



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105228500 B

(45)授权公告日 2017.07.11

(21)申请号 201480028827.1

(22)申请日 2014.05.09

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105228500 A

(43)申请公布日 2016.01.06

(30)优先权数据

2013-108152 2013.05.22 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.11.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2014/062477 2014.05.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/188885 JA 2014.11.27

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 久保井徹 佐藤荣二郎

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 徐殿军

(51)Int.Cl.

A61B 1/00(2006.01)

G02B 23/24(2006.01)

审查员 张雯

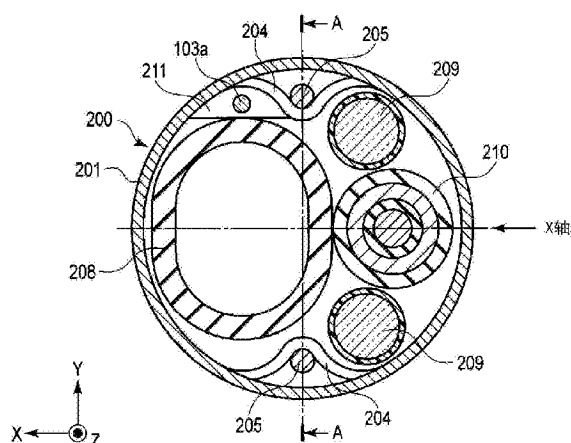
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

弯曲形状传感器

(57)摘要

弯曲形状传感器的检测用光纤(103a)固定有旋转抑制部件(211)。旋转抑制部件(211)在由环状部件(201)、引导件(204)和CH管(208)形成的空间内抵接于环状部件(201)、引导件(204)和CH管(208)而配置。由此,旋转抑制部件(211)抑制检测用光纤(103a)的旋转。



1. 一种弯曲形状传感器,用于检测被测定物的弯曲形状,
具有:

光源,射出检测光;

光纤,对上述检测光进行导光;

被检测部,配置在上述光纤的一部分;

旋转抑制部件,固定于上述光纤;以及

光检测部,检测通过上述光纤而传播的上述检测光;

上述被测定物具有筒状部件和内置部件,该筒状部件能够在至少1个方向上弯曲且具有挠性,该内置部件配置在上述筒状部件的内侧;

上述被检测部使经过该被检测部的上述检测光的特性对应于上述光纤的曲率变化而变化;

上述旋转抑制部件在由上述筒状部件和上述内置部件形成的空间内抵接于上述筒状部件和上述内置部件而配置,以使得该旋转抑制部件无法绕上述光纤的轴进行旋转但能够在上述光纤的轴向上滑动。

2. 如权利要求1记载的弯曲形状传感器,

上述筒状部件是内窥镜的顶端插入管。

3. 如权利要求2记载的弯曲形状传感器,

上述旋转抑制部件的形状是,与上述光纤的轴垂直的截面能够收纳在由上述筒状部件和上述内置部件形成的空间内的形状。

4. 如权利要求3记载的弯曲形状传感器,

在上述光纤的轴向上,上述旋转抑制部件配置在上述被检测部的附近。

5. 如权利要求3记载的弯曲形状传感器,

在上述光纤的轴向上,上述旋转抑制部件配置在与上述被检测部相同的位置。

6. 如权利要求5记载的弯曲形状传感器,

上述旋转抑制部件具有与上述光纤具有的可弯曲曲率同等或其以上的可弯曲曲率。

7. 如权利要求6记载的弯曲形状传感器,

上述旋转抑制部件用弹性体制作。

8. 如权利要求6记载的弯曲形状传感器,

上述旋转抑制部件是能够弯曲且具有挠性的金属板部件。

9. 如权利要求3记载的弯曲形状传感器,

还具有配置在上述筒状部件与上述旋转抑制部件之间的滑动部件,因而,上述旋转抑制部件隔着上述滑动部件而与上述筒状部件抵接,与不存在滑动部件的情况相比,上述滑动部件降低上述筒状部件与上述旋转抑制部件之间的摩擦阻力。

10. 如权利要求3记载的弯曲形状传感器,

上述旋转抑制部件是至少能够在1个方向上弯曲且具有挠性的带状部件。

11. 如权利要求10记载的弯曲形状传感器,

上述带状部件配置为,该带状部件的弯曲方向与上述筒状部件的弯曲方向一致。

12. 如权利要求10记载的弯曲形状传感器,

上述筒状部件能够在全部方向上弯曲且具有挠性,上述带状部件在沿上述光纤的轴的

边上形成有切口,由此,能够在全部方向上弯曲且具有挠性。

13. 如权利要求10记载的弯曲形状传感器,

上述筒状部件能够在全部方向上弯曲且具有挠性,上述带状部件能够沿上述光纤的轴向伸缩自如地变形,由此,能够在全部方向上弯曲且具有挠性。

弯曲形状传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检测被测定物的弯曲形状的弯曲形状传感器。

背景技术

[0002] 特开2003-52614号公报公开了这样的弯曲形状传感器之一。在图13中表示组装有该弯曲形状传感器的内窥镜的插入部可挠管的截面。

[0003] 如图13所示,内窥镜的插入部可挠管1中内置有带状部件20。带状部件20设有由翘曲检测用光纤21构成的翘曲检测部22。由于当插入部可挠管1弯曲时带状部件20也弯曲为相似形状,所以能够检测插入部可挠管1的形状即内窥镜的弯曲形状。

[0004] 图13所示的插入部可挠管1中,在带状部件20的周围,配置有影像信号传送电缆14、送气送水管15、16、处理件插通通道17、照明用光导18、弯曲操作线材19,而带状部件20抵接的部件仅为处理件插通通道17,与其他部件不接触而存在空间。

[0005] 因此,当使插入部可挠管1弯曲时,带状部件20、影像信号传送电缆14、送气送水管15、16、处理件插通通道17、照明用光导18、弯曲操作线材19移动,从而带状部件20有可能受到外力而扭转。

[0006] 在带状部件20扭转的情况下,带状部件20中设置的翘曲检测部也与扭转相应地倾斜,因此从具有指向性的翘曲检测用光纤得到的光信号变化,从而难以正确地求出插入部可挠管1的曲率及弯曲方向。

发明内容

[0007] 本发明是考虑这样的情况做出的,目的在于提供防止检测用光纤的扭转的发生的弯曲形状传感器。

[0008] 本发明是用于检测被测定物的弯曲形状的弯曲形状传感器,具有:光源,射出检测光;光纤,对上述检测光进行导光;被检测部,配置在上述光纤的一部分;旋转抑制部件,固定于上述光纤;以及光检测部,检测通过上述光纤而传播的上述检测光。上述被测定物具有筒状部件和内置部件,该筒状部件能够在至少1个方向上弯曲且具有挠性,该内置部件配置在上述筒状部件的内侧;上述被检测部使经过该被检测部的上述检测光的特性对应于上述光纤的曲率变化而变化。上述旋转抑制部件在由上述筒状部件和上述内置部件形成的空间内抵接于上述筒状部件和上述内置部件而配置,从而抑制上述光纤的旋转。

[0009] 根据本发明,提供防止检测用光纤的扭转的发生的弯曲形状传感器。

附图说明

[0010] 图1是用于说明弯曲形状传感器的原理的概略结构图。

[0011] 图2是弯曲形状传感器的被检测部的横截面图。

[0012] 图3是内窥镜系统的整体结构图。

[0013] 图4是组装有第1实施方式的弯曲形状传感器的内窥镜的顶端插入管的轴向截面

图,示出了沿图5的A—A线的截面。

[0014] 图5是组装有第1实施方式的弯曲形状传感器的内窥镜的顶端插入管的径向截面图,示出了沿图4的B—B线的截面。

[0015] 图6示出图5所示的旋转抑制部件的结构例。

[0016] 图7示出图5所示的旋转抑制部件的其他结构例。

[0017] 图8是组装有第2实施方式的弯曲形状传感器的内窥镜的顶端插入管的径向截面图。

[0018] 图9是组装有第3实施方式的弯曲形状传感器的内窥镜的顶端插入管的径向截面图。

[0019] 图10示出图9所示的带状部件的结构例。

[0020] 图11示出图9所示的带状部件的其他结构例。

[0021] 图12示出第4实施方式的带状部件的结构例。

[0022] 图13是组装有以往例的弯曲形状传感器的内窥镜的插入部可挠管的径向截面图。

具体实施方式

[0023] <第1实施方式>

[0024] 首先,参照图1和图2的示意图,说明弯曲形状传感器101的原理。图1是用于说明弯曲形状传感器的原理的概略结构图,图2是弯曲形状传感器的被检测部的横截面图。

[0025] 弯曲形状传感器101由射出检测光的光源102、将从光源102射出的检测光导光的光纤103、配置在光纤103的一部分上的被检测部104、对通过光纤103而传播的检测光进行检测的光检测部105构成。光源102例如是发光二极管(LED)或激光光源。

[0026] 光纤103被耦合部(光耦合器)106向3个方向分支,由检测用光纤103a、光供给用光纤103b和受光用光纤103c构成。在检测用光纤103a的顶端,设有对被导光来的光进行反射的反射部107。光纤103如图2所示那样,由芯108和将芯108的外周覆盖的包层109构成,也可以还在最外层具有包覆部件110。

[0027] 耦合部106将2条作为导光路径部件的光供给用光纤103b和受光用光纤103c连接到1条作为导光路径部件的检测用光纤103a而形成。光供给用光纤103b是光导入路径,将从设在端部的光源102射出的光向耦合部106导光。耦合部106具有将从光供给用光纤103b入射的光的大部分向检测用光纤103a导光、将被反射部107反射后的光的至少一部分向受光用光纤103c导光的功能。

[0028] 本实施方式的弯曲形状传感器101,以沿着作为被测定物的长条的挠性弯曲构造物例如内窥镜的顶端插入管的方式将检测用光纤103a一体地安装,从而检测该挠性弯曲构造物的弯曲状态和弯曲方向。当向被测定物安装弯曲形状传感器101时,通过使被测定物的翘曲部分与弯曲形状传感器101的被检测部104对位,从而设置在被测定物的适当的位置。检测用光纤103a追随于被测定物的柔性动作,将从光供给用光纤103b入射的光用顶端的反射部107反射,使光往来。即,检测用光纤103a将经过了耦合部106的来自光供给用光纤103b的光导光至反射部107,并将被该反射部107反射后的反射光导光以使其返回至耦合部106。

[0029] 受光用光纤103c是光导出路径,将被反射部107反射并在耦合部106分支的反射光向设于端部的光检测部105导光。检测用光纤103a至少具有1个被检测部104。被检测部104

使经过其的检测光的特性对应于检测用光纤103a的曲率变化而变化。

[0030] 如图2所示那样,被检测部104具有被从检测用光纤103a的外周至少去除了包层109的一部分而使芯108露出的开口部112、和配置在开口部112的光特性变换部件113。开口部112并不一定必须使芯108露出,只要使穿过检测用光纤103a的光到达开口部112即可。

[0031] 光特性变换部件113具有对被导光的光的特性进行变换的功能。光特性变换部件113例如是导光损耗部件或波长变换部件等。例如,导光损耗部件是光吸收体,波长变换部件是荧光体等。本实施方式中,光特性变换部件处理为导光损耗部件。

[0032] 从光源102射出的光经过光供给用光纤103b、耦合部106和检测用光纤103a而被导光,被反射部107反射。被反射部107反射后的反射光作为检测光在耦合部106分支,在受光用光纤103c中导光而到达光检测部105。光检测部105将接收到的检测光进行光电变换,输出表示光量的电信号。

[0033] 在弯曲形状传感器101中,在光纤103内导光的光入射到光特性变换部件113中的情况下产生损耗。该导光损耗量根据受光用光纤103c的弯曲及摆动的方向和弯曲量而变化。

[0034] 即使检测用光纤103a是直线状的状态,根据开口部112的宽度,某种程度的光量也在光特性变换部件113中被损耗。在以该光的损耗量为基准的情况下,例如,如果光特性变换部件113配置在弯曲的检测用光纤103a的弯曲方向的外周面上,则产生比作为基准的导光损耗量多的导光损耗量。相反,如果光特性变换部件113配置在弯曲的检测用光纤103a的弯曲方向的内周面上,则产生比作为基准的导光损耗量少的导光损耗量。

[0035] 该导光损耗量的变化被反映在由光检测部105受光的检测光量中。即,反映到光检测部105的输出信号中。因而,根据光检测部105的输出信号,能够求出弯曲形状传感器101的被检测部104的位置即设置有光特性变换部件113的位置处的被测定物的弯曲方向和弯曲量(角度)。

[0036] 图3表示内窥镜系统的整体结构图。内窥镜151由插入部152和主体部153构成。插入部152由顶端插入管154、手边操作部155和连接部156构成。顶端插入管154通过在手边操作部155上设置的拨盘(dial)162的操作,至少能够向特定的1个方向(上下)以所希望的曲率弯曲。此外,手边操作部155利用连接部156而与主体部153的光源装置157电连接,设置在顶端插入管154中的图像传感器及照明器等能够由主体部153控制。

[0037] 主体部153由光源装置157、视频处理器158、形状检测装置159和监视器160构成,被电连接而能够适当地控制所需要的信号。

[0038] 内窥镜151中组装有上述的弯曲形状传感器101,在顶端插入管154的内部配置检测用光纤103a。形状检测装置159基于弯曲形状传感器101的输出信号,求出顶端插入管154的弯曲方向和弯曲量(角度)。

[0039] (结构)

[0040] 接着,利用图4和图5,说明组装有本实施方式的弯曲形状传感器101的内窥镜151的顶端插入管154的内部构造。图4是顶端插入管154的轴向截面图,示出了沿图5的A—A线的截面。图5是顶端插入管154的径向截面图,示出了沿图4的B—B线的截面。

[0041] 顶端插入管154具有筒状部件200,该筒状部件200能够向至少1个方向弯曲且具有挠性,顶端插入管154具有在筒状部件200的内侧配置的内置部件。

[0042] 筒状部件200具有彼此连结的多个环状部件201。邻接的两个环状部件201通过铆钉202而在操作弯曲部220的范围中绕图4和图5的X轴转动自如地连结,并在自由弯曲部221的范围中绕图4和图5的X轴或Y轴转动自如地连结。并且,顶端插入管154的顶端部通过环状部件201和铆钉202而转动自如地连接有盖(cap)部件207,在盖部件207内将后述的内置部件固定并保持。

[0043] 在环状部件201,引导件204通过冲压加工等与环状部件201一体形成。在引导件204,设有能够将操作线材205插通的未图示的保持孔,操作线材205贯通各引导件204,与盖部件207接合。

[0044] 进而,操作线材205与图3所示的在手边操作部155上设置的拨盘162连接,治疗者通过转动拨盘162,能够使顶端插入管154在操作弯曲部220的范围内沿上下方向以所希望的曲率弯曲,且在自由弯曲部221的范围内沿全部方向以所希望的曲率弯曲。

[0045] 在筒状部件200的内侧,作为内置部件,设置有CH管208。CH管208能够在其内部将处理件等插通,其顶端被盖部件207固定并保持。此外,如图5所示那样,作为其他内置部件,在筒状部件200的内侧,设置有照明用的LG光纤209和与摄像用的图像传感器关联的传感器电缆210。这些LG光纤209以及传感器电缆210与CH管208同样地,其顶端被固定保持于盖部件207。

[0046] 弯曲形状传感器101的检测用光纤103a如图5所示那样,在由环状部件201、引导件204和CH管208形成的空间内穿过并延伸,其顶端部分被固定保持于盖部件207。对弯曲形状传感器101的检测用光纤103a固定有旋转抑制部件211。旋转抑制部件211的形状是,与检测用光纤103a的轴垂直的截面能够收纳在由环状部件201、引导件204和CH管208形成的空间内的形状。旋转抑制部件211在由环状部件201、引导件204和CH管208形成的空间内抵接于环状部件201、引导件204和CH管208,或被它们挤压而配置。结果,旋转抑制部件211被机械保持为,虽然无法绕检测用光纤103a的轴旋转,但能够在检测用光纤103a的轴向上滑动。即,旋转抑制部件211抑制检测用光纤103a的旋转。

[0047] 如图4所示,旋转抑制部件211在检测用光纤103a的轴向上配置在被检测部104的附近,鉴于顶端插入管154的弯曲形状(曲率),以不对被检测部104的曲率带来影响的程度离开。

[0048] 旋转抑制部件211例如如图6所示那样,可以由用弹性体制作的大致三角柱状体构成。此外,旋转抑制部件211如图7所示那样,可以由弹簧用金属板部件构成,以使得能绕x轴弯曲地具有挠性,该弹簧用金属板部件被加工为,从检测用光纤103a的轴向来看弯折为反V字状且具有在X轴方向上延伸的缝隙213。

[0049] 此外,检测用光纤103a在能够适当地检测顶端插入管154的弯曲形状的所希望的位置上设置有至少1个用于检测弯曲率以及弯曲方向的被检测部104。

[0050] 进而,检测用光纤103a通过在手边操作部155内设置的未图示的张紧机构被施加所希望的张力。

[0051] 另外,在本实施方式中,示出了利用CH管208将旋转抑制部件211向引导件204挤压的结构,但也可以是被作为其他内置部件的LG光纤209或传感器电缆210挤压的结构。此外,也可以是对引导件挤压的结构。

[0052] 此外,在本实施方式中,示出了将检测用光纤103a用盖部件207固定并保持、将旋

转抑制部件211接合并保持于检测用光纤103a的构造,但也可以将检测用光纤103a接合并保持于CH管208等其他内置部件,也可以是将旋转抑制部件211接合并保持于将检测用光纤103a接合并保持的内置部件的构造。

[0053] 此外,检测用光纤103a的设置条数不限于1条,也可以还配置在例如图5的由下侧的引导件204、CH管208和环状部件201形成的空间中。

[0054] (作用)

[0055] 当治疗者操作图3所示的在手边操作部155上设置的拨盘162,则顶端插入管154以图5的X轴(铆钉202)为转动中心以所希望的曲率弯曲。这时,弯曲的外侧(Y轴+侧)产生拉伸应力,弯曲的内侧(Y轴-侧)产生压缩应力,因此在翘曲的外侧配置的检测用光纤103a及上侧的LG光纤209被向顶端侧拉引,在翘曲的内侧配置的下侧的LG光纤209被向后端侧挤出。

[0056] 通过在这样的各个内置部件上产生的力,检测用光纤103a在弯曲时在轴向上变动,但通过与旋转抑制部件211邻接的CH管208的弹性及位移、与CH管208邻接的传感器电缆210和LG光纤209的弹性及位移,旋转抑制部件211被向引导件204挤压。结果,旋转抑制部件211能够在抑制检测用光纤103a的以z轴为中心的转动(扭转)的同时沿检测用光纤103a的轴向滑动。

[0057] (效果)

[0058] 即使在使顶端插入管154弯曲时内置部件发生了变动,弯曲形状传感器101的检测用光纤103a也能够难以扭转地弯曲,在检测用光纤103a上设置的被检测部104的朝向也难以变动,因此能够提供能够更正确地检测内窥镜的弯曲形状的高精度弯曲形状传感器。

[0059] <第2实施方式>

[0060] (结构)

[0061] 利用图8,说明第2实施方式。另外,对于与第1实施方式同样的结构,将说明省略。

[0062] 与第1实施方式的结构相比,追加了介于环状部件201与旋转抑制部件402之间的滑片401。因而,旋转抑制部件402隔着滑片401而与环状部件201抵接。滑片401在长度方向上至少设置在图4所示的环状部件装配部223的范围中,至少具有比旋转抑制部件402的宽度大的宽度。

[0063] 此外,滑片401具有能够以与顶端插入管154同等或以上的曲率弯曲的挠性。与不存在滑片的情况相比,滑片401起到降低环状部件201与旋转抑制部件402之间的摩擦阻力的作用。

[0064] (作用)

[0065] 当使顶端插入管154弯曲,则与第1实施方式的作用同样地,旋转抑制部件402沿检测用光纤103a的轴向滑动,而在该实施方式中,由于滑片401介于旋转抑制部件402与环状部件201之间,所以旋转抑制部件402的边缘不会干扰环状部件201而能够不发生刚蹭地滑动。

[0066] (效果)

[0067] 与第1实施方式相比,能够提供可靠性更高的高精度弯曲形状传感器。

[0068] <第3实施方式>

[0069] (结构)

[0070] 利用图4和图9~图11,对第3实施方式进行说明。另外,对于与第1及第2实施方式

同样的结构,将说明省略。

[0071] 聚酰亚胺等具有挠性的树脂制的带状部件301,作为具有与第1实施方式中的旋转抑制部件211同样的功能的部件,经由粘接剂302,具有挠性地与弯曲形状传感器101的检测用光纤103a粘接。

[0072] 带状部件301在顶端插入管154内以与引导件204和CH管208抵接的方式设置。结果,带状部件301被机械保持为,虽然无法绕检测用光纤103a的轴旋转,但能够沿检测用光纤103a的轴向滑动。

[0073] 带状部件301例如如图10所示那样,沿检测用光纤103a的轴向呈细长的长方形形状。因此,带状部件301容易绕宽度方向弯曲,但难以绕厚度方向弯曲。即,带状部件301能够在1个方向上弯曲且具有挠性。该情况下,带状部件301配置为,使其弯曲方向与顶端插入管154的弯曲方向一致。即,带状部件301配置为,其厚度方向大致与y轴一致,容易绕x轴弯曲。

[0074] 此外,带状部件301如图11所示那样,也可以在沿检测用光纤103a的轴向的边上形成切口303。该情况下,带状部件301能够在全部方向上弯曲且具有挠性。因而,可以不考虑顶端插入管154的弯曲方向而在顶端插入管154内配置带状部件301。

[0075] 除此以外,这样的带状部件301由于能够在全部方向上弯曲且具有挠性,所以也可以配置在能够在全部方向上弯曲的自由弯曲部221。

[0076] 图11中,遍及带状部件301的全长形成有切口303,但作为其替代,也可以仅在带状部件301的一部分形成切口303,将没有形成切口303的部分配置在操作弯曲部220,将形成了切口303的部分配置在自由弯曲部221。

[0077] 进而,带状部件301不一定必须是长方形的平的带,例如也可以具有十字型的截面形状。该情况下,为了具有挠性,需要在沿检测用光纤103a的轴向的边上形成切口。

[0078] (作用)

[0079] 与第1实施方式的作用同样地,由于带状部件301抵接于引导件204和CH管208,所以当顶端插入管154弯曲时,带状部件301能够在抑制检测用光纤103a的以z轴为中心的转动(扭转)的同时沿检测用光纤103a的轴向滑动。

[0080] 带状部件301由于是连续的部件,所以与第1实施方式的旋转抑制部件211相比,本实施方式的情况下,能够减少使顶端插入管154弯曲时的轴向的滑动(移动)中的与环状部件201的边缘的干扰(刚蹭)。

[0081] (效果)

[0082] 与第1实施方式相比,能够提供可靠性更高的高精度弯曲形状传感器。

[0083] <第4实施方式>

[0084] (结构)

[0085] 利用图13,对第4实施方式进行说明。另外,对于与第1~第3实施方式同样的结构,将说明省略。

[0086] 检测用光纤103a仅在长度方向上通过未图示的粘接剂等固定于具有与伴随着顶端插入管154的弯曲的移动量同等或其以上的伸缩性的带状部件501。即,带状部件501能够沿检测用光纤103a的轴向伸缩自如地变形,由此,能够在全部方向上弯曲且具有挠性。

[0087] 带状部件501与第3实施方式同样地以与引导件204和CH管208抵接的方式设置在顶端插入管154内。结果,带状部件501被机械保持为,虽然无法绕检测用光纤103a的轴旋

转,但能够沿检测用光纤103a的轴向滑动。

[0088] (作用)

[0089] 与第3实施方式的作用同样地,当顶端插入管154弯曲时,带状部件501能够抑制检测用光纤103a的以z轴为中心的转动(扭转)并且能够沿检测用光纤103a的轴向滑动。进而,带状部件501虽然受到拉伸或压缩应力,但带状部件501由于能够在长度方向上伸缩,所以检测用光纤103a也能够仿照顶端插入管154的弯曲。

[0090] 这时,与第3实施方式同样地,能够降低与环状部件201的边缘的刚蹭。

[0091] (效果)

[0092] 与第1实施方式相比,能够提供可靠性更高的高精度弯曲形状传感器。

[0093] 以上参照附图描述了本发明的实施方式,但本发明不限于这些实施方式,在不脱离主旨的范围内可以实施各种各样的变形、变更。这里所说的各种各样的变形、变更包含将上述的实施方式适当组合实施。

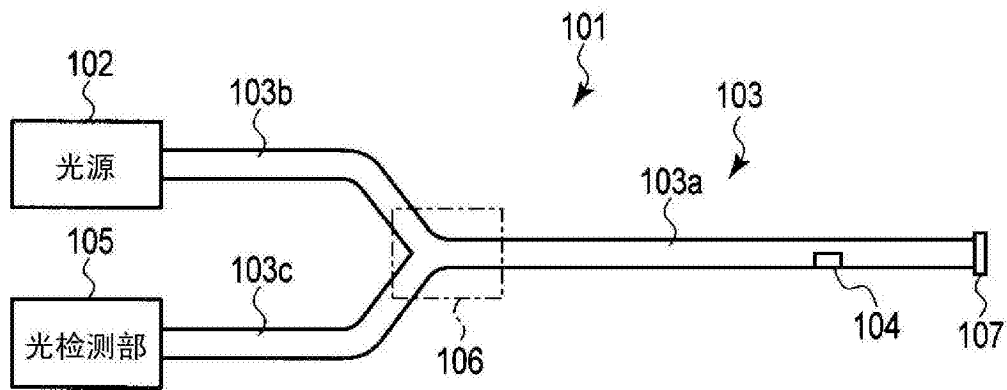


图1

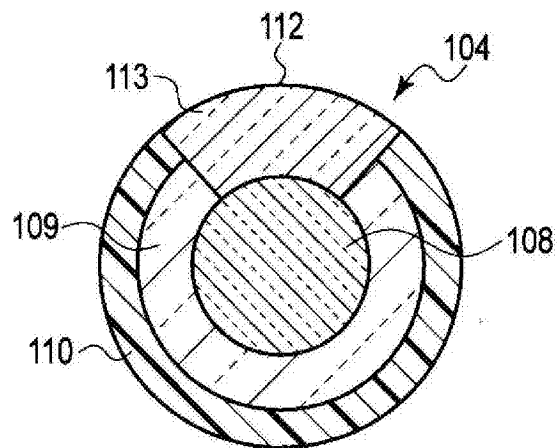


图2

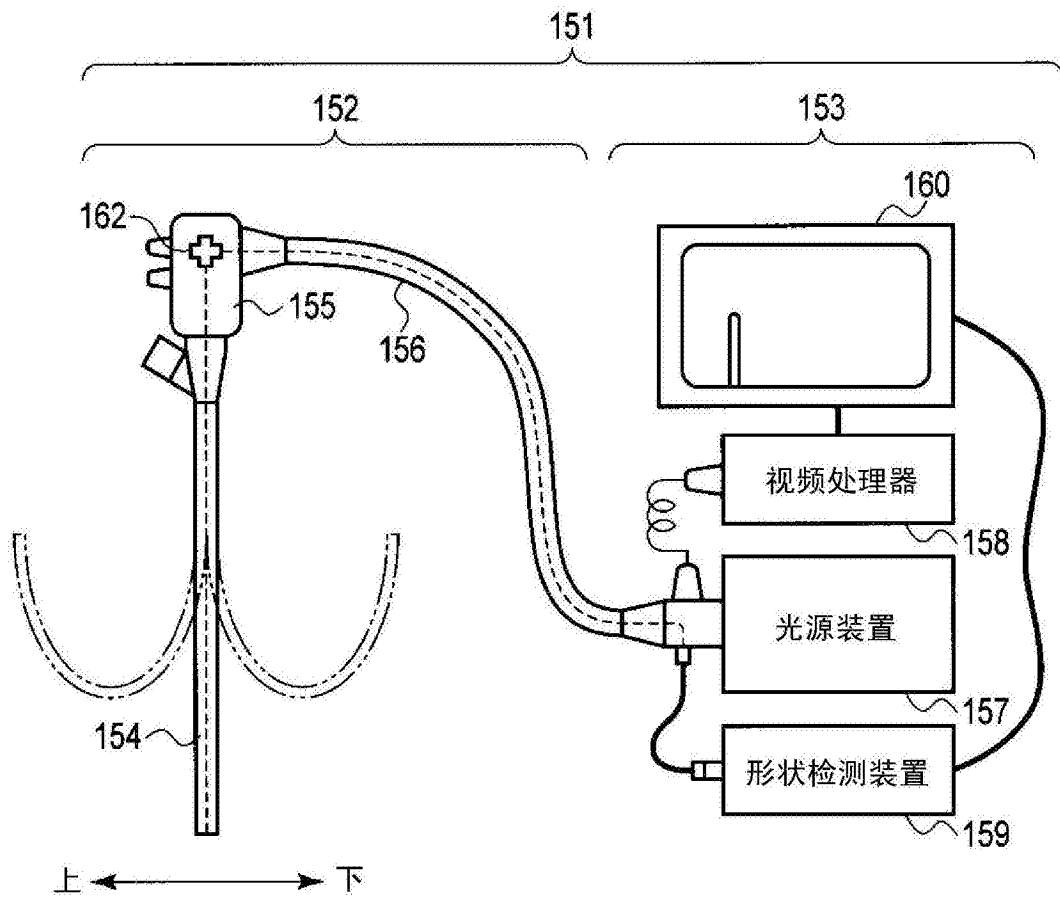


图3

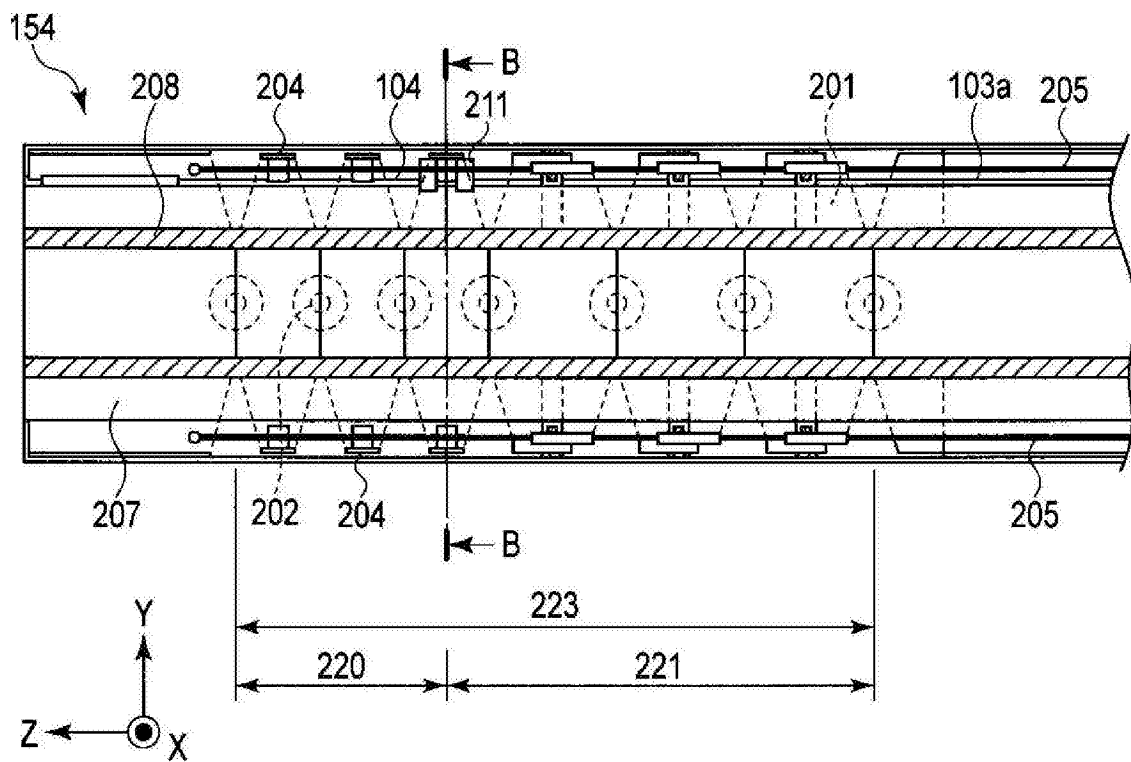


图4

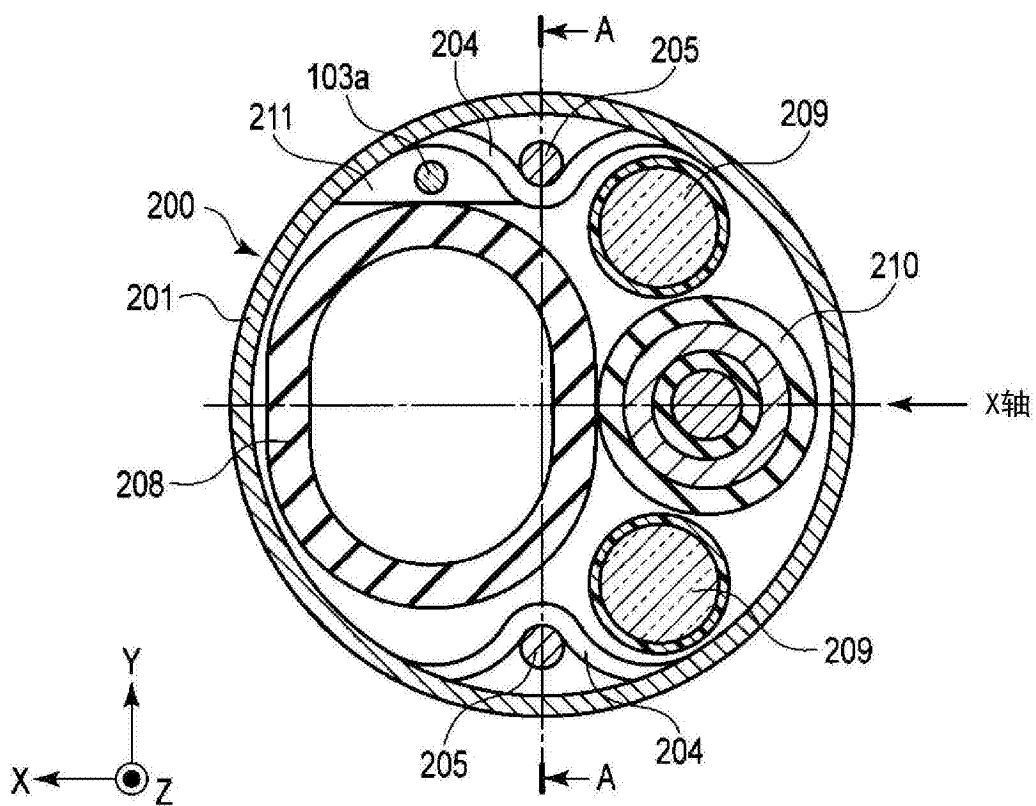


图5

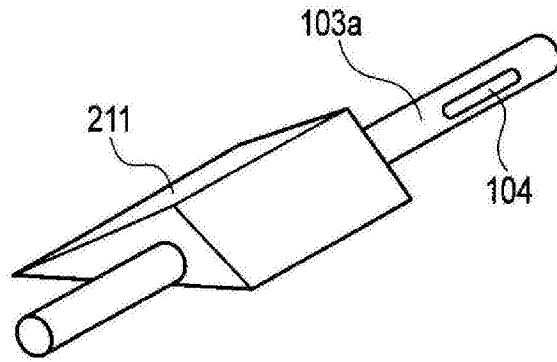


图6

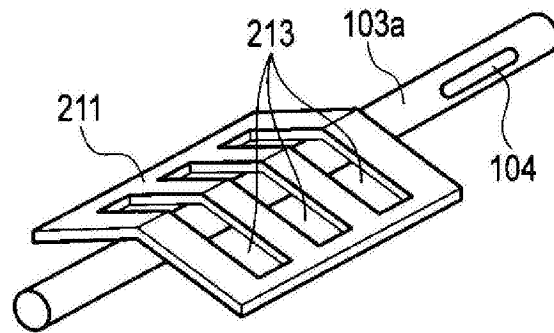


图7

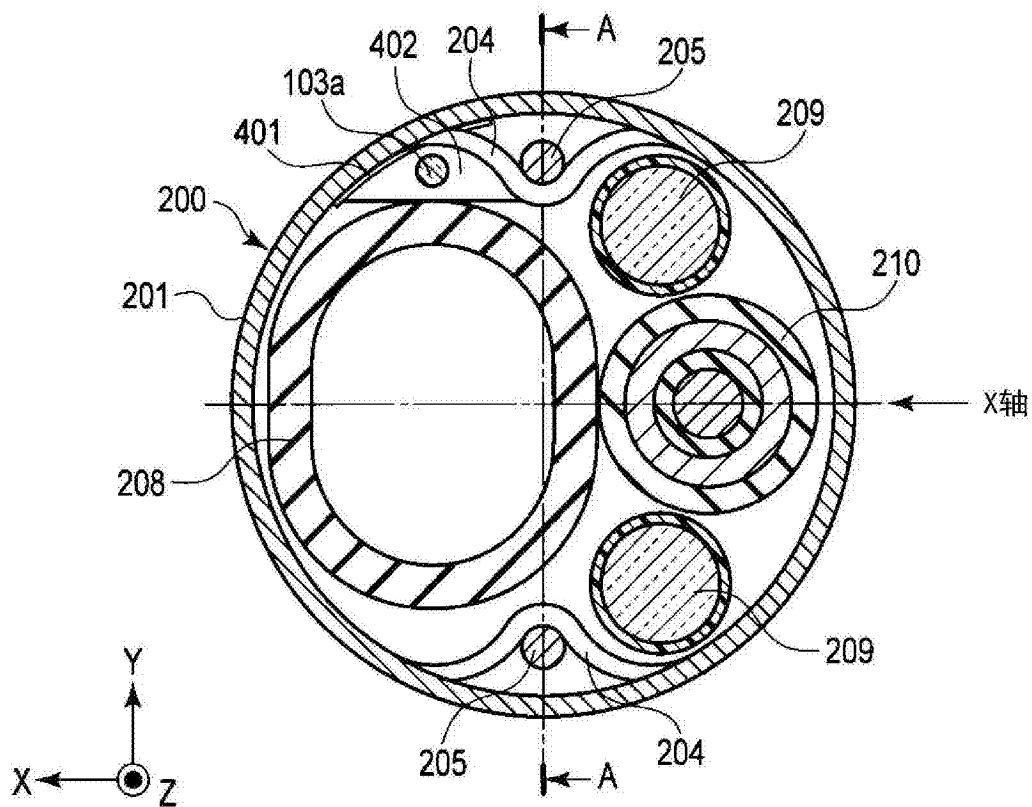


图8

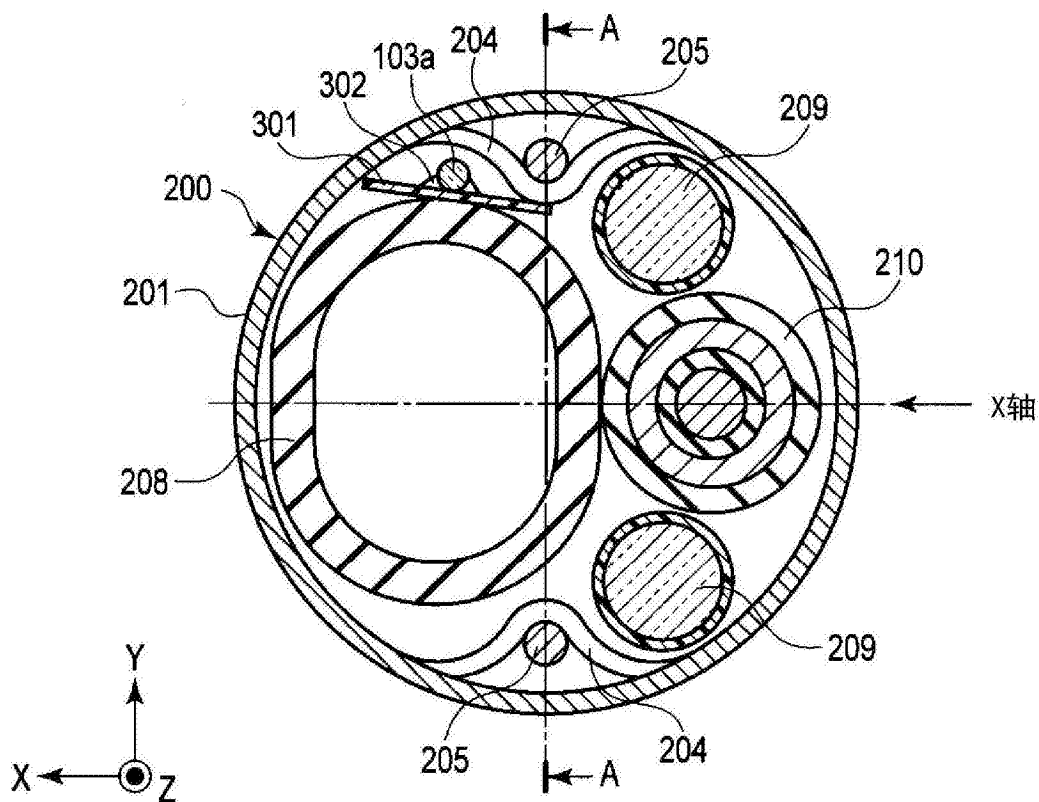


图9

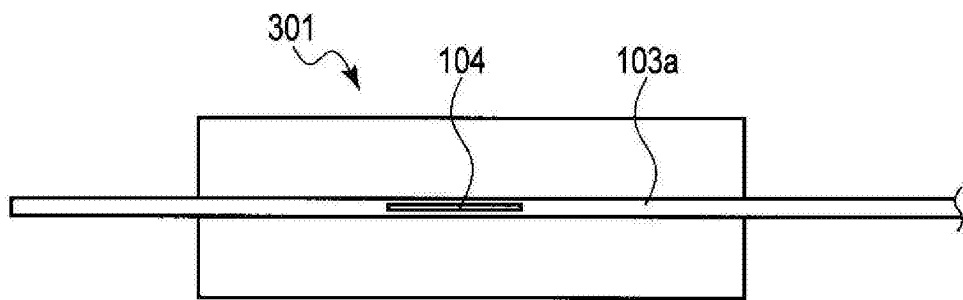


图10

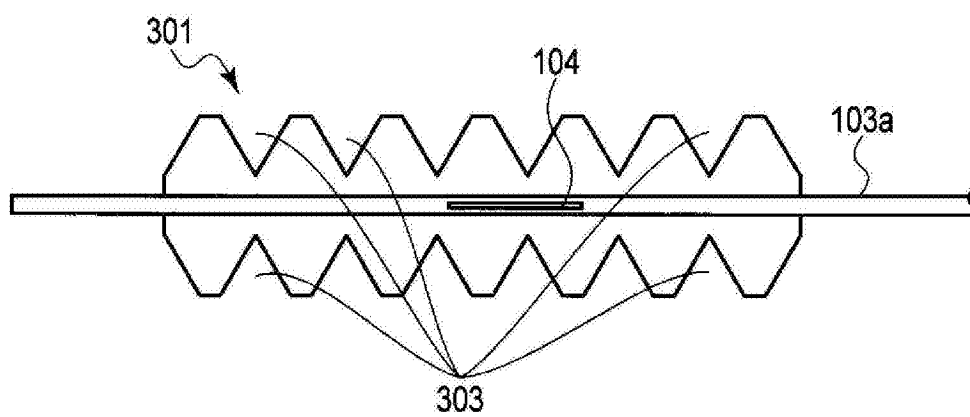


图11

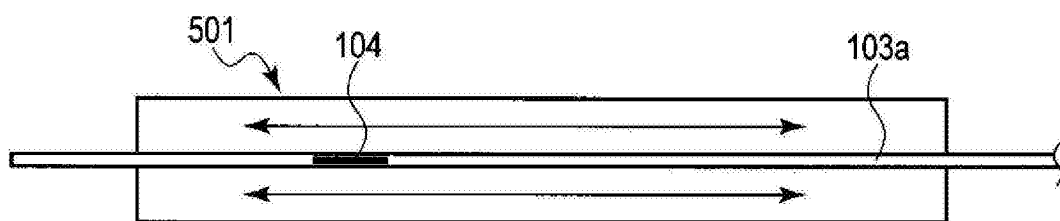


图12

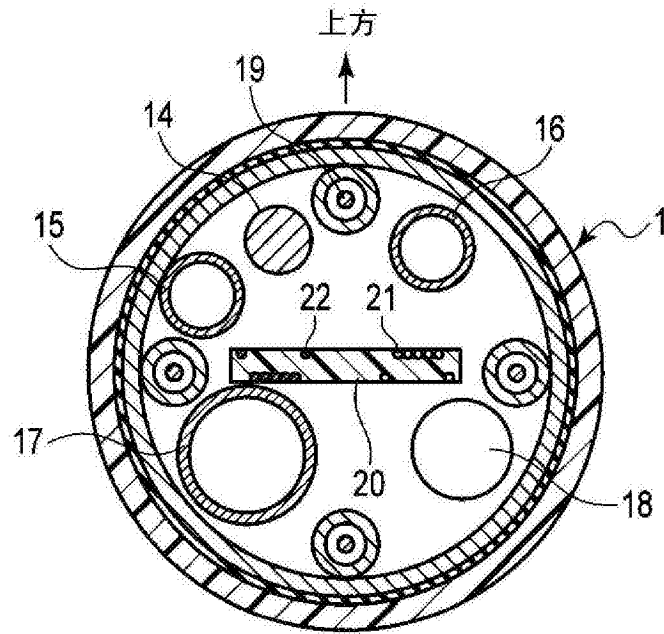


图13