



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119365765 A

(43) 申请公布日 2025. 01. 24

(21) 申请号 202380046530.7

(22) 申请日 2023.05.16

(30) 优先权数据

2022-116411 2022.07.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.12.11

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/018324 2023.05.16

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/018737 JA 2024.01.25

(71) 申请人 住友电气工业株式会社

地址 日本大阪

(72) 发明人 高野纯矢

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

专利代理师 赵曦

(51) Int.Cl.

G01M 11/00 (2006.01)

G01N 21/88 (2006.01)

G02B 6/44 (2006.01)

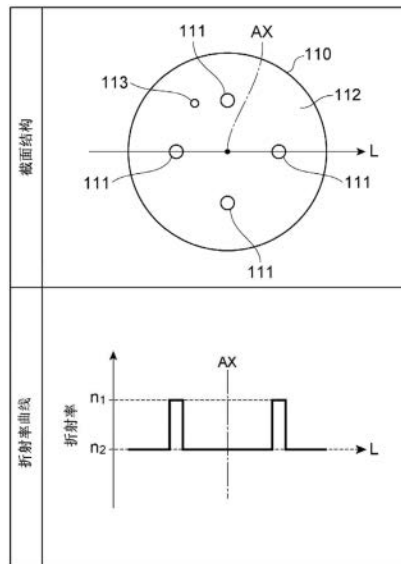
权利要求书1页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称

光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法

(57) 摘要

光纤的端面观察装置是观察包括玻璃光纤以及覆盖玻璃光纤的外周的包覆部的光纤的端面的装置。光纤具有玻璃光纤被包覆部包覆的包覆区域以及玻璃光纤从作为包覆部的端面的包覆端面突出的突出区域。装置具备：光源，向反射面照射光，所述反射面使反射光入射到突出区域的侧面；以及相机，获取突出区域的玻璃端面的观察图像。



1. 一种光纤的端面观察装置，
是观察包括玻璃光纤以及覆盖所述玻璃光纤的外周的包覆部的光纤的端面的装置，
所述光纤具有：
所述玻璃光纤被所述包覆部包覆的包覆区域；以及
所述玻璃光纤从作为所述包覆部的端面的包覆端面突出的突出区域，
所述装置具备：
光源，向反射面照射光，所述反射面使反射光入射到所述突出区域的侧面；以及
相机，获取所述突出区域的玻璃端面的观察图像。
2. 根据权利要求1所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述反射面是所述包覆端面。
3. 根据权利要求1或2所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述包覆部包含包覆树脂。
4. 根据权利要求3所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述光纤是光纤基线，
所述包覆树脂包括覆盖所述玻璃光纤的外周的主树脂层、以及覆盖所述主树脂层的外周的副树脂层。
5. 根据权利要求3所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述光纤是光纤芯线，
所述包覆树脂包括覆盖所述玻璃光纤的外周的主树脂层、覆盖所述主树脂层的外周的副树脂层、以及覆盖所述副树脂层的外周的着色树脂层。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的光纤的端面观察装置，其中，
进一步包括把持所述光纤的光纤支架。
7. 根据权利要求6所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述反射面是所述光纤支架的前端面。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述光源具有朝向所述反射面的发光面，
在所述发光面的中央部设置有空腔部。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述光源照射由可见区域及近红外区域中包括的单一波长或多个波长构成的光。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的光纤的端面观察装置，其中，
所述相机是计算所述光纤的旋转角度的支持图像处理的相机。
11. 一种光纤的端面观察方法，
是观察包括玻璃光纤以及覆盖所述玻璃光纤的外周的包覆部的光纤的端面的方法，具备：
将所述包覆部切断去除，制备所述玻璃光纤被所述包覆部包覆的包覆区域、以及所述玻璃光纤从作为所述包覆部的端面的包覆端面突出的突出区域的工序；
向反射面照射光的工序，所述反射面使反射光入射到所述突出区域的侧面；以及
获取所述突出区域的玻璃端面的观察图像的工序。

光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法

技术领域

[0001] 本公开涉及光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法。本申请主张以2022年7月21日申请的日本申请第2022-116411号为基础的优先权,并引用所述日本申请所记载的所有记载内容。

背景技术

[0002] 有使用从光纤的侧面入射的光(侧方入射光)来观察光纤的端面的方法。侧方入射光中,在低折射率区域中传播的波导模与在纤芯内传播的波导模相比,泄漏损耗非常大,因此在传播到端面为止期间容易衰减。因此,光纤的端面的观察图像显示为越是高折射率区域越亮、越是低折射率区域越暗。

[0003] 专利文献1中记载了有效地去除在光纤的包层中传播的泄漏模的结构(包层模消除器)。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2015-1673号公报

发明内容

[0007] 本公开的一方式所涉及的光纤的端面观察装置是观察包括玻璃光纤以及覆盖玻璃光纤的外周的包覆部的光纤的端面的装置。光纤具有玻璃光纤被包覆部包覆的包覆区域、以及玻璃光纤从作为包覆部的端面的包覆端面突出的突出区域。装置具备:光源,向反射面照射光,所述反射面使反射光入射到突出区域的侧面;以及相机,获取突出区域的玻璃端面的观察图像。

附图说明

[0008] 图1是MCF的立体图。

[0009] 图2是玻璃光纤的截面图及折射率曲线。

[0010] 图3是第一实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。

[0011] 图4是光源的俯视图。

[0012] 图5是第一实施方式所涉及的端面观察方法的流程图。

[0013] 图6是第二实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。

[0014] 图7是第三实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。

[0015] 图8是第四实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。

[0016] 图9是图8所示的MCF及光纤支架的立体图。

[0017] 图10是第五实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。

[0018] 图11是图10所示的MCF及光纤支架的立体图。

具体实施方式

[0019] [本公开要解决的技术问题]

[0020] 例如,在多芯光纤(MCF)中,通过将包层内的标记的折射率设定为比包层的折射率低,使来自纤芯的光难以泄漏。然而,由于包层及标记均为低折射率区域,因此有时标记的识别变得不清晰。

[0021] 本公开的目的在于提供即使是低折射率区域也能够清晰地观察的光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法。

[0022] [本公开的效果]

[0023] 根据本公开,能够提供即使是低折射率区域也能够清晰地观察的光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法。

[0024] [本公开的实施方式的说明]

[0025] 首先,列出本公开的实施方式进行说明。(1)本公开的一方式所涉及的光纤的端面观察装置是观察包括玻璃光纤以及覆盖玻璃光纤的外周的包覆部的光纤的端面的装置。光纤具有玻璃光纤被包覆部包覆的包覆区域、以及玻璃光纤从作为包覆部的端面的包覆端面突出的突出区域。装置具备:光源,向反射面照射光,所述反射面使反射光入射到突出区域的侧面;以及相机,获取突出区域的玻璃端面的观察图像。在该端面观察装置中,从光源照射并在反射面反射的光从侧面入射到突出区域,并从玻璃端面射出。由于突出区域的周围是空气,因此与周围是包覆树脂的情况相比,光的泄漏减少。因此,即使是低折射率区域,也能够清晰地端面观察。

[0026] (2)在上述(1)的光纤的端面观察装置中,反射面也可以是包覆端面。在这种情况下,通过反射能够使从光源照射的光高效地入射到突出区域。

[0027] (3)在上述(1)或(2)的光纤的端面观察装置中,包覆部也可以包含包覆树脂。在这种情况下,由于包覆树脂与玻璃光纤的外周面相接地设置,因此在包覆端面反射的光容易从侧面入射到突出区域。

[0028] (4)在上述(3)的光纤的端面观察装置中,也可以是,光纤是光纤基线,包覆树脂包括覆盖玻璃光纤的外周的主树脂层、以及覆盖主树脂层的外周的副树脂层。即使在这种情况下,在包覆端面反射的光也从侧面入射到突出区域。

[0029] (5)在上述(3)的光纤的端面观察装置中,也可以是,光纤是光纤芯线,包覆树脂包括覆盖玻璃光纤的外周面的主树脂层、覆盖主树脂层的外周面的副树脂层、以及覆盖副树脂层的外周面的着色树脂层。即使在这种情况下,在包覆端面反射的光也从侧面入射到突出区域。

[0030] (6)上述(2)至(4)中任一项的光纤的端面观察装置也可以进一步包括把持光纤的光纤支架。在这种情况下,能够通过光纤支架把持光纤。

[0031] (7)在上述(6)的光纤的端面观察装置中,反射面也可以是光纤支架的前端面。

[0032] (8)在上述(1)至(7)中任一项的光纤的端面观察装置中,也可以是,光源具有朝向反射面的发光面,在发光面的中央部设置有空腔部。在这种情况下,能够有效地向反射面照射光。

[0033] (9)在上述(1)至(8)中任一项的光纤的端面观察装置中,光源也可以照射由可见区域及近红外区域中包括的单一波长或多个波长构成的光。在这种情况下,即使包覆部为

黑色或透明,也能够使光在反射面反射。

[0034] (10)在上述(1)至(9)中任一项的光纤的端面观察装置中,相机也可以是计算光纤的旋转角度的支持图像处理相机。在这种情况下,能够进行光纤的精密的旋转调心。

[0035] (11)本公开的一方式所涉及的光纤的端面观察方法是观察包括玻璃光纤以及覆盖玻璃光纤的外周的包覆部的光纤的端面的方法,具备:将包覆部切断去除,制备玻璃光纤被包覆部包覆的包覆区域、以及玻璃光纤从作为包覆部的端面的包覆端面突出的突出区域的工序;向反射面照射光的工序,所述反射面使反射光入射到突出区域的侧面;以及获取突出区域的玻璃端面的观察图像的工序。在该端面观察方法中,从光源照射并在反射面反射的光从侧面入射到突出区域,并从玻璃端面射出。由于突出区域的周围是空气,因此与周围是包覆树脂的情况相比,光的泄漏减少。因此,即使是低折射率区域,也能够清晰地进行端面观察。

[0036] [本公开的实施方式的详情]

[0037] 以下参照附图对本公开的光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法的具体例进行说明。需要说明的是,本发明并不限于这些示例,而是由权利要求书表示,意图包括与权利要求书等同的含义及范围内的所有变更。在附图的说明中,对相同的要素标注相同的附图标记,并省略重复的说明。

[0038] (第一实施方式)

[0039] 参照图1及图2,以MCF为例对通过第一实施方式所涉及的光纤的端面观察装置及光纤的端面观察方法进行端面观察的光纤进行说明。图1是MCF的立体图。图2的上段是沿图1的II-II线的玻璃光纤的截面图。

[0040] 图2的下段是沿图2的上段所示的线L的玻璃光纤的折射率曲线。如图1所示,MCF100具备玻璃光纤110和包覆树脂120。玻璃光纤110具有四个纤芯111、包层112、以及用于识别各纤芯111的标记113。

[0041] 如图1及图2所示,在与MCF100的中心轴AX正交的截面上,多个纤芯111等间隔地配置于以中心轴AX为中心的圆的圆周上。MCF100例如是方形四芯MCF,纤芯111的数量为四。纤芯111的折射率 n_1 比包层112的折射率 n_2 高。包层112是包裹多个纤芯111及标记113的公共包层。标记113具有比折射率 n_1 低、且与折射率 n_2 不同的折射率。标记113配置于破坏多个纤芯111的配置的对称性的位置、即相对于多个纤芯111的配置的对称性呈非对称的位置。标记113的直径比纤芯111的直径短。

[0042] 包覆树脂120构成覆盖玻璃光纤110的外周(外缘)的包覆部C。即,包覆部C包含包覆树脂120。包覆树脂120与玻璃光纤110的外周面相接地设置。包覆树脂120包括一次包覆121及二次包覆122。一次包覆121包括主树脂层123及副树脂层124。主树脂层123覆盖玻璃光纤110的外周。副树脂层124覆盖主树脂层123的外周。主树脂层123及副树脂层124也可以根据需要而包含透明或不透明的着色油墨。

[0043] 二次包覆122覆盖一次包覆121的外周。二次包覆122是包含透明或不透明的着色油墨的着色树脂层。二次包覆122为了确保识别性或机械强度而设置。由玻璃光纤110及一次包覆121构成的光纤被称为光纤基线。由玻璃光纤110、一次包覆121及二次包覆122构成的光纤被称为光纤芯线。本实施方式的MCF100是光纤芯线。

[0044] 玻璃光纤110具有包覆区域R1及突出区域R2。包覆区域R1及突出区域R2是玻璃光

纤110的长度方向的区域,在玻璃光纤110的长度方向上彼此相邻。包覆区域R1的外周被包覆树脂120覆盖。突出区域R2从作为包覆树脂120的端面的包覆端面120a沿中心轴AX突出。突出区域R2的沿中心轴AX的长度例如为数毫米至数十毫米左右。

[0045] 在突出区域R2中,包覆树脂120被切断去除。即,包覆端面120a是包覆去除面。包覆端面120a例如相对于中心轴AX垂直地设置。突出区域R2从包覆树脂120露出。突出区域R2具有作为玻璃光纤110的长度方向的一个端面的玻璃端面110a。玻璃端面110a是相对于中心轴AX垂直地切断的切断面。

[0046] 在标记113的折射率比包层112的折射率 n_2 高的情况下,需要使标记113的直径比纤芯111的直径短、或者使标记113的折射率比纤芯111的折射率 n_1 低。由此,可抑制在纤芯111内传播的模与在标记113内传播的模的耦合。因此,可抑制向在纤芯111内传播的信号光混入噪声。

[0047] 在MCF100的纤芯密度进一步增大、标记113与纤芯111的距离变短的结构中,为了将标记113与纤芯111之间的信号光的干扰抑制在最小限度,标记113的折射率也可以比包层112的折射率 n_2 低。然而,在使用了侧方入射光的端面观察中,有时作为低折射率区域的标记113的识别变得不清晰。在这种情况下,不能识别纤芯111。

[0048] 图3是第一实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。如图3所示,端面观察装置1具备光源2及相机3。光源2向包覆端面120a照射光。光源2也可以能够在周向(全周即360度)上均匀地照射包覆端面120a。光源2例如在沿中心轴AX的方向(轴向)上相比于包覆端面120a配置于玻璃端面110a侧。光源2可以在轴向上配置于包覆端面120a与玻璃端面110a之间,也可以配置于比玻璃端面110a更远离包覆端面120a的位置。光源2只要至少能够向包覆端面120a照射光即可,也可以照射玻璃端面110a。

[0049] 图4是光源的俯视图。如图3及图4所示,光源2具有朝向包覆端面120a的发光面2a。光源2是空腔型光源,在发光面2a的中央部设置有空腔部2b。光源2例如以使中心轴AX通过空腔部2b的方式配置。光源2例如为框状或环状。光源2在连结玻璃端面110a的中心与相机中心的观察轴上不具有发光元件。发光面2a的外缘及空腔部2b例如在从轴向观察时为圆形状。即,光源2为圆形框状或圆环状。光源2也可以为矩形框状或矩形环状,发光面2a的外缘及空腔部2b在从轴向观察时为矩形状。光源2也可以为多边形框状或多边形环状。通过空腔型光源,能够有效地向包覆端面120a照射光。光源2并不限于不间断地连续的框状或环状,也可以具有间断的部分。

[0050] 相机3通过摄像元件拍摄从玻璃端面110a射出的光,获取突出区域R2的玻璃端面110a的观察图像。相机3例如是计算MCF100的旋转角度的支持图像处理的相机。通过支持图像处理的相机,能够进行MCF100的精密的旋转调心。相机3例如以与玻璃端面110a对置的方式配置于中心轴AX上。

[0051] 从光源2射出的光L1照射到包覆端面120a。光L1中的被包覆端面120a反射的光L2、透过包覆端面120a后在包覆树脂120的内部后向散射的光L3从侧面入射到玻璃光纤110的突出区域R2,并从玻璃端面110a射出。即,光源2向包覆端面120a照射光,该包覆端面120a是使作为反射光的光L2入射到突出区域R2的侧面的反射面。

[0052] 突出区域R2的周围不是包覆树脂120而是空气。因此,在光L2、L3在低折射率区域中传播的模中,与周围是包覆树脂120的现有的侧方入射相比,泄漏减少。另外,光L2在玻璃

光纤110中传播的传播长度为突出区域R2的长度以下,与现有的侧方入射的传播长度相比减少。光L3在玻璃光纤110中传播的传播长度与现有的侧方入射的传播长度相比也减少。像这样,在光L2、L3在低折射率区域中传播的模式中,与现有的侧方入射相比,传播长度减少,因此衰减量减少。通过以上方案,即使是低折射率区域,也能够清晰地进行端面观察。

[0053] 光源2照射由可见区域及近红外区域中包括的单一波长或多个波长构成的光。光源2例如是白色光源,照射包括可见区域的所有光的白色光。如果包覆树脂120为黑色或透明以外的情况,则能够使光在包覆端面120a充分地反射。可见区域是波长为360nm以上且800nm以下的区域。近红外区域是波长为800nm以上且2500nm以下的区域。

[0054] 光源2例如也可以照射近红外光。在包覆树脂120为黑色或透明的情况下,使用白色光源有可能无法充分地得到包覆端面120a的反射光。即使在这种情况下,使用近红外波长的光源也能够充分地得到包覆端面120a的反射光。因此,即使是低折射率区域,也能够进行清晰的玻璃端面110a的观察。在这种情况下,相机3需要能够检测使用光源波长。根据以上内容,从光源2照射的光的波长包括在可见区域至近红外区域是重要的。

[0055] 图5是示出第一实施方式所涉及的端面观察方法的流程图。第一实施方式所涉及的端面观察方法使用端面观察装置1进行。如图5所示,端面观察方法包括准备工序S1、照射工序S2和摄像工序S3。在准备工序S1中,切断作为测定对象的MCF,去除端部的包覆树脂120。即,在准备工序S1中,切断去除包覆部C,制备玻璃光纤110被包覆部C包覆的包覆区域R1、以及玻璃光纤110从作为包覆部C的端面的包覆端面120a突出的突出区域R2。接着,将所得到的MCF100以使玻璃端面110a与相机3在轴向上对置的方式配置于端面观察装置1。在照射工序S2中,使用光源2向包覆端面120a照射光L1。光L1中的被包覆端面120a反射的光L2入射到突出区域R2的侧面。即,在照射工序S2中,向包覆端面120a照射光L1,该包覆端面120a是使作为反射光的光L2入射到突出区域R2的侧面的反射面。在摄像工序S3中,使用相机3,通过摄像元件拍摄从玻璃端面110a射出的光,获取玻璃端面110a的观察图像。

[0056] 如以上说明的那样,根据第一实施方式所涉及的端面观察装置1及端面观察方法,在包覆端面120a反射的光L2、透过包覆端面120a后在包覆树脂120的内部后向散射的光L3从侧面入射到突出区域R2,并从玻璃端面110a射出。由于突出区域R2的周围是空气,因此与周围是包覆树脂的情况相比,光的泄漏减少。另外,光L2、L3在玻璃光纤110中传播的传播长度与现有的侧方入射的传播长度相比减少,因此衰减量减少。通过以上方案,即使是低折射率区域,也能够清晰地进行端面观察。

[0057] 由于包覆树脂120与玻璃光纤110的外周面相接地设置,因此在包覆端面120a反射的光L2容易从侧面入射到突出区域R2。

[0058] (第二实施方式)

[0059] 图6是第二实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。如图6所示,第二实施方式所涉及的端面观察装置1A在进一步具备至少一个以上的反射镜元件4这一点上与端面观察装置1不同。从玻璃端面110a射出的光经由至少一个以上的反射镜元件4而到达相机3。虽然省略图示,但在从光源2照射的光到达包覆端面120a为止期间,也可以经由至少一个以上的反射镜元件4。重要的是光源2照射包覆端面120a,如果来自光源2的光经由反射镜元件4等,则光源2的设置位置不受限制。

[0060] (第三实施方式)

[0061] 图7是第三实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。如图7所示,第三实施方式所涉及的端面观察装置1B在取代具备作为空腔型光源的光源2(参照图3)而具有多个光源2这一点上与端面观察装置1不同。在端面观察装置1B中,例如两个相同的光源2隔着相机3上下配置。需要说明的是,仅图示从一个光源2射出的光的光路,省略从另一个光源2射出的光的光路的图示。重要的是光源2向包覆端面120a照射光L1,能够适当设定光源2的个数或照射角度。光源2至少向包覆端面120a照射光L1即可,来自光源2的光也可以照射到玻璃端面110a等其他部分。

[0062] (第四实施方式)

[0063] 图8是第四实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。图9是图8所示的MCF及光纤支架的立体图。如图8及图9所示,第四实施方式所涉及的端面观察装置1C在进一步具备把持MCF100的光纤支架5这一点上与端面观察装置1不同。光纤支架5与包覆树脂120一起构成包覆部C。即,在端面观察装置1C中,包覆部C除了包括包覆树脂120之外,进一步包括光纤支架5。

[0064] 光纤支架5具备基板6及夹持部7。在基板6上设置有V槽8,在该V槽8上设置有MCF100。夹持部7在MCF100设置于V槽8上的状态下配置于基板6上,被向基板6按压。由此,把持MCF100。光纤支架5把持包覆树脂120中的突出区域R2的附近。

[0065] 光纤支架5具有靠近突出区域R2的前端面5a。前端面5a是朝向轴向的面,例如是相对于中心轴AX垂直的面。光纤支架5在使包覆树脂120的一部分与突出区域R2一起从前端面5a突出的状态下把持MCF100。在端面观察装置1C中,前端面5a与包覆端面120a一起构成包覆部C的包覆端面。即,前端面5a能够与包覆端面120a一起构成使光L1反射、并使光L2入射到突出区域R2的侧面的反射面。

[0066] (第五实施方式)

[0067] 图10是第五实施方式所涉及的端面观察装置的构成图。图11是图10所示的MCF及光纤支架的立体图。如图10及图11所示,第五实施方式所涉及的端面观察装置1D,光纤支架5在不使包覆树脂120从前端面5a突出、而使包覆端面120a与前端面5a对齐的状态下把持MCF100,在这一点上与端面观察装置1C不同。在端面观察装置1D中,前端面5a与包覆端面120a一起构成包覆部C的包覆端面。即,前端面5a能够与包覆端面120a一起构成使光L1反射、并使光L2入射到突出区域R2的侧面的反射面。

[0068] 在端面观察装置1D中,也能够通过来自包覆端面120a的反射光进行端面观察。通常,为了减少观察系统的杂散光而对光纤支架5实施黑色耐酸铝处理等表面处理,从而抑制光的反射。因此,从光源2照射的光L1被前端面5a吸收、散射,使反射光不能充分地到达突出区域R2的侧面。

[0069] 在端面观察装置1C中,从光源2照射的光L1也入射到从前端面5a突出的包覆树脂120的侧方。该侧方入射光一边在包覆树脂120中向包覆端面120a侧散射,一边从包覆树脂120的内周面入射到玻璃光纤110的侧方。其结果,侧方入射光量增大,因此在端面观察装置1C中,能够比端面观察装置1D更清晰地进行端面观察。

[0070] 在端面观察装置1C、1D中,也可以提高前端面5a的反射率。例如,也可以在光纤支架5的表面进行白色耐酸铝处理等提高反射率的加工。另外,光纤支架5也可以由反射率高的金属部件构成。在这种情况下,例如,即使是包覆端面120a被光纤支架5覆盖的构成,也能

够使来自光源2的光在前端面5a反射,并使反射光入射到突出区域R2的侧面。因此,即使是低折射率区域,也能够清晰地进行端面观察。

[0071] 以上的说明包括以下附记的特征。

[0072] [附记1]

[0073] 一种光纤的端面观察装置,

[0074] 是观察包括玻璃光纤的光纤的端面的装置,所述玻璃光纤具有外周被包覆部覆盖的包覆区域、以及从所述包覆部的包覆端面突出的突出区域,

[0075] 具备:

[0076] 光源,向所述包覆端面照射光;以及

[0077] 相机,获取所述突出区域的玻璃端面的观察图像。

[0078] [附记2]

[0079] 一种光纤的端面观察方法,

[0080] 是观察包括玻璃光纤的光纤的端面的方法,所述玻璃光纤具有外周被包覆部覆盖的包覆区域、以及从所述包覆部的包覆端面突出的突出区域,

[0081] 具备:

[0082] 向所述包覆端面照射光的工序;以及

[0083] 获取所述突出区域的玻璃端面的观察图像的工序。

[0084] 以上,对实施方式进行了说明,但本公开不必限定于上述的实施方式及变形例,在不脱离其主旨的范围内能够进行各种变更。

[0085] 对进行端面观察的光纤为MCF100的情况进行了说明,但纤芯数、纤芯配置及折射率结构并不限定于上述的例子。光纤也可以是具有应力赋予部的偏振保持光纤。应力赋予部一般通过添加硼而构成,具有比包层的折射率低的折射率,因此本公开的端面观察装置及端面观察方法是有效的。

[0086] 上述实施方式及变形例也可以适当组合。

[0087] 附图标记说明

[0088] 1、1A、1B、1C、1D端面观察装置

[0089] 2 光源

[0090] 2a 发光面

[0091] 2b 空腔部

[0092] 3 相机

[0093] 4 反射镜元件

[0094] 5 光纤支架

[0095] 5a 前端面

[0096] 6 基板

[0097] 7 夹持部

[0098] 8 V槽

[0099] 100MCF

[0100] 110 玻璃光纤

[0101] 110a 玻璃端面

- [0102] 111 纤芯
- [0103] 112 包层
- [0104] 113 标记
- [0105] 120 包覆树脂
- [0106] 120a 包覆端面
- [0107] 121 一次包覆
- [0108] 122 二次包覆
- [0109] 123 主树脂层
- [0110] 124 副树脂层
- [0111] AX 中心轴
- [0112] C 包覆部
- [0113] L 线
- [0114] L1、L2、L3光
- [0115] n_1 、 n_2 折射率。

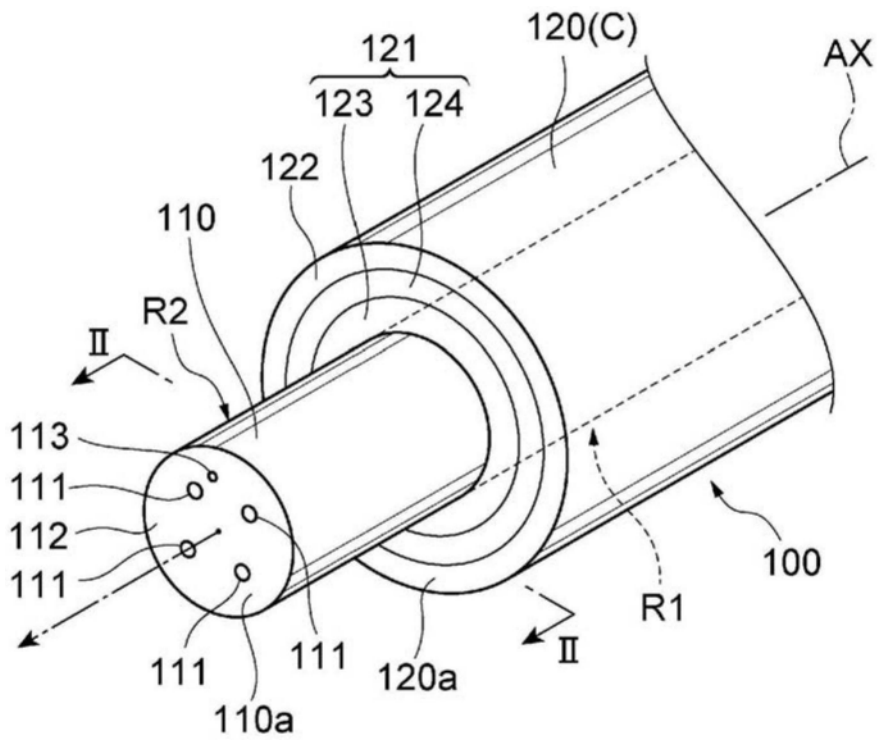


图1

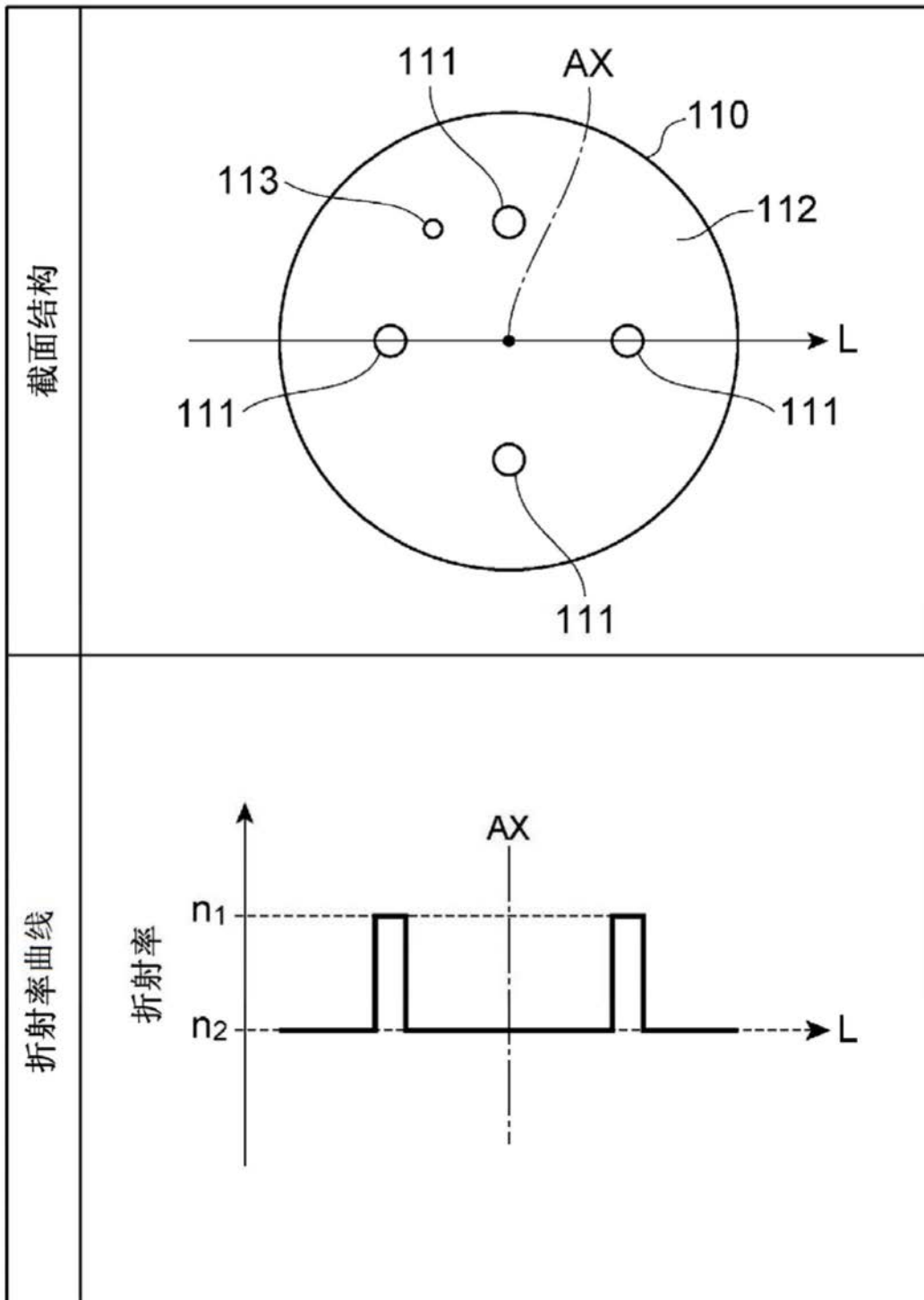


图2

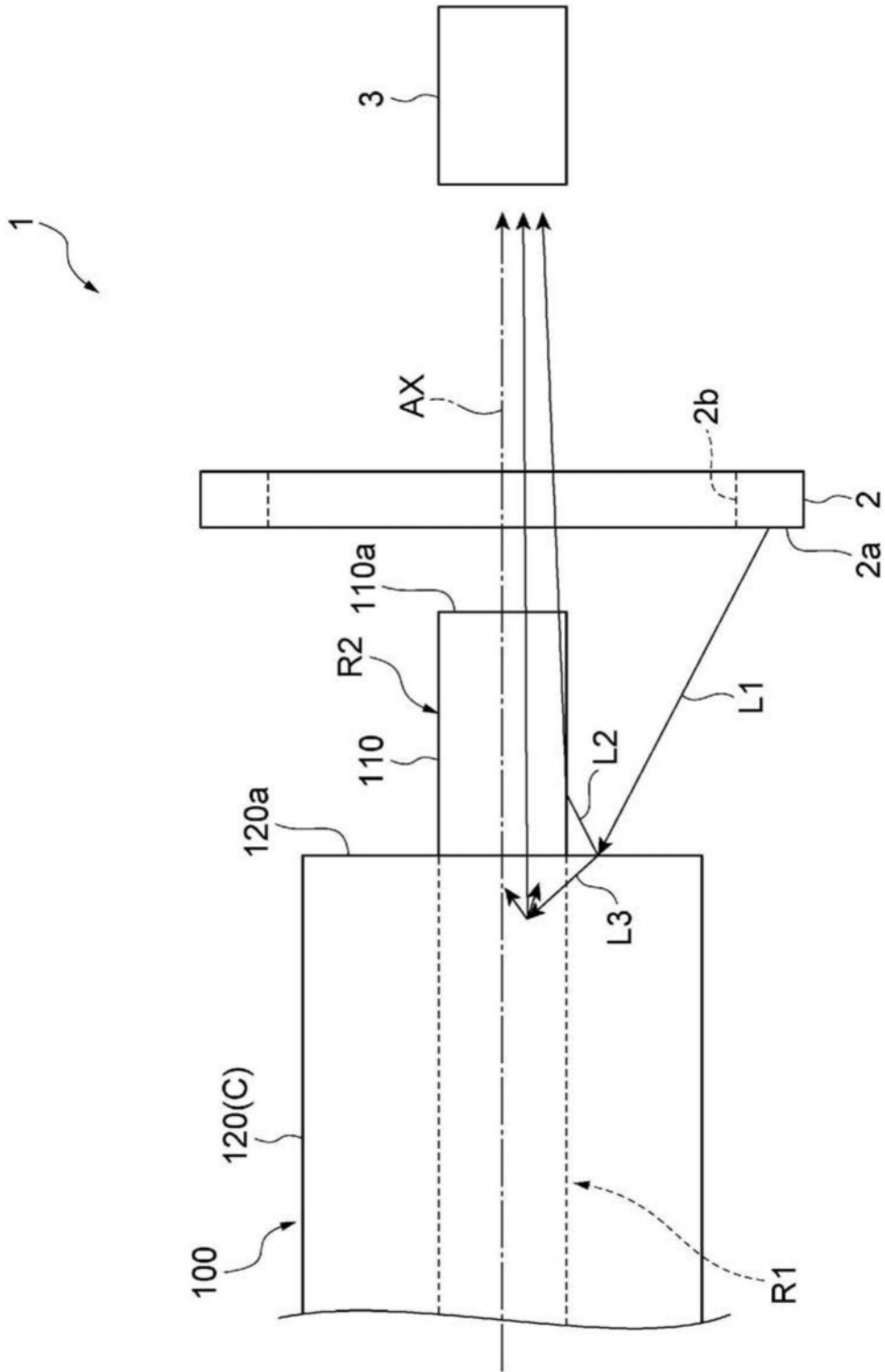


图3

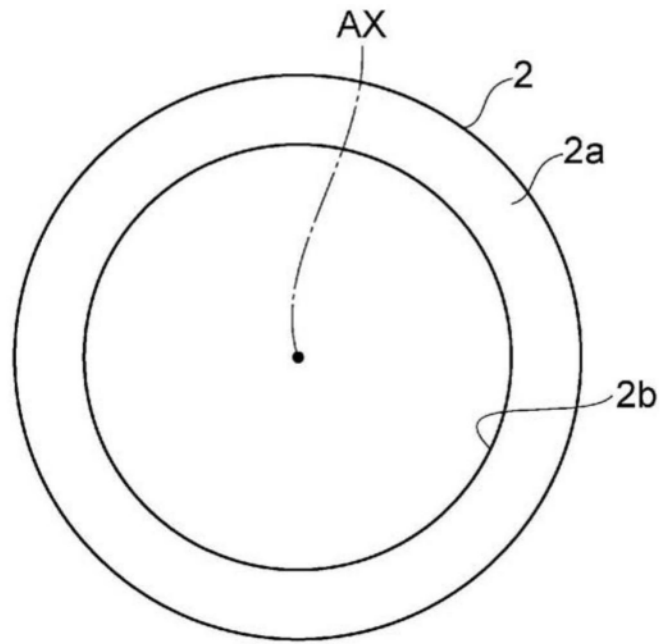


图4

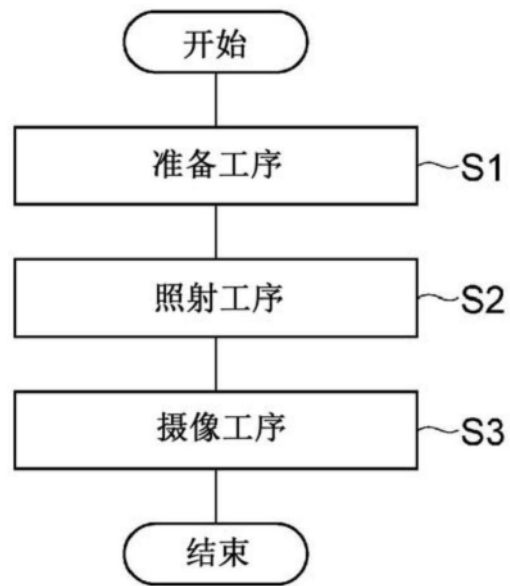


图5

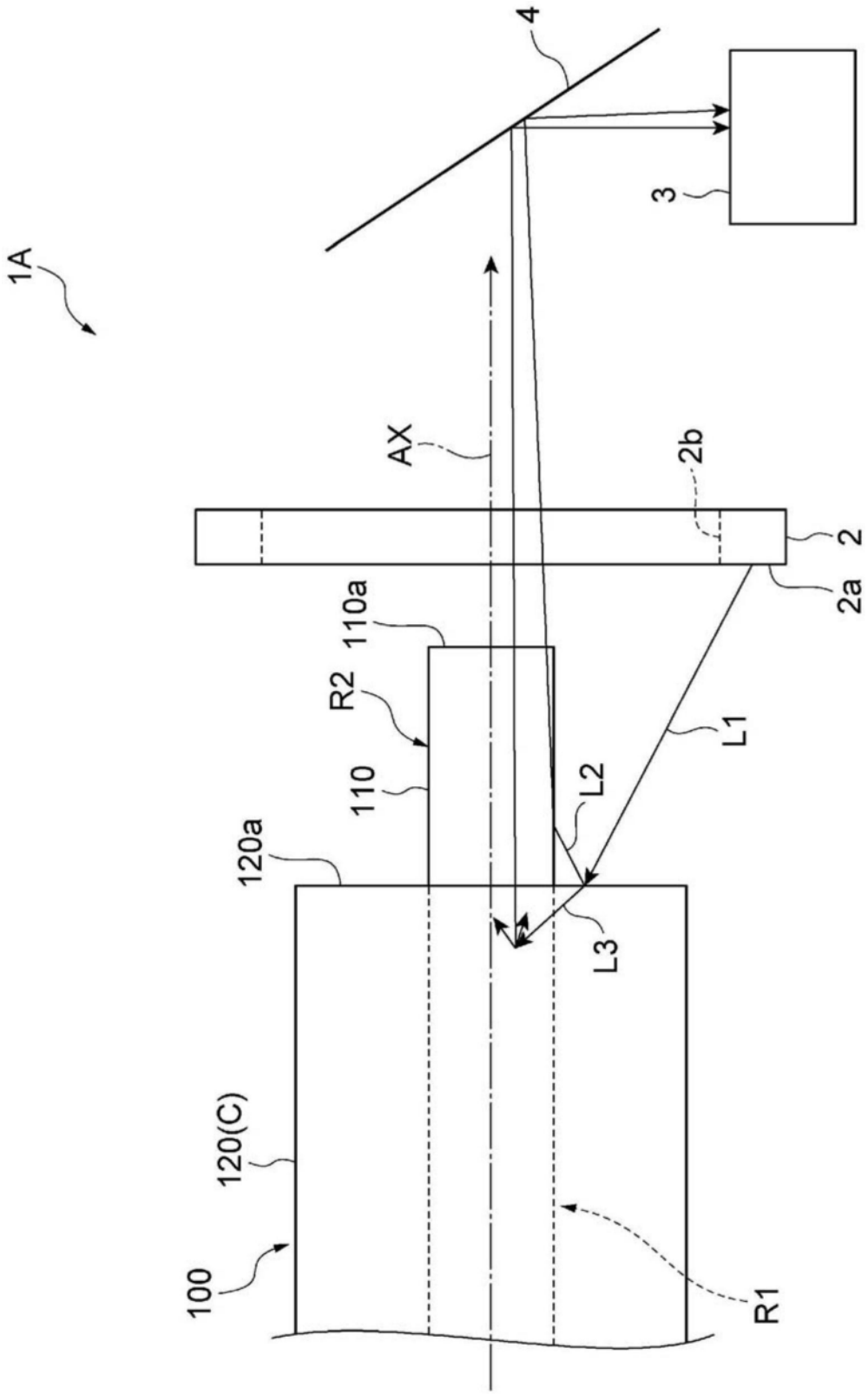


图6

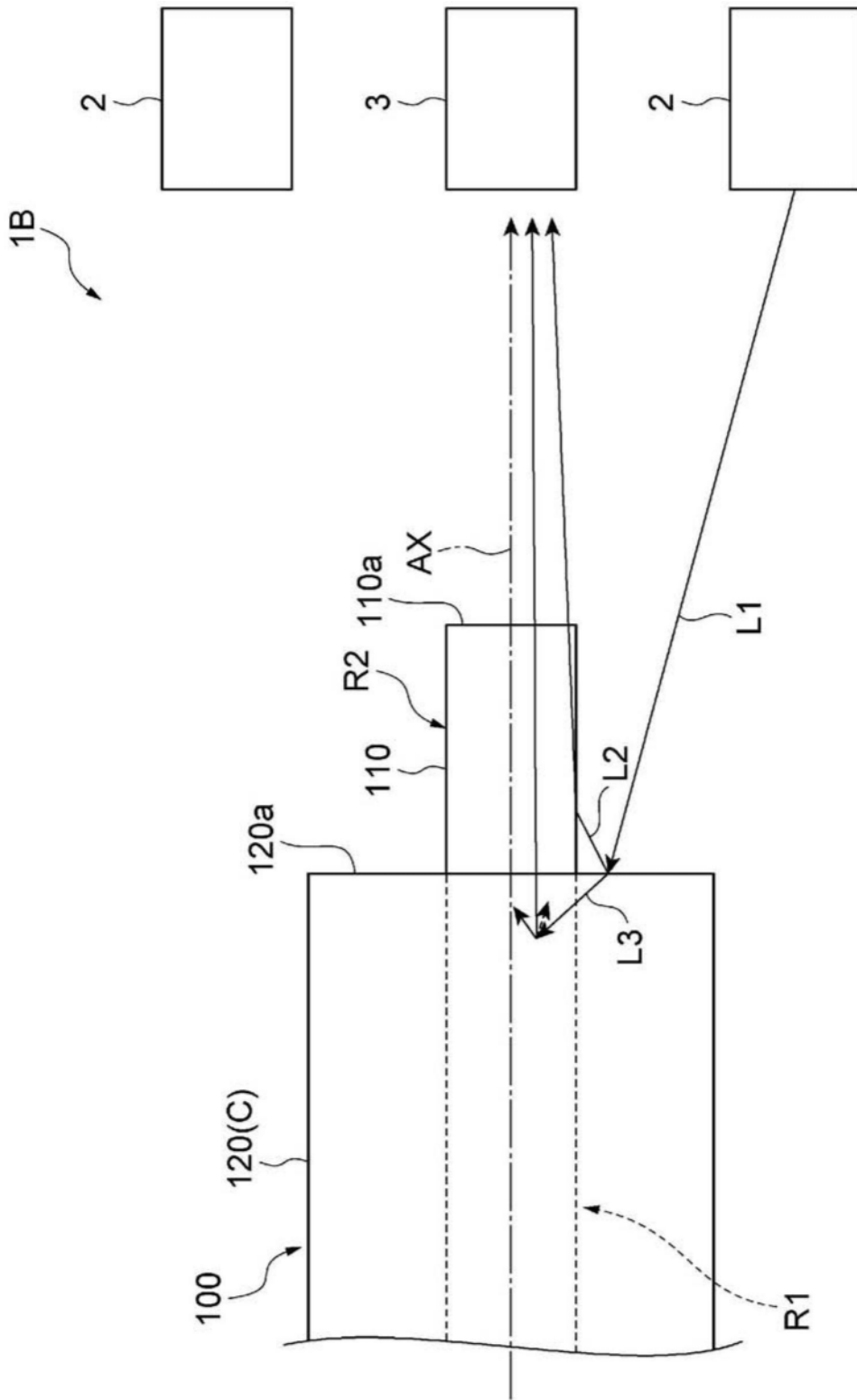


图7

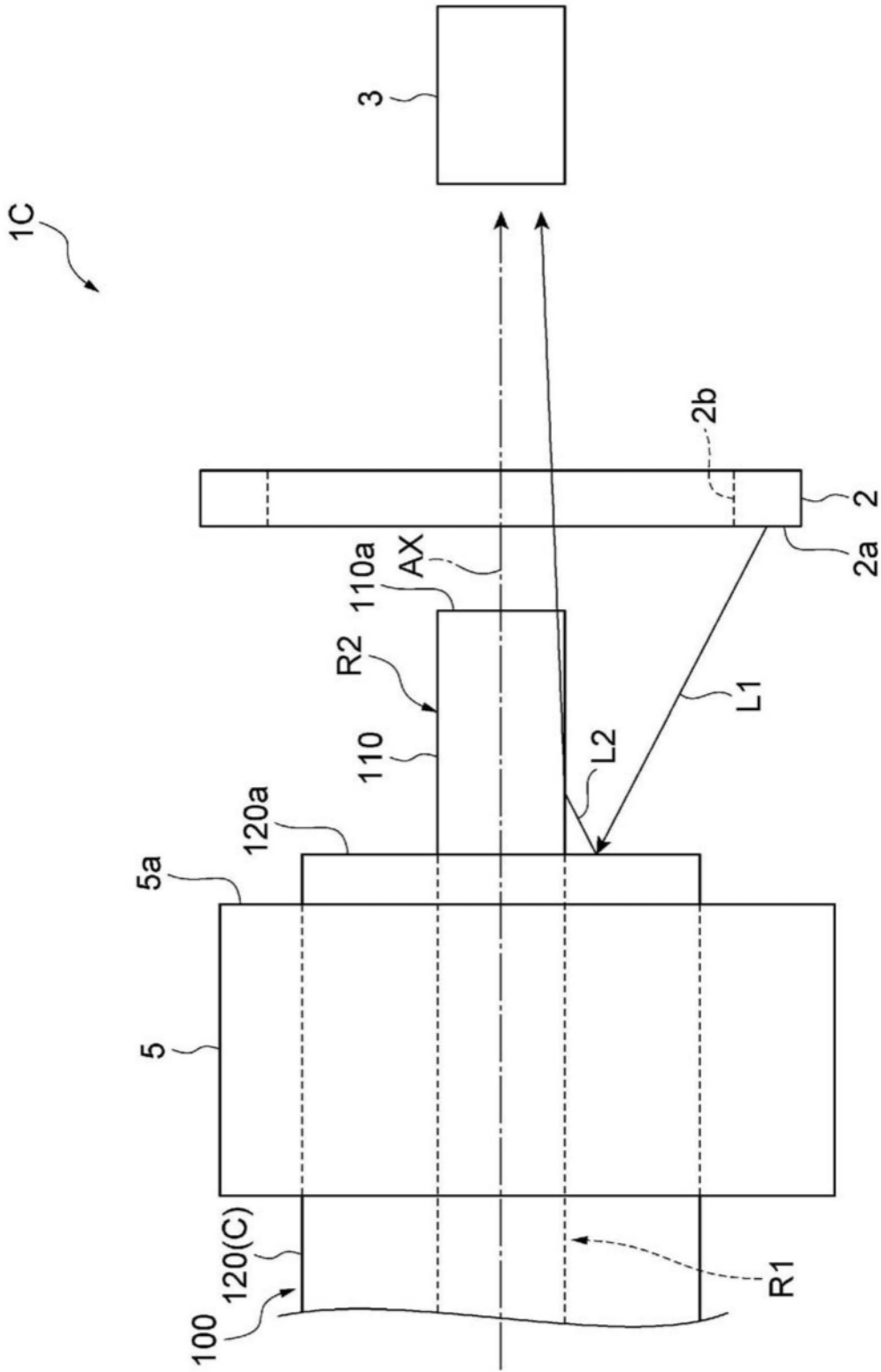


图8

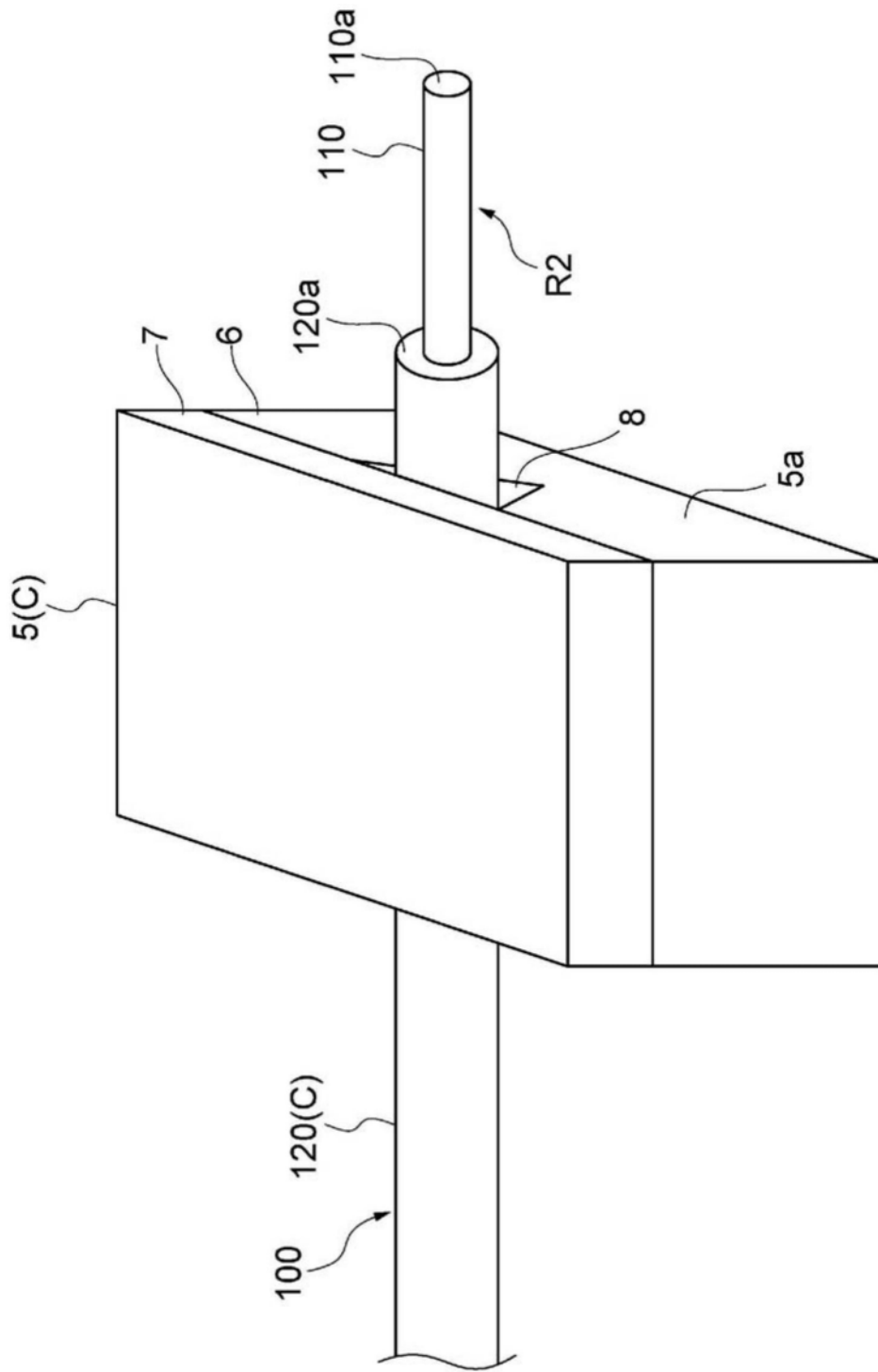


图9

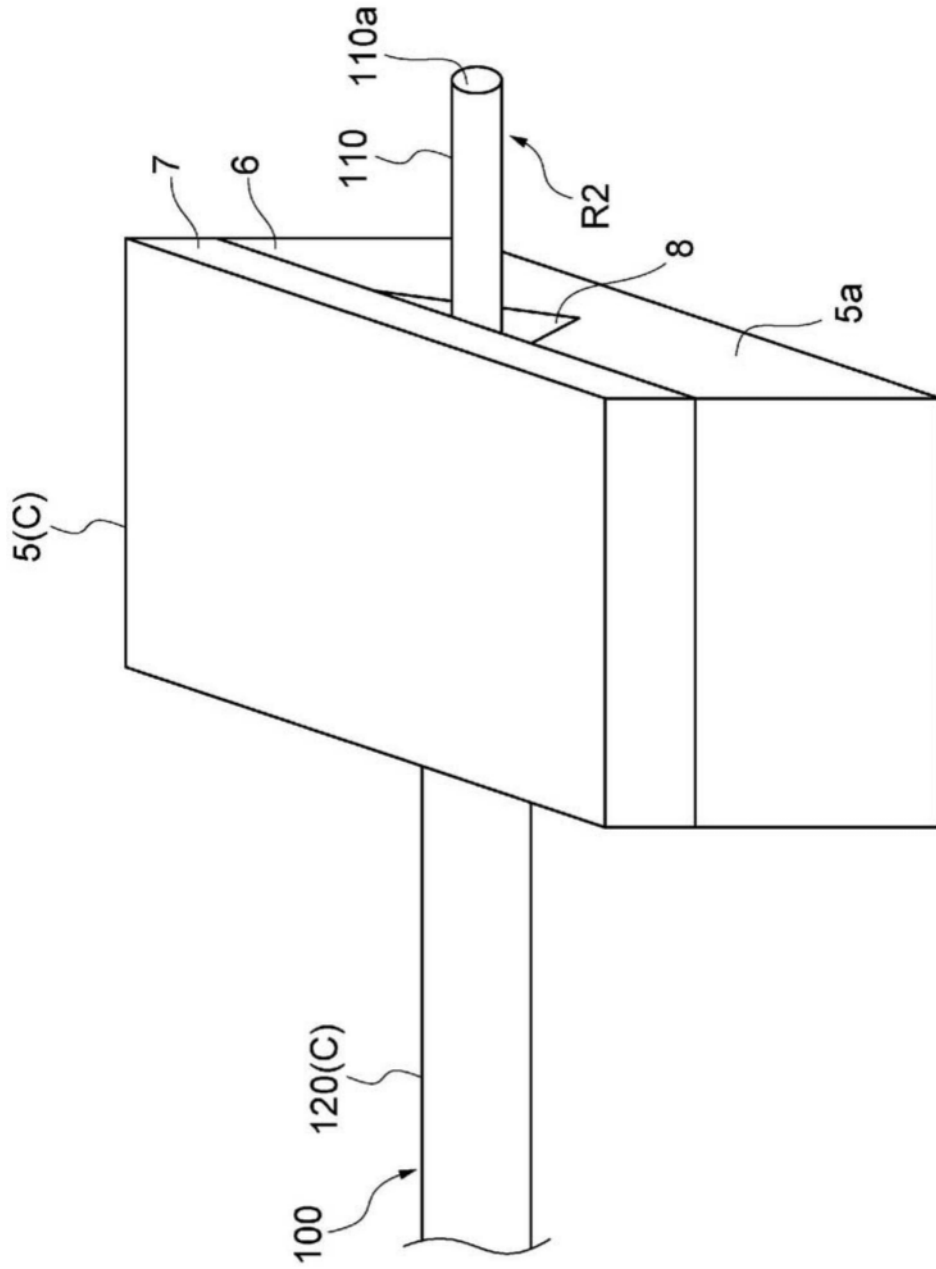


图11