

(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  
2024年5月30日 (30.05.2024)



(10) 国际公布号  
WO 2024/108406 A1

- (51) 国际专利分类号:  
G01S 7/484 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/133583
- (22) 国际申请日: 2022年11月22日 (22.11.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 李孟麟 (LI, Menglin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。刘彤辉 (LIU, Tonghui); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。王伟 (WANG, Wei); 中国

广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。余安亮 (YU, Anliang); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。张化红 (ZHANG, Huahong); 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,

(54) Title: OPTICAL SIGNAL PROCESSING APPARATUS, CHIP, LASER RADAR, AND TERMINAL

(54) 发明名称: 一种光信号处理装置、芯片、激光雷达和终端

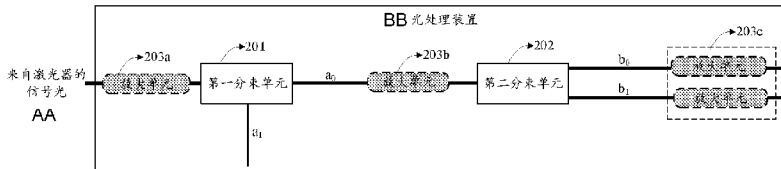


图 2

- 201 First beam-splitting unit  
202 Second beam-splitting unit  
203 Amplification unit  
AA Signal light from a laser  
BB Optical processing apparatus

(57) Abstract: Provided in the embodiments of the present application are an optical signal processing apparatus, a chip, a laser radar, and a terminal, which can be applied to the fields of detection, intelligent surveying and mapping, intelligent driving, etc. The optical signal processing apparatus contains a plurality of beam-splitting units and a multi-stage amplification unit, the plurality of beam-splitting units being used to perform light splitting on signal light of a laser, such that signal light of a plurality of channels can be obtained. The signal light is then subjected to multi-stage amplification by means of the multi-stage amplification unit, such that the power of output signal light can be ensured while the number of channels of the output signal light is increased, thereby improving the detection performance.

(57) 摘要: 本申请实施例提供一种光信号处理装置、芯片、激光雷达和终端, 可以应用于探测、智能测绘、智能驾驶等领域。其中, 光信号处理装置包含多个分束单元和多级放大单元, 通过多个分束单元对激光器的信号光进行分光可以分得多个通道的信号光。这些信号光经过多级放大单元对信号光进行多级放大, 从而在提高输出的信号光的通道数情况下, 能够保证输出的信号光的功率, 提升探测性能。

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, 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))。

一种光信号处理装置、芯片、激光雷达和终端

## 技术领域

本申请涉及光学器件，尤其涉及一种光信号处理装置、芯片、激光雷达和终端。

## 背景技术

光探测和测距技术是一种发射探测信号光并通过探测目标的返回的信号光来获取目标的相关信息（例如目标的位置、形状、或速度等特征量）的技术。其中，相干激光雷达是采用调频信号光进行目标探测，并根据发射的信号和返回的信号进行处理得到标的相关信息的雷达。相干激光雷达的发射的信号往往按照某一形式进行调制，使得发射的信号频率随时间变化，其变化规律可以是锯齿、三角或者正弦等波形，如果频率的变化是线性连续的则称为线性的调频连续波（Frequency Modulated Continuous Waves, FMCW）。FMCW 激光雷达结合了激光线性扫频测距技术，其距离探测的原理是：测量光传输到目标的往返时间，从而得到目标距离。为了测得这个往返时间，需要在发射激光上进行与时间有关的特征标记。线性调频连续波（FMCW）激光雷达正是利用频率按时间的线性变化对激光进行调制，以此将时变的频率信息标记在发射的信号上。

基于远距离探测、高帧率和高出点率的要求，考虑尺寸、成本、功耗等条件，相干激光雷达的关键方向之一是多通道收发且器件高度集成。多通道收发的激光雷达需要发射多个通道的探测信号光，来保证出点率。

发射多个通道的探测信号光的方式有两种。一种是将一个光源进行分光，得到多个通道的探测信号光，但这会导致每个通道的发光功率受限，探测性能差。另一种方式通过增加光源数量，来减少每个光源分得的通道数，由于需要多个发光光源，会显著提高相干激光雷达的成本。

## 发明内容

本申请实施例提供一种光信号处理装置、芯片、激光雷达和终端，能够信号光的通道数和发光功率，提升探测性能。

**第一方面**，本申请实施例提供了一种光信号处理装置，包括至少一个输入端口、第一分束单元、第二分束单元和 M 级放大单元，M 为整数且  $M \geq 2$ 。

其中，所述至少一个输入端口，用于接收来自至少一个激光器的信号光；

所述第一分束单元，用于将来自所述至少一个激光器的信号光分为多个子信号光；

所述 M 级放大单元中的第一级放大单元，用于对所述多个子信号光中的一个子信号光进行放大生成第一信号光；

所述第二分束单元，用于将所述第一信号光分为多个第二信号光；

所述 M 级放大单元中的第二级放大单元，用于对所述多个第二信号光中的至少一个第二信号光进行放大生成第三信号光。

本申请中，通过分束单元对激光器的信号光进行分光可以分得多个通道的信号光。这些信号光可以经过多级放大单元，而多级放大单元可以对信号光进行多级放大，从而保证输出的信号光的功率，提升探测性能。

另外，放大单元的工作原理是通过电流来得到更大功率的信号光。通过设置多级的放大单元，可以灵活的设计放大单元的位置以及各放大单元的驱动电流的大小，避免某一处放大单元的电流过大。一方面可以减少由于电流过大烧坏各电器件的危险性，降低对散热的需求；另一方面，可以降低因大电流带来的串扰，降低噪声和干扰，提升信号光的有效性。总之，通过多级的放大单元，可以提升光信号处理装置的使用寿命，显著提升探测性能。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个子信号光包含本振信号光和探测信号光；所述第一级放大单元用于对所述探测信号光进行放大生成所述第一信号光。

其中，本振信号光用于后续和返回信号光进行混频、得到拍频信号。探测信号光用于发射到空间中进行探测。

可理解的，本振信号光通常在光信号处理装置的内部传输，能量损耗较小。而信号光发射到空间中，再接收返回信号光的过程能量损耗较大。这种实施方式中，第一级放大单元主要用于对探测信号光进行放大，因此可以精准提升探测信号光的功率，提升探测性能。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个第二信号光中，部分第二信号光作为本振信号光，另一部分第二信号光作为探测信号光。所述第二级放大单元，用于对所述探测信号光进行放大生成第三信号光。

在这种实施方式中，第二级放大单元主要用于对探测信号光进行放大，因此可以精准提升探测信号光的功率，提升探测性能。

另外，由于本振信号光需要可能传输到混频单元与返回信号光进行混频，且返回信号光也会有多个通道，这使得多个返回信号光可能会与多个探测信号光的光学路径之间发生串扰。而在这种实施方式中，在靠后的分束单元中分离本振信号光和探测信号光，可以使得本振信号和探测信号光交织，返回信号光也无需穿过探测信号光进行混频，可以降低信号光之间传输的串扰，提升信号的有效性。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包括合束单元，所述至少一个输入端口包含第一输入端口和第二输入端口，其中：

所述第一输入端口用于接收来自第一激光器的信号光，所述第二输入端口用于接收来自第二激光器的信号光；

所述第一分束单元，用于将来自所述第一激光器的信号光分为多个第四信号光，以及将来自所述第二激光器的信号光分为多个第五信号光，所述多个第五信号光属于所述多个子信号光；

所述合束单元，用于将至少一个第四信号光和至少一个第五信号光进行合并，得到第六信号光；

所述第一级放大单元用于放大所述第六信号光生成所述第一信号光。

在这种实施方式中，光信号处理装置也适用于处理多个激光器的信号光，以上仅以第一激光器和第二激光器为例。这多个激光器的信号光中的部分信号可以进行合束，合束之后的信号光在发射过程中就像发射单光源的信号光一样，可以避免交叉，减少串扰。

可选的，多个激光器发射的信号光具有不同的性质。在处理返回信号光时，返回信号光先被分束，再分别与两个激光器各自的本振信号光进行混频，从而使用一个通道的返回信号可以获得多个采样点。例如，第一激光器和第二激光器可以分别发射正、负斜率的线性调频激光，经过合束后，一个通道的探测信号光即包含正、负斜率的线性调频激光。这个通道的探测信号光照射到目标同一点上；返回信号光被分束后，再分别与正、负斜率的线性调频激光的本振信号光进行混频，从而得到两个采样点，可以提高出点率，使得激光雷达获得更高

的点云分辨率。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述来自第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光具有不同的扫频斜率。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述来自第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光具有不同的中心波长。

可选的，对于返回信号光的分束可以为解复用，从而分离出对应不同激光器的返回信号光。

以二者具有不同的中心波长为例，第一激光器发射 1550nm 的激光，第二激光器发射 1310nm 的激光。用于分离返回信号光的分束单元，可以分离出返回信号光中的 1550nm 激光和返回信号光中的 1310nm 激光，返回信号光中的 1550nm 激光与第一激光器的本振信号光混频，返回信号光中的 1310nm 激光与第二激光器的本振信号光混频。这种方式，既可以提升出点率又可以降低能量损耗。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述第二分束单元包含 N 个分束器，所述 N 个分束器以树形拓扑结构排列且每个分束器作为树形拓扑结构的节点，N 为整数且  $N > 0$ ，每个父节点位置的分束器分束得到的信号光被提供给予节点位置的分束器；

所述第一信号光输入根节点位置的分束器，所述多个第二信号光从叶子节点位置的分束器输出。

可选的，分束器可以为 1 分 M (M 为整数且  $M > 1$ ) 分束器，例如一分二分束器、一分三分束器等。通过树形的分束器结构，可以控制分光后的信号的能量分布，从而灵活设计分辨率分布。

作为一种可能的实现，投射到视野中心部分的信号光经过的分束器的层级少于投射到视野边缘部分的信号光经过的分束器的层级。如此，投射到视野中心部分的信号光的功率高于投射到视野边缘区域的信号光的功率，从而使得激光雷达在视野中心部分的分辨率更高、探测精度更高。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述第二级放大单元包含多个放大器；

所述多个放大器位于叶子节点位置的分束器之后。

应理解，这里的之后是指位于叶子节点位置的分束器的输出端之后。

这种实施方式中，在第二分束单元之后设置放大器，信号光经过分光以后再输入放大器，从而可以更加精准地控制第三信号光的功率，提升探测信号光的稳定性。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个放大器位于所述多个树形拓扑结构内的分束器之间。

这种实施方式中，信号光经过第二级放大单元后还会被再次分光，相当于几个信号光可以共用一个放大器，可以减少放大器的数量，节省成本。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个放大器中的部分放大器位于叶子节点位置的分束器之后，另一部分放大器位于所述多个树形拓扑结构中的分束器之间。

这种实施方式中，用户可以根据需求设置放大器的位置，控制探测信号光的功率，提升光路设计和功率设计的灵活性。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包含功率控制器，所述功率控制器用于调整所述第二级放大单元的驱动电流，以控制所述第二级放大单元输出的信号光的功率。

这种实施方式中，利用放大器输出功率与驱动电流相关的特性，通过改变放大单元的驱

动电流，可以控制经过放大单元的信号光的功率，提升灵活性，降低能耗。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述功率控制器还用于：

根据控制信号，调整所述第二级放大单元的驱动电流，所述控制信号与扫描器的指向角度相关。

例如，在中心视场位置增大发射功率，在边缘视场处减小发射功率。

再如，在发射光束不能经由扫描器出射的扫描无效区域，放大单元的光功率放大功能。其中，扫描无效区域是指探测信号光无法全部投射到视野上的扫描角度。此时，探测信号可能会被投射到设备内部。

这种实施方式不仅可以增加激光雷达系统的测量动态范围，降低整体功耗，也可以降低系统内部的杂散光。

可选的，该控制信号可以是来自处理器或者来自控制器的。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包含光输入输出单元，所述光输入输出单元包含多个输出端口和多个接收端口；

所述多个输出端口，用于输出所述第三信号光；

所述多个接收端口，用于接收返回信号光，所述返回信号光包含所述第三信号光的反射；

所述混频单元，用于根据所述返回信号光和本振信号光得到一个或者多个混频结果，所述一个或者多个混频结果用于确定视野内的目标的相关信息；

所述本振信号光属于所述多个子信号光，或者，属于所述多个第二信号光。

在这种实施方式中，光信号处理装置还可以对返回信号光进行混频处理，得到混频结果。如此可以进一步实现器件的集成，提升器件的稳定性，减小体积。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述混频单元包含第三分束单元、第一混频器和第二混频器；

所述第三分束单元，用于将所述返回信号光进行分束，得到第一子返回信号光和第二子返回信号光，

所述第一混频器用于将第一子本振信号光和所述第一子返回信号光混频得到第一混频结果，所述第一子本振信号光来自第一激光器；

所述第二混频器用于将第二子本振信号光和所述第二子返回信号光混频得到第二混频结果，所述第二子本振信号光来自第二激光器。

在这种实施方式中，一个返回信号光可以被分束得到多个子返回信号光，从而基于多个本振信号进行拍频得到多个输出点，提升出点率，从而提升点云分辨率。

可选的，第三分束单元可以是能量分束型的分束单元，或者波长分束型的分束单元。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包含第四分束单元，所述第四分束单元用于将本振信号光解复用得到第一子本振信号光和第二子本振信号光，所述第一子本振信号光作为来自第一激光器的信号光的本振信号，所述第二子本振信号光作为来自所述第二激光器的信号光的本振信号；

所述本振信号光包含来自所述第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光。

可选的，第四分束单元可以是能量分束型的分束单元，或者波长分束型的分束单元。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个接收端口按列排布形成接收端口组，所述多个输出端口按列排布形成输出端口组；

所述接收端口组和所述输出端口组相对设置，一个输出端口和至少一个接收端口相对设置且共用一个收发光学模组。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个接收端口按列排布形成接收端口组，所述多个输出端口按列排布形成输出端口组；

所述接收端口组共用一个接收光学模组，所述输出端口组共用一个发射光学模组。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述输出端口组中，中间部分的输出端口之间的间距小于边缘部分的输出端口之间的间距。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述多个接收端口包含第一接收端口，所述输出端口包含第一输出端口，所述第一接收端口接收的信号光包含由第一输出端口输出的信号光的反射；

所述光信号处理装置还包含功率控制器，所述功率控制器用于：

当由第一接收端口接收的信号光的功率大于第一阈值，则降低所述第二级放大单元的驱动电流以降低由所述第一输出端口出射的探测信号光的功率；

当由第一接收端口接收的信号光的功率小于第二阈值，则提高所述第二级放大单元的驱动电流以增大由第一发射子端口出射的探测信号光的功率。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光输入输出单元包含第一输出端口集合和第二输出端口集合，所述第一输出端口集合和所述第二输出端口集合分别包含至少一个输出端口，所述第一输出端口集合用于向所述视野的中间区域出射探测信号光，所述第二输出端口集合用于向所述视野的边缘区域出射探测信号光；

所述第一输出端口集合出射的探测信号光的功率高于所述第二输出端口集合出射的探测信号光的功率。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包含光开关，所述光开关设置在所述第二分束单元至任一输出端口之间，用于控制是否在所述第二分束单元与所述任一输出端口之间形成光学路径。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包含反馈单元，所述多个子信号光包含反馈信号光；

所述反馈单元用于根据所述反馈信号检测所述来自至少一个激光器的信号光的扫频信息和/或相位噪声。

在第一方面的一种可能的实施方式中，所述光信号处理装置还包含多层的基底以及多条波导，所述多条波导用于在基底的不同层中形成传输信号光的光学路径。

在第一方面的一种可能的实施方式中，传输所述本振信号光和所述返回信号光的光学路径位于所述基底的不同层。

在第一方面的一种可能的实施方式中，传输所述反馈信号光和所述返回信号光的光学路径位于所述基底的不同层。

第二方面，本申请实施例提供一种芯片，所述芯片包含一个或者多个光信号处理装置，所述光信号处理装置为第一方面任一项所述的光信号处理装置。

为了便于描述，以下以芯片包含的光信号处理装置为K个为例进行描述，K为整数且 $K \geq 1$ 。

在第二方面的一种可能的实施方式中，所述芯片还包含至少一个激光输入端口和至少一个光开关，所述至少一个激光输入端口包含第一激光输入端口；

所述至少一个激光输入端口用于接收来自至少一个激光器的信号光；

所述至少一个光开关设置在所述第一激光输入端口和L个光信号处理装置之间，且被配

置为：将所述L个光信号处理装置可切换地耦合到光学路径以控制是否在所述L个光信号处理装置与所述第一激光输入端口之间形成光学路径，L为整数且 $L \leq K$ 。

在这种实施方式中，通过至少一个光开关，可以在多个光信号处理装置之间形成光学路由，从而可以根据需求启用一个或者多个光信号处理装置，提升灵活性。

在第二方面的一种可能的实施方式中， $K \geq 2$ ，且，所述K个光信号处理装置中的任意两个光信号处理装置对称设置。

**第三方面**，本申请实施例提供一种激光雷达，所述激光雷达包含激光器、扫描器，以及第一方面任一项所描述的光信号处理装置；

所述激光器用于向所述光信号处理装置提供调频信号光；

所述扫描器用于将来自所述光信号处理装置的第三信号光投射到视野中。

**第四方面**，本申请实施例提供一种激光雷达，激光器、阵列探测器、收发光学模块、扫描器，以及第一方面任一项所描述的光信号处理装置；

所述激光器用于向所述光信号处理装置提供调频信号光；

所述扫描器用于将来自所述光信号处理装置的第三信号光投射到视野中，以及接收来自视野的返回信号光并提供给所述光信号处理装置；

所述收发光学模组设置在所述扫描器和所述光信号处理装置之间；

所述阵列探测器用于接收来自所述光信号处理装置的一个或者多个混频结果并基于所述一个或多个混频结果得到电信号，所述电信号用于确定视野内的目标的相关信息。

在第四方面的一种可能的实施方式中，所述光学模组包含偏振分束器和四分之一波片，所述偏振分束器和所述四分之一波片用于实现收发同轴，其中：

第三信号光依次经过所述光信号处理装置的输出端口、所述偏振分束器和所述四分之一波片被提供给所述扫描器；

来自所述扫描器的返回信号光依次经过所述四分之一波片、所述偏振分束器被提供给所述光信号处理装置的接收端口。

在第四方面的一种可能的实施方式中，所述光学模组还包含二分之一波片，所述二分之一波片设置在所述偏振分束器和所述光信号处理装置的接收端口之间。

**第五方面**，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描述的光信号处理装置，或者，所述终端包含第二方面任一项所描述的芯片，或者，所述终端包含如第三方面任一项或第四方面任一项所描述的激光雷达。

可选的，终端为车辆、无人机或者机器人。

## 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是一种放大器的工作原理的示意图；

图2是本申请实施例提供的一种光信号处理装置的结构示意图；

图3是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；

图4是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；

图5是本申请实施例提供的又一种可能光信号处理装置的结构示意图；

图6A是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；

图 6B 是本申请实施例提供的一种多激光器的信号光的斜率示意图；  
图 7A 是本申请实施例提供的又一种信号处理装置的结构示意图；  
图 7B 是本申请实施例提供的又一种信号处理装置的结构示意图；  
图 7C 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；  
图 7D 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 8A 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；  
图 8B 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；  
图 8C 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；  
图 8D 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图；  
图 9A 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的示意图；  
图 9B 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的示意图；  
图 10A 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 10B 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 10C 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 10D 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 11A 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 11B 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 11C 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 11D 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图；  
图 12A 是本申请实施例提供的一种接收端口和输出端口相对设置的示意图；  
图 12B 是本申请实施例提供的一种光路示意图；  
图 12C 是本申请实施例提供的一种接收端口和输出端口相对设置的示意图；  
图 13A 是本申请实施例提供的又一种接收端口和输出端口相对设置的示意图；  
图 13B 是本申请实施例提供的又一种光路示意图；  
图 14 是本申请实施例提供的又一种输出端口和接收端口的示意图；  
图 15A 是本申请实施例提供的一种输出端口的示意图；  
图 15B 是本申请实施例提供的一种可能的输出端口的示意图；  
图 16 是本申请实施例提供的一种离轴光路的示意图；  
图 17 是本申请实施例提供的一种同轴光路的示意图；  
图 18 是本申请实施例提供的一种光开关的示意图；  
图 19 是本申请实施例提供的又一种光开关的示意图；  
图 20 是本申请实施例提供的一种可能的反馈单元的示意图；  
图 21 是本申请实施例提供的一种可能的光信号处理装置的应用示意图；  
图 22 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的应用示意图；  
图 23 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 24 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 25 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 26 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 27 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 28 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 29 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；

图 30 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图；  
图 31 是本申请实施例提供的一种可能的硅光芯片的示意图；  
图 32 是本申请实施例提供的又一种可能的硅光芯片的示意图；  
图 33 是本申请实施例提供的一种光信号处理装置的工作场景示意图；  
图 34 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的工作场景示意图；  
图 35 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的工作场景示意图；  
图 36 是本申请实施例提供的一种激光雷达的结构示意图  
图 37 是本申请实施例提供的一种激光雷达的工作场景示意图。

## 具体实施方式

为了使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施例作进一步地详细描述。

为了便于理解，以下示例地给出了部分与本申请实施例相关概念的说明以供参考。如下所述：

### 1. 探测装置

本申请实施例中提到的探测装置可以是激光雷达，也可以是其它的光探测装置，例如融合探测装置（例如，集成雷达探测器和图像传感器的探测装置）。其工作原理是通过发射探测信号光，并接收返回的信号光来探测相应的探测区域。

本申请实施例中的探测装置能够使用在智能驾驶、智能运输、智能制造、环境探测、测绘、无人机等各种领域，能够完成目标探测、距离测量、速度测量、目标跟踪、成像识别等中的一项或者多项功能。

本申请实施例中的探测装置可以应用于车载探测装置（例如车载雷达）、路侧探测装置（例如路口雷达）等，也可以应用于其它的探测装置，例如安装在无人机、机器人、轨道车、自行车、信号灯、测速装置或基站等等装置上面的探测装置。本申请对探测装置安装的位置不做限定。

### 2. 波导

波导（waveguide）是用来定向引导电磁波的结构，电磁波可以在其端点之间传输。光也是电磁波，传输光的波导被称为光波导，例如平面介质光波导、或光纤等。

### 3. 偏振（polarization）

偏振，是指光的电矢量的振动方向具有一定的规律。偏振是光的一种属性，偏振状态（polarization state）是光的一个参数。偏振状态可分为：线偏振，椭圆偏振（包含圆偏振）等。

例如，对于线偏振光，它的电矢量沿着一个方向做往复振动。而非偏振光，如自然光，它们的电矢量的振动是杂乱无章的，既不朝着某些相同的方向，振动时又不具有固定的时间对应关系（没有固定相位），因此，它们的振动是随机的，没有固定规律。

### 4. 偏振分束器

偏振分束器是一种光滤波器，信号光经过偏振分束器时的透射率与信号光的偏振方向相关，通常是某一偏振方向的线偏振光可以通过，而某些偏振方向的光则被阻挡（不能通过）。

一些场景中，当光通过偏振分束器，光的偏振态用 P 偏振光（以下简称 P 光）和 S 偏振光（以下简称 S 光）来描述。其中，P 光表示偏振方向与分束器的偏振方向平行的线偏振光，S 光表示偏振方向与分束器的偏振方向垂直的线偏振光。

又一些场景中，光的偏振态也通过横电（transverse electric, TE）或者横磁（transverse magnetic, TM）来描述。作为一种可能的设计，TE 偏振光经过偏振分束器时可以透过偏振分束器，且透过的信号光仍然保持 TE 偏振。TE 偏振经过一次四分之一波片（quarter wave plate, QWP）后可以被转换为圆偏振光或椭圆偏振光，圆偏振光或椭圆偏振光再次经过四分之一波片后被转换为 TM 偏振光，TM 偏振光经过该偏振分束器时被反射。

### 5.波片

波片，又称为相位延迟片，能够使通过波片的光的两个互相正交的偏振分量产生相位偏移，可用来调整光的偏振状态。根据波片推迟的相位偏移，波片可以分为二分之一波片（half wave plate, HWP）、QWP、八分之一波片等。

可选的，本申请部分实施例中的示出的 QWP 也可以替换为法拉第旋转镜、法拉第旋转镜和波片的组合、四分之一波片和二分之一波片的组合、或两个八分之一波片的组合等中的一项或者多项。

### 6.视野（field of view, FOV）

视野是指可以被探测装置探测到的范围，也称为视场。一些场景中，探测装置的发射端与目标物体之间，和/或，探测装置的接收端与目标物体之间，需要具有信号（例如无线电波、激光）传输不中断的视线区域（line of sight, LOS）。该视线区域即可以理解为视野。

### 7.光放大器

光放大器是对信号光进行放大的装置，以下简称放大器。放大器的原理基本上是基于激光的受激辐射，将其他能量转变为信号光的能量，从而实现放大作用。

放大器包含但不限于是半导体放大器、或光纤放大器等。其中，半导体放大器（semiconductor optical amplifier, SOA）以半导体材料为增益介质，能够对信号光进行功率放大并且不明显降低其光学指标。

如图 1 所示是放大器的工作原理的示意图，驱动电流输入放大器后，当信号光通过放大器时，电子会以光子的形式失去能量，产生受激励的光子，受激励的光子具有与光信号相同的波长（以及其他特性）。

以半导体放大器为例，其工作原理是由驱动电流将半导体载流子转化为反转粒子，使得注入种子光幅度放大，并保持注入种子光的偏振、线宽和频率等基本物理特性。随着驱动电流的增加，输出光功率也成一定函数关系增长。因此，使用 SOA 可以在不明显改变其光学性质的情况下放大信号光的功率。

### 8.调频连续波（frequency modulated continuous wave, FMCW）

FMCW 是指频率随时间变化的电磁波。当电磁波的频率随时间线性变化时，称为线性调频连续波。

这里的线性变化一般是指在一个发射周期内的线性变化。示例性的，线性调频连续波的波形一般是锯齿波或者三角波。当然，FMCW 也可能存在其它可能的波形，例如线性调频步进频波形等。

下面对本申请实施例的方案进行详细说明。

请参见图 2，图 2 是本申请实施例提供的一种光信号处理装置的结构示意图。在该示例中，光信号处理装置中包含第一分束单元 201、第二分束单元 202 和多级放大单元，而黑色粗线条表示光的传输路径。为了便于描述，以下将放大单元的级数描述为 M 级，M 为整数且  $M \geq 2$ 。

其中，第一分束单元 201 用于将来自激光器的信号光进行分束，得到多个子信号光。示

例性地，子信号光可以包含子信号光  $a_0$  和子信号光  $a_1$ 。

作为一种可能的实施方式，多个子信号光中的部分子信号光（例如子信号光  $a_0$ ）可能会向第二分束单元 202 传输。进一步的，另一部分光子信号（例如子信号光  $a_1$ ）可能传输到其他单元（未示出）。例如，一部分子信号光可以作为本振信号光传输到混频单元。和/或，一部分子信号光可以作为反馈信号光输入反馈单元等。

作为一种可能的实施方式，多个子信号中的每一路子信号都向第二分束单元 202 传输。

应理解，图 2 所示的两路子信号光仅为示例，本申请对于子信号光的数量不作限定。图 2 所示的激光器的数量仅为示例。可选的，来自激光器的信号光可以为频率随时间线性变化的信号光，例如，来自激光器的信号光可以为调频连续波（frequency modulated continuous waves, FMCW）激光。

**第二分束单元 202** 用于将输入的信号光分为多个第二信号光。示例性地，多个第二信号光可以包含第二信号光  $b_0$  和第二信号光  $b_1$ 。当然，图 2 所示的两路第二信号光仅为示例，本申请对于第二信号光的数量不作限定。

作为一种可能的实施方式，多个第二信号光中的部分第二信号光可以从光信号处理装置出射，形成探测信号光。进一步的，另一部分第二信号光可以作为本振信号光、或者反馈信号光等。

**M 级放大单元中的每一级放大单元** 用于对信号光的强度进行放大。设置多级放大单元，可以分级放大经过的信号光。应理解，多级放大单元并不是指多个放大单元，而是指对于某一路信号光至少进行了两次放大。

可选的，每一级放大单元中包含的放大单元的数量可以是一个或者多个。例如，放大单元 203c 为一级放大单元，该级放大单元中可以包含多个放大单元，每一个放大单元用于放大大一路第二信号光。

应理解，多级放大单元的位置可以有多种可能的实施方式，以下示例性的列举两种可能情况：

**情况 1：**多级放大单元可以分散的设置多个其他单元之间。示例性地，图 2 所示的示例中，放大单元 203a 为其中一级放大单元，放大单元 203b 为其中一级放大单元，放大单元 203c 为其中一级放大单元。M 级放大单元，则可以包含放大单元 203a、放大单元 203b 和放大单元 203c 中的至少两级。

**情况 2：**多级放大单元可以相邻设置。如图 3 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图，放大单元 301a 为其中一级放大单元，放大单元 301b 为另一级放大单元。

可选的，光信号处理装置还可以包含输入端口，输入端口用于接收来自激光器的信号光。

本申请实施例中，通过分光单元对激光器的信号光进行分光，可以分得多个通道的信号光。这些信号光可以经过多级放大单元，而多级放大单元可以对这些信号光进行多级放大，从而保证输出的信号光的功率。通过本申请实施例，可以对来自激光器的信号光进行分光、放大，来提高通道数量且保证每个通道的信号光的功率，既能够减少成本，也可以保证探测性能，具有较大的商用价值。

另外，放大单元的工作原理是通过驱动电流来产生更大功率的信号光。通过设置多级的放大单元，可以灵活的设计放大单元的位置以及各放大单元的电流的大小，避免某一处放大单元的电流过大。一方面可以减少由于电流过大烧坏各电器件的危险性，降低对散热的需求；另一方面，可以降低因大电流带来的串扰，降低噪声和干扰，提升信号光的有效性。总之，通过多级的放大单元，可以提升光信号处理装置的使用寿命，提升探测性能。

以上对光信号处理装置的基础结构进行了介绍，下面介绍一些本申请实施例的可能设计。需要说明的是，下面的多种设计可以单独实施，也可以进行组合。对于组合的情况，下文也会进行示例性的说明。下面先分别介绍多种可能的设计：

#### 【设计 1】

作为一种可能的设计，光信号处理装置的部分或者全部模块可以为芯片，或者，在芯片中实施。这里的芯片可以为硅光芯片、集成电路（Integrated Circuit, IC）芯片等。

可替换的，光信号处理装置的部分或者全部模块可以在材料平台上实施，这里的材料平台也称为基底。材料平台的材质可以为半导体、陶瓷、玻璃、或塑料等材质。

示例性的，材料平台中的材料包含但不限于互补型金属氧化物半导体（complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS）、二氧化硅、氮化硅、氮氧化硅、磷化铟和绝缘体上硅（silicon-on-insulator, SOI）等。

作为一种可能的方案，当光信号处理装置以芯片形式实施或者在材料平台上实施时，信号光在芯片（或材料平台）中的传输通过波导来传输。

示例性的，材料平台进一步的包含但不限于是绝缘体上硅（silicon-on-insulator, SOI）波导平台、氮化硅波导平台、氮氧化硅波导平台、二氧化硅平面光波导（planar light waveguide circuit, PLC）波导平台。可选的，材料瓶体还可以是包含多种类型波导层叠的多层波导平台。

通过芯片或材料平台集成的方式，不仅提高了光信号处理装置集成度，减小了器件的整体体积，还能够降低振动对于光学元件和光路的影响，提升器件和光路的稳定性，有助于提升探测装置的探测性能。

#### 【设计 2】

放大器可以通过芯片方式实施。当光信号处理装置实施在硅光芯片（或材料平台）上时，放大器可以耦合在芯片（或材料平台）之中，或者耦合在芯片（或材料平台）外，例如芯片外侧。

作为一种可能的实施方式，放大器可以通过芯片实现，且具有入射端面 and 出射端面。放大器的入射端面与波导耦合，使得信号光可以从芯片中的波导进入 SOA 的入射端面。

一些场景中，若经过放大的信号光还需要传输进入波导中，则出射端面也可以与波导耦合，使得经过放大的信号光再从出射端面进入波导继续传输。

以光信号处理装置在硅光芯片上实施为例，放大器可以与硅光芯片通过集成方式耦合。

例如，放大器芯片以倒装的方式与硅光芯片耦合。其中，倒装是指放大器芯片和硅光芯片分别加工，在集成时，通过颠倒其中一个芯片（一般是颠倒放大器芯片）使其与另一个芯片贴合在一起。

再如，放大器芯片通过透镜等以空间光的方式与硅光芯片耦合。倒装方式中，两个芯片之间通常紧密贴合，不经过透镜。而空间光方式中，两个芯片之间具有空间且空间中设置有透镜，信号光从一个芯片出射后，通过透镜汇聚再进入另一个芯片中。

再如，放大器芯片通过晶片与晶元贴合的方式与硅光芯片耦合。或，放大器芯片通过晶元与晶元贴合的方式与硅光芯片耦合。

#### 【设计 3】

不限于前述的设计，在一种可能的设计中，M级放大单元至少包含第一级放大单元和第二级放大单元。

如图4是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图。来自激光器的信号光经过第一分束单元201，被分为多个子信号光，第一级放大单元401用于对多个子信号光中的至少一个子信号光进行放大生成第一信号光。第二分束单元202用于将第一信号光分为多个第二信号光，第二级放大单元402用于对多个第二信号光中的至少一个第二信号光进行放大生成第三信号光。

可选的，第二级放大单元402包含多个放大单元，如图4所示的放大单元402a和放大单元402b。

这种实施方式中，每一级放大单元分散地设置在分光单元后。一方面，在分光后对其中的部分或者全部信号光进行放大，可以进一步缩小放大单元的电流范围。另一方面，分光后的多路信号通常具有不同的作用或者指向视野中的不同区域，在分光单元后设置一级放大单元，可以根据需求设计放大单元的位置，提升放大作用的实施精确性和有效性，提高对信号光功率进行控制时的灵活性。

在前述实施方式中，分束单元可以将信号光分为多路，每级放大单元均设置在分束单元之后。

作为一种可能的方案，每一级放大单元可以用于放大分束后的部分信号光。即，至少一个子信号光为多个子信号光中的部分子信号光，和/或，至少一个第二信号光为多个第二信号光中的部分第二信号光。

作为一种可能的实施方式，多个子信号光包含本振信号光和探测信号光，多级放大单元中的其中一级放大单元(例如第一级放大单元)用于对探测信号光进行放大生成第一信号光。如图4所示，第一分束单元分束得到的多个子信号光包含子信号光 $a_0$ 和子信号光 $a_1$ ，子信号光 $a_0$ 作为探测信号光，而子信号光 $a_1$ 作为本振信号光，此时，第一级放大单元401用于对探测信号光进行放大。

其中，本振信号光用于混频、得到拍频信号、倍频、或分频等。探测信号光用于发射到视野中进行探测。

由于本振信号光在传输过程中比较稳定且能量损耗较小，而信号发射到视野中再接收返回信号的过程能量损耗较大。因此，第一级放大单元主要用于对探测信号光进行放大，可以精准提升探测信号光的功率，提升探测性能。

#### 【设计4】

不限于前述的设计，在一种可能的设计中，多个第二子信号光中的部分第二子信号作为本振信号光，部分第二子信号作为探测信号光。多级放大单元中的其中一级放大单元(例如第二级放大单元)用于对探测信号光进行放大生成第一信号光。

如图5是本申请实施例提供的又一种可能光信号处理装置的结构示意图。第一分束单元分束得到的多个第二信号光包含第二信号光 $b_0$ 、第二信号光 $b_1$ 、第二信号光 $b_2$ 和第二信号光 $b_3$ 。其中，第二信号光 $b_0$ 和第二信号光 $b_2$ 作为探测信号光，而第二信号光 $b_1$ 和第二信号光 $b_3$ 作为本振信号光。第二级放大单元501用于对探测信号光进行放大。

具体的，第二级放大单元501包含多个放大单元，如放大单元501a和放大单元501b。其中，放大单元501a用于放大第二信号光 $b_0$ ，而放大单元501c用于放大第二信号光 $b_2$ 。

在这种实施方式中，第二级放大单元主要用于对探测信号光进行放大，可以精准提升探

测信号光的功率，提升探测性能。

可选的，在一种可能的实施方式中，多个第二信号光中本振信号光和探测信号光相互交织。即，本振信号光两侧的信号光为探测信号光，探测信号光两侧的信号光为本振信号光。如图 5 所示，第二信号光  $b_0$ （探测信号光）与第二信号光  $b_1$ （本振信号光）相邻，第二信号光  $b_1$ （本振信号光）与第二信号光  $b_0$ （探测信号光）和第二信号光  $b_2$ （探测信号光）相邻。

本振信号光可能需要传输到混频单元与返回信号光进行混频，而返回信号光也会有多个通道，这使得多个返回信号光可能会与多个探测信号光的光学路径之间产生交叉，发生串扰。而在这种实施方式中，在靠后的分束单元中分离本振信号光和探测信号光，可以使得本振信号光和探测信号光交织，返回信号光也无需穿过探测信号光进行混频，可以降低信号光之间传输的串扰，提升信号的有效性。

### 【设计 5】

不限于前述的设计，在一种可能的设计中，输入第一分束单元的信号光来自多个激光器。以下以激光器的数量为 2 个（便于区分称为第一激光器和第二激光器）为例进行介绍，对于其他数量的激光器本申请同样适用。

来自第一激光器的信号光和来自第二激光器的信号光经过第一分束单元得到多个子信号光，多级放大单元中的其中一级放大单元用于对至少一个子信号光进行放大生成第一信号光，该至少一个子信号光包含部分来自第一激光器的信号光和部分来自第二激光器的信号光。后续的处理过程可以参考前述实施例以及其他设计。

作为一种可能的实施方式，光信号处理装置可以包含合束单元，合束单元用于将部分来自第一激光器的信号光和部分来自第二激光器的信号光进行合并，得到该至少一个信号光。可选的，合束单元可以通过波分复用（wavelength division multiplexing, WDM）、阵列波导光栅（arrayed waveguide grating, AWG）等多波长合束结构实现，或者，可以通过多模干涉仪（multi-mode interferometer, MMI）、定向耦合器（directional coupler, DC）等光能量合束结构实现。可理解的，由于光路可逆，因此，WDM、AWG、MMI、DC 等也可以用于分束和/或解复用。

如图 6A 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图。第一分束单元 601 用于将来自第一激光器的信号光分为多个第四信号光，以及将来自第二激光器的信号光分为多个第五信号光。这里的第四信号光和第五信号光可以看作前述的子信号光。

第四信号光和第五信号光的数量本申请不做限定。示例性的，多个第四信号光可以包含第四信号光  $c_0$  和第四信号光  $c_1$ ，多个第五信号光可以包含第五信号光  $d_0$  和第五信号光  $d_1$ 。

光信号处理装置还包含合束单元 602，合束单元 602 用于将至少一个第四信号光和至少一个第五信号光进行合束，得到子信号光  $a_1$ 。为了便于区分，以下将合束后得到的信号光称为第六信号光。

M 级放大单元中的其中一级放大单元用于放大第六信号光（即图 6A 所示的子信号光  $a_1$ ）生成第一信号光。后续处理过程中可以参考前述。

在这种实施方式中，光信号处理装置也适用于处理多个激光器的信号光，以上仅以第一激光器和第二激光器为例。这多个激光器的信号光中的部分可以进行合束，合束之后的信号光在发射过程中就像发射单光源的信号光一样，可以避免交叉，减少串扰。

可选的，多个激光器发射的信号光通常具有不同的性质。示例性的，所述来自第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光具有不同的扫频斜率。示例性的，所述来自第一

激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光具有不同的中心波长。

在返回的处理过程中，对返回信号进行解复用可以区分不同探测信号光的返回信号，从而使用一个通道的返回信号可以获得多个采样点。例如，第一激光器和第二激光器可以分别发射正、负斜率的线性调频激光，经过合束后，一个通道的探测信号光即包含正、负斜率的线性调频激光，这个通道的探测信号光照射到目标同一点上；返回信号通过分束可以分别进行混频，得到两个采样点，可以提高出点率，获得更高的点云分辨率。

如图 6B 是本申请实施例提供的一种多激光器的信号光的斜率示意图，可以看出，在  $t_0-t_1$  的时间段内，激光器 1 发射正斜率扫频激光，而激光器 2 发射负斜率扫频激光。因此，在拍频时，目标反射后得到的返回信号，经分离后可以与各自本振混频形成不同频率的拍频信号。拍频信号可以按照时间依次被截取，得到多个信号段，多个信号段分别用于得到多个测量点的信息。例如，第一次拍频时，在飞行时间后取第一段相干时长为  $N_1$  的信号进行处理，获得第一个测量点的距离和速度信息；第二次拍频时，取第二段相干时长为  $N_2$  的信号进行处理，获得第二个测量点的信息，前后两段信号长度可相等或不等。

可选的，图 6B 以扫频斜率的方向不同进行介绍，具体实施过程中，还可以通过其他方式区分不同激光器的信号光。

例如，激光器 1 和激光器 2 发射的都是正斜率扫频激光或负斜率扫频激光，只是扫频斜率（即扫频速度）不同。

再如，激光器 1 和激光器 2 发射的是不同波长范围的激光。应理解，这里的不同波长范围是指中心波长不同，也可以理解为，激光的波长范围的上限和下限不同。即，二者的波长范围可以具有一定的重叠的部分，但是不完全重叠。示例性的，激光器 1 发射红外线，激光器 2 发射可见光。

### 【设计 6】

分束单元可以包含一个或者多个分束器，本申请对于分束器的分路数量不做限定。例如，分束器可以为一分二分束器、或一分三分束器等。

作为一种可能的设计，分束单元可以包含多个分束器，多个分束器可以按照树形结构排列，通过多次分光输出多个通道的信号。

以第二分束单元为例，第二分束单元包含的分束器的数量例如为  $N$  个， $N$  为整数且  $N > 0$ 。 $N$  个分束器以树形拓扑结构排列且每个分束器作为树形拓扑结构的节点，每个父节点位置的分束器分束得到的信号光被提供给子节点位置的分束器。第一信号光输入根节点位置的分束器，所述多个第二信号光从叶子节点位置的分束器输出。

以下示例性的提供几种分束单元的实现示意图。需要说明的是，下文中的部分实施例中，放大单元以 SOA 为例进行描述，对于采用其他放大器的情况本申请同样适用。

如图 7A 是本申请实施例提供的又一种信号处理装置的结构示意图。如图 7A 所示，第一分束单元 701 包含一个一分二分束器，该一分二分束器将来自激光器的信号光分为两个子信号光；第二分束单元 702 包含多个一分二分束器，每个一分二分束器都将输入的信号光分成两份，最终从叶子节点位置的分束器中输出多个第二信号光。

一些场景中，通过波导可以分出多路信号光，即，分束器可以通过波导实现。将光波导作为分束单元，更易于集成，可以进一步降低体积，提高稳定性。此外，波导分光可以降低由于光学分光造成的能量损失，提升信号有效性且避免杂散光。

如图 7B 是本申请实施例提供的又一种信号处理装置的结构示意图。第二分束单元包含

多个波导，每个波导用于将输入的信号光分成多份，最终输出多个第二信号光。

如图 7B 所示，波导 703 可以作为第一分束单元，在区域 704 处将输入的信号光分为多个子信号光。再如，第二分束单元 705 包含多条波导，多条波导中包含多个分岔口，将输入的信号光通过多个波导的分岔口分为多个第二信号光。

作为一种可能的实施方式，M 级放大单元的其中一级放大单元中包含多个放大器，该多个放大器位于叶子节点位置的分束器之后。

如图 7A 和/或图 7B 所示，SOA 位于末层分束器之后。

需要说明的是，图 7A 和图 7B 所示的实施例中，每个第二信号光都经过了相同的分光层级，但并不限定每个第二信号光具有相同的功率。以下列举两种实现多个第二信号光功率差别设计的方式：

实现方式一：分束器在分光时可以设置分光的比例。例如，一分二分束器分得的两路信号光中，其中一路的信号光的能量可以高于另一路。

通过控制分光比例，可以使得部分第二信号光具有更高的功率，从而可以根据对探测结果的需求（例如分辨率、探测精度或探测距离等需求）对信号光的功率进行设计。例如，用于发射到视野中感兴趣区域的第二信号光具有更高的功率，以提升对感兴趣区域的探测结果的分辨率和探测精度等。

可选的，感兴趣区域可以是视野的中间部分，或者预先定义的视野区域等。

实现方式二：部分第二信号光所经历的分光器的层数与另一部分第二信号光所经历的分光器的层数不同。如图 7C 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图，第二分束单元 706 将输出的信号光分为多个第二信号光。其中，部分 1 对应的第二信号光和部分 3 对应的第二信号光经过四层分光，而部分 2 对应的第二信号光进行三层分光。

通过控制分光层级，可以使得部分第二信号光具有更高的功率，从而可以根据对探测结果的需求（例如分辨率、探测精度或探测距离等需求）对信号光的功率进行设计。例如，用于发射到视野中感兴趣区域的第二信号光经历相对更少的分光层级，因此这些第二信号光具有更高的功率，以提升对感兴趣区域的探测结果的分辨率和探测精度等。

实现方式三：部分第二信号光可以是经过合并得到的。如图 7D 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图，第二分束单元 707 将输出的信号光分为多个第二信号光。其中，第二信号光 708 是由两路信号光在区域 709 处合并得到的。第二信号光 708 可能具有更高的功率。

以上通过分光单元实现第二信号光的功率差异的实现方式仅为示例，具体实施过程中还可能通过其他方式实现第二信号光之间的差异。

综上所述，通过树形的分束器结构，可以控制分光后的信号的能量分布，从而灵活设计探测装置的分辨率分布。

### 【设计 7】

在设计 6 中可以了解到，第二分束单元包含树形结构的多个分束器，每个分束器作为树形拓扑结构的节点。树形结构中间包含多条分路，这使得放大单元的位置设计也更加灵活。以下列举几种可能的放大单元的可能情况：

情况 1，M 级放大单元中的部分级放大单元包含多个放大器，多个放大器位于叶子节点位置的分束器之后。

如图 7A、图 7B、图 7C 和图 7D 所示，多个 SOA 设置在叶子节点位置的分束器之后。

这种实施方式中，在第二分束单元之后设置放大器，信号光经过分光以后再输入放大器，从而可以更加精准地控制第三信号光的功率，提升探测信号光的稳定性。

**情况 2**，M 级放大单元中，部分级放大单元包含多个放大器，多个放大器位于多个树形拓扑结构内的分束器之间。

如图 8A 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图，其中，第二分束单元包含两个分束单元，即分束单元 801 和分束单元 802。分束单元 801 包含多个分束器，分束单元也包含多个分束器，且分束单元 802 中输入的信号光由分束单元 801 分束得到。分束单元 801 和分束单元 802 之间设置一级放大单元，即放大单元 803，放大单元 803 包含多个 SOA。

如图 8A 所示，分束单元 801 用于将输入的信号光分为多个第二信号光，如图 8A 所示的第二信号光  $b_0$ 、第二信号光  $b_1$ 、第二信号光  $b_2$  和第二信号光  $b_3$ 。放大单元 803，用于将多个第二信号光中的至少一个第二信号光进行放大，得到若干个第三信号光。若干个第三信号光可以进一步输入分束单元 802 再次分束。

应理解，图 8A 所示的 SOA 的设计仅为示例，具体实施过程中还可以有其他设计。例如，SOA 可以设置在部分第二信号光的传输路径上，此时，放大单元 803 用于对部分第二信号光进行放大。再如，部分第二信号光（或者第三信号光）可以不再经过分束。

这种实施方式中，信号光经过第二级放大单元后还会被再次分光，相当于几个信号光可以共用一个放大器，可以减少放大器的数量，节省成本。另外，在末级放大器后再增加分束器，可以增加发射通道数量，提高出点率。

**情况 3**，M 级放大单元中，部分级放大单元包含多个放大器。多个放大器中的部分放大器位于叶子节点位置的分束器之后，另一部分放大器位于所述多个树形拓扑结构中的分束器之间。

如图 8B 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图。分束单元 801 和分束单元 802 之间设置一级放大单元，即放大单元 804。分束单元 802 之后设置一级放大单元，即放大单元 805。

具体的，放大单元 804 包含多个 SOA，用于将部分第二信号光进行放大，得到第三信号光，这部分第三信号光可以输入分束单元 802，进行进一步分光。而另一部分未经放大的第二信号光也输入分束单元 802，经过分束以后得到的信号光输入至放大单元 805 进行放大。

这种实施方式中，部分第三信号光是经过放大器放大以后再分光，相当于最终的部分信号光共用一个放大器；部分信号光是经过多层分光以后再放大，即每路信号光独立使用一个放大器进行放大，如此可以根据需求设置探测信号光的功率，既可以节省一定的成本，也可以优先保证部分探测信号光的功率。

一些场景中，部分信号光还可以经过多次放大器。如图 8C 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图，分束单元 801 和分束单元 802 之间设置一级放大单元，即放大单元 803。分束单元 802 之后设置一级放大单元，即放大单元 806。

放大单元 803 用于将多个第二信号光进行放大，得到第三信号光，这部分第三信号光可以输入分束单元 802，进行进一步分光。由分束单元 802 分光得到的信号光中的部分信号光，经过放大单元 806 进行放大。综上，通过树形结构的分束器和多个放大单元，厂商可以根据需求设置放大器的位置，控制探测信号光的功率，提升光路设计和功率设计的灵活性。

**情况四**，M 级放大单元中的末级放大单元包含多个放大器，多个放大器位于第二分束单元之后，经过末级放大单元之后的信号光可能被再次分光。如图 8D 是本申请实施例提供的

又一种光信号处理装置的结构示意图，如图 8D 所示，第二分束单元 807 之后设置放大单元 808（即末级放大单元），第二分束单元 807 用于输出第二信号光，第二信号光经过放大单元 808 后会再次被分束。

可选的，分束的层级以及分得的信号光的数量本申请不做严格限定。例如，如图 8D 所示的部分 1 中包含的信号光在末级放大单元 808 后经历两层分束，而部分 2 中包含的信号光在末级放大单元 808 后经历一层分束。

#### 【设计 8】

作为一种可能的设计，放大单元的放大作用可控。以 SOA 为例，利用 SOA 输出信号光的功率与驱动电流相关的特性，光信号处理装置可以改变放大单元的驱动电流，从而控制经过放大单元的信号光的功率大小，提升灵活性，降低能耗。以下以放大单元通过 SOA 为例进行说明，对于其他放大器同样适用。

一些可能的场景中，光信号处理装置还包含功率控制器，所述功率控制器用于调整 M 级放大单元中部分或者全部级放大单元的驱动电流，以控制输出的信号光的功率。

示例性的，功率控制器可以在信号光指示到视野中的感兴趣区域时增大部分或者全部 SOA 的驱动电流，在视野中的其他区域减小部分或者全部 SOA 的驱动电流。

例如，信号光以行扫的方式扫描视野，对视野内的区域完成一次扫描所需的时间为 20 毫秒（ms）。功率控制器可以每个扫描周期的第 5-10ms 提高部分或者全部 SOA 的驱动电流，从而使得扫描视野中间部分时，探测信号光具有更大的功率，从而提升视野中间部分的出点率。而在边缘区域使用较低的功率扫描，可以降低能耗，控制散热，提升使用寿命。

再如，通过在视野中划定感兴趣区域，当信号光扫描至感兴趣区域时，提升对应的 SOA 的驱动电流，从而针对感兴趣区域定向提高出点率，进而提升探测结果的感兴趣区域的分辨率，有利于使用感知结果进行识别、决策，提升智能化程度。

一些可能的场景中，信号的发射功率与信号当前的指向角度相关。

例如，在中心视场位置增大发射功率，在边缘视场处减小发射功率。

再如，在发射光束不能经由扫描器出射的扫描无效区域，放大单元的光功率放大功能。其中，扫描无效区域是指探测信号光无法全部投射到视野上的扫描角度。此时，探测信号光可能会被投射到设备内部。

信号的指向角可以通过扫描器来改变。作为一种可能的方案，功率控制器可以根据来自处理器和/或控制器的控制信号，调整所述第二级放大单元的驱动电流，控制信号与扫描器的指向角度相关。

#### 【设计 9】

不限于前述的设计，在一种可能的设计中，光信号处理装置还包含光输入输出单元，所述光输入输出单元包含多个输出端口，多个输出端口用于将探测信号光出射到空间中，进行探测。

可选的，输出端口可以由末级放大器提供，和/或，由耦合器（便于区分以下称为发射耦合器）提供。可选的，发射耦合器可以为边沿耦合器或者光栅耦合器。

作为一种可能的实施方式，放大器包含入射端面 and 出射端面，出射端面可以作为输出端口，将信号光输出到空间中。如图 9A 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的示意图，信号光进入 SOA901 后，从 SOA901 的出射端面出射到外部，形成探测信号光。

作为又一种可能的实施方式，信号光的输出端口由耦合器提供。如图 9B 是本申请实施

例提供的又一种光信号处理装置的示意图，信号光进入 SOA902 后，从 SOA902 的出射端面传输到发射耦合器 903（即三角形状的部件），从发射耦合器 903 的端面出射，形成探测信号光。

应理解，图 9A 和图 9B 是用于说明输出端口的设计故列举的两种可能的实施方式，并不对传输路径和分光情况做限定。例如，SOA902 至发射耦合器 903 中还可能经过分光器和/或光开关等。相关描述可以其他设计，此处不再一一说明。

#### 【设计 10】

不限于前述的设计，在又一种可能的设计中，光信号处理装置还可以包含多个接收端口，多个接收端口用于接收返回信号光，所述返回信号光包含探测信号光的反射。

需要说明的是，虽然此处称为返回信号光，但是并不限定返回信号光中只包含对探测信号光的反射。例如，返回信号光中还可能包含来自视野内的其他光源的信号光，其他光源例如太阳、路灯、车灯、或激光等。

可选的，接收端口可以通过耦合器（便于区分以下称为接收耦合器）实现，例如边沿耦合器或光栅耦合器等。

作为一种可能的设计，接收端口可以与输出端口耦合在一起。即，输出端口也可以作为接收端口。例如，一种偏振分束器（polarizing beam splitter, PBS）可以提供三个端口（便于区分称为端口 1、端口 2 和端口 2），其中，端口 1 接收探测信号光并通过端口 3 输出到空间中，端口 3 还接收来自视野的信号光并将来自视野的信号光从端口 2 输出作为返回信号光，即，该 PBS 既可以提供输出端口也提供接收端口。再如，一种偏振分束光栅（polarization beam splitting grating, PSGC）耦合器也包含端口 1 和端口 2，端口 1 用于接收需要探测信号光并输出到空间中，端口 2 用于得到返回信号光。

在前述的设计中我们了解到，信号光的功率是可控制的。作为一种可能的设计，通过监测返回信号光的能量强度，可以调整探测信号光的功率。

例如，当返回信号光的能力强度太低时，可以增大探测信号光的功率，提升探测精度。

再如，当返回信号光的能力强度太高时，可以降低探测信号光的功率。这样既可以减少能耗，还可以降低由于高反或者角反目标的强反射作用烧坏探测元件的可能性。

一些可能的场景中，接收端口和输出端口之间具有对应关系。例如以第一输出端口和第一接收端口为例，第一接收端口接收的信号光包含由第一输出端口输出的探测信号光的反射。此时，当由第一接收端口接收的信号光的功率大于第一阈值，光信号处理装置可以降低所述第二级放大单元的驱动电流以降低由所述第一输出端口输出的探测信号光的功率。同理，当由第一接收端口接收的信号光的功率小于第二阈值，光信号处理装置提高所述第二级放大单元的驱动电流以增大由第一发射子端口输出的探测信号光的功率。

可选的，调整驱动电流的操作可以由功率控制器来实现。

作为一种可能的方案，光信号处理装置还包含混频单元，混频单元用于根据返回信号光和本振信号光得到一个或者多个混频结果。这里的混频结果可以是经过混频、或拍频等的处理，得到的信号光。

可选的，本振信号光是与来自激光器的信号光的性质相同的信号光。例如，在上文中我们提到，本振信号光可以属于前述的子信号光，或者属于前述的第二信号光。

如图 10A 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图。光信号处理装置可以包含多个接收端口和混频单元 1001。示例性的，混频单元可以包含多个混频器。

混频单元 1001 的输入为本振信号光和由接收端口接收的返回信号光。为了便于理解, 将返回信号光分别表示为  $e_0$ 、 $e_1$ 、 $e_2$  和  $e_3$ 。而本振信号光也包含多个通道的信号光, 分别表示为  $a_{1_0}$ 、 $a_{1_1}$ 、 $a_{1_2}$  和  $a_{1_3}$ 。混频单元用于对本振信号光和返回信号光进行混频, 得到多个混频结果。如图 10A 所示, 本振信号光  $a_{1_0}$  和返回信号光  $e_0$  在混频器进行混频, 得到混频结果  $f_0$ , 类似的, 本振信号光  $e_1$  和返回信号光  $a_{1_1}$  在混频器进行混频, 得到混频结果  $f_1$ 。其余信号光的混频类推, 得到混频结果  $f_0$ 、 $f_1$ 、 $f_2$  和  $f_3$ 。

进一步的, 混频结果可以输入探测单元中进行进一步处理。如图 10A 所示, 混频结果  $f_1$  可以输入探测单元的输入端口 1003 (探测单元的输入端口通过圆圈示意)。

可选的, 部分探测单元还可以接收来自反馈单元 1002 的输出 (下文中进行介绍)。

如图 10B 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的结构示意图。光信号处理装置可以包含多个接收端口和混合单元 (如图 10B 所示的多个混频器)。

混合单元的输入为本振信号光和由接收端口接收的返回信号光, 其中, 本振信号光 (例如如图 10B 所示的  $b_1$ 、 $b_3$ 、 $b_5$  和  $b_7$ ) 在第二分束单元引出, 可选在末级 SOA 之前或者末级 SOA 之后。混频单元用于对本振信号光和返回信号光进行混频, 得到多个混频结果。如图 10B 所示, 本振信号光和返回信号光在混频器进行混频, 得到混频结果, 混频结果输入探测单元的输入端口 1004, 进行进一步处理。

作为一种可能的实施方式, 本振信号光可以为对出射的信号光进行部分反射所得到的, 或者, 接送端口所接收的信号光包含了本振信号光和返回信号光。

请参见图 10C, 图 10C 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置结构示意图, 由输出端口 (如 SOA) 输出的信号光经过光学模组 1005, 光学模组 1005 中包含具有部分反射部分透射的光学元件, 可以将输出的信号光进行部分反射。本申请实施例对于部分反射部分透射的光学元件的反射比例不进行限制, 如为半透半反、或者 70%透射 30%反射等比例均适用本方案。

如图 10C 所示, 光学模组 1005 包含 PBS、QWP、半透半反镜、HWP (可选)、反射镜 (可选) 等, 输出端口输出的信号光经过 PBS、QWP 和半透半反镜, 约一半的信号光透过半透半反镜, 一半的信号光被反射。被反射的信号光再次经过 QWP, 由于经过两次 QWP 使得偏振方向改变, 因此, 被半透半反镜反射的信号光再次经过 PBS 时被反射, 并经过 HWP (可选)、反射镜 (可选) 到达接收端口。被半透半反镜反射的信号光可以作为本振信号光。

进一步的, 来自视野内的返回信号光经过 QWP、PBS, 经过 PBS 时被反射, 并经过 HWP (可选)、反射镜 (可选) 到达接收端口。

可选的, QWP 也可以替换为两个八分之一波片、法拉第旋转镜、法拉第旋转镜和波片的组合、或四分之一波片和二分之一波片的组合等中的一项或者多项。

作为一种可能的实施方式, 接收端口接收的信号光包含本振信号光和返回信号光, 因此, 接收端口接收的信号光可以看作是经过混频的信号光。进一步的, 接收端口接收的信号光可以输入探测器的输入端口 1004 进行进一步处理。

需要说明的是, 图 10C 以分别设置在多个接收端口之前的多个光学模组为例进行示意。具体实施过程中, 多个光学模组可以替换为覆盖多个发射端口和接收端口的光学模组。

图 10D 所示是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的结构示意图。图 10C 中由多个光学模组 1005 实现的功能可以由光学模组 1006 所实现, 光学模组 1006 覆盖多个发射端口和接收端口。

光信号处理装置所得到的混频结果用于确定视野内的目标的相关信息。目标的相关信息

例如目标的距离、位置、速度、反射率或颜色等。

作为一种可能的实施方式，混频结果可以被传输到探测单元，探测单元可以根据混频结果得到电信号。该电信号可以用于处理得到目标的相关信息。

探测单元可以包含一个或者多个探测元件（或称探测器），探测元件可以用于接收信号光并得到电信号。示例性的，探测元件可以为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。相应的，探测单元可以是 InGaAs PD Array, InP PD Array 等。

一些场景中，在探测单元包含多个探测元件的情况下，多个探测元件可以通过阵列方式排布，例如 10 个探测元件可以排列形成  $1 \times 10$  阵列、 $2 \times 5$  阵列等。此时，探测单元也可以称为阵列探测器。

可选的，探测单元可以设置在光信号处理装置之外的边缘处。探测单元设置在外部时，光信号处理装置的体积较小，易于加工。示例性地，光信号处理装置和探测单元可以分别加工，后续将探测元件贴装在光信号处理装置的边缘处，可以使得探测元件可以对光信号处理装置的输出结果进行处理。当然，贴装只是一种示例性的继承方式，还可以替换为倒装、贴片等方式。

可替换的，探测单元中的探测元件可以集成在光信号处理装置中。例如，通过片上集成方式，将多个探测元件与芯片（或材料平台）一起加工耦合。以光信号处理装置通过硅光芯片实现为例，硅光芯片中包含一体加工的锗 PD。

将探测元件设置在光信号处理装置中，可以对光信号装置的拓扑结构进行优化。这种结构有效避免了波导的交叉，可以基本实现无串扰或者低串扰的方案，从而提高信号的探测能力，降低判别阈值。

### 【设计 11】

作为一种可能的实施方式，当激光器的数量为多个时，返回信号可能包含对来自多个激光器的信号光的反射。在对返回信号光进行处理时，需要将返回信号光进行分光，从而分别与多个激光器的本振信号光进行混频。可选的，分光可以分离出对应不同激光器的信号光。

以下以激光器包含第一激光器和第二激光为例，对返回信号光的处理过程进行介绍。应理解，在分束器可以分离得到不同性质的信号光时，也可以称为解复用过程。本申请统一以分束为例进行介绍，对于解复用的情况同样适用。

作为一种可能的方案，光信号处理装置还包含第三分束单元和混频单元。

第三分束单元用于将返回信号光分为第一子返回信号光和第二子返回信号光。混频单元用于，将第一子返回信号光 and 第一子本振信号光混频得到第一混频结果，以及，将第二子返回信号光 and 第二子本振信号光混频得到第二混频结果。其中，所述第一子本振信号光来自第一激光器，所述第二子本振信号光来自第二激光器。

如图 11A 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的示意图。光信号装置将来自第一激光器的信号光分为两个部分，即子信号光  $a_0$  和子信号光  $a_1$ ，将来自第二激光器的信号光分为两个部分，即子信号光  $c_0$  和子信号光  $c_1$ 。其中，子信号光  $a_0$  和子信号光  $c_0$  作为探测信号光，经过合束单元、第二分束单元和多级放大单元（如 SOA）放大后出射。子信号光  $a_1$  和子信号光  $c_1$  分别作为第一子本振信号光和第二子本振信号光。进一步的，第一子本振信号光（ $a_1$ ）可以进一步分光，得到信号光  $a_{1,0}$ 、 $a_{1,1}$ 、 $a_{1,2}$  和  $a_{1,3}$ ，第二子本振信号光（ $c_1$ ）可以进一步分光，得到信号光  $c_{1,0}$ 、 $c_{1,1}$ 、 $c_{1,2}$  和  $c_{1,3}$ 。

接收端口接收返回信号光，每一路返回信号光经过第三分束单元（包含4个“解复用”模块）的分束后，分为两路子返回信号光，分别与两路本振信号光（第一子本振信号光和第二子本振信号光）进行混频。可替换的，本申请的多个解复用模块也可以替换为分束器，例如波长分束或者能量分束的分束器。

如图11A，第一子返回信号光可以包含： $e_0$ 、 $e_1$ 、 $e_2$ 和 $e_3$ ，第二子返回信号光可以包含： $g_0$ 、 $g_1$ 、 $g_2$ 和 $g_3$ 。示例性的，混频单元1101包含四个分束器，用于对第一子返回信号光和第一子本振信号光进行混频，子返回信号光 $e_0$ 与第一子本振信号光 $a_{1_0}$ 混频，得到混频结果 $f_0$ ；混频单元1102包含四个分束器，用于对第二子返回信号光和第二子本振信号光进行混频，子返回信号光 $g_0$ 与第二子本振信号光 $c_{1_3}$ 混频，得到混频结果 $f_8$ 。其余情况以此类推，可以参看图11A。

作为又一种可能的方案，本振信号光可能经过合束单元合束，即本振信号光包含来自所述第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光。这种情况下，光信号处理装置还包含第四分束单元。第四分束单元，用于将本振信号光解复用得到第一子本振信号光和第二子本振信号光，所述第一子本振信号光作为来自第一激光器的信号光的本振信号，所述第二子本振信号光作为来自所述第二激光器的信号光的本振信号。

如图11B所示是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的示意图。光信号装置将来自第一激光器的信号光分为两个部分，即子信号光 $a_0$ 和子信号光 $a_1$ ，将来自第二激光器的信号光分为两个部分，即子信号光 $c_0$ 和子信号光 $c_1$ 。其中，子信号光 $a_0$ 和子信号光 $c_0$ ，经过合束后、分束后得到多个第二信号光，例如表示为 $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$ 、 $b_3$ 、 $b_4$ 、 $b_5$ 、 $b_6$ 和 $b_7$ 。其中， $b_0$ 、 $b_2$ 、 $b_4$ 和 $b_6$ 出射。其中， $b_1$ 、 $b_3$ 、 $b_5$ 和 $b_7$ 作为本振信号光，经过第四分束单元（包含4个“分束”模块）处理后分别得到第一子本振信号光和第二子本振信号光。例如，第一子本振信号光分别包含 $b_{1_0}$ 、 $b_{3_0}$ 、 $b_{5_0}$ 和 $b_{7_0}$ ，第二子本振信号光分别包含 $b_{1_1}$ 、 $b_{3_1}$ 、 $b_{5_1}$ 和 $b_{7_1}$ 。

接收端口接收返回信号光，例如返回信号光包含 $e_0$ 、 $e_1$ 、 $e_2$ 和 $e_3$ ，每一路返回信号光分别经过第三分束单元（包含4个“分束”模块）得到第一子返回信号光和第二子返回信号光。例如，第一子返回信号光分别包含 $e_{0_0}$ 、 $e_{1_0}$ 、 $e_{2_0}$ 和 $e_{3_0}$ ，第二子返回信号光分别包含 $e_{0_1}$ 、 $e_{1_1}$ 、 $e_{2_1}$ 和 $e_{3_1}$ 。

示例性的，子返回信号光 $e_{0_0}$ 与第一子本振信号光 $b_{1_0}$ 混频，得到一个混频结果，子返回信号光 $e_{0_1}$ 与第一子本振信号光 $b_{1_1}$ 混频，得到一个混频结果。其余情况以此类推，可以参看图11B。

需要说明的是，本申请各实施例中，对于返回信号光的分束可以为能量分束、或波长分束。另外，一些实施例中所描述的“解复用”也可以替换为“分束”。

作为又一种可能的方案，返回信号光可以经过光学元件分光后再由接收端口接收。

如图11C所示是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的示意图。信号光的发射部分的相关说明请参见图11B，此处不再赘述。

对于返回信号光的处理示例性如下：信号光 $e_0$ 、 $e_1$ 、 $e_2$ 和 $e_3$ 被光学模组（如包含4个分光元件1103）分光，每一路被分为两路子信号光。接收端口接收子返回信号光，得到4个第一子返回信号光和4个第二子返回信号光，如图所示，第一子返回信号光分别包含 $e_{0_0}$ 、 $e_{1_0}$ 、 $e_{2_0}$ 和 $e_{3_0}$ ，第二子返回信号光分别包含 $e_{0_1}$ 、 $e_{1_1}$ 、 $e_{2_1}$ 和 $e_{3_1}$ 。

示例性的，子返回信号光 $e_{0_0}$ 与第一子本振信号光 $b_{1_0}$ 混频，得到一个混频结果；子返回信号光 $e_{0_1}$ 与第一子本振信号光 $b_{1_1}$ 混频，得到一个混频结果。其余情况以此类推，可以

参照图 11B。

其中，分光元件 1103 可以为光栅、干涉仪等。例如，WDM、AWG、MMI、DC 等。

可选的，图 11C 以多个分光元件 1103 进行分光为例进行示意。具体实施过程中，也可以通过来自视野内的信号光进行整体的分束从而得到可供多个接收元件接收的信号光。

需要理解的是，本申请各个实施例提供的发射通道数量和接收通道数量仅为示例，具体实施过程中可以包含更多或者更少的通道。例如，图 11C 所示的 4 个通道的发射信号光、8 个通道的返回信号光等仅为示例。另外，图 11C 所示的输出端口（如 SOA 的出射端面）与接收端口的排列仅为示意。对于其他的排列方式，也可以同样适用“将返回信号光可以经过光学元件分光后再由接收端口接收”这一设计。

作为又一种可能的方案，接收端口所接收的信号光中可能包含可作为本振的信号光。在这种情况下，由接收端口接收的信号光可以经过分束器，分离出两组信号光，两组信号光可以分别对应不同的激光器。两组信号光分别进入不同的探测单元进行探测，可以无需进行额外的混频。

如图 11D 所示是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的示意图。信号光的发射部分的相关说明请参考前述，此处不再赘述。由输出端口（如 SOA 的出射端面）输出的信号光经过光学模组，光学模组中包含具有部分反射部分透射的光学元件，可以将输出的信号光进行部分反射。

如图 11D 所示，光学模组包含 PBS、QWP、半透半反镜、HWP（可选）、反射镜（可选）等，输出端口输出的信号光经过 PBS、QWP 和半透半反镜，约一半的信号光透过半透半反镜，一半的信号光被反射。被反射的信号光再次经过 QWP，由于经过两次 QWP 使得偏振方向改变，因此，被半透半反镜反射的信号光再次经过 PBS 时被反射，并经过 HWP（可选）、反射镜（可选）到达接收端口。被半透半反镜反射的信号光可以作为本振信号光。

进一步的，来自视野内的返回信号光经过 QWP、PBS，经过 PBS 时被反射，并经过 HWP（可选）、反射镜（可选）到达接收端口。

作为一种可能的实施方式，接收端口接收的信号光包含本振信号光和返回信号光，因此，接收端口接收的信号光可以看作是经过混频的信号光。由于本振信号光和返回信号光中均包含来自两个激光器的信号光，此时，通过分束器可以将接收端口接受的信号光进行分束，从而基于一个返回信号光可以得到多个采样点，提升分辨率。

进一步的，经过分束的信号光可以输入探测单元的输入端口进行进一步处理。可选的，本申请实施例对于部分反射部分透射的光学元件的反射比例不进行限制，如为半透半反、或者 70%透射 30%反射的分光比例均适用本方案。图 11D 所示的半透半反镜仅为示例。

### 【设计 12】

由于输出端口和接收端口分别有多个，光信号处理装置的接收端口和反射端口排布可以有多种可能的设计。下面示例性地列举几种可能的情况：

情况一，多个接收端口按列排布形成接收端口组，多个输出端口按列排布形成输出端口组，接收端口组和所述输出端口组相对设置，一个输出端口和至少一个接收端口相对设置且共用一个光学模组。

其中，相对设置可以是器件的安装方向相反（或具有相互面对的表面），也可以是方向相同但是空间位置上相对。

作为一种接收端口和输出端口相对设置的示例，图 12A 是本申请实施例提供的一种接收

端口和输出端口相对设置的示意图，输出端口和接收端口左右相对设置。如图 12B 是本申请实施例提供的一种光路示意图，信号光在发射端面 and 接收端面相对的面侧面传输，由输出端口输出的探测信号光和由接收端口接收的信号光经过相同的光学模组 1201。由于输出的信号光和接收的信号光都从光学模组经过，因此该光学模组 1201 也可以称为收发光学模组。

需要说明的是，图 12A 和图 12B 是以一个输出端口对应一个接收端口为例进行说明。具体实施过程中，一个输出端口还可以对应多个接收端口。如图 12C 是本申请实施例提供的有一种接收端口和输出端口相对设置的示意图，一个输出端口对应 2 个接收端口，如输出端口 1 对应接收端口 1\_1 和接收端口 1\_2，输出端口 1 与接收端口 1\_1 和接收端口 1\_2 相对设置。进一步的，接收端口 1\_1 和接收端口 1\_2 紧密排列，输出端口 1 与接收端口 1\_1 和接收端口 1\_2 共同一个收发光学模组。

可选的，接收端口 1\_1 和接收端口 1\_2 可以得到两路回波信号，在混频时也对应两路本振信号，并与各自对应的混频信号混频。

作为一种接收端口和输出端口相对设置的示例，图 13A 是本申请实施例提供的又一种接收端口和输出端口相对设置的示意图，输出端口和接收端口上下相对设置。如图 13B 是本申请实施例提供的又一种光路示意图，其中，输出端口和接收端口，信号光在发射端面 and 接收端面传输，由输出端口输出的信号光和由接收端口接收的信号光经过相同的光学模组 1301。

可选的，光学模组可以有多个。例如，光学模组的数量与接收端口的数量或输出端口的数量相同，此时，一个接收端口和一个输出端口共用一个光学模组，另一个接收端口和另一个输出端口则共用另一个光学模组。

或者可选的，光学模组可以只有一个，多个接收端口和多个输出端口均共用一个光学模组。

可选的，探测信号光的光学路径和接收信号光的光学路径可以同轴，或者，离轴。

情况二，所述多个接收端口按列排布形成接收端口组，所述多个输出端口按列排布形成输出端口组；接收端口组共用一个接收光学模组，所述输出端口组共用一个发射光学模组。

如图 14 是本申请实施例提供的又一种输出端口和接收端口的示意图，其中输出端口组 1401 包含多个输出端口，接收端口组 1403 包含多个接收端口。其中，多个输出端口共用一个光学模组 1402，多个接收端口共用一个光学模组 1404。

情况三，输出端口组包含多个输出端口，多个输出端口之间的间距可以进行设计，使得部分输出端口之间的间距相对更小，从而提升对视野内部分区域的探测精度。

作为一种可能的实施方式，上部分的输出端口之间的间距小于下部分的输出端口之间的间距。如图 15A 是本申请实施例提供的一种可能的输出端口的示意图，输出端口组 1501 包含多个输出端口，其中，上部分输出端口之间的间距为  $D_1$ ，下部分的输出端口之间的间距为  $D_2$ ， $D_1 < D_2$ 。当然，根据使用场景的不同，还可以设计， $D_1 < D_2$ 。

作为又一种可能的实施方式，中间部分的输出端口之间的间距小于边缘部分的输出端口之间的间距。如图 15B 是本申请实施例提供的一种可能的输出端口的示意图，其中，输出端口组 1502 包含多个输出端口，上部分输出端口之间的间距为  $D_3$ ，中间部分的输出端口之间的间距为  $D_4$ ，下部分的输出端口之间的间距为  $D_5$ ， $D_4 < D_3$ ，和/或， $D_4 < D_5$ 。

考虑一种可能的场景，上半部分的输出端口出射的探测信号光指向视野区域的上方，中间部分的输出端口出射的探测信号光指向视野区域的中间，下半部分的输出端口出射的探测信号光指向视野区域的下方。当该光信号处理装置的视野为车辆前方时，由于车辆前方的视野区域上方通常为建筑或者天空，视野区域下方为近距离地面，视野区域中间为车辆前方中

远距离的地面，因此，将指向视野区域中间的输出端口密集排布，可以提升对视野中间区域的探测结果分辨率，提升探测精度，有利于进行后续进行目标识别或者自动驾驶决策，提升探测结果的可用性。

可选的，D3 和 D5 之间的大小可以根据实际需求设计，例如  $D5 < D3$ 。如在前述的车辆行驶场景中，对于视野下部分的感兴趣程度高于视野上部分，此时可以设计下半部分的输出端口之间的间距小于上部分输出端口之间的间距。

当然，根据使用场景的不同，还可以设计  $D3 > D5$ ， $D3 = D5$  等。总之，通过多个输出端口进行发射，可以对输出端口之间的间距进行设计，使得探测分辨率和探测精度满足探测需求，提升探测性能。

### 【设计 13】

在上文中我们提到，本申请的光信号处理装置，收发光路可以是同轴的，或者，离轴的。以下分别说明同轴的光路设计和离轴的光路设计。

如图 16 是本申请实施例提供的一种可能的离轴光路的示意图。信号光经过发射（transmitter, Tx, 也称为探测）耦合器（coupler）发射形成探测信号光，探测信号光经过发射镜头（Tx lens）照射到视野内的目标上，产生反射，形成返回信号光。返回信号光经过接收（Receiver, Rx）镜头被接收耦合器（Rxcoupler）接收。探测信号光和反射信号光的光轴不同。

如图 17 是本申请实施例提供的一种可能的同轴光路的示意图。探测信号光经过发射耦合器出射到空间中，经过发射镜头及 PBS，被透射到达四分之一波片，此时探测信号光的偏振方向为 P 偏振。四分之一波片（quarter wave plate, QWP）会改变探测信号光的偏振方向，将线偏光转换为圆偏光，因此，经过四分之一波片后的探测信号光为圆偏光。圆偏光照射到视野内的目标上产生反射，形成返回信号光（仍为圆偏光）。返回信号光再次经过四分之一波片时，偏振方向发生改变，形成偏振方向为 S 偏振的返回信号光。S 偏振的返回信号光经过 PBS 后被反射，经过接收透镜到达接收耦合器。探测信号光和反射信号光的光轴相同。

可选的，探测信号光为 P 偏振光。

可替换的，本申请各实施例中 QWP 也可以替换为两个八分之一波片、法拉第旋转镜、法拉第旋转镜和波片的组合、或者四分之一波片和二分之一波片的组合等中的一项或者多项。

作为一种可能的实施方案，在 PBS 和接收耦合器之间的光路上还可以设置二分之一波片（half wave plate, HWP），HWP 将 S 偏振的返回信号光转换为 P 偏振的返回信号光，从而使得光信号处理装置的输出到空间中的信号光和接收的信号光具有相同的偏振方向，有利于后续的光路处理。

另外，在一些场景中，波导具有不同的保偏性质。因此，在光信号处理装置中传输的信号光具有一致的偏振方向，有利于光路设计和波导的采购，降低光路设计的复杂度。

应理解，光路中还可以设置一个或者多个反光镜（或者具有反射作用的光学元件），用于改变信号光的传播方向。本申请对于反光镜的数量和设置位置不做限定。

当然，图 16 和图 17 是为了解释同轴和离轴的概念所做出的示例性的介绍，并不旨在限定本申请的同轴和离轴方案一定通过上述方式来实现。

### 【设计 14】

不限于前述的设计，在又一种可能的设计中，光信号处理装置中还包含光开关，光开关

用于控制光学传输路径的通断。

作为一种可能的方案，至少一个输出端口之前包含光开关，光开关用于选通至少一个输出端口之间的若干个输出端口。

如图 18 是本申请实施例提供的一种可能的光开关的示意图。当光开关 1801 切换到上方时，光开关 1801 至输出端口 0 之间形成光学路径，即选通输出端口 0；当光开关切换到下方时，光开关 1801 至输出端口 1 之间形成光学路径，即选通输出端口 1。

应理解，光开关可以耦合在光信号处理装置中的多个光学路径上。例如，光开关可以设置在第二分束单元至输出端口之间，从而控制是否在所述第二分束单元与所述输出端口之间形成通路。

在一些可能的场景中，光开关的数量可以为多个。例如，通过多个开关组成光学路由，从而从多个通道中选通一个或者多个通道。

作为一种可能的实施方式，光开关可以在多个输出端口的通道间进行切换，通过时间上的复用来增加发射通道数量，同时，利用光开关切换发射通道，可以使各通道出光功率不会受到损耗，从而保证了每个发射通道的发光功率。

如图 19 是本申请实施例提供的又一种可能的光开关的示意图，以光开关选通 4 个输出端口为例，在  $t_0$  时刻，多个光开关选通输出端口 0；在  $t_1$  时刻，多个光开关选通输出端口 1；在  $t_2$  时刻，多个光开关选通输出端口 2；在  $t_3$  时刻，多个光开关选通输出端口 3。

通过光开关，多个输出端口按照预设的顺序依次选通，相比同时选通所有输出端口，可以降低对 SOA 数量以及输出功率的要求。进一步地，该方案还可以根据对分辨率或者探测性能的需求灵活选通输出端口，提高了可用性。

#### 【设计 15】

不限于前述的设计，在又一种可能的设计中，光信号处理装置还包含反馈单元。反馈单元的输入为部分来自激光器的信号光，反馈单元用于根据所述反馈信号光检测所述来自激光器的信号光的扫频信息和/或相位噪声。

反馈单元的输出（即反馈结果）可以为一个或者多路信号光。可选，反馈单元的输出可以被提供给探测单元，探测单元可以根据来自反馈单元的反馈结果得到电信号，该电信号可以用于得到来自激光器的信号光的扫频信息和/或相位噪声。

如图 10A 所示，多个子信号光中，子信号光  $a_3$  作为反馈信号光输入反馈单元。

如图 20 是本申请实施例提供的一种可能的反馈单元的示意图，反馈单元包含分束单元 2001 和混频单元 2002。

当信号光输入分束单元 2001 后，被分为两路。分束单元 2001 中包含两路不等长的光学路径，两路信号光经过两路不等长的光学路径后输入混频单元 2002。混频单元 2002 可以对两路的信号光进行混频，得到一个或者多个反馈结果。

进一步的，混频单元 2002 输出的一个或者多个反馈结果可以被探测单元的探测元件接收。

可选的，分束单元 2001 可以包含非对称马赫曾德尔干涉仪（asymmetric Mach-Zehnder interferometer, AMZI）。混频单元 2002 包含 1 个如  $2 \times 4$ （2 路输入、4 路输出）MMI 的同相/正交混频器（In-phase/Quadrature, I/Q 或 IQ）混频器，或包含 1 个如  $2 \times 2$ （2 路输入、2 路输出）MMI 的混频器。

探测单元可以包含多个探测元件，多个探测元件中的部分探测元件可以接收来自反馈单元输出的信号光。例如，混频单元 2002 包含 1 个如  $2 \times 4$  MMI 的混频器，因此混频单元输出

四路信号光，该四路信号光可以分别被四个探测元件接收。

#### 【设计 16】

不限于前述的设计，在又一种可能的设计中，光信号处理装置通过芯片或者材料平台实施，芯片和/或材料平台包含不同层。

可选的，传输所述本振信号光和返回信号光的光学路径位于所述基底的不同层。和/或，传输所述反馈信号光和所述返回信号光的光学路径位于所述基底的不同层。

以上对本申请实施例的一些可能的设计进行了介绍。具体实施过程中，上述的多个设计之间还可以进行组合。以下对部分设计进行组合的情况进行示例性地介绍。应理解，以下方式中未解释到的模块、逻辑，可以参考上文中的基础结构以及可能设计。

如图 21 是本申请实施例提供的一种可能的光信号处理装置 210 的应用示意图。FMCW 激光器发出的线性扫频激光耦合进入光波导后，经过第一分束单元分成三束，一束作为探测信号光 (Tx)，经 SOA 放大、第二分束单元分束后发射，一束作为反馈信号光输入 AMZI，最后一束经分光后作为本振 (LO) 信号光与返回信号光 (Rx) 混频。

其中，光信号处理装置 210 对探测信号光的处理如下：经第一级 SOA 放大后经第二分束单元分成 8 束，并第二分束单元的末端进入第二级 SOA，经放大后由 SOA 出射端面发射，形成 8 个通道的探测信号光。每个通道的探测信号光的功率为第二级 SOA 的出光功率。

光信号处理装置 210 对反馈信号光的处理如下：反馈信号光输入 AMZI，AMZI 将反馈信号光分成两路，经过两路不等长的光路后再由 1 个如  $2 \times 4$ MMI 的 IQ 混频器后由 4 个 PD 接收探测，或由 1 个如  $2 \times 2$ MMI 的混频器后由 2 个 PD 接收。

光信号处理装置 210 对本振信号光的处理如下：本振信号光经过分束器分成与发射通道数量相同的本振通道 (即 8 个通道的本振信号光)，并与接收通道 (即 8 个通道的返回信号光) 一一对应。这里的分束器可以包含 MMI 或 DC 等，能实现光能量的等分或非等分。

8 个通道的本振信号光和 8 个通道的返回信号光输入混频单元进行混频，混频单元可以包含多个混频器，混频器例如为  $2 \times 2$ MMI、 $2 \times 4$ MMI、或 IQ 混频器等。一个混频器用于对一个本振信号光和一个返回信号光进行混频，输出一个或者多个 (例如 2 个) 混频结果，混频结果可以被 PD 接收。

作为一种可能的情况，经过第一分束单元分得的三束信号光，每束都需满足预设的能量需求。若光源能量不够，可以在第一分束单元之前增加一级 SOA，使得信号光经过 SOA 放大后再输入第一分束单元。或者，先经过第一分束单元分束，再后续的光路中再进行放大。

可选的，第一分束单元和/或第二分束单元可以由至少一个 1 分 2 分束器级联而成，也可以是由至少一个 1 分 3 分束器级联而成。进一步可选的，分束器的分路后的信号光，可以设计为满足一定比例需求。

在图 21 所示的光信号处理装置中，本振信号光与返回信号光在波导中混频，传播本振信号光的波导和返回信号光的波导之间可能存在交叉。由于光信号处理装置可以为多层结构，作为一种可能的方案，传播本振信号光的波导或传播反馈信号光的波导，与传播回波的波导可以在同一层，也可以在不同层传导。注意，此处对层的表述为在垂直方向上的分层波导。例如，如图 21 所示，实线表示的波导在第一层，而虚线表示的波导在第二层。

可选的，探测器阵列包含多个探测元件，探测元件可以为能探测光能量的 PD。探测器阵列和可以为可以是 InGaAs PD Array, InP PD Array 等通过封装、倒装等方式与硅光芯片耦合，

也可以是与硅光芯片一体加工的锗 PD。

如图 21 所示,接收耦合器采用边沿耦合器,将接收透镜汇聚的返回信号光耦合进光波导进行混频。接收耦合器与发射 SOA 一一对应,数量相同。某一发射通道输出的探测信号光,其返回信号光能够被对应位置的接收耦合器接收。

在图 21 所示的实施例中,发射部分采用一组光源分光后形成线阵出射,通过多级 SOA 对信号光功率进行放大,在提高通道数的同时还能保证每个通道的功率。另外,SOA 还可以调节功率并控制发光通道的选择,提升了发射线阵设计的灵活性。进一步的,通过波导传输信号光,通过混合集成、异质集成或封装耦合的方式实现放大器与硅光芯片的集成,可以显著减小体积,提高稳定性。

请参见图 22,图 22 是本申请实施例提供的又一种可能的光信号处理装置的应用示意图。如图 22 所示,两个 FMCW 激光器发出的 FMCW 激光分别耦合进入光波导,且两个 FMCW 激光分别经过第一分束单元分成三束,分别为探测信号光 (Tx)、反馈信号光和本振信号光 (LO)。可选的,各束信号光可以直接进行分光,或者,经过 SOA 放大后再进行分光。

光信号处理装置 220 对探测信号光的处理如下:将两个 FMCW 激光分别分光得到的探测信号光输入合束器,由合束器合并后再经过多级 SOA 放大、分束,最终经输出端口的末级 SOA 放大后出射。其中,所述合束器可以是多波长合束器或功率合束器等。在图 22 中,FMCW 激光后的圆圈表示耦合器,即光信号处理装置的输入端口,用于接收来自激光器的信号光。

光信号处理装置 220 对反馈信号光的处理如下:两束反馈信号光分别输入各自的 AMZI,每个 AMZI 用于测量一个激光器的扫频及相位噪声等信息,其参数根据各自光源设置,可以有所不同。详细描述可以参考图 21 的相关描述。

光信号处理装置 220 对本振信号光的处理如下:两个本振信号光分成与接收通道相同的数量,并与各自对应的返回信号光进行混频。如图 21 所示,接收耦合器接收两个光源合束后形成的出射激光在目标表面反射形成的返回信号光。该返回信号光包含两个激光器的 FMCW 激光的反射。返回信号光由接收耦合器接收,并耦合进入光波导后再由分束器分成两部分,一部分包含第一激光器的 FMCW 激光的反射,因此与第一激光器的本振信号光进行混频;另一部分包含第二激光器的 FMCW 激光的反射,因此与第二激光器的本振信号光进行混频。示例性的,此处分离返回信号光的分束器,可以是如 AWG、WDM 的波长分束器件,或者可以是  $1 \times 2$  MMI 的功率分束器件。

应理解,反馈信号光和本振信号光由两个 FMCW 激光器分光而来。而分光的位置根据功率需求可以在第一级 SOA 之前,如图 22 所示。或者,分光位置可以在第一级 SOA 之后。

其他相关描述可以参考前述图 21 的描述,或者还可以结合前述的多种设计。

请参见图 23,图 23 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。图 23 中,第一激光器和第二激光器具有不同的性质,光信号处理装置 230 将第一激光器和第二激光器的信号光进行合束后,再引出本振信号光 (LO) 和反馈信号光 (即输入 AMZI 的信号光)。通过光的性质可以区分来自不同激光器的信号光。例如,通过不同的扫频斜率则可以区分来自第一激光器的信号光和来自第二激光器的信号光。例如,通过不同的波长则可以区分来自第一激光器的信号光和来自第二激光器的信号光。

可选的,合束后引出的本振信号光可以被分束,从而分别与经过分束后的返回信号光 (Rx) 进行混频。其中,这里的分束包含但不限于是波长分束或能量分束等。

类似的，对于合束后引出的反馈信号光也可以经过分束后分别输入两个反馈单元。光信号处理装置 230 中部件、光路等的相关描述可以参考对图 21 或图 22 的描述。

请参见图 24，图 24 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。图 24 中，第一激光器和第二激光器具有不同的性质，光信号处理装置 240 将第一激光器和第二激光器的信号光进行合束后，再引出本振信号光(LO)和反馈信号光(即输入 AMZI 的信号光)。

在 LO 和返回信号光 (Rx) 混频时，每一个混频器的输入本振信号光既包含来自第一激光器的信号光，也包含来自第二激光器的信号光。相应的，接收单元接收的一个返回信号光也不进行分束，直接与经过合束的本振信号光拍频。

进一步的，混频器经过拍频得到的输出信号，可以输入探测单元(即探测器阵列)。探测单元可以通过输出信号中的光的不同性质区分对应不同激光器的回波信号。例如，探测单元通过不同的扫频斜率，区分不同频率的回波信号。

光信号处理装置 230 中的部件、光路等的相关描述可以参考对图 21 或图 22 的描述。

请参见图 25，图 25 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。在光信号处理装置 250 中，输出端口(如 SOA 端面)和接收端口紧密排列。输出端口和接收端口可以采用同一光学镜头。可选的，如接收和发射可以是同轴或者非同轴的。详细描述可以参考前述，例如图 10A、或图 22 等实施例中的相关描述。

另外，图 25 以单光源的结构为例进行介绍，对于双光源的结构同样适用。

请参见图 26，图 26 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。如图 26 所示，光信号处理装置 260 与图 21 所示的光信号处理装置 210 的不同在于，光信号处理装置 260 的输出端口采用了表面耦合的光栅耦合器 2601。

可选的，光信号处理装置 260 的接收端口由接收耦合器 2602 提供。且通过将本振信号光绕过接收耦合器外部，从而避免本振信号光和返回信号光产生交叉，降低了信号光之间的串扰，提升了信号的有效性。

请参见图 27，图 27 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。光信号处理装置 270 可以对来自多个激光器的信号光进行分级放大，形成多个通道的线束阵列发射。其接收端口由表面耦合的光栅耦合器提供，接收端口由接收耦合器提供。且通过将本振信号光绕过光栅耦合和接收耦合器外部，从而减少了本振信号光和返回信号光之间的交叉，降低了信号光之间的串扰，提升了信号的有效性。

可选的，传播本振信号光的波导与传播回波的波导可以在同一层，也可以在不同层传导。例如传播本振信号光的波导在第一层，传播回波的波导在第二层。

请参见图 28，图 28 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。

光信号处理装置 280 的输出端口和接收端口紧密相对排列，且一一对应。可选的，接收端口和输出端口可以共用一个光学镜头。

在光信号处理装置 280 中，每路本振 LO 信号可以在末级分光单元后(可选在末级 SOA 前)引出，并传输到混频器与返回信号光进行。

可选的，探测元件也可以集成在光信号处理装置 280 中。

请参见图 29，图 29 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。

光信号处理装置 290 可以对来自多个激光器的光信号进行分级放大，形成多个通道的线束阵列发射。

在光信号处理装置 290 中，每路本振 LO 信号可以在末级分光单元后（可选在末级 SOA 前）引出，经分束得到两路子本振信号，再分别与接收回波分束后混频。相应的，返回信号光也经过分束得到两路子返回信号，两路子返回信号分别与两路子本振信号进行混频。

请参见图 30，图 30 是本申请实施例提供的又一种光信号处理装置的应用示意图。

在光信号处理装置 300 中，经过末级 SOA 放大后的信号光，还可以再耦合进光波导，并经由分束器分束后为多个通道的信号从输出端口出射。

可选的，经过末级 SOA 的信号光，再耦合进入光波导后可经多次分光。不同输出端口输出的信号光，经历的分光的次数可以不同，分光后的发射耦合器数量也可以不同。每个发射耦合器输出的信号光的功率也可以不同。此处的分光可以通过 MMI、或 DC 等分光器件实现。

又一种可能的实施方式中，如区域 3001 所示经过末级 SOA 后的信号光，经分光后还经过一个或者多个光开关。光开关用于在若干个通道间进行切换，通过时间上的复用来增加发射通道数量，同时，利用光开关切换发射通道，可以使各通道出光功率与光开关前相似。

以上对本申请实施例提供的光信号处理装置进行了介绍。在具体实施过程中，一个设备或者芯片中可以设置多个光信号处理装置。以下以在芯片上设置多组光信号处理装置为例进行介绍。

作为一种可能的设计，芯片中设置有 M 个光信号处理装置组，每一个光信号处理装置组可以包含一个或者多个光信号处理装置，关于光信号处理装置可以参考前述。芯片可以接收 N 个激光器的信号光，通过光开关树可以选通 M 个光信号处理装置组中的一个或者多个，M 为整数且 M 大于 1，N 为整数 N 大于 1。

对于每一个光信号处理装置组，通过开关树可以使得一个光信号处理装置组可切换地接收 0-N 个激光器输入的信号光。

以下以芯片为硅材质的硅光芯片为例进行说明。请参见图 31，图 31 是本申请实施例提供的一种可能的硅光芯片的示意图。其中激光器的数量可以为 14 个，图 31 省略了中间的 12 个激光器。硅光芯片 310 中，光信号处理装置组的数量为 M 个，每个光信号处理装置组中示例性包含 14 个光信号处理装置，通过开关树（switchtree）可以控制光信号处理装置组的处理哪个或者哪几个激光器的信号光。进一步还可以控制由光信号处理装置组中的哪一个或者哪几个光信号处理装置来执行处理。

作为又一种可能的设计，硅光芯片中设置有 N 组光信号处理装置，其中，N 组光信号处理装置可以相对设置，例如，每两个光信号处理装置通过轴对称方式设置。

请参见图 32，图 32 是本申请实施例提供的又一种可能的硅光芯片的示意图。硅光芯片 320 包含两个相对设置的光信号处理装置，此处的光信号处理装置以图 26 所示的光信号处理装置为例进行说明，对于其他实施方式的光信号处理装置同样适用。

当然，多个光信号处理装置还可以是在垂直方向上以多层的方式堆叠设置。

以上对光信号处理装置和硅光芯片的结构进行了介绍，以下对光信号处理装置和芯片的工作场景进行示例性的说明。

如图 33 是本申请实施例提供的一种光信号处理装置的工作场景示意图, 光信号处理装置可以接收来自光源 (如激光器) 的信号光, 并处理得到多个探测信号光 (如图中被描绘为带箭头的实线)。这多个探测信号光以线束阵列的形式呈现, 并借助光学模组 3301 发射到视野中, 每个探测信号光可以对应视野中的一个角度范围。

进一步的, 光信号处理装置还可以借助光学模组 3301 接收来自视野内的信号光。

在图 33 中, 光学模组可以包含一个或者多个光学元件。这里的光学元件包含但不限于透镜、反射镜、分束器、光栅、波片、匀光片、或扫描装置等。

其中, 扫描装置用于将探测信号光以不同的角度提供到视野的不同角度范围上, 其扫描方式可以是一维的, 也可以二维的, 本申请对于扫描方式、实现扫描的装置不进行限定。例如, 扫描装置例如可以通过摆镜、转镜 (Polygon)、微机电系统 (Micro-Electro-Mechanical System, MEMS) 振镜、金属振镜等方式实现一维或二维扫描。

如图 34 是本申请实施例提供又一种光信号处理装置的工作场景示意图, 光信号处理装置可以接收来自光源 (如激光器) 的信号光, 并处理得到多个探测信号光 (如图中被描绘为带箭头的实线)。这多个探测信号光以线束阵列的形式呈现, 并借助扫描装置 3401 以某一个角度发射到视野中。例如, 在某个时刻, 光信号处理装置处理过的信号光照射到视野中的区域 3402 上。通过扫描器的角度改变, 可以使信号光完成对视野的扫描。

一些场景中, 通过对光信号处理装置的本身输出端口进行设计, 可以满足对视野内不同区域的探测分辨率的需求。或者, 通过组合多个光信号处理装置, 可以对视野内不同区域的探测分辨率进行设计。

如图 35 是本申请实施例提供又一种光信号处理装置的工作场景示意图, 光信号处理装置 A 接收来自激光器 A 的信号光, 处理得到多个探测信号光, 通过扫描装置 3501 照射到视野中的区域 3502 上。类似的, 光信号处理装置 B 接收来自激光器 B 的信号光, 处理得到多个探测信号光, 通过扫描装置 3501 照射到视野中的区域 3503 上。两个光信号处理装置处理得到的探测信号光在视野的中间区域形成重叠区域 3504, 使得对重叠区域 3504 的探测结果具有更高的分辨率。

当然, 具体实施过程中可以通过更多的光信号处理装置实现更多的分辨率设计, 此处不再一一说明。

下面对本申请实施例提供的探测装置进行介绍。

请参见图 36, 图 36 是本申请实施例提供的一种可能的激光雷达的结构示意图, 激光雷达 360 包含激光器 (或称激光源) 和光信号处理装置 3601。

其中, 光信号处理装置 3601 可以包含多个分束器、多级 SOA、接收耦合器、混频器、AMZI 等中的一项或者多项, 如光信号处理装置 3601 中用实线示出的单元。其中, 分束器可以包含用于对 LO 进行分束的 LO 分束器。

可选的, 光信号处理装置 3601 还包含发射耦合器、开关 (如光开关) 或合束器等, 如光信号处理装置 3601 中用虚线示出的单元。关于光信号处理装置 3601 的描述可以参考前述, 此处不再一一说明。

一些场景中, 激光雷达还可以包含激光器、探测器阵列、模拟数字转换器 (analog digital converter, ADC)、跨阻放大器 (trans impedance amplifier, TIA)、驱动 (例如激光器驱动)、控制和数据处理模块、或光学器件 (包含扫描器) 等中的一项或者多项。前述的一个或者多个模块可以通过电路方式实现, 例如, ADC 也可以为采样电路, TIA 可以为放大电路。其中, 上述模块的数量可以为一个或者多个。例如, 激光器可以为多个。

下面对激光雷达 360 中的部分部件的作用进行介绍。

激光器用于产生信号光，该信号光可以被提供给光信号处理装置。例如，该激光器可以包含为半导体激光器、光纤激光器、或气体激光器等。其中，半导体激光器包含但不限于是激光二极管 (laser diode, LD)、垂直腔面发射激光器 (Vertical Cavity Surface Emitting Laser, VCSEL)、边缘发射激光器 (edge-emitting laser, EEL)、分布式反馈激光器 (distributed feedback LD, DFB-LD)、分布式布拉格反射激光器 (distributed bragg reflection LD, DBR-LD)、光栅耦合采样反射激光器 (Grating coupled sampling reflection LD, GCSR-LD)、或微光机电系统激光器 (micro opto electro mechanical system LD, MOEMS-LD) 等。

扫描器用于将来自所述光信号处理装置的信号光以多个角度投射到视野中，以及接收来自视野的信号光并提供给光信号处理装置，参考图 35、图 36 所示的光路。

光学器件用于实现光路设计，例如汇聚、准直、整形、反射、扫描、或收发同轴等中的一项或者多项。光学器件包含但不限于是整形器件 (例如准直装置、或光路整形器件等)、反射镜、透镜、视窗、分光镜、摆镜、转镜 (Polygon)、或微机电系统 (Micro-Electro-Mechanical System, MEMS) 微振镜、分光镜、偏振镜、滤光镜、或匀光片等。

阵列探测器用于接收来自所述光信号处理装置的一个或者多个混频结果并基于所述一个或多个混频结果得到电信号，所述电信号用于确定视野内的目标的相关信息。阵列探测器可以包含一个或者多个探测元件。例如，阵列探测器可以包含以下探测元件中的一项或者多项：单光子雪崩二极管 (single-photon avalanche diode, SPAD)、硅光电倍增管 (Silicon photomultiplier, SiPM)、半导体雪崩光电二极管 (avalanche photo detector, APD)、多像素光子计数器 (multi-pixel photon counter, MPPC)、或者电子倍增电荷耦合器 (electron multiplying charge-coupled device, EMCCD) 等探测元件中的一项或者多项。

控制和数据处理模块用于产生控制信号和/或对数据进行处理。例如，控制和数据处理模块包含功率控制器，用于控制 SOA 的驱动电流。再如，控制和数据处理模块用于对电信号进行处理得到目标的相关信息。

一些场景中，控制和数据处理模块可以通过处理器和/或控制器实现。例如，控制和数据处理模块包含以下器件中的一项或者多项：中央处理器 (central processing unit, CPU)、应用处理器 (application processor, AP)、时间数字转换器 (Time-to-Digital Converter, TDC)、滤波器、图形处理器 (graphics processing unit, GPU)、微处理器 (microprocessor unit, MPU)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、TIA、图像信号处理器 (image signal processor, ISP)、数字信号处理器 (digital signal processor, DSP)、现场可编程逻辑门阵列 (Field Programmable Gate Array, FPGA)、复杂可编程逻辑器件 (Complex programmable logic device, CPLD)、协处理器 (协助中央处理器完成相应处理和应用)、微控制单元 (Microcontroller Unit, MCU)、和/或神经网络处理器 (neural-network processing unit, NPU) 等。

可选的，图 35 所示的控制和数据处理模块包含多个模块时，部分模块可以设置在激光雷达的外部，部分模块设置在激光雷达内部。

图 37 所示是本申请实施例提供的一种激光雷达的工作场景示意图。激光器产生的 FMCW 信号光，经分光、放大 (由光信号处理装置实现) 后，经过光学器件和扫描器 (如摆镜 3701 和转镜 3702) 照射到视野。照射视野中的信号光可以被视野中的目标反射，形成返回信号光。返回信号光再经过扫描器和光学器件，到达光信号处理装置。光信号处理装置通过接收端口将信号光接收到光波导中，经过处理得到一个或者混频结果。混频结果被提供给探测器阵列，输出电信号。可选的，电信号可以被输入至控制器和/或处理器中，例如输入至 TIA、ADC、

专用集成电路 (application-specific integrated circuit, ASIC) 等模块。

进一步的, 处理器可以完成件对电信号进行处理和/或对激光雷达中的一个或者多个部件进行控制。示例性, 处理器可以对电信号进行进一步处理得到反映目标的相关信息的探测数据。这些探测数据具体可以为视场范围对应的点云数据, 或者, 探测数据可以包含视场范围中的目标的距离、方位、目标所占用的像素区域、高度、速度、姿态或形状信息等中的一项或者多项。

可选的, 如图 37 的灰色框中的一个或者多个部件可以集成为一个模组。例如, 通过 BOX 封装得到一个探测模组。

本申请实施例还提供一种终端, 终端包含前述的光信号处理装置, 或者包含前述的硅光芯片, 或者包含前述的激光雷达。可选的, 上述终端可以包含车辆、船舶、飞机、火车、航天器、无人机、机器人等移动平台或运输工具。

本申请实施例还可以应用于智能汽车技术领域, 如车辆外联 (vehicle to everything, V2X)、车间通信长期演进技术 (Long Term Evolution - vehicle, LTE-V)、车辆-车辆 (vehicle to vehicle, V2V) 等。

在本申请的描述中, 术语“中心”、“上”、“下”、“垂直”、“水平”、“内”、“外”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申请和简化描述, 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申请的限制。

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, 第一信号光和第二信号光, 只是为了便于描述, 而并不是表示这第一信号光和第二信号光的来源、顺序、重要程度等的不同, 在某些实施例中, 第一信号光和第二信号光还可以是同一个信号光。

上述实施例中所用, 根据上下文, 术语“当……时”可以被解释为意思是“如果……”或“在……后”或“响应于确定……”或“响应于检测到……”。以上所述仅为本申请的可选实施例, 并不用以限制本申请, 凡在本申请的构思和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本申请的保护范围之内。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成, 也可以通过程序来指令相关的硬件完成, 所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中, 上述提到的存储介质可以是只读存储器, 磁盘或光盘等。

## 权利要求书

1.一种光信号处理装置，其特征在于，包括：至少一个输入端口、第一分束单元、第二分束单元和M级放大单元，M为整数且 $M \geq 2$ ，其中：

所述至少一个输入端口，用于接收来自至少一个激光器的信号光；

所述第一分束单元，用于将来自所述至少一个激光器的信号光分为多个子信号光；

所述M级放大单元中的第一级放大单元，用于对所述多个子信号光中的一个子信号光进行放大生成第一信号光；

所述第二分束单元，用于将所述第一信号光分为多个第二信号光；

所述M级放大单元中的第二级放大单元，用于对所述多个第二信号光中的至少一个第二信号光进行放大生成第三信号光。

2.根据权利要求1所述的光信号处理装置，其特征在于，所述多个子信号光包含本振信号光和探测信号光；

所述第一级放大单元用于对所述探测信号光进行放大生成所述第一信号光。

3.根据权利要求1所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包括合束单元，所述至少一个输入端口包含第一输入端口和第二输入端口，其中：

所述第一输入端口，用于接收来自第一激光器的信号光；

所述第二输入端口，用于接收来自第二激光器的信号光；

所述第一分束单元，用于将来自所述第一激光器的信号光分为多个第四信号光，以及将来自所述第二激光器的信号光分为多个第五信号光，所述多个第四信号光和所述多个第五信号光属于所述多个子信号光；

所述合束单元，用于将至少一个第四信号光和至少一个第五信号光进行合并，得到第六信号光；

所述第一级放大单元，用于放大所述第六信号光生成所述第一信号光。

4.根据权利要求1所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包括合束单元，所述至少一个输入端口包含第一输入端口和第二输入端口，其中：

所述第一输入端口用于接收来自第一激光器的信号光，所述第二输入端口用于接收来自第二激光器的信号光；

所述合束单元，用于将来自所述第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光进行合束，得到第七信号光；

所述第一分束单元，用于将所述第七信号光进行分束，得到所述多个子信号光，所述多个子信号光包含本振信号光和探测信号光；

所述第一级放大单元用于放大所述探测信号光生成所述第一信号光。

5.根据权利要求3或4所述的光信号处理装置，其特征在于，所述来自第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光具有不同的扫频斜率，

和/或，具有不同的中心波长。

6.根据权利要求1-5任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述第二分束单元包含N个分束器，所述N个分束器以树形拓扑结构排列且每个分束器作为树形拓扑结构的节点，N为整数且 $N > 0$ ，每个父节点位置的分束器分束得到的信号光被提供给子节点位置的分束器；

所述第一信号光输入根节点位置的分束器，所述多个第二信号光从叶子节点位置的分束器输出。

7.根据权利要求6所述的光信号处理装置，其特征在于，所述第二级放大单元包含多个

放大器；

所述多个放大器位于叶子节点位置的分束器之后，

或者，所述多个放大器位于所述多个树形拓扑结构内的分束器之间；

或者，所述多个放大器中的部分放大器位于叶子节点位置的分束器之后，另一部分放大器位于所述多个树形拓扑结构中的分束器之间。

8.根据权利要求 1-7 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包含功率控制器，所述功率控制器用于调整所述第二级放大单元的驱动电流，以控制所述第二级放大单元输出的信号光的功率。

9.根据权利要求 8 所述的光信号处理装置，其特征在于，所述功率控制器还用于：

根据来自处理器的控制信号，调整所述第二级放大单元的驱动电流，所述控制信号与扫描器的指向角度相关。

10.根据权利要求 1-9 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包含光输入输出单元，所述光输入输出单元包含多个输出端口、多个接收端口和混频单元；

所述多个输出端口，用于发射所述第三信号光；

所述多个接收端口，用于接收返回信号光，所述返回信号光包含所述第三信号光的反射；

所述混频单元，用于根据所述返回信号光和本振信号光得到一个或者多个混频结果，所述一个或者多个混频结果用于确定视野内的目标的相关信息；

所述本振信号光属于所述多个子信号光，或者属于所述多个第二信号光。

11.根据权利要求 10 所述的光信号处理装置，其特征在于，所述混频单元包含第三分束单元、第一混频器和第二混频器；

所述第三分束单元，用于将所述返回信号光进行分束，得到第一子返回信号光和第二子返回信号光，

所述第一混频器用于将第一子本振信号光和所述第一子返回信号光混频得到第一混频结果，所述第一子本振信号光来自第一激光器；

所述第二混频器用于将第二子本振信号和所述第二子返回信号光混频得到第二混频结果，所述第二子本振信号光来自第二激光器。

12.根据权利要求 11 所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包含第四分束单元，所述第四分束单元用于将本振信号光解复用得到第一子本振信号光和第二子本振信号光，所述第一子本振信号光作为来自第一激光器的信号光的本振信号，所述第二子本振信号光作为来自所述第二激光器的信号光的本振信号；

所述本振信号光包含来自所述第一激光器的信号光和来自所述第二激光器的信号光。

13.根据权利要求 1-12 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，

所述多个接收端口按列排布形成接收端口组，所述多个输出端口按列排布形成输出端口组，接收端口组和所述输出端口组相对设置，一个输出端口和至少一个接收端口相对设置且共用一个收发光学模组；

或者，

所述多个接收端口按列排布形成接收端口组，所述多个输出端口按列排布形成输出端口组；

所述接收端口组共用一个接收光学模组，所述输出端口组共用一个发射光学模组。

14.根据权利要求 10 或 11 所述的光信号处理装置，其特征在于，所述多个接收端口包含第一接收端口，所述输出端口包含第一输出端口，所述第一接收端口接收的信号光包含由第

一输出端口输出的信号光的反射；

所述光信号处理装置还包含功率控制器，所述功率控制器用于：

当由第一接收端口接收的信号光的功率大于第一阈值，则降低所述第二级放大单元的驱动电流以降低由所述第一输出端口出射的探测信号光的功率；

当由第一接收端口接收的信号光的功率小于第二阈值，则提高所述第二级放大单元的驱动电流以增大由第一发射子端口出射的探测信号光的功率。

15.根据权利要求 10 或 11 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光输入输出单元包含第一输出端口集合和第二输出端口集合，所述第一输出端口集合和所述第二输出端口集合分别包含至少一个输出端口，所述第一输出端口集合用于向所述视野的中间区域出射探测信号光，所述第二输出端口集合用于向所述视野的边缘区域出射探测信号光；

所述第一输出端口集合所出射的探测信号光的功率高于所述第二输出端口集合所出射的探测信号光的功率。

16.根据权利要求 10-15 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包含光开关，所述光开关设置在所述第二分束单元至任一输出端口之间，用于控制是否在所述第二分束单元与所述任一输出端口之间形成光学路径。

17.根据权利要求 10-16 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包含反馈单元，所述多个子信号光包含反馈信号光；

所述反馈单元用于根据所述反馈信号检测所述来自至少一个激光器的信号光的扫频信息和/或相位噪声。

18.根据权利要求 1-17 任一项所述的光信号处理装置，其特征在于，所述光信号处理装置还包含多层的基底以及多条波导，所述多条波导用于在基底的各层中形成传输信号光的光学路径。

19.一种芯片，其特征在于，包含  $K$  个如权利要求 1-18 任一项所述的光信号处理装置， $K$  为整数且  $K \geq 1$ 。

20.根据权利要求 19 所述的芯片，其特征在于，所述芯片还包含至少一个激光输入端口和至少一个光开关，所述至少一个激光输入端口包含第一激光输入端口；

所述至少一个激光输入端口用于接收来自至少一个激光器的信号光；

所述至少一个光开关设置在所述第一激光输入端口和  $L$  个光信号处理装置之间，且被配置为：将所述  $L$  个光信号处理装置可切换地耦合到光学路径以控制是否在所述  $L$  个光信号处理装置与所述第一激光输入端口之间形成光学路径， $L$  为整数且  $L \leq K$ 。

21.根据权利要求 19 所述的芯片，其特征在于， $K$  为偶数且  $K \geq 2$ ，且，所述  $K$  个光信号处理装置中的任意两个光信号处理装置对称设置。

22.一种激光雷达，其特征在于，所述激光雷达包含激光器、扫描器，以及，如权利要求 1-18 任一项所述的光信号处理装置；

所述激光器用于向所述光信号处理装置提供调频信号光；

所述扫描器用于将来自所述光信号处理装置的第三信号光投射到视野中。

23.一种激光雷达，其特征在于，所述激光雷达包含激光器、阵列探测器、收发光学模块、扫描器，以及，如权利要求 10-17 任一项所述光信号处理装置；

所述激光器用于向所述光信号处理装置提供调频信号光；

所述扫描器用于将来自所述光信号处理装置的第三信号光投射到视野中，以及接收来自视野的返回信号光并提供给所述光信号处理装置；

所述收发光学模组设置在所述扫描器和所述光信号处理装置之间；

所述阵列探测器用于接收来自所述光信号处理装置的一个或者多个混频结果并基于所述一个或多个混频结果得到电信号，所述电信号用于确定视野内的目标的相关信息。

24.根据权利要求 23 所述的激光雷达，其特征在于，所述光学模组包含偏振分束器和四分之一波片，所述偏振分束器和所述四分之一波片用于实现收发同轴，其中：

第三信号光依次经过所述光信号处理装置的输出端口、所述偏振分束器和所述四分之一波片被提供给所述扫描器；

来自所述扫描器的返回信号光依次经过所述四分之一波片、所述偏振分束器被提供给所述光信号处理装置的接收端口。

25.根据权利要求 24 所述的激光雷达，其特征在于，所述光学模组还包含二分之一波片，所述二分之一波片设置在所述偏振分束器和所述光信号处理装置的接收端口之间。

26.一种终端，其特征在于，所述终端包含如权利要求 1-18 任一项所述的光信号处理装置，或者，包含如权利要求 19-21 任一项所述的芯片，

或者，包含如权利要求 22 所述的激光雷达，

或者，包含如权利要求 23-25 任一项所述的激光雷达。

27.根据权利要求 26 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。

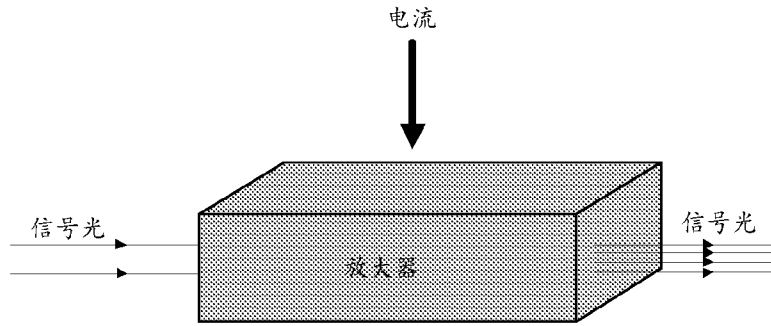


图 1

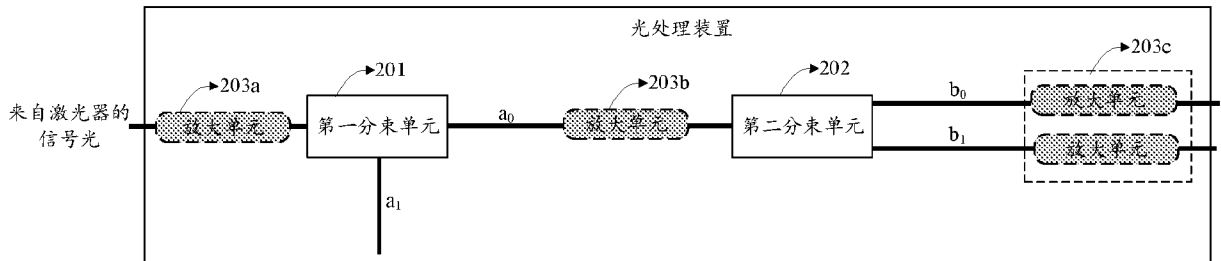


图 2

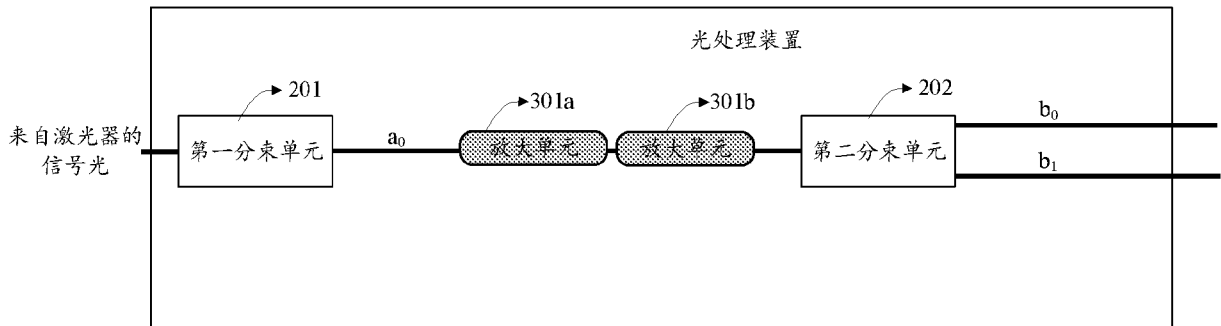


图 3

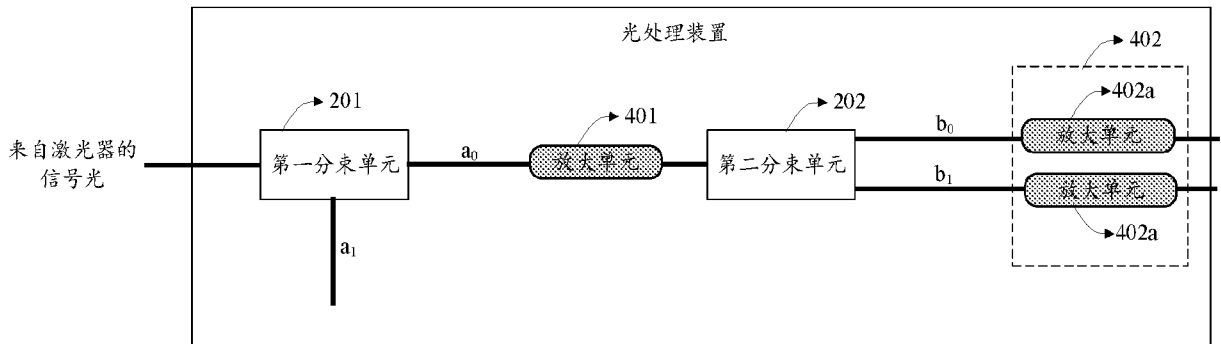


图 4

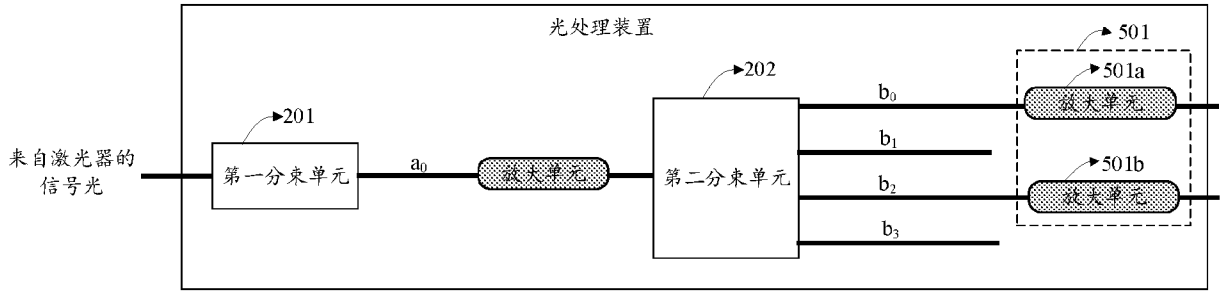


图 5

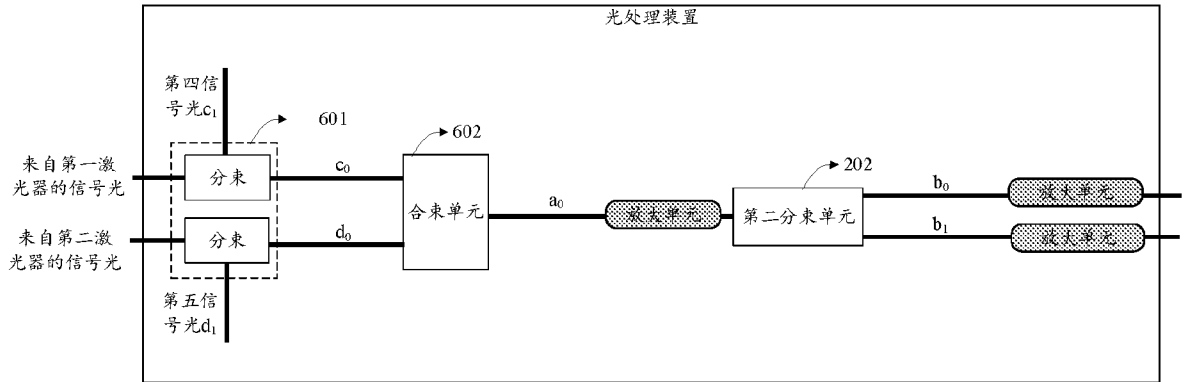


图 6A

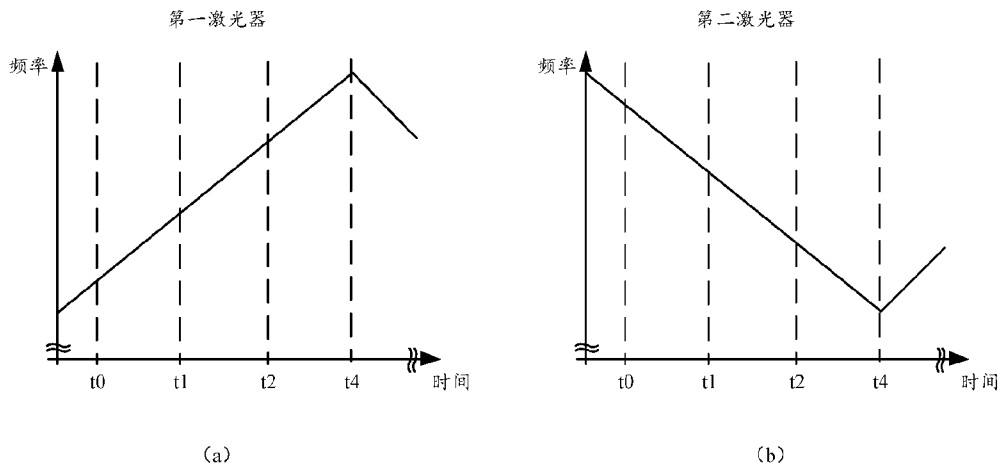


图 6B

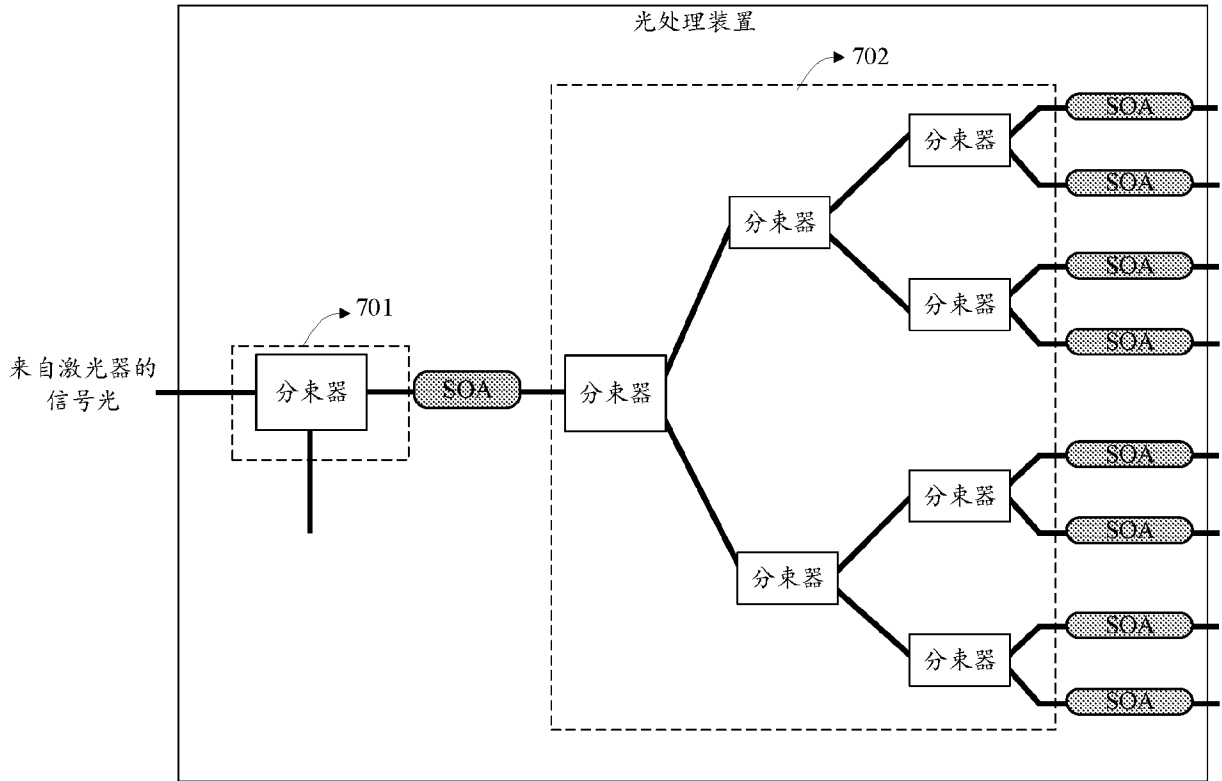


图 7A

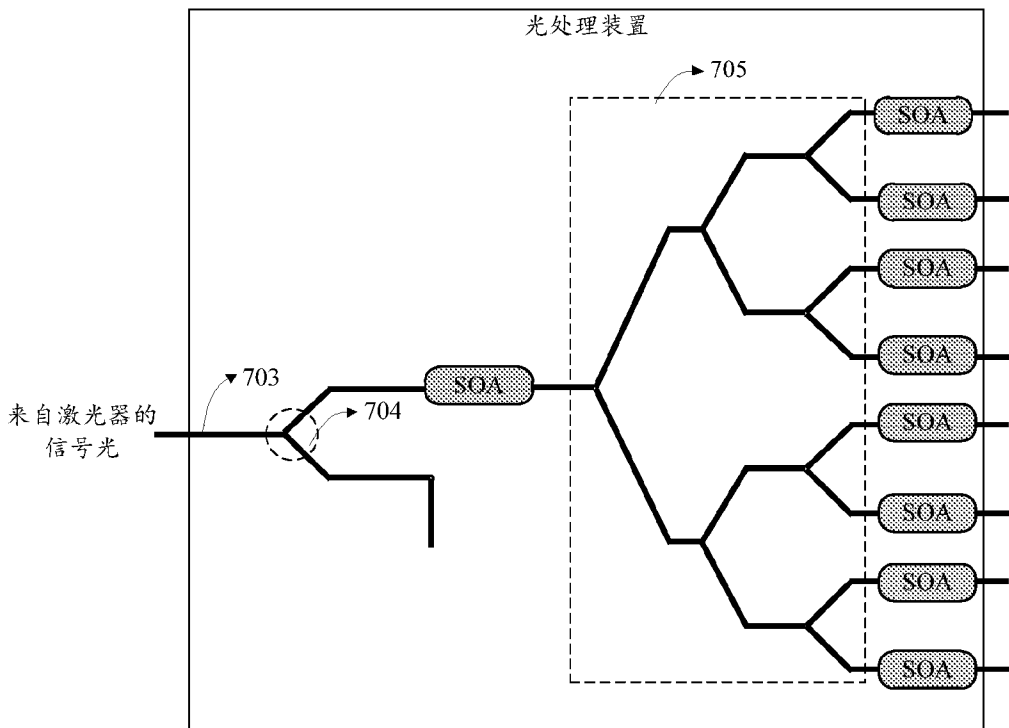


图 7B

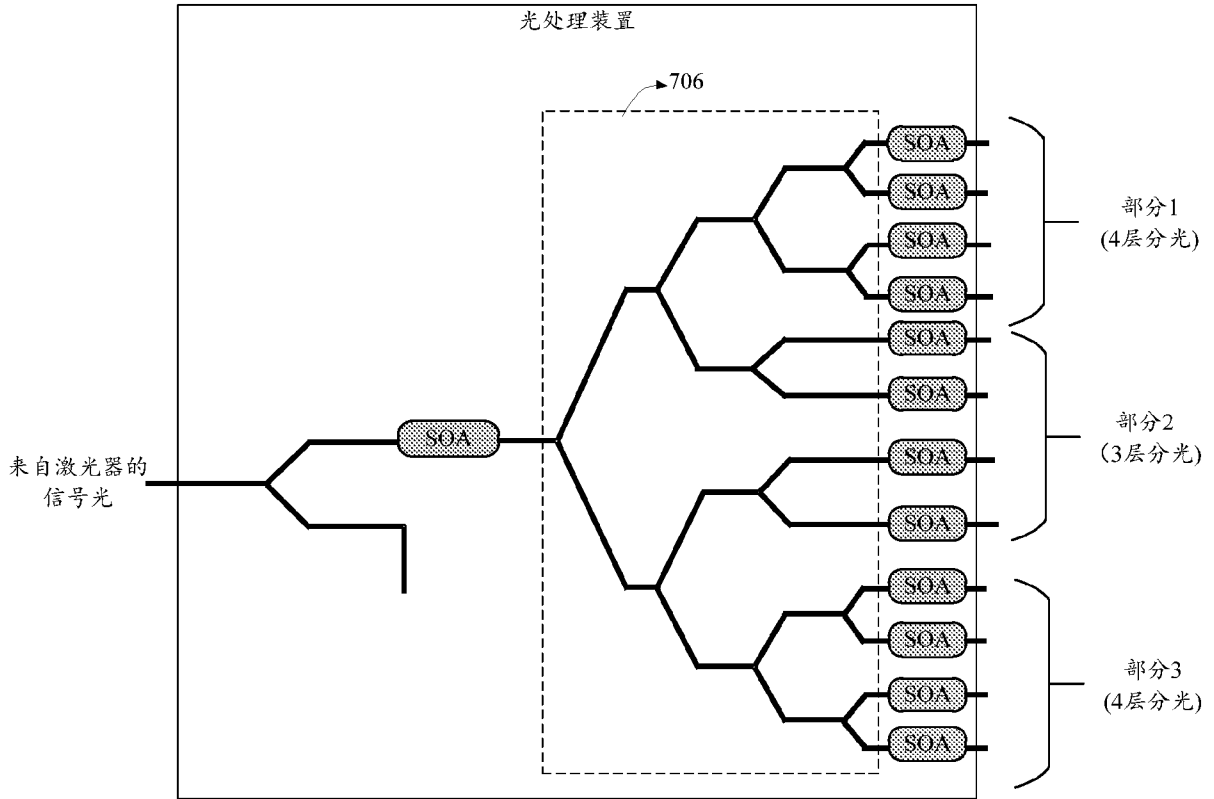


图 7C

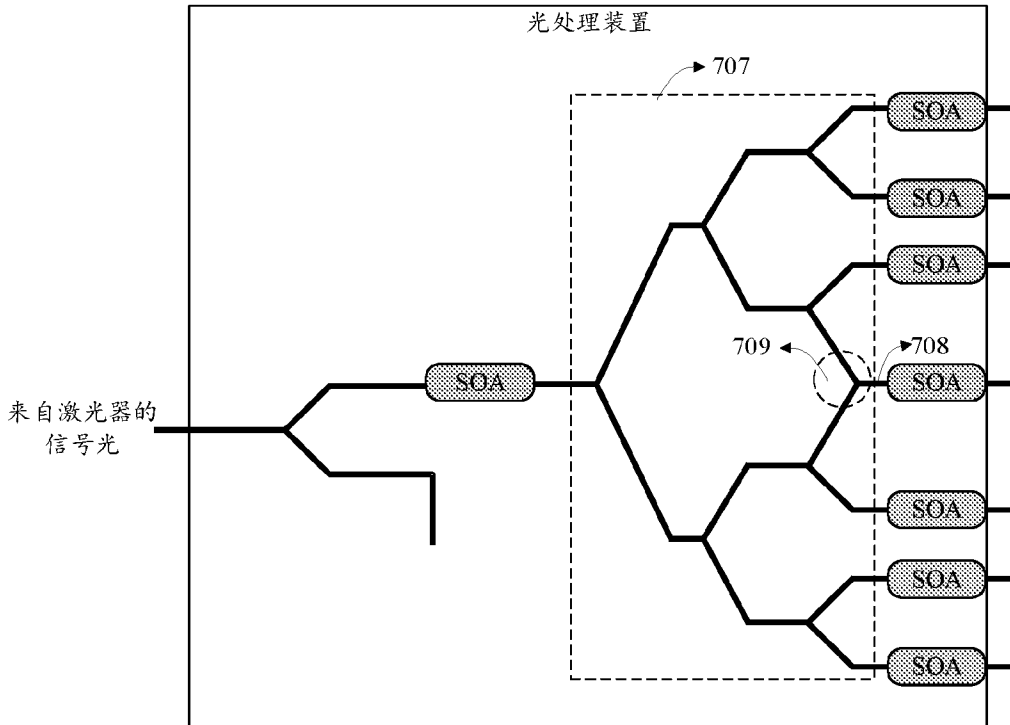


图 7D

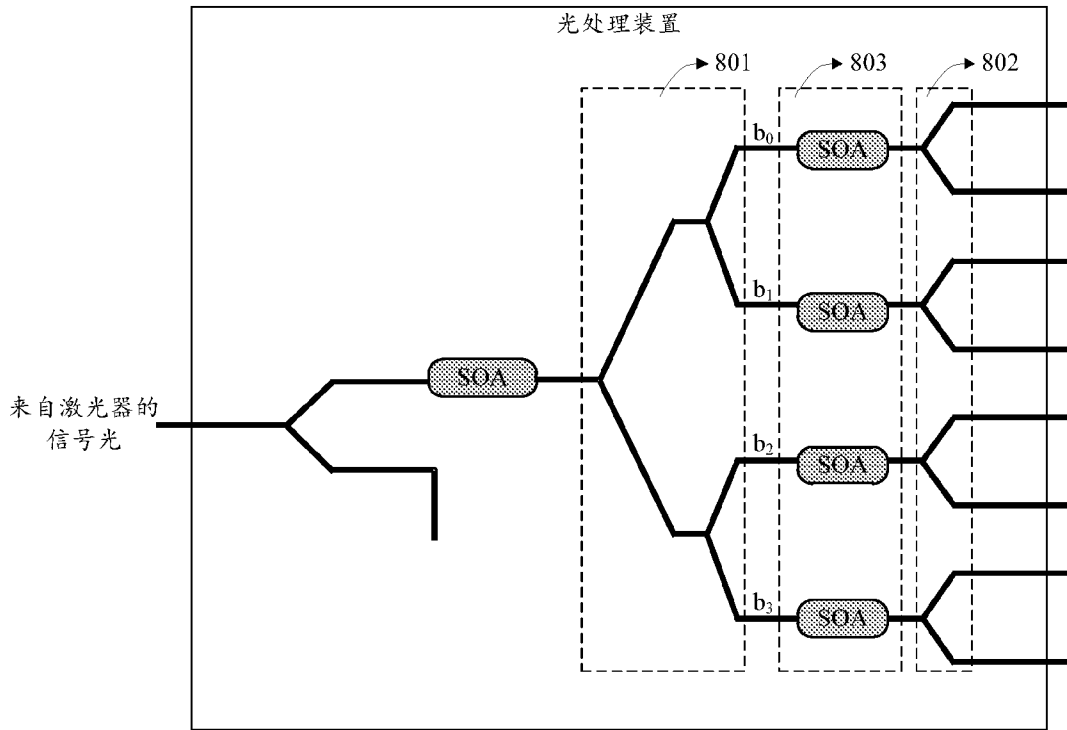


图 8A

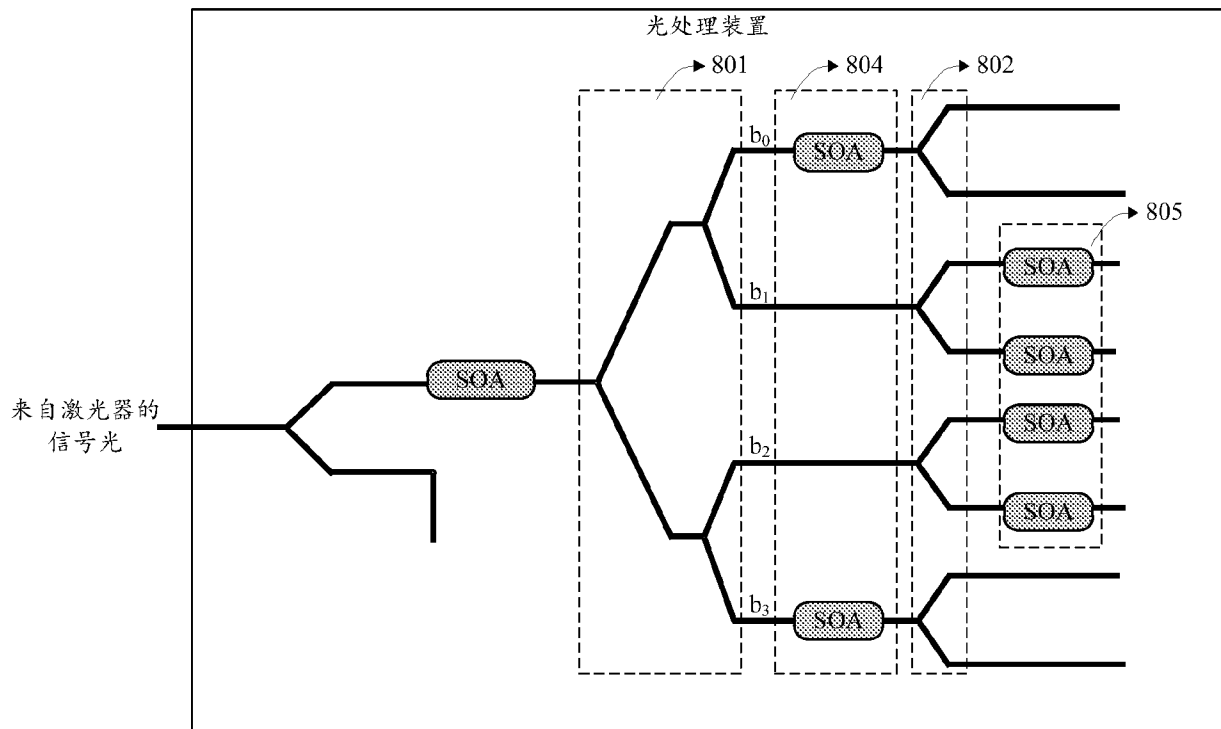


图 8B

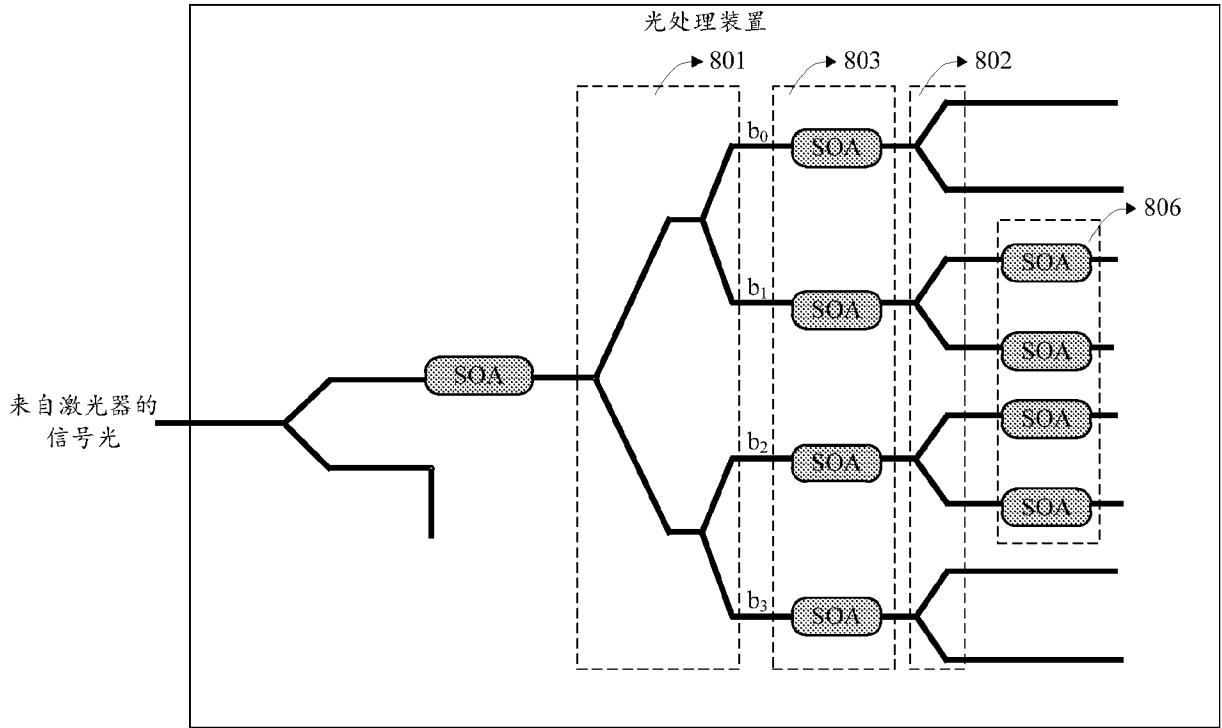


图 8C

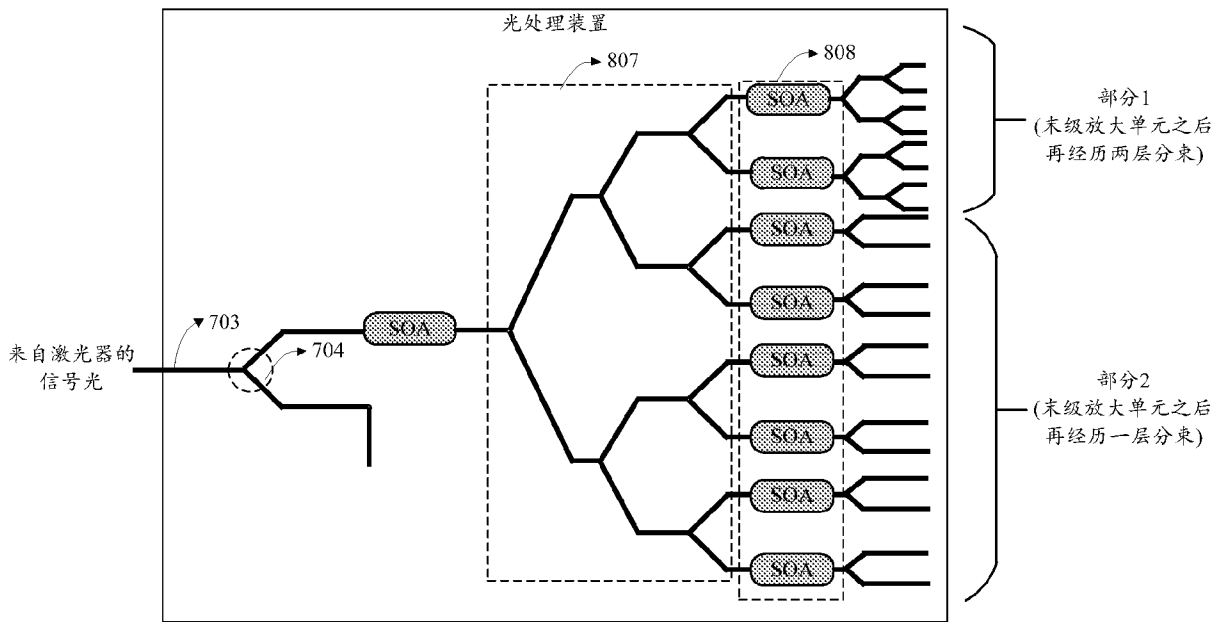


图 8D

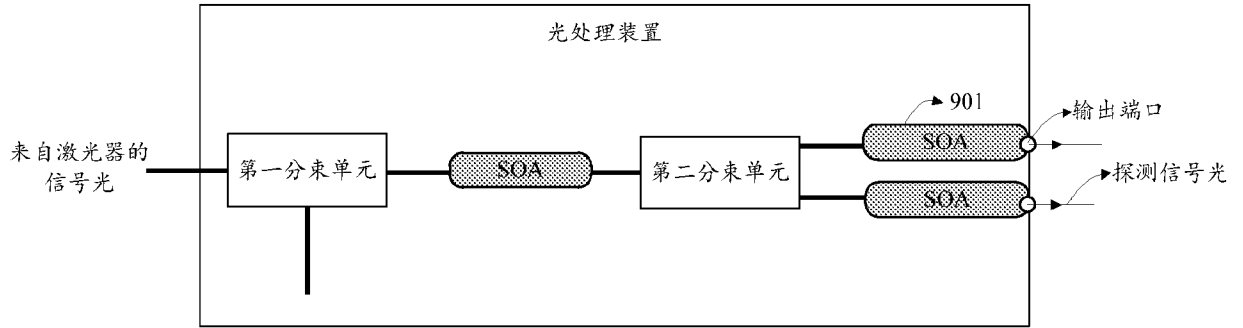


图 9A

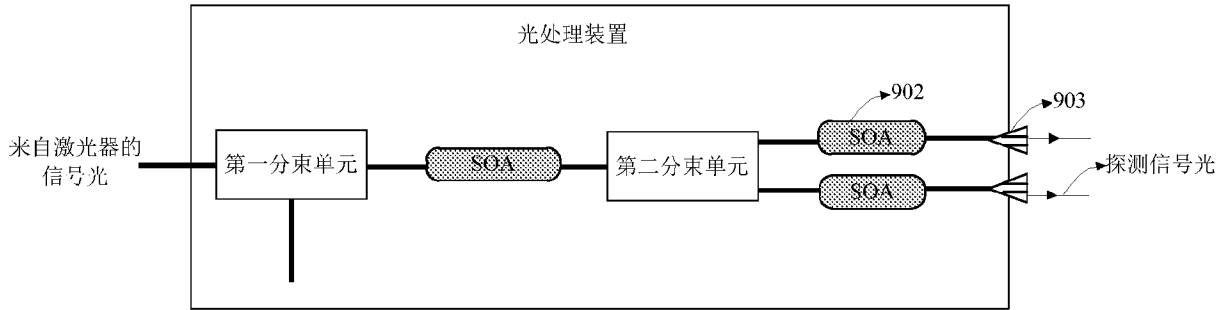


图 9B

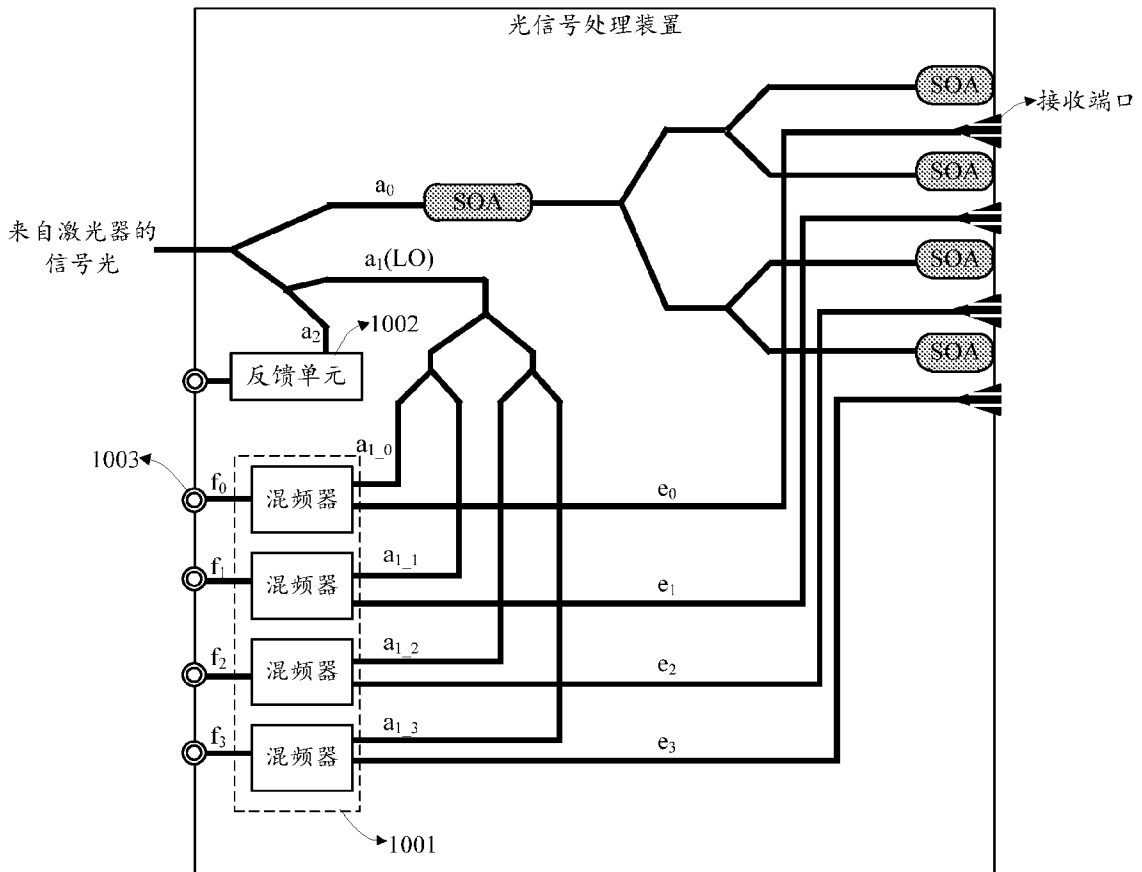


图 10A

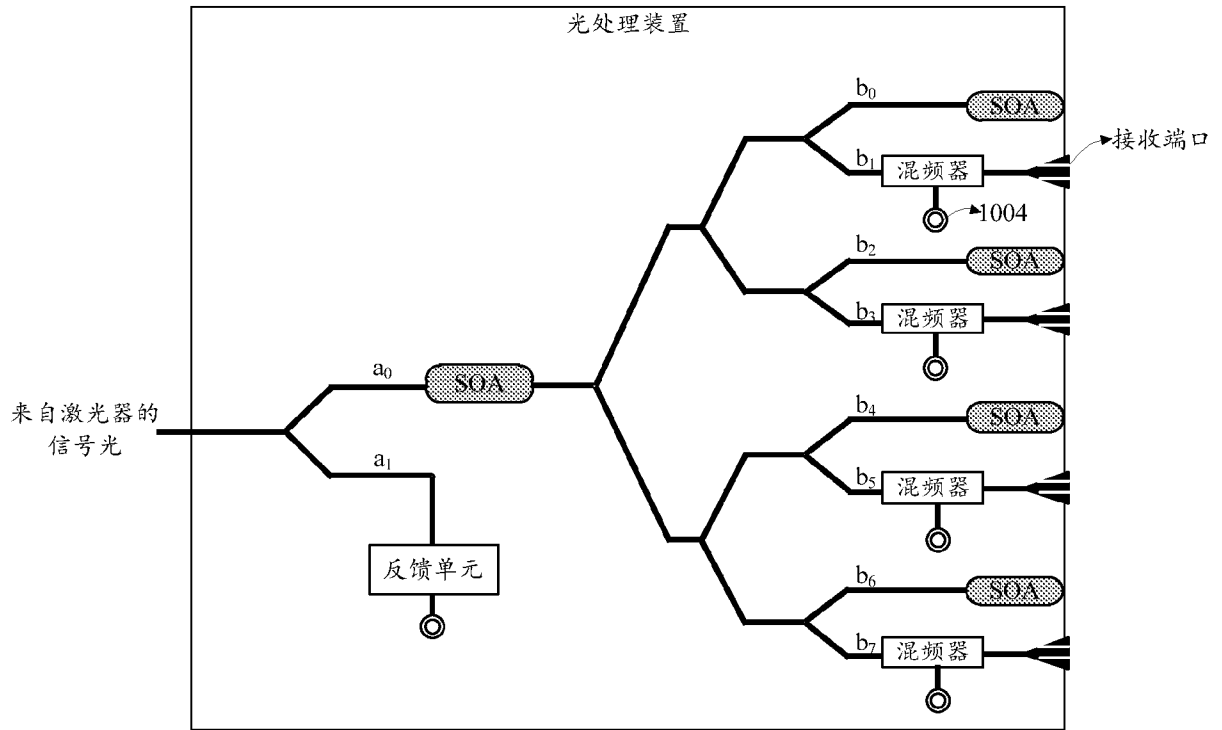


图 10B

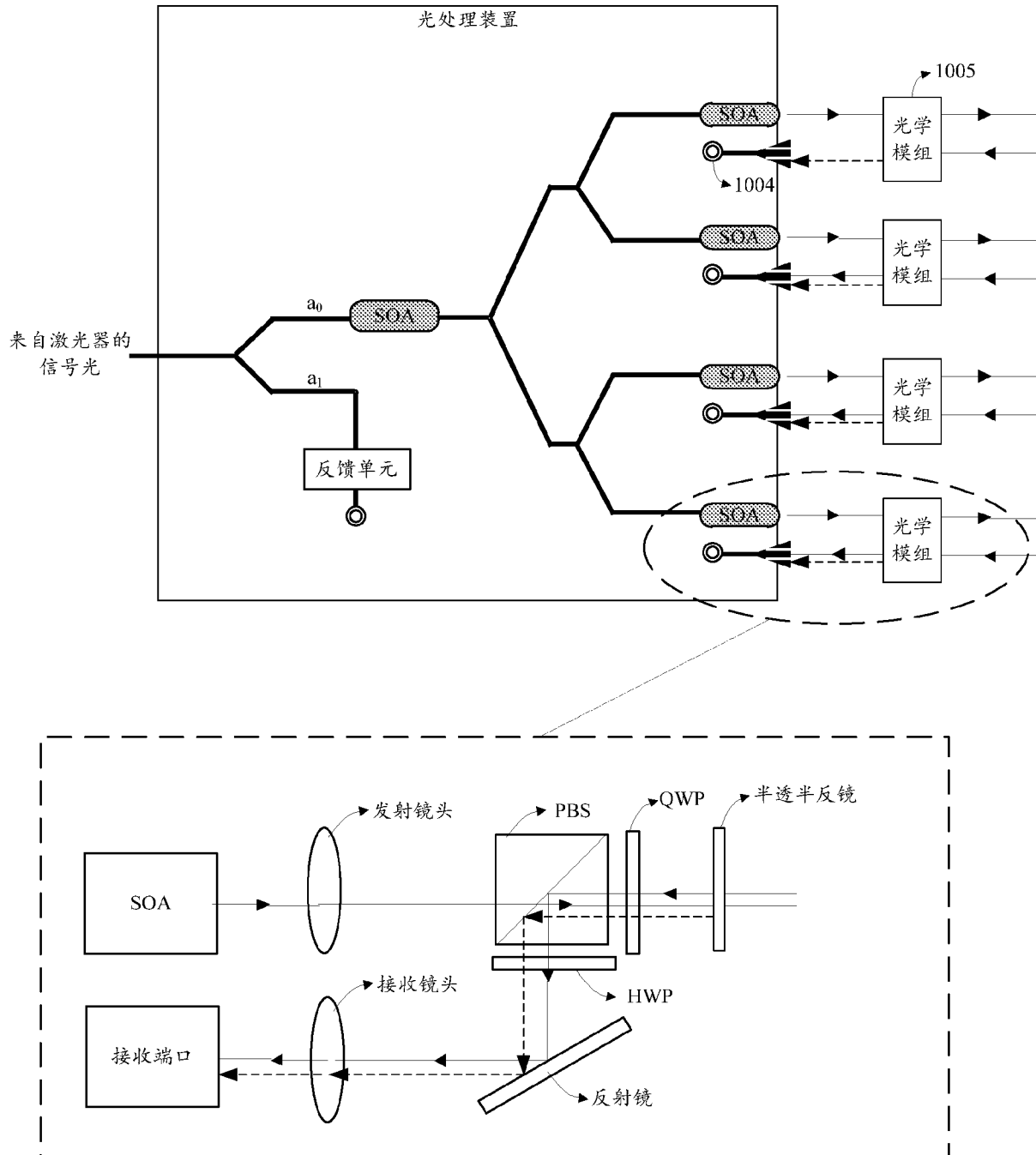


图 10C

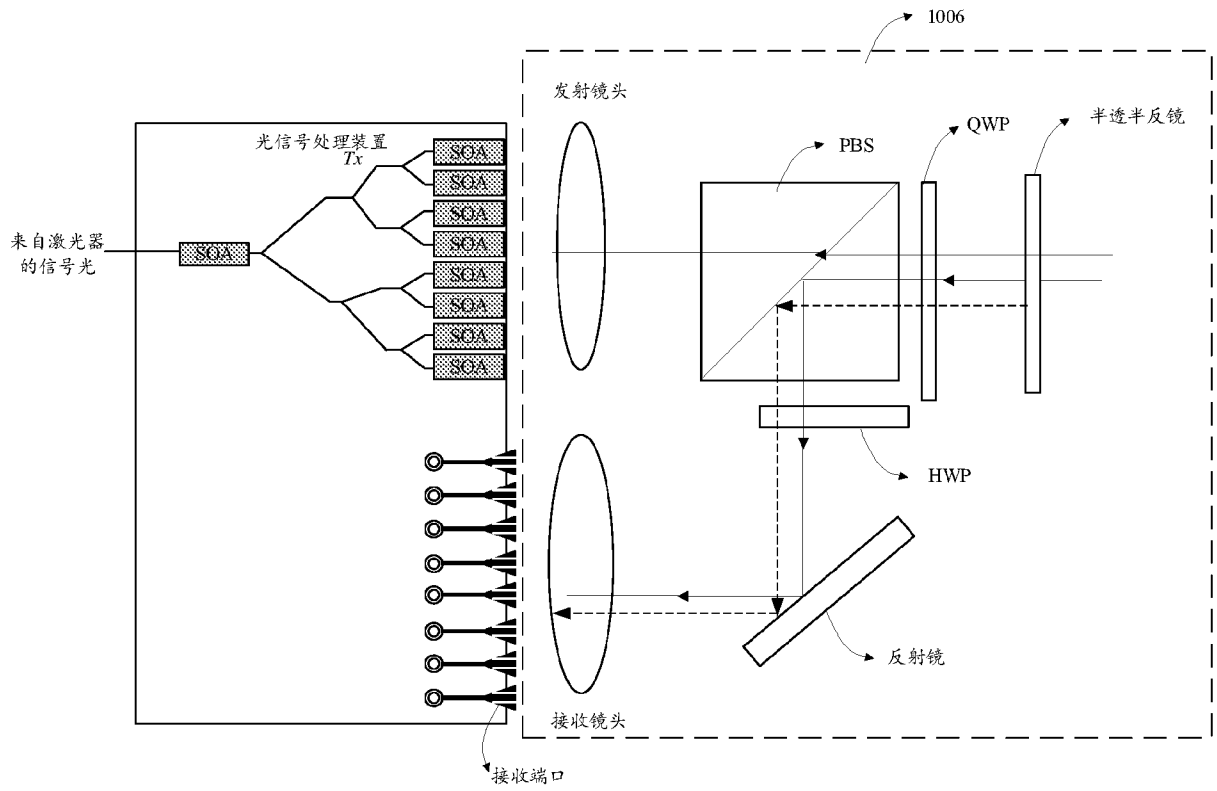


图 10D

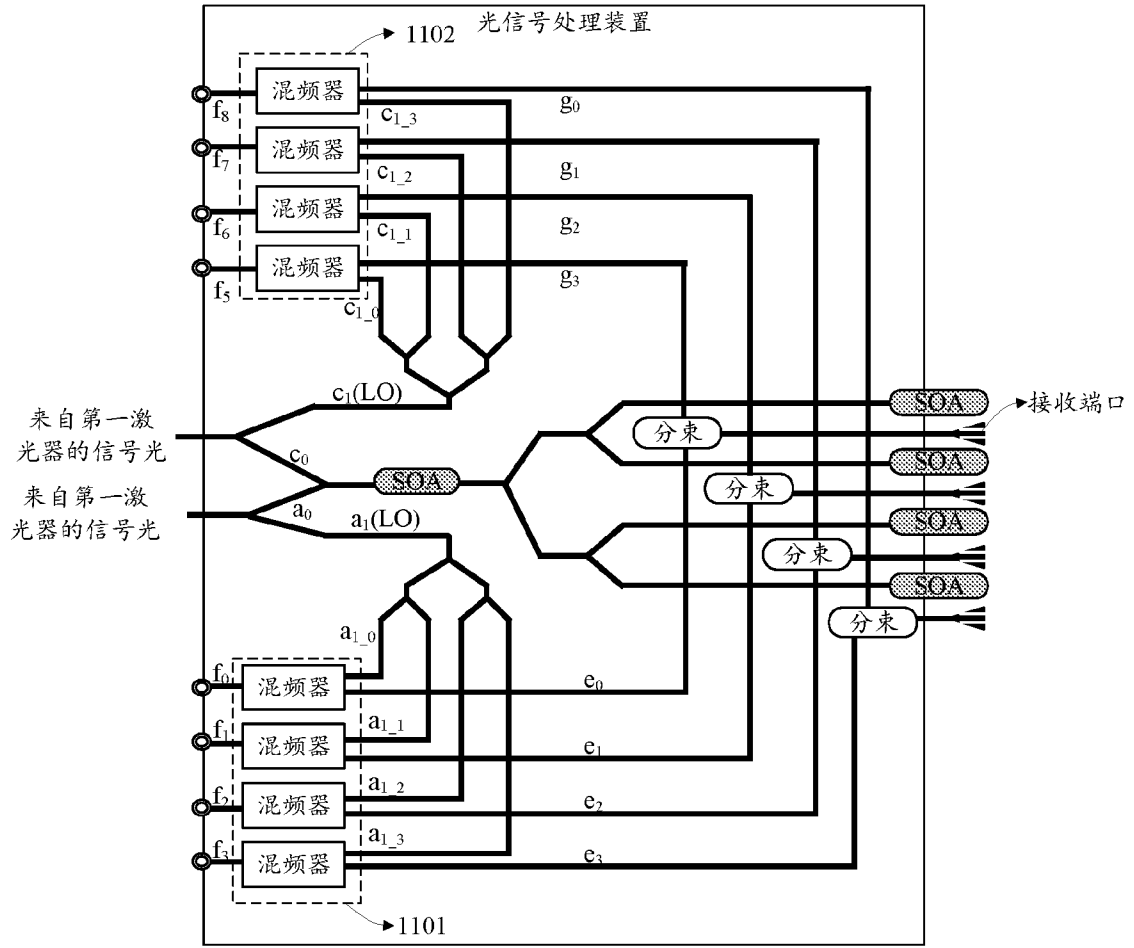


图 11A

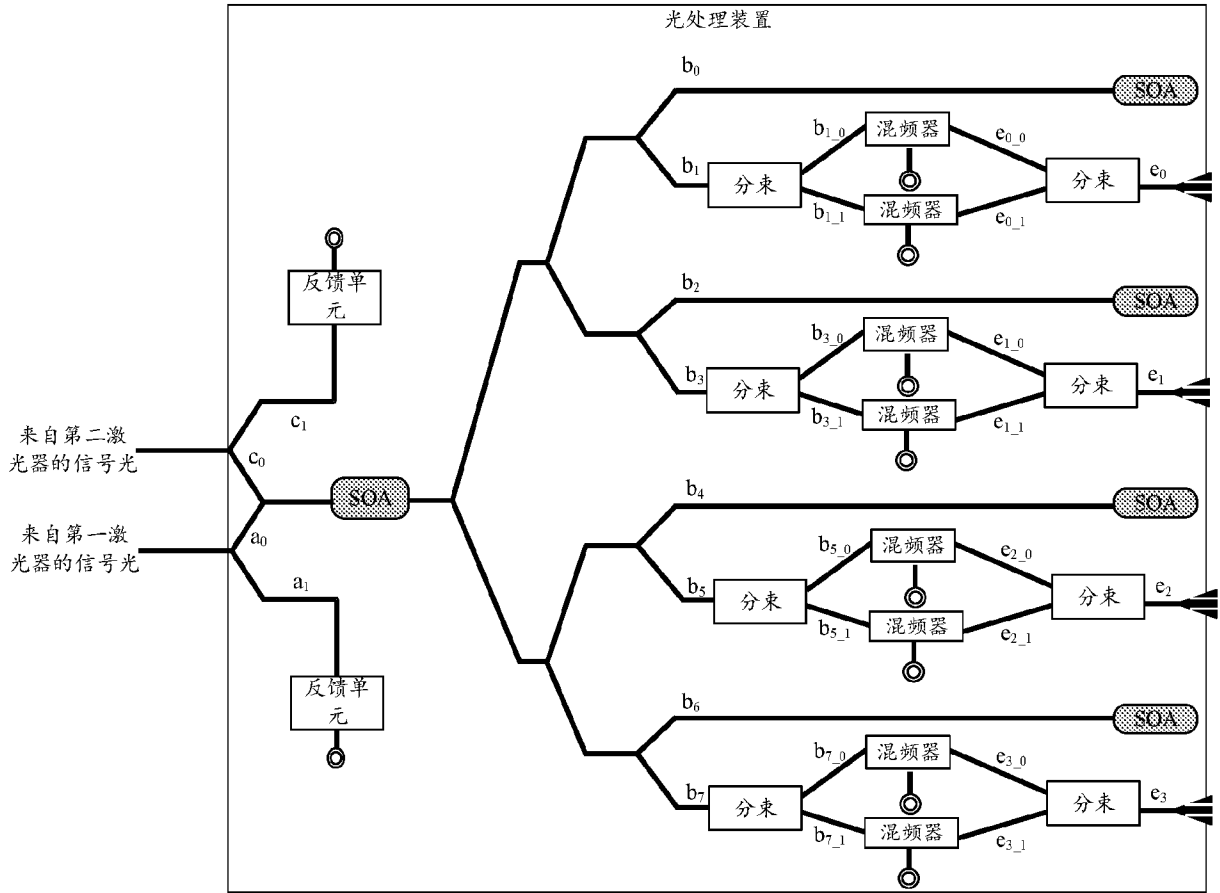


图 11B

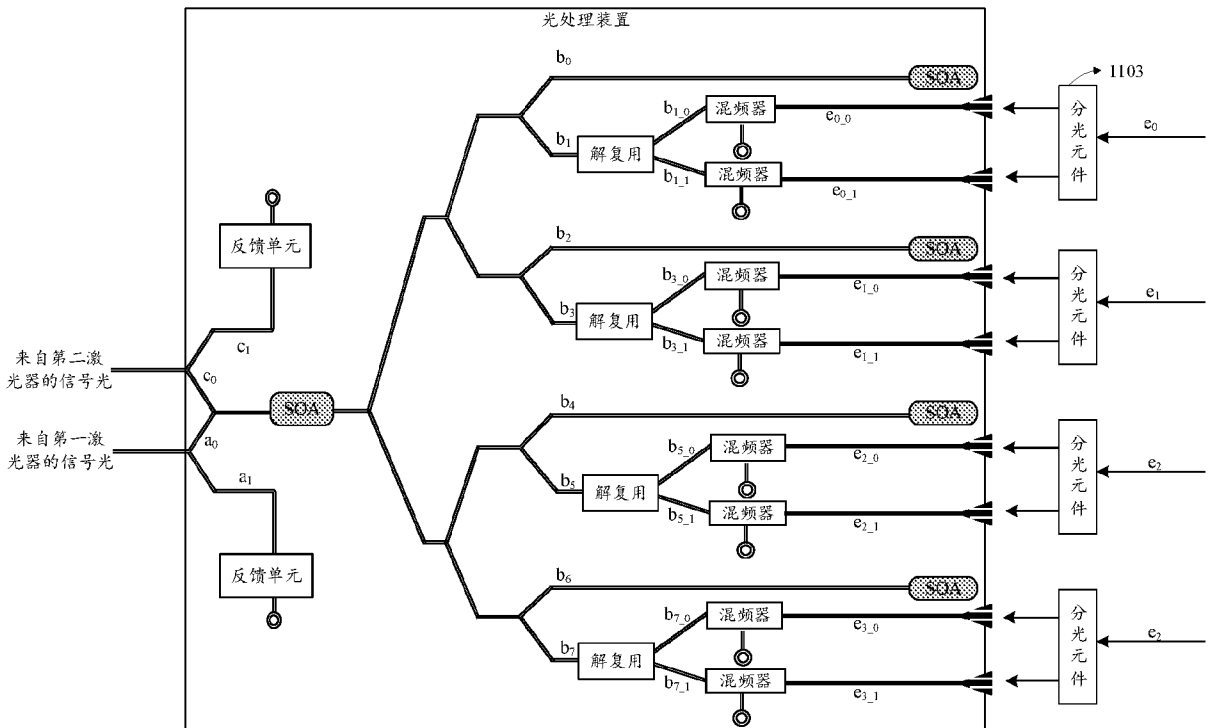


图 11C

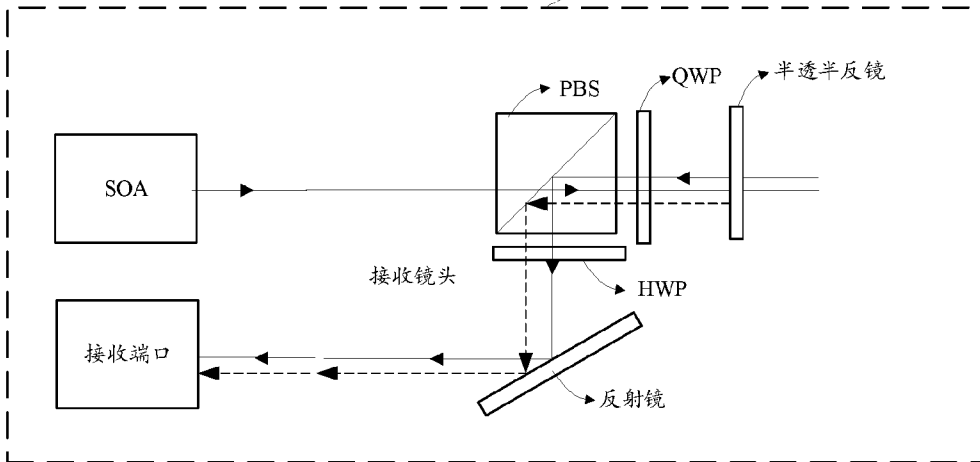
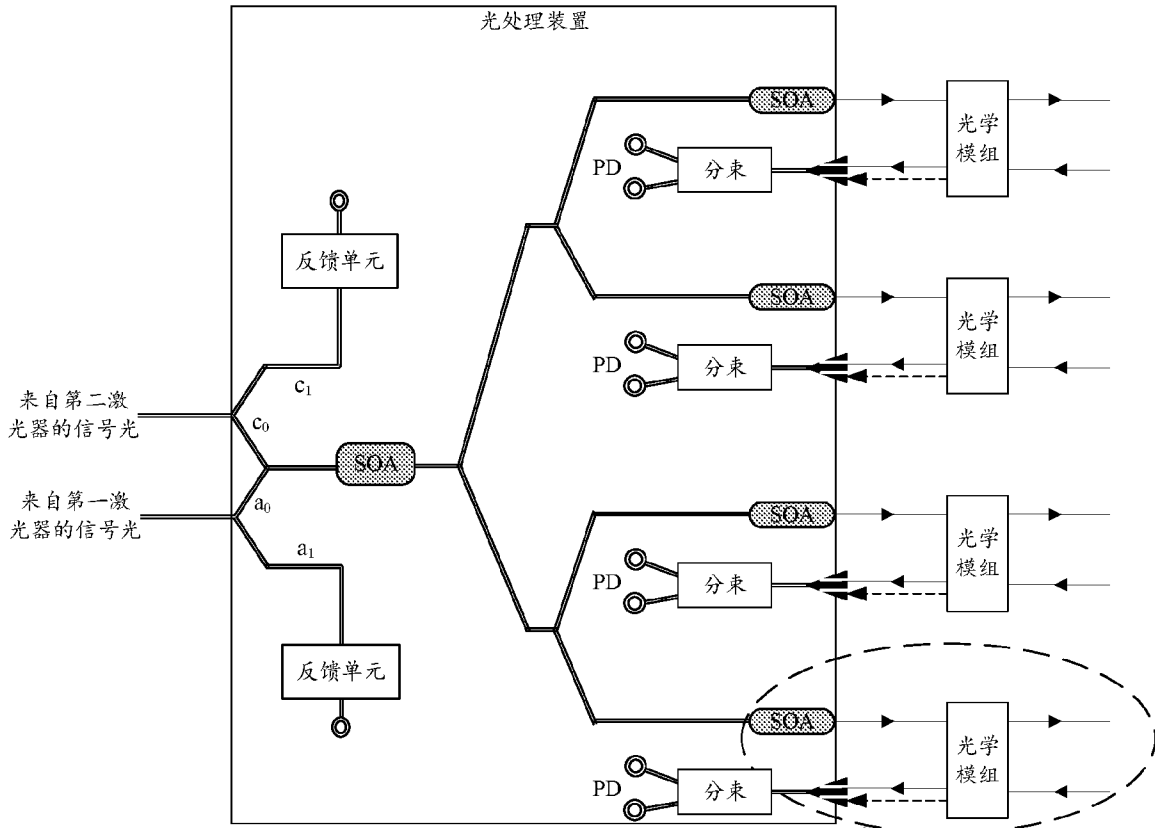


图 11D

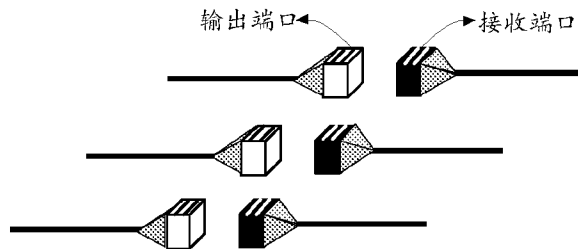


图 12A

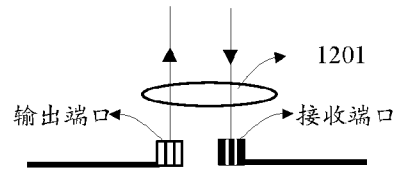


图 12B

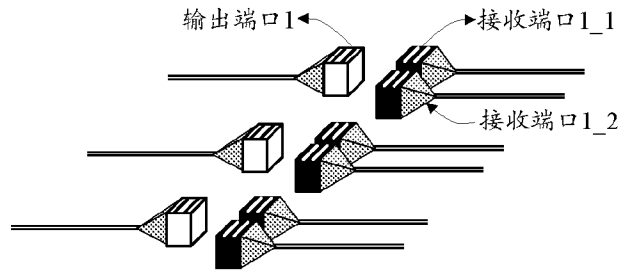


图 12C

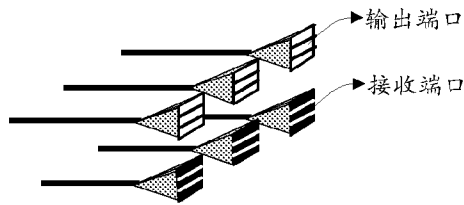


图 13A

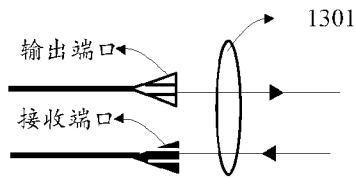


图 13B

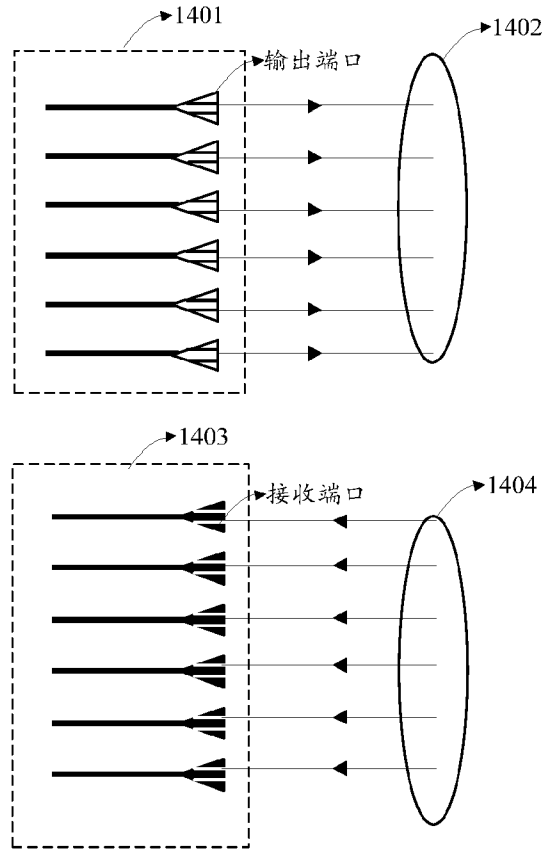


图 14

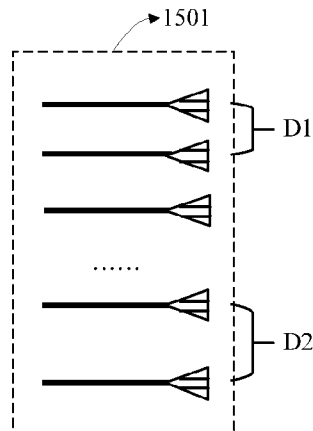


图 15A

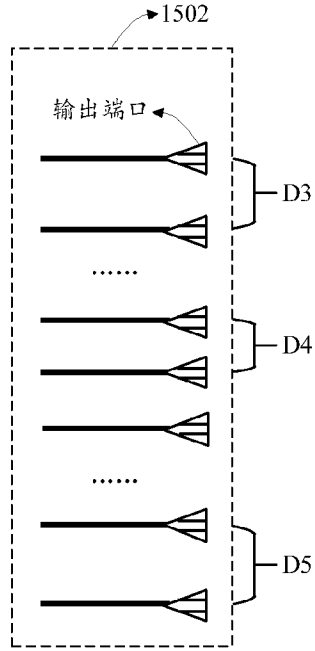


图 15 B

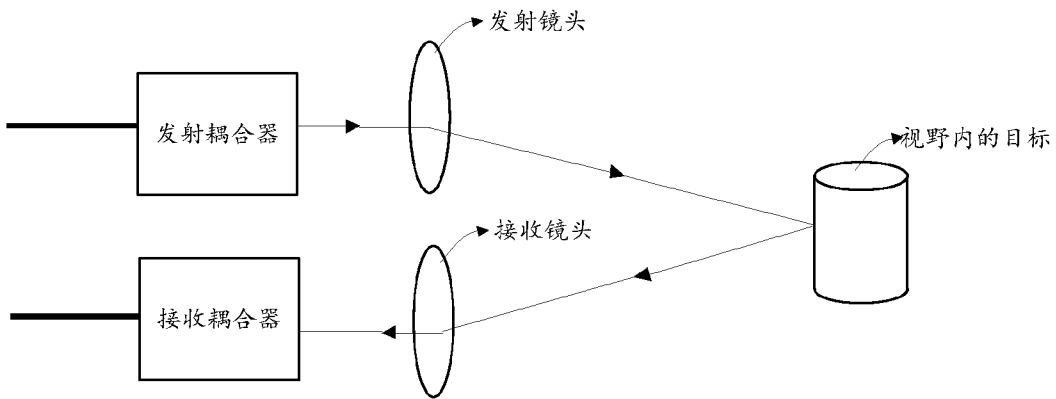


图 16

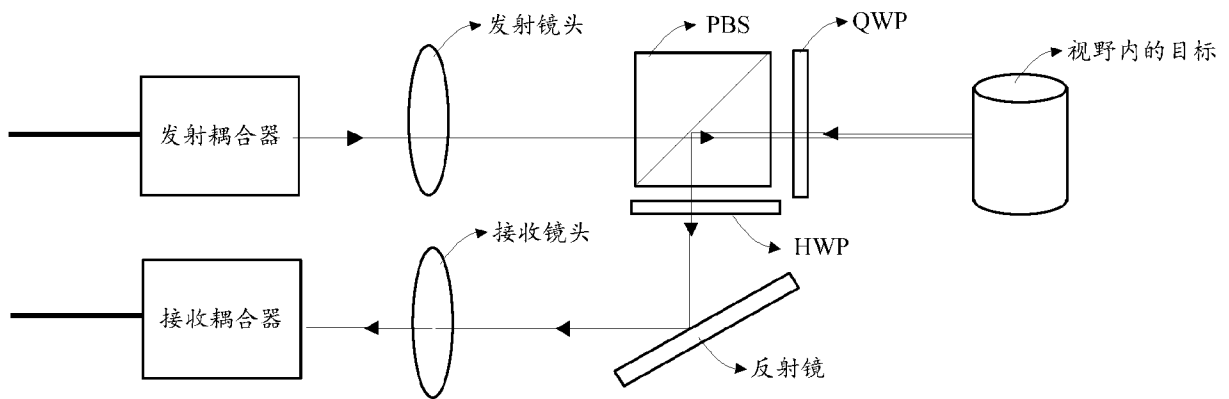


图 17

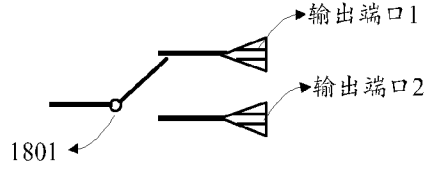


图 18

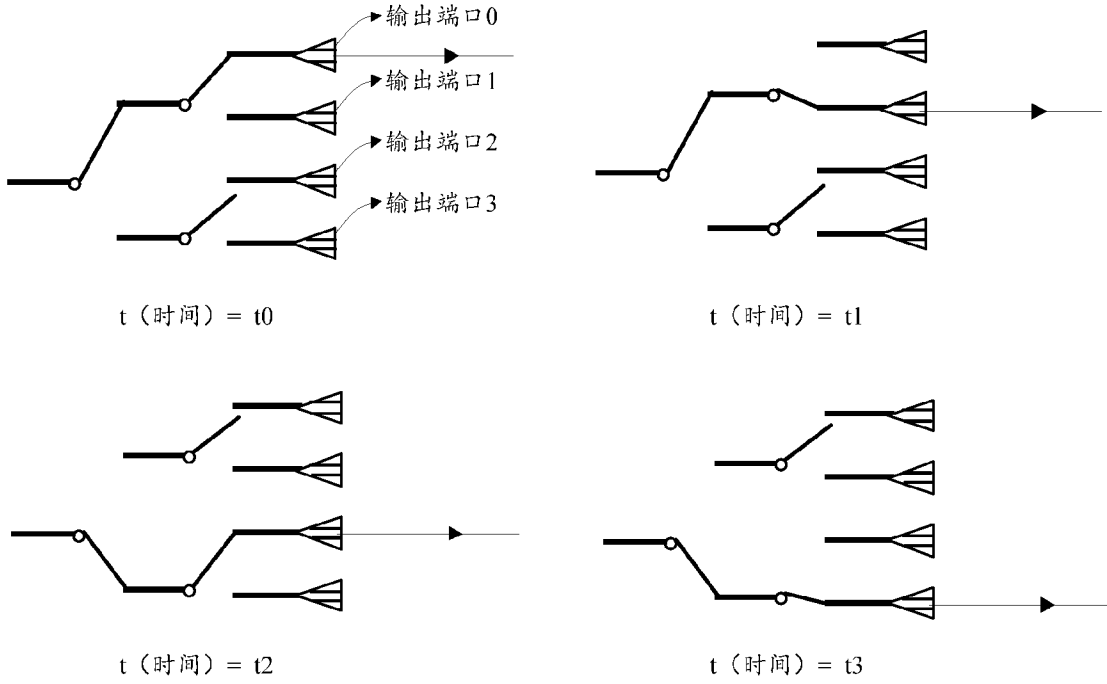


图 19

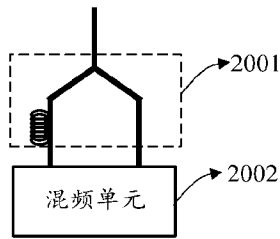


图 20

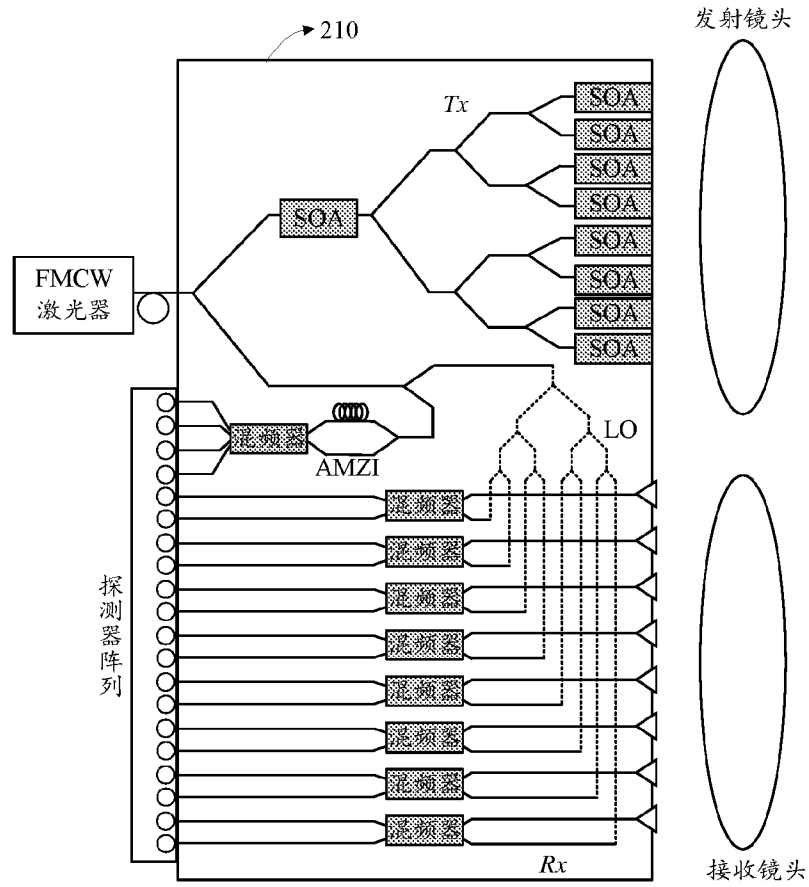


图 21

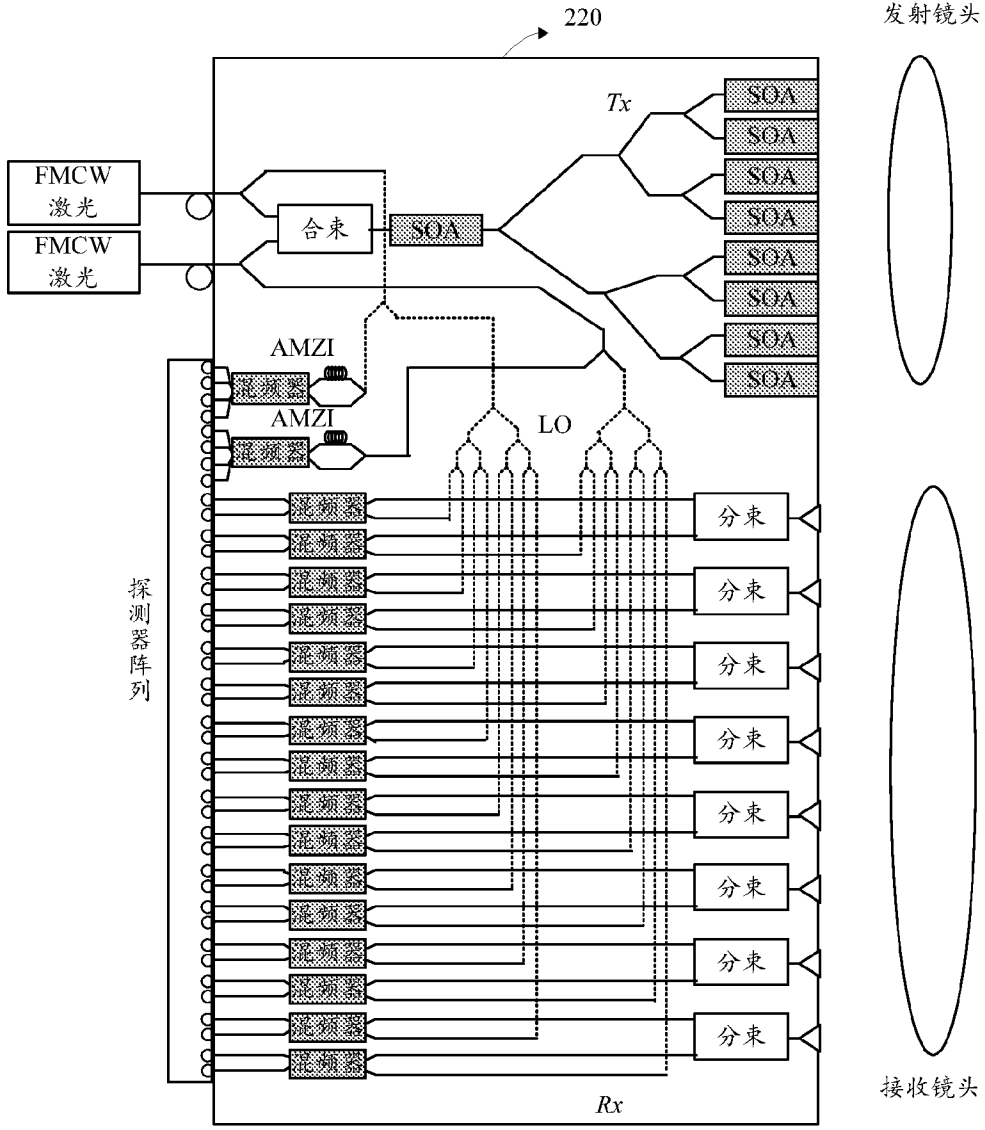


图 22

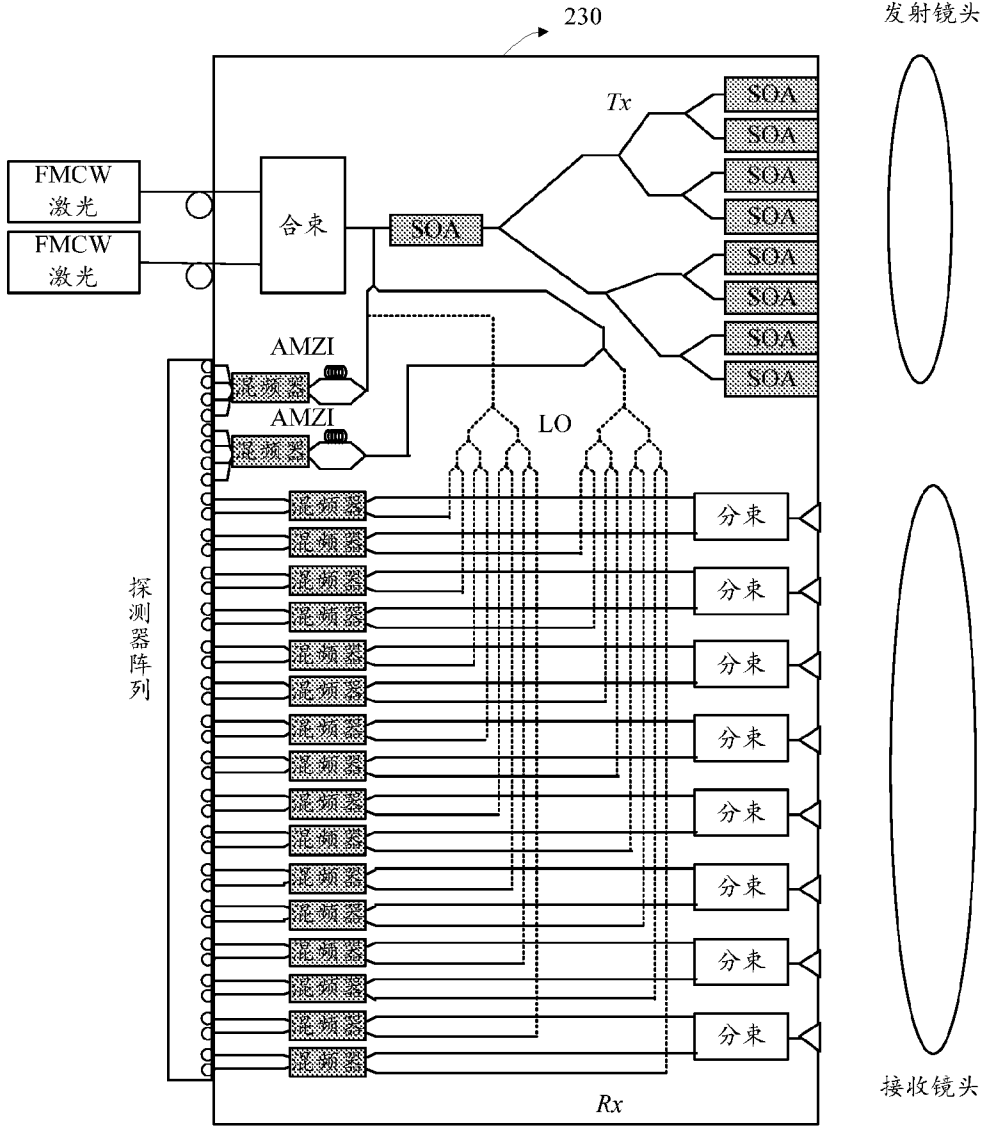


图 23

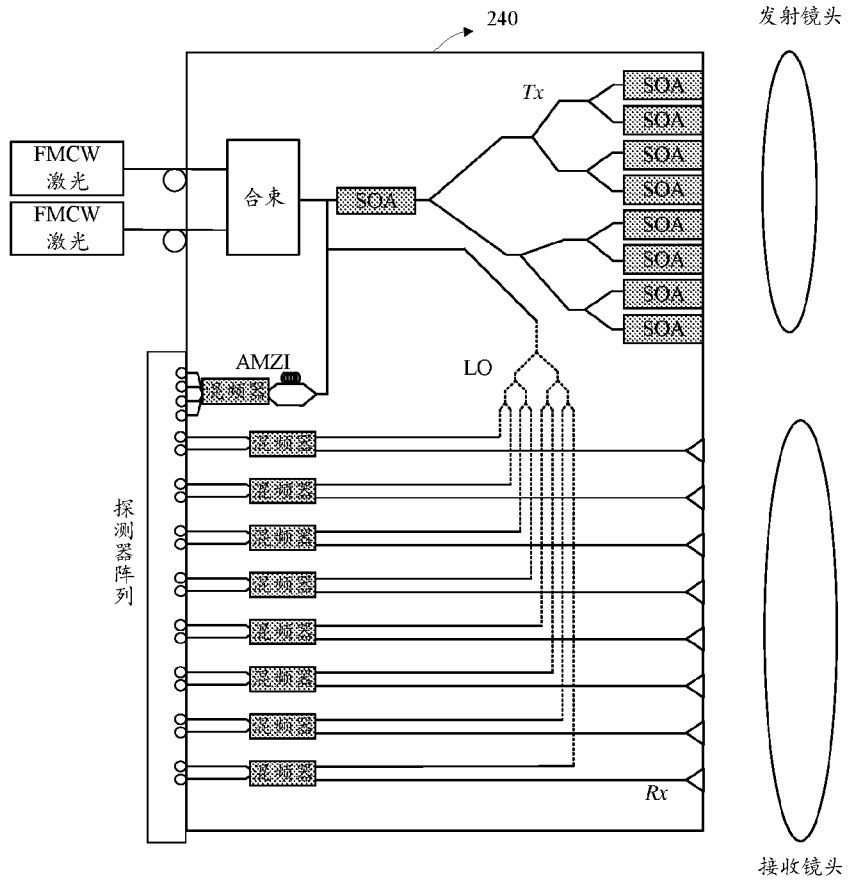


图 24

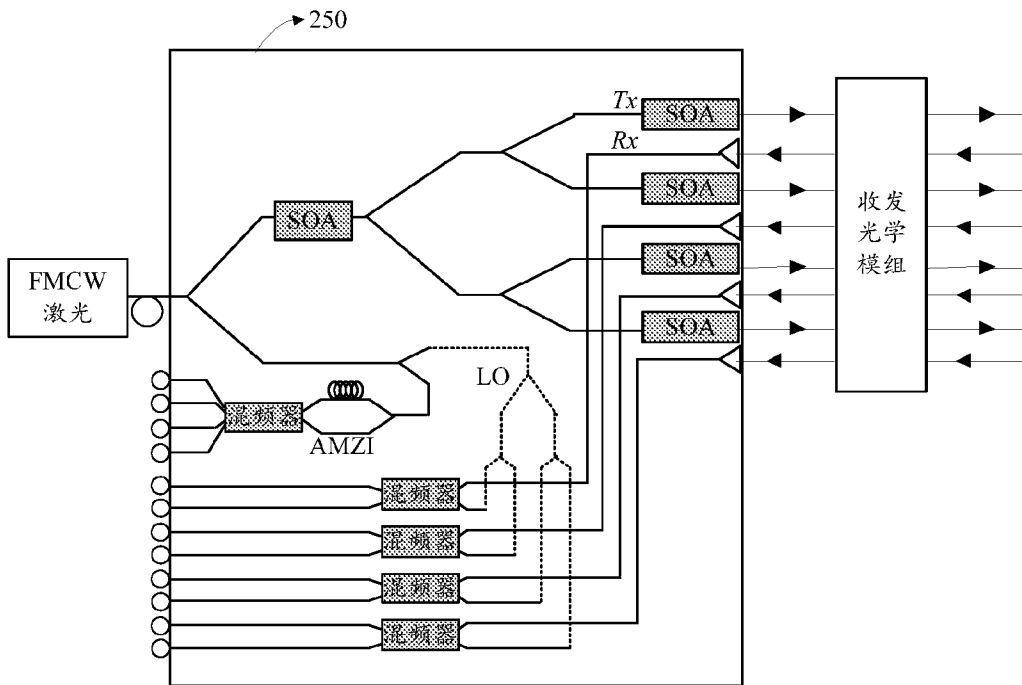


图 25

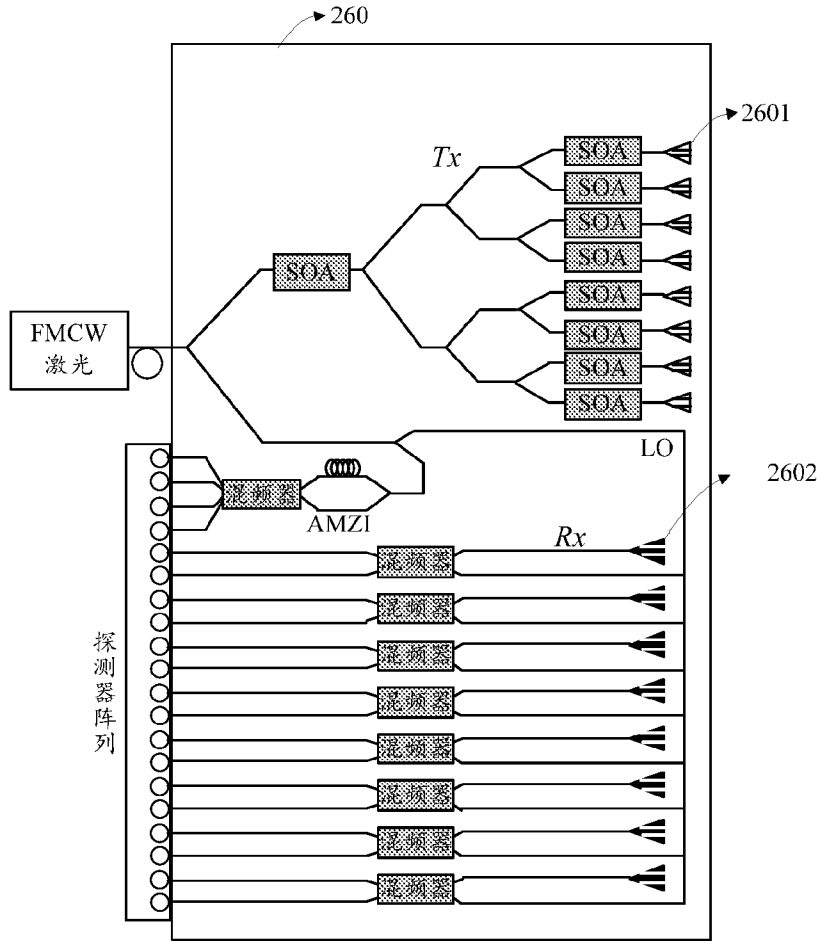


图 26

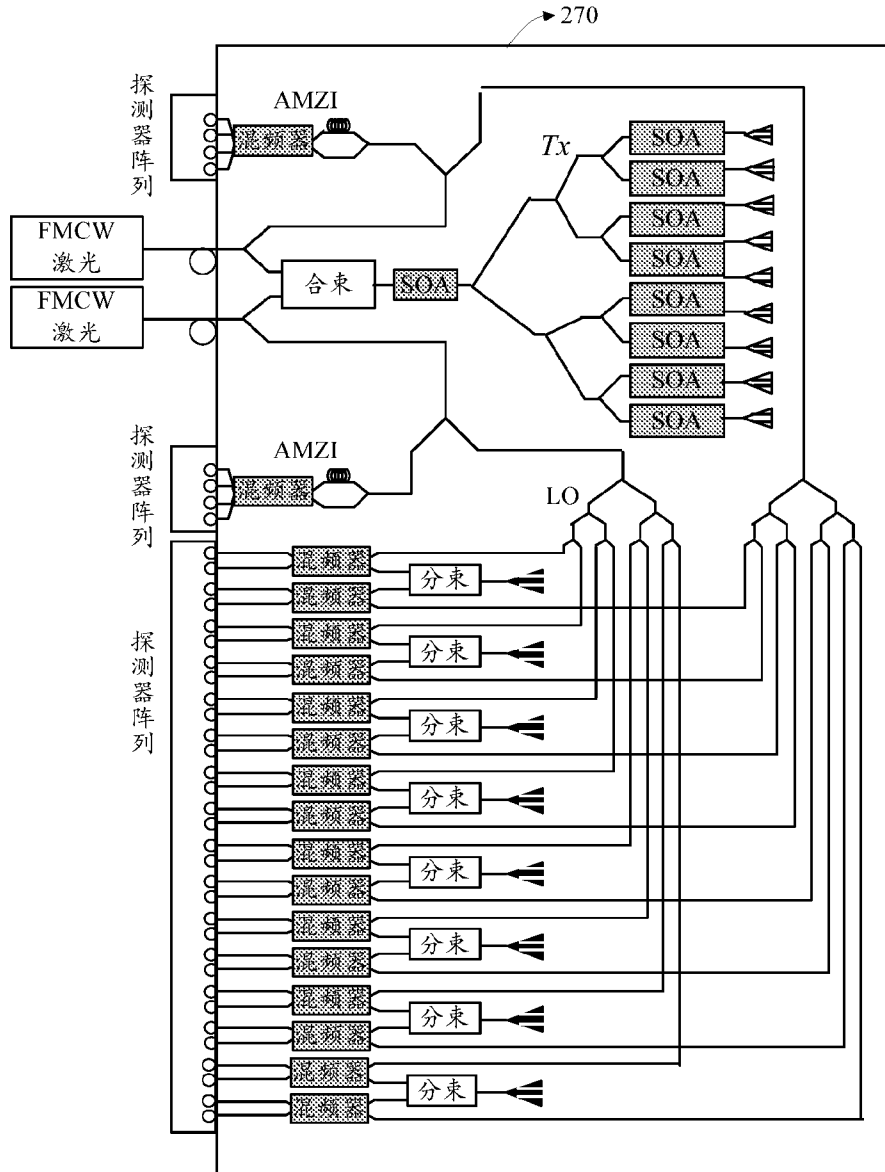


图 27

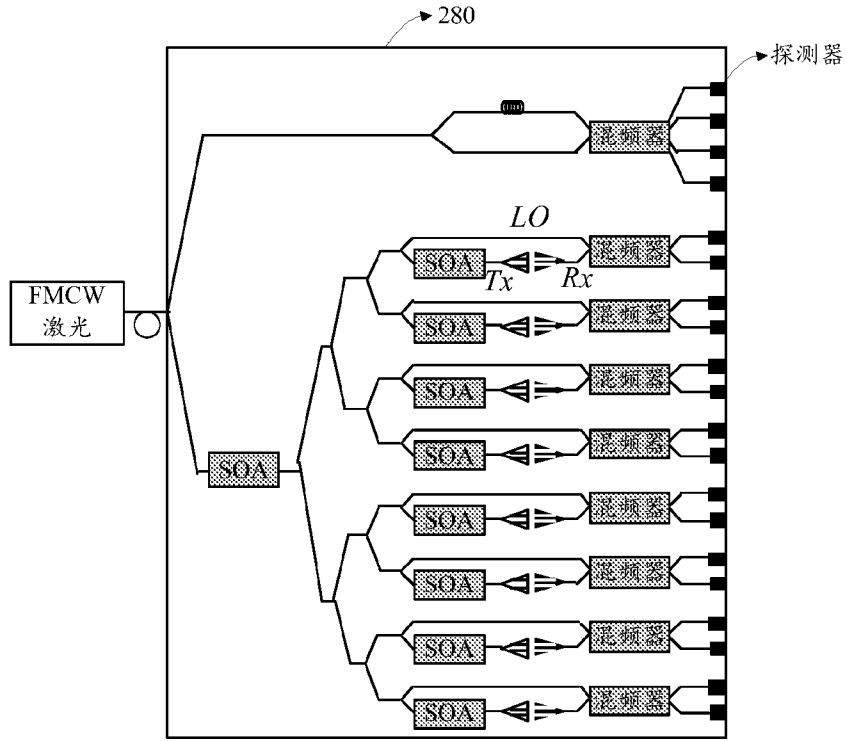


图 28

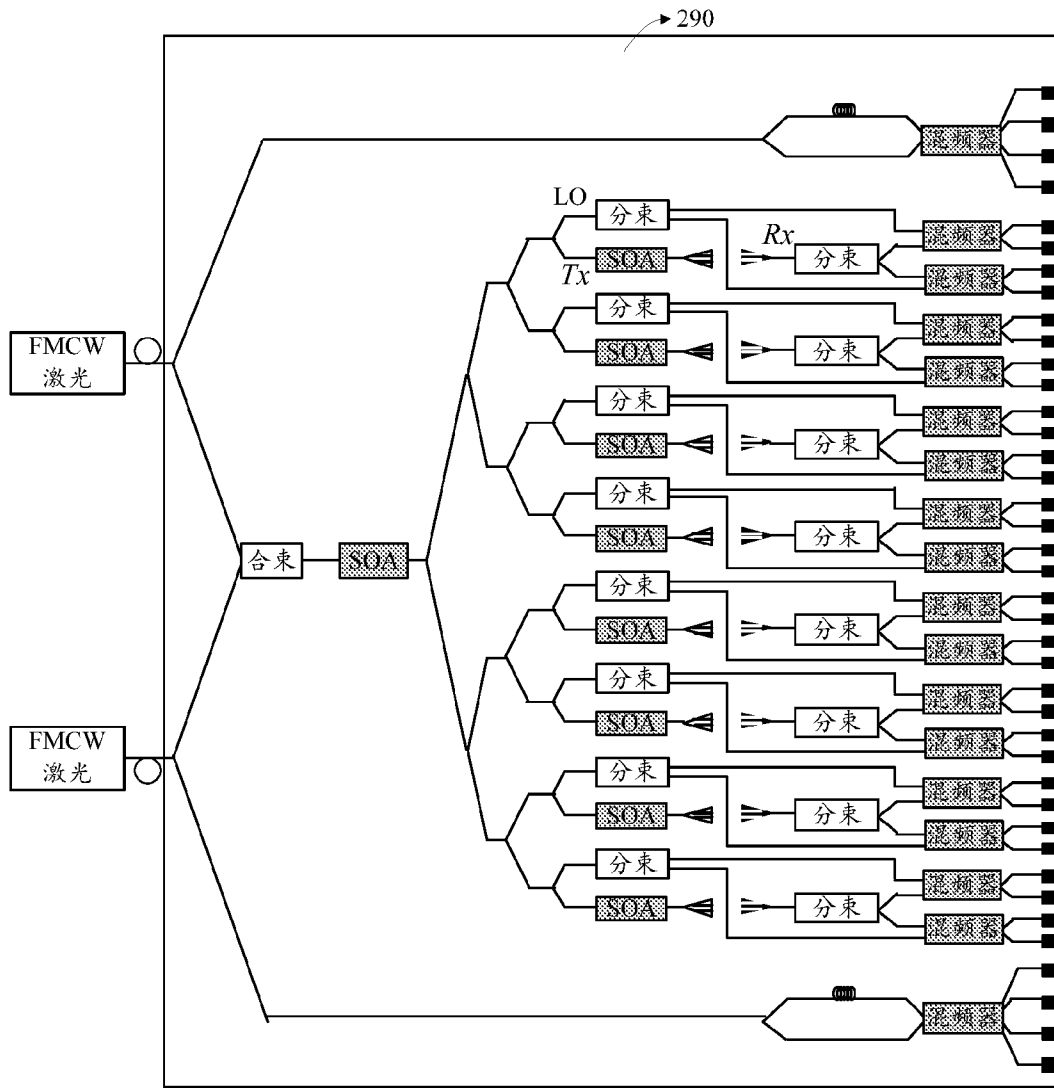


图 29

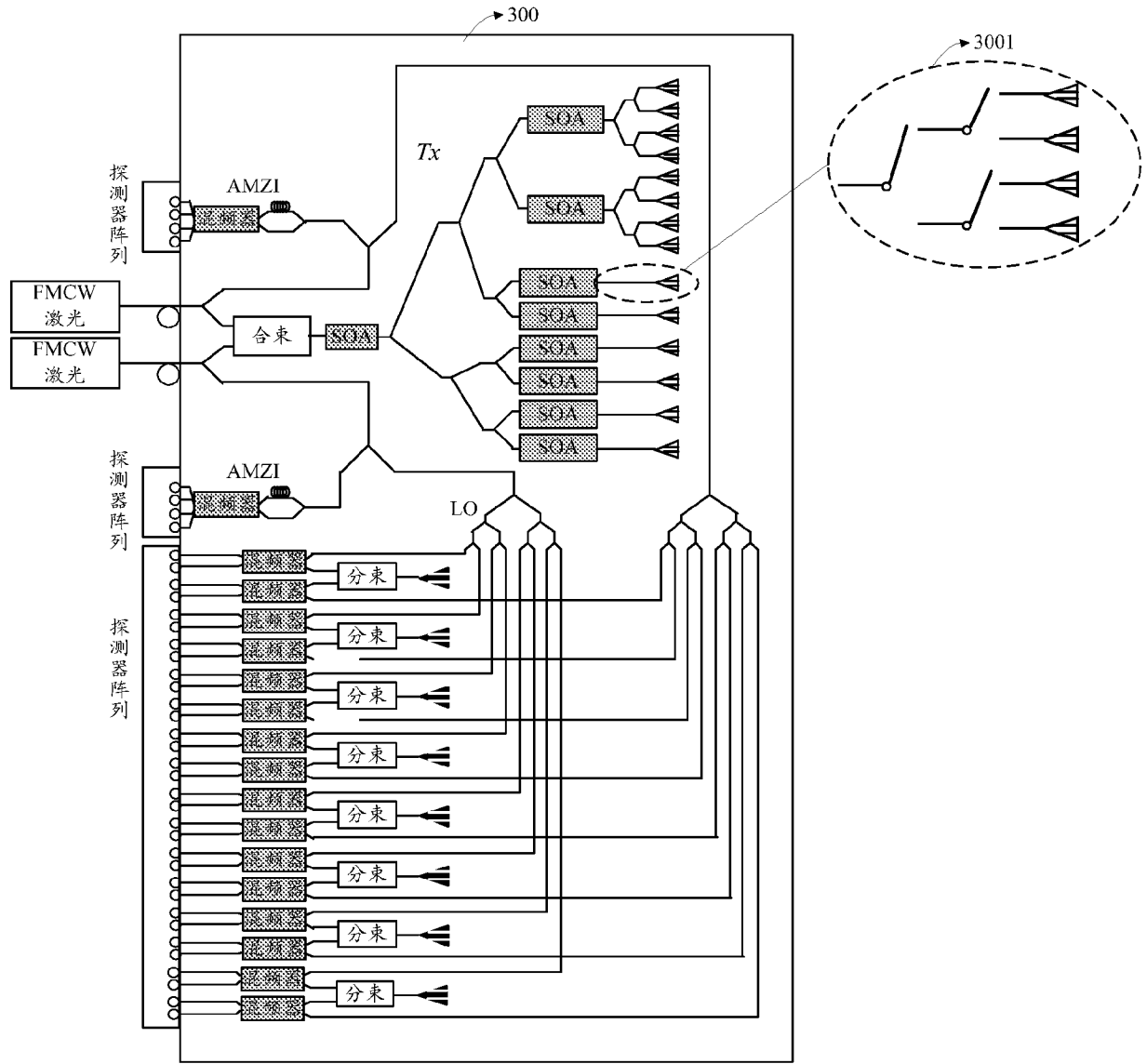


图 30

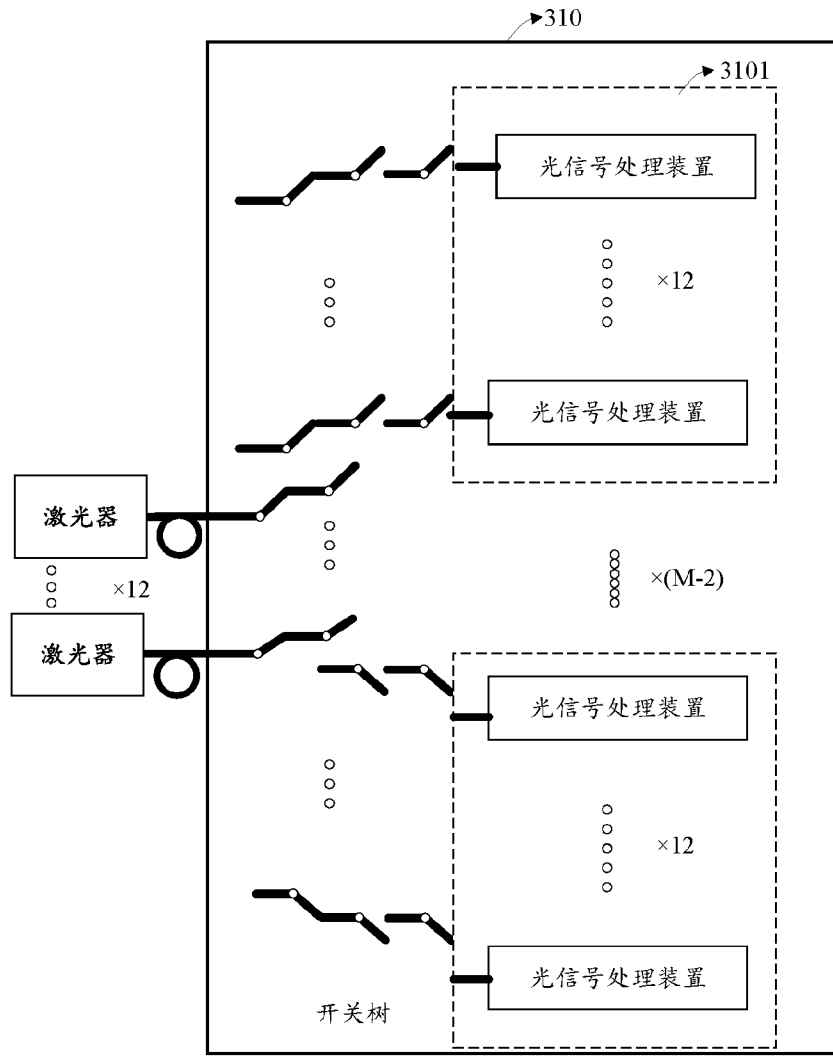


图 31

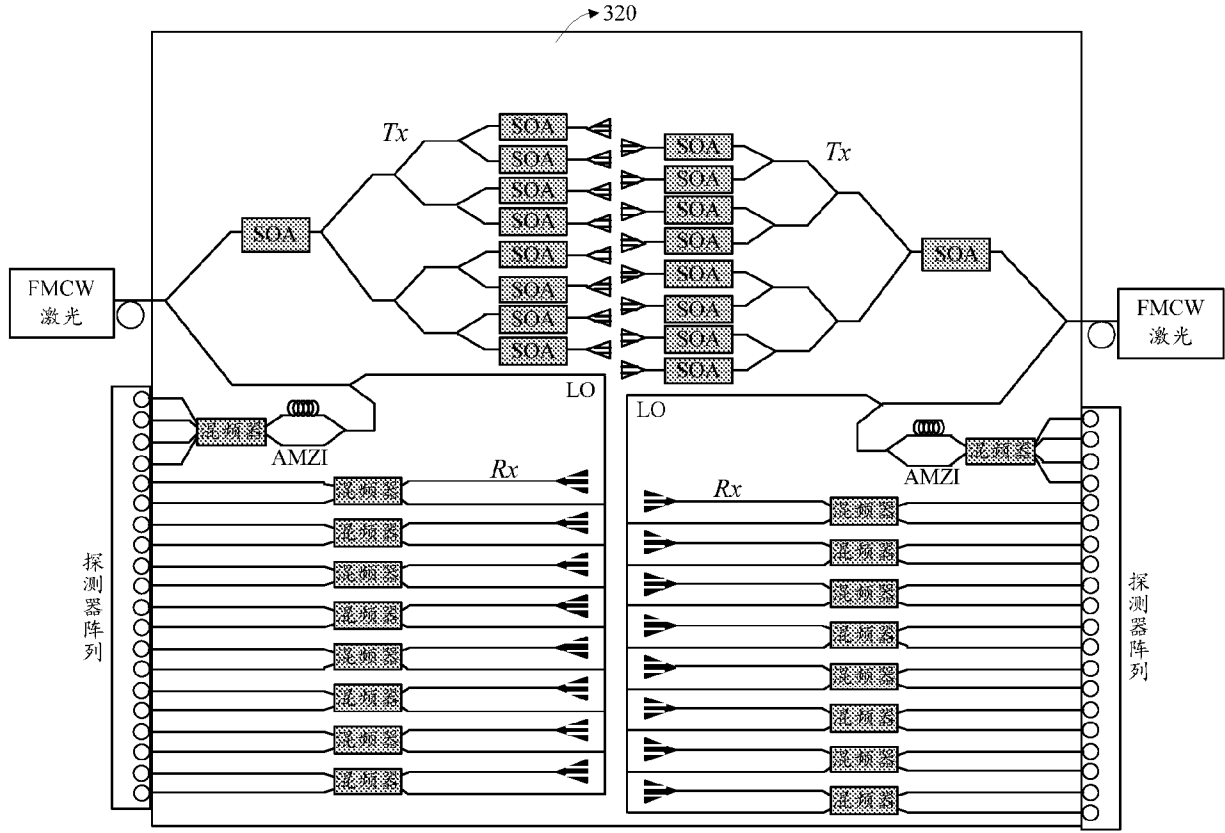


图 32

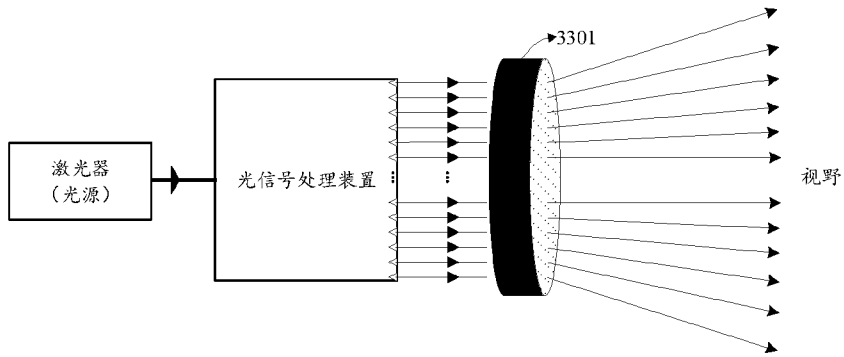


图 33

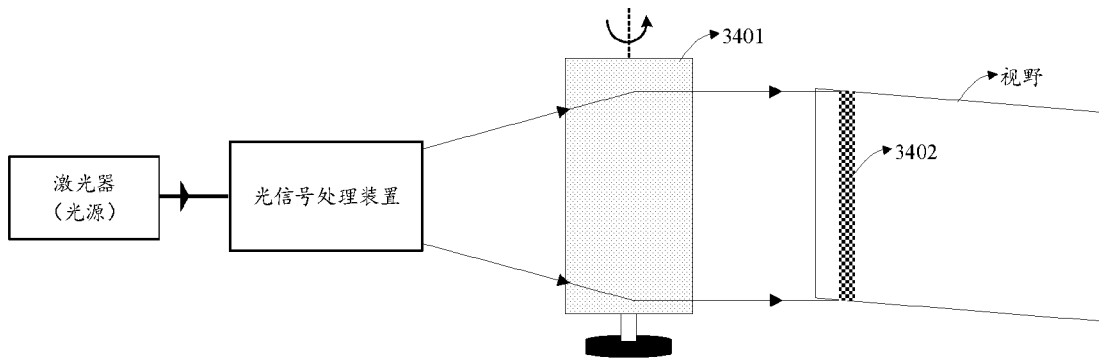


图 34

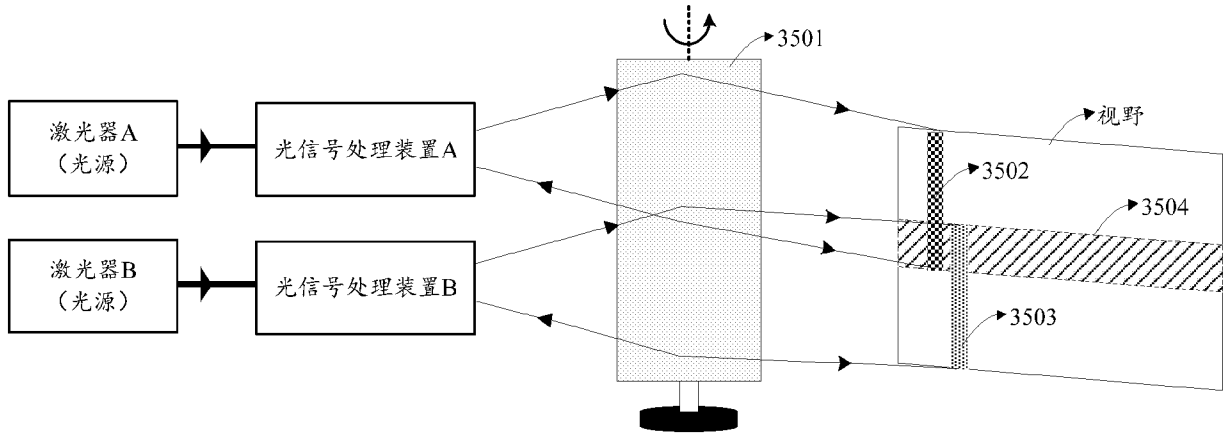


图 35

激光雷达 360

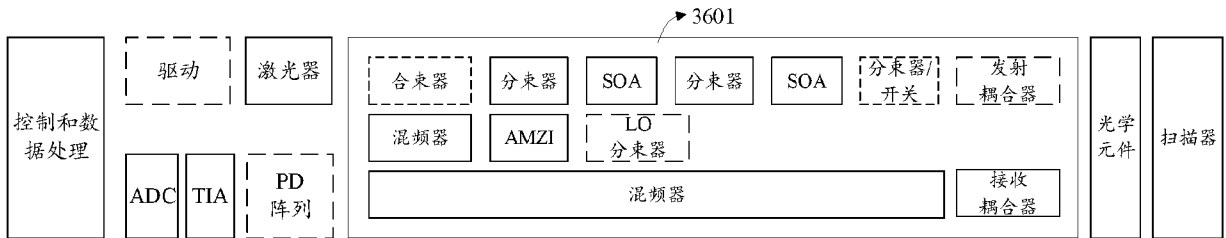


图 36

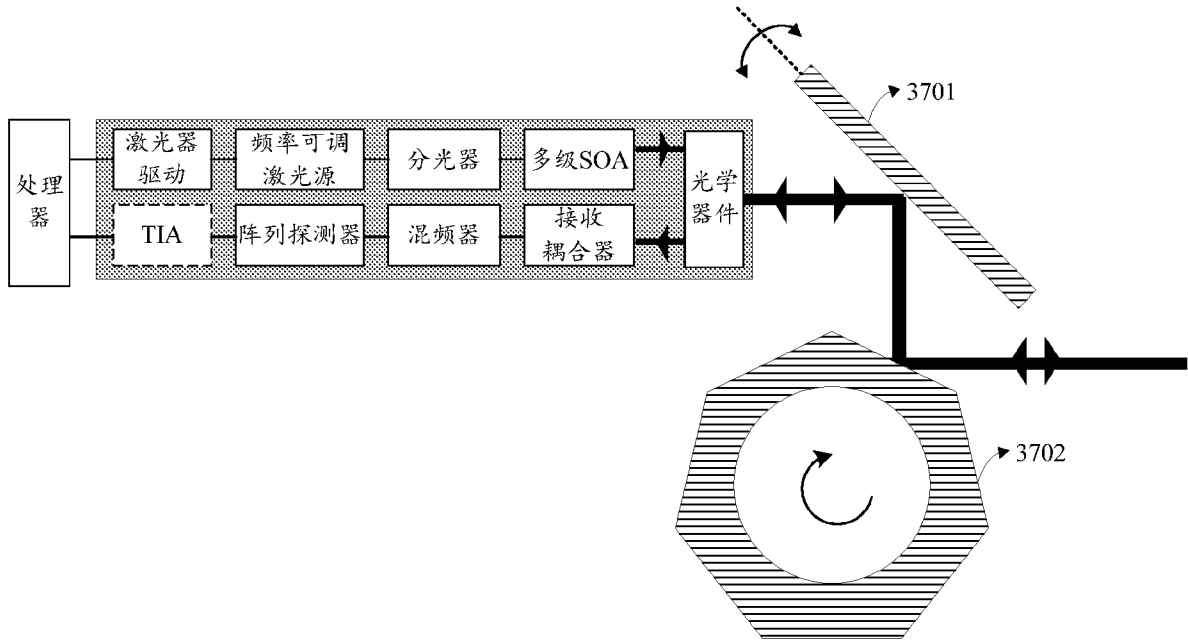


图 37

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/133583

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> G01S7/484(2006.01)i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> 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) CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, ENTXT, ENTXTC, CJFD: 激光, 雷达, 分束, 第一, 第二, 放大, 多级放大, 芯片, laser, radar, beam, splitting, first, second, amplification, amplifier, multi-level, chip		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 113406603 A (WUHAN LEISHENG TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2021 (2021-09-17) description, paragraphs [0018]-[0044]	1-27
Y	CN 102244362 A (NORTHWESTERN UNIVERSITY) 16 November 2011 (2011-11-16) description, paragraphs [0004]-[0016]	1-27
A	CN 107037533 A (O-NET COMMUNICATIONS (SHENZHEN) LTD.) 11 August 2017 (2017-08-11) entire document	1-27
A	CN 114895318 A (CHANGCHUN INSTITUTE OF OPTICS, FINE MECHANICS AND PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 12 August 2022 (2022-08-12) entire document	1-27
A	US 2019257927 A1 (YAO XIAOTIAN STEVE) 22 August 2019 (2019-08-22) entire document	1-27
A	US 2021018599 A1 (SHANDONG JIAOTONG UNIVERSITY) 21 January 2021 (2021-01-21) entire document	1-27
<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 "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 <b>02 August 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>04 August 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/CN <b>China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088</b>		Authorized officer   Telephone No.



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2022/133583**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)	
CN	113406603	A	17 September 2021	None		
-----						
CN	102244362	A	16 November 2011	None		
-----						
CN	107037533	A	11 August 2017	AU	2017101905 A4	29 July 2021
				CA	3056166 A1	27 September 2018
				CA	3056166 C	14 December 2021
				EP	3605171 A1	05 February 2020
				EP	3605171 A4	04 March 2020
				WO	2018171205 A1	27 September 2018
				AU	2017404912 A1	24 October 2019
				AU	2017404912 A2	20 May 2021
				US	2019384001 A1	19 December 2019
-----						
CN	114895318	A	12 August 2022	None		
-----						
US	2019257927	A1	22 August 2019	US	11650296 B2	16 May 2023
				WO	2019161388 A1	22 August 2019
-----						
US	2021018599	A1	21 January 2021	WO	2020224007 A1	12 November 2020
-----						
US	2021181310	A1	17 June 2021	WO	2020181630 A1	17 September 2020
-----						

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/133583

<p><b>A. 主题的分类</b></p> <p>G01S7/484(2006.01) i</p> <p>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</p>																										
<p><b>B. 检索领域</b></p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>IPC:G01S</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, ENTXT, ENTXTC, CJFD:激光, 雷达, 分束, 第一, 第二, 放大, 多级放大, 芯片, laser, radar, beam, splitting, first, second, amplification, amplifier, multi-level, chip</p>																										
<p><b>C. 相关文件</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 113406603 A (武汉镭晟科技有限公司) 2021年9月17日 (2021 - 09 - 17) 说明书第[0018]段至第[0044]段</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 102244362 A (西北大学) 2011年11月16日 (2011 - 11 - 16) 说明书第[0004]段至第[0016]段</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107037533 A (昂纳信息技术(深圳)有限公司) 2017年8月11日 (2017 - 08 - 11) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 114895318 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2022年8月12日 (2022 - 08 - 12) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019257927 A1 (YAO XIAOTIAN STEVE) 2019年8月22日 (2019 - 08 - 22) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2021018599 A1 (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2021181310 A1 (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 2021年6月17日 (2021 - 06 - 17) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table> <p><input 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。</p> <p>* 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          “&amp;” 同族专利的文件</p>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 113406603 A (武汉镭晟科技有限公司) 2021年9月17日 (2021 - 09 - 17) 说明书第[0018]段至第[0044]段	1-27	Y	CN 102244362 A (西北大学) 2011年11月16日 (2011 - 11 - 16) 说明书第[0004]段至第[0016]段	1-27	A	CN 107037533 A (昂纳信息技术(深圳)有限公司) 2017年8月11日 (2017 - 08 - 11) 全文	1-27	A	CN 114895318 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2022年8月12日 (2022 - 08 - 12) 全文	1-27	A	US 2019257927 A1 (YAO XIAOTIAN STEVE) 2019年8月22日 (2019 - 08 - 22) 全文	1-27	A	US 2021018599 A1 (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文	1-27	A	US 2021181310 A1 (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 2021年6月17日 (2021 - 06 - 17) 全文	1-27
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 113406603 A (武汉镭晟科技有限公司) 2021年9月17日 (2021 - 09 - 17) 说明书第[0018]段至第[0044]段	1-27																								
Y	CN 102244362 A (西北大学) 2011年11月16日 (2011 - 11 - 16) 说明书第[0004]段至第[0016]段	1-27																								
A	CN 107037533 A (昂纳信息技术(深圳)有限公司) 2017年8月11日 (2017 - 08 - 11) 全文	1-27																								
A	CN 114895318 A (中国科学院长春光学精密机械与物理研究所) 2022年8月12日 (2022 - 08 - 12) 全文	1-27																								
A	US 2019257927 A1 (YAO XIAOTIAN STEVE) 2019年8月22日 (2019 - 08 - 22) 全文	1-27																								
A	US 2021018599 A1 (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 2021年1月21日 (2021 - 01 - 21) 全文	1-27																								
A	US 2021181310 A1 (UNIV SHANGHAI JIAOTONG) 2021年6月17日 (2021 - 06 - 17) 全文	1-27																								
国际检索实际完成的日期	2023年8月2日	国际检索报告邮寄日期	2023年8月4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	颜燕 电话号码 (+86) 010-62089959																							

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/133583

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	113406603	A	2021年9月17日	无			
CN	102244362	A	2011年11月16日	无			
CN	107037533	A	2017年8月11日	AU	2017101905	A4	2021年7月29日
				CA	3056166	A1	2018年9月27日
				CA	3056166	C	2021年12月14日
				EP	3605171	A1	2020年2月5日
				EP	3605171	A4	2020年3月4日
				WO	2018171205	A1	2018年9月27日
				AU	2017404912	A1	2019年10月24日
				AU	2017404912	A2	2021年5月20日
				US	2019384001	A1	2019年12月19日
CN	114895318	A	2022年8月12日	无			
US	2019257927	A1	2019年8月22日	US	11650296	B2	2023年5月16日
				WO	2019161388	A1	2019年8月22日
US	2021018599	A1	2021年1月21日	WO	2020224007	A1	2020年11月12日
US	2021181310	A1	2021年6月17日	WO	2020181630	A1	2020年9月17日