



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110036249 B

(45) 授权公告日 2021.03.30

(21) 申请号 201780075419.5

(72) 发明人 库尔特·J·霍尔沃森

(22) 申请日 2017.11.29

史蒂文·P·斯万森

(65) 同一申请的已公布的文献号

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

申请公布号 CN 110036249 A

代理人 顾红霞 李赛

(43) 申请公布日 2019.07.19

(51) Int.CI.

F25D 21/14 (2006.01)

(30) 优先权数据

F16T 1/00 (2006.01)

62/430,295 2016.12.05 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2019.06.05

WO 2015164632 A1, 2015.10.29

(86) PCT国际申请的申请数据

CN 101275803 A, 2008.10.01

PCT/IB2017/057494 2017.11.29

CN 201804152 U, 2011.04.20

(87) PCT国际申请的公布数据

CN 101980065 A, 2011.02.23

W02018/104827 EN 2018.06.14

CN 1489521 A, 2004.04.14

(73) 专利权人 3M创新有限公司

US 2005106360 A1, 2005.05.19

地址 美国明尼苏达州

审查员 罗丹辰

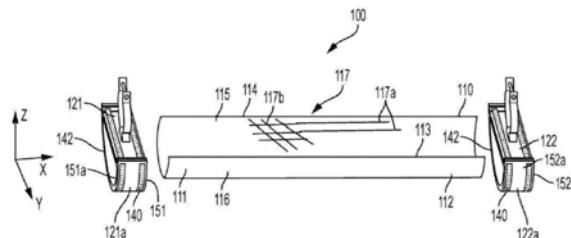
权利要求书3页 说明书22页 附图26页

(54) 发明名称

冷凝物管理系统

(57) 摘要

本发明公开了一种冷凝管理系统，该冷凝管理系统包括细长柔性膜，该细长柔性膜被构造成在张力作用下在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被拉伸。膜包括跨过膜的宽度横向延伸的第一端部和第二端部。膜包括在第一膜端部和第二膜端部之间纵向延伸的第一侧面和第二侧面。膜具有凹形表面和在膜的第一侧面和第二侧面之间延伸的相背对的凸形表面。微通道设置在凹形表面和凸形表面中的至少一者中。当膜在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被纵向拉伸时，微通道在膜的凹形表面和凸形表面中引起预定的曲率半径。



## 1. 一种冷凝管理系统,包括:

细长柔性膜,所述细长柔性膜被构造成在沿所述膜的纵向轴线的张力作用下在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被拉伸,所述膜包括:

第一端部和第二端部,所述第一端部和所述第二端部跨过所述膜的宽度横向延伸;

第一侧面和第二侧面,所述第一侧面和所述第二侧面在所述第一端部和所述第二端部之间纵向延伸;

凹形表面和相背对的凸形表面,所述凹形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸,所述相背对的凸形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸;以及

微通道,所述微通道设置在所述凹形表面和所述凸形表面中的至少一者中,所述微通道布置为与所述膜的所述纵向轴线成大于零的角度,并且被构造成当所述膜在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间被纵向拉伸时在所述膜的所述凹形表面和所述凸形表面中引起预定的曲率半径。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中除了由所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件支撑之外,所述膜的所述侧面是不受支撑的。

3. 根据权利要求2所述的系统,其中所述预定的曲率半径是所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间的距离的函数。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中:

所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件中的每一者具有基本上平坦的附接表面,所述柔性膜的所述第一端部和所述第二端部分别附接到所述基本上平坦的附接表面;

所述膜的所述曲率半径的最小值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间的所述膜的纵向中间点处;并且

所述曲率半径的最大值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件附近。

5. 根据权利要求3所述的系统,其中:

所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件中的每一者具有弯曲的附接表面,所述柔性膜的所述第一端部和所述第二端部分别附接到所述弯曲的附接表面;

所述膜的所述曲率半径的最小值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件中的至少一者附近;并且

所述膜的所述曲率半径的最大值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间的所述膜的中间点处。

6. 根据权利要求5所述的系统,其中所述膜的所述曲率半径的所述最大值小于所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件的所述附接表面的曲率半径的约五倍。

7. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜以可移除方式附接到所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中所述微通道沿着所述膜的所述凹形表面和所述膜的所述凸形表面中的一者或两者延伸。

9. 根据权利要求1所述的系统,还包括第二组微通道,其中所述微通道的纵向轴线基本上平行于所述膜的纵向轴线。

10. 根据权利要求1所述的系统,其中所述微通道的纵向轴线设置为与所述膜的纵向轴线成大于0度且小于约60度的角度。

11. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜的底部在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间沿重力方向向下倾斜。
12. 根据权利要求11所述的系统,其中所述膜的向下斜度在约0.01和0.2之间。
13. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜的沿纵向轴线和横向轴线中的一者或两者的刚度在约100磅每英尺每线性英寸和约1500磅每英尺每线性英寸之间。
14. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜包含聚乙烯、聚丙烯、聚酯、共聚酯和聚氨酯中的至少一种。
15. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜的宽度与长度之比大于约0.01且小于约0.5。
16. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜中的所述纵向张力在约2.5磅和约12磅之间。
17. 根据权利要求1所述的系统,其中所述膜的所述表面中的至少一者是亲水表面。
18. 根据权利要求17所述的系统,其中所述亲水表面包括有机硅烷涂层。
19. 根据权利要求1所述的系统,其中所述微通道中的至少一些是毛细管通道,所述毛细管通道被构造成克服重力芯吸所述通道中的冷凝物。
20. 一种冷凝管理系统,包括:
  - 第一膜支撑件;
  - 第二弯曲膜支撑件,所述第二弯曲膜支撑件与所述第一膜支撑件隔开一定距离;
  - 细长柔性膜,所述细长柔性膜在所述第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被拉伸,所述膜包括:
    - 第一端部,所述第一端部跨过所述膜横向延伸,所述第一端部由所述第一膜支撑件支撑;
    - 第二端部,所述第二端部跨过所述膜横向延伸,所述第二端部由所述第二膜支撑件支撑;
    - 第一侧面和第二侧面,所述第一侧面和所述第二侧面在所述第一端部和所述第二端部之间纵向延伸;
    - 凹形表面,所述凹形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸;
    - 相背对的凸形表面,所述相背对的凸形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸。
21. 根据权利要求20所述的系统,其中除了由所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件支撑之外,所述膜的所述侧面是不受支撑的。
22. 根据权利要求20所述的系统,其中:
  - 所述第一膜支撑件具有与所述膜的所述第一端部附接的弯曲的附接表面;并且
  - 所述第二膜支撑件具有与所述膜的所述第二端部附接的弯曲的附接表面。
23. 根据权利要求20所述的系统,其中所述膜的横向刚度小于所述膜的纵向刚度。
24. 根据权利要求20所述的系统,还包括设置在所述膜的所述凹形表面和所述凸形表面中的至少一者中的微通道,所述微通道被构造成在所述凹形表面和所述凸形表面中引起预定的曲率半径。
25. 根据权利要求24所述的系统,其中所述微通道是毛细管通道,所述毛细管通道被构

造成克服重力芯吸流体。

26. 一种冷凝管理装置,包括:

附接部分,所述附接部分包括弯曲的附接表面;

膜保持器,所述膜保持器被构造成将细长柔性膜的端部附接到所述弯曲的附接表面,所述弯曲的附接表面被构造成使所述柔性膜弯曲,所述弯曲的附接表面和所述膜保持器被构造成一起操作以固定所述柔性膜,使得所述膜在张力作用下延伸远离所述附接部分;以及

安装部分,所述安装部分机械地联接到所述附接部分并且被构造成相对于冷凝物形成表面以一定取向安装所述冷凝管理装置,使得在所述冷凝物形成表面上形成的冷凝物掉落到所述膜的凹形表面上。

27. 根据权利要求26所述的装置,其中所述弯曲的附接表面包括一个或多个冷凝物排出凹口,所述冷凝物排出凹口被构造成允许所述冷凝物从所述膜排出。

28. 根据权利要求26所述的装置,其中:

所述冷凝物形成表面是管道的表面;并且

所述安装部分被构造成至少部分地环绕所述管道。

29. 根据权利要求26所述的装置,其中所述膜保持器包括至少部分地环绕所述弯曲的附接表面的条带。

30. 根据权利要求26所述的装置,其中所述弯曲的附接表面的曲率半径在约3cm和约10cm之间。

31. 根据权利要求26所述的装置,其中所述冷凝管理装置包括被构造成便于更换所述膜的机构,所述被构造成便于更换所述膜的机构包括:

供应辊,所述供应辊保持一定量的所述膜;

废料辊,其中所述废料辊的旋转从所述供应辊抽取清洁的膜,同时将用过的膜储存在所述废料辊上。

## 冷凝物管理系统

### 技术领域

[0001] 本申请涉及冷凝物管理系统以及与此类系统有关的装置和方法。

### 背景技术

[0002] 持久性冷凝可以是建筑基础设施中的问题,导致水损坏、霉菌或霉菌相关的污染、安全隐患和腐蚀。建筑基础设施内常见的冷凝源是“汗流”管道。在水分的存在可导致微生物繁殖的食品加工设施中,冷凝特别麻烦。在冷凝物产生表面上形成并从冷凝物产生表面释放的冷凝液滴可以将冷凝中的微生物转移到下面的加工设备或食品中。这种微生物污染可导致产品变质加速或食源性疾病。

### 发明内容

[0003] 根据一些实施方案,冷凝管理系统包括细长柔性膜,该细长柔性膜被构造成在张力作用下在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被拉伸。膜包括跨过膜的宽度横向延伸的第一端部和第二端部。膜包括在第一膜端部和第二膜端部之间纵向延伸的第一侧面和第二侧面。膜具有在第一侧面和第二侧面之间延伸的凹形表面和在第一侧面和第二侧面之间延伸的相背对的凸形表面。微通道设置在凹形表面和凸形表面中的至少一者中。当膜在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被纵向拉伸时,微通道在膜的凹形表面和凸形表面中引起预定的曲率半径。

[0004] 一些实施方案涉及冷凝管理系统,该冷凝管理系统包括第一膜支撑件和与第一支撑件分开距离d的第二膜支撑件。细长柔性膜在纵向张力作用下在第一支撑件和第二支撑件之间被拉伸。膜包括跨过膜的宽度横向延伸的第一端部和第二端部。第一端部由第一支撑件支撑,并且第二端部由第二支撑件支撑。膜包括在第一端部和第二端部之间纵向延伸的第一侧面和第二侧面。膜的凹形表面在第一侧面和第二侧面之间延伸,并且膜的相对凸形表面在第一侧面和第二侧面之间延伸。

[0005] 一些实施方案涉及一种冷凝管理装置,该冷凝管理装置包括附接部分,该附接部分包括弯曲的附接表面和膜保持器。膜保持器被构造成将细长柔性膜的端部附接到弯曲的附接表面,该弯曲的附接表面被构造成在柔性膜中赋予曲率。弯曲的附接表面和膜保持器被构造成一起操作以固定柔性膜,使得膜在张力作用下延伸远离附接部分。冷凝物管理装置包括安装部分,该安装部分机械地联接到附接部分并且被构造成相对于冷凝物形成表面以一定取向安装冷凝管理装置,使得形成在冷凝物形成表面上的冷凝物掉落到膜的凹形表面上。

[0006] 本申请的这些方面和其它方面从下面的详细描述将显而易见。然而,在任何情况下都不应将上面的总结理解为是对所要求保护的主题的限制,该主题仅仅由所附权利要求限定。

## 附图说明

- [0007] 图1A是图1A的冷凝物管理系统的侧视图；
- [0008] 图1B是示出根据一些实施方案的冷凝物管理系统的部分的分解透视图；
- [0009] 图1C是图1A和图1B所示的膜的第一端部区域的横截面细节；
- [0010] 图1D是根据一些实施方案的冷凝物管理系统的部分的透视图，其中膜支撑件的附接表面是基本上平坦的；
- [0011] 图2A示出了根据一些实施方案的冷凝物管理系统，该冷凝物管理系统相对于冷凝物产生结构安装，使得柔性膜的纵向轴线沿着重力方向向下倾斜；
- [0012] 图2B示出了根据一些实施方案的用于冷凝物管理的柔性膜，其具有梯形形状；
- [0013] 图2C是包括图2B的梯形膜的冷凝物管理系统的一部分的图，梯形形状使膜底部向下倾斜；
- [0014] 图3是根据一些实施方案的沿y轴横向弯曲的柔性膜的横向横截面；
- [0015] 图4A和图4B分别示出了冷凝物管理系统的剖视图和侧视图，该冷凝物管理系统包括框架，该框架包括两个框架部分，该框架部分被构造成根据一些实施方案至少部分地支撑膜的两个侧面；
- [0016] 图4C示出了冷凝物管理系统，其包括设置在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间的一个或多个辅助支撑件；
- [0017] 图5A示出了根据一些实施方案的平放的柔性膜，该柔性膜具有跨过膜的至少一个表面延伸的通道；
- [0018] 图5B是图5A的膜的剖视图；
- [0019] 图6是根据示例性实施方案的具有主要通道和次要通道的柔性膜的剖视图；
- [0020] 图7示出了根据示例性实施方案的具有脊和通道的冷凝物控制膜的横截面；
- [0021] 图8A至8C是根据各种实施方案的流体控制膜的概念图；
- [0022] 图8D示出了具有如图8A所示布置的具有通道的膜的一部分的显微图；
- [0023] 图9A和图9B是示出根据一些实施方案的膜支撑件的照片；
- [0024] 图10是通过图9A和图9B的膜支撑件安装到管道的柔性膜的照片；
- [0025] 图11是根据一些实施方案的膜支撑件的图示；
- [0026] 图12A和图12B分别示出了膜支撑件的又一个实施方案的端视图和侧视图；
- [0027] 图13示出了冷凝物管理系统的一部分，其描绘了膜支撑件的另一个实施方案；
- [0028] 图14示出了根据一些实施方案的膜支撑件的弯曲附接区域，该膜支撑件包括被构造成允许冷凝物从膜排出的冷凝物排出凹口；
- [0029] 图15示出了根据一些实施方案的冷凝物管理系统，该冷凝物管理系统包括便于更换柔性膜的机构；
- [0030] 图16A至16J是根据各种实施方案的卷曲膜的图像，该卷曲膜具有相对于膜的纵向轴线以不同角度取向的通道；
- [0031] 图17是示出对于各种样品随时间收集的水的量的图表；
- [0032] 图18A是示出样品A(20度通道)上的初始冷凝物滴的红外图像；
- [0033] 图18B示出处于稳定状态的样品A，其中水扩散到膜的边缘，从而增加了蒸发速率；
- [0034] 图19A是示出样品B(0度通道)上的初始冷凝物滴的红外图像；

[0035] 图19B示出了处于稳定状态的样品B,其中观察到水沿着夹具的前缘分布,然后在通道中向后(向上坡)芯吸,从而增加蒸发速率并主动输送冷凝物;

[0036] 图20A是示出样品F(没有通道)上的初始冷凝物滴的红外图像;以及

[0037] 图20B示出处于稳定状态的样品F。

[0038] 图未必按照比例绘制。图中使用的相似数字指代相似的部件。然而,应当理解,在给定图中使用数字指代部件不旨在限制另一图中用相同数字标记的部件。

## 具体实施方式

[0039] 以前已经采用了管理在食品加工设施中的顶部管道上形成的冷凝的若干方法。一种方法是使用吸收材料诸如附接到延伸杆的拖把头在冷凝形成时来周期性地干燥表面。考虑到冷凝的连续性和表面的高度,这种方法既耗时又耗力。此外,拖把很快就会饱和,需要经常更换。细菌污染可以通过拖把头沿着管道横向转移。第二种方法是使用橡胶刮刀或压缩空气物理地去除冷凝液滴。与拖地一样,这些实践是劳动密集型的,并将潜在污染的液滴转移到下面的表面。第三种方法是允许形成冷凝,但收集悬浮在管道下方的刚性金属滴盘中的下落液滴。为了保持卫生环境,必须定期移除、清洁和消毒盘,这也是劳动密集且耗时的。由于要求清洁和耐腐蚀,所以盘必须由耐用的非腐蚀性材料诸如不锈钢制成。不锈钢既昂贵又笨重,限制了在关键位置将滴盘使用到短的管道节段。

[0040] 本文公开的实施方案涉及使用柔性流体控制膜来收集和输送来自冷凝物产生表面诸如管道的冷凝物。根据一些实施方案,这些柔性膜可以在自由跨度中使用,仅由端部支撑件支撑。根据一些实施方案,柔性流体控制膜可以与最小或支撑结构一起使用,该最小或支撑结构设置在固定在支撑件之间的自由跨度中使用的端部支撑件之间。当在自由跨度中采用长而窄的柔性膜节段来收集和输送从冷凝物产生表面滴下的冷凝物时,会出现几个问题。在其中冷凝物产生表面横穿长距离并且基本上是水平的情形下,赋予引起接触膜的各个液滴的自发传输的相对大的斜率可以是不实际的。以较浅的斜率,水滴积聚,直到它们聚结并达到足以通过重力引起自发输送到低端的质量。当采用柔性膜输送水时,这种积聚质量会引起若干问题。首先,由积聚的水引起的负载在膜中产生下垂。太大的下垂会产生膜的低点,导致水在低点处积聚而不是被输送到低端。其次,随着水的质量增加,必须在膜中保持曲率以防止在横向负载下扭曲,从而导致汇集水的边缘释放。

[0041] 上述问题提出了材料挑战。需要刚性膜以使负载下的下垂最小化。然而,刚性膜倾向于平放,并且可难以在锚定点之间保持长距离的曲率。另一方面,柔顺膜(易拉伸)能够长距离保持曲率,但是在水滴聚结和输送之前可以更容易在积聚水的重量下下垂。

[0042] 本文描述的实施方案涉及使用柔性膜来捕获和输送流体诸如冷凝物。本公开中描述的冷凝物管理方法提高了膜上存在的水的蒸发速率,减少了水汇集的现象,减少了膜的下垂,主动输送水以减少对液滴聚结的需要,并且/或者由于膜中的微结构而在膜中引起曲率。此外,本文所述的冷凝物管理方法使用重量轻的柔性膜,从而允许在比金属滴盘更长的距离上收集冷凝物。在由柔性膜形成的檐槽中收集的冷凝物可以被引导到指定的收集点。可以通过在膜的表面上使用微复制毛细管通道蒸发和/或主动输送水来减少下垂。微复制结构还可以在张力作用下增加膜的曲率,减少聚结的冷凝液滴从膜的侧面排出的可能性。本文公开的流体控制膜是便宜的,因此可以丢弃和更换而不是清洁,从而节省劳动力并改

善食品加工环境内的卫生。

[0043] 图1A是示出根据一些实施方案的冷凝物管理系统100的部分的分解透视图的分解透视图,并且图1B是示出根据一些实施方案的冷凝物管理系统100的部分的侧视图。冷凝物管理系统100包括在第一支撑件121和第二支撑件122之间被拉伸并由第一支撑件121和第二支撑件122支撑的细长柔性膜110。如图1B所示,第一支撑件121和第二支撑件122彼此分开距离d。柔性膜110包括第一端部区域111和第二端部区域112,每个端部区域111,112沿着图1A和图1B中所示的y方向跨过膜110横向延伸。柔性膜110包括第一侧面113和第二侧面114,第一侧面113和第二侧面114沿着图1A和1B中的x方向在第一端部区域111和第二端部区域112之间纵向延伸。在一些实施方案中,柔性膜110仅由第一支撑件121和第二支撑件122支撑,其中第一支撑件121支撑柔性膜110的第一端部区域111,并且第二支撑件122支撑膜110的第二端部区域112。在一些实施方案中,柔性膜110在第一支撑件121和第二支撑件122之间的自由跨度过中纵向张紧。例如,膜110跨过横向y轴的宽度可以大于约5cm且小于约50cm。例如,膜110沿纵向x轴的长度可以大于约100cm且小于约1500cm。例如,膜宽度与膜长度的比率可以大于约0.0033且小于约0.5。例如,膜中的纵向张力可以在约2.5磅至约20磅的范围内。

[0044] 在一些实施方案中,柔性膜110包括设置在膜110的一个或两个表面115,116上的微通道117。在一些实施方案中,通道117a的纵向轴线可以基本上平行于膜110的纵向轴线。在一些实施方案中,通道117b的纵向轴线可以相对于膜110的纵向轴线沿非零角度放置。在一些实施方案中,膜110可包括沿纵向膜轴线放置的通道117a和相对于纵向膜轴线成角度的通道117b。微通道可以被构造成提供落在膜上的冷凝物的毛细管芯吸。在一些实施方案中,微通道117可以提供与重力相反的芯吸。在一些实施方案中,通道可以引起膜110的预定横向曲率。

[0045] 每个支撑件121,122包括具有弯曲的附接表面151a,152a的附接部分151,152。如图1A所示,每个支撑件121,122包括膜保持器131,132,其将膜110的端部区域111,112附接到支撑件121,122的附接部件151,152。膜的第一端部区域111通过第一膜保持器131附接到第一支撑件121的附接表面151a,并且膜110的第二端部区域112通过第二膜保持器132附接到第二支撑件122的附接表面152a。第一膜保持器131和第二膜保持器132具有与膜支撑件121,122的弯曲的附接表面151a,152a大致相同的曲率半径。如图1C的横截面细节图所示,膜110的第一端部区域111夹置在第一支撑件121的弯曲的附接表面151a和第一膜保持器131之间。类似地,膜110的第二端部区域112夹置在第二支撑件122的弯曲的附接表面152a和第二膜保持器132之间。在一些实施方案中,第一膜保持器131和第二膜保持器132柔性地适形于支撑件121,122的附接表面151a,152a。例如,在一些实施方式中,每个膜保持器131,132可包括带142、条带或夹具,其可围绕支撑件121,122张紧。在一些实施方式中,带142或条带可以与支撑件121,122中的凹陷部140对齐。当通道侧面具有低接触面积时,“握持”膜可具有挑战性。比带142或条带稍宽的支撑件121,122中的凹陷部140允许带142或条带更紧密地“夹紧”膜。这迫使膜具有两个直角,这有助于在张紧时使滑动最小化。

[0046] 在一些实施方案中,膜保持器可以是夹具,其附接到膜支撑件并通过弹簧力将膜固定到膜支撑件。在一些实施方案中,膜保持器被构造成使得膜保持器的至少一个端部可以快速地从膜支撑件的附接部分脱离,以允许快速更换流体控制膜。

[0047] 膜支撑件121,122还包括安装件161,162,安装件161,162将膜支撑件121,122附接到结构,使得膜110取向成捕获下落的冷凝物。在一些实施方案中,安装件161,162将膜支撑件121,122附接到冷凝物产生结构诸如管道。安装件也可以附接到用于支撑管道的结构。例如,较大的管道通常放置在与管道方向成90度的角铁支撑件的顶部上,而不是从天花板“悬挂”。在一些情形下,膜支撑件可以安装到管道支撑件上,而不是直接安装到管道上。当管道涂覆有绝缘层时,这种布置可以是有利的,以避免在将管道直接张紧在管道上时“压碎”绝缘层。如图1B和图2A所示,安装件162中的一个可以比另一个安装件161长,以向膜110提供预定的斜率。

[0048] 在图1A-1C的示例中,柔性膜110的第一侧面113和第二侧面114在第一端部区域111和第二端部区域112之间是自由的。

[0049] 根据一些实施方案,膜支撑件121d的附接部分151d的附接表面152d可以是基本上平坦的,如图1D所示。尽管有平坦的附接表面152d,但是当膜110包括微通道117d,118d,119d时,膜110仍然可以具有曲率,当保持时在纵向张力作用下,所述微通道设置在膜110的凹形表面115d和凸形表面116d中的一者或两者上。在任一个端部处,膜110夹在平坦的附接表面152d和膜保持器131之间。

[0050] 如图2A中最佳所示,冷凝物管理系统200a可相对于冷凝物产生结构190诸如管道安装,使得柔性膜110的纵向轴线向下成角度,其中向下方向是沿图2A中所示的垂直轴线的重力方向。膜110的纵向轴线的斜率可取决于管道的长度和管道所位于的空间或外壳的物理结构。例如,沿着水平轴线在B的距离上,膜可以沿着垂直轴线下降距离A。具有纵向毛细管通道的膜能够以比没有纵向通道的膜低得多的斜率输送液体。因此,具有纵向通道的膜可以布置成具有成角度通道的膜更小的斜率。在一些实施方案中,膜A/B的斜率可以在约0.01至约0.2的范围内。

[0051] 在一些实施方案中,膜的形状可用于在膜中产生斜率。现在参考图2B和图2C,在一些实施方案中,用于冷凝物管理的柔性膜210a可具有梯形形状,使得膜的一个端部212b比膜的另一个端部211b长,并且膜的侧面213b,214b不平行。如前所述,膜210b可包括设置在膜210b的一个或两个表面215,216上的一个或多个通道组217,218。

[0052] 在一些实施方案中,可以不使用膜支撑件,并且膜可以通过附接特征部诸如设置在膜角部中的孔附接到安装件。附接到膜的附接特征部的安装件仅在侧面上而不是沿着支撑件的整个半径张紧膜。

[0053] 图2C示出了图2B的膜210b在第一膜支撑件221和第二膜支撑件222之间弯曲和张紧之后的情况。在膜210b的第二端部212b处的膜支撑件222的弯曲的附接表面252a沿着垂直轴线比在膜210b的第一端部211b处的膜支撑件221的弯曲的附接表面251a长。较长的附接表面252a容纳较长的端部部分212b。在该实施方案中,膜支撑件221,222的延伸部分271,272可以具有相同的长度,使得当附接到基本上平行于水平轴线延伸的管道290时,膜210b的梯形形状使膜210b的凸形表面216的底部216b沿着重力方向向下倾斜(如图2C中的垂直轴所示)。

[0054] 如在图3中所示的膜110的横向横截面中最佳所见,柔性膜110沿y轴横向弯曲。膜110的曲率形成在第一侧面113和第二侧面114之间延伸的第一凹形表面115,以及在第一侧面113和第二侧面114之间延伸的相背对的凸形表面116。当如本文所述支撑和张紧时,膜

110具有曲率半径R,其可以基于弯曲膜110的侧面113,114与弯曲膜110的高度H之间的距离W来计算。如图3所示,膜的高度被测量为膜110的最低点与膜110的侧面113,114的顶部之间的距离。在一些情形下,膜110的曲率半径可以是支撑件121,122之间的距离d的函数。例如,膜100可具有约3cm至约10cm的平均曲率半径。

[0055] 例如,如图2A所示,膜110可以具有靠近第一支撑121的第一曲率半径R<sub>1</sub>;靠近第二支撑件的与R<sub>1</sub>不同的第二曲率半径R<sub>2</sub>;以及在第一支撑件121和第二支撑件122之间的中间点处(例如在膜110的中点处)的与R<sub>1</sub>和R<sub>2</sub>不同的第三曲率半径R<sub>m</sub>。第一曲率半径R<sub>1</sub>取决于第一支撑件121a的附接区域的曲率,并且第二曲率半径R<sub>2</sub>取决于第二支撑件的附接区域的曲率。第一支撑件和第二支撑件的附接区域的曲率可以相同或可以不同。

[0056] 在一些实施方案中,例如,在膜支撑件的附接表面是平坦的或略微弯曲的情况下,第一曲率半径R<sub>1</sub>和/或第二曲率半径R<sub>2</sub>可以是膜的最大曲率半径,并且第三曲率半径R<sub>m</sub>可以是由于微通道引起的侧面曲率和膜中的张力而发生的最小曲率半径。

[0057] 在一些实施方案中,例如,在膜支撑件的附接表面是弯曲的情况下,第一曲率半径R<sub>1</sub>和/或第二曲率半径R<sub>2</sub>可以是膜的最小曲率半径,并且第三曲率半径R<sub>m</sub>可以是由于侧面的横向下垂而发生的大曲率半径。例如,在一些实施方案中,膜的曲率半径的最大值可以小于第一支撑件和第二支撑件的弯曲的附接表面的曲率半径的约2倍或约5倍。

[0058] 横向下垂导致膜110的侧面113,114移开,从而增加膜的侧面113,114之间的距离W并且增加膜的曲率半径。支撑件121,122处的膜110的曲率半径与支撑件121,122的弯曲附接区域121a,122a的曲率半径基本上相同。膜110在与支撑件121,122间隔开的位置处的曲率半径是膜的刚度、膜的张力以及设置在一个或两个膜表面中的通道的配置和取向的函数。例如,与更柔性的膜相比,使用更硬的膜可以增加膜的曲率半径。然而,更柔性的膜的易于安装和维护方面在许多应用中可以是有用的。因此,膜的凹形表面和/或凸形表面中的通道的存在可以用于减小曲率半径并保持所需量的膜柔性。根据一些实施方案,包括通道的柔性膜的曲率半径小于没有通道的相同柔性膜的横向下垂,如在下面的示例部分中执行和报告的实验所示。

[0059] 通道可以设计成当通过在第一支撑件和第二支撑件之间被拉伸预定距离而在膜处于张力作用下时使具有预定刚度的柔性膜具有预定的曲率半径。膜中的通道可以除此之外或另选地被构造成促进在膜上下落或形成的冷凝物的移动,其中冷凝物的移动可以沿着重力方向和/或通过毛细管作用与重力相反。

[0060] 根据一些实施方式,通道可以设置在膜的凹形表面和/或凸形表面中的一者或两者上。在一些实施方案中,通道的纵向轴线布置成基本平行于柔性膜的纵向轴线。在一些实施方案中,通道可以是成角度的,这意味着通道的纵向轴线以与膜的纵向轴线的一定角度设置。在一些实施方案中,膜的凹形表面和/或凸形表面可包括基本上平行于膜的纵向轴线延伸的一些通道和相对于膜的纵向轴线成角度的一些通道。凹形表面和凸形表面中只有一个可以包括通道。在一些实施方案中,膜的凹形表面和凸形表面均可包括通道。例如,凹形表面可以包括成角度的通道,并且凸形表面可以包括纵向通道。膜的一个表面上的通道可以设计成提供第一特征,例如指定的曲率半径,并且膜的相对表面上的通道可以设计成提供第二特征,例如指定的毛细管容量。

[0061] 如上所述,在一些实施方案中,柔性膜可以在膜支撑件之间的自由跨度中张紧。另

选地,冷凝物管理系统可包括至少部分地支撑膜的框架。图4A和图4B示出了冷凝物管理系统400的剖视图和侧视图,冷凝物管理系统400包括框架,该框架包括被构造成至少部分地支撑膜的两个侧面113,114的两个框架部分471,472。在图4A的冷凝物管理系统400中,框架部分471,472在膜支撑件421,422之间延伸,并且附接到膜支撑件的附接部分451,452。

[0062] 现在转向图4C,在一些实施方案中,冷凝物管理系统400c包括设置在第一膜支撑件491和第二膜支撑件492之间的一个或多个辅助支撑件493。除了辅助支撑件493不拉紧膜410之外,辅助支撑件493可以类似于膜支撑件491,492。膜保持器494和辅助膜支撑件493的弯曲的附接表面495可以被构造成为膜410的底部和/或侧面提供支撑,而不对膜410施加足够的握持力,这将允许膜410被辅助支撑件493张紧。

[0063] 在改型方案中,对于已经包括刚性檐槽(例如金属檐槽)的加工设备,本文所述的柔性膜可以与刚性檐槽结合使用。例如,柔性膜可以设置在檐槽内,使得在一些情况下,刚性檐槽为膜的侧面和/或底部提供支撑。根据一些实施方案,柔性膜可以通过膜支撑件沿着檐槽张紧。另选地,在一些实施方案中,柔性膜可以设置在檐槽内而不张紧,以提供冷凝物的蒸发并且有助于通过移除和更换柔性膜来清洁檐槽。

[0064] 图5A示出了根据一些实施方案的平放的柔性膜510,该柔性膜510具有延伸跨过膜510的至少一个表面的通道530。如图5B的剖视图所示,通道530的边缘沿着膜510的基部530a上方的z轴上升以形成通道530,其中每个通道430在任一侧上具有沿着通道纵向轴线512延伸的脊520。在图5B中,脊520被示出为沿着基本上垂直于通道530的基部530a的z轴上升。另选地,在一些实施方案中,脊可以相对于通道的基部以非垂直的角度延伸。如图5A所示,通道的第一主脊和第二主脊520具有从通道530的底部基部表面530a到脊部520的顶部表面520a测量的高度h<sub>p</sub>。可以选择脊高度h<sub>p</sub>来为膜410提供耐久性和保护。在一些实施方案中,脊高度h<sub>p</sub>为约25μm至约3000μm,或约100μm至约200μm,横截面通道宽度w<sub>c</sub>为约25μm至约3000μm,并且横截面脊宽度w<sub>r</sub>为约30μm至约250μm。

[0065] 在一些实施方案中,如图5B所示,通道530的侧表面520b在横截面上可以是倾斜的,使得通道530的基部表面530a处的脊的宽度大于脊520的顶部表面520a处的脊的宽度。在这种情形下,通道530的基部530a处的通道530的宽度小于脊部520的顶部表面520a处的通道530的宽度。另选地,通道的侧表面可以是倾斜的,使得在通道的底部表面处的通道宽度大于在脊的顶部表面处的通道宽度。

[0066] 可以选择通道530的基部表面530a和膜510的相对表面510a之间的距离t<sub>v</sub>,以允许液滴被膜510芯吸,但仍然保持坚固的结构。在一些实施方案中,厚度t<sub>v</sub>小于约75μm厚,或者在约20μm和约200μm之间。在一些实施方案中,亲水表面结构或涂层550可以设置在基部530a、通道侧面520b并且在一些实施方案在通道顶部520a上,例如涂覆或等离子体沉积。

[0067] 在一些实施方案中,每组相邻脊520被等距地隔开。在其它实施方案中,相邻脊520的间距可以至少两个不同的距离隔开。根据一些实施方案,通道530的纵向轴线512与膜410的纵向轴线511相交以形成通道角度499。例如,角度599可以大于0度且小于约90度,或大于0度且小于约60度。为零的通道角度599将导致通道530的纵向轴线大致平行于膜的纵向轴线。在一些实施方案中,通道角度599小于约45度。在一些实施方案中,通道角度599在约5度和约30度、或约5度和约20度或约10度和约15度之间。在一些实施方案中,通道角度599为约20度。

[0068] 根据一些实施方案,通道530被构造成提供通道530中和跨过柔性膜510的流体的毛细管移动。毛细管作用芯吸流体以使其分散在整个膜510上,以便增加流体的表面与体积比,并使得能够更快速地蒸发。通道横截面、通道表面能和流体表面张力决定了毛细力。除此之外或另选地,根据一些实施方案,通道530被构造成当膜在张力作用下在支撑件之间被拉伸时提供并保持膜510的预定的曲率半径。

[0069] 图6是根据示例性实施方案的具有主要通道630和次要通道631的柔性膜610的剖视图。主要通道630和次要通道631由主脊620和次脊621限定,其中通道630,631和脊620,621沿着通道轴线延伸,该通道轴线相对于膜610的纵向轴线(例如,如前面结合图5A所讨论的x轴)形成角度 $\theta$ 。每个主要通道630由主要通道630的任一侧上的一组主脊620(第一和第二)限定。主脊620具有从通道630的基部表面630a至脊620的顶部表面620a测量的高度 $h_p$ 。

[0070] 在一些实施方案中,微结构设置在主要通道630内。在一些实施方案中,微结构包括设置在主要通道630的第一主脊和第二主脊620之间的次要通道631。次要通道631中的每一个与至少一个次脊621相关联。次要通道631可位于一组次脊621之间或位于次脊621和主脊620之间。

[0071] 主脊之间的中心至中心的距离 $d_{pr}$ 可以在约25 $\mu\text{m}$ 至约3000 $\mu\text{m}$ 的范围内;主脊和最近的次脊之间的中心至中心的距离 $d_{ps}$ 可以在约5 $\mu\text{m}$ 至约350 $\mu\text{m}$ 的范围内;两个次脊之间的中心至中心的距离 $d_{ss}$ 可以在约5 $\mu\text{m}$ 至约350 $\mu\text{m}$ 的范围内。在一些情况下,主脊和/或次脊可随着从基部的距离逐渐变细。基部的主脊的外表面之间的距离 $d_{pb}$ 可以在约15 $\mu\text{m}$ 至约250 $\mu\text{m}$ 的范围内,并且可以在约1 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 的范围内渐缩到更小的距离 $d_{pt}$ 。基部的次脊的外表面之间的距离 $d_{sb}$ 可以在约15 $\mu\text{m}$ 至约250 $\mu\text{m}$ 的范围内,并且可以在约1 $\mu\text{m}$ 至约25 $\mu\text{m}$ 的范围内渐缩到更小的距离 $d_{st}$ 。在一个示例中, $d_{pp}=0.00898$ 英寸(228 $\mu\text{m}$ ), $d_{ps}=0.00264$ 英寸(67 $\mu\text{m}$ ), $d_{ss}=0.00185$ 英寸(47 $\mu\text{m}$ ), $d_{pb}=0.00251$ 英寸(64 $\mu\text{m}$ ), $d_{pt}=0.00100$ 英寸(25.4 $\mu\text{m}$ ), $d_{sb}=0.00131$ 英寸(33.3 $\mu\text{m}$ ), $d_{st}=0.00100$ 英寸(25.4 $\mu\text{m}$ ), $h_p=0.00784$ 英寸(200 $\mu\text{m}$ ),并且 $h_s=0.00160$ 英寸(40.6 $\mu\text{m}$ )。

[0072] 次脊具有从通道630的基部表面530a至次脊621的顶部表面621a测量的高度 $h_s$ 。主脊620的高度 $h_p$ 可以大于次脊621的高度 $h_s$ 。在一些实施方案中,主脊的高度在约25 $\mu\text{m}$ 和约3000 $\mu\text{m}$ 之间或在约100 $\mu\text{m}$ 和约200 $\mu\text{m}$ 之间,并且次脊的高度在约5 $\mu\text{m}$ 和约350 $\mu\text{m}$ 之间,或者在约20 $\mu\text{m}$ 和约50 $\mu\text{m}$ 之间。在一些实施方案中,次脊621高度 $h_s$ 与主脊620高度 $h_p$ 的比率为约1:5。在一些实施方案中, $h_s$ 小于 $h_p$ 的一半。主脊620可以设计成为膜610提供耐久性以及保护次要通道631,次脊和/或其它微结构设置在主脊620之间。柔性膜610被构造成使流体分散在膜610的整个表面上以促进流体的蒸发。

[0073] 图7示出了根据示例性实施方案的具有脊和通道的冷凝物控制膜710的横截面。膜710包括V形通道730,其具有限定通道730的脊720。在该实施方案中,通道的侧表面720b设置为与正交于层表面的轴线(即图7中的z轴)成一定角度。如前所述,膜710的通道730和脊720沿着通道轴线延伸,该通道轴线相对于膜710的纵向轴线(例如,如前面结合图5A所讨论的x轴)形成角度 $\theta$ 。脊720可以彼此相距相等的距离。

[0074] 本文所述的通道可以预定图案复制,该预定图案形成一系列单独的开放毛细管通道,其沿着膜的一个或两个主表面延伸。在片材和膜中形成的这些微复制通道基本上沿着每个通道长度(例如从通道至通道)通常是均匀和规则的。膜或片材可以是薄的、柔性的、生

产成本有效的,可以形成为具有用于其预期应用的所需材料特性。

[0075] 本文讨论的柔性膜能够通过毛细管作用沿着通道自发地输送流体。影响流体控制膜自发地输送流体的能力的两个一般因素是: (i) 该表面的几何形状或外貌特征(通道的毛细现象、尺寸和形状) 和 (ii) 膜表面的性质(例如, 表面能)。为了实现所需量的流体输送能力, 设计者可调整流体控制膜的结构或外貌特征, 并且/或者调整流体控制膜表面的表面能。为了使通道通过由毛细作用进行的自发芯吸用于流体输送, 通道通常足够亲水以允许流体润湿通道的表面, 这些表面具有在流体和流体控制膜的表面之间的等于或小于90°的接触角。

[0076] 在一些实施方式中, 本文所述的流体控制膜可以使用允许连续和/或辊对辊膜制造的挤出压花工艺来制备。根据一种合适的方法, 可流动材料连续地与模塑工具的模塑表面线接触。模塑工具包括切入工具表面的压花图案, 该压花图案是流体控制膜为负性浮雕的微通道图案。多个微通道通过模塑工具在可流动材料中形成。可流动材料被固化以形成具有沿着纵向轴线的长度和宽度的伸长的流体控制膜, 该长度大于该宽度。微通道可以沿着相对于膜的纵向轴线形成大于0度并且小于90度的角度的通道纵向轴线而形成。在一些实施方案中, 该角度小于例如45度。

[0077] 可流动材料可从模头直接挤出至模塑工具的表面上, 使得可流动材料与模塑工具的表面线接触。可流动材料可包括, 例如, 各种可光致固化、热固化以及热塑性的树脂组合物。线接触由树脂的上游边缘限定并且随着模塑工具旋转而相对于模塑工具和可流动材料二者移动。所得流体控制膜可以是单层制品, 该单层制品可以被置于辊上以产生呈卷状物品形式的制品。在一些实施方式中, 该制造工艺还可以包括处理带有微通道的流体控制膜表面, 诸如等离子体沉积如本文公开的亲水涂层。在一些实施方式中, 模塑工具可以是辊或皮带并且与相对辊一起形成辊隙。模塑工具和相对辊之间的辊隙有助于将可流动材料压制为模塑图案。可以调整形成辊隙的间隙的间距以便有助于形成流体控制膜预先确定的厚度。有关用于公开的流体控制膜的适合制造工艺的另外信息描述于共同拥有的美国专利6,375,871和6,372,323中, 这些专利中的每一个的公开内容全文以引用方式并入本文。

[0078] 可以形成具有以各种图案布置的通道的膜。图8A至8C是根据各种实施方案的流体控制膜的概念图。图8D示出了具有如图8A所示布置的通道的膜的一部分的显微图。图8A示出了膜810a, 其具有主要通道830a和设置在主要通道830a内的次要通道820a。主要通道830a和次要通道820a取向成使得通道830a, 820a的纵向轴线基本上平行于膜810a的纵向轴线。

[0079] 图8B示出了具有三组通道(第一主要通道830b、第二主要通道840b和次要通道820b)的膜810a。三组通道830b, 840b, 820b中的两个或更多个可彼此流体连通。第一主要通道830b和次要通道820b的纵向轴线与膜810b的纵向轴线基本上对齐。如前面结合图8A所讨论的, 次要通道820b设置在第一主要通道830b内。第二主要通道840b的纵向轴线相对于膜810a的纵向轴线成角度。

[0080] 图8C描绘了另一种膜构造, 其包括分别布置在膜810c的第一节段811、第二节段812和第三节段813中的第一组891、第二组892和第三组893中的五组通道。包括第一组通道891的第一节段811布置在包括第二组通道892的第二节段812和包括第三组通道893的第三节段813之间。第一组891包括主要通道830c和设置在主要通道830c内的次要通道820c。通

道830c,820c取向成使得通道830c,820c的纵向轴线基本上平行于膜的纵向轴线进行取向。第二组通道892包括主要通道840c,该主要通道840c具有与膜810c的纵向轴线成一定角度设置的纵向轴线。第三组通道893包括设置在主要通道850c内的次要通道860c、次要通道860c和主要通道850c,其具有与膜810c的纵向轴线成一定角度设置的纵向轴线。通道850c和860c相对于膜810c的纵向轴线的角度可以与通道840c的角度相同或不同。

[0081] 根据一些实施方案,膜可以在膜的横向y轴和纵向x轴上具有基本上相同的刚度。在一些实施方案中,可以有用的是,膜具有比其它区域更硬的一些区域以减小横向刚度。例如,为了减少横向下垂,膜可任选地具有位于如图8A所示的膜810a的侧面813,814附近的更大刚度的区域880。

[0082] 本文讨论的流体控制膜可由适于浇铸或压花的任何聚合物材料形成,包括例如聚乙烯、聚丙烯、聚酯、共聚酯、聚氨酯、聚烯烃、聚酰胺、聚(氯乙烯)、聚醚酯、聚酰亚胺、聚酯酰胺、聚丙烯酸酯、聚乙酸乙烯酯、聚乙酸乙烯酯的水解衍生物等。具体实施方案使用聚烯烃,特别是聚乙烯或聚丙烯、它们的共混物和/或共聚物,以及丙烯和/或乙烯与少量其它单体的共聚物,诸如乙酸乙烯酯或丙烯酸酯诸如甲基和丙烯酸丁酯。聚烯烃易于复制浇注或压印辊的表面。它们是粗糙的、耐用的,并且很好地保持其形状,因此使此类膜易于在浇注或压花工艺后处理。亲水聚氨酯具有物理性能和固有的高表面能。另选地,流体控制膜可以由诸如聚氨酯、丙烯酸酯、环氧树脂以及硅树脂的热固性材料(可固化树脂材料)来铸造,并且由曝光辐射(例如,热、UV或E-电子束辐射等)或湿度来固化。这些材料可含有各种添加剂,包括表面能改性剂(诸如表面活性剂和亲水性聚合物)、增塑剂、抗氧化剂、颜料、剥离剂、抗静电剂等等。合适的流体控制膜还可以使用压敏粘合剂材料来制造。在一些情况下,通道可使用无机材料(例如,玻璃、陶瓷或金属)来形成。一般来讲,流体控制膜在暴露于流体时基本上保持其几何形状和表面特征。流体控制膜的合适刚度可以在约100磅/英尺/线性英寸和约1500磅/英尺/线性英寸之间的范围内。根据一些实施方案,横向刚度可以大于纵向刚度。当横向刚度大于纵向刚度时,可以在膜中引起所需量的横向曲率。

[0083] 在一些实施方案中,流体控制膜可包括特征改变添加剂或表面涂层。添加剂的示例包括阻燃剂、疏水剂、亲水剂、抗微生物剂、无机物、腐蚀抑制剂、金属颗粒、玻璃纤维、填料、粘土和纳米颗粒。

[0084] 可以修改膜的表面以确保足够的毛细力。例如,可以对表面进行改性以确保其足够亲水。膜通常可以进行改性(例如,通过表面处理、施用表面涂层或试剂),或掺入选择的试剂,使得膜表面具有亲水性,以便与含水流体呈现90度或更小或45度或更小的接触角。根据一些实施方案,柔性膜包括在一个或两个膜表面上的亲水涂层,其包含通过等离子体增强化学气相沉积(PECVD)沉积的有机硅烷。

[0085] 可以使用任何合适的已知方法在本发明的流体控制膜上获得亲水表面。可以采用表面处理,诸如表面活性剂的局部施用、等离子体处理,真空沉积,亲水性单体的聚合,将亲水性部分接枝到膜表面上,电晕或火焰处理等。另选地,在膜挤出时,可以将表面活性剂或其它合适的试剂与树脂共混作为改变内部特性的添加剂。通常,将表面活性剂掺入制备流体控制膜的聚合物组合物中,而不是依赖于局部施用表面活性剂涂层,因为局部施用的涂层可倾向于填充(即钝化)通道的凹口,从而干扰了本发明所涉及的所需流体流动。当施用涂层时,它通常很薄以促进结构化表面上的均匀薄层。可以并入聚乙烯流体控制膜中的表

面活性剂的示意性示例是TRITON<sup>TM</sup> X-100(可得自康涅狄格州丹伯里的联合碳化物公司(Union Carbide Corp., Danbury, Conn.)),例如,以约0.1重量%和0.5重量%之间使用的辛基苯氧基多乙氧基乙醇非离子型表面活性剂。

[0086] 适用于增加为本发明的建筑和建造应用所用的耐久性要求的其它表面活性剂材料包括Polystep<sup>®</sup> B22(可购自伊利诺伊州诺斯菲尔德的斯特潘公司(Stepan Company, Northfield, Ill.))和TRITON<sup>TM</sup> X-35(可购自康涅狄格州丹伯里的联合碳化物公司(available from Union Carbide Corp., Danbury, Conn.))。

[0087] 表面活性剂或表面活性剂的混合物可以施用到流体控制膜的表面或浸渍到膜中,以便调节流体控制膜的性质。例如,可希望使流体控制膜的表面比没有这种组分的膜更具亲水性。

[0088] 可以将表面活性剂诸如亲水性聚合物或聚合物的混合物施用到流体控制膜的表面上或浸渍到膜中,以便调节流体控制膜的性质。另选地,亲水单体可被添加至膜并且原位聚合以形成互穿聚合物网络。例如,亲水丙烯酸酯和引发剂可以被添加并且通过加热或光化辐射聚合。

[0089] 合适的亲水聚合物包括:环氧乙烷的均聚物和共聚物;含有乙烯基不饱和单体的亲水性聚合物,诸如乙烯基吡咯烷酮、羧酸、磺酸或膦酸官能丙烯酸酯如丙烯酸、羟基官能丙烯酸酯如羟乙基丙烯酸酯、乙酸乙烯酯及其水解衍生物(例如聚乙烯醇)、丙烯酰胺、聚乙氧基化丙烯酸酯等;亲水性改性纤维素以及多糖诸如淀粉和改性淀粉、葡聚糖等。

[0090] 如上所述,可以将亲水性硅烷或硅烷混合物施用到流体控制膜的表面或浸渍到膜中,以便调节流体控制膜的性质。合适的硅烷包括美国专利号5,585,186中公开的阴离子硅烷,以及非离子或阳离子亲水性硅烷。

[0091] 关于适用于本文讨论的微通道流体控制膜的材料的另外信息描述于共同拥有的美国专利公布2005/0106360,该专利公布以引用方式并入本文。

[0092] 在一些实施方案中,亲水涂层可以通过等离子体沉积而沉积在流体控制膜的表面上,其可以分批方法或连续方法发生。如本文所用,术语“等离子体”意指指部分电离的气态或流体状态的包含反应性物种的物质,所述反应性物种包括电子、离子、中性分子、自由基以及其它激发态的原子和分子。

[0093] 一般来讲,等离子体沉积涉及在减压条件(相对于大气压)下移动流体控制膜通过填满一种或多种气态含硅化合物的室。向与膜相邻定位或者与膜接触的电极提供功率。这产生了电场,该电场由气态含硅化合物形成富含硅的等离子体。

[0094] 然后来自等离子体的电离分子朝向电极加速并且撞击流体控制膜表面。由于这种影响,电离的分子与表面反应并共价键合,形成亲水涂层。等离子体沉积亲水涂层的温度相对较低(例如,约10°C)。这是有益的,因为已知供选择的沉积技术(例如,化学气相沉积)所需要的高温会降解适用于多层膜12的许多材料诸如聚酰亚胺。

[0095] 等离子体沉积的程度可取决于多种工艺因素,诸如气态含硅化合物的组成、其它气体的存在、流体控制膜表面等离子体的暴露时间、提供给电极的功率电平、气体流速以及反应室压力。这些因素相应地有助于确定亲水涂层的厚度。

[0096] 亲水涂层可包括一种或多种含硅材料,诸如硅/氧材料、类金刚石玻璃(DLG)材料及它们的组合。用于沉积硅/氧材料的层的合适气态含硅化合物的示例包括硅烷(例如,

SiH<sub>4</sub>)。用于沉积DLG材料层的合适的气态含硅化合物的示例包括在反应室56的减小压力下处于气态的气态有机硅化合物。合适的有机硅化合物的示例包括三甲基硅烷、三乙基硅烷、三甲氧基硅烷、三乙氧基硅烷、四甲基硅烷、四乙基硅烷、四甲氧基硅烷、四乙氧基硅烷、六甲基环三硅氧烷、四甲基环四硅氧烷、四乙基环四硅氧烷、八甲基环四硅氧烷、六甲基二硅氧烷、双三甲硅烷基甲烷及它们的组合。特别合适的有机硅化合物的示例包括四甲基硅烷。

[0097] 在使用气态含硅化合物完成等离子体沉积后,气态的非有机化合物可继续用于等离子体处理以便从沉积材料去除表面甲基基团。这增加了所得亲水涂层的亲水性。

[0098] 关于用于将亲水性涂层施用至如本公开讨论的流体控制膜的材料和方法的另外信息描述于共同拥有的美国专利公布2007/0139451,该专利公布以引用方式并入本文。

[0099] 图9A和图9B是示出根据一些实施方案的膜支撑件921的照片。图10是通过图9A和图9B的膜支撑件921安装到管道1070的柔性膜1010的照片。膜支撑件921可以被构造成使得膜1010可以可移除方式附接到膜支撑件921,从而允许膜附接到管道,随后将膜移除并用新的膜更换。

[0100] 膜支撑件921包括附接部分951,附接部分951包括弯曲的附接表面951a,连接部分951b在弯曲的附接表面951a的端部之间延伸并连接弯曲的附接表面951a的端部。膜支撑件921还包括膜保持器931,该膜保持器931被构造成将细长柔性膜(图9A和图9B中未示出)的端部附接到弯曲的附接表面951a处的附接部件951。图9A和图9B中所示的膜保持器931包括至少一个条带,该条带至少部分地环绕附接部件951。

[0101] 将柔性膜附接到弯曲的附接表面951a赋予柔性膜曲率。在一些实施方案中,弯曲的附接表面951a的曲率半径在约3cm和约10cm或约5cm之间。弯曲的附接表面951a和膜保持器931被构造成一起操作以固定柔性膜,使得膜在张力作用下延伸远离附接区域。膜保持器931可以通过螺钉931a或其它机构抵靠弯曲的附接表面951a张紧。

[0102] 膜支撑件921包括一个或多个安装特征部961,其被构造成以一定取向相对于冷凝物形成表面安装膜支撑件,该取向允许在冷凝物形成表面上形成的冷凝物掉落到膜的凹形表面上。在该实施方案中,安装特征部961附接到附接部件951的连接部分951b。图9A、图9B和图10中所示的安装特征部961是将膜支撑件921附接到具有冷凝物产生表面的管道1070的支架。支架961包括至少一个弯曲部分,在图9A和图9B中示为弯曲部分961a,961b,其被构造成至少部分地环绕管道1070。弯曲部分961a,961b可以在安装在管道1070上之后通过螺钉961c或其它机构紧固在一起。

[0103] 图11示出了膜支撑件1121的另一个实施方案。膜支撑件1121包括具有弯曲的附接表面1151a的附接部分1151。膜保持器1131被构造成抵靠弯曲的附接表面1151a安装,使得膜(图11中未示出)通过摩擦保持在膜保持器1131和弯曲的附接表面1151a之间。如图11所示,膜支撑件1121可包括两个或更多个紧固件1131a,1131b,其将膜保持器1131附接到附接部分1151。这些紧固件1131a,1131b可以是将膜保持器附接到附接部分的任何类型的紧固件。在一些实施方案中,一个紧固件1131a可以被构造成使得膜保持器1131的一个端部更难以从附接部分1151分离,并且另一个紧固件1131b可以被设计成使得膜保持器1131的另一个端部可以容易地从附接部分1151分离。

[0104] 安装部分1161被构造成将膜支撑件1121安装到管道或其它冷凝物产生表面。如图11所示,在一些实施方案中,安装部分1161包括第一弯曲部分1161a和第二弯曲部分1161b,

其可以围绕管道夹紧并通过螺钉或其它紧固件1161c附接在一起。延伸部分1171将安装部分1161和附接部分1151分开，并且可以具有可变长度，以便于为膜提供斜率，如先前在图2中所示。

[0105] 图12A和图12B分别示出了膜支撑件1121的另一个实施方案的端视图和侧视图。膜支撑件1221包括具有弯曲的附接表面1251a的附接部分1251。膜保持器1231被构造成抵靠弯曲的附接表面1251a安装，使得膜（图12A和图12B中未示出）通过摩擦保持在膜保持器1231和弯曲的附接表面1251a之间。如前所述，保持器1231可以与附接表面1251a中的凹陷部（参见图1B中的元件140）对齐，以增加对膜的握持。如图12A和图12B所示，膜保持器1231可包括位于一个侧面上的铰链1231a和位于另一个侧面处的闩锁1231b，铰链1231a和闩锁1231b被构造成以一种方式将膜保持器1231附接到附接部分1251，使得提供了膜保持器1231的闩锁侧与附接部分1251的快速断开。安装部分1261被构造成将膜支撑件1221安装到管道或其它冷凝物产生表面。安装部分1261包括第一弯曲部分1261a和第二弯曲部分1261b，其可以围绕管道夹紧并且通过闩锁1261c或其它快速断开机构附接在一起。延伸部分1271将安装部分1261和附接部分1251分开。

[0106] 图13示出了冷凝物管理系统1300的一部分，其描绘了膜支撑件1321的另一个实施方案。在该实施方案中，膜支撑件1321包括U形支架1370，该支架1370包括上部部分1372、下部部分1373和连接上部部分1372和下部部分1373的延伸部分1371。上部部分1372附接到管道1390（或其它结构）以使膜1310相对于冷凝物产生表面定向，使得来自冷凝物产生表面的冷凝物掉落到膜1310上。如图13所示，当膜支撑件1321附接到管道1390时，U形支架1370的上部部分1372可以通过环绕管道1390的一个或多个夹具1362固定到管道1390。膜支撑件1321包括第二支架1364，该第二支架1364将U形支架1370的下部部分1373附接到膜支撑件1321的附接部分1351。U形支架1370的下部部分包括多个孔1363，并且第二支架1364包括至少一个孔1365a。膜1320通过膜保持器1331附接到附接部分1351的弯曲的附接表面1371a。通过沿着U形支架1370的下部部分1373前后滑动附接部分1351和第二支架1365，可以将膜1310中的张力调节到适当的张力。当达到膜1310中的所需张力时，可以将螺栓或锁1365插入穿过第二支架1364的至少一个孔1365a并且插入U形支架1370的下部部分1373的孔1363中的一个中，以在期望量的张力作用下锁定膜1310的位置。在一些另选的实施方案中，U形支架1370可以不包括孔1363，并且支撑件1321通过螺栓1365保持就位，该螺栓1365抵靠U形支架1370的下部部分张紧。在一些另选的实施方案中，可以存在棘轮机构1366，其设置在第二支架1364和膜支撑件附接部分1351的上表面之间。棘轮机构1366可以允许膜在一个方向上张紧并且在脱离之前不会向后滑动。

[0107] 如图14所示，膜支撑件1421的弯曲附接区域1451a可包括一个或多个冷凝物排出凹口1452，其被构造成允许冷凝物从膜1410排出。当在膜的端部处收集相对大量的冷凝物时，排出凹口1452减少了附接部件1451的边缘处的冷凝物的积聚。排出凹口1452延伸穿过附接部件1451，形成一个或多个流动通道，在一些实施方案中，所述流动通道与膜的纵向轴线基本上对齐。（参见图1C）。如图1C中最佳所示，根据一些实施方案，一个或多个排出凹口1452可以流体联接到排水管道1453，该排水管道1453将行进通过排出凹口的冷凝物引导到适当的容器中。

[0108] 如图15中概念性地所示，在一些实施方案中，冷凝物管理系统1500包括便于更换

柔性膜1510的机构。图15示出了通过第一膜支撑件1521和第二膜支撑件1522附接到冷凝物产生管道1570的柔性膜1510。膜更换机构1580包括输入辊1581，其以卷起的形式保持一定量的柔性膜1510。膜更换机构1580还包括保持废膜的废料辊1582。当更换膜1510时，废料辊1582可以手动或自动旋转，从而将清洁膜从输入辊1581拉到膜支撑件1521,1522之间的适当位置，同时将用过的膜卷到废料辊1582上。在一些实施方案中，输入辊1581和废料辊1582可被锁定到适当位置以张紧膜1510。

[0109] 在图15的实施方案(或本文公开的其它实施方案，诸如图1A-1D、图2C和图4A-4C中所示的实施方案)中，冷凝物可以通过在膜1510中冲压的孔1511排出。以这种方式，膜1510可在到达废料辊1582或其它膜支撑件之前排出。如果孔恰好位于支撑件的前面，则这种实施方式不需要排出凹口。

[0110] 实施例

[0111] 微通道膜的制备

[0112] 通过如上所述的挤出压花工艺形成微通道膜。基于每种树脂的熔体流动性质选择挤出温度、辊温度和辊隙力。使用化学增强等离子体气相沉积方法如本文所述进行样品A的表面亲水化。通过在挤出期间向聚合物树脂添加0.5重量%的Triton X-35来实现样品B的亲水化。微通道几何形状在图8D的照片中描绘。简而言之，该结构包括由三个小通道分开的一系列主要通道。表1中描述了材料、基膜厚度和主要通道高度。

表 1

样品	聚合物	商品名	通道角度 (相对于顺维方向的度数)	基膜厚度 (微米)	主要通道高度	亲水化
A	低密度聚乙烯	Dow 955i	20	100	170	PECVD
B	低密度聚乙烯	18BOA	0	50	190	表面活性剂
C	聚丙烯抗冲共聚物	CN700-35N	20	75	170	无
D	共聚酯	Eastar 6763	20	50	25	无
E	聚醚型热塑性聚氨酯 (TPU)	Estane 58212	20	125	170	无
F	聚酯	Melinex 454	无	75	没有通道	无

A ) 陶氏化学公司(Dow Chemical Company)。B ) 伊士曼柯达公司(Eastman Kodak) C ) 宾夕法尼亚洲费城的美国布拉斯科公司(Braskem America, Philadelphia, PA) D ) 田纳西州金斯波特的伊士曼化学公司(Eastman Chemical Company, Kingsport TN) E ) 俄亥俄州克利夫兰市的路博润高级材料公司(Lubrizol Advanced Materials Corporation, Cleveland, OH) F ) 弗吉尼亚州切斯特的杜邦帝人薄膜公司(DuPont Teijin Films, Chester, VA)。

[0114] 拉伸测试

[0115] 使用1000N测力传感器 (MTS Systems Corporation, Eden Prairie MN) 在单轴万

能试验机上进行拉伸测试。从具有顺维或横维取向的膜卷切下6英寸×1英寸的样品。将膜样品夹在夹持件中,其中标距为4英寸。样品以每分钟2英寸的长度伸长,其中数据在10HZ下收集。样品刚度计算为初始0.5%伸长率下的负载(1bf)对应变(英寸/英寸)的影响,并在表3中进行报告。

[0116] 膜锚组件

[0117] 通过3D打印制造如图9A和图9B所示的膜支撑件。支撑件包括5.1cm半径的曲率半圆,其具有连接半圆形开口端的平面节段。夹式管道机库附接在平面节段的中心点处。两个软管夹具附接在距半圆形截面的每个边缘约1/8英寸处。

[0118] 实施例1.膜曲率

[0119] 将两个膜支撑件放置在2.5英寸直径的镀锌钢管上,间隔8英尺,并且通过张紧膜支撑件的安装支架螺栓来固定。使用软管夹具作为膜保持器将4英寸宽的膜样品固定到膜支撑件。将安装支架螺栓松开在一个膜支撑件上,并通过用吊秤(Cabela's Digital Scale,产品编号IK-130100)拉动膜支撑件来张紧膜,直到达到10磅的张力。然后张紧安装支架螺栓,以将支架固定在适当的位置,其中膜处于张力作用下。通过使用如图3所示的数字卡尺测量膜的宽度(W)和高度(H)来确定支架之间的中点(4英尺)处的膜的曲率。如图3中的公式所示计算曲率半径(R)。宽度、高度和计算的曲率半径在表2中示出。

[0120] 表2:膜曲率测量

膜	通道侧面	宽度(mm)	高度(mm)
C	面向管道	79	26
C	面向下	102	-4 (向下弯曲)
A	面向管道	87	21
A	面向下	97	14
B	面向管道	87	22
B	面向下	89	21
F	没有通道	100	11
E	面向管道	81	24

E	面向下	97	11
D	面向管道	101	11
D	面向下	102	12

[0123] 表3:计算的中点处的膜曲率半径、通道取向和膜刚度之间的关系。

膜	面向管道的通道的曲率半径 (cm)	远离管道的通道的曲率半径 (cm)	顺维刚度 (每英寸宽度的磅力)	横维刚度 (每英寸宽度的磅力)
[0124]	C: 聚丙烯 20 度	4.3	-31.8 (向下卷曲)	932
	A: 聚乙烯 20 度	5.5	9.2	201
	B: 聚乙烯 0 度	5.5	5.7	216
	E: 聚氨酯 20 度	4.7	11.4	122
	D: PETg 20 度	12.4	11.1	1126
	F: Melinex PET 3 mil (无通道)	12.4	未执行 (没有通道)	946
			1847	2110

[0125] 这些结果表明,对于样品A、C和E,当面向管道而不是背离管道取向时,在20度处成角度的通道在中点处显示出更大的曲率。对于样品C的效果最明显,样品C在管夹具的相反方向上卷曲,同时通道背离管道。由成角度的通道引起的卷曲有利于防止膜在输送到低端之前或期间水积聚时横向扭转。

[0126] 为了进一步表征通道角度和膜卷曲之间的关系,通过使用量角器用剃刀切割膜来制备2英寸宽×24英寸长的膜A样品,以10度增量制备样品,0度定义为通道延伸膜的长度(平行于边缘)运行并且90度垂直于膜的边缘。通过将膜包裹在0.5cm直径的塑料棒周围并将膜固定在安装到管道夹支架的挤压铝支架的凹槽中,将膜安装在线性(非弯曲)保持器中。通过张紧螺栓将一个支架固定到管道。如实施例1中所述将膜张紧至5磅的力,并如表4中所报告的测量支架之间的中点处的高度。负值表示远离膜的通道侧面卷曲,正值表示朝向通道卷曲。卷曲膜的图像显示在图16A至图16J中,其中图16A示出了具有相对于膜的纵向轴线以0度取向的通道的膜的图像;图16B示出了具有相对于膜的纵向轴线以10度取向的通道的膜的图像;图16C示出了具有相对于膜的纵向轴线以20度取向的通道的膜的图像;图16D示出了具有相对于膜的纵向轴线以30度取向的通道的膜的图像;图16E示出了具有相对于膜的纵向轴线以40度取向的通道的膜的图像;图16F示出了具有相对于膜的纵向轴线以50度取向的通道的膜的图像;图16G示出了具有相对于膜的纵向轴线以60度取向的通道的膜的图像;图16H示出了具有相对于膜的纵向轴线以70度取向的通道的膜的图像;图16I示出了具有相对于膜的纵向轴线以80度取向的通道的膜的图像;并且图16J示出了具有相对于膜的纵向轴线以90度取向的通道的膜的图像。在张紧之前,在膜上绘制了描绘通道取向的一系列线条。在中点处在膜上绘制垂直黑线以有助于膜卷曲的可视化。

[0127] 表4.卷曲与通道角度的关系

通道角度 (度, 相对于膜边缘)	高度(mm)
0	-1
10	0.5
20	3
30	7
40	5
50	2
60	-9
70	-13
80	-15
90	-13

[0129] 实施例2. 负载下的膜垂

[0130] 如实施例1中所述,膜样品在弯曲的膜锚之间张紧。使用数字卡尺测量膜在中点处高于参考高度的高度。在膜的中点处加入20克水,并且测量高度。如表5中所报告的,通过从没有水的高度减去有水的高度来计算垂度。

[0131] 表5: 负载下的膜垂

膜	具有 20 克水的面向管道的垂度 (mm)	顺维刚度 (每英寸宽度的磅力)
C: 聚丙烯 20 度	5.4	932

A: 聚乙烯 20 度	5.7	201
B: 聚乙烯 0 度	6.6	216
E: 聚氨酯 20 度	6.9	122
D: PETg 20 度	3.5	1126
F: Melinex PET 3 mil (无通道)	2.8	1847

[0134] 该实施例表明,较硬的膜具有比弹性膜更少的垂度。实际上,具有更多垂度的膜将需要更陡的斜率以确保将水输送到膜的低端。

[0135] 实施例3. 冷凝物输送

[0136] 如实施例1所述固定和张紧4英寸宽的膜,其中夹具之间的间隔距离为120cm。一个端部上的管支撑件降低,在膜长度上产生4厘米的下落距离(3.3%斜率)。管道用软管接头封盖,并使用循环冷却器(北卡罗来纳州阿什维尔(Ashville, NC)的Neslab Theromoflex 1400)冷却至49.5F的平均表面温度。环境条件是空气温度为72F,相对湿度为58%至59%之间。将天平置于低端处的夹具下方。为了便于冷凝的释放,使用如图14所示的圆锉在夹具中产生平行于管道方向直径约2mm的小通道。在管道上形成的冷凝被膜捕获并且输送到低端,在那里将其收集在天平上的烧杯中。在开始收集数据之前,允许冷凝、滴落和输送达到稳定状态(收集约10克水)。在达到稳定状态后,记录在烧杯中积聚的水的质量180分钟,如图17和表6中所示。如图18A至图20B所示,对于膜A、B和F,获得在初始状态和稳定状态冷凝时膜上的水的红外图像。图18A是示出样品A(20度通道)上的初始冷凝物滴的红外图像。图18B示

出于稳定状态的样品A,其中水扩散到膜的边缘,从而增加了蒸发速率。图19A是示出样品B(0度通道)上的初始冷凝物滴的红外图像。图19B示出处于稳定状态的样品B。对于样品B,观察到水沿着夹具的前缘分布,然后在通道中向后(向上坡)芯吸,从而增加蒸发速率并主动输送冷凝物。图20A是示出样品F(无通道)上的初始冷凝物滴的红外图像。图20B示出处于稳定状态的样品F。可以在图20B的图像中观察到液滴聚结。观察到另外的液滴沉积在聚结区域中直至发生液体迁移。当迁移液体移动到低端时,它与液体路径中的液滴熔合。在每次迁移事件之后,模式重复出现。

[0137] 本公开中描述的项目包括以下项目。

[0138] 项目1.一种冷凝管理系统,包括:

[0139] 细长柔性膜,所述细长柔性膜被构造成在沿所述膜的纵向轴线的张力作用下在第一膜支撑件和第二膜支撑件之间被拉伸,所述膜包括:

[0140] 第一端部和第二端部,所述第一端部和所述第二端部跨过所述膜的宽度横向延伸;

[0141] 第一侧面和第二侧面,所述第一侧面和所述第二侧面在所述第一端部和所述第二端部之间纵向延伸;

[0142] 凹形表面和相背对的凸形表面,所述凹形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸,所述相背对的凸形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸;和

[0143] 微通道,所述微通道设置在所述凹形表面和所述凸形表面中的至少一者中,所述微通道布置为与所述膜的所述纵向轴线成大于零的角度,并且被构造成当所述膜在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间被纵向拉伸时在所述膜的所述凹形表面和所述凸形表面中引起预定的曲率半径。

[0144] 项目2.根据项目1所述的系统,其中除了由所述第一支撑件和所述第二膜支撑件支撑之外,所述膜的所述侧面是不受支撑的。

[0145] 项目3.根据项目2所述的系统,其中所述预定的曲率半径是所述第一支撑件和所述第二支撑件之间的距离的函数。

[0146] 项目4.根据项目3所述的系统,其中:

[0147] 所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件中的每一者具有基本上平坦的附接表面,所述柔性膜的所述第一端部和所述第二端部分别附接到所述基本上平坦的附接表面;

[0148] 所述膜的所述曲率半径的最小值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间的所述膜的纵向中间点处;并且

[0149] 所述曲率半径的最大值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件附近。

[0150] 项目5.根据项目3所述的系统,其中:

[0151] 所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件中的每一者具有弯曲的附接表面,所述柔性膜的所述第一端部和所述第二端部分别附接到所述弯曲的附接表面;

[0152] 所述膜的所述曲率半径的最小值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件中的至少一者附近;并且

[0153] 所述膜的所述曲率半径的最大值出现在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间的所述膜的中间点处。

[0154] 项目6.根据项目5所述的系统,其中所述膜的所述曲率半径的所述最大值小于所

述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件的所述附接表面的曲率半径的约五倍。

[0155] 项目7.根据项目1至6中任一项所述的系统,其中所述膜以可移除方式附接到所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件。

[0156] 项目8.根据项目1至7中任一项所述的系统,其中所述微通道沿着所述膜的所述凹形表面和所述膜的所述凸形表面中的一者或两者延伸。

[0157] 项目9.根据项目1至8中任一项所述的系统,还包括第二组微通道,其中所述微通道的纵向轴线基本上平行于所述膜的纵向轴线。

[0158] 项目10.根据项目1至9中任一项所述的系统,其中所述微通道的纵向轴线设置为与所述膜的纵向轴线成大于0度且小于约60度的角度。

[0159] 项目11.根据项目1至10中任一项所述的系统,其中所述膜的底部在所述第一膜支撑件和所述第二膜支撑件之间沿重力方向向下倾斜。

[0160] 项目12.根据项目11所述的系统,其中所述膜的向下斜度在约0.01和0.2之间。

[0161] 项目13.根据项目1至12中任一项所述的系统,其中所述膜的沿纵向轴线和横向轴线中的一者或两者的刚度在约100磅每英尺每线性英寸和约1500磅每英尺每线性英寸之间。

[0162] 项目14.根据项目1至13中任一项所述的系统,其中所述膜包含聚乙烯、聚丙烯、聚酯、共聚酯和聚氨酯中的至少一种。

[0163] 项目15.根据项目1至14中任一项所述的系统,其中所述膜的宽度与长度之比大于约0.01且小于约0.5。

[0164] 项目16.根据项目1至15中任一项所述的系统,其中所述膜中的所述纵向张力在约2.5磅和约12磅之间。

[0165] 项目17.根据项目1至16中任一项所述的系统,其中所述膜的所述表面中的至少一个是亲水的。

[0166] 项目18.根据项目17所述的系统,其中所述亲水表面包括有机硅烷涂层。

[0167] 项目19.根据项目1至18中任一项所述的系统,其中所述微通道中的至少一些是毛细管通道,所述毛细管通道被构造成克服重力芯吸所述通道中的冷凝物。

[0168] 项目20.一种冷凝管理系统,包括:

[0169] 第一膜支撑件;

[0170] 第二弯曲膜支撑件,所述第二弯曲膜支撑件与所述第一支撑件隔开一定距离;

[0171] 细长柔性膜,所述细长柔性膜在所述第一支撑件和第二支撑件之间被拉伸,所述膜包括:

[0172] 第一端部,所述第一端部跨过所述膜横向延伸,所述第一端部由所述第一支撑件支撑;

[0173] 第二端部,所述第二端部跨过所述膜横向延伸,所述第二端部由所述第二支撑件支撑;

[0174] 第一侧面和第二侧面,所述第一侧面和所述第二侧面在所述第一端部和所述第二端部之间纵向延伸;

[0175] 凹形表面,所述凹形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸;

[0176] 相背对的凸形表面,所述凸形表面在所述第一侧面和所述第二侧面之间延伸。

[0177] 项目21.根据项目20所述的系统,其中除了由所述第一支撑件和所述第二支撑件支撑之外,所述膜的所述侧面是不受支撑的。

[0178] 项目22.根据项目20至21中任一项所述的系统,其中:

[0179] 所述第一膜支撑件具有与所述膜的所述第一端部附接的弯曲的附接表面;并且

[0180] 所述第二膜支撑件具有与所述膜的所述第二端部附接的弯曲的附接表面。

[0181] 项目23.根据项目20至22中任一项所述的系统,其中所述膜的横向刚度小于所述膜的纵向刚度。

[0182] 项目24.根据权利要求20所述的系统,还包括设置在所述膜的所述凹形表面和所述凸形表面中的至少一者中的微通道,所述微通道被构造成在所述凹形表面和所述凸形表面中引起预定的曲率半径。

[0183] 项目25.根据项目24所述的系统,其中所述微通道是毛细管通道,所述毛细管通道被构造成克服所述重力芯吸流体。

[0184] 项目26.一种冷凝管理装置,包括:

[0185] 附接部分,所述附接部分包括弯曲的附接表面;

[0186] 膜保持器,所述膜保持器被构造成将细长柔性膜的端部附接到所述弯曲的附接表面,所述弯曲的附接表面被构造成使所述柔性膜弯曲,所述弯曲的附接表面和所述膜保持器被构造成一起操作以固定所述柔性膜,使得所述膜在张力作用下延伸远离所述附接部分;和

[0187] 安装部分,所述安装部分机械地联接到所述附接部分并且被构造成相对于冷凝物形成表面以一定取向安装所述冷凝管理装置,使得在所述冷凝物形成表面上形成的冷凝物掉落到所述膜的凹形表面上。

[0188] 项目27.根据项目26所述的装置,其中所述弯曲的附接表面包括一个或多个冷凝物排出凹口,所述冷凝物排出凹口被构造成允许所述冷凝物从所述膜排出。

[0189] 项目28.根据项目26至27中任一项所述的装置,其中:

[0190] 所述冷凝物形成表面是管道的表面;并且

[0191] 所述安装部分被构造成至少部分地环绕所述管道。

[0192] 项目29.根据项目26至28中任一项所述的装置,其中所述膜保持器包括至少部分地环绕所述弯曲表面的条带。

[0193] 项目30.根据项目26至29中任一项所述的装置,其中所述弯曲的附接表面的曲率半径在约3cm和约10cm之间。

[0194] 项目31.根据项目26至30中任一项所述的装置,其中所述冷凝管理装置包括被构造成便于更换所述膜的机构,所述更换机构包括:

[0195] 供应辊,所述供应辊保持一定量的所述膜;

[0196] 废料辊,其中所述废料辊的旋转从所述供应辊抽取消洁的膜,同时将用过的膜储存在所述废料辊上。

[0197] 除非另外指明,否则本说明书和权利要求书中所使用的表达特征尺寸、量和物理特性的所有数在所有情况下均应理解成由术语“约”修饰。因此,除非有相反的说明,否则在上述说明书和所附权利要求书中列出的数值参数均为近似值,这些近似值可根据本领域的技术人员利用本文所公开的教导内容来寻求获得的期望特性而变化。由端点表述的数值范

围的使用包括该范围内的所有数字(例如,1至5包括1、1.5、2、2.75、3、3.80、4和5)以及该范围内的任何范围。

[0198] 这些实施方案的各种修改和更改对于本领域中的技术人员将是显而易见的,并且应当理解,该公开的范围不限于本文所阐述的例示性实施方案。例如,读者应当认为一个公开的实施方案中的特征部也可应用于所有其它公开的实施方案,除非另外指明。

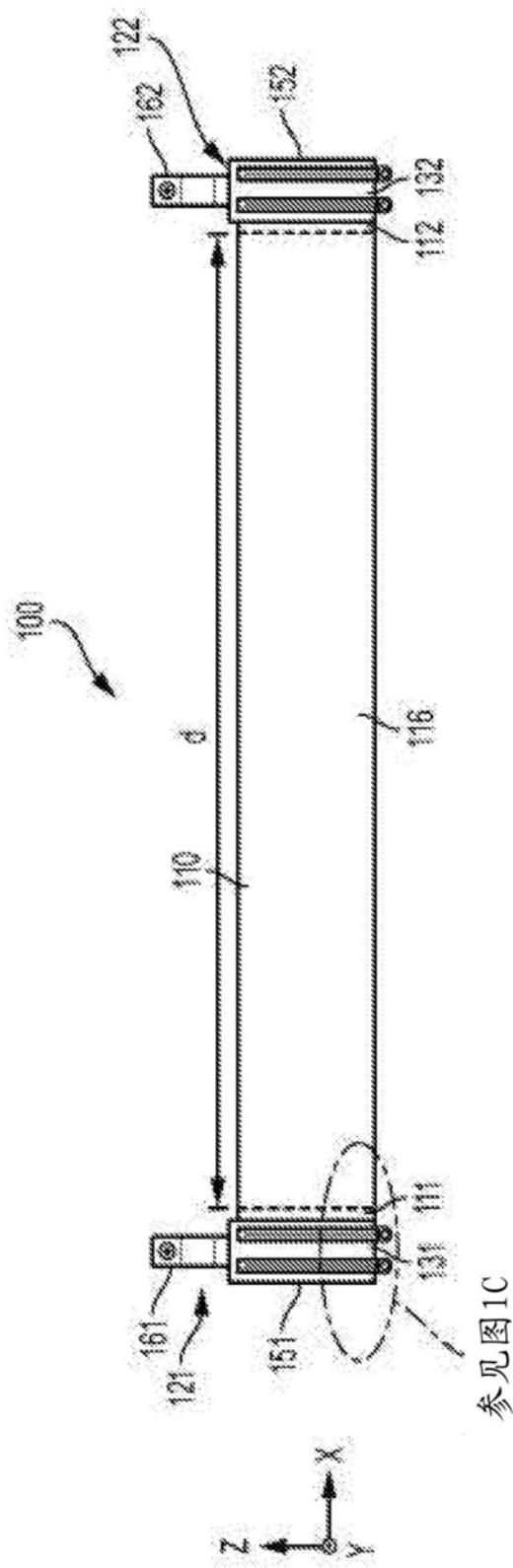


图1A

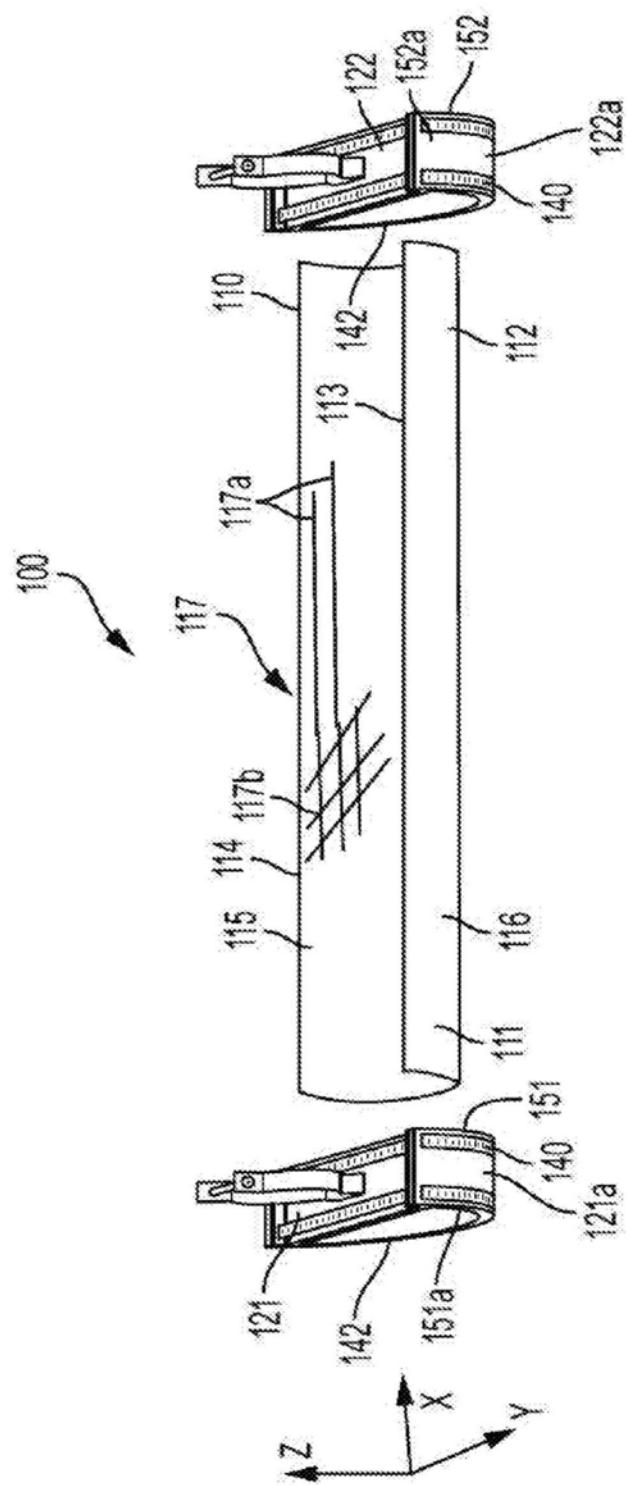


图1B

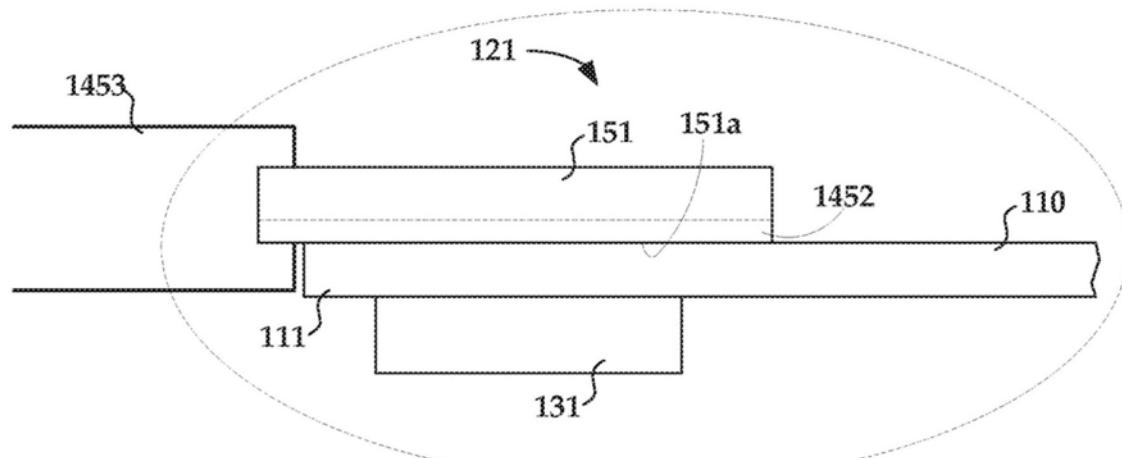


图1C

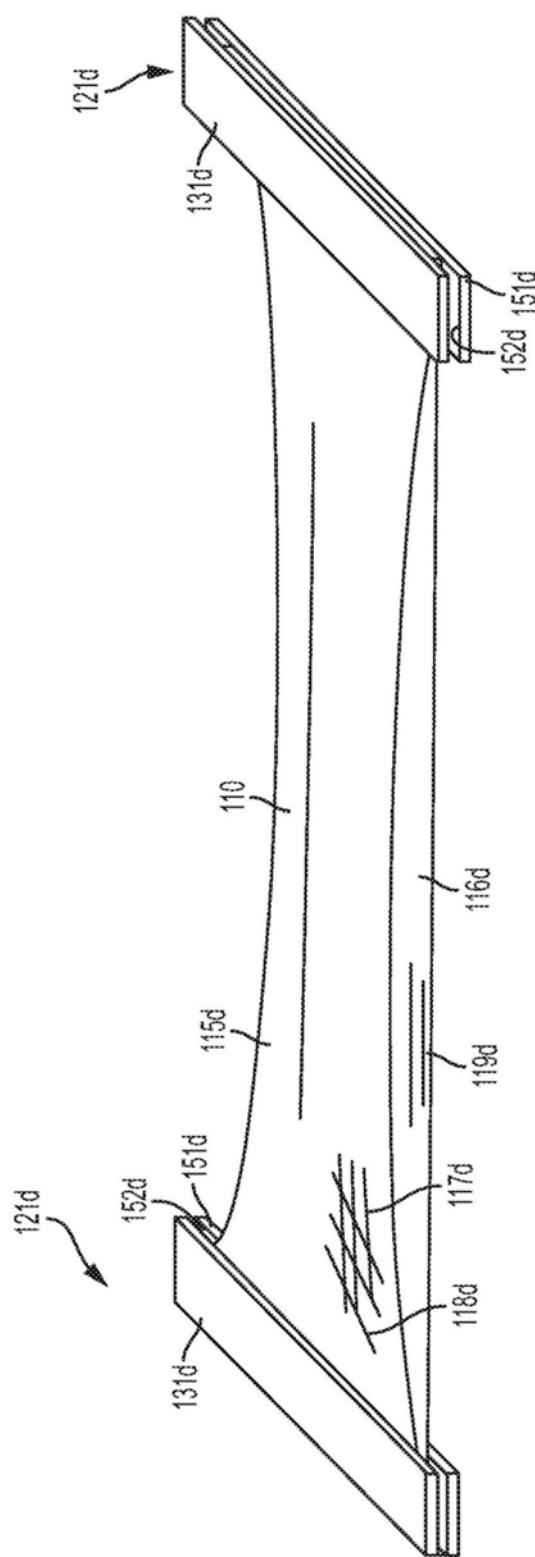


图1D

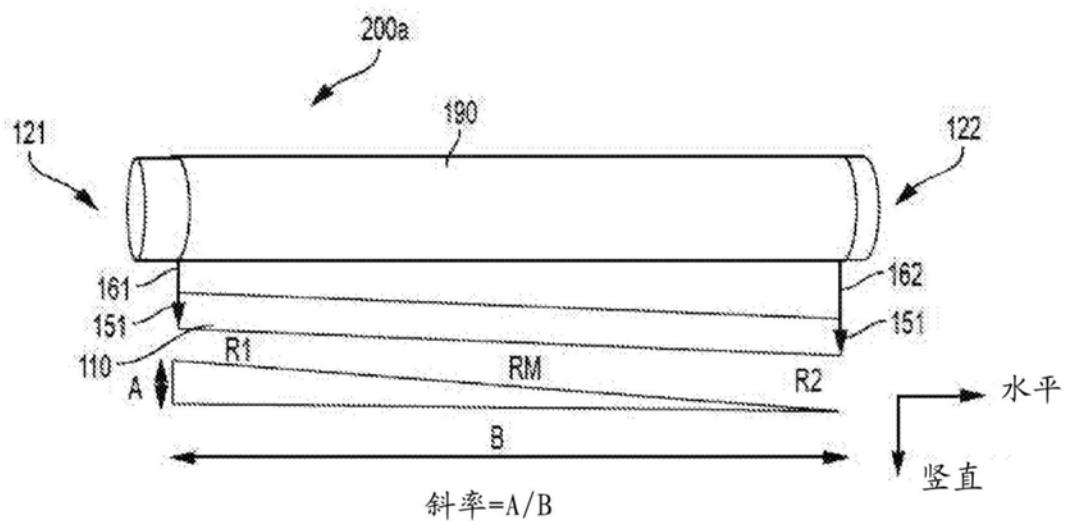


图2A

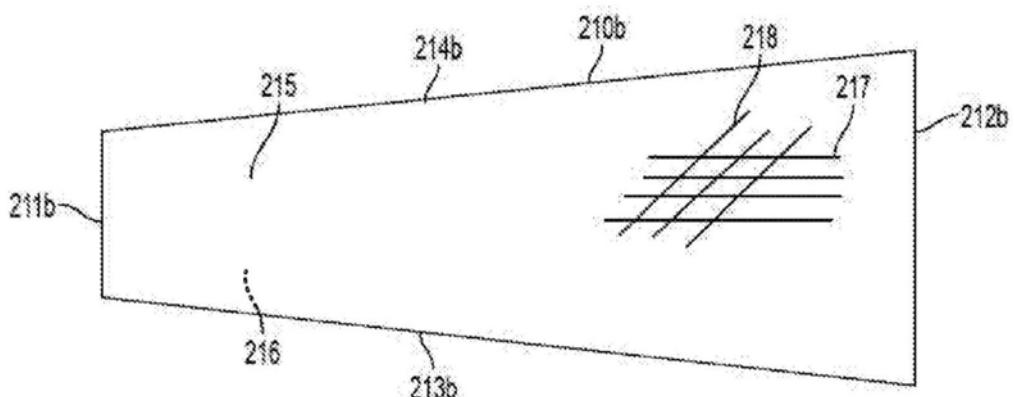


图2B

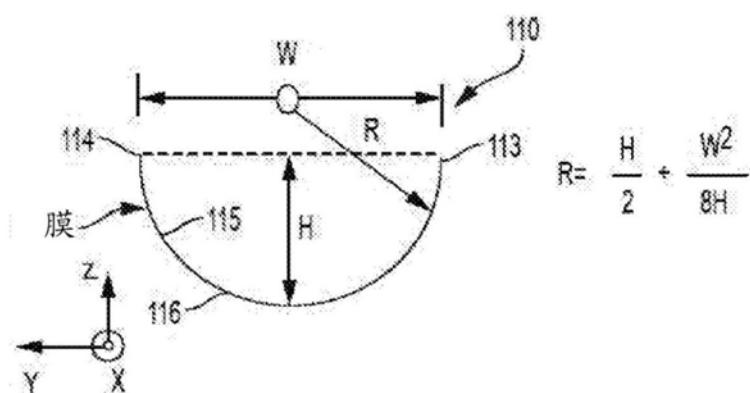


图3

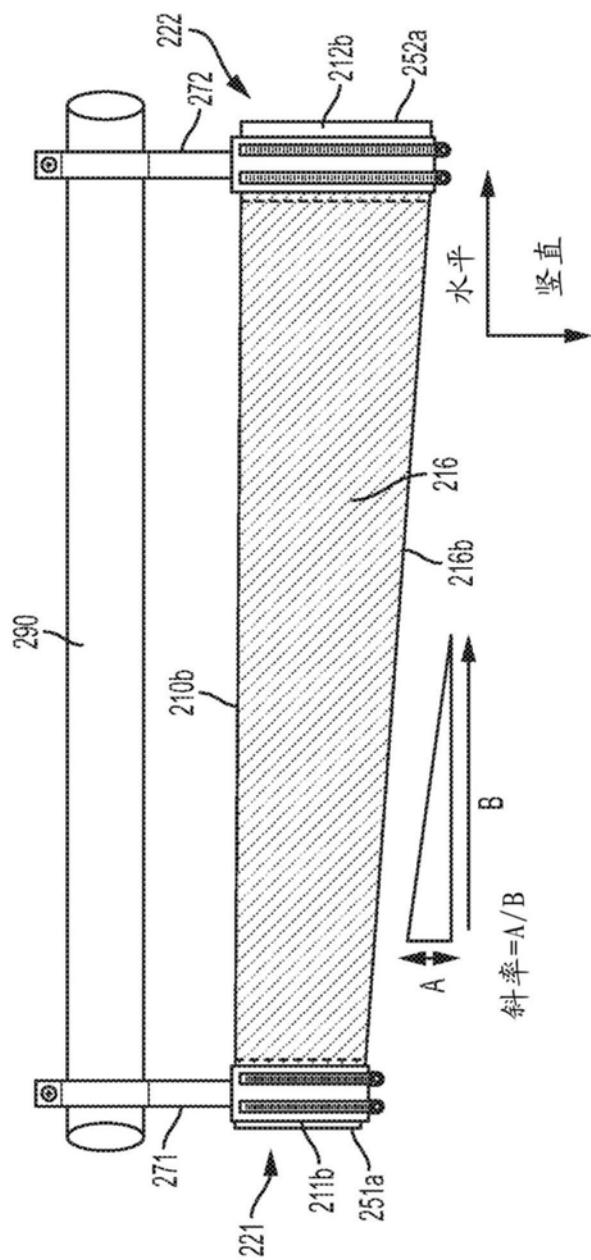


图2C

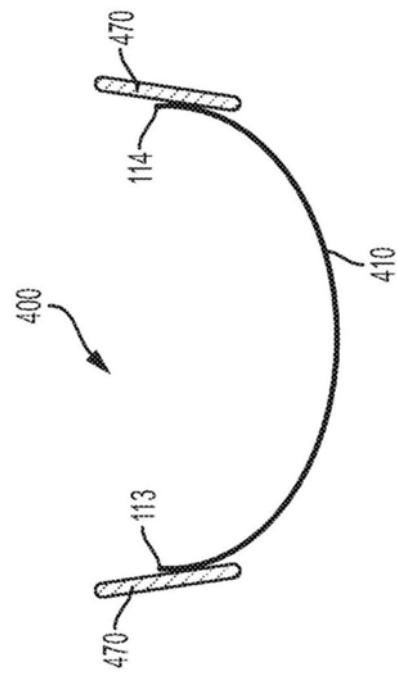


图4A

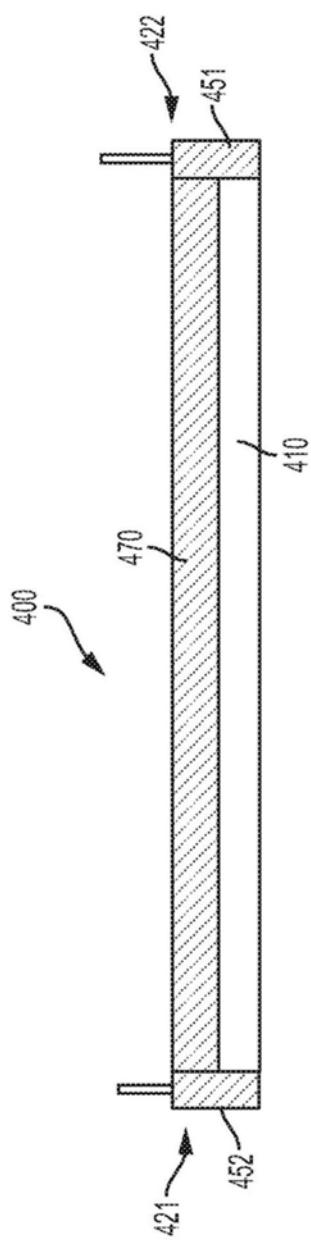


图4B

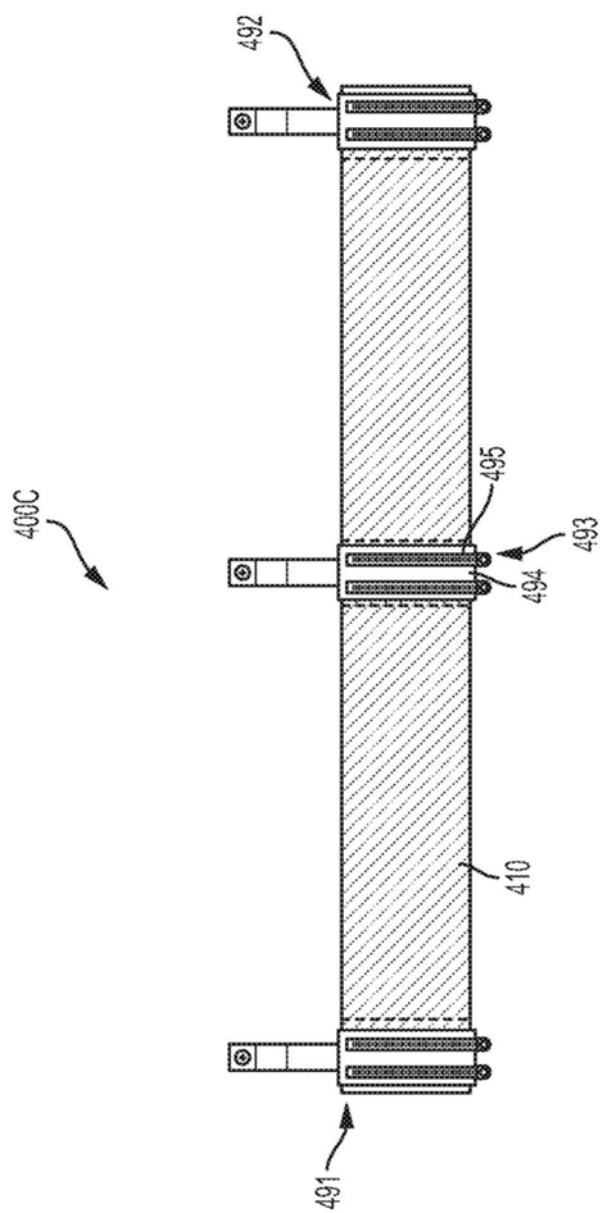


图4C

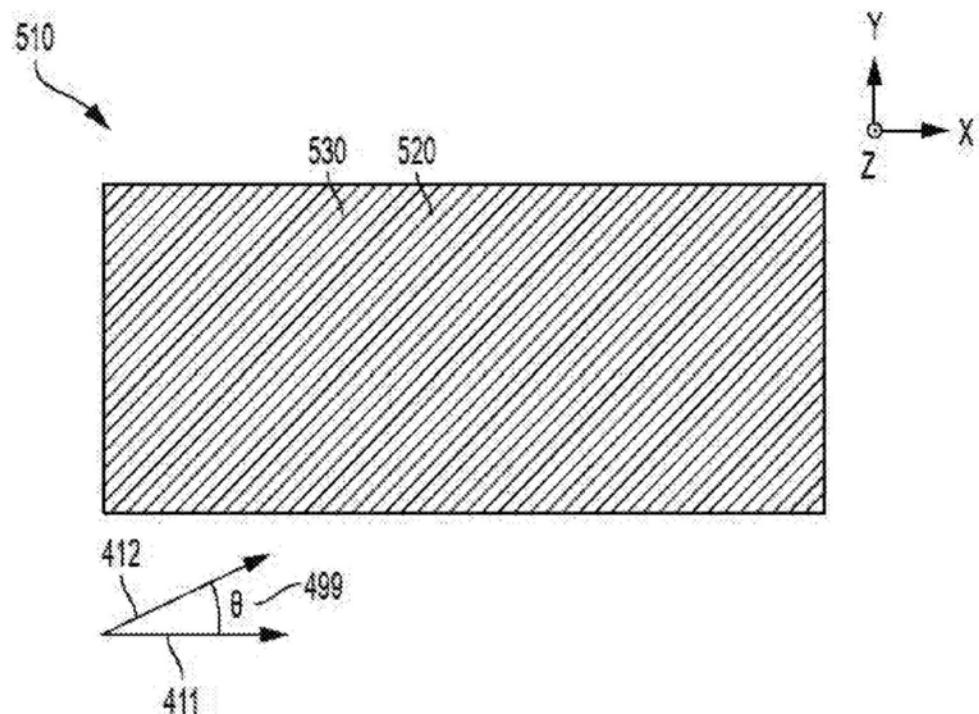


图5A

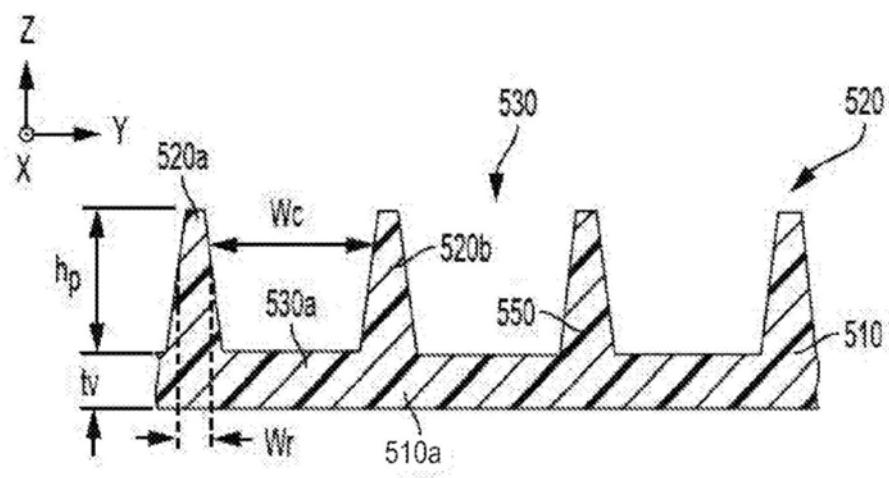


图5B

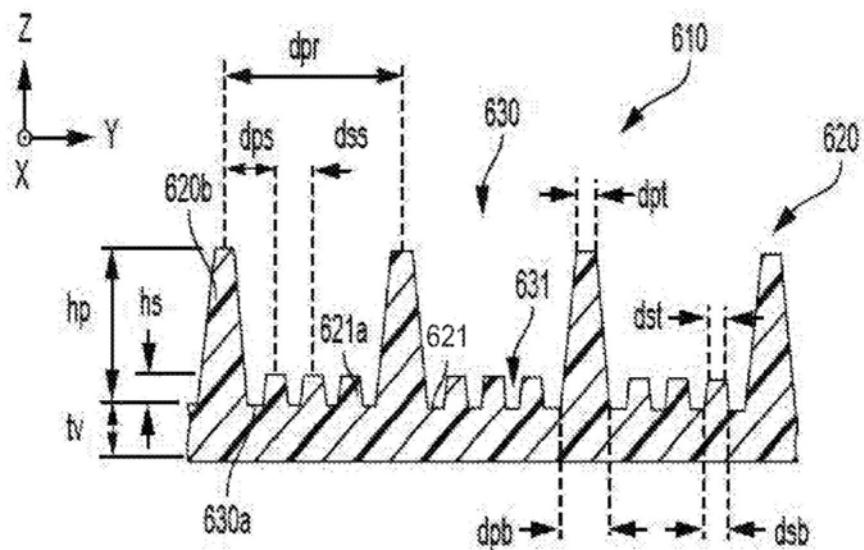


图6

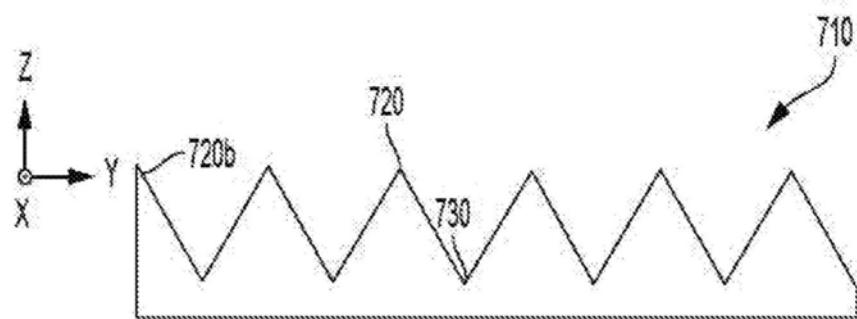


图7

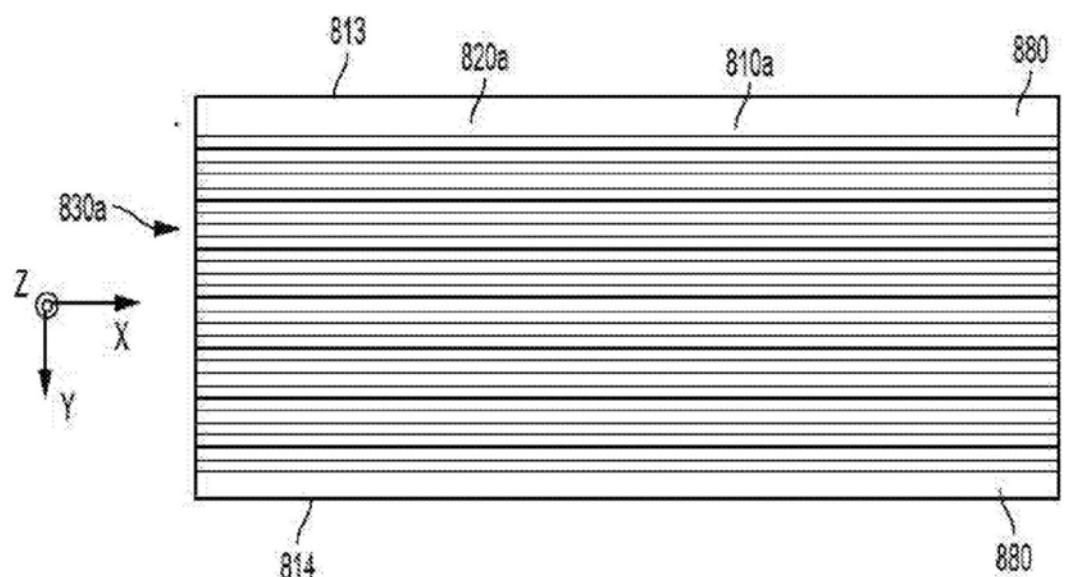


图8A

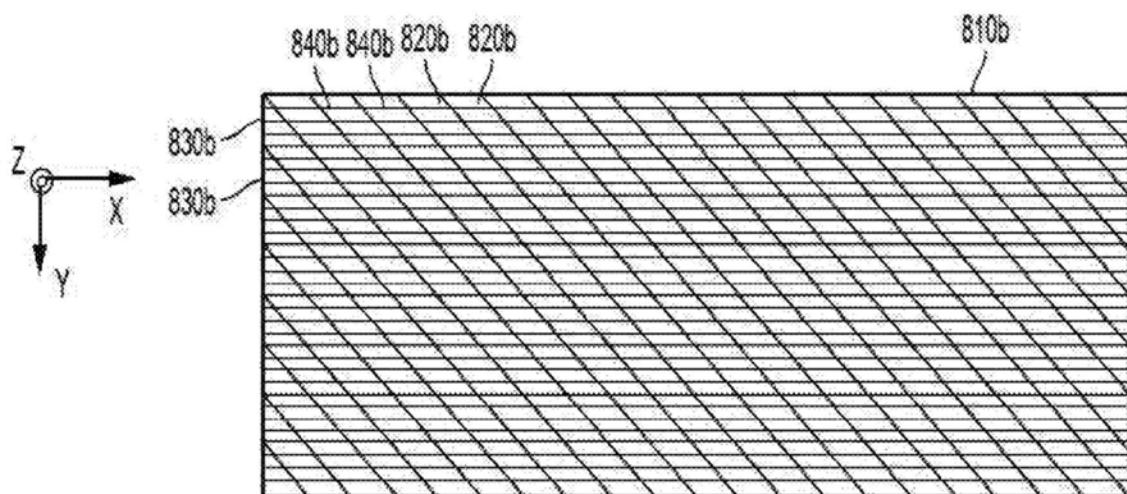


图8B

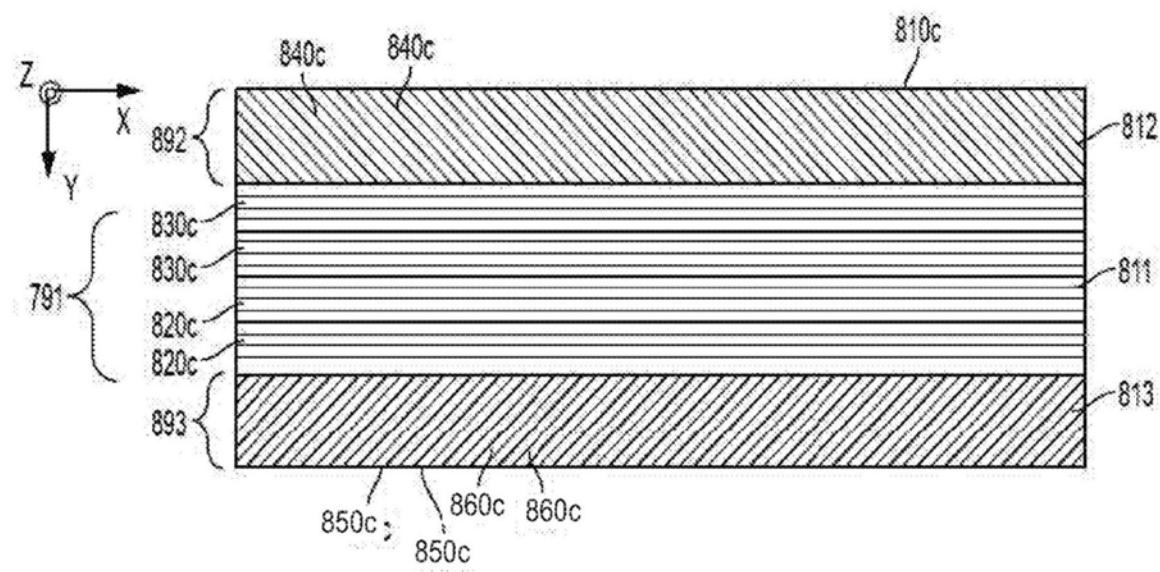


图8C

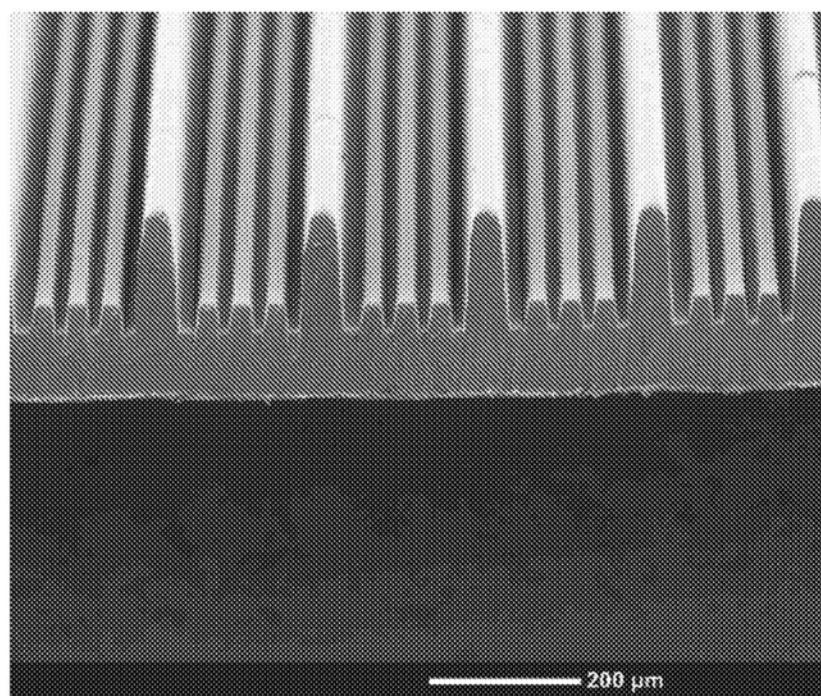


图8D

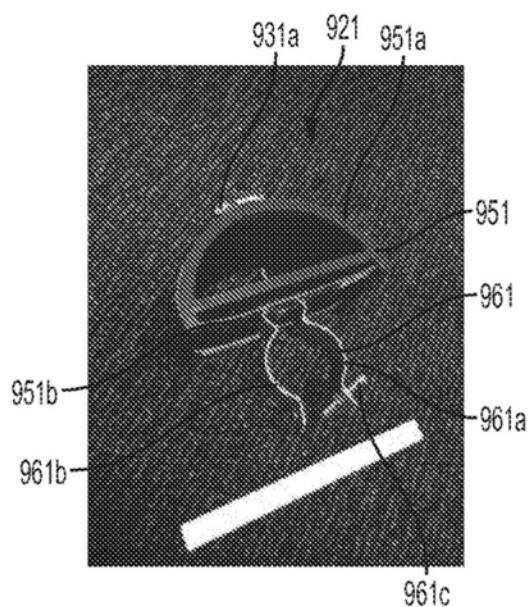


图9A

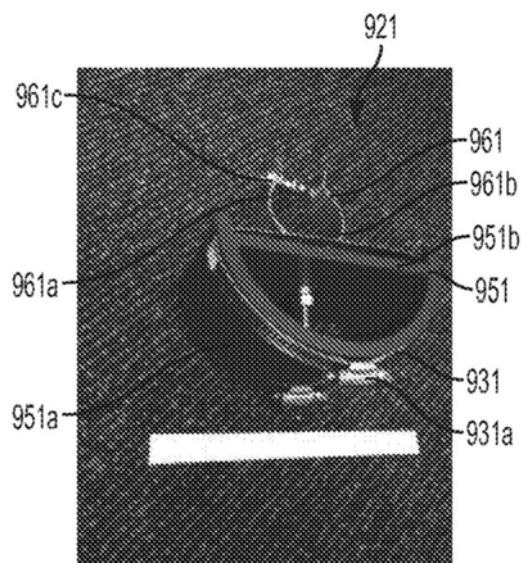


图9B

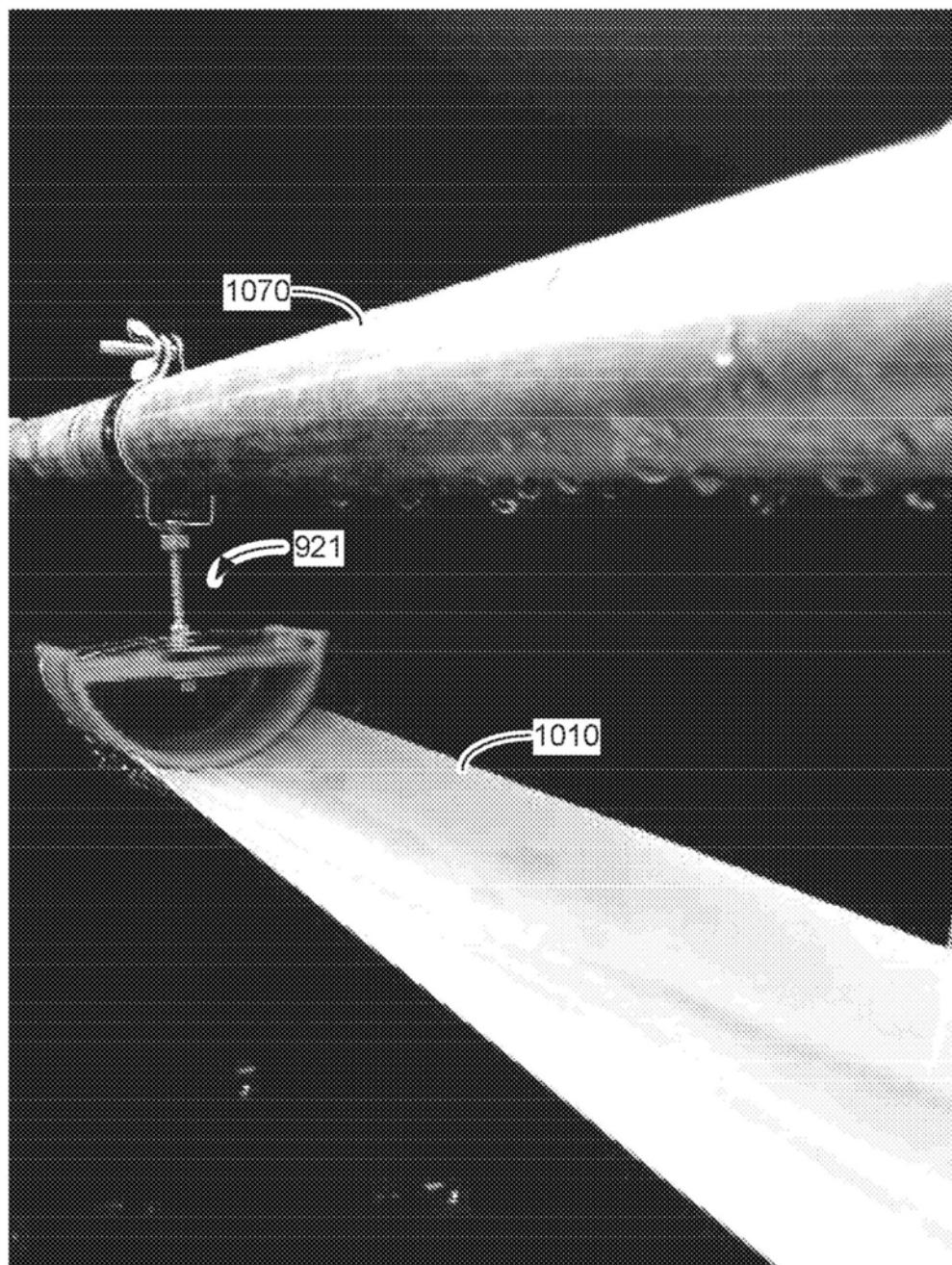


图10

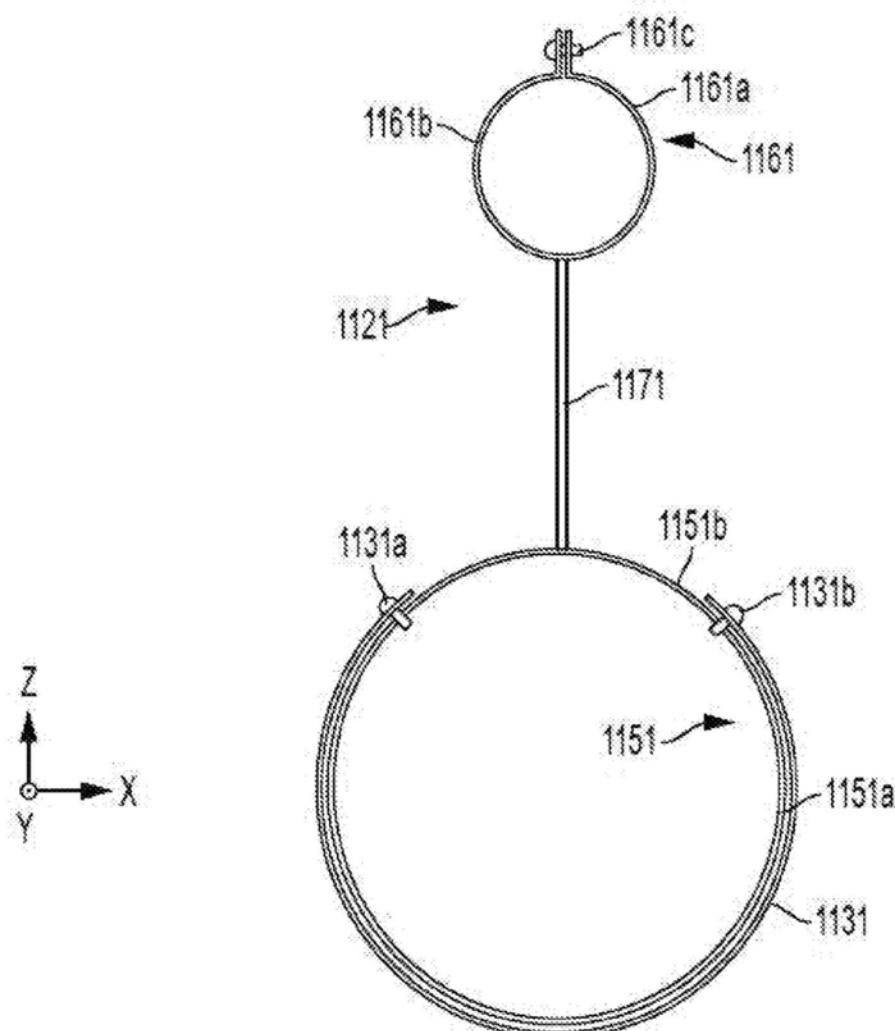


图11

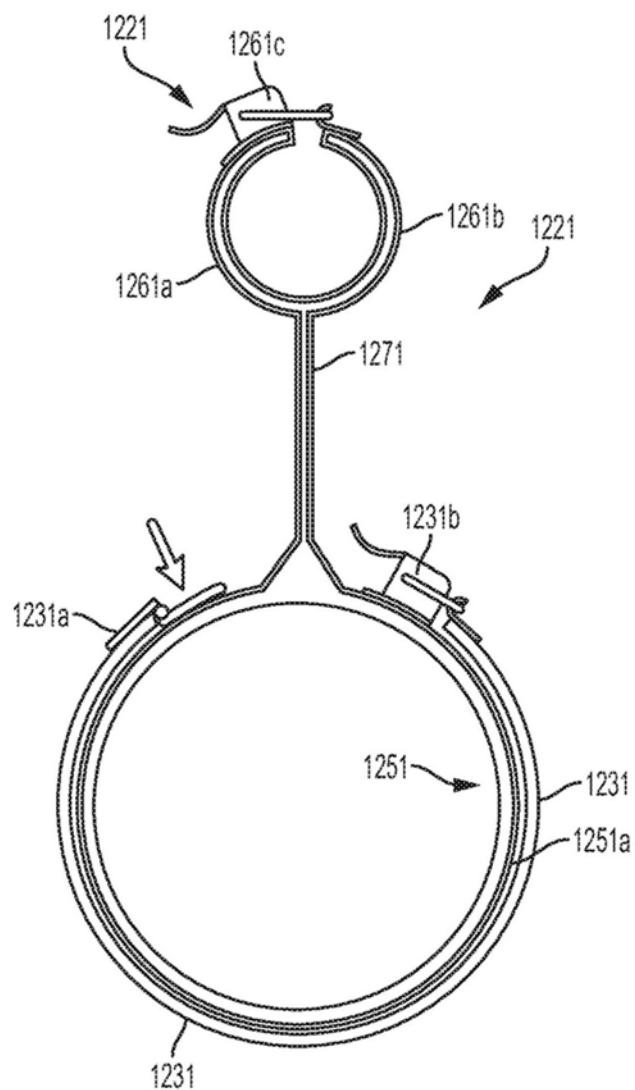


图12A

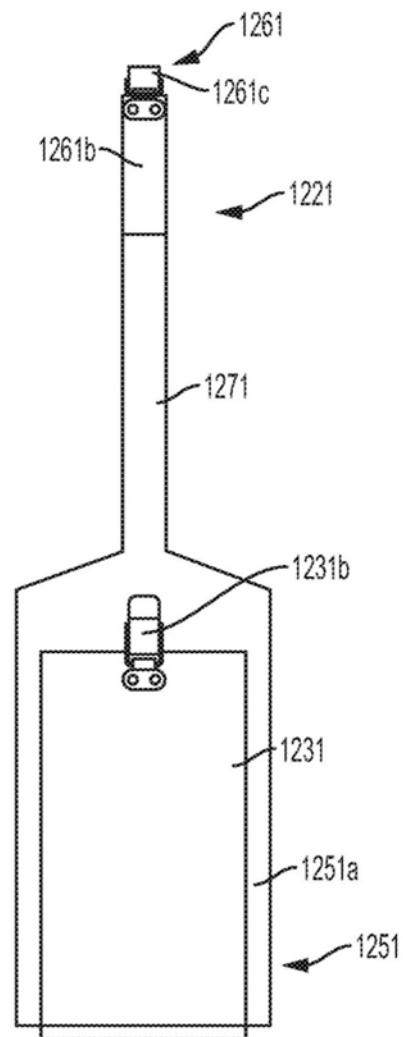


图12B

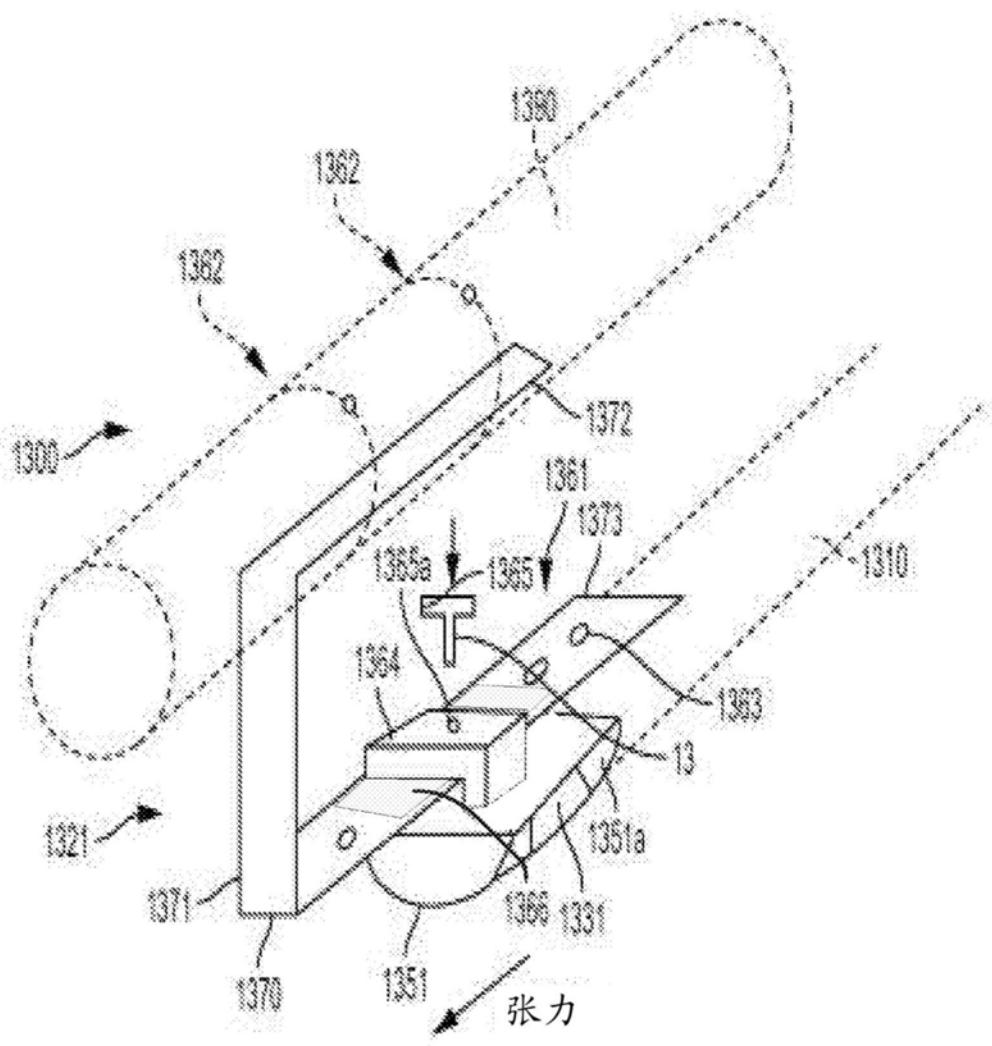


图13

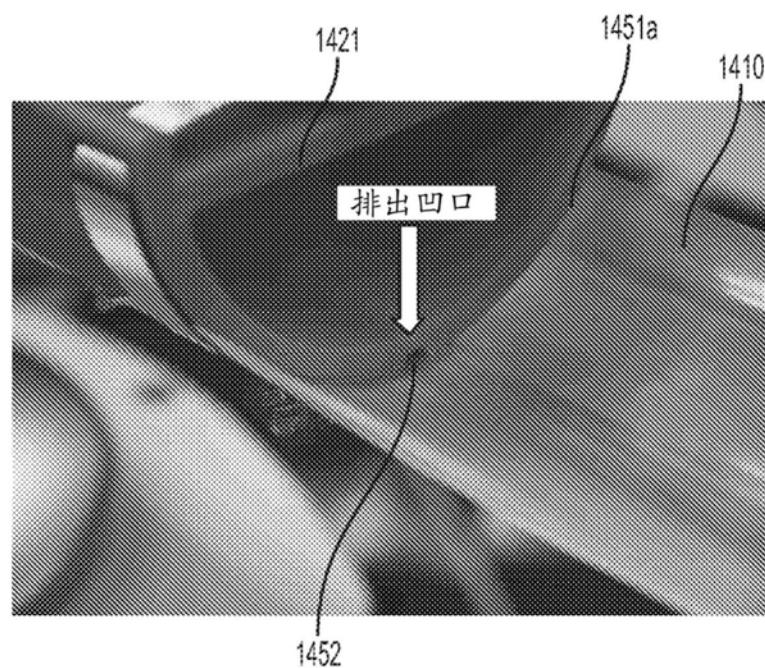


图14

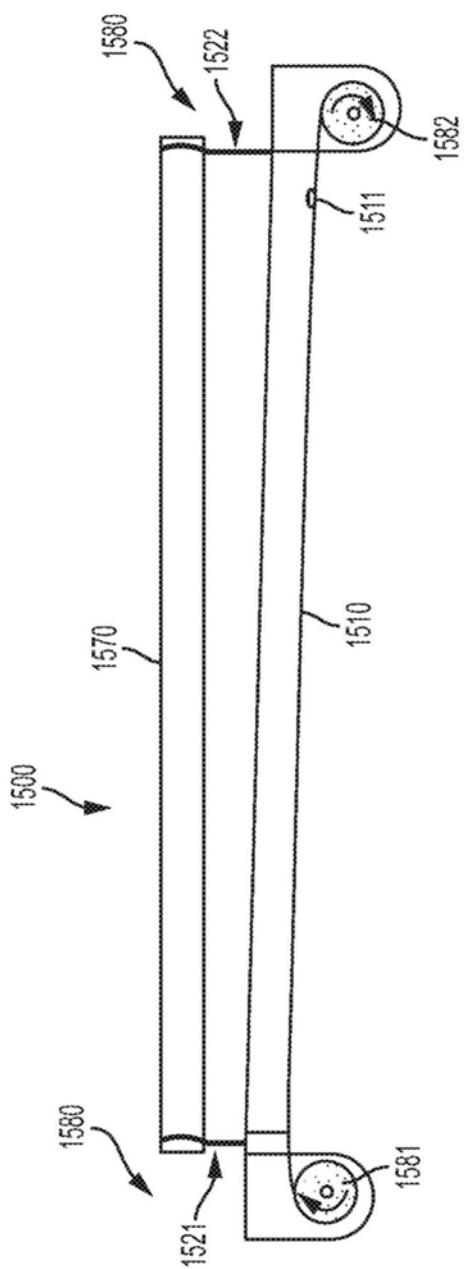


图15

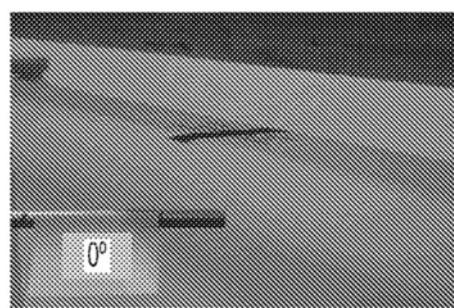


图16A

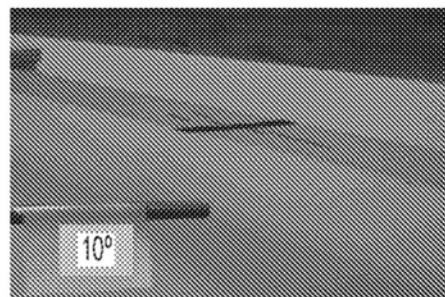


图16B

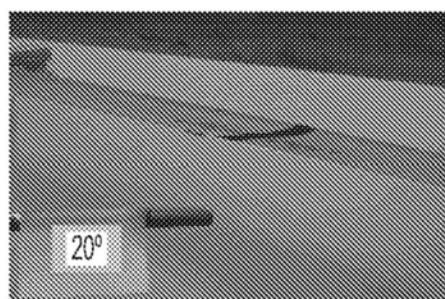


图16C

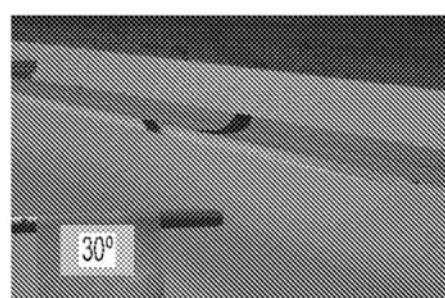


图16D

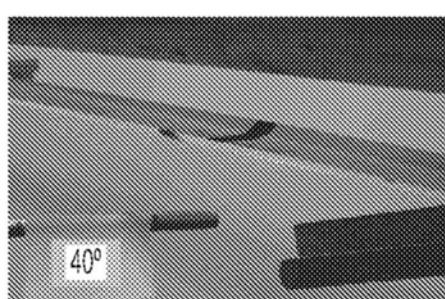


图16E

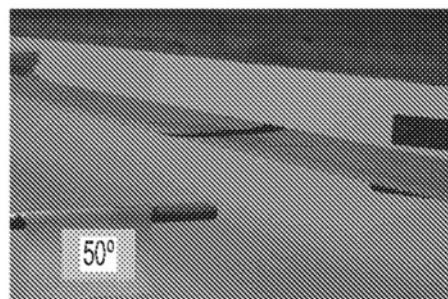


图16F

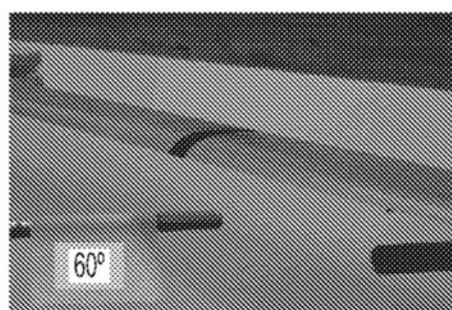


图16G

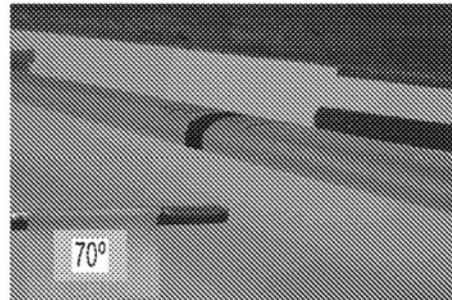


图16H

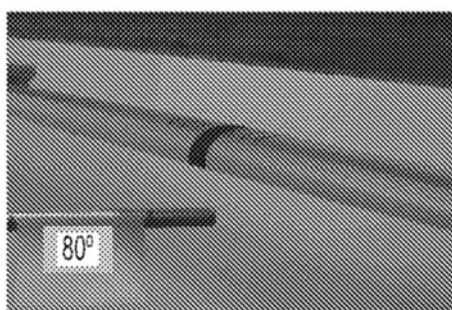


图16I

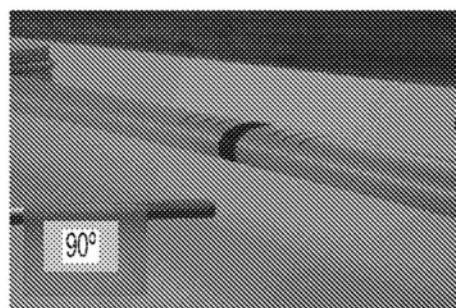


图16J

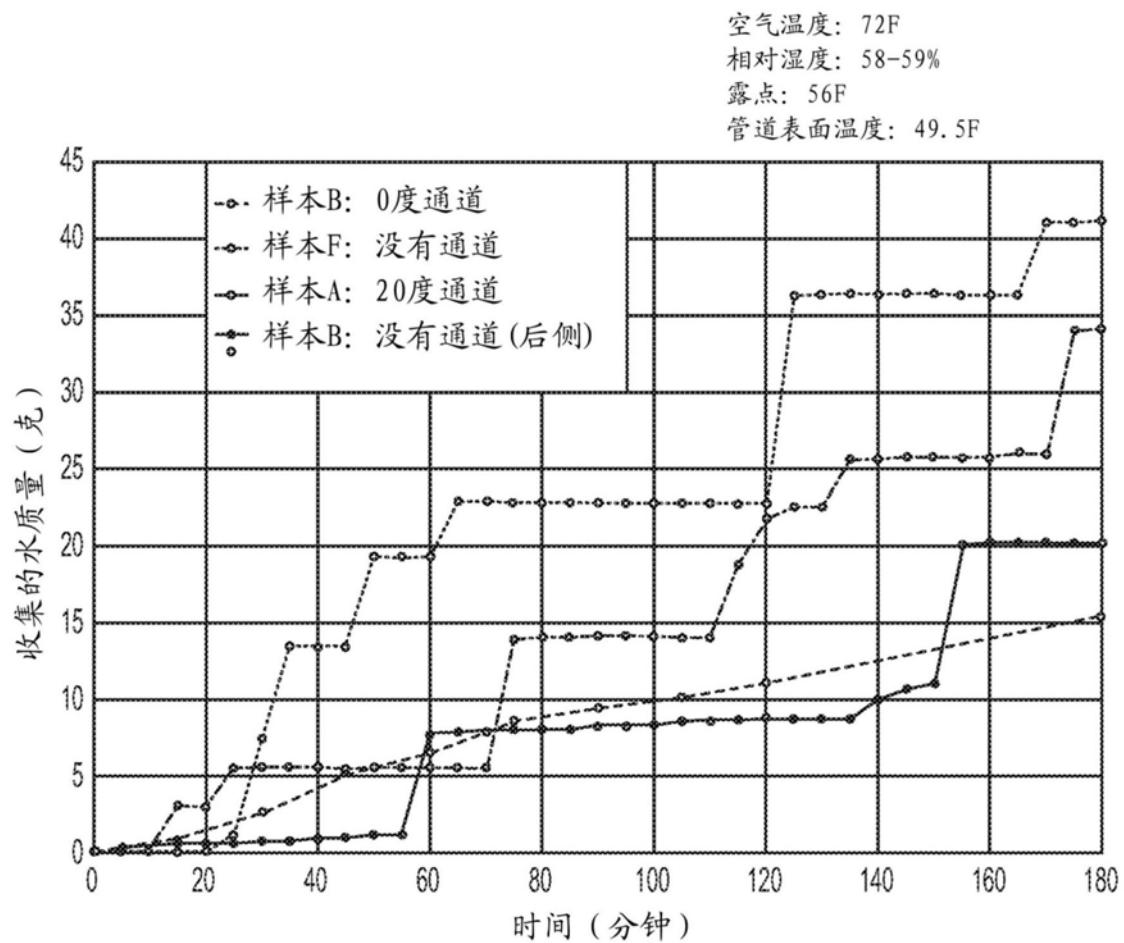


图17

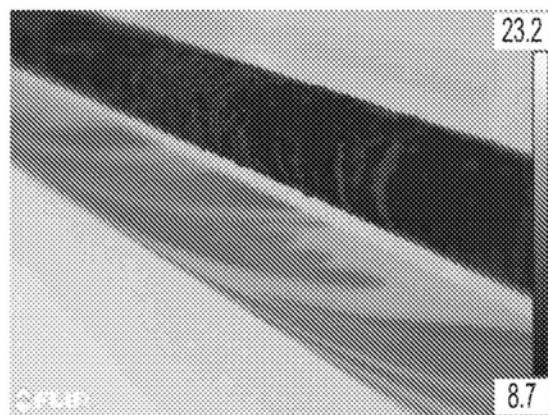


图18A

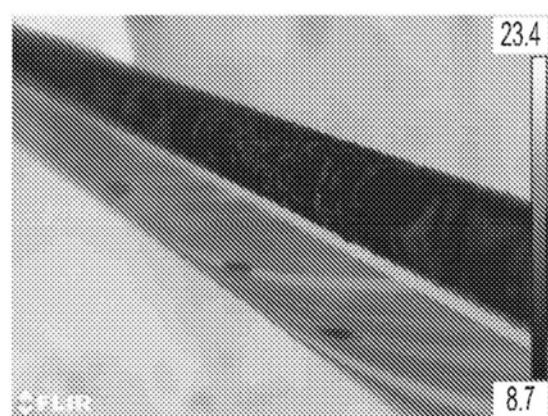


图18B

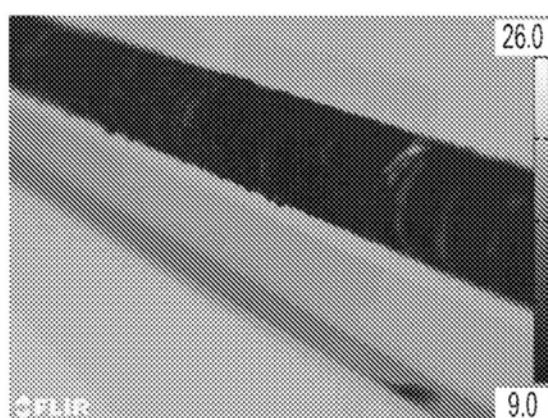


图19A

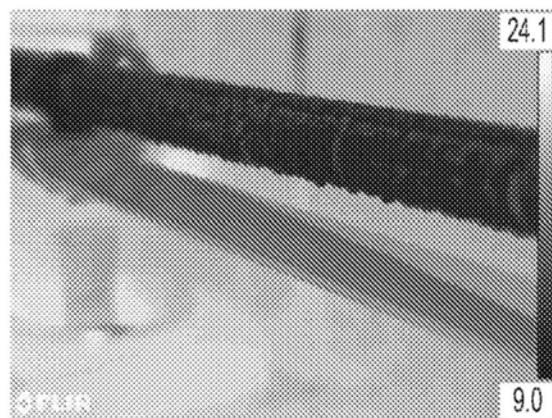


图19B

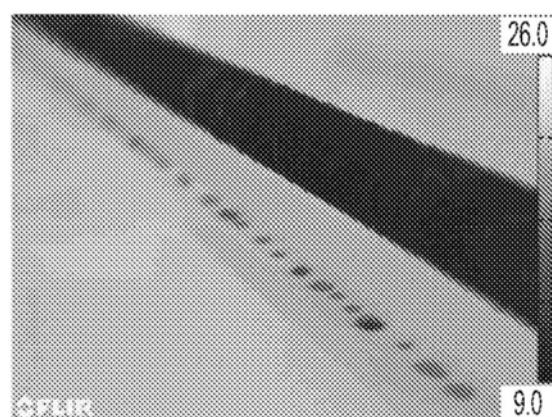


图20A

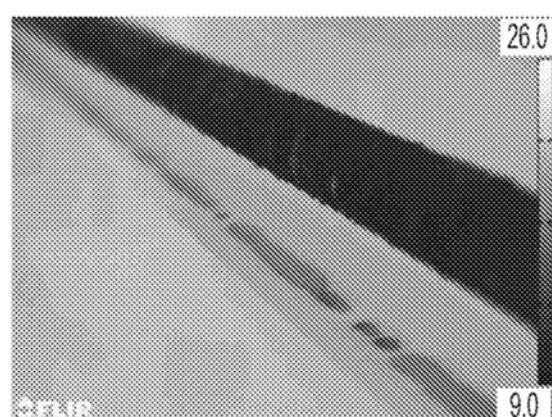


图20B