



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107428563 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 201680016968.0

(72) 发明人 林大雄 余江红

(22) 申请日 2016.03.10

P·迪杰克斯特拉 M·范德梅尔  
A·J·霍弗斯塔德

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107428563 A

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

(43) 申请公布日 2017.12.01

代理人 郑立柱 李春辉

(30) 优先权数据

15160017.8 2015.03.20 EP

(51) Int.CI.

C02F 1/32 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2017.09.20

(56) 对比文件

WO 2013040652 A1, 2013.03.28

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/055130 2016.03.10

US 2006138443 A1, 2006.06.29

CN 101185171 A, 2008.05.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02016/150718 EN 2016.09.29

审查员 聂川

(73) 专利权人 听诺飞控股有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬市

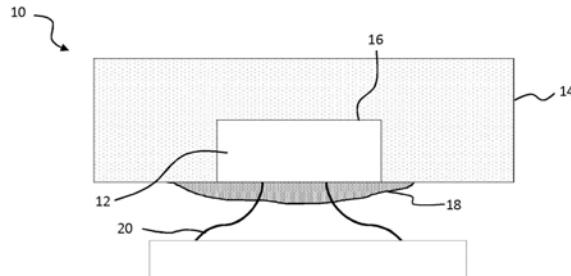
权利要求书1页 说明书16页 附图12页

(54) 发明名称

UV-C水净化设备

(57) 摘要

提供了用于紫外(UV)水净化的方法和装置，其包括具有改进的光提取效率的UV-C LED模块。UV-C LED裸片(12)被牢固地联接到相关联的半透明输出窗口(14)，使得光从裸片(12)的发光表面直接传输到LED封装的输出窗口(14)，而未跨间隙空气隙传播。因此，消除了气体到固体(和固体到气体)的光转变边界，显著减少了通过介质间边界反射损失的光量，并且从而提高了光提取的效率。



1. 一种UV-C水净化设备,包括:

一个或多个UV-C LED模块(10),用于向水体施用UV-C光,每个模块包括:

-一个或多个UV-C LED裸片(12),每个裸片具有底表面和顶表面,以及

-一个或多个UV-C半透明窗口元件(14),

其中所述UV-C LED裸片(12)中的每个UV-C LED裸片(12)被至少部分地嵌入相关联的UV-C半透明窗口元件(14)中,并且其中所述UV-C LED裸片中的每个UV-C LED裸片牢固地联接为抵靠相关联的所述UV-C半透明窗口元件,使得所述UV-C裸片的所述底表面或所述顶表面中的至少一个与相关联的所述UV-C半透明窗口元件光学连通,并且其中所述一个或多个UV-C半透明窗口元件(14)包括用于向所述一个或多个UV-C LED裸片的一个或多个端子传输电流的电轨道(32),并且其中所述一个或多个UV-C半透明窗口元件(14)用于传递来自所述一个或多个UV-C LED裸片(12)的热量,

其中所述UV-C水净化设备还包括密封层(18),所述密封层被设置在所述UV-C LED裸片或者每个UV-C LED裸片的所述顶表面或所述底表面之上,并且所述密封层(18)是反射UV-C光的。

2. 根据权利要求1所述的UV-C水净化设备,其中所述一个或多个UV-C LED裸片(12)是倒装芯片LED裸片。

3. 根据权利要求1或2所述的UV-C水净化设备,其中所述一个或多个UV-C LED裸片(12)的所述底表面包括裸片基板的表面,并且其中所述底表面与相关联的所述UV-C半透明窗口元件(14)光学连通。

4. 根据权利要求1或2所述的UV-C水净化设备,其中所述一个或多个UV-C半透明窗口元件(14)包括半透明陶瓷。

5. 根据权利要求1或2所述的UV-C水净化设备,其中所述一个或多个UV-C LED模块包括防水封装(31)。

6. 根据权利要求1或2所述的UV-C水净化设备,还包括在每个UV-C LED裸片(12)与相关联的所述UV-C半透明窗口元件(14)之间的粘合剂(33)。

7. 一种产生水净化设备的方法,包括:

将一个或多个UV-C LED裸片(12)中的每个UV-C LED裸片(12)至少部分地嵌入一个或多个半透明窗口元件(14)中,

将所述一个或多个UV-C LED裸片(12)牢固地联接为抵靠所述一个或多个UV-C半透明窗口元件(14),其中所述一个或多个UV-C半透明窗口元件(14)包括用于向所述一个或多个UV-C LED裸片的一个或多个端子传输电流的电轨道(32),每个UV-C LED裸片具有底表面和顶表面,并且所述联接使得每个UV-C LED裸片的所述底表面或所述顶表面中的至少一个与相关联的UV-C半透明窗口元件光学连通,从而所述联接生成用于向水体施用UV-C光的一个或多个UV-C LED模块,以及

提供密封层(18),所述密封层被设置在所述一个或多个UV-C LED裸片(12)中的每个UV-C LED裸片的表面之上,所述密封层(18)是反射UV-C光的。

## UV-C水净化设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用紫外光的水净化设备。

### 背景技术

[0002] 使用UV光(特别是UV-C光)来净化水,或更准确地说,来对水进行消毒和灭菌(为简单起见,此后称为水净化或净化水),是众所周知且得到确认的技术实践。利用UV-C是用于净化储水器的高效方式,而无需添加化学制剂或频繁清洗。波长足够短的UV-C光对细菌、病毒和其他微生物而言是诱变的。在约265nm的波长处,UV打断微生物细胞中DNA的分子键,在DNA中产生胸腺嘧啶二聚体,从而破坏繁殖细胞所需的DNA结构,使它们无害化或者禁止生长和繁殖。在设计用于高效UV-C灭活的UV-C系统时的主要考虑是源强度和暴露时间。源强度(也称为灯强度)是源的辐射能量和到要被辐射的表面的距离的函数。一旦建立强度因子,确定表面需要暴露多长时间是简单的。

[0003] 为了显著降低存在的微生物,需要超过6000mJ/cm<sup>2</sup>至8000mJ/cm<sup>2</sup>或更大的能量剂量。

[0004] 最近,对可以利用来自快速发展的UV-C LED光源领域的技术的UV-C水净化设备的需求已在增长。例如,众所周知,IIIA族氮化物( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ ,[0</=x+y</=1])的半导体材料具有可以用于生成紫外(UV)波长中的电磁辐射的直接带隙。例如,( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ (0<x<1))经常用作用于发光二极管(LED)的组分,从而生成低于365nm的UV辐射。

[0005] 在上文提及的水净化方面,UV-C LED解决方案赋予优于更加传统的荧光或白炽UV-C灯的许多优点,包括例如快速切换能力、小的外形规格、长寿命和显著“更清洁”的材料组成——几乎不包括危险或有害的组分材料。

[0006] 然而,根据现有技术,在从LED裸片本身以及还从LED裸片封装两者中高效提取光方面,UV-C LED都继续遭受重大问题,特别是当与常规LED领域中所取得的进展相比时。UV-C LED的壁式插座效率远低于常规蓝色LED的壁式插座效率,导致了UV-C LED生成更多热量的效应。另外,可以使用UV-C LED以使得UV-C LED提供适合于实际应用的有用寿命的温度范围远低于蓝色LED的温度范围。UV-C LED的接合点的加热剧烈地降低了光源的性能,并且继而缩短了寿命。典型的UV-C LED封装或者模块使用附接到陶瓷腔的、在UV-C波长范围内透明的玻璃(石英玻璃、蓝宝石或熔融硅石)窗口。玻璃窗口不直接附接到裸片,并且发射的光必须跨中间空气腔行进,以便通过玻璃窗口出去。结果,任何生成的光的大部分在窗口边界处被反射,该反射光随后损失,因为周围的腔通常包括非反射性材料,诸如陶瓷(氧化铝、AlN)或金属Au、Cu。

[0007] 这种不良的光提取效率对于寻求包含UV-C LED技术的水净化设备而言具有显著的不利作用。特别地,为生成给定的所需光强度或“剂量”,需要包含更大密度的LED封装,或者需要提供更大的驱动电流。在第一种情况下,这通常将既招致最终产品的更大的体积和重量,又招致更高的每单位生产成本。在后一种情况下,运行成本通常增加,并且例如对于手持设备而言,还以更大数目或更大EMF容量的电池或电池单元的形式招致增加的重量。

[0008] 因此,所期望的是如下的UV-C LED水净化设备:该UV-C LED水净化设备包括具有改进的光提取效率的UV-C LED封装,从而允许增加的光强度能力,而不招致设备体积或者重量的任何增加,也不显著增加总体操作成本。

## 发明内容

- [0009] 本发明由权利要求限定。
- [0010] 根据本发明的一个方面,提供了一种UV-C水净化设备,其包括:
- [0011] 一个或多个UV-C LED模块,用于向水体施用UV-C光,每个模块包括:
- [0012] -一个或多个UV-C LED裸片,每个裸片具有底表面和顶表面,以及
- [0013] -一个或多个UV-C半透明窗口元件,
- [0014] -其中UV-C LED裸片中的每个UV-C LED裸片牢固地联接为抵靠相关联的UV-C半透明窗口元件,使得UV-C裸片的底表面或顶表面中的至少一个与相关联的UV-C半透明窗口元件光学连通。
- [0015] 因此,提供了用于将UV-C光应用于水的生成UV-C的LED模块,每个模块包括一个或多个UV-C LED封装。每个封装包括UV-C LED裸片、以及用于透射由裸片生成的光的相关联的UV-C半透明窗口元件,两者物理地联接,使得LED裸片牢固地接合为抵靠半透明窗口,并且使得裸片的发射表面面向窗口元件的透光表面,或者与窗口元件的透光表面直接光学连通。例如,联接可以使得:裸片和相关联的窗口元件彼此直接接触,其中裸片的表面(例如,发光表面)触碰窗口元件的对应的透光表面。备选地,裸片和窗口元件可以经由例如中间粘合层或光学层而间接地物理联接,使得两者彼此牢固地粘合,但不包括直接触碰的表面。
- [0016] 由于对于所提供的UV-C LED封装中的一些UV-C LED封装而言,UV-C LED裸片与相关联的窗口元件牢固地联接,所以不存在设置在两者之间的间隙空气隙,并且在裸片发光表面处发射的光可以完全通过固体介质而被传输到封装的输出窗口。在裸片直接联接到窗口使得两者包括触碰表面的情况下,光可以直接从裸片的发射表面传到窗口的透射表面。因此,由于空气隙与输出窗口之间的边界处的反射而通常将损失的光(如上文所讨论的,在陶瓷腔类型的布置中),在本发明的情况下得以保全,从而提高了LED封装的总体效率。
- [0017] 在两者经由中间固体层(诸如,粘合剂或者次级光学器件)而物理粘合的情况下,光在到达半透明输出窗口之前必须另外穿过所述中间层,结果是一些光将由于在中间层与窗口元件之间的边界处的反射而损失。然而,由于根据本发明的这一方面,中间层是固体层,所以光损失的比例显著小于在裸片与窗口之间设置有空气层的情况——因为比起固体和气体的折射率,两个固体的折射率可以被选择为接近很多。
- [0018] 因此,本发明的实施例通过如下的光学布置改进了UV-C LED模块的总体光提取效率:该光学布置消除不必要的空气到固体转变边界,从而保全了所生成的光的原本将因边界反射损失的部分。
- [0019] 在一些实施例中,模块可以包括联接到单个窗口元件的多个裸片。例如,多个裸片可以被布置为形成阵列,使得窗口形成单个宽的发光表面。然而,在其他的一些示例中,单个窗口元件可以联接到每个个体裸片。根据一些实施例,每个模块可以只包括单个LED窗口组件,而在其他的一些实施例中,模块可以包括多个LED窗口组件的布置。
- [0020] 根据某些实施例,水净化设备可以包括用于包含待净化的水体的器皿,并且包括

围绕着器皿的外围设置的或者设置在容器之内的模块,以用于施用UV-C光的剂量。

[0021] 在具有内表面面积为 $1000\text{cm}^2$ 的器皿并且提供24小时 $1.6\text{mW}$ 的通量的设备中,利用一个UV-C LED可以达到约 $138\text{mJ/cm}^2$ ( $13824\mu\text{WS/cm}^2$ )的剂量。这个剂量远远高于阻止生物体中的(大多数)群落形成(90%)以及甚至 $3\text{-Log}(99.9\%)$ 降低所需的剂量。表1示出了99.7%杀死率所需的UV-C剂量。

99.7%杀死率所需的 UV-C 剂量	
疾病	$\mu\text{WS/cm}^2$
[0022]	皮癣
	6100
	MRSA
	6500
	脓疱病
[0023]	8000
	大肠杆菌
	7000
	伤寒
	12000
[0023]	肝炎
	8000
[0023]	流感
	6600

[0024] 表1. 99.7%杀死率所需的UV-C剂量

[0025] 由于微生物降低是依赖剂量的,所以LED可以在时间间隔内操作,针对每天有限的总操作时间,这些时间间隔可以是例如一天一次或一天多次。

[0026] UV-C LED可以每天被供电总共例如1小时,或者可以以更高频率的短脉冲来操作。这种驱动方案适于诸如小型太阳能电池板或小型电池的低功率电源。在一些实施例中,UV-C模块被提供有不包含或者包含非常有限的功率存储能力的电路,使得表面上或某一环境内的微生物的生长被减少或防止。模块将入射在太阳能电池板上的光转换成供应给UV-C模块的功率,UV-C模块然后发射UV-C辐射的闪烁。

[0027] 可以看出,许多消费类设备将受益于包括具有生成其自己功率的能力的UV-C模块,即,不需要电池或功率线路连接的模块。一些实施例可以包含能够存储少量能量的小电容器,这导致成本、复杂性、寿命以及免维护解决方案的优点。

[0028] 太阳能由太阳能电池板捕获,并被转换为流到电路中的电流,并被存储在能量存储设备(优选地是小电容器)中,直到捕获足够的能量以最节能、有利且能量经济的方式使UVC-LED闪烁。

[0029] UVC-LED闪烁,直到能量存储设备(电容器)放电,或者直到电容器包含的电荷量不足以通过经济的方式来操作UVC-LED。

[0030] 在这方面,该系统与包含太阳能电池板的已知系统不同。在已知的系统中,能量被捕获在如可充电电池的能量存储设备中,直到期望或者需要使用所捕获的能量。这可以是在捕获能量之后的相对长的时间段。在所提出的系统中,电容器一存储闪烁LED所需的能量,LED就以闪烁的方式被驱动,这意味着存储时段要短得多,并且这导致对存储容量的要求要小得多,从而允许更小的存储解决方案。能量存储设施的复杂性和尺寸的降低允许在更宽范围的消费类设备中实现更紧凑的模块。

[0031] 特别令人感兴趣的消费类设备可以是其中系统可能处于关闭状态达相当长的时间段(例如,在假期期间)的应用。在这样的系统中,微生物的生长是不期望的,这在为人类消费提供液体的系统(诸如咖啡机)、或者将小水滴雾化到大气中的系统(诸如空气加湿器)中,可能是特别相关的。

[0032] 空气加湿器是在环境中传播任何不需要的微生物的非常有效的方式,因为小液滴可能撞击在包括桌子或者台子等的下侧在内的许多垂直和水平表面上。在这样的情形下,通过由入射在太阳能电池上的日光驱动的模块而被提供的UV-C的日剂量,防止这样的设备中的微生物的生长。

[0033] 由于水通常在这样的容器中储存相对长的时间段,不期望的微生物可能在水中生长,这可能导致下一次使用该设备时的健康风险。由于上文所提到的UV-C LED的低效率,最大化特定区域中的UV-C辐射的浓度可能是重要的。在加湿器中的水容器的情况下,将UV-C光强度集中在水容器的出口阀周围的区域中可以是有益的。为了进一步提高系统的有效性,可以管理水流,使得经由阀离开容器的水接收期望的UV-C剂量水平。

[0034] 另一实施例提供咖啡机内的UV-C LED聚光模块。咖啡机内的水容器通常在顶部处打开,并且容器滑入咖啡机中的开口中。UV-C LED聚光模块被安装在咖啡机内、在水容器所滑入的开口的上方,并且被朝向水容器对准。这一示例的优点在于,可以使用简单的固定电连接来供应待提供给LED的电功率,因为水容器相对于UV-C LED移动,而反之则不然。

[0035] 另一实施例提供咖啡机内的UV-C LED模块,类似于先前的实施例,UV-C聚光模块被定位在机器内,使得UV辐射朝向水容器对准。然而,在本实施例中,UV-C透明管位于水容器内。UV-C聚光模块被定位以使得UV-C辐射朝向该管聚焦。该管的体积可以与机器提供的单杯的体积相匹配,使得煮好的咖啡源自UV-C透明管内最近净化的水。该系统可以被设计以使得UV-C透明管中的水接收最小剂量的UV-C光。

[0036] UV-C LED可以定位在水容器内、在容器上方、接近容器的(前方、后方、左方、右方)、在容器下方、或者在以上文所提到的位置的任何组合的各种隔间中。

[0037] UV-C LED聚光模块可以包括单个聚光透镜、聚光透镜阵列、菲涅尔透镜、弯曲反射器、平面反射器、非成像集中器、锥形光管道或者其任何组合。

[0038] 模块可以包括许多种类的固定特征,这些固定特征可以是螺孔、卡口式固定特征、安装用法兰,或者模块可以被简单地按压到期望位置处的凹部中。

[0039] 然而,在其他的一些示例中,设备可以简单地包括光生成单元,该光生成单元适于被插入或者其他方式被包含在外部水存储或输送部件内。例如,根据某些实施例,水净化设备可以包括穿孔盘,该穿孔盘具有根据本发明的安装的UV-C LED模块的阵列(或者其他布置),以用于在供水管道内或者在沿着管道设置的阀或前腔室内,安装在水龙头或水箱处的水递送之前的某处。在其他的一些示例中,水净化设备可以包括可移动的或“手持式”设备,以用于插入到任何选择的水体中,以施用UV-C光。

[0040] 在一些实施例中,一个或多个UV-C LED裸片可以包括倒装芯片LED裸片。

[0041] 倒装芯片LED裸片的特征在于具有设置在裸片的与发光表面相对的侧上的电接触,并且倒装芯片LED裸片通常通过焊接而电连接。LED裸片包括在裸片的相同表面上的p(阳极)和n(阴极)端子,使得它们可以被直接安装,其中发射表面面向裸片的基板——该基板具有用于与LED的端子进行电连通的电结合点。

[0042] 在本发明的情况下,半透明窗口元件可以起到基板的作用,其上可以联接有一个或多个倒装芯片LED裸片。

[0043] 在这种情况下——或者实际上根据本发明的任何适当的实施例——一个或多个UV-C半透明窗口元件可以包括用于向一个或多个UV-C LED裸片的一个或多个端子传输电流的电轨道。这可以最好被认为是“窗口上芯片”封装。轨道可以通过线结合而被连接到LED的端子,在一些示例中其后是使用UV稳定的硅树脂来封装裸片和线,封装使模块的光输出最大化并保护模块免受腐蚀和水。

[0044] 可以通过以下来增加光输出:最小化光学界面的数目、以及特别是LED裸片与出射窗口之间的空气隙的数目,或者创建如圆顶的特定形状或其他表面结构以增加提取/耦出效率。

[0045] 通过使用两种不同的封装剂(一种反射的和一种透明的),可以实现光学效率的进一步增加。这种增加是因为PCB对UV的吸收在很大程度上被反射性封装剂消除。

[0046] 可以通过例如滴涂或模塑来施加UV稳定的硅树脂、特氟隆或其他有机涂层。出射窗口然后用作具有导电轨道的电载体(基板)以电连接到裸片。轨道还可以在裸片的另一侧上连接到电源以驱动LED,并且甚至可以包括用于驱动UV-C LED的电子部件的轨道。这可以被认为是窗口上芯片的封装。从电源到LED的功率传输可以例如通过线或引脚。

[0047] 在另一个实施例中,模块可以通过电感性耦合而被供电,即,模块可以通过电能在两个磁耦合的线圈之间的近场无线传输而被供电,这两个磁耦合的线圈是被调谐为在相同频率处谐振的谐振电路的部分。

[0048] 在互连线不方便、危险或者不可能的情况下,无线传输对向电设备供电而言是有用的。在无线功率传输中,连接到电源(诸如,市电功率或LED驱动器)的发射机设备通过跨中间空间的电磁场将功率发射给一个或多个接收机设备,在接收机设备处,电磁场被转换回电功率并被利用。在发射机和接收机被适当地设计和定位的情况下,可以获得大于95%的功率传输效率。接收天线需要与发射天线良好对齐,并且接收天线与发射天线之间的距离需要是相对小的。

[0049] 在另一示例中,接收天线集成到吸盘(sucker)中,吸盘可以由橡胶制成并且用于将模块固定在期望的位置中。优选地,形成无线接收天线的电缆被封装在吸盘材料内,使得这些线不能与容器中的水接触,并且还防止经由线朝向LED模块的任何水泄漏。

[0050] 吸盘通过挤出在吸盘与吸盘被按压在其上的表面之间的空气(或水)来工作。吸盘另一侧上的大气压力使吸盘的边缘保持稳固地抵靠该表面,并且边缘与该表面形成气密(或水密)密封,使得空气或水不能返回到橡胶后面,并且在吸盘内存在比吸盘外压力更低的区域。

[0051] 电感性供电的UV-C模块可以直接放置在水容器(例如消费类设备的水容器)内,以提供快速且不麻烦的解决方案,因为水容器通常被设计为是可由用户移除和可由用户再填充的。无线功率传输去除了对从容器朝向消费类设备的壳体中的电源的电缆连接的需要,并且还去除了从容器漏水的风险、或者由容器内的电缆引起的污染、或者甚至在水容器内电缆本身上生长的微生物引起的污染。

[0052] 模块的结构可以使得一个或多个UV-C LED裸片的底表面包括透光基板层的表面,并且所述底表面与相关联的UV-C半透明窗口光学连通。

[0053] 以这种方式,例如使用倒装芯片结合工艺,将LED裸片的底部附接到半透明窗口。

[0054] 一个或多个UV-C半透明窗口元件可以包括半透明陶瓷。已知半透明陶瓷(诸如由Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>制成的飞利浦Uden半透明陶瓷)在其边界处具有高的透射与反射比率,并且还非常适合于上文所描述的裸片的倒装芯片结合。

[0055] 一个或多个UV-C LED模块还可以包括防水和水密封装。防水和水密封装允许具有如下的LED模块的净化设备:该LED模块被布置以使得它们可以直接浸没在待施用的水内。这具有如下的附加益处:即UV-C发射裸片或封装与水体积之间的光学界面的数目是最小化的。

[0056] 在一个示例中,可以通过将UV-C透明陶瓷或透明光学元件焊接到陶瓷基板上,来实现水密密封。这实现了水密模块,因为这些材料不展现出水蒸气透过性。这意味着在光学窗口与陶瓷基板之间所创建的腔内,不可以发生水的冷凝,从而消除了腐蚀的风险。有机材料通常显示相当高的水蒸汽透过率(WVTR),使其不适合使用。根据一些实施例,一个或多个UV-C半透明窗口元件可以用于传递来自一个或多个UV-C LED裸片的热量。LED裸片到窗口元件的牢固联接允许窗口用作散热器以及光学部件。与包括设置在腔内的LED的设备相比,这大大提高了设备的冷却效率,在包括设置在腔内的LED的设备中,热量不能在裸片与窗口之间传导,而是必须代之通过基板下的散热器或通过基板本身来传导。

[0057] 根据一些实施例,防水、UV反射并且生物相容的散热器被连接到水容器壁。散热器是非金属、导热、填充有诸如氮化硼(BN)的UV反射材料的、抗UV硅树脂或含氟聚合物。热导率优选高于1W/mK。在另一个实施例中,散热器的顶表面可以通过薄的铜层而被金属化,以增加热导率。

[0058] 在正常条件下,LED中热量去除的主要途径是经由接触焊盘和基板到可选的散热器,这样的散热器通常由铝或其他刚性金属制成。这些散热器与水容器的内表面不共形,并且它们也不适合于长期与饮用水接触。LED的上侧几乎不用于冷却,因为其被空气包围,与水的热导率(约0.6W/mK)相比,空气具有约0.26W/mK的不良的热导率。

[0059] 通过灌封可以改善电部件的冷却,但是这不适合于覆盖LED,因为灌封材料不透光。这是UV-C的特殊问题,因为几乎没有不展现出残留吸收的任何适当材料。UV-C模块可以用食品级硅树脂或聚氨酯(PU)来灌封,以确保水密性并改善热性能。然而,这种灌封不应用在LED的前面。

[0060] 浮动散热器适合于包含水密UV-C模块的实施例。散热器可以轻易扩大,以针对UV-C模块的不同功率水平提供充足的冷却。

[0061] 根据具有联接到相关联窗口元件的LED裸片的实施例,存在不同的联接选项。

[0062] 根据第一联接示例,可以在每个UV-C LED裸片与相关联的UV-C半透明窗口元件之间提供粘合剂。在这种情况下,两者经由粘合层而牢固地联接,并且由裸片发射的光可以(至少部分地)经由中间的粘合层而传输到相关联的窗口元件。

[0063] 根据第二联接示例,一个或多个UV-C LED裸片至少部分地嵌入相关联的UV-C半透明窗口元件中。在这种情况下,两个部件直接物理接触,其中裸片的发光表面与窗口元件的表面物理接触。这种布置因此给予了最大的光传输效率,因为在两个部件的表面之间不需要中间层。另外,这种布置最大化了热传导效率,因为通过将裸片嵌入窗口内,裸片的较大比例的外表面面积与窗口元件热连通。

[0064] 在这个或任何其他实施例中,还可以提供密封层,所述层设置在该UV-C LED裸片或者每个UV-C LED裸片的顶表面或底表面之上。该层可以例如为反射UV-C光的,从而允许任何“向后”指向的光的至少一部分被再循环并在输出窗口的方向上重新传输。在一些示例中,密封可能还是防水的。

[0065] 根据本发明的一个方面,提供了一种水净化方法,其包括:

[0066] 将UV-C光施用到水体,UV-C光由一个或多个UV-C LED模块生成,每个模块包括:

[0067] -一个或多个UV-C LED裸片,每个裸片具有底表面和顶表面,以及

[0068] -一个或多个UV-C半透明窗口元件,其中

[0069] -UV-C LED裸片中的每一个牢固地联接为抵靠相关联的UV-C半透明窗口元件,使得裸片的底表面或顶表面中的至少一个与UV-C半透明窗口元件光学连通。

[0070] 根据本发明的另一方面,提供了一种产生水净化设备的方法,其包括:

[0071] 将一个或多个UV-C LED裸片牢固地联接为抵靠一个或多个UV-C半透明窗口元件,每个UV-C LED裸片具有底表面和顶表面,并且该联接使得每个UV-C LED裸片的底表面或顶表面中的至少一个与相关联的UV-C半透明窗口元件光学连通,所述联接从而生成用于向水体施用UV-C光的一个或多个UV-C LED模块。

[0072] 在一些实施例中,一个或多个UV-C LED裸片到相关联的UV-C半透明窗口元件的联接可以包括:将UV-C LED裸片至少部分地嵌入到相关联的UV-C半透明窗口元件的表面中。在这种情况下,裸片的发光表面与窗口元件的表面直接物理接触。

[0073] 另外地,在一些实施例中,该方法还可以包括提供密封层,密封层被设置在一个或多个UV-C LED裸片中的每一个的表面之上。

[0074] 该层可以例如是反射UV-C光的和/或防水的。

[0075] 根据另一实施例,提供一种制造水密UV-C LED模块的方法,其包括:

[0076] 在陶瓷基板和陶瓷出射窗口上印刷导电轨道,可选地印刷导体线圈(用于功率的电感性耦合)

[0077] 烧结陶瓷部分,

[0078] 附接LED裸片(这可以通过导电/非导电胶或者焊接来实现),

[0079] 放置可选线圈(用于功率的电感性耦合),

[0080] 线结合,

[0081] 将两个部分焊接在一起。

[0082] 在该方法的另一实施例中,导体轨道可以是附接到陶瓷基板的小的柔性基板的一部分,或者备选地导体轨道可以是附接到陶瓷基板的离散的冲压/蚀刻的导电部分。

## 附图说明

[0083] 现在将参考附图来详细描述本发明的示例,其中:

[0084] 图1示出了用于向待净化的水施用UV-C光的第一示例UV-C LED模块;

[0085] 图2示出了图示了一系列示例半透明陶瓷在UV波长的范围处的反射率和透射率的曲线图;

[0086] 图3示出了第二曲线图,其图示了在三个示例半透明陶瓷层的边界处被分别反射和透射的光的百分比;

- [0087] 图4示出了第二示例UV-C LED模块,该示例包括多个UV-C LED裸片和防水封装;
- [0088] 图5示出了用于向待净化的水施用UV-C光的UV-C LED模块的第三示例;
- [0089] 图6示出了用于向待净化的水施用UV-C光的UV-C LED模块的第四示例;
- [0090] 图7示出了用于向待净化的水施用UV-C光的UV-C LED模块的第五示例;
- [0091] 图8a和图8b示出了一个示例水净化设备,其包括用于安装在管道或水腔室内的UV-C发光穿孔盘;以及
- [0092] 图9示出了包括含水器皿的第二示例水净化设备,该含水器皿具有设置在其基底内的UV-C LED模块。
- [0093] 图10a示出了包括含水器皿的消费类产品,该含水器皿具有对准出口阀的UV-C LED模块。
- [0094] 图10b示出了包括定位在水容器之内的UV-C LED的消费类产品。
- [0095] 图11示出了UV-C LED模块的第六示例,其是水密的且电感性供电的。
- [0096] 图12a-图12g示出了UV-C模块的第七示例。

### 具体实施方式

[0097] 本发明提供了用于紫外(UV)水净化的方法和装置,其包括具有改进的光提取效率的UV-C LED模块。UV-C LED裸片牢固地联接到相关联的半透明输出窗口,使得光从裸片的发光表面直接传输到LED封装的输出窗口,而未跨间隙空气隙传播。因此,消除了气体到固体(和固体到气体)的光转变边界,显著减少了通过介质间边界反射损失的光量,并且从而提高了光提取的效率。

[0098] 使用UV光(特别是UV-C光)来对水进行灭菌是众所周知的。波长足够短的UV光对细菌、病毒以及其他微生物而言是诱变的。在2,537埃(254nm)的波长处,UV打断微生物DNA内的分子键,在DNA中产生胸腺嘧啶二聚体,从而破坏生物体,使它们无害或者禁止生长和繁殖。水的紫外线消毒由纯物理、无化学过程组成。UV-C辐射直接攻击细菌的极其重要的DNA。细菌丧失其繁殖能力,并被破坏。即使是极耐化学消毒剂的寄生物(诸如隐孢子虫或贾第鞭虫)也被高效降低。

[0099] 最典型的是,杀菌紫外光由汞蒸气灯递送,汞蒸气灯发射处于杀菌波长处的UV光(汞蒸气在254nm处发射)。用于水处理的UV单元由产生254nm处的紫外辐射的专用的低压汞蒸气灯组成,或者由产生从200nm到可见和红外频率的多色输出的中压UV灯组成。中压灯效率约为12%,而汞合金低压灯的效率可高达40%。UV灯决不直接接触水,而是被容纳在浸没在水中的玻璃石英套筒内,否则被安装在水的外部。

[0100] 由于大的外形规格、不灵活的操作模式以及危险的组成材料,越来越多的注意力已经转向在水净化设备内使用发射UV的LED。众所周知,IIIA族氮化物( $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x-y}\text{In}_y\text{N}$ , $[0 < x+y < = 1]$ )具有可以用于生成紫外波长范围中的电磁辐射的直接带隙。然而,UV LED的效率依然是持续关注的问题,其中大多数典型的LED的陶瓷腔封装导致光的大部分的损失,这归因于在出射窗口边界处的反射。

[0101] LED降低的效率引起利用该技术的水净化设备的实际缺陷。特别地,这意味着设备招致比原本所需的功率消耗大的功率消耗,并且/或者对于给定的所提供的驱动电压,必须在设备内包含更大密度的LED模块。因此,LED封装效率的提高是密切关注的问题。

[0102] 本发明提供一种包括LED模块的水净化设备,该LED模块具有改进的光提取效率。图1示出了由本发明的实施例包括的第一示例UV-C LED模块10。UV-C LED裸片12牢固地联接到半透明窗口元件14,使得顶(发光)表面16与窗口元件的表面光学连通。在LED裸片的基底处,密封层18覆盖LED裸片的底表面,并且部分地覆盖半透明窗口的底表面。密封层可以例如包括UV-C反射材料,使得从裸片的顶(发光)表面16反射回的任何光可以通过在发光表面16的方向上的再反射而至少部分地被保全。在某些实施例中,密封可以另外地或备选地包括防水密封,防水密封适于阻止水与UV-C LED裸片的半导体层或者其他元件的连通。密封还可以有助于防止水被输送进入或穿过可能存在于裸片的表面与窗口元件的相应的触碰/接合表面之间的任何缝隙或间隙。

[0103] 通过非限制性示例的方式,密封层18可以是抗UV的有机材料、硅树脂或硅树脂复合物、含氟聚合物或其复合物。密封层可以例如通过滴涂或传递模塑来施加,尽管对于技术人员来说,将清楚的是也可以使用其他施加技术。

[0104] 通过非限制性示例的方式,半透明窗口元件14可以由诸如例如尖晶石( $MgAl_2O_4$ )、AlON或蓝宝石之类的多晶氧化铝(PCA)材料构成。然而,也可以使用其他适当的半透明陶瓷材料。

[0105] 在该示例中,由连接线20通过密封层18进行到LED裸片的电连接。这些连接线20可以连接到LED裸片的顶部,使得LED裸片基板与半透明窗口齐平,并且LED裸片则是底部发射结构。同样地,LED裸片可以是如下的顶部发射结构:其中其基板从半透明窗口14的底表面垂直移位,并且连接线被连接到提供在所述基板层上的端子。在任一种情况下,裸片的发光表面被安装成与半透明窗口的表面齐平并朝向半透明窗口的该表面,并且电连接线被连接到提供在相对侧上的端子。

[0106] 在图1的示例中,LED裸片12与半透明窗口元件14联接,使得裸片嵌入窗口元件14的主体内。以这种方式,裸片的发光顶表面16(以及另外地,侧表面)与半透明窗口元件的表面直接物理接触。结果,离开裸片的顶表面16的光可以被直接传输到窗口元件的对应的接合表面,而未通过任何中间层或间隙层传播。在任何两个光传播介质(具有不相同的折射率)之间的转变边界处,入射光的一部分总是被反射。大多数或所有这样的反射光对于裸片的整体亮度而言被损失,因此最少化出射光必须行进穿过的介质层,有助于最大化所生成的光的最终从设备出射的总比例。因此,最少化中间层提高了整体光提取效率。

[0107] 半透明窗口元件14具有增加光源的有效尺寸的作用。光在半透明材料中散射并从窗口元件14的小面(facet)逸出。避免了光的吸收(因为窗口元件是半透明的,而不是不透明的),因此防止能量损失为热量。

[0108] 如由图1的示例所具体化的上述布置可以与现有技术的UV-C设备的LED封装布置进行比较。在这些设备中,通常将UV-C LED裸片设置在非反射的陶瓷腔内,该腔由玻璃(石英玻璃、蓝宝石或熔融硅石)出射窗口覆盖。在这种情况下,LED裸片的发光表面与悬式玻璃窗口的下表面通过空气隙而分离。因此,离开LED裸片顶表面的光在进入上述窗口元件之前必须跨间隙空气层传播。结果,两个气体-固体传输边界必须由光穿过,以便离开腔。由于诸如空气的气体通常具有比诸如玻璃或陶瓷的固体低的折射率,这些转变边界招致更大的反射与透射比率以及因此更大的有用光损失。另外,由于腔通常是非反射的,所以在空气隙与玻璃出射窗口之间的边界处反射的光几乎完全通过在周围腔的壁处的吸收而损失。

[0109] 尽管在图1的示例中，裸片被嵌入在窗口元件的本体内（例如通过将裸片安装在形成在窗口中的腔内），使得除了其侧面中的一个侧面之外的所有侧面全部被窗口元件的相应的接合表面覆盖，但在其他的一些示例中，UV-C LED裸片可以仅部分地嵌入在窗口元件内，使其侧表面的一部分暴露或未覆盖。在这种情况下，密封层18可以另外部分地覆盖LED裸片侧表面的暴露部分。

[0110] 在再一些更简单的示例中，LED裸片与半透明窗口元件之间的牢固联接可以根本不包括嵌入，而是两者可以经由中间粘合层而牢固粘合。虽然两个部件之间的中间层引入出射光要穿过的附加的介质转变边界，并且从而增加了因反射损失的光的总量，但因为粘合层是固体而不是气态的，所以连接介质之间的折射率差异显著小于上文描述的现有技术的腔布置。因此，透射与反射比率显著更高，并且光提取效率也大大提高。在某些情况下，粘合联接可能优于嵌入，例如出于降低生产成本或简化制作工艺的原因。

[0111] 在某些实施例中，窗口元件可以向联接的LED裸片提供散热功能。由于窗口与所联接的裸片物理连通，所以热量可以被传导远离裸片，并且被耗散到周围的环境中。这与现有技术的布置形成对比，在现有技术的布置中窗口元件通过隔离空气空间与LED裸片分离，使经由窗口的热提取非常低效。代之，通常可能需要附加的专用散热器，其设置在LED封装下面、与裸片热连通。本发明允许高效的散热，而不需要专用散热器部件。

[0112] 在某些实施例中，半透明层可以包括半透明陶瓷。已知诸如飞利浦Uden半透明陶瓷的半透明陶瓷（诸如作为一个非限制性示例的多晶氧化铝（PCA））在其边界处具有高的透射与反射比率。

[0113] 图2示出了图示在三个示例半透明陶瓷（PCA）层的边界处被分别反射和透射的光的百分比的曲线图，每个示例半透明陶瓷（PCA）层包括相同的材料但是以不同的厚度形成。

[0114] y轴22表示反射或透射的光百分比，而x轴24表示入射光的波长（单位为nm）。线26表示具有零反射率的参考窗口的反射百分比。线281R和281T分别表示厚度为0.8mm的陶瓷层的反射百分比和透射百分比。线282R和282T分别表示厚度1.0mm的层的反射百分比和透射百分比。线283R和283T分别表示厚度1.5mm的陶瓷层的反射百分比和透射百分比。

[0115] 从曲线图中可以看出，较厚的层引起只稍高的反射百分比。然而，所有厚度跨宽范围的波长具有等于或低于约30%的反射率百分比。

[0116] 在图3中示出了第二曲线图，其图示了在三个示例半透明陶瓷层的边界处被分别反射和透射的光的百分比，每个示例半透明陶瓷层由不同的示例陶瓷材料组成。每一种示例陶瓷材料都是多晶氧化铝（PCA），但是使用不同条件（诸如粉末尺寸、温度等）而合成的。为了参考，曲形图上还示出了石英层的相应的反射百分比27R和透射百分比27T。

[0117] 再次，y轴22表示反射或透射的光的百分比，而x轴24表示入射光的波长（单位为nm）。如在图2中，线26表示具有零反射率的参考窗口的反射百分比。线28R和28T分别表示组成的第一示例陶瓷层的反射百分比和透射百分比。线29R和29T分别表示第二示例陶瓷层的反射百分比和透射百分比。线30R和30T分别表示第三示例陶瓷层的反射百分比和透射百分比。

[0118] 从曲线图中可以看出，所有示例半透明陶瓷材料均具有低于约22%的反射百分比，其中三种示例半透明陶瓷材料中的两种展现出低于约12%的反射率。这些值与现有技术的设备已知的石英相比是非常有利的，石英仅实现了例如在对于DNA吸收而言最佳的波

长(～260nm)处的只稍低的反射率。

[0119] 根据本发明的实施例的UV-C LED模块可以包括联接到单个半透明窗口元件的多个LED裸片。图4示出了这样的模块的一个示例。多个LED裸片12被嵌入在半透明窗口元件14的主体内。密封层18沿着裸片行的基底，密封层18覆盖裸片中的每一个裸片的底表面，并且另外地覆盖分离相应裸片的窗口元件部分的底表面。在一些备选的示例中，可以提供用于单独覆盖每个裸片的密封，而未另外跨越所嵌入的裸片之间的空间或间隙。在再一些其他示例中，可以根本不提供密封。

[0120] 与图1的示例中一样，密封18可以是UV-C光反射和/或防水的。图4的示例UV-C LED模块还包括防水封装31，其可以包括在窗口元件的外部边界周围设置的防水层，或者可以例如包括围绕窗口元件构造的附加结构或壳体。壳体可以使用溶胶-凝胶工艺来产生。溶胶凝胶工艺是用于从小分子产生固体材料的工艺。该工艺涉及将单体转化为胶体溶液，胶体溶液用作离散颗粒或网状聚合物的整合网络的前驱体。溶液逐渐演变成包含液相和固相两者的凝胶状体系的形成。这可以以许多方式实现，最简单的方法是允许沉淀发生的时间，然后倒出剩余的液体。离心也可以用于加速相分离过程。

[0121] 去除剩余的液体(溶剂)相需要干燥过程。这通常伴随着大量的收缩和致密化。可以去除溶剂的速率最终由凝胶内液体的分布确定。最后组分的最终微结构将明显受到在此过程阶段期间对结构模板施加的变化的强烈影响。

[0122] 在干燥过程之后，为了进一步增强机械性质和结构稳定性，通常需要诸如烧结的热处理。该工艺优于更传统加工技术的一个优点在于致密化通常在较低的温度实现，另一个优点在于该工艺相对便宜并且允许精细控制产品的化学组成。甚至，少量的诸如氮化硼的掺杂剂可以被引入到溶胶-凝胶中，并且最后均匀分散在最后产品中。

[0123] 本发明的另一实施例使用由压制玻璃160制造的壳体，备选地可以从玻璃160的挤出管便宜地制造壳体。

[0124] 在本发明的某些实施例中，一个或多个UV-C LED模块可以包括嵌入在单个半透明窗口元件内——或者其他方式牢固地联接到单个半透明窗口元件——的LED裸片的平面阵列。根据模块的期望的输出强度或亮度，可以选择具有特定密度或阵列“节距”的LED裸片阵列。在这样的裸片阵列的情况下，在某些实施例中可能希望窗口元件包括沿着其底表面延伸的电轨道，以用于将电流传输到嵌入或联接的LED裸片的端子的目的。根据这样的示例，由于窗口元件本身起着PCB的作用，所以使得不需要用于LED裸片的电安装的附加板。

[0125] 在这个或其他实施例中，UV-C LED裸片可以包括倒装芯片UV-C LED裸片。倒装芯片LED裸片的特征在于使两个电接触都设置在裸片的同一侧上——特别是在裸片的与发光表面相对的侧上。倒装芯片裸片的p端子和n端子两者都被设置在裸片的底表面处，因此电轨道仅需要被提供到每个裸片的一侧(顶部或底部)。这允许将裸片嵌入窗口元件内或以其他方式联接到窗口元件(例如如图1和图4所示)，而不需要提供穿过窗口元件的部分以便到达裸片顶表面上的端子的电线。

[0126] 图5中图示了用于一个示例UV-C LED模块10的电结合布置的第一示例，该示例UV-C LED模块10包括被提供到半透明陶瓷窗口14的底表面的倒装芯片结合UV-LED裸片12和导体轨道32。UV-C LED裸片经由粘合剂层33牢固地联接到半透明窗口的底表面，并且被联接为使得裸片的发光表面面对窗口的底表面。(阳极和阴极)接触端子在裸片的与发光表面相

对的侧处,结合线20被焊接(或通过任何其他手段粘合/连接)到接触端子。结合线提供了裸片12的端子与提供在半透明窗口14的底表面上的导体轨道32之间的电连接,以用于将驱动电流传输到设置在窗口上的LED。导体轨道包括驱动电源和用于两个结合线的电接触点。LED裸片通过抗UV-C(在一些实施例中,并且防水)的密封层18而被封装,密封层18例如通过滴涂或传递模塑而被施加。

[0127] 在一些示例中,UV-C LED裸片的阵列可以联接到共用的窗口元件14,以及提供在窗口的底表面上的、用于驱动每个裸片的电轨道32,因此创建多裸片UV-C LED模块。在这种情况下,陶瓷窗口用作电载体,或者用于所联接的LED裸片的实际PCB。

[0128] 根据一些示例,如图6所示,UV-C模块10还可以安装在周围的金属(或技术人员将清楚的其他适当的材料)安装环34内。通过非限制性示例的方式,安装环可以通过模塑工艺形成。图6还示出了围绕LED裸片12滴涂或模塑的、用于包含封装的腔壁。

[0129] 根据另外的一些示例,如图7所示,UV-C LED裸片可以部分地或完全地被嵌入陶瓷窗口14的主体内,例如被设置在形成在窗口14的主体中的腔内。在这种情况下,裸片可以通过粘合剂层33的方式而粘合在所述腔内,粘合剂层33被提供在裸片的顶(发光)表面与所形成的腔的顶表面之间。然后,在裸片的底表面之上形成密封层18,以提供抗UV-C(在一些实施例中,并且防水)的封装。

[0130] 在一些实施例中,水净化设备可以包括被布置或组装在较宽的LED模块组件内的多个UV-C LED模块——每个UV-C LED模块包括裸片阵列、单行裸片或个体裸片。这样的组件可以例如包括用于各种LED模块的物理安装的板,以便于特定的定向或光传播方向。组件还可以包括例如防水封装,以便允许将所述组件浸没到水体中,以用于施用UV光的剂量。这种防水封装在某些示例中可以除了被提供用于个体LED模块的防水封装之外被提供,或者在其他示例中可以被提供为代替个体模块封装。在一些示例中,组件可以包括附加的光学元件,诸如会聚透镜、准直透镜或其他光束成形元件。

[0131] 图8a和图8b示出了根据本发明的水净化设备的第一示例实施例,其包含根据上述示例中的一个或多个示例的UV-C LED模块。图8a示出了水净化系统38,其中两个穿孔板40被容纳在腔室42内,穿孔板包括多个安装的UV-C LED模块,以用于施用UV-C LED光。在其他的一些示例中,穿孔板可以包括多个UV-C LED模块的安装组件,该组件包括附加的支撑结构部件、或者例如光学元件。在本发明的一个实施例中,穿孔板40可以被修改以装配到任何其他容器或导管中。例如,穿孔板可以适于装配到运载水的柱形管道中。

[0132] 在图8a所示的示例中,腔室42具有入口44和出口46。水通过入口44进入腔室42并穿过穿孔板40中的穿孔。存在于水中的微生物在穿过穿孔板中的穿孔时,被暴露于由安装在穿孔板上或穿孔板内的UV-C LED模块发射的UV-C辐射。UV辐射被微生物中的DNA、RNA和蛋白质吸收,导致微生物的遗传紊乱和灭活。随着水从板的一侧经过到另一侧,穿孔板将微生物的前部和后部两者都暴露于辐射,使净化设备的整体灭菌效率最大化。

[0133] 在某些示例中,可以采用基于反馈的功率控制单元和反馈单元,来控制递送给LED模块的总功率(图8a中未示出)。反馈单元可以向基于反馈的功率控制单元提供关于待净化的水的物理性质(例如粘度、颜色或混浊度)的数据。基于接收的数据,这样的控制单元然后可以改变供应给LED模块的总功率,从而允许针对水内给定的微生物浓度的最佳能量消耗。

[0134] 在某些示例中,系统38可以包括覆盖腔室42的一个或多个壁的UV反射屏48。入射

在UV反射屏48上的任何UV辐射被反射回到腔室的主体中,从而增加腔室内UV辐射的强度,并提高了系统的灭菌效率。

[0135] 图8b示出了穿孔板40的前视图,穿孔板40包括安装在其表面上的UV-C LED模块10。安装的LED模块在一个示例中包括联接到单个半透明窗口元件的LED裸片阵列(如在图4所示的示例中),或者在另一示例中可以包括模块阵列,其中每个模块联接到单独的孤立的窗口元件。穿孔板40具有穿孔52,以允许水穿过板的表面。取决于期望的水流率,并且取决于用于安装期望浓度的LED模块的所需表面空间,可以以更大或更小的相对尺寸来提供穿孔。

[0136] 在根据本发明的水净化设备的另一实施例中,设备包括用于包含待净化的水体的器皿,并且包括多个根据上述示例的UV-C LED模块,该UV-C LED模块被设置在器皿内或者被安装在器皿外,以用于对所包含的水施用UV光剂量。在图9中示出了这样的实施例的一个简单示例,其中用于包含水体64的器皿62容纳一个或多个UV-C LED模块10,一个或多个UV-C LED模块10用于向水递送UV-C光66的剂量。在所示的示例中,模块被安装到设备的基底支撑结构,并且设置在器皿的壁内,浸没在待净化的水体内。然而,在其他的一些示例中,LED模块可以不被浸没,而是例如被设置在器皿壁内或者刚好在器皿壁外。在这种情况下,壁可以包括UV透明材料,使得来自模块的光可以穿透到所包含的水中,而不会与水流体接触。

[0137] 在一些示例中,图9的实施例可以包括根据上述示例的单个或多个LED模块的组件,这些组件例如包括附加支撑结构,以用于对LED调整角度以生成在特定的传播角度范围的光。组件可以另外包括光学元件或其他光束成形元件。

[0138] 在根据本发明的水净化设备的另一实施例中,设备可以包括手持式或以其他方式“可移动的”净化设备,其包括根据上述示例的多个UV-C LED模块。可移动设备可以例如适于手动插入到任何期望的含水器皿中,此时模块或模块组件被激发,以向所包含的水递送所需剂量的UV-C辐射。该设备可以例如包括“棒”状结构,以用于容易地插入一系列不同的器皿中。该设备可以包括用于保护用户免受UV辐射暴露的各种安全特征。例如,该设备可以包括具有UV反射或吸收表面的上屏蔽件,以用于偏转或捕获入射辐射。该设备可以包括传感器,这样的传感器可以是用于感测身体热量的红外传感器。当感测到身体热量时,然后可以使设备掉电。

[0139] 本发明还提供一种用于产生根据上述设备实施例中的一个或多个设备实施例的水净化设备的方法。根据该方法的一个或多个实施例,产生了根据图5-图7中的任何图的用于向水体施用UV-C光的UV-C LED模块。在这些实施例的示例中,首先通过例如印刷、模塑、图案化或任何其他适当的方法,将导体轨道32形成在半透明窗口元件14的底表面上。轨道可以包括例如在第一方向上彼此相邻地延伸的两个或更多个共用的导轨,导轨具有在第二方向上从它们延伸的相互成对的裸片连接器轨道,每对延伸到导轨之间的中心空间,该空间用于安装LED裸片。

[0140] 一旦轨道形成,在连接器轨道所延伸到的专用空间中,多个UV-C LED裸片被安装或联接到半透明窗口元件的底表面。如在图5和图6的示例中,裸片可以通过使用粘合剂层33将裸片粘合到窗口的底表面来联接,裸片的发光表面面对窗口的所述表面。在其他的一些示例中,如在图7的示例中,裸片可以通过以下而被联接到窗口:首先在窗口中在用于安装的专用空间中形成腔——这是在形成电轨道32之前或之后完成的,然后使用粘合剂层将

裸片安装在腔内,以确保牢固联接。在其他的又一些示例中,可以将裸片嵌入窗口中的腔内,而不使用粘合层,因此避免了由在粘合剂与裸片/窗口之间的边界处的反射而引起的光牺牲。

[0141] 在将裸片安装到窗口之后,裸片的(阳极和阴极)端子通过结合线20而被连接到导体轨道32,结合线在每个端部通过例如焊接来固定。此后,通过例如滴涂或传递模塑,至少在每个裸片之上,通过例如形成硅树脂和BN顶部包封,来形成封装层18。

[0142] 在一些情况下,背侧反射器元件还可以随后通过例如反射材料的表面层的沉积或模塑,而形成在窗口元件的整个底表面之上。这执行允许在材料层之间的边界处反射回的光中的至少一些光的再循环的功能。

[0143] 图10a示出了空气加湿器的水器皿62。当水器皿62为空时,用户可以使用手柄70提起器皿,以经由拧入的塞子(未示出)用水再填充器皿。当使用手柄70提起再填充的器皿62时,阀72中的弹簧(未示出)将阀杆74推送为抵靠阀体76中的座78,并关闭阀,防止水流动。

[0144] 当用户将器皿62放回到加湿器中时,销84将阀杆74向上按压离开阀座,从而允许水流过阀进入加湿器烟囱86中。

[0145] 图10b示出了定位在器皿62内的UV-C LED模块10。LED模块10位于器皿的顶部处,并且包括诸如聚光透镜的光学装置88,以将UV-C光66朝向位于器皿底部处的一点聚焦,在这种情况下,UV-C朝向出口阀72聚焦。光学装置88由具有高于水的折射率( $n>1.45$ )的UV-C透明材料制造,石英是合适的材料。

[0146] 出口阀72具有UV-C反射壁,其可以作为涂层而被施加到非UV-C反射材料,或者备选地可以由诸如铝的UV反射材料制造该壁。这些壁限定了在主器皿62下方的第二较小的器皿90。UV-C光66进入第二器皿90并且在器皿的内侧周围被反射。这意味着系统的效率提高,因为UV辐射以比主器皿62中所含的更小体积的水为目标,并且因此向该体积的水提供期望的UV-C剂量所需的时间较少。一旦用适当剂量的UVC来辐射水,使用风扇80将小液滴吹出加湿器的喷嘴82。

[0147] 在另一实施例中,UV-C LED模块10定位在器皿62外,并且它们通过UV透明窗口将UV-C辐射发射到第二器皿90中。该实施例的优点在于UV-C LED模块10可以被放置在可移除的水器皿62外,这降低了对允许功率被传输给LED的电接触的要求,而同时仍然允许水器皿被移除。这样的接触可以被具体化为滑动接触型连接器。

[0148] 在空气加湿器的另一实施例中,UV-C LED与聚光透镜集成,以形成UV-C LED模块10。UV-C模块10位于水器皿内、在顶部处,并且被定位以使得发射的UV-C光66朝向出口阀72附近被聚焦(类似于LED点光源)。在出口阀附近,UV-C透明窗口被装配在水器皿62与第二器皿90之间。该UV-C透明窗口允许UV-C光66中的一些光穿过第二器皿并进入第二器皿中,并且因此向第二器皿90中的水提供期望剂量的UVC光66。

[0149] UV-C透明材料可以是诸如石英、玻璃160(UV透明软玻璃)、UV-C透明聚合物材料(诸如多晶铝(PCA)、特氟隆或硅树脂)之类的任何UV-C透明材料。

[0150] 图11示出了UV-C LED模块10的第六示例,其是水密和电感性供电的。UV LED裸片12被安装在陶瓷基板94上,陶瓷基板优选地是反射性的,以通过将撞击在陶瓷基板94的反射表面上的任何UV辐射朝向半透明窗口元件14反射,来提高LED模块10的效率。电感线圈96也安装在陶瓷基板94上,以用作无线功率传输系统中的接收机。电感线圈通过结合线20而

被连接到UV LED裸片12。

[0151] 第一可焊层98以与半透明窗口元件14的形状相对应的形状,被施加到陶瓷基板94。该形状可以是正方形、矩形、圆形或任何其他形状。

[0152] 将第二可焊层99施加到半透明窗口元件14,并且使陶瓷基板94和半透明窗口元件彼此接触。当已经实现了正确的对齐时,可焊层可以被加热,并且这将使UV LED裸片12密封在水密UV半透明模块10中。

[0153] 图12a-图12g示出了UV-C模块10的第七示例,其包括密封件100、PCB 101、UV-C LED裸片12、电源线103、反射器104、石英窗口元件14'和盖105。密封件100确保所有部分相对于彼此正确定位,并且其特征可以在固定装置(例如螺孔)。UV-C LED裸片12被安装在PCB 101上,并且这两个部件在一起通常被称为2级(L2)部件。使用机械突起将UVC LED裸片12和PCB 100安装在密封件的顶部上,以提供正确的对齐。在这些的顶部上放置反射器104,该反射器具有多个功能:第一个功能是将UV-C辐射朝向石英窗口元件14'反射,使得模块10的光学效率提高;第二个功能是用作石英窗口元件14'的间隔件;第三个功能是用作灌封材料107(其被添加以完全密封模块10)的屏障,这将确保灌封材料107不会流经LED裸片12的前面而阻挡光输出。第四个功能是用作PCB 101与石英窗口元件14'之间的热连接。第五个功能是保护PCB 101免受UV-C辐射。

[0154] 密封件在顶面(未示出)上具有突起,这些突起沿轴向和径向两者突出。轴向突起向PCB 101和UVC LED裸片12和盖105提供定位,而突起的径向部分向圆形反射器104和石英窗口元件14'提供同心定位。

[0155] 在石英窗口元件14'已经被放置在反射器104的顶部上之后,安装盖105,并且轴向突起再次提供用于盖105的定位。

[0156] 然后,将模块10翻转,并将灌封材料107倒入到密封件100的基底中的中心孔106中。可以在密封件中提供另外的通气孔,以允许当灌封材料107被倒入时从模块10排出空气。这是重要的,因为它降低了气穴形成的可能性,气穴形成降低热导率并且还可能影响模块的入口防护(IP)等级。此外,作为另一优点,灌封材料包围电线103,用作应变消除,以防机械力损害电线到PCB 101的连接。

[0157] 在另一实施例中,PCB 101可以是单面的,即,用于驱动UV-C LED裸片12的所有所需的电部件被放置在PCB 101的单侧上。这带来了封装优点,因为可以因此使整个模块10更薄。

[0158] 3D打印技术(也称为增材制造)可以适合于使得散热器或陶瓷壳体或模块的更加复杂的形状能够被制造(其使用常用的制造技术将是可能的),并且可以去除在工厂或车间制造这些部件的需要。消费类设备的用户可以能够购买能够3D打印壳体或散热器的权利,来升级或修复他们当前的消费类设备,以确保UV-C模块10的可能的最佳性能。

[0159] 图13示出了另一实施例,在该示例中,UVC LED裸片12可以安装在Al-IMS PCB上。IMS是指绝缘金属基板。使用IMS PCB,代替通常的基材,铝被用作铜的载体。铝芯PCB通常用于帮助电路的热管理。UVC LED裸片12和PCB 101被包围在壳体105中。模块的上侧用石英窗口元件14'封闭,以使得UV-C能够传输到周围介质,同时仍然确保UVC LED裸片12从环境的充足投影。

[0160] 可以使用例如有限元分析(FEA)的计算机技术,对热流进行计算和建模。在第一实

验中,在UVC LED裸片12的顶部与石英窗口元件14'的底部之间存在350nm的空气隙。下表2示出了使用的热导率:

[0161]

材料	热导率W/mK
铝	237
石英	1.2
A1 - IMS	140
塑料	0.19
灌封材料(用于驱动器)	0.5
UVC LED裸片材料	0.46

[0162] 表2.热导率

[0163] UVC LED裸片12和驱动器部件两者均安装在PCB 101上,向UVC LED裸片12输入的热量为0.126W,并且向驱动器部件输入的热量为0.083W。整个模块10被建模为被空气围绕。未输入LED的确切材料性质。为了允许准确的模拟,用块材来代替UVC LED裸片12,并且改变热导率,直到UVC LED裸片12的顶部与底部之间的计算的热阻满足从结到壳(from junction to case)的指定的热阻。

[0164] 在UVC LED裸片12与石英窗口元件14'之间具有和不具有附接层的情况下,实施模拟。壳体105的温度升高2°C,并且UVC LED裸片12的T<sub>max</sub>下降相对应的量,这在图14中可以看出。计算的实际温度可以在下面的表3中看出。

[0165]

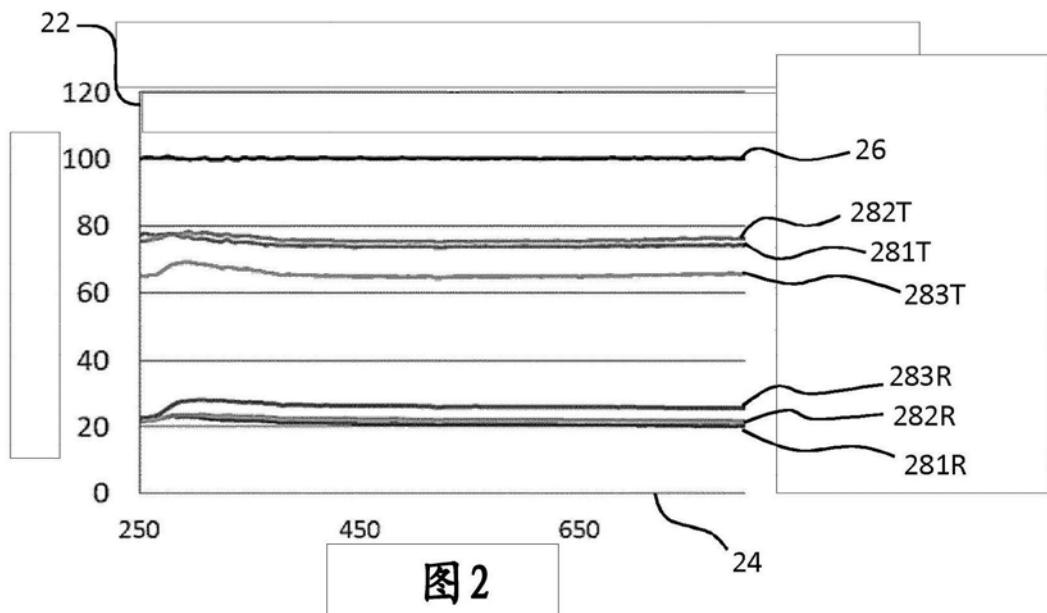
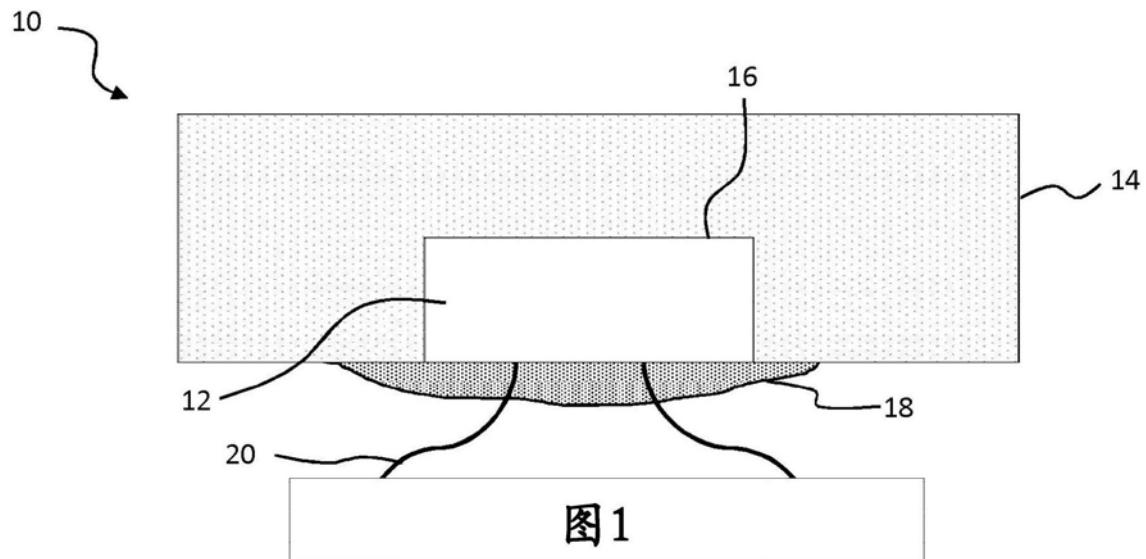
	壳体温度°C T <sub>max</sub>	UVC LED 裸片温度°C T <sub>max</sub>
不具有附接层	41.1	45.7
具有附接层	43.1	43.6

[0166] 表3.具有以及不具有附接层的温度

[0167] 可以理解,如果我们将边界条件从将生成的热量传递到空气改变为将热量传递到水,那么热阻大大下降。除了通常使用的UVC LED裸片12的底表面之外,该实施例允许我们还使用UVC LED裸片12的顶部来传输热量。

[0168] 用于附接层的适当材料是例如硼酸盐或涂层,该涂层由以下项制成:聚合的烷基三烷氧基硅烷或聚合的芳基三烷氧基硅烷,诸如三甲氧基硅烷和三乙氧基硅烷,其中添加或不添加纳米二氧化硅颗粒。备选地,可以使用UV级硅树脂漆或胶。

[0169] 本领域技术人员在实践所要求保护的发明中,通过研究附图、公开内容和所附权利要求,可以理解和实现所公开的实施例的其他变化。在权利要求中,“包括”一词并不排除其他元素或步骤,并且不定冠词“一”或“一个”不排除多个。在相互不同的从属权利要求中记载某些措施的纯粹事实并不指示不能有利地使用这些措施的组合。权利要求中的任何附图标记不应当被解释为限制范围。



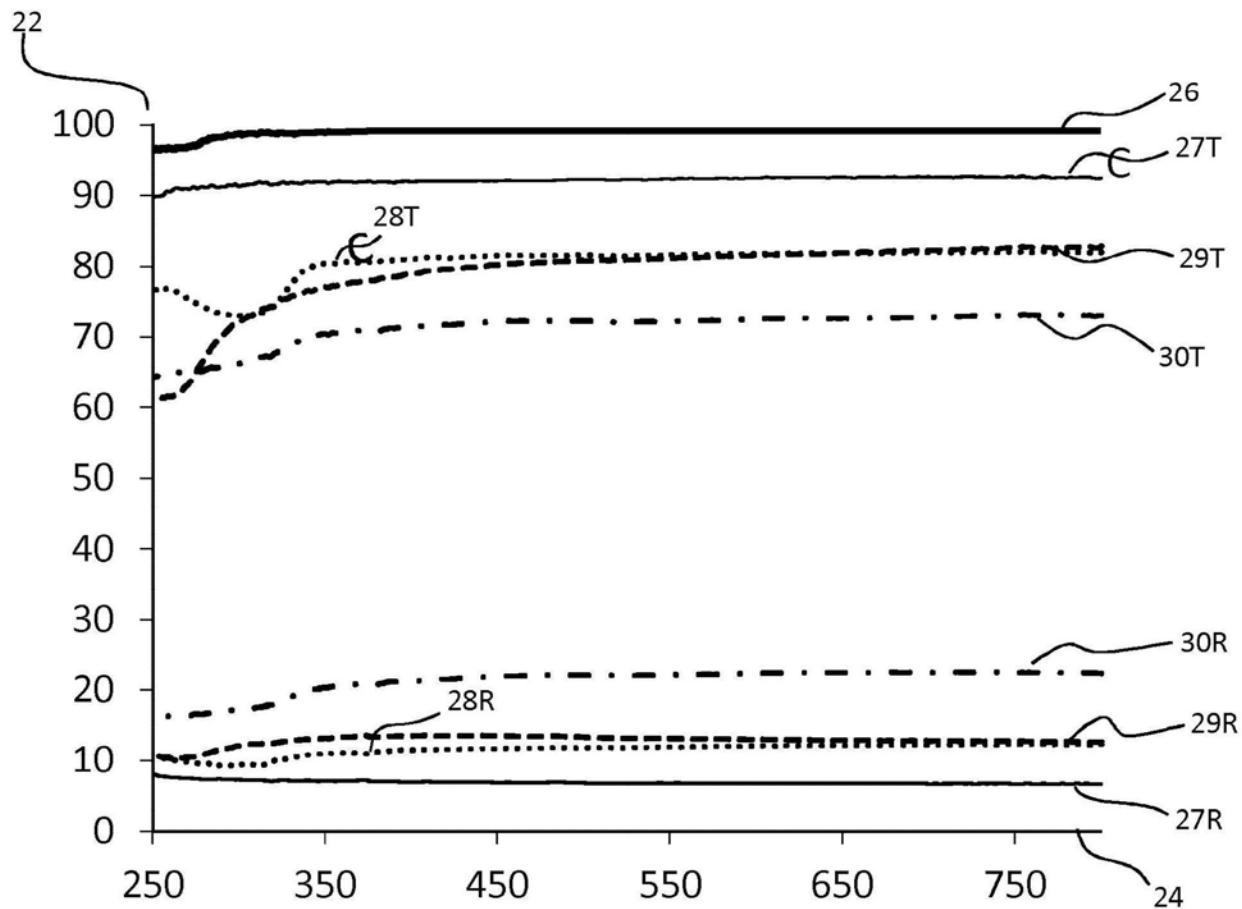


图3

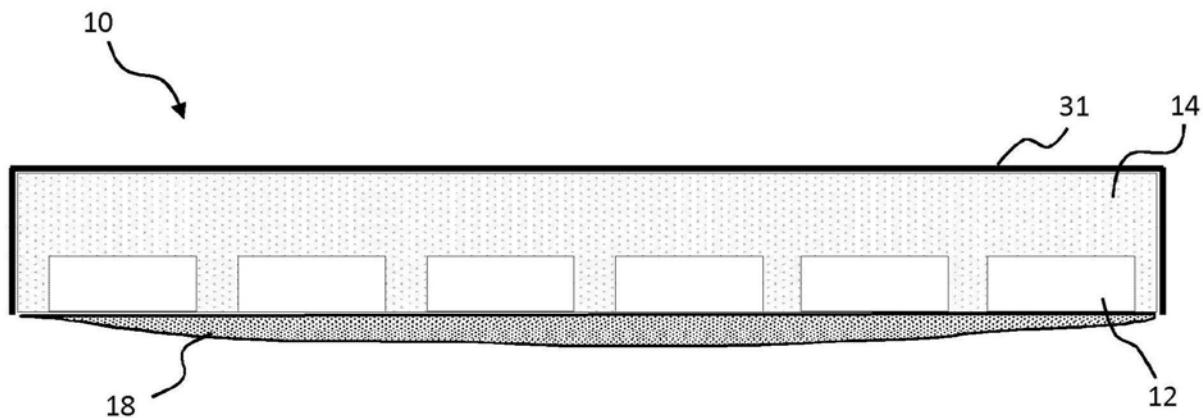


图4

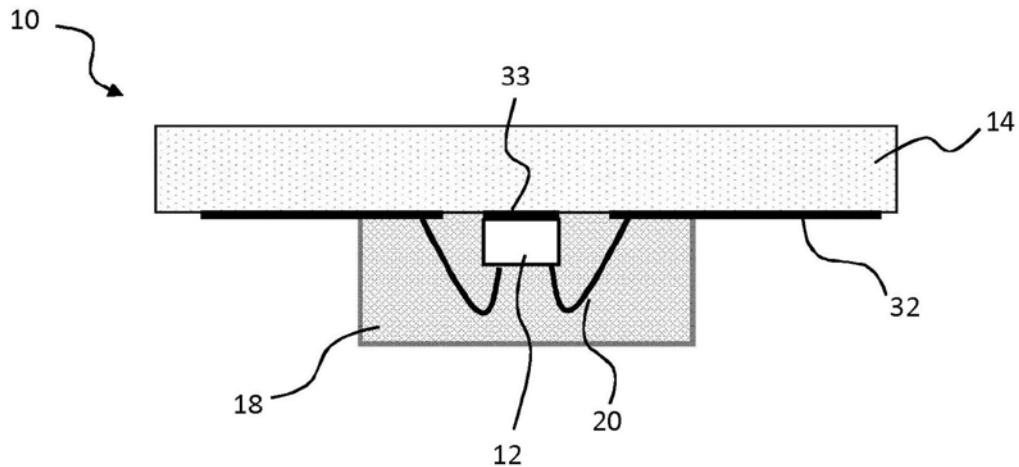


图5

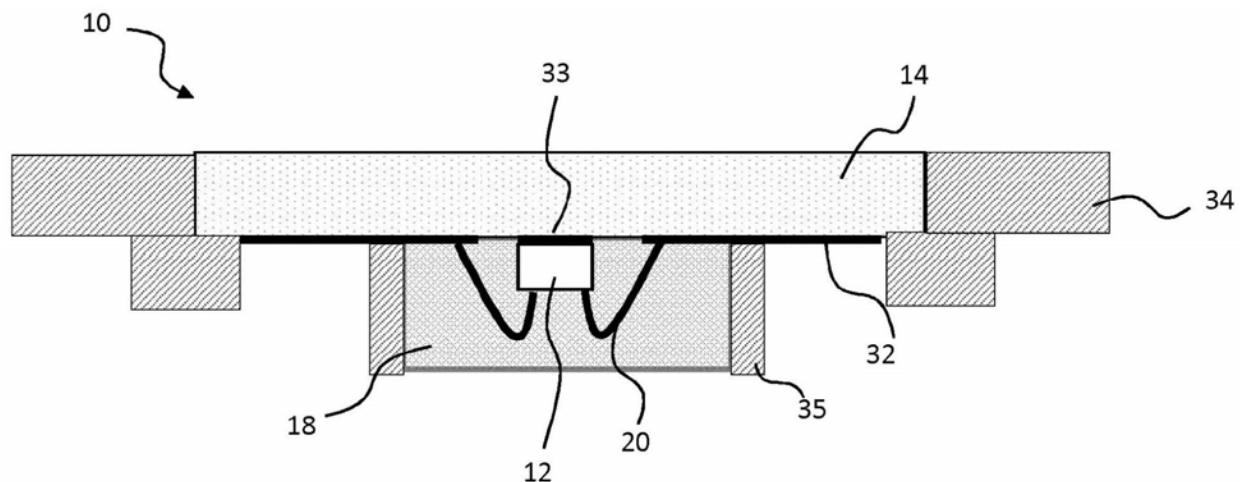


图6

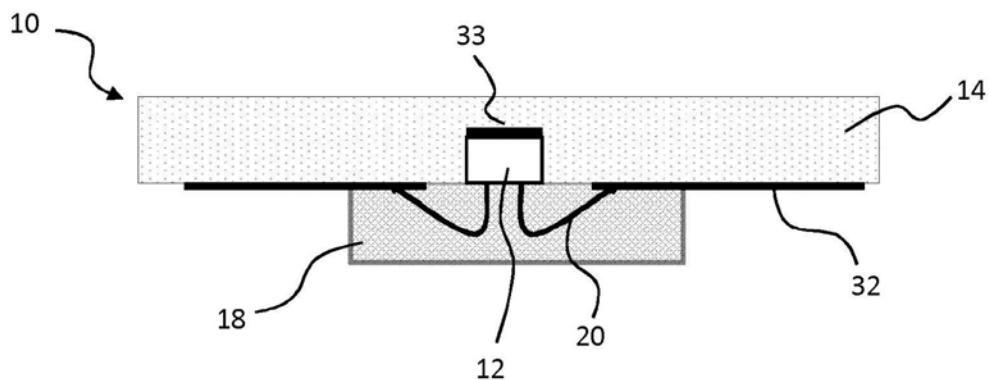


图7

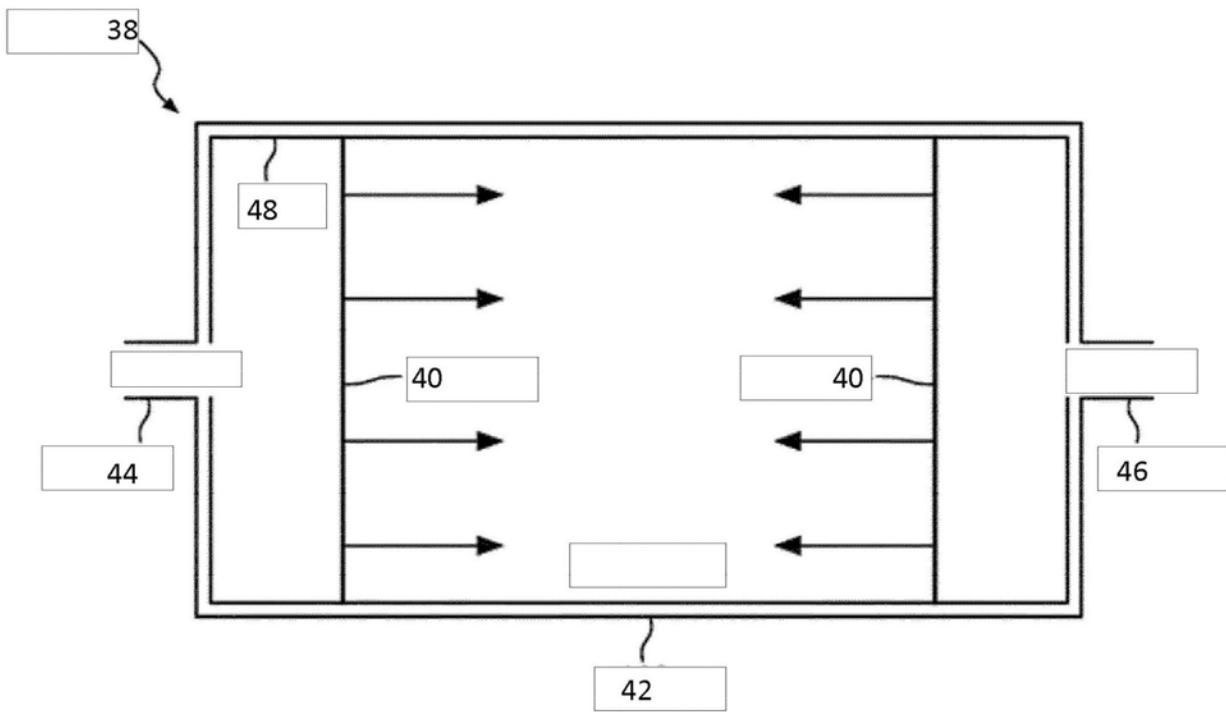


图8a

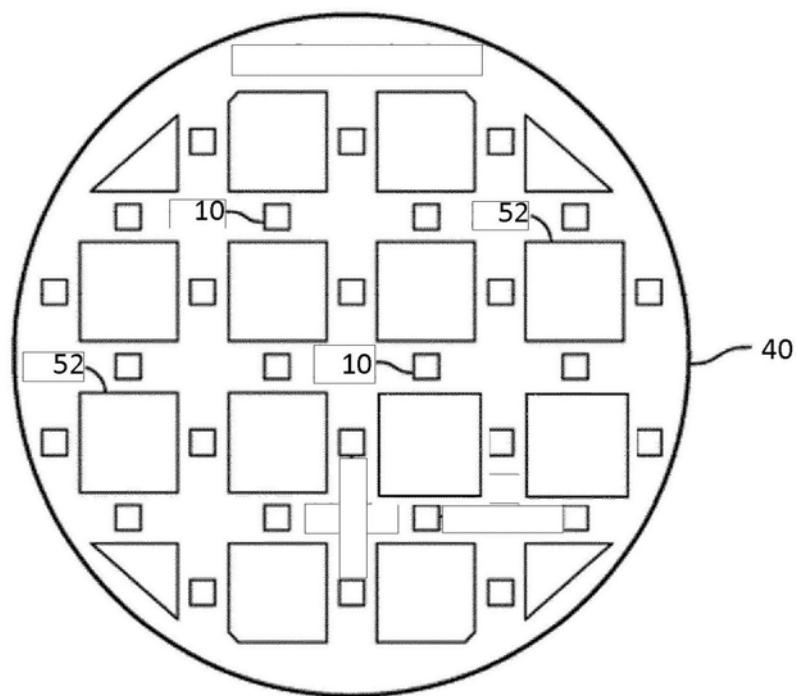


图8b

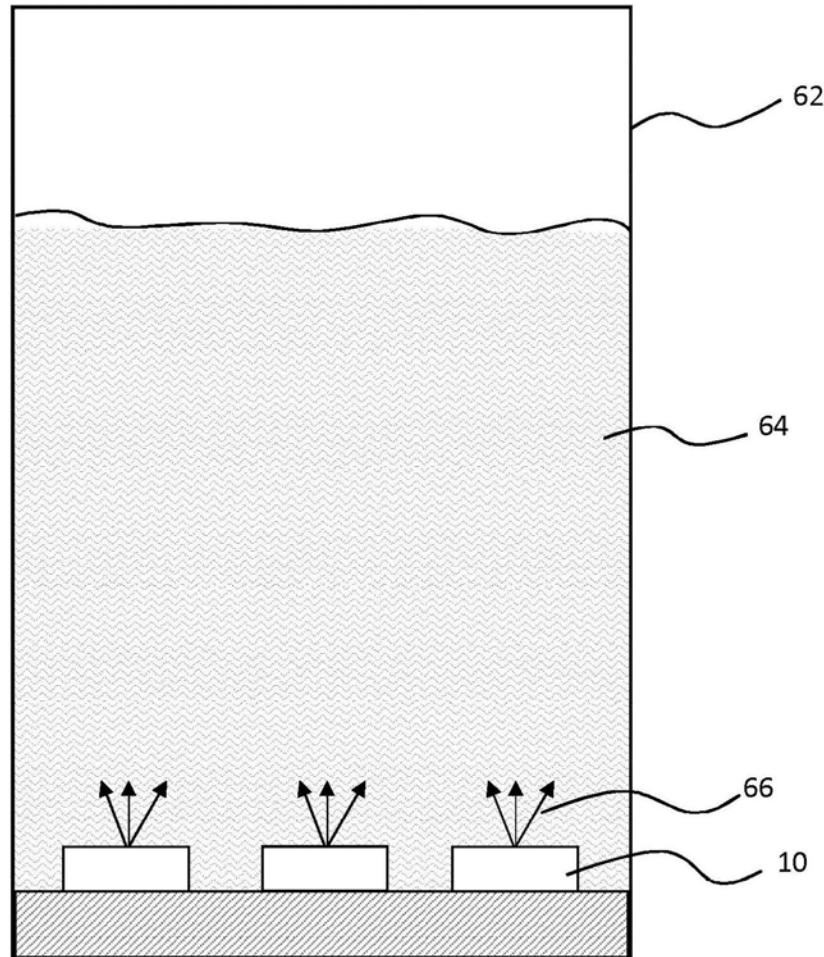


图9

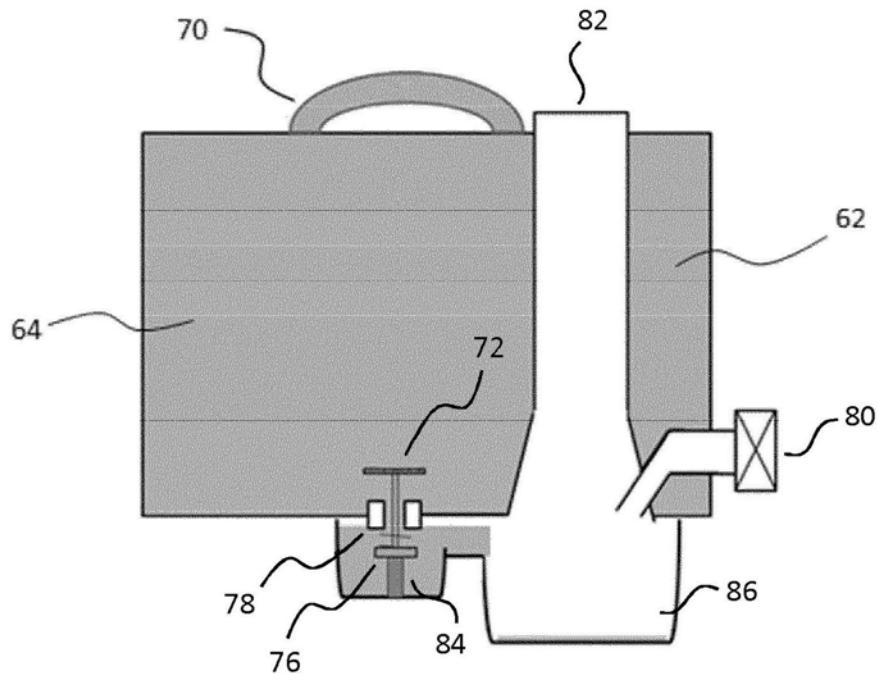


图10a

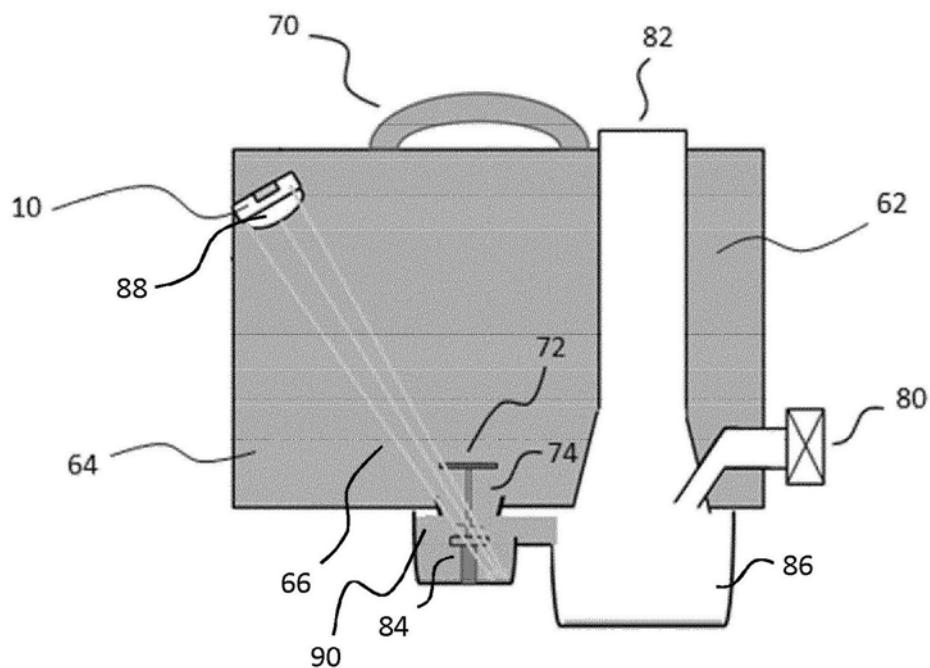


图10b

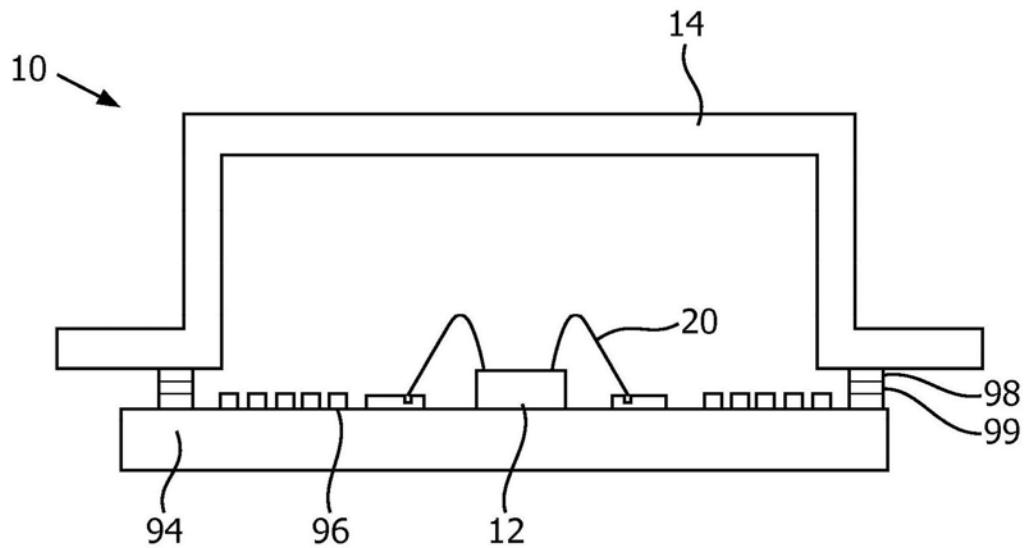


图11

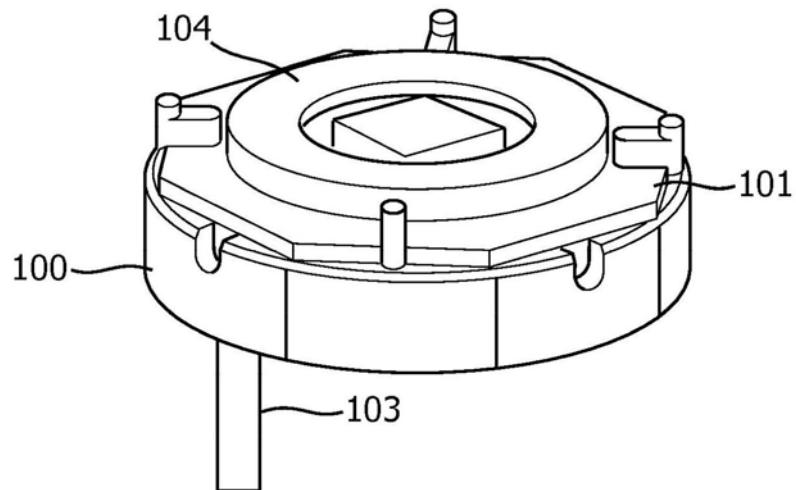


图12a

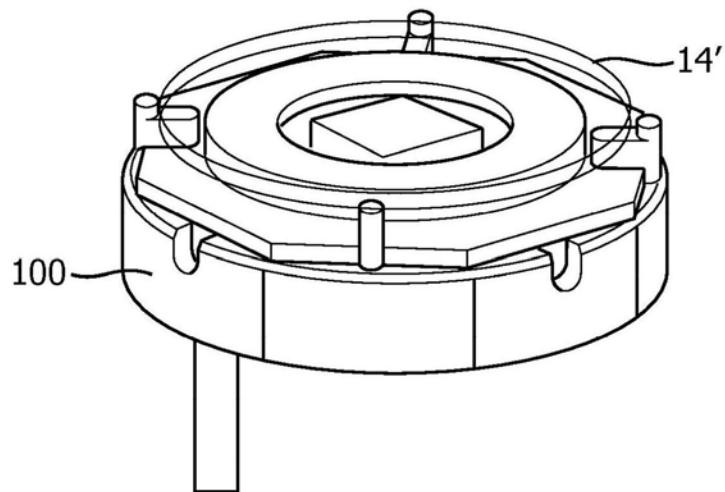


图12b

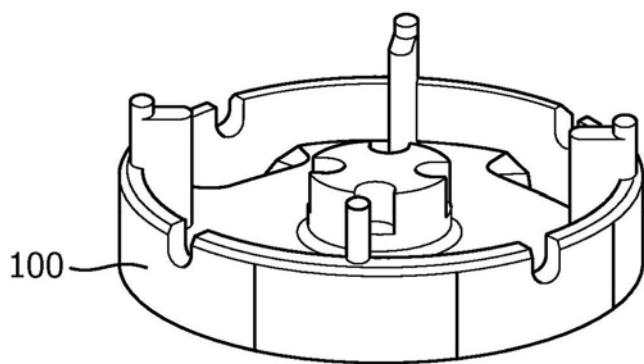


图12c

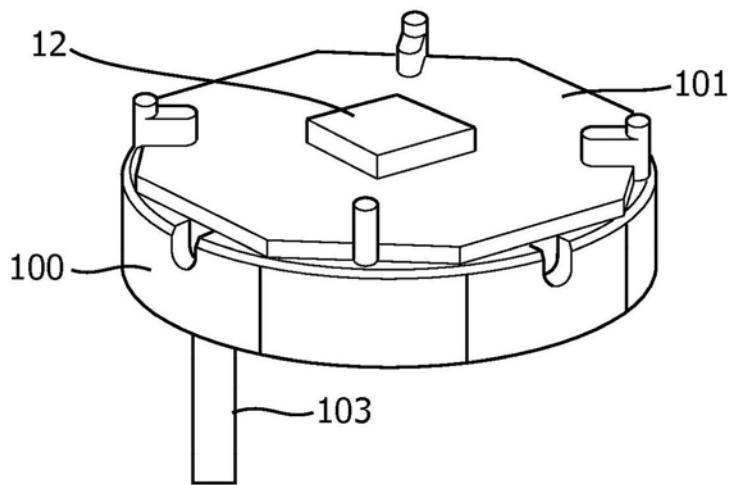


图12d

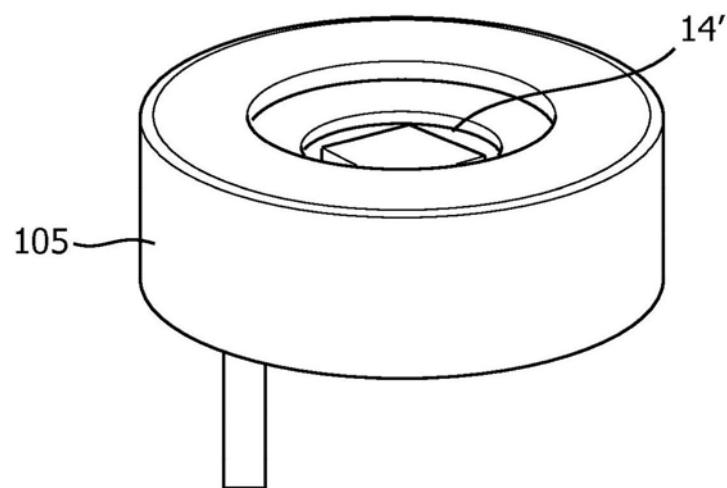


图12e

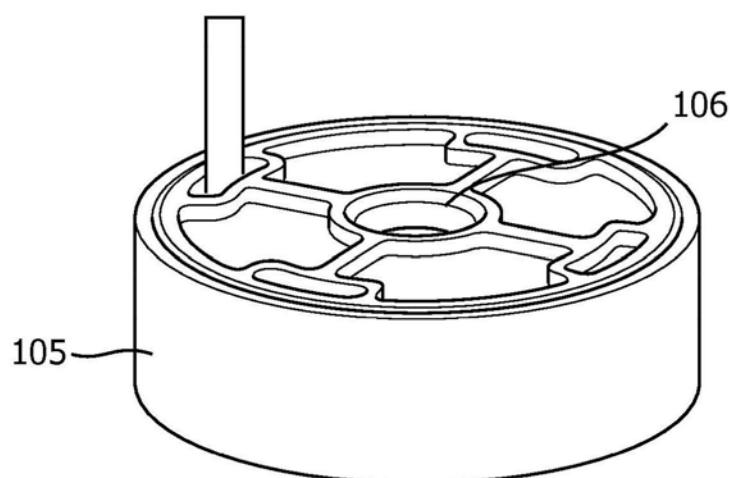


图12f

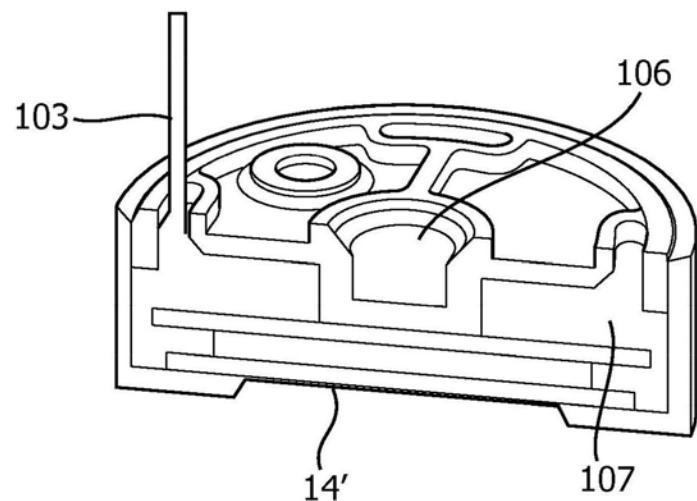


图12g

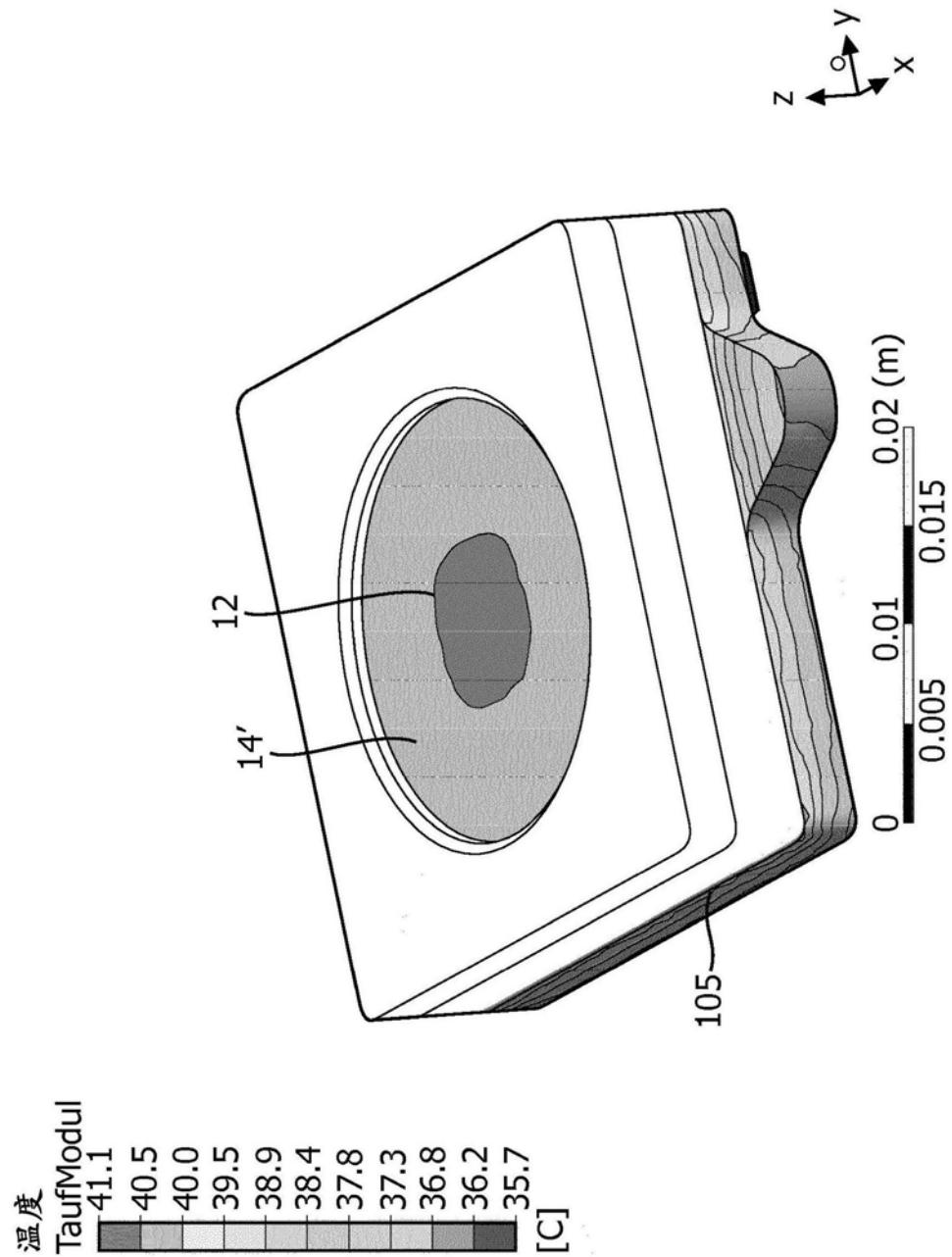


图13

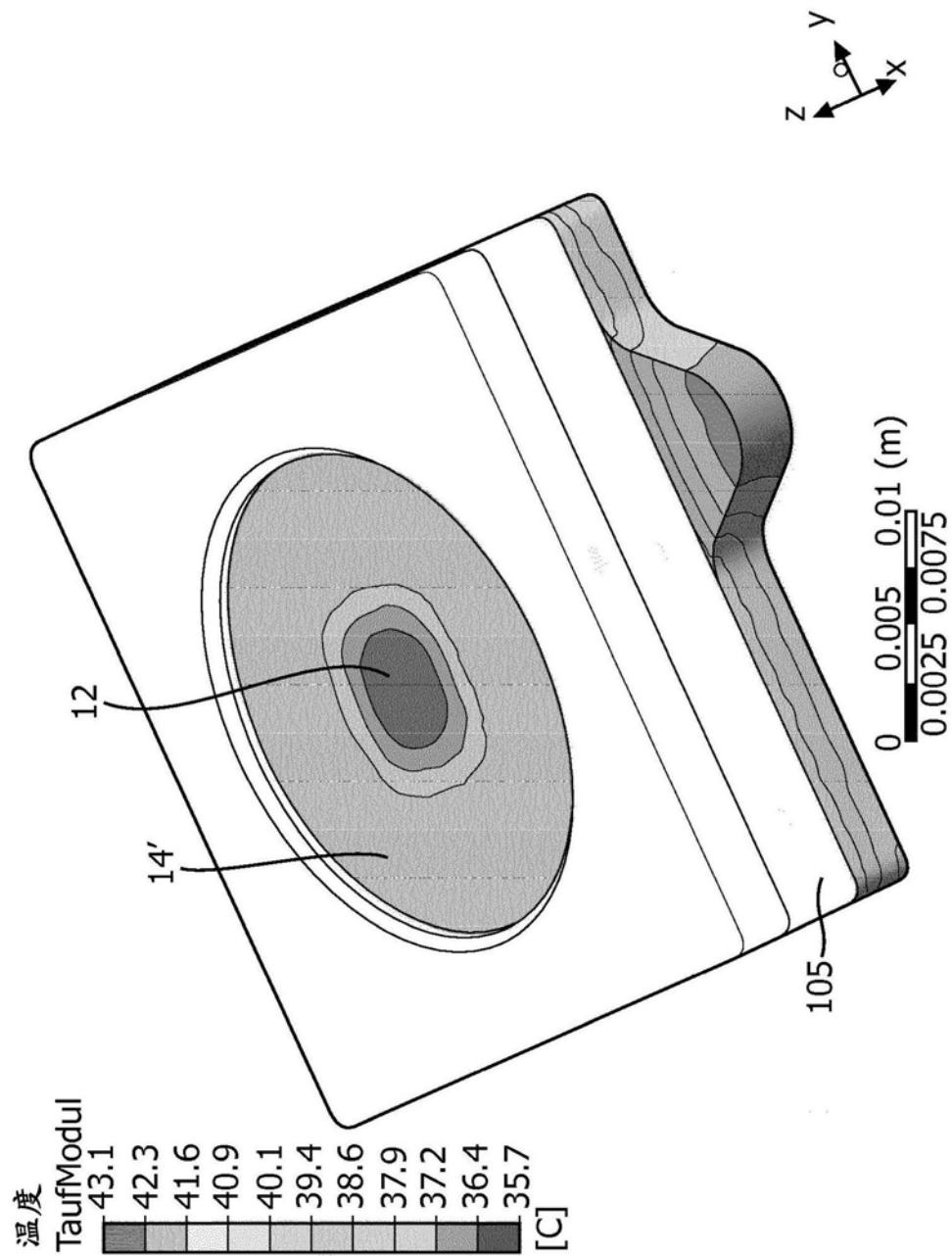


图14