



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111045218 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 22

(21) 申请号 201911425739.6

(22) 申请日 2019.12.31

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111045218 A

(43) 申请公布日 2020.04.21

(73) 专利权人 上海禾赛科技有限公司  
地址 201821 上海市嘉定区新徕路468号园  
区二号楼

(72) 发明人 陶俊 朱雪洲 向少卿

(74) 专利代理机构 泰和泰律师事务所 51219  
代理人 祝海燕

(51) Int. Cl.  
G02B 27/14 (2006.01)  
G01S 7/481 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 109688317 A, 2019.04.26
- CN 101893762 A, 2010.11.24
- CN 109148501 A, 2019.01.04
- CN 207851315 U, 2018.09.11
- CN 108198832 A, 2018.06.22
- CN 203350517 U, 2013.12.18
- US 2017237913 A1, 2017.08.17

审查员 郝建坤

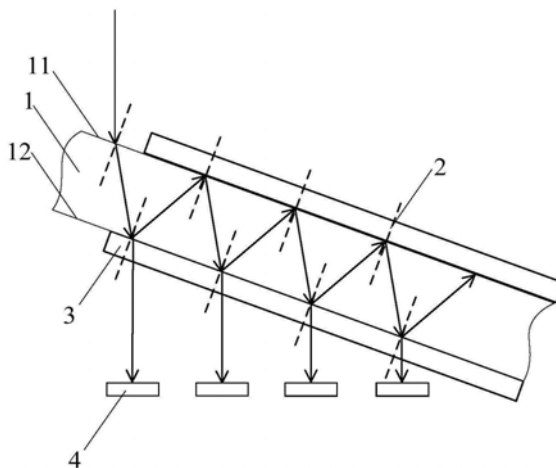
权利要求书1页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

一种感光元件

(57) 摘要

本公开提供一种感光元件,包括平面玻璃,该平面玻璃具有相对设置的第一表面和第二表面,该平面玻璃的该第一表面上设置有入光窗口;第一反射膜,该第一反射膜设置于该平面玻璃的第一表面上,配置为对自该平面玻璃内朝向该平面玻璃该第一表面方向的光束进行全反射;第二反射膜,该第二反射膜设置于该平面玻璃的第二表面上,配置为对自该平面玻璃内朝向该平面玻璃该第二表面方向的光束进行部分反射;至少两个感光单元,该至少两个感光单元设置于该第二表面,配置为接收自该平面玻璃内透射至该第二表面的至少两束透射光束;该至少两个感光单元与该至少两束透射光束一一对应。由此,提供了一种新的感光元件。



1. 一种感光元件,其特征在于,包括:

平面玻璃,所述平面玻璃具有相对设置的第一表面和第二表面,所述平面玻璃的所述第一表面上设置有入光窗口,所述入光窗口配置为使入射光束透射至所述平面玻璃内;

第一反射膜,所述第一反射膜设置于所述平面玻璃的第一表面上,配置为对自所述平面玻璃内朝向所述平面玻璃所述第一表面方向的光束进行全反射;

第二反射膜,所述第二反射膜设置于所述平面玻璃的第二表面上,配置为对自所述平面玻璃内朝向所述平面玻璃所述第二表面方向的光束进行部分反射;

至少两个感光单元,所述至少两个感光单元设置于所述平面玻璃的所述第二表面,配置为接收自所述平面玻璃内透射至所述第二表面的光束,所述至少两个感光单元共面,感光单元为单光子感光单元;

入射光束从所述入光窗口入射至所述平面玻璃内,经所述第一反射膜和所述第二反射膜反射,在所述平面玻璃的所述第二表面得到至少两束透射光束,所述至少两个感光单元与所述至少两束透射光束一一对应。

2. 根据权利要求1所述的感光元件,其特征在于,所述至少两个感光单元所在平面与所述平面玻璃的夹角为锐角。

3. 根据权利要求2所述的感光元件,其特征在于,所述至少两个感光单元所在平面与所述平面玻璃的夹角与所述入射光束的入射角相同,其中,所述入射角指所述入射光束与所述平面玻璃的第一表面的法线之间的角度。

4. 根据权利要求1所述的感光元件,其特征在于,所述感光元件包括至少两个探测通道,每个所述探测通道包括至少两个感光单元,属于同一探测通道的感光单元接收到的光来自于同一入射光束。

5. 根据权利要求1所述的感光元件,其特征在于,所述第一反射膜为第一类型膜,所述第一类型膜配置为覆盖所述第一表面的除所述入光窗口之外的区域。

6. 根据权利要求1所述的感光元件,其特征在于,所述第一反射膜为第二类型膜,所述第二类型膜覆盖所述第一表面,所述第二类型膜配置为允许所述入射光束透射至所述平面玻璃内,所述第二类型膜上设置光阑,其中,所述光阑的通光孔与所述入光窗口的位置一致。

7. 根据权利要求3所述的感光元件,其特征在于,相邻感光单元中心点之间的距离、平面玻璃的厚度、入射光束的入射角,关系如下:

$$d=2h*\tan\theta_2*\cos\theta_1$$

其中:d是相邻感光单元中心点之间的距离,h是平面玻璃的厚度,\*是乘号, $\theta_1$ 为入射光束的入射角, $\theta_2$ 为入射光束的入射角为 $\theta_1$ 时在平面玻璃中的折射角度。

8. 根据权利要求1所述的感光元件,其特征在于,所述感光元件还包括带通滤波器,其中,所述带通滤波器设置于所述平面玻璃和感光单元之间。

9. 根据权利要求1-8中任一项所述的感光元件,其特征在于,相邻感光单元之间设置隔离壁,隔离壁的透光率小于预设透光率阈值,隔离壁用于防止感光单元之间发生光学串扰。

10. 根据权利要求9所述的感光元件,其特征在于,隔离壁的高度根据所述平面玻璃与感光单元所在平面之间的距离确定,隔离壁集合能够支撑所述平面玻璃。

11. 一种激光雷达,其特征在于,包括如权利要求1-10中任一项所述的感光元件。

## 一种感光元件

### 技术领域

[0001] 本公开涉及传感器技术领域,特别涉及一种感光元件。

### 背景技术

[0002] 本部分提供了与本公开相关的背景信息,这些信息并不必然构成现有技术。

[0003] 目前,单光子探测技术在激光雷达、核物理等领域广泛使用,所采用的单光子器件有PMT (Photomultiplier Tubes), SPAD (Single Photon Avalanche Diode), SPADs (SPAD阵列), SiPM (Silicon Photomultiplier)。在激光雷达应用领域,除了需要探测是否有光子之外,还需要获得到达感光面上的光子个数(即光强)。能够满足获得光子个数且适用小型激光雷达的单光子器件,例如SPADs (SPAD阵列)、SiPM (Silicon Photomultiplier)。SPADs将大量SPAD单元组成一个阵列,通过测量SPADs中被光子激发雪崩的SPAD单元个数,来判断接收到的光子数量。SiPM的结构和SPADs基本一致,其输出信号是将所有SPAD单元的信号叠加在一起后输出。

[0004] 现有技术中的SiPM/SPADs,在理想的简化条件下,SiPM/SPADs的动态响应范围和其感光单元数量是成线性比例关系的。为了提高SiPM/SPADs的动态响应范围,需要将感光单元的数量提高到数百个到数十万个。由此,可能导致现有技术中的感光元件有以下不足:尺寸较大、成本较高、功耗较大。

### 发明内容

[0005] 本公开提供了感光元件以及包括该感光元件的激光雷达,可以解决上面提到的一个或多个技术问题。

[0006] 第一方面,本公开提供了一种感光元件,包括:平面玻璃,上述平面玻璃具有相对设置的第一表面和第二表面,上述平面玻璃的上述第一表面上设置有入光窗口,上述入光窗口配置为使入射光束透射至上述平面玻璃内;第一反射膜,上述第一反射膜设置于上述平面玻璃的第一表面上,配置为对自上述平面玻璃内朝向上述平面玻璃上述第一表面方向的光束进行全反射;第二反射膜,上述第二反射膜设置于上述平面玻璃的第二表面上,配置为对自上述平面玻璃内朝向上述平面玻璃上述第二表面方向的光束进行部分反射;至少两个感光单元,上述至少两个感光单元设置于上述平面玻璃的上述第二表面,配置为接收自上述平面玻璃内透射至上述第二表面的光束;入射光束从上述入光窗口入射至上述平面玻璃内,经上述第一反射膜和上述第二反射膜反射,在上述平面玻璃的上述第二表面得到至少两束透射光束,上述至少两个感光单元与上述至少两束透射光束一一对应。

[0007] 在一些实施例中,上述至少两个感光单元共面,上述至少两个感光单元所在平面与上述平面玻璃的夹角为锐角。

[0008] 在一些实施例中,上述至少两个感光单元所在平面与上述平面玻璃的夹角与上述入射光束的入射角相同,其中,上述入射角指上述入射光束与上述平面玻璃的第一表面的法线之间的角度。

[0009] 在一些实施例中,上述感光元件包括至少两个探测通道,每个上述探测通道包括至少两个感光单元,属于同一探测通道的感光单元接收到的光来自于同一入射光束。

[0010] 在一些实施例中,上述第一反射膜为第一类型膜,上述第一类型膜配置为覆盖上述第一表面的除上述入光窗口之外的区域,上述入射光束不能从上述第一类型膜透射至上述平面玻璃内。

[0011] 在一些实施例中,上述第一反射膜为第二类型膜,上述第二类型膜覆盖上述第一表面,上述第二类型膜配置为允许上述入射光束透射至上述平面玻璃内,上述第二类型膜上设置光阑,其中,上述光阑的通光孔与上述入光窗口的位置一致。

[0012] 在一些实施例中,相邻感光单元中心点之间的距离、平面玻璃的厚度、入射光束的入射角,关系如下:

$$[0013] \quad d=2h*\tan\theta_2*\cos\theta_1$$

[0014] 其中:d是相邻感光单元中心点之间的距离,h是平面玻璃的厚度,\*是乘号, $\theta_1$ 为入射光束的入射角, $\theta_2$ 为入射光束的入射角为 $\theta_1$ 时在平面玻璃中的折射角度。

[0015] 在一些实施例中,上述感光元件还包括带通滤波器,其中,上述带通滤波器设置于上述平面玻璃和感光单元之间。

[0016] 在一些实施例中,相邻感光单元之间设置隔离壁,隔离壁的透光率小于预设透光率阈值,隔离壁用于防止感光单元之间发生光学串扰。

[0017] 在一些实施例中,隔离壁的高度根据上述平面玻璃与感光单元所在平面之间的距离确定,隔离壁集合能够支撑上述平面玻璃。

[0018] 第二方面,本公开提供了一种激光雷达,该激光雷达包括如第一方面中任一项的感光元件。

[0019] 由此可见,根据本公开实施例提供的感光元件,可以利用光能量空间分配的方式,在至少两个感光单元内,感光单元被分配的光强按照指数逐级衰减。由此,采用较少数量的感光单元,即可实现较大的动态响应范围,由此,可以减小感光元件的面尺寸,减低感光元件的工作能耗,以及降低感光元件的制造成本。

## 附图说明

[0020] 根据以下参照附图的详细描述,将更好地理解本公开的前述及另外的特征和特点,这些附图仅作为示例并且不一定是按比例绘制。在附图中采用相同的附图标记指示相同的部件,在附图中:

[0021] 图1为根据本公开实施例的一种感光元件的侧面示意图;

[0022] 图2为根据本公开实施例的另一种感光元件的侧面示意图;

[0023] 图3为根据本公开实施例的感光元件的结构示意图;

[0024] 图4为根据本公开实施例的感光元件的再一结构示意图;

[0025] 图5为根据本公开实施例的感光元件的又一结构示意图;

[0026] 图6为根据本公开实施例的又一感光元件的侧面示意图;其中:

[0027] 1-平面玻璃,11-第一表面、12-第二表面;2-第一反射膜;3-第二反射膜;4-感光单元;5-目标平面;6-隔离壁。

## 具体实施方式

[0028] 现在将结合附图对本公开的优选实施方式进行详细描述。以下的描述在本质上只是示例性的而非意在限制本公开及其应用或用途。

[0029] 在本公开的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“顶”、“底”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本公开和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本公开的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含的包括一个或者更多个该特征。而且,术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象,而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换,以便这里描述的本公开的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。

[0030] 如图1所示,本公开的实施例提供了一种感光元件,图1为感光元件的侧面示意图。感光元件可以包括平面玻璃1、第一反射膜2、第二反射膜3和感光单元4。感光单元的数量可以是至少两个。

[0031] 在本实施例中,上述平面玻璃可以具有相对设置的第一表面11和第二表面12。

[0032] 在这里,平面玻璃的第一表面11上设置有入光窗口,上述入光窗口配置为使入射光束透射至上述平面玻璃1内。在这里,平面玻璃可以是对平面结构的介质的统称,不应将玻璃理解为对介质的材料的限制。

[0033] 在这里,设置入光窗口,可以表示入射光束能够从第一表面的某一区域(即入光窗口)进入平面玻璃,这一区域可以与第一表面的其它区域相同或者不同;换句话说,从实体外观方面来说,入光窗口与第一表面的其它区域,可以有明显区分,也可以没有明显区分;在没有明显区分的情况下,可以通过对入射光束的入射位置进行限制,以形成入光窗口。

[0034] 在本实施例中,上述第一反射膜2可以设置于上述平面玻璃1的第一表面11上,配置为对自上述平面玻璃内朝向上述平面玻璃上述第一表面方向的光束进行全反射。换句话说,第一反射膜可以对第一光束进行全反射;第一光束可以在平面玻璃内,并且朝向上述平面玻璃的第一表面方向。

[0035] 请参考图1,第一反射膜2与第一表面11贴合,可以理解,为了清晰地示出第一反射膜,图1中第一反射膜的厚度比较大;实际应用中,第一反射膜的厚度可以根据实际情况设置,图1不应理解对第一反射膜厚度的限制。图1中,平面玻璃内射向第一表面11(或者说第一反射膜2)的光束,可以称为上述第一光束。第一反射膜2可以对第一光束进行全反射。

[0036] 在这里,第一反射膜的功能为对第一光束进行全反射。可以理解,能够实现上述全反射功能的第一反射膜的具体结构或者具体材料,可以是各种各样的,在此不做限定。

[0037] 在本实施例中,上述第二反射膜3设置于平面玻璃1的第二表面12上,配置为对自平面玻璃内朝向平面玻璃上述第二表面方向的光束进行部分反射。换句话说,第二反射膜可以对第二光束进行部分反射;第二光束可以在平面玻璃内,并且朝向上述平面玻璃的第二表面。

[0038] 在图1中,第二反射膜可以与第二表面12贴合,可以理解,为了清晰地示出第二反射膜,图1中第二反射膜的厚度比较大;实际应用中,第二反射膜的厚度可以根据实际情况

设置,图1不应理解为对第二反射膜的厚度的限制。图1中,平面玻璃1内射向第二表面12(或者说第二反射膜3)的光束,可以称为上述第二光束。第二反射膜3可以对第二光束进行部分反射。

[0039] 在这里,第二反射膜的功能为对第二光束进行部分反射以及部分透射。可以理解,能够实现上述部分反射部分透射功能的第二反射膜的具体结构或者具体材料,可以是各种各样的,在此不做限定。

[0040] 在本实施例中,上述至少两个感光单元4设置于上述平面玻璃1的上述第二表面,配置为接收自上述平面玻璃内透射至上述第二表面的光束。

[0041] 可以理解,第二反射膜3对第二光束进行部分反射,以及进行部分透射。第二反射膜3的反射光称为上述第一光束。第二反射膜3的透射光可以称为第三光束,换句话说,第三光束可以指平面玻璃内透射至第二表面的光束。

[0042] 在本实施例中,入射光束可以从入光窗口入射至平面玻璃内,经第一反射膜和第二反射膜反射,在平面玻璃的第二表面得到至少两束透射光束,上述至少两个感光单元与至少两束透射光束一一对应。在这里,每个感光单元可以接收一束透射光束,这里感光单元例如为SPAD(单光子雪崩二极管,工作在盖格模式)。

[0043] 作为示例,第二反射膜的透光率可以为 $T$ ,反射率 $R$ 为 $1-T$ ;由于平面玻璃和第二反射膜很薄,平面玻璃和第二反射膜对光的吸收可以忽略不计。入射光束(光强设置为1)穿过平面玻璃到达第二表面12时,受到第二表面12上设置的第二反射膜3的影响,有 $R$ 部分的光被反射回平面玻璃,剩余 $T$ 部分的光透过第二表面12和第二反射膜3,达到感光单元上;被第二表面上反射的 $R$ 部分的光到达第一表面11,然后被第一表面11上设置的第一反射膜2全反射。

[0044] 接上例,被第一反射膜2全反射的 $R$ 部分的光,和上例的过程类似,会有 $R$ 部分被第二反射膜反射, $T$ 部分被第二反射膜透射。不过由于第二次到达第二表面光强为 $R$ ,第二次透过第二反射膜的光强为 $T*R$ ,第二次从第二反射膜反射至平面玻璃的光强为 $R^2$ 。

[0045] 接上例,以此类推,第三次透过第二反射膜的光强为 $T*R^2$ 。第四次透过第二反射膜的光强为 $T*R^3$ 。第 $n$ 次透过第二反射膜的光强为 $T*R^{(n-1)}$ ,在这里, $n$ 大于等于1。

[0046] 作为示例,假设第二反射膜的透射率为 $R$ ,光子被探测概率为 $p$ ,入射光束的光强 $I_0$ 可以通过如下过程计算:若小于等于 $n$ 的感光单元均受光激发盖格雪崩( $n=1,2,3\cdots$ ),而大于 $n$ 的感光单元均未被激发,那么表示,第 $n$ 个感光单元接收到的光子数量刚好达到其触发盖格雪崩,而第 $n+1$ 个感光单元接收到的光子数量不能满足其触发盖格雪崩,有以下不等式(1)和不等式(2)成立。

[0047]  $I_0 R^{n-1} * (1-R) * p \geq 1$  ----- 不等式(1)

[0048]  $I_0 R^n * (1-R) * p < 1$  ----- 不等式(2)

[0049] 整理上面不等式,获得入射光束的光强范围如不等式(3)所示。

[0050]  $1 / (R^n * (1-R) * p) > I_0 \geq 1 / (R^{n-1} * (1-R) * p)$  ----- 不等式(3)

[0051] 在不等式(1)、不等式(2)和不等式(3)中,“/”表示除以,“\*”表示乘号。

[0052] 可见,通过本公开提供的感光元件,可以利用光能量空间分配的方式,在至少两个感光单元内,感光单元被分配的光强按照指数逐级衰减。由此,采用较少数量的感光单元,即可实现较大的动态响应范围。

[0053] 为了进一步清晰说明本公开提供的感光元件的技术效果,请参考表1,其示出了各个感光单元接收到的光强。假设入射光束的光强为相对光强1,第二反射膜的透光率可以为 $T=0.1$ ,反射率 $R=0.9$ ,将感光单元称为像素点(pixel),并对各个pixel编号。

[0054]	像素点	pixel1	pixel2	pixel3	pixel4	pixel5	pixel6	pixel7	pixel8
	计算过程	0.1	$0.9*0.1$	$0.9^2*0.1$	$0.9^3*0.1$	$0.9^4*0.1$	$0.9^5*0.1$	$0.9^6*0.1$	$0.9^7*0.1$
	光强	0.1	0.09	0.081	0.0729	0.06561	0.05905	0.05314	0.04783
	像素点	Pixel9	Pixel10	Pixel11	Pixel12	Pixel13	Pixel14	...	Pixel67
	计算过程	$0.9^8*0.1$	$0.9^9*0.1$	$0.9^{10}*0.1$	$0.9^{11}*0.1$	$0.9^{12}*0.1$	$0.9^{13}*0.1$	...	$0.9^{66}*0.1$
	光强	0.04305	0.03874	0.03487	0.03138	0.02824	0.02542	...	$9.55E-5$

[0055] 表1

[0056] 从表1可以看出,pixel1所接受到的相对光强强度为0.1,pixel67所接收到的相对光强强度为的 $9.55E-5$ 倍,pixel1接收到的光强是pixel67的1047倍,67个pixels就可以实现1000倍的动态响应范围。

[0057] 对比而言,现有技术中的SiPM/SPADs,在理想的简化条件下,SiPM/SPADs的动态响应范围和其感光单元数量是成线性比例关系的。可以认为若动态响应范围需要扩大100倍,其感光单元的数量也需要扩大一百倍。为了提高SiPM/SPADs的动态响应范围,需要将感光单元的数量提高到数百个到数十万个。由此,可能导致现有技术中的感光元件有以下不足:第一,由于感光单元(例如SPAD)的尺寸无法做的太小,否则SPAD的填充系数太低(填充系数可理解为光敏面尺寸占整个感光单元尺寸的比例),降低有效光子探测概率,一般SiPM/SPADs的感光单元边长在几十 $\mu\text{m}$ 左右,所以,单元的数量越多,探测单元的面积就会线性增加。以边长为20 $\mu\text{m}$ 的感光单元估算,10000个感光单元的单通道探测器面积为 $4\text{mm}^2$ 。第二,感光单元个数增加的同时,带来了阵列内出现感光单元失效的概率指数上升,从而生产成本也就越昂贵。第三,感光单元数量的增加进一步导致器件功耗也线性增加。

[0058] 由此可见,本公开实施例提供的感光元件,采用较少数量的感光单元即可实现大动态范围的响应,由此,可以减小感光元件的尺寸,减低感光元件的工作能耗,以及降低感光元件的制造成本。

[0059] 在一些实施例中,上述至少两个感光单元,可以共面,也可以不共面。

[0060] 可以理解,我们在说感光单元共面的时候,不是将感光单元视为点,而是将感光单元视为具有感光面的立体,感光单元共面可以是这两个感光单元的感光面共面。

[0061] 在一些实施例中,上述至少两个感光单元共面,上述至少两个感光单元所在平面与上述平面玻璃的夹角为锐角。

[0062] 请参考图2,图2中示出了目标平面5。上述目标平面5,可以指示上述至少两个感光单元所在的平面,例如是上述至少两个感光单元及其电路连接结构构成的整体所在的平面。

[0063] 在这里,上述目标平面5与平面玻璃之间的夹角为锐角。

[0064] 需要说明的是,感光元件的感光单元共面,可以使得感光元件结构简单,制作方便,安装简便。

[0065] 在本实施例中,上述至少两个感光单元所在平面与上述平面玻璃的夹角,与上述入射光束的入射角相同,其中,上述入射角指上述入射光束与上述平面玻璃的第一表面的

法线之间的角度。请参考图2,目标平面5与平面玻璃的夹角,与入射光束的入射角相同,均为 $\theta_1$ 。由此,可以保证从平面玻璃出射的光束垂直于目标平面,从而,可以提高感光单元对光的检测效率。

[0066] 在一些实施例中,上述感光元件可以包括至少两个探测通道,每个上述探测通道包括至少两个感光单元,属于同一探测通道的感光单元接收到的光来自于同一入射光束,也可以说每个上述探测通道中的感光单元接收到的光来自于同一入射光束。不同探测通道中的感光单元接收到的光,来自不同的入射光束。换句话说,如果至少两个感光单元所接收的光来自同一入射光束,那么可以将这至少两个感光单元作为一探测通道。在这里,对于同一探测通道中的感光单元的排布形式不做限定;同一探测通道中的感光单元,可以共面也可以不共面。

[0067] 在一些实施例中,感光元件可以包括一个或者至少两个探测通道。如果感光元件中包括至少两个探测通道,在这里,对于感光元件中的探测通道的排布形式不做限定,这至少两个探测通道可以共面,也可以不共面。

[0068] 作为示例,探测通道中的至少两个感光单元可以形成线阵列。感光元件中的至少两个探测通道可以形成面阵列。

[0069] 请参考图3,图3中,平面玻璃1的第一表面上示出的阴影区域,可以表示第一反射膜2。图3中,示出了4行4列的感光单元。每行感光单元可以作为一个探测通道。

[0070] 在一些实施例中,入光窗口的设置方式是可选的。

[0071] 在一些实施例中,请参考图3,其示出了入光窗口的示例性结构,第一反射膜未覆盖到的第一表面,可以理解为入光窗口,即入光窗口可以设置为长条形,入射光束从长条形的不同位置进入,可以相应进入不同探测通道。这种情况下,入光窗口可以是预设概念。

[0072] 在一些实施例中,请参考图4,其示出了入光窗口的示例性结构,即入光窗口可以设置为与单一探测通道对应的单通道窗口,单通道窗口可以是实体窗口,每个窗口之间设置实体遮光器件进行隔离。

[0073] 在一些实施例中,上述第一反射膜为第一类型膜,第一类型膜配置为覆盖上述第一表面的出上述入光窗口之外的区域,上述入射光束不能从上述第一类型膜透射至上述平面玻璃内。请参考图3,其示出了第一类型膜的配置方式,即第一反射膜未覆盖入光窗口区域。

[0074] 在这里,第一类型膜的功能为阻挡外界的光通过,并且全反射平面玻璃内射向第一类型膜的光。可以理解,能够实现上述功能的第一类型膜的结构和材料可以是各种各样的,在此不做限定。作为示例,第一类型膜可以是金属膜。

[0075] 在一些实施例中,上述第一反射膜为第二类型膜,上述第二类型膜覆盖上述第一表面。上述第二类型膜配置为允许上述入射光束透射至上述平面玻璃内。上述第二类型膜上设置光阑。在这里,上述光阑的通光孔与上述入光窗口的位置一致。

[0076] 在这里,请参考图5,其示出了第二类型膜的配置方式。在图5中,第一反射膜覆盖第一表面的入光窗口区域。

[0077] 在这里,第二类型膜的功能为透射外界的光至平面玻璃内,并且全反射平面玻璃内射向第二类型膜的光。可以理解,能够实现上述功能的第二类型膜的结构和材料可以是各种各样的,在此不做限定。作为示例,第二类型膜可以是介质膜。



[0078] 在这里,上述第二类型膜虽然可以使得外界的光通过,但是可以通过各种方式,保证外界的光从入光窗口区域通过。例如,可以通过控制入射光束的入射位置,保证入射光束只能从入光窗口进入。例如,可以在第二类型膜上加光阑,保证第一表面非入光窗口区域不能通光。

[0079] 在一些实施例中,光阑的位置及形状可以根据入光窗口的设置方式而灵活设置。

[0080] 在一些实施例中,相邻感光单元中心点之间的距离、平面玻璃的厚度、入射光束的入射角,关系可以如公式(1)所示:

[0081]  $d=2h*\tan\theta_2*\cos\theta_1$  公式(1)

[0082] 在这里,请参考图2,d可以是相邻感光单元中心点之间的距离,h可以是平面玻璃的厚度,\*可以是乘号, $\theta_1$ 可以是入射光束的入射角, $\theta_2$ 可以是入射光束的入射角为 $\theta_1$ 时在平面玻璃中的折射角度。

[0083] 可以理解,在 $\theta_1$ 和平面玻璃的折射率确定的情况下, $\theta_2$ 的角度值是确定的。在此为了公式的简洁,引入 $\theta_2$ ;实际上, $\theta_2$ 也可以通过 $\theta_1$ 和平面玻璃的折射率表示。上述d可以等价替换为相邻感光单元相同位置之间的距离,例如,如果感光单元为正方形,相邻感光单元的相同位置之间的距离。

[0084] 需要说明的是,上述公式(1)中的各个参数的参数值,可以根据实际情况设置,在此不做限定。另外,上述各个确定上述各个参数值的先后顺序,在此不做限定;作为示例,可以先确定d和 $\theta_1$ ,再确定h;也可以先确定h和 $\theta_1$ ,再确定d;还可以先确定d和h,再确定 $\theta_1$ 。

[0085] 在一些实施例中,上述第二反射膜的透光率可以根据入射光束的光强设置。

[0086] 作为示例,如果入射光强较弱,可以将第二反射膜的透光率提高一些,例如第二反射膜的反射率如果是0.5,请结合表1,那么pixel1接收到的相对光强为0.5,pixel11接收到的相对光强为 $0.5^{10}*0.5=4.88E-4$ ,pixel1接收到的光强是pixel11接收到的光强的1024倍,11个pixels就可以实现1024倍的动态响应范围。

[0087] 可见,根据入射光束光强,确定第二反射膜的透光率,可以保证动态响应范围的同时,减少感光单元数量,从而可以平衡感光元件的动态响应范围和感光单元数量,即保证感光元件性能的同时,降低感光元件的成本。

[0088] 在一些实施例中,上述感光元件还包括带通滤波器(附图中未示出)。在这里,上述带通滤波器设置于上述平面玻璃和感光单元之间。

[0089] 在这里,对带通滤波器的设置位置不做限定。例如,上述带通滤波器可以设置在第二反射膜上,上述带通滤波器也可以设置在每个感光单元上。

[0090] 需要说明的是,上述带通滤波器可以根据需要,对进入感光单元的光进行筛选,减少环境中的杂散光对感光元件的干扰。

[0091] 在一些实施例中,上述相邻感光单元之间设置隔离壁,上述隔离壁的透光率小于预设透光率阈值。上述隔离壁用于防止感光单元之间发生光学串扰。

[0092] 在一些实施例中,请参考图6,同一探测通道的相邻感光单元之间,可以设置隔离壁6。不同探测通道的两个感光单元之间,如果这两个感光单元相邻,也可以在这两个感光单元之间,设置隔离壁。

[0093] 在这里,上述预设透光率阈值可以根据实际应用场景灵活设置,在此不做限定。

[0094] 在这里,上述光学串扰可以包括但是不限于以下至少一项:光束发生干涉、光束未

被对应的感光单元探测到而被相邻感光单元探测到。

[0095] 需要说明的是,对于感光单元来说,此感光单元周围设置的隔离壁,可以形成包围此感光单元的隔离腔。

[0096] 在一些实施例中,上述隔离壁的高度根据上述平面玻璃与感光单元所在平面之间的距离确定,隔离壁集合能够支撑上述平面玻璃。

[0097] 请参考图6,目标平面5与平面玻璃之间的夹角为锐角,导致不同感光单元到平面玻璃的距离不同。由此,不同感光单元周围的隔离壁的高度可以不同。进而,目标平面5上的隔离壁部分或者整体可以作为承重结构,支撑上述平面玻璃。

[0098] 本实施例提供一种激光雷达,该激光雷达可以包括本公开中提供的任意感光元件。

[0099] 作为示例,激光雷达中的感光元件,可以作为激光雷达的光电探测器,安装在激光雷达的接收端。感光元件的目标平面5可以设置在激光雷达接收透镜系统的焦平面上,用于将接收透镜系统会聚至感光元件上的光信号转换为电信号。感光元件转换得到的电信号可以被激光雷达的处理单元处理,得到激光雷达所处环境的环境信息,如距离、反射率等。

[0100] 显而易见的是,通过将不同的实施方式及各个技术特征以不同的方式进行组合或者对其进行改型,可以进一步设计得出各种不同的实施方式。

[0101] 上文结合具体实施方式描述了根据本公开的优选实施方式的扫描装置和包括其的激光雷达及操作方法。可以理解,以上描述仅为示例性的而非限制性的,在不背离本公开的范围的情况下,本领域技术人员参照上述描述可以想到多种变型和修改。这些变型和修改同样包含在本公开的保护范围内。

[0102] 以上所述,以上实施例仅用以说明本公开的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本公开进行了详细的说明,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公开各实施例技术方案的精神和范围。

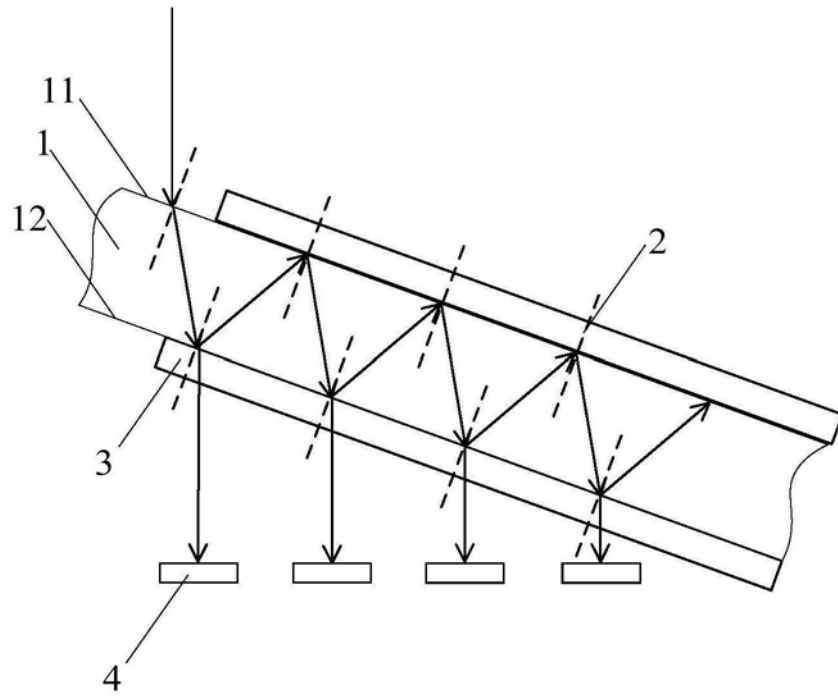


图1

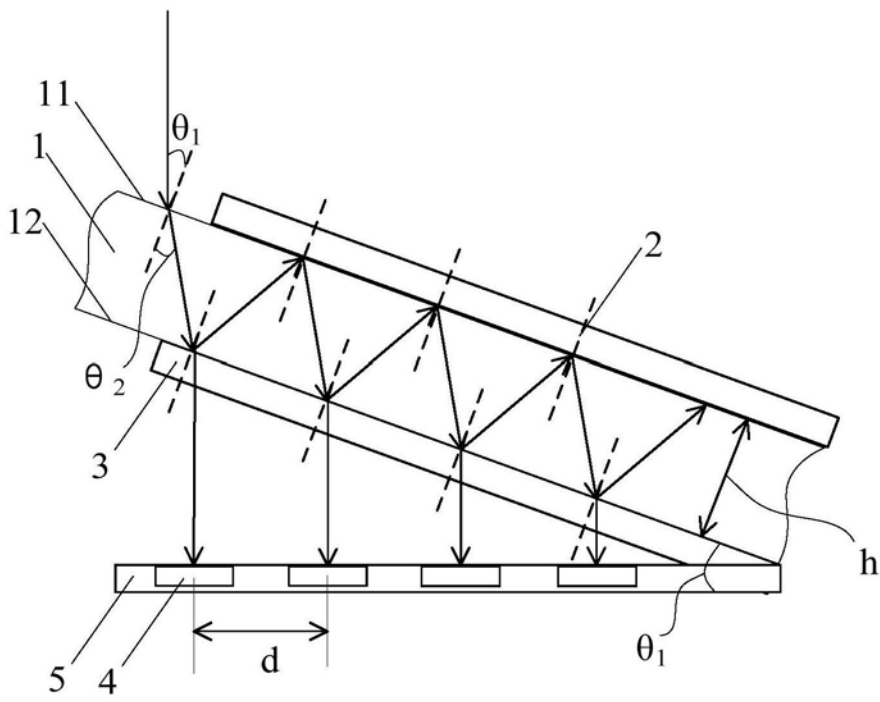


图2

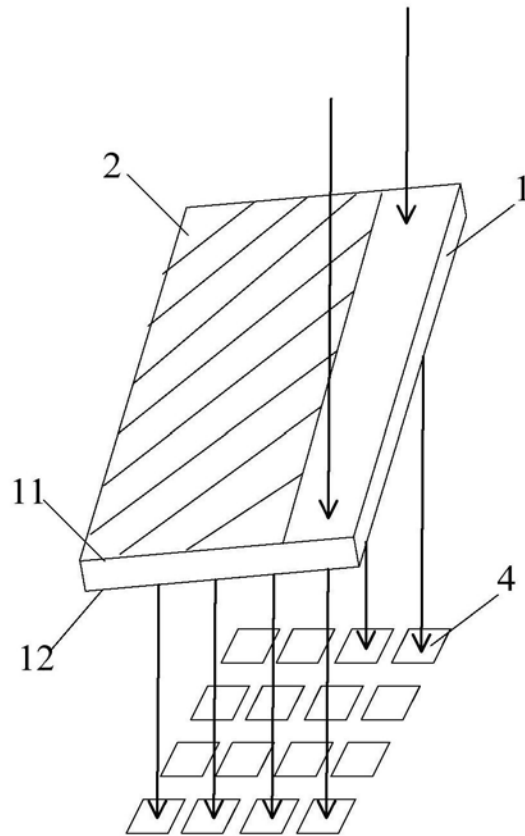


图3

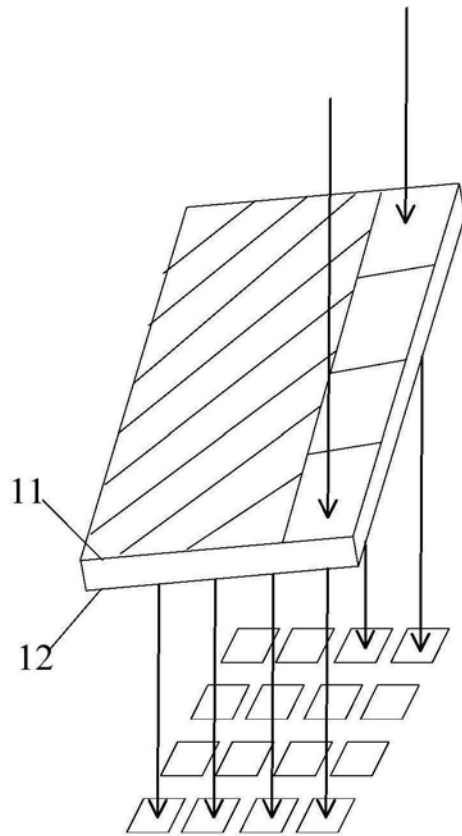


图4

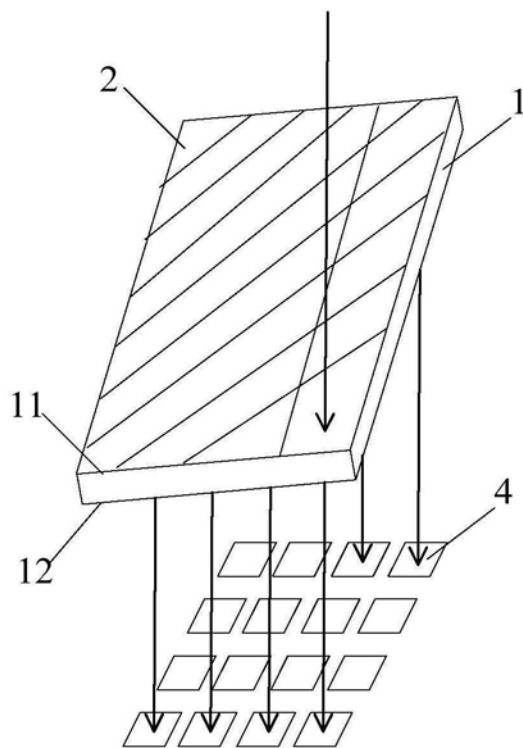


图5

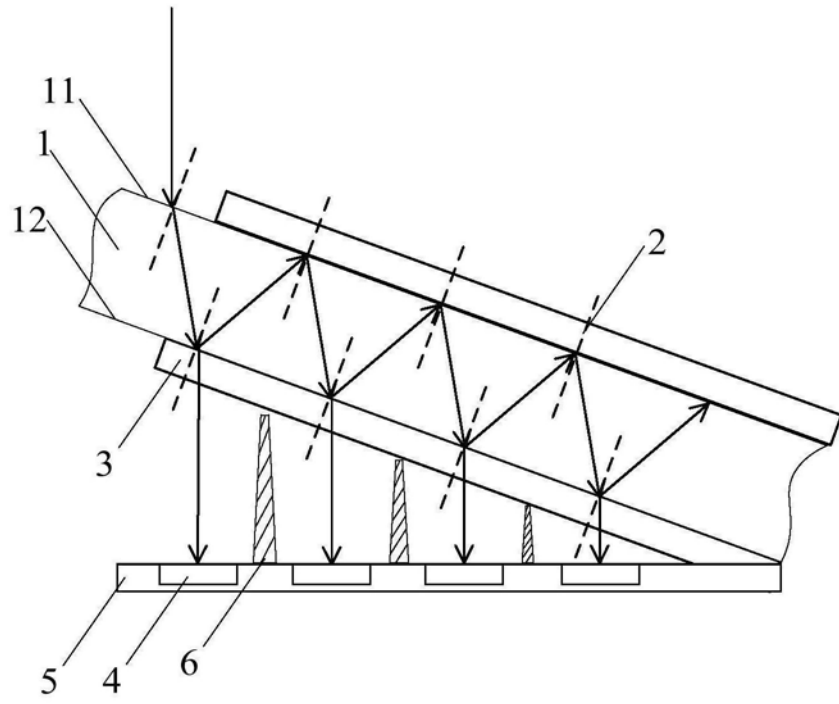


图6