



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107596530 B

(45) 授权公告日 2021.08.31

(21) 申请号 201710470785.2

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理

(22) 申请日 2013.06.25

有限责任公司 11258

(65) 同一申请的已公布的文献号

代理人 白少俊

申请公布号 CN 107596530 A

(51) Int.CI.

(43) 申请公布日 2018.01.19

A61M 16/16 (2006.01)

(30) 优先权数据

A61M 16/08 (2006.01)

61/664,069 2012.06.25 US

A61M 16/06 (2006.01)

61/785,895 2013.03.14 US

审查员 赵晨

(62) 分案原申请数据

201380042710.4 2013.06.25

(73) 专利权人 费雪派克医疗保健有限公司

权利要求书1页 说明书20页 附图27页

地址 新西兰奥克兰

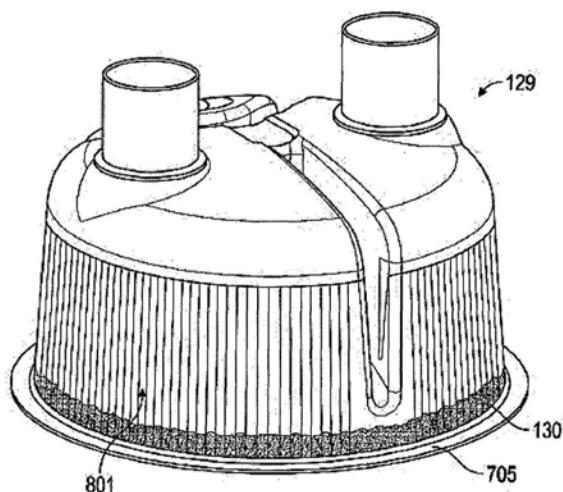
(72) 发明人 莱斯·艾蒂波·赫慕兹

(54) 发明名称

具有用于加湿和冷凝物管理的微结构的医疗部件

(57) 摘要

本发明公开一种具有用于加湿和冷凝物管理的微结构的医疗部件。这些部件包括用于加湿和/或冷凝物管理的微结构。这些披露的微结构可以结合在许多种部件中，包括管（例如，吸气性呼吸管和呼气性呼吸管以及在呼吸回路的不同元件之间的其他管件，这些元件例如通气机、加湿器、过滤器、聚水器、样品管线、连接器、气体分析器，等等）、Y型连接器、导管接合器、加湿器、和患者接口（例如，用于覆盖鼻子和脸的遮罩、鼻罩、套管、鼻枕，等等）、浮子、探头、以及在许多种医疗回路中的传感器。



1. 一种用于呼吸疗法的患者接口,所述患者接口包括遮罩组件,所述遮罩组件包括:
呼吸室,其由遮罩壁形成;以及
遮罩密封件,其配置成与所述患者的面部接触,其中,所述遮罩壁包括内表面,并且其中,所述遮罩壁的所述内表面包括与所述遮罩壁的所述内表面的至少一部分一体形成的微结构,所述遮罩壁的所述内表面还包括纵向轴线,所述遮罩壁的所述内表面关于所述纵向轴线对称,并且所述微结构垂直于所述纵向轴线延伸。
2. 根据权利要求1所述的患者接口,还包括连接端口组件。
3. 根据权利要求2所述的患者接口,其中,所述遮罩壁包括至少一个加热细丝。
4. 根据权利要求1所述的患者接口,其中,所述遮罩组件还包括添加剂材料以增大表面能。
5. 根据权利要求4所述的患者接口,其中,所述添加剂材料添加到所述遮罩组件的聚合物基质中或者作为表面处理添加在所述遮罩组件的所述内表面的至少一部分上。
6. 根据权利要求1所述的患者接口,其中,所述遮罩组件还包括与微结构化的所述表面连通的排放件。
7. 根据权利要求1所述的患者接口,其中,所述遮罩壁的所述内表面还包括在纵向轴线的第一侧上的第一部分和在所述纵向轴线的第二侧上的第二部分,其中,所述微结构设置在所述第一部分和所述第二部分上。
8. 根据权利要求7所述的患者接口,其中,所述第一部分和所述第二部分形成跨过所述纵向轴线的镜像图案。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的患者接口,其中,微结构化的所述表面包括具有小于 $\pi/2$ 弧度的平衡接触角的基底。
10. 根据权利要求1至8中任一项所述的患者接口,其中,所述微结构包括随着距离增大的长宽比。
11. 根据权利要求1至8中任一项所述的患者接口,其中,所述微结构由连续的通道和/或离散微结构形成。
12. 根据权利要求10所述的患者接口,其中,所述长宽比是高度与宽度的比。
13. 根据权利要求11所述的患者接口,其中,所述离散微结构是圆柱形柱子、锥形柱子、立方形柱子、具有不规则形状的晶体中的至少一者。
14. 根据权利要求11所述的患者接口,其中,所述离散微结构是圆柱形立柱、锥形立柱、立方形立柱中的至少一者。
15. 根据权利要求11所述的患者接口,其中,所述通道是正弦、V形、方形或者楔形中的至少一者。
16. 根据权利要求11所述的患者接口,其中,所述通道是尖锐槽。
17. 根据权利要求9所述的患者接口,其中,所述微结构包括随着距离增大的长宽比。
18. 根据权利要求9所述的患者接口,其中,所述微结构由连续的通道和/或离散微结构形成。

具有用于加温和冷凝物管理的微结构的医疗部件

[0001] 本申请是基于申请号为201380042710.4,申请日为2013年06月25 日,申请人为费雪派克医疗保健有限公司,题为具有用于加温和冷凝物管理的微结构的医疗部件的发明提出的分案申请。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请要求2013年3月14日提交的美国临时申请号61/785,895以及 2012年6月25 日提交的美国临时申请号61/664,069的优先权利益,特此将它们的全部内容通过引用结合在此。

技术领域

[0004] 本披露总体上涉及适合于医疗用途的部件,并且更具体地涉及适合于向患者提供加湿气体和/或从患者移除加湿气体的部件,如在气道正压 (PAP)、呼吸器、麻醉、通气机、以及吹气系统中使用。

背景技术

[0005] 在医疗回路中,不同的部件运送到患者和来自患者的天然或人工加湿的气体。例如,在PAP或辅助呼吸回路等的一些呼吸回路中,被患者吸入的气体通过吸气管从加热器-加湿器被输送到患者接口,例如遮罩。作为另一个实例,管可以将加湿气体(通常为CO₂)输送到吹气回路中的腹腔中。这可以有助于防止患者的内部器官的“脱水”,并且可以减少术后恢复所需要的时间量。

[0006] 在这些医疗应用中,这些气体优选地在具有接近饱和水平的湿度的条件下并且在接近体温处(通常在33°C与37°C之间的温度处)被输送。冷凝或“凝雨”可以随着高湿度呼吸气体冷却而在部件的内部表面上形成。仍然需要用于允许在医疗回路中改进湿度和冷凝物管理的部件。因此,在此描述的某些部件和方法的目的在于改善现有技术系统的一个或多个问题,或者至少为公众提供一种有用的选择。

发明内容

[0007] 在此在不同的实施例中披露了具有用于加温和/或冷凝物管理的微结构的医疗部件以及制造这样的部件的方法。

[0008] 在至少一个实施例中,供在医疗回路中使用的部件包括在使用中接触液体的第一区;与该第一区不同的第二区;以及微结构化表面,该微结构化表面与该第一区和该第二区连通,并被配置为在使用中将液体从该第一区芯吸到该第二区,其中该微结构化表面包含具有小于大约π/2弧度的平衡接触角的基底。

[0009] 在不同实施例中,前述部件可以具有以下特性中的一者、一些、或全部,以及在本披露中的其他地方所描述的特性。

[0010] 该第二区在使用中可以被暴露于较高速率的空气,而该第一区在使用中可以暴露于较低速率的空气。该第二区可以被配置为与热源连通。该微结构化表面可以被配置为与

热源连通。该微结构化表面可以包括大体上平行的微通道。这些微通道可以大体上是方形的。 θ 这些微通道的临界接触角可以满足以下等式：

$$[0011] \quad \theta < \arccos\left(\frac{0.5}{0.5 + X}\right)$$

[0012] 其中X代表这些方形通道的高宽比。这些微通道可以大体上是v形的。这些微通道的临界接触角 θ 可以满足以下等式：

$$[0013] \quad \theta < \arccos\left(\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right)$$

[0014] 其中 β 代表该v形的角。该微结构化表面可以包括微柱。这些微柱可以具有基本上相同的横截面尺寸。这些微柱中的至少一些可以具有与其他微柱不同的横截面尺寸。

[0015] 在不同的实施例中，前述部件可以结合在遮罩中。该遮罩可以进一步包括与该第二区连通的排放件。

[0016] 在不同的实施例中，前述部件可以结合在管道中。该部件可以形成该管道的内壁的至少一部分。该部件可以是该管道的内腔中的插入物。该管道的壁可以被配置为与热源连通。

[0017] 在至少一个实施例中，供在医疗回路中使用的部件包括被配置为保持液体的储存部分；邻近该储存部分的被配置为促进该液体蒸发的蒸发器部分；以及被配置为将液体从该储存部分传送到该蒸发器部分的微结构化表面。

[0018] 在不同实施例中，前述部件具有以下特性中的一者、一些、或全部，以及在本披露中的其他地方所描述的特性。

[0019] 该蒸发器部分可以是可加热的。该微结构化表面可以包括具有在接近该储存部分处较低的并且在接近该蒸发器部分处较高的长宽比的微通道，该长宽比沿着梯度增加。该微结构化表面可以包括接近该储存部分大体上水平延伸的第一微通道，和接近该蒸发器部分大体上垂直延伸的第二微通道，其中这些第一微通道被配置为将液体传送到这些第二微通道。

[0020] 在不同的实施例中，前述部件可以结合在遮罩中。

[0021] 在不同的实施例中，前述部件可以结合在适合于与加湿器单元一起使用的腔室中。该部件可以形成该腔室的内壁的至少一部分。该腔室可以包括被配置为由该加湿器单元的加热器底座加热的壁。该腔室可以包括被配置为由不同于该加湿器单元的加热构件加热的壁。该腔室可以进一步包括布置在至少在接近该蒸发器部分的腔室的壁上或上方的绝缘件。

[0022] 在不同的实施例中，前述部件可以结合在管道中。该微结构化表面可以形成该管道的内壁的至少一部分。该微结构化表面可以被布置在该管道的内腔中的插入物上。该管道的壁被配置为与热源连通。

[0023] 在至少一个实施例中，供与加湿气体一起使用的医疗回路部件包括：限定空间的壁，该空间在该壁内并且其中该壁的至少一部分包括含有在基底之内和之上的多个微通道的表面，该基底具有带有小于大约 $\pi/2$ 弧度的平衡接触角的外表面，这些微通道被配置为在使用中将液体从保持液体水的第一区芯吸到暴露于患者或来自患者的空气流的第二区，并且这些微通道包括具有低于该基底的外表面的侧部分和底部分的第一微通道、以及具有

高于该基底的外表面的侧部分的第二微通道，其中这些第二微通道的侧部分是由在这些第一微通道周围或之间的脊形成的。

[0024] 在不同实施例中，前述医疗回路可以具有以下特性中的一者、一些、或全部，以及在本披露中的其他地方所描述的特性。

[0025] 这些第一微通道可以大体上是方形的。这些第一微通道的临界接触角 θ 可以满足以下等式：

$$[0026] \quad \theta < \arccos\left(\frac{0.5}{0.5 + X}\right)$$

[0027] 其中X代表这些方形通道的高宽比。这些第一微通道可以大体上是v形的。 θ 这些第一微通道的临界接触角可以满足以下等式：

$$[0028] \quad \theta < \arccos\left(\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right)$$

[0029] 其中 β 代表该v形的角。

[0030] 在一些实施例中，供在医疗回路中使用的部件包括大体上水平的平面的微结构化表面，该微结构化表面被配置为分散置于其上的液体。该微结构化表面可以被置于流动气体路径中，并且液体分配器可以被配置为将该液体分配到该微结构化表面的上面。

[0031] 在不同的实施例中，该微结构化表面包括表面不规则物。

[0032] 在不同的实施例中，这些表面不规则物包括下组的至少一种，该组由以下各项组成：颗粒、脊、凹槽、通道、和微粒。

[0033] 在不同的实施例中，该液体分配器包括至少一个滴管，该滴管被配置为将该液体一次一滴地分配到该微结构化表面上。

[0034] 在不同的实施例中，该液体分配器包括以一个距离定位于该微结构化表面上方的基本上平坦的板，该板包括多个孔洞，该液体通过这些孔洞能够落到下方的微结构化表面上。

[0035] 下面更加详细地描述了这些和其他实施例。

附图说明

[0036] 现在将参考附图描述实施所披露的系统和方法的各种特征的示例性实施例。附图以及相关联的描述被提供为用于展示实施例，而不限制本披露的范围。

[0037] 图1显示了结合一个或多个医用管、加湿腔室、和患者接口的医疗回路的示意图。

[0038] 图2显示了示例管的平面图。

[0039] 图3A和3B显示了根据至少一个实施例的示例管的第一和第二放大的纵截面。

[0040] 图4显示了示例微结构的截面图。

[0041] 图5A显示了管的内部部件的前透视图。

[0042] 图5B显示了图5A的显示为前透视图的内部部件的第一放大部分。

[0043] 图6显示了在管内的空气流速率和温度曲线的示意图。

[0044] 图7显示了示例加湿腔室的透视图。

[0045] 图8A显示了包括第一微结构配置的示例加湿腔室的透视图。

- [0046] 图8B和8C显示了图8A中的微结构的第一和第二放大部分的前平面图。
- [0047] 图8D显示了示例微结构的截面图。
- [0048] 图9A显示了包括第二微结构配置的示例加湿腔室的透视图。
- [0049] 图9B和9C显示了图9A中的微结构的第一和第二放大部分的前平面图。
- [0050] 图9D显示了示例微结构的截面图。
- [0051] 图10A显示了示例患者接口的前透视图。
- [0052] 图10B显示了结合传导性细丝的示例患者接口的前平面视图。
- [0053] 图11A显示了包含微结构的示例患者接口的后平面图。
- [0054] 图11B显示了图11A中的微结构的放大部分的透视图。
- [0055] 图11C显示了示例微结构的截面图。
- [0056] 图11D显示了包含微结构的示例患者接口的后平面图。
- [0057] 图12A显示了在未结合微结构的接口表面上的水滴形成的示意图。
- [0058] 图12B显示了在结合微结构的接口表面上的水铺展的示意图。
- [0059] 图13示意性地展示了添加的热对来自微结构的蒸发的作用。
- [0060] 图14为医用管的制造方法的示意图,该医用管包括进料斗、朝向模头的螺旋进料机,并且以波纹板轧机终止。
- [0061] 图15为医用管件的螺旋成形制造方法的示意图。
- [0062] 图16为用于在连续微通道中芯吸的示例条件的曲线图。
- [0063] 图17显示了连续微结构的图像。
- [0064] 图18A到18L显示了连续的和离散的微结构的图像。
- [0065] 图19展示了具有结合微结构的入口管的加湿腔室的透视图。
- [0066] 图20展示了其中粗糙表面可以用来增强蒸发的实施例。
- [0067] 图21展示了其中粗糙表面可以用来增强蒸发的另一个实施例。
- [0068] 图22展示了在表面上的一些微结构的不规则物。
- [0069] 图23展示了包括蒸发叠片(stack)或蒸发塔的加湿腔室的实施例。
- [0070] 贯穿这些附图,参考号被频繁再使用以指示所参考的(或类似的)元件之间的对应。此外,每一个参考号的第一个数字指示该元件第一次出现在其中的附图。

具体实施例

[0071] 以下详细说明披露了新的医疗回路部件和形成这样的部件的方法,这些部件例如吹入、麻醉、或呼吸回路部件。如上文所说明,这些部件包括用于加湿和/或冷凝物管理的微结构。这些披露的微结构可以结合在许多种部件中,包括管(例如,吸气性呼吸管和呼气性呼吸管以及在呼吸回路的不同元件之间的其他管件,这些元件例如通气机、加湿器、过滤器、聚水器、样品管线、连接器、气体分析器,等等)、Y型连接器、导管接合器、加湿器、和患者接口(例如,用于覆盖鼻子和脸的遮罩、鼻罩、套管、鼻枕,等等)、浮子(float)、探头、以及在许多种医疗回路中的传感器。医疗回路是广义术语,并且对本领域的普通技术人员给出了它的通常且惯常的含义(也就是说,它不限于特殊或自定义的含义)。因而,医疗回路意味着包括开放回路,例如某些CPAP系统,其可以包括在通气机/送风机与患者接口之间的单个吸气性呼吸管;还包括闭合回路。

[0072] 下文参考附图描述了关于用于实施在此描述的设备和方法的若干说明性实施例的细节。本发明不限于这些描述的实施例。

[0073] 医疗回路

[0074] 为了更详细地理解本披露,首先参考图1,其显示了根据至少一个实施例的医疗回路。更确切地说,图1显示了示例呼吸回路。这样的呼吸回路可以是,例如,连续、可变或双水平的气道正压(PAP)系统或另一种形式的呼吸疗法。如下面解释的,该呼吸回路包括一个或多个医用管、加湿器、和患者接口。该医疗回路的任何或全部这些部件、以及其他部件可以结合用于加湿和/或冷凝物管理的微结构。微结构通常可以被定义为具有在1到1000微米(μ m) (或大约1到1000 μ m) 范围的微尺度大小的结构。

[0075] 可以如下在图1的回路中传送气体。干燥气体从通气机/送风机105传递到加湿器107,该加湿器对这些干燥气体进行加湿。在某些实施例中,该通气机/送风机105可以与该加湿器107整合。加湿器107经由端口111 连接到吸气管103的入口109 (用于接收加湿气体的末端) 上,由此将加湿气体供应给吸气管103。吸气管是被配置成用于向患者递送呼吸气体的管。气体通过吸气管103流动到出口113(用于排出加湿气体的末端),并且随后通过连接到出口113上的患者接口115流动到患者101。在这个实例中,出口113是Y型件适配器。呼气管117也连接到患者接口115 上。呼气管是被配置成用于使呼出的加湿气体移动远离患者的管。此处,呼气管117使呼出的加湿气体从患者接口115返回到通气机/送风机105。根据至少一个配置的吸气管103和/或呼气管117可以包括微结构。下面更详细地描述这些管(和其他管)。

[0076] 在这个实例中,干燥气体通过通气口119进入通气机/送风机105中。风扇121可以通过抽吸空气或其他气体经过通气口119来改善进入通气机/ 送风机中的气流。例如,风扇121可以是变速风扇,其中电子控制器123 控制风扇速度。具体地说,电子控制器123的功能可以由电子主控制器 125响应于来自主控制器125的输入以及由用户经由拨盘127设置的压力或风扇速度的预定需要值(预设值)来控制。

[0077] 加湿器107包括加湿腔室129,该加湿腔室包含一定体积的水130或其他适合的加湿液体。优选地,加湿腔室129在使用之后从加湿器107是可移除的。可移除性允许加湿腔室129更容易被消毒或处置。然而,加湿器107的加湿腔室129部分可以是整体构造。加湿腔室129的主体可以由非传导性玻璃或塑料材料形成。但加湿腔室129也可以包括多个传导性部件。例如,加湿腔室129可以包括高导热性的底座(例如,铝底座),该底座与加湿器107上的加热器板131接触或相关联。举例来说,加湿器 107可以是独立加湿器,例如在新西兰奥克兰市的费雪派克(Fisher& Paykel)医疗保健有限公司的呼吸加湿范围内的加湿器中的任一者。示例加湿腔室129描述于授予西姆斯(Sims)的美国专利号5,445,143中,通过引用以其全文结合。

[0078] 根据至少一个实施例的加湿腔室129可以包括微结构并且在此对其进行进一步详细说明。

[0079] 加湿器107还可以包括多个电子控制件。在这个实例中,加湿器107 包括电子的模拟或数字主控制器125。优选地,主控制器125是基于微处理器的控制器,它执行存储在相关联的存储器中的计算机软件命令。响应于经由(例如) 用户界面133输入的由用户设置的湿度或温度值以及其他输入,主控制器125确定何时(或以何种水平) 对加热器板131进行供

能,以便对加湿腔室129内的水130进行加热。

[0080] 可以结合任何适合的患者接口115。患者接口是广义术语,并且对本领域的普通技术人员给出了它的通常且惯常的含义(也就是说,它不限于特殊或自定义的含义),并且包括而不限于遮罩(如气管罩、面罩以及鼻罩)、套管以及鼻枕。温度探头135可以连接到靠近患者接口115的吸气管103上,或连接到患者接口115上。温度探头135监测患者接口115附近或在该患者接口处的温度。与温度探头相关联的加热细丝(未显示)可以被用于调整患者接口115和/或吸气管103的温度,以便将吸气管103和/或患者接口115的温度升高到饱和温度之上,由此减少不想要的冷凝的机会。

[0081] 根据至少一个实施例的患者接口115可以包括微结构并且在下文对其进行更详细的说明。

[0082] 在图1中,呼出的加湿气体经由呼气管117从患者接口115返回到通气机/送风机105。呼气管117可以具有与它整合的温度探头和/或加热细丝(如上文关于吸气管103所描述),从而减少冷凝的机会。此外,呼气管117不需要使呼出气体返回到通气机/送风机105。可替代地,呼出的加湿气体可以直接被传递到周围环境中或被传递到其他辅助设备中,例如空气洗涤器/过滤器(未显示)。在某些实施例中,完全省略了呼气管。

[0083] 如上文所论述的,示例医疗回路的吸气管103、呼气管117、加湿腔室129、和/或患者接口115可以包括微结构。这些部件论述如下。本发明并不受这些实施例的限制,然而,可以预见的是,这些披露的微结构可以整合到接触和/或运送加湿气体例如加湿空气的许多种医疗部件中。

[0084] 具有微结构的医用管

[0085] 图2显示了根据至少一个实施例适合用于在医疗回路中使用的管201的透视图。如在图2中所示,管201可以是波纹的,这有利地改进了管的柔性。然而,在某些实施例中,管201可以具有相对光滑的非波纹壁。

[0086] 在某些实施例中,管201可以用于传送气体到婴儿或新生儿患者和/或用于传送来自婴儿或新生儿患者的气体。在某些实施例中,管201可以用于传送气体到标准患者(例如较大的儿童和成人)和/或用于传送来自这些标准患者的气体。在此描述的“婴儿”和“标准”医用管的一些示例尺寸、以及这些尺寸的一些优选范围描述于共同拥有的2011年6月3日提交的美国临时专利申请号61/492,970和2012年3月13日提交的美国临时专利申请号61/610,109中,以及共同拥有的国际公开号WO 2011/077250 A1中,这些文献的每一篇通过引用以其全部内容结合。用于婴儿和标准管的示例长度可以是1到2m(或大约1到2m)。

[0087] 在至少一个实施例中,管201由包括一种或多种聚合物的挤出物形成。优选地,该聚合物被选择为使得形成的管201是大体上柔性的。优选的聚合物包括线性低密度聚乙烯(LLDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)、聚丙烯(PP)、聚烯烃塑性体(POP)、乙烯乙酸乙烯酯(EVA)、增塑聚氯乙烯(PVC)、或这些材料中的两者或更多者的共混物。聚合物形成总挤出物的至少98.4(或约98.4)、98.5(或约98.5)、98.6(或约98.6)、98.7(或约98.7)、98.8(或约98.8)、98.9(或约98.9)、99.0(或约99.0)、99.1(或约99.1)、99.2(或约99.2)、99.3(或约99.)、99.4(或约99.4)、99.5(或约99.5)、99.6(或约99.6)、99.7(或约99.7)、99.8(或约99.8)、或99.9(或约99.9)的重量百分比(重量%)。在具体实施例中,挤出物包括99.488(或约99.488)重量%或约99.49(或约99.49)重量%的LLDPE。在某些实施例中,管201是从描述于

共同转让的国际公开号 WO 2001/077250 A1 中的发泡聚合物形成的，将其通过引用以其全部内容进行结合。

[0088] 在一些实施例中，微结构可以由软金属材料例如铝箔、黄铜、和铜形成。在一些这样的实施例中，选择的这些材料可以具有高表面能。在一些实施例中，这些基底材料可以被涂覆并且可以包括增加基底材料的表面能的添加剂。在一些实施例中，未形成在微结构中的单独的金属的使用可能是有利的，原因仅仅在于高表面能。但是可以例如通过首先使软金属形成膜或薄膜，随后将该材料冲压成微结构，从而由金属形成微结构。然后，该冲压材料可以用来形成任何数量的本披露的加湿装置中的适当部件。例如，至少该管 201 的内部部分可以由金属形成，该金属可能已经或可能尚未被冲压形成微结构。并且在一些实施例中，冲压的金属膜可以形成在加湿腔室内的任何数量的结构(壁、塔、鳍片、底座，等等)上的表面。

[0089] 在某些实施例中，管 201 可以包括一根或多根传导性细丝。在某些实施例中，管 201 可以包括两根或四根传导性细丝，并且成对的这些传导性细丝可以在该管 201 的一端或两端形成连接环。一根或多根细丝可以被布置在管 201 的外部上，例如，围绕管 201 的外部螺旋缠绕，或者布置在管 201 的内壁上，例如沿着内腔壁周围螺旋缠绕。下文更详细地论述细丝。

[0090] 发现在液体与包括为特定目的建造的微结构的表面之间的相互作用可导致液体铺展到该表面上和这些微结构的内部或其上。进一步发现这个相互作用增加了液体-蒸汽界面面积并且降低了在该表面顶部上的液体层的厚度。相比于在平坦表面上的相同体积的液体，增加的表面积与降低的厚度的组合改进了液体的蒸发。如下文论述的，增加的表面积、降低的厚度、和加热的组合进一步改进了液体的蒸发。因此，在不同的实施例中，管 201 的内壁包括微结构 301，如在图 3A(未按比例) 中所示。微结构 301 的一部分的第一放大视图显示在图 3B 中。图 3B 以大于图 3A 的放大率显示了这些微结构 301。在图 3A 和 3B 中，这些微结构 301 沿着管 201 轴向布置(也就是说，这些微结构以垂直于管 201 的纵向长度的方向延伸)。

[0091] 聚合物通常具有低表面能，导致差的可湿性。为了提高这些微结构 301 在聚合物管 201 上的水铺展能力，可有利的是用一种或多种材料处理一种或多种聚合物，以便增加表面能。表面活性剂，例如阳离子表面活性剂，可以是特别令人希望的添加剂材料。合适的表面改性剂包括单硬脂酸甘油酯(GMS)、乙氧基化胺、烷基磺酸钠盐、和月桂酸二乙醇酰胺以及包含这些物质的添加剂。由科莱恩(Clariant)(新西兰)有限公司供应的并且产品名称为“418LD 抗静电母料”的MLDNA-418 是表面改性剂母料，其中 5(±0.25)% 的单硬脂酸甘油酯(CAS 号 123-94-4) 作为活性成分。优选地，表面改性剂包括总挤出物的至少约 0.05(或约 0.05)、0.1(或约 0.1)、0.15(或约 0.15)、0.2(或约 0.2)、0.25(或约 0.25)、0.3(或约 0.3)、0.35(或约 0.35)、0.4(或约 0.4)、0.45(或约 0.45)、0.5(或约 0.5)、1.1(或约 1.1)、1.2(或约 1.2)、1.3(或约 1.3)、1.4(或约 1.4)、或 1.5(或约 1.5) 重量%。例如，在至少一个实施例中，管挤出物包括表面改性剂的 0.25 重量%(或约 0.25 重量%)。作为另一个实例，在至少一个实施例中，管挤出物包括表面改性剂的 0.5 重量%(或约 0.5 重量%)。

[0092] 其他材料，例如其他表面活性剂或其他亲水剂，也可以用来提高管 201 或其他实施例的水铺展能力。例如，可以使用任何适合的阴离子、阳离子或非离子表面活性剂或其他亲水剂，或这样的表面活性剂或亲水剂的组合。适合的亲水剂可以是任何通常能够增加组

合物的亲水特性的任何一种试剂或多种试剂。在一些配置中,表面活性剂或亲水剂可以包括乙氧基化脂肪醇,例如描述于EP 0 480 238 B1中的那些,将其全部内容通过引用结合在此。在一些配置中,表面活性剂或亲水剂可以包括非离子表面活性物质,例如壬基酚乙氧基化合物、聚乙二醇单酯和双酯、脱水山梨糖醇酯、聚乙二醇单醚和二醚和描述于EP 0 268 347 B1中的其他物质,或非离子全氟烷基化(perfluoralkylated)表面活性物质,例如描述于WO 87/03001中的那些,将其全部内容通过引用结合在此。在一些配置中,表面活性剂或亲水剂可以含有硅部分。在一些配置中,表面活性剂或亲水剂可以包括湿润剂,例如描述于如以上提及的WO 87/03001和EP 0 231 420 B1中的亲水硅油,将其全部内容通过引用结合在此。在一些配置中,表面活性剂或亲水剂可以包括聚醚碳硅烷,例如描述于WO 2007/001869中尤其是在第13页和14页的那些,将其全部内容通过引用结合在此。其他此类适合的物质描述于US 5,750,589、US 4,657,959和EP 0 231 420 B1中,如在WO 2007/001869中引用的,将其全部内容通过引用结合在此。在一些配置中,表面活性剂或亲水剂可以包括含硅氧烷增溶基团的乙氧基化表面活性剂,例如描述于以上提及的US 4,657,949和WO 2007/001869中的那些。此类乙氧基化表面活性剂的实例为可从美国纽约迈图高新材料集团(Momentive Performance Materials)奥尔巴尼(Albany)公司获得的表面活性共聚物的SILWET®系(例如,SILWET® L-77)和可从美国俄亥俄州艾默罗德性能材料公司(Emerald Performance Materials)凯霍加福尔斯(Cuyahoga Falls)有限责任公司获得的MASIL®SF19。

[0093] 也可以使用其他方法来增加表面能。适合的方法包括物理、化学、以及辐射方法。物理方法包括,例如,物理吸附和朗缪尔-布洛杰特膜。化学方法包括通过强酸、臭氧处理、化学吸附、以及火焰处理进行氧化。辐射方法包括等离子体(辉光放电)、电晕放电、光活化(UV)、激光、离子束、电子束、以及伽马辐照。

[0094] 通过选择适合的表面改性法或表面改性剂,有可能提供这样的管壁,该管壁具有小于50(或约50)、45(或约45)、40(或约40)、35(或约35)、30(或约30)、25(或约25)、20(或约20)度($^{\circ}$)的表面特性接触角,如可通过角度测量装置(例如测角计)测量的。例如,具有小于35 $^{\circ}$ (或约35 $^{\circ}$)的表面特性接触角的管壁提供有用的结果。令人希望地,该接触角小于 $\pi/2$ (或约 $\pi/2$)。更令人希望地,该接触角为0 $^{\circ}$ 或约0 $^{\circ}$ 。

[0095] 下方的表1示出了对于不同的LLDPE样品的接触角测量,这些样品包括用表面改性剂处理的样品以及用辐射处理的样品。接触角测量是基于根据ASTM标准D7334,2008,“通过推进接触角测量来进行的涂层、衬底和色素的表面可湿性的标准实践”进行的静态液滴形状测试方法。

[0096] 表1

表面的说明	液体	平均接触角 (度)
线型低密度聚乙烯 (LLDPE) , 按制造时原样	水	97.39
线型低密度聚乙烯 (LLDPE) , 经氟化、经洗涤	水	67.56
线型低密度聚乙烯 (LLDPE) , 经等离子体处理, 10% O ₂ , 300 瓦, 30 秒	水	44.98
线型低密度聚乙烯 (LLDPE) , 用 5% MLDNA-418 作为表面改性剂添加剂	水	33.09

[0097]

[0098] 与所测试的其他表面改性法相比,具有5%MLDNA-418表面改性剂的样品产生最低的测量的接触角。

[0099] 如上文所论述的,在某些实施例中,将添加剂材料添加到本体聚合物挤出物。可令人希望的是将该材料添加到聚合物基质中,以便针对管的使用寿命对表面补足添加剂材料。在某些配置中,例如通过用该材料涂覆聚合物的表面,可以将该材料作为表面处理添加到聚合物上。例如,可以用添加剂材料进行刷、喷、或别的方式涂覆微结构化表面,该添加剂材料例如HYDRON抗雾涂层(宾夕凡尼亚州兰开斯特(Lancaster) MXL工业公司)、EXXENE抗泡沫(anti-form)涂层,比如HCAF-100(德克萨斯州科珀斯克里斯蒂(Corpus Christi) Exxene公司)、和模克隆(MAKROLON)抗雾涂层(拜耳公司),从而产生薄的(例如,1μm或大约如此)添加剂材料涂层。表面涂层可以是令人希望的,原因在于低成本和易于制造。

[0100] 在某些配置中,可以作为表面改性剂浇注亲水材料的薄膜,该亲水材料诸如可呼吸聚氨酯,例如ESTANE 58245(俄亥俄州威克利夫(Wickliffe)路博润(Lubrizol)公司)、可呼吸聚酯,例如ARNITEL VT3108(荷兰锡塔德(Sittard)帝斯曼工程塑料公司(DSM Engineering Plastics))、或可呼吸聚酰胺类,例如PEBAX(法国科龙贝(Colombes)阿科玛公司(Arkema))。这些亲水材料可以吸收水分并且变得非常可湿润。实施亲水薄膜的示例方法包括:将可呼吸聚合物溶解在溶剂中,浇注该混合物,并且允许该溶剂蒸发,因此在微结构上留下该可呼吸材料的薄膜。例如,可以将ESTANE 58245小球溶解在二甲基甲酰胺(DMF)溶剂的四氢呋喃(THF)中,并且浇注到微结构上,这些微结构是使用微铣削工艺从黄铜或铝切削加工而成。薄膜的典型尺寸是在1到10 μm(或约1到10μm)的范围内。优选地,该溶剂、可呼吸材料、和微结构材料的组合被选择为使得例如,通过用溶剂溶解微结构,该微结构的形状和质量基本上不受影响。

[0101] 某些实施例包括在图3A和3B中所示的垂直配置的实现,这可有利地改进加湿和冷凝物管理。如在图1中所示,管(例如,103和117)大体上在水平方向上延伸,虽然某些部分可以垂直延伸,尤其是接近管的末端,并且一些部分可以是倾斜的。在重力作用下,冷凝物倾

向于沿着管的垂直部分和倾斜部分向下流，并且汇集在大体上水平的管的最低点。当微结构垂直于大致水平的管的底部时，这些微结构将使汇集的冷凝物克服重力垂直移动。这种作用增加了在管壁上的冷凝物的量，并由此增加了暴露于空气流的冷凝物的表面积。暴露于空气流的冷凝物的更大表面积增加了该冷凝物蒸发到空气流中的可能性。因此，垂直配置减少了汇集在管中的冷凝物，并且提高了通过管的空气保持所希望的接近饱和的湿度水平的可能性。

[0102] 这种配置可以是有利的，因为它引起最低限度的管内腔中空气流的破坏，原因在于没有延伸到内腔中的结构。至少一个实施例包括实现不必延伸到内腔中或覆盖内腔的微结构，以便增强蒸发。

[0103] 根据一些实施例，微结构可以被取向为管的方向。例如，图19展示了腔室129的实施例，其在入口701处附接结合微结构1903的管1901。管1901可位于在蒸发腔室129的入口701处。液体（比如水）可以被分配到管1901中，在入口701上方一定的距离，使得水在加湿腔室129的方向流过微结构1903并沿行。

[0104] 在一些配置中，可以将液体量取到管1901的内表面上，使得控制引入围绕圆周并且通过使用微结构和重力沿着管1901的内表面铺展液体。可以使用任何适合的速率限制装置控制液体的引入。可以使用速率限制装置调节流入管1901中的水的速率，以便将管1901中的这些微结构1903的水之间的相互作用最大化。例如，增加管1901中的水的量可以增加发生的蒸发量。然而，如果不被完全覆盖或涂覆在水中，这些微结构1903可以是最有效的。已经发现蒸发发生在主要沿着水的边缘和周围结构的粗糙表面上。因此，可能令人希望的是控制流动通过管1901的水的量，从而将针对水的边缘数目最大化。

[0105] 在一些配置中，液体供应管可以在速率限制装置与轴环之间延伸。轴环可以包括在套筒的外表面上的微通道，这些微通道可以与管1901上的微通道连通。正因如此，轴环可以用来将液体供应到管1901。而且，轴环可以包括气体供应管道可以与之连接的外表面。向下或通过管1901朝向加湿腔室129流动的空气开始蒸发并且带走来自管1901的内表面的水。因此，到达加湿腔室129的空气已经获得至少一些水蒸汽。

[0106] 在一些实施例中（未显示），热夹套也可以结合在管1901的至少一部分中，或可以围绕该至少一部分。该热夹套可以进一步增强水或液体蒸发到该流动的气体中。在一些实施例中，不同于具有热夹套或除了具有热夹套之外，管1901可以具有印（printed）在管1901的一个或多个部分上的加热器。在一些实施例中，管1901可以包括诸如厚膜加热元件、腐蚀箔或金属丝元件之类的结构，以便提供加热元件。

[0107] 可以按任何适合的方式并且使用任何适合的材料形成具有这些微结构1903的管1901。在一些实施例中，可以从形成自亲水聚合物的波纹板形成管1901。一旦形成，可以将波纹材料卷绕而形成具有这些微结构1903的管1901，这些微结构沿着所得结构的内表面的长度的至少一部分延伸。在一些实施例中，这些微结构1903为V型槽。在一些实施例中，这些V型槽包括槽，当该板被平坦布置时，这些槽与邻近槽距离大约30μm。在一些配置中，该板以及因此所得的管1901可以为大约150mm长，并且在折叠形成管1901之后可以具有大约20mm的直径。

[0108] 图4展示了示例微结构301的截面图。在这个示例实施例中，该微结构301为具有楔状结构的连续微通道。连续微通道通常可被定义为具有1000μm（或约1000μm）或更小的尺

寸的连续通道。在至少一个实施例中,这些微通道具有 $20\text{-}40\mu\text{m}$ (或约 $20\text{-}40\mu\text{m}$)的深度d、 $20\mu\text{m}$ (或约 $20\mu\text{m}$)的最大宽度w,和 $30\text{-}60^\circ$ (或约 $30\text{-}60^\circ$)的角度θ。在某些实施例中,管表面具有1:1(或约1:1)的微通道-固体比。前述尺寸不是限制性的,并且下文进而更详细地论述另外的适合尺寸。由于以上论述的在这些示例实施例和这些示例管尺寸之间的尺度差异,微结构化表面可以在开放系统而不是闭合系统(如芯片上实验室)中停留和运行。

[0109] 某些实施例包括实现液体在微通道中的移动主要是基于表面力而不是惯性力或重力。某些实施例还包括实现如果微结构的特征尺寸小于毛细管长度(L_c),则表面力通常占优势,该毛细管长度定义为

$$[0110] L_c = \sqrt{\frac{\gamma}{\rho g}},$$

[0111] 其中γ代表表面张力,ρ代表流体密度,并且g代表重力加速度常数(9.8m/s^2)。对于在室温的水,毛细管长度为大约 2.3mm 。依照前述实现,小于约 2.3mm 的微尺度大小可导致对于在室温下的水的可观察的表面现象。然而发现,这些微结构的大小并非总是指示是否存在可观察的毛细管芯吸、表面积的增加、和/或膜厚度的降低。因此,在某些实施例中,这些微结构包括具有小于 $\pi/2$ (或约 $\pi/2$)的平衡接触角的底座基底。在等温(或接近等温)条件下,并且在小于毛细管长度的长度比例上,可以定义依赖于微结构的长宽比和临界平衡接触角的用于芯吸的标准。对于方形槽,该关系可以表示为

$$[0112] \theta_{\text{临界}} = \arccos\left(\frac{0.5}{0.5 + X}\right)$$

[0113] 其中X为高宽比。对于v形凹槽,该关系可以表示为

$$[0114] \theta_{\text{临界}} = \arccos\left(\sin\left(\frac{\beta}{2}\right)\right)$$

[0115] 其中β为该凹槽楔形体的角度。图16为用于在连续微通道特别是方形凹槽(1601)和v形凹槽(1603)中芯吸的示例条件的曲线图。在曲线下方的区域中,倾向于发生芯吸到通道中。在曲线的略微上方的区域中,观察到连绵到许多介稳平衡中的液滴,但是并不倾向于发生芯吸。在更上方的曲线的区域中,未观察到液滴连绵,并且没有发生芯吸。表面可湿性与通道长宽比的不同组合将导致液体芯吸到这些微通道中,前提是特征尺寸小于针对液体的毛细管长度(使得表面张力强于粘性力)。然而,一般而言,如果条件使得 $\theta_{\text{临界}}$ 在曲线下方,液体将芯吸到通道中。

[0116] 根据以上实施确定,为了促进芯吸,具有高长宽比和和/或高表面能(低接触角)的结构是令人希望的。表面活性剂,例如以上论述的那些,可以导致接近 0° 的接触角,因此可以轻而易举地发生芯吸。在大多数聚合物表面上的平衡接触角大于约 0.87弧度 (约 50°),因此可以实施更深的通道来促进润湿。

[0117] 表面粗糙度或微结构(例如,规则的微结构)可以促进液滴的分散,并且因此可以降低液滴的厚度/深度,这在平衡接触角小于约 90° 时增加了液体/蒸汽表面积。微通道的表面粗糙度也能在芯吸中起作用。人们认为,在这些微通道之内的微结构化或纳米结构化的凸起(bump)可以钉住固体/液体/蒸汽接触线,增加表面积,和/或充当用于凝结的成核位点。图17显示了与图18C中所示的那些微通道相似的微通道,不过是使用环境扫描电子显微

镜观察的。在该表面上可以清楚地看到粗糙度。在一些配置中,如果该接触角大于约90°,则表面粗糙度对铺展和蒸发具有有害作用,因为液滴将铺展更少,这将降低液体/蒸汽表面积。至少由于这个原因,具有小于约90°的平衡接触角的构造通常是优选的。

[0118] 许多不同形状的微结构可以实现所希望的结果。例如,连续微通道剖面可以是正弦槽或尖锐槽。在某些实施例中,这些微通道具有随着距离(例如,化学梯度或物理梯度)增加的长宽比。在一些实施例中,通道深度梯度用来控制液体在特定方向上的移动。已经发现液体倾向于沿着更深的通道方向移动。梯度可以是令人希望的,因为倘若滞后减慢,基底可以使液滴朝向具有更高能量的区域移动,以便将其降低。梯度还可以加速或以别的方式改进液体的芯吸。例如,在一些实施例中,通道深度梯度被用来使液体朝向具有更高空气流的区域移动,由此增加蒸发。在一些实施例中,使用沿着结构的垂直臂的更大的通道,以便将水从该结构的底部导向到波纹结构的顶部,由此使水更接近用于蒸发的加热元件。

[0119] 此外,微结构不必是连续的。离散的微结构有助于液体分散,由此加速蒸发。已经发现,在粗糙表面上,大部分蒸发在固体结构和液体的过渡区周围(即,在液体的边缘)发生。因此,增加整体结构的粗糙度增加了过渡区域并且改善了蒸发。例如,表面可以包含诸如圆柱形、锥形、或立方形的柱子或立柱之类的离散特征。微结构还可以包含前述特征的分级结构。在一些实施例中,离散特征是均匀的或部分均匀的。在一些实施例中,离散特征随机分布在表面上。例如,一些实施例利用具有遍布表面或附着在表面上的不规则形状的晶体。在一些实施例中,不规则表面(即,不光滑)可以有利地改善蒸发。

[0120] 图20和21展示了利用不规则或粗糙表面来增强液体蒸发的实施例。图20展示,可以使用输出少量液体的位于距离表面2001某一距离D的分配机构2003将液体施用到粗糙表面2001上。在一些配置中,液滴以一次一滴的方式发出。在一些配置中,液滴可以在接触时发生溅射,这导致更小的液滴。

[0121] 每个液滴可以接触粗糙的或不规则的表面2001,并且迅速遍布表面2001,由此增强液体蒸发到在表面2001上方流动的气体中。在一些实施例中,将表面2001加热以进一步增强液体蒸发到穿过的气体中。虽然在图20中的实施例已经显示仅仅具有单个液体分配器2003、或滴管,一些实施例,如在图21中所示,可以包括一个以上的液体分配器2003。多个液体分配器2101可以位于表面2001上的不同位置处,以便增加液体在表面2001上的覆盖度。在一些实施例中(未显示),包含多个孔洞的表面用作液体分配器2101。允许液体(比如水)在该表面上流动。然后,液体通过表面中的多个孔洞滴下或落入到下方的粗糙或不规则表面2001上。气体可以在两个表面(即,第一表面和粗糙或不规则表面2001)之间流动并且使液体在它落下时蒸发,之后分散在粗糙或不规则表面2101的微结构中。图21进一步展示了在一些实施例中,有待被加湿的气体(如空气)流可以被引导或成形以在粗糙表面2001上形成相对平坦的流。这样一种配置可以迫使更多的气体与粗糙表面2001相互作用。

[0122] 图22展示了包含多个具有不同高度和宽度的脊2201的粗糙表面的一种类型。人们认为具有更高的高宽比(即,更陡的坡度)的粗糙表面使液体铺展,并且增加了蒸发。在一些配置中,具有更陡的坡度被认为增加了接触线的数量。在一些实施例中,增加在液体与粗糙表面之间的接触线的数量被认为增加了蒸发。在一些实施例中,较高的脊2201的存在可以增加在液体与粗糙表面之间的接触线的数量,由此相对于具有矮的脊2203的表面增加了蒸发。在一些实施例中,利用施用于粗糙表面上的热量可以增加尤其是在接触线处的蒸发

率。在一些实施例中，使用具有整体微结构（即，与基础表面整体连接的微结构）的表面可以允许更好的热传递（如果基础表面被加热的话）。这样一种配置可以提高热量辅助液体蒸发的能力。

[0123] 虽然上文关于图20-22的论述是指粗糙或不规则表面，具有规则样式的微结构化表面可以实现相似的结果。类似于在粗糙表面上的液滴，相比于不具有微结构或表面不规则物的光滑表面，在具有微结构的表面上的液滴将更快地分散且蒸发到穿过的气体中。在一些实施例中，这些微结构是均匀的。在一些实施例中，如果并非每种微结构均相同的话，根据样式确定这些微结构的大小和排列。

[0124] 如果满足以上论述的芯吸标准，则水将因为某种动力学（称为卢卡斯-沃什伯恩动力学）芯吸到微通道和/或微柱中。芯吸长度（L）相对于时间（t）的平方根（ $L = A\sqrt{t}$ ）成比例增加，而不论通道的形状或长宽比如何，只要它具有均匀的横截面即可。A是表面张力、粘度、通道的横截面积、和接触角的函数。因此，什么确定这种关系的强度（即，A的值）取决于这些参数的一些或全部。

[0125] 某些实施例包括实现低接触角、高长宽比、高表面张力、和低粘度可能导致改善的芯吸。因为芯吸长度与时间的平方根成正比，芯吸速率与长度成反比并且与时间的平方根成反比。另一种方式说，芯吸随着距离并且随着时间的过去而减慢。

[0126] 图18A到18L显示了连续的和离散的微结构的图像。在图18A中的基底材料为聚对苯二甲酸乙二醇酯（PET）。在其他附图中的基底材料是丙烯酸。使用双刃剃须刀片切成在图18A中的V形凹槽。使用3D打印机（ProJet HD 3000）制造其他微结构。在一些实施例中，可以通过直接注射成型或热模压来制造微结构或结合微结构的表面。虽然在这些附图中没有显示，还有可能使用装备有微端铣刀的CNC机切削加工成微结构，这些CNC机例如由性能微工具公司（Performance Micro Tool）（威斯康星州简斯维尔）销售。图18B和18C显示了方形凹槽。图18D显示了具有在形貌中的梯度的方形微通道阵列的前视图，并且具体地显示了这些微通道的长端的前视图。图18E显示了图18D的微通道的短端的前视图。图18F显示了图18D的方形微通道阵列的侧视图。如在此论述的，由于在形貌中的梯度，芯吸动力学（具体地说，速度-时间关系）可以潜在地通过具有间隔距离的深度的变化的微结构而改变。这种形貌可以令人希望地影响液体蒸发并在表面上凝结的方式。这样的可变深度配置可以通过压花加工、切削加工、或浇注而实现。图18G显示了在未曾用表面活性剂处理的方形凹槽上的液滴。图18H显示了在用表面活性剂处理过的方形凹槽上的液滴的铺展。图18I和18J显示了处于不同放大率的有柱的表面的自顶向下视图。图18K显示了有柱表面的侧视图。图18L显示了定义表面形状的微结构的另一个实施例，该表面形状是图18A的微结构的形状的倒转。图18L的微结构包含交替的较高的脊和较矮的脊，它们各自通过小的通道或第一微通道彼此分开。优选地，这些较高的脊大大高于这些较矮的脊，并且可以是这些较矮的脊的2-3倍高，或比它们高出2-3倍。在展示的安排中，这些较矮的脊大大宽于这些较高的脊，例如像比它们宽约3-5倍。这些小的通道可以具有任何适合的大小，例如像大约为这些较高的脊的宽度。此外，这些较高的脊限定了大的通道或在其间的第二微通道，这些通道可以与这些小的通道连通或与之连续。这些大的通道的深度可以大于这些小的通道的深度，例如达到这些小的通道的2-3倍大，或比之大2-3倍。这些小的通道可以在截面形状上为大致三角形，而这些大的通道可以具有大体上类似于倒置梯形的截面形状。由于优选地这些较矮的

脊限定的区域显著大于较高的脊所限定的区域,这些较矮的脊的上表面可以被视为材料或基底的外表面,其中这些小的通道从该外表面凹陷,并且这些较高的脊从该外表面突出。

[0127] 这些微结构301可以沿着管201的整个长度或沿着管201的长度的一部分(例如有可能收集冷凝物的中心部分)延伸。可替代地,这些微结构 301可以沿着管201以规则或不规则的间隔延伸,这些间隔被不具有微结构的部分分开。前述这些图形显示了环绕管201的内圆周的这些微结构 301。然而,这些微结构301不必在所有实施例中环绕整个内圆周。例如,微结构301可以被布置为围绕圆周的一半或四分之一。

[0128] 已经发现,如果向液体下方的基底供应热量,单个液滴可以按其直径的许多倍铺展,并且可以实现非常有效的液体蒸发。因此,在某些实施例中,以上论述的一根或多根细丝包括加热细丝。加热细丝可以被包埋或封装在管201的壁中。例如,这一根或多根细丝可以绕着管内腔螺旋盘绕在管201的壁中。该一根或多根细丝例如可以如在授予哈伯德(Huddard) 等人的美国专利号6,078,730中所述的螺旋盘绕配置而被布置在管201 内,通过本引用以其全部内容结合该专利。加热细丝的安排并不限于前述配置的一种。此外,可以前述配置的组合来安排加热细丝。

[0129] 在某些实施例中,管201包括含有微结构的内部部件。在图5A-5B 中显示了示例内部部件501。在图5B中显示了内部部件501的放大视图。示例内部部件501为锯齿条。内部部件510的这些锯齿可以被确定大小且配置为补充该管(未显示)的这些波纹,使得该管将内部部件501大体上保持在适当位置。在图5B中,微结构301垂直延伸,以沿着内部部件501的纵向长度覆盖内部部件501的两个轴向表面。可替代地,微结构301可以覆盖一个轴向表面。在某些配置中,微结构301可以沿着纵向长度的一部分或沿着纵向长度的规则间隔或不规则间隔而延伸。内部部件501可以包括一个以上的锯齿条。例如,内部部件可以包括两个锯齿条并类似于具有沿着纵向长度的锯齿的加号。这些实施例不是限制性的。可以结合更大数量的条。然而,可有利的是具有更少数量的条,以便改善通过该管内腔的空气流和/或改善管的柔性。

[0130] 内部部件501的包括可以是有利的,因为内部部件501可允许微结构 301延伸进入管内腔并且达到管201内腔的中心。如在图6中所示,空气流速率从管壁到管内腔的中心(中线)逐渐增加并且在中线处达到最大。因而,上升到在图5A和5B中的微结构301上的水暴露于加温的、较高速率的空气流。冷凝物暴露于接近管中心的较高空气速率增加了冷凝物将蒸发到空气流中的可能性。

[0131] 对于内部部件501的替代配置是可能的。例如,内部部件501可以在管201的内部盘绕。这种配置可以是令人希望的,因为它允许这些微结构延伸进入管201内腔一定的距离,该内腔相比于管201壁暴露于更高的空气流速率。在至少一个实施例中,使内部部件501盘绕,使得内部部件 501的至少一部分越过管内腔的中心。

[0132] 如以上提及的,已经发现添加到微结构化表面上的热量可以显著提高蒸发速率。因此,任何前述实施例的内部部件501可以结合加热细丝,该加热细丝能够改善沿着该管的空气流的加热,并且因此提高这些微通道中的冷凝物将蒸发到空气流中的可能性。结合一根或多根加热细丝到内部部件501中还降低了将发生在加温的内部部件上的凝结的可能性。已经发现在接触区域处的蒸发是最强的,其中固体表面、液滴、和蒸发的蒸汽在该接触区处相遇。这是由于接近受热的表面的缘故。离固体越近,则质量传递越高。因此,某些实施

例包括可能令人希望地具有更大数量的更窄的通道的实现。例如,相比于在具有五个200 μm 通道的表面上,在具有十个100 μm 通道的表面上可以实现更高的蒸发速率。

[0133] 应当注意的是,微结构的上述配置可以是有利的,因为它可以用来输送液体,而不使用一个泵或多个泵。此外,某些实施例包括将不需要泵来导向液体的微结构化表面的实现,因为液体移动是由毛细管作用驱动的。

[0134] 制造管的方法

[0135] 如以上提及的,管可以由一个或多个挤出聚合物部件制成。挤出物的特性(包括组成、表面改性剂、用于增加表面能的方法)描述于上文。

[0136] 参考图14描述了第一种制造方法。该方法包括挤出细长管道,该细长管道具有纵轴、沿着该纵轴延伸的内腔、以及围绕该内腔的壁。可以在挤出过程中将微结构按压或以别的方式形成在该管道上。还可以在挤出之后将微结构成型、打印、切割、热成型、或以别的方式形成在该管道上。如在图4、8D、和9D所示,观察到使用锐利物体在表面中切割成微通道可以导致围绕微通道的顶部部分的隆起边缘。因此,在一些方法中,可令人希望的是在微通道形成之后研磨或抛光表面,以便提高表面的均匀性。该方法还可以包括使细长管道成波纹状,例如利用波纹成型模具。更确切地说,该过程涉及混合或提供挤出物材料(即,用于挤出的材料)的母料、将母料馈送到挤压模头中、挤出如上文所描述的挤出物、以及(任选地)使用模具块的无端链将细长管道馈送到波纹板轧机中以形成波纹管。

[0137] 图14总体上图示了一种设置,其中提供了用于接收原始成分或材料(例如,母料和其他材料)的进料斗1401,该进料斗将在朝向模头1407的方向A上被传递通过由电动机1405驱动的螺旋送料机1403。熔融管1409从模头1411被挤出。传导性细丝可以任选地在熔融管1409上或在其中被共挤出。

[0138] 已经发现挤压机,例如配备有30mm到40mm直径的螺杆并且典型地具有0.5mm到1.0mm的间隙的12mm到16mm环形模头的威莱克斯(Welex)挤压机,适合于快速生产低成本管。类似的挤出机器由美国库内(Kuhne)(德国)、AXON AB塑料机械(瑞典)、AMUT(意大利)、以及巴顿菲尔(Battenfeld)(德国和中国)提供。已经发现诸如由Unicor®(德国哈斯福特)制造并且供应的波纹板轧机之类的波纹板轧机适合于波纹成形步骤。类似的机器由OLMAS(意大利卡拉泰布里亚恩扎)、青岛HUASU机械制造有限公司(中国青岛胶州市)、或拓普工业(成都)有限公司(中国成都)提供。

[0139] 在制造期间,熔融管1409在退出挤出机模头1411之后在波纹板轧机上的一系列旋转模具/块之间被传递并且形成波纹管。熔融管由经由穿过这些块的狭槽和通道施加到管的外侧的真空和/或经由穿过挤出机模具芯杆的中心的空气通道施加到管内部的压力而形成。如果施加内部压力,可能需要从模芯针延伸的并且与波纹内侧紧密配合的特殊成形的长的内杆,以便防止空气压力沿该管以末端朝前的方式(endways)逸出。

[0140] 管还可以包括用于到末端连接器配件的连接的平坦的套箍区域。因此,在制造期间,模制塑料末端连接器配件可以通过摩擦配合、胶粘剂粘结、包覆成型、或通过热或超声波焊接而被永久固定和/或气密密封。

[0141] 根据此处所描述的实施例的用于制造管的另一适合的方法涉及螺旋成形,如图15中所示。一般而言,该方法包括挤出带子并且使该挤出的带子围绕心轴螺旋盘绕,由此形成细长管道,该细长管道具有纵轴、沿着该纵轴延伸的内腔、以及围绕该内腔的壁。该方法还

可以包括任选地使细长管道波纹成型。可以在挤出过程中将微结构按压或以别的方式形成在该带子上。还可以在挤出之后将微结构成型、打印、切割、热成型、或以别的方式形成在该带子上。此外，还可以将微结构成型、打印、切割、热成型、或以别的方式形成在组装的管道上。在一些方法中，可令人希望的是在微通道形成之后研磨或抛光表面，以便提高表面的均匀性。

[0142] 挤出过程涉及混合或提供挤出物材料(即，用于挤出的材料)的母料、将母料馈送到挤出模头中、将挤出物挤出成带子。

[0143] 然后，将该挤出的或预成形的带子螺旋盘绕。在一些实施例中，加强珠覆盖在带子的匝上。该珠可以为管提供抗碾压的螺旋加强并且还可以提供用于熔合或接合重叠的带子部分的热的、化学的或机械的胶粘剂的来源。

[0144] 在图15中显示的是在传递到波纹板轧机1505中之前退出挤出机的模具1503的熔融挤出管1501。离开该波纹板轧机1505时，加热丝1507被缠绕在该成形的管状部件的外部周围。

[0145] 上文参考图15所描述的优选类型的管制造的一个优点为模具块B中的一些可以包括同时形成为管状部件的末端套箍特征。可以通过复杂性的降低和二次制造过程的消除来显著增加制造速度。虽然这个方法是对于分开的套箍形成过程的改进，但是现有技术中普通套箍的缺点是该波纹板轧机必须减速以允许在这个区域中该管的壁厚度增大(该挤出机以相同的速度继续)。增加套箍厚度以利用套箍适配器配件来实现增加的箍强度和密封特性。此外，在与波纹板轧机块的有限接触时间期间，在此较厚区域中的熔融聚合物的热量难以去除并且这会变成对管生产线的最大运行速度的重要限制因素。

[0146] 具有微结构的加湿腔室

[0147] 接下来参考图7，该图显示了根据至少一个实施例的加湿腔室129。加湿腔室129通常包括入口701和出口703。腔室129被配置为安装在加热板(如上文图1论述的元件131)上，使得该腔室的底座705接触加热板131。底座705优选地包括具有良好导热性的金属，例如铝和铜。加湿腔室129进一步被配置为保持一定体积的液体，例如水。在使用中，液体接触底座705的大部分。加热板131将腔室129的底座705加热，由此引起腔室129中的至少一些液体蒸发。在使用中，气体经由入口701流入腔室129中。气体在腔室129内被加湿并且通过出口703流出腔室129。

[0148] 图8A显示了加湿腔室129的微结构801的示例配置。通过引用而结合在前述部分中论述的微结构801的特性。如在这个实例中所示，将这些微结构801围绕加湿腔室129的周围垂直安排。换言之，这些微结构与腔室129的底座705垂直(或大体上垂直)。在图8A中的这些微结构显示为比实际大小更大，这仅仅是出于说明的目的。垂直微结构801向上运送水130到腔室129的侧面上，使得更大表面积的水130被暴露于腔室129之内的空气流。在至少一个实施例中，这些微结构从腔室的基座延伸一个距离，该距离为腔室129的高度的100%、99%、95%、从95%到99%、90%、或从90%到95%(或大约如此)。腔室129的高度可以是50mm(或约50mm)。在某些配置中，一种或多种添加剂，例如SILWET表面活性剂(美国纽约迈图高新材料集团奥尔巴尼公司)可以被包含在水130中，以增强被这些微结构的摄取。

[0149] 虽然在8A中这些微结构801被安排为围绕在腔室129的整个圆周，应当理解的是，在某些实施例中，这些微结构801被安排为小于整个圆周。例如，这些微结构801可以被安排

在腔室129的单个部分中或者以随机或固定的间隔围绕腔室129。

[0150] 图8B显示了图8A的微结构的一部分的第一放大视图。如在图8B中所示，水行进到垂直微结构801上。在这些微结构801之中或之上的微尺度水滴暴露于腔室129内的空气流。图8C显示了图8A的微结构的一部分的第二放大视图。如在图8C中所示，空气流动通过腔室129并且跨过这些微结构801，引起这些微结构801中的至少一些水滴蒸发。来自这些微结构801的蒸发的水作为蒸汽进入空气流。

[0151] 如在前述附图中所示，这些微结构801使得腔室129中的水130的更大表面积暴露于穿过的空气流，相比于没有任何微结构的腔室，由此增加了腔室129的效率。

[0152] 图8D展示了示例微结构801的截面图。在这个示例实施例中，这些微结构801为楔形微通道。以上描述的这些微结构相对于管配置的特性也可以结合在针对加湿腔室配置的微结构中。

[0153] 图9A显示了加湿腔室129的微结构的另一个示例配置。如所示，这些微结构可以垂直和水平地安排在加湿腔室129内。垂直安排的微结构垂直（或大致垂直）于底座605并且被指定为901，而水平安排的微结构平行（或大致平行）于底座705并且被指定为903。而且，这些微结构显示为比实际大小更大，这仅仅是出于说明的目的。一般而言，图在9A的配置中，垂直安排的微结构901向上运送水130到腔室129的侧面上。水平安排的微结构903将来自垂直安排的微结构901的微尺度水滴铺展在腔室129的顶部周围，从而相比于没有任何微结构的腔室将更大表面积的水暴露于空气流。这些微结构901和903由此增加了该腔室的效率。

[0154] 图9B显示了图9A的微结构的一部分的第一放大视图。如在图9B中所示，水行进到垂直安排的微结构901上。当微尺度水滴到达它的对应的垂直安排的微结构901的顶部时，该水滴进而沿着它的相应水平安排的微结构903（或微结构的组）行进。图9C显示了图9A的微结构的一部分的第二放大视图。如在图9C中所示，空气流动通过腔室129并且跨过这些微结构901和903，引起这些微结构901和903中的至少一些水滴蒸发。来自这些微结构901和903的蒸发的水作为蒸汽进入空气流。在替代配置（未显示）中，腔室129可以被配置为使水在重力下（而不是对抗重力）沿着这些微结构向下流。而且，通道与销的组合可以按任何所希望的方式导向该流。

[0155] 这些垂直微结构901可以类似于以上在图8D中以及在本披露中的别处显示的那些，并且将它们的形状和特性的以上论述通过引用结合在此。图9D展示了示例水平微结构903的截面。

[0156] 在图9A-9D中的垂直安排的微结构901和水平安排的微结构903的形状和配置仅仅是出于说明的目的。本发明不限于所披露的实施例。

[0157] 出于以上关于管的实施例解释的原因，可以令人希望的是利用与具有所希望的表面能的表面组合的微结构，以便改善该表面的可湿性和水铺展特征。已知金属和玻璃具有相对高的表面能和良好可湿性。因此，腔室129的内表面可以包含金属或玻璃。诸如铝或铜之类的金属可以是令人希望的，因为这些材料也容易传导热量，这可以提高在该腔室内的蒸发速率。玻璃可以是令人希望的，因为它的光学透明性可允许使用者在视觉上检查在该腔室内的液体水平。塑料对于腔室129而言是特别令人希望的材料，因为它们的成本低并且在制造中易于使用。然而，如上文所说明，塑料具有相对低的表面能。因而，可以令人希望的

是用添加剂处理塑料,以便增加表面能,如上文所说明的。在至少一个配置中,腔室129壁包含具有涂覆有一层传导性金属(例如金)的内壁的聚(甲基丙烯酸甲酯)塑料。在另一个配置中,腔室129壁的内表面包含陶瓷材料、石榴石、或烧结材料(例如 TiO_2)。

[0158] 如以上提及的,已经发现添加到微结构化表面上的热量可以显著提高蒸发速率。因而,腔室129可以在壁中结合加热细丝,这可以改善壁的加热,以及因此在这些微结构中或在其上的液体蒸发的可能性。在至少一个配置中,加热护罩可以被置于腔室129的周围,以改善到腔室129的热传递。此外,绝缘夹套可以被置于腔室129的周围以防止热损失并且改善在腔室129之内的热保留。

[0159] 图23展示了加湿腔室2301的实施例,该加湿腔室包括多个叠片 2303,在叠片2303的至少一些表面上具有微结构2305。如所展示的,叠片2303可以被安排为许多鳍片或壁;然而,其他配置可以包括塔、柱子或鳍片、塔、和柱子的组合。如所示,叠片2303可以被安排为取向为通过加湿腔室2301的空气流的方向的鳍片。然而,还可以使用其他配置,从而延伸进入通过腔室2301的流并且诱导更强的与这些微结构2305的混合和相互作用,并且因此诱导更强的蒸发。而且,在一些实施例中,不同的叠片可以具有不同的高度,从而产生对于穿过加湿腔室2301的气体的不规则流型或紊流。

[0160] 在所展示的实施例中,加湿腔室2301可以被加热。在一些实施例中,一个或多个叠片2303可以包含导热材料,例如金属,以便进一步增强蒸发。在一些实施例中,各个叠片2303的所有暴露表面可以结合微结构2305,其可以从腔室2301的底部向上抽吸水2307到达腔室2301的多个部分,这些部分具有增加的空气流或在这里的空气是较不潮湿的,并且因此使得更多的水分蒸发。腔室2301被展示为方形盒;然而,可以使用其他形状,例如长方形、圆柱体、球体、圆顶,等等。

[0161] 微结构可以结合在加湿系统内的任何数量的结构中。一个这样的结构是加湿腔室本身的底座或底部。在一些实施例中,在加湿腔室底部上的微结构或不规则表面特征的使用可以分散流体并产生更大的表面积,以便增强蒸发。在一些实施例中,微结构的使用可以起作用降低液体的深度,由此增强蒸发。在一些实施例中,这些微结构可以被配置为一种型式,例如线性型式或直线型式或圆形型式。在一些实施例中,线性型式或直线型式比圆形型式更好地增加了表面积。在一些实施例中没有型式,并且表面包含不规则的突出物或表面不规则物。

[0162] 具有微结构的患者接口

[0163] 冷凝物管理是患者接口设计的重要设计问题。因此,某些实施例包括微结构可以结合在患者接口中的实现,患者接口包括但不限于遮罩(例如气管罩、面罩和鼻罩)、套管和鼻枕。

[0164] 图10A显示了一个示例接口115的前透视图。接口115可以在呼吸疗法领域中使用。接口115对于正压呼吸疗法的形式具有特殊效用。例如,接口115可以用于管理持续气道正压(“CPAP”)治疗。此外,这些接口115可以与可变气道正压通气(“VPAP”)治疗和双水平气道正压通气(“BiPAP”)治疗一起使用。接口115可以与任何适合的CPAP系统一起使用。

[0165] 接口115可以包括任何适合的遮罩配置。例如,本发明的某些特征、方面和优点可以用于鼻罩、全面罩、口鼻罩或任何其他正压罩。所展示的接口是一种全面罩1001。全面罩1001通常包括遮罩组件1003和连接端口组件1005。遮罩组件1003通常包括在使用中与使用

者的脸接触的遮罩密封件1007。

[0166] 图10B展示了结合一根或多根传导性细丝1009的图10A的全面罩 1001的配置。如在10B中所示,传导性细丝1009可以被安排为大体上正弦的型式。然而,许多种配置是可能的,例如栅格形配置、线圈、或环。

[0167] 一根或多根传导性细丝1009可以被附接到遮罩1001壁的外表面上(即,遮罩1001的表面被配置为在使用过程中面向环境空气)。一根或多根传导性细丝1009也可以被附接到遮罩1001壁的内表面上(即,遮罩 1001的表面被配置为在使用过程中面向患者)。一根或多根传导性细丝 1009也可以被包埋或以别的方式结合在遮罩1001壁中。这最后一种配置可以是令人希望的,因为它可以防止患者触摸传导性细丝1009。前述配置的组合也可以结合在遮罩1001中。而且,遮罩1001壁本身或者遮罩1001 壁的至少一部分可以是传导性的。例如,遮罩1001可以包括传导性聚合物或传导性金属。

[0168] 图11A是图10A-10B 的遮罩1001的后主视图。图11A总体上展示了在该遮罩的内部表面上的微结构1101的示例配置。通过引用而结合在前述部分中论述的微结构1101的特性。示例遮罩1001具有纵轴LA和横轴TA。遮罩1001包括在纵轴LA的一侧上的第一部分1103 和在纵轴LA的另一侧上的第二部分1105。一般而言,这些微结构1101沿着遮罩1001的下侧平行于横轴TA而延伸。这些微结构1101在纵轴LA的任一侧上形成镜像型式。这些微结构1101不是按比例绘制的,而仅仅是出于说明的目的。

[0169] 图11B显示了图11A的微结构1101的一部分的第一放大视图。图 11C展示了示例微结构1101的截面。在这个示例实施例中,该微结构为微通道。这些微结构可以类似于以上论述的那些,并且它们的形状和特性的论述通过引用结合在此。

[0170] 如下面解释的,某些实施例包括在患者接口中结合微结构的实现可以通过防止或减少微尺度水滴(即,具有大于1000 μm (或约1000 μm)的直径的水滴)的形成来改进凝结物管理。图12A显示了在一个未结合微结构的接口表面上的水滴形成的示意图。相比之下,图12B显示了在结合微结构的接口表面上的水铺展的示意图。在这两个附图中,1201指示接口的外表面(即,在使用过程中面向环境空气的接口表面),并且1203指示接口的内表面(即,在使用过程中面向患者的接口表面)。

[0171] 患者接口经历非常高的湿度条件。如在框1205和1207中所示,当接口的内表面1203是光滑(或相对光滑)的时候,在患者接口的内表面上易于形成水滴。如在框1209中所示,这些水滴在使用中将向下流到患者接口的较低区域并且汇集或滴落在患者脸上。如在框1211到1213所示,微结构到患者接口的内表面1203上的结合可以改善这个问题。如在框1211和1213中所示,这些微结构使冷凝物沿着这些微结构的长度(或长度的至少一部分)展开,防止冷凝物形成液滴。如在框1215中所示,由于冷凝物沿着这些微结构经过大的表面积展开,冷凝物可以更容易地蒸发。这种铺展作用还降低了冷凝物将汇集在较低区域中或滴落到患者脸上的可能性。在某些实施例中,微结构在内表面1203上的结合允许冷凝物从患者接口重新导向到诸如海绵或可呼吸膜的吸收层(未显示)上。

[0172] 图11D显示了图10A的遮罩1001的后正视图。图11D示意性地展示了冷凝物沿着该遮罩的内表面上的这些微结构1101的展开。

[0173] 在至少一些配置中,一根或多根传导性细丝1009(图10B)包括被配置为加热遮罩1001壁的一根或多根加热细丝。当一根或多根传导性细丝 1009包括至少一根加热细丝时,

加热细丝可以与电源连接，并且由此将热量施用到遮罩1001主体上。如在图13中所示，所添加的热量加速了在这些微结构中或其上展开的冷凝物的蒸发。

[0174] 本发明的以上描述包括本发明的优选形式。可对其做出不脱离本发明的范围的修改。本发明涉及的内容对于本领域的技术人员而言，本发明的在结构上的许多改变以及截然不同的实施例和应用将表明它们自身没有脱离如在所附的权利要求书中定义的本发明的范围。在此的披露和说明完全是说明性的，并不是旨在进行任何意义上的限制。

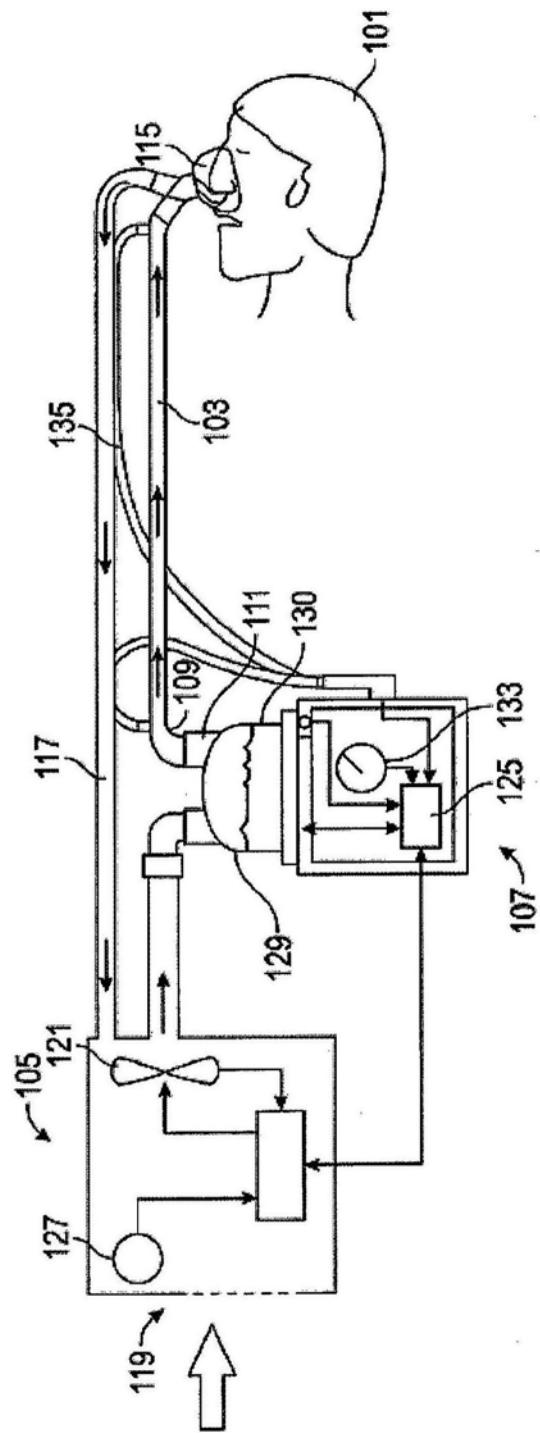


图1

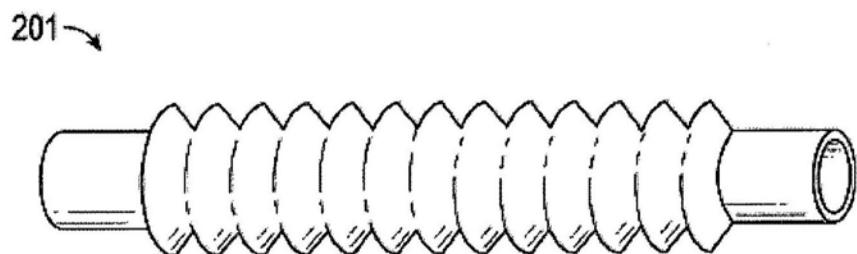


图2

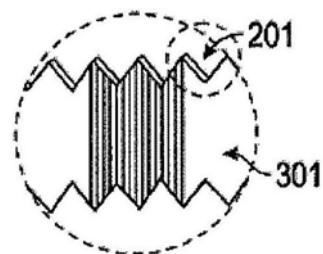


图3A

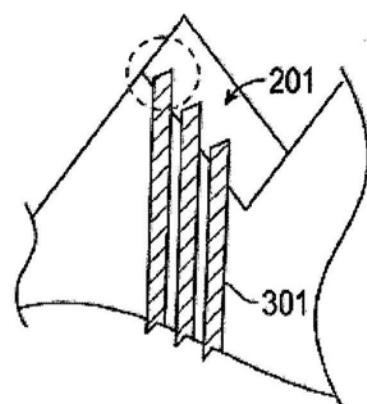


图3B

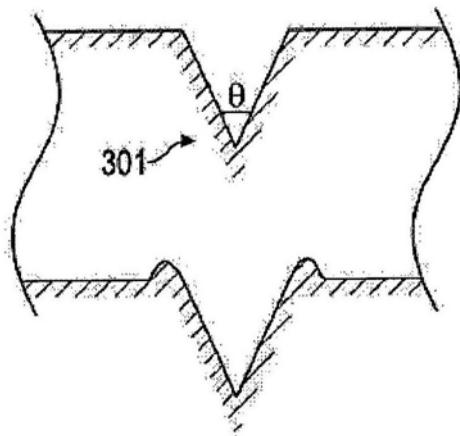


图4

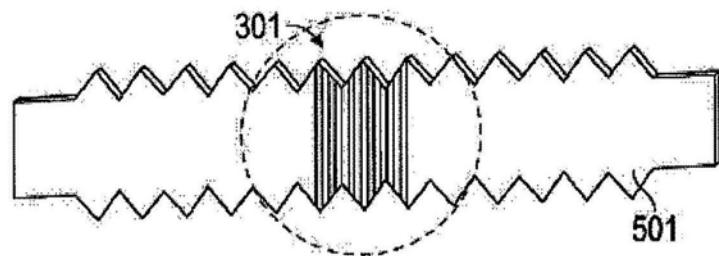


图5A

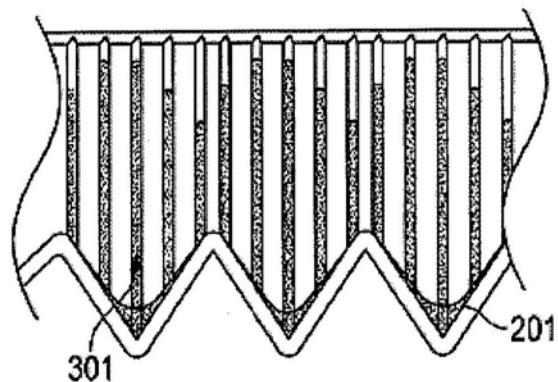


图5B

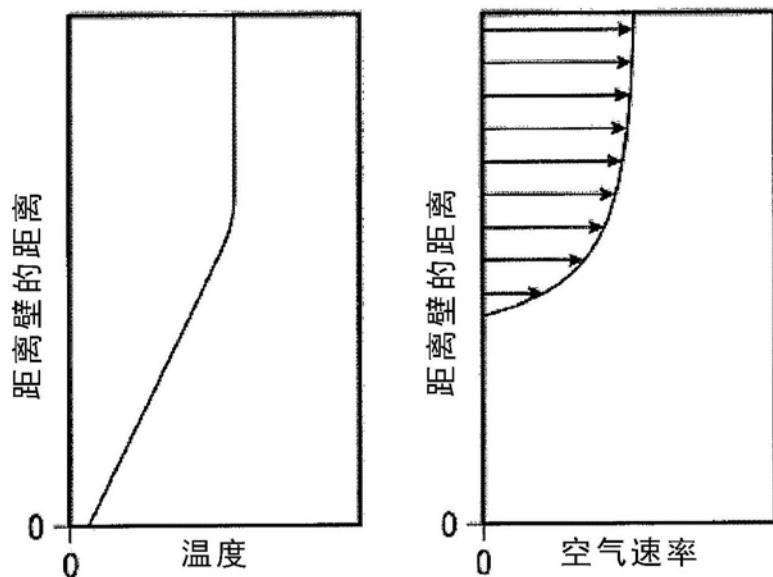


图6

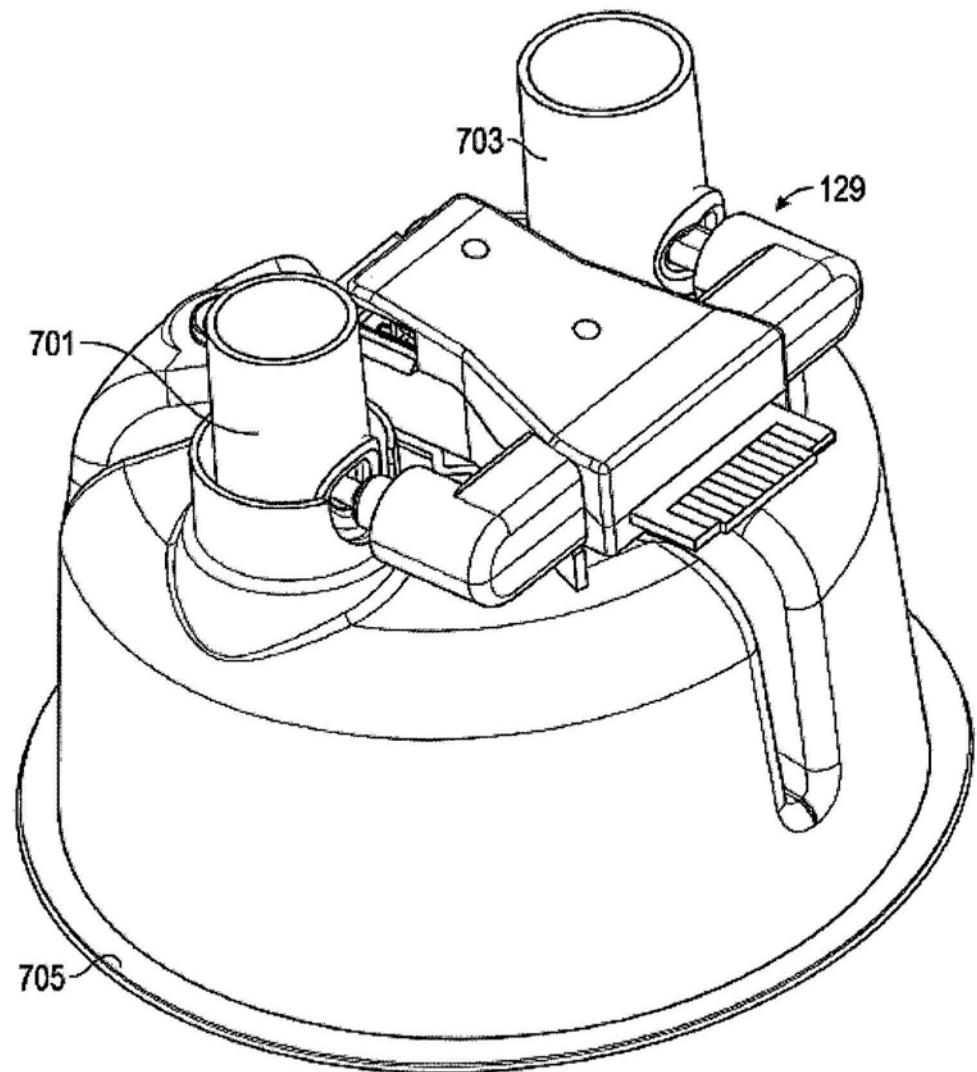


图7

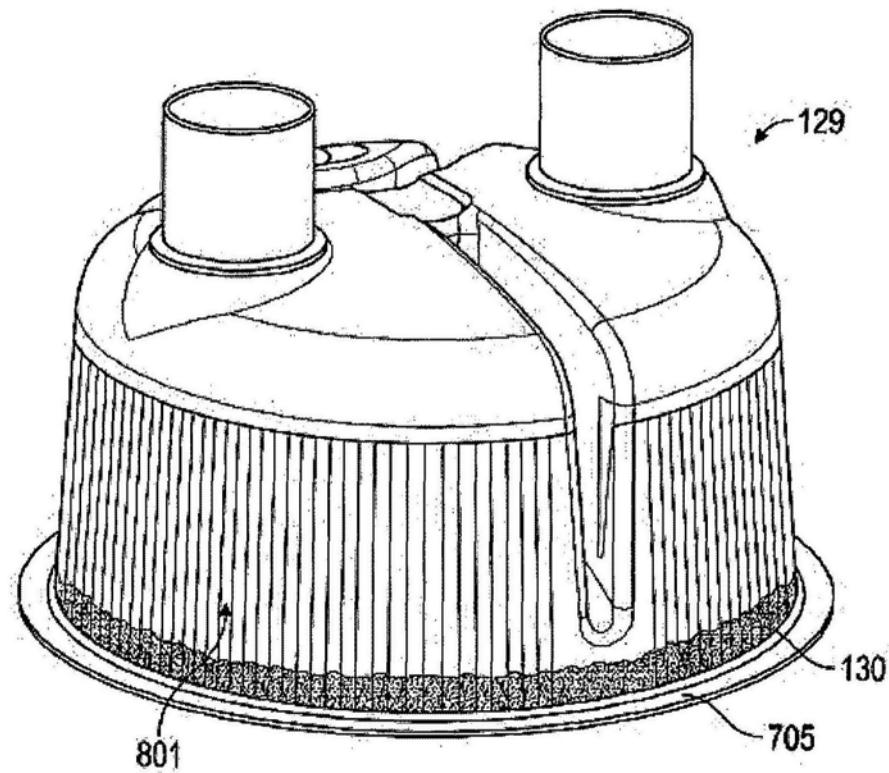


图8A

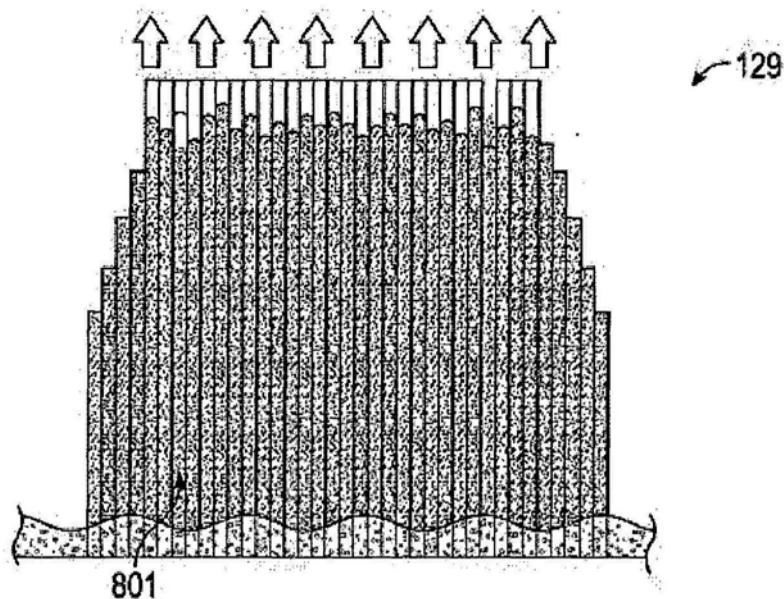


图8B

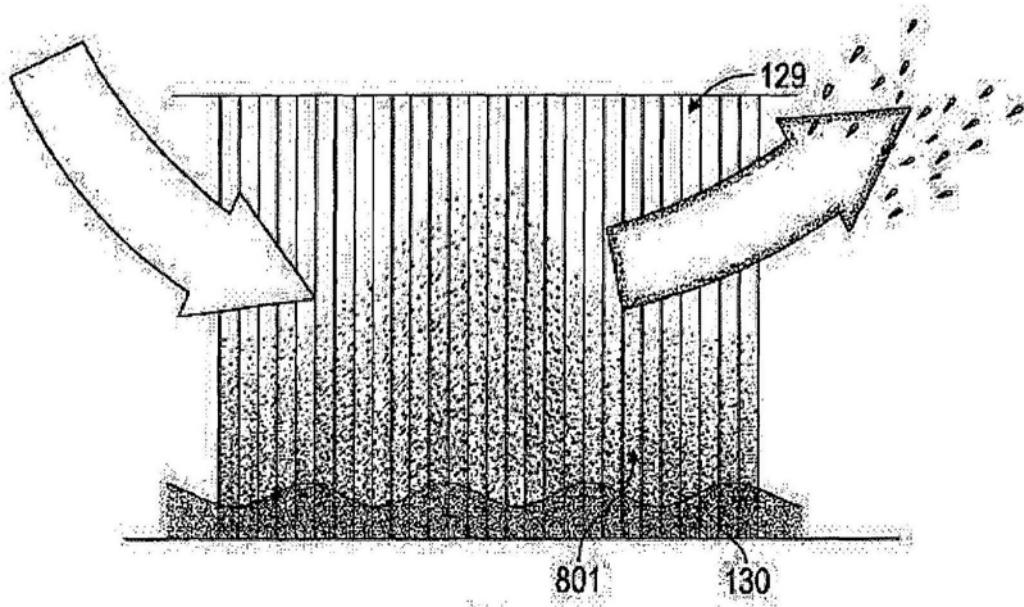


图8C

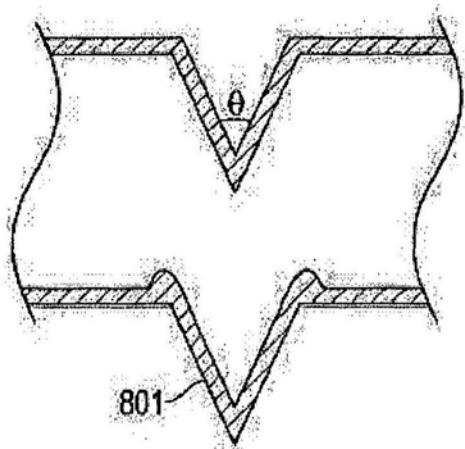


图8D

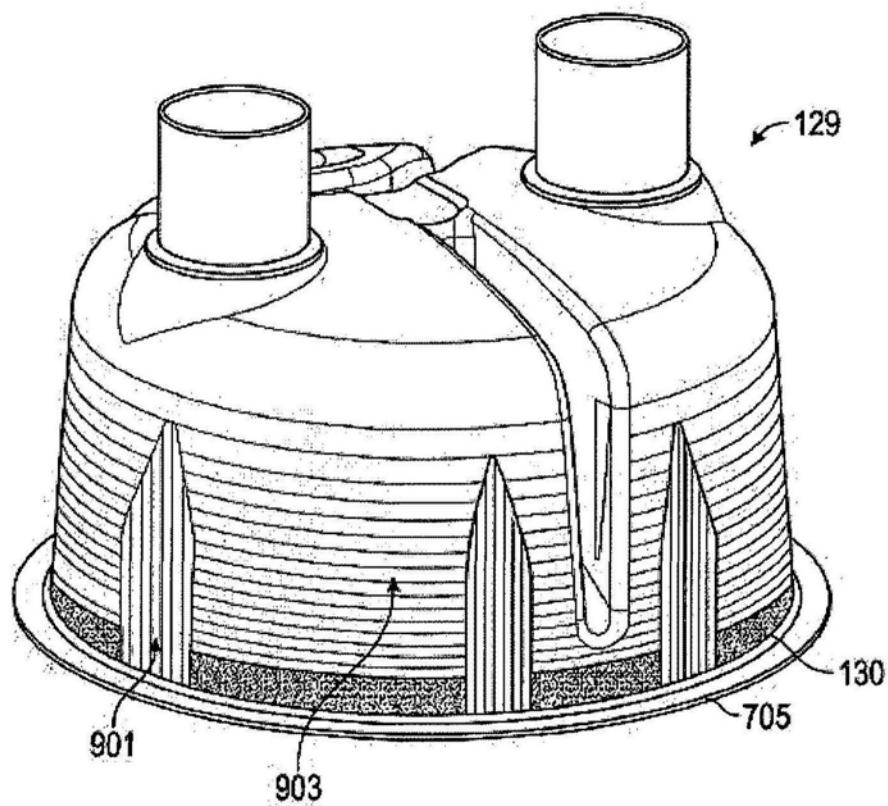


图9A

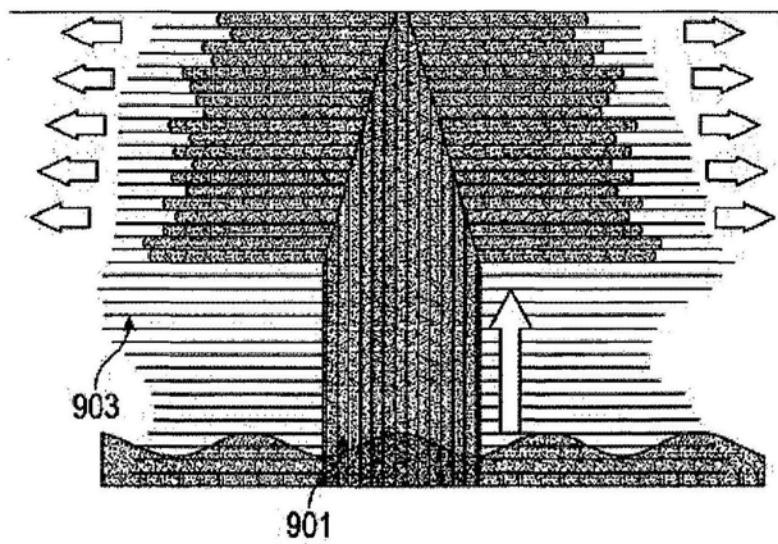


图9B

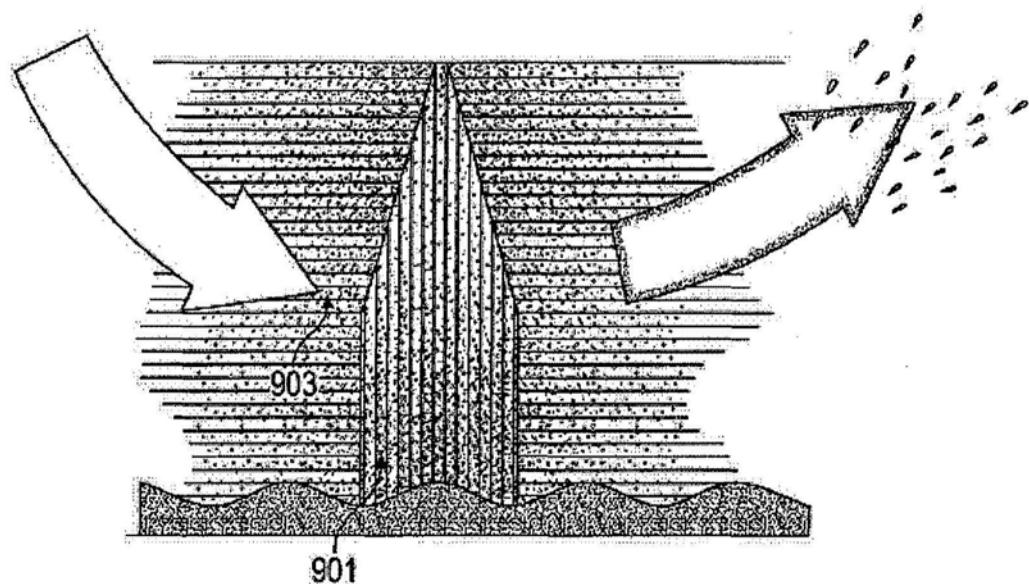


图9C

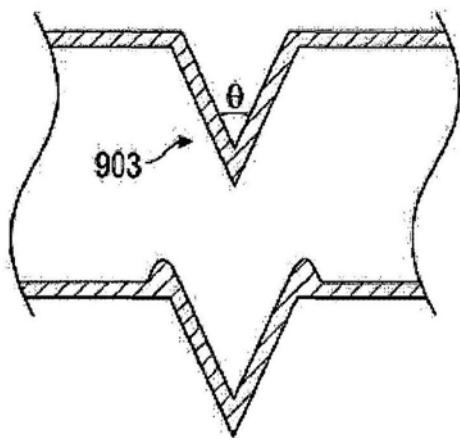


图9D

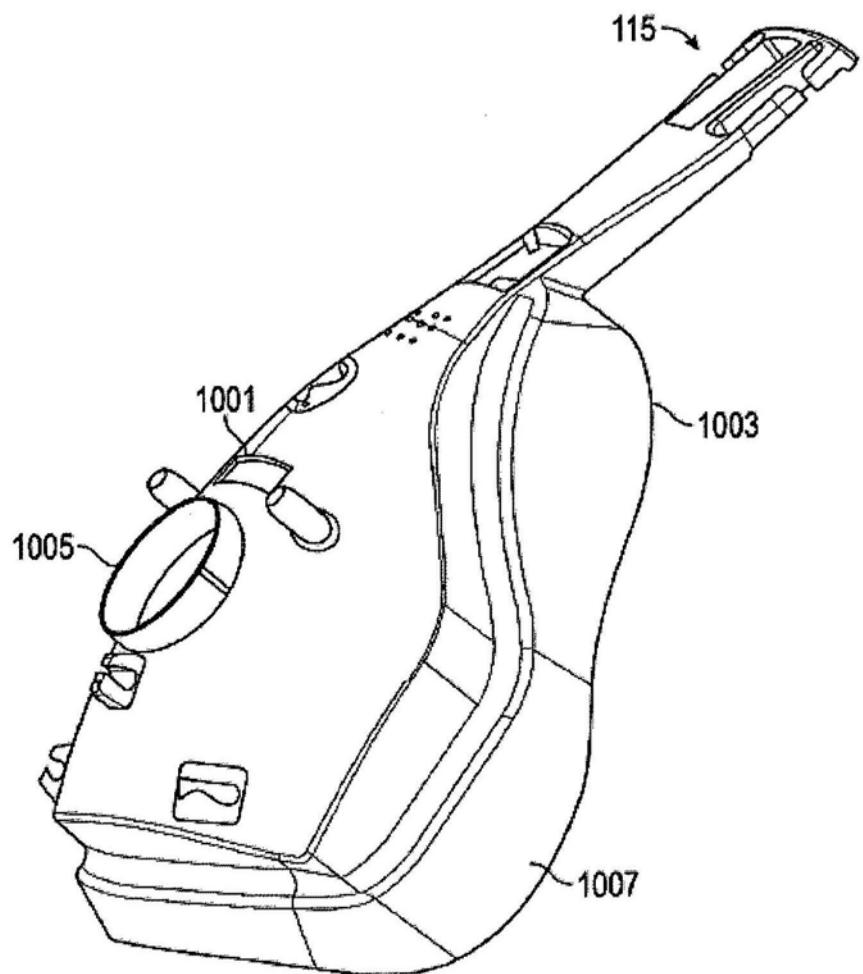


图10A

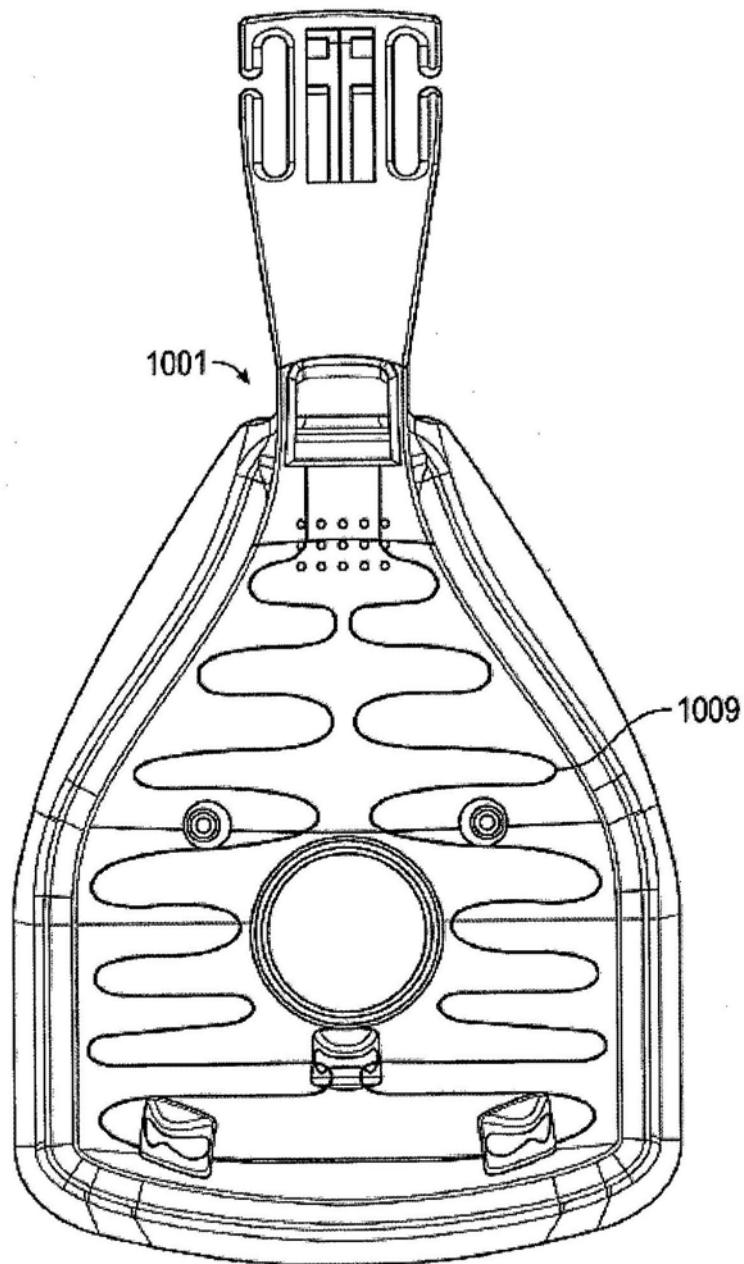


图10B

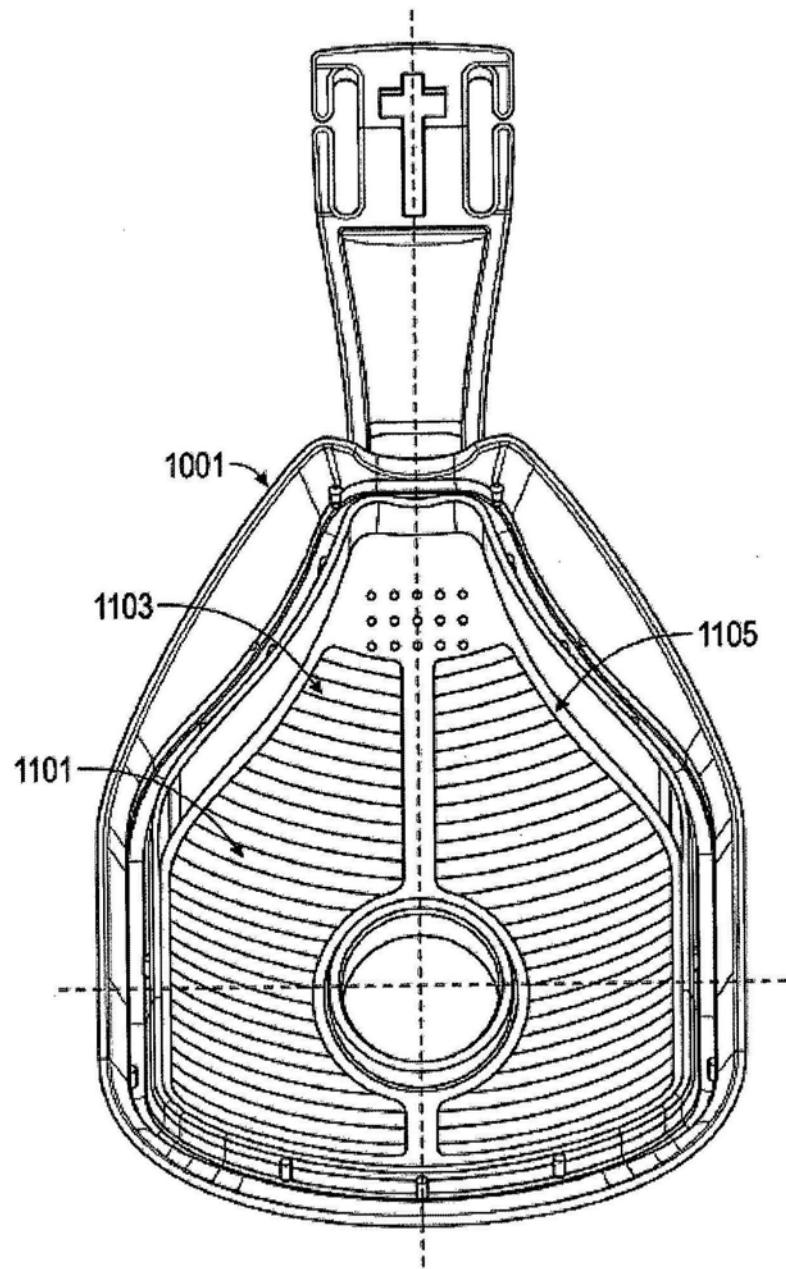


图11A

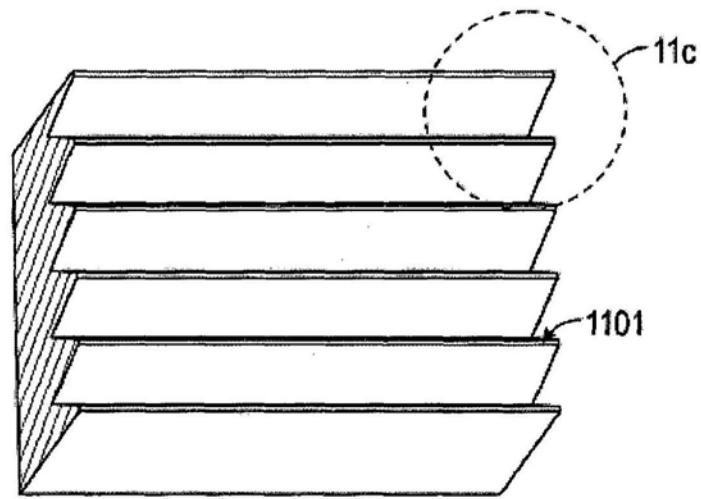


图11B

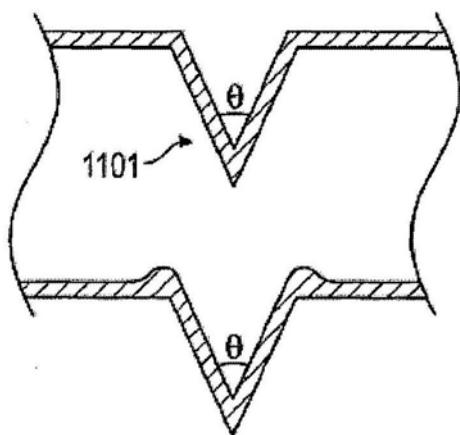


图11C

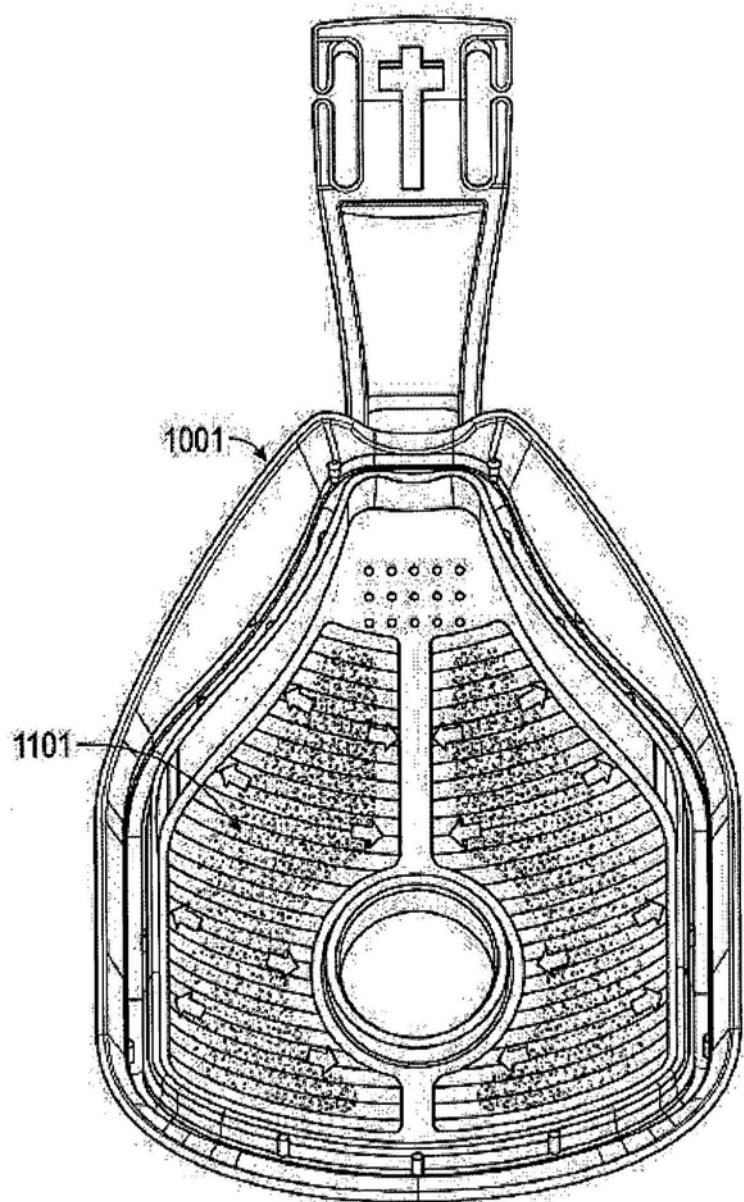


图11D

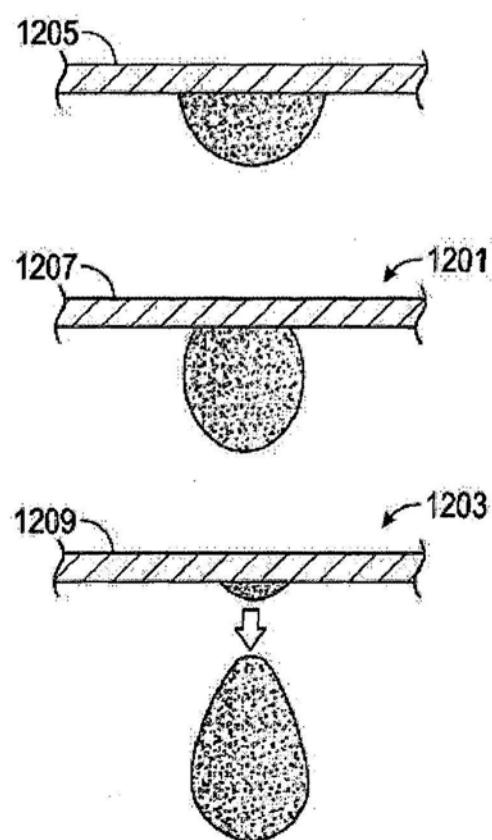


图12A

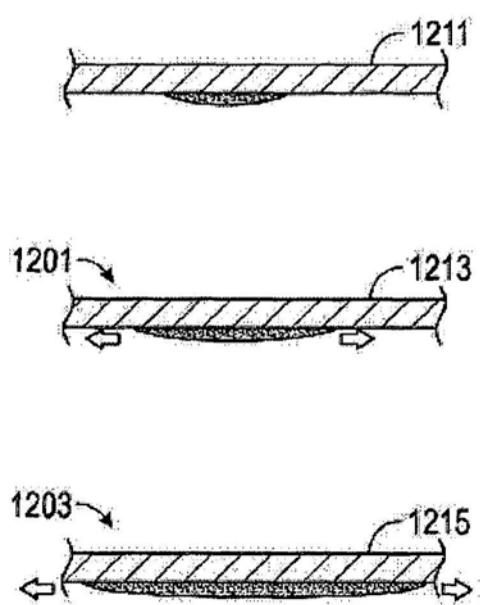


图12B

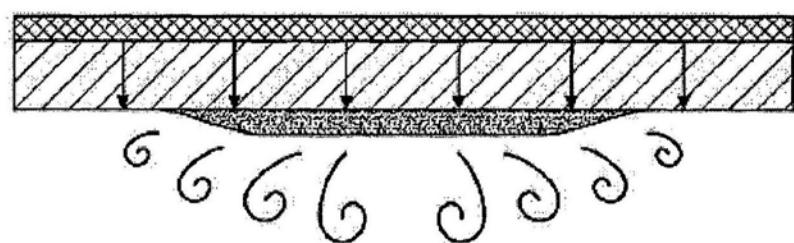


图13

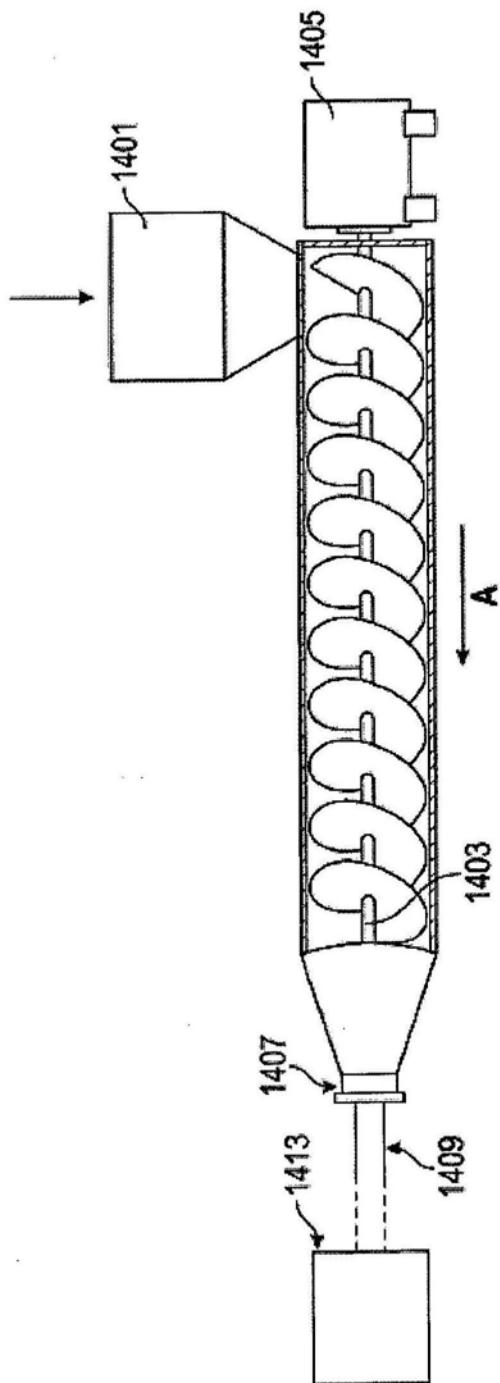


图14

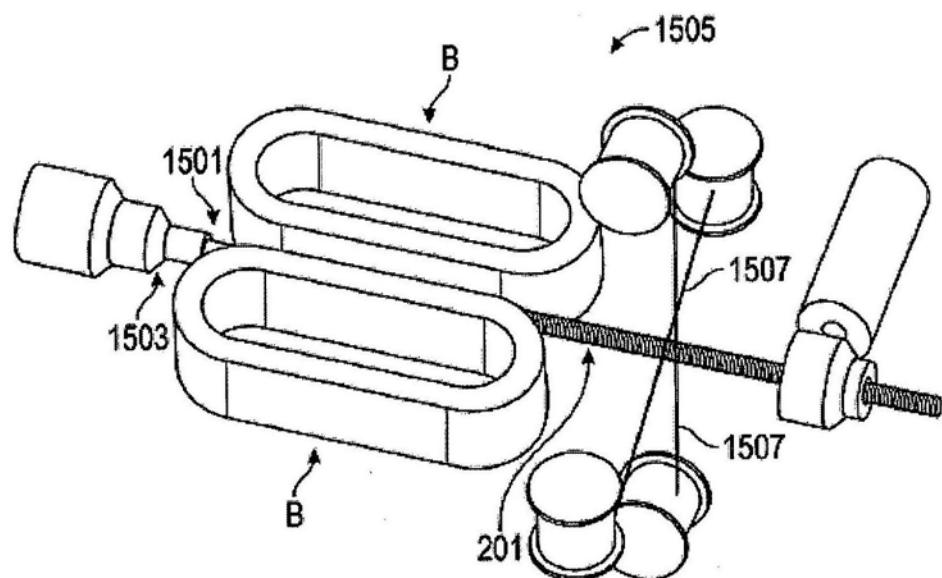


图15

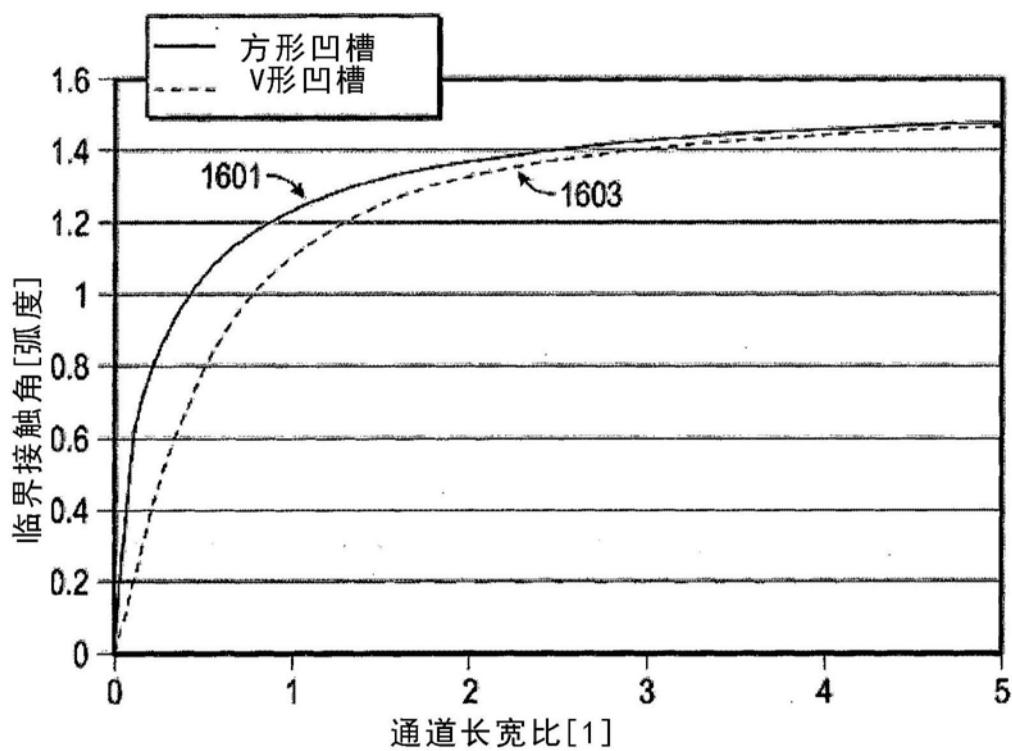


图16

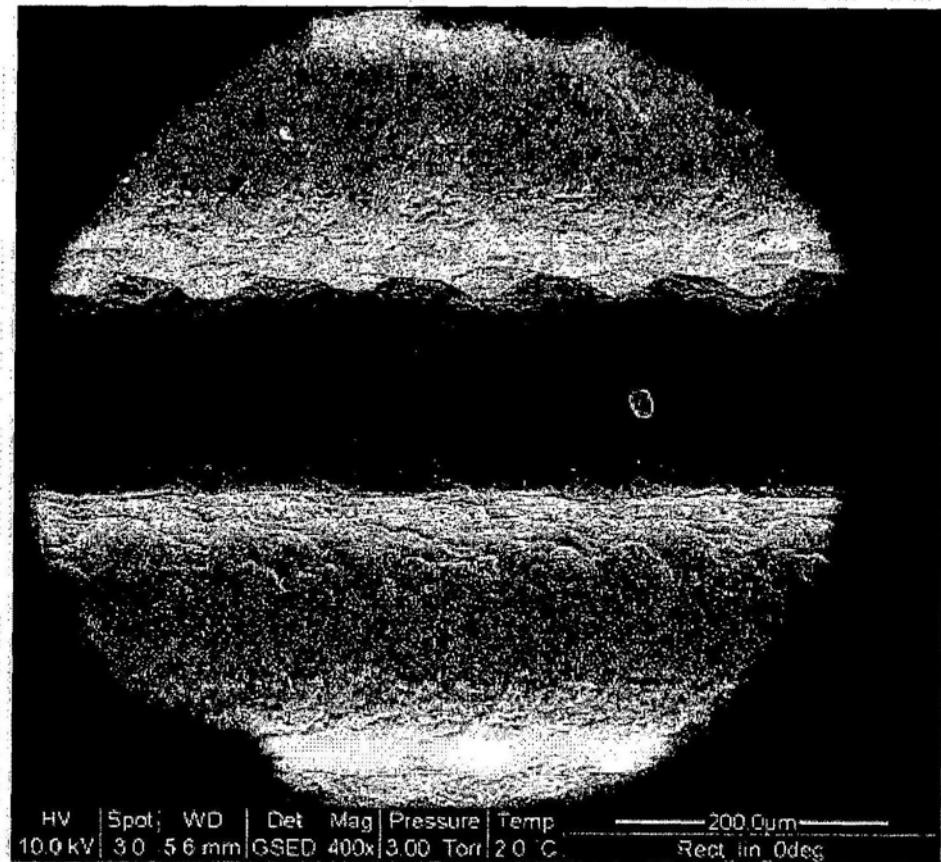


图17



图18A

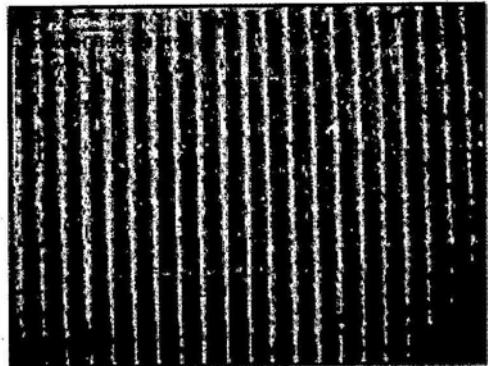


图18B

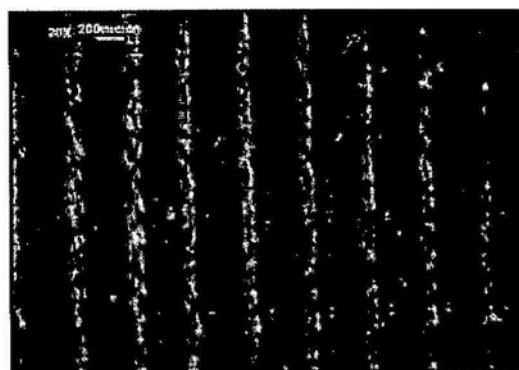


图18C

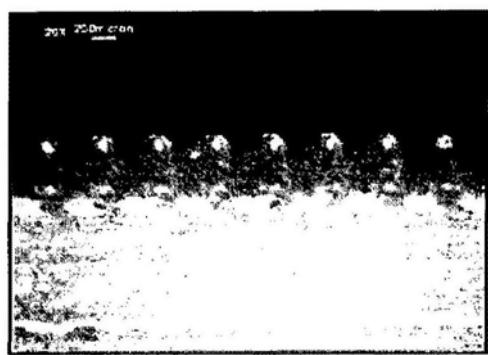


图18D

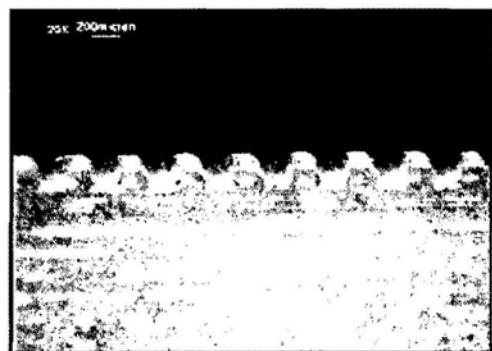


图18E

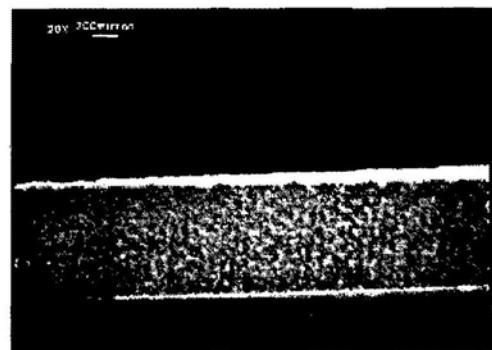


图18F

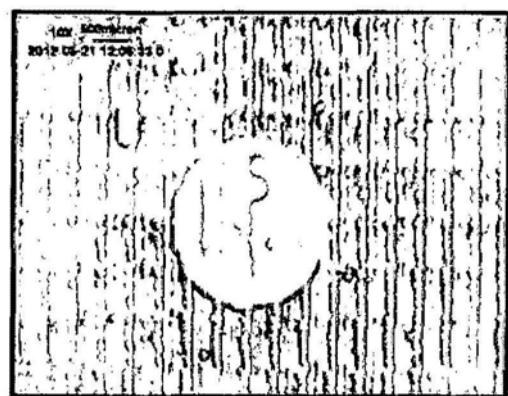


图18G

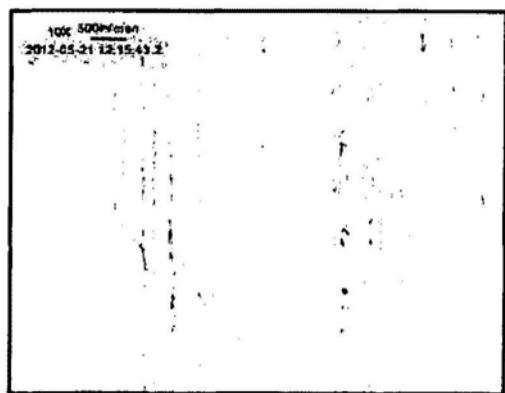


图18H

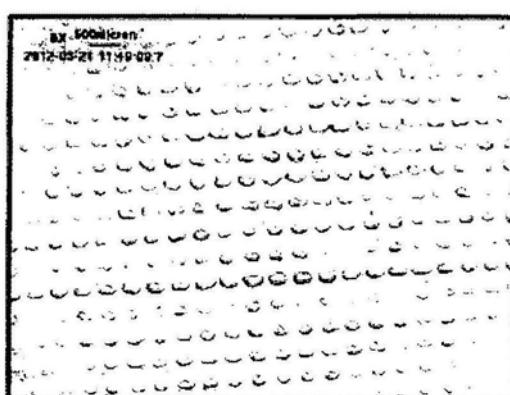


图18I

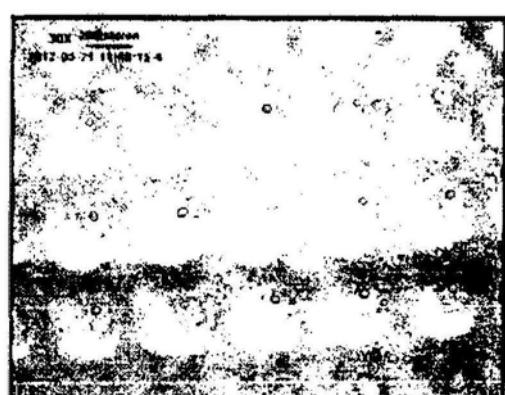


图18J

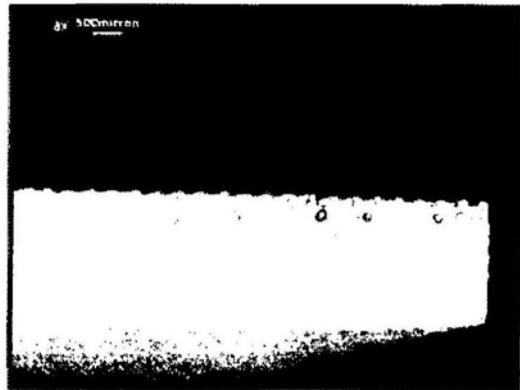


图18K

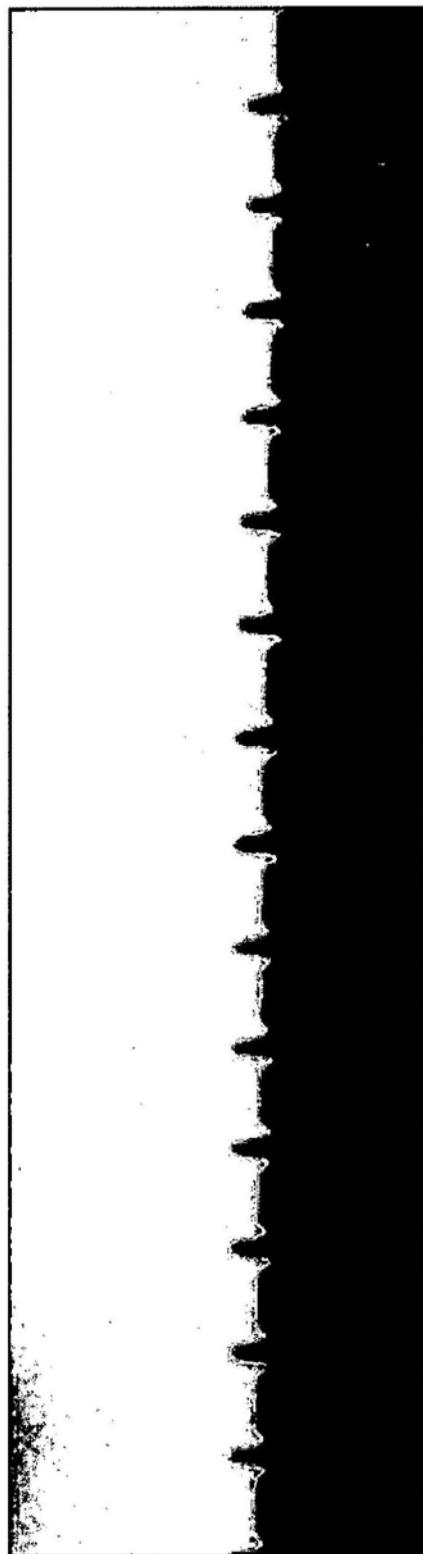


图18L

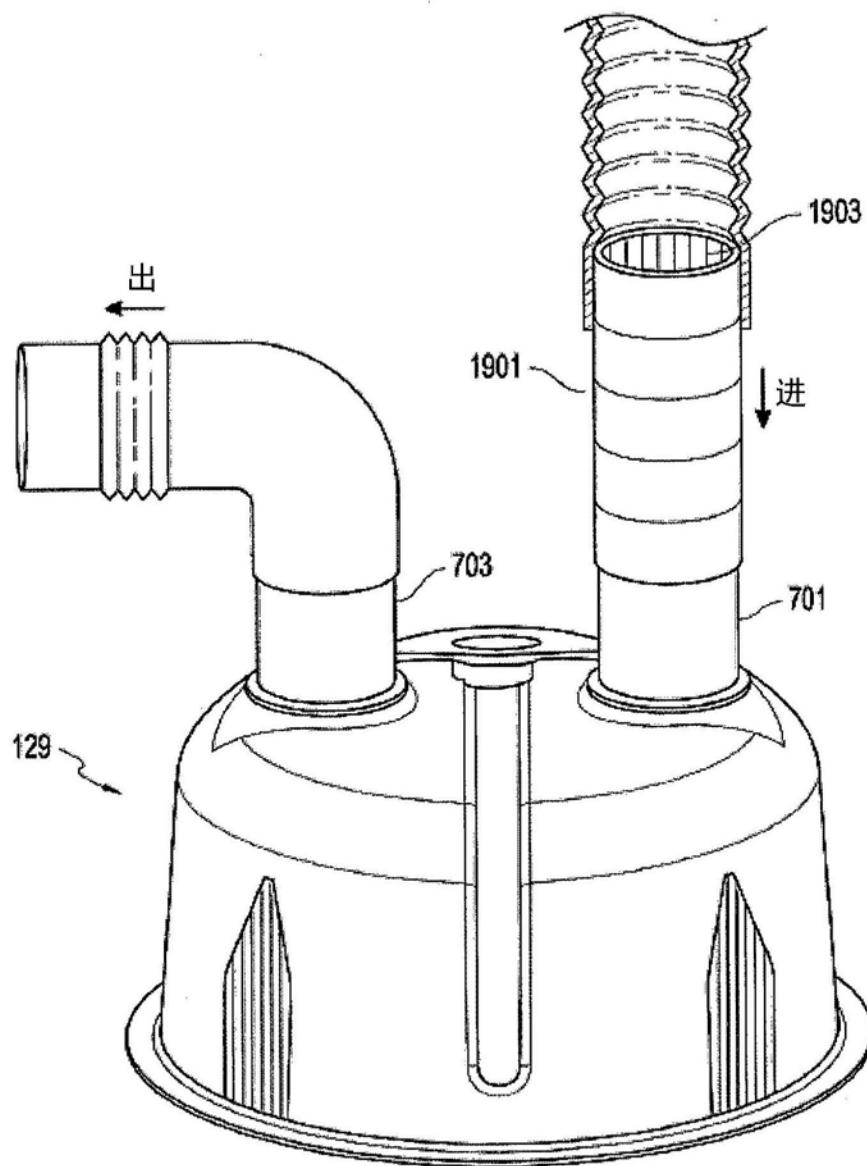


图19

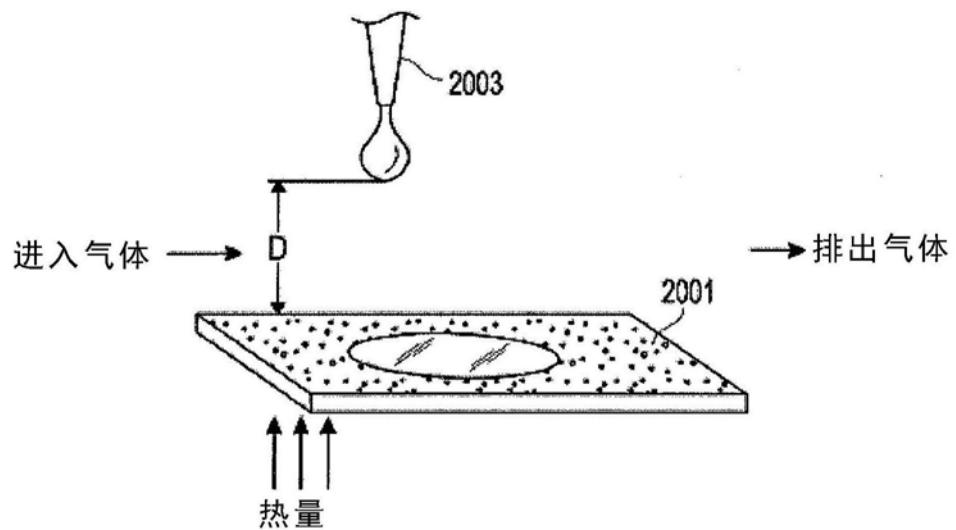


图20

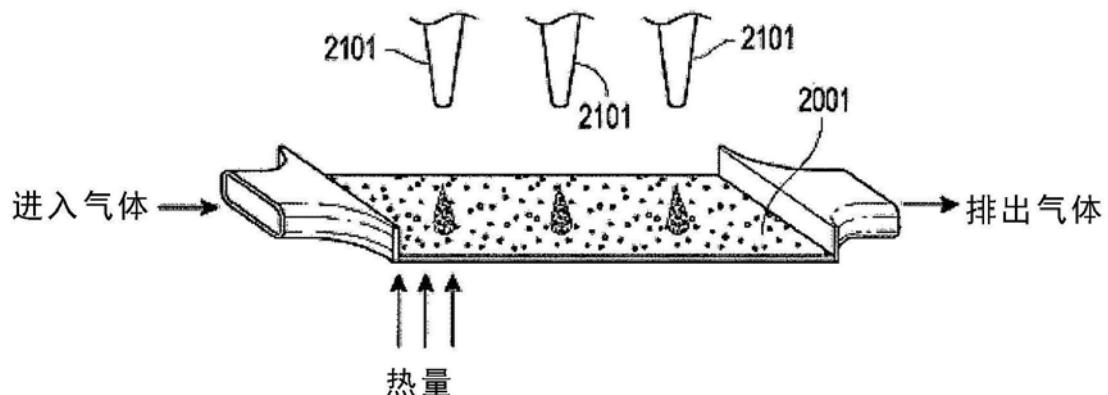


图21

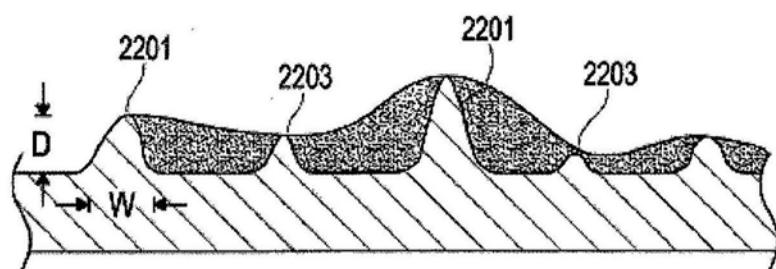


图22

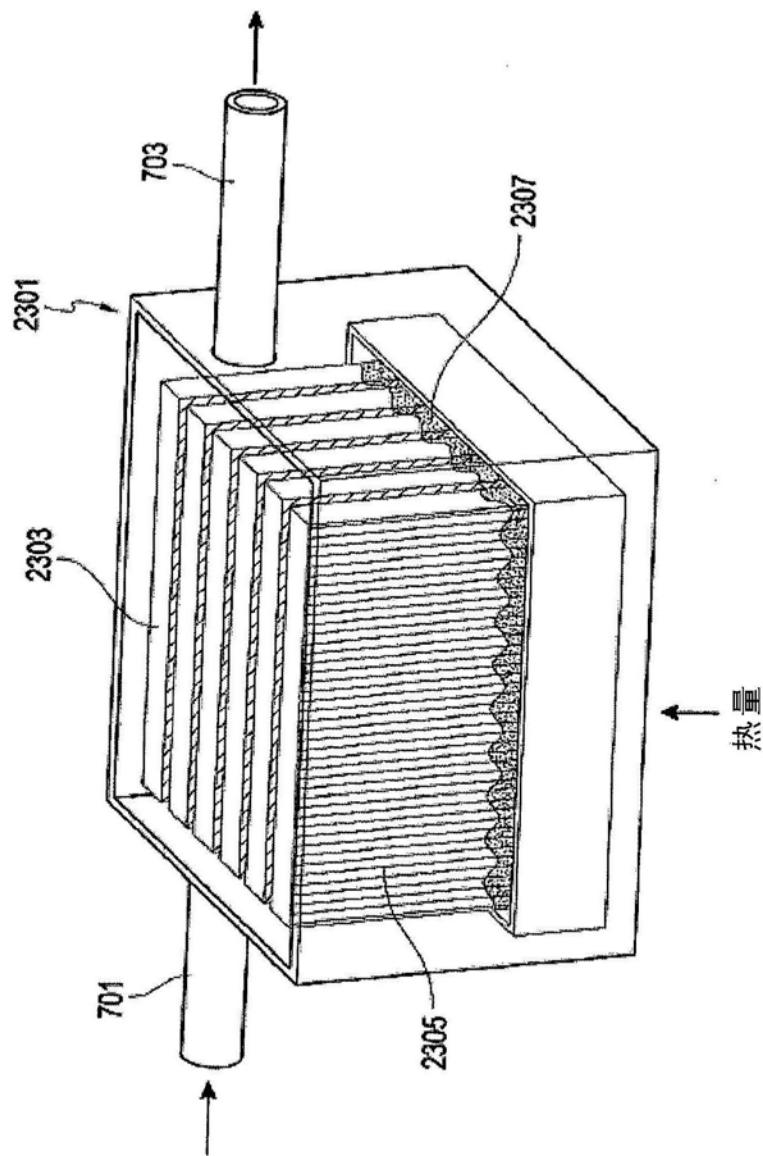


图23