

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01D 5/26 (2006.01)

G01D 5/38 (2006.01)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510003494.X

[43] 公开日 2006年7月5日

[11] 公开号 CN 1796944A

[22] 申请日 2005.12.13

[21] 申请号 200510003494.X

[30] 优先权

[32] 2004.12.13 [33] JP [31] 360609/04

[71] 申请人 索尼株式会社

地址 日本东京都

[72] 发明人 田宫英明

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马高平 杨 梧

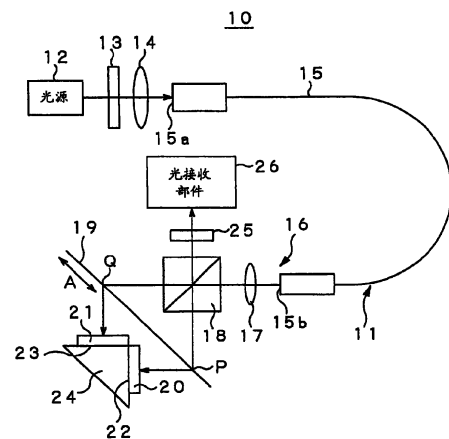
权利要求书 5 页 说明书 22 页 附图 13 页

[54] 发明名称

位移检测装置、位移测量装置和固定点检测装置

[57] 摘要

本发明提供位移检测装置、位移测量装置和固定点检测装置能够高精度地检测固定点或测量位移。该位移检测装置包括用于发射光束的光源，提高从光源发射的光束的消光比至不小于 20dB 的消光比转换单元，用于聚焦具有通过消光比转换单元的光束的聚焦透镜，传送通过聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤，安装到测量目标的衍射光栅，从而被辐射并衍射通过光纤传送的光束；接收被衍射光栅衍射的光束的光接收单元，使其偏振轴与光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致，使具有通过消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的通过聚焦透镜聚焦的光束进入光纤，通过接收衍射光束的量的水平，该光接收单元适于检测测量目标的位移。



- 1、一种位移检测装置，其包括：
 - 用于发射光束的光源；
 - 5 用于提高从该光源发射的光束的消光比至不小于 20dB 的消光比转换装置；
 - 用于聚焦具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜；
 - 用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤；
 - 10 安装到测量目标的衍射光栅，从而被辐射并衍射通过该光纤传送的光束；以及
 - 用于接收被该衍射光栅衍射的光束的光接收装置；
 - 其中使具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入该光纤，使其偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致；
 - 15 通过接收该衍射光束的量的水平，该光接收装置适于检测该测量目标的位移。
 - 2、依据权利要求 1 的装置，其中该消光比转换装置是偏振部件。
 - 3、依据权利要求 2 的装置，其中与该聚焦透镜集成形成该作为消光比
 - 20 转换装置工作的偏振部件。
 - 4、依据权利要求 1 的装置，其中通过形成该光纤的光接收端部小面以表现出布儒斯特角来形成该消光比转换装置工作。
 - 5、依据权利要求 2 的装置，其中将半导体激光器用于该光源，并且在该半导体激光器的发光窗玻璃上形成该偏振部件。
 - 25 6、依据权利要求 1 的装置，其中该消光比转换装置是偏振光束分离器。
 - 7、依据权利要求 6 的装置，其中将半导体激光器用于该光源，并且在该半导体激光器的发光窗玻璃上形成该偏振光束分离器。
 - 8、依据权利要求 1 的装置，其中将半导体激光器用于该光源，并且形成该半导体激光器的发光窗玻璃，以表现出布儒斯特角，从而作为消光比
 - 30 转换装置工作。
 - 9、依据权利要求 1 的装置，其中使该光纤的光接收端部小面作为偏振

光束分离器并也作为消光比转换装置工作。

10、一种位移测量装置，其包括：

用于发射光束的光源；

用于使从该光源发射的光束变成线性偏振的光束、并提高其消光比至

5 不小于 20dB 的消光比转换装置；

用于聚焦具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜；

用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤；

用于将通过该光纤传送的光束分成两个光束的偏振光分离器；

10 安装到测量目标并适于接收通过该偏振光分离器产生的两个光束的衍射光栅，并产生衍射光束；

用于改变通过该衍射光栅产生的两个衍射光束的偏振的相位板；

用于反射具有通过该相位板改变的偏振的两个衍射光束、并再次通过该相位板导引它们至该衍射光栅的两个反射镜；

15 用于引起通过该两个反射镜导引至该衍射光栅的两个衍射光束衍射的偏振部件，并通过该衍射光栅使其进入该偏振光束分离器，并由该偏振光束分离器反射或透过其传送，以彼此干涉；以及

用于接收通过该偏振部件获得的干涉光束的光接收部件；

20 其中使具有通过该消光比转换装置被提高至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入该光纤，使其偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致；

通过接收该衍射光束的量的水平，该光接收装置适于检测该测量目标的位移。

11、一种固定点检测装置，其包括：

25 用于发射光束的光源；

用于使从该光源发射的光束变成线性偏振的光束、并提高其消光比至不小于 20dB 的消光比转换装置；

用于聚焦具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜；

30 用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤；

并排设置的两个衍射光栅，以辐射通过该光纤传送的光束，并衍射它；

用于接收通过该两个衍射光栅产生的衍射光束的两个光接收装置；以及

比较装置，其用于比较该两个光接收装置的接收光的量；

5 使具有通过该消光比转换装置提高至不小于20dB的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入该光纤，使其偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致；

该比较装置依据该两个光接收装置的接收光的量的比较结果适于检测固定点。

12、依据权利要求11的装置，其中将通过该比较装置获得的该两个光学接收装置的接收光的量的比较结果的信号表现出任意选择的水平的点限定为固定点。

13、一种位移检测装置，其包括：

用于发射光束的光源；

15 用于提高从该光源发射的光束的消光比至不小于20dB的消光比转换单元；

用于聚焦具有通过该消光比转换单元提高至不小于20dB的消光比的光束的聚焦透镜；

用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤；

20 安装到测量目标的衍射光栅，从而被辐射，并衍射通过该光纤传送的光束；以及

接收通过该衍射光栅衍射的光束的光接收单元；

使具有通过该消光比转换单元提高至不小于20dB的消光比的通过聚焦透镜聚焦的光束进入该光纤，使其偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致；

25 通过接收该衍射光束的量的水平，该光接收单元适于检测该测量目标的位移。

14、一种位移测量装置，其包括：

用于发射光束的光源；

30 用于使从该光源发射的光束变成线性偏振的光束、并提高其消光比至不小于20dB的消光比转换单元；

用于聚焦具有通过该消光比转换单元提高至不小于20dB的消光比的光

束的聚焦透镜;

用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤;

用于将通过该光纤传送的光束分成两个光束的偏振光分离器;

安装到测量目标并适于接收通过该偏振光分离器产生的两个光束的衍

5 射光栅, 并产生衍射光束;

用于改变通过该衍射光栅产生的两个衍射光束的偏振的相位板;

用于反射具有通过该相位板改变的偏振的两个衍射光束、并再次通过该相位板导引它们至该衍射光栅的两个反射镜;

10 用于引起通过该两个反射镜导引至该衍射光栅的两个衍射光束衍射的偏振部件, 并通过该衍射光栅使其进入该偏振光束分离器, 并由偏振光束分离器反射或透过其传送, 以彼此干涉; 以及

用于接收通过该偏振部件获得的干涉光束的光接收部件;

其中使具有通过该消光比转换单元提高至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入光纤, 使其偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交

15 该光轴的轴一致;

通过接收该衍射光束的量的水平, 该光接收单元适于检测该测量目标的位移。

15、一种固定点检测装置, 其包括:

用于发射光束的光源;

20 用于使从该光源发射的光束变成线性偏振的光束、并提高其消光比至不小于 20dB 的消光比转换单元;

用于聚焦具有通过该消光比转换单元提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜;

用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤;

25 并排设置的两个衍射光栅, 以被通过该光纤传送的光束辐射, 并衍射它;

用于接收通过该两个衍射光栅产生的衍射光束的两个光接收单元; 以及

比较单元, 其比较该两个光接收单元的接收光的量;

30 使具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入该光纤, 使其偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该

光轴的轴一致;

该比较单元依据该两个光接收单元的接收光的量的比较结果适于检测固定点。

位移检测装置、位移测量装置和固定点检测装置

5 技术领域

本发明涉及通过检测由衍射光栅衍射的衍射光检测位移的位移检测装置，通过采用由衍射光栅衍射的衍射光的干涉测量位移量的位移测量装置，以及通过衍射光检测固定点的固定点检测装置。

10 背景技术

已知设计成利用光的干涉检测安装到活动标尺上的衍射光栅的位置位移的光栅干涉仪。现在，通过参照附图的图 1 在下面描述位移检测装置。图 1 示意性描述包括透过型衍射光栅的位移检测装置。

如图 1 中所示，位移检测装置包括相干光源部分 90、第一透镜 91、第一偏振光束分离器 (PBS) 92、第一四分之一波片 93、反射棱镜 94、第二四分之一波片 95、第二透镜 96、光束分离器 (BS) 97、第二 PBS98、第一光电变换器 99、第二光电变换器 100、第三四分之一波片 101、第三 PBS102、第三光电变换器 103、第四光电变换器 104、第一差动放大器 105、第二差动放大器 106 和步进信号发生器 107 (incremental signal generator)，并且所述位移检测装置适于读出设置于标尺 108 之上的透过型衍射光栅。

相干光源 90 发射光至第一透镜 91。第一透镜 91 会聚入射光，以产生合适的光束，并将它发射至第一 PBS92。第一 PBS92 将进入它的光束分成分别具有 S-偏振分量和 P-偏振分量的两个光束。S-偏振光束是由撞击分界面的光和通过光分界面反射的光形成的偏振分量，并且其适于在垂直于入射平面的方向上振荡。P-偏振光束是适于在相对于入射平面水平的方向上振荡的偏振分量。通过第一 PBS92 反射具有 S-偏振分量的光束，而将具有 P-偏振分量的光束透过第一 PBS92。如果来自相干光源部分 90 的光束是线性偏振光，则在它撞击第一 PBS92 之前它的偏振方向以 45° 倾斜。由于该设置，使具有 S-偏振分量的光束的强度和具有 P-偏振分量的光束的强度彼此相等。

使通过第一 PBS92 反射的具有 S-偏振分量的光束撞击记录在标尺 108

上的衍射光栅的点 P, 而使透过第一 PBS92 的具有 P-偏振分量的光束撞击衍射光栅的撞击点 Q。它们在相应方向上的衍射通过下面的公式表示:

$$\sin\theta_1 + \sin\theta_2 = n \cdot \lambda / \Lambda,$$

5 其中 θ_1 表示相对于标尺 108 的入射角度, 并且 θ_2 表示从标尺 108 的衍射角度, 同时 Λ 表示光栅的节距 (宽度), 并且 λ 和 n 分别表示光的波长和衍射程度。

如果在点 P 处的入射角度和衍射角度分别是 θ_{1P} 和 θ_{2P} , 同时在点 Q 处的入射角度和衍射角度分别是 θ_{1Q} 和 θ_{2Q} , 则调节图 1 的已知的位移检测装置, 以实现 $\theta_{1P} = \theta_{2P} = \theta_{1Q} = \theta_{2Q}$ 。衍射程度在点 P 和点 Q 处是相同的。

10 使在点 P 处衍射的光束 (S-偏振分量) 通过第一四分之一波片 93, 并通过反射棱镜 94 垂直地反射, 并返回至点 P, 从而被衍射光栅衍射。同时, 由于第一四分之一波片 93 的光轴相对于入射光的偏振方向以 45° 倾斜, 因而返回至点 P 的光束具有 P-偏振分量。

15 另一方面, 使在点 Q 处衍射的光束 (P-偏振分量) 通过第二四分之一波片 95, 并通过反射棱镜 94 垂直地反射, 并返回至点 Q, 从而被衍射光栅衍射。同时, 由于第二四分之一波片 95 的光轴相对于入射光的偏振方向以 45° 倾斜, 因而返回至点 Q 的光束具有 S-偏振分量。

20 在点 P 和 Q 处再次被衍射的光束然后返回至第一 PBS92。由于从点 P 返回的光束具有 P-偏振分量, 因而它透过第一 PBS92。另一方面, 由于从点 Q 返回的光束具有 S-偏振分量, 因而它被第一 PBS92 反射。因此, 使返回至点 P 和点 Q 的光束在第一 PBS92 处彼此重叠, 并通过第二透镜 96 被会聚成合适的光束, 该光束然后进入 BS97。

25 BS97 将进入的光束分成两束, 使一束进入第二 PBS98, 同时另一束进入第三四分之一波片 101。需要指出, 相对于入射光的偏振方向以 45° 倾斜第二 PBS98 和第三四分之一波片 101。

30 将进入第二 PBS98 的光束分成具有 S-偏振分量的光束和具有 P-偏振分量的光束, 使具有 S-偏振分量的光束进入第一光电变换器 99, 同时使具有 P-偏振分量的光束进入第二光电变换器 100。在第一光电变换器 99 和第二光电变换器 100 处获得干涉信号 $A \cos(4Kx + \delta)$ 。在 $A \cos(4Kx + \delta)$ 中, K 等于 $2\pi/\Lambda$, 而 x 表示移动量, 同时 δ 表示初相位。需要指出, 在第一光电变换器 99 处获得的信号和在第二光电变换器 100 处获得的信号表现出 180°

的相位差。

在进入第三四分之一波片 101 的光束中，在相对方向上圆形偏振具有 P-偏振分量的光束和具有 S-偏振分量的光束，并使其彼此重叠，以产生线性偏振光束，然后进入第三 PBS102。将进入第三 PBS102 的光束分成具有 S-偏振分量的光束和具有 P-偏振分量的光束，使具有 S-偏振分量的光束进入第三光电变换器 103，同时使具有 P-偏振分量的光束进入第四光电变换器 104。因为衍射光栅在 x 方向上移动 $\Lambda/2$ ，进入第三 PBS102 的线性偏振光束的偏振方向进行完整的回转。因此，如同第一光电变换器 99 和第二光电变换器 100，第三光电变换器 103 和第四光电变换器 104 产生 $A\cos(4Kx+\delta')$ 的干涉信号。需要指出，在第三光电变换器 103 处获得的信号和在第四光电变换器 104 处获得的信号表现出 180° 的相位差。

相对于第二 PBS98 以 45° 倾斜第三 PBS102。因此在第三光电变换器 103 和第四光电变换器 104 处获得的信号相对于在第一光电变换器 99 和第二光电变换器 100 处获得的信号表现出 90° 的相位差。

第一差动放大器 105 差动放大来自第一光电变换器 99 和第二光电变换器 100 的电信号输入，并将通过消去干涉信号的 DC（直流）分量获得的信号输出至步进信号发生器 107。类似地，第二差动放大器 106 差动放大来自第三光电变换器 103 和第四光电变换器 104 的电信号输入，并将通过消去干涉信号的 DC（直流）分量获得的信号输出至步进信号发生器 107。

附图的图 2 示意性描述了由本专利申请的申请人在下面列出的专利文献 1，日本专利申请未审查公开 4-324316 号（Jpn. Pat. Appln. Laid-Open Publication No. 4-324316）中公开的一种已知的固定点检测装置。该固定点检测装置包括固定部分 110 和在测量方向（X 方向）上可移动的可移动部分 130，固定部分 110 包括光学系统 111 和检测系统 121，同时可移动部分 130 包括基片 131 和在基片 131 的上表面上设置的两个体积类型的全息衍射光栅 132、133。

光学系统 111 包括典型为用于输出激光束的半导体激光器的光源 112、准直透镜 113 和聚焦透镜 114。检测系统 121 具有光接收装置 122、123 和电处理电路 129。

附图的图 3 示意性描述了已知的固定点检测装置的全息衍射光栅 132、133。利用透过/体积型全息图形成全息衍射光栅 132、133。全息衍射光栅

132、133 在下文中也可被简单称为全息图。如图 3 中所示，使每个全息衍射光栅 132、133 的栅格间距或栅格节距 d 在测量方向上顺序改变。分别限定全息衍射光栅 132、133 的栅格间距或栅格节距 d 的分布平面 142、143 相对于全息衍射光栅 132、133 的上表面倾斜，并且倾斜角度顺序和连续地在测量方向上改变。因此，因为通过全息衍射光栅 132、133 衍射入射光，所以衍射效率在测量方向上连续改变。

附图的图 4 是图 2 的固定点检测装置的主体部分的示意性描述。如图 4 所示，在基片 131 的上表面 131A 上的横向方向上并排设置两个全息衍射光栅 132、133。该两个全息衍射光栅 132、133 相对于中心平面 135 对称地设置。更具体地，使全息衍射光栅 132、133 的分布平面 142、143 的倾斜角度以相对于中心平面 135 对称的方式在中心平面 135 的相对侧处顺序和连续地改变，并使每个全息衍射光栅 132、133 的栅格间距或栅格节距 d 也以相对于中心平面 135 对称的方式顺序和连续地改变。两个全息衍射光栅 132、133 设置成使得它们的衍射效率变成最大的相应的点在测量方向上彼此不同。

因为可移动部分 130 相对于固定部分 110 移动，并且它相对于光接收装置 122、123 和固定位于图 4 中的光源 112 移动，通过第一光接收装置 122 检测通过第一全息衍射光栅 132 衍射的光，而通过第二光接收装置 123 检测通过第二全息衍射光栅 133 衍射的光。

由于将两个全息衍射光栅 132、133 设置成其中衍射效率变成最大的相应的点在测量方向上彼此不同，因而通过第一光接收装置 122 检测的衍射光的光学强度曲线的峰值和通过第二光接收装置 123 检测的衍射光的光学强度曲线的峰值彼此不同。因此，存在其中两个光学强度曲线互相相交的交叉，并因此存在两个曲线表现出相同值的点。该点是通过固定点检测装置获得的固定点。

发明内容

近来使通过利用发光二极管和激光器形成的固定点检测装置和位移测量装置表现出高分辨率，从而使它们可以测量小于 1nm 的距离。另一方面，这种测量操作时不允许传感器发射热。因此，普遍使用分离光源与传感器和通过光纤传送光束的设置。

附图的图 5 示意性说明了适于通过偏振保持型光纤 163 传送从光源 161 发射的光束至检测部分 164 并检测固定点的固定点检测装置 160。通过偏振保持型光纤 163 传送从光源 161 发射的光束至聚焦透镜 162, 并将其辐射至在测量目标 169 上并排设置的两个衍射光栅 166 和 167 之上, 并通过两个光接收部分 170 和 171 分别接收通过两个衍射光栅 166 和 167 的临近定位的边缘 168 衍射的光束。然后, 通过比较器 172 比较两个光接收部件 170 和 171 接收光的量, 并将其中比较信号表现出预定的相应的水平的点限定为固定点。

因此, 偏振保持型光纤 163 用于图 5 的固定点检测装置 160, 以在保持偏振分量的状态中传送从光源 161 发射的光束。然而, 由于光纤上应力和弯曲的影响, 偏振被扰乱, 使检测部分 164 被干扰影响, 使固定点检测装置 160 不能为了测量而稳定地工作。

下面更具体地讨论该问题。如果由于光纤 163 的应力和弯曲稍微移位从光纤 163 发射的光束的偏振轴, 则可以因此改变进入衍射光栅 166 和 167 的光束的偏振分量。通常, 衍射光栅的衍射效率不仅基于入射光束的偏振分量而且基于衍射光栅自身的特性而改变, 从而使光束进入光接收部件 170 和 171 时的量可以改变, 并且所述装置错误地识别固定点移位。

因此, 为了固定点检测装置 160 稳定地执行检测固定点的操作, 必须稳定从光纤 163 出来的光束的偏振轴。

附图的图 6 示意性描述了适于通过偏振保持型光纤 183 传送从光源 181 发射的光束至检测部分 184, 并通过检测部分 184 测量测量目标的位移的位移测量装置 180。在通过偏振保持型光纤 183 传送从光源 181 发射的光束至聚焦透镜 185 之后, 测量装置使光束进入偏振光束分离器 186。偏振光束分离器 186 将入射光束分成两个光束, 并使它们撞击衍射光栅标尺 187。获得的衍射光束透过 $\lambda/4$ 波片 188 和 189, 并分别被镜面 191 和 192 反射, 从而返回偏振光束分离器 186, 跟随同样的光程。然后, 在偏振光束分离器 186 处重新结合两个光束, 并作为干涉信号向偏振装置 193 导引。在通过偏振装置 193 之后, 通过光接收部件 194 将干涉信号转换成电信号, 以测量衍射光栅的位移。

然而, 如果在上面所述的位移测量装置 180 中在光纤 183 的应力和弯曲的影响下干扰偏振, 则因此再次改变通过偏振光束分离器 186 产生的两

束光的数量的量。当在偏振光束分离器 186 处重新结合两个光束时，光的量的改变作为调制比的改变，以变成干涉信号，从而提高输出信号方面的波动。由于它们相反地影响测量位移的精确度。因而必须尽可能地稳定从光学传送单元输出的光束的偏振轴。

- 5 考虑到上面认识到的情况，因此期望提供一种能够高精度地检测固定点或通过减小由于光纤的应力和弯曲的偏振的波动，以用于传送从光源发射的光束至检测侧的位移检测装置、位移测量装置和固定点检测装置。

依据本发明，提供一种位移检测装置，其包括：用于发射光束的光源，用于提高从该光源发射的光束的消光比至不小于 20dB 的消光比转换装置，
10 用于聚焦具有通过消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜，用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤，安装到测量目标的衍射光栅，从而被辐射并衍射通过光纤传送的光束，以及用于接收被该衍射光栅衍射的光束的光接收装置，利用使它的偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致，使具有通过该消光比转换装置被提高
15 至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入光纤，通过接收该衍射光束的量的水平，该光接收装置适于检测该测量目标的位移。

这样，由于如上面限定的位移检测装置，因为利用使偏振轴与该光纤的光轴或与该光轴正交的轴一致，使通过该聚焦透镜聚焦的具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束进入该光纤，可以最小化
20 由于光纤的应力和弯曲的偏振的干扰。

依据本发明，也提供一种位移测量装置，其包括：用于发射光束的光源，用于使从该光源发射的光束变成线性偏振的光束、并提高其消光比至不小于 20dB 的消光比转换装置，用于聚焦具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜，用于传送通过该聚焦透镜聚焦
25 的光束的偏振保持型光纤，用于将通过该光纤传送的光束分成两个光束的偏振光分离器，安装到测量目标并适于接收通过该偏振光分离器产生的两个光束的衍射光栅，并产生衍射光束，用于改变通过该衍射光栅产生的两个衍射光束的偏振的相位板，用于反射具有通过该相位板改变的偏振的两个衍射光束、并再次通过该相位板导引它们至该衍射光栅的两个反射镜，
30 用于引起通过该两个反射镜导引至该衍射光栅的两个衍射光束衍射的偏振部件，并通过该衍射光栅使其进入该偏振光束分离器，并由该偏振光束分

5 离器反射或透过其传送，以彼此干涉，以及用于接收通过该偏振部件获得的干涉光束的光接收部件，其中利用使它的偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致，使具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入光纤，通过接收该衍射光束的量的水平，该光接收装置适于检测该测量目标的位移。

这样，由于如上面限定的位移测量装置，因为利用使其偏振轴与该光纤的光轴或与该光轴正交的轴一致，使通过该聚焦透镜聚焦的具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束进入该光纤，可以最小化由于该光纤的应力和弯曲的偏振的干扰。

10 依据本发明，也提供一种固定点检测装置，其包括：用于发射光束的光源，用于使从该光源发射的光束变成线性偏振的光束、并提高其消光比至不小于 20dB 的消光比转换装置，用于聚焦具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜，用于传送通过该聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤，并排设置的两个衍射光栅，以辐射通过该光
15 纤传送的光束，并衍射它，用于接收通过该两个衍射光栅产生的衍射光束的两个光接收装置，和比较装置，其用于比较两个光接收装置的接收光的量，利用使它的偏振轴与该光纤的光轴或垂直正交该光轴的轴一致，使具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的通过该聚焦透镜聚焦的光束进入该光纤，该比较装置依据该两个光接收装置的接收光的量的
20 比较结果适于检测固定点。

这样，由于如上面限定的固定点检测装置，因为利用使偏振轴与光纤的光轴或与该光轴正交的轴一致，使通过该聚焦透镜聚焦的具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束进入光纤，可以最小化由于该光纤的应力和弯曲的偏振的干扰。

25 因为利用使偏振轴与光纤的光轴或与该光轴正交的轴一致，使通过该聚焦透镜聚焦的具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束进入光纤，依据本发明的位移检测装置可以最小化由于光纤的应力和弯曲的偏振的干扰，从而可以高精度地检测位移。

30 因为利用使偏振轴与光纤的光轴或与该光轴正交的轴一致，使通过该聚焦透镜聚焦的具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束进入光纤，依据本发明的位移测量装置可以最小化由于光纤的应力和

弯曲的偏振的干扰，从而可以高精度地检测位移。

因为利用使偏振轴与光纤的光轴或与光轴正交的轴一致，使通过该聚焦透镜聚焦的具有通过该消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束进入光纤，依据本发明的固定点检测装置可以最小化由于光纤的应力和

5 弯曲的偏振的干扰，从而可以高精度地检测固定点。

附图说明

图 1 是已知的位移检测装置的示意性描述，表现出了其结构；

图 2 是在专利文献 1 中描述的已知的固定点检测装置的示意性描述，
10 表现出了其结构；

图 3 是用于图 2 中的固定点检测装置的全息衍射装置的示意性描述，
表现出了其结构；

图 4 是图 2 的固定点检测装置的主体部分的示意性描述；

图 5 是适于通过光纤检测固定点的固定点检测装置的示意性描述，表
15 现出了其结构；

图 6 是适于通过光纤测量位移的位移测量装置的示意性描述，表现出了其结构；

图 7 是依据本发明的位移测量装置的实施例的示意性描述，表现出了其结构；

20 图 8 是消光比的示意性描述；

图 9 是偏振保持型光纤的示意性横截面图；

图 10 是位移测量装置的实施例的应用的示意性描述；

图 11 是固定点检测装置的实施例的示意性描述，表现出了其结构；

图 12 是说明 S-偏振分量的衍射效率和 P-偏振分量的衍射效率大程度
25 不同的曲线图；

图 13 是当将弯曲应力施加至偏振保持型光纤时用于测量固定点的检测位置随时间变化的程度的系统的示意性方块图；

图 14 是说明由于光纤的弯曲检测的固定点的位移的曲线图；

图 15 是通过集成组合偏振板和聚焦透镜实现的光学传送单元的示意性
30 描述；

图 16 是通过集成组合偏振板、准直透镜和聚焦透镜以及将该偏振板夹

于该准直透镜和聚焦透镜之间实现的光学传送单元的示意性描述;

图 17 是取代利用偏振板, 通过形成偏振保持型光纤的光接收末端小面从而表现出布儒斯特角来实现的光学传送单元的示意性描述;

图 18 是通过在用作光源的半导体激光器的发光窗处形成偏振板来实现
5 的光学传送单元的示意性描述; 以及

图 19 是通过形成用作光源的半导体激光器的发光窗玻璃以表现出布儒斯特角来实现的光学传送单元的示意性描述。

具体实施方式

10 现在, 参照描述了本发明的优选实施例的附图说明位移测量装置和固定点检测装置。

图 7 是依据本发明的位移测量装置的实施例的示意性说明, 该图表现
出了其结构。参照图 7, 位移测量装置 10 适用于为了测量纳米 (nm) 级和
更低级的移动量的制造半导体或液晶的领域。当其光源部分产生的热影响
15 其检测部分的传感器时, 位移测量装置 10 不能够稳定地测量移动量。换
句话说, 必须避免任何热被传送至检测部分 16。因此, 光源 12 与检测部分
16 分离, 并通过光纤 15 传送从光源 12 发射的光束至检测部分 16。

为此, 位移测量装置 10 包括用于发射光束的光源 12、适于被作用于
将从光源 12 发射的光束转换成表现出高达不小于 20dB 的消光比的线性偏
20 振光束的消光比转换装置的一种偏振部件的偏振板 13、用于聚焦表现出高
消光比并来自偏振板 13 的线性偏振光束的聚焦透镜 14, 以及用于传送被聚
焦透镜 14 聚焦的线性偏振光束的偏振保持型的光纤 15。

位移测量装置 10 另外包括用于聚焦通过光纤 15 传送的线性偏振光束
的聚焦透镜 17, 用于将通过聚焦透镜 17 聚焦的线性偏振光束分成两个光束
25 的偏振光束分离器 18, 适于接收由通过偏振光束分离器 18 分离原始光束产
生的光束并且安装到测量目标的衍射光栅 19, 适于改变通过衍射光栅 19 产
生的两个衍射光束的偏振的方向并被设置为在它们之间形成 90° 的角度的
两个相位板 20 和 21, 具有两个镜面 22 和 23 并且该两个镜面被设置为引起
来自衍射光栅 19 的衍射光束往复于该两个相位板之间的反射棱镜 24, 在该
30 反射棱镜 24 上, 将两个相位板 20 和 21 设置成在它们之间形成 90° 的角度,
用于使通过偏振光束分离器 18 重新结合并且进入其的光束彼此干涉的偏振

部件 25, 以及用于将其接收的两个干涉光束的干涉信号量转换为电信号的光接收部件 26。

光源 12、偏振部件 13、聚焦透镜 14 和偏振保持型光纤 15 被总起来称作光学传送单元 11。检测部分 16 包括聚焦透镜 17、偏振光束分离器 18、
5 衍射光栅 19、两个相位板 20 和 21、两个反射镜 22 和 23、偏振部件 25 和光接收部件 26。

现在将更详细地描述位移测量装置 10 的部件。首先, 光源 12 可以是用于发射相干光束的光源, 或发射低相干光束的发光二极管。可替代地, 它可以是具有偏振特性或不具有偏振特性的光源。

10 偏振板 13 是被用作适于将来自光源的光束转换成表现出高达不小于 20dB 的消光比的线性偏振光束的消光比转换装置的一种偏振部件。不小于 20dB 的消光比意味着长轴部分的线性偏振光束 (A) 对图 8 中的短轴部分的线性偏振光束 (B) 的量, 或 A:B 不小于 100: 1。消光比越高, 线性偏振光束的品质就越好。偏振部件可以实现不小于 30dB 的消光比, 或 A:B 的量等
15 于 1000: 1。可以通过在预定方向上拉伸包括铅 (lead) 的玻璃形成该偏振部件, 以定向内部分子结构至预定方向, 并使它如偏振滤波器地工作。偏振光束分离器适于将来自光源的光束转换成表现出高达不小于 20dB 的消光比的线性偏振光束, 其可以用于消光比转换装置。

偏振保持型光纤 15 典型地具有表现出具有 $3\mu\text{m}$ 的直径的圆形横截面的
20 圆芯 30, 和同轴围绕圆芯 30 的具有 $100\mu\text{m}$ 直径的包层 31, 如图 9 中所示。芯 30 和包层 31 都由石英玻璃制成, 但表现出彼此不同的各自的折射系数。圆芯 30 的折射系数高于包层 31 的折射系数。例如, 当将波长 λ 在 600 和 700nm 之间的光束导引进入芯 30 时, 光束前进, 同时由芯 30 和其折射系数低于芯 30 的折射系数的包层 31 的分界面反射。两个玻璃丝 32 和 33 与芯
25 30 和包层 31 不同并表现出圆形横截面, 将它们设置在芯 30 的相对侧, 从而远距离地夹着芯 30。两个玻璃丝 32 和 33 具有相同的热膨胀系数, 并促使收缩整个包层 31。更具体地, 它们促使冷却整个包层 31, 并保持被施加至芯 30 的应力为恒定水平。将连接两个玻璃丝 32 和 33 的中心和芯 30 的中心以及包层 31 的中心的轴限定为光轴 34。使从光源 12 发射的光束进入
30 光纤 15, 同时通过偏振板 13 和聚焦透镜 14 使从光源 15 发射的光束的偏振轴与光纤 15 的光轴 34 一致。偏振保持型光纤可替代地是其芯表现出椭圆

形横截面的椭圆形芯型光纤。

偏振光束分离器 18 将通过偏振保持型光纤 15 传送和通过聚焦透镜 17 聚焦的光束分成分别具有 S-偏振分量和 P-偏振分量的两个光束。将进入偏振光束分离器 18 的入射光束的偏振轴设置成具有 S-偏振分量的光束和具有 P-偏振分量的光束都表现出相同的功率水平。S-偏振光束是相对于通过撞击光的分界面的光束和由该分界面反射的光束限定的入射平面垂直振荡的偏振分量。P-偏振光束是与入射平面平行振荡的偏振分量。通过偏振光束分离器 18 反射具有 S-偏振分量的光束，而通过偏振光束分离器 18 透过具有 P-偏振分量的光束。

10 衍射光栅 19 可以是体积型全息图。衍射光栅 19 安装到测量目标。衍射光栅 19 在如图 7 所示的箭头的方向上是可移动的。衍射光栅 19 的栅距典型是 $0.55\mu\text{m}$ 。透过偏振光束分离器 18 之后 P-偏振分量撞击衍射光栅 19 的位置(点 Q)与偏振光束分离器 18 反射之后 S-偏振分量撞击衍射光栅 19 的位置(点 P)不同。

15 相对于进入光束的偏振方向，安装到反射棱镜 24 的第一镜面 22 的第一四分之一波片 20 的光轴以 45° 倾斜。类似地，相对于进入光束的偏振方向，安装到反射棱镜 24 的第二镜面 22 的第二四分之一波片 21 的光轴以 45° 倾斜。

20 相对于进入光束的偏振方向，在光接收部件 26 的侧面处设置的偏振部件 25 以 45° 倾斜。因此，当它们通过偏振部件 25 时，来自偏振光束分离器 18 的两个光束变成干涉波。光接收部件 26 将该干涉波撞击它的量转换成电信号。

现在将在下面讨论具有上面所述的结构的位置测量装置 10 的操作。当从光源 12 发射的相干或低相干光束进入偏振板 13 时，它变成表现出典型高达 30dB 的消光比的线性偏振光束。通过聚焦透镜 14 聚焦表现出高消光比的线性偏振光束，并利用使线性偏振光束的偏振轴与光纤 15 的光轴 34 一致，使它进入偏振保持型光纤 15。当使光束进入光纤 15 时，由于使通过偏振板 13 线性偏振的光束的偏振轴与偏振保持型光纤 15 的光轴 34 一致，可以减小由于光纤 15 的应力和弯曲的消光比的波动。可替代地，利用使光束的偏振轴与正交相交光轴 34 的轴 35 一致，可以使光束进入光纤 15。

30 调节和最大化从光纤 15 的光发射端 15b 发射的光束的消光比的技术可

以用于使该光束的偏振轴与偏振保持型光纤 15 的光轴一致。

因此，包括光源 12、偏振板 13、聚焦透镜 14 和偏振保持型光纤 15 的光学传送单元 11 不仅可以提高从光纤 15 的光发射端 15b 发射的光束的消光比，而且可以减小由于光纤 15 的应力和弯曲的消光比的波动。

- 5 在它进入偏振光束分离器 18 之前，通过检测部分 16 的聚焦透镜 17 聚焦从光学传送单元 11 的光纤 15 发射的光束。如上面所述，偏振光束分离器 18 将入射光束分成分别具有 S-偏振分量和 P-偏振分量的两个光束。通过偏振光束分离器 18 反射具有 S-偏振分量的光束，并在点 P 处进入衍射光栅 19。通过偏振光束分离器 18 透过具有 P-偏振分量的光束，并在点 Q 处
10 进入衍射光栅 19。

通过下面的公式表示在相应的方向上衍射在点 P 和点 Q 处进入衍射光栅 19 的光束：

$$\sin\theta_1 + \sin\theta_2 = n \cdot \lambda / \Lambda,$$

- 15 其中 θ_1 表示相对于光栅标尺的入射角度，并且 θ_2 表示从光栅标尺的衍射角度，同时 Λ 表示光栅的节距（宽度），并且 λ 和 n 分别表示光的波长和衍射程度。

- 20 在衍射光栅的点 P 处衍射的光束（S-偏振分量）透过安装到反射棱镜 24 的第一镜面 22 的第一四分之一波片 20，被第一镜面 22 垂直地反射并返回至点 P，其中它被衍射光栅 19 衍射。同时，由于第一四分之一波片 20 的光轴相对于入射光束的偏振方向以 45° 倾斜，因而返回至点 P 的光束变成具有 P-偏振分量的光束。换句话说，在衍射光栅 19 的点 P 处衍射的 S-偏振分量透过第一四分之一波片 20，接着被反射棱镜 24 的第一镜面 22 反射，并在然后再次透过第一四分之一波片 20，以使返回光束的偏振轴正交向前传送的光束的偏振轴。

- 25 类似地，在衍射光栅的点 Q 处衍射的光束（S-偏振分量）透过安装到反射棱镜 24 的第二镜面 23 的第二四分之一波片 21，被反射棱镜 24 垂直地反射并返回至点 Q，其中它被衍射光栅 19 衍射。同时，由于第二四分之一波片 21 的光轴相对于入射光束的偏振方向以 45° 倾斜，因而返回至点 Q 的光束变成具有 S-偏振分量的光束。换句话说，在衍射光栅 19 的点 S 处衍射
30 的 P-偏振分量透过第二四分之一波片 21，接着被反射棱镜 24 的第二镜面 23 反射，并在然后再次透过第二四分之一波片 21，以使返回光束的偏振轴

正交向前传送的光束的偏振轴。

因此，再次在点 P 和 Q 衍射的光束返回偏振光束分离器 18。由于从点 P 返回的光束具有 P-偏振分量，它透过偏振光束分离器 18。另一方面，由于从点 Q 返回的光束具有 S-偏振分量，它被偏振光束分离器 18 反射。因此，
5 在它们进入偏振部件 25 之前，通过偏振光束分离器 18 使从点 P 和 Q 返回的光束彼此重叠。

偏振部件 25 引起通过偏振光束分离器 18 使之彼此重叠的两个光束彼此干涉。光接收部件 26 将它接收干涉光束的量转换成电信号，以获得干涉信号。位移测量装置 10 测量在箭头 A 的方向上移动的衍射光栅 19 的移动
10 量，尽管该移动量可以是纳米级或更低级。

通过 $A\cos(4Kx+\delta)$ 可以表示上面所述的干涉信号，其中 K 等于 $2\pi/\Lambda$ ，而 x 表示移动量，同时 δ 表示初相位。如果使衍射光栅 19 的节距 Λ 等于 $0.55\mu\text{m}$ ，干涉波的周期对应于等于 $0.1375\mu\text{m}$ 的衍射光栅 19 的移动量。因此，该位移测量装置可以测量这种距离。因为位移测量装置将它转换成电
15 信号，并典型地通过 A/D 转换以 200 内插，可以实现大约 0.6895nm 的非常高的分辨率。不必说当测量 10nm 或更小的非常细微的位移时不得不稳定地输出信号。因为在位移测量装置中最小化了从上面所述的光学传送单元 11 发射的光束的消光比的波动，因而可以以高分辨率高稳定地测量移动量。

通过增大衍射的次数可以实现类似的效果，并将它应用至检测光学系
20 统，从而使用 $A\cos(8Kx+\delta)$ 的干涉信号。图 10 说明了位移测量装置 200 (变形)，其中应用了增加次数的衍射。图 10 的装置与图 7 的装置不同在于：通过入射平面 201a 和 202a，使从偏振光束分离器 18 产生并被衍射光栅 19 衍射的两个光束进入相应的反射棱镜 201 和 202，从而被反射平面 201b、202b 反射，并再次被反射平面 201c、202c 反射。然后，它们再次进
25 入衍射光栅 19，并在它们分别到达两个相位板 20 和 21 和反射棱镜 24 之前变成被衍射光栅 19 衍射。通过反射棱镜 24 反射的光束分别透过两个相位板 20 和 21 以及衍射光栅 19，从而在那里被衍射。然后，它们分别被反射棱镜 201 和 202 反射，并在它们到达偏振光束分离器 18 之前再次被衍射光栅 19 衍射。

30 偏振光束分离器 18 引起进入的偏振分量彼此重叠，并将它们发送至偏振部件 25。偏振部件 25 引起通过偏振光束分离器 18 彼此重叠的两个光束

彼此干涉，并发送该干涉信号至光束分离器 203。光束分离器 203 将入射光束分成两个光束，并传送该光束的一个至偏振光束分离器 204，另一光束至另一个偏振光束分离器 207。

5 进入偏振光束分离器 204 的光束被分成具有 S-偏振分量的光束和具有 P-偏振分量的光束。使具有 S-偏振分量的光束进入光电变换器 205，同时使具有 P-偏振分量的光束进入光电变换器 206。进入偏振光束分离器 207 的光束被分成具有 S-偏振分量的光束和具有 P-偏振分量的光束。使具有 S-偏振分量的光束进入光电变换器 208，同时使具有 P-偏振分量的光束进入光电变换器 209。

10 因此，光电变换器 205、206、208 和 209 可以获得 $A\cos(8Kx+\delta)$ 的干涉信号。

图 11 是依据本发明的固定点检测装置 40 的实施例的示意性描述，表现出了其结构。参照图 11，固定点检测装置 40 适用于为了测量纳米 (nm) 级和更低级的移动量的制造半导体或液晶的领域。当通过其光源部分产生的热影响其检测部分的传感器时，固定点检测装置 40 不能够稳定地工作。
15 换句话说，必须避免任何热被传送至检测部分 46。因此，光源 42 与检测部分 46 分离，并通过光纤 45 传送从光源 42 发射的光束至检测部分 46。

固定点检测装置 40 适用于与位移测量装置 10 一起使用，从而检测例如位移测量装置 10 的衍射光栅 19 上的绝对位置。如上面指出的，位移测量装置 10 包括具有 $0.55\mu\text{m}$ 的非常小的节距 Λ 的衍射光栅 19。当在衍射光栅 19 上测量位移时，如果出现电源故障或一些其它事故，迫使测量操作被中止，则当恢复电源时，再也不能复得衍射光栅上的先前测量位置。为了
20 恒定检测衍射光栅上的绝对位置而开发了固定点检测装置 40。它包括通过利用具有不同的节距的两个全息图形成的两个衍射光栅 48 和 49，并且适于通过检测两个衍射光栅 48 和 49 的临近定位的边缘 50 检测固定点。
25

如图 11 所示，固定点检测装置 40 包括用于发射光束的光源 42、适于被用于将光源 42 发射的光束转换成表现出高达不小于 20dB 的消光比的线性偏振光束的消光比转换装置的一种偏振部件的偏振板 43、用于聚焦表现出高消光比并来自偏振板 43 的线性偏振光束的聚焦透镜 44 以及用于
30 传送被聚焦透镜 44 聚焦的线性偏振光束的偏振保持型光纤 45。

固定点检测装置 40 另外包括用于聚焦通过光纤 45 传送的线性偏振光

束的聚焦透镜 47, 用于引起通过聚焦透镜 47 会聚的线性偏振光束在分界面部分 (边缘) 50 处或其附近被聚焦的两个临近设置的衍射光栅 48 和 49, 用于分别接收由于两个衍射光栅 48 和 49 衍射产生的衍射光束的两个光接收部件 52 和 53, 以及用于比较两个光接收部件 52 和 53 接收光时的量的比较器 54。通过由于比较产生的信号确定固定点。

现在将在下面详细描述固定点检测装置的部件。首先, 光源 42 可以是用于发射相干光束的光源, 或发射非相干光束的发光二极管。可替代地, 它可以是具有偏振特性或不具有偏振特性的光源。

偏振板 43 是一种被用作适于将来自光源的光束转换成表现出高达不小于 20dB 的消光比的线性偏振光束的消光比转换装置的偏振部件。该偏振部件可以实现不小于 30dB 的消光比。偏振光束分离器适于将来自光源的光束转换成表现出高达不小于 20dB 的消光比的线性偏振光束, 其可以用于消光比转换装置。

偏振保持型光纤 45 和参照图 9 在上面所述的相同, 并因此在此不再做任何进一步的描述。关于偏振保持型光纤 45 重要的是通过偏振板 43 和聚焦透镜 44 使从光源 42 发射的光束的偏振轴与光轴 34 或偏振保持型光纤 45 的轴 35 一致。

这是因为当通过偏振板 43 线性偏振的光束进入偏振保持型光纤 45 时, 通过使光束的偏振轴与光纤 45 的光轴 34 一致可以最小化由于光纤的应力和弯曲的消光比的波动。

可以并排设置两个衍射光栅 48 和 49, 从而可以在分界面部分 (边缘) 50 处或其附近聚焦通过聚焦透镜 47 会聚的线性偏振光束。两个衍射光栅 48 和 49 可以具有彼此不同的相应的点阵矢量或彼此不同的相应的晶格间距。它们可以从反射类型的全息图和炫耀衍射光栅选择出。图 10 表现出了两种反射类型的衍射光栅 48 和 49, 其中+1 度的衍射光被发射至入射光的一侧。可以替代使用透过型衍射光栅。

两个光接收部件 52、53 将从上面所述的两个衍射光栅 48 和 49 获得的衍射光束的强度转换成电信号。相对于两个衍射光栅 48 和 49, 在光纤 45 的发光端 45b 的侧面设置两个光接收部件 52 和 53。

比较器 54 比较来自两个光接收部件 52 和 53 的电信号。将通过比较器 54 比较的结果供给至控制部分 (未表现出)。该控制部分限定固定点, 在该

点依据通过比较器 54 比较的结果两个信号表现出任意选择的水平。将其中两个信号表现出相同的输出水平的点限定为固定点。

现在,在下面讨论具有如上面所述的结构 of 固定点检测装置 40 的操作。当从光源 42 发射的相干或不相干的光束进入偏振板 43 时,它成为表现出典型地高达 30dB 的消光比的线性偏振光束。通过聚焦透镜 44 聚焦表现出这种高消光比的线性偏振光束,并利用使线性偏振光束的偏振轴与光纤 45 的光轴 34 一致,使它进入偏振保持型光纤 45。因为当光束进入光纤 45 时,使通过偏振板 43 线性偏振的光束的偏振轴与偏振保持型光纤 45 的光轴 34 一致,可以减小由于光纤 45 的应力和弯曲的消光比的波动。可替代地,使光束的偏振轴与正交相交光轴 34 的轴 35 一致,使该光束进入光纤 45。

调节和最大化从光纤 45 的光发射端 45b 发射的光束的消光比的技术可以用于使光束的偏振轴与偏振保持型光纤 45 的光轴一致。

因此,包括光源 42、偏振板 43、聚焦透镜 44 和偏振保持型光纤 45 的光学传送单元 41 不仅可以提高从光纤 45 的光发射端 45b 发射的光束的消光比,而且可以减小由于光纤 45 的应力和弯曲的消光比的波动。

通过检测部分 46 的聚焦透镜 47 会聚从光学传送单元 41 的偏振保持型光纤 45 发射的光束,并在可以在图 11 的箭头 A 的方向上可移动的两个衍射光栅 48 和 49 的分界面(边缘) 50 处或其附近聚焦。

通过光接收部件 52 和 53 分别将从两个衍射光栅 48 和 49 产生的衍射光束的强度转换成电信号。将其中依据比较器 54 比较的结果,两个信号表现出任意选择的水平的点限定为固定点。将其中两个信号表现出相同的输出水平的点限定为固定点。然而,需要指出,当两个信号彼此一致时,比较器 54 的比较输出变成等于 0。由于当衍射光丢失并且光接收部件的输出等于 0 时,比较的结果也等于 0,因而为了避免识别误差,优选区别来自光接收部件的两个信号输出。因此,优选地,两个信号表现出某些非零值,从而可使它们与 0 的情况区别。

将本实施例的固定点检测装置 40 安装到测量目标 51,以检测衍射光栅 48 和 49 的绝对位置。通常,衍射光栅表现出它衍射作为引入的偏振分量的函数变化的光的量。换句话说,衍射效率在 S-偏振分量和 P-偏振分量之间变化。如果从光源发射的光束的波长是 780nm,并且栅格间距是 0.55 μ m,则当观察反射类型全息图的衍射效率时,该衍射效率如图 12 所示地在 S-

偏振分量和 P-偏振分量之间显著变化。参照图 12, 对于 35° 和 55° 之间的入射角度, S-偏振分量表现出 46%和 41%之间的衍射效率, 同时 P-偏振分量表现出 91%和 92%之间的衍射效率, 以证明 P-偏振分量的衍射效率远远高于前者分量的衍射效率。此外, 由于制造工艺, 这些值可以在不同装置中变化, 从而使制造的单个装置根据性能表现出某些程度的分散。

因此, 由于减小了波动, 现在可以不受进入衍射光栅的光束的消光比的波动影响地稳定地检测固定点。

图 13 是当将弯曲应力施加至该实施例的固定点检测装置 40 的偏振保持型光纤 45 时, 用于测量固定点的检测位置随时间改变的程度的系统的示意性方块图。如图 13 所示, 使光入射部分 55 作为一个单元形成, 其包括光源 42、偏振板 43 和用于导引具有预定消光比的线性偏振光束进入光纤 45 的固定点检测装置 40 的聚焦透镜 44。光入射部分 55 导引具有 12dB 或 29dB 的消光比的线性偏振光束进入偏振保持型光纤 45。依据来自安装于标尺 51 的两个衍射光栅 48 和 49 的分界面部分 50 的两个衍射光束, 该系统观察光纤 45 的弯曲的半径随时间的变化, 以及检测的固定点的检测位置的变化。

为此, 该测量系统包括安装到标尺 51 的编码器 56, 以将位移的模拟量检测为数字数据, 用于以预定数内插来自编码器 56 的数字值的内插电路 57, 以及用于基于来自内插电路 57 的数值收集固定点检测装置 40 上的位置位移数据的个人计算机 (PC) 58。也对个人计算机 58 供给来自固定点检测装置 40 的比较器 54 的比较结果。

图 14 是说明了由于光纤的弯曲检测的固定点的位移的曲线图。在图 14 中, 曲线图的水平轴表示时间 (分钟), 左垂直轴表示检测位置 (nm), 并且右垂直轴表示光纤的弯曲半径 (mm)。

首先, 当光纤的弯曲半径等于 60 (mm) 时, 将通过固定点检测装置 40 检测的固定点位置限定为 0 位置。一旦光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束或具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45, 该固定点位置不位移, 直至 18 分钟之后 (被称为第一状态)。在光束的导引之后, 光纤 45 的弯曲半径在 18 分钟和 32 分钟之间变成等于 28 (mm) (被称为第二状态)。如果光入射部分 55 在第二状态中导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45, 则通过固定点检测装置 40 检测的固定点位移

-60 (nm)。另一方面，如果光引入部分 55 在第二状态中导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点仅位移-35 (nm)。

5 在光束的导引之后，在 32 分钟和 48 分钟之间，光纤 45 的弯曲半径变成等于 18 (mm) (被称为第三状态)。如果在第三状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点位移-130 (nm)。另一方面，如果在第三状态中，光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点仅位移-62 (nm)。

10 在光束的导引之后，在 48 分钟和 63 分钟之间，光纤 45 的弯曲半径变成等于 28 (mm) (被称为第四状态)。如果在第四状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点位移-58 (nm)。另一方面，如果在第四状态中，光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点仅位移-35 (nm)。

15 在光束的导引之后，在 63 分钟和 78 分钟之间，光纤 45 的弯曲半径变成等于 60 (mm) (被称为第五状态)。如果在第五状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点如第一状态中地位移 0 (nm)。如果在第五状态中，光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点类似地位移 0 (nm)。

20 在光束的导引之后，在 78 分钟和 93 分钟之间，光纤 45 的弯曲半径变成等于 28 (mm) (被称为第六状态)。如果在第六状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点位移-60 (nm)。另一方面，如果在第六状态中，光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点仅位移-35 (nm)。

25 在光束的导引之后，在 93 分钟和 108 分钟之间，光纤 45 的弯曲半径变成等于 18 (mm) (被称为第七状态)。如果在第七状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45，则通过固定点检测装置 40 检测的固定点类似第三状态地位移-130 (nm)。另一方面，如果在第七状

态中,光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45,则通过固定点检测装置 40 检测的固定点类似第三状态地仅位移-62 (nm)。

在光束的导引之后,在 108 分钟和 123 分钟之间,光纤 45 的弯曲半径变成等于 28 (mm) (被称为第八状态)。如果在第八状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45,则通过固定点检测装置 40 检测的固定点类似第六状态地位移-60 (nm)。另一方面,如果在第八状态中,光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45,则通过固定点检测装置 40 检测的固定点类似第六状态地仅位移-35 (nm)。

在光束的导引之后,在 123 分钟和 137 分钟之间,光纤 45 的弯曲半径变成等于 60 (mm) (被称为第九状态)。如果在第九状态中光入射部分 55 导引具有 12dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45,则通过固定点检测装置 40 检测的固定点如第一状态地位移 0 (nm)。如果在第九状态中,光引入部分 55 导引具有 29dB 的消光比的线性偏振光束进入光纤 45,则通过固定点检测装置 40 检测的固定点类似地位移 0 (nm)。

15 如果将弯曲应力施加至光纤 45,则当通过光入射部分 55 将具有远远大于 12dB 的消光比的 29dB 的消光比的线性偏振光束导引进入光纤 45 时,固定点的位移是较小的。因此,利用该实施例的优点是明显的。

可以以如下面所述的各种不同的方式分别修改上面所述的位移测量装置 10 的光学传送单元 11 和光学传送单元 41 以及在图 7 和 11 中所述的固定点检测装置 40。图 15 示意性地说明了通过集成组合偏振板和聚焦透镜实现的光学传送单元。需要指出,通过与上面所述的位移测量装置 10 相同的那些参考符号分别表示在图 15 至 19 中所述的修改实施例的包括光源 12、偏振板 13、聚焦透镜 14、偏振保持型光纤 15 和光学传送单元 11 的部件。无需说可以通过与上面所述的固定点检测装置 40 相同的那些参考符号替代地表示它们。

25 当包装光学传输单元 11 的光入射部分(对于位移测量装置 10,与在图 13 中所述的光入射部分 55 相同,并包括光源 12、偏振板 13 和聚焦透镜 14)时,必须最小化部件的数量。通过集成组合偏振板 13 和聚焦透镜 14 可以减小部件的数量。当然,通过图 15 的光学传输单元 11 的偏振板 13,也可以产生在光源 12 发射的光束中表现出高消光比的线性偏振光束,通过聚焦透镜 14 会聚光束,并使光束进入光纤 15 的光接收端部小面 15a,使光束的

偏振轴与光纤 15 的光轴 34 一致。因此，使从光纤 15 的发光端 15b 发射的光束表现出高消光比，并因此表现出由于光纤的应力和弯曲的消光比的很少的波动。

图 16 是通过集成组合偏振板 13、准直透镜 61 和聚焦透镜 14 以及将偏振板 13 夹于准直透镜 61 和聚焦透镜 14 之间实现的光学传送单元 11 的示意性说明。在该修改的实施例中，通过准直透镜 61 准直从光源 12 发射的光束，并使它垂直地进入偏振板 13。因此，可以因为它的性能而完全地采用偏振板 13。此外，在该实施例中，由于包装减小了部件的数量。当然，使从光纤 15 的发光端 15b 发射的光束表现出高消光比，并因此表现出由于光纤 15 的应力和弯曲的消光比的很少的波动。可替代地，也可以不集成组合它们而单独设置准直透镜 61、偏振板 13 和聚焦透镜 14。

图 17 是通过形成偏振保持型光纤 15 的光接收端部小面 15a 而实现光学传送单元 11、从而取代利用偏振板表现出布儒斯特角的示意性说明。因为使光纤 15 的光接收端部小面 15a 表现出布儒斯特角，因而它像在分界面处的偏振滤波器一样地工作，从而反射 S-偏振分量，并允许 P-偏振分量进入光纤 15 的芯 30。简而言之，可以仅允许 P-偏振分量进入光纤 15。因此，仅允许从光源 12 发射的光束的 P-偏振分量进入使其光接收端部小面 15a 表现出布儒斯特角的光纤 15。通过使光接收端部小面 15a 表现出布儒斯特角，并且不允许其进入光纤 15 的芯 30，从而使表现出高消光比的光束被导引进入光纤 15，在图 17 中箭头表示的方向上反射 S-偏振分量。因此，由于该再次修改的实施例，从光源 12 发射的光束变成表现出高消光比的线性偏振光束，然后通过聚焦透镜 14 会聚该光束，并利用使光束的偏振轴与光纤 15 的光轴 34 一致，将其导引进入光纤 15。因此，使从光纤 15 的发光端 15b 发射的光束表现出高消光比，并因此表现出由于光纤 15 的应力和弯曲的消光比的很少的波动。此外，由于该修改的实施例不包括偏振部件，它提供了在包装的同时保全了空间的效果。

通过多层薄膜工艺可以形成图 17 的修改实施例的偏振保持型光纤 15 的光接收端部小面 15a，从而使多层薄膜的全部分界面表现出布儒斯特角。由于该设置，分界面像如此多的偏振滤波器一样地工作，以反射 S-偏振分量，并允许 P-偏振分量进入光纤 15 中的芯 30。简而言之，可以仅允许 P-偏振分量进入光纤 15。可将光纤 15 的光接收端部小面 15a 形成为如偏振光

束分离器一样地工作。

图 18 是通过在被用作光源的半导体激光器 62 的光发射窗口处形成偏振板 63 实现的光学传送单元 11 的示意性描述。从半导体激光器 62 发射的光束表现出大约 20dB 的消光比，通过在该光发射窗口处形成的偏振板 63 5 可以将消光比提高至大约 30dB。此外，在该修改实施例中，不必在半导体激光器 62 的外部空间中使用偏振部件，从而使该实施例提供在包装的同时节省空间的效果。当然，从光纤 15 的发光端 15b 发射的光束表现出提高的消光比，并因此表现出由于光纤的应力和弯曲的消光比的很少的波动。

图 19 是通过形成被用作光源的半导体激光器 63 的发光窗玻璃 64 以表 10 现出布儒斯特角实现的光学传送单元 11 的示意性描述。倾斜半导体激光器 63 的发光窗，从而避免由于在径向方向和横向方向之间从半导体激光器 63 发射的光束的扩展角的差出现的象散。因为使倾斜的发光窗的窗玻璃 64 表现出布儒斯特角，它反射 S-偏振分量，并刚好像偏振滤波器一样，仅允许 P-偏振分量在其分界面处进入光纤 15 的芯 30。简而言之，可以仅允许 P- 15 偏振分量进入光纤。通过聚焦透镜 14，从半导体激光器 63 发射的光束的 P-偏振分量进入光纤 15。换句话说，由于不允许 S-偏振分量进入光纤 15，光纤 15 发射具有高消光比的光束。因此，由于该修改实施例，从半导体激光器 63 发射的光束变成表现出高消光比的线性偏振光束，然后通过聚焦透镜 14 会聚光束，并利用光束的偏振轴与偏振保持型光纤 15 的光轴 34 一致 20 将其导引进入光纤 15。因此，使从光纤 15 的发光端 15b 发射的光束表现出高消光比，并因此表现出由于光纤的应力和弯曲的消光比的很少的波动。此外，由于该修改的实施例不包括偏振部件，它提供了在包装的同时节省空间的效果。

在图 19 的修改实施例中，通过多层薄膜工艺可以形成半导体激光器 63 25 的窗玻璃 64，从而使多层薄膜的全部分界面表现出布儒斯特角。由于该设置，分界面象如此多的偏振滤波器一样地工作，以反射 S-偏振分量，并允许 P-偏振分量进入光纤 15 中的芯 30。简而言之，可以仅允许 P-偏振分量进入光纤 15。

虽然根据位移测量装置 10 和固定点检测装置 40 在上面描述了本发明， 30 但本发明不局限于此。本发明也适用于包括用于发射光束的至少一个光源，用于提高从光源发射的光束的消光比至不小于 20dB 的消光比转换装置，用

于聚焦具有通过消光比转换装置提高至不小于 20dB 的消光比的光束的聚焦透镜，用于传送通过聚焦透镜聚焦的光束的偏振保持型光纤、安装到测量目标的衍射光栅，从而被辐射并衍射通过光纤传送的光束，以及用于接收被衍射光栅衍射的光束的光接收装置，其中利用使它的偏振轴与光纤的光轴一致或垂直正交光轴的轴，使具有通过消光比转换装置被提高至不小于 20dB 的消光比的通过聚焦装置聚焦的光束进入光纤，并且通过接收衍射光束的量的水平，光接收装置适于检测测量目标的位移。例如，本发明可适用于比如透过型的位移检测装置、反射型的位移检测装置、透过型的位移测量装置以及透过型的固定点检测装置的装置。

5 当然，偏振部件可以用于消光比转换装置。如果偏振部件被用作消光比转换装置，则它可以与聚焦透镜集成组合。

可以使光纤的光接收端部小面表现出布儒斯特角，从而作为消光比转换装置工作。

15 半导体激光器可以用于光源，并且可以在该半导体激光器的发光窗玻璃上形成偏振部件。

偏振光束分离器可以用于消光比转换装置。半导体激光器可以用于光源，并且可以在半导体激光器的发光窗玻璃上形成偏振光束分离器。

20 半导体层可以用于光源，并且可以通过形成半导体层的发光窗玻璃实现消光比转换装置，以表现出布儒斯特角。可以形成光纤的光接收端部小面，从而作为偏振光束分离器以及作为消光比转换装置一样工作。

本领域的技术人员可以理解，在附加权利要求和其等价物的范围内，基于设计需要和其它因素可以出现各种修改、组合、子组合和变化。

本发明包括涉及于 2004 年 12 月 13 日向日本专利局申请的日本专利申请 JP2004-360609 的主题，在此将其内容全部参照结合。

25

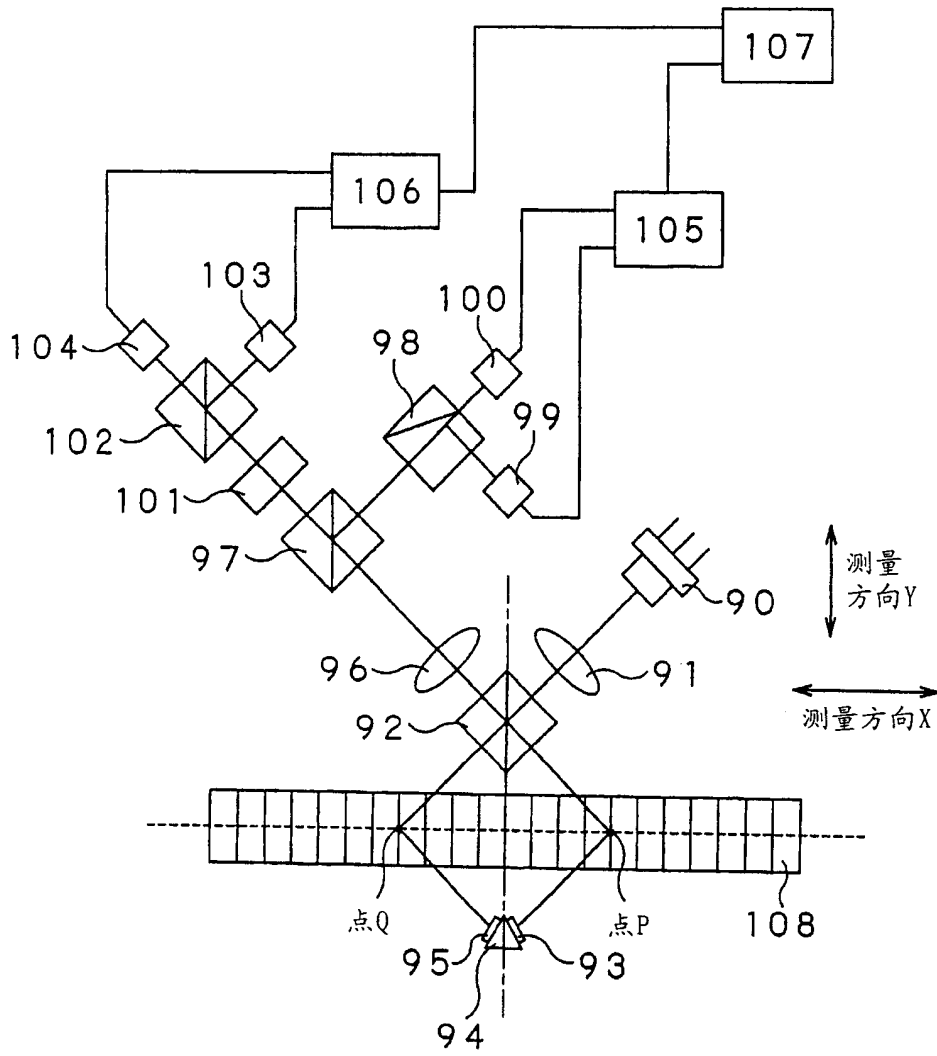


图 1

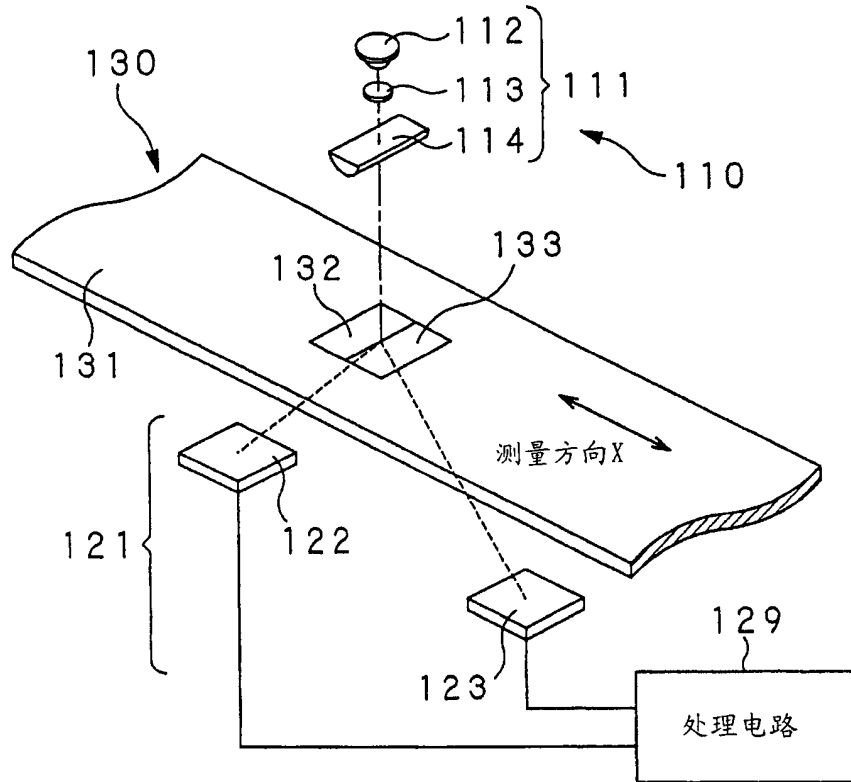


图 2

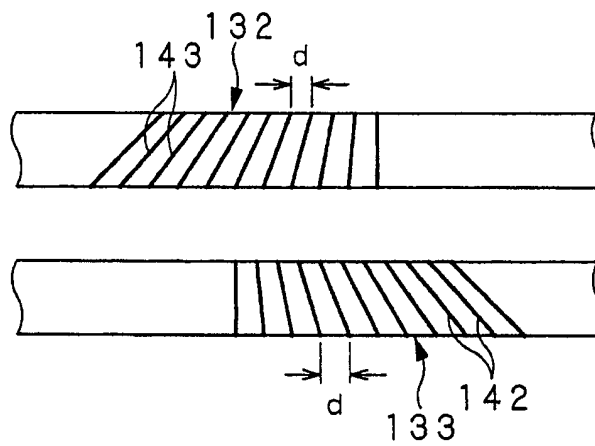


图 3

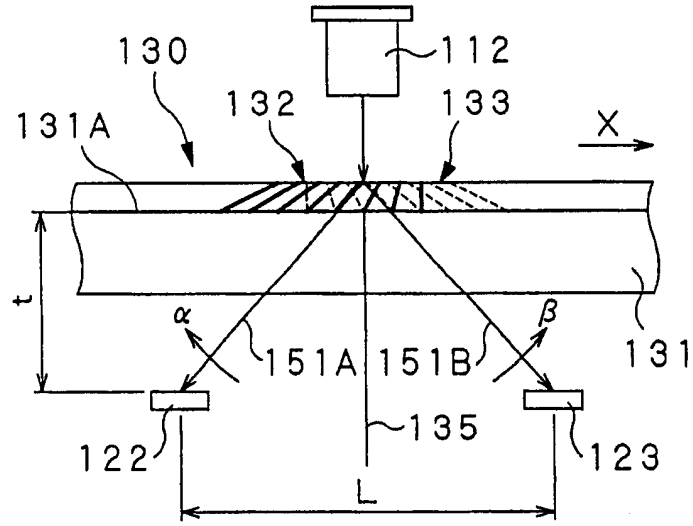


图 4

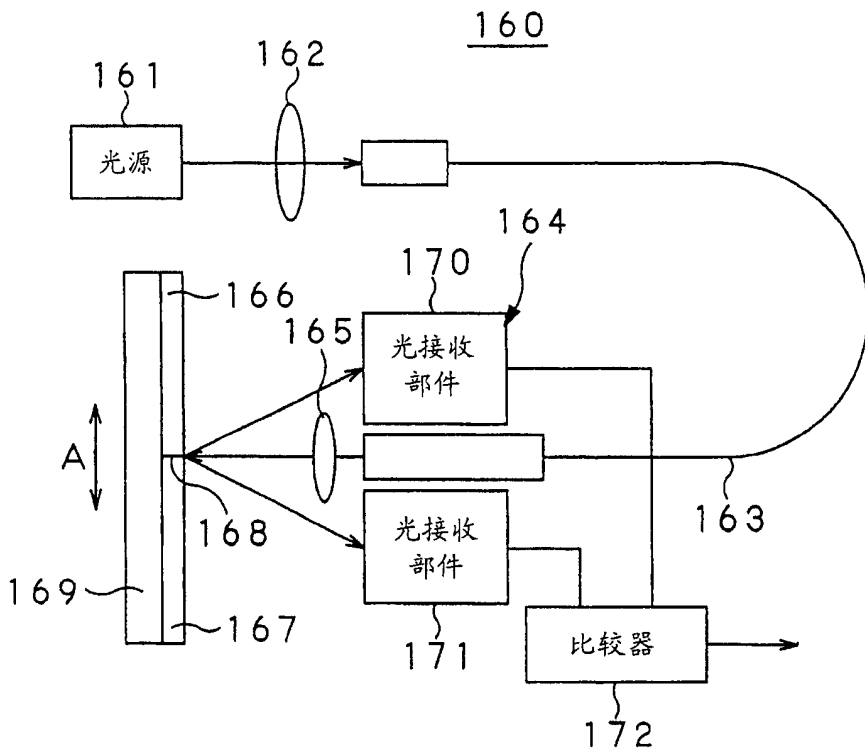


图 5

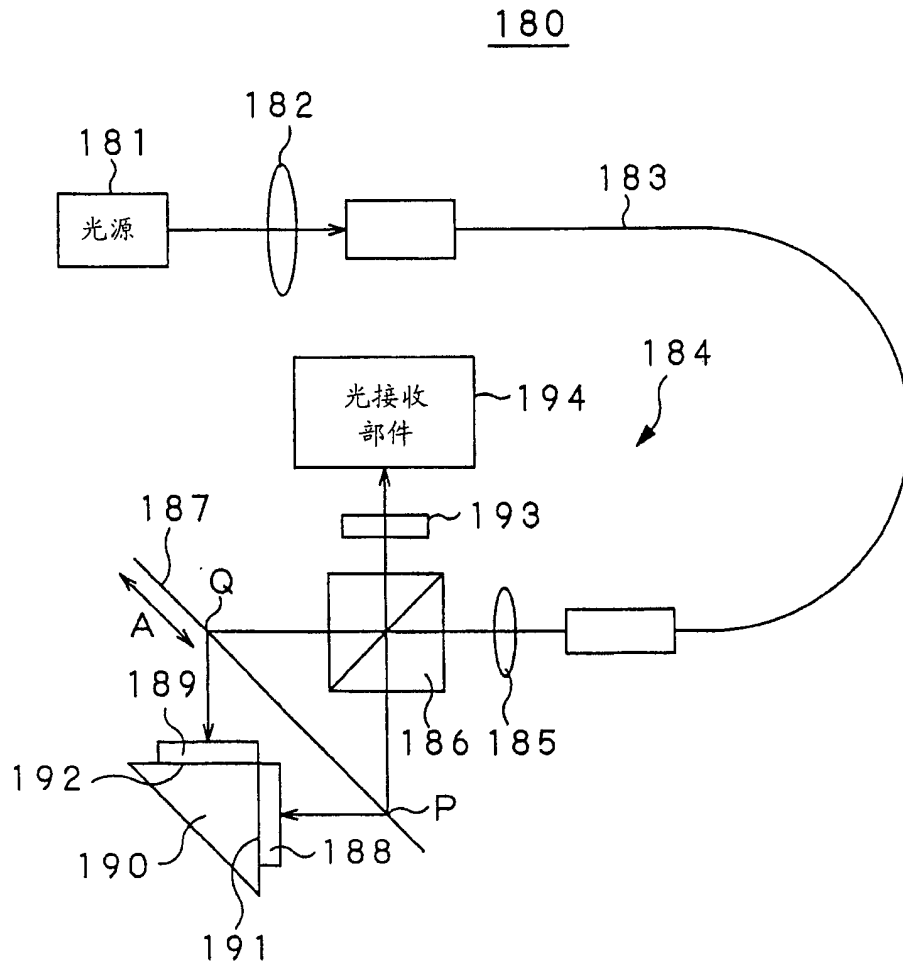


图 6

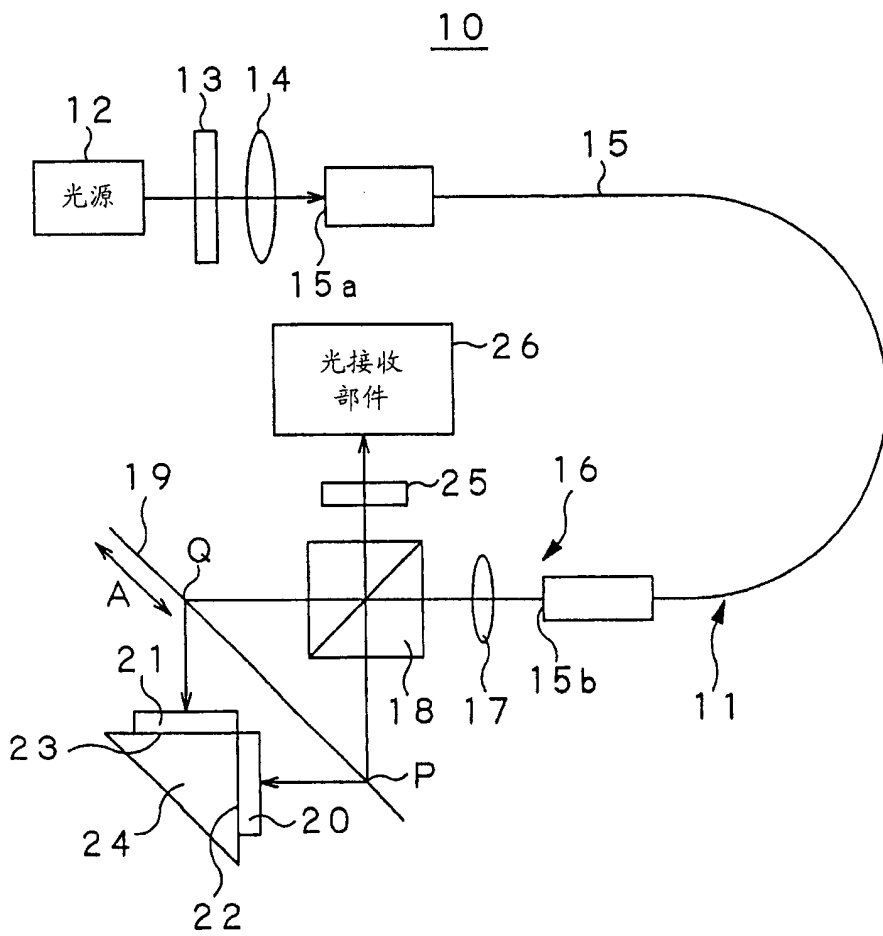


图 7

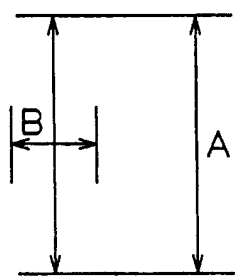


图 8

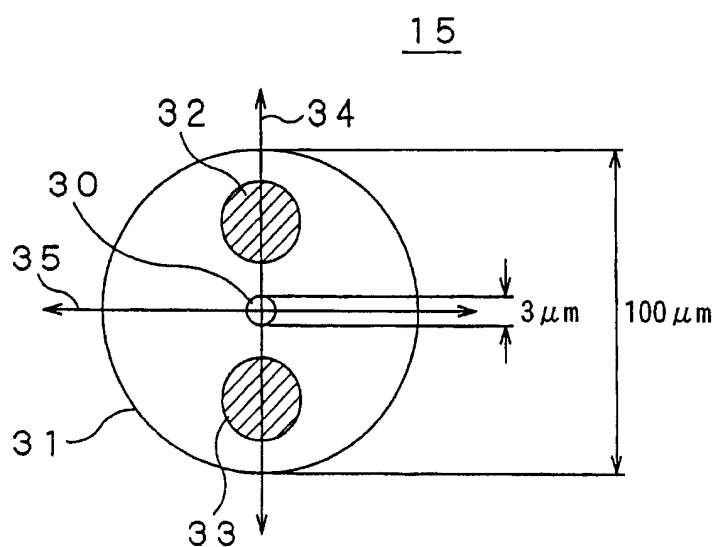


图 9

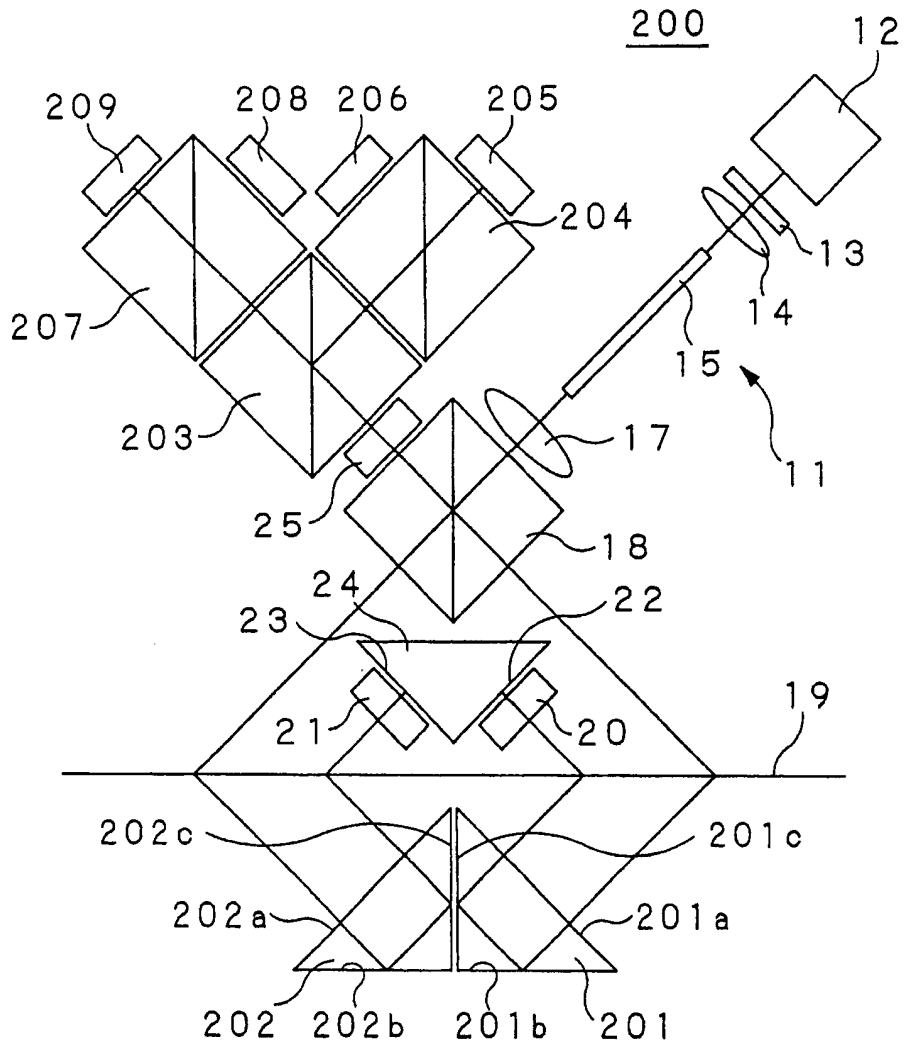


图 10

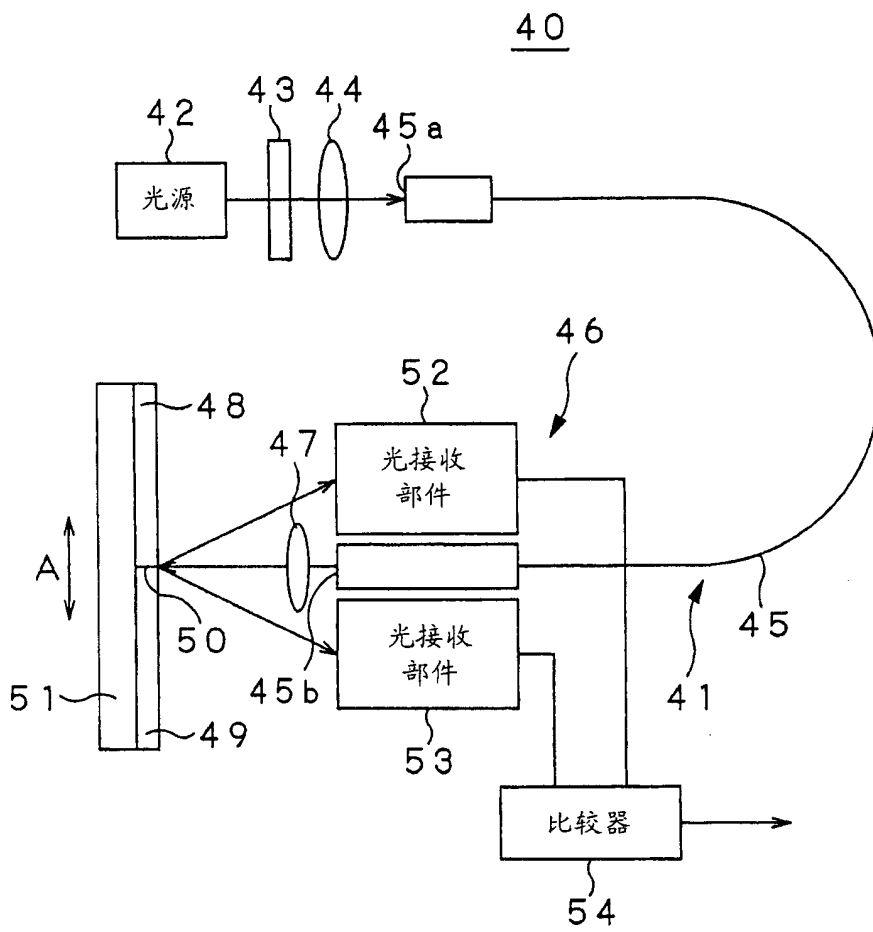


图 11

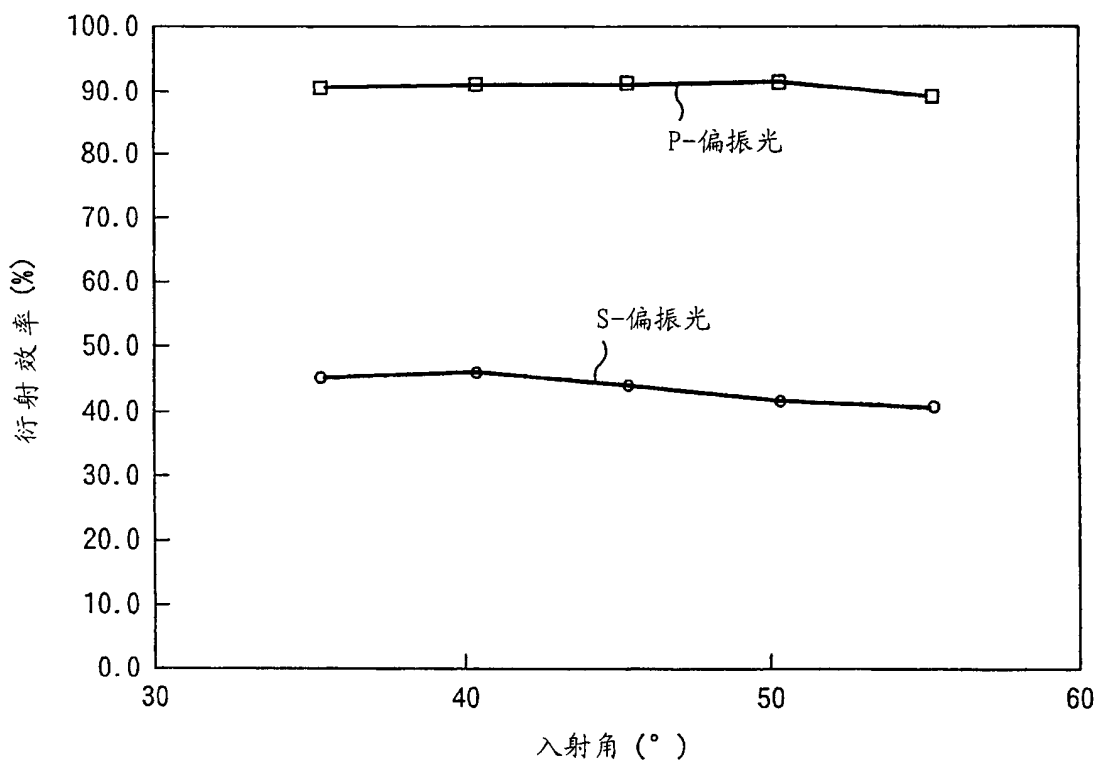


图 12

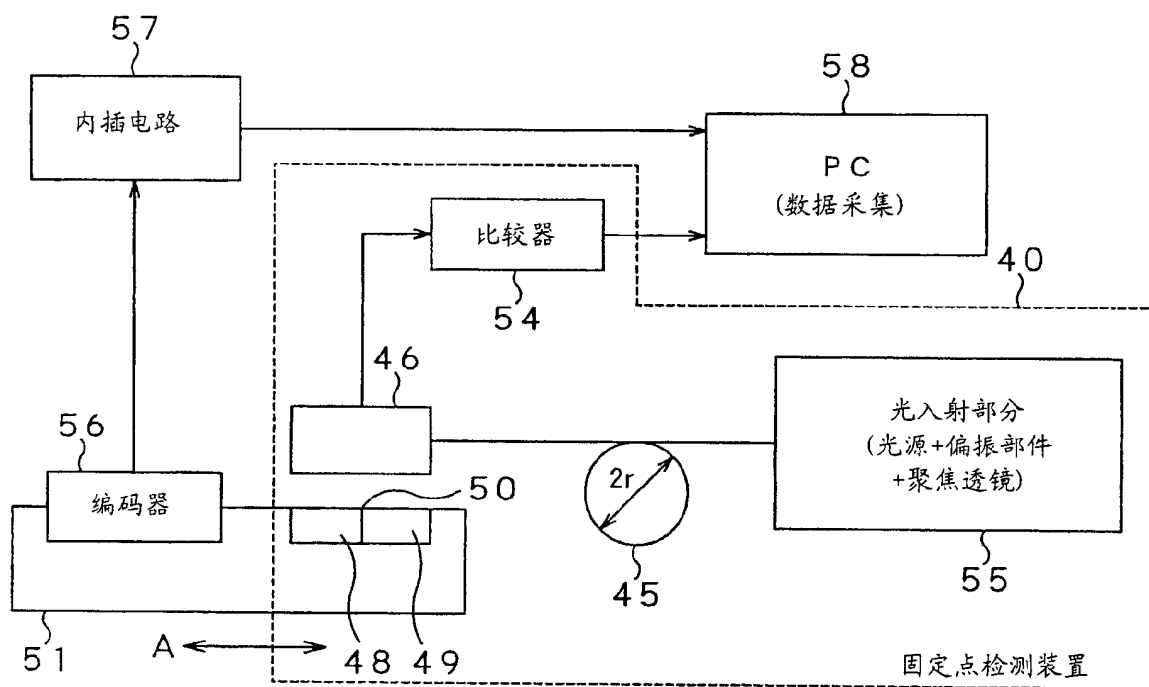


图 13

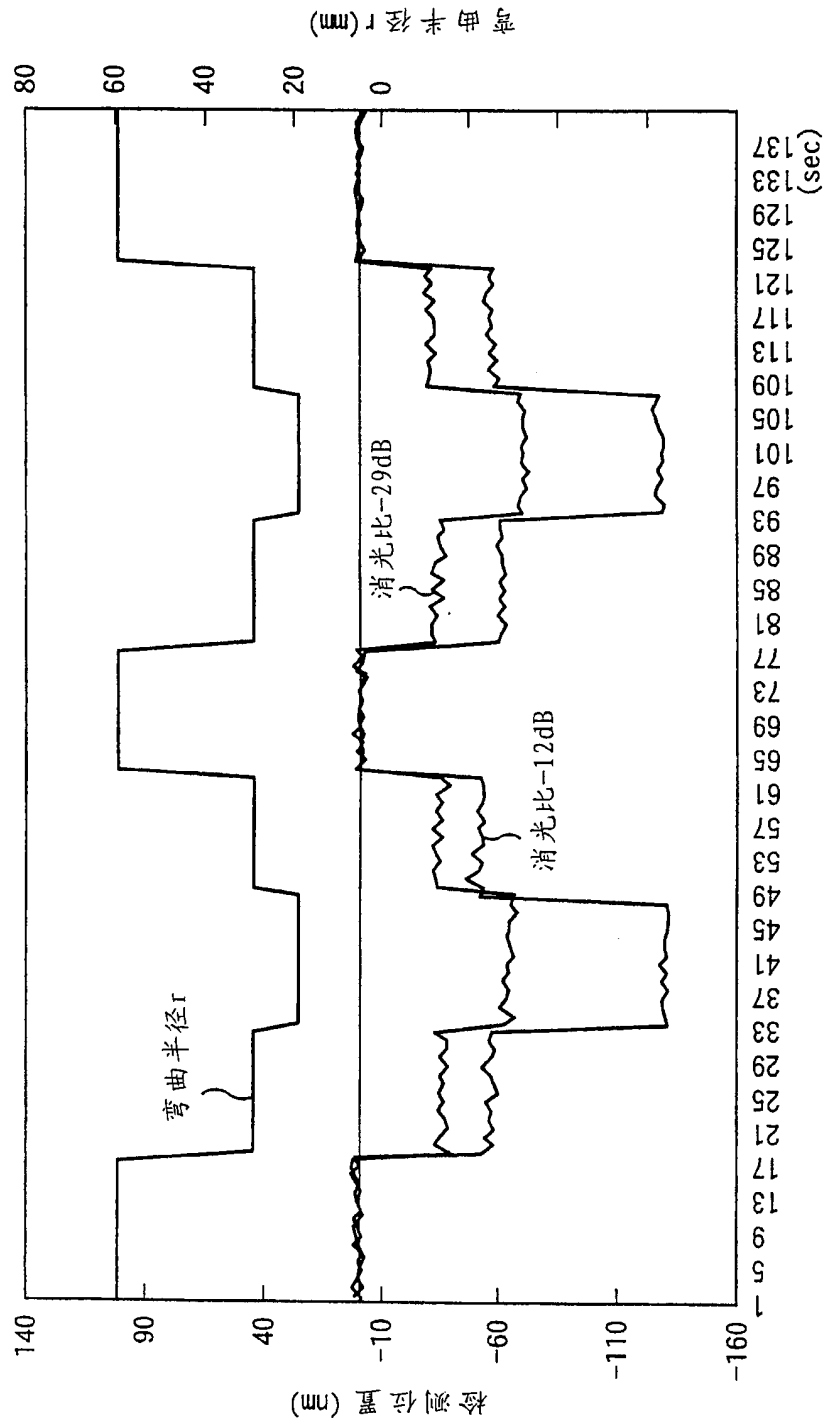


图 14

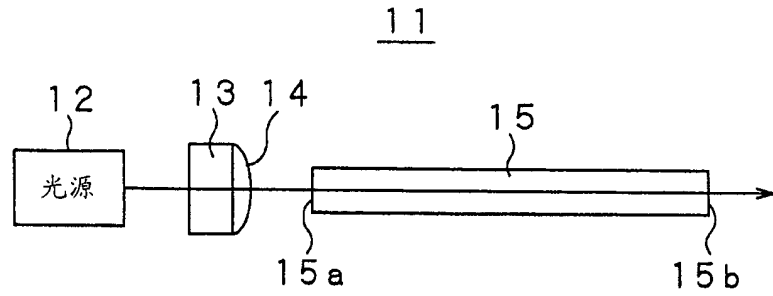


图 15

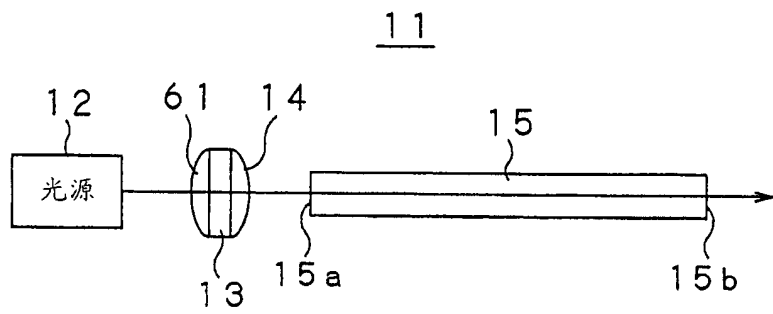


图 16

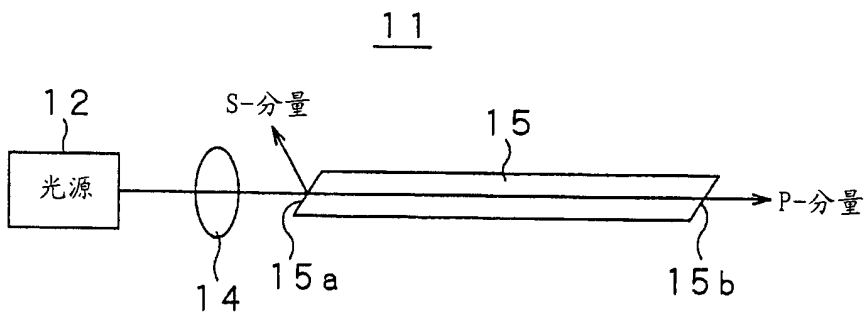


图 17

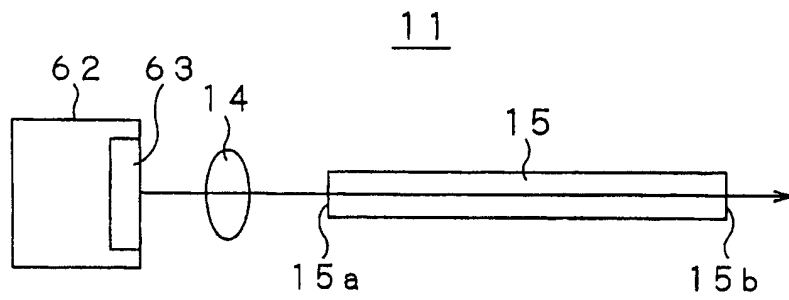


图 18

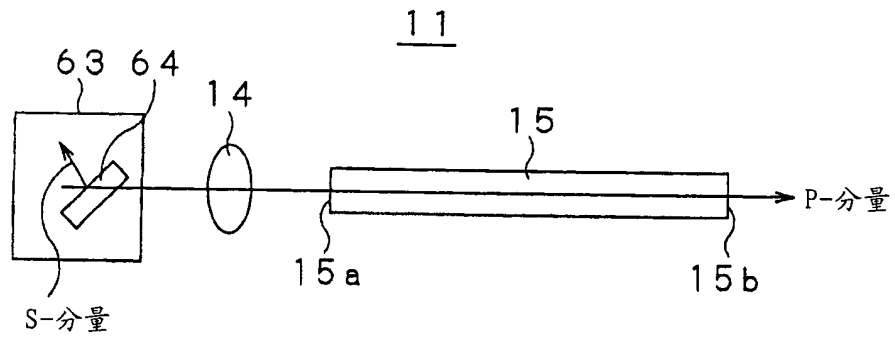


图 19