(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119013594 A
(43)申请公布日 2024.11.22

(21)申请号 202380019968.6
(22)申请日 2023.03.17
(30)优先权数据
2022-048368 2022.03.24 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.08.01
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/010691 2023.03.17
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/182227 JA 2023.09.28
(71)申请人 住友电气工业株式会社
地址 日本
(72)发明人 长谷川健美 菅沼贵博
佐久间洋宇
(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限责任公司 11240
专利代理师 赵曦
(51)Int.Cl.
G02B 6/02(2006.01)
G02B 6/036(2006.01)

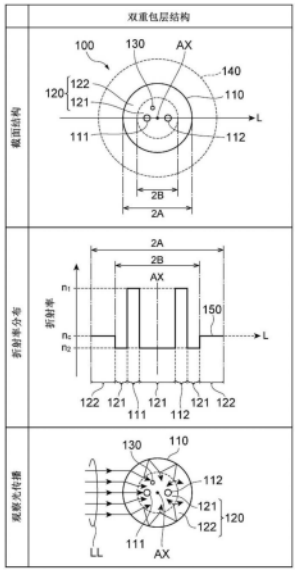
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

多芯光纤

(57)摘要

一实施方式的MCF稳定地进行芯的识别。该MCF具备玻璃光纤和树脂包覆,玻璃光纤包括多个芯、标记以及包层。在MCF的截面上,多个芯的中心与标记的中心的配置相对于截面中心没有旋转对称性。包层包括内侧包层和外侧包层,内侧包层包围多个芯和标记,外侧包层设置于内侧包层的外周面上,并具有比内侧包层的折射率高的折射率。



CN 119013594 A

1.一种多芯光纤,具备:

玻璃光纤,包括分别沿着中心轴延伸的多个芯、沿着所述多个芯延伸的标记、及包围所述多个芯和所述标记的包层;以及

树脂包覆,设置于所述玻璃光纤的外周面上,

在与所述中心轴正交的所述多芯光纤的截面上,所述多个芯的中心与所述标记的中心的配置相对于所述截面的中心没有旋转对称性,

所述包层包括内侧包层和外侧包层,所述内侧包层包围所述多个芯和所述标记,所述外侧包层设置于所述内侧包层的外周面上,并且具有比所述内侧包层的折射率高的折射率。

2.根据权利要求1所述的多芯光纤,其中,

在所述多芯光纤的所述截面上,所述内侧包层的半径B相对于所述外侧包层的半径A之比B/A为1/3以上且2/3以下。

3.根据权利要求1或2所述的多芯光纤,其中,

以所述外侧包层的折射率为基准的所述内侧包层的相对折射率差的绝对值为0.02%以上且0.3%以下。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的多芯光纤,其中,

所述多个芯的中心的配置相对于所述截面的中心具有旋转对称性。

多芯光纤

技术领域

[0001] 本公开涉及多芯光纤(以下记作“MCF”)。

[0002] 本申请要求以2022年3月24日提交的日本专利申请第2022-048368号为基础的优先权,以其内容为依据,并且参照其整体内容而结合于本说明书中。

背景技术

[0003] 例如,如专利文献1中所记载的那样,在MCF中,具有与包层的折射率不同的折射率的标记被导入包层内。已知由此在沿着长度方向于任意位置切割而得的MCF的截面中,能够分别识别多个芯。包层内的标记配置于到多个芯为止的距离不均匀的位置。在具有比包层的折射率高的折射率的标记的情况下,该标记具有比芯的直径小的直径或者比芯的折射率低的折射率。由此,抑制了在芯内传播的模式与在标记内传播的模式的耦合,并抑制了噪声混入到在芯内传播的信号光中。

[0004] 在通过观察沿着长度方向于任意位置切割而得的MCF的端面来分别识别多个芯的情况下,进行通过侧方照明的端面观察。在该端面观察中,从切割位置附近的MCF的侧方照射照明光。当照明光在MCF内传播时,照明光在高折射率区域内受到限制而以低传播损耗传播,另一方面,在低折射率区域中一边泄露一边以高传播损耗传播。由此,在MCF的端面图像中,越是高折射率区域显示得越亮,并且,越是低折射率区域显示得越暗。通过基于显示这样的明暗的端面图像来识别芯、标记,能够分别识别多个芯。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2011-170099号公报

发明内容

[0008] 本公开涉及的MCF具备玻璃光纤和树脂包覆。玻璃光纤包括分别沿着中心轴(以下记作“光纤轴”)延伸的多个芯、沿着多个芯延伸的标记、以及包围多个芯和标记的包层。树脂包覆设置于玻璃光纤的外周面上。特别是,在与光纤轴正交的MCF的截面上,多个芯的中心与标记的中心的配置相对于截面的中心没有旋转对称性。进而,包层由内侧包层和外侧包层构成。内侧包层在与多个芯和标记接触的状态下,包围该多个芯和标记。外侧包层设置于内侧包层的外周面上,并具有比内侧包层的折射率高的折射率。

附图说明

[0009] 图1是示出本公开涉及的MCF的结构的例子和MCF端面的观察装置的例子的图。

[0010] 图2是示出本公开涉及的MCF的截面结构的图。

[0011] 图3是用于说明本公开涉及的MCF和比较例涉及的MCF各自的截面结构的例子的图。

具体实施方式

[0012] [本公开要解决的技术问题]

[0013] 发明人们对上述的现有技术进行了研究,结果发现了如下的技术问题。即,在上述的现有技术中,在通过侧方照明进行MCF的端面观察时,存在端面内的标记、芯的亮度根据照明光从光纤的哪一侧射入而发生变化,导致芯识别变难的情况。

[0014] 本公开是为了解决如上所述的技术问题而完成的,其目的在于提供具备用于实现稳定地进行芯识别的结构的MCF。

[0015] [本公开的效果]

[0016] 根据本公开的MCF,能够稳定地进行芯识别。

[0017] [本公开的实施方式的说明]

[0018] 首先,分别单独列出本公开的实施方式的内容来进行说明。

[0019] 本公开的MCF

[0020] (1)具备玻璃光纤和树脂包覆。玻璃光纤包括分别沿着光纤轴延伸的多个芯、沿着多个芯延伸的标记、以及包围多个芯和标记的包层。树脂包覆设置于玻璃光纤的外周面上。特别是,在与光纤轴正交的MCF的截面上,多个芯的中心与标记的中心的配置相对于截面的中心由于构成1次旋转对称的平面图形,因此没有旋转对称性。进而,包层由内侧包层和外侧包层构成。内侧包层在与多个芯和标记接触的状态下,包围该多个芯和标记。外侧包层设置于内侧包层的外周面上,并具有比内侧包层的折射率高的折射率。需要说明的是,光纤轴相当于该MCF的中心轴。玻璃光纤的外周面相当于包层的外周面。截面的中心相当于截面与光纤轴交叉的位置。

[0021] 如上所述,本公开的MCF构成为由具有比内侧包层的折射率高的折射率的外侧包层包围配置有多个芯和标记的内侧包层。在该构成中,即使在用于观察光纤端面的照明光(以下记作“观察光”)照射到MCF的单侧的情况下,观察光的一部分也会在外侧包层内传播。像这样,不仅观察光所照射到的一侧,而且绕到内侧包层的相反侧的观察光也易于进入内侧包层内,因此,能得到内侧包层的亮度整体上均匀化的端面图像。换言之,有效地抑制了由观察光的入射方向引起的标记、芯的亮度变动,能够稳定地进行芯识别。

[0022] (2)在上述(1)中,在MCF截面上,在将外侧包层的直径设为2A、内侧包层的直径设为2B时,内侧包层的半径B相对于外侧包层的半径A之比B/A可以为1/3以上且2/3以下。在比B/A小于1/3的情况下,外侧包层变得过厚,因此内侧包层内的多个芯和标记的配置自由度受到限制。另一方面,在比B/A大于2/3的情况下,外侧包层变得过薄,因此足够光量的观察光无法传播到未照射到观察光的MCF的背侧。

[0023] (3)在上述(1)或上述(2)中,以外侧包层的折射率为基准的内侧包层的相对折射率差的绝对值优选为0.02%以上且0.3%以下。在该情况下,由于观察光的一部分被适度地限制在外侧包层内,因此能够一边部分地与内侧包层内的模式耦合一边在外侧包层内传播。

[0024] (4)在上述(1)至上述(3)中的任一项中,也可以是,多个芯的中心的配置相对于截面的中心具有旋转对称性。

[0025] 以上,在该“本公开的实施方式的说明”一栏中列出的各方式可以应用到其余所有方式的每一个中或这些其余方式的所有组合中。

[0026] [本公开的实施方式的详情]

[0027] 以下,边参照附图边详细说明本公开的MCF的具体结构。需要说明的是,本公开不限于这些示例,而是由权利要求书示出,意在包含与权利要求书等同的含义及范围内的所有变形。另外,在附图说明中对相同的要素标注相同的附图标记而省略重复的说明。

[0028] 图1是示出本公开涉及的MCF的结构的例子和MCF端面的观察装置的例子的图(图1中记作“端面观察”)。图1的上部(图1中记作“观察对象(光纤结构)”)示出了本公开涉及的MCF100的代表性结构的例子。图1的下部(图1中记作“观察装置”)示出了用于进行本公开涉及的MCF的端面观察的观察装置的简要结构。

[0029] 图1的上部所示的观察对象即MCF100具备玻璃光纤110和设置于玻璃光纤110的外周面上的树脂包覆140。玻璃光纤110包括两个芯111、112、包层120以及标记130。MCF100中也可以应用三个以上的芯。两个芯111、112沿着作为该MCF100的中心轴的光纤轴AX延伸。标记130沿着两个芯111、112延伸。包层120包围两个芯111、112和标记130。需要说明的是,标记130具有与包层120的折射率不同的折射率。包层120包括内侧包层121和外侧包层122,内侧包层121包围两个芯111、112和标记130,外侧包层122设置于内侧包层121的外周面上,并具有比内侧包层121的折射率高的折射率。在通过侧方照明的端面观察时,如图1的上部所示,覆盖包括端面的玻璃光纤110的前端部分的树脂包覆140的一部分被去除。

[0030] 具有如上所述的结构的MCF100的端面观察是通过如图1的下部所示的观察装置进行的。即,该观察装置具备光源501、镜元件502以及作为端面摄像相机的相机503。在MCF100的端面观察中,首先,从光源501向包括端面的玻璃光纤110的前端部分的侧方照射观察光LL。入射到玻璃光纤110内的观察光LL从玻璃光纤110的端面朝向镜元件502射出,并被镜元件502反射。进而,被镜元件502反射的观察光LL到达相机503的摄像面。当观察光LL在玻璃光纤110内传播时,观察光LL在两个芯111、112等高折射率区域内受到限制而以低传播损耗传播,另一方面,在包层120等低折射率区域内一边向外部泄露一边以高传播损耗传播。由此,通过设置充分的传播距离,在玻璃光纤110的端面图像中,越是高折射率区域显示得越亮,并且,越是低折射率区域显示得越暗。不过,由于在低折射率区域内易于产生向外部的泄露的同时还易于产生来自外部的侵入,因此在充分缩短传播距离的情况下,在玻璃光纤110的端面图像中,也存在越是高折射率区域显示得越暗,并且,越是低折射率区域显示得越亮的情况。通过基于显示这样的明暗的端面图像来识别两个芯111、112、标记130,能够分别识别两个芯111、112。

[0031] 图2是示出本公开涉及的MCF的截面结构的图(图2中记作“双重包层结构”)。图2的上部(图2中记作“截面结构”)示出了沿着图1的上部所示的I-I线而得的本公开涉及的MCF100的截面结构。图2的中部(图2中记作“折射率分布”)示出了表示沿着图2的上部所示的线L而得的各部分的折射率的折射率分布150。图2的下部(图2中记作“观察光传播”)示出了用于说明MCF100中的去除了树脂包覆140的玻璃光纤110内的观察光的传播状态的图。需要说明的是,图2的下部所示的光纤截面是MCF100中的去除了树脂包覆140的玻璃光纤110的截面,相当于沿着图1的上部所示的I-I线而得的光纤截面的一部分。

[0032] 如图2的上部所示,MCF100的玻璃光纤110包括包层120,包层120具有双重包层结构,该双重包层结构由具有直径2B的内侧包层121和具有直径2A的外侧包层122构成。在直径2B的内侧包层121内,沿着MCF100的长度方向配置有两个芯111、112和标记130。两个芯

111、112的中心与标记130的中心的配置相对于截面的中心由于构成1次旋转对称的平面图形,因此没有旋转对称性。即,仅由两个芯111、112构成的元件配置由于构成2次旋转对称的平面图形,因此具有旋转对称性,但还包括标记130的元件配置则失去旋转对称性。

[0033] 另外,MCF100具备如图2的中部所示的折射率分布150。即,以隔着光纤轴AX的方式配置的两个芯111、112分别具有折射率n_1。内侧包层121具有比两个芯111、112的折射率n_1低的折射率n_2。外侧包层122具有比两个芯111、112的折射率n_1低且比内侧包层121的折射率n_2高的折射率n_C。需要说明的是,在本说明书中,“包层120的折射率”是指该外侧包层122的折射率n_C。另外,标记130的折射率只要与内侧包层121的折射率n_2不同即可。例如,标记130的折射率也可以在与内侧包层121的折射率n_2之间具有0.25%以上的相对折射率差。由此能够进行可靠的识别。例如,也可以是,标记130具有比折射率n_2高的折射率,并且相对折射率差与标记半径之积为1.0[%·μm]以下。由此,抑制了由于在芯中传播的模式与标记中的模式耦合而导致的损耗。

[0034] 另外,MCF100的芯111、112分别具有至少一个对作为代表性通信波长的波长1550nm的光进行波导的模式。一个芯的波导模在与其他芯的波导模之间具有足够低的芯间串扰。例如,也可以是,任何芯间串扰均为-60dB/km以下。在该情况下,串扰造成的噪声成为可以忽略的水平。例如,也可以是,在任何芯之间,在相反方向上传播的信号光之间的串扰均为-60dB/km,或者在相同方向上传播的信号光之间的串扰均为-60dB/km。在该情况下,通过适当地选择传播方向,串扰造成的噪声成为可以忽略的水平。为了在波长1550nm处将串扰抑制到上述水平,相邻芯之间的中心间距离可以为30μm以上。另外,相邻芯之间的中心间距离也可以为50μm以下。由此,即使在使外侧包层122足够厚的情况下,也能抑制由于从芯111、112到外侧包层122的模式耦合而导致的泄露损耗。进而,在相邻芯之间波导模的有效折射率可以相差0.01%以上。由此,即使在相邻芯之间的中心间距离较短的情况下,也能抑制串扰。芯直径可以为8μm以上且15μm以下,芯111、112与内侧包层121之间的相对折射率差可以为0.3%以上且0.5%以下。由此,能够抑制串扰,并能够抑制高阶模造成的噪声。

[0035] 从图1的下部所示的光源501向玻璃光纤110的侧方照射的观察光LL在入射到玻璃光纤110内之后,如图2的下部所示,其一部分在外侧包层122内传播。即,观察光LL一边泄露到内侧包层121内一边在外侧包层122中传播,并到达照射到了观察光LL的玻璃光纤110的背侧。像这样,入射到玻璃光纤110内的观察光LL在内侧包层121与外侧包层122的界面处被部分反射,并且被部分反射的观察光LL在外侧包层122内被多重反射。其结果,由于观察光LL一边在外侧包层122内均匀地分散和/或均匀地扩散一边与芯111、112和标记130耦合,因此与芯111、112和标记130耦合的观察光LL的光量无论观察光LL的入射方向如何都是稳定的。

[0036] 需要说明的是,关于外侧包层122的适当的厚度,在将外侧包层122的直径设为2A、内侧包层121的直径设为2B时,内侧包层121的半径B相对于外侧包层122的半径A之比B/A优选为1/3以上且2/3以下。在比B/A小于1/3的情况下,外侧包层122变得过厚,因此内侧包层121内的芯111、112和标记130的配置自由度受到限制。另一方面,在比B/A大于2/3的情况下,外侧包层122变得过薄,因此足够光量的观察光LL无法传播到未照射到观察光LL的玻璃光纤110的背侧。

[0037] 进而,以外侧包层122的折射率n_C为基准的内侧包层121的相对折射率差的绝对值

优选为0.02%以上且0.3%以下。在该情况下,由于观察光LL的一部分被适度地限制在外侧包层122内,因此能够一边部分地与内侧包层121内的模式耦合一边在外侧包层122内传播。

[0038] 图3是用于说明本公开涉及的MCF和比较例涉及的MCF各自的截面结构的例子的图(图3中记作“截面结构”)。图3的上部(图3中记作“2芯”)示出了比较例涉及的MCF600A和本实施方式涉及的MCF100A(100)的截面结构。图3的下部(图3中记作“4芯”)示出了比较例涉及的MCF600B和本实施方式涉及的MCF100B的截面结构。需要说明的是,图3所示的光纤截面分别相当于沿着图1的上部所示的I-I线而得的光纤截面的一部分。

[0039] 图3的上部所示的比较例涉及的MCF600A为2芯MCF。该MCF600A具备玻璃光纤610A和树脂包覆640。玻璃光纤610A包括沿着光纤轴AX延伸的两个芯611、612、包层620以及标记630。不过,在比较例涉及的MCF600A中,玻璃光纤610A中的包层620具有单一结构。另外,图3的下部所示的比较例涉及的MCF600B为4芯MCF。该MCF600B具备玻璃光纤610B和树脂包覆640。玻璃光纤610B包括沿着光纤轴AX延伸的四个芯611、612、613、614、包层620以及标记630。该比较例涉及的MCF600B也与MCF600A同样,玻璃光纤610B中的包层620具有单一结构。

[0040] 另一方面,图3的上部所示的本实施方式涉及的MCF100A相当于图1的上部和图2的上部所示的MCF100,为2芯MCF。该MCF100A具备相当于图1的上部和图2的上部所示的玻璃光纤110的玻璃光纤110A以及树脂包覆140。玻璃光纤110A包括沿着光纤轴AX延伸的两个芯111、112、包层120以及标记130。在该MCF100A中,玻璃光纤110A中的包层120具有双重包层结构,该双重包层结构由内侧包层121和外侧包层122构成,内侧包层121包围两个芯111、112和标记130,外侧包层122设置于内侧包层121的外周面上,并且具有比内侧包层121高的折射率。另外,图3的下部所示的本实施方式涉及的MCF100B为4芯MCF。该MCF100B具备玻璃光纤110B和树脂包覆140。玻璃光纤110B包括沿着光纤轴AX延伸的四个芯111、112、113、114、包层120以及标记130。该MCF100B也与MCF100A同样,玻璃光纤110B中的包层120具有双重包层结构。

[0041] 比较例涉及的MCF600A、600B均具有单一结构的包层620。因而,在通过侧方照明进行MCF的端面观察时,存在截面中的两个芯611、612和标记630的亮度也根据观察光LL的入射方向而发生变化,导致芯识别变难的情况。需要说明的是,这样的不良情况在具有四个芯611、612、613、614的比较例的情况下也同样可能发生。另一方面,根据本实施方式涉及的MCF100A、100B,观察光LL入射到玻璃光纤110A、110B内之后,一边泄漏到内侧包层121内一边在外侧包层122中传播,并到达玻璃光纤110A、110B的背侧。其结果,由于观察光LL在外侧包层122内均匀地分散和/或均匀地扩散之后与两个芯111、112和标记130耦合,因此与两个芯111、112和标记130耦合的观察光LL的光量无论观察光LL的入射方向如何都是稳定的。这样的效果在具有四个芯111、112、113、114的本实施方式中也同样能够得到。

[0042] 附图标记说明

[0043] 100、100A、100B:MCF

[0044] 110、110A、110B:玻璃光纤

[0045] 111、112、113、114:芯

[0046] 120:包层

[0047] 121:内侧包层

[0048] 122:外侧包层

[0049] 130:标记

[0050] 140:树脂包覆

[0051] 150:折射率分布

[0052] 501:光源

[0053] 502:镜元件

[0054] 503:相机

[0055] AX:光纤轴

[0056] L:线

[0057] LL:观察光。

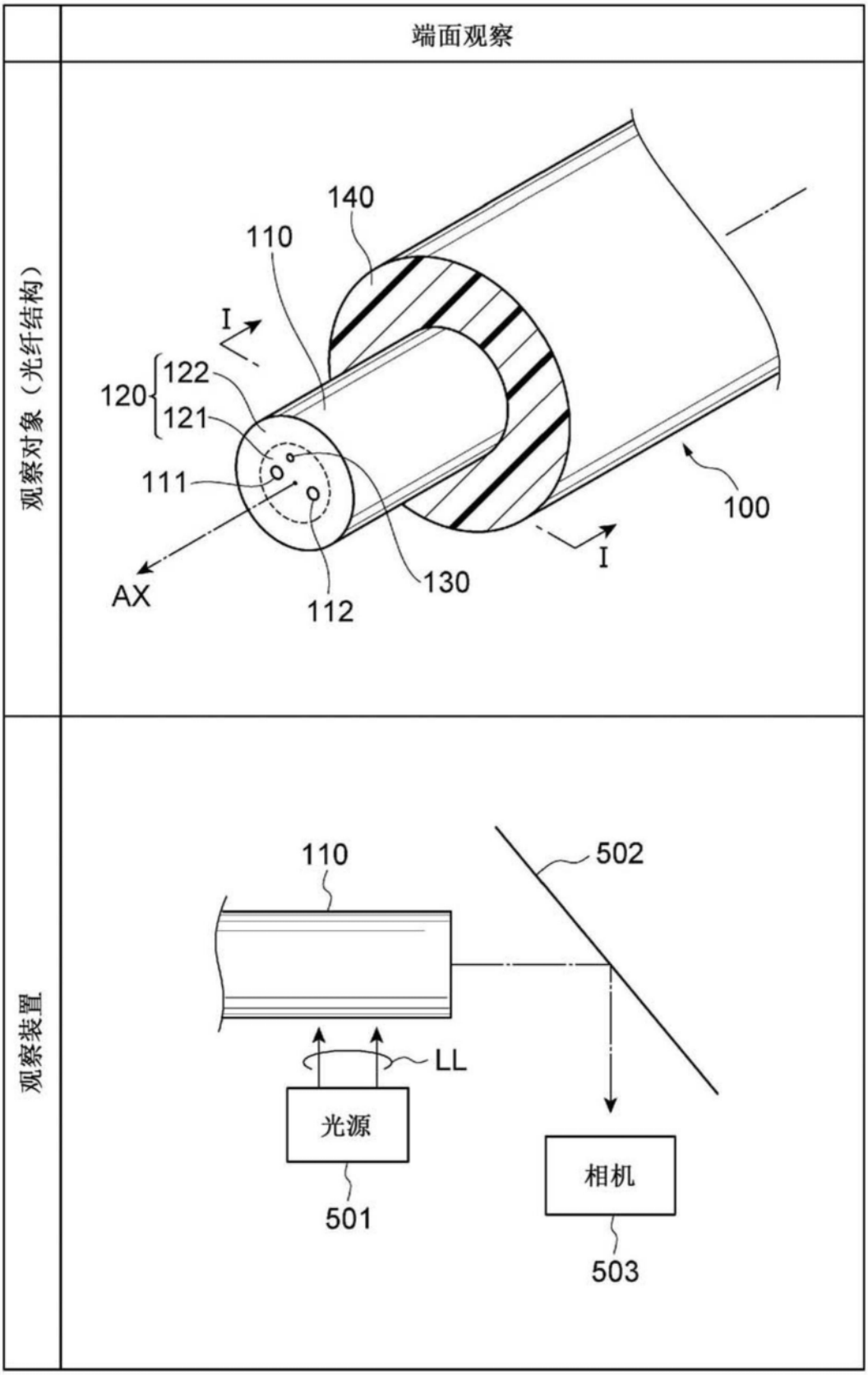

端面观察
观察对象（光纤结构）
140
110
I
120
122
121
111
AX
112
130
I
100
观察装置
110
502
LL
光源
501
相机
503

图1

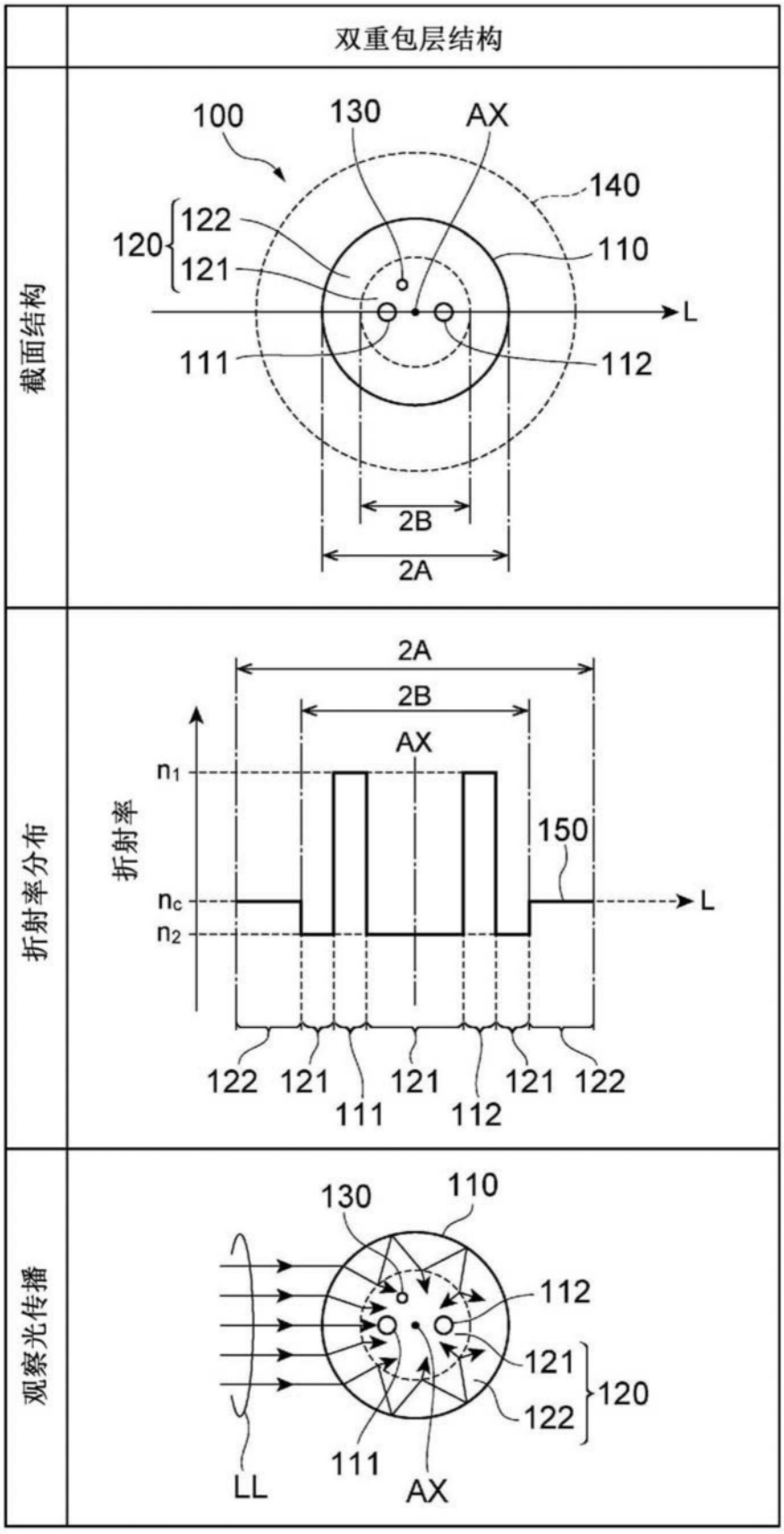

双重包层结构
截面结构
100
130
AX
140
120
122
121
110
L
111
112
2B
2A
折射率分布
2A
2B
AX
n1
150
折射率
nc
n2
L
122
121
111
121
112
121
122
观察光传播
130
110
112
121
120
122
111
AX
LL

图2

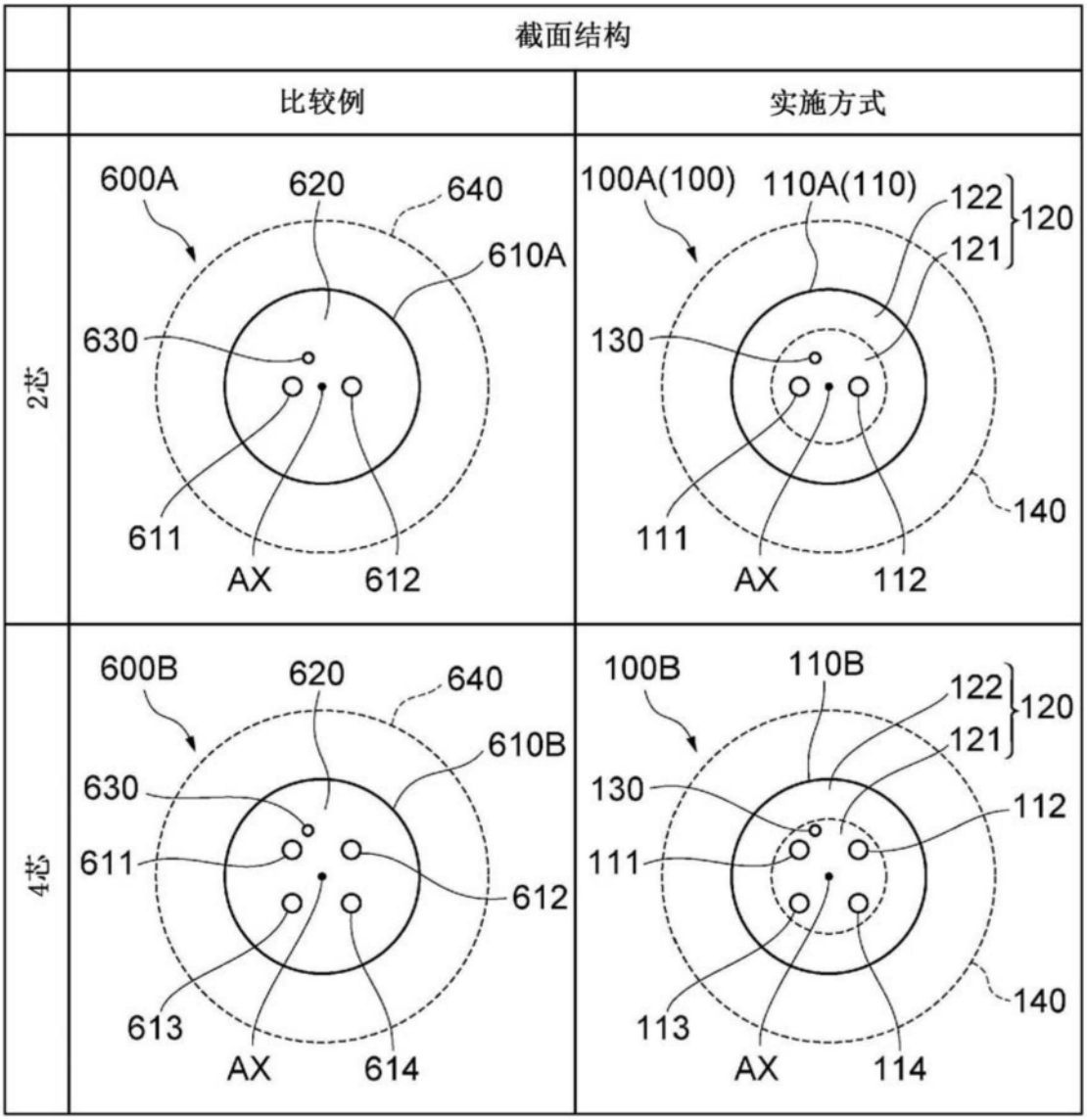

截面结构
比较例
实施方式
2芯
4芯
600A
620
640
610A
630
611
AX
612
100A(100)
110A(110)
122
121
120
130
140
111
AX
112
600B
620
640
610B
630
611
612
613
AX
614
100B
110B
122
121
120
130
112
111
140
113
AX
114

图3