

(19) 中华人民共和国国家知识产权局



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104394970 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 04

(21) 申请号 201380004380. X

B04C 3/04(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 11. 26

F15D 1/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

A61L 2/02(2006. 01)

201304741-0 2013. 06. 19 SG

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 06. 19

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/SG2013/000503 2013. 11. 26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/204399 EN 2014. 12. 24

(71) 申请人 倪来发

地址 新加坡新加坡

(72) 发明人 倪来发

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 李静

(51) Int. Cl.

B01F 5/00(2006. 01)

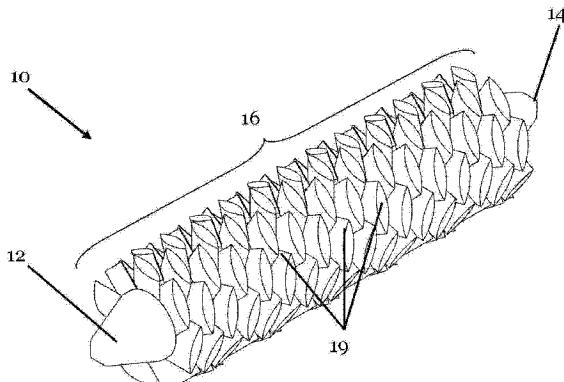
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54) 发明名称

一种用于产生纳米气泡的设备

(57) 摘要

本发明描述了一种用于产生纳米气泡的设备，该设备与流体分配配件一起使用。所述设备包括纵轴，该纵轴具有第一端部、本体以及第二端部。所述第一端部和所述第二端部适于与所述本体连接。所述第一端部和所述第二端部均包括锥形引导件，其中所述本体包括圆周地布置在所述本体的外圆周表面上的翼型状突出构件。



1. 一种用于产生纳米气泡的设备，所述设备与流体分配配件一起使用，所述设备包括：

纵轴，所述纵轴具有第一端部、本体以及第二端部，所述第一端部和所述第二端部适于与所述本体连接，所述第一端部和所述第二端部均具有锥形引导件；

其中，所述本体包括圆周地布置在所述本体的外圆周表面上的翼型状突出构件。

2. 根据权利要求 1 所述的设备，其中，所述本体进一步包括多个盘形构件，所述多个盘形构件的每个均适于彼此连接以形成所述本体。

3. 一种用于产生纳米气泡的设备，所述设备与卫生设施配件一起使用，所述设备包括：

管状构件，所述管状构件具有用于与所述卫生设施配件流体连通的入口和出口；

纵轴，所述纵轴布置在所述管状构件内，所述纵轴具有第一端部、本体以及第二端部，所述第一端部和所述第二端部适于与所述本体连接，并且所述第一端部和所述第二端部均具有锥形引导件；

其中，所述本体包括：

多个盘形构件，所述多个盘形构件布置在所述管状构件内，所述多个盘形构件的每个均适于彼此连接以形成所述本体；以及

翼型状突出构件，所述翼型状突出构件圆周地布置在所述多个盘形构件的每个的外圆周表面上。

4. 根据权利要求 3 所述的设备，其中，所述多个盘形构件的每个上的所述翼型状突出构件均圆周地设置在距离彼此一预定间隔处。

5. 根据权利要求 3 或 4 中任一项所述的设备，其中，所述多个盘形构件的每个上的所述翼型状突出构件均圆周地设置成使得所述突出构件彼此不重叠。

6. 根据权利要求 3 至 5 中任一项所述的设备，其中，所述翼型状突出构件从所述多个盘形构件的每个的外圆周表面径向地向外突出伸展。

7. 根据权利要求 3 至 6 中任一项所述的设备，其中，每个所述翼型状突出构件包括前缘，其中所述前缘相对于所述本体的纵轴线倾斜约 75 度的角度。

8. 根据权利要求 3 至 6 中任一项所述的设备，其中，所述多个盘形构件的每个上的每个所述翼型状突出构件包括翼弦线，其中所述翼弦线相对于所述盘形构件的纵轴线倾斜约 15 度的角度。

9. 根据权利要求 8 所述的设备，其中，每个所述翼型状突出构件的所述翼弦线是连接所述前缘和后缘的线。

10. 根据权利要求 3 至 9 中任一项所述的设备，其中，所述纵轴进一步包括连接构件，所述连接构件适于将所述纵轴的所述第一端部、所述本体以及所述第二端部连接在一起。

11. 根据权利要求 10 所述的设备，其中，所述连接构件是一杆，所述杆能通过轴向地设置在所述多个盘形构件的每个上的通孔插入，并且所述杆的每一端适于连接至所述纵轴的所述第一端部和所述第二端部。

12. 根据权利要求 3 至 11 中任一项所述的设备，其中，所述多个盘形构件的每个进一步包括第一配合部和第二配合部，并且所述多个盘形构件的每个的所述第一配合部构造成与相邻盘形构件的所述第二配合部耦接。

13. 根据权利要求 12 所述的设备,其中,所述第一配合部包括位于所述盘形构件的一端处的螺纹内圆周表面,并且所述第二配合部包括位于所述盘形构件的另一端处的螺纹突出构件,其中所述第一配合部构造成接收所述第二配合部。

14. 根据权利要求 3 至 13 中任一项所述的设备,其中,所述纵轴的所述第一端部和所述第二端部构造成用于通过干涉配合与所述本体耦接。

15. 根据权利要求 3 至 14 中任一项所述的设备,其中,所述管状构件进一步包括与所述入口相关联的第一连接构件并包括与所述出口相关联的第二连接构件,其中所述第一连接构件构造成与所述第二连接构件耦接。

16. 根据权利要求 15 所述的设备,其中,所述第一连接构件包括定位在所述入口的相对端处的第一螺纹端部,并且所述第二连接构件包括位于所述出口的相对端处的第二螺纹端部。

17. 根据权利要求 16 所述的设备,其中,所述第一螺纹端部设置在所述管状构件的外圆周表面上,并且所述第二螺纹端部设置在所述管状构件的内圆周表面上。

18. 根据权利要求 17 所述的设备,其中,所述第一螺纹端部设置在所述管状构件的内圆周表面上,并且所述第二螺纹端部设置在所述管状构件的外圆周表面上。

19. 根据权利要求 3 至 18 中任一项所述的设备,其中,所述管状构件的近端在朝向所述入口的方向上渐缩,其中所述管状构件的近端具有与所述纵轴的所述锥形引导件互补的形状。

20. 根据权利要求 19 所述的设备,其中,所述管状构件的近端在朝向所述出口的方向上渐缩,其中所述管状构件的近端具有与所述纵轴的所述锥形引导件互补的形状。

21. 根据权利要求 3 至 20 中任一项所述的设备,其中,所述管状构件的所述入口和所述出口在所述入口和所述出口的外圆周表面上具有螺纹,以用于与所述卫生设施配件连接。

一种用于产生纳米气泡的设备

发明领域

[0001] 本发明大体上涉及一种用于产生纳米气泡的设备,特别地,本发明涉及一种用于产生纳米气泡的设备,该设备用于与流体分配配件或卫生设施配件(sanitary fittings)一起使用。

背景技术

[0002] 近年来,微泡和纳米气泡(nanobubble,毫微气泡)技术由于其在许多行业中的广泛应用已经引起了广泛的关注,例如,卫生保健、农业、水产养殖、水处理以及医疗行业。微泡和纳米气泡通常被认为是设置在流体(诸如水)中的气泡。虽然微泡可在水中保持悬浮一段时间,但已经提出纳米气泡能够在水中保持悬浮相对更长的时间。微泡在直径上的尺寸大约小于100微米(10^{-6})或0.004英寸,而纳米气泡的尺寸可以小于1微米。在本申请的背景中,微泡、微-纳米气泡或纳米气泡可被称为超小气泡。

[0003] 由于微泡或纳米气泡的气水界面周围负离子浓度的增加,微泡或纳米气泡能够有效地吸引灰尘、碎片、杂质以及细菌。当这些超小气泡中的气体在水中溶解并破裂时,气泡消失。在破裂过程中,超小气泡释放氧离子自由基并产生热能,这在消除(neutralize,中和)气泡所吸引的灰尘、碎片、杂质以及细菌中是有效的,并且从而为最终用户或物体表面提供改进的清洁体验。已经在消费者保健领域中使用超小气泡的这些有利的特性,在该消费者保健领域中微泡或纳米泡水疗法由于其对人类健康和皮肤护理的益处而日益地获得广泛的接受。此外,由于超小气泡在水中的尺寸和悬浮,它们能够在接触时被皮肤的毛孔所吸收,并且超小气泡在皮肤中的吸收清洁了毛孔,增加了皮肤内的氧气量,并改善了血液循环。

[0004] 在农业行业中,为了提高产量和生产力而在植物上使用大量的水和有害化学物质可通过使用微泡或纳米气泡技术来减轻。超小气泡在水中的扩大悬浮率允许增加对作物和植物起作用的氧气量,从而提高产量和生产力。同样,这一特性已有利地用于水产养殖,以便为鱼类和植物提供不断增加的水中氧浓度。

[0005] 有一些可用于产生超小气泡的常见方法。产生气泡的主要方法是通过用气体和液体混合物中的湍流切割气体而进行加压溶解,在该加压溶解中通过压缩机、超声波或脉冲波将气体强制溶解到液体中。例如,美国专利号8,201,811在水疗洗浴系统中使用加压溶解方法来产生微泡。液体通过固定到蓄水池的抽吸配件而由高压泵从蓄水池中抽出。气体通过注射装置使用文丘里(Venturi)原理被抽出。被抽出的气体和液体在正压力下在压力容器中混合。位于压力容器的内腔中的混合喷嘴将使得加压混合的液体和溶解的气体分布到产生微泡的微泡喷射中。水疗洗浴系统需要复杂的加压元件和设备以产生微泡,从而导致高维护成本和频繁维护。

[0006] 因此,需要提供一种解决以上问题的用于产生纳米气泡的设备。此外,需要提供一种克服以上缺点的解决方案或者至少提供一种解决以上问题的设备。

发明内容

[0007] 根据本发明的第一方面，提供了一种用于产生纳米气泡的设备，该设备与流体分配配件一起使用，所述设备包括纵轴，该纵轴具有第一端部、本体以及第二端部，所述第一端部和所述第二端部适于与所述本体连接，所述第一端部和所述第二端部均具有锥形引导件。所述本体进一步包括多个盘形构件，所述多个盘形构件的每个均适于彼此连接以形成所述本体，并且本体包括圆周地布置在所述盘形构件的每个的外圆周表面上的翼型(airfoil, 机翼, 螺旋桨)状突出构件。

[0008] 优选地，所述本体进一步包括多个盘形构件，所述多个盘形构件的每个均适于彼此连接以形成所述本体。

[0009] 根据本发明的第二方面，提供了一种用于产生纳米气泡的设备，该设备与卫生设施配件一起使用，所述设备包括管状构件，所述管状构件具有用于与所述卫生设施配件流体连通的入口和出口。该设备还包括布置在所述管状构件内的纵轴，所述纵轴具有第一端部、本体以及第二端部，所述第一端部和所述第二端部适于与所述本体连接，并且所述第一端部和所述第二端部均具有锥形引导件。所述本体进一步包括布置在所述管状构件内的多个盘形构件，所述多个盘形构件的每个均适于彼此连接以形成所述本体，并且本体包括圆周地布置在所述多个盘形构件的每个的外圆周表面上的翼型状突出构件。

[0010] 优选地，在所述多个盘形构件的每个上的所述翼型状突出构件在圆周上彼此距离一预定间隔地设置。

[0011] 优选地，在所述多个盘形构件的每个上的所述翼型状突出构件圆周地设置成使得所述突出构件彼此不重叠。

[0012] 优选地，所述翼型状突出构件从所述多个盘形构件的每个的外圆周表面径向地向外突出伸出。

[0013] 优选地，每个所述翼型状突出构件包括前缘，其中所述前缘相对于所述本体的纵轴线倾斜约 75 度的角度。

[0014] 优选地，在所述多个盘形构件的每个上的每个所述翼型状突出构件包括翼弦线，其中所述翼弦线相对于所述盘形构件的纵轴线倾斜约 15 度的角度。

[0015] 优选地，每个所述翼型状突出构件的翼弦线是连接所述前缘和后缘的线。

[0016] 优选地，所述纵轴进一步包括连接构件，该连接构件适于将所述纵轴的第一端部、本体以及第二端部连接在一起。

[0017] 优选地，所述连接构件是一杆，该杆能通过轴向地设置在所述多个盘形构件的每个上的通孔插入，并且所述杆的每一端适于连接至所述纵轴的第一端部和第二端部。

[0018] 优选地，所述多个盘形构件的每个进一步包括第一配合部和第二配合部，并且所述多个盘形构件的每个的所述第一配合部构造成与相邻的盘形构件的所述第二配合部耦接。

[0019] 优选地，所述第一配合部在所述盘形构件的一端处包括螺纹内圆周表面，并且所述第二配合部在所述盘形构件的另一端处包括螺纹突出构件，其中所述第一配合部构造成接收所述第二配合部。

[0020] 优选地，所述纵轴的第一端部和第二端部构造成用于通过干涉配合与所述本体耦接。

[0021] 优选地，所述管状构件进一步包括与所述入口相关联的第一连接构件并包括与所述出口相关联的第二连接构件，其中，所述第一连接构件构造成与所述第二连接构件耦接。

[0022] 优选地，所述第一连接构件包括定位在所述入口的相对端处的第一螺纹端部，并且所述第二连接构件包括位于所述出口的相对端处的第二螺纹端部。

[0023] 优选地，所述第一螺纹端部设置在所述管状构件的外圆周表面上，并且所述第二螺纹端部设置在所述管状构件的内圆周表面上。

[0024] 优选地，所述第一螺纹端部设置在所述管状构件的内圆周表面上，并且所述第二螺纹端部设置在所述管状构件的外圆周表面上。

[0025] 优选地，所述管状构件的近端在朝向所述入口的方向上渐缩，其中所述管状构件的近端具有与所述纵轴的锥形引导件互补的形状。

[0026] 优选地，所述管状构件的近端在朝向所述出口的方向上渐缩，其中所述管状构件的近端具有与所述纵轴的锥形引导件互补的形状。

[0027] 优选地，所述管状构件的入口和出口在所述入口和出口的外圆周表面上具有螺纹，以用于与所述卫生设施配件连接。

[0028] 现在将参照附图来详细地描述本发明。

附图说明

[0029] 附图描述了公开的实施例（多个实施例）并用于解释所公开的实施例（多个实施例）的原理。然而，需要理解的是，提出这些附图仅是为了说明的目的，并且不用于限定本申请的界限。

- [0030] 图 1 是根据本发明一个实施例的用于产生纳米气泡的设备的透视图；
- [0031] 图 2(a) 是根据本发明一个实施例的用于产生纳米气泡的设备的平面图；
- [0032] 图 2(b) 是示出了对于根据本发明一个实施例的设备所完成的循环次数的图表；
- [0033] 图 3 是根据本发明一个实施例的设备的组装部分的透视图；
- [0034] 图 4 是根据本发明一个实施例的设备的剖视图；
- [0035] 图 5 是根据本发明一个实施例的以拆卸形式的设备的剖视图；
- [0036] 图 6 是根据本发明一个实施例的盘形构件的侧视图；
- [0037] 图 7 是根据本发明一个实施例的组装在一起的两个盘形构件的侧视图；
- [0038] 图 8 是根据本发明一个实施例的盘形构件的平面图；
- [0039] 图 9 示出了根据本发明一个实施例的处于使用中的设备；
- [0040] 现在将参考上述附图来描述本申请的示例性的非限制性实施例。

具体实施方式

[0041] 在以下的描述中，本文描述了本发明的详细实施例。然而，对于本领域技术人员来说明显的是，这些实施例并非旨在局限于所描述的实施例，而是仅作为权利要求的基础以及用于教导本领域技术人员如何进行和 / 使用本发明。并不详细地描述实施例的一些细节，以使本发明清楚。

[0042] 图 1 是示出了一种设备的实施例的透视图，该设备产生用于流体分配配件的纳米气泡。设备 10 包括具有本体 16、第一端部 12 以及第二端部 14 的纵轴。该本体为柱形。第

一端部 12 和第二端部 14 包括锥形引导件。锥形引导件的直径远离本体渐缩。该锥形引导件包括但不限于截头锥形。在本发明的一个实施例中，该锥形引导件可以是凸起盖。锥形引导件的目的在于使来自流体分配配件的流体流层流 (streamline) 至柱形本体 16 并从该柱形本体层流出，以及在于减少能量损失，其细节将在稍后提供。第一端部 12 和第二端部 14 可适于与纵轴的端部连接。第一端部 12 连接到纵轴的一种方式可以是通过第一端部 12 或第二端部 14 上的配合部，该配合部构造成与纵轴的端部耦接。第一端部 12 还可以包括用于紧固到纵轴的螺纹端（未示出）的螺纹内圆周表面（未示出）。

[0043] 如先前所提到的，设备 10 可用于流体分配配件。可以设想的是，在本发明的背景下，流体分配配件包括但不限于水龙头、卫生设施配件等、洗衣水槽浴室、浴缸、淋浴头、矿泉、游泳池、水族馆、管道相关装置、农业相关的管件或水产相关的管件。此外，流体分配配件被限定为能够具有用于穿过其中的流体流的入口和出口的配件。设备 10 可适于与流体分配配件连接以用于流体连通。

[0044] 纵轴可以是包括翼型 (airfoil) 状突出构件 19 的整体或单个柱形本体 16，该翼型状突出构件从纵轴径向地突出。第一端部 12 和第二端部 14 适于连接到纵轴的端部。翼型状突出构件 19 以预定方式布置在纵轴的外圆周表面上，这将进一步详细地阐述。

[0045] 图 2(a) 示出了设备 10 的侧视图。在该实施例中，本体 16 包括多个盘形构件 17。每个盘形构件 17 包括从该盘形构件 17 的外圆周表面径向突出的翼型状突出构件 19。每个盘形构件 17 具有相对于盘形构件直径的细长且平坦的外形。在本发明的另一实施例中，还可使用具有翼型状突出构件和盘形构件的叶轮。盘形构件的尺寸可根据盘形构件的使用目的而改变。例如，在卫生设施配件或管道配件中，盘形构件的直径可小于 2 英寸，而如果盘形构件在游泳池中使用或淹没在水下，则盘形构件的直径可以达到或超过 6 英寸。然而，本领域技术人员将会理解的是，盘形构件的尺寸将不受上述实例的限制，而根据盘形构件所使用的应用可包含一直径范围。翼型状突出构件 19 以预定方式布置在盘形构件 17 的外圆周表面上。在一个实施例中，翼型状突出构件设置在盘形构件 17 或本体 16 的外圆周表面上，使得突出构件 19 彼此不重叠。本体 16 可通过将十八个盘形构件连接在一起而进行组装。本领域技术人员将会理解的是，尽管使用了 18 个盘形构件，但盘形构件的数量可根据使用和目的而改变。图 8 示出了盘形构件 17 或本体 16 的平面图，在该图中翼型状突出构件 19 彼此不重叠，从而在每个突出构件 19 之间留有微小间隙。八个翼型状突出构件 19 位于盘形构件 17 或本体 16 的外圆周表面上。可以设想的是，本领域技术人员将会理解翼型状突出构件的数量不限于八个而是可以改变。图 2(b) 示出了正弦波，描述了该正弦波相对于柱形本体 16 或盘形构件 17 的圆周表面上的流体流的关系。为了实现从设备 10 有效地产生纳米气泡，穿过纵轴的流体流可包括少于两个循环。将进一步详细地解释穿过纵轴和翼型状突出构件的流体流的原理和操作。

[0046] 图 3 示出了纵轴的局部组装示意图，该纵轴具有第一端部 12，第二端部 14 以及形成柱形本体 16 的多个盘形构件 17 中的一些。在使用多个盘形构件 17 以形成柱形本体 16 方面存在优点。盘形构件 17 在组装适于其预期目的和目标的纵轴方面允许有灵活性。例如，如果盘形构件在淋浴头中使用，那么可以使盘形构件在淋浴柄中的数量最大化，以便为了用户的最大利益而有效地产生纳米气泡。在另一实例中，如果盘形构件用于在淹没在水中的水产相关的流体分配配件，那么同样可以定制盘形构件的数量，以便产生适于以下目

的纳米气泡，即，在其区域内为活的植物和鱼类提供提高的氧浓度。此外，由于需要一个压模以用于盘形构件的制造，因此盘形构件可容易地制造。由于盘形构件易于连接到每个盘形构件以形成本体，因此也很容易由最终用户来组装。

[0047] 为了确保盘形构件 17 以固定方式保持在一起，以确保纳米气泡的有效产生，耦接盘形构件以形成纵轴的各种方式是可能的。例如，第一端部 12 和第二端部 14 能够接收连接 (linkage) 构件。该连接构件可以是杆构件（未示出）。杆构件可通过每个盘形构件的通孔插入以将盘形构件保持在一起。通孔位于盘形构件 17 的中央处。在另一实施例中，每个盘形构件 17 在盘形构件 17 的每一端处具有第一配合部和第二配合部，在该处盘形构件接触相邻的盘形构件 17。第一配合部和第二配合部彼此互补，使得任一配合部可接收另一配合部以将盘形构件 17 的第一配合部与相邻盘形构件的第二配合部耦接在一起。互补配合部的一实例可以是螺纹端部，该螺纹端部可被容易地拧入以用于连接。互补配合部的另一实例涉及突出构件和用于接收该突出构件的互补凹槽。

[0048] 图 4 示出了本发明另一实施例的剖视图，在该图中设备 10 进一步包括管状构件 20，该管状构件具有用于与流体分配配件或卫生设施配件流体连通的入口 22 和出口 24。纵轴被包围在管状构件 20 内，以允许流体流过管状构件 20 的入口和出口。管状构件 20 具有与纵轴的截面轮廓相对应的截面轮廓。为了便于组装和制造，管状构件 20 包括两个单独的连接构件，即与管状构件 20 的入口相关的第一连接构件 21 以及与管状构件 20 的出口相关的第二连接构件 23。第一连接构件 21 适于通过各种方式与第二连接构件 23 耦接。例如，如图 4 所示，第一连接构件 21 在入口 22 的相对端处具有位于第一连接构件的外圆周表面上的螺纹端部，该螺纹端部能够接收位于第二连接构件 23 的内圆周表面上的螺纹端部。明显地，第一连接构件 21 的螺纹端部可以在第一连接构件的内圆周表面上，而第二连接构件 23 的螺纹端部可以在第二连接构件的外圆周表面上。本领域技术人员将会理解的是，耦接第一连接构件和第二连接构件的各种其他方式是可能的，而不背离本发明的范围。在第一连接构件入口的近端，第一连接构件 21 在直径上朝向入口渐缩，以便渐缩端与纵轴的第一端部 12 互补。第一连接构件 21 的邻近入口 22 的渐缩的近端使入口处的流体流朝向本体的翼型状突出构件 19 层流并减少能源损失。同样地，在第二连接构件 23 的出口 24 的近端处，第二连接构件在直径上朝向出口 24 渐缩，以便流体流可以较少的能量损失从纵轴的第二端部 14 朝向出口 24 层流。图 5 示出了拆卸状态下的第一连接构件 21 和第二连接构件 23，以展现管状构件 20 内的纵轴。纵轴的外径包括柱形本体的直径以及向外突出的翼型状突出构件的长度。纵轴的外径略小于管状构件内圆周的直径，以便纵轴紧密接近管状构件 20 的内圆周表面。这使管状构件 20 内的流体流保持与翼型状突出构件紧密接触。

[0049] 图 6 示出了具有其翼型状突出构件 19 的盘形构件 17 的侧视图。如上所述，翼型状突出构件 19 规则地设置在盘形构件 17 的外圆周表面上，使得这些翼型状突出构件不彼此重叠。翼型状突出构件 19 具有前缘 14 和后缘 15。翼弦 (chord) 线 13 是连接前缘 14 和后缘 15 的线。翼型状突出构件 19 的翼弦线 13 从盘形构件 17 的纵轴线 (B-B) 倾斜约 15 度的角度或者从盘形构件 17 的轴线 A-A 倾斜约 75 度的角度。换句话说，倾斜角度是流体与翼型状突出构件的冲角 (angle of attack, 攻角)。倾斜角相对于盘形构件 17 的纵轴线 B-B 的范围可以在 10 到 25 度之间，或者从盘形构件 17 的轴线 A-A 的 65 到 80 度之间。翼型状突出构件 19 还从盘形构件 17 的外圆周表面径向地突出。翼型状突出构件从盘形构件 17

的表面突出的长度与盘形构件 17 的直径、流体流速以及流体流入口的压力有关。因此，本领域技术人员会理解的是，由于与上述参数的关系，相对于盘形构件 17 直径的突出出的长度的许多组合是可能的。

[0050] 图 7 示出了连接在一起的两个盘形构件 17 以及以预定方式布置的翼型状突出构件 19。翼型状突出构件 19 的翼弦线的正交线是在相邻盘形构件之间的翼型状突出构件对准的基线。因此，根据翼型状突出构件 19 的倾斜角，该倾斜角的正交线确定了在相邻盘形构件 17 之间的翼型状突出构件的对准。翼弦线的正交线位于翼型状突出构件 19 的前缘和后缘处。因此，相邻盘形构件的翼型状突出构件 19 将落入突出构件的正交线内。换句话说，对准所导致的效果是，相邻盘形构件 17 的翼型状突出构件 19 以对角线方式对准。

[0051] 图 8 示出了盘形构件 17 及其翼型状突出构件 19 的顶视图。在该实施例中，通孔 13 设置在盘形构件 17 的中央处，用于允许杆插入以将多个盘形构件 17 保持在一起。

[0052] 图 9 示出了当连接到流体供给入口并连接到用于排出由设备 10 产生的纳米气泡的出口时的设备 10。液体供给入口和出口可以是柔性软管或水固定件 (fixture) 的形式。在使用中，设备 10 与其管状构件 20 一起适于在管状构件 20 的入口和出口处连接到柔性软管 30、40。在流体供给入口处的流体入口压力优选地在 0.5 巴到 6 巴之间。当水流过流体供给入口时，水进入管状构件 20 的入口 22。流体流由靠近纵轴入口的锥形引导件 12 引导，并流体流被供给到本体的翼型状突出构件 19 中。当流体流穿过在两个翼型状突出构件 19 之间的流动通道时，由于流体流的速度随着流体流穿过翼型状突出构件 19 而增加，因此流体会聚并经历文丘里效应。随着流体流离开流动通道，流体流在另一翼型状突出构件的路径中遇到来自该翼型状突出构件的扩散流，该路径分离穿过后续流动通道的流体流。穿过多个流动通道的重复的会聚和扩散流体流使得产生速度和压力的波动，并加速已知为康达 (Coanda) 效应的漩涡的形成。这导致产生来自自由穿过多个流动通道的流体流所形成的急速回旋的纳米气泡的气穴现象。流体流在少于两个的循环中打漩通过流动通道 (见图 8 及上述)，并且该流体流由在管状构件 20 的出口处的锥形引导件所引导。从管状构件 20 离开的流体流将包含大量的纳米气泡。

[0053] 在微电子领域中，晶片清洗工艺是多个处理步骤的一系列繁琐且冗长的过程。晶片清洗工艺的一些步骤需要通过用大量去离子水 (DI 水) 浸泡晶片而从晶片上移除有机污染物。在晶片清洗工艺中使用纳米气泡技术可以提供缩短清洗过程所采取的时间的益处。纳米气泡在水中的缓慢上升速率和扩大的悬浮率将允许吸附到晶片上的微小杂质粒子在纳米气泡填充的水与晶片接触时被吸引到纳米气泡中。纳米气泡将在纳米气泡破裂时使得杂质从晶片上分离，从而消除杂质。因此，在清洗硅晶片中使用纳米气泡填充的水可以通过减少冲洗时间和清洗过程用水量来提高晶片清洗工艺的效率。

[0054] 将显而易见的是，在不背离本申请的精神和范围的情况下，本申请的各种其他修改和改编对于阅读了上述公开后的本领域技术人员来说将是明显的，并且本申请旨在所有的这种修改和改编都在所附权利要求的范围内。

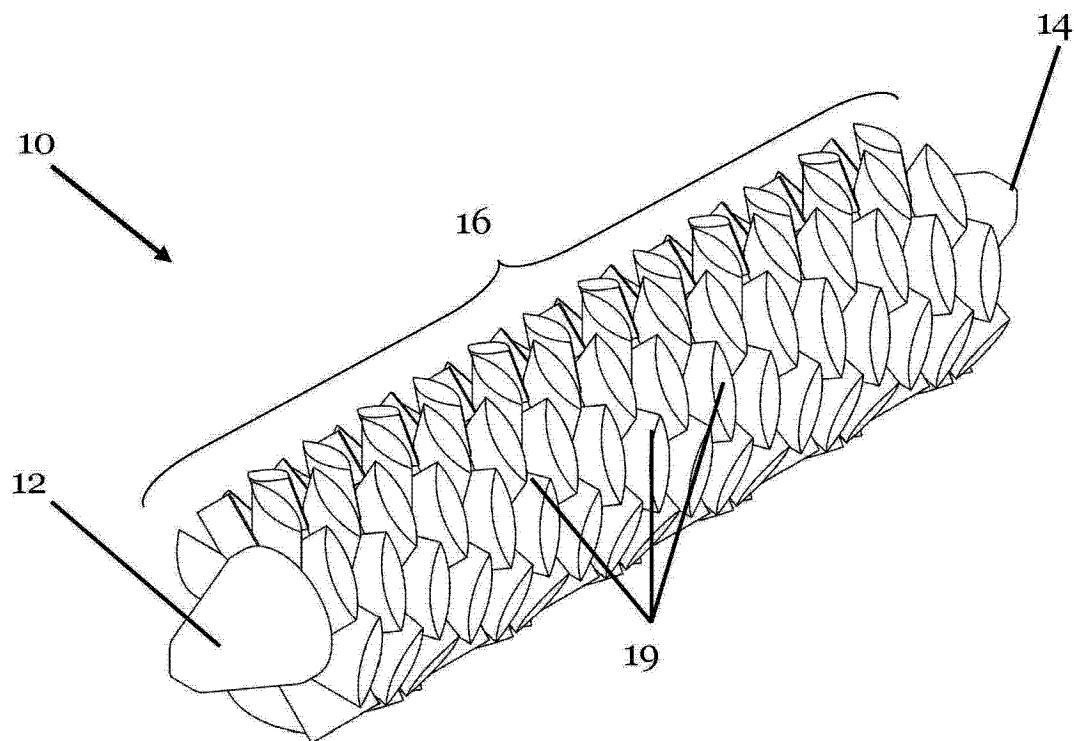


图 1

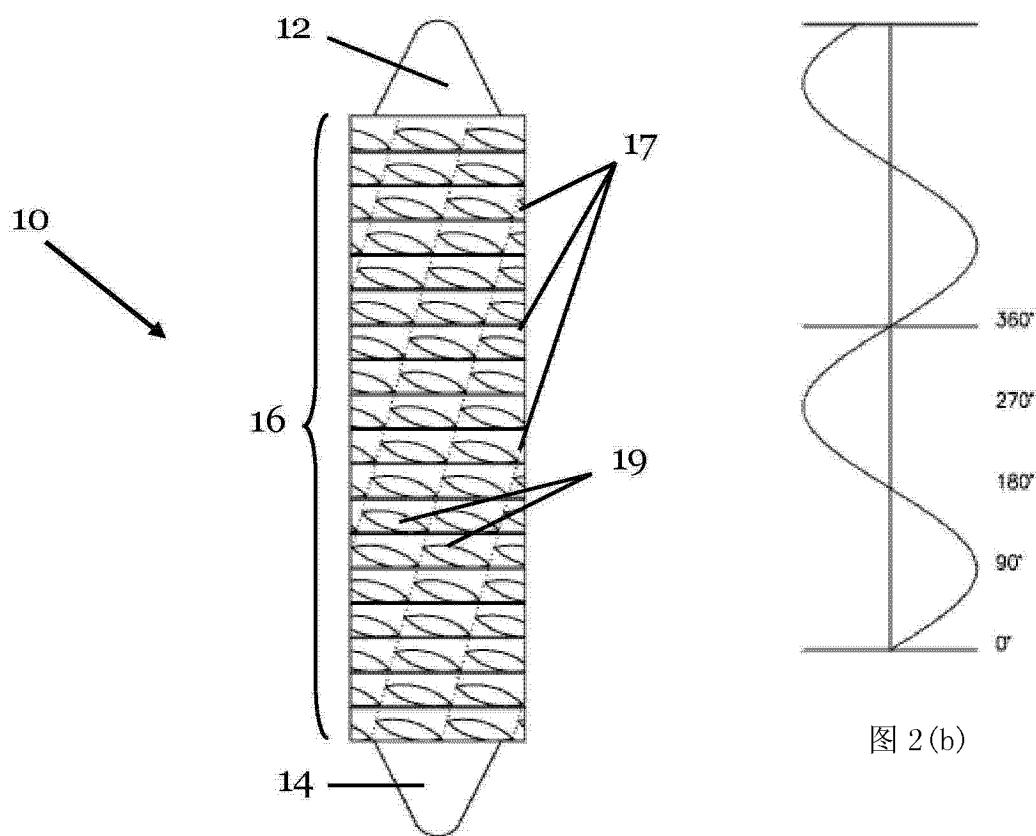


图 2(a)

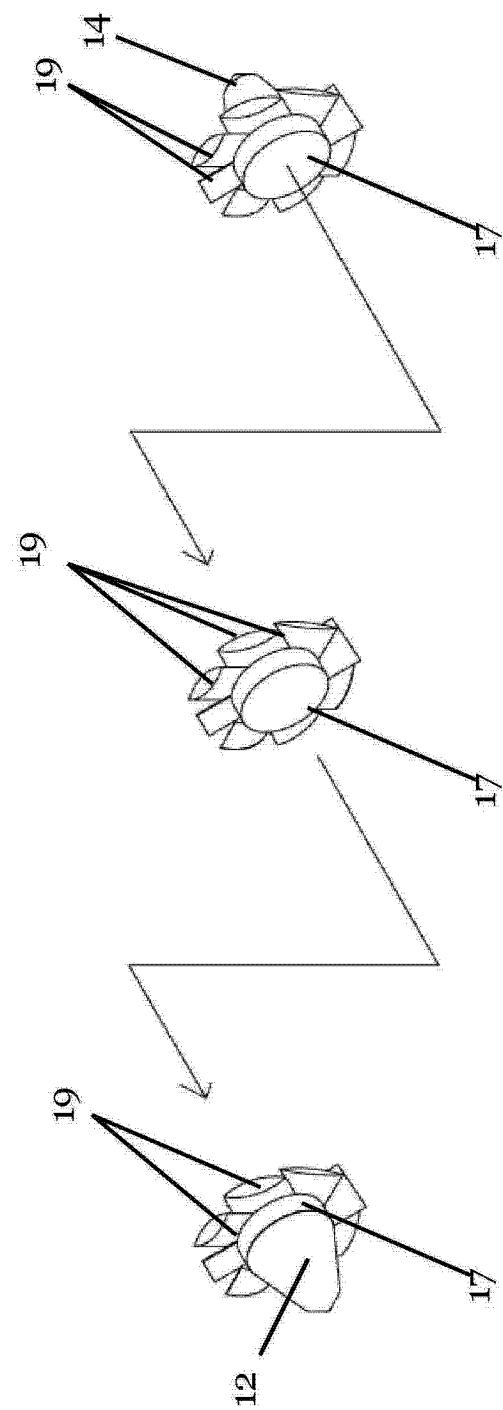


图 3

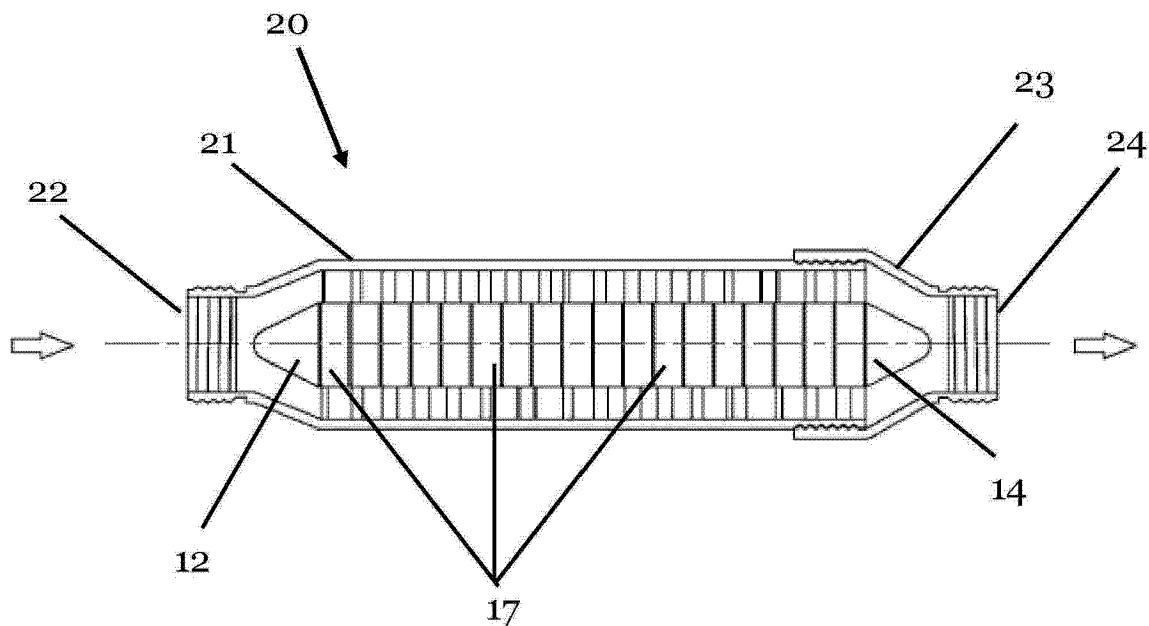


图 4

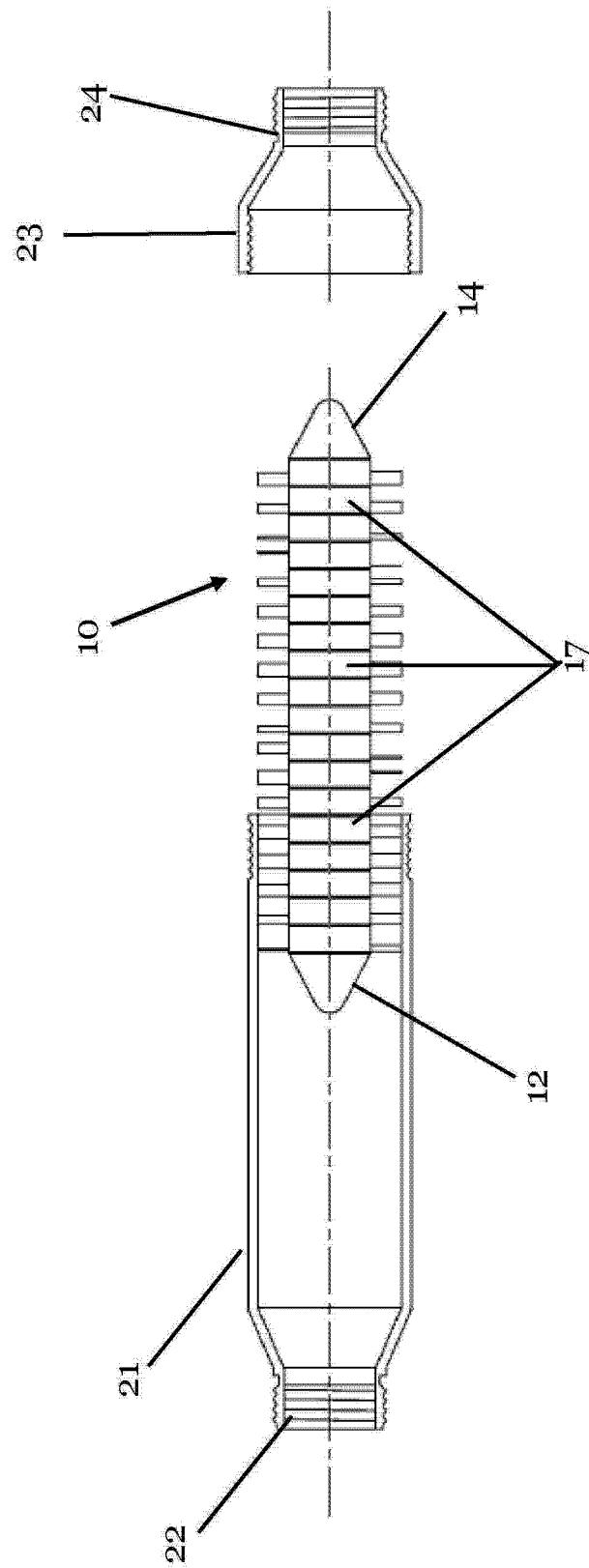


图 5

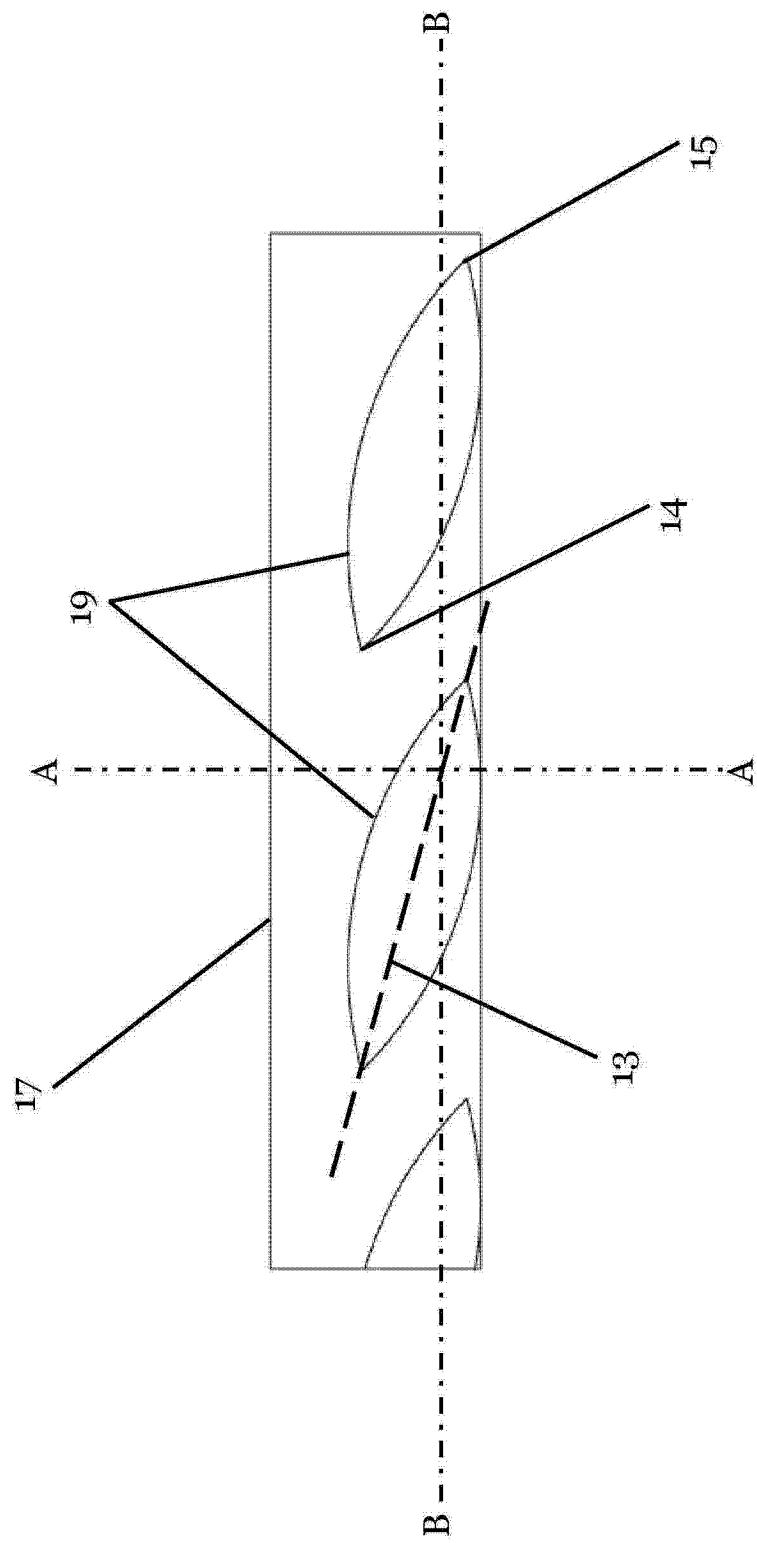


图 6

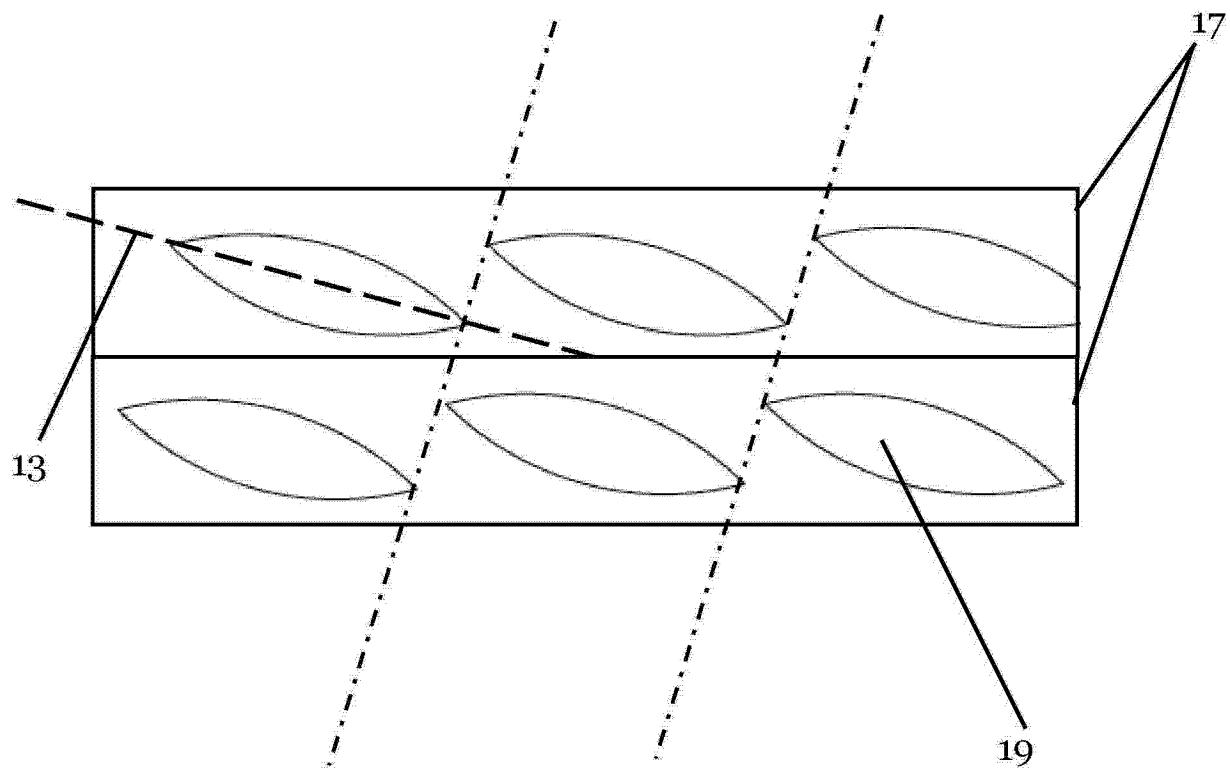


图 7

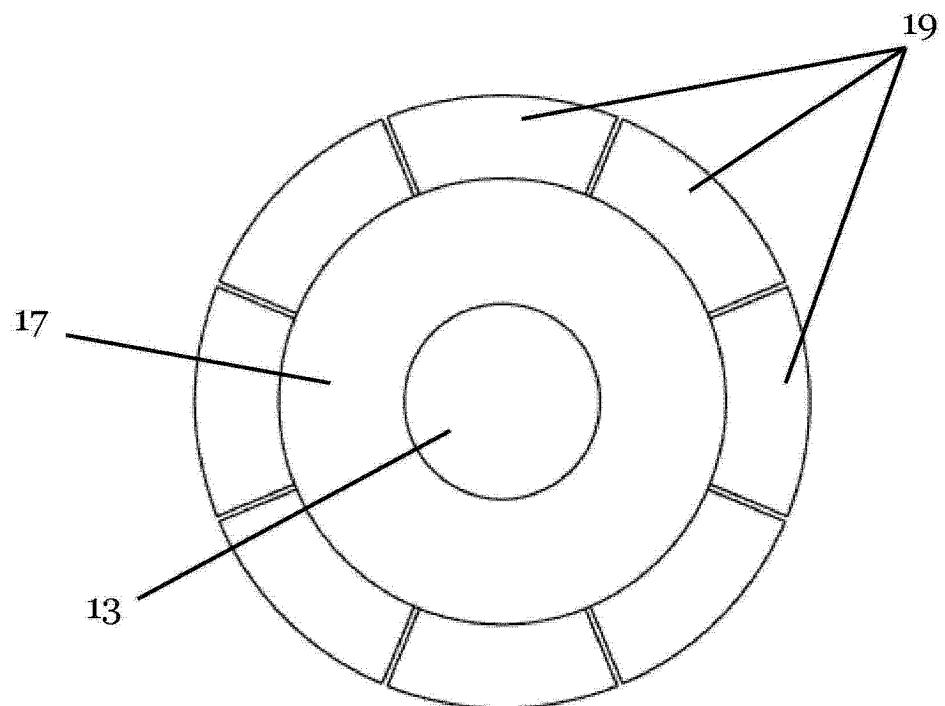


图 8

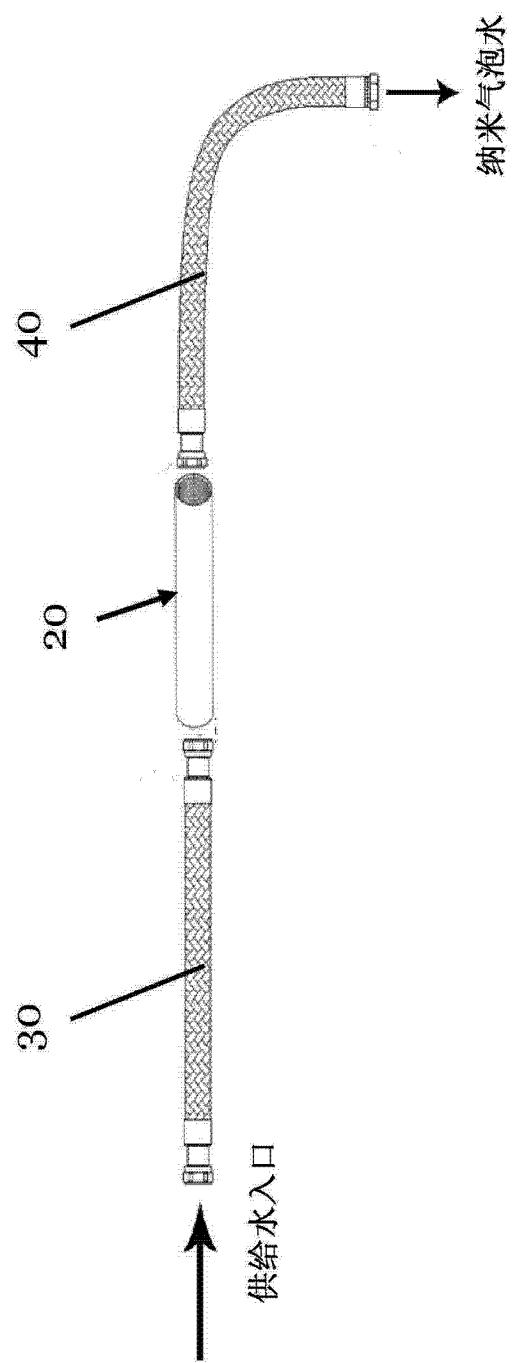


图 9