

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2018 年 11 月 22 日 (22.11.2018)

(10) 国际公布号
WO 2018/209916 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 6/036 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/111856

(22) 国际申请日: 2017 年 11 月 20 日 (20.11.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710354230.1 2017 年 5 月 18 日 (18.05.2017) CN

(71) 申请人: 烽火通信科技股份有限公司 (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。

(72) 发明人: 严垒(YAN, Lei); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 杜城(DU, Cheng); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 陈超(CHEN, Chao); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 王毕(WANG, Bi); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 李伟(LI, Wei); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 赵磊(ZHAO, Lei); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 张洁(ZHANG, Jie); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路 6 号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。 罗文勇(LUO,

(54) Title: NEW-WAVELENGTH DOUBLE-CLADDING YTTERBIUM-DOPED OPTICAL FIBER AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 新波长双包层掺镱光纤及制备方法

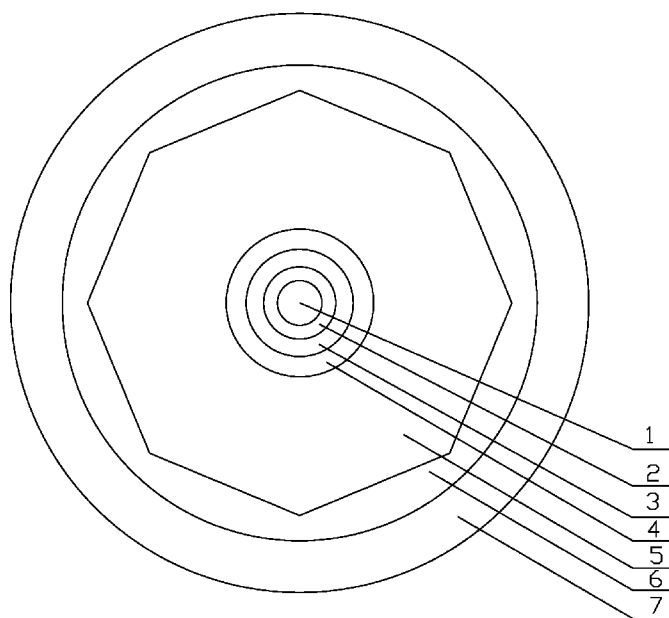


图 1

(57) Abstract: A new-wavelength double-cladding ytterbium-doped optical fiber (11) and a preparation method therefor. The method comprises the following steps: using MCVD, introducing raw materials, and depositing a first layer of SiO₂ loose layer on the inner wall of a quartz reaction tube; using a solution immersion method to dope rare earth ion, and pouring the solution into an area, having the loose layer structure, in the quartz reaction tube by means of a liquid injection tube; erecting the quartz reaction tube and then rotating same, and submerging



WO 2018/209916 A1

Wenyong); 中国湖北省武汉市东湖高新技术开发区高新四路6号赵靖朝, Hubei 430000 (CN)。

(74) 代理人: 武汉智权专利代理事务所 (特殊普通合伙)(WUHAN ZHI QUAN PATENT AGENCY); 中国湖北省武汉市东湖新技术开发区珞喻路727号星光无限4栋21层2103室张凯, Hubei 430000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

same in the solution for a certain period of time; stopping the rotation, and performing a minimally invasive incision below the quartz reaction tube, enabling the liquid to flow out; sintering the SiO₂ loose layer subjected to solution immersion, depositing a second layer of SiO₂ loose layer, and repeating the steps of liquid phase doping and sintering once; and melting and condensing the quartz reaction tube into a solid rod, so as to obtain a core rod, and performing wire drawing thereon, so as to obtain a new-wavelength double-cladding ytterbium-doped optical fiber (11). The new-wavelength double-cladding ytterbium-doped optical fiber (11) can reduce quantum deficit of a laser, improving efficiency and reducing thermal issues.

(57) 摘要: 一种新波长双包层掺镱光纤(11)及制备方法, 该方法包括以下步骤: 采用MCVD, 通入原料, 在石英反应管内壁沉积第一层SiO₂疏松层; 采用溶液浸泡法, 进行稀土离子掺杂, 通过注液管, 将溶液灌入石英反应管中有疏松层结构的区域; 将石英反应管竖立后旋转, 溶液浸泡一段时间; 停止旋转, 在石英反应管下方进行微创切割, 使液体流出; 将溶液浸泡后的SiO₂疏松层烧结, 沉积第二层SiO₂疏松层, 重复上述液相掺杂、烧结步骤一次; 将石英反应管熔缩成实心棒, 得到芯棒, 再拉丝, 得到新波长双包层掺镱光纤(11)。新波长双包层掺镱光纤(11)能够降低激光器的量子亏损, 提高效率, 减少热问题。

新波长双包层掺镱光纤及制备方法

技术领域

本发明涉及特种光纤及芯棒制造领域，具体是涉及一种新波长双包层掺镱光纤及制备方法。

背景技术

近年来，在追求光纤激光器高功率的过程中，热效应逐渐成为一个极大的制约因素，除了改进抽运光的耦合方式以减小耦合热损耗外，由光纤本身的损耗带来的热问题，也同样影响到激光器的稳定运转。采用以波长为 1018nm 的泵浦作为抽运源，激发波长为 1070nm 的激光，这种技术称之为同带泵浦。相比于波长为 975nm 的泵浦的抽运，波长为 1018nm 的泵浦抽运波长为 1070nm 的激光时，量子亏损小，在热管理方面有很大的优势。同带泵浦抽运可以减小光纤激光器的量子亏损，从而减少热效应的影响。

由于激光器的量子亏损率为 $\eta = 1 - (h\nu_1 / h\nu_2)$ (h 为普朗克常数， ν_1 为激光频率， ν_2 为抽运频率)。用波长为 975nm 的泵浦抽运波长为 1070nm 的激光，其量子亏损率为 9%；而用波长为 1018nm 的泵浦抽运时，量子亏损率小于 5%，低量子数亏损可以有效地减少热问题。另外，同带抽运可以有效抑制高阶模增益，有助于激光器单模输出。

同带泵浦技术目前仍然处于研究阶段，研究的难点之一在于缺乏波长为 1018nm 的高功率泵浦作为抽运源，而波长为 1018nm 的高功率泵浦的研究大多数还是放在器件功率放大的结构上，对于增益介质

的研究极为匮乏。现有的光纤要输出波长为 1018nm 的激光时，需要借助光栅、合束器等一系列器件，无法实现直接输出波长为 1018nm 的激光。

发明内容

本发明的目的是为了克服上述背景技术的不足，提供一种新波长双包层掺镱光纤及制备方法，能够实现高功率、高稳定地直接输出波长为 1018nm 的激光。

本发明提供一种新波长双包层掺镱光纤的制备方法，包括以下步骤：

该光纤包括由内至外依次排列的第一芯层、第二芯层、第三芯层、第四芯层、包层、内涂层、外涂层；

第一芯层和第三芯层在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锆、三氯氧磷和氧气，其中四氯化硅和四氯化锆通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min，四氯化锆载气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 100~200ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

第二芯层和第四芯层在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锆、三氯氧钒和氧气，其中四氯化硅和四氯化锆通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min，四氯化锆载气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 80~150ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

采用改良的化学气相沉积法 MCVD，通入原料，在石英反应管内壁沉积第一层二氧化硅 SiO_2 疏松层；再采用溶液浸泡法，进行稀土离子掺杂，通过注液管，将溶液灌入石英反应管中有疏松层结构的区域，液面需浸没疏松区域；将石英反应管竖立后，进行旋转，溶液

浸泡一段时间；停止旋转，在石英反应管下方进行微创切割，使液体流出；通入高纯氮气，并开启旋转，进行脱水处理；采用 MCVD 装置将溶液浸泡后的二氧化硅 SiO_2 疏松层烧结，再沉积第二层二氧化硅 SiO_2 疏松层，重复上述液相掺杂、烧结步骤一次；采用 MCVD 装置将石英反应管熔缩成实心棒，得到新波长双包层掺镱光纤芯棒，再将新波长双包层掺镱光纤芯棒拉丝，得到新波长双包层掺镱光纤。

在上述技术方案的基础上，所述第一芯层、第二芯层、第三芯层、第四芯层在稀土离子掺杂工艺中，注入的溶液中含有镱离子 Yb^{3+} 、铝离子 Al^{3+} ，镱离子 Yb^{3+} 的浓度为 $0.1\sim 0.3\text{mol/L}$ ，铝离子 Al^{3+} 的浓度为 $0.2\sim 0.4\text{mol/L}$ 。

在上述技术方案的基础上，所述溶液浸泡的时间为 $60\sim 120\text{min}$ 。

在上述技术方案的基础上，所述包层的横截面呈正八边形。

在上述技术方案的基础上，所述第一芯层、第二芯层、第三芯层、第四芯层、内涂层、外涂层的横截面均呈圆形。

本发明还提供一种新波长双包层掺镱光纤，该光纤包括由内至外依次排列的第一芯层、第二芯层、第三芯层、第四芯层、包层、内涂层、外涂层；

第一芯层和第三芯层在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锗、三氯氧磷和氧气，其中四氯化硅和四氯化锗通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 $80\sim 100\text{sccm/min}$ ，四氯化锗载气流量为 $5\sim 10\text{sccm/min}$ ，三氯氧磷载体流量为 $100\sim 200\text{ml/min}$ ，氧气流量为 $800\sim 1000\text{sccm/min}$ ；

第二芯层和第四芯层在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锗、三氯氧钒和氧气，其中四氯化硅和四氯化锗通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 $80\sim 100\text{sccm/min}$ ，四氯化锗载

气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 80~150ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

采用改良的化学气相沉积法 MCVD，通入原料，在石英反应管内壁沉积第一层二氧化硅 SiO_2 疏松层；再采用溶液浸泡法，进行稀土离子掺杂，通过注液管，将溶液灌入石英反应管中有疏松层结构的区域，液面需浸没疏松区域；将石英反应管竖立后，进行旋转，溶液浸泡一段时间；停止旋转，在石英反应管下方进行微创切割，使液体流出；通入高纯氮气，并开启旋转，进行脱水处理；采用 MCVD 装置将溶液浸泡后的二氧化硅 SiO_2 疏松层烧结，再沉积第二层二氧化硅 SiO_2 疏松层，重复上述液相掺杂、烧结步骤一次；采用 MCVD 装置将石英反应管熔缩成实心棒，得到新波长双包层掺铒光纤芯棒，再将新波长双包层掺铒光纤芯棒拉丝，得到新波长双包层掺铒光纤。

在上述技术方案的基础上，所述第一芯层、第二芯层、第三芯层、第四芯层在稀土离子掺杂工艺中，注入的溶液中含有铒离子 Yb^{3+} 、铝离子 Al^{3+} ，铒离子 Yb^{3+} 的浓度为 0.1~0.3mol/L，铝离子 Al^{3+} 的浓度为 0.2~0.4mol/L。

在上述技术方案的基础上，所述溶液浸泡的时间为 60~120min。

在上述技术方案的基础上，所述包层的横截面呈正八边形。

在上述技术方案的基础上，所述第一芯层、第二芯层、第三芯层、第四芯层、内涂层、外涂层的横截面均呈圆形。

与现有技术相比，本发明的优点如下：

本发明在制备掺铒光纤预制棒的过程中，将 MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition, 改良的化学气相沉积法) 和气相掺杂技术相结合，通过掺杂组分的设计，在掺铒光纤的环状纤芯内，掺入磷元素 (P)、钒元素 (V)、铝离子 (Al^{3+})，并调整与稀土离子的配比，

使镱离子 (Yb^{3+}) 周围环境的对称度降低, 使声子加宽, 增大发射截面, 从而改变荧光峰的位置, 使拉制出的光纤输出的荧光次峰蓝移, 在利用波长为 915nm 的 LD 泵浦的条件下, 能够实现高功率、高稳定地直接输出波长为 1018nm 的激光, 有效降低激光器的量子亏损, 提高效率, 减少热问题。

附图说明

图 1 是本发明实施例中新波长双包层掺镱光纤的光纤端面示意图。

图 2 是本发明实施例中新波长双包层掺镱光纤的输出波长测试的示意图。

图 3 是本发明实施例中新波长双包层掺镱光纤输出激光的光谱图。

附图标记: 1-第一芯层, 2-第二芯层, 3-第三芯层, 4-第四芯层, 5-包层, 6-内涂层, 7-外涂层, 8-LD 泵浦源, 9-合束器, 10-高反光纤光栅, 11-待测双包层掺镱光纤, 12-包层功率剥离器, 13-光谱仪。

具体实施方式

下面结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细描述。

参见图 1 所示, 本发明实施例提供一种新波长双包层掺镱光纤, 该光纤包括由内至外依次排列的第一芯层 1、第二芯层 2、第三芯层 3、第四芯层 4、包层 5、内涂层 6、外涂层 7。

本发明实施例还提供该光纤的制备方法, 包括以下步骤:

第一芯层 1 和第三芯层 3 在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时, 原料为四氯化硅、四氯化锆、三氯氧磷和氧气, 其中四氯化硅和四氯化锆通过氧气载出, 四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min, 四氯化

锆载气流量为 5~10sccm/min, 三氯氧磷载体流量为 100~200ml/min, 氧气流量为 800~1000sccm/min;

第二芯层 2 和第四芯层 4 在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时, 原料为四氯化硅、四氯化锆、三氯氧磷和氧气, 其中四氯化硅和四氯化锆通过氧气载出, 四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min, 四氯化锆载气流量为 5~10sccm/min, 三氯氧磷载体流量为 80~150ml/min, 氧气流量为 800~1000sccm/min;

采用改良的化学气相沉积法 MCVD, 通入原料, 在石英反应管内壁沉积第一层二氧化硅 SiO_2 疏松层; 再采用溶液浸泡法, 进行稀土离子掺杂, 通过注液管, 将溶液灌入石英反应管中有疏松层结构的区域, 液面需浸没疏松区域; 将石英反应管竖立后, 进行旋转, 溶液浸泡一段时间; 停止旋转, 在石英反应管下方进行微创切割, 使液体流出; 通入高纯氮气, 并开启旋转, 进行脱水处理; 采用 MCVD 装置将溶液浸泡后的二氧化硅疏松层烧结, 再沉积第二层二氧化硅疏松层, 重复上述液相掺杂、烧结步骤一次; 采用 MCVD 装置将石英反应管熔缩成实心棒, 得到新波长双包层掺镱光纤芯棒, 再将新波长双包层掺镱光纤芯棒拉丝, 得到新波长双包层掺镱光纤。

第一芯层 1、第二芯层 2、第三芯层 3、第四芯层 4 在稀土离子掺杂工艺中, 注入的溶液中含有镱离子 (Yb^{3+})、铝离子 (Al^{3+}), 镱离子 (Yb^{3+}) 的浓度为 0.1~0.3mol/L, 铝离子 (Al^{3+}) 的浓度为 0.2~0.4mol/L, 溶液浸泡的时间为 60~120min。

包层 5 的横截面呈正八边形, 第一芯层 1、第二芯层 2、第三芯层 3、第四芯层 4、内涂层 6、外涂层 7 的横截面均呈圆形。

搭建如图 2 所示的测试平台, 对本发明实施例制备得到的新波长双包层掺镱光纤进行输出波长测试, 参见图 2 所示, 双包层掺镱光纤

输出波长测试装置包括顺次相连的 LD 泵浦源 8、合束器 9、高反光纤光栅 10、待测双包层掺镱光纤 11、包层功率剥离器 12、光谱仪 13。进行多组输出波长测试，得到图 3 所示的输出激光的光谱图。

下面列出其中三组输出波长测试的结果：

(1) LD 泵浦波长为 975nm，纤芯直径 10um，包层直径 130um，纤芯为环状掺杂，激光输出波长为 1018.3nm。

(2) LD 泵浦波长为 975nm，纤芯直径 20um，包层直径 130um，纤芯为环状掺杂，激光输出波长为 1018.6nm。

(3) LD 泵浦波长为 975nm，纤芯直径 30um，包层直径 250um，纤芯为环状掺杂，激光输出波长为 1019.1nm。

本发明在制备掺镱光纤预制棒的过程中，将 MCVD (Modified Chemical Vapor Deposition, 改良的化学气相沉积法) 和气相掺杂技术相结合，通过掺杂组分的设计，在掺镱光纤的环状纤芯内，掺入磷元素 (P)、钒元素 (V)、铝离子 (Al^{3+})，并调整与稀土离子的配比，使镱离子 (Yb^{3+}) 周围环境的对称度降低，使声子加宽，增大发射截面，从而改变荧光峰的位置，使拉制出的光纤输出的荧光次峰蓝移，在利用波长为 915nm 的 LD 泵浦的条件下，能够实现高功率、高稳定地直接输出波长为 1018nm 的激光，有效降低激光器的量子亏损，提高效率，减少热问题。

本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种修改和变型，倘若这些修改和变型在本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则这些修改和变型也在本发明的保护范围之内。

说明书中未详细描述的内容为本领域技术人员公知的现有技术。

权 利 要 求 书

1、一种新波长双包层掺铒光纤的制备方法，其特征在于，包括以下步骤：

该光纤包括由内至外依次排列的第一芯层（1）、第二芯层（2）、第三芯层（3）、第四芯层（4）、包层（5）、内涂层（6）、外涂层（7）；

第一芯层（1）和第三芯层（3）在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锗、三氯氧磷和氧气，其中四氯化硅和四氯化锗通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min，四氯化锗载气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 100~200ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

第二芯层（2）和第四芯层（4）在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锗、三氯氧钒和氧气，其中四氯化硅和四氯化锗通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min，四氯化锗载气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 80~150ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

采用改良的化学气相沉积法 MCVD，通入原料，在石英反应管内壁沉积第一层二氧化硅 SiO_2 疏松层；再采用溶液浸泡法，进行稀土离子掺杂，通过注液管，将溶液灌入石英反应管中有疏松层结构的区域，液面需浸没疏松区域；将石英反应管竖立后，进行旋转，溶液浸泡一段时间；停止旋转，在石英反应管下方进行微创切割，使液体流出；通入高纯氮气，并开启旋转，进行脱水处理；采用 MCVD 装置将溶液浸泡后的二氧化硅 SiO_2 疏松层烧结，再沉积第二层二氧化硅 SiO_2 疏松层，重复上述液相掺杂、烧结步骤一次；采用 MCVD 装置将石英反应管熔缩成实心棒，得到新波长双包层掺铒光纤芯棒，再将新波长双包层掺铒光纤芯棒拉丝，得到新波长双包层掺铒光纤。

2、如权利要求 1 所述的新波长双包层掺镱光纤的制备方法，其特征在于：所述第一芯层（1）、第二芯层（2）、第三芯层（3）、第四芯层（4）在稀土离子掺杂工艺中，注入的溶液中含有镱离子（ Yb^{3+} ）、铝离子（ Al^{3+} ），镱离子（ Yb^{3+} ）的浓度为 0.1~0.3mol/L，铝离子（ Al^{3+} ）的浓度为 0.2~0.4mol/L。

3、如权利要求 2 所述的新波长双包层掺镱光纤的制备方法，其特征在于：所述溶液浸泡的时间为 60~120min。

4、如权利要求 1 所述的新波长双包层掺镱光纤的制备方法，其特征在于：所述包层（5）的横截面呈正八边形。

5、如权利要求 1 所述的新波长双包层掺镱光纤的制备方法，其特征在于：所述第一芯层（1）、第二芯层（2）、第三芯层（3）、第四芯层（4）、内涂层（6）、外涂层（7）的横截面均呈圆形。

6、一种新波长双包层掺镱光纤，其特征在于：该光纤包括由内至外依次排列的第一芯层（1）、第二芯层（2）、第三芯层（3）、第四芯层（4）、包层（5）、内涂层（6）、外涂层（7）；

第一芯层（1）和第三芯层（3）在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锆、三氯氧磷和氧气，其中四氯化硅和四氯化锆通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min，四氯化锆载气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 100~200ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

第二芯层（2）和第四芯层（4）在光纤预制棒制备二氧化硅疏松层时，原料为四氯化硅、四氯化锆、三氯氧钒和氧气，其中四氯化硅和四氯化锆通过氧气载出，四氯化硅载气流量为 80~100sccm/min，四氯化锆载气流量为 5~10sccm/min，三氯氧磷载体流量为 80~150ml/min，氧气流量为 800~1000sccm/min；

采用改良的化学气相沉积法 MCVD，通入原料，在石英反应管内壁沉积第一层二氧化硅 SiO_2 疏松层；再采用溶液浸泡法，进行稀土离子掺杂，通过注液管，将溶液灌入石英反应管中有疏松层结构的区域，液面需浸没疏松区域；将石英反应管竖立后，进行旋转，溶液浸泡一段时间；停止旋转，在石英反应管下方进行微创切割，使液体流出；通入高纯氮气，并开启旋转，进行脱水处理；采用 MCVD 装置将溶液浸泡后的二氧化硅 SiO_2 疏松层烧结，再沉积第二层二氧化硅 SiO_2 疏松层，重复上述液相掺杂、烧结步骤一次；采用 MCVD 装置将石英反应管熔缩成实心棒，得到新波长双包层掺镱光纤芯棒，再将新波长双包层掺镱光纤芯棒拉丝，得到新波长双包层掺镱光纤。

7、如权利要求 6 所述的新波长双包层掺镱光纤，其特征在于：所述第一芯层（1）、第二芯层（2）、第三芯层（3）、第四芯层（4）在稀土离子掺杂工艺中，注入的溶液中含有镱离子（ Yb^{3+} ）、铝离子（ Al^{3+} ），镱离子（ Yb^{3+} ）的浓度为 0.1~0.3mol/L，铝离子（ Al^{3+} ）的浓度为 0.2~0.4mol/L。

8、如权利要求 7 所述的新波长双包层掺镱光纤，其特征在于：所述溶液浸泡的时间为 60~120min。

9、如权利要求 6 所述的新波长双包层掺镱光纤，其特征在于：所述包层（5）的横截面呈正八边形。

10、如权利要求 6 所述的新波长双包层掺镱光纤，其特征在于：所述第一芯层（1）、第二芯层（2）、第三芯层（3）、第四芯层（4）、内涂层（6）、外涂层（7）的横截面均呈圆形。

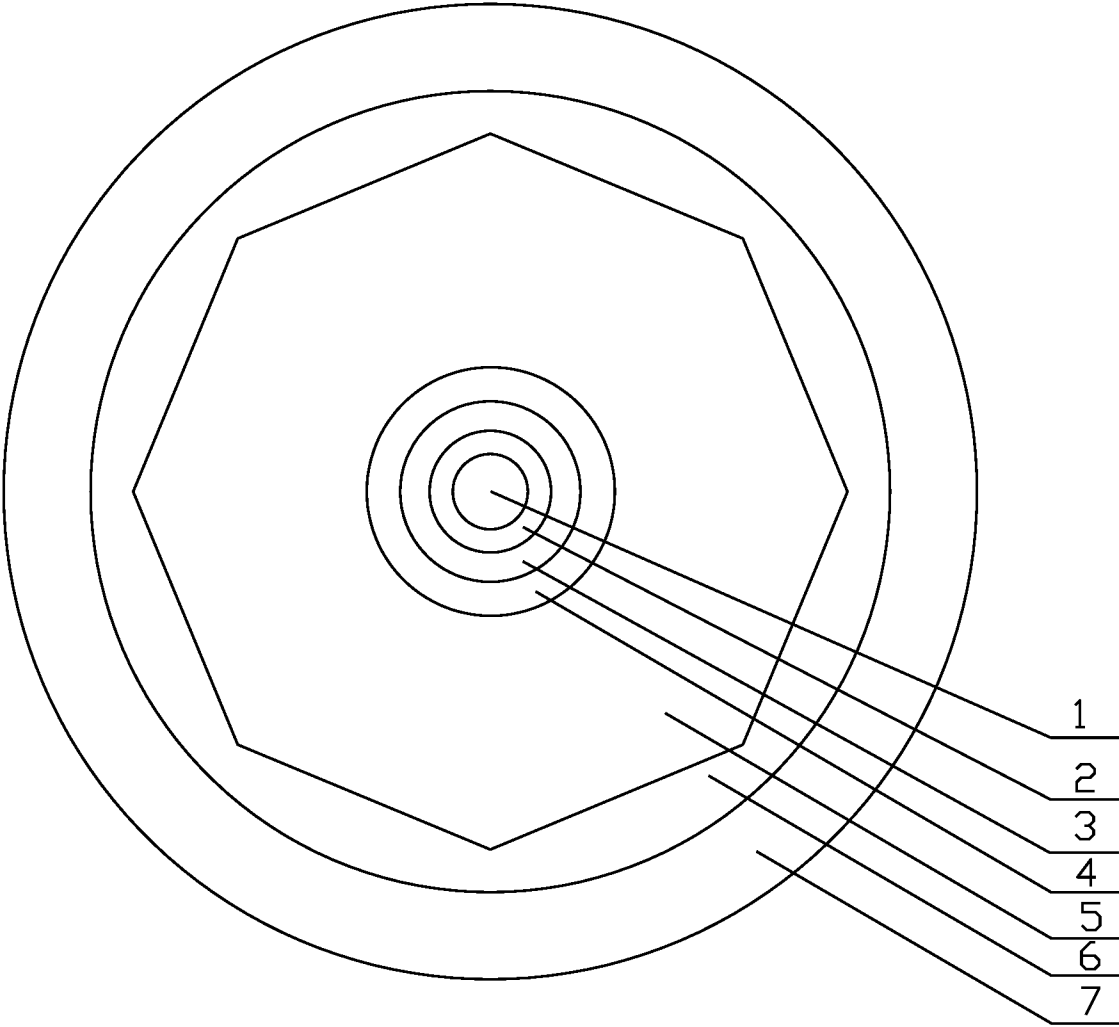


图 1

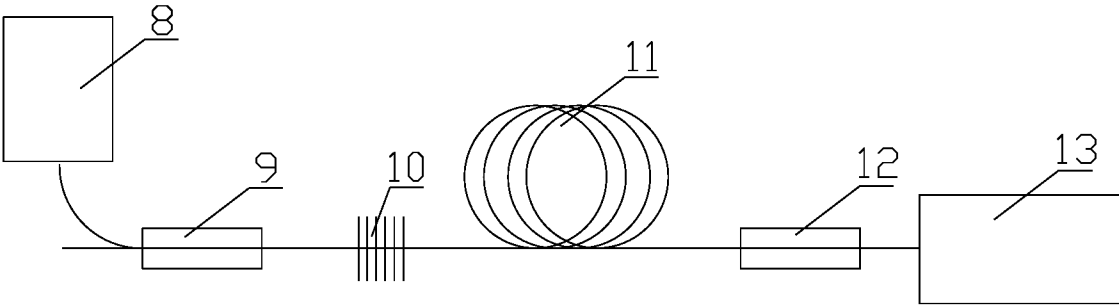


图 2

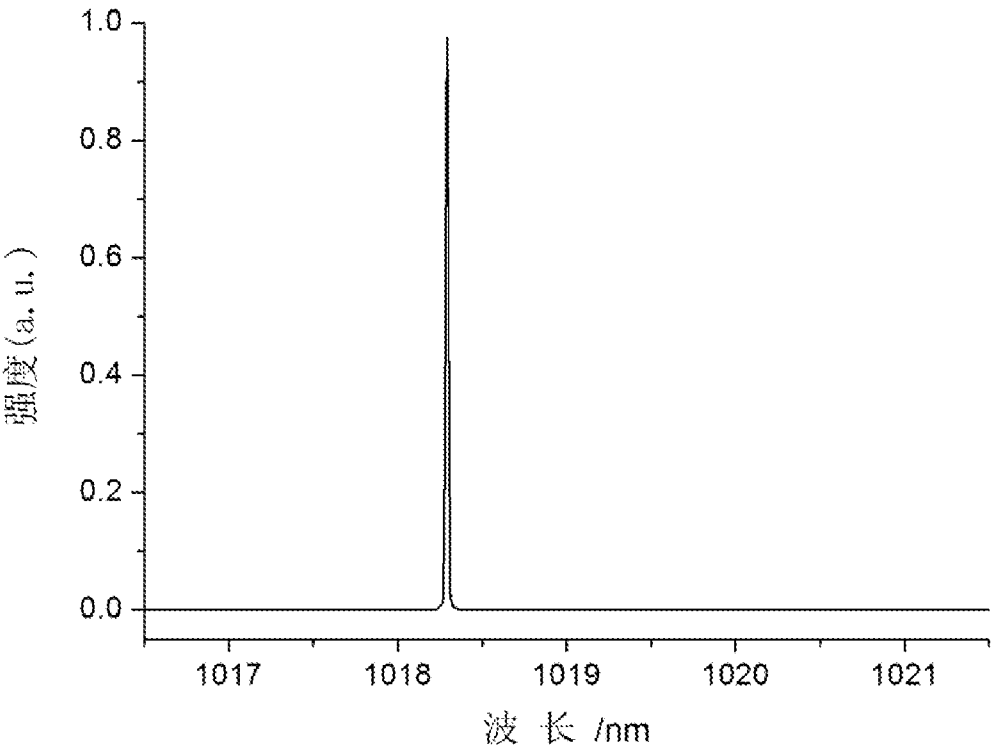


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/111856

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/036 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B 6/-, C03B 37/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 光纤, 双包层, 改良的化学气相, 改良化学气相, 第一, 第二, 第三, 第四, 纤芯层, 纤芯, 芯层, 多层, 溶液, 浸泡, 掺, 镜, 银, 稀土, fiber, MCVD, yb, al, layer, multi+, GeC14

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 104865634 A (YANGTZE OPTICAL FIBRE AND CABLE JOINT STOCK LIMITED COMPANY), 26 August 2015 (26.08.2015), description, paragraphs [0030]-[0034], and figure 1	1-10
Y	CN 1186251 A (FUJITSU LIMITED), 01 July 1998 (01.07.1998), description, page 4, paragraphs 11-13, page 8, paragraph 4 to page 9, paragraph 3, and figure 8	1-10
PX	CN 106990475 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.), 28 July 2017 (28.07.2017), claims 1-10	1-10
A	US 2002124601 A1 (BANDYOPADHYAY, TARUN et al.), 12 September 2002 (12.09.2002), entire document	1-10
A	CN 105541104 A (XI'AN INSTITUTE OF OPTICS AND PRECISION MECHANICS, CAS), 04 May 2016 (04.05.2016), entire document	1-10
A	CN 104777552 A (WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS et al.), 15 July 2015 (15.07.2015), entire document	1-10
A	CN 1490267 A (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.), 21 April 2004 (21.04.2004), entire document	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 30 January 2018	Date of mailing of the international search report 23 February 2018
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer WANG Xin Telephone No. (86-10) 53962476

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/111856

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102621626 A (XI'AN INSTITUTE OF OPTICS AND PRECISION MECHANICS, CAS), 01 August 2012 (01.08.2012), entire document	1-10
A	CN 104932054 A (FUTONG GROUP CO., LTD.), 23 September 2015 (23.09.2015), entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/111856

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104865634 A	26 August 2015	None	
CN 1186251 A	01 July 1998	CN 1099603 C	22 January 2003
		EP 0851544 B1	23 June 1999
		JP 3622816 B2	23 February 2005
		EP 0851544 A1	01 July 1998
		US 5930436 A	27 July 1999
		US 6408652 B1	25 June 2002
		JP H10190113 A	21 July 1998
		JP 2003204097 A	18 July 2003
CN 106990475 A	23 September 2015	None	
US 2002124601 A1	12 September 2002	US 6751990 B2	22 June 2004
CN 105541104 A	04 May 2016	None	
CN 104777552 A	15 July 2015	CN 104777552 B	02 January 2018
CN 1490267 A	21 April 2004	CN 1289421 C	13 December 2006
CN 102621626 A	01 August 2012	None	
CN 104932054 A	23 September 2015	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/111856

A. 主题的分类 G02B 6/036 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																										
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G02B6/-, C03B37/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI: 光纤, 双包层, 改良的化学气相, 改良化学气相, 第一, 第二, 第三, 第四, 纤芯层, 纤芯, 芯层, 多层, 溶液, 浸泡, 掺, 铋, 铝, 稀土, fiber, MCVD, yb, al, layer, multi+, GeCl4																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104865634 A (长飞光纤光缆股份有限公司) 2015年 8月 26日 (2015 - 08 - 26) 说明书第[0030]-[0034]段, 图1</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 1186251 A (富士通株式会社) 1998年 7月 1日 (1998 - 07 - 01) 说明书第4页第11-13段, 第8页第4段至第9页第3段, 图8</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 106990475 A (烽火通信科技股份有限公司) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2002124601 A1 (BANDYOPADHYAY, TARUN ET AL.) 2002年 9月 12日 (2002 - 09 - 12) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105541104 A (中国科学院西安光学精密机械研究所) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104777552 A (武汉邮电科学研究院 等) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1490267 A (烽火通信科技股份有限公司) 2004年 4月 21日 (2004 - 04 - 21) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 104865634 A (长飞光纤光缆股份有限公司) 2015年 8月 26日 (2015 - 08 - 26) 说明书第[0030]-[0034]段, 图1	1-10	Y	CN 1186251 A (富士通株式会社) 1998年 7月 1日 (1998 - 07 - 01) 说明书第4页第11-13段, 第8页第4段至第9页第3段, 图8	1-10	PX	CN 106990475 A (烽火通信科技股份有限公司) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 权利要求1-10	1-10	A	US 2002124601 A1 (BANDYOPADHYAY, TARUN ET AL.) 2002年 9月 12日 (2002 - 09 - 12) 全文	1-10	A	CN 105541104 A (中国科学院西安光学精密机械研究所) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-10	A	CN 104777552 A (武汉邮电科学研究院 等) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-10	A	CN 1490267 A (烽火通信科技股份有限公司) 2004年 4月 21日 (2004 - 04 - 21) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
Y	CN 104865634 A (长飞光纤光缆股份有限公司) 2015年 8月 26日 (2015 - 08 - 26) 说明书第[0030]-[0034]段, 图1	1-10																								
Y	CN 1186251 A (富士通株式会社) 1998年 7月 1日 (1998 - 07 - 01) 说明书第4页第11-13段, 第8页第4段至第9页第3段, 图8	1-10																								
PX	CN 106990475 A (烽火通信科技股份有限公司) 2017年 7月 28日 (2017 - 07 - 28) 权利要求1-10	1-10																								
A	US 2002124601 A1 (BANDYOPADHYAY, TARUN ET AL.) 2002年 9月 12日 (2002 - 09 - 12) 全文	1-10																								
A	CN 105541104 A (中国科学院西安光学精密机械研究所) 2016年 5月 4日 (2016 - 05 - 04) 全文	1-10																								
A	CN 104777552 A (武汉邮电科学研究院 等) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-10																								
A	CN 1490267 A (烽火通信科技股份有限公司) 2004年 4月 21日 (2004 - 04 - 21) 全文	1-10																								
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																										
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																										
国际检索实际完成的日期 2018年 1月 30日		国际检索报告邮寄日期 2018年 2月 23日																								
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 王欣 电话号码 (86-10)53962476																								

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	CN 102621626 A (中国科学院西安光学精密机械研究所) 2012年 8月 1日 (2012 - 08 - 01) 全文	1-10
A	CN 104932054 A (富通集团有限公司) 2015年 9月 23日 (2015 - 09 - 23) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/111856

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	104865634	A	2015年 8月 26日	无	
CN	1186251	A	1998年 7月 1日	CN 1099603 C	2003年 1月 22日
				EP 0851544 B1	1999年 6月 23日
				JP 3622816 B2	2005年 2月 23日
				EP 0851544 A1	1998年 7月 1日
				US 5930436 A	1999年 7月 27日
				US 6408652 B1	2002年 6月 25日
				JP H10190113 A	1998年 7月 21日
				JP 2003204097 A	2003年 7月 18日
CN	106990475	A	2015年 9月 23日	无	
US	2002124601	A1	2002年 9月 12日	US 6751990 B2	2004年 6月 22日
CN	105541104	A	2016年 5月 4日	无	
CN	104777552	A	2015年 7月 15日	CN 104777552 B	2018年 1月 2日
CN	1490267	A	2004年 4月 21日	CN 1289421 C	2006年 12月 13日
CN	102621626	A	2012年 8月 1日	无	
CN	104932054	A	2015年 9月 23日	无	