



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110199174 B

(45) 授权公告日 2021.09.03

(21) 申请号 201880006783.0

专利权人 日本电信电话株式会社

(22) 申请日 2018.01.25

(72) 发明人 渡边大智 宫崎敢人 片寄里美
渡边启 仓田优生 笠原亮一

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 110199174 A

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(43) 申请公布日 2019.09.03

代理人 于英慧 崔成哲

(30) 优先权数据

2017-011686 2017.01.25 JP

(51) Int.CI.

G01B 11/25 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G01B 11/24 (2006.01)

2019.07.12

G02B 6/12 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

G02B 6/32 (2006.01)

PCT/JP2018/002212 2018.01.25

G02F 1/01 (2006.01)

(87) PCT国际申请的公布数据

G02F 1/025 (2006.01)

W02018/139512 JA 2018.08.02

G02F 1/035 (2006.01)

(73) 专利权人 奥林巴斯株式会社

审查员 黄莉

地址 日本东京都

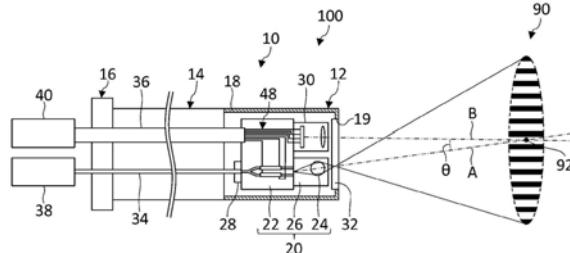
权利要求书1页 说明书10页 附图9页

(54) 发明名称

光计测装置

(57) 摘要

光计测装置(100)具有：光投射部(20)，其投射图案光；以及摄像部(30)，其对被投射了图案光的对象物进行拍摄。光投射部(20)和摄像部(30)经由与光投射部(20)的投射轴方向和摄像部(30)的摄像轴方向双方交叉的安装面而相互固定。也可以为，光投射部(20)具有安装面，摄像部(30)固定于该安装面。也可以为，光计测装置(100)还具有在内部收纳光投射部(20)和摄像部(30)的壳体(18)，光投射部(20)固定于壳体(18)，摄像部(30)经由光投射部(20)而固定于壳体(18)。



1.一种光计测装置,其特征在于,具有:

光投射部,其投射图案光;以及

摄像部,其对被投射了所述图案光的对象物进行拍摄,

所述光投射部包含光回路部,该光回路部具有基板和设置于所述基板上的能够进行相位调制的多个波导,所述光回路部具有侧面,所述侧面与所述光投射部的投射轴方向和所述摄像部的摄像轴方向双方交叉,该侧面设置有所述多个波导的射出口,所述摄像部固定于所述侧面,

所述光投射部还包含:投射透镜,其使从所述多个波导射出的多个光束发生干涉,而向所述对象物投射所述图案光;以及透镜保持部,其保持所述投射透镜,所述透镜保持部固定于所述光回路部的所述侧面。

2.根据权利要求1所述的光计测装置,其特征在于,

该光计测装置还具有壳体,该壳体在内部收纳所述光投射部和所述摄像部,

所述光投射部固定于所述壳体,所述摄像部经由所述光投射部固定于所述壳体。

3.一种光计测装置,其特征在于,具有:

光投射部,其投射图案光;

摄像部,其对被投射了所述图案光的对象物进行拍摄;以及

固定部件,其具有光透过性,且具有安装面,所述安装面与所述光投射部的投射轴方向和所述摄像部的摄像轴方向双方交叉,所述光投射部和所述摄像部双方安装于所述安装面,

所述光投射部隔着所述固定部件向所述对象物投射所述图案光,

所述摄像部隔着所述固定部件对所述对象物进行拍摄,

所述光投射部包含:

光回路部,其具有基板和设置在所述基板上的能够进行相位调制的多个波导;

投射透镜,其使从所述多个波导射出的多个光束发生干涉,而向所述对象物投射所述图案光;以及

透镜保持部,其保持所述投射透镜,

所述光回路部经由所述透镜保持部固定于所述固定部件的所述安装面。

4.根据权利要求3所述的光计测装置,其特征在于,

该光计测装置还具有壳体,该壳体在内部收纳所述光投射部和所述摄像部,

所述固定部件固定于所述壳体,所述光投射部和所述摄像部经由所述固定部件固定于所述壳体。

5.根据权利要求3所述的光计测装置,其特征在于,

所述光回路部具有与所述光投射部的投射轴方向交叉的侧面,所述透镜保持部固定于所述侧面。

6.根据权利要求5所述的光计测装置,其特征在于,

在所述光回路部的所述侧面设置有所述多个波导的射出口。

光计测装置

技术领域

[0001] 本发明涉及对图案光进行投射并进行拍摄的光计测装置。

背景技术

[0002] 作为对对象物的三维形状进行计测的方法,公知有被称为“条纹扫描法”的技术,该技术向对象物投影激光的干涉条纹,通过对干涉条纹的投影像进行拍摄并进行分析来对对象物表面的凹凸信息进行运算。在条纹扫描法中,根据干涉条纹的扫描量和投影像的各点的光强度的变化求出各点的凹凸的深度和高度。通过改变发生干涉的两道以上的光束的相位差来对干涉条纹的扫描量进行控制。例如通过利用电光效应等使分支为两道的光波导的一方的相位变化来对投影的干涉条纹的扫描量进行控制(例如,参照专利文献1)。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开平5-87543号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的课题

[0007] 在针对光波导的相位变化而使用电光效应的情况下,需要铌酸锂等特殊的材料。另一方面,如果使用热光效应,则能够仅由形成在硅基板上的一般的石英类的材料来构成相位调制器。但是,在硅基板上的光波导的温度变化的情况下,基板与光波导的热膨胀率差等导致产生翘曲等变形,有可能使干涉条纹的投射位置变化。如果由于与光波导的相位变化不同的原因而使干涉条纹的投射位置变化,则会导致计测精度的降低。

[0008] 本发明就是鉴于该情况而完成的,本发明的某个方式的示例性的目的之一在于,提供抑制热引起的变形所导致的计测精度的降低的光计测装置。

[0009] 用于解决课题的手段

[0010] 本发明的某个方式的光计测装置具有:光投射部,其投射图案光;以及摄像部,其对被投射了图案光的对象物进行拍摄。光投射部和摄像部经由与光投射部的投射轴方向和摄像部的摄像轴方向双方交叉的安装面而相互固定。

[0011] 此外,以上构成要素的任意组合,在方法、装置、系统等之间变换本发明的表现之后的构成要素,作为本发明的方式也是有效的。

[0012] 发明效果

[0013] 根据本发明的某个方式,能够抑制热引起的变形所导致的计测精度的降低。

附图说明

[0014] 图1是示意性地示出第1实施例的光计测装置的结构的图。

[0015] 图2是更详细地示出图1的前端部的结构的俯视图。

[0016] 图3是示意性地示出光投射部的结构的侧视图。

- [0017] 图4是示意性地示出比较例的在光回路部产生翘曲的情况的投射轴的变化的侧视图。
- [0018] 图5是示意性地示出实施例的在光回路部产生翘曲的情况的投射轴的变化的侧视图。
- [0019] 图6是示意性地示出第2实施例的光计测装置的结构的俯视图。
- [0020] 图7是示意性地示出第2实施例的光计测装置的结构的侧视图。
- [0021] 图8是示意性地示出第3实施例的光计测装置的结构的俯视图。
- [0022] 图9是示意性地示出变形例的光计测装置的结构的俯视图。
- [0023] 图10是示意性地示出变形例的光计测装置的结构的俯视图。
- [0024] 图11是示意性地示出变形例的光计测装置的结构的俯视图。
- [0025] 图12是示意性地示出变形例的光计测装置的结构的俯视图。

具体实施方式

- [0026] 首先,对本发明的几个实施方式的概要进行说明。
- [0027] 某个方式的光计测装置具有:光投射部,其投射图案光;以及摄像部,其对被投射了图案光的对象物进行拍摄。光投射部与摄像部经由与光投射部的投射轴方向和摄像部的摄像轴方向双方交叉的安装面而相互固定。
- [0028] 根据该方式,以与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的安装面为基准,对光投射部和摄像部进行固定,因此即使热膨胀率差所引起的变形导致安装面的位置变化,也能够减小投射部与摄像部的相对位置的变化。另外,即使热导致在安装面产生翘曲,相比于与安装面交叉的方向的位移量,沿安装面的方向的位移量较小,因此能够减小投射轴与摄像轴分离的方向的相对位置的变化。由此,即使在热导致产生变形的情况下,也能够减小相对于投射图案光的位置的摄像方向的位置变化,从而能够抑制计测精度的降低。
- [0029] 也可以为,光投射部具有安装面。也可以为,摄像部固定于安装面。
- [0030] 也可以为,光计测装置还具有壳体,该壳体在内部收纳光投射部和摄像部。也可以为,光投射部固定于壳体。也可以为,摄像部经由光投射部而固定于壳体。
- [0031] 也可以为,光投射部包含光回路部,该光回路部具有基板和设置在基板上的能够进行相位调制的多个波导,摄像部固定于光回路部。
- [0032] 也可以为,光投射部还包含:投射透镜,其使从多个波导射出的多个光束发生干涉,而向对象物投射图案光;以及透镜保持部,其保持投射透镜,透镜保持部固定于光回路部。
- [0033] 也可以为,光回路部具有侧面,该侧面设置有多个波导的射出口,摄像部固定于侧面。
- [0034] 也可以为,光回路部具有侧面,该侧面设置有多个波导的射出口,摄像部和透镜保持部固定于侧面。
- [0035] 也可以为,光回路部具有:第1侧面,其设置有多个波导的射出口;以及第2侧面,其设置于相对于第1侧面在投射轴方向上偏移的位置,摄像部固定于第2侧面。
- [0036] 也可以为,光回路部具有:第1侧面,其设置有多个波导的射出口;以及第2侧面,其设置于相对于第1侧面在投射轴方向上偏移的位置,透镜保持部固定于第1侧面,摄像部固

定于第2侧面。

[0037] 也可以为，光计测装置还具有固定部件，该固定部件具有安装面。也可以为，光投射部和摄像部双方安装于安装面。

[0038] 也可以为，固定部件具有光透过性。也可以为，光投射部隔着固定部件向对象物投射图案光。也可以为，摄像部隔着固定部件对对象物进行拍摄。

[0039] 也可以为，光计测装置还具有壳体，该壳体在内部收纳光投射部和摄像部。也可以为，固定部件固定于壳体。也可以为，光投射部和摄像部经由固定部件而固定于壳体。

[0040] 也可以为，光投射部包含光回路部，该光回路部具有基板和设置在基板上的能够进行相位调制的多个波导，光回路部固定于固定部件的安装面。

[0041] 也可以为，光投射部包含：光回路部，其具有基板和设置在基板上的能够进行相位调制的多个波导；投射透镜，其使从多个波导射出的多个光束发生干涉，而向对象物投射图案光；以及透镜保持部，其保持投射透镜。也可以为，光回路部经由透镜保持部而固定于固定部件的安装面。

[0042] 也可以为，光回路部具有与投射轴方向交叉的侧面，透镜保持部固定于该侧面。

[0043] 也可以为，在光回路部的侧面设置有多个波导的射出口。

[0044] 以下，一边参照附图，一边对用于实施本发明的方式进行详细说明。另外，在附图的说明中，对相同的要素标注相同的标号并适当省略重复的说明。另外，以下叙述的结构是例示性的，不对本发明的范围进行任何限定。

[0045] (第1实施例)

[0046] 图1是示意性地示出第1实施例的光计测装置100的结构的图。光计测装置100具有光投射部20、摄像部30、光源38以及控制部40。光计测装置100组装于内窥镜镜体10，该内窥镜镜体10具有前端部12、插入部14以及连接部16，在通过使前端部12朝向对象物来对管腔内的目的部位的三维形状进行测定时，使用光计测装置100。在通过被称作所谓的“条纹扫描法”的三维计测方法来对对象物进行计测时，使用光计测装置100。

[0047] 前端部12是收纳光投射部20和摄像部30的部分，由金属等的硬质的壳体18构成外表面。在壳体18的前端设置有玻璃罩32。插入部14由具有挠性的部件构成，通过使前端部12的附近屈曲能够调整前端部12的朝向。因此，内窥镜镜体10构成为柔性镜，前端部12比插入部14挠性低。在插入部14的内侧贯穿插入有光纤34和布线线缆36等。连接部16是用于将内窥镜镜体10与光源38、控制部40进行连接的插头等。

[0048] 光投射部20向对象物投射干涉条纹图案90等的图案光。在前端部12设置有玻璃罩32，光投射部20隔着玻璃罩32投射图案光。光投射部20具有光回路部22、投射透镜24以及透镜保持部26。

[0049] 光回路部22是所谓的平面光波导(PLC; Planar Lightwave Circuit)，例如在硅基板上使用石英类的材料而形成波导构造。光回路部22经由光纤块28与光纤34耦合。光回路部22具有能够进行相位调制的多个波导，使从多个波导射出的多个光束发生干涉而生成图案光。光回路部22通过使多个波导的相位差变化，能够投射干涉条纹图案90的明暗位置不同的多种图案光。

[0050] 投射透镜24使从光回路部22射出的多个光束成型，而在期望的区域形成干涉条纹图案90。透镜保持部26保持投射透镜24，将投射透镜24相对于光回路部22配置在期望的位

置。透镜保持部26以使投射透镜24的光轴相对于光回路部22偏移而成为偏轴系统的方式，保持投射透镜24。由此，使光投射部20的投射轴A与摄像部30的摄像轴B交叉。另外，投射轴A与摄像轴B所成的角度 θ 取决于从前端部12至计测对象物的距离，为 $1^\circ \sim 30^\circ$ 左右。这相当于在使投射透镜24与摄像透镜52的中心之间的距离为1mm的情况下，从前端部12至投射轴A与摄像轴B的交叉点92的距离(即，至对象物的距离)为2mm~50mm左右的角度范围。

[0051] 摄像部30对被投射了干涉条纹图案90的对象物进行拍摄，生成基于图案光的干涉条纹图像。摄像部30隔着玻璃罩32接受来自被投射了干涉条纹图案90的对象物的光。摄像部30对被投影了多种图案光的对象物进行拍摄，生成分别与多种图案光对应的多种干涉条纹图像，所述多种图案光之间干涉条纹图案90的明暗位置不同。摄像部30相对于光回路部22固定，与设置于光回路部22的布线部48电连接。布线部48与布线条缆36连接，摄像部30所拍摄的干涉条纹图像经由布线条缆36被传送至控制部40。

[0052] 光源38输出用于生成干涉条纹图案90的可干涉光，例如输出单波长的激光束。光源38的输出光经由光纤34输入至光回路部22。光源38包含半导体激光元件等固体激光源。光源38的输出波长没有特别限定，但例如能够使用波长为 $\lambda = 635\text{nm}$ 的红色光。光源38也可以包含控制机构，该控制机构对发光元件的驱动电流和动作温度等进行控制，以使光源38的输出强度和输出波长恒定的方式进行控制。该控制机构也可以具有：受光元件和驱动元件，其用于实现与光源38的输出强度对应的反馈驱动；以及被称为珀耳帖元件的温度调整元件，其用于对光源38的温度进行调整。通过设置像这样的控制机构，能够使光源38的输出波长稳定化，从而能够抑制生成的干涉条纹图案的明暗周期的变化。

[0053] 控制部40对光投射部20的动作进行控制，取得摄像部30所拍摄的干涉条纹图像。控制部40对设置于光回路部22的多个波导的相位差进行控制，并扫描干涉条纹图案90。控制部40从摄像部30取得分别与多种图案光对应的多种干涉条纹图像，根据多种干涉条纹图像生成距离图像乃至三维显示图像。在每次生成距离图像、三维显示图像时，首先生成相位分布图像。相位分布图像是使干涉条纹图像的各像素的位置的初始相位的值图像化而成的。根据多种图案光各自的相位值和多个干涉条纹图像的各像素值，按照公知的算法，能够对相位分布图像进行计算。接着，根据光投射部20和摄像部30的配置以及相位分布图像导出对象物的几何学上的三维形状，由此能够得到距离图像乃至三维显示图像。

[0054] 图2是详细示出图1的前端部12的结构的俯视图，相当于图1的局部放大图。在图2中，将摄像轴B所延伸的方向(也称为摄像轴方向)设为z方向，将投射轴A与摄像轴B分离的方向设为x方向。另外，将与x方向和z方向双方垂直的方向设为y方向。

[0055] 光回路部22具有基板60以及设置在基板60的上方的输入波导41、分支部42、第1波导43、第2波导44、第1相位调制器45、第2相位调制器46以及布线部48。输入波导41、分支部42、第1波导43以及第2波导44是形成在基板60的上方的波导构造。输入波导41经由光纤块28与光纤34耦合。输入至输入波导41的光在分支部42被分支为第1波导43和第2波导44。第1波导43从分支部42朝向第1射出口43a呈直线状延伸，第2波导44从分支部42朝向第2射出口44a呈直线状延伸。

[0056] 在图示的例子中，第1波导43和第2波导44沿z方向呈直线状延伸，沿x方向分离配置。即，第1波导43和第2波导44以相互平行的方式沿z方向延伸。另外，输入波导41、分支部42、第1波导43以及第2波导44沿z方向依次排列配置。输入波导41的z方向的长度为0.5mm左

右,分支部42的z方向的长度为1mm左右,第1波导43和第2波导44的z方向的长度为2.5mm左右。基板60的z方向的长度为4mm左右。第1射出口43aa与第2射出口44a的距离为50μm~100μm左右。

[0057] 另外,输入波导41、分支部42、第1波导43以及第2波导44不限定于图示的构造,也可以由其他的构造构成。分支部42除了可以是像图示那样的Y型分支波导之外,也可以是定向耦合器、多模干涉耦合器或星型耦合器。另外,也可以为,输入波导41、第1波导43以及第2波导44的整体不构成直线状,也可以构成为包含曲线部。

[0058] 第1相位调制器45沿第1波导43设置,使第1波导43的光路长度变化,从而对通过第1波导43的光的相位进行控制。第2相位调制器46沿第2波导44设置,使第2波导44的光路长度变化,从而对通过第2波导44的光的相位进行控制。第1相位调制器45和第2相位调制器46利用电光效应或热光效应对波导43、44的相位进行控制。第1相位调制器45和第2波导44例如是加热器,对波导43、44进行加热而使对应的波导43、44的相位变化。第1相位调制器45和第2相位调制器46与布线部48电连接,根据来自控制部40的控制信号进行动作。

[0059] 被第1波导43相位调制后的光从第1射出口43a射出,被第2波导44相位调制后的光从第2射出口44a射出。第1射出口43a和第2射出口44a设置于光回路部22的侧面22c。侧面22c由与z方向垂直的平面(xy平面)构成,是与投射轴A所延伸的方向(也称为投射轴方向)和摄像轴方向双方交叉的面。

[0060] 投射透镜24嵌入于透镜保持部26的保持槽27而被固定。保持槽27是沿x方向和z方向延伸被刻成十字状的槽,有助于投射透镜24的x、y、z三个方向的定位。保持槽27的形状被规定为,使投射透镜24相对于第1射出口43a和第2射出口44a配置于规定的位置。保持槽27的形状被决定为,例如使投射透镜24配置在相对于假想波源47沿x方向偏移的位置,该假想波源47是第1射出口43a与第2射出口44a的中间点。这里,假想波源47是指干涉条纹图案90等图案光的假想的光源,是指光学上可以被视作从假想波源47辐射图案光的点。

[0061] 透镜保持部26安装于光回路部22的侧面22c,与光回路部22在z方向上相邻。因此,透镜保持部26固定于光回路部22,固定于与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的安装面。透镜保持部26优选为由热膨胀率较小的材料构成,例如由石英玻璃等玻璃材料构成。透镜保持部26通过熔接或使用粘接剂的粘接等而安装于光回路部22的侧面22c。

[0062] 摄像部30具有摄像元件50和摄像透镜52。摄像透镜52使被投影了干涉条纹图案90的对象物在摄像元件50中成像。摄像元件50是CCD或CMOS传感器等图像传感器,输出基于拍摄到的干涉条纹图像的图像信号。摄像元件50与光回路部22的布线部48电连接,经由布线缆36将基于干涉条纹图像的图像信号传送至控制部40。

[0063] 摄像部30安装于光回路部22的侧面22c,与光回路部22在z方向上相邻。摄像部30固定于光回路部22,固定于与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的安装面。在本实施例中,摄像部30固定于与摄像轴方向垂直的安装面。摄像部30通过熔接或使用粘接剂的粘接等而安装于光回路部22的侧面22c。摄像部30的与光回路部22的侧面22c的接合部也可以由石英玻璃等玻璃材料构成。

[0064] 摄像部30与投射透镜24和透镜保持部26在x方向上并列配置。另外,在透镜保持部26与摄像部30之间不设置固定部件,透镜保持部26与摄像部30的相对位置以光回路部22的侧面22c为基准而决定。

[0065] 在光回路部22的安装有透镜保持部26和摄像部30的侧面22c的相反侧的侧面22d，安装有光纤块28和光纤34。光纤块28和光纤34通过熔接或使用粘接剂的粘接等安装于光回路部22的侧面22d。

[0066] 图3是示意性地示出光投射部20的结构的侧视图，示出沿x方向观察光投射部20时的结构。光回路部22具有基板60和设置在基板60的上表面60a的上方的包覆层62。基板60例如是硅晶片，包覆层62由以氧化硅(SiO_2)为主体的材料构成。光回路部22的波导构造设置于包覆层62。例如，通过设置在包覆层62的内部的芯部实现输入波导41、分支部42、第1波导43以及第2波导44。第1相位调制器45和第2相位调制器46设置在包覆层62的上方。另外，布线部48(在图3中未图示)也设置在包覆层62的上方。

[0067] 基板60经由第1粘接层64而固定于载体基体66。载体基体66设置于基板60的上表面60a的相反侧的下表面60b侧。载体基体66经由第2粘接层68而固定于壳体18。因此，光回路部22经由载体基体66而固定于壳体18。在图示的例子中，第2粘接层68隔着载体基体66而设置于基板60的相反侧的下表面66b，通过载体基体66的下表面66b固定于壳体18。另外，载体基体66的固定方法没有特限定，也可以通过载体基体66的侧面固定于壳体18。另外，也可以不使用载体基体66而使基板60经由第1粘接层64固定于壳体18。

[0068] 载体基体66的材料没有限定，能够使用金属材料、树脂材料和陶瓷材料中的至少一种。作为载体基体66，例如能够使用玻璃环氧基板或铝(Al)基板。另外，第1粘接层64和第2粘接层68的材料也没有特别限定，可以使用树脂材料和金属材料中的至少一种。作为第1粘接层64和第2粘接层68，例如可以使用粘着性带、树脂粘接剂、银(Ag)膏、焊料等。

[0069] 透镜保持部26固定于光回路部22的侧面22c。透镜保持部26例如固定于基板60的侧面。透镜保持部26也可以仅固定于基板60的侧面，也可以固定于基板60和包覆层62双方的侧面。另一方面，透镜保持部26不直接固定于载体基体66和壳体18，当在基板60和包覆层62产生翘曲等而变形或发生位移的情况下，随着该变形或位移而发生位移。另外，在图3中未示出的摄像部30也是同样。

[0070] 接下来，对光计测装置100的动作进行说明。光回路部22使来自光源38的光分支为第1波导43和第2波导44。控制部40驱动第1相位调制器45和第2相位调制器46，从而对第1波导43与第2波导44的相位差进行控制。投射透镜24使从第1射出口43a和第2射出口44a射出的被相位调制后的两道光束发生干涉，而向对象物投射图案光。摄像部30对被投射了图案光的对象物的干涉条纹图像进行拍摄。控制部40通过使第1波导43与第2波导44的相位差变化，而使干涉条纹图案90的明暗位置变化。摄像部30生成与多种干涉条纹图案90对应的多种干涉条纹图像，所述多种干涉条纹图案90之间明暗位置不同。控制部40对拍摄到的多种干涉条纹图像进行分析，导出对象物的三维形状。

[0071] 在光计测装置100的动作时，壳体18的内部被光回路部22和摄像部30的驱动热加热。在光回路部22中，主要通过第1相位调制器45和第2相位调制器46的驱动产生热。在摄像部30中，摄像元件50所包含的晶体管等半导体元件的驱动产生热。设置于壳体18的内部的各部件被相互固定，因此各部件的热膨胀率差会导致产生翘曲等变形。特别是，光回路部22具有在波导所延伸的z方向较长并且y方向的厚度较小的形状，因此基板60与包覆层62的热膨胀率差容易导致产生翘曲。在各部件的变形和位移导致投射轴A与摄像轴B的位置关系变化时，条纹扫描法的计测精度就会降低。这是因为，在条纹扫描法中，根据投射轴A与摄像轴

B所成的角度 θ 导出对象物表面的深度或高度。

[0072] 图4是示意性地示出比较例的在光回路部82产生翘曲的情况的投射轴A的变化的图。在该图所示的比较例中,光回路部82和透镜保持部86安装于载体基体88的上表面88a,上表面88a是沿投射轴A的方向的平面,且是安装面,这一点与上述的实施例不同。在本比较例中,未图示的摄像部也安装于载体基体88的上表面88a。光回路部82的包覆层的热膨胀率比基板小,因此在被驱动热加热时,基板相对大幅地伸长,而以向下凸起的方式产生翘曲。其结果为,假想波源87所位于的光回路部82的侧面82c斜向倾斜,侧面82c向上方发生位移。另一方面,透镜保持部86与光回路部82分离而配置,因此相比于光回路部82,热导致的变形量较小。其结果为,使假想波源87与投射透镜84的中心相连而成的投射轴A1的方向朝向从变形前的投射轴A偏移的方向。另外,在以光回路部82的侧面82c的位置为基准的情况下,随着侧面82c朝上,变形后的投射轴A1朝下,因此从侧面82c观察的投射轴A、A1在变形前后大幅地变化。

[0073] 此时,如果摄像部30的投射轴B以与投射轴A1相同的方式变化,则也许能够在热变形后也维持投射轴A1与摄像轴B的位置关系。但是,考虑为,在摄像部相对于光回路部82独立地安装于载体基体88的情况下,光回路部82的变形方式与摄像部的变形方式恐怕不一致。其结果为,投射轴A1与摄像轴B的位置关系由于热变形而偏移,给条纹扫描法的计测精度带来影响。根据的本发明者的估计,假想波源87的位置仅偏移 $1\mu\text{m}$,在对象物的三维形状计测时产生约 1mm 的误差。如果光回路部82的变形更大,则也许会产生更大的计测误差。

[0074] 图5是示意性地示出实施例的在光回路部22产生翘曲的情况的投射轴A的变化的图。在图示的例子中,与上述的比较例相同,在光回路部22产生翘曲,而侧面22c斜向倾斜,光回路部22向上方(y方向)发生位移。在本实施例中,透镜保持部26也随着侧面22c的变形而向y方向发生位移,因此以光回路部22的侧面22c的位置为基准的投射透镜24的位置基本不变。其结果为,以光回路部22的侧面22c的位置为基准的投射轴A2的方向相对于变形前的投射轴A的方向基本不变。

[0075] 同样,在本实施例中,摄像部30也随着光回路部22的翘曲而发生位移,因此以光回路部22的侧面22c的位置为基准的摄像部30的位置也基本不变。其结果为,能够使从光回路部22的侧面22c观察到的投射轴A和摄像轴B双方的方向不变,从而能够抑制投射轴A与摄像轴B的位置关系的变化,能够减少投射轴A与摄像轴B所成的角度 θ 的变化。由此,能够抑制热引起的变形所导致的计测精度的降低。

[0076] (第2实施例)

[0077] 图6和图7是示意性地示出第2实施例的光计测装置200的结构的图。图6是俯视图,与上述的图2对应。图7是侧视图,与上述的图3对应。在本实施例中,光投射部120和摄像部130安装于玻璃罩132的主表面132c,玻璃罩132的主表面132c是作为安装位置的基准的安装面,该点与上述的第1实施例不同。以下,在本实施例中,以与上述的第1实施例不同的点为中心进行说明。

[0078] 光计测装置200具有光投射部120和摄像部130。光投射部120和摄像部130设置于内窥镜镜体的前端部12的壳体118的内部。在壳体118安装有与投射轴A和摄像轴B双方交叉的玻璃罩132。光投射部120和摄像部130固定于玻璃罩132的主表面132c。玻璃罩132的主表面132c是与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的安装面。玻璃罩132可以说是用于对光投

射部120和摄像部130进行定位的固定部件。

[0079] 光投射部120包含光回路部122、投射透镜24以及透镜保持部26。光回路部122具有基板160和基板160的上表面160a的上方的包覆层162。在包覆层162中设置有与上述的第1实施例相同的波导构造。在包覆层162的上方设置有第1相位调制器45、第2相位调制器46以及布线部148。布线部148与第1相位调制器45和第2相位调制器46电连接，经由第1布线线缆136与控制部40连接。

[0080] 透镜保持部26安装于玻璃罩132的主表面132c。透镜保持部26通过熔接或使用粘接剂的粘接等而安装于玻璃罩132的主表面132c。透镜保持部26与上述的第1实施例相同，安装于光回路部122的侧面122c。另一方面，光回路部122仅固定于透镜保持部26。即，在本实施例中，不设置像第1实施例那样的载体基体66，不设置用于对基板160的下表面160b与壳体118之间进行固定的部件。其结果为，使光回路部122经由透镜保持部26固定于玻璃罩132。

[0081] 摄像部130与第1实施例相同，包含摄像元件50和摄像透镜52。摄像元件50与第2布线线缆137电连接，经由第2布线线缆137向控制部40传送图像信号。摄像部130固定于玻璃罩132的主表面132c，安装为使玻璃罩132的主表面132c与摄像轴B垂直。

[0082] 在本实施例中，通过将光投射部120和摄像部130相对于与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的安装面进行固定，能够减小热变形导致的投射轴A与摄像轴B的相对位置的变化。根据本实施例，将透镜保持部26和摄像部130固定于热膨胀率较小的玻璃材料的固定部件(玻璃罩132)，因此能够减小投射透镜24与摄像透镜52的相对位置的变化量。另外，透镜保持部26固定于光回路部122的侧面122c，因此，即使当在光回路部122产生翘曲的情况下，能够使侧面122c与透镜保持部26的位置关系固定。其结果为，能够减小设置于光回路部122的侧面122c的假想波源47与投射透镜24的相对位置的变化。因此，在本实施例中，减小热变形导致的投射轴A与摄像轴B的相对位置的变化，能够抑制热变形导致的计测精度的降低。

[0083] (第3实施例)

[0084] 图8是示意性地示出第3实施例的光计测装置300的结构的图。在本实施例中，光投射部220和摄像部130安装于玻璃罩132的主表面132c，该点与上述的第2实施例相同，但光投射部220所包含的光回路部222和投射透镜224的固定方法与上述的实施例不同。以下，以与上述的实施例不同的点为中心对本实施例进行说明。

[0085] 光计测装置300具有光投射部220和摄像部130。光投射部220和摄像部130设置于内窥镜镜体的前端部12的壳体118的内部。光投射部220和摄像部130固定于玻璃罩132的主表面132c。

[0086] 光投射部220具有光回路部222、投射透镜224、第1保持部件264、第2保持部件266、第3保持部件268以及第4保持部件270。光回路部222固定于第3保持部件268，经由第3保持部件268固定于第2保持部件266的内部。光回路部222在设置有波导的射出口的侧面222c与第3保持部件268接合。投射透镜224夹在第1保持部件264与第2保持部件266之间而被固定。

[0087] 第1保持部件264具有固定于玻璃罩132的主表面132c的底面234a，在底面234a的中央设置有用于供图案光通过的开口234b。在底面234a的相反侧设置有用于对第2保持部件266进行固定的卡合部234c。卡合部234c设置为沿z方向突出，在该卡合部234c的内周设置有用于与第2保持部件266的第1端部266a螺合的螺纹构造。

[0088] 第2保持部件266是筒状的部件,在该第2保持部件266内部收纳光回路部222。在第2保持部件266的第1端部266a设置有用于承受投射透镜224的第1凹部266c。在第1端部266a的相反侧的第2端部266b设置有用于收纳光回路部222的第2凹部266d。第1凹部266c与第2凹部266d经由沿轴方向(z方向)延伸的内部空间而连通。

[0089] 第3保持部件268是具有光透过性的平板状的部件。光回路部222安装于第3保持部件268,光回路部222的侧面222c与第3保持部件268接合。第3保持部件268嵌入于第2凹部266d的底部,被夹在第2保持部件266与第4保持部件270之间。第4保持部件270是环状的部件,与设置于第2凹部266d的底部的螺纹构造螺合,从而对第3保持部件268进行固定。

[0090] 根据本实施例,光回路部222和投射透镜224被圆筒状的第2保持部件266固定,因此能够减小热变形导致的光回路部222与投射透镜224的相对位置的变化。另外,以射出图案光的光回路部222的侧面222c为基准,使光回路部222固定于第2保持部件266,因此即使当热变形导致在光回路部222产生翘曲的情况下,也能够抑制侧面222c的位移而减小侧面222c与投射透镜224的位置关系的变化。另外,在本实施例中,光投射部220固定于与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的安装面(玻璃罩132的主表面132c),因此能够减小投射轴A与摄像轴B的相对位置的变化,从而能够抑制热变形导致的计测精度的降低。

[0091] (变形例1)

[0092] 图9是示意性地示出变形例1的光计测装置400的结构的俯视图。本变形例构成为,在光投射部320不设置投射透镜,从光回路部322的多个波导射出的图案光不经由透镜地向对象物投射。在光回路部322中,侧面322c固定于玻璃罩332的主表面332c,该侧面322c设置有多个波导的射出口,该玻璃罩332固定于壳体318。光回路部322固定于与投射轴A垂直的安装面。摄像部330与上述的实施例相同,安装于玻璃罩332的主表面332c,固定于与摄像轴B垂直的安装面。在本变形例中,能够实现与上述的实施例相同的效果。

[0093] (变形例2)

[0094] 图10是示意性地示出变形例2的光计测装置500的结构的俯视图。在本变形例中,通过将光投射部320以相对于玻璃罩332倾斜的方式进行安装,而使投射轴A与摄像轴B交叉。光投射部320经由中介部件470固定于玻璃罩332的主表面332c。中介部件470具有:第1面470a,其固定于光回路部322的侧面322c;以及第2面470b,其固定于玻璃罩332的主表面332c。中介部件470的第1面470a相对于第2面470b倾斜,该倾斜角对应于投射轴A与摄像轴B的交叉角。在本变形例中,能够实现与上述的实施例相同的效果。

[0095] (变形例3)

[0096] 图11是示意性地示出变形例3的光计测装置600的结构的俯视图。本变形例与上述的第1实施例相同,构成为光回路部522为安装位置的基准。即,光投射部520和摄像部530不相对于玻璃罩332进行固定,在与玻璃罩332之间未设置安装部件或中介部件。光回路部522具有:第1侧面522c,其设置有多个波导的射出口;第2侧面522d,其安装有摄像部530;以及第3侧面522e,其使光纤34与布线线缆36连接。第1侧面522c和第2侧面522d设置于第3侧面522e的相反侧,设置在相互在z方向上偏移的位置。第1侧面522c和第2侧面522d设置为相互平行,与投射轴方向和摄像轴方向双方交叉或垂直。在本变形例中,以与光回路部522的投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的侧面为基准对摄像部530进行固定,因此能够实现与上述的实施例相同的效果。

[0097] (变形例4)

[0098] 图12是示意性地示出变形例4的光计测装置700的结构的俯视图。在本变形例中，安装为使摄像部530相对于光回路部522倾斜，使投射轴A与摄像轴B交叉。摄像部530经由中介部件670固定于光回路部522的第2侧面522d。中介部件670构成为，具有：第1面，其固定于光回路部522的第2侧面522d；以及第2面，其固定于摄像部530，第2面相对于第1面倾斜。在本变形例中，以与光回路部522的投射轴方向和摄像轴方向双方交叉的侧面为基准对摄像部530进行固定，因此能够实现与上述的实施例相同的效果。

[0099] 另外，在另一个变形例中，也可以为，以代替设置中介部件670而使第2侧面522d相对于光回路部522的第1侧面522c倾斜的方式构成第2侧面522d，将摄像部530固定于倾斜第2侧面522d。

[0100] 以上，通过实施例对本发明进行了说明。该实施例只是个例示，本领域技术人员能够理解可以对各构成要素和各处理过程的组合进行各种变形，并且这些变形例也在本发明的范围内。

[0101] 在上述的实施例中，示出光计测装置是柔性镜的内窥镜镜体的情况。在另一个变形例中，也可以采用构成为插入部不具有挠性的硬性镜的内窥镜镜体。另外，内窥镜装置可以使用于医疗用途，也可以使用于工业用途。另外，本实施例的光计测装置也可以组装于内窥镜。另外，上述的实施例和变形例不仅可以应用于条纹扫描法中，也可以应用于利用构造化照明法的计测技术中。

[0102] 在上述的实施例中，示出在Y型分支后的第1波导和第2波导分别设置有相位调制器的光回路部。在另一个变形例中，也可以为仅在第1波导和第2波导中的任意一方设置相位调制器。

[0103] 在上述的实施例中，示出使用球透镜来作为投射透镜的情况。在另一个变形例中，可以使用平凸透镜作为投射透镜，也可以使用凹透镜。另外，也可以通过使包含凹透镜或凸透镜在内的多个透镜进行组合来构成投射透镜。

[0104] 在上述的第1实施例中，示出使透镜保持部26和摄像部30安装于光回路部22的同一侧面22c的情况。在另一个变形例中，也可以为，如图11所示，使在z方向上偏移配置的第1侧面和第2侧面设置于光回路部，使透镜保持部安装于第1侧面，使摄像部安装于第2侧面。即，也可以为，透镜保持部和摄像部分别安装于光回路部的不同的侧面。

[0105] 标号说明

[0106] 18:壳体；20:光投射部；22:光回路部；22c:侧面；24:投射透镜；26:透镜保持部；30:摄像部；60:基板；100:光计测装置。

[0107] 产业上的可利用性

[0108] 根据本发明的某个方式，能够抑制热引起的变形所导致的计测精度的降低。

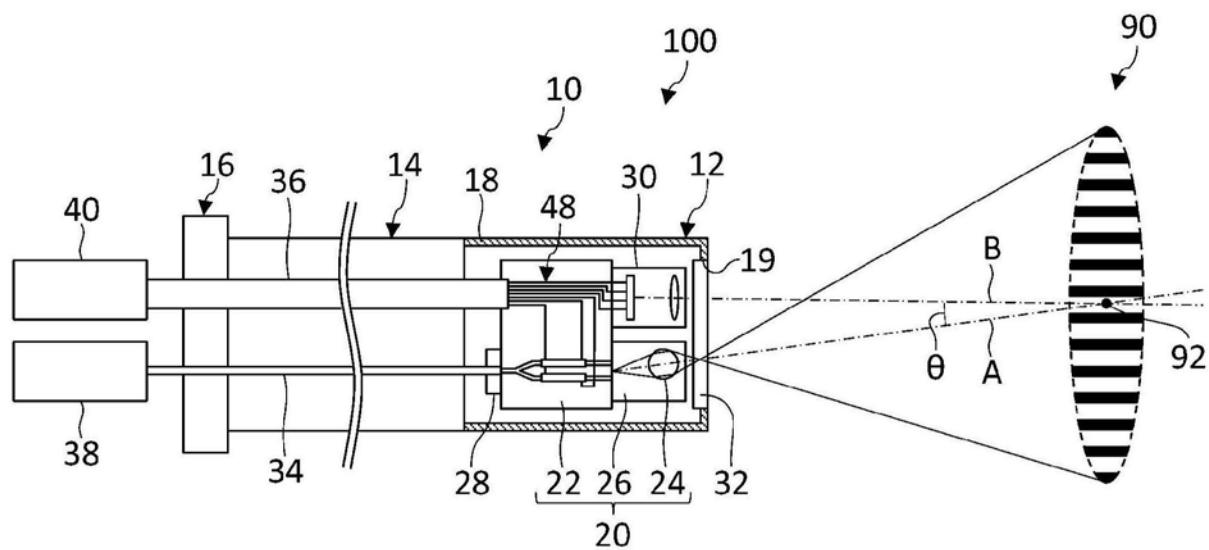


图1

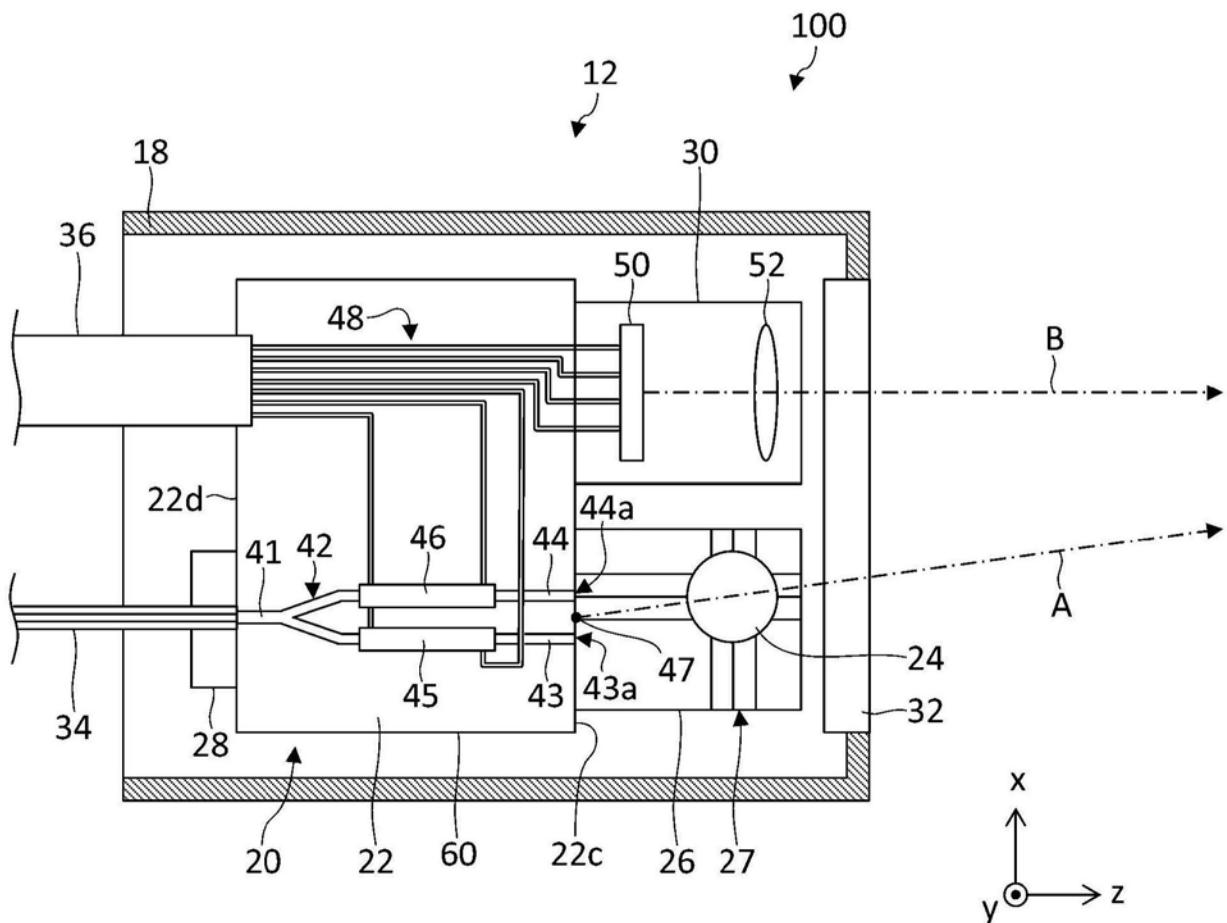


图2

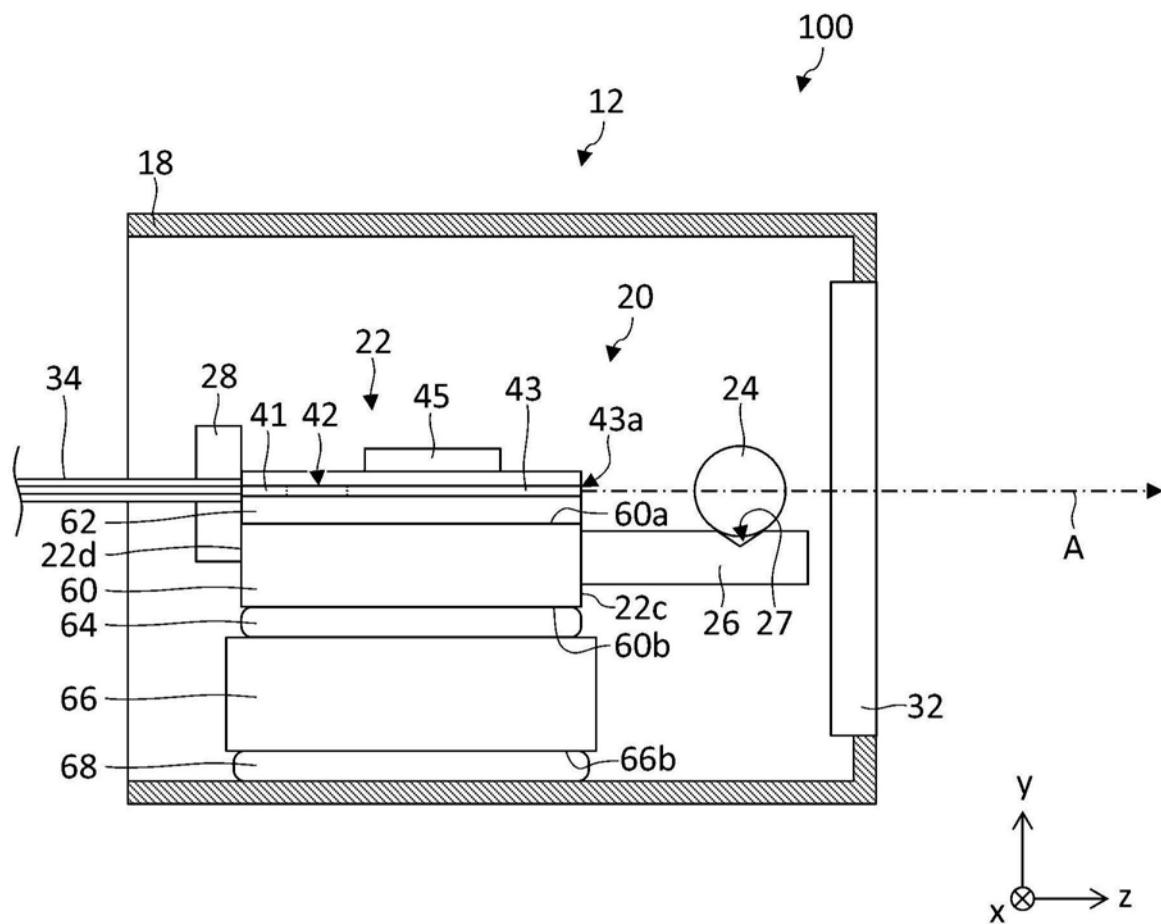


图3

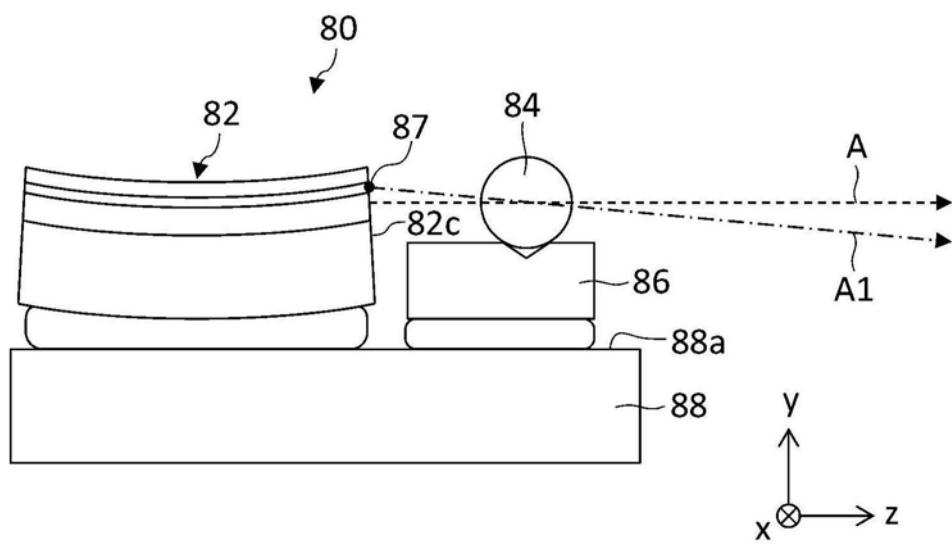


图4

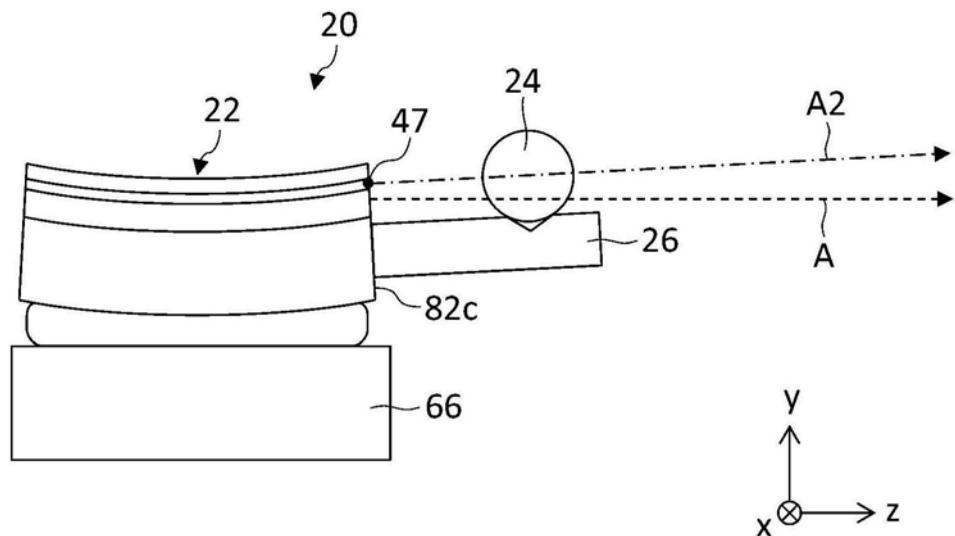


图5

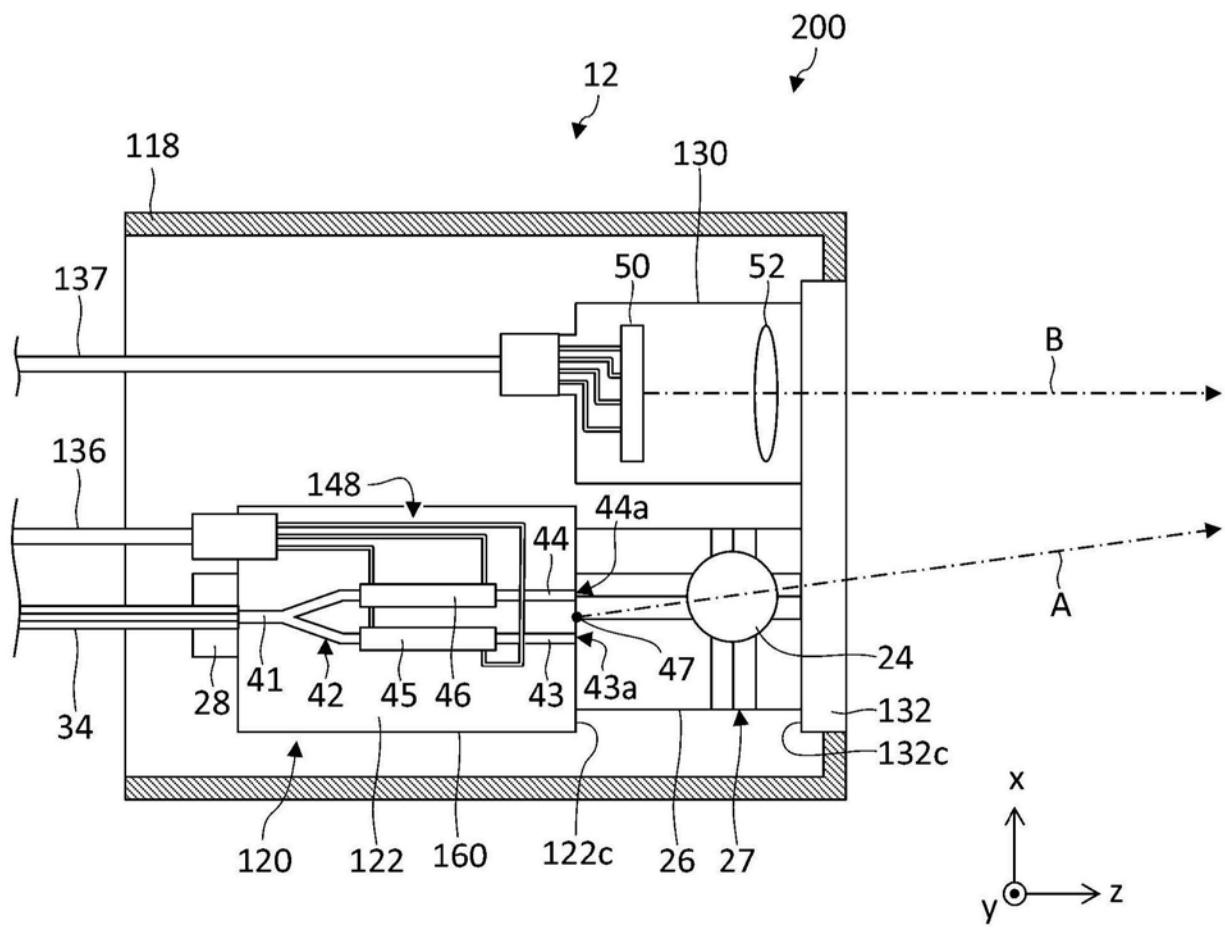


图6

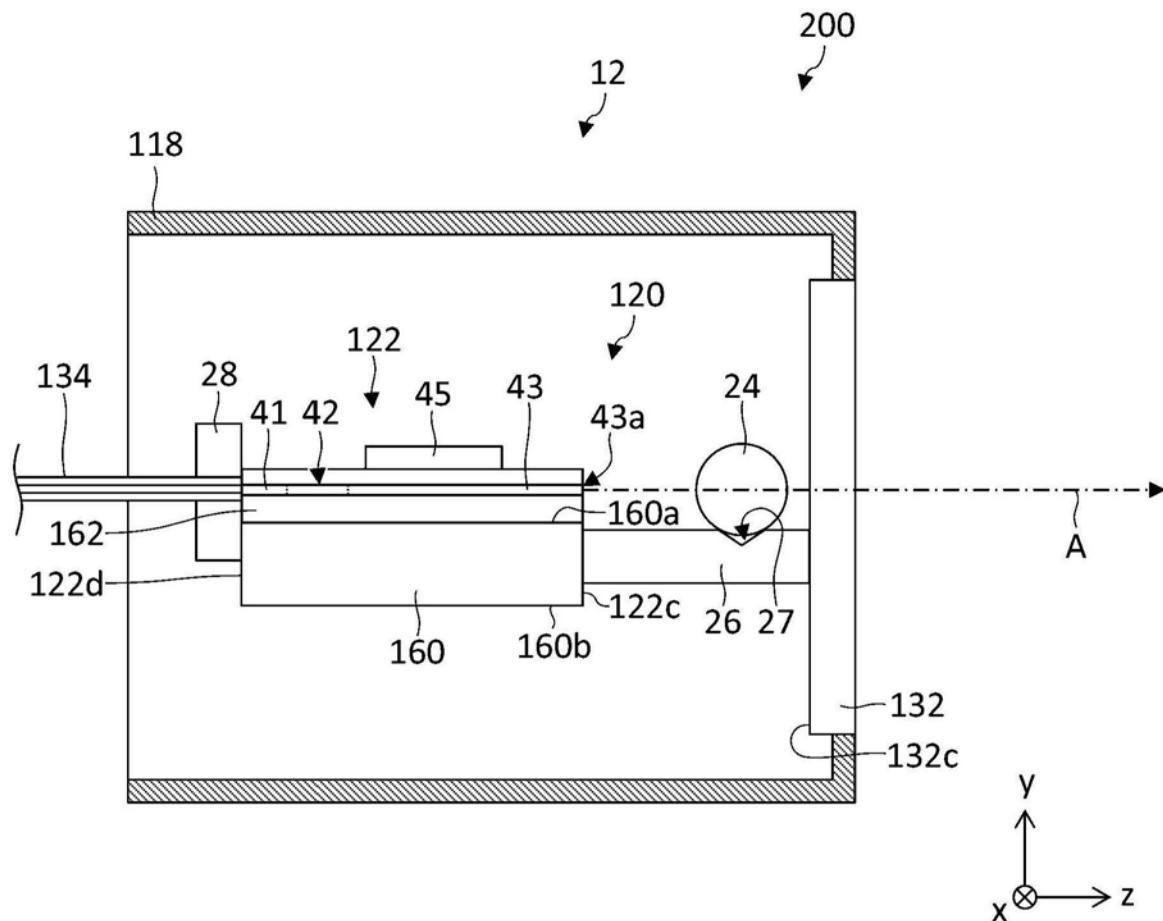


图7

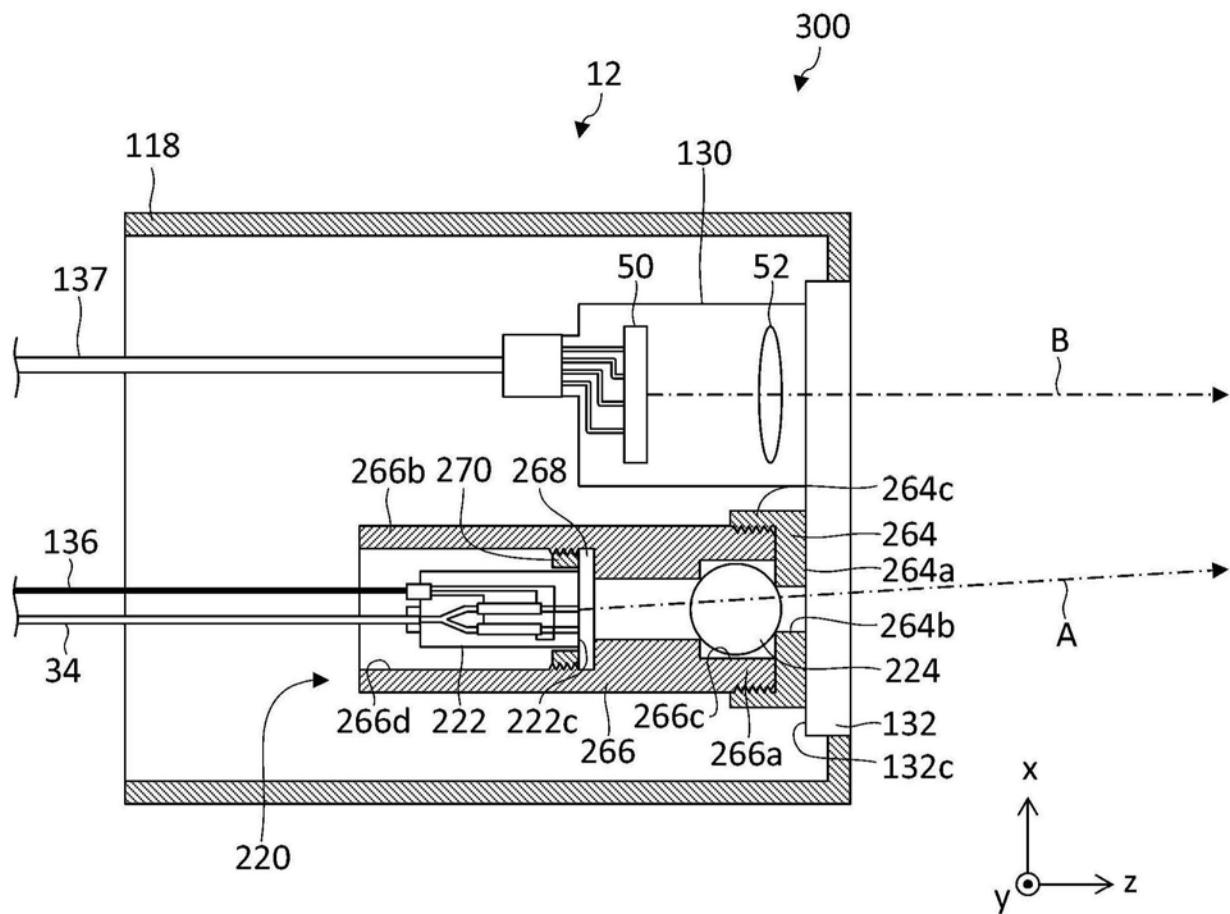


图8

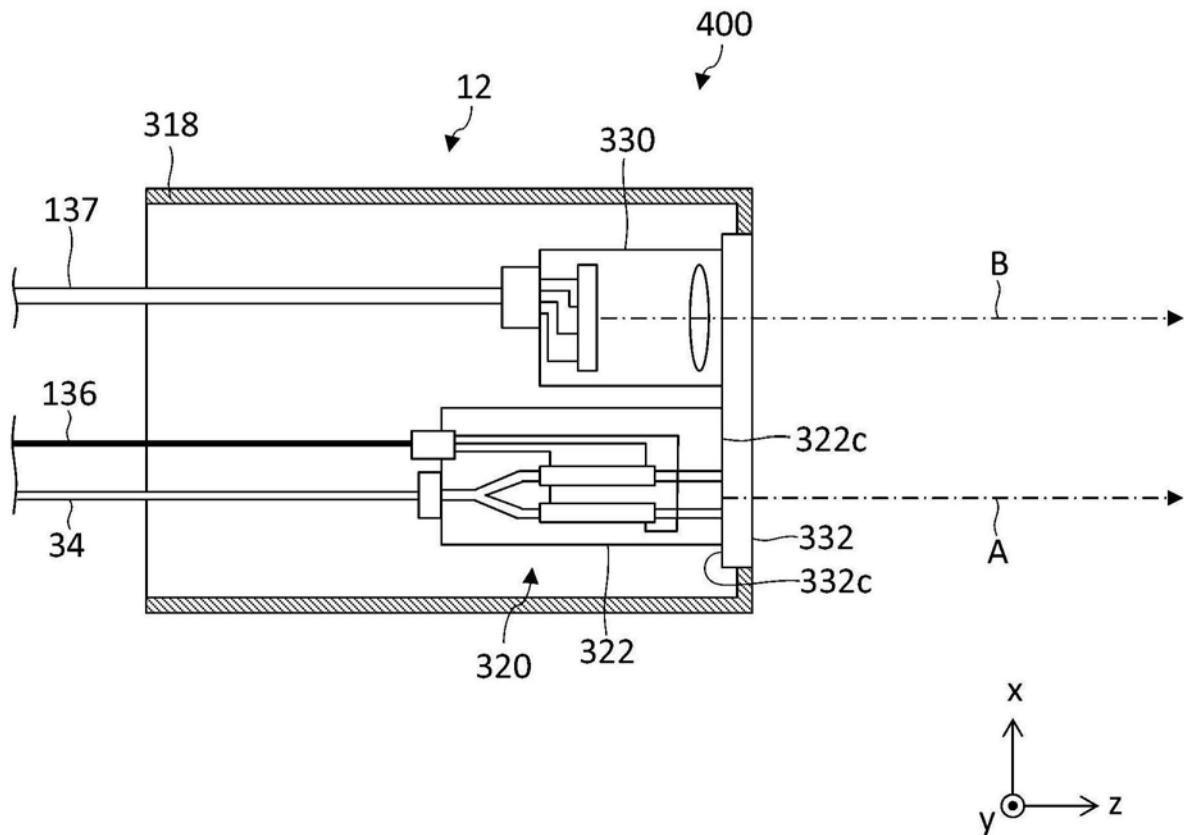


图9

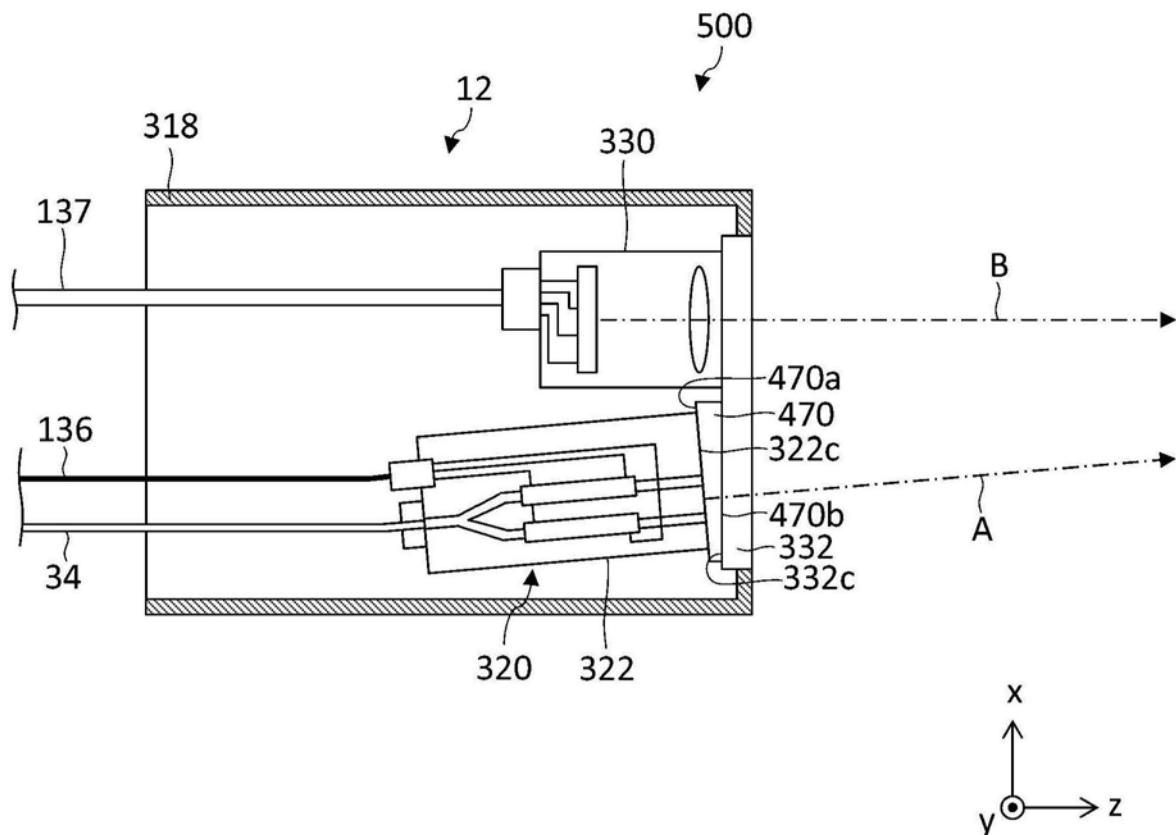


图10

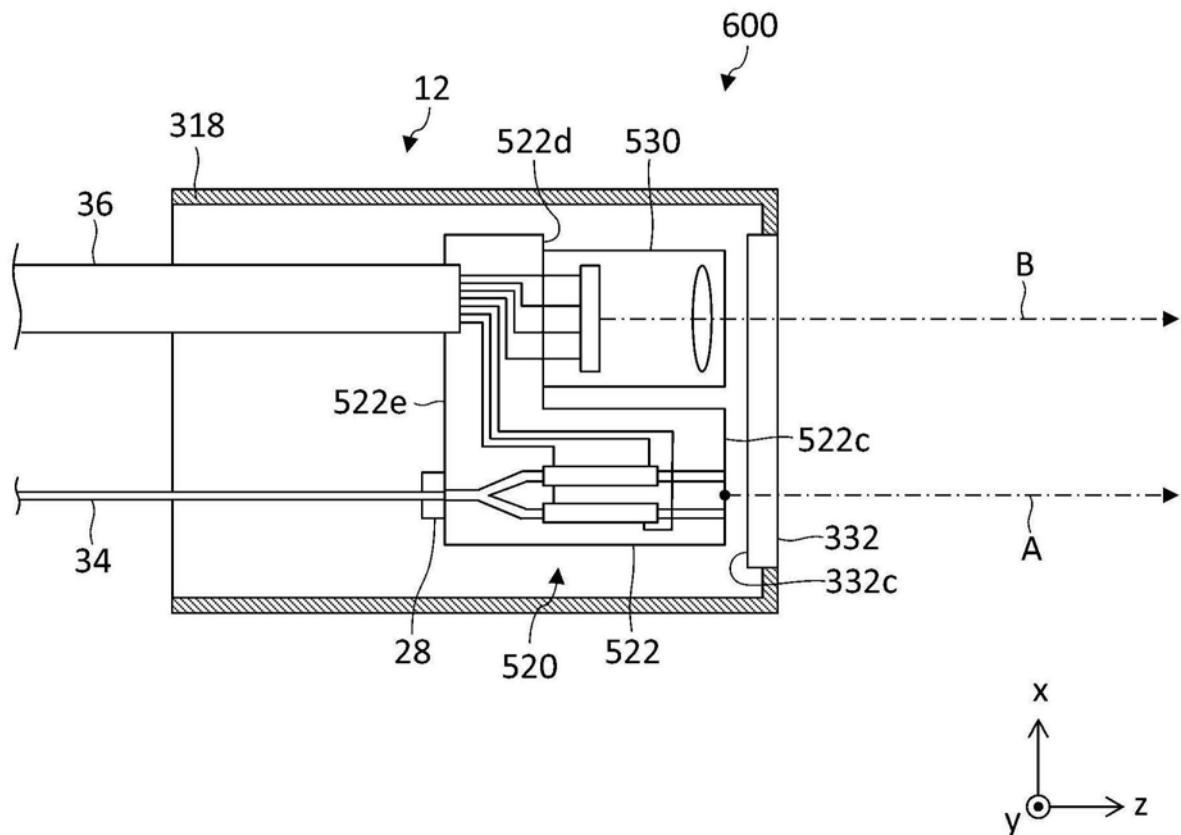


图11

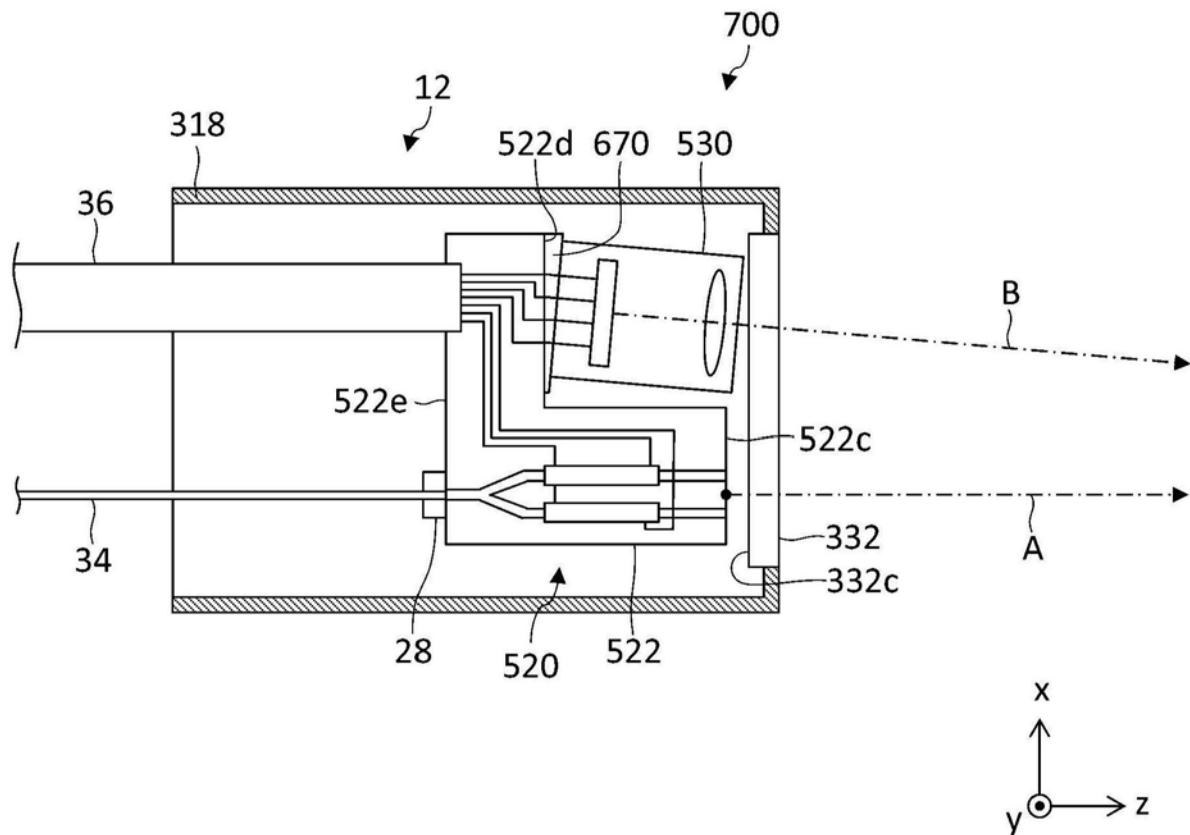


图12