



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108226899 B

(45) 授权公告日 2020.09.29

(21) 申请号 201810045703.4

审查员 邢明浩

(22) 申请日 2018.01.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108226899 A

(43) 申请公布日 2018.06.29

(73) 专利权人 上海禾赛光电科技有限公司

地址 201821 上海市嘉定区叶城路925号A4
栋二楼

(72) 发明人 卢炎聪 孙文婷 向少卿 李一帆

(74) 专利代理机构 北京律和信知识产权代理事

务所(普通合伙) 11446

代理人 郝文博 韩炜

(51) Int. Cl.

G01S 7/481 (2006.01)

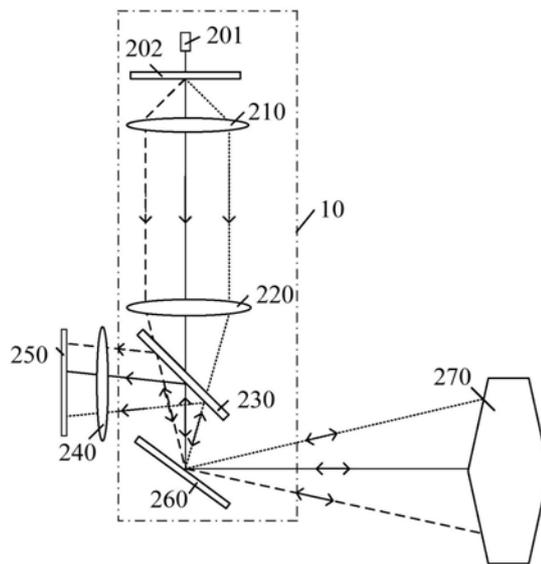
权利要求书1页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

激光雷达及其工作方法

(57) 摘要

本发明提供一种激光雷达及其工作方法,其中,所述激光雷达包括:发射装置,用于向待探测目标发射第一激光光束;分光装置,用于将第一激光光束分为多束第二激光光束,多束第二激光光束的传播方向不相同;振镜,所述振镜包括第一反射面,所述第一反射面用于反射第二激光光束,所述振镜具有第一旋转轴,所述振镜用于绕所述第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零;接收装置,用于接收经过待探测目标反射回来的回波光束。所述激光雷达能够通过较小的振镜转角,获得较高的视场角。



1. 一种激光雷达,其特征在于,包括发射接收装置,所述发射接收装置包括:
发射装置,用于向待探测目标发射第一激光光束;
分光装置,用于将第一激光光束分为多束第二激光光束,多束第二激光光束的传播方向不相同;
准直透镜,用于对所述多束第二激光光束进行准直处理,使所述多束第二激光光束的传播方向平行,其中所述分光装置位于所述准直透镜的焦平面处;
第一聚焦透镜,用于将经过准直处理的第二激光光束进行汇聚;
振镜,所述振镜包括第一反射面,所述振镜位于所述第一聚焦透镜的焦平面处,所述第一聚焦透镜将经过准直处理的第二激光光束汇聚至所述振镜的第一反射面,所述第一反射面用于反射第二激光光束,所述振镜具有第一旋转轴,所述振镜用于绕所述第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零;
接收装置,用于接收经过待探测目标反射回来的回波光束,
其中,所述发射装置用于同时发射传播方向相同或者不同的第一激光光束。
2. 如权利要求1所述的激光雷达,其特征在于,所述分光装置为达曼光栅或光纤分束器;所述达曼光栅为一维达曼光栅或二维达曼光栅。
3. 如权利要求1所述的激光雷达,其特征在于,所述分光装置为一维达曼光栅;入射至所述振镜第一反射面的传播方向不同的第二激光光束所在平面为传播平面,所述第一反射面与传播平面具有交线,所述第一旋转轴与所述交线之间的夹角大于零。
4. 如权利要求1所述的激光雷达,其特征在于,所述发射接收装置具有第二旋转轴,所述发射接收装置用于绕所述第二旋转轴旋转;所述第一旋转轴与第二旋转轴之间的夹角大于零。
5. 如权利要求1所述的激光雷达,其特征在于,还包括:半透半反镜,用于使所述第二激光光束透过,并入射至所述振镜的第一反射面,所述半透半反镜包括第二反射面,所述第二反射面用于将经过振镜反射回的回波光束反射至所述接收装置中。
6. 如权利要求5所述的激光雷达,其特征在于,还包括:第二聚焦透镜,用于将经所述半透半反镜出射的回波光束汇聚至所述接收装置中;所述接收装置与第二聚焦透镜焦点之间的距离小于第二聚焦透镜焦深的一半。
7. 一种激光雷达的工作方法,其特征在于,包括:
提供如权利要求1至6所述的激光雷达;
使所述发射装置向待探测目标发射第一激光光束,所述第一激光光束经过所述分光装置,分为多束传播方向不相同的第二激光光束;
旋转所述振镜,改变自振镜反射出的第二激光光束的传播方向,使所述第二激光光束反射至待探测目标表面,待探测目标反射出回波光束;
通过所述接收装置接收所述回波光束。
8. 如权利要求7所述的激光雷达的工作方法,其特征在于,所述分光装置为达曼光栅,所述达曼光栅具有沿第一方向的第一光栅周期,所述振镜反射出的第二激光光束在沿第一方向之间的最小夹角为 θ_1 ,所述第一旋转轴垂于所述第一方向;
旋转所述振镜的方法包括使振镜旋转角度大于或等于 $\theta_1/2$ 。

激光雷达及其工作方法

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体制造技术领域,尤其涉及一种激光雷达及其工作方法。

背景技术

[0002] 激光雷达是一种常用的测距传感器,具有探测距离远、分辨率高、受环境干扰小等特点,广泛应用于智能机器人、无人机、无人驾驶等领域。激光雷达的工作原理与微米波雷达的工作原理类似,都是利用光波往返于雷达和目标之间所用的时间来评估距离的大小。

[0003] 分辨率和视场角是激光雷达的重要指标。为了获得高分辨率,提出了一种多线激光雷达,多线激光雷达采用多个发射装置和相应的探测器在垂直方向进行排列,增加了垂直方向上的探测范围。然而多线激光雷达的空间有限,不能增加过多的激光光源,所以垂直角分辨率极其有限,且成本较高。为了降低成本,并提高激光雷达的分辨率,一种方法是采用具有MEMS微振镜形成激光雷达,具有MEMS微振镜的激光雷达具有较高的分辨率。

[0004] 然而,具有MEMS微振镜的激光雷达具有视场角小或振镜转角较大的缺点。

发明内容

[0005] 本发明解决的问题是提供一种激光雷达及其工作方法,能够通过较小的振镜转角获取较大的视场角。

[0006] 为解决上述问题,本发明提供一种激光雷达,包括:发射装置,用于向待探测目标发射第一激光光束;分光装置,用于将第一激光光束分为多束第二激光光束,多束第二激光光束的传播方向不相同;振镜,所述振镜包括第一反射面,所述第一反射面用于反射第二激光光束,所述振镜具有第一旋转轴,所述振镜用于绕所述第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零;接收装置,用于接收经过待探测目标反射回来的回波光束。

[0007] 可选的,所述分光装置为达曼光栅或光纤分束器;所述达曼光栅为一维达曼光栅或二维达曼光栅。

[0008] 可选的,所述分光装置为一维达曼光栅;入射至所述振镜第一反射面的传播方向不同的第二激光光束所在平面为传播平面,所述第一反射面与传播平面具有交线,所述第一旋转轴与所述交线之间的夹角大于零。

[0009] 可选的,所述激光雷达包括发射接收装置,所述发射接收装置包括:所述发射装置、分光装置、振镜和接收装置;所述发射接收装置具有第二旋转轴,所述发射接收装置用于绕所述第二旋转轴旋转;所述第一旋转轴与第二旋转轴之间的夹角大于零。

[0010] 可选的,还包括:准直透镜,用于对多束第二激光光束进行准直处理,使多束第二激光光束的传播方向平行;第一聚焦透镜,用于将经过准直处理的第二激光光束汇聚至所述振镜的第一反射面。

[0011] 可选的,还包括:半透半反镜,用于使所述第二激光光束透过,并入射至所述振镜的第一反射面,所述半透半反镜包括第二反射面,所述第二反射面用于将经过振镜反射回

的回波光束反射至所述接收装置中。

[0012] 可选的,还包括:第二聚焦透镜,用于将经所述半透半反镜出射的回波光束汇聚至所述接收装置中;所述接收装置与第二聚焦透镜焦点之间的距离小于第二聚焦透镜焦深的一半。

[0013] 可选的,所述发射装置用于同时发射多束传播方向不同的第一激光光束。

[0014] 相应的,本发明技术方案还提供一种激光雷达的工作方法,包括:提供激光雷达;使所述发射装置向待探测目标发射第一激光光束,所述第一激光光束经过所述分光装置,分为多束传播方向不相同的第二激光光束;旋转所述振镜,改变自振镜反射出的第二激光光束的传播方向,使所述第二激光光束反射至待探测目标表面,待探测目标反射出回波光束;通过所述接收装置接收所述回波光束。

[0015] 可选的,所述分光装置为达曼光栅,所述达曼光栅具有沿第一方向的第一光栅周期,所述振镜反射出的第二激光光束在沿第一方向之间的最小夹角为 θ_1 ,所述第一旋转轴垂于所述第一方向;旋转所述振镜的方法包括使振镜旋转角度大于或等于 $\theta_1/2$ 。

[0016] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有以下优点:

[0017] 本发明技术方案提供的激光雷达,所述激光雷达包括分光装置,所述分光装置能够将所述第一激光光束分为多束沿不同方向传播的第二激光光束。沿不同方向传播的第二激光光束能够对不同方位的待探测目标进行检测,从而能够增加激光雷达的角分辨率和视场角。所述激光雷达还包括振镜,所述振镜用于绕第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零,从而能够使传播方向相同的第二激光光束经所述第一反射面反射后具有不同的传播方向。所述振镜的旋转只要使旋转前第二激光光束之间最小夹角范围内均被扫描,获取的视场角便能够达到第二激光光束之间的最大夹角范围,因此,所述振镜与分光装置的组合能够使通过较小的振镜转角获取较大的视场角。所述振镜旋转角较小,振镜的旋转周期较小,能够增加激光雷达的帧频。同时,通过分光装置将第一激光光束分为多束第二激光光束能够通过一个发射装置获得多束第二激光光束,从而能够大量节约发射装置的使用,进而能够降低所述激光雷达的成本及安装难度。

[0018] 进一步,所述分光装置为达曼光栅。达曼光栅能够将第一激光光束分为光强相等的多束第二激光光束,从而能够避免因某束光强度过小而难以被探测器检测,进而能够改善激光雷达的性能。

[0019] 进一步,所述第一旋转轴与第二旋转轴之间的夹角大于零,当所述振镜绕所述第一旋转轴旋转时,入射至所述第一反射面的第二激光光束与第一反射面的夹角沿第二旋转轴方向的分量发生变化,从而能够改变从所述振镜出射后的第二激光光束与第二旋转轴之间的夹角,从而能够通过旋转所述振镜,增加激光雷达沿所述第一旋转轴方向的角分辨率和视场角。当所述第二旋转轴垂直于水平面时,能够增加激光雷达的垂直角分辨率和视场角。

[0020] 进一步,所述分光装置为二维达曼光栅,则自所述分光装置出射的多束第二激光光束包括与任意直线的夹角不同的光束,当所述振镜旋转时,自振镜出射的第二激光光束包括沿各方向夹角发生变化的光束,从而能够增加激光雷达沿各方向的角分辨率和视场角。

[0021] 进一步,所述半透半反镜能够使回波光束与第二激光光束分离,从而能够防止

接收装置接收第二激光光束,进而能够减少第二激光光束对激光雷达检测结果的影响,提高激光雷达的精度。

[0022] 本发明的激光雷达的工作方法中,所述分光装置能够将所述第一激光光束分为多束沿不同方向传播的第二激光光束,从而能够增加激光雷达的角分辨率和视场角。所述激光雷达还包括振镜,所述振镜用于绕旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零,通过旋转所述振镜,能够增加激光雷达第二激光光束的扫描范围,从而增加激光雷达的视场角。且所述振镜的旋转只要使旋转前第二激光光束之间最小夹角范围内均被扫描,获取的视场角便能够达到第二激光光束之间的最大夹角范围,因此,所述振镜与分光装置的组合能够使通过较小的振镜转角获取较大的视场角。所述振镜旋转角较小,振镜的旋转周期较小,能够增加激光雷达的帧频。

附图说明

[0023] 图1是一种激光雷达的工作原理的结构示意图;

[0024] 图2至图4是本发明的激光雷达的结构示意图;

[0025] 图5至图8是本发明的激光雷达的性能分析的原理图。

具体实施方式

[0026] 激光雷达存在诸多问题,例如:振镜的旋转角度较大或者激光雷达的视场角较小。

[0027] 现结合一种激光雷达,分析现所述激光雷达视场角小或振镜的旋转角度较大的原因:

[0028] 图1是一种激光雷达的工作原理图。

[0029] 所述激光雷达包括:激光器100,所述激光器100用于发射激光光束;准直透镜130,用于对激光器100发射的激光光束100进行准直;振镜120,用于改变出射的激光光束的传播方向;光电检测阵列150,用于接收待探测目标160反射回的回波光束;半透半反镜110,用于使激光光束100透射至所述振镜120表面,并能够使待探测目标160反射回的回波光束反射至光电检测阵列150中;聚焦透镜140,用于将半透半反镜110反射的回波光束汇聚至所述光电检测阵列150。

[0030] 其工作原理包括:所述激光器100发射的激光光束经过所述准直透镜130准直之后,到达所述半透半反镜110表面,部分激光光束透过所述半透半反镜110投射到所述振镜120表面,经所述振镜120反射至待探测目标160表面。入射到所述待探测目标160表面的激光光束经待探测目标160的漫反射,沿平行于入射激光光束的方向反射回,形成回波光束。所述回波光束经过振镜120的反射到达半透半反镜110表面,经半透半反镜110反射后到达所述聚焦透镜140,并经所述聚焦透镜140汇聚到所述光电检测阵列150。所述光电检测阵列150通过对发射激光光束与接收回波信号的时间差,计算所述待探测目标160的位置。

[0031] 所述激光雷达在工作过程中,所述振镜120能够在垂直于水平面的平面内转动,从而使经所述振镜120反射到待探测目标160表面的激光光束的传播方向发生变化,从而能够增加所述激光雷达的垂直视场角。

[0032] 然而,如果所述振镜120的尺寸过小,容易导致回波光束的强度过小,从而不利于光电检测阵列150对回波光束的检测。因此,所述振镜120的尺寸较大,又由于所述激光雷达

的空间有限,从而导致所述振镜120的转角较小;如果振镜120的旋转角较小,经所述振镜120反射的激光光束的传播角的变化仅为振镜120转角的2倍,所述振镜120反射的激光光束的传播角为振镜120反射的激光光束与水平面的夹角。综上,经所述振镜120反射的激光光束的传播角的变化范围较小,从而导致所述激光雷达的视场角较小。

[0033] 为解决所述技术问题,本发明提供了一种激光雷达,包括:分光装置,用于将第一激光光束分为多束第二激光光束,多束第二激光光束的传播方向不相同;振镜,所述振镜包括第一反射面,所述第一反射面用于反射第二激光光束,所述振镜具有第一旋转轴,所述振镜用于绕所述第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零。所述激光雷达能够通过较小的振镜转角,获得较高的视场角。

[0034] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。

[0035] 图2至图4是本发明的激光雷达一实施例的结构示意图。

[0036] 请参考图2至图4,图3是图2中区域1中第一激光光束和第二激光光束的传播路线的放大图,图4是图2中回波光束的传播路线的放大图,所述激光雷达包括:发射接收装置,所述发射接收装置包括:发射装置,用于向待探测目标发射第一激光光束;分光装置202,用于将第一激光光束分为多束第二激光光束,多束第二激光光束的传播方向不相同;振镜260,所述振镜260包括第一反射面,所述第一反射面用于反射第二激光光束,所述振镜260具有第一旋转轴,所述振镜260用于绕所述第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零;接收装置250,用于接收经待探测目标270反射回来的回波光束。

[0037] 所述激光雷达包括分光装置202,所述分光装置202能够将所述第一激光光束分为多束沿不同方向传播的第二激光光束。沿不同方向传播的第二激光光束能够对不同方位的待探测目标270进行检测,从而能够增加激光雷达的角分辨率和视场角。所述激光雷达还包括振镜260,所述振镜260用于绕第一旋转轴旋转,所述第一旋转轴与所述第一反射面的法线之间的夹角大于零,从而能够使传播方向相同的第二激光光束经所述第一反射面反射后具有不同的传播方向。所述振镜260的旋转只要使旋转前第二激光光束之间最小夹角范围内均被扫描,获取的视场角便能够达到第二激光光束之间的最大夹角范围,因此,所述振镜260与分光装置202的组合能够使通过较小的振镜260转角获取较大的视场角。所述振镜260旋转角较小能够增加激光雷达的帧频。同时,通过分光装置202将第一激光光束分为多束第二激光光束能够通过一个发射装置获得多束第二激光光束,从而能够大量节约发射装置的使用,进而能够降低所述激光雷达的成本及安装难度。

[0038] 所述激光雷达包括发射接收装置,所述发射接收装置包括:所述发射装置、分光装置202、振镜260和接收装置250。

[0039] 本实施例中,所述发射接收装置具有第二旋转轴,所述发射接收装置用于绕所述第二旋转轴旋转。所述发射接收装置绕所述第二旋转轴旋转,能够增加所述激光雷达垂直于所述第二旋转轴方向的视场角。本实施例中,所述第二旋转轴垂直于水平面,所述发射接收装置用于绕所述第二旋转轴旋转,能够使所述激光雷达具有较高的水平视场角。

[0040] 本实施例中,所述发射接收装置用于绕所述第二旋转轴旋转 360° 。

[0041] 本实施例中,所述第一旋转轴与第二旋转轴之间的夹角大于零。

[0042] 所述第一旋转轴与第二旋转轴之间的夹角大于零,当所述振镜260绕所述第一旋转轴旋转时,入射至所述第一反射面的第二激光光束与第一反射面的夹角沿第二旋转轴方向的分量发生变化,从而能够改变从所述振镜260出射后的第二激光光束与第二旋转轴之间的夹角,从而能够通过旋转所述振镜260,增加激光雷达沿所述第一旋转轴方向的角分辨率和视场角。当所述第二旋转轴垂直于水平面时,能够增加激光雷达的垂直角分辨率和视场角。

[0043] 所述激光雷达还包括:固定装置,用于固定所述发射接收装置。

[0044] 本实施例中,所述激光雷达还包括:连接所述固定装置和发射接收装置之间的旋转装置,所述旋转装置用于带动所述发射接收装置绕所述第二旋转轴旋转。

[0045] 所述旋转装置带动所述发射接收装置绕所述第二旋转轴旋转,能够使所述发射接收装置发射和接收传播方向与所述第二旋转轴夹角不同的光束,从而能够增加所述激光雷达沿垂直所述第二旋转轴方向的视场角及水平角分辨率。

[0046] 本实施例中,所述第二旋转轴垂直于水平面。所述激光雷达用于智能机器人和无人驾驶汽车中。在其他实施例中,所述第二旋转轴与水平面之间具有锐角夹角。所述激光雷达可应用于汽车或飞机中。

[0047] 在其他实施例中,所述发射接收装置不具有所述第一旋转轴,所述发射接收装置与所述固定装置固定连接。

[0048] 本实施例中,所述发射装置包括一个激光器201,所述激光器201用于产生和发射第一激光光束。在其他实施例中,所述发射装置可以包括多个激光器。

[0049] 所述激光器201为固体激光器或光纤激光器。

[0050] 本实施例中,所述第一激光光束的波长为895nm~915nm,例如905nm。

[0051] 本实施例中,所述分光装置202为达曼光栅。达曼光栅能够将第一激光光束分为光强相等的多束第二激光光束,从而能够避免因某束光强度过小而难以被探测器检测,进而能够改善激光雷达的性能。在其他实施例中,所述分光装置还可以为光纤分光器。

[0052] 本实施例中,所述达曼光栅为一维达曼光栅,一维达曼光栅成本较低,能够降低激光雷达的成本。

[0053] 具体的,所述一维达曼光栅可以为 1×5 分束、 1×9 分束、 1×15 分束、 1×32 分束或 1×64 分束的达曼光栅。所述一维达曼光栅的分束值越高,所述激光雷达的视场角越大,分辨率越高。本实施例以所述分光装置202为 1×9 分束的一维达曼光栅为例进行详细说明。

[0054] 本实施例中,所述一维达曼光栅的光栅周期为 $47\mu\text{m} \sim 57\mu\text{m}$,例如 $52\mu\text{m}$ 。所述达曼光栅的相位转折点为0.06668,0.12871,0.28589,0.45666,0.59090。

[0055] 在其他实施例中,所述分光装置为二维达曼光栅。所述分光装置为二维达曼光栅,则自所述分光装置出射的多束第二激光光束包括与任意直线的夹角不同的光束,当所述振镜旋转时,自振镜出射的第二激光光束包括沿各方向的夹角发生变化的光束,从而能够增加激光雷达沿各方向的角分辨率和视场角。

[0056] 达曼光栅是一种不等间距、周期重复的二元相位傅里叶分束光栅。

[0057] 具体的,本实施例中,所述达曼光栅包括多个交替排列的第一区和第二区。所述第一区的相位延迟为0弧度,所述第二区的相位延迟为 π 弧度。相邻第一区之间的距离为达曼光栅的光栅周期。所述达曼光栅的多个第一区的宽度不相同,多个第二区的宽度不相同。达

曼光栅通过合理设计所述光栅周期、第一区宽度和第二区宽度使得所产生的多束第二激光光束的光强相等。

[0058] 本实施例中,所述达曼光栅为一维达曼光栅,所述第一区和第二区为延伸方向平行的条形。

[0059] 本实施例中,所述激光雷达还包括:准直透镜210,用于对多束第二激光光束进行准直处理,使多束第二激光光束的传播方向平行;第一聚焦透镜220,用于将经过准直处理的第二激光光束汇聚至所述振镜260的第一反射面。

[0060] 所述分光装置202与所述准直透镜210的焦点之间的距离小于所述准直透镜210的焦深的一半,具体的,所述分光装置202位于所述准直透镜210的焦平面处。

[0061] 所述振镜260与所述第一聚焦透镜220之间的距离小于第一聚焦透镜220焦深的一半。具体的,本实施例中,所述振镜260位于所述第一聚焦透镜220的焦平面处。

[0062] 所述第一聚焦透镜220的焦点与所述准直透镜210的焦点重合,且所述第一聚焦透镜220的光轴与准直透镜210的光轴重合。

[0063] 所述准直透镜210和第一聚焦透镜220能够增加第二激光光束汇聚到振镜260第一反射面的第二激光光束的数量,从而能够使增加由振镜260反射出的第二激光光束数量,从而能够增加激光雷达的视场角。

[0064] 本实施例中,所述第一光束为线偏振光。由于线偏振光的偏振具有方向性,激光雷达的退偏度很小,因此,能够根据第一光束的偏振方向,滤除偏振方向不同的杂散光,从而能够提高激光雷达的信噪比。

[0065] 所述激光雷达还包括:半透半反镜230,用于使所述第二激光光束透过,并入射至所述振镜260的第一反射面,所述半透半反镜230包括第二反射面,所述第二反射面用于将经过振镜260反射回的回波光束反射至所述接收装置250中。

[0066] 所述半透半反镜230能够使回波光束与第二激光光束分离,从而能够防止接收装置250接收第二激光光束,进而能够减少第二激光光束对激光雷达检测结果的影响,提高激光雷达的精度。

[0067] 所述半透半反镜230的第二反射面朝向所述振镜260的第一反射面。

[0068] 所述振镜260为激光扫描振镜或微机电扫描振镜。

[0069] 本实施例中,所述分光装置为一维达曼光栅,入射至所述振镜260第一反射面的传播方向不同的第二激光光束所述在平面为传播平面,所述第一反射面与传播平面具有交线,所述第一旋转轴与所述交线之间的夹角大于零。在其他实施例中,所述分光装置为二维达曼光栅,所述传播平面与交线之间的夹角可以为零。

[0070] 具体的,本实施例中,所述第一旋转轴与所述交线之间的夹角为 90° 。

[0071] 本实施例中,所述第一旋转轴与所述第二旋转轴之的夹角大于零。具体的,本实施例中,所述第一旋转轴与所述第二旋转轴之的夹角为 90° 。在其他实施例中,所述第一旋转轴与所述第二旋转轴之的夹角为零度或锐角。

[0072] 具体的,本实施利中,所述第一旋转轴平行于所述第一反射面。所述第一旋转轴平行于所述振镜260的第一反射面,有利于振镜260的安装。在其他实施例中,所述第一旋转轴可以与所述第一反射面之间具有锐角夹角。

[0073] 所述接收装置250包括多个探测器,所述探测器的个数与所述回波光束的个数相

同,且多个探测器的位置分别与回波光束对应。

[0074] 所述探测器为光电倍增管、半导体光电二极管、雪崩光电二极管或红外和可见光探测器件。

[0075] 所述探测器能够接受所述回波光束,并将光信号转换为电信号。

[0076] 所述接收装置250还包括分析装置,所述分析装置用于对所述电信号进行分析从而获取所述待探测目标270的位置。

[0077] 所述发射接收装置还包括:第二聚焦透镜240,所述第二聚焦透镜240用于将所述半透半反镜230反射的回波光束汇聚至所述探测器中。

[0078] 所述第二聚焦透镜240与所述探测器之间的距离小于所述第二聚焦透镜240焦深的一半。具体,本实施例中,所述探测器位于所述第二聚焦透镜240的焦平面处。

[0079] 结合图4可以看出,当多条第二激光光束中具有传播方向相同的若干第二激光光束时,若干传播方向相同的第二激光光束到达所述第一反射面时的传播方向平行,则自所述第一反射面反射出的相应第二激光光束传播方向相同,则自所述待探测目标270反射回的相应的回波光束传播方向相同。

[0080] 由图5可见,自所述待探测目标270反射回的传播方向相同的回波光束最终会将至所述接收装置250的相同位置上,从而被同一探测器接收,因此,根据接收回波光束的探测器位置,能够确定回波光束的传播方向,进而确定待探测目标270的位置。

[0081] 所述激光雷达能够通过较小的振镜260旋转角获取较大的视场角。以下对本实施例中激光雷达的性能进行分析。

[0082] 图5至图8是对本发明一实施例中的激光雷达的性能参数进行分析的原理图。

[0083] 由于所述分光装置202为 1×9 分束的一维达曼光栅。

[0084] 取待探测目标270表面任意一点所在的平面为目标平面。所述目标平面与所述第一反射面中心之间的距离为 l 。

[0085] 所述目标平面平行于所述第二旋转轴。本实施例中,所述第二旋转轴垂直于水平面,则所述目标平面垂直于水平面。

[0086] 结合参考图5,建立直角坐标系,所述直角坐标系包括相互垂直的第一坐标轴 x ,第二坐标轴 y 和第三坐标轴 z ;所述第二坐标轴 y 平行于所述第二旋转轴;所述第一坐标轴平行于所述目标平面。

[0087] 所述振镜260反射的第二激光光束到达目标平面之后,在所述目标平面上形成的 1×9 的光斑阵列。

[0088] 继续参考图5,当入射至所述振镜260第一反射面的第二激光光束与第一反射面法线之间的夹角不相同,所述第一反射面的法线平行于所述传播平面时,所述目标平面上具有第一光斑阵列,所述第一光斑阵列包括 1×9 个第一光斑1。

[0089] 所述第一光斑阵列沿 y 方向的周期为 dy 。

[0090] 所述第一反射面的法线与所述第二旋转轴之间具有锐角夹角。

[0091] 在其他实施例中,所述传播平面与所述第一反射面法线具有锐角夹角。例如:所述传播平面垂直于第三坐标轴 z 。

[0092] 当所述振镜260第一反射面绕所述第一旋转轴沿顺时针方向旋转时,振镜260的旋转角为正值;当所述振镜260第一反射面绕所述第一旋转轴沿顺时针方向旋转时,振镜260

的旋转角为正值。

[0093] 调节所述振镜260,使振镜260第一反射面绕正方向旋转 θ 弧度。由于当所述第一反射面的旋转角度为第一角度时,所述第二激光光束的旋转角度为第二角度,则所述第二角度等于第一角度的2倍。

[0094] 请参考图6,当所述旋转轴垂于所述旋转轴,且当 $\theta = dy/4l$ 时,通过检测所述目标平面上的光斑分布,获取第二光斑阵列,第二光斑阵列包括多个第二光斑2。

[0095] 当 $\theta = dy/4l$ 时,所述第二激光光束经过所述振镜260反射后的旋转角为 $dy/2l$,所述第二光斑2与相邻第一光斑1之间的距离为 $dy/2$ 。

[0096] 请参考图7,所述旋转轴垂于所述旋转轴,且当 $\theta = -dy/4l$ 时,通过检测所述目标平面上的光斑分布,获取第三光斑阵列,第三光斑阵列包括多个第三光斑3。

[0097] 当 $\theta = -dy/4l$ 时,所述第二激光光束经过所述振镜260反射后的旋转角为 $-dy/2l$,则所述第三光斑3与相邻第一光斑1之间的距离为 $-dy/2$ 。

[0098] 由图6和图7可知,当所述第一振镜260的旋转角 θ 大于 $-dy/4l$ 且小于 $dy/4l$ 时,相邻第二激光光束之间的区域均能够被扫描到。因此,当振镜260不旋转时,两束第二激光光束沿平行于所述第二旋转轴方向的最大夹角为极限夹角,所述激光雷达沿所述第二旋转轴方向的视场角为极限夹角加 dy/l ,由于所述极限夹角为 $8dy/l$,因此,所述激光雷达沿平行于所述第二旋转轴方向的视场角为 $9dy/l$,本实施例中,所述垂直视场角为 $9dy/l$ 。

[0099] 具体的,本实施例中, $dx/l = 10^\circ$,则所述振镜269旋转角范围为 5° 时,所述激光雷达沿平行于第二旋转轴方向的视场角为 90° 。

[0100] 综上,当所述振镜260旋转范围为 $dy/2l$ 时,所述激光雷达的沿平行于第二旋转轴方向的视场角为 $9dy/l$ 。因此,本实施例中的激光雷达可以通过较小的振镜260旋转角,获取较大的垂直视场角。另外,所述振镜260的转角较小,则可以缩短振镜260的旋转周期,从而能够提高所述激光雷达的帧频。

[0101] 本实施例中,当所述第一旋转轴平行于所述传播平面且平行于所述第一反射面时,所述振镜260绕所述第一旋转轴旋转能够增加激光雷达沿垂直于第二旋转轴方向的视场角。当所述第一旋转轴与所述传播平面具有锐角夹角时,所述振镜260绕所述第一旋转轴旋转能够增加激光雷达沿垂直于第二旋转轴方向以及平行于所述第二旋转轴方向的视场角。

[0102] 在其他实施例中,所述分光装置为二维达曼光栅,当所述第一旋转轴不垂直于所述第一反射面时,所述振镜绕所述第一旋转轴旋转,能够通过较小的振镜转角,使激光雷达具有较大的沿垂直于第二旋转轴方向以及平行于所述第二旋转轴方向的视场角。

[0103] 图8是本发明的激光雷达另一实施例的结构示意图。

[0104] 请参考图8,本实施例中的激光雷达与上一实施例中的激光雷达的相同之处在此不做赘述,不同之处在于:

[0105] 本实施例中,所述发射装置用于同时发射多束传播方向不同的第一激光光束。

[0106] 本实施例中,发射装置中激光器201的个数为多个(图中示出两个)。多个激光器可以同时发射多束第一激光光束,再经过分光装置202分束能够得到更多的第二激光光束,从而能够增加激光雷达的视场角和角分辨率。

[0107] 本实施例中,多个激光器201发射的第一激光光束的传播方向相同。在其他实施例

中,多个激光器发射的第一激光光束的传播方向可以不相同。

[0108] 本实施例中,所述扩束准直装置311的个数为多个,多个扩束准直装置311分别与多个所述激光器对应,多个扩束准直装置311分别用于使多个激光器201发射的第一激光光束的光斑直径增加、发散角减小。

[0109] 本实施例中,所述发射装置还包括:第三聚焦透镜310,用于使多个激光器201发射的第一激光光束汇聚至所述分光装置202。

[0110] 所述第三聚焦透镜310能够改变激光器201发射的第一激光光束的传播方向,从而使多束第一激光光束的传播方向不相同。

[0111] 当到达所述分光装置202上的第一激光光束的传播方向不相同,由不同传播方向的第一激光光束获得的第二激光光束的传播方向不相同,从而能够进一步增加所述激光雷达的角分辨率和视场角,由分光装置202出射的第二激光光束之间的最小夹角较小,从而所述激光雷达能够通过更小的振镜260旋转角,获取较大的视场角。

[0112] 具体的,本实施例中,所述第三聚焦透镜310的光轴垂直于所述第二旋转轴;多个激光器201沿平行于所述第二旋转轴的方向排列,且平行于所述第三聚焦透镜310的光轴。在其他实施例中,多个激光器沿平行于水平面的方向排列。

[0113] 所述第三聚焦透镜310的光轴垂直于所述第二旋转轴;多个激光器201沿平行于所述第二旋转轴的方向排列,且平行于所述第三聚焦透镜310的光轴,则所述第三聚焦透镜310能够使经过第三聚焦透镜310出射的第一激光光束与第二旋转轴的夹角不相同,从而能够使经过所述分光装置202之后,所述第二激光光束的传播方向与第二旋转轴的夹角不相同,进而能够增加所述激光雷达的平行于所述第二旋转轴方向的分辨率和视场角。

[0114] 所述分光装置202与所述第三聚焦透镜310之间的距离小于所述第三聚焦透镜310焦深的一半。具体的,本实施例中,所述分光装置202位于所述第三聚焦透镜310的焦平面处。

[0115] 请参考图2至图8是本发明的激光雷达的工作方法一实施例的结构示意图。

[0116] 请参考图2,提供激光雷达。

[0117] 本实施例中,所述激光雷达的分光装置202为 1×9 的一维达曼光栅。

[0118] 本实施例中的激光雷达与上一实施例中的激光雷达的结构相同,在此不做赘述。

[0119] 参考图2和图3,使所述发射装置向待探测目标270发生第一激光光束,所述第一激光光束经过所述分光装置202,分为多束传播方向不相同的第二激光光束。

[0120] 所述分光装置202具有分光作用,能够使第一激光光束分为多束第二激光光束,能够增加激光雷达的角分辨率和视场角。

[0121] 本实施例中,所述第一激光光束为线偏振光,则所述第二激光光束为与第一激光光束偏振方向相同的线偏振光。

[0122] 由于所述分光装置202位于所述准直透镜210的焦平面处,所述第二激光光束经过所述准直透镜210之后平行射出。传播方向平行的第二激光光束经过所述第一聚焦透镜220,汇聚于所述第一聚焦透镜220的焦平面上。

[0123] 由于所述半透半反镜230能够使部分第二激光光束透过,又由于所述振镜260位于所述第一聚焦透镜220的焦平面处,透过所述半透半反镜230的第二激光光束汇聚到所述振镜260的第一反射面,到达所述准直透镜210之前的第二激光光束距离准直透镜210光轴的

距离不相同,经过所述准直透镜210之后的第二激光光束距离所述第一聚焦透镜220光轴的距离不相同,因此,汇聚于所述第一反射面上的第二激光光束的传播方向不相同。第二激光光束经过所述振镜260反射之后传播方向也不相同。

[0124] 本实施例中,所述第二激光光束到达所述准直透镜210之前,第二激光光束之间的夹角在平行于所述第二旋转轴方向的分量为第一夹角,任意两束第二激光光束之间的夹角在垂直于第二旋转轴方向上的分量为第二夹角。所有第一夹角中的最大值为第一极限夹角,所述第二夹角的最大值的第二极限夹角。

[0125] 当达曼光栅的结构参数不同时,所述第一极限夹角和第二极限夹角具有不同值。当所述达曼光栅与上一实施例相同时,所述第一极限夹角为 80° ,所述振镜的转角为 5° 时,所述激光雷达垂直于所述旋转轴的视场角为 90° 。因此,通过较小的振镜260转角能够获得较大的视场角。

[0126] 请参考图4至图7,旋转所述振镜260,改变自振镜260反射出的第二激光光束的传播方向,使所述第二激光光束反射至待探测目标270表面,待探测目标270反射出回波光束。

[0127] 所述分光装置202为达曼光栅时,所述达曼光栅具有沿第一方向的第一光栅周期,所述振镜260反射出的第二激光光束在沿第一方向之间的最小夹角为 θ_1 ,所述第一旋转轴垂于所述第一方向;旋转所述振镜的方法包括使振镜旋转角度大于或等于 $\theta_1/2$ 。

[0128] 振镜旋转角度大于或等于 $\theta_1/2$,则相邻第二激光光束之间沿第一方向的范围均能够被第二激光光束扫描,从而能够增加所述激光雷达的视场角。具体的,当所述达曼光栅沿所述第一方向的分束为 n 时,所述激光雷达的视场角为 $n \times \theta_1$ 。

[0129] 当所述达曼光栅为二维达曼光栅时,所述达曼光栅还包括沿第二方向的第二光栅周期,所述第二方向垂直于第一方向。所述达曼光栅沿所述第二方向的分束为 m 。自所述振镜260出射的第二激光光束沿第二方向的最小夹角为 θ_2 。当所述第一旋转轴垂直于所述第二光栅周期方向,且振镜260的旋转角大于或等于 $\theta_2/2$ 时,所述激光雷达沿所述第二光栅周期方向的视场角为 $n \times \theta_2$ 。由此可见所述激光雷达能够通过较小的振镜转角,获得较大的视场角。

[0130] 返回参考图4,通过所述接收装置250接收所述回波光束。

[0131] 所述第二激光光束经过所述待探测目标270漫反射后,形成回波光束,所述回波光束的传播方向平行于振镜260反射至待探测目标270表面的第二激光光束的传播方向。所述回波光束到达所述振镜260之后,经过所述振镜260第一反射面的反射到达所述半透半反镜230的第二反射面,所述回波光束经所述第二反射面反射后被所述第二聚焦透镜240聚焦至所述接收装置250中。所述接收装置250中的探测器将所述回波光信号转化为电信号,所述分析装置对所述电信号进行分析,获取所述待探测目标270的位置。

[0132] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

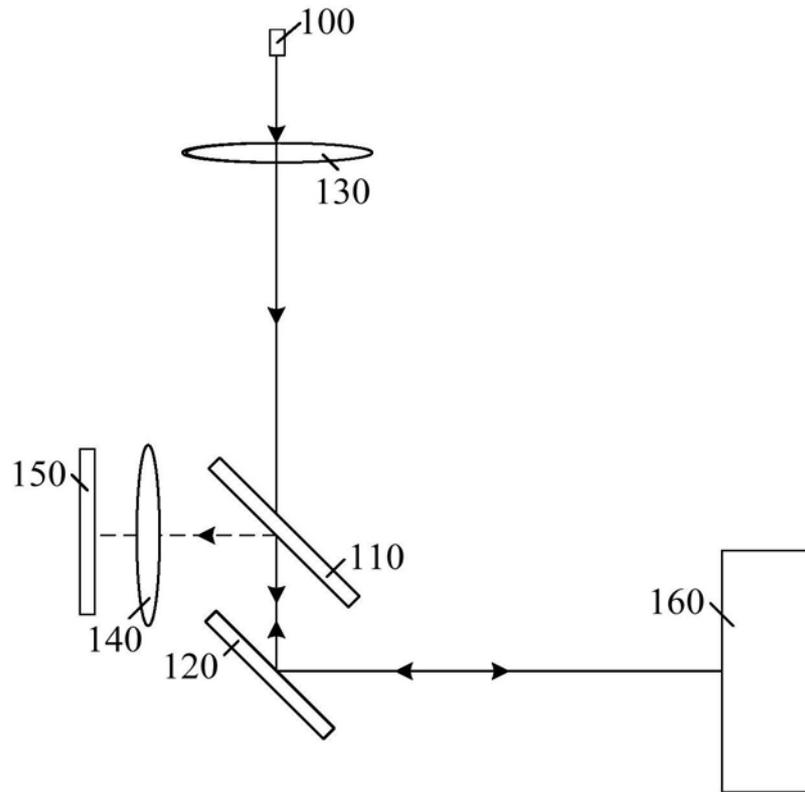


图1

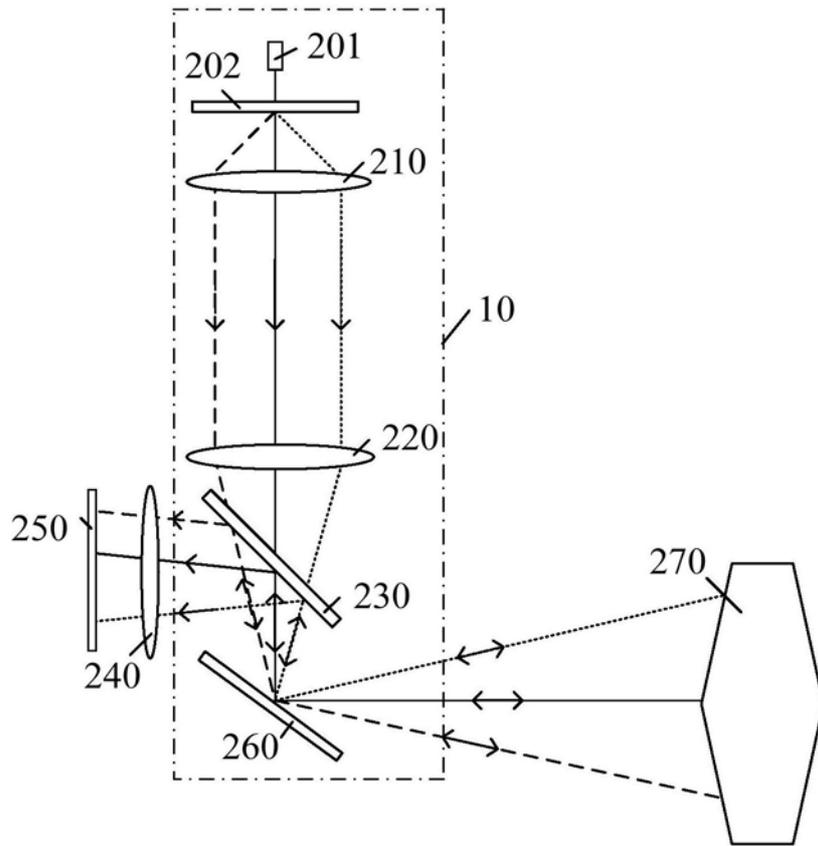


图2

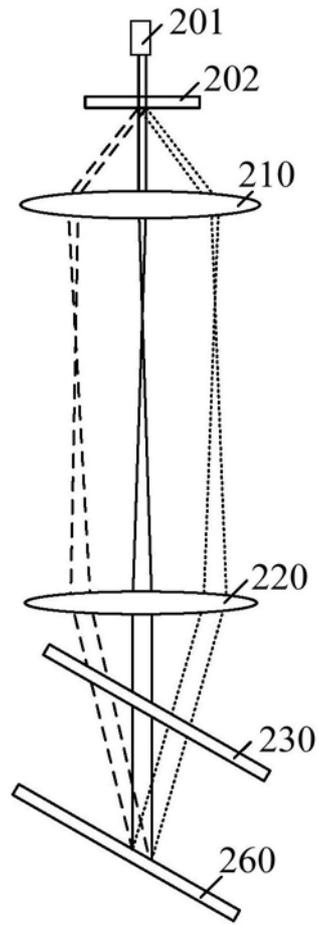


图3

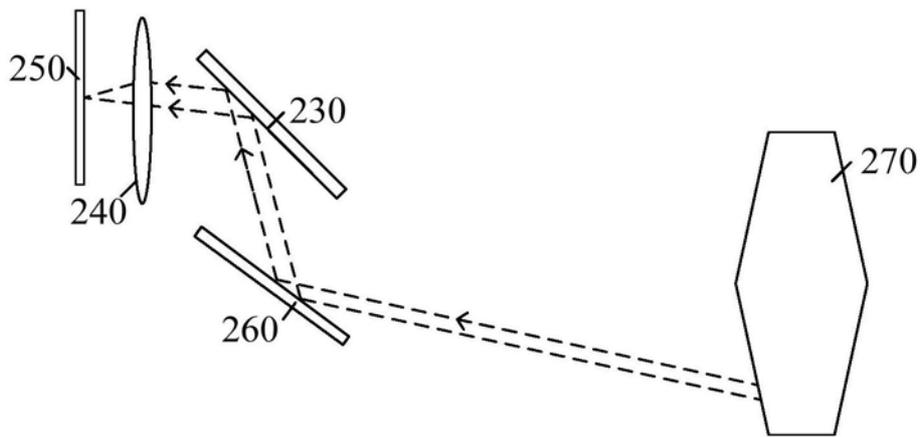


图4

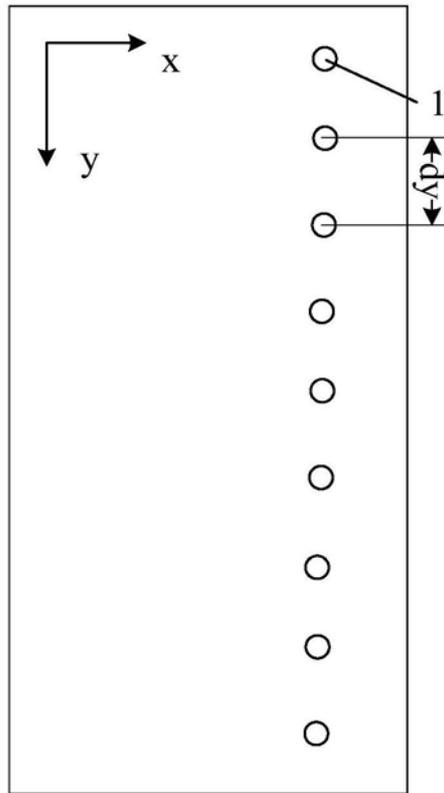


图5

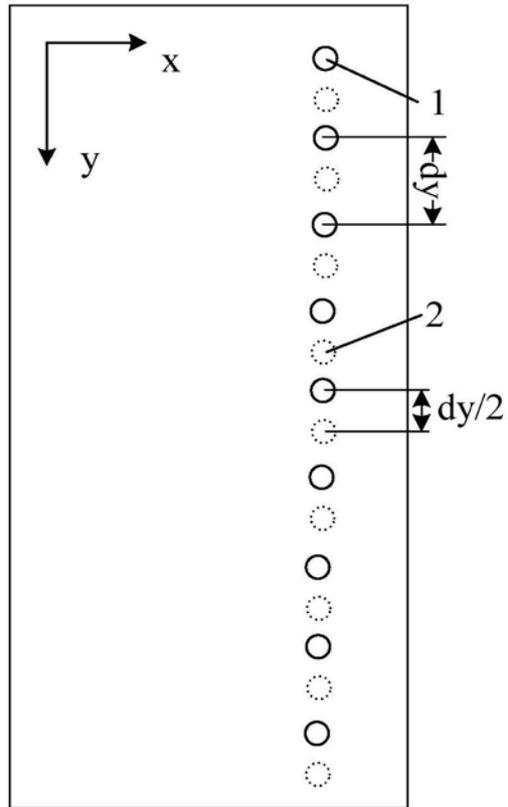


图6

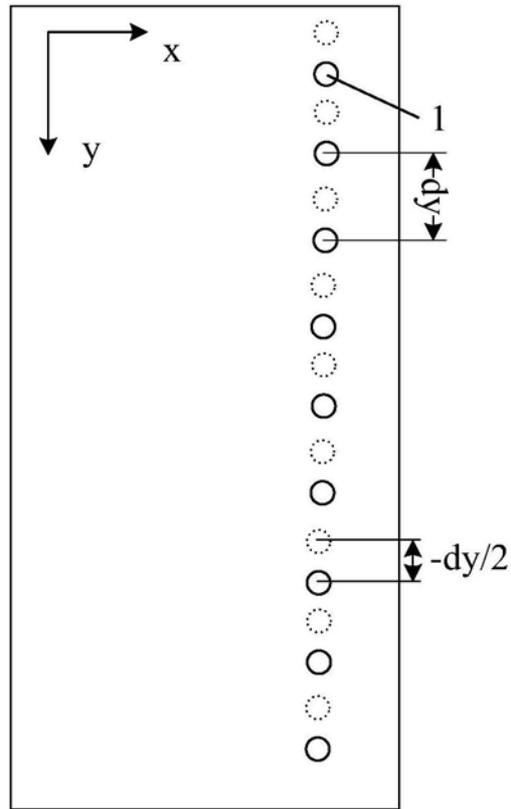


图7

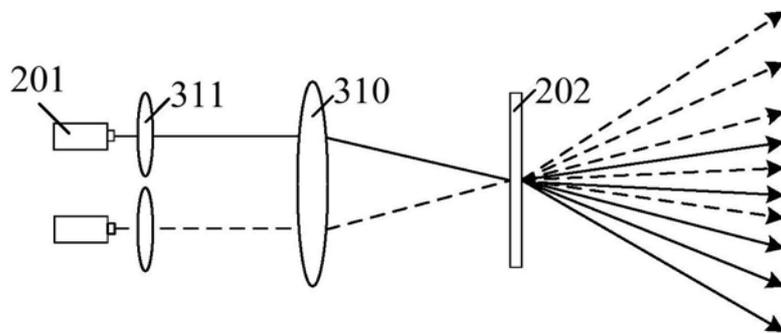


图8