



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 216900930 U

(45) 授权公告日 2022. 07. 05

(21) 申请号 202220170878.X

(22) 申请日 2022.01.21

(73) 专利权人 深圳迈塔兰斯科技有限公司

地址 518101 广东省深圳市宝安区新安街
道上合社区33区大宝路83号美生慧谷
科技园秋谷8栋6楼

(72) 发明人 谭凤泽 郝成龙 朱健

(74) 专利代理机构 深圳市深佳知识产权代理事
务所(普通合伙) 44285

专利代理师 夏欢

(51) Int. Cl.

G01S 17/08 (2006.01)

G01S 7/481 (2006.01)

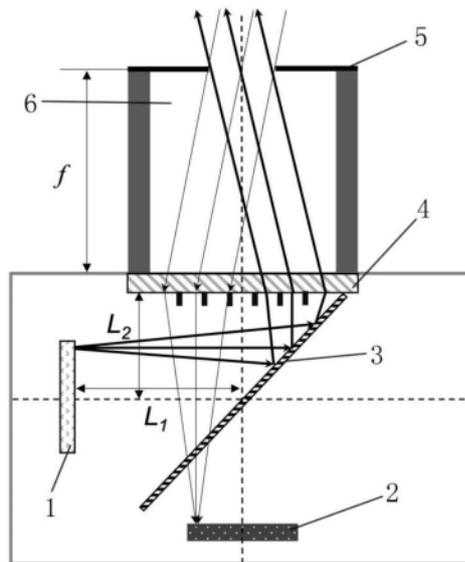
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 实用新型名称

紧凑型ToF模组

(57) 摘要

本申请提供了一种紧凑型ToF模组,包括超透镜装置、光源、探测器和至少一个光阑;其中,所述超透镜装置包括出射辐射调制区域和反射辐射调制区域;所述超透镜装置配置为:所述出射辐射调制区域将来自所述光源的辐射调制为点云并投射至远场,所述反射辐射调制区域接收目标的反射辐射并会聚至所述探测器。本申请中发射端和接收端共用一套光学系统,再加上半反半透镜或类似的分光元件,将发射和接收端集成至一起。与传统ToF的发射和接收系统分离不同,本方案共用一套系统,理论上讲发射和接收的距离能够减为零,这样得到的深度信息的结果,相比于传统的要准确。



1. 一种紧凑型ToF模组,其特征在于,包括超透镜装置、光源、探测器和至少一个光阑;
其中,所述超透镜装置包括出射辐射调制区域和反射辐射调制区域;
所述超透镜装置配置为:
所述出射辐射调制区域将来自所述光源的辐射调制为点云并投射至远场,以及
所述反射辐射调制区域接收目标的反射辐射并会聚至所述探测器。
2. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,包括两个光阑,其中一个用于限制来自所述光源的辐射射出,另一个用于限制从目标反射回到探测器上的辐射。
3. 根据权利要求2所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述出射辐射调制区域和所述反射辐射调制区域分别对应于所述光阑设置在所述超透镜装置的不同区域上。
4. 根据权利要求2所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述光源和探测器并列设置于所述超透镜装置的一侧。
5. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,包括一个光阑,设置于所述超透镜装置的焦点处,用于限制来自所述光源的辐射射出以及限制从远场反射回到探测器上的辐射。
6. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述出射辐射调制区域和反射辐射调制区域为设置在超透镜装置上重叠的区域。
7. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,还包括分光元件,用于形成所述光源至超透镜装置的辐射路径,和形成所述超透镜装置至探测器的辐射路径。
8. 根据权利要求7所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述分光元件为半反半透镜。
9. 根据权利要求7所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述分光元件为环形器,所述环形器至少具有第一端口、第二端口和第三端口;
其中,所述第一端口用于接收来自光源的辐射,并通过所述第二端口输送至超透镜装置,以及
其中,所述第二端口用于接收来自超透镜装置的反射辐射,并经第三端口输送至探测器。
10. 根据权利要求7所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述超透镜装置、分光元件、光源沿竖直方向依次排列设置,所述探测器设置于所述分光元件的侧方。
11. 根据权利要求7所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述超透镜装置、分光元件、探测器沿竖直方向依次排列设置,所述光源设置于所述分光元件的侧方。
12. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,所述超透镜装置包括基底,以及阵列排布于所述基底表面的结构单元,所述结构单元由周期性排布的纳米结构组成。
13. 根据权利要求12所述的紧凑型ToF模组,其特征在于,基于所述纳米结构的排布形式,所述超透镜装置中任一部分的相位至少满足以下任一式:

$$\varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i r^{2i} + \varphi_0;$$

$$\varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i (x^2 + y^2)^i + \varphi_0;$$

$$\varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i |r^i| + \varphi_0;$$

$$\varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i (x^2 + y^2)^{i/2} + \varphi_0;$$

$$\varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \left(f - \sqrt{r^2 + f^2} \right) + \varphi_0;$$

其中, a_i 为相位系数, λ 为波长, r 为所述纳米结构的中心到超透镜装置中心的距离, x, y 为所述超透镜装置上坐标, f 为所述超透镜装置的焦距。

14. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组, 其特征在于, 所述光源为面阵VCSEL或EEL。

15. 根据权利要求1所述的紧凑型ToF模组, 其特征在于, 所述探测器为CCD或CMOS。

紧凑型ToF模组

技术领域

[0001] 本申请属于深度或距离传感器领域,具体涉及一种紧凑型ToF模组。

背景技术

[0002] ToF的工作原理为通过探测入射光和经物体反射的光的时间差,来得到待测物体的深度信息。因为光的发射中心和接收中心之间不可避免的有一定距离,因此实际上计算得到的深度信息并不是垂直距离,会存在一定的偏差。所以,对于ToF模组来说,发射和接收模组的间距越小,测量结果越准确,尤其是在短距工作情况下。此外,随着ToF模组的广泛商用,其微型化变得尤其重要。

[0003] 当前的ToF模组中,发射和接收是分立的,且中间距离较大,导致测量不精确,且与待测目标越近,其偏差会越大。

实用新型内容

[0004] 基于现有技术的缺陷,本申请提供了一种紧凑型ToF模组,以解决现有技术中存在的测量不精确、难以微型化、集成化的问题。

[0005] 上述紧凑型ToF模组,包括超透镜装置、光源、探测器和至少一个光阑;

[0006] 其中,所述超透镜装置包括出射辐射调制区域和反射辐射调制区域;

[0007] 所述超透镜装置配置为:

[0008] 所述出射辐射调制区域将来自所述光源的辐射调制为点云并投射至远场,以及

[0009] 所述反射辐射调制区域接收目标的反射辐射并会聚至所述探测器。

[0010] 优选地,所述模组包括两个光阑,其中一个用于限制来自所述光源的辐射射出,另一个用于限制从目标反射回到探测器上的辐射。

[0011] 优选地,所述出射辐射调制区域和所述反射辐射调制区域分别对应于所述光阑设置在所述超透镜装置的不同区域上。

[0012] 优选地,所述光源和探测器并列设置于所述超透镜装置的一侧。

[0013] 优选地,包括一个光阑,设置于所述超透镜装置的焦点处,用于限制来自所述光源的辐射射出以及限制从远场反射回到探测器上的辐射。

[0014] 优选地,所述出射辐射调制区域和反射辐射调制区域为设置在超透镜装置上重叠的区域。

[0015] 优选地,还包括分光元件,用于形成所述光源至超透镜装置的辐射路径,和形成所述超透镜装置至探测器的辐射路径。

[0016] 优选地,所述分光元件为半反半透镜。

[0017] 优选地,所述分光元件为环形器,所述环形器至少具有第一端口、第二端口和第三端口;

[0018] 其中,所述第一端口用于接收来自光源的辐射,并通过所述第二端口输送至超透镜装置,以及

[0019] 其中,所述第二端口用于接收来自超透镜装置的反射辐射,并经第三端口输送至探测器。

[0020] 优选地,所述超透镜装置、分光元件、光源沿竖直方向依次排列设置,所述探测器设置于所述分光元件的侧方。

[0021] 优选地,所述超透镜装置、分光元件、探测器沿竖直方向依次排列设置,所述光源设置于所述分光元件的侧方。

[0022] 优选地,所述超透镜装置包括基底,以及阵列排布于所述基底表面的结构单元,所述结构单元由周期性排布的纳米结构组成。

[0023] 优选地,基于所述纳米结构的排布形式,所述超透镜装置中任一部分的相位至少满足以下任一式:

$$[0024] \quad \varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i r^{2i} + \varphi_0;$$

$$[0025] \quad \varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i (x^2 + y^2)^i + \varphi_0;$$

$$[0026] \quad \varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i |r^i| + \varphi_0;$$

$$[0027] \quad \varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i (x^2 + y^2)^{i/2} + \varphi_0;$$

$$[0028] \quad \varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \left(f - \sqrt{r^2 + f^2} \right) + \varphi_0;$$

[0029] 其中, a_i 为相位系数, λ 为波长, r 为所述纳米结构的中心到超透镜装置中心的距离, x, y 为所述超透镜装置上坐标, f 为所述超透镜装置的焦距。

[0030] 优选地,所述光源为面阵VCSEL或EEL。

[0031] 优选地,所述探测器为CCD或CMOS。

[0032] 本申请的技术方案中,发射端和接收端共用一套光学系统,再加上半反半透镜或类似的分光元件,将发射和接收端集成至一起。与传统ToF的发射和接收系统分离不同,本方案共用一套系统,理论上讲发射和接收的距离能够减为零,这样得到的深度信息的结果,相比于传统的要准确。另一方面,由于采用直接投影的惠更斯系统方案的ToF模组中的光学透镜都可以采用半导体工艺加工,并且发射端的激光器(包括VCSEL和EEL,面阵VCSEL和EEL)和接收端CCD或CMOS,都是采用半导体工艺加工,且发射和接收的超透镜参数相同。所以,可以使用具有高对准精度的晶圆级封装技术,将所有组件封装在一起。这样模组的横向体积会大幅度减小,从而提高了深度信息的准确率(尤其是在短距工作的情况下),此外,这种方式使得整个模组的加工和封装简单,成本降低。

附图说明

[0033] 图1为本申请的结构示意图;

[0034] 图2为本申请的几种布局替换方案的结构示意图;

[0035] 图3为本申请的另一实施方式示意图;

[0036] 图4为采用环形器的实施例示意图;

- [0037] 图5为结构单元示意图；
[0038] 图6为纳米结构示例图；
[0039] 图7为发射-接收中心距离对测量误差影响的示意图。
[0040] 其中：
[0041] 1光源；2探测器；3半反半透镜；4超透镜；5光阑；6环形器；7间隔空腔；8隔板。

具体实施方式

[0042] 这里将详细地对示例性实施例进行说明，其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时，除非另有表示，不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施中所描述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反，它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0043] 在本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本实用新型。在本实用新型和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0044] 应当理解的是，尽管在本申请可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息，但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如，在不脱离本申请范围的情况下，第一信息也可以被称为第二信息，类似地，第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境，如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施方式中的特征可以相互组合。

[0045] 本申请第一方面的实施例提供了一种紧凑型的ToF模组，如图1所示，其结构包括超透镜4、分光元件、光源1和探测器2；

[0046] 其中，所述超透镜4配置为：

[0047] 将来自所述光源1的辐射调制为点云并投射至远场，以及

[0048] 接收目标的反射辐射并会聚至所述探测器2；

[0049] 其中，所述分光元件用于形成所述光源1至超透镜4的辐射路径，以及

[0050] 形成所述超透镜4至探测器2的辐射路径。

[0051] 在本实施例中，发射端和接收端共用一套光学系统，光学系统可以采用惠更斯/平面远心系统方案，可以晶圆级封装，既能保证对准精度，又能缩短发射和接收间距。共用一套光学系统，将发射和接收的距离减为零，深度信息更加准确、体积更小。

[0052] 在优选实施例中，如图1所述，所述分光元件为半反半透镜3。经过半反半透镜3的光一半反射到超透镜4上，另一半透射出去，透射光经过超透镜4和光阑5，然后在远场形成点云（光路图参照图中粗线）；经过物体反射后的光入射到超透镜4，然后经过半反半透镜3，透射到探测器2接收（光路图参照图中细线）。其中各部件的距离关系为下式：

[0053] $L_1 + L_2 = f$

[0054] 应当理解的是，光源、探测器、半反半透镜的位置关系，应以形成光路，即形成发送、接收为相同光路为目的，上述位置关系并不局限于图1中所示出的结构，还可以是：

[0055] 如图2左，探测器位于左侧，光源位于底部，光源的辐射穿过半反半透镜，而反射辐

射经半反半透镜反射至探测器。也可以如图2中,探测器设置于右侧,同时半反半透镜翻转 90° 。以及如图2右,光源和探测器调换位置。上述图1和图2示出的结构仅仅是解释性的,可以基于其形成光路的宗旨任意组合和选用,并不限于本文公开的方式。

[0056] 在优选实施例中,如图4,所述分光元件为环形器6,所述环形器6至少具有第一端口(Part1)、第二端口(Part2)和第三端口(Part3);其中,所述第一端口用于接收来自光源的辐射,并通过所述第二端口输送至超透镜,以及其中,所述第二端口用于接收来自超透镜的反射辐射,并经第三端口输送至探测器。使用环形器作为分光元件,体积更小,各元件位置摆放更加灵活,与半反半透镜相比也具备更好的鲁棒性。

[0057] 在优选实施例中,如图1-4,还包括光阑5,设置于所述超透镜与目标之间。用于限定光束、视场角,控制成像范围。可以为孔径光阑、视场光阑等。实际应用中可通过安装支架、安装座或集中封装的形式设置在超透镜与目标之间,并通过上述安装方式控制光阑与超透镜之间的焦距 f 。

[0058] 在优选实施例中,所述超透镜、分光元件、光源沿竖直方向依次排列设置,所述探测器设置于所述分光元件的侧方。

[0059] 在优选实施例中,所述超透镜、分光元件、探测器沿竖直方向依次排列设置,所述光源设置于所述分光元件的侧方。

[0060] 在优选实施例中,如图3所示,有隔板设置于所述光源和探测器之间。同一基底的超透镜基于其上的结构单元的分布相位,分划为接收区和发送区,上述接收区和发送区下方各自设置有光源和探测器。并设置有两个光阑,其中一个用于限制来自所述光源的辐射射出,另一个用于限制从目标反射回到探测器上的辐射。该方案采用直接投影的惠更斯系统方案,其超透镜光学参数相同,所以可以采用晶圆级封装的方案,将其封装在一起。相比现有技术,也可有效减小发射端和接收端之间的距离,减小误差。

[0061] 对上述实施例的补充说明是:如图7示出了ToF模组在不同工作距离下,发射和接收的间距与误差量的关系。如图7中可知,误差量为:

$$[0062] \quad \delta = \sqrt{l^2 + d^2} - l$$

[0063] 以及,间距VS误差为:

$$[0064] \quad \frac{d\delta}{dd} = -\frac{d}{\sqrt{l^2 + d^2}}$$

[0065] 由图7及上述间距和误差的关系可以看出,在短工作距离下,发射和接收的间距对于误差影响很大。所以,本申请提出的紧凑型模组可以使ToF不受工作距离的限制,且在短距工作下比传统ToF模组在准确率上更具优势。

[0066] 对上述实施例的补充说明是:

[0067] 上述的超透镜包括有一种超表面。超表面是一层亚波长的人工纳米结构膜,可根据其上的超表面结构单元来调制入射光。其中超表面结构单元包含全介质或等离子体的纳米天线,可直接调控光的相位、幅度和偏振等特性。本例中,纳米结构是全介质结构单元,在目标波段具有高透过率,示例性的,其材料可以是:氧化钛、氮化硅、熔融石英、氧化铝、氮化镓、磷化镓、非晶硅、晶体硅和氢化非晶硅等。纳米结构之间可是空气填充或者其他工作波段透明或半透明的材料,需要注意的是,此材料的折射率与纳米结构的折射率差值的绝对

值需大于等于0.5。

[0068] 在优选实施例中,所述超透镜包括基底,以及阵列排布于所述基底表面的结构单元,所述结构单元由周期性排布的纳米结构组成。所述纳米结构包括圆柱、环柱、方柱、正多棱柱结构或拓扑结构中的一种或多种。上述的超透镜中纳米结构的周期性排布具体包括矩形、正方形、扇形、多边形等规律性的排布方式。

[0069] 在优选实施例中,所述结构单元为正六边形,所述正六边形各顶点和中心位置至少设置有一个纳米结构。或者,所述结构单元为正方形,所述正方形各顶点和中心位置至少设置有一个纳米结构。理想状态下,结构单元应为六边形定点及中心排布的纳米结构,或者为正方形定点及中心排布的纳米结构,应当理解,实际产品可能因超透镜形状的限制,在超透镜边缘有纳米结构的缺失,使其不满足完整的六边形/正方形。具体的,如图5所示,所述结构单元由纳米结构按照规律排布而成,若干个结构单元成阵列排布形成超表面结构。

[0070] 如图5左侧中示出的一个实施例,包括一个中枢纳米结构,其周围环绕着6个与其距离相等的周边纳米结构,各周边纳米结构圆周均布,组成正六边形,也可理解为多个纳米结构组成的正三角形互相组合。

[0071] 如图5右侧中示出的一个实施例,为一个中枢纳米结构,其周围环绕着4个与其距离相等的周边纳米结构,组成正方形。

[0072] 对上述实施例的补充说明是,超表面单元的基底和纳米结构的选择,为工作波段的高透过率材料。超表面单元的基底和纳米结构的选择,为工作波段的高透过率材料:当工作波段是可见光时,基底材料可选用熔融石英、冕牌玻璃、火石玻璃、蓝宝石等可见光透明材料,纳米结构可选氮化硅、氧化钛、氮化镓、磷化镓、氢化非晶硅、蓝宝石和氧化硅等材料;当工作波段是远红外(8-12 μm)时,基底材料可选用硫系玻璃、硫化锌、硒化锌、晶体锗和晶体硅等材料,纳米结构可选用晶体硅、晶体锗等材料。

[0073] 上述实施例中,纳米结构可为偏振相关的结构,如纳米鳍和纳米椭圆柱等结构,此类结构对入射光施加一个几何相位;纳米结构也可以是偏正无关结构,如纳米圆柱和纳米方柱等结构,此类结构对入射光施加一个传播相位。

[0074] 在优选实施例中,所述超透镜基于纳米结构的不同相位分布,在所述基底上形成接收区和发送区;其中,所述接收区配置为将目标的反射辐射会聚至所述探测器,所述发送区配置为将来自所述光源的辐射调制为点云并投射至远场。应理解,这里的发送区和接收区可以是基底上不同的区域,也可以是相同并重叠的区域,即超透镜的同一位置可以同时实现上述发射-接收的功能。

[0075] 在优选实施例中,所述超透镜中任一部分的相位至少满足以下任一式:

$$[0076] \quad \varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i r^{2i} + \varphi_0;$$

$$[0077] \quad \varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i (x^2 + y^2)^i + \varphi_0;$$

$$[0078] \quad \varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i |r^i| + \varphi_0;$$

$$[0079] \quad \varphi(x, y) = \frac{2\pi}{\lambda} \sum_{i=1}^N a_i (x^2 + y^2)^{i/2} + \varphi_0;$$

$$[0080] \quad \varphi(r) = \frac{2\pi}{\lambda} \left(f - \sqrt{r^2 + f^2} \right) + \varphi_0;$$

[0081] 其中, a_i 为相位系数, λ 为波长, r 为所述纳米结构的中心到超透镜中心的距离, x, y 为所述超透镜上坐标, f 为所述超透镜的焦距。

[0082] 以上实施例仅用以说明本申请的技术方案, 而非对其限制; 尽管参照前述实施例对本实用新型进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本实用新型各实施例技术方案的精神和范围。

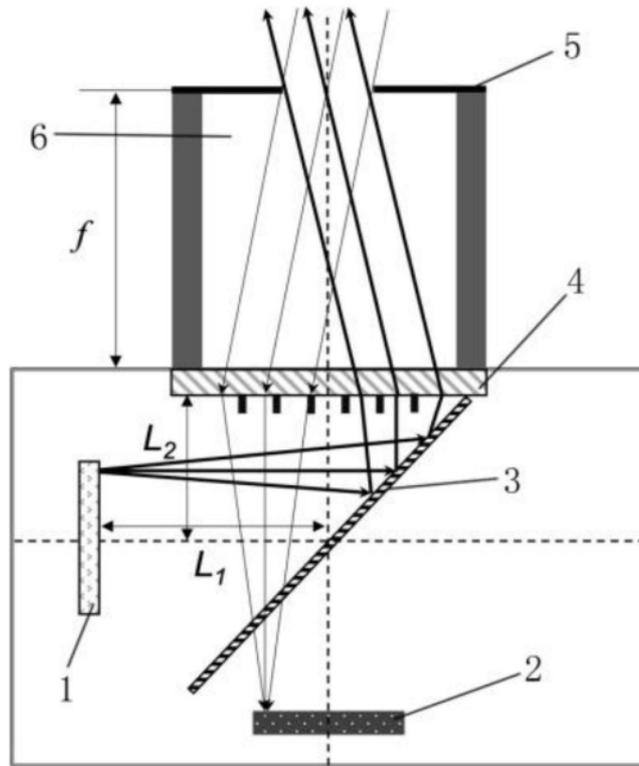


图1

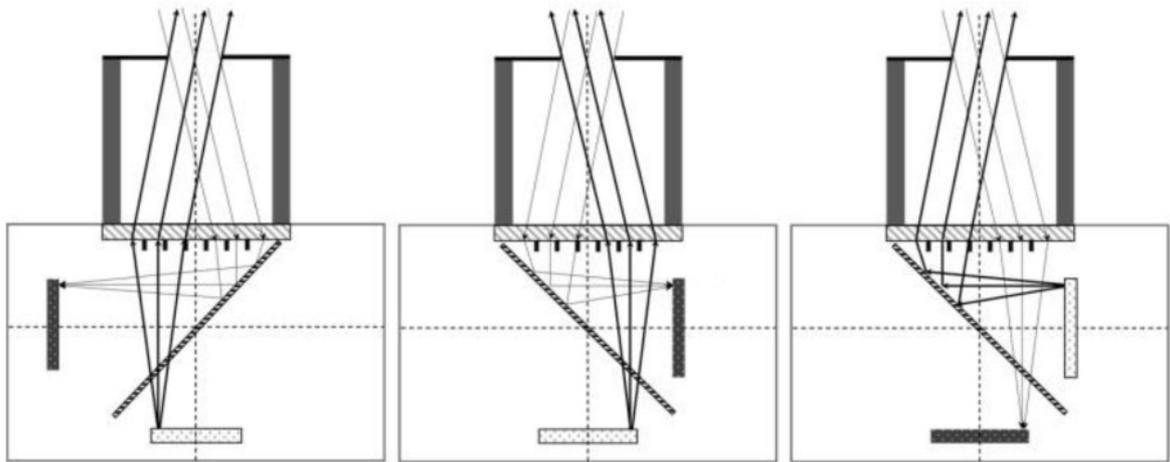


图2

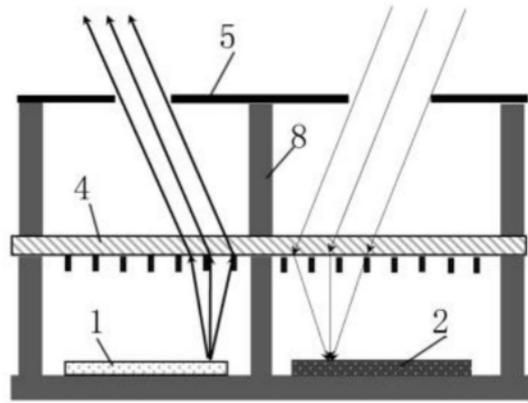


图3

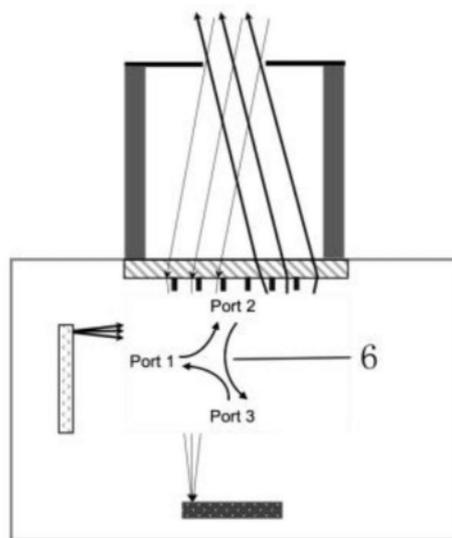


图4

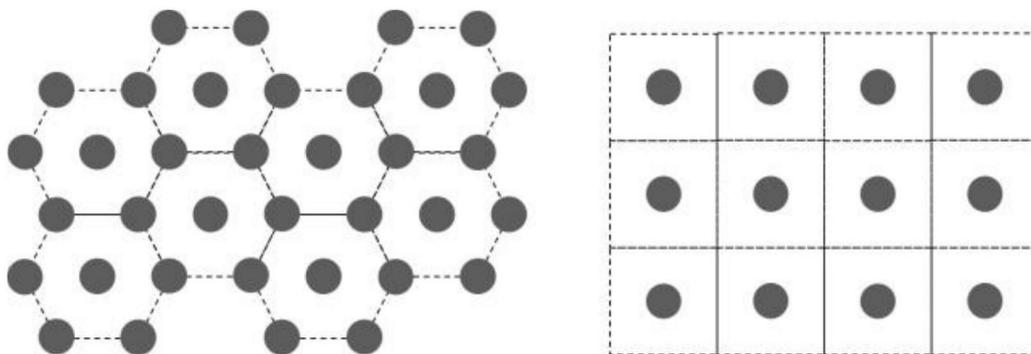


图5

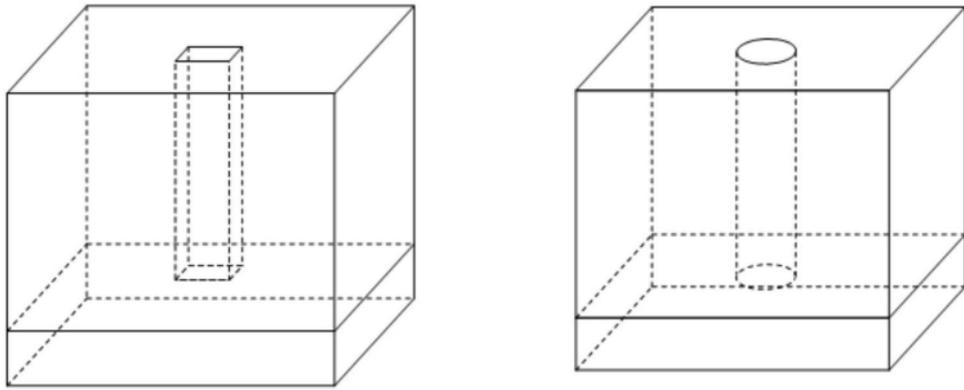


图6

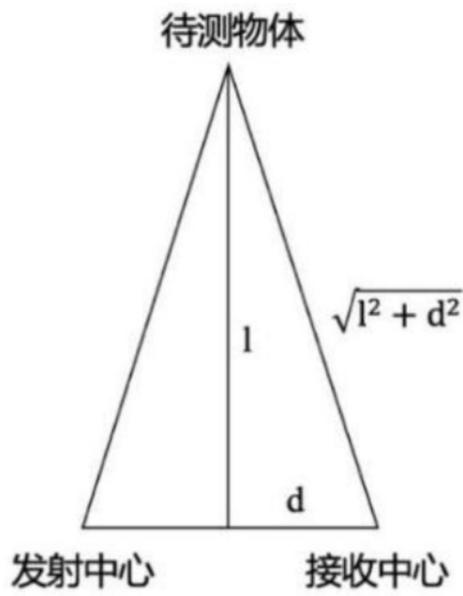


图7