



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115340145 A

(43) 申请公布日 2022.11.15

(21) 申请号 202211020272.9

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.08.10

C02F 1/32 (2006.01)

(30) 优先权数据

A61L 2/10 (2006.01)

62/544,214 2017.08.11 US

A61L 9/20 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

201880059065.X 2018.08.10

(71) 申请人 埃奎森斯技术有限责任公司

地址 美国肯塔基州

(72) 发明人 珍妮弗·戈德温·帕干

史蒂文·富兰克林·皮尤

约翰·克劳斯 奥利弗·拉瓦尔

理查德·马克·西蒙斯

(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事
务所(普通合伙) 11413

专利代理人 侯丽英 谢攀

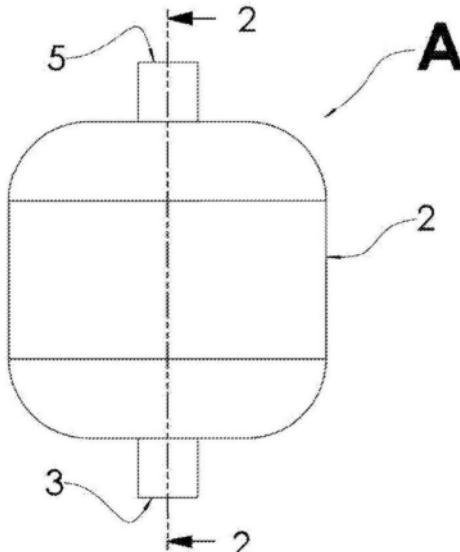
权利要求书3页 说明书11页 附图8页

(54) 发明名称

辐照装置和方法

(57) 摘要

一种用于辐照包含待辐照材料的流体的装
置和方法,其包括:具有至少一个入口和出口的
至少一个辐照腔室、具有至少一个入口和出口的
至少一个流体冷却腔室,耦合到所述辐照腔室的
一个或更多个UV辐射源以及热耦合到一个或多
个辐射源和一个或多个冷却腔室的至少一个热
交换机构。所述一个或多个冷却腔室的内表面的
至少一部分可以包括一个或多个辐照腔室的外
表面的至少一部分,因此所述一个或多个冷却腔
室与所述一个或多个辐照腔室流体连通。



1.一种辐照装置,包括:

至少一个辐照腔室,用于包含待辐照材料的流体,所述腔室具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

至少一个冷却腔室,其具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

一个或更多个UV辐射源,其耦合到所述至少一个辐照腔室;

一个或更多个密封垫或垫圈,其设置在一个或更多个辐射源附近以保护所述一个或更多个辐射源免受辐照装置和/或外部环境中的流体的影响;和

至少一个热交换机构,其热耦合到所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室。

2.一种辐照装置,包括:

至少一个辐照腔室,用于包含待辐照材料的流体,所述腔室具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

至少一个冷却腔室,其具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

一个或更多个UV辐射源,其耦合到所述至少一个辐照腔室;

至少一个热交换机构,其热耦合到所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室;

其中,所述一个或更多个UV辐射源在使用检测机制或控制电路的动态控制下工作,用于基于液体流速、水质、用户输入和/或其他工作条件来动态地控制UV辐射向待辐照材料的输送。

3.根据权利要求2所述的辐照装置,其中,性能数据存储在机载或外部数据存储单元中。

4.根据权利要求2所述的辐照装置,其中,一个或更多个密封垫或垫圈设置在一个或更多个辐射源附近以保护所述一个或更多个辐射源免受辐照装置和/或外部环境中的流体的影响。

5.根据权利要求1或权利要求4所述的辐照装置,其中,一个密封垫设置在所述一个或更多个辐射源附近以保护所述一个或更多个辐射源免受所述辐照装置中的水分的影响,并且另一个密封垫设置在所述一个或更多个辐射源附近以保护所述一个或更多个辐射源免受所述辐照装置和/或外部环境中的水分的影响。

6.根据权利要求1或权利要求4所述的辐照装置,其中,一个密封垫设置在所述一个或更多个辐射源附近以保护所述一个或更多个辐射源免受所述辐照装置中的液体的影响,并且另一个密封垫设置在所述一个或更多个辐射源附近以保护所述一个或更多个辐射源免受所述辐照装置和/或外部环境中的水分的影响。

7.根据权利要求1或权利要求2所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源包括一个或更多个UV-C辐射源或其组合。

8.根据权利要求1或权利要求2所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源包括布置成阵列的多个辐射源。

9.根据权利要求1或权利要求2所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源的

一个或更多个波长是动态可调的。

10. 根据权利要求1或权利要求2所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源向所述待辐照的材料传递波长的组合。

11. 根据权利要求1或权利要求2所述的辐照装置,包括多个UV辐射源和多个辐照腔室,每个辐照腔室具有至少一个入口和一个出口,并且所有的UV辐射源与单个冷却腔室热耦合。

12. 一种用于辐照设置在辐照腔室内的包含待辐照材料的流体的方法,所述辐照方法包括:

(1) 提供一种辐照装置,其包括:

至少一个辐照腔室,其用于包含待辐照材料的流体,所述腔室具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

至少一个冷却腔室,其具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

一个或更多个UV辐射源,其耦合到所述至少一个辐照腔室;和

至少一个热交换机构,其热耦合到所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室;以及

(2) 使用所述辐照装置辐照包含待辐照材料的流体;

其中,来自所述一个或更多个辐射源的辐射的一部分被透射到一个或更多个次级腔室的表面,以抑制在所述表面上形成生物膜。

13. 根据权利要求12所述的辐照方法,其中,所述一个或更多个UV辐射源包括一个或更多个UV-C辐射源,或其组合。

14. 根据权利要求12所述的辐照方法,其中,基于对待辐照的材料中的污染物的识别来选择所述一个或更多个UV辐射源的一个或更多个波长。

15. 根据权利要求14所述的辐照方法,其中,所述一个或更多个UV辐射源向待辐照的材料传递一个或更多个波长,所述波长在待辐照的材料中诱发荧光,从而允许识别待辐照的材料中的污染物。

16. 根据权利要求12所述的辐照方法,其中,所述一个或更多个UV辐射源向所述待辐照的材料传递波长的组合。

17. 根据权利要求12所述的辐照方法,其包括多个UV辐射源和多个辐照腔室,每个辐照腔室具有至少一个入口和一个出口,并且所有UV辐射源与单个冷却腔室热耦合。

18. 一种辐照装置,包括:

至少一个辐照腔室,用于包含待辐照材料的流体,所述腔室具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

至少一个冷却腔室,其具有用于使流体流入所述腔室的至少一个入口和用于使流体流出所述腔室的至少一个出口;

一个或更多个UV辐射源,其耦合到所述至少一个辐照腔室;以及

至少一个热交换机构,其热耦合到所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室;

其中,来自所述一个或更多个辐射源的辐射的一部分被透射到一个或更多个次级腔室

的表面,以抑制在所述表面上形成生物膜。

19. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,所述热交换机构包括热电冷却装置、蒸气腔室、散热器、散热结构、风扇、传热材料、与流体热耦合的材料以及冷却涂层中的一种或多种。

20. 根据权利要求19所述的辐照装置,其中,所述热交换机构是散热器或传热材料或其组合。

21. 根据权利要求18所述的辐照装置,还包括与所述一个或更多个辐射源相邻设置的防潮密封剂和干燥剂。

22. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源包括一个或更多个UV-C辐射源或其组合。

23. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源包括布置成阵列的多个辐射源。

24. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源的一个或更多个波长是动态可调的。

25. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,基于对待辐照的材料中的污染物的识别来选择所述一个或更多个UV辐射源的一个或更多个波长。

26. 根据权利要求25所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源向待辐照的材料传递一个或更多个波长,所述波长在待辐照的材料中诱发荧光,从而允许识别待辐照的材料中的污染物。

27. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源向所述待辐照的材料传递波长的组合。

28. 根据权利要求18所述的辐照装置,其中,所述一个或更多个UV辐射源包括微型等离子体灯。

29. 根据权利要求18所述的辐照装置,其包括多个UV辐射源和多个辐照腔室,每个辐照腔室具有至少一个入口和一个出口,并且所有UV辐射源与单个冷却腔室热耦合。

辐照装置和方法

[0001] 本申请为分案申请,其原案申请是申请号为PCT/US2018/046184、申请日为2018年08月10日的PCT申请并且于2020年3月11日进入中国国家阶段,中国国家申请号为201880059065.X,发明名称为“辐照装置和方法”。

技术领域

[0002] 本发明总体上涉及通过辐照对流体消毒的系统、装置和方法。更具体地,本发明涉及一种用于对包含待辐照材料的流体消毒的装置、系统和方法。

背景技术

[0003] 使用紫外线(UV)辐射来对包括液体和气体在内的流体消毒是众所周知的。使用紫外线辐照使流体中的微生物污染物失活的过程称为紫外线照射杀菌(UVGI)。紫外线辐射也已用于氧化流体中的有机材料和无机材料,称为高级氧化工艺(AOP),并且今天有许多商业AOP系统在使用。采用UVGI和AOP方法的系统依赖于以可预测的方式将UV辐射透射到流体中的能力。具有单位J/cm²的UVGI系统的剂量能够简单地表示为以W/cm²为单位的UV辐照度和以秒为单位的曝光时间的乘积。

[0004] AOP和UVGI都需要UV源(紫外线源)。出于实际目的,应在UV源的整个使用寿命期间保持UV源的输出辐照度并以可预测的方式衰减。这样就能够预测UV源的更换周期以及系统的整体性能。通常使用多种因素将UV消毒系统指定为具有一定的性能水平,该多种因素包括减少等效剂量(RED)、灯的寿命结束(EOLL)、流体的紫外线透射率(UVT)以及结垢(灯窗和反应器)。

[0005] 一些NSF和EPA法规要求对紫外线消毒系统进行测试,并且UV源应以预计的EOLL光学输出功率运行。为了在预测的时间段内遵守UV消毒系统的性能规格,UV源应该以可预测的方式衰减。更长的EOLL也有商业利益,这导致更长的系统寿命和/或UV源更换间隔。

[0006] 有许多类型的UV源。历史上,低压汞蒸气灯、中压汞蒸气灯和汞齐灯已用作消毒应用的UV源。其他UV源包括氘灯、发光二极管(LED)、激光器、微型等离子体源和固态场效应磷光体装置。微型等离子灯的工作原理与大型气体放电灯相同,但具有产生小的局部UV发射的平面电极。诸如LED之类的固态源通过有源层中的电荷复合在半导体材料中产生光,在有源层中,将电荷注入施加到半导体异质结构的阳极和阴极。所有这些UV源均具有不同的最佳工作温度,其中UV输出通量和/或使用寿命最大化。由于较低的汞蒸气压力,大多数气体放电灯很难在非常寒冷的环境条件下工作。相反,固态源在较低的环境温度下具有最大的输出。例如,低压汞灯的输出功率可能在40摄氏度的环境温度达到峰值,而265nm LED的光输出功率与环境温度呈线性关系。LED曲线的斜率可能会因器件设计而异,但是在较低的环境温度下,对于较大的光输出功率,趋势仍保持不变。

[0007] 许多LED制造商规定了不应超过的最大结温。LED结温是夹在LED的n型和p型半导体层之间的有源层的温度。超过最大额定结温可能会导致LED寿命或其他特征下降。在简化模型中,LED能够表示为一系列热阻。例如,UV LED封装可以是安装在电路板上的表面安装

装置(SMD),其本身安装在散热器或其他冷却装置上。散热器可以是任何热交换器或冷却方法,例如无源散热器、珀耳帖装置、主动气流、热管等。LED可以安装在各种导电和导热电路板上,例如印刷电路板(PCB)、金属芯印刷电路板(MCPCB)或板载芯片(COB)。从LED本身的结点到周围环境的每个连接点都有与之相关的温度。这些温度包括LED的结温、电路板上LED封装之间的温度、电路板与散热器之间的温度以及环境温度。在每个连接点,都能够对热阻进行建模,例如RJS是封装的表面安装LED的热阻,RSB是电路板的热阻,以及RBA是散热器或冷却方法的热阻。LED结温能够建模为热阻中的每一个乘以装置中加热所损失的功率的和加上环境温度。公式1中示出了这种关系。

$$[0008] \quad T_{J(LED)} = T_{Ambient} + \sum_i (KR_i \times P_{Heat}) \quad \text{公式1}$$

[0009] LED在大多数UV源中是独特的,因为通过电连接的芯片侧与负责大部分UV发射的侧,可以消除热量。这与汞蒸气灯相反,汞蒸气灯主要在与通过石英套管的发光方向相同的方向上具有热放电,该石英套管还用作电弧放电管。LED不需要石英窗口,因为它们直接从半导体的有源层发射光,并且光透射通过半导体的后续层以射向环境。然而,LED能够对静电放电、水分以及周围的气体(例如氧气或氮气)敏感,这会降低LED电触点和半导体的性能。因此,通常在LED的SMD封装上放置一个石英窗口。在UVGI系统中,将通过窗口保护LED免受流体的影响,如果能够减轻上述环境影响,则SMD上的窗口将变得多余。如果LED密封在电路板与窗口之间,则包含一个或更多个LED的板上的单个窗口可以用作液体消毒系统的光学窗口,使得该窗口能够用作消毒系统的压力容器的一部分并将LED与流体隔离。在板与窗口之间可以使用诸如环氧树脂或硅树脂之类的灌封料。灌封可以在相对湿度较低的环境中进行,甚至可以用干燥的空气或惰性气体吹扫,以确保LED与窗口之间的任何空隙都不会在内部产生不希望的水分或气体。这也增加LED的输出功率,因为它将使光通过一个石英窗口而不是两个。这种类型的单窗口灯封装的额外的好处是,与将大量热传递到窗口的汞蒸气源相比,LED对窗口的加热作用很小。较低的窗口温度与较少的窗口结垢有关。窗口结垢会降低窗口的总体UV透射率,进而降低UVGI和AOP系统的性能。因此,利用UV源的稳健的产品设计将通过考虑热传递来说明操作运行期间UV源的温度。通过这种方法,可以更好地控制UV源的寿命和输出功率。另外,可以能够使用将UV源组装到第二次级封装中的方法来提高UV源的输出功率和寿命。

[0010] UV源是UVGI系统中的重要部件,但它只是整个系统效率中的一个部件。系统效率能够表示为反应器效率和UV源效率的乘积。在UVGI系统的设计中,好的作法是使流体对UV辐照的暴露时间(通常称为“停留时间”)最大化,从而使流体看到的剂量最大化。反应器效率是停留时间效率和光学效率的组合。反应器的光学效率是反应器如何有效利用UV源的光子来增加流体中微生物污染物吸收光子的可能性的量度。增加这种可能性的一种方法是在反应器中使用反射材料,使得如果来自UV源的光子在其最初通过反应器期间未被吸收,则可以被反射。如果流体中的吸收剂很少,并且反应器中材料的反射率很高,则光子可以在反应器中多次反射。

[0011] 美国专利申请公开2012/0318749A1、2014/0161664A1和2014/0240695A1均通过引用并入本文,公开了可用于本文中的通过辐照对流体消毒的各种装置、材料和方法。然而,本领域中仍然需要一种改进的用于辐照的装置和方法,其提供良好的系统效率,结合适当的热管理,并且能够与各种壳体或流通池一起使用,同时保持紧凑的占地面积。

发明内容

[0012] 在一个实施例中,本发明涉及一种辐照装置,其包括:用于包含待辐照材料的流体的至少一个辐照腔室,所述腔室具有用于使流体流入该腔室的至少一个入口和用于使流体从该腔室流出的至少一个出口;至少一个冷却腔室,其具有用于使流体流入该腔室的至少一个入口和用于使流体流出该腔室的至少一个出口;耦合到至少一个辐照腔室的一个或更多个UV辐射源;以及至少一个热交换机构,其与所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室热耦合;其中所述至少一个冷却腔室的内表面的至少一部分包括所述至少一个辐照腔室的外表面的至少一部分,并且所述至少一个冷却腔室与所述至少一个辐照腔室流体连通。

[0013] 在另一个实施例中,本发明涉及一种用于辐照放置在辐照腔室中的包含待辐照材料的流体的方法,该辐照方法包括:(1)提供一种辐照装置,该辐照装置包括:用于包含待辐照材料的流体的至少一个辐照腔室,所述腔室具有用于使流体流入该腔室的至少一个入口和用于使流体从该腔室流出的至少一个出口;至少一个冷却腔室,该冷却腔室具有用于使流体流入该腔室的至少一个入口和用于使流体流出该腔室的至少一个出口;耦合到至少一个辐照腔室的一个或更多个UV辐射源;以及至少一个热交换机构,其与所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室热耦合;其中所述至少一个冷却腔室的内表面的至少一部分包括所述至少一个辐照腔室的外表面的至少一部分,并且所述至少一个冷却腔室与所述至少一个辐照腔室流体连通,以及(2)使用所述辐照装置辐照包含待辐照材料的流体。

[0014] 在另一个实施例中,本发明涉及一种辐照装置和方法,包括用于包含待辐照材料的流体的至少一个辐照腔室,所述腔室具有用于使流体流入该腔室的至少一个入口和用于使流体从该腔室流出的至少一个出口;至少一个冷却腔室,其具有用于使流体流入该腔室的至少一个入口和用于使流体流出该腔室的至少一个出口;耦合到至少一个辐照腔室的一个或更多个UV辐射源;以及至少一个热交换机构,其与所述一个或更多个辐射源和所述至少一个冷却腔室热耦合。

附图说明

[0015] 在此参考各个附图示出和描述了本发明,其中,适当地使用相同的附图标记表示相同的装置部件,并且其中:

- [0016] 图1是示出本发明的辐照装置的一个示例性实施例的平面侧视图;
- [0017] 图2是图1的装置沿2-2线的剖视图;
- [0018] 图3是示出本发明的另一装置的平面侧视图;
- [0019] 图4是图3的装置沿4-4线的剖视图;
- [0020] 图5是示出本发明的另一装置的一部分的平面侧视图;
- [0021] 图6是图5的装置沿6-6线的剖视图;
- [0022] 图7是示出本发明的另一装置的平面侧视图;
- [0023] 图8是图7的装置沿8-8线的剖视图;
- [0024] 图9是示出本发明的另一装置的平面侧视图;
- [0025] 图10是图9的装置沿10-10线的剖视图;
- [0026] 图11是示出本发明的另一装置的平面侧视图;

- [0027] 图12是图11的装置沿12-12线的剖视图；
- [0028] 图13是示出本发明另一装置的平面侧视图；以及
- [0029] 图14是图13的装置沿14-14线的剖视图。

具体实施方式

[0030] 本发明提供了一种改进的UV辐照装置、消毒系统和方法，其利用次级反应器腔室来冷却UV源，并且在一个实施例中，还增加了系统内部的包含待辐照材料的流体的暴露时间。UV源直接辐照初级反应器腔室，该腔室的内表面通常由主要反射UV的材料制成，并且通过该材料将UV透射最小化。在一个实施例中，次级反应器的内表面的至少一部分包括初级反应器腔室的外表面的至少一部分。因此，次级反应器腔室接收通过初级反应器的材料透射的UV辐射的一部分。在一个实施例中，次级冷却腔室与初级辐照腔室流体连通。UV源的冷却通过至少一个热交换机构完成，该至少一个热交换机构与UV源和次级冷却腔室中的流体热耦合。

[0031] 在另一个实施例中，UV辐照装置、消毒系统和方法被设计成使得来自一个或更多个辐射源的辐照的一部分从辐照腔室透射到一个或更多个次级腔室中，所述次级腔室包括但不限于冷却腔室或出口导管，使得布置在一个或更多个次级腔室表面的辐射提供消毒效果，以抑制微生物污染的传播。微生物附着在辐照装置表面上的现象，在下文中称为“生物膜”的形成，由于这种污染物可能转移到流经此类表面的流体中，因此可能增加健康风险。消毒系统中抑制生物膜是可取的，因为UV辐照的过程不会给处理过的流体带来残留的杀生物剂。在装置和系统的下游区域，包括但不限于“最后一英里”，最关键的是避免辐照装置和消毒系统的结垢，该结垢在工艺链中晚于初级辐照腔室。在一实施例中，由UV源发出的辐射的一小部分可以被重定向到辐照处理装置和系统的表面。由于反应器的流体接触表面是静态的，因此任何段的辐照周期都等于UV源发射的总周期。因此，实现生物膜抑制所需的辐照度要比瞬时辐照，例如通过反应器腔室的流体所需的辐照度低得多。通过要求低辐照度和相对低的UV功率，能够清除由源发射的一小部分功率以抑制生物膜，而不会显著影响反应器的流体消毒性能。因此，来自一个或更多个辐射源的辐照的一部分能够被透射到一个或更多个次级腔室的表面以抑制在其上形成生物膜。

[0032] 在本发明的一个实施例中，该装置具有两个三维腔室，三维腔室中的每一个具有用于流体流入和流出腔室的至少一个入口和至少一个出口。UV辐射源向辐照腔室之一的内部提供辐照。辐射源与其他腔室，即冷却腔室具有热连接。该热连接在连接到UV源的热交换机构的背面和/或正面与冷却腔室中的流体之间。两个腔室流体连接，其中腔室之一的入口是其他腔室的出口。辐照腔室通常由主要反射来自UV源的UV辐射并且最小化地透射UV辐射的材料构成。冷却腔室的腔室内部的至少一部分由辐照腔室的外部构成。通过辐照腔室的材料透射的UV辐射因此用作冷却腔室的UV源。这增加了流体对UV辐射的暴露时间，并增加了流体看到的剂量。此外，透射到冷却腔室表面的辐射抑制了其上的生物膜形成。

[0033] UV辐射源(或多个UV辐射源)可包括一个或更多个UV-C辐射源，或其组合。UV辐射源(或多个UV辐射源)通常耦合到辐照腔室或冷却腔室的壁内或壁上的支撑结构。支撑结构保持UV辐射源，该UV辐射源可以是UV-C辐射源，使得它们选择性地将UV辐射引导至辐照腔室的内部，在该辐照腔室中选择性地布置了要被辐照的材料。可以(动态)选择和/或调节峰

值波长，并且可以利用多个波长，使得能够针对给定生物的作用谱，从而提高了消毒效率。例如，可以基于对待辐照的材料中的污染物的识别来选择一个或更多个UV辐射源的一个或更多个波长。一个或更多个UV辐射源可以将一个或更多个波长或波长的组合传递到待辐照的材料。波长可以在待辐照的材料中诱发荧光，从而允许识别待辐照的材料中的污染物。可选地，可以将待辐照的材料放置在n型单晶半导体附近，以通过带隙电光激发在半导体表面产生过氧化氢进行消毒。使用基本邻近UV辐射源设置的诸如热电冷却装置、蒸气腔室、散热器、散热结构、风扇、传热材料、热耦合至流体的材料和冷却涂层中的一个或更多个热交换机构来管理热量，并且可选地回收热量。在一个实施例中，热交换机构是散热器或传热材料或其组合。可以使用耦合到支撑结构和/或布置在支撑结构内的防潮密封剂和干燥剂来使辐照装置防潮。辐照组件能够包括监视/检测机制和控制电路，用于基于流速、水质、用户输入或其他工作条件来动态地控制UV辐射向待辐照材料的输送。最后，相关的性能数据可以存储在机载或外部数据存储单元中。

[0034] 在本发明的各种实施例中，可以提供包括UV辐射源封装的模块化半导体UV LED安装配置，该封装包含以矩阵或阵列布置的单个LED或多个LED“晶粒”。能够选择LED晶粒以在UV和可见辐射光谱中提供从大约200nm到大约800nm的多个波长。在一个示例性实施例中，矩阵或阵列包括发射大约200-320nm范围内的波长的LED晶粒，以便饱和核壳的吸收机理(峰值发射集中在280nm附近)，并且同时针对核酸的峰值吸收，其峰值发射波长跨越大约250-280nm。在另一个示例性实施例中，为了模拟用于针对各种细菌和病毒的低压或中压Hg-基UV灯的光学输出光谱，LED晶粒的矩阵或阵列利用多个波长，包括大约240-260nm、大约260-344nm、大约350-380nm、大约400-450nm、或者大约500-600nm中的至少一个波长。另外的示例性实施例是发射波长范围为大约250nm至300nm的LED晶粒的矩阵或阵列结合发射波长范围为大约350nm至400nm的LED晶粒，以实现水中的病原体或污染物在诸如TiO₂、NiO或SnO₂之类的n型半导体的晶体膜附近光催化氧化。另外的示例性实施例是模块化安装配置，其包含以矩阵或阵列布置的发射大约250-320nm和大约320-400nm的波长的多个LED晶粒，以实现具有生物来源的粒子的NADH和色氨酸的荧光光谱。在另一个示例性实施例中，使用可商购的SETi UV Clean™ LED封装。也可以使用单独的LED晶粒或粘合到导热金属芯电路板(MCPCB)的单个晶粒，例如可从The Bergquist Company™获得的晶粒。

[0035] LED封装可以连接到散热片，该散热片又被配置为安装到辐照腔室的窗口端口。模块的安装面可以具有密封垫或垫圈，该密封垫或垫圈将LED封装与干燥剂一起封闭，从而减少了冷凝水分。散热器可以是圆形、正方形或其他合适的形状。来自LED的热量可选地借助于热电冷却器或其他手段传导至散热器，该散热器可选地被强制空气冷却。LED封装可以电连接到控制电路和电源电路，该电路作为可替换模块的一部分包括在内。电路包含在可更换模块中，以便提供遥测数据和跟踪信息，例如工作温度和运行时间。

[0036] 封装的UV LED或多个UV LED的矩阵或阵列可以附接到散热器。多个UV波长能够用于优化对特定微生物的影响。可以通过热电冷却(TEC)和/或蒸气腔室来辅助背面的排热。此外，UV LED封装可以通过高导热的覆盖层(例如，浸渍有金刚石纳米粒子的有机硅聚合物)通过传导进行上部冷却，该覆盖层可以具有单晶结构。

[0037] 散热器和UV辐射发射外壳的金属部分的表面可以是平坦的，以安装LED和配件模具或封装；或可选地是凹陷的，以便提供用于LED的凹面反射结构和/或提供用于附接的装

置。可以通过多种方法将散热器附接到辐照装置上,包括但不限于接触粘合、弹簧销、夹具、可旋转的夹子、螺钉、通过拧入带有圆形边框的散热器的示例性实施例,该圆形边框具有切入其中的螺纹,或者通过扭绞带有圆形边框的散热器的示例性实施例,该圆形边框通过卡口连接器进行连接。

[0038] 如先前所述,用于UV辐射源的电气和/或电子控制的部件可以可选地包括在密封单元内,以使得它们可以作用于UV辐射源,同时通过如前所述的这种密闭性、干燥剂的使用或其组合保持免受外部环境的影响。此外,这些部件在MCPCB上的共置,或其他方式以及随后与热交换机构的热结合可用于提取例如功率转换部件所产生的热量。另外,这些电气和/或电子部件可以包括可以确定UV附属物源的工作条件和状态的传感器,包括但不限于光电二极管、热电偶、热敏电阻器,声传感器、霍尔探头、电流探头等。

[0039] 辐照发射器模块可以是用户可更换的单元,可选地包括附接的电子产品和干燥材料,以便抵抗水分和湿气。附接的电子产品能够包括单独的识别号和遥测跟踪,以及易于与大型系统断开连接的互连。

[0040] 可以通过位于LED封装与散热器之间的TEC或蒸气腔室来辅助LED封装的冷却。TEC可以采用单个TEC或多个模块的形式,以在不规则的封装几何形状(例如通孔设计)周围提供接触。此外,可以包括电热模块以从产生的废热中收集能量。

[0041] UV辐射可以从LED晶粒通过透射窗、聚合物、空气和/或孔透射到辐照腔室中。透射窗具有适合所用LED的选择的透射光谱,例如UV-C范围。

[0042] 现在参考图1和图2,在本发明的一个示例性实施例中,辐照装置A包括两个三维腔室1和2,每个三维腔室具有用于使流体流入和流出腔室的入口和出口。辐照腔室1具有用于使流体流入腔室的入口4和用于使流体流出腔室的出口5。冷却腔室2具有用于使流体流入腔室的入口3和用于使流体流出腔室的出口4。冷却腔室2和辐照腔室1是流体的连接并且流体连通,其中端口4既用作冷却腔室的出口,又用作辐照腔室的入口。UV辐射源6向辐照腔室1的内部提供辐照。辐射源与冷却腔室2具有热连接。该热连接在至少一个热交换机构的背面和/或正面之间,该至少一个热交换机构热连接或热耦合到辐射源和冷却腔室内的流体。在一个实施例中,热交换机构是散热器8。将单个石英光学窗口7放置在UV辐射源6上方,以保护其免受辐照腔室1中的流体的影响。UV辐射源被密封在热交换机构与窗口之间,使得窗口用作消毒系统的压力容器的一部分,并且将UV辐射源与辐照腔室中的流体隔离。

[0043] 辐照腔室1通常由主要反射来自UV源的UV辐射并且最小地透射UV辐射的材料构成。冷却腔室2的内表面的至少一部分包括辐照腔室1的外表面的至少一部分。一个或多个冷却腔室的内表面通常包括一个或多个辐照腔室的外表面的至少大部分,更通常地包括一个或多个辐照腔室的基本上全部外表面,使得一个或多个冷却腔室基本或完全封闭辐照腔室。在一个实施例中,辐照装置中的一个或更多个辐照腔室的总外表面为一个或更多个辐照腔室的总内表面的至少约20%,通常为至少约30%,更通常为至少约40%。通过腔室1的材料透射的UV辐射用作冷却腔室2的UV源。因此,流过所述的两个腔室系统的任何粒子所接受的剂量 D_m 能够由以下等式表示

$$[0044] D_m = t_A \varphi_A + t_B \varphi_B$$

[0045] 其中 t_A 和 t_B 分别是粒子在腔室1和2中的停留时间,以及 φ_A 和 φ_B 是粒子分别在腔室1和2中看到的辐照通量。

[0046] 在另一个实施例中,UV源是与传热材料电连接和热连接的LED,所述传热材料例如是金属芯印刷电路板(MCPCB)、印刷电路板(PCB)或其他介电材料,该传热材料与与冷却腔室2中的流体直接接触,从而在LED和流体之间提供热通道。在这种情况下,如果流体(例如水)的温度低于结温,则流体将为LED提供冷却。传热材料用作热交换机构,其热连接或热耦合至辐射源和冷却腔室内的流体。

[0047] 在另一个实施例中,UV源是与传热材料(例如金属芯印刷电路板(MCPCB),印刷电路板(PCB)或其他介电材料)电气连接和热连接的LED,并与单独的第二传热材料接触,该第二传热材料与辐照腔室1中的流体直接接触,从而在LED和流体之间提供热通道。在这种情况下,如果流体(例如水)的温度低于结温,则流体将为LED提供冷却。第二传热材料可以是金属、电介质、半导体、塑料或任何其他导热材料。传热材料用作热连接或热耦合至辐射源和冷却腔室内的流体的热交换机构。

[0048] 在另一个实施例中,冷却腔室2还用于增加图1-2所示的组合系统的结构完整性使得整个系统(腔室1和2)的额定压力增加。例如,冷却腔室可以由具有比用于制造辐照腔室的材料更高的拉伸强度的材料制成。

[0049] 在另一个实施例中,辐照腔室与一个或更多个冷却腔室或其他次级腔室之间的光学耦合可以通过穿过辐照腔室的内部的一个或更多个孔口来实现,以允许UV辐射从辐照腔室进入冷却腔室或其他次级腔室。所述孔口还可以与冷却腔室流体连接,并增加辐照腔室与次级腔室之间的流体连通。通过一个或多个孔口透射到冷却腔室或其他次级腔室表面的辐射会抑制生物膜在其表面上的形成,并抑制装置下游区域中可能的微生物污染。因此,辐照装置的流体出口结构的一部分可以通过辐照腔室中的一个或多个孔口或其他开口的直接辐照或通过穿过腔室的材料的部分透射而与辐照腔室光学耦合,使得出口结构的表面受到辐照以抑制其上的生物膜形成。UV辐射可以在集成的UV消毒装置、系统和方法中用作生物膜抑制剂。这可以包括在不使用的周期期间以周期性的“循环”对装置、系统和方法进行智能控制,从而可以赋予恒定的抑菌效果。在一个实施例中,可通过穿过腔室1内部的至少一个小孔口来实现辐照腔室1与冷却腔室2之间的光学耦合,以允许UV辐射从腔室1进入腔室2。一个或多个孔口还可以与腔室2流体连接,并增加腔室1与2之间的流体连通。通过至少一个小孔口并通过部分穿过腔室1的材料透射到腔室2的表面的辐射也抑制了腔室2的表面上生物膜的形成以及在装置下游区域的可能的微生物污染。

[0050] 在本发明的另一个实施例中,UV源将辐射透射到辐照腔室,并且热耦合到在结构上与辐照腔室不同的冷却腔室。在图3和4所示的实施例中,辐照装置B包括两个三维腔室9和10,每个三维腔室具有用于使流体流入和流出腔室的入口和出口。辐照腔室9具有用于使流体流入腔室的入口12和用于使流体流出腔室的出口13。冷却腔室10具有用于使流体流入该腔室的入口11和用于使流体流出该腔室的出口17。然而,冷却腔室10和辐照腔室9在结构上是分开的,并且没有流体连接或流体连通。UV源14向辐照腔室9的内部提供辐射。辐射源具有到冷却腔室10的热连接。该热连接在至少一个热交换机构的背面和/或正面之间,该至少一个热交换机构热连接或热耦合到辐射源和冷却腔室内的流体。在一个实施例中,热交换机构是散热器16。将单个石英光学窗口15放置在UV辐射源14上方,以保护其免受辐照腔室9中的流体的影响。UV辐射源被密封在热交换机构与窗口之间,使得窗口用作消毒系统的压力容器的一部分,并且将UV辐射源与辐照腔室中的流体隔离。辐照腔室9由主要反射来自

UV源的UV辐射并且最小化透射UV辐射的材料构成。

[0051] 在另一个实施例中，辐照腔室9和冷却腔室10依赖于单个刚性框架以获得结构稳定性。腔室之间的分隔物由主要是非结构性的材料实现。在另一个实施例中，腔室之间的分隔物是半渗透的，从而允许腔室之间的流体通量。

[0052] 在另一实施例中，UV辐射源热连接到传热材料，该传热材料部分地或全部地耦合到辐照腔室内部或安装在辐照腔室内部。传热材料提供了从UV源经由腔室的内部到辐照腔室内流体的传导性热传递。在一个实施例中，UV源是与传热材料电连接和热连接的LED，所述传热材料例如是金属芯印刷电路板(MCPCB)、印刷电路板(PCB)或其他介电材料。传热材料与辐照腔室中的流体直接接触，从而在LED与流体之间提供热通道。在这种情况下，如果流体(例如水)的温度低于结温，则流体将为LED提供冷却。传热材料用作热连接或热耦合至辐射源和冷却腔室内的流体的热交换机构。

[0053] 在另一个实施例中，UV源是与传热材料电气连接和热连接的LED，所述传热材料例如为金属芯印刷电路板(MCPCB)、印刷电路板(PCB)或其他介电材料，该传热材料与与辐照腔室内的流体直接接触的单独的传热材料接触，从而在LED和流体之间提供热通道。在这种情况下，如果流体(例如水)的温度低于结温，则流体将为LED提供冷却。传热材料可以是金属、电介质、半导体、塑料或任何其他导热材料。传热材料用作热连接或热耦合至辐射源和冷却腔室内的流体的热交换机构。图5和6示出了本发明的一个这样的装置的一部分。在一个示例中，能够修改图3和图4所示的装置B，以包括图5和图6所示的装置C的冷却腔室21、UV辐射源18以及热交换机构19和20，来代替图3和4中的冷却腔室、UV辐射源和热交换机构。冷却腔室21具有用于使流体流入腔室的入口22和用于使流体流出腔室的出口23。UV辐射源18向辐照腔室的内部提供辐照。UV源与传热材料19(例如，金属、电介质、半导体、塑料或任何其他导热材料，例如，金属芯印刷电路板(MCPCB)、印刷电路板(PCB)或其他介电材料)电气连接和热连接。传热材料19与单独的热交换机构20，例如如上所述的散热器或另一种传热材料接触，该另一种传热材料与辐照腔室中的流体直接接触，从而在UV辐射源和流体之间提供热通道。在这种情况下，如果流体(例如水)的温度低于结温度，则流体将为UV辐射源提供冷却。辐射源还通过热连接或热耦合至辐射源以及冷却腔室中的流体的热交换机构19和20与冷却腔室21进行热连接。在另一个实施例中，UV源18还向传热材料19提供UV辐射。

[0054] 在另一个实施例中，UV源是微型等离子灯，其与反应器辐照腔室中的流体直接接触，从而在灯和流体之间提供直接的热通道。在这种情况下，流体将为所述灯提供冷却。在图7和8所示的实施例中，辐照装置D包括三维辐照腔室23，该三维辐照腔室具有用于使流体流入和流出腔室的入口24和出口25。微型等离子灯UV辐射源26向辐照腔室23的内部提供辐照。因为微型等离子灯与腔室23中的流体直接接触，所以它在灯和流体之间提供了直接的热通道，从而冷却所述灯。在一个实施例中，微型等离子灯与传热材料热连接，该传热材料与辐照腔室中的流体直接接触，从而在灯和流体之间提供热通道。传热材料可以是金属、电介质、半导体、塑料或任何其他导热材料。传热材料可以反射来自灯的UV辐射一部分。在另一个实施例中，传热材料与单独的传热材料接触，该单独的传热材料与辐照腔室中的流体直接接触，从而在灯和流体之间提供热通道。在这些情况下，流体将为所述灯提供冷却。这样，图7和图8所示的实施例可以用作本文所示和所述的其他辐照装置中的辐照腔室。

[0055] 在另一个实施例中，本发明提供了多个UV辐射源和多个辐照腔室，每个辐照腔室

具有至少一个入口和一个出口。每个UV辐射源主要光学耦合到单个辐照腔室。所有辐照腔室流体耦合到单个冷却腔室，使得通过任何辐照腔室的所有流体也通过冷却腔室。这样，通过冷却腔室的流体通量等于通过所有辐照腔室的流体通量之和。另外，所有UV源都通过冷却腔室的内部热耦合到流体通量。

[0056] 在另一个实施例中，本发明提供了多个UV辐射源和多个辐照腔室，每个辐照腔室具有至少一个入口和一个出口。每个UV辐射源主要光学耦合到单个辐照腔室。所有UV辐射源热耦合到单个冷却腔室。一个或更多个辐照腔室处于流体连接，其中一个腔室的出口是另一个腔室的入口。

[0057] 在另一个实施例中，本发明提供了多个UV辐射源和多个辐照腔室，每个辐照腔室具有至少一个入口和一个出口。每个UV辐射源主要光学耦合到单个辐照腔室。所有UV辐射源热耦合到单个冷却腔室。一个或更多个辐照腔室流体连通，其中一个腔室的出口是另一腔室的入口。另外，冷却腔室与一个或更多个辐照腔室流体连接，其中冷却腔室的出口是一个或更多个辐照腔室的入口。

[0058] 在上述实施例中，多个辐照腔室流体耦合到单个冷却腔室，使得通过任何辐照腔室的所有流体也都通过冷却腔室。就像多个辐照腔室可以流体连接到单个冷却腔室以形成单个单元一样，这些个别的单元的集合可以并联或串联组合排列，其中每个单元的入口由总入口流量（并联情况下）或整个流量（串联情况下）或每个单元串联和并联配置的混合的一小部分组成。

[0059] 在图9和10所示的实施例中，辐照装置E包括三个三维腔室、两个辐照腔室31和冷却腔室27。每个腔室具有用于流体流入和流出腔室的入口和出口。每个辐照腔室31具有用于使流体流入所述腔室的入口30和用于使流体流出所述腔室的出口28。冷却腔室27具有用于使流体流入所述腔室的入口29和用于使流体流出所述腔室的两个出口30。冷却腔室27和辐照腔室31流体连接和流体连通，其中端口30既用作冷却腔室的出口，又用作辐照腔室的入口。UV辐射源34向辐照腔室31的内部提供辐照。辐射源与冷却腔室27具有热连接。该热连接在至少一个热交换机构的背面和/或正面之间，该至少一个热交换机构热连接或热耦合到每个辐射源和冷却腔室中的流体。在一个实施例中，热交换机构通过每个散热器33进行。单个石英光学窗口32放置在每个UV辐射源34上方，以保护其免受其辐照腔室内的流体的影响。UV辐射源被密封在热交换机构与窗口之间，使得窗口用作消毒系统的压力容器的一部分，并且将UV辐射源与辐照腔室中的流体隔离。如上所述，每个UV辐射源34主要光学耦合到单个辐照腔室31。所有的UV辐射源热耦合到单个冷却腔室27。由于冷却腔室的出口30是用于辐照腔室的入口，因此辐照腔室31与冷却腔室27以及彼此流体连接并且流体连通。

[0060] 在另一个实施例中，从UV源到流体通量的热传递是通过并入腔室的表面的大致平坦表面进行传导性热传递来完成的，该表面与该腔室内的流体通量热接触。例如，在图2和图10所示的实施例中，从UV源到冷却腔室中的流体的热传递是通过并入辐照腔室的外表面对和冷却腔室的内表面的大致平坦表面进行传导性热传递来完成的，该表面与冷却腔室内的流体通量热接触。

[0061] 在另一个实施例中，从UV源到流体通量的热传递是通过布置在一些或全部流体通量的流动路径中的多孔结构进行传导性热传递实现的。可以设计多孔结构，使得表面积最大化，以提供有效的传导性热传递给流体通量。用于最大化传导性热传递的多孔结构还可

以促进流体通量的湍流混合和/或流体通量中的层流特征。

[0062] 在本发明的一个实施例中，两个三维腔室具有用于使流体流入和流出腔室的至少一个入口和至少一个出口。UV源是平面源，例如从两侧发射UV辐射的微型等离子灯。UV源位于辐照腔室与冷却腔室之间，并向两个腔室提供辐射。在一个实施例中，两个腔室流体连接，其中腔室中的一个的入口是其他腔室的出口。在另一个实施例中，平面UV源的每一侧用作每个腔室的侧壁的一部分。

[0063] 现在参考图11和12所示的实施例，辐照装置F包括两个三维腔室37和38，每个三维腔室具有用于使流体流入和流出腔室的入口和出口。辐照腔室37具有用于流体流入该腔室的入口40和用于流体流出该腔室的出口41。冷却腔室38具有用于使流体流入该腔室的入口39和用于使流体流出该腔室的出口40。冷却腔室38和辐照腔室37流体连接并且流体连通，其中端口40用作冷却腔室的出口和辐照腔室的入口。UV辐射平面源42是微型等离子体灯，其向辐照腔室37的内部和冷却腔室38的内部提供辐射。UV源位于辐照腔室与冷却腔室之间，并向两个腔室提供辐射。平面UV源的每一侧都用作每个腔室的侧壁的一部分。UV辐射源42具有覆盖其每侧的石英套管或光学窗口，以保护其免受辐照腔室和冷却腔室中的流体的影响。UV辐射源被密封在窗口之间，使得窗口用作消毒系统的压力容器的一部分，并且将UV辐射源与辐照腔室中的流体隔离。

[0064] 在一个实施例中，辐照腔室37由主要反射来自UV源的UV辐射的材料构成，而冷却腔室38由主要吸收UV辐射的材料构成。在另一个实施例中，辐照腔室37和冷却腔室38均由主要反射来自UV源的UV辐射的材料构成。在另一个实施例中，辐照腔室37和冷却腔室38均由主要吸收来自UV源的UV辐射的材料构成。

[0065] 在本发明的另一个实施例中，本文描述的UV源可以包括UV发射器，诸如图13和14所示的UV发射器组件G。UV发射器45嵌入在一个环境密封的壳体内，该壳体将UV发射器部分地或完全地封闭在传热材料或导体44(例如金属芯印刷电路板)与UV透明窗口47之间。在另一个实施例中，密封的壳体包括主要是UV透明窗口(例如窗口47)和散热器(例如主要的导热杯43)，它们结合形成封闭的容器，电路板上的一个或更多个UV LED位于在该容器中，并且该容器与杯热连接。灌封料48填充了导热杯与窗口之间的空隙，其中少了围绕LED周边的小的遮挡区域46。在一个实施例中，导热杯是通过单个金属片的变形而形成的。导热杯可以具有一个或更多个端口，用于电连接进入和/或退出和/或用于注入流体灌封料。在另一个实施例中，导热杯包括主要用于向/从UV发射器热传递的至少一个面。

[0066] 在本发明的其他实施例中，光学透明窗口由石英或蓝宝石或主要是UV透明聚合物制成。灌封料可以主要将光学透明窗口保留在导热杯中，并用作组件的结构部件。UV发射器可以包括安装在基板上的UV辐射源，以及进一步安装在基板上的控制系统。UV辐射源可以包括LED、等离子体放电源或固态磷光体发射装置的至少一种或其组合。基板可以包括印刷电路板。可以将基板设计为在UV辐射源与外部储热器之间创建有效的热通道。基板可以提供防止灌封料和UV辐射源之间的接触的方法。基板可以提供固定UV辐射源和光学透明窗口的相对位置的方法。控制系统可以包括恒定电流源或恒定电流吸收器。

[0067] 尽管本文参考某些实施例及其示例示出和描述了本发明，但是对于本领域技术人员而言，其他实施例和示例可以执行相似的功能和/或实现相似的结果将是显而易见的。同样，显而易见的是，所公开技术的其他应用也是可能的。所有这些等效实施例、示例和应用

都在本发明的精神和范围之内，并且意在由所附权利要求书覆盖。

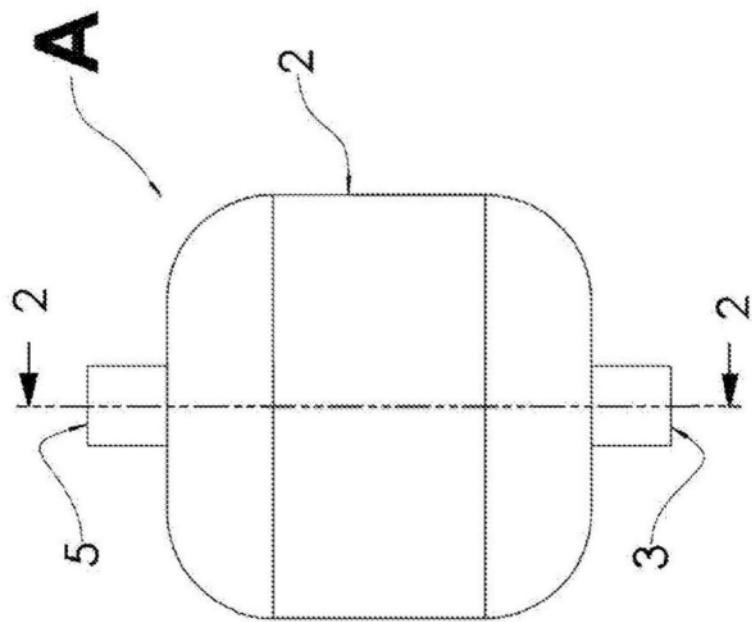


图1

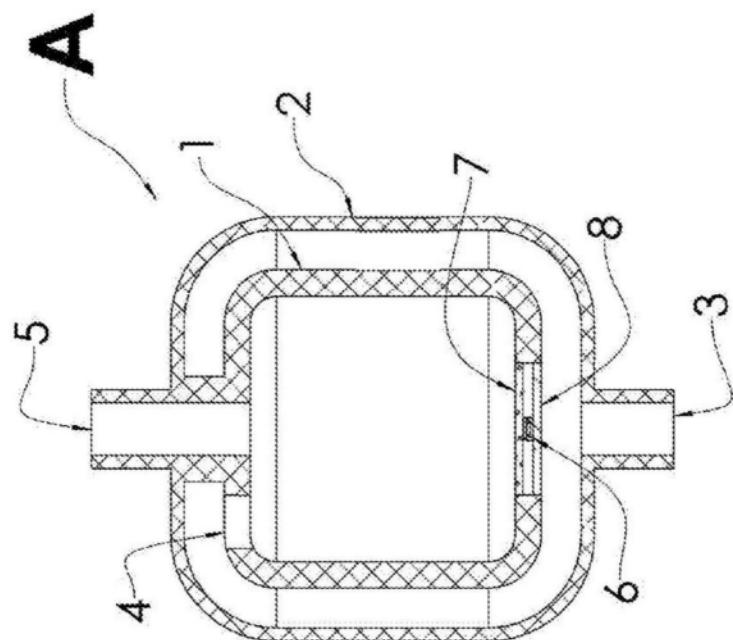


图2

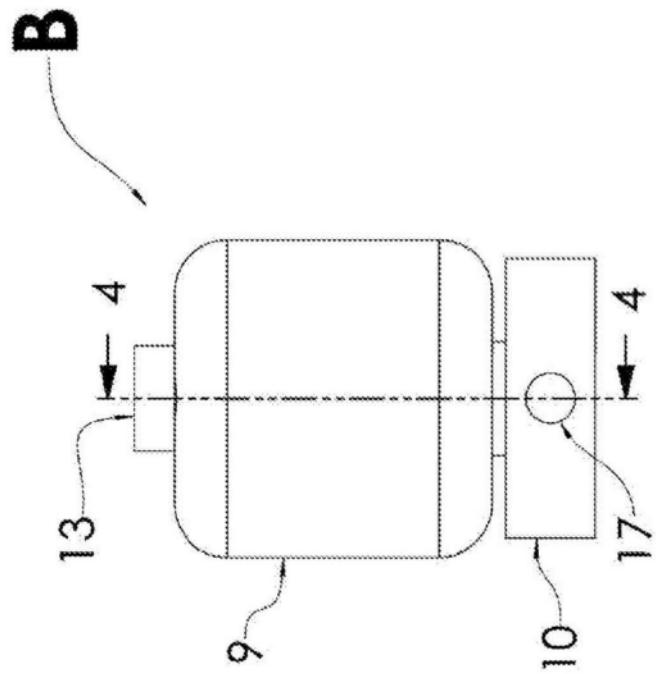


图3

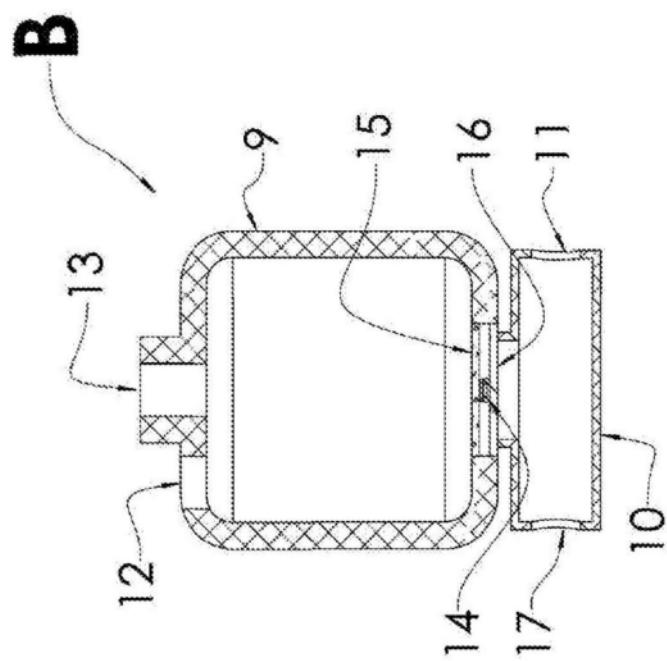


图4

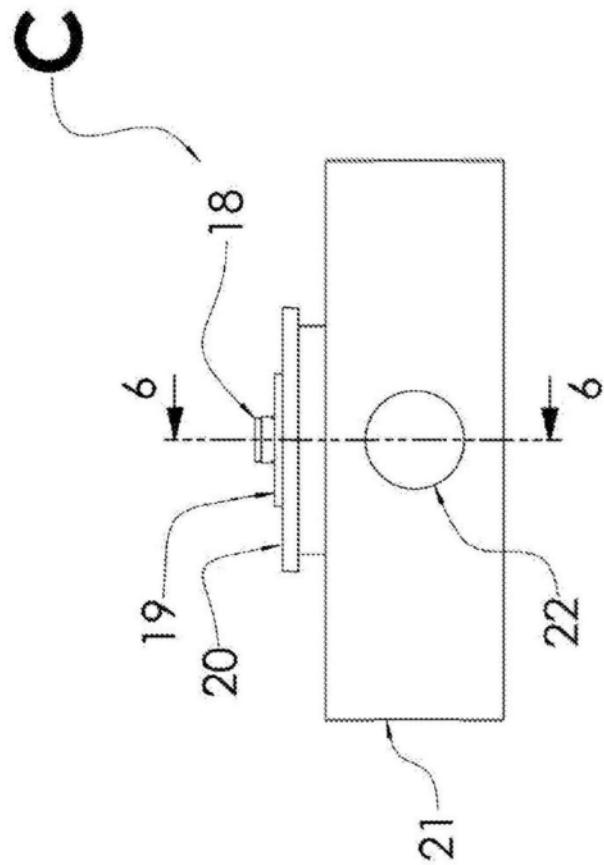


图5

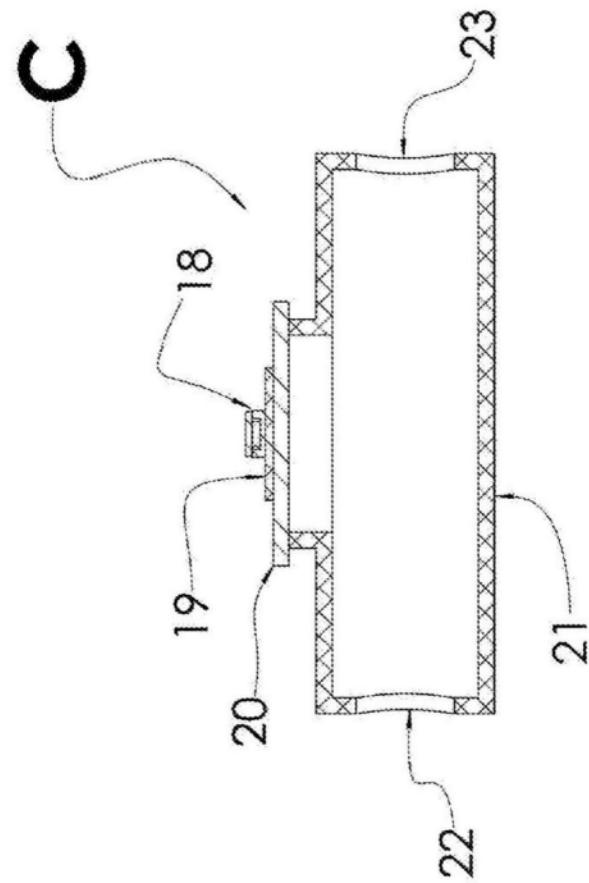


图6

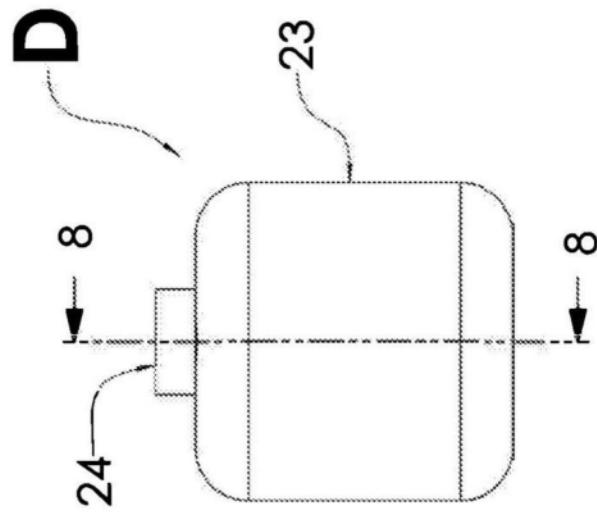


图7

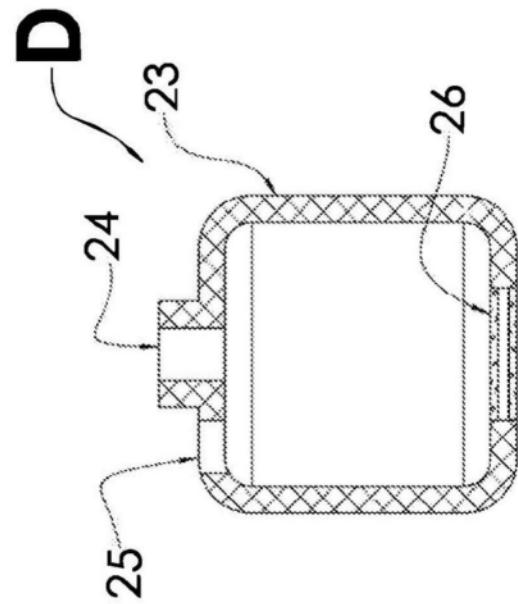


图8

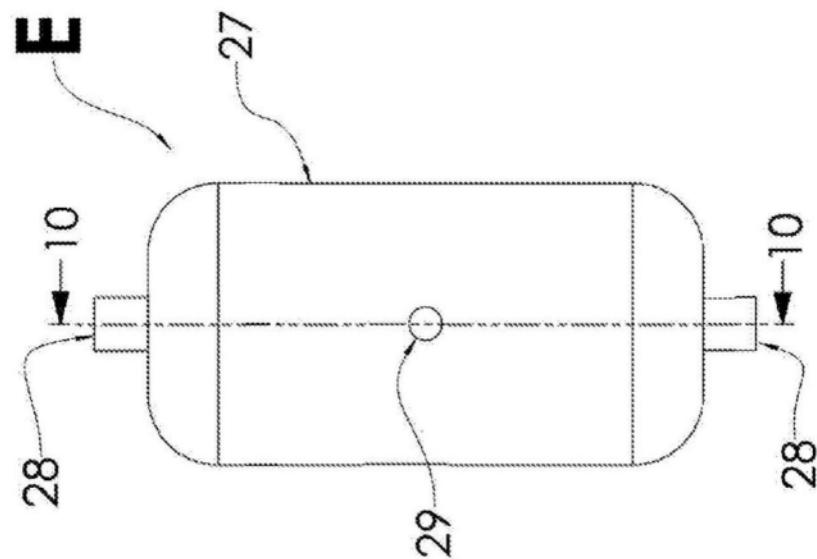


图9

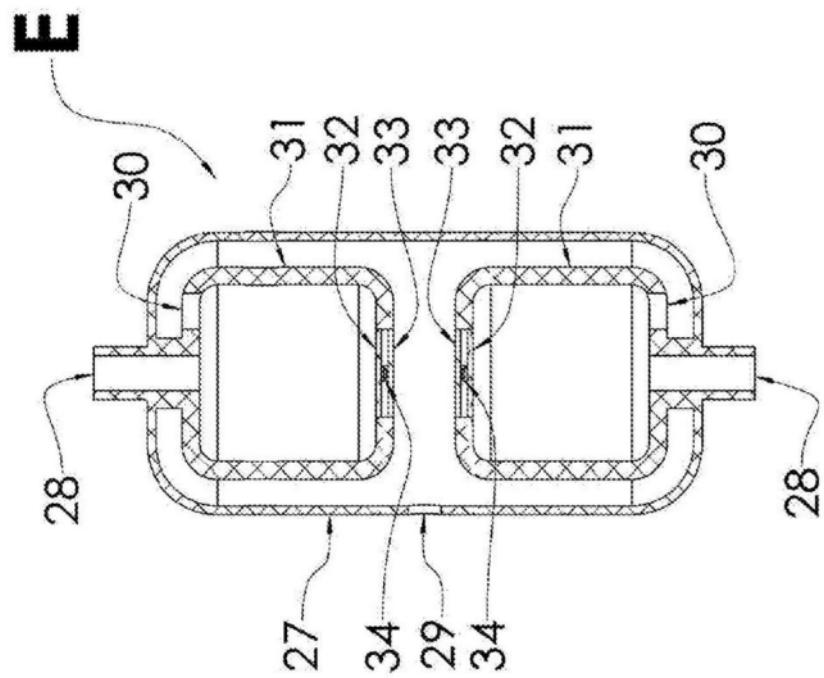


图10

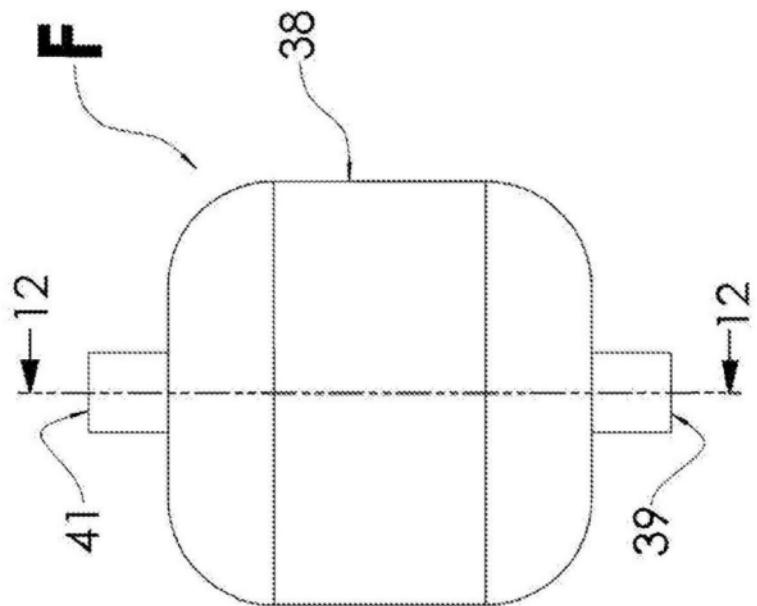


图11

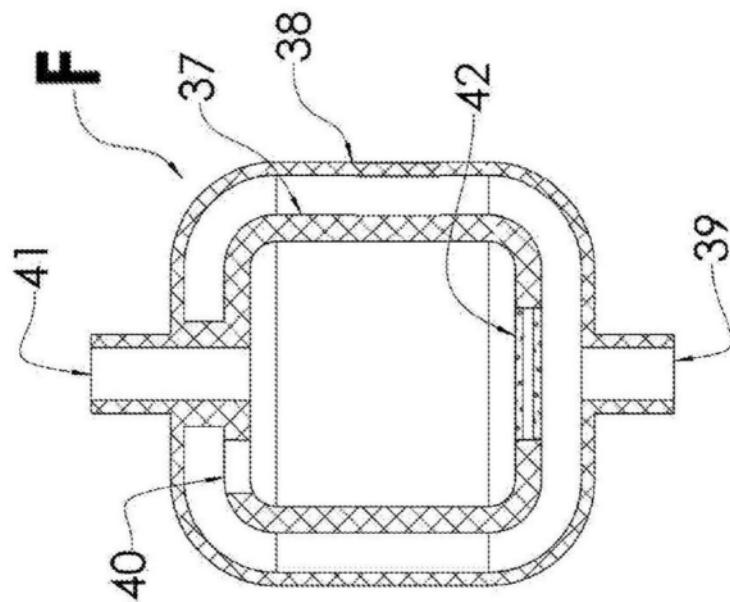


图12

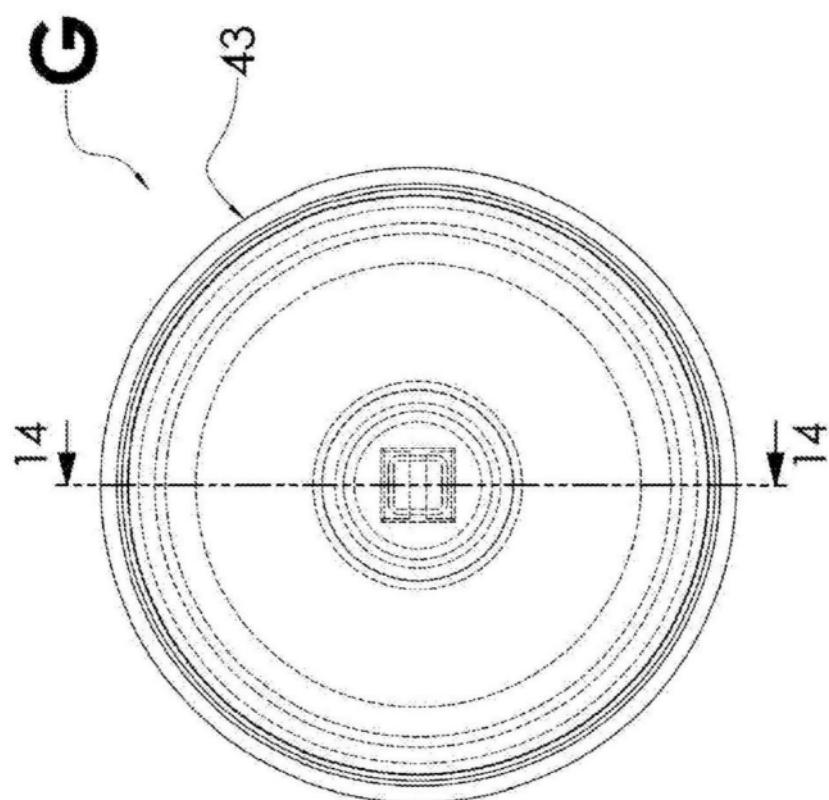


图13

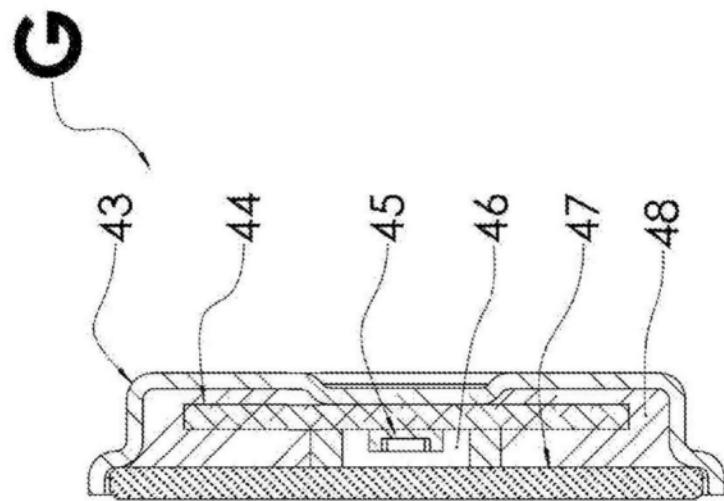


图14