质量%以上,且例如为99质量%以下。多孔质载体的含有比例相对于酸性气体吸附材料1质量份而言例如为0.01质量份以上,优选为0.3质量份以上,且例如为0.7质量份以下,优选为0.5质量份以下。如果多孔质载体的含有比例为上述范围,则能够更加稳定地担载酸性气体吸附材料。

[0148] 另外,酸性气体吸附材料层可以仅由酸性气体吸附材料构成。这种情况下,酸性气体吸附材料直接担载于隔壁32而面对流路。酸性气体吸附材料层仅由酸性气体吸附材料构成的情况下,酸性气体吸附材料层中的酸性气体吸附材料的含有比例代表性地为95.0质量%以上且100质量%以下。如果酸性气体吸附材料的含有比例为上述范围,则能够稳定地确保优异的酸性气体的吸附效率。

[0149] 代表性地,像这样的酸性气体吸附材料层利用以下的方法来制作。将上述的酸性气体吸附材料溶解于溶剂中,制备酸性气体吸附材料的溶液。另外,根据需要在该溶剂中添加上述的多孔质载体。酸性气体吸附材料及多孔质载体的添加顺序没有特别限制。之后,将酸性气体吸附材料的溶液涂布于基材(具体地为隔壁)上,之后,将涂膜干燥,根据需要使其烧结,形成酸性气体吸附材料层。

[0150] 另外,酸性气体吸附层4可以包含:上述的酸性气体吸附能力粒子、以及上述的粘合剂(疏水性粘合剂或亲水性粘合剂)。

[0151] 酸性气体吸附层4中的酸性气体吸附能力粒子及粘合剂的总和的含有比例例如为30体积%~100体积%,优选为50体积%~99体积%。应予说明,例如可以通过微结构观察、元素分析来测定体积%。

[0152] 酸性气体吸附层4中的酸性气体吸附能力粒子的含有比例例如为5体积%以上,优选为30体积%以上。酸性气体吸附能力粒子的含有比例的上限代表性地为85体积%。如果酸性气体吸附能力粒子的含有比例为像这样的范围,能够充分确保酸性气体吸附装置的酸性气体的吸附性能。

[0153] 酸性气体吸附层4中的粘合剂的含有比例例如为5体积%以上,优选为15体积%以上。粘合剂的含有比例的上限代表性地为70体积%。如果粘合剂的含有比例为像这样的范围,则能够抑制后述的回收方法中酸性气体吸附能力粒子自酸性气体吸附层脱落。

[0154] 代表性地,像这样的酸性气体吸附材料层利用以下方法来制作。首先,将上述的粘合剂溶解于溶剂中,制备粘合剂溶液。接下来,使酸性气体吸附能力粒子分散于粘合剂溶液中。之后,将分散有酸性气体吸附能力粒子的粘合剂溶液涂布在基材(具体地为隔壁)上,然后,使涂膜干燥,形成酸性气体吸附材料层。

[0155] C.酸性气体的回收方法

[0156] 接下来,对使用了本发明的1个实施方式所涉及的酸性气体吸附装置的酸性气体的回收方法进行说明。代表性地,酸性气体的回收方法依次包括吸附工序和脱离工序。

[0157] 吸附工序中,向被调整为规定的吸附温度的酸性气体吸附部1供给含有酸性气体的流体。此时,含有酸性气体的流体经由外壳2的第一开口21而首先流入到第一吸附部11(更具体地为第一区块11a的流路34)。由此,第一吸附部11包含的酸性气体吸附材料从含有酸性气体(代表性地为CO_2)的流体中吸附酸性气体。此时,有时流体中含有的中毒劣化成分附着于第一吸附部11的酸性气体吸附层4。之后,已从第一吸附部11通过的流体流入到第二

吸附部12。由此,第二吸附部12包含的酸性气体吸附材料从流体中吸附酸性气体。由此,从被供给到酸性气体吸附部的流体中吸附酸性气体。之后,已从第一吸附部11及第二吸附部12依次通过的流体从第二开口22被排出。

[0158] 吸附工序中的酸性气体吸附部的温度(吸附温度)例如为0℃以上,优选为10℃以上,且例如为50℃以下,优选为40℃以下。1个实施方式中,吸附温度与外部气温相同。吸附工序的实施时间(吸附时间)例如为15分钟以上,优选为30分钟以上,且例如为3小时以下,优选为2小时以下。

[0159] 如果吸附温度和/或吸附时间为上述范围,则酸性气体吸附材料能够高效地吸附酸性气体。

[0160] 吸附工序中的酸性气体吸附率(=100-(已从酸性气体吸附部通过的流体中的酸性气体浓度/供给到酸性气体吸附部之前的流体中的酸性气体浓度×100))例如为60%以上,优选为75%以上,更优选为80%以上,且例如为90%以下。

[0161] 接下来,脱离工序中,代表性地,酸性气体吸附部1被加热到超过吸附温度的脱离温度。更详细而言,脱离工序中,在酸性气体吸附部1被升温至脱离温度之后,于脱离温度维持规定的脱离时间。由此,吸附工序中酸性气体吸附材料吸附的酸性气体自酸性气体吸附材料脱离。因此,能够对已脱离的酸性气体进行回收。

[0162] 1个实施方式中,在脱离工序中,脱离气体被供给到酸性气体吸附部1,脱离气体从第一吸附部11及第二吸附部12依次通过,由此将已脱离的酸性气体与脱离气体一同回收。有时将脱离工序中被回收的气体称为回收气体。作为脱离气体,优选可以举出通过酸性气体吸附装置而被先回收的回收气体。通过作为脱离气体利用回收气体,能够提高回收气体中的酸性气体浓度。

[0163] 应予说明,在脱离工序中,还能够不使用脱离气体地回收酸性气体。例如,通过减压泵,可以对已脱离的酸性气体进行吸引而回收。另外,还可以将脱离气体和减压泵组合使用。

[0164] 脱离工序中的酸性气体吸附部的温度(脱离温度)例如为70℃以上,优选为80℃以上,且例如为200℃以下,优选为110℃以下。脱离工序的实施时间(酸性气体吸附部于脱离温度被维持的脱离时间)例如为1分钟以上,优选为5分钟以上,且例如为1小时以下,优选为30分钟以下。如果脱离温度和/或脱离时间为上述范围,则能够使酸性气体自酸性气体吸附材料充分脱离。

[0165] 通过以上操作,能够高效地回收酸性气体。吸附工序和脱离工序优选依次反复实施。1个实施方式中,吸附工序及脱离工序的循环实施例如10次以上、优选30次以上、更优选50次以上、进一步优选100次以上。

[0166] D.更换方法

[0167] 接下来,对本发明的1个实施方式所涉及的第一吸附部的更换方法进行说明。

[0168] 1个实施方式中,实施吸附工序及脱离工序后(优选为以上述范围实施吸附工序及脱离工序的循环后),对第一吸附部进行更换。另外,第一吸附部的更换可以在吸附工序中的酸性气体吸附率低于上述下限之后实施。

[0169] 第一吸附部的更换方法中,首先,从外壳2的内部取出使用后的第一吸附部11。例如,将第一吸附部11经由在外壳2设置的开口而从外壳2的内部抽出到外部。另外,也可以拆

下外壳2中的比酸性气体吸附部1靠上游侧的部分,将第一吸附部11从外壳2取出。

[0170] 之后,1个实施方式中,将新的第一吸附部11装配到外壳2内。由此,第一吸附部的更换完成。

[0171] 另外,如图7所示,第二吸附部12的尺寸与第一吸附部11的尺寸相同的情况下,将使用后的第一吸附部11从外壳2取出后,使第二吸附部12朝向流体的通过方向上的上游侧移动。由此,能够将第二吸附部12设为下一个第一吸附部11。据此,也能够对第一吸附部进行更换。

[0172] 另外,酸性气体吸附部1具备第n吸附部13(第三吸附部133)的情况下,可以使第n吸附部13(第三吸附部133)朝向流体的通过方向上的上游侧移动,设为下一个第二吸附部12。

[0173] 之后,如图8所示,根据需要,在流体的通过方向上的酸性气体吸附部1的下游端部增加第n吸附部。例如,将新的第n吸附部经由在外壳2设置的开口而插入到外壳2的内部。另外,也可以将外壳2中的比酸性气体吸附部1靠下游侧的部分拆下,将新的第n吸附部配置于外壳2的内部。

[0174] 产业上的可利用性

[0175] 本发明的实施方式所涉及的酸性气体吸附装置用于酸性气体的分离·回收,特别是可以很好地用于二氧化碳回收·利用·储存(CCUS)循环。

[0176] 符号说明

[0177] 1 酸性气体吸附部

[0178] 11 第一吸附部

[0179] 12 第二吸附部

[0180] 2 外壳

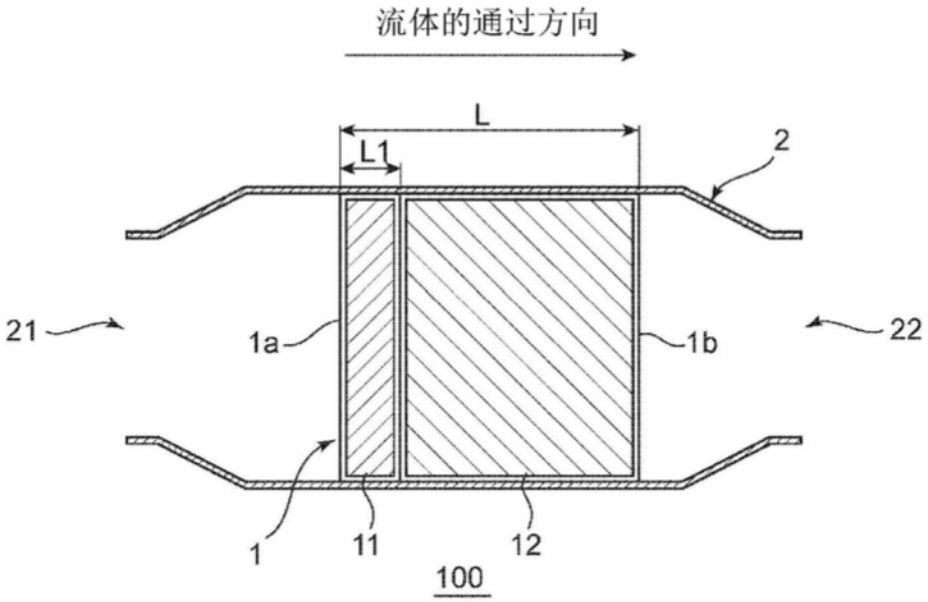

流体的通过方向
L
L1
2
21
1a
1b
22
1
11
12
100

图1

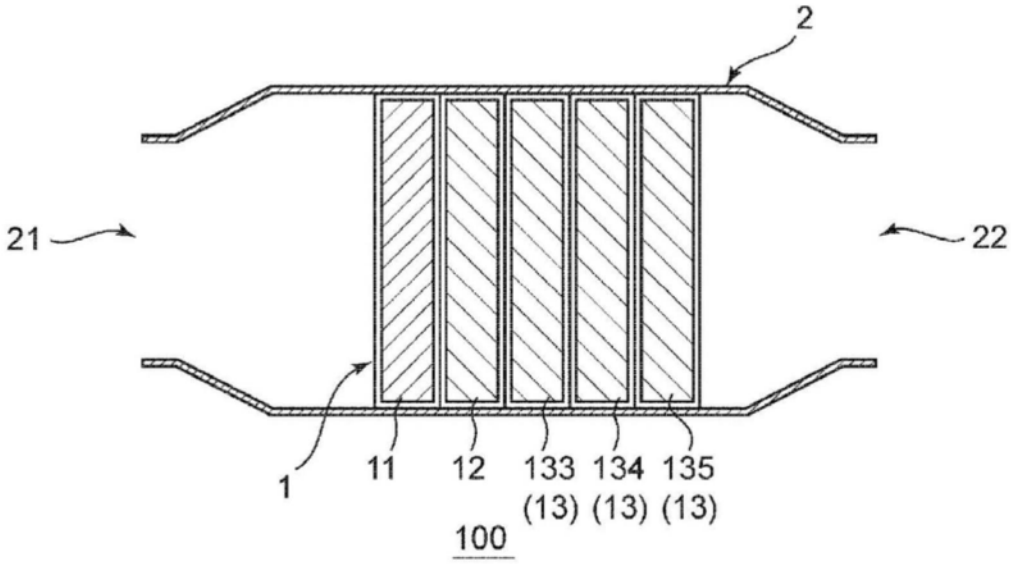

2
21
22
1
11
12
133
(13)
134
(13)
135
(13)
100

图2

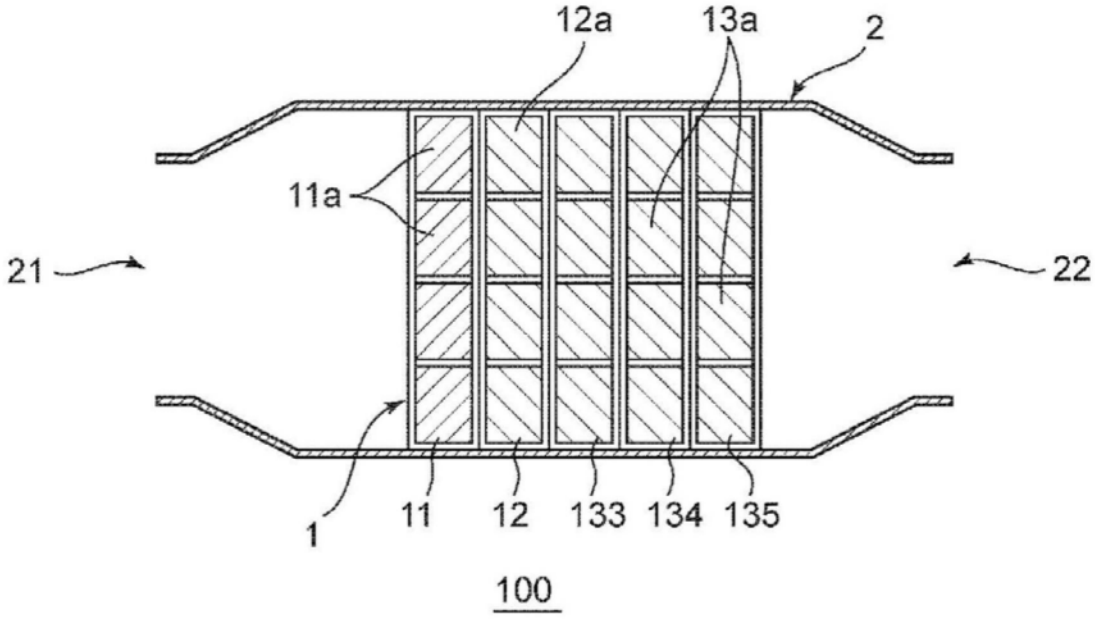

12a
13a
2
11a
21
22
1
11
12
133
134
135
100

图3

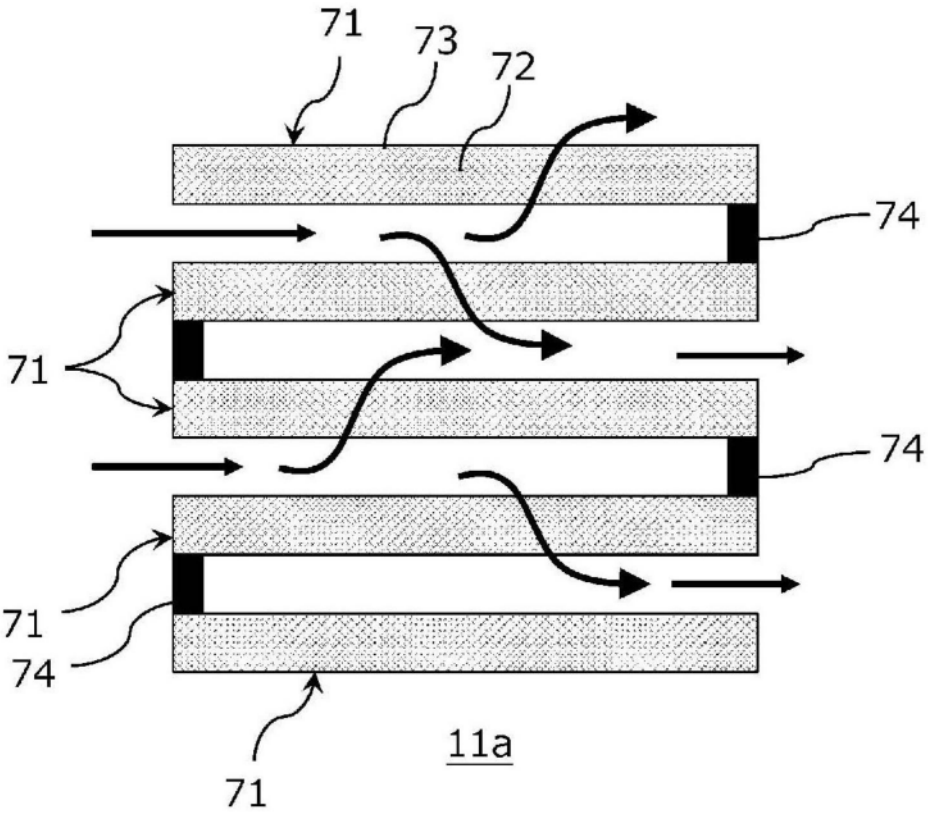

71
73
72
74
71
74
71
74
71
11a

图4

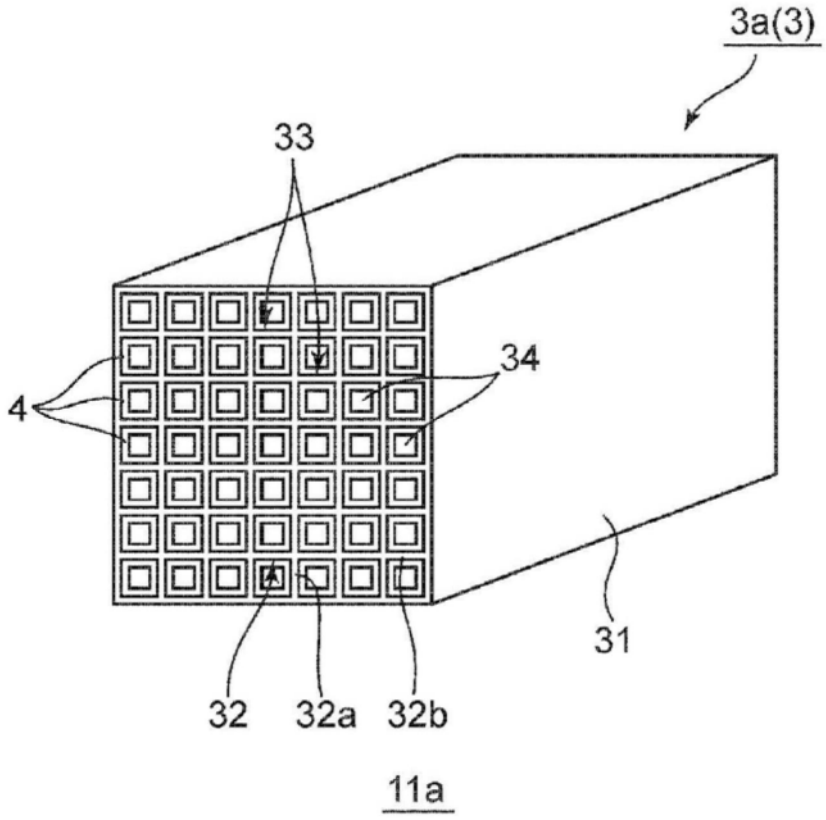


图5

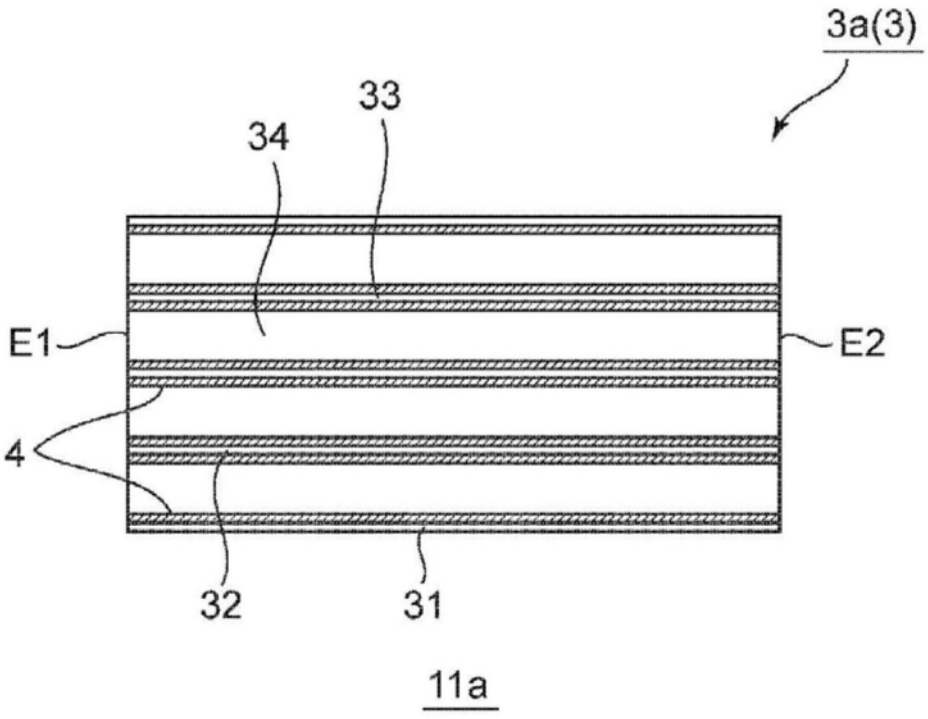


图6

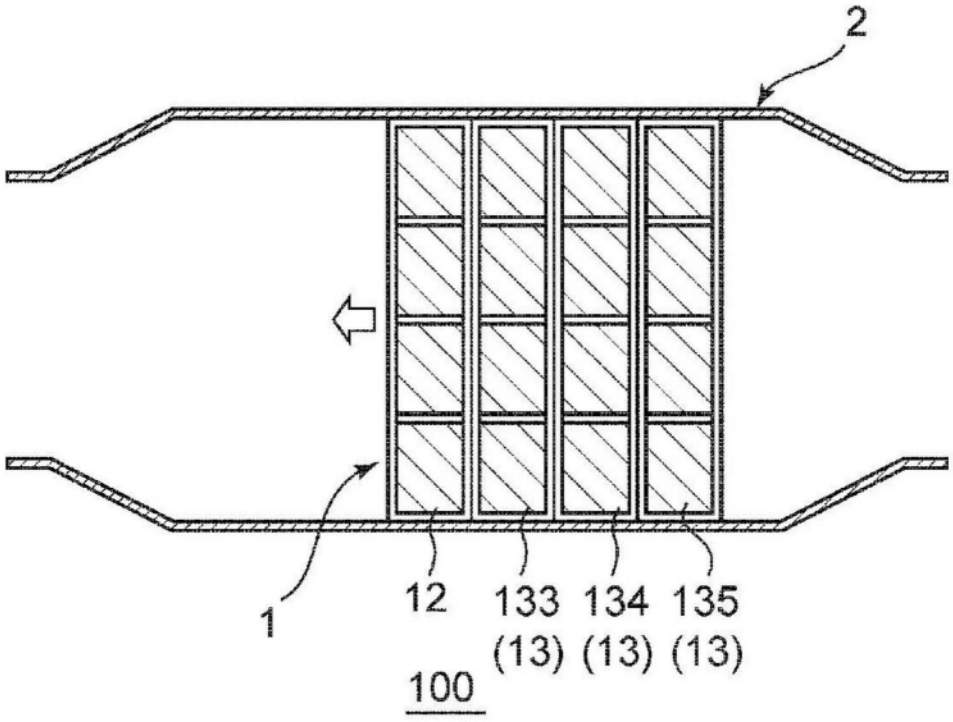


图7

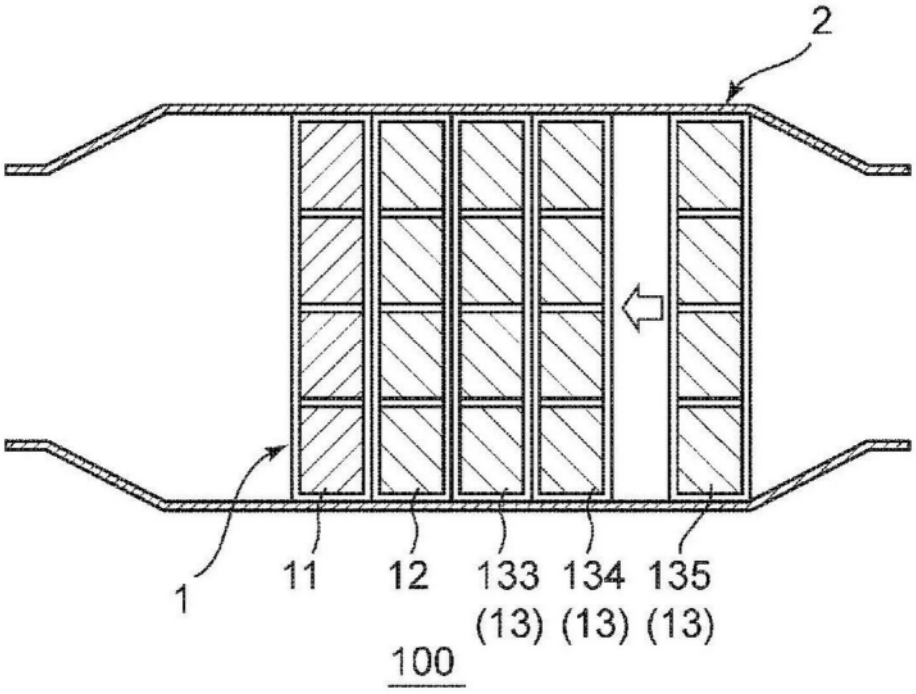


图8