

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020年4月23日 (23.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/077514 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01S 17/08 (2006.01) *G01S 7/481* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/110336
- (22) 国际申请日: 2018年10月16日 (16.10.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811194721.5 2018年10月15日 (15.10.2018) CN
- (71) 申请人: 北京一径科技有限公司 (ZVISION TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市昌平区回龙观镇东大街338号创客广场A1-06-100石拓, Beijing 100096 (CN)。
- (72) 发明人: 石拓 (SHI, Tuo); 中国北京市昌平区回龙观镇东大街338号创客广场A1-06-100石拓, Beijing 100096 (CN)。 夏冰冰 (XIA, Bingbing); 中国北京市昌平区回龙观镇东大街338

号创客广场A1-06-100夏冰冰, Beijing 100096 (CN)。 刘佳尧 (LIU, Jiayao); 中国北京市昌平区回龙观镇东大街338号创客广场A1-06-100刘佳尧, Beijing 100096 (CN)。

(74) 代理人: 北京京万通知识产权代理有限公司 (BEIJING JWT INTELLECTUAL PROPERTY CO., LTD.); 中国北京市丰台区南三环西路16号搜宝商务中心2号楼801许天易, Beijing 100068 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: LASER RADAR SYSTEM

(54) 发明名称: 一种激光雷达系统

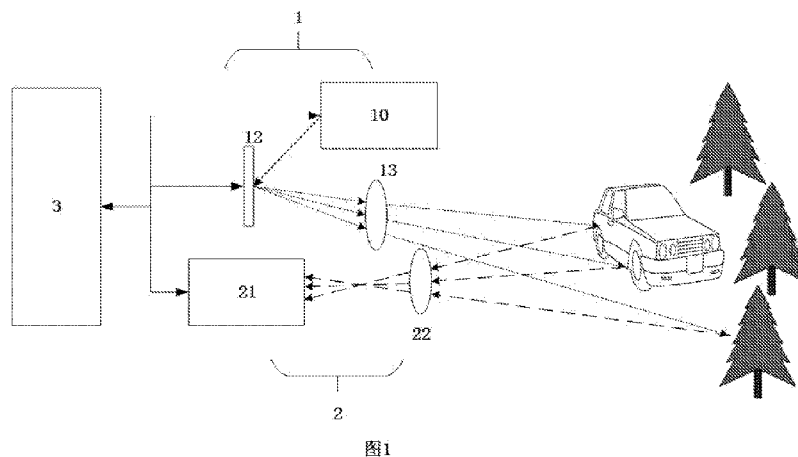


图1

(57) Abstract: Disclosed is a laser radar system. The system comprises: a light-emitting unit (1), which comprises a light source (10) and a scanning unit (12), wherein the scanning unit (12) is constructed to reflect light from the light source (10) using a controllable deflection angle, so as to scan a target object; a light-receiving unit (2), which is used for receiving light reflected from the target object and outputting a detection value, wherein the light-receiving unit (2) comprises a photoelectric sensor apparatus; and a control unit (3), wherein a light path by which light emitted from the light-emitting unit (1) arrives at the target object is non-coaxial with a light path by which the light reflected from the target object arrives at the light-receiving unit (2). The laser radar system prevents the defect, in the prior art, where an SPAD detector in an optical sensor cannot eliminate a dark count, can precisely measure distance information of a surrounding three-dimensional spatial environment, and can also substantially suppress the influence of background light and other stray light, thereby realizing quick and efficient modulation of spatial light.



WO 2020/077514 A1

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种激光雷达系统, 包括光发射单元(1), 其包括光源(10)和扫描单元(12), 扫描单元(12)被构造为以可控制的偏转角度对来自光源(10)的光进行反射, 以对目标对象进行扫描; 光接收单元(2), 用于接收从目标对象反射的光并输出探测值; 其中, 光接收单元(2)包括光电传感器装置; 以及控制单元(3); 其中, 从光发射单元(1)发射的光到达目标对象的光路与从目标对象反射的光到达光接收单元(2)的光路是非同轴的。激光雷达系统避免了现有技术中光学传感器中的SPAD探测器的无法消除暗计数的缺点, 能够精确测量周围三维空间环境的距离信息, 同时能够大幅度抑制背景光和其他杂散光的影响, 实现快速高效地对空间光的调制。

一种激光雷达系统

技术领域

本发明涉及一种激光雷达系统，具体地，涉及一种非同轴接收的激光雷达系统。

背景技术

激光雷达(LIDAR)通过向目标对象发射激光光束并接收从目标对象反射的光束来测量目标对象的位置、速度等信息。目前的激光雷达系统通常采用单个光电探测器或者一维光电探测器阵列(一行光电探测器或一系列激光探测器)来接收反射光束。光电探测器的受光表面往往比反射光束的光斑尺寸大。在到达光电探测器的受光表面的光中，除了期望的来自目标对象的反射光，还可能来自来自视场(FOV)中其它物体的干扰光(例如，强烈的太阳光，或者来自其它激光雷达系统的光束)。在激光雷达应用于高速、远距离(例如几百米)的场景(例如，高级驾驶辅助系统ADAS)时，到达光电探测器的反射光本身功率很小。在干扰光较强时，光电探测器的输出信号信噪比(SNR)会大大恶化，给激光雷达系统的使用带来了困难。

美国专利申请US2018/0128920A1公开了激光雷达系统的感测单元可以采用探测器(例如雪崩二极管APD或者单光子雪崩二极管SPAD)的二维阵列。阵列大小取决于希望的分辨率、信噪比和希望的检测距离。采用二维探测器阵列可以在一定程度上提高分辨率、信噪比和检测距离，但依然无法消除环境中的干扰光对信噪比的影响。

美国专利申请US2017/0301716A1公开了激光雷达的光学传感器包括SPAD阵列，阵列中每行SPAD探测器和每列SPAD探测器共享一个行选择晶体管和一个列选择晶体管。晶体管可以是MOSFET或BJT。根据预测光斑大小和反射角度在光学传感器阵列中选择相应的行和列，由此减小了预期反射光之外的杂散光的影响。

美国专利申请US2018/0074175A1公开了在激光雷达系统的光电探测器之前设置一个空间光调制器。调节空间光调制器使其形成允许或阻挡光透过的小孔。小孔的位置依据可转向激光的方向来调整。可以有效地阻挡其它环境光，提高信噪比。

发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种非同轴接收的激光雷达系统，其能够提高分辨率、信噪比，并且显著消除环境中的干扰光对信噪比的影响。

本发明提供的技术方案如下：

根据本发明的一个方面，本发明提供了一种激光雷达系统，包括：光发射单元，用于向目标对象发射光；所述光发射单元包括光源和扫描单元，所述扫描单元被构造为以可控制的偏转角度对来自所述光源的光进行反射，以对目标对象进行扫描；光接收单元，用于接收从目标对象反射的光并输出探测值；所述光接收单元包括光电传感器装置；控制单元，其与所述光发射单元和所述光接收单元通信耦接，其中所述控制单元被构造为对所述光发射单元进行控制，对所述探测值进行处理；并且对所述扫描单元的偏转角度进行控制；其中，从所述光发射单元发射的光到达目标对象的光路与从目标对象反射的光到达所述光接收单元的光路是非同轴的。

根据本发明的光发射单元的第一方面，所述光发射单元包括：第一光源，用于发射第一光；第二光源，用于发射第二光；所述扫描单元，用于以偏转角度对入射到其上的第一光和第二光进行反射；第一反射镜，包括相对的第一表面和第二表面，其中第一光经第一反射镜的第一表面反射后到达所述扫描单元；和第二反射镜，用于对第二光进行反射，其中反射后的第二光经由第一反射镜的第二表面透射穿过第一反射镜后到达所述扫描单元，其中，从第一反射镜反射离开的第一光的光路与从第二反射镜反射离开的第二光的光路重叠。

根据本发明的光发射单元的第二方面，第一方面中所述光发射单元还包括：第三光源，用于发射第三光；和第三反射镜，用于对第三光进行反射，其中，所述第二反射镜包括相对的第一表面和第二表面，所述第二光经所述第二反射镜的第一表面进行反射，反射后的第三光依次经由所述第二反射镜的第二表面和所述第一反射镜的第二表面透射后达到所述扫描单元，其中，从所述第三反射镜反射离开的第三光的光路与从所述第二反射镜反射离开的第二光的光路重叠。

根据本发明的光发射单元的第三方面，第一方面中所述第一光源和所述第二光源为同一光源，所述同一光源的位置可调整为使得在第一位置发射的光经由所述第一反射镜反射后的光路与在第二位置发射的光经由所述第二反射镜反射后的光路重叠。

根据本发明的光发射单元的第二方面，所述光发射单元包括：第

一光源，用于发射第一光；第二光源，用于发射第二光，其中第一光和第二光的偏振方向垂直；所述扫描单元用于以偏转角度对入射到其上的第一光和第二光进行反射；和偏振分束棱镜，被构造为使第一光反射并使第二光透射，反射后的第一光和透射后的第二光经由重叠的光路到达所述扫描单元上的同一位置。

根据本发明的光发射单元的第五方面，光发射单元包括：光源、扫描单元、光学元件，该光学元件用于使入射到其上的来自所述扫描单元的反射光的一部分反射并使另一部分透射通过；光电探测器组件，包括多个光电探测器的排列，用于接收来自光学元件的反射光并输出光电流，其中所述光发射单元还包括处理电路，所述处理电路耦接到所述光电探测器组件，所述处理电路根据所述多个光电探测器中每个光电探测器输出的光电流计算扫描单元的偏转角度。所述控制单元耦接到所述处理电路和所述扫描单元，并被构造为基于计算的偏转角度对所述扫描单元进行调整。

根据本发明的光发射单元的第六方面，光发射单元还包括：聚焦透镜，其位于所述光源和所述扫描单元之间，用于将所述光源发射的光聚焦到所述扫描单元上；以及准直透镜，用于对从所述扫描单元反射的光进行准直。

根据本发明的光发射单元的第七方面，第六方面中光发射单元还包括扩束透镜，所述扩束透镜用于对经由所述准直透镜准直的光进行扩束。

根据本发明的光发射单元的第八方面，第六方面中所述光发射单元还包括：第二光源，用于发射第二光；第二聚焦透镜，位于所述第二光源和扫描单元之间，用于将第二光源发射的光聚焦到扫描单元上；以及第二准直透镜，用于对从扫描单元反射的第二光进行准直，其中来自所述光源的光和来自第二光源的光分别被聚焦到扫描单元的同位置上。

根据本发明的光接收单元的第一方面，包括光电传感器装置，其包括：二维光电探测器阵列，包括多个光电探测器；和二维读出电路阵列，包括多个读出电路单元；其中，所述多个读出电路单元与所述多个光电探测器一一对应，每个读出电路单元包括选择开关。所述光接收单元的光电传感器装置还包括用于耦接所述二维光电探测器阵列和所述二维读出电路阵列的多个电气连接件。每个电气连接件以块接或桥接方式耦接每个光电探测器和相应的读出电路单元。

根据本发明的光接收单元的第二方面，包括光电传感器装置，其包括：光电探测器阵列，其包括第一数量个光电探测器；和读出电路，包括开关阵列和第二数量个后处理电路，其中所述开关阵列中选择开关的数量为第一数量与第二数量的乘积，其中所述开关阵列用于将第一数量个光电探测器中任意一个的输出连接到第二数量个后处理电路中的任意一个。其中所述读出电路还包括与第一数量个光电探测器一一对应的第一数量个跨阻放大器，每个跨阻放大器用于对从相应光电探测器输出的信号进行放大。

根据本发明的光接收单元的第三方面，包括光电传感器装置，其包括：光电探测器阵列，包括多个光电探测器；和光学快门，包括透光部分和遮光部分，其中光通过所述透光部分到达所述光电探测器阵列的相应光电探测器，其中所述透光部分在光学快门上的位置是电学可调的。

本发明的技术方案的有益技术效果为：避免了现有技术中光学传感器中的SPAD探测器的无法消除暗计数的缺点，能够精确测量周围三维空间环境的距离信息，同时能够大幅度抑制背景光和其他杂散光的影响，实现快速高效地对空间光的调制。

附图说明

为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式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，下面描述中的附图是本发明的一些实施方式，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。

图1是根据本发明的一个实施例的激光雷达系统的结构示意图。

图2a是根据本发明的光发射单元的第一实施例的光路示意图。

图2b是根据本发明的光发射单元的第二实施例的光路示意图。

图2c是根据本发明的光发射单元的第三实施例的光路示意图。

图3a是根据本发明的光发射单元的第四实施例的光路示意图。

图3b是根据本发明的光发射单元的第四实施例产生的脉冲光源频率示意图。

图4是根据本发明的光发射单元的第五实施例的结构示意图。

图5是根据本发明的光发射单元的第六实施例的工作原理图。

图6是根据本发明的光发射单元的第七实施例的工作原理图。

图7是根据本发明的光发射单元的第八实施例的工作原理图。

图8是根据本发明的光接收单元的第一实施例的光电传感装置的结构示意图。

图9a是图8的光接收单元的光电传感装置的工作原理示意图。

图9b是图9a中的选择开关采用场效应管FET时的电路原理图。

图10是根据本发明的光接收单元的第二实施例的光电传感装置的电路原理图。

图11是根据本发明的光接收单元的第三实施例的光电传感装置的结构示意图。

图12是图11中的光学快门的一种工作方式的工作原理图。

图13是图11中的光学快门的另一种工作方式的工作原理图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例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。

激光雷达系统通过向目标对象发射激光束并探测来自目标对象反射光来测量目标对象的位置、速度等特征。激光雷达系统的测量原理可以分为：三角法测距、基于飞行时间（ToF）的脉冲测距以及相位法测距。

图1示出了根据本发明的一个实施例的激光雷达系统示意图。该激光雷达系统包括光发射单元1、光接收单元2和控制单元3。在非同轴接收的激光雷达系统中，从光发射单元到目标对象的发射光路径与从目标对象到光接收单元的反射光路径并行布置，没有共享部分。

光发射单元1用于向目标对象发射激光束。光发射单元1包括光源10。光源10可以是激光器，例如固态激光器、激光器二极管、高功率激光器。光源10也可以包括LED。光源可以发射不同形式的光，包括脉冲、连续波（CW）和准连续波。激光器可以是垂直腔面发射激光器（VCSEL）或外腔半导体激光器（ECDL）。光源10的工作波长可以是650nm至1150nm、800nm至1000nm、850nm至950nm或者1300nm至1600nm。光发射单元1可以包括与光源10光学耦接的光学组件，用于对光源发出的光束进行准直或聚焦。

光发射单元1还可以包括扫描单元12,用于使来自光源10的光束方向发生偏转,以对目标对象进行扫描,实现更宽的视场(FOV)。扫描单元12可以包括MEMS反射镜、棱镜、机械镜、偏振光栅、光学相控阵(OPA)等。对于MEMS反射镜,反射镜面在静电/压电/电磁驱动下在一维或二维方向上发生旋转或平移。

光发射单元1还可以包括发射透镜13。发射透镜13可以用于对发射光束进行扩束。发射透镜13可以包括衍射光学元件(DOE),用于对发射光束进行整形、分离或扩散。

光接收单元2用于接收并感测来自视场中目标对象的反射光。光接收单元2包括光电传感装置21,光电传感装置21可以包括由多个光电探测器812构成的二维阵列(参见图8)。该二维阵列可以布置成矩形、圆形或其它任何形状。光电探测器812可以是雪崩二极管(APD)或单光子雪崩二极管(SPAD)。光电探测器812测量反射光的功率、相位或时间特性,并产生相应的电流输出。

光接收单元2还可以包括在反射光传播路径上位于光电探测器阵列前方的接收透镜22。接收透镜22可以包括成像系统透镜,以使得反射光束的焦点在光电探测器阵列的探测表面的前方或后方或者正好位于探测表面之上。特别地,接收透镜可以包括像方远心成像系统透镜。

控制单元3与光发射单元1和光接收单元2中的至少一者通信地耦接。控制单元3可以对光发射单元1发射的光进行控制、调节扫描单元12的偏转角度或者对光接收单元2输出的测量值进行处理。控制单元3可以包括反馈控制电路,其根据光接收单元2输出的测量值对光发射单元1和/或扫描单元12进行调整。

控制单元3可以包括集成电路(IC)、专用集成电路(ASIC)、微芯片、微控制器、中央处理器、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、现场可编程门阵列(FPGA)或者其它适合执行指令或实现逻辑操作的电路。由控制单元3执行的指令可以被预加载到集成或单独的存储器中。存储器可以包括随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、硬盘、光盘、磁盘、闪存存储器或其它易失性或非易失性存储器等。控制单元3可以包括单个或多个控制电路。在多个控制电路的情况下,各控制电路可以具有相同或不同的构造,彼此间通过电、磁、光、声、机械等方式交互或者协同操作。

参见图2a,根据本发明的光发射单元的第一实施例,光发射单元1包括第一光源A和第二光源B、第一反射镜M1和第二反射镜M2以及扫描

单元12。第一反射镜M1包括相对的第一表面和第二表面。第一光源A发出的光经第一反射镜M1的第一表面反射后到达扫描单元12。第二光源B发出的光经第二反射镜M2反射后到达第一反射镜M1的第二表面，经第一反射镜M1的第二表面透射后到达扫描单元12。

图2a示出了根据本发明的光发射单元的第一实施例的光路示意图。光发射单元1包括光源A和光源B以及分别与光源A和光源B对应的反射镜M1和M2。从光源A和光源B发射的光分别经过M1和M2的反射后照射到扫描单元12上。扫描单元12对入射到其上的光的反射角度进行调整。反射镜M1具有相对的第一表面和第二表面。照射到第一表面上的光被全部或大部分反射。照射到第二表面上的光全部或大部分透射穿过M1。例如，M1可以是一块玻璃，其中第一表面涂覆有反射涂层。又例如，M1是一块具有特定反射率的反射镜，其反射率远远大于其透射率。例如，M1的反射率可以为90%，而透射率为10%。这样，即便来自光源B经由M2反射后到达M1的光与直接来自光源A并达到M1的光强度相同，经过M1的透射光强度也远远低于经过M1的反射光强度。M1和M2的位置被布置为使得分别经过M1和M2反射后的光路重叠。这可以保证从光源A到达扫描单元12的光与从光源B到达扫描单元的光落在扫描单元上的同一扫描点上。

在通常情况下，仅有光源A工作。当系统检测或得知光接收单元中输出电信号发生饱和（例如，由于光源A发射功率太强、目标对象太近或其它激光雷达系统的干扰）时，可以自动关闭光源A并切换至光源B进行工作，以降低实际输出光功率。

根据图2a的原理的光发射单元可以扩展至包括三个或更多个光源。相应地，增加更多个对应的反射镜。例如，图2b示出了根据本发明的光发射单元的第二实施例具有三个光源的情形。此时，光源C发出的光经过M3反射后，依次透射经过M2和M1，最终到达扫描单元。反射镜M1、M2和M3的位置被布置为使得从相应光源分别照射到其上并被反射后的光路重叠。此时，M2可以具有与以上针对M1描述的相同的光学性质。

在一些实施例中，可以不必实际使用两个或以上的光源。例如，根据本发明的光发射单元的第三实施例，在图2c中，代替使用图2a中的光源B，可以调整光源A和M2的位置使得从光源A发射的光经过M2反射后到达M1。并且，从光源A经由M2反射后的光路与从光源A经由M1反射后的光路重叠。

参见图3a，根据本发明的光发射单元的第四实施例，光发射单元1

包括第一光源A和第二光源B、偏振分束/合束棱镜（PBS）以及扫描单元12。第一光源A和第二光源B分别发射的光的偏振方向彼此垂直。从光源A发射的光被PBS完全反射并照射到扫描单元12。从光源B发射的光被PBS完全透射并照射到同一扫描单元12。从光源A和光源B经过PBS后的光路重叠。这样，从光源A经由PBS反射的光与从光源B经由PBS透射的光到达扫描单元上的同一扫描点。

光源A和光源B可以被配置为按照一定时间间隔交替工作。光源A和光源B可以是脉冲光源。光源A和光源B可以按照其脉冲光源频率的2倍的频率交替工作（如图3b）。这样照射到扫描单元的脉冲光频率被提高一倍，从而提高了激光雷达的测量精度。

参见图4，根据本发明的光发射单元的第五实施例，光发射单元1还可以包括光源10、扫描单元12、光学元件14和探测器组件15。从光源10发射的光经扫描单元12反射后到达光学元件14，其中大部分的光透射通过光学元件14，以用于对目标对象进行探测。少量的光经由光学元件14反射后到达探测器组件15。探测器组件15可以是多个相同光电探测器的排列。到达探测器组件15的光被多个光电探测器中的每个接收，并输出光电流。根据各个光电探测器15输出的光电流可以计算出扫描单元12的偏转角度。

例如，光学元件14可以是具有较低反射率的玻璃板，其反射率比如在0.1%至3%之间。例如，探测器组件15可以是四象限光电探测器。四象限光电探测器是由四个性能完全相同的光电二极管按照直角坐标要求排列而成的光电探测器件。随着扫描单元12的摆动角度的不同，落在四象限光电探测器的光斑的位置发生变化，由此四个象限上接收的光信号强度产生差异。根据该差异值可以计算出扫描单元12的偏转角度。

在激光雷达系统中，采用图4所述的光发射单元1能够对扫描单元12的偏转角度进行实时监控。如图4所示，激光雷达系统还可以包括与探测器组件连接的处理电路4和用于控制扫描单元的偏转角度的控制单元3。处理电路4根据探测器组件的输出光电流值计算出扫描单元的实时偏转角度。处理电路4与控制单元3通信耦接。处理电路4将计算出的偏转角度传递给控制单元3。控制单元3将计算的偏转角度与先前施加到扫描单元12的预期偏转角度进行比较，可以由此确定误差并对误差进行补偿。

参见图5，根据本发明的光发射单元的第六实施例，光发射单元1

包括光源10、聚焦透镜16、扫描单元12和准直透镜17。该扫描单元12为MEMS反射镜。光源10发出的光经聚焦透镜16后聚焦在扫描单元12上。聚焦透镜16的焦点可以在扫描单元12之前、扫描单元12上或者扫描单元12之后。光在扫描单元12上反射离开后穿过准直透镜17，到达待检测视场中的对象。经准直透镜17准直后的光斑直径大于扫描单元12的直径。

如图5所示，入射到MEMS反射镜上的聚焦光在经历不同角度（负角度、零角度和正角度）偏转后经由准直透镜17的相应不同部分透射，从而检测待测视场中的不同部分。使用聚焦透镜16，入射到MEMS反射镜上的光斑尺寸可以减小，从而提高了扫描单元12对光束偏转进行控制的精度。而使用准直透镜17进行扩束，则抑制了光斑的发散，提高功率效率，也扩大了检测范围。

参见图6，根据本发明的光发射单元的第七实施例，光发射单元1还可以在准直透镜17后的光路上包括一个扩束透镜18，以进一步扩大光斑的尺寸，扩大检测范围。这样，即便MEMS反射镜只进行很小角度的偏转，也能够实现全视场范围内的检测。

在图5的原理基础上，参见图7，根据本发明的光发射单元的第八实施例，光发射单元1还可以包括多组光源、聚焦透镜A和准直透镜的组合。如图7所示，多组光源A-C发出的光分别经由各自的聚焦透镜（透镜A1~A3）聚焦在同一个扫描单元12（例如，MEMS反射镜）上。多组光源之间的放置可以呈现一固定夹角。例如，光源A和光源B分别到达MEMS反射镜的光路之间的夹角为 α ，而光源B和光源C的光路之间的夹角也为 α 。同样，各个聚焦透镜的焦点可以在扫描单元12之前、扫描单元12之上或者扫描单元12之后。

在扫描单元12进行扫描的某个时刻，扫描单元12处于一固定的偏转角度。由于各光源A-C到达扫描单元12的光本身具有一定的入射角度差异，因而其反射角度也存在一定的差异。来自各光源A-C的光经扫描单元12反射后指向待测视场中的不同部分。亦即，每个光源发射的光能够对一定范围的待测视场进行检测。那么，通过多个光源的组合即可覆盖全部待测视场。同图5中一样，经扫描单元12反射后的光可以分别经过相应的准直透镜（透镜B1~B3）进行准直，以提高每个光源的输出光的检测范围。来自各个光源的光束经过准直透镜之后的光斑直径大于扫描单元12的直径。

参见图8，根据本发明的光接收单元的第一实施例，光接收单元2

的光电传感装置21还包括由多个读出电路单元构成的二维阵列。每个读出电路单元814与相应的光电探测器812耦接,用于对光电探测器812输出的电流信号进行处理(包括转换、放大、滤波、采样、比较和存储等)。每个读出电路单元814包括单独的选择开关816。

图8示出了根据本发明的光接收单元的第一实施例的光电传感装置21的结构示意图。光电传感装置21包括二维探测器阵列802和二维读出电路阵列804以及用于耦接探测器阵列和读出电路阵列的多个电气连接件806。探测器阵列802包括以行列方式布置的多个光电探测器812,其例如可以是APD。相应地,读出电路阵列804包括以行列方式布置的多个读出电路单元814。电气连接件806可以以块接(Bump-bonding)或者桥接(Bridge-bonding)方式耦接光电探测器812和相应的读出电路单元814。探测器阵列802的衬底材料可以是硅、锗、镓砷/镓磷、碲镉汞等。读出电路阵列804可以基于CMOS工艺。

图9a示出了根据本发明的光接收单元的第一实施例的工作原理示意图。其中示出了图8中的每个光电探测器812与相应的读出电路单元814构成的电路。在驱动信号821作用下,光电探测器812接收来自目标对象的反射光822并产生输出电流。读出电路单元814包括选择开关816。选择开关816在选择控制信号823作用下被接通或断开,以启用或禁止光电探测器812的输出电流从输出信号824端输出。读出电路单元814还可以包括跨阻放大器815,用于对光电探测器812输出的光电流(往往很微弱)进行低噪声放大。读出电路单元814还可以包括可变增益放大器(VGA)、滤波器、交直流转换器等中的一个或多个。

图9b示出了当选择开关816采用场效应管FET时的电路原理图。其中 S_a 是光电探测器的驱动信号, S_g 是FET的栅极控制信号, S_{out} 是读出电路单元的输出信号。优选地,选择开关816可以包括开关速度较快的MOSFET或者JFET。

本发明的激光雷达系统的控制单元3与光接收单元2耦接。控制单元3被配置为:估计在光接收单元2的受光表面处反射光的光斑大小和角度;基于所估计的光斑大小和角度,向光接收单元2的读出电路阵列的各读出电路单元814提供选择控制信号以接通或断开选择开关816,由此使能或禁止读出电路单元814的输出信号。进一步地,控制单元3还与扫描单元12耦接,并被配置为向扫描单元12提供扫描控制信号,以控制来自光发射单元1的光源10的激光束的偏转角度。在光接收单元2的受光表面处反射光的光斑大小和角度是由控制单元3基于扫描控制

信号来估计的。

参见图10，根据本发明的光接收单元的第二实施例，读出电路阵列804包括与N个光电探测器阵列单元对应的N个跨阻放大器、M个后处理电路单元以及耦接在N个跨阻放大器和M个后处理电路BPC单元之间的N×M选择开关阵列。选择开关阵列中每个开关单元可以由FET、MOSFET、BJT等实现。图10中雪崩二极管APD1-N分别用标号501, 502, 503-50N表示，NXM开关阵列用600表示，后处理电路1-M分别用标号701, 702, ...70M-1, 70M表示，TIA用标号400表示。

通过使用N×M选择开关阵列，可以将跨阻放大器815输出的信号以任意组合的形式输出到M个后处理电路单元中。采用这种结构的光接收单元2的激光雷达系统能够实现广角探测。

在一些情况下，光接收单元2还包括接收透镜22和位于接收透镜22与光电探测器阵列802之间的光学滤波器（未示出）。光学滤波器使具有特定波长的光通过，而阻隔背景光或其它杂散光源的光。

根据本发明的光接收单元的第三实施例，光接收单元2的光电传感装置21还包括光学快门23。光学快门23包括透光部分和遮光部分。光通过光学快门23的透光部分到达探测器阵列802上的各光电探测器。光学快门23上透光部分的位置是电学可调的。

如图11所示，光学快门23可以设置在激光雷达系统的接收透镜22与探测器阵列802之间。光学快门23包括透光部分1101和遮光部分1102。来自目标对象的反射光1111和1112经由接收透镜22后折射光穿过透光部分1101到达探测器阵列802上的相应光电探测器812。干扰光1113经接收透镜22折射后被遮光部分1102阻挡，而无法到达探测器阵列802。这样，可以抑制到达探测器阵列802的干扰光强度，提高输出信号的SNR。

在激光雷达对视场内的物体进行扫描的情况下，反射光1111和1112的入射角度随时间变化。光学快门23上透光部分1101的位置可以在控制信号作用下随之变化，以保证所需的反射光总是能到达探测器阵列802，而总是抑制干扰光1113。

光学快门的实现方式之一是基于MEMS的微快门阵列。如图12所示，微快门阵列中每个微快门单元具有可独立电控的挡光组件。在控制信号作用下，挡光组件从关闭状态变为打开状态，则该微快门单元允许光透过。微快门阵列中的每个微快门单元可以与探测器阵列802中的相应光电探测器812对准。

光学快门的实现方式之二是基于LCD的快门阵列。如图13所示，快

门阵列包括多个单独的LCD元件。每个LCD元件可以包括玻璃基板901、ITO电极902、液晶层903、滤色器904和上下偏光片905A, 905B。通过ITO电极902向液晶层903中的液晶分子施加电压信号, 改变光的极化方向, 结合偏光片905A, 905B来实现光的透过或遮挡。

本发明的激光雷达系统的控制单元3与光接收单元2耦接。控制单元3被配置为: 估计在光学快门23处反射光的光斑大小和角度; 基于所估计的光斑大小和角度, 向光接收单元2的光学快门23提供电学控制信号以调整光学快门23上透光部分的位置。进一步地, 控制单元3还与扫描单元12耦接, 并被配置为向扫描单元12提供扫描控制信号, 以控制来自光发射单元1的光源10的激光束的偏转角度。在光学快门23处反射光的光斑大小和角度是由控制单元3基于扫描控制信号来估计的。

以上所述实施例, 仅为本发明的具体实施方式, 用以说明本发明的技术方案, 而非对其限制, 本发明的保护范围并不局限于此, 尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明, 本领域的普通技术人员应当理解: 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化, 或者对其中部分技术特征进行等同替换; 而这些修改、变化或者替换, 并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应所述以权利要求的保护范围为准。

权利要求

1、一种激光雷达系统，包括：

光发射单元，用于向目标对象发射光；其中，所述光发射单元包括光源和扫描单元，所述扫描单元被构造为以可控制的偏转角度对来自所述光源的光进行反射，以对目标对象进行扫描；

光接收单元，用于接收从目标对象反射的光并输出探测值；其中，所述光接收单元包括光电传感器装置；

控制单元，其与所述光发射单元和所述光接收单元通信耦接，其中所述控制单元被构造为对所述光发射单元进行控制，对所述探测值进行处理；并且对所述扫描单元的偏转角度进行控制；

其中，从所述光发射单元发射的光到达目标对象的光路与从目标对象反射的光到达所述光接收单元的光路是非同轴的。

2、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述扫描单元可以选自包括以下的组：反射镜、棱镜、机械镜、偏振光栅和光学相控阵。

3、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括发射透镜，所述发射透镜用于对从所述扫描单元反射的光进行整形、分离或扩束。

4、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元包括光源和光学组件，其中光学组件被构造为对所述光源发出的光进行准直或聚焦。

5、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光接收单元的光电传感装置包括光电探测器。

6、根据权利要求5所述的激光雷达系统，其中所述光接收单元还包括接收透镜，其中从目标对象反射的光经所述接收透镜聚焦后到达所述光电探测器，所述接收透镜的焦点在所述光电探测器表面的前方、之上或者后方。

7、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中，所述光发射单元包括：

第一光源，用于发射第一光；

第二光源，用于发射第二光；

所述扫描单元，用于以偏转角度对入射到其上的第一光和第二光进行反射；

第一反射镜，包括相对的第一表面和第二表面，其中第一光经第一反射镜的第一表面反射后到达所述扫描单元；和

第二反射镜，用于对第二光进行反射，其中反射后的第二光经由第一反射镜的第二表面透射穿过第一反射镜后到达所述扫描单元，

其中，从第一反射镜反射离开的第一光的光路与从第二反射镜反射离开的第二光的光路重叠。

8、根据权利要求7所述的激光雷达系统，其中所述第一反射镜的反射率远大于其透射率。

9、根据权利要求7所述的激光雷达系统，其中所述第一反射镜的第一表面涂覆有反射涂层。

10、根据权利要求7所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括：

第三光源，用于发射第三光；和

第三反射镜，用于对第三光进行反射，

其中，所述第二反射镜包括相对的第一表面和第二表面，所述第二光经所述第二反射镜的第一表面进行反射，反射后的第三光依次经由所述第二反射镜的第二表面和所述第一反射镜的第二表面透射后达到所述扫描单元，

其中，从所述第三反射镜反射离开的第三光的光路与从所述第二反射镜反射离开的第二光的光路重叠。

11、根据权利要求7所述的激光雷达系统，其中所述第一光源和所述第二光源响应于反馈信号以可切换的方式进行操作。

12、根据权利要求7所述的激光雷达系统，其中，所述第一光源和所述第二光源为同一光源，所述同一光源的位置可调整为使得在第一位置发射的光经由所述第一反射镜反射后的光路与在第二位置发射的光经由所述第二反射镜反射后的光路重叠。

13、根据权利要求12所述的激光雷达系统，其中所述同一光源的位置是响应于反馈信号可调整的。

14、根据权利要求7所述的激光雷达系统，其中，所述控制单元基于所述探测值确定反馈信号，并基于所述反馈信号对第一光源和第二光源进行调整。

15、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元包括：
第一光源，用于发射第一光；
第二光源，用于发射第二光，其中第一光和第二光的偏振方向垂直；

所述扫描单元用于以偏转角度对入射到其上的第一光和第二光进行反射；和

偏振分束棱镜，被构造为使第一光反射并使第二光透射，反射后的第一光和透射后的第二光经由重叠的光路到达所述扫描单元上的同一位置。

16、根据权利要求15所述的激光雷达系统，其中所述第一光源和所述第二光源按照一定频率交替工作。

17、根据权利要求16所述的激光雷达系统，其中所述第一光源和所述第二光源是脉冲光源，所述一定频率是脉冲光源的重复频率的两倍。

18、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括：
光学元件，用于使入射到其上的来自所述扫描单元的反射光的一部分反射并使另一部分透射通过；

光电探测器组件，包括多个光电探测器的排列，用于接收来自光学元件的反射光并输出光电流。

19、根据权利要求18所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括处理电路，所述处理电路耦接到所述光电探测器组件，所述处理电路根据所述多个光电探测器中每个光电探测器输出的光电流计算扫描单元的偏转角度。

20、根据权利要求19所述的激光雷达系统，其中所述控制单元耦接到所述处理电路和所述扫描单元，并被构造为基于计算的偏转角度对所述扫描单元进行调整。

21、根据权利要求18所述的激光雷达系统，其中所述光电探测器组件是四象限光电探测器。

22、根据权利要求18所述的激光雷达系统，其中所述光学元件的透射率远大于其反射率。

23、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括：
 聚焦透镜，其位于所述光源和所述扫描单元之间，用于将所述光源发射的光聚焦到所述扫描单元上；以及
 准直透镜，用于对从所述扫描单元反射的光进行准直。

24、根据权利要求23所述的激光雷达系统，其中所述聚焦透镜的焦点在所述扫描单元之前、之上或者之后。

25、根据权利要求23所述的激光雷达系统，其中经所述准直透镜准直后的光的光斑直径大于所述扫描单元的直径。

26、根据权利要求23所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括扩束透镜，所述扩束透镜用于对经由所述准直透镜准直的光进行扩束。

27、根据权利要求26所述的激光雷达系统，其中通过所述扫描单元以不同偏转角度反射的光经所述准直透镜的对应不同部分进行准直。

28、根据权利要求23所述的激光雷达系统，其中所述光发射单元还包括：

 第二光源，用于发射第二光；

 第二聚焦透镜，位于所述第二光源和扫描单元之间，用于将第二光源发射的光聚焦到扫描单元上；以及

第二准直透镜，用于对从扫描单元反射的第二光进行准直，其中来自所述光源的光和来自第二光源的光分别被聚焦到扫描单元的同位置上。

29、根据权利要求28所述的激光雷达系统，其中所述第二聚焦透镜的焦点在所述扫描单元之前、之上或者之后。

30、根据权利要求28所述的激光雷达系统，其中所述第二准直透镜准直后的光的光斑直径大于所述扫描单元的直径。

31、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光接收单元的光电传感器装置包括：

二维光电探测器阵列，包括多个光电探测器；和

二维读出电路阵列，包括多个读出电路单元；

其中，所述多个读出电路单元与所述多个光电探测器一一对应，每个读出电路单元包括选择开关。

32、根据权利要求31所述的激光雷达系统，其中所述光接收单元的光电传感器装置还包括用于耦接所述二维光电探测器阵列和所述二维读出电路阵列的多个电气连接件。

33、根据权利要求32所述的激光雷达系统，其中每个电气连接件以块接或桥接方式耦接每个光电探测器和相应的读出电路单元。

34、根据权利要求31所述的激光雷达系统，其中所述多个光电探测器是雪崩光电二极管。

35、根据权利要求31所述的激光雷达系统，其中所述多个读出电路单元基于CMOS工艺。

36、根据权利要求31所述的激光雷达系统，其中每个读出电路单元还包括跨阻放大器，从每个光电探测器输出的光电流通过相应的跨阻放大器和选择开关被输出。

37、根据权利要求31所述的激光雷达系统，其中所述选择开关是MOSFET或JFET。

38、根据权利要求31所述的激光雷达系统，其中所述选择开关基于选择控制信号被接通或断开。

39、根据权利要求38所述的激光雷达系统，其中所述选择控制信号基于在相应光电探测器处接收到的光的光斑大小和角度中的至少一者。

40、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光接收单元的光电传感器装置包括：

光电探测器阵列，其包括第一数量个光电探测器；和

读出电路，包括开关阵列和第二数量个后处理电路，其中所述开关阵列中选择开关的数量为第一数量与第二数量的乘积，其中所述开关阵列用于将第一数量个光电探测器中任意一个的输出连接到第二数量个后处理电路中的任意一个。

41、根据权利要求40所述的激光雷达系统，其中所述读出电路还包括与第一数量个光电探测器一一对应的第一数量个跨阻放大器，每个跨阻放大器用于对从相应光电探测器输出的信号进行放大。

42、根据权利要求40所述的激光雷达系统，其中所述开关阵列中的每个选择开关是FET、MOSFET、BJT中的至少一者。

43、根据权利要求40所述的激光雷达系统，其中还包括光学滤波器，所述光学滤波器位于所述光电探测器阵列之上。

44、根据权利要求1所述的激光雷达系统，其中所述光接收单元的光电传感器装置包括：

光电探测器阵列，包括多个光电探测器；和

光学快门，包括透光部分和遮光部分，其中光通过所述透光部分到达所述光电探测器阵列的相应光电探测器，

其中所述透光部分在所述光学快门上的位置是电学可调的。

45、根据权利要求44所述的激光雷达系统，其中所述光学快门是基于MEMS的微快门阵列。

46、根据权利要求45所述的激光雷达系统，其中所述微快门阵列中的每个微快门单元包括可独立电控的遮光组件。

47、根据权利要求45所述的激光雷达系统，其中所述微快门阵列中的每个微快门单元与光电探测器阵列中的相应光电探测器对准。

48、根据权利要求44所述的激光雷达系统，其中所述光学快门是基于LCD的快门阵列，所述基于LCD的快门阵列包括多个单独的LCD元件，每个LCD元件与所述光电探测器阵列中的相应光电探测器对准。

49、根据权利要求44所述的激光雷达系统，其中所述透光部分在所述光学快门上的位置是基于入射到所述光学快门上的光的光斑大小和位置中的至少一者来调节的。

50、一种光发射单元，包括：

第一光源，用于发射第一光；

第二光源，用于发射第二光；

扫描单元，用于以偏转角度对入射到其上的第一光和第二光进行反射；

第一反射镜，包括相对的第一表面和第二表面，其中第一光经第一反射镜的第一表面反射后到达所述扫描单元；和

第二反射镜，用于对第二光进行反射，其中反射后的第二光经由第一反射镜的第二表面透射穿过第一反射镜后到达所述扫描单元，

其中，从第一反射镜反射离开的第一光的光路与从第二反射镜反射离开的第二光的光路重叠。

51、根据权利要求50所述的光发射单元还包括：

第三光源，用于发射第三光；和

第三反射镜，用于对第三光进行反射，

其中，所述第三反射镜包括相对的第一表面和第二表面，所述第三光经所述第三反射镜的第一表面进行反射，反射后的第三光依次经

由所述第二反射镜的第二表面和所述第一反射镜的第二表面透射后达到所述扫描单元，

其中，从所述第三反射镜反射离开的第一光的光路与从所述第二反射镜反射离开的第一光的光路重叠。

52、根据权利要求50所述的光发射单元，其中，所述第一光源和所述第二光源为同一光源，所述同一光源的位置可调整为使得在第一位置发射的光经由所述第一反射镜反射后的光路与在第二位置发射的光经由所述第二反射镜反射后的光路重叠。

53、一种光发射单元，包括：

第一光源，用于发射第一光；

第二光源，用于发射第二光，其中第一光和第二光的偏振方向垂直；

扫描单元用于以偏转角度对入射到其上的第一光和第二光进行反射；和

偏振分束棱镜，被构造为使第一光反射并使第二光透射，反射后的第一光和透射后的第二光经由重叠的光路到达所述扫描单元上的同一位置。

54、一种光发射单元，包括：

光源；

扫描单元，所述扫描单元被构造为以可控制的偏转角度对来自所述光源的光进行反射，以对目标对象进行扫描；

光学元件，该光学元件用于使入射到其上的来自所述扫描单元的反射光的一部分反射并使另一部分透射通过；

光电探测器组件，包括多个光电探测器的排列，用于接收来自光学元件的反射光并输出光电流。

55、根据权利要求54所述的光发射单元，其中所述光发射单元还包括处理电路，所述处理电路耦接到所述光电探测器组件，所述处理电路根据所述多个光电探测器中每个光电探测器输出的光电流计算扫描单元的偏转角度。

56、一种光发射单元，包括：

光源；

扫描单元，所述扫描单元被构造为以可控制的偏转角度对来自所述光源的光进行反射，以对目标对象进行扫描；

聚焦透镜，其位于所述光源和所述扫描单元之间，用于将所述光源发射的光聚焦到所述扫描单元上；以及

准直透镜，用于对从所述扫描单元反射的光进行准直。

57、根据权利要求56所述的光发射单元，还包括扩束透镜，所述扩束透镜用于对经由所述准直透镜准直的光进行扩束。

58、根据权利要求56所述的光发射单元，还包括：第二光源，用于发射第二光；第二聚焦透镜，位于所述第二光源和扫描单元之间，用于将第二光源发射的光聚焦到扫描单元上；以及第二准直透镜，用于对从扫描单元反射的第二光进行准直，其中来自所述光源的光和来自第二光源的光分别被聚焦到扫描单元的同一位置上。

59、一种光接收单元，包括光电传感器装置，其包括：

二维光电探测器阵列，包括多个光电探测器；和

二维读出电路阵列，包括多个读出电路单元；

其中，所述多个读出电路单元与所述多个光电探测器一一对应，每个读出电路单元包括选择开关。

60、根据权利要求59所述的光接收单元，其中所述光接收单元的光电传感器装置还包括用于耦接所述二维光电探测器阵列和所述二维读出电路阵列的多个电气连接件。

61、根据权利要求60所述的光接收单元，其中每个电气连接件以块接或桥接方式耦接每个光电探测器和相应的读出电路单元。

62、根据权利要求59所述的光接收单元，其中每个读出电路单元还包括跨阻放大器，从每个光电探测器输出的光电流通过相应的跨阻放大器和选择开关被输出。

- 63、一种光接收单元，包括光电传感器装置，其包括：
光电探测器阵列，其包括第一数量个光电探测器；和
读出电路，包括开关阵列和第二数量个后处理电路，其中所述开关阵列中选择开关的数量为第一数量与第二数量的乘积，其中所述开关阵列用于将第一数量个光电探测器中任意一个的输出连接到第二数量个后处理电路中的任意一个。
- 64、根据权利要求63所述的光接收单元，其中所述读出电路还包括与第一数量个光电探测器一一对应的第一数量个跨阻放大器，每个跨阻放大器用于对从相应光电探测器输出的信号进行放大。
- 65、一种光接收单元，包括光电传感器装置，其包括：
光电探测器阵列，包括多个光电探测器；和
光学快门，包括透光部分和遮光部分，其中光通过所述透光部分到达所述光电探测器阵列的相应光电探测器，
其中所述透光部分在光学快门上的位置是电学可调的。
- 66、根据权利要求65所述的激光雷达系统，其中所述光学快门是基于LCD的快门阵列，所述基于LCD的快门阵列包括多个单独的LCD元件，每个LCD元件与所述光电探测器阵列中的相应光电探测器对准。
- 67、根据权利要求65所述的激光雷达系统，其中所述透光部分在所述光学快门上的位置是基于入射到所述光学快门上的光的光斑大小和位置中的至少一者来调节的。

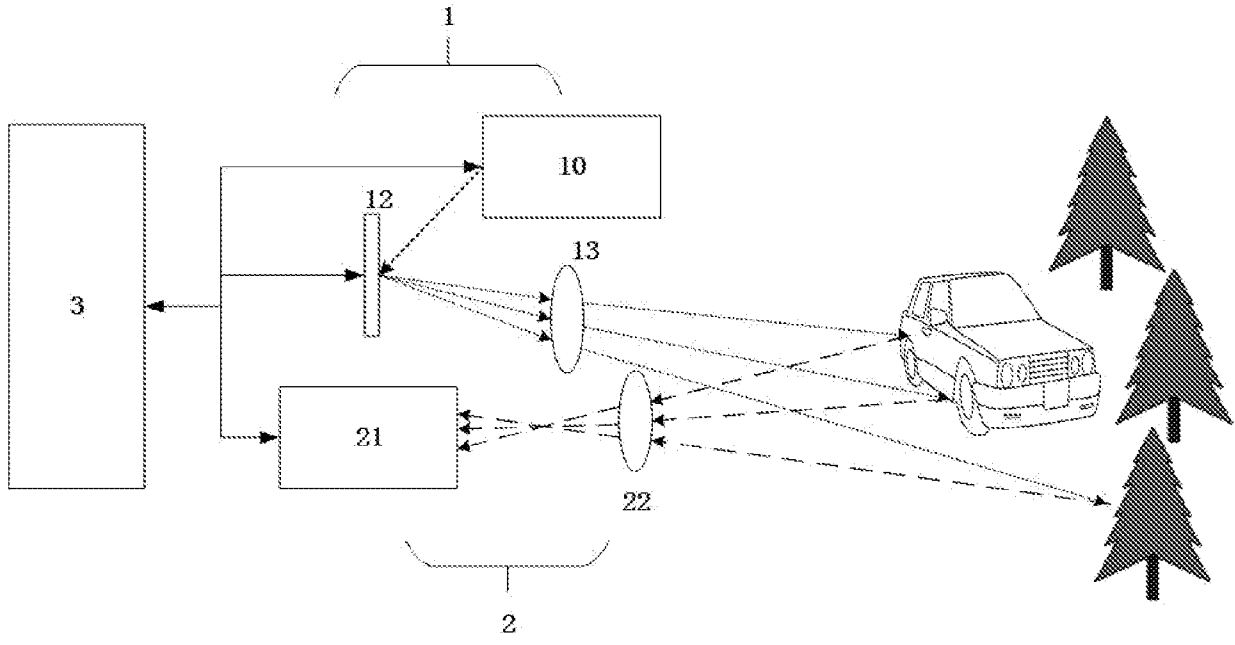


图1

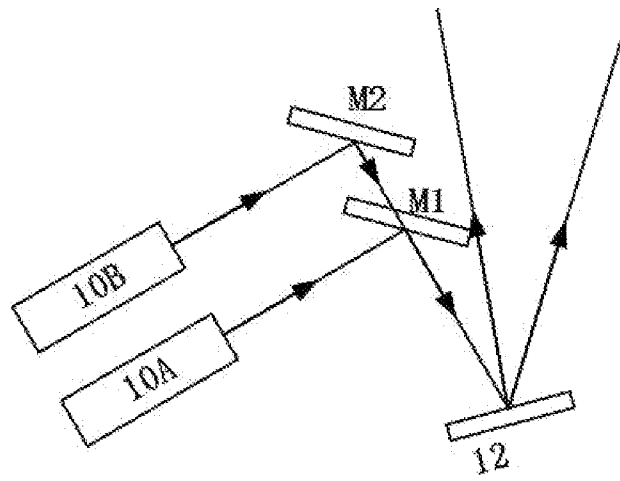


图2a

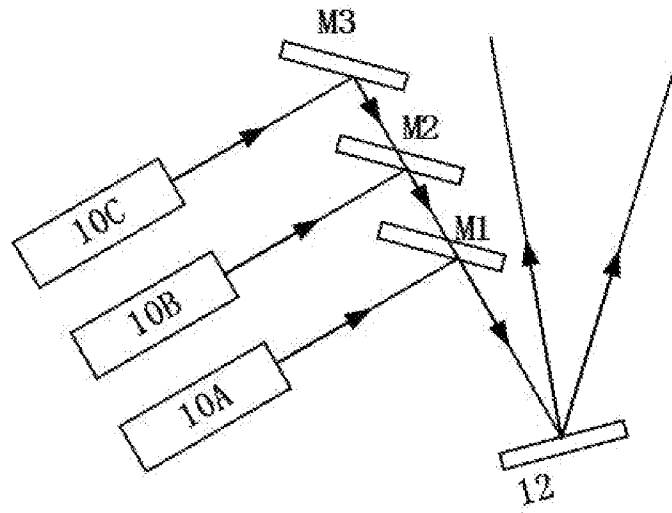


图2b

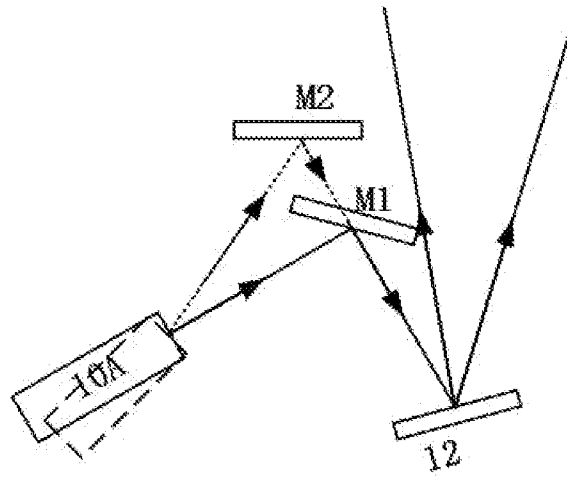


图2c

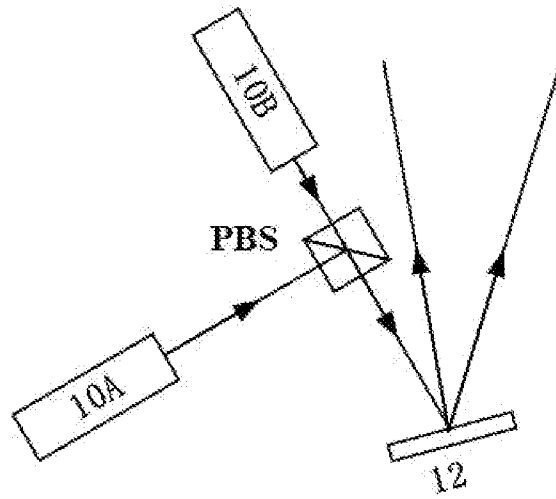


图3a

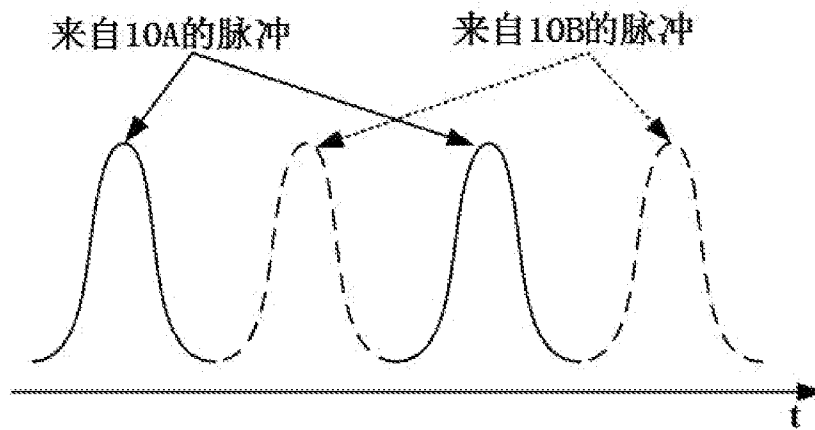


图3b

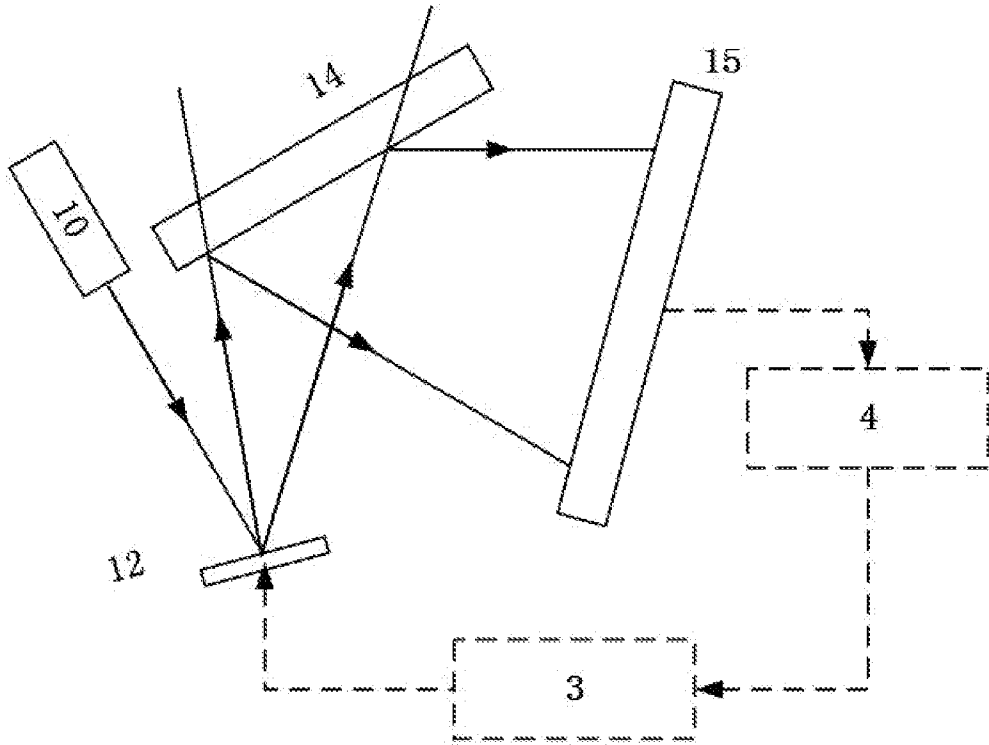


图4

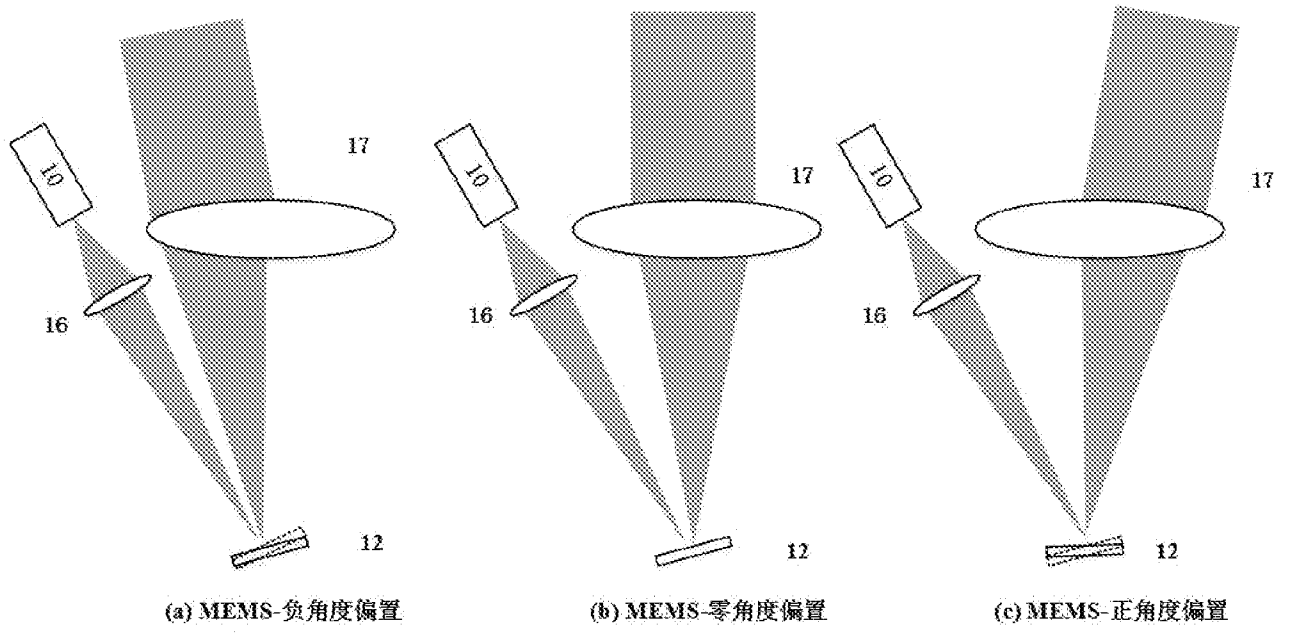


图5

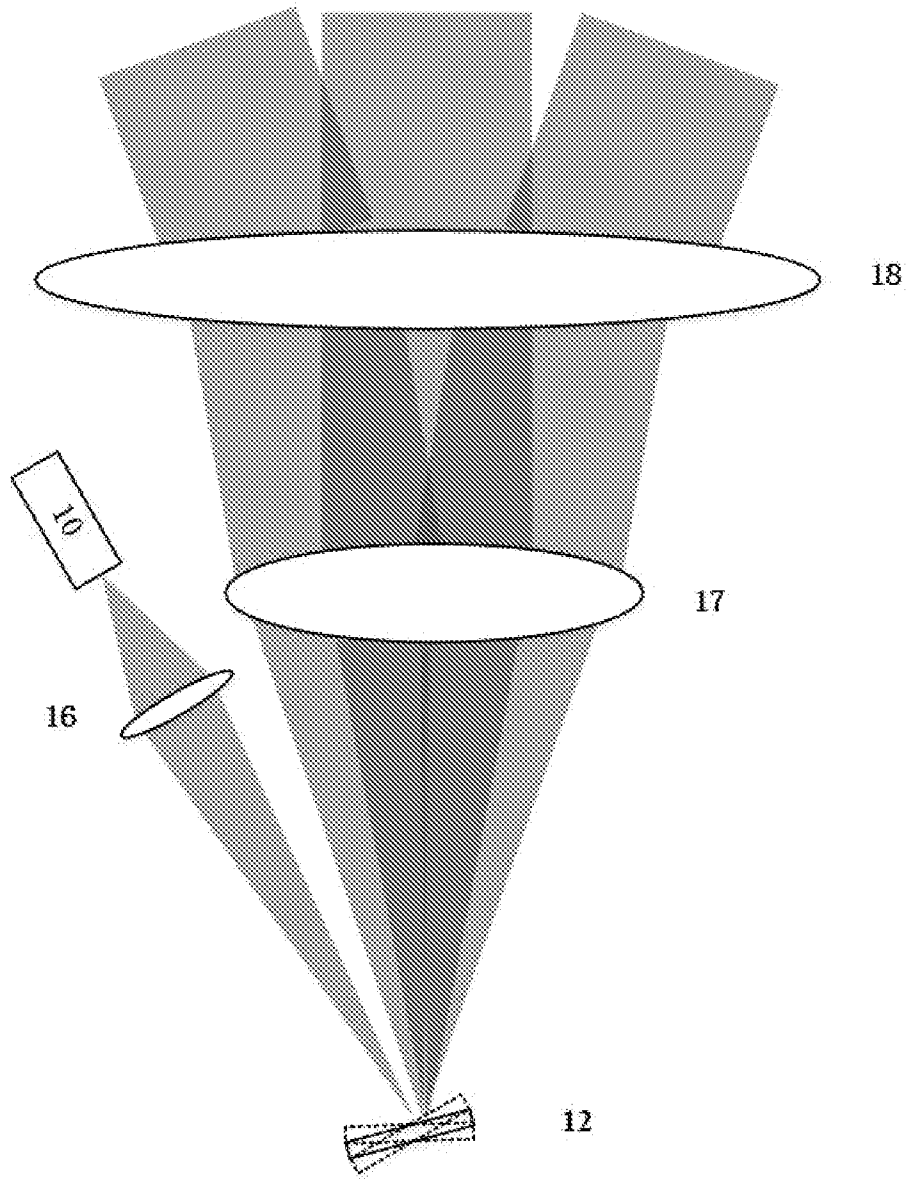


图6

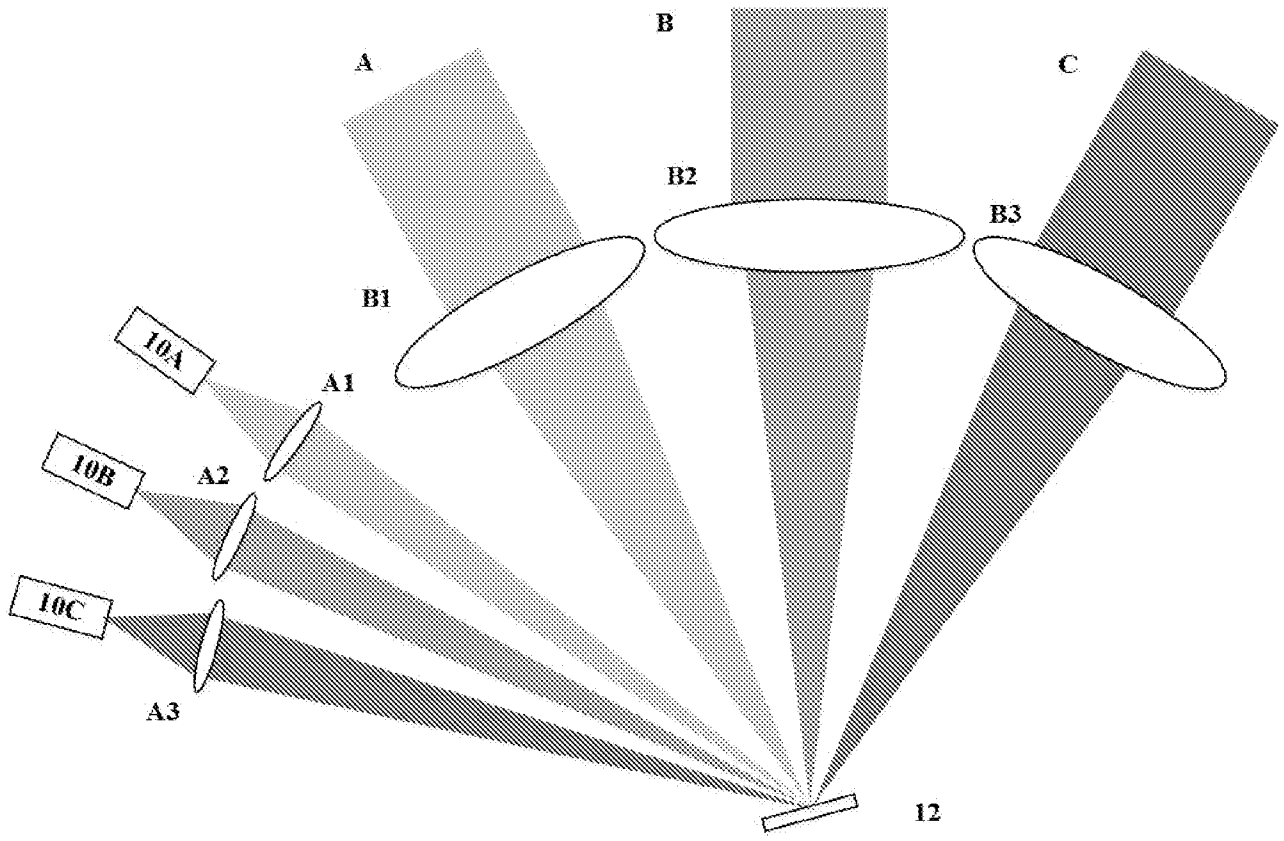


图7

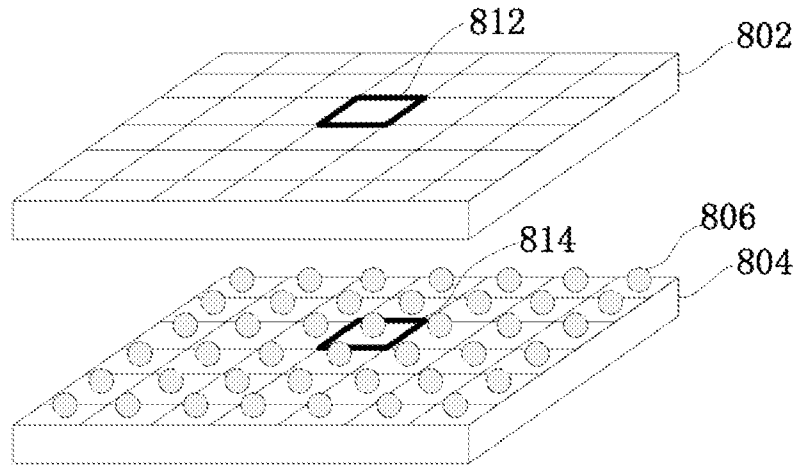


图8

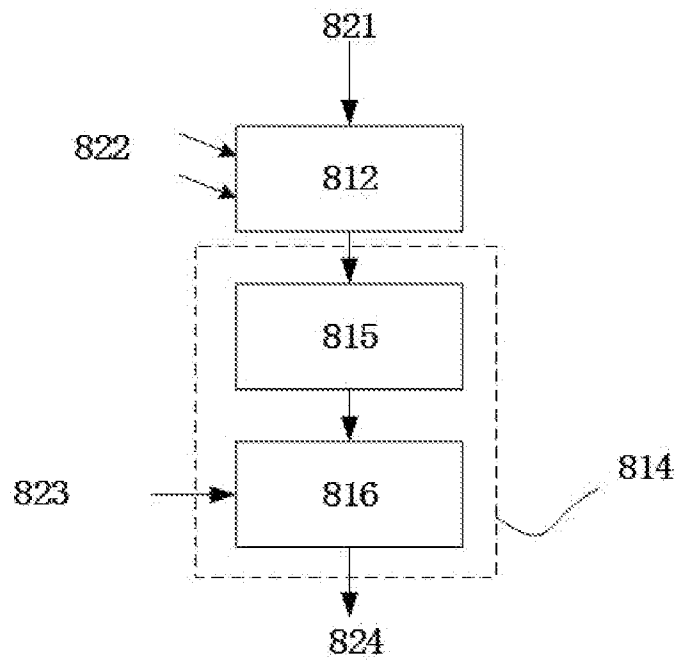


图9a

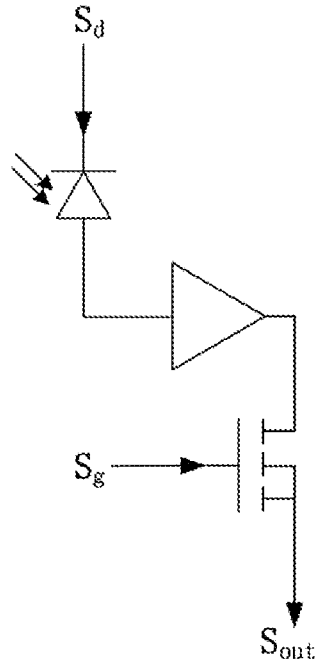


图9b

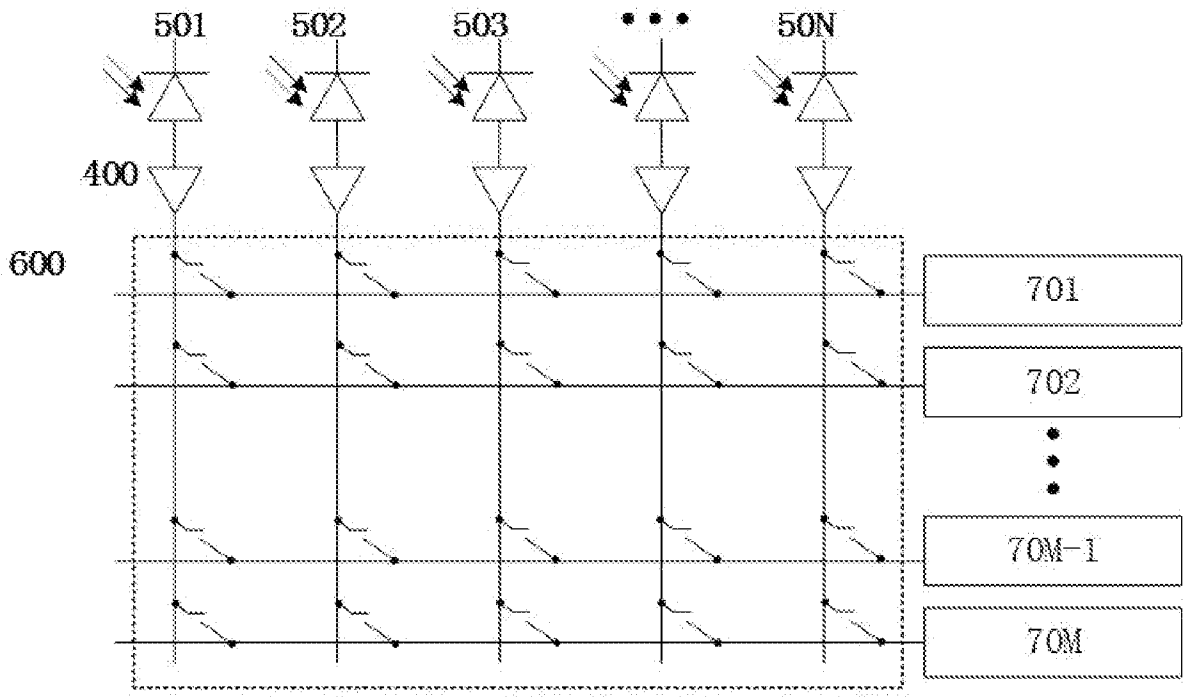


图10

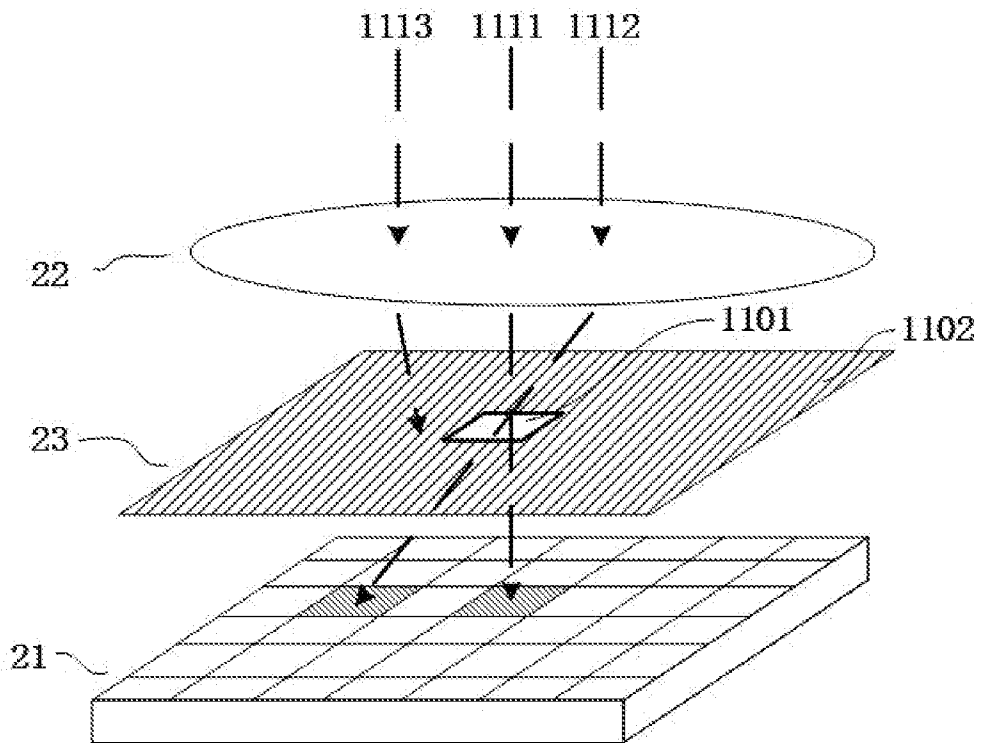


图11

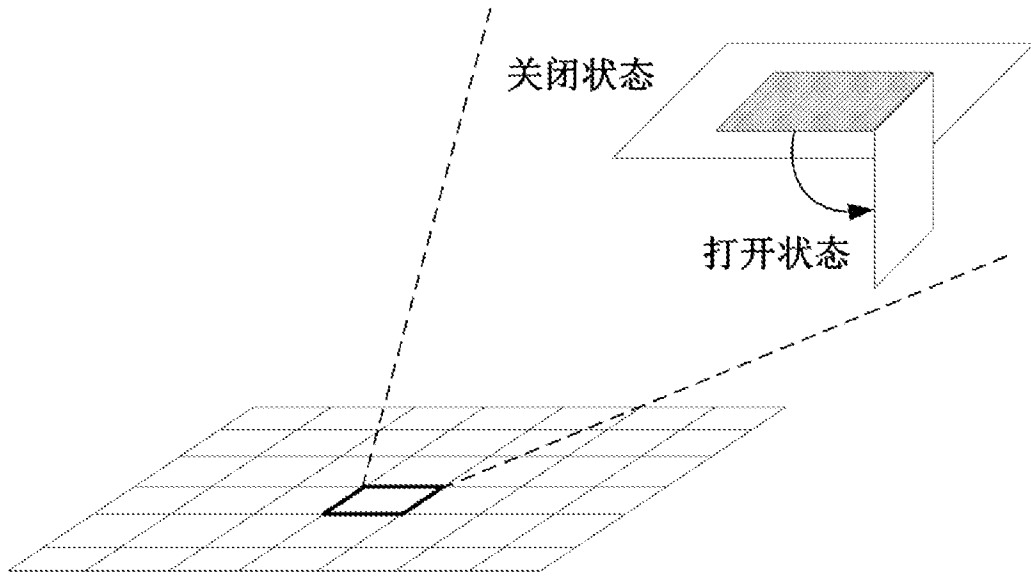


图12

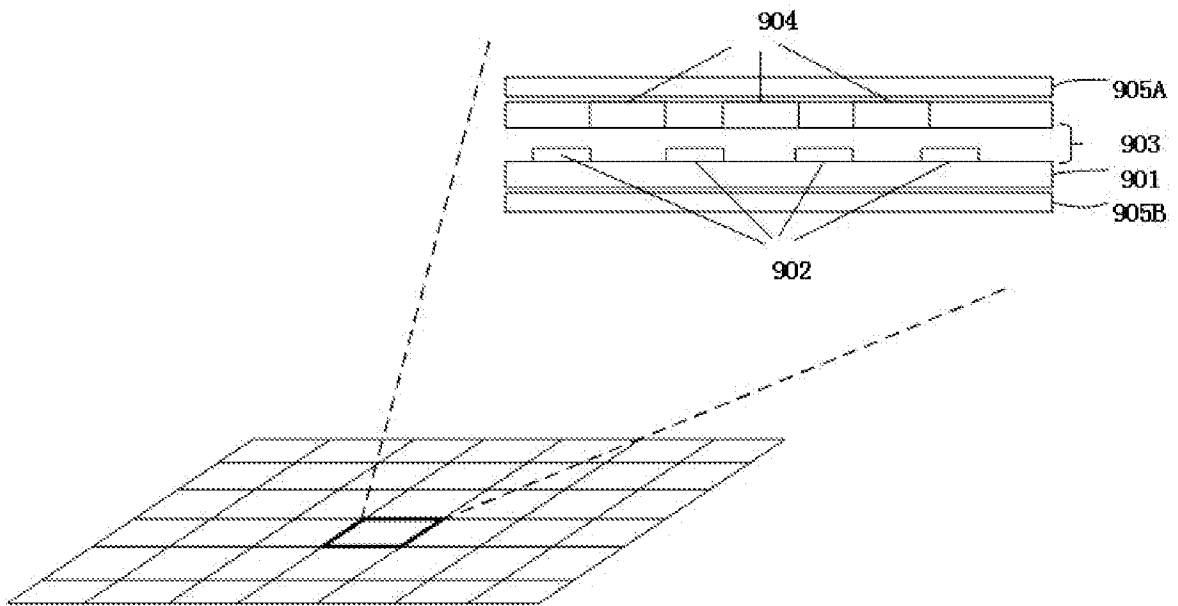


图13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/110336

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01S 17/08(2006.01)i; G01S 7/481(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
CNABS, CNKI, CNTXT, VEN, IEEE; 激光雷达, 光源, 发射, 接收, 传感器, 非同轴, 读出电路, 快门, LCD, laser, radar, light, source, optical, detection, photodiode, ranging, circuit, lidar		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 209014727 U (ZVISION TECHNOLOGIES CO., LTD.) 21 June 2019 (2019-06-21) description, paragraphs [0041]-[0077], and figures 1-13	1-67
X	CN 108594206 A (SHANGHAI HESAI PHOTONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 September 2018 (2018-09-28) description, paragraphs [0085]-[0119], and figures 5-11	1-6, 18-49, 54-67
Y	CN 108594206 A (SHANGHAI HESAI PHOTONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) 28 September 2018 (2018-09-28) description, paragraphs [0085]-[0119], and figures 5-11	7-17
X	CN 103792541 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 14 May 2014 (2014-05-14) description, paragraph [0013], and figure 1	50-53
Y	CN 103792541 A (HEFEI INSTITUTES OF PHYSICAL SCIENCE, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 14 May 2014 (2014-05-14) description, paragraph [0013], and figure 1	7-17
A	CN 105974393 A (LANZHOU UNIVERSITY) 28 September 2016 (2016-09-28) entire document	1-67
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
12 July 2019		19 July 2019
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/110336

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103954971 A (WUHAN UNIVERSITY) 30 July 2014 (2014-07-30) entire document	1-67
A	CN 107247269 A (XI'AN FEIXIN ELECTRONIC TECH CO., LTD.) 13 October 2017 (2017-10-13) entire document	1-67
A	CN 103364775 A (TSINGHUA UNIVERSITY) 23 October 2013 (2013-10-23) entire document	1-67
A	WO 2017210418 A1 (VELOCITYNE LIDAR, INC.) 07 December 2017 (2017-12-07) entire document	1-67

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/110336

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	209014727	U	21 June 2019	None	
CN	108594206	A	28 September 2018	None	
CN	103792541	A	14 May 2014	None	
CN	105974393	A	28 September 2016	None	
CN	103954971	A	30 July 2014	CN	103954971 B 30 March 2016
CN	107247269	A	13 October 2017	None	
CN	103364775	A	23 October 2013	CN	103364775 B 04 March 2015
WO	2017210418	A1	07 December 2017	CA	3024510 A1 07 December 2017
				US	2017350983 A1 07 December 2017
				CN	109196370 A 11 January 2019
				EP	3465249 A1 10 April 2019

A. 主题的分类 G01S 17/08 (2006.01) i; G01S 7/481 (2006.01) i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G01S 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS, CNKI, CNTXT, VEN, IEEE : 激光雷达, 光源, 发射, 接收, 传感器, 非同轴, 读出电路, 快门, LCD, laser, radar, light, source, optical, detection, photodiode, ranging, circuit, lidar		
C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
E	CN 209014727 U (北京一径科技有限公司) 2019年 6月 21日 (2019 - 06 - 21) 说明书第[0041]-[0077]段, 图1-13	1-67
X	CN 108594206 A (上海禾赛光电科技有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第[0085]-[0119]段, 图5-11	1-6, 18-49, 54-67
Y	CN 108594206 A (上海禾赛光电科技有限公司) 2018年 9月 28日 (2018 - 09 - 28) 说明书第[0085]-[0119]段, 图5-11	7-17
X	CN 103792541 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2014年 5月 14日 (2014 - 05 - 14) 说明书第[0013]段, 图1	50-53
Y	CN 103792541 A (中国科学院合肥物质科学研究院) 2014年 5月 14日 (2014 - 05 - 14) 说明书第[0013]段, 图1	7-17
A	CN 105974393 A (兰州大学) 2016年 9月 28日 (2016 - 09 - 28) 全文	1-67
A	CN 103954971 A (武汉大学) 2014年 7月 30日 (2014 - 07 - 30) 全文	1-67
A	CN 107247269 A (西安飞芯电子科技有限公司) 2017年 10月 13日 (2017 - 10 - 13) 全文	1-67
<input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2019年 7月 12日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 19日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 张静 电话号码 010-62085727

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 103364775 A (清华大学) 2013年 10月 23日 (2013 - 10 - 23) 全文	1-67
A	WO 2017210418 A1 (VELOCITYNE LIDAR, INC.) 2017年 12月 7日 (2017 - 12 - 07) 全文	1-67

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/110336

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	209014727	U	2019年 6月 21日	无			
CN	108594206	A	2018年 9月 28日	无			
CN	103792541	A	2014年 5月 14日	无			
CN	105974393	A	2016年 9月 28日	无			
CN	103954971	A	2014年 7月 30日	CN	103954971	B	2016年 3月 30日
CN	107247269	A	2017年 10月 13日	无			
CN	103364775	A	2013年 10月 23日	CN	103364775	B	2015年 3月 4日
WO	2017210418	A1	2017年 12月 7日	CA	3024510	A1	2017年 12月 7日
				US	2017350983	A1	2017年 12月 7日
				CN	109196370	A	2019年 1月 11日
				EP	3465249	A1	2019年 4月 10日