

(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 15 日 (15.11.2018)



(10) 国际公布号
WO 2018/205262 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 6/255 (2006.01) **G02B 6/02** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/084172

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 12 日 (12.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳大学(SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道
3688号, Guangdong 518060 (CN)。

(72) 发明人: 廖常锐(LIAO, Changrui); 中国广东省深
圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518060
(CN)。 王义平(WANG, Yiping); 中国广东省深
圳市南山区南海大道3688号, Guangdong 518060

(CN)。 王英(WANG, Ying); 中国广东省深圳市南
山区南海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。
何俊(HE, Jun); 中国广东省深圳市南山区南
海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。 朱峰
(ZHU, Feng); 中国广东省深圳市南山区南海
大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。 李正勇
(LI, Zhengyong); 中国广东省深圳市南山区南
海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。 杨天航
(YANG, Tianhang); 中国广东省深圳市南山区南
海大道3688号, Guangdong 518060 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所 (普
通合伙) (HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY
FIRM); 中国广东省深圳市福田区南园路68号
上步大厦10H, Guangdong 518000 (CN)。

(54) **Title:** PHASE-SHIFTED GRATING BASED ON TAPERED OPTICAL FIBRE, AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 基于拉锥光纤的相移光栅及其制作方法



图 6

(57) **Abstract:** A manufacturing method for a phase-shifted grating based on a tapered optical fibre, wherein same relates to the technical field of optical fibre application, and comprises: tapering and welding two sections of flattened optical fibres to obtain a tapered optical fibre (S101); fixing the tapered optical fibre onto a tilt table located on an electronically-controlled three-dimensional mobile platform, moving the electronically-controlled three-dimensional mobile platform, and performing a synchronous observation, so that the axial direction of the tapered optical fibre is parallel to the horizontal direction, and the energy density of a light spot focusing femtosecond laser is adjusted to a pre-set size (S102); and moving the position of the light spot of the femtosecond laser by a pre-set distance from the left side of a tapered region, moving the light spot of the femtosecond laser by a pre-set distance from an upper edge of a fibre core of the tapered optical fibre, and performing, according to a pre-set grating fabrication method, fibre Bragg grating fabrication on both ends of the tapered region (S103). The phase-shifted grating based on a tapered optical fibre manufactured using the method is of an all-optical-fibre structure, and can avoid electromagnetic interference. Moreover, the present invention is simple in terms of structure and the manufacturing process, and is high in reliability and good in flexibility.

(57) **摘要:** 一种基于拉锥光纤的相移光栅的制作方法, 涉及光纤应用技术领域, 包括: 将两段切平的光纤进行拉锥熔接得到拉锥光纤 (S101); 将拉锥光纤固定于位于电控三维移动平台上的仰俯台上, 移动电控三维移动平台并进行同步观察, 使拉锥光纤的轴向与水平方向平行, 将聚焦飞秒激光的光斑的能量密度调节到预置大小 (S102); 将飞秒激光的光斑位置移动到距离拉锥区域的左侧的预置距离, 并将飞秒激光的光斑移动到距离拉锥光纤的纤芯上边缘预置距离, 按照预置光栅写制方法对所述拉锥区域的两端进行光纤布拉格光栅写制 (S103)。采用该方法制作的基于拉锥光纤的相移光栅, 采用全光纤式结构, 可避免电磁干扰。同时, 其结构及制作工艺简单, 可靠性高, 灵活性好。

(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, 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))。

基于拉锥光纤的相移光栅及其制作方法

技术领域

- [1] 本发明涉及光纤应用技术领域，尤其涉及一种基于拉锥光纤的相移光栅及其制作方法。

背景技术

- [2] 光纤相移光栅在众多领域具有广泛应用。然而，现有的光纤相移光栅制备方法存在诸多缺陷。首先，目前的制备技术基本是基于相位掩膜版的光栅刻写技术，相位掩膜版造价昂贵并且保养维护困难，这无疑增加了光栅制备系统的投入；其次，一块相位掩膜版的栅格周期是一定的，因此无法灵活地改变相移光栅相移峰对应的波长；再次，相移光栅的一个较广泛应用是用于可调谐器件中，而目前大多数的相移光栅是非可调谐的，而可调谐的相移光栅是通过烧蚀圆孔或者腐蚀通道等破坏光纤结构的方式然后填入不同折射率液体达到可调谐目的，这将破坏器件的刚性，并容易造成污染，而且其响应速度较慢。综合来看，现有的光纤相移光栅基本存在如下所述的一种或多种缺陷：制备工艺复杂、制作成本高、灵活性差、可靠性低、响应速度慢等。

对发明的公开

技术问题

- [3] 针对以上利用传统技术制备光纤相移光栅的过程中存在的问题，本发明拟提供一种结构简单、制作方法简单、灵活性好、可靠性高、响应速度快的基于拉锥光纤的相移光栅。

问题的解决方案

技术解决方案

- [4] 本发明是这样实现的，一种基于拉锥光纤的相移光栅的制作方法，包括如下步骤：
- [5] 将两段切平的光纤按照预置拉锥熔接方式进行拉锥熔接得到具备光纤拉锥区域的拉锥光纤；

- [6] 将所述拉锥光纤固定于仰俯台上，所述仰俯台固定于电控三维移动平台，移动所述电控三维移动平台并通过显微镜进行同步观察，使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行，通过调节激光能量控制器件将聚焦飞秒激光的光斑的能量密度调节到预置大小；
- [7] 将所述飞秒激光的光斑位置移动到距离所述拉锥区域的左侧与待写制的光纤布拉格光栅的长度相等的距离，并将所述飞秒激光的光斑移动到距离所述拉锥光纤的纤芯上边缘预置距离，按照预置光栅写制方法对所述拉锥区域的两端进行光纤布拉格光栅写制，在光栅写制过程中，对光谱仪中的透射光谱进行实时监测直至得到预置光谱。
- [8] 进一步地，所述将两段切平的光纤按照预置拉锥熔接方式进行拉锥熔接得到具备拉锥区域的光纤包括：
- [9] 将两段光纤的端面切平，并将切平后的两段光纤的纤芯对准；
- [10] 选择熔接机中的预置熔接模式，调节所述熔接机的熔接放电量、锥区长度、马达移动速度及拉锥时间；
- [11] 进行放电熔接，得到所述拉锥光纤。
- [12] 进一步地，所述将所述拉锥光纤固定于仰俯台上包括：
- [13] 使用光纤夹具将所述拉锥光纤固定于仰俯台上；
- [14] 则所述移动所述电控三维移动平台并通过显微镜进行同步观察，使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行包括：
- [15] 调节所述电控三维移动平台的位置，使所述拉锥光纤的纤芯在高倍物镜下聚焦，调节所述仰俯台的仰俯使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行。
- [16] 进一步地，所述激光能量控制器件为1/2波片与格兰棱镜的组合器件。
- [17] 进一步地，所述聚焦飞秒激光的光斑的能量密度的预置大小具体为：
- [18] 在0.01毫米每秒至0.4毫米每秒的移动速度下，能够形成局部均匀的合适的折射率强度调制的激光能量，使得沿所述拉锥光纤的径向的线状改性区域具有连续平滑的形貌，所述折射率强度调制 $\Delta n=10^{-4}$ — 10^{-2} 。
- [19] 进一步地，所述飞秒激光的光斑与所述拉锥光纤的纤芯上边缘的预置距离为0至20微米。

- [20] 进一步地, 所述光栅写制方法包括:
- [21] 设置光纤布拉格光栅的栅格间距为0.5微米至20微米, 栅格周期数50至3000, 单个光栅条纹长度为9微米至40微米, 扫描速度为0.01毫米每秒至0.4毫米每秒;
- [22] 控制快门的开关, 驱动所述电控三维移动平台, 使飞秒激光的光斑沿所述拉锥光纤的径向逐线扫描, 并在所述拉锥区域的左右两侧分别刻写一段参数相同的光纤布拉格光栅。
- [23] 进一步地, 所述在所述拉锥区域的左右两侧分别刻写一段参数相同的光纤布拉格光栅包括:
- [24] 将飞秒激光的光斑调节至距离所述拉锥区域左端的0.5毫米至3毫米处, 并使光斑位置定位于纤芯上边缘的预置位置, 通过逐线扫描方法扫描所述光栅周期数完成第一个光纤布拉格光栅刻写;
- [25] 关闭所述快门, 移动所述电控三维移动平台, 使所述飞秒激光的光斑位置移动到所述拉锥区域的右端位置, 控制所述飞秒激光的光斑与所述拉锥光纤的纤芯的边缘为预置距离, 通过逐线扫描方法扫描与所述第一个光纤布拉格光栅相同的光栅周期数完成第二个光纤布拉格光栅刻写。
- [26] 本发明实施例还提供了一种基于拉锥光纤的相移光栅, 包括光纤拉锥区域, 及分别位于所述光纤拉锥区域两端的光栅写制区域;
- [27] 所述光栅写制区域上具有通过预置波长的飞秒激光直接曝光写制的预置结构的光纤布拉格光栅;
- [28] 所述光纤布拉格光栅的总长度为0.5毫米至5毫米, 单个栅格周期为0.5微米至10微米, 单条光栅条纹的长度为9微米至40微米;
- [29] 所述光纤拉锥区域的长度为0.05毫米至2毫米。
- [30] 进一步地, 所述光纤拉锥区域通过光纤熔接机或者氢氧焰拉锥机拉制而成。

发明的有益效果

有益效果

- [31] 本发明与现有技术相比, 有益效果在于: 通过本发明实施例提供的制作方法制备的基于拉锥光纤的相移光栅, 采用全光纤式结构, 可避免电磁干扰对检测结果的影响。同时, 该相移光栅结构简单、制作方法简单、灵活性好、可靠性高

、响应速度快。

对附图的简要说明

附图说明

- [32] 图1是本发明实施例提供的一种基于拉锥光纤的相位光栅的制作方法的流程图；
- [33] 图2是本发明实施例提供的两光纤待熔接端面被切平的示意图；
- [34] 图3本发明实施例提供的拉锥熔接完成后，得到的含锥区的光纤；
- [35] 图4本发明实施例提供的飞秒激光显微加工系统的结构示意图；
- [36] 图5本发明实施例提供的第一个光纤布拉格光栅刻写完成的示意图；
- [37] 图6本发明实施例提供的基于拉锥光纤的相移光栅的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [38] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实例，对本发明进行进一步详细说明。
- [39] 本发明提供的基于拉锥光纤的相移光栅（以下简称拉锥相移光栅），通过飞秒激光逐线法在光纤拉锥区域的两侧分别刻写一个光纤布拉格光栅得到前述器件。图1示出了本发明提供的一种基于拉锥光纤的相位光栅的制作方法，包括：
- [40] S101，将两段切平的光纤按照预置拉锥熔接方式进行拉锥熔接得到具备光纤拉锥区域的拉锥光纤。具体地，本步骤包括：将两段光纤的端面切平，并将切平后的两段光纤的纤芯对准；选择熔接机中的预置熔接模式，调节该熔接机的熔接放电量、锥区长度、马达移动速度、拉锥时间等参数，然后进行放电熔接，得到该拉锥光纤。
- [41] S102，将所述拉锥光纤固定于仰俯台上，所述仰俯台固定于电控三维移动平台，移动所述电控三维移动平台并通过显微镜进行同步观察，使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行，通过调节飞秒激光的光束所经过的光路中的激光能量控制器件将聚焦飞秒激光的光斑的能量密度调节到预置大小。具体地，在本步骤中，将所述拉锥光纤固定于仰俯台上的步骤包括：使用光纤夹具将该拉锥光纤固定于仰俯台上；则所述移动所述电控三维移动平台并通过显微镜进行同步观

察，使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行包括：调节所述电控三维移动平台的位置，使所述拉锥光纤的纤芯在高倍物镜下聚焦，即($NA>1$)，调节该仰俯台的仰俯使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行。

[42] S103，将所述飞秒激光的光斑位置移动到距离所述拉锥区域的左侧与待写制的光纤布拉格光栅的长度相等的距离，并将所述飞秒激光的光斑移动到距离所述拉锥光纤的纤芯上边缘预置距离，按照预置光栅写制方法对所述拉锥区域的两端进行光纤布拉格光栅写制，在光栅写制过程中，对光谱仪中的透射光谱进行实时监测直至得到预置光谱。

[43] 具体地，激光能量控制器件为1/2波片与格兰棱镜的组合器件，或者其他可控衰减光能量的器件。所述聚焦飞秒激光的光斑的能量密度的预置大小具体为：在0.01毫米每秒至0.4毫米每秒的移动速度 v 下(0.01mm/s—0.4mm/s)，能够形成局部均匀的合适的折射率强度调制 $\Delta n(10^{-4}$ — $10^{-2})$ 的激光能量，使得沿所述拉锥光纤的径向的线状改性区域具有连续平滑的形貌。所述飞秒激光的光斑与所述拉锥光纤的纤芯上边缘的预置距离为0至20微米。

[44] 本实施例中，光栅写制方法包括：

[45] 设置光纤布拉格光栅的栅格间距为0.5微米至20微米，栅格周期数50至3000，单个光栅条纹长度为9微米至40微米，扫描速度为0.01毫米每秒至0.4毫米每秒；控制快门的开关，驱动所述电控三维移动平台，使飞秒激光的光斑沿所述拉锥光纤的径向逐线扫描，并在所述拉锥区域的左右两侧分别刻写一段参数相同的光纤布拉格光栅。

[46] 具体地，所述在所述拉锥区域的左右两侧分别刻写一段参数相同的光纤布拉格光栅包括：

[47] 将飞秒激光的光斑调节至距离所述拉锥区域左端0.5毫米至3毫米处（即一段光纤布拉格光栅的长度的距离，目的就是保证在这段距离中可以刻写一段光纤布拉格光栅），并使光斑位置定位于纤芯上边缘的预置位置，通过逐线扫描方法扫描所述光栅周期数完成第一个光纤布拉格光栅刻写；关闭所述快门，移动所述电控三维移动平台，使所述飞秒激光的光斑位置移动到所述拉锥区域的右端位置，控制所述飞秒激光的光斑与所述拉锥光纤的纤芯的边缘为预置距离，

通过逐线扫描方法扫描与所述第一个光纤布拉格光栅相同的光栅周期数完成第二个光纤布拉格光栅刻写。

[48] 下面结合图2至图6来为本发明实施例进行进一步地阐述：

[49] 如图2所示，将两光纤的待熔接端面切平，并将待熔接端面放入光纤熔接机3中，图2中的1表示光纤的包层部分，2代表光纤的纤芯部分。熔接前，选择熔接机的拉锥熔接模式，将放电量设置为标准-30bit，拉锥长度设置为380 μm ，拉锥速度设为40bit，放电时间设为1600ms。然后便可以放电熔接，如图3所示，最终能得到一个含有锥区的光纤。

[50] 图4示出了将拉锥后的光纤通过光纤夹具固定在三维移动平台上。图3的中101代表飞秒激光器，102、104分别表示一个1/2波片，103为一个格兰棱镜，105为一个快门，106为显微镜系统，107为光谱仪，108为激光光源，109为电控三维移动平台，110代表图3中进行拉锥熔接得到的拉锥光纤，111、112分别为固定光纤用的双臂夹具。图4中，显微镜系统106含有100 $\times$ 物镜及能够与计算机通信连接的CCD器件，电控三维移动平台109是能够在三维空间移动的，且可通过调节旋钮调节其水平，夹具111、112通过机械固定方式固定在电控三维移动平台109上，拉锥光纤110通过夹具111、112固定。在具体使用过程中首先，通过显微镜系统106进行观察并通过调节电控三维移动平台109使拉锥光纤110的轴向处于水平方向；然后，通过旋转第一个半波片102可调节激光打在拉锥光纤110上的能量，选取一个较为合适的能量；最后，通过控制快门105的开关可控制激光在拉锥光纤110上曝光或不曝光。快门105的功能是通过软件控制其开与关以控制光路的通过和被遮挡（不通过）。

[51] 图5示出了刻写完成的第一个光纤布拉格光栅，其中501表示光纤的包层部分，502表示光纤的纤芯，503表示栅格条纹。在图4所示系统中，通过调节电控三维移动平台和快门使激光光斑位于距离光纤拉锥区域左端1.07mm的光栅写制区域的纤芯上边缘上方5 μm 的位置。然后设定光纤布拉格光栅的参数，包括：光纤布拉格光栅的栅格间距为2.141 μm ，栅格周期数为500，单个栅格长度为20 μm ，扫描速度为0.15 $\mu\text{m/s}$ ，打开快门后启动逐线法刻写光栅程序，激光光斑将在光栅写制区域上曝光并沿光纤径向逐线扫描，每刻写完一条条纹会向光纤轴向右侧移

动一个周期的距离。如前所述，当程序执行完后，第一个光纤布拉格光栅即刻写完成，此时在光谱仪上可观察到单个光纤布拉格光栅的光谱。

[52] 图6示出了刻写完成的两个光纤布拉格光栅，该结构最终为本发明实施例基于拉锥光纤的相移光栅。图5中，光斑位置将处于拉锥光纤的左端，此时通过控制电控三维移动平台，使光斑位置移动到拉锥光纤的右侧，然后上述刻写光纤布拉格光栅的过程。当程序执行完后，第二个光栅也刻写完成，此时在光谱仪上可以观察到最终的相移光栅光谱。

[53] 在刻写光栅的过程中，使用光谱仪实时监测透射谱，在刻写第一段光纤布拉格光栅时，可以观察到在对应波长附近出现一个布拉格谐振峰，并随着光栅周期数的增加，谐振峰深度不断加深；

[54] 在刻写第二个光纤布拉格光栅时，可以观察到第一个光栅谐振峰将出现分裂的现象，在中间某一波长处的透射率不断增加，形成相移光栅光谱。

[55] 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。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种基于拉锥光纤的相移光栅的制作方法，其特征在于，包括如下步骤：
- 将两段切平的光纤按照预置拉锥熔接方式进行拉锥熔接得到具备光纤拉锥区域的拉锥光纤；
- 将所述拉锥光纤固定于仰俯台上，所述仰俯台固定于电控三维移动平台，移动所述电控三维移动平台并通过显微镜进行同步观察，使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行，通过调节激光能量控制器件将聚焦飞秒激光的光斑的能量密度调节到预置大小；
- 将所述飞秒激光的光斑位置移动到距离所述拉锥区域的左侧与待写制的光纤布拉格光栅的长度相等的距离，并将所述飞秒激光的光斑移动到距离所述拉锥光纤的纤芯上边缘预置距离，按照预置光栅写制方法对所述拉锥区域的两端进行光纤布拉格光栅写制，在光栅写制过程中，对光谱仪中的透射光谱进行实时监测直至得到预置光谱。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的制作方法，其特征在于，所述将两段切平的光纤按照预置拉锥熔接方式进行拉锥熔接得到具备拉锥区域的光纤包括：
- 将两段光纤的端面切平，并将切平后的两段光纤的纤芯对准；
- 选择熔接机中的预置熔接模式，调节所述熔接机的熔接放电量、锥区长度、马达移动速度及拉锥时间；
- 进行放电熔接，得到所述拉锥光纤。
- [权利要求 3] 如权利要求1所述的制作方法，其特征在于，所述将所述拉锥光纤固定于仰俯台上包括：
- 使用光纤夹具将所述拉锥光纤固定于仰俯台上；
- 则所述移动所述电控三维移动平台并通过显微镜进行同步观察，使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行包括：
- 调节所述电控三维移动平台的位置，使所述拉锥光纤的纤芯在高

倍物镜下聚焦，调节所述仰俯台的仰俯使所述拉锥光纤的轴向与水平方向平行。

[权利要求 4] 如权利要求1所述的制作方法，其特征在于，所述激光能量控制器件为1/2波片与格兰棱镜的组合器件。

[权利要求 5] 如权利要求1所述的制作方法，其特征在于，所述聚焦飞秒激光的光斑的能量密度的预置大小具体为：
在0.01毫米每秒至0.4毫米每秒的移动速度下，能够形成局部均匀的合适的折射率强度调制的激光能量，使得沿所述拉锥光纤的径向的线状改性区域具有连续平滑的形貌，所述折射率强度调制 $\Delta n = 10^{-4} - 10^{-2}$ 。

[权利要求 6] 如权利要求1所述的制作方法，其特征在于，所述飞秒激光的光斑与所述拉锥光纤的纤芯上边缘的预置距离为0至20微米。

[权利要求 7] 如权利要求1所述的制作方法，其特征在于，所述光栅写制方法包括：
设置光纤布拉格光栅的栅格间距为0.5微米至20微米，栅格周期数50至3000，单个光栅条纹长度为9微米至40微米，扫描速度为0.01毫米每秒至0.4毫米每秒；
控制快门的开关，驱动所述电控三维移动平台，使飞秒激光的光斑沿所述拉锥光纤的径向逐线扫描，并在所述拉锥区域的左右两侧分别刻写一段参数相同的光纤布拉格光栅。

[权利要求 8] 如权利要求7所述的制作方法，其特征在于，所述在所述拉锥区域的左右两侧分别刻写一段参数相同的光纤布拉格光栅包括：
将飞秒激光的光斑调节至距离所述拉锥区域左端的0.5毫米至3毫米处，并使光斑位置定位于纤芯上边缘的预置位置，通过逐线扫描方法扫描所述光栅周期数完成第一个光纤布拉格光栅刻写；
关闭所述快门，移动所述电控三维移动平台，使所述飞秒激光的光斑位置移动到所述拉锥区域的右端位置，控制所述飞秒激光的光斑与所述拉锥光纤的纤芯的边缘为预置距离，通过逐线扫描方

法扫描与所述第一个光纤布拉格光栅相同的光栅周期数完成第二个光纤布拉格光栅刻写。

[权利要求 9]

一种基于拉锥光纤的相移光栅，其特征在于，所述相位光栅包括光纤拉锥区域，及分别位于所述光纤拉锥区域两端的光栅写制区域；

所述光栅写制区域上具有通过预置波长的飞秒激光直接曝光写制的预置结构的光纤布拉格光栅；

所述光纤布拉格光栅的总长度为0.5毫米至5毫米，单个栅格周期为0.5微米至10微米，单条光栅条纹的长度为9微米至40微米；

所述光纤拉锥区域的长度为0.05毫米至2毫米。

[权利要求 10]

如权利要求9所述相移光栅，其特征在于，所述光纤拉锥区域通过光纤熔接机或者氢氧焰拉锥机拉制而成。

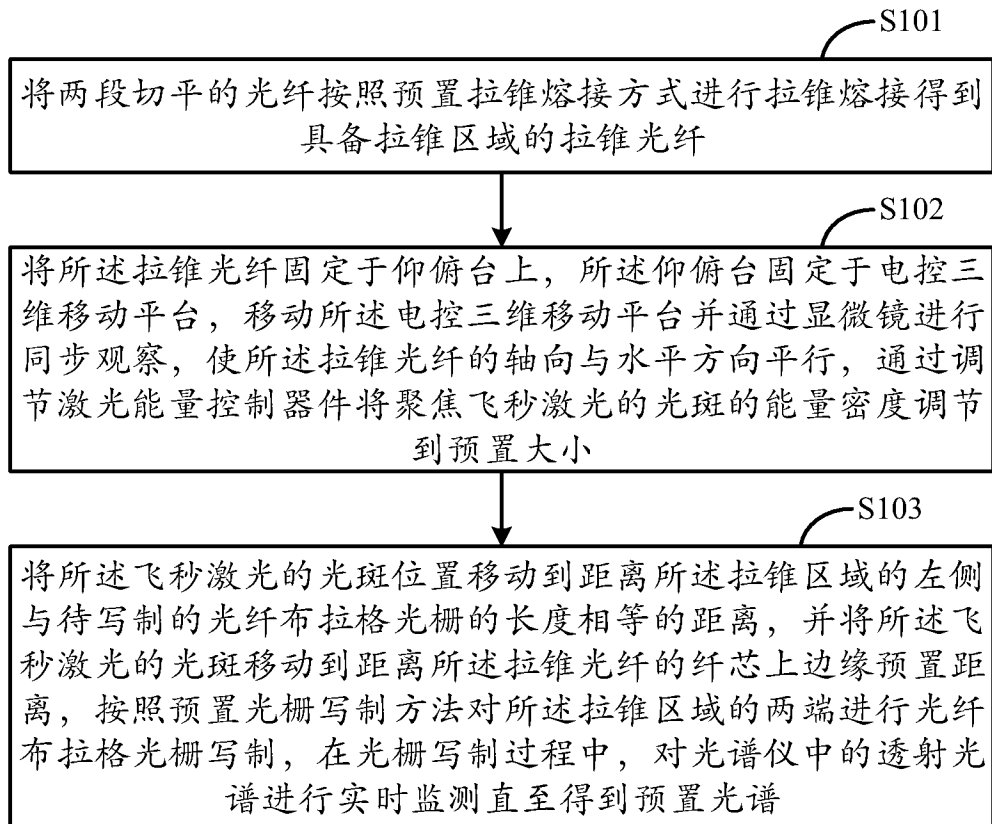


图 1

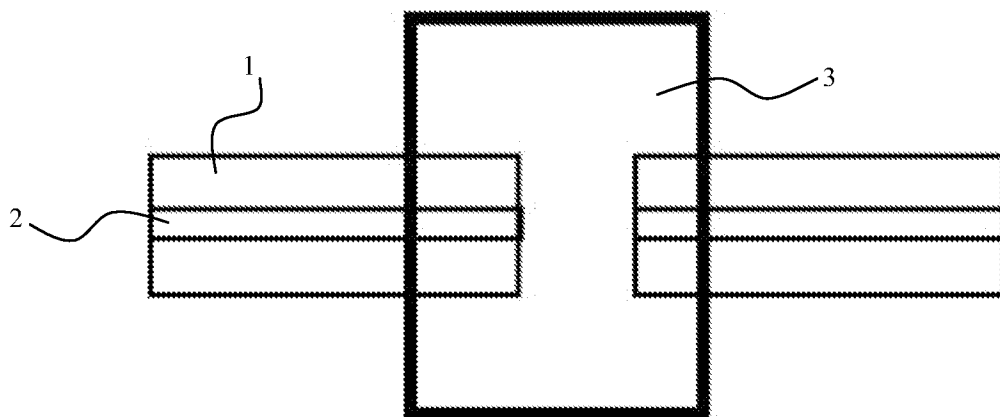


图 2

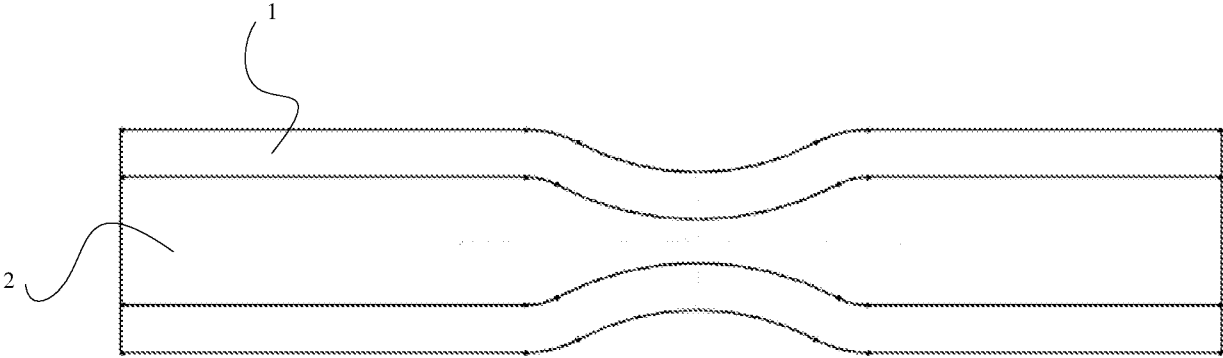


图 3

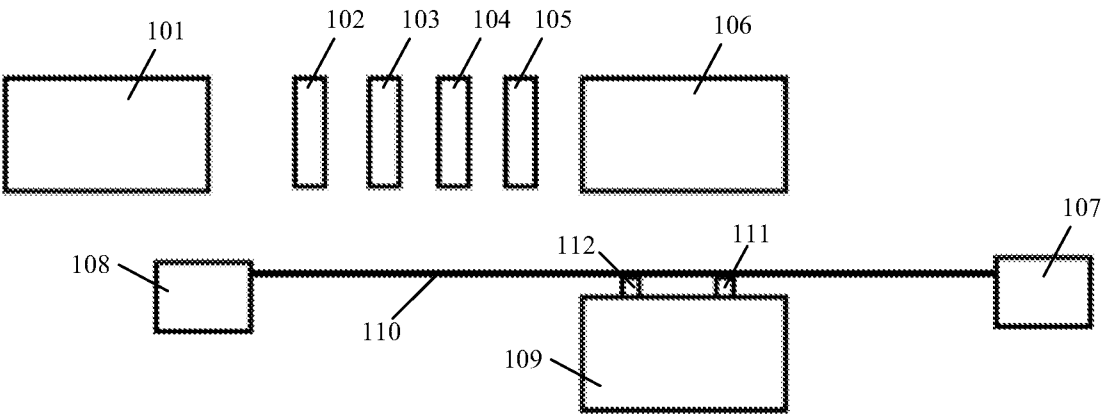


图 4

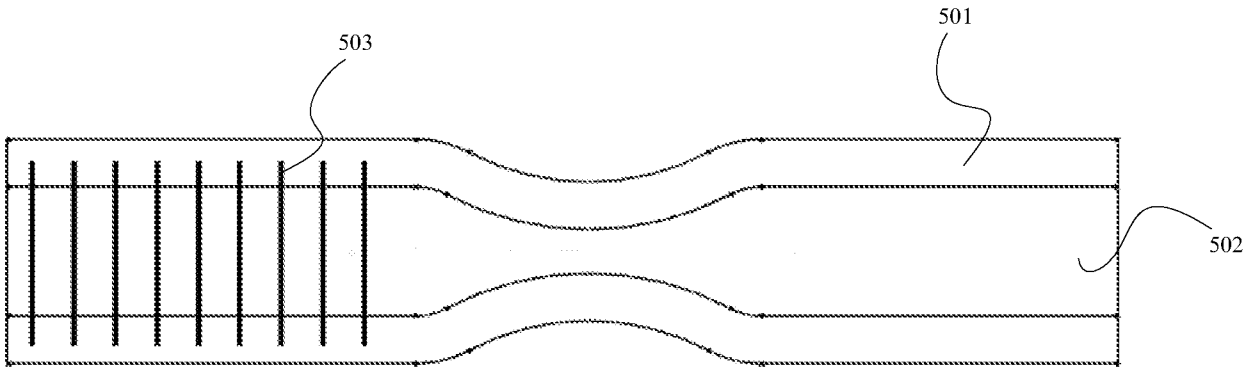


图 5



图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2017/084172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/255(2006.01)i; G02B 6/02(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

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, IEEE: 光纤, 锥, 光栅, 相移, 相位, 激光, fiber, fibre, tapered, grating, phase, laser

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104154883 A (CHINA JILIANG UNIVERSITY) 19 November 2014 (2014-11-19) description, paragraphs 6-13, and figures 1-2	1-10
A	CN 104237166 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 24 December 2014 (2014-12-24) entire document	1-10
A	CN 104238000 A (SHANGHAI UNIVERSITY) 24 December 2014 (2014-12-24) entire document	1-10
A	US 2004129083 A1 (WEATHERFORD/LAMB, INC.) 08 July 2004 (2004-07-08) entire document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 January 2018

Date of mailing of the international search report

13 February 2018

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2017/084172

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104154883	A	19 November 2014	None			
CN	104237166	A	24 December 2014	None			
CN	104238000	A	24 December 2014	CN	104238000	B	22 December 2017
US	2004129083	A1	08 July 2004	CN	1334920	A	06 February 2002
				US	6668656	B2	30 December 2003
				US	6820489	B2	23 November 2004
				US	2002154860	A1	24 October 2002
				CN	1153054	C	09 June 2004
				US	6776045	B2	17 August 2004
				US	2002194917	A1	26 December 2002
				JP	4615726	B2	19 January 2011
				WO	0037914	A2	29 June 2000
				EP	1137920	A2	04 October 2001
				EP	1137920	B1	16 February 2005
				US	6422084	B1	23 July 2002
				JP	2004506869	A	04 March 2004
				BR	9915956	A	21 August 2001
				AU	3996400	A	12 July 2000
				DE	69923783	D	24 March 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/084172

A. 主题的分类

G02B 6/255(2006.01)i; G02B 6/02(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)

G02B

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, IEEE: 光纤, 锥, 光栅, 相移, 相位, 激光, fiber, fibre, tapered, grating, phase, laser

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 104154883 A (中国计量学院) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 说明书第6-13段, 附图1-2	1-10
A	CN 104237166 A (上海大学) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文	1-10
A	CN 104238000 A (上海大学) 2014年 12月 24日 (2014 - 12 - 24) 全文	1-10
A	US 2004129083 A1 (WEATHERFORD/LAMB, INC.) 2004年 7月 8日 (2004 - 07 - 08) 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 29日

国际检索报告邮寄日期

2018年 2月 13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

李勇

电话号码 (86-10)53961453

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/084172

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	104154883	A	2014年 11月 19日	无			
CN	104237166	A	2014年 12月 24日	无			
CN	104238000	A	2014年 12月 24日	CN	104238000	B	2017年 12月 22日
US	2004129083	A1	2004年 7月 8日	CN	1334920	A	2002年 2月 6日
				US	6668656	B2	2003年 12月 30日
				US	6820489	B2	2004年 11月 23日
				US	2002154860	A1	2002年 10月 24日
				CN	1153054	C	2004年 6月 9日
				US	6776045	B2	2004年 8月 17日
				US	2002194917	A1	2002年 12月 26日
				JP	4615726	B2	2011年 1月 19日
				WO	0037914	A2	2000年 6月 29日
				EP	1137920	A2	2001年 10月 4日
				EP	1137920	B1	2005年 2月 16日
				US	6422084	B1	2002年 7月 23日
				JP	2004506869	A	2004年 3月 4日
				BR	9915956	A	2001年 8月 21日
				AU	3996400	A	2000年 7月 12日
				DE	69923783	D	2005年 3月 24日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)