(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 120051324 A
(43)申请公布日 2025.05.27

(21)申请号 202380075814.9
(22)申请日 2023.11.30
(30)优先权数据
2022-193401 2022.12.02 JP
2023-011162 2023.01.27 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2025.04.27
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/042995 2023.11.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/117237 JA 2024.06.06
(71)申请人 日本碍子株式会社
地址 日本国爱知县
(72)发明人 清水克哉 小岛美由纪 饭田和希 中川刚佑 前原宗太 菅博史
(74)专利代理机构 北京汇思诚业知识产权代理有限公司 11444
专利代理师 严鹏 张黎
(51)Int.Cl.
B01D 53/22(2006.01)

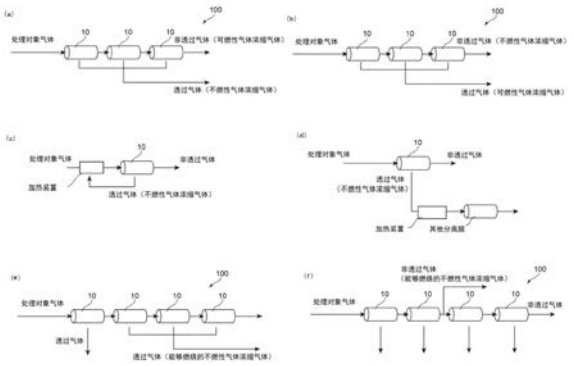
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

分离膜系统

(57)摘要

本发明提供一种分离膜系统,其包括分离膜,该分离膜将可燃性气体或不燃性气体从可燃性气体与不燃性气体的混合气体中优先透过分离,通过该分离膜能够有效利用或燃烧处理不燃性气体高浓度化(浓缩)后的气体。根据本发明的实施方式的分离膜系统是基于透过性将可燃性气体与不燃性气体的混合气体分离的分离膜系统,其中,该分离膜系统包括分离膜,该分离膜使该可燃性气体或该不燃性气体优先透过,将该混合气体分离为可燃性气体浓缩气体和不燃性气体浓缩气体,该不燃性气体浓缩气体能够燃烧。



CN 120051324 A

1.一种分离膜系统,所述分离膜系统基于透过性将可燃性气体与不燃性气体的混合气体分离,其中,

所述分离膜系统包括分离膜,所述分离膜使该可燃性气体或该不燃性气体优先透过,将该混合气体分离为可燃性气体浓缩气体和不燃性气体浓缩气体,

该不燃性气体浓缩气体能够燃烧。

2.根据权利要求1所述的分离膜系统,其中,在所述分离膜的上游具有杂质成分的去除机构。

3.根据权利要求1所述的分离膜系统,其中,所述不燃性气体浓缩气体中含有氮。

4.根据权利要求2所述的分离膜系统,其中,所述不燃性气体浓缩气体中含有氮。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的分离膜系统,其中,所述不燃性气体浓缩气体中的不燃性气体的主成分为氮。

6.根据权利要求1至4中任一项所述的分离膜系统,其中,将所述不燃性气体浓缩气体用于所述分离膜的温度调节。

7.根据权利要求1至4中任一项所述的分离膜系统,其中,将所述不燃性气体浓缩气体用于其他分离膜的加热。

8.根据权利要求1至4中任一项所述的分离膜系统,其中,将所述混合气体的一部分用于所述分离膜的温度调节。

9.根据权利要求1至4中任一项所述的分离膜系统,其中,将所述可燃性气体浓缩气体用于所述分离膜的温度调节。

分离膜系统

技术领域

[0001] 本发明涉及分离膜系统。

背景技术

[0002] 以往,研究了以从混合气体中分离出有用的气体为目的的各种方法。作为这样的方法,例如已知有使用能够使特定的气体选择性地透过的分离膜的方法。在对于可燃性气体与不燃性气体的混合气体为了使可燃性气体以及不燃性气体分别高浓度化而使给定的气体透过的分离膜系统中,被浓缩后的不燃性气体大多没有使用用途,会废弃、变得不经济。

[0003] 现有技术文献

专利文献

专利文献1:国际公开第2011/105511号

发明内容

[0004] 发明所要解决的课题

本发明的主要目的在于提供一种分离膜系统,其包括分离膜,该分离膜从可燃性气体与不燃性气体的混合气体中优先使可燃性气体或不燃性气体透过分离,通过该分离膜能够有效利用不燃性气体高浓度化(浓缩)后的气体。

[0005] 用于解决课题的技术方案

[1]根据本发明的实施方式的分离膜系统是将可燃性气体与不燃性气体的混合气体基于透过性进行分离的分离膜系统,其中,该分离膜系统包括分离膜,该分离膜使该可燃性气体或该不燃性气体优先透过,将该混合气体分离为可燃性气体浓缩气体和不燃性气体浓缩气体,该不燃性气体浓缩气体能够燃烧。

[0006] [2]在上述[1]的分离膜系统中,也可以是,在上述分离膜的上游具有杂质成分的去除机构。

[0007] [3]在上述[1]的分离膜系统中,也可以是,上述不燃性气体浓缩气体中含有氮。

[0008] [4]在上述[2]的分离膜系统中,也可以是,上述不燃性气体浓缩气体中含有氮。

[0009] [5]在上述[1]至[4]中任一项所述的分离膜系统中,也可以是,上述不燃性气体浓缩气体中的不燃性气体的主成分为氮。

[0010] [6]在上述[1]至[5]中任一项所述的分离膜系统中,也可以是,将上述不燃性气体浓缩气体用于上述分离膜的温度调节。

[0011] [7]在上述[1]至[6]中任一项所述的分离膜系统中,也可以是,将上述不燃性气体浓缩气体用于其他分离膜的加热。

[0012] [8]在上述[1]至[7]中任一项所述的分离膜系统中,也可以是,将上述混合气体的一部分用于上述分离膜的温度调节。

[0013] [9]在上述[1]至[8]中任一项所述的分离膜系统中,也可以是,将上述可燃性气体

浓缩气体用于上述分离膜的温度调节。

[0014] 发明效果

根据本发明的实施方式,能够提供一种分离膜系统,其包括分离膜,该分离膜从可燃性气体与不燃性气体的混合气体中优先使可燃性气体或不燃性气体透过分离,通过该分离膜能够有效利用不燃性气体高浓度化(浓缩)的气体。

附图说明

[0015] 图1是表示根据本发明的一个实施方式的分离膜系统的概要的说明图。

[0016] 图2是表示根据本发明的一个实施方式的分离膜系统的概要的说明图。

[0017] 图3是表示本发明的一个实施方式中的分离膜复合体的结构的概略的说明图。

[0018] 图4是表示本发明的一个实施方式中的分离膜复合体的结构的概略剖视图。

具体实施方式

[0019] A.分离膜系统的概要

图1是表示根据本发明的一个实施方式的分离膜系统的概要的说明图。分离膜系统100构成为基于透过性将可燃性气体与不燃性气体的混合气体分离。上述分离膜系统100包括分离膜。该分离膜使可燃性气体或该不燃性气体优先透过,将该混合气体分离为可燃性气体浓缩气体和不燃性气体浓缩气体。在一个实施方式中,上述分离膜能够构成分离膜复合体10。

[0020] 在一个实施方式中,作为上述分离膜,使用使不燃性气体优先透过的分离膜(图1的(a))。在本实施方式中,透过了上述分离膜的气体(以下也称为透过气体)中的不燃性气体浓度比与分离膜接触之前的混合气体(以下也称为处理对象气体)中的不燃性气体浓度高。另一方面,在分离膜系统中,未透过上述分离膜的气体(以下也称为非透过气体)中的不燃性气体浓度比处理对象气体中的不燃性气体浓度低。另外,在本实施方式中,在分离膜系统中,上述非透过气体中的可燃性气体浓度比处理对象气体中的可燃性气体浓度高。应予说明,非透过气体能够具有燃烧性。在本说明书中,将与处理对象气体(与分离膜接触之前的可燃性气体与不燃性气体的混合气体)相比不燃性气体浓度更高的气体称为“不燃性气体浓缩气体”。在本实施方式中,透过气体为“不燃性气体浓缩气体”。另外,将可燃性气体浓度高的气体称为“可燃性气体浓缩气体”。在本实施方式中,非透过气体为“可燃性气体浓缩气体”。

[0021] 在另一实施方式中,作为上述分离膜,使用使可燃性气体优先透过的分离膜(图1的(b))。在本实施方式中,非透过气体中的不燃性气体浓度比处理对象气体中的不燃性气体浓度高。另一方面,透过气体中的不燃性气体浓度比处理对象气体中的不燃性气体浓度低。另外,在本实施方式中,上述透过气体中的可燃性气体浓度比处理对象气体中的可燃性气体浓度高。应予说明,透过气体能够具有燃烧性。在本实施方式中,非透过气体为“不燃性气体浓缩气体”。另外,透过气体为“可燃性浓缩气体”。

[0022] 在一个实施方式中,上述分离膜系统在分离膜的上游具有杂质成分的去除机构作为前处理设备。杂质成分可以是固体成分,也可以是液体成分,还可以是气体成分。在如后述那样设置有加热装置的情况下,去除机构可以设置于加热装置的上游,也可以设置于加

热装置的下游。

[0023] 上述处理对象气体例如为包含氢、氦、氮、氧、一氧化碳、二氧化碳、氮氧化物、氨、硫氧化物、硫化氢、氟化硫、汞、砷化氢、氰化氢、硫化羰、C1～C8的烃、有机酸、醇、硫醇类、酯、醚、酮、醛等的混合气体。在本说明书中,可燃性气体是指因在氧的存在下而具有可燃性的气体。作为可燃性气体,例如可举出烃气体(甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、乙烯等)、氢、一氧化碳等。另外,作为不燃性气体,例如可举出氮、二氧化碳等。在一个实施方式中,使用氮作为不燃性气体。另外,也可以使用包含氮作为主成分的不燃性气体。在本说明书中,“主成分”是指不燃性气体成分中浓度最高的成分。在上述混合气体中,可燃性气体与不燃性气体的混合比能够是任何合适的混合比。在一个实施方式中,作为天然气(例如,氮与烃的混合气体)的纯化单元,使用上述分离膜系统。

[0024] 在上述分离膜系统中,不燃性气体浓缩气体为能够燃烧的气体。在本发明的实施方式中,通过构成为一边生成不燃性气体浓缩气体一边使该气体能够燃烧,能够有效利用不燃性气体浓缩气体。代表性地,能够对作为废气的不燃性气体浓缩气体进行燃烧处理,其结果,能够降低不燃性气体浓缩气体的废弃成本。另外,也能够将不燃性气体浓缩气体用于分离膜的温度调节(详细情况后述)。在一个实施方式中,基于分离膜本身的结构,不燃性气体浓缩气体为能够燃烧的气体,即,无需导入与不燃性气体浓缩气体不同的可燃性气体,不燃性气体浓缩气体就成为能够燃烧的气体。应予说明,气体能够燃烧是指(无需追加导入可燃性气体)就能够在助燃性气体的存在下、大气压、室温下成为燃烧范围。优选是指通过混合空气而在大气压、室温下能够成为燃烧范围。

[0025] 上述不燃性气体浓缩气体可以进行贮藏等而在分离膜系统外使用,也可以在上述分离膜系统内使用。在一个实施方式中,上述分离膜系统包括使上述不燃性气体浓缩气体燃烧。

[0026] 在一个实施方式中,上述不燃性气体浓缩气体用于上述分离膜的温度调节(图1的(c))。本实施方式的被温度调节的分离膜可以是用于生成不燃性气体浓缩气体的分离膜。分离膜的分离精度根据温度而变化,因此通过适当地进行温度调节,能够将不燃性气体浓缩气体的组成控制为燃烧范围。在一个实施方式中,利用加热后的不燃性气体浓缩气体,来进行处理对象气体的加热,由此进行分离膜的温度调节。优选利用在助燃性气体存在下将不燃性气体浓缩气体燃烧而得到的热量,来进行处理对象气体的加热。可以将所生成的不燃性气体浓缩气体的全部用于上述温度调节,也可以将其一部分用于上述温度调节。在分离膜的前段也能够设置与其不同的加热装置(电加热器等)。在该情况下,通过使用将不燃性气体浓缩气体燃烧而得到的热量,能够降低上述加热装置的负荷。

[0027] 在一个实施方式中,上述分离膜的温度调节使用处理对象气体(与分离膜接触之前的可燃性气体与不燃性气体的混合气体)和/或可燃性气体浓缩气体来进行。代表性地,如图2所示,利用对处理对象气体和/或可燃性气体浓缩气体的一部分进行加热而得到的气体,来进行处理对象气体的加热,由此进行分离膜的温度调节。优选利用在助燃性气体存在下将处理对象气体和/或可燃性气体浓缩气体的一部分燃烧而得到的热量,来进行处理对象气体的加热。应予说明,图2的(a)表示将处理对象气体的一部分燃烧而加热处理对象气体的实施方式。另外,图2的(b)表示将作为非透过气体的可燃性气体浓缩气体的一部分燃烧而加热处理对象气体的实施方式。另外,图2的(c)表示将作为透过气体的可燃性气体浓

缩气体的一部分燃烧而加热处理对象气体的实施方式。

[0028] 另外,如图2的(a')～(c')所示,也可以利用将不燃性气体浓缩气体与处理对象气体和/或可燃性气体浓缩气体混合而得到的气体,来进行分离膜的温度调节。

[0029] 在一个实施方式中,上述不燃性气体浓缩气体用于其他分离膜的加热(图1的(d))。在本实施方式中,除了发现分离性能时的分离膜的温度调节以外,在具备分离膜的装置起动时(升温时),也能够使用不燃性气体浓缩气体。其他分离膜可以是上述分离膜系统内的分离膜,也可以是分离膜系统外的分离膜。例如在日本特开2009-039654中公开了通过在分离膜起动时进行加热来防止膜面处的冷凝的系统,在日本专利第6500499号中公开了通过加热使分离膜干燥的系统。可以将所生成的不燃性气体浓缩气体全部用于其他分离膜的加热,也可以将其一部分用于其他分离膜的加热。

[0030] 在一个实施方式中,上述分离膜系统包括使如上所述在分离膜(或其他分离膜)的加热中被使用后的不燃性气体浓缩气体燃烧。分离膜的加热可以通过将加热后的不燃性气体浓缩气体供给至分离膜来进行,也可以通过在助燃性气体存在下将不燃性气体浓缩气体的一部分燃烧而得到的热量来进行。根据这样的实施方式,能够更有效地利用不燃性浓缩气体。

[0031] 在一个实施方式中,上述不燃性气体浓缩气体含有氮。另外,上述不燃性气体浓缩气体所包含的不燃性气体也可以包含氮作为主成分。本说明书中,“主成分”是指不燃性气体中的成分中浓度最高的成分。

[0032] 应予说明,虽然未图示,但上述分离膜的加热未必需要在串联的分离膜的最上游进行,也可以在串联的中途进行加热。

[0033] 分离膜复合体能够构成为筒状。如果向分离膜复合体的筒状结构内侧以给定的气体导入压(例如0.5MPa以上)导入处理对象气体,则能够将透过分离膜复合体(实质上为分离膜)的气体从分离膜复合体面送出,另一方面,能够使未透过的气体沿筒状的分离膜复合体长度方向通过,其结果,能够进行混合气体的分离。分离膜复合体可以由单一的筒状结构构成,也可以由多个筒状结构构成。优选分离膜复合体具备多个在长度方向上贯通的筒状的隔室。

[0034] 图3是表示本发明的一个实施方式中的分离膜复合体的结构的概略的说明图。图4是表示本发明的一个实施方式中的分离膜复合体的结构的概略剖视图。在分离膜复合体10中形成有多个隔室11。隔室11以在长度方向上贯通分离膜复合体10的方式形成为筒状。隔室11可以成为处理对象气体的流路。分离膜复合体10具备多孔质基材1、以及设置于多孔质基材1上的分离膜2。分离膜2能够以覆盖多孔质基材1的内侧面的大致整面的方式设置。通过隔室11的处理对象气体中的相对于分离膜2的透过性高的气体(透过气体)透过分离膜复合体10,并从分离膜复合体10的侧面13被送出。另一方面,相对于分离膜2的透过性低的气体(非透过气体)通过隔室11的流路而被送出。虽未图示,但上述分离膜复合体能够收纳于任意适当的外筒内而使用。

[0035] 分离膜复合体的长度例如为10cm～200cm。分离膜复合体的外径例如为0.5cm～30cm。相邻的隔室的中心轴间的距离例如为0.3mm～10mm。隔室的内径例如为1mm～10mm。

[0036] 上述分离膜系统100可以包括多个分离膜复合体10。多个分离膜复合体10可以串联,也可以并联,还可以组合串联和并联而排列。在使分离膜复合体10并联的情况下,并联

的分离膜复合体10可以同时运转,也可以不同时运转。在一个实施方式中,为了气体分离而运转的分离膜复合体与如上所述用于分离膜的再生的分离膜复合体并联。另外,可以从多个分离膜复合体10单独地得到能够燃烧的气体,也可以如图1所示,将多个分离膜复合体10结合而得到能够燃烧的气体。

[0037] 在一个实施方式中,提供一种使用上述分离膜系统将可燃性气体与不燃性气体的混合气体进行分离的方法。该方法是基于透过性将可燃性气体与不燃性气体的混合气体分离的气体分离方法,包括利用使该可燃性气体或不燃性气体优先透过的上述分离膜来将该混合气体分离为可燃性气体浓缩气体和不燃性气体浓缩气体的工序,该不燃性气体浓缩气体能够燃烧。

[0038] B.分离膜

如上所述,分离膜从处理对象气体(可燃性气体与不燃性气体的混合气体)中使可燃性气体或不燃性气体中的任一者优先透过。代表性地,利用相对于具有微细孔的分离膜的透过性的差异,来进行混合气体的分离。例如,通过依赖于气体的分子尺寸以及分离膜的细孔径而控制透过性的、所谓分子筛的作用,处理对象气体被分离为透过气体和非透过气体。

[0039] 优选上述分离膜为无机膜。作为构成分离膜的材料,例如可举出沸石、氧化铝、二氧化钛、二氧化硅、堇青石、氧化锆、莫来石等。

[0040] 在一个实施方式中,作为上述分离膜,使用沸石膜。沸石膜是在多孔质基材的表面将沸石形成为膜状而构成的。沸石膜可以包含结构、组成不同的2种以上的沸石。

[0041] 构成上述沸石膜的沸石能够使用如下沸石等:位于构成沸石的氧四面体(TO_4)的中心的原子(T原子)仅包含Si、或者包含Si和Al的沸石;T原子包含Al和P的AlPO型沸石;T原子包含Si、Al以及P的SAPO型沸石;T原子包含镁(Mg)、Si、Al以及P的MAPSO型沸石;T原子包含锌(Zn)、Si、Al以及P的ZnAPSO型沸石。T原子的一部分可以被其他元素置换。

[0042] 作为上述沸石,例如可举出AEI型、AEN型、AFN型、AFV型、AFX型、BEA型、CHA型、DDR型、ERI型、ETL型、FAU型(X型、Y型)、GIS型、LEV型、LTA型、MEL型、MFI型、MOR型、PAU型、RHO型、SAT型、SOD型等沸石。沸石的最大元环数优选为12以下,更优选为10以下,进一步优选为8以下。另外,优选为6以上,进一步优选为8以上。

[0043] 上述沸石膜例如包含Si。沸石膜例如可以包含Si、Al以及P中的任意两者以上。沸石膜可以包含碱金属。该碱金属例如为钠(Na)或钾(K)。在沸石膜包含Si原子以及Al原子的情况下,沸石膜中的Si/Al比例如为1以上且10万以下。Si/Al比是沸石膜所含有的Si元素相对于Al元素的摩尔比率。该Si/Al比优选为5以上,更优选为20以上,进一步优选为100以上,越高越优选。通过调整后述的原料溶液中的Si源与Al源的配合比例等,能够调整沸石膜中的Si/Al比。

[0044] 上述分离膜的平均细孔径例如为0.2nm～1nm,更优选为0.3nm～0.5nm。分离膜的细孔径能够根据所期望的透过气体的组成而进行调整。如果减小分离膜的平均细孔径,则选择性变高。分离膜的平均细孔径小于多孔质基材的平均细孔径。在分离膜为沸石膜的情况下,将沸石的最大元环数设为n,将n元环细孔的短径与长径的算术平均作为平均细孔径。n元环细孔是指氧原子与T原子键合而形成环状结构的部分的氧原子的数量为n个的细孔。在具有n相等的多个n元环细孔的情况下,将全部n元环细孔的短径与长径的算术平均作为

沸石的平均细孔径。沸石膜的平均细孔径由该沸石的骨架结构决定,能够由国际沸石学会的“Database of Zeolite Structures”[online]、互联网<URL:http://www.iza-structure.org/databases/>中公开的值求出。

[0045] 分离膜的厚度例如为0.05μm～30μm,优选为0.1μm～20μm,进一步优选为0.5μm～10μm。如果使分离膜变厚,则选择性变高。如果使分离膜变薄,则透过速度增大。

[0046] 分离膜的表面粗糙度(Ra)例如为5μm以下,优选为2μm以下,更优选为1μm以下,进一步优选为0.5μm以下。本说明书中,表面粗糙度(Ra)是依据JIS B 0601而测定的算术表面粗糙度Ra。

[0047] 分离膜能够根据构成膜的材料通过任意的适当的方法形成。例如,沸石膜能够如下这样得到:将作为晶种的沸石涂布于多孔质基材上,将附着有晶种的多孔质基材浸渍于原料溶液,通过水热合成而以晶种为核地使沸石生长。原料溶液例如包含二氧化硅源、氧化铝源、有机物、碱源、水等。水热合成中的加热温度例如设为60℃～200℃。加热时间例如设为1小时～240小时。另外,也可以使用将有机粘合剂、陶瓷原料以及溶剂混合而成的原料浆料来形成分离膜。

[0048] 在一个实施方式中,不燃性气体浓缩气体的燃烧性、即透过气体以及非透过气体的组成例如能够使用与处理对象气体相应的结构的分离膜通过该分离膜的温度来调整分离精度(气体选择性)而进行控制。在一个实施方式中,通过提高分离膜的温度,能够降低作为透过气体的不燃性气体浓缩气体的不燃性气体浓度。例如,在使用了国际公开第2011/105511号中记载的DDR型沸石膜的情况下,能够降低含有二氧化碳(不燃性气体)的透过气体的二氧化碳浓度。

[0049] 另外,也可以通过使用气体透过特性各不相同的多个分离膜复合体,并将从各分离膜复合体送出的作为透过气体或非透过气体的不燃性气体浓缩气体混合,由此得到能够燃烧的不燃性气体浓缩气体。在使用多个分离膜复合体的情况下,可以将从其中一部分分离膜复合体送出的透过气体或非透过气体混合,来得到能够燃烧的不燃性气体浓缩气体(图1的(e)、图1的(f)),也可以将从全部分离膜复合体送出的透过气体或非透过气体混合,来得到能够燃烧的不燃性气体浓缩气体。

[0050] C.多孔质基材

多孔质基材构成为能够使气体透过。在图3所示的例子中,多孔质基材1是在一体成形的连成一体的柱状的主体设置有分别沿长度方向延伸的多个贯通孔的所谓的整体型基材。在图3所示的例子中,多孔质基材1为大致圆柱状。贯通孔的与长度方向垂直的剖面例如为大致圆形。在贯通孔的内侧面上形成分离膜,能够得到形成有隔室的分离膜复合体(多孔质基材/分离膜)。应予说明,多孔质基材的形状不限于上述例子,例如可以为蜂窝状、平板状、管状、圆筒状、圆柱状或多棱柱状等。在一个实施方式中,可以在管状的多孔质基材的外侧面上形成分离膜。

[0051] 多孔质基材的长度例如为10cm～200cm。多孔质基材的外径例如为0.5cm～30cm。在多孔质基材具有贯通孔的情况下,相邻的贯通孔的中心轴间的距离例如为0.3mm～10mm。在多孔质基材为管状或圆筒状的情况下,多孔质基材的厚度例如为0.1mm～10mm。

[0052] 作为多孔质基材的材料,能够使用任意的适当的材料。在一个实施方式中,多孔质基材由陶瓷烧结体形成。被选择为多孔质基材的材料的陶瓷烧结体,例如可举出氧化铝、二

氧化硅、莫来石、氧化锆、二氧化钛、氧化钇、氮化硅、碳化硅等。

[0053] 多孔质基材可以包含无机结合材料。作为无机结合材料,能够使用二氧化钛、莫来石、易烧结性氧化铝、二氧化硅、玻璃料、粘土矿物、易烧结性堇青石中的至少一者。

[0054] 多孔质基材可以为单层结构,也可以为多层结构。在一个实施方式中,如图4所示,多孔质基材为由细孔径不同的层形成的多层结构。优选越靠近内侧(即,分离膜侧),细孔径越小。

[0055] 多孔质基材的平均细孔径例如为0.01μm～70μm,优选为0.05μm～25μm。分离膜侧的多孔质基材的平均细孔径为0.01μm～1μm,优选为0.05μm～0.5μm。关于多孔质基材的包含表面以及内部的整体的细孔径的分布,D5例如为0.01μm～50μm,D50例如为0.05μm～70μm,D95例如为0.1μm～2000μm。分离膜侧的多孔质基材的气孔率例如为25%～50%。多孔质基材的平均细孔径能够通过水银孔度计、细孔径分布测定器、纳米尺寸细孔径分布测定器(日文:ナノパームポロメータ)等来测定。

[0056] 工业实用性

本发明的分离膜系统能够优选用于将混合气体中的成分分离的工序。

[0057] 符号说明

1:多孔质基材

2:分离膜

10:分离膜复合体。

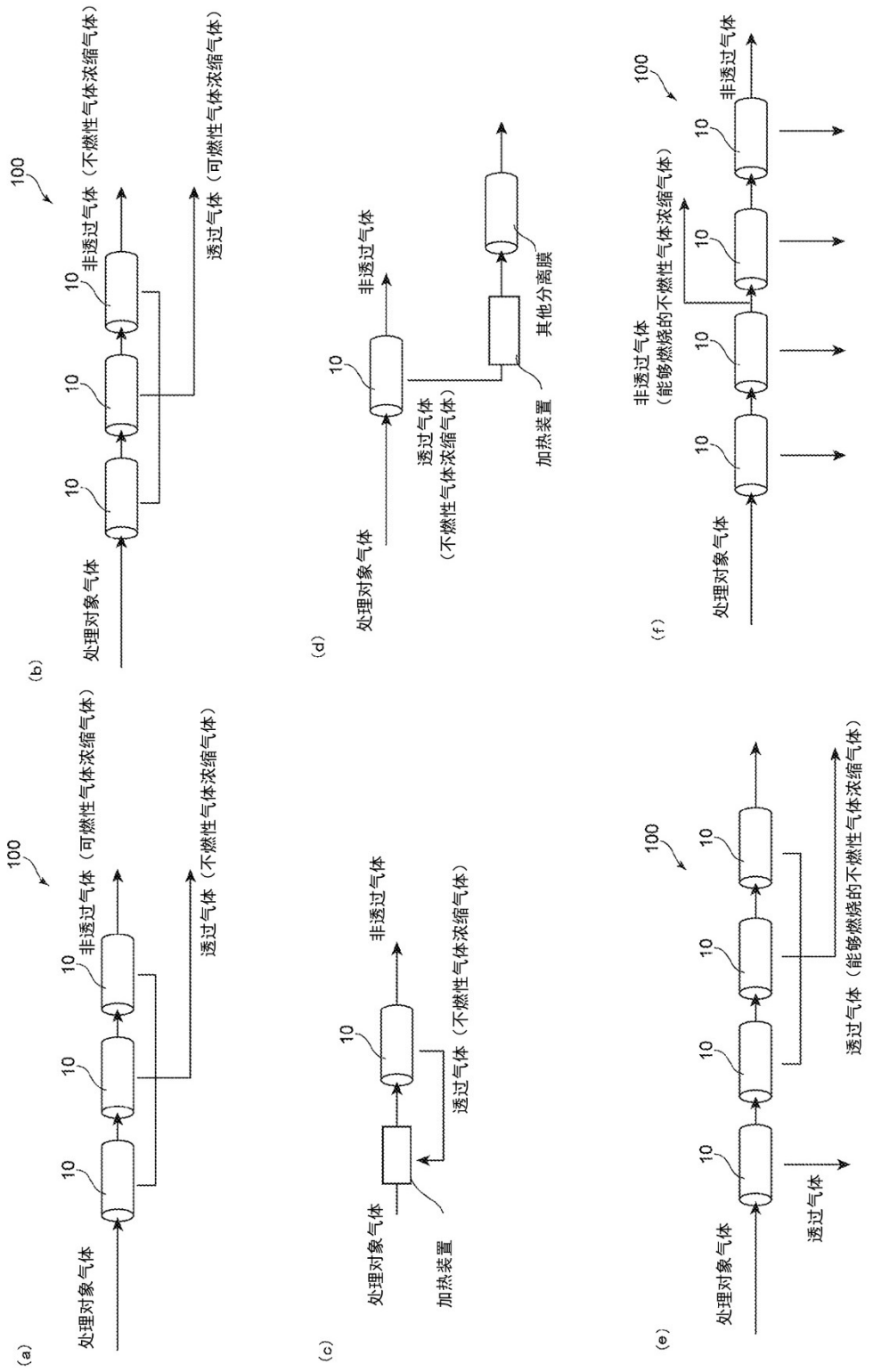

(a)
100
10
处理对象气体
非透过气体（可燃性气体浓缩气体）
透过气体（不燃性气体浓缩气体）
(b)
处理对象气体
非透过气体（不燃性气体浓缩气体）
透过气体（可燃性气体浓缩气体）
(c)
处理对象气体
加热装置
非透过气体
透过气体（不燃性气体浓缩气体）
(d)
处理对象气体
非透过气体
透过气体
（不燃性气体浓缩气体）
加热装置
其他分离膜
(e)
处理对象气体
透过气体
透过气体（能够燃烧的不燃性气体浓缩气体）
(f)
处理对象气体
非透过气体
（能够燃烧的不燃性气体浓缩气体）
非透过气体

图1

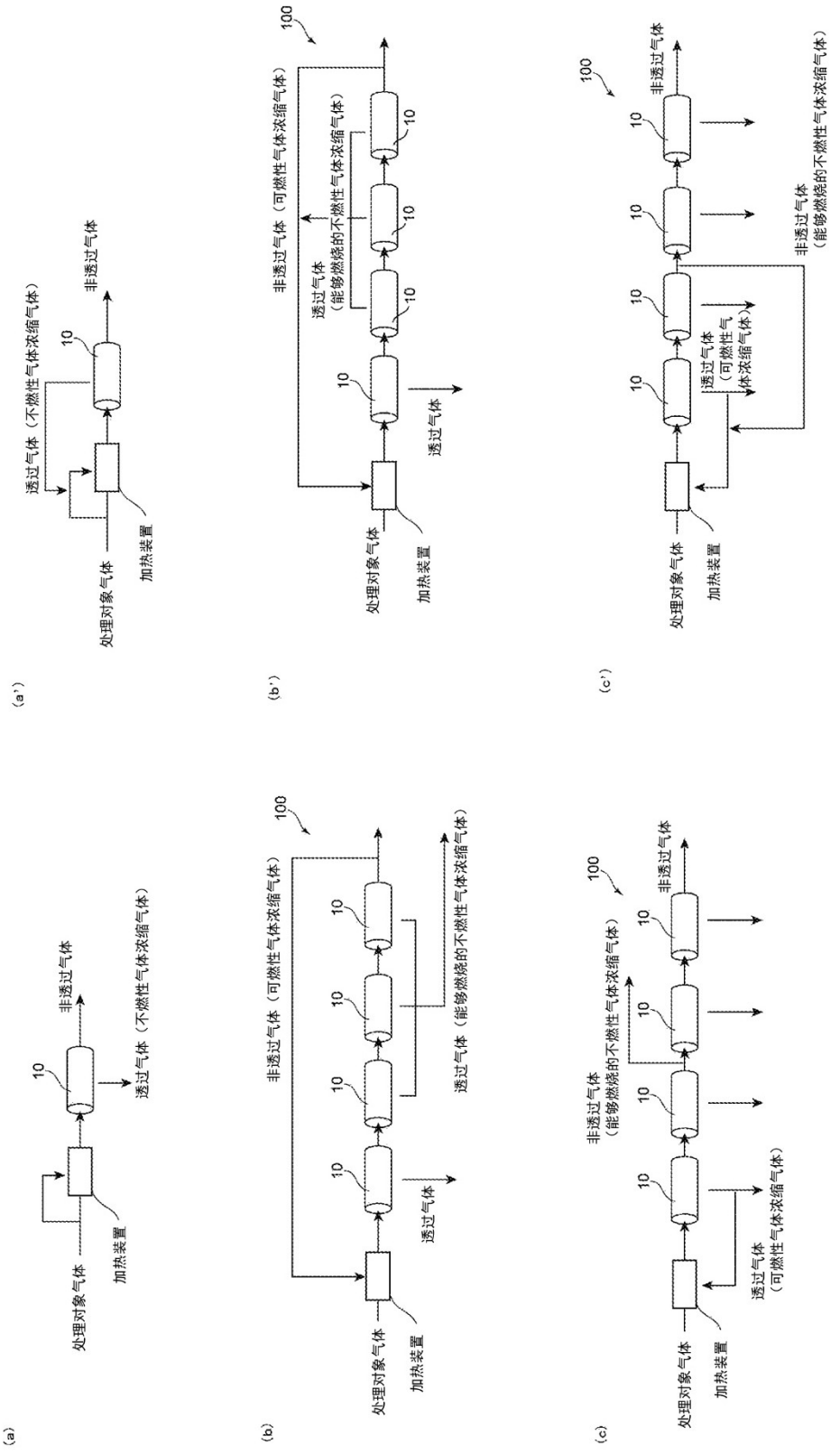

(a')
透过气体（不燃性气体浓缩气体）
10
非透过气体
处理对象气体
加热装置
(b')
100
非透过气体（可燃性气体浓缩气体）
透过气体
（能够燃烧的不燃性气体浓缩气体）
10
处理对象气体
加热装置
透过气体
(c')
100
非透过气体
10
透过气体
（可燃性气体浓缩气体）
非透过气体
（能够燃烧的不燃性气体浓缩气体）
处理对象气体
加热装置
(a)
10
非透过气体
透过气体（不燃性气体浓缩气体）
处理对象气体
加热装置
(b)
100
非透过气体（可燃性气体浓缩气体）
10
透过气体
透过气体（能够燃烧的不燃性气体浓缩气体）
处理对象气体
加热装置
(c)
100
非透过气体
（能够燃烧的不燃性气体浓缩气体）
10
非透过气体
透过气体
（可燃性气体浓缩气体）
处理对象气体
加热装置

图2

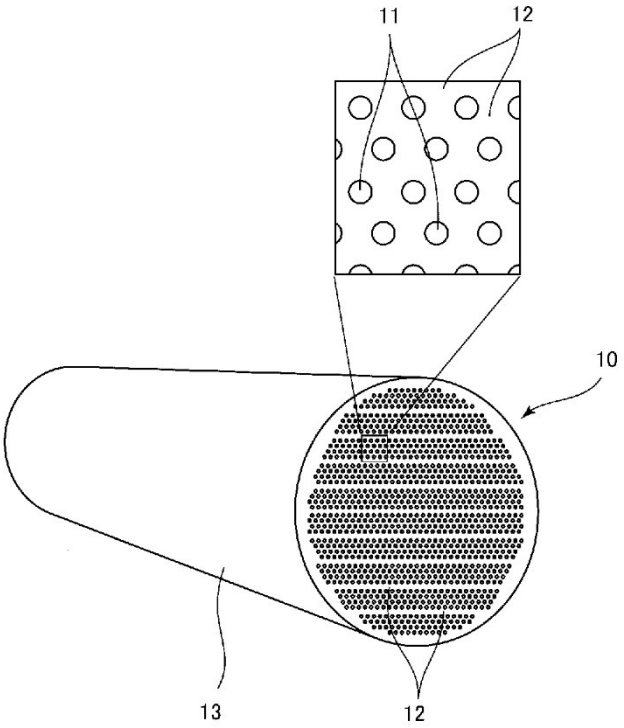


图3

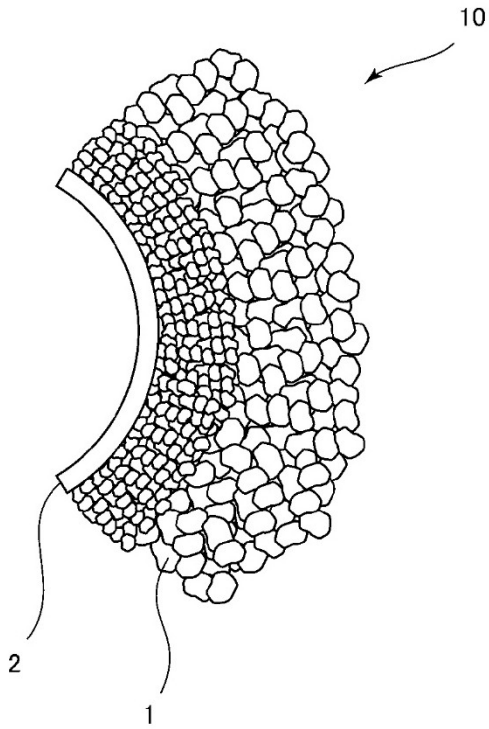


图4