



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117724072 A

(43) 申请公布日 2024.03.19

(21) 申请号 202311553628.X

(22) 申请日 2021.12.23

(62) 分案原申请数据

202111595865.3 2021.12.23

(71) 申请人 深圳市速腾聚创科技有限公司

地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街  
道平山社区留仙大道1213号众冠红花  
岭工业南区2区9栋1层

(72) 发明人 龚昌盛 冯希

(74) 专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理  
有限公司 44414

专利代理师 胡明强

(51) Int. Cl.

G01S 7/481 (2006.01)

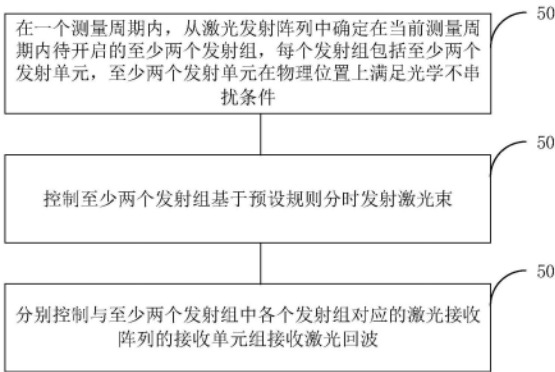
权利要求书2页 说明书14页 附图4页

(54) 发明名称

控制激光雷达的方法、装置、电子设备及存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种控制激光雷达的方法、装置、电子设备及存储介质,属于激光探测技术领域。包括:在一个测量周期内,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的至少两个发射组,每个发射组包括至少两个发射单元,至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件。控制至少两个发射组基于预设规则分时发射激光束。分别控制与至少两个发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,激光回波是指激光束被目标物体反射后的回波。本申请通过控制至少两个发射组在不同时间发射激光束,可以提升整体扫描帧率的同时,防止光学串扰,提升测量结果的准确性。



1. 一种控制激光雷达的方法,其特征在于,所述激光雷达包括激光发射阵列和激光接收阵列,所述方法包括:

在一个测量周期内,从所述激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的至少两个发射组,所述发射组包括至少两个发射单元,所述至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件;

控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射激光束;

分别控制与所述至少两个发射组中各个发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法包括:

控制所述至少两个发射组中的任一发射组中的至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束。

3. 如权利要求2所述的方法,其特征在于,所述控制所述至少两个发射组中的任一发射组中的至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束,包括:

按照所述至少两个发射单元中第k次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第k次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束,所述k为大于或等于1的整数;

在经过第一预设时长阈值后,按照第k+1次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第k+1次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束。

4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述发射组中的任意一个发射单元对应的时间编码序列的确定方式包括:

基于第一预设序列,通过线性反馈移位寄存器生成一系列伪随机序列,得到多个伪随机序列;

确定所述多个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数;

根据所述自相关函数,从所述多个伪随机序列中筛选出自相关系数小于第一指定阈值的伪随机序列;

从筛选出的至少一个伪随机序列中选择一个伪随机序列作为所述任意一个发射单元对应的时间编码序列。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射激光束,包括:

依次控制所述至少两个发射组中的各个发射组按照预设发射时序发射所述激光束,其中,所述至少两个发射组中每个发射组的第一个发射单元在同一个测量周期内的发射时间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述至少两个发射组在物理位置上满足光学不串扰条件,所述控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射激光束,包括:

控制所述至少两个发射组中的各个发射组并行发射所述激光束,其中,对于所述至少两个发射组中发射次序相同的各个发射单元按照所述各个发射单元对应的时间编码序列发射所述激光束,其中,相邻的发射组中发射次序相同的发射单元对应的时间编码序列之间的互相关系数小于第二指定阈值。

7. 如权利要求1-6中任一项所述的方法,其特征在于,所述至少两个发射单元的物理位置关系是根据所述至少两个发射单元中每个发射单元的功率、视场角、探测距离确定的。

8. 一种控制激光雷达的装置,其特征在於,所述激光雷达包括激光发射阵列和激光接收阵列,所述装置包括:

确定模块,用于在一个测量周期内,从所述激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,所述发射组包括至少两个发射单元,所述至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件;

第一控制模块,用于控制所述至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束;

第二控制模块,用于控制与所述发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,所述激光回波是指所述激光束被目标物体反射后的回波。

9. 一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在於,所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求1至7任一项所述的方法。

10. 一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有指令,其特征在於,所述指令被处理器执行时实现权利要求1至7任一项所述的方法。

## 控制激光雷达的方法、装置、电子设备及存储介质

[0001] 本申请是分案申请,原申请的申请号是202111595865.3,原申请的申请日是2021年12月23日,原申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

### 技术领域

[0002] 本申请涉及激光探测技术领域,特别涉及一种控制激光雷达的方法、装置、电子设备及存储介质。

### 背景技术

[0003] 阵列型的激光雷达由激光发射阵列和激光接收阵列组成,激光发射阵列由多个发射单元组成,同理,激光接收阵列由多个接收单元组成。

[0004] 在使用阵列型的激光雷达进行探测时,如果使用单块发射单元进行发射,扫描完成所有阵列所需要的时间长,使得整体的扫描帧率会非常低。而同时多块发射时,会导致不同发射块之间带来光学串扰,使得无法得到准确测量结果。

### 发明内容

[0005] 本申请实施例提供了一种控制激光雷达的方法、装置、电子设备及存储介质,可以提升整体扫描帧率的同时,防止光学串扰,提升测量结果的准确性。

[0006] 所述技术方案如下:

[0007] 第一方面,提供了一种控制激光雷达的方法,所述激光雷达包括激光发射阵列和激光接收阵列,所述方法包括:

[0008] 在一个测量周期内,从所述激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,所述发射组包括至少两个发射单元,所述至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件;

[0009] 控制所述至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束;

[0010] 控制与所述发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,所述激光回波是指所述激光束被目标物体反射后的回波。

[0011] 作为本申请的一个示例,所述控制所述至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束,包括:

[0012] 按照所述至少两个发射单元中第k次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第k次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束,所述k为大于等于1的整数;

[0013] 在经过第一预设时长阈值后,按照第k+1次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第k+1次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束。

[0014] 作为本申请的一个示例,所述发射组中的任意一个发射单元对应的时间编码序列的确定方式包括:

[0015] 基于第一预设序列,通过线性反馈移位寄存器生成一系列伪随机序列,得到多个伪随机序列;

- [0016] 确定所述多个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数；
- [0017] 根据所述自相关函数,从所述多个伪随机序列中筛选出自相关系数小于第一指定阈值的伪随机序列；
- [0018] 从筛选出的至少一个伪随机序列中选择一个伪随机序列作为所述任意一个发射单元对应的时间编码序列。
- [0019] 作为本申请的一个示例,当一个测量周期中存在至少两个发射组时,控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射所述激光束；
- [0020] 所述控制与所述发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,包括：
- [0021] 分别控制与所述至少两个发射组中各个发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收所述激光回波。
- [0022] 作为本申请的一个示例,所述控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射所述激光束,包括：
- [0023] 依次控制所述至少两个发射组中的各个发射组按照预设发射时序发射所述激光束,其中,所述至少两个发射组中每个发射组的第一个发射单元在同一个测量周期内的发射时间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔。
- [0024] 作为本申请的一个示例,所述至少两个发射组在物理位置上满足光学不串扰条件,所述控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射所述激光束,包括：
- [0025] 控制所述至少两个发射组中的各个发射组并行发射所述激光束,其中,对于所述至少两个发射组中发射次序相同的各个发射单元按照所述各个发射单元对应的时间编码序列发射所述激光束,其中,相邻的发射组中发射次序相同的发射单元对应的时间编码序列之间的互相关系数小于第二指定阈值。
- [0026] 作为本申请的一个示例,所述至少两个发射单元的物理位置关系是根据所述至少两个发射单元中每个发射单元的功率、视场角、探测距离确定的。
- [0027] 第二方面,提供了一种控制激光雷达的装置,所述激光雷达包括激光发射阵列和激光接收阵列,所述装置包括：
- [0028] 确定模块,用于在一个测量周期内,从所述激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,所述发射组包括至少两个发射单元,所述至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件；
- [0029] 第一控制模块,用于控制所述至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束；
- [0030] 第二控制模块,用于控制与所述发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,所述激光回波是指所述激光束被目标物体反射后的回波。
- [0031] 作为本申请的一个示例,所述第一控制模块用于：
- [0032] 按照所述至少两个发射单元中第 $k$ 次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第 $k$ 次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束,所述 $k$ 为大于等于1的整数；
- [0033] 在经过第一预设时长阈值后,按照第 $k+1$ 次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第 $k+1$ 次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束。
- [0034] 作为本申请的一个示例,所述确定模块还用于：
- [0035] 基于第一预设序列,通过线性反馈移位寄存器生成一系列伪随机序列,得到多个

伪随机序列；

[0036] 确定所述多个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数；

[0037] 根据所述自相关函数,从所述多个伪随机序列中筛选出自相关系数小于第一指定阈值的伪随机序列；

[0038] 从筛选出的至少一个伪随机序列中选择一个伪随机序列作为所述任意一个发射单元对应的时间编码序列。

[0039] 作为本申请的一个示例,当一个测量周期中存在至少两个发射组时,所述第一控制模块还用于:控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射所述激光束；

[0040] 所述第二控制模块用于：

[0041] 分别控制与所述至少两个发射组中各个发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收所述激光回波。

[0042] 作为本申请的一个示例,所述第一控制模块用于：

[0043] 依次控制所述至少两个发射组中的各个发射组按照预设发射时序发射所述激光束,其中,所述至少两个发射组中每个发射组的第一个发射单元在同一个测量周期内的发射时间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔。

[0044] 作为本申请的一个示例,所述至少两个发射组在物理位置上满足光学不串扰条件,所述第一控制模块用于：

[0045] 控制所述至少两个发射组中的各个发射组并行发射所述激光束,其中,对于所述至少两个发射组中发射次序相同的各个发射单元按照所述各个发射单元对应的时间编码序列发射所述激光束,其中,相邻的发射组中发射次序相同的发射单元对应的时间编码序列之间的互相关系数小于第二指定阈值。

[0046] 作为本申请的一个示例,所述至少两个发射单元的物理位置关系是根据所述至少两个发射单元中每个发射单元的功率、视场角、探测距离确定的。

[0047] 第三方面,提供了一种电子设备,包括存储器、处理器以及存储在所述存储器中并可在所述处理器上运行的计算机程序,所述处理器执行所述计算机程序时实现如第一方面任一项所述的方法。

[0048] 第四方面,提供了一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质上存储有指令,所述指令被处理器执行时实现如第一方面任一项所述的方法。

[0049] 第五方面,提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行如第一方面任一项所述的方法。

[0050] 本申请实施例提供的技术方案带来的有益效果是：

[0051] 在一个测量周期内,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,发射组包括至少两个发射单元,至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件。控制至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束,控制与发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,激光回波是指激光束被目标物体反射后的回波。如此,在一个测量周期内,通过控制至少两个发射单元在不同时间发射激光束,在保证扫描帧率的同时还可以防止光学串扰,也即本申请提供的方法可以兼顾阵列型的激光雷达的光学串扰和帧率的问题,从而可以准确地确定测量结果。

## 附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对实施例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申请的一些实施例,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他的附图。

[0053] 图1是根据一示例性实施例示出的一种激光发射阵列和激光接收阵列的示意图;

[0054] 图2是根据一示例性实施例示出的一种控制激光雷达的方法流程图;

[0055] 图3是根据另一示例性实施例示出的一种激光发射阵列和激光接收阵列的示意图;

[0056] 图4是根据一示例性实施例示出的一种激光束的发射规律示意图;

[0057] 图5是根据另一示例性实施例示出的一种控制激光雷达的方法流程图;

[0058] 图6是根据另一示例性实施例示出的一种激光发射阵列和激光接收阵列的示意图;

[0059] 图7是根据另一示例性实施例示出的一种激光发射阵列的示意图;

[0060] 图8是根据一示例性实施例示出的一种控制激光雷达的装置的结构示意图;

[0061] 图9是根据一示例性实施例示出的一种电子设备的结构示意图。

## 具体实施方式

[0062] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

[0063] 应当理解的是,本申请提及的“多个”是指两个或两个以上。在本申请的描述中,除非另有说明,“/”表示或的意思,例如,A/B可以表示A或B;本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,为了便于清楚描述本申请的技术方案,采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定,并且“第一”、“第二”等字样也并不限定一定不同。

[0064] 首先,对本申请实施例涉及的执行主体进行介绍。本申请实施例提供的方法可以由电子设备来执行,该电子设备可以配置或者连接有阵列型的激光雷达,也即激光雷达包括激光发射阵列和激光接收阵列,示例性地,请参考图1,图1是根据一示例性实施例示出的一种阵列示意图,其中,图1中的(a)图为激光发射阵列的示意图,图1中的(b)图为激光接收阵列的示意图。

[0065] 在一个实例中,该电子设备可以为诸如手机、笔记本电脑、平板电脑、手机之类的终端设备,或者,还可以为车机设备,本申请实施例对此不作限定。

[0066] 基于上述提供的电子设备,接下来对本申请实施例提供的方法进行详细介绍。请参考图2,图2是根据一示例性实施例示出的一种控制激光雷达的方法流程图,作为示例而非限定,该方法应用上述电子设备中,该方法可以包括如下几个步骤:

[0067] 步骤201:在一个测量周期内,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,发射组包括至少两个发射单元,至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰

条件。

[0068] 其中,测量周期可以根据实际需求进行设置。

[0069] 其中,光学不串扰是指多个激光束之间几乎不存在干扰,可以理解为几乎不重叠或者完全不重叠。也即重叠率几乎接近于零,或者说不存在激光束叠加的情况。

[0070] 在应用中,电子设备控制激光雷达的激光发射阵列周期性地发射激光束。作为本申请的一个示例,在每个测量周期内可以按组控制发射单元发射,为此,需要确定待开启哪个或哪些发射单元,也即,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组。

[0071] 作为本申请的一个示例,可以从第一行激光发射行开始控制不同发射组在不同测量周期内发射,譬如请参考图1,先控制第一行激光发射行中的不同发射组在不同测量周期内发射激光束,第一行激光发射行发射结束后,再控制第二行激光发射行中的不同发射组在不同测量周期内发射激光束,以此类推,直至最后一行激光发射行的发射单元发射结束。之后,可以返回继续控制第一行激光发射行中的不同发射组在不同测量周期内发射激光束,如此重复控制。

[0072] 如此,可以根据上述各行之间的先后控制顺序,确定在每个测量周期内待开启的发射组。其中,发射组包括的发射单元的个数可以根据需求进行设置。

[0073] 在一个示例中,发射组中包括的发射单元的数量为2个,譬如两个发射单元包括第一发射单元和第二发射单元,也即在一个测量周期内确定两个待开启的发射单元。譬如请参考图1,当在第一个测量周期内时,确定的发射组包括发射单元A0和发射单元A6。当在第二个测量周期内时,确定的发射组包括发射单元A1和发射单元A7。当在第三个测量周期内时,确定的发射组包括发射单元A2和发射单元A8。当在第四个测量周期内时,确定发射组的包括发射单元A3和发射单元A9。当在第五个测量周期内时,确定发射组的包括发射单元A4和发射单元A10。当在第六个测量周期内时,确定的发射组包括发射单元A5和发射单元A11。以此类推,具体如表1所示。

[0074] 表1

一个测量周期内发射 2 次举例		
测量周期	第一发射单元	第二发射单元
1	A0	A6
2	A1	A7
3	A2	A8
4	A3	A9
5	A4	A10
6	A5	A11
...	...	...

[0075] 需要说明的是,上述是以一个发射组内包括两个发射单元为例进行说明。在另一实施例中,一个发射组内还可以包括三个或者更多发射单元,本申请实施例对此不作限定。

[0077] 还需要说明的是,至少两个发射单元的物理位置关系是根据至少两个发射单元中

每个发射单元的功率、视场角、探测距离确定的。

[0078] 由于相邻或距离较近的发射单元的激光束会相互串扰,如果需要增加并发数,则需使得并发的多个发射单元之间不发生光学串扰。示例性地,以发射组包括的发射单元的数量是两个为例,在同一发射组内的两次发射,为了提升抗光学串扰能力,可依照图3中的发射示意图设置每个发射组包括的发射单元的空间位置间隔,主要遵循的原则是,其中一个激光束的回波泛光不落入另一个接收单元的位置,即 $d_1$ 和 $d_2$ 均要求大于0,作为示例而非限定,回波主能量的宽度与接收单元的宽度相等。譬如发射单元A0和发射单元A6之间不存在光学串扰。

[0079] 其中,发射单元对应的回波泛光的接收单元的数量,与发射单元的功率、视场角、探测距离相关。若发射单元的激光回波的强度较大,则对应的回波泛光的接收单元的个数较多。若发射单元的发射视场角较小,则对应的回波泛光的接收单元的个数较多。若发射单元对应的探测距离较近,在对应的回波泛光的接收单元个数较多。

[0080] 步骤202:控制至少两个发射单元基于预设规则分时发射所述激光束。

[0081] 其中预设规则可以根据实际需求进行设置。

[0082] 作为本申请的一个示例,步骤202的具体实现可以包括:按照至少两个发射单元中第 $k$ 次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制第 $k$ 次发射的发射单元在对应的时间发射激光束, $k$ 为大于或等于1的整数。在经过第一预设时长阈值后,按照第 $k+1$ 次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制第 $k+1$ 次发射的发射单元在对应的时间发射激光束。

[0083] 其中,第一预设时长阈值可以由用户根据实际需求进行设置,或者,也可以由电子设备默认设置,本申请实施例对此不作限定。

[0084] 也即对于发射组内相邻两次发射的两个发射单元,这两个发射单元之间存在一个第一预设时长阈值的发射时间间隔。示例性地,假设发射组内包括三个发射单元,在实施中,电子设备按照第一个发射单元对应的时间编码序列,控制第一个发射单元在对应的时间发射激光束。在经过第一预设时长阈值后,电子设备按照第二个发射单元对应的时间编码序列,控制第二个发射单元在对应的时间发射激光束。再经过第一预设时长阈值后,电子设备按照第三个发射单元对应的时间编码序列,控制第三个发射单元在对应的时间发射激光束。

[0085] 其中,激光发射阵列中每个发射单元对应的时间编码序列可以是预先确定的。作为本申请的一个示例,发射组中任意一个发射单元对应的时间编码序列的确定方式包括:基于第一预设序列,通过线性反馈移位寄存器生成一系列伪随机序列,得到多个伪随机序列。确定多个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数,根据自相关函数,从多个伪随机序列中筛选出自相关系数小于第一指定阈值的伪随机序列。从筛选出的至少一个伪随机序列中选择一个伪随机序列作为该任意一个发射单元对应的时间编码序列。

[0086] 第一预设序列可以根据实际需求进行设置,可以理解为第一预设序列是一个序列种子,用于生成一系列的伪随机序列。在一个示例中,不同发射单元对应有不同的第一预设序列。

[0087] 其中,第一指定阈值可以根据实际需求进行设置。

[0088] 在实施中,可以将第一预设序列输入至线性反馈移位寄存器中,由线性反馈移位寄存器输出一系列的伪随机序列,得到多个伪随机序列。对于多个伪随机序列中的任意一

个伪随机序列,若该伪随机序列与自身的相关性较大,则当后续选择该伪随机序列作为发射单元的时间编码序列时,发射单元发射的激光束容易对自身在下一时间发射的激光束产生干扰,因此,可以确定多个伪随机序列中每个伪随机序列的自相关函数,以根据自相关函数筛选出对自身干扰较小的伪随机序列。在实施中,可以通过如下公式(1)确定每个伪随机序列的自相关函数:

$$[0089] \quad ACF(a, \tau) = \sum_{i=1}^p a_i a_{i+\tau} \quad (1)$$

[0090] 其中,ACF(a,  $\tau$ )为自相关函数, $a_i$ 表示第*i*个伪随机序列, $\tau$ 为预置的时间偏移量。

[0091] 之后,选择满足自相关函数的主瓣以外尽量小(譬如小于能量阈值)的伪随机序列,此时选出的伪随机序列即为自相关系数小于第一指定阈值的伪随机序列。在一个示例中,电子设备从筛选出的至少一个伪随机序列中随机选择一个伪随机序列作为发射组中发射单元对应的时间编码序列,譬如经过上述处理后确定某个发射单元的时间编码序列为{0.1,0.4,0.2,0.25,...}。按照该种方式,可以确定激光发射阵列中的每个发射单元对应的时间编码序列。

[0092] 在一个示例中,时间编码序列中包括的数值的个数与循环发射次数相同。示例性地,若某个发射单元需要循环发射64次,则时间编码序列中包括的数值的个数为64。

[0093] 值得一提的是,每个发射单元在不同测量周期内的发射时间通过伪随机序列进行编码,不同发射单元采用不同的编码,可以在高并发数的情况下实现低串扰,降低了相互之间的干扰。

[0094] 在确定了各个发射单元对应的时间编码序列后,可以在本地进行存储,在需要控制发射单元发射时,即可根据实际需求使用各个发射单元对应的时间编码序列。

[0095] 示例性地,请参考图4,当在第一个测量周期内时,第一次在 $t_1$ 时间控制发射组中的发射单元A0发射,第二次在 $t_2$ 时间控制发射组中的发射单元A6发射。假设发射单元A0的时间编码序列为{0.2,0.3,0.4,0.6...},发射单元A1的时间编码序列为{0.3,0.4,0.6,0.7...},第一预设时长阈值为3秒。假设当前测量周期的开始时刻为第2秒,则在第2.2秒控制发射单元A0发射激光束,在第5.3秒控制发射单元A1发射激光束。同理,当在第二个测量周期内时,第一次在第二个测量周期内的 $t_1$ 时间控制发射组中的A1发射,第二次在 $t_2$ 时间控制A7发射,以此类推。

[0096] 作为示例而非限定,在一个测量周期内,一个发射组内的多个发射单元的先后发射顺序也可以互换。

[0097] 步骤203:控制与发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,激光回波是指激光束被目标物体反射后的回波。

[0098] 请参考图1,假设第一行激光发射行与第一行激光接收行对应,第二行激光发射行与第二行激光接收行对应,依次类推,最后一行激光发射行与最后一行激光接收行对应,则当控制第一行激光发射行中的任意发射单元发射激光束时,都是由第一行激光接收行接收激光回波,同理,当控制第二行激光发射行中的任意发射单元发射激光束时,都是由第二行激光接收行接收激光回波。以此类推,当控制最后一行激光发射行中的任意发射单元发射激光束时,由最后一行激光接收行接收激光回波。

[0099] 示例性地,若在当前测量周期内控制发射单元A0和发射单元A6分时发送,则均由

第一行激光接收行接收激光回波,也即发射单元A0发射的激光束由第一行激光接收行接收激光回波,发射单元A6发射的激光束由第一行激光接收行接收激光回波。

[0100] 在激光接收阵列将整个测量周期内的激光回波均提取出来,当时间上小于 $t_2$ 的为第一发射单元的激光回波,当时间上大于 $t_2$ 的均为第二发射组的激光回波。进一步地,当第一个发射单元对应的时间编码 $t_1$ 为零时,第一发射单元的发射时间正好与当前测量周期的开始时刻对齐。当 $t_1$ 取值大于0时,则在计算完第一发射单元的激光回波的距离时,要再减去 $t_1*c$ 的距离,其中 $c$ 表示激光束的光速。当 $t_1$ 取值为负值时,则在计算完第一发射单元的激光回波的距离时,要再加上 $t_1*c$ 的距离。第二发射单元的发射时间与测量周期的开始时刻通常存在一个较大延迟 $t_2$ , $t_2$ 即为第一预设时长阈值。 $t_2$ 与 $t_1$ 的时间差取值一般满足 $t_2 - t_1 >= L_{set} * 2 / c$ 条件,其中 $L_{set}$ 为激光雷达的最远探测距离,同样的,在计算完第二发射单元的激光回波的距离时,要减去 $t_2*c$ 的距离。

[0101] 需要说明的是,上述是以一行激光发射行与一行激光接收行对应为例进行说明,在另一实施例中,还可以是多行激光发射行与一行激光接收行对应,或者也可以是一行激光发射行与多行激光接收行对应,本申请实施例对此不作限定。

[0102] 另外需要说明的是,在一个测量周期内,激光接收行持续执行接收操作,也即从一个测量周期的开始时刻开始,直至测量周期的结束时刻为止,电子设备控制与发射组所在的激光发射行对应的激光接收行持续接收激光回波。

[0103] 在本申请实施例中,在一个测量周期内,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,发射组包括至少两个发射单元,至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件。控制至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束。控制与发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,激光回波是指所述激光束被目标物体反射后的回波。如此,在一个测量周期内,通过控制多个发射单元在不同时间发射激光束,在保证扫描帧率的同时,还可以避免多个发射单元同时发射激光束带来的光学串扰,也即本申请提供的方法可以兼顾阵列型的激光雷达的光学串扰和帧率的问题,从而可以准确地确定测量结果。

[0104] 上述实施例是以一个测量周期内存在一个发射组为例进行介绍。在另一个实施例中,一个测量周期内还可能存在至少两个发射组,在该种情况下,请参考图5,图5是根据另一示例性实施例提供的一种控制激光雷达的方法流程示意图,该方法可以包括如下内容:

[0105] 步骤501:在一个测量周期内,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的至少两个发射组,每个发射组包括至少两个发射单元,至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件。

[0106] 作为本申请的一个示例,电子设备可以按照预置的规则确定每个测量周期内待开启的多个发射组。譬如,可以根据激光发射阵列中各行之间的先后控制顺序,确定在每个测量周期内待开启的多个发射组。

[0107] 作为本申请的一个示例,可以在一个测量周期内控制激光发射阵列中的一个分区(譬如一行发射单元为一个分区)内所有发射单元分时发射激光束,或者,也可以在一个测量周期内控制激光发射阵列中的一个分区内的部分发射单元分时发射激光束,具体可以根据实际需求设置一个测量周期的时长、以及一个测量周期内包括的发射组的个数。

[0108] 示例性地,每个测量周期内的发射组的数量为2个,譬如包括第一发射组和第二发

射组,第一发射组包括两个发射单元,第二发射组包括两个发射单元。也即在一个测量周期内确定两个待开启的发射组,每个发射组中待开启的发射单元的数量为2个。

[0109] 譬如请参考图6,在第一个测量周期内,第一发射组包括发射单元A0和发射单元A6,第二发射组包括发射单元A1和发射单元A7。在第二个测量周期内,确定第一发射组包括发射单元A2和发射单元A8,第二发射组包括发射单元A3和发射单元A9。在第三个测量周期内,确定第一发射组包括发射单元A4和发射单元A10,第二发射组包括发射单元A5和发射单元A11。以此类推,具体如表2所示。

[0110] 表2

一个测量周期内发射 4 次举例		
测量周期	第一发射组	第二发射组
[0111] 1	A0、A6	A1、A7
2	A2、A8	A3、A9
3	A4、A10	A5、A11

[0112] 需要说明的是,上述是以在每个测量周期内的发射组的数量是2个为例进行说明,也即是,在一个测量周期内将一个分区的部分发射单元确定为待开启的发射单元。在另一个实施例中,每个测量周期内的发射组的数量还可以为其他数值,譬如,每个测量周期内的发射组的数量还可以是6个,分别是(A0,A6)、(A1,A7)、(A2,A8)、(A3,A9)、(A4,A10)、(A5,A11),也即是,在一个测量周期内可以将一个分区的所有发射单元均确定为待开启的发射单元。

[0113] 另外需要说明的是,上述是以逐行控制为例进行说明。在另一实施例中,还可以按照其他控制方式进行控制,譬如可以隔行进行控制。示例性地,请参考图7,至少两个发射组在物理位置上满足光学不串扰条件,此时,在一个测量周期内,第一发射组包括发射单元A0和发射单元A6,第二发射组包括发射单元F0和发射单元F6。

[0114] 步骤502:控制至少两个发射组基于预设规则分时发射激光束。

[0115] 作为本申请的一个示例,可以采用串行控制的方式控制各个发射组中的发射单元发射激光束。在实施中,依次控制至少两个发射组中的各个发射组按照预设发射时序发射激光束,其中,至少两个发射组中每个发射组的第一个发射单元在同一个测量周期内的发射时间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔。

[0116] 预设发射时序可以根据实际需求进行设置,譬如,假设至少两个发射组包括第一发射组、第二发射组和第三发射组,则可以先控制第一发射组发射,再控制第二发射组发射,最后控制第三发射组发射。且相邻发射的两个发射组之间存在一定的发射时间间隔,也即第一发射组中的第一个发射单元与第二发射组中的第一个发射单元之间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔,第二发射组中的第一个发射单元与第三发射组中的第一个发射单元之间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔。

[0117] 第二预设时长阈值可以根据实际需求进行设置。在一个示例中,第二预设时长阈值 $t_3$ 与 $t_4$ 的时间差取值满足 $t_3 - t_4 \geq L_{set} * 2 / c$ 条件,其中 $t_4$ 为相邻的发射组中的第一个发射单元对应的时间编码, $L_{set}$ 为激光雷达的最远探测距离, $c$ 表示激光束的光速。在一个示

例中,第二预设时长阈值大于第一预设时长阈值,且第二预设时长阈值与第一预设时长阈值之间的差值大于预置的数值。

[0118] 在一个实施例中,至少两个发射组包括第一发射组和第二发射组,第一发射组包括第一发射单元和第二发射单元,第二发射组包括第三发射单元和第四发射单元。该种情况下,控制至少两个发射组基于预设规则分时发射激光束的具体实现可以包括:按照第一发射单元对应的时间编码序列,控制第一发射单元在对应的时间发射激光束,在经过第一预设时长阈值后,按照第二发射单元对应的时间编码序列,控制第二发射单元在对应的时间发射激光束。在控制第一发射单元发射激光束结束后再经过第二预设时长阈值,按照第三发射单元对应的时间编码序列,控制第三发射单元在对应的时间发射激光束,在经过第一预设时长阈值后,按照第四发射单元对应的时间编码序列,控制第四发射单元在对应的时间发射激光束。

[0119] 示例性的,请参考图6,在第一个测量周期内,一共发射A0、A6、A1、A7四个发射单元,且先控制发射单元A0和发射单元A6发射激光束,在经过第二预设时长阈值后,再控制发射单元A1和发射单元A7发射激光束。假设发射单元A0对应的时间编码序列为{0.2,0.3,0.4,0.6...},发射单元A6对应的时间编码序列为{0.3,0.4,0.6,0.7...},发射单元A1对应的时间编码序列为{0.2,0.3,0.5,0.7...},发射单元A7对应的时间编码序列为{0.32,0.41,0.53,0.7...},第一预设时长阈值为3秒,第二预设时长为5秒。若当前测量周期的开始时刻为第2秒,则在第2.2秒控制发射单元A0发射激光束,在第5.3秒控制发射单元A6发射激光束,则在第7.2秒控制发射单元A1发射激光束,以及在第10.32秒控制发射单元A7发射激光束。

[0120] 需要说明的是,上述是以各个发射组中的第一个发射单元在同一个测量周期内的发射时间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔为例进行说明。在另一实施例中,对于各个发射组中的第一个发射单元在同一个测量周期内存在的发射时间间隔,还可以采用时间编码的方式来确定,时间编码规则可以参见下文。

[0121] 作为本申请的另一个示例,当两个发射组在物理位置上满足光学不串扰条件时,电子设备也可以控制两个发射组并行发射。在实施中,控制至少两个发射组中的各个发射组并行发射激光束,其中,对于至少两个发射组中发射次序相同的各个发射单元按照各个发射单元对应的时间编码序列发射激光束,其中,相邻的发射组中发射次序相同的发射单元对应的时间编码序列之间的互相关系数小于第二指定阈值。

[0122] 第二指定阈值可以根据实际需求进行设置,本申请实施例对此不作限定。

[0123] 譬如请参考图6,在第一个测量周期内,一共发射A0、A6、F0、F6四个发射单元,其中A0和A6属于第一发射组,F0和F6属于第二发射组。电子设备控制第一发射组和第二发射组并行发射。假设发射单元A0对应的时间编码序列为{0.2,0.3,0.4,0.6...},发射单元A6对应的时间编码序列为{0.3,0.4,0.6,0.7...},发射单元F0对应的时间编码序列为{0.4,0.3,0.1,0.5...},发射单元F6对应的时间编码序列为{0.32,0.4,0.5,0.7...},第一预设时长阈值为3秒。若当前测量周期的开始时刻为第2秒,则在第2.2秒控制发射单元A0发射激光束,在第5.3秒控制发射单元A6发射激光束,以及在第2.4秒控制发射单元F0发射激光束,以及在第5.32秒控制发射单元F6发射激光束。

[0124] 作为示例而非限定,在一个测量周期内,多个发射组之间的先后发射顺序也可以

互换。示例性地,在上述示例中,可以先控制第二发射组中的各个发射单元发射激光束,然后再控制第一发射组中的各个发射单元发射激光束。

[0125] 其中,上述各个发射单元对应的时间编码序列是可以预先确定的。以每个测量周期内包括两个发射组为例,对于第一发射组和第二发射组中发射次序相同的两个发射单元(譬如,在串行控制中对于第一发射组中的第一个发射的A0和第二发射组中第一次发射的A1,或者,在并行控制中对于第一发射组中第一次发射的A0和第二发射组中第一次发射的F0),该两个发射单元中各个发射单元对应的时间编码序列的确定方式包括:基于第二预设序列,通过线性反馈移位寄存器生成一系列伪随机序列,得到m个伪随机序列,m为大于1的整数。确定m个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数。根据m个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数,从m个伪随机序列中筛选出自相关系数小于第三指定阈值的s个伪随机序列,s为大于1且小于或等于m的整数。根据s个伪随机序列,确定两个发射单元中各个发射单元对应的时间编码序列。

[0126] 第三指定阈值可以根据实际需求进行设置。在一个示例中,第三指定阈值与第一指定阈值可以相同。在另一个示例中,第三指定阈值与第一指定阈值也可以不相同。

[0127] 第二预设序列可以根据实际需求进行设置,第二预设序列也可以理解是一个序列种子,用于生成一系列的伪随机序列。

[0128] 在实施中,将第二预设序列输入至线性反馈移位寄存器,由线性反馈移位寄存器生成一系列的伪随机序列。同理,对于生成的一系列伪随机序列中的任意一个伪随机序列,若该伪随机序列与自身的相关性较大,则当后续选择该伪随机序列作为发射单元的时间编码序列时,发射单元发射的激光束容易对自身下一时间发射的激光束产生干扰,因此,这里可以确定生成的m个伪随机序列中每个伪随机序列的自相关函数,譬如可以通过公式(1)确定自相关函数。之后,选择满足自相关函数的主瓣以外尽量小的伪随机序列,譬如选择自相关系数小于第三指定阈值的伪随机序列。

[0129] 之后,基于筛选出的s个伪随机序列,确定两个发射单元中各个发射单元对应的时间编码序列。作为本申请的一个示例,其具体实现可以包括:确定s个伪随机序列中的各个伪随机序列与s个伪随机序列中其他各个伪随机序列的互相关函数。根据所确定的互相关函数,从s个伪随机序列中筛选出互相关系数小于第二指定阈值的两个伪随机序列。将筛选出的两个伪随机序列分别确定为该两个发射单元中各个发射单元对应的时间编码序列。

[0130] 由于一个测量周期内包括多个发射组,若多个发射组并行发射,也即若多个发射组采用相同的伪随机序列作为时间编码序列,则多个发射组之间容易产生光学串扰。为此,在一个示例中,电子设备确定筛选出的s个伪随机序列中每个伪随机序列与s个伪随机序列中其他各个伪随机序列之间的互相关函数,以便于根据确定的互相关函数,从s个伪随机序列中筛选出不会产生光学串扰的伪随机序列。在实施中,可以通过如下公式(2)确定两个伪随机序列的互相关函数:

$$[0131] \quad CCF(a, b, \tau) = \sum_{i=1}^p a_i b_{i+\tau} \quad (2)$$

[0132] 其中,CCF(a, b,  $\tau$ )为互相关函数, $a_i$ 为一个伪随机序列, $b_{i+\tau}$ 为另一个伪随机序列。

[0133] 之后,选择满足互相关系数小于预置的第二指定阈值的一对伪随机序列,譬如可以选择互相关系数最小的一对为随机序列。将选择的一对伪随机序列分别确定为上述两个

发射单元中各个发射单元对应的时间编码序列。按照该种方式,可以确定激光发射阵列中的每个发射单元对应的时间编码序列。

[0134] 在另一个实施例中,若一个测量周期内包括三个或三个以上的发射组,则在确定每个发射组中各个发射单元对应的时间编码序列时,可以先按照上述方式确定第一发射组和第二发射组中各个发射单元对应的时间编码序列,然后再基于第二发射组的各个发射单元对应的时间编码序列,按照上述方法,继续确定与第二发射组相邻的第三发射组中各个发射单元对应的时间编码序列,譬如可以在剩下的s-2个伪随机序列中,选择与第二发射组中第一个发射单元对应的时间编码序列的互相关系数最小的伪随机序列,将选择的伪随机序列作为第三发射组中的第一个发射单元对应的时间编码序列。以此类推,可以按照该种方式,确定多个发射组中每个发射组包括的各个发射单元对应的时间编码序列。

[0135] 步骤503:分别控制与至少两个发射组中各个发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波。

[0136] 在一个示例中,当电子设备控制多个发射组串行发射时,譬如,在一个测量周期内控制A0、A6、A1、A7四个发射单元发射激光束,则在这个测量周期内可以均由第一行激光接收行接收激光回波。

[0137] 在一个示例中,当电子设备控制多个发射组并行发射时,譬如,在一个测量周期内控制A0、A6、F0、F6四个发射单元发射激光束,则在这个测量周期内可以控制第一行激光接收行接收A0、A6的激光回波,以及控制第六行激光接收行接收F0、F6的激光回波。

[0138] 在本申请实施例中,可以控制多个发射组中的不同发射单元分时发射激光束,如此,在进一步提高了扫描帧率的同时,还可以避免多个发射单元同时发射激光束带来的光学串扰,提升测量结果的准确性。

[0139] 应理解,上述实施例中各步骤的序号并不意味着执行顺序的先后,各过程的执行顺序应以其功能和内在逻辑确定,而不对本申请实施例的实施过程构成任何限定。

[0140] 图8是根据一示例性实施例示出的一种控制激光雷达的装置的结构示意图,该装置可以由软件、硬件或者两者的结合实现。该控制激光雷达的装置可以包括:

[0141] 确定模块810,用于在一个测量周期内,从所述激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,所述发射组包括至少两个发射单元,所述至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件;

[0142] 第一控制模块820,用于控制所述至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束;

[0143] 第二控制模块830,用于控制与所述发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,所述激光回波是指所述激光束被目标物体反射后的回波。

[0144] 作为本申请的一个示例,所述第一控制模块820用于:

[0145] 按照所述至少两个发射单元中第k次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第k次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束,所述k为大于等于1的整数;

[0146] 在经过第一预设时长阈值后,按照第k+1次发射的发射单元对应的时间编码序列,控制所述第k+1次发射的发射单元在对应的时间发射所述激光束。

[0147] 作为本申请的一个示例,所述确定模块810还用于:

[0148] 基于第一预设序列,通过线性反馈移位寄存器生成一系列伪随机序列,得到多个

伪随机序列；

[0149] 确定所述多个伪随机序列中的每个伪随机序列的自相关函数；

[0150] 根据所述自相关函数,从所述多个伪随机序列中筛选出自相关系数小于第一指定阈值的伪随机序列；

[0151] 从筛选出的至少一个伪随机序列中选择一个伪随机序列作为所述任意一个发射单元对应的时间编码序列。

[0152] 作为本申请的一个示例,当一个测量周期中存在至少两个发射组时,所述第一控制模块820还用于:控制所述至少两个发射组基于预设规则分时发射所述激光束；

[0153] 所述第二控制模块830用于：

[0154] 分别控制与所述至少两个发射组中各个发射组对应的所述激光接收阵列的接收单元组接收所述激光回波。

[0155] 作为本申请的一个示例,所述第一控制模块820用于：

[0156] 依次控制所述至少两个发射组中的各个发射组按照预设发射时序发射所述激光束,其中,所述至少两个发射组中每个发射组的第一个发射单元在同一个测量周期内的发射时间存在第二预设时长阈值的发射时间间隔。

[0157] 作为本申请的一个示例,所述至少两个发射组在物理位置上满足光学不串扰条件,所述第一控制模块820用于：

[0158] 控制所述至少两个发射组中的各个发射组并行发射所述激光束,其中,对于所述至少两个发射组中发射次序相同的各个发射单元按照所述各个发射单元对应的时间编码序列发射所述激光束,其中,相邻的发射组中发射次序相同的发射单元对应的时间编码序列之间的互相关系数小于第二指定阈值。

[0159] 作为本申请的一个示例,所述至少两个发射单元的物理位置关系是根据所述至少两个发射单元中每个发射单元的功率、视场角、探测距离确定的。

[0160] 在本申请实施例中,在一个测量周期内,从激光发射阵列中确定在当前测量周期内待开启的发射组,发射组包括至少两个发射单元,至少两个发射单元在物理位置上满足光学不串扰条件。控制至少两个发射单元基于预设规则分时发射激光束,控制与发射组对应的激光接收阵列的接收单元组接收激光回波,激光回波是指激光束被目标物体反射后的回波。如此,在一个测量周期内,通过控制至少两个发射单元在不同时间发射激光束,在保证扫描帧率的同时还可以防止光学串扰,也即本申请提供的方法可以兼顾阵列型的激光雷达的光学串扰和帧率的问题,从而可以准确地确定测量结果。

[0161] 图9为本申请一实施例提供的电子设备的结构示意图。如图9所示,该实施例的电子设备9包括:至少一个处理器90(图9中仅示出一个)、存储器91以及存储在所述存储器91中并可在所述至少一个处理器90上运行的计算机程序92,所述处理器90执行所述计算机程序92时实现上述任意各个方法实施例中的步骤。

[0162] 所述电子设备9可以是桌上型计算机、笔记本、掌上电脑及云端服务器等计算设备。该电子设备可包括,但不限于,处理器90、存储器91。本领域技术人员可以理解,图9仅仅是电子设备9的举例,并不构成对电子设备9的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件,例如还可以包括输入输出设备、网络接入设备等。

[0163] 所称处理器90可以是CPU(Central Processing Unit,中央处理单元),该处理器

90还可以是其他通用处理器、DSP (Digital Signal Processor, 数字信号处理器)、ASIC (Application Specific Integrated Circuit, 专用集成电路)、FPGA (Field-Programmable Gate Array, 现成可编程门阵列) 或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0164] 所述存储器91在一些实施例中可以是所述电子设备9的内部存储单元, 例如电子设备9的硬盘或内存。所述存储器91在另一些实施例中也可以是所述电子设备9的外部存储设备, 例如所述电子设备9上配备的插接式硬盘, SMC (Smart Media Card, 智能存储卡), SD (Secure Digital, 安全数字) 卡, 闪存卡 (Flash Card) 等。进一步地, 所述存储器91还可以既包括所述电子设备9的内部存储单元也包括外部存储设备。所述存储器91用于存储操作系统、应用程序、引导装载程序 (BootLoader)、数据以及其他程序等, 例如所述计算机程序的程序代码等。所述存储器91还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

[0165] 需要说明的是, 上述装置/单元之间的信息交互、执行过程等内容, 由于与本申请方法实施例基于同一构思, 其具体功能及带来的技术效果, 具体可参见方法实施例部分, 此处不再赘述。

[0166] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为了描述的方便和简洁, 仅以上述各功能单元、模块的划分进行举例说明, 实际应用中, 可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能单元、模块完成, 即将所述装置的内部结构划分成不同的功能单元或模块, 以完成以上描述的全部或者部分功能。实施例中的各功能单元、模块可以集成在一个处理单元中, 也可以是各个单元单独物理存在, 也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中, 上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用软件功能单元的形式实现。另外, 各功能单元、模块的具体名称也只是为了便于相互区分, 并不用于限制本申请的保护范围。上述系统中单元、模块的具体工作过程, 可以参考前述方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

[0167] 以上所述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申请进行了详细的说明, 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申请各实施例技术方案的精神和范围, 均应包含在本申请的保护范围之内。

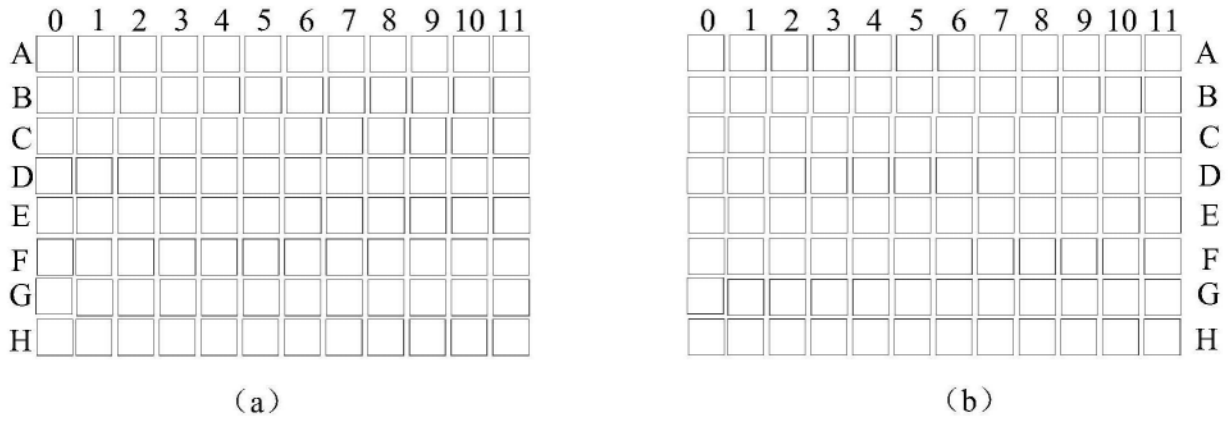


图1

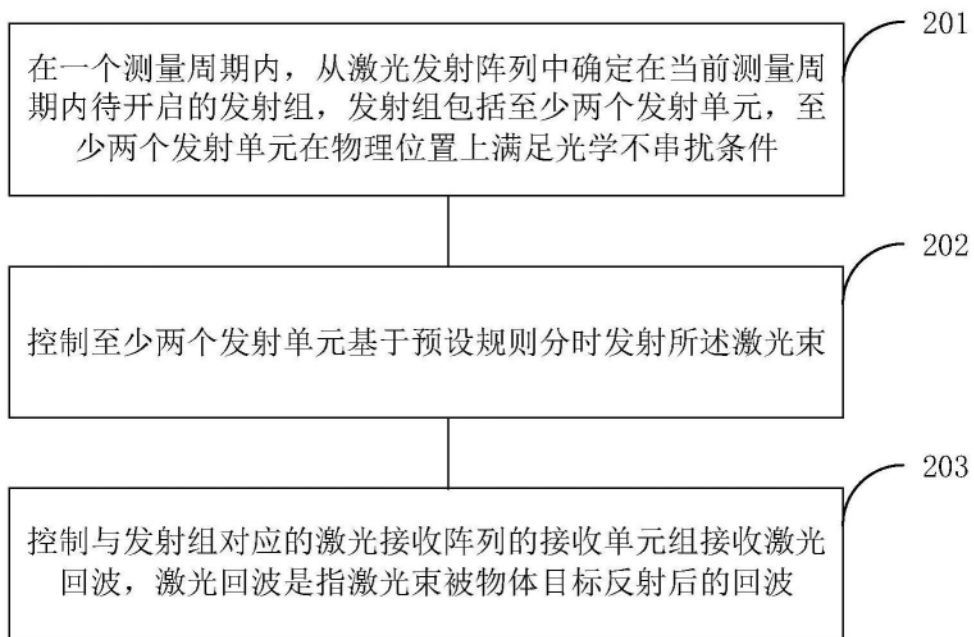


图2

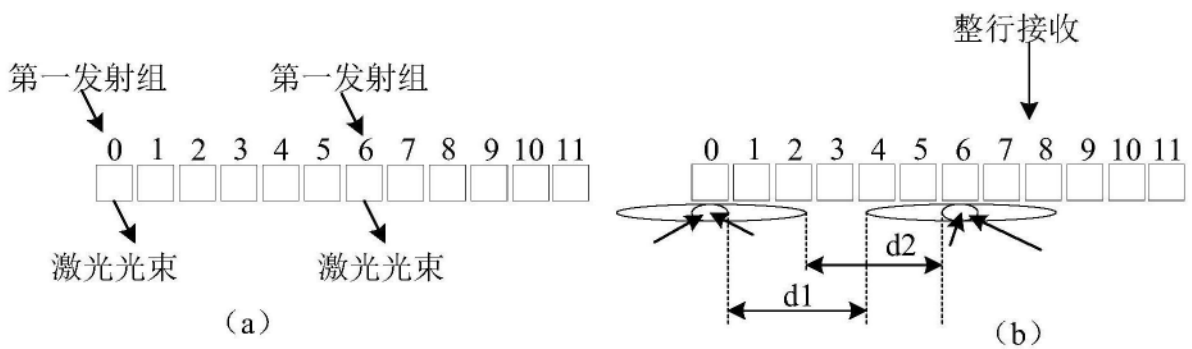


图3

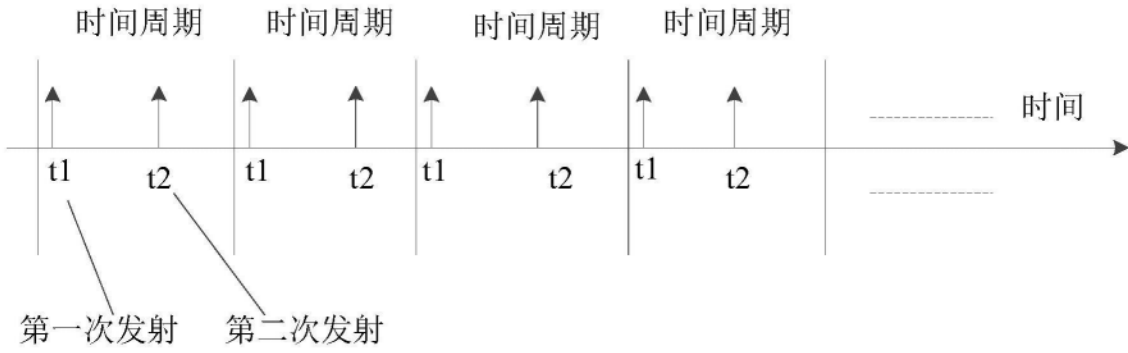


图4

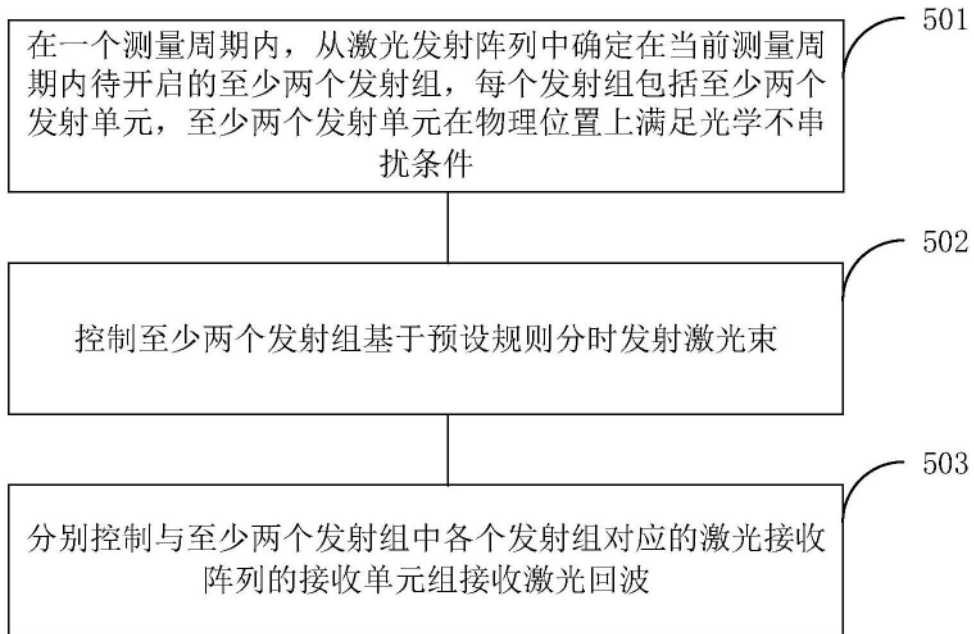


图5

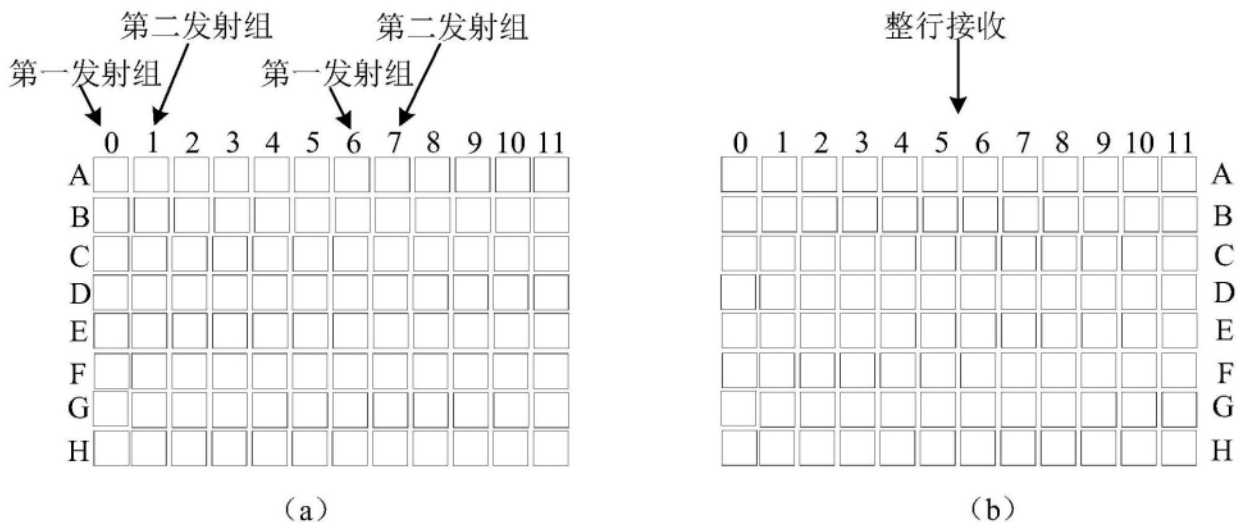


图6

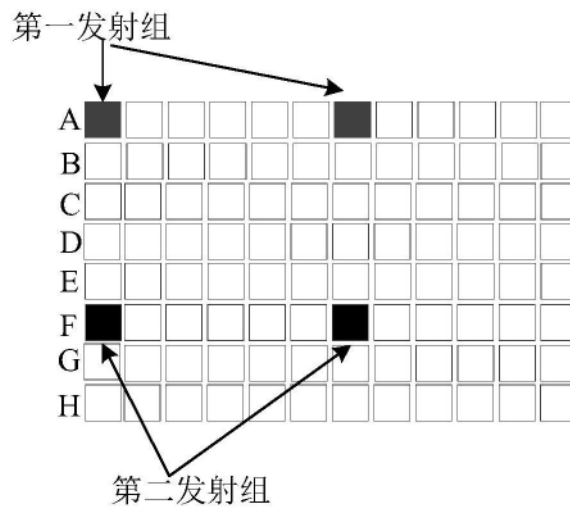


图7

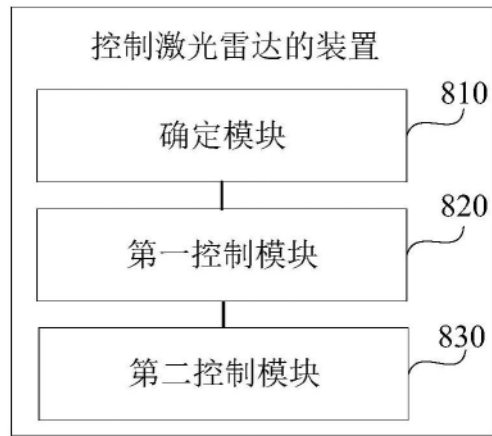


图8

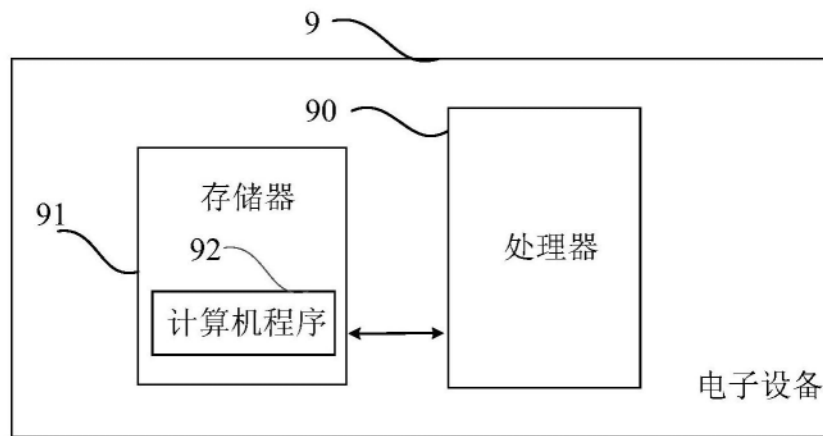


图9