



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101387720 B

(45) 授权公告日 2010.08.11

(21) 申请号 200810197409.1

(22) 申请日 2008.10.28

(73) 专利权人 长飞光纤光缆有限公司

地址 430073 湖北省武汉市武昌关山二路四号

(72) 发明人 汪洪海 涂峰 童维军

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 胡建平

(51) Int. Cl.

G02B 6/02 (2006.01)

C03B 37/012 (2006.01)

审查员 丁园

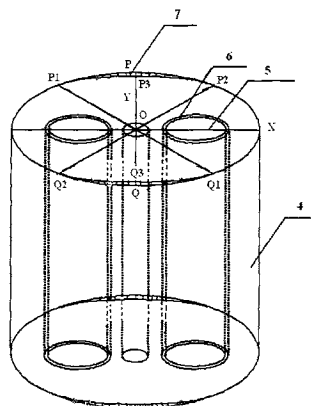
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种保偏光纤的制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种保偏光纤的制造方法。包括有纤芯和包层的光纤预制棒，在光纤预制棒纤芯两侧的包层区域对称的打出两个纵向贯通与纤芯相平行的孔，将两根应力棒分别插入上述打孔光纤预制棒的两个孔中，形成组合光纤预制棒；将组合光纤预制棒上光纤拉丝塔拉进行拉丝，制成熊猫型保偏光纤，其特征在于在光纤预制棒与插接应力棒的两孔中心连线平行的上下外周面上以过渡曲面的方式修除部分包层，使光纤预制棒的径向截面呈卵形或椭圆形。本发明通过量化预制棒的修整大小和尺寸，使得组合预制棒在表面张力的作用下，即时熔缩成具有良好表面圆度的保偏光纤预制棒，保证了所生产保偏光纤的包层不圆度可以控制在 0.5% 的水平。



1. 一种保偏光纤的制造方法,用沉积法沉积分别制造芯棒和应力棒,芯棒和应力棒上均预留有包层,

将芯棒插入相配置的石英套管,经清洗干燥后,通过预制棒拉伸塔将芯棒和石英套管熔融拉伸成包括有纤芯和包层的光纤预制棒,

在光纤预制棒纤芯两侧的包层区域对称的打出两个纵向贯通与纤芯相平行的孔,

将两根应力棒分别插入上述打孔光纤预制棒的两个孔中,形成组合光纤预制棒;

将组合光纤预制棒清洗干燥后,上光纤拉丝塔拉进行拉丝,制成熊猫型保偏光纤,

其特征在于在光纤预制棒与插接应力棒的两孔中心连线平行的上下外周面上以过渡曲面的方式修除部分包层,使光纤预制棒的径向截面呈卵形;

所述的应力棒和孔壁之间的间隙为 0.3 ~ 0.5mm,即直径相差为 0.6 ~ 1mm;所述的光纤预制棒外周面包层部分的修除面在两孔中心连线的中心垂线左右各 45 度外周区域,最大修除部分位于中心垂线处并向两侧逐步递减至零,其中最大修除部分的径向厚度为应力棒与孔壁间隙的 1.5 ~ 2.5 倍;

拉丝过程中,拉丝塔的炉温控制在 1900℃ ~ 2000℃,光纤的拉丝张力控制在 80 ~ 180g,光纤的拉丝速度控制在 300 ~ 1000m/min。

2. 按权利要求 1 所述的保偏光纤的制造方法,其特征在于在光纤预制棒打出两个纵向贯通与纤芯相平行的孔后,对光纤预制棒的外周面包层部分进行修除,修除使用氢氟酸连续逐渐腐蚀的方法,或使用机械磨削抛光的方法,修除后的光纤预制棒外表面光滑连续。

3. 按权利要求 1 或 2 所述的保偏光纤的制造方法,其特征在于所述的沉积法为等离子体化学气相沉积法,或化学气相沉积法,或外部气相沉积法,或轴向沉积法。

4. 按权利要求 1 或 2 所述的保偏光纤的制造方法,其特征在于所述的被修整的光纤预制棒外周面表面粗糙度达到 10 微米或 10 微米以下。

5. 按权利要求 1 或 2 所述的保偏光纤的制造方法,其特征在于所述的插接应力棒孔的孔壁表面粗糙度达到 10 微米或 10 微米以下。

6. 按权利要求 1 或 2 所述的保偏光纤的制造方法,其特征在于所述的纤芯的光学折射率高于包层的光学折射率,应力区的热膨胀系数大于包层的热膨胀系数。

一种保偏光纤的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种保偏光纤的制造方法。特别涉及一种制造熊猫型保偏光纤的方法。应用本制造方法可以降低熊猫型保偏光纤的包层不圆度,提高保偏光纤的机械强度和生产效率。本发明可用于制造工作于各种波长的保偏光纤和单模单偏振光纤。

背景技术

[0002] 保偏光纤是特种光纤的一类。保偏光纤,即偏振保持光纤,是具有保持所传输光线的线偏振方向的一类光纤。保偏光纤可应用于许多领域,如复用相干通信,光纤陀螺仪,光纤水听器,偏振传感等。保偏光纤是一种具有广泛应用价值的特种光纤类型。

[0003] 在普通通信光纤中,由于其圆对称性结构,入射的线偏振光线在经过一定距离的传输后,由于不同偏振模式的耦合,能量交换,会成为椭圆或圆偏振光而无法保持线偏振态。而当一线偏振光被耦合进入保偏光纤时,如果线偏振光的偏振方向和保偏光纤的偏振主轴重合,则线偏振光可以在传输过程中保持其线偏振方向直至离开保偏光纤。引起光纤双折射现象的原因很多,各种几何和应力的不均匀性均会引入双折射。保偏光纤产品也包括几何双折射和应力双折射保偏光纤。几何双折射的实例是椭圆芯子保偏光纤,这种保偏光纤的纤芯是椭圆形的,利用这种几何的不对称性产生双折射效应。应力双折射的保偏光纤主要有蝶结型保偏光纤,熊猫型保偏光纤和椭圆包层型保偏光纤三种。这类光纤的特点是在光纤的包层中引入具有高膨胀系数的应力区挤压纤芯产生双折射效应。保偏光纤的一个特例是单模单偏振光纤。

[0004] 上述各类保偏光纤中,椭圆芯子保偏光纤由于其芯子为椭圆形,在和其他光纤的耦合上存在较大的问题,会造成较大的熔接衰耗。蝶结型保偏光纤和椭圆包层型保偏光纤目前大都采用改进的化学气相沉积法(MCVD)制造,由于这类光纤一般包括外包层,应力层,内包层和芯层,而且所有的结构都一次沉积,同时熔缩成形。制造过程中需要控制应力区的形状,同时保持内包层和纤芯的圆度和同心度,因此制造过程复杂,成品率较低。

[0005] 熊猫型保偏光纤具有双折射效率高,结构简单,制造效率高,制造方法灵活的特点。熊猫型保偏光纤的制造工艺一般为组合法。即首先沉积制造芯棒,应力棒;然后对芯棒外包得到包含芯棒的光纤预制棒;然后在预制棒上芯棒两侧对称部位打出两个孔并将应力棒插入孔中形成组合棒。对组合棒拉丝即得到熊猫型保偏光纤。

[0006] 上述的熊猫型保偏光纤制造工艺,已经有许多相关专利。如 Corning 公司的专利 US4478489(Polarization retaining single-mode optical waveguide) 和日本住友公司专利 ZL03805091.9(保偏光纤及其制造方法)等。都提出了使用打孔组合预制棒制造熊猫型保偏光纤的方法,其中专利 ZL03805091.9 更指出了使用常规的组合工艺所制造的保偏光纤,其包层不圆度较大,难以达到普通光纤的水平。在专利 ZL03805091.9 中,为了改进所制造保偏光纤的包层圆度,提出了在打孔预制棒的外表面进行整形,如图 2 所示,磨削掉预制棒的部分玻璃,通过低速拉丝过程,在预制棒直径缩减到 3mm 左右时,由于熔融石英玻璃表面张力的作用,通过表面调整可以使得所拉制的保偏光纤的包层不圆度控制在 1% 以下;

或者通过同时磨削保偏光纤的芯棒和打孔预制棒的相应部分,在低速拉丝条件下,在预制棒直径缩减到 3mm 左右时,由于熔融石英玻璃表面张力的作用,通过预制棒整体的调整可以使得所拉制的保偏光纤的包层不圆度控制在 1% 以下,并同时保证光纤的纤芯圆度。

[0007] 使用上述工艺过程制造熊猫型保偏光纤,存在下列问题:

[0008] 使用打孔组合棒工艺制造熊猫型保偏光纤,为了确保应力棒顺利插入打孔预制棒的孔中,需要孔的直径大于应力棒的外径,由于应力棒和孔之间部分玻璃材料的缺失,会导致所生产的保偏光纤的包层圆度劣化,影响光纤的应用。

[0009] 使用专利 ZL03805091.9 提出的工艺方案,在实际的生产中也存在一些问题:首先,由于使用了将预制棒外表面整形为两个或者多个平面的方法,使得平面与平面之间、以及平面与弧面之间出现棱线,这种棱线的存在,严重影响了光纤的机械性能,使得组合预制棒在拉丝过程中和光纤的后续筛选过程中极易产生断纤;第二,专利 ZL03805091.9 的工艺方案中,调整光纤包层圆度的主要过程在预制棒熔缩到 3mm 直径时的自动调整,为了完成这个过程,必须使用低速低张力的拉丝条件,这种拉丝条件在实际的生产中,极大地降低了光纤的生产效率,也对保偏光纤的强度产生较大的影响,使得光纤很难通过 1% 的筛选;第三,使用上述工艺过程,所生产的保偏光纤的包层不圆度只能控制在 1% 的水平,这种包层不圆度在一些器件的应用中是不够的,器件生产要求光纤的包层不圆度达到 0.5% 及以下的水平。

发明内容

[0010] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术存在的不足而提供一种不仅产品质量好,包层不圆度低,而且生产效率高的熊猫型保偏光纤的制造方法。

[0011] 本发明为解决上述提出的问题所采用的技术方案为:

[0012] 用沉积法沉积分别制造芯棒和应力棒,芯棒和应力棒上均预留有包层,

[0013] 将芯棒插入相配置的石英套管,经清洗干燥后,通过预制棒拉伸塔将芯棒和石英套管熔融拉伸成包括有纤芯和包层的光纤预制棒,

[0014] 在光纤预制棒纤芯两侧的包层区域对称的打出两个纵向贯通与纤芯相平行的孔,

[0015] 将两根应力棒分别插入上述打孔光纤预制棒的两个孔中,形成组合光纤预制棒;

[0016] 将组合光纤预制棒清洗干燥后,上光纤拉丝塔进行拉丝,制成熊猫型保偏光纤,

[0017] 其不同之处在于

[0018] 在光纤预制棒与插接应力棒的两孔中心连线平行的上下外周面上以过渡曲面的方式修除部分包层,使光纤预制棒的径向截面呈卵形或椭圆形。

[0019] 按上述方案,在光纤预制棒打出两个纵向贯通与纤芯相平行的孔后,对光纤预制棒的外周面包层部分进行修除,修除可使用氢氟酸连续逐渐腐蚀的方法,或使用机械磨削抛光的方法,修除后的光纤预制棒外表面光滑连续。

[0020] 按上述方案,所述的应力棒和孔壁之间的间隙为 0.1 ~ 0.5mm,即直径相差为 0.2 ~ 1mm;所述的光纤预制棒外周面包层部分的修除面在两孔中心连线的中心垂线左右各 45 度外周区域,最大修除部分位于中心垂线处并向两侧逐步递减至零,其中最大修除部分的径向厚度为应力棒与孔壁间隙的 1.5 ~ 2.5 倍。

[0021] 按上述方案,拉丝过程中,拉丝塔的炉温控制在 1900℃ ~ 2000℃,光纤的拉丝张

力控制在 80 ~ 180g, 光纤的拉丝速度控制在 300 ~ 1000m/min。

[0022] 按上述方案, 所述的沉积法为等离子体化学气相沉积法 (PCVD), 或化学气相沉积法 (MCVD), 或外部气相沉积法 (OVD), 或轴向沉积法 (VAD) 等方法。

[0023] 按上述方案, 所述的被修整的光纤预制棒外周面表面粗糙度达到 10 微米或 10 微米以下; 所述的插接应力棒孔的孔壁表面粗糙度达到 10 微米或 10 微米以下。

[0024] 本发明通过将打孔预制棒的外表面整修为连续光滑的卵形或椭圆形, 并量化了预制棒需要修整部分的几何尺寸, 使用本发明制造熊猫型保偏光纤, 具有以下有益效果:

[0025] 1、由于通过酸液连续腐蚀或者机械磨削抛光技术, 将预制棒外表面修整为连续光滑的表面, 消除了棱线。由于棱线在高温拉丝炉中会导致受热不均匀而影响生产光纤的机械强度, 使得光纤在拉丝过程和筛选过程中容易产生断点。因此, 光滑的预制棒外表面消除了光纤断点产生的来源, 极大提高了保偏光纤的机械强度。

[0026] 2、通过量化预制棒的修整大小和尺寸, 根据孔与应力棒之间的间隙确定需要修整部分的几何参数, 使得组合预制棒在表面张力的作用下, 即时熔缩成具有良好表面圆度的保偏光纤预制棒, 保证了所生产保偏光纤的包层不圆度可以控制在 0.5% 的水平。

[0027] 3、使用本发明的工艺技术, 拉丝过程中的预制棒圆度调整相对作用较小, 使得保偏光纤的拉丝可以在高速条件下实施, 提高了保偏光纤生产的效率。

[0028] 4、高速拉丝工艺的实现, 比较于低速拉丝工艺, 保偏光纤的机械性能得到了极大的提高, 保证所生产的保偏光纤产品可以通过 1% 以上的筛选要求, 满足光纤通信和光纤传感领域对保偏光纤使用寿命的要求。

附图说明

[0029] 图 1 为熊猫型保偏光纤结构的立体图。

[0030] 图 2 为光纤预制棒外表面多平面磨削的立体示意图。

[0031] 图 3 本发明一个实施例中预制棒外表面连续光滑修整的立体示意图。

[0032] 图 4 为本发明保偏光纤包层不圆度与修整厚度的关系图。

具体实施方式

[0033] 以下结合附图进一步说明本发明的实施例。

[0034] 熊猫型保偏光纤包括包层 1、圆形应力区 2 和纤芯 3。熊猫型保偏光纤由组合光纤预制棒拉丝而成, 组合光纤预制棒的制作过程为: 用沉积法沉积分别制造芯棒和应力棒, 芯棒和应力棒上均预留有包层, 将芯棒插入相配置的石英套管, 经清洗干燥后, 通过预制棒拉伸塔将芯棒和石英套管熔融拉伸成包括有纤芯和包层的光纤预制棒 4, 在光纤预制棒纤芯两侧的包层区域对称的打出两个纵向贯通与纤芯相平行的孔 6, 在光纤预制棒与插接应力棒的两孔中心连线平行的上下外周面上以过渡曲面的方式修除部分包层 7, 使光纤预制棒的径向截面呈卵形或椭圆形, 将两根应力棒 5 分别插入上述打孔光纤预制棒的两个孔中, 形成组合光纤预制棒; 将组合光纤预制棒清洗干燥后, 上光纤拉丝塔拉进行拉丝, 制成熊猫型保偏光纤。熊猫型保偏光纤是一种具有纤芯波导, 纤芯周围被同心石英包层环绕, 并在纤芯两侧对称分布两个圆形应力区结构的光纤。其中纤芯的光学折射率高于包层的光学折射率, 应力区的热膨胀系数大于包层的热膨胀系数。

[0035] 制作过程中由于应力棒和孔壁之间存在间隙,需要将打孔光纤预制棒的外表面进行修整,以提高所生产保偏光纤的包层圆度。对预制棒外表面的修整,可以使用氢氟酸连续逐渐腐蚀的方法,也可以使用机械磨削抛光的方法,要求修整后的预制棒外表面没有棱线存在,预制棒的横截面为光滑连续,被修整的预制棒表面粗糙度达到 10 微米以下。

[0036] 对预制棒修整的具体几何要求如下:如图 3 所示,假设打孔预制棒连接两个孔的圆心的方向为 x 方向,则通过预制棒中心 O,与 x 方向垂直的方向为 y 方向。y 方向与预制棒外圆的两个交点分别为 P 点和 Q 点,与 OP 分别成 45 度角作两条线,交与预制棒外表面 P₁ 和 P₂,与 OQ 分别成 45 度角作两条线,交与预制棒外表面 Q₁ 和 Q₂。通过 P₁、P₂ 画一根弧线,与 OP 相交与 P₃,PP₃ 的长度等于应力棒与孔壁之间间隙的 1.5 到 2.5 倍,阴影部分 P₁PP₂P₃P₁ 是需要被修整掉的部分;同样,QQ₃ 的长度等于应力棒与孔壁之间间隙的 1.5 到 2.5 倍,阴影部分 Q₁QQ₂Q₃Q₁ 是需要被修整掉的部分。在 P₁PP₂P₃P₁ 和 Q₁QQ₂Q₃Q₁ 被修整掉后,如果预制棒的修整部分和未修整部分出现了明显的棱线,则要求通过机械或者其他的方法仔细磨削棱线部分,使得预制棒的外表面连续光滑。

[0037] 对于弧线 P₁P₃P₂ 和 Q₁Q₃Q₂ 可以使用下式表示:

$$[0038] \quad \frac{x^2}{R^2} + \frac{y^2}{(R - a \cdot r)^2} = 1$$

[0039] 其中, R 是预制棒的半径, r 是应力棒与孔壁之间的距离, a 是一个经验系数,取值范围为 1.5 ~ 2.5。上式中, x 方向是两个孔的中心连线的方向,而 y 方向是垂直于 x 的方向。

[0040] 使用上述修整的组合光纤预制棒拉丝,在拉丝炉 1900 ~ 2000 摄氏度的高温下,控制孔和应力棒之间的气压远远低于大气压,由于熔融石英预制棒的表面张力的作用,打孔光纤预制棒收缩与应力棒形成一体的保偏光纤预制棒。在这个过程中,由于预制棒的孔与应力棒之间有一定的间隙,同时由于孔内的真空度控制在几乎真空状态,所以在高温熔融状态下,预制棒的表面张力作用使得预制棒在收缩的过程中,孔的外壁比较于其他部分更薄,因此直接向内收缩挤动应力棒紧贴孔的内壁,即在平行于两孔的连线方向上,预制棒的外径减少,而减少的大小约为孔棒间隙的 4 倍左右,临近部分根据空隙情况也相应收缩,但在尺寸上会逐渐减少;而在两孔中心连线的垂直方向上,由于没有空隙存在,因此预制棒的外径几乎没有变化。在这种状况下,如果打孔预制棒的外表面没有经过修整,熔缩后的预制棒的外径不圆度将在 3 ~ 5% 之间,且垂直方向的外径大于平行方向的外径;而经过修整的预制棒,由于垂直方向已经预先被修整掉玻璃,所以熔缩后的预制棒,垂直方向和水平方向的外径能够保持基本相等,其他部分也相应匹配,这时的预制棒外表面不圆度已经在 1 ~ 2% 左右,基本达到光纤包层不圆度的水平,然后通过高温高速拉丝过形变程中外形的进一步微调,所生产的保偏光纤包层不圆度可以控制在 0.5 ~ 1% 以下的水平。

[0041] 使用上述修整的打孔预制棒拉丝,拉丝张力控制在 80 ~ 180g,拉丝速度控制在 300 ~ 1000m/min。使用这种高速高张力的拉丝条件,比较于其他低速低张力拉丝条件,光纤的机械性能明显改善,可以满足 1%、甚至 2% 的筛选条件,而且光纤的动态疲劳和抗拉强度测试结果表明,所制造的保偏光纤系列产品达到甚至优于通信光纤的相应水平。

[0042] 上述过程中,由于组合光纤预制棒在高温拉丝炉中外径的不圆度已经基本达到光纤不圆度的水平,无需在拉丝过程中通过较长时间的形变调整,因此本发明工艺能够满足

高速拉丝的要求；同时，由于在修整过程中消除了棱线等缺陷，光纤的机械强度得到了显著的提高。

[0043] 由于使用高速拉丝技术，保偏光纤的生产效率相比低速拉丝工艺得到极大的提高，可以满足大规模生产的需求。

[0044] 本发明所涉及的关于就保偏光纤预制棒进行修整，以提高保偏光纤的机械强度和包层圆度的技术，能够有效地提高熊猫型保偏光纤的生产效率和性能指标，但不局限于熊猫型保偏光纤的制造，基于相同的原理，本发明提出的工艺技术也可以用于提高其他类型偏振光纤，如椭圆包层和椭圆纤芯结构的保偏光纤的制造效率和性能指标。

[0045] 本发明的具体实施例如下：

[0046] 实施例 1：

[0047] 使用 PCVD 方法沉积制造光纤芯棒和应力棒，将芯棒插入石英套管，清洗干燥后上拉伸塔将芯棒和套管拉伸成直径为 50mm 的一体化光纤预制棒。在所制造的光纤预制棒纤芯两侧对称打孔，孔的直径为 16mm。同时将沉积制造的应力棒直径通过机械或者腐蚀的方法调整到 15.2mm。由于 15.2mm 直径的应力棒插入 16mm 的孔中，应力棒与孔之间的间隙为 0.4mm。使用 HF 酸腐蚀工艺，将打孔预制棒垂直于双孔方向的一面浸入酸液（如图 3 的 P_1PP_2 表面），浸入酸液的深度从 0mm 到 0.6mm 逐渐变化，即打孔预制棒逐渐下降，缓慢地将 $P_1PP_2P_3P_1$ 部分的玻璃腐蚀掉，其中预制棒的升降必须使用合适的方法连续缓慢变化。完成一面的腐蚀后，将预制棒旋转 180 度，按照同样的过程将 $Q_1QQ_2Q_3Q_1$ 部分的玻璃腐蚀掉。完成腐蚀后，仔细碾磨预制棒外表面，消除棱线并保证外表面的粗糙度，然后将相应直径的应力棒插入完成腐蚀的打孔预制棒中形成组合光纤预制棒，然后按照常规工艺清洗干燥，将组合光纤预制棒上塔拉丝得到包层直径为 125 微米的熊猫型保偏光纤。将所制造的保偏光纤纵向切割成一定长度的多根保偏光纤，测量各根保偏光纤的包层不圆度，发现所制造的保偏光纤的包层不圆度平均值在 0.8% 左右，同时，所制造的保偏光纤的几何、光学和双折射指标均能满足通信领域和传感领域对保偏光纤产品的指标要求。即所制造的保偏光纤能够满足通信领域和传感领域的应用要求。

[0048] 实施例 2：

[0049] 使用 PCVD 方法沉积制造光纤芯棒和应力棒，将芯棒插入石英套管，清洗干燥后上拉伸塔将芯棒和套管拉伸成直径为 50mm 的一体化光纤预制棒。在所制造的光纤预制棒纤芯两侧对称打孔，孔的直径为 16mm。同时将沉积制造的应力棒直径通过机械或者腐蚀的方法调整到 15.2mm。由于 15.2mm 直径的应力棒插入 16mm 的孔中，应力棒与孔之间的间隙为 0.4mm。使用 HF 酸腐蚀工艺，将打孔预制棒垂直于双孔方向的一面浸入酸液（如图 3 的 P_1PP_2 表面），浸入酸液的深度从 0mm 到 0.8mm 逐渐变化，即打孔预制棒逐渐下降，缓慢地将 $P_1PP_2P_3P_1$ 部分的玻璃腐蚀掉，其中预制棒的升降必须使用合适的方法连续缓慢变化。完成一面的腐蚀后，将预制棒旋转 180 度，按照同样的过程将 $Q_1QQ_2Q_3Q_1$ 部分的玻璃腐蚀掉。完成腐蚀后，仔细碾磨预制棒外表面，消除棱线并保证外表面的粗糙度，然后将相应直径的应力棒插入完成腐蚀的打孔预制棒中形成组合光纤预制棒，然后按照常规工艺清洗干燥，将组合光纤预制棒上塔拉丝得到包层直径为 125 微米的熊猫型保偏光纤。将所制造的保偏光纤纵向切割成一定长度的多根保偏光纤，测量各根保偏光纤的包层不圆度，发现所制造的保偏光纤的包层不圆度平均值在 0.3% 左右，同时，所制造的保偏光纤的几何、光学和双折射

指标均能满足通信领域和传感领域对保偏光纤产品的指标要求。

[0050] 实施例 3 :

[0051] 使用 PCVD 方法沉积制造光纤芯棒和应力棒,将芯棒插入石英套管,清洗干燥后上拉伸塔将芯棒和套管拉伸成直径为 50mm 的一体化光纤预制棒。在所制造的光纤预制棒纤芯两侧对称打孔,孔的直径为 16mm。同时将沉积制造的应力棒直径通过机械或者腐蚀的方法调整到 15.2mm。由于 15.2mm 直径的应力棒插入 16mm 的孔中,应力棒与孔之间的间隙为 0.4mm。使用 HF 酸腐蚀工艺,将打孔预制棒垂直于双孔方向的一面浸入酸液(如图 3 的 P_1PP_2 表面),浸入酸液的深度从 0mm 到 1.0mm 逐渐变化,即打孔预制棒逐渐下降,缓慢地将 $P_1PP_2P_3P_1$ 部分的玻璃腐蚀掉,其中预制棒的升降必须使用合适的方法连续缓慢变化。完成一面的腐蚀后,将预制棒旋转 180 度,按照同样的过程将 $Q_1QQ_2Q_3Q_1$ 部分的玻璃腐蚀掉。完成腐蚀后,仔细碾磨预制棒外表面,消除棱线并保证外表面的粗糙度,然后将相应直径的应力棒插入完成腐蚀的打孔预制棒中形成组合光纤预制棒,然后按照常规工艺清洗干燥,将组合光纤预制棒上塔拉丝得到包层直径为 125 微米的熊猫型保偏光纤。将所制造的保偏光纤纵向切割成一定长度的多根保偏光纤,测量各根保偏光纤的包层不圆度,发现所制造的保偏光纤的包层不圆度平均值在 0.85% 左右,同时,所制造的保偏光纤的几何、光学和双折射指标均能满足通信领域和传感领域对保偏光纤产品的指标要求。

[0052] 实施例 4 :

[0053] 使用 PCVD 方法沉积制造光纤芯棒和应力棒,将芯棒插入石英套管,清洗干燥后上拉伸塔将芯棒和套管拉伸成直径为 50mm 的一体化光纤预制棒。在所制造的光纤预制棒纤芯两侧对称打孔,孔的直径为 16mm。同时将沉积制造的应力棒直径通过机械或者腐蚀的方法调整到 15.4mm。由于 15.4mm 直径的应力棒插入 16mm 的孔中,应力棒与孔之间的间隙为 0.3mm。使用机械磨削抛光工艺,将打孔预制棒垂直于双孔方向的一面进行整修,被去掉的玻璃厚度从 0mm 到 0.45mm 逐渐变化,根据本发明原则,如图 3 所示将 $P_1PP_2P_3P_1$ 部分的玻璃磨削掉,其中磨削部分必须形成连续光滑的曲面,以免出现棱线。完成一面的磨削后,将预制棒旋转 180 度,按照同样的过程将 $Q_1QQ_2Q_3Q_1$ 部分的玻璃磨削掉。将相应直径的应力棒插入完成整修的打孔预制棒中形成组合光纤预制棒,然后按照常规工艺清洗干燥,将组合光纤预制棒上塔拉丝得到包层直径为 80 微米的熊猫型保偏光纤。将所制造的保偏光纤纵向切割成一定长度的多根保偏光纤,测量各根保偏光纤的包层不圆度,发现所制造的保偏光纤的包层不圆度基本在 0.7% 及以下,同时,所制造的保偏光纤的几何、光学和双折射指标均能满足通信领域和传感领域对保偏光纤产品的指标要求。

[0054] 实施例 5 :

[0055] 使用 PCVD 方法沉积制造光纤芯棒和应力棒,将芯棒插入石英套管,清洗干燥后上拉伸塔将芯棒和套管拉伸成直径为 50mm 的一体化光纤预制棒。在所制造的光纤预制棒纤芯两侧对称打孔,孔的直径为 16mm。同时将沉积制造的应力棒直径通过机械或者腐蚀的方法调整到 15.4mm。由于 15.4mm 直径的应力棒插入 16mm 的孔中,应力棒与孔之间的间隙为 0.3mm。使用机械磨削抛光工艺,将打孔预制棒垂直于双孔方向的一面进行整修,被去掉的玻璃厚度从 0mm 到 0.6mm 逐渐变化,根据本发明原则,如图 3 所示将 $P_1PP_2P_3P_1$ 部分的玻璃磨削掉,其中磨削部分必须形成连续光滑的曲面,以免出现棱线。完成一面的磨削后,将预制棒旋转 180 度,按照同样的过程将 $Q_1QQ_2Q_3Q_1$ 部分的玻璃磨削掉。将相应直径的应力棒插入

完成整修的打孔预制棒中形成组合光纤预制棒,然后按照常规工艺清洗干燥,将组合光纤预制棒上塔拉丝得到包层直径为 80 微米的熊猫型保偏光纤。将所制造的保偏光纤纵向切割成一定长度的多根保偏光纤,测量各根保偏光纤的包层不圆度,发现所制造的保偏光纤的包层不圆度基本在 0.3% 及以下,同时,所制造的保偏光纤的几何、光学和双折射指标均能满足通信领域和传感领域对保偏光纤产品的指标要求。

[0056] 实施例 6 :

[0057] 使用 PCVD 方法沉积制造光纤芯棒和应力棒,将芯棒插入石英套管,清洗干燥后上拉伸塔将芯棒和套管拉伸成直径为 50mm 的一体化光纤预制棒。在所制造的光纤预制棒纤芯两侧对称打孔,孔的直径为 16mm。同时将沉积制造的应力棒直径通过机械或者腐蚀的方法调整到 15.4mm。由于 15.4mm 直径的应力棒插入 16mm 的孔中,应力棒与孔之间的间隙为 0.3mm。使用机械磨削抛光工艺,将打孔预制棒垂直于双孔方向的一面进行整修,被去掉的玻璃厚度从 0mm 到 0.75mm 逐渐变化,根据本发明原则,如图 3 所示将 P1PP2P3P1 部分的玻璃磨削掉,其中磨削部分必须形成连续光滑的曲面,以免出现棱线。完成一面的磨削后,将预制棒旋转 180 度,按照同样的过程将 Q₁QQ₂Q₃Q₁ 部分的玻璃磨削掉。将相应直径的应力棒插入完成整修的打孔预制棒中形成组合光纤预制棒,然后按照常规工艺清洗干燥,将组合光纤预制棒上塔拉丝得到包层直径为 80 微米的熊猫型保偏光纤。将所制造的保偏光纤纵向切割成一定长度的多根保偏光纤,测量各根保偏光纤的包层不圆度,发现所制造的保偏光纤的包层不圆度基本在 0.75% 及以下,同时,所制造的保偏光纤的几何、光学和双折射指标均能满足通信领域和传感领域对保偏光纤产品的指标要求。

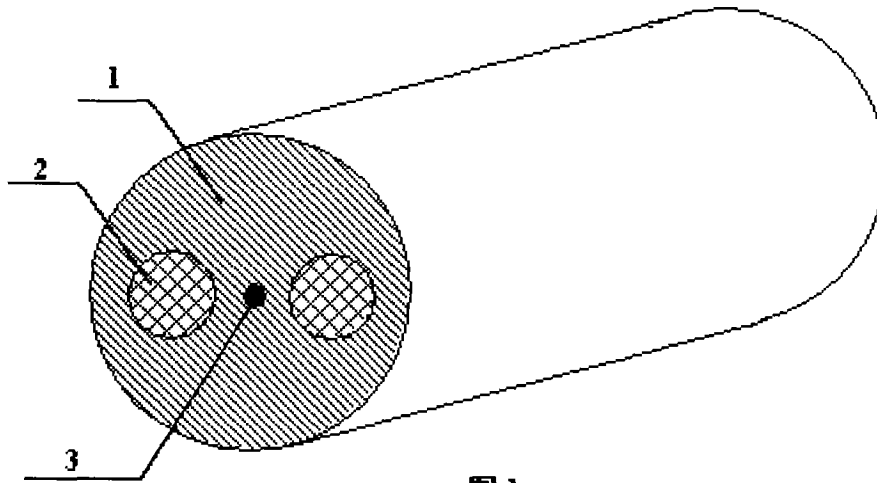


图 1

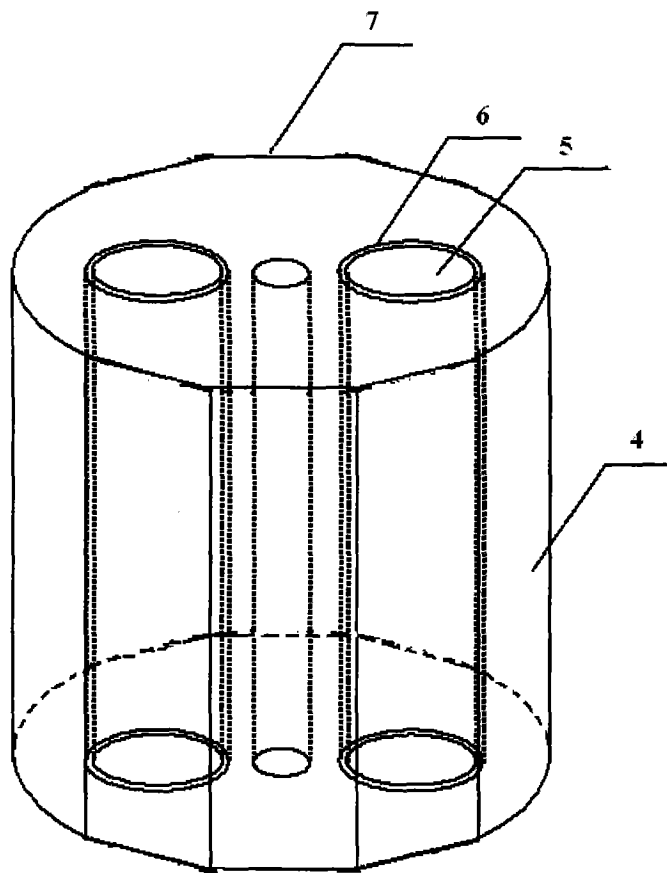


图 2

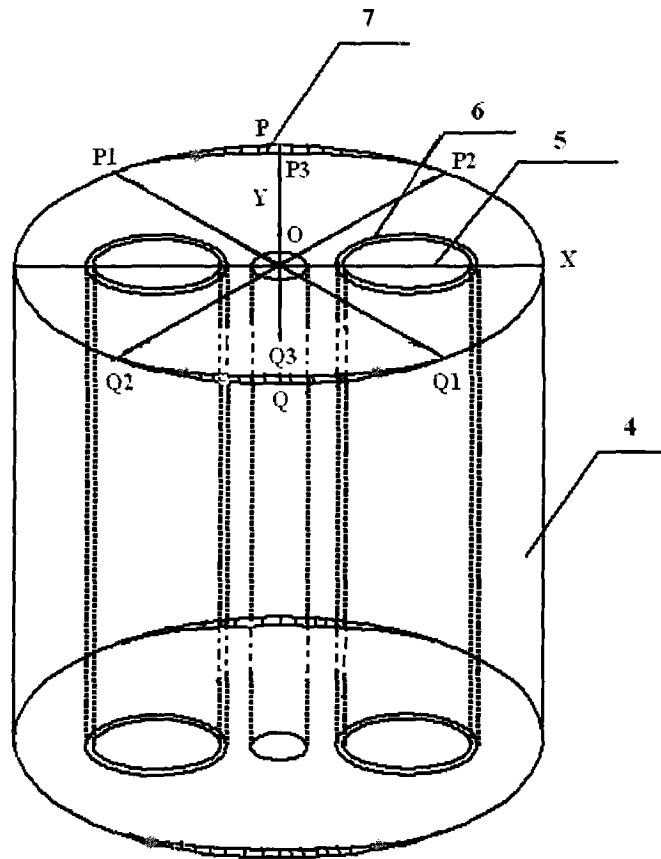


图 3

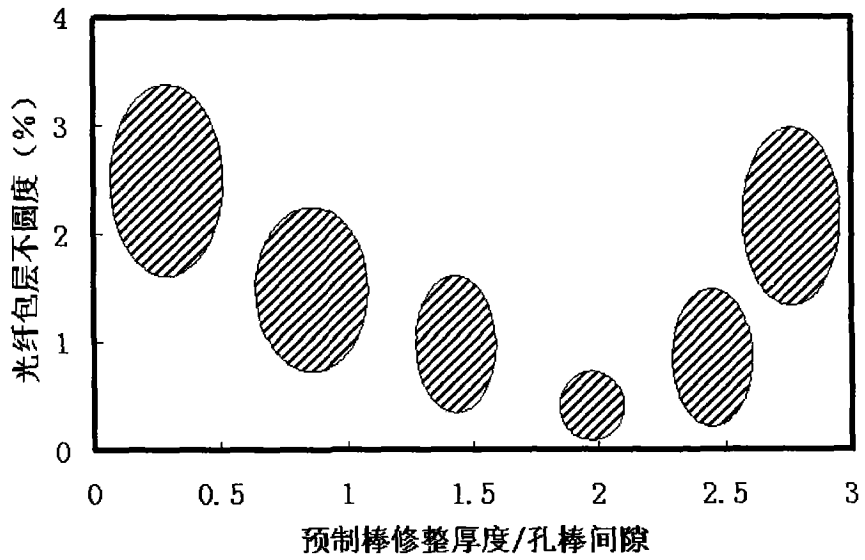


图 4