[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02B 26/08 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510117486.8

[45] 授权公告日 2008 年 12 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 100439970C

[22] 申请日 2005.11.2

[21] 申请号 200510117486.8

[30] 优先权

[32] 2004.11.2 [33] JP [31] 2004 - 319957

[73] 专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

[72] 发明人 寺原隆文 延斯·C·拉斯穆森

大井宽己 三浦章

[56] 参考文献

US2004/0013348A1 2004.1.22

US2003/0133095A1 2003.7.17

JP2000 - 131626A 2000.5.12

CN1523804A 2004.8.25

US2003/0179990A1 2003.9.25

US2002/0164114A1 2002.11.7

US5960133A 1999.9.28

US2004/0212864A1 2004.10.28

US2002/0176658A1 2002.11.28

US2003/0007148A1 2003.1.9

审查员 丁 沙

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

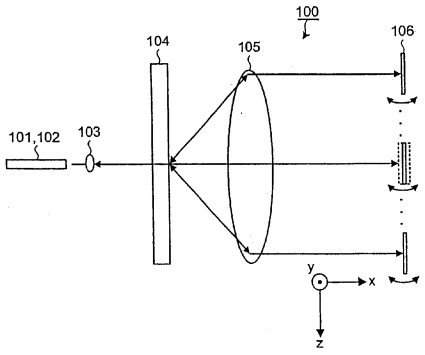
权利要求书 6 页 说明书 19 页 附图 29 页

[54] 发明名称

光开关

[57] 摘要

光开关。 该光开关包括：输入端口，从该输入端口输入光束；散射单元，其对所输入的光束进行散射；会聚单元，其汇聚散射的光束；反射镜，其对所会聚的光束进行反射；以及多个输出端口，从该多个输出端口输出反射光束。 所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口之一，并且还绕下述的轴旋转，以使输出光束的强度衰减，该轴是根据所述反射光束进入哪个输出端口，从所述第一轴和与所述第一轴垂直的第二轴中的任何一个选择的。



1、一种光开关，其包括：

输入端口，从该输入端口输入光束；

散射单元，其对所输入的光束进行散射；

会聚单元，其会聚散射的光束；

反射镜，其对所会聚的光束进行反射；

多个输出端口，从该多个输出端口输出反射光束；以及

控制单元，其对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口之一，并且还在所述反射光束进入了需要抑制侧瓣的输出端口的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

2、一种光开关，其包括：

多个输入端口，从这些输入端口输入光束；

散射单元，其对所输入的光束进行散射；

会聚单元，其会聚散射的光束；

反射镜，其对所会聚的光束进行反射；

输出端口，从该输出端口输出反射光束；以及

控制单元，其对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口，并且还在光束是从需要抑制侧瓣的输入端口输入的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴

的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

3、一种光传输装置，用于对从传输路径输入的光束进行分支，其包括：

输入端口，从该输入端口输入光束；

散射单元，其对所输入的光束进行散射；

会聚单元，其会聚散射的光束；

反射镜，其对所会聚的光束进行反射；

多个输出端口，从该多个输出端口输出反射光束；以及

控制单元，其对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口之一，并且还在所述反射光束进入了需要抑制侧瓣的输出端口的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

4、根据权利要求 3 所述的光传输装置，其中

所述输入端口和输出端口沿与光束散射的散射方向垂直的方向设置在一条直线上，并且

所述直线的端部的输出端口之间的间隔比该直线的其他部分的输出端口之间的间隔要宽。

5、根据权利要求 3 所述的光传输装置，其中

所述输入端口和输出端口沿与光束散射的散射方向垂直的方向设置在一条直线上，并且

所述直线的端部的输出端口与所述传输路径相连。

6、根据权利要求 5 所述的光传输装置，其中所述输入端口和输出端口中的任何一个用于连接交叉连接集线器。

7、一种光传输装置，用于将光束添加到通过传输路径的另一光束，其包括：

多个输入端口，从这些输入端口输入光束；

散射单元，其对所输入的光束进行散射；

会聚单元，其会聚散射的光束；

反射镜，其对所会聚的光束进行反射；

输出端口，从该输出端口输出反射光束；以及

控制单元，其对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口，并且还在光束是从需要抑制侧瓣的输入端口输入的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

8、根据权利要求 7 所述的光传输装置，其中

所述输入端口和输出端口沿与光束散射的散射方向垂直的方向设置在一条直线上，并且

所述直线的端部的输入端口与传输路径相连。

9、根据权利要求 8 所述的光传输装置，其中所述输入端口和输出端口中的任何一个用于连接交叉连接集线器。

10、一种光切换方法，其包括：

从一输入端口输入光束；

通过散射单元对所输入的光束进行散射；

通过会聚单元会聚散射的光束；

通过反射镜对所会聚的光束进行反射；

从多个输出端口输出反射光束；以及

通过控制单元对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口之一，并且还在所述反射光束进入了需要抑制侧瓣的输出端口的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

11、一种光切换方法，其包括：

从多个输入端口输入光束；

通过散射单元对所输入的光束进行散射；

通过会聚单元会聚散射的光束；

通过反射镜对所会聚的光束进行反射；

从一输出端口输出反射光束；以及

通过控制单元对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口，并且还在光束是从需要抑制侧瓣的输入端口输入的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

12、一种光传输方法，用于对从传输路径输入的光束进行分支，其包括：

从一输入端口输入光束；

通过散射单元对所输入的光束进行散射；

通过会聚单元会聚散射的光束；

通过反射镜对所会聚的光束进行反射；

从多个输出端口输出反射光束；以及

通过控制单元对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口之一，并且还在所述反射光束进入了需要抑制侧瓣的输出端口的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输

出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

13、一种光传输方法，用于将光束添加到通过传输路径的另一光束，其包括：

从多个输入端口输入光束；

通过散射单元对所输入的光束进行散射；

通过会聚单元会聚散射的光束；

通过反射镜对所会聚的光束进行反射；

从一输出端口输出反射光束；以及

通过控制单元对所述反射镜进行控制，使所述反射镜绕第一轴旋转，以使所述反射光束进入所述输出端口，并且还在光束是从需要抑制侧瓣的输入端口输入的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减，

其中，所述输入端口和所述输出端口沿一排列方向排列，所述散射单元沿垂直于所述排列方向的平面对所输入的光束进行散射，所述第一轴平行于所述平面并且与所述排列方向垂直，所述第二轴平行于所述排列方向，并且

当所述反射镜绕所述第一轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿所述排列方向的轴向偏移，当所述反射镜绕所述第二轴旋转时，输出光束的光路相对于所述输出端口产生沿垂直于所述排列方向的方向的轴向偏移。

光开关

技术领域

本发明涉及一种光开关，其对输出端口进行切换，并通过对输入光进行反射的反射镜的角度来调节输出光的强度。

背景技术

通常，在从光信号转换为电信号之后，通过电切换来执行光传输装置中的信道切换。然而，通过使用波长选择开关（WSS）来对光信号进行直接切换，可以提高切换的速度和效率。

图 9A 是波长选择开关的结构的立体图，而图 9B 是该波长选择开关的结构的侧视图。波长选择开关 10 包括：分光镜元件 1，用于对波长复用光信号进行分光镜散射；输入和输出光学系统（输入光学系统和输出光学系统）2，具有输入和输出端口等；光束会聚光学系统 3；以及可移动反射器阵列（反射镜阵列）70，它是为各个波长设置的可移动反射器的阵列。图中所示的分光镜元件 1 由透射式衍射光栅示例性地实现。分光镜元件 1 输出一输入波分复用（WDM）光，以使该光对于各个波长沿不同的方向（沿图中所示的 Z 轴方向）散射。散射光在图中的 Y-Z 平面上展开。可移动反射器阵列 70 对于沿波长散射方向（图中的水平方向）的各个信道配备有多个可移动反射器 4（微镜或 MEMS 镜，未示出）。

图 9C 是该波长选择开关的端口切换操作的侧视图。如图 9C 所示，可移动反射器 4 的角度沿端口排列方向（图中的 Y 轴方向）改变，由此使得从输入端口（IN）输入的光能够进入各个信道的输出端口（OUT）中的任何一个（例如，参照专利申请 No.2003-515187 的 PCT 国际公开的已公开日文译文）。

该光学系统可以根据波长选择开关的类型而不同，并且元件之间的位置关系也不必与图 9A 所示的相同。例如，可以通过采用用于反射光束

的反射镜或反射式分光镜光学系统来改变图 9A 所示的坐标系统。然而，在任意类型的波长选择开关中，都可以通过图 9A 来说明其基本原理。因此，在以下的说明中，使用图 9A 所示的坐标系统。

通过改变可移动反射器 4 的角度，除了在输出端口之间进行切换以外，还可以对各个信道任意衰减输出光的强度。通过这种衰减，可以实现输出 WDM 光的强度平衡的改善。图 9D 是用于说明对输出光进行衰减的原理的侧视图。如图 9D 中的实线所示，当输出光束被耦合至输入和输出光学系统 2 中的准直透镜 20，而没有轴向位移时，衰减量最小。如虚线所示，当可移动反射器 4 的角度从以上状态改变时，在输出光束和准直透镜 20 之间出现了轴向位移。输出光的光强根据轴向位移量而衰减。

图 9E 表示将来自可移动反射器的反射光束输入到准直透镜的位置。如果在来自可移动反射器 4 的反射光束与输入和输出光学系统 2 中的准直透镜 20 之间没有产生轴向位移，则输入位置如反射光束 21 所示。另一方面，当作为与准直透镜 20 的耦合的偏离的结果，产生了轴向位移时，衰减光束的输入位置如反射光束 22 所示。当可移动反射器 4 的角度不仅如图 9D 所示沿 Y 轴方向（端口切换方向），而且沿 Z 轴方向（分光镜方向）发生变化时，可以产生这种轴向偏离。下文中，在合适的情况下，对于移动反射光束 21 的方向，将 Z 轴方向（分光镜方向）称为水平方向，而将 Y 轴方向（端口切换方向）称为垂直方向。

在这种波长选择开关中，入射光束的波长差异与可移动反射器阵列 70 上的位置差异相对应。图 10A 表示可移动反射器上的入射位置。入射光束对于一个信道中的各个波长沿水平方向（Z 轴方向）散射，以成为入射光束 5（5a 至 5e），该入射光束 5 被输入到可移动反射器 4。即，根据输入到可移动反射器 4 中的入射光束的波长差异，入射位置从可移动反射器 4 的中心附近（入射光束 5c）向可移动反射器 4 的端面（入射光束 5a、5e）进行变化。

图 10B 表示可移动反射器上的反射光束。反射光束 6 是在入射光束 5 入射到可移动反射器 4 上之后反射的光束。对于来自可移动反射器 4 的端面附近的反射光束 6（6a、6e），入射光束 5（5a、5e）被端面阻挡。

因此，当这些反射光束到达输入和输出光学系统 2 时，与来自可移动反射器 4 的中心附近的反射光束 6（6b 至 6d）相比，其光斑直径由于在远离可移动反射器 4 的位置处的衍射而扩大。

图 10C 用于说明当透射光功率最大时反射光束的功率分布。图 10D 用于说明当透射光功率衰减时反射光束的功率分布。区域 7 与主要由准直透镜 20 表示的对于输入和输出光学系统 2 的开口相对应，并且与图 9D 所示的准直透镜 20 的面积大致对应。图 10C 和 10D 所示的曲线 8 表示来自可移动反射器 4 的中心附近的反射光束 6（6b 至 6d）的光束功率，而曲线 9 表示来自可移动反射器 4 的端面附近的反射光束 6（6a、6e）的光束功率。将可移动反射器 4 设置为使得各个信道的中心波长都位于中心。

由于因衍射而导致的光束光斑直径的扩大的影响，与来自端面附近的反射光束 6（6a、6e）相对应的曲线 9 在空间上比与来自中心附近的反射光束 6（6b 至 6d）相对应的曲线 8 扩展得更多。实际上，输入到输入和输出光学系统 2 的输出光的光强由区域 7 中的曲线 8 或 9 所限定的面积来表示。当关注区域 7 与各条曲线之间的关系，即与区域 7 相对应的开口位置和来自可移动反射器 4 的反射光束的光束功率之间的关系时，在表示透射光功率最大的状态的图 10C 中，曲线 8 和 9 的峰值都包含在区域 7 中，并且区域 7 中的曲线 8 的面积与整个光束功率的比率与曲线 9 的没有很大差异。

另一方面，在表示透射光功率衰减的状态的图 10D 中，由于曲线 9 与曲线 8 相比扩展得更多，所以区域 7 中的曲线 8 的面积与整个光束功率的比率与曲线 9 的不同，由此导致来自端面附近的反射光束 6（6a、6e）受到很大影响。

图 11A 表示在不受衍射影响的情况下，波长与透射率之间的关系。图 11B 表示在受到衍射影响的情况下，波长与透射率之间的关系。图 11C 表示在考虑到衍射的影响的情况下，波长与透射率之间的关系。这些附图中，水平轴表示频率（波长），而垂直轴表示透射率。

在不受衍射影响的情况下，仅有由于阻挡反射光束 6 而导致的光束功率的变化会产生影响。因此，如图 11A 所示，透射率-频带特性表示为

梯形。另一方面，当反射光束 6 靠近可移动反射器 4 的端面时，这些反射光束的阻挡量增大，因此衍射的影响趋于增大。因此，在衍射的影响下，添加了由如图 11B 所示的倒梯形表示的透射率-频带特性。

由此，考虑到图 11B 所示的影响，图 11A 所示的透射率-频带特性表示为如图 11C 所示的近似 M 形，其中透射率在特定波长的频带端部（两端）处增大。当可移动反射器 4 的角度向水平方向（Z 轴方向）和垂直方向（Y 轴方向）改变时，透射率-频带特性表示为这种形状。然而，影响的程度根据可移动反射器 4 的角度的改变方向而有所不同。当相对于输入和输出端口的排列方向（图 9A 至 9D 的垂直方向，换句话说，Y 轴方向）改变时，影响较小。

图 12A 是波长选择开关的侧视图。图 12B 和 12C 是可移动反射器的正视图。通过这些图 12A 至 12C，对可移动反射器 4 的角度向垂直方向改变时的光束功率进行说明。图 13A 是波长选择开关的俯视图。图 13B 和 13C 是可移动反射器的正视图。通过这些图 13A 至 13C，对可移动反射器 4 的角度向水平方向改变时的光束功率进行说明。图 12B、12C、13B 和 13C 中的每一个中的虚线都表示用于改变可移动反射器 4 的角度的轴线。

如图 12A 至 12C 所示，当反射光束 6 沿垂直方向移动时，对于反射光束 6 的被阻挡的部分，沿垂直方向在反射光束 6 的中心线之后产生衍射的影响。即，直到光束功率的 1/2 为止，光斑直径沿垂直方向发生微小的变化，并且光束的展开角也略微增大。在如图 12C 所示的光束的展开角增大的位置处，光束功率本身已经减小，因此衍射在可移动反射器 4 的端面处的影响很小。

另一方面，如图 13A 至 13C 所示，当反射光束 6 沿水平方向移动时，反射光束 6 被阻挡，并且同时产生衍射的影响。即，当光束功率改变时，水平方向上的光斑直径减小，由此增大了光束的展开角以及衍射的影响。

此外，当入射光束 5 具有椭圆形状，并且为了实现宽带，在可移动反射器 4 上，其长轴取垂直方向，而其短轴取水平方向时，衍射的影响很小，这是因为垂直方向的光斑直径本来就大，并且与水平方向相比，影响程度更大。

同样，仅考虑衍射的影响，希望沿垂直方向改变角度。然而，出现了下述的问题：输出光泄漏至包含在相邻输入和输出光学系统 2 中的另一输出端口，由此导致串扰。

图 14 是表示沿水平方向（分光镜方向）改变角度的情况下的频带特性的示例计算的曲线图。在该曲线图中，水平轴表示波长，垂直轴表示包括相对于输入的插入损耗在内的输出的衰减量（dB）。该曲线图中的可变光学衰减（VOA）表示当可移动反射器 4 的角度改变时，反射光束 6 的衰减量。

当没有衰减（VOA=0dB）时，不存在衍射的影响，因此衰减特性表示为具有平坦频带特性的梯形。随着衰减增大，产生了衍射的影响。然后，如图 11C 所示，输出光的光强在频带端部以近似 M 的形状增大，由此产生侧瓣。例如，当如图 14 所示 VOA=10dB 时，侧瓣 12 增大为超过平坦部分大约 3dB。

在光传输系统中，为各个节点设置了光放大器，以补偿由传输路径光纤导致的光损耗。当通过光放大器进行放大时，由于自然发射光的累积，信号光中产生放大自发发射（ASE：白噪声）。在 VOA=0（dB）时的衰减特性的情况下，允许信号光通过，由此几乎删除 ASE。然而，当侧瓣 12 出现在 VOA=3, 5, 8 或 10（dB）时，以水平轴上的±0 为中心的信号光的频带（大约 10GHz）衰减更多，由此产生下述问题：与信号光相比，允许更多的 ASE 通过。

在这种透射率-频带特性中，侧瓣 12 的一部分（其中存在由于与波长可选择开关 10 相连的光放大器而产生的 ASE（白噪声））具有比平坦部分 11（其中存在反射光束 6）更高的透射率。这导致下述问题：例如，当波长可选择开关 10 以多级方式进行连接时，ASE 的强度大于信号光的强度。

图 15A 至 15G 分别表示透射光的计算结果。水平轴表示频率（波长），垂直轴表示光强（dBm）。对于图 14 所示的信号光，对侧瓣部分（以下称为“侧瓣”）和平坦部分之间的透射率差异的各个变化，以及所连接节点（包括波长选择开关和光放大器）的数量的各个变化进行计算。

首先，图 15A 表示侧瓣=0（dB），即，根本没有侧瓣时，各个连接节点的信号光和 ASE 的光强。图 15B 表示光通过一个节点之后的状态，而图 15C 表示光通过十六个节点之后，信号光和 ASE 的光强。如图所示，随着节点级数的增加，ASE 增大。然而，信号光基本没有衰减地通过。

接下来，图 15D 和图 15E 示出了侧瓣=1（dB）时，各个连接节点的信号光和 ASE 的光强，图 15D 表示光通过一个节点之后的状态，而图 15E 表示光通过十六个节点之后，信号光和 ASE 的光强。最后，图 15F 和 15G 示出了侧瓣=5（dB）时，各个连接节点的信号光和 ASE 的光强，图 15F 表示光通过一个节点之后的状态，而图 15G 表示光通过十六个节点之后，信号光和 ASE 的光强。如图所示，当节点中出现侧瓣时，在多级连接之后信号衰减，并且还允许 ASE 通过。因此，产生了光强逆转，由此导致节点不能用作波长选择开关。因此，通常多级连接的数量是受限制的，并且无法构造高度灵活的系统结构。

发明内容

本发明的一个目的是至少解决传统技术中的这些问题。

根据本发明一方面的光开关包括：输入端口，从该输入端口输入光束；散射单元，用于对所输入的光束进行散射；会聚单元，用于会聚散射的光束；反射镜，用于对会聚光束进行反射；以及多个输出端口，从这些输出端口输出反射光束。该反射镜绕第一轴旋转，以使反射光束进入这些输出端口之一，并且还在所述反射光束进入了需要抑制侧瓣的输出端口的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减。

根据本发明另一方面的光开关包括：多个输入端口，从这些输入端口输入光束；散射单元，用于对所输入的光束进行散射；会聚单元，用于会聚散射的光束；反射镜，用于对会聚的光束进行反射；以及输出端口，从该输出断开输出反射光束。该反射镜绕第一轴旋转，以使反射光束进入该输出端口，并且还在光束是从需要抑制侧瓣的输入端口输入的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以

使输出光束的强度衰减。

根据本发明另一方面的光传输装置对从传输路径输入的光束进行分支，并且包括：输入端口，从该输入端口输入光束；散射单元，用于对所输入的光束进行散射；会聚单元，用于会聚散射的光束；反射镜，用于反射所会聚的光束；以及多个输出端口，从这些输出端口输出反射光束。该反射镜绕第一轴旋转，以使反射光束进入这些输出端口之一，并且还在所述反射光束进入了需要抑制侧瓣的输出端口的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减。

根据本发明另一方面的光传输装置将光束添加到通过过传输路径的另一光束，并且包括：多个输入端口，从这些输入端口输入光束；散射单元，用于对所输入的光束进行散射；会聚单元，用于会聚散射的光束；反射镜，用于对会聚的光束进行反射；以及输出端口，从该输出断开输出反射光束。该反射镜绕第一轴旋转，以使反射光束进入该输出端口，并且还在光束是从需要抑制侧瓣的输入端口输入的情况下绕所述第一轴旋转，否则绕垂直于所述第一轴的第二轴旋转，以使输出光束的强度衰减。

通过结合附图阅读本发明的以下详细说明，本发明的其他目的、特征及优点将得到具体阐述或者变得明了。

附图说明

图 1A 是根据第一实施例的执行端口切换的波长选择开关（WSS-1）的结构的侧视图；

图 1B 是根据第一实施例的执行 VOA 功能的波长选择开关（WSS-1）的结构的侧视图；

图 1C 是根据第一实施例的执行 VOA 功能的波长选择开关（WSS-1）的结构的俯视图；

图 1D 是根据第一实施例的执行操作（连接 B）的波长选择开关（WSS-2）的侧视图；

图 1E 是根据第一实施例的执行操作（连接 A）的波长选择开关（WSS-2）的侧视图；

图 1F 是根据第一实施例的执行操作（连接 A 和 B）的波长选择开关（WSS-2）的侧视图；

图 2A 表示光传输系统中，使用根据第一实施例的波长选择开关的示例；

图 2B 表示各个 OADM 的内部结构；

图 3A 是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的侧视图；

图 3B 是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的俯视图；

图 3C 是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-2）的结构和操作的侧视图；

图 3D 是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-2）的结构和操作的俯视图；

图 4A 表示光传输系统中，使用根据第二实施例的波长选择开关的示例；

图 4B 表示各个 OADM 的内部结构；

图 5A 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的侧视图；

图 5B 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的俯视图；

图 5C 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-2）的结构和操作的侧视图；

图 5D 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-2）的结构和操作的俯视图；

图 6A 表示光传输系统中，使用根据第三实施例的波长选择开关的示例；

图 6B 表示各个 OADM 的内部结构；

图 7A 表示传输路径和交叉连接开关（WXC）的结构；

图 7B 表示集线器信号的示例连接；

图 8A 表示输入和输出端口的示例排列；

图 8B 表示输入和输出端口的示例排列；

图 9A 是波长选择开关的结构的立体图；

图 9B 是该波长选择开关的结构的侧视图；

图 9C 是该波长选择开关的端口切换操作的侧视图；

图 9D 是用于说明输出光衰减的原理的侧视图；

图 9E 表示来自可移动反射器的反射光束输入至准直透镜的位置；

图 10A 表示可移动反射镜上的入射位置；

图 10B 表示可移动反射镜上的反射光束；

图 10C 用于说明当透射光功率最大时反射光束的功率分布；

图 10D 用于说明当透射光功率衰减时反射光束的功率分布；

图 11A 表示不受衍射影响的情况下，波长与透射率之间的关系；

图 11B 表示受到衍射影响的情况下，波长与透射率之间的关系；

图 11C 表示考虑到衍射的影响，波长与透射率之间的关系；

图 12A 是波长选择开关的侧视图；

图 12B 是可移动反射器的正视图；

图 12C 是该可移动反射器的正视图；

图 13A 是该波长选择开关的俯视图；

图 13B 是该可移动反射器的正视图；

图 13C 是该可移动反射器的正视图；

图 14 是表示角度沿水平方向（分光镜方向）改变时频带特性的示例计算的曲线图；

图 15A 表示透射光的计算结果（当侧瓣=0dB 以及一个节点级时）；

图 15B 表示透射光的计算结果（当侧瓣=0dB 以及一个节点级时）；

图 15C 表示透射光的计算结果（当侧瓣=0dB 以及 16 个节点级时）；

图 15D 表示透射光的计算结果（当侧瓣＝1dB 以及一个节点级时）；

图 15E 表示透射光的计算结果（当侧瓣＝1dB 以及 16 个节点级时）；

图 15F 表示透射光的计算结果（当侧瓣＝5dB 以及一个节点级时）；以及

图 15G 表示透射光的计算结果（当侧瓣＝5dB 以及 16 个节点级时）。

具体实施方式

以下将参照附图详细说明根据本发明的光开关和光传输装置的示范实施例。

在本发明中，对于各个光传输的端口到端口连接，在需要对由于频带特性的劣化而导致的侧瓣进行抑制的端口到端口连接（以下，称为“连接 A”）和不需要对这种侧瓣进行抑制的端口到端口连接（以下，称为“连接 B”）之间进行区分。

对于连接 A，MEMS 镜绕沿平行于波长分离元件（衍射光栅）的分光镜平面的方向的轴旋转，由此实现光衰减（VOA）功能。

另一方面，对于连接 B，微镜绕垂直于衍射光栅的分光镜平面的方向的轴旋转，由此实现 VOA 功能。

在连接 A 中实现 VOA 功能时，输出光泄漏到相邻的输入和输出光学系统的另一输出端口，由此导致产生串扰的问题，并因此限制了端口的数量。在本发明中，仅对需要抑制侧瓣的少量端口之间的连接采用连接 A，由此使得能够尽可能多地提供端口。在以下的第一至第三实施例中，对连接 A 和连接 B 的根据用途的应用的具体示例进行说明。

图 1A 是根据第一实施例的执行端口切换的波长选择开关（WSS-1）的结构的侧视图。波长选择开关（WSS-1）100 包括：n 个输入端口（In-1 至 In-n）101；单个公共输出端口（Out）102；分别为各个端口的输入/输入开口而设置的多个准直透镜 103；用作分光镜元件的透射式衍射光栅 104；用作光束会聚光学系统的透镜 105；以及用作可移动反射器的 MEMS 镜 106。MEMS 镜 106 的阵列形成可移动反射器阵列（反射镜阵列）70（参照图 9A）。

在波长选择开关（WSS-1）100 中，MEMS 镜 106 绕作为旋转轴的 z 轴倾斜。因此，如图 1A 中的实线或虚线所示，输入端口（In-1 至 In-n）

中的任何一个都可以耦合到输出端口（Out）102。

图 1B 是根据第一实施例的执行 VOA 功能的波长选择开关（WSS-1）的结构的侧视图。图 1C 是根据第一实施例的执行 VOA 功能的波长选择开关（WSS-1）的结构的俯视图。

当通过 VOA 功能进行衰减时，对 MEMS 镜 106 的旋转量进行调节，以使图中箭头（虚线）所示的反射光路移动，从而根据所期望的衰减量产生与输出端口（Out）的连接中的轴向偏离。假设轴向偏离的方向是与输入端口（In-1 至 In-n）的排列位置相反的方向，即，到输出端口（Out）外部的方向。在具有这种耦合的连接（连接 A）的情况下，来自 MEMS 镜 106 的反射光耦合到的端口仅为输出端口（Out）102。因此，当使用该开关来实现 VOA 时，光不会泄漏到输入端口（In-1 至 In-n）。波长选择开关（WSS-1）的 MEMS 镜 106 具有单轴结构，其中绕作为旋转轴的 z 轴进行旋转。

图 1D 是根据第一实施例的执行操作（连接 B）的波长选择开关（WSS-2）的结构的侧视图，图 1E 是根据第一实施例的执行操作（连接 A）的波长选择开关（WSS-2）的结构的侧视图，而图 1F 是根据第一实施例的执行操作（连接 A 和 B）的波长选择开关（WSS-2）的结构的侧视图。波长选择开关（WSS-2）110 包括：单个公共输入端口（In）111；n 个输出端口（Out-1 至 Out-n）112；准直透镜 113；用作分光镜元件的透射式衍射光栅 114；透镜 115；以及 MEMS 镜 116。除了 MEMS 镜 116 以外，各个元件的功能与波长选择开关（WSS-1）的各个元件（101 至 105）相同。在波长选择开关（WSS-2）110 中，MEMS 镜 116 绕作为旋转轴的 z 轴倾斜，由此使得能够将输入端口（In）111 耦合至输出端口（Out-1 至 Out-n）112 中的任何一个。MEMS 镜 116 具有两轴结构，其中绕作为旋转轴的 z 轴和 y 轴进行旋转。

另外，当通过波长选择开关（WSS-2）来实现 VOA 功能时，MEMS 镜 116 的旋转轴根据上述连接 A 和连接 B 中的任意一个而改变。如图 1D 所示，对于连接 A，即，对于与希望抑制侧瓣的输出端口（n）112 的连接，MEMS 镜 116 绕作为旋转轴的 z 轴倾斜（参照图 1F）。然后，如图 1E 所示，

对于连接 B 中不需要抑制侧瓣的输出端口 112（n-1），MEMS 镜 116 绕作为旋转轴的 y 轴倾斜。这样，执行了各个光耦合。

图 2A 表示在光传输系统中，使用根据第一实施例的波长选择开关的示例。光传输系统 200 包括设置在传输路径 202 上的多个光分插复用（OADM）节点（201a 至 201c）。通过各个 OADM 节点（201a 至 201c），可以执行具有任意波长的光的插入（添加）或分支（分离）。图 1A 至 1C 所示的波长选择开关（WSS-1）100 用于插入（添加），而图 1D 至 1F 所示的波长选择开关（WSS-2）110 用于分支（分离）。在这些附图中，标记为 210 的路径表示特定的光传输模式。

图 2B 表示各个 OADM 节点的内部结构。各个 OADM 节点(201a 至 201c）都包括：波长选择开关（WSS-1）100，用于从外部插入（添加）具有任意波长的光；波长选择开关（WSS-2）110，用于分支（分离）要在传输路径 202 上传输的波长复用主信号光中的具有任意波长的光；以及光放大器 203，用于恢复在传输路径光纤上以及波长选择开关 100 和 110 处衰减了的信号光的光功率。

对于通过传输路径 202 的信号光，在每个 OADM 节点（201a 至 201c）处都对下述的光进行区分：通过的主信号光（通过信号光）；主信号光中新插入的插入信号光（添加信号光）；以及分支到另一节点或传输路径的分支信号光（分离信号光）。当关注图 2A 所示的光传输模式 210 时，将光作为插入信号光（添加信号光）从 OADM 节点 210a 输入，作为主信号光（通过信号光）通过 OADM 节点 201b，然后作为分支信号光（分离信号光）在 OADM 节点 210c 处输出。

将从外部输入的插入信号光从波长选择开关（WSS-1）100 的输入端口（1 至 n）101 中的任何一个输入（参见图 1A），然后连接到输出端口（Out）102（连接 A），由此将其添加到主信号光中。将来自传输路径 202 的主信号光输入到波长选择开关（WSS-2）110 的输入端口（In）111（参照图 1D），然后连接到输出端口（n）112（连接 A）。从输入端口（n）101 输入从波长选择开关（WSS-2）输入到波长选择开关（WSS-1）的主信号光，然后连接到输出端口（Out）102（连接 A），由此将其作为主信号光

输出到传输路径202。将从主信号光输出到外部的分支信号光从波长选择开关（WSS-2）110的输入端口（In）连接到输出端口（1至n-1）112中的任何一个（连接B），然后作为分支信号光输出。

因此，在图2A所示的光传输模式210的情况下，仅当分支信号光从OADM节点201c输出时，信号光中才会产生由于频带特性的劣化而导致的侧瓣的影响。因此，可以将ASE的传输抑制为最小。

图3A是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的侧视图。图3B是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的俯视图。

波长选择开关（WSS-1）300包括：n个输入端口（In-1至In-n）101；单个公共输出端口（Out）102；分别为各个端口的输入/输入开口而设置的多个准直透镜103；透射式衍射光栅104；用作光束会聚光学系统的透镜105；以及用作包括微镜在内的可移动反射器的MEMS镜106。MEMS镜106具有单轴结构，其中绕作为旋转轴的z轴进行旋转。该波长选择开关（WSS-1）300在结构上与根据第一实施例的波长选择开关（WSS-1）100相同。在该波长选择开关（WSS-1）300中，MEMS镜106绕作为旋转轴的z轴倾斜，由此使得能够将输入端口（In-1至In-n）中的任意一个耦合至输出端口（Out）102。

图3C是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-2）的结构和操作的侧视图。图3D是根据第二实施例的波长选择开关（WSS-2）的结构和操作的俯视图。波长选择开关（WSS-2）310包括：单个公共输入端口（In）111；n个输出端口（Out-1至Out-n）112；准直透镜113；透射式衍射光栅114；透镜115；以及MEMS镜116。对于该波长选择开关（WSS-2）310，MEMS镜116绕作为旋转轴的z轴倾斜，由此使得能够将输入端口（In）111耦合至输出端口（Out-1至Out-n）112中的任意一个。MEMS镜116具有两轴结构，其中绕作为旋转轴的z轴和y轴进行旋转。

在波长选择开关（WSS-2）310中，为了实现VOA功能，MEMS镜106绕作为旋转轴的y轴倾斜。即，所有的输出端口（1至n）112都被视为无需抑制侧瓣的连接B中的输出端口。

图 4A 表示在光传输系统中，使用根据第二实施例的波长选择开关的示例。光传输系统 400 包括设置在传输路径 202 上的多个 OADM 节点(401a 至 401c)。通过各个 OADM 节点（401a 至 401c），可以执行具有任意波长的光的插入（添加）或分支（分离）。图 3A 和 3B 所示的波长选择开关（WSS-1)300 用于插入(添加)，而图 3C 和 3D 所示的波长选择开关(WSS-2)310 用于分支（分离）。在这些附图中，标记为 410 的路径表示特定的光传输模式。

图 4B 表示各个 OADM 节点的内部结构。各个 OADM 节点(401a 至 401c)都包括：波长选择开关（WSS-1）300，用于从外部插入（添加）具有任意波长的光；1×2 光耦合器 402，用于将通过传输路径 202 的波长复用主信号光分为两路，即，通过主信号光和分支信号光；波长选择开关（WSS-2）310，用于对于各个任意波长，将分支信号光输出到外部或另一传输路径；以及光放大器 203，用于恢复在波长选择开关 300 和 310 处衰减了的信号光的增益。

与第一实施例相同，对于通过各个 OADM 节点（401a 至 401c）的信号光，在主信号光、插入信号光以及分支信号光之间进行区分。插入信号光与主信号光的连接类似于根据第一实施例的连接（连接 A），因此省略对其的说明。允许主信号光以下述的方式通过：首先由 1×2 光耦合器 402 对从传输路径 202 输入的主信号光进行分支，取一路光作为要输入至波长选择开关（WSS-1）300 的输入端口（n）101 的主信号光，然后与输出端口（Out）102 相连，以将其输出至传输路径 202。将通过 1×2 光耦合器 402 获得的另一路信号光作为分支信号光输入至波长选择开关（WSS-2）310 的输入端口（In），然后与输出端口（1 至 n）中的任意一个相连，由此作为分支信号光输出至外部或另一传输路径。

因此，当关注图 4A 所示的光传输模式时，仅当从 OADM 节点 401c 输出分支信号光时，信号光中才会出现由于频带特性的劣化而导致的侧瓣的影响。因此，可以将 ASE 的传输抑制到最小。

图 5A 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操作的侧视图。图 5B 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-1）的结构和操

作的俯视图。波长选择开关（WSS-1）500 包括：n 个输入端口（1 至 n）101；单个公共输出端口（Out）102；分别为各个端口的输入/输入开口而设置的多个准直透镜 103；用作分光镜元件的透射式衍射光栅 104；用作光束会聚光学系统的透镜 105；以及用作包括微镜在内的可移动反射器的 MEMS 镜 106。

与第一和第二实施例所示的波长选择开关（WSS-1）100 相比，在波长选择开关（WSS-1）500 中，从输入端口 1 和 2 到输出端口 Out 的端口间隔（图中表示为 A 的部分）比其他端口（Out 3 至 n）之间的间隔要宽。因此，即使通过将 z 轴用作旋转轴，相对于端口 1 和端口 2 倾斜 MEMS 镜 106 来实现 VOA 功能，光也不可能泄漏到另一相邻端口。因此，通过使 MEMS 镜 106 绕用作用于光耦合的旋转轴的 z 轴倾斜，从输入端口（1 至 n）101 中的任意一个输入的信号光实现了连接（连接 A）。

图 5C 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-2）的侧视图。图 5D 是根据第三实施例的波长选择开关（WSS-2）的俯视图。波长选择开关（WSS-2）510 包括：单个公共输入端口（In）111；n 个输出端口（1 至 n）112；为各个端口的输入/输出开口设置的多个准直透镜 113；透射式衍射光栅 114；用作光束会聚光学系统的透镜 115；以及用作包括微镜在内的可移动反射器的 MEMS 镜 116。

为了从输入端口（In）111 耦合到输出端口（1 至 n）112 中的任意一个，波长选择开关（WSS-2）510 通过将 z 轴作为旋转轴来执行三个端口 n-2、n-1 和 n 的连接（连接 A），而通过将 y 轴作为旋转轴来执行其他端口（1 至 n-3（n-2 以上的一级，但是图中未示出））的连接（连接 B）。MEMS 镜 116 具有两轴结构，其中绕作为旋转轴的 z 轴和 y 轴进行旋转。在这些输出端口 112 中，三个端口 n-2、n-1 和 n 更宽地间隔开（图中表示为 B 的部分）。因此，即使通过将 MEMS 镜 106 绕用作旋转轴的 z 轴来实现 VOA 功能，光也不可能泄漏到另一相邻端口。

图 6A 表示在光传输系统中，使用根据第三实施例的波长选择开关的示例。光传输系统 600 包括设置在传输路径 202 上的多个 OADM 节点（601a 至 601c）。通过各个 OADM 节点（601a 至 601c），执行具有任意波长的光

的插入（添加）或分支（分离）。图 5A 和 5B 所示的波长选择开关（WSS-1）500 用于进行插入，而图 5C 和 5D 所示的波长选择开关（WSS-2）510 用于进行分支。在附图中，标记为 610 的路径表示特定的光传输模式。

图 6B 表示各个 OADM 节点的内部结构。各个 OADM 节点（601a 至 601c）都包括：波长选择开关（WSS-1）500，用于从外部插入（添加）具有任意波长的光；波长选择开关（WSS-2）510，用于分支（分离）通过传输路径 202 的波长复用主信号光内的具有任意波长的光；以及光放大器 203，用于恢复在波长选择开关 500 和 510 处衰减了的信号光的增益。

在第一和第二实施例中，将到外部的分支信号都视为分支信号光，而将来自外部的插入信号都视为插入信号光。然而，将光传输系统 600 设置为使得在插入信号光和分支信号光中，将连接到另一 OADM 节点的信号作为用于多个固定端口之间的连接的集线器信号。在波长选择开关（WSS-1）500 中，输入端口（1、2）101（参照图 5A）用作插入主信号光所用的端口。在波长选择开关（WSS-2）510 中，输出端口（n-1、n-2）112（参照图 5B）用作分支主信号光所用的端口。

允许主信号光以下述的方式通过：来自传输路径 202 的信号光被输入到波长选择开关（WSS-2）510 的输入端口（In）111，然后与输出端口（n）101 相连（连接 A），而输出主信号光被输入到波长选择开关（WSS-1）500 的输入端口（n）101，然后与输出端口（Out）102 相连（连接 A），以输出到传输路径 202。另外，由于所有连接都通过连接 A 进行，所以能够防止由于频带特性的劣化而导致的侧瓣的影响。

当将光作为集线器信号插入时，插入信号光从波长选择开关（WSS-1）500 的输入端口（In-1、In-2）（参照图 5A）中的任意一个连接（连接 A）到输出端口（Out）102，而当将光作为另一信号插入时，从波长选择开关（WSS-1）500 的输入端口（3 至 n-1）中的任意一个连接到输出端口（Out）102，并且随后输出到传输路径 202。

当将分支信号光分支为集线器信号时，分支信号光从波长选择开关（WSS-2）510 的输入端口（In）111（参照图 5C）连接到波长选择开关（WSS-2）510 的输出端口（n-2、n-1）中的任意一个（连接 A），然后输

出到另一 OADM 节点。当将分支信号光分支为另一信号时，分支信号光连接到输出端口（1 至 n-3）102 中的任意一个（连接 B），然后输出到外部。

通过以上说明，当关注图 6A 所示的光传输模式 610 时，将光作为集线器信号插入，作为主信号传输，然后作为集线器信号分支。因此，可以在不受侧瓣影响的情况下执行传输。下面说明在将光作为集线器信号的情况下与另一 OADM 节点的具体示例连接。

图 7A 表示传输路径和交叉连接开关（WXC）的结构。在结构方面与 OADM 节点 601（参照图 6A、6B）相似的交叉连接开关（WXC）703 与两个环形传输路径（C、D）相连。传输路径 C 包括光纤 701a 和 701b 的两个系统。传输路径 D 包括光纤 702a 和 702b 的两个系统。传输路径 C 和 D 分别配备有 OADM 节点 704。

光纤 701a 和光纤 702a 通常用作为用于沿一个方向进行传输的电流电路。当在电流电路的光纤 701a 和 702a 中出现故障时，通过使用作为备用电路的光纤 701b 和 702b 来执行传输。然后 WXC 703 对传输路径 C 和 D 的路径＃1、路径＃2、路径＃3 以及路径＃4 上的信号光进行切换。

图 7B 表示集线器信号的示例连接。通过使用为 OADM 节点 601 设置的波长选择开关(WSS-1)500 和波长选择开关(WSS-2)510 来形成 WXC 703。一对波长选择开关（WSS-1）500 和波长选择开关（WSS-2）510 分别形成路径＃1 至＃4 的开关 601 至 604。另外，在开关 601 中，波长选择开关（WSS-2）510 的集线器信号端口（n-2、n-1）（参照图 5C）与其他开关 603 和 604 的波长选择开关（WSS-1）500 的集线器信号端口（1、2）101（参照图 5A）相连（连接 A）。类似地，在其他开关 602 至 604 之间执行交叉连接。由此，通过使用 WXC 703，可以在传输路径 C 和传输路径 D 之间执行路径切换。

在该 WXC 703 内部的波长选择开关（WSS-1）500 和波长选择开关（WSS-2）510 之间的连接中，用于路径切换的端口具有连接 A 的结构。因此，可以为通过信号和集线器信号形成交叉连接开关 703，同时抑制侧瓣的影响。

在根据第三实施例的波长选择开关（WSS-1）500（参照图 5A）中，

将图中标记为 A 的部分的端口间隔设定得较宽。然而，即使利用与根据第一实施例的波长选择开关（WSS-1）100（参照图 1A）相似的结构，也可以实现相同的效果。另外，在根据第三实施例的波长选择开关（WSS-2）510（参照图 5C）中，将 n 个输出端口（1 至 n）中标记为图中所示的 B 的部分的端口间隔设定得较宽。然而，如果有足够的宽度来排列所有端口，则端口间隔设置得较宽的端口的数量会增大，由此使得对于分支信号光以及集线器信号还可以实现 A 连接。

图 8A 和 8B 表示输入和输出端口的示例排列。

例如，如图 8A 所示，当主信号光的输入端口（Thru）101 和输出端口（Out）102 设置在彼此相邻的端口位置时，由于从输入端口（5）到输出端口（Out）102 的插入信号光的影响，所输入的主信号光沿输入端口（4）102 的方向泄漏，因此由于光混合到另一端口而产生负面影响。

因此，如图 8B 所示，通过将主信号光的输入端口（Thru）101 和输出端口（Out）102 设置为彼此相距最大距离，通过来自输入端口（5）101 的插入信号光阻断来自输入端口（Thru）101 的主信号光，由此防止泄漏到其他输入端口（1 至 4）101，并且使得主信号光能够最有效地通过。在第一至第三实施例中用于添加的所有波长选择开关（WSS-1）中，在 n 个输入端口（In）101 中，用于使主信号光能够通过的一个端口（Thru）设置在距离单个公共输出端口（Out）102 最远的端口位置。

如上所述，通过在下述两种连接之间进行区分来对连接进行处理：需要对由于频带特性的劣化而导致的侧瓣的影响进行抑制的连接；以及无需对由于频带特性的劣化而导致的侧瓣的影响进行抑制的连接。因此，根据本发明的波长选择开关可以抑制信号光的劣化，这种劣化可能出现在从信号光的插入（添加）到分支（分离）的各个端口的信号光传输中。

另外，根据能够执行光学衰减的波长选择开关以及使用本发明的这种波长选择开关的交叉连接开关，可以通过光放大器来执行光放大，而不会产生 S/N 比的降低。这使得可以实现多级连接，以及构建高度灵活的光学系统。具体地，对于被视为主信号的集线器信号的主信号光，可以对由于频带特性的劣化而导致的侧瓣的所有影响进行抑制。

根据这种光学开关和光传输装置，可以实现下述的效果：可以抑制由 VOA 功能的操作而导致的频带特性的劣化的影响。

尽管为了进行完整和清晰的公开，对本发明的具体实施例进行了说明，但是所附权利要求并不因此受限，而应该视为涵盖落入在此所阐述的基本教导范围内的，本领域的技术人员可以想到的所有修改和另选结构。

本申请基于 2004 年 11 月 2 日提交的在先日本专利申请 No.2004-319957 并要求其优先权，此处通过引用并入其全部内容。

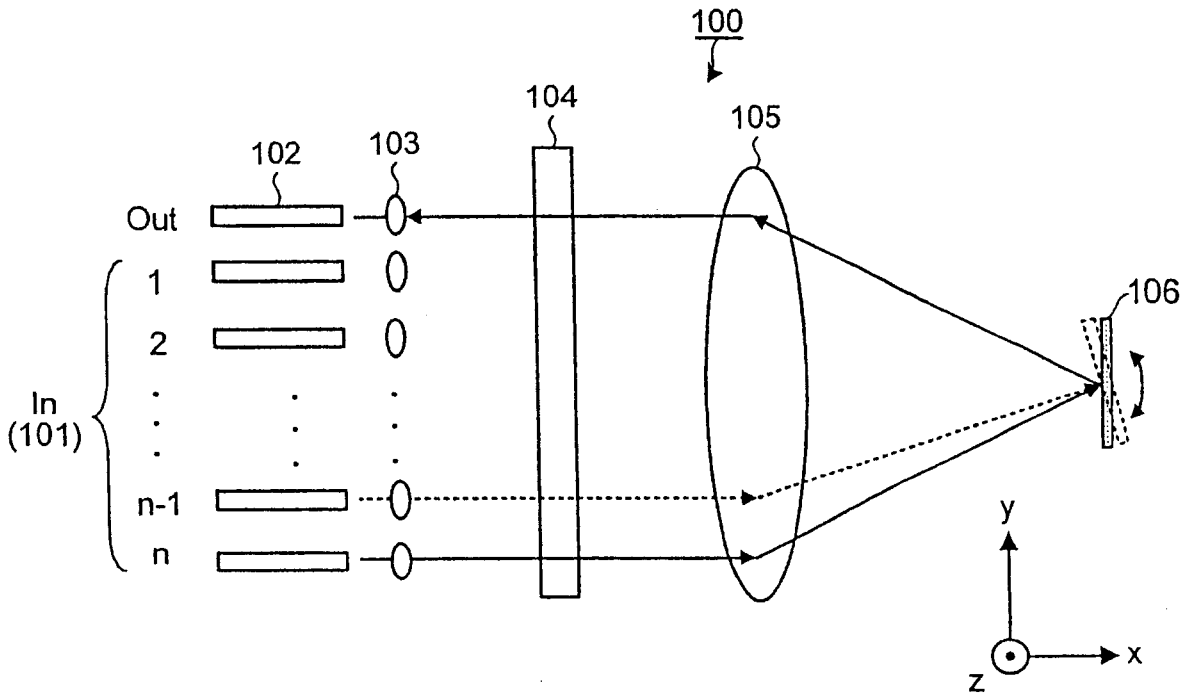

100
104
105
102
103
106
Out
1
2
In
(101)
n-1
n
y
x
z

图 1A

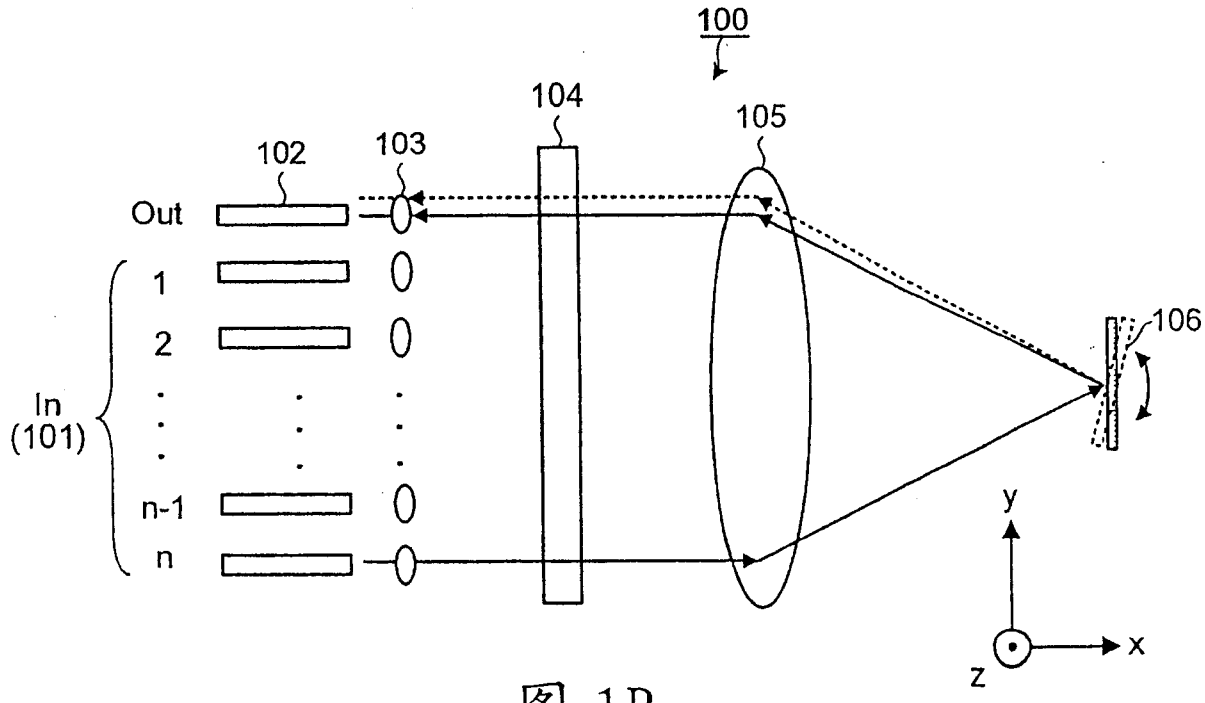

100
104
105
102
103
106
Out
1
2
In
(101)
n-1
n
y
x
z

图 1B

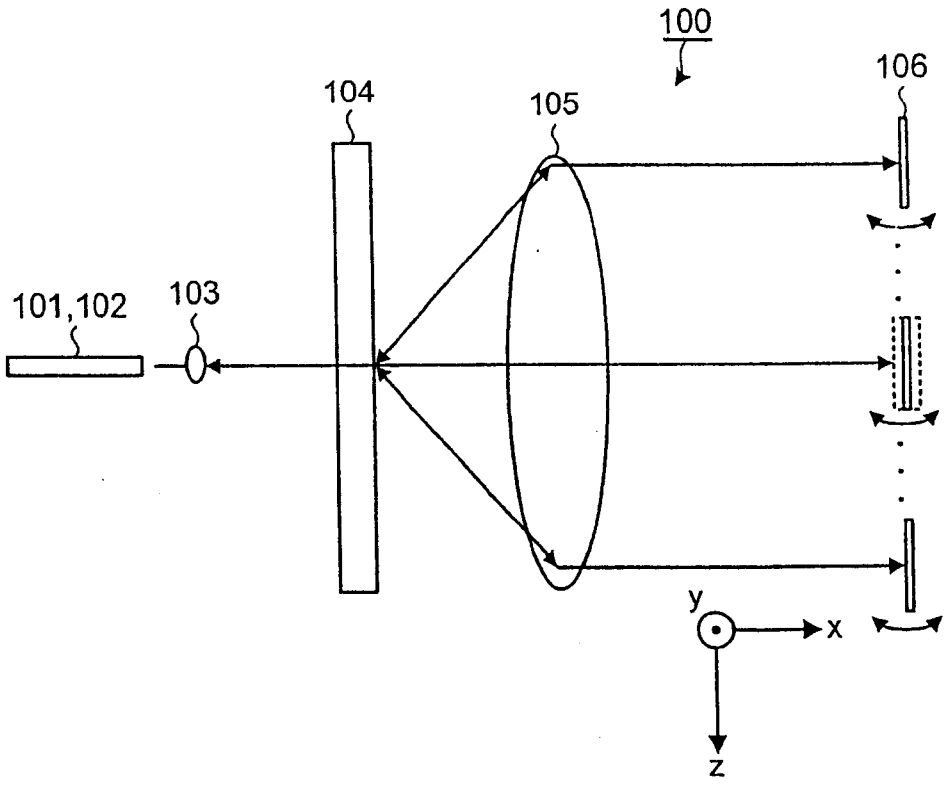

100
104
105
106
101,102
103
y
x
z

图 1C

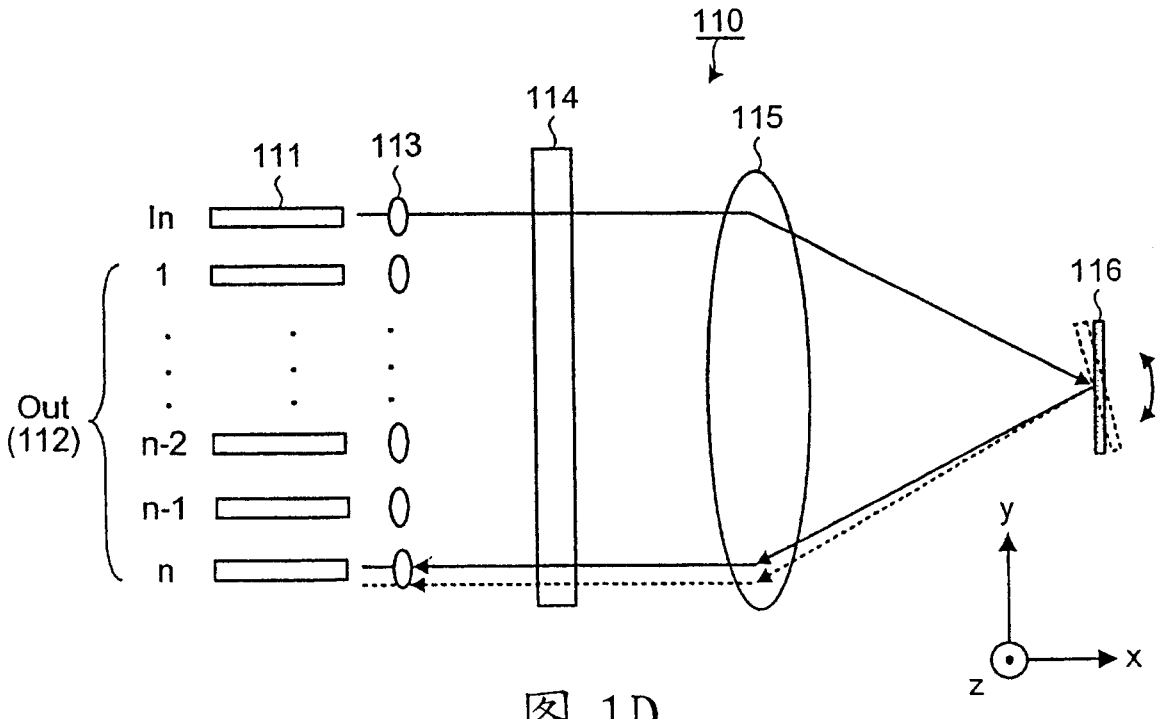

110
114
115
111
113
In
1
Out
(112)
n-2
n-1
n
116
y
x
z

图 1D

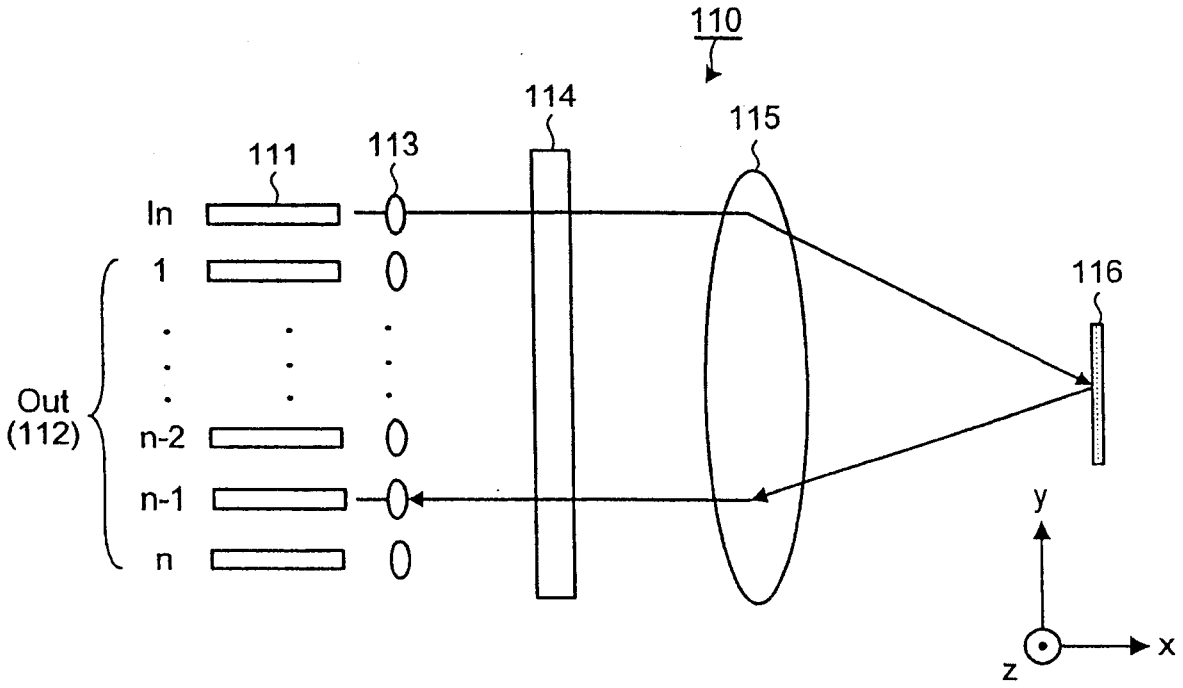

110
114
115
111
113
In
1
Out
(112)
n-2
n-1
n
116
y
x
z

图 1E

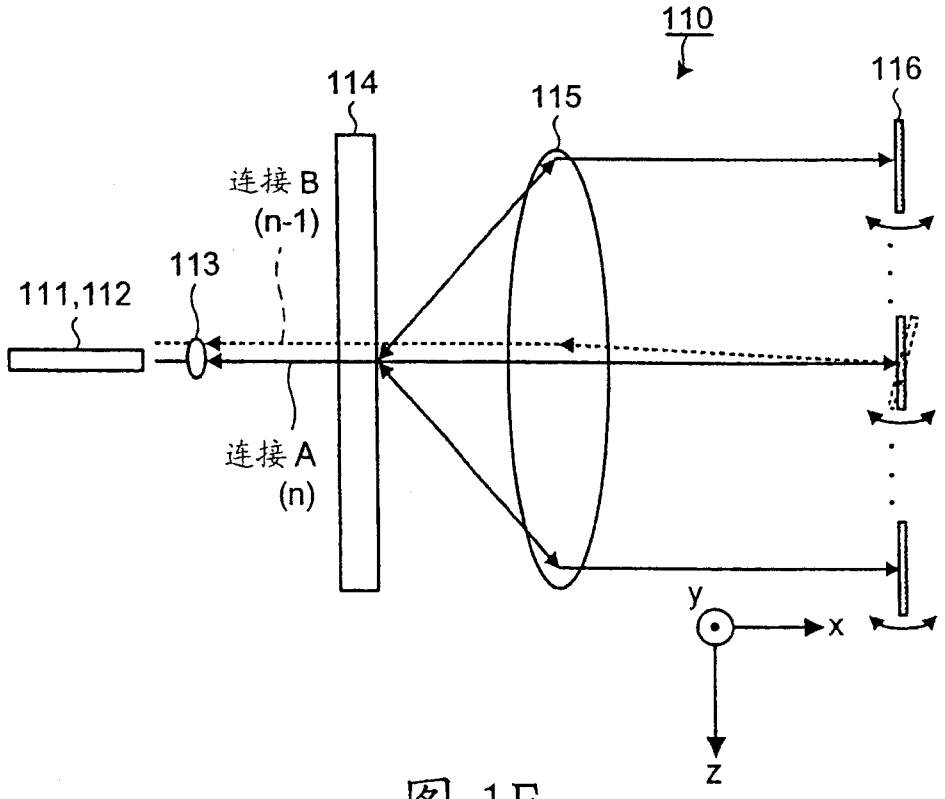

110
114
115
116
连接 B
(n-1)
113
111,112
连接 A
(n)
y
x
z

图 1F

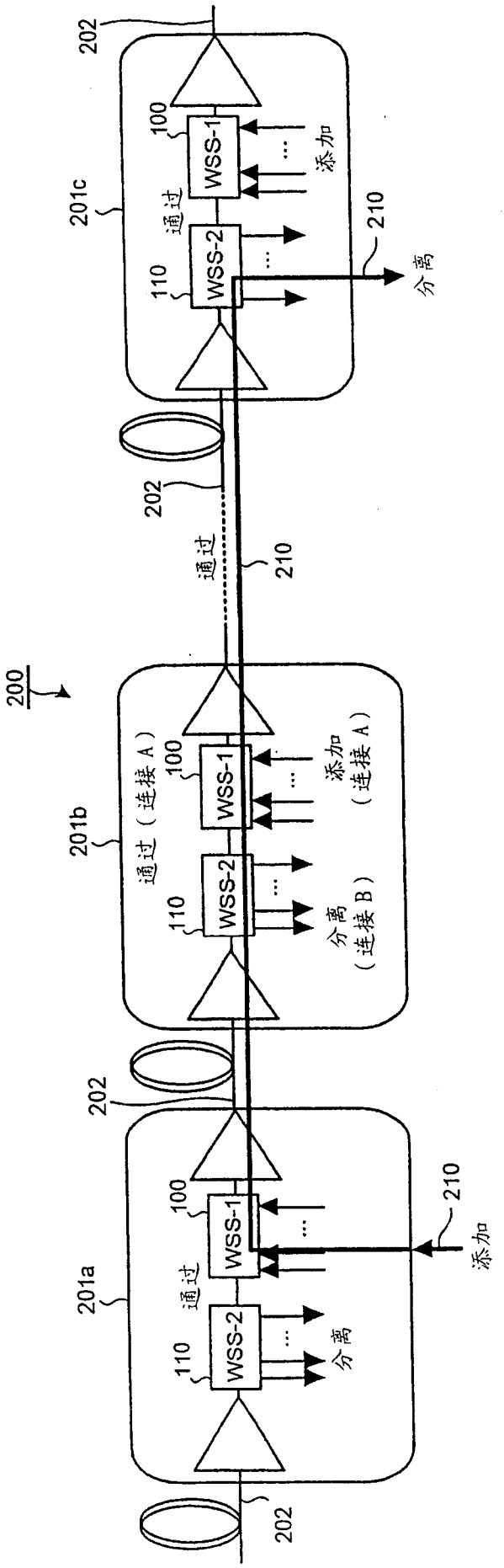

200
201a
201b
201c
202
210
100
110
WSS-1
WSS-2
通过
添加
分离
通过（连接A）
添加（连接A）
分离（连接B）

图 2A

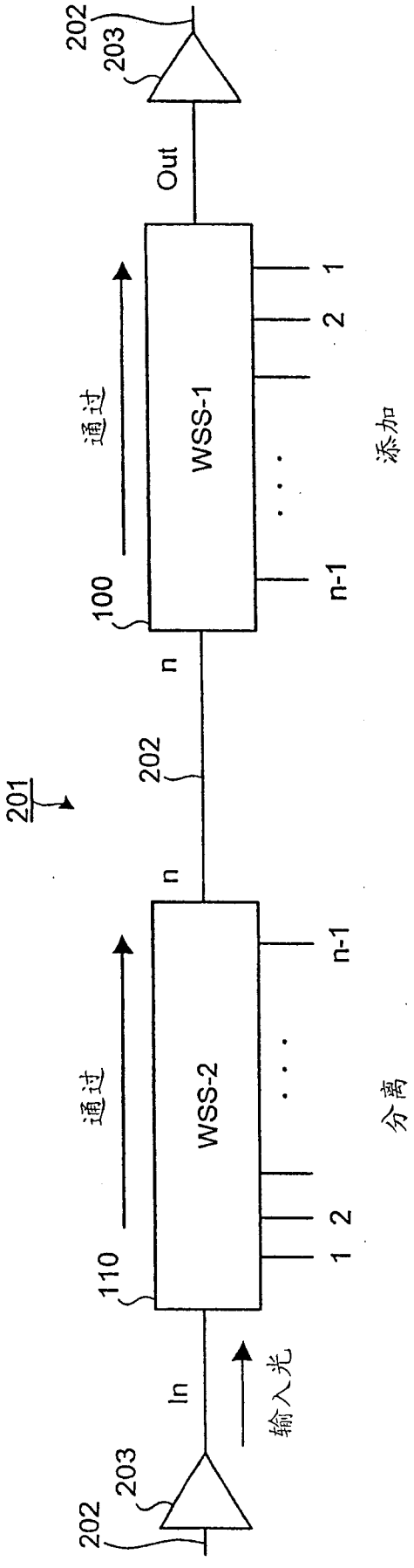

202
203
Out
通过
WSS-1
100
n
1
2
n-1
添加
202
201
n
通过
WSS-2
110
1
2
n-1
分离
In
输入光
202
203

图 2B

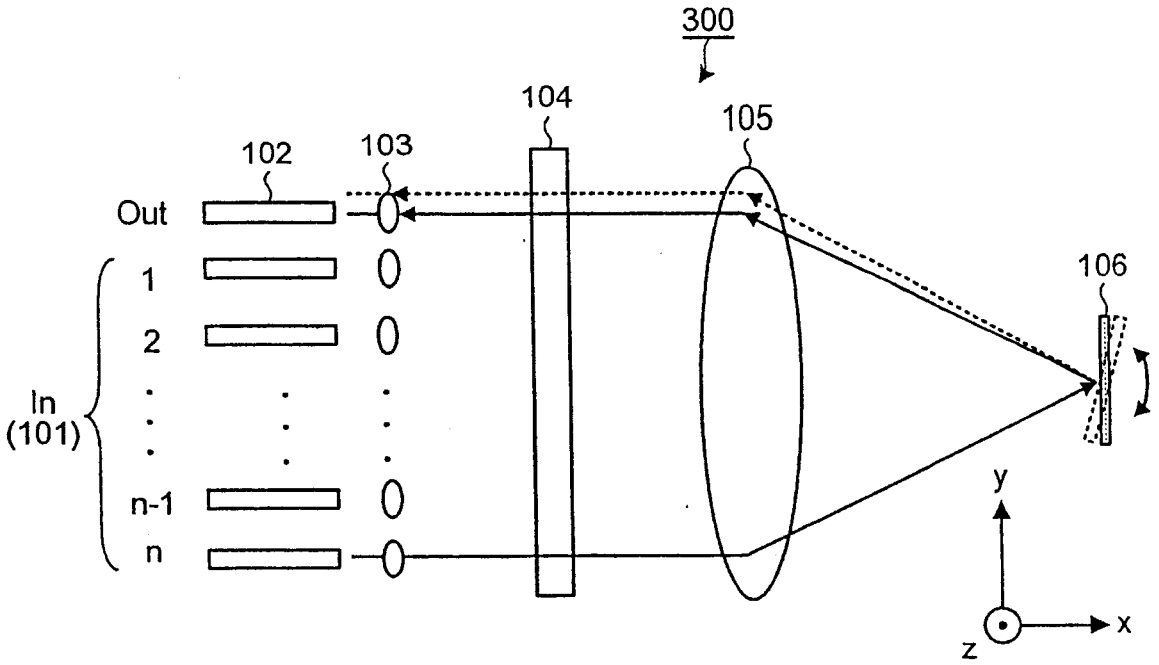

300
104
105
102
103
Out
1
2
In
(101)
n-1
n
106
y
x
z

图 3A

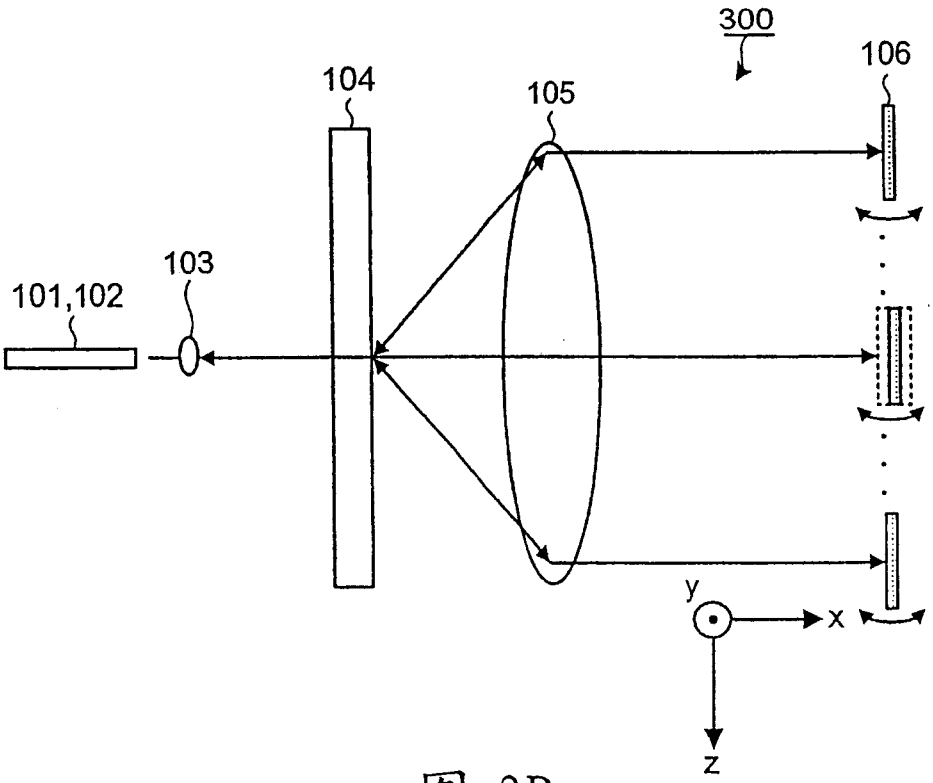

300
106
104
105
103
101,102
y
x
z

图 3B

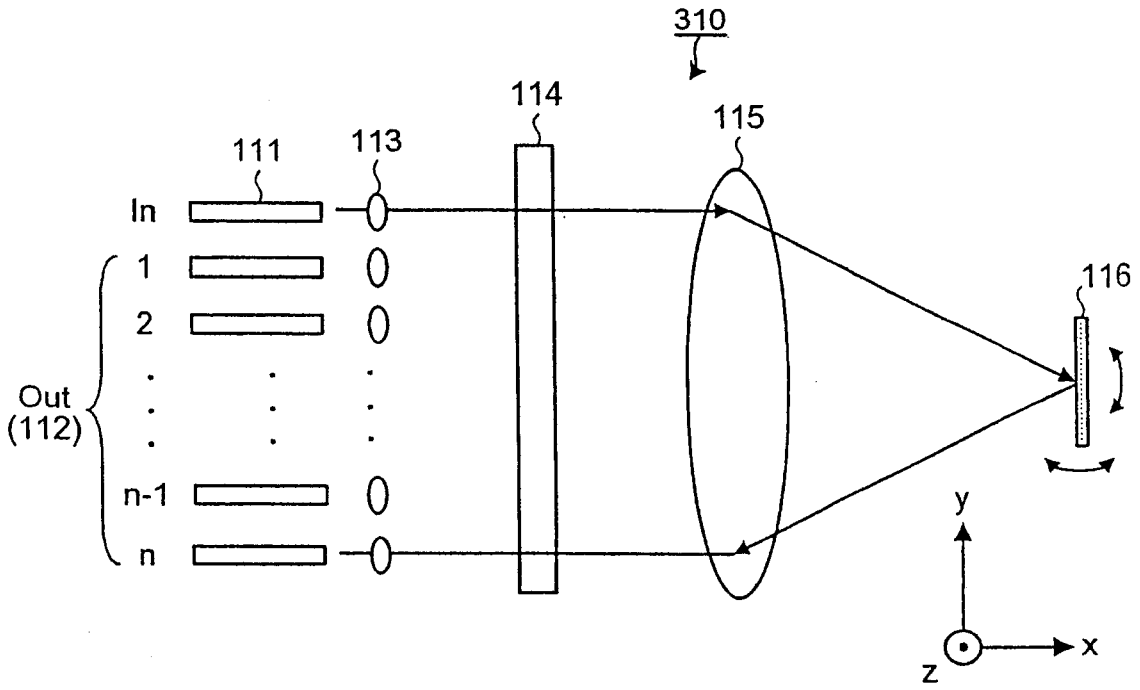

310
114
115
111
113
In
1
2
Out
(112)
n-1
n
116
y
x
z

图 3C

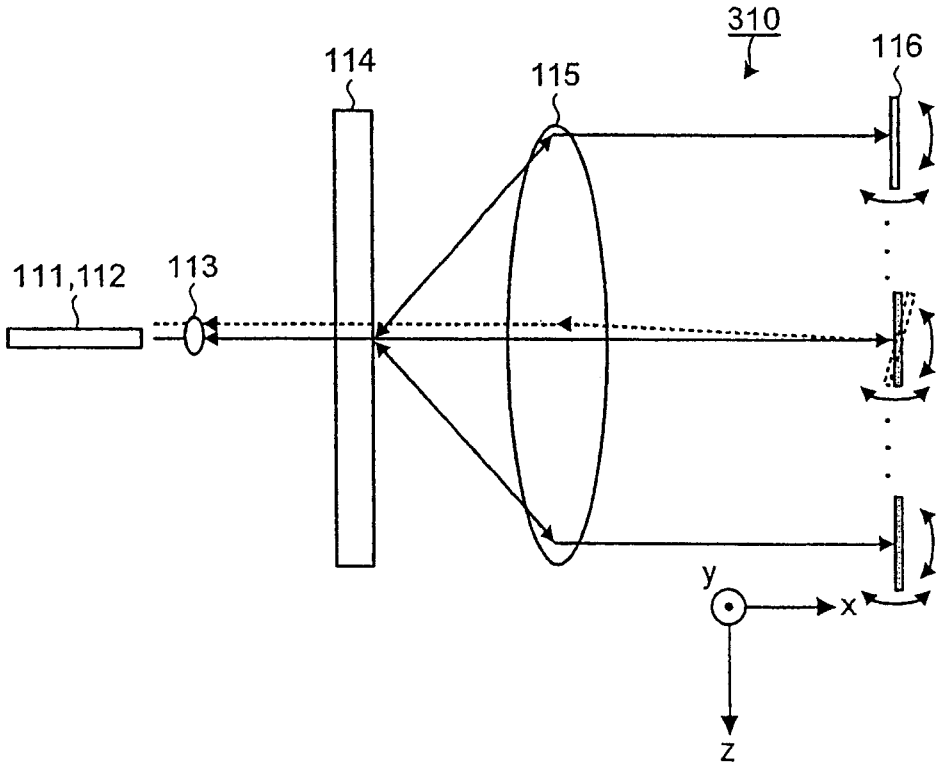

310
114
115
116
111,112
113
y
x
z

图 3D

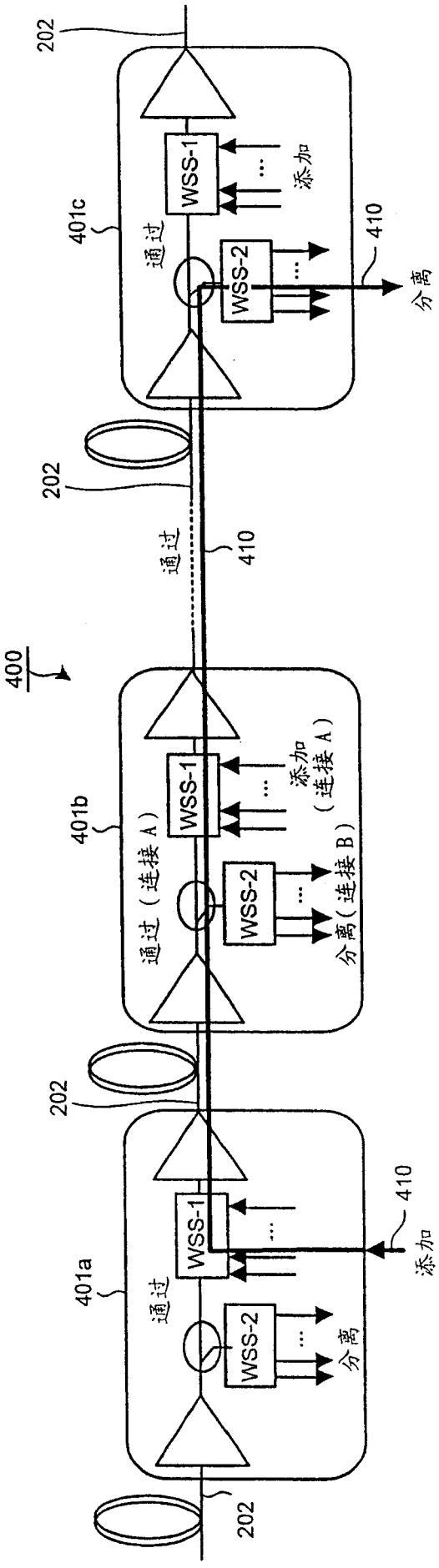

400
202
401c
WSS-1
WSS-2
通过
添加
分离
410
401b
通过（连接A）
添加（连接A）
分离（连接B）
401a

图 4A

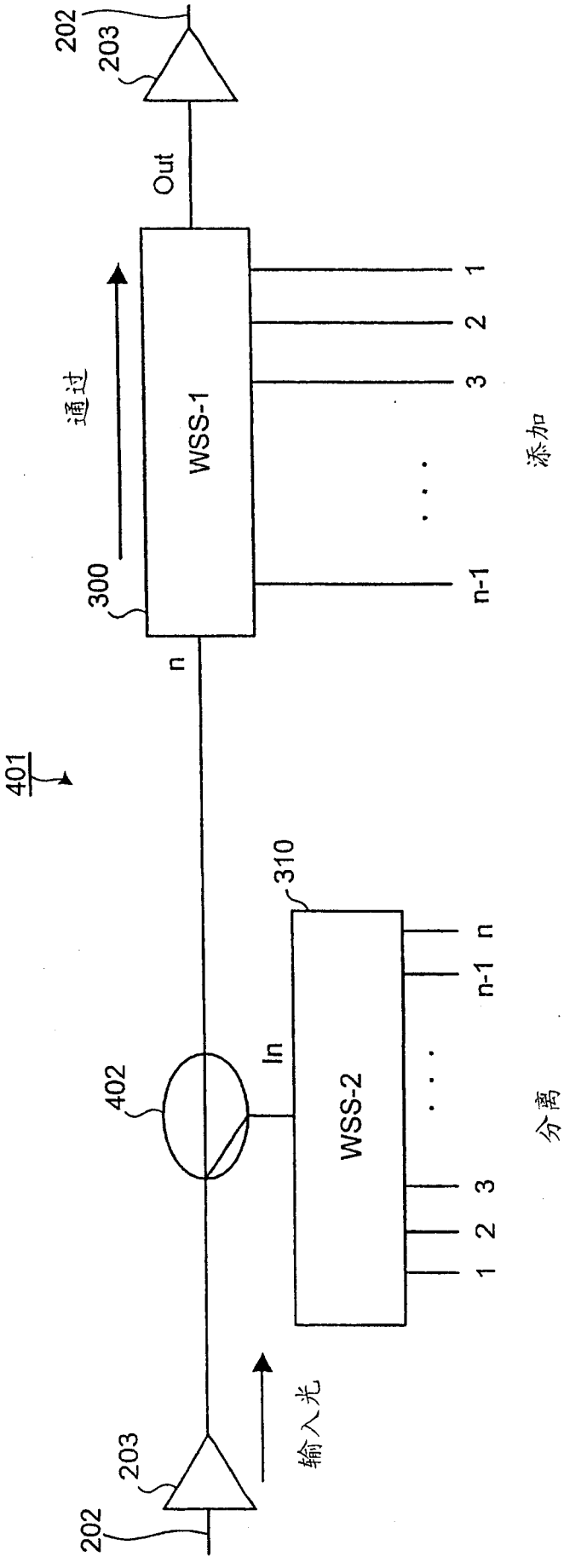

202
203
Out
WSS-1
通过
300
n
1
2
3
n-1
添加
401
310
In
WSS-2
402
n
n-1
3
2
1
分离
输入光
203
202

图 4B

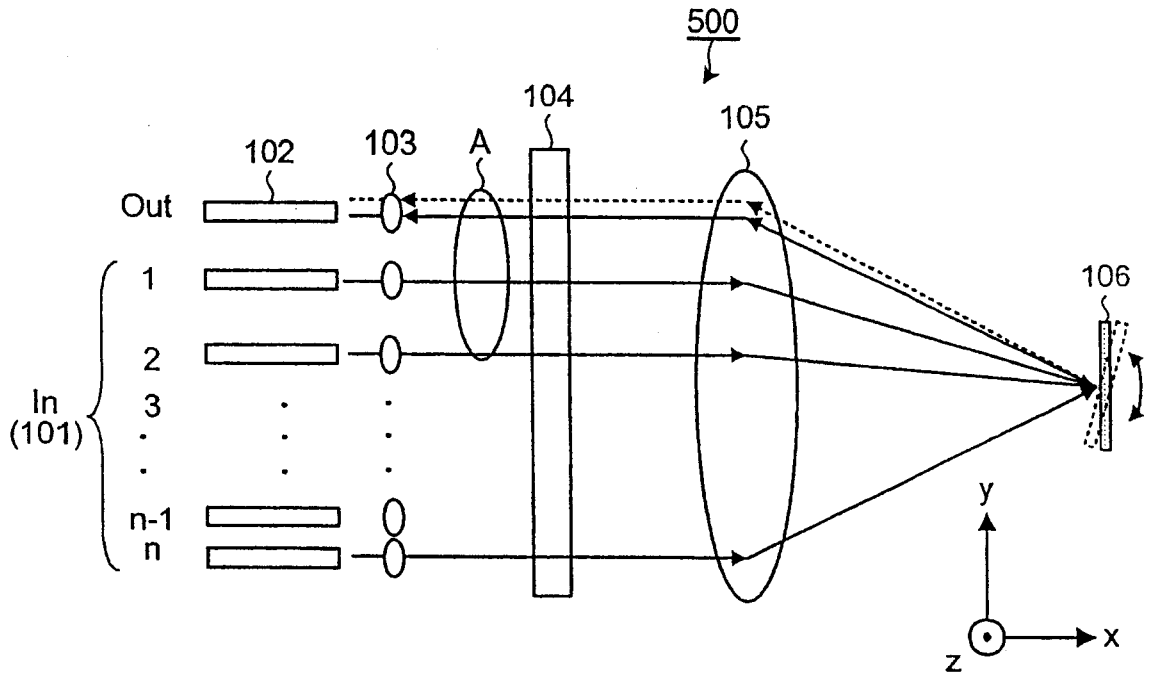

500
104
105
102
103
A
Out
1
2
3
n-1
n
In
(101)
106
y
x
z

图 5A

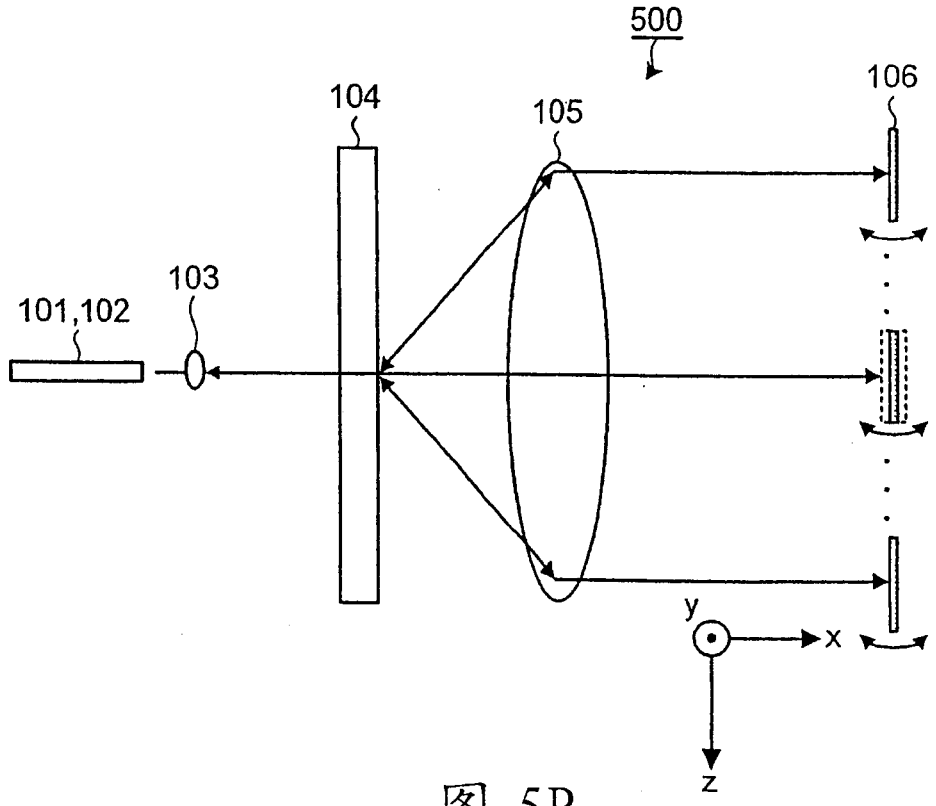

500
104
105
106
103
101,102
y
x
z

图 5B

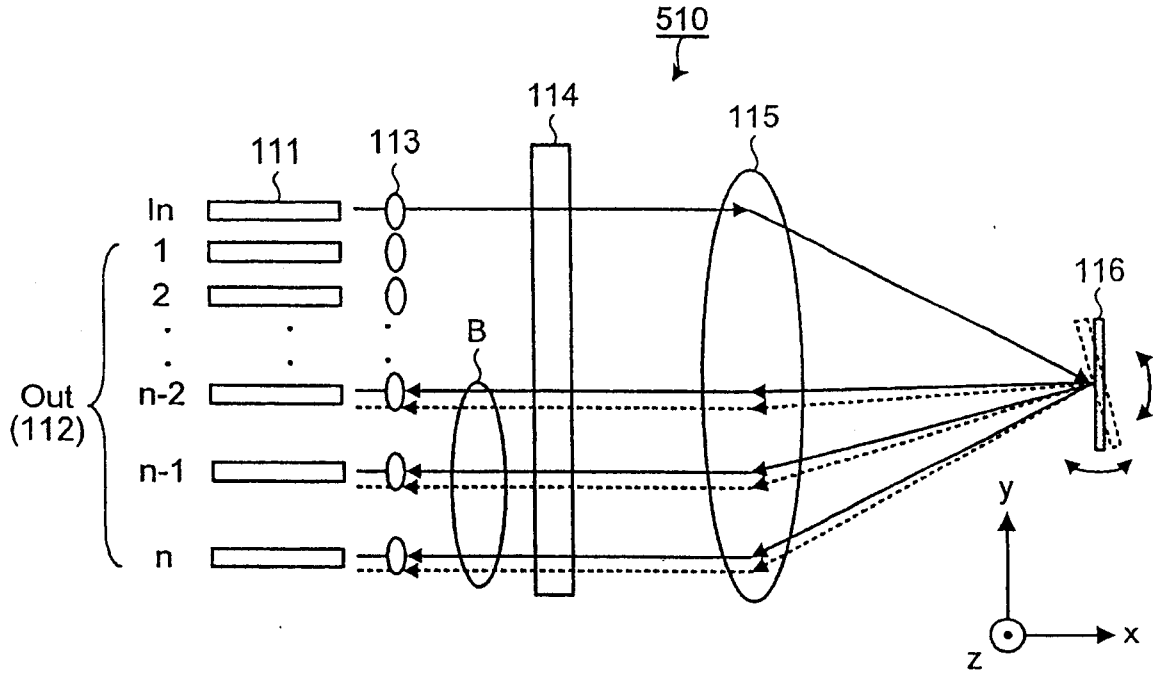

510
114
115
111
113
In
1
2
n-2
n-1
n
Out
(112)
B
116
y
x
z

图 5C

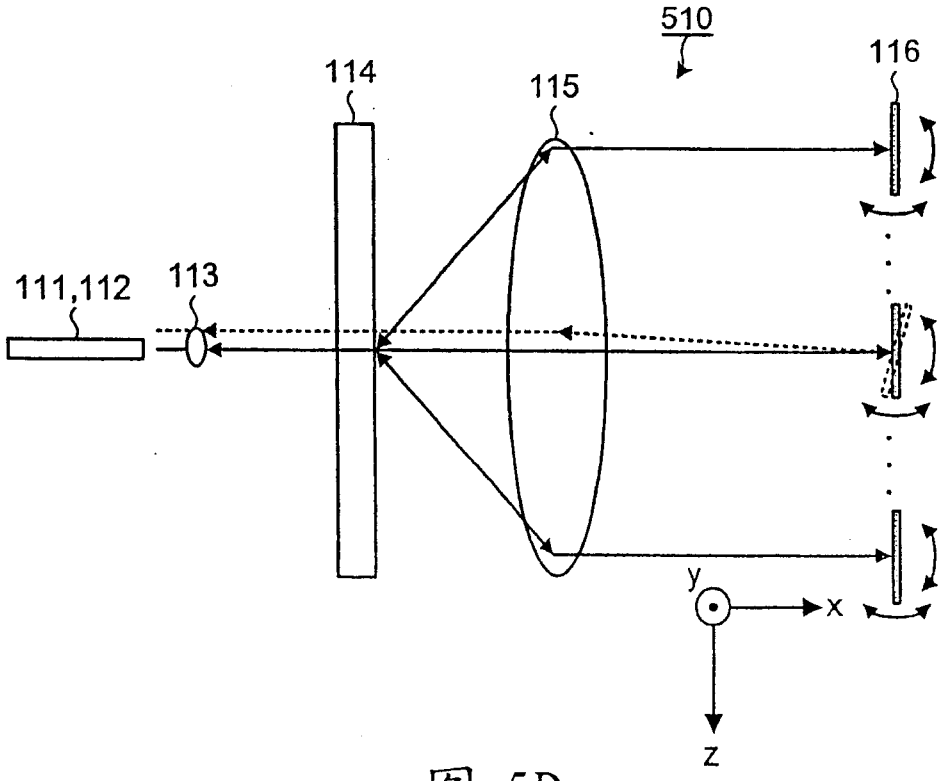

510
114
115
116
111,112
113
y
x
z

图 5D

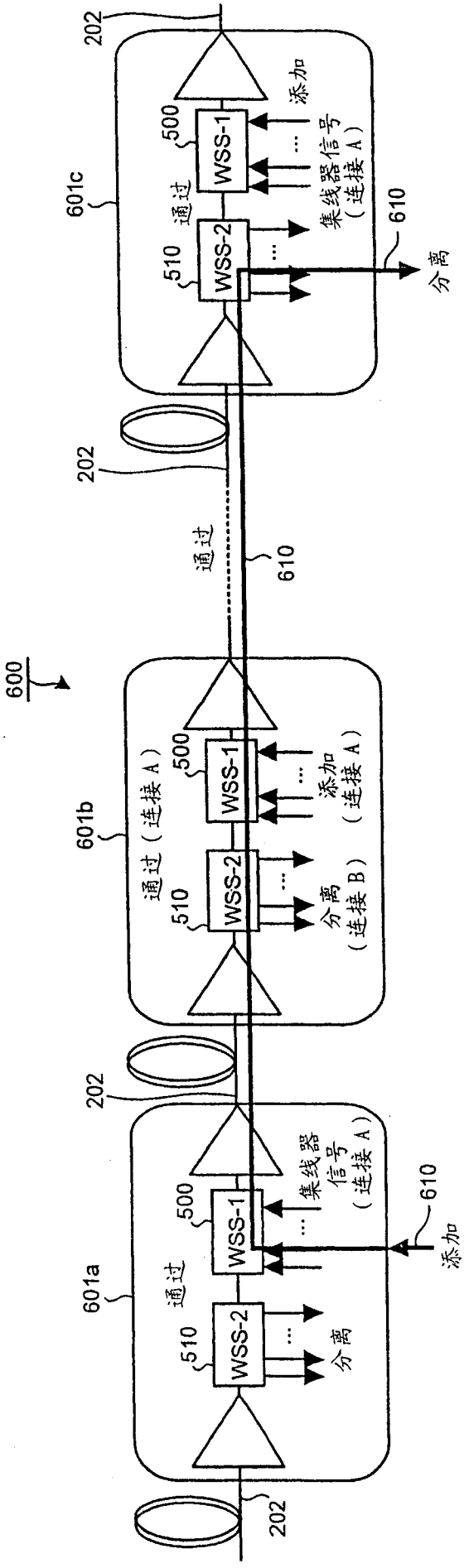

600
601a
601b
601c
202
610
500
510
WSS-1
WSS-2
通过
分离
添加
集线器信号（连接A）
通过（连接A）
分离（连接B）
添加（连接A）

图 6A

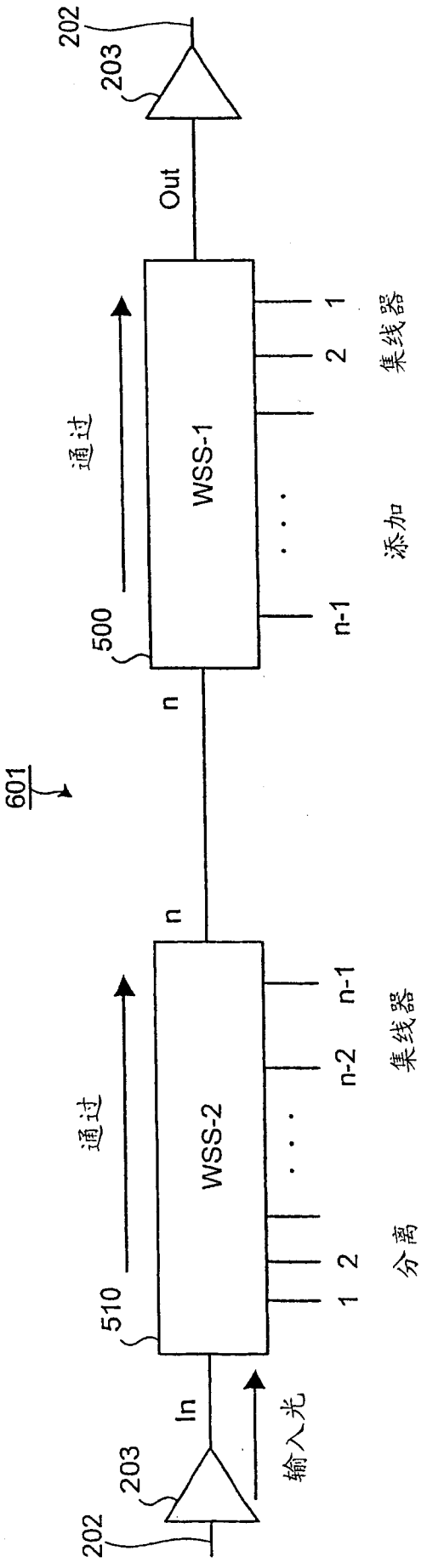

202
203
Out
通过
WSS-1
500
n
601
n
通过
WSS-2
510
In
输入光
202
203
1 2
n-2 n-1
分离
集线器
2 1
n-1
添加
集线器

图 6B

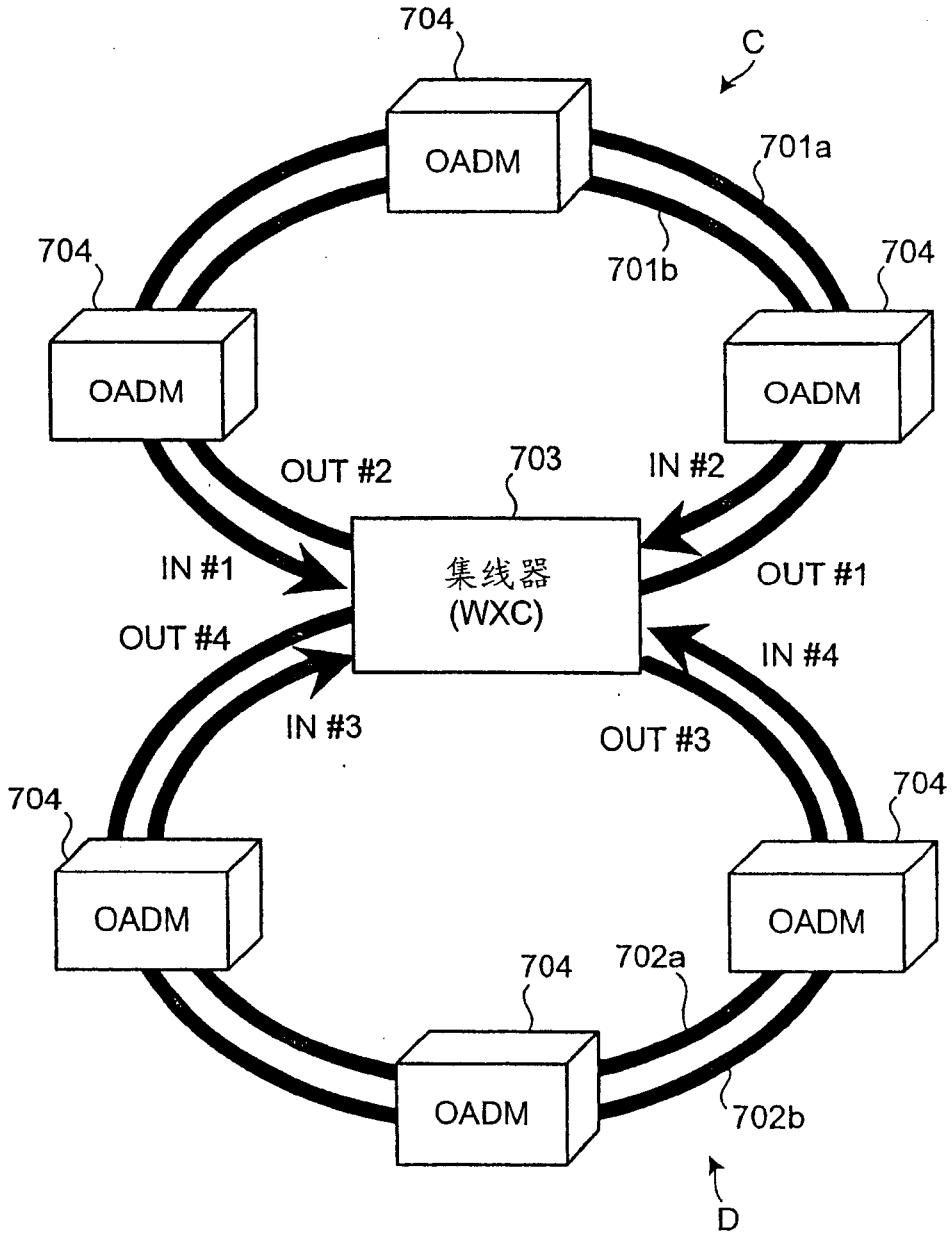

704
C
OADM
701a
701b
704
704
OADM
OADM
OUT #2
703
IN #2
IN #1
集线器
(WXC)
OUT #1
OUT #4
IN #4
IN #3
OUT #3
704
704
OADM
OADM
704
702a
OADM
702b
D

图 7A

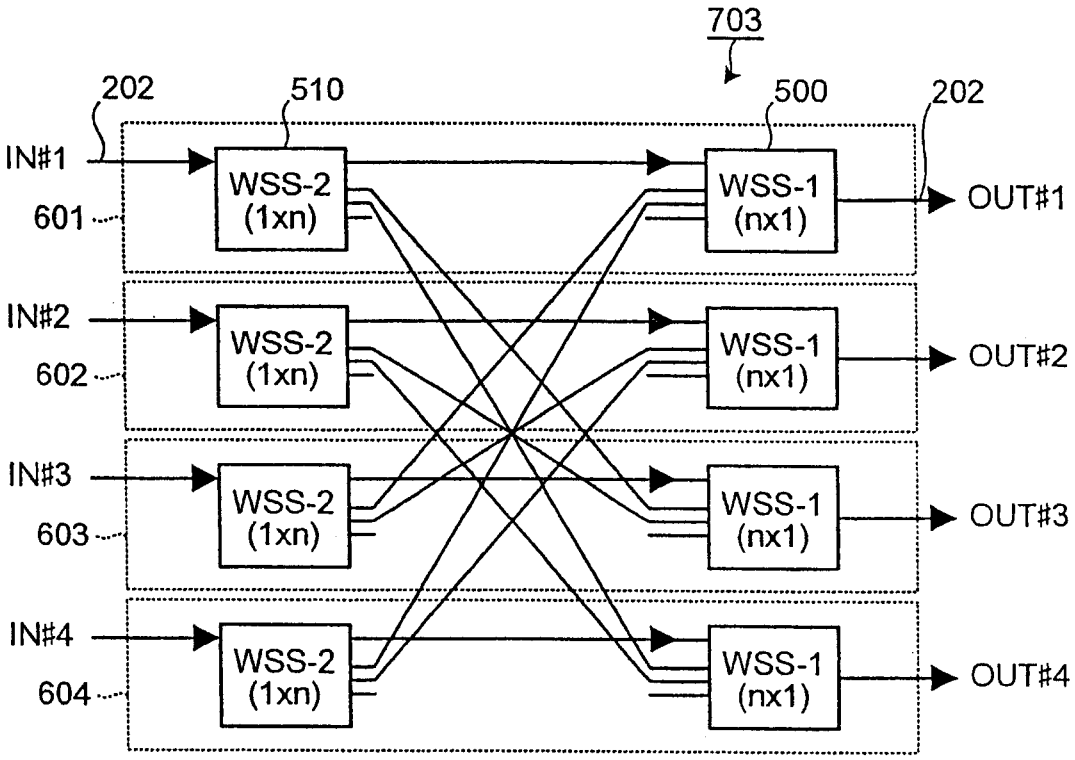

703
202
510
500
202
IN#1
601
WSS-2
(1xn)
WSS-1
(nx1)
OUT#1
IN#2
602
WSS-2
(1xn)
WSS-1
(nx1)
OUT#2
IN#3
603
WSS-2
(1xn)
WSS-1
(nx1)
OUT#3
IN#4
604
WSS-2
(1xn)
WSS-1
(nx1)
OUT#4

图 7B

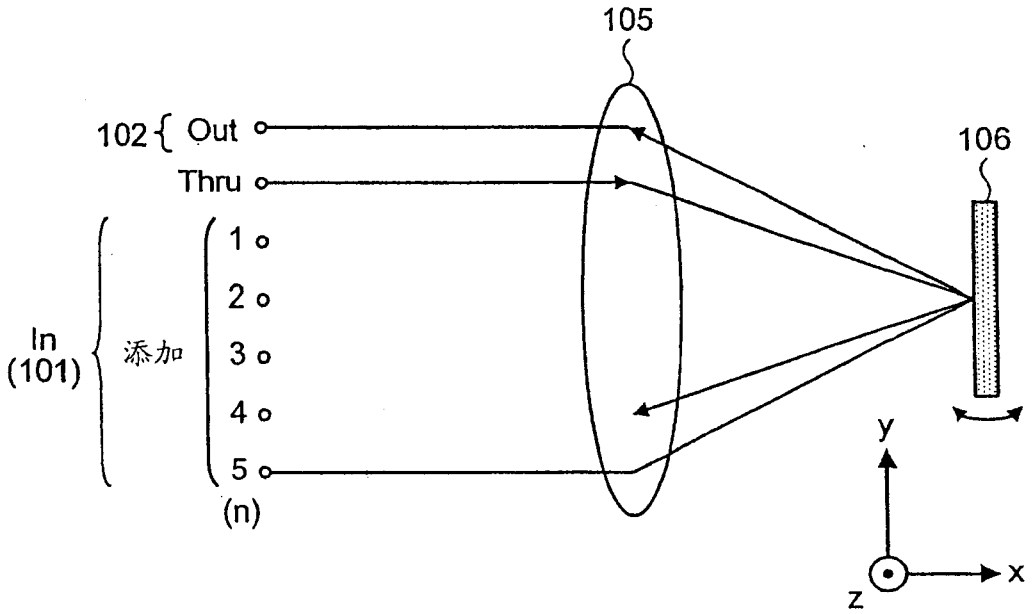

105
102{ Out
Thru
1
2
3
4
5
(n)
In
(101)
添加
106
y
x
z

图 8A

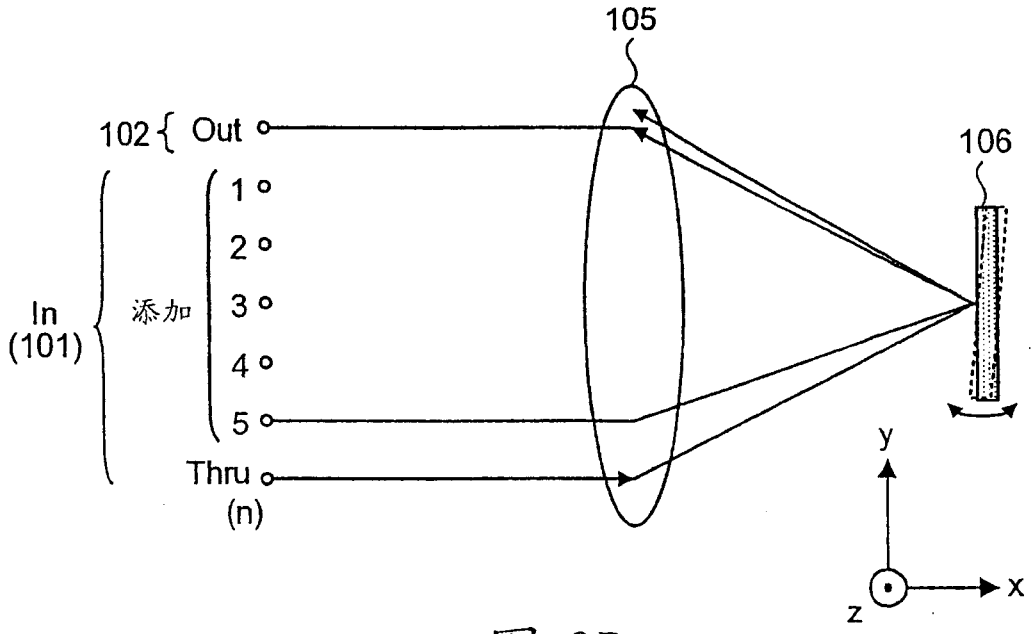

105
102{ Out
1
2
3
4
5
Thru
(n)
In
(101)
添加
106
y
x
z

图 8B

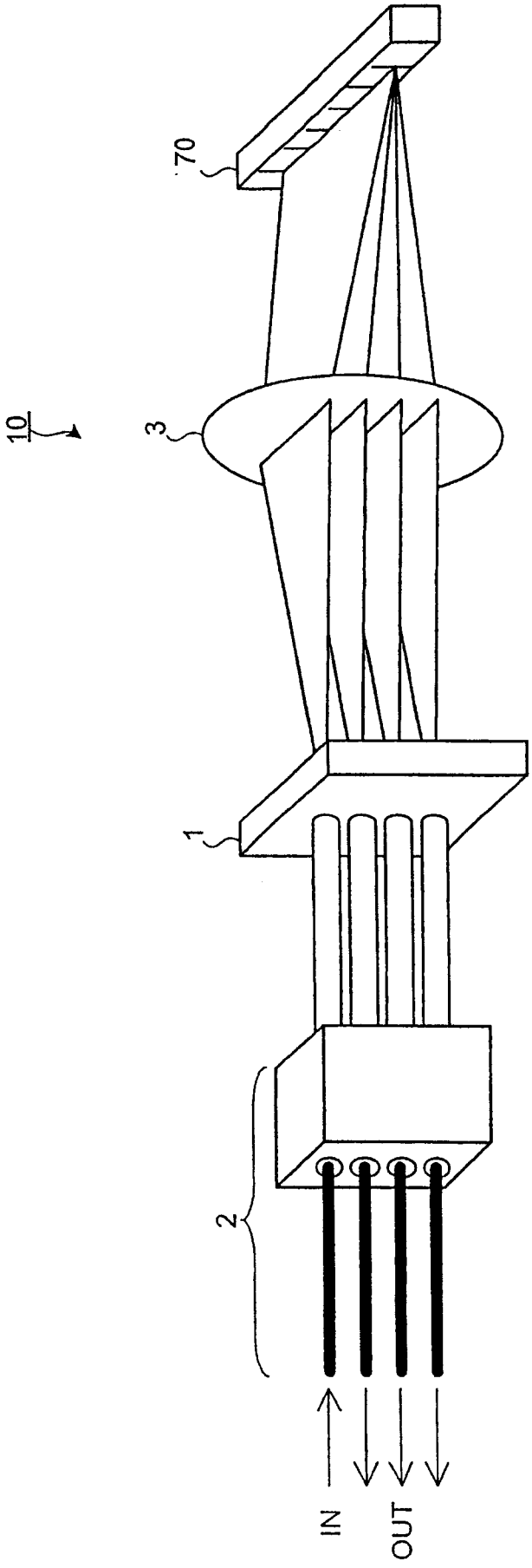


图 9A

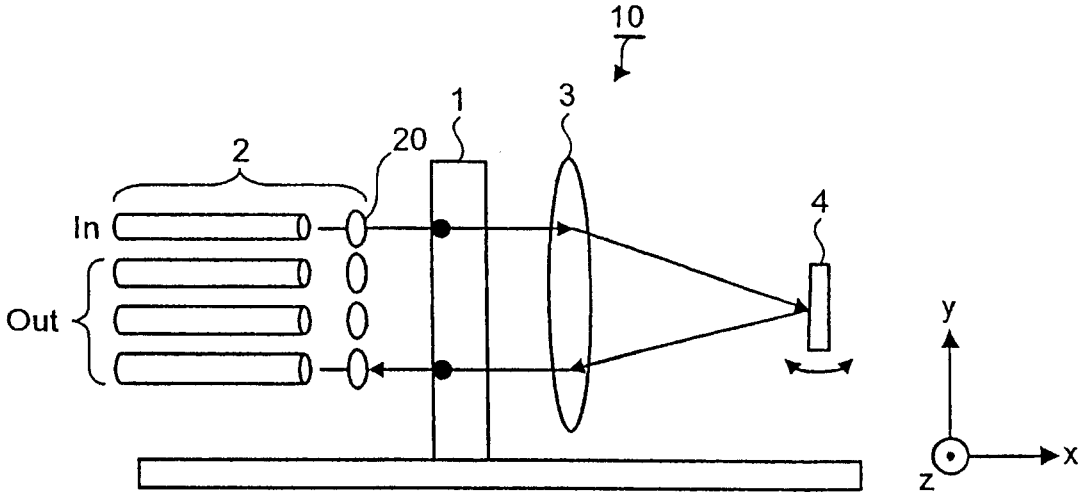


图 9B

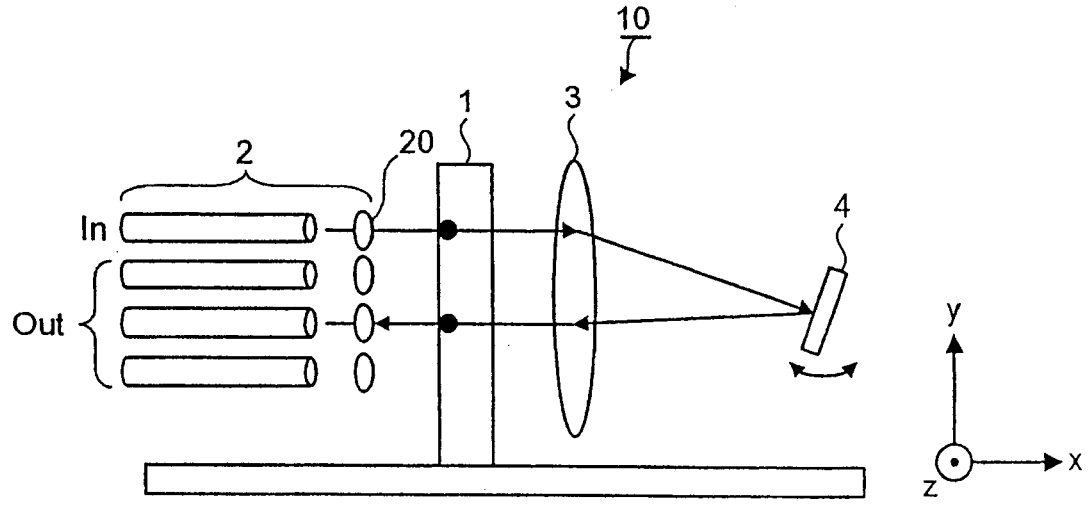


图 9C

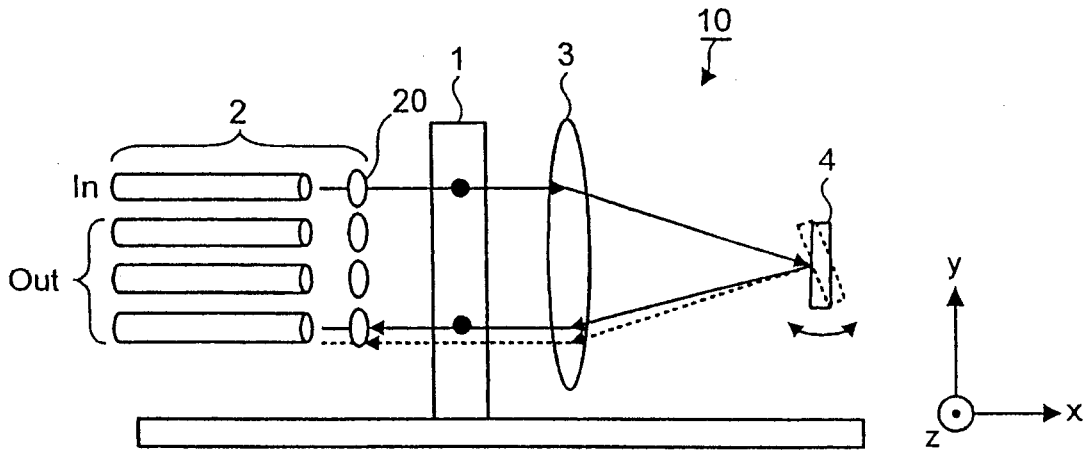


图 9D

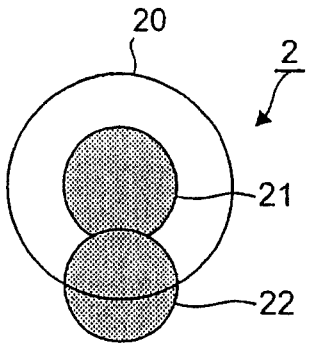


图 9E

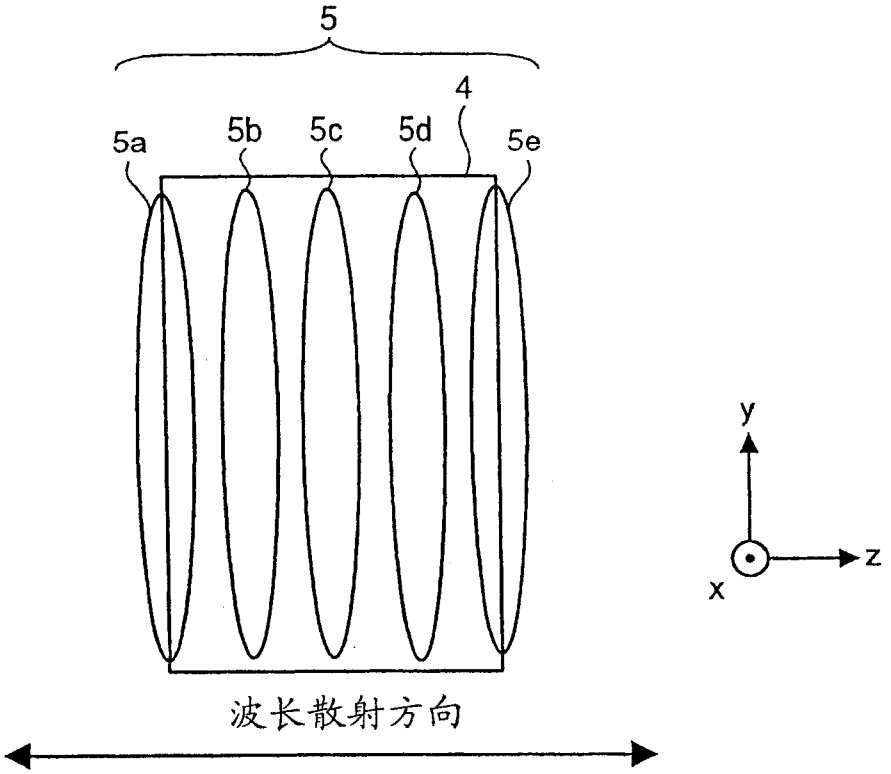


图 10A

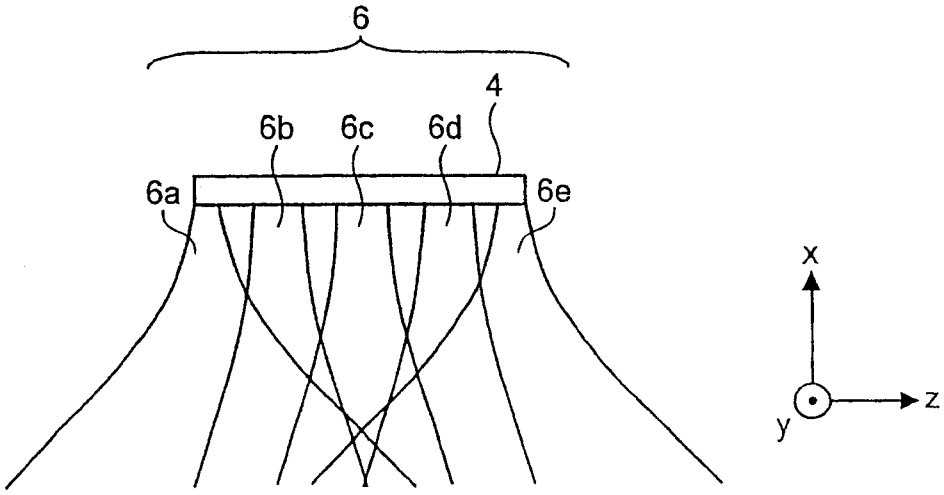


图 10B

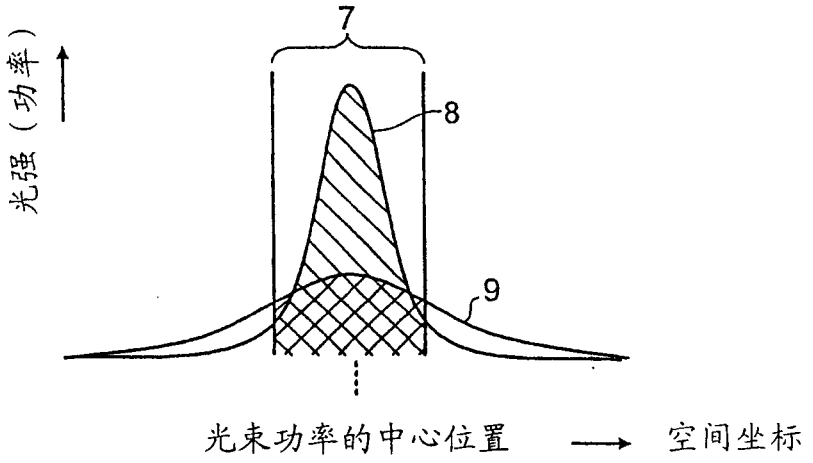


图 10C

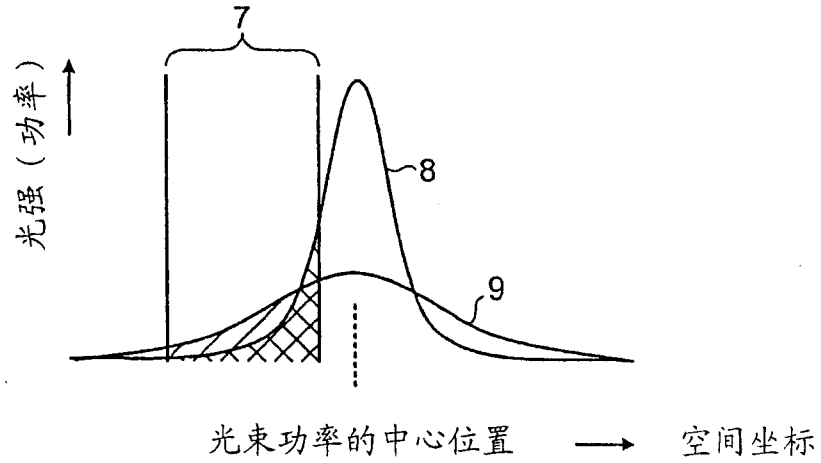


图 10D

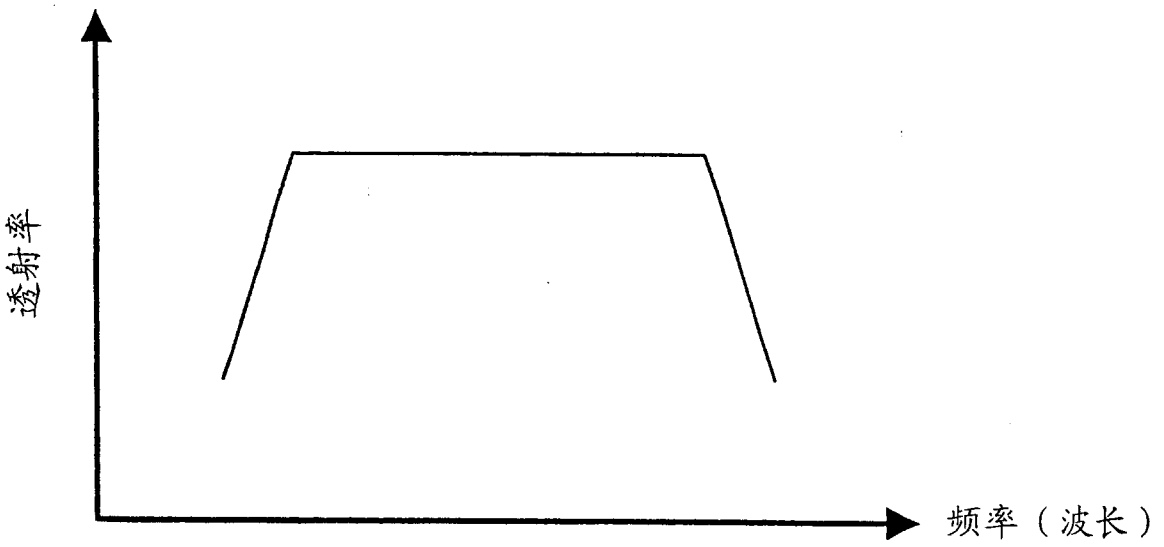


图 11A

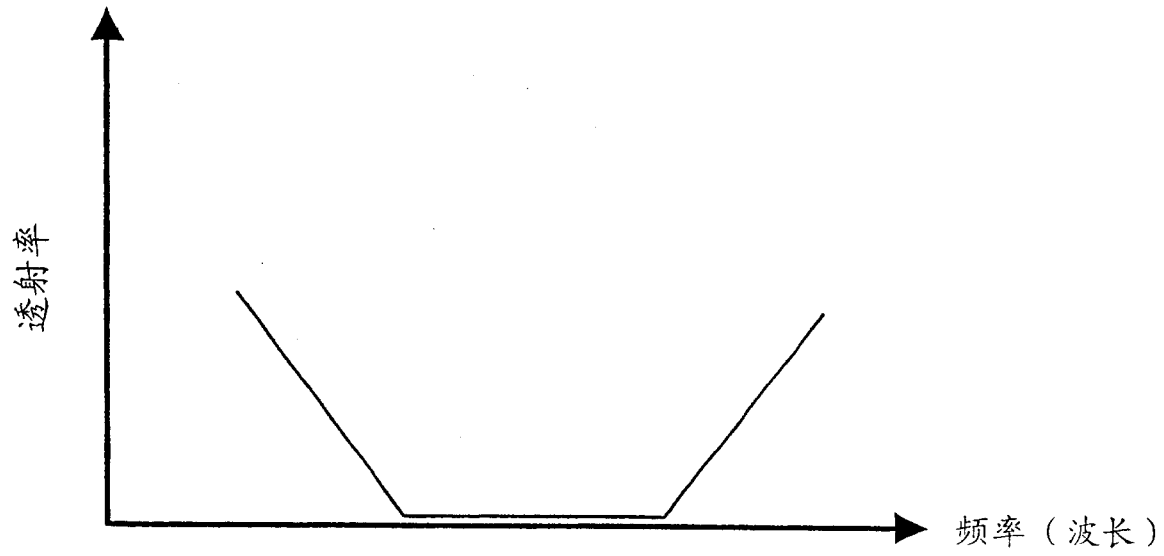


图 11B

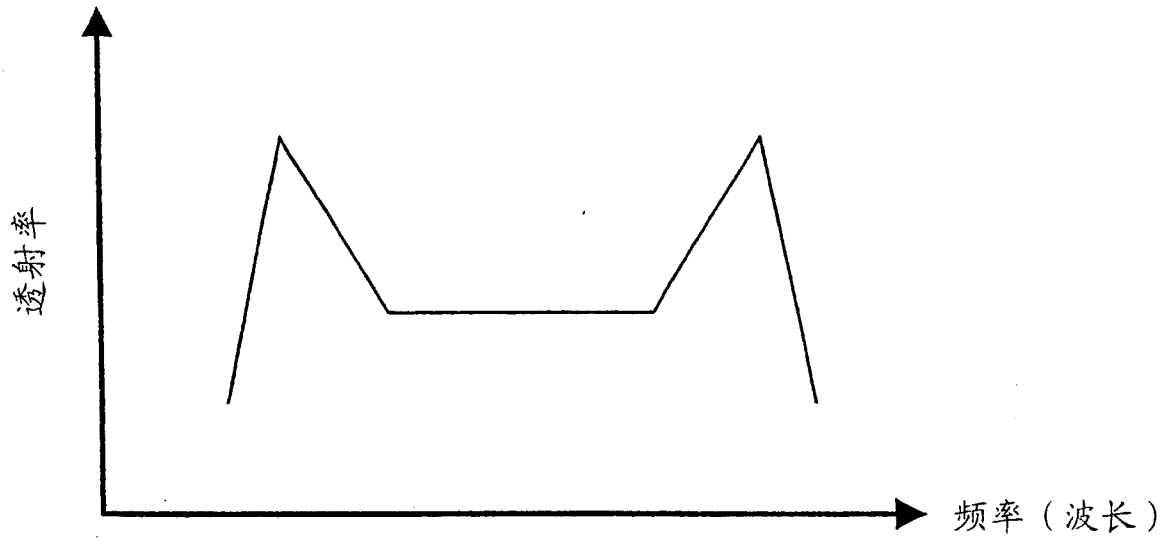


图 11C

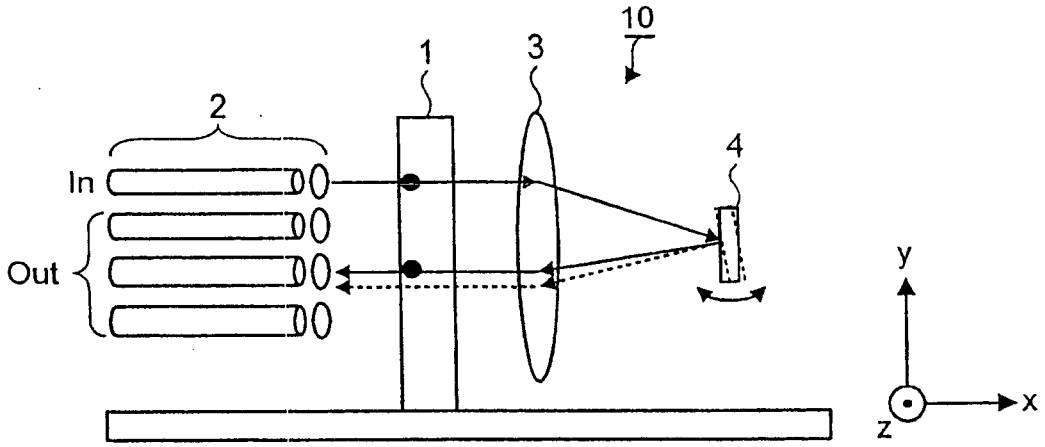


图 12A

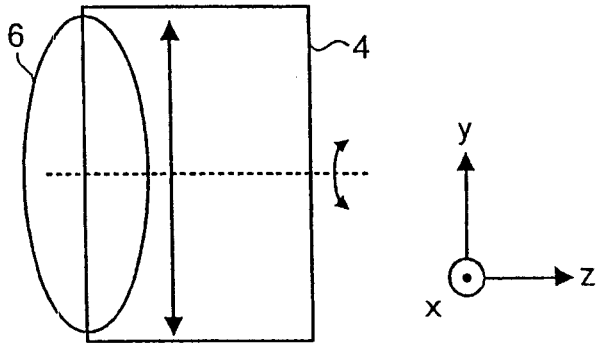


图 12B

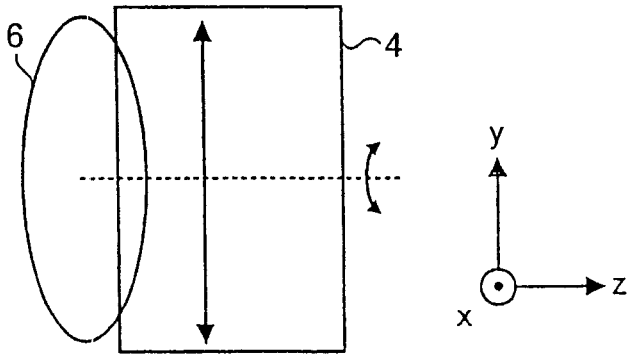


图 12C

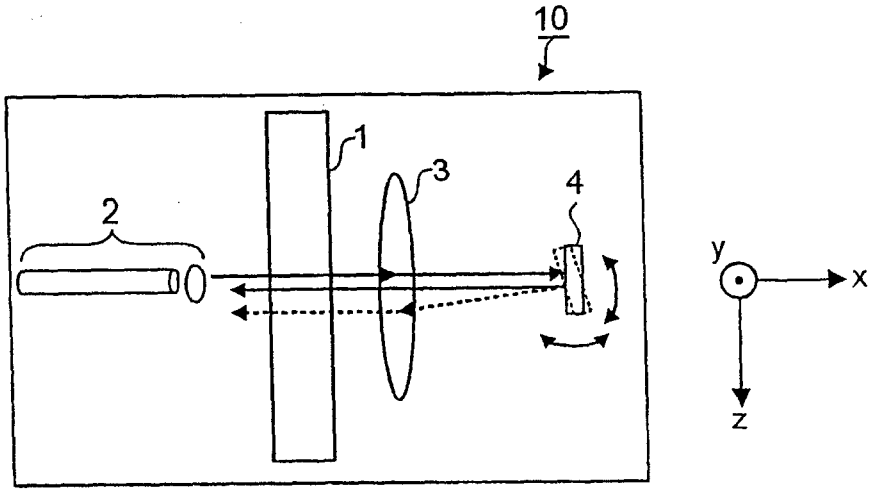


图 13A

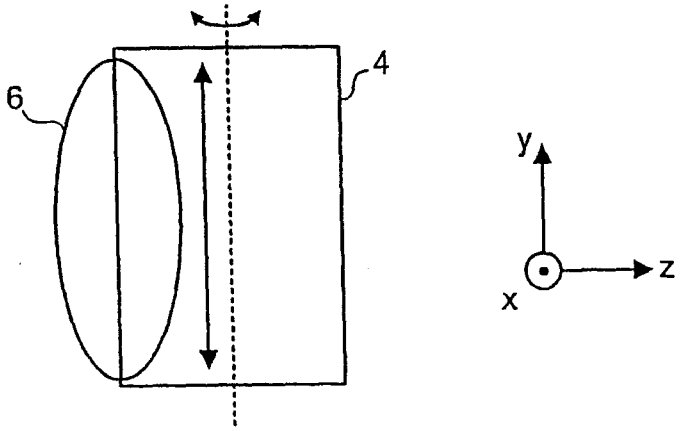


图 13B

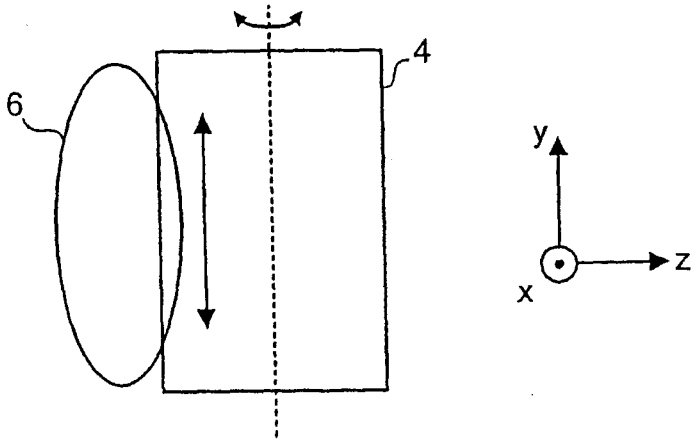


图 13C

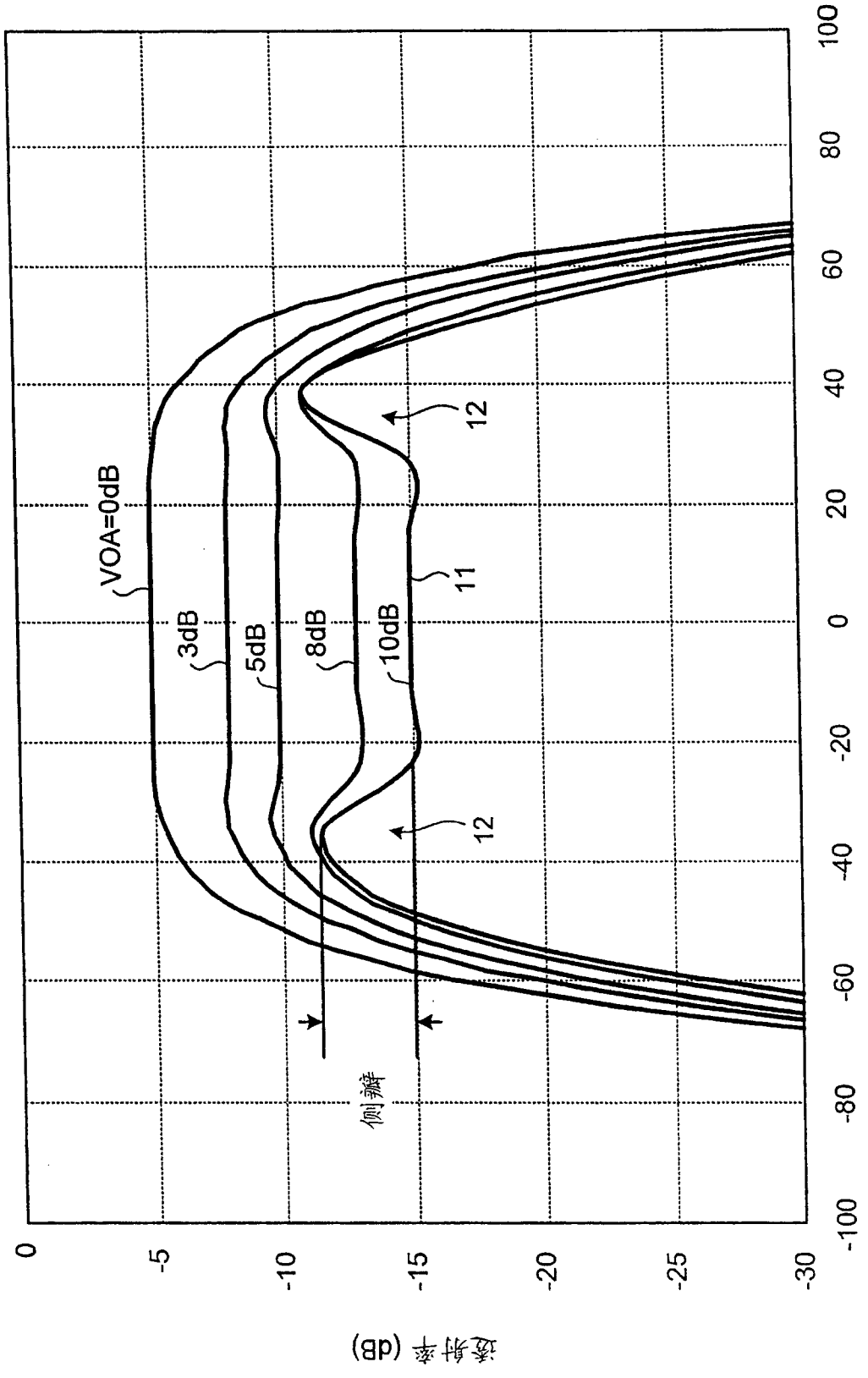

VOA=0dB
3dB
5dB
8dB
10dB
11
12
12
侧瓣
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
100
80
60
40
20
0
-20
-40
-60
-80
-100
透射率 (dB)
标准化频带

图 14

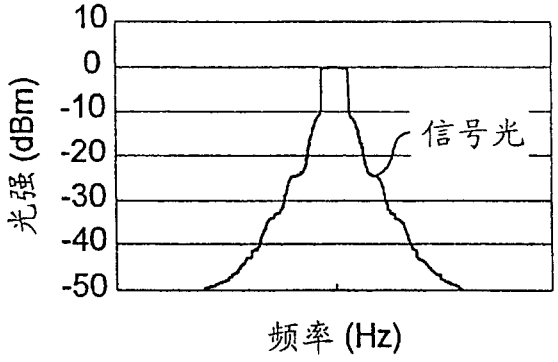


图 15A

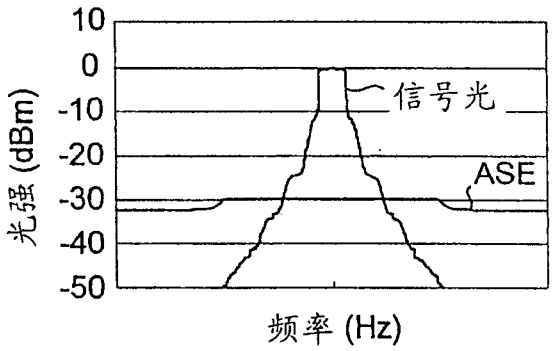


图 15B

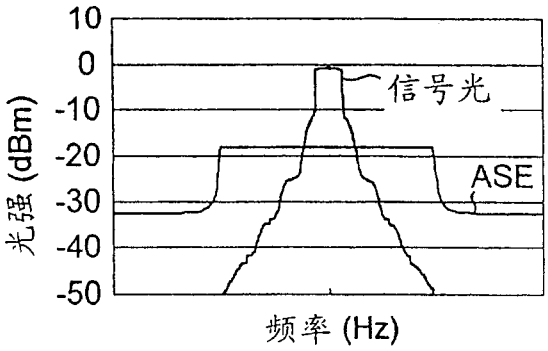


图 15C

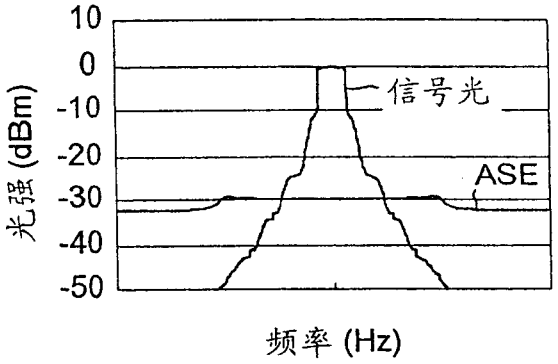


图 15D

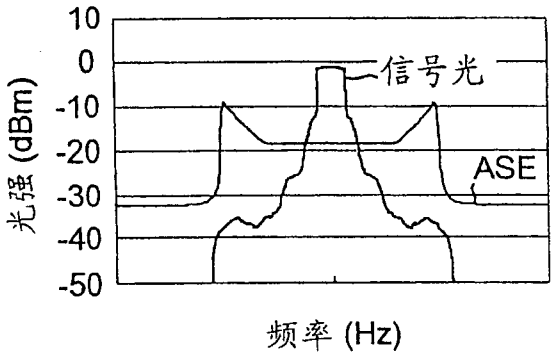


图 15E

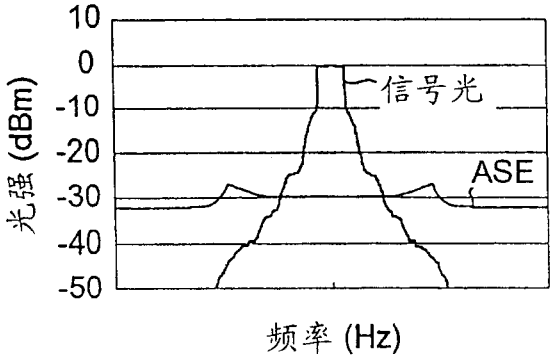


图 15F

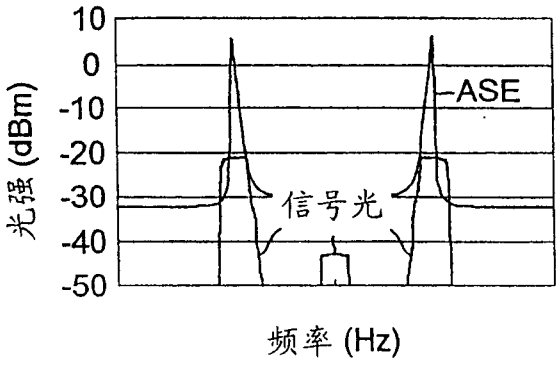


图 15G