



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108700389 A

(43)申请公布日 2018.10.23

(21)申请号 201680077592.4

(22)申请日 2016.12.16

(30)优先权数据

62/269,894 2015.12.18 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.07.03

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2016/051505 2016.12.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/100947 EN 2017.06.22

(71)申请人 核心能源恢复解决方案公司

地址 加拿大,不列颠哥伦比亚省

(72)发明人 C·W·穆伦 D·E·卡德拉克

C·R·巴尔 J·F·迪恩

G·T·皮尔森

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 徐东升 赵蓉民

(51)Int.Cl.

F28D 9/02(2006.01)

F28D 21/00(2006.01)

F28F 21/06(2006.01)

F28F 3/00(2006.01)

F24F 12/00(2006.01)

F24F 3/147(2006.01)

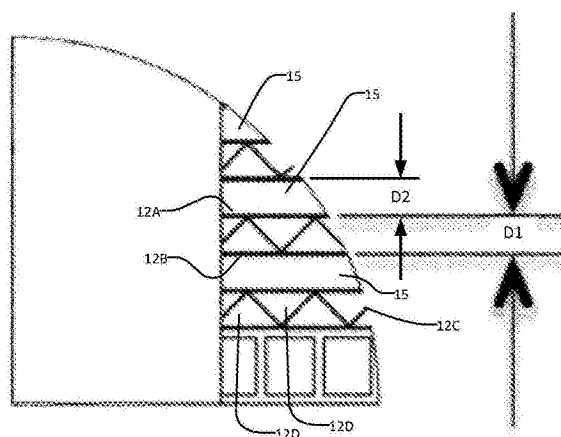
权利要求书3页 说明书14页 附图13页

(54)发明名称

焓交换器

(57)摘要

本发明涉及一种热和湿气交换器,所述热和湿气交换器包括面板,所述面板由附接在分隔件的任一侧上的膜制成。通道在所述分隔件与所述膜片之间延伸穿过每个面板。所述面板比所述膜片硬得多。所述面板以间隔开关系堆叠以提供ERV芯。相邻面板之间的间距可以小于所述面板的厚度。



1. 一种热和湿交换器,包括:

多个面板,所述多个面板中的每个包括

柔性分隔件,所述柔性分隔件被形成为提供朝所述分隔件的平面的任一侧的突起;以及

第一薄水蒸汽可渗透膜片和第二薄水蒸汽可渗透膜片,所述第一薄水蒸汽可渗透膜片和所述第二薄水蒸汽可渗透膜片被附接到处在所述分隔件的相对面上的所述突起,所述分隔件将所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片以间隔开平行关系来保持,所述面板通过所述膜片与所述分隔件的所述附接来变硬,所述突起被形成为提供第一通道,所述第一通道可操作来用于在跨所述面板中的每个的第一方向上在所述分隔件与所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片之间运送第一流;

所述面板以间隔开平行关系堆叠以提供在所述面板中的相邻面板之间的打开的第二通道,所述第二通道延伸以在横向于所述第一方向的第二方向上运送第二流通过所述热和湿交换器。

2. 根据权利要求1所述的热和湿交换器,包括在所述面板中的相邻面板之间的细长间隔件,所述细长间隔件在所述第一方向上彼此间隔开来,使得所述第二通道包括具有的宽度为所述面板的厚度的20倍或20倍以上的开口。

3. 根据权利要求1或2所述的热和湿交换器,其中所述面板中的相邻面板以小于所述面板的厚度的距离彼此间隔开来。

4. 根据权利要求3所述的热和湿交换器,其中所述分隔件具有在所述第二通道的高度的110%至150%、优选地120%至135%的范围内的深度。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的热和湿交换器,其中所述分隔件包括皱褶状片材。

6. 根据权利要求5所述的热和湿交换器,其中所述皱褶状片材的皱褶被形成为提供具有平整顶部的隆脊,并且所述膜片沿着所述隆脊中的至少一些的所述平整顶部而粘附到所述分隔件。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的热和湿交换器,其中所述分隔件是穿孔的。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的热和湿交换器,其中所述分隔件由具有0.2mm或0.2mm以下的厚度的材料形成。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的热和湿交换器,其中所述面板中的每个具有在1.5mm至4mm的范围内的厚度。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的热和湿交换器,其中所述分隔件包括成型铝片。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的热和湿交换器,包括在至少所述第一通道或所述第二通道中的多个涡流产生特征,所述涡流产生特征包括从界定所述通道的一或多个表面突出的突起和/或凹入所述一或多个表面中的凹陷。

12. 根据权利要求11所述的热和湿交换器,其中所述涡流产生特征形成在所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片中的一或两者上。

13. 根据权利要求11所述的热和湿交换器,其中所述涡流产生特征包括形成在所述第一水蒸汽可渗透膜片或所述第二水蒸汽可渗透膜片中的至少一个的表面中的突起的阵列,所述突起具有一定高度,所述高度不超过2mm或所述分隔件的厚度的40%,以这两者中的较

大者为准。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的热和湿交换器,其中所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片是不对称的,并且包括基板,所述基板在所述基板的一个面上具有不透气的可渗透水蒸汽的涂层。

15. 根据权利要求14所述的热和湿交换器,其中所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片被定向为使得所述涂层面向所述第二通道。

16. 根据权利要求1至15中任一项所述的热和湿交换器,其中所述面板的平行于所述第一通道延伸的边缘的厚度渐缩。

17. 根据权利要求1至16中任一项所述的热和湿交换器,其中在通过所述第一通道和所述第二通道的相同且范围为35SCFM至95SCFM的流量下,在所述第一通道和所述第二通道上的压降是相同的,都在25Pa以内。

18. 根据权利要求1至16中任一项所述的热和湿交换器,其中在通过所述第一通道和所述第二通道的相同流量下,在所述第一通道和所述第二通道上的压降是相同的,都在25%以内。

19. 根据权利要求1至18中任一项所述的热和湿交换器,在能量回收通风 (ERV) 设备中包括外进气口和排气出口,所述外进气口被连接来通过所述第一通道或所述第二通道从建筑物的外部向所述建筑物的内部供应空气,所述排气出口被连接来通过所述第二通道或所述第一通道中的另一个将空气从所述建筑物的所述内部递送到所述建筑物的所述外部。

20. 根据权利要求19所述的热和湿交换器,其中所述建筑物的所述内部被加热,并且所述排气出口被连接来通过所述第二通道将空气从所述建筑物的所述内部递送到所述建筑物的所述外部。

21. 根据权利要求19所述的热和湿交换器,其中所述ERV设备可重新构造来切换所述第一通道和所述第二通道中的哪一个被连接到所述外进气口与所述第二通道和所述第一通道中的哪一个被连接到所述排气出口。

22. 一种用于ERV芯中的面板,所述面板包括:

分隔件,所述分隔件被形成为提供朝所述分隔件的平面的任一侧的突起;以及

第一水蒸汽可渗透膜片和第二水蒸汽可渗透膜片,所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片被附接到处在所述分隔件的相对面上的所述突起,所述分隔件将所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片以间隔开平行关系来保持,所述突起被形成为跨所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片中的每个在所述分隔件与所述片材之间延伸。

23. 根据权利要求22所述的面板,其中所述分隔件是皱褶状的。

24. 根据权利要求22所述的面板,其中所述分隔件是穿孔的。

25. 根据权利要求22至24中任一项所述的面板,其中所述分隔件具有小于7mm的深度。

26. 根据权利要求22至25中任一项所述的面板,其中所述分隔件由具有0.2mm或0.2mm以下的厚度的材料形成。

27. 根据权利要求22至26中任一项所述的面板,其中所述分隔件包括成型铝片。

28. 根据权利要求22至27中任一项所述的面板,其中所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片通过粘合剂来附着到所述分隔件。

29. 根据权利要求22至28中任一项所述的面板,其中所述粘合剂是热熔粘合剂或压敏粘合剂。

30. 根据权利要求22至29中任一项所述的面板,其中所述面板的平行于所述通道延伸的边缘的厚度渐缩。

31. 根据权利要求22至30中任一项所述的面板,包括多个间隔件条,所述多个间隔件条在与所述分隔件相对的一侧上被附接到所述水蒸汽可渗透片材中的一个,所述间隔件条在总体上垂直于所述通道的方向上延伸。

32. 根据权利要求31所述的面板,其中所述间隔件条具有至少1.2mm的厚度。

33. 根据权利要求31或32所述的面板,其中所述间隔件条以至少7cm的距离彼此分隔开来。

34. 根据权利要求31至33中任一项所述的面板,其中所述间隔件条以一定距离彼此分隔开来,所述距离为所述面板的厚度的至少20倍。

35. 根据权利要求31至34中任一项所述的面板,其中所述间隔件条以一定距离彼此分隔开来,所述距离至少为所述间隔件的所述突起的峰间间距的至少20倍。

36. 一种热和湿气交换器,包括根据权利要求22至35中任一项所述的多个面板,所述多个面板以间隔开关系堆叠在一起。

37. 根据权利要求35所述的热和湿气交换器,包括第一入口歧管和第一出口歧管,所述第一入口歧管和所述第一出口歧管通过所述间隔开的面板中的相邻面板之间的通道彼此流体地连接。

38. 根据权利要求36或37所述的热和湿气交换器,包括第二入口歧管和第二出口歧管,所述第二入口歧管和所述第二出口歧管通过所述面板的所述膜和所述分隔件之间的通道彼此流体地连接。

39. 一种制造热和湿气交换器的方法,所述方法包括:

通过使第一膜片和第二膜片附接到分隔件的相对侧来形成多个面板,所述分隔件被形成提供朝所述分隔件的平面的任一侧的突起,所述第一膜片和所述第二膜片被附接到所述突起;以及

以间隔开关系堆叠所述面板,其中间隔件分隔开所述面板以在每对相邻面板之间提供通道。

40. 根据权利要求39所述的方法,其中所述分隔件包括皱褶状片材。

41. 根据权利要求40所述的方法,其中形成所述面板包括沿着所述皱褶状片材的皱褶的隆脊施加粘合剂并且通过所述粘合剂将所述膜片粘附到所述隆脊。

焓交换器

技术领域

[0001] 本发明涉及包括水可渗透膜的热和湿气交换器。示例性实施例提供了包括水可渗透膜的能量回收通风机 (ERV) 芯和包括这样的芯的ERV系统。本发明可应用于需要热和湿气交换的各种应用中。实例包括建筑物通风系统的热和湿(湿气)回收、在燃料电池中的加湿和传热、气体分隔和水的脱盐处理。

背景技术

[0002] 热和湿气交换器(有时也被称为加湿器)已经被开发来用于各种应用,包括建筑物通风(HVAC)、医疗和呼吸应用、气体干燥、以及加湿用于发电的燃料电池反应物。

[0003] 平板型热和湿气交换器使用一般由支撑在分隔件之间的平坦的水可渗透膜(例如, Nafion®、纤维素、或其它聚合物膜)构造的膜板。板典型地被堆叠、密封并构造成适应在交替板对之间以叉流或逆流构型流动的进气流和排气流,使得热和湿气经由膜在流之间进行传递。

[0004] 热回收通风机(HRV)是将热交换器结合在通风系统中以用于向建筑物中提供受控通风的机械装置。HRV使用排气来加热或冷却进入的新鲜空气。也在进入的新鲜空气与排气之间交换湿气的装置一般称为能量回收通风机(ERV),有时也被称为焓回收通风机。ERV可以从正在进入建筑物的通风空气中去除多余湿气,或其可能会增加通风空气的湿气。ERV可以用于节能和/或改善建筑物中的室内空气质量。

[0005] 在空气流之间传递热和湿气的ERV系统的关键部件是ERV芯。通常,ERV芯与上述平板型热和湿气交换器相似地构造。ERV还典型地包括罩壳、用于移动空气流的风扇、管道,以及过滤器、控制电子器件和其它部件。

[0006] 图1示出了由堆叠的平整膜片3制成的平板型热和湿气交换器的实例,其中刚性皱褶状分隔件6插入膜片之间。分隔件支撑膜并且维持适当的片材间距,并且以叉流布置来限定用于在每个膜片的相对侧上流动的湿流和干流的通道5,分别如由粗箭头1和2指示。膜材料一般是较薄、柔性且非自支撑的。分隔件6支撑膜,并减少或防止膜偏转到通道5中。堆叠装入在刚性框架4内。在一些热和湿气交换器中,使用塑料流场插入件代替皱褶状分隔件来为膜提供支撑,维持间距,并且在膜的任一侧上为流提供流动通道。

[0007] 美国专利申请公布号US2011/0192579中描述了具有皱褶状分隔件的热和湿气交换器的实例。美国专利号US7331376和US8235093中描述了具有流场插入件的热和湿气交换器的实例。

[0008] 用于上述热和湿气交换器中的分隔件、诸如皱褶状构件或流场插入件一般提供跨膜表面的受控或定向的气流分布。然而,这样的分隔件的存在可能限制跨膜的流体流动。跨整个设备的所得压降可能很大。例如,即使在有平行、笔直通道的情况下,如果分隔件提供许多紧密间隔开的肋部来支撑膜,那么具有任何显著厚度的肋部也将趋于阻碍流体流动,并还增大压降。肋部还可阻止流体进入膜表面的很大部分。在有更宽地间隔的肋部的情况下,膜片可以偏转到通道中,同时增大压降。在一些情况下,在有流场插入件的情况下,穿过

膜的流体流路可能相当曲折,这也趋于阻碍流动并且增大压降。压降还由增大的壁表面积引起,增大的壁表面积产生流拖拽力或摩擦力。由于膜偏转到由分隔件提供的通道中,因此压降也会增大。

发明内容

[0009] 本发明具有多个方面。这些方面可单独地或以合适的组合进行应用。本发明的方面包括但不限于:

- [0010] ●湿气交换器以及热和湿气交换器;
 - [0011] ●用于与燃料电池和类似的装置相关联地使用的加湿器;
 - [0012] ●用于湿气交换器以及热和湿气交换器的部件;
 - [0013] ●能量回收通风机 (ERV) 设备;
 - [0014] ●用于在建筑物的内部和外部之间交换空气的方法;
 - [0015] ●用于制造湿气交换器、热和湿气交换器和/或用于这样的交换器的零件的方法;
- 以及
- [0016] ●用于制造湿气交换器、热和湿气交换器和/或用于这样的交换器的零件的制造设备。

[0017] 本发明的一个示例性方面提供了一种热和湿气交换器,所述热和湿气交换器包括多个面板。所述面板中的每个包括:柔性分隔件,所述柔性分隔件被形成为提供朝所述分隔件的平面的任一侧的突起;以及第一薄水蒸汽可渗透膜片和第二薄水蒸汽可渗透膜片,所述第一薄水蒸汽可渗透膜片和所述第二薄水蒸汽可渗透膜片被附接到处在所述分隔件的相对面上的所述突起。所述分隔件将所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片以间隔开平行关系来保持。所述面板通过所述膜片与所述分隔件的所述附接来变硬。所述突起被形成为提供第一通道,所述第一通道可操作来用于在跨所述面板中的每个的第一方向上在所述分隔件与所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片之间运送第一流。所述面板以间隔开平行关系堆叠以提供在所述面板中的相邻面板之间的打开的第二通道,所述第二通道延伸以在横向于所述第一方向的第二方向上运送第二流通过所述热和湿气交换器。

[0018] 有利地,所述分隔件的横截面是皱褶状的或z形的,使得所述分隔件为所述膜提供三角支撑,并且所述膜使所述分隔件变硬。

[0019] 在一些实施例中,细长间隔件设于所述面板中的相邻面板之间。所述细长间隔件在所述第一方向上间隔开来,使得所述第二通道包括相对宽的无阻开口。例如,所述开口可以具有为所述面板的厚度的20倍或20倍以上的宽度。

[0020] 在一些实施例中,所述面板以小于所述面板的厚度的距离彼此间隔开来。例如,所述分隔件可以具有在所述第二通道的高度的110%至150%、优选地125%至135%的范围内的深度。在一些实施例中,所述面板中的每个具有在1.5mm至4mm的范围内的厚度。

[0021] 所述分隔件的附接有所述膜的部分可以是平整的。这样的平整区域可以为所述膜与所述分隔件之间的粘附提供更大的区域。在其中所述分隔件包括皱褶状片材的情况下,所述皱褶状片材的皱褶可以被形成为提供具有平整顶部的隆脊。所述膜片可以沿着所述隆脊的所述平整顶部而粘附到所述分隔件。

[0022] 在一些实施例中,所述分隔件是穿孔的。所述分隔件可以例如包括多个穿孔,所述多个穿孔提供每个面板中的所述第一通道的一些或全部之间流体连接。

[0023] 在一些实施例中,所述分隔件为具有0.2mm或0.2mm以下的厚度的材料的。例如,所述分隔件可以包括薄金属片(例如,铝)或薄塑料片。

[0024] 涡流产生特征可任选地设于本文所述的任何实施例的通道的一些或全部中。一个示例性实施例包括在至少所述第一通道或所述第二通道中的多个涡流产生特征。所述涡流产生特征可以包括从界定所述通道的表面突出的突起和/或凹入所述表面中的凹陷。在一些实施例中,所述涡流产生特征形成在面板的所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片中的一或两者上。在一些实施例中,膜片被压印或形成为提供涡流产生特征,所述涡流产生特征在所述片材的一个面上突起并且在所述片材的相对面上提供对应凹陷。在一些实施例中,膜的厚度(或至少膜的涂层)在膜中或膜上形成的涡流产生特征的内部和外部是相同的。

[0025] 在一些实施例中,所述涡流产生特征包括形成在所述膜的表面中的突起的阵列,所述突起具有1mm或1mm以下或2mm或2mm以下的高度。在一些实施例中,所述涡流产生特征具有一定高度,所述高度不超过2mm或所述分隔件的厚度的40%,以这两者中的较大者为准。

[0026] 在所述面板的一些或全部中的所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片任选地是不对称的。不对称的膜片可以包括基板,所述基板在所述基板的一个面上具有不透气的蒸汽可渗透涂层。所述基板可以是不透气的。例如,所述基板可以包括多孔(包括微孔)基板。在膜不对称的情况下,所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片可以被定向为使得所述涂层面向所述第二通道。

[0027] 一些实施例提供以下特征中的一或多个。

[0028] ●所述面板的平行于所述第一通道延伸的边缘的厚度渐缩。

[0029] ●在通过所述第一通道和所述第二通道的相同且范围为35SCFM至95SCFM的流量下,在所述第一通道和所述第二通道上的压降是相同的,都在25Pa以内。

[0030] ●所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片通过粘合剂(其可包括例如热熔粘合剂或压敏粘合剂)来附着到所述分隔件。

[0031] ●所述面板由间隔件条间隔开来,所述间隔件条可以是实心的或中空的,并且具有各种横截面构型,包括圆形、方形、矩形。在一些实施例中,所述间隔件条具有至少1.2mm的厚度。

[0032] 本发明的另一方面提供了一种能量回收通风(ERV)设备,所述ERV设备包括根据任何所述的实施例所述的热和湿气交换器。所述ERV设备可以包括外进气口和外出气口,所述外进气口被连接来通过所述第一通道或所述第二通道从建筑物的外向所述建筑物的内部供应空气,所述外出气口被连接来通过所述第二通道或所述第一通道将空气从所述建筑物的所述内部递送到所述建筑物的所述外部。在一些实施例中,所述建筑物的所述内部被加热,并且所述外出气口被连接来通过所述第二通道将空气从所述建筑物的所述内部递送到所述建筑物的所述外部。在一些实施例中,所述ERV设备可重新构造来切换所述第一通道和所述第二通道中的哪一个被连接到所述外进气口与所述第二通道和所述第一通道中的哪一个被连接到所述外出气口。

[0033] 本发明的另一方面包括一种用于ERV芯或加湿器芯中的面板。所述面板包括：分隔件，所述分隔件被形成为提供朝所述分隔件的平面的任一侧的突起；以及第一水蒸汽可渗透膜片和第二水蒸汽可渗透膜片，所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片被附接到处在所述分隔件的相对面上的所述突起。所述分隔件将所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片以间隔开平行关系来保持所述突起被形成为跨所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片中的每个在所述分隔件与所述片材之间延伸。

[0034] 示例性实施例提供以下特征中的一或多个。

[0035] ●所述分隔件是皱褶状的。

[0036] ●所述分隔件是穿孔的。

[0037] ●所述分隔件具有小于7mm的深度。

[0038] ●所述分隔件由具有0.2mm或0.2mm以下的厚度的材料形成。

[0039] ●所述分隔件包括成型铝片。

[0040] ●所述第一水蒸汽可渗透膜片和所述第二水蒸汽可渗透膜片通过粘合剂(其可例如包括热熔粘合剂或压敏粘合剂)来附着到所述分隔件。

[0041] ●所述面板的平行于所述第一通道延伸的边缘的厚度渐缩。多个间隔件条在与所述分隔件相对的一侧上被附接到所述水蒸汽可渗透片材中的一个，所述间隔件条在大体上垂直于所述通道的方向上延伸。在一些实施例中，所述间隔件条具有至少1.2mm的厚度。在一些实施例中，所述间隔件条以一定距离彼此分隔开来，所述距离为至少7cm和/或为所述面板的厚度的至少20倍和/或为所述间隔件的所述突起的峰间间距的至少20倍。

[0042] ●所述第一水蒸汽可渗透膜片、所述第二水蒸汽可渗透膜片和所述分隔件中的一或多个支撑如本文中的其它地方所述的涡流产生特征。

[0043] 本发明的另一方面提供了一种用于制造热和湿气交换器的方法。所述方法包括：通过使第一膜片和第二膜片附接到分隔件的相对侧来形成多个面板，所述分隔件被形成为提供朝所述分隔件的平面的任一侧的突起，所述第一膜片和所述第二膜片被附接到所述突起；以及以间隔开关系堆叠所述面板，其中间隔件分隔开所述面板以在每对相邻面板之间提供通道。所述面板可以具有如本文中的其它地方所述的特征组合中的任意一个。

[0044] 本发明的另一方面提供了一种具有如本文所述的任何有新颖性和发明性的特征、特征组合或特征的子组合的设备。

[0045] 本发明的另一方面提供了一种具有如本文所述的任何有新颖性和发明性的步骤、动作、步骤和/或动作组合、或步骤和/或动作的子组合的方法。

[0046] 随附图示出了和/或以下描述中描述了另外的方面和示例性实施例。

附图说明

[0047] 附图示出了本发明的非限制性示例性实施例。

[0048] 图1是常规的板型热和湿气交换器的透视图。

[0049] 图2是根据示例性实施例的热和湿气交换器芯的等距视图。

[0050] 图2A是示出图2的热和湿气交换器芯的面板的放大图。图2B是ERV芯的部分地分解图。图2C是在垂直于皱褶状分隔件的隆脊的平面中的皱褶状分隔件的横截面图。图2D是示

出皱褶状材料的深度和峰间间距的图。图2E是示出图2的热和湿气交换器芯的一部分的放大图。

[0051] 图2F、图2G、图2H和图2I示出了皱褶状分隔件的示例性轮廓。

[0052] 图2J是穿过包括分隔件的示例性面板的一部分的横截面,所述分隔件具有包括带有平整顶部的隆脊的横截面轮廓。

[0053] 图2K是设有涡流产生特征的膜的一部分的透视图。

[0054] 图3是示出根据一个实施例的用于制造热和湿气交换器芯的方法的流程图。

[0055] 图4示出了根据示例性实施例的用于制造热和湿气交换器芯的示例性生产线。

[0056] 图5A示出了根据某些示例性实施例的准备好切割成面板的层压材料。

[0057] 图5B是像图5A中所示的层压材料的层压材料的一部分的放大视图,其示出了形成面板边缘的第一步骤。图5C是像图5A中所示的层压材料的层压材料的一部分的放大视图,其示出了形成面板边缘的第二步骤。

具体实施方式

[0058] 以下描述中阐述了特定细节,以便提供对本发明的更透彻的理解。然而,可以在无这些具体事项的情况下来实践本发明。在其它情况下,已详细地示出或描述所熟知的要素来避免不必要地模糊本发明。因此,说明书和附图被视为是说明性的,而非限制性的意义。

[0059] 以下描述中阐述了特定细节,以便提供对本发明的更透彻的理解。然而,可以在无这些具体事项的情况下来实践本发明。在其它情况下,已详细地示出或描述所熟知的要素来避免不必要地模糊本发明。因此,说明书和附图被视为是说明性的,而非限制性的意义。

[0060] 图2是根据示例性实施例的热和湿气交换器芯10的透视图。芯10包括以间隔开关系堆叠在一起的多个面板12。在相邻面板12之间的分隔通过间隔件14维持。

[0061] 每个面板12包括第一膜片12A和第二膜片12B,第一膜片和第二膜片附接在皱褶状构件12C的任一侧上。膜片12A和12B中的每个以及皱褶状构件12C可以是单独地柔性的。然而,膜片12A和12B与皱褶状构件12C的附接造成相对非常硬的面板。硬度的一个度量是因施加集中载荷而造成的偏转的量。测量面板12的硬度的一种方式由TAPPI标准T836提供。

[0062] 膜片12A和12B是水蒸汽可渗透的,以使得能够在面板12内部的通道12D中流动的空气或其它气体与在面板12外部与对应膜片12A或12B相邻的位置流动的空气或其它气体之间交换湿气。膜12A和12B可以是基本上不透气的。在示例性实施例中,膜片12A和12B中的一或两个包括具有多孔基板和水蒸汽选择性可渗透的涂层的复合聚合物膜。涂层优选地是对水蒸汽有选择性(即,相较不期望穿过涂层的其它气体来说具有显著地较高的对水蒸汽的渗透性)。例如在美国专利申请公布号US2012/0061045和美国专利号8936668中描述了一些合适的膜材料的实例。

[0063] 膜片12A和12B可以是较薄、柔性的,并且当没有组装到面板12中并由面板12支撑时不是自支撑的。膜片12A和12B可以包括市售的水蒸汽交换膜。膜片12A和12B可由以下的一些或全部表征:

[0064] ●高渗水性(蒸汽和液体);

[0065] ●高吸水性;

[0066] ●低或零空气和污染气体渗透;

[0067] ●非易燃性；

[0068] ●抗微生物生长；

[0069] ●在所要求的操作条件下的长使用寿命，而不使膜组分发生有害淋滤或损失，并且不使水蒸汽传输性能显著劣化或不会造成增加的污染物交叉；

[0070] ●在有液态水冷凝物的情况下容许冻融循环，而性能不显著劣化；

[0071] ●低成本。

[0072] 一些示例性膜片具有在5微米至250微米的范围内的厚度。在一些实施例中，膜片在一个方向上比在垂直方向上更柔性。此类膜片可以被定向成使得片材为最硬的方向横向于分隔件12C的隆脊。

[0073] 在示例性实施例中，膜片12A和12B各自粘附地附着或以其它方式附接到皱褶状构件12C的隆脊。附接件可以是沿着隆脊中的每个连续的或沿着隆脊的一些或全部中断的。在一些实施例中，附接件是在面板12的每侧上沿着一或多个最外隆脊连续的并沿着面板12内部的隆脊中断的。即使粘合剂仅沿着一些隆脊间歇地分布，粘合剂也可连续地在每个片材12A或12B的任一边缘上沿着最外隆脊延伸。此构造沿着这些边缘密封。在一些实施例中，粘合剂是热熔粘合剂。

[0074] 在一些实施例中，致使片材12A和12B在粘结到分隔件12C之后收缩，使得片材12A和12B绷紧并且不会在它们的附接到分隔件12C的点或区域之间下垂。收缩可能通过例如拉伸应力的松弛（如果膜被预拉伸）或冷却后层压（热收缩）发生。

[0075] 图2A示出了配备有用于将面板与相邻面板分隔开来的间隔件14的示例性面板12。

[0076] 图2B示出了由堆叠在一起的图2A中所示的一般类型的多个面板12组成的ERV芯。图2C和图2D示出了皱褶状分隔件，其示出了在本文中被称作峰间间距和深度的尺寸。

[0077] 分隔件12C优选地由与膜片12A和12B不同的材料制成。在一些实施例中，分隔件12C包括由诸如铝的可成型金属片形成的皱褶状构件。这样的实施具有的优点是皱褶状构件12C不易燃。在其它实施例中，分隔件12C可以包括塑料片。在一些实施例中，皱褶的峰间间距（如图2D中所定义的）在约4mm或5mm至15mm的范围内。在一个示例性实施例中，峰间间距为约7mm。

[0078] 分隔件12C可以具有但不一定具有z形或正弦形或近似的形状的皱褶。在一些实施例中，分隔件12C的隆脊相较相同的峰间间距的正弦曲线来说较窄。图2F、图2G、图2H和图2I示出了用于分隔件12C的非限制性替代示例性横截面形状。

[0079] 在一些实施例中，分隔件12C具有提供具有平整顶部的隆脊的轮廓。平整顶部提供可支持膜与分隔件12C之间的强力的粘合剂粘结的表面。图2J是示例性分隔件12C-1的横截面图，其示出了具有平坦或接近平坦的部段112的z形轮廓的总横截面轮廓，平坦或接近平坦的部段连接平整顶部隆脊113。当被组装成面板时，在膜片114附接在隆脊113上的情况下，平坦部段112为膜片提供了三角支撑。隆脊的平整表面可以为粘合剂115与分隔件12C的良好附接提供了基础。另外，提供具有平整顶部的隆脊可通过避免凹谷116中的对应于隆脊113的狭窄拐角来帮助减小跨通道12D的压降。平整顶部可保持为相当窄的，以使被平整顶部隆脊113遮挡的膜片114的面积相较膜片114的总面积来说相对要小。

[0080] 在一些实施例中，分隔件12C是穿孔的。穿孔可以是任一合适的形状或任何合适的形状。任选地，穿孔被约束于分隔相邻通道12D的分隔件的壁上。

[0081] 形成分隔件12C的材料可以是薄的。相较于厚的皱褶状构件来说,由薄皱褶状构件提供的分隔件12C可以提供跨通道12D的减小的压降。在一些实施例中,分隔件12C是具有的厚度为在0.001in (约.025mm) 至0.008in (约0.2mm) 的范围内的材料。在一些实施例中,分隔件12C是具有0.2mm或0.2mm以下的厚度的材料。

[0082] 在芯10中,多个面板12彼此堆叠并且通过间隔件14彼此间隔开来。间隔件14例如可以具有条、棒、肋或杆的形式。间隔件14例如可以包括塑料、铝或其它合适的分隔材料的条。

[0083] 间隔件14不必是实心的,而可任选地是空心的。在一些实施例中,间隔件14的横截面是圆形的。横截面为圆形的间隔件14可能是有利的,因为它们无需任何特定的定向。另外,如果圆形间隔件在放置期间或之后旋转,那么旋转不会改变相邻面板12之间的间距。

[0084] 间隔件14的尺寸设定为适于在相邻面板12之间提供通道15。热和湿气在通道15中的气体与相邻面板12内部的通道12D中的气体之间交换。

[0085] 芯10的端部可由任何合适的材料的端部面板11闭合。

[0086] 间隔件14有利地连续地跨面板12延伸。在一些替代实施例中,间隔件14中的一些可不一直延伸穿过整个面板12。例如,在一些实施例中,提供端对端布置的多个较短间隔件14代替所示的间隔件14中的一个。较短间隔件14的端部可以彼此邻接或可以间隔开来。

[0087] 在优选实施例中,间隔件14大体上垂直于皱褶状构件12C的隆脊定向。间隔件14可以被构造成阻止在横向于间隔件14的方向上的流动。

[0088] 两个间隔件14可以被布置成沿着两个相邻面板12的相对边缘延伸。在这样的实施例中,最外间隔件14可以起密封通道15的边缘的附加功能。一或多个附加间隔件14可任选地间隔开来。例如,可以大致每隔50mm至200mm设有间隔件14。并非强制所有间隔件14都与相邻间隔件14等距离地间隔开来。

[0089] 限定不同通道15的间隔件14可对准成使得它们彼此平行。在一些实施例中,通道15在间隔件14之间是无阻的,并且相邻间隔件14以以下一或多个距离分隔开来:

[0090] ●至少7cm;

[0091] ●面板12的厚度的至少20倍;

[0092] ●面板12的层12C的皱褶的峰间间距的20倍。

[0093] 如图2E所示,在相邻面板12之间的间距可不同于单独面板12的厚度。具体地讲,在一些实施例中,相邻面板12以距离D2间隔开来,距离D2小于皱褶状构件12C的深度D1,深度D1也限定了每个面板12中的片材12A和12B的内面之间的间距。此结果可通过使间隔件14比一个面板12的片材12A和12B之间的距离D1小来实现。

[0094] 在一些实施例中,在面板12中的相邻面板之间的间距D2经选择为使得至少当流率使得流动条件由通道12D和15中的层流主导时,在相同流量下跨通道15的压降和跨通道12D的压降至少是大致相等的。

[0095] 在一些实施例中,分隔件12C的深度D1在通道15的高度(其在图2E中被示出为D2)的110%至150%或优选地120%至135%的范围内。在示例性实施例中,分隔件12C的深度D1为约2.6mm,而通道15的高度(D2)为约2mm。

[0096] 在一些实施例中,通道15和12D被构造成使得跨通道15和12D的压降在通过通道的相同且在35SCFM至95SCFM的范围内的流率下同样在25Pa内(这些流率可能在典型的住宅

ERV芯中出现)。在一些实施例中,当层流维持通过通道15和12D使得通过所有通道15的总流量与通过所有通道12D的总流量相同时,跨膜12A和12B的压差总是小于跨每组通道(12D和15)的压降的两倍。

[0097] 在另一实例中,一些实施例的特征,即分隔件12C的深度D1(其也是面板12中的片材12A和12B的内面之间的间距)在约1.6mm至7mm的范围内。深度D1可以大于在通道15的任一侧上的片材12A和12B的外面之间的间距D2(典型地,比D2大110%至150%),D2典型地在约1.3mm至约5.5mm的范围内。

[0098] 在一些实施例中,面板12的横向尺寸(即,长度和宽度)也经选择,以提供跨通道12D和15的期望压降。例如,如果尺寸D1和D2相同,那么将趋于有在给定流量下比跨通道15更大的跨通道12D的压降(因为分隔件12C对流体流产生一定阻力)。如果期望平衡压降,那么代替选择D2相对于D1的值或除此之外,通道15和12D的相对长度可调整以平衡压降。例如,对于其中通道12D的每单位的长度的压降大于通道15的压降的情况,通道15可相对于通道12D增加长度。例如,通过使用矩形(而非方形)面板12,可使通道15的长度大于通道12D的长度。通道12D可以跨面板12的较短尺寸延伸,并且通道15可以跨面板12的较长尺寸延伸。

[0099] 可用来平衡跨通道12D和15的压降的另一设计特征是包括被布置成扰乱层流和/或增加通道12D和15中的一个中的湍流的涡流产生特征。在给定流量下,在通道中的这些特征的存在可能增大跨通道的压降。例如,如果合适的涡流产生特征被添加到通道以补偿通道高度或长度的变化,那么可以增大该通道的高度(例如,D1或D2)和/或可以减小该通道的长度,而不减小跨通道的压降。

[0100] 在一些实施例中,膜12A和12B各自包括支撑一层水蒸气选择性材料的基板。在一些实施例中,基板是大孔基材,而该层是在大孔基板的一个面上形成为薄致密或连续膜的水蒸气选择性材料。

[0101] 在一些实施例中,膜被定向成使得膜的涂覆侧(即,膜的携带水蒸气选择性材料的那侧)背对分隔件12C。在一些实施例中,膜被定向成使得膜的涂覆侧(即,膜的携带水蒸气选择性材料的那侧)面向分隔件12C。在一些实施例中,膜被定向成使得膜的涂覆侧(即,膜的携带水蒸气选择性材料的那侧)背对分隔件12C。在一些实施例中,与褶皱状构件的一侧相邻的膜被定向成使得膜的涂覆侧(即,膜的携带水蒸气选择性材料的那侧)背对分隔件12C并且与分隔件12C的另一侧相邻的膜被定向成使得膜的涂覆侧面向分隔件12C。

[0102] 不对称膜(诸如在一侧上具有涂层的膜)的特定定向可以在本文所述的热和湿气交换器的某些应用中提供优点。可引导在对应分隔件12C的任一侧上对面板12中的不对称膜进行定向的方式的选择的一些因素包括:

[0103] ●用于将膜附接到褶皱状分隔件12C或间隔件14中的一个或另一个的粘合剂或粘附机制是否更好地附着到膜的涂覆或未涂覆侧。

[0104] ●对于某些涂层,可通过对膜进行定向来使得涂层面向更湿的流而获得最佳性能

[0105] ●一些膜涂层可能具有温度相关的可透水性。例如,膜涂层的蒸气可渗透性可随着温度而增加。此性质可通过使膜定向以使得膜的涂覆侧面向更暖的流(其典型地也是更湿的流)来利用。

[0106] ●关于ERV设备的的有效性的行业标准相较加温应用来说在冷却应用中要求更大的潜在有效性。在位于具有其中ERV将用于加温(通常为冬季)和冷却(通常为夏季)条件两

者的气候的地区的ERV设备中,膜可以被定向成使得膜的涂覆侧面向在嘉文条件期间更湿的流,以便在冷却条件下提供增加的潜在有效性。

[0107] ●如果冷空气被引导通过通道12D以使得在开放通道15中可能发生冷凝,那么界定开放通道15的膜可以被定向成使涂覆侧面向开放通道15,以有助于从通道15中排出液态水和有助于除霜或融冰。

[0108] 一些实施例的一个优点是相对无阻的通道15对气流有降低的阻力。此外,在潜在的结冰条件下来说相较一些现有技术热和湿气交换器设计中存在的小通道相,无阻通道更不可能因霜或冰的积聚而阻塞。这部分地因为可积霜的壁较少。在一些构造中,霜可能在分隔件的不渗透壁上形成。在小通道的情况下,一旦通道中的一个变得部分地被冰堵塞,流体就将趋于绕过该通道,这将增大通道将完全地被堵塞的趋势。所使用的材料(诸如用于分隔件、膜涂层或间隔件)可以经选择为疏水性的或改变表面张力以允许冷凝物更好地排出并改善对结霜的抑制。

[0109] 在一些实施例中,面板12的横向边缘的厚度渐缩,以便向通道15提供渐缩引入部和/或引出部。此构造可进一步减小跨通道15的压降。

[0110] 在一些实施例中,还为通道12D提供渐缩引入部。例如,最外间隔件14可以具有向外突出超过通道12D的开口的渐缩部分,并且由此向通道12D提供了渐缩引入部和/或引出部。此构造可进一步减小跨通道12D的压降。

[0111] 在一些实施例中,提供涡流产生特征以增大通道12D和/或15内的流中的湍流。在通道中的气流(例如,潮湿空气)具有某种流动分隔的情况下,一定程度的湍流可能导致混合,从而允许气体的不同部分在气体流过通道时与膜接触。涡流产生特征可以包括形成在界定通道的一或多个表面中的小突起和/或凹槽。例如,在一些实施例中,涡流产生特征可通过在面板中压印一或两层膜以提供面向通道12D和/或15的凹部和/或凸部来提供。

[0112] 涡流产生特征可以被布置成以期望的流量修改通道内的流场,以增大热和湿气传递,而不导致跨喷嘴的压降(因流体摩擦和拖曳而造成的流中的能量损失)的过度增大。在一些实施例中,除了在膜中形成涡流产生特征之外或作为其代替,涡流产生特征被形成为分隔件12C和/或间隔件14。例如,分隔件12C的材料可以被形成为在通道12D的壁中提供突起、孔隙、襟翼或凹槽和/或突起和/或凹陷可以沿着间隔件14的边缘提供。

[0113] 除了提供膜与由膜界定的通道中流动的空气之间的改善的接触之外,涡流产生特征可以与其它设计特征结合使用来平衡跨通道12D的压降与跨通道15的压降之间。

[0114] 涡流发生特征可以具有多种构型中的任何一种。例如,这些特征可以包括来自界定通道中的一个的表面的小四面体、矩形、方形、不规则的或钉状突起。此类特征可呈现为规则阵列或不规则阵列。在一些实施例中,此类特征更密集地提供在通道的入口端处并且在朝向通道的出口端的部分中减少或不存在。

[0115] 在一些实施例中,涡流产生特征具有约1mm的尺寸。例如,在一些实施例中,此类特征从表面突出了在1/8mm至2.5mm的范围内的距离。在一些实施例中,此类特征在横向于通道的方向上具有在1/8mm至5mm的范围内的宽度。在一些实施例中,特征的一些或全部在大体上平行于通道的纵向轴线的方向上伸长。

[0116] 图2K示出了膜12A的一部分,该部分被压印有呈矩形突起17的阵列形式的涡流产生特征。在示例性实施例中,突起具有约7.5mm的长度、约0.6mm的宽度和约0.65mm的高度。

膜12A的相对面可以被图案化为具有对应于特征17中的每个的凹陷。

[0117] 图3是示出根据本发明的实施例的提供可应用于制造热和湿气交换器芯的序列步骤的方法30的流程图。在该方法的一些实施例中,步骤可以不同序列执行,并且/或者可以省略步骤中的一些和/或可以存在附加步骤。

[0118] 在方框31中,供应膜片。膜片可以例如以具有与面板12的一个尺寸相等的宽度的卷的形式供应。在方框32中,提供分隔件片材材料。分隔件片材材料也可例如以材料卷形式提供。方框32中提供的分隔件片材材料的宽度可基本上等于方框31中提供的膜片的宽度。

[0119] 在方框33中,例如通过形成在图案化(例如,带齿的)辊之间或进行压制,分隔件片材材料起皱。

[0120] 在方框34中,沿着皱褶状分隔件的隆脊施加粘合剂。粘合剂可以例如包括热熔粘合剂或压敏粘合剂。在一些实施例中,粘合剂通过接触皱褶状分隔件的隆脊的涂覆有粘合剂的辊和/或通过向皱褶状分隔件的隆脊上喷射粘合剂滴、粘合剂珠或粘合剂带的喷嘴施加。

[0121] 在方框35中,膜片附着在皱褶状分隔件片材的任一侧上以形成层压材料。在一些实施例中,膜片同时地施加到皱褶状分隔件片材的相对面上。其中膜片基本上同时地附连在皱褶状分隔件片材的相对面上的直径上相对的位置处的这些实施例对于增强面板的总平坦度和/或减小膜下垂的任何趋势可能是有利的。在一些实施例中,在将另一膜片施加到皱褶状分隔件片材的另一面上的相对区域之前,将膜片中的一个施加到皱褶状分隔件片材的一个面上。

[0122] 方框36提供间隔件(例如,间隔件14)。间隔件可以已切割成期望长度形式供应或也可以从卷中拉出,或可以从较长的片上定长切割,或可以被直接地挤出到膜上。在方框37中,间隔件在期望位置处粘结到膜片中的一个。在方框38中,从层压材料上切出面板。方框37和38可按任何顺序执行(即,可以在形成单独的板12之前或之后施加间隔件14)。

[0123] 可例如通过将间隔件挤出到面板12上、将间隔件胶黏到适当的位置、用粘合剂附接间隔件等来将间隔件施加到面板12。在一些实施例中,间隔件14可以作为可固化材料诸如液体、糊剂或凝胶施加。在此类实施例中,可应用临时间隔构件以将相邻面板12分隔开期望间距。在可固化材料已充分地硬化以维持期望间距之后,可以去除临时间隔构件。

[0124] 在一些实施例中,方框38包括从在皱褶状分隔件的两个隆脊之间的层压材料的一侧去除膜。例如,膜的去除可以包括激光切割、用加热带切割、用可移动刀片切割等。切割面板可进一步包括在其中皱褶状部件被附连到相对的膜的点处切穿皱褶状构件和相对的膜的步骤,如方框38B所指示。

[0125] 在方框39中,堆叠所得面板。在方框40中,将先前附接到面板的一侧上的膜的间隔件粘结到堆叠中的相邻面板。

[0126] 当期望数量的面板已经被组装成堆叠时,芯就完成并且可以从设备中射出。该方法任选地包括附加步骤,诸如施加密封件或框架等。

[0127] 图4示出了根据用于制造ERV芯10的示例性实施例的设备50。设备50采用膜材料卷51A和51B和分隔件材料卷51C。分隔件材料例如铝箔通过起皱辊52之间。。粘合剂施加器53将粘合剂施加到皱褶状间隔件材料的隆脊。粘合剂施加器53可以例如包括涂覆有粘合剂的辊。

[0128] 在该设备的一些实施例中,可容易且方便地调节皱褶深度(例如,图2E中的D1)。在所示的实施例中,分隔件材料垂直于材料移动通过辊52的方向起皱。其它实施例可以形成在另一方向(例如,平行于移动方向的方向)上延伸的皱褶。

[0129] 来自卷51A和51B的膜片在辊54处的皱褶状间隔件材料的任一侧上合在一起,辊54将膜粘结到分隔件材料以形成层压材料。

[0130] 在粘结之前,皱褶状分隔件材料任选地在垂直于皱褶的方向上略受压缩,使得膜将在其粘结到分隔件材料之后被伸展开或保持拉伸。在辊54之后,膜和间隔件片材形成层压材料,其中膜片被粘结到皱褶状分隔件片材的任一侧的。间隔件条从条状材料的辊55供给。通过粘合剂施加器58将粘合剂施加到每个间隔件条上。间隔件条在辊59处粘结到层压材料的一侧。在其它实施例中,可直接地将间隔件条挤出到膜上。例如,间隔件条可由可熔融加工的塑料制成,并且可以被挤出到层压材料上。

[0131] 切割装置60、诸如像剪切或激光切割器将层压材料切割成面板12。粘合剂施加器62将粘合剂施加到每个面板12上的间隔件14上。在堆叠器65中,面板12彼此堆叠并粘结在一起。

[0132] 在一些实施例中,切割面板12的边缘以提供通向通道15的渐缩引入部。实现此目的的一种方式如图5A至图5C中示出。在这样的实施例中,膜12A在靠近其在面板12的一侧上粘附到最外隆脊的点处可被切割,并且膜12B可类似地在靠近膜12B在面板12的另一侧上附连到最外隆脊的点处可被切割。这暴露了皱褶状构件12C的成角度面12E。此类渐缩边缘可任选地但优选地沿着面板12的两个相对边缘形成。这些相对渐缩边缘中的每个使空气或其它气体平顺地流动进出通道15。

[0133] 在一些实施例中,面板12通过包括拐角构件18(参见图2)的框架堆叠并保持在了一起。在一些实施例中,拐角构件18包括L形构件。

[0134] 本文所述的构造可更改以制造许多构型的ERV芯。例如,面板12可以是方形的,但是也可具有其它形状(例如,矩形或甚至是圆形形状)。

[0135] 在一些实施例中,膜片12A和12B以及皱褶状构件12C由与非粘合剂粘结工艺相容的材料制成。例如,膜片12A和12B的基板可以包括塑料材料,塑料材料可通过焊接工艺(例如,激光焊接或超声焊接或热焊接)粘结到皱褶状构件12C的塑料材料。类似地,在一些实施例中,间隔件14由与非粘合剂粘结工艺相容的材料制成。

[0136] 在一些实施例中,将皱褶状构件12C替换为被冲压或以其它方式形成来以间隔开平行关系提供朝支撑片材12A和12B的任一侧外的突起(诸如凹痕、隆脊或隆起)的构件,并且当被附接到片材12A和12B时,这种构件产生相对硬的自支撑面板12。

[0137] 如本文所述的芯可以集成到热和湿气交换器系统中,热和湿气交换器系统包括被连接成使空气流进出通道15的第一气室、被连接成使空气流进出通道12D的第二气室、以及被连接来维持通过通道15和12D的相等的总流动体积的鼓风机。热和湿气交换器系统可以被构造成跨通道15中的每个提供均匀的流量分布。热和湿气交换器系统可以被构造成在通道12D间提供均匀的流量分布。

[0138] 在一些实施例中,热和湿气交换器被布置成使得在冬季从建筑物中排出的更暖、更湿的空气在通道15中进行运送,所述通道是更开放的,并且因此相较通道12D来说更有可能避免结霜。此布置可允许在较低的外部温度下操作。

[0139] 在一些实施例中,膜片12A和12B上的涂层被布置成面向被吸入建筑物中的外部空气。此布置可改善在夏季的潜热传递(当进入的外部空气相较从建筑物中排出的更冷的空气调节的空气来说相对热和潮湿时)。

[0140] 在一些应用中,期望运行热和湿气交换器,以便在一个方向上比在另一方向上运送更多的流量(更高质量运输)。例如,在商业应用中,可能期望在供应侧(进入结构的新鲜空气)上比在排气侧(通过热和湿气交换器离开结构的空气)上提供更多的流量。如此一来,就可维持结构内的正压力和/或弥补通过门、窗或其它泄漏通路或当一些返回空气不分配回ERV系统时逸出的空气。在此类情况下,可能有益的是,使用通道15作为供应侧。如果通道15在略高于通道12D的压力下操作,那么作用于面板12上的合力将趋于对面板12进行压缩。

[0141] 将会期望的是,提供ERV芯和包括通道的其它热和/或蒸气交换器,通道运送待除湿或加湿的空气或其它气体流,通道是宽敞且开放的。例如,将会有益的是,两个平行平膜在它们之间限定完全开放的通道。由于薄水蒸气可渗透膜的刚性的限制,这一般是不可能的。在凭经验验证的传热和传质理论中,更密切地接近形的通道几何形状将针对由努塞尔数给出的层流来提供更高质量的传热和传质。因此,开放通道相对于三角形通道增大了传质系数,因为在三维上的扩散和对流传递受通道形状的影响。同样,两个平行平板的努塞尔数对应于相对于方形通道增加的传质系数。

[0142] 基于前述教示的热和蒸气交换器的非限制性示例性构造包括:

[0143] ●用于温暖和潮湿的气候(诸如,在美国南部)的ERV设备可以被构造成使得更湿、更暖的空气通过一组通道12D或15流入空气调节的建筑物,并且更冷、不太湿的空气通过通道15和12D中的另一个流出建筑物。在此类设备中,可能有利的是,将膜定向,使得膜的涂覆侧优选地定向成使得涂层面向更潮湿的进入空气。这一般会允许将从进入流中去除的水蒸汽的更高质量的转移(除湿)。涡流发生器可任选地提供用来在进入的更湿且更热的流中引起湍流,以增强进入空气中携带的水蒸汽与膜表面之间的接触。在此应用中,相邻板12之间的示例性典型的间距在1.5mm至5mm的范围内,以允许高流率和低压降,或增加的传热和传质。

[0144] ●处在位于气候寒冷的地方的住宅单元(诸如在加拿大或美国东北部)中的ERV设备可以被构造成使得较冷、不太湿的空气通过一组通道12D或15流入加热的建筑物,并且更暖、更湿的空气通过另一组通道15和12D流出建筑物。这种设备可以被布置成降低在运送更湿空气的通道中结霜的可能性并有助于排出可形成在通道中的冷凝物。在此类应用中,一般有利的是,允许传出较暖、较湿的空气使其流过开放通道15。这可允许暖的空气更容易地到达芯中的结霜位置,并还可有助于从通道15中排出冷凝物。在一些实施例中,通道15被定向成使得界定通道15的膜是非水平的(例如,垂直或倾斜的,以有助于冷凝物的重力辅助的排出)。涡流发生器(如果提供)优选地设于干供应侧上(即,在通道12D中)。这降低了涡流发生器更有可能结霜的可能性,或用作用于液态水的成核的场所。为了更高质量的水蒸汽传递,膜可以被定向成使得膜的涂覆侧面向更湿的传出流。

[0145] ●在一些地区中,ERV可能在一年中的一个部分的时间内起作用来将温暖、潮湿的空气带入建筑物并允许更干燥冷空气离开建筑物,并且在一年中的另一部分的时间中起作用来将更干燥冷空气带入建筑物并使加热、更湿的空气排出建筑物。一些ERV设备可重新构

造成选择性地允许进入空气通过通道12D或15并且允许从建筑物排出的空气通过另一组通道15、12D。这允许了ERV设备如上所述进行配置,以适应于一年中的任何时间。

[0146] ●例如,用于示例性汽车燃料电池应用的水蒸汽换热器或加湿器可以具有在0.3mm至1.5mm的范围内的节距。在这个应用中,通常期望板12的尺寸典型地是宽度或长度为200mm或200mm以下。通道15中的分隔件条可以例如以在约30mm至约100mm的范围内的距离间隔开来。

[0147] 除了本文所述的热和湿气换热器之外,ERV设备可以包括用于通过热和湿气换热器将外部空气引入到建筑物中并通过热和湿气换热器将内部空气运送到建筑物外的管道系统、用于在一或两个方向上驱动空气流的鼓风机和控制系统。在一些实施例中,控制系统包括用于在一或多个位置处的空气温度的一些或全部、在一或多个位置处的空气水分含量、在一或多个位置处的液态水、跨热和湿气换热器的一或两侧的空气压降、通过热和湿气交换器的空气流量等的传感器。响应于来自传感器的输入,控制器可以采取某些动作,诸如调节进入和/或离开建筑物的空气流量、对热和湿气换热器进行除霜等。

[0148] 术语解释

[0149] 除非在上下文另外明确要求,否则在整个说明书和权利要求书中:

[0150] ●“包括”、“包含”等应理解为包括性的意义,而非排他性或穷尽性的意义;也就是说,在“包括但不限于”意义上;

[0151] ●“连接”、“耦接”或其任何变型表示两个或两个以上要素之间的任何直接或间接的连接或耦接;要素之间的耦接或连接可以是物理的、逻辑的或其组合;

[0152] ●“本文”、“以上”、“以下”和类似含义的字词在用于描述本说明书时,应将本说明书作为一个整体,而非本说明书的任何特定部分;

[0153] ●“或”在提及具有两个或两个以上项的列表时,涵盖字词的以下所有解释:列表中的任何项、列表中的所有项以及项目中任何项的组合列表;

[0154] ●单数形式“一个”、“一种”和“所述”也包括任何适当的复数形式的含义。

[0155] 本说明书和任何随附权利要求中使用的指示诸如“竖直”、“横向”、“水平”、“向上”、“向下”、“向前”、“向后”、“向内”、“向外”、“竖直”、“横向”、“左侧”、“右侧”、“前部”、“后部”、“顶部”、“底部”、“下方”、“上方”、“下面”等方向的字词取决于所述和所示的设备的具体方向。本文所述的主题可以呈现各种替代定向。因此,这些方向术语未严格地进行定义,并且不应被狭义地解释。

[0156] 如本文所述的方法可以各种方式变化。例如,当以给定的顺序呈现过程或方框时,替代实例可以按不同的顺序执行具有步骤的例程或采用具有方框的系统,并且一些过程或方框可以被删除、移动、添加、细分、组合和/或修改以提供替代或子组合。这些过程或方框中的每个可以各种不同方式实现。另外,虽然过程或方框有时被示出为顺序地执行的,但是它们可替代地同时或以不同的顺序执行。因此,意图将以下权利要求解释为包括如在其预期范围内的所有这些变化。

[0157] 在以上提到某个部件(例如,框架、风扇、膜片、面板等)的情况下,除非另有说明,否则对该部件的提及(包括对“构件”的提及)应解释为包括该部件的等同物、执行所述的部件的功能的任何部件(即,功能上等同的部件),包括在结构上不等同执行本发明的所示的示例性实施例中的功能的所揭示的结构的部分。

[0158] 在本发明指示“在一些实施例中”或在“示例性实施例”中提供某个特征的情况下，可任选地提供任何其它所述的实施例，只要该特征与其它所述的实施例不是不兼容的即可。所述特征可单独地提供或与其它特征组合提供。

[0159] 出于说明目的，已描述了系统、方法和设备的特定实例。这些仅是实例。本文提供的技术可应用于除上述示例性系统之外的系统。在本发明的实践内，许多更改、修改、添加、省略和置换是可能的。本发明包括对本领域的技术人员显而易见的所述的实施例的变型，包括通过以下方式而获得的变型：用等同特征、元件和/或动作替换特征、元件和/或动作；将来自不同的实施例的特征、元件和/或动作的混合和匹配；将来自如本文所述的实施例的特征、元件和/或动作与其它技术的特征、元件和/或动作组合；和/或省略来自所述的实施例的组合特征、元件和/或动作。

[0160] 因此，意图将随附权利要求和此后引入的权利要求解释为包括如可合理地推断的所有此类修改、置换、添加、省略和子组合。权利要求的范围不应受到实例中阐述的优选的实施例限制，而是应被给予与整个描述一致的最宽泛的解释。

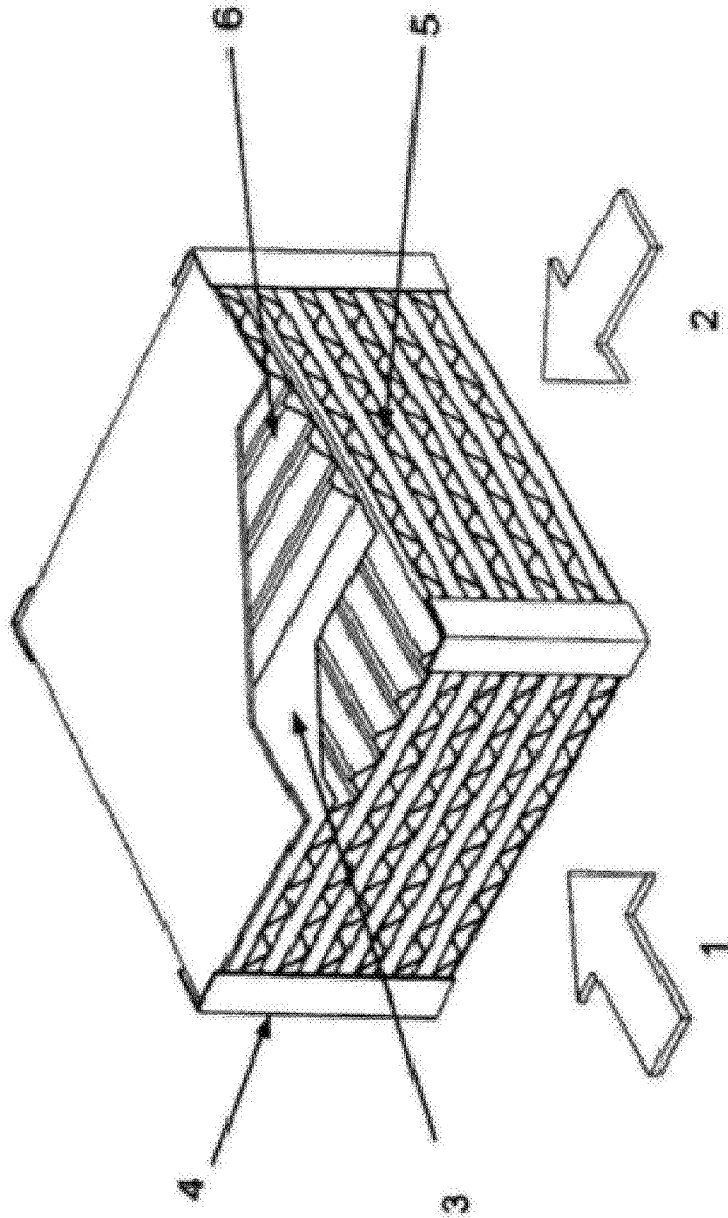


图1 (现有技术)

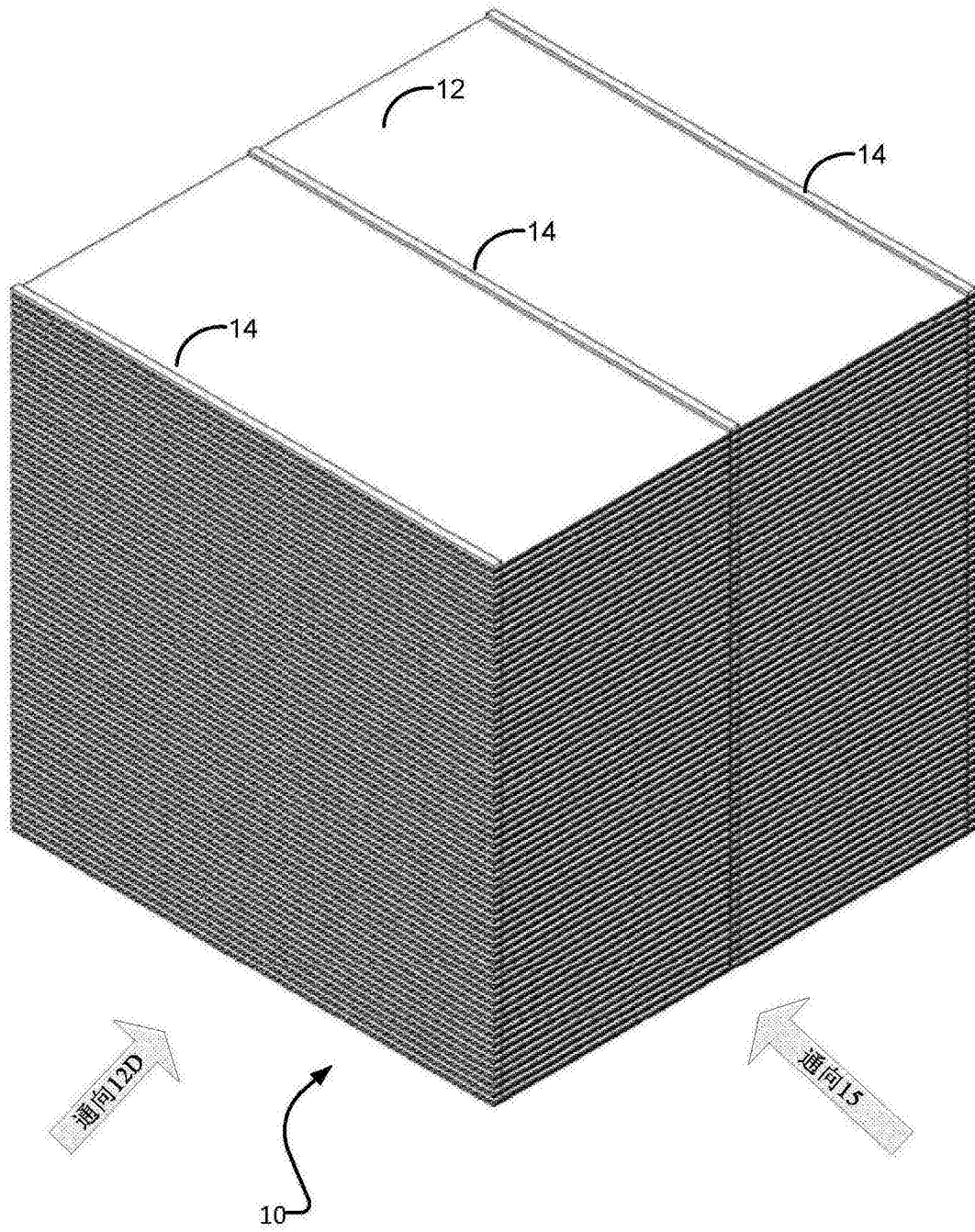


图2

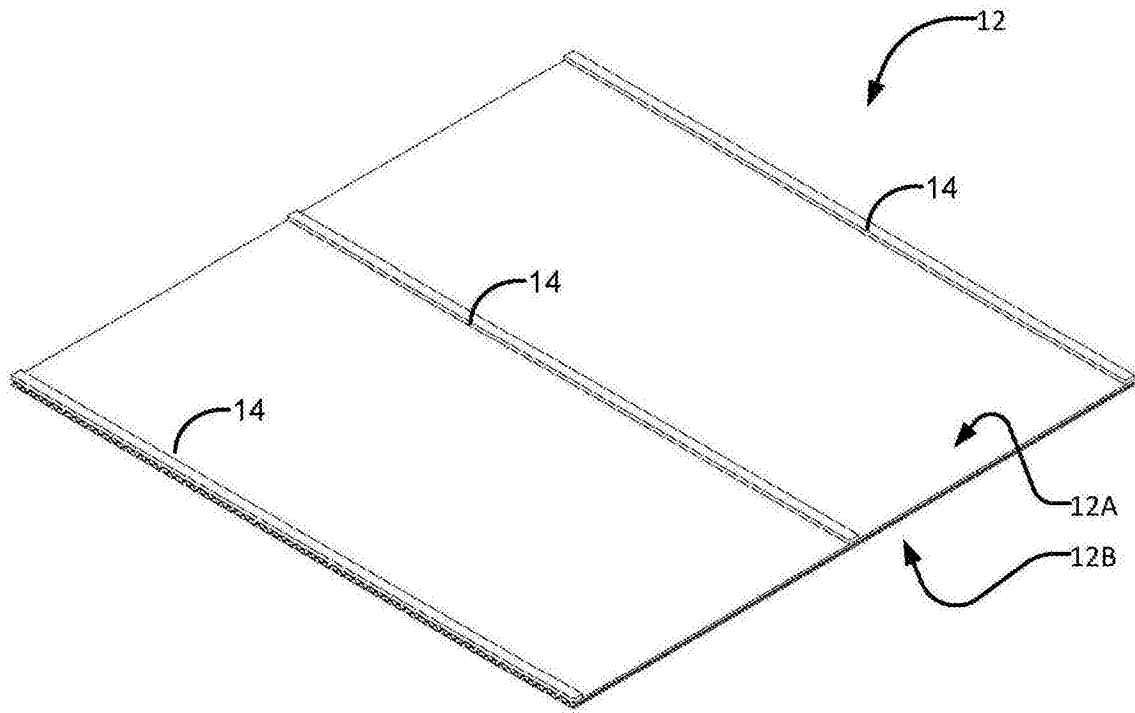


图2A



图2C

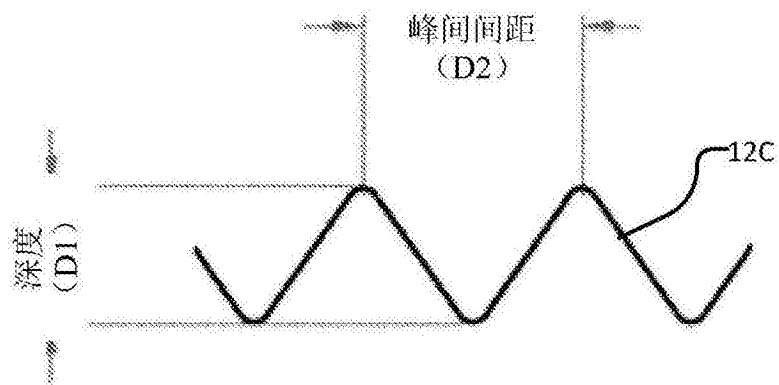


图2D

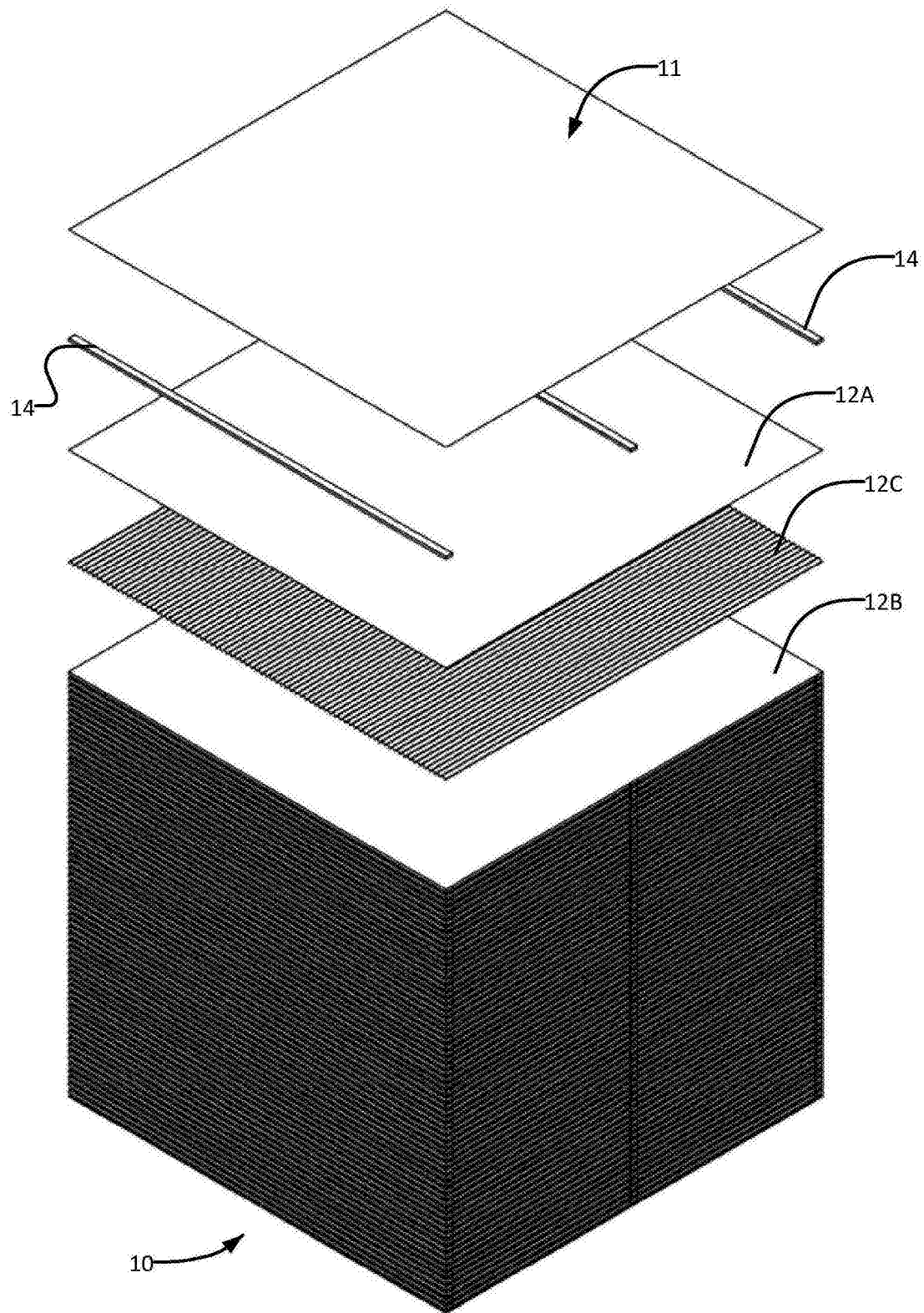


图2B

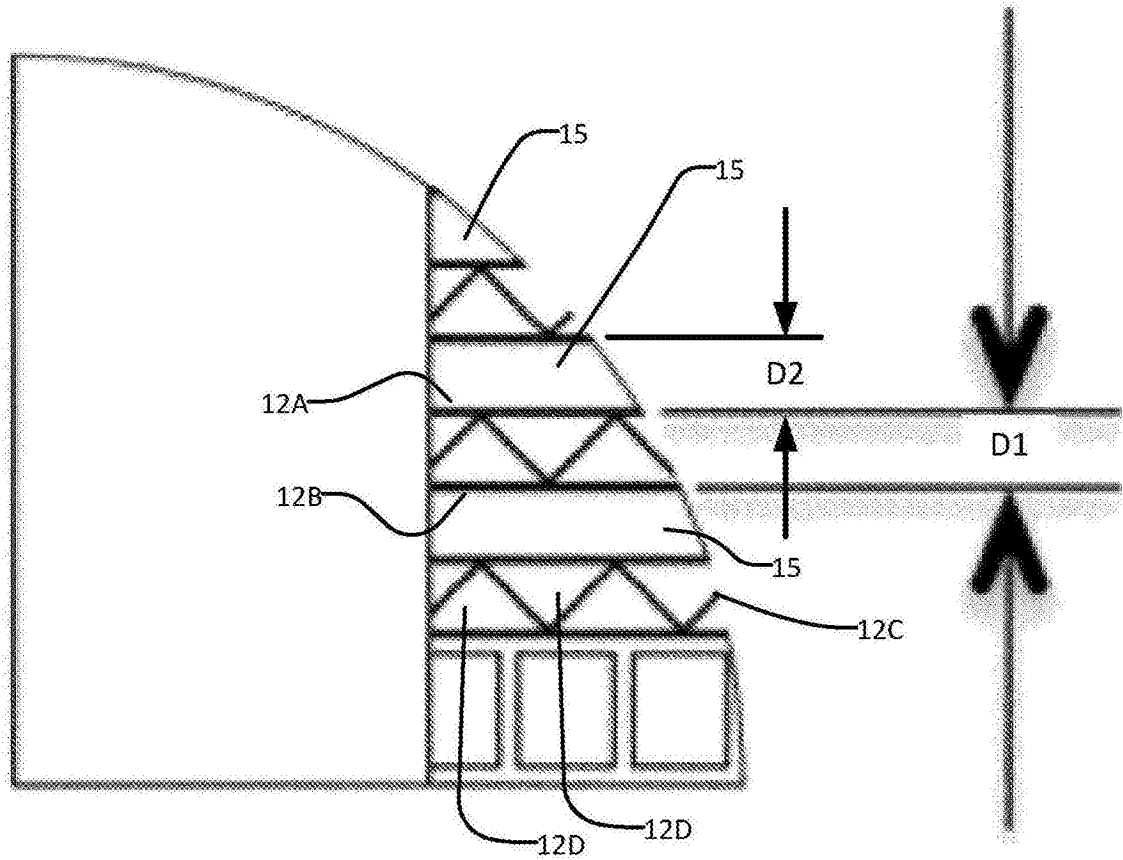


图2E

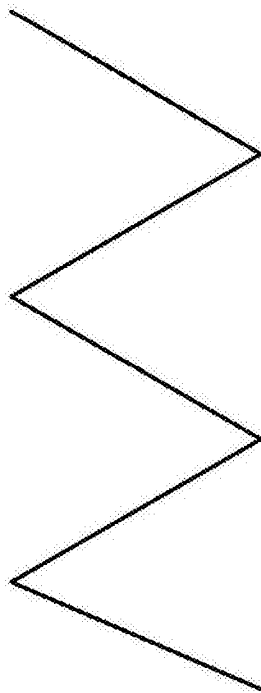


图2F

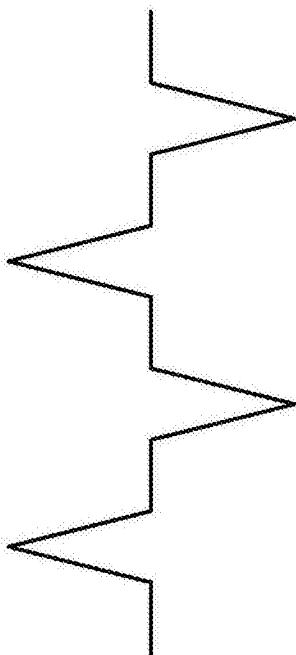


图2G

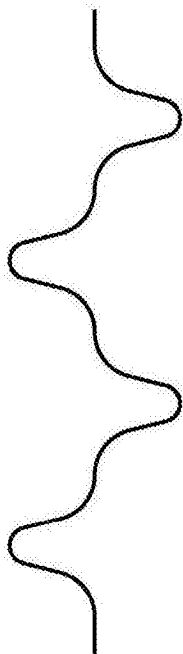


图2H

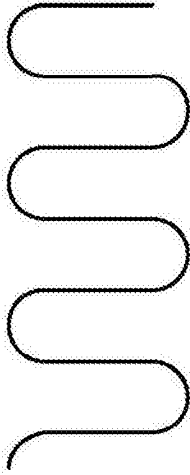


图2I

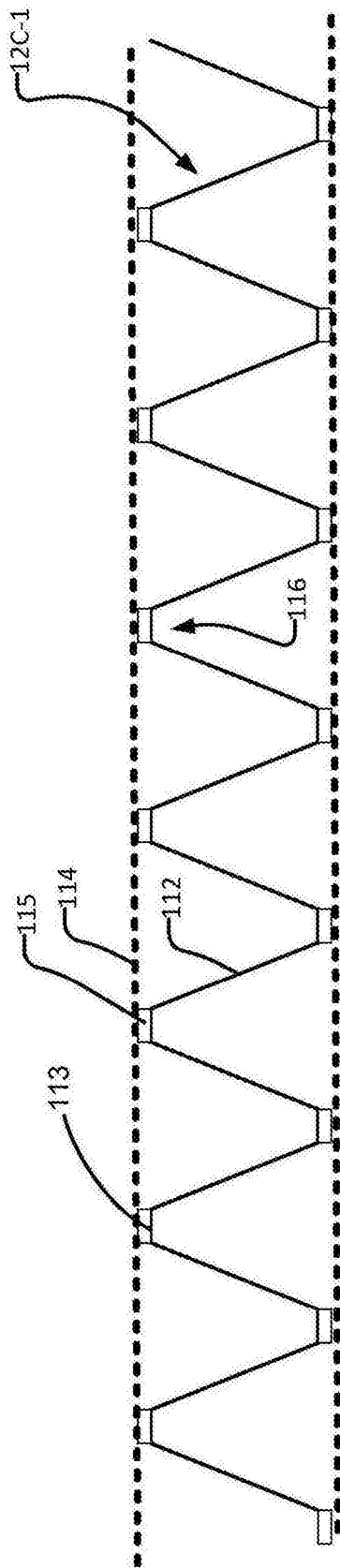


图2J

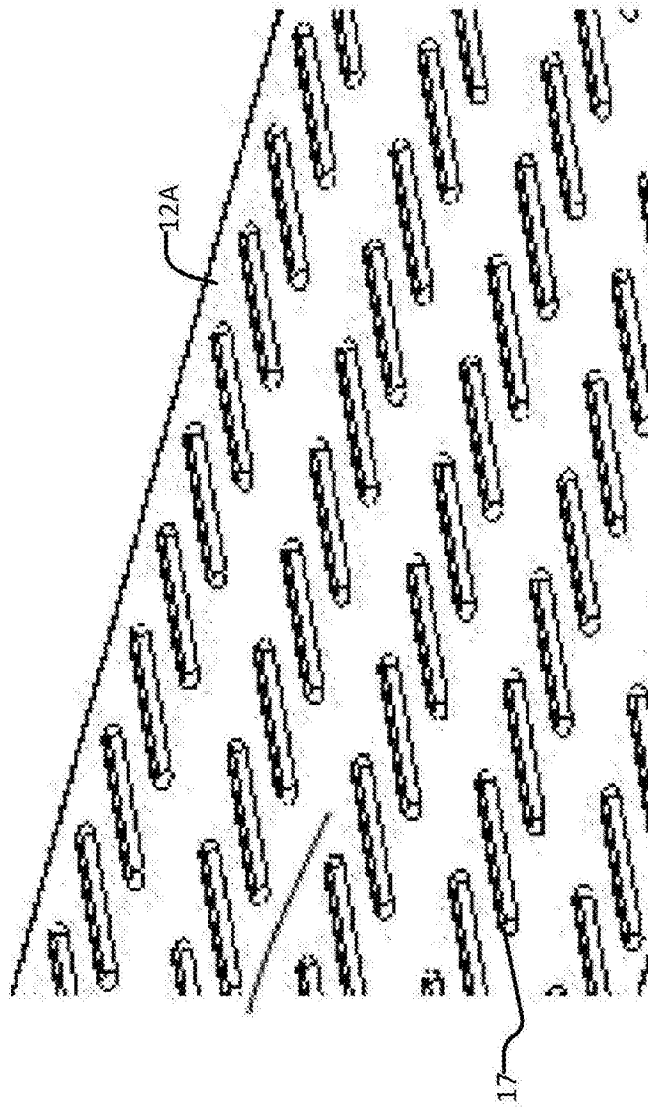


图2K

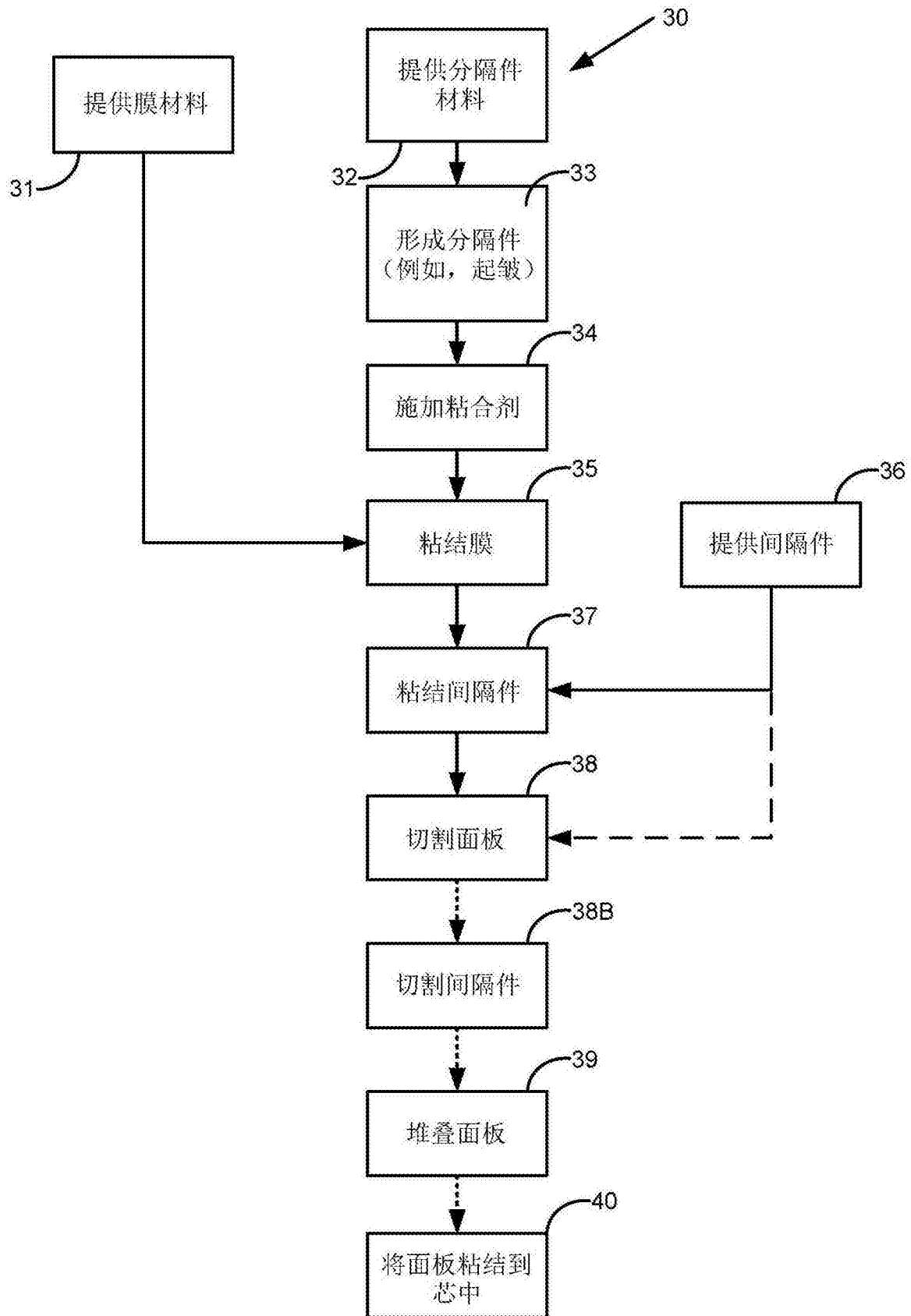


图3

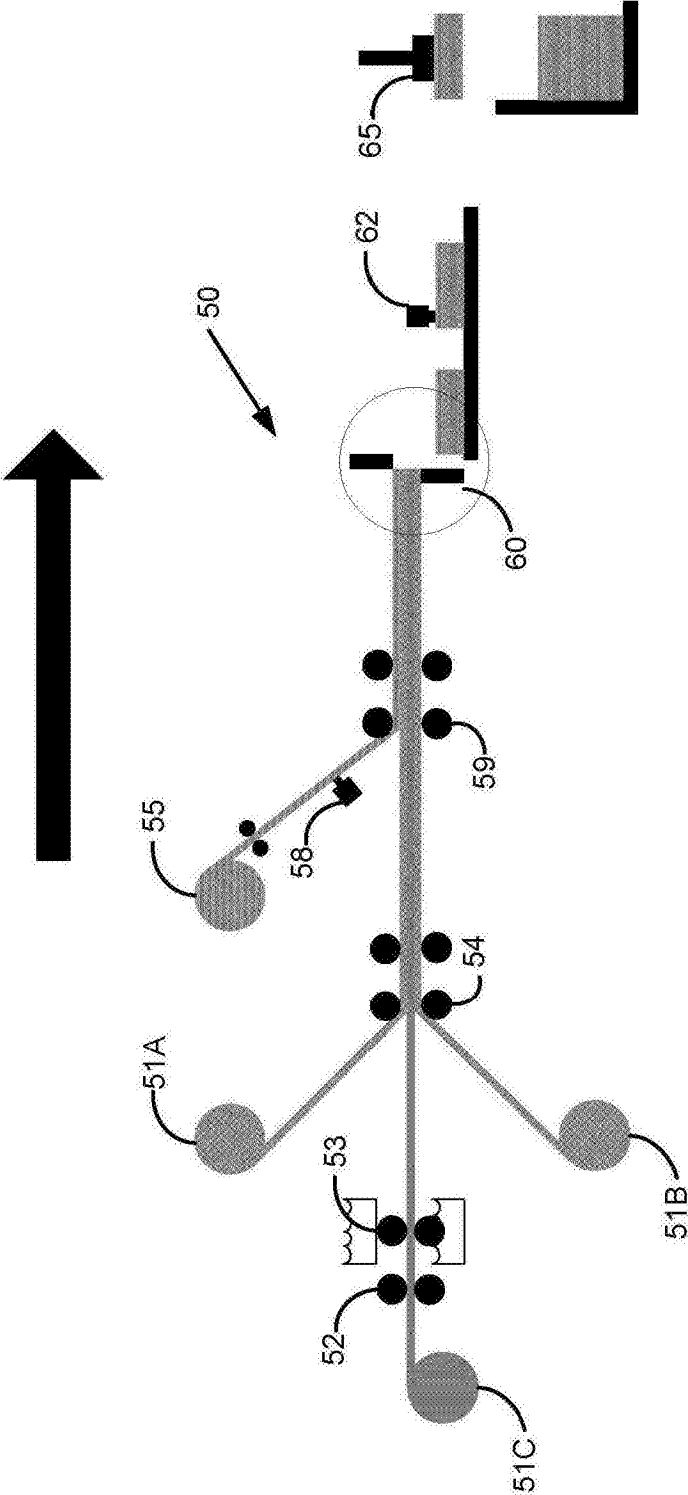


图4

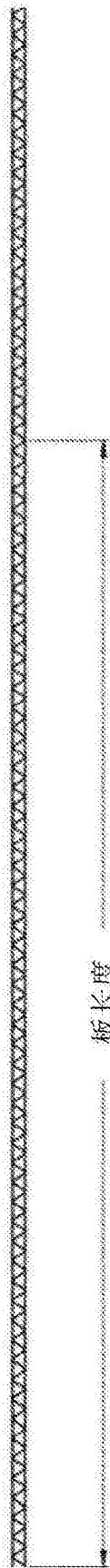


图5A

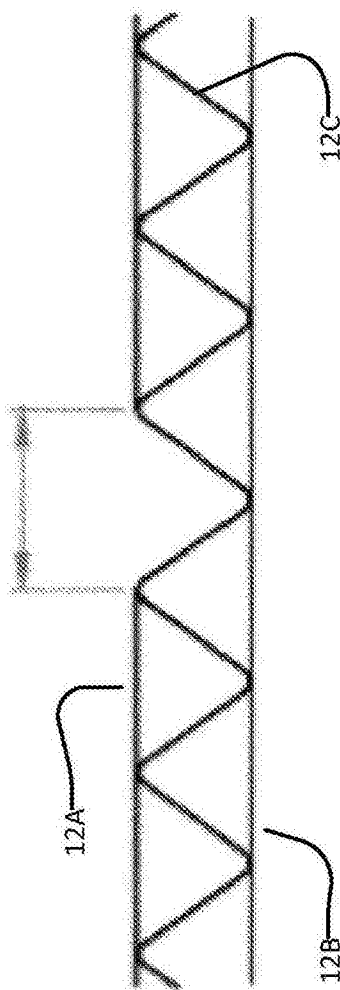


图5B

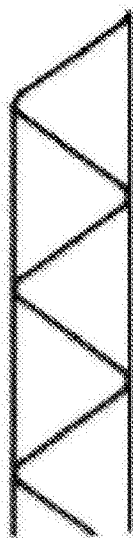


图5C