



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119730938 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 28

(21) 申请号 202380059125.9

(22) 申请日 2023.08.29

(30) 优先权数据

2022-139537 2022.09.01 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.02.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/031179 2023.08.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/048566 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

菅博史 柴垣行成

(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 王轶 郑雪娜

(51) Int.Cl.

B01D 53/04 (2006.01)

C01B 32/50 (2006.01)

B01J 20/22 (2006.01)

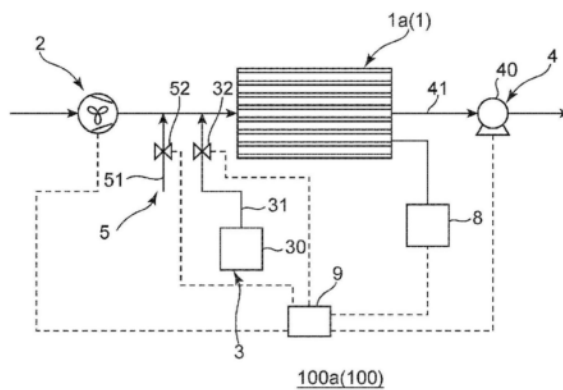
权利要求书1页 说明书14页 附图3页

(54) 发明名称

酸性气体的回收方法

(57) 摘要

本发明提供能够抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化及由挥发造成的磨损的酸性气体的回收方法。本发明的实施方式所涉及的酸性气体的回收方法依次包括:吸附工序、脱离工序、以及冷却工序。吸附工序中,向包含酸性气体吸附材料的酸性气体吸附装置供给含有酸性气体的待处理气体,使酸性气体吸附于酸性气体吸附材料。脱离工序中,对酸性气体吸附装置进行加热,使酸性气体自酸性气体吸附材料脱离。冷却工序中,利用低于外部气温的冷却用媒体,对酸性气体吸附装置进行冷却。



1. 一种酸性气体的回收方法,其依次包括:
吸附工序,该工序中,向包含酸性气体吸附材料的酸性气体吸附装置供给含有酸性气体的待处理气体,使酸性气体吸附于所述酸性气体吸附材料;
脱离工序,该工序中,对所述酸性气体吸附装置进行加热,使酸性气体自所述酸性气体吸附材料脱离;以及
冷却工序,该工序中,利用低于外部气温的冷却用媒体对所述酸性气体吸附装置进行冷却。
2. 根据权利要求1所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述酸性气体为二氧化碳。
3. 根据权利要求1或2所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述冷却工序中,使作为所述冷却用媒体的冷却气体流通于所述酸性气体吸附装置。
4. 根据权利要求3所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述冷却气体中的氧浓度低于所述待处理气体中的氧浓度。
5. 根据权利要求3所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述冷却工序中的所述冷却气体的流通量小于所述吸附工序中的所述待处理气体的流通量。
6. 根据权利要求1或2所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述酸性气体吸附装置具备:
蜂窝状基材,该蜂窝状基材具有规定出多个隔室的隔壁;以及
酸性气体吸附层,该酸性气体吸附层包含所述酸性气体吸附材料,且形成于所述隔壁的表面。
7. 根据权利要求6所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述冷却工序中,使作为所述冷却用媒体的液体冷媒与所述蜂窝状基材接触。
8. 根据权利要求1或2所述的酸性气体的回收方法,其中,
所述冷却工序中,对所述酸性气体吸附装置的温度进行监视,从而向所述酸性气体吸附装置供给冷却用媒体直至所述酸性气体吸附装置被冷却到期望的冷却温度。

酸性气体的回收方法

技术领域

[0001] 本发明涉及酸性气体的回收方法。

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CO₂)。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,提出了气体分离单元,该气体分离单元具备填充有颗粒状的二氧化碳吸附材料的吸附材料层(例如参见专利文献1)。像这样的气体分离单元中,颗粒状的二氧化碳吸附材料于规定的吸附温度自从吸附材料层通过的气体流体中吸附CO₂,当被加热到超过吸附温度的脱离温度时,将所吸附的CO₂脱离。专利文献1中记载的气体分离单元中在CO₂脱离后重启CO₂吸附的情况下,将吸附材料层利用外部大气(大气)从脱离温度冷却至吸附温度。因此,吸附材料层的冷却花费时间,有时无法解决由外部大气中所含的氧导致的二氧化碳吸附材料的氧化劣化、由二氧化碳吸附材料的挥发造成的磨损。

[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,提供能够抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化及由挥发造成的磨损的酸性气体的回收方法。

[0007] [1]本发明的实施方式所涉及的酸性气体的回收方法依次包括:吸附工序、脱离工序、以及冷却工序。吸附工序中,向包含酸性气体吸附材料的酸性气体吸附装置供给含有酸性气体的待处理气体,使酸性气体吸附于酸性气体吸附材料。脱离工序中,对上述酸性气体吸附装置进行加热,使酸性气体自酸性气体吸附材料脱离。冷却工序中,利用低于外部气温的冷却用媒体对上述酸性气体吸附装置进行冷却。

[0008] [2]上述[1]所述的酸性气体的回收方法中,上述酸性气体可以为二氧化碳。

[0009] [3]上述[1]或[2]所述的酸性气体的回收方法中,可以在上述冷却工序中使作为上述冷却用媒体的冷却气体流通于上述酸性气体吸附装置。

[0010] [4]上述[1]至[3]中的任一项所述的酸性气体的回收方法中,上述冷却气体中的氧浓度可以低于上述待处理气体中的氧浓度。

[0011] [5]上述[1]至[4]中的任一项所述的酸性气体的回收方法中,上述冷却工序中的上述冷却气体的流通量可以小于上述吸附工序中的上述待处理气体的流通量。

[0012] [6]上述[1]至[5]中的任一项所述的酸性气体的回收方法中,上述酸性气体吸附装置可以具备蜂窝状基材和酸性气体吸附层。蜂窝状基材具备规定出多个隔壁的隔壁。酸

性气体吸附层包含上述酸性气体吸附材料。酸性气体吸附层形成于上述隔壁的表面。

[0013] [7]上述[6]所述的酸性气体的回收方法中,可以在上述冷却工序中使作为上述冷却用媒体的冷却气体流通于上述隔室。

[0014] [8]上述[6]或[7]所述的酸性气体的回收方法中,可以在上述冷却工序中使作为上述冷却用媒体的液体冷媒与上述蜂窝状基材接触。

[0015] [9]上述[1]至[8]中的任一项所述的酸性气体的回收方法中,可以在上述冷却工序中对上述酸性气体吸附装置的温度进行监视,从而向上述酸性气体吸附装置供给冷却用媒体直至上述酸性气体吸附装置被冷却到期望的冷却温度。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本发明的实施方式,可以实现能够抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化及由挥发造成的磨损的酸性气体的回收方法。

附图说明

[0018] 图1是本发明的1个实施方式的酸性气体的回收方法所涉及的酸性气体吸附装置的概要构成图。

[0019] 图2是本发明的另一实施方式的酸性气体的回收方法所涉及的酸性气体吸附装置的概要立体图。

[0020] 图3是图2的酸性气体吸附装置的概要截面图。

[0021] 图4是具备图2中的酸性气体吸附装置的酸性气体回收系统的概要构成图。

[0022] 图5是另一实施方式所涉及的酸性气体回收系统的概要构成图。

具体实施方式

[0023] A.酸性气体的回收方法的概要

[0024] 本发明的1个实施方式所涉及的酸性气体的回收方法依次包括:吸附工序、脱离工序、以及冷却工序。代表性地,酸性气体的回收方法依次反复进行吸附工序、脱离工序、以及冷却工序。吸附工序中,向包含酸性气体吸附材料的酸性气体吸附装置供给含有酸性气体的待处理气体,使酸性气体吸附于酸性气体吸附材料。脱离工序中,对酸性气体吸附装置进行加热,使酸性气体自酸性气体吸附材料脱离。冷却工序中,利用低于外部气温的冷却用媒体,对酸性气体吸附装置进行冷却。

[0025] 在冷却工序开始时,代表性地,酸性气体吸附装置被加热到相对高温的脱离温度。如果以该状态利用外部大气(大气)将酸性气体吸附装置冷却至吸附工序能够实施的温度,则酸性气体吸附材料有可能氧化劣化,导致酸性气体的吸附容量降低。因此,探讨了:通过提高外部大气的流量,来缩短酸性气体吸附装置的冷却时间,使酸性气体吸附材料暴露于高温的时间变短。这种情况下,虽然能够抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化,但是,具有由酸性气体吸附材料的挥发造成的磨损加速的问题。

[0026] 与此相对,本发明的1个实施方式中,能够利用低于外部气温的冷却用媒体将酸性气体吸附装置顺利地冷却,因此,与利用外部大气(大气)将酸性气体吸附装置冷却的情形相比较,无需提高冷却用媒体的流量就能够缩短冷却工序的实施时间。因此,能够抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化及由挥发造成的磨损。另外,由于能够缩短冷却工序的实施时间,

所以,能够缩短包括吸附工序、脱离工序以及冷却工序的1个循环的实施时间。

[0027] 吸附工序中,代表性地,含有酸性气体的待处理气体被供给到处于规定的吸附温度的酸性气体吸附装置,酸性气体与酸性气体吸附材料接触。由此,酸性气体吸附材料吸附酸性气体。

[0028] 作为待处理气体中所含的酸性气体,例如可以举出:二氧化碳(CO₂)、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(CO₂),待处理气体为含CO₂气体。含CO₂气体可以除了含有CO₂以外,还含有氮。关于含CO₂气体,代表性地为空气(大气)。含CO₂气体中的CO₂浓度例如为100ppm(体积基准)以上且2体积%以下。

[0029] 被供给到酸性气体吸附装置的待处理气体的温度例如为0°C以上且50°C以下,优选与外部大气温度相同。

[0030] 吸附工序中的酸性气体吸附装置的温度(吸附温度)例如为0°C以上,优选为10°C以上,例如为50°C以下,优选为40°C以下。1个实施方式中,吸附温度与外部大气温度相同。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,例如为3小时以下,优选为2小时以下。

[0031] 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。

[0032] 吸附时间相对于吸附工序、脱离工序以及冷却工序的实施时间的总和的比例例如为30%以上,优选为50%以上。

[0033] 如果吸附时间的比例为上述下限以上,则酸性气体吸附材料能够高效地吸附酸性气体。吸附时间的比例的上限没有特别限制,代表性地为80%以下。

[0034] 吸附工序中的酸性气体回收率(=100-(已从酸性气体吸附装置通过的待处理气体中的酸性气体浓度/供给到酸性气体吸附装置之前的待处理气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,例如为90%以下。

[0035] 脱离工序中,代表性地,酸性气体吸附装置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,酸性气体吸附装置被升温至脱离温度后,于脱离温度被维持规定的脱离时间。

[0036] 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。

[0037] 1个实施方式中,脱离气体被供给到酸性气体吸附装置,已脱离的酸性气体与脱离气体一同被回收。作为脱离气体,例如可以举出:大气、二氧化碳、水蒸汽、氮、氩、脱离工序中被回收的气体。这些脱离气体可以单独使用,也可以混合或逐次组合使用。

[0038] 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,优选可以举出之前通过酸性气体吸附装置而被回收的回收气体。通过利用回收气体作为脱离气体,能够提高回收气体中的酸性气体浓度。被供给到酸性气体吸附装置的脱离气体的温度例如为60°C以上,优选为90°C以上,例如为200°C以下,优选为160°C以下。

[0039] 应予说明,脱离工序中,也可以不使用脱离气体来回收酸性气体。例如可以通过减压泵对已脱离的酸性气体进行吸引而回收。另外,可以将脱离气体和减压泵组合使用。

[0040] 脱离工序中的酸性气体吸附装置的温度(脱离温度)例如为70°C以上,优选为80°C以上,例如为200°C以下,优选为110°C以下。脱离工序的实施时间(酸性气体吸附装置于脱

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,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,则能够抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化及挥发。

[0041] 脱离时间相对于吸附工序、脱离工序以及冷却工序的实施时间的总和的比例例如为5%以上,优选为10%以上,例如为50%以下,优选为25%以下。如果脱离时间的比例为上述下限以上,则能够使酸性气体自酸性气体吸附材料充分脱离,如果脱离时间的比例为上述上限以下,则能够稳定地确保包括吸附工序、脱离工序以及冷却工序的1个循环的实施时间中的吸附时间的比例。

[0042] 冷却工序中,代表性地,利用低于外部气温的冷却用媒体将脱离工序后的酸性气体吸附装置冷却至期望的冷却温度。被供给到酸性气体吸附装置的冷却用媒体的温度低于外部气温并能够将酸性气体吸附装置冷却至后述的冷却温度即可,没有特别限制。关于冷却气体的温度,不结露即可,没有限制,例如为外部大气温度 -5°C 以下,优选为外部大气温度 -10°C 以下。

[0043] 作为冷却用媒体,例如可以举出冷却气体、液体冷媒,优选可以举出冷却气体。1个实施方式中,在冷却工序中,使冷却气体流通于酸性气体吸附装置。

[0044] 作为冷却气体,例如可以举出大气、二氧化碳、氮、氩。冷却气体为大气,的情况下,冷却工序中,将外部大气的空气打入到酸性气体吸附装置中,从而将酸性气体吸附装置冷却。

[0045] 冷却气体中的氧浓度优选低于待处理气体中的氧浓度。冷却工序中被供给到酸性气体吸附装置的冷却气体的氧浓度例如为15体积%以下,优选为5体积%以下,例如为0体积%以上。例如可以利用电化学方式(二氧化锆方式及电极方式)以JIS B7983中记载的方法来测定氧浓度。应予说明,吸附工序中被供给到酸性气体吸附装置的待处理气体的氧浓度例如超过15体积%,优选为20体积%以上,例如为30体积%以下。

[0046] 冷却气体的氧浓度低于待处理气体的氧浓度的情况下,虽然无法避免吸附材料因温度而挥发,不过,能够抑制酸性气体吸附材料的劣化,且能够将酸性气体吸附装置顺利地冷却。

[0047] 被供给到酸性气体吸附装置的冷却气体可以为常压($1.0 \times 10^5 \text{PaA}$ (绝对压力)),也可以被加压,还可以被减压。冷却气体的压力例如为 $2.0 \times 10^5 \text{PaA}$ (绝对压力)以下,另外例如为常压($1.0 \times 10^5 \text{PaA}$)以下,另外例如为 $5.0 \times 10^4 \text{PaA}$ 以下。另一方面,冷却气体的压力例如为 $0.1 \times 10^4 \text{PaA}$ 以上,另外例如为 $0.3 \times 10^5 \text{PaA}$ 以上。

[0048] 1个实施方式中,冷却气体被减压到低于常压。由此,能够减少冷却气体中的氧分压,从而能够进一步抑制酸性气体吸附材料的氧化劣化。

[0049] 冷却气体中的氧分压例如为15kPa以下,优选为5kPa以下,例如为0Pa以上。应予说明,吸附工序中被供给到酸性气体吸附装置的待处理气体的氧分压例如为15kPa以上,优选为20kPa以上,例如为30kPa以下。

[0050] 另外,冷却工序中,供给到酸性气体吸附装置的冷却气体的压力可以恒定,也可以发生变化。1个实施方式中,在冷却工序中,将已减压的冷却气体供给到酸性气体吸附装置后,将常压的冷却气体供给到酸性气体吸附装置,从而将酸性气体吸附装置冷却至期望的冷却温度。

[0051] 1个实施方式中,冷却工序中的冷却气体的流通量(流速 \times 冷却时间;以下设为冷却气体流通量)小于吸附工序中的待处理气体的流通量(流速 \times 吸附时间;以下设为待处理气体流通量)。由此,能够更进一步抑制由酸性气体吸附材料的挥发造成的磨损。

[0052] 待处理气体流通量与冷却气体流通量的比例(待处理气体流通量/冷却气体流通量)例如为0.1以上,优选为1以上,更优选为10以上,例如为100以下。

[0053] 冷却气体的流速例如为0.001m/s \sim 20m/s,优选为0.1m/s \sim 10m/s。例如,可以使用超声波流速仪等以JIS B 7556中记载的方法测定气体的流速。如果冷却气体的流速为像这样的范围,则能够缩短冷却工序的实施时间(冷却时间),结果能够缩短包括吸附工序、脱离工序以及冷却工序的1个循环的实施时间。应予说明,待处理气体的流速例如为0.1m/s \sim 30m/s,优选为0.5m/s \sim 10m/s。

[0054] 冷却温度例如为0 $^{\circ}$ C以上,优选为20 $^{\circ}$ C以上,例如为60 $^{\circ}$ C以下,优选为50 $^{\circ}$ C以下。如果冷却温度为上述范围,则能够稳定地缩短冷却工序的实施时间(冷却时间)。冷却时间例如为5分钟以上,优选为10分钟以上,例如为60分钟以下,优选为30分钟以下。

[0055] 1个实施方式中,冷却温度(冷却工序结束时的酸性气体吸附装置的温度)超过吸附温度。这种情况下,能够缩短冷却时间。另外,即便冷却温度超过吸附温度,当吸附工序开始时,酸性气体吸附装置也通过所供给的待处理气体而被冷却至吸附温度。因此,能够缩短冷却时间,且能够稳定地实施吸附工序。

[0056] 冷却时间相对于吸附工序、脱离工序以及冷却工序的实施时间的总和的比例例如为50%以下,优选为30%以下。

[0057] 如果冷却时间的比例为上述上限以下,则能够稳定地缩短包括吸附工序、脱离工序以及冷却工序的1个循环的实施时间,甚至能够进一步提高该循环中的每单位时间的酸性气体的吸附量。冷却时间的比例的下限没有特别限制,代表性地为25%以上。

[0058] 以下,参照附图,对本发明的实施方式进行说明,不过,本发明不限于这些实施方式。

[0059] B. 酸性气体吸附装置(二氧化碳吸附装置)

[0060] 图1是本发明的1个实施方式的酸性气体的回收方法所涉及的酸性气体吸附装置的概要构成图,图2是本发明的另一实施方式的酸性气体的回收方法所涉及的酸性气体吸附装置的概要立体图,图3是图2的酸性气体吸附装置的概要截面图。

[0061] B-1. 酸性气体吸附装置的第一实施方式

[0062] 1个实施方式中,如图1所示,酸性气体吸附装置7具备多个吸附材料层71。多个吸附材料层71构成酸性气体吸附部19。酸性气体吸附装置的待处理气体为含CO₂气体的情况下,酸性气体吸附装置7为二氧化碳吸附装置7a。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 柔性纤维部件73容许待处理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25 μm 以上且500 μm 以下。

[0066] 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,例如可以举出胺修饰材料,优选可以举出胺修饰纤维素,更优选可以举出胺修饰纳米纤维化纤维素。颗粒状吸附材料72的平均一次粒径例如为60 μm 以上且1200 μm 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。

[0067] 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。多个间隔物74构成酸性气体吸附部19。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。

[0068] 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引到本说明书。

[0069] B—2.酸性气体吸附装置的第二实施方式

[0070] 另一实施方式中,如图2及图3所示,酸性气体吸附装置1具备:基材10、以及酸性气体吸附层15。基材10及酸性气体吸附层15构成酸性气体吸附部19。酸性气体吸附装置的待处理气体为含 CO_2 气体的情况下,酸性气体吸附装置1为二氧化碳吸附装置1a。

[0071] 基材10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15配置于上述基材10的表面即可,没有特别限制。

[0072] B—2—1.基材(蜂窝状基材)

[0073] 1个实施方式中,基材10为蜂窝状基材10a。蜂窝状基材10a具备规定出多个隔室14的隔壁13。

[0074] 隔室14在蜂窝状基材10a的长度方向(轴线方向)上从蜂窝状基材10a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3)。隔室14在蜂窝状基材10a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。像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。

[0075] 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14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 。如果隔室密度为像这样的范围,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)。

[0076] 蜂窝状基材10a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10a具有圆柱形状。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。

[0077] 代表性地,蜂窝状基材10a具备:外周壁11、以及位于外周壁11内侧的隔壁13。图示例中,外周壁11和隔壁13一体地形成。外周壁11和隔壁13也可以为分体。

[0078] 外周壁11具有圆筒形状。外周壁11的厚度可以任意且适当地设定。外周壁11的厚度例如为0.1mm~10mm。

[0079] 隔壁13规定出多个隔室14。更详细而言,隔壁13具有彼此正交的第一隔壁13a和第二隔壁13b,第一隔壁13a及第二隔壁13b规定出多个隔室14。关于隔室14的截面形状,除第一隔壁13a及第二隔壁13b与外周壁11接触的部分以外,呈四边形。应予说明,隔壁的构成不限于上述的隔壁13。隔壁可以具有:沿放射方向延伸的第一隔壁、以及沿周向延伸的第二隔壁,它们规定出多个隔室。

[0080] 隔壁13的厚度可以根据蜂窝状基材的用途而适当地设定。代表性地,隔壁13的厚度比外周壁11的厚度薄。隔壁13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。如果隔壁的厚度为像这样的范围,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。

[0081] 隔壁13的气孔率可以根据目的而适当设定。隔壁13的气孔率例如为15%以上,优选为20%以上,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。

[0082] 隔壁13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/cm³以上,优选为0.20g/cm³以上,例如为0.60g/cm³以下,优选为0.50g/cm³以下。应予说明,可以利用例如水银压入法来测定体积密度。

[0083] 作为构成隔壁13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。

[0084] 代表性地,像这样的蜂窝状基材10a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10a。烧成的情况下,例如于1200°C~1500°C进行烧成。烧成时间例如为1小时以上且20小时以下。

[0085] B-2-2. 酸性气体吸附层(二氧化碳吸附层)

[0086] 1个实施方式中,酸性气体吸附层15形成在隔壁13的表面。蜂窝状基材10a中,在隔室14的截面中的未形成酸性气体吸附层15的部分(代表性地为中央部)形成有气体流路16。酸性气体吸附层15可以像图示例那样形成在隔壁13的整个内表面(即,以将气体流路16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15形成在隔壁13的整个内表面,则能够提高酸性气体(代表性地为CO₂)的除去效率。

[0087] 气体流路16与隔室14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)。作为气体流路16的截面形状,可以举出与上述的隔室14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。关于气体流路16的截面形状

及尺寸,可以全部相同,也可以至少一部分不同。

[0088] 代表性地,吸附工序中,上述的待处理气体流通于隔壁14(更详细地为气体流路16)。另外,1个实施方式中,脱离工序中,上述的脱离气体流通于隔壁14(更详细地为气体流路16),冷却工序中,上述的冷却气体流通于隔壁14。

[0089] 酸性气体吸附层15包含与待吸附的酸性气体相对应的酸性气体吸附材料。1个实施方式中,酸性气体吸附层15为二氧化碳吸附层15a。二氧化碳吸附层15a包含作为酸性气体吸附材料的一例的二氧化碳吸附材料。

[0090] 作为二氧化碳吸附材料,可以采用能够将CO₂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:后述的含氮化合物;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;MOF-74、MOF-200、MOF-210等有机金属结构体(MOF);沸石;活性炭;氮掺杂碳;离子液体等。二氧化碳吸附材料可以单独或组合使用。

[0091] 二氧化碳吸附材料中,优选可以举出含氮化合物及离子液体。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;氨基丙基三甲氧基硅烷、3-氨基丙基三乙氧基硅烷、N-(2-氨基乙基)-3-氨基丙基-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等具有伯氨基~叔氨基的有机聚合物;1-(2-羟乙基)哌嗪等哌嗪化合物;聚酰胺胺等酰胺化合物;聚乙烯胺;被赋予氨基作为取代基的有机/无机化合物。

[0092] 含氮化合物中,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。

[0093] 离子液体为仅由离子(阴离子及阳离子)构成的液体的“盐”,在常温常压(23°C、0.1MPaA(绝对压力))下呈液体状态。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、磷系离子、铈盐、无机系离子等。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。离子液体中,优选可以举出作为阳离子的咪唑鎓盐类与作为阴离子的三氟甲磺酸盐的组合。

[0094] 离子液体更优选与除离子液体以外的二氧化碳吸附材料(以下设为其他二氧化碳吸附材料)组合使用。这种情况下,离子液体涂布其他二氧化碳吸附材料(例如含氮化合物)。因此,能够实现二氧化碳吸附材料的性能提高及长寿命化。

[0095] 离子液体的含有比例相对于其他二氧化碳吸附材料1质量份而言例如为0.000001质量份以上,优选为0.00001质量份以上,例如为0.1质量份以下,优选为0.05质量份以下。如果离子液体的含有比例为上述范围,则能够稳定地实现二氧化碳吸附材料的性能提高及长寿命化。

[0096] 1个实施方式中,二氧化碳吸附层15a除了包含上述的二氧化碳吸附材料以外,还进一步包含多孔质载体。这种情况下,代表性地,二氧化碳吸附材料担载于多孔质载体并面对气体流路。如果二氧化碳吸附层包含多孔质载体,则能够抑制吸附工序和/或脱离工序中

二氧化碳吸附材料自二氧化碳吸附层脱落。

[0097] 多孔质载体可以在二氧化碳吸附层中形成介孔。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)、PVDF、活性炭、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二氧化碳吸附材料不同的材料。

[0098] 多孔质载体的BET比表面积例如为 $50\text{m}^2/\text{g}$ 以上,优选为 $500\text{m}^2/\text{g}$ 以上。如果多孔质载体的表面积为上述下限以上,则能够稳定地承载二氧化碳吸附材料,从而能够提高 CO_2 回收率。多孔质载体的BET比表面积的上限代表性地为 $2000\text{m}^2/\text{g}$ 以下。

[0099] 二氧化碳吸附层包含二氧化碳吸附材料及多孔质载体的情况下,二氧化碳吸附层中的二氧化碳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,例如为100质量%以下,优选为99质量%以下。

[0100] 二氧化碳吸附层中的二氧化碳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,例如为99质量%以下。多孔质载体的含有比例相对于二氧化碳吸附材料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,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,则能够更加稳定地承载二氧化碳吸附材料。

[0101] 另外,二氧化碳吸附层可以仅由二氧化碳吸附材料构成。这种情况下,二氧化碳吸附材料直接承载于隔壁13并面对气体流路。二氧化碳吸附层仅由二氧化碳吸附材料构成的情况下,二氧化碳吸附层中的二氧化碳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。如果二氧化碳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 CO_2 回收率。

[0102] 代表性地,像这样的二氧化碳吸附层利用以下的方法来制作。将上述的二氧化碳吸附材料溶解于溶剂中,制备二氧化碳吸附材料的溶液。另外,根据需要在该溶剂中添加上述的多孔质载体。二氧化碳吸附材料及多孔质载体的添加顺序没有特别限制。之后,将二氧化碳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,形成二氧化碳吸附层。

[0103] 或者,在基材上涂布包含除离子液体以外的二氧化碳吸附材料和多孔质载体的分散液后,将涂膜干燥,根据需要使其烧结后,仅将离子液体涂布于基材,形成二氧化碳吸附层。

[0104] 虽未图示,不过,酸性气体吸附装置1除了具备基材10及酸性气体吸附层15以外,还可以具备加热体。加热体能够对基材10进行加热。代表性地,加热体与基材10接触。如果酸性气体吸附装置具备加热体,则脱离工序中能够将酸性气体吸附装置的温度顺利地升温至脱离温度。

[0105] 虽未图示,不过,酸性气体吸附装置1及酸性气体吸附装置7可以分别进一步具备外壳。外壳具有能够供流体通过的筒形状(中空形状),对酸性气体吸附部19进行收纳。作为筒形状,例如可以举出圆筒形状、方筒形状。

[0106] 代表性地,酸性气体吸附部19以不能相对移动的方式支撑于外壳。

[0107] 冷却工序中,代表性地,酸性气体吸附部19的整体被冷却至上述的冷却温度。1个

实施方式中,冷却气体从以不能相对移动的方式支撑于外壳的酸性气体吸附部19的整体通过。在酸性气体吸附部以能够相对移动的方式支撑于外壳的情况下,供高温气体流入的脱离部和供冷却气体流入的冷却部隔着边界板而邻接,因此,关于边界板附近的冷却部,因来自处于高温的脱离部的热,与冷却部中央区域相比,冷却效率较低。所以,边界板附近的冷却部以高温状态与氧接触的时间变长,有时冷却部中央区域和边界板附近的酸性气体吸附材料的氧化劣化存在差异。在酸性气体吸附部以不能够相对移动的方式支撑于外壳的情况下,冷却工序中,冷却部不与将高温气体脱离的脱离部邻接,因此,能够将酸性气体吸附部整体均匀地冷却,所以,能够均匀地抑制气体吸附部整体的氧化劣化。

[0108] C.酸性气体回收系统

[0109] 接下来,参照图4,对能够实施上述酸性气体回收方法的酸性气体回收系统进行说明。

[0110] 图示例的酸性气体回收系统100除了具备酸性气体吸附装置以外,还具备:酸性气体供给用送风机2、脱离气体供给单元5、冷却气体供给单元3、回收单元4、温度计8、以及控制部9。应予说明,图示例的酸性气体回收系统100具备酸性气体吸附装置1、酸性气体供给用送风机2、脱离气体供给单元5、冷却气体供给单元3、回收单元4、温度计8及控制部9各1个,不过,它们的个数为1以上即可,没有特别限制。

[0111] 1个实施方式中,酸性气体回收系统100为具备作为酸性气体吸附装置1的一例的二氧化碳吸附装置1a的二氧化碳回收系统100a。酸性气体回收系统100具备酸性气体吸附装置7(二氧化碳吸附装置7a)来代替酸性气体吸附装置1(二氧化碳吸附装置1a)。

[0112] C-1.酸性气体供给用送风机

[0113] 酸性气体供给用送风机2构成为:吸附工序中,向酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19)供给上述的待处理气体(代表性地为含CO₂气体)。图示例的酸性气体供给用送风机2能够朝向酸性气体吸附装置1而输送包含酸性气体的待处理气体。酸性气体供给用送风机2可以采用任意的适当构成。酸性气体供给用送风机2与酸性气体吸附装置1的连接可以为配管,也可以为对酸性气体吸附装置1进行收纳的容器中的比酸性气体吸附装置靠上游侧的部分。

[0114] C-2.脱离气体供给单元

[0115] 脱离气体供给单元5构成为:脱离工序中,向酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19)供给上述的脱离气体。图示例的脱离气体供给单元5具备脱离气体供给线51和第一开闭阀52。脱离气体供给线51代表性地为能够将上述的脱离气体供给到酸性气体吸附装置1的配管。脱离气体供给线51的脱离气体的供给方向上的下游端部与酸性气体供给用送风机2和酸性气体吸附装置1之间的部分连接。脱离气体为上述回收气体的情况下,虽未图示,不过,脱离气体供给线51的脱离气体的供给方向上的上游端部与对回收气体进行储存的中间罐连接。第一开闭阀52设置于脱离气体供给线51,能够对脱离气体供给线51进行开闭。作为第一开闭阀52,例如可以举出球阀、闸阀、蝶阀,优选可以举出蝶阀。

[0116] C-3.冷却气体供给单元

[0117] 冷却气体供给单元3构成为:冷却工序中,向酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19)供给上述的冷却气体。图示例的冷却气体供给单元3具备:冷却气体装置30、冷却气体供给线31、以及第二开闭阀32。冷却气体装置30能够生成、储存上述的冷却气体。

冷却气体供给线31代表性地为能够将上述的冷却气体从冷却气体装置30供给到酸性气体吸附装置1的配管。第二开闭阀32设置于冷却气体供给线31,能够对冷却气体供给线31进行开闭。作为第二开闭阀32,例如可以举出与上述第一开闭阀52同样的阀。

[0118] C-4.回收单元

[0119] 回收单元4构成为:对脱离工序中脱离的酸性气体进行回收。1个实施方式中,回收单元4能够对冷却工序中已从酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19)通过的冷却气体进行回收。图示例的回收单元4具备抽吸泵40和气体排出部41。抽吸泵40能够对酸性气体吸附装置内的气体进行吸引。作为抽吸泵40,例如可以举出真空泵。气体排出部41中,自酸性气体吸附装置1被排出而朝向抽吸泵40的气体通过。气体排出部41可以为配管,也可以为对酸性气体吸附装置1进行收纳的容器中的比酸性气体吸附装置靠下游侧的部分。

[0120] C-5.温度计及控制部

[0121] 温度计8能够对酸性气体吸附装置1的温度、代表性地为酸性气体吸附部19的温度、优选为基材10的温度进行测定。温度计8能够采用任意的适当构成。控制部9能够对酸性气体回收系统100的动作进行控制。控制部9能够采用任意的适当构成。控制部9具备例如中央处理装置(CPU)、ROM及RAM等。

[0122] D.酸性气体回收系统的动作

[0123] 接下来,对利用酸性气体回收系统100实施的酸性气体的回收方法的一个实施方式进行说明。1个实施方式中,酸性气体的回收方法依次包括:上述的吸附工序、置换工序、上述的脱离工序、以及上述的冷却工序。应予说明,以下,对酸性气体吸附装置1具备蜂窝状基材10a、酸性气体吸附层15以及未图示的加热体的情形进行详细说明。

[0124] 酸性气体回收系统100中,首先,实施吸附工序。吸附工序中,控制部9将第一开闭阀52及第二开闭阀32设为关闭状态而使酸性气体供给用送风机2驱动。由此,上述的待处理气体通过酸性气体供给用送风机2而被送出,被供给到酸性气体吸附装置1的酸性气体吸附部19而流通于气体流路16。应予说明,吸附工序中的酸性气体吸附装置的温度(代表性地为酸性气体吸附部19的温度)预先调整为上述的吸附温度。

[0125] 吸附工序中,被供给到酸性气体吸附装置的待处理气体的温度的范围与上述的吸附温度的范围相同。待处理气体的温度可以与酸性气体吸附装置的吸附温度相同,也可以不同。待处理气体的压力例如为 $0.3 \times 10^5 \text{PaA}$ (绝对压力)以上且 $2.0 \times 10^5 \text{PaA}$ 以下。待处理气体的相对湿度RH例如为10%RH以上且60%RH以下。待处理气体的流速例如为0.5m/秒以上且5m/秒以下。

[0126] 之后,当经过了上述的吸附时间时,控制部9将酸性气体供给用送风机2的驱动停止,吸附工序完成。

[0127] 接下来,酸性气体回收系统100中,实施置换工序。置换工序中,控制部9将第一开闭阀52从关闭状态变更为打开状态,使抽吸泵40驱动。于是,上述的脱离气体从脱离气体供给线51通过而被供给到酸性气体吸附装置1的酸性气体吸附部19,流通于气体流路16。由此,气体流路16从待处理气体被置换为脱离气体。

[0128] 置换工序中,被供给到酸性气体吸附装置的脱离气体的温度的范围与上述的吸附温度的范围相同。脱离气体的压力例如为 $0.1 \times 10^4 \text{PaA}$ 以上且 $1.0 \times 10^4 \text{PaA}$ 以下,另外例如为

$0.1 \times 10^4 \text{PaA}$ 以上且 $5.0 \times 10^4 \text{PaA}$ 以下。置换工序的实施时间(以下设为置换时间)例如为1分钟以上且30分钟以下。

[0129] 应予说明,置换工序中,可以将不同于脱离气体的吹扫气体导入到酸性气体吸附装置,从而将酸性气体吸附装置内从待处理气体置换为吹扫气体。这种情况下,吹扫气体的压力例如为 $0.1 \times 10^4 \text{PaA}$ 以上且 $11 \times 10^4 \text{PaA}$ 以下。置换时间例如为1分钟以上且30分钟以下。作为吹扫气体,例如可以举出:水蒸汽、二氧化碳、氮、氩。

[0130] 之后,酸性气体回收系统100中,紧接着置换工序实施脱离工序。控制部9以维持抽吸泵40的驱动的状态对未图示的加热体进行控制,将酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19)加热。应予说明,也可以从置换工序的中途开始酸性气体吸附装置的加热。

[0131] 当酸性气体吸附装置的温度(代表性地为酸性气体吸附部19的温度)到达脱离温度时,酸性气体吸附材料保持的酸性气体自酸性气体吸附材料被脱离(释放)。已脱离的酸性气体与脱离气体一同自酸性气体吸附装置1被排出,从气体排出部41及抽吸泵40通过后,根据需要而存储于中间罐。像这样的回收气体可以如上所述用于各种用途,如上所述可以作为脱离气体而再次供给到酸性气体吸附装置,也可以用作各种工业产品的原料(例如烃燃料的原料)。

[0132] 另外,控制部9可以在脱离工序中利用温度计8对酸性气体吸附装置1的温度进行监视,以酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19的温度)的温度不超过上述脱离温度的范围的方式对加热体的输出进行控制。

[0133] 接下来,当经过了上述的脱离时间时,酸性气体回收系统100中,实施冷却工序。控制部9首先控制加热体而将针对酸性气体吸附装置1的加热停止。之后,控制部9以维持抽吸泵40的驱动的状态将第一开闭阀52从打开状态变更为关闭状态,且将第二开闭阀32从关闭状态变更为打开状态。于是,上述的冷却气体从冷却气体供给线31通过而被供给到酸性气体吸附装置1的酸性气体吸附部19,流通于气体流路16。由此,酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19)得到冷却。

[0134] 冷却工序中,控制部9利用温度计8对酸性气体吸附装置1的温度进行监视,从而维持作为冷却用媒体的一例的冷却气体向酸性气体吸附装置1的供给,直至酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19的温度)被冷却到期望的冷却温度为止。

[0135] 应予说明,已从气体流路16通过的冷却气体在从气体排出部41及抽吸泵40通过后,根据需要冷却,之后,返回到冷却气体装置30。

[0136] 之后,当酸性气体吸附装置1(代表性地为酸性气体吸附部19的温度)到达冷却温度时,酸性气体回收系统100中,紧接着冷却工序再次实施吸附工序。更详细而言,控制部9将抽吸泵40的驱动停止后,再次实施上述的吸附工序。像这样,酸性气体回收系统100中,能够依次反复进行吸附工序、置换工序、脱离工序及冷却工序。

[0137] E. 变形例

[0138] 上述实施方式中,在冷却工序中,作为冷却用媒体的冷却气体被供给到酸性气体吸附装置,不过,冷却用媒体可以如上所述为液体冷媒。这种情况下,冷却工序中,液体冷媒与基材10(蜂窝状基材10a)接触而对酸性气体吸附装置1进行冷却。

[0139] 参照图5,对具备能够由液体冷媒冷却的酸性气体吸附装置的酸性气体回收系统101进行说明。

[0140] 酸性气体吸附装置(酸性气体吸附装置7或酸性气体吸附装置1)具备夹套17,并且,酸性气体回收系统101具备冷媒供给单元6来代替冷却气体供给单元3,除此以外,酸性气体回收系统101具有与酸性气体回收系统100同样的构成。图示例的酸性气体回收系统101具备酸性气体吸附装置1(二氧化碳吸附装置1a),不过,可以具备酸性气体吸附装置7(二氧化碳吸附装置7a)来代替酸性气体吸附装置1(二氧化碳吸附装置1a)。

[0141] 夹套17设置于酸性气体吸附装置的外表面。图示例的夹套17设置于酸性气体吸附装置1的外周壁11(参照图2)的外周面。夹套17构成为:液体冷媒能够在其内部流通。由此,液体冷媒能够与外周壁11接触。

[0142] 冷媒供给单元6构成为:能够经由夹套17而供液体冷媒循环。冷媒供给单元6具备:冷却器60、冷媒供给线61、冷媒循环线62、以及泵63。

[0143] 冷却器60能够将循环的液体冷媒冷却到低于外部气温。冷却器60可以采用任意的适当构成。冷媒供给线61代表性地为能够将液体冷媒从冷却器60供给到夹套17的配管。冷媒供给线61的液体冷媒的供给方向上的上游端部与冷却器60连接。冷媒供给线61的液体冷媒的供给方向上的下游端部与夹套17连接。冷媒返送线62代表性地为能够将已从夹套17内通过的液体冷媒返送到冷却器60的配管。冷媒返送线62的液体冷媒的返送方向上的上游端部与夹套17连接。冷媒返送线62的液体冷媒的供给方向上的下游端部与冷却器60连接。泵63设置于冷媒供给线61,能够对从冷媒供给线61通过的液体冷媒的流量进行调整。泵63可以具有任意的适当构成。

[0144] 关于利用酸性气体回收系统101实施的酸性气体的回收方法,除冷却工序以外,可以与上述的利用酸性气体回收系统100实施的酸性气体的回收方法同样地进行说明。因此,省略吸附工序、置换工序及脱离工序的说明。

[0145] 冷却工序中,控制部9将加热体对酸性气体吸附装置的加热停止后,使泵63驱动。于是,冷却器60中被冷却到期望的温度的液体冷媒经由冷媒供给线61而被供给到夹套17。液体冷媒在夹套17内与蜂窝状基材10a的外周壁11接触,将蜂窝状基材10a冷却后,自夹套17被排出,经由冷媒返送线62而被返送到冷却器60。由此,冷却工序中,液体冷媒在冷媒供给单元6及夹套17循环。冷却工序中,控制部9利用温度计8对酸性气体吸附装置1的温度进行监视,从而维持液体冷媒的循环直至酸性气体吸附装置1被冷却到期望的冷却温度。由此,也能够将脱离工序后的酸性气体吸附装置顺利地冷却,从而能够缩短冷却时间。

[0146] 另一方面,将图5所示的酸性气体回收系统101和图4所示的酸性气体回收系统100进行比较,酸性气体回收系统100可以与酸性气体回收系统101相比简易地构成。因此,酸性气体回收系统100比酸性气体回收系统101理想。

[0147] 另外,冷却工序中,作为冷却用媒体,还可以将冷却气体及液体冷媒组合使用。这种情况下,酸性气体吸附装置通过被供给冷却气体及液体冷媒而被冷却。例如,关于酸性气体吸附装置1,冷却工序中,冷却气体流通于隔室,且液体冷媒与基材接触,由此被冷却。另外,将冷却气体及液体冷媒组合使用的情况下,酸性气体回收系统可以举出冷却气体供给单元3及冷媒供给单元6。

[0148] 产业上的可利用性

[0149] 本发明的实施方式所涉及的酸性气体的回收方法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。

- [0150] 符号说明
- [0151] 1 酸性气体吸附装置
- [0152] 1a 二氧化碳吸附装置
- [0153] 7 酸性气体吸附装置
- [0154] 7a 二氧化碳吸附装置
- [0155] 10 基材
- [0156] 10a 蜂窝状基材
- [0157] 13 隔壁
- [0158] 15 酸性气体吸附层
- [0159] 15a 二氧化碳吸附层
- [0160] 100 酸性气体回收系统
- [0161] 100a 二氧化碳回收系统

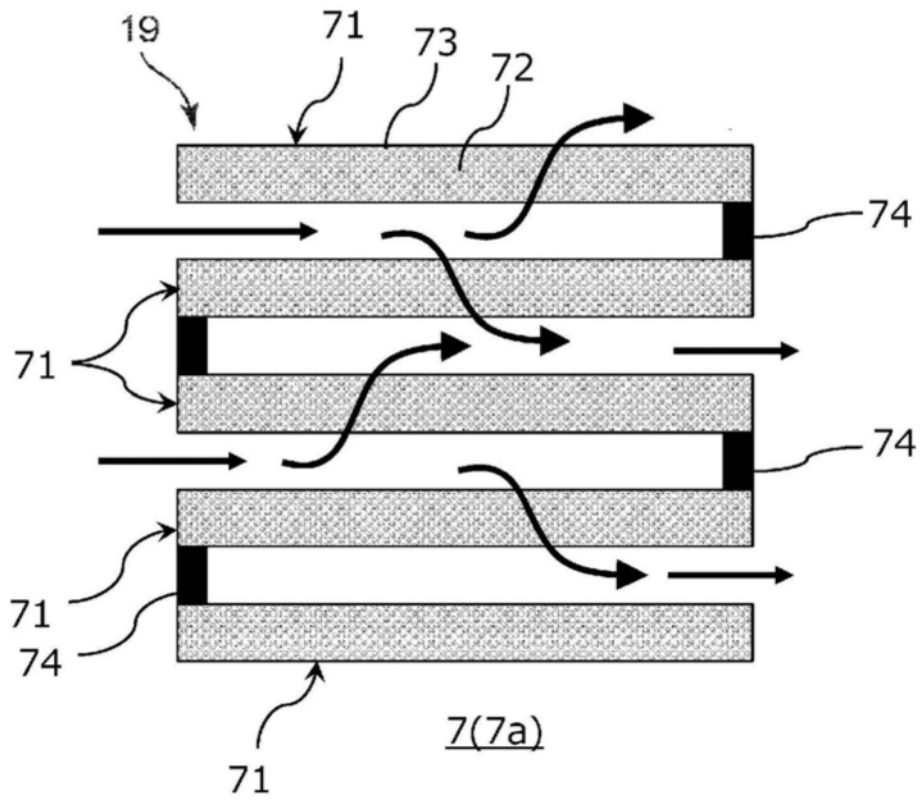


图1

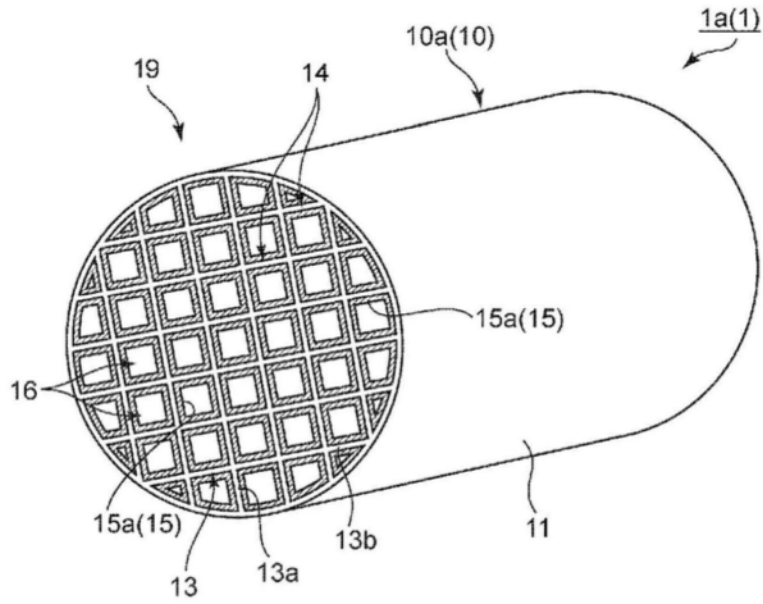


图2

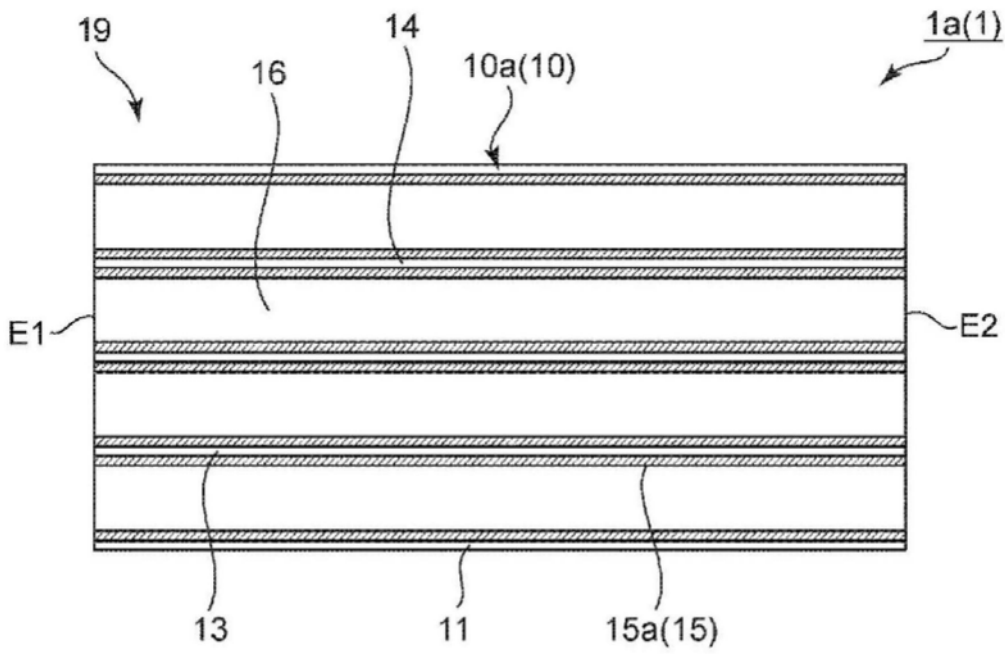


图3

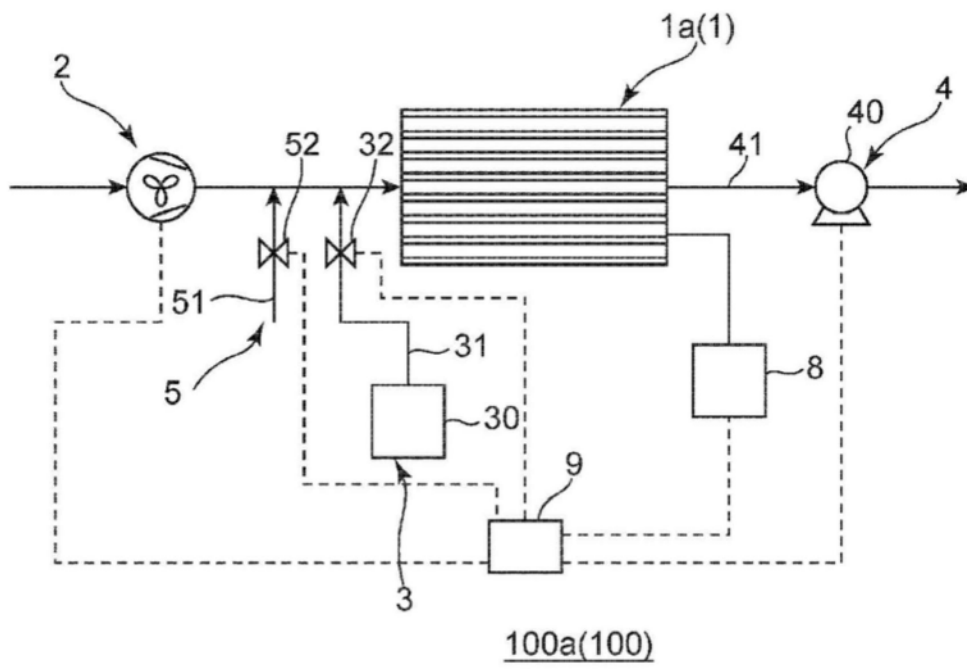


图4

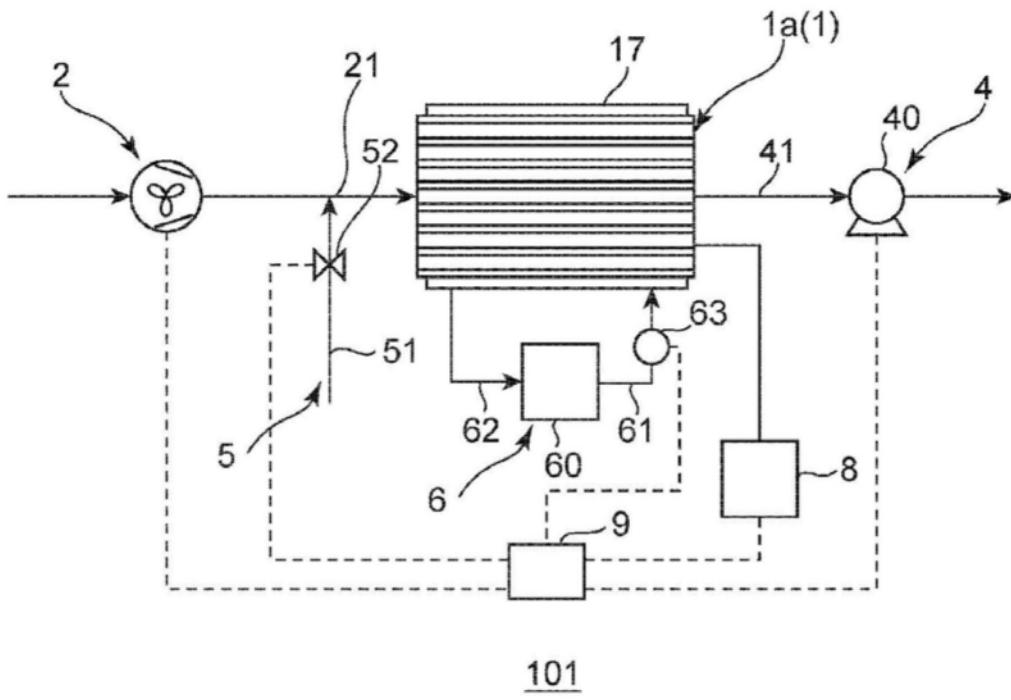


图5