



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105473047 B

(45)授权公告日 2017.08.01

(21)申请号 201480045178.6

(22)申请日 2014.08.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105473047 A

(43)申请公布日 2016.04.06

(30)优先权数据

2013-167998 2013.08.13 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.02.14

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/004092 2014.08.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/022774 EN 2015.02.19

(73)专利权人 HOYA株式会社

地址 日本东京都新宿区西新宿6丁目10番1号

(72)发明人 藤井宏明

(74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限公司 11314

代理人 程伟 王锦阳

(51)Int.Cl.

A61B 1/00(2006.01)

G02B 23/26(2006.01)

(56)对比文件

US 4272156 A, 1981.06.09,

JP 昭61-244322 A, 1986.10.30,

US 5577992 A, 1996.11.26,

JP 特开平11-326786 A, 1999.11.26,

JP 特许第4704386 B2, 2011.03.18,

JP 特开2010-119430 A, 2010.06.03,

审查员 张清楠

权利要求书1页 说明书12页 附图9页

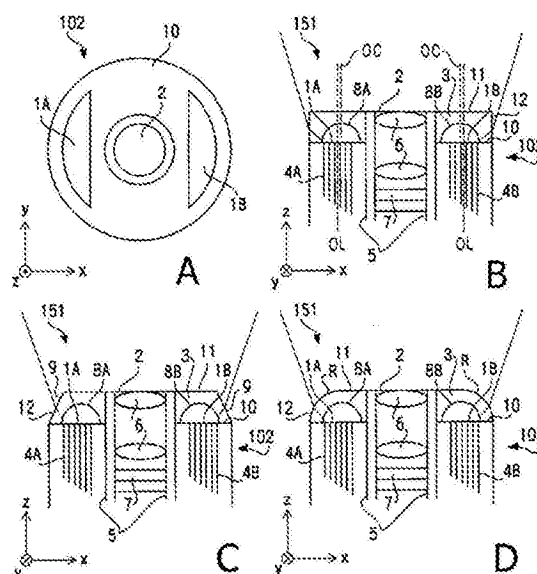
(54)发明名称

用于内窥镜的照明光学系统

(57)摘要

一种用于内窥镜的照明光学系统,其设置于内窥镜的弹性插入管中,所述照明光学系统包括:两个光导,其设置于插入管中并沿着第一方向被布置为将插入管的中心夹在两个光导之间;观察窗口,其设置于插入管的尖端部分的尖端面;两个凹透镜部件,其具有负屈光率,该两个凹透镜部件设置为在插入管的尖端面上面对两个光导的端面的位置处夹着观察窗口,并且其中:在插入管的尖端部分的尖端面上,两个光导的每个的端面沿着第一方向相比于沿着垂直于第一方向的第二方向具有更小的宽度;两个凹透镜部件的每个沿着第一方向相比于沿着第二方向具有更大的负屈光率;并且在从两个光导的每个发射出后经由两个凹透镜部件的每个传播的照明光中,经由两个光导中的每个的中心传播并且从两个光导的每个的每个端面的中心发射出的光的光学路径相对于插入管的轴线方向而沿着第

一方向向外倾斜。



1. 一种用于内窥镜的照明光学系统,其设置于内窥镜的弹性插入管中,所述照明光学系统包括:

两个光导,其设置于插入管中,以沿着第一方向设置为将插入管的中心夹在所述两个光导之间;

观察窗口,其设置于插入管的尖端部分的尖端面;

盖帽,其具有圆形外形,并且由允许照明光在其中穿过的透明材料制成,所述盖帽设置于两个光导的端面的前方;

两个凹透镜部件,其具有负屈光率,所述两个凹透镜部件设置为在插入管的尖端面上面对两个光导的端面的位置处夹着所述观察窗口,

其中:

在插入管的尖端部分的尖端面上,两个光导的每个的端面沿着第一方向比沿着垂直于第一方向的第二方向具有更小的宽度;

通过在面对两个光导的端面的盖帽的表面上形成凹陷部分来形成两个凹透镜部件的每个;

两个凹透镜部件的每个沿着第一方向比沿着第二方向具有更大的负屈光率;并且,其特征在于:

两个凹透镜部件的光学轴线分别偏心于两个光导的光学轴线;

其中,当 w (单位:mm)表示两个光导的端面的每个的沿着第一方向的宽度, r (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的沿着第一方向的曲率半径, s (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的光学轴线相对于两个光导中的对应光导的光学轴线的朝向插入管的中心的偏移量, n_d 表示盖帽的材料在 d 线处的折射指数时,所述照明光学系统满足这样的条件:

$$2 \times 10^{-3} < (n_d \times w \times s^2) / r < 13 \times 10^{-3}; \text{并且}$$

在从两个光导的每个发射出之后经由两个凹透镜部件的每个传播的照明光中,经由两个光导中的每个的中心传播并且从两个光导的每个的每个端面的中心发射出的光的光学路径相对于插入管的轴线方向而沿着第一方向向外倾斜。

2. 根据权利要求1所述的用于内窥镜的照明光学系统,

其中,当 w (单位:mm)表示两个光导的端面的每个的沿着第一方向的宽度, d (单位:mm)表示沿着第一方向的、经过插入管的尖端面的中心的、在盖帽的外边缘与两个凹透镜部件中的一个的边缘上最接近盖帽的外边缘的点之间的距离, r (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的沿着第一方向的曲率半径, s (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的光学轴线相对于两个光导中的对应光导的光学轴线朝向插入管的中心的偏移量, n_d 表示盖帽的材料在 d 线处的折射指数,照明光学系统满足下述条件:

$$15 \times 10^{-6} < (n_d \times w \times d \times s^3) / r < 200 \times 10^{-6}。$$

3. 根据权利要求1或2所述的用于内窥镜的照明光学系统,

其中,盖帽形成为使得盖帽的外直径朝向插入管的尖端而变得更小。

用于内窥镜的照明光学系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于内窥镜的照明光学系统。

背景技术

[0002] 已知这样的内窥镜：其配置为将光分布窗口和观察窗口设置于内窥镜的插入管的尖端部分，用于对观察目标区域进行照明的照明光经由所述光分布窗口射出，从观察目标区域反射的照明光经由所述观察窗口而被接收。该类型的内窥镜的插入管形成为弹性管的形状，并且用于将照明光引至尖端部分的光导(light guide)设置于插入管的内部。在观察窗口中设置有物镜，并且从观察目标区域反射的物体光借由物镜而由图像获取装置(例如CCD, 电荷耦合器件装置)接收。对由图像获取装置接收的物体光进行信号处理并且将其在监视器上显示为获取的图像。结果是，内窥镜的操作者可以在观察显示于监视器上的图像的同时操作内窥镜。

[0003] 一般而言，作为其上显示图像的监视器，会使用具有横向较长的长宽比(例如，4:3或16:9)的监视器。因此，如果从光导发射的照明光的发射光分布的长宽比与监视器的长宽比不一致，则由于对未显示于监视器上的区域进行了照明，因而不能高效地使用整个监视器屏幕，或者图像的亮度将会降低。

[0004] 日本专利临时公开第2009-207529A号(下文称为专利文件1)描述了能够获取明亮图像的内窥镜。专利文件1描述的内窥镜包括在内窥镜的插入管中的环状光导，并且在插入管的尖端部分设置有透明盖帽。从光导发射的照明光经由盖帽的内部传播，并且从尖端部分发射出去。围绕盖帽的边缘形成有倾斜表面，并且该倾斜表面用作凸透镜。因此，经由盖帽的内部传播并且穿过倾斜表面的照明光以集聚状态从尖端部分射出。结果是，可以避免照明光散射。

[0005] 日本专利公开第4704386号(下文中称为专利文件2)描述了这样一种内窥镜：其包括具有出口端面的光导，该出口端面的横截面形状沿着左右方向和纵向方向具有不同的长度(即，椭圆形)。在专利文件2的内窥镜的插入管的尖端部分处设置有透明盖帽。在对应于光导的出口端面的透明盖帽的位置处，设置有形成为凹陷形状以对传输的照明光进行散射的光散射部件。与光导的出口端面的横截面形状一致，光散射部件沿着左右方向和纵向方向具有不同的长度，并且所述光散射部件具有依据长度而改变的负折射率。因此，可以改变沿着左右方向和纵向方向的照明光的散射程度，从而可以使照明光的强度分布接近于监视器的长宽比。

发明内容

[0006] 由于在专利文件1所描述的内窥镜中将环形纤维用作光导，所以发出的照明光的强度分布变为沿着左右方向和纵向方向具有1:1比例的圆形或环形。因此，当使用具有横向较长的长宽比的监视器时，在屏幕上左端和右端的照明光的量会变得较小，或者会对沿着纵向方向在屏幕外的区域进行无用的照明。在此情况下，无法高效地使用照明光。另外，由

于使用环形纤维,所以插入管的尖端部分的直径依据纤维形状而确定,因此难以减小尖端部分的直径。

[0007] 由于在专利文件2中描述的内窥镜在插入管的尖端部分处设置有沿着纵向方向和沿着左右方向具有不同的屈光率的光散射部件,所以可以使发出的照明光的强度分布接近监视器的长宽比。但是,存在这样的问题,由于光散射部件形成为与尖端部分的中心同轴的环形,对于相对于插入管的中心设置于左侧和右侧的光导,相对于沿着左右方向的折射率,光散射部件沿着纵向方向的折射率非常小,因此,沿着纵向方向几乎没有散射效应。光散射部件的散射效应是由透镜形状的表面的曲率和光散射部件的折射指数确定的,因此存在无法实现足够的光散射效应的情况。另外,存在这样的情况:由光散射部件进行散射并且经由盖帽的内部传播的照明光通过盖帽的出口端面而受到反射,并且散射效应和发出的光的量减小。

[0008] 本发明考虑上述背景而提出。即,本发明的目的是提供一种用于内窥镜的照明光学系统,其配置为使得插入管的直径较小,使照明光的散射效应增强,进而使发射的照明光的强度分布与监视器和经由观察窗口所限定的观察区域的长宽比一致。

[0009] 为了实现上述目标,根据本发明的一个方面,提供了一种设置于内窥镜的弹性插入管中的用于内窥镜的照明光学系统,其包括:两个光导,其设置于插入管中并沿着第一方向被布置为将插入管的中心夹在两个光导之间;观察窗口,其设置于插入管的尖端部分的尖端面;两个凹透镜部件,其具有负屈光率,该两个凹透镜部件设置为在插入管的尖端面的面对两个光导的端面的位置处夹着观察窗口。此配置中,在插入管的尖端部分的尖端面上,两个光导的每个的端面沿着第一方向相比于沿着垂直于第一方向的第二方向具有更小的宽度。两个凹透镜部件的每个沿着第一方向相比于沿着第二方向的具有更大的负屈光率。在从两个光导的每个发射出后经由两个凹透镜部件的每个传播的照明光中,经由两个光导中的每个的中心传播并且从两个光导的每个的每个端面的中心发射出的光的光学路径相对于插入管的轴线方向而沿着第一方向向外倾斜。

[0010] 利用该配置,从光导发射出的照明光通过凹透镜部件受到散射。由于相比于沿着第二方向的散射效应,沿着第一方向的散射效应较大,并且照明光的出口方向朝向第一方向倾斜,因此发射出的照明光的强度分布沿着第一方向展开。结果是,可以利用照明光对宽的区域进行照明,并且可以经由观察窗口对该宽的区域进行观察。由于照明光的强度分布沿着极端的(direct)方向展开,因此可以在将经由观察窗口观察到的区域的图像显示于监视器上时,使得照明光的长宽比与具有横向较长的长宽比的监视器的长宽比一致。因此,可以高效地使用照明光。即,根据上述配置的照明光学系统,插入管的直径减小,照明光的散射效应增强,进而使发射的照明光的强度分布与监视器和经由观察窗口限定的观察区域的长宽比一致。

[0011] 用于内窥镜的照明光学系统可以进一步包括盖帽,该盖帽具有圆形外部形状,并且由透明材料制成从而使得照明光穿过盖帽,该盖帽设置于两个光导的端面的前方。在此情况下,通过在盖帽的面对两个光导的每个端面的表面上形成凹陷部分来形成两个凹透镜部件的每个。

[0012] 利用该配置,可以通过简单的结构和低的成本来形成凹透镜部件。

[0013] 两个凹透镜部件的光学轴线可以分别偏心于两个光导的光学轴线。

[0014] 利用该配置,可以经由凹透镜部件增加从光导发射出的照明光的出射角,并且可以通过使凹透镜部件相对于光导偏心来改变照明光的出射方向。因此,发射出的照明光的强度分布可以由凹透镜部件和偏移来进行调节,从而可以更容易地使照明光的强度分布的长宽比与使用的监视器的长宽比一致。

[0015] 当 w (单位:mm)表示两个光导的端面的每个沿着第一方向的宽度, r (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个沿着第一方向的曲率半径, s (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的光学轴线相对于两个光导中的对应光导的光学轴线的朝向插入管的中心的偏移量,而 n_d 表示盖帽的材料在 d 线处的折射指数时,照明光学系统可以满足这样的条件:

[0016] $2 \times 10^{-3} < (n_d \times w \times s^2) / r < 13 \times 10^{-3}$ 。

[0017] 利用该配置,可以通过凹透镜部件增加散射效应,并且可以减小受到盖帽的边界完全反射而限制于盖帽中的照明光的比例。结果是,可以增加发射出的光的量。

[0018] 当 w (单位:mm)表示两个光导的端面的每个沿着第一方向的宽度, d (单位:mm)表示沿着第一方向的、经过插入管的尖端面的中心的、盖帽的外边缘与两个凹透镜部件中的一个的边缘的最接近盖帽的外边缘的点之间的距离, r (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的沿着第一方向的曲率半径, s (单位:mm)表示两个凹透镜部件的每个的光学轴线相对于两个光导中的对应光导的光学轴线的朝向插入管的中心的偏移量,而 n_d 表示盖帽的材料在 d 线处的折射指数,照明光学系统可以满足这样的条件:

[0019] $15 \times 10^{-6} < (n_d \times w \times d \times s^3) / r < 200 \times 10^{-6}$ 。

[0020] 利用该配置,可以通过凹透镜部件增加散射效应,并且可以减小受到盖帽的边界的完全反射而限制于盖帽中的照明光的比例。结果是,可以增加发射出的光的量。

[0021] 盖帽可以形成为使得盖帽的外直径朝向插入管的尖端而变小。

[0022] 利用该配置,可以抑制在将插入管插入体腔时,插入管从体腔的内壁接收到的阻力,并且从而可以容易地将插入管插入体腔中。

[0023] 在插入管的尖端部分的尖端面上,两个光导的端面的每个可以倾斜为使得两个光导的端面的每个朝向插入管的中心而变低。

[0024] 利用该配置,由于照明光在发射出的同时沿着第一方向向外折射,所以发射出的照明光的强度分布可以得到横向较长的强度分布。

[0025] 两个光的每个可以设置于插入管中,使得两个光导的每个在插入管的尖端部分中弯曲为朝向插入管的尖端而偏离于插入管的中心。在插入管的尖端部分的尖端面上,两个光导的端面可以以这样的方式分别倾斜为垂直于两个光导的轴线方向:两个光导的端面的每个朝向插入管的中心而变高。

[0026] 利用该配置,由于从光导的端面发射出的照明光沿着第一方向向外发射,所以发射出的照明光的强度分布可以得到横向较长的强度分布。

附图说明

[0027] 图1示出了具有根据本发明的实施方案的照明光学系统的内窥镜的外观。

[0028] 图2示出了根据本发明的实施方案的内窥镜的插入管的尖端部分的平面视图和截面视图。

[0029] 图3为用于解释照明光的光线的盖帽的截面。

- [0030] 图4示出了根据本发明的实施方案的插入管的尖端部分。
- [0031] 图5示出了根据本发明的实施方案的插入管的尖端部分的截面。
- [0032] 图6示出了根据示例1的插入管的尖端部分的截面。
- [0033] 图7示出了根据示例2的插入管的尖端部分的截面。
- [0034] 图8示出了根据示例3的插入管的尖端部分的截面。
- [0035] 图9示出了根据示例4的插入管的尖端部分的截面。
- [0036] 图10示出了根据示例5的插入管的尖端部分的截面。
- [0037] 图11示出了根据示例6的插入管的尖端部分的截面。
- [0038] 图12示出了根据参考示例1的插入管的尖端部分的截面。
- [0039] 图13示出了根据参考示例2的插入管的尖端部分的截面。
- [0040] 图14示出了根据参考示例3的插入管的尖端部分的截面。
- [0041] 图15示出了根据本发明的实施方案的第一变形的插入管的尖端部分的截面。
- [0042] 图16示出了根据本发明的实施方案的第二变形的插入管的尖端部分的截面。

具体实施方式

[0043] 下文中,将参考所附附图对根据本发明的实施方案的用于内窥镜的照明光学系统进行描述。

[0044] 图1显示了具有根据实施方案的照明光学系统151的内窥镜100的外观。内窥镜100包括由弹性护套覆盖的管状的插入管101。在插入管101的尖端设置有尖端部分102,尖端部分102覆盖有具有刚性的树脂壳体。设置于插入管101的尖端部分102的前侧的弯曲部分形成成为通过来自接合于插入管102的近端的操作单元104的远程操作(具体而言,对弯曲操作把手105进行的旋转操作)而自由弯曲。该弯曲机构是已知的安装于一般内窥镜中的机构,并且配置为使得弯曲部件103通过(与弯曲操作把手105的旋转操作相关联的)操作线的拉拽而弯曲。响应于通过上述操作进行的弯曲运动,根据尖端部分102的方向的改变,内窥镜100的成像区域移动。

[0045] 照明光学系统151为这样的光学系统:其用于对观察目标区域进行照明,并且用于获得观察目标区域的图像。如下文详述,照明光学系统151包括设置于尖端部分102的光学零件(例如,盖帽3、凸透镜8A和8B),以及设置为在内窥镜100中延伸的光导4A和4B。为了获得观察目标区域的图像,来自观察目标区域的物体光在尖端部分102中会聚于图像获取装置7的光接收表面(见图2)。例如在观察鼻子和咽喉的假设下对根据实施方案的内窥镜100进行设计。因此,在照明光学系统151的场域(field)角度为大约80度至100度,并且其直径相当小的假设下对照明光学系统151进行设计。内窥镜100的连接部件106连接至外部装置(未示出)。外部装置包括光源,并且将用于以宽的视野对观察目标区域进行照明的照明光供应至内窥镜100。另外,外部装置接收从内窥镜100的图像获取装置输出的信号,执行信号处理和图像处理,并且随后将对应于经处理的信号的图像显示于监视器上(未示出)。

[0046] 图2A和图2B分别示出了根据实施方案的内窥镜100的插入管101的平面视图和截面视图。

[0047] 在尖端部分102的尖端面10上设置有两个光分布窗口1A和1B以及观察窗口2。另外,尖端部分102的尖端面10上设置有透明盖帽3,以覆盖光分布窗口1A和1B。在图2A中,为

了简化而省略了盖帽3。将两个光分布窗口1A和1B设置为沿着x轴线夹着观察窗口2。两个光分布窗口1A和1B分别经由设置于插入管101内部的光导4A和4B而光学连接至外部装置。从外部装置光源发射出的照明光经由光导4A和4B进行传播,并且从光分布窗口1A和1B发射出以对体腔中的观察目标区域进行照明。在从光分布窗口1A和1B发射之后从观察目标区域反射的照明光经由观察窗口2被接收为物体光。在xy平面中的光分布窗口1A和1B的每个的截面形成成为使得沿着y轴线方向的长度长于沿着x轴线方向的长度,并且具体地形成成为月牙形,如图2A所示。

[0048] 观察窗口2包括物镜6和由圆柱支撑构件5支撑的图像获取装置7。图像获取装置7经由设置于插入管101的信号线(未显示)连接至外部装置。经由观察窗口2接收并且会聚于图像获取装置7的物体光通过图像获取装置7转换为电信号,并且将该电信号经由信号线传输至外部装置。图像获取装置7可以使用CCD(电荷耦合装置)图像传感器或CMOS(互补金属氧化物半导体)图像传感器。监视器使用横向较长的监视器,其显示区域的长宽比为例如4:3或16:9。

[0049] 如图2B所示,观察窗口2设置于支撑构件5的尖端部分,从而相对于设置有光分布窗口1A和1B的表面而朝向尖端方向(z轴线方向的正侧)突出。支撑构件5由不允许光穿过的材料制成,以避免从光分布窗口1A和1B发射出的照明光进入观察窗口2而不对观察目标区域进行照明。即,支撑构件5防止漫射光的产生,并且还防止图像质量变差。

[0050] 设置于插入管101的尖端部分102的盖帽3形成成为环状,从而覆盖尖端部分102的尖端面10,并且不干扰观察窗口2。该结构设置用于防止进入盖帽3的照明光受到盖帽3的边界反射并且进入观察窗口2而不对观察目标区域进行照明(即,漫射光)。盖帽3的材料可以使用用于使照明光穿过的树脂或玻璃;但是,盖帽3的材料并不限于这些示例。

[0051] 在对应于两个光分布窗口1A和1B的盖帽3的下表面上的位置处(在z轴线方向的负侧)形成有凹透镜部件8A和8B。通过在盖帽3上形成凹陷部分而形成凹透镜部件8A和8B的每个,并且凹透镜部件8A和8B的每个具有负折射率。在xy平面中的盖帽3的凹透镜部件8A和8B的每个的截面形状形成成为使得沿着y轴线方向的长度大于沿着x轴线方向的长度(例如,月牙形或椭圆形)。因此,凹透镜部件8A和8B的每个沿着x轴线方向比沿着y轴线方向具有更大的负屈光率(即,凹透镜部件8A和8B的每个沿着x轴线方向比沿着y轴线方向具有更小的曲率半径)。沿着xz平面和yz平面的每个的凹透镜部件8A和8B的每个的截面为球形表面,并且凹透镜部件8A和8B的每个用作曲率在截面之间不同的非球形凹透镜。利用该功能性方面,在经由光导4A和4B传播之后从光分布窗口1A和1B发射出并且经由凹透镜部件8A和8B传播的照明光受到散射,并且经散射的光的强度分布变为沿着x轴线方向展开的横向较长的分布。

[0052] 在此实施方案中,盖帽3的凹透镜部件8A和8B的每个的截面形状以及光分布窗口1A和1B沿着xy平面形成成为月牙形,从而可以高效地使用尖端部分102的尖端面10的区域;但是,本发明不限于这样的配置。例如,沿着xy平面凹透镜部件8A和8B的每个的截面形状可以使用沿着y轴线方向的外直径大于沿着x轴线方向的外直径的椭圆形或长方形。

[0053] 在实施方案中,为了便于制造,沿着xz平面和yz平面的凹透镜部件8A和8B的每个的截面形成成为球形;但是,本发明不限于此配置。例如,沿着xz平面和yz平面的凹透镜部件8A和8B的每个的截面形状可以形成成为非球形,并且在这种情况下也可以实现与上述实施方

案的形状相同的有益效果。通过使用非球形表面设计,可以增强光分布的自由度。

[0054] 沿着xz平面和yz平面的根据实施方案的凹透镜部件8A和8B的每个的截面具有球形形状,凹透镜部件8A和8B的每个的表面形成为中心对称轴线与x轴线基本平行的超环面表面(toroidal surface);但是,本发明不限于该配置。例如,凹透镜部件8A和8B的每个的表面可以配置为超环面表面,该超环面表面的中心对称轴线在xz平面相对于x轴线倾斜。可选地,凹透镜部件8A和8B的每个的表面可以形成为在x轴线方向和y轴线方向之间具有不同曲率的变形表面。在这些示例中,可以实现与上述实施方案的形状相同的有益效果。

[0055] 盖帽3的凹透镜部件8A和8B的光学轴线0C分别从光导4A和4B和光分布窗口1A和1B的光学轴线0L偏移,并且将凹透镜部件8A和8B设置为分别朝向尖端面10的中心轻微地偏移。结果是,相对于凹透镜部件8A和8B,光分布窗口1A和1B分别设置于外侧,因此,相比于凹透镜部件8A和8B不偏心的情况,穿过凹透镜部件8A和8B的照明光在分别朝向x轴线的负侧和x轴线的正侧倾斜的情况下射出。结果是,通过凹透镜部件8A和8B实现的沿着x轴线方向的散射效应大于凹透镜部件8A和8B不偏心的情况。

[0056] 从光分布窗口1A和1B发射出并且受到凹透镜部件8A和8B散射的照明光在经由盖帽3传播之后从盖帽3的横向表面12或上表面11(沿z轴线方向的正侧)射出。发射出的照明光的强度分布变为沿着x轴线方向伸长的横向较长的分布。在此实施方案中,盖帽3的凹透镜部件8A和8B的每个沿着x轴线方向具有较大的折射率,并且凹透镜部件8A和8B分别偏心于光分布窗口1A和1B。因此,照明光的散射效应的程度沿着x轴线方向较大,当使用具有横向较长的显示区域的监视器时,可以使照明光的强度分布与监视器的长宽比一致。结果是,可以避免由于未显示于监视器上的区域受到照明的事实所导致的照明光的使用效率的降低,从而可以在整个显示区域中获得高亮度的图像。

[0057] 在图2B中,盖帽3的横向表面12形成为垂直于插入管101的尖端面10;但是,如图2C所示,横向表面12可以形成为具有倾斜表面9,从而使得盖帽3朝向尖端侧(z轴线方向的正侧)而变薄。结果是,可以容易地将插入管101插入体腔,同时降低盖帽3从体腔壁接收的阻力。盖帽3的上表面11和横向表面12可以不进行非连续(nonconsecutively)的连接,而是可以如图2D所示地经由曲线型表面R进行连续的连接。通过经由曲线型表面R连接盖帽3的横向表面12和上表面11,可以减小在将插入管101插入体腔时从体腔接收的阻力。

[0058] 从盖帽3的横向表面12发射出的照明光的发射角度变为小于从盖帽3的上表面11发射出的照明光的发射角度。图3示出了这样的情况:光线L1和L2在盖帽3中的传播方向彼此平行,并且分别通过上表面11和横向表面12进行折射。光线L1和L2分别入射于上表面11和横向表面12并且从上表面11和横向表面12出射为光线L1'和L2'。尽管光线L1和L2的每个通过盖帽3的边界进行折射,但是光线L1被折射为使得经折射的光线L1'的出射角度(出射光线和内窥镜的轴线(光轴线,z轴线)之间的角度)相对于光线L1的前进方向而变得更宽(即,前进方向和光学轴线之间的角度变得更大),而光线L2被折射为使得经折射的光线L2'的出射角度相对于光线L2的前进方向而变得更窄(即,前进方向和光学轴线之间的角度变得更小)。为此,传统内窥镜的照明光学系统中,需要降低从盖帽3的横向表面12射出的照明光的比例,从而会需要增加盖帽3的外直径。与之相比,根据本实施方案,照明光的散射效应较大,从而可以使从盖帽3的横向表面12射出的照明光的出射角度变宽。因此,不需要增加盖帽3的外直径,并且可以使得插入管101的尖端部分102更为细长。结果是,可以容易地将

插入管101插入体腔。

[0059] 上表面11和横向表面12不设置类似于形成在盖帽3的下表面的凹透镜部件8A和8B的特殊结构,而是具有光滑的表面。但是,本发明不限于该结构。例如,为了抑制在盖帽3的上表面11和横向表面12的边界的菲涅尔反射,并且进而增加发射光量,可以设置有衍射光栅或精细结构。具有高反射率的材料(例如,白色涂层或金属镜)可以设置于盖帽3和对物镜6进行支撑的支撑构件5之间的边界处,或者设置于除了形成凹透镜部件8A和8B的区域之外的盖帽3的下表面部分。利用该结构,可以抑制插入管101或支撑构件5的表面对照明光的吸收,从而可以增加发射至观察目标区域的照明光的量。

[0060] 由于可以通过在盖帽3的下表面形成凹陷部分实现凹透镜部件8A和8B的对照明光的散射以及使得强度分布横向较长的功能,所以可以抑制内窥镜100的成本的增加和配置的复杂化。

[0061] 下文将对根据本发明的实施方案的用于内窥镜的照明光学系统151的示例进行描述。

[0062] 如上所述,根据本发明的实施方案的内窥镜的插入管101包括光导4A和4B和凹透镜部件8A和8B,光导4A和4B各具有形成为使得沿y轴线方向的直径长于沿x轴线方向的直径的截面形状,凹透镜部件8A和8B具有负屈光率。通过使凹透镜部件8A和8B的光学轴线OC相对于光导4A和4B的光学轴线OL而沿着x轴线方向偏心于尖端部分102的中心侧,发射的光沿着x轴线方向的散射效应得以增加。对于散射效应,在改变盖帽3以及光分布窗口1A和1B(光导4A和4B)的材料和形状的情况下对发射出的光进行光线跟踪仿真。

[0063] 将参考图4解释仿真的执行条件。在仿真中,光分布窗口1A和1B沿着x轴线方向的宽度 w 、盖帽3的在d线(d-line)处的折射指数 n_d 、具有负屈光率的凹透镜部件8A和8B的凹陷部分的沿x轴线方向的曲率半径 r 、从凹透镜部件8A和8B的每个的沿x轴线方向的外边缘至盖帽3的周界的沿x轴线方向的距离 d 、相对于光导4A和4B的光学轴线OL的凹透镜部件8A和8B的光学轴线OC的偏移量(偏心量)、以及盖帽3的横向表面12的倾斜角度 θ 作为仿真参数而改变,而对凹透镜部件8A和8B的散射效应进行计算。当尖端部分102的尖端面10的中心O被限定为坐标的原点时,宽度 w 表示穿过中心O的沿x轴线方向的宽度。即,当光分布窗口1A和1B的每个形成为月牙形时,宽度 w 变为沿x轴线方向的光分布窗口的最大宽度。另外,距离 d 表示沿x轴线的距离。另外,如上所述,为了获得宽的发射角度,期望减小从盖帽3的横向表面12发射出的照明光的比例。因此,优选的是,盖帽3沿z轴线方向的厚度较小;但是,如果盖帽3沿z轴线方向的厚度过小,则制造会变得困难。在该仿真中,考虑到制造的简易性,对于所有仿真条件,盖帽3沿z轴线方向的厚度被限定为0.5mm。当凹透镜部件8A和8B的光学轴线OC相对于光导4A和4B的光学轴线OL而偏心于尖端部分102的中心侧(内侧)时,限定为偏心量为正。对于经由光导4A和4B传播后从光分布窗口1A和1B发射出的照明光的出射角,使用0度和30度来进行计算。

[0064] 图表1显示了用于仿真的计算条件。在图表1中,显示了用于计算条件的参数以及指示凹透镜部件8A和8B的散射效应的函数 f_1 和函数 f_2 的计算结果。函数 f_1 和 f_2 是用于量化凹透镜部件8A和8B的散射效应的表达式,并且由下述表达式(1)和(2)表示。

[0065] [图表1]

[0066]

	r [mm]	n_d	w [mm]	d [mm]	s [mm]	函数 f1	函数 f2
示例 1	0.300	1.635	0.450	0.250	0.050	6.1×10^{-3}	76.6×10^{-06}
示例 2	0.350	1.635	0.500	0.220	0.070	11.4×10^{-03}	176.3×10^{-06}
示例 3	0.200	1.55	0.300	0.249	0.049	5.6×10^{-03}	68.1×10^{-06}
示例 4	0.300	1.635	0.450	0.350	0.050	6.1×10^{-03}	107.3×10^{-06}
示例 5	0.280	1.635	0.500	0.249	0.029	2.5×10^{-03}	17.7×10^{-06}
示例 6	0.280	1.55	0.500	0.249	0.029	2.3×10^{-03}	16.8×10^{-06}
参考 示例 1	0.250	1.635	0.450	0.370	0.020	1.2×10^{-03}	8.7×10^{-06}
参考 示例 2	0.300	1.635	0.450	0.275	0.075	13.8×10^{-03}	284.5×10^{-06}
参考 示例 3	0.300	1.635	0.450	0.375	0.075	13.8×10^{-03}	388.0×10^{-06}

[0067] $f1 = (n_d \times w \times s^2) / r \dots (1)$ [0068] $f2 = (n_d \times w \times d \times s^3) / r \dots (2)$

[0069] 对于函数f1,随着折射指数 n_d 变大,凹透镜部件8A和8B的边界处的照明光的折射角度会变大,从而凹透镜部件8A和8B的散射效应会变大。另外,随着偏心量s沿着正方向变大,朝向经由凹透镜部件8A和8B传播的光的出射方向的外侧的倾斜度会变大,从而朝向外侧的散射效应变大。另外,随着凹透镜部件8A和8B的负屈光率变大(即,随着凹陷部分的曲率半径r变小),散射效应会变大。从透镜中心朝向外侧,凹透镜的屈光率变得更大。因此,随着光分布窗口的宽度w变大,穿过屈光率较大的凹透镜的外部的照明光的比例将会变大,从而散射效应会变大。因此,函数f1表示凹透镜部件8A和8B朝向外侧的散射效应的程度。为了突出偏心对散射效应的贡献,将偏心量取平方并引入表达式。

[0070] 通过将盖帽3的外直径的作用添加至函数f1来得到函数f2。在经由盖帽3传播后入射于盖帽3的上表面11的照明光受到盖帽3的上表面11折射使得出射角度增加。另一方面,入射于盖帽3的横向表面12的照明光受到折射使得出射角度减小。结果是,随着沿着x轴线方向的从凹透镜部件8A和8B的每个的外边缘至盖帽3的周界的距离d变大,从盖帽3的横向表面12发射出的照明光的比例减小,并且散射效应变大。当距离d较小时,从盖帽3的横向表面12发射出的照明光的比例增加,从而减小散射效应。因此,为了增加散射效应,需要增加偏心量。因此,可以由函数f2来表示在考虑盖帽3的外直径的情况下的散射效应的程度,可以通过将函数f1乘以距离d和偏心量s来得到函数f2。

[0071] 将示例1至6的参数选择为使得函数f1和f2满足以下的条件(3)和(4)。

[0072] $2 \times 10^{-3} < f1 < 13 \times 10^{-3} \dots (3)$ [0073] $15 \times 10^{-6} < f2 < 200 \times 10^{-6} \dots (4)$

[0074] 条件(3)和(4)的每个表示使凹透镜部件8A和8B具有如内窥镜的照明光学系统151

所期望的散射效应的条件。

[0075] 当函数 f_1 大于或等于条件(3)的上限时,凹透镜部件8A和8B的散射效应变得过大,因此从光分布窗口1A和1B发射出并且通过凹透镜部件8A和8B受到散射的光会容易地进入盖帽3的横向表面12。如上文参考图3所述的那样,从盖帽3的横向表面发射出的光的出射角会小于从盖帽3的上表面11发射出的光的出射角。因此,函数 f_1 大于或等于条件(3)的上限不是优选的。当函数 f_1 变为小于或等于条件(3)的下限时,凹透镜部件8A和8B会缺乏散射效应。由于在此情况下从盖帽3发射出的光没有充分散射,因此不希望函数 f_1 变得小于或等于下限。另一方面,当函数 f_1 满足条件(3)时,凹透镜部件8A和8B的散射效应变大,从而可以抑制进入盖帽3的横向表面12的光的量。

[0076] 条件(4)具有与条件(3)相同的意义。但是,由于上述函数 f_2 包括了盖帽3的外直径的影响,因此可以从条件(4)得到在考虑了盖帽3的外直径的情况下所希望的条件。结果是,即使当盖帽3的外直径根据使用的内窥镜100的插入管101的外直径而改变时,也可以得到所期望的用于凹透镜部件8A和8B的条件。

[0077] 将参考附图解释每个计算条件的仿真结果。图5示出了在经由光导4A和4B传播后从光分布窗口1A和1B发射出的照明光的光线的示例。图5A示出了0度的照明光的出射角的情况,图5B示出了30度的照明光的出射角的情况。尽管从光分布窗口1A和1B发射出的照明光的出射角依据光导4A和4B的厚度以及光源和光导4A和4B之间的连接状态而变化,一般而言,内窥镜使用大约30至40度的出射角。在下述的计算中,在考虑到为了易于理解根据本发明的实施方案的散射效应的情况下,通过使用出射角为0度和30度的情况下的仿真结果来进行解释。针对计算结果所示出的光线是从在光分布窗口11A和11B的每个的区域中沿着x轴线的最外部位置发射出的光线。在下文中,只对此光线进行解释。这是由于,随着从光分布窗口11A和11B出射的位置变得更加接近外侧,光会变得更易于进入盖帽3的横向表面12,从盖帽3发射出的光线的出射角度倾向于变小,从而直接呈现出凹透镜部件8A和8B的散射效应。在仿真中,为了便于解释,不考虑观察窗口3、支撑构件5和物镜6。

[0078] 图6示出了根据示例1的出射光的仿真结果。图6A示出了偏心量为零的情况,图6B示出了凹透镜部件8A和8B偏心的情况。从光分布窗口1A发射出的照明光的出射角度为0度,而从光分布窗口1B发射出的照明光的出射角为30度。当出射角为0度时,无论偏心的存在/不存在,照明光的出射角通过凹透镜部件8A和8B而得到增加。但是,在凹透镜部件8A和8B偏心的情况下出射角更大,并且在凹透镜部件8A和8B偏心的情况下散射效应更大。在出射角为30度的情况下,来自光分布窗口1B的出射光在盖帽3的内部受到盖帽的横向表面12和上表面11完全地反射,从而当不存在偏心时不能从盖帽3获取照明光。另一方面,当存在偏心时,可以经由横向表面12来从盖帽3获取照明光。因此,通过将凹透镜部件8A和8B偏心以满足条件(3)和(4),可以增强凹透镜部件8A和8B的散射效应,从而可以增强照明光的量。

[0079] 图7示出了根据示例2的发射出的光的仿真结果。图8示出了根据示例3的发射出的光的仿真结果。图7A和图8A的每个示出了在示例2和3的参数下的、偏心量设定为零的情况,图7B和图8B的每个示出了在示例2和3的参数下的、凹透镜部件8A偏心的情况。照明光以30度的出射角从光分布窗口1A射出。当不存在偏心时,从光分布窗口1A发射出的光受到盖帽3的横向表面12和上表面11完全反射,从而不会从盖帽3提取至外部。另一方面,当存在偏心时,可以从盖帽3的横向表面12获取具有大出射角的照明光。因此,根据示例2和3,通过将凹

透镜部件8A和8B偏心,散射效应增强并且照明光的量增加。

[0080] 图9示出了根据示例4的发射出的光的仿真结果。图10示出了根据示例5的发射出的光的仿真结果。图11示出了根据示例6的发射出的光的仿真结果。在示例4中,倾斜角度为11.3度的倾斜表面9设置为盖帽3的横向表面12。图9A、图10A和图11A的每个示出了在示例4至6的参数下的、偏心量设定为零的情况的仿真结果,图9B、图10B和图11B的每个示出了在凹透镜部件8A偏心的情况下的仿真结果。照明光以30度的出射角从光分布窗口1A射出。无论偏心存在/不存在,照明光的出射角都通过凹透镜部件8A而增加,并且相比于不存在偏心的情况,当存在偏心时,出射角更大并且因此散射效应更大。因此,根据示例4-6,通过将凹透镜部件偏心,散射效应得以增强。

[0081] 下文中将解释根据示出于图表1的参考示例1至3的照明光学系统451。在参考示例1至3中,经由设置于内窥镜的尖端部分402的光导34传播的照明光从光分布窗口31射出(见图12)。发射出的照明光经由盖帽33传播,并且从盖帽33的横向表面42或上表面41(沿着z轴线的正侧)发射出去。在面对光分布窗口31的盖帽33的下表面(沿着z轴线方向的负侧)的部分上形成有凹透镜部件38。用于参考示例1至3的仿真参数与图4示出的用于示例1至6的仿真参数相同。参考示例1至3不满足条件(3)和(4)。在参考示例1中,函数f1小于条件(3)的下限,函数f2小于条件(4)的下限。在参考示例2和3的每个中,函数f1大于条件(3)的上限,函数f2大于条件(4)的上限。

[0082] 图12示出了根据参考示例1的出射光的仿真结果。图12A示出了在参考示例1的参数下、在偏心量设定为零时的仿真结果。图12B示出了凹透镜部件38偏心的仿真结果。照明光以30度的出射角从光分布窗口31射出。由于函数f1和函数f2分别小于条件(3)和条件(4)的下限,所以散射效应较小。通过将参考示例1(图12)与示例4(图9)(其中倾斜表面9设置为盖帽3的横向表面12并且照明光的出射角为30度)相比较,可以理解,在参考示例1中由于偏心导致的散射效应的增加小于示例4中由于偏心导致的散射效应的增加。

[0083] 图13示出了根据参考示例2的发射出的光的仿真结果。图14示出了根据参考示例3的发射出的光的仿真结果。图13A和图14A的每个示出了在参考示例2和3的参数下的、偏心量设定为零的情况下的仿真结果。图13B和图14B的每个示出了在照明光以零度出射角射出的情况下的仿真结果。在参考示例2和3的每个中,当不存在偏心时,出射角度增加。另一方面,当偏心存在于参考示例2和3的每个中时,函数f1和f2分别大于条件(3)和(4)的上限。因此,散射效应过度。在参考示例2中,发射出的光受到盖帽33的横向表面12和上表面11的完全反射,从而不能从盖帽33提取至外部。另外,在参考示例3中,利用凹透镜部件38增加出射角的照明光由于盖帽3的横向表面12而减少。因此,无法获得散射效应。

[0084] 如上所述,在函数f1和f2分别满足条件(3)和(4)的示例1至6中,凹透镜部件8A和8B具有适当的散射效应,因此增强了照明光的散射效应和发射出的光的强度。另一方面,在不满足条件(3)和(4)的参考示例1至3中,凹透镜部件38的散射效应是过度的或缺乏的,并且因此从盖帽33的横向表面发射出的光的量增加,而发射出的光变得难以散射,或者发射出的光由盖帽33中的上表面或横向表面完全反射,因此将照明光提取至盖帽33的外侧的效应减小。

[0085] 下文中将描述根据本发明的实施方案的第一变形的照明光学系统。

[0086] 图15为根据第一变形的具有光学照明系统251的内窥镜的尖端部分202的截面视

图。除了在尖端部分202中的光分布窗口的部署与图2中示出的尖端102的光分布窗口的部署不同,并且盖帽3A的下表面的形状与光分布窗口的部署进行了一致的改变外,示出于图15中的内窥镜的尖端部分202具有与图2中示出的内窥镜100的尖端部分102的配置相同的配置。照明光学系统251包括设置于尖端部分202的光学元件(盖帽3A、凹透镜部件8A和8B等)和设置为在内窥镜100中延伸的光导4A和4B。

[0087] 在示出于图2的实施方案中,光分布窗口1A和1B设置为与盖帽3的上表面11平行,并且光导4A和4B的光学轴线OL垂直于光分布窗口1A和1B。与之相比,根据第一变形的光分布窗口1C和1D设置为倾斜的,从而使得光分布窗口1C和1D在从尖端部分202的周界沿x轴线方向距观察窗口2更近的点处变得更低。另外,光分布窗口1C和1D的每个的表面不垂直于光导4A和4B的光学轴线OL。另外,将盖帽3A的下表面形成为倾斜的从而与倾斜地设置的光分布窗口1C和1D一致。另外,凹透镜部件8A和8B在对应于光分布窗口1C和1D的位置处形成于盖帽3的倾斜地形成的下表面上。不需要将凹透镜部件8A和8B的光学轴线OC相对于光导4A和4B的光学轴线OL偏心。

[0088] 如上所述,通过将光分布窗口1C和1D设置为相对于光导4A和4B的光学轴线而倾斜,经由光导4A和4B传播的照明光在(相比于将光分布窗口设置于纵向方向的情况)通过在光分布窗口1C和1D处折射而沿着x轴线方向向外变宽的情况下发射出。因此,可以增强散射效应。

[0089] 凹透镜部件8A和8B的光学轴线可以相对于光导4A和4B的光学轴线而向尖端部分202的中心偏心。结果是,穿过凹透镜部件8A和8B的照明光可以被发射出从而沿着x轴线方向向外变宽。因此,相比于偏心不存在的情况,散射效应可以得到进一步增强。

[0090] 凹透镜部件8A和8B的光学轴线可以相对于光导4A和4B的光学轴线而向尖端部分202的中心偏心。在此情况下,可以使穿过凹透镜部件8A和8B的照明光沿着x轴线方向而向外变宽。因此,相比于偏心不存在的情况,散射效应可以得到增强。

[0091] 下文中描述了用于内窥镜的照明光学系统的第二变形。

[0092] 图16为具有根据实施方案的第二变形的光学照明系统351的内窥镜的尖端部分302的截面视图。除了在尖端部分302中的光分布窗口1E和1F的部署与尖端部分102的光分布窗口的部署不同,盖帽3B的下表面的形状改变为与光分布窗口1E和1F的部署一致,并且在尖端部分302中的光导4A和4B的部署与尖端部分102中的光导4A和4B的部署不同,示出于图16中的内窥镜的尖端部分302具有与图2中示出的内窥镜100的尖端部分102的配置相同的配置。照明光学系统351包括设置于尖端部分302的光学零件(盖帽3B、凹透镜部件8A和8B等)和设置为在内窥镜100中延伸的光导4A和4B。

[0093] 在图2示出的实施方案中,光导4A和4B的光学轴线OL与尖端部分102以及内窥镜100的插入管101的轴线方向(z轴线方向)平行。与之相比,在图16中示出的第二变形中,光导4A和4B与插入管101平行,但是设置为在插入管101的尖端部分302的区域中朝向尖端侧(向着沿着z轴线方向的正侧)展开(spread out)。光分布窗口1E和1F设置为垂直于尖端部分302中的光导4A和4B的光学轴线。即,光分布窗口1E和1F倾斜地设置,从而在沿着x轴线方向相对于尖端部分302的外周界更接近观察窗口2的点处更高。另外,盖帽3B的下表面还倾斜为与倾斜的光分布窗口1E和1F一致。凹透镜部件8A和8B在对应于光分布窗口1E和1F的位置处形成在倾斜地形成的盖帽3B的下表面上。在尖端部分302中,光导4A和4B的光学轴线不

与z轴线平行,而是朝着沿x轴线方向的正侧和负侧倾斜,以朝着z轴线方向的正侧偏离于尖端部分302的中心。

[0094] 如上所述,由于光导4A和4B设置为使得其光学轴线向外展开,所以相比于在尖端部分光导4A和4B设置为与尖端部分302的轴线方向(z轴线方向)平行的情况,经由光导4A和4B传播的照明光从光分布窗口发射出以沿着x轴线方向向外展开。因此,可以增强散射效应。

[0095] 另外,当凹透镜部件8A和8B的光学轴线限定为与光导4A和4B的光学轴线平行时,凹透镜部件8A和8B的光学轴线可以相对于尖端部分302中的光导4A和4B的光学轴线而朝向尖端部分302的中心偏心。结果是,可以使经由凹透镜部件8A和8B传播的照明光在沿着x轴线方向而展开的情况下射出。因此,可以进一步增强散射效应。

[0096] 上文对本发明的实施方案进行了解释;但是,本发明不限于上述实施方案,而是可以在本发明的范围内改变。

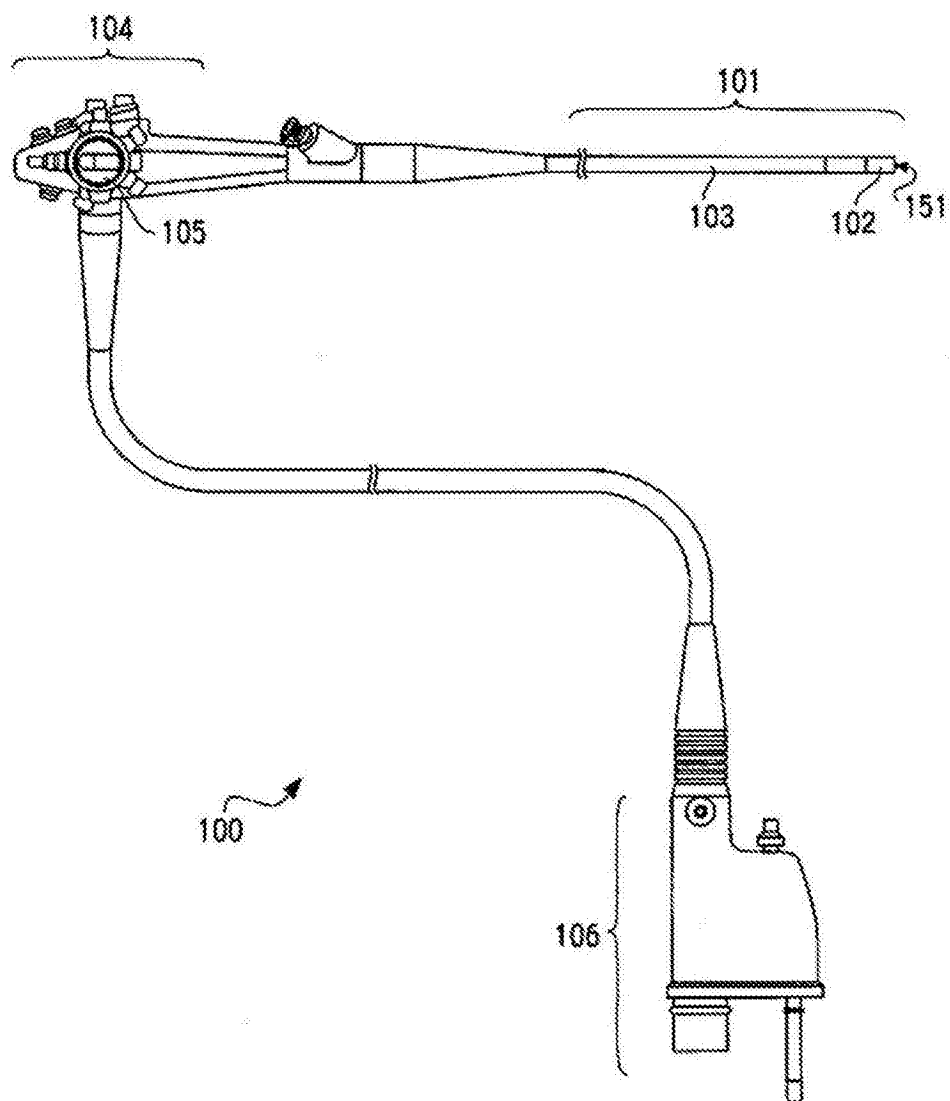


图1

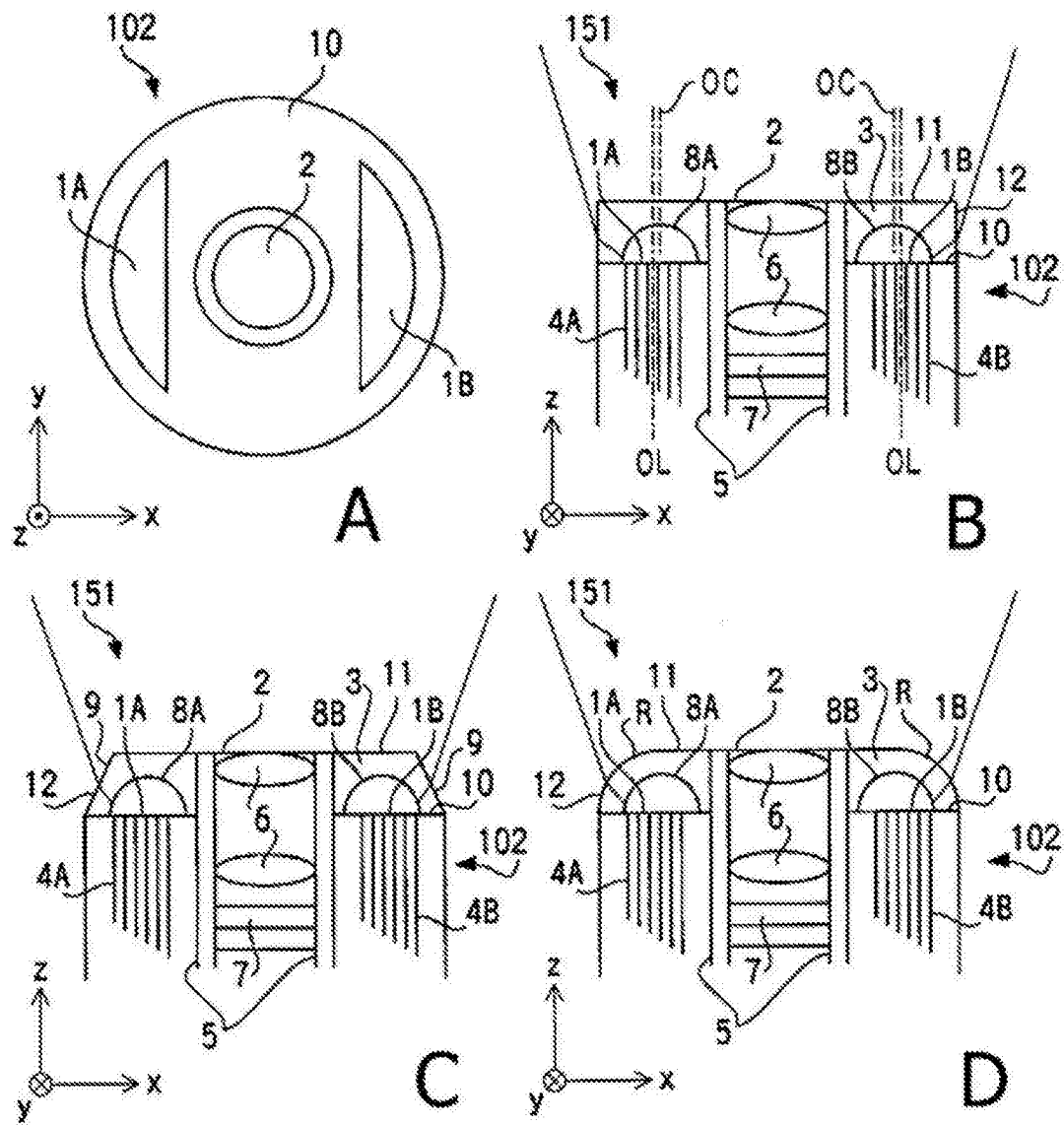


图2

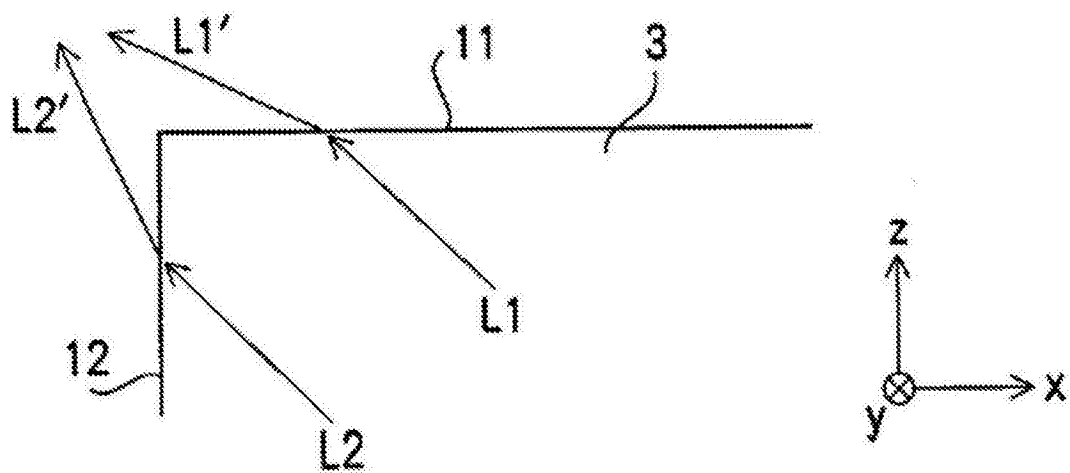


图3

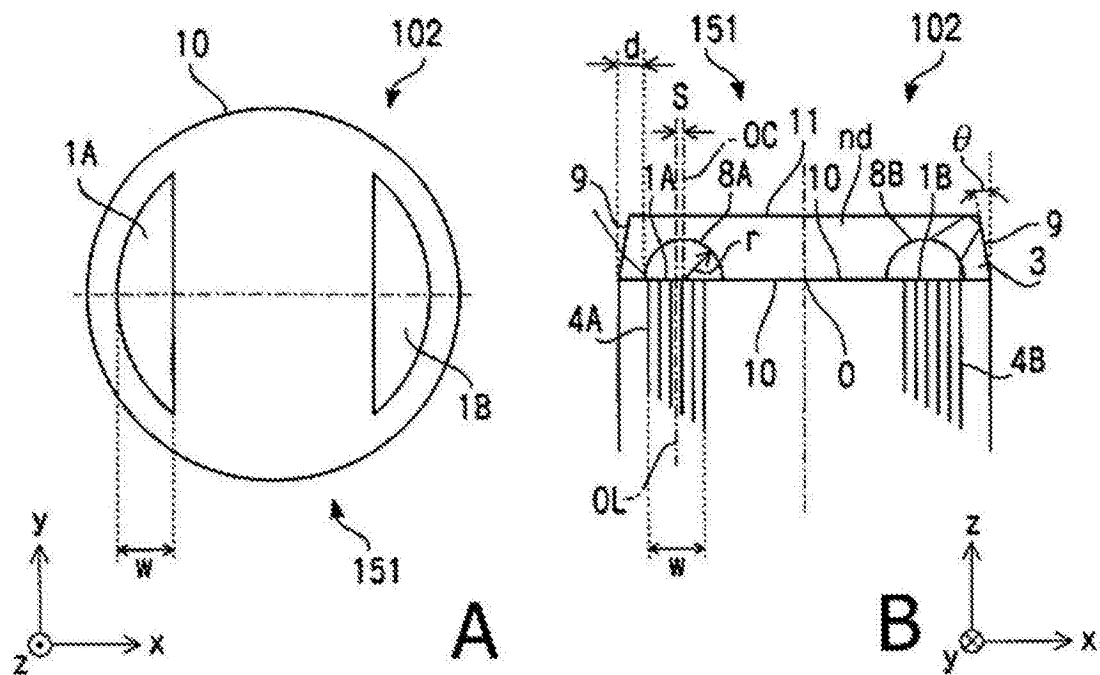


图4

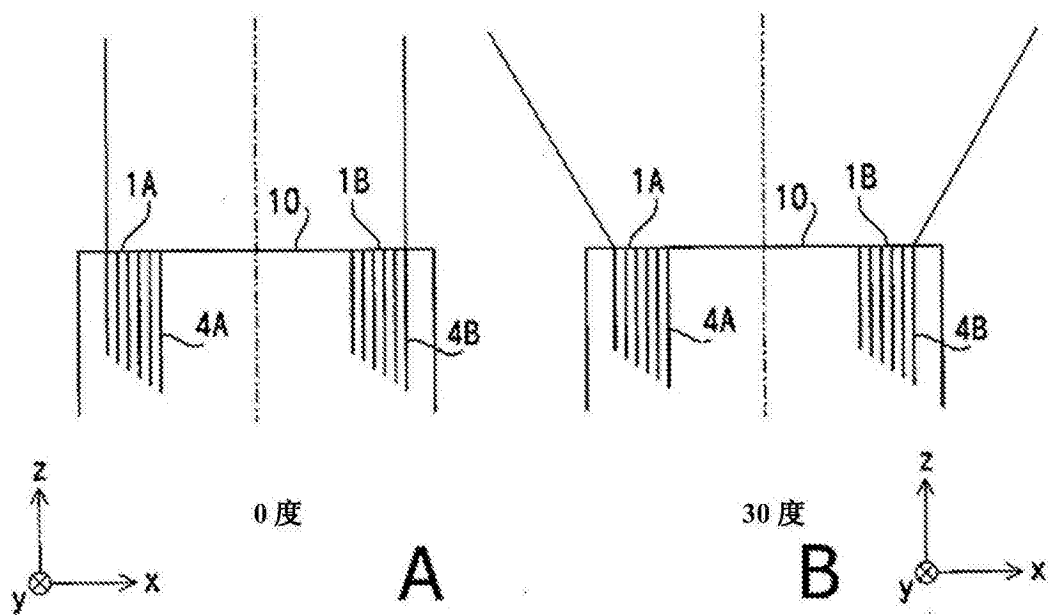


图5

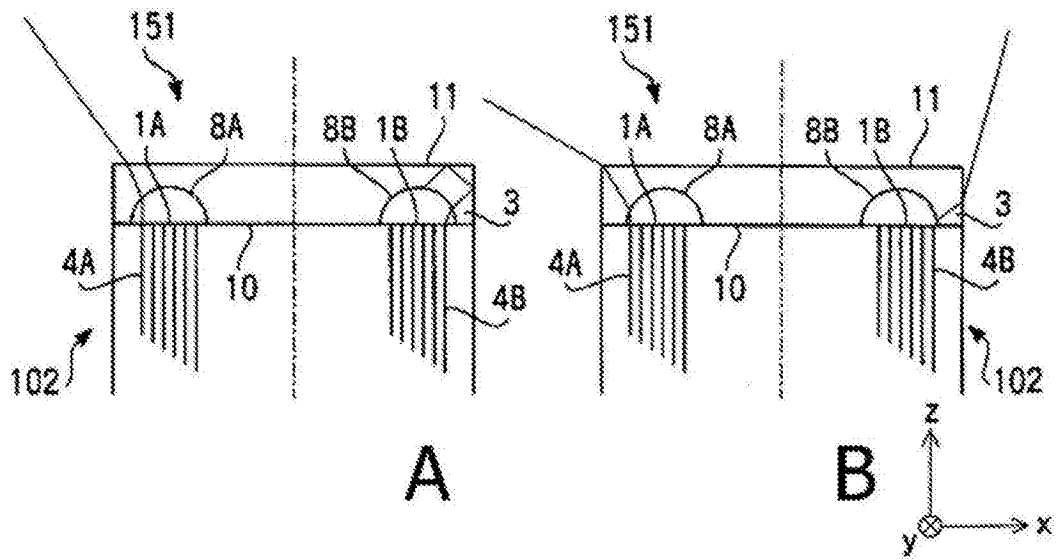


图6

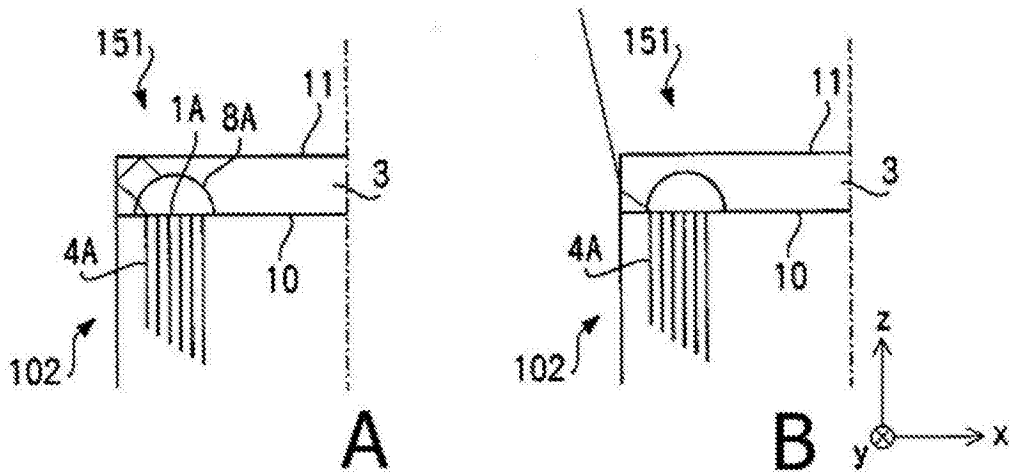


图7

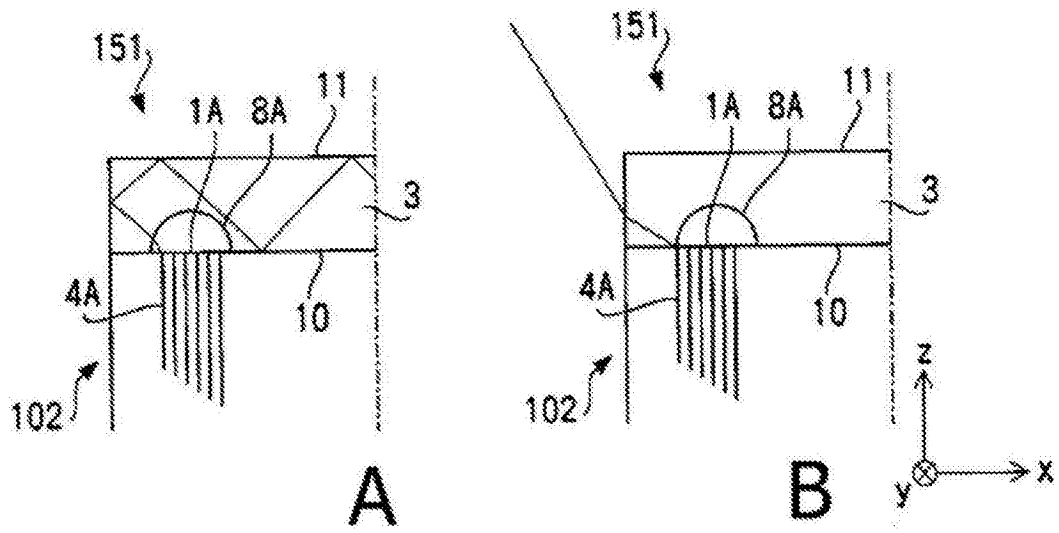


图8

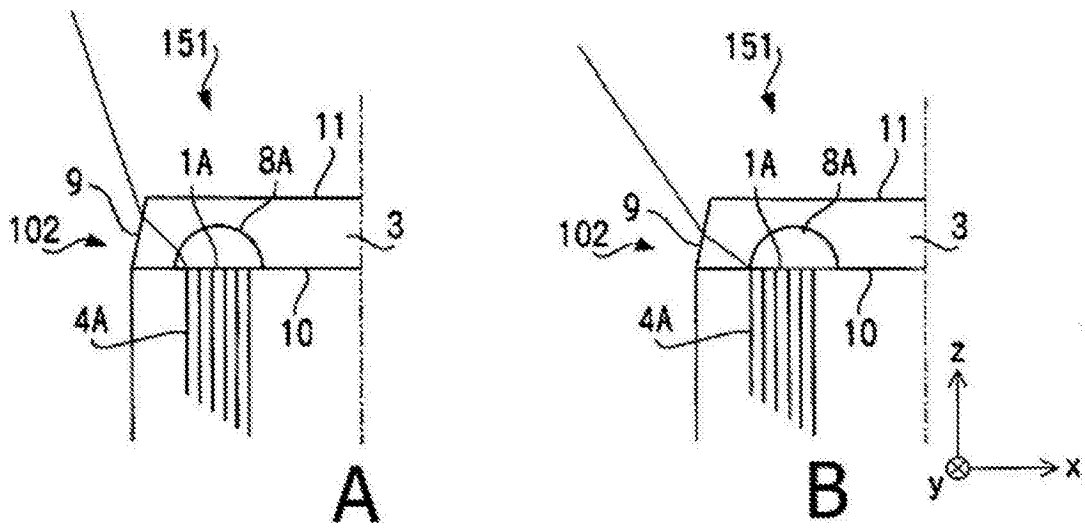


图9

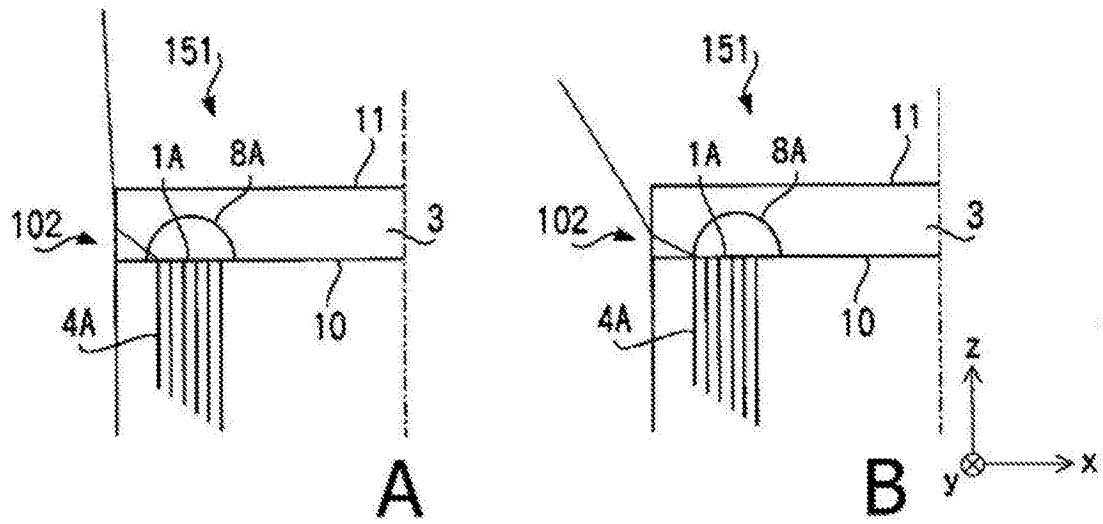


图10

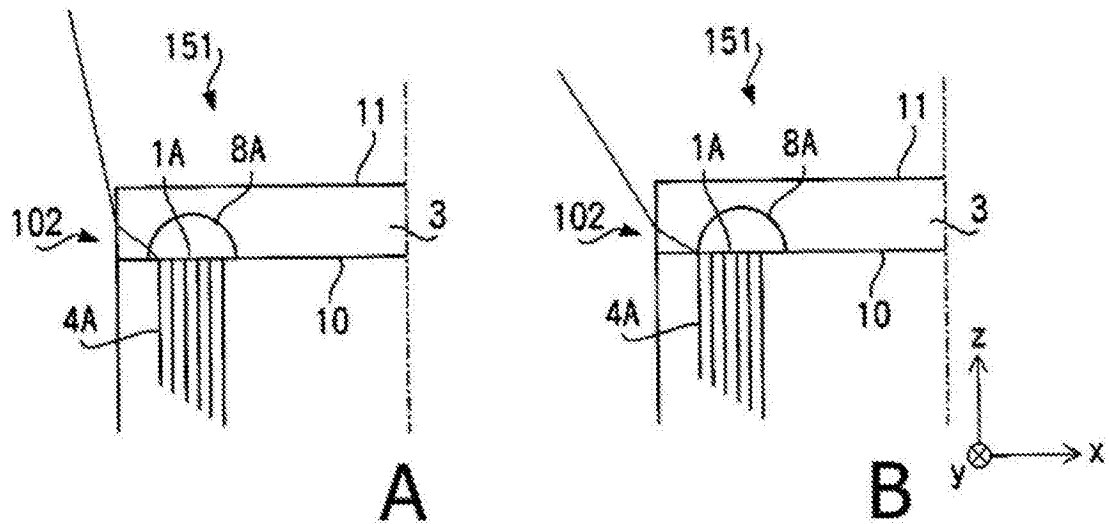


图11

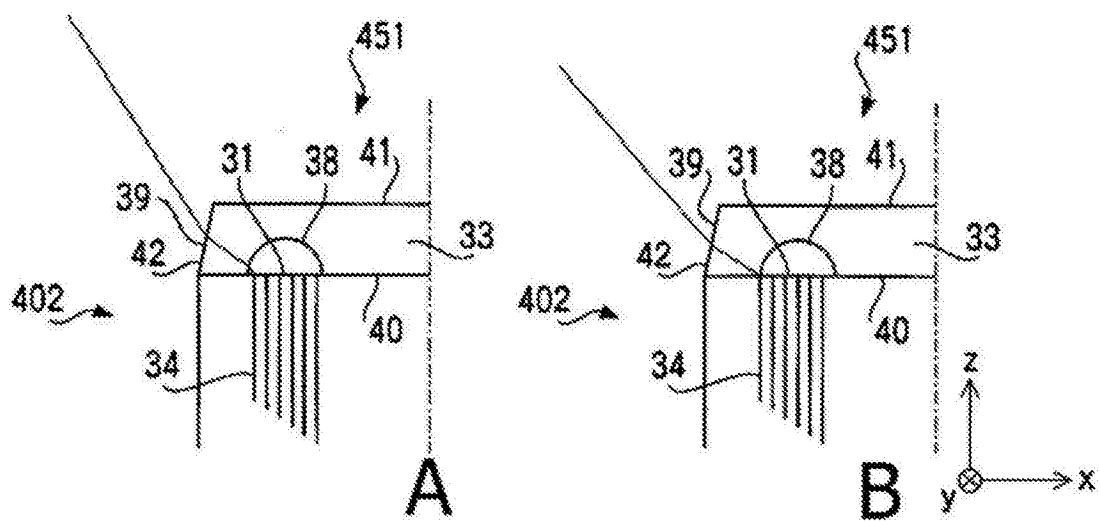


图12

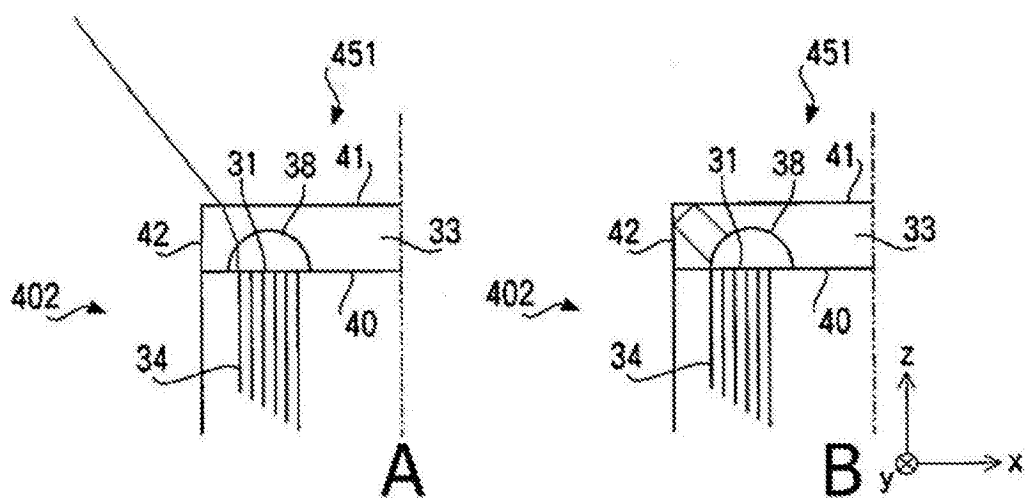


图13

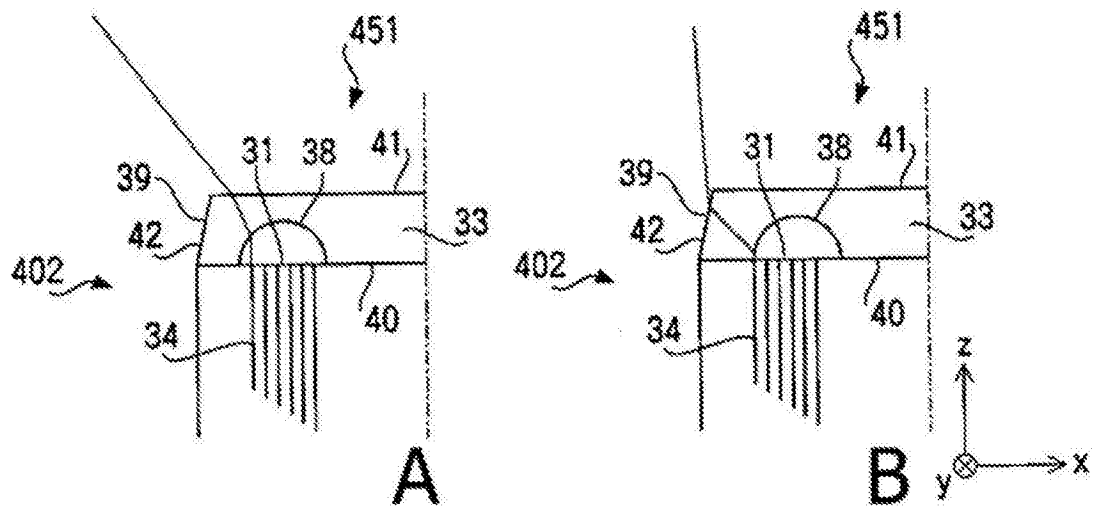


图14

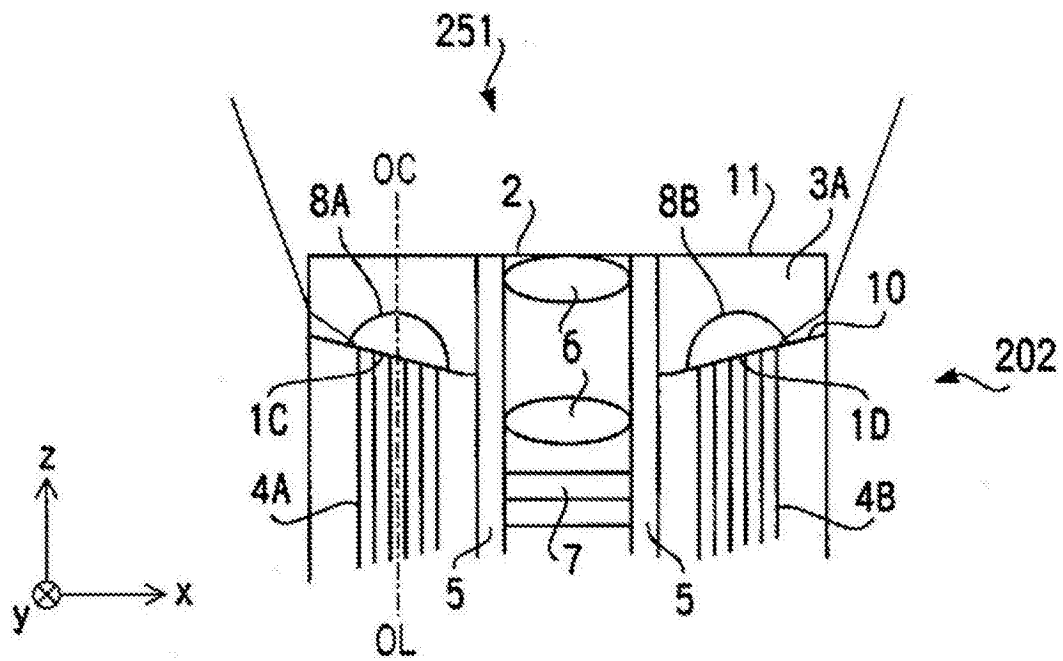


图15

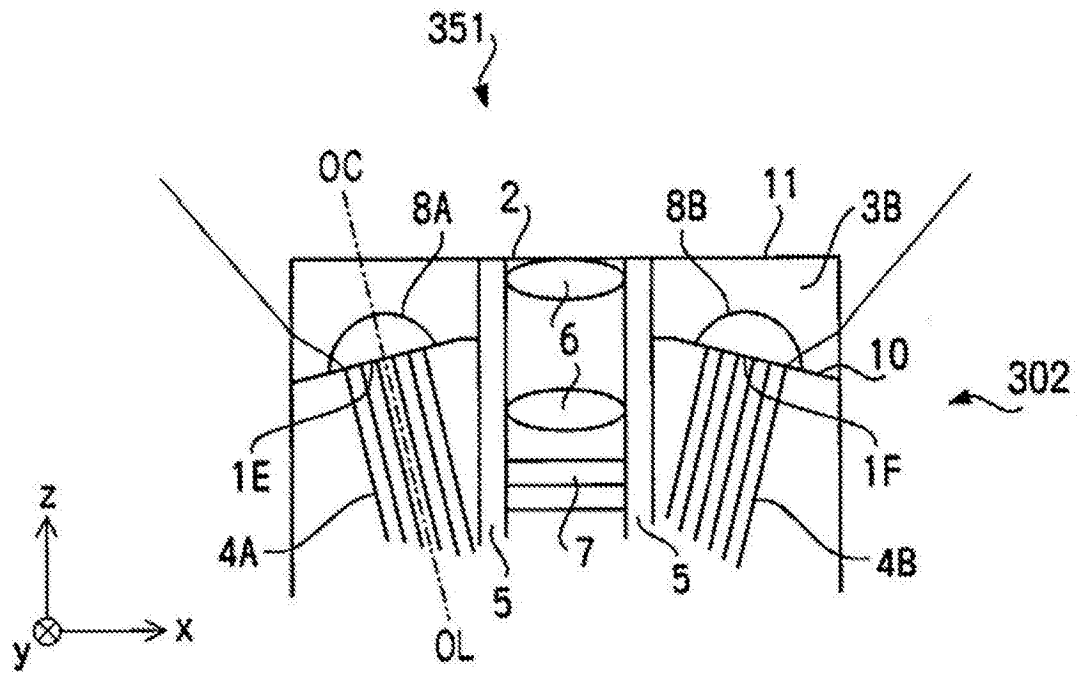


图16