



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112639565 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 25

(21) 申请号 201980056184.4  
 (22) 申请日 2019.08.20  
 (65) 同一申请的已公布的文献号  
 申请公布号 CN 112639565 A  
 (43) 申请公布日 2021.04.09  
 (30) 优先权数据  
 102018121367.0 2018.08.31 DE  
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日  
 2021.02.25  
 (86) PCT国际申请的申请数据  
 PCT/EP2019/072261 2019.08.20  
 (87) PCT国际申请的公布数据  
 W02020/043552 DE 2020.03.05  
 (73) 专利权人 卡尔蔡司耶拿有限公司  
 地址 德国耶拿

(72) 发明人 安德烈亚斯·凯撒-费尔斯坦  
 马里奥·桑德曼 安德烈亚·伯纳  
 汉斯·兰格 德克·德林  
 尤维·韦伯 托比亚斯·哈克尔

(74) 专利代理机构 上海申新律师事务所 31272  
 专利代理师 董科

(51) Int. Cl.  
 G02B 7/02 (2021.01)  
 G02B 23/22 (2006.01)  
 G03B 17/08 (2021.01)  
 G03B 17/12 (2021.01)  
 G03B 17/14 (2021.01)

(56) 对比文件  
 CN 113597571 A, 2021.11.02

审查员 邱宝玮

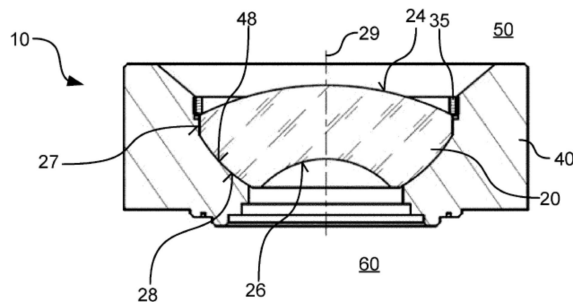
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

## (54) 发明名称

在水下环境中使用的光学系统

## (57) 摘要

提出了一种在水下环境中使用的光学系统(10),其中,光学系统(10)包括:以水密方式相对于周围环境(50)界定光学系统(10)内部(60)的壳体;以及具有外表面(24)的透镜(20),其中,该壳体包括安装座(40),其中,透镜(20)被接纳在安装座(40)中,其方式使得当光学系统(10)位于水下环境中时,透镜(20)的外表面(24)与水下环境的水处于流体接触,其中,透镜(20)的外表面(24)具有拱形形式,特别是凸面形式,优选为球面凸面形式,其中,透镜(20)具有拱形的第一接触面(28),特别是球面接触面,并且安装座(40)具有第二接触面(48),其中,透镜(20)布置在安装座(40)中,其方式使得当光学系统(10)的周围环境(50)的压力大于光学系统(10)内部(60)的压力时,第一接触面(28)压在第二接触面(48)上。



1. 一种在水下环境中使用的光学系统(10), 其中,

该光学系统(10)包括:

以水密方式相对于周围环境(50)界定该光学系统(10)内部(60)的壳体, 以及具有外表面(24)的透镜(20),

其中, 该壳体包括安装座(40), 其中, 该透镜(20)被接纳在该安装座(40)中, 其方式使得当该光学系统(10)位于该水下环境中时, 该透镜(20)的外表面(24)与该水下环境的水处于流体接触,

其中, 该透镜(20)的外表面(24)具有拱形形式, 特别是凸面形式, 优选为球面凸面形式, 其中, 该透镜(20)具有拱形的第一接触面(28), 特别是球面接触面, 并且该安装座(40)具有第二接触面(48),

其中, 该透镜(20)布置在该安装座(40)中, 其方式使得当该光学系统(10)的周围环境(50)的压力大于该光学系统(10)内部(60)的压力时, 该第一接触面(28)压在该第二接触面(48)上;

其中,

该第一接触面(28)具有凸面形式,

其中, 该第二接触面(48)具有凹面形式,

其中, 在沿着包含该透镜(20)的光轴(29)的平面的截面中, 该第一接触面(28)的曲率半径小于该第二接触面(48)的曲率半径, 并且

其中, 该第二接触面(48)的凹面形式的中心不位于该透镜(20)的光轴(29)上。

2. 如权利要求1所述的光学系统(10), 其中,

该第一接触面(28)的球面形式的中心位于该透镜(20)的光轴(29)上。

3. 如权利要求1或2所述的光学系统(10), 其中,

该透镜(20)具有与该外表面(24)相反的内表面(26), 其中, 该透镜(20)的光轴(29)延伸穿过该外表面(24)和该内表面(26), 并且其中, 该透镜(20)的内表面(26)具有拱形形式, 特别是凹面形式, 优选为球面凹面形式。

4. 如权利要求1所述的光学系统(10), 其中,

弹性中间层和/或粘合剂布置在该第一接触面(28)与该第二接触面(48)之间。

5. 如权利要求4所述的光学系统(10), 其中,

该弹性中间层和/或该粘合剂形成的方式使得当该透镜(20)的外表面(24)上的压力增加时, 该透镜(20)与该安装座(40)之间的密封效果增加。

6. 如权利要求1所述的光学系统(10), 其中,

该安装座(40)具有底切(42), 其中, 当该光学系统(10)位于该水下环境中时, 该底切(42)的面(43)与该水下环境流体连接。

7. 如权利要求6所述的光学系统(10), 其中,

该底切(42)的实施方式使得与该底切(42)齐平处, 该安装座(40)的与该透镜(20)的光轴(29)垂直的直径基本上对应于该透镜(20)的与该透镜(20)的光轴(29)垂直的直径。

8. 如权利要求1所述的光学系统(10), 其中,

该光学系统(10)包括另外的光学元件, 特别是另外的透镜, 其中, 这些另外的光学元件刚性地连接到该安装座(40)的一部分, 其方式使得当该透镜(20)随该安装座(40)相对于该

壳体的其余部分移动时,这些另外的光学元件相应地以该透镜(20)与这些另外的光学元件之间的距离基本上没有变化的方式一起移动。

9.如权利要求1所述的光学系统(10),其中,  
该透镜(20)的第一接触面(28)被抛光和/或蚀刻。

10.如权利要求1所述的光学系统(10),其中,  
该透镜(20)预张紧地布置在该安装座(40)中,其方式使得该透镜(20)的第一接触面(28)压在该第二接触面(48)上,即使是该光学系统(10)的周围环境的压力等于该光学系统(10)内部(60)的压力也是如此。

11.如权利要求1所述的光学系统(10),其中,  
在该透镜(20)的外表面(24)与该透镜(20)的第一接触面(28)之间形成有呈柱镜的侧向面形式的侧面(27)。

12.如权利要求11所述的光学系统(10),其中,  
该侧面(27)以相对于该透镜(20)的光轴(29)同轴的方式延伸。

13.如权利要求1所述的光学系统(10),其中,  
该光学系统(10)进一步包括用于密封该透镜(20)的第一接触面(28)与该安装座(40)的第二接触面(48)之间的区域的密封件(30)。

## 在水下环境中使用的光学系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在水下环境中使用的光学系统。

### 背景技术

[0002] 在水下环境中使用的光学系统、即特别是(相机)透镜,必须承受取决于潜水深度的、作用在光学系统上的高压。通常,机械光学电气系统通过壳体封装以与水下环境的水隔开,在该壳体中准恒定(气体)压力条件占主导。应视觉上捕获周围环境或部分周围环境的光学系统需要与壳体中的周围环境(也称为光学端口)的光学透明接口。为此,光学端口包括由与水下环境直接接触的光学功能材料(通常为玻璃)制成的光学透明部件。因此,光学透明部件必须承受水下环境的高压以及压力变化,高压取决于潜水深度。

[0003] 在水下环境中使用的先前已知的光学系统中,对光学透明部件的功能要求主要限于机械承载能力,即限于关于壳体内部相对于环境介质的承载能力的机械上足够的界限,其中光学成像效果尽可能中性。现有技术中包含的光学透明部件的实施例是平板或同心半月板/圆顶光学单元,它们相对于壳体保持和支撑在平面或圆锥形设计元件(例如,45°半孔口角度)上。

[0004] 因此,现有技术中的光学系统的光学透明部件被用作对光学成像特性具有负面影响/非导电作用的附加部件。作为设置在光学成像系统前面的部件,光学透明部件必须具有足够的孔口以用于光学成像系统所需的成像特性。结果,光学端口的光学透明部件以及因此其暴露于环境压力的面积总是大于光学成像系统的第一透镜的功能所需尺寸。结果,考虑到由环境压力引起的并且与面积成比例的载荷来设计光学端口的透明部件的边界条件是不利的。

[0005] 与现有技术相对应的光学系统的缺点在于,光学透明部件代表系统中的附加必需元件,该附加必需元件由于外部压力而处在极大载荷下,因为通常它必须比光学成像系统的第一透镜的功能所需尺寸大得多,以便为第一透镜提供足够的孔口,该光学系统制造起来复杂,特别是在保持在边缘处的变体的情况下并且仅在有限的程度上实现光学中性效果。

### 发明内容

[0006] 本发明所基于的目的是突出一种在水下环境中使用的光学系统,该光学系统具有高机械承载能力,具有良好的光学特性并且从技术的角度来看易于生产。

[0007] 该目的通过如权利要求1所述的光学系统来实现。

[0008] 特别地,该目的通过一种在水下环境中使用的光学系统来实现,其中,该光学系统包括:以水密方式相对于周围环境界定该光学系统内部的壳体;以及具有外表面的透镜,其中,该壳体包括安装座,其中,该透镜被接纳在该安装座中,其方式使得当该光学系统位于水下环境中时,该外表面与水下环境的水处于流体接触,其中,该透镜的外表面具有拱形形式,特别是凸面形式,优选为球面凸面形式,其中,该透镜具有(凹或凸)拱形的第一接触面,

特别是球面接触面,并且该安装座具有第二接触面,其中,该透镜布置在该安装座中,其方式使得当该光学系统的周围环境的压力大于该光学系统内部的压力时,该第一接触面压在该第二接触面上。

[0009] 该光学系统的优点在于透镜可以是光学有效部件。这可以减少光学系统的零件数量并提高光学系统的光学性能。可以将透镜或透镜的外表面的尺寸以及因此其暴露于外部压力的面积减小到光学功能所需的程度。此外,光学系统具有非常好的光学特性,因为可以相应地设计或计算与水下环境中的水接触的透镜。由于第一接触面的形式,可以特别好地承受在水下环境中发生的、取决于潜水深度的(可变的)力。此外,第一接触面可以特别高精度地成本有效地进行生产。特别地,第一接触面可以使用常规的光学方法以技术上简单的方式精确地制造并且可以使用常规的测量方法进行测量,并且可以评估第一接触面的质量。结果,透镜以及因此光学系统可以承受特别高的压力而不会损坏。第一接触面可以立即或直接接触/接触第二接触面,或者可以存在由附加材料(即与透镜的材料不相同并且与安装座的材料不相同的材料)制成的中间层,其至少存在于第一接触面与第二接触面之间的一些区域中或整个区域上。在水下环境中,第一接触面仅能够触碰第二接触面的一部分或者第一接触面的一部分可以压在该第二接触面或第二接触面的一部分上。

[0010] 根据一实施例,第一接触面的球面形式的中心位于透镜的光轴上。其优点在于可以以技术上简单的方式特别高精度地生产第一接触面。

[0011] 根据一实施例,透镜具有与外表面相反的内表面,其中,透镜的光轴延伸穿过外表面和内表面,并且其中,透镜的内表面具有拱形形式,特别是凹面形式,优选为球面凹面形式。其优点在于光学系统具有特别少数量的零件。

[0012] 根据一实施例,透镜的第一接触面具有凸面形式,并且安装座的第二接触面具有凹面形式,该凹面形式的曲率半径基本上对应于第一接触面的凸面形式的曲率半径。结果,在第一接触面与第二接触面之间存在特别大面积的接触。因此,由水下环境的压力所产生的力可以张力很小地传递到安装座中。第二接触面例如可以通过常规的机加工方法来生产。所生产的透镜的第一接触面可以使用常规的光学器件制造方法以技术上简单的方式来生产,并且可以借助于光学零件生产中的常规测量技术非常准确地进行测量和评估。结果,就所达到的质量而言,可以将透镜以最佳方式与安装座的第二接触面结合。

[0013] 根据一实施例,第一接触面具有凸面形式,其中,第二接触面具有凹面形式,其中,在沿着包含透镜的光轴的平面的截面中,第一接触面的曲率半径小于第二接触面的曲率半径,并且其中,第二接触面的凹面形式的中心不位于透镜的光轴上。在透镜、安装座的理想形状和刚度以及可能存在的中间层的情况下,会产生圆形线接触。实际上,触碰区域或具有赫兹应力的区域,即第一接触面和第二接触面触碰的区域、相对于透镜的光轴对称形成的环状或环形区域被形成在第一接触面和第二接触面的接触区域中。产生的机械应力受到触碰区域或具有赫兹应力的区域的相对位置(即,位置和取向)、第一接触面和第二接触面的曲率半径之比、在第一接触面或透镜以及第二接触面或安装座处的杨氏模量、以及可能存在的中间层的材料的影响。考虑到制造偏差和/或考虑到运行过程中载荷引起的变形,在透镜几何形状和/或安装座几何形状的形式偏差和尺寸偏差的情况下,触碰区域或具有赫兹应力的区域的形式以及因此基本接触情况保持不变。触碰区域或具有赫兹应力的区域的相对位置和表现在此过程中会发生变化。第一接触面和第二接触面的设计或创建

或生产的方式可以使得光学系统可以承受特别高的压力而不会损坏。

[0014] 根据一实施例,弹性中间层和/或粘合剂布置在第一接触面与第二接触面之间。结果,当透镜和/或安装座发生变形时出现的力或应力可以特别好地或均匀地分布,并且可以可靠地避免局部塑性变形的发生,特别是可延展的安装座部件的局部塑性变形的发生。因此,光学系统或透镜可以可靠地承受甚至更高的压力。

[0015] 根据一实施例,弹性中间层和/或粘合剂形成的方式使得当透镜的外表面上的压力增加时,透镜与安装座之间的密封效果增加。其优点在于,即使在高压下,也通过自增强密封件特别可靠地避免水进入第一接触面与第二接触面之间的区域,并且因此避免水进入壳体的内部中。

[0016] 根据一实施例,安装座具有底切,其中,当光学系统位于水下环境中时,底切的面与水下环境流体连接。其优点在于,在环境压力或水压力的情况下,将力直接、短时地引入在安装座的区域中使安装座上的弯曲载荷以及因此在安装座区域中、即在第一接触面和第二接触面的区域中发生的变形最小化。因此,这避免了安装座的变形和/或考虑到安装座弯曲而导致的触碰区域或具有赫兹应力的区域的形式实质性变化。因此,光学系统可以特别可靠地承受特别高的压力。

[0017] 根据一实施例,底切的实施方式使得与底切齐平处,安装座的与透镜的光轴垂直的直径基本上对应于透镜的与透镜的光轴垂直的直径。其优点在于,在透镜的区域中或在第二接触面的区域中,安装座的弯曲或变形最小化。因此,光学系统可以可靠地承受甚至更高的压力。

[0018] 根据一实施例,光学系统包括另外的光学元件,特别是另外的透镜,其中,这些另外的光学元件刚性地连接到安装座的一部分,其方式使得当透镜随安装座相对于壳体的其余部分移动时,这些另外的光学元件相应地以透镜与这些另外的光学元件之间的距离基本上没有变化的方式一起移动。其优点在于,即使在透镜或安装座由于高压下的载荷而移位的情况下,光学系统的成像质量也保持不变。另外的光学元件与透镜一起移位,因此另外的光学元件与透镜之间的距离没有变化。

[0019] 根据一实施例,透镜的第一接触面被抛光和/或蚀刻。结果,可以以技术上简单的方式可靠地去除或避免/最小化第一接触面中的深度损伤或微裂纹或裂纹核。结果,所产生的力可以特别安全和可靠地传递或引导到安装座中。因此,光学系统可以可靠地承受甚至更高的压力。

[0020] 根据一实施例,透镜预张紧地布置在安装座中,其方式使得透镜的第一接触面压在第二接触面上,即使是光学系统的周围环境的压力等于光学系统内部的压力也是如此。特别地,第一透镜的预张紧方式可以使得该透镜以与标准大气压(normal pressure)至少10倍、优选地至少50倍的力相对应的力压在第二接触面上。这确保了即使是在周围环境具有标准大气压的情况下,透镜相对于安装座的位置也始终保持不变。这提高了光学系统的可靠性。

[0021] 根据一实施例,在透镜的外表面与透镜的第一接触面之间形成有呈柱镜的侧向面形式的侧面。这允许透镜在技术上简单地居中。此外,侧面可以用作与密封元件一起密封的密封面。

[0022] 根据一实施例,侧面以相对于透镜的光轴同轴的方式延伸。其优点在于,力特别可

靠地从外表面传递到第一接触面。因此,透镜可以特别可靠地承受高压。

[0023] 根据一实施例,光学系统进一步包括用于密封透镜的第一接触面与安装座的第二接触面之间的区域的密封件。即使在高的环境压力下,这也以技术上简单的方式可靠地防止水进入。此外,第一接触面与第二接触面之间的接触与密封件无关。这甚至进一步提高了光学系统的可靠性。

[0024] 表面的球面形式可以特别地意味着该表面是球面表面段。

[0025] 特别地,光学系统的实施方式可以使得其可以承受在深海环境(>200m)中出现的压力而不会损坏。此外,光学系统的实施方式可以使得该光学系统特别是可以承受在浮出水面或向下潜入深海时出现的压力差而不会损坏。

## 附图说明

[0026] 根据从属权利要求,优选的实施例是显而易见的。下面参照示例性实施例的附图来更详细地解释本发明。在附图中:

[0027] 图1示出了根据本发明的光学系统的第一实施例的截面视图;

[0028] 图2示出了根据本发明的光学系统的第二实施例的透镜的截面视图;

[0029] 图3示出了根据本发明的光学系统的第三实施例的截面视图;以及

[0030] 图4示出了图3的光学系统的示意性详细视图。

[0031] 附图标记清单

[0032] 10 光学系统

[0033] 20 透镜

[0034] 24 外表面

[0035] 26 内表面

[0036] 27 侧面

[0037] 28 第一接触面

[0038] 29 透镜的光轴

[0039] 30 密封件

[0040] 35 螺钉环

[0041] 40 安装座

[0042] 42 底切

[0043] 43 底切的面

[0044] 48 第二接触面

[0045] 50 周围环境

[0046] 60 内部

[0047] 70 安装座的边缘区域

[0048] 71 安装座的平面。

## 具体实施方式

[0049] 在下面的描述中,相同的附图标记用于相同的零件和具有相同效果的零件。

[0050] 图1示出了根据本发明的光学系统10的第一实施例的截面视图。光学系统10包括

透镜20和壳体,其中透镜20被接纳在壳体的安装座40中。壳体相对于周围环境50界定内部60。光学系统10被实施为在水下环境中使用。这意味着光学系统10以及还有壳体或安装座40可以承受高压(例如,几百巴的压力)。

[0051] 举例来说,光学系统10可以用于水下相机或者可以是水下相机。

[0052] 透镜20代表光学端口,该光学端口形成穿过壳体在内部60与周围环境50之间的透光或透明连接。这样,来自周围环境50的光可以进入壳体中。

[0053] 透镜20具有外表面24,该外表面被实施为与水接触。这意味着当光学系统10位于水下环境中时,水接触或触碰透镜20的外表面24。因此,透镜20代表内部60相对于周围环境50的外边界。

[0054] 透镜20的外表面24具有拱形形式,即透镜20的外表面24是不平坦的。透镜20的外表面24可以具有球面形式。在图1中,外表面24为球面凸面形式,即朝向周围环境50拱起。

[0055] 但是,也可以想到的是,透镜20的外表面24具有非球面形式。举例来说,外表面24可以具有多个子段,每个子段具有球面形式,这些球面形式的曲率半径彼此不同。

[0056] 还可以想到的是,透镜20的外表面24具有球面凹面形式,即朝向内部60拱起的形式。

[0057] 透镜20的外表面24与透镜20的内表面26相反。光轴29延伸穿过透镜20的中心,并且因此延伸穿过外表面24和内表面26。内表面26具有球面凹面形式,即背离内部60拱起。内表面26的曲率中心位于透镜20的光轴29上。

[0058] 透镜20具有第一接触面28。第一接触面28面向安装座40。第一接触面28与外表面24相反。第一接触面28被形成为接触安装座40的第二接触面48。在图1中,第一接触面28立即或直接触碰安装座40的第二接触面48。这意味着在第一接触面28与第二接触面48之间没有另一中间层等。因此,如果在透镜20的外表面24上有压力,则第一接触面28压在第二接触面48上。

[0059] 第一接触面28具有球面形式,其中第一接触面28的曲率中心位于透镜20的光轴29上。在图1中,第一接触面28具有球面凸面形式。第二接触面48具有球面凹面形式。第二接触面48的曲率中心位于透镜20的光轴29上。

[0060] 可以说,第一接触面28围绕透镜20的内表面26延伸。第一接触面28是球面斜面或小平面。

[0061] 第一接触面28和第二接触面48的曲率半径大小相等或相同。结果,第一接触面28和第二接触面48在大面积上触碰。因此,第一接触面28在很大程度上相对于第二接触面48以互补或一致且同心的方式实施。当周围环境50或周围环境50中的水压在透镜20的外表面24上时,第一接触面28在大面积上压在第二接触面48上。结果,所产生的力被引导到安装座40中,并且张力特别小。因此,可以将在透镜20和安装座40中所产生的机械应力的的大小保持得较低。

[0062] 第一接触面28和第二接触面48触碰的区域(所谓的触碰区域或具有赫兹应力的区域)具有环形球面段的形式。

[0063] 透镜20的第一接触面28可以被抛光和/或蚀刻。这使透镜20中的微裂纹和/或深度损伤和/或裂纹核最小化。因此,透镜20可以承受较高的压力。

[0064] 第一接触面28的形式可以非常精确地生产。此外,形式可以非常准确地捕获,并且

因此可以使用常规的光学测量方法进行评估。因此,可以以技术上简单的方式非常高精度地生产第一接触面28。因此,光学系统10可以承受特别高的压力,特别是如果第二接触面48同样具有非常高的精度。

[0065] 借助于第一接触面28,可以将透镜20在安装座40中居中,或者将所述透镜相对于安装座40对准在期望的位置。

[0066] 侧面27布置在透镜20的外表面24与透镜20的第一接触面28之间。侧面27(也被称为外柱镜)对应于直圆柱镜的侧向面。侧面27以相对于透镜20的光轴29同轴的方式延伸。

[0067] 用于密封第一接触面28与第二接触面48之间的区域的密封件30连接至安装座40,并且覆盖侧面27或外柱镜与安装座40之间的区域。这可以可靠地防止水进入第一接触面28与第二接触面48之间的区域。

[0068] 光学系统10可以在内部60中包括另外的光学元件。透镜20包括玻璃材料或通常由玻璃材料构成。

[0069] 可以在第一接触面28与第二接触面48之间布置弹性中间层。即使当第一接触面28变形时,弹性中间层也可以降低所产生的局部表面压力。特别地,中间层可以补偿制造误差和/或沉降迹象。举例来说,弹性中间层可以由弹性材料构成或包括弹性材料。如果存在弹性中间层,则第一接触面28和第二接触面48不直接/立即彼此触碰或接触,而是仅间接地触碰或接触。

[0070] 弹性中间层和密封件30的实施方式可以使得存在自增强的密封系统。这意味着密封件30或中间层的密封效果随着透镜20的外表面24上的压力增加而增加。代替中间层或除了中间层之外,可以在第一接触面28与第二接触面48之间布置粘合剂或胶粘剂。

[0071] 如果存在弹性中间层,则在设定第二接触面48的曲率半径时可以考虑其厚度。然后,第一接触面28和第二接触面48的曲率半径仍然基本上相同,但是可以彼此略微不同(例如,小于1%)。

[0072] 透镜20布置在安装座40中,其方式使得当光学系统10的周围环境50处于标准大气压(1.01325巴)时,第一接触面28以与大于外表面上的标准大气压的压力作用相对应的力压在第二接触面48上。特别地,第一接触面28可以以与透镜的外表面上的大约50巴或大约100巴的压力相对应的力压在第二接触面48上,而仅标准大气压压在透镜20的外表面上。因此,当光学系统10处于在标准大气压下的周围环境50中时,可靠地防止透镜20相对于安装座40的移动。即使是周围环境50的压力对应于光学系统10内部60的压力(例如,如果光学系统位于水下环境之外),也可以借助螺钉环35或预张紧环或锁定环将透镜20的第一接触面28压在第二接触面48上。螺钉环35部分地布置在透镜20的外表面24上,必要时具有中间元件。

[0073] 图2示出了根据本发明的光学系统10的第二实施例的透镜20的截面视图。

[0074] 凸面的第一接触面28的曲率中心位于透镜20的光轴29上的事实可以在图2中特别好地识别出。侧面27,即透镜20的在第一接触面28与外表面24之间的外面,在图2中比在图1中的透镜20的情况下大。

[0075] 图3示出了根据本发明的光学系统10的第三实施例的截面视图。图4示出了图3的光学系统10的示意性详细视图。

[0076] 在图3所示的实施例中,第一接触面28和第二接触面48具有与图1所示的实施例不

同的形式。

[0077] 第一接触面28具有凸面形式。第一接触面28的曲率中心位于透镜20的光轴29上。第二接触面48具有凹面形式。第二接触面48的曲率中心不位于光轴29或光学系统的对称线上。在第一接触面28和第二接触面48的理想刚性形式的情况下,第一接触面28和第二接触面48因此沿着围绕光轴29以圆形轴对称的方式延伸的线(可以说是数学上考虑的)触碰。如果第一接触面28压在第二接触面48上,则考虑到透镜20和/或安装座40的弹性变形而形成围绕透镜20的光轴以环状或环形轴对称的方式形成的区域(所谓的触碰区域或具有赫兹应力的区域)。

[0078] 第一接触面28和第二接触面48的曲率中心位于与触碰区域垂直的直线上,该第一接触面28和该第二接触面48在该触碰区域内触碰。

[0079] 当考虑到由于在透镜20的外表面24上的高压而导致的载荷而引起形式偏差和/或尺寸偏差时,触碰区域或具有赫兹应力的区域的形式基本上保持不变。仅触碰区域或具有赫兹应力的区域的相对位置和大小会发生变化。这可以在模拟中例如使用有限元法进行计算。

[0080] 因此,在第一接触面28与第二接触面48之间的触碰区域或具有赫兹应力的区域具有相对于透镜20的对称轴线或光轴对称的形式。在图4所展示的截面视图中,触碰区域是点状的(在理想的刚性透镜20和理想的刚性安装座40的情况下)。考虑到透镜20和/或安装座40的变形较小,实际上,在第一接触面28与第二接触面48之间的触碰区域或具有赫兹应力的区域具有环形漏斗形段或圆锥台的侧向面的形式。触碰区域或具有赫兹应力的区域的平行于光轴的截面则为线形式。

[0081] 如果在第一接触面28与第二接触面48之间布置中间层和/或粘合剂,则两个接触面28、48不会立即/直接彼此触碰。在存在中间层或粘合剂的情况下,如果不存在中间层两个接触面28、48会触碰的区域将彼此压靠。

[0082] 第一接触面28和第二接触面48的曲率半径可以在模拟中(例如,使用有限元法)进行确定或优化,其方式使得在水下环境中预期的压力下,机械应力被限制在透镜或光学系统可以承受这些应力而不会损坏的程度。结果,透镜20或光学系统10也能够承受特别高的压力。

[0083] 密封件布置在侧面27与安装座40之间。密封件30以水密方式密封在侧面27或外柱镜与安装座40之间的区域。这可靠地防止水进入第一接触面28与第二接触面48之间或侧面27与安装座40之间的区域。

[0084] 安装座40具有围绕透镜20的光轴29延伸的底切42或凹口或收缩部。与底切42齐平处,安装座40的与透镜20的光轴29垂直的直径小于安装座40的其余区域中的直径。底切42或底切的面43与周围环境50流体连接。这意味着,例如在水下环境中,处于与水压在透镜20的外表面24和安装座的外侧上相同压力下的水位于底切42中。结果,通过短的、直接力路径使第一接触面28和第二接触面48的区域中的弯矩最小化,因为底切42中的水按原样压抵压在安装座40的与透镜20相邻的边缘区域70上的水。这最小化或甚至防止第二接触面48的变形。因此,这防止触碰区域发生变化。换句话说,壳体或安装座40的外面以及底切42的面43与底切42承受相同的压力水平。因此,在安装座40的边缘区域中没有弯矩的情况下,存在短的、直接的力流。结果,在第一接触面28和第二接触面48的区域中,安装座40上的弯曲载荷

最小化。

[0085] 与底切42齐平处,安装座40的与透镜20的光轴29垂直的直径(光轴29在图3中从顶部延伸至底部,或反之亦然)基本上对应于透镜20的与透镜20的光轴29垂直的直径。结果,在第二接触面48的区域中,弯曲载荷以及由此产生的安装座40的一部分的变形最小化。在水下环境中,底切42中的水压抵压在安装座40的与透镜20的外表面24齐平的部分或边缘区域70上的水(在图3中,高度从顶部延伸至底部,或反之亦然)。因此,使第一接触面28和第二接触面48不受到弯曲力矩。

[0086] 光学系统10包括另外的光学元件(例如,另外的透镜、CCD传感器等)(未示出)。另外的光学元件紧固到安装座40的背向透镜20或第二接触面48的平面71,并且不被立即/直接紧固到壳体的紧靠安装座40的另外部分。在透镜20和安装座40由于周围环境50中的水压而相对于壳体的另外部分发生轴向位移的情况下(即,在沿光轴29移位的情况下),另外的光学元件的位移量与透镜20的位移量相同。因此,光学系统10的光学元件之间的距离保持不变,这与周围环境50中的压力无关。因此,光学系统10的光学成像质量保持不变。

[0087] 在附图中,在各自情况下仅部分地展示壳体或安装座40。

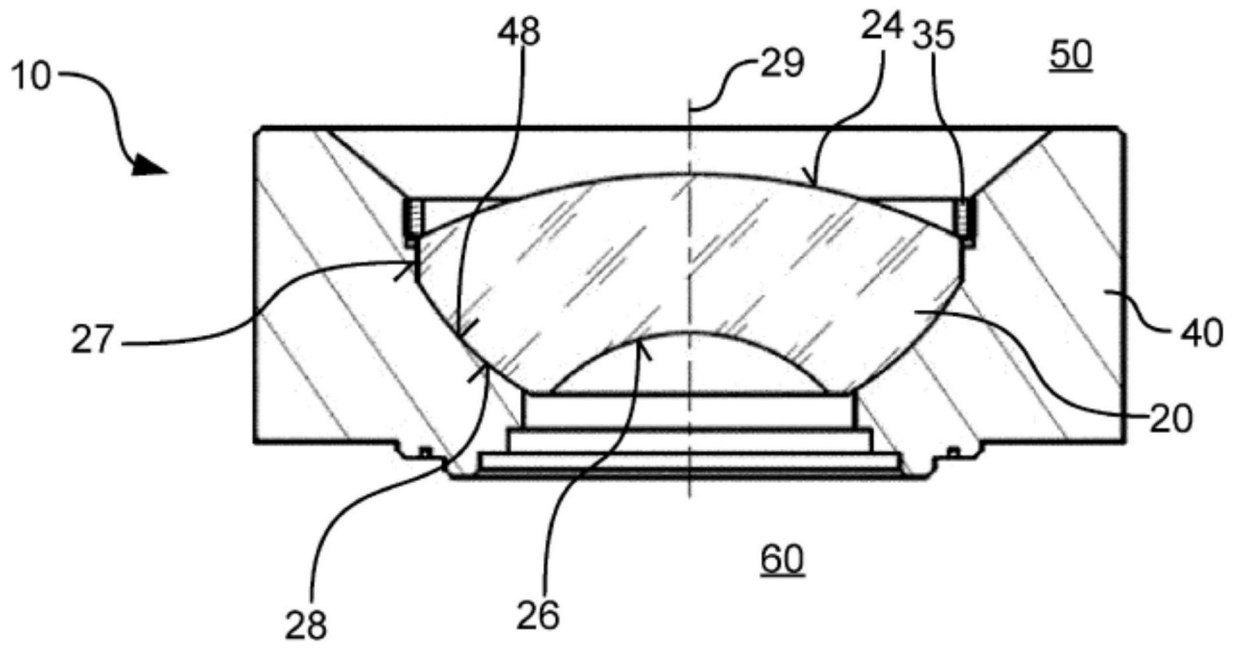


图1

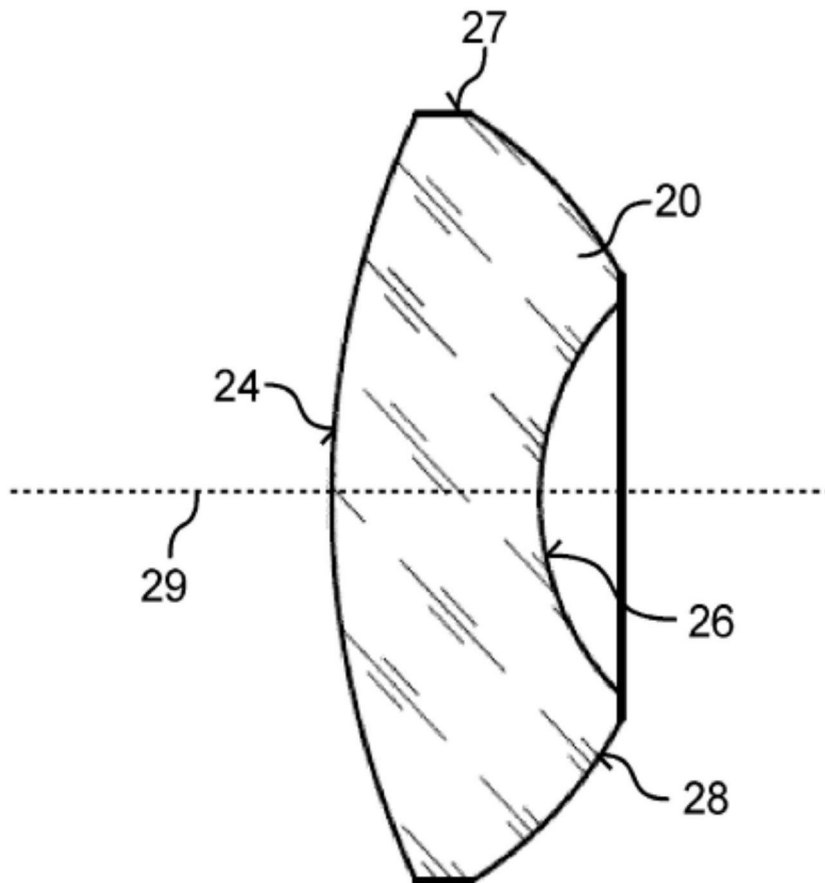


图2

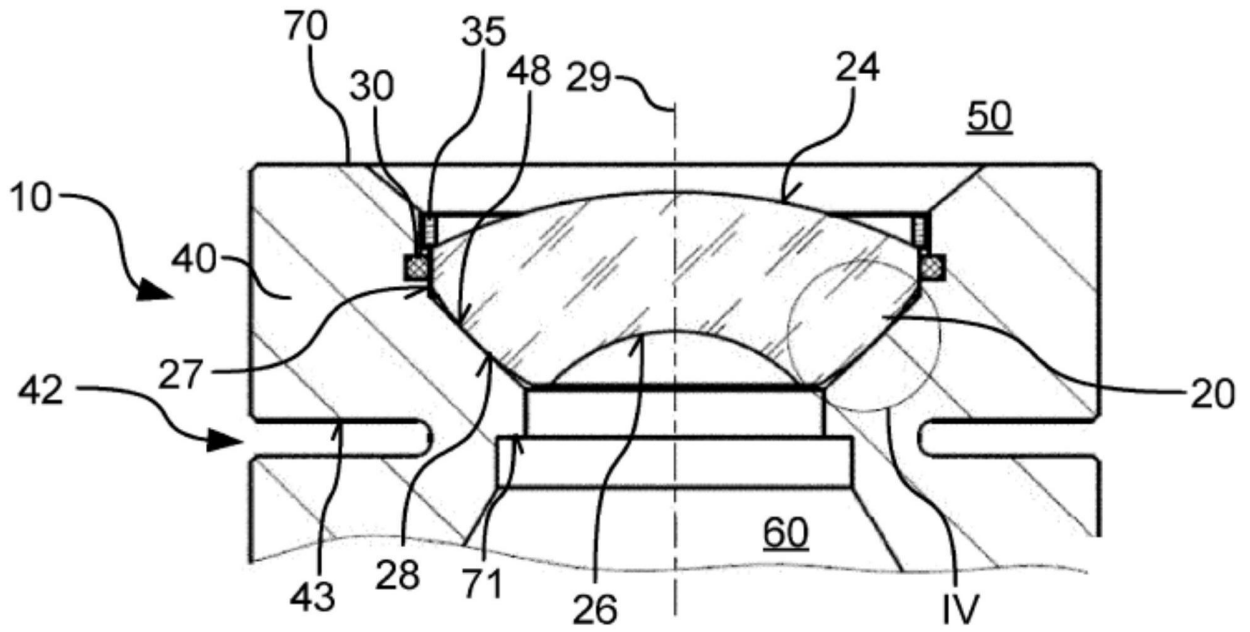


图3

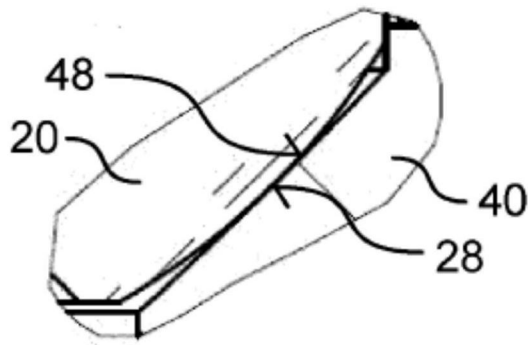


图4