



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108778485 A

(43)申请公布日 2018.11.09

(21)申请号 201780018242.5

(22)申请日 2017.01.19

(30)优先权数据

62/280,630 2016.01.19 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2017/050061 2017.01.19

(87)PCT国际申请的公布数据

WO2017/124191 EN 2017.07.27

(71)申请人 英属哥伦比亚大学

地址 加拿大英属哥伦比亚省

(72)发明人 F·塔吉波尔

(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所

11247

代理人 牛晓玲 吴鹏

(51)Int.Cl.

B01J 19/24(2006.01)

B01J 19/12(2006.01)

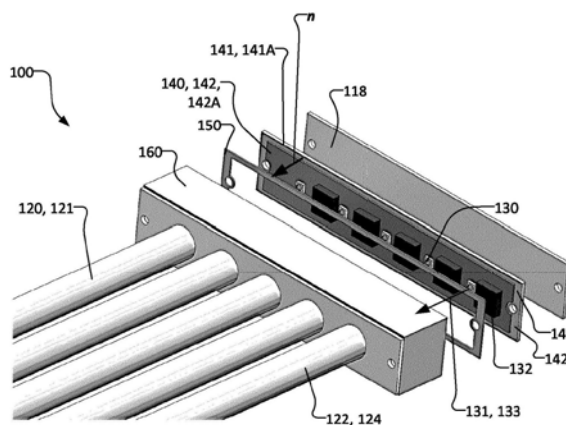
权利要求书5页 说明书14页 附图8页

(54)发明名称

用于UV-LED光反应器的散热设备和方法

(57)摘要

UV反应器使用UV辐射照射流体流。该反应器包括：用于容许流体流过其中的、由包括一个或多个导热壁的导热管道本体限定的流体管道；UV-LED，其可操作地连接到PCB并且取向为将辐射引入流体管道中。PCB包括具有第一表面的导热基底。管道本体与导热基底的第一表面热接触。热量从UV-LED经由导热基底、导热基底的第一表面与导热管道本体之间的热接触消散，并从导热管道本体的所述一个或多个导热壁消散到流过流体管道的流体。



1. 一种用于使用紫外线 (UV) 辐射照射流体流的UV反应器,所述反应器包括:
流体管道,其由包括一个或多个导热壁的导热管道本体限定,用于容许流体流过其中;
可操作地连接到印刷电路板 (PCB) 的UV发光二极管 (UV-LED),所述UV-LED取向为将辐射引入所述流体管道中;

其中,所述PCB包括具有第一表面的导热基底;

其中,所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面热接触;并且

其中,热量从所述UV-LED经由所述导热基底、所述导热基底的第一表面与所述导热管道本体之间的热接触消散,并从所述导热管道本体的所述一个或多个导热壁消散到流过所述流体管道的流体。

2. 根据权利要求1或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述UV-LED取向为将辐射定向为具有从所述UV-LED到所述流体管道沿第一方向延伸的主光轴,并且其中所述导热基底的第一表面是平面的,并具有基本上沿所述第一方向取向的法向矢量。

3. 根据权利要求1至2或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间的热接触包括夹在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间的热接触增强构件,所述热接触增强构件减小了所述导热管道本体与所述PCB的导热基底之间的热接触阻力(增加了热接触传导率)。

4. 根据权利要求3或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述热接触增强构件包括导热和可变形的热垫。

5. 根据权利要求3或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述热接触增强构件包括导热凝胶或糊剂。

6. 根据权利要求1至5中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间的热接触包括夹在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间的导热中间构件。

7. 根据权利要求1至6中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述PCB包括所述导热基底的第一表面暴露于其中的热接触区域,并且其中所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间的热接触在所述热接触区域中完成。

8. 根据权利要求7或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述PCB的焊接掩模涂层从所述PCB的热接触区域去除。

9. 根据权利要求7或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述PCB在邻近所述热接触区域的电路区域中包括覆盖所述导热基底的第一表面的焊接掩模,所述UV-LED位于所述电路区域中。

10. 根据权利要求1至9中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,流过所述流体管道的流体接触所述流体管道的所述一个或多个导热壁以将热量从所述流体管道的所述一个或多个导热壁消散到所述流体中。

11. 根据权利要求10或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,流过所述流体管道的流体与所述流体管道的所述一个或多个导热壁之间的接触至少部分在所述反应器的UV活跃区域内发生。

12. 根据权利要求1至11中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中:

所述导热管道本体包括:多个流体流动通道,每个流体流动通道由一个或多个导热壁

限定;和歧管,其位于所述多个流体流动通道中的至少两个的端部处并且成形为提供所述至少两个流体流动通道之间的流体连通;并且

所述导热管道本体与导热基底的第一表面之间的热接触包括所述歧管与所述导热基底的第一表面之间的热接触。

13.根据权利要求12或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述歧管与所述多个流体流动通道一体地形成。

14.根据权利要求12或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述歧管与所述多个流体流动通道联结并且热接触。

15.根据权利要求1至11中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中:
所述导热管道本体包括多个流体流动通道,每个流体流动通道由一个或多个导热壁限定;并且

所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间的热接触包括夹在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间的导热歧管。

16.根据权利要求15或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间的热接触包括夹在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间的热接触增强构件,所述热接触增强构件减小了所述导热管道本体与所述PCB的导热基底之间的热接触阻力(增加了热接触传导率)。

17.根据权利要求16或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述热接触增强构件包括导热和可变形的热垫。

18.根据权利要求16或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述热接触增强构件包括导热凝胶或糊剂。

19.根据权利要求2至18中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述主光轴与通过所述流体管道的流体的流动方向大体上平行。

20.根据权利要求2至19中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述导热管道本体包括多个纵向延伸的流体流动通道,每个纵向延伸的流体流动通道由一个或多个导热壁限定,并且其中所述主光轴与通过所述多个纵向延伸的流体通道的流体流的纵向方向大体上平行。

21.根据权利要求20或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述光轴沿其从所述UV-LED延伸到所述流体管道的第一方向与所述多个流体流动通道中的至少一个中的流体流的纵向方向相反。

22.根据权利要求20至21中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述光轴沿其从所述UV-LED延伸到所述流体管道的第一方向与所述多个流体流动通道中的至少一个中的流体流的纵向方向相同。

23.一种用于使用紫外线(UV)辐射照射流体流的UV反应器中的热管理方法,所述方法包括:

容许流体流过由包括一个或多个导热壁的导热管道本体限定的流体管道;

将UV发光二极管(UV-LED)可操作地连接到印刷电路板(PCB),所述PCB包括具有第一表面的导热基底;

将所述UV-LED取向为将辐射引入所述流体管道中;以及

使所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间进行热接触；

其中，热量从所述UV-LED经由所述导热基底、所述导热基底的第一表面与所述导热管道本体之间的热接触消散，并从所述导热管道本体的所述一个或多个导热壁消散到流过所述流体管道的流体。

24. 根据权利要求23或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，确定UV-LED的取向包括将所述UV-LED取向为将辐射定向为具有从所述UV-LED到所述流体管道沿第一方向延伸的主光轴，并且其中所述导热基底的第一表面是平面的，并具有基本上沿所述第一方向取向的法向矢量。

25. 根据权利要求23至24或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，使所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间进行热接触包括在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间插入热接触增强构件并由此减小所述导热管道本体与所述PCB的导热基底之间的热接触阻力(增加热接触传导率)。

26. 根据权利要求25或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，所述热接触增强构件包括导热和可变形的热垫。

27. 根据权利要求25或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，所述热接触增强构件包括导热凝胶或糊剂。

28. 根据权利要求23至27中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，使所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间进行热接触包括在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间插入导热中间构件。

29. 根据权利要求23至28中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，所述PCB包括所述导热基底的第一表面暴露于其中的热接触区域，并且其中使所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间进行热接触包括在所述热接触区域中完成所述热接触。

30. 根据权利要求29或本文的任一项其它权利要求所述的方法，包括从所述PCB的热接触区域去除所述PCB的焊接掩模涂层。

31. 根据权利要求29或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，所述PCB在邻近所述热接触区域的电路区域中包括覆盖所述导热基底的第一表面的焊接掩模，并且其中将UV-LED可操作地连接到PCB包括将所述UV-LED定位在所述电路区域中。

32. 根据权利要求23至31中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，流过所述流体管道的流体接触所述流体管道的所述一个或多个导热壁以将热量从所述流体管道的所述一个或多个导热壁消散到所述流体中。

33. 根据权利要求32或本文的任一项其它权利要求所述的方法，其中，流过所述流体管道的流体与所述流体管道的所述一个或多个导热壁之间的接触至少部分在所述反应器的UV活跃区域内发生。

34. 根据权利要求1至11中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法，包括将所述流体管道成形为包括：多个流体流动通道，每个流体流动通道由一个或多个导热壁限定；和歧管，其位于所述多个流体流动通道中的至少两个的端部处以用于提供所述至少两个流体流动通道之间的流体连通；并且其中使所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间进行热接触包括使所述歧管与所述导热基底的第一表面之间进行热接触。

35. 根据权利要求34或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 包括将所述歧管与所述多个流体流动通道一体地形成。

36. 根据权利要求34或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 包括将所述歧管与所述多个流体流动通道联结并且使所述歧管与所述多个流体流动通道之间进行热接触。

37. 根据权利要求23至33中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 包括将所述流体管道成形为包括: 多个流体流动通道, 每个流体流动通道由一个或多个导热壁限定; 和歧管, 其位于所述多个流体流动通道中的至少两个的端部处以用于提供所述至少两个流体流动通道之间的流体连通; 并且其中使所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间进行热接触包括在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间插入导热歧管。

38. 根据权利要求37或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 其中, 使所述导热管道本体与所述PCB的导热基底的第一表面之间进行热接触包括在所述导热管道本体与所述导热基底的第一表面之间插入热接触增强构件并由此减小所述导热管道本体与所述PCB的导热基底之间的热接触阻力(增加热接触传导率)。

39. 根据权利要求38或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 其中, 所述热接触增强构件包括导热和可变形的热垫。

40. 根据权利要求38或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 其中, 所述热接触增强构件包括导热凝胶或糊剂。

41. 根据权利要求24至40中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 其中, 所述主光轴与通过所述流体管道的流体的流动方向大体上平行。

42. 根据权利要求24至41中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 包括将所述导热管道本体成形为包括多个纵向延伸的流体流动通道, 每个纵向延伸的流体流动通道由一个或多个导热壁限定, 并且其中所述主光轴与通过所述多个纵向延伸的流体通道的流体流的纵向方向大体上平行。

43. 根据权利要求42或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 其中, 所述光轴沿其从所述UV-LED延伸到所述流体管道的第一方向与所述多个流体流动通道中的至少一个中的流体流的纵向方向相反。

44. 根据权利要求42至43中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的方法, 其中, 所述光轴沿其从所述UV-LED延伸到所述流体管道的第一方向与所述多个流体流动通道中的至少一个中的流体流的纵向方向相同。

45. 一种用于使用紫外线 (UV) 辐射照射流体流的UV反应器, 所述反应器包括:
用于容许流体流过其中的由一个或多个导热壁限定的流体管道;
热接触增强构件, 所述热接触增强构件与所述流体管道的所述一个或多个导热壁热接触;
可操作地安装在导热的印刷电路板上的至少一个UV发光二极管 (UV-LED), 所述UV-LED取向为将辐射引入所述流体管道中;

其中, 所述印刷电路板包括其中没有焊接掩模涂层的热接触区域;

其中, 所述印刷电路板的热接触区域与所述热接触增强构件热接触, 以提供所述印刷电路板的热接触区域、所述热接触增强构件和所述流体管道的所述一个或多个导热壁之间

的热接触。

46. 根据权利要求45或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述印刷电路板的热接触区域、所述热接触增强构件和所述流体管道的所述一个或多个导热壁之间的热接触直接或通过其它导热构件完成。

47. 根据权利要求45至46中任一项或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述流体管道包括:由所述一个或多个导热壁限定的多个流体流动通道;和歧管,其成形为用于在所述多个流体流动通道之间引导流体。

48. 根据权利要求47或本文的任一项其它权利要求所述的反应器,其中,所述热接触增强构件包括导热且可变形的热垫,所述热垫设置在所述印刷电路板的热接触区域与所述歧管之间并与其热接触。

49. 一种用于使用紫外线(UV)辐射照射流体流的UV反应器中的热管理方法,所述方法包括:

容许流体流过由一个或多个导热壁限定的流体管道;

提供与所述流体管道的所述一个或多个导热壁热接触的热接触增强构件;

将至少一个UV发光二极管(UV-LED)可操作地安装在印刷电路板上并且将所述UV-LED取向为将辐射引入所述流体管道中;

从所述印刷电路板的热接触区域去除所述印刷电路板的焊接掩模涂层;

使所述印刷电路板的热接触区域、所述热接触增强构件和所述流体管道的所述一个或多个导热壁之间进行热接触。

50. 根据权利要求49或本文的任一项其它权利要求所述的方法,其中,使所述印刷电路板的热接触区域、所述热接触增强构件和所述流体管道的所述一个或多个导热壁之间进行热接触包括直接或通过其它构件完成所述热接触。

51. 根据权利要求50或本文的任一项其它权利要求所述的方法,包括将所述流体管道成形为包括:由所述一个或多个导热壁限定的多个流体流动通道;和歧管,其成形为用于在所述多个流体流动通道之间引导流体。

52. 根据权利要求51或本文的任一项其它权利要求所述的方法,其中,所述热接触增强构件包括导热且可变形的热垫,所述热垫设置在所述印刷电路板的热接触区域与所述歧管之间并与其热接触。

53. 一种UV反应器,包括本文列出的任何其它权利要求和/或本文描述或附图中示出的任何实施方案或方面的任何特征、特征组合或特征的子组合。

54. 一种方法,包括本文列出的任何其它权利要求和/或本文描述或附图中示出的任何实施方案或方面的任何特征、特征组合或特征的子组合。

用于UV-LED光反应器的散热设备和方法

[0001] 相关申请的引用

[0002] 本申请要求2016年1月19日提交的标题为“HEAT DISSIPATION APPARATUS AND METHODS FOR UV-LED PHOTOREACTORS (用于UV-LED光反应器的散热设备和方法)”的美国申请No. 62/280,630的优先权。针对美国,本申请根据35U.S.C. §119要求2016年1月19日提交的标题为“HEAT DISSIPATION APPARATUS AND METHODS FOR UV-LED PHOTOREACTORS (用于UV-LED光反应器的散热设备和方法)”的美国申请No. 62/280,630的优先权。出于所有目的,在此将美国申请No. 62/280,630通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本发明涉及用于用来照射流体的紫外光(辐射)发射二极管(UV-LED)反应器的热管理。具体实施方式提供了用于为在UV-LED光反应器中使用的UV-LED和/或其它发热电子器件提供散热的设备和方法。

背景技术

[0004] 紫外(UV)反应器—管理UV辐射的反应器—应用于许多光反应、光催化反应和光引发反应中。UV反应器的一个应用是用于水和空气净化。特别地,近年来UV反应器作为最有前景的水处理技术之一而出现。现有技术的UV反应器系统通常使用低压和中压汞灯来产生UV辐射。

[0005] 发光(辐射)二极管(LED)通常发射这种窄带宽的辐射,使得由LED发射的辐射(对于许多应用)可以被认为是单色的(即,具有单个波长)。随着LED技术的最新进展,LED可以被设计为产生不同波长下的UV辐射,所述不同波长包括用于DNA吸收的波长以及可以用于光催化剂活化的波长。UV-LED与传统汞UV灯相比具有许多优点,包括但不限于紧凑和坚固的设计、较低的电压和功率要求、以及以高频率开关的能力。UV-LED的这些优点使其成为用于替代UV反应器系统中的UV灯的有吸引力的替代品。这种替代也使得开发具有新应用的新型UV反应器成为可能。

[0006] 对于诸如水消毒的应用,UV-LED反应器通常可用于照射流体。然而,在典型的UV-LED反应器中,反应器中使用的UV-LED(或其它电子器件)存在相当大的加热。UV-LED光反应器中使用的UV-LED的过度加热可能降低辐射输出,缩短UV-LED的使用寿命和/或改变发射的辐射的峰值波长。通过适当的热管理(例如散热),可以显著提高UV-LED的辐射输出和/或其寿命性能。UV-LED产生的热量可能不利地影响与UV-LED电子连接的其它电子元件(例如,安装在同一印刷电路板(PCB)上)的性能和/或反之亦然。

[0007] 相关技术的前述示例和与其相关的限制旨在是说明性的而非排他性的。在阅读说明书并研究附图之后,相关领域的其它限制对于本领域技术人员将变得显而易见。

发明内容

[0008] 结合系统、工具和方法来描述和说明以下实施方式及其方面,这些系统、工具和方

法旨在是示例性和说明性的而不限制范围。在各种实施方式中,已经减少或消除了一个或多个上述问题,而其它实施方式针对于其它改进。

[0009] 本发明的各方面提供了用于热管理由UV-LED产生的热量的设备和方法,其涉及由UV-LED产生的热量的耗散。热管理可以增强UV-LED辐射输出和/或提高UV-LED的工作寿命。具体实施方式提供了用于为在UV-LED光反应器中使用的用于照射流体流的UV-LED和/或其它电子器件提供散热的设备和方法。作为非限制性示例,UV-LED反应器可以是流体处理反应器,例如水处理反应器。

[0010] 根据本发明的一些方面,流过UV-LED光反应器的流体流动通道的流体用于消散由光反应器的UV-LED和/或其它电子器件产生的热量。UV反应器被配置为使得被照射流体的一部分在UV-LED或UV-LED电路板附近循环,和/或在流体管道的壁中加入导热材料。可以通过热耦合LED印刷电路板(PCB)的高导热材料来实现散热,在PCB上一个或多个UV-LED可操作地连接到光反应器的至少一个流体管道限定壁。光反应器的这种流体管道限定壁也可由高导热材料制成。利用这种热耦合,由UV-LED产生的热量通过高导热PCB和光反应器的至少一个高导热管道限定壁扩散,使得当流体在光反应器的管道中流动时,它将UV-LED产生的热量经光反应器的管道限定壁消散离开UV-LED。在此配置中,UV-LED在其上连接的PCB可以直接地或者经反应器的其它导热部件或经其它导热材料从UV-LED在其上连接的PCB侧连接到流体管道。在一些实施方式中,可以通过金属芯PCB的不具有常见的焊接掩模涂层(或者已去除了该焊接掩模涂层)并且因此具有高导热性的区域(例如边缘)来实现热耦合。此配置可以改善热管理并进而改善UV-LED和对应的UV-LED光反应器的辐射功率输出和使用寿命。

[0011] 本发明的一个方面提供了一种用于使用紫外线(UV)辐射照射流体流的UV反应器。该反应器包括:用于容许流体流过其中的、由导热管道本体限定的流体管道,所述导热管道本体包括一个或多个导热壁;和UV发光二极管(UV-LED),其可操作地连接到印刷电路板(PCB),该UV-LED取向为将辐射引入流体管道中。PCB包括具有第一表面的导热基底。导热管道本体与PCB的导热基底的第一表面热接触。热量从UV-LED经由导热基底、导热基底的第一表面与导热管道本体之间的热接触消散,并从导热管道本体的一个或多个导热壁消散到流过流体管道的流体。

[0012] UV-LED可取向为将辐射定向为具有沿从UV-LED到流体管道的第一方向延伸的主光轴。导热基底的第一表面可以是平面的,并具有基本上沿第一方向取向的法向矢量。在一些实施方式中,第一表面的法向矢量的取向基本上沿第一方向意味着在任何平面中,法向矢量与第一方向之间的角度差小于 25° 。在一些实施方式中,该角度差小于 15° 。在一些实施方式中,该角度差小于 5° 。

[0013] 导热管道本体与PCB的导热基底的第一表面之间的热接触可包括夹在/插入导热管道本体与导热基底的第一表面之间的热接触增强构件。该热接触增强构件可减小导热管道本体与PCB的导热基底之间的热接触阻力(增加热接触传导性)。该热接触增强构件可包括导热和可变形的热垫。该热接触增强构件可包括导热凝胶或糊剂。导热管道本体与PCB的导热基底的第一表面之间的热接触可包括夹在导热管道本体与导热基底的第一表面之间的导热中间构件。

[0014] PCB可包括热接触区域,导热基底的第一表面在该区域是暴露的。导热管道本体与

导热基底的第一表面之间的热接触可在该热接触区域中完成。PCB的焊接掩模涂层从PCB的热接触区域去除。PCB可在邻近热接触区域的电路区域中包括覆盖导热基底的第一表面的焊接掩模,UV-LED位于该电路区域中。

[0015] 流过流体管道的流体可接触流体管道的一个或多个导热壁,以从流体管道的一个或多个导热壁向流体中散热。流过流体管道的流体与流体管道的一个或多个导热壁之间的接触可至少部分地在反应器的UV活跃区域内发生。

[0016] 传热管道本体可包括:多个流体流动通道,每个流体流动通道由一个或多个导热壁限定;和歧管,其位于所述多个流体流动通道中的至少两个的端部处并且成形为提供所述至少两个流体流动通道之间的流体连通。导热管道本体与导热基底的第一表面之间的热接触可包括歧管与导热基底的第一表面之间的热接触。歧管可与所述多个流体流动通道一体地形成。歧管可与所述多个流体流动通道联结并且热接触。

[0017] 主光轴可与通过流体管道的流体的流动方向大体上平行。在导热管道本体包括多个纵向延伸的流体流动通道的情况下,主光轴可与通过所述多个纵向延伸的流体通道的流体流的纵向方向大体上平行。光轴沿其从UV-LED延伸到流体管道的第一方向可与所述多个流体流动通道中的至少一个中的流体流的纵向方向相反。光轴沿其从UV-LED延伸到流体管道的第一方向可附加地或替代地与所述多个流体流动通道中的至少一个中的流体流的纵向方向相同。

[0018] 本发明的另一方面提供了一种用于使用紫外线(UV)辐射照射流体流的UV反应器中的热管理的方法。该方法包括:容许流体流过由导热管道本体限定的流体管道,该导热管道本体包括一个或多个导热壁;将UV发光二极管(UV-LED)可操作地连接到印刷电路板(PCB),该PCB包括具有第一表面的导热基底;将UV-LED取向为将辐射引入流体管道中;以及在导热管道本体与PCB的导热基底的第一表面之间形成热接触;其中热量从UV-LED经由导热基底、导热基底的第一表面与导热管道本体之间的热接触消散,并从导热管道本体的一个或多个导热壁消散到流过流体管道的流体。

[0019] 该方法可包括与本文描述的反应器和制造、组装和/或使用该反应器的方法类似的特征。

[0020] 除了上述示例性方面和实施方式之外,通过参考附图并研究以下详细描述,其它方面和实施方式将变得显而易见。

附图说明

[0021] 示例性实施方式在附图的参考图中示出。本文公开的实施方式和附图旨在被认为是说明性的而不是限制性的。

[0022] 图1A是根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器的示意性透视图;

[0023] 图1B是图1A的UV-LED反应器的示意性侧视截面图;

[0024] 图1C是可操作地连接到图1A的UV-LED反应器的PCB的UV-LED的示意性正视图;

[0025] 图1D是图1A的UV-LED反应器的示意性顶视截面图;

[0026] 图1E是图1A的UV-LED反应器的示意性分解透视图;

[0027] 图2是根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器的一部分的透视图;

[0028] 图3A是根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器的示意性透视图;

- [0029] 图3B是图3A的UV-LED反应器的示意性侧视图；
- [0030] 图4是根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器的示意性顶视图；
- [0031] 图5是根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器的示意性顶视图；以及
- [0032] 图6是根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器的示意性顶视图。

具体实施方式

[0033] 在全部以下描述中，阐述了具体细节以便为本领域技术人员提供更透彻的理解。然而，可能未详细示出或描述众所周知的元件以避免不必要地使本公开模糊。因此，说明书和附图应被视为是在说明的意义上而不是在限制的意义。

[0034] 除非上下文另外指出，否则（如本文使用的）“流体”指的是液体（包括但不限于水）和/或气体（包括但不限于空气）。

[0035] 除非上下文另外指出，否则（如本文使用的）“紫外线”指的是波长比可见光谱的紫端短但比X射线长的电磁辐射。通常，紫外线指的是波长为约10nm至约400nm的电磁辐射。

[0036] 本申请使用了用语“热接触”。除非上下文另外指出，否则热接触应当理解为包括两个或更多个导热构件之间的物理接触，例如金属之间或导热性/导热率与金属相当/差不多的构件之间的物理接触。例如，在一些实施方式中，导热性与金属的导热性相当并且能够进行“热接触”的材料可包括在室内温度和压力下导热性为常见不锈钢的导热性的至少60%的材料。在一些实施方式中，此类材料在室内温度和压力下具有大于10W/(mK)的导热性。在一些实施方式中，此类材料在室内温度和压力下具有大于12W/(mK)的导热性。在一些情形中，构件之间的热接触可通过热接触增强构件来增强。此类热接触增强构件可包括提高热接触的两个或更多个构件之间的导热性的糊剂、凝胶、可变形的固体和/或类似物。

[0037] 本申请将材料和构件描述为“导热”或“传热”的。除非上下文另外指出，否则这些用语应当理解为指导热性与金属相当的材料和构件。例如，在一些实施方式中，导热性与金属的导热性相当并且被描述为“导热的”或“传热的”材料和/或构件可包括在室内温度和压力下导热性为常见不锈钢的导热性的至少60%的材料。在一些实施方式中，此类材料在室内温度和压力下具有大于10W/(mK)的导热性。在一些实施方式中，此类材料在室内温度和压力下具有大于12W/(mK)的导热性。

[0038] 本技术涉及利用一个或多个固态紫外线(UV)发射器(例如UV发光(辐射)二极管(UV-LED)、发射UV的薄介电膜和/或类似物)操作以在流体中产生光反应的反应器(光反应器)。通过UV活化的一种或多种光催化剂结构可以在光反应器中用于光催化反应。还可以将化学氧化剂添加到反应器中以与UV辐射反应并产生用于光引发的氧化反应的高活性自由基，例如羟基自由基。本文描述的UV-LED反应器的实施方式可以是高效且紧凑的，具有集成的构件，并且可以提供对其流体和光学环境的精确控制。UV-LED反应器包括一个或多个专门设计的流动通道和配置用于照射流过流动通道的流体的至少一个UV-LED。

[0039] UV-LED反应器的实施方式可通过利用直接光反应和/或光催化反应和/或光引发氧化来灭活微生物(例如细菌和病毒)和/或降解微污染物——如化学污染物(例如有毒的有机化合物)——以用于水净化。流体(例如，水)通过使用例如电动泵的强制对流来流过UV-LED反应器。UV-LED可由墙壁插座、太阳能电池或电池供电。当水流动或停止流动时，UV-LED可以自动打开和关闭。光催化剂如二氧化钛或其它合适的光催化剂可被固定在实心基

质(其中流体在基质上流过)上或多孔基质(其中流体流过基质)上。在一些实施方式中,可以在流体流动通道中的基质中设置光催化剂、催化剂载体和/或助催化剂的组合。如果适用的话,可以将化学氧化剂注入反应器中。化学氧化剂可以是过氧化氢或臭氧或其它化学品。如果适用的话,可以将化学还原剂注入反应器中。

[0040] 以一个或多个UV-LED作为UV辐射源操作的反应器具有优于传统汞UV灯的优点,包括但不限于其紧凑和坚固的设计、较低的电压和功率要求、以及以高频率开启和关闭的能力。与UV灯不一样,UV-LED是具有单独的小尺寸的辐射源。与传统汞UV灯的布置相比,它们可以以更高的自由度定位在反应器中。此外,可利用如本文描述的对反应器几何形状的优化来提高UV-LED反应器的性能。特别地,本文描述的UV-LED反应器的实施方式可进行优化以从一个或多个UV-LED(和/或UV-LED反应器的电子器件)散热,由此有利于提高UV-LED的辐射输出和使用寿命。

[0041] 为了提高或维持UV-LED的寿命,流过UV-LED反应器并由其照射的流体可用于通过将由UV-LED产生的热量传递到被照射流体并由此从UV-LED经由正被处理的流体散热来热管理UV-LED。UV-LED反应器可以被配置为使得被照射流体的一部分在UV-LED或UV-LED电路板附近循环,和/或在反应器的流体管道的壁中加入导热材料。

[0042] 图1A-1E示出了根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器10。UV-LED反应器10包括由导热管道本体21限定的流体管道20,至少一个UV-LED 30可操作地连接到印刷电路板(PCB) 40并且取向为将辐射引入流体管道20中。更具体而言,UV-LED 30取向为通过具有从UV-LED 30沿第一方向33朝管道20中的流体延伸的主光轴31来将辐射引入流体管道20中。导热管道本体21包括一个或多个导热通道壁24,其又限定反应器10中的流体流动通道22。入口26和出口28分别设置用于流体(例如水)进入和离开流体管道20。主流体流动方向在图1A和图1D中通过箭头35示出,箭头35示出了流体流从入口26进入反应器10,流过纵向延伸的流动通道22,在相邻的内部流动通道22的端部处转向,并从出口28离开。透UV窗29——如石英或二氧化硅玻璃窗——可在UV-LED 30与流动通道22之间嵌入导热本体21中。如本领域技术人员应当理解的,UV-LED反应器10可包括用于UV-LED 30的驱动电路(例如图2所示的LED驱动器32)、微控制器、电源端口、通/断开关和/或类似物。为了避免使附图模糊,在图1A-1E中没有示出这些共同的构件。一个或多个透镜——包括准直透镜、会聚透镜和/或其它透镜(未示出)或其结合——可以在UV-LED 30与流体流动通道22之间设置UV-LED反应器10中,以将UV-LED辐射图案沿着对应于每个UV-LED 30的主光轴31聚焦到纵向延伸的流体流动通道22中。

[0043] PCB 40包括具有第一表面41A的导热基底41。导热基底41的第一表面41A大体上是平面的并且具有法向矢量 n 。如图1B所示,法向矢量 n 可以基本上沿第一方向33(即,辐射沿其从UV-LED 30被引入流体管道20中的方向)取向。在一些实施方式中,第一表面41A的法向矢量 n 的取向基本上沿第一方向33意味着在任何平面中,法向矢量 n 与第一方向33之间的角度差小于 25° 。在一些实施方式中,该角度差小于 15° 。在一些实施方式中,该角度差小于 5° 。导热管道本体21与PCB 40的导热基底41的第一表面41A热接触。这样,热量从UV-LED 30经由导热基底41、导热基底41的第一表面41A与导热管道本体21之间的热接触消散,并从导热管道本体21的一个或多个导热壁24消散到流过流体管道20的流体。

[0044] 参照图1A-1E中的UV-LED反应器,反应器10包括纵向延伸的流体流动通道22的阵

列,每个这样的流体通道22都由一个对应的UV-LED 30可选地通过对应的辐射聚焦元件(未示出)并且在图示的实施方式中通过透UV窗29照射。在另一些实施方式中,每个流动通道22可由多于一个的对应UV-LED照射并且可结合多个辐射聚焦元件(每个UV-LED 30有一个或多个辐射聚焦元件和/或在UV-LED 30之间共享的一个或多个辐射聚焦元件)以聚焦来自各UV-LED 30的辐射。对应的UV-LED 30和/或对应的辐射聚焦元件可定位在其对应的纵向延伸的流动通道22的纵向端部处。反应器10可包括取向为将辐射引入一个对应的流动通道22中的数个UV-LED 30(即,多对一的LED与流动通道比率)。反应器10可包括发射不同UV波长的若干UV-LED 30。这可以产生协同效应并提高光反应和光催化反应的速度。相邻的成对流体流动通道22可在一端处例如通过歧管(例如图2所示的歧管160)或某一其它合适的端口连接,以使得流体能够在从一个纵向延伸的通道22到另一纵向延伸的通道22的曲折路径中流动。如从图1A-1E所示的示例性实施方式可以看到的,流体行进通过多个纵向延伸的通道22,并且当流体在入口26与出口28之间行进通过UV-LED反应器10时进行多次通过。

[0045] 参照图1A-1E中的UV-LED反应器10,流体流入和流出UV-LED反应器10,经过纵向延伸的流动通道22,并且由来自UV-LED 30的UV辐射照射。在图示的实施方式中,UV-LED 30定位在流体管道20和每个纵向延伸的流体流动通道22的一端处。来自UV-LED 30的辐射的主光轴31(在可选地由上述透镜聚焦之后)沿第一方向33延伸。这些第一方向33可以与纵向延伸的通道22中的流体流动的纵向方向大体上平行,并且可以大体上平行于纵向延伸的流动通道22的纵向延伸范围。图1A-1E示出了从反应器10的一端被照射的流体管道20的图示的流动通道22。一般而言,UV-LED反应器的流体管道流动通道可从流动通道的任一纵向端部或两个纵向端部被照射。在一些实施方式中,UV-LED可位于UV-LED反应器的相对纵向端部上,使得来自纵向地对向的UV-LED的辐射的主光轴可以在相反但平行的纵向方向上。

[0046] 流过UV-LED 30并由其照射的流体可用来从UV-LED 30(和/或其它电子器件)消散反应器10的UV-LED 30和/或其它发热电子器件(未示出)产生的热量。在图1A-1E所示的示例性实施方式中,反应器10被配置为使得被照射流体在UV-LED 30和PCB 40附近循环。反应器10还结合了导热材料(导热)管道本体21,其包括导热通道壁24,以从UV-LED和PCB 40散热。具体而言,导热管道本体21与PCB 40的导热基底41的第一表面41A热接触。这样,热量从UV-LED 30经由导热基底41、导热基底41的第一表面41A与导热管道本体21之间的热接触消散,并从导热管道本体21的一个或多个导热壁24消散到流过流体管道20的流体。热交换在UV-LED反应器10的UV活跃区域内(即反应器10的由来自UV-LED 30的UV辐射照射的区域内)发生。

[0047] 在一些实施方式中,反应器10可任选地包括热接触增强构件50(在图1E中示出),其可夹在导热管道本体21与PCB 40的导热基底41的第一表面41A之间的热接触部中。热接触增强构件50包含导热材料,包括但不限于石蜡和/或硅树脂基材料。在一些实施方式中,热接触增强构件50可变形(例如,可变形垫或可变形凝胶或糊剂),以填充导热管道本体21与第一表面41A之间的物理接触部中的小凹凸部。当夹在导热管道本体21与第一表面41A之间时,热接触增强构件50可减小导热管道本体21与第一表面41A之间的热接触阻力(增加热接触传导性)。热接触增强构件50是可选的且并非在所有实施方式中都需要。

[0048] UV-LED 30在电路区域42中可操作地连接到PCB 40。在电路区域42中,PCB可由电路区域42中的焊接掩模涂层42A覆盖(至少大部分)。为促进导热管道本体21与PCB 40的导

热基底41的第一表面41A之间的热接触,在一些实施方式中,在第一表面41A上设置有露出的热接触区域44。热接触区域44可以是第一表面41A的与导热管道本体21热接触的部分。焊接掩模涂层42A可在热接触区域44中从导热PCB基底41的第一表面41A去除。例如,如图1C中最佳所示,热接触区域44(例如,其没有焊接掩模42)可位于PCB 40的边缘周围,但热接触区域44可位于PCB 40的某一其它合适的区域中,该区域没有附接电子元件并且不具有电连接。作为非限制性示例,PCB 40的焊接掩模涂层42可通过激光切削、蚀刻和/或类似方法去除,以提供导热管道本体21与PCB 40的导热基底41的第一表面41A之间的热接触,从而促进LED 30、PCB 40、通道壁24和在反应器10中流动的流体之间的热传递。在一些实施方式中,PCB 40的边缘处的热接触区域44的宽度可以是数毫米。通常,热接触区域44的尺寸越大,热传递率越高。然而,由于增加热接触区域44的尺寸会使整个反应器10的尺寸增加,所以存在折衷。去除外层(例如,焊接掩模42)以露出PCB 40的导热基底层41产生PCB 40与流体管道20的导热通道壁24之间的热接触/耦合的显著改善,因此来自UV-LED 30的热量可以传递到行进通过流动通道22的流体(例如由于限定流体流动通道22的通道壁24的大表面积,由于通道22内的移动的流体的性质,以及由于通常比PCB 40的温度低的流动通道22内的流体的温度)。

[0049] 图2示出了根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器100的局部透视图。反应器100的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“1”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器100的特征和构件。然而,UV-LED反应器100与UV-LED反应器10的不同之处在于,UV-LED反应器100的导热管道本体121包括导热歧管160,该导热歧管160在一个纵向端部处的流动通道122之间引导流体流,以容许流体从一个纵向延伸的流动通道122流到另一纵向延伸的流动通道122,如上文结合图1A-1E所述。尽管在图2中未示出,但反应器100可在其相对的纵向端部处具有另一歧管160。导热歧管160可与管道本体121的导热通道壁124一体地形成或者可与管道本体121的导热壁124联结并且热接触。

[0050] 与上述反应器10一样,UV-LED反应器100包括由导热管道本体121限定的流体管道120,至少一个UV-LED 130可操作地连接到印刷电路板(PCB) 140并且取向为将辐射引入流体管道120中。更具体而言,UV-LED 130取向为通过具有从UV-LED 130沿第一方向133朝管道120中的流体延伸的主光轴131来将辐射引入流体管道120中。导热管道本体121包括一个或多个导热通道壁24,其又限定反应器110中的流体流动通道122。PCB 140包括具有第一表面141A的导热基底141。导热基底141的第一表面141A大体上是平面的并且具有法向矢量 n 。如图2所示,法向矢量 n 可以基本上沿第一方向133(即,辐射沿其从UV-LED 130被引入流体管道120中的方向)取向。在一些实施方式中,第一表面141A的法向矢量 n 的取向基本上沿第一方向133意味着在任何平面中,法向矢量 n 与第一方向133之间的角度差小于 25° 。在一些实施方式中,该角度差小于 15° 。在一些实施方式中,该角度差小于 5° 。导热管道本体121与PCB 140的导热基底141的第一表面141A热接触。这样,热量从UV-LED 130经由导热基底141、导热基底141的第一表面141A与导热管道本体121之间的热接触(经由歧管160)消散,并从导热管道本体121的一个或多个导热壁124消散到流过流体管道120的流体。

[0051] 与上述反应器10相似,反应器100可包括热接触增强构件150,其具有与上述热接触增强构件150类似的特征,除了热接触增强构件150插入在歧管160与PCB 140的导热基底

141的第一表面141A(在热接触区域144处)之间之外。图2所示的实施方式的反应器100还包括压板118(例如由包括但不限于不锈钢的刚性材料制成),其可通过合适的紧固件(未示出)联接到歧管160,以保持导热本体121的歧管160和PCB 140的第一表面141彼此热接触,由此最小化气隙并增强导热性。

[0052] 与上述反应器10相似,PCB 140可包括LED 130位于其上的电路区域142,并且电路区域142可被覆盖有焊接掩模142A。与上述反应器10相似,焊接掩模142A可以在热接触区域144中从导热基底141的表面141A去除,或者热接触区域144否则可以没有焊接掩模142A。图2示出了UV-LED驱动电路132,在图示的实施方式中,UV-LED驱动电路位于与LED 130相同的PCB 140上。这不是必要的,并且如果空间变成设计限制,则UV-LED驱动电路132可以位于其它位置。

[0053] 虽然图2中仅示出了反应器100的一个纵向端部,但是相同的概念可以应用于流动通道122的另一纵向端部。亦即,流动通道122中的流体可以由UV-LED从另一纵向端部照射并且由这些UV-LED(和/或反应器100的其它电子元件)产生的热量可通过与文中针对一个纵向端部描述的相同的方式来去除。

[0054] 在图1A-1E和图2所示的示例性实施方式中,UV-LED反应器包括供流体沿对应的纵向方向流过的一系列纵向延伸的流动通道,其由一个UV-LED或UV-LED的阵列照射。在诸如图1A-1E和图2的实施方式的多通道反应器中,流体流可并行或串联地(流体流从一个通道流到另一通道,其中流体通道在它们的端部处流体连通)通过通道。在图3A-3B所示的示例性实施方式中,UV-LED反应器200包括由包括供流体沿对应的纵向方向流过的单个纵向延伸的流体流动通道222的导热管道本体221限定的流体管道220,其由一个或多个UV-LED 230照射。主流体流动方向在图3A-3B中通过箭头235示出,箭头235示出了流体从入口226进入UV-LED反应器200,流过纵向延伸的流动通道222,并从出口228离开。UV-LED辐射经由诸如一个或多个会聚和准直透镜的聚焦元件(这里未示出)聚焦。在反应器通道222中沿纵向方向流动的流体由来自UV-LED 230的聚焦辐射沿通道222的纵向方向照射。UV-LED 230可定位在流动通道222的一端或两端处。可以通过调整流体流率和/或调节UV-LED辐射功率和/或开/关UV-LED的数量来控制传递到流体的总UV剂量(UV注量)。反应器200的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“2”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器200的特征和构件。

[0055] 在图1A-1E和图2所示的示例性实施方式中,UV-LED反应器包括供流体沿对应的纵向方向流过的一系列纵向延伸的流动通道,其在一端处由一个UV-LED或UV-LED的阵列照射。在诸如图1A-1E和图2的实施方式的多通道反应器中,来自UV-LED 30的辐射(可选地在通过以上讨论的透镜聚焦之后)的主方向和纵向延伸的通道22中的流体流的主方向沿着大体上平行于纵向延伸的流动通道22的纵向延伸范围的纵向方向。在一些实施方式中,UV-LED可附加地或替代地沿流动通道定位,使得来自UV-LED的辐射大体上正交于纵向延伸的流动通道的纵向延伸范围和流动通道中的流体的主流体流动方向。例如,图4示出了根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器300的顶视截面图。反应器300的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“3”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器300的特征和构件。

[0056] 如从图4所示的示例性实施方式可以看到的,流体行进通过多个纵向延伸的通道

322(由导热管道本体321及其导热壁324限定)并且在流体于入口与出口(这里未示出)之间行进通过UV-LED反应器300时进行多次通过。流过通道322并由UV-LED 330照射的流体可用来从UV-LED 330(和/或其它电子器件)消散由反应器300的UV-LED 330和/或其它发热电子器件(未示出)产生的热量。在图4所示的示例性实施方式中,反应器300被配置为使得被照射流体在UV-LED 330的UV活跃区域中循环。更具体而言,UV-LED 330取向为通过具有从UV-LED 330沿第一方向朝管道320中的流体延伸的主光轴来将辐射引入流体管道320中。导热管道本体321包括一个或多个导热通道壁324,其又限定反应器310中的流体流动通道322。PCB 340包括具有第一表面的导热基底。导热基底的第一表面大体上是平坦的并具有基本上沿第一方向(即沿辐射从UV-LED 330沿其被引入流体管道320中的第一方向)取向的法向矢量 n 。基本上沿第一方向的含义可具有本文在别处描述的含义。导热管道本体321与PCB 340的导热基底的第一表面热接触。这样,热量从UV-LED 330经由导热基底、导热基底的第一表面与导热管道本体321之间的热接触消散,并从导热管道本体321的一个或多个导热壁324消散到流过流体管道320的流体。图4所示的反应器300可包括类似于上述反应器10、110的其它特征和构件。

[0057] 例如,图5示出了根据本发明的示例性实施方式的UV-LED反应器400的顶视截面图。UV-LED反应器400包括一系列纵向层叠的反应器300。流体在如上文关于图4描述的入口和出口(这里未示出)之间行进通过UV-LED反应器400。反应器400采用的热管理技术类似于上文关于图4描述的热管理技术。反应器400的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“4”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器400的特征和构件。

[0058] 本文描述的纵向延伸的流体流动通道具有可呈任何合适形状的横截面,包括但不限于圆、半圆、正方形、矩形、三角形、梯形、六边形等。这些横截面可以通过改进热管理来提高反应器性能。例如,具有圆形横截面的流体流动通道可以向反应器的UV-LED(和/或其它电子器件)提供最佳热管理。在图6所示的示例性实施方式中,UV-LED反应器500包括具有三角形横截面的纵向延伸的流体流动通道522。流体在如上文关于图4描述的入口和出口(这里未示出)之间行进通过UV-LED反应器500。反应器500采用的热管理技术类似于上文关于图4描述的热管理技术。反应器500的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“5”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器500的特征和构件。

[0059] 本文描述的热管理技术利用流体(通常为水)来从在PCB上连接的电子元件(包括UV-LED)散热。这通过使PCB的导热基底与利用在流动通道(和/或歧管)中移动的流体连续冷却的流体管道导热壁之间的热接触最大化来完成。通过在导热管道本体与PCB的导热基底的第一表面之间插入可变形和导热的热接触增强构件(例如热接触构件50、150)以填充热间隙和/或通过从PCB的边缘(或其它区域)去除焊接掩模涂层——如本文在别处所述的,可以显著减小导热管道本体与PCB的导热基底之间的热接触的热接触阻力。这种热接触增强构件是可选的。

[0060] 其它主动或被动散热和热管理技术——例如使用散热器或使流体流经过PCB的背面(即与UV-LED在其上连接的一面相对的一面)——也可结合本文描述的散热设备和方法使用。

[0061] UV-LED反应器的一些实施方式(这里未示出)包括照射通过纵向延伸的流体流动通道的多个UV-LED。在一些实施方式(这里未示出)中,结合了多个辐射聚焦元件(每个UV-LED有一个),并且来自每个UV-LED的辐射由其对应的聚焦元件聚焦。在一些实施方式中,一个或多个LED的群组可以以任何合适的方式共享一个或多个对应的聚焦元件的组(或一个或多个对应的聚焦元件内的一个或多个对应的透镜)。例如,可存在共9个LED和3个透镜,其中LED被分组为三组,每组3个LED,并且来自每组3个LED的辐射穿过与该LED群组对应的单个透镜。结合了多个UV-LED的UV-LED反应器可特别适合于具有横截面相对较大的孔的流体流动通道。与使用单个UV-LED操作以照射流体流动通道的实施方式相比,多个UV-LED可以通过增加此类流体流动通道中的照射来帮助最大化照射覆盖。

[0062] 本发明的UV-LED反应器可用于许多光反应、光催化反应和光引发反应。一个特定应用是水的净化或其它透UV流体的净化。水处理可以通过微生物(例如,细菌和病毒)的灭活和微污染物如化学污染物(例如,有毒有机化合物)的降解、通过直接光反应、光催化反应和/或光引发的氧化反应来实现。水可以通过诸如电动泵的流体移动装置的使用来流过UV-LED反应器。UV-LED可由墙壁插座、太阳能电池或电池供电。如果适用的话,光催化剂可以固定在流体通过其上的实心基质上,和/或在流体通过其中的多孔基质上,包括例如网、筛、金属泡沫、布或其结合。被载持在固体和/或穿孔基质上的光催化剂可位于纵向延伸的流体流动通道中。光催化剂也可位于流体流动通道的横截面中,以部分或完全覆盖横截面。如果光催化剂覆盖流动通道的整个横截面,则可以使用穿孔基质来允许流体通过光催化剂基质。使用来自UV-LED的聚焦UV辐射照射光催化剂,从而提供UV-LED光催化反应器。光催化剂可包含二氧化钛,或任何其它光催化剂。在某些实施方式中,在实心和/或穿孔基质上设置有一种或多种光催化剂、催化剂载体和助催化剂的组合。如果适用的话,可将诸如化学氧化剂的化学试剂喷射到UV反应器中。化学氧化剂可包括过氧化氢、臭氧或其它化学品。UV-LED可以通过外部信号自动打开和关闭。反应器可包含一个或多个构件以抑制管道中的流体流动,例如静态混合器、涡流发生器、挡板和/或类似物。

[0063] 在一些实施方式中,可以在纵向延伸的流体流动通道中部署静态混合器、涡流发生器、挡板等,以增加混合和/或使流体流在它经过流体流动通道时旋转。这可以通过输送更均匀的UV剂量或通过改善其中反应器中存在光催化剂的光催化剂表面附近的传质来提高UV-LED反应器性能。静态混合器、涡流发生器、挡板等也可用作流动限制元件,其可动态地调整以适应各种进入的流动状态,从而匹配流体流动通道中的UV辐射注量率曲线。

[0064] 本文描述的UV-LED反应器的实施方式的导热管道本体可以由铝、不锈钢或任何其它足够坚固的材料如金属、合金、高强度塑料等制成。限定流体流动通道的流体管道的内壁可以(但不必一定)由具有高UV反射率的材料制成或涂覆有这种材料,以将入射在内壁上的辐射的任何部分反射到流体。

[0065] 虽然本文描述的实施方式被呈现为具有特定特征和流体流动通道配置或透镜配置等,但应理解,本文描述的特征或配置的任何其它合适的组合可存在于UV-LED反应器中。

[0066] 此外,UV-LED反应器可以结合具有不同峰值波长的UV-LED,以产生协同效应,从而提高光反应效率。

[0067] 在一些实施方式中,UV-LED反应器包括被覆盖有石英或二氧化硅玻璃窗的平坦流动通道,其由UV-LED的阵列照射。这种配置可具有两种不同形式:

[0068] a. 在通道(包括平行通道)中流动的流体主要在垂直于流动通道长度的轴线(或主流动方向)的方向上由UV-LED照射。在这种情况下,LED沿着流动通道的长度定位。流主要在UV-LED下方/上方移动并被照射。

[0069] b. 在通道中流动的流体主要在平行于流动通道长度的轴线(或主流动方向)的方向上由UV-LED照射。在这种情况下,LED定位在流动通道的一端或两端处。流主要朝向或远离UV-LED移动并被照射。

[0070] 在这些配置中的任一配置中,可以控制流体对UV辐射的暴露。流动通道和UV-LED阵列可以以流暴露于所需数量的LED的方式布置。该设计可以是单个流动通道、一系列并行的流动通道或多个流动通道的叠层。可以通过调整流率和/或调节UV-LED功率和/或打开/关闭UV-LED的数量来控制传递到流体的总UV剂量。该设计使得能够制造薄的平面UV-LED反应器。例如,在一些实施方式中,就几何形状和尺寸而言,UV-LED反应器可以近似为手机的尺寸,具有用于流体的入口端口和出口端口。

[0071] 在一些实施方式中,多个LED沿着纵向延伸的流体流动通道的长度定位,使得主照射方向垂直于主流动方向。LED可以沿着纵向延伸的流体流动通道的一侧或相对两侧定位。流可主要在UV-LED下方(或上方)移动并且可在它沿纵向方向行进通过纵向延伸的流体流动通道时被照射。通道的内壁可由具有高UV反射率的材料制成或被涂覆有这种材料,以促进向流体的辐射传递。两个相邻的流体流动通道可以在一端处连接,以使流体从一个通道来到另一个通道(流体经历多次通过反应器)。不同的透镜——包括准直透镜、发散透镜、会聚透镜和其它透镜——可以安装在UV-LED反应器中以调整UV-LED辐射图案。

[0072] UV-LED反应器的特定应用包括例如在使用点(point-of-use)应用中加工和处理低至中等流速的水。此外,由于其紧凑的配置和高效率,根据本文描述的实施方式的UV-LED反应器可以结合在家电(例如冰箱、冷冻器、水冷却器、咖啡机、饮水机、制冰机等)、健康护理或医疗设备或设施、牙科设备和任何其它需要使用清洁水的设备中。UV-LED反应器可以结合到装置中或作为附加装置应用到已有装置中。例如,UV-LED反应器可以定位在穿过水管的某处,使得UV-LED反应器处理用于装置中(例如经过装置的水管)的水。在流体在经过管道时必须被照射/处理的情况下,或者在需要防止在管道内部形成潜在的微生物生物膜的情况下,或者在流在被使用之前需要在管道的端部处进行处理的情况下,这可能尤其是有益的。UV-LED反应器可以连同一种或多种其它形式的水净化方法(例如过滤)一起集成在该装置中。接下来参考图7至9描述UV-LED反应器的示例性使用点流体处理应用。

[0073] 图7示出了水处理系统600,该水处理系统包括入口管道626、出口管道628和水龙头605,并且结合了使用UV-LED 630操作以处理水的UV-LED反应器610。水经由入口626进入反应器610,经过UV-LED反应器610,并由从UV-LED 630发射的UV辐射照射,然后从出口管道638离开并来到水龙头605以进行普通使用。大致流体流动方向通过箭头示出。反应器610的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“6”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器600的特征和构件。

[0074] 在一些实施方式中,UV-LED反应器可结合在分配或使用水(或基于水的流体)以供人消耗的器具如冷冻器、水冷却器、咖啡机、自动售货机等中。用于供人消耗的水需要高度净化。例如,冰箱、冷冻机和水冷却器的主要供水可能包含有害的病原体。这在发展中国家和偏远地区尤其令人担忧,其中在水网络中分配水之前可能没有适当处理水。此外,由于其

特定结构,冰箱/冷冻机水管可能易于产生生物膜和微生物污染。聚合物管子通常将水从主供水转移到冰箱中,以用于室内冰和饮用水。细菌生物膜可以在水管中形成,特别是当不使用时(例如,生物膜可以在8小时内形成)。间歇用水模式导致整个水柱当天长时间停滞在水管内。供水管对表面上的细菌定植和生物膜形成的敏感性是公认的问题。

[0075] 反应器的UV-LED可响应于水开始和停止流动而自动开启和关闭。可以使用传感器来检测流体的流动并向反应器发送信号以开启或关闭UV-LED。UV-LED反应器可减少离开水管的水(用于消耗)中的微生物污染并降低感染风险。这通过UV-LED的操作状态来促进。例如,UV-LED可以在一定温度范围内工作,并且可以以高频率开启和关闭,这对于冰箱和水冷却器应用而言尤其重要。

[0076] 分配或使用供人消耗的水或水基流体(例如咖啡或其它饮料)的任何家电可以结合根据本文描述的实施方式的UV-LED反应器来处理水。例如,图8示出了包括本体711和用于将水输送到水/冰分配器714的管道713的冰箱700。冰箱700结合了UV-LED反应器710。反应器710的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“7”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器710的特征和构件。在管道713中流动的水经过UV-LED反应器710,在此它在进入水/冰分配器714之前被UV辐射照射。大致流体流动方向通过箭头示出。类似地,可以受益于结合UV-LED反应器的其它家电包括但不限于冷冻机、制冰机、冷冻饮料机、水冷却器、咖啡机、自动售货机等。

[0077] 根据本文描述的实施方式的UV-LED反应器的其它应用包括医疗保健或牙科相关或医疗设备或设施中用于手术、清洁或需要干净的水的另一目的的水或其它流体的处理。特别地,许多医疗保健应用要求水质标准比饮用水更高。本文描述的UV-LED反应器的效率和紧凑性可以使它们比用于在医疗保健设备中实施的传统UV灯反应器更具吸引力。

[0078] 例如,图9示出了血液透析机800,其包括本体821和包含UV-LED反应器810的管道823。在管道823中流动的水在于血液透析机中使用之前经过UV-LED反应器810以进行处理。反应器810的许多特征和构件类似于反应器10的特征和构件,其中使用前接数字“8”的相同附图标记来表示与反应器10的特征和构件相似的反应器810的特征和构件。类似地,可以从结合UV-LED反应器中受益的其它器具包括但不限于结肠水疗设备和分配用于清洁或手术的水的牙科设备等。

[0079] 关于在牙科设备中的应用,牙科设备水管(DUWL)的调查表明生物膜形成是一个问题,并且在DUWL中已经鉴定的绝大多数细菌普遍存在。虽然这种细菌在家用水分配系统中可能仅少量存在,但它们可以作为生物膜活跃在牙科单元中的窄孔水管的内腔表面上。来自污染的DUWL的微生物通过由工作单元手柄产生的气溶胶和飞溅传播。各种研究强调需要减少DUWL中的微生物污染。

[0080] 在一些实施方式中,UV-LED反应器可以结合在牙科单元中以处理在该单元中使用的水。UV-LED反应器可以集成在牙科单元(例如牙科椅)中,或者UV-LED反应器可以放置在保持水雾的牙科椅的托盘(辅助托盘)内,或喷水手柄内,或通过水管的其它地方,以在使用前处理水。包括即时开启和关闭的特征可以被包含于集成在牙科单元中的UV-LED反应器中。

[0081] 一些实施方式包括以脉冲模式操作的UV-LED。例如,LED可在高频率下脉冲。这种操作模式可以影响光反应速度以及光催化剂的电子-空穴重组,以便提高光催化效率。

[0082] 在一些实施方式中,UV-LED可以被编程为自动开启和关闭。例如,当流体流开始或停止在反应器中移动(这可用于使用点应用中的水净化)时,或者在特定时间间隔时,可能需要打开/关闭UV-LED。为了控制UV-LED的开/关状态,可使用传感器来检测流体流动通道中的流体运动。或者,用户可以直接(例如,通过打开和关闭开关)或者作为间接动作(例如通过打开和关闭分接头)物理地激活传感器。此特征可有利地节省反应器使用的能量。作为另一个示例,可能希望以特定的时间间隔打开/关闭UV-LED以在UV反应器腔室不工作一段时间时清洁UV反应器腔室,从而防止任何潜在的微生物生长、微生物从未处理的上游流体扩散,和/或防止任何生物膜形成。为了控制UV-LED的开/关状态,可以应用微控制器并对其进行编程以在特定时间间隔(例如,每隔几小时一次)打开UV-LED一段时间(例如,几秒钟)。

[0083] 在一些实施方式中,至少一些UV-LED可以被编程为响应于接收到信号调整其功率输出或自动打开或关闭。例如,当经过UV-LED反应器的流体的流速(或其它可测特性)改变时,可以产生信号。在流体为水的实施方式中,可测特性可以是指示水品质或污染物的浓度的特性。水质指标的示例包括UV透射率和浊度。此配置可以促进基于特定操作条件将适当的辐射能量引导到流体。

[0084] 在一些实施方式中,可以在UV-LED反应器上或在另一个可见位置(例如,在应用为水处理的情况下在水龙头上)设置视觉指示器,例如液晶显示器(LCD)或辐射信号(例如彩色LED),以告知用户反应器和UV-LED的状态。例如,当UV-LED开启时,可以显示LCD上的标记或者可以开启彩色LED,其对用户指示UV-LED的“开启”状态。

[0085] 在2016年1月19日提交的标题为“HEAT DISSIPATION APPARATUS AND METHODS FOR UV-LED PHOTOREACTORS (用于UV-LED反应器的散热设备和方法)”的美国申请No.62/280,630中描述了可以结合本文描述的散热和热管理方法和设备的基于UV-LED的光反应器的更多示例性实施方式,将所述美国申请通过引用并入本文。

[0086] 术语解释

[0087] 除非上下文清楚地另做要求,否则在说明书和权利要求全文中:

[0088] • “包括”、“包括”等应以包含性的含义而不是以排他性或穷举性的含义来解释;也就是说,以“包括,但不限于”的含义;

[0089] • “连接的”、“联接的”或其任何变体指两个或更多个元件之间的直接或间接的任何连接或联接;元件之间的联接或连接可以是物理的、逻辑的或其结合;

[0090] • “本文”、“上文”、“下文”和类似含义的词语当用于描述本说明书时应整体参考本说明书,而不是参照本说明书的任何特定部分;

[0091] • 引用两个或更多个项目的清单的“或”涵盖该词的所有以下解释:清单中的任何项目,清单中的所有项目,以及清单中的项目的任意组合;

[0092] • 单数形式“一”、“一个”和“该/所述”也包括任何适当的复数形式的含义。

[0093] 在本说明书和任何所附权利要求(如果存在)中使用的诸如“纵向”、“横向”、“水平”、“前”、“后”、“顶部”、“底部”、“下方”、“上方”、“在…之下”等指示方向的词取决于所描述和示出的设备的具体取向。本文描述的主题可以采用各种替代取向。因此,这些方向术语没有严格定义,不应该狭义地解释。

[0094] 在上文提到了构件(例如,基底、组件、装置、歧管等)的情况下,除非另有说明,否则对该构件的谈及(包括对“装置”的谈及)应该被解释为包括履行所描述的构件的功能

(即,在功能上相当)的任何构件作为该构件的等同物,包括在结构上与履行所说明的本文描述的示例性实施方式中的功能的所公开的结构不相当的构件。

[0095] 出于说明的目的,本文已经描述了系统、方法和设备的具体示例。这些仅为示例。本文提供的技术可以应用于除了上述示例性系统之外的系统。在本发明的实践中可以进行许多改变、修改、增加、省略和置换。本发明包括对于本领域技术人员显而易见的所描述的实施方式的变型,包括通过以下方式获得的变型:用等同特征、要素和/或方案替换特征、要素和/或方案;来自不同实施方式的特征、要素和/或方案的混合和匹配;将来自如本文所述的实施方式的特征、要素和/或方案与其它技术的特征、要素和/或方案结合;和/或省略来自所述实施方式的组合特征、要素和/或方案。

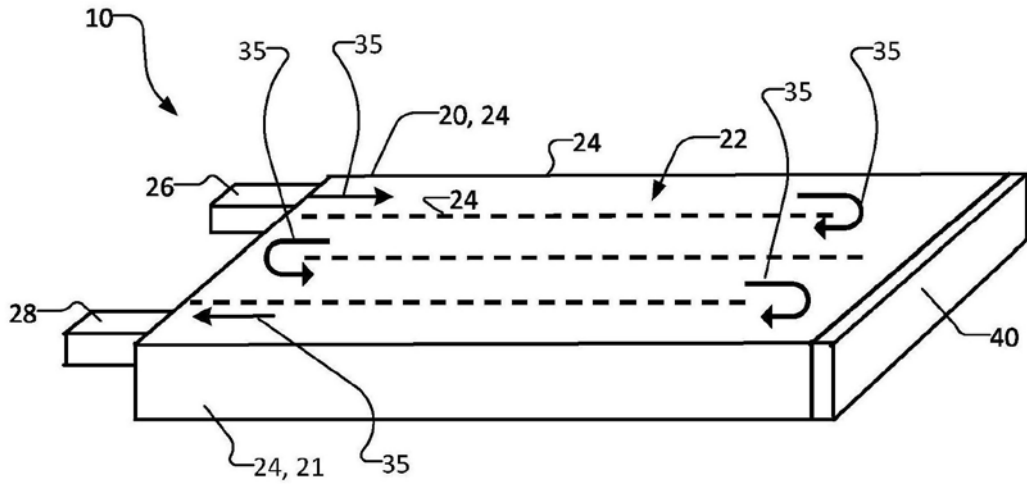


图1A

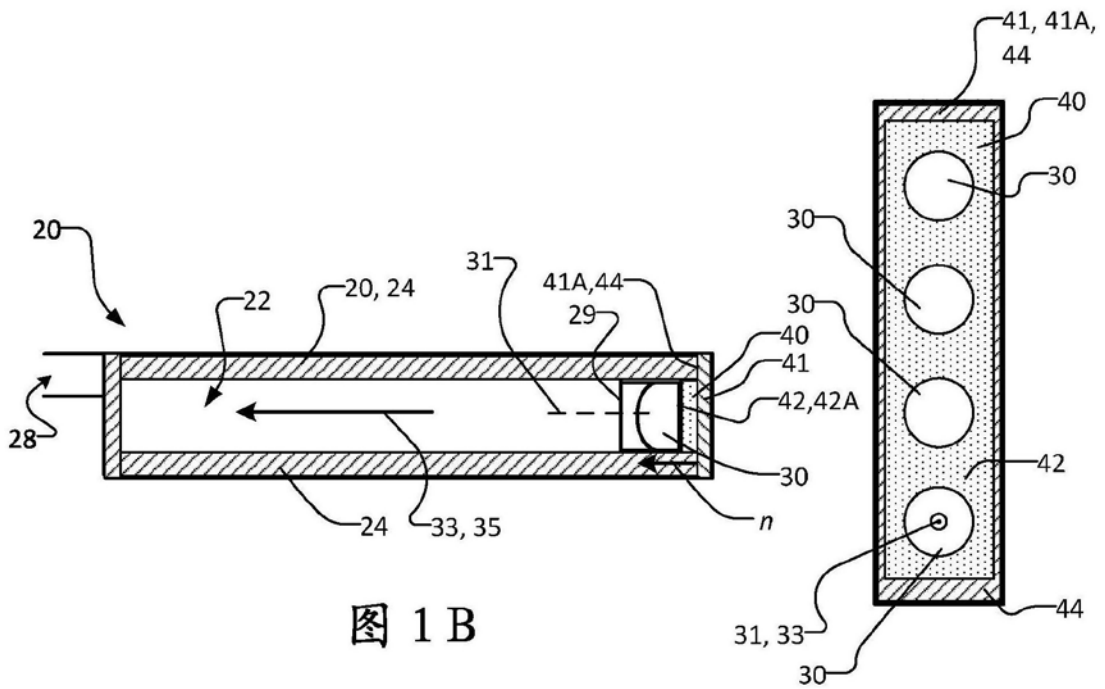


图 1 B

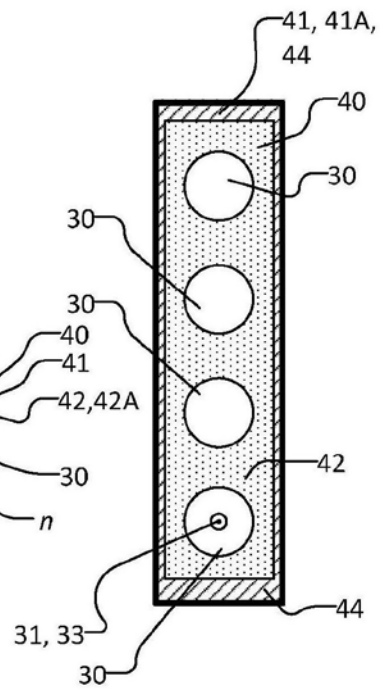


图 1 C

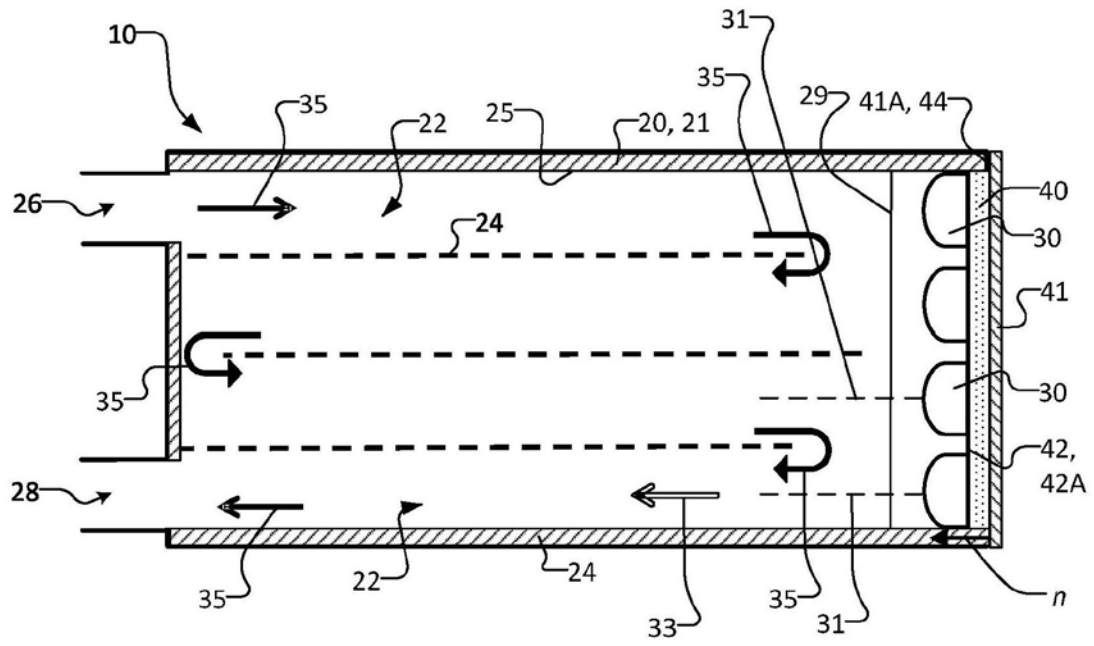


图1D

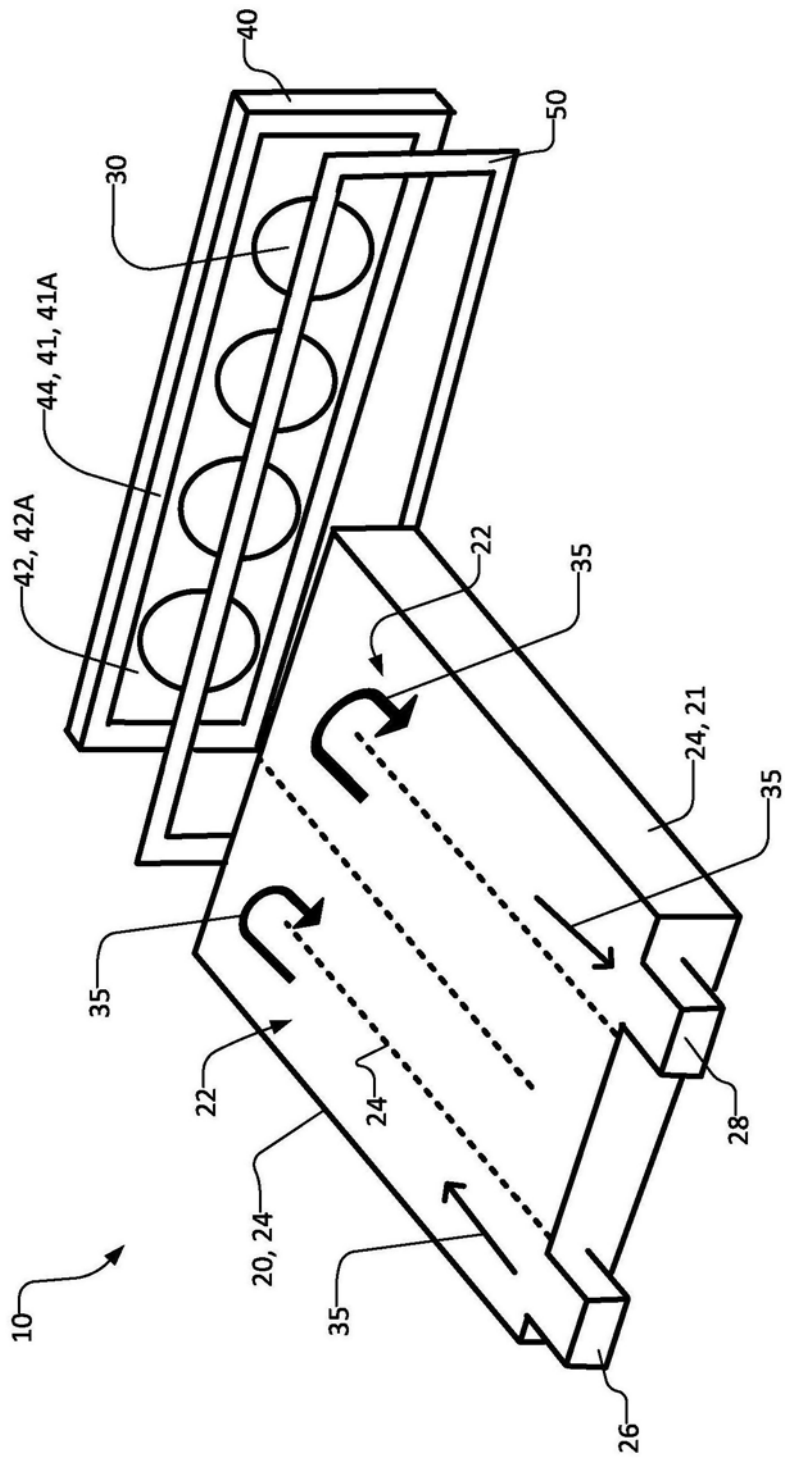


图1E

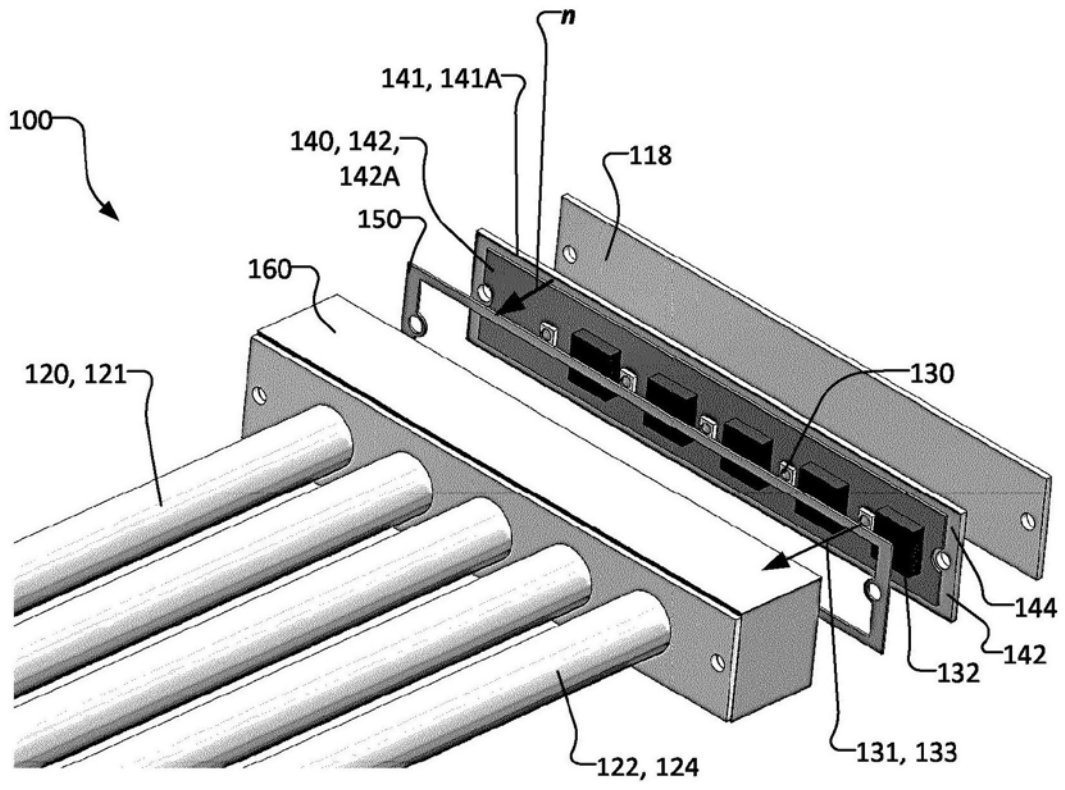


图2

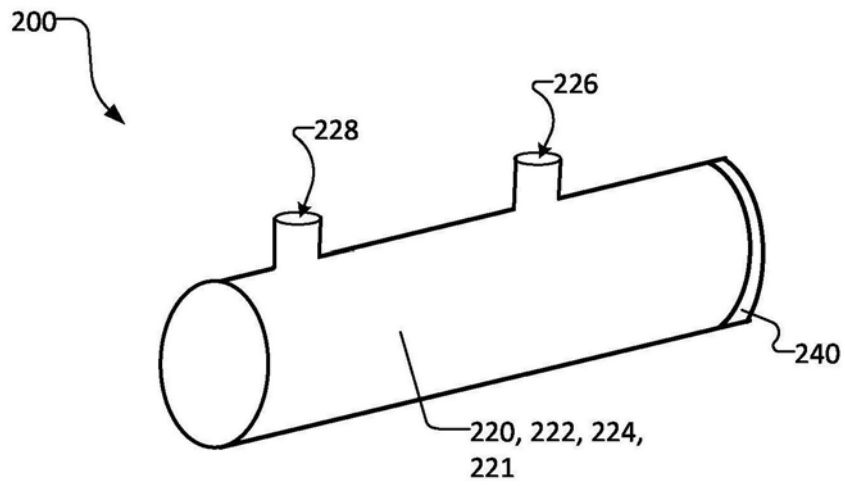


图3A

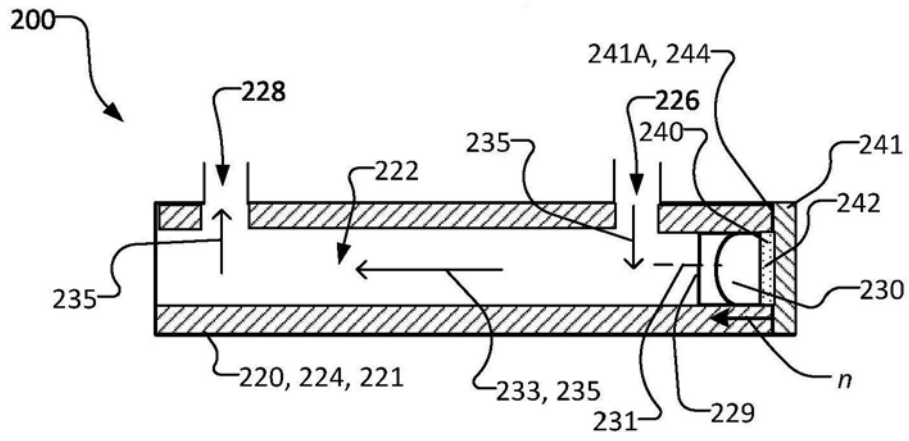


图3B

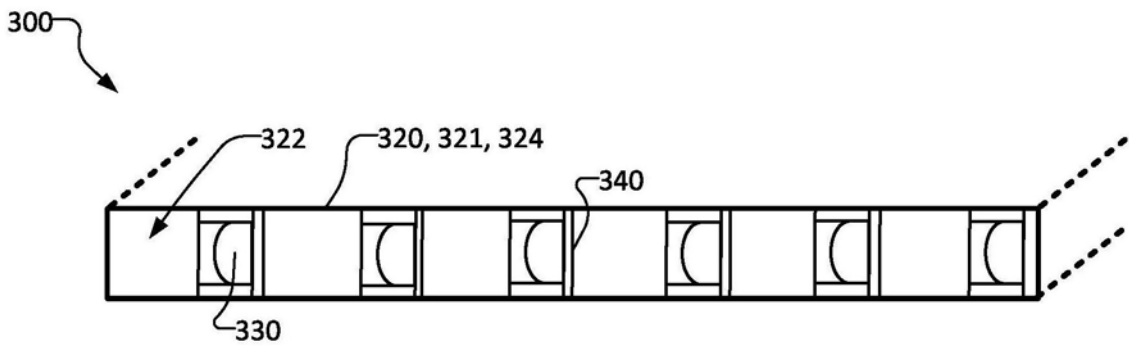


图4

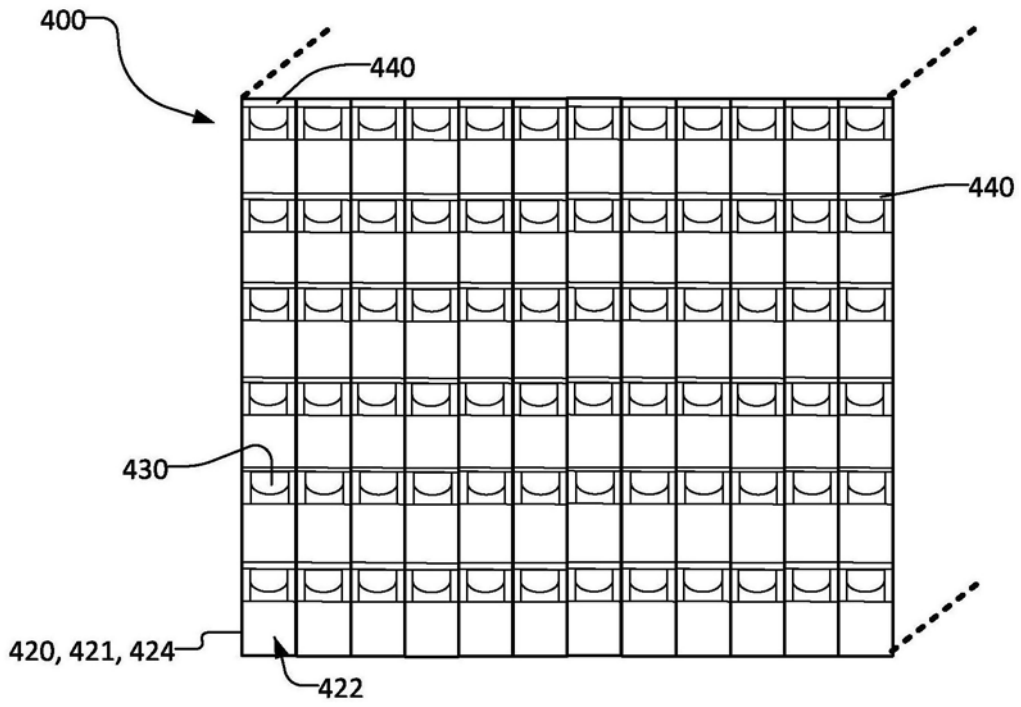


图5

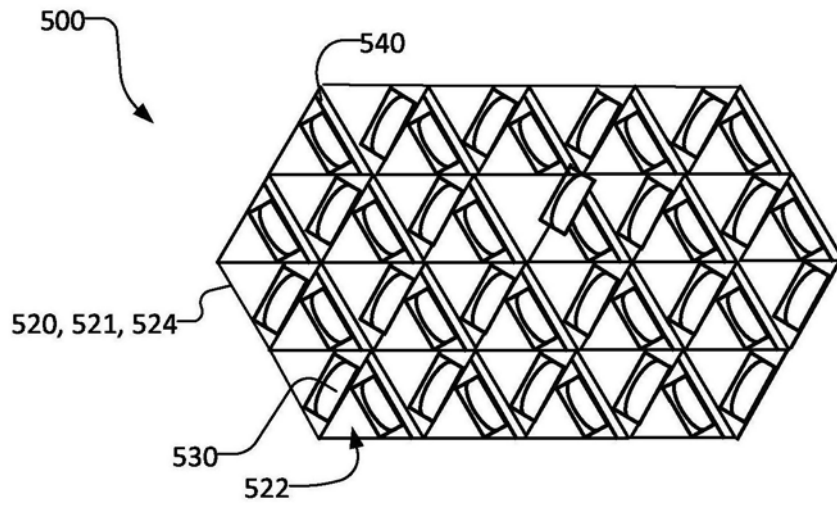


图6

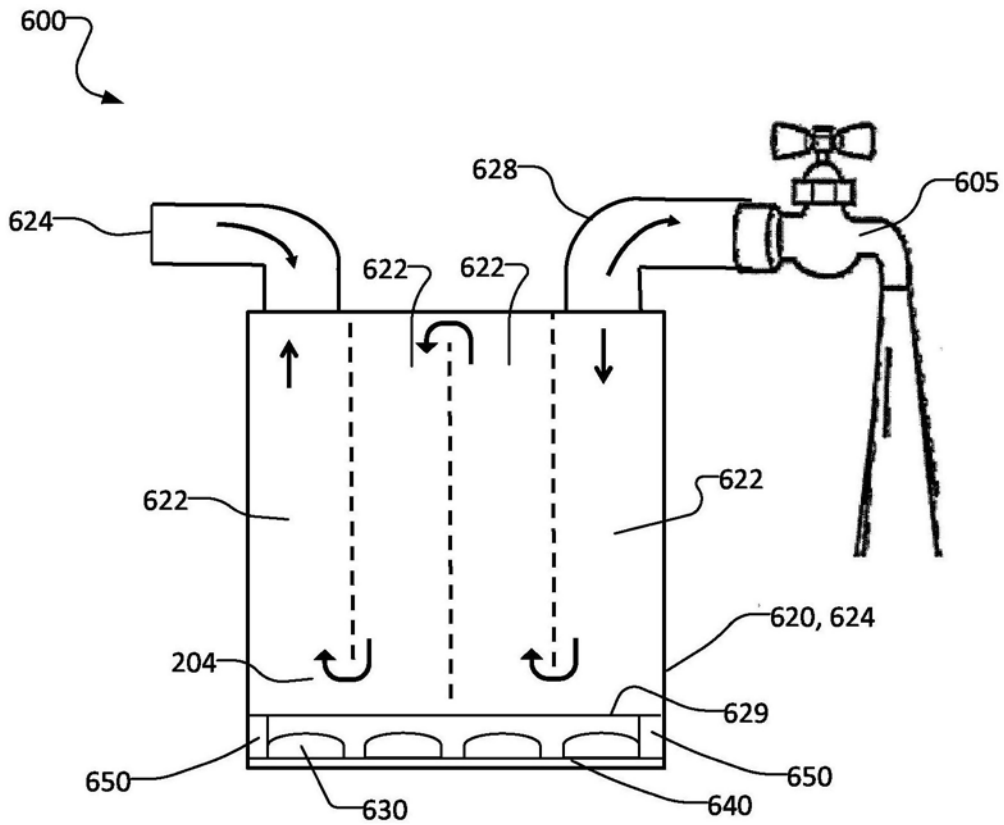


图7

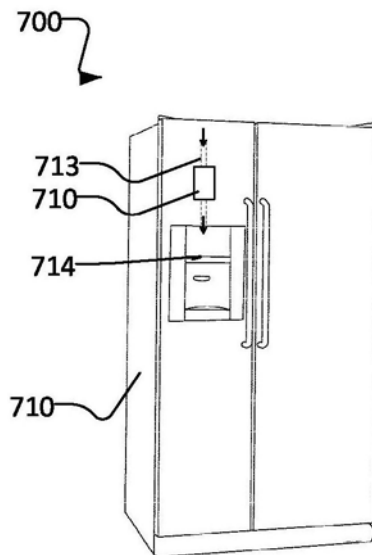


图8

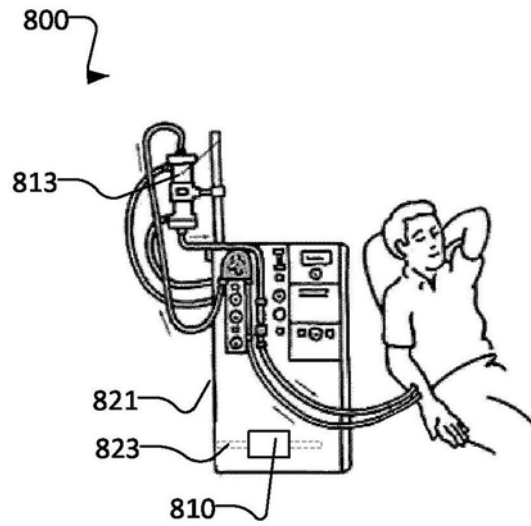


图9