



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110501778 B

(45) 授权公告日 2021.04.30

(21) 申请号 201910759537.9

G02B 6/02 (2006.01)

(22) 申请日 2019.08.16

G03B 37/027 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 110501778 A

审查员 田静

(43) 申请公布日 2019.11.26

(73) 专利权人 武汉唐联光电科技有限公司  
地址 430074 湖北省武汉市东湖新技术开发区滨湖路26号SAGE技术研究中心1栋6层01室011-380

(72) 发明人 涂峰 但晓红 蒋文慧 李垠松  
李萌 周玉阳 黄卫军

(74) 专利代理机构 湖北高韬律师事务所 42240  
代理人 罗凡

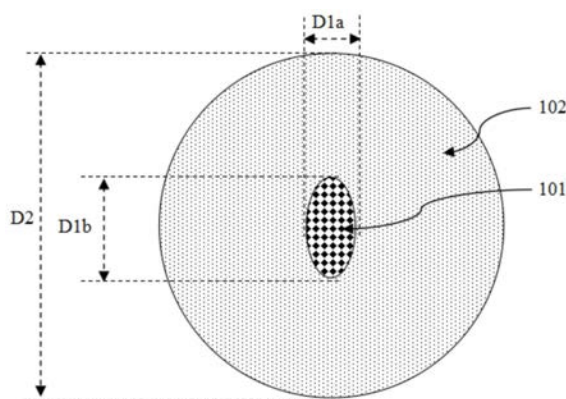
(51) Int. Cl.  
G02B 6/024 (2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称  
一种保偏光纤、制造模具及方法

(57) 摘要

本发明提供一种聚合物保偏光纤,所述光纤包括光纤包层和光纤芯,所述光纤包层包裹所述光纤芯;所述光纤芯的材料为聚甲基丙烯酸甲酯、聚碳酸酯和聚四氟乙烯的掺杂共聚物;所述光纤包层的材料为全氟丙基全氟乙烯基醚和聚四氟乙烯的共聚物与聚甲基丙烯酸甲酯、聚四氟乙烯的共聚掺杂物。本发明的光纤由共聚聚合物材料构建,可使用在可见光波段,在液氮温度冷冻杀菌和蒸汽温度高温消毒等场合下均能保持光纤性能,满足生物医疗领域对传输介质的环境要求;采用光纤芯与应力区浇注聚合的方式加工制备,避免了传统石英保偏光纤的机械打孔工艺带来的较大的加工应力,强化了双折射效应施加的效率,光纤设计灵活、成本低。



1. 一种聚合物保偏光纤,其特征在于,所述光纤包括光纤包层和光纤芯,所述光纤包层包裹所述光纤芯;

所述光纤芯的材料为聚甲基丙烯酸甲脂中掺杂有聚碳酸酯、聚四氟乙烯;

所述光纤包层的材料为聚甲基丙烯酸甲脂中掺杂有聚四氟乙烯、全氟丙基全氟乙烯基醚与聚四氟乙烯的共聚物;

所述光纤芯横截面的几何形状为椭圆型;所述聚合物保偏光纤的椭圆型光纤芯具有几何双折射结构;

相对于聚甲基丙烯酸甲脂,所述光纤芯的掺杂材料的掺杂组分质量含量范围分别为:

聚碳酸酯的质量含量 $DPC_{101}$ 为1%-10%;

聚四氟乙烯的质量含量 $DPTFE_{101}$ 为0.1%-3%;

相对于聚甲基丙烯酸甲脂,所述光纤包层的掺杂材料的掺杂组分质量含量范围分别为:

聚四氟乙烯的质量含量 $DPTFE_{102}$ 为0.5%-3%;

全氟丙基全氟乙烯基醚和聚四氟乙烯的共聚物的质量含量 $DPFA_{102}$ 为1%-8%;

所述光纤芯的长轴直径与短轴直径的比值 $h$ 为1.05-9。

2. 根据权利要求1所述的聚合物保偏光纤,其特征在于,

所述光纤芯的折射率值 $n_1$ 为1.47-1.523;

所述光纤包层的折射率值 $n_2$ 为1.46-1.50;

光纤芯相对于光纤包层的折射率差百分比 $\Delta n$ 为0.11%-2.1%。

3. 根据权利要求1所述的聚合物保偏光纤,其特征在于,

光纤芯的长轴直径 $D_{1b}$ 为 $3\mu\text{m}$ - $40\mu\text{m}$ ;光纤芯的短轴直径 $D_{1a}$ 为 $3\mu\text{m}$ - $8\mu\text{m}$ ;

所述光纤包层的直径 $D_2$ 为 $33\mu\text{m}$ - $110\mu\text{m}$ 。

4. 一种采用模具制造权利要求1-3任一项所述的聚合物保偏光纤的方法,其特征在于,所述模具包括外壳和型芯,所述外壳包括圆柱段和漏斗段,所述型芯为椭圆柱,所述型芯设置在圆柱段中心,所述漏斗段顶端具有加料口,所述漏斗段的下端与圆柱段的上端无缝连接;所述方法包括如下步骤:

制作光纤包层预制管,包括:

将所述光纤包层的共聚掺杂材料从模具上端的加料口加入模具中;

对所述模具中的共聚掺杂材料进行加热,同时旋转所述模具,使得掺杂料均匀分布,形成光纤包层预制管;

抽出型芯,形成管口,倒置所述模具,将光纤芯掺杂材料从管口加入光纤包层预制管中;

对光纤包层预制管内光纤芯共聚掺杂材料进行加热,同时旋转所述光纤包层预制管,形成光纤预制棒。

5. 根据权利要求4所述的制造聚合物保偏光纤的方法,其特征在于,

对所述光纤预制棒进行拉丝形成聚合物保偏光纤,所述光纤预制棒进行拉丝的拉丝温度 $T_3$ 为 $120^\circ\text{C}$ - $160^\circ\text{C}$ 。

6. 根据权利要求4所述的制造聚合物保偏光纤的方法,其特征在于,

对光纤包层的共聚掺杂材料加热采用红外加热,所述红外加热的温度 $T_2$ 为 $105^\circ\text{C}$ - $140^\circ\text{C}$ 。

℃,所述红外加热的时间 $t_2$ 为8h-20h;旋转所述模具的角速度 $s_2$ 为5rad/s-30rad/s。

7.根据权利要求4所述的制造聚合物保偏光纤的方法,其特征在于,

对光纤包层预制管内光纤芯共聚掺杂材料进行加热采用超声波加热,所述超声波加热的温度 $T_1$ 为85℃-110℃,所述超声波加热的时间 $t_1$ 为3h-9h;旋转所述光纤包层预制管的角速度 $s_1$ 为1rad/s-10rad/s。

8.根据权利要求4所述的制造聚合物保偏光纤的方法,其特征在于,所述型芯的材料为石英玻璃,所述型芯可拆卸设置在圆柱段中心,所述型芯的高度与所述圆柱段的高度相同,所述型芯的轴心线与所述圆柱段外壳的轴心线重合。

9.根据权利要求4所述的制造聚合物保偏光纤的方法,其特征在于,所述外壳材质为石英玻璃,所述外壳的圆柱段底端中心具有安装孔,所述型芯固定在所述安装孔内。

## 一种保偏光纤、制造模具及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光纤技术领域,具体涉及一种聚合物保偏光纤、制造模具及方法。

### 背景技术

[0002] 保偏光纤,又叫偏振保持光纤,用于传输线偏振光,广泛用于航天、航空、航海、生物医疗技术等国民经济的各个领域。保偏光纤可以解决偏振态变化的问题,在通过光纤几何尺寸上的设计,产生更强烈的双折射效应,来消除应力对入射光偏振态的影响。

[0003] 现有技术中,应力双折射保偏光纤主要有领结型保偏光纤、熊猫型保偏光纤和椭圆包层型保偏光纤三种。例如,文献CN108897094A公开了一种细径熊猫型保偏光纤,该细径熊猫型保偏光纤采用月牙形的应力施加结构,选用掺杂石英作为光纤的介质材料;然而,上述应力施加的保偏结构温度稳定性较差,且石英介质在可见光波段衰减较大,因而无法满足医疗传感监测应用中对传感器液氮冷却和高温蒸煮消毒的使用要求。文献CN107572771A公开了一种二氧化钛掺杂的二氧化硅石英玻璃芯层熊猫型保偏光纤,该熊猫型保偏光纤采用芯棒制备、套管、打孔的方式进行母棒的制备,再插入掺硼应力棒形成应力型结构,由于整个材料基底是二氧化硅石英玻璃,因此在传感过程中会导致绕环胶与石英材料的热膨胀系数有较大的失配,造成随机不对称的热应力,从而降低传感精度和信噪比;同时打孔工艺在预制棒内易形成较大的驻留应力,对保偏光纤的温度环境性能造成较大的影响。文献CN108459371A公开了一种镱、铝、磷共掺的二氧化硅石英玻璃芯层稀土掺杂熊猫型保偏光纤,光纤的工作波段在1064nm,拍长的设计值最小为3.2mm,该熊猫型保偏光纤在高精度的传感中无法满足设计性能要求。文献CN108508529A公开了一种工作在1550nm波段的零色散位移熊猫型保偏光纤,核心参数为保证光纤的色散位移值,并同时具有保偏的效果;然而,该零色散位移熊猫型保偏光纤的波导结构复杂,重复一致性控制难度较大,对工艺和设备的要求较高。文献CN105866880A公开了一种保偏光纤的制备方法,使用预制模具注入二氧化硅液体,获得石英套管,通过打磨熔融,再注入二氧化硅与三氧化二硼的混合粉末组合成熊猫型保偏光纤预制棒;然而,该保偏光纤的制备方法并未对预制棒的具体设计结构和尺寸参数进行详细描述,也未提供直接可供拉丝的成型预制棒。文献CN106082628A公开了一种熊猫保偏光纤预制棒的制备方法,使用纳米孔二氧化硅粉体加入到稀土和共掺离子无机盐溶液中形成悬浮液,但该制备方法未提供具体成型预制棒参数和可供拉丝预制棒。可见,现有技术中对光纤的材料、温度特性、加工制备方法上都存在不同程度的问题,亟待提出一种解决上述问题的光纤、制备方法,以满足加工工艺、光纤材料应力等方面的需求。

### 发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供一种可见光耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤,该聚合物保偏光纤采用椭圆芯型的几何双折射结构设计,无应力单元结构设计;通过聚合物光纤材料实现可见光波长使用窗口保偏光纤的使用,从而满足生物医疗监测传感系统的使用要求,为高精度短波长低成本传感系统提供稳定可靠易生产的

保偏光纤产品支撑;采用共聚掺杂的材料改性,提升聚合物保偏光纤材料介质的温度稳定性,满足生物医疗监测传感器需要液氮冷冻和蒸汽消毒的低温高温环境要求;同时聚合物保偏光纤还无需设计外层涂覆层,相比于石英保偏光纤,消除了石英材料与树脂涂覆材料的热应力性能的差异,减少了温度环境变化情况下非对称热应力失配引起的传感精度下降和噪音增强,为不同应用需求的领域提供合适的保偏光纤产品设计,在小型生物医疗传感器领域扩展聚合物保偏光纤的应用。

[0005] 本发明为解决上述技术问题所采用的技术方案为:

[0006] 一种聚合物保偏光纤,所述光纤包括光纤包层和光纤芯,所述光纤包层包裹所述光纤芯;

[0007] 所述光纤芯的材料为聚甲基丙烯酸甲脂与聚碳酸酯和聚四氟乙烯的掺杂共聚物;

[0008] 所述光纤包层的材料为聚甲基丙烯酸甲脂与聚四氟乙烯和全氟丙基全氟乙烯基醚与聚四氟乙烯的共聚物的共聚掺杂物。

[0009] 具体的,所述光纤芯横截面的几何形状为椭圆型。

[0010] 具体的,相对于聚甲基丙烯酸甲脂,所述光纤芯的掺杂材料的掺杂组分质量含量范围分别为:

[0011] 聚碳酸酯的质量含量 $DPC_{101}$ 为1%-10%;

[0012] 聚四氟乙烯的质量含量 $DPTFE_{101}$ 为0.1%-3%。

[0013] 具体的,相对于聚甲基丙烯酸甲脂,所述光纤包层的掺杂材料的掺杂组分质量含量范围分别为:

[0014] 聚四氟乙烯的质量含量 $DPTFE_{102}$ 为0.5%-3%;

[0015] 全氟丙基全氟乙烯基醚和聚四氟乙烯的共聚物的质量含量 $DPFA_{102}$ 为1%-8%。

[0016] 具体的,所述光纤芯的折射率值 $n_1$ 为1.47-1.523;

[0017] 所述光纤包层的折射率值 $n_2$ 为1.46-1.50;

[0018] 光纤芯相对于光纤包层的折射率差百分比 $\Delta n$ 为0.11%-2.1%。

[0019] 具体的,所述光纤芯的长轴直径与短轴直径的比值 $h$ 为1.05-9;

[0020] 光纤芯的长轴直径 $D_{1b}$ 为 $3\mu\text{m}$ - $40\mu\text{m}$ ;光纤芯的短轴直径 $D_{1a}$ 为 $3\mu\text{m}$ - $8\mu\text{m}$ ;

[0021] 所述光纤包层的直径 $D_2$ 为 $33\mu\text{m}$ - $110\mu\text{m}$ 。

[0022] 本发明还提供一种制造上述的聚合物保偏光纤的模具,具体的,

[0023] 所述模具包括外壳和型芯,所述外壳包括圆柱段和漏斗段,所述型芯为椭圆柱,所述型芯设置在圆柱段中心,所述漏斗段顶端具有加料口,所述漏斗段的下端与圆柱段的上端无缝连接。

[0024] 具体的,所述型芯的材料为石英玻璃,所述型芯可拆卸设置在圆柱段中心,所述型芯的高度与所述圆柱段的高度相同,所述型芯的轴心线与所述圆柱段外壳的轴心线重合。

[0025] 具体的,所述外壳材质为石英玻璃,所述外壳的圆柱段底端中心具有安装孔,所述型芯固定在所述安装孔内。

[0026] 本发明还提供一种采用上述的模具制造聚合物保偏光纤的方法,所述方法包括如下步骤:

[0027] 制作光纤包层预制管,包括:

[0028] 将所述光纤包层的共聚掺杂材料从模具上端的加料口加入模具中;

[0029] 对所述模具中的共聚掺杂材料进行加热,同时旋转所述模具,使得掺杂料均匀分布,形成光纤包层预制管;

[0030] 抽出型芯,形成管口,倒置所述模具,将光纤芯掺杂材料从管口加入光纤包层预制管中;

[0031] 对光纤包层预制管内光纤芯共聚掺杂材料进行加热,同时旋转所述光纤包层预制管,形成光纤预制棒。

[0032] 具体的,还包括对所述光纤预制棒进行拉丝形成聚合物保偏光纤,所述光纤预制棒进行拉丝的拉丝温度 $T_3$ 为 $120^{\circ}\text{C}$ - $160^{\circ}\text{C}$ 。

[0033] 具体的,对光纤包层的共聚掺杂材料加热采用红外加热,所述红外加热的温度 $T_2$ 为 $105^{\circ}\text{C}$ - $140^{\circ}\text{C}$ ,所述红外加热的时间 $t_2$ 为 $8\text{h}$ - $20\text{h}$ ;旋转所述模具的角速度 $s_2$ 为 $5\text{rad/s}$ - $30\text{rad/s}$ 。

[0034] 对光纤包层预制管内光纤芯共聚掺杂材料进行加热采用超声波加热,所述超声波加热的温度 $T_1$ 为 $85^{\circ}\text{C}$ - $110^{\circ}\text{C}$ ,所述超声波加热的时间 $t_1$ 为 $3\text{h}$ - $9\text{h}$ ;旋转所述光纤包层预制管的角速度 $s_1$ 为 $1\text{rad/s}$ - $10\text{rad/s}$ 。

[0035] 通过上述实施方式,本发明提供了一种聚合物保偏光纤,该聚合物保偏光纤采用椭圆芯型的几何双折射结构设计,无应力单元结构设计。通过聚合物光纤材料实现可见光波长使用窗口保偏光纤的使用,从而满足生物医疗监测传感系统的使用要求,为高精度短波长低成本传感系统提供稳定可靠易生产的保偏光纤产品支撑。采用共聚掺杂的材料改性,提升聚合物保偏光纤材料介质的温度稳定性,满足生物医疗监测传感器需要液氮冷冻和蒸汽消毒的低温高温环境要求。同时聚合物保偏光纤还无需设计外层涂覆层,相比于石英保偏光纤,消除了石英材料与树脂涂覆材料的热应力性能的差异,减少了温度环境变化情况下非对称热应力失配引起的传感精度下降和噪音增强,为不同应用需求的领域提供合适的保偏光纤产品设计,在小型生物医疗传感器领域扩展聚合物保偏光纤的应用。

[0036] 本发明相对于现有技术而言,至少还具有以下优点:

[0037] (1) 光纤整体材料由聚合物材料共聚掺杂构建形成,鉴于聚合物材料介质在可见光( $400\text{nm}$ - $700\text{nm}$ )波长具有较低的本征材料损耗,使得光纤能够在可见光波段具有较好的传输特性,可使用在医疗传感、传像、监测等应用领域。

[0038] (2) 聚合物材料共聚掺杂光纤,可承受低温和高温的环境要求,在液氮温度冷冻杀菌和蒸汽温度高温消毒等场合下,均能保持光纤性能,较好地满足生物医疗领域对传输介质的环境要求。

[0039] (3) 光纤芯层和包层通体是聚合物共聚掺杂材料,无需再涂覆外部的保护涂覆层,减少了光纤拉制的涂覆工艺要求,也避免了光纤包层与涂覆层的不用材料热应力失配的负面影响,也进一步减小了光纤的几何尺寸,增强了光纤的柔软性能,为生物医疗应用领域对光纤材质柔软要求提供了保证。

[0040] (4) 光纤采用椭圆芯型的几何应力双折射的结构设计,避免了应力型双折射的温度敏感特性,提高了保偏光纤双折射性能的温度稳定性,降低了工艺的复杂性。

[0041] (5) 光纤芯与应力区可采用浇注聚合成型的方式进行加工制备,避免了传统石英保偏光纤的机械打孔工艺带来的较大的加工应力,强化了双折射效应施加的效率,浇筑工艺为芯包比的灵活调整提供了较大的工艺便利,光纤设计灵活,成本降低。

## 附图说明

- [0042] 图1为本发明聚合物保偏光纤的径向结构示意图。
- [0043] 图2为本发明聚合物保偏光纤的应力轴方向折射率分布示意图。
- [0044] 图3为本发明聚合物保偏光纤的光纤包层预制管掺杂浇注聚合示意图。
- [0045] 图4为本发明聚合物保偏光纤的椭圆光纤芯掺杂浇注聚合示意图。

## 具体实施方式

[0046] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0047] 本发明提供一种可见光耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤,如图1所示,所述光纤包含有包裹于光纤包层102中心的光纤芯101,光纤芯101的材料为聚甲基丙烯酸甲脂 (polymethyl methacrylate,简称为PMMA) 与聚碳酸酯 (Polycarbonate,简称为PC) 和聚四氟乙烯 (Poly tetra fluoroethylene,简称为PTFE) 的掺杂共聚物,光纤芯101的横截面几何形状设计为椭圆型,通过改变介质波导的对称结构,产生几何双折射,构成保偏光纤结构设计,达到使用需求。

[0048] 光纤包层102的材料为聚甲基丙烯酸甲脂 (polymethyl methacrylate,简称为PMMA) 与聚四氟乙烯 (Poly tetra fluoroethylene,简称为PTFE) 和全氟丙基全氟乙基醚与聚四氟乙烯的共聚物 (Polytetrafluoro ethylene,简称为PFA) 的共聚掺杂物。

[0049] 光纤芯的材料为聚甲基丙烯酸甲脂中掺杂聚碳酸酯、聚四氟乙烯。光纤包层的材料为聚甲基丙烯酸甲脂中掺杂聚四氟乙烯、全氟丙基全氟乙基醚与聚四氟乙烯的共聚物。

[0050] 光纤波导介质材料由聚合物材料构建形成,相比于石英介质,聚合物材料介质的导光低损耗波段在可见光波段,使得本发明的保偏光纤可以满足生物医疗可见光波长的使用窗口;由于本身通体是聚合物材料,无需再涂覆外部的保护涂覆层,减少了光纤拉丝涂覆的工艺要求,也避免了光纤包层与涂覆层的不用材料热应力失配的负面影响。借助于聚合物材料介质的低温易加工特性,聚合物保偏光纤的结构设计实现较方便,能够很好地保持保偏光纤的结构双折射特性,降低加工制作难度,减少成本。

[0051] 具体的,如图1所示,所述光纤包含有包裹于光纤包层中心的纤光纤芯101,光纤芯101的材料为聚甲基丙烯酸甲脂 (polymethyl methacrylate,简称为PMMA) 与聚碳酸酯 (Polycarbonate,简称为PC) 和聚四氟乙烯 (Polytetra fluoroethylene,简称为PTFE) 的掺杂共聚物。相对于光纤芯101的聚甲基丙烯酸甲脂,光纤芯101的掺杂共聚物组分质量含量分别为:聚碳酸酯的质量含量 $DPC_{101}$ 为 $1\% < DPC_{101} < 10\%$ ;聚四氟乙烯的质量含量 $DPTFE_{101}$ 为 $0.1\% < DPTFE_{101} < 3\%$ 。

[0052] 所述光纤包裹的光纤包层102的材料为聚甲基丙烯酸甲脂 (polymethyl methacrylate,简称为PMMA) 与聚四氟乙烯 (Poly tetra fluoroethylene,简称为PTFE) 和全氟丙基全氟乙基醚与聚四氟乙烯的共聚物 (Polytetrafluoro ethylene,简称为PFA) 的共聚掺杂物。相对于光纤包层102的聚甲基丙烯酸甲脂,光纤包层102的各掺杂材料的掺

杂组分质量含量范围分别为:聚四氟乙烯的质量含量 $DPTFE_{102}$ 为 $0.5\% < DPTFE_{102} < 3\%$ ;全氟丙基全氟乙烯基醚和聚四氟乙烯的共聚物的质量含量 $DPFA_{102}$ 为 $1\% < DPFA_{102} < 8\%$ 。

[0053] 优选的,如图2所示,所述光纤芯101的折射率值 $n1$ 为 $1.47-1.523$ ;光纤芯101相对于光纤包层102的折射率差百分比 $\Delta 12$ 的计算公式为:

$$[0054] \quad \Delta 12 = \frac{n1 - n2}{n2} \times 100\%$$

[0055] 优选的,如图1所示,光纤芯101相对于光纤包层102的折射率差百分比 $\Delta 12$ 为 $0.11\% - 2.1\%$ 。光纤芯101的长轴直径 $D1b$ 为 $3\mu m - 40\mu m$ 。光纤芯101的短轴直径 $D1a$ 为 $3\mu m = 8\mu m$ 。光纤芯101的长轴直径与短轴直径的比值 $h$ 为 $1.05 - 9$ 。

[0056] 优选的,所述光纤包层102的折射率值 $n2$ 为 $1.46 - 1.50$ 。光纤包层101的直径 $D2$ 为 $33\mu m - 110\mu m$ 。

[0057] 本发明还提供一种制造聚合物保偏光纤的模具。

[0058] 如图3,所述模具包括外壳201和型芯202,所述外壳包括圆柱段2011和漏斗段2012,所述型芯为椭圆柱,所述型芯设置在圆柱段中心,所述漏斗段顶端具有加料口203,所述漏斗段的下端与圆柱段的上端无缝连接。

[0059] 具体的,所述型芯的材料为石英玻璃,所述型芯可拆卸设置在圆柱段中心,所述型芯的高度与所述圆柱段的高度相同,所述型芯的轴心线与所述圆柱段外壳的轴心线重合。

[0060] 具体的,所述外壳材质为石英玻璃,所述外壳的圆柱段底端中心具有安装孔,所述型芯固定在所述安装孔内。

[0061] 本发明的聚合物保偏光纤的制作方法为:所述制作方法采用高温熔融共聚成型的方法制作光纤预制棒,然后对预制棒进行拉丝制作成聚合物保偏光纤。

[0062] 如图3所示,将光纤包层聚合物共聚材料从石英玻璃模具的加料口203倒入模具中,模具底部中心固定有一根椭圆型的石英棒202,料倒入后采用红外加温的方式对模具中的聚合物共聚材料进行加热,同时在聚合的过程中对模具进行旋转均匀操作。

[0063] 在上述方法制作完成包层预制管后,对模具材料进行脱模,抽出椭圆柱的石英玻璃型芯棒,包层预制管的中心椭圆芯型空槽得以留出,形成管口204。如图4所示,将模具倒置,将光纤芯聚合物共聚材料从管口204倒入包层预制管中,料倒入后采用超声波加温的方式对管内光纤芯共聚材料进行加热,同时在聚合的过程中对包层预制管进行旋转均匀操作。形成光纤预制棒。

[0064] 具体的,所述制作方法采用高温熔融掺杂共聚成型的方法制作光纤预制棒,然后对预制棒进行拉丝制作成聚合物保偏光纤。如图3所示,将光纤包层掺杂材料从石英玻璃模具的加料口203倒入聚合模具中,聚合模具底部中心固定有一根椭圆柱型的石英棒202,料倒入后采用红外加温的方式对模具中的共聚掺杂料进行加热,光纤包层聚合温度 $T2$ 为 $105^{\circ}C - 140^{\circ}C$ ,聚合时间 $t2$ 为 $8h - 20h$ ,在聚合的过程中对模具进行旋转操作,使得掺杂材料均匀分布,旋转的角速度 $s2$ 为 $5rad/s - 30rad/s$ 。

[0065] 在上述方法制作完成光纤包层预制管后,对模具进行脱模,抽出型芯,光纤包层预制管的中心椭圆柱型芯空槽得以留出,形成管口204。如图4所示,将光纤芯掺杂材料从管口204倒入光纤包层预制管中,料倒入后采用超声波加温的方式对管内光纤芯共聚掺杂材料进行加热,利用超声波具有精准控制加热区域的性能,聚合温度 $T1$ 为 $85^{\circ}C - 110^{\circ}C$ ,芯层聚合



时间 $t_1$ 为3h-9h,在聚合的过程中对光纤包层预制管进行旋转操作,使得掺杂料均匀分布,旋转的角速度 $s_1$ 为1rad/s-10rad/s。形成光纤预制棒。

[0066] 此外,该制作方法采用高温熔融掺杂共聚成型的方法制作光纤预制棒,然后对预制棒进行拉丝制作成聚合物保偏光纤。优选的,拉丝温度 $T_3$ 为120℃-160℃。

[0067] 实施例一

[0068] 本发明提供一种光耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤:

[0069] 所述保偏光纤的光纤包层直径60 $\mu\text{m}$ ,为工作在650nm和532nm的可见光波长耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤。包括:

[0070] 包裹于光纤包层中心的椭圆型纤芯101,其中光纤芯101的各掺杂共聚材料的掺杂组分质量含量分别为: $\text{DPC}_{101}=8\%$ 、 $\text{DPTFE}_{101}=1.7\%$ ,光纤芯101的折射率值 $n_1=1.482$ ,光纤芯101相对于光纤包层102的折射率差百分比 $\Delta n_2=0.8\%$ ,光纤芯101的短轴直径 $D_{1a}=7\mu\text{m}$ ,长轴直径 $D_{1b}=28\mu\text{m}$ 。

[0071] 光纤包裹的光纤包层102,其中光纤包层102的各掺杂材料的掺杂组分质量含量分别为: $\text{DPTFE}_{102}=2.6\%$ 、 $\text{DPFA}_{102}=4\%$ ,光纤包层102的折射率值 $n_2=1.47$ ,光纤包层102的直径 $D_2=60\mu\text{m}$ 。

[0072] 采用以上设计结构参数、模具和制造方法制备出的椭圆芯型聚合物共聚掺杂保偏光纤是一种椭圆芯型几何双折射聚合物保偏光纤的结构,其实现的主要光学和双折射性能、环境特性如下:

[0073] 衰减(attenuation):在650nm工作波长达到0.26dB/m,在532nm工作波长达到0.109dB/m;

[0074] 偏振串音(crosstalk):在650nm工作波长达到-24dB/km,在532nm工作波长达到-20dB/km;

[0075] 拍长(beatlength):在650nm工作波长达到2mm,在532nm工作波长达到1.6mm;

[0076] -100℃~+180℃全温范围内偏振串音值变化量:在650nm工作波长达到1.6dB,在532nm工作波长达到1.7dB;

[0077] -100℃~+180℃全温范围内拍长值变化量:在650nm工作波长达到0.4mm,在532nm工作波长达到0.22mm。

[0078] 参照实施例一,通过改变光纤芯几何椭圆度、光纤芯几何结构参数和掺杂比例、光纤包层的材料掺杂比例和几何参数结构设计,制得如下5种实施例的可见光耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤产品,其参数结构与实现的双折射性能参数如下表1:

光纤参数	实施 例 2	实施 例 3	实施 例 4	实施 例 5	实施 例 6
光纤芯 101 的 PC 材料的掺杂质量含量 $DPC_{101}$ (%)	1	3	10	5	7
光纤芯 101 的 PTFE 材料的掺杂质量含量 $DPTFE_{101}$ (%)	0.1	3	0.6	1.2	2.4
光纤芯 101 的折射率值 $n_1$	1.47	1.523	1.486	1.511	1.492
光纤芯 101 相对于包层 102 的折射率差百分比 $\Delta 12$ (%)	0.7	1.5	1.1	2.1	0.11
光纤芯 101 的短轴直径 $D1a$ ( $\mu\text{m}$ )	3	4	6	8	5
光纤芯 101 的长轴直径 $D1b$ ( $\mu\text{m}$ )	27	20	18	8.4	40
光纤芯 101 的长轴直径与短轴直径的比值 $h$	9	5	3	1.05	8
光纤包层 102 的 PTFE 材料的掺杂质量含量 $DPTFE_{102}$ (%)	0.5	3	1	1.5	2.1
光纤包层 102 的 PFA 材料的掺杂质量含量 $DPFA_{102}$ (%)	3	8	2	1	5
光纤包层 102 的折射率值 $n_2$	1.46	1.50	1.47	1.48	1.49
光纤包层 102 的直径 $D2$ ( $\mu\text{m}$ )	40	110	35	80	100
制备光纤的衰减 (@650nm, dB/m)	0.28	0.24	0.25	0.26	0.27
制备光纤的衰减 (@532nm, dB/m)	0.085	0.113	0.092	0.099	0.107
制备光纤的偏振串音 (@650nm, dB/km)	-20	-24	-21	-22	-23
制备光纤的偏振串音 (@532nm, dB/km)	-18	-22	-19	-21	-20
制备光纤的拍长 (@650nm, mm)	1.8	1.9	2.0	1.9	2.1
制备光纤的拍长 (@532nm, mm)	1.47	1.56	1.61	1.57	1.64
-100℃~+180℃全温范围内串音值变化量 (@650nm, dB/km)	1.5	1.7	1.6	1.7	1.5
-100℃~+180℃全温范围内串音值变化量 (@532nm, dB/km)	1.7	2.0	1.8	1.9	1.8
-100℃~+180℃全温范围内拍长值变化量 (@650nm, mm)	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3
-100℃~+180℃全温范围内拍长值变化量 (@532nm, mm)	0.18	0.27	0.21	0.25	0.19

[0081] 表1为实施例2~6,五根不同材料掺杂比例和几何参数结构设计的本发明聚合物共聚掺杂保偏光纤产品,采用同样的制备工艺制成的可见光耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤。结果表明5根光纤的模式双折射的可调节范围为 $1.4 \times 10^{-4} \sim 3.7 \times 10^{-4}$ 之间,导致光纤的650nm拍长的参数范围达到 $1.8\text{mm} \sim 2.1\text{mm}$ 、532nm拍长的参数范围达到 $1.47\text{mm} \sim 1.64\text{mm}$ 。光纤的偏振串音在850nm和650nm均可以保持在-18dB/km的较高的水平。同时在-100℃~+180℃超低温、超高温的环境条件下,能够保持光纤的双折射性能。满足400nm~700nm可见光波长多窗口、生物医疗等应用领域中对传感监测用保偏光纤的性能设计的要求。

[0082] 本发明通过上述实施例提供一种可见光耐高低温柔性椭圆芯型聚合物保偏光纤,所述光纤包含有包裹于光纤包层102中心的纤芯101,纤芯101的材料为聚甲基丙烯酸甲酯与聚碳酸酯和聚四氟乙烯的掺杂共聚物。光纤包层102的材料为聚甲基丙烯酸甲酯与聚四氟乙烯和全氟丙基全氟乙基醚与聚四氟乙烯的共聚物的共聚掺杂物。光纤整体材料由共聚聚合物材料构建形成,可使用在可见光波段。聚合物材料共聚掺杂光纤,可承受低温和高温的环境要求,在液氮温度冷冻杀菌和蒸汽温度高温消毒等场合下,均能保持光纤性能,较好地满足生物医疗领域对传输介质的环境要求。纤芯与应力区可采用浇注聚合成型的方式进行加工制备,避免了传统石英保偏光纤的机械打孔工艺带来的较大的加工应

力,强化了双折射效应施加的效率,浇筑工艺为芯包比的灵活调整提供了较大的工艺便利,光纤设计灵活,成本降低。

[0083] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

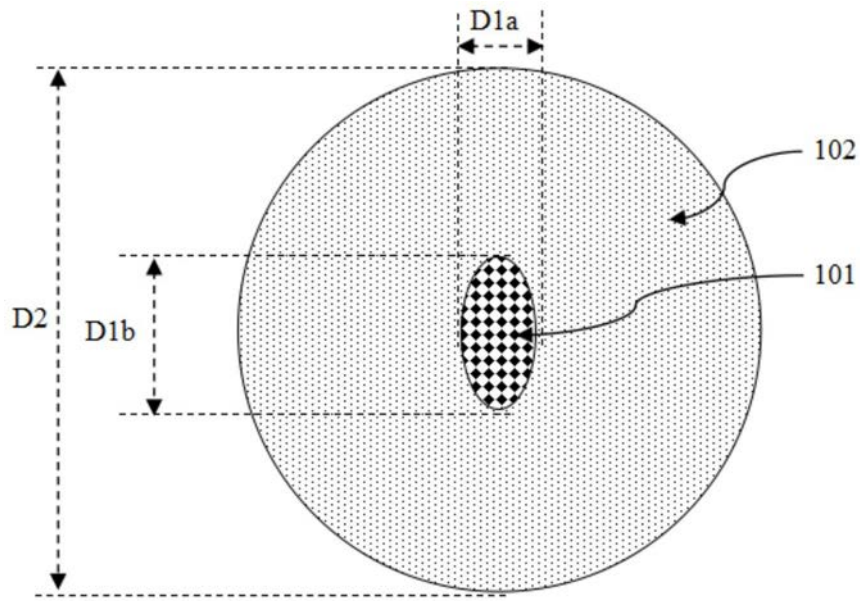


图1

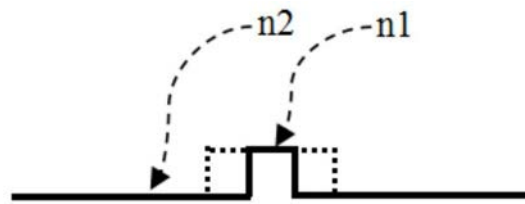


图2

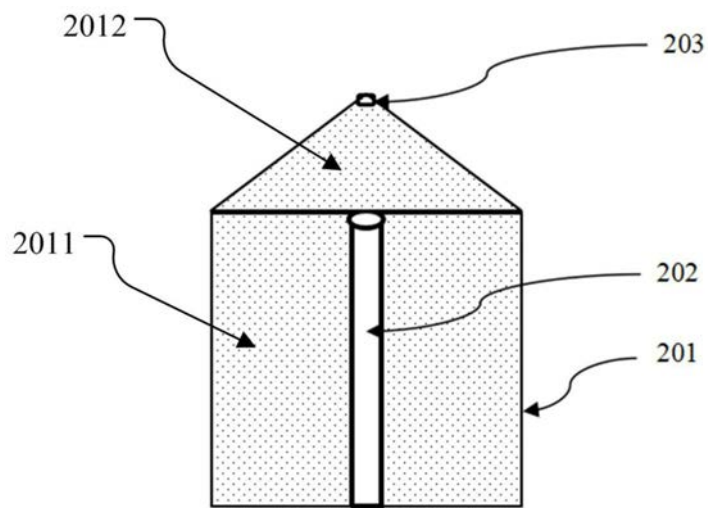


图3

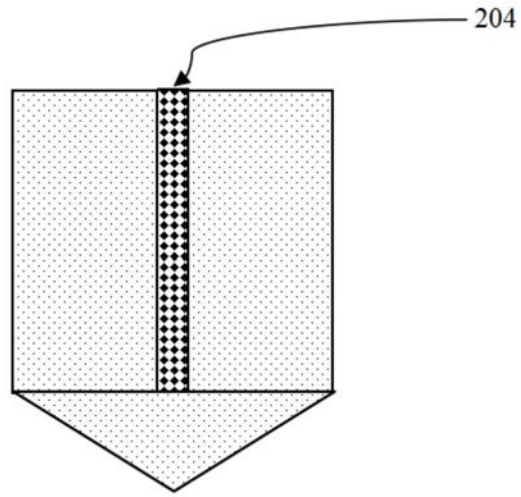


图4