



(12) 发明专利申请



(10) 申请公布号 CN 119790340 A

(43) 申请公布日 2025. 04. 08

(21) 申请号 202380062753.2

(22) 申请日 2023.06.29

(30) 优先权数据

2022-174787 2022.10.31 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2025.02.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2023/024179 2023.06.29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02024/095531 JA 2024.05.10

(71) 申请人 株式会社藤仓

地址 日本

(72) 发明人 石田格

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 邵琳琳

(51) Int.Cl.

G02B 6/44 (2006.01)

G01M 11/00 (2006.01)

G02B 6/02 (2006.01)

G02B 6/24 (2006.01)

G02B 6/26 (2006.01)

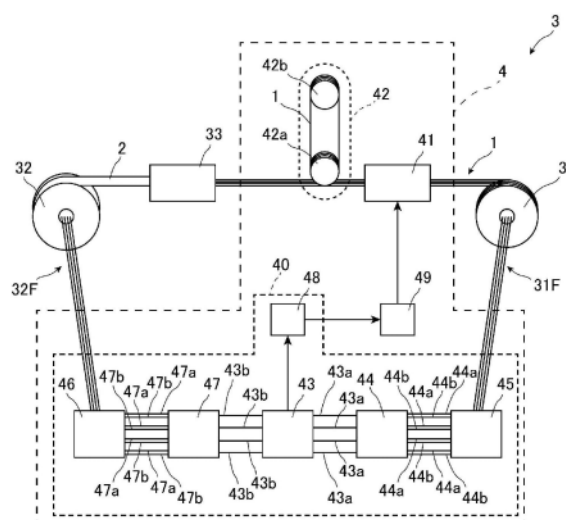
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

(54) 发明名称

多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤单元的制造装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法、多芯光纤单元的制造方法、多芯光纤带的检查装置以及多芯光纤带的检查方法

(57) 摘要

多芯光纤 (1) 的调心装置 (4) 具备: 光纤旋转部 (41), 使多芯光纤 (1) 的轴中心的旋转角变化; 光纤弯曲部 (42), 使旋转角变化了的多芯光纤 (1) 向规定的方向弯曲; 时滞测定部 (40), 使光入射到多芯光纤 (1) 的一对纤芯 (11)、(13) 并且接受从一对纤芯 (11)、(13) 出射的各个光来测定各个光的时滞值 (S); 以及控制部 (49), 控制光纤旋转部 (41) 来调节多芯光纤 (1) 的旋转角, 以使时滞值 (S) 成为规定的值。



1. 一种多芯光纤的调心装置,其特征在于,具备:
光纤旋转部,使多芯光纤的轴中心的旋转角变化;
光纤弯曲部,使所述旋转角变化了的所述多芯光纤向规定的方向弯曲;
时滞测定部,测定在所述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;以及
控制部,控制所述光纤旋转部来调节所述多芯光纤的所述旋转角,以使所述时滞值成为规定的值。
2. 根据权利要求1所述的多芯光纤的调心装置,其特征在于,
所述控制部调节所述旋转角以使所述时滞值成为最大值或最小值。
3. 一种多芯光纤带的制造装置,其特征在于,具备:
送出部,送出一个以上的多芯光纤;
权利要求1或2所述的多芯光纤的调心装置,进行从所述送出部被送出的至少一个所述多芯光纤的旋转方向上的朝向的调心;以及
带化部,将包括被所述调心装置调心了的所述多芯光纤的多个光纤带化。
4. 一种多芯光纤单元的制造装置,其特征在于,具备:
权利要求1或2所述的调心装置;和
连接部,将被所述调心装置调心了的所述多芯光纤与其他光学部件连接。
5. 一种多芯光纤的调心方法,其特征在于,具备:
光纤旋转步骤,使多芯光纤的轴中心的旋转角变化;
光纤弯曲步骤,使所述旋转角变化了的所述多芯光纤向规定的方向弯曲;以及
时滞测定步骤,测定在所述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值,
在所述光纤旋转步骤中,调节所述多芯光纤的所述旋转角以使所述时滞值成为规定的值。
6. 根据权利要求5所述的多芯光纤的调心方法,其特征在于,
在所述光纤旋转步骤中,调节所述旋转角以使所述时滞值成为最大值或最小值。
7. 根据权利要求5或6所述的多芯光纤的调心方法,其特征在于,
所述一对纤芯是所述多芯光纤的多个纤芯中的最相互远离的纤芯对。
8. 一种多芯光纤带的制造方法,其特征在于,具备:
送出步骤,送出一个以上的多芯光纤;
调心步骤,通过权利要求5~7中任一项所述的多芯光纤的调心方法来进行在所述送出步骤中被送出的至少一个所述多芯光纤的旋转方向上的朝向的调心;以及
带化步骤,将在所述调心步骤中被调心了的多个所述多芯光纤带化。
9. 一种多芯光纤单元的制造方法,其特征在于,具备:
调心步骤,通过权利要求5~7中任一项所述的多芯光纤的调心方法来进行所述多芯光纤的旋转方向上的朝向的调心;和
连接步骤,将在所述调心步骤中被调心了的所述多芯光纤与其他光学部件连接。
10. 一种多芯光纤带的检查装置,其特征在于,具备:
光纤弯曲部,通过使具有一个以上的多芯光纤的多芯光纤带弯曲来使所述多芯光纤弯曲;
时滞测定部,测定在至少一个所述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;以及

判定部,判定至少一个所述多芯光纤的所述时滞值在规定的范围以外的情况。

11.一种多芯光纤带的检查方法,其特征在于,具备:

光纤弯曲步骤,通过使具有一个以上的多芯光纤的多芯光纤带弯曲来使所述多芯光纤弯曲;

时滞测定步骤,测定在至少一个所述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;以及
判定步骤,判定至少一个所述多芯光纤的所述时滞值在规定的范围以外的情况。

12.根据权利要求11所述的多芯光纤带的检查方法,其特征在于,

所述多芯光纤带具备包括所述多芯光纤的并排的多个光纤,

所述一对纤芯排列为与所述光纤的排列方向垂直。

**多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤单元的
制造装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法、
多芯光纤单元的制造方法、多芯光纤带的检查装置以及多芯
光纤带的检查方法**

技术领域

[0001] 本发明涉及多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤单元的制造装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法、多芯光纤单元的制造方法、多芯光纤带的检查装置以及多芯光纤带的检查方法。

背景技术

[0002] 公知使用多个纤芯的外周被一个包层包围的多芯光纤,通过在各个纤芯中传播的光来使多个信号传输。在将多芯光纤彼此连接的情况下,需要进行要被连接的多芯光纤的轴中心的旋转方向的调心,使各个多芯光纤的各个纤芯彼此相互对置。

[0003] 在专利文献1中,边使光在规定的纤芯中传播边弯曲多芯光纤来检测从该纤芯泄漏的光的量,以该光的量变为大致恒定的方式使多芯光纤以轴为中心旋转,由此进行多芯光纤的旋转方向的调心。

[0004] 专利文献1:日本专利第6046311号公报

[0005] 专利文献2:日本专利第6226905号公报

[0006] 但是,在专利文献1所述的调心方法中,即使使多芯光纤以轴为中心旋转,泄漏的光的量的变化也很小。因此,多芯光纤的轴中心的旋转方向的调心偏移的检测很困难,难以高精度地进行调心。

发明内容

[0007] 因此,本发明的目的在于提供能够高精度地进行多芯光纤的旋转方向的调心的多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤单元的制造装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法、多芯光纤单元的制造方法、以及能够高精度地检测多芯光纤的旋转方向的调心偏移的多芯光纤带的检查装置和多芯光纤带的检查方法。

[0008] 本发明的方式1为一种多芯光纤的调心装置,其特征在于,具备:光纤旋转部,使多芯光纤的轴中心的旋转角变化;光纤弯曲部,使上述旋转角变化了的上述多芯光纤向规定的方向弯曲;时滞测定部,测定在上述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;以及控制部,控制上述光纤旋转部来调节上述多芯光纤的上述旋转角,以使上述时滞值成为规定的值。

[0009] 当在将多芯光纤向规定的方向弯曲了的状态下使多芯光纤以轴为中心旋转时,一对纤芯的相对于弯曲方向的排列方向变化,在一对纤芯中传播的光的时滞值变化。因此,通过调节旋转角以使时滞值成为规定的值,能够使一对纤芯的相对于弯曲方向的排列方向成为规定的方向。与泄漏光的变化相比,时滞值相对于旋转角度的变化能够更精密地进行测定,因而与专利文献1所记载的多芯光纤的调心相比,能够高精度地进行旋转方向的调心。

[0010] 本发明的方式2是在方式1的多芯光纤的调心装置的基础上完成的,其特征在于,上述控制部调节上述旋转角以使上述时滞值成为最大值或最小值。

[0011] 在该情况下,时滞值的绝对值大,因而与调整为不是最大或最小的时滞值的情况相比,能够提高分辨率,能够更高精度地进行调心。此外,在一对纤芯的排列方向沿着弯曲方向的情况下,时滞值变得最大或最小。

[0012] 在方式1或2中,优选上述一对纤芯是上述多芯光纤的多个纤芯中的最相互远离的纤芯对。

[0013] 本发明的方式3为一种多芯光纤带的制造装置,其特征在于,具备:送出部,送出一个以上的多芯光纤;方式1或2的多芯光纤的调心装置,进行从上述送出部被送出的至少一个上述多芯光纤的旋转方向上的朝向的调心;以及带化部,将包括被上述调心装置调心了的上述多芯光纤的多个光纤带化。

[0014] 根据该多芯光纤带的制造装置,能够制造多芯光纤的旋转方向被高精度地调心了的多芯光纤带。

[0015] 本发明的方式4为一种多芯光纤单元的制造装置,其特征在于,具备:方式1或2的调心装置;和连接部,将被上述调心装置调心了的上述多芯光纤与其他光学部件连接。

[0016] 根据该多芯光纤单元的制造装置,多芯光纤的旋转方向被高精度地调心,因而能够在旋转方向被适当调心了的状态下,将多芯光纤与其他光学部件连接。因此,能够制造旋转方向被适当调心了的多芯光纤与其他光学部件连接的多芯光纤单元。

[0017] 本发明的方式5为一种多芯光纤的调心方法,其特征在于,包括:光纤旋转步骤,使多芯光纤的轴中心的旋转角变化;光纤弯曲步骤,使上述旋转角变化了的上述多芯光纤向规定的方向弯曲;以及时滞测定步骤,测定在上述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;在上述光纤旋转步骤中,调节上述多芯光纤的上述旋转角以使上述时滞值成为规定的值。

[0018] 根据该方式,与方式1同样,能够高精度地进行多芯光纤的旋转方向的调心。

[0019] 本发明的方式6是在方式5的多芯光纤的调心方法的基础上完成的,其特征在于,在上述光纤旋转步骤中,调节上述旋转角以使上述时滞值成为最大值或最小值。

[0020] 根据该方式,与方式2同样,能够更高精度地进行调心。

[0021] 本发明的方式7是在方式5或6的多芯光纤的调心方法的基础上完成的,其特征在于,上述一对纤芯是上述多芯光纤的多个纤芯中的最相互远离的纤芯对。

[0022] 若一对纤芯的相对于多芯光纤的弯曲方向的排列方向恒定,则在最远离的纤芯对传播的光的时滞值变得最大,若多芯光纤的旋转角偏移,则时滞值的变化变大。因此,根据该方式,能够更高精度地测定时滞值,能够更高精度地进行多芯光纤的旋转方向的调心。

[0023] 本发明的方式8为一种多芯光纤带的制造方法,其特征在于,具备:送出步骤,送出一个以上的多芯光纤;调心步骤,通过方式5~7中任一项的多芯光纤的调心方法来进行在上述送出步骤中被送出的至少一个上述多芯光纤的旋转方向上的朝向的调心;以及带化步骤,将在上述调心步骤中被调心了的多个上述多芯光纤带化。

[0024] 根据该方式,与方式3同样,能够制造多芯光纤的旋转方向被高精度地调心了的多芯光纤带。

[0025] 本发明的方式9为一种多芯光纤单元的制造方法,其特征在于,具备:调心步骤,通

过方式5~7中任一项的多芯光纤的调心方法来进行上述多芯光纤的旋转方向上的朝向的调心;和连接步骤,将在上述调心步骤中被调心了的上述多芯光纤与其他光学部件连接。

[0026] 根据该方式,与方式4同样,能够制造旋转方向被适当调心了的上述多芯光纤与其他光学部件连接的多芯光纤单元。

[0027] 本发明的方式10为一种多芯光纤带的检查装置,其特征在于,具备:光纤弯曲部,通过使具有一个以上的多芯光纤的多芯光纤带弯曲来使上述多芯光纤弯曲;时滞测定部,测定在至少一个上述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;以及判定部,判定至少一个上述多芯光纤的上述时滞值在规定的范围以外的情况。

[0028] 根据该方式,在被光纤弯曲部弯曲了的部分中,能够通过检测时滞值在规定的范围以外的情况来高精度地检测多芯光纤的调心偏移。另外,在检测多芯光纤的旋转方向的调心偏移的区间的情况下,能够通过向光纤弯曲部依次送出多芯光纤带来高精度地检测该区间。

[0029] 在方式10中,优选上述一对纤芯与多个上述多芯光纤的排列方向垂直地排列。

[0030] 本发明的方式11为一种多芯光纤带的检查方法,其特征在于,具备:光纤弯曲步骤,通过使具有一个以上的多个多芯光纤的多芯光纤带弯曲来使上述多芯光纤弯曲;时滞测定步骤,测定在至少一个上述多芯光纤的一对纤芯中传播的光的时滞值;以及判定步骤,判定至少一个上述多芯光纤的上述时滞值在规定的范围以外的情况。

[0031] 根据该方式,与方式10同样,能够高精度地检测多芯光纤的调心偏移。

[0032] 本发明的方式12是在方式11的多芯光纤带的检查方法的基础上完成的,其特征在于,上述多芯光纤带具备包括上述多芯光纤的并排的多个光纤,上述一对纤芯排列为与上述光纤的排列方向垂直。

[0033] 多芯光纤带通常被向与光纤的排列方向垂直的方向弯曲。另外,在一对纤芯的排列方向沿着弯曲方向的情况下,时滞值变得最大或最小。因此,根据该方式,时滞值的绝对值大,因而可以提高时滞值的分辨率,能够更高精度地检测调心偏移。

[0034] 如以上那样,根据本发明,提供能够高精度地进行多芯光纤的旋转方向的调心的多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤单元的制造装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法、多芯光纤单元的制造方法、以及能够高精度地检测多芯光纤的旋转方向的调心偏移的多芯光纤带的检查装置和多芯光纤带的检查方法。

附图说明

[0035] 图1是表示多芯光纤的剖视图的一个例子的图。

[0036] 图2是表示图1的多芯光纤弯曲的样子的图。

[0037] 图3是表示图1、图2的多芯光纤的弯曲半径与在一对纤芯中传播的光的每单位长度的时滞值的关系的图。

[0038] 图4是表示一对纤芯的排列方向与使多芯光纤弯曲的方向的角度、和每单位长度的时滞值的关系的图。

[0039] 图5是表示本发明的第一实施方式所涉及的多芯光纤带的一个例子的样子的图。

[0040] 图6是表示多芯光纤带的制造装置的图。

[0041] 图7是表示光纤旋转部的样子的图。

- [0042] 图8是表示多芯光纤带的制造方法的流程图。
- [0043] 图9是表示本发明的第二实施方式所涉及的多芯光纤单元的一个例子的图。
- [0044] 图10是表示图9的多芯光纤单元的制造装置的图。
- [0045] 图11是表示多芯光纤单元的制造方法的流程图。
- [0046] 图12是表示本发明的第三实施方式所涉及的多芯光纤带的检查装置的图。
- [0047] 图13是表示多芯光纤带的检查方法的流程图。
- [0048] 图14是表示多芯光纤带的变形例的图。

具体实施方式

[0049] 以下,参照附图对本发明所涉及的多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤单元的制造装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法、多芯光纤单元的制造方法、多芯光纤带的检查装置以及多芯光纤带的检查方法的优选实施方式详细地进行说明。以下例示的实施方式是为了使本发明的理解变容易,并不是用于限定性地解释本发明。本发明能够在不脱离其主旨的情况下根据实施方式进行变更、改良。此外,为了容易理解,存在各个图中记载的比例与以下的说明中记载的比例不同的情况。

[0050] (第一实施方式)

[0051] 首先,对多芯光纤的时滞进行说明。图1是表示多芯光纤的剖视图的一个例子的图。如图1所示,本说明中的多芯光纤1具备:多个纤芯10~16;包层18,无间隙地包围各个纤芯10~16的外周面;以及保护层19,覆盖包层18的外周面。各个纤芯10~16的折射率高于包层18的折射率。各个纤芯10~16及包层18由根据需要添加有掺杂剂的玻璃构成。保护层19由树脂构成,也可以由硬度互不相同的多个层构成。

[0052] 在本说明中,纤芯的数量整体为7个,沿着包层18的中心轴配置一个纤芯10,并且绕该一个纤芯10等间隔地配置有多个纤芯11~16。另外,未对多芯光纤1施加扭转,在包层18形成为直线状的情况下,多个纤芯10~16成为直线状。

[0053] 图2是表示图1的多芯光纤1弯曲的样子的图。在图2中省略了保护层19。这里,从包层18的中心出发,将规定的径向设为x轴,将与x轴正交的径向设为y轴,将多芯光纤1弯曲的方向与x轴所成的角度设为 θ 。在图1、图2的例子中,通过纤芯10、纤芯11、纤芯14的直线为x轴,纤芯11为弯曲的外侧,纤芯14为弯曲的内侧。若像这样定义x轴、y轴及角度 θ ,则如图2所示在多芯光纤1被弯曲的情况下,角度 θ 为 180° 。

[0054] 在将多芯光纤1的纤芯10~16中的一对纤芯设为纤芯m和纤芯n的情况下,在纤芯m中传播的光与在纤芯n中传播的光的群延迟差亦即时滞值S如专利文献2中详细所示,将i设为m或n而用下式表示。

$$[0055] \quad S = \frac{L}{c} \left[(N_{1m} - N_{1n}) + \frac{F}{R_b} (G_m - G_n) + \frac{1}{R_b} (G_m N_{1m} - G_n N_{1n}) + \frac{F}{R_b^2} (G_m^2 - G_n^2) \right]$$

$$[0056] \quad F = -B_2 C_{12} - B_1 (C_{12} + C_{11})$$

$$[0057] \quad G_i = x_i \cos \theta - y_i \sin \theta$$

$$[0058] \quad C_{11} = E(1-v) / [(1+v)(1-2v)]$$

$$[0059] \quad C_{12} = Ev / [(1+v)(1-2v)]$$

[0060] 其中,L是光纤的长度,c是真空中光速, N_{1m} 是纤芯m的群折射率, N_{1n} 是纤芯n的群

折射率, R_b 是多芯光纤的弯曲半径, B_1 是各个纤芯相对于普通光线的光弹性系数, B_2 是各个纤芯相对于异常光线的光弹性系数, x_m 、 y_m 是纤芯 m 的以包层 18 的中心为基准的坐标位置, x_n 、 y_n 是纤芯 n 的以包层 18 的中心为基准的坐标位置, E 是纤芯的杨氏模量, ν 是纤芯的泊松比。

[0061] 该时滞值 S 能够在多芯光纤 1 的纤芯 10 ~ 16 中的一对纤芯的全部组合中求出。图 3 是表示图 1、图 2 的多芯光纤 1 的弯曲半径与在一对纤芯中传播的光的每单位长度的时滞值 S 的关系的图。在图 3 中, 示出了多芯光纤 1 的纤芯 11 与纤芯 14 的时滞值 S 、纤芯 11 与纤芯 13 的时滞值 S 、纤芯 11 与纤芯 12 的时滞值 S 。此外, 在制作图 3 时, 弯曲方向为 x 轴方向, 即 $\theta = 180^\circ$ 。另外, 使一对纤芯的群折射率 N_{1m} 、 N_{1n} 为相同的值。即, 在多芯光纤 1 为直线状态的情况下时滞值 S 为零。从图 3 可知, 弯曲半径越小, 时滞值 S 就越大, 在弯曲半径小的区域中时滞值 S 急剧变大。

[0062] 图 4 是表示一对纤芯的排列方向与多芯光纤 1 的弯曲方向的角度 θ 、和每单位长度的时滞值 S 的关系的图。在图 4 中, 示出了以规定的弯曲半径 R_b 弯曲多芯光纤 1 而在纤芯 10、11、14 中的 2 个纤芯中传播的光的时滞值 S 。此外, 在图 4 中, 使各个纤芯的群折射率为彼此相同的值。根据图 4, 在 $\theta = 90^\circ$ 、 270° 的情况下, 即在向 y 轴的方向弯曲的情况下, 时滞值 S 为 0, 在 $\theta = 0^\circ$ 、 180° 的情况下, 即在向 x 轴的方向弯曲的情况下, 时滞值 S 最大或最小。即, 在一对纤芯沿着弯曲方向排列的情况下的时滞值 S 的绝对值大于一对纤芯不沿着弯曲方向排列的情况下的时滞值 S 。另外, 纤芯 11-纤芯 14 的时滞值 S 的绝对值大于纤芯 11-纤芯 10 的时滞值 S 的绝对值、纤芯 14-纤芯 10 的时滞值 S 的绝对值。即, 在一对纤芯的相对于弯曲方向的排列方向恒定的情况下, 一对纤芯的纤芯间距离大的一方的时滞值 S 的绝对值大。这是因为: 在弯曲多芯光纤的情况下, 一对纤芯沿着弯曲方向排列的情况、一对纤芯的纤芯间距离大的情况与不是这样的情况相比, 在位于弯曲的内周侧的纤芯和位于外周侧的纤芯中, 曲率半径之差变大, 由弯曲引起的一对纤芯间的传输路径长度差、有效群折射率差变大。此外, 例如, 如图 2 那样在多芯光纤 1 被弯曲的情况下, 纤芯 12-纤芯 15 的时滞值 S 为纤芯 11-纤芯 14 的 $\theta = -60^\circ$ ($\theta = 300^\circ$) 的时滞值 S 。

[0063] 接下来, 对多芯光纤带进行说明。

[0064] 图 5 是表示本实施方式所涉及的多芯光纤带的一个例子的样子的图。在图 5 的例子中, 本实施方式的多芯光纤带 2 具备多个多芯光纤 1 和带状涂层 21。在本例中, 多芯光纤带 2 包括 4 个多芯光纤 1。

[0065] 各个多芯光纤 1 相互并排配置。另外, 在图 5 的例子中, 多芯光纤 1 与图 1 的多芯光纤 1 不同, 具有 4 个纤芯 11 ~ 14, 纤芯 11 ~ 14 配置于以包层 18 的中心为中心的正方形的顶点的位置。另外, 在本例中, 一对纤芯 11、13 沿着与多个多芯光纤 1 的排列方向垂直的方向排列。一对纤芯 11、13 是多芯光纤 1 的纤芯的纤芯对中的和纤芯 12、14 一起最远离的纤芯对。一对纤芯 12、14 沿着多个多芯光纤 1 的排列方向排列。

[0066] 带状涂层 21 覆盖多芯光纤 1 的外周面来使各个多芯光纤 1 成为一体。带状涂层 21 是主面沿着多个多芯光纤 1 的排列方向的扁平形状。因此, 多芯光纤带 2 是扁平绳状的形状。在本例中, 与长度方向垂直的剖面的形状大致为椭圆跑道形状。带状涂层 21 由树脂构成。带状涂层 21 的树脂可以是与保护层 19 相同种类的树脂, 也可以是不同种类的树脂。

[0067] 接下来, 对多芯光纤带 2 的制造进行说明。

[0068] 图6是表示多芯光纤带2的制造装置的图。如图6所示,本实施方式的多芯光纤带2的制造装置3具备送出部31、卷取部32、调心装置4及带化部33作为主要结构。

[0069] 送出部31例如由卷轴构成,多个多芯光纤1的一端侧被并排卷绕。送出部31能够通过旋转来送出多个多芯光纤1。送出部31例如是多个卷轴并排而成的结构。各个多芯光纤1的一端通过组装于送出部31的光旋转接头来与多芯光纤1相同数量的多芯光纤31F分别光学连接。光旋转接头是即使送出部31旋转也能够保证多芯光纤1与多芯光纤31F的光学连接的光纤彼此的接头部件。送出部31也可以由相互并排的多个卷轴构成。

[0070] 调心装置4是对从送出部31送出的多芯光纤1的轴中心的旋转方向上的朝向进行调心的装置。调心装置4的详细内容将后述。

[0071] 带化部33将被调心装置4调心了的多个多芯光纤1带化。带化部33例如由模具(dice)和固化部构成,模具将成为带状涂层21的未固化的树脂涂布在各个多芯光纤1的外周面上,固化部使涂布于通过了模具的多芯光纤1的该树脂固化。从模具被送出时涂布于各个多芯光纤1的树脂形成为一体,由此多个多芯光纤1被带化,形成为图5所示的多芯光纤带2。此外,作为成为带状涂层21的树脂,能够举出紫外线固化性树脂、热固性树脂以及热塑性树脂等。

[0072] 卷取部32例如由卷轴构成,能够通过旋转来卷取多芯光纤带2。多芯光纤带2的各个多芯光纤1的另一端通过组装于卷取部32的光旋转接头分别光学连接于与多芯光纤1相同数量的多芯光纤32F。因此,即使卷取部32旋转,也能够保持多芯光纤1与多芯光纤32F的光学连接。

[0073] 调心装置4具备光纤旋转部41、光纤弯曲部42、时滞测定部40以及控制部49作为主要结构。本例的时滞测定部40具备网络分析器43、通道选择器44、47、扇入(fan in)设备45、扇出(fan out)设备46以及运算部48作为主要结构。

[0074] 光纤旋转部41使多芯光纤1的轴中心的旋转角变化。图7是表示光纤旋转部41的一个例子的图。如图7所示,光纤旋转部41具备带轮41P、带轮轴41A及驱动部41D作为主要结构。带轮41P是在侧面设置有V形槽的圆盘状的部件。从送出部31送出的多芯光纤1被V形槽夹持。在带轮41P的中心沿着厚度方向形成有贯通孔,带轮轴41A插入于该贯通孔。因此,带轮41P能够绕带轮轴41A旋转。带轮轴41A的一端与驱动部41D连接。驱动部41D例如构成为包括步进电机等,能够使带轮轴41A的长度方向的角度如图7中虚线所示那样变化。通过该带轮轴41A的角度变化,带轮41P的角度如虚线所示那样变化,被带轮41P的槽夹持的多芯光纤1的轴中心的旋转角如虚线所示那样变化。

[0075] 在图7中,示出了使一个多芯光纤1的旋转角变化的结构,但光纤旋转部41具有与多芯光纤1的数量相同数量的图7的结构,能够使多个多芯光纤1的旋转角独立地变化。此外,带轮41P的槽并不局限于V形槽。例如,从增加多芯光纤1与带轮41P的接触面积来使多芯光纤1容易绕轴中心旋转的观点出发,优选槽的底部形成为曲面状,且底部的曲率半径大致与多芯光纤1的半径相同的U形槽。

[0076] 光纤弯曲部42使旋转角变化了的多芯光纤1向规定的方向弯曲。本实施方式的光纤弯曲部42由一对带轮42a、42b构成。带轮42a、42b例如是重叠了与多芯光纤1的数量相同数量的与带轮41P同样的带轮的结构。因此,光纤弯曲部42能够在相同条件下使各个多芯光纤1弯曲。带轮42a、42b的直径也可以互不相同。多芯光纤1的弯曲半径优选为5mm以上且

30mm以下。从光纤旋转部41送出的多个多芯光纤1在光纤弯曲部42中被带轮42a、42b弯曲360°。此外,各个多芯光纤1也可以多次卷绕于带轮42a、42b来被弯曲360°以上。另外,带轮42a、42b的半径也可以互不相同,多芯光纤1以不同的曲率半径被弯曲。

[0077] 此外,在本实施方式中,多芯光纤1以图5的多芯光纤1的纤芯11、13的排列方向在光纤弯曲部42大致沿着带轮42a、42b的径向的方式卷绕于带轮42a、42b。即,在本实施方式中,图5的多芯光纤1的纤芯11、13的排列方向大致沿着图1的x方向,图2所示的多芯光纤1的弯曲方向沿着x方向。关于将多芯光纤1像这样卷绕于带轮42a、42b的结构将后述。

[0078] 在网络分析器43分别连接有与被调心的多芯光纤1的数量相同数量的光纤43a、43b。一个光纤43a和一个光纤43b对应于一个多芯光纤1。在向各个光纤43a出射规定波长的光且该光经由规定的路径从与各个光纤43a对应的光纤43b入射的情况下,网络分析器43测量各个光的群延迟。网络分析器43输出表示测量出的群延迟的信号。在本实施方式中,从网络分析器43向各个光纤43a出射的光在各个多芯光纤1的纤芯11、13中的任一个中传播。此外,网络分析器43也可以构成为使用与多芯光纤1相同数量的将一个光纤43a与一个光纤43b连接的单通道的网络分析器。

[0079] 在通道选择器44连接有多个上述光纤43a以及多个出射用的光纤44a、44b。光纤44a及光纤44b分别与多芯光纤1的数量相同,由一个光纤44a和一个光纤44b构成对,一对对应于一个多芯光纤1及一个光纤43a。另外,光纤44a和光纤44b彼此是相同特性的光纤,彼此是相同的长度。从一个光纤43a入射的光入射到一对光纤44a、44b中的任一个。通道选择器44在各个对中切换从光纤43a入射的光出射到光纤44a、44b中的哪一个。在各个光纤44a、44b与送出部31的光旋转接头的多芯光纤31F之间连接有扇入设备45。扇入设备45例如具有多个波导以及与各个波导分别连接的多个光纤。在本实施方式中,各个光纤44a经由扇入设备45以及多芯光纤31F分别与各个多芯光纤1的纤芯11光学连接,各个光纤44b经由扇入设备45以及多芯光纤31F与各个多芯光纤1的纤芯13光学连接。

[0080] 通过上述结构,从网络分析器43入射到各个光纤43a的光经由通道选择器44、扇入设备45及多芯光纤31F分别入射到各个多芯光纤1的纤芯11、13中的任一个。

[0081] 通道选择器47是与通道选择器44相同的结构。不过,在通道选择器47连接有相同数量的出射用的光纤43b来代替多个光纤43a,连接有相同数量的入射用的光纤47a、47b的对来代替多个光纤44a、44b的对。光纤47a和光纤47b彼此是相同特性的光纤,彼此是相同的长度。从一对光纤47a、47b中的任一个入射的光入射到一个光纤43b。通道选择器47在各个对中切换使出射到光纤43b的光成为从光纤47a、47b的哪一个入射的光。在卷取部32的光旋转接头的多个多芯光纤32F与各个光纤47a、47b之间连接有扇出设备46。扇出设备46例如是与扇入设备45相同的结构。在本实施方式中,各个光纤47a经由多芯光纤32F以及扇出设备46分别与多芯光纤1的纤芯11光学连接,各个光纤47b经由扇出设备46分别与多芯光纤32F以及纤芯13光学连接。

[0082] 根据上述结构,从各个多芯光纤1的纤芯11、13中的任一个出射的光经由多芯光纤32F、扇出设备46以及通道选择器47分别入射到网络分析器43。

[0083] 网络分析器43与运算部48电连接,网络分析器43输出的表示群延迟的信号输入至运算部48。运算部48由具有差分电路的运算装置构成。运算部48根据从网络分析器43输入的表示各个光的群延迟的信号来计算时滞值S。针对各个多芯光纤1的每一个来计算时滞值

S。表示由运算部48计算出的时滞值S的信号被输出至控制部49。

[0084] 通过以上结构的时滞测定部40来测定在多芯光纤1的一对纤芯11、13中传播的光的时滞值S。

[0085] 控制部49例如由微控制器、IC(Integrated Circuit)、LSI(Large-scale Integrated Circuit)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)等集成电路、NC(Numerical Control)装置构成。另外,控制部49在使用NC装置的情况下,可以使用机器学习器,也可以不使用机器学习器。控制部49基于从运算部48输出的表示时滞值S的信号来控制光纤旋转部41。具体而言,控制部49控制光纤旋转部41来调节多芯光纤1的轴中心的旋转角,以使滞值S成为规定的值。在本实施方式中,控制部49调节多芯光纤1的旋转角,以使时滞值S成为最大值。

[0086] 接下来,对多芯光纤带2的制造方法进行说明。

[0087] 图8是表示多芯光纤带2的制造方法的流程图。如图8所示,本实施方式的多芯光纤带2的制造方法具备送出步骤S1、调心步骤S2及带化步骤S3。另外,调心步骤S2具备光纤旋转步骤S21、光纤弯曲步骤S22及时滞测定步骤S23。通过调心步骤S2构成对多芯光纤1的旋转方向的朝向进行调心的调心方法。

[0088] (送出步骤S1)

[0089] 本步骤是送出多个多芯光纤1的步骤。具体而言,卷取部32通过未图示的驱动部旋转,来卷取多芯光纤带2,由此各个多芯光纤1被牵拉,卷绕于送出部31的多个多芯光纤1被送出。此外,也可以在卷取部32之前设置带牵引机,通过带牵引机来牵拉多芯光纤带2。

[0090] (光纤旋转步骤S21)

[0091] 本步骤是使多芯光纤1的轴中心的旋转角变化的步骤。从送出部31送出的多个多芯光纤1被送入到光纤旋转部41。在光纤旋转部41中,如使用图7说明过那样,多芯光纤1进入到带轮41P的槽,若带轮41P的倾斜变化,则多芯光纤1的轴中心的旋转角与该倾斜的变化相应地变化。带轮41P的倾斜根据来自控制部49的指示适当变化。因此,多芯光纤1的旋转角也根据来自控制部49的指示来适当变化。旋转角变化了的多个多芯光纤1大致保证该旋转角不变地从光纤旋转部41被送出。

[0092] (光纤弯曲步骤S22)

[0093] 本步骤是使旋转角变化了的多芯光纤1向规定的方向弯曲的步骤。从光纤旋转部41送出的多芯光纤1被送入到光纤弯曲部42。在光纤弯曲部42中,如上述那样通过带轮42a、42b来使多芯光纤1弯曲。因此,在多芯光纤1的一对纤芯11、13中传播的光产生时滞。如使用图4说明过那样,时滞值S根据一对纤芯11、13的排列方向与多芯光纤1的弯曲方向的关系而变化。在本实施方式中,多芯光纤1通过带轮42a、42b以多芯光纤1的弯曲方向与纤芯11、13的排列方向一致的方式被弯曲。即,光纤旋转部41使多芯光纤1的旋转角变化,以便多芯光纤1像这样通过带轮42a、42b被弯曲。在该情况下,图4中的弯曲方向与纤芯11、13的排列方向的角度 θ 大致为 0° ,时滞值S大致最大。此外,如上述那样,若各个多芯光纤1多次卷绕于带轮42a、42b,则时滞值S变大,因此优选。各个多芯光纤1在被光纤弯曲部42弯曲之后被从光纤弯曲部42送出。

[0094] (时滞测定步骤S23)

[0095] 本步骤是使光入射到多芯光纤1的一对纤芯11、13并且接受从一对纤芯11、13出射

的各个光来测定各个光的时滞值S的步骤。网络分析器43向各个光纤43a入射规定波长的光。在通道选择器44中,例如,首先以来自光纤43a的光传播到光纤44a的方式设定通道。因此,从网络分析器43出射的光经由通道选择器44以及扇入设备45等入射到各个多芯光纤1的纤芯11。在纤芯11中传播的光产生群延迟。从各个多芯光纤1的纤芯11出射的光经由扇出设备46以及通道选择器47入射到网络分析器43。在网络分析器43中,测量各个光的群延迟,包括各个光的群延迟的信号被输出至运算部48。接下来,通道选择器44以来自光纤43a的光传播到各个光纤44b的方式设定通道。因此,各个光入射到各个多芯光纤1的纤芯13。在纤芯13中传播的光产生群延迟,测量入射到网络分析器43的各个光的群延迟,包括各个光的群延迟的信号被输出至运算部48。群延迟根据传播的纤芯的曲率半径而变化。因此,在光纤弯曲部42中,在纤芯11中传播的光和在纤芯13中传播的光的群延迟根据由带轮42a、42b确定的纤芯11、13的曲率半径而不同。运算部48基于在纤芯11、13中传播的2个群延迟来计算时滞值S。这样,按每个多芯光纤1测定各个多芯光纤1的时滞值S。包括计算出的时滞值S的信号被输出至控制部49。

[0096] 控制部49基于从运算部48输入的包括时滞值S的信号来控制光纤旋转部41,以使时滞值S成为规定的值。即,在光纤旋转步骤S21中,调节多芯光纤1的旋转角以使时滞值S成为规定的值。在本实施方式中,控制光纤旋转部41以使时滞值S变得最大。在时滞值S变小的情况下,控制部49控制光纤旋转部41的驱动部41D,例如以纤芯11、13的排列方向向+ θ 侧移动的方式使多芯光纤1的旋转角变化。此时,在时滞值S进一步变小的情况下,以纤芯11、13的排列方向向- θ 侧移动的方式使多芯光纤1的旋转角变化。因此,在本实施方式中,如上述那样,多芯光纤1以多芯光纤1的弯曲方向沿着纤芯11、13的排列方向的方式通过带轮42a、42b被弯曲。这样,各个多芯光纤1的轴中心的旋转方向的朝向被调心。

[0097] (带化步骤S3)

[0098] 本步骤是将在调心步骤S2中被调心了的多个多芯光纤1带化的步骤。通过调心步骤S2,各个多芯光纤1的旋转方向上的朝向被调心,多芯光纤1从光纤弯曲部42被送入到带化部33。在带化部33中,用成为带状涂层21的未固化的树脂覆盖各个多芯光纤1的外周面,并且使该树脂固化,由此将多个多芯光纤1带化。这样来制造图5所示的多芯光纤带2。

[0099] 多芯光纤带2被卷取部32卷取。

[0100] 如以上说明过那样,在本实施方式的多芯光纤1的调心装置4以及多芯光纤1的调心方法中,使多芯光纤1的轴中心的旋转角变化,并使旋转角变化了的多芯光纤1向规定的方向弯曲,测定在多芯光纤1的一对纤芯11、13中传播的光的时滞值S,在使多芯光纤1旋转时,以时滞值S成为规定的值的方式调节多芯光纤1的旋转角。通过以时滞值S成为规定的值的方式调节旋转角,能够使一对纤芯的排列方向相对于弯曲方向成为规定的方向。与泄漏光的变化相比,时滞值S相对于旋转角度的变化能够更精密地进行测定,因而根据本实施方式的多芯光纤1的调心装置4以及多芯光纤1的调心方法,能够高精度地进行旋转方向的调心。

[0101] 另外,在本实施方式的多芯光纤1的调心装置4以及多芯光纤1的调心方法中,以时滞值S成为最大值的方式调节旋转角。此外,也可以以时滞值S成为最小值的方式调节旋转角。在这些情况下,与以时滞值S成为该最大值与最小值之间的规定的值的方式调节旋转角相比,时滞值S的绝对值大,可以提高时滞值S的分辨率,能够更高精度地进行调心。另外,在

一对纤芯11、13的排列方向沿着弯曲方向的情况下,时滞值S变得最大或最小。因此,一对纤芯11、13的排列方向沿着弯曲方向,能够容易掌握一对纤芯11、13的排列方向,容易处理被调心的多芯光纤1。此外,与本实施方式不同,在多芯光纤1的调心装置4以及多芯光纤1的调心方法中,也可以以时滞值S成为不是最大的规定的值的方式调节旋转角。在该情况下,纤芯11、13的排列方向沿着与多芯光纤带2中的多芯光纤1的排列方向垂直的方向以外的方向。例如,也可以以时滞值S成为零的方式调节旋转角。在该情况下,纤芯11、13的排列方向沿着多芯光纤1的排列方向。或者,也可以以成为纤芯11、13的排列方向相对于多芯光纤1的排列方向例如成 45° 那样的时滞值S的方式调节旋转角。

[0102] 另外,在本实施方式的多芯光纤1的调心装置4以及多芯光纤1的调心方法中,被测定时滞值S的一对纤芯11、13是多芯光纤1中的多个纤芯11~14中的最相互远离的纤芯对。因此,若多芯光纤1的旋转角偏移,则时滞值S的变化变大。因此,能够更高精度地测定时滞值S,从而能够更高精度地进行调心。此外,被测定时滞值S的纤芯对也可以不是最相互远离的纤芯对。例如,也可以测定在纤芯11、12中传播的光的时滞值S。在这种情况下,只要以时滞值S成为最大值的方式调节旋转角,则纤芯11、12沿着与多芯光纤1的排列方向垂直的方向排列,纤芯11、13沿相对于与多芯光纤1的排列方向垂直的方向成 45° 的方向排列。

[0103] 另外,本实施方式的多芯光纤带2的制造装置3以及多芯光纤带2的制造方法将多个多芯光纤1送出,通过上述的调心进行所送出的多芯光纤1的旋转方向上的朝向的调心,并将被调心的多个多芯光纤1带化。根据这样的多芯光纤带2的制造装置3以及制造方法,能够制造各个多芯光纤1的旋转方向被高精度地调心的多芯光纤带2。

[0104] 此外,在本实施方式中,进行了多芯光纤带2所包括的多个多芯光纤1的旋转方向的调心。但是,也可以进行多芯光纤带2所包括的一部分多芯光纤1的旋转方向的调心,而不进行另一部分多芯光纤1的该调心。在该情况下,仅被进行调心的多芯光纤1从送出部31经由调心装置4被送入到带化部33,不进行调心的另一部分多芯光纤1从送出部31被送入到带化部33,而不经由调心装置4。在该情况下,光纤旋转部41、光纤弯曲部42、时滞测定部40只要具有能够对要进行调心的多芯光纤1进行调心的结构的即可。

[0105] (第二实施方式)

[0106] 接下来,参照图9~11对本发明的第二实施方式详细地进行说明。此外,对于与第一实施方式相同或等价的构成要素,标注相同的参照标记,除特别进行说明的情况以外省略重复的说明。

[0107] 图9是表示本实施方式所涉及的多芯光纤单元100的图。在图9的例子中,多芯光纤单元100具备多芯光纤1和作为其他光学部件的多芯光纤101,多芯光纤1与多芯光纤101被连接。在本例中,多芯光纤1的纤芯11~14与多芯光纤101的纤芯111~114分别连接。此外,在图9中,示意性地示出各个纤芯的配置,省略了保护层19。

[0108] 图10是表示本实施方式所涉及的多芯光纤单元100的制造装置的图。如图10所示,本实施方式的多芯光纤单元100的制造装置5具备送出部31、卷取部32、调心装置4以及连接部50作为主要结构。

[0109] 本实施方式的制造装置5将一个多芯光纤1的纤芯11~14与另一多芯光纤101的纤芯111~114分别连接,由此制造多芯光纤单元100。因此,在送出部31卷绕有一个多芯光纤1,卷取部32卷取一个多芯光纤1。因此,在调心装置4中,进行一个多芯光纤1的旋转方向的

调心。

[0110] 连接部50将被调心装置4调心了的多芯光纤1与另一多芯光纤101连接。本实施方式的连接部50具备带轮51和光纤旋转固定移动部52、光纤切断部53以及熔接部54。带轮51例如为与带轮41P相同的结构。光纤切断部53例如具有光纤刀具,能够切断多芯光纤1。光纤旋转固定移动部52例如具有能够从三个方向夹持多芯光纤1的外周面的结构,能够切换多芯光纤1的轴中心的旋转的固定与非固定。光纤旋转固定移动部52能够在多芯光纤1的旋转被固定的状态下将被光纤切断部53切断之后而如虚线所示那样通过切断而形成的多芯光纤1的端部移动至熔接部54。

[0111] 多芯光纤101的端部被放置在熔接部54。多芯光纤101的各个纤芯111~114如图9中说明过那样与纤芯11~14对称地排列配置,能够与纤芯11~14分别对置。

[0112] 熔接部54例如具备一对放电电极,该一对放电电极夹着多芯光纤1的端部和多芯光纤101的端部而对置,通过基于来自该放电电极的放电的加热来将多芯光纤1的端部与多芯光纤101的端部熔接。此外,熔接部54也可以通过其他方法进行熔接。

[0113] 接下来,对多芯光纤单元100的制造方法进行说明。

[0114] 图11是表示本实施方式所涉及的多芯光纤单元100的制造方法的流程图。如图11所示,本实施方式所涉及的多芯光纤单元100的制造方法具备调心步骤S2和连接步骤S4。在本实施方式中,调心步骤S2也构成对多芯光纤1的旋转方向上的朝向进行调心的调心方法,具备光纤旋转步骤S21、光纤弯曲步骤S22以及时滞测定步骤S23。连接步骤S4是将在调心步骤S2中被调心了的多芯光纤1的纤芯11~14与其他波导连接的步骤。本实施方式的连接步骤S4具备光纤切断步骤S41、光纤移动步骤S42以及熔接步骤S43。

[0115] (调心步骤S2)

[0116] 首先,与第一实施方式的调心步骤S2同样地,进行多芯光纤1的旋转方向的调心。不过,在本实施方式中,仅进行一个多芯光纤1的调心。

[0117] (光纤切断步骤S41)

[0118] 本步骤是切断多芯光纤1的步骤。若通过调心步骤S2对多芯光纤1的旋转方向进行了调心的部位经由带轮51移动至光纤切断部53,则卷取部32停止多芯光纤1的卷取,伴随于此,送出部31停止多芯光纤1的送出。在多芯光纤1的移动停止了的状态下,光纤旋转固定移动部52以多芯光纤1不旋转的方式将多芯光纤1的旋转固定。然后,光纤切断部53切断多芯光纤1。通过该切断所形成的多芯光纤1的端部成为旋转方向被调心了的状态。

[0119] (光纤移动步骤S42)

[0120] 本步骤是将多芯光纤1的端部移动至熔接部54的步骤。光纤旋转固定移动部52保持固定多芯光纤1的旋转的状态不变地使多芯光纤1的端部移动为端部位于熔接部54。此时,为了抑制对多芯光纤1施加的张力的变化,光纤旋转固定移动部52例如大致转动90°。

[0121] (熔接步骤S43)

[0122] 本步骤是将多芯光纤1与多芯光纤101熔接的步骤。移动来的多芯光纤1的各纤芯11~14与多芯光纤101的纤芯111~114相互对置。此外,在调心步骤S2中,在光纤移动步骤S42之后以纤芯11~14与纤芯111~114分别对置的方式进行调心。在本步骤中,例如通过放电等将多芯光纤1的端部与多芯光纤101的端部熔融,使各个端部接触,由此进行熔接。此时,纤芯11~14与纤芯111~114分别对置,由此纤芯11~14与纤芯111~114相互熔接。这

样,多芯光纤1与多芯光纤101被连接,制造出图9所示的多芯光纤单元100。

[0123] 在本实施方式的多芯光纤单元100的制造装置5以及多芯光纤单元100的连接方法中,将通过调心装置4、上述调心方法被调心了的多芯光纤1的纤芯11~14与其他光学元件连接。因此,在多芯光纤1的旋转方向被高精度地调心了的状态下被连接,因而能够制造出旋转方向被适当地调心了的多芯光纤1与作为其他光学部件的多芯光纤101连接而成的多芯光纤单元100。因此,在本例的多芯光纤单元100中,能够使纤芯11~14与纤芯111~114适当对置,从而能够抑制连接部处的光的泄漏。

[0124] 另外,在本实施方式中,连接部50具有带轮51、光纤旋转固定移动部52、光纤切断部53以及熔接部54,但它们不是必需的,只要能够将被调心装置4调心了的多芯光纤1的纤芯11~14与其他光学部件连接即可。例如,在本实施方式中,示出了基于熔接的连接的例子,但也可以是基于压接的连接。在该情况下,连接部50具有压接部来代替熔接部54,连接步骤S4具有压接步骤来代替熔接步骤S43。而且,如上述实施方式那样,在多芯光纤1的端部在光纤移动步骤S42中被移动之后被进行压接步骤,在压接步骤中,压接部将多芯光纤1的端部压接于多芯光纤101的端部。

[0125] 另外,在本实施方式中,作为光学部件以多芯光纤101为例进行了说明。但是,光学部件只要是与多芯光纤1连接的部件即可,也可以不是多芯光纤101。作为光学部件,例如,可以是波导基板、扇入-扇出设备,也可以是多芯光连接器等。另外,光学部件也可以仅与多芯光纤1的纤芯11~14中的一部分的纤芯光学连接。

[0126] 另外,光学部件只要是像插芯等那样与多芯光纤1连接的部件即可,也可以不与纤芯11~14光学耦合。例如,在光学部件为插芯的情况下,连接部50具有插入部来代替熔接部54,连接步骤S4具有插入步骤来代替熔接步骤S43。而且,如上述实施方式那样,在多芯光纤1的端部在光纤移动步骤S42中被移动之后被进行插入步骤,在插入步骤中,插入部以多芯光纤1的端部插入于插芯的方式使多芯光纤1与插芯相对移动,将多芯光纤1与插芯连接。因此,制造出在多芯光纤1的旋转方向的调心被高精度地调心了的状态下连接了多芯光纤1与插芯而成的多芯光纤单元。在该插芯收容于光纤连接器的壳体内部的情况下,光纤连接器成为多芯光纤单元。

[0127] 另外,在本实施方式中,用一个多芯光纤1与光学部件连接的例子进行了说明。但是,也可以进行多个多芯光纤1的旋转方向的调心,并将多个多芯光纤1与光学部件连接。多个多芯光纤1的调心例如能够通过第一实施方式中的调心装置4来进行。

[0128] (第三实施方式)

[0129] 接下来,参照图12、13对本发明的第三实施方式详细地进行说明。此外,对于与第一实施方式相同或等价的构成要素,标注相同的参照标记,除特别进行说明的情况以外省略重复的说明。

[0130] 图12是表示本实施方式所涉及的多芯光纤带2的检查装置的图。如图12所示,本实施方式的多芯光纤带2的检查装置6具备送出部31、光纤弯曲部42、卷取部32、网络分析器43、通道选择器44、47、扇入设备45、扇出设备46、运算部48以及判定部60作为主要结构。

[0131] 多芯光纤带2卷绕于本实施方式的送出部31。多芯光纤带2的各个多芯光纤1的一端与第一实施方式同样,分别与和多芯光纤1相同数量的多芯光纤31F光学连接。本实施方式的光纤弯曲部42的带轮42a、42b的槽的宽度大于多芯光纤带2的多芯光纤1的排列方向上

的宽度,槽的底部形成为平坦状。因此,能够将多芯光纤带2向与多芯光纤1的排列方向垂直的方向弯曲。

[0132] 本实施方式的运算部48将计算出的时滞值S输出至判定部60。判定部60例如是与控制部49相同的结构,判定时滞值S成为规定的范围以外的情况。在本实施方式中,例如,如图5所示,多芯光纤1的纤芯11、13的排列方向是与多芯光纤带2的多芯光纤1的排列方向垂直的方向,与第一实施方式同样,测定在各个多芯光纤1的纤芯11、13中传播的光的时滞值。在该情况下,上述规定的范围例如从时滞值S的最大值到低到该最大值的1%的值为止。在任一个多芯光纤1的时滞值S为规定的范围以外的情况下,判定部60输出在哪个多芯光纤1的长度方向的哪个位置成为规定的范围以外。

[0133] 接下来,对多芯光纤带2的检查方法进行说明。

[0134] 图13是表示本实施方式所涉及的多芯光纤带2的检查方法的流程图。如图13所示,本实施方式所涉及的多芯光纤带2的检查方法具备送出步骤S1、光纤弯曲步骤S22、时滞测定步骤S23以及判定步骤S5。

[0135] (送出步骤S1)

[0136] 在本步骤中,将包括多个多芯光纤1的多芯光纤带2从送出部31送出。

[0137] (光纤弯曲步骤S22)

[0138] 本步骤通过使多芯光纤带2弯曲来使各个多芯光纤1弯曲。从送出部31送出的多芯光纤带2被送入到光纤弯曲部42,并通过各个带轮42a、42b被向规定的方向弯曲。此时,在本实施方式中,光纤弯曲部42使多芯光纤带2向其厚度方向弯曲。该方向是与多芯光纤1的排列方向垂直的方向,是纤芯11、13的排列方向。

[0139] (时滞测定步骤S23)

[0140] 本步骤是使光入射到各个多芯光纤1的一对纤芯11、13并且接受从各个多芯光纤1的一对纤芯11、13出射的各个光来按每个多芯光纤1测定各个光的时滞值S的步骤。在本实施方式中,与第一实施方式同样地测定时滞值S。

[0141] (判定步骤S5)

[0142] 本步骤是判定至少一个多芯光纤1的时滞值S在规定的范围以外的情况的步骤。若从运算部48输入时滞值S,则判定部60判定时滞值S是否在规定的范围以外,在时滞值S在规定的范围内的情况下,例如,不特别输出信号,在时滞值S在规定的范围以外的情况下,输出表示时滞值S在规定的范围以外的多芯光纤1的信号、以及表示时滞值S在规定的范围以外的该多芯光纤1的长度方向的位置的信号。

[0143] 在本实施方式的多芯光纤带2的检查装置6及多芯光纤带2的检查方法中,在被光纤弯曲部42弯曲了的部分中,使用时滞值S在规定的范围以外来检测多芯光纤1的调心偏移,因而能够高精度地检测多芯光纤1的调心偏移。

[0144] 另外,在本实施方式中,向光纤弯曲部42依次送出多芯光纤带2,因而能够沿着长度方向检测多芯光纤1的调心偏移。因此,能够高精度地检测多芯光纤1的旋转方向的调心偏移的区间。此外,多芯光纤带2向光纤弯曲部42的送出不是必须的构成。例如,若为多芯光纤1的旋转方向在长度方向上几乎不变化的多芯光纤带2,则通过光纤弯曲部42来将多芯光纤带2内的多芯光纤1弯曲,测定时滞值S,由此能够确定产生了旋转方向的调心偏移的多芯光纤1。

[0145] 此外,在本实施方式中,上述规定的范围也可以是从时滞值S的最小值到高到该最小值的1%的值。另外,测定时滞值S的一对纤芯也可以不沿多芯光纤带2的厚度方向排列。不过,该一对纤芯沿多芯光纤带2的厚度方向排列使时滞值S的值增大,而能够更高精度地检测多芯光纤1的旋转方向的调心偏移,因此优选。

[0146] 此外,在本实施方式中,进行了多芯光纤带2所包括的多个多芯光纤1的调心偏移的检测。但是,也可以进行多芯光纤带2所包括的一部分多芯光纤1的调心偏移的检测,而不进行另一部分多芯光纤1的调心偏移的检测。在该情况下,只要仅被进行调心偏移的检测的多芯光纤1与时滞测定部40连接即可。在该情况下,时滞测定部40只要具有能够测定进行调心偏移的检测的多芯光纤1的时滞值的结构即可。

[0147] 以上,以实施方式为例对本发明进行了说明,但本发明并不限于这些。

[0148] 例如,多芯光纤1的纤芯的数量、配置也可以与上述实施方式不同。多芯光纤1的纤芯也可以配置成直线状、圆环状或格子状。

[0149] 另外,多芯光纤带2的结构也可以与图5所示的结构不同。例如,构成多芯光纤带2的多芯光纤1的数量能够适当变更。另外,不需要构成多芯光纤带2的所有光纤都是多芯光纤1,多芯光纤带2只要包括至少一个多芯光纤1即可。因此,例如,多芯光纤带2也可以具有一个以上的多芯光纤1和一个以上的单芯光纤。在该情况下,通过调心装置4来进行至少一个多芯光纤1的旋转方向的调心。

[0150] 图14是表示多芯光纤带2的变形例的图。如图14所示,彼此相邻的多个多芯光纤1也可以通过固定树脂22被相互固定来形成为多芯光纤带2。在图14中,示出了多芯光纤1为2个的情况,但多芯光纤1也可以为3个以上。另外,固定树脂22也可以沿着多芯光纤1的长度方向断续地设置。在使用这样的固定树脂22的情况下,与图5所示的多芯光纤带2相比,多芯光纤1易在旋转方向上偏移。因此,在第三实施方式中,在检查多芯光纤带2的情况下,优选提高张力。另外,在本变形例中,多芯光纤带2也可以包括1个以上的多芯光纤1和1个以上的单芯光纤。

[0151] 另外,在第一、第三实施方式中,多个光纤43a、43b分别与网络分析器43连接,但也可以光纤43a、43b各有一个与网络分析器43连接。在该情况下,通道选择器44进行光路的切换,以使光依次传播到多个多芯光纤1,通道选择器47进行光路的切换,以使从多个光纤47a、47b中的任一个入射的光出射到光纤43b。

[0152] 另外,调心装置4也可以具备存储器,该存储器具有表示一对纤芯排列的方向与弯曲方向所成的角度 θ 和时滞值S的关系的表。在该情况下,控制部49也可以参照该存储器,根据测定出的时滞值S和表进行计算,来调节光纤旋转部41处的多芯光纤1的旋转角。

[0153] 另外,送出部、卷取部也可以不使用卷轴。例如,多芯光纤1也可以在不损伤的范围内从折叠的状态、置于盘绕状的状态被引出,来在同样的状态下被抽取来代替卷取。

[0154] 另外,时滞测定部40只要能够测定在多芯光纤1的一对纤芯中传播的光的时滞值S,则也可以是其他结构。

[0155] 如以上说明过那样,根据本发明,提供能够高精度地进行多芯光纤的旋转方向的调心的多芯光纤的调心装置、多芯光纤带的制造装置、多芯光纤的连接装置、多芯光纤的调心方法、多芯光纤带的制造方法及多芯光纤的连接方法、以及能够高精度地检测多芯光纤的旋转方向的调心偏移的多芯光纤带的检查装置和多芯光纤带的检查方法,能够在光通信

等领域中利用。

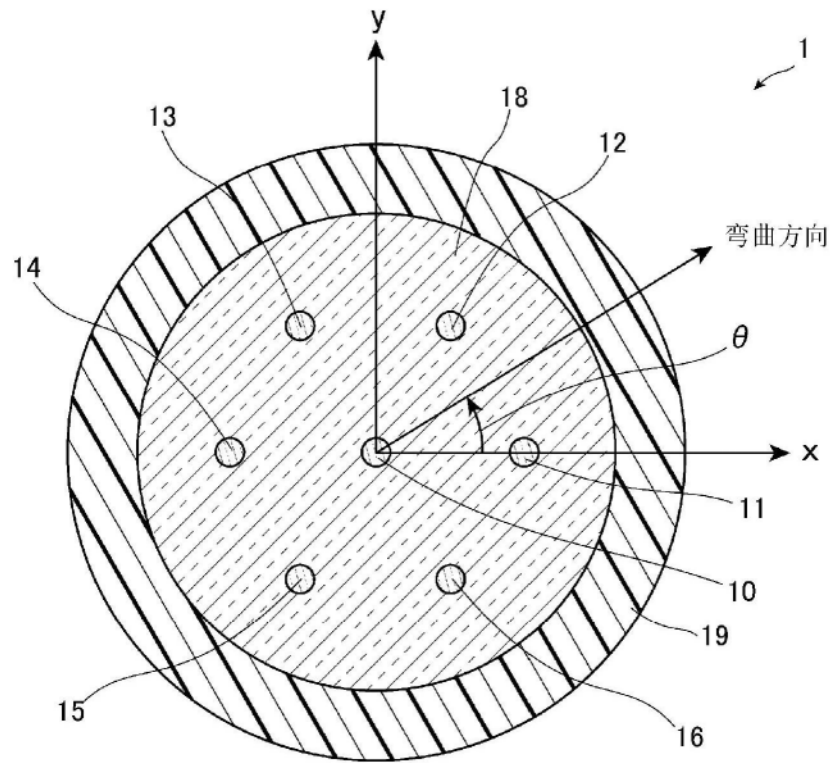


图1

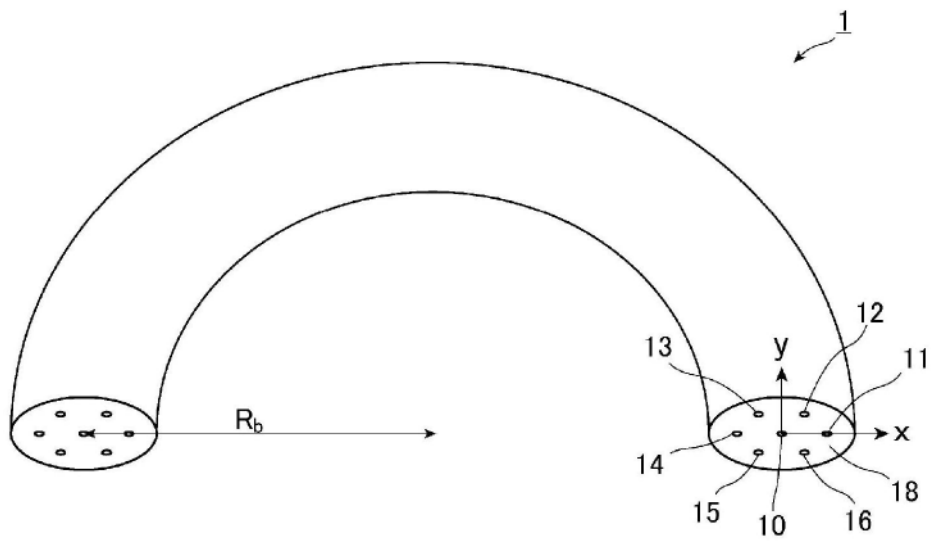


图2

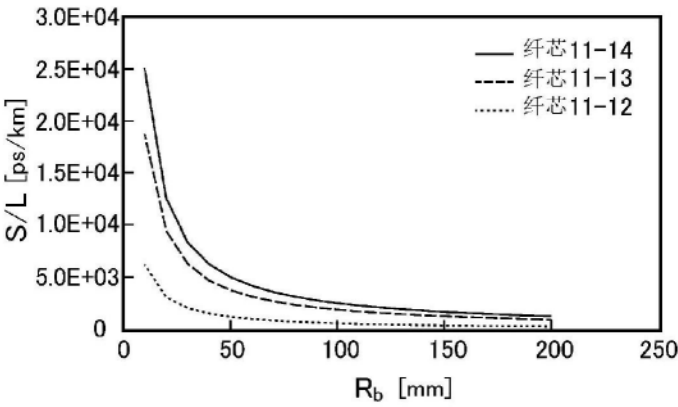


图3

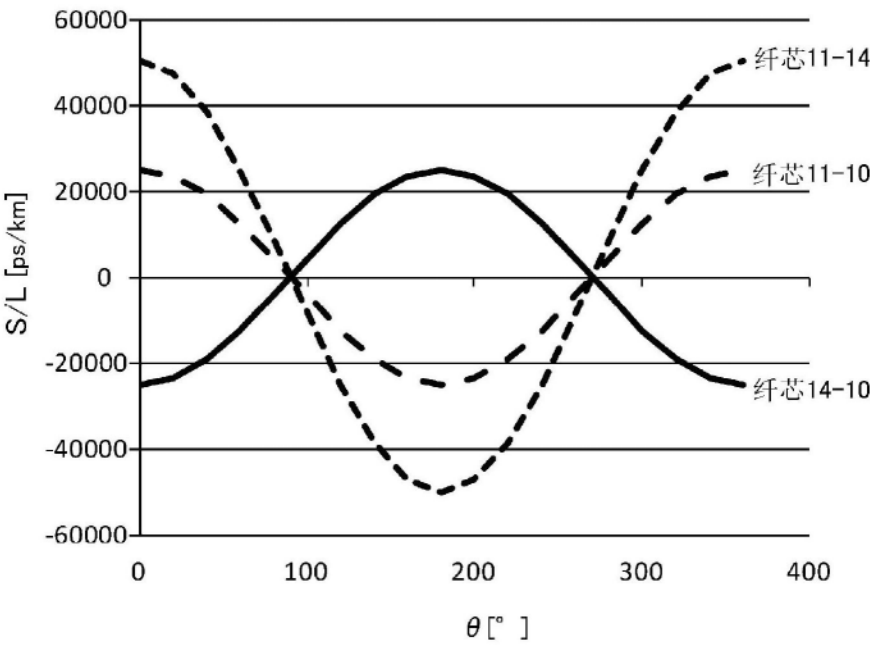


图4

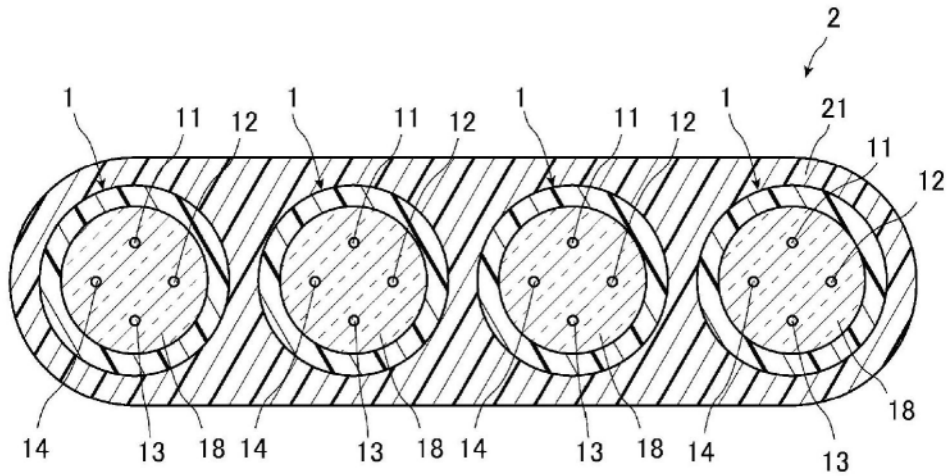


图5

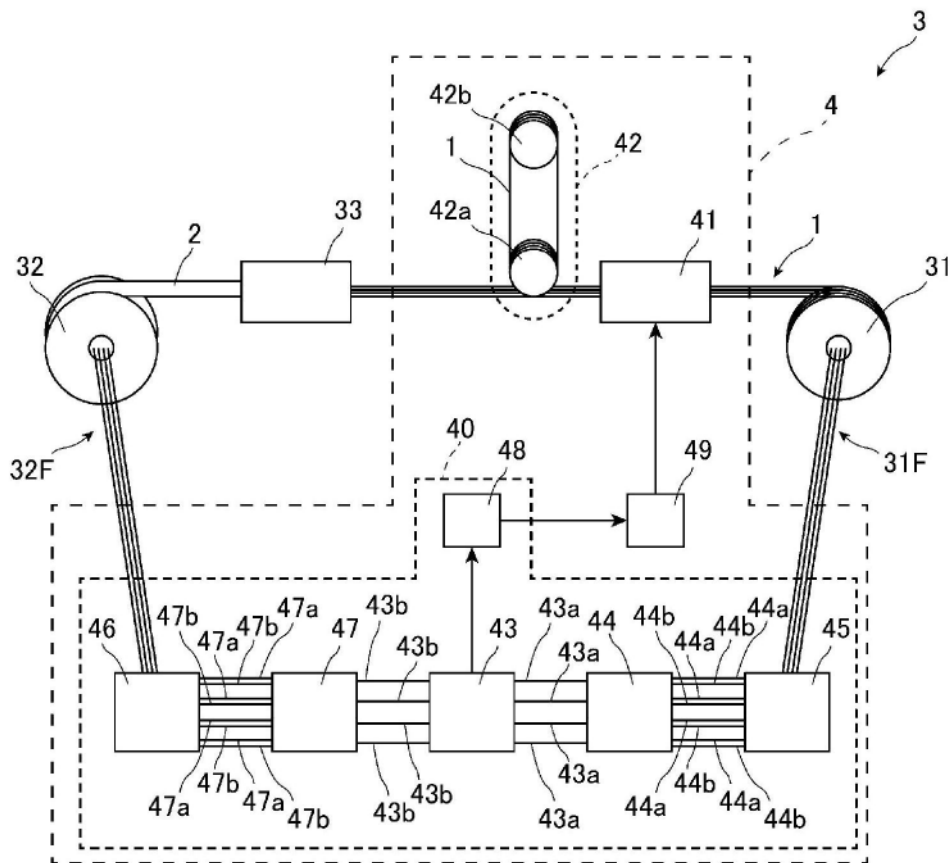


图6

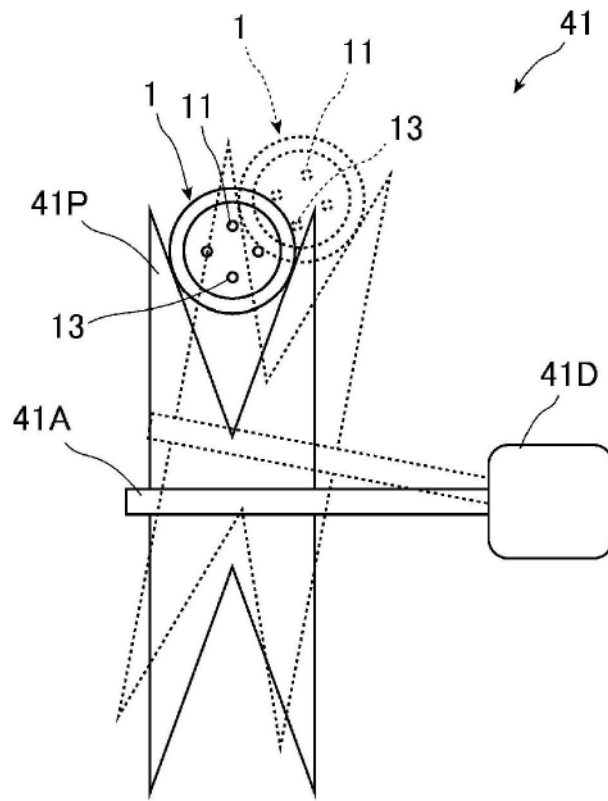


图7

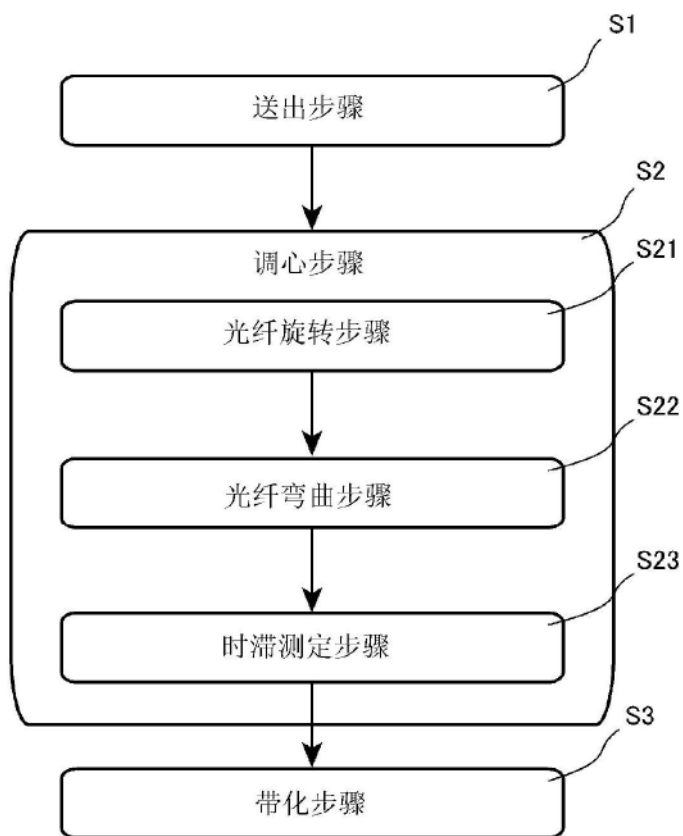


图8

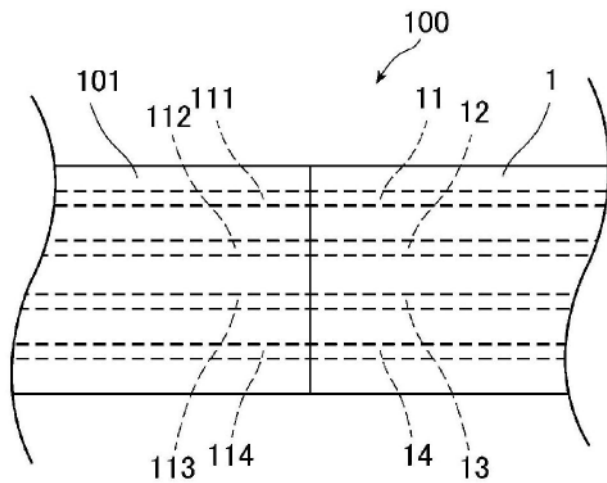


图9

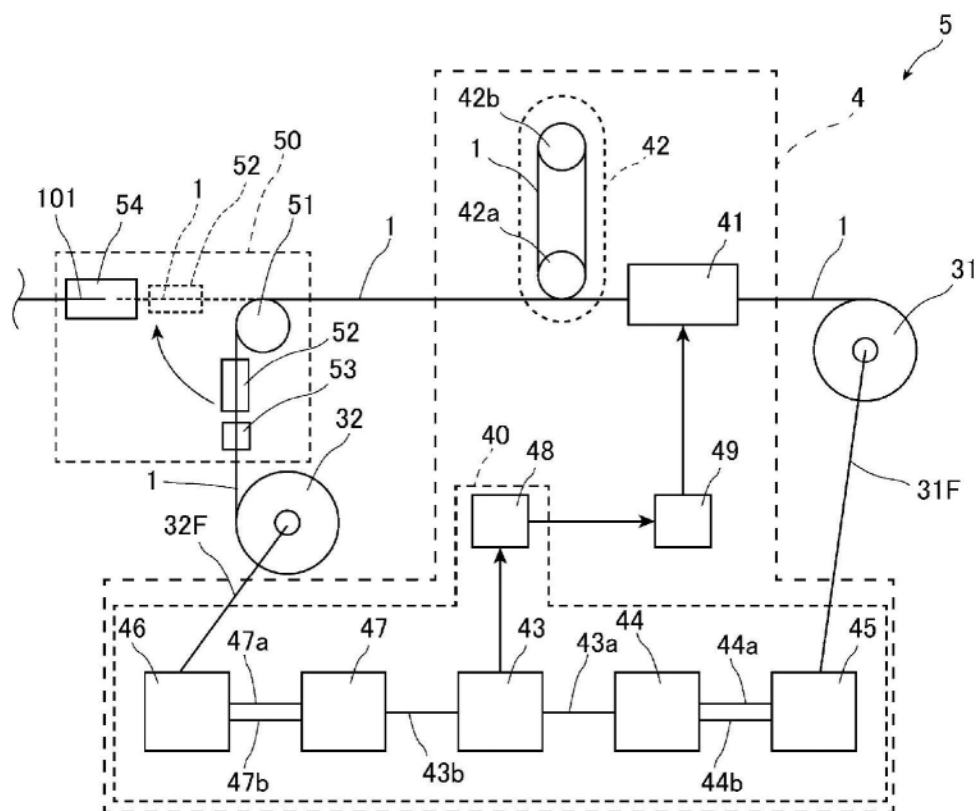


图10

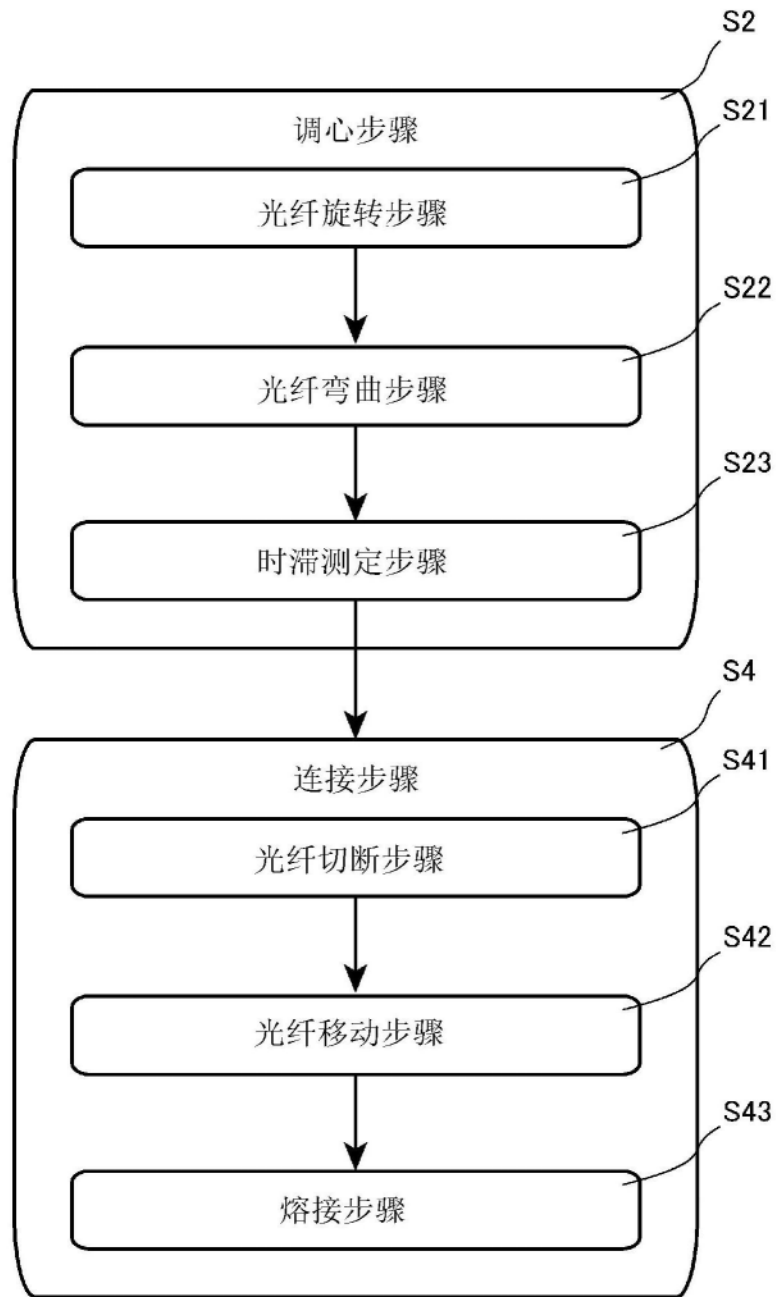


图11

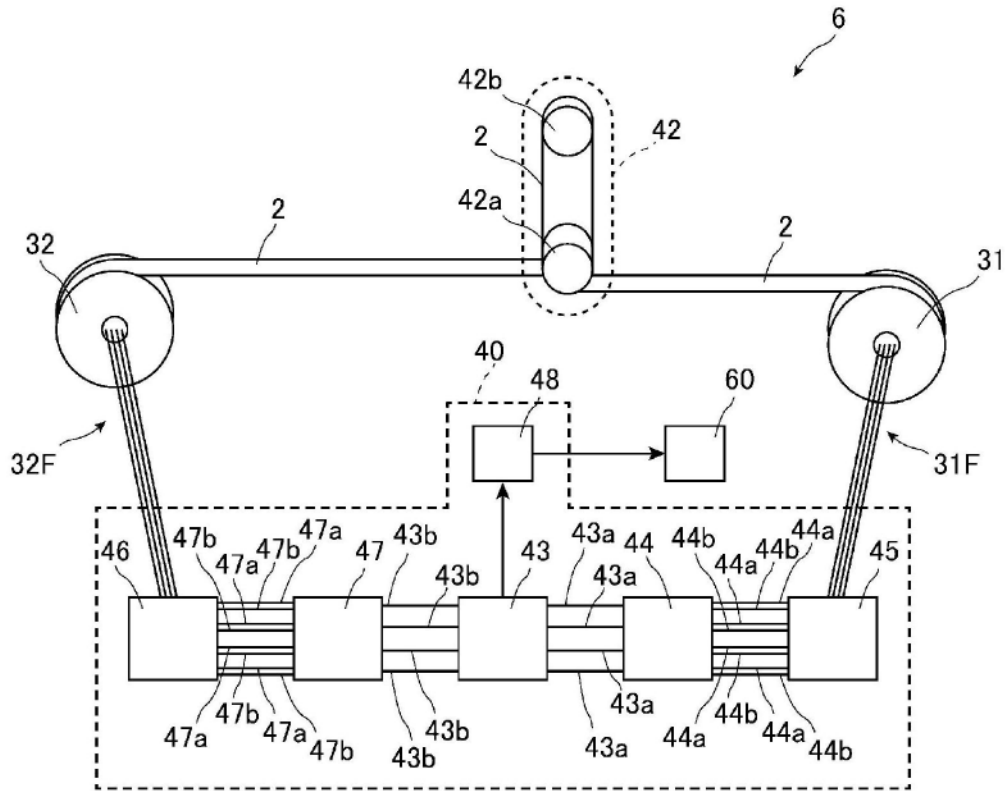


图12

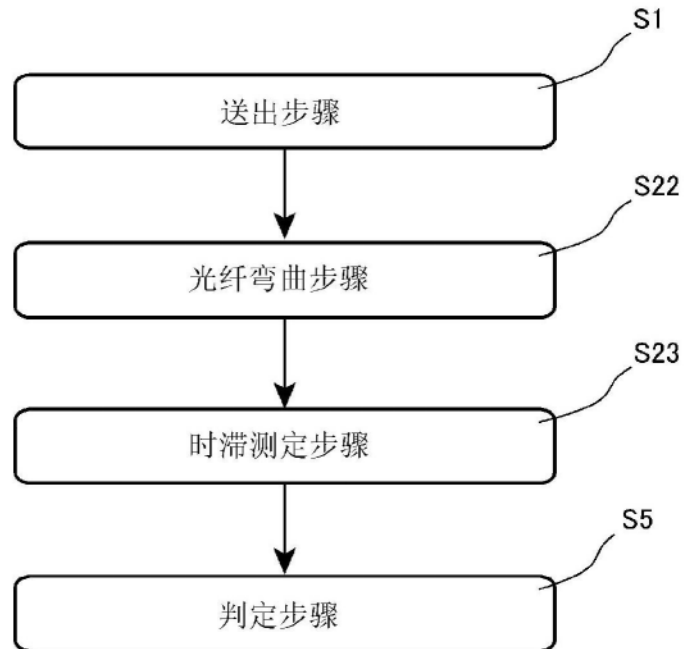


图13

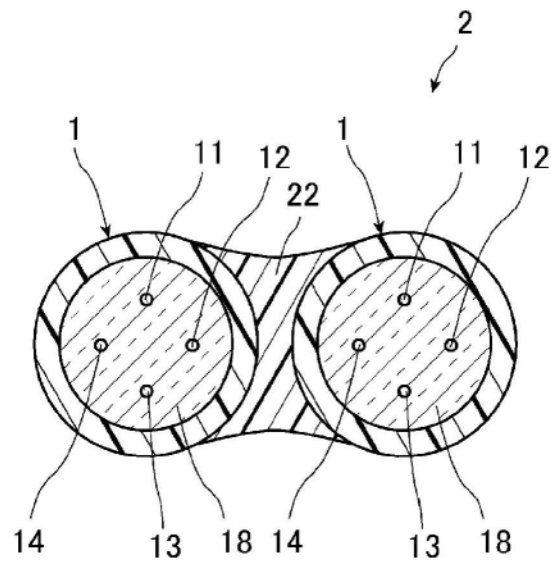


图14