

说明书

发明名称: 一种空芯微结构光纤带及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于光通信领域，更具体地，涉及一种空芯微结构光纤带及其制备方法。

背景技术

[0002] 空芯微结构光纤具有超低损耗、低色散、低非线性、以及接近光速的传播速度，随着基于反谐振原理的空芯光纤研究的深入，合理的结构设计之下的空芯微结构光纤，能有效的减小传输损耗，具有作为超长距离通信光纤的潜力以及具有规模化应用的前景。是公认的下一代超大容量、低延迟、高速光通信系统用光纤。

[0003] 一般用户接入网大致包括3部分线路组成：馈线、配线和引入线。这3部分光缆所用芯数以馈线所用芯数最多，配线次之，引入线数量最少。随着目前数据传输需求的急剧增长，光缆都往大芯数高纤芯密度方向发展，同时为更好降低熔接成本和熔接效率，所优选结构大都采用可以一次熔接多根光纤的光纤带光缆。传统光纤因为纤芯是圆形，包层也是圆形，制成的光纤带，仅需考虑光纤的纤芯对准即可熔接，熔接损耗就可以保持在较低水平。而空芯微结构光纤目前是具备旋转对称性，但是不具备完美的圆形对称，因此不能随意相对转动，否则反谐振环和纤芯区域就不能很好对准，熔接损耗大。

发明内容

[0004] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明提供了一种空芯微结构光纤带及其制备方法，其目的在于通过具有平行定位面的空芯微结构光纤进行拼接，保持并排设置于光纤带中的光纤具有方位一致，从而在光纤带熔接匹配时使光纤带中每一光纤都可以匹配反谐振微结构，实现精准的端面匹配，由此解决空芯微结构光纤带中每一光纤难以逐一匹配光纤端面，空芯微结构光纤带熔接损耗大的技术问题。

- [0005] 为实现上述目的，按照本发明的一个方面，提供了一种空芯微结构光纤带，其包括多根并排设置的空芯微结构光纤；多根所述空芯微结构光纤具有相同的端面结构，外覆有用于固定其位置的并带树脂；
- [0006] 所述空芯微结构光纤包括玻璃套管、多个反谐振微结构单元、以及最外侧涂层；所述玻璃套管横截面外轮廓为圆形；所述多个反谐振微结构单元分布于所述玻璃套管内侧；所述最外侧涂层外覆于所述玻璃套管；
- [0007] 所述最外侧涂层具有至少一对平行的定位面，使得所述空芯微结构光纤的横截面外轮廓为非圆形，所述定位面在长度方向上与所述多个反谐振微结构单元的相对位置保持一致；
- [0008] 相邻空芯微结构光纤的定位面相互配准拼接，使得所述多根并排设置的空芯微结构光纤以相同的方位固定于所述并带树脂中。
- [0009] 优选地，所述空芯微结构光纤带，其所述定位面在所述空芯微结构光纤的横截面上呈直线。
- [0010] 优选地，所述空芯微结构光纤带，其所述最外侧涂层定位面两侧的轮廓具有不对称性。
- [0011] 优选地，所述空芯微结构光纤带，其所述制成光纤带的光纤涂层横截面外轮廓为跑道形、八边形、或U形。
- [0012] 优选地，所述空芯微结构光纤带，其所述空芯微结构光纤的套管或套管内侧具有标记，所述标记使得所述空芯微结构光纤的端面具有不对称性。
- [0013] 优选地，所述空芯微结构光纤带，其所述多根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位。
- [0014] 优选地，所述空芯微结构光纤带，其所述玻璃套管与所述最外层涂层之间具有一层或多层涂层；所述涂层具有颜色标记。
- [0015] 按照本发明的另一方面，提供了所述的空芯微结构光纤带的制备方法，其包括以下步骤：
- [0016] 将多根空芯微结构光纤并排设置，使相邻空芯微结构光纤的定位面相互配准拼接；

- [0017] 在并排设置的所述多根空芯微结构光纤外侧，涂覆光固化树脂并进行固化，形成并带树脂，使多根所述空芯微结构光纤的位置固定。
- [0018] 优选地，所述空芯微结构光纤带的制备方法，其使所述多根并排设置空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位。
- [0019] 优选地，所述空芯微结构光纤带的制备方法，其所述空芯微结构光纤的涂层具有颜色标记，所述多根空芯微结构光纤按照预设的颜色标记顺序并排设置。
- [0020] 总体而言，通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比，能够取得下列有益效果：
- [0021] 本发明提供的空芯微结构光纤带，通过非圆形的光纤涂层定位空芯微结构光纤的方位，通过平行定位面将光纤并排设置，保证光纤带中所有的空芯为结构光纤的端面方位一致，方便光纤带熔接时其中的空芯微结构光纤一一进行反谐振微结构匹配，从而提高熔接效率、降低熔接损耗。
- [0022] 优选方案，通过空芯微结构光纤的标记，使标记与光纤涂层的定位面的几何位置在长度方向上始终保持一致，并且相对于光纤带的排列方向处于同一方位，使得具有旋转对称性的涂层的空芯微结构光纤也能保证在光纤带中方位一致，例如具有八边形涂层的空芯微结构光纤。

附图说明

- [0023] 图1是本发明提供的本发明提供的一种包层内壁有增材辅助定位、外轮廓为跑道形的空芯微结构光纤带结构示意图；
- [0024] 图2是本发明提供的本发明提供的一种包层内壁有增材辅助定位、外轮廓为跑道形的空芯微结构光纤带结构示意图；
- [0025] 图3是本发明提供的本发明提供的一种包层内壁有增材辅助定位、外轮廓为八边形的空芯微结构光纤带结构示意图；
- [0026] 图4是本发明提供的本发明提供的一种包层内壁有增材辅助定位、外轮廓为八边形的空芯微结构光纤带结构示意图；
- [0027] 图5是本发明提供的本发明提供的一种包层内壁有增材辅助定位、外轮廓为工形的空芯微结构光纤带结构示意图；

[0028] 图6是本发明提供的本发明提供的一种包层内壁有增材辅助定位、外轮廓为工形的空芯微结构光纤结构示意图；

[0029] 在所有附图中，相同的附图标记用来表示相同的元件或结构，其中：1为套管包层，2为反谐振微结构单元的第一反谐振包层环，3为反谐振微结构单元的第二反谐振包层环，4为标记，5为涂层，6为定位面，7为纤芯区域，8为并带树脂。

具体实施方式

[0030] 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。

[0031] 本发明提供的空芯微结构光纤带，包括多根并排设置的空芯微结构光纤；多根所述空芯微结构光纤具有相同的端面结构，外覆有用于固定其位置的并带树脂；

[0032] 所述空芯微结构光纤包括玻璃套管、多个反谐振微结构单元、以及最外侧涂层；所述玻璃套管横截面外轮廓为圆形；所述多个反谐振微结构单元分布于所述玻璃套管内侧；所述最外侧涂层外覆于所述玻璃套管；

[0033] 所述最外侧涂层具有至少一对平行的定位面，使得所述空芯微结构光纤的横截面外轮廓为非圆形，所述定位面在长度方向上与所述多个反谐振微结构单元的相对位置保持一致。要实现相互配准可以使光纤的一侧定位面与相邻光纤另一侧定位面相互拼接，定位面在空芯微结构光纤的横截上，可以呈现>形轮廓，一侧凸起另一侧凹陷从而相互配合，为了方便加工，定位面优选在所述空芯微结构光纤的横截面上呈直线，不仅可以相互吻合而配准，还可以通过微调提升光纤带的平整度，避免由于加工精度导致的光纤带内光纤高度不一致的情况。优选的最外侧涂层横截面外轮廓如跑道形、八边形。进一步的，所述最外侧涂层定位面两侧的轮廓优选具有不对称性，方便光纤带组装时进行方位识别，减少定位面配准而上下端面翻转的情况，典型的最外侧涂层横截面外轮廓为工形，轮廓以定位面一侧的直边为底，方便的整齐排布，为优选方案。

- [0034] 对于空芯微结构光纤玻璃部分而言，要利用涂层的定位面来进行光纤之间的方位角匹配，则涂层的定位面要保证与空芯微结构光纤的玻璃部分方位一致。优选方案，所述空芯微结构光纤的套管或套管内侧具有标记，所述标记使得所述空芯微结构光纤的端面具有不对称性。由于光纤内部反谐振微结构单元不容易观察，在光纤带装配时只要使所述多根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位，即可实现所述多根并排设置的空芯微结构光纤以相同的方位固定于所述并带树脂中。利用该标记，不仅可以标记空芯微结构的方位，更可以分辨反谐振微结构，对于同一设备工艺生产的空芯微结构光纤，能尽可能控制方位配准的误差，提高批次一致性。
- [0035] 所述标记，在空芯微结构光纤的端面图像中其轮廓具备可识别度，可以是折射率标记、波长标记、或结构标记；
- [0036] 所述折射率标记，为光纤玻璃部分中材料折射率与其周围材料折射率不同的玻璃部分，由于折射率与周围材料的折射率不同，其轮廓在透射光或反射光成像时，在空芯微结构光纤的端面图像中能被识别，具备可识别度；
- [0037] 所述波长标记，为光纤玻璃部分中对不同波长的光透过率与周围材料对不同波长的光透过率不同的玻璃部分，其轮廓在不同波长的照明光或混合光照明下成像时，在空芯微结构光纤的端面图像中能被识别，具备可识别度；
- [0038] 所述结构标记，为形状结构在端面图像中具备可识别度，包括空芯微结构光纤包层的增材结构、空芯微结构光纤包层的减材结构，从而增加包层的不对称性，达到可识别的目的。所述空芯微结构光纤包层的增材结构，例如包层增加的管、棒、凸棱等标记物；所述空芯微结构光纤包层的减材结构，例如凹槽、钻孔等标记结构。
- [0039] 相邻空芯微结构光纤的定位面相互配准拼接，使得所述多根并排设置的空芯微结构光纤以相同的方位固定于所述并带树脂中。
- [0040] 一般通信光纤具有较为完美的对称性，端面结构为嵌套的圆形纤芯和圆形包层，无论如何旋转端面方位如何，都不能明显影响熔接效果，因此光纤带制作时不考虑并排设置的光纤之间的方位差异。而空芯微结构光纤不同于具有完美对称新的圆形芯包光纤，其微结构的数量和质量都影响其对称性，理论上空

芯微结构光纤具有旋转对称新，与其反谐振微结构单元的数量相关，同时由于制作时难以保证不同的反谐振微结构单元之间具有完全相同的形状参数，因此进一步导致了对称性的恶化。故方位对与反谐振光纤的熔接而言是不可忽视的影响因素之一，通常空芯微结构光纤在熔接时需要调整两侧光纤端面的方位，尽量使光纤的空芯微结构单元配准。对于空芯微结构光纤带而言，如果空芯微结构光纤之间的方位一致性差，则导致光纤带熔接时方位匹配顾此失彼，甚至都不能较好的匹配方位。故对于空芯微结构光纤带熔接而言，光纤带相对于光纤排列方向具有一致的方位至关重要。本发明首先通过定位面标记空芯微结构光纤的方位，利用定位面之间的配准，保持空芯微结构光纤带内的多根光纤方位一致，使得空芯微结构光纤实现光纤带熔接。

[0041] 在一些实施例中的光纤，所述玻璃套管与所述最外层涂层之间具有一层或多层涂层；所述涂层或涂层之一具有颜色标记，以区分不同的光纤。

[0042] 本发明给提供的空芯微结构光纤带的制备方法，包括以下步骤：

[0043] 将多根空芯微结构光纤并排设置，使相邻空芯微结构光纤的定位面相互配准拼接；所述空芯微结构光纤的涂层具有颜色标记，所述多根空芯微结构光纤按照预设的颜色标记顺序并排设置。

[0044] 在并排设置的所述多根空芯微结构光纤外侧，涂覆光固化树脂并进行固化，形成并带树脂，使多根所述空芯微结构光纤的位置固定。

[0045] 以下为实施例：

实施例1

[0046] 参见图1，本实施例提供的4芯光纤带，是将4根具有跑道形定位面的空芯微结构光纤。

[0047] 所述空芯微结构光纤，端面结构如图2所示，包括套管包层、多个反谐振微结构单元、以及涂层；所述套管包层横截面外轮廓为圆形；所述多个反谐振微结构单元分布于所述套管包层内侧；所述涂层外覆于所述套管包层；

[0048] 套管包层内壁有增材辅助定位标记4，涂层外轮廓为跑道形，具有一对平行的定位面6。套管包层内排列有五个反谐振微结构单元以及非对称增材辅助定位标记4，反谐振微结构单元具有第一反谐振包层环2以及第一反谐振环内嵌套的第

二反谐振包层环3，套管包层1是采用具有定位面的涂层5包裹。所述定位面6与空芯微结构光纤的端面具有不对称性，所述定位面与包层内壁增材辅助定位标记4及第一反谐振包层环2之间具有确定的几何位置关系。所述第一反谐振包层环2彼此间隔、呈均匀周向分布，并包围形成纤芯区域7。

[0049] 本实施例提供的空芯微结构光纤，按照如下方法制备：

[0050] 将拉丝制得的空芯微结构光纤裸光纤，通过涂敷模具进行一次或多次涂敷，最后一次涂敷使得光纤采用标记进行固定位，将标记4调整在同一位置，使裸光纤以预设的姿态通过跑道形涂敷模具，固化形成具有跑道形轮廓的涂层5，制得本实施例提供的空芯微结构光纤。

[0051] 具有跑道形定位面并采用减材辅助定位标记的空芯微结构光纤带与增材辅助定位区别仅在于标记不同。

[0052] 4根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位，即相对于光纤带的其中一条长边处于相同的高度。

[0053] 每根光纤具有不同颜色的涂层，用于标记。

实施例2

[0054] 参见图3，本实施例提供的4芯光纤带，是将4根具有八边形定位面的空芯微结构光纤。

[0055] 所述空芯微结构光纤，端面结构如图4所示，包括套管包层、多个反谐振微结构单元、以及涂层；所述套管包层横截面外轮廓为圆形；所述多个反谐振微结构单元分布于所述套管包层内侧；所述涂层外覆于所述套管包层；

[0056] 套管包层内壁有增材辅助定位标记4，涂层外轮廓为八边形，具有四对平行的定位面6。套管包层内排列有五个反谐振微结构单元以及非对称增材辅助定位标记4，反谐振微结构单元具有第一反谐振包层环2以及第一反谐振环内嵌套的第二反谐振包层环3，套管包层1是采用具有定位面的涂层5包裹。所述定位面6与空芯微结构光纤的端面具有不对称性，所述定位面与包层内壁增材辅助定位标记4及第一反谐振包层环2之间具有确定的几何位置关系。所述第一反谐振包层环2彼此间隔、呈均匀周向分布，并包围形成纤芯区域7。

[0057] 本实施例提供的空芯微结构光纤，按照如下方法制备：

- [0058] 将拉丝制得的空芯微结构光纤裸光纤，通过涂敷模具进行一次或多次涂敷，最后一次涂敷使得光纤采用标记进行固定位，将标记4调整在同一位置，使裸光纤以预设的姿态通过八边形涂敷模具，固化形成具有跑道形轮廓的涂层5，制得本实施例提供的空芯微结构光纤。
- [0059] 具有八边形定位面并采用减材辅助定位标记的空芯微结构光纤带与增材辅助定位区别仅在于标记不同。
- [0060] 选择四对定位面中的一对来进行拼接，4根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位，即相对于光纤带的其中一条长边处于相同的高度。
- [0061] 每根光纤具有不同颜色的涂层，用于标记。

实施例3

- [0062] 参见图5，本实施例提供的4芯光纤带，是将4根具有匚形定位面的空芯微结构光纤。
- [0063] 所述空芯微结构光纤，端面结构如图6所示，包括套管包层、多个反谐振微结构单元、以及涂层；所述套管包层横截面外轮廓为圆形；所述多个反谐振微结构单元分布于所述套管包层内侧；所述涂层外覆于所述套管包层；
- [0064] 套管包层内壁有增材辅助定位标记4，涂层外轮廓为匚形，具有一对平行的定位面6。套管包层内排列有五个反谐振微结构单元以及非对称增材辅助定位标记4，反谐振微结构单元具有第一反谐振包层环2以及第一反谐振环内嵌套的第二反谐振包层环3，套管包层1是采用具有定位面的涂层5包裹。所述定位面6与空芯微结构光纤的端面具有不对称性，所述定位面与包层内壁增材辅助定位标记4及第一反谐振包层环2之间具有确定的几何位置关系。所述第一反谐振包层环2彼此间隔、呈均匀周向分布，并包围形成纤芯区域7。
- [0065] 本实施例提供的空芯微结构光纤，按照如下方法制备：
- [0066] 将拉丝制得的空芯微结构光纤裸光纤，通过涂敷模具进行一次或多次涂敷，最后一次涂敷使得光纤采用标记进行固定位，将标记4调整在同一位置，使裸光纤以预设的姿态通过匚形涂敷模具，固化形成具有跑道形轮廓的涂层5，制得本实施例提供的空芯微结构光纤。

- [0067] 具有匚形定位面并采用减材辅助定位标记的空芯微结构光纤带与增材辅助定位区别仅在于标记不同。
- [0068] 4根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位，即相对于光纤带的其中一条长边处于相同的高度，匚形定位面的平面朝下并排排列，一方面方便光纤并排设置整齐排列，另一方面光纤不容易出现颠倒错配。
- [0069] 每根光纤具有不同颜色的涂层，用于标记。
- [0070] 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。

权利要求书

- [权利要求 1]

一种空芯微结构光纤带，其特征在于，包括多根并排设置的空芯微结构光纤；多根所述空芯微结构光纤具有相同的端面结构，外覆有用于固定其位置的并带树脂；

所述空芯微结构光纤包括玻璃套管、多个反谐振微结构单元、以及最外侧涂层；所述玻璃套管横截面外轮廓为圆形；所述多个反谐振微结构单元分布于所述玻璃套管内侧；所述最外侧涂层外覆于所述玻璃套管；

所述最外侧涂层具有至少一对平行的定位面，使得所述空芯微结构光纤的横截面外轮廓为非圆形，所述定位面在长度方向上与所述多个反谐振微结构单元的相对位置保持一致；

相邻空芯微结构光纤的定位面相互配准拼接，使得所述多根并排设置的空芯微结构光纤以相同的方位固定于所述并带树脂中。
- [权利要求 2]

如权利要求1所述的空芯微结构光纤带，其特征在于，所述定位面在所述空芯微结构光纤的横截面上呈直线。
- [权利要求 3]

如权利要求1或2所述的空芯微结构光纤带，其特征在于，所述最外侧涂层定位面两侧的轮廓具有不对称性。
- [权利要求 4]

如权利要求1或2所述的空芯微结构光纤带，其特征在于，所述制成光纤带的光纤涂层横截面外轮廓为跑道形、八边形、或U形。
- [权利要求 5]

如权利要求1或2所述的空芯微结构光纤带，其特征在于，所述空芯微结构光纤的套管或套管内侧具有标记，所述标记使得所述空芯微结构光纤的端面具有不对称性。
- [权利要求 6]

如权利要求5所述的空芯微结构光纤带，其特征在于，所述多根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位。
- [权利要求 7]

如权利要求1所述的空芯微结构光纤带，其特征在于，所述玻璃套管与所述最外层涂层之间具有一层或多层涂层；所述涂层具有颜色标记。

- [权利要求 8] 一种如权利要求1至7任意一项所述的空芯微结构光纤带的制备方法，其特征在于，包括以下步骤：
- 将多根空芯微结构光纤并排设置，使相邻空芯微结构光纤的定位面相互配准拼接；
- 在并排设置的所述多根空芯微结构光纤外侧，涂覆光固化树脂并进行固化，形成并带树脂，使多根所述空芯微结构光纤的位置固定。
- [权利要求 9] 如权利要求8所述的空芯微结构光纤带的制备方法，其特征在于，使所述多根并排设置的空芯微结构光纤的标记相对于光纤带的排列方向处于同一方位。
- [权利要求 10] 如权利要求8所述的空芯微结构光纤带的制备方法，其特征在于，所述空芯微结构光纤的涂层具有颜色标记，所述多根空芯微结构光纤按照预设的颜色标记顺序并排设置。