

(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
2025 年 1 月 9 日 (09.01.2025)



(10) 国际公布号
WO 2025/007246 A1

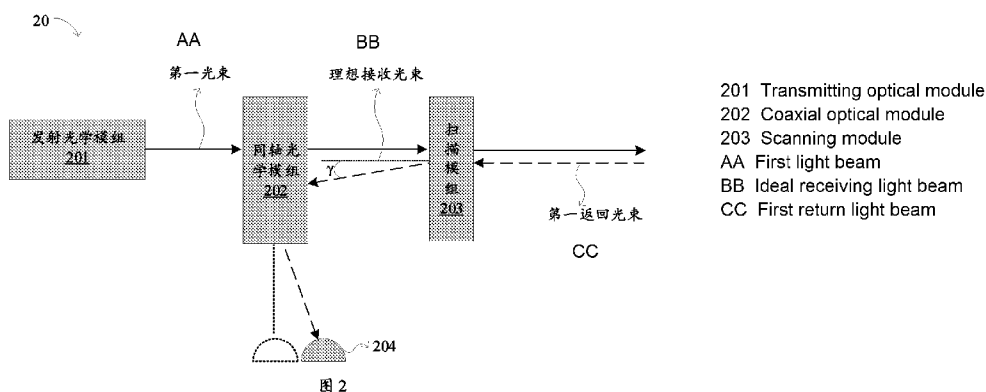
- (51) 国际专利分类号:
G01S 7/481 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/105547
- (22) 国际申请日: 2023 年 7 月 3 日 (03.07.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 深圳引望智能技术有限公司 (SHENZHEN YINWANG INTELLIGENT TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田街道万科城社区华为公司华为总部办公楼101, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 林娇 (LIN, Jiao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。刘军 (LIU, Jun); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。王兴武

(WANG, Xingwu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。李庚禹 (LI, Gengyu); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

- (74) 代理人: 广州三环专利商标代理有限公司 (SCIHEAD IP LAW FIRM); 中国广东省广州市越秀区先烈中路 80 号汇华商贸大厦 1508 室, Guangdong 510070 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) Title: OPTICAL MODULE, LASER RADAR, AND TERMINAL

(54) 发明名称: 一种光学模组、激光雷达和终端



(57) Abstract: An optical module (20), a laser radar, and a terminal, applied to the technical field of detection. The optical module (20) comprises a transmitting optical module (201), a coaxial optical module (202), a scanning module (203), and a receiving optical module (204). During transmission, a first light beam sequentially passes through the transmitting optical module (201), the coaxial optical module (202), and the scanning module (203) and propagates to an object space. During receiving, a first return light beam sequentially passes through the scanning module (203) and the coaxial optical module (202) and propagates to the receiving optical module (204), and a first included angle is formed between the first light beam passing through the coaxial optical module (202) and the first return light beam before passing through the coaxial optical module (202). A first offset exists between the position of the receiving optical module (204) and an ideal receiving light beam of the first light beam, thereby compensating for the angle offset of the first return light beam, such that the light spot of the first return light beam is closer to an effective receiving area of the receiving optical module (204), and even coincides with the center of the effective receiving area. Signal loss caused by the walk-off angle can be reduced, thereby improving the effectiveness of echoes, and improving the detection performance.

SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SC, 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, ME, 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: 一种光学模组(20)、激光雷达和终端, 应用于探测技术领域。光学模组(20)包括发射光学模组(201)、同轴光学模组(202)、扫描模组(203)和接收光学模组(204), 发射时, 第一光束依次经过发射光学模组(201)、同轴光学模组(202)和扫描模组(203)传播到物空间。接收时, 第一返回光束依次经过扫描模组(203)和同轴光学模组(202)传播至接收光学模组(204), 而经过同轴光学模组(202)后的第一光束和经过同轴光学模组(202)前的第一返回光束存在第一夹角。其中, 接收光学模组(204)的位置与第一光束的理想接收光束存在第一偏移, 从而补偿第一返回光束的角度偏移, 使第一返回光束的光斑更靠近接收光学模组(204)的有效接收区域, 甚至与有效接收区域的中心重合。可以降低由walk off角造成的信号损耗, 提升回波的有效性, 提升探测性能。

一种光学模组、激光雷达和终端

技术领域

本申请涉及探测技术领域，尤其涉及一种光学模组、激光雷达和终端。

背景技术

随着信息技术以及计算机视觉的发展，探测技术取得了飞速发展，各式各样的探测装置给人们的生活、出行带来了极大的便利。探测装置可以看作设备是感知环境的“眼睛”，包括摄像头等视觉系传感器和毫米波雷达、激光雷达和超声波雷达等雷达系传感器。

其中，激光雷达（light detection and ranging, Lidar，或称光探测和测距装置）具有分辨率较高、探测性能好、隐蔽性强的优点，在设备感知环境的过程中发挥着重要的作用。而扫描式激光雷达是被广泛使用的一种激光雷达，其采用扫描的方式对物空间进行探测的激光雷达。

扫描式探测装置包含发射端、接收端和扫描模组。由于扫描模组会旋转或摆动，光束由扫描器投射到目标物，再被目标物反射回来照射到扫描器的这段时间内，扫描器会产生一个偏移角，这个由扫描器活动所造成的发射光束与返回光束之间的偏移角在探测领域被称为称 walk off 角。walk off 角的存在使得返回光束不能照射在接收端中心，造成回光信号强度下降，影响测距性能。

发明内容

本申请实施例提供一种光学模组、激光雷达和终端，能够降低由 walk off 角造成的信号损耗，提升接收的回波信号的有效性，提升探测性能。

第一方面，本申请实施例提供一种光学模组，包括发射光学模组、同轴光学模组、扫描模组和接收光学模组，其中：

所述发射光学模组用于将光源发出的第一光束传播至所述同轴光学模组；

所述同轴光学模组用于将所述第一光束传播至所述扫描模组；

所述扫描模组用于将所述第一光束扫描至物空间，还用于将所述第一返回光束传输至所述同轴光学模组，所述第一返回光束为所述第一光束的返回光束；

所述同轴光学模组还用于将所述第一返回光束传输至所述接收光学模组，其中，进入同轴光学模组后的第一光束和返回至同轴光学模组前的第一返回光束存在第一夹角，所述第一夹角大于 0° 且小于 90° ；

所述接收光学模组用于接收所述第一返回光束；

其中，所述接收光学模组的位置与所述第一光束的理想接收光束存在第一偏移，返回至所述同轴光学模组前的所述第一返回光束的理想接收光束和第一光束平行。

本申请实施例中，理想接收光束是与第一光束平行的返回光束，换句话说，若扫描器处于静止状态，则第一光束的返回光束会沿着理想接收光束的光路传播。由于扫描器不断扫描，第一光束被传播到物空间的目标物上后，可以被物空间的目标物反射得到第一反射光束。由于物空间的目标物与扫描器之间存在一定距离，使得第一返回光束经过扫描器时，扫描器已经转动过了一定角度。因此，第一返回光束不再沿着理想接收光束的传播，也即，第一返回光束与理想接收光束的存在偏移角。

在此基础上，本申请将接收模组偏离理想接收光束的光路，从而可以补偿第一返回光束相比与理想接收光束的偏移，可以降低由 walk off 角造成的信号损耗。可理解的，第一返回光束与理想接收光束（与第一光束平行）的偏移角为第一夹角，而接收光学模组也相比于理想接收光束的存在偏移，因此接收光学模组的偏移补偿了第一光束的偏移，使得第一返回光束的光斑可以更加靠近接收光学模组有效接收区域，甚至与有效接收区域的中心重合。如此，接收光学模组可以更加准确地接收第一返回光束，提升了接收的回波信号的有效性，提升了探测性能。

其中，有效接收区域是指接收模组可以用于接收第一返回光束的区域，包括但不限于是微透镜阵列的通光面、光纤的接收模场、或接收器的探测器中等。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述第一偏移与所述第一夹角相关。

其中，第一夹角是返回光束与发射光束之间的夹角，通过该夹角和扫描器至接收光学模组之间的光路的距离，可以确定第一返回光束在传播至接收光学模组的偏移量，从而可以设计接收光学模组的补偿量，

使得接收光学模组可以更加准确地接收第一返回光束,提升了接收的回波信号的有效性,提升了探测性能。

在第一方面的又一种可能的实施方式中,所述同轴光学模组包含分光模组和扩束模组,所述分光模组设置在所述发射光学模组和所述扩束模组之间。

示例性的,这里的之间是表示光路的中间,也即是说,第一光束经过所述分光模组和所述扩束模组传播至所述扫描模组,第一返回光束经过所述扩束模组和所述分光模组传播至接收模组。

其中,分光模组是指将光束分为多路的光学装置。例如,分光模组可以包含偏振分束器(polarization beam splitter, PBS)、半透半反分光镜中的一种或者多种的组合。一些场景中,分光模组还可以包含其他用于辅助实现分光或者提升分光效率、光束质量的模组。例如,分光模组还可以包含波片(例如四分之一波片、二分之一波片、或八分之一波片等)、增透膜、或滤镜等中的一项或者多项。示例性的,分光模组可以包含PBS和四分之一波片(quarter-wave plate, QWP)。第一光束依次经过PBS和四分之一波片,而第一返回光束依次经过四分之一波片和PBS。由于四分之一波片可以改变偏振状态,而PBS可以根据偏振状态透过或反射经过的光束,从而可以将第一光束和第一返回光束的光路分开,实现收发同轴。

扩束模组是指用于增加或者缩小光束直径的模组。例如,扩束模组可以为望远镜扩束模组,其通过设置至少两组透镜来实现扩束/缩束。

在这种实施方式中,扩束模组设置在后端,发射时,光束分光再进行扩束,因此第一光束经过分光模组时直径比较小,经过扩束以后光束的直径变大,使得传播到物空间的光斑比较大,提升探测效率。而在接收时,返回光束经过扩束单元以后直径缩小,使得更容易被光接收单元接收,提升接收信号的有效性。而且,由于细光束比粗光束的路径更可控,从而可以便于解决发射端和接收端偏轴的技术问题。

另外,这种情况下,发射光束和接收光束可以共用同一套扩束镜头,提升了器件的集成度,减小了模组的体积。

在第一方面的又一种可能的实施方式中,所述接收光学模组包含第一微透镜阵列,所述第一微透镜阵列用于接收经过所述分光模组后的所述第一返回光束;

所述第一微透镜阵列的光轴与所述理想接收光束之间存在第三夹角,所述第三夹角小于等于第二夹角且大于等于所述第二夹角的二分之一;

所述第二夹角与最大偏移角度和所述扩束模组的扩束倍数相关,所述最大偏移角度与所述光学模组的最远探测距离和所述扫描模组的扫描速度相关。

可选的,所述扩束模组的扩束倍数也可以替换为所述扩束模组中的透镜的焦距。可选的,第一微透镜阵列可以用于汇聚第一返回光束,从而使得接收器可以更准确的接收第一返回光束。

在上述实施例中,第一微透镜阵列在放置时,其光轴与理想接收光束的光路存在角度偏移,从而可以补偿第一返回光束的角度偏移,提升接收的回波信号的有效性,提升探测性能。

其中,第三夹角 θ 可以落入以下范围, $\frac{\lambda_{max}}{2} < \theta < \lambda_{max}$, λ_{max} 为第二夹角,第二夹角与最大偏移角度(表示为 φ)、扩束模组的放大倍数相关。上述扩束模组的放大倍数也可以替换为扩束模组中的两组透镜的焦距。

一些场景中,由于物空间中的目标物与光学模组之间的距离有多种可能的情况,因此,第一返回光束与理想接收光束之间的偏移角(即第一夹角)会随着目标物与光学模组之间的距离变化而变化。而最大偏移角度为第一夹角的最大值,也即,最大偏移角度为最远探测距离出的目标物反射第一光束形成的第一返回光束(简称为最大偏移光束)与理想接收光束之间的夹角。换句话说,最大偏移角度为最大偏移光束与静态接收光束的夹角,最大偏移光束为光学模组的最远探测距离的目标物反射第一光束形成的光束。其中,最远探测距离可以为光学模组的最远探测距离,也即光学模组所在的探测装置的最远探测距离,其可以是预先定义、或预先设计的。

示例性的,第二夹角可以满足如下式子: $\frac{\tan \lambda_{max}}{\tan \varphi} = \text{放大倍数}$ 。进一步的,放大倍数= $D2/D1$, $D2$ 为经过扩束模组之后的第一光束的直径, $D1$ 为经过扩束模组之前的第一光束的直径。

可选的,最大偏移角度与最远探测距离和扫描模组的扫描速度相关。示例性的,最大偏移角度 φ 可以满足如下式子: $\varphi = k * D * \frac{v}{c}$ 。其中, v 为扫描器的角速度, c 为光速, D 为最远探测距离。 k 为系数,由于机械角度和光学角度之间存在相关关系, k 用于转换为机械角度和光学角度。例如,光学角度为机械角度的两倍,此处光束两次经过扫描器,则 k 可以为4,即: $\varphi = 4 * D * \frac{v}{c}$ 。

在第一方面的又一种可能的实施方式中,扩束模组包含两组透镜,两组透镜的焦距不同,且靠近物空间的透镜的焦距比远离物空间的透镜的焦距更大。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述扩束模组包含第二微透镜阵列和准直镜（collimation lens, CL），所述第二微透镜阵列和所述准直镜具有共同的第一焦平面。可选的，第二微透镜阵列设置在分光模组和所述准直镜之间。

进一步的，第二微透镜阵列的焦距小于准直镜的焦距。可选的，扩束模组的放大倍数与第二微透镜阵列的焦距和准直镜的焦距相关。

示例性的， $\frac{D2}{D1} = \frac{fc}{f2}$ ，其中，D2为经过扩束模组之后的光束的直径，D1为经过扩束模组之前的光束的直径，fc为准直镜的焦距，f2为第二微透镜阵列的焦距。

一些场景中，前述的第二夹角与最大偏移角度 φ 、第二微透镜阵列的焦距和准直镜的焦距相关。例如，第二夹角可以满足如下式子： $\tan \varphi * fc = \tan \lambda_{\max} * f2$ 。

如此，通过前后两组透镜进行扩束（或称望远镜扩束模组），使得光学模组实现收发同轴的工艺容差增大，可实现性更好。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，第一微透镜阵列与理想接收光束的之间的第一偏移距离与第三夹角、第一微透镜阵列与分光模组之间的距离、分光模组与扩束模组之间的距离和第一返回光束的光斑在所述第一焦平面上的第二偏移相关。

可选的，第二偏移为在第一夹角为最大偏移角度的情况下第一返回光束的光斑和第一返回光束的理想接收光束的光斑在第一焦平面上的距离。

示例性的，第二偏移与第三夹角、扩束模组中的两组透镜的焦距相关。例如，第二偏移 Δy 满足如下式子：

$$\Delta y = fc * \left(\tan \left(\frac{f2}{fc} * \theta \right) \right)$$

其中，fc为准直镜的焦距，f2为第二微透镜阵列的焦距， θ 为第三夹角。

示例性的，第一偏移距离 Δx 满足如下式子：

$$\Delta x = |(d1 + d2) * \tan \theta - \Delta y|$$

其中，d1为第一微透镜阵列与分光模组之间的距离，d2为分光模组与扩束模组（或第二微透镜阵列）之间的距离， θ 为第三夹角， Δy 为第二偏移。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述接收光学模组还包含接收光学元件，所述接收光学元件用于接收经过所述第一微透镜阵列的第一返回光束。

可选的，接收光学元件与经过所述理想接收光束之间的距离为第二偏移距离，所述第二偏移距离与所述第三夹角、所述第一微透镜阵列与所述分光模组之间的距离、所述分光模组与所述扩束模组之间的距离、所述第二微透镜阵列的焦距、所述准直镜的焦距和所述第一返回光束的光斑在所述第一焦平面上的第三偏移相关。

其中，第三偏移为第一返回光束在所述第一焦平面上的光斑与最大偏移光束在焦平面上的光斑之间的距离，最大偏移光束为在所述第一夹角为最大偏移角度的情况下的第一返回光束。

示例性的，第三偏移与最大偏移角度 φ 、所述第二微透镜阵列的焦距f2、所述准直镜的焦距fc和所述第三夹角 θ 相关。例如，第三偏移（ $\Delta y'$ ）满足如下式子：

$$\Delta y' = fc * \tan(\varphi - f2/fc * \theta)$$

示例性的，第二偏移距离（ $\Delta x'$ ）满足如下式子：

$$\Delta x' = |(d1 + d2) * \tan(fc/f2 * \varphi - \theta) - \Delta y'|$$

在第一方面的又一种可能的实施方式中，第一微透镜阵列的通光口径与所述第一偏移距离和所述第二偏移距离中的至少一项和所述第一光束在经过所述扩束单元之前的直径相关。

示例性的，所述第一微透镜阵列的通光口径w3满足如下式子：

$$w3 \geq 2 * \max(\Delta x, \Delta x') + D1$$

其中， $\max()$ 表示取最大值，D1为第一光束在经过扩束模组之前的光束直径或第一返回光束在经过扩束模组之后的光束直径，其余各参数参见前述。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述第一微透镜阵列的周期p与第一微透镜的过渡带、第一偏移距离、第二偏移距离和第一光束在经过扩束模组之前的光束直径相关。其中，第一光束在经过扩束模组之前的光束直径可以替换为第一返回光束在经过扩束模组之后的光束直径。

示例性的，所述第一微透镜阵列的周期p满足如下式子：

$$p = w3 + \delta$$

$$w3 \geq 2 * \max(\Delta x, \Delta x') + D1$$

其中， δ 为第一微透镜阵列的过渡带，各参数参见前述。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述发射光学模组包含波导或光纤。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述接收光学模组包含波导或光纤。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述发射光学模组、所述接收光学模组和所述分光模组封装在玻璃底座上形成第一光学组件，所述第一光学组件的通光窗口与所述扩束单元的通光面对齐。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述发射光学模组、所述接收光学模组、所述分光模组和所述第二微透镜阵列封装在玻璃底座上形成第二光学组件，所述第二光学组件的通光窗口与所述准直镜的通光面对齐。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，所述同轴光学模组包含偏振分束器PBS和四分之一波片。

第二方面，本申请实施例提供一种激光雷达，所述激光雷达包含第一方面任一项所述的光学模组。

在第二方面的一种可能的实施方式中，激光雷达还包含光源。例如，光源为激光器。

在第二方面的又一种可能的实施方式中，激光雷达还包含探测器，探测器用于根据光束得到电信号。

第三方面，本申请实施例提供一种终端，所述终端包含第一方面任一项所述的光学模组，或者，终端包含第二方面任一项所述的激光雷达。

可选的，终端可以为车辆、无人机、机器人等智能终端或运输工具。当然，终端也可以替换为工业设备、娱乐休闲设备等。智能终端例如手机、平板电脑、笔记本电脑、智能手环、智能手表、或智能眼镜等。交通工具例如车辆、舰船、飞行器、或物流机器人等。工业设备例如工业机器人、机械臂等。休闲娱乐设备例如虚拟现实（virtual reality，VR）设备、混合现实（mixed reality，MR）设备、按摩椅、或4D影院座舱等。本申请对于电连接器可以应用的设备不做严格限制。

附图说明

下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单的介绍。

图1是一种探测过程的示意图；

图2是本申请实施例提供的一种光学模组的结构示意图；

图3是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图；

图4是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图；

图5是本申请实施例提供的又一种发射模组的结构示意图；

图6A是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图；

图6B是本申请实施例提供的一种光学模组的光路示意图；

图6C是本申请实施例提供的一种光学模组的参数示意图；

图7是本申请实施例提供的一种可能的仿真结果的示意图；

图8是本申请实施例提供的一种可能的仿真结果的示意图；

图9是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构和光路示意图；

图10是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图；

图11是本申请实施例提供的有一种光学模组的结构示意图。

具体实施方式

下面将结合附图对本申请实施例进行描述。

扫描型探测装置是通过扫描机构，对物空间进行扫描从而完成对整个视野进行探测的装置。扫描型探测装置通常通过扫描机构的活动（例如摆动、转动等）来将发射信号以多个角度投射到物空间，因此扫描机构会持续处于活动状态。当激光雷达工作时，由于扫描机构高速旋转（或摆动），光束由扫描机构发射打到目标物再反射回来的时间内，扫描机构已经产生了一个偏移角。

如图1所示是一种探测过程的示意图，扫描机构不断活动，发射光束（以实线箭头表示）和返回光束（以虚线箭头表示）会产生一个偏移角，即walk off角。walk off角的角度大小和扫描机构的角速度以及光束在物空间的飞行时间有关，且正相关。光束的飞行时间越长、扫描机构的角速度越快，则walk off角越大。这个偏移角度会使得光束在接收位置产生偏移，使得返回光束不能照射在接收端中心，接收的返回光束的信号强度降低，信噪比减小，影响测距距离。

尤其对于包含光纤、波导等元件的探测装置，由于光纤、波导等光学元件的接收的模场面积比较小，

返回光束的 walkoff 角会导致返回光束偏离接收模场,使得返回光束的信号显著下降,影响探测性能。例如,对于以单模光纤(single mode fiber, SMF)做发射和接收端的探测装置,返回光束在接收端的偏移距离 $\Delta x = f * \tan \gamma$, 其中 f 为接收镜头焦距, γ 为 walk off 角。在 3000 转每分 (r/min) 的扫描机构, 150m 探测距离下, γ 大约 0.036°。对于车载激光雷达, 由于发射角度、接收口径要求, 一般其 f 在几十到几百毫米(mm)。由此得到 Δx 的大小在几 μm 到几十 μm 量级, 而 SMF 的模斑通常约为 10 μm , 因此, 返回光束在接收端的偏移极有可能超过 SMF 的模斑, 返回光束的信号强度显著下降, 对探测性能影响较大。

有鉴于此, 本申请实施例提供一种光学模组、激光雷达和终端, 能够降低由 walk off 角造成的信号损耗, 提升接收的回波信号的有效性, 提升探测性能。

请参见图 2, 图 2 是本申请实施例提供的一种光学模组的结构示意图。光学模组 20 包含发射光学模组 201、同轴光学模组 202、扫描模组 203 和接收光学模组 204。其中:

发射光学模组 201 用于将光源发出的第一光束(如图 2 所示的带箭头实线)传播至同轴光学模组 202。发射光学模组 201 可以包含透镜、光纤、波导等。光源可以激光器, 例如激光二极管 (laser diode, LD)、垂直腔面发射激光器 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、分布式反馈激光二极管 (distributed feedback LD, DFB-LD)、分布式布拉格反射激光二极管 (distributed bragg reflection LD, DBR-LD)、光栅耦合采样反射激光二极管 (Grating coupled sampling reflection LD, GCSR-LD)、微光机电系统激光二极管 (micro opto electro mechanical system LD, MOEMS-LD) 等发光器件。第一光束例如可以为调频连续波 (Frequency Modulated Continuous Waves, FMCW) 光束, 其波形可以为锯齿、三角或者正弦波。

同轴光学模组 202 用于将第一光束传播至扫描模组 203。同轴光学模组 202 用于实现收发同轴。一些场景中, 收发同轴可以理解为发射光束和接收光束共同经过了部分光学元件, 例如发射光束和接收光束共同经过了扫描模组 203 和同轴光学模组 202。又一些场景中, 收发同轴可以理解为发射光束的主光轴和返回光束的主光轴是平行的, 当然, 这里的平行是指理想情况下(如不考虑扫描器的活动的情况下)。例如, 同轴光学模组 202 可以包含透镜、分光镜、波片等。

扫描模组 203 用于将第一光束扫描至物空间。即, 扫描模组 203 可以进行摆动或者转动, 以不同的角度将光束投射到物空间。扫描模组 203 还用于将第一返回光束(如图 2 所示的带箭头虚线)传输至所述同轴光学模组, 第一返回光束为第一光束的返回光束。示例性的, 第一光束传播到物空间的目标物上, 被目标物反射形成反射信号, 第一返回光束包含了第一光束的反射信号。

其中, 进入同轴光学模组 202 后的第一光束和返回至同轴光学模组 202 前的第一返回光束存在第一夹角 γ 。其中, 第一夹角即 walkoff 角。可选的, 第一夹角大于 0° 且小于 90°, 即 $0^\circ < \gamma < 90^\circ$ 。

同轴光学模组 202 还用于将第一返回光束传输至接收光学模组 204。示例性的, 同轴光学模组 202 包含偏振分束器 PBS 和四分之一波片。第一光束透过 PBS 到达四分之一波片, 而第一返回光束经过四分之一波片后偏振状态改变, 从而被 PBS 反射传播到接收光学模组 204。

本申请实施例中, 接收光学模组 204 的位置与第一光束的理想接收光束(参见图 2 所示的无箭头虚线)存在第一偏移。其中, 返回至同轴光学模组 202 前的第一返回光束的理想接收光束和第一光束平行。也即, 理想接收光束是主光轴与第一光束平行的光束, walkoff 角为 0° 的情况下, 例如扫描器静止(或者是不转动)的情况, 第一光束对应的返回光束则沿理想接收光束的光路传播。

换句话说, 若 walkoff 角为 0°, 则第一光束的返回光束会沿着理想接收光束的光路传播。而由于扫描器不断活动, 第一光束被传播到物空间的目标物上被物空间的目标物反射得到第一反射光束之后, 由于物空间的目标与扫描器之间存在一定距离, 因此第一返回光束经过扫描器时, 扫描器已经转动过了一定角度。因此, 第一返回光束不再沿着理想接收光束的传播, 也即, 第一返回光束与理想接收光束的存在偏移角度。在此基础上, 本申请将接收模组偏离理想接收光束的光路, 从而可以补偿第一返回光束相比与理想接收光束的偏移, 可以降低由 walk off 角造成的信号损耗。如图 1 所示, 理想接收光束的接收点(即接收光学模组 204 的平移位置点)通过黑色实心半圆描述, 而接收光学模组 204 与理想接收光束的接收点存在偏移距离。

可理解的, 第一返回光束与理想接收光束(与第一光束平行)的偏移角度为第一夹角, 而接收光学模组也相比于理想接收光束的存在偏移, 因此接收光学模组的偏移补偿了第一光束的偏移, 使得第一返回光束的光斑可以更加靠近接收光学模组的中心或者与接收光学模组的中心重合。如此, 接收光学模组可以更加准确地接收第一返回光束, 提升了接收的回波信号的有效性, 提升了探测性能。

在第一方面的又一种可能的实施方式中，第一偏移与第一夹角相关。其中，第一夹角是返回光束与发射光束之间的 walkoff 角，通过该夹角和扫描器至接收光学模组之间的光路的距离，可以确定返回光束在传播至接收光学模组的偏移量，从而可以设计接收光学模组的补偿量，使得接收光学模组可以更加准确地接收第一返回光束，提升了接收的回波信号的有效性，提升了探测性能。

例如，第一夹角的最大值可以为从最远探测距离处返回的光束与发射光束(如第一光束)之间的夹角，为便于描述称为最大偏移角度，表示为 φ 。请参见图 3，图 3 是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图，在以最大偏移角度 φ 返回的光束与理想接收光束在接收点(即接收光学模组的平移位置点)的偏移量为 x 的情况下，接收光学模组 204 与理想接收光束的接收点的偏移量可以位于 $x/2$ 至 x 之间。如图 3 所示，接收光学模组 204 与理想接收光束的接收点的偏移量可以为 $x/2$ 处。这种情况下，若第一返回光束与理想接收光束的偏移角比较大，反而更加靠近接收光学模组的光轴中心，从而有利于提升远距离探测时的测距精度。

可替换的，接收光学模组 204 与理想接收光束的接收点的偏移量可以位于 0 至 $x/2$ 之间，如此可以保证近距离探测时的测距精度。

进一步的，最大偏移角度为最远探测距离和扫描模组 203 的角速度相关。示例性的，最大偏移角度 φ 可以满足如下式子： $\varphi=k*D*v/c$ 。其中， v 为扫描器的角速度， c 为光速， D 为最远探测距离。 k 为系数，由于机械角度和光学角度之间存在相关关系， k 用于转换为机械角度和光学角度。例如，光学角度为机械角度的两倍，此处光束两次经过扫描器，则 k 可以为 4 ，即： $\varphi=4*D*v/c$ 。其中，最远探测距离可以是厂商、标准组织、用户或者使用设备等预先定义(或规定)、预先设置的。

在一种可能的实施方式中，同轴光学模组包含分光模组和扩束模组，分光模组设置在所述发射光学模组和所述扩束模组之间。

其中，扩束模组是指用于增加或者缩小光束直径的模组。分光模组是指将光束分为多路的光学装置。例如，分光模组可以包含偏振分束器(polarization beam splitter, PBS)、半透半反分光镜中的一种或者多种的组合。一些场景中，分光模组还可以包含其他用于辅助实现分光或者提升分光效率、光束质量的模组。例如，分光模组还可以包含波片、增透膜、或滤镜等中的一项或者多项。示例性的，分光模组可以包含 PBS 和四分之一波片。第一光束依次经过 PBS 和四分之一波片，而第一返回光束依次经过四分之一波片和 PBS。由于四分之一波片可以改变偏振状态，而 PBS 可以根据偏振状态透过或反射经过的光束，从而可以将第一光束和第一返回光束的光路分开，实现收发同轴。

请参见图 4，图 4 是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图，同轴光学模组 202 包含分光模组 2021 和扩束模组 2022，分光模组 2021 设置在发射光学模组 201 和扩束模组 2022 之间。可以看出，这里的之间是表示光路的中间，也即是说，第一光束经过分光模组 2021 和扩束模组 2022 传播至扫描模组 203，第一返回光束经过扩束模组 2022 和分光模组 2021 传播至接收光学模组 204。

在这种实施方式中，扩束模组 2022 设置在后端，发射时，光束分光再进行扩束，因此第一光束经过分光模组时直径比较小，经过扩束以后光束的直径变大，使得传播到物空间的光斑比较大，提升探测效率。而在接收时，返回光束经过扩束单元以后直径缩小，使得更容易被光接收单元接收，提升接收信号的有效性。而且，由于细光束比粗光束的路径更可控，从而可以便于解决发射端和接收端偏轴的技术问题。另外，这种情况下，发射光束和接收光束可以共用同一套扩束系统，提升了器件的集成度，减小了模组的体积。

由于扩束模组对光束进行了扩束(或收束)，因为第一返回光束经过扩束模组后与理想接收光束之间的夹角可能产生变化。参见图 4，经过扩束模组 2022 后的第一返回光束与理想接收光束之间的夹角可以表示为 λ 。可选的，该夹角 λ 大于 0° 且小于 90° ，即 $0^\circ < \lambda < 90^\circ$ 。

可选的， λ 与第一夹角和扩束模组 2022 的放大倍数相关。例如， λ 满足如下式子： $\frac{\tan \lambda}{\tan \gamma} = \text{放大倍数}$ 。一些场景中，放大倍数与扩束之前的光束的直径与扩束之后的光束的直径相关，例如：放大倍数 $=\frac{D_2}{D_1}$ ， D_2 为经过扩束模组 2022 之后的发射光束(如第一光束)的直径， D_1 为经过扩束模组 2022 之前的发射光束的直径。

一些场景中，扩束模组可以包含两组透镜。两组透镜沿第一光束的光路前后放置，且通过焦平面连接，这里的焦平面可以是实焦面也可以是虚焦面。此时，扩束模组的放大倍数与两透镜的焦距相关(下文中进行介绍)。此时， λ 与第一夹角和扩束模组 2022 的放大倍数相关也可以替换为： λ 与第一夹角和两透镜的焦距相关。

在一种可能的实施方式中，接收光学模组 204 包含透镜，所述透镜用于接收经过分光模组后的第一返回光束。

示例性的，透镜可以为微透镜阵列（microlens arrays, MLA），便于区分称为第一微透镜阵列，表示为 MLA1。请参见图 5，图 5 是本申请实施例提供的又一种发射模组的示意图。接收光学模组 204 包含第一微透镜阵列 2041 和接收光学元件 2042。其中，第一微透镜阵列 2041 的光轴（即图 5 所示的光轴）与理想接收光束之间存在第三夹角 θ ，第三夹角 θ 小于等于第二夹角且大于等于第二夹角的二分之一。

其中，第二夹角为以最大偏移角度返回的返回光束经过扩束模组之后的光束与静态接收光束之间的夹角。换句话说，从最远探测距离处反射第一光束得到返回光束，经过扫描模组和扩束模组之后与静态接收光束之间的夹角为第二夹角。也即，第二夹角为 λ 的最大值，便于描述表示为 λ_{max} 。

相应的，第三夹角 θ 可以落入以下范围， $\frac{\lambda_{max}}{2} < \theta < \lambda_{max}$ ， λ_{max} 为第二夹角，第二夹角与最大偏移角度（表示为 φ ）、所述准直镜的焦距和第二微透镜阵列的焦距相关。

一些场景中，由于物空间中的目标物与光学模组之间的距离有多种可能的情况，因此，第一返回光束与理想接收光束之间的偏移角（即第一夹角）会随着目标物与光学模组之间的距离变化而变化。而最大偏移角度为第一夹角的最大值，也即，最大偏移角度为最远探测距离出的目标物反射第一光束形成的第一返回光束（简称为最大偏移光束）与理想接收光束之间的夹角。换句话说，最大偏移角度为最大偏移光束与静态接收光束的夹角，最大偏移光束为光学模组的最远探测距离的目标物反射第一光束形成的光束。其中，最远探测距离可以为光学模组的最远探测距离，也即光学模组所在的探测装置的最远探测距离，其可以是预先定义、或预先设计的。

示例性的，第二夹角可以满足如下式子： $\frac{\tan \lambda_{max}}{\tan \varphi} = \text{放大倍数}$ 。进一步的，放大倍数 = $D2/D1$ ， $D2$ 为经过扩束模组之后的第一光束的直径， $D1$ 为经过扩束模组之前的第一光束的直径。

在前文中我们提到，扩束模组可以包含两组透镜。在一种可能的实施方式中，扩束模组包含透镜和准直镜。例如，透镜可以为微透镜阵列，便于区分称为第二微透镜阵列。

请参见图 6A，图 6A 是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图。光学模组 20 包含发射光学模组、偏振分束器 PBS、四分之一波片 QWP、第二微透镜阵列 MLA2、准直镜、扫描模组、第一微透镜阵列 MLA1。其中，PBS 和 QWP 为一种示例性的分光模组，MLA2 和准直镜为一种示例性的扩束模组。MLA1 包含于接收光学模组中。而 MLA2 设置在分光模组和准直镜之间，结合图 6A，MLA2 可以具体设置在 QWP 和准直镜之间。可选的，在发射模组和分束模组之间还设置有透镜，例如为微透镜阵列，如图 6A 所示的 MLA3。

请参见图 6B，图 6B 是本申请实施例提供的一种光学模组的光路示意图，以透镜为第二微透镜阵列 MLA2 为例，MLA2 和准直镜具有共同的焦平面 P1（可选为续焦平面或实焦平面）。进一步的，MLA2 的焦距小于准直镜的焦距。可选的，扩束模组的放大倍数与第二微透镜阵列的焦距和准直镜的焦距相关。

参见图 6C，图 6C 是本申请实施例提供的一种光学模组的参数示意图，该光学模组的结构和光路分别可以参见图 6A 和图 6B。其中，MLA2 的焦距表示为 $f2$ ，准直镜的焦距为 fc ，经过 MLA2 之前（和/或 MLA3 之后）的第一光束的直径为 $D1$ ，而准直镜的出射光束的宽度为 $D2$ 。PBS 中心到 MLA1 的距离表示为 $d1$ ，PBS 中心到 MLA2 的距离表示为 $d2$ ，发射和接收信号在 P1 面的偏移距离表示为 Δy 。

如图 6C 所示， $D2$ 为经过扩束模组之后的光束的直径， $D1$ 为经过扩束模组之前的光束的直径， fc 为准直镜的焦距， $f2$ 为 MLA2 的焦距。其中， $\frac{D2}{D1} = \frac{fc}{f2}$ ， $\frac{D2}{D1}$ 表示扩束模组的放大倍数。结合图 6C，不难看出： $\tan \gamma * fc = \tan \lambda * f2$ ，放大倍数 $= \frac{\tan \lambda}{\tan \gamma} = \frac{fc}{f2} = \frac{D2}{D1}$ 。

此外，在 $\gamma = \varphi$ 的情况下，第二夹角 λ_{max} 可以满足如下式子： $\tan \varphi * fc = \tan \lambda_{max} * f2$ 。

作为一种可能的实施方式，接收模组中的第一微透镜阵列与理想接收光束之间的距离可以称为第一偏移距离。

可选的，第一偏移距离满足如下条件：在经过分光模组后的第一返回光束与经过分光模组后的理想接收光束的偏移角度为第三夹角 θ 的情况下，第一返回光束的光斑中心与第一微透镜阵列的中心重合，或者，第一返回光束的光轴与第一微透镜的光轴一致。

作为一种可能的实施方式，第一微透镜阵列与理想接收光束的之间的第一偏移距离与第三夹角、第一

微透镜阵列与分光模组之间的距离、分光模组与扩束模组之间的距离和第一返回光束的光斑在所述第一焦平面上的第二偏移相关。

可选的，第二偏移为在第一夹角为最大偏移角度的情况下第一返回光束的光斑和第一返回光束的理想接收光束的光斑在第一焦平面上的距离。

示例性的，第二偏移与第三夹角、扩束模组中的两组透镜的焦距相关。

例如，第二偏移 Δy 满足如下式子：

$$\Delta y = f_c * \left(\tan\left(\frac{f_2}{f_c} * \theta\right) \right)$$

其中， f_c 为准直镜的焦距， f_2 为第二微透镜阵列的焦距， θ 为第三夹角。

示例性的，第一偏移距离 Δx 满足如下式子：

$$\Delta x = |(d_1 + d_2) * \tan \theta - \Delta y|$$

其中， d_1 为第一微透镜阵列与分光模组之间的距离， d_1 为分光模组与扩束模组（或第二微透镜阵列）之间的距离， θ 为第三夹角， Δy 为第二偏移。

在一种可能的实施方式中，所述接收光学模组还包含接收光学元件，接收光学元件用于接收经过第一微透镜阵列的第一返回光束。

当探测距离分别取0至D的情况下，walk off角（即 γ 角）的角度分别取0至 φ 。由于MLA3的光轴的偏移角度与理想接收光束的偏移角度为 θ ，因此，当探测距离分别取0至D的情况下，经过MLA3后的第一返回光束相对于理想接收光束的角度偏移分别取 $[-\theta, \frac{f_c}{f_2} * \varphi - \theta]$ 。

在一种可能的实施方式中，接收光学元件与经过所述理想接收光束之间的距离为第二偏移距离，第二偏移距离与第三夹角、第一微透镜阵列与所述分光模组之间的距离、分光模组与所述扩束模组之间的距离、第二微透镜阵列的焦距、准直镜的焦距和第一返回光束的光斑在第一焦平面上的第三偏移相关。其中，第三偏移为所述第一返回光束在所述第一焦平面上的光斑与最大偏移光束在所述焦平面上的光斑之间的距离，所述最大偏移光束为在所述第一夹角为所述最大偏移角度的情况下的所述第一返回光束。

示例性的，第三偏移与最大偏移角度 φ 、所述第二微透镜阵列的焦距 f_2 、所述准直镜的焦距 f_c 和所述第三夹角 θ 相关。

例如，第三偏移（ $\Delta y'$ ）满足如下式子：

$$\Delta y' = f_c * \tan(\varphi - f_2/f_c * \theta)$$

示例性的，第二偏移距离（ $\Delta x'$ ）满足如下式子：

$$\Delta x' = |(d_1 + d_2) * \tan(f_c/f_2 * \varphi - \theta) - \Delta y'|$$

其中，各个参数的解释可以参见前述。

在一种可能的实施方式中，第一微透镜阵列的通光口径与所述第一偏移距离和所述第二偏移距离中的至少一项和所述第一光束在经过所述扩束单元之前的直径相关。

示例性的，所述第一微透镜阵列的通光口径 w_3 满足如下式子：

$$w_3 \geq 2 * \max(\Delta x, \Delta x') + D_1$$

其中， $\max()$ 表示取最大值， D_1 为第一光束在经过扩束模组之前的光束直径或第一返回光束在经过扩束模组之后的光束直径，其余各参数参见前述。

在一种可能的实施方式中，第一微透镜阵列的周期 p 与第一微透镜的过渡带、第一偏移距离、第二偏移距离和第一光束在经过扩束模组之前的光束直径相关。其中，第一光束在经过扩束模组之前的光束直径可以替换为第一返回光束在经过扩束模组之后的光束直径。

示例性的，所述第一微透镜阵列的周期 p 满足如下式子：

$$p = w_3 + \delta$$

$$w_3 \geq 2 * \max(\Delta x, \Delta x') + D_1$$

其中， δ 为第一微透镜阵列的过渡带，各参数参见前述。

为了便于理解，下面示例性的描述两种关于光学模组的各部分参数组合。

作为又一种可能的示例，结合图6B中各器件的安装顺序，各个器件的参数如下：MLA2、MLA3的焦距分别为 f_1 、 f_2 、 f_3 ，其中， $f_1=f_2=f_3=1.4\text{mm}$ 。准直镜的焦距 $f_c=16\text{mm}$ ，MLA1的过渡带 p 和通光口径 w_3 分别为： $p=0.5\text{mm}$ ， $w_3=0.48\text{mm}$ 。经过MLA3的发射光束的直径 $D_1=0.28\text{mm}$ ，经过扩束模组的发射光束 $D_2=3.2\text{mm}$ ，最大偏移角度 $\varphi=0.036^\circ$ ，第三夹角 $\theta=0.228^\circ$ 。MLA1与PBS之间的距离 d_1 和PBS与MLA2之间的距离 d_2 满足如下式子： $d_1+d_2=10\text{mm}$ 。第一偏移距离 $\Delta x=0.034\text{mm}$ ，第二偏移距离 $\Delta x'=0.034\text{mm}$ 。

根据如上参数进行仿真,如图7是本申请实施例提供的一种可能的仿真结果的示意图,若不采用接收补偿,则返回光束的损耗较大,而通过本申请的方案,在接收端进行补偿,可以极大的降低损耗,提升信号的有效性。

作为一种可能的示例,结合图6B中各器件的安装顺序,各个器件的参数如下: MLA2、MLA3的焦距分别为 f_1 、 f_2 、 f_3 ,其中, $f_1=f_2=f_3=1.4\text{mm}$ 。准直镜的焦距 $f_c=36\text{mm}$, MLA1的过渡带 p 和通光口径 w_3 分别为: $p=0.5\text{mm}$, $w_3=0.48\text{mm}$ 。经过 MLA3 的发射光束的直径 $D_1=0.28\text{mm}$, 经过扩束模组的发射光束 $D_2=3.2\text{mm}$, 最大偏移角度 $\varphi=0.036^\circ$, 第三夹角 $\theta=0.514^\circ$ 。MLA1 与 PBS 之间的距离 d_1 和 PBS 与 MLA2 之间的距离 d_2 满足如下式子: $d_1+d_2=10\text{mm}$ 。第一偏移距离 $\Delta x=0.084\text{mm}$, 第二偏移距离 $\Delta x'=0.084\text{mm}$ 。根据如上参数进行仿真,如图8是本申请实施例提供的一种可能的仿真结果的示意图,若不采用接收补偿,则返回光束的损耗较大,而通过本申请的方案,在接收端进行补偿,可以极大的降低损耗,提升信号的有效性。

在一种可能的实施方式中,所述发射光学模组包含波导或光纤。和/或,接收光学模组包含波导或光纤。例如,图5所示的接收光学元件2042可以为波导或者光纤。

可理解,在采用波导或光纤作为接收端的光学模组中,由于波导、光纤等的接收模场比较小,对于walkoff角更加敏感,返回光束很容易偏离接收模场。而通过本申请实施例可以对返回光束的walk角进行补偿,能够显著降低由walk off角造成的信号损耗,提升接收的回波信号的有效性,提升探测性能。

请参见图9,图9是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构和光路示意图。该光学模组可以包含发射光学模组、透镜(如 MLA1、MLA2、MLA3 等)、PBS、四分之一波片(quarter wave plate, QWP)、准直镜(Collimation Lens, CL)、光学接收模组和扫描器。其中, PBS 和 QWP 为一种示例性的分束模组, MLA2 和 CL 为一种示例性的扩束模组。其中, 发射光学模组可以包含光纤阵列(fiber array unit, FAU)、波导(waveguide, WG)等中的一项或者多项。光学接收模组也可以包含 FAU、WG 等中的一项或者多项。可选的,发射光学模组和接收光学模组中的部分器件可以被集成在一起,例如波导可以被集成在一起,例如集成在一个硅光芯片上。

如图9,光学模组通过 PBS 和 QWP 将收、发光路分离;通过扩束模组将发射光束扩束、将返回光束收束。光学接收模组的位置与理想接收光束存在偏移,偏移的距离(或者说光学接收模组的位置)和角度与 walk off 角、PBS 中心到 MLA2、PBS 中心到 MLA1 的距离有关。

进一步的, MLA2 的口径与发射光斑尺寸、平移位置相关。

需要说明的是,本申请所示出的光学模组的元件是示例性的,具体实施过程中,光学模组可以包含光学元件可能比本申请的实施方式中示出的光学元件更多或者更少。例如,一下方案中可以在光学模组中增加反射镜、透镜、滤镜等,以用于辅助实现分光、辅助实现扩束、提升分光效率、提升光束质量模组、提升器件集成度等。

作为一种可能的示例,请参见图10,图10是本申请实施例提供的又一种光学模组的结构示意图,通过在 PBS 至波导之间增加反射镜,可以使得接收光学元件的位置与发射光学模组的位置更加靠近,从而提升器件的集成度。例如在发射模组和接收光学模组通过光纤(或波导)来传播光的情况下,波导(或波导)可以被集成在一起,例如集成在同一块硅光芯片上,提升器件集成度并减小光学模组的体积。

一些场景中,光学模组中的部分光学元件可以被封装为整体的模组,从而进一步提升光学元件的稳定性、提升器件集成度,提升输出的光束质量。

在一种可能的实施方式中,发射光学模组、接收光学模组和分光模组封装形成第一光学组件。进一步的,第一光学组件的通光窗口与扩束单元的通光面对齐。

示例性的,如图9所示,区域901中的光学元件,即 PBS、QWP、FAU(或 WG)、MLA1、MLA3 等,可以被集成封装形成一组光学组件,便于区分称为第一光学组件。区域902中的光学元件,即 MLA2、CL 等可以被集成封装形成另一光学组件,便于区分称为第三光学组件。第一光学组件的通光窗口与第三光学组件的通光窗口对齐。可选的,在封装时可以使用热膨胀系数与光学模组中的光学元件想接近的材料作为支撑部件,以实现光学元件之间的高精度对准,提升系统的稳定性。其中,支撑部件包括但不限于是底座、衬底、垫块等。例如,支撑 MLA、PBS 等光学元件的垫块的材料可以为玻璃、水晶、陶瓷等。

示例性的,如图10所示,区域1001中的光学元件,即 PBS、QWP、FAU(或 WG)、MLA1、MLA3、MLA2 等,可以被集成封装形成一组光学组件,便于区分称为第二光学组件。区域1002中的光学元件,

即 CL 等可以被集成封装形成另一光学组件，便于区分称为第四光学组件。第三光学组件的通光窗口与第四光学组件的通光窗口对齐。

可选的，在封装时，第一光学元件和第三光学元件可以封装在同一金属底座上。请参见图 11，图 11 是本申请实施例提供的有一种光学模组的结构示意图，其中 FAU（或 WG）、MLA3、PBS、MLA2 等可以封装在玻璃衬底上，若光学元件的光轴无法对齐则可以通过玻璃垫块来进行支撑或填充。而第一光学元件和具有金属镜筒的 CL 可以封装在金属底座上，使得光学模组整体集成，提升稳定性。

可选的，在图 11 所展示的视角上，MLA1 和 PBS 可以沿穿过纸面方向（或垂直纸面方向）上排列，反光光束沿经过 PBS 后沿穿过纸面的方向到达 MLA1。

本申请实施例还提供一种激光雷达，该激光雷达包含第一方面任一项所述的光学模组。进一步的，激光雷达还包含光源，例如激光器。可选的，光源发射的光束的频率可以是连续变化的，例如调频连续波 (frequency modulated continuous wave, FMCW) 激光。

进一步的，激光雷达还包含探测器，探测器用于根据光束得到电信号。例如，探测器可以包含能探测光能量的光电二极管 (Photo Diode, PD)，例如 InGaAs PD、InP PD、或锗 PD 等。

本申请实施例还提供一种终端，所述终端包含前述的光学模组。或者，终端包含前述的激光雷达。

可选的，终端可以为车辆、无人机、机器人等智能终端或运输工具。当然，终端也可以替换为工业设备、娱乐休闲设备等。智能终端例如手机、平板电脑、笔记本电脑、智能手环、智能手表、或智能眼镜等。交通工具例如车辆、舰船、飞行器、或物流机器人等。工业设备例如工业机器人、机械臂等。休闲娱乐设备例如虚拟现实 (virtual reality, VR) 设备、混合现实 (mixed reality, MR) 设备、按摩椅、或 4D 影院座舱等。本申请对于电连接器可以应用的设备不做严格限制。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“相连”、“连接”应做广义理解，例如可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，还可以是抵触连接或一体的连接：对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

本申请实施例中，“示例性的”或者“例如”等词用于表示作例子、例证或说明。本申请中被描述为“示例性的”或者“例如”的任何实施例或设计方案不应被解释为比其他实施例或设计方案更优选或更具优势。确切而言，使用“示例性的”或者“例如”等词旨在以具体方式呈现相关概念。

本申请中实施例提到的“至少一个”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“以下至少一项(个)”或其类似表达，是指的这些项中的任意组合，包括单项(个)或复数项(个)的任意组合。例如，a、b、或 c 中的至少一项(个)，可以表示：a、b、c、(a 和 b)、(a 和 c)、(b 和 c)、或 (a 和 b 和 c)，其中 a、b、c 可以是单个，也可以是多个。“和/或”，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，其中 A、B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。

以及，除非有相反的说明，本申请实施例使用“第一”、“第二”等序数词是用于对多个对象进行区分，不用于限定多个对象的顺序、时序、优先级或者重要程度。例如，第一 BMU 和第二 BMU，只是为了便于描述电池单元中的 BMU，而并不是表示第一 BMU 和第二 BMU 的结构、重要程度等的不同。

权利要求书

1.一种光学模组，其特征在于，所述光学模组包括发射光学模组、同轴光学模组、扫描模组和接收光学模组，其中：

所述发射光学模组用于将光源发出的第一光束传播至所述同轴光学模组；

所述同轴光学模组用于将所述第一光束传播至所述扫描模组；

所述扫描模组用于将所述第一光束扫描至物空间，还用于将所述第一返回光束传输至所述同轴光学模组，所述第一返回光束为所述第一光束的返回光束；

所述同轴光学模组还用于将所述第一返回光束传输至所述接收光学模组，其中，进入同轴光学模组后的第一光束和返回至同轴光学模组前的第一返回光束存在第一夹角，所述第一夹角大于 0° 且小于 90° ；

所述接收光学模组用于接收所述第一返回光束；

其中，所述接收光学模组的位置与所述第一光束的理想接收光束存在第一偏移，返回至所述同轴光学模组前的所述第一返回光束的理想接收光束和所述第一光束平行。

2.根据权利要求1所述的光学模组，其特征在于，所述第一偏移与所述第一夹角相关。

3.根据权利要求1所述的光学模组，其特征在于，所述同轴光学模组包含分光模组和扩束模组，所述分光模组设置在所述发射光学模组和所述扩束模组之间。

4.根据权利要求3所述的光学模组，其特征在于，所述接收光学模组包含第一微透镜阵列，所述第一微透镜阵列用于接收经过所述分光模组后的所述第一返回光束；

所述第一微透镜阵列的光轴与所述理想接收光束之间存在第三夹角，所述第三夹角小于等于第二夹角且大于等于所述第二夹角的二分之一；

所述第二夹角与最大偏移角度和所述扩束模组的扩束倍数相关，所述最大偏移角度与所述光学模组的最远探测距离和所述扫描模组的扫描速度相关。

5.根据权利要求3所述的光学模组，其特征在于，所述扩束模组包含第二微透镜阵列和准直镜，所述第二微透镜阵列和所述准直镜具有共同的第一焦平面，所述第二微透镜阵列设置在所述分光模组和所述准直镜之间。

6.根据权利要求5所述的光学模组，其特征在于，所述第一微透镜阵列与所述理想接收光束的之间的第一偏移距离与所述第三夹角、所述第一微透镜阵列与所述分光模组之间的距离、所述分光模组与所述扩束模组之间的距离和所述第一返回光束的光斑在所述第一焦平面上的第二偏移相关；

所述第二偏移为在所述第一夹角为所述最大偏移角度的情况下所述第一返回光束的光斑和所述第一返回光束的理想接收光束的光斑在所述第一焦平面上的距离。

7.根据权利要求6所述的光学模组，其特征在于，所述接收光学模组还包含第一接收光学元件，所述接收光学元件用于接收经过所述第一微透镜阵列的第一返回光束；

所述接收光学元件与经过所述理想接收光束之间的距离为第二偏移距离，所述第二偏移距离与所述第三夹角、所述第一微透镜阵列与所述分光模组之间的距离、所述分光模组与所述扩束模组之间的距离、所述第二微透镜阵列的焦距、所述准直镜的焦距和所述第一返回光束的光斑在所述第一焦平面上的第三偏移相关；

所述第三偏移为所述第一返回光束在所述第一焦平面上的光斑与最大偏移光束在所述焦平面上的光斑之间的距离，所述最大偏移光束为在所述第一夹角为所述最大偏移角度的情况下的所述第一返回光束。

8.根据权利要求7所述的光学模组，其特征在于，所述第一微透镜阵列的通光口径与所述第一偏移距离和所述第二偏移距离中的至少一项和所述第一光束在经过所述扩束单元之前的直径相关。

9.根据权利要求3-8任一项所述的光学模组，其特征在于，所述发射光学模组、所述接收光学模组和所述分光模组封装在玻璃底座上形成第一光学组件，所述第一光学组件的通光窗口与所述扩束单元的通光

面对齐。

10.根据权利要求 5-7 任一项所述的光学模组，其特征在于，所述发射光学模组、所述接收光学模组、所述分光模组和所述第二微透镜阵列封装在玻璃底座上形成第二光学组件，所述第二光学组件的通光窗口与所述准直镜的通光面对齐。

11.根据权利要求 1-10 任一项所述的光学模组，其特征在于，所述同轴光学模组包含偏振分束器 PBS 和四分之一波片。

12.根据权利要求 1-11 任一项所述的光学模组，其特征在于，所述发射光学模组为波导或光纤；所述接收光学模组包含波导或光纤。

13.一种激光雷达，其特征在于，所述激光雷达包含如权利要求 1-12 任一项所述的光学模组。

14.一种终端，其特征在于，所述终端包含如权利要求 1-12 任一项所述的光学模组或包含如权利要求 13 所述的激光雷达。

15.根据权利要求 14 所述的终端，其特征在于，所述终端为车辆、无人机或者机器人。

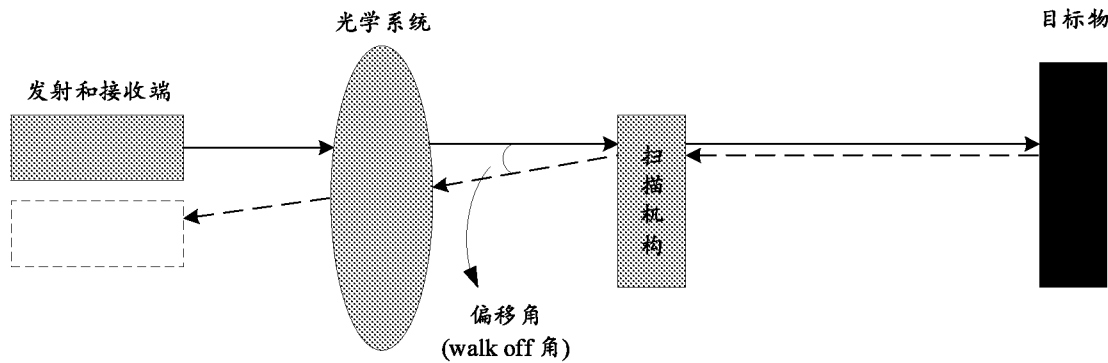


图 1

20

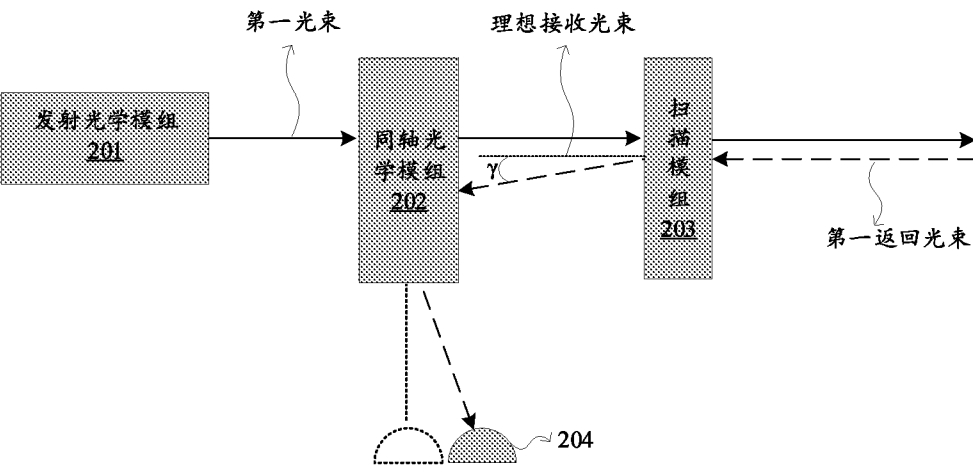


图 2

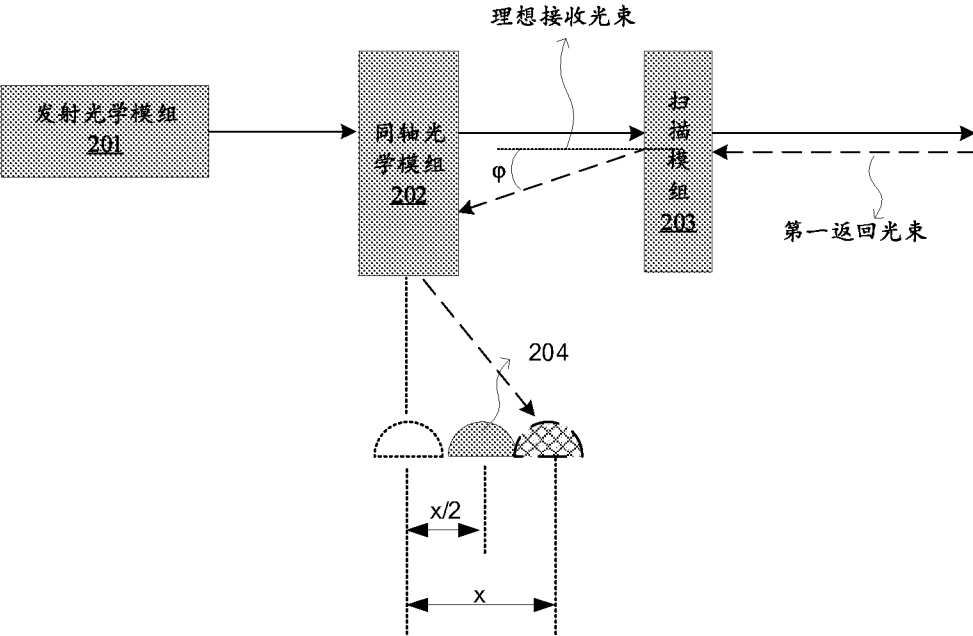


图 3

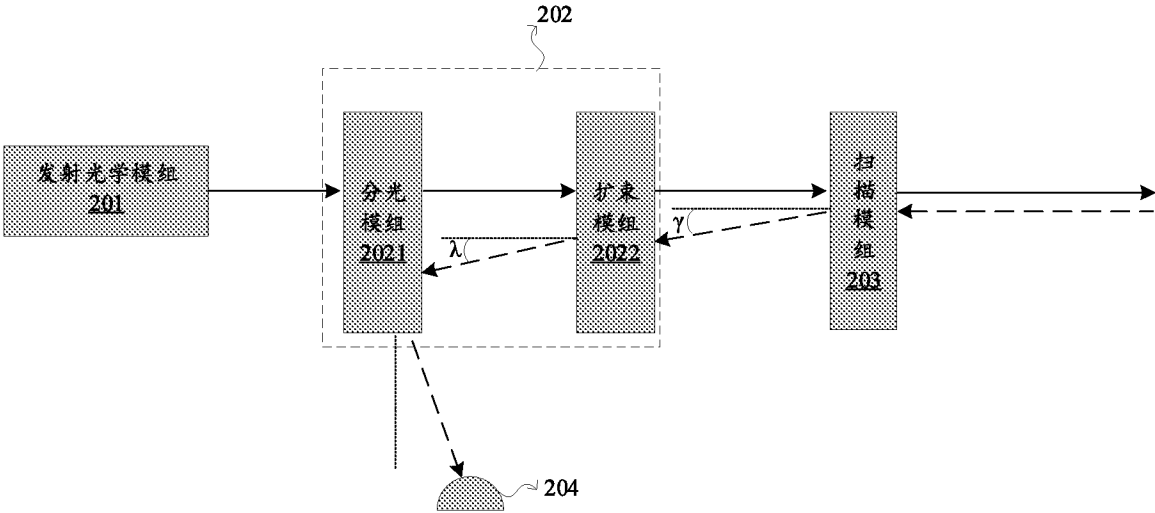


图 4

20

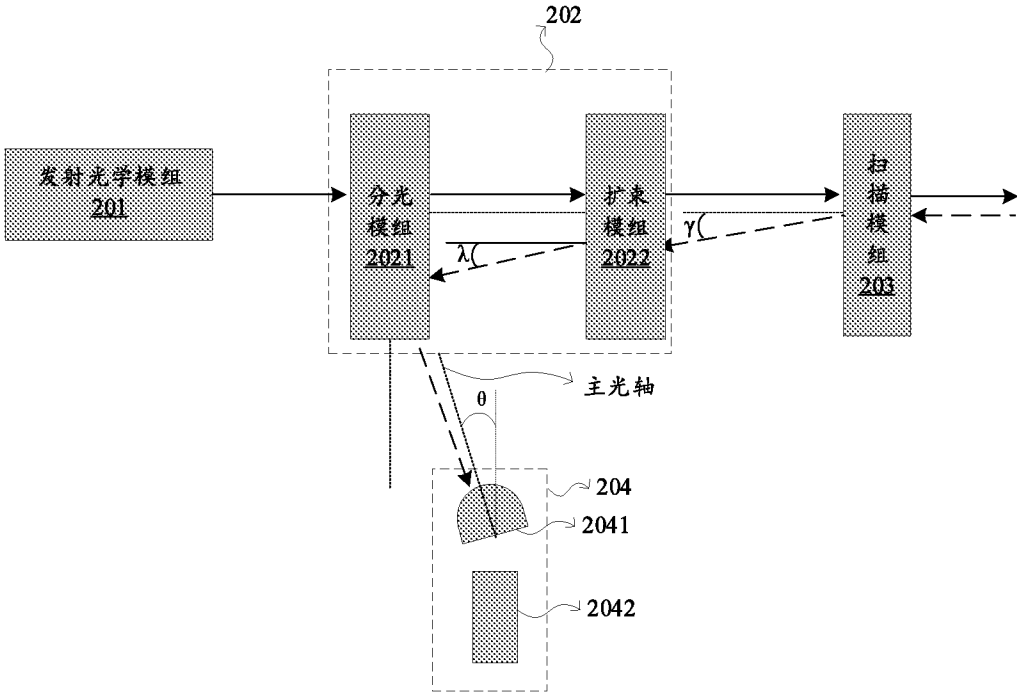


图 5

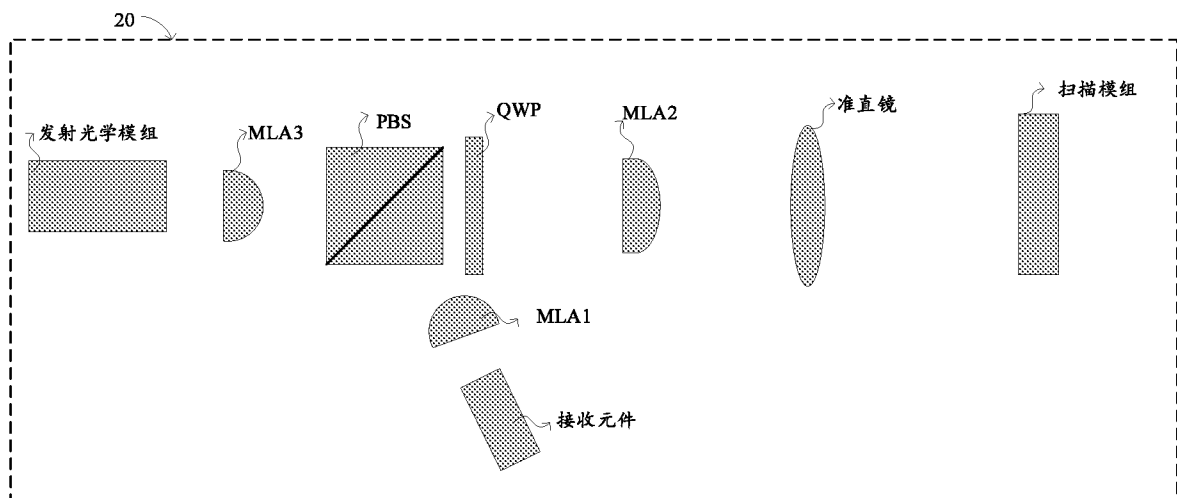


图 6A

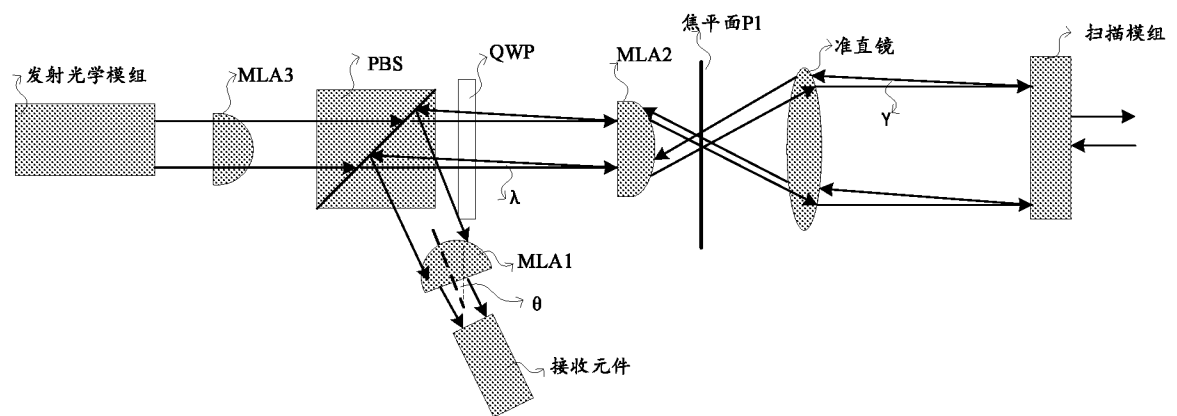


图 6B

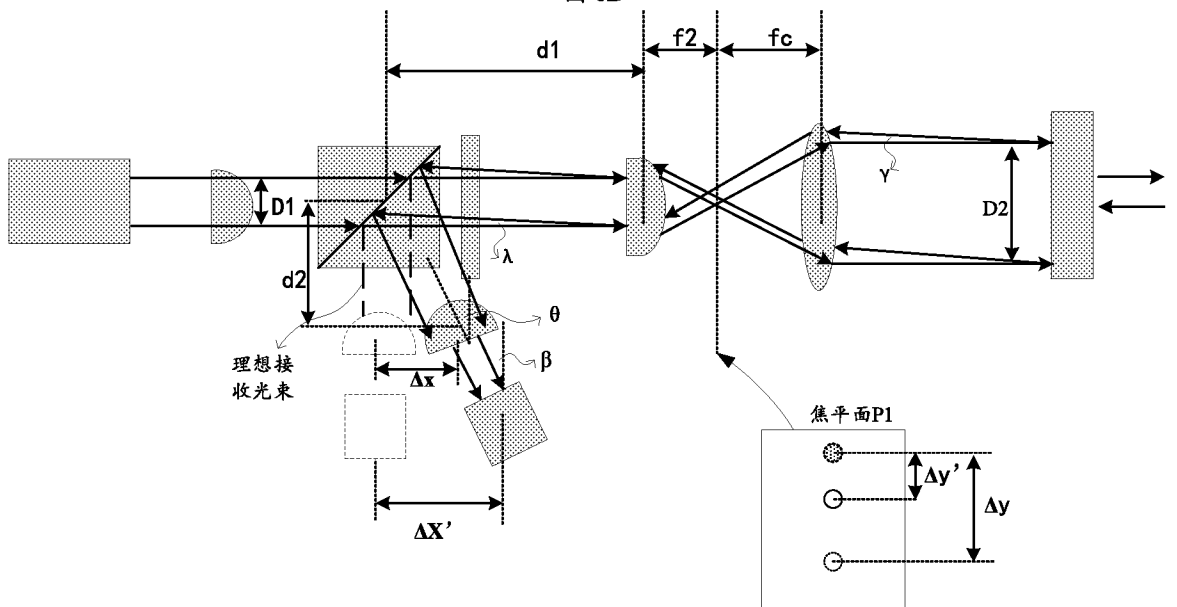


图 6C

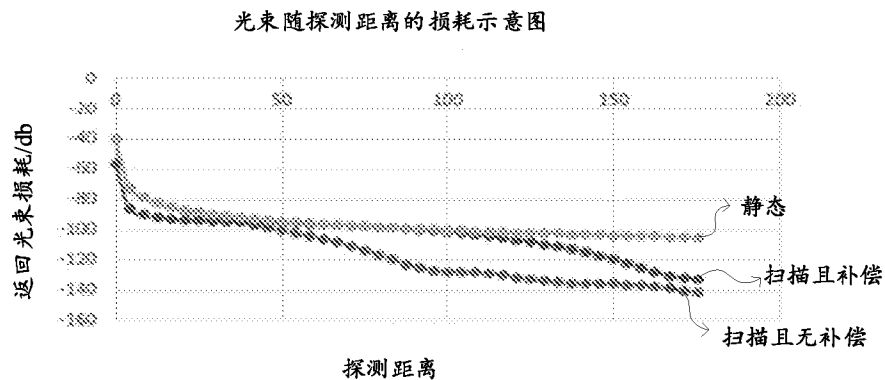


图 7

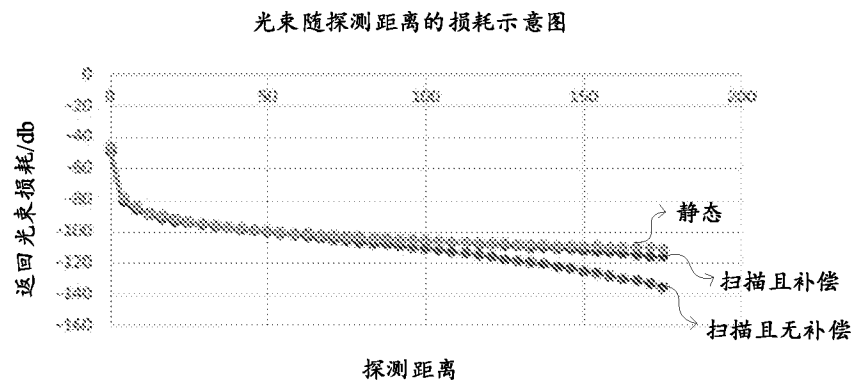


图 8

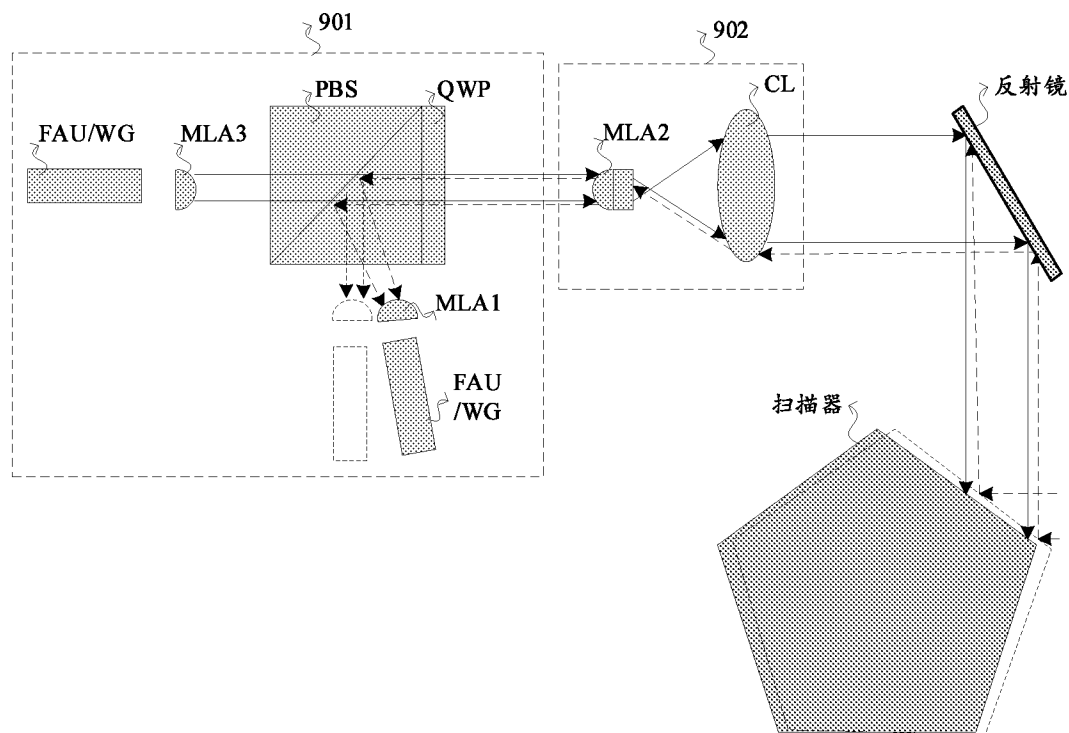


图 9

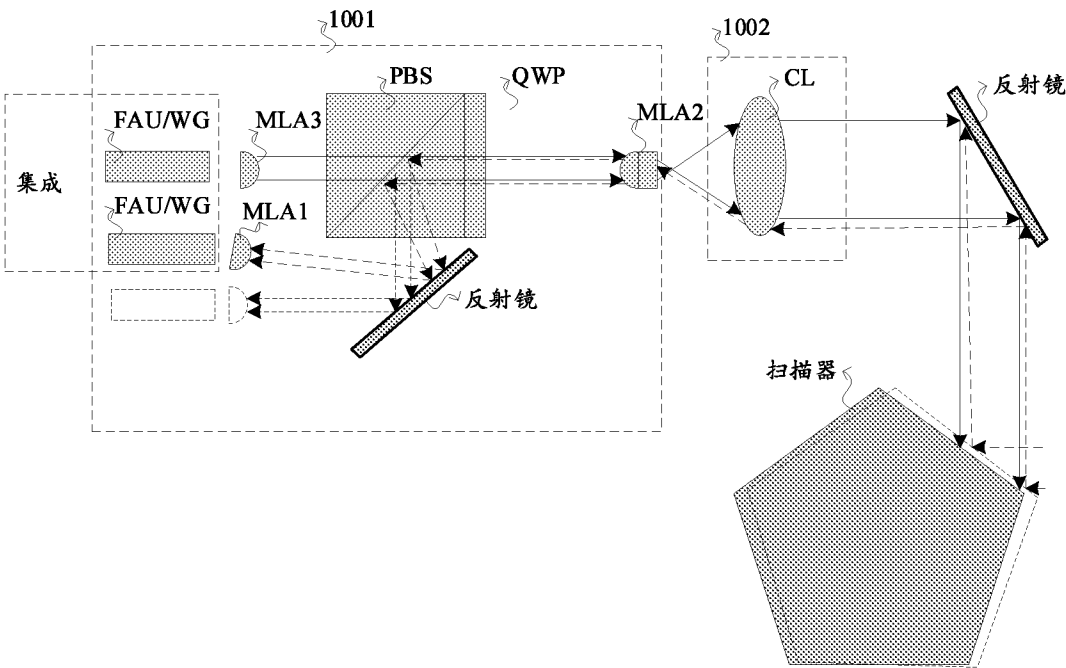


图 10

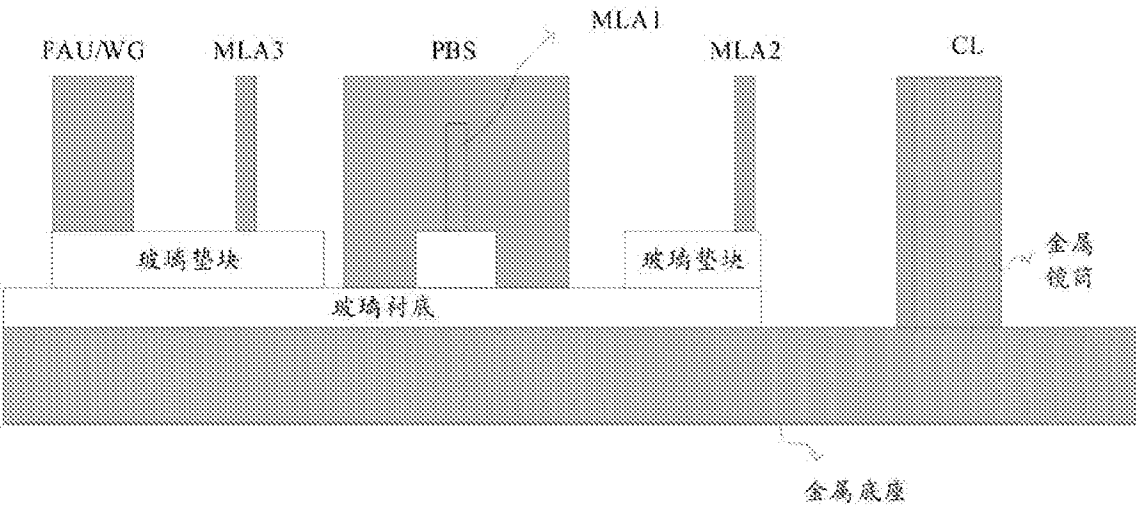


图 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/105547

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

IPC: 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)

CNXTX, ENTXTX, WPABSC, VEN: 华为技术有限公司, 激光, 雷达, 发射, 接收, 同轴, 共轴, 分光, PBS, 扫描, 返回, 回波, 偏移, 偏离, 补偿, 去扫描, 解扫描, 走离, 滞后角, lidar, laser, radar, transmit+, receiv+, coaxial, split+, scan+, return, echo, offest, compensat+, walk w off

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 114779212 A (HESAI TECHNOLOGY CO., LTD.) 22 July 2022 (2022-07-22) description, paragraphs [0002] and [0054]-[0080], and figures 6-7	1-3, 9, 11-15
A	CN 116338632 A (SUTENG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 June 2023 (2023-06-27) entire document	1-15
A	CN 116338634 A (SUTENG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 27 June 2023 (2023-06-27) entire document	1-15
A	CN 113366335 A (AEVA, INC.) 07 September 2021 (2021-09-07) entire document	1-15
A	US 11536813 B1 (AEVA, INC.) 27 December 2022 (2022-12-27) entire document	1-15
A	US 4311385 A (RAYTHEON COMPANY) 19 January 1982 (1982-01-19) entire document	1-15



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “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

17 November 2023

Date of mailing of the international search report

22 November 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/105547

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	114779212	A	22 July 2022	None			
CN	116338632	A	27 June 2023	None			
CN	116338634	A	27 June 2023	EP	4202480	A1	28 June 2023
				US	2023204768	A1	29 June 2023
CN	113366335	A	07 September 2021	EP	3867663	A1	25 August 2021
				JP	2022505179	A	14 January 2022
				US	2020124711	A1	23 April 2020
				US	11709240	B2	25 July 2023
				WO	2020081188	A1	23 April 2020
				KR	20210092212	A	23 July 2021
US	11536813	B1	27 December 2022	None			
US	4311385	A	19 January 1982	None			

A. 主题的分类 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) IPC: 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)) CNTXT, ENTXT, WPABSC, VEN; 华为技术有限公司, 激光, 雷达, 发射, 接收, 同轴, 共轴, 分光, PBS, 扫描, 返回, 回波, 偏移, 偏离, 补偿, 去扫描, 解扫描, 走离, 滞后角, lidar, laser, radar, transmit+, receiv+, coaxial, split+, scan+, return, echo, offset, compensat+, walk w off		
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
X	CN 114779212 A (上海禾赛科技有限公司) 2022年7月22日 (2022 - 07 - 22) 说明书第[0002]、[0054]–[0080]段, 图6–7	1–3,9,11–15
A	CN 116338632 A (深圳市速腾聚创科技有限公司) 2023年6月27日 (2023 - 06 - 27) 全文	1–15
A	CN 116338634 A (深圳市速腾聚创科技有限公司) 2023年6月27日 (2023 - 06 - 27) 全文	1–15
A	CN 113366335 A (艾娃有限公司) 2021年9月7日 (2021 - 09 - 07) 全文	1–15
A	US 11536813 B1 (AEVA, INC.) 2022年12月27日 (2022 - 12 - 27) 全文	1–15
A	US 4311385 A (RAYTHEON COMPANY) 1982年1月19日 (1982 - 01 - 19) 全文	1–15
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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 2023年11月17日		国际检索报告邮寄日期 2023年11月22日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 周璐璐 电话号码 (+86) 010-53962589

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/105547

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	114779212	A	2022年7月22日	无			
CN	116338632	A	2023年6月27日	无			
CN	116338634	A	2023年6月27日	EP	4202480	A1	2023年6月28日
				US	2023204768	A1	2023年6月29日
CN	113366335	A	2021年9月7日	EP	3867663	A1	2021年8月25日
				JP	2022505179	A	2022年1月14日
				US	2020124711	A1	2020年4月23日
				US	11709240	B2	2023年7月25日
				WO	2020081188	A1	2020年4月23日
				KR	20210092212	A	2021年7月23日
US	11536813	B1	2022年12月27日	无			
US	4311385	A	1982年1月19日	无			