



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105473513 B

(45)授权公告日 2018.09.21

(21)申请号 201480046740.7

(22)申请日 2014.08.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105473513 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据

61/871630 2013.08.29 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.02.23

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/053380 2014.08.29

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/031739 EN 2015.03.05

(73)专利权人 晶体公司

地址 美国纽约州

专利权人 克雷格·莫

(72)发明人 克雷格·莫 陈贱峰

R·V·兰迪伊夫

(74)专利代理机构 北京泛华伟业知识产权代理

有限公司 11280

代理人 王勇 王博

(51)Int.Cl.

C02F 1/32(2006.01)

(56)对比文件

CN 105209393 A, 2015.12.30, 说明书具体实施方式, 第22-42段, 附图1-3, 4a-4c.

US 2012168641 A1, 2012.07.05, 说明书第67、90-96段, 附图5E-5F, 6A-6C, 7A-7B.

US 2012168641 A1, 2012.07.05, 说明书第67、90-96段, 附图5E-5F, 6A-6C, 7A-7B.

US 2002144955 A1, 2002.10.10, 说明书第39、45、60、72段, 附图3-11.

US 2010291502 A1, 2010.11.18, 说明书第33-36段.

CN 101535793 A, 2009.09.16, 全文.

US 2005136200 A1, 2005.06.23, 全文.

US 2008105625 A1, 2008.05.08, 全文.

US 6090296 A, 2000.07.18, 全文.

US 6919019 B2, 2005.07.19, 全文.

JP H11386 A, 1999.01.06, 全文.

审查员 刘冬梅

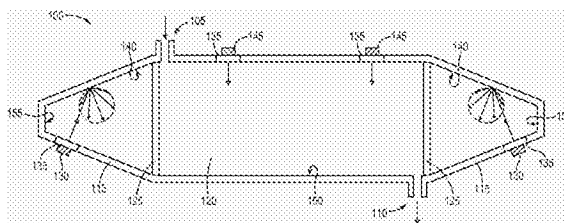
权利要求书4页 说明书9页 附图11页

(54)发明名称

紫外光均匀分布的流体处理的系统和方法

(57)摘要

在各个实施例中,通过使流体流动通过流通室来处理流体,所述流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在流体入口和流体出口之间的处理区域,以及(iv)使紫外(UV)光发生反射的内表面,该内表面使得一个或多个UV光源发射的UV光发生漫反射以大致均匀地照射处理区域,从而处理流体。



1. 一种流体处理系统,包括:

流通室,在其内部包含流动的流体,所述流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在所述流体入口和流体出口之间并且流体地耦合至所述流体入口和流体出口的处理区域,以及(iv)使得紫外(UV)光发生漫反射的内表面;

布置在所述流通室的第一端的第一端盖,所述第一端盖具有使得UV光发生漫反射的侧壁;

布置在与所述流通室的所述第一端相对的所述流通室的第二端的第二端盖,所述第二端盖具有使得UV光发生漫反射的侧壁;

布置在所述流通室和所述第一端盖之间的第一窗口,所述第一窗口(i)大致防止流体流入所述第一端盖并且(ii)使得UV光大致透过;

布置在所述流通室和所述第二端盖之间的第二窗口,所述第二窗口(i)大致防止流体流入所述第二端盖并且(ii)使得UV光大致透过;

一个或多个第一UV光源,其被布置在所述第一端盖的外部并且定位为将UV光射入所述第一端盖,所述第一端盖的侧壁被配置为使得UV光的至少一部分漫反射进入所述处理区域;

一个或多个第二UV光源,其被布置在所述第二端盖的外部并且定位为将UV光射入所述第二端盖,所述第二端盖的侧壁被配置为使得UV光的至少一部分漫反射进入所述处理区域;

第三窗口,其布置在所述一个或多个第一UV光源中的每一个和所述第一端盖的内部之间,每个第三窗口(i)被布置在所述第一端盖的侧壁内并且(ii)使得UV光大致透过;以及

第四窗口,其布置在所述一个或多个第二UV光源中的每一个和所述第二端盖的内部之间,每个第四窗口(i)被布置在所述第二端盖的侧壁内并且(ii)使得UV光大致透过。

2. 根据权利要求1所述的流体处理系统,还包括被定位为将UV光直接射入处理区域的一个或多个第三UV光源,UV光通过所述流通室的内表面发生漫反射。

3. 根据权利要求2所述的流体处理系统,还包括布置在所述第三UV光源中的每一个和所述处理区域之间的第五窗口,每个第五窗口(i)被布置在所述处理区域的侧壁内并且(ii)使得UV光大致透光。

4. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖被定形为截头锥体,其具有远离所述处理区域布置的大致平坦的端部表面,所述第一端盖的端部表面的面积小于所述第一窗口的面积。

5. 根据权利要求4所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖的端部表面使得UV光发生漫反射。

6. 根据权利要求4所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖的端部表面使得UV光发生镜面反射。

7. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第二端盖被定形为截头锥体,其具有远离所述处理区域布置的大致平坦的端部表面,所述第二端盖的端部表面的面积小于所述第二窗口的面积。

8. 根据权利要求7所述的流体处理系统,其中,所述第二端盖的端部表面使得UV光发生漫反射。

9. 根据权利要求7所述的流体处理系统,其中,所述第二端盖的端部表面使得UV光发生镜面反射。

10. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第一UV光源和所述第二UV光源中的每一个包括发光二极管。

11. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述流通室的大致垂直于所述流体入口和所述流体出口之间的流动方向的周界为大致圆形。

12. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述流通室的大致垂直于所述流体入口和所述流体出口之间的流动方向的周界限定n边形,其中, $n=3$ 至18。

13. 根据权利要求12所述的流体处理系统,其中,所述流通室的大致垂直于所述流体入口和所述流体出口之间的流动方向的周界为大致六边形。

14. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖或所述第二端盖中至少之一的周界为大致圆形。

15. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖或所述第二端盖中至少之一的周界限定n边形,其中 $n=3$ 至18。

16. 根据权利要求15所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖或所述第二端盖中至少之一的周界为大致六边形。

17. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述流通室的内表面、所述第一端盖的侧壁或所述第二端盖的侧壁中至少之一包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯。

18. 根据权利要求17所述的流体处理系统,其中,所述聚四氟乙烯的厚度从1mm至10mm的范围内选择。

19. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第一窗口或所述第二窗口中至少之一包含石英石、熔融石英或蓝宝石中至少之一。

20. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖或所述第二端盖中至少之一被定形为(i)具有远离所述处理区域布置的尖端的圆锥体,或(ii)具有远离所述处理区域布置的平坦的端部表面的圆柱体。

21. 根据权利要求1所述的流体处理系统,其中,(i)所述流通室包括椭圆形管,(ii)所述流体入口和所述流体出口被布置在所述管的相对的端部,以及(iii)所述流体入口和所述流体出口被定位为使得通过的流体流近似垂直于通过所述处理区域的流体流。

22. 一种流体处理系统,包括:

流通室,在其内部包含流动的流体,所述流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在所述流体入口和流体出口之间的处理区域,以及(iv)使得紫外(UV)光发生反射的内表面;

布置在所述流通室的第一端的第一端盖,所述第一端盖具有使得UV光发生漫反射的侧壁;一个或多个第一UV光源,其被布置在所述第一端盖的外部并且定位为将UV光射入所述第一端盖,所述第一端盖的侧壁被配置为使得UV光的至少一部分漫反射进入所述处理区域;

第一窗口,所述第一窗口(i)大致防止流体流入所述第一端盖并且(ii)使得UV光大致透过;以及

布置在所述一个或多个第一UV光源中的每一个和所述第一端盖的内部之间的第二窗

口,每个第二窗口(i)被布置在所述第一端盖的侧壁内并且(ii)使得UV光大致透过。

23.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中所述流通室的内表面使得UV光发生漫反射。

24.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述流通室具有接近所述流体出口的第二端部表面,所述第二端部表面使得UV光发生漫反射。

25.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述流通室具有接近所述流体出口的第二端部表面,所述第二端部表面使得UV光发生镜面反射。

26.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述流通室的内表面包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯。

27.根据权利要求26所述的流体处理系统,其中,所述聚四氟乙烯的厚度从1mm至10mm的范围内选择。

28.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述第一窗口包含石英石、熔融石英或蓝宝石中至少之一。

29.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述流通室的大致垂直于所述流体入口和所述流体出口之间的流动方向的周界为大致圆形。

30.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述流通室的大致垂直于所述流体入口和所述流体出口之间的流动方向的周界限定n边形,其中,n=3至18。

31.根据权利要求30所述的流体处理系统,其中,所述流通室的大致垂直于所述流体入口和所述流体出口之间的流动方向的周界为大致六边形。

32.根据权利要求22所述的流体处理系统,还包括布置在与所述流通室的所述第一端相对的所述流通室的第二端的第二端盖,所述第二端盖具有使得UV光发生漫反射的侧壁。

33.根据权利要求32所述的流体处理系统,其中,所述第二端盖的侧壁包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯。

34.根据权利要求33所述的流体处理系统,其中,所述聚四氟乙烯的厚度从1mm至10mm的范围内选择。

35.根据权利要求32所述的流体处理系统,还包括布置在所述第二端盖和所述处理区域之间的第三窗口,所述第三窗口(i)大致防止流体流入所述第二端盖并且(ii)使得UV光大致透过。

36.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,所述第一端盖的侧壁包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯。

37.根据权利要求36所述的流体处理系统,其中,所述聚四氟乙烯的厚度从1mm至10mm的范围内选择。

38.根据权利要求22所述的流体处理系统,其中,每个第一UV光源包括发光二极管。

39.一种用于处理流体的方法,所述方法包括:

使流体流动通过流通室,所述流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在所述流体入口和流体出口之间的处理区域,以及(iv)使得紫外(UV)光发生反射的内表面;以及

使得一个或多个UV光源发射的UV光在进入所述处理区域之前在所述处理区域外部发生漫反射,从而使得当UV光进入所述处理区域时大致均匀地照射所述处理区域,由此处理

流动通过所述处理区域的流体。

40. 根据权利要求39所述的方法, 其中, 至少一个UV光源将UV光射入与所述流体大致隔离的端盖, 所述端盖使得UV光的至少一部分漫反射进入所述处理区域。

41. 根据权利要求40所述的方法, 其中, 所述流通室的内表面使得UV光发生镜面反射。

42. 根据权利要求39所述的方法, 其中, 所述流通室的内表面使得UV光发生漫反射。

43. 根据权利要求39所述的方法, 其中, 所述UV光从包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯的表面漫反射。

44. 根据权利要求43所述的方法, 其中, 所述聚四氟乙烯的厚度从1mm至10mm的范围内选择。

45. 根据权利要求39所述的方法, 其中, 所述一个或多个UV光源被布置在所述流通室的外部并且通过一个或多个窗口与所述流通室分离, 所述一个或多个窗口使得UV光大致透过。

紫外光均匀分布的流体处理的系统和方法

[0001] 相关申请

[0002] 本申请要求2013年8月29日提交的美国临时专利申请No. 61/871,630的权益和优先权,其全部内容通过引用包含在本文中。

技术领域

[0003] 在各个实施例中,本发明涉及使用紫外(UV)辐射的流体处理。

背景技术

[0004] 液体,包括水,通常用于许多生活和工业目的,例如饮用、食品制备、制造业、化学药品加工和清洗。通常,在液体使用之前需要对该液体进行净化。通常使用例如陶瓷过滤器的过滤器从液体去除颗粒和化学杂质。此外,液体可以暴露于UV辐射以抑制可能存在于液体中的微生物和有害病原体。暴露于短波长(例如100nm-320nm) UV辐射可以具有杀菌效果,即,辐射能够破坏许多细胞微生物的DNA—从而在实质上消灭它们或者使它们基本上无害。暴露于UV辐射还能够大致抑制可能存在于液体中的微生物的生长和/或繁殖。

[0005] UV辐射对流动液体的杀菌效果依赖于UV辐射的能量密度,即,辐射的通量,其则与辐射的功率和暴露的持续时间有关。辐射功率依赖于供应至辐射源的功率,而暴露持续时间依赖于液体的流速。然而,LED发射的UV光通常具有高斯分布的强度,其可能不近似于被消毒的流体的暴露体积。因此,具有这种LED的消毒系统常常具有非均匀分布的UV强度,这会导致无效的消毒。也就是说,可能需要过量的LED功率以在处理系统的整个截面内实现期望的辐射通量,即使这种提高的功率水平在系统的特定区域内导致远远超过了所需通量水平。

[0006] 此外,消毒各种液体所需的功率可能需要在消毒系统中使用超过一个LED。虽然UV LED理论上可具有超过10,000小时或更多的寿命,但也不起作用,并且多LED系统中的一个设备的故障往往导致UV辐照度的更不均匀分布并因此使消毒无效和/或不足。

[0007] 鉴于前述情况,需要一种使用UV LED进行消毒的流体处理系统,其有效地产生均匀水平的辐照度并且即使在LED故障的情况下也是稳健的。

发明内容

[0008] 在本发明的多个实施例中,流动的流体暴露于足够的UV辐射以具有期望的杀菌效果,从而大致净化流体,但是不具有现有系统所表现的能量浪费。本发明的实施例提供流通室,在流通室中,流体暴露于具有大致均匀的强度分布(即,作为面积的函数)的UV辐射。以这种方式,处理功效在处理体积(即,流体流动通过的室)的整个截面区域内是大致均匀的。此外,大致均匀的强度分布确保流动通过室的大致所有液体被处理而不需要过量的功率来运行UV辐射源。也就是说,UV辐射源的辐照度可以被保持在恰好能够实现期望杀菌效果的大致均匀水平,而不是像在产生非均匀能量分布的传统系统中,过度暴露一些区域以使得其他区域接收到最小的杀菌能量剂量。

[0009] 在本发明的优选实施中,UV辐射的大致均匀的能量分布能够通过使用一个或多个高漫反射表面有效地分布来自仅几个(甚至仅一个)例如LED和/或激光器的UV光源(例如点光源)的UV光来实现。一般地,UV光源通过高UV可透窗口将光射入流通室,并且来自光源的UV光被漫反射进入处理区域,从而产生高均匀度。因此,来自UV光源的光优选地至少最初在流通室内经由高漫反射发生反射,而不是通过例如镜面反射或全内反射(TIR)发生反射。因为漫反射使得来自UV光源的光以多个不同的角度发生反射,因此实现了UV光的有效分布,同时使得UV光源的数量最少化。一旦光最初在流通室装置内发生漫反射,它可以在流通室内(例如处理区域内)经由来自一个或多个其他表面的漫反射和/或镜面反射被进一步反射和/或分布。以这种方式,甚至可以使用发射高斯分布的辐射的UV光源(例如UV LED)产生作为处理区域的截面面积的函数的大致均匀的UV辐射强度。

[0010] 因为UV光源本身通常被布置在UV可透窗口后面,而不是布置在处理区域本身内部,所以有缺陷的或发生故障的UV光源的更换可以在不用拆卸整个流通室装置的情况下完成。UV光源通常也被定位为使得它们的发射表面(至少大部分光从其发射的主要发射表面)发射光而不会直接瞄准与其关联的任意其他UV光源和/或UV可透窗口。也就是说,从一个UV光源射入流通室的大多数、甚至大致全部光在光的任意可察觉部分可能朝向另一UV光源的UV可透窗口之前被至少一个表面漫反射。该配置因此最小化或大致消除了来自UV光源的UV光的经由通过其他UV光源的UV可透窗口泄露至流通室外和/或经由其他UV光源本身的吸收而产生的损失。一个或多个UV光源可以发射高斯能量分布的UV光。

[0011] 如本文所使用的,“漫射性”材料和表面对于光特别是在大约100nm至大约320nm的波长范围的至少一部分内的UV光所呈现的漫反射率为至少60%。优选的漫射性表面接近理想的朗伯(Lambertian)反射(即,100%的漫反射率)并且对于在大约100nm至大约320nm的波长范围的至少一部分内的UV光所呈现的漫反射率为至少75%、至少90%、至少93%,甚至至少98%。(类似地,“镜面反射”材料和表面,如本文所使用的,对于光特别是在大约100nm至大约320nm的波长范围的至少一部分内的UV光所呈现的镜面反射率为至少60%、至少75%,甚至至少90%;这些材料可以包括金属和/或金属涂层,例如铝)。漫射性材料可以是多孔的或半多孔的,和/或可以具有粗糙表面,从而促进从其发生的漫反射。

[0012] 漫射性材料(或至少其反射表面)可以包括例如聚四氟乙烯(PTFE)或者基本由PTFE构成,PTFE例如是可以从德国Eningen的Berghof Fluoroplastic Technology GmbH获得的光学PTFE。虽然PTFE由于其化学和机械惰性已经用于传统的水卫生设备,但是这些传统系统并没有使用UV光净化,也没有使用足够薄的PTFE组件以允许UV光通过组件本身。本发明的优选实施例使用厚度足以防止净化UV光通过反射表面本身的漫反射器,从而经由漫反射促进处理区域的大致均匀的照射,而UV光强度不会有任何实质性减小。例如,本发明的实施例中所使用的PTFE组件通常具有1mm或更大、2mm或更大、甚至5mm或更大的厚度,而传统的透射性PTFE组件具有零点几毫米或更小的厚度。因为漫反射材料使得流通室中使用的UV光至少大致不可透过(并因此不透射UV光),所以流通室包含针对每个UV光源的UV可透窗口以允许来自光源的光进入装置。这些窗口可以包含使得在大约100nm至大约320nm的波长范围的至少一部分内的UV光大致透过的一种或多种材料,或者基本由其构成。这些材料的示例包括石英石(quartz)、熔融石英(fused silica)或蓝宝石。

[0013] 本发明的实施例包含2010年6月10日提交的美国专利申请No.12/813,293所描述

的各个特征,其全部内容通过引用包含在本文中。

[0014] 在一个方面,本发明的实施例提供一种流体处理系统,该流体处理系统包括或基本由如下构成:在其内部包含流动的流体的流通室、布置在流通室的第一端的第一端盖、布置在与流通室的第一端相对的流通室的第二端的第二端盖、布置在流通室和第一端盖之间的第一窗口、布置在流通室和第二端盖之间的第二窗口、被定位为将UV光射入第一端盖的一个或多个第一UV光源,以及被定位为将UV光射入第二端盖的一个或多个第二UV光源。所述流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在流体入口和流体出口之间并且流体地耦合至流体入口和流体出口的处理区域,以及(iv)使得紫外(UV)光发生漫反射的内表面。第一端盖和第二端盖分别具有使得UV光发生漫反射的一个或多个侧壁。第一窗口大致防止流体流入第一端盖并且使得UV光大致透过。第二窗口大致防止流体流入第二端盖并且使得UV光大致透过。第一端盖的侧壁被配置(例如定尺寸、定形和/或定角度)为使得UV光的至少一部分漫反射进入处理区域。第二端盖的侧壁被配置(例如定尺寸、定形和/或定角度)为使得UV光的至少一部分漫反射进入处理区域。

[0015] 本发明的实施例可以包括如下中的一个或多个的多种组合中的任意一种。第三窗口可以被布置在一个或多个第一UV光源中的一个或多个(甚至每一个)和第一端盖的内部之间。每个第三窗口可以被布置在第一端盖的侧壁内并且使得UV光大致透过。第四窗口可以被布置在一个或多个第二UV光源中的一个或多个(甚至每一个)和第二端盖的内部之间。每个第四窗口可以被布置在第二端盖的侧壁内并且使得UV光大致透过。一个或多个第三UV光源可以被定位为将UV光直接射入处理区域(例如从流通室的侧壁和/或处理区域)。来自一个或多个第三UV光源的UV光可以通过流通室的内表面发生漫反射。第五窗口可以被布置在第三UV光源中的一个或多个(甚至每一个)和处理区域之间,每个第五窗口可以被布置在处理区域的侧壁内并且使得UV光大致透过。

[0016] 第一端盖可以被定形为截头锥体,其具有远离处理区域布置的大致平坦的端部表面,并且第一端盖的端部表面的面积小于第一窗口的面积。第一端盖的端部表面可以使得UV光是漫反射或者使得UV光发生镜面反射。第二端盖可以被定形为截头锥体,其具有远离处理区域布置的大致平坦的端部表面,并且第二端盖的端部表面的面积小于第二窗口的面积。第二端盖的端部表面可以使得UV光发生漫反射或者使得UV光发生镜面反射。第一和/或第二UV光源中的一个或多个(甚至每一个)可以包括发光二极管或者基本由发光二极管构成。来自一个或多个第一UV光源和一个或多个第二UV光源的UV光可以大致均匀地照射处理区域。来自一个或多个第一UV光源和一个或多个第二UV光源的UV光可以大致均匀地照射布置在第一窗口和第二窗口之间的体积。

[0017] 流通室的大致垂直于流体入口和流体出口之间的流动方向的周界可以为大致圆形。流通室的大致垂直于流体入口和流体出口之间的流动方向的周界可以限定n边形,其中, $n=3$ 至18。流通室的大致垂直于流体入口和流体出口之间的流动方向的周界可以为大致六边形。第一端盖和/或第二端盖的周界可以为大致圆形。第一端盖和/或第二端盖的周界可以限定n边形,其中 $n=3$ 至18。第一端盖和/或第二端盖的周界可以为大致六边形。

[0018] 流通室的内表面、第一端盖的侧壁和/或第二端盖的侧壁可以包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯,基本由其构成,或者由其构成。流通室(至少在处理区域内)、第一端盖和/或第二端盖可以包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯,基本由其构成,或者由其构成。聚四

氟乙烯的厚度可以从1mm至10mm的范围内选择。第一窗口和/或第二窗口可以包含石英石、熔融石英和/或蓝宝石,基本由其构成,或者由其构成。第一端盖和/或第二端盖可以被定形为(i)具有远离处理区域布置的尖端的圆锥体,或(ii)具有远离处理区域布置的平坦的端部表面的圆柱体。流通室可以包括椭圆形管或基本由其构成。流体入口和流体出口可以被布置在所述管的相对的端部。流体入口和流体出口可以被定位为使得通过的流体流近似垂直于通过处理区域的流体流。

[0019] 在另一方面,本发明的实施例提供一种流体处理系统,该流体处理系统包括或基本由如下构成:在其内部包含流动的流体的流通室、被定位为朝向流体处理系统的第一内表面发射UV光的一个或多个第一UV光源,以及布置在一个或多个第一UV光源中的一个或多个(甚至每一个)和处理区域之间的第一窗口。流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在流体入口和流体出口之间的处理区域,以及(iv)使得紫外(UV)光发生反射的内表面。第一内表面使得UV光发生漫反射并且被配置(例如定尺寸、定形和/或定角度)为使得UV光的至少一部分漫反射进入处理区域。每个第一窗口使得UV光大致透过。

[0020] 本发明的实施例可以包括如下中的一个或多个的多种组合中的任意一种。流通室的内表面可以使得UV光发生漫反射,流体处理系统的第一内表面可以是流通室的内表面的一部分,和/或每个第一窗口被布置在流通室的侧壁内。流通室具有接近流体入口的第一端部表面和接近流体出口的第二端部表面。第一端部表面和第二端部表面可以使得UV光发生漫反射或使得UV光发生镜面反射。流通室的内表面(甚至流通室本身,至少在处理区域内)可以包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯,基本由其构成,或由其构成。聚四氟乙烯的厚度可以从1mm至10mm的范围内选择。一个或多个(甚至每一个)第一窗口可以包含石英石、熔融石英和/或蓝宝石,基本由其构成,或由其构成。

[0021] 流通室的大致垂直于流体入口和流体出口之间的流动方向的周界可以为大致圆形。流通室的大致垂直于流体入口和流体出口之间的流动方向的周界可以限定n边形,其中, $n=3$ 至18。流通室的大致垂直于流体入口和流体出口之间的流动方向的周界可以为大致六边形。第一端盖可以被布置在流通室的第一端。第一端盖可以具有使得UV光发生漫反射的侧壁。流体处理系统的第一内表面可以包含第一端盖的侧壁的至少一部分,基本由其构成,或由其构成。第一窗口中至少之一可以被布置在第一端盖的侧壁内。第二端盖可以被布置在与流通室的第一端相对的流通室的第二端。第二端盖可以具有使得UV光发生漫反射的侧壁。流体处理系统的第一内表面可以包含第二端盖的侧壁的至少一部分,基本由其构成,或由其构成。第一窗口中至少之一可以被布置在第二端盖的侧壁内。第一和/或第二端盖的侧壁(甚至整体)可以包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯,基本由其构成,或由其构成。聚四氟乙烯的厚度可以从1mm至10mm的范围内选择。第二窗口可以被布置在第二端盖和处理区域之间。第二窗口大致防止流体流入第二端盖,和/或使得UV光大致透过。第二窗口可以被布置在第一端盖和处理区域之间。第二窗口大致防止流体流入第一端盖,和/或使得UV光大致透过。至少一个(甚至每个)第一UV光源可以包括发光二极管,或基本由其构成。来自一个或多个第一UV光源的UV光可以大致均匀地照射处理区域。

[0022] 在又一方面,本发明的实施例提供一种用于处理流体的方法。使流体流动通过流通室,流通室具有(i)流体入口、(ii)流体出口、(iii)布置在流体入口和流体出口之间的处理区域,以及(iv)使得紫外(UV)光发生反射的内表面。使得一个或多个UV光源发射的UV光

发生漫反射以大致均匀地照射处理区域,从而处理流动通过处理区域的流体。

[0023] 本发明的实施例可以包括如下中的一个或多个的多种组合中的任意一种。除了发生漫反射或者代替发生漫反射,一些UV光可以发生镜面反射。至少一个UV光源可以将UV光射入与流体大致隔离的端盖。端盖可以使得UV光的至少一部分漫反射进入处理区域。流通室的内表面可以使得UV光发生镜面反射或使得UV光发生漫反射。UV光可以从如下表面漫反射,该表面包含厚度为1mm或更大的聚四氟乙烯,基本由其构成,或由其构成。聚四氟乙烯的厚度可以从1mm至10mm的范围内选择。一个或多个UV光源可以被布置在流通室的外部并且通过一个或多个窗口与流通室分离。一个或多个窗口可以使得UV光大致透过。

[0024] 通过参照如下说明书、附图和权利要求书,本文所公开的本发明的这些和其他目的,以及有益效果和特征将变得更加明显。此外,可以理解,本文所描述的多个实施例的特征并非是相互排斥的并且可以以多种组合和排列存在。如本文所使用的,术语“大致”意指 $\pm 10\%$,在一些实施例中是 $\pm 5\%$ 。术语“基本由其构成”意指排除对功能有贡献的其他材料,除非本文另行规定。尽管如此,其他一些材料也可以微量地共同或单独存在。在本文中,术语“辐射”和“光”可交换使用,除非另有所指。

附图说明

[0025] 在附图中,类似的附图标记一般指不同视图中相同的部件。而且,附图并不需要按比例绘制,重点主要在于示出本发明的原理。在如下说明书中,参照下面的附图描述本发明的各个实施例,其中:

[0026] 图1是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的截面示意图;

[0027] 图2是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的截面示意图;

[0028] 图3是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的截面示意图;

[0029] 图4A和4B是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的端盖的截面示意图;

[0030] 图5A和5B是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的流通室的截面示意图;

[0031] 图6A和6B是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的端盖的截面示意图;

[0032] 图7是根据本发明的多个实施例的用于经由UV辐射净化流体的装置的模型的截面示意图;

[0033] 图8A和8B是根据本发明的多个实施例的图7的模型装置中光发生漫反射时辐照度水平作为位置的函数的图;

[0034] 图9A和9B是根据本发明的多个实施例的图7的模型装置中光发生漫反射时辐照度水平作为位置的函数的图;

[0035] 图10A和10B是图7的模型装置中光被限制于全内反射时辐照度水平作为位置的函数的图;以及

[0036] 图11A和11B是图7的模型装置中光被限制于全内反射时辐照度水平作为位置的函数的图。

具体实施方式

[0037] 图1示出根据本发明的各个实施例的示例性净化装置100。如所示的,装置100包括流体入口105、流体出口110、两个端盖115、流通室120,以及将每个端盖115与流通室120分隔的UV可透窗口125。一个或多个UV光源130(例如,UV LED和/或激光器)发射波长在大约100nm和大约320nm之间的UV光,该UV光通过UV可透窗口135进入每个端盖115。端盖115可以包括漫射性材料或者基本由漫射性材料构成,并因此至少每个端盖115的侧壁140可以漫射来自光源130的UV光。因此,如所示的,来自每个光源130的光到达侧壁140并且以宽范围的角度漫反射,从而使光分布在大的体积内。结果,当UV光通过UV可透窗口125进入流通室120时,流通室120被高度均匀地照射。

[0038] 从入口105流动至出口110的流体(例如液态水)被辐照,并因此被流通室120内的均匀分布的光大致消毒。因为光通过漫反射分布并因此高度均匀地辐照流通室120,在整个流通室120内实现了最低的辐照度水平(用于例如期望的杀菌或消毒效果),同时总能量水平(即,给光源130供能所需的能量消耗水平)被最小化。也就是说,实现最低的辐照度水平而不需要以较高的水平辐照流通室120的部分从而补偿缺乏足够反射光的任意“暗体积”。如下文更详细地展示的,根据本发明的实施例的通过漫反射的光分布有益地实现了最低的辐照度水平和较高的均匀度水平,特别是当与采用镜面反射和/或TIR的装置相比较时。因此,相比传统方案,本发明的实施例使用较少的光源和/或较小的功率消耗提供有益的杀菌和/或消毒效果。

[0039] 虽然图1仅示出将光射入每个端盖115的一个光源130,但是本发明的其他实施例包含将光射入每个端盖115的多个光源130。每个光源130可以发射光以通过布置在端盖115内的不同的UV可透窗口135,或者两个或更多个光源130可以分别通过单个共享的UV可透窗口135将光射入端盖115。优选地,光源130被定位为使得它们的光发射的主要方向(例如,从主要发射表面发射的方向)不直接朝向另一光源130或另一UV可透窗口135。即,在光的一部分可能导向另一光源130或另一UV可透窗口135之前,来自每个光源130的光趋于会从侧壁140(和/或装置100的另一漫射表面)漫反射至少一次。该配置使得装置100内的UV光的分布最大化,同时使得经由光源130的吸收和/或通过UV可透窗口135从装置100出射的光损失(如果有的话)的量最小化或减小。

[0040] 如图1所示,装置100还可以包括经由UV可透窗口135将UV光直接射入流通室120的一个或多个光源145(例如,诸如LED和/或激光器的点光源),从而增大流通室120内的UV光的量。在其他实施例中,光源145和它们相应的UV可透窗口135被省略,并且分布在流通室120内的仅有的光从一个或多个端盖115被射入流通室120。在存在光源145的实施例中,优选地,至少与每个光源145相对的流通室120的内表面150是漫射性的以促进流通室120内的光的均匀再分布。在光源145被省略的实施例中,流通室120的内表面优选地是漫射性的,但是可以是镜面的-因为本发明的优选实施例在UV光均匀地进入流通室120之前已经使光均匀地分布在端盖115内,光可以在流通室120自身内大致镜面地反射而不会降低装置100的消毒功效。在本发明的表面150(和或装置100的其他表面)是镜面的实施例中,装置100的在

表面处的部分可以包括漫射性材料或者基本由漫射性材料构成,其上具有镜面反射材料(例如,诸如铝的金属)的内涂层。

[0041] 图1示出具有两个截头圆锥形端盖115的装置100,但是本发明的多个实施例仅包括一个端盖115。图2示出一个这种示例性装置200。在这些实施例中,一个UV可透窗口125仍可以被布置为接近端盖115,而另一UV可透窗口125可以被省略。装置200的与单个端盖115相对的内表面210优选地为漫射性的,但是在一些实施例中可以是镜面的。如所示的,仅具有单个端盖115的装置200可以包括经由窗口135将UV光直接射入流通室120的一个或多个光源145,但是在本发明的其他实施例中,光源145(和它们相应的窗口135)被省略,并且流通室120内的UV光仅源自端盖115。在一些实施例中,如图2所示,一个或多个光源220可以通过布置在表面210中的窗口135将UV光射入流通室120。如前所述,这些光源(以及特定装置内的所有其他光源)优选地不直接面对其他光源,并且来自光源的光优选地在可能朝向光源或窗口135之前漫反射至少一次。

[0042] 本发明的一些实施例省略所有的端盖115,并且将光直接射入流通室120的一个或多个光源145是仅有的照明源。图3示出一个这种示例性装置300。在这些实施例中,流通室120的整个内表面,包括端部表面310,优选地是漫射性的,但在一些实施例中,一个或所有两个端部表面310是镜面的。如图3所示,一个或多个光源145可以经由布置在一个或所有两个端部表面310内的窗口135将光射入流通室120,但在优选实施例中,这些光源145仅布置在一个端部表面130处或者这些光源145不直接彼此面对,从而促成在发射光直接朝向另一光源和/或窗口135之前如此发射的光的至少一次漫反射。在一个或多个光源145发射通过一个或所有两个端部表面310的实施例中,一个或多个面对这些光源145的端部表面310优选地是漫射性的,而不是镜面的,以促进光源145发射的光在流通室120内的均匀再分布。

[0043] 虽然图1和2将端盖115以截头锥体示出,但是在其他实施例中,一个或多个端盖115可以可替代地是圆锥体或圆柱体,分别如图4A和4B所示。在多个实施例中,装置100包括分别具有不同形状的两个端盖115和/或将光射入端盖115的多个光源130。当端盖115是截头锥体(或圆柱体)时,每个端盖115的端部表面155可以是漫射性的或镜面的。在本发明的一些实施例中,一个或多个光源130发射光通过布置在端部表面155内的窗口135,如图4B所示。这些实施例优选地包括发射仅通过一个端部表面155的光源130,而相对的端部表面155是漫射性的以使光有效地再分布同时使得反射回一个或多个光源130的光的量最少化。

[0044] 如图5A所示,流通室120可以具有圆形截面形状。然而,在其他实施例中,如图5B所示,流通室120具有非圆形的多边形截面。例如,流通室120的截面可以是n边形,其中n的范围是从3(即三角形)到18。在多个实施例中,n是4(即正方形)、6(即六边形,如图5B所示)、12或18。类似地,如图6A所示,一个或多个端盖115可以具有圆形截面形状。然而,在其他实施例中,如图6B所示,端盖115具有非圆形的多边形截面。例如,端盖115的截面可以是n边形,其中n的范围是从3(即三角形)到18。在多个实施例中,n是4(即正方形)、6(即六边形,如图6B所示)、12或18。在本发明的一些实施例中,使用具有非圆形的多边形截面的流通室120和/或一个或多个端盖115促进了漫反射光在较小的体积内的均匀分布(当与例如具有圆形截面的部件相比较时)。

[0045] 如前所述,因为本发明的实施例经由一次或多次漫反射使得UV光在流通室内再分布,所以这些实施例相比使用完全镜面反射和/或TIR的UV消毒方案更有效地实现了最低期

望水平的辐照度(或相当于针对相同的输入功率实现了更大的最低水平的辐照度),即使是当装置的尺寸和形状大致相同时。为了证明被限制于漫反射的UV光相比纯镜面反射和/或TIR的优越性能,进行了一系列模拟。图7是装置700的示意图,其很大程度上类似于装置100,用于模拟。为了模拟,使用总长度710为150mm的流通室120,并且模拟了流通室120内的如下位置处的辐照度水平:(1)距一个UV可透窗口125大约1mm的点720,和(2)流通室120内的近似中点处(即,距每个窗口125大约75mm)的点730。流通室120被假设具有直径60mm的圆形截面。装置700包含一个将UV光射入每个端盖115的60mW的UV LED。对于一组模拟,端盖115的表面140和流通室120的表面150被假设是漫反射率90%的PTFE。为了比较的目的,另一组模拟假设表面140、150是完全镜面的(或者通过TIR限制光)。

[0046] 图8A是针对漫反射装置700的在点720处流通室120的圆形截面内的UV辐照度水平的图,而图8B是辐照度水平作为如下距离的函数的绘图,该距离是在点720处流通室120内到同一漫反射装置700的圆形截面的中心的距离。如所示的,辐照度在流通室120的整个截面内是高度均匀的,即使是在距端盖115之一的距离较小的位置处。峰值辐照度为大约 $3.6\text{mW}/\text{cm}^2$,而最低辐照度为大约 $2.4\text{mW}/\text{cm}^2$ 。图9A和9B是针对漫反射装置700在流通室120的中心的点730处的等效图。如所示的,辐照度在整个流通室120的截面内保持高度均匀。峰值辐照度为大约 $3.36\text{mW}/\text{cm}^2$,而最低辐照度为大约 $2.4\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

[0047] 图10A是针对光被限制于TIR的装置700的在点720处流通室120的圆形截面内的UV辐照度水平的图,以及图10B是辐照度水平作为如下距离的函数的绘图,该距离是在点720处流通室120内通过同一个光被限制于TIR的装置700的圆形截面的中心的距离。如所示的,当与图8A和8B的图进行比较时,在流通室120的整个截面内的辐照度要不均匀得多。峰值辐照度为大约 $4.6\text{mW}/\text{cm}^2$,而最低辐照度为大约 $1.8\text{mW}/\text{cm}^2$ 。图11A和11B是针对光被限制于TIR的装置700在流通室120的中心的点730处的等效图。如所示的,辐照度在流通室120的整个截面内也是高度非均匀的。峰值辐照度为大约 $4.3\text{mW}/\text{cm}^2$,而最低辐照度为大约 $1.5\text{mW}/\text{cm}^2$ 。

[0048] 下表概述了对于恒定输入功率漫反射装置700相比光被限制于TIR的装置700在点720和730处所呈现的最低辐照度的改善。如所指示的,漫反射装置700显示了最低辐照度在33%和60%之间的改善。因此,在根据本发明的实施例的装置中,达到任意特定的最低辐照度水平要求较低的输入功率,因为漫反射提供了高度均匀的UV光分布。

[0049]		最低辐照度 (TIR)	最低辐照度 (漫反射)	改善
	点 720	1.8	2.4	33%
	点 730	1.5	2.4	60%

[0050] 下表通过比较图8A-11B所示的辐照度水平的标准偏差展示了本发明的实施例的由于漫反射而产生的辐照度均匀度的改善。如所指示的,漫反射装置700显示了辐照度均匀度在21%和24%之间的改善。因此,在根据本发明实施例的装置中,由于漫反射提供了高度均匀的UV光分布,因此通过以远超过最低期望辐照度水平的水平辐照流通室的一部分,仅耗费了少量的输入功率。

[0051]

	辐照度的标准偏 差 (TIR)	辐照度的标准偏 差 (漫反射)	改善
点 720	1.83	1.44	21%
点 730	1.85	1.40	24%

[0052] 本文所使用的术语和表达用作描述而非限制性的术语,并且在使用这些术语和表达时,也不意于排除所示出和描述的特征或其部分的任何等效变换,并且应当意识到,在本发明要求保护的范围内的各种修改也是可行的。

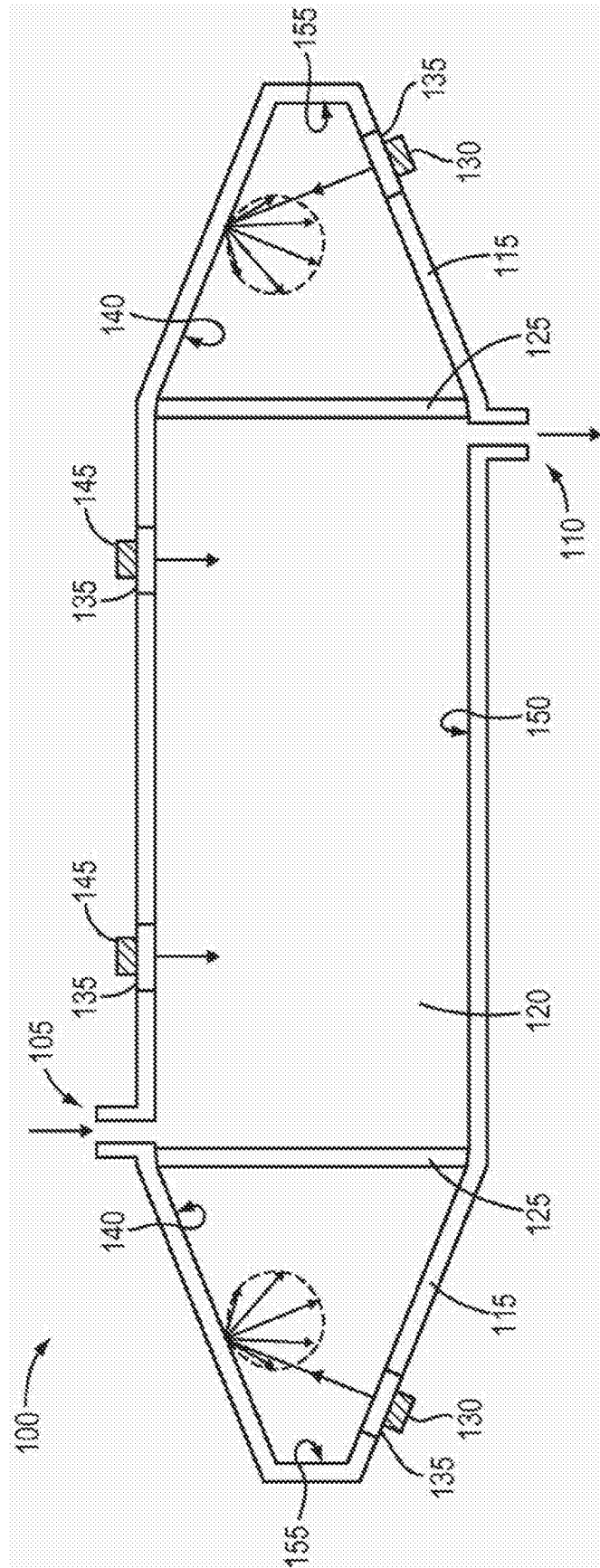


图1

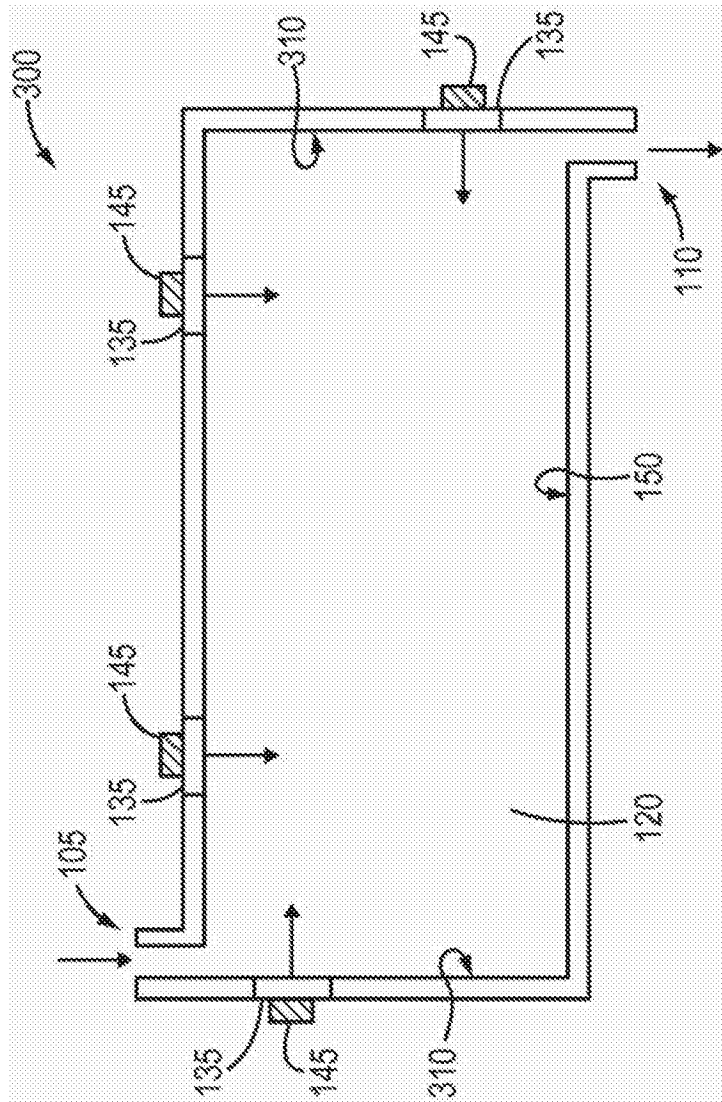


图3

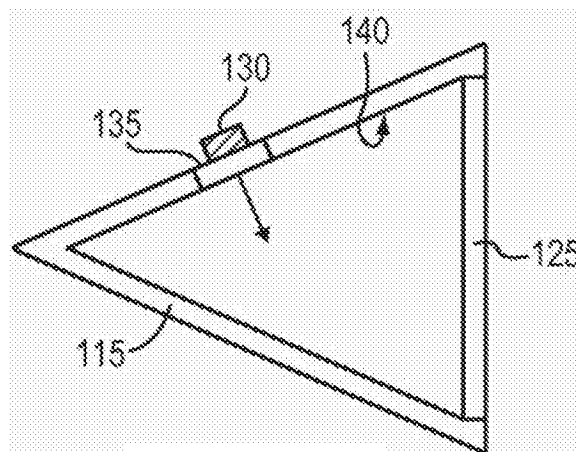


图4A

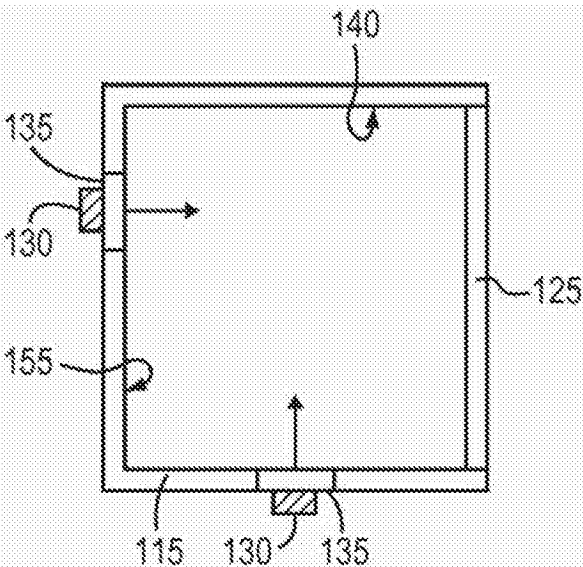


图4B

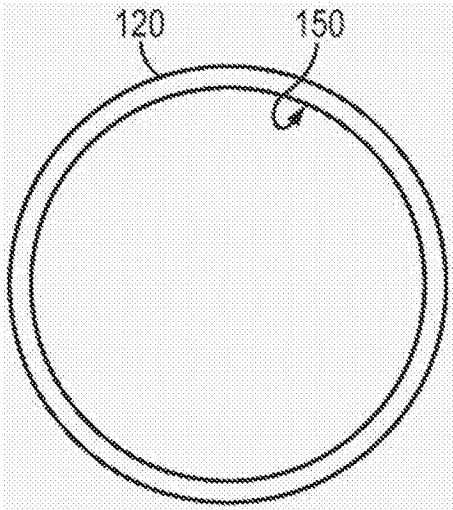


图5A

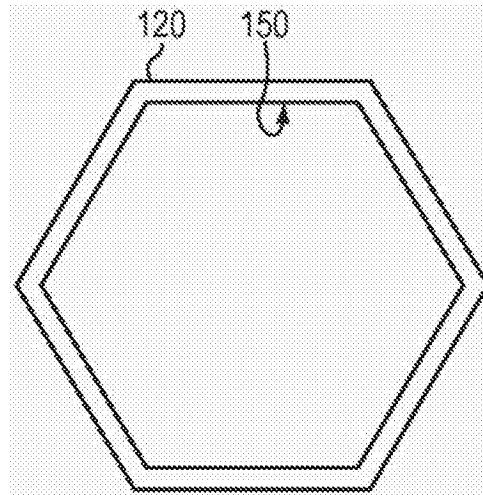


图5B

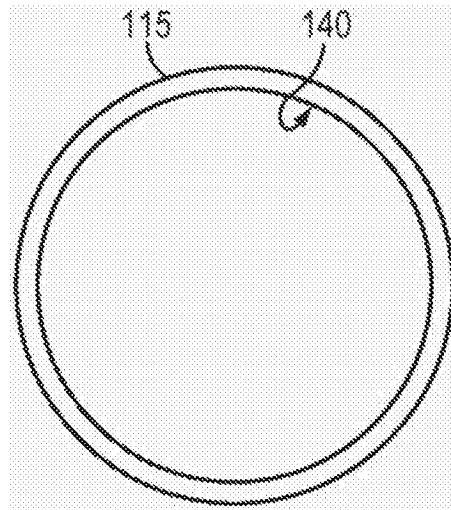


图6A

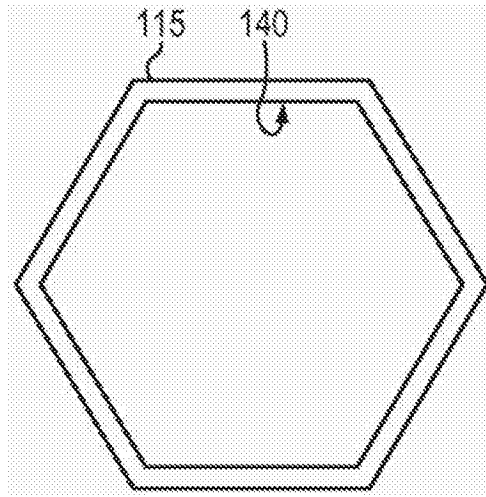


图6B

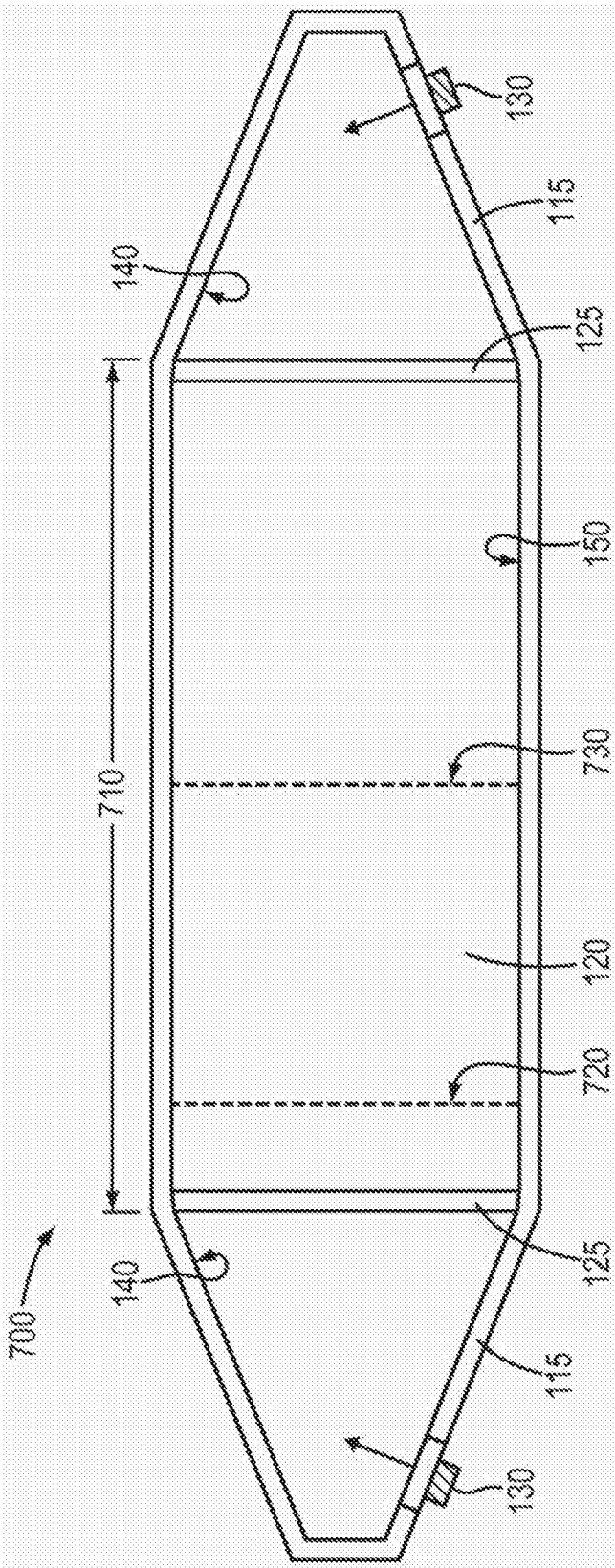
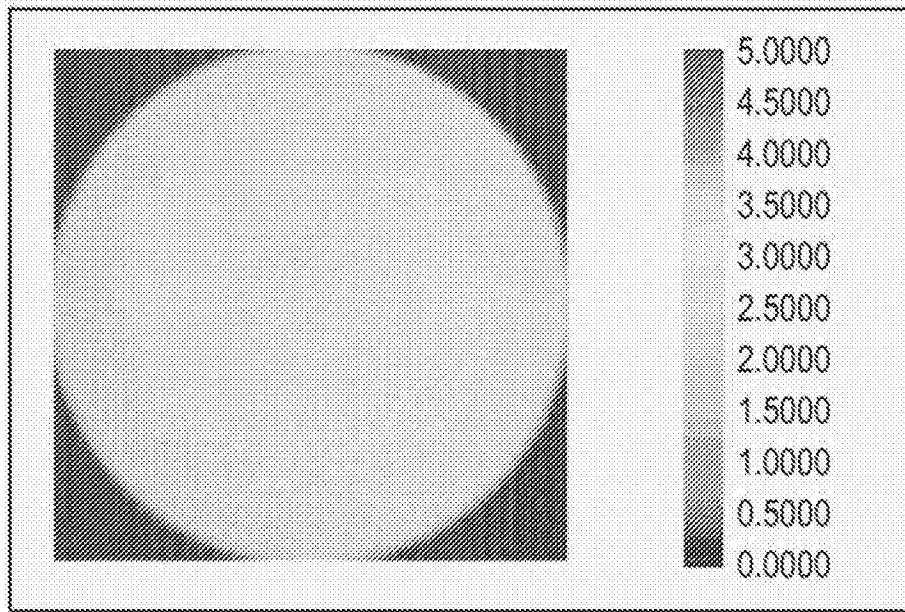


图7



探测器图像: 非相干辐照度

图8A

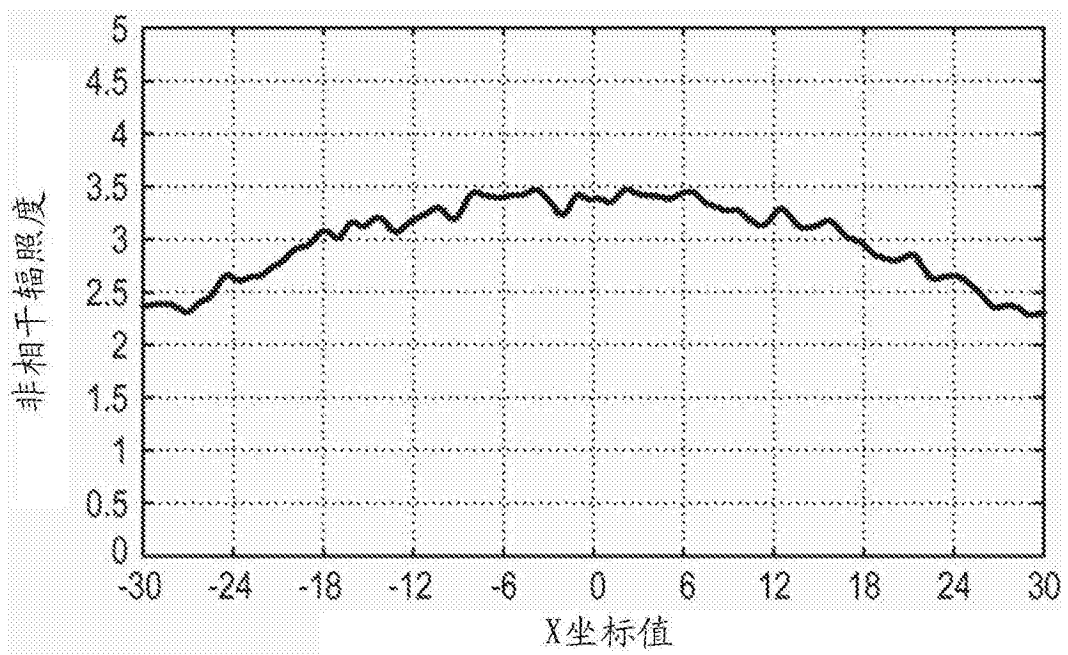
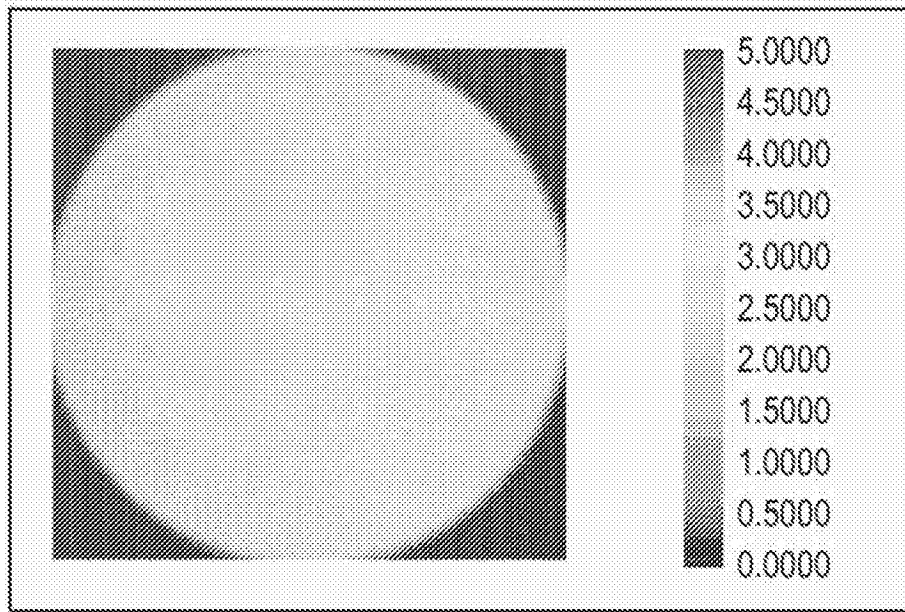


图8B



探测器图像: 非相干辐照度

图9A

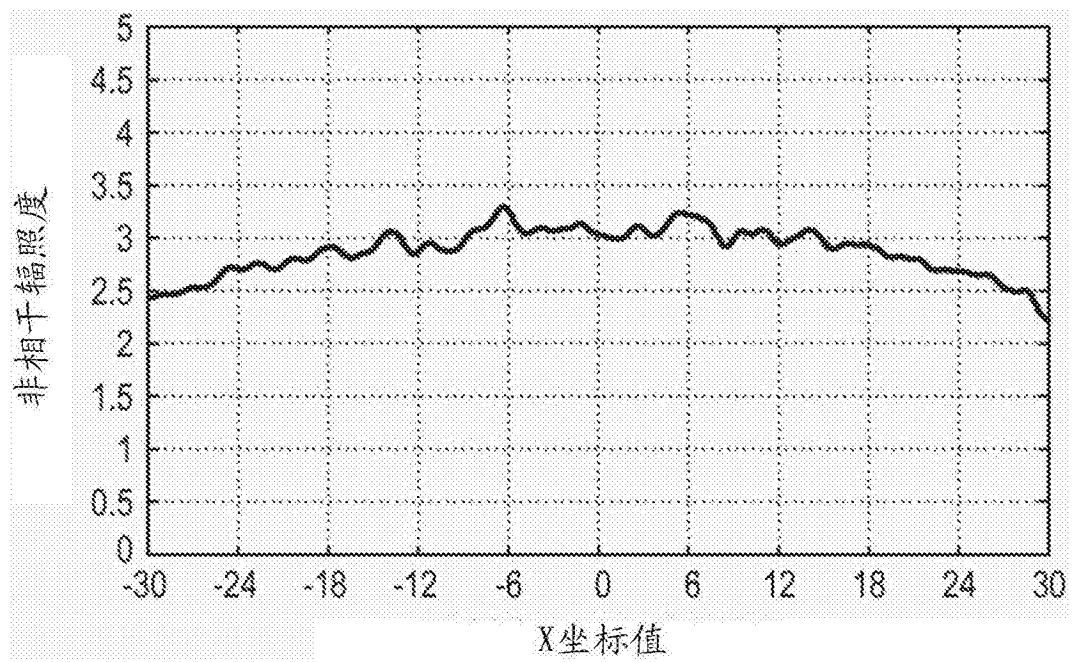
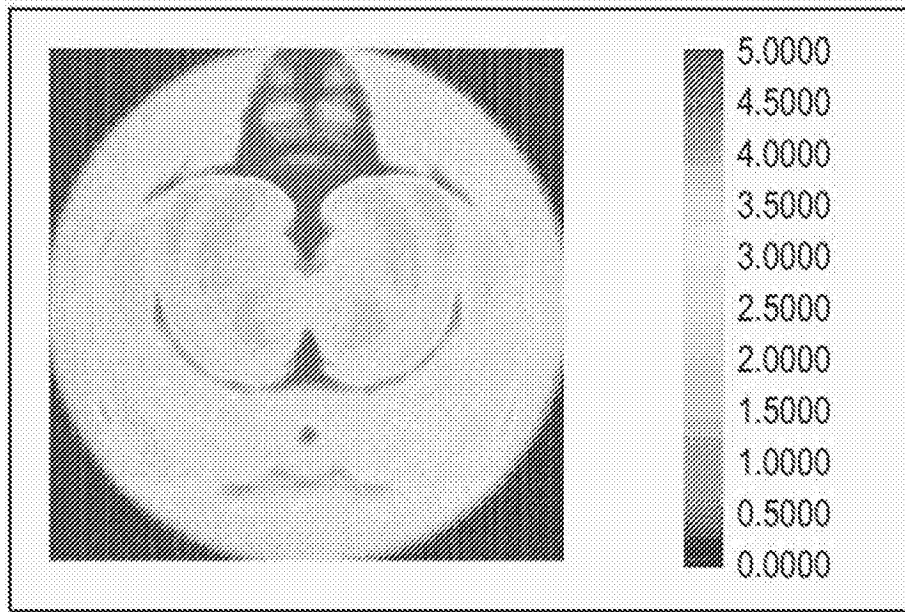


图9B



探测器图像：非相干辐照度

图10A

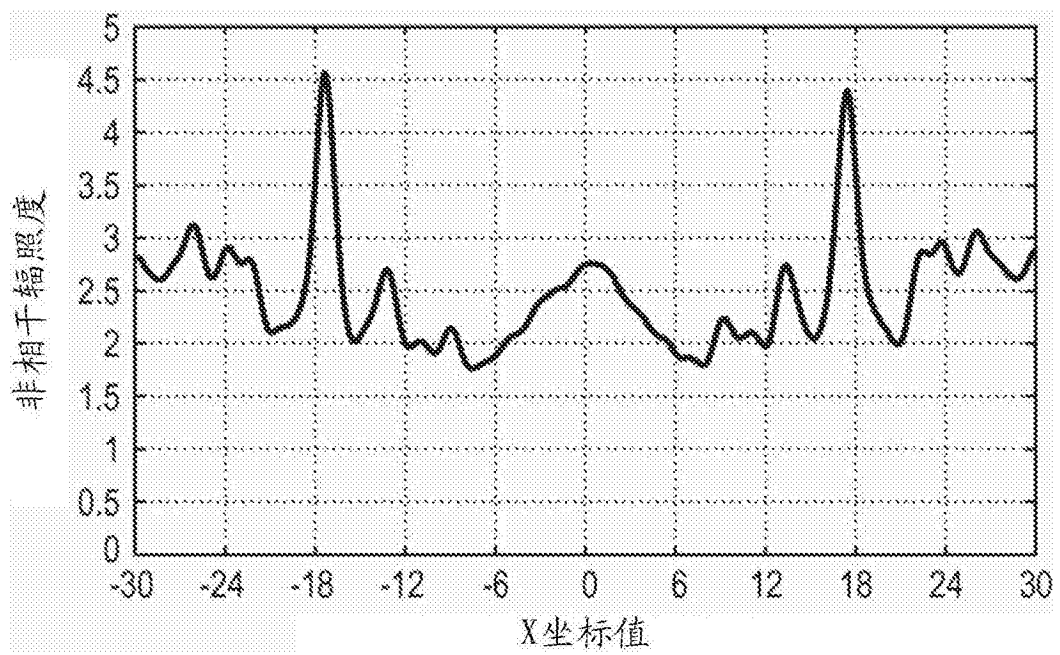


图10B

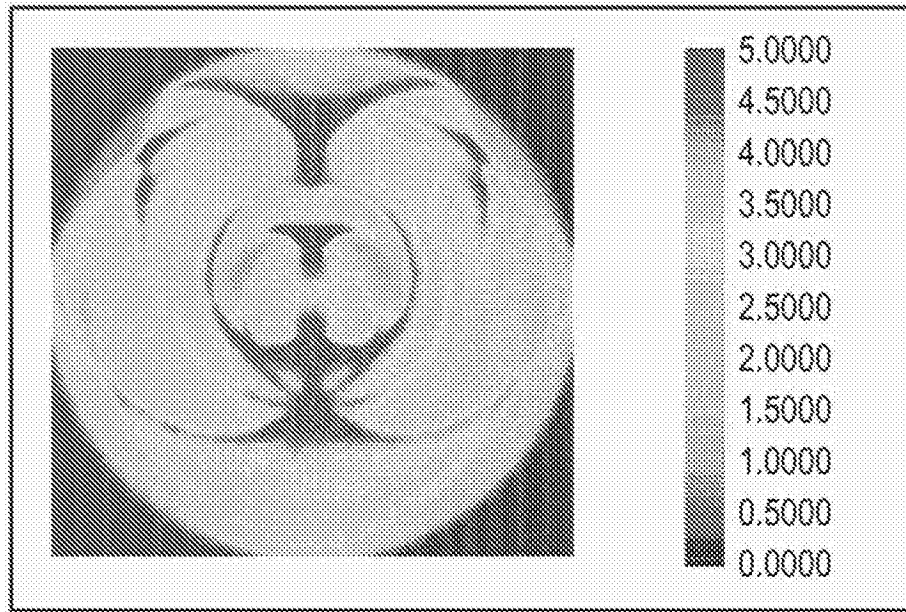


图11A

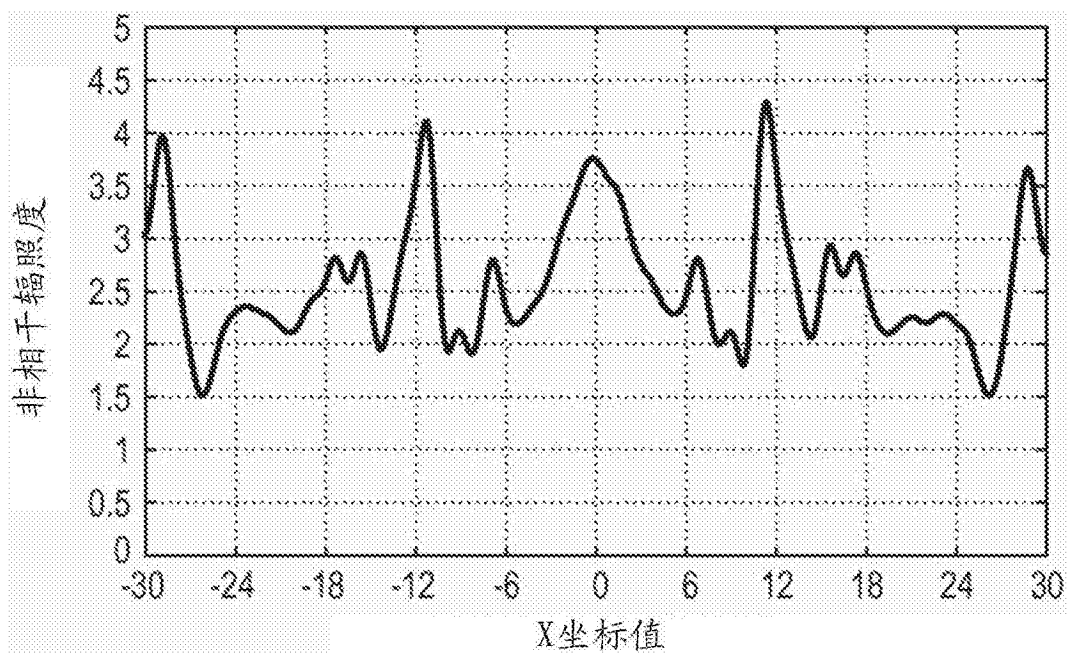


图11B