(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119212956 A
(43)申请公布日 2024.12.27

(21)申请号 202380043360.7
(22)申请日 2023.07.24
(30)优先权数据
2022-118756 2022.07.26 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.11.27
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2023/027018 2023.07.24
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2024/024729 JA 2024.02.01
(71)申请人 株式会社藤仓
地址 日本东京都
(72)发明人 高桥纯一
(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002
专利代理师 蔡飞飞 刘余婷
(51)Int.Cl.
C03B 37/014(2006.01)

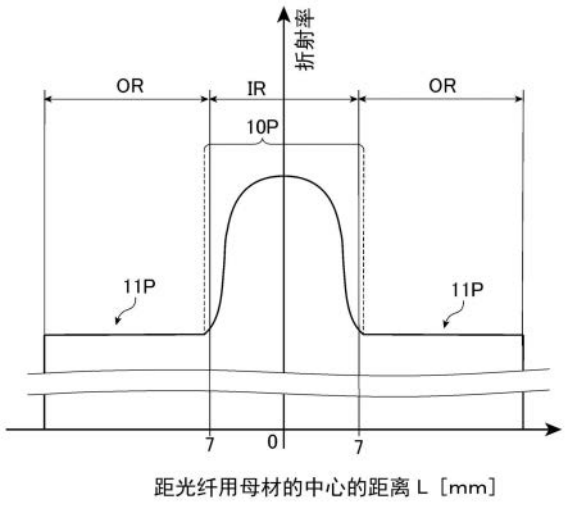
权利要求书1页 说明书10页 附图3页

(54)发明名称

光纤用母材、光纤用母材的折射率分布的测量方法以及光纤用母材的制造方法

(57)摘要

光纤用母材(1P)具有折射率分布,该折射率分布包含重复折射率增减的变动(20)的变动区域,变动区域的至少一部分包含于距光纤用母材(1P)的中心的距离(L)为7mm以上的外侧区域(OR),外侧区域(OR)中的变动(20)的径向的宽度(20W)小于2μm。



CN 119212956 A

1.一种光纤用母材,其具有折射率分布,所述折射率分布包含重复折射率增减的变动的变动区域,其特征在于,

所述变动区域的至少一部分包含于距所述光纤用母材的中心的距离为7mm以上的外侧区域,

所述外侧区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

2.根据权利要求1所述的光纤用母材,其特征在于,

所述外侧区域的整个区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

3.根据权利要求1或2所述的光纤用母材,其特征在于,

越靠所述中心侧,所述变动的所述宽度越大。

4.根据权利要求1至3中的任一项所述的光纤用母材,其特征在于,

在距所述中心的距离小于7mm的内侧区域包含有所述变动的所述宽度为2μm以上的区域。

5.根据权利要求1至4中的任一项所述的光纤用母材,其特征在于,

具备:棒状的纤芯玻璃体和包层玻璃体,所述包层玻璃体具有与所述纤芯玻璃体不同的折射率,包围所述纤芯玻璃体的外周面,

所述纤芯玻璃体仅位于距所述中心的距离小于7mm的内侧区域。

6.一种光纤用母材的折射率分布的测量方法,

以激光从与光纤用母材的长度方向垂直的方向入射到所述光纤用母材的方式,使所述光纤用母材和发射所述激光的发光部向朝向所述光纤用母材的中心的方向或远离所述光纤用母材的中心的方向相对地移动并使所述激光扫描,基于从所述光纤用母材发射的所述激光的折射角测量所述光纤用母材的折射率分布,所述测量方法的特征在于,

所述光纤用母材是权利要求1至5中任一项所述的光纤用母材,

所述激光入射到所述光纤用母材时的所述激光的直径为20μm以上40μm以下。

7.一种光纤用母材的制造方法,其特征在于,具备:

玻璃部件形成工序,其使玻璃微粒多层地堆积于绕轴旋转的玻璃棒而形成多孔玻璃体,对所述多孔玻璃体进行烧结,形成具有折射率分布的棒状的玻璃部件,所述折射率分布包含重复折射率增减的变动的变动区域;以及

拉伸工序,其对所述玻璃部件进行拉伸,

所述玻璃部件形成工序中的所述玻璃棒的旋转速度以及所述拉伸工序中的所述玻璃部件的拉伸率被设定为:所述拉伸工序后的所述玻璃部件的折射率分布中的所述变动区域的至少一部分包含于距该玻璃部件的中心的距离为7mm以上的外侧区域,并且所述外侧区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

8.根据权利要求7所述的光纤用母材的制造方法,其特征在于,

所述玻璃棒的旋转速度为20rpm以上40rpm以下。

9.根据权利要求7或8所述的光纤用母材的制造方法,其特征在于,

所述拉伸率被设定为所述外侧区域的整个区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

光纤用母材、光纤用母材的折射率分布的测量方法以及光纤用母材的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤用母材、光纤用母材的折射率分布的测量方法以及光纤用母材的制造方法。

背景技术

[0002] 作为制造光纤的制造中使用的光纤用母材的方法,已知如下方法,使用OVD法(Outside Vapor Deposition method:外部气相沉积法)、VAD法(Vapor Phase Axial Deposition method:气相轴向沉积法)等使玻璃微粒多层地堆积于绕轴旋转的玻璃棒而形成多孔玻璃体,对该多孔玻璃体进行烧结。

[0003] 有时使用预制件分析仪对这样得到的光纤用母材的折射率分布进行测量。预制件分析仪通过使激光从与光纤用母材的长度方向垂直的方向入射并且在径向上扫描,对从光纤用母材发射的激光的折射角进行测量,从而测量光纤用母材的折射率分布。

[0004] 如上所述,光纤用母材是将堆积有多层玻璃微粒的多孔玻璃体进行烧结而成的。因此,在光纤用母材形成有与玻璃微粒的各个层对应的玻璃层,在光纤用母材的折射率分布中,产生与这些玻璃层对应的细微的折射率的波动,折射率分布成为重复折射率增减的变动的分布。认为这是由于成为玻璃层的玻璃微粒的层中的堆积密度、该层所包含的用于调整折射率的掺杂剂的浓度等逐层变化而产生的。这样的折射率的变动有时被称为波筋。预制件分析仪的激光有时会因该波筋而发生衍射等,在该情况下,无法准确地测量激光的折射角,所测量的折射率分布发生紊乱。

[0005] 在下述专利文献1公开了一边使玻璃棒的旋转速度在两个值以上的设定值之间变化一边使玻璃微粒堆积。在下述专利文献1的制造方法中,通过这样操作,多孔玻璃体中的玻璃微粒的层的厚度变得随机,其结果是,构成波筋的各层的宽度变得随机,从而能够防止预制件分析仪的激光的衍射。因此,根据下述专利文献1的制造方法,能够测量光纤用母材的折射率分布。

[0006] 专利文献1:日本特开2013-56794号公报

发明内容

[0007] (一)要解决的技术问题

[0008] 然而,可知即使如上述专利文献1那样一边使玻璃棒的旋转速度在两个值以上的设定值之间变化一边使玻璃微粒堆积,也存在无法测量光纤用母材的折射率分布的情况。

[0009] 因此,本发明的目的在于提供能够抑制无法基于预制件分析仪进行折射率分布的测量的光纤用母材、光纤用母材的折射率分布的测量方法以及光纤用母材的制造方法。

[0010] (二)技术方案

[0011] 本发明的方式1是一种光纤用母材,其具有折射率分布,所述折射率分布包含重复折射率增减的变动的变动区域,其特征在于,所述变动区域的至少一部分包含于距所述光

纤用母材的中心的距离为7mm以上的外侧区域,所述外侧区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

[0012] 本案发明人针对无法通过预制件分析仪测量折射率分布的光纤用母材进行了研究。结果发现距光纤用母材的中心的距离越远,越难以准确地测量激光的折射角,该距离越近,越容易准确地测量激光的折射角。另外,发现即使该距离较远,只要折射率增减的变动的宽度较窄,也容易准确地测量激光的折射角。此外,折射率增减的变动的宽度也可以称为构成波筋的各层的宽度。因此,本案发明人进一步反复深入研究,结果发现在折射率分布中距光纤用母材的中心的距离为7mm以上的外侧区域中的上述的变动的宽度小于2μm的情况下,能够基于预制件分析仪进行折射率分布的测量。因此,根据方式1,能够抑制无法基于预制件分析仪进行折射率分布的测量。

[0013] 本发明的方式2是在方式1的光纤用母材中,其特征在于,所述外侧区域的整个区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

[0014] 本发明的方式3是在方式1或方式2的光纤用母材中,其特征在于,越靠所述中心侧,所述变动的所述宽度越大。

[0015] 在对使用VAD法形成的多孔玻璃体进行烧结而得到的光纤用母材的折射率分布中,越靠中心侧,上述的变动的宽度越大。因此,本发明的方式2适用于这样制造的光纤用母材。

[0016] 本发明的方式4是在方式1至方式3中任一个光纤用母材中,其特征在于,在距所述中心的距离小于7mm的内侧区域中包含有所述变动的所述宽度为2μm以上的区域。

[0017] 本发明的方式5是在方式1至方式4中任一个光纤用母材中,其特征在于,该光纤用母材具备棒状的纤芯玻璃体和包层玻璃体,所述包层玻璃体具有与所述纤芯玻璃体不同的折射率,包围所述纤芯玻璃体的外周面,所述纤芯玻璃体仅位于距所述中心的距离小于7mm的内侧区域。

[0018] 在本发明的方式5中,允许纤芯玻璃体中的上述的变动的宽度变大。因此,根据本发明的方式5,能够实现具备上述的变动的宽度的自由度较高的纤芯玻璃体的光纤用母材。

[0019] 另外,本发明的方式6是一种光纤用母材的折射率分布的测量方法,其特征在于,以激光从与光纤用母材的长度方向垂直的方向入射到所述光纤用母材的方式,使所述光纤用母材和发射所述激光的发光部向朝向所述光纤用母材的中心的方向或远离所述光纤用母材的中心的方向相对地移动并使所述激光扫描,基于从所述光纤用母材发射的所述激光的折射角测量所述光纤用母材的折射率分布,所述测量方法的特征在于,所述光纤用母材是方式1至方式5中任一个光纤用母材,所述激光入射到所述光纤用母材时的所述激光的直径为20μm以上40μm以下。

[0020] 根据本发明的方式6,能够测量方式1至方式5中任一个光纤用母材的折射率分布。

[0021] 另外,本发明的方式7是一种光纤用母材的制造方法,其特征在于,具备:玻璃部件形成工序,其使玻璃微粒多层地堆积于绕轴旋转的玻璃棒而形成多孔玻璃体,对所述多孔玻璃体进行烧结,形成具有折射率分布的棒状的玻璃部件,所述折射率分布包含重复折射率增减的变动的变动区域;以及拉伸工序,其对所述玻璃部件进行拉伸,所述玻璃部件形成工序中的所述玻璃棒的旋转速度以及所述拉伸工序中的所述玻璃部件的拉伸率被设定为:所述拉伸工序后的所述玻璃部件的折射率分布中的所述变动区域的至少一部分包含于距

该玻璃部件的中心的距离为7mm以上的外侧区域,并且所述外侧区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

[0022] 如果玻璃部件形成工序中的玻璃棒的旋转速度变快,则多孔玻璃体中的玻璃微粒的各个层的厚度变薄,得到的玻璃部件的折射率分布中的上述的变动的宽度变窄。另外,如果拉伸工序中的玻璃部件的拉伸率变大,则拉伸后的玻璃部件的折射率分布中的上述的变动的宽度变窄。在方式7中,如上所述,玻璃棒的旋转速度以及玻璃部件的拉伸率被设定为:拉伸后的玻璃部件的折射率分布中的变动区域的至少一部分包含于距该玻璃部件的中心的距离为7mm以上的外侧区域,并且外侧区域中的变动的径向的宽度小于2μm。因此,根据方式7,能够制造距中心的距离为7mm以上的外侧区域中的上述的变动的宽度小于2μm的光纤用母材,能够制造能够抑制无法基于预制件分析仪进行折射率分布的测量的光纤用母材。

[0023] 本发明的方式8是在方式7的光纤用母材的制造方法中,其特征在于,所述玻璃棒的旋转速度为20rpm以上40rpm以下。

[0024] 根据本发明的方式8,能够容易制造上述的外侧区域中的上述的变动的宽度小于2μm的光纤用母材。

[0025] 本发明的方式9是在方式7或方式8的光纤用母材的制造方法中,其特征在于,所述拉伸率被设定为所述外侧区域的整个区域中的所述变动的径向的宽度小于2μm。

[0026] (三)有益效果

[0027] 如上所述,根据本发明,提供能够抑制无法基于预制件分析仪进行折射率分布的测量的光纤用母材以及光纤用母材的制造方法。

附图说明

[0028] 图1是概略性地表示与本发明的实施方式的光纤用母材的长度方向垂直的剖面的情形的图。

[0029] 图2是概略性地表示图1所示的与光纤用母材的长度方向垂直的剖面上的折射率分布的图。

[0030] 图3是放大并表示图2所示的折射率分布的一部分的概念图。

[0031] 图4是表示实施方式的光纤用母材的制造方法的工序的流程图。

[0032] 图5是概略性地表示实施方式的预制件分析仪的图。

[0033] 图6是表示实施例1~3以及比较例1~3中的距光纤用母材的中心的距离与折射率分布中的变动的宽度的关系的图表。

具体实施方式

[0034] 以下,与说明书附图一起例示出本发明的光纤用母材以及光纤用母材的制造方法。以下例示的实施方式用于使本发明容易理解而非限定解释本发明。本发明能够在不脱离其主旨的情况下进行变更、改进。此外,在以下参照的说明书附图中,存在为了容易理解而改变各部件的尺寸进行表示的情况。

[0035] 图1是概略性地表示与本发明的实施方式的光纤用母材的长度方向垂直的剖面的情形的图。如图1所示,本实施方式的光纤用母材1P作为主要结构,具备棒状的纤芯玻璃体10P以及包围该纤芯玻璃体10P的外周面的包层玻璃体11P。纤芯玻璃体10P是成为从光纤用

母材1P得到的光纤中的纤芯的部件,包层玻璃体11P是成为从光纤用母材1P得到的光纤中的包层的部件。在本实施方式中,该剖面上的纤芯玻璃体10P的外形以及包层玻璃体11P的外形为大致圆形,纤芯玻璃体10P配置于包层玻璃体11P的中心。另外,纤芯玻璃体10P的外径为15mm,包层玻璃体11P的外径为50mm,但是这些外径没有限制。

[0036] 图2是概略性地表示图1所示的与光纤用母材1P的长度方向垂直的剖面上的折射率分布的图,纤芯玻璃体10P的折射率比包层玻璃体11P的折射率高。在本实施方式中,纤芯玻璃体10P由添加有锗(Ge)等使折射率变高的掺杂剂的硅玻璃构成,包层玻璃体11P由无任何添加物的硅玻璃构成。此外,也可以是纤芯玻璃体10P由无任何添加物的硅玻璃构成,包层玻璃体11P由添加有氟(F)等使折射率变低的掺杂剂的硅玻璃构成。另外,也可以是纤芯玻璃体10P由添加有提高折射率的掺杂剂的硅玻璃构成,包层玻璃体11P由添加有降低折射率的掺杂剂的硅玻璃构成。另外,提高折射率的掺杂剂以及降低折射率的掺杂剂没有限制。

[0037] 图3是放大表示图2所示的折射率分布的一部分的概念图,是放大表示纤芯玻璃体10P的一部分的折射率分布的概念图。如图3所示,光纤用母材1P的折射率分布是包含重复折射率增减的变动20的变动区域的分布。也就是说,在变动区域中,折射率增加的增加区域和折射率减少的减少区域交替地排列。例如,在折射率分布由比折射率(日语:比屈折率)表示的情况下,该变动20中的折射率的增加量以及减少量大致为0.04%以下。另外,该变动20的径向的宽度20W例如为0.3mm~0.3μm左右。此外,变动20的宽度20W有时也被称为波筋的宽度、波筋的周期,也可以称为变动20的重复的宽度、构成波筋的各层的宽度。详细情况将在后面叙述,光纤用母材1P是将堆积有多层玻璃微粒的多孔玻璃体进行烧结而成的。因此,在光纤用母材1P形成有与玻璃微粒的各个层对应的玻璃层,在光纤用母材1P的折射率分布中,产生与这些玻璃层对应的细微的折射率的波动,其结果是,折射率分布包含重复上述的变动20的变动区域。在本实施方式中,光纤用母材1P的折射率分布的整体为变动区域。另外,距光纤用母材1P的中心的距离L为7mm以上的外侧区域OR中的变动20的径向的宽度20W小于2μm,越靠光纤用母材1P的中心侧,则变动20的宽度20W越大。另外,在本实施方式中,外侧区域OR的整个区域中的变动20的径向的宽度20W小于2μm。另外,在本实施方式中,在距离L小于7mm的内侧区域IR中包含有变动20的宽度20W为2μm以上的区域,但是在内侧区域IR中也可以不包含变动20的宽度20W为2μm以上的区域。另外,在本实施方式中,纤芯玻璃体10P的一部分位于外侧区域OR,但是纤芯玻璃体10P也可以不位于外侧区域OR。也就是说,纤芯玻璃体10P也可以只位于内侧区域IR。

[0038] 接着,对本实施方式的光纤用母材的制造方法进行说明。

[0039] 图4是表示本实施方式的光纤用母材1P的制造方法的工序的流程图。如图4所示,本实施方式的光纤用母材1P的制造方法包含玻璃部件形成工序P1和拉伸工序P2。

[0040] <玻璃部件形成工序P1>

[0041] 本工序是使玻璃微粒多层地堆积于绕轴旋转的玻璃棒而形成多孔玻璃体,对该多孔玻璃体进行烧结而形成棒状的玻璃部件的工序。省略基于图示的说明,在本实施方式中,通过使玻璃微粒从绕轴旋转的玻璃棒的一端部起在该玻璃棒的轴向上多层地堆积的VAD法来形成多孔玻璃体。对该多孔玻璃体进行烧结而形成棒状的玻璃部件。这样形成的玻璃部件是图1所示的光纤用母材1P在径向上被扩大并且在长度方向被缩小的结构。因此,玻璃部件由纤芯玻璃体10P和包层玻璃体11P构成,玻璃部件中的纤芯玻璃体10P的外径相对于包

层玻璃体11P的外径的比与光纤用母材1P中的该比大致相同。另外,该玻璃部件的折射率分布是图2所示的光纤用母材1P的折射率分布在径向上被拉伸的分布。也就是说,以形成这样的玻璃部件的方式,使玻璃微粒堆积多层而形成多孔玻璃体,对该多孔玻璃体进行烧结。此外,在本实施方式中,玻璃棒的旋转速度恒定,但是也可以在使玻璃微粒堆积时改变玻璃棒的旋转速度。另外,使玻璃微粒堆积地方法没有限制,例如,也可以是使玻璃微粒多层地堆积于绕轴旋转的玻璃棒的外周面的OVD法。

[0042] ＜拉伸工序P2＞

[0043] 本工序是对玻璃部件形成工序P1中形成的玻璃部件进行加热并在长度方向上拉伸的工序。如上所述,玻璃部件形成工序P1中形成的玻璃部件是图1所示的光纤用母材1P在径向上被扩大并且在长度方向上被缩小的结构。因此,通过在长度方向上拉伸玻璃部件,玻璃部件成为光纤用母材1P。

[0044] 然而,如果玻璃部件形成工序P1中的玻璃棒的旋转速度变快,则多孔玻璃体中的玻璃微粒的各个层的厚度变薄,得到的玻璃部件的折射率分布中的变动20的宽度20W变窄。另外,如果拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率变大,则拉伸后的玻璃部件的折射率分布中的变动20的宽度20W变窄。此外,拉伸率是拉伸后的玻璃部件的长度相对于拉伸前的玻璃部件的长度之比。在本实施方式中,玻璃部件形成工序P1中的玻璃棒的旋转速度以及拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率被设定为:拉伸后的玻璃部件的折射率分布中的变动区域的至少一部分包含于距该玻璃部件的中心的距离为7mm以上的外侧区域OR,并且该外侧区域OR中的变动20的宽度20W小于2μm。因此,得到的光纤用母材1P的折射率分布包含重复折射率增减的变动20的变动区域。另外,变动区域的至少一部分包含于距光纤用母材1P的中心的距离L为7mm以上的外侧区域OR,外侧区域OR中的变动20的径向的宽度小于2μm。

[0045] 此外,玻璃部件形成工序P1中的玻璃棒的旋转速度优选为20rpm以上40rpm以下。根据这样的结构,能够容易地制造外侧区域OR中的变动20的宽度小于2μm的光纤用母材1P。

[0046] 接着,对测量本实施方式的光纤用母材的折射分布的预制件分析仪进行说明。

[0047] 图5是概略性地表示本实施方式的预制件分析仪的图。如图5所示,在本实施方式中,作为主要结构,预制件分析仪30具备:发射光的发光部31;接收光的受光部32;具有收容空间的透光性的收容部33;以及测量部34。

[0048] 本实施方式的发光部31发射功率的峰值波长为632nm的激光,但是激光的功率的峰值波长没有限制。

[0049] 受光部32是将由受光面32s接收的光转换为电信号并输出的光学元件。在本实施方式中,受光面32s由接收光的多个受光元件的受光面构成,受光部32将照射到受光面32s的光的位置相关的信息输出到测量部34。作为光的位置相关的信息,例如可以举出二维图像。发光部31以及受光部32以发光部31的发射光的部位与受光部32的受光面32s隔开间隔对置的方式配置。

[0050] 收容部33配置于发光部31与受光部32之间。光纤用母材1P以该光纤用母材1P的长度方向成为和发光部31与受光部32对置的方向垂直的方向的方式收容于收容部33的收容空间,在该收容空间填充有具有与包层玻璃体11P相同的折射率的匹配油35。收容部33能够在垂直于光纤用母材1P的长度方向并且垂直于发光部31与受光部32对置的方向的规定方向上移动。

[0051] 从发光部31发射的激光透过光纤用母材1P,照射到受光部32的受光面32s。在本实施方式中,入射到光纤用母材1P时的激光的直径例如为20μm以上40μm以下,在本实施方式中为30μm。在本实施方式中,通过使收容部33在规定方向上移动来使激光进行扫描。规定方向例如是与激光的向光纤用母材1P的入射方向以及光纤用母材1P的长度方向垂直的方向。在该情况下,激光从与光纤用母材1P的长度方向垂直的方向入射到收容于收容部33的该光纤用母材1P。另外,光纤用母材1P相对于发光部31向朝向光纤用母材1P的中心1Pc的方向D1或远离光纤用母材1P的中心1Pc的方向D2移动,被激光扫描。此外,以激光从与光纤用母材1P的长度方向垂直的方向入射到光纤用母材1P的方式,使光纤用母材1P与发光部31向朝向光纤用母材1P的中心1Pc的方向D1或远离光纤用母材1P的中心1Pc的方向D2相对地移动并使激光进行扫描即可。例如,可以是发光部31在上述的规定方向上移动,也可以是光纤用母材1P在上述的规定方向上移动,另外,也可以是光纤用母材1P和发光部31在上述的规定方向上移动。另外,上述的垂直中,除了完全的垂直以外,也包含例如光纤用母材1P由于制造误差而弯曲,由此从完全的垂直偏离的情况。

[0052] 受光部32将照射到受光面32s的激光的位置相关的信息输出到测量部34。测量部34构成为:基于该信息测量光纤用母材1P中的激光的折射角θ,基于该折射角θ测量光纤用母材1P中的激光透过的位置的折射率,根据该折射率测量折射率分布。测量部34例如由微控制器、IC(Integrated Circuit:集成电路)、LSI(Large-scale Integrated Circuit:大规模集成电路)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)等集成电路、NC(Numerical Control:数字控制)装置构成。

[0053] 在本实施方式中,使用这样的预制件分析仪30测量光纤用母材1P的折射分布。首先,如上所述,将光纤用母材1P收容于收容部33的收容空间。接着,从发光部31发射激光。接着,以激光从与光纤用母材1P的长度方向垂直的方向入射到光纤用母材1P的方式,使光纤用母材1P和发光部31向朝向光纤用母材1P的中心1Pc的方向或远离该中心1Pc的方向相对地移动并使激光扫描。在本实施方式中,通过使收容部33移动,从而使光纤用母材1P相对于发光部31移动。然后,使受光部32接收从光纤用母材1P发射的激光。受光部32输出照射到受光面32s的光的位置相关的信息,测量部34基于该二维图像,测量光纤用母材1P中的激光的折射角θ,基于该折射角θ测量光纤用母材1P的折射率分布。也就是说,预制件分析仪30以激光从与光纤用母材1P的长度方向垂直的方向入射到光纤用母材1P的方式,使光纤用母材1P与发光部31向朝向光纤用母材1P的中心1Pc的方向或远离该中心1Pc的方向相对地移动并使激光扫描,基于从光纤用母材1P发射的激光的折射角测量光纤用母材1P的折射率分布。

[0054] 如上所述,本实施方式的光纤用母材1P具有折射率分布,该折射率分布包含重复折射率增减的变动20的变动区域。该变动区域的至少一部分包含于距光纤用母材1P的中心的距离L为7mm以上的外侧区域OR,外侧区域OR中的变动20的径向的宽度小于2μm。

[0055] 本案发明人针对无法通过预制件分析仪测量折射率分布的光纤用母材进行了研究。结果发现距光纤用母材的中心的距离越远,越难以准确地测量激光的折射角,该距离越近,越容易准确地测量激光的折射角。另外,发现即使该距离较远,只要折射率增减的变动的宽度较窄,也容易准确地测量激光的折射角。因此,本案发明人进一步反复深入研究,结果发现在折射率分布中距光纤用母材的中心的距离为7mm以上的外侧区域中的上述的变动的径向的宽度小于2μm的情况下,能够基于预制件分析仪进行折射率分布的测量。因此,根

据本实施方式的光纤用母材1P,能够抑制无法基于预制件分析仪进行折射率分布的测量。

[0056] 本实施方式的光纤用母材1P越靠中心侧,变动20的宽度20W越大。在将使用VAD法形成的多孔玻璃体进行烧结而得到的光纤用母材的折射率分布中,越靠中心侧,上述的变动20的宽度20W越大。因此,本实施方式的光纤用母材1P适用于这样制造的光纤用母材。此外,变动20的宽度20W在径向上可以随机,也可以大致恒定。

[0057] 本实施方式的光纤用母材1P是为了得到光纤而被拉丝的母材。因此,根据本实施方式的光纤用母材1P,例如,能够基于由预制件分析仪测量的折射率分布,适当地设定拉丝中的条件。此外,光纤用母材1P也能够用作用于得到直径比该光纤用母材1P粗的母材的所谓的中间母材。通过在作为中间母材的光纤用母材1P的外周面设置玻璃层,能够得到直径比光纤用母材1P粗的母材。例如,在该玻璃层由与包层玻璃体11P相同的玻璃体构成的情况下,能够得到图1所示的包层玻璃体11P的外径变大的母材。另外,在该情况下,例如,能够用预制件分析仪测量光纤用母材1P的折射率分布,基于该折射率分布,设定玻璃层的外径。因此,能够得到纤芯玻璃体10P的外径相对于包层玻璃体11P的外径之比为所期望的比的母材。

[0058] 另外,在本实施方式的光纤用母材的折射率分布的测量方法中,以激光从与光纤用母材1P的长度方向垂直的方向入射到光纤用母材1P的方式,使光纤用母材1P与发射激光的发光部31向朝向光纤用母材1P的中心1Pc的方向或远离光纤用母材1P的中心1Pc的方向相对地移动并使激光扫描,基于从光纤用母材1P发射的激光的折射角测量光纤用母材1P的折射率分布。光纤用母材1P具有折射率分布,该折射率分布包含重复折射率增减的变动20的变动区域。该变动区域的至少一部分包含于距光纤用母材1P的中心的距离L为7mm以上的外侧区域OR,外侧区域OR中的变动20的径向的宽度小于2μm。而且,入射到光纤用母材1P时的激光的直径为20μm以上40μm以下。根据这样的结构,能够测量上述的光纤用母材1P的折射率分布。

[0059] 以上,以上述实施方式为例对本发明进行了说明,但是本发明不限定于此。

[0060] 例如,在上述实施方式中,以具备纤芯玻璃体10P和包层玻璃体11P的光纤用母材1P为例进行了说明。然而,只要光纤用母材1P具有包含重复折射率增减的变动20的变动区域的折射率分布,变动区域的至少一部分包含于距光纤用母材1P的中心的距离L为7mm以上的外侧区域OR,外侧区域OR中的变动20的宽度20W小于2μm即可。例如,包层玻璃体11P也可以由包围纤芯玻璃体10P的外周面且折射率与纤芯玻璃体10P不同的内侧玻璃层和包围内侧玻璃层的外周面且折射率与内侧玻璃层不同的外侧玻璃层构成。另外,在光纤用母材1P为上述的中间母材的情况下,例如,光纤用母材1P也可以是纤芯玻璃体10P。

[0061] 另外,在上述实施方式中,以遍及光纤用母材1P的径向整体重复折射率的变动20且折射率分布的整体为变动区域的光纤用母材1P为例进行了说明。然而,只要变动区域的至少一部分包含于距光纤用母材1P的中心的距离L小于7mm的外侧区域OR即可。例如,也可以在该距离L小于7mm的内侧区域IR中,在中心侧不产生变动20。这样的光纤用母材1P例如通过如下方式得到:在玻璃部件形成工序P1中,通过使用了在折射率分布上未产生变动20的玻璃棒的OVD法形成多孔玻璃体,对该多孔玻璃体进行烧结而形成玻璃部件。

[0062] 另外,在上述实施方式中,光纤用母材1P具备:棒状的纤芯玻璃体10P;具有与纤芯玻璃体10P不同的折射率且包围纤芯玻璃体10P的外周面的包层玻璃体11P。就该纤芯玻璃

体10P而言,纤芯玻璃体10P的一部分位于外侧区域OR。然而,如上所述,纤芯玻璃体10P也可以仅位于距光纤用母材1P的中心的距离小于7mm的内侧区域IR。根据这样的结构,允许纤芯玻璃体10P中的变动20的宽度变大。因此,根据这样的结构,能够实现具备变动20的宽度20W的自由度较高的纤芯玻璃体10P的光纤用母材1P。

[0063] 以下,举出实施例以及比较例更具体地说明本发明的内容,但是本发明不限定于此。

[0064] (实施例1)

[0065] 在本实施例中,通过上述实施方式所示的光纤用母材的制造方法,制造了图1所示的光纤用母材1P。具体而言,在玻璃部件形成工序P1中,通过将玻璃棒的转速、换言之旋转速度设为20rpm的VAD法形成多孔玻璃体,对该多孔玻璃体进行烧结而形成了玻璃部件。该玻璃部件的外径为100mm。另外,在拉伸工序P2中,通过对该玻璃部件进行拉伸而制造了光纤用母材1P。拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率约为2.0,光纤用母材1P的外径为50mm,纤芯玻璃体10P的半径为7.5mm。

[0066] (实施例2)

[0067] 除了使拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率大于实施例1中的拉伸率以外,与实施例1同样地制造了光纤用母材1P。本实施例的拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率约为2.3,本实施例的光纤用母材1P的外径为43mm,纤芯玻璃体10P的半径为6.5mm。也就是说,实施例2的纤芯玻璃体10P仅位于内侧区域IR。

[0068] (实施例3)

[0069] 除了将玻璃部件形成工序P1中的玻璃棒的转速、换言之旋转速度设为40rpm,使拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率小于实施例1中的拉伸率以外,与实施例1同样地制造了光纤用母材1P。本实施例的拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率约为1.9,本实施例的光纤用母材1P的外径为53mm,纤芯玻璃体10P的半径为8mm。

[0070] (比较例1~3)

[0071] 除了将拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率设为与实施例1中的拉伸率不同的值以外,与实施例1同样地制造了光纤用母材1P。在比较例1中,拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率约为1.6,光纤用母材1P的外径为63mm,纤芯玻璃体10P的半径为9.5mm。在比较例2中,拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率约为1.8,光纤用母材1P的外径为57mm,纤芯玻璃体10P的半径为8.5mm。在比较例3中,拉伸工序P2中的玻璃部件的拉伸率约为1.9,光纤用母材1P的外径为53mm,纤芯玻璃体10P的半径为8mm。

[0072] (折射率分布的测量)

[0073] 对于在实施例1~3以及比较例1~3的每一个中得到的光纤用母材1P,通过图5所示的预制件分析仪30测量出折射率分布。预制件分析仪30中的激光的功率的峰值波长为632nm,入射到光纤用母材1P时的激光的直径大致为30μm。然后,对于这些实施例1~3以及比较例1~3,基于详细的分析以及计算,调查了距光纤用母材1P的中心的距离L与折射率分布中的变动20的宽度20W的关系。该关系是使距光纤用母材1P的中心的距离每次变化0.5mm而得的关系,将其结果的一部分表示在图6中。另外,在表1中示出实施例1~3以及比较例1~3中的玻璃棒的旋转速度、光纤用母材1P的外径、纤芯玻璃体10P的半径、拉伸工序P2中的拉伸率、距离L为7mm的位置处的变动20的宽度20W、距离L为7mm以上的区域中的变动20的宽度

20W是否小于2μm、以及是否存在无法测量从预制件分析仪30发射的激光的折射角的情况。

[0074] 表1

[0075]

	旋转速度[rpm]	外径[mm]	纤芯玻璃体的半径[mm]	拉伸率	距离L为7mm的位置处的宽度20W[μm]	距离L为7mm以上的宽度20W	可否测量
实施例1	20	50	7.5	2.0	1.8	小于0.002mm	可
实施例2	20	43	6.5	2.3	1.0	小于0.002mm	可
实施例3	40	53	8	1.9	1.9	小于0.002mm	可
比较例1	20	63	9.5	1.6	6.5	0.002mm以上	否
比较例2	20	57	8.5	1.8	4.5	0.002mm以上	否
比较例3	20	53	8	1.9	3.2	0.002mm以上	否

[0076] 如图6所示,在实施例1~3中,距离L为7mm以上9.5mm以下的区域中的变动20的宽度20W小于2μm。此外,虽然在图6中没有示出,但是在实施例1~3中,距离L超过9.5mm的区域中的宽度20W也小于2μm。而且,在实施例1~3中,能够测量光纤用母材1P的折射率分布。此外,在图6中,在距离L为7mm以上并且变动20的宽度20W为2μm以上的范围中,施加由多个点构成的阴影。

[0077] 在比较例1中,在距离L为7.0mm以上9.0mm以下的区域中,无法测量从预制件分析仪30发射的激光的折射角。另外,在比较例2中,在距离L为7.0mm以上8.0mm以下的区域中,无法测量从预制件分析仪30发射的激光的折射角。另外,在比较例3中,在距离L为7.0mm以上7.5mm以下的区域中,无法测量从预制件分析仪30发射的激光的折射角。而且,在比较例1~3中,无法准确地测量折射率分布。此外,虽然在图6中没有示出,但是在比较例1~3中,距离L超过9.5mm的区域中的变动20的宽度20W小于2μm。如上所述,在对使用VAD法形成的多孔玻璃体进行烧结而得到的光纤用母材的折射率分布中,越靠中心侧,变动20的宽度20W越大。在比较例1~3中,距离L小于7.0mm的区域中的宽度20W超过了2μm。另外,根据图6的结果可知,在实施例1~3中,宽度20W从中心侧朝向外侧以大致恒定的比例减少,在比宽度20W大致为1μm的距离L靠外侧的区域中,宽度20W减少的比例变小。因此,认为在比较例1~3中也与实施例1~3同样地,宽度20W从中心侧朝向外侧减少,认为在比较例1~3中无法测量激光的折射角的区域中的宽度20W为2μm以上。

[0078] 因此,可知在距离L为7mm以上的区域的整个区域中的宽度20W小于2μm的情况下,能够通过预制件分析仪30进行折射率分布的测量。另外,可知距离L为7mm的位置处的宽度20W可以为1.8μm以上且小于2.0μm。

[0079] 此外,将预制件分析仪30的激光设定为功率的峰值波长为405nm的激光并测量出折射率分布,但是距离L与宽度20W的关系与图6以及表1所示的结果相同。因此,可以认为预制件分析仪30的激光的波长对是否能够进行折射率分布的测量影响不大。另外,将预制件分析仪30的激光变更为从LED(Light Emitting Diode:发光二极管)发射的白色光并测量出折射率分布。在该情况下,与光为激光的情况相比,从光纤用母材发射的光的扩散程度变大,但能够测量光的折射角,距离L与宽度20W的关系与图6以及表1所示的结果相同。因此,可以认为入射到光纤用母材的光的直径对是否能够进行折射率分布的测量影响不大。另外,无论是以入射到光纤用母材1P时的激光的直径为20μm的方式测量折射率分布的情况,还是以该直径为40μm的方式测量折射率分布的情况,距离L与宽度20W的关系与图6以及表1所示的结果相同。因此,可以认为如果上述的直径为20μm以上40μm以下,则能够与为30μm的情况同样地,能够进行距离L为7mm以上的区域中的宽度20W小于2μm的光纤用母材1P的折射率分布的测量。

[0080] 如上所述,根据本发明,提供能够抑制无法基于预制件分析仪进行折射率分布的

测量的光纤用母材、光纤用母材的折射率分布的测量方法以及光纤用母材的制造方法,期待在光纤通信等领域中利用。

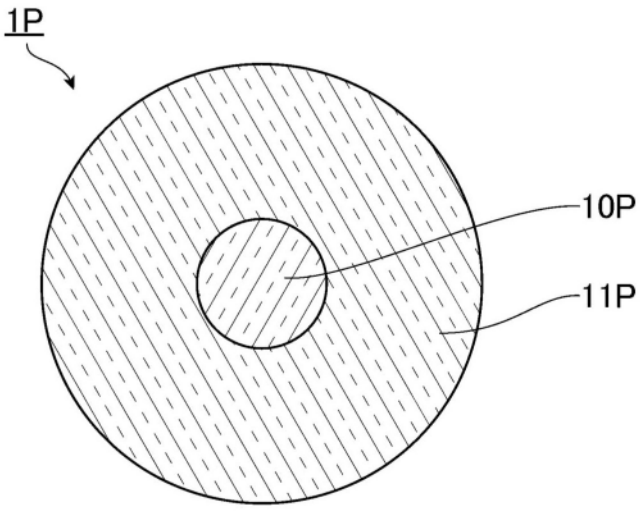


图1

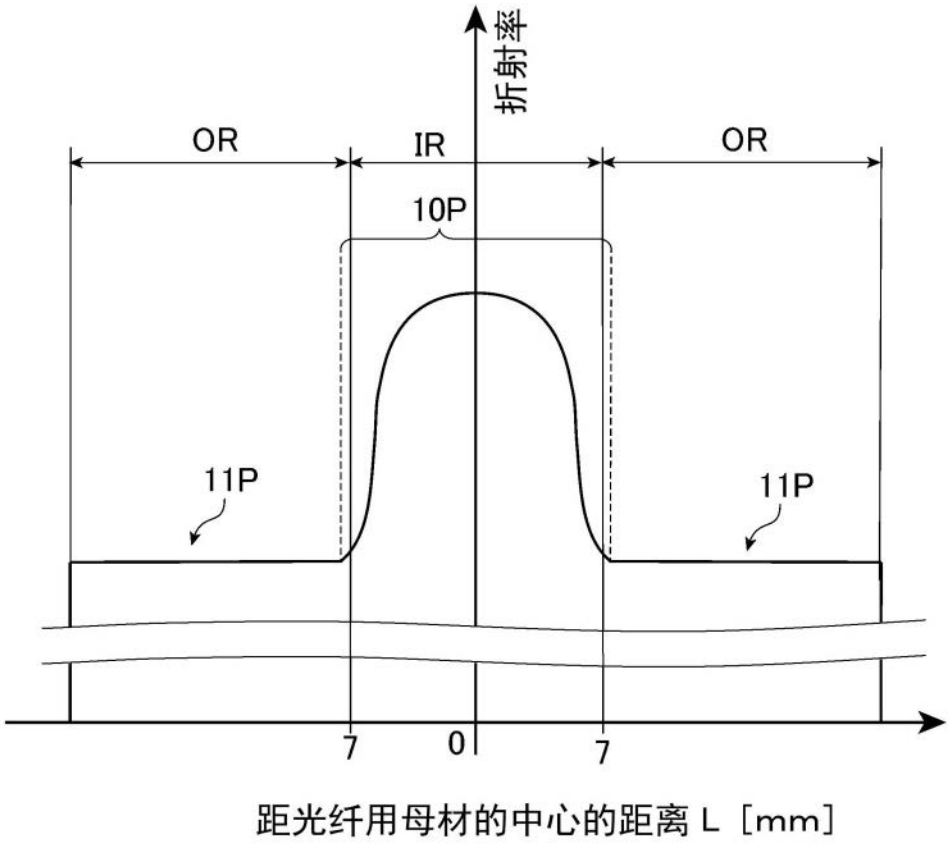


图2

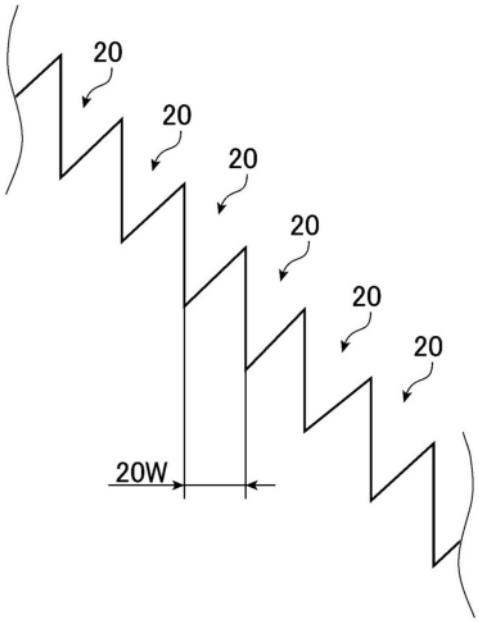


图3

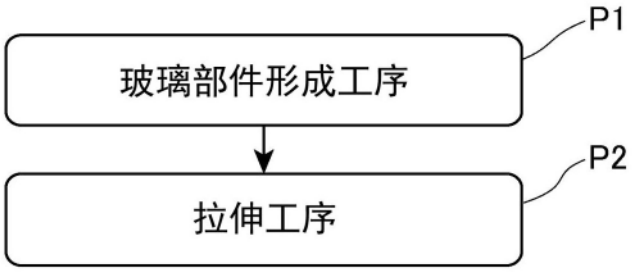


图4

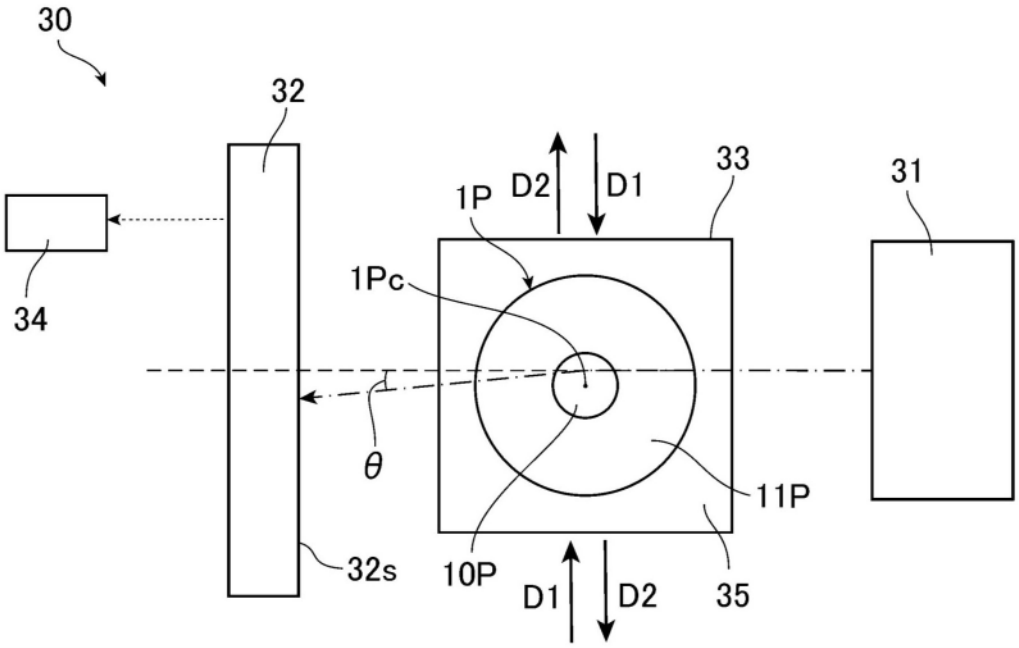

30
32
34
1P
D2
D1
33
31
1Pc
θ
11P
32s
10P
D1
D2
35

图5

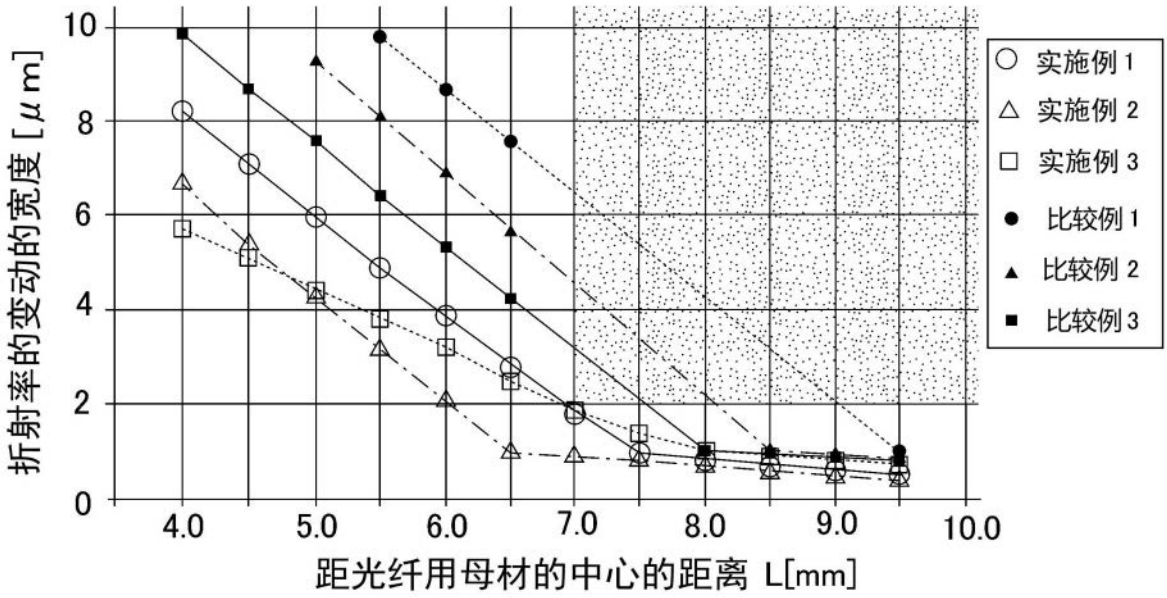

折射率的变动的宽度 [μm]
10
8
6
4
2
0
4.0
5.0
6.0
7.0
8.0
9.0
10.0
距光纤用母材的中心的距离 L[mm]
实施例 1
实施例 2
实施例 3
比较例 1
比较例 2
比较例 3

图6