



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109814087 A

(43)申请公布日 2019.05.28

(21)申请号 201910182514.6

(22)申请日 2019.03.11

(71)申请人 上海禾赛光电科技有限公司

地址 201702 上海市青浦区诸光路1588弄
虹桥世界中心L2幢B座

(72)发明人 吴世祥 向少卿

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 吴敏

(51) Int. Cl.

G01S 7/483(2006.01)

G01S 7/486(2006.01)

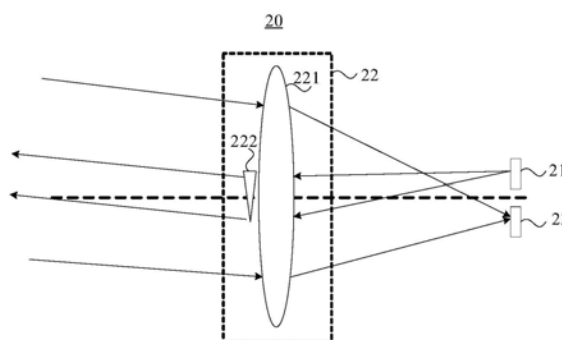
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

激光收发模块及激光雷达系统

(57)摘要

本发明提供了一种激光收发模块和激光雷达系统。所述激光收发模块包括：发射模块，适于发射激光束；传输模块，适于将所述激光束传输至三维空间、以及接收和传输三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号；探测模块，适于探测所述传输模块传输的激光束的回波信号；其中，所述发射模块和所述探测模块设置于所述传输模块的同一侧，且所述发射模块和所述探测模块之间有预设距离；所述传输模块包括：第一光学组件，所述第一光学组件适于对所述发射模块发射的激光束进行准直，以及对所述传输模块接收的三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号进行会聚；以及光偏转装置，所述光偏转装置适于改变经所述第一光学组件准直的激光束的传输方向。



1. 一种激光收发模块,其特征在于,包括:
发射模块,适于发射激光束;
传输模块,适于将所述激光束传输至三维空间、以及接收和传输三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号;
探测模块,适于探测所述传输模块传输的激光束的回波信号;
其中,所述发射模块和所述探测模块设置于所述传输模块的同一侧,且所述发射模块和所述探测模块之间有预设距离;
所述传输模块包括:第一光学组件,所述第一光学组件适于对所述发射模块发射的激光束进行准直,以及对所述传输模块接收的三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号进行会聚;以及光偏转装置,所述光偏转装置适于改变经所述第一光学组件准直的激光束的传输方向。
2. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,所述光偏转装置适于通过折射改变经所述第一光学组件准直的激光束的传输方向。
3. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,所述光偏转装置与所述第一光学组件之间有预定距离。
4. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,所述光偏转装置的孔径小于所述第一光学组件的孔径。
5. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,所述光偏转装置和所述第一光学组件同轴,且所述发射模块和所述探测模块相对于所述轴对称设置。
6. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,所述传输模块还包括第二光学组件,设置于所述发射模块与所述第一光学组件之间,适于压缩所述发射模块发射的激光束的快轴发散角。
7. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,所述发射模块和所述探测模块设置于平行于所述第一光学组件的主平面的同一平面内。
8. 如权利要求1所述的激光收发模块,其特征在于,还包括设置于所述发射模块和探测模块之间的隔离装置。
9. 一种激光雷达系统,其特征在于,包括:
多个如权利要求1至8任一项所述的激光收发模块,所述多个激光收发模块适于同轴转动。
10. 如权利要求9所述的激光雷达系统,其特征在于,每个激光收发模块的发射模块包括一列或多列激光器,每列激光器包括沿所述三维空间的竖直方向间隔排列的多个激光器,所述多个激光器被设置为使得每个激光收发模块具有预设竖直视场角范围。
11. 如权利要求10所述的激光雷达系统,其特征在于,至少两个所述激光收发模块具有不同的预设竖直视场角范围,且所述至少两个激光收发模块的预设竖直视场角范围具有重叠区域。
12. 如权利要求10所述的激光雷达系统,其特征在于,所述多个激光收发模块具有相同的预设竖直视场角范围。
13. 如权利要求9所述的激光雷达系统,其特征在于,所述传输模块还包括:
反射元件,所述反射元件与所述第一光学组件成预设夹角设置,所述反射元件适于将

所述第一光学组件和所述光偏转装置传输的激光束反射至所述三维空间、以及将所述三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号反射至所述光偏转装置和所述第一光学组件。

激光收发模块及激光雷达系统

技术领域

[0001] 本发明涉及激光探测技术领域,尤其涉及一种激光收发模块及激光雷达系统。

背景技术

[0002] 激光雷达作为一种主动探测传感器,通过发射光路发射激光束、接收光路探测目标的回波信号来测量目标的距离信息,其中光学系统在激光雷达的探测过程中起到光束发射和会聚接收的重要功能。

[0003] 根据发射光路与接收光路的布局方式的不同,可将激光雷达分为非同轴系统和同轴系统,非同轴系统的发射光路和接收光路相互独立,通常采用不同的镜组实现,分别承担激光的发射和接收功能,而同轴系统的发射光路和接收光路共光轴,往往共用一个收发镜组,通过分光元件(如分光镜、小孔反射镜等)来实现发射光束和接收光束的分离和交合。

[0004] 非同轴系统由于需要具备两个独立的发射和接收模块,往往造成激光雷达的体积较大、结构不紧凑;此外,非同轴系统还存在装调复杂,成本较高的问题。而传统的分光式同轴方案,由于分光元件处的杂散光难以避免,导致激光雷达存在较大的近场盲区。

发明内容

[0005] 为了优化激光雷达的结构设计,提高激光雷达的综合性能,本发明实施例提供一种激光收发模块,包括:发射模块,适于发射激光束;传输模块,适于将所述激光束传输至三维空间、以及接收和传输三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号;探测模块,适于探测所述传输模块传输的激光束的回波信号;其中,所述发射模块和所述探测模块设置于所述传输模块的同一侧,且所述发射模块和所述探测模块之间有预设距离;所述传输模块包括:第一光学组件,所述第一光学组件适于对所述发射模块发射的激光束进行准直,以及对所述传输模块接收的三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号进行会聚;以及光偏转装置,所述光偏转装置适于改变经所述第一光学组件准直的激光束的传输方向。

[0006] 可选地,所述光偏转装置适于通过折射改变经所述第一光学组件准直的激光束的传输方向。

[0007] 可选地,所述光偏转装置与所述第一光学组件之间有预定距离。

[0008] 可选地,所述光偏转装置的孔径小于所述第一光学组件的孔径。

[0009] 可选地,所述光偏转装置和所述第一光学组件同轴,且所述发射模块和所述探测模块相对于所述轴对称设置。

[0010] 可选地,所述传输模块还包括第二光学组件,设置于所述发射模块与所述第一光学组件之间,适于压缩所述发射模块发射的激光束的快轴发散角。

[0011] 可选地,所述发射模块和所述探测模块设置于平行于所述第一光学组件的主平面的同一平面内。

[0012] 可选地,所述激光收发模块还包括设置于所述发射模块和探测模块之间的隔离装置。

[0013] 本发明实施例还提供一种激光雷达系统,包括:多个本发明实施例的激光收发模块,所述多个激光收发模块适于同轴转动。

[0014] 可选地,每个激光收发模块的发射模块包括一列或多列激光器,每列激光器包括沿所述三维空间的竖直方向间隔排列的多个激光器,所述多个激光器被设置为使得每个激光收发模块具有预设竖直视场角范围。

[0015] 可选地,至少两个所述激光收发模块具有不同的预设竖直视场角范围,且所述至少两个激光收发模块的预设竖直视场角范围具有重叠区域。

[0016] 可选地,所述多个激光收发模块具有相同的预设竖直视场角范围。

[0017] 可选地,所述传输模块还包括:反射元件,所述反射元件与所述第一光学组件成预设夹角设置,所述反射元件适于将所述第一光学组件和所述光偏转装置传输的激光束反射至所述三维空间、以及将所述三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号反射至所述光偏转装置和所述第一光学组件。

[0018] 与现有技术相比,本发明实施例的技术方案具有以下有益效果:

[0019] 本发明实施例的激光收发模块的发射光路和接收光路共用一个传输模块,提供了一种同轴式方案。然而区别于传统的采用分光镜或小孔反射镜等分光元件进行分光的同轴系统,本发明实施例的激光收发模块采用所述光偏转装置使激光束偏折角度出射,从而使发射的激光束和接收的回波信号相分离,有利于实现大光学口径的同轴收发;所述激光收发模块的结构紧凑、体积小;所述发射模块和所述探测模块的位置关系固定,较容易实现整体光路的装调,光学实现难度小、成本低。

[0020] 本发明实施例的激光雷达系统采用多个本发明实施例的激光收发模块均匀分布在转轴周围构成分布式同轴结构,这种分布式光路布局有助于符合人眼安全要求;所述激光收发模块的折转式光路设计(即激光束偏折角度出射)有利于合理利用空间排布发射模块和探测模块;此外,所述多个激光收发模块沿竖直视场的扫描线的加密式布局提高了激光雷达系统的分辨率。

附图说明

[0021] 图1是本发明一个实施例的激光收发模块10的结构框图;

[0022] 图2是本发明另一实施例的激光收发模块20的结构示意图;

[0023] 图3是本发明一个实施例的激光雷达系统30的俯视图;

[0024] 图4是本发明一个实施例的所述激光雷达系统30的三个激光收发模块A1、A2和A3的竖直视场角分布示意图;

[0025] 图5是本发明图4所示实施例的激光雷达系统30的三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线的竖直分布示意图;

[0026] 图6是本发明另一实施例的所述激光雷达系统30的三个激光收发模块A1、A2和A3的竖直视场角分布示意图。

具体实施方式

[0027] 为使本发明的上述目的、特征和有益效果能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施

例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同或相似部分互相参见即可。

[0028] 参考图1,图1是本发明一个实施例的激光收发模块10的结构框图。

[0029] 在一些实施例中,所述激光收发模块10可以包括发射模块11、传输模块12、以及探测模块13。所述发射模块11适于发射激光束,所述传输模块12适于将所述激光束传输至三维空间、以及接收和传输三维空间的障碍物18反射所述激光束形成的回波信号,所述探测模块13适于探测所述传输模块12传输的激光束的回波信号。需要说明的是,图1中的箭头代表光的传输方向,不同类型的线(如点划线或虚线)代表不同的光路分支。

[0030] 其中,所述发射模块11和所述探测模块13设置于所述传输模块12的同一侧,且所述发射模块11和所述探测模块13之间有预设距离。所述传输模块12包括:第一光学组件121和光偏转装置122;所述第一光学组件121适于对所述发射模块11发射的激光束进行准直,以及对所述传输模块12接收的三维空间的障碍物18反射所述激光束形成的回波信号进行会聚;所述光偏转装置122适于改变经所述第一光学组件121准直的激光束的传输方向。

[0031] 在一些实施例中,所述光偏转装置122适于通过折射改变经所述第一光学组件121准直的激光束的传输方向,使得所述准直激光束以一定的偏折角度出射至三维空间。其中,所述光偏转装置122的孔径小于所述第一光学组件121的孔径。

[0032] 如图1所示,在发射光路中,所述发射模块11发射的激光束依次经所述第一光学组件121和所述光偏转装置122出射至三维空间;在接收光路中,所述三维空间的障碍物18反射所述激光束形成的回波信号入射至所述传输模块12后可以分为两路:所述回波信号的一部分(如虚线箭头所示)直接入射至所述第一光学组件121,这部分回波信号由于角度的偏折,经所述第一光学组件121会聚后入射至与所述发射模块11具有不同位置的探测模块13处,从而实现了收发分离。所述回波信号的另一部分(如点划线箭头所示)入射至所述光偏转装置122,然后沿原路返回(即依次经过所述光偏转装置122和所述第一光学组件121)至所述发射模块11,该部分回波信号无法入射至所述探测模块13,但是这部分回波信号并不影响所述发射模块11发射激光束。

[0033] 在一些实施例中,所述光偏转装置122的孔径可以远小于所述第一光学组件121的孔径,即所述光偏转装置122仅用于遮挡所述第一光学组件121的激光束出射面的一部分区域。相应地,在接收光路中,所述障碍物18漫反射所述激光束形成的回波信号中仅有一小部分入射至所述光偏转装置122,并沿原路返回至所述发射模块11,其余大部分的回波信号则直接入射至所述第一光学组件121未被所述光偏转装置122遮挡的区域,进而被所述探测模块13接收。

[0034] 在一些实施例中,所述激光雷达10还可以包括控制模块(未示出)和处理模块(未示出),所述控制模块适于控制所述发射模块11发射激光束,控制所述探测模块13接收与所述激光束对应的回波信号,和/或控制所述处理模块进行相应的数据处理。在一些实施例中,所述处理模块可以集成于所述探测模块13中,或者独立于所述探测模块13而设置。所述控制模块可以集成于所述处理模块中,或者独立于所述处理模块而设置。

[0035] 本实施例中,所述发射模块11和所述传输模块12设置于发射光路中,所述传输模块12和所述探测模块13设置于接收光路中,其中所述发射光路和所述接收光路共用所述传输模块12,即所述传输模块12同时发挥了发射和接收激光信号的功能,提供了一种同轴式

方案。然而,区别于传统的采用分光镜或小孔反射镜等分光元件进行分光的同轴方案,本实施例的激光收发模块采用所述光偏转装置122使发射的激光束偏折角度出射,从而将发射的激光束和接收的回波信号进行分离,有利于实现大光学口径的同轴收发;基于同轴方案的激光收发模块的结构紧凑、体积小;由于所述发射模块11和探测模块13的位置关系固定,较容易实现整体光路的装调,光学实现难度小,成本低。

[0036] 为方便本领域技术人员实施本发明,本发明实施例还提供一种激光收发模块。

[0037] 参考图2,图2是本发明另一实施例的激光收发模块20的结构示意图。

[0038] 在一些实施例中,所述激光收发模块20可以包括发射模块21、传输模块22和探测模块23。所述发射模块21适于发射激光束,所述传输模块22适于将所述发射模块21发射的激光束传输至三维空间、以及接收和传输三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号,所述探测模块23适于探测所述传输模块传输的激光束的回波信号。

[0039] 其中,所述发射模块21和所述探测模块23设置于所述传输模块22的同一侧,且所述发射模块21和所述探测模块23之间有预设距离。

[0040] 在一些实施例中,所述发射模块21可以包括激光器阵列,所述激光器阵列适于按照预设时序发射多个激光脉冲,所述探测模块23可以包括探测器阵列,所述探测器阵列适于接收与所述多个激光脉冲相对应的回波信号。

[0041] 在一些实施例中,所述传输模块22可以包括第一光学组件221和光偏转装置222。所述第一光学组件221适于对所述发射模块21发射的激光束进行准直,以及对所述传输模块22接收的三维空间的障碍物反射所述激光束形成的回波信号进行会聚,此处所述第一光学组件221接收的回波信号包括两部分,一部分是来自所述三维空间的回波信号直接入射至所述第一光学组件221,另一部分是来自所述三维空间的回波信号先入射至所述光偏转装置222、然后再入射至所述第一光学组件221。所述光偏转装置222适于改变经所述第一光学组件221准直的激光束的传输方向。

[0042] 在一些实施例中,所述光偏转装置222适于通过折射改变经所述第一光学组件221准直的激光束的传输方向,使得所述准直激光束以一定的偏折角度出射至三维空间。

[0043] 在一些实施例中,所述第一光学组件221可以包括透镜组,所述光偏转装置222可以包括棱镜。具体地,所述光偏转装置222可以包括楔形棱镜,所述楔形棱镜的尖端可以朝向所述三维空间的任意方向。在实际应用中,可以根据扫描视场等来确定所需要的激光束出射的偏折角度,进而选择合适的棱镜、以及设置所述棱镜的空间方位,所述发射模块21和所述探测模块23相对于所述光偏转装置222的位置也要做相应的调整。

[0044] 在一些实施例中,所述传输模块22还包括第二光学组件(未示出),所述第二光学组件设置于所述发射模块21与所述第一光学组件221之间,适于压缩所述发射模块21发射的激光束的快轴发散角,使得所述激光束经快轴准直后尽可能多地入射至第一光学组件221被所述光偏转装置222遮挡的区域,使得所述激光束尽可能多地依次经所述第一光学组件221和所述光偏转装置222出射至三维空间,而仅有极少部分的激光能量仅经所述第一光学组件221而不经所述光偏转装置222出射至所述三维空间。需要说明的是,这部分未经所述光偏转装置222直接出射至三维空间的激光能量为无效出射能量,其回波信号通常无法被所述探测模块23接收。

[0045] 在一些实施例中,所述第二光学组件可以是柱透镜等任何可以压缩光斑的透镜。

[0046] 在一些实施例中,所述光偏转装置222与所述第一光学组件221之间可以有预定距离,所述光偏转装置222的孔径小于所述第一光学组件221的孔径。例如,所述光偏转装置222的孔径远小于所述第一光学组件221的孔径,在发射光路中,所述光偏转装置222仅用于遮挡第一光学组件221的激光束出射面的一小部分区域,则在接收光路中,三维空间的障碍物漫反射所述激光束形成的回波信号中仅有一小部分入射至所述光偏转装置222,并沿原路返回至所述发射模块21,其余大部分的回波信号则直接入射至所述第一光学组件221未被所述光偏转装置222遮挡的区域,该部分回波信号由于角度的偏折,经所述第一光学组件221会聚后不会沿原路返回,而是入射至与所述发射模块21具有不同位置的探测模块23处,从而实现了收发分离。倘若所述发射模块21发射的激光束经所述第一光学组件221出射至所述三维空间时无角度偏折,所述回波信号会沿原路返回至所述发射模块21,因此,本实施例借助于所述光偏转装置222实现了对发射的激光束和接收的回波信号的分离。

[0047] 在一些实施例中,所述激光收发模块20还包括设置于所述发射模块21和所述探测模块23之间的隔离装置(未示出),以减少所述发射模块21对所述探测模块23的干扰。

[0048] 在一些实施例中,所述光偏转装置222和所述第一光学组件221可以同轴设置,且所述发射模块21和所述探测模块23相对于所述轴对称设置。

[0049] 在另一些实施例中,所述光偏转装置222也可以偏离所述第一光学组件221的光轴设置。所述发射模块21和所述探测模块23可以位于所述第一光学组件221的光轴的同一侧,也可以分别位于所述第一光学组件221的光轴的两侧,所述发射模块21和所述探测模块23之间的位置关系可以根据所述激光束出射至三维空间的角度、以及系统距离设计等因素来确定。

[0050] 在一些实施例中,所述发射模块21和所述探测模块23可以设置于平行于所述第一光学组件221的主平面的同一平面内。

[0051] 本实施例的激光收发模块20的发射光路和接收光路共用一个传输模块22,提供了一种同轴式方案,然而区别于传统的采用分光镜或小孔反射镜等分光元件进行分光的同轴方案,本实施例中采用所述光偏转装置222使发射的激光束偏折角度出射,从而使发射的激光束和接收的回波信号相分离,有利于实现大光学口径的同轴收发;基于同轴方案的所述激光收发模块20的结构紧凑、体积小;所述发射模块21和探测模块23的位置关系固定,较容易实现整体光路的装调,光学实现难度小,成本低。

[0052] 本发明实施例还提供一种激光雷达系统。参考图3,图3是本发明一个实施例的激光雷达系统30的俯视图。

[0053] 在一些实施例中,所述激光雷达系统30可以包括多个本发明前述实施例的激光收发模块,所述多个激光收发模块适于围绕同一个转轴35旋转。图3以包括三个所述激光收发模块A1、A2和A3为例,对所述激光雷达系统30的结构和功能加以详细说明,然而本发明实施例不限于此。

[0054] 在一些实施例中,每个激光收发模块可以包括发射模块31、传输模块32、和探测模块(未示出)。其中,所述发射模块31和所述探测模块可以沿纵向(即平行于所述转轴35的方向)排列,所述发射模块31可以设置于所述探测模块的上方。所述传输模块32可以包括第一光学组件321和光偏转装置322。所述激光收发模块的结构和功能可以参考前述图1至图2所示实施例,此处不再赘述。

[0055] 在一些实施例中,每个激光收发模块的传输模块32还可以包括反射元件323,所述反射元件323与所述第一光学组件321成预设夹角设置,所述反射元件323适于将所述第一光学组件321和所述光偏转装置322传输的激光束反射至所述三维空间、以及将所述三维空间反射所述激光束形成的回波信号反射至所述光偏转装置322和所述第一光学组件321。在一些实施例中,所述反射元件323可以为平面反射镜,所述预设夹角可以是锐角。

[0056] 在一些实施例中,所述激光雷达系统30还可以包括:转子(未示出)和定子(未示出)。

[0057] 在一些实施例中,所述激光雷达系统30还可以包括光罩36。

[0058] 在一些实施例中,每个激光收发模块的发射模块31可以包括一列或多列激光器,每列激光器包括沿所述三维空间的竖直方向间隔排列的多个激光器,所述多个激光器被设置为使得每个激光收发模块具有预设竖直视场角范围。

[0059] 在一些实施例中,所述探测模块可以包括探测器阵列,每个探测器包括光电传感器。所述光电传感器适于将其接收的光信号转换为电信号。具体地,所述光电传感器可以是PIN光电传感器、雪崩光电二极管(Avalanche Photo Diode,APD)、或盖革模式雪崩光电二极管(Geiger-mode Avalanche Photodiode,GM-APD)等。

[0060] 在一些实施例中,所述激光雷达系统30还可以包括控制模块(未示出)和处理模块(未示出),所述控制模块适于控制所述三个激光收发模块A1、A2和A3发射激光脉冲、以及控制所述三个激光收发模块A1、A2和A3接收与各自发射的激光脉冲对应的回波信号,所述处理模块适于处理所述探测模块检测到的电信号,并通过计算等程序获取所述激光雷达系统30探测到的障碍物的信息。所述障碍物的信息可以是其位置、形状、或速度等。

[0061] 在一些实施例中,所述激光雷达系统30包括的多个激光收发模块中的至少两个激光收发模块可以具有不同的预设竖直视场角范围,且所述至少两个激光收发模块的预设竖直视场角范围具有重叠区域。

[0062] 在一些实施例中,在所述重叠区域内,所述至少两个激光收发模块的扫描线可以具有不同的竖直分布参数,以实现重叠区域内扫描线的加密。所述竖直分布参数包括所述扫描线与所述激光雷达系统30的水平面的夹角。通常影响所述扫描线的竖直分布参数的因素有两个:激光器在竖直方向上的高度和光学系统的倾斜角度。因此,在一些实施例中,可以设置所述至少两个激光收发模块各自的激光器在竖直方向分别处于不同的高度、或者调整所述至少两个激光收发模块各自的光学系统分别具有不同的倾斜角度(例如光学系统的俯仰角),使得所述至少两个激光收发模块的扫描线在竖直方向具有不同的分布,从而实现重叠视场内扫描线的加密。此时,所述激光雷达系统30的竖直角分辨率小于每个激光收发模块的竖直角分辨率。

[0063] 在另一些实施例中,在所述重叠区域内,所述至少两个激光收发模块的扫描线可以具有完全相同的竖直分布参数,即在所述重叠区域内,所述至少两个激光收发模块的多条扫描线与所述激光雷达系统30的水平面间的夹角均相同,使得在所述重叠区域内不存在扫描线的加密,此时所述激光雷达系统30的竖直角分辨率等于每个激光收发模块的竖直角分辨率。

[0064] 参考图4,图4是本发明一个实施例的所述激光雷达系统30的三个激光收发模块A1、A2和A3的竖直视场角分布示意图。在一些实施例中,所述三个激光收发模块A1、A2和A3

可以具有各不相同的竖直接视场角范围,例如分别为 -10° 至 10° 、 0° 至 25° 、以及 -5° 至 15° ,其中任意相邻的两个激光收发模块的竖直接视场角范围可以具有重叠区域,使得所述激光雷达系统30在 -10° 至 25° 之间具有连续的竖直接视场,增大了所述激光雷达系统30的竖直接视场角。

[0065] 结合参考图5,图5是本发明图4所示实施例的激光雷达系统30的三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线的竖直分布示意图,其中实线代表所述激光收发模块A1的扫描线,点划线代表所述激光收发模块A2的扫描线,虚线代表所述激光收发模块A3的扫描线。需要说明的是,由于所述三个激光收发模块A1、A2和A3分别朝向不同的水平方向发射激光束,因此在同一时刻所述三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线不在同一竖直平面内,这里为了方便说明所述三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线的加密关系,将所述三个激光收发模块A1、A2和A3在不同时刻对应于目标空间的同一区域的扫描线放在一起,但实质上所述三个激光收发模块A1、A2和A3在扫描时序上存在相位差。

[0066] 在一些实施例中,所述三个激光收发模块A1、A2和A3中任意两个激光收发模块的竖直接视场均存在重叠区域,在所述重叠区域内,所述任意两个激光收发模块的扫描线可以具有不同的竖直分布参数,所述竖直分布参数可以包括所述扫描线与所述激光雷达系统30的水平面之间的夹角,如图5所示,在 0° 至 θ_2 之间的竖直接视场内,存在所述三个激光收发模块A1、A2和A3的至少三条扫描线,所述三条扫描线与水平面间的夹角分别是 θ_1 、 θ_2 和 θ_3 ,这样相比于采用所述三个激光收发模块A1、A2和A3中任意单一的收发模块,所述激光雷达系统30在同一目标空间内的竖直方向的扫描线得以加密,其竖直角分辨率大幅度降低。

[0067] 在一些实施例中,所述三个激光收发模块A1、A2和A3的激光器在垂直于所述激光雷达系统30的水平面的竖直方向上分别处于不同的位置、或者所述三个激光收发模块A1、A2和A3的光学系统(包括第一光学组件321、光偏转装置322或反射元件323)分别具有不同的倾斜角度,从而实现所述三个激光收发模块A1、A2和A3在其重叠视场内扫描线的加密。在一些实施例中,所述光学系统的倾斜角度可以是所述光学系统包括的光学元件相对于所述水平面的俯仰角度。

[0068] 在一些实施例中,所述激光雷达系统30包括的多个激光收发模块可以具有相同的预设竖直接视场角范围。参考图6,图6是本发明另一实施例的所述激光雷达系统30的三个激光收发模块A1、A2和A3的竖直接视场角分布示意图。在一些实施例中,所述三个激光收发模块A1、A2和A3可以具有完全相同的竖直接视场角范围,例如均为 -10° 至 25° ,所述激光雷达系统30的竖直接视场角范围也为 -10° 至 25° 。

[0069] 在一些实施例中,在所述相同的竖直接视场角范围内,所述三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线可以具有不同的竖直分布参数,以实现竖直接视场内扫描线的加密。例如,每个激光收发模块可以包括沿垂直于所述激光雷达系统30的水平面的竖直方向位于最顶端的第一激光器、沿所述竖直方向位于最底端的第二激光器、以及沿所述竖直方向位于所述第一激光器和所述第二激光器之间的多个第三激光器。其中,所述三个激光收发模块A1、A2和A3的第一激光器在所述竖直方向上可以具有相同的高度,所述三个激光收发模块A1、A2和A3的第二激光器在所述竖直方向上可以具有相同的高度,使得所述三个激光收发模块A1、A2和A3具有相同的竖直接视场角范围;并且,所述三个激光收发模块A1、A2和A3的第三激光器在所述竖直方向上分别具有不同的高度,使得所述三个激光收发模块A1、A2和A3的第三激光器发射的激光束即扫描线具有不同的竖直分布,以此实现在所述相同的竖直接视场角范围

内所述三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线的加密。本实施例中,所述激光雷达系统30的竖直角分辨率小于每个激光收发模块的竖直角分辨率。

[0070] 在另一些实施例中,所述三个激光收发模块A1、A2和A3的扫描线在垂直于所述激光雷达系统30的水平面的竖直方向可以具有完全相同的分布,即所述三个激光收发模块A1、A2和A3的多条扫描线与所述水平面间的夹角均相同,使得在所述相同的竖直视场角范围内不存在扫描线的加密,所述激光雷达系统30的竖直角分辨率等于每个激光收发模块的竖直角分辨率。

[0071] 本发明实施例还提供一种车辆,所述车辆包括车辆本体和本发明前述实施例的激光雷达系统,所述激光雷达系统可以安装于所述车辆本体的顶部,用于探测所述车辆周围的障碍物的信息。在一些实施例中,所述障碍物的信息可以包括障碍物的距离、方位、形状或速度等。

[0072] 综上所述,本发明实施例的激光收发模块的发射光路和接收光路共用一个传输模块,提供了一种同轴式方案。然而区别于传统的采用分光镜或小孔反射镜等分光元件进行分光的同轴系统,本发明实施例的激光收发模块采用所述光偏转装置使激光束偏折角度出射,从而使发射的激光束和接收的回波信号相分离,有利于实现大光学口径的同轴收发;所述激光收发模块的结构紧凑、体积小;所述发射模块和探测模块的位置关系固定,较容易实现整体光路的装调,光学实现难度小,成本低。

[0073] 本发明实施例的激光雷达系统采用多个本发明实施例的激光收发模块均匀分布在转轴周围构成分布式同轴结构,这种分布式光路布局有助于符合人眼安全要求;所述激光收发模块的折转式光路设计(即激光束偏折角度出射)有利于合理利用空间排布发射模块和探测模块;此外,所述多个激光收发模块沿竖直视场的扫描线的加密式布局提高了激光雷达系统的分辨率。

[0074] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于于此。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。

10

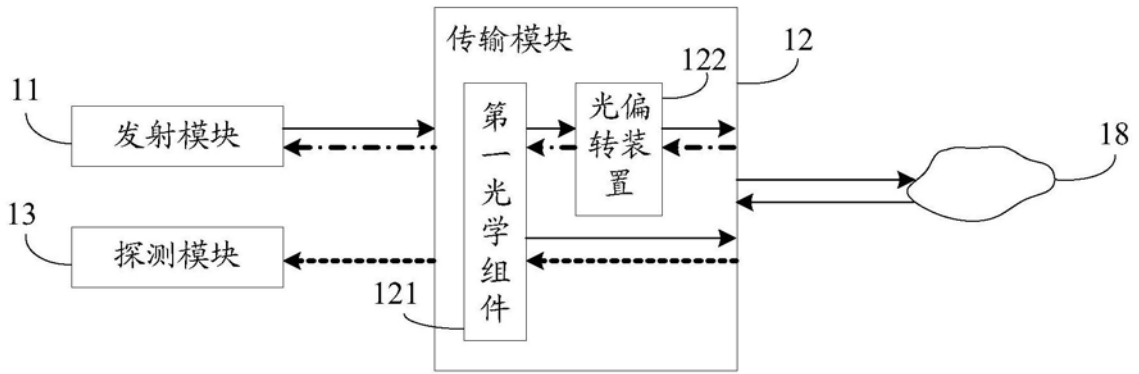


图1

20

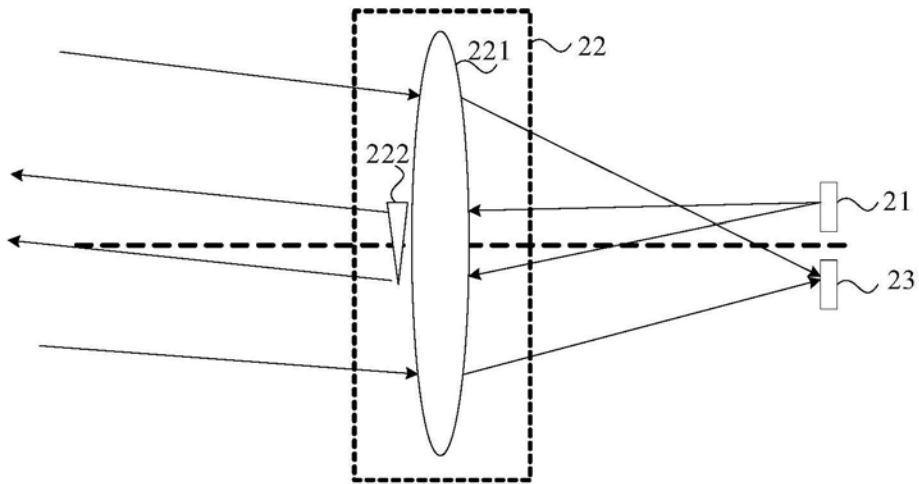


图2

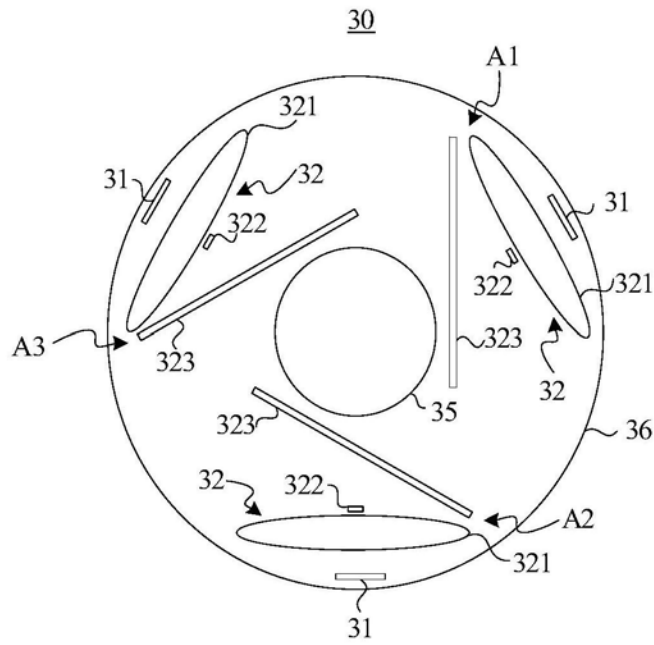


图3

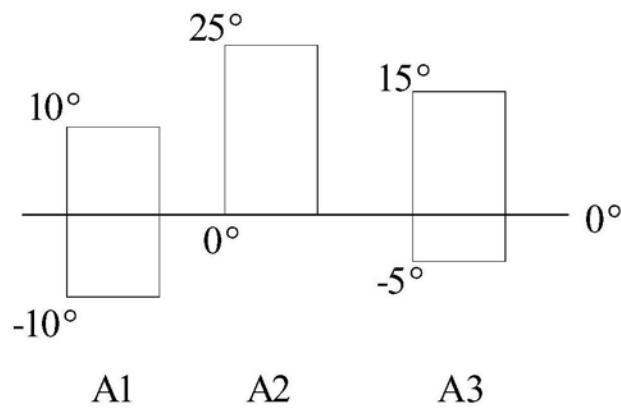


图4

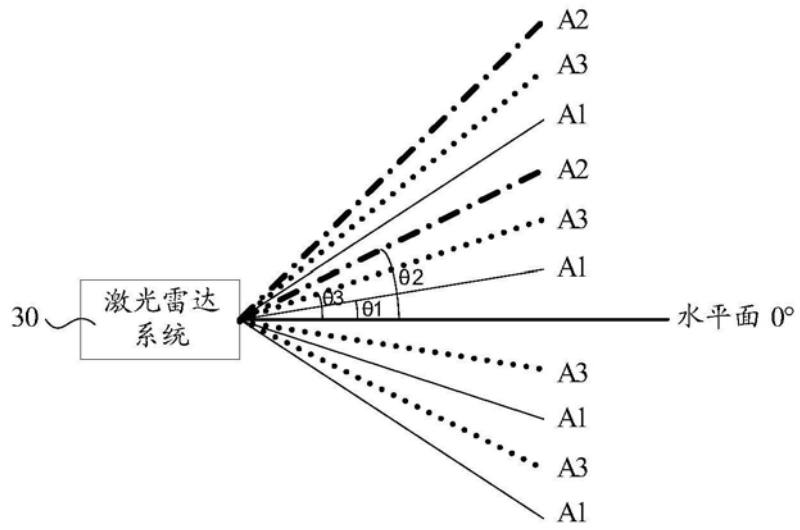


图5

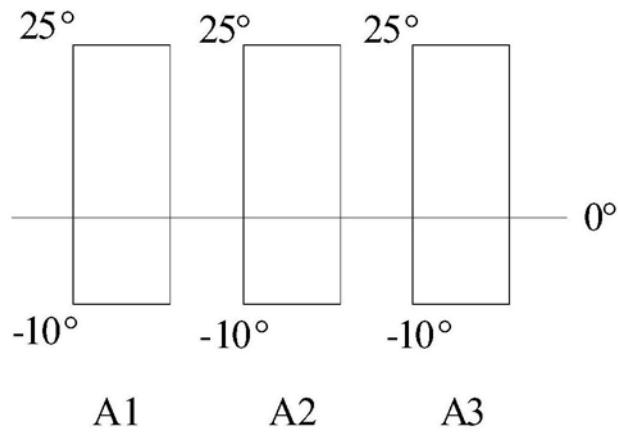


图6