



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110139699 A

(43)申请公布日 2019.08.16

(21)申请号 201780079954.8

(22)申请日 2017.11.08

(30)优先权数据

62/419,359 2016.11.08 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.06.21

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2017/051328 2017.11.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/085927 EN 2018.05.17

(71)申请人 英万茨热科技有限公司

地址 加拿大不列颠哥伦比亚V5J0B6

(72)发明人 苏蕾·卡维

(74)专利代理机构 北京乾诚五洲知识产权代理有限公司 11042

代理人 付晓青 杨玉荣

(51)Int.Cl.

B01D 53/04(2006.01)

B01J 20/02(2006.01)

B01J 20/22(2006.01)

B01J 20/28(2006.01)

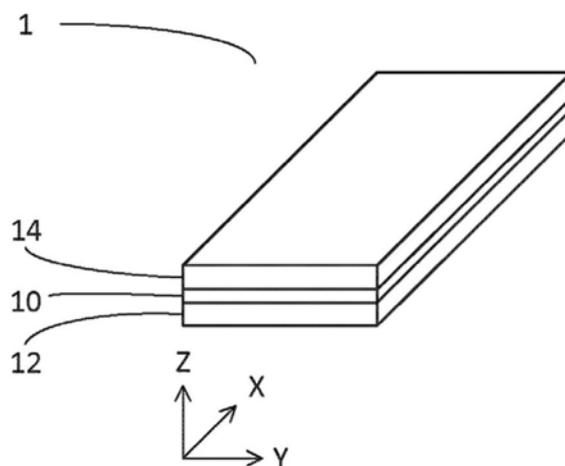
权利要求书5页 说明书22页 附图2页

(54)发明名称

平行通道接触器和吸附气体分离方法

(57)摘要

本发明公开了一种吸附气体分离装置和方法。还公开了吸附结构,该吸附结构可以包括具有至少第一吸附材料的第一吸附层、包括至少第二吸附材料的第二吸附层以及阻挡层,其中,该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间。还公开了一种平行通道接触器,该平行通道接触器包括多个吸附结构,各吸附结构包括阻挡层,并布置为形成第一和第二流体通道。还提供了业主用于使用吸附结构来使得至少第一组分从多组分流体流中分离的吸附方法。



1. 一种吸附结构包括：
第一吸附层；
第二吸附层；以及
阻挡层，
其中，所述阻挡层插入于所述第一吸附层和所述第二吸附层之间。
2. 根据权利要求1所述的吸附结构，其中：所述阻挡层包括金属、隔膜、碳、碳分子筛和石墨烯材料中的至少一个。
3. 根据权利要求1至2中任意一项所述的吸附结构，其中：所述阻挡层的厚度等于或小于以下至少一个： $1000\mu\text{m}$ 、 $100\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 和 $5\mu\text{m}$ 。
4. 根据权利要求1至3中任意一项所述的吸附结构，其中：所述阻挡层包括在所述第一吸附层和第二吸附层之间沿一方向的热导率，该热导率等于或大于以下至少一个： $10\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、 $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ 和 $200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。
5. 根据权利要求1至4中任意一项所述的吸附结构，其中：所述阻挡层包括渗透性阻挡层，以便延迟至少一个流体物质在第一和第二吸附层之间的扩散。
6. 根据权利要求1至4中任意一项所述的吸附结构，其中：所述阻挡层包括阻挡材料，该阻挡材料对于解吸附流体物质是可选择性地渗透的。
7. 根据权利要求1至4中任意一项所述的吸附结构，其中：所述阻挡层包括以下至少一个的渗透率：等于或小于所述第一吸附层的渗透率值，等于或小于所述第二吸附层的渗透率值，或者等于或小于 10^{-6}m^2 ，或者特别是等于或小于 10^{-8}m^2 ，或者更特别是等于或小于 10^{-12}m^2 ，或者甚至更特别是等于或小于 10^{-13}m^2 。
8. 根据权利要求1至7中任意一项所述的吸附结构，其中：所述阻挡层包括剥离的石墨烯薄片阻挡材料，该剥离的石墨烯薄片阻挡材料对于解吸附流体物质是可选择性地渗透的。
9. 根据权利要求1所述的吸附结构，其中：所述第一吸附层和所述第二吸附层中的至少一个包括导热材料。
10. 根据权利要求1所述的吸附结构，其中：所述第一吸附层包括第一吸附材料，所述第二吸附层包括第二吸附材料。
11. 根据权利要求10所述的吸附结构，其中：所述第一吸附材料和所述第二吸附材料还包括吸附材料组分和物理特性，其中，所述第一吸附材料的所述吸附材料组分和所述物理特性中的至少一个与所述第二吸附材料的所述吸附材料组分和所述物理特性中的至少一个不同。
12. 根据权利要求10所述的吸附结构，其中：所述第一吸附材料和所述第二吸附材料还包括吸附材料组分和物理特性，其中，所述第一吸附材料的所述吸附材料组分和所述物理特性与所述第二吸附材料的所述吸附材料组分和所述物理特性类似。
13. 根据权利要求10至12中任意一项所述的吸附结构，其中：所述第一吸附材料包括疏水性吸附材料、活性炭吸附材料、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅吸附材料、疏水性沸石吸附材料中的至少一个；所述第二吸附材料包括亲水性吸附材料、沸石吸附材料和金属有机骨架吸附材料中的至少一个。
14. 根据权利要求1、10和12中任意一项所述的吸附结构，其中：所述第一吸附层还包括

等于或大于 10^{-12}m^2 或者特别是等于或大于 10^{-11}m^2 的渗透率。

15. 根据权利要求1、10和12中任意一项所述的吸附结构,其中:所述第二吸附层还包括等于或大于 10^{-12}m^2 或者特别是等于或大于 10^{-11}m^2 的渗透率。

16. 一种吸附结构包括:

第一吸附层;以及

第二吸附层,

其中所述第一吸附层与所述第二吸附层并置。

17. 根据权利要求16的吸附结构,其中:所述第一吸附层和所述第二吸附层中的至少一个包括导热材料。

18. 根据权利要求16的吸附结构,其中:所述第一吸附层包括第一吸附材料,所述第二吸附层包括第二吸附材料。

19. 根据权利要求18所述的吸附结构,其中:所述第二吸附材料与所述第一吸附材料的不同点在于组成和物理特性中的至少一个。

20. 根据权利要求16的吸附结构,其中:所述第一吸附层和所述第二吸附层包括所述第一吸附材料和所述第二吸附材料中的至少一个。

21. 根据权利要求17-19中任意一项所述的吸附结构,其中:所述第一吸附材料包括疏水性吸附材料、活性炭吸附材料、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅吸附材料、疏水性沸石吸附材料中的至少一个;所述第二吸附材料包括亲水性吸附材料、沸石吸附材料和金属有机骨架吸附材料中的至少一个。

22. 根据权利要求16-18中任意一项所述的吸附结构,其中:所述第一吸附层还包括等于或大于 10^{-12}m^2 或者特别是等于或大于 10^{-11}m^2 的渗透率。

23. 根据权利要求16-18中任意一项的吸附结构,其中:所述第二吸附层还包括等于或大于 10^{-12}m^2 或者特别是等于或大于 10^{-11}m^2 的渗透率。

24. 一种平行通道接触器,包括:

多个吸附结构,每个吸附结构包括与第二吸附层并置的第一吸附层,其中,所述第一吸附层包括第一吸附材料,所述第二吸附层包括第二吸附材料;

第一流体通道,其中,所述第一流体通道的至少一部分由所述第一吸附层界定;以及

第二流体通道,其中,所述第二流体通道的至少一部分由所述第二吸附层界定。

25. 根据权利要求24所述的平行通道接触器,还包括:阻挡层,该阻挡层插入于所述第一吸附层和所述第二吸附层之间。

26. 根据权利要求25所述的平行通道接触器,其中:所述阻挡层包括金属、隔膜、碳分子筛和石墨烯材料中的至少一个。

27. 根据权利要求24和25中任意一项所述的平行通道接触器,还包括:多个所述第一通道和多个所述第二通道,其中,在所述平行通道接触器内,每个所述第一通道由第一吸附结构的第一吸附层和第二吸附结构的第一吸附层来界定,并且每个所述第二通道由第一吸附结构的第二吸附层和第二吸附结构的第二吸附层来界定。

28. 根据权利要求24、25和27中任意一项所述的平行通道接触器,还包括:第一口和第二口,该第一口和第二口与一个或多个所述第一通道与一个或多个所述第二通道流体地连接;以及第三口和第三口,该第三口和第四口与一个或多个所述第一通道流体地连接。

29. 根据权利要求28所述的平行通道接触器,其中:所述第一口设置成具有到所述第二口的第一距离,所述第三口设置成具有到所述第四口的第二距离,其中,所述第一距离等于或大于所述第二距离。

30. 根据权利要求28所述的平行通道接触器,其中:所述第一口和所述第二口设置成垂直于所述第三口和所述第四口。

31. 根据权利要求24、25和27中任意一项所述的平行通道接触器,其中:所述第一吸附层的所述第一吸附材料与所述第二吸附层的所述第二吸附材料的不同点在于组成和物理特性中的至少一个。

32. 根据权利要求24、25和27中任意一项所述的平行通道接触器,其中:所述第一吸附层的所述第一吸附材料和所述第二吸附层的所述第二吸附材料包括类似的材料、物理特性和性质中的至少一个。

33. 根据权利要求24、25和27中任意一项所述的平行通道接触器,其中:所述第一吸附材料包括至少一个疏水性吸附材料,所述第二吸附材料包括至少一个亲水性吸附材料。

34. 一种用于使得至少第一组分从多组分流体流中分离的吸附气体分离方法包括:

(i) 使得所述多组分流体流进入平行通道接触器的第一流体通道和第二流体通道中,该平行通道接触器包括具有第一吸附材料的第一吸附层和具有第二吸附材料的第二吸附层,其中,所述第一吸附层确定第一流体通道的至少一部分,所述第二吸附层确定第二流体通道的至少一部分;

(ii) 使得所述多组分流体流的所述第一组分的至少一部分吸附在所述第二吸附层的所述第二吸附材料上,该第二吸附层确定所述第二流体通道的至少所述部分;

(iii) 至少周期性地回收第一产物流,该第一产物流相对于来自所述平行通道接触器的所述第一流体通道和所述第二流体通道的所述多组分流体流减少所述第一组分;

(iv) 使得解吸附流体流进入所述平行通道接触器的所述第一通道;

(v) 通过由以下至少一个方式加热所述第二吸附材料而解吸附在所述第二吸附层的所述第二吸附材料上吸附的所述第一组分的至少一部分:从所述解吸附流体流和所述第一吸附层向所述第二吸附层的吸附材料传递热量,以及使得所述解吸附流体流的至少一部分扩散通过所述第一吸附层,以便与所述第二吸附层的所述第二吸附材料接触,并释放吸附热量,

(vi) 至少周期性地回收第二产物流,该第二产物流相对于来自所述平行通道接触器的所述第二流体通道的所述多组分流体流富含所述第一组分。

35. 根据权利要求34所述的吸附气体分离方法,还包含:在步骤(ii)中,使得所述多组分流体流的所述第一组分的至少一部分吸附在所述第一吸附层的所述第一吸附材料上,该第一吸附层确定所述第一流体通道的至少所述部分;在步骤(v)中,通过由所述解吸附流加热所述第一吸附材料而解吸附在所述第一吸附材料层的所述第一吸附材料上吸附的所述第一组分的至少一部分,且在步骤(vi)中,至少周期性地回收第二产物流,该第二产物流相对于来自所述平行通道接触器的所述第一流体通道的所述多组分流体流富含所述第一组分。

36. 根据权利要求34和35中任意一项所述的吸附气体分离方法,其中:所述平行通道接触器还包括阻挡层,该阻挡层置于具有所述第一吸附材料的所述第一吸附层和具有所述第

二吸附材料的所述第二吸附层之间,还包括在步骤(v)中,从所述解吸附流体流通过所述第一吸附层和所述阻挡层向所述第二吸附层的所述第二吸附材料传递热量,并使得所述解吸附流体流的至少一部分扩散通过所述第一吸附层和所述阻挡层,以便与所述第二吸附层的所述第二吸附材料接触,并释放吸附热量。

37. 根据权利要求34至36中任意一项所述的吸附气体分离方法,还包含:在步骤(iv)之前,终止所述多组分流体流进入所述平行通道接触器的所述第一通道和所述第二通道。

38. 根据权利要求34的吸附气体分离方法,其中:所述第一吸附材料和所述第二吸附材料的不同点在于吸附材料组分或特性中的至少一个。

39. 根据权利要求34的吸附气体分离方法,其中:所述第一吸附材料包括至少一个疏水性吸附材料。

40. 根据权利要求34的吸附气体分离方法,其中:所述第二吸附材料包括至少一个亲水性吸附材料。

41. 根据权利要求36所述的吸附气体分离方法,其中:所述阻挡层包括在所述第一吸附层和第二吸附层之间沿一方向的热导率等于或大于以下至少一个: $10\text{W/m}\cdot\text{K}$ 、 $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ 和 $200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。

42. 根据权利要求36所述的吸附气体分离方法,其中:所述阻挡层包括渗透屏障,以便延迟至少一个流体物质的扩散。

43. 根据权利要求34所述的吸附气体分离方法,其中:所述解吸附流体流包括蒸汽流、空气流、惰性气流和燃烧烟道气流中的至少一个。

44. 根据权利要求43所述的吸附气体分离方法,其中:所述解吸附流包括以下至少一个温度:等于或大于 60°C 、等于或大于 80°C 、以及等于或大于 100°C 。

45. 一种用于使得至少第一组分从多组分流体流中分离的吸附气体分离方法包括:

(i) 使得所述多组分流体流进入平行通道接触器的流体通道,该平行通道接触器包括在多个吸附剂层上的吸附材料,其中,所述吸附材料和所述多个吸附剂层中的至少一个确定所述平行通道接触器的所述流体通道的至少一部分,所述多组分流体流与在所述多个吸附剂层上的所述吸附材料接触第一距离;

(ii) 使得所述第一组分的至少一部分吸附在所述多个吸附剂层上的所述吸附材料上;

(iii) 至少周期性地回收第一产物流,该第一产物流相对于来自所述平行通道接触器的所述流体通道的所述多组分流体流减少所述第一组分;

(iv) 使得解吸附流体流进入所述平行通道接触器的所述流体通道,其中,所述解吸附流体流与在所述多个吸附剂层上的所述吸附材料接触第二距离;

(v) 解吸附在所述多个吸附剂层的所述吸附材料上吸附的所述第一组分的至少一部分;以及

(vi) 至少周期性地回收第二产物流,该第二产物流相对于来自所述平行通道接触器的所述流体通道的所述多组分流体流富含所述第一组分,

其中,所述第一距离大于所述第二距离。

46. 一种平行通道接触器包括:

多个吸附剂层,其中,所述吸附剂层还包括吸附材料,所述多个吸附剂层确定所述平行通道接触器的流体通道的至少一部分;

第一口和第二口,该第一口和第二口与所述流体通道流体连接,设置在所述多个吸附剂层的周边上,并分开第一距离;以及

第三口和第四口,该第三口和第四口与所述流体通道流体连接,设置在所述多个吸附剂层的所述周边上,并分开第二距离,其中,所述第一距离大于所述第二距离。

47. 根据权利要求46所述的平行通道接触器,其中:所述第一口和所述第二口中的至少一个垂直于所述第三口和所述第四口中的至少一个。

48. 根据权利要求46所述的平行通道接触器,还包括:小面,该小面有所述第一口或所述第二口中的一个小面以及所述第三口或所述第四口中的一个小面。

平行通道接触器和吸附气体分离方法

[0001] 本申请要求2016年11月8日提交的美国临时专利申请62/419359的优先权。

技术领域

[0002] 本技术通常涉及用于多组分流体混合物的吸附气体分离的装置和方法以及包括该装置和方法的系统。更特别是,本技术涉及用于使用温度摇摆吸附处理来进行吸附气体分离的方法以及用于该方法的平行通道接触器结构,另外还涉及包括平行通道接触器结构的系统。

背景技术

[0003] 在本领域中已知吸附气体分离方法和分离器(例如温度摇摆吸附和分压摇摆吸附方法和分离器)用于多组分流体混合物的吸附气体分离。可能需要气体分离的一种类型工业处理例如包括燃烧处理,其中,氧化剂和含碳燃料燃烧,从而产生至少热量和燃气流(也称为燃烧烟道气流)。可能需要使得至少一个组分从燃气流中分离,例如包含在燃烧后废气处理系统中。

[0004] 常规的温度摇摆吸附气体分离方法通常可以采用两个基本步骤,即吸附步骤和再生或解吸附步骤。在典型的吸附步骤中,供给流例如多组分流体混合物可以进入包括吸附材料的吸附分离器和接触器,其中,吸附材料可以吸附供给流的组分,从而使得吸附的组分与供给流的其余组分分离。在典型的随后再生步骤中,再生或解吸附流体流(例如加热的空气或蒸汽流)可以进入吸附分离器和接触器,以便升高吸附材料的温度,从而导致吸附组分的至少一部分从吸附材料释放或解吸附,以便提供解吸附组分,并能够循环地重新使用吸附材料。常规的吸附气体分离器通常完全使用一个或多个吸附材料的单一组分,例如在常规的珠状吸附剂床或吸附剂接触器中。

[0005] 常规吸附气体分离方法和分离器的一个缺点是用于吸附材料的解吸附和再生而消耗的所需蒸汽和/或其它能量源,这通常可以代表这种吸附系统和方法的大部分操作成本。在常规吸附剂分离器和方法中的解吸附/再生的高能量消耗和相关操作成本通常可能成为常规吸附气体分离技术广泛适应和实施的障碍。在常规吸附分离器和方法中使用一些常规吸附材料(例如沸石或亲水性吸附材料)的还一缺点可以包括例如这种吸附材料对于水或蒸汽的高亲和力,其中,在要分离的流体中或在再生流体中存在蒸汽和/或水可能大大降低吸附材料对于目标组分的吸附能力。而且,在常规的吸附气体分离方法中,某些吸附材料暴露于通过吸附剂接触器的一些流体流(例如解吸附流体流)中可能会从接触器中侵蚀或洗涤吸附材料,从而在经过一段时间后降低接触器的吸附能力。

[0006] 包括平行通道接触器的常规吸附气体分离器通常设置成在平行通道接触器的两个小面(例如端部)上有流体进口和出口。这种典型设置可以导致各种流体流(例如用于吸附气体分离方法的供给流和解吸附流体流)以基本类似的距离来通过平行通道接触器,从而与吸附材料接触。例如,在采用包括平行通道接触器的常规吸附气体分离器的常规吸附气体分离方法的吸附步骤中,供给流可以通过在接触器的第一小面上的进口而进入吸附气

体分离器和平行通道接触器,以便在通过第二小面上的出口而从平行通道接触器中回收之前以第一距离行进通过平行通道接触器,而在常规吸附气体分离处理的解吸附或再生步骤中,再生或解吸附流体流可以通过在平行通道接触器的第一或第二小面上的进口而进入吸附气体分离器和平行通道接触器,以便在通过第一小面上的出口而从平行通道接触器中回收之前以基本相同的第一距离行进通过平行通道接触器。使得各种流体流以基本相同的距离行进通过平行通道接触器可以导致例如一个或多个流体流(例如再生或解吸附流体流或冷却流体流)在平行通道接触器中的、比所需更长的停留时间,这还可能导致:组分从例如再生流体流或冷却流体流中不希望地吸附至吸附材料上和降低吸附气体分离方法的效率;从吸附剂接触器中腐蚀吸附材料;对于一个或多个流体流,高于所需的、横过吸附剂接触器的压力降或损失;以及限制了提高接触器结构和吸附气体分离方法的效率的能力。

[0007] 因此,需要一种吸附气体分离方法和分离器,它可以合适地解决常规方法和系统的一个或多个缺点。

发明内容

[0008] 本文中所述的概念可以实施为一种吸附结构,该吸附结构包括第一吸附层、第二吸附层和阻挡层,其中,阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间。阻挡层可以选择地包括金属、隔膜、碳、碳分子筛和石墨烯材料中的至少一个。第一吸附层可以包括第一吸附材料,第二吸附层可以包括第二吸附材料;第一和第二吸附材料可以有不同的材料组分和/或物理特性。

[0009] 在替代实施例中,该概念可以包括一种吸附结构,该吸附结构包括第一吸附层和第二吸附层,其中,第一吸附层与第二吸附层并置。

[0010] 在又一实施例中,该概念可以包括平行通道接触器,该平行通道接触器包括:多个吸附结构,各吸附结构包括与第二吸附层并置的第一吸附层,其中第一吸附层包括第一吸附材料,第二吸附层包括第二种吸附材料;第一流体通道,其中,该第一流体通道的至少一部分由第一吸附层界定;以及第二流体通道,其中,该第二流体通道的至少一部分由第二吸附层界定。在一些变化形式中,阻挡层可以置于第一吸附层和第二吸附层之间。

[0011] 该概念还可以实施为一种用于使得至少第一组分从多组分流体流中分离的吸附气体分离方法,该方法包括:

[0012] (i) 使得多组分流体流进入平行通道接触器的第一流体通道和第二流体通道,该平行通道接触器包括具有第一吸附材料的第一吸附层和具有第二吸附材料的第二吸附层,其中,第一吸附层确定第一流体通道的至少一部分,第二吸附层确定第二流体通道的至少一部分;

[0013] (ii) 使得多组分流体流的第一组分的至少一部分吸附在第二吸附层的第二吸附材料上,该第二吸附层确定第二流体通道的至少一部分;

[0014] (iii) 至少周期性地回收第一产物流,该第一产物流相对于来自平行通道接触器的第一流体通道和第二流体通道的多组分流体流减少第一组分;

[0015] (iv) 使得解吸附流体流进入平行通道接触器的第一通道;

[0016] (v) 通过加热第二吸附材料来解吸附在第二吸附层的第二吸附材料上吸附的第一组分的至少一部分,该第二吸附材料通过以下至少一个方式来加热:使得热量从解吸附流

体流和第一吸附层传递给第二吸附层的吸附材料；使得至少一部分解吸附流体流扩散通过第一吸附层，以便与第二吸附层的第二吸附材料接触，并释放吸附热量；以及

[0017] (vi) 至少周期性地回收第二产物流，该第二产物流相对于来自平行通道接触器的第二流体通道的多组分流体流富含第一组分。

[0018] 也可选择，该概念可以实施为一种用于使得至少第一组分从多组分流体流中分离的吸附气体分离方法，它包括：

[0019] (i) 使得多组分流体流进入平行通道接触器的流体通道，该平行通道接触器包含在多个吸附剂层上的吸附材料，其中，吸附材料和该多个吸附剂层中的至少一个确定了平行通道接触器的流体通道的至少一部分，且多组分流体流与多个吸附剂层上的吸附材料接触第一距离；

[0020] (ii) 使得第一组分的至少一部分吸附在该多个吸附剂层上的吸附材料上；

[0021] (iii) 通过第二口来至少周期性地回收第一产物流，该第一产物流相对于来自平行通道接触器的流体通道的多组分流体流减少第一组分；

[0022] (iv) 通过第三口来使得解吸附流体流进入平行通道接触器的流体通道，其中，所述解吸附流体流与在该多个吸附剂层上的吸附材料接触第二距离；

[0023] (v) 解吸附在该多个吸附剂层上的吸附材料上吸附的第一组分的至少一部分；药剂

[0024] (vi) 通过第四口来至少周期性地回收第二产物流，该第二产物流相对于来自所述平行通道接触器的流体通道的多组分流体流富含第一组分，

[0025] 其中，该第一距离大于所述第二距离。

[0026] 该概念可以另外实施为一种包括多个吸附剂层的平行通道接触器，其中，吸附剂层还包括吸附材料，该多个吸附剂层确定了平行通道接触器的流体通道的至少一部分；第一口和第二口，该第一口和第二口与流体通道流体连接，设置在该多个吸附剂层的周边上，并分离第一距离；以及第三口和第四口，该第三口和第四口与流体通道流体连接，设置在该多个吸附剂层的周边上，并分离第二距离，其中，该第一距离大于第二距离。

附图说明

[0027] 下面将参考附图介绍根据本发明的多种实施例的、用于使得至少一个流体组分从多组分流体混合物中吸附气体分离的装置和方法，附图中：

[0028] 图1是表示根据本发明实施例的吸附结构的透视图。

[0029] 图2是表示根据本发明实施例采用多个吸附结构(例如图1中所示)的平行通道接触器的透视图。

[0030] 图3a是示例平行通道接触器(例如图2中所示)的透视图，表示了根据本发明实施例的吸附气体分离方法的吸附步骤中的流体流。

[0031] 图3b是示例平行通道接触器(例如图2中所示)的透视图，表示了根据本发明实施例的吸附气体分离方法的解吸附步骤中的流体流。

[0032] 在全部附图中，相同的参考标号表示相应的部件。

具体实施方式

[0033] 图1表示了根据本发明实施例的示例性吸附结构1的透视图,该吸附结构1可以用于示例平行通道接触器和相关吸附气体分离器中,以便实现如本文中所述的、根据本发明另一实施例的吸附气体分离方法。吸附结构1包括可选的阻挡层10,该阻挡层10置于第一吸附层12和第二吸附层14之间。第一吸附层12包括一个或多个吸附材料,例如第一吸附材料。第二吸附层14包括一个或多个吸附材料,例如第二吸附材料。第一吸附材料可以(但不是必须)包括与第二吸附材料中不同的材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个。在一个方面,阻挡层10可以优选是包括合适导热材料,这样,可以通过阻挡层的导热性来方便热量从第一和第二吸附层12和14中的一个通过阻挡层10传递给另一个。例如,阻挡层10可以优选是包括横过阻挡层10厚度的、具有高热导率的合适导热材料,例如基本沿图10中所示的Z轴的方向。在一个实施例中,阻挡层10可以优选是包括可以具有合适高热导率(可以使用瓦特每米开尔文的测量单位来表示,在本文中称为“W/m·K”)的材料,以方便横过阻挡层10的厚度传热。在一个这样的方面,阻挡层10可以包括导热材料,该导热材料的热导率优选是等于或大于合适热导率阈值,例如大约10W/m·K,或者特别是大约100W/m·K,或者更特别是大约200W/m·K。

[0034] 在根据本发明的一个实施例中,在吸附气体分离方法中,阻挡层10优选是可以实现快速和高效的传热,同时优选是减少或控制流体(例如气体和/或成蒸汽形式的水)通过阻挡层10的厚度(基本沿图1中所示的Z轴的方向)或在第一吸附层12和第二吸附层14之间的转移。在一个实施例中,阻挡层10可以优选是包括这样的材料,该材料可以有合适高的热导率(可以使用瓦特每米开尔文的测量单位来表示,在本文中称为“W/m·K”),以方便横过阻挡层10的厚度传热。在一个这样的方面,阻挡层10可以包括导热材料,该导热材料的热导率优选是等于或大于合适热导率阈值,例如大约10W/m·K,或者特别是大约100W/m·K,或者更特别是大约200W/m·K。在一个特殊实施例中,阻挡层10可以包括一种材料,该材料优选是对于一个或多个气体(和/或成蒸汽形式的水)或其它流体的渗透性(渗透率)较低,例如阻挡材料,该阻挡材料优选是渗透性在合适的渗透性范围内,以使得阻挡层10能够用作扩散阻滞剂或阻挡层,它可以是例如对于一个或多个气体或流体(例如成蒸汽形式的水)半不可渗透或基本不可渗透。在一个这样的实施例中,阻挡层10可以包括对于一个或多个气体(和/或成蒸汽形式的水)半不可渗透的材料,以便提供一个或多个该气体通过阻挡层10的厚度在第一和第二吸附层12、14之间传递的合适控制速率,例如,基本沿图1中所示的Z轴的方向。

[0035] 在根据本发明的一个实施例中,采用具有合适的高热导率和低渗透性(或特别是基本上不可渗透)的阻挡层(例如阻挡层10)可以有利地实现吸附气体分离方法的实施例,其中,在两个吸附剂层的一个或多个吸附材料上吸附的一个或多个组分的再生或解吸附可以这样提供,即通过使得包括一个或多个组分(例如水或二氧化碳)的再生或解吸附流体(例如蒸汽流、空气流、惰性气流、基本包括第一组分的流体流、燃烧烟道气流)进入吸附气体分离器、平行通道接触器和/或流体通道内,以便与在阻挡层第一侧的基本一个吸附剂层的一个或多个吸附材料接触,例如,第一吸附层12的第一吸附材料。这可以有利地减少再生或解吸附流体与在阻挡层的相对侧或第二侧的吸附剂层的一个或多个吸附材料(例如第二吸附层14的第二吸附材料)的暴露或接触,这还可以有利地减少在阻挡层的相对侧或第二

侧的吸附剂层的一个或多个吸附材料(例如第二吸附层14的第二吸附材料)的吸附能力的损失(由于再生或解吸附流体的一个或多个组分或物质的吸附)、吸附材料的污染和/或吸附剂层的吸附材料(例如第二吸附层14的第二吸附材料)的损失(由于从吸附剂层中侵蚀或洗涤吸附材料)。

[0036] 在根据本发明的一个实施例中,采用具有合适高热导率和选择和/或控制渗透率的阻挡层(例如阻挡层10)可以有利地实现吸附气体分离方法的实施例,其中在阻挡层两侧附近的吸附剂层(例如第一吸附层和第二吸附层)的一个或多个吸附材料(例如第一吸附材料和第二吸附材料)上吸附的组分的再生或解吸附可以这样提供,即通过使得包括一个或多个组分或物质(例如水或二氧化碳)的再生或解吸附流体(例如蒸汽流、空气流、惰性气体流、基本包括第一组分的流体流、燃烧烟道气流)进入吸附气体分离器、平行通道接触器和/或流体通道,以便与阻挡层(例如阻挡层10)的第一侧附近的基本一个吸附剂层的一个或多个吸附材料(例如第一吸附层12的第一吸附材料)接触,同时控制和/或使得解吸附或再生流体的一个或多个组分或物质少量地扩散通过阻挡层以及与阻挡层的相对侧或第二侧附近的吸附剂层的一个或多个吸附材料(例如第二吸附层的第二吸附材料)接触。这可以有利地帮助产生热量(由于解吸附或再生流的组分或物质扩散通过阻挡层以及吸附至阻挡层的相对侧或第二侧附近的吸附剂层的一个或多个吸附材料上,例如第二吸附层14的第二吸附材料,从而产生或释放吸附热量),这可以用于解吸附在吸附材料上吸附的第一组分,同时有利地显著减少阻挡层的相对侧或第二侧附近的吸附剂层(例如第二吸附层14)的一个或多个吸附材料的污染和/或吸附能力损失和/或有利地减少进入平行通道接触器和/或流体通道的再生或解吸附流体的量,这还可以导致降低吸附气体分离方法和吸附气体分离器的能量消耗、投资成本和/或操作成本。

[0037] 在一个实施例中,渗透性(渗透率)可以使用平方米的测量单位(本文中称为“ m^2 ”)来表示。在一个这样的方面,阻挡层10可以包括选择性和/或可控制的渗透材料,该渗透材料优选是具有等于或小于合适渗透率阈值的渗透率值,该渗透率值可以基本横过阻挡层10的厚度测量或者沿在第一和第二吸附层之间的方向(例如基本沿图1中所示的Z轴的方向)测量,例如,等于或小于在第一吸附层和/或第二吸附层中的至少一个的渗透率值,或者等于或小于大约 $10^{-6}m^2$,特别是等于或小于大约 $10^{-8}m^2$,更特别地等于或小于大约 $10^{-12}m^2$,甚至更特别地等于或小于大约 $10^{-13}m^2$ 。在另一个这样的方面,阻挡层10可以包括选择渗透性材料,该选择渗透性材料优选是具有在合适渗透率阈值范围内的渗透率值,该渗透率值可以基本横过阻挡层10的厚度测量或者沿在第一和第二吸附层之间的方向(例如基本沿图1中所示的Z轴的方向)测量,例如,大约 $10^{-6}m^2$ 至 $10^{-17}m^2$,特别是大约 $10^{-8}m^2$ 至 $10^{-15}m^2$,更特别是大约 $10^{-12}m^2$ 至 $10^{-15}m^2$,或者还更特别是大约 $10^{-13}m^2$ 至 $10^{-15}m^2$ 。在一个方面,用作阻挡层10的合适材料可以包括但不限于以下中的一个或多个:金属和金属合金,例如铝和铝合金;隔膜;聚合物;或者碳材料,例如碳分子筛、氧化石墨、石墨烯、石墨烯薄片、剥落石墨烯和剥落石墨烯薄片。

[0038] 在一个实施例中,阻挡层10还可以优选是有低热容量,以便能够有温度的快速变化,并进一步方便在吸附剂层12和14之间的传热,这可以例如通过将阻挡层10设置成厚度等于或小于合适厚度阈值的基本薄膜形式来实现,例如基本沿图1中所示的Z轴的方向,例如具有等于或小于大约1000微米(本文中称为 μm)的厚度,或者更特别是等于或小于大约

100 μm , 或者还更特别是等于或小于大约10 μm , 或者甚至更特别是等于或小于大约5 μm 。

[0039] 在一个实施例中, 吸附结构1包括: 第一吸附层12, 该第一吸附层12可以包括一个或多个吸附材料, 例如第一吸附材料; 以及第二吸附层14, 该第二吸附层14可以包括一个或多个吸附材料, 例如第二吸附材料。在一个这样的实施例中, 第一吸附层12和第二吸附层14通过与可选的阻挡层(例如阻挡层10)直接接触而热连通, 并通过该阻挡层(例如阻挡层10)来分离, 在一个这样的实施例中, 包含在第一吸附层12中的第一吸附材料和包含在第二吸附层14中的第二吸附材料还包括材料组分、物理特性和/或性质, 例如排斥水分子的能力(这可以用术语疏水性来表示)、渗透性或孔径, 其中, 第一吸附层的第一吸附材料的材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个与第二吸附层14的第二吸附材料的材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个不类似或不同。例如, 在一个实施例中, 第一吸附层12可以包括至少第一吸附材料, 例如活性炭吸附材料、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅吸附材料、疏水性沸石吸附材料、疏水性吸附材料或具有更大疏水性的吸附材料(相对于包含在第二吸附层14中的第二吸附材料)。在一个这样的实施例中, 第二吸附层14可以包括至少一个吸附材料, 例如第二吸附材料, 例如(亲水性)沸石吸附材料、亲水性吸附材料或具有更小疏水性的吸附材料(相对于用作包含在第一吸附层12中的第一吸附材料的吸附材料)。也可选择, 第一吸附层12可以包括至少一个吸附材料, 该吸附材料是亲水性吸附材料或者相对于包含在第二吸附层14中的吸附材料具有更小疏水性的吸附材料, 包含在第二吸附层14中的吸附材料可以包括至少一个吸附材料, 该吸附材料是疏水性吸附材料或者相对于第一吸附层12的吸附材料具有更大疏水性的吸附材料。在一个实施例中, 第一吸附层12和第二吸附层14可以优选是具有等于或大于例如合适渗透率阈值的高气体渗透率或气体渗透率值, 该气体渗透率或气体渗透率值可以基本横过第一吸附层12和/或第二吸附层14的厚度(基本沿图1中所示的Z轴的方向)测量, 例如等于或大于大约 10^{-12}m^2 , 或者特别是等于或大于大约 10^{-11}m^2 。在另一个这样的方面, 第一吸附层12和第二吸附层14可以优选是具有在合适渗透率阈值范围内的渗透率值, 该渗透率值可以基本横过第一吸附层12和/或第二吸附层14的厚度(基本沿图1中所示的Z轴的方向)测量, 例如, 大约 10^{-6}m^2 至 10^{-13}m^2 , 特别是大约 10^{-7}m^2 至 10^{-12}m^2 , 或者更特别是大约 10^{-8}m^2 至 10^{-11}m^2 。

[0040] 可选地, 导热材料可以用于吸附结构的第一吸附层和/或第二吸附层内和/或第一吸附层和/或第二吸附层上。在一个这样的实施例中, 导热材料可以是基本连续或不连续, 可选地与一个或多个吸附材料直接接触, 定向或设置成相对于吸附剂层和/或流体流(例如, 在平行通道接触器内的多组分流体流或供给流、解吸附/再生流体流、清吹流体流和/或冷却流体流)的流动方向为纵向(基本平行于图1中所示的X轴)和/或横向(基本平行于图1中所示的Y轴)方向和/或在纵向和横向之间的任何方向。例如, 导热材料可以使用和设置在吸附结构1的第一吸附层12内和/或该第一吸附层12上, 以便沿吸附结构1的基本纵向方向(基本平行于图1中所示的X轴)传热, 和/或导热材料可以使用和设置在吸附结构1的第二吸附层14内和/或该第二吸附层14上, 以便沿吸附结构1的基本横向方向(基本平行于图1中所示的Y轴)传热; 或者导热材料可以使用和设置在吸附结构1的第一吸附层12和/或第二吸附层14内和/或该第一吸附层12和/或第二吸附层14上, 以便沿吸附结构1的基本纵向方向(基本平行于图1中所示的X轴)和/或沿吸附结构1的基本横向方向(基本平行于图1中所示的Y轴)传热。在一个实施例中, 导热材料可以优选是基本上连续和/或基本从吸附结构的吸附

剂层端部至端部或小面至小面(基本平行于图1中所示的X轴和/或Y轴)地延伸。在另一个实施例中,导热材料沿纵向和横向方向中的至少一个不连续或在长度上为周期性。在一个实施例中,合适的导热材料可以包括但不限于例如碳丝、碳布、金属丝和金属膜或箔,或者它们的组合。在吸附材料内使用示例导热材料和/或使用示例导热材料与吸附材料接触的示例吸附剂接触器结构在本申请人的美国专利申请No.13/203714(现在授权为美国专利No.8,940072,标题为“PARALLEL PASSAGE FLUID CONTACTOR STRUCTURE”)和美国专利申请No.13/819319(现在授权为美国专利No.8900347,标题为“METHOD OF ADSORPTIVE GAS SEPARATION USING THERMALLY CONDUCTIVE CONTACTOR STRUCTURE”)中公开,这两篇文献的内容都整个被本文参引。美国专利申请No.13/203714和美国专利申请No.13/819319都公开了一种接触器,该接触器包括:平行流体流动通道,该平行流体流动通道沿纵向方向定向;小室壁,该小室壁在各相邻流体流动通道之间;以及轴向连续导热细丝,该轴向连续导热细丝嵌入小室壁表面内或位于小室壁表面之间,其中导热细丝可以沿接触器的纵向方向传递热能。例如,美国专利申请No.13/203714和美国专利申请No.13/819319公开了一种接触器,该接触器包括沿纵向方向(基本沿图1中所示的X轴或平行于X轴的方向)定向的导热细丝,该导热细丝可以沿纵向方向传递热能。

[0041] 在一个方面,示例吸附结构1可以包括:第一吸附层12,该第一吸附层12有至少第一吸附材料(例如,活性炭、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅、或者疏水性沸石吸附材料和可选的合适粘接剂材料),该第一吸附材料支承在第一吸附层内的可选导热材料或吸附剂支承件上,该导热材料或吸附剂支承件可以包括例如成布、网、垫或片材形式的碳、石墨烯、金属或其它导热材料;第二吸附层14,该第二吸附层14有至少第二吸附材料(例如,亲水性沸石、沸石或金属有机骨架(MOF)吸附材料、和可选的合适粘接剂材料),并支承在可选的导热材料或吸附剂支承件上,该导热材料或吸附剂支承件可以包括例如成布、网、垫或片材形式的碳、石墨烯、金属或其它导热材料;以及阻挡层10,该阻挡层10在第一吸附层12和第二吸附层14之间。在一个实施例中,阻挡层10可以包括基本上不可渗透的、选择渗透的或可控渗透的或其它合适的阻挡层材料,例如可以操作成延迟和/或控制至少一个气体或液体物质在第一和第二吸附层12和14之间或者通过阻挡层10的厚度(例如,基本沿图1中所示的Z轴的方向)的扩散。在一个实施例中,阻挡层10可以包括金属(例如铝箔)、隔膜、碳和石墨烯(例如石墨烯薄片)材料中的至少一个。在特殊实施例中,阻挡层10可以包括等于或小于大约5 μ m的厚度,且相对于至少一个合适的气体或流体物质(例如蒸汽)具有等于或小于大约 10^{-8} m²的渗透率。在一个这样的实施例中,例如在采用蒸汽作为解吸附/再生流体的吸附气体分离方法中,吸附结构能够有利地使用亲水性吸附材料,该亲水性吸附材料包括例如亲水性沸石,作为在吸附结构中的吸附材料总量的至少一部分。阻挡层可以用于基本分离和保护吸附剂层(设置在阻挡层的相对侧,其中,解吸附或再生流体例如蒸汽流可以直接与它接触)的吸附材料,例如亲水性吸附材料,防止与解吸附或再生流体直接接触,该解吸附或再生流体可能通过接触而灭活、饱和和/或污染吸附剂层的一个或多个吸附材料,或者特别是吸附剂层的亲水性吸附材料。

[0042] 在一个实施例中,吸附结构例如吸附结构1包括:

[0043] 1) 第一吸附层,例如第一吸附层12,该第一吸附层包括一个或多个吸附材料以及以下至少一个:

[0044] 合适的粘接剂材料；

[0045] • 吸附剂支承件，例如成布、网或片材的形式，可选地包括导热材料，例如碳材料、石墨烯材料、金属材料；

[0046] • 吸附材料，该吸附材料还包括活性炭吸附材料、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅吸附材料、疏水性沸石吸附材料或疏水性吸附材料；

[0047] • 吸附材料，该吸附材料有吸附材料组分、物理特性和/或性质，例如疏水性、渗透率或孔径，其中，该吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个与第二吸附层中的吸附材料的吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个不同；

[0048] • 等于或大于合适渗透率阈值的渗透率值，该渗透率值基本横过第一吸附层的厚度，例如，基本沿图1中所示的Z轴的方向，例如，等于或大于大约 10^{-12}m^2 ，或者特别是等于或大于大约 10^{-11}m^2 ；

[0049] • 在合适渗透率阈值范围内的渗透率值，该渗透率值基本横过第一吸附层的厚度，例如，基本沿图1中所示的Z轴的方向，例如，大约 10^{-6}m^2 至 10^{-13}m^2 ，特别是大约 10^{-7}m^2 至 10^{-12}m^2 ，或者更特别是大约 10^{-8}m^2 至 10^{-11}m^2 ；

[0050] • 基本连续或不连续的导热材料，可选地与一个或多个吸附材料直接接触，定向或设置成沿纵向（例如，基本沿或平行于图1中所示的X轴）和/或横向（例如，基本平行于图1中所示的Y轴）方向或者在纵向和横向方向之间的任何方向；

[0051] • 导热材料，该导热材料包括例如碳丝、碳布、碳网、金属丝和金属膜或箔，或者它们的组合。

[0052] 2) 第二吸附层，例如第二吸附层14，该第二吸附层包括一个或多个吸附材料以及以下至少一个：

[0053] • 合适的粘接剂材料；

[0054] • 吸附剂支承件，例如成布、网或片材的形式，可选地包括导热材料，例如碳材料、石墨烯材料、金属材料；

[0055] • 吸附材料，其进一步包括（亲水性）沸石吸附材料，亲水性吸附材料或金属有机骨架（MOF）吸附材料；

[0056] • 吸附材料，该吸附材料有吸附材料组分、物理特性和/或性质，例如疏水性、渗透率或孔径，其中，吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个与第一吸附层中的吸附材料的吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个不同；

[0057] • 等于或大于合适渗透率阈值的渗透率值，该渗透率值基本横过第二吸附层的厚度，例如，基本沿图1中所示的Z轴的方向，例如，等于或大于大约 10^{-12}m^2 ，或者特别是等于或大于大约 10^{-11}m^2 ；

[0058] • 在合适渗透率阈值范围内的渗透率值，该渗透率值基本横过第二吸附层的厚度，例如，基本沿图1中所示的Z轴的方向，例如，大约 10^{-6}m^2 至 10^{-13}m^2 ，特别是大约 10^{-7}m^2 至 10^{-12}m^2 ，或者更特别是大约 10^{-8}m^2 至 10^{-11}m^2 ；

[0059] • 基本连续或不连续的导热材料，可选地与一个或多个吸附材料直接接触，定向或设置成沿纵向（例如，基本沿或平行于图1中所示的X轴）和/或横向（例如，基本平行于图1中所示的Y轴）方向或者在纵向和横向方向之间的任何方向；

[0060] • 导热材料，该导热材料包括例如碳丝、碳布、碳网、金属丝和金属膜或箔，或者它

们的组合。

[0061] 3) 可选的阻挡层,例如阻挡层10,该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间,与第一吸附层和第二吸附层热连通和直接接触,并包括以下至少一个:

[0062] • 导热材料,该导热材料优选是有等于或大于合适热导率阈值的热导率,例如,大约 $10\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$,或者特别是大约 $100\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$,或者更特别是大约 $200\text{W}/\text{m}\cdot\text{k}$;

[0063] • 对于一个或多个气体(和/或成蒸汽形式的水)或其它流体基本不可渗透的材料;

[0064] • 对于一个或多个气体(和/或成蒸汽形式的水)或其它流体半不可渗透的材料;

[0065] • 等于或小于合适渗透率阈值的渗透率值,该渗透率值基本横过阻挡层的厚度或者沿在第一和第二吸附层之间的方向(例如,基本沿图1中所示的Z轴的方向),例如,等于或小于第一吸附层的渗透率值、等于或小于第二吸附层的渗透率值、或者等于或小于大约 10^{-6}m^2 ,特别是等于或小于大约 10^{-8}m^2 ,更特别是等于或小于大约 10^{-12}m^2 ,甚至更特别是等于或小于大约 10^{-13}m^2 ;

[0066] • 在合适渗透率阈值范围内的渗透率值,该渗透率值基本横过阻挡层的厚度或者沿在第一和第二吸附层之间的方向(例如,基本沿图1中所示的Z轴的方向),例如,大约 10^{-6}m^2 至 10^{-17}m^2 ,特别是大约 10^{-8}m^2 至 10^{-15}m^2 ,更特别是大约 10^{-12}m^2 至 10^{-15}m^2 ,或者更特别是大约 10^{-13}m^2 至 10^{-15}m^2 。;

[0067] • 至少一个金属(如铝和铝合金)、隔膜、聚合物或碳材料(例如碳分子筛、氧化石墨、石墨烯、石墨烯薄片、剥落石墨烯和剥落石墨烯薄片)的材料成分;

[0068] • 低热容量;以及

[0069] • 材料厚度(例如,基本沿图1中所示的Z轴的方向)等于或小于大约 $1000\mu\text{m}$,或者更特别是等于或小于大约 $100\mu\text{m}$,或者更特别是等于或小于大约 $100\mu\text{m}$ 。或者更特别是等于或小于大约 $10\mu\text{m}$,或者甚至更特别是等于或小于大约 $5\mu\text{m}$ 。

[0070] 在可选实施例中,吸附结构包括第一吸附层,该第一吸附层与第二吸附层并置(紧邻布置并接触)、热连通和直接接触,第一吸附层还包括至少第一吸附材料,第二吸附层还包括至少第二吸附材料,其中,第一吸附材料的吸附材料组分、物理特性或性质中的至少一个(例如疏水性、渗透性(渗透率)或孔径)与第二吸附材料的不同。在这样的实施例中,吸附结构可选地包括合适的粘接材料、导热材料和/或吸附剂支承件,该吸附剂支承件可选地有导热材料。在示例实施例中,吸附结构包括第一吸附层,该第一吸附层有至少第一吸附材料,例如活性炭吸附材料、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅吸附材料、疏水性沸石吸附材料或疏水性吸附材料,且与第二吸附层并置,该第二吸附层有至少第二吸附材料,例如(亲水性)沸石吸附材料、亲水性吸附材料或金属有机骨架(MOF)吸附材料。包括与第二吸附层并置的第一吸附层的吸附结构可以有利地增加在第一吸附层和第二吸附层之间以及相应吸附材料之间的传热和热导率。

[0071] 在可选实施例中,吸附结构包括阻挡层,该阻挡层与第二吸附层并置、热连通和直接接触,其中,该第二吸附层还包括至少一个吸附材料,例如第二吸附材料,例如(亲水性)沸石吸附材料、亲水性吸附材料或金属有机骨架(MOF)吸附材料。可选地,第二吸附层包括一个或多个合适的粘接材料、导热材料和/或吸附剂支承件(可选地有导热材料)。阻挡层可以用作扩散延迟器或屏障,它可以是例如对于一个或多个气体或流体(例如成蒸汽形式的

水)半不可渗透或基本不可渗透。在一个这样的实施例中,阻挡层可以包括对于一个或多个气体(和/或成蒸汽形式的水)半不可渗透的材料,以便提供一个或多个该气体通过阻挡层厚度传递的合适控制速率,例如,基本沿着图1中所示的Z轴的方向。

[0072] 在可选实施例中,吸附结构包括阻挡层,该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间,与该第一吸附层和第二吸附层热连通和直接接触,其中,该第一吸附层包括至少一个吸附材料,第二吸附层包括至少一个吸附剂层,该吸附材料在吸附材料组分、物理特性和/或性质上基本类似。在这样的实施例中,吸附结构的第一和第二吸附层可选地包括合适的粘接材料、导热材料和/或吸附剂支承件,该吸附剂支承件可选地有导热材料。例如,吸附结构包括阻挡层,该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间,其中,第一和第二吸附层的吸附材料的组分基本类似,并可以包括任何合适的吸附材料,例如包括活性炭吸附材料、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅吸附材料、疏水性或亲水性沸石吸附材料、疏水性吸附材料,金属有机骨架(MOF)吸附材料、胺材料以及它们的组合。

[0073] 在一个实施例中,平行通道接触器可以设置成包括:多个吸附剂层,该吸附剂层确定至少一个流体通道;五个或更多个小面(或特别是六个或更多个小面),其中,平行通道接触器的小面可以至少局部基本由一个或多个吸附剂层或一个或多个吸附结构来确定;至少第一组相对小面有在相对小面之间(例如,第一小面和第二小面)的第一距离,第二组相对小面有在相对小面之间(例如,第三小面和第四小面)的第二距离,其中,第一距离等于或大于第二距离(或第二距离等于或小于第一距离);第一和第二组相对小面(例如,第一、第二、第三和第四小面)的小面有至少一个口,该口与至少一个流体通道流体连通,用于使得流体流进入和/或回收流体流。平行通道接触器、吸附剂层和/或吸附结构中的至少一个的周边可以至少局部确定平行通道接触器的小面。可选地,第一组相对小面和第二组相对小面可以共享公共小面。例如,设置有五个小面的平行通道接触器可以包括一个或多个流体通道,该流体通道置于多个三角形吸附剂层和/或吸附结构之间,而设置有六个小面的平行通道接触器可以包括一个或多个流体通道,该流体通道置于多个矩形或正方形吸附剂层和/或吸附结构之间。

[0074] 图2表示了示例平行通道接触器2,该平行通道接触器2包括多个吸附结构1a、1b和1c,其中,根据本发明的实施例,吸附结构1a、1b和1c的外周边和/或吸附剂层12和14的外周边可以局部确定第一小面30、第二小面32、第三小面34和第四小面36。在一个这样的实施例中,例如,第一吸附结构1a、第二吸附结构1b和第三吸附结构1c可以优选是设置在示例平行通道接触器结构2中,以便界定或确定第一流体通道16的至少一部分和第二流体通道18的至少一部分。在一个方面,多个吸附结构可以设置成这样,使得由至少一个第一吸附层(例如,第一吸附层12)来界定或确定的第一通道16以及由至少一个第二吸附层(例如第二吸附层14)来界定或确定的第二流体通道18可以优选是在多通道平行通道接触器内交替。在一个实施例中,第一流体通道16和第二流体通道18可以优选是在平行通道接触器内基本流体分离。在一个方面,示例吸附结构1a、1b、1c可以优选是基本类似于图1中所示和上面所述的吸附结构1,不过,吸附结构1b可以设置在平行通道接触器2内,以使得吸附结构1b的第一吸附层12与吸附结构1a的第一吸附层12相邻或并列,从而确定或界定第一流体通道16的至少一部分。类似地,在一个方面,吸附结构1b的第二吸附层14可以优选是与吸附结构1c的第二吸附层14相邻或并列,从而确定或界定第二流体通道18的至少一部分。在一个这样的实施

例中,第一流体通道16的一个或多个壁的至少一部分可以由一个或多个第一吸附层12来界定和/或确定(或形成),该第一吸附层12有至少一个吸附材料,例如第一吸附材料。第二流体通道18的一个或多个壁的至少一部分可以由一个或多个第二吸附层14来界定和/或确定(或形成),该第二吸附层14有至少一个吸附材料,例如第二吸附材料。

[0075] 在一个实施例中,平行通道接触器2和吸附结构1a、1b和1c设置成包括基本平行于纵向轴线的纵向距离或第一距离(例如,基本平行于如图2中所示的X轴线的距离,从吸附剂层和/或平行通道接触器2的第一小面30至吸附剂层和/或平行通道接触器2的相对或第二小面32)以及基本平行于横向轴线的横向距离或第二距离(例如,基本平行于如图2中所示的Y轴线的距离,从吸附剂层和/或平行通道接触器2的第三小面34至吸附剂层和/或平行通道接触器2的相对或第四小面36),其中,纵向或第一距离可以等于或大于横向或第二距离,或者横向或第二距离可以等于或小于纵向或第一距离。示例吸附结构1a、1b和1c包括阻挡层10,但是并不必需。

[0076] 在一个方面,一个或多个密封件或密封结构(在图2中都未示出)可以用来密封和界定和/或确定第一流体通道16的至少一部分和/或第二流体通道18的至少一部分。间隔器(例如合适的已知间隔特征或装置)(在图2中都未示出)可以选择地用于帮助分离吸附结构1a、1b和1c以及确定第一流体通道16和/或第二流体通道18。在可选方面,附加吸附结构(在图2中都未示出)可以用来增加平行通道接触器的第一流体通道和第二流体通道的数量,其中,流体通道可以设置成在平行通道接触器内在第一流体通道16(至少局部由第一吸附层12界定)和第二流体通道18(至少局部由第二吸附层14界定)之间交替,例如,平行通道接触器可以包括多个吸附结构、多个第一流体通道和多个第二流体通道,其中,该多个吸附结构形成和/或确定多个第一流体通道和多个第二流体通道(在图2中都未示出)。在一个实施例中,第一流体通道16可以置于多个第二流体通道18之间,或者第二流体通道18可以置于多个第一流体通道16之间。可选地,在平行通道接触器的一个或两个端部或者小面处(例如,图2中所示的Z轴的一个或多个小面)的吸附结构不需要包括第一吸附层12和第二吸附层14(例如,吸附结构1a不需要包括第二吸附层14,和/或吸附结构1c不需要包括第一吸附层12)。在一个这样的可选实施例中,吸附结构1a可以包括第一吸附层12和阻挡层10,和/或吸附结构1c可以包括第二吸附层14和阻挡层10(在图2中都未示出)。还可选地,一个或多个挡板或合适的已知间隔特征或装置可以用于第一流体通道16和/或第二流体通道18内,以便引导流入第一流体通道16和/或第二流体通道18内的流体流的流动。

[0077] 在一个实施例中,平行通道接触器2可以包括:第一口(图2中未示出),该第一口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如第一小面30)上,并与一个或多个第一流体通道16和一个或多个第二流体通道18流体连接,用于使得例如作为供给气流的多组分流体流或第一产物流进入平行通道接触器2的一个或多个第一流体通道16和一个或多个第二流体通道18内或者进行回收;第二口(图2中未示出),该第二口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如第二小面32)上,并与平行通道接触器2的一个或多个第一流体通道16和一个或多个第二流体通道18流体连接,用于使得例如第一产物流、作为供给气流的多组分流体流从通道接触器2的一个或多个第一流体通道16和一个或多个平行的第二流体通道18回收或者进入;第三口(图2中未示出),该第三口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如,第三小面34)上,并与一个或多个第一流体通道16和可选的一个或多个第二流体通道18流体连接,用

于使得例如解吸附或再生流体流、可选的清吹流体流、可选的冷却流体流和/或第二产物流进入平行通道接触器2的一个或多个第一流体通道16和可选的一个或多个第二流体通道18内或者进行回收；第四口(图2中未示出)，该第四口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如第四小面36)上，并与一个或多个第一流体通道16和可选的一个或多个第二流体通道18流体连接，用于使得例如第二产物流或者解吸附或再生流体流、可选的清吹流体流、和/或可选的冷却流体流从平行通道接触器2的一个或多个第一流体通道16和可选的一个或多个第二流体通道18回收或者进入。第一相对小面组可以包括第一小面30和第二小面32，该第一小面32和第二小面32有基本在第一小面30和第二小面32之间的第一距离，第二相对小面组可以包括第三小面34和第四小面36，该第三小面34和第四小面36有基本在第三小面34和第四小面36之间的第二距离。在替代实施例中，平行通道接触器2可以包括第五口(图2中未示出)，该第五口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如第三小面34)上，并与一个或多个第二流体通道18流体连接，用于使得例如解吸附或再生流体流、清吹流和/或冷却流进入或者进行回收。在另一替代实施例中，平行通道接触器2可以包括第六口(图2中未示出)，该第六口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如第四小面36)上，并与一个或多个第二流体通道18流体连接，用于使得例如解吸附或再生流体流、清吹流和/或冷却流进入或者进行回收。

[0078] 在替代实施例中，平行通道接触器2可以包括第一口、第三口或第四口中的至少一个、以及可选的第五口或第六口(在图2中都未示出)，它们基本设置在公共小面上，例如，平行通道接触器2的第一小面30；第二口、第三口或第四口中的至少一个、以及可选的第五口或第六口(在图2中都未示出)，它们基本设置在公共小面上，例如，平行通道接触器2的第二小面32；以及可选地，一个或多个挡板可以用在第一流体通道16和/或第二流体通道18内，以便分离基本设置在公共小面上的多个口和/或引导流入第一流体通道16和/或第二流体通道18内的流体流的流动，其中，该一个或多个挡板可以基本与公共小面相交，并延伸至第一流体通道16和/或第二流体通道18中(全部口和挡板在图2中都未示出)。在一个方面，第一口、第二口、第三口、第四口、可选的第五口和可选的第六口(在图2中都未示出)中的至少一个可以通过合适的密封件(例如闸阀、可绕轴或铰链旋转的闸阀或绕公共轴线的多个同心密封件)而基本密封。

[0079] 在一个实施例中，平行通道接触器可以包括在第一口和第二口之间的纵向或第一距离以及在第三口和第四口之间的横向或第二距离，其中，第一距离等于或大于第二距离，或者第二距离等于或小于第一距离，可选地，第一口和/或第二口设置成与第三口和/或第四口基本垂直(严格或几乎垂直)。

[0080] 在替代实施例中，平行通道接触器可以包括多个吸附结构，该吸附结构还包括阻挡层，该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间，与该第一吸附层和第二吸附层热连通和直接接触，其中，第一吸附层包括至少一个吸附材料，第二吸附层包括至少一个吸附材料，该吸附材料在吸附材料组分、物理特性和/或性质上基本类似。

[0081] 在替代实施例中，平行通道接触器可以包括多个吸附结构，该吸附结构还包括第一吸附层，该第一吸附层与第二吸附层并置、热连通和直接接触，第一吸附层有一个或多个吸附材料，例如第一吸附材料，第二吸附层有一个或多个吸附材料，例如第二吸附材料，其中，第一吸附材料和第二吸附材料在吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个上不

同。平行通道接触器还可以包括：一个或多个第一流体通道，该第一流体通道置于多个第一吸附层之间（例如，多个第一吸附层可以确定第一流体通道的至少一部分）；以及一个或多个第二流体通道，该第二流体通道置于多个第二吸附层之间（例如，多个第二吸附层可以确定第二流体通道的至少一部分）。

[0082] 在替代实施例中，平行通道接触器可以包括多个吸附结构，该吸附结构还包括阻挡层，该阻挡层与第二吸附层并置、热连通和直接接触，其中，第二吸附层至少包括吸附材料（例如第二种吸附材料）。平行通道接触器还包括：至少一个第一流体通道，该第一流体通道置于多个阻挡层之间（例如，阻挡层可以至少局部确定第一流体通道）；以及至少一个第二流体通道，该第二流体通道置于多个第二吸附层之间。可选地，第二吸附层包括合适的粘接材料、导热材料和/或吸附剂支承件，该吸附剂支承件可选地有导热材料。阻挡层可以用作扩散延迟器或屏障，它可以是例如对于一个或多个气体或流体（例如成蒸汽形式的水）半不可渗透或基本不可渗透。在一个这样的实施例中，阻挡层可以包括对于一个或多个气体（和/或成蒸汽形式的水）半不可渗透的材料，以便提供一个或多个该气体通过阻挡层的厚度传递的合适控制速率，例如，基本沿图2中所示的Z轴的方向。

[0083] 如上所述的吸附结构和平行通道接触器实施例可以有利地提供例如包括：实现本文所述的吸附气体分离方法实施例；通过使得再生或解吸附流体流进入平行通道接触器的第一流体通道内而使得在两个吸附剂层的一个或多个吸附材料上吸附的一个或多个组分能够再生或解吸附，同时基本消除或减少再生或解吸附流体流进入平行通道接触器的第二流体通道；减少再生或解吸附流体流与平行通道接触器的吸附剂层（例如第二吸附层）的吸附材料的接触或暴露；利用来自解吸附流体流的热量，该热量可以通过第一吸附层和可选地从阻挡层传递给第二吸附层；以及被动地控制解吸附或再生流体通过第一吸附层和可选地从阻挡层通向第二吸附层。这可以有利地导致例如：减少第二吸附层的一个或多个吸附材料的吸附能力的损失，该损失是由于再生或解吸附流体的一个或多个组分或物质的吸附、吸附材料的污染、和/或由于腐蚀或洗涤而导致的第二吸附层的吸附材料的损失；能够在第二吸附层中使用亲水性吸附材料，同时使用蒸汽流作为解吸附或再生流体流；以及减少进入平行通道接触器的再生或解吸附流体的量，例如降低吸附气体分离方法的蒸汽比，这还可以导致降低吸附气体分离方法和吸附气体分离器的能量消耗、投资成本和/或运行成本。如本文所述的吸附结构和平行通道接触器实施例的其它优点包括使得各种流体流（例如，供给流、再生或解吸附流体流和冷却流体流）能够从平行通道接触器的两个以上的小面来进入和回收，例如使得解吸附或再生流体流能够通过平行通道接触器行进更短距离，同时保持供给流通过平行通道接触器的合适更长行进距离，这可以有利地导致流体流（例如解吸附或再生流体流）的更短停留时间、减少不希望组分在吸附材料上的吸附、减少可用吸附剂能力的损失和减小横过平行通道接触器的压力降。

[0084] 在一个实施例中，平行通道接触器2、吸附结构1a、1b和1c可以根据任何合适的形状、尺寸和方位来设置，可以是静止，或者可以是可运动，例如在吸附气体分离器内旋转，还可以有利地以任何合适结构来使用，用于示例吸附气体分离方法中，例如根据本发明的一个方面所述。

[0085] 在本发明的方法实施例中，吸附气体分离方法提供为用于在吸附气体分离器中使得至少第一组分（例如二氧化碳、硫氧化物、氮氧化物或氧气）从多组分流体混合物或流（例

如,烟道气流、由燃料燃烧器或天然气流产生的燃烧后气流、或者天然气流)中分离,该吸附气体分离器包括至少一个平行通道接触器实施例(如图2中所示和如上所述),该平行通道接触器还包括多个吸附结构(如图1中所示和如上所述)、一个或多个第一流体通道以及一个或多个第二流体通道。吸附结构可以包括:第一吸附层,该第一吸附层有至少一个吸附材料(例如,第一吸附材料);第二吸附层,该第二吸附层有至少一个吸附材料(例如,第二吸附材料);以及可选的阻挡层,该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间,通过与该第一吸附层和第二吸附层直接接触而热连通。在一个方面,第一吸附材料和第二吸附材料可以在吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个上不同,例如,吸附剂化学组成、疏水性、吸附能力或孔隙率。在另一方面,阻挡层可以包括导热材料,特别是,该方面可以优选是有等于或大于合适热导率阈值的热导率,例如,大约 $10\text{W/m}\cdot\text{K}$,或者特别是大约 $100\text{W/m}\cdot\text{K}$ 或者更特别是大约 $200\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。在另一方面,阻挡层可以包括等于或小于合适渗透率阈值的渗透率值,该渗透率值基本横过阻挡层的厚度或沿在第一和第二吸附层之间的方向(例如,基本沿图1和2中所示的Z轴的方向),例如,等于或小于第一吸附层和/或第二吸附层中的至少一个的渗透率值,或者等于或小于大约 10^{-6}m^2 ,特别是等于或小于大约 10^{-8}m^2 ,更特别是等于或小于大约 10^{-12}m^2 ,甚至更特别地等于或小于大约 10^{-13}m^2 。在另一这样的方面,阻挡层可以包括在合适渗透率阈值范围内的渗透率值,该渗透率值基本横过阻挡层的厚度或沿在第一和第二吸附层之间的方向,例如,大约 10^{-6}m^2 至 10^{-17}m^2 ,特别是大约 10^{-8}m^2 至 10^{-15}m^2 ,更特别是大约 10^{-12}m^2 至 10^{-15}m^2 ,或者更特别是大约 10^{-13}m^2 至 10^{-15}m^2 。吸附结构可以置于第一流体通道和第二流体通道之间,多个吸附结构可以设置成使得第一流体通道和第二流体通道在平行通道接触器内交替,但并不是必须。第一流体通道的至少一部分可以由具有至少一个吸附材料(例如,第一吸附材料)的第一吸附层来形成或确定。第二流体通道的至少一部分可以由具有至少一个吸附材料(例如第二吸附材料)的第二吸附层来形成或确定。

[0086] 在一个方法实施例中,用于使得至少第一组分与多组分流体流分离的吸附气体分离方法包括以下步骤:

[0087] (a) 使得作为供给流的多组分流体流进入平行通道接触器的一个或多个第二流体通道和可选地进入平行通道接触器的一个或多个第一流体通道,该平行通道接触器包括:

[0088] 多个吸附结构,该吸附结构有:可选的阻挡层,该阻挡层置于第一吸附层和第二吸附层之间,该第一吸附层有一个或多个吸附材料,例如第一吸附材料,该第二吸附层有一个或多个吸附材料,例如第二吸附材料,其中,可选地,第一吸附材料和第二吸附材料在吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个方面上不同,但并不必须;一个或多个第一流体通道,其中,该一个或多个第一流体通道的至少一部分由一个或多个第一吸附层来确定;以及一个或多个第二流体通道,其中,该一个或多个第二流体通道的至少一部分由一个或多个第二吸附层来确定;

[0089] 使得供给流与第二吸附层的吸附材料(例如第二吸附材料)和可选的第一吸附层的吸附材料(例如第一吸附材料)接触,该第二吸附层至少局部界定或确定第二流体通道,该第一吸附层至少局部界定或确定第一流体通道;

[0090] (b) 使得第一组分的至少一部分吸附在第二吸附层的吸附材料(例如第二吸附材料)和可选的第一吸附层的吸附材料(例如第一吸附材料)上,该第二吸附层至少局部界定或确定第二流体通道,该第一吸附层至少局部界定或确定第一流体通道;

[0091] (c) 至少周期性地 (“周期性地”表示非连续,但并不必须以规则的间隔;“至少周期性地”表示可能有连续性,但并不必须)回收第一产物流,该第一产物流相对于来自平行通道接触器的一个或多个第二流体通道以及可选的平行通道接触器的一个或多个第一流体通道的多组分流体流或供给流减少第一组分;

[0092] (d) 使得解吸附或再生流体流(例如水流、蒸汽流、空气流、惰性气流、基本包括第一组分的流体流以及燃烧烟道气流)进入平行通道接触器的一个或多个第一流体通道,其中可选地,解吸附或再生流体流可以处在等于或大于大约60°C的温度,优选是等于或大于大约80°C,或者更优选是等于或大于大约100°C;

[0093] (e) 可选地再生第一吸附层的至少一个吸附材料(例如,通过以下至少一个来解吸附在第一吸附层的至少一个吸附材料(例如第一吸附材料)上吸附的第一组分的至少一部分:温度摇摆,例如加热第一吸附层的至少一个吸附材料;分压摇摆;压力摇摆;扫掠和/或置换清吹);

[0094] (f) 再生第二吸附层的至少一个吸附材料(例如,通过加热第二吸附层的第二吸附材料来解吸附在第二吸附层的至少一个吸附材料(例如第二吸附材料)上吸附的第一组分的至少一部分),其中,热量可以通过以下至少一个来提供:

[0095] 使得来自解吸附或再生流体流的热量通过可选的阻挡层和可选地通过第一吸附层而传递给第二吸附层的至少一个吸附材料,例如第二吸附材料;以及

[0096] 使得解吸附或再生流体流的至少一部分扩散通过可选的阻挡层和可选地通过第一吸附层,使得解吸附或再生流体流的至少一部分与第二吸附层的至少一个吸附材料(例如,第二吸附材料)接触,以及通过解吸附或再生流体流的至少一部分吸附在第二吸附层的至少一个吸附材料(例如,第二吸附材料)上而释放吸附热量;以及

[0097] (g) 至少周期性地回收第二产物流,该第二产物流相对于来自平行通道接触器的一个或多个第一和第二流体通道中的至少一个的多组分流体流富含第一组分。

[0098] 在可选实施例中,在步骤(a)中,该方法还可以包括使得作为供给流的多组分流体流进入包括至少一个平行通道接触器的吸附气体分离器。可选地,根据一个实施例,在步骤(d)之前,该方法还可以包括终止多组分流体流或供给流进入平行通道接触器、平行通道接触器的一个或多个第二流体通道以及平行通道接触器的可选一个或多个第一流体通道中。在可选实施例中,在步骤(d)和/或(e)中,该方法还可以包括通过使得解吸附或再生流体流的至少一部分吸附在第一吸附层的至少一个吸附材料(例如,第一吸附材料)上而产生或释放吸附热量。在另一可选实施例中,在步骤(f)中,该方法还可以包括使得解吸附或再生流体流(例如水流、蒸汽流、空气流、惰性气流、基本包括第一流体组分的流体流和燃烧烟道气流)进入平行通道接触器的一个或多个第二流体通道中,其中可选地,解吸附或再生流体流可以处在等于或大于大约60°C的温度,优选是等于或大于大约80°C,或者更优选是等于或大于大约100°C。在又一可选实施例中,在步骤(e)和/或(f)之后,该方法还可以包括终止解吸附或再生流体流进入平行通道接触器的第一流体通道中。可选地,在步骤(e),(f)和/或(g)中,该方法还可以包括使得真空或真空源与平行通道接触器的第一和/或第二流体通道以及可选的吸附气体分离器流体连接,从而在平行通道接触器的第一和/或第二流体通道中引起真空,并至少周期性地回收第二产物流,该第二产物流相对于来自平行通道接触器的第二流体通道的多组分流体流富含第一组分。在另一可选实施例中,在步骤(f)和/或(g)

中,该方法还可以包括使得流体流(例如清吹或扫掠气流)进入平行通道接触器的第二流体通道中。

[0099] 在一个实施例中,也可选择,在步骤(a)中,该方法可以包括使得作为供给流的多组分流体流进入平行通道接触器的一个或多个第二流体通道以及平行通道接触器的可选一个或多个第一流体通道中,该平行通道接触器包括:

[0100] 多个吸附结构,该吸附结构有:第一吸附层,该第一吸附层与第二吸附层并置,第一吸附层有一个或多个吸附材料,例如第一吸附材料,第二吸附层有一个或多个吸附材料,例如第二吸附材料,其中可选地,第一吸附材料和第二吸附材料在吸附材料组分、物理特性和/或性质中的至少一个方面上不同;一个或多个第一流体通道,其中,该一个或多个第一通道的至少一部分至少局部由一个或多个第一吸附层界定或确定;以及一个或多个第二流体通道,其中,该一个或多个第二通道的至少一部分至少局部由一个或多个第二吸附层界定或确定;

[0101] 使得供给流与第二吸附层的吸附材料(例如第二吸附材料)接触和可选地与第一吸附层的吸附材料(例如第一吸附材料)接触,该第二吸附层至少局部界定或确定第二流体通道的至少一部分,该第一吸附层至少局部界定或确定第一流体通道的至少一部分。

[0102] 在一个替代实施例中,在步骤(a)中,该方法可以包括使得作为供给流的多组分流体流进入平行通道接触器的一个或多个第二流体通道中,该平行通道接触器包括:

[0103] 多个吸附结构,该吸附结构有:阻挡层,该阻挡层与第二吸附层并置、热连通和直接接触,其中,第二吸附层包括至少一个吸附材料,例如第二吸附材料;一个或多个第一流体通道,该第一流体通道至少局部由一个或多个阻挡层来界定或确定(例如,第一流体通道可以置于多个阻挡层之间);以及一个或多个第二流体通道,该第二流体通道至少局部由一个或多个第二吸附层来界定或确定(例如,第二流体通道可以置于多个第二吸附层之间);

[0104] 使得供给流与第二吸附层的至少一个吸附材料(例如第二吸附材料)接触,该第二吸附材料至少局部界定或确定第二流体通道的至少一部分。

[0105] 如本文所述的吸附气体分离方法实施例可以有利地提供例如包括:通过使得再生或解吸附流体流进入平行通道接触器的第一流体通道中而再生一个或多个吸附材料,例如解吸附在两个吸附剂层的一个或多个吸附材料上吸附的一个或多个组分,同时基本消除或减少再生或解吸附流体流进入平行通道接触器的第二流体通道中;减少再生或解吸附流体流与平行通道接触器的吸附剂层(例如第二吸附层)的吸附材料的接触或暴露;利用来自解吸附流体流的热量,该热量可以通过第一吸附层和可选地从阻挡层传递给第二吸附层;被动地控制解吸附或再生流体通过第一吸附层和可选地从阻挡层进入第二吸附层。这可以有利地导致例如:减少第二吸附层的一个或多个吸附材料的吸附能力的损失,该损失是由于再生或解吸附流体的一个或多个组分或物质的吸附、吸附材料的污染、和/或由于腐蚀或洗涤而导致的第二吸附层的吸附材料的损失;能够在第二吸附层中使用亲水性吸附材料,同时使用蒸汽流作为解吸附或再生流体流;以及减少进入平行通道接触器的再生或解吸附流体的量,例如降低吸附气体分离方法的蒸汽比,这还可以导致降低吸附气体分离方法和吸附气体分离器的能量消耗、投资成本和/或运行成本。如上所述的吸附结构和平行通道接触器实施例的其它优点包括使得各种流体流(例如,供给流、再生或解吸附流体流和冷却流体流)能够从平行通道接触器的两个以上的小面来进入和回收,例如使得解吸附或再生流体

流能够通过平行通道接触器行进更短距离,同时保持供给流通过平行通道接触器的合适更长行进距离,这可以有利地导致流体流(例如解吸附或再生流体流)的更短停留时间、减少不希望组分在吸附材料上的吸附、减少可用吸附剂能力的损失和减小横过平行通道接触器的压力降。

[0106] 在另一方面,在解吸附在第一吸附层12的吸附材料(例如,第一吸附材料)和/或第二吸附层14的吸附材料(例如,第二吸附材料)上吸附的第一流体组分的至少一部分之后,例如,在上述步骤(g)之后,吸附气体分离方法可以包括可选的冷却步骤,该冷却步骤包括使得调节流或冷却流进入,例如在一定温度下的空气流或惰性气流,适合使得第一吸附层12和/或第二吸附层14的吸附材料的至少一部分冷却至合适的再生后温度或吸附前温度,例如等于或小于大约60°的温度,或者特别是等于或小于大约50°C,或者更特别是等于或小于大约40°C。在一个这样的实施例中,合适的冷却流体可以进入平行通道接触器的第一流体通道和平行通道接触器的可选第二流体通道18以及可选的吸附气体分离器中。在特殊的这样实施例中,冷却流体的进入可以用于降低第一吸附层12的吸附材料的温度和可选地降低第二吸附层14的吸附材料的温度。在这种可选的冷却之后,在一个实施例中,该方法还可以包括从第一流体通道16和/或第二流体通道18中回收例如第三产物流,可选地从平行通道接触器2和可选地从吸附气体分离器。在这种回收之后,在还一可选方面,该方法还可以包括终止调节流或冷却流进入以下一个或多个:可选的吸附气体分离器、平行通道接触器2以及第一流体通道16和/或第二流体通道18,在特殊的这样实施例中,在完成上述冷却步骤之后,吸附气体分离方法的步骤可以顺序地、基本连续地或半连续地重复,例如在基本循环的方法或吸附装置中。

[0107] 在一个实施例中,使用包括示例平行通道接触器2的吸附气体分离器的吸附气体分离方法可以有利地减少用于再生吸附结构和平行通道接触器2的第一吸附层12的吸附材料(例如,第一吸附材料)和/或第二吸附层14的吸附材料(例如,第二吸附材料)的、解吸附或再生流体流(例如,蒸汽或其它合适的解吸附气流)的消耗和/或能量。在特殊的这样实施例中,解吸附或再生流体流24(例如,蒸汽或其它合适的解吸附气流)进入平行通道接触器2的第一流体通道16,并用于增加第一吸附层12中的吸附材料(例如,第一吸附材料)的温度和通过阻挡层10将热量传递给第二吸附层14中的吸附材料(例如,第二吸附材料),从而提供用于解吸附在第二吸附层中的吸附材料(例如,第二吸附材料)上吸附的一个或多个组分的至少一部分的解吸附热量。在这样的实施例中,吸附结构的阻挡层10的低渗透性或有限渗透性以及热导率可以有利地使得吸附结构能够使用亲水性吸附材料或具有更低疏水性阈值的吸附材料(例如,沸石吸附材料)作为用于吸附结构的总体吸附材料的至少一部分,相对于其它疏水性吸附材料,这可以导致降低材料成本和/或增加吸附能力。

[0108] 在根据本发明的还一可选实施例中,解吸附或再生流体流24(例如,蒸汽流或其它合适的解吸附气流)可以进入平行通道接触器2的第一流体通道16中,用于增加第一吸附层12中的疏水性第一吸附材料的温度,并提供解吸附热量,以便解吸附在第一吸附层12的疏水性第一吸附材料上吸附的一个或多个组分的至少一部分。另外,在这样的实施例中,选择性渗透的阻挡层10可以包括选择性渗透的阻挡层材料,例如石墨烯片材或压缩的剥离石墨烯薄片,该阻挡层材料可以优选是使得再生流体流24(例如蒸汽)的一部分能够横过选择性渗透的阻挡层10而选择地扩散至第二吸附层14中的亲水性第二吸附材料,以便使得再生流

体流24的扩散部分、组分或物质能够吸附至亲水性第二吸附材料上,并释放再生流体流24的扩散部分、组分或物质的吸附热量,这可以优选地提供解吸附热量,以便解吸附在第二吸附层14的亲水性第二吸附材料上吸附的一个或多个组分的至少一部分。在一个方面,选择性渗透的阻挡层10也可以优选是导热或具有高热导率,这样,在解吸附在第一吸附层12的吸附材料(例如,疏水性第一吸附材料)上吸附的一个或多个组分的过程中,热量也可以通过选择性渗透的阻挡层10而从第一吸附层12传递给第二吸附层14,以便提供附加的解吸附热源来解吸附在第二吸附层14的吸附材料上吸附的一个或多个组分的至少一部分。在一个这样的实施例中,包括在第一吸附层12中的疏水性第一吸附材料和在第二吸附层14中的亲水性第二吸附材料以及选择性渗透的阻挡层10的平行通道接触器2可以优选是用于解吸附在第二吸附层14的亲水性第二吸附材料上吸附的一个或多个组分,而不需要使得解吸附或再生流进入一个或多个第二流体通道18中,其中,在第二吸附层14的亲水性第二吸附材料上吸附的一个或多个组分的解吸附可以通过以下一个或多个的组合来驱动:从第一吸附层12中的解吸附热前部向第二吸附层14的吸附材料(例如,亲水性第二吸附材料)传递热量(例如,在解吸附在第一吸附层12的吸附材料上吸附的一个或多个组分的过程中),以及例如释放通过阻挡层10扩散和在第二吸附层14上吸附的解吸附流体流的扩散部分、组分或物质的吸附热量。在这样的实施例中,吸附结构2的选择性渗透的阻挡层10可以有利地使得吸附结构能够使用亲水性吸附材料或具有较低疏水性阈值的吸附材料(例如沸石吸附材料)作为用于吸附结构的总体吸附材料的至少一部分,这相对于其它疏水性吸附材料可以导致材料成本降低和/或吸附能力增加。

[0109] 图3a表示了在进入步骤和回收步骤中的、根据本发明实施例的平行通道接触器2,该进入步骤用于使得作为供给流的多组分流体流进入平行通道接触器2,该回收步骤用于从吸附气体分离方法的平行通道接触器2回收第一产物流。在用于使得作为供给流的多组分流体流进入的进入步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(a)中,供给流20可以进入平行通道接触器2的第一流体通道16和第二流体通道18,例如通过基本设置在平行通道接触器2的小面(例如第一小面30)上的第一口(图2和3a中未示出),以便沿基本纵向方向或基本平行于第一流体通道16、第二流体通道18和平行通道接触器2的纵向轴线(基本上平行于图2和3a中所示的X轴)而流动。在用于回收第一产物流的回收步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(c)中,可以至少周期性地回收第一产物流22,可选地从平行通道接触器2的第一流体通道16和/或第二流体通道18,例如通过基本设置在小面(例如,第二小面32)上的第二口(图2和3a中未示出)。第一相对小面组可以包括第一小面30和第二小面32,该第一小面30和第二小面32有在它们之间的距离,例如第一距离。在一个实施例中,在允许步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(a)中,多组分流体流(例如供给流20)可以进入平行通道2,以便纵向或沿第一方向行进通过过平行通道接触器2的第一流体通道16和第二流体通道18,该纵向或第一方向可以确定为以下至少一个:供给流与平行通道接触器2的第一吸附层12的一个或多个吸附材料和/或第二吸附层14的一个或多个吸附材料接触的距离;基本在平行通道接触器的进口(例如,第一口)和出口(例如,第二口)之间的距离或长度;基本在平行通道接触器的相对小面组之间的距离或长度(例如,第一相对小面组);基本在第一小面30和第二小面32之间的距离或长度。

[0110] 图3b表示了在进入步骤和回收步骤中的、根据本发明实施例的平行通道接触器2,

该进入用于解吸附或再生流体流进入,该回收步骤用于回收吸附气体分离方法的第二产物流。在一个这样的实施例中,第一流体通道16和第二流体通道18可以选择地基本在平行通道接触器2内基本流体分离,例如通过在平行通道接触器2的纵向小面(例如,第一小面30和第二小面32)和侧向小面(例如第三小面34和第四小面36)处的壁或其它流体约束件(图2、3a和图3b中未示出)以及通过位于第一流体通道16和第二流体通道之间的阻挡层10。在一个实施例中,在用于使得解吸附或再生流体流进入的进入步骤中,例如上述吸附气体分离方法的步骤(e)中,解吸附或再生流体流24(例如蒸汽流或其它合适的解吸附气流)可以进入平行通道接触器2的第一流体通道16,例如通过第三口(图2、3a和3b中未示出),该第三口基本设置在平行通道接触器2的小面(例如,第三小面34)上,以便沿横向方向流动,该横向方向基本平行于第一流体通道16和平行通道接触器2的横向轴线(基本平行于Y轴线,如图2、3a和3b中所示)。在用于回收第二产物流的回收步骤中,例如上述吸附气体分离方法的步骤(h)中,第二产物流26可以从平行通道接触器2的第一流体通道16中回收,第二产物流26a可以从平行通道接触器2的第二流体通道18回收,例如,通过第四口(图2中未示出,3a,3b),该第四口基本设置在平行通道接触器2的小面上,例如第四小面36。可选地,在第二吸附层的解吸附或再生步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(f)中,和/或在用于回收第二产物流的回收步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(g)中,清吹流体流(图2、图3a和3b中未示出)可以进入平行通道接触器2的第二流体通道18中,通过例如第五口(图2、图3a和3b中未示出,该第五口基本设置在第三小面34上)或第三口(图2、图3a和图3b中未示出),以便沿基本平行于横向轴线(基本平行于Y轴,如图2、3a和图3b中所示)的横向方向流动。第二相对小面组可以包括第三小面34和第四小面34,该第三小面34和第四小面34有在它们之间的距离,例如第二距离。在一个实施例中,在用于使得解吸附或再生流体流进入的进入步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(d)中,和可选地在解吸附或再生步骤和/或用于回收第二产物流的回收步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(f)和/或(g)中,解吸附或再生流体流24和/或可选的清吹流体流(图2、3a和3b中未示出)可以进入平行通道接触器2中,以便通过平行通道接触器2的第一流体通道16和可选的第二流体通道18行进横向或第二距离,该横向或第二距离可以确定为以下至少一个:解吸附、再生或可选的清吹流体流中的一个与平行通道接触器2的第一吸附层12的一个或多个吸附材料和/或第二吸附层14的一个或多个吸附材料接触的距离;基本在平行通道接触器的进口(例如,第三口)和出口(例如,第四口)之间的距离或长度;基本在平行通道接触器的相对小面组(例如,第二相对小面组)之间的距离或长度;;以及基本在第三小面34和第四小面36之间的距离或长度。在一个实施例中,纵向或第一距离等于或大于横向或第二距离,或者横向或第二距离等于或小于纵向或第一距离。

[0111] 在替代方法实施例中,可选地,在用于使得解吸附或再生流体流进入的进入步骤中,例如,在上述吸附气体分离方法的步骤(d)中,解吸附或再生流体流24(例如蒸汽流或其它合适的解吸附气流)可以进入平行通道接触器2的第一流体通道16,例如,通过第三口(图2、图3a和图3b中未示出),以便沿基本平行于第一流体通道16和平行通道接触器2的纵向轴线(基本平行于X轴,如图2、3a和3b中所示)的基本纵向方向流动。

[0112] 在一个这样的实施例中,使得解吸附或再生流体流24相对于供给流20行进较短距离(例如,沿或平行于横向轴线的上述第二距离)可以有利地通过减少解吸附或再生流体流

24(例如蒸汽或其它合适的解吸附气流)与吸附剂层(例如,第一吸附层12)的吸附材料接触的持续时间来提高吸附气体分离方法的解吸附或再生步骤的效率,和/或在解吸附或再生步骤和第二产物流回收步骤中(例如在步骤(g)和/或(f)中)减小横过平行通道接触器2的压力降或损失。在示例实施例中,合适的解吸附或再生流体流可以包括包含解吸附流的加热二氧化碳或者包含升高温度(例如适合解吸附在吸附材料上吸附的组分)的解吸附流的二氧化碳。

[0113] 在另一实施例中,平行通道接触器包括:多个吸附剂层,该吸附剂层有至少一个吸附材料和可选的合适粘接剂材料,该吸附材料可选地在吸附剂支承件(例如,成布、网或片材的形式,可选地包括导热材料,例如碳材料、石墨烯材料、金属材料或其它合适的吸附剂支承材料)上,流体通道置于多个吸附剂层之间,其中,该多个吸附剂层和/或在至少一个吸附剂支承件上的至少一个吸附材料可以界定、确定或形成平行通道接触器的至少一个流体通道的至少一部分;第一口和第二口,该第一口和第二口与该至少一个流体通道流体连接,设置在该至少一个吸附剂支承件、吸附剂层和/或平行通道接触器的周边上,且分开第一距离;以及第三口和第四口,该第三口和第四口与该至少一个流体通道流体连接,设置在该至少一个吸附剂支承件、吸附剂层和/或平行通道接触器的周边上,且分开第二距离;其中,第一距离大于第二距离。可选地,第一口和第二口中的至少一个基本垂直于第三口和第四口中的至少一个。可选地,平行通道接触器还包括多个小面,该小面至少局部由该至少一个吸附剂支承件和/或平行通道接触器的周边来确定,其中,平行通道接触器的小面可以有第一口或第二口中的一个小面以及第三口或第四口中的一个小面。

[0114] 在一个方法实施例中,用于使得至少第一组分从多组分流体流中分离的吸附气体分离方法包括:

[0115] 使得作为供给流的多组分流体流进入平行通道接触器的至少一个流体通道中,该平行通道接触器包括:

[0116] 多个吸附剂层,该吸附剂层还包括至少一个吸附材料,该吸附材料可选地在吸附剂支承件上;至少一个流体通道,该流体通道置于多个吸附剂层(例如,至少局部由多个吸附剂层的至少一部分来界定、确定或形成)、吸附剂支承件和/或吸附材料之间,其中,该多个吸附剂层、吸附剂支承件和/或至少一个流体通道还包括纵向或第一距离和横向或第二距离;多个小面,该小面至少局部由该多个吸附剂层和/或吸附剂支承件的周边来确定;第一口和第二口,该第一口和第二口与至少一个流体通道流体连接,设置在平行通道接触器的相对小面或周边上,并分开第一距离;第三口和第四口,该第三口和第四口与至少一个流体通道流体连接,设置在平行通道接触器的相对小面或周边上,并分开第二距离;

[0117] 使得供给流与在多个吸附剂层上的至少一个吸附材料接触基本第一距离;

[0118] 在多个吸附剂层的一个或多个吸附材料上吸附第一组分的至少一部分;

[0119] 至少周期性地回收第一产物流,该第一产物流相对于来自平行通道接触器的至少一个流体通道的多组分流体流或供给流减少第一组分;

[0120] 使得解吸附或再生流体流(例如水流、蒸汽流、空气流、惰性气体流、基本包括第一组分的流体流和燃烧烟道气流)进入平行通道接触器的至少一个流体通道中,其中可选地,解吸附或再生流体流的温度可以等于或大于大约60℃,优选是等于或大于大约80℃,或者更优选是等于或大于大约100℃;

[0121] 使得解吸附或再生流体流与在多个吸附剂层上的至少一个吸附材料接触基本第二距离;

[0122] 再生该多个吸附剂层中的至少一个吸附材料(例如,通过至少一个解吸附或再生机理来解吸附在多个吸附剂层中的至少一个吸附材料上吸附的第一组分的至少一部分,该解吸附或再生机理包括例如温度摇摆或分压摇摆或置换清吹);以及

[0123] 至少周期性地回收第二产物流,该第二产物流相对于来自平行通道接触器的至少一个流体通道的多组分流体流富含第一组分。平行通道接触器、吸附剂支承件和/或多个吸附剂层中的至少一个的周边可以基本至少局部确定平行通道接触器的多个小面,其中,一个或多个口可以设置或布置在平行通道接触器的小面或周边上,且该一个或多个口可以与至少一个流体通道流体连接。纵向或第一距离可以确定为以下至少一个:流体流(例如,供给流)可以与吸附剂层的吸附材料接触的距离;基本在平行通道接触器的、用于使得流体流进入和回收(例如,用于使得供给流进入)的进口(例如,第一口)和平行通道接触器的、用于回收第一产物流的出口(例如,第二口)之间的距离;和/或基本在平行通道接触器的相对小面组(例如,第一相对小面组)之间的距离或长度。横向或第二距离可以确定为以下至少一个:流体流(例如,解吸附、再生或可选的清吹流体流)与吸附剂层的一个或多个吸附材料接触的距离;在用于使得流体流进入(例如用于使得解吸附、再生或可选的清吹流体流进入)的进口(例如,第三口)和平行通道接触器的、用于回收流体流(例如用于回收第二产物流)的出口(例如,第四口)之间的距离或长度;和/或基本在平行通道接触器的相对小面组(例如,第二相对小面组)之间的距离或长度。在一个实施例中,纵向或第一距离等于或大于横向或第二距离,或者横向或第二距离等于或小于纵向或第一距离。多组分流体流或供给流可以进入平行通道接触器的流体通道中,以便沿基本平行于平行通道接触器的流体通道的纵向方向的方向流动,且解吸附或再生流体流、清吹流体流和/或冷却流体流中的至少一个可以进入平行通道接触器的流体通道中,以便沿基本平行于平行通道接触器的流体通道的横向方向的方向流动,例如,多组分流体流或供给流可以沿与解吸附或再生流体流、清吹流体流和/或冷却流体流中的至少一个的流动方向基本垂直的方向流入平行通道接触器的流体通道中。在这样的实施例中,平行通道接触器可以设置成包括:多个吸附剂层,该吸附剂层确定至少一个流体通道;五个或更多小面,或者特别是六个或更多个小面,该小面可以至少局部由一个或多个吸附剂层来确定;至少第一组相对小面有在相对小面之间的第一距离,第二组相对小面有在相对小面之间的第二距离,其中,第一距离等于或大于第二距离(或者第二距离等于或小于第一距离),且第一和第二组相对小面的小面有至少一个口,该口与至少一个平行流体通道流体连通,用于使得流体流进入和/或回收。可选地,第一组相对小面和第二组相对小面可以共享公共小面。

[0124] 如上所述的吸附气体分离方法和装置实施例可以提供的优点(其中的一些优点已经提及)包括例如:使得各种流体流(例如,供给流、再生或解吸附流体流和冷却流体流)能够从平行通道接触器的两个以上的小面来进入和回收,从而导致例如增加管道的可用空间,降低管道的复杂性,并使得解吸附或再生流体流能够通过平行通道接触器行进更短距离,同时保持供给流通过平行通道接触器的合适更长行进距离,这可以有利地导致用于流体流(例如解吸附或再生流体流)的更短停留时间,减少不希望的组分在吸附材料上的吸附,减少可用吸附剂能力的损失,并降低一个或多个流体流(例如,解吸附或再生流体流和/

或冷却流体流)横过平行通道接触器的压力降。

[0125] 在任何上述详细介绍的实施例中所述的任何吸附气体分离器或平行通道接触器可以采用任何合适的吸附材料,包括但不限于例如,干燥剂、活性炭、石墨、碳分子筛、活性氧化铝、分子筛、铝磷酸盐、硅铝磷酸盐、沸石吸附剂、离子交换沸石、亲水性沸石、疏水性沸石、改性沸石、天然沸石、八面沸石、斜发沸石、丝光沸石、金属交换硅铝磷酸盐、单极树脂、双极树脂、芳香族交联聚苯乙烯基质、溴化芳香基质、甲基丙烯酸酯共聚物、碳纤维、碳纳米管、纳米材料、金属盐吸附剂、高氯酸盐、草酸盐、碱土金属颗粒、ETS、CTS、金属氧化物、支承碱金属碳酸盐、碱促进水滑石、化学吸附剂、二氧化硅、聚乙烯亚胺掺杂二氧化硅、胺、有机金属反应剂和金属有机骨架吸附材料以及它们的组合。

[0126] 这里所述的示例实施例并不是穷举或将本发明的范围限制为所公开的精确形式。它们选择和介绍为用于解释本发明的原理以及它的应用和实际用途,以使得本领域其它技术人员能够理解它的教导。

[0127] 如本领域技术人员根据前述公开内容可知,在不脱离本发明的范围的情况下,可以在本发明的实践中进行多种改变和变化(包括各种所述的实施例或其一部分的组合)。因此,本发明的范围将根据由下面的权利要求确定的内容来解释。

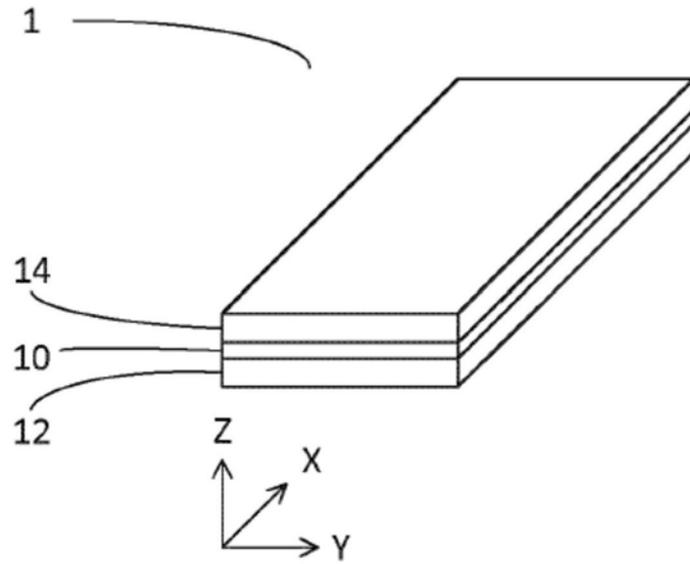


图1

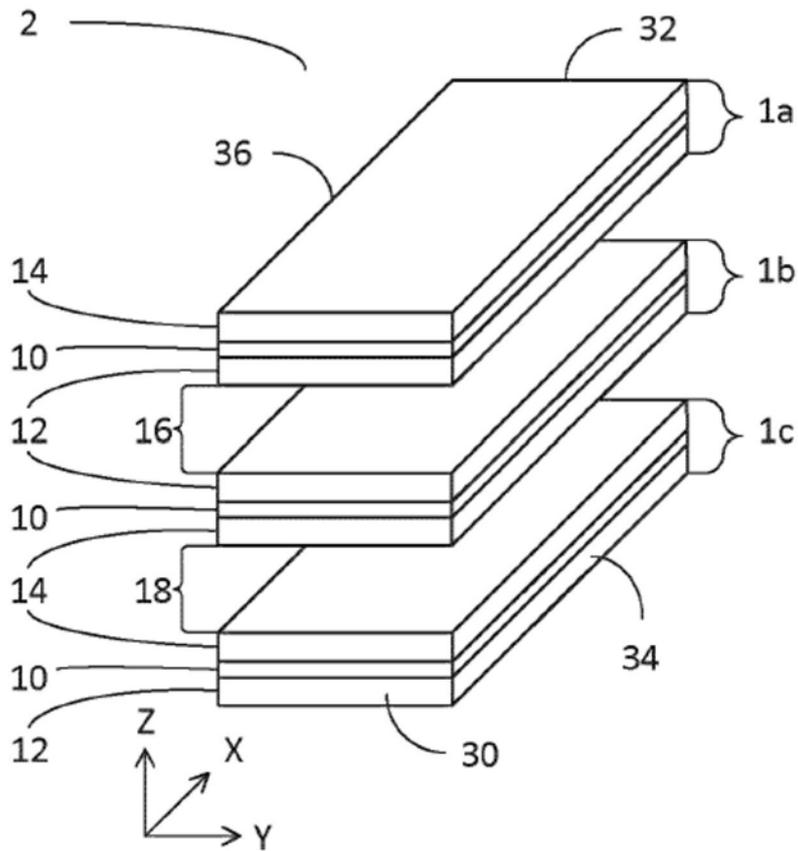


图2

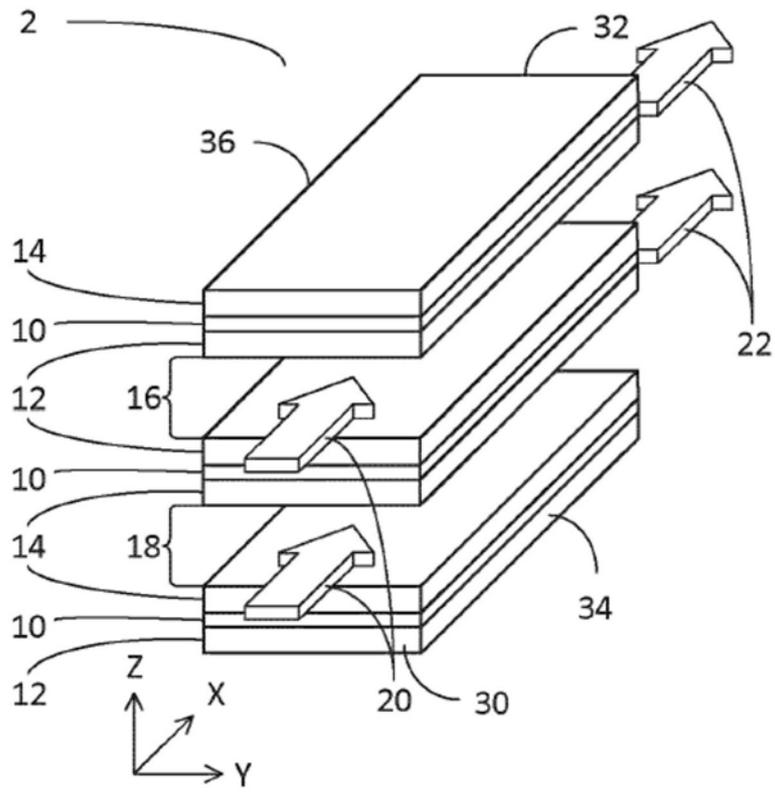


图3a

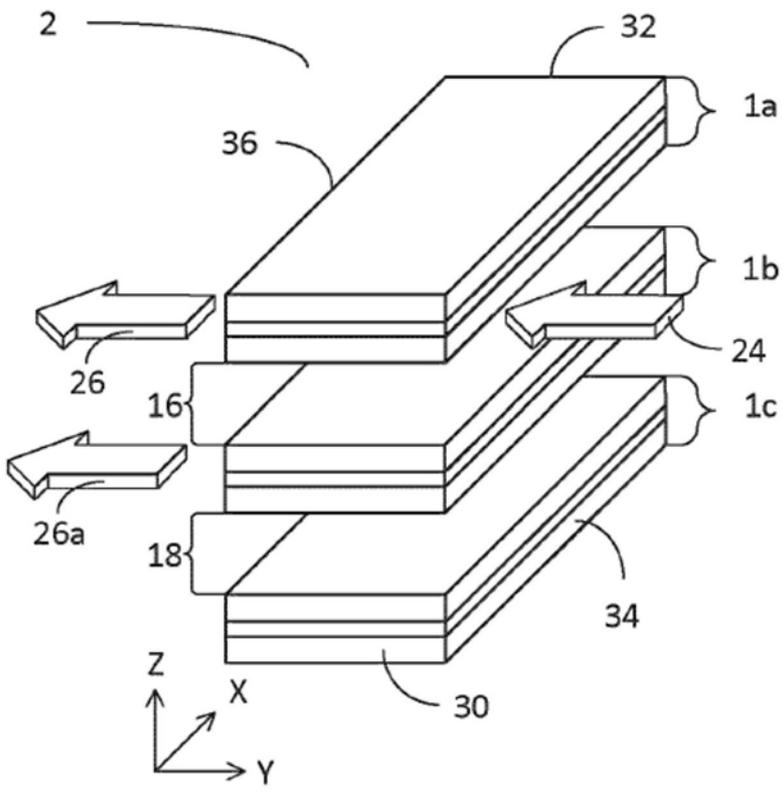


图3b