



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102859433 A

(43) 申请公布日 2013.01.02

(21) 申请号 201180019982.3

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

(22) 申请日 2011.10.03

公司 11021

(30) 优先权数据

2010-227397 2010.10.07 JP

代理人 袁伟东

(85) PCT申请进入国家阶段日

(51) Int. Cl.

2012.10.19

G02F 1/31 (2006.01)

G02F 1/13 (2006.01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2011/072788 2011.10.03

(87) PCT申请的公布数据

W02012/046697 JA 2012.04.12

(71) 申请人 古河电气工业株式会社

地址 日本国东京都

(72) 发明人 小栗淳司 松浦宽 木村贤宜

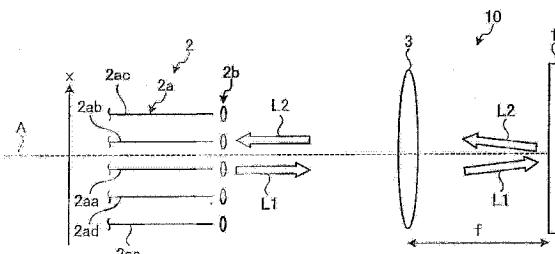
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 7 页

(54) 发明名称

光开关

(57) 摘要

本发明公开一种光开关。该光开关具备：光输入输出端口，其沿着规定的排列方向排列有三个以上的端口；空间光调制器，其具有光入射层、光反射层、设置在光入射层与光反射层之间的空间光调制层，对从光输入输出端口中的任一个端口入射到光入射层的光进行空间调制并将其朝向光输入输出端口中的其它的任一个端口输出；聚光透镜，其使光输入输出端口与空间光调制器光学地耦合，其中，在采用沿着光输入输出端口的排列方向的坐标轴，且以聚光透镜的光轴的位置为该坐标轴的原点的情况下，当在光输入输出端口中输入或输出光的第一端口、输出或输入从所述第一端口输入或输出的光的第二端口及第三端口的坐标分别为 x_0 、 x_1 及 x_2 （其中，成立 $x_1, x_2 > 0$ ）时， $x_2 \neq 2x_1 + x_0$ 成立。



1. 一种光开关，其特征在于，
具备：

光输入输出端口，其沿着规定的排列方向排列有三个以上的从外部输入光或向外部输出光的端口；

空间光调制器，其具有光入射层、光反射层、和设置在所述光入射层与所述光反射层之间的空间光调制层，对从所述光输入输出端口中的任一个端口入射到所述光入射层的光进行空间调制并将其朝向所述光输入输出端口中的其它的任一个端口输出；

聚光透镜，其配置在所述光输入输出端口与所述空间光调制器之间，使所述光输入输出端口与所述空间光调制器光学地耦合，

在采用沿着所述光输入输出端口的排列方向的坐标轴，且以所述聚光透镜的光轴的位置为该坐标轴的原点的情况下，当在所述光输入输出端口中输入或输出光的第一端口、将从所述第一端口输入或输出的光输出或输入的第二端口及第三端口的坐标分别为 x_0 、 x_1 及 x_2 时， $x_2 \neq 2x_1+x_0$ 成立，其中， $x_1, x_2 > 0$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的光开关，其特征在于，

所述第一端口的坐标 x_0 为零以外的值，在所述光输入输出端口中相邻的端口间的间隔为等间隔或不等间隔。

3. 根据权利要求 1 所述的光开关，其特征在于，

所述第一端口的坐标 x_0 为零，在所述光输入输出端口中相邻的端口间的间隔为不等间隔。

4. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的光开关，其特征在于，

所述第一端口是将向所述光输入输出端口中的其它的端口输出的光输入的端口。

5. 根据权利要求 1 ~ 3 中任一项所述的光开关，其特征在于，

所述第一端口是从所述光输入输出端口中的其它的端口输入的光所输出的端口。

6. 根据权利要求 1 ~ 5 中任一项所述的光开关，其特征在于，

所述空间光调制器为 LCOS。

7. 根据权利要求 1 ~ 6 中任一项所述的光开关，其特征在于，

具备设置在所述光输入输出端口与所述空间光调制器之间的光分散元件，所述光开关作为波长选择光开关而发挥功能。

8. 根据权利要求 1 ~ 6 中任一项所述的光开关，其特征在于，

所述光输入输出端口具有三个以上的波长合分波器，在所述各波长合分波器中输出同一波长的各端口构成沿所述排列方向排列的端口，所述光开关作为波长选择光开关而发挥功能。

9. 根据权利要求 8 所述的光开关，其特征在于，

所述多重波长合分波器为阵列型光波导光栅。

光开关

技术领域

[0001] 本发明涉及光开关。

背景技术

[0002] 在光传送系统中,为了切换多重波长光信号等光信号的路径,而使用光开关。在这样的光开关中存在为了切换光信号的路径而使用LCOS(Liquid Crystal On Silicon)的情况(参照专利文献1、2)。LCOS是通过液晶来调制入射的光的相位,而使入射的光能够发生衍射的空间光调制器。因此,在使用了LCOS的光开关中,通过LCOS使从某路径入射的光信号发生衍射,从而使该光信号向特定的路径输出,由此实现光开关动作。

[0003] 在专利文献1、2所公开的光开关中,输入光信号的输入端口和输出光信号的输出端口沿着规定的方向以等间隔排列。并且,输入端口配置在透镜的光轴上。因此,LCOS构成为使入射光的角度沿该排列方向发生衍射。另外,输入及输出端口的个数分别为N、M(N、M为1以上的整数)的光开关被称为N×M光开关。

[0004] 在先技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:美国专利第7092599号说明书

[0007] 专利文献2:美国专利第7397980号说明书

发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 然而,本发明者们对专利文献1、2所公开的结构的光开关的特性进行仔细研究时,发现存在如下这样的问题:在进行使从规定的输入端口输入的光信号向规定的输出端口输出这样的光开关动作的情况下,存在光信号的一部分还向非预想的其它的输出端口输出的情况。当这样向光开关输入的光信号的一部分还向非预想的输出端口输出时,产生输出端口间的串扰特性发生劣化的问题。

[0010] 本发明鉴于上述情况而提出,其目的在于提供一种具有良好的串扰特性的光开关。

[0011] 发明解决课题的手段

[0012] 为了解决上述的课题而实现目的,本发明涉及的光开关的特征在于,具备:光输入输出端口,其沿着规定的排列方向排列有三个以上的从外部输入光或向外部输出光的端口;空间光调制器,其具有光入射层、光反射层、设置在所述光入射层与所述光反射层之间的空间光调制层,对从所述光输入输出端口中的任一个端口入射到所述光入射层的光进行空间调制并将其朝向所述光输入输出端口中的其它的任一个端口输出;聚光透镜,其配置在所述光输入输出端口与所述空间光调制器之间,使所述光输入输出端口与所述空间光调制器光学地耦合,其中,在采用沿着所述光输入输出端口的排列方向的坐标轴,且以所述聚光透镜的光轴的位置为该坐标轴的原点的情况下,当在所述光输入输出端口中输入或输出

光的第一端口、输出或输入从所述第一端口输入或输出的光的第二端口及第三端口的坐标分别为 x_0 、 x_1 及 x_2 （其中， $x_1, x_2 > 0$ ）时， $x_2 \neq 2x_1+x_0$ 成立。

[0013] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述第一端口的坐标 x_0 为零以外的值，在所述光输入输出端口中相邻的端口间的间隔为等间隔或不等间隔。

[0014] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述第一端口的坐标 x_0 为零，在所述光输入输出端口中相邻的端口间的间隔为不等间隔。

[0015] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述第一端口是输入向所述光输入输出端口中的其它的端口输出的光的端口。

[0016] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述第一端口是从所述光输入输出端口中的其它的端口输入的光所输出的端口。

[0017] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述空间光调制器为 LCOS。

[0018] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，具备设置在所述光输入输出端口与所述空间光调制器之间的光分散元件，所述光开关作为波长选择光开关而发挥功能。

[0019] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述光输入输出端口具有三个以上的波长合分波器，在所述各波长合分波器中输出同一波长的各端口构成沿所述排列方向排列的端口，所述光开关作为波长选择光开关而发挥功能。

[0020] 另外，本发明涉及的光开关在上述的发明的基础上，其特征在于，所述多重波长合分波器为阵列波导光栅。

[0021] 发明效果

[0022] 根据本发明，可防止因空间光调制器内的多重反射而产生的反射光向非预想的输出端口耦合的情况，从而起到能够实现具有良好的串扰特性的光开关的效果。

附图说明

[0023] 图 1 是实施方式 1 涉及的光开关的简要结构图。

[0024] 图 2 是图 1 所示的空间光调制器的分解图。

[0025] 图 3 是表示图 1 所示的光输入输出器的具体的结构的图。

[0026] 图 4 是说明图 1 所示的光开关的空间光调制器中的光的行为的图。

[0027] 图 5 是实施方式 2 涉及的光开关的简要结构图。

[0028] 图 6 是说明图 5 所示的光开关的空间光调制器中的光的行为的图。

[0029] 图 7 是表示现有例的光开关的串扰的测定结果的图。

[0030] 图 8 是实施方式 2 的变形例涉及的光开关的简要结构图。

[0031] 图 9 是说明光纤端口等间隔配置时的空间光调制器中的光的行为的图。

[0032] 图 10 是实施方式 3 涉及的光开关的简要结构图。

[0033] 图 11 是实施方式 4 涉及的光开关的简要结构图。

[0034] 图 12 是表示实施方式 5 涉及的光开关的结构的框图。

[0035] 图 13 是说明图 12 所示的光开关的动作的说明图。

具体实施方式

[0036] 以下，参照图面，对本发明涉及的光开关的实施方式进行详细地说明。另外，本发明没有被该实施方式限定。另外，在各附图中，在同一或对应的要素上适当标注同一符号。并且，附图是示意图，需要注意各层的厚度与宽度的关系、各层的比率等存在与现实的结构不同的情况。在附图的相互之间，也存在包含彼此的尺寸的关系或比率不同的部分的情况。

[0037] (实施方式 1)

[0038] 图 1 是实施方式 1 涉及的光开关的简要结构图。如图 1 所示，该光开关 10 具备空间光调制器 1、光输入输出器 2、聚光透镜 3。另外，向本光开关 10 输入或输出的光没有特别地限定，但例如为波长 $1520 \sim 1620\text{nm}$ 的光通信用的信号光。

[0039] 光输入输出器 2 具备从外部输入光或向外部输出光的光输入输出端口 2a、和多个准直透镜 2b。光输入输出端口 2a 是将光纤端口 2aa ~ 2ae 沿规定的排列方向（图中 x 轴方向）排列成阵列状的光输入输出端口。另外，准直透镜 2b 与各光纤端口 2aa ~ 2ae 对应而设置。准直透镜 2b 具有使从光纤端口输出的光成为平行光或使输入的平行光向光纤端口会聚而进行耦合的功能。另外，从光纤射出的光可以近似为高斯（ガウシアン）光束。当来自光纤的出射光通过准直透镜而成为平行光时，随着传播而光束直径逐渐减小，在光束腰位置处成为最小，然后再变大。

[0040] 聚光透镜 3 配置在光输入输出器 2 与空间光调制器 1 之间，使光输入输出端口 2a 与空间光调制器 1 光学地耦合。符号 A 表示聚光透镜 3 的光轴。另外，聚光透镜 3 可以由一片透镜构成，也可以由多片透镜构成。另外，当聚光透镜 3 的焦点距离为 f 时，空间光调制器 1 从聚光透镜 3 离开距离 f 而配置。即，空间光调制器 1 配置在聚光透镜 3 的焦点的位置上。另外，若从准直透镜 2b 到光束腰位置的距离为 d，则当聚光透镜 3 从准直透镜 2b 离开距离 $d+f$ 而配置时，能够减小与光纤 2a 再耦合时的耦合损失。

[0041] 在该光开关 10 中，将光输入输出端口 2a 中位于最接近光轴 A 的位置的光纤端口 2aa 设定为从外部输入光的共用的光纤端口（Com 端口），并将其它的四个光纤端口 2ab ~ 2ae 设定为向外部输出光的光纤端口。即，该光开关 10 作为 1×4 的光开关而发挥功能。另外，光纤端口 2aa 不在光轴 A 上。

[0042] 接着，对空间光调制器 1 进行说明。图 2 是图 1 所示的空间光调制器 1 的分解图。如图 2 所示，该空间光调制器 1 为 LCOS，具有在形成有液晶驱动电路的硅基板 1a 上顺次层叠作为反射率大致为 100% 的反射层的像素电极组 1b、作为空间光调制层的液晶层 1c、取向膜 1d、ITO(Indium Tin Oxide) 电极 1e、玻璃封盖 1f 的结构。另外，也可以根据需要在像素电极组 1b 与液晶层 1c 之间也设置取向膜。此外，以下将取向膜 1d、ITO 电极 1e 及玻璃封盖 1f 作为光入射层 1g。

[0043] 该空间光调制器 1 通过对像素电极组 1b 与 ITO 电极 1e 之间施加电压，而能够将液晶层 1c 控制成在规定的方向上具有折射率的等级。并且，通过调整该折射率的等级，在从光入射层 1g 侧入射的光由像素电极组 1b 反射而在液晶层 1c 中传播时，能够将光调整成以规定的衍射角发生衍射。

[0044] 另外，空间光调制器 1 以使光输入输出端口 2a 的光纤端口 2aa ~ 2ae 的排列方向与液晶层 1c 的折射率的等级的方向一致的方式配置。其结果是，该空间光调制器 1 通过控

制向液晶层 1c 施加的施加电压,能够控制光的出射角度,从而能够使从光纤端口 2aa 入射的光朝向其它的光纤端口 2ab ~ 2ae 中的任一个端口输出。

[0045] 接着,对光输入输出器 2 的具体的结构进行说明。图 3 是表示图 1 所示的光输入输出器 2 的具体的结构的图。在图 3 所示的结构中,光输入输出器 2 具备:光输入输出端口 2a;多个准直透镜 2b;供光输入输出端口 2a 的各光纤端口穿过且将各光纤端口固定的光纤固定基材 2c;安装在光纤固定基材 2c 上,并且保持准直透镜 2b 的透明的间隔部 2d。

[0046] 各光纤端口以其光出射端面与安装有间隔部 2d 的光纤固定基材 2c 的面位于同一平面上的方式固定。另外,间隔部 2d 的厚度为与准直透镜 2b 的焦点距离大致相当的厚度。其结果是,在该光输入输出器 2 中,准直透镜 2b 能够使从光纤端口输出的光成为平行光,并且能够使输入的平行光向光纤端口会聚而进行耦合。

[0047] (动作例 1-1)

[0048] 接着,作为该光开关 10 的动作例 1-1,如图 1 所示,说明将从光纤端口 2aa 输入的光的路径切换成光纤端口 2ab 的情况。首先,在光纤端口 2aa 从外部输入光,对应的准直透镜 2b 使输入的光成为平行光。聚光透镜 3 使成为平行光的光 L1 向空间光调制器 1 会聚。空间光调制器 1 通过控制向液晶层 1c 施加的施加电压,对会聚并入射的光 L1 进行空间调制而使其发生衍射,并将发生了衍射的光 L2 朝向光纤端口 2ab 输出。聚光透镜 3 使发生了衍射的光 L2 相对于光轴 A 平行。与光纤端口 2ab 对应的准直透镜 2b 使相对于光轴 A 平行的光 L2 会聚,并使其与光纤端口 2ab 耦合。光纤端口 2ab 将耦合后的光向外部输出。

[0049] 这样,该光开关 10 将从光纤端口 2aa 输入的光的路径切换成光纤端口 2ab。另外,同样,该光开关 10 通过空间光调制器 1 的控制,也能够将从作为 Com 端口的光纤端口 2aa 输入的光的路径切换成其它的光纤端口 2ab ~ 2ae 中的任一个。

[0050] 在此,在空间光调制器 1 使发生了衍射的光 L2 朝向光纤端口 2ab 输出时,由于空间光调制器 1 的内部反射而产生多重反射,发生了衍射的光 L2 的一部分作为二次反射光而射出。然而,在本实施方式 1 涉及的光开关 10 中,当聚光透镜 3 的光轴 A 的位置为 x 轴的坐标原点,纸面朝上为正方向时的光纤端口 2aa、2ab、2ac 的坐标分别为 x_0, x_1, x_2 时,下述式(1)成立。

[0051] $x_2 \neq 2x_1 + x_0 \cdots (1)$

[0052] 通过以使式(1)成立的方式配置光纤端口 2aa、2ab、2ac,从而二次反射光不会到达光纤端口 2ac,因此可防止非预想地向光纤端口 2ac 输出的情况。其结果是,该光开关 10 的串扰特性变得良好。

[0053] 以下,具体地进行说明。图 4 是说明图 1 所示的光开关 10 的空间光调制器 1 中的光的行为的图。另外,在图 4 中,聚光透镜 3 省略记载。另外,对于角度而言,以顺时针的方向为角度的正方向。

[0054] 首先,在图 4 中,从光纤端口 2aa 输入且成为平行光后由聚光透镜 3 会聚的光 L1 向空间光调制器 1 的液晶层 1c 入射。图中的单点划线表示液晶层 1c 的表面的法线。

[0055] 在液晶层 1c 的表面对光 L1 适用斯涅耳(スネル)定律时,式(2)成立。

[0056] $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \cdots (2)$

[0057] 另外, n_1 表示入射侧介质的折射率, θ_1 表示光 L1 相对于液晶层 1c 的入射角, n_2 表示液晶层 1c 的折射率, θ_2 表示光 L1 的折射角。

[0058] 在此,由于通常聚光透镜的焦点距离 f 与排列光纤端口 $2aa \sim 2ae$ 的宽度相比十分长,因此入射角、折射角十分小。因而,式(2)能够如以下这样近似。

[0059]

$$n_1\theta_1 \doteq n_2\theta_2$$

[0060]

$$\theta_1 \doteq (n_2/n_1) \theta_2 = a\theta_2$$

[0061] 以下,将 θ_2 替换成 ϕ 。于是,如图4所示,光L1的入射角成为 $a\phi$,折射角成为 ϕ 。另外,此时,光纤端口 $2aa$ 的坐标 x_0 表示为 $x_0 = ftan(a\phi)$,但由于 $a\phi$ 十分小,因此可以由以下的式(3)近似地表示。

[0062]

$$x_0 = ftan(a\phi) \doteq fa\phi \cdots (3)$$

[0063] 另外,如图4所示,由于 x_0 为负值,因此 ϕ 也为负值。

[0064] 接着,像素电极组1b中的像素电极M1反射光L1,液晶层1c通过折射率的等级的效果,使光L1相对于液晶层1c的表面的法线以衍射角 θ 发生衍射。另外,此时,像素电极M1实际上配置成其反射表面与液晶层1c的表面大致平行,但上述衍射使像素电极M1成为如下这样的状态,即,在将像素电极M1以其反射表面的法线(图中由虚线表示)相对于液晶层1c的表面的法线成角度 $(\theta + \phi)/2$ 的方式倾斜配置的状态下与将光L1正反射的状态相同,因此在图4中将像素电极M1倾斜表示。

[0065] 在衍射角为 θ 的情况下,发生了衍射的光L2相对于液晶层1c的出射角成为 $a\theta$ 。以使光L2通过聚光透镜3成为与光轴A平行地行进的光后向光纤端口2ab输入的方式设定该衍射角 θ 。因此,光纤端口2ab的坐标 x_1 可以由以下的式(4)近似地表示。

[0066] $x_1 = ftan(a\theta) = fa\theta \cdots (4)$

[0067] 在此,反射面M2示意性地表示存在于光入射层1g内的内部反射面。实际上,在多个面每次发生折射时需要适用斯涅耳定律,但为了使说明容易理解,在此省略。通过该反射面M2,在发生了衍射的光L2从空间光调制器1射出时,其一部分的光被反射,成为二次反射光L3而到达像素电极M3。另外,通常液晶层1c较薄为几 μm ,因此像素电极M3与像素电极M1相邻。这样,由于像素电极M3与像素电极M1相邻,因此受到与像素电极M1同样的液晶层1c的折射率的等级的效果。因此,像素电极M3与像素电极M1同样,为如下这样的状态,即,在将像素电极M3以其反射表面的法线(图中由虚线表示)相对于液晶层1c的表面的法线成角度 $(\theta + \phi)/2$ 的方式倾斜配置的状态下与将二次反射光L3正反射的状态相同。因此,二次反射光L3相对于液晶层1c的表面的法线以衍射角 $(2\theta + \phi)$ 发生衍射。之后,二次反射光L3以出射角 $a(2\theta + \phi)$ 从空间光调制器1射出。

[0068] 当该二次反射光L3通过聚光透镜3成为与光轴A平行地行进的光后到达的位置为位置P1,且位置P1的x坐标为 x_3 时, x_3 由以下的式(5)表示。

[0069] $x_3 = fa(2\theta + \phi) = 2x_1 + x_0 \cdots (5)$

[0070] 在此,利用式(3)、(4)进行了式子变形。

[0071] 这样,因空间光调制器1的内部中的多重反射而产生的二次反射光L3到达由式(5)表示的x坐标的位置。

[0072] 在此,如上述所示,在本实施方式1涉及的光开关10中,对于光纤端口2ac的坐标

x_2 而言, 以使作为式(1)的 $x_2 \neq 2x_1 + x_0$ 成立的方式进行配置。因此, 二次反射光 L3 不会到达光纤端口 2ac, 可防止二次反射光 L3 从光纤端口 2ac 输出的情况。其结果是, 该光开关 10 的串扰特性变得良好。

[0073] 另外, 在上述的说明中, 光纤端口 2aa 的坐标 x_0 为负值, 即使以使坐标 x_0 成为正值的方式配置光纤端口 2aa, 上述式(1)~(5)也成立。因此, 即使坐标 x_0 为正值的情况下, 该光开关 10 的串扰特性也良好。但是, 在本实施方式 1 中, 由于光纤端口 2aa 未配置在聚光透镜 3 的光轴 A 上, 因此 $x_0 \neq 0$ 。

[0074] (动作例 1-2)

[0075] 接着, 作为该光开关 10 的动作例 1-2, 对将从光纤端口 2aa 输入的光的路径切换成光纤端口 2ad 的情况进行说明。在本实施方式 1 涉及的光开关 10 中, 当上述的 x 坐标中的光纤端口 2ad、2ae 的坐标分别为 x_1' 、 x_2' 时, 以使与式(1)同样的式子即 $x_2' \neq 2x_1' + x_0$ 成立的方式进行配置。在该情况下, 与图 4 所示的情况相反, 液晶层 1c 所产生的衍射方向成为 x 轴的负方向, 但通过与动作例 1-1 相同的原理, 可防止从空间光调制器 1 射出的二次反射光非预想地向其它光纤端口 2ae 输出的情况, 因此该光开关 10 的串扰特性变得良好。

[0076] 如以上说明的那样, 本实施方式 1 涉及的光开关 10 可防止从空间光调制器 1 射出的二次反射光向非预想的光纤端口输出的情况, 因此串扰特性变得良好。

[0077] 另外, 在本实施方式 1 中, 光纤端口 2aa ~ 2ae 既可以等间隔配置, 也可以不等间隔。

[0078] (实施方式 2)

[0079] 接着, 对本发明的实施方式 2 进行说明。本实施方式 2 涉及的光开关中, 将光输入输出端口中输入光的 Com 端口配置在聚光透镜的光轴上。

[0080] 图 5 是实施方式 2 涉及的光开关的简要结构图。如图 5 所示, 该光开关 20 具备空间光调制器 1、光输入输出器 4、聚光透镜 3。

[0081] 光输入输出器 4 具备光输入输出端口 4a、多个准直透镜 4b。光输入输出端口 4a 是将光纤端口 4aa ~ 4ag 在规定的排列方向(图中 x 轴方向)上排列成阵列状的光输入输出端口。另外, 准直透镜 4b 与各光纤端口 4aa ~ 4ag 对应而设置。准直透镜 4b 具有使从光纤端口输出的光成为平行光或者使输入的平行光向光纤端口会聚而进行耦合的功能。光输入输出器 4 的具体的结构与图 3 所示的结构同样。

[0082] 空间光调制器 1 及聚光透镜 3 是与实施方式 1 的空间光调制器及聚光透镜相同的构件。并且, 与实施方式 1 同样, 空间光调制器 1 配置在聚光透镜 3 的焦点的位置。另外, 空间光调制器 1 以使光输入输出端口 2a 的光纤端口 4aa ~ 4ag 的排列方向与液晶层 1c 的折射率的等级的方向一致的方式进行配置。

[0083] 在该光开关 20 中, 将光输入输出端口 4a 中配置在光轴 A 上的光纤端口 4aa 设定为从外部输入光的 Com 端口, 将其它的六个光纤端口 4ab ~ 4ag 设定为向外部输出光的光纤端口。即, 该光开关 20 作为 1×6 的光开关而发挥功能。

[0084] (动作例 2)

[0085] 接着, 作为该光开关 20 的动作例 2, 如图 5 所示, 对将从光纤端口 4aa 输入的光的路径切换成光纤端口 4ab 的情况进行说明。首先, 光纤端口 4aa 从外部输入光, 对应的准直透镜 4b 使输入的光成为平行光。聚光透镜 3 使成为平行光的光 L4 向空间光调制器 1 会聚。

空间光调制器 1 通过控制向液晶层 1c 施加的施加电压, 对会聚并入射的光 L4 进行空间调制而使其发生衍射, 并将发生了衍射的光 L5 朝向光纤端口 4ab 输出。聚光透镜 3 使发生了衍射的光 L5 相对于光轴 A 平行。与光纤端口 4ab 对应的准直透镜 4b 使相对于光轴 A 平行的光 L5 会聚, 并使其与光纤端口 4ab 耦合。光纤端口 4ab 将耦合后的光向外部输出。

[0086] 这样, 该光开关 20 将从光纤端口 4aa 输入的光的路径切换成光纤端口 4ab。另外, 同样, 该光开关 20 能够将从作为 Com 端口的光纤端口 4aa 输入的光的路径切换成其它的光纤端口 4ab ~ 4ag 中的任一个。

[0087] 在此, 在空间光调制器 1 将发生了衍射的光 L4 朝向光纤端口 4ab 输出时, 由于空间光调制器 1 的内部反射而产生多重反射, 发生了衍射的光 L4 的一部分作为二次反射光 L6 而输出。然而, 在本实施方式 2 涉及的光开关 20 中, 当聚光透镜 3 的光轴 A 的位置为 x 轴的坐标原点, 纸面向上为正方向时的光纤端口 4ab、4ac 的坐标分别为 x_4 、 x_5 , 且二次反射光 L6 所到达的位置 P2 的坐标为 x_6 时, 以下的式 (6) 成立。

[0088] $x_6 = 2x_4 \dots (6)$

[0089] 与此相对, 光纤端口 4ab、4ac 以使以下的式 (7) 成立的方式配置。

[0090] $x_5 \neq 2x_4 \dots (7)$

[0091] 另外, 式 (7) 相当于式 (1) 中 $x_0 = 0$ 的情况, 相当于将作为光输入的 Com 端口的光纤端口 4aa 配置在光轴 A 上的情况。

[0092] 这样, 通过使式 (7) 成立, 从而可防止二次反射光 L6 非预想地向其它的光纤端口 4ac 输出的情况, 因此该光开关 20 的串扰特性变得良好。

[0093] 以下, 具体地进行说明。图 6 是说明图 5 所示的光开关 20 的空间光调制器 1 中的光的行为的图。另外, 在图 6 中, 聚光透镜 3 省略记载。

[0094] 在图 6 中, 与图 4 不同之处在于, 从光纤端口 4aa 输入的光 L4 以入射角为零向空间光调制器 1 的液晶层 1c 入射。由于光纤端口 4aa 配置在聚光透镜 3 的光轴 A 上, 因此即使光 L4 通过聚光透镜 3, 其行进方向也不会发生折射, 因此这样入射角为零。

[0095] 像素电极 M1 反射光 L4, 液晶层 1c 通过折射率的等级的效果, 使光 L4 相对于液晶层 1c 的表面的法线以衍射角 θ 发生衍射。

[0096] 在衍射角为 θ 的情况下, 发生了衍射的光 L5 相对于液晶层 1c 的出射角成为 $a\theta$ 。以使光 L4 通过聚光透镜 3 成为与光轴 A 平行地行进的光后向光纤端口 4ab 输入的方式设定该衍射角 θ 。因此, 光纤端口 4ab 的坐标 x_4 能够由以下的式 (8) 近似地表示。

[0097] $x_4 = f\tan(a\theta) = fa\theta \dots (8)$

[0098] 在此, 在通过反射面 M2 使发生了衍射的光 L4 从空间光调制器 1 射出时, 其一部分的光被反射, 成为二次反射光 L6 而达到与像素电极 M1 相邻的像素电极 M3。像素电极 M3 反射二次反射光 L6, 液晶层 1c 通过折射率的等级的效果, 使二次反射光 L6 相对于液晶层 1c 的表面的法线以衍射角 (2θ) 发生衍射。之后, 二次反射光 L6 以出射角 $(2a\theta)$ 从空间光调制器 1 射出。

[0099] 因此, 该二次反射光 L6 所到达的位置 P2 的 x 坐标 x_6 成为 $x_6 = fa(2\theta) = 2x_4$, 从而导出式 (6)。

[0100] 在此, 如上所述, 在本实施方式 2 涉及的光开关 20 中, 对于光纤端口 4ac 的坐标 x_5 而言, 以使式 (7) 成立的方式进行配置。因此, 二次反射光 L6 不会到达光纤端口 4ac, 可防

止二次反射光 L6 从该光纤端口 4ac 输出的情况。其结果是，该光开关 20 的串扰特性变得良好。

[0101] 另外，同样，当光纤端口 4ad 的坐标为 x_7 时， $x_7 \neq 2x_4$ 、 $x_7 \neq 2x_5$ 成立。其结果是，在将从光纤端口 4aa 输入的光的路径切换成光纤端口 4ab 及光纤端口 4ac 中的任一个的情况下，都可防止在空间光调制器 1 中产生的二次反射光 L6 非预想地向光纤端口 4ad 输出的情况。并且，当光纤端口 4ae、4af、4ag 的 x 坐标为 x_4' 、 x_5' 、 x_7' 时， $x_5 \neq 2x_4$ 、 $x_7 \neq 2x_4$ 、 $x_7 \neq 2x_5$ 成立。其结果是，在将从光纤端口 4aa 输入的光的路径切换成光纤端口 4ae 及光纤端口 4af 中的任一个的情况下，都可防止在空间光调制器 1 中产生的二次反射光 L6 非预想地向其它的光纤端口 4ae 或光纤端口 4af 输出的情况。因此，该光开关 20 的串扰特性变得良好。

[0102] 如以上说明的那样，本实施方式 2 涉及的光开关 20 可防止从空间光调制器 1 射出的二次反射光 L6 向非预想的光纤端口输出的情况，因此串扰特性变得良好。

[0103] 另外，在本实施方式 2 中，若将光纤端口 4aa ~ 4ae 等间隔地配置，则有时上述的式 (6) 成立，因此需要形成为不等间隔。

[0104] 在此，作为现有的光开关的例子，制作出如下这样的光开关：为与本实施方式 2 涉及的光开关 20 同样的结构，但对于光纤端口的坐标而言，以 $x_4 = 2.4\text{mm}$ 、 $x_5 = 4.8\text{mm}$ 、 $x_7 = 9.6\text{mm}$ 、 $x_4' = -2.4\text{mm}$ 、 $x_5' = -4.8\text{mm}$ 、 $x_7' = -9.6\text{mm}$ 的方式、即使光纤端口等间隔地排列的方式进行设定。并且，设定成从 $x_0 = 0$ 的 Com 端口输入波长约为 1552nm 的光，对空间光调制器进行控制，使光向坐标 x_4 的光纤端口输出。进而，测定坐标 x_4 的光纤端口与坐标 x_5 的光纤端口的端口间的串扰。

[0105] 图 7 是表示现有例的光开关的串扰的测定结果的图。图 7 是表示以从坐标 x_4 的光纤端口的光输出为基准 (0dB) 时的从坐标 x_5 的光纤端口的光输出的图。在图 7 中，从坐标 x_5 的光纤端口输出相对于基准低 25dB 的反射光。在此，例如在光通信中由于要求的规格严厉，因此即使在显示器的用途中不会成为问题的 25dB 这样极小的串扰，也会成为问题。

[0106] 与此相对，当以与本实施方式 2 的光开关 20 同样的结构将光纤端口的坐标以 $x_4 = 2.4\text{mm}$ 、 $x_5 = 5\text{mm}$ 、 $x_7 = 11\text{mm}$ 、 $x_4' = -2.4\text{mm}$ 、 $x_5' = -5\text{mm}$ 、 $x_7' = -11\text{mm}$ 的方式设定时，在进行与上述同样的测定的情况下，从坐标 x_5 的光纤端口大致不会射出反射光，从而能够实现极其良好的串扰特性。

[0107] (实施方式 2 的变形例)

[0108] 在上述实施方式 2 中，光开关 20 作为 1×6 的光开关而发挥功能。以下，作为其变形例，对将光开关 20 作为 6×1 的光开关而发挥功能的情况进行说明。

[0109] 图 8 是实施方式 2 的变形例涉及的光开关的简要结构图。图 8 所示的光开关 20 的简要结构虽然与图 5 所示的结构同样，但在本变形例中，将光输入输出端口 4a 中的六个光纤端口 4ab ~ 4ag 设定为从外部输入光的光纤端口，并将配置在光轴 A 上的光纤端口 4aa 设定为向外部输出光的 Com 端口。即，该光开关 20 作为 6×1 的光开关而发挥功能。

[0110] (动作例 3)

[0111] 接着，作为该光开关 20 的动作例 3，对将从光纤端口 4ab 输入的光的路径切换成光纤端口 4aa 的情况进行说明。首先，在光纤端口 4ab 从外部输入光，对应的准直透镜 4b 使输入的光成为平行光。聚光透镜 3 使成为平行光的光 L7 向空间光调制器 1 会聚。空间光

调制器 1 通过控制向液晶层 1c 施加的施加电压, 对会聚并入射的光 L7 进行空间调制而使其发生衍射, 并使发生了衍射的光 L8 朝向光纤端口 4aa 输出。聚光透镜 3 使发生了衍射的光 L8 相对于光轴 A 平行。与光纤端口 4aa 对应的准直透镜 4b 使相对于光轴 A 平行的光 L8 会聚, 并使其与光纤端口 4aa 耦合。光纤端口 4aa 将耦合后的光向外部输出。

[0112] 这样, 该光开关 20 将从光纤端口 4ba 输入的光的路径切换成光纤端口 4aa。另外, 同样, 该光开关 20 也能够将从光纤端口 4ab ~ 4ag 中的任一个输入的光的路径切换成作为 Com 端口的光纤端口 4aa。

[0113] 但是, 在这样将光开关 20 作为 6×1 的光开关而如动作例 2 那样动作的状态下, 例如从其它的光纤端口 4ac 输入光 L9。该光 L9 通常时经由聚光透镜 3 而到达空间光调制器 1, 即使发生衍射, 该衍射的光 L10 也不会到达光纤端口 4aa 而被输出。其理由是, 在本动作例 2 中, 空间光调制器 1 的衍射角设定成使从光纤端口 4ab 输入的光向光纤端口 4aa 输出。

[0114] 另一方面, 在输入光 L9 的情况下, 因空间光调制器 1 的内部反射而从光 L9 产生并射出二次反射光 L11。然而, 在该光开关 20 中, 对于光纤端口 4ab、4ac 而言, 以上述的式(7)成立的方式进行配置。其结果是, 对于二次反射光 L11 而言, 也如图 8 所示那样到达位置 P3, 因此不会到达光纤端口 4aa 而被输出。因此, 可防止从光纤端口 4ac 输入的光 L9 引起的二次反射光 L11 非预想地向光纤端口 4aa 输出的情况。另外, 同样, 在将从光纤端口 4ab ~ 4af 中的任一个输入的光的路径切换成光纤端口 4aa 的情况下, 都可防止在空间光调制器 1 中产生的二次反射光 L11 非预想地向光纤端口 4aa 输出的情况。

[0115] 如以上说明的那样, 即使本变形例涉及的光开关 20 作为 6×1 的光开关使用, 串扰特性也良好。

[0116] 另外, 假若将光纤端口 4ac 配置在图 8 所示的位置 P4, 且将光纤端口 4aa、4ab、4ac 等间隔配置, 则光纤端口 4ab、4ac 的 x 坐标 x_4 、 x_5 的关系满足 $x_5 = 2x_4$ 。这种情况下, 二次反射光向光纤端口 4aa 输入, 光纤端口 4ab、4ac 的端口间串扰降低。

[0117] 图 9 是说明光纤端口 4aa、4ab、4ac 等间隔配置时的空间光调制器 1 中的光的行为的图。

[0118] 对图 9 和图 6 进行比较时, 从光纤端口 4ab 输入的光 L7 通过与图 6 中的光 L4、L5 反向的路径, 成为发生衍射的光 L8 而被射出, 之后到达光纤端口 4aa 而输出。另一方面, 假设将光纤端口 4ac 配置在图 8 所示的位置 P4 的情况下, 从光纤端口 4ac 输入的光 L9' 通过与图 6 中的二次反射光 L6 反向的路径, 成为发生衍射的光 L10' 而被射出。在此, 通过反射面 M2 而产生光 L10' 的二次反射光 L11', 但该二次反射光 L11' 通过与图 6 中的光 L4 反向的路径, 而向与发生了衍射的光 L8 相同的方向射出。因此, 二次反射光 L11' 成为使端口间串扰特性劣化的原因。

[0119] (实施方式 3)

[0120] 在上述实施方式中, 光输入输出端口由光纤构成, 但也可以由玻璃材料或半导体材料形成的光波导路构成。以下, 作为本发明的实施方式 3, 对光输入输出端口由石英系玻璃的平面光波回路 (Planar Lightwave Circuit :PLC) 构成的光开关进行说明。

[0121] 图 10 是实施方式 3 涉及的光开关的简要结构图。如图 10 所示, 该光开关 30 具有将图 2 所示的光开关 20 的结构中的光输入输出器 4 替换成光输入输出器 5 的结构。

[0122] 光输入输出器 5 具备: 由石英系玻璃的 PLC 形成的光输入输出端口 5a; 多个准直

透镜 5b ;安装在光输入输出端口 5a 上,且保持准直透镜 5b 的间隔部 5d ;用于将光输入输出端口 5a 与外部的路径连接的光纤阵列 5f 。

[0123] 在光输入输出端口 5a 上以将光纤阵列 5f 和与光纤阵列 5f 对应的准直透镜 5b 光学地连接的方式形成光波导路来作为输入或输出端口。上述的光波导路端口与实施方式 1 的光纤端口 2aa ~ 2ac、2ae ~ 2af 同样,在图中 x 轴方向上排列成阵列状,其 x 坐标也与光纤端口 2aa ~ 2ac,2ae ~ 2af 同样地设定。

[0124] 对该光开关 30 的动作的一例进行说明。首先,从构成光纤阵列 5f 的光纤 5fa 向光输入输出端口 5a 的 Com 端口、即配置在光透镜 3 的光轴 A 上的光波导路端口输入光 L12。接着,聚光透镜 3 使光 L13 向空间光调制器 1 会聚,空间光调制器 1 使光 L13 发生衍射,使其成为光 L13 而朝向规定的光波导端口输出。此时,虽然产生二次反射光 L14,但与实施方式 2 同样,二次反射光 L14 不会到达其它的光波导路端口。因此,该光开关 30 成为具有良好的串扰的光开关。

[0125] (实施方式 4)

[0126] 接着,对本发明的实施方式 4 进行说明。本实施方式 4 涉及的光开关具有阵列波导光栅 (Arrayed WaveGuide Grating :AWG) 来作为波长合分波器,本实施方式 4 涉及的光开关作为波长选择光开关而发挥功能。

[0127] 图 11 是实施方式 4 涉及的光开关的简要结构图。如图 11 所示,该光开关 40 具有将图 2 所示的光开关 10 的结构中的光输入输出器 2 替换成光输入输出器 6 的结构。另外,对于空间光调制器而言,既可以使用六个空间光调制器 1,也可以将一个空间光调制器 1 以分割成六个区域而独立地控制各区域的方式进行使用。

[0128] 光输入输出器 6 具备:将石英玻璃的 AWG6aa ~ 6ae 積层而构成的光输入输出端口 6a ;多个准直透镜 6b ;安装在光输入输出端口 6a,且保持准直透镜 6b 的间隔部 6d ;用于将光输入输出端口 6a 与外部的路径连接的光纤阵列 6f 。

[0129] AWG6aa ~ 6ae 具有将从输入端口输入的波长 $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4, \lambda 5, \lambda 6$ 的光从与各波长对应的输出端口输出的功能。纤阵列 6f 与 AWG6aa ~ 6ae 的各输入端口连接。准直透镜 6b 与 AWG6aa ~ 6ae 的各输出端口对应而设置。另外,对于 AWG6aa ~ 6ae 的输出端口而言,同一波长的输出端口在图中 x 轴方向上排列成阵列状,其 x 坐标与图 1 的光开关 10 的光纤端口 2aa ~ 2ac、2ae ~ 2af 同样地设定。例如,在图 11 中,将在 x 轴方向上排列成阵列状的各 AWG6aa ~ 6ae 的波长 $\lambda 1$ 的输出端口由虚线包围而进行表示。另外,未图示的其它的光开关与各波长的输出端口对应而与图示的空间光调制器 1 并列配置。

[0130] 对该光开关 40 的动作的一例进行说明。首先,从与光输入输出端口 6a 的 AWG6aa 连接的光纤 6fa 输入包括波长 $\lambda 1, \lambda 2, \lambda 3, \lambda 4, \lambda 5, \lambda 6$ 的光的光 L15。AWG6aa 将光 L15 中的波长 $\lambda 2$ 的光 L16 从与波长 $\lambda 2$ 对应的输出端口 OP1 输出。接着,聚光透镜 3 使光 L16 向与波长 $\lambda 2$ 对应的空间光调制器 1 会聚,空间光调制器 1 使光 L16 发生衍射,使其成为光 L17 而朝向 AWG6ab ~ 6ae 中的规定的 AWG 的与波长 $\lambda 2$ 对应的输出端口输出。

[0131] 此时,在空间光调制器 1 中产生二次反射光 L18,但与实施方式 1 同样,二次反射光 L17 不会到达其它的光波导路端口。因此,该光开关 40 成为具有良好的串扰的光开关。另外,对于其它的波长的光而言,也通过与其波长对应的空间光调制器切换成规定的路径,由此该光开关 40 作为具有良好的串扰的波长选择光开关而发挥功能。

[0132] 另外,在本实施方式 4 中,使用 AWG 作为波长合分波器,但也可以适当组合光纤熔融型或滤波型等的波长选择性元件来构成波长合分波器。

[0133] (实施方式 5)

[0134] 接着,对本发明的实施方式 5 涉及的光开关进行说明。本实施方式 5 涉及的光开关是从输入的多重波长光信号中选择规定波长的光信号,并按该光信号的波长而切换路径并进行输出的波长选择光开关。

[0135] 图 12 是表示本实施方式 5 涉及的光开关的结构的框图。如图 12 所示,该光开关 100 具备:与外部的路径连接的光输入输出器 2;相对于光输入输出器 2 顺次配置的变形棱镜对 61、衍射光栅 62、聚光透镜 3、 $\lambda / 4$ 波长板 63;在与图中所示的 x 轴正交的方向上配置成阵列状的四个空间光调制器 1A ~ 1D;用于控制空间光调制器 1A ~ 1D 的监视元件 68;以及控制电路 69。

[0136] 另外,光输入输出器 2、聚光透镜 3 与实施方式 1 的光输入输出器、聚光透镜相同。并且,在以聚光透镜 3 的位置为 x 轴的原点的情况下,光输入输出器 2 的各光纤配置在与实施方式 1 同样的 x 坐标上。空间光调制器 1A ~ 1D 均与实施方式 1 的空间光调制器 1 相同。聚光透镜 3 与空间光调制器 1A ~ 1D 离开聚光透镜 3 的焦点距离 f。

[0137] 另外,实际上,光路在变形棱镜对 61 和衍射光栅 62 处弯曲,因此将各元件保持角度而配置,但在图 12 中,为了简化,而表示为排成一列配置。

[0138] 接着,对光开关 100 的动作进行说明。图 13 是说明图 12 所示的光开关 100 的动作的说明图。另外,图 13 是从与图 8 中的 x 轴方向垂直的方向观察光开关 100 而得到的图。首先,光输入输出器 2 使从某路径向作为 Com 端口的光纤端口 2aa 输入的多重波长光信号 OS1 成为平行光而向变形棱镜对 61 输出。变形棱镜对 61 以使多重波长光信号 OS1 的光束直径向衍射光栅 62 的栅格的排列方向扩宽,来使多重波长光信号 OS1 照射到更多栅格上的方式来提高波长选择的分辨率。衍射光栅 62 将入射的多重波长光信号 OS1 中含有的规定的波长的光信号 OS1a 以规定的角度输出。聚光透镜 3 使光信号 OS1 通过 $\lambda / 4$ 波长板 63 而向空间光调制器 1A 会聚。

[0139] 空间光调制器 1A 会使会聚后的光信号 OS1a 发生衍射,并使其成为光信号 OS2 而顺次经由 $\lambda / 4$ 波长板 63、聚光透镜 3、衍射光栅 62、变形棱镜对 61 而向光输入输出器 2 的所期望的光纤端口 2ab 输出。另外, $\lambda / 4$ 波长板 63 以使光信号 OS1a 和光信号 OS2 的光的偏振状态彼此正交的方式改变它们的偏光状态。由此,来对变形棱镜对 61 及衍射光栅 62 的偏振波依存性进行补偿。

[0140] 另外,衍射光栅 62 使多重波长光信号 OS1 中包含的其它的规定的波长的光信号 OS1b、OS1c、OS1d 分别向其它的规定的角度输出。各光信号 OS1b、OS1c、OS1d 分别通过空间光调制器 1B、1C、1D 而发生衍射,并成为光信号 OS3、OS4、OS5 而顺次经由 $\lambda / 4$ 波长板 6、聚光透镜 3、衍射光栅 62、变形棱镜对 61 向分别对应的光纤端口 2ac、2ad、2ae 输出。

[0141] 至于空间光调制器 1A ~ 1D,监视元件 68 对将光信号 OS2 ~ OS5 的一部分分路后的光的波长及强度进行监视,并基于该监视结果来独立控制空间光调制器 1A ~ 1D,由此将各光信号 OS2 ~ OS5 的衍射角度控制成为最佳。光信号 OS2 ~ OS5 的分支例如可以通过在光输入输出器 2 的一部分上设置分支耦合器,或在光开关 100 内的适当位置设置分支用的反射镜来进行。另外,监视元件 68 例如由 AWG 和多个光电二极管构成。

[0142] 在此,例如空间光调制器 1A 在使光信号 OS1a 发生衍射时,将在空间光调制器 1A 的内部产生的二次反射光射出。该二次反射光顺次经由 $\lambda / 4$ 波长板 63、聚光透镜 3、衍射光栅 62、变形棱镜对 61 而到达光输入输出器 2。然而,通过与实施方式 1 的情况同样的作用,该二次反射光不会到达其它的光纤端口 2ac ~ 2ae 中的任一个。另外,对于其它的光信号 OS1b、OS1c、OS1d 而言,即使因它们而在空间光调制器 1B ~ 1D 的内部产生二次反射,而二次反射射出,也不会到达规定的光纤端口以外的光纤端口。因此,该光开关 100 的端口间的串扰良好。

[0143] 另外,在上述实施方式中,光开关为 1×4 、 1×6 、 6×1 等,但在本发明中输入输出光的端口的个数没有限定,只要为 $N \times M$ 光开关即可。但是, N 及 M 中的一方需要为 2 以上,因此端口需要为 3 以上。另外,在实施方式 4 那样使用波长合分波器的结构中,波长合分波器需要为 3 以上。

[0144] 另外,在上述实施方式中,使因空间光调制器的内部反射产生的二次反射光不向非预想的端口输出。对于更高次的反射光而言,虽然与二次反射光相比强度非常弱,但也更优选不向非预想的端口输出。例如,当被输入光的第一端口、将从第一端口输入的光输出的第二端口及第三端口的坐标分别为 x_0 、 x_1 及 x_2 时,在从第一端口向第二端口切换路径的情况下,为了避免 k 次反射光向第三端口输出,只要使 $x_2 \neq 2k x_1 + x_0$ 成立即可。

[0145] 另外,例如在上述实施方式 1、2 或其变形例中,将光输入输出端口中始终输入或输出光的 Com 端口配置在聚光透镜的光轴上或光轴的附近。这样,能够减小通过空间光调制器使光发生衍射时的衍射角,因此能提高衍射效率,从而优选。另外,当将 Com 端口配置在聚光透镜的光轴上时,容易进行组合光开关时的对准,且能够使空间光调制器中的光的入射角或出射角成为零,因此更容易进行空间光调制器的控制,从而特别优选。但是,本发明没有限定于此,也可以将光输入输出端口中最远离光轴的端口作为 Com 端口。

[0146] 另外,在上述实施方式中,空间光调制层为液晶,但只要是能够对光进行空间调制的构件即可,没有特别地限定。

[0147] 另外,在上述实施方式中,空间光调制器为反射型的空间光调制器,但也可以为透过型的空间光调制器。这种情况下,反射层的反射率不是大致 100%,而具有某程度的透光性。即使这样的透过型的空间光调制器,由于在夹着空间光调制层的层间能够引起内部多重反射,因此也能够适用本发明。

[0148] 另外,本发明没有被上述实施方式限定。将上述各实施方式的各构成要素适当组合而构成的方式也包含于本发明。例如,在实施方式 5 涉及的光开关中可以适用实施方式 2 的光输入输出器。

[0149] 工业实用性

[0150] 如以上所示,本发明涉及的光开关主要适合利用于光通信的用途。

[0151] 符号说明:

[0152] 1、1A ~ 1D 空间光调制器

[0153] 1a 硅基板

[0154] 1b 像素电极组

[0155] 1c 液晶层

[0156] 1d 取向膜

- [0157] 1e ITO 电极
- [0158] 1f 玻璃封盖
- [0159] 1g 光入射层
- [0160] 2、4 ~ 6 光输入输出器
- [0161] 2a、4a ~ 6a 光输入输出端口
- [0162] 2aa ~ 2ae、4aa ~ 4ag 光纤端口
- [0163] 2b、4b ~ 6b 准直透镜
- [0164] 2c 光纤固定基材
- [0165] 2d、5d、6d 间隔部
- [0166] 3 聚光透镜
- [0167] 5f、6f 光纤阵列
- [0168] 5fa、6fa 光纤
- [0169] 6aa ~ 6ae AWG
- [0170] 10 ~ 40、100 光开关
- [0171] 61 变形棱镜对
- [0172] 62 衍射光栅
- [0173] 63 $\lambda/4$ 波长板
- [0174] 68 监视元件
- [0175] 69 控制电路
- [0176] A 光轴
- [0177] L1、L2、L4、L5、L7 ~ L13、L15 ~ L17 光
- [0178] L3、L6、L11、L14、L18 二次反射光
- [0179] M1、M3 像素电极
- [0180] M2 反射面
- [0181] OP1 输出端口
- [0182] OS1 多重波长光信号
- [0183] OS1a ~ OS1d、OS2 ~ OS5 光信号
- [0184] P1 ~ P4 位置

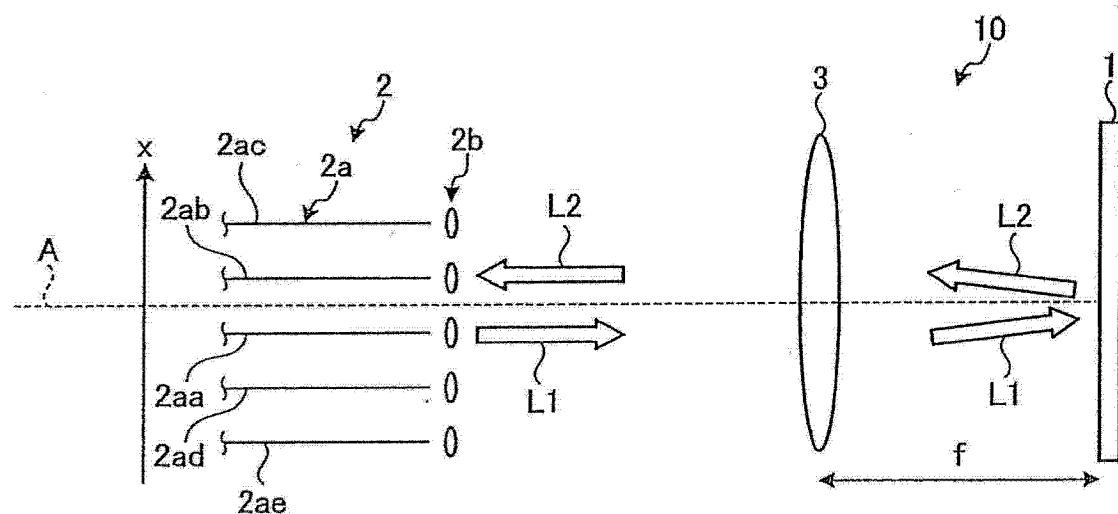


图 1

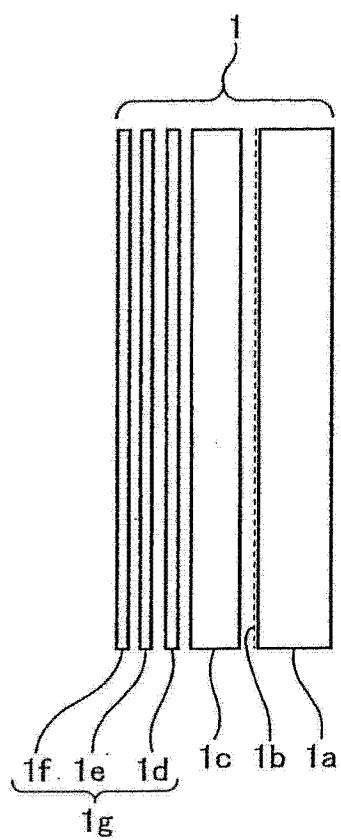


图 2

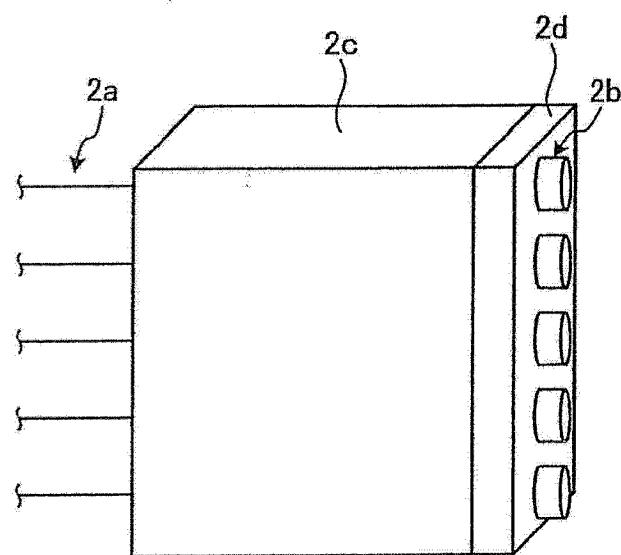


图 3

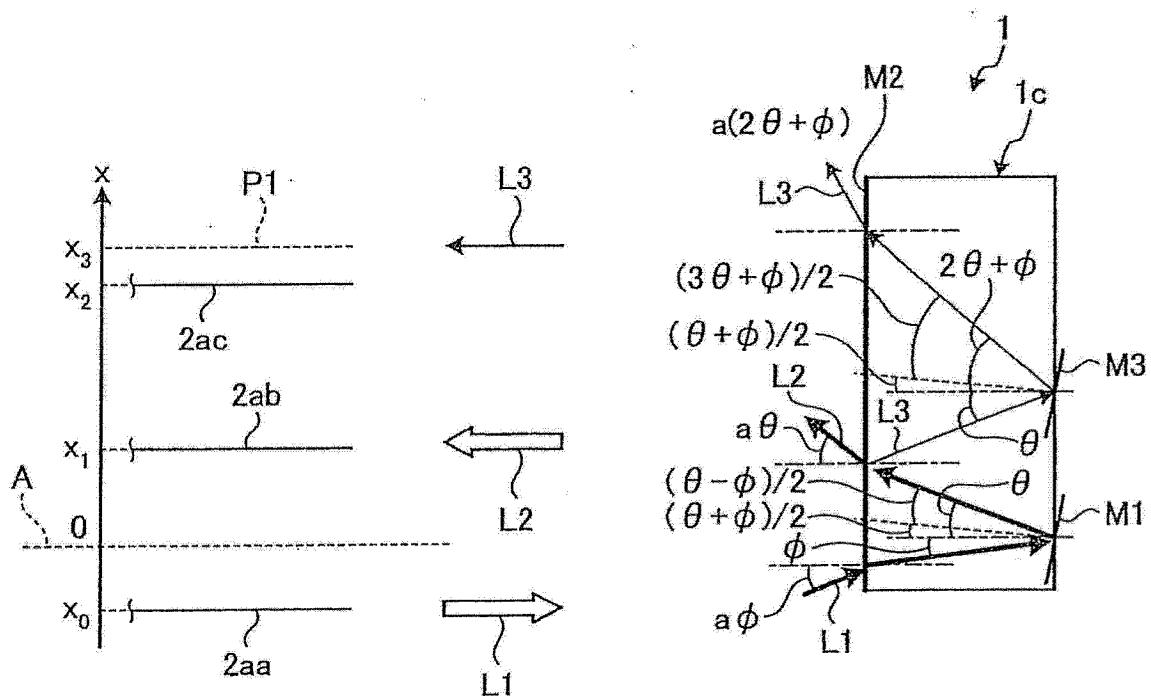


图 4

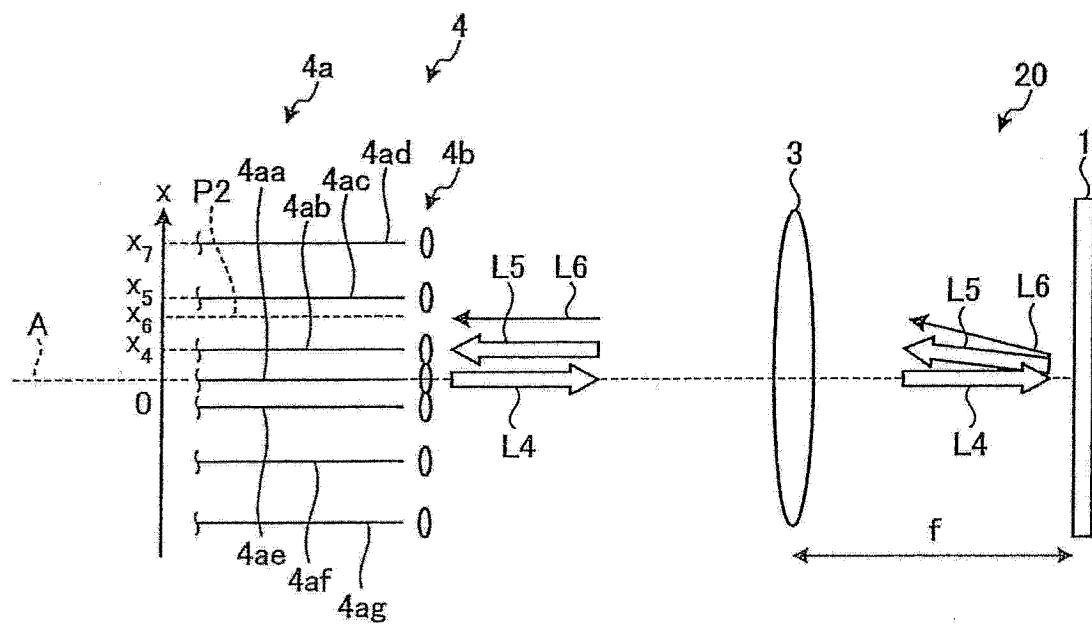


图 5

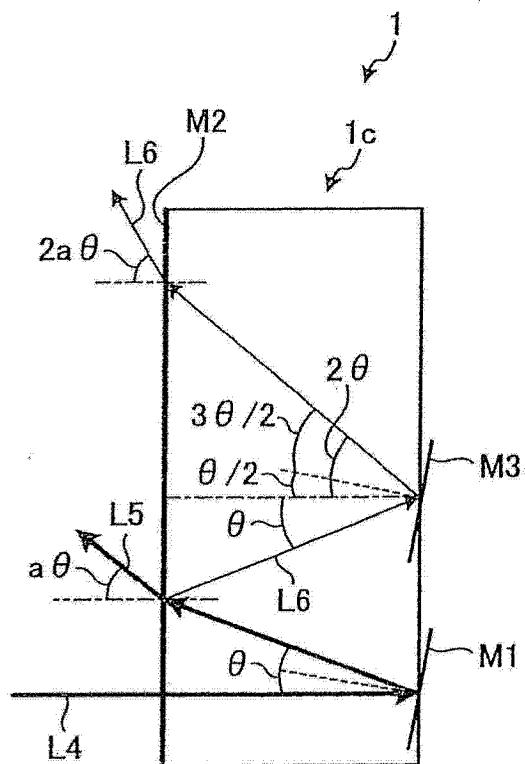


图 6

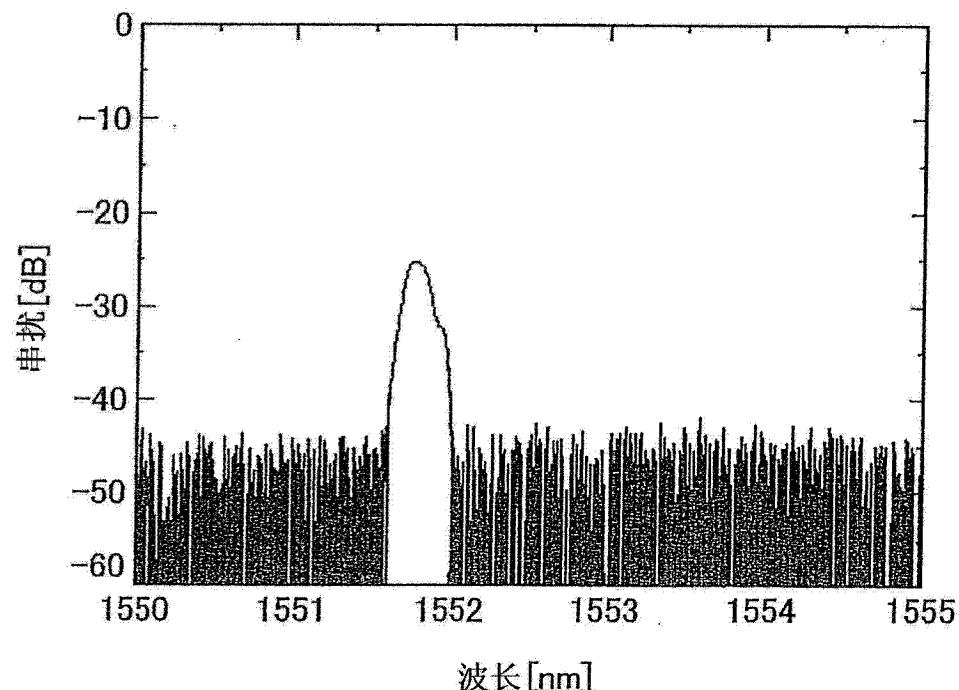


图 7

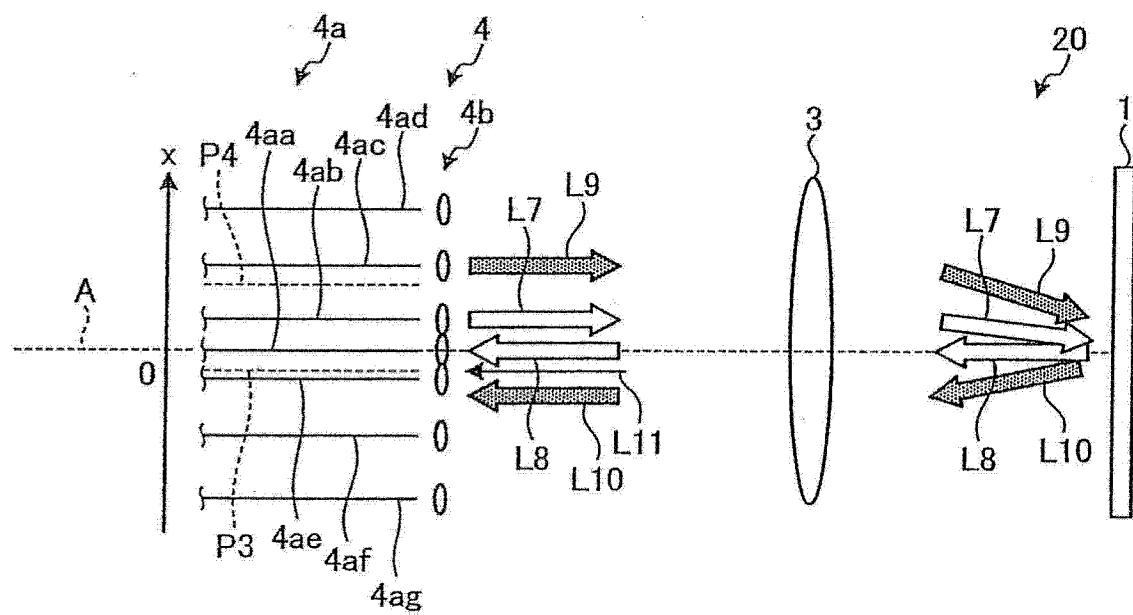


图 8

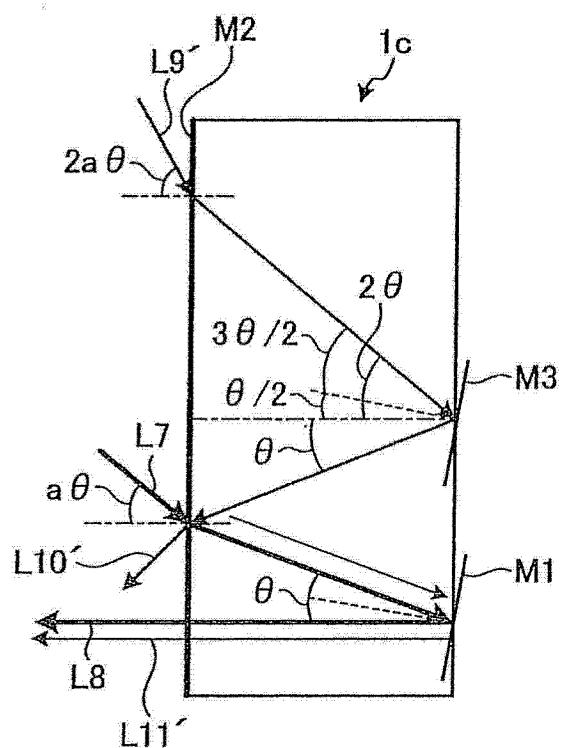


图 9

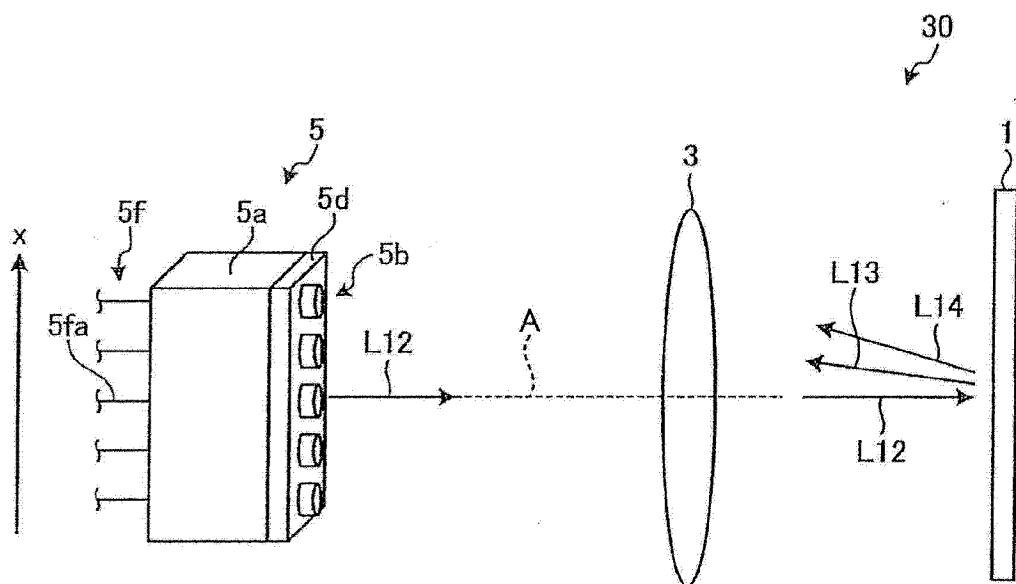


图 10

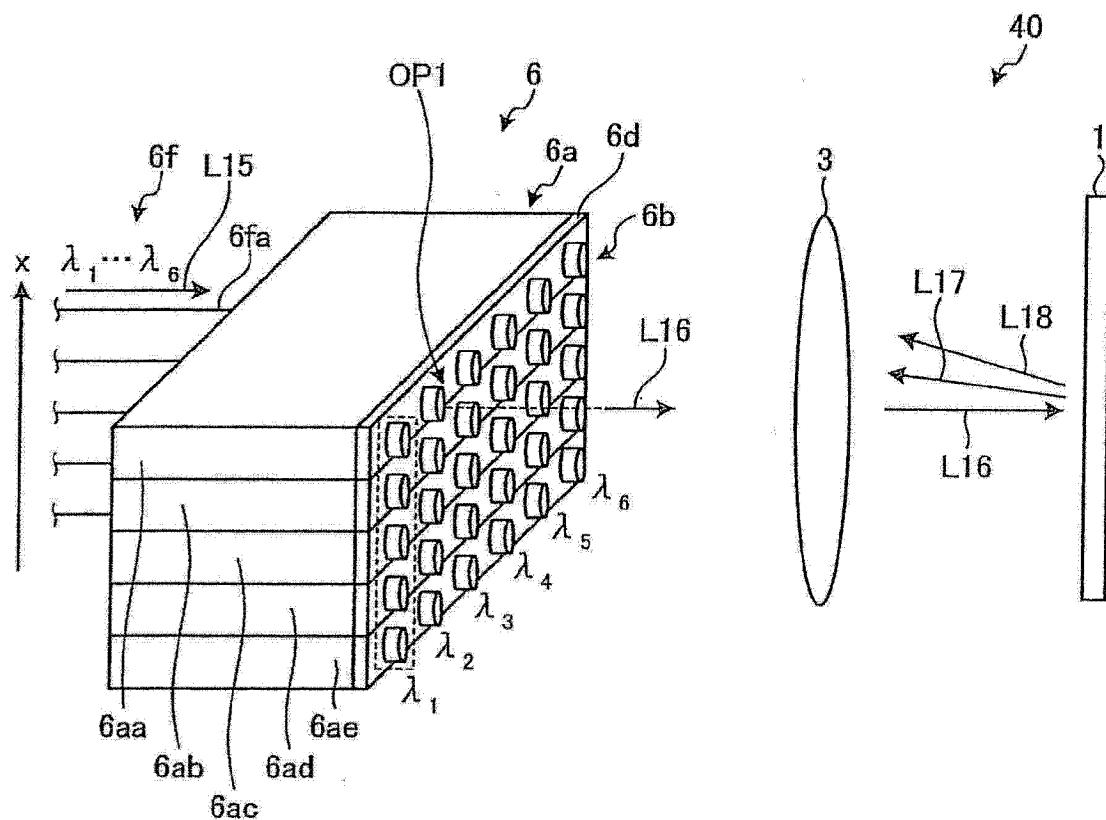


图 11

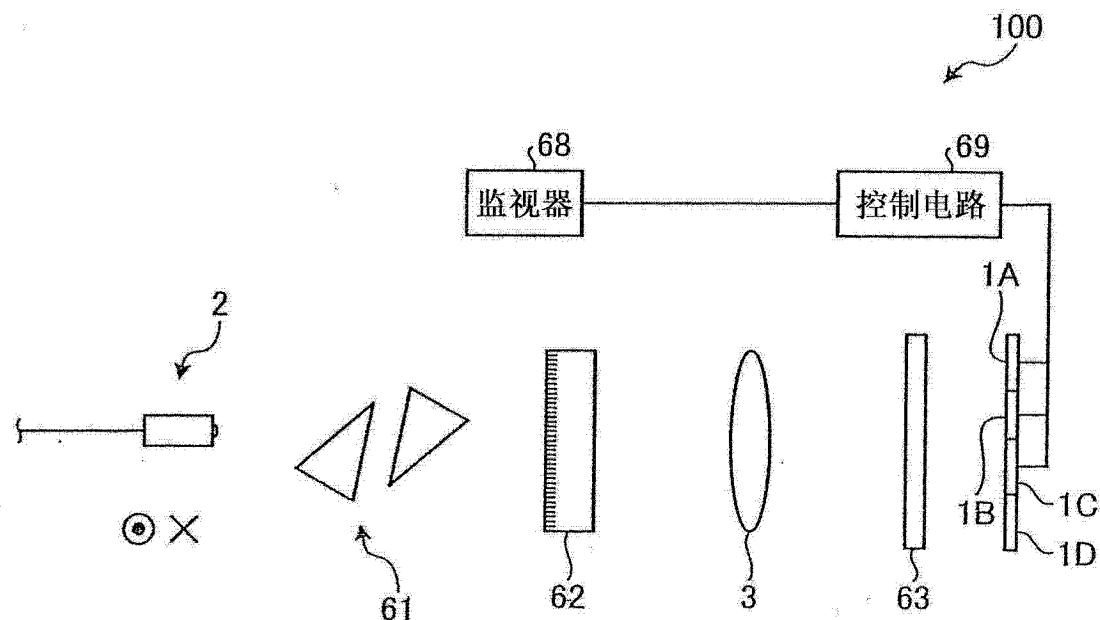


图 12

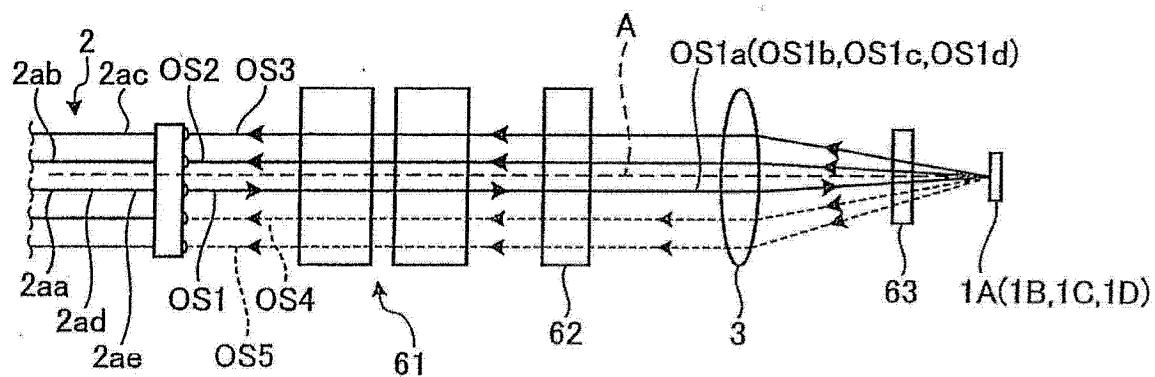


图 13