



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109001747 B

(45) 授权公告日 2022. 09. 09

(21) 申请号 201810636872.5

审查员 何强

(22) 申请日 2018.06.20

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109001747 A

(43) 申请公布日 2018.12.14

(73) 专利权人 夏和娣

地址 212341 江苏省镇江市丹阳市延陵镇
昌国南路164号

(72) 发明人 张苏 黄允芳

(74) 专利代理机构 佛山粤进知识产权代理事务
所(普通合伙) 44463

专利代理师 王储

(51) Int. Cl.

G01S 17/06 (2006.01)

G01S 7/02 (2006.01)

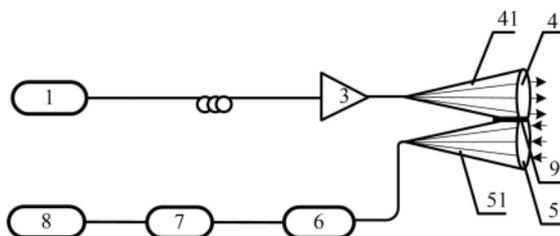
权利要求书2页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

一种无盲区激光雷达系统

(57) 摘要

本发明公开了一种无盲区激光雷达系统。本发明的发射望远镜和接收望远镜在厚度方向的侧面均至少包括一个平面；且发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面紧贴在一起，从而巧妙地消除了收发分置式激光雷达系统的测量盲区，克服了收发分置式激光雷达系统存在测量盲区的技术偏见。同时，由于本发明采用收发分置式望远镜系统，发射望远镜和接收望远镜平行设置，不存在镜面反射，从而有效地避免了收发同置激光雷达系统因镜面强反射引起的第一个回波信号失真，测量结果更准确。本发明在实现激光雷达系统的无盲区测量的同时，还能有效地避免镜面反射效应。



1. 一种无盲区激光雷达系统,其特征在於,包括:光源模块、光学收发模块、探测器模块、数据采集模块和数据处理模块,其中:

所述光源模块用于输出激光信号;

所述光学收发模块包括至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜,所述发射望远镜用于将光源模块输出的激光会聚后输出到目标物,所述接收望远镜用于接收从目标物返回的信号,并将接收到的信号会聚到探测器模块;

所述发射望远镜和接收望远镜的光轴平行设置;至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜和接收望远镜在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;所述发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面紧贴在一起;

所述探测器模块用于采集所述接收望远镜接收的信号;

所述数据采集模块用于将探测器模块输入的电信号转换为数字信号,所述数据处理模块用于根据预定的算法对所述数字信号处理,得到目标参数;

发射望远镜包括一个或一组同轴的透镜;当发射望远镜或接收望远镜为一个透镜时,其为凸透镜;当发射望远镜或接收望远镜为一组透镜时,组合透镜的效果为凸透镜;

光学收发模块还包括第一反射机构;

所述第一反射机构设置在所述发射望远镜的焦点与发射望远镜构成的光路之间;所述第一反射机构用于将光源模块输出的激光反射至所述发射望远镜输出;第一反射机构包括一个反射镜,且该反射镜在发射望远镜的焦点一半处;设置反射镜与发射望远镜的夹角刚好使得发射望远镜的实际焦点与发射望远镜不重叠;

所述光学收发模块还包括第二反射机构,所述第二反射机构设置在所述接收望远镜的焦点与接收望远镜构成的光路之间;所述第二反射机构用于将接收望远镜接收到的信号反射至所述探测器模块;所述第二反射机构包括一个或多个反射镜;

所述发射望远镜和所述接收望远镜之间还包括挡光模块,所述挡光模块用于阻挡光源模块传输的光信号传递到接收望远镜内;所述挡光模块是挡光涂层,所述挡光涂层覆盖在发射望远镜与接收望远镜紧贴在一起的平面上,发射望远镜的平面和接收望远镜的平面均覆盖有挡光涂层。

2. 根据权利要求1所述的无盲区激光雷达系统,其特征在於,所述发射望远镜和接收望远镜的数量均为1个,发射望远镜和接收望远镜均呈D字形;发射望远镜和接收望远镜的平面部分紧贴在一起。

3. 根据权利要求1所述的无盲区激光雷达系统,其特征在於,所述发射望远镜为一个,所述接收望远镜为多个,所述发射望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括多个与接收望远镜数量对应的直线段,发射望远镜在厚度方向的侧面包括多个平面;接收望远镜呈D字形;每个接收望远镜在厚度方向的侧面包括一个平面,所述发射望远镜的平面和接收望远镜的平面对应紧贴在一起。

4. 根据权利要求1所述的无盲区激光雷达系统,其特征在於,所述接收望远镜为一个,所述发射望远镜为多个,所述接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括多个与发射望远镜数量对应的直线段,接收望远镜在厚度方向的侧面包括多个平面;发射望远镜呈D字形;每个发射望远镜在厚度方向的侧面包括一个平面,所述接收望远镜的平面和发射

望远镜的平面对应紧贴在一起。

5. 根据权利要求1所述的无盲区激光雷达系统,其特征在於,还包括机箱,所述光源模块、光学收发模块和探测器模块均设置在所述机箱内;还包括扫描机构,所述机箱设置在扫描机构上,能够在扫描机构的带动下运动。

一种无盲区激光雷达系统

技术领域

[0001] 本发明涉及激光雷达,尤其涉及一种无盲区激光雷达系统。

背景技术

[0002] 激光雷达是一种主动的现代光学遥感技术,是传统雷达技术与现代激光技术相结合的产物。激光具有高亮度、高方向性、高相干性、高峰值功率的特点。因此,激光雷达具有高角分辨率、高的距离分辨率、高时间分辨率、高测量精度、远探测距离、多目标探测、强抗干扰的优点。通过以激光为信息载体,激光雷达可以用振幅、频率、相位、偏振来搭载信息。因此,其不仅可以精确测距,还可以精确测量频移、角度、姿态、退偏振。继微波雷达之后,激光雷达将辐射源的频率提高到了光频率,比毫米波高出四个数量级,这使之能够探测微小自然目标,如大气中的气溶胶和分子。随着激光技术和光电子学技术的发展,激光雷达已成为重要遥感探测手段。

[0003] 激光雷达的接收机主要有两种结构:收发同置结构和收发分置结构。

[0004] 本发明的发明人发现,对于收发同置结构,由于发射望远镜和接收望远镜分立,发射望远镜的视场和接收望远镜的视场之间不可避免地会存在不重叠的地方,即盲区。盲区内的信号无法被接收望远镜接收到,导致激光雷达存在探测盲区,无法获取盲区内的目标信息。对于收发同置式望远镜,虽然不存在探测盲区,但由于收发同置,镜面反射强,会引起第一个回波信号失真,并有可能损坏探测器,为近场测量带来较大的系统误差。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种无盲区激光雷达系统,能够解决收发分置式激光雷达的探测盲区问题。

[0006] 本发明是这样实现的:

[0007] 包括:光源模块、光学收发模块、探测器模块、数据采集模块和数据处理模块,其中:

[0008] 所述光源模块用于输出激光信号;

[0009] 所述光学收发模块包括至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜,所述发射望远镜用于将光源模块输出的激光会聚后输出到目标物,所述接收望远镜用于接收从目标物返回的信号,并将接收到的信号会聚到探测器模块;

[0010] 所述发射望远镜和接收望远镜的光轴平行设置;至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜和接收望远镜在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;所述发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面紧贴在一起;

[0011] 所述探测器模块用于采集所述接收望远镜接收的信号;

[0012] 所述数据采集模块用于将探测器模块输入的电信号转换为数字信号,所述数据处理模块用于根据预定的算法对所述数字信号处理,得到目标参数。

[0013] 进一步的,还可以包括光放大模块,所述光放大模块用于对光源模块输出的激光进行放大,并输入到光学收发模块;

[0014] 进一步的,所述发射望远镜和接收望远镜的数量均为1个,发射望远镜和接收望远镜均呈D字形;发射望远镜和接收望远镜的平面部分紧贴在一起。

[0015] 进一步的,呈D字形的发射望远镜和接收望远镜在垂直于镜片厚度方向的形状由直线与圆弧包围而成,且圆弧的圆心落在镜片内。

[0016] 进一步的,所述至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜的平面紧贴在一起时,发射望远镜的圆心与接收望远镜的圆心连线垂直于所述平面。

[0017] 进一步的,所述发射望远镜为一个,所述接收望远镜为多个,所述发射望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括多个与接收望远镜数量对应的直线段,发射望远镜在厚度方向的侧面包括多个平面;接收望远镜呈D字形;每个接收望远镜在厚度方向的侧面包括一个平面,所述发射望远镜的平面和接收望远镜的平面对应紧贴在一起。

[0018] 进一步的,所述接收望远镜为一个,所述发射望远镜为多个,所述接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括多个与发射望远镜数量对应的直线段,接收望远镜在厚度方向的侧面包括多个平面;发射望远镜呈D字形;每个发射望远镜在厚度方向的侧面包括一个平面,所述接收望远镜的平面和发射望远镜的平面对应紧贴在一起。

[0019] 进一步的,所述发射望远镜和所述接收望远镜之间还包括挡光模块,所述挡光模块用于阻挡光源模块传输的光信号传递到接收望远镜内。

[0020] 进一步的,所述光学收发模块还包括第一反射机构,所述第一反射机构设置有所述发射望远镜的焦点与发射望远镜构成的光路之间;所述第一反射机构用于将光源模块输出的激光反射至所述发射望远镜输出。

[0021] 进一步的,所述光学收发模块还包括第一反射机构,所述第一反射机构设置有所述发射望远镜的焦点与发射望远镜构成的光路之间;所述第一反射机构用于将光源模块输出的激光反射至所述发射望远镜输出。

[0022] 进一步的,所述光学收发模块还包括第二反射机构,所述第二反射机构设置有所述接收望远镜的焦点与接收望远镜构成的光路之间;所述第二反射机构用于将接收望远镜接收到的信号反射至所述探测器模块。

[0023] 进一步的,所述第一反射机构包括一个或多个反射镜。

[0024] 进一步的,所述第二反射机构包括一个或多个反射镜。

[0025] 进一步的,还包括机箱,所述光源模块、光学收发模块和探测器模块均设置在所述机箱内;还包括扫描机构,所述机箱设置在扫描机构上,能够在扫描机构的带动下运动。

[0026] 综上所述,本发明提供了一种无盲区激光雷达系统,包括光源模块、光学收发模块、探测器模块、数据采集模块和数据处理模块,光学收发模块包括至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜,发射望远镜和接收望远镜的光轴平行设置。本发明具有以下有益效果:

[0027] (1) 本发明通过设置至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜和接收望远镜在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面紧贴在一起,从而巧妙地消除了收发分置式激光雷达系统的测量盲区,克服了收发分置式

激光雷达系统存在测量盲区的技术偏见。

[0028] (2) 由于本发明采用收发分置式望远镜系统,发射望远镜和接收望远镜平行设置,不存在镜面反射,从而有效地避免了收发同置激光雷达系统因镜面强反射引起的第一个回波信号失真,测量结果更准确。本发明能够在实现激光雷达系统的无盲区测量的同时,还能有效地避免镜面反射效应。

[0029] (3) 本发明通过在发射望远镜和接收望远镜之间设置挡光模块,阻挡光源模块传输的光信号传递到接收望远镜内,从而有效地阻止发射望远镜出射的光信号传输到接收望远镜中,避免探测器接收到强的原始光信号,保护探测器。同时,有效地避免激光雷达接收到虚假信号,从技术上保证了激光雷达的测量数据的真实性和准确性。

附图说明

[0030] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案和优点,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它附图。

[0031] 图1是相关技术中,收发同置激光雷达系统的结构图;

[0032] 图2是相关技术中,几何重叠因子形成的原理图;

[0033] 图3是本发明实施例1-3提供的一种无盲区激光雷达系统的结构图;

[0034] 图4是本发明实施例1提供的光学收发模块的结构图;

[0035] 图5是本发明实施例1提供的光学收发模块的另一结构图;

[0036] 图6是本发明提供的无盲区激光雷达系统与相关技术中激光雷达的几何重叠因子的对比图;

[0037] 图7是本发明实施例2提供的光学收发模块的结构图;

[0038] 图8是本发明实施例3提供的光学收发模块的结构图;

[0039] 图9是本发明实施例4提供的第一反射机构的结构图;

[0040] 图10是本发明实施例4提供的第二反射机构的结构图。

具体实施方式

[0041] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0042] 实施例1:

[0043] 激光雷达方程如下:

$$[0044] \quad p(\lambda, r, R) = \frac{A_0}{r^2} \cdot T(\lambda, r) \cdot \xi(\lambda) \cdot O(r, R)$$

[0045] A_0/r^2 为激光雷达接受器立体角;

[0046] $T(\lambda, r)$ 为大气中关于距离 r 和波长 λ 的传播因子;

[0047] $\xi(\lambda)$ 表示接收器光谱传输因子;

[0048] $O(r, R)$ 代表 R 高度上位置 r 处粒子被探测到的概率, 由于其只取决于激光光束和接收器的重叠面积, 故称为几何重叠因子。

[0049] 由上述激光雷达方程可知, 几何重叠因子对激光雷达的回波功率及探测能力的影响很大。

[0050] 图1示出了收发分置激光雷达的基本结构。收发分置结构也称为离轴结构, 发射望远镜和接收望远镜分立设置, 两光轴保持平行状态, 激光束的发射视场与接收视场之间由完全分离逐渐过渡到完全重合, 如图2所示。对于激光雷达系统来说, 这样的光学结构决定了在一定范围内的回波信号只能部分地被望远镜所接收。因此在对回波信号进行反演处理时, 必须对激光雷达方程进行修正, 引入系统几何重叠因子 $O(r)$ 。重叠因子随距离变化, 定义为在一定距离上落入视场中的光束能量与该距离上光束总能量的比值。盲区内激光器发射的光束不在接收视场范围, 望远镜接收不到大气回波信号 $O(r) = 0$; 交叉区间发射的激光信号逐渐进入到接收视场范围, 大气回波信号部分地被望远镜所接收, $O(r)$ 逐渐增大, 但 $0 < O(r) < 1$; 直到重叠区内发射的激光束完全包含于接收视场范围内, 大气回波信号被望远镜全部吸收, $O(r) = 1$ 。由图2可见, 现有的收发分置激光雷达系统存在较大的盲区 (一般几十秒到几百米)。

[0051] 图3是本发明提供的一种无盲区激光雷达系统的结构图, 如图3所示, 一种无盲区激光雷达系统, 包括: 光源模块1、光放大模块3、光学收发模块、探测器模块6、数据采集模块7和数据处理模块8, 其中:

[0052] 所述光源模块1用于输出激光信号; 光源模块1输出的激光信号为脉冲光; 光源模块可以是脉冲激光器。当然, 光源模块1也可以包括连续激光器和脉冲发生器, 脉冲发生器将连续激光器输出的连续光转换为脉冲光输出。

[0053] 所述光放大模块3用于对光源模块1输出的激光进行放大, 并输入到光学收发模块;

[0054] 所述光学收发模块包括至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5, 所述发射望远镜4和接收望远镜5的光轴平行设置; 至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段; 发射望远镜4和接收望远镜5在厚度方向的侧面均至少包括一个平面; 所述发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面紧贴在一起。

[0055] 所述探测器模块6用于接收所述接收望远镜5输出的信号。

[0056] 在一个优选的实施例中, 还包括滤波模块, 滤波模块用于对望远镜5输出的信号进行滤波, 并输出到探测器模块6中。

[0057] 所述数据采集模块7用于将探测器模块6输入的电信号转换为数字信号, 所述数据处理模块8用于根据预定的算法对所述数字信号处理, 得到目标参数。

[0058] 在具体的应用场景中, 发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面可以通过粘胶粘贴在一起。本发明的发明人发现: 当发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面通过粘胶紧贴在一起时, 由于平面之间粘贴的稳定性最好, 使得激光雷达的整体光学结构最稳固。此外, 粘贴后的发射望远镜和接收望远镜成为一个整体, 可以联动, 从而始终保持发射光轴和接收光轴的夹角稳定。同时, 相比于机械固定方式, 由于玻璃受温度影响发生形变远小于金属, 因此, 通过粘胶固定的发射望远镜和接收望远镜稳定性最好。

[0059] 当然,还可以通过机械固定的方式使发射望远镜4和接收望远镜5紧贴在一起。

[0060] 需要说明的是,本发明中的发射望远镜4和接收望远镜5中的横截面均指垂直于光轴方向(或厚度方向)的截面。

[0061] 在本发明的一个实施例中,如图4所示,所述发射望远镜4和接收望远镜5的数量均为1个,发射望远镜4和接收望远镜5均呈D字形;发射望远镜4和接收望远镜5的平面部分紧贴在一起。

[0062] 发射望远镜4包括一个或一组同轴的透镜;当发射望远镜或接收望远镜为一个透镜时,其为凸透镜。当发射望远镜或接收望远镜为一组透镜时,组合透镜的效果为凸透镜。

[0063] 在具体的实现过程中,发射望远镜4和接收望远镜5可通过对用作发射望远镜4和接收望远镜5的透镜(或透镜组)沿不经过透镜(或透镜组)圆心的直线切割获得;具体的,用作发射望远镜4和接收望远镜5的透镜(或透镜组)在垂直于光轴方向为圆形截面。切割后形成的发射望远镜4和接收望远镜5呈D字形,具体的:发射望远镜4和接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向(即垂直于透光方向)的截面均呈D字形,发射望远镜4和接收望远镜5在垂直于镜片厚度方向的形状(或轮廓)由直线与圆弧包围而成,且圆弧的圆心落在镜片内。也就是说,发射望远镜4和接收望远镜5是对圆形的透镜切割后较大的一块。这样能够保证激光信号尽可能多地经发射望远镜4发射输出到大气中;同时,也能够保证接收望远镜5尽可能多地接收到激光雷达的回波信号。

[0064] 本发明的发明人经研究发现,当发射望远镜4和接收望远镜5的横截面面积与其所在的完整圆的面积的比值为8:2时,激光雷达能够实现总体最优的信噪比。

[0065] 由于沿直线切割,发射望远镜4和接收望远镜5在厚度方向(即透光方向)的侧面均包括一个平面;所述发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面紧贴在一起,形成类似阿拉伯数字“8”字形结构,或者类似葫芦形结构。

[0066] 发射望远镜4和接收望远镜5的镜片大小可以相同,也可以不同。作为优选的方案,接收望远镜5的横截面面积大于发射望远镜4的横截面面积;从而使得接收望远镜5接收到更多的回波信号,提高激光雷达的信噪比。

[0067] 作为优选的方案,发射望远镜4和接收望远镜5的平面紧贴在一起时,发射望远镜4的圆心与接收望远镜5的圆心连线垂直于发射望远镜4和接收望远镜5的平面。这样的好处是:接收望远镜5能够尽可能多地接收到发射望远镜4所发射信号的回波信号。

[0068] 请参见图3、图4:在一个具体的应用场景中,光学收发模块还包括发射镜筒41和/或接收镜筒51。发射镜筒用于固定发射望远镜4,并保证从光放大模块33输出的光信号仅仅通过发射望远镜4输出,避免光信号散射到其他位置。接收镜筒51用于固定接收望远镜5,并保证大气回波信号通过接收望远镜5传输到探测器中,避免光信号散射到其他位置。

[0069] 作为优选的方案,光学收发模块只包括接收镜筒51或发射镜筒41,这样在实现发射系统和接收系统隔离的前提下,使激光雷达系统的重量最小,提高激光雷达的便携性。

[0070] 由于本发明的发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面紧贴在一起,发射望远镜4出射的光信号很有可能会传输到接收望远镜5中,从而造成探测器接收到强的光信号,损坏探测器,并导致激光雷达接收到虚假信号,影响激光雷达的测量数据的真实性和准确性。

[0071] 为了解决上述技术问题,本发明的发射望远镜4和所述接收望远镜5之间还包括挡

光模块9,所述挡光模块9用于阻挡光放大模块3输出的光信号传递到接收望远镜5内。

[0072] 具体的,所述挡光模块9可以挡光板。具体的,挡光模块9可以是由吸光材料制成的挡光板,或者,所述挡光模块9可以是表面涂有吸光材料的挡光板。作为可选的方案,所述挡光模块9还可以是挡光涂层,所述挡光涂层覆盖在发射望远镜4与接收望远镜5紧贴在一起的平面上。所述挡光涂层可以覆盖在发射望远镜4的平面上,也可以覆盖在接收望远镜5的平面上。当发射望远镜4的平面和接收望远镜5的平面均覆盖有挡光涂层时,发射望远镜4和接收望远镜5的光隔离效果最好。

[0073] 挡光涂层可以含有粘合剂树脂和黑色微粒。

[0074] 如图3所示,在一个实施例中,发射镜筒41和接收镜筒51的形状为切割掉一块的锥形镜筒。发射望远镜4和接收望远镜5的平面部分紧贴在一起时,发射镜筒41与接收镜筒51有一部分交叉,发射镜筒41和接收镜筒51切割掉的部分即为可能会交叉的部分。由于发射镜筒41和接收镜筒51为中空的筒状结构,本发明的挡光模块9设置在发射镜筒41和接收镜筒51之间,能够阻挡光信号在发射镜筒41和接收镜筒51之间传输,从而有效地避免探测器模块接收到虚假的测量信号(只有大气回波信号才是真正的目标测量信号),并能避免来自发射镜筒的强反射信号损伤探测器模块。

[0075] 在一个可选的实施例中,发射镜筒41和接收镜筒51为切割掉一块的圆形镜筒。

[0076] 当然,所述发射镜筒41和接收镜筒51也可以是一体成型制成,即发射镜筒41和接收镜筒51在靠近发射望远镜和接收望远镜的部位连接在一起;挡光模块9设置在发射镜筒41和接收镜筒51之间。

[0077] 图5是本发明的光学收发模块中发射望远镜和接收望远镜从厚度方向观察的结构图。由图5可见,发射望远镜4和接收望远镜5均为凸透镜,且均包括一平面,两平面可以紧密地粘贴在一起。采用本发明的技术方案,由于发射望远镜4和接收望远镜5的特殊结构,发射望远镜4的视场和接收望远镜5的视场之间从零探测距离处就开始重叠(图5中阴影即为几何重叠区域),接收视场与发射视场之间完全没有盲区。

[0078] 图6是本发明提供的无盲区激光雷达系统与相关技术中激光雷达(图1所示的激光雷达)的几何重叠因子的对比图;其中,上方的曲线代表本发明提供的无盲区激光雷达系统的几何重叠因子;下方的曲线代表图1所示的激光雷达的几何重叠因子。

[0079] 从图6可见,图1所示的激光雷达(现有技术中的收发分置激光雷达),由于其结构上固有的缺陷,导致激光雷达存在一个较大的探测盲区(即几何重叠因子数为零的测量范围),无法获取盲区内(即近场空间)的信号。探测盲区一般是几十米到几百米不等,具体的盲区范围,取决于发射望远镜和接收望远镜的视场角及空间位置。

[0080] 本发明提供的激光雷达,几何重叠因子完全无盲区,可以测量近场以及远场整个测量路径上的目标物体的反射信号。另外,相对于现有技术,本发明的激光雷达的几何重叠因子在整个探测路径上均大于现有技术中激光雷达的几何重叠因子。本发明的激光雷达的几何重叠因子达到1时的探测距离也明显小于现有技术中激光雷达,即,本发明能够更快地达到发射视场完全覆盖接收视场。

[0081] 本发明突破了现有技术中收发分置离轴激光雷达必然存在测量盲区的技术偏见;实现了收发分置式激光雷达的零测量盲区。

[0082] 综上所述,本发明提供了一种无盲区激光雷达系统,包括光源模块、光放大模块、

光学收发模块、探测器模块、数据采集模块和数据处理模块,光学收发模块包括至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜,发射望远镜和接收望远镜的光轴平行设置。

[0083] 本发明通过设置至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜和接收望远镜在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面紧贴在一起,从而巧妙地消除了收发分置式激光雷达系统的测量盲区,克服了收发分置式激光雷达系统存在测量盲区的技术偏见。

[0084] 同时,由于本发明采用收发分置式望远镜系统,发射望远镜和接收望远镜平行设置,不存在镜面反射,从而有效地避免了收发同置激光雷达系统因镜面强反射引起的第一个回波信号失真,测量结果更准确。本发明能够在实现激光雷达系统的无盲区测量的同时,还能有效地避免镜面反射效应。

[0085] 另外,本发明通过在发射望远镜和接收望远镜之间设置挡光模块,阻挡光源模块传输的光信号传递到接收望远镜内,从而有效地阻止发射望远镜出射的光信号传输到接收望远镜中,避免探测器接收到强的原始光信号,保护探测器。同时,有效地避免激光雷达接收到虚假信号,从技术上保证了激光雷达的测量数据的真实性和准确性。

[0086] 实施例2

[0087] 图3是本发明提供的另一种无盲区激光雷达系统的结构图。实施例2与实施例1的区别在于发射望远镜和接收望远镜的数量和结构不同。如图3所示,一种无盲区激光雷达系统,包括:光源模块1、光放大模块3、光学收发模块、探测器模块6、数据采集模块7和数据处理模块8,其中:

[0088] 所述光源模块1用于输出激光信号;光源模块1输出的激光信号为脉冲光;

[0089] 所述光放大模块3用于对光源模块1输出的激光进行放大,并输入到光学收发模块;

[0090] 所述光学收发模块包括至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5,所述发射望远镜4和接收望远镜5的光轴平行设置;至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜4和接收望远镜5在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;所述发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面紧贴在一起。

[0091] 所述探测器模块6用于接收所述接收望远镜5输出的信号。

[0092] 在一个优选的实施例中,还包括滤波模块,滤波模块用于对望远镜5输出的信号进行滤波,并输出到探测器模块6中。

[0093] 所述数据采集模块7用于将探测器模块6输入的电信号转换为数字信号,所述数据处理模块8用于根据预定的算法对所述数字信号处理,得到目标参数。

[0094] 在具体的应用场景中,发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面可以通过粘胶紧贴在一起。当然,还可以通过机械固定的方式使发射望远镜4和接收望远镜5紧贴在一起。

[0095] 需要说明的是,本发明中的发射望远镜4和接收望远镜5中的横截面均指垂直于光轴方向(或厚度方向)的截面。

[0096] 如图6所示,所述发射望远镜4为一个,所述接收望远镜5为多个,所述发射望远镜4

在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括多个与接收望远镜5数量对应的直线段,发射望远镜4在厚度方向的侧面包括多个平面;接收望远镜5呈D字形;每个接收望远镜5在厚度方向的侧面包括一个平面,所述发射望远镜4的平面和接收望远镜5的平面对应紧贴在一起。

[0097] 如图6所示,以接收望远镜5为两个为例,对本发明的技术方案进行说明:

[0098] 发射望远镜4包括一个或一组同轴的透镜;当发射望远镜或接收望远镜为一个透镜时,其为凸透镜。

[0099] 所述发射望远镜4在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括两个直线段,这两个直线段可以在发射望远镜4的任意位置。发射望远镜4在厚度方向的侧面包括两个平面;两个接收望远镜5均呈D字形;每个接收望远镜5在厚度方向的侧面包括一个平面,所述发射望远镜4的两个平面分别和两个接收望远镜5的平面对应紧贴在一起。

[0100] 在具体的实现过程中,发射望远镜4和接收望远镜5可通过对用作发射望远镜4和接收望远镜5的透镜(或透镜组)沿不经过透镜(或透镜组)圆心的直线切割获得;具体的,用来制作发射望远镜4和接收望远镜5的透镜(或透镜组)在垂直于光轴方向为圆形截面。

[0101] 对发射望远镜4进行多次切割后,发射望远镜4在厚度方向的侧面包括多个平面。切割后形成的接收望远镜5呈D字形,具体的:接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向(即垂直于透光方向)的截面均呈D字形,发射望远镜4和接收望远镜5在垂直于镜片厚度方向的形状(或轮廓)由直线与圆弧包围而成,且圆弧的圆心落在镜片内。也就是说,发射望远镜4和接收望远镜5是对圆形的透镜切割后较大的一块。这样能够保证激光信号尽可能多地经发射望远镜4发射输出到大气中;同时,也能够保证接收望远镜5尽可能多地接收到激光雷达的回波信号。

[0102] 发射望远镜4和接收望远镜5的镜片大小可以相同,也可以不同。作为优选的方案,接收望远镜5的横截面面积大于发射望远镜4的横截面面积;从而使得接收望远镜5接收到更多的回波信号,提高激光雷达的信噪比。

[0103] 实施例3

[0104] 图3是本发明提供的另一种无盲区激光雷达系统的结构图。实施例3与实施例1的区别在于发射望远镜和接收望远镜的数量和结构不同,其余部分与实施例1相同,不再赘述。如图3所示,一种无盲区激光雷达系统,包括:光源模块1、光放大模块3、光学收发模块、探测器模块6、数据采集模块7和数据处理模块8,其中:

[0105] 所述光源模块1用于输出激光信号;光源模块1输出的激光信号为脉冲光;

[0106] 所述光放大模块3用于对光源模块1输出的激光进行放大,并输入到光学收发模块;

[0107] 所述光学收发模块包括至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5,所述发射望远镜4和接收望远镜5的光轴平行设置;至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜4和接收望远镜5在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;所述发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面紧贴在一起。

[0108] 所述探测器模块6用于接收所述接收望远镜5输出的信号。

[0109] 在一个优选的实施例中,还包括滤波模块,滤波模块用于对望远镜5输出的信号进行滤波,并输出到探测器模块6中。

[0110] 所述数据采集模块7用于将探测器模块6输入的电信号转换为数字信号,所述数据处理模块8用于根据预定的算法对所述数字信号处理,得到目标参数。

[0111] 在具体的应用场景中,发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面可以通过粘胶紧贴在一起。当然,还可以通过机械固定的方式使发射望远镜4和接收望远镜5紧贴在一起。

[0112] 需要说明的是,本发明中的发射望远镜4和接收望远镜5中的横截面均指垂直于光轴方向(或厚度方向)的截面。

[0113] 如图7所示,所述接收望远镜5为一个,所述发射望远镜4为多个,所述接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括多个与发射望远镜4数量对应的直线段,接收望远镜5在厚度方向的侧面包括多个平面;发射望远镜4呈D字形;每个发射望远镜4在厚度方向的侧面包括一个平面,所述接收望远镜5的平面和发射望远镜4的平面对应紧贴在一起。

[0114] 当然,作为可替换的方案,所述接收望远镜5和发射望远镜4均可以是多个,每个发射望远镜4和接收望远镜5在厚度方向的侧面包括至少一个平面。所述接收望远镜5的平面和接收望远镜的平面对应紧贴在一起。

[0115] 以发射望远镜4为四个为例,对本发明的技术方案进行说明:

[0116] 发射望远镜4包括一个或一组同轴的透镜;当发射望远镜或接收望远镜为一个透镜时,其为凸透镜。

[0117] 所述接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘包括四个直线段,这两个直线段可以在接收望远镜5的任意位置。接收望远镜5在厚度方向的侧面包括四个平面。四个发射望远镜4均呈D字形;每个发射望远镜4在厚度方向的侧面包括一个平面,所述接收望远镜5的四个平面分别和发射望远镜4的平面对应紧贴在一起。

[0118] 在具体的实现过程中,发射望远镜4和接收望远镜5可通过对用作发射望远镜4和接收望远镜5的透镜(或透镜组)沿不经过透镜(或透镜组)圆心的直线切割获得;具体的,用来制作发射望远镜4和接收望远镜5的透镜(或透镜组)在垂直于光轴方向为圆形截面。

[0119] 对接收望远镜5进行多次切割后,接收望远镜5在厚度方向的侧面包括多个平面。切割后形成的发射望远镜4呈D字形。具体的:发射望远镜4在垂直于镜片厚度的方向(即垂直于透光方向)的截面均呈D字形,发射望远镜4在垂直于镜片厚度方向的形状(或轮廓)由直线与圆弧包围而成,且圆弧的圆心落在镜片内。也就是说,发射望远镜4是对圆形的透镜切割后较大的一块。这样能够保证激光信号尽可能多地经发射望远镜4发射输出到大气中;同时,也能够保证接收望远镜5尽可能多地接收到激光雷达的回波信号。

[0120] 发射望远镜4和接收望远镜5的镜片大小可以相同,也可以不同。作为优选的方案,接收望远镜5的横截面面积大于发射望远镜4的横截面面积;从而使得接收望远镜5接收到更多的回波信号,提高激光雷达的信噪比。

[0121] 作为优选的方案,发射望远镜4和接收望远镜5的平面紧贴在一起时,发射望远镜4的圆心与接收望远镜5的圆心连线垂直于发射望远镜4和接收望远镜5的平面。这样的好处是:接收望远镜5能够尽可能多地接收到发射望远镜4所发射信号的回波信号。

[0122] 实施例4

[0123] 图3是本发明提供的另一种无盲区激光雷达系统的结构图。实施例4与实施例1-3的区别在于光学收发模块还包括第一反射机构和/或第二反射机构,其余部分与实施例1-3

相同,不再赘述。如图3所示,一种无盲区激光雷达系统,包括:光源模块1、光放大模块3、光学收发模块、探测器模块6、数据采集模块7和数据处理模块8,其中:

[0124] 所述光源模块1用于输出激光信号;光源模块1输出的激光信号为脉冲光;

[0125] 所述光放大模块3用于对光源模块1输出的激光进行放大,并输入到光学收发模块;

[0126] 所述光学收发模块包括至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5,所述发射望远镜4和接收望远镜5的光轴平行设置;至少一个发射望远镜4和至少一个接收望远镜5在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜4和接收望远镜5在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;所述发射望远镜4的一个平面和接收望远镜5的一个平面紧贴在一起。

[0127] 发射望远镜4和接收望远镜5的具体形态可参照实施例1-3中的各种形式。

[0128] 所述探测器模块6用于接收所述接收望远镜5输出的信号。

[0129] 在一个优选的实施例中,还包括滤波模块,滤波模块用于对望远镜5输出的信号进行滤波,并输出到探测器模块6中。

[0130] 所述数据采集模块7用于将探测器模块6输入的电信号转换为数字信号,所述数据处理模块8用于根据预定的算法对所述数字信号处理,得到目标参数。

[0131] 激光雷达系统中,光学系统控制激光在系统中的传播及会聚发散,是激光雷达区别于其他工作机制的雷达的关键部分,光学系统的结构形式决定了整个激光雷达系统的结构形式。目前,激光雷达系统的一个设计难点是如何布局激光发射光学系统与激光接收光学系统,使其在能够实现功能的前提下,光学系统具有紧凑性和高效性。

[0132] 激光雷达的光学系统包括发射光学系统和接收光学系统,发射光学系统包括光源模块和发射望远镜,接收光学系统包括接收望远镜和探测器模块。

[0133] 本发明的发明人经过研究发现:现有的激光雷达光学系统中,望远镜是核心部件,望远镜的光学效果是凸透镜,望远镜的口径和焦距对于激光雷达的探测范围有很大的影响。激光功率越大、望远镜的口径越大、焦距越长。现有技术中,为了实现激光雷达的小型化,只能减小望远镜的口径和焦距,牺牲激光雷达的探测能力。

[0134] 针对上述技术问题,本发明的发明人提出了一种解决方案,能够在不对望远镜做任何改变的前提下,通过对望远镜的焦距进行折叠,减小激光雷达的整体尺寸,使激光雷达的整体结构更紧凑。

[0135] 为减小激光雷达的整体尺寸,本发明的所述光学收发模块还包括第一反射机构,所述第一反射机构设置所述发射望远镜4的焦点与发射望远镜4构成的光路之间;所述第一反射机构10用于将光源模块输出的激光反射至所述发射望远镜4输出。

[0136] 如图9所示,在未设置第一反射机构时,发射望远镜4的焦点在图9中虚线交点位置,即发射望远镜4的正下方,光源设置在发射望远镜的焦点处,整个激光雷达因焦距无法进一步减小。本申请在发射望远镜4的焦点与发射望远镜4构成的光路之间设置第一反射机构10,光源模块1输出的光经第一反射机构10反射后从发射望远镜4输出。

[0137] 图9中的左边虚线矩形框分别表示未设置第一反射机构时激光雷达尺寸,右边矩形框表示设置第一反射机构后的激光雷达尺寸。很明显,设置有第一反色机构后,激光雷达的尺寸明显缩小。

[0138] 第一反射机构10可以是一个反射镜(如图9所示),也可以是多个反射镜。

[0139] 本发明的发明人经过计算得到,当第一反射机构包括一个反射镜,且该反射镜在发射望远镜4的焦点一半处时,激光雷达的纵向(焦距方向)尺寸最小。当设置反射镜与发射望远镜4的夹角刚好使得发射望远镜4的实际焦点与发射望远镜4不重叠时,激光雷达的尺寸最小,结构最紧凑,从图9中的矩形框可知,本发明的方案,至少可以将激光雷达的体积减小为原体积的一半。

[0140] 为进一步减小激光雷达的尺寸,第一反射机构10可以包括多个反射镜,每增加一个反射镜,就可以对焦距进行一次折叠,进一步减小纵向(焦距方向)尺寸。

[0141] 需要说明的是,本发明所说的反射镜,可以是单面反射镜,也可以是具有反射效果的镜片。反射镜可以是平面反射镜,也可以是曲面反射镜,只要能将光源模块发射的激光反射至望远镜,均适用于本发明。

[0142] 在一个可选的实施例中,如图10所示,为减小激光雷达的整体尺寸,所述光学收发模块还包括第二反射机构11,所述第二反射机构11设置在所述接收望远镜5的焦点与接收望远镜5构成的光路之间;所述第二反射机构11用于将接收望远镜5接收到的信号反射至所述探测器模块。所述第二反射机构11包括一个或多个反射镜。

[0143] 为了避免激光雷达信号损耗,第一反射机构10的反射镜能够将光源模块1发射的激光全部反射至发射望远镜4输出。第二反射机构11的反射镜能够接收望远镜5接收的光信号全部发射至探测器模块6。

[0144] 由于采用本发明的第一反射机构和/或第二反射机构,能够在不对望远镜做任何改变的前提下,通过对望远镜的焦距进行折叠,减小激光雷达的整体尺寸,使激光雷达的体积更小,整体结构更紧凑,有效提高激光雷达的便携性和机动性。另外,激光雷达发射望远镜系统和接收望远镜系统焦距越长,在封装过程中发射镜筒和接收镜筒的形变越大,结构越不稳定;本发明通过设置第一反射机构和/或第二反射机构对发射望远镜和/或接收望远镜的焦距进行折叠,减小发射镜筒和/或接收镜筒的长度,有效地提高了激光雷达的稳定性,减小了激光雷达系统的误差。

[0145] 在一个优选的实施例中,还包括机箱,所述光源模块、光学收发模块和探测器模块均设置在所述机箱内;还包括扫描机构,所述机箱设置在扫描机构上,能够在扫描机构的带动下运动。

[0146] 现有技术中,由于激光雷达发射系统和接收光学系统体积大、重量大,只能设置分立的扫描系统,通过扫描机构的旋转实现激光雷达扫描测量。

[0147] 由于本发明设置有第一反射机构和/或第二反射机构,有效缩小了激光雷达发射光学部分和接收光学部分的整体尺寸,从而使激光雷达的体积更小,将光源模块、光学收发模块和探测器模块均设置在机箱内;通过将机箱设置在扫描机构上,采用一个扫描机构就能带动整个机箱运动,实现了扫描机构和激光发射接收模块的一体化,从而进一步减小激光雷达整体体积,提高系统的稳定性。

[0148] 需要说明的是,本发明的激光雷达系统,可以仅设置第一反射机构,也可以仅设置第二反射机构,还可以同时第一反射机构和第二反射机构。

[0149] 综上所述,本发明提供了一种无盲区激光雷达系统,包括光源模块、光学收发模块、探测器模块、数据采集模块和数据处理模块,光学收发模块包括至少一个发射望远镜和

至少一个接收望远镜,发射望远镜和接收望远镜的光轴平行设置。本发明具有以下有益效果:

[0150] (1) 本发明通过设置至少一个发射望远镜和至少一个接收望远镜在垂直于镜片厚度的方向的截面边缘均包括至少一条不经过镜片中心的直线段;发射望远镜和接收望远镜在厚度方向的侧面均至少包括一个平面;发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面紧贴在一起,从而巧妙地消除了收发分置式激光雷达系统的测量盲区,克服了收发分置式激光雷达系统存在测量盲区的技术偏见。

[0151] (2) 由于本发明采用收发分置式望远镜系统,发射望远镜和接收望远镜平行设置,不存在镜面反射,从而有效地避免了收发同置激光雷达系统因镜面强反射引起的第一个回波信号失真,测量结果更准确。本发明能够在实现激光雷达系统的无盲区测量的同时,还能有效地避免镜面反射效应。

[0152] (3) 本发明通过在发射望远镜和接收望远镜之间设置挡光模块,阻挡光源模块传输的光信号传递到接收望远镜内,从而有效地阻止发射望远镜出射的光信号传输到接收望远镜中,避免探测器接收到强的原始光信号,保护探测器。同时,有效地避免激光雷达接收到虚假信号,从技术上保证了激光雷达的测量数据的真实性和准确性。

[0153] (4) 本发明的发射望远镜的一个平面和接收望远镜的一个平面通过粘胶紧贴在一起,由于平面之间粘贴的稳定性最好,使得激光雷达的整体光学结构最稳固。此外,粘贴后的发射望远镜和接收望远镜成为一个整体,可以联动,从而始终保持发射光轴和接收光轴的夹角稳定。同时,相比于机械固定方式,由于玻璃受温度影响发生形变远小于金属,因此,通过粘胶固定的发射望远镜和接收望远镜稳定性最好。

[0154] (5) 由于采用本发明的第一反射机构和/或第二反射机构,能够在不对望远镜做任何改变的前提下,通过对望远镜的焦距进行折叠,减小激光雷达的整体尺寸,使激光雷达的体积更小,整体结构更紧凑,有效提高激光雷达的便携性和机动性。另外,激光雷达发射望远镜系统和接收望远镜系统焦距越长,在封装过程中发射镜筒和接收镜筒的形变越大,结构越不稳定;本发明通过设置第一反射机构和/或第二反射机构对发射望远镜和/或接收望远镜的焦距进行折叠,减小发射镜筒和/或接收镜筒的长度,有效地提高了激光雷达的稳定性,减小了激光雷达系统的误差。

[0155] (6) 由于本发明设置有第一反射机构和/或第二反射机构,有效缩小了激光雷达发射光学部分和接收光学部分的整体尺寸,从而使激光雷达的体积更小,将光源模块、光学收发模块和探测器模块均设置在机箱内;通过将机箱设置在扫描机构上,采用一个扫描机构就能带动整个机箱运动,实现了扫描机构和激光发射接收模块的一体化,从而进一步减小激光雷达整体体积,提高系统的稳定性。

[0156] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

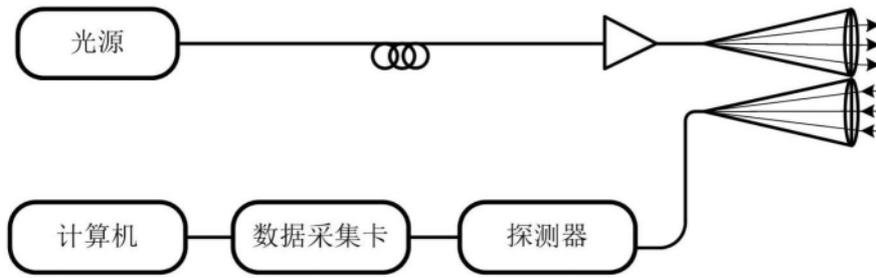


图1

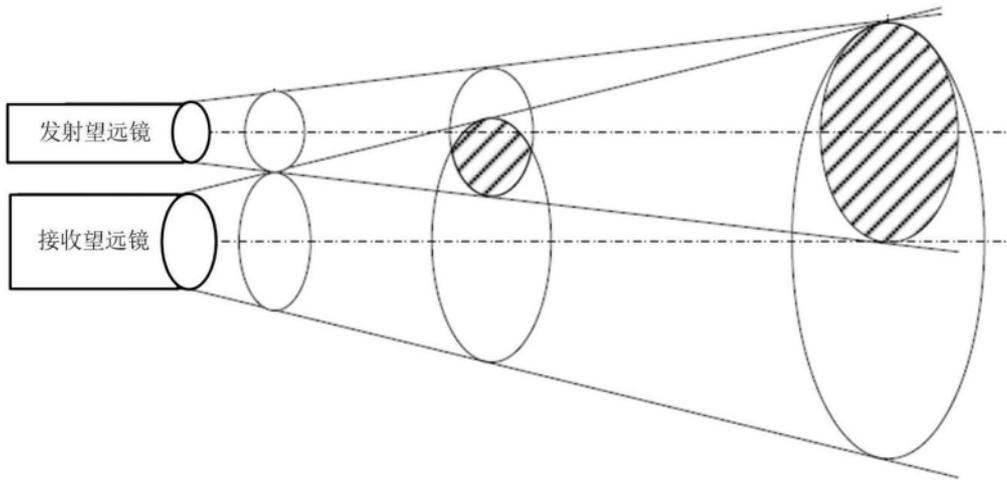


图2

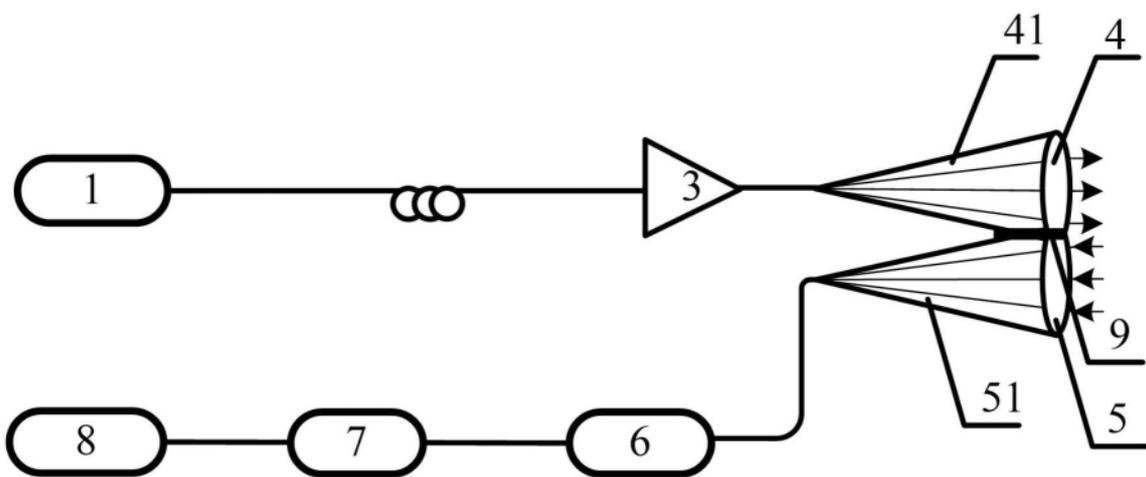


图3

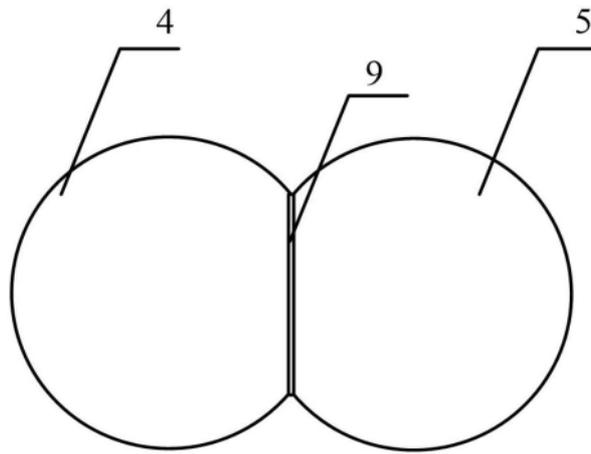


图4

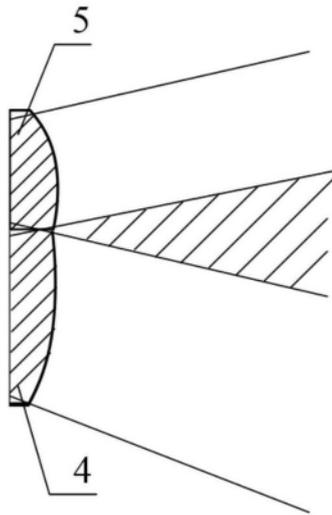


图5

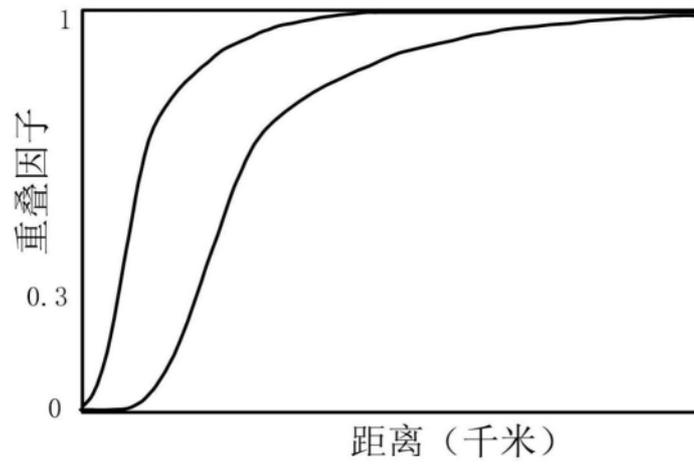


图6

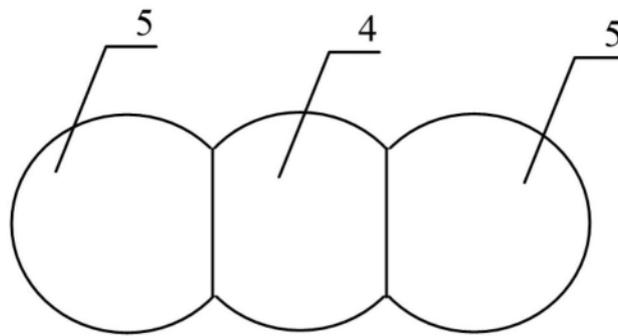


图7

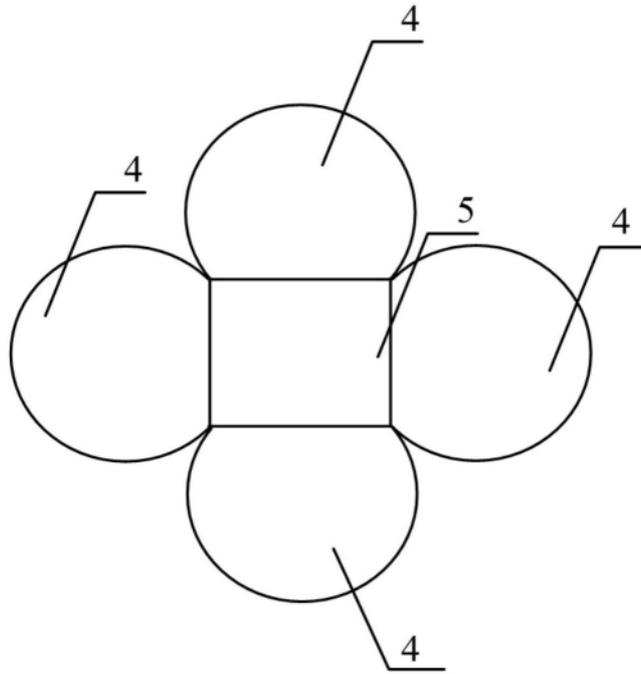


图8

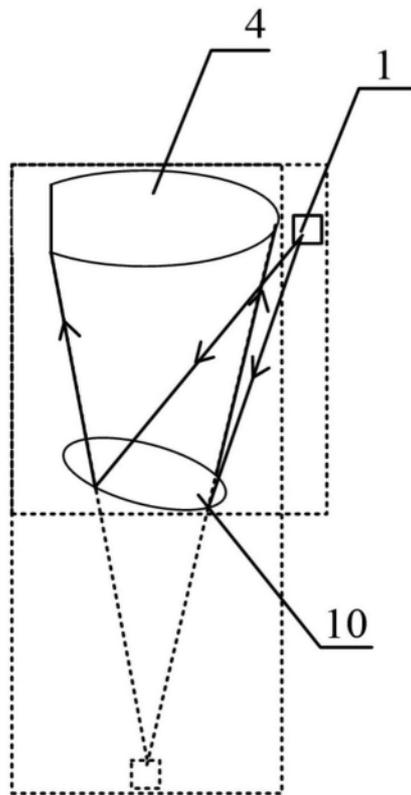


图9

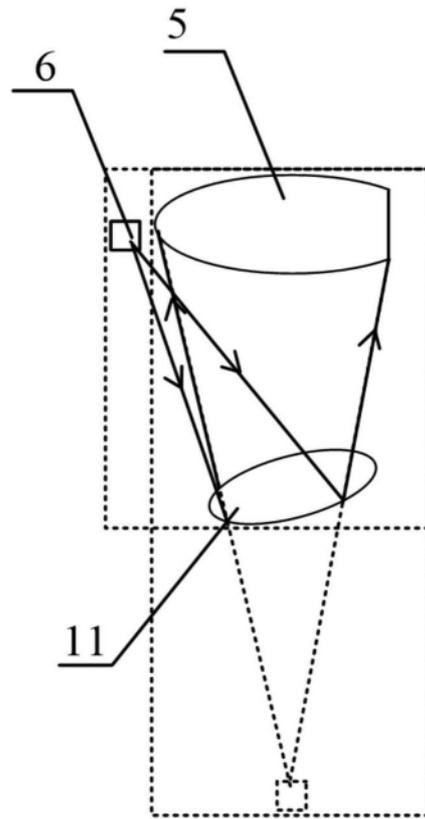


图10