



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103944051 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410203824. 9

(22) 申请日 2014. 05. 15

(71) 申请人 中国工程物理研究院应用电子学研究所

地址 621000 四川省绵阳市 919 信箱 1013 分箱

(72) 发明人 张凯 马毅 唐淳 孙殷宏
李腾龙 吴娟 王岩山 关有光

(74) 专利代理机构 成都九鼎天元知识产权代理有限公司 51214

代理人 卿诚 吴彦峰

(51) Int. Cl.

H01S 3/094 (2006. 01)

G02B 6/28 (2006. 01)

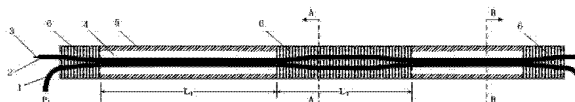
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种肩并肩式侧泵浦耦合器及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种肩并肩式侧泵浦耦合器及其制备方法的技术方案, 该方案能够为了克服现有技术中泵浦耦合器耦合损耗大或者后处理剥离难度大的不足, 该泵浦耦合器可以提供高功率、低损耗的泵浦, 具有结构简单、耦合损耗小、功率扩展性好、便于热管理等优点, 可应用于研制高功率光纤激光器系统。



1. 一种肩并肩式侧泵浦耦合器,其特征是:包括:泵浦光纤(1)、增益光纤内包层(2)、增益光纤纤芯(3)、外包层(4)、保护涂层(5)和可剥离标记(6);所述增益光纤纤芯(3)设置于增益光纤内包层(2)内;所述泵浦光纤(1)与增益光纤内包层(2)肩并肩并行排列在一起;所述外包层(4)覆盖在泵浦光纤(1)和增益光纤内包层(2)外围;所述保护涂层(5)覆盖在外包层(4)的外围;所述可剥离标记(6)设置于泵浦耦合器可剥离区域的保护涂层(5)上面。

2. 根据权利要求1所述的一种肩并肩式侧泵浦耦合器,其特征是:所述的肩并肩式侧泵浦耦合器长度是10m~30m。

3. 根据权利要求1所述的一种肩并肩式侧泵浦耦合器,其特征是:所述的与增益光纤内包层(2)肩并肩排列的泵浦光纤(1)数量为1根~6根。

4. 根据权利要求1所述的一种肩并肩式侧泵浦耦合器,其特征是:所述的与增益光纤内包层(2)肩并肩排列的每根泵浦光纤(1)在多个可剥离区域形成的泵浦输入点数量为2~4个。

5. 根据权利要求1所述的一种肩并肩式侧泵浦耦合器,其特征是:所述的泵浦光纤(1)的折射率不大于增益光纤内包层(3)的折射率。

6. 用于权利要求1所述的肩并肩式泵浦耦合器的制备方法,其制备方法分以下步骤进行:

a. 采用常规方法制备所需的增益光纤和泵浦光纤预制棒;

b. 根据耦合区域长度L1和可剥离区域长度L2的设计值在泵浦光纤预制棒侧面加工一定周期的环形凹槽(9);

c. 将增益光纤预制棒(7)和带凹槽的泵浦光纤预制棒(8)紧密贴合在一起,形成组合预制棒;

d. 加热高温炉的温度至1900℃左右时对组合预制棒同时进行拉丝操作,使增益光纤和泵浦光纤能肩并肩紧密地贴合在一起;

e. 对拉丝合束后的玻璃丝同时进行外包层涂覆和保护涂层涂覆处理,并在可剥离区域的保护涂层外面打上可剥离标记(6),即形成增益光纤内包层和泵浦光纤肩并肩排列的带可剥离标记的特种光纤;

f. 取上述制备获得的一段有可剥离标记的特种光纤,去除特种光纤位于可剥离区域内的外部保护涂层(5)和外包层(4),再将特种光纤位于可剥离区域内裸露的泵浦光纤(1)与增益光纤内包层(2)剥离开,然后在剥离后的泵浦光纤(1)和增益光纤内包层(2)外部均匀涂覆一层外包层涂料即构成一个完整的肩并肩式侧泵浦耦合器。

一种肩并肩式侧泵浦耦合器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤器件技术领域,具体涉及一种肩并肩式侧泵浦耦合器及其制备方法。

背景技术

[0002] 在现有技术中,公知的技术是:光纤激光器具有体积小、光束质量优异、工作稳定可靠和环境适应性强等突出优点,在科学研究领域、光电对抗等军事领域以及工业加工的民用领域具有广阔的应用前景,已经成为是当今激光技术发展最快和最具活力的一个领域。

[0003] 泵浦耦合器是光纤激光器的核心器件,从泵浦耦合方式上主要分为端泵浦耦合器和侧泵浦耦合器两类,其中,侧泵浦耦合器在缓解高功率光纤激光器泵浦耦合时的热管理方面具有较大的应用优势,不过应用于数千瓦甚至更高功率光纤激光器的侧泵浦耦合器需要解决提高总泵浦功率和降低增益光纤纤芯以及泵浦光纤插入损耗两个关键技术问题。

[0004] 国内外的研究人员提出了多种侧泵浦耦合器设计及制备方法。申请号为 CN2010101103239.3,授权公告号为 101777723 B、名称为高功率光纤侧泵浦耦合器及其制备方法,申请号为 CN201110422410.1,名称为光纤合束器及其制造方法的中国专利以及专利号为 US5999673,名称为一种在多模泵浦光与增益光纤之间实现泵浦的耦合结构的美国专利中提出了侧泵浦耦合器制作方法,其中:CN2010101103239.3 和 US5999673 专利需要首先对泵浦光纤进行拉锥等预处理,然后缠绕在双包层增益光纤内包层侧面并熔融在一起,该方法制作工艺较繁琐,且泵浦耦合损耗较大;CN201110422410.1 专利将有源光纤玻璃棒和无源光纤剥离棒沿轴向组合在一起形成复合预制棒,然后将预制棒拉丝即形成一种侧泵浦耦合器,该方法生产效率高、制作的耦合器耦合效率高,但是,由于复合预制棒拉丝后形成的特种光纤中的增益光纤和泵浦光纤耦合界面处于物理熔接状态,因此在制作高功率光纤激光器时的后处理剥离环节难度非常大,这是现有技术所存在的不足之处。

发明内容

[0005] 本发明的目的,就是针对现有技术所存在的不足,而提供一种肩并肩式侧泵浦耦合器及其制备方法的技术方案,该方案能够为了克服现有技术中泵浦耦合器耦合损耗大或者后处理剥离难度大的不足,该泵浦耦合器可以提供高功率、低损耗的泵浦,具有结构简单、耦合损耗小、功率扩展性好、便于热管理等优点,可应用于研制高功率光纤激光器系统。

[0006] 本方案是通过如下技术措施来实现的:一种肩并肩式侧泵浦耦合器,包括:泵浦光纤、增益光纤内包层、增益光纤纤芯、外包层、保护涂层和可剥离标记;可剥离标记设置于泵浦耦合器可剥离区域的保护涂层上面;两个可剥离标记之间的区域为泵浦耦合器的耦合区域;增益光纤纤芯设置于增益光纤内包层内;泵浦光纤与增益光纤内包层肩并肩并行排列在一起;外包层覆盖在泵浦光纤和增益光纤内包层外围;保护涂层覆盖在外包层的外围。

[0007] 作为本方案的优选：所述的肩并肩式侧泵浦耦合器长度是 10m ~ 30m。

[0008] 作为本方案的优选：所述的与增益光纤内包层(2) 肩并肩排列的泵浦光纤(1) 数量为 1 根 ~ 6 根。

[0009] 作为本方案的优选：所述的与增益光纤内包层(2) 肩并肩排列的每根泵浦光纤(1) 在多个可剥离区域形成的泵浦输入点数量为 2 ~ 4 个。

[0010] 作为本方案的优选：所述的泵浦光纤(1) 的折射率不大于增益光纤内包层(3) 的折射率。

[0011] 一种肩并肩式泵浦耦合器的制备方法,其制备方法分以下步骤进行：

- a. 采用常规方法制备所需的增益光纤和泵浦光纤预制棒；
- b. 根据耦合区域长度 L1 和可剥离区域长度 L2 的设计值在泵浦光纤预制棒侧面加工一定周期的环形凹槽；
- c. 将增益光纤预制棒和带凹槽的泵浦光纤预制棒紧密贴合在一起,形成组合预制棒；
- d. 加热高温炉的温度至 1900℃ 左右时对组合预制棒同时进行拉丝操作,使增益光纤和泵浦光纤能肩并肩紧密地贴合在一起；
- e. 对拉丝合束后的玻璃丝同时进行外包层涂覆和保护涂层涂覆处理,并在可剥离区域的保护涂层外面打上可剥离标记,即形成增益光纤内包层和泵浦光纤肩并肩排列的带可剥离标记的特种光纤；
- f. 取上述制备获得的一段有可剥离标记的特种光纤,去除特种光纤位于可剥离区域内的外部保护涂层和外包层,再将特种光纤位于可剥离区域内裸露的泵浦光纤与增益光纤内包层剥离开,然后在剥离后的泵浦光纤和增益光纤内包层外部均匀涂覆一层外包层涂料即构成一个完整的肩并肩式侧泵浦耦合器

本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器,增益光纤内包层与泵浦光纤肩并肩并行排列,设置于两个可剥离标记之间的区域为泵浦耦合器的耦合区域。工作时,将泵浦光以分离元件空间耦合的方式或者全光纤端面熔接的方式从位于可剥离区域内的泵浦光纤导入,泵浦光进入耦合区域内后,将从增益光纤内包层的侧面耦合进入增益光纤形成侧泵浦耦合,泵浦光在整个耦合区域内多次通过增益光纤的纤芯而逐渐被吸收。

[0012] 本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器具备可剥离标记,便于用户在利用该器件研制高功率光纤激光器时识别可剥离区域,提高了用户的生产效率;采用增益光纤与泵浦光纤一体化设计,结构简单;采用侧泵浦耦合方式有效地缓解了单点泵浦时增益光纤的散热压力,并可通过分布式侧泵浦降低研制高功率光纤激光器时对增益光纤进行热管理的难度;可通过分布式泵浦以及增加与增益光纤内包层肩并肩并行排列的泵浦光纤数量等方式提高总的泵浦功率水平;在制备过程中没有对增益光纤纤芯进行拉锥或熔接处理,可以获得极低的纤芯插入损耗,可满足高功率光纤激光应用要求。本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器可以提供高功率、低损耗的泵浦,具有功率扩展性好、耦合损耗小、便于热管理等优点,在高功率光纤激光器系统研制方面具有广阔的应用前景。

[0013] 由此可见,本发明与现有技术相比,具有突出的实质性特点和显著地进步,其实施的有益效果也是显而易见的。

附图说明

- [0014] 图 1 为本发明的为肩并肩式侧泵浦耦合器可剥离区域内外结构轴向剖面示意图。
- [0015] 图 2 为图 1 的 A-A 横截面结构示意图。
- [0016] 图 3 为图 1 的 B-B 横截面结构示意图。
- [0017] 图 4 为本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器泵浦光耦合路径示意图。
- [0018] 图 5 为本发明的组合预制棒结构示意图。
- [0019] 图 6 为本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器制备流程示意图。
- [0020] 图 7 为本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器用于分布式泵浦耦合示意图。
- [0021] 图 8 为本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器含两根泵浦光纤的泵浦耦合器端面结构示意图。
- [0022] 图中, 1—泵浦光纤, 2—增益光纤纤芯, 3—增益光纤内包层, 4—外包层, 5—保护涂层, 6—可剥离标记, 7—增益光纤预制棒, 8—泵浦光纤预制棒, 9—泵浦光纤预制棒侧面环形凹槽, P_{p1} —泵浦路径, P_1, P_2, P_{N-1}, P_N —泵浦输入点, L_1 —耦合区域长度, L_2 —可剥离区域长度。

具体实施方式

[0023] 为能清楚说明本方案的技术特点, 下面通过一个具体实施方式, 并结合其附图, 对本方案进行阐述。

[0024] 下面结合附图对本发明的一种肩并肩式侧泵浦耦合器及其制备方法作进一步的描述。

[0025] 实施例 1

在图 1 中, 本发明的肩并肩式侧泵浦耦合器包括 1 根泵浦光纤 1、增益光纤内包层 2、增益光纤纤芯 3、内包层 4、保护涂层 5 和可剥离标记 6。其中, 增益光纤纤芯 3 设置于增益光纤内包层 2 内, 泵浦光纤 1 与增益光纤内包层 2 肩并肩并行排列在一起, 外包层 4 覆盖在泵浦光纤 1 和增益光纤内包层 2 外围, 保护涂层 5 覆盖在外包层 4 的外围, 可剥离标记 6 设置于泵浦耦合器可剥离区域的保护涂层 5 的上面, 作为泵浦光纤 1 与增益光纤内包层 2 可剥离的标记; 增益光纤内包层 2 与泵浦光纤 1 相互接触的区域形成耦合区域。在工作时, 泵浦输入点 P_1 和泵浦输入点 P_2 将泵浦光以分离元件空间耦合的方式或者全光纤端面熔接的方式从位于可剥离区域内的泵浦光纤 1 导入。

[0026] 在图 2 中, 设置于泵浦耦合器可剥离区域的增益光纤内包层 2 和泵浦光纤 1 之间处于非直接接触状态, 通过简单的处理即可将增益光纤内包层 2 和泵浦光纤 1 分开, 具有良好的可剥离性能。

[0027] 在图 3 中, 设置于泵浦耦合器耦合区域的增益光纤内包层 2 和泵浦光纤 1 之间处于紧密接触状态, 泵浦光纤 1 内的泵浦光通过该区域逐渐耦合进入增益光纤可以获得良好的耦合效果。

[0028] 在图 4 中, 当由泵浦光纤 1 导入的泵浦光进入耦合区域内后, 将从增益光纤内包层 2 的侧面耦合进入增益光纤形成侧泵浦耦合, 泵浦光在整个耦合区域内沿着与图 4 所示的泵浦光路径 P_{p1} 类似的泵浦耦合路径多次通过增益光纤纤芯而逐渐被吸收。

[0029] 如图 5 和图 6 所示, 本发明的一种肩并肩式侧泵浦耦合器制备步骤如下:

- 1) 采用常规方法制备一根增益光纤预制棒 7 和一根泵浦光纤预制棒 8, 泵浦光纤预制

棒的折射率不大于增益光纤预制棒内包层部分的折射率；

2) 根据耦合区域长度 L_1 和可剥离区域长度 L_2 的设计值在泵浦光纤预制棒侧面加工一定周期的环形凹槽 9；

3) 将增益光纤预制棒 7 和带凹槽的泵浦光纤预制棒 8 紧密贴合在一起，形成组合预制棒；

4) 加热高温炉的温度至 1900°C 左右时对组合预制棒同时进行拉丝操作，使增益光纤和泵浦光纤能肩并肩地贴合在一起；

5) 对拉丝合束后的玻璃丝同时进行外包层涂覆和保护涂层涂覆处理，并在可剥离区域的保护涂层外面打上可剥离标记 6，即形成增益光纤内包层和泵浦光纤肩并肩排列的带可剥离标记的特种光纤；

6) 取上述制备获得的一段长约 10m、两端有可剥离标记的特种光纤，去除特种光纤两端位于可剥离区域内的外部保护涂层 5 和外包层 4，再将特种光纤两端位于可剥离区域内裸露的泵浦光纤 1 与增益光纤内包层 2 剥离开，然后在泵浦光纤 1 和增益光纤内包层 2 外部均匀涂覆一层外包层涂料，即构成一个长度约 10m、具有 1 根与增益光纤内包层肩并肩排列的泵浦光纤以及两个泵浦输入点的肩并肩式侧泵浦耦合器。

[0030] 实施例 2

如图 7 所示，本实施例与实施例 1 的肩并肩式侧泵浦耦合器基本结构和制备方法相同，不同之处是：在制备肩并肩式侧泵浦耦合器最后环节中，选取了一段长约 30m、两端和中间共有 3 个可剥离标记 6 的特种光纤，并去除特种光纤两端和中间段位于可剥离区域内的外部保护涂层 5 和外包层 4，将特种光纤两端和中间段位于可剥离区域内裸露的泵浦光纤 1 与增益光纤内包层 2 剥离开，并将中间段的泵浦光纤 1 从中间位置切割开，然后在剥离后的泵浦光纤 1 和增益光纤内包层 2 外部均匀涂覆一层外包层涂料，即构成一个长度约 30m、具有 1 根与增益光纤内包层肩并肩排列的泵浦光纤以及 4 个泵浦输入点的肩并肩式侧泵浦耦合器。

[0031] 实施例 3

如图 8 所示，本实施例与实施例 1 的肩并肩式侧泵浦耦合器基本结构和制备方法相同，不同之处是：所述的肩并肩式侧泵浦耦合器采用了 2 根泵浦光纤预制棒，制备后获得的肩并肩式侧泵浦耦合器中与增益光纤内包层 2 肩并肩排列的泵浦光纤 1 的数量为 2 根。

[0032] 实施例 4

本实施例与实施例 1 的肩并肩式侧泵浦耦合器基本结构和制备方法相同，不同之处是：所述的肩并肩式侧泵浦耦合器采用了 4 根泵浦光纤预制棒和 1 个增益光纤预制棒，制备后获得的肩并肩式侧泵浦耦合器中与增益光纤内包层 2 肩并肩排列的泵浦光纤 1 的数量为 4 根。

[0033] 实施例 5

本实施例与实施例 1 的肩并肩式侧泵浦耦合器基本结构和制备方法相同，不同之处是：所述的肩并肩式侧泵浦耦合器采用了 6 根泵浦光纤预制棒和 1 个增益光纤预制棒，制备后获得的肩并肩式侧泵浦耦合器中与增益光纤内包层 2 肩并肩排列的泵浦光纤 1 的数量为 6 根。

[0034] 本发明并不局限于前述的具体实施方式。本发明扩展到任何在本说明书中披露的

新特征或任何新的组合,以及披露的任一新的方法或过程的步骤或任何新的组合。

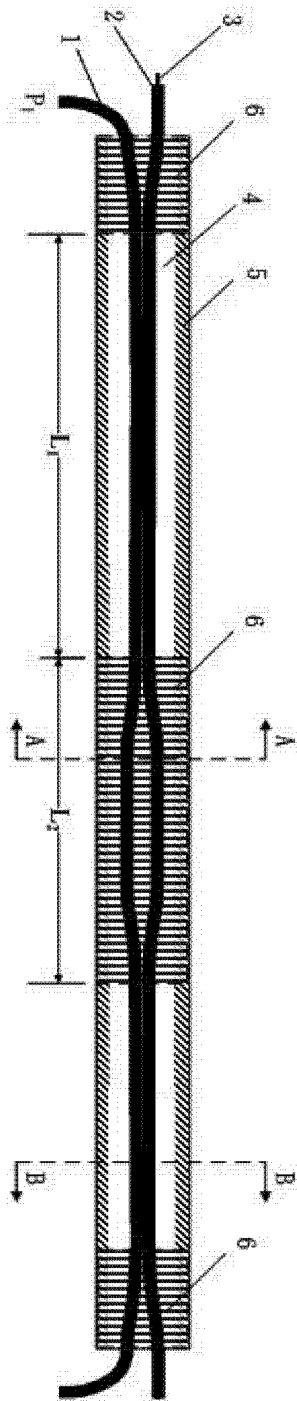


图 1

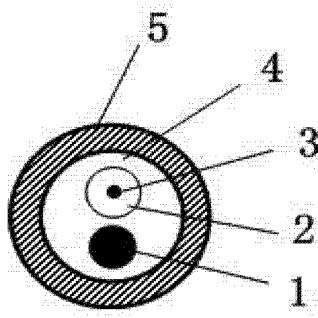


图 2

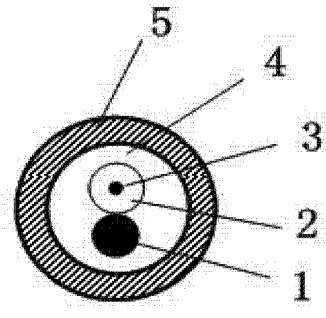


图 3

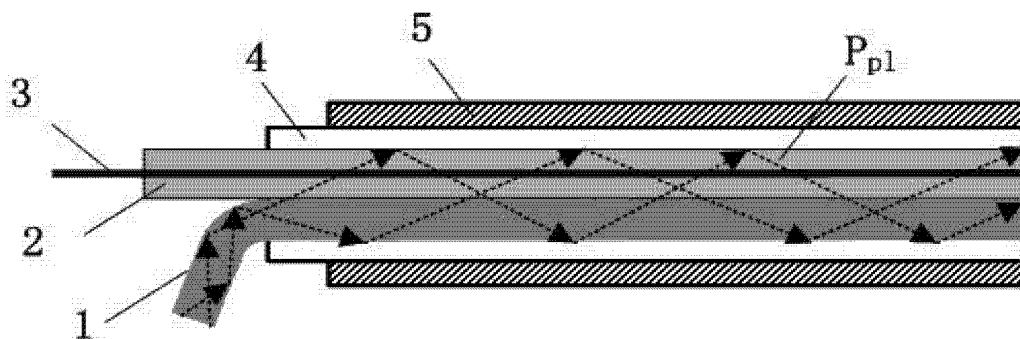


图 4

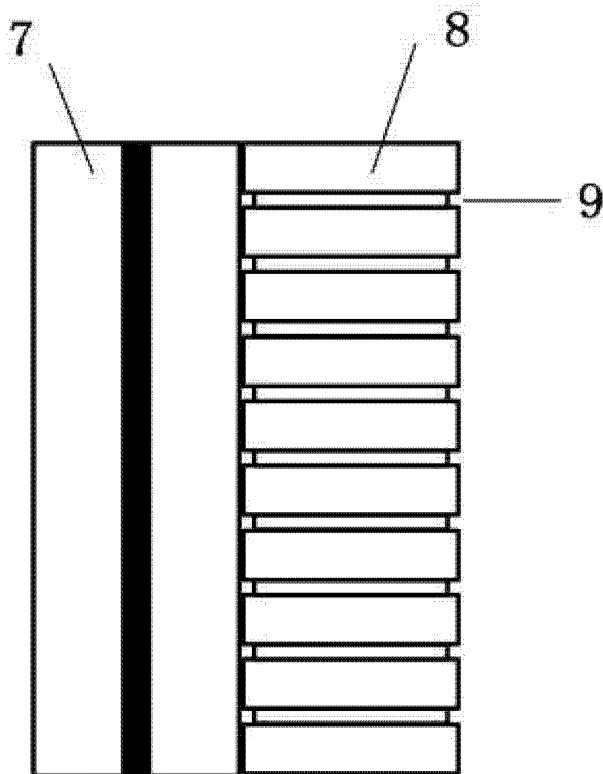


图 5

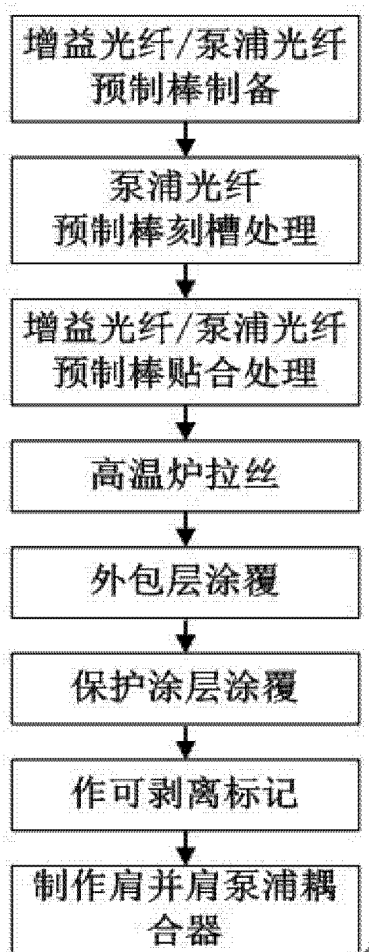


图 6

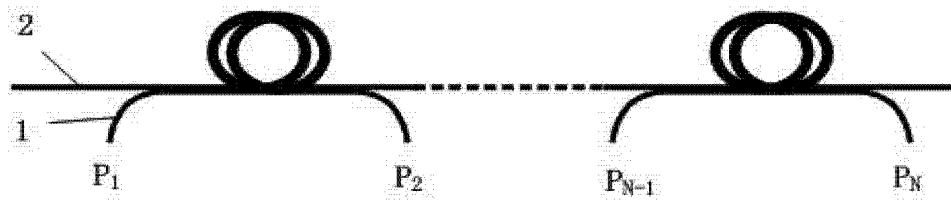


图 7

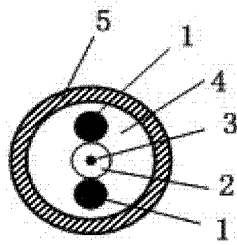


图 8