



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109084684 B

(45) 授权公告日 2022.01.11

(21) 申请号 201810607417.2

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2018.06.13

G01B 11/02 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 罗亚梅

申请公布号 CN 109084684 A

(43) 申请公布日 2018.12.25

(30) 优先权数据

2017-115555 2017.06.13 JP

(73) 专利权人 株式会社基恩士

地址 日本大阪府

(72) 发明人 武井英人 坂口富一

(74) 专利代理机构 北京格罗巴尔知识产权代理

事务所(普通合伙) 11406

代理人 孙德崇

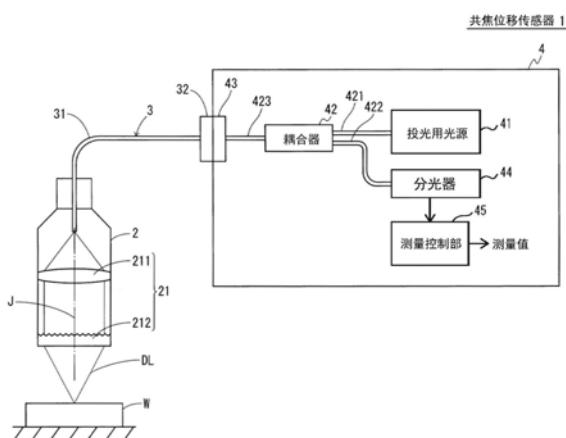
权利要求书2页 说明书10页 附图13页

(54) 发明名称

共焦位移传感器

(57) 摘要

提供共焦位移传感器，其具有改善的对低反射率测量对象的测量精度。其包括：从第一出射端输出光的第一光纤，投光用的光输入到其第一入射端；从第二出射端出射经由第二入射端输入的光的第二光纤，第二入射端与第一出射端相对；在经由第二出射端出射的检测光上引起轴向色像差并使检测光向测量对象会聚的光学构件；分光器，用于在经由光学构件照射于测量对象的检测光中使通过在聚焦于测量对象时反射而穿过第二出射端的检测光光谱分散；计算测量对象的位移用的测量控制部；使第二入射端可拆地连接到第一出射端用的光纤连接部；第一出射端与第二入射端间的折射率匹配材料。第二入射端和第一出射端以小于第二出射端的第一倾角的第二倾角倾斜。



1. 一种共焦位移传感器，其使用共焦光学系统对测量对象的位移进行测量，所述共焦位移传感器包括：

投光用光源，其被构造为产生具有多个波长的光；

第一光纤，从所述投光用光源出射的光被输入到所述第一光纤的第一入射端，所述第一光纤从第一出射端输出所述光；

第二光纤，所述第二光纤的第二入射端被布置为与所述第一出射端相对，所述第二光纤从第二出射端出射经由所述第二入射端输入的光；

光学构件，其被构造为在经由所述第二出射端的端面出射的检测光上引起轴向色像差并且使所述检测光朝向所述测量对象会聚；

分光器，其被构造为在经由所述光学构件照射于所述测量对象的所述检测光中使如下的部分检测光光谱分散，并且产生代表各波长的受光强度的受光信号，其中，所述一部分检测光是通过在聚焦于所述测量对象的同时被反射而穿过所述第二出射端的端面的检测光；

测量控制部，其被构造为基于所述受光信号计算所述测量对象的位移；

光纤连接部，其被构造为使所述第二入射端可拆卸地连接到所述第一出射端；以及

折射率匹配材料，其被布置于所述第一出射端与所述第二入射端之间且与所述第一出射端的端面和所述第二入射端的端面两者接触，并且被构造为减小所述第一光纤与所述第二光纤之间的折射率的变化，其中，

所述第二出射端具有相对于与所述第二光纤的中心轴线垂直的平面以第一倾斜角度倾斜的端面，并且

所述第二入射端和所述第一出射端分别具有以第二倾斜角度倾斜的端面，所述第二倾斜角度为5°以上且15°以下。

2. 根据权利要求1所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述共焦位移传感器还包括：

头壳体，其被构造为在内部收纳所述光学构件和所述第二出射端；以及

控制壳体，其被构造为在内部收纳所述投光用光源、所述第一光纤、所述分光器和所述测量控制部并且被布置为使所述光纤连接部从前面露出，其中，

所述折射率匹配材料是片状的并贴到所述光纤连接部的接合面。

3. 根据权利要求1所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述折射率匹配材料是固体或凝胶状。

4. 根据权利要求1所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述第二倾斜角度小于所述第一倾斜角度。

5. 根据权利要求1所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述第一倾斜角度为13°以上。

6. 根据权利要求2所述的共焦位移传感器，其特征在于，使用粘接剂将所述折射率匹配材料固定到所述控制壳体侧的接合面。

7. 一种共焦位移传感器，其使用共焦光学系统对测量对象的位移进行测量，

所述共焦位移传感器包括：

投光用光源，其被构造为产生具有多个波长的光；

第一光纤，从所述投光用光源出射的光被输入到所述第一光纤的第一入射端，所述第一光纤从第一出射端输出所述光；

第二光纤，所述第二光纤的第二入射端被布置为与所述第一出射端相对，所述第二光纤从第二出射端出射经由所述第二入射端输入的光；

光学构件，其被构造为在经由所述第二出射端的端面出射的检测光上引起轴向色像差并且使所述检测光朝向所述测量对象会聚；

分光器，其被构造为在经由所述光学构件照射于所述测量对象的所述检测光中使如下的一部分检测光光谱分散，并且产生代表各波长的受光强度的受光信号，其中，所述一部分检测光是通过在聚焦于所述测量对象的同时被反射而穿过所述第二出射端的端面的检测光；

测量控制部，其被构造为基于所述受光信号计算所述测量对象的位移；

光纤连接部，其被构造为使所述第二入射端可拆卸地连接到所述第一出射端；以及

折射率匹配材料，其被布置于所述第一出射端与所述第二入射端之间且与所述第一出射端的端面和所述第二入射端的端面两者接触，并且被构造为减小所述第一光纤与所述第二光纤之间的折射率的变化，其中，

所述第二出射端具有相对于与所述第二光纤的中心轴线垂直的平面以第一倾斜角度倾斜的端面，

所述第二入射端和所述第一出射端分别具有以第二倾斜角度倾斜的端面，并且

在所述光纤连接部的供所述第二入射端插入的插入口设置有保护遮板。

8. 根据权利要求7所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述共焦位移传感器还包括：

头壳体，其被构造为在内部收纳所述光学构件和所述第二出射端；以及

控制壳体，其被构造为在内部收纳所述投光用光源、所述第一光纤、所述分光器和所述测量控制部并且被布置为使所述光纤连接部从前面露出，其中，

所述折射率匹配材料是片状的并贴到所述光纤连接部的接合面。

9. 根据权利要求7所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述折射率匹配材料是固体或凝胶状。

10. 根据权利要求7所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述第二倾斜角度小于所述第一倾斜角度。

11. 根据权利要求7所述的共焦位移传感器，其特征在于，所述第一倾斜角度为13°以上。

12. 根据权利要求8所述的共焦位移传感器，其特征在于，使用粘接剂将所述折射率匹配材料固定到所述控制壳体侧的接合面。

共焦位移传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及共焦位移传感器 (confocal displacement sensor) ,更详细地,涉及对使用共焦光学系统测量测量对象的位移的共焦位移传感器的改善。

背景技术

[0002] 共焦位移传感器是利用共焦原理 (confocal principle) 和轴向色像差现象 (phenomenon of an axial chromatic aberration) 对测量对象的位移进行测量的光学测量装置,其中,共焦原理是指将从形成光源的像的成像面上接收到的光以缩小光圈 (stop down) 的方式形成为反射光,轴向色像差现象是在光源的像中发生光轴方向上的颜色漂移 (color drift) 的现象。

[0003] 共焦位移传感器由作为点光源的使从投光用光源出射的光出射的销孔、在经由销孔出射的检测光中引起轴向色像差并朝向测量对象会聚该检测光的光学构件、以及使来自测量对象的反射光光谱分散 (spectrally disperse) 并产生受光信号的分光器构成。作为检测光,使用具有多个波长的光(例如,白光)。在经由光学构件照射在测量对象上的检测光中,销孔允许具有在聚焦于测量对象的同时被反射的波长的检测光穿过。

[0004] 根据轴向色像差,各波长的成像面的位置不同。因此,通过使穿过销孔的检测光的波长特定来计算测量对象的位移。位移是在光轴方向上从预定的基准位置到测量对象的距离。通过计算位移能够测量表面上的凹凸的深度或高度、透明体的厚度等。

[0005] 在一些共焦位移传感器中,包括共焦光学系统的头单元以及包括投光用光源和分光器的控制单元由独立的壳体构造。投光用光源的光经由光纤传送到头单元。在该类型的位移计中,光纤连接部通常设置于控制单元,其中,从头单元延伸的光纤安装到该光纤连接部并且从该光纤连接部拆卸。

[0006] 在以上说明的传统共焦位移传感器中,当在头单元中的光纤或光纤连接部的端面上反射的光被作为返回光接收时,与信号成分相对的背景成分增加。因此,测量精度降低。特别地,当为了测量表面反射率低的测量对象增加投光用光源的光量时,由于返回光造成的背景成分也增加。当获取受光信号的曝光时间和增益增加时,受光量饱和。因此,难以适当地去除背景成分。

发明内容

[0007] 鉴于该情况作出了本发明,本发明的目的是提供能够改善测量精度的共焦位移传感器。特别地,本发明的目的是提供能够改善针对反射率低的测量对象的测量精度的共焦位移传感器。

[0008] 根据本发明的第一方面的共焦位移传感器是使用共焦光学系统对测量对象的位移进行测量的共焦位移传感器。所述共焦位移传感器包括:投光用光源,其被构造为产生具有多个波长的光;第一光纤,从所述投光用光源出射的光被输入到所述第一光纤的第一入射端,所述第一光纤从第一出射端输出所述光;第二光纤,所述第二光纤的第二入射端被布

置为与所述第一出射端相对,所述第二光纤从第二出射端出射经由所述第二入射端输入的光;光学构件,其被构造为在经由所述第二出射端的端面出射的检测光上引起轴向色像差并且使所述检测光朝向所述测量对象会聚;分光器,其被构造为在经由所述光学构件照射于所述测量对象的所述检测光中使通过在聚焦于所述测量对象的同时被反射而穿过所述第二出射端的端面的检测光光谱分散,并且产生代表各波长的受光强度的受光信号;测量控制部,其被构造为基于所述受光信号计算所述测量对象的位移;光纤连接部,其被构造为使所述第二入射端可拆卸地连接到所述第一出射端;以及折射率匹配材料,其被布置于所述第一出射端与所述第二入射端之间且与所述第一出射端的端面和所述第二入射端的端面两者接触,并且被构造为减小所述第一光纤与所述第二光纤之间的折射率的变化。所述第二出射端具有相对于与所述第二光纤的中心轴线垂直的平面以第一倾斜角度倾斜的端面。所述第二入射端和所述第一出射端分别具有以小于所述第一倾斜角度的第二倾斜角度倾斜的端面。

[0009] 在共焦位移传感器中,第一光纤的第一出射端以及第二光纤的第二入射端和第二出射端均具有倾斜的端面。防止了在断面上反射的光的传送。因此,能够减少与被端面反射的光对应的背景成分。特别地,由于第二入射端和第一出射端的倾斜角度小于第二出射端的倾斜角度,所以能够在减少背景成分的同时防止因滑动引起的中心轴线在第一光纤与第二光纤之间的错位。由于折射率匹配材料布置于第一出射端与第二入射端之间并且折射率的改变减小,所以能够防止第一出射端和第二入射端的端面引起的反射。

[0010] 在本发明的第二方面中,除了以上说明的构造之外,共焦位移传感器可以包括:头壳体,其被构造为在内部收纳所述光学构件和所述第二出射端;以及控制壳体,其被构造为在内部收纳所述投光用光源、所述第一光纤、所述分光器和所述测量控制部并且被布置为使所述光纤连接部从前面露出。所述折射率匹配材料是片状的并贴到所述光纤连接部的接合面。

[0011] 利用这样的构造,由于折射率匹配材料布置于控制壳体侧,所以能够在不更换折射率匹配材料的情况下更换头壳体和第二光纤。由于折射率匹配材料为片状,所以容易处理折射率匹配材料。

[0012] 在本发明的第三方面中,除了以上说明的构造之外,在共焦位移传感器中,折射率匹配材料可以被构造为固体或凝胶状。利用这样的构造,容易处理折射率匹配材料。

[0013] 在本发明的第四方面中,除了以上说明的构造之外,在共焦位移传感器中,在所述光纤连接部的供所述第二入射端插入的插入口可以设置有保护遮板。利用这样的构造,能够保护光纤连接部中的第一出射端的端面不被划伤和粘附污垢,或者防止投光用的光从插入口漏出。

[0014] 在本发明的第五方面中,除了以上说明的构造之外,在共焦位移传感器中,所述第一倾斜角度可以为13°以上并且所述第二倾斜角度可以为5°以上且15°以下。利用这样的构造,能够适当地减少被端面反射的光的影响。

[0015] 在本发明的第六方面中,除了以上说明的构造之外,在共焦位移传感器中,使用粘接剂可以将所述折射率匹配材料固定到所述控制壳体侧的接合面。利用这样的构造,能够防止诸如灰尘的异物粘附到折射率匹配材料的表面。

[0016] 根据本发明,与在光纤的端面上反射的光对应的背景成分减少。因此,能够改善反

射率低的测量对象的测量精度。

附图说明

- [0017] 图1是示出根据本发明的实施方式的共焦位移传感器的构造示例的系统图；
- [0018] 图2是示意性地示出图1中示出的头单元的构造示例的截面图；
- [0019] 图3A和图3B是示出图1中示出的投光用光源的构造示例的图；
- [0020] 图4是示意性地示出图1中示出的分光器的构造示例的说明图；
- [0021] 图5A和图5B是示意性地示出通过光纤传送的光被端面反射的状态的说明图；
- [0022] 图6是示出图2中示出的光纤箍的截面图；
- [0023] 图7是示意性地示出光纤所连接的连接部的说明图；
- [0024] 图8是示出图1中示出的控制单元的构造示例的图；
- [0025] 图9是示出图1中示出的光纤连接部的构造示例的立体图；
- [0026] 图10是示出图9中示出的光纤连接部的图；
- [0027] 图11是示出图9中示出的光纤连接部的截面图；
- [0028] 图12是示出图11中示出的折射率匹配材料的立体图；
- [0029] 图13A和图13B是示出图9中示出的连接适配器的构造示例的图；
- [0030] 图14A和图14B是示出共焦位移传感器的另一构造示例的系统图；以及
- [0031] 图15是示出共焦位移传感器的另一构造示例的系统图。

具体实施方式

[0032] 以下参照附图说明本发明的实施方式。在本说明书中,为了方便,将头单元的光轴方向说明为上下方向。然而,头单元的使用期间的姿势和方向不受限制。

共焦位移传感器1

[0034] 图1是示出根据本发明的实施方式的共焦位移传感器1的构造示例的系统图。共焦位移传感器1是由头单元2、光纤线缆3和控制单元4构成的光学测量装置。该光学测量装置在检测光DL从头单元2出射时接收来自测量对象W的反射光并且对测量对象W的位移进行测量。

[0035] 头单元2和控制单元4经由光纤线缆3彼此连接。光纤线缆3包括传送投光用的光的光纤31。在光纤线缆3的一端设置有光纤连接部32。光纤连接部32可拆卸地连接到控制单元4的光纤连接部43。

[0036] 头单元2是向测量对象W出射检测光DL的光学单元。使来自测量对象W的反射光入射到该光学单元。头单元2包括光学构件21,该光学构件21包括折射透镜211和衍射透镜212。光学构件21引起经由光纤31的出射端面出射的检测光DL中的轴向色像差并且使检测光DL朝向测量对象W会聚。轴向色像差是由于分散造成的、像在光轴方向上的颜色漂移。

[0037] 在共焦位移传感器1中,经由光纤31将投光用的光传送到头单元2。通过从头单元2出射的检测光DL,在测量对象W上形成照射点。光纤31的出射端面具有允许从投光用光源41出射的光穿过以成为出射检测光DL的点光源的销孔的功能。光纤31的出射端面还具有如下的销孔的功能:该销孔允许检测光DL中的具有在聚焦于测量对象W的同时被反射的波长的检测光经由光学构件21照射在测量对象W上。

[0038] 控制单元4是控制投光和受光并且基于与照射点对应的反射光计算测量对象W的位移的处理装置。控制单元4由投光用光源41、耦合器42、光纤连接部43、分光器44和测量控制部45构成。投光用光源41是产生具有多波长的光(例如,白光)作为检测光DL的光源装置。

[0039] 耦合器42是朝向头单元2输出从投光用光源41输入的光、另一方面朝向分光器44输出从头单元2输入的检测光DL的方向性耦合器。耦合器42是Y耦合器,两根光纤421和422从耦合器42的一端延伸并且一根光纤423从耦合器42的另一端延伸。

[0040] 从投光用光源41出射的光被输入到光纤421的入射端并且从光纤423的出射端输出到光纤31。光纤31的入射端被布置为与光纤423的出射端相对。光纤31从出射端出射经由入射端输入的光。光纤连接部43使光纤31的入射端可拆卸地连接到光纤423的出射端。

[0041] 另一方面,由测量对象W反射并且通过头单元2和光纤31传送的检测光DL经由光纤连接部32和43输入到光纤423的出射端并且从光纤422的出射端朝向分光器44发射。

[0042] 分光器44使穿过光纤31的出射端面的检测光DL光谱分散并且产生代表各波长的受光强度的受光信号。测量控制部45基于分光器44的受光信号控制投光用光源41并且调节投光用的光的强度、接收反射光的曝光时间和放大受光信号的增益。

[0043] 测量控制部45基于分光器44产生的受光信号计算测量对象W的位移并且将测量对象W的位移作为测量值输出到未示出的显示装置和未示出的外部装置。具体地,测量控制部45从分光器44获取由各波长的受光强度形成的受光波形并且指定受光波形的峰位置、从而计算测量对象W的位移。峰位置是受光强度最大的像素位置。峰位置与指定波长对应。

[0044] 注意,X耦合器可以被用作耦合器42。与Y耦合器相比,在X耦合器中容易防止端面的反射。这样的光纤耦合器是供多个光纤熔合的熔合型耦合器。然而,光纤耦合器可以是使用分束器(beam splitter)分光的类型的耦合器。

[0045] 光纤连接部32和43是可拆卸地连接光纤的连接器。光纤连接部32设置于光纤线缆3的一端。光纤31的入射端布置于光纤连接部32中。

[0046] 另一方面,光纤423的出射端布置于光纤连接部43中。光纤连接部43使光纤31的入射端安装到光纤423的出射端以及使光纤31的入射端从光纤423的出射端拆卸。光纤31的入射端被布置为与光纤423的出射端相对。光纤31从出射端出射经由入射端输入的光。

[0047] 头单元2

[0048] 图2是示意性地示出图1中示出的头单元2的构造示例的截面图。示出了沿着包括光轴J的平面切断的头单元2的切断面。头单元2由头壳体20、光学构件21和光纤箍22构成。

[0049] 头壳体20是在内部收纳光学构件21和光纤箍22的镜筒构件,其中光纤箍22包括光纤31的出射端。头壳体20被形成为例如以光轴J为中心轴线的有盖圆筒状。光学构件21由折射透镜211、213和214以及衍射透镜212构成。折射透镜213、214和211以及衍射透镜212依次排列。

[0050] 折射透镜211、213和214是利用光折射现象使入射光集中或扩散的光学透镜。折射透镜211、213和214使经由光纤31的出射端面出射的检测光DL折射。

[0051] 衍射透镜212是利用光衍射现象使入射光集中或扩散的光学透镜。衍射透镜212使经由光纤31的出射端面出射的检测光DL衍射。衍射透镜212是浮凸型(relief-type)衍射透镜。衍射透镜212上侧的透镜表面是衍射表面。衍射透镜212上形成有微细的浮凸(起伏)。浮凸的光轴方向上的深度接近光的波长。在浮凸中布置有以光轴J为中心的多个圆环状图案。

衍射透镜212下侧的透镜表面是平坦的非衍射表面。

[0052] 衍射透镜212与折射透镜211、213和214基本上同轴地布置并且在光学构件21中布置于距光纤31的出射端最远的位置。衍射透镜212以使非衍射表面经由头壳体20的投光用开口20a露出的方式布置。注意，折射透镜211、213和214以及衍射透镜212全部为单透镜。然而，折射透镜211、213和214以及衍射透镜212均可以是通过将多个光学透镜组合而获得的双合透镜。

[0053] 光纤箍22是保持构成光纤线缆3的光纤31的保持构件。通过树脂构件保持光纤31的出射端。光纤箍22被布置为从头壳体20的顶盖部向下侧突出。

[0054] 光纤31由芯和包层构成。芯的端面具有销孔的功能。即，与布置有光纤31的出射端的空间相比，光纤31的芯的端面具有足够小的直径。光纤31的芯的端面能够选择性地允许经由光学构件21入射的光穿过。折射透镜211、213和214布置于光纤箍22与衍射透镜212之间。光纤31的出射端面和光学构件21构成共焦光学系统。

[0055] 共焦光学系统利用共焦原理使所接收的光经受缩小光圈处理并且在检测光DL中引起轴向色像差。因此，经由光纤31的出射端面射出并透过光学构件21传送的检测光DL根据波长聚焦在上下方向上的不同位置处。在检测光DL中所包括的波长成分中，聚焦于测量对象W的特定波长成分被测量对象W反射。该特定波长成分的反射光透过光学构件21传送并且聚焦于光纤31的出射端面。另一方面，对于除特定波长成分之外的波长成分的反射光被遮挡而不聚焦于光纤31的出射端面。

[0056] 在共焦位移传感器1中，为了防止测量精度因受在光纤31的出射端面上反射光的影响而降低，光纤箍22的出射端面22a被倾斜地加工。即，出射端面22a被形成为相对于与光纤箍22的中心轴线垂直的平面倾斜的倾斜面。通过例如研磨形成出射端面22的倾斜。考虑到在检测光DL穿过光纤31的出射端面时所发生的折射，光纤箍22被布置为其中心轴线相对于光轴J倾斜。

[0057] 从头单元2到测量对象W的距离为例如大约10mm至70mm。测量范围MR为大约1mm至20mm。测量范围MR对应于检测光DL的带域宽度(band width)。为了确保宽的测量范围MR，使用宽带域的检测光DL。检测光DL包括例如500nm至700nm的波长成分。

[0058] 投光用光源41

[0059] 图3A和图3B是示出图1中示出的投光用光源41的构造示例的图。在图3A中，示出了投光用光源41的侧面。在图3B中，示出了沿着A-A切断线切断的投光用光源41的切断面。投光用光源41是使激光照射于荧光体并引起荧光体产生白光的光源装置。投光用光源41由发光元件411、配线基板412、元件保持件413、集光透镜414、透镜保持件415、箍416、箍夹持件417、荧光体50、框体51以及滤波器元件52构成。

[0060] 发光元件411是诸如激光二极管(LD)的半导体发光元件。发光元件411产生具有单波长的激光。发光元件411以发光部在水平方向上向前指向的状态布置于配线基板412。例如，发光元件411产生波长为450nm以下的蓝光或紫外光。元件保持件413是保持配线基板412的构件。元件保持件413从背面侧插入透镜保持件415。

[0061] 集光透镜414是使从发光元件411发射到光纤421的入射端的激光集中的光学构件。集光透镜414被布置为与发光元件411相对。透镜保持件415是保持集光透镜414的镜筒。透镜保持件415在集光透镜414前方直径减小。箍416是供光纤421的入射端嵌入的圆筒状连

接构件。该圆筒状连接构件在前后方向上延伸。箍夹持件417是用于固定从前面侧插入透镜保持件415的缩径部的箍416的有底圆筒状构件。箍夹持件417以圆筒部被置于缩径部的外周面的状态安装到透镜保持件415。

[0062] 荧光体50是由从发光元件411射出的激光激发以产生具有与激光不同的波长的荧光的发光体。荧光体50以荧光体50的外周面被框体51保持并且荧光体50被设置为与光纤421的入射端面接触的状态布置于透镜保持件415。例如，荧光体50在蓝色激光的照射下产生黄色荧光。注意，荧光体50可以由两种以上荧光材料形成。例如，荧光体50由在蓝色激光的照射下产生绿色荧光的荧光材料和在蓝色激光的照射下产生红色荧光的荧光材料形成。

[0063] 滤波器元件52是使从发光元件411出射的激光透过并且使从荧光体50出射的荧光反射的光学构件。滤波器元件52被布置为覆盖框体51的发光元件侧的表面。通过混合从发光元件411出射的激光和从荧光体50出射的荧光而获得的具有多个波长的光被入射到光纤421的入射端。

[0064] 投光用光源41被构造为使通过混合从发光元件411出射的激光和从荧光体50出射的荧光混合而获得的光直接入射到光纤421的入射端。通过使用这样的光纤型光源，能够简化到头单元2与控制装置4之间的光纤线缆3的连接。

[0065] 注意，作为投光用光源41，可以使用在宽的带域中产生光的光源，例如卤素灯、具有极高辉度的白色LED(发光二极管)、产生超连续(SC)光的SC光源或者超发光二极管(SLD)。投光用光源41可以是普通白色LED。SC光源通过利用脉冲激光的非线性光学效果在连续且宽的带域产生激光。

[0066] 分光器44

[0067] 图4是示意性地示出图1中示出的分光器44的构造示例的说明图。示出了反射型的分光器44。分光器44由准直透镜441、衍射光栅442、成像透镜443和图像传感器444构成。分光器44使从耦合器42的光纤422的出射端出射的检测光DL光谱分散。

[0068] 光纤422的出射端、衍射光栅442和图像传感器444被布置为指向例如水平方向。准直透镜441是用于获得平行光的光学透镜。准直透镜441被布置为与光纤422的出射端面相对。

[0069] 衍射光栅442是根据波长以不同的角度反射检测光DL的反射型颜色分散元件。衍射光栅442被形成为平板状。成像透镜443将通过衍射光栅442光谱分散的检测光DL聚焦在图像传感器444上。注意，准直透镜441和成像透镜443都是单透镜。然而，准直透镜441和成像透镜443均可以是通过将多个光学透镜组合而获得的双合透镜。

[0070] 图像传感器444是例如在水平方向上延伸的一维行图像传感器。在图像传感器444上线性地排列有大量光接收元件。通过光接收元件的受光信号形成受光波形。注意，二维地排列有大量光接收元件的成像元件可以被用作图像传感器444。

[0071] 为了防止入射到图像传感器444的光在受光面正反射(regularly reflected)、被衍射光栅442反射并且被再次接收，衍射光栅442被布置为从衍射光栅442正对图像传感器444的受光面的状态稍微倾斜。注意，可以使用棱镜使检测光DL光谱分散。可以在衍射光栅442中使用透过型颜色分散元件。

[0072] 图5A和图5B是示意性地示出通过光纤6传送的光被端面6a反射的状态的说明图。示出了沿着包括中心轴线的平面切断的切面。在图5A中，端面6a垂直于中心轴线。在图5B

中,端面6a倾斜。

[0073] 光纤6是传送光的传送介质。光纤6由在长度方向上延伸的芯61和包围芯61的包层62构成。芯61由折射率比包层62的折射率高的光学材料形成。

[0074] 输入到光纤6的光在芯61和包层62之间的界面反复全反射的状态下在芯61中传送。当光纤6的端面6a垂直于中心轴线时,入射到端面6a的一部分光被端面6a反射,并且在与光在反射之前的方向相反的方向上反复全反射的状态下在芯61中传送。

[0075] 另一方面,当光纤6的端面6a相对于与中心轴线垂直的平面以倾斜角度 ϕ 倾斜时,被端面6a反射的光以比光在反射之前的入射角度小的入射角度入射到芯61与包层62之间的界面。因此,被端面6a反射的光的一部分通过芯61与包层62之间的界面传送,并且在界面上反复反射而逐次衰减。因此,通过以预定的倾斜角度 ϕ ($0 < \phi < 90^\circ$) 倾斜端面6a,能够防止由端面6a反射的光的传送。

[0076] 光纤箍22

[0077] 图6是示出图2中示出的光纤箍22的截面图。示出了沿着包括中心轴线的平面切断的光纤箍22的切断面。光纤箍22是包围光纤31的出射端31a的保持构件。出射端面22a被形成为以倾斜角度 ϕ_1 倾斜的倾斜表面。

[0078] 出射端31a包括沿着长度方向上的中心轴线延伸的芯311和包围芯311的包层312。出射端31a具有相对于与光纤31的中心轴线垂直的平面以倾斜角度 ϕ_1 倾斜的端面。

[0079] 出射端面22a的倾斜角度 ϕ_1 越大,越能够减少反射光的传送。因此,期望的是倾斜角度 ϕ_1 为13°以上。倾斜角度 ϕ_1 为例如15°。然而,当倾斜角度 ϕ_1 等于或大于一定角度时,光在出射端31a的端面全反射并且不会从出射端31a出射。由芯311和空气的折射率以及光在与光纤31的中心轴线垂直的平面上的入射角度决定这样的倾斜角度 ϕ_1 的上限。

[0080] 图7是示意性地示出光纤63和64相连接所在的连接部60的说明图。示出了沿着包括中心轴线的平面切断的连接部60的切断面。连接部60是连接光纤63和光纤64的光纤连接部。以光纤64的入射端面64a抵靠光纤63的出射端面63a的状态布置连接部60。

[0081] 为了防止反射光的传送,出射端面63a和入射端面64a都被形成为以倾斜角度 ϕ_2 倾斜的倾斜表面。由于加工误差的影响,在出射端面63a与入射端面64a之间形成楔形空气层7。当存在这样的空气层7时,发生菲涅尔反射。因此,由出射端面63a和入射端面64a反射的光增加。从光纤63传送到光纤64的光减少。

[0082] 因此,在共焦位移传感器1中,通过在光纤连接部43和32中设置减少光纤423与光纤31之间的折射率变化的折射率匹配材料,由端面反射的光减少。

[0083] 控制壳体40

[0084] 图8是示出图1中示出的控制单元4的构造示例的图。示出了控制壳体40的前面。控制壳体40是在内部收纳投光用光源41、包括光纤421至423的耦合器42、分光器44以及测量控制部45的收纳构件。光纤连接部43被布置为从控制壳体40的前面露出。光纤连接部43包括供光纤连接部32插入的阴连接口。光纤连接部43布置有以使光纤31从控制壳体40向下倾斜地突出的方式倾斜的端面。注意,可以在控制壳体40中设置分别连接两个以上头单元2的两个以上光纤连接部43。

[0085] 光纤连接部32和43

[0086] 图9是示出图1中示出的光纤连接部32和43的构造示例的立体图。示出了在连接之

前的状态。图10是示出图9中示出的光纤连接部32的图。示出了从插入和移除方向观察的光纤连接部32。图11是示出图9中示出的光纤连接部32和43的截面图。示出了沿着包括光纤31和423的中心轴线并穿过接合销322之间的平面切断的光纤连接部32和43的切断面。

[0087] 光纤连接部32是设置于从头单元2延伸的光纤线缆3的端部的插头构件。光纤连接部32由箍部321、接合销322、接合凸部323以及保持部324构成。光纤连接部32是同时安装和拆卸多个光纤31的多芯连接器。注意，单芯连接器也可以用作光纤连接部32和43。

[0088] 箍部321是保持光纤31的入射端31b的保持部。箍部321从保持部324沿插入和移除方向突出。供入射端31b布置的多个光纤孔325、两个接合销322和接合凸部323设置于箍部321。

[0089] 接合销322是用于使光纤31的入射端31b的位置与光纤423的出射端423a对齐的定位构件。接合销322被设置为从箍部321的前端面沿插入和移除方向突出。接合销322被布置于光纤31阵列的两外侧。接合凸部323是用于限定光纤连接部32的方向的关键部分。接合凸部323被形成为从箍部321的上侧面突出且在插入和移除方向上延伸的形状。

[0090] 另一方面，光纤连接部43由设置在包括光纤423的光纤线缆46的端部处的插头部431以及连接适配器432构成，插头部431可拆卸地插入该连接适配器432的一个插头插入口434，并且光纤连接部32插入该连接适配器432的另一插头插入口436。

[0091] 插头部431包括布置有从耦合器42延伸的光纤423的出射端423a的箍部433。连接适配器432是插座构件。插头部431经由插头插入口434沿插入和移除方向插入连接适配器432，光纤连接部32经由插头插入口436沿插入和移除方向插入连接适配器432。在连接适配器432中，设置有用于使用诸如螺钉的固定构件将连接适配器432安装到控制壳体40的安装孔435。

[0092] 光纤连接部32的箍部321包围光纤31的入射端31b。入射端面31c被形成为相对于与中心轴线垂直的平面以倾斜角度 ϕ_2 倾斜的倾斜面。插头部431的箍部433包围光纤423的出射端423a。出射端面423b被形成为相对于与中心轴线垂直的平面以倾斜角度 ϕ_2 倾斜的倾斜面。

[0093] 入射端面31c和出射端面423b的倾斜角度 ϕ_2 越大，越能够减少反射光的传送。然而，当倾斜角度 ϕ_2 太大时，由于入射端面31c与出射端面423b之间的滑动，容易发生中心轴线的错位。因此，期望倾斜角度 ϕ_2 是小于倾斜角度 ϕ_1 、等于或大于5°且等于或小于15°的角度。倾斜角度 ϕ_2 为例如8°。

[0094] 减少光纤423与光纤31之间的折射率变化的折射率匹配材料47布置于入射端面31c与出射端面423b之间。折射率匹配材料47是由折射率与光纤423的芯和光纤31的芯的折射率接近并且透光的材料形成的匹配构件。折射率匹配材料47以与光纤423的出射端423a以及光纤31的入射端31b两者接触的方式布置于光纤423的出射端423a与光纤31的入射端31b之间。

[0095] 折射率匹配材料47是例如容易处理的片状并贴到光纤连接部43的接合面。具体地，折射率匹配材料47贴到箍部433的前端面。折射率匹配材料47是固体。因此，折射率匹配材料47容易处理。与折射率匹配材料47是液体时相比，能够防止折射率匹配材料47从光纤连接部43流出和污染光纤连接部32及43的周边。注意，折射率匹配材料47可以为凝胶状。

[0096] 通过使用粘着性与折射率匹配材料47一样的材料，当拆卸和更换折射率匹配材料

47时,能够使粘附到光纤连接部32和43的接合面的诸如灰尘的异物粘附到折射率匹配材料47从而移除异物。

[0097] 当生产线发生重组或损坏时,头单元2被更换。在头单元2的该更换期间或者当头单元2被重置或者当头单元2移动时,需要使头单元2与控制单元4分离。因此,从头单元2延伸的光纤线缆3的一端反复地安装到控制单元4和从控制单元4拆卸。

[0098] 当折射率匹配材料47布置于头单元侧时,折射率匹配材料47与头单元2一起移动的机会更大。因此,诸如灰尘的异物容易粘附到折射率匹配材料47的表面。因此,期望的是折射率匹配材料47布置于控制单元侧。例如,使用粘接剂将折射率匹配材料47固定到控制壳体40侧的接合面。

[0099] 折射率匹配材料47

[0100] 图12是示出图11中示出的折射率匹配材料47的立体图。折射率匹配材料47由矩形平板形成。在折射率匹配材料47中形成供光纤连接部32的接合销322插入的销孔471。

[0101] 在折射率匹配材料47中,能够使用与用于通信装置中使用的材料相同的材料。通信装置传送脉冲信号。另一方面,折射率匹配材料47传送检测光。因此,为了减小测量误差,重要的是减小传送损失。

[0102] 连接适配器432

[0103] 图13A和图13B是示出图9中示出的连接适配器432的构造示例的图。在图13A中,示出了连接适配器432的插头插入口436。在图13B中,示出了沿着包括插入和移除方向并在接合销322之间穿过的平面切断的连接适配器432的切断面。在连接适配器432中,设置有用于保护光纤连接部43的接合面的保护遮板437。

[0104] 保护遮板437是由矩形平板形成的盖构件。保护遮板437以能够打开和关闭的方式安装到插头插入口436。保护遮板437通过经由插头插入口436沿插入和移除方向插入光纤连接部32自动地打开并且通过移除光纤连接部32自动地关闭。

[0105] 通过在光纤连接部43的连接适配器432中设置保护遮板437,能够保护光纤连接部43中的出射端423a的端面不被划伤和粘附污垢,或者防止投光用的光从插头插入口436漏出。

[0106] 根据该实施方式,由于光纤423的出射端423a以及光纤31的入射端31b和出射端31a全部具有倾斜的端面,所以防止了在端面上反射的光的传送。因此,能够减少与端面反射的光对应的背景成分。由于折射率匹配材料47布置于出射端423a与入射端31b之间并且折射率的变化减小,所以能够防止被端面反射。因此,能够改善对具有低反射率的测量对象的测量精度。

[0107] 由于折射率匹配材料47布置于控制壳体40侧,所以能够在不更换折射率匹配材料47的情况下更换头壳体20和光纤31。由于折射率匹配材料47是片状的,所以容易处理折射率匹配材料47。

[0108] 注意,在该实施方式中,说明了耦合器42是Y耦合器的示例。然而,可以使用X耦合器。通过在从X耦合器延伸的光纤的输出端设置箍并且将箍的端面形成为倾斜面,能够防止输出端反射的光的影响。

[0109] 图14A和图14B是示出共焦位移传感器1的另一构造示例的系统图。在图14A中,示出了共焦位移传感器1a,在共焦位移传感器1a中,示出了箍48设置于从耦合器42a延伸的光

纤424的输出端处。耦合器42a是X耦合器,两光纤421和422从该X耦合器的一端延伸,并且两光纤423和424从该X耦合器的另一端延伸。

[0110] 簧48的出射端面被倾斜地加工。即,出射端面被形成为相对于与簧48的中心轴线垂直的平面倾斜的倾斜面。因此,能够防止测量精度因受在光纤424的出射端面上反射的光的影响而降低。

[0111] 在图14B中,示出了使用两个耦合器42在测量对象W上形成两个照射点并且获取分别与照射点对应的两个受光波形的共焦位移传感器1b。耦合器42是Y耦合器。投光用的光被从共用的投光用光源41输入到耦合器42并且经由共用的光纤连接部43和32输出到光纤31。来自测量对象W的反射光经由头单元2、光纤31以及光纤连接部32和43输入到耦合器42,并且输出到分光器44。注意,耦合器42可以是图14A中示出的耦合器42a(X耦合器)。

[0112] 图15是示出共焦位移传感器1的另一构造示例的系统图。示出了使用两个耦合器42a(X耦合器)在测量对象W上形成四个照射点的共焦位移传感器1c。从耦合器42a延伸的光纤423和424经由共用的光纤连接部43和42分别连接到四根光纤31。

[0113] 注意,可以采用这样的构造:使用三个以上耦合器42或42a以及三根以上光纤31将投光用的光传送到头单元2,形成三个以上照射点并且取得分别与照射点对应的三个以上受光波形。

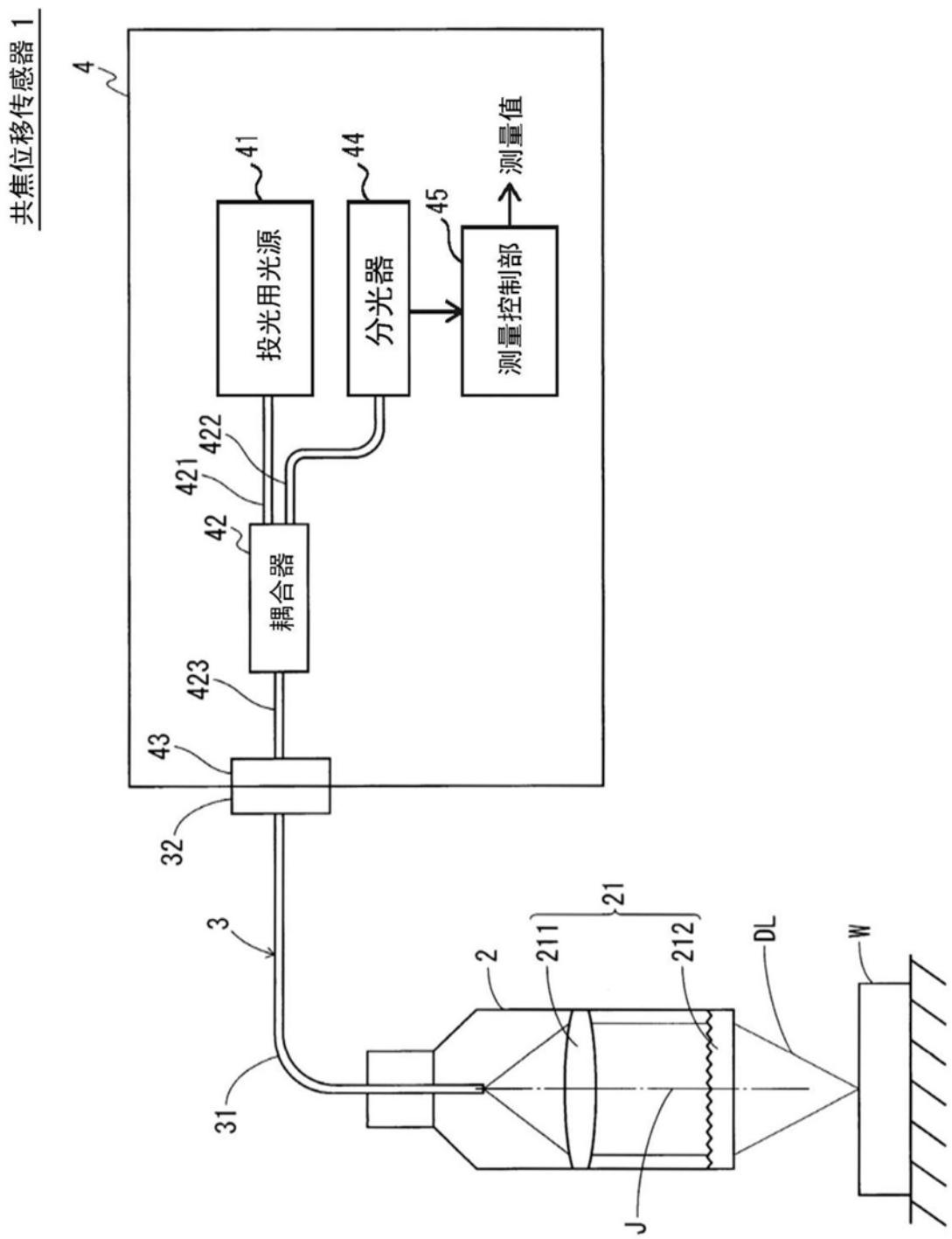


图1

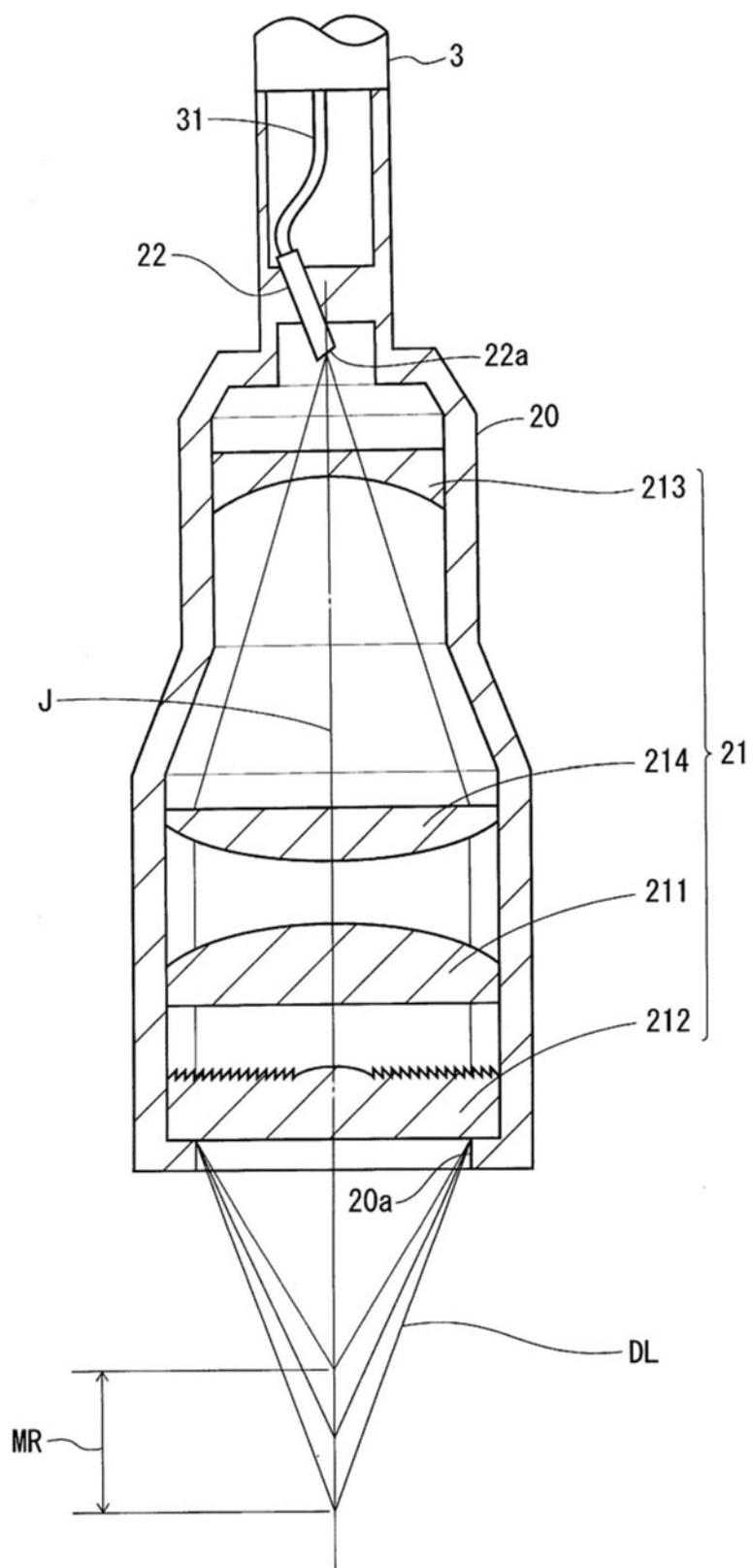
头单元 2

图2

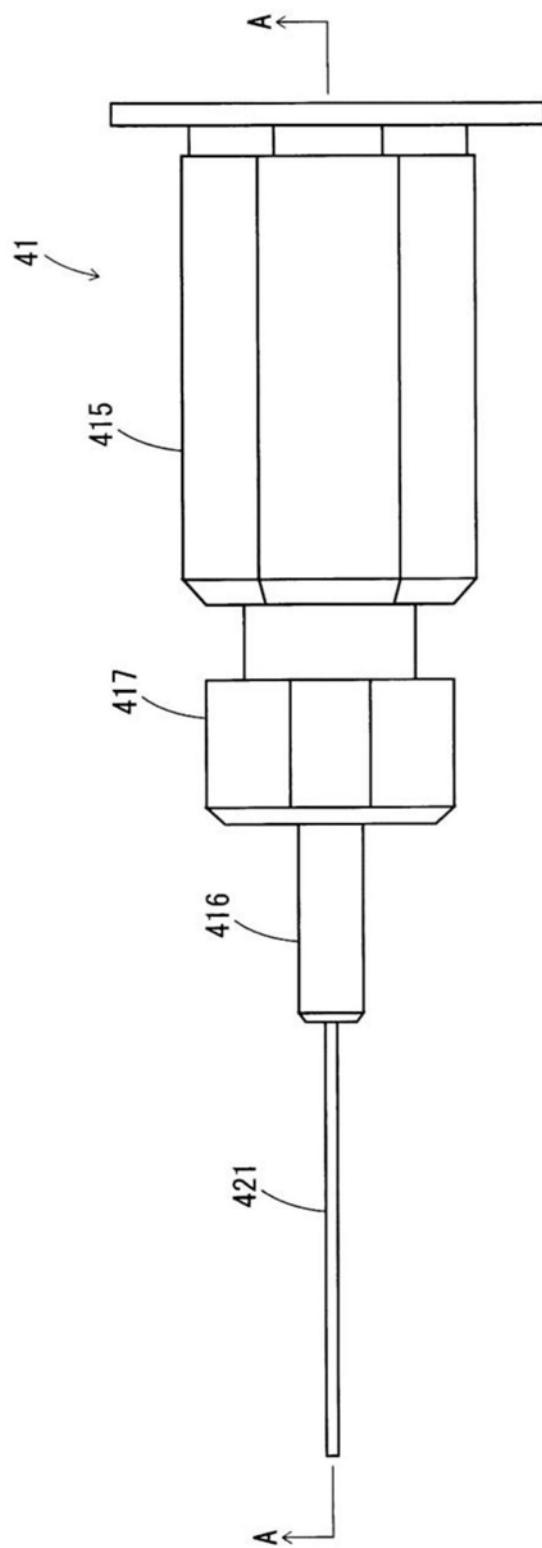


图3A

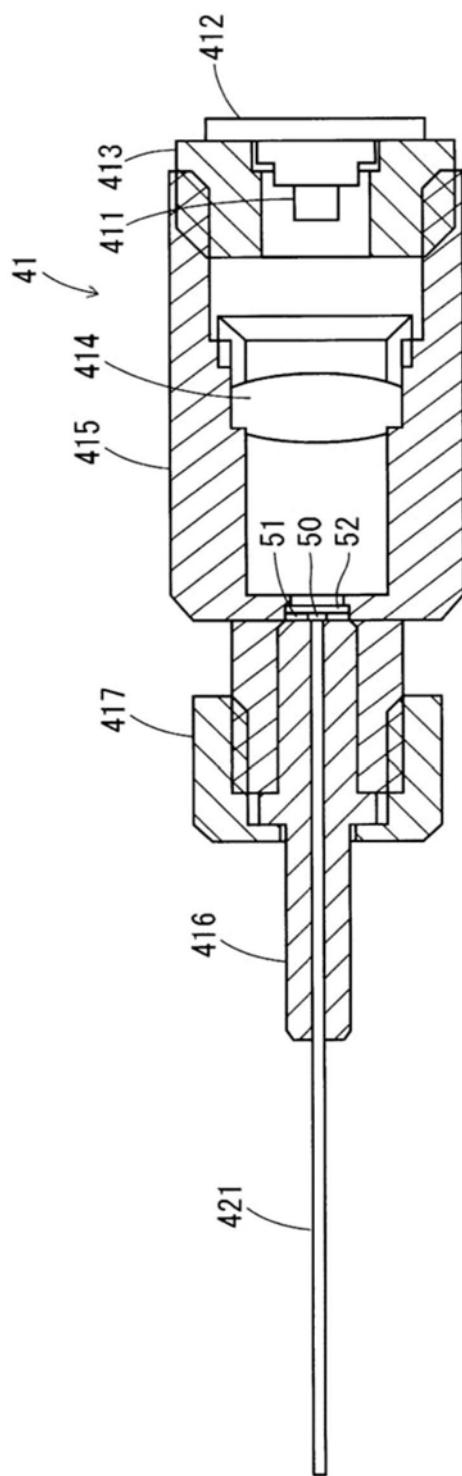


图3B

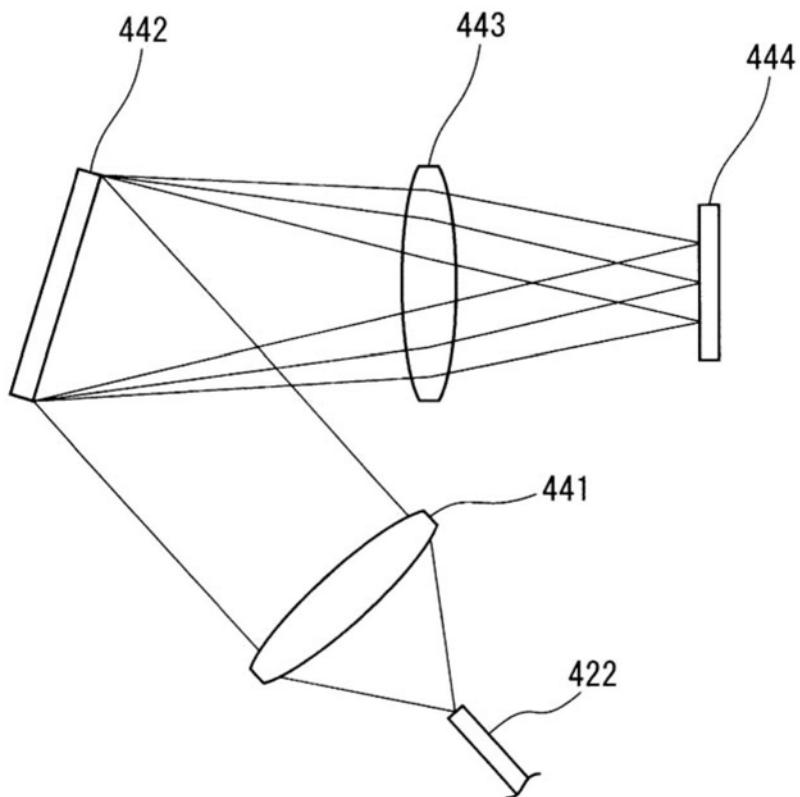
分光器 44

图4

当端面垂直于中心轴线时

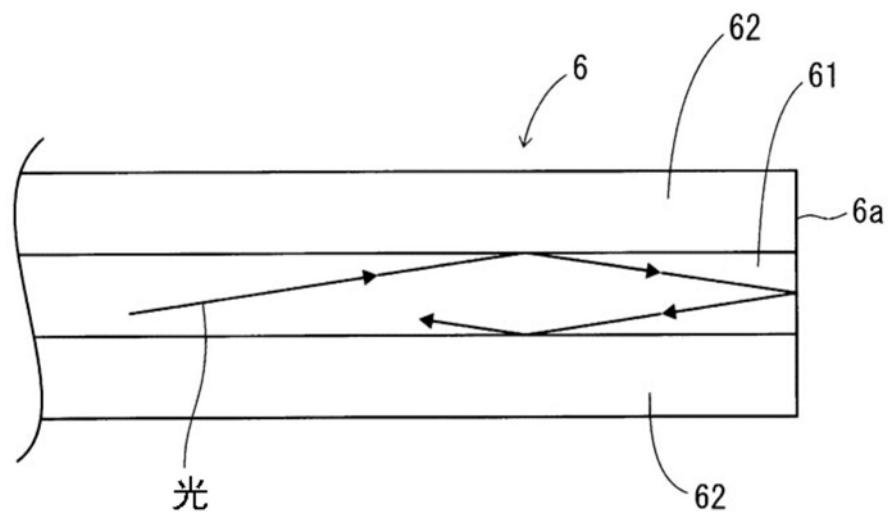


图5A

当端面倾斜时

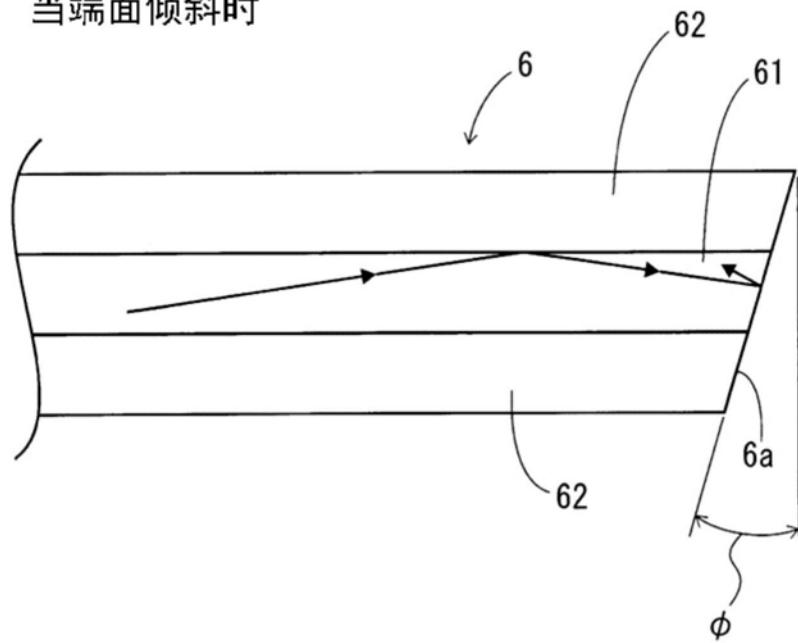


图5B

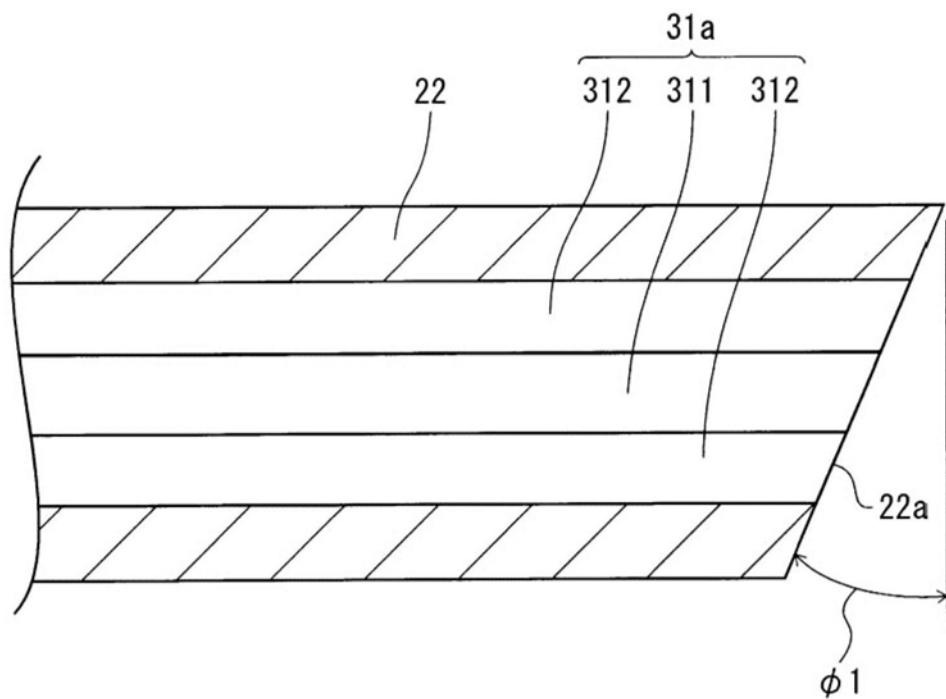


图6

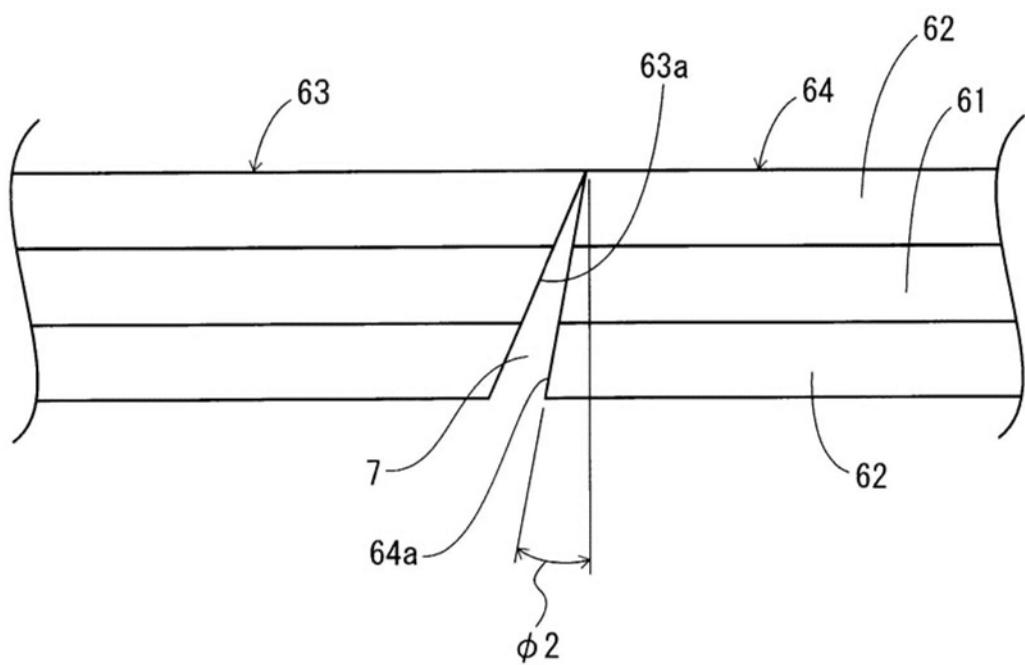
60

图7

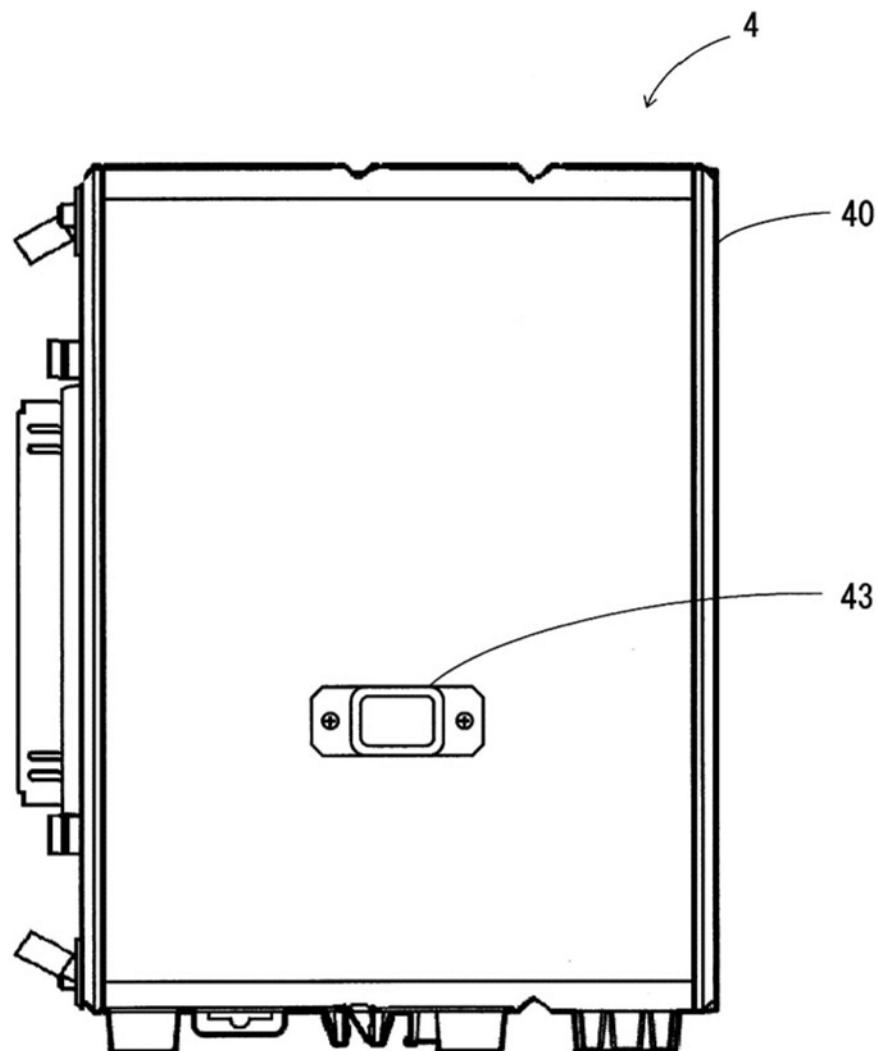


图8

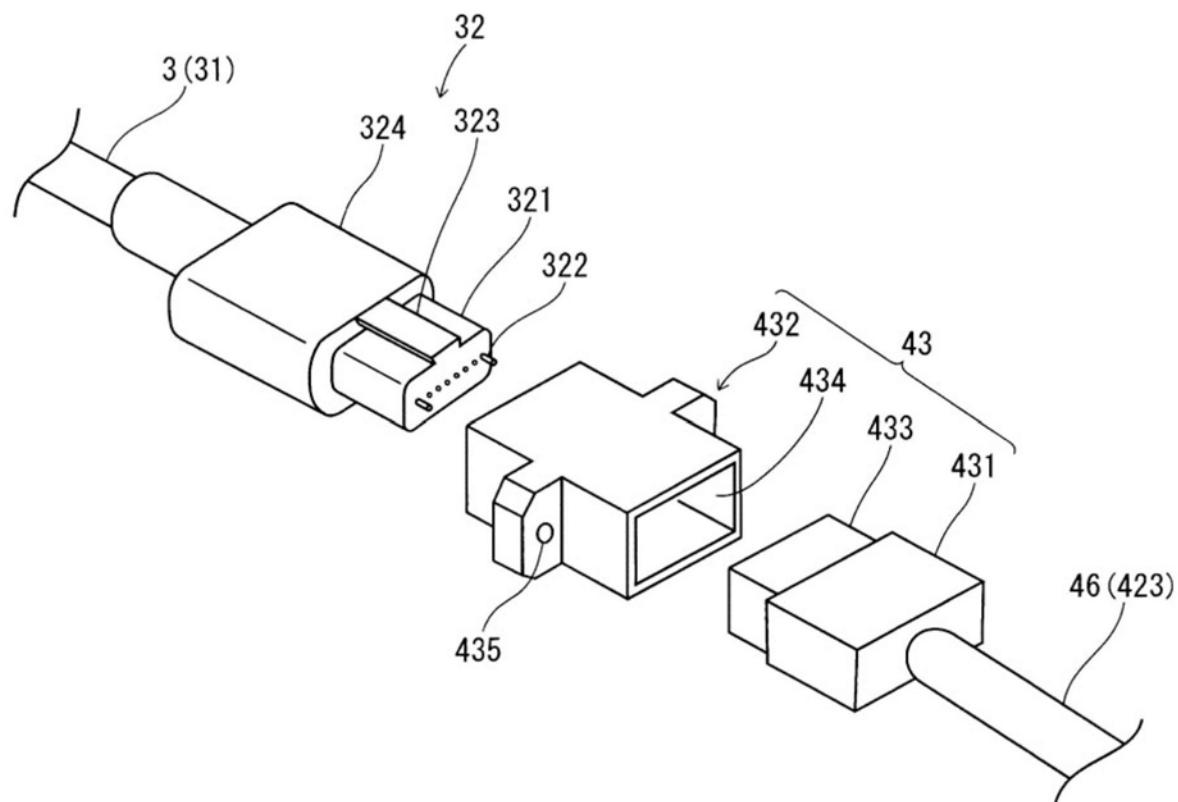


图9

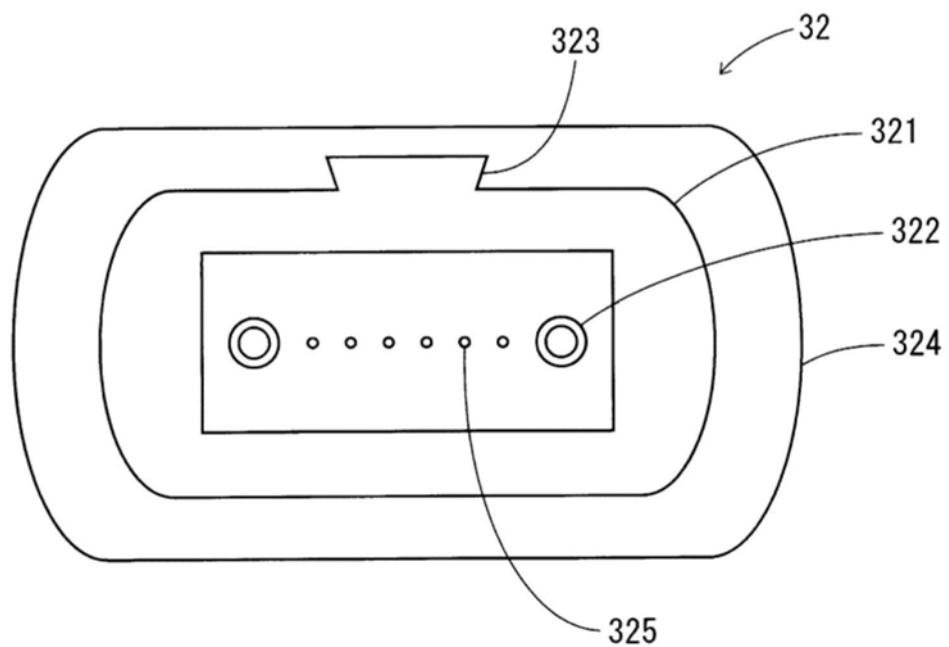


图10

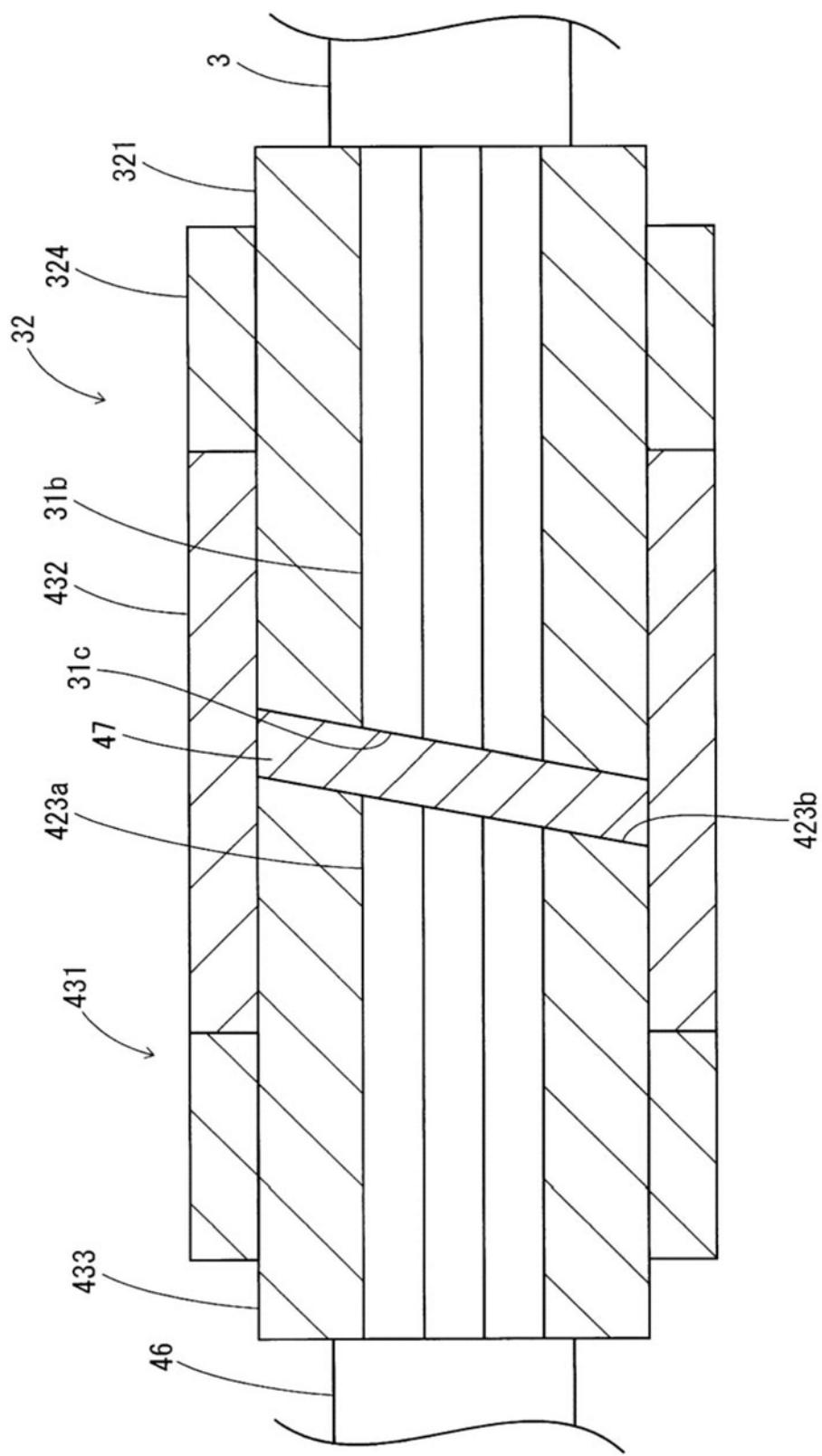


图11

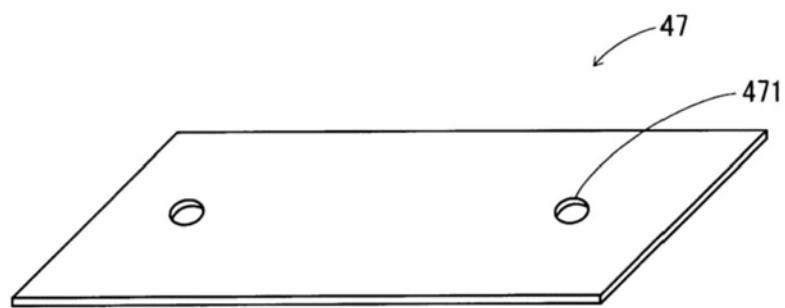


图12

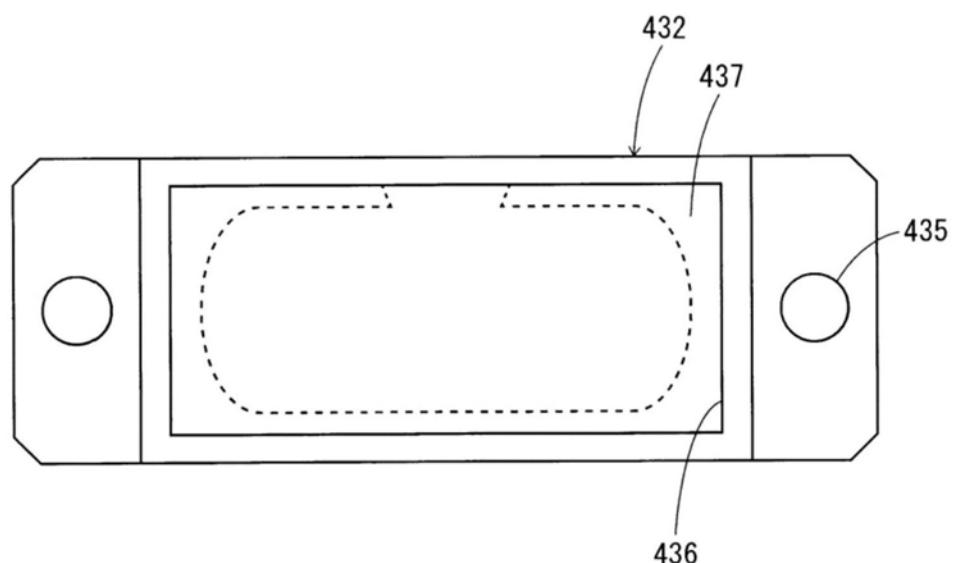


图13A

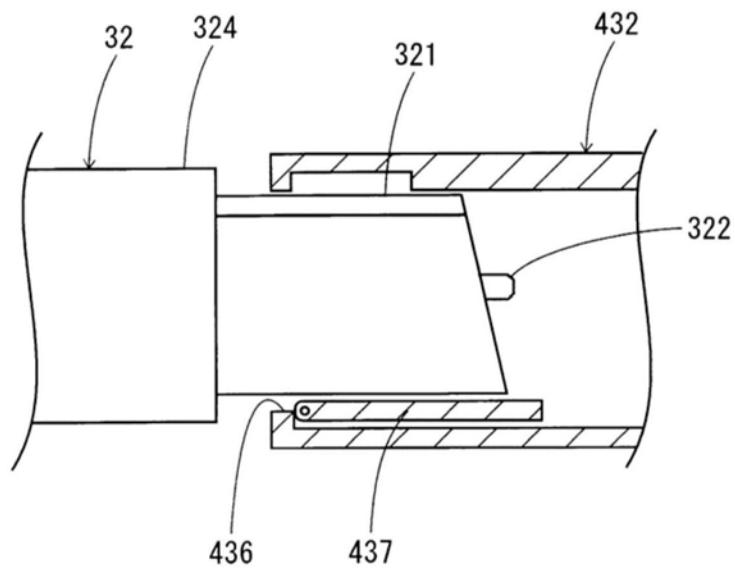


图13B

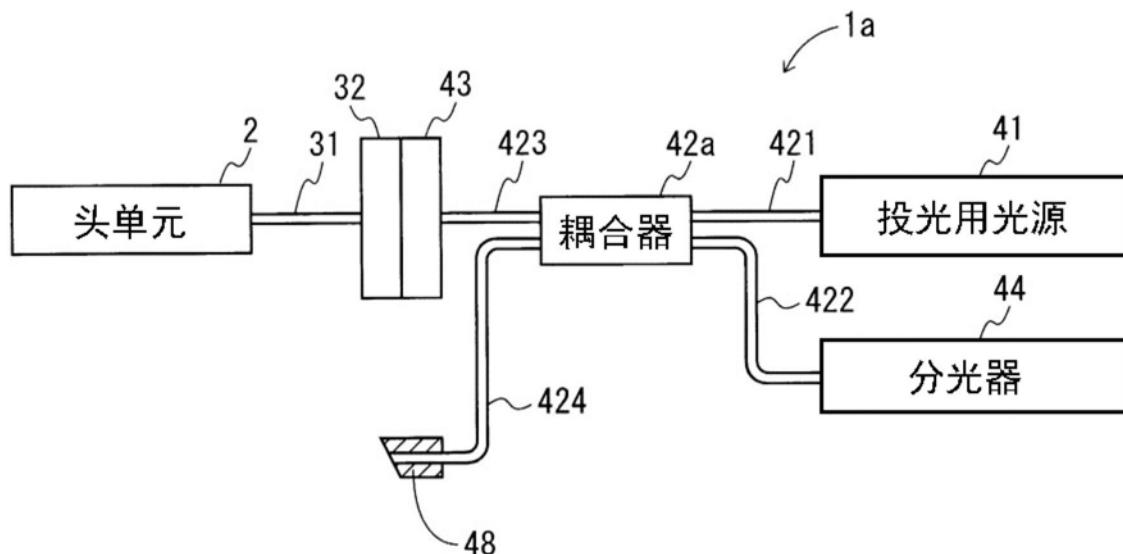


图14A

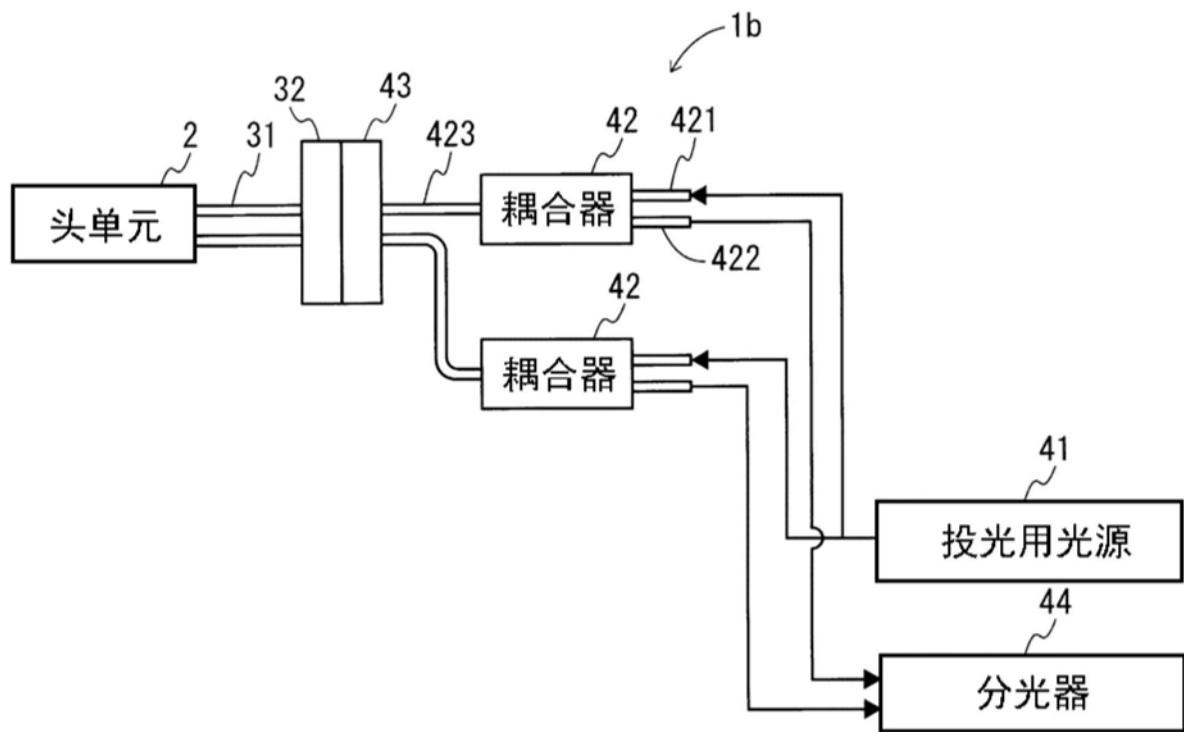


图14B

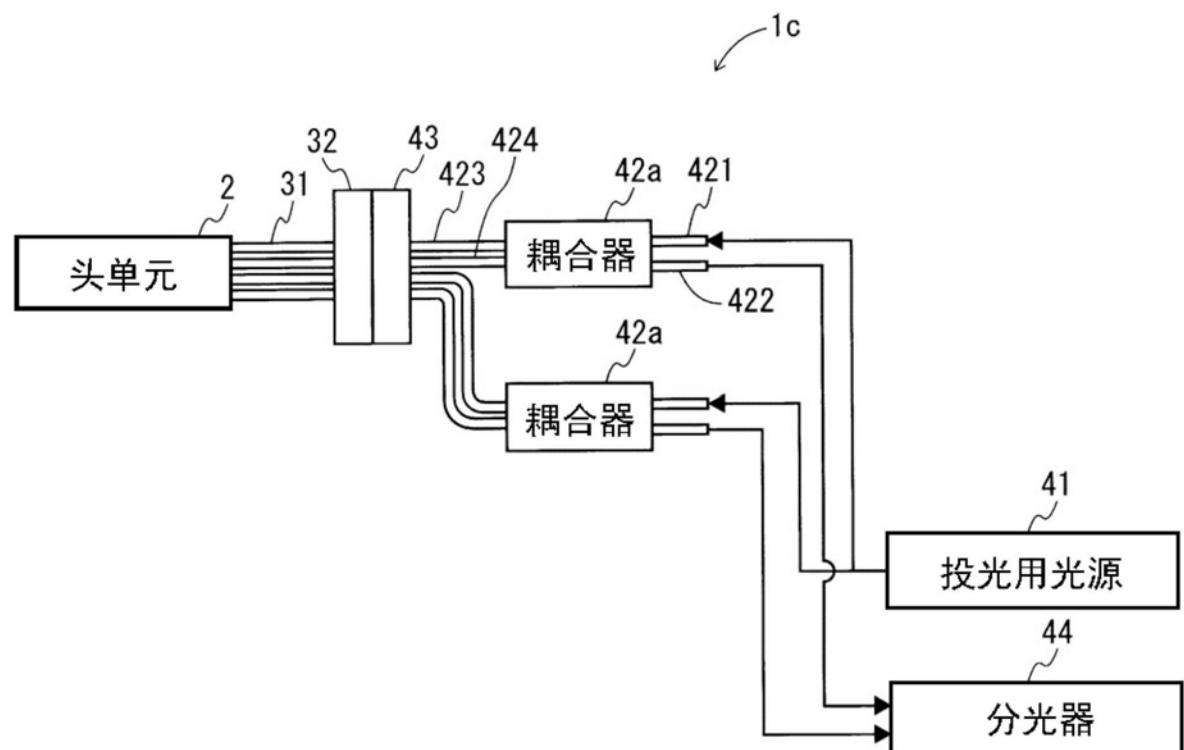


图15