



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410010968.9

[43] 公开日 2005 年 9 月 21 日

[11] 公开号 CN 1671013A

[22] 申请日 2004.6.29

[21] 申请号 200410010968.9

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路 16 号

[72] 发明人 张亮 秦莉 王立军

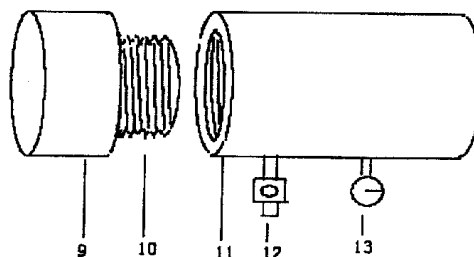
[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 1 页

[54] 发明名称 全光纤激光器光纤光栅谐振腔的制备方法

[57] 摘要

本发明涉及光纤光栅谐振腔的制备方法。利用腐蚀装置将一段双包层光纤进行腐蚀制备成裸露内包层光纤；利用增敏装置将裸露内包层光纤进行氢扩散制备出光敏包层光纤；利用高能紫外光束通过相位掩模制成两个不同折射率的光纤光栅，形成光纤激光器的谐振腔。利用腐蚀溶液对双包层光纤进行处理形成单包层光纤。采用掩模板解决了 Bragg 光纤光栅色散要求大周期小的问题。利用高能紫外光束和相位掩模对光敏包层光纤进行曝光解决写入 Bragg 光纤光栅的问题。采用高能紫外光束对光敏包层光纤进行曝光解决光栅的反射率低问题。由于利用高能紫外光束对光敏包层光纤进行曝光形成对温度、应力不敏感的光纤光栅，解决了谐振腔的稳定性和可靠性低等缺点。



1、全光纤激光器光纤光栅谐振腔的制备方法，其特征在于：首先将双包层光纤的一端安装在腐蚀控制装置导轨的平台上，利用腐蚀控制装置中的计算机控制步进电机的转速来控制移动平台的运动速度，并将一段双包层光纤置于腐蚀溶液中并逐渐移动进行腐蚀外包层，则制备成裸露内包层光纤；利用高压增敏装置将裸露内包层光纤进行高压、高温的氢气扩散制备出光敏包层光纤；沿光纤夹具的 U 形浅槽的轴线方向平行固定放置清洗后的光敏包层光纤；利用相位掩模板放在上述光敏包层光纤上，相位掩模板中的掩模方向与所写光敏包层光纤方向垂直；利用高能紫外光束的辐射经柱体透镜聚焦成窄线光斑，在窄线光斑的轴线方向通过相位掩模对光敏包层光纤进行曝光，使光敏包层光纤纤芯的折射率按相位掩模板的周期发生改变，从而在光敏包层光纤的两端制成两个不同折射率的光纤光栅，则制成全光纤激光器的光纤光栅谐振腔。

2、根据权利要求 1 所述的全光纤激光器光纤光栅谐振腔的制备方法，其特征在于：高压增敏装置采用金属瓶，金属瓶的氢气压强为 80atm-200atm，将裸露内包层光纤和高压氢气放进金属瓶中并将金属瓶的盖密封并将其置于 60℃-100℃ 的温度环境中 96 小时以上，将密封金属瓶的盖打开取出制成的光敏包层光纤。

全光纤激光器光纤光栅谐振腔的制备方法

技术领域：本发明属于激光谐振腔的制备技术领域，涉及到光纤激光器中光纤光栅谐振腔的制备方法。

背景技术：光纤激光器是一种新型的激光光源，现在成为各国争先研究的热点。随着掺稀土元素的双包层光纤介质的成功研制和包层泵浦技术的成熟，光纤激光器得到了很大的发展，现已成为下一代激光器的发展方向。以往的光纤激光器的增益谐振腔采用双透镜或光纤环行器结构。由于全光纤型激光器思想的产生，提出在光纤上直接制作出不同反射率的光纤光栅反射镜来形成谐振腔的构想。这样 Bragg 光纤光栅的制备成为关键。

现在采用的制备谐振腔的方法：是在非掺杂单包层单模光纤上写入 Bragg 光纤光栅，将两个不同反射率 Bragg 光纤光栅熔接到增益介质的光纤两端形成谐振腔。

中国专利 NO:99109269.4 一种多包层光纤，在光纤上写入的长周期光纤光栅和写入方法。该方法包括为引导光用的有 Ge-SiO₂ 做成的芯，由 F-SiO₂ 做成内包层，该包层包裹于芯且他们折射率小于芯的折射率。由二氧化硅作成外包层，其包裹内包层且折射率小于芯的折射率大于内包层的折射率。通过调整掺入内包层的 F 含量、内包层的厚度、掺入 GeO₂ 量、外包层中的 SiO₂ 成分和光纤的牵引拉力等参数之一，来调整多包层光纤特性。

上述方法只能对长周期光纤光栅进行写入，由于长周期光纤光栅的

周期大，周期光纤光栅掩模板对紫外光的色散要求低，Bragg 光纤光栅的周期小，Bragg 光纤光栅掩模板对紫外光的色散要求大，所以上述方法不能对双包层光纤中的 Bragg 光纤光栅进行包层腐蚀和写入处理，且光栅损耗大，光栅的反射率低、谐振腔的稳定性和可靠性低等缺点。

发明内容：为了解决背景技术上述方法由于 Bragg 光纤光栅的周期小，Bragg 光纤光栅掩模板对紫外光的色散要求大，不能对双包层光纤中的包层进行腐蚀，也不能对 Bragg 光纤光栅进行写入处理，且它也存在光栅的反射率低、谐振腔的稳定性和可靠性低等缺点。本发明的目的在于实现直接在双包层光纤上写入 Bragg 光栅，增加光耦合效率、提高光栅的反射率、提高谐振腔的稳定性和可靠性，满足全光纤激光器的要求，形成全光纤型激光器的谐振腔，将要提供一种双包层或多包层光纤 Bragg 光纤光栅谐振腔的制备方法。

为了达到上述目的，本发明实现在双包层光纤直接写入光栅的方法如下：首先将双包层光纤的一端安装在腐蚀控制装置导轨的平台上，利用腐蚀控制装置中的计算机控制步进电机的转速来控制移动平台的运动速度，并将一段双包层光纤置于腐蚀溶液中并逐渐移动进行腐蚀外包层，则制备成裸露内包层光纤；利用高压增敏装置将裸露内包层光纤进行高压、高温的氢气扩散制备出光敏包层光纤；沿光纤夹具的 U 形浅槽的轴线方向平行固定放置清洗后的光敏包层光纤；利用相位掩模板放在上述光敏包层光纤上，相位掩模板中的掩模方向与所写光敏包层光纤方向垂直；利用高能紫外光束的辐射经柱体透镜聚焦成窄线光斑，在窄线光斑的轴线方向通过相位掩模对光敏包层光纤进行曝光，使光敏包层光纤纤芯的折射率按相位

掩模板的周期发生改变,从而在光敏包层光纤的两端制成两个不同折射率的光纤光栅,则制成全光纤激光器的光纤光栅谐振腔。

高压增敏装置采用金属瓶,金属瓶的氢气压强为 80atm-200atm,将裸露内包层光纤和高压氢气放进金属瓶中并将金属瓶的盖密封并将其置于 60°C-100°C 的温度环境中 96 小时以上,将密封金属瓶的盖打开取出制成的光敏包层光纤。

本发明的优点:本发明利用腐蚀溶液对双包层光纤进行包层处理,根据腐蚀溶液的浓度、包层光纤的直径及写入光栅的长度来控制腐蚀时间、腐蚀长度,以达到单包层光纤同样的光纤结构。这样可以实现在这段腐蚀处理后的裸光纤上写入光栅的要求。由于本发明采用了掩模板解决了 Bragg 光纤光栅色散要求大周期小的需要。由于本发明利用腐蚀控制装置将双包层光纤置于腐蚀溶液中并逐渐移动进行腐蚀外包层,解决了双包层光纤包层腐蚀的问题。由于本发明利用高能紫外光束和相位掩模对光敏包层光纤进行曝光解决了双包层光纤写入 Bragg 光纤光栅的问题。由于本发明利用高能紫外光束对光敏包层光纤进行曝光解决了背景技术光栅的反射率低的问题。由于本发明采用了利用高能紫外光束对光敏包层光纤进行曝光形成对温度、应力不敏感的光纤光栅,解决了谐振腔的稳定性和可靠性低等缺点。本发明可用于光通讯、激光器技术领域。

附图说明:

图 1 是本发明实施例的腐蚀控制装置立体示意图

图 2 是本发明实施例的高压增敏装置立体示意图

图 3 是本发明实施例的光纤光栅曝光写入装置示意图

具体实施方式:

如图 1 所示的腐蚀控制装置包括: 双包层光纤 1、石蜡槽 2、垫木 3、平行导轨 4、移动平台 5、步进电机 6、步进电机控制电源 7、转动丝杠 8。

双包层光纤 1 采用 fibercore 的准圆形掺 Yb^{3+} 双包层石英光纤。石蜡槽 2 采用石蜡制成, 其长 10 厘米、宽为 8 厘米、高为 5 厘米, 其内壁和底壁厚为 1.5 厘米。垫木 3 采用木制结构制成。平行导轨 4 采用碳钢材料制成。移动平台 5 采用碳钢材料制成。步进电机 6 采用 35HS26DS01 型号, 步距角 1.8° , 电压 12V, 电流 0.4 A, 电阻 13Ω , 电感 4.8 mH, 静力矩 330 g.cm, 定位力矩 50 g.cm, 转动惯量 11 g.cm^2 。步进电机控制电源 7, 输出电压 110V, 电流 0-2A。转动丝杠 8 采用碳钢材料制成。

如图 2 所示的高压增敏装置包括: 瓶帽 9、螺纹区 10、瓶体 11、气压阀 12、压力表 13。

瓶帽 9 采用不锈钢材料制成。螺纹区 10 采用锥型螺纹。瓶体 11 采用不锈钢材料制成。气压阀 12 采用不锈钢材料制成。压力表 13 采用 Y-60 型氢气表。

如图 3 光纤光栅曝光写入装置包括: 准分之激光器 14、紫外激光光束 15、全反射镜 16、柱透镜 17、相位掩模板 18、光敏包层光纤 19、耦合器 20、发光二极管 21、光谱分析仪 22。

准分之激光器 14 采用 Lumonics 公司 PM886k_rF (248nm) 的准分子激光器, 准分子激光器 14 产生紫外激光光束 15。全反射镜 16 采用 JGS-1 石英玻璃材料制成。柱透镜 17 采用 JGS-1 石英玻璃材料制成。相位掩模板 18 采用 Lasiris 公司熔融石英制成。光敏光纤 19 采用 fibercore 的准

圆形掺 Yb^{3+} 双包层石英光纤。耦合器 20 采用 WDM-980/1060 型单模光纤波分复用器。发光二极管 21 采用 1070 型超辐射发光二极管。光谱分析仪 22 采用日本 ANDO 公司 6315A 型。

1) 本发明首先选取一根掺 Yb^{3+} 的双包层光纤 1 作为激光器的增益介质, 其中在这个双包层光纤 1 的内包层为五瓣梅花形, 外包层为圆形。在双包层光纤 1 的一端适当位置处距光纤尾端约 10cm 处, 剥除一小段涂覆层, 大约 5cm 长, 在将这段双包层光纤 1 经过二个纤细的小孔通过石蜡槽 2, 将剥去涂覆层的这小段双包层光纤 1 逐渐进入石蜡槽 2, 在石蜡槽 2 中盛有氢氟酸溶液。将通过石蜡槽 2 的双包层光纤 1 的一端利用双面胶沾剂粘接到移动平台上 5, 这个移动平台为长 5 厘米、宽 3 厘米、厚为 1 厘米, 并且安装在两根平行导轨上 4。在导轨 4 的下面装有扭距丝杠 8 与移动平台 5 相连, 通过步进电机 6 带动丝杠 8 转动实现对移动平台 5 的移动控制。采用计算机程序控制驱动步进电机 6 的控制电源实现整个腐蚀过程的监控。移动平台带动双包层光纤 1 逐步的通过氢氟酸溶液。通过计算机控制步进电机的转速来控制移动平台 5 的运动速度。现在以 5 转/秒步进速度得到 0.02 厘米/秒的平台运动速度。当双包层光纤 1 部分通过氢氟酸溶液时, 开始记时经过 10 分钟实现了对双包层光纤 1 直径的有效腐蚀, 腐蚀速度控制在 3 微米/分钟, 得到直径在 80 微米的裸露内包层光纤。

2) 将经过 1) 处理得到裸露内包层光纤装入直径为 15 厘米、长为 35 厘米的金属瓶体 11 里, 其中金属瓶工作压力为 15Mpa, 耐压实验压力为 25 Mpa, 出厂实验压力为 18Mpa, 壳体壁厚测定大于等于 14mm 以上。在金属瓶工作压力为 80atm 或 120atm 或 200atm, 温度在 60℃ 或 80℃ 或 100

℃的氢气和 B_2O_3 粉末容器内扩散 96 小时或 120 小时或 150 小时以上进行光纤增敏处理。这样实现了氢离子扩散到光纤中增加了光纤的光敏性，得到光敏包层光纤。

3) 将经过 2) 处理得到的光敏包层光纤从金属瓶体 11 中取出，在剥除涂覆层后腐蚀掉外包层的光敏包层光纤利用乙酸进行清洗，再利用丙酮进行第二次清洗，保证光敏包层光纤处无灰尘粘附。另准备光纤夹具，将经过清洗处理过的这一小段光敏包层光纤沿光纤夹具的 U 浅槽的轴线方向中平行放入其中，并固定在光纤夹具的 U 浅槽上。保证这一小段光敏包层光纤在夹具上位置固定。

4) 把相位掩模板 18 直接放在固定好的光敏包层光纤上面，保证相位掩模板中的掩模方向与所写光敏包层光纤方向垂直。采用光源是 Lumonics 公司 PM886k_rF (248nm) 的准分子激光器 14，其高压触发范围 28.0kv~39.0kv，触发频率 0~50Hz，光斑面积 $30 \times 15 \text{nm}^2$ 。使用中典型参数为触发电压为 30KV，触发频率 8Hz，单个脉冲能量为 900~300mJ。所用相位掩模板 18 是 Lasiris 公司生产，这是高质量的熔融石英光栅上的一维表面浮雕光栅，并且为一种消零级掩模板。利用 ± 1 衍射光的干涉进行光栅的写入，对 248nm 激光其零级衍射小于 1.5%，+1 和 -1 级衍射分别占 39.9% 和 39.1%。

5) 利用 248nm 的准分子激光器 14 所发出的紫外激光束 15 经柱透镜 17 准直系统后会聚后形成 $15 \times 2 \text{nm}^2$ 的窄线条光斑。紫外光沿光斑的轴线方向通过相位掩模 18 对光敏包层光纤进行曝光，准分子激光器 14 所发出的紫外光的能量 900 毫焦，频率为 8 Hz，高压触发范围 30.0kv 写入时间

为 4 分钟,从而改变了沿着所述芯区的纵向上的光敏包层光纤预定暴露部分的芯区的折射率,这样在光纤上形成与相位掩模同样周期的波导机构的光栅,其周期为 743.5nm, 通过利用二极管 20、耦合器 21 和光谱分析仪 22 组成实时监测系统来监测光纤光栅的中心波长及反射率特征。光谱分析仪 22 观察光线光栅的反射率,控制得到反射率为 99%、反射波长为 1062 纳米的 Bragg 光纤光栅,半高宽为 2 纳米。这里光谱分析仪 22 为日本 ANDO 公司 6315A 型,其扫描范围为 350nm~175nm,波长分辨率为 0.05~10nm,我们选用 0.1nm,其强度精确到 0.3dB,扫描间隙时间<0.5s。

同样在这根光敏包层光纤的另一端适当位置处距光敏包层光纤前面写入光栅的位置 25 米处。重复操作上述 1)-5) 过程制作得到反射率在 10%、反射波长为 1065 纳米的 Bragg 光纤光栅。这样在同一根光纤上就形成了光纤光栅谐振腔。

除上述实施例外,还可在多包层光纤上制备光纤光栅也属于本发明保护范围。

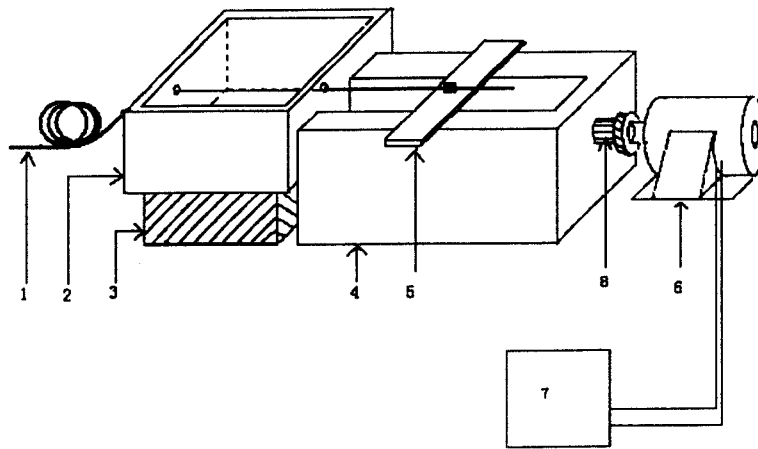


图 1

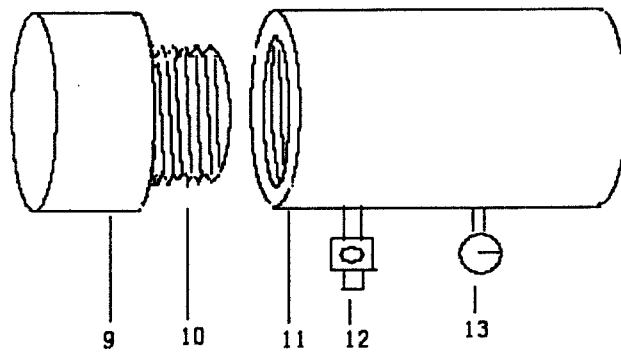


图 2

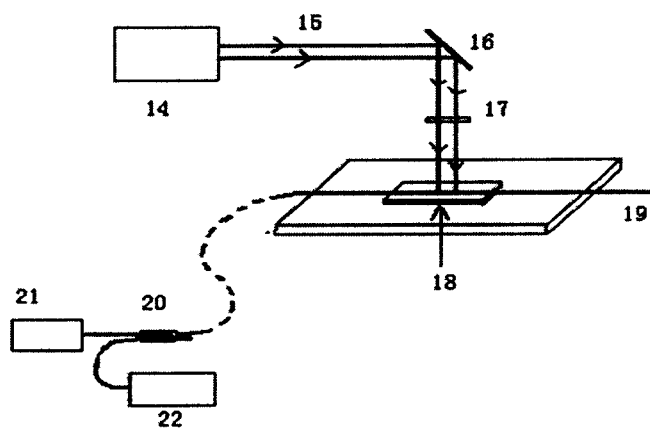


图 3