



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113573795 A

(43) 申请公布日 2021. 10. 29

(21) 申请号 202080021804.3

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所  
11247

(22) 申请日 2020.03.19

代理人 彭立兵 林柏楠

(30) 优先权数据

62/820,725 2019.03.19 US

(51) Int.Cl.

B01D 53/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B01D 53/06 (2006.01)

2021.09.16

B01J 20/34 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

B60H 3/06 (2006.01)

PCT/US2020/023637 2020.03.19

F24F 8/10 (2021.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/191197 EN 2020.09.24

(71) 申请人 巴斯夫公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 M·T·比洛 Y·辛 P·特伦

A·亚伯拉罕

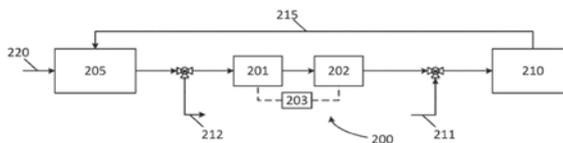
权利要求书4页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

用于吸附水和气体的过滤器单元以及系统和其使用方法

(57) 摘要

公开过滤器单元的实施例,所述过滤器单元含有在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的水吸附剂材料和在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的气体吸附剂材料。在实施例中,所述气体吸附剂材料在操作方向上位于所述水吸附剂材料的下游。另外公开制备和使用所述过滤器单元的方法。



1. 一种过滤器单元,其包含:  
两条吸附管线,每条吸附管线包含:  
水吸附剂材料;和  
气体吸附剂材料,  
其中所述气体吸附剂材料在操作方向上位于所述水吸附剂材料的下游;和  
加热器,其联接到每条吸附管线中的所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料。
2. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种呈多个单元形式。
3. 根据权利要求2所述的过滤器单元,其中所述多个单元包含粉末、珠粒、挤出物、片剂、丸粒、附聚物和细粒中的至少一种。
4. 根据权利要求2所述的过滤器单元,其中所述多个单元包含圆形、球形、球体、椭圆形、规则细粒和不规则细粒中的至少一种的形状。
5. 根据权利要求2所述的过滤器单元,其中所述多个单元的尺寸为约0.05mm至约10mm。
6. 根据权利要求2所述的过滤器单元,其中所述多个单元的尺寸小于约10mm。
7. 根据权利要求2所述的过滤器单元,其中所述多个单元的平均尺寸为约0.05mm至约6.0mm。
8. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种在填充床中呈多个单元形式。
9. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种为涂覆到非织造介质材料上和含于所述非织造介质材料的层内的至少一种。
10. 根据权利要求9所述的过滤器单元,其中非织造材料层为波纹状和褶皱状中的至少一种。
11. 根据权利要求9所述的过滤器单元,其中所述非织造介质材料的横截面积为约 $100\text{cm}^2$ 至约 $10,000\text{cm}^2$ 。
12. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种为涂覆到蜂窝基材上和含于所述蜂窝基材的通道中的至少一种。
13. 根据权利要求12所述的过滤器单元,其另外包含:用于将所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种容纳在蜂窝结构内的筛网或非织造材料。
14. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种涂覆到基材上。
15. 根据权利要求14所述的过滤器单元,其中所述基材包含蜂窝结构、泡沫和非织造介质中的至少一种。
16. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料中的至少一种为挤出蜂窝结构或涂覆到挤出蜂窝结构上。
17. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述气体吸附剂材料包含浸渍到一个或多个高表面积载体上的胺和氨基甲酸酯中的至少一种。
18. 根据权利要求17所述的过滤器单元,其中所述氨基甲酸酯为乙胺和碳酸二甲酯之间的反应的产物。
19. 根据权利要求17所述的过滤器单元,其中所述胺包含胺官能化聚合物,任选地其中

所述聚合物为聚苯乙烯聚合物,并且任选地其中所述聚苯乙烯聚合物包含苄胺基团。

20. 根据权利要求17所述的过滤器单元,其中所述高表面积载体包含珠粒、细粒和挤出物中的至少一种。

21. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述气体吸附剂材料包含胺、氨基甲酸酯、凹凸棒石、金属有机骨架(MOF)、沸石、活性炭、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、前述中的任一种的表面改性类似物以及其组合中的至少一种。

22. 根据权利要求21所述的过滤器单元,其中所述胺包含胺官能化聚合物,任选地其中所述聚合物为聚苯乙烯聚合物,并且任选地其中所述聚苯乙烯聚合物包含苄胺基团。

23. 根据权利要求21所述的过滤器单元,其中所述氨基甲酸酯包含乙胺和碳酸二甲酯之间的反应的一种或多种产物。

24. 根据权利要求21所述的过滤器单元,其中所述碱金属氧化物包含锂、钾、钠、铷和铯中的至少一种。

25. 根据权利要求21所述的过滤器单元,其中所述碱土金属氧化物包含钡、锶、钙、铍、镁和镭中的至少一种。

26. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述气体吸附剂材料包含约35wt%至约55wt%的胺和约45wt%至约65wt%的二氧化硅,或约40wt%至约50wt%的胺和约50wt%至约60wt%的二氧化硅,或约45wt%的胺和约55wt%的二氧化硅。

27. 根据权利要求26所述的过滤器单元,其中所述多个单元具有圆形、球形、球体、椭球形、规则细粒、不规则细粒以及其组合的形状。

28. 根据权利要求17所述的过滤器单元,其中所述高表面积载体包含大于约0.8cc/g的孔体积。

29. 根据权利要求17所述的过滤器单元,其中所述高表面积载体的平均孔径大于约100 Å。

30. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述气体吸附剂材料另外包含一种或多种粘合剂。

31. 根据权利要求30所述的过滤器单元,其中所述一种或多种粘合剂包含有机粘合剂、苯乙烯丙烯酸聚合物、无机粘合剂或硅酸钠中的至少一种。

32. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述气体吸附剂材料另外包含原纤化聚合物纤维。

33. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料包含高孔隙率和高表面积材料。

34. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料包含二氧化硅、氧化铝和金属有机骨架中的至少一种。

35. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料与气体吸附材料的重量比为约1:10至约1:1。

36. 根据权利要求1所述的过滤器单元,其中所述水吸附剂材料以每名乘客约0.1L至每名乘客约15.0L的量存在,并且其中所述气体吸附剂材料以每名乘客约0.5L至每名乘客约20.0L的量存在。

37. 一种过滤器单元,其包含:

旋转吸附装置,其包含:

壳体;

在所述壳体内的多个扇区,其中所述多个扇区形成多个吸附床;和

在所述吸附床中的至少一个中的水吸附剂材料;和

在所述吸附床中的至少一个中的气体吸附剂材料,

其中所述水吸附剂材料和所述气体吸附剂材料布置在所述旋转吸附装置中,使得气体的流动路径能够在操作期间越过每个吸附床并且再生空气的逆流流动路径能够在再生期间越过每个吸附床。

38. 一种系统,其包含:

客舱;

加热、通风和空气调节 (HVAC) 系统,其用于维持所述客舱中的空气质量;和

根据权利要求1所述的过滤器单元,其用于维持所述客舱内的湿度和二氧化碳水平。

39. 根据权利要求38所述的系统,其中所述客舱在车辆、飞机、直升机或航天器中。

40. 根据权利要求39所述的系统,其中所述车辆为汽车、厢式货车、公共汽车、火车、卡车或潜水艇。

41. 一种电动汽车通风系统,其包含:

客舱;

加热、通风和空气调节 (HVAC) 系统,其用于维持所述客舱中的空气质量;

电池;和

根据权利要求1所述的过滤器单元,其用于维持所述客舱内的湿度和二氧化碳水平。

42. 根据权利要求41所述的电动汽车通风系统,其中与没有过滤器单元相比,所述过滤器单元将所述电池的寿命增加约1%至约20%。

43. 根据权利要求41所述的电动汽车通风系统,其中与没有过滤器单元相比,所述过滤器单元将所述HVAC系统的功耗降低约1%至约20%。

44. 一种汽车通风系统,其包含:

客舱;

加热、通风和空气调节 (HVAC) 系统,其用于维持所述客舱中的空气质量;和

根据权利要求1所述的过滤器单元,其用于维持所述客舱内的湿度和二氧化碳水平。

45. 一种使用过滤器单元的方法,其包含:

操作所述过滤器单元的第一吸附管线,所述第一吸附管线包含:

第一水吸附剂材料;和

第一气体吸附剂材料,

其中所述第一气体吸附剂材料在操作方向上位于所述第一水吸附剂材料的下游,

其中所述第一吸附管线从周围空气中吸附水和气体;和

再生所述过滤器单元的第二吸附管线,所述第二吸附管线包含:

在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的第二水吸附剂材料;和

在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的第二气体吸附剂材料,

其中所述第二气体吸附剂材料在再生方向上位于所述第二水吸附剂材料的上游,

其中所述第二吸附管线从所述第二水吸附剂材料和所述第二气体吸附剂材料中解吸

水和气体。

46. 根据权利要求45所述的方法,其中所述第一水吸附剂材料、所述第一气体吸附剂材料、所述第二水吸附剂材料和所述第二气体吸附剂材料中的每一种联接到至少一个加热器。

47. 根据权利要求45所述的方法,其中在约50°C至约200°C的温度下再生所述第二吸附管线。

48. 根据权利要求45所述的方法,其中再生包含将解吸水和气体排放到外部大气中。

49. 根据权利要求45所述的方法,其中操作所述第一吸附管线和再生所述第二吸附管线同时发生。

50. 根据权利要求45所述的方法,其中当所述第二吸附管线完成再生时,所述第二吸附管线保持空闲直到所述第一吸附管线需要再生。

51. 根据权利要求45所述的方法,其中所述第一吸附管线完成操作并且开始再生,并且其中所述第二吸附管线完成再生并且开始操作。

52. 根据权利要求45所述的方法,其中再生包含使外部空气越过所述第二气体吸附剂材料和所述第二水吸附剂材料并且将包含解吸气体和解吸水的所述外部空气排放到外部大气中。

## 用于吸附水和气体的过滤器单元以及系统和其使用方法

### 技术领域

[0001] 本公开涉及具有水吸附剂材料和气体吸附剂材料以例如从客舱中去除水和气体的过滤器单元。本公开还涉及并入这类过滤器单元的系统及其使用方法。

### 背景技术

[0002] 维持封闭空间内(如车辆中的客舱中)的空气质量为重要但能量消耗高的过程。乘客消耗氧气并且产生大量二氧化碳(CO<sub>2</sub>)和湿度。除非内部空气被引入舱的大量新鲜的外部空气代替,否则二氧化碳和湿度水平迅速增加。

[0003] 用外部空气代替舱空气在加热、通风和空气调节(HVAC)系统调节新鲜的外部空气所需的冷却和加热功率以及外部空气(例如,含有较高水平的污染物的高速公路上的空气)的质量方面具有挑战。空调为显著的能量消耗源(至多50%),这特别消耗电动车辆的电池。

[0004] 已经开发出二氧化碳吸着剂材料以将CO<sub>2</sub>浓度降低到安全水平并且改进HVAC系统的能量效率。具体地说,HVAC系统利用CO<sub>2</sub>洗涤器,所述洗涤器并入CO<sub>2</sub>吸着剂以从再循环的内部空气中吸附CO<sub>2</sub>,并且然后通过吹扫过程将CO<sub>2</sub>释放到外部空气中。虽然这类系统在节能方面比传统HVAC系统有所改进,但吸着剂材料未能满足工作容量和热老化稳定性的长期目标。

[0005] 此外,已经开发出干燥剂系统以降低客舱中的湿度,从而减少窗户上的冷凝物。然而,干燥剂仅吸收有限量的水分。在低温和高湿度下,汽车中的典型通风系统可不能高效、有效和/或快速去除冷凝物。

### 发明内容

[0006] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:两条吸附管线,每条吸附管线包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游;和联接到每条吸附管线中的每个填充床的加热器。

[0007] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:包含以下的旋转吸附装置:壳体;在壳体内的多个扇区,其中多个扇区形成多个吸附床;和在吸附床中的至少一个中的水吸附剂材料,例如,其中水吸附剂材料在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和在吸附床中的至少一个中的气体吸附剂材料,例如,其中气体吸附剂材料在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中水吸附剂材料和气体吸附剂材料布置在旋转吸附装置中,使得气体的流动路径可在操作期间越过每个吸附床并且再生空气的逆流流动路径可在再生期间越过每个吸附床。

[0008] 根据实施例,本文公开一种系统,其包含:客舱;用于维持客舱中的空气质量的加热、通风和空气调节(HVAC)系统;和用于维持客舱内的湿度和二氧化碳水平的过滤器单元,过滤器单元包含:两条吸附管线,每条吸附管线包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游;和联接到每条吸附管线中的每个填

充床的加热器。

[0009] 根据实施例,公开一种电动汽车通风系统,其包含:客舱;用于维持客舱中的空气质量的加热、通风和空气调节(HVAC)系统;电池;和用于维持客舱内的湿度和二氧化碳水平的过滤器单元,过滤器单元包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

[0010] 根据实施例,本文公开一种汽车通风系统,其包含:客舱;用于维持客舱中的空气质量的加热、通风和空气调节(HVAC)系统;和用于维持客舱内的湿度和二氧化碳水平的过滤器单元,过滤器单元包含:两条吸附管线,每条吸附管线包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游;和联接到每条吸附管线中的每个填充床的加热器。

[0011] 根据实施例,本文公开一种使用过滤器单元的方法,其包含:操作过滤器单元的第一吸附管线,第一吸附管线包含:第一水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和第一气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中第一气体吸附剂材料在操作方向上位于第一水吸附剂材料的下游,其中第一吸附管线从周围空气中吸附水和气体;和再生过滤器单元的第二吸附管线,第二吸附管线包含:第二水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和第二气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中第二气体吸附剂材料在再生方向上位于第二水吸附剂材料的上游,其中第二吸附管线从第二水吸附剂材料和第二气体吸附剂材料中解吸水和气体。

[0012] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:水吸附剂材料,其中水吸附剂材料以每名乘客约0.1L至约15.0L或每名乘客至少约0.1L的量存在;和气体吸附剂材料,其中气体吸附剂材料以每名乘客约0.5L至约20.0L或每名乘客至少约0.5L的量存在,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

[0013] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游,并且其中水吸附剂材料与气体吸附材料的重量比为约1:10至约1:1、或约1:4至约1:1、或约1:4。

[0014] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:两条吸附管线,每条吸附管线包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

[0015] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:两条吸附管线,每条吸附管线包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式,其中水吸附剂材料以每名乘客约0.1L至约7.5L或每名乘客至少约0.1L的量存在;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料以每名乘客约0.5L至约10.0L或每名乘客至少约0.5L的量存在,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

[0016] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:两条吸附管线,每条吸附管线包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在

填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游,并且其中水吸附剂材料与气体吸附材料的重量比为约1:10至约1:1、或约1:4至约1:1、或约1:4。

[0017] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式,其中水吸附剂颗粒包含二氧化硅、氧化铝或金属有机骨架中的至少一种;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂颗粒包含胺、氨基甲酸酯、凹凸棒石、金属有机骨架(MOF)、沸石、活性炭、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、前述中的任一种的表面改性类似物以及其组合中的至少一种,并且其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

[0018] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂颗粒包含浸渍到一个或多个高表面积载体上的胺或氨基甲酸酯中的至少一种,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。胺可包括胺官能化聚合物,例如聚苯乙烯聚合物,其中聚苯乙烯聚合物包含例如苄胺基团。在实施例中,胺呈如本文描述的珠粒和/或其它单元形式。氨基甲酸酯可为乙胺和碳酸二甲酯之间的反应的一种或多种产物。

[0019] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂颗粒含于蜂窝结构的通道内或涂覆到基材(例如,包括蜂窝结构)上,其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

[0020] 根据实施例,本文公开一种过滤器单元,其包含:水吸附剂材料,其例如在填充床中呈水吸附剂颗粒形式;和气体吸附剂材料,其例如在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式,其中气体吸附剂颗粒包含约35wt%至约55wt%的胺(例如,颗粒)和约45wt%至约65wt%的二氧化硅(例如,颗粒),其中气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。

## 附图说明

[0021] 图1说明使用HVAC系统调节舱中的空气的标准系统。

[0022] 图2说明根据本文描述的实施例的过滤器单元和系统。

[0023] 图3说明根据本文描述的实施例的过滤器单元和系统。

[0024] 图4说明根据本文描述的实施例的过滤器单元和系统的旋转轮配置。

## 具体实施方式

[0025] 本文描述具有水吸附剂材料(在本文中也称为“水吸着剂”)和气体吸附剂材料(在本文中也称为“气体吸着剂”)以从客舱中去除水(例如,湿气)和气体的过滤器单元以及系统和其使用方法的各种实施例。应理解本发明不限于在以下描述中阐述的构造或过程步骤的细节。本发明能够具有其它实施例,并且能够以各种方式实践或进行。

[0026] 贯穿本说明书,对“一个实施例”、“某些实施例”、“一个或多个实施例”或“实施例”的引用意味着结合所述实施例描述的特定特征、结构、材料或特性被包括在本发明的至少一个实施例中。因此,在整个说明书中各处出现的短语,如“在一个或多个实施例中”、“在某

些实施例中”、“在一个实施例中”或“在一实施例中”并不一定指代本发明的相同实施例。此外，在一个或多个实施例中，特定特征、结构、材料或特性可以任何合适的方式组合。

[0027] 如本文所应用，除非上下文中另外明确指明，单数形式“一(a)”、“一个(an)”和“该(the)”包括复数指代。因此，例如，提及“催化剂材料”包括单一催化剂材料以及两种或更多种不同催化剂材料的混合物。

[0028] 如本文所用，术语“约”与测量量相关，是指所述测量量的正常变化，如本领域的普通技术人员在进行测量以及实行与测量目标和测量设备的精度相称的注意程度时所期望的那样。在某些实施例中，术语“约”包括所引用的数字 $\pm 10\%$ ，使得“约10”将包括9至11。

[0029] 如本文所用，术语“至少约”与测量量相关，是指所述测量量的正常变化，如本领域的普通技术人员在进行测量以及实行与测量目标和测量设备的精度以及高于该精度的任何量相称的注意程度时所期望的那样。在某些实施例中，术语“至少约”包括所引用的数字减去10%以及更高的任何数量，使得“至少约10”将包括9以及高于9的任何数量。此术语也可表述为“约10或更多”。类似地，术语“小于约”典型地包括所引用的数字加上10%以及更低的任何数量，使得“小于约10”将包括11以及小于11的任何数量。该术语也可以表述为“约10或更少”。

[0030] 除非另有说明，否则所有的份数和百分比均以重量计。如果未另外指示，那么重量百分比(wt%)是按不含任何挥发物的整个组合物计，也就是说，按干燥固体含量计。

[0031] 尽管本文中的公开参考特定实施例，但是应当理解，这些实施例仅为本发明的原理和应用的说明。本领域的技术人员将显而易见，在不脱离本发明的精神和范围的情况下可对组合物和方法进行各种修改和变化。因此，本发明旨在包括在所附权利要求书和其等效物的范围内的修改和变化。

[0032] 过滤器单元和系统

[0033] 本文描述的过滤器单元尤其可用于从封闭空间内的空气中去除水和气体(例如， $\text{CO}_2$ )。封闭空间可为客舱，包括但不限于车辆、飞机、直升机或航天器的客舱。术语车辆涵盖例如具有封闭舱的任何移动运输工具。在实施例中，车辆为汽车、厢式货车、公共汽车、火车、卡车或潜水艇。车辆(例如，汽车)典型地采用HVAC系统来调节和再循环舱内的空气。

[0034] 在四名乘客并且没有外部空气循环的客舱中，封闭空间内的 $\text{CO}_2$ 浓度可以每分钟至少百万分之300(ppm)的速率增加。在约10分钟后，舱空气的 $\text{CO}_2$ 浓度可高于2,500ppm。在三十分钟后， $\text{CO}_2$ 浓度可达到约4,000ppm，危险地高于推荐的室内 $\text{CO}_2$ 浓度限值1,000ppm。即使是适度升高的 $\text{CO}_2$ 水平也可对人类认知功能产生重大影响。

[0035] 典型的车辆循环系统100在图1中示出。HVAC系统105加热、通风和冷却舱110中的空气。舱空气经由再循环管线115再循环，并且新鲜的外部空气通过进气管线120引入HVAC系统。泵(未示出)典型地用于吸入新鲜空气并且将其传送到HVAC系统进行调节。

[0036] 根据实施例，本文公开一种用于从空气中去除水和气体的过滤器单元。过滤器单元可含有水吸附剂材料。水吸附剂材料可以每名乘客约0.05L至约30L、或约0.1L至约20L、或约0.5L至约15.0L、或每名乘客至少约0.1L、或至少约0.4L、或至少约0.6L、或至少约0.8L、或至少约1.0L的量存在。过滤器单元另外包括气体吸附剂材料。气体吸附剂材料可以每名乘客约0.1L至约35L、或约0.5L至约30L、或约1.0L至约25L、或约2.0L至约20.0L、或每名乘客至少约0.5L、或至少约1.0L、或至少约2.0L、或至少约2.4L、或至少约3.0L、或至少约

4.0L、或至少约5.0L的量存在。根据实施例，气体吸附剂材料可在操作方向上定位在水吸附剂材料的下游。水吸附剂材料与气体吸附材料的重量比可为约1:10至约1:1、或约1:4至约1:1、或约1:2、或约1:3、或约1:4、或约1:5、或约1:6。

[0037] 根据实施例，如本文描述的过滤器单元可含有两条吸附管线，每条吸附管线具有水吸附剂材料和气体吸附剂材料，如关于图3更详细地描述的。应注意，虽然单个过滤器单元可具有两条吸附管线，但各自含有一条吸附管线的一对吸附过滤器单元为等效的并且可具有相同的功能。在每条吸附管线中，气体吸附剂材料可在操作方向上定位在水吸附剂材料的下游。

[0038] 根据实施例，水吸附剂材料可以每名乘客约0.05L至约15.0L、或约0.1L至约10.0L、或约0.25L至约7.5L、或每名乘客至少约0.1L、或至少约0.2L、或至少约0.3L、或至少约0.4L、或至少约0.5L、或至少约0.6L的量存在。气体吸附材料可以每名乘客约0.1L至约20L、或约0.5L至约15L、或约1.0L至约10L、或每名乘客至少约0.8L、或至少约0.9L、或至少约1.0L、或至少约1.1L、或至少约1.2L、或至少约1.3L、或至少约1.4L、或至少约1.5L的量存在。水吸附剂材料与气体吸附材料的重量比可为约1:10至约1:1、或约1:4至约1:1、或约1:4、或约1:2、或约1:3、或约1:4、或约1:5、或约1:6。

[0039] 在实施例中，如下文将更详细讨论的，例如呈多个单元形式的水吸附材料可包括二氧化硅、氧化铝或金属有机骨架中的至少一种，并且气体吸附剂材料可包括胺、氨基甲酸酯、凹凸棒石、金属有机骨架(MOF)、沸石、活性炭、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、前述中的任一种的表面改性类似物以及其组合中的至少一种。如下文将更详细讨论的，根据实施例，气体吸附剂材料可包括浸渍到一个或多个高表面积载体上的胺或氨基甲酸酯中的至少一种。

[0040] 图2示出如本文描述的过滤器单元200和系统的实施例，其具有水吸附剂材料201(例如，呈包括呈多个单元形式、在填充床中呈颗粒形式、一种或多种涂覆的基材等任何合适的形式)和气体吸附剂材料202(例如，呈包括呈多个单元形式、在填充床中呈颗粒形式、一种或多种涂覆的基材等任何合适的形式)。在操作期间，调节空气从HVAC系统205流入位于气体吸附剂材料上游的水吸附剂材料201。不受任何特定理论的束缚，已经发现如果进入气体吸附剂材料202的空气已被水吸附剂材料201至少部分干燥(即，已去除在空气内的水的至少一部分)，那么可改进气体吸附剂材料202的性能。从气体吸附剂材料202排出的空气被引导至舱210。过滤器单元200可维持舱210内的空气的湿度和CO<sub>2</sub>水平，其再循环到HVAC系统205。新鲜的外部空气可经由进气管线220引入HVAC系统205。

[0041] 任选地，过滤器单元200的吸附材料201、202可原位再生。举例来说，过滤器单元200可包括连接到每个吸附剂床201、202的电加热器203。在再生期间，当加热水吸附剂材料201和气体吸附剂材料202时，再生空气211在再生方向上即从气体吸附剂材料202进入水吸附剂材料201越过吸附材料201、202以解吸吸附的气体和水。含有解吸组分的空气通过排气管线212排出。在其它实施例中，代替直接加热吸附材料，再生空气211可被加热并且越过吸附材料以解吸气体和水。然而，相信直接加热吸附材料201、202而不是加热再生空气211将导致更少的能量消耗，这可延长电动汽车的电池的使用寿命。

[0042] 在实施例中，过滤器单元200任选地可包括至少一个传感器(未示出)，用于检测每个吸附剂床201、202的饱和度或用于检测客舱空气中或从HVAC系统205排出的空气中的水

和CO<sub>2</sub>的水平。当传感器确定吸附剂床201、202饱和时,过滤器单元切换至再生模式。

[0043] 根据另外的实施例,如本文描述的过滤器单元可被配置成用于连续操作。如图3所示,过滤器单元300可包括一对水吸附剂材料301A、301B(例如,呈包括呈多个单元形式、在填充床中呈颗粒形式、一种或多种涂覆的基材等任何合适的形式)和一对气体吸附剂材料302A、302B(例如,呈包括呈多个单元形式、在填充床中呈颗粒形式、一种或多种涂覆的基材等任何合适的形式)。本领域的普通技术人员将认识到,各自具有一条吸附管线的两个过滤器单元可与具有两条吸附管线的过滤器单元的功能相同。过滤器单元300使得水吸附剂材料301A和气体吸附剂材料302A能够操作以从自HVAC 305分配的空气中去除水和气体,同时再生水吸附剂材料301B和气体吸附剂材料302B。当水吸附剂材料301A和气体吸附剂材料302A中的至少一种被用过时,水吸附剂材料301B和气体吸附剂材料302B然后被操作以从自HVAC 305分配的空气中去除水和气体。同时,通过将再生空气311A引入气体吸附剂材料302A中,水吸附剂材料301A和气体吸附剂材料302A再生,所述再生空气流向水吸附剂材料301A,并且含有解吸气体和水的空气从排放管线312A流出以将空气排放到车辆的外部。吸附材料可通过使用如图3所示的电加热器303施加热量或通过加热如上文所讨论的再生空气来再生。水吸附剂材料301B和气体吸附剂材料302B可类似地再生。

[0044] 在又另外的实施例中,过滤器单元可包括具有壳体和壳体内的多个扇区的旋转吸附装置。多个扇区可形成多个吸附床。吸附床中的至少一个可包括在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的水吸附剂材料。吸附床中的至少一个可包括在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的气体吸附剂材料。水吸附剂材料和气体吸附剂材料可布置在旋转吸附单元中,使得气体的流动路径可在操作期间越过每个吸附床并且再生空气的逆流流动路径可在再生期间越过每个吸附床。

[0045] 根据实施例,过滤器单元可为如图4所示的旋转吸附装置400。旋转吸附装置400可呈具有四个扇区401A、401B、401C和401D的轮形式。可保留两个扇区401A、401B用于吸着,并且可保留两个扇区401C、401D用于再生。

[0046] 轮400的每个扇区401A、401B、401C、401D可填充有水吸附材料和气体吸附材料(未示出)。水吸附材料可呈盘状的填充床中的颗粒形式。气体吸附材料也可呈盘状的填充床中的颗粒形式。举例来说,可用吸附材料填充或涂覆两个盘状的蜂窝载体。含有气体吸附材料的盘可邻近并且平行于含有水吸附材料的盘定位。

[0047] 来自HVAC系统405的流出物406可进入扇区401A和401B的第一侧并且流过水吸附材料并且随后流过气体吸附材料。来自扇区401A和401B的流出物407可流入舱410。类似地,再生气体411A、411B可进入扇区401C和401D的相对侧,即含有气体吸附材料的轮的一侧。再生气体越过气体吸附材料,然后越过水吸附材料并且通过管线412A、412B排放到车辆外部。再生气体可在进入旋转吸附装置400之前加热,或可直接加热吸附材料。如果需要,那么可任选地添加小的冷却扇区(未示出)用于在再生之后冷却吸着剂。

[0048] 通过旋转吸附装置400的流动布置可在轮内产生逆流接触效应。在这类流动布置中,当流动配置将气体从扇区401A移动到扇区401B时,轮旋转可将吸着剂从扇区401B移动到扇区401A。类似的逆流接触模式可发生在再生扇区401C和401D之间。在其它实施例中,轮循环,其中大部分具有待吸附的气体 and 用于再生的小逆流加热区。

[0049] 根据实施例,旋转吸附装置可具有以对称配置布置并且彼此镜像的两个轮(未示

出)。两个轮中的每一个都有两个保留用于吸着的扇区和两个保留用于再生的扇区。如果需要,那么可任选地添加小的冷却扇区用于在再生之后冷却吸着剂(未示出)。两个轮可集成在一起(即,它们之间的流动可耦合),使得可实现逆流接触模式。

[0050] 根据另外的实施例,本文公开含有如本文描述的至少一个过滤器单元的系统。在实施例中,过滤器单元可为电动汽车通风系统的组件。这类系统可包括客舱、用于维持客舱中的空气质量的HVAC系统、电池和如本文描述的至少一个过滤器单元。在实施例中,过滤器单元维持客舱内的湿度和二氧化碳水平并且包括在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的水吸附剂材料和在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的气体吸附剂材料。根据实施例,气体吸附剂材料可在操作方向上定位在水吸附剂材料的下游。与没有过滤器单元相比,至少一个过滤器单元可操作以将电动汽车的电池的寿命增加约1%至约10%、或约2%至约15%、或约5%至约20%、或约1%至约20%、或约2%至约18%、或约5%至约15%、或约8%至约12%。在实施例中,与没有过滤器单元相比,至少一个过滤器单元还可操作以将HVAC系统的功耗降低约1%至约10%、或约2%至约15%、或约5%至约20%、或约1%至约20%、或约2%至约18%、或约5%至约15%、或约8%至约12%。

[0051] 在另外的实施例中,本文公开一种汽车通风系统,其包括客舱、用于维持客舱中的空气质量的HVAC系统和如本文描述的用于维持客舱内的湿度和二氧化碳水平的至少一个过滤器单元。过滤器单元可包括两条吸附管线,每条吸附管线具有在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的水吸附剂材料和在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的气体吸附剂材料。在实施例中,气体吸附剂材料在操作方向上位于水吸附剂材料的下游。在一些实施例中,加热器联接到每条吸附管线中的每个填充床。

[0052] 水吸附剂材料

[0053] 根据实施例,过滤器单元包括水吸附剂材料。在实施例中,水吸附剂材料可呈多个单元形式。多个单元可包括但不限于粉末、珠粒、挤出物、片剂、丸粒、附聚物、细粒以及其组合。在实施例中,多个单元具有圆形、球形、球体、椭球形、规则细粒、不规则细粒以及其组合的形状。在实施例中,水吸附剂材料可在填充床中呈多个单元(例如,颗粒或珠粒)形式。

[0054] 多个单元的尺寸和形状可对吸水性以及压降产生影响。多个单元的尺寸可为约0.05mm至约10mm、或约0.1mm至约5mm、或约0.5mm至约4mm、或约1mm至约3.5mm、或大于1mm至约3.3mm,或约1.6mm至约3.3mm。在实施例中,多个单元小于约10mm、小于约5.0mm、小于约3.0mm、小于约2.5mm、小于约2.0mm、小于约1.5mm、小于约1.0mm、小于约0.5mm、小于约0.1mm或小于约0.05mm。在另外的实施例中,多个单元的平均尺寸为约0.05mm至约6.0mm、或约0.1mm至约4mm、或约0.5mm至约2mm。在实施例中,尺寸大于1.0mm至约3.3mm的多个单元特别适用于水吸着剂材料。此外,吸着和解吸动力学可影响吸着剂的功能。

[0055] 在实施例中,水吸附剂材料可由对水具有亲和力的高孔隙率、高表面积材料和非常高表面积材料形成。在实施例中,水吸附剂材料可包括但不限于二氧化硅、氧化铝、金属有机骨架(MOF)、钛硅酸盐、水滑石、沸石、硫酸钙、高吸水性聚合物或其组合。根据实施例,含有二氧化硅或二氧化硅和氧化铝珠粒并且具有高孔隙率、高表面积的水吸附剂材料适合作为过滤器单元中的水吸附剂材料。此外,MOF为非常高表面积的材料,适合作为过滤器单元中的水吸附剂材料。

[0056] 根据实施例,水吸着剂可沉积、涂覆或浸渍在载体内。适用于水吸附剂的载体材

料包括但不限于二氧化硅、氧化铝、二氧化钛、粘土、凹凸棒石、膨润土、聚合物、高吸水性聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯以及其组合。在实施例中,载体材料的孔体积可为约0.05cc/g至约100cc/g、或约0.1cc/g至约50cc/g、或约0.45cc/g至约25cc/g。根据实施例,载体材料的孔体积可大于约0.05cc/g、或大于约0.1cc/g、或大于约0.5cc/g、或大于约0.8cc/g。这类孔体积使得载体能够容纳大量例如吸附剂细粒而不完全填充孔。

[0057] 根据实施例,水吸附剂材料可涂覆到非织造介质材料的层上和/或含于非织造介质材料的层内;这些层可为波纹状或褶皱状的。举例来说,非织造介质材料可为如本文描述的基材。合适的非织造介质材料包括但不限于聚丙烯、聚酯、尼龙、纤维素纤维以及其组合。非织造介质材料的横截面积可为约500cm<sup>2</sup>至约2,000cm<sup>2</sup>、或约750cm<sup>2</sup>至约1,000cm<sup>2</sup>、或约850cm<sup>2</sup>至约950cm<sup>2</sup>、或约100cm<sup>2</sup>、或约500cm<sup>2</sup>、或约900cm<sup>2</sup>、或约1200cm<sup>2</sup>、或约1,600cm<sup>2</sup>、或约100cm<sup>2</sup>至约10,000cm<sup>2</sup>、或约200cm<sup>2</sup>至约9,000cm<sup>2</sup>、或约300cm<sup>2</sup>至约8,000cm<sup>2</sup>、或约400cm<sup>2</sup>至约7,000cm<sup>2</sup>、或约500cm<sup>2</sup>至约6,000cm<sup>2</sup>、或约1,000cm<sup>2</sup>至约5,000cm<sup>2</sup>、或约2,000cm<sup>2</sup>至约4,000cm<sup>2</sup>,或前述范围中的任一个内的任何特定正方形面积,例如,约100cm<sup>2</sup>、或约500cm<sup>2</sup>、或约1,000cm<sup>2</sup>、或约5,000cm<sup>2</sup>、或约10,000cm<sup>2</sup>。

[0058] 在另外的实施例中,水吸附剂材料(例如,多个基材,如颗粒)可涂覆蜂窝结构的表面和/或壁和/或含于蜂窝结构的通道内。适用于蜂窝结构的材料包括但不限于陶瓷、堇青石、铝、聚丙烯、纸板、诺梅克斯、fecralloy、钢、不锈钢以及其组合。陶瓷材料的实例包括堇青石、氧化铝、碳化硅、氮化硅、氧化锆、莫来石、锂辉石、氧化铝-二氧化硅-氧化镁或硅酸锆。根据实施例,蜂窝结构可具有直径或宽度为约0.1in至约1.5in、或约0.5in至约1.25in、或约0.25in至约1英寸的通道。筛网或非织造材料可用于将水吸附剂材料(例如,多个单元,如颗粒)容纳在蜂窝结构内。适用于筛网的材料包括但不限于陶瓷、堇青石、铝、聚丙烯、纸板、诺梅克斯、fecralloy、钢、不锈钢以及其组合。在实施例中,水吸附剂材料(例如,多个单元,如颗粒)被涂覆到基材上。举例来说,可将水吸附剂颗粒洗涂到基材上。洗涂层可含有呈约0.5g/in<sup>3</sup>至约10g/in<sup>3</sup>、或约0.75g/in<sup>3</sup>至约7.5g/in<sup>3</sup>、或约1g/in<sup>3</sup>至约6g/in<sup>3</sup>、或大于约1g/in<sup>3</sup>、或大于约2g/in<sup>3</sup>、或大于约3g/in<sup>3</sup>的量的水吸附剂材料。根据实施例,基材上的洗涂层的厚度可小于约1.0mm、或小于约0.75mm、或小于约0.5mm、或小于约0.25mm、或小于约0.2mm、或小于约0.15mm、或小于约0.1mm。基材可包括蜂窝结构、泡沫或非织造介质中的至少一种。在另外的实施例中,水吸附剂颗粒可形成挤出蜂窝结构。蜂窝结构可根据本领域的普通技术人员已知的任何合适的方法挤出。根据实施例,蜂窝结构的孔密度可为约50个孔/英寸<sup>2</sup>至约600个孔/英寸<sup>2</sup>、或约100个孔/英寸<sup>2</sup>至约500个孔/英寸<sup>2</sup>、或约200个孔/英寸<sup>2</sup>至约450个孔/英寸<sup>2</sup>、或约230个孔/英寸<sup>2</sup>至约400个孔/英寸<sup>2</sup>(约64cpsi至约600cpsi的范围)。

[0059] 气体吸附剂材料

[0060] 根据实施例,过滤器单元包括气体吸附剂材料。气体吸附剂材料可在填充床中呈颗粒(例如,细粒、粉末、珠粒、基质、挤出物等)形式。气体吸附剂材料将在本文中以CO<sub>2</sub>吸附剂的形式进行描述,但应理解被配置成吸附其它类型的气体,例如典型地存在于客舱中的气体,如甲烷、一氧化碳或有气味的气体的吸附剂可使用CO<sub>2</sub>吸附剂代替或补充。

[0061] 在实施例中,气体吸附剂材料可包括胺、氨基甲酸酯、凹凸棒石、金属有机骨架(MOF)、沸石、活性炭、碱金属氧化物、碱土金属氧化物、前述中的任一种的表面改性类似物以及其组合中的至少一种。在实施例中,气体吸附剂材料包括在如本文描述的载体(例如氧

化铝)上的碱金属氧化物,例如氢氧化钠(NaOH)。根据实施例,胺包含胺官能化聚合物,例如聚苯乙烯聚合物,其中聚苯乙烯聚合物包含例如苄胺基团。在某些实施例中,胺官能化聚合物(例如,包含具有苄胺基团的聚苯乙烯)的分子量可为至多约50,000Da、或至多约25,000Da、或至多约15,000Da、或至多约10,000Da、或至多约5,000Da、或约1,000Da至约50,000Da、或约2,500Da至约10,000Da、或约2,500Da至约15,000Da、或约2,500Da至约25,000Da、或约2,500Da至约50,000Da。在实施例中,气体吸附剂材料包括在如本文描述的载体(例如氧化铝)上的碱土金属氧化物,例如氧化钡(BaO)。在实施例中,氨基甲酸酯包含乙胺和碳酸二甲酯之间的反应的一种或多种产物。在实施例中,碱金属氧化物包含以下碱金属中的至少一种:锂、钾、钠、铷和铯。在实施例中,碱土金属氧化物包含以下碱土金属中的至少一种:钡、锶、钙、铍、镁和镭。

[0062] 在另外的实施例中,气体(例如,CO<sub>2</sub>)吸附剂可由浸渍在高表面积载体中的胺形成。含有由高级乙胺和氨基甲酸二甲酯(DMC)之间的反应形成的胺的吸附剂为合适的气体吸附剂材料的实例。吸附剂可与高孔体积二氧化硅一起形成细粒。也可将胺后浸渍到预先形成的颗粒(例如,细粒、粉末、珠粒、挤出物、基质等)上。

[0063] 在某些实施例中,气体吸附剂材料可包括约10%至约65%的胺、或约20%至约60%的胺、或约35%至约55%的胺、或约40%至约50%的胺、或约35%的胺、或约40%的胺、或约45%的胺、或约50%的胺,并且气体吸附剂材料可包括约20%至约75%的胺、或约30%至约70%的胺、或约40%至约65%的胺、或约50%至约60%的胺、或约45%的胺、或约50%的胺、或约55%的胺、或约60%的胺。在某些实施例中,气体吸附剂材料可包括约45%的胺和约55%的二氧化硅。在某些实施例中,气体吸附剂颗粒包含约35wt%至约55wt%的胺(例如,颗粒)和约45wt%至约65wt%的二氧化硅(例如,颗粒),或约40wt%至约50wt%的胺(例如,颗粒)和约50wt%至约60wt%的二氧化硅(例如,颗粒),或约45wt%的胺(例如,颗粒)和约55wt%的二氧化硅(例如,颗粒)。

[0064] 根据某些实施例,气体吸附剂材料可包括浸渍到一个或多个高表面积载体上的胺和/或氨基甲酸酯中的至少一种。在实施例中,胺可包括胺官能化聚合物,例如聚苯乙烯聚合物,其中聚苯乙烯聚合物包含例如苄胺基团。氨基甲酸酯可为乙胺和碳酸二甲酯之间的反应的一种或多种产物。

[0065] 颗粒的尺寸和形状可对CO<sub>2</sub>吸附以及压降产生影响。颗粒可呈尺寸为约0.05mm至约10mm、或约0.1mm至约5mm、或约0.5mm至约2mm的细粒形式。在实施例中,尺寸为约0.5mm至约2mm的细粒特别适合于吸附CO<sub>2</sub>。此外,吸附和解吸动力学可影响吸着剂的功能。

[0066] 根据实施例,气体吸着剂可沉积、涂覆或浸渍在载体材料内。适用于气体吸着剂的载体材料可包括但不限于二氧化硅、氧化铝、二氧化钛、粘土、凹凸棒石、膨润土、聚合物、高吸水性聚合物、聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯以及其组合。在实施例中,载体材料的孔体积可为约0.05cc/g至约100cc/g、或约0.1cc/g至约50cc/g、或约0.5cc/g至约25cc/g。根据实施例,载体材料的孔体积可大于约0.05cc/g、或大于约0.1cc/g、或大于约0.5cc/g、或大于约0.8cc/g。这类孔体积使得载体能够容纳大量吸附剂细粒而不完全填充孔。选择孔尺寸以即使存在胺也提供快速扩散到孔中。孔径可为约50 Å至约200 Å、或约75 Å至约175 Å、或约100 Å至约150 Å。在某些实施例中,孔径可为至少约120 Å、或至少约130 Å、或至少约

140 Å、或至少约150 Å、或至少约160 Å、或至少约170 Å、或至少约180 Å、或至少约190 Å、或至少约200 Å。

[0067] 各种粘合剂可用于给予吸附剂颗粒或含有吸附剂的涂层强度。这些粘合剂可为有机的，如苯乙烯丙烯酸聚合物，或无机的，如硅酸钠。气体吸附材料还可包括原纤化聚合物纤维。举例来说，气体吸附材料可使用原纤化聚四氟乙烯纤维来形成，以形成可成型为整料的膜。

[0068] 根据实施例，气体吸附剂颗粒可含于非织造介质材料的层内；这些层可为波纹状的。合适的非织造介质材料可包括但不限于聚丙烯、聚酯、尼龙、纤维素纤维或其组合。介质材料的横截面积可为约 $100\text{cm}^2$ 至约 $1600\text{cm}^2$ 。在另外的实施例中，气体吸附剂颗粒可含于蜂窝结构的通道内。过滤器单元可包括筛网或非织造材料以将气体吸附剂颗粒容纳在蜂窝结构内。合适的筛网材料包括但不限于聚丙烯、聚酯、尼龙、纤维素纤维、不锈钢或其组合。在另外的实施例中，气体吸附剂颗粒可涂覆到基材上。举例来说，可将气体吸附剂颗粒洗涂到基材上。洗涂层可含有呈约 $0.5\text{g/in}^3$ 至约 $10\text{g/in}^3$ 、或约 $0.75\text{g/in}^3$ 至约 $7.5\text{g/in}^3$ 、或约 $1\text{g/in}^3$ 至约 $6\text{g/in}^3$ 、或大于约 $1\text{g/in}^3$ 、或大于约 $2\text{g/in}^3$ 、或大于约 $3\text{g/in}^3$ 的量的气体吸附剂材料。根据实施例，基材上的洗涂层的厚度可小于约 $1.0\text{mm}$ 、或小于约 $0.75\text{mm}$ 、或小于约 $0.5\text{mm}$ 、或小于约 $0.25\text{mm}$ 、或小于约 $0.2\text{mm}$ 、或小于约 $0.15\text{mm}$ 、或小于约 $0.1\text{mm}$ 。

[0069] 基材可包括蜂窝结构、泡沫或非织造介质中的至少一种。根据实施例，气体吸附剂颗粒形成挤出蜂窝结构。在实施例中，蜂窝基材可被挤出、干燥和煅烧并且由例如如上所述的陶瓷材料制成。根据实施例，蜂窝结构的孔密度可为约50个孔/英寸<sup>2</sup>至约600个孔/英寸<sup>2</sup>、或约100个孔/英寸<sup>2</sup>至约500个孔/英寸<sup>2</sup>、或约200个孔/英寸<sup>2</sup>至约450个孔/英寸<sup>2</sup>、或约230个孔/英寸<sup>2</sup>至约400个孔/英寸<sup>2</sup>（约64cps i至约600cps i的范围）。

[0070] 使用过滤器单元的方法

[0071] 根据实施例，本文公开使用如上所述的过滤器单元的方法。在实施例中，使用方法可包括操作过滤器单元的吸附管线，吸附管线含有在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的水吸附剂材料和在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的气体吸附剂材料。在实施例中，气体吸附剂材料可在操作方向上定位在水吸附剂材料的下游。在操作期间，吸附剂从周围空气（例如客舱的调节空气）中吸附水和气体。使用方法另外包括再生过滤器单元的吸附剂。在再生期间，吸附管线从水吸附剂材料和气体吸附剂材料中解吸水和气体。在实施例中，水吸附剂材料和气体吸附剂材料中的每一种都可附接到加热器和/或传感器以用于检测吸附材料是否饱和。加热器可用于再生吸附材料或预热再生空气。传感器可用于确定吸着剂是否饱和或可监测舱空气中的湿度和 $\text{CO}_2$ 水平。

[0072] 在实施例中，使用方法包括操作过滤器单元的第一吸附管线，第一吸附管线含有第一水吸附剂材料（例如，呈包括呈多个单元形式、在填充床中呈颗粒形式、一种或多种涂覆的基材等任何合适的形式）和第一气体吸附剂材料（例如，呈包括呈多个单元形式、在填充床中呈颗粒形式、一种或多种涂覆的基材等任何合适的形式）。在实施例中，第一气体吸附剂材料可在操作方向上定位在第一水吸附剂材料的下游。第一水吸附剂材料和第一气体吸附剂材料从由HVAC系统排放的空气中吸附水和气体。使用方法另外包括再生过滤器单元的第二吸附管线，第二吸附管线含有在填充床中呈水吸附剂颗粒形式的第二水吸附剂材料和在填充床中呈气体吸附剂颗粒形式的第二气体吸附剂材料。在实施例中，第二气体吸附

剂材料可在再生方向上定位在第二水吸附剂材料的上游。在再生期间,第二吸附管线从第二水吸附剂材料和第二气体吸附剂材料中解吸水和气体。根据实施例,第一吸附管线和第二吸附管线中的每一条中的每个填充床连接到加热器,其加热吸着剂以引发解吸。在实施例中,再生可包括使外部空气(即,再生空气)越过第二气体吸附剂材料和第二水吸附剂材料并且将包含解吸气体和解吸水的外部空气排放到外部大气中。可替代地,再生空气可在越过吸着剂之前预热。

[0073] 根据实施例,操作第一吸附管线和再生第二吸附管线可同时发生;一旦第二吸附管线完成再生,它就可保持空闲直到第一吸附管线需要再生。在实施例中,当第一吸附管线完成操作并且开始再生时,第二吸附管线开始操作;当第二吸附管线中的吸着剂中的至少一种变得饱和时,所述过程然后被逆转。

[0074] 根据实施例,使用如本文描述的过滤器单元的方法包括在约50°C至约200°C、或约60°C至约190°C、或约70°C至约180°C、或约80°C至约170°C、或约90°C至约160°C、或约100°C至约150°C、或约50°C、或约55°C、或约60°C、或约65°C、或约70°C、或约75°C、或约100°C、或约150°C、或约200°C的温度下再生吸附剂材料。再生可另外包括将解吸水和气体排放到外部大气中。

[0075] 如本文描述的过滤器单元和系统对于维持封闭空间中如客舱中的空气的湿度和CO<sub>2</sub>水平特别有用。根据实施例,具有一条吸附管线(即,一种水吸附剂材料和一种气体吸附剂材料)的过滤器单元可与HVAC系统结合操作以在进入如图2所示的客舱之前从HVAC调节空气中去除水和CO<sub>2</sub>(上文讨论)。在实施例中,如果这类过滤器单元用于调节车辆(例如,电动车辆)的客舱中的空气,那么过滤器单元可操作直到饱和,此时它将切换至再生模式以解吸水和CO<sub>2</sub>并且将它们排放到外部大气中。当过滤器单元再生时,车辆可像没有安装过滤器单元一样操作,也就是说,它将通过将新鲜的外部空气引入HVAC系统来净化舱空气。

[0076] 在另外的实施例中,可操作如本文描述的至少一个过滤器单元以将车辆(例如,电动车辆)的舱中的CO<sub>2</sub>水平降低至远低于(例如,低于约20%)CO<sub>2</sub>毒性水平(即,远低于推荐的室内CO<sub>2</sub>浓度限值1000ppm)。类似地,可操作过滤器单元以将湿度水平降低至远低于(例如,低于约20%)约50% r.h.的标准相对湿度。可采用传感器以检测客舱的空气中的湿度和CO<sub>2</sub>水平。在达到此下限时,可停止过滤器单元的操作和HVAC系统的新鲜空气的摄取以节约能量。如果此时过滤器单元饱和(例如,如由传感器测量),那么过滤器单元可再生。当湿度和CO<sub>2</sub>水平中的一者或两者达到指定目标(例如,900ppm CO<sub>2</sub>和/或55% r.h.)时,过滤器单元可再次操作以从空气中去除湿气和CO<sub>2</sub>。

[0077] 在又另外的实施例中,如本文描述的至少一个过滤器单元的尺寸可设定为使得能够进行预定的操作时间(即,在需要再生之前的时间长度),例如至少1小时、至少2小时、至少3小时、至少4小时、至少5小时、至少6小时、至少7小时、至少8小时、至少12小时、至少20小时或至少24小时。举例来说,可操作过滤器单元以将车辆(例如,电动车辆)的舱中的水和CO<sub>2</sub>水平维持在可接受的水平(例如,300ppm CO<sub>2</sub>和50% r.h.),同时车辆处于操作。当取下点火钥匙时,或者在电动车辆的情况下,当电池插入时,过滤器单元可再生。如果在车辆关闭或插入之前过滤器单元变得饱和,那么它可再生并且车辆可像没有安装过滤器单元一样运行(即通过吸入新鲜的外部空气),或者如果安装第二过滤器单元,那么第二过滤器单元可在第一单元再生时开始操作。

[0078] 实例

[0079] 实例1-气体吸附材料

[0080] 细粒为通过将45重量%的胺与55重量%的二氧化硅组合至直径大约为1mm的尺寸而形成的。胺为通过五亚乙基六胺和碳酸二甲酯以1:1的摩尔比反应形成的。在70℃下于1000ppm的空气中进行先前的再生后,当暴露于30℃下的空气中的1000ppm CO<sub>2</sub>时,此材料的容量为每重量吸附剂5.6重量%的CO<sub>2</sub>。

[0081] 实例2-气体吸附材料

[0082] 形成直径为大约0.5mm的球形珠粒(90%的材料在0.3mm至1.25mm的范围内)。珠粒由用每克材料(干基)具有约0.01mol(例如,0.008mol至0.012mol的范围)的胺基的苜胺基团官能化的聚苯乙烯聚合物构成。在70℃下于1000ppm的空气中进行先前的再生后,当暴露于30℃下的空气中的1000ppm CO<sub>2</sub>时,材料的容量为每重量吸附剂3.0重量%的CO<sub>2</sub>。

[0083] 实例3-水吸附材料

[0084] 制备SiO<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(97:3)的球形珠粒,其直径为大约2mm,表面积为大约650m<sup>2</sup>/g并且孔体积为大约0.45cc/g。材料对水蒸气的平衡容量为在25℃下于10%相对湿度下每重量吸附剂4%重量的H<sub>2</sub>O和在25℃下于80%相对湿度下42重量%。

[0085] 前面的描述阐述了许多具体细节,例如特定系统、组件、方法等的示例,以便提供对本发明的若干实施例的良好理解。然而,对本领域技术人员显而易见的是,可以在没有这些具体细节的情况下实践本发明的至少一些实施例。在其它例子中,为了避免不必要地模糊本发明,不详细描述众所周知的组件或方法。因此,所阐述的具体细节为示例性的。特定实施例可与这些示例性细节不同,并且仍然被设想为在本发明的范围内。

[0086] 尽管方法的操作在本文中以特定次序描述,但可更改每种方法的操作次序,使得某些操作可以逆序执行或使得某些操作可至少部分地与其它操作并行执行。在另一个实施例中,不同操作的指令或子操作可以以间歇和/或交替的方式进行。

[0087] 应理解,以上描述旨在为说明性的而非限制性的。在阅读和理解以上描述之后,许多其它实施例对于本领域的技术人员将是显而易见的。因此,应参考所附权利要求书以及此权利要求书所赋予的等效物的全部范围来确定本发明的范围。

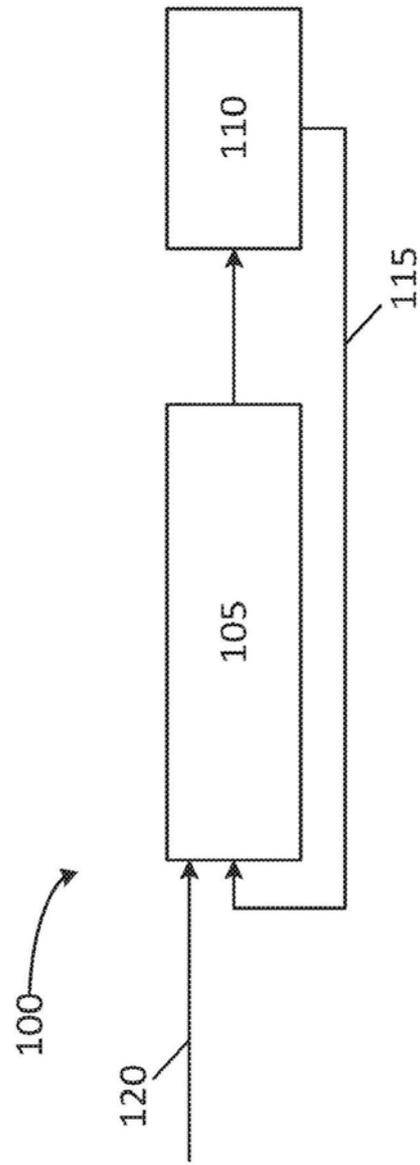


图1

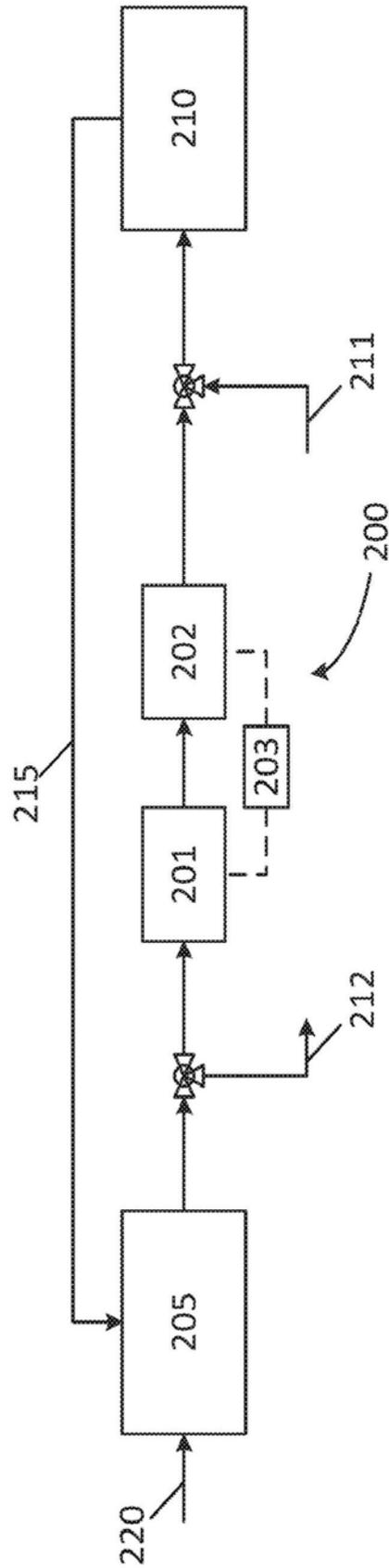


图2

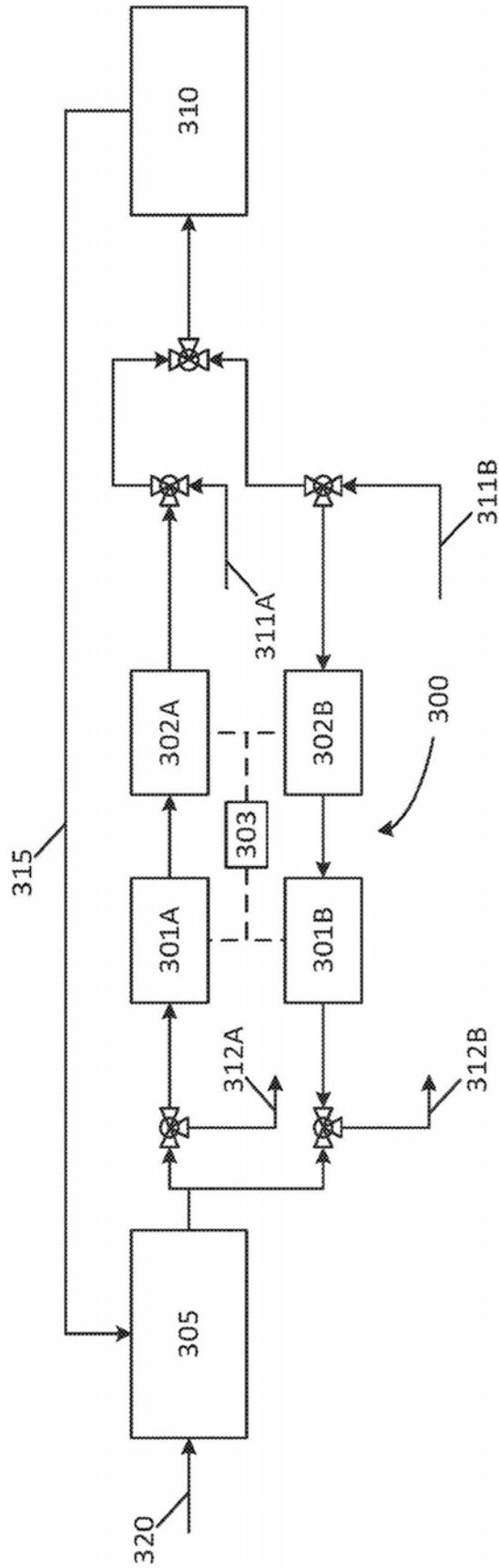


图3

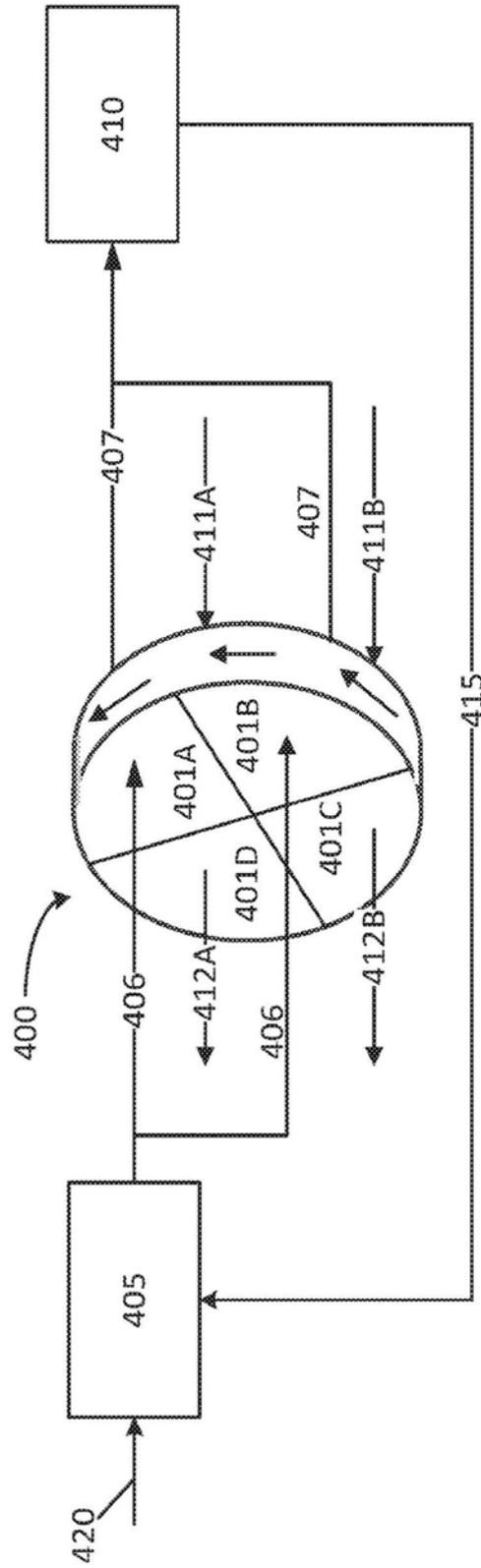


图4