



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480005151.0

[45] 授权公告日 2007 年 9 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100336577C

[22] 申请日 2004.2.16
 [21] 申请号 200480005151.0
 [30] 优先权
 [32] 2003. 2. 25 [33] JP [31] 047647/2003
 [86] 国际申请 PCT/JP2004/001673 2004. 2. 16
 [87] 国际公布 WO2004/076030 日 2004. 9. 10
 [85] 进入国家阶段日期 2005. 8. 25
 [73] 专利权人 住友精化株式会社
 地址 日本兵库县
 [72] 发明人 住田俊彦 笹野广昭 三宅正训
 [56] 参考文献
 JP2002 - 355522A 2002. 12. 10
 WO02051523A 2002. 7. 4
 US6048384A 2000. 4. 11
 审查员 王 辉

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司
 代理人 龙 淳

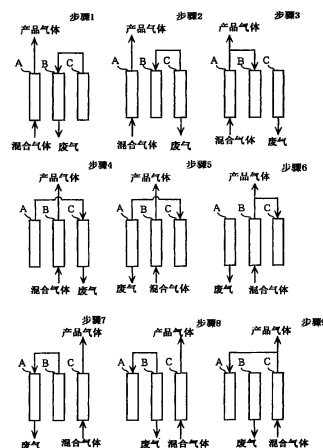
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 7 页

[54] 发明名称

废气供给方法及目标气体精制系统

[57] 摘要

本发明提供一种废气供给方法，利用反复进行由多个步骤构成的循环的变压吸附法，用填充了吸附剂的多个吸附塔(A、B、C)从混合气体中浓缩分离目标气体时，将从该吸附塔(A、B、C)排出的废气供给到废气消耗部件(1)。根据该方法，在构成所述循环的全部步骤中，通过从至少一个所述吸附塔(A、B、C)排出所述废气，可以不间断地将该废气供给到所述废气消耗部件(1)。



1.一种废气供给方法,利用反复进行由多个步骤构成的循环的变压吸附法,使用填充了吸附剂的多个吸附塔从混合气体中浓缩分离目标气体时,将从该吸附塔排出的废气供给到废气消耗部件,其特征在于:

在构成所述循环的全部步骤中,通过从至少一个所述吸附塔排出所述废气,不通过废气储藏容器且不间断地将该废气连续供给到所述废气消耗部件,

在所述各吸附塔中,依次反复进行包含以下工序的循环:用吸附剂吸附混合气体中不要的气体成分,排出目标气体的浓度高的产品气体的吸附工序;将吸附塔内的压力降低到第一中间压力的第一减压工序;将吸附塔内的压力降低到第二中间压力的第二减压工序;将吸附剂吸附的不要的气体成分脱附并排出的脱附工序;将洗净气体导入到吸附塔内并排出塔内残留气体的洗净工序;和使吸附塔内的压力上升的升压工序,

将从处于所述第二减压工序中的吸附塔的产品气体出口排出的残留气体导入处于所述升压工序中的其他吸附塔内的同时,从处于所述第二减压工序中的吸附塔混合气体入口,将废气供给到所述废气消耗部件,

所述各吸附塔在所述第二减压工序、所述脱附工序以及所述洗净工序中向所述废气消耗部件供给废气,

向所述废气消耗部件供给的所述废气,通过流量控制阀控制其流量,该流量控制阀设置在连接所述各吸附塔与所述废气消耗部件之间的气体流路上,该流量控制阀的开度,在所述洗净工序中最大,在所述第二减压工序中最小,在所述脱附工序中缓缓增加。

2.如权利要求1所述的废气供给方法,其特征在于,

所述升压工序包括将吸附塔内的压力上升到途中的第一升压工序、和使吸附塔内的压力进一步上升的第二升压工序,在这些第一升压工序和第二升压工序之间插入将吸附塔混合气体入口和产品气体出口同时关闭的待机工序。

3.如权利要求 1 或 2 所述的废气供给方法,其特征在于,所述废气消耗部件构成制造所述混合气体的改性装置的燃烧部。

4.如权利要求 1 或 2 所述的废气供给方法,其特征在于,所述目标气体为氢气,所述混合气体含有氢气和氢气以外的可燃性气体成分。

废气供给方法及目标气体精制系统

技术领域

本发明涉及利用变压吸附法从混合气体中浓缩分离目标气体时排出的废气的再循环技术。具体来说，本发明涉及将废气供给到废气消耗部件的方法以及目标气体的精制系统。

背景技术

作为从混合气体浓缩分离氢气等目标气体的方法，已知的有变压吸附法（下面称作 PSA 法）等。PSA 法设置有填充了吸附剂的吸附塔 2~4 个，在各吸附塔中通过反复进行包括吸附工序、减压工序、脱附工序、洗净工序以及升压工序的循环操作而进行。这种利用 PSA 法从混合气体浓缩分离目标气体的技术，例如由日本特开 2000-313605 号公报已成为公知的技术。

上述专利文献中公开的技术是，如图 7a~7i 所示，使用包括填充了适合的吸附剂的三个吸附塔 A、B、C 的装置，通过反复进行由步骤 I~IX 构成的循环操作，进行目标气体的浓缩分离，和向废气使用部件（改性器）供给从吸附塔 A、B、C 排出的废气的技术。下面说明这些步骤。

如图 7a 所示，步骤 I 中，在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行洗净工序、在吸附塔 C 中进行第一减压工序。具体地说，将混合气体导入到吸附塔 A 中，在塔内通过吸附剂除去不要的气体成分，产品气体（浓缩分离的目标气体）被排除到塔外。吸附塔 C 只是结束了吸附工序（参照后述的步骤 IX），由此导出的残留气体作为洗净气体被导入进行洗净工序的吸附塔 B 中。由此，进行吸附塔 C 的减压，同时进行吸附塔 B 的洗净。

如图 7b 所示，在步骤 II 中，在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第一升压工序（均压工序）、在吸附塔 C 中进行第二减压工序（均压工序）。具体地说，在吸附塔 A 中，紧接着步骤 I，将由吸附

剂除去不要气体成分的产品气体排出到塔外。吸附塔 C 中，紧接着步骤 I，将残留气体导入到吸附塔 B 中；而吸附塔 B 结束洗净工序（参照步骤 I），存储从吸附塔 C 导入的气体。由此，进行吸附塔 C 的减压，同时进行吸附塔 B 的升压，达到吸附塔 B 与吸附塔 C 的均压。

如图 7c 所示，步骤 III 中，在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第二升压工序、在吸附塔 C 中进行脱附工序（排污（blow down）工序）。具体地说，在吸附塔 A 中，紧接着步骤 I 以及步骤 II 导入混合气体，将产品气体排出到塔外。此时，将产品气体的一部分导入到吸附塔 B 中，在该吸附塔 B 中继续进行升压操作。另外，在吸附塔 C 中，将塔内残留的气体排出的同时由此进行的减压使吸附在吸附剂的不要的气体成分脱附并向塔外排出。

在步骤 IV~VI 中，如图 7d~7f 所示，在吸附塔 A 中与步骤 I~III 中的吸附塔 C 相同，分别进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 B 中与步骤 I~III 中的吸附塔 A 相同地进行吸附工序。在吸附塔 C 中与步骤 I~III 中的吸附塔 B 相同地进行洗净工序、第一升压工序以及第二升压工序。

步骤 VII~IX 中，如图 7g~7i 所示，在吸附塔 A 中与步骤 I~III 中的吸附塔 B 相同地进行洗净工序、第一升压工序以及第二工序。在吸附塔 B 中与步骤 I~III 中的吸附塔 C 相同地进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 C 中与步骤 I~III 中的吸附塔 A 相同地进行吸附工序。

通过在各个吸收塔 A、B、C 中反复进行如上说明的步骤 I~IX，从混合气体中除去不要的气体成分，能够连续地得到目标气体的浓度高的产品气体。

另一方面，从步骤 I 中的吸附塔 B、步骤 III 中的吸附塔 C、步骤 IV 中的吸附塔 C、步骤 VI 中的吸附塔 A、步骤 VII 中的吸附塔 A、步骤 IX 中的吸附塔 B 被排出的废气，经由废气储藏容器（未图示），作为燃料气体供给改性器。在这里，经由废气储藏容器的理由是：在步骤 II、V、VIII 中从任何吸附塔都没有废气排出，因此通过将其他步骤中排出的废气的一部分储藏在气体储藏槽中，在即使从吸附塔排出的废气被中断的步骤 II、V、VIII 中的情况下，也能向改性器连续不间断地供给废

气。

但是，废气储藏容器一般具有吸附塔 5 倍以上的容积，在推进进行浓缩分离目标气体的系统的小型化的过程中，成为重大的阻碍因素。另外，在上述专利文献公开的技术中，若减少废气储藏容器的容积，压力变化大，因此难以实现该储藏槽的小型化。

发明内容

因此，本发明的目的是提供废气供给方法，该方法利用 PSA 法，通过多个吸附塔从混合气体浓缩分离目标气体时，能不间断地向废气消耗部件供给从该吸附塔排出的废气，同时能将进行目标气体的浓缩分离的系统小型化。

本发明的其他目的是提供用于实施这种废气供给方法的目标气体精制系统。

本发明的第一方面，提供一种废气供给方法，该方法利用反复进行由多个步骤构成的循环的变压吸附法，通过填充了吸附剂的多个吸附塔从混合气体浓缩分离目标气体时，将从该吸附塔排出的废气供给到废气消耗部件，其特征在于：在由上述循环构成的全部步骤中，通过从上述吸附塔的至少一个塔排出上述废气，将该废气不间断地连续供给到上述废气消耗部件。

若成为以上的结构，能够将废气向塔外连续排出，由此即使不通过废气储藏容器大量储藏该废气，也能不间断地向废气消耗部件连续供给废气。因此，可以将小型化目标气体精制系统过程中成为重大的阻碍要素的废气储藏容器小型化、或者除去，进一步而言，能达到将目标气体精制系统小型化的目标。

向废气消耗部件供给的废气优选控制其流量。通过这样的结构，在每一个步骤、或者时间点，即使废气的排出压力或组成急剧变化，也能够缓和该变化。因此，能够更稳定的向废气消耗部件供给废气。

流量控制优选通过改变控制阀的开度来进行，该流量控制阀设置在连接各吸附塔与废气消耗部件的气体流路中。

根据本发明的适合的实施方式，在上述各吸附塔中，依次反复进行以下工序：通过吸附剂吸附混合气体中不要的气体成分，将目标气

体的浓度高的产品气体排出的吸附工序；将吸附塔内的压力降低到第一中间压力的第一减压工序；将吸附塔内的压力降低到第二中间压力的第二减压工序；将吸附剂吸附的不要的气体成分脱附并排出的脱附工序；将洗净气体导入到吸附塔内，将塔内残留的气体排出的洗净工序；使吸附塔内的压力上升的升压工序。将处于上述第二减压工序中的从吸附塔的产品气体出口排出的残留气体导入到处于上述升压工序中的其他吸附塔中，同时，从处于上述第二减压工序中的吸附塔的混合气体入口，向上述废气消耗部件供给废气。

上述各吸附塔优选在上述第二减压工序、上述脱附工序以及上述洗净工序中向上述废气消耗部件供给废气。

向上述废气消耗部件供给的上述废气，优选通过流量控制阀控制其流量，该流量控制阀设置在连接上述各吸附塔与上述废气消耗部件之间的气体流路上。另外，流量控制阀的开度，在上述洗净工序中最大，在上述第二减压工序中最小，在上述脱附工序中逐渐增加。

本发明的其他适合的实施方式中，在上述各吸附塔中依次反复进行以下工序：用吸附剂吸附混合气体中不要的气体成分，将目标气体的浓度高的产品气体排出的吸附工序；将吸附塔内的压力降低到第一中间压力的第一减压工序；将吸附塔内的压力降低到第二中间压力的第二减压工序；将吸附剂上吸附的不要的气体成分脱附并排出的脱附工序；将洗净气体导入到吸附塔内将残留的气体排出的洗净工序；使吸附塔内的压力上升的第一升压工序；同时关闭吸附塔的混合气体入口以及产品气体出口的待机工序；进一步升高吸附塔内的压力的第二升压工序。将处于上述第二减压工序中的从吸附塔的产品气体出口排出的残留气体导入处于上述第一升压工序中的其他吸附塔，同时，从处于上述第二减压工序中的吸附塔的混合气体入口向上述废气消耗部件供给废气。

上述废气消耗部件优选构成具有制造上述混合气体的改性装置的燃烧部。

上述目标气体优选为氢气，上述混合气体优选含有氢气和氢气以外的可燃性气体。

本发明的第二方面提供一种目标气体精制系统，具备：具有燃烧

部的同时，从原料气体制造含有目标气体的混合气体的改性装置；利用反复进行由多个步骤构成的循环的变压吸附法，用填充了吸附剂的多个吸附塔从上述混合气体浓缩分离目标气体的精制装置；将从该精制装置排出的废气作为燃料气体供给上述燃烧部的供给装置。上述供给装置具备排出控制装置，该排出控制装置在构成上述循环的整个步骤中，通过从至少一个上述吸附塔排出上述废气，能够向上述燃烧部不间断地连续供给上述废气。

上述供给装置优选不经由暂时存储上述废气的废气储藏容器向上述燃烧部供给该废气。

上述排出控制装置优选具备流量控制阀和控制该流路控制阀开度的开度控制装置，该流量控制阀设置在向上述吸附塔供给或排出各种气体的气体流路上。

本发明的其他特征以及优点，将从基于附图说明的实施方式中得到清楚的解释。

附图说明

图 1 是用于实现本发明第一实施方式的废气的供给方法的 3 塔式 PSA 系统的概略结构图。

图 2 是表示在用上述 3 塔式 PSA 系统浓缩分离目标气体时的各步骤（步骤 1~9）中，各吸附塔中进行的工序以及此时的阀的开闭状态的时间图。

图 3 是上述各步骤（步骤 1~9）相对应的气体流程图。

图 4 是表示用于控制从上述 PSA 系统被排出的废气的流量的流量控制阀的开度的经时变化的图。

图 5 是表示在使用用于实现本发明第二实施方式的废气供给方法的 4 塔式 PSA 系统来浓缩分离目标气体时的各步骤（步骤 1'~12'）中，在各吸附塔中进行工序的时间图。

图 6 是上述各步骤（步骤 1'~12'）相对应的气体流程图。

图 7 是表示使用用于实现现有的废气供给方法的 3 塔式 PSA 系统来浓缩分离目标气体时的各步骤（步骤 I~IX）相对应的气体流程图。

具体实施方式

下面参照附图具体说明本发明优选的实施方式。

本发明第一实施方式的废气供给方法，例如可使用图 1 所示的 3 塔式 PSA 系统来实施。该图中所示的 3 塔式的 PSA 系统 X1，主要具备改性装置 1、精制装置 2 和废气供给装置 3。改性装置 1 包括燃烧部 10 和改性部 11。精制装置 2 包括 3 个吸附塔 A、B、C，和混合气体用配管 20、产品气体用配管 21、残留气体回收用配管 22、气体导入用配管 23、产品气体逆流用配管 24。废气供给装置 3 具备废气供给用配管 30。

各吸附塔 A、B、C 中填充有吸附剂。作为吸附剂可举出炭（适于除去碳酸气体或甲烷气体）、沸石（适于除去一氧化碳或氮气）、氧化铝（适于除去水蒸气）等。当然，示例的吸附剂可以并用 2 种以上，另外也可以使用示例之外的其它吸附剂。

各个配管 20~24 上分别设置有自动阀 a~q。在残留气体回收用配管 22、产品气体逆流用配管 24 以及废气供给用配管 30 上，分别设置有流量控制阀 40、41、42。另外，还设置有控制自动阀 a~q 的开闭以及流量控制阀 40、41、42 的开度的控制装置（未图示）。如下所述，通过控制自动阀 a~q 的开闭状态的选择以及流量控制阀 40、41、42 的开度，可以在各吸附塔 A、B、C 中进行吸附工序、第一减压工序、第二减压工序、脱附工序、洗净工序、第一升压工序以及第二升压工序。

具体来说，在图 2 所示的时间，在各吸附塔 A、B、C 中进行各个工序（步骤 1~9）。各步骤中的自动阀 a~q 的开闭状态，如图 2 所示；而图 3a~3i 示意性地表示了各步骤中的气体流。另外，图 4 表示步骤 1~3 中控制各步骤中流量控制阀 42 的开度的一个例子。在如图 4 所示的例子中，流量控制阀 42 的开度，在步骤 1 中是 100%（一定），在步骤 2 中是 10%（一定），在步骤 3 中是 40%（步骤 3 开始）~100%（步骤 3 结束），随着时间大致呈直线变化。但是，流量控制阀 42 的开度可根据需要任意设定。相同地，流量控制阀 40、41 的开度也是可根据需要任意设定。

另外，图 2 中使用了以下的省略符号。

AD: 吸附工序; 第一 DP: 第一减压工序; 第二 DP: 第二减压工序; DE: 脱附工序; SC: 洗净工序; 第一 PR: 第一升压工序; 第二 PR: 第二升压工序。

在步骤 1 中, 如图 2 所示, 在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行洗净工序、在吸附塔 C 中进行第一减压工序, 形成如图 3a 中所示的气体流状态。

如图 1 以及图 3a 所示, 在吸附塔 A 中, 从改性装置 1 中的改性部 11 经由混合气体用配管 20 以及自动阀 a 导入混合气体。在吸附塔 A 中, 用吸附剂除去不要的气体成分, 产品气体被排出到塔外。产品气体经由自动阀 i 以及产品气体用配管 21 被回收。

经由自动阀 n、残留气体回收用配管 22、流量控制阀 40、自动阀 p、气体导入用配管 23 以及自动阀 j, 将从吸附塔 C 排出的残留气体(洗净气体)导入吸附塔 B。吸附塔 C, 相对于先前进行的吸附工序, 由于在吸附塔 B 中预先进行了脱附工序(参照图 3i 所示的步骤 9), 形成吸附塔 C 的塔内的压力高于吸附塔 B 的塔内压力的状态。因此, 通过将吸附塔 C 的残留气体导入到吸附塔 B 中, 使吸附塔 C 的塔内的压力减压到第一中间压力, 从吸附塔 B 向塔内排出残留气体。该气体经由自动阀 d、废气供给用配管 30 以及流量控制阀 42, 供给到改性装置 1 的燃烧部 10。

假定吸附最高压力为 100%、脱附最低压力为 0% 时, 吸附塔 C (第一减压工序) 中的上述第一中间压力为 35%~85% 的范围。

在步骤 2 中, 如图 2 所示, 在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第一升压工序、在吸附塔 C 中进行第二减压工序, 形成图 3b 中所示的气体流状态。

如图 1 以及图 3b 所示, 在吸附塔 A 中, 紧接着步骤 1 导入混合气体, 产品气体被排出到塔外。产品气体与步骤 1 相同被回收。

另一方面, 从吸附塔 C 导出的残留气体, 经由自动阀 n、残留气体回收用配管 22、流量控制阀 40、自动阀 p、气体导入用配管 23 以及自动阀 j 被导入到吸附塔 B, 同时经由自动阀 f、废气供给用配管 30 以及流量控制阀 42 被供给到燃烧部 10。即, 在步骤 2 中, 为使在吸附塔 B 与吸附塔 C 之间达到均压化, 通过关闭自动阀 d 中断从吸附塔 B

供给的废气，但通过开启自动阀 f，经由自动阀 f、废气供给用配管 30 以及流量控制阀 42，从吸附塔 C 向燃烧部 10 供给废气。其结果，可不间断地连续从步骤 1 向燃烧部 10 供给废气。另外，吸附塔 C 塔内的压力被减压到比第一中间压力更低的第二中间压力，同时进行吸附塔 B 内的升压。

假定吸附最高压力为 100%、脱附最低压力为 0% 时，吸附塔 C（第二减压工序）中的上述第二中间压力在 15%~50% 的范围。

在步骤 3 中，如图 2 所示，在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第二升压工序、在吸附塔 C 中进行脱附工序，形成图 3c 中所示的气体流状态。

如图 1 及图 3c 所示，在吸附塔 A 中，紧接着步骤 1 以及步骤 2 继续导入混合气体，产品气体被排出到塔外。产品气体与步骤 1 相同被回收，但其一部分经由产品气体逆流用配管 24、自动阀 q、流量控制阀 41、气体导入用配管 23 以及自动阀 j 被导入到吸附塔 B 中，进行吸附塔 B 塔内的更进一步的升压。

另一方面，如图 2 所示，在吸附塔 C 中，自动阀 e、m、n、o 被关闭，在开启自动阀 f 的状态下，从塔内排出废气（含有从吸附剂脱附的不要的气体）直到达到脱附最低压力。该废气，经由自动阀 f、废气供给用配管 30 以及流量控制阀 42 被供给到燃烧部 10。由此，从步骤 2 可连续不间断地向燃烧部 10 供给废气。

在步骤 4~6 中，如图 2 以及图 3d~3f 所示，在吸附塔 A 中与步骤 1~3 中的吸附塔 C 相同进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 B 中与步骤 1~3 中的吸附塔 A 相同进行吸附工序。在吸附塔 C 中与步骤 1~3 中的吸附塔 B 相同进行洗净工序、第一升压工序以及第二升压工序。

在步骤 7~9 中，如图 2 以及图 3g~3i 所示，在吸附塔 A 中与步骤 1~3 中的 B 相同地进行洗净工序、第一升压工序以及第二升压工序。在吸附塔 B 中与步骤 1~3 中的吸附塔 C 相同地进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 C 中与步骤 1~3 中的吸附塔 A 相同进行吸附工序。

通过在各吸附塔 A、B、C 中反复进行以上说明的步骤 1~9，从混

合气体中除去不要的气体成分，能够连续地得到目标气体的浓度高的产品气体，同时，能从各吸附塔 A、B、C 连续排出废气。其结果，可连续不间断地向燃烧部 10 供给废气。因此，在本实施方式的 PSA 系统 X1 中，不需要设置占大的设置面积的废气储藏容器，可达成该系统 X1 的小型化的目的。另外，目标气体为氢气时，作为混合气体优选含有氢气和氢气以外的可燃性气体成分的气体。

接着，参照图 5~图 6 说明本发明第二实施方式的废气供给方法。图 5 表示在各步骤（参照后述的步骤 1'~12'）中的各吸附塔中进行着的工序的内容。图 6 示意性地表示浓缩分离目标气体时各步骤对应的气体流。第二实施方式中的 PSA 系统与上述第一实施方式中的 PSA 系统 X1 的结构上的不同点是，追加吸附塔 D 使其成为 4 塔式。伴随着吸附塔 D 的追加，进行自动阀的追加等，但其他结构与第一实施方式的相同，因此省略了在第二实施方式中对详细的系统结构以及各步骤中阀的开闭状态的说明。

另外，图 5 中使用以下的省略符号。

AD: 吸附工序；第一 DP: 第一减压工序；第二 DP: 第二减压工序；DE: 脱附工序；SC: 洗净工序；第一 PR: 第一升压工序；第二 PR: 第二升压工序；WA: 待机工序。

在第二实施方式中，在各吸附塔 A、B、C、D 中进行吸附工序、第一减压工序、第二减压工序、脱附工序、洗净工序、第一升压工序、待机工序以及第二升压工序。具体地，在图 5 所示的时间段内在各吸附塔 A、B、C、D 中进行各工序（步骤 1'~12'）。

在步骤 1 中，如图 5 所示，在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第二升压工序、吸附塔 C 中进行洗净工序、吸附塔 D 中进行第一减压工序，形成如图 6a 所示的气体流的状态。

如图 6a 所示，将混合气体从改性部（未图示）导入到吸附塔 A 中。在吸附塔 A 中，由吸附剂除去不要的气体，产品气体被排出到塔外，被回收。另外，该产品气体的一部分被导入到吸附塔 B 中，进行吸附塔 B 的塔内的升压。

将从吸附塔 D 排出的残留气体（洗净气体）导入吸附塔 C 中。相对于吸附塔 D 先前进行的吸附工序，吸附塔 C 预先进行了脱附工序（参

照图 6l 所示的后述的步骤 12'), 因此形成吸附塔 D 的塔内的压力比吸附塔 C 的塔内压力高的状态。因此, 通过将吸附塔 D 的残留气体导入到吸附塔 C 中, 使吸附塔 D 的塔内减压到第一中间压力, 从吸附塔 C 向塔内排出残留气体。被排出的气体供给到燃烧部 (未图示)。

假定吸附最高压力为 100%、脱附最低压力为 0% 时, 吸附塔 D (第一减压工序) 中的上述第一中间压力在 35%~85% 的范围。

在步骤 2 中, 如图 5 所示, 在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第二升压工序、在吸附塔 C 中进行第一升压工序、吸附塔 D 中进行第二减压工序, 形成如图 6b 所示的气体流状态。

如图 6b 所示, 紧接着步骤 1' 继续将混合气体导入到吸附塔 A 中, 产品气体被排出到塔外。产品气体与步骤 1' 相同被回收。另外, 该产品气体的一部分紧接着被导入到吸附塔 B 中, 进行吸附塔 B 的塔内的升压。

另一方面, 从吸附塔 D 导出的残留气体, 被导入到吸附塔 C 中的同时, 供给到燃烧部 (未图示)。即, 在步骤 2' 中, 为了在吸附塔 C 与吸附塔 D 之间达到均压化, 中断从吸附塔 C 的废气的排出, 但从吸附塔 D 向燃烧部 (未图示) 供给废气。其结果, 可向燃烧部连续不间断地供给废气。通过该过程, 吸附塔 D 的塔内被减压到比第一中间压力低的第二中间压力, 同时进行吸附塔 C 的升压。

假定吸附最高压力为 100%、脱附最低压力为 0% 时, 吸附塔 D (第二减压工序) 中的第二中间压力为 15%~50% 的范围。

在步骤 3 中, 如图 5 所示, 在吸附塔 A 中进行吸附工序、在吸附塔 B 中进行第二升压工序、在吸附塔 C 中进行待机工序, 在吸附塔 D 中进行脱附工序, 形成如图 6c 所示的气体流状态。

如图 6c 所示, 紧接着步骤 1' 以及步骤 2' 将混合气体导入到吸附塔 A 中, 产品气体被排出到塔外。产品气体与步骤 1' 相同被回收。另外, 该产品气体的一部分被导入到吸附塔 B 中, 进行吸附塔 B 的塔内的升压。

另一方面, 在吸附塔 D 中, 从塔内排出废气 (含有从吸附剂脱附的不要的气体成分) 直到脱附最低压力。被排出的废气供给给燃烧部 (未图示)。另外, 吸附塔 C 是不进行气体传输的待机状态。

步骤 4'~6'中, 如图 5 以及图 6d~6f 所示, 在吸附塔 A 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 D 相同, 进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 B 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 A 相同, 进行吸附工序。在吸附塔 C 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 B 相同, 进行第二升压工序。在吸附塔 D 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 C 相同, 进行洗净工序、第一升压工序以及待机工序。

在步骤 7'~9'中, 如图 5 以及图 6g~6i 所示, 在吸附塔 A 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 C 相同, 进行洗净工序、第一升压工序以及待机工序。在吸附塔 B 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 D 相同, 进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 C 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 A 相同, 进行吸附工序。在吸附塔 D 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 B 相同, 进行第二升压工序。

步骤 10'~12'中, 如图 5 以及图 6j~6l 所示, 在吸附塔 A 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 B 相同, 进行第二升压工序。在吸附塔 B 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 C 相同, 进行洗净工序、第一升压工序以及待机工序。在吸附塔 C 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 D 相同, 进行第一减压工序、第二减压工序以及脱附工序。在吸附塔 D 中与步骤 1'~3'中的吸附塔 A 相同, 进行吸附工序。

通过在吸附塔 A、B、C、D 中反复进行以上说明的步骤 1'~12', 从混合气体中除去不要的气体成分, 可连续地得到目标气体的浓度高的产品气体。另外, 由于从吸附塔 A、B、C、D 连续地排出废气, 能够不间断地向燃烧部(未图示)连续供给该废气。因此, 在第二实施方式的 PSA 系统中, 不需要设置占大的设置面积的废气储藏容器, 能够达成该系统的小型化的要求。另外, 当目标气体是氢气时, 作为混合气体优选含有氢气和氢气以外的可燃性气体的气体。

以上说明了本发明的具体实施方式, 但本发明不仅限于此, 可在不超出本发明思想的范围内实施各种变更。

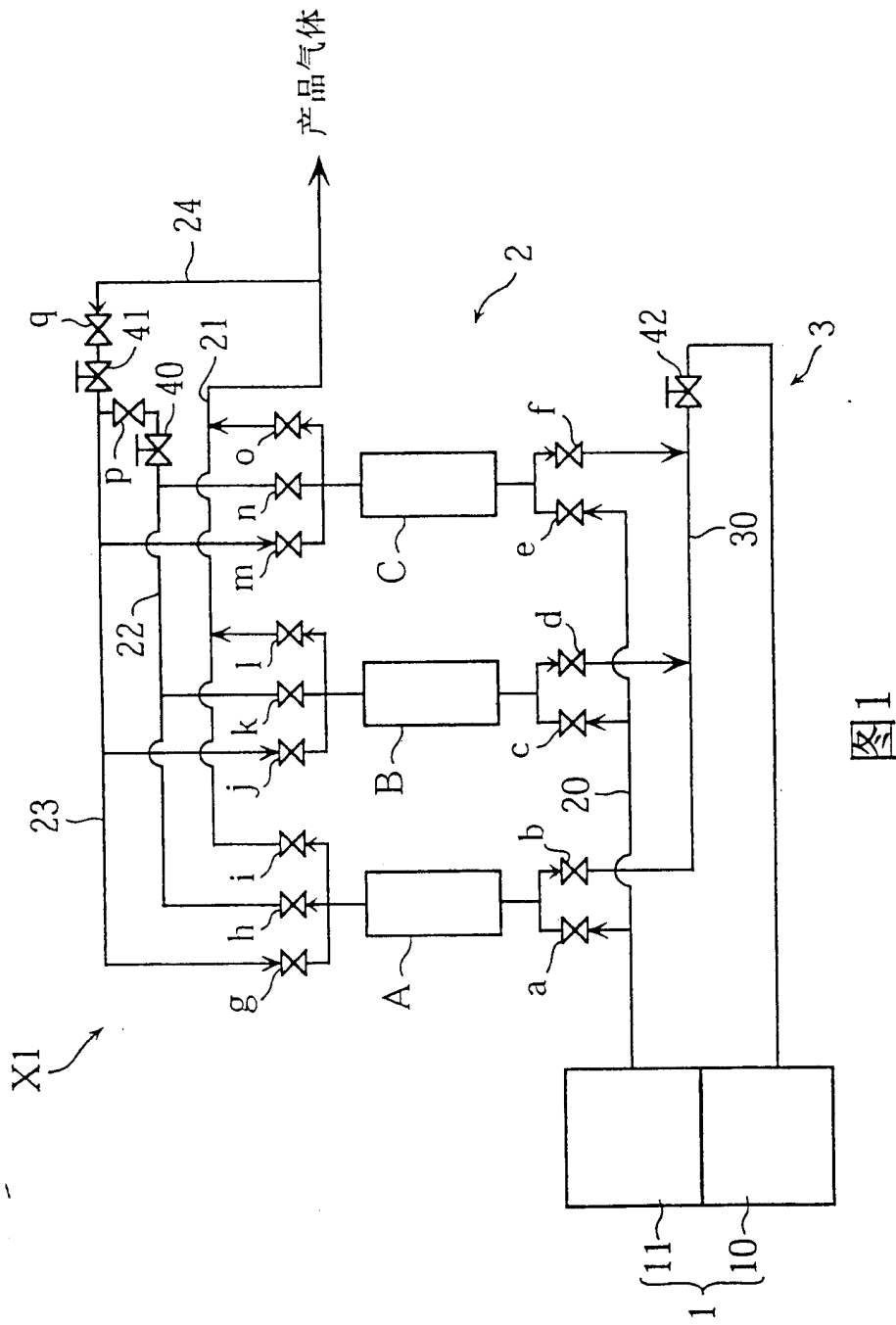


图1

步骤	1	2	3	4	5	6	7	8	9
吸附塔A	AD	AD	AD	第1DP	第2DP	DE	SC	第1PR	第2PR
吸附塔B	SC	第1PR	第2PR	AD	AD	AD	第1DP	第2DP	DE
吸附塔C	第1DP	第2DP	DE	SC	第1PR	第2PR	AD	AD	AD
阀 a	开	开	开	关	关	关	关	关	关
阀 b	关	关	关	关	开	开	开	关	关
阀 c	关	关	关	开	开	开	关	关	关
阀 d	开	关	关	关	关	关	关	开	开
阀 e	关	关	关	关	关	关	关	开	开
阀 f	关	开	开	开	关	关	关	关	关
阀 g	关	关	关	关	关	关	关	关	关
阀 h	关	关	关	开	关	关	关	关	关
阀 i	开	开	开	关	关	关	关	关	关
阀 j	开	开	开	关	关	关	关	关	关
阀 k	关	关	关	关	关	关	关	关	关
阀 l	关	关	关	关	关	关	关	关	关
阀 m	关	关	关	开	开	开	关	关	关
阀 n	开	开	关	关	关	关	关	关	关
阀 o	关	关	关	关	关	关	关	关	关
阀 p	开	开	关	开	开	关	开	开	开
阀 q	关	关	开	关	关	开	关	关	关

图2

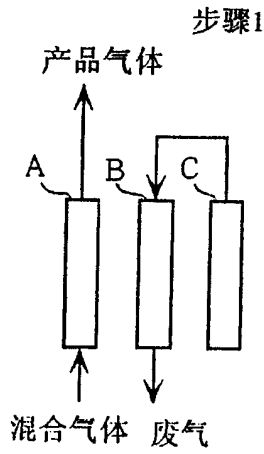


图3a

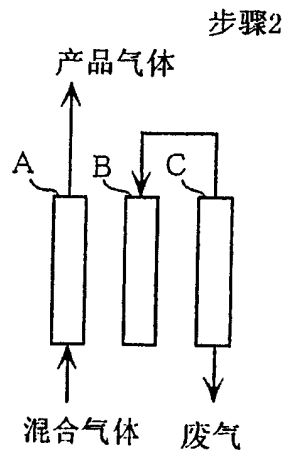


图3b

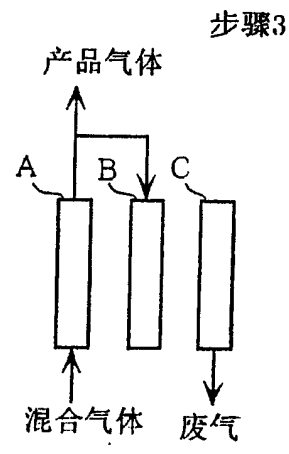


图3c

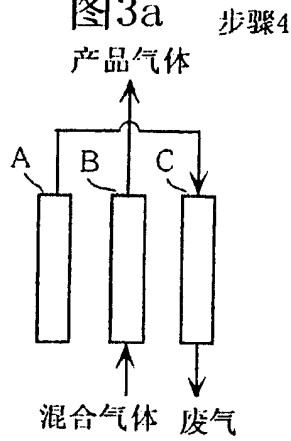


图3d

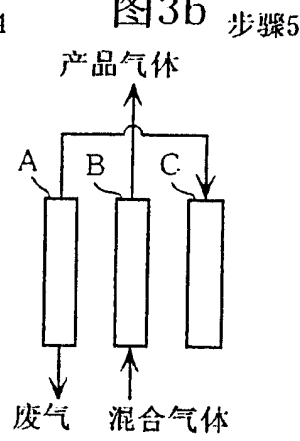


图3e

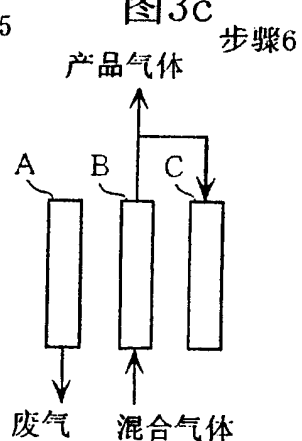


图3f

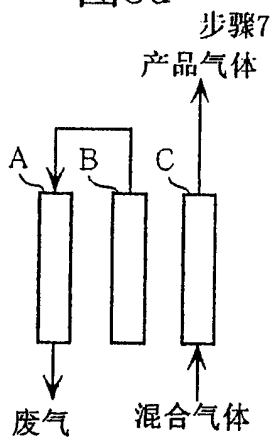


图3g

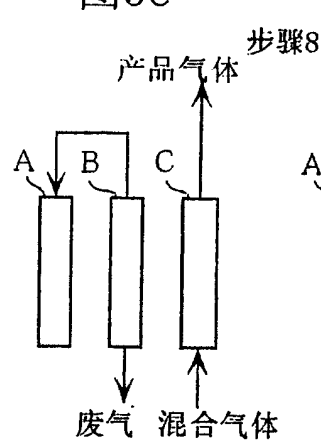


图3h

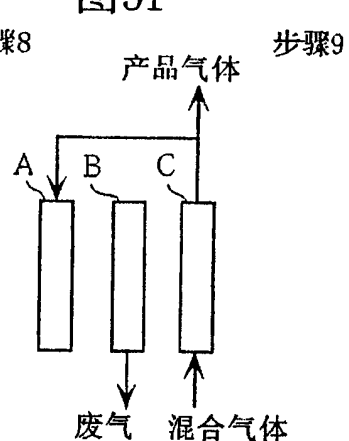
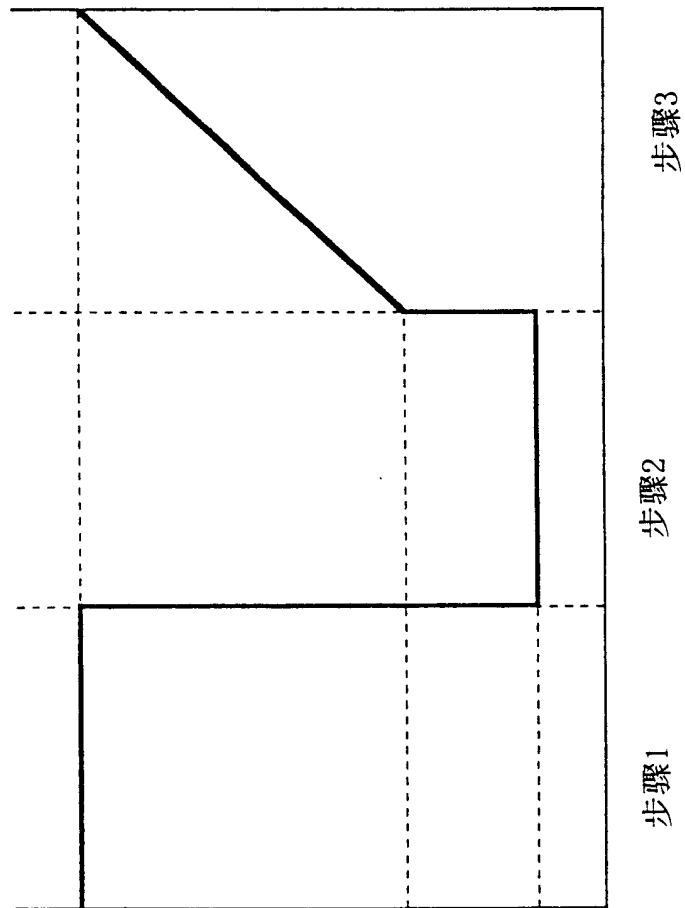


图3i



流量控制阀 42 的开度

步骤3
步骤2
工序时间
图4

步骤	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'	12'
吸附塔A	AD	AD	AD	第1 DP	第2 DP	DE	SC	第1 PR	WA	第2 PR	第2 PR	第2 PR
吸附塔B	第2 PR	第2 PR	第2 PR	AD	AD	AD	第1 DP	第2 DP	DE	SC	第1 PR	WA
吸附塔C	SC	第1 PR	WA	第2 PR	第2 PR	第2 PR	AD	AD	AD	第1 DP	第2 DP	DE
吸附塔D	第1 DP	第2 DP	DE	SC	第1 PR	WA	第2 PR	第2 PR	第2 PR	AD	AD	AD

图5

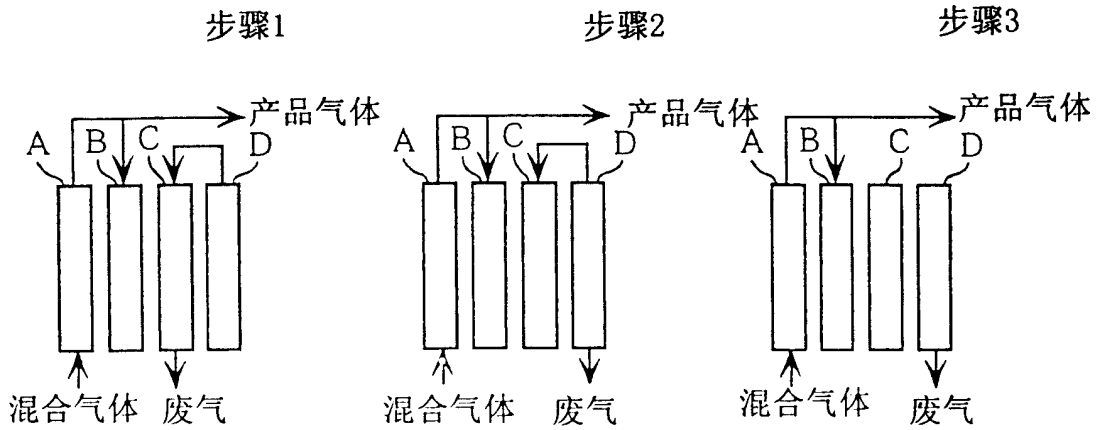


图6a 步骤4

图6b 步骤5

图6c 步骤6

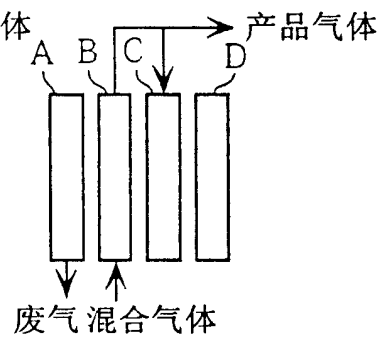
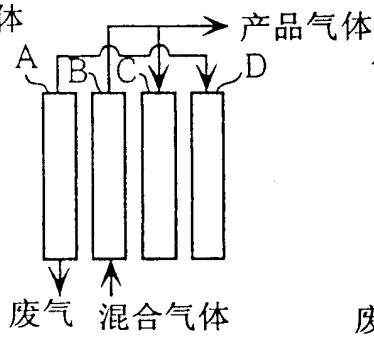
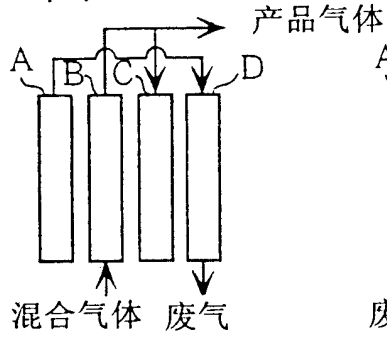


图6d 步骤7

图6e 步骤8

图6f 步骤9

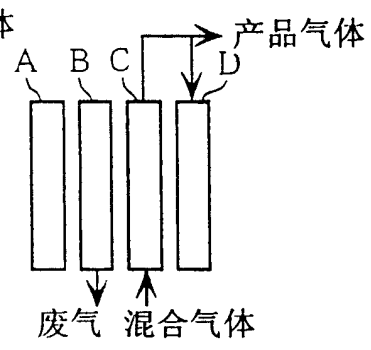
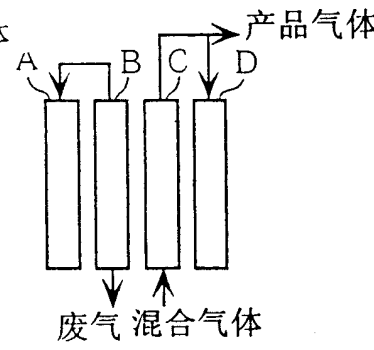
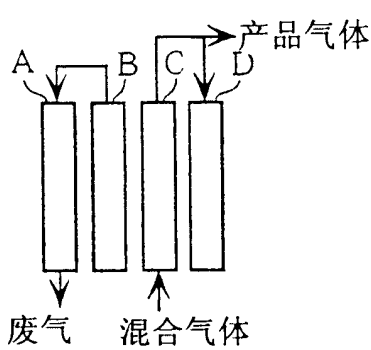


图6g 步骤10

图6h 步骤11

图6i 步骤12

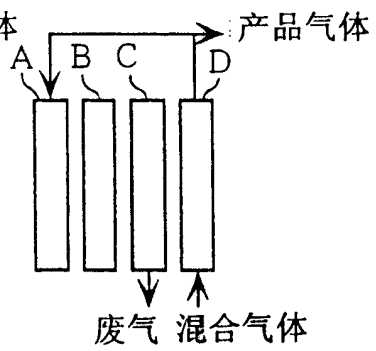
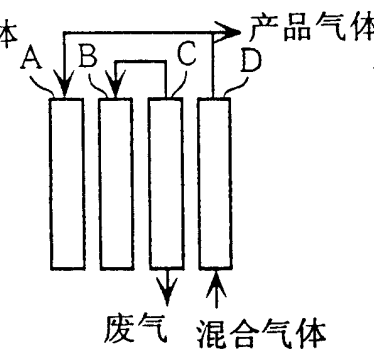
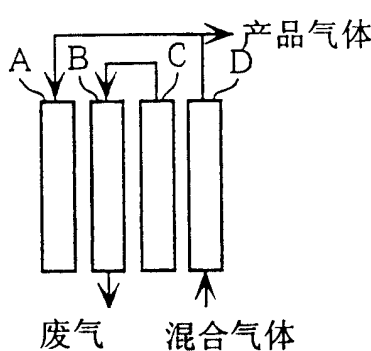


图6j

图6k

图6l

