



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110780281 A

(43)申请公布日 2020.02.11

(21)申请号 201911087564.2

(22)申请日 2019.11.08

(71)申请人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街2699号

(72)发明人 宋俊峰 郜峰利 李雪妍

(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 钱娜

(51)Int.Cl.

G01S 7/481(2006.01)

G01S 7/484(2006.01)

G01S 7/486(2020.01)

G01S 17/48(2006.01)

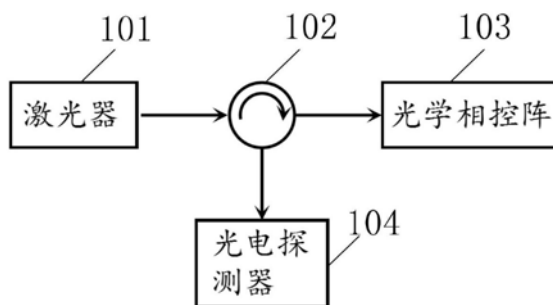
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种光学相控阵激光雷达系统

(57)摘要

本发明提供一种光学相控阵激光雷达系统,其中的激光器、光学相控阵及光电探测器按预设顺序依次与环形器的三个端口相连,使得激光器发出的激光信号能够通过环形器传输至光学相控阵,再由光学相控阵向外发射该激光信号的全部或部分,并收集照射到所扫描物体后的激光返回信号;然后再通过环形器将该激光返回信号送入光电探测器;最后通过控制单元根据光电探测器接收激光返回信号所对应的时刻或者所转换的电信号,计算得到所扫描物体的距离。该系统可用于脉冲或相干探测激光雷达,而光学相控阵既能够接收激光信号向外发射,又能够接收激光返回信号并发送至光电探测器,相较现有技术中通过两个光学相控阵分别实现发射和接收的结构体积更小,成本更低。



1. 一种光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,包括:激光器、光学相控阵、光电探测器、控制单元及环形器;其中,

所述激光器、所述光学相控阵及所述光电探测器按预设顺序依次与所述环形器的三个端口相连;

所述激光器,用于发出激光信号;

所述光学相控阵,用于向外发射所述激光信号的全部或部分,并收集照射到所扫描物体后的激光返回信号;

所述光电探测器,用于接收所述光学相控阵输出的所述激光返回信号;

所述环形器,用于将所接收到的信号传输至下一端口;

所述控制单元与所述激光器、所述光学相控阵以及所述光电探测器相连,用于根据所述激光返回信号计算得到所扫描物体的距离。

2. 根据权利要求1所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,所述激光器与所述环形器的第一端口相连,所述光学相控阵与所述环形器的第二端口相连,所述光电探测器与所述环形器的第三端口相连;

所述激光信号为脉冲光信号;

所述控制单元用于根据所述激光返回信号计算得到所扫描物体的距离时,具体用于:确定所述激光信号发出所对应的时刻,以及,所述光电探测器接收到所述激光返回信号所对应的时刻,并根据两个时刻计算得到所扫描物体的距离。

3. 根据权利要求1所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,还包括:设置于所述环形器与所述光学相控阵之间的部分反射器,用于对经所述环形器输出的所述激光信号进行部分反射,并将反射后的部分反射激光信号再经由所述环形器传输至所述光电探测器。

4. 根据权利要求3所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,所述光电探测器为相干光电探测器;所述光电探测器还用于经由所述环形器接收所述部分反射激光信号,并将所述部分反射激光信号与所述激光返回信号的合成信号转换成电信号。

5. 根据权利要求3所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,还包括:设置于所述部分反射器与所述光学相控阵之间的另一环形器,用于将所述部分反射器输出的激光信号传输至所述光学相控阵,以及,将所述光学相控阵收集的所述激光返回信号传输至所述光电探测器。

6. 根据权利要求5所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,所述光电探测器为相干光电探测器;所述光电探测器还用于经由所述部分反射器之前的环形器接收所述部分反射激光信号,并将所述部分反射激光信号与所述激光返回信号的合成信号转换成电信号。

7. 根据权利要求3-6任一所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,所述部分反射器与所述光学相控阵可集成于同一芯片上;

所述部分反射器可以为带光栅的波导、或带定向耦合器的光波导、或分配比可调的部分反射器;

所述激光信号为脉冲光信号或者调制的激光信号。

8. 根据权利要求1所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在于,还包括:设置于所述激光器与所述光学相控阵之间的分束器,用于对所述激光信号进行分束,并将分束后的第一分束激光信号传输至所述光学相控阵,将分束后的第二分束激光信号传输至所述光电探

测器。

9. 根据权利要求8所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在於,所述分束器,设置于所述激光器与所述环形器之间,或者,设置于所述环形器与所述光学相控阵之间。

10. 根据权利要求9所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在於,所述光电探测器为相干光电探测器;所述光电探测器还用于接收所述第二分束激光信号,并将所述第二分束激光信号与所述激光返回信号的合成信号转换成电信号。

11. 根据权利要求4、6及10中任一所述的光学相控阵激光雷达系统,其特征在於,所述激光信号为调频连续波;

所述控制单元用于根据所述激光返回信号计算得到所扫描物体的距离时,具体用于:对所述电信号的差频信号进行检测,并根据所述差频信号计算得到所扫描物体的距离。

一种光学相控阵激光雷达系统

技术领域

[0001] 本发明涉及激光雷达技术领域,具体涉及一种光学相控阵激光雷达系统。

背景技术

[0002] 激光雷达系统在方向性、稳定性、分辨率和探测距离等诸多方面具有显著的优越性。随着科学技术的发展,激光雷达系统广泛应用于军事领域和民生领域。例如,采用激光雷达指挥通信、情报收集、武器跟踪、识别制导;采用激光雷达进行大气探测、城市探测、海洋探测、自动驾驶、机器人技术、激光电视、激光三维成像、工业机器人、GPS定位等。

[0003] 现有的芯片式激光雷达,请参见图1,包括了两个光学相控阵,分别做发射(TX)和接收(RX)。但是,图1所示的芯片式激光雷达需要外加可调谐激光器及两个光学相控阵,因此,整体体积较大、所需成本较高。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明实施例提供一种光学相控阵激光雷达系统,以解决现有技术中的激光雷达系统所存在的整体体积大、成本高的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明实施例提供如下技术方案:

[0006] 本发明公开了一种光学相控阵激光雷达系统,包括:激光器、光学相控阵、光电探测器、控制单元及环形器;其中,

[0007] 所述激光器、所述光学相控阵及所述光电探测器按预设顺序依次与所述环形器的三个端口相连;

[0008] 所述激光器,用于发出激光信号;

[0009] 所述光学相控阵,用于向外发射所述激光信号的全部或部分,并收集照射到所扫描物体后的激光返回信号;

[0010] 所述光电探测器,用于接收所述光学相控阵输出的所述激光返回信号;

[0011] 所述环形器,用于将所接收到的信号传输至下一端口;

[0012] 所述控制单元与所述激光器、所述光学相控阵以及所述光电探测器相连,用于根据所述激光返回信号计算得到所扫描物体的距离。

[0013] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述激光器与所述环形器的第一端口相连,所述光学相控阵与所述环形器的第二端口相连,所述光电探测器与所述环形器的第三端口相连;

[0014] 所述激光信号为脉冲光信号;

[0015] 所述控制单元用于根据所述激光返回信号计算得到所扫描物体的距离时,具体用于:确定所述激光信号发出所对应的时刻,以及,所述光电探测器接收到所述激光返回信号所对应的时刻,并根据两个时刻计算得到所扫描物体的距离。

[0016] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,还包括:设置于所述环形器与所述光学相控阵之间的部分反射器,用于对经所述环形器输出的所述激光信号进行部分反射,

并将反射后的部分反射激光信号再经由所述环形器传输至所述光电探测器。

[0017] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述光电探测器为相干光电探测器;所述光电探测器还用于经由所述环形器接收所述部分反射激光信号,并将所述部分反射激光信号与所述激光返回信号的合成信号转换成电信号。

[0018] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,还包括:设置于所述部分反射器与所述光学相控阵之间的另一环形器,用于将所述部分反射器输出的激光信号传输至所述光学相控阵,以及,将所述光学相控阵收集的所述激光返回信号传输至所述光电探测器。

[0019] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述光电探测器为相干光电探测器;所述光电探测器还用于经由所述部分反射器之前的环形器接收所述部分反射激光信号,并将所述部分反射激光信号与所述激光返回信号的合成信号转换成电信号。

[0020] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述部分反射器与所述光学相控阵可集成于同一芯片上;

[0021] 所述部分反射器为带光栅的波导、或带定向耦合器的光波导、或分配比可调的部分反射器;

[0022] 所述激光信号为脉冲光信号或者调制的激光信号。

[0023] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,还包括:设置于所述激光器与所述光学相控阵之间的分束器,用于对所述激光信号进行分束,并将分束后的第一分束激光信号传输至所述光学相控阵,将分束后的第二分束激光信号传输至所述光电探测器。

[0024] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述分束器,设置于所述激光器与所述环形器之间,或者,设置于所述环形器与所述光学相控阵之间。

[0025] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述光电探测器为相干光电探测器;所述光电探测器还用于接收所述第二分束激光信号,并将所述第二分束激光信号与所述激光返回信号的合成信号转换成电信号。

[0026] 可选地,在上述的光学相控阵激光雷达系统中,所述激光信号为调制连续波信号;

[0027] 所述控制单元用于根据所述激光返回信号计算得到所扫描物体的距离时,具体用于:对所述电信号的差频信号进行检测,并根据所述差频信号计算得到所扫描物体的距离。

[0028] 基于上述本发明实施例提供的光学相控阵激光雷达系统,该系统包括:激光器、光学相控阵、光电探测器、控制单元及环形器;其中,激光器、光学相控阵及光电探测器按预设顺序依次与环形器的三个端口相连,使得激光器发出的激光信号能够通过环形器传输至光学相控阵,再由光学相控阵向外发射该激光信号的全部或部分,并收集照射到所扫描物体后的激光返回信号;然后再通过环形器将该激光返回信号送入光电探测器;最后通过控制单元根据光电探测器接收激光返回信号所对应的时刻或者所转换的电信号,计算得到所扫描物体的距离。该系统可用于脉冲或相干探测激光雷达,该系统中的光学相控阵既能够接收激光器的激光信号向外发射,又能够接收激光返回信号并发送至光电探测器,也即发射、接收均由一个光学相控阵完成,相比于现有技术中通过两个光学相控阵分别实现发射和接收的结构体积更小,成本更低,也使得整个系统的整体体积更小,成本更低。

附图说明

[0029] 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,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地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0030] 图1为现有的一种激光雷达系统的结构示意图;

[0031] 图2至图3为本申请实施例提供的两种光学相控阵激光雷达系统的结构示意图;

[0032] 图4a、4b、4c为本申请实施例提供的三种部分反射器的结构示意图;

[0033] 图5至图7为本申请实施例提供的三种光学相控阵激光雷达系统的结构示意图。

具体实施方式

[0034] 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。

[0035] 在本申请中,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0036] 本发明实施例提供一种光学相控阵激光雷达系统,以解决现有技术中的激光雷达系统所存在的整体体积大、成本高的问题。

[0037] 请参见图2,该光学相控阵激光雷达系统,包括:

[0038] 激光器101、光学相控阵103、光电探测器104、控制单元(未进行图示)及环形器102;其中,

[0039] 激光器101、光学相控阵103及光电探测器104按预设顺序依次与环形器102的三个端口相连。

[0040] 具体的,激光器101与环形器102的第一端口相连,光学相控阵103与环形器102的第二端口相连,光电探测器104与环形器102的第三端口相连。

[0041] 激光器101,用于发出激光信号。

[0042] 具体的,激光器101可以是带尾纤的半导体激光器、光纤放大器及其放大器,或者是现有技术中具有激光信号发射功能的其他器件。激光器101的选用情况可视其应用环境而确定,本申请不作具体限定,均属于本申请的保护范围。

[0043] 光学相控阵103,用于向外发射激光信号的全部或部分,并收集照射到所扫描物体后的激光返回信号。

[0044] 具体的,当光学相控阵激光雷达系统不设有分束器或者部分反射器时,光学相控阵103用于向外发射激光信号的全部。反之,则向外发射激光信号的部分。

[0045] 需要说明的是,光学相控阵103是具有光学相控阵功能的芯片或者器件。具体的,可以是基于SOI的光学相控阵芯片,当然,还可以是现有的其他芯片,本申请不作具体限定,均属于本申请的保护范围。

[0046] 光电探测器104,用于接收光学相控阵输出的激光返回信号。

[0047] 在实际应用中,光电探测器104可以为InGaAs雪崩光电二极管,或者为相干光电探测器;当然,还可以是现有的其他器件,本申请不作具体限定,均属于本申请的保护范围。

[0048] 环形器102,用于将所接收到的信号传输至下一端口。

[0049] 具体的,环形器102为具有单向环形传输功能的器件。

[0050] 若环形器102具有三个端口,一般情况下的传输路径为:信号从第一端口传输至第二端口,或者,从第二端口传输至第三端口。

[0051] 控制单元通过有线连接或者无线连接的方式,与激光器101、光学相控阵103以及光电探测器104相连,能够通过使能激光器101,控制激光器101发出激光信号,并根据该激光返回信号计算得到所扫描物体的距离。

[0052] 在激光器101与环形器102的第一端口相连,光学相控阵103与环形器102的第二端口相连,光电探测器104与环形器102的第三端口相连,激光信号为脉冲光信号的情况下,控制单元用于根据该激光返回信号计算得到所扫描物体的距离,具体为:确定激光信号发出所对应的时刻,以及,光电探测器104接收到激光返回信号所对应的时刻,然后根据两个时刻计算得到所扫描物体的距离。

[0053] 具体的,控制单元为光学相控阵激光雷达系统的控制中心,可通过该控制单元控制光学相控阵103中相应的器件执行动作,并控制激光器101发出脉冲光信号或者调制的激光信号;再通过与光电探测器104通信,确定光电探测器104接收激光返回信号所对应的时刻。

[0054] 需要说明的是,调制的激光信号为经过调制后的脉冲光信号,或调制的激光信号可以是调频连续波信号,该信号中的频率呈时间线性周期变化。

[0055] 若激光器101为带尾纤的半导体激光器,所产生的激光为1550nm;环形器102为光纤环形器,具有三个端口A、B、C(分别对应第一端口、第二端口、第三端口),且端口的信号传输顺序为:A→B,B→C;光学相控阵103为基于SOI的光学相控阵芯片;光电探测器104为InGaAs雪崩光电二极管,则该光学相控阵激光雷达系统的具体连接关系和工作过程为:

[0056] 激光器的尾纤与光纤环形器的A端口对接,光纤环形器的B端口与光学相控阵芯片的入射光纤对接,光纤环形器的C端口与雪崩光电二极管对接。

[0057] 控制单元对半导体激光器加脉冲信号,即能使激光器101产生5纳秒的激光脉冲信号,并记录产生激光脉冲信号的时刻。半导体激光器将激光脉冲信号进行放大,并将放大后的激光脉冲信号经光纤环形器的A端口、B端口传输至光学相控阵芯片;光学相控阵芯片将该信号辐射至空间,当激光脉冲信号照射到目标物体之后,反射回光学相控阵芯片,也即光学相控阵收集到激光返回信号;所返回的激光返回信号进入光纤环形器的B端口,经C端口进入雪崩光电探测器;雪崩光电探测器探测到激光返回信号后,记录探测到激光返回信号所对应的时刻;控制单元将产生激光脉冲信号的时刻与激光返回信号的时刻进行比较,得到激光脉冲信号的飞行时间,再将飞行时间乘以光速,即可得到目标物体的距离,也即得到所扫描物体的距离。

[0058] 需要说明的是,可以通过对光学相控阵芯片相位的控制,调整辐射光的角度。

[0059] 在本实施例中,通过上述原理,能够使得系统中的光学相控阵103既能够接收激光器的激光信号向外发射,又能够接收激光返回信号发送至光电探测器,相比于现有技术中通过两个光学相控阵分别实现发射和接收的结构体积更小,成本更低,也即使得整个系统

的整体体积更小,成本更低。再者,若该光电探测器104为相干光电探测器,还可以探测到更微弱的光信号,加大了探测距离。

[0060] 值得说明的是,本申请提供的光学相控阵激光雷达系统为全固态的激光雷达,由于没有机械传动部分,体积远小于机械式的激光雷达,且重量更轻、扫描速度更快、能耗更低,还可用于脉冲或相干探测激光雷达。

[0061] 在图2的基础之上,请参见图3。本申请另一实施例还提供了一种光学相控阵激光雷达系统,该系统还包括:设置于环形器102与光学相控阵103之间的部分反射器105,用于对经环形器102输出的激光信号进行部分反射,并将反射后的部分反射激光信号再经由环形器102传输至光电探测器104。

[0062] 具体的,部分反射激光信号为激光信号中经部分反射器反射后的信号。

[0063] 需要说明的是,部分反射器105可以为带光栅的波导、或带定向耦合器的光波导(如图4a所示)、或带定向耦合器的分配比可调的部分反射器(如图4b所示),或带MMI(multi-mode interferometer,多模干涉器)的分配比可调的部分反射器(如图4c所示)。实际应用中,该部分反射器105也可以为其他结构,能够实现相应功能的结构均在本申请的保护范围内。

[0064] 若光学相控阵激光雷系统还包括:设置于环形器102与光学相控阵103之间的部分反射器105,并且,光电探测器104为相干光电探测器,则系统中的光电探测器104还用于经由环形器102接收部分反射激光信号,并将部分反射激光信号与激光返回信号的合成信号转换成电信号。

[0065] 需要说明的是,相干光电探测器为具有接收两束光信号功能的光电探测器。可将所接收到的部分反射激光信号与从光学相控阵103接收到的激光返回信号合在一起,并将合成后的信号转换成电信号。

[0066] 若激光器所发出的激光信号为调制的激光信号,由于部分反射激光信号和激光返回信号两束光信号经历的路径不同,飞行时间不同,经过相干光电探测器转换后得到的电信号所对应的频率不同。控制单元可通过检测该电信号的差频信号,并根据该差频信号计算出飞行时间差,进而计算得到所扫描物体的距离。

[0067] 还需要说明的是,部分反射器105与光学相控阵103可集成于同一芯片上。设有部分反射器105的光学相控阵激光雷达系统,激光器101所发出的激光信号可以是脉冲光信号,也可以是调制的激光信号。

[0068] 在本实施例中,在光学相控阵激光雷达系统增加部分反射器105之后,除了可通过确定激光信号发出所对应的时刻,以及,光电探测器104接收到激光返回信号所对应的时刻,然后根据两个时刻计算得到所扫描物体的距离外,还可利用调制的激光信号呈时间线性周期变化的特点,通过相干光电探测器转换得到电信号,然后利用电信号中的差频信号进行计算,得出所扫描物体的距离,避免了控制单元对激光信号发出所对应时刻的确定,以及,对光电探测器104接收到激光返回信号时刻的确定,降低了控制单元的控制难度。再者,由于部分反射器105与光学相控阵103可集成于同一芯片上,不会增加系统的整体体积。

[0069] 在图3的基础之上,请参见图5,该光学相控阵激光雷达系统,还包括:设置于部分反射器105与光学相控阵103之间的另一环形器106,用于将部分反射器105输出的激光信号传输至光学相控阵103,以及,将光学相控阵103收集的激光返回信号传输至光电探测器

104。

[0070] 在实际应用中,若光电探测器104为相干光电探测器,则光电探测器104还用于经由部分反射器105之前的环形器102接收部分反射激光信号,并将部分反射激光信号与激光返回信号的合成信号转换成电信号。

[0071] 且若该光电探测器104为相干光电探测器,则在增加了另一环形器106之后,激光返回信号无需经过部分反射器105,而是通过所增加的另一环形器106直接进入相干光电探测器,缩短返回激光信号所经路径,避免所经路径过长导致的延迟,提高了系统的扫描速度。

[0072] 需要说明的是,光学相控阵激光雷达系统中各器件的相关说明,可参见图2对应的实施例,此处不再赘述。

[0073] 在图2的基础之上,请参见图6或者图7,本申请另一实施例还提供了一种光学相控阵激光雷达系统,该系统还包括:设置于激光器101与光学相控阵103之间的分束器107,用于对激光信号进行分束,并将分束后的第一分束激光信号传输至光学相控阵103,第二分束激光信号传输至光电探测器104。

[0074] 需要说明的是,第一分束激光信号和第二分束激光信号分别为将激光信号进行分束后得到的信号。

[0075] 具体的,该分束器107可设置于激光器101与环形器102之间(如图6所示),或者,设置于环形器102与光学相控阵103之间(如图7所示)。在实际应用中,分束器107设置的位置可视其应用环境而定,本申请不作具体限定,均属于本申请的保护范围。

[0076] 以图6为例,该光学相控阵激光雷达系统的光信号传输路径为:激光器101发出调制的激光信号,经过分束器107后,一部分直接进入相干光电探测器,也即将分束后的第二分束激光信号传输至光电探测器104;另一部分经过环形器102,进入光学相控阵103,也即第一分束激光信号传输至光学相控阵103;光学相控阵103将第一分束激光信号发射至空间,当第一分束激光信号照射到目标物体后,返回激光返回信号,该激光返回信号经过光学相控阵103经环形器102进入相干光电探测器。

[0077] 需要说明的是,图7的光信号的传输路径与图6类似,可相互参见,此处不再赘述。

[0078] 还需要说明的是,设有分束器107的光学相控阵激光雷达系统中的光电探测器104一般为相干光电探测器。

[0079] 若所述系统还包括:设置于激光器101与光学相控阵103之间的分束器107,则系统中的光电探测器104还用于接收第二分束激光信号,并将分束后的第二分束激光信号与激光返回信号的合成信号转换成电信号。

[0080] 同理,控制单元可对转换成电信号后的第二分束激光信号和激光返回信号之间的差频信号进行检测,根据该差频信号计算得到所扫描物体的距离。

[0081] 需要说明的是,控制单元可对转换成电信号后的第二分束激光信号和激光返回信号之间的差频信号进行检测,然后根据该差频信号计算得到所扫描物体的距离的相关说明与图3对应实施例相同,以及设置分束器107后的光学相控阵激光雷达系统,光电探测器104和控制单元还用于执行的动作与图3实施例一致,可参见图3对应实施例的相关说明,就不再一一赘述。

[0082] 在本实施例中,在光学相控阵激光雷达系统增加分束器107之后,除了可通过确定

激光信号发出所对应时刻,以及,光电探测器104接收到激光返回信号所对应的时刻,根据两个时刻计算得到所扫描物体的距离外,还可利用调制的激光信号呈时间线性周期变化的特点,通过相干光电探测器转换得到电信号,利用该电信号中的差频信号进行计算,得出所扫描物体的距离,避免了控制单元对激光信号发出所对应时刻的确定,以及,对光电探测器104接收到激光返回信号时刻的确定,降低了控制单元的控制难度。

[0083] 最后值得说明的是,在实际应用中,可以应用CMOS工艺,可将光学相控阵103,部分反射器105,分束器107,光电探测器104和控制单元,全部或部分集成于同一芯片上,除了能够进一步减小光学相控阵激光雷达系统的整体体积、降低所需成本外,还能使芯片的耦合封装更加容易,集成度更高、体积更小、性能稳定、可批量生产、成本更低,满足小型化和低成本的要求。另外,利用硅基光电子技术开发的工作在 $\sim 1.55\mu\text{m}$ 波长的附近的大量光通讯器件,可以方便地与光纤网络连接,实现网络化,而且这一波段属于人眼安全波段,安全性能好。再者,硅基光电子集成技术与集成电路完全兼容,可以在集成光电子器件的同时,完成电子控制单元和逻辑电路的制作,容易实现与智能化电路控制单元的集成,为在芯片上实现智能化控制提供方便条件。

[0084] 需要说明的是,应用CMOS工艺,将光学相控阵103,部分反射器105,分束器107,光电探测器104和控制单元,全部或部分集成于同一芯片上的具体实现过程,可参见现有技术,本申请不再赘述。

[0085] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于系统或系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所描述的系统及系统实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0086] 还需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0087] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0088] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。

对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

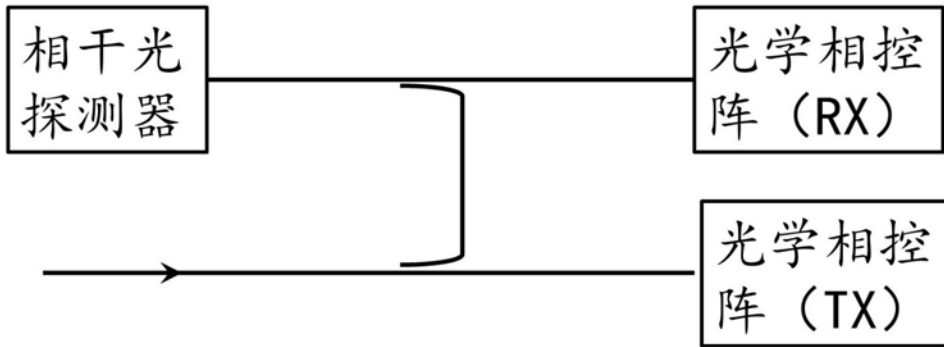


图1

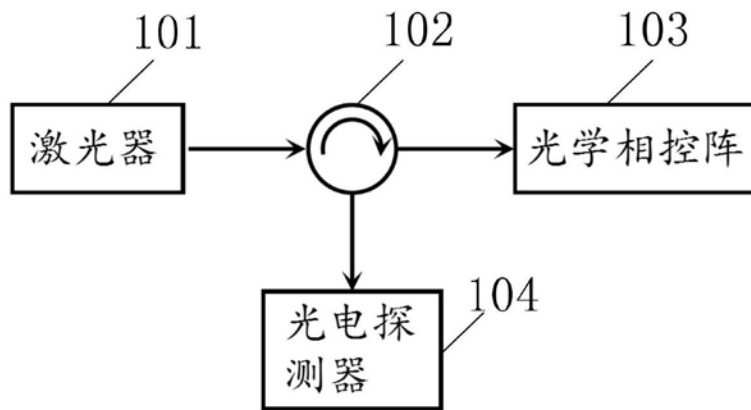


图2

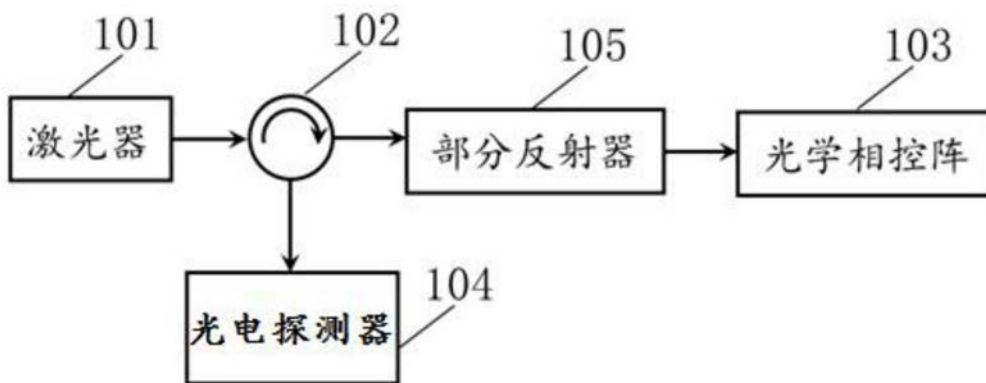


图3

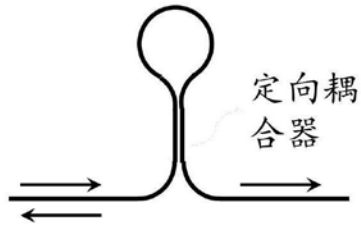


图4a

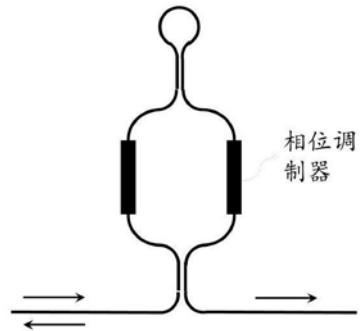


图4b

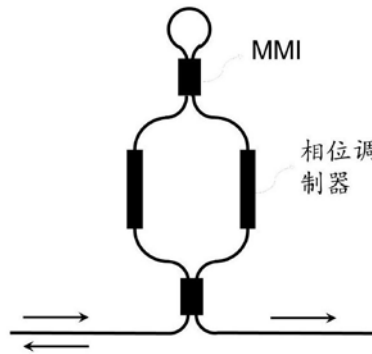


图4c

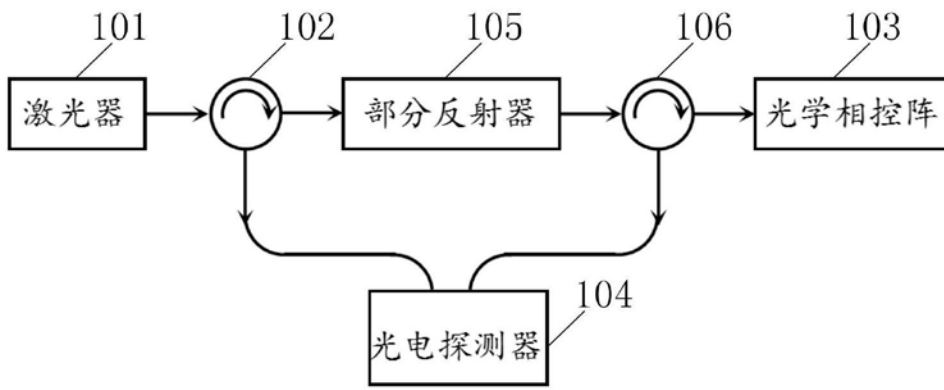


图5

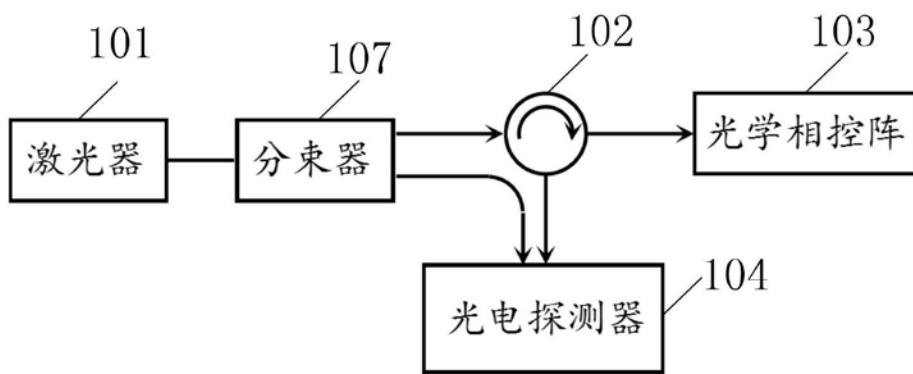


图6

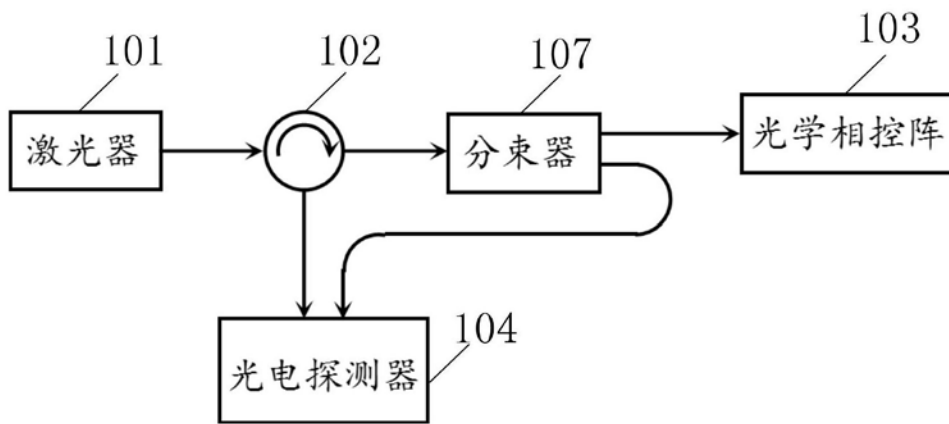


图7