

说明书

发明名称: 一种空芯光纤的耦合方法及耦合结构、光纤连接器

技术领域

[0001] 本发明属于光通信技术领域, 更具体地, 涉及一种空芯光纤的耦合方法及耦合结构、光纤连接器。

背景技术

[0002] 空芯光纤 (Hollow-core fiber, HCF) 是目前最有应用前景的一种新型光纤, 不同于传统光纤在玻璃芯中的全内反射导光原理, 空芯光纤为中空结构, 在空气进行中导光。由于空气超低的非线性系数及瑞利散射信号, 空芯光纤可以实现超低损耗和低非线性的信号传输, 被认为是下一代光纤通信技术的最佳选择。

[0003] 现有的部分空芯光纤的耦合方式仅适用于空芯光纤与激光器之间的耦合连接, 或者仅适用于空芯光纤与空芯光纤之间的连接, 应用场景有限, 不能适用于空芯光纤与单模光纤之间的连接, 也无法适用于空芯光纤与其他类型光纤之间的连接。此外, 部分现有空芯光纤的耦合方式的对接耦合效率较低、耦合损耗较高。部分现有空芯光纤连接器由于连接器适配器的强对中设计, 导致光路不可调节, 无法得到极低的插入损耗。

[0004] 特别的, 考虑到目前现网应用基本都是基于标准单模光纤 (Standard Single Mode Fiber, SSMF), 想要实现HCF在当前现网中的应用, HCF和SSMF的互连是必不可少的。由于HCF自身衰减极低, 当使用短长度的低损耗HCF(例如长度小于1 km)时, HCF-SSMF耦合损耗可能成为整段线路总损耗的主要贡献者, 因此必须降低HCF-SSMF耦合损耗。目前空芯光纤和单模光纤的互连一般通过熔接或者耦合来实现, 但由于空芯光纤的中空结构, 直接对接端面会产生较强的菲涅尔反射, 导致回波损耗较高, 不能满足传输需求。

发明内容

- [0005] 本发明通过提供一种空芯光纤的耦合方法及耦合结构、光纤连接器，解决现有技术中空芯光纤耦合方式的应用场景有限、耦合损耗或回波损耗较高的问题。
- [0006] 第一方面，本发明提供一种空芯光纤的耦合方法，包括以下步骤：将第一光纤与桥纤的第一端面熔接，将所述桥纤的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面，将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构固定在第一套管内，得到第一中间体；将空芯光纤固定在第二套管内，得到第二中间体；利用光纤耦合平台对所述第一中间体和所述第二中间体进行夹持固定，调节所述第一中间体和/或所述第二中间体的位置，并同步进行功率检测，在耦合损耗最低时对耦合点进行封装固定，实现所述空芯光纤与所述第一光纤的耦合。
- [0007] 优选的，所述第一套管和所述第二套管均采用玻璃毛细管，或者，所述第一套管和所述第二套管均采用光纤阵列；将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构穿入所述第一套管中，使所述第一套管覆盖所述第一光纤与所述桥纤的熔接点，所述桥纤的所述耦合端面超出所述第一套管第一距离；将所述空芯光纤穿入所述第二套管中，所述空芯光纤用于耦合的端面超出所述第二套管第二距离。
- [0008] 优选的，所述第一套管和所述第二套管的外部尺寸完全相同，所述第一套管的内侧设置有用于容纳光纤倾斜穿过的孔洞，所述第二套管的内侧设置有用于容纳所述空芯光纤横向穿过的孔洞；将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构穿入所述第一套管中，使所述第一套管覆盖所述第一光纤与所述桥纤的熔接点，在所述桥纤的所述耦合端面超出所述第一套管的第一侧面后，切去所述耦合端面超出所述第一套管的区段，并将所述耦合端面 and 所述第一侧面加工成预设角度的斜面。
- [0009] 优选的，将所述空芯光纤用于耦合的端面切割成平角的端面。
- [0010] 优选的，所述桥纤的所述耦合端面上镀有抗反射膜。
- [0011] 优选的，所述桥纤为渐变折射率光纤、热扩芯光纤、光纤组合体中的一种。
- [0012] 优选的，所述第一光纤为单模光纤。
- [0013] 第二方面，本发明提供一种空芯光纤的耦合结构，采用上述的空芯光纤的耦合方法制备得到。

- [0014] 优选的，采用上述的空芯光纤的耦合方法，将所述空芯光纤的两端分别与两个单模光纤进行耦合，制备得到用于连入单模光纤网络的耦合结构。
- [0015] 第三方面，本发明提供一种光纤连接器，包括：插芯和上述的空芯光纤的耦合结构；所述空芯光纤的耦合结构穿入所述插芯中，点胶固定、端面研磨后得到光纤连接器。
- [0016] 本发明中提供的一个或多个技术方案，至少具有如下技术效果或优点：
- [0017] 在本发明中，将第一光纤与桥纤的第一端面熔接，桥纤作为模场转换光纤起到匹配第一光纤与空芯光纤模场的作用，将桥纤的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面，现有技术中，通常两端光纤耦合都是平角耦合，但是由于空芯光纤空气芯的特性，光传输从玻璃到空气中，在耦合面会产生较大的菲涅尔反射，导致线路传输误码率太高，本发明中桥纤的耦合端面为斜面，带角度耦合可以极大程度地降低耦合面的菲涅尔反射，降低回波损耗，将第一光纤与桥纤熔接后的整体结构固定在第一套管内得到第一中间体，将空芯光纤固定在第二套管内得到第二中间体，利用光纤耦合平台对第一中间体和第二中间体进行夹持固定，调节第一中间体和/或第二中间体的位置，并同步进行功率检测，在耦合损耗最低时对耦合点进行封装固定，实现空芯光纤与第一光纤的耦合，本发明的耦合损耗低，完全满足线路传输的需求；本发明基于中间体，在光纤耦合平台上不仅便于夹持，而且能够更方便地进行位置调节；本发明提供的耦合方法不仅能够实现空芯光纤与单模光纤之间的低损耗连接，利用不同的桥纤进行模场转换还可以实现空芯光纤与其他类型光纤之间的连接，因此相对于现有方案，本发明扩大了应用场景。在上述耦合方法的基础上，本发明还能够得到对应的耦合结构，结合插芯还能够得到光纤连接器，所得的光纤连接器可以与常规连接器通过适配器对接。

附图说明

- [0018] 图1为本发明实施例1提供的一种空芯光纤的耦合方法中第一光纤与桥纤熔接，以及空芯光纤的结构示意图；
- [0019] 图2为本发明实施例1提供的一种空芯光纤的耦合方法中第一中间体、第二中间体的结构示意图；

[0020] 图3为本发明实施例1提供的一种空芯光纤的耦合方法中利用外套管进行封装的示意图；

[0021] 图4为本发明实施例2提供的一种空芯光纤的耦合方法中第一光纤与桥纤穿入第一套管的示意图；

[0022] 图5为本发明实施例2提供的一种空芯光纤的耦合方法中第一中间体、第二中间体的结构示意图。

本发明的实施方式

[0023] 为了更好的理解上述技术方案，下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明。

[0024] 本发明首先提供一种空芯光纤的耦合方法，包括以下步骤：将第一光纤与桥纤的第一端面熔接，将所述桥纤的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面，将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构固定在第一套管内，得到第一中间体；将空芯光纤固定在第二套管内，得到第二中间体；利用光纤耦合平台对所述第一中间体和所述第二中间体进行夹持固定，调节所述第一中间体和/或所述第二中间体的位置，并同步进行功率检测，在耦合损耗最低时对耦合点进行封装固定，实现所述空芯光纤与所述第一光纤的耦合。

[0025] 对应的，本发明还提供一种空芯光纤的耦合结构，采用上述的空芯光纤的耦合方法制备得到。

[0026] 下面结合实施例1和实施例2做进一步的说明。

[0027] 实施例1：

[0028] 实施例1提供一种空芯光纤的耦合方法及其对应的耦合结构，下面首先对耦合方法进行说明。

[0029] 实施例1提供的空芯光纤的耦合方法，参见图1至图3，包括以下步骤：

[0030] 步骤1：将第一光纤110与桥纤120的第一端面熔接，将所述桥纤120的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面121，将所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构固定在第一套管10内，所述第一套管10采用玻璃毛细管或光纤阵列，得到第一中间体。将空芯光纤130固定在第二套管20内，所述第二套管20采用玻璃毛细管或光纤阵列，得到第二中间体。

- [0031] 其中，将所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构穿入所述第一套管10中，使所述第一套管10覆盖所述第一光纤110与所述桥纤120的熔接点，所述桥纤120的所述耦合端面121超出所述第一套管10第一距离。即，将所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后得到的光纤穿入所述第一套管10中并露出一小截光纤（例如，2mm以内），然后在光纤与所述第一套管10之间用紫外胶水进行紫外固化加热固化，固化后的整体作为第一中间体。
- [0032] 例如，所述第一套管10和所述第二套管20采用玻璃毛细管时，玻璃毛细管的内径分别与对应的光纤匹配，外径尺寸优选为相同，玻璃毛细管的材料可以为高硼硅或者二氧化硅。
- [0033] 所述第一套管10采用光纤阵列时，光纤阵列的内部可做成带角度的内凹槽，光纤贴在凹槽上。
- [0034] 其中，将所述空芯光纤130用于耦合的端面切割成平角的端面，将所述空芯光纤130穿入所述第二套管20中，所述空芯光纤130用于耦合的端面超出所述第二套管20第二距离。即，将所述空芯光纤130穿入所述第二套管20中，露出一小截光纤（例如，2mm以内），然后在所述空芯光纤130与所述第二套管20之间用紫外胶水进行紫外固化加热固化，固化后的整体作为第二中间体。
- [0035] 所述空芯光纤130的纤芯为空气芯，包层为多个玻璃毛细管环，玻璃毛细管环可以是单环、双环或多环，可以是规则排列或不规则排列的，可以是单层或多层。
- [0036] 所述桥纤120作为模场转换光纤，起到匹配所述第一光纤110与所述空芯光纤130模场的作用。所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后，所述桥纤120的一端模场与所述第一光纤110模场匹配，所述桥纤120的另一端模场与所述空芯光纤130模场匹配，与所述空芯光纤130耦合可得到极低的耦合损耗。为了降低回波损耗，所述桥纤120需研磨或切割出一定角度。
- [0037] 所述桥纤120可以为渐变折射率光纤、热扩芯光纤（例如单模光纤热扩芯所得光纤）、光纤组合体中的一种。此外，所述桥纤120也可以是其他任意可以进行模场转换的光纤、透镜或器件。通过改变所述桥纤120的类型可以实现所述空芯光纤130与其他任意模场光纤的耦合对接。

- [0038] 优选的方案中，所述桥纤120的所述耦合端面上镀有抗反射膜。具体的，所述桥纤120的所述耦合端面121上镀有一层或多层抗反射膜，抗反射膜具有高抗反射性，能够减小对接产生的连接损耗，并可提高回波损耗。
- [0039] 其中，所述桥纤120的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面121，所述预设角度小于8度，具体的角度根据所需的回损确定，角度越大，回损越低，斜面的设计可以极大程度降低耦合面的菲涅尔反射，降低回波损耗，结合镀膜处理，回损可以达到-60dB以下，并且在耦合平台的精确调节下，耦合损耗单点可以达到0.4dB以内，完全满足线路传输需求。例如，2度角加端面镀膜回损可达到-50dB以下，4度角加端面镀膜回损可达到-60dB以下。
- [0040] 步骤2：利用光纤耦合平台对所述第一中间体和所述第二中间体进行夹持固定，调节所述第一中间体和/或所述第二中间体的位置（即调节耦合两端光纤的相对位置），并同步进行功率检测，在耦合损耗最低时对耦合点进行封装固定，实现所述空芯光纤130与所述第一光纤110的耦合，即得到所述空芯光纤130与所述第一光纤110的耦合结构。
- [0041] 所述步骤2对所述第一中间体和所述第二中间体进行耦合对接。具体的，采用的光纤耦合平台为六轴耦合平台，包括左对轴调节架、右对轴调节架以及功率监测装置。将所述第一中间体固定在左对轴调节架上，将所述第二中间体固定在右对轴调节架上，调节左右两端调节架X、Y、Z以及 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 六个轴向的位置，同步进行功率检测，当耦合效率达到最高的时对耦合点进行封装固定。即，调节输入端和输出端光纤X、Y、Z以及 θ_x 、 θ_y 、 θ_z 六个轴向的位置，使输入端的光信号能完全耦合进耦合输出端，耦合损耗达到最低。
- [0042] 耦合过程中，两耦合对接的光纤的距离控制在10um以内，间距应尽可能小但不能接触，避免光纤端面损伤，影响耦合效率。
- [0043] 对耦合点进行封装固定时，可使用外套管30进行封装，例如，两个中间体之间通过外面的金属或玻璃套管进行固定，具体的，在所述第一中间体和所述第二中间体之间套上一个长度比两个中间体总长短、直径略大于中间体尺寸的金属或者玻璃的外套管30，在所述外套管30的两端加少量紫外胶进行填充，进行紫外固化和热固化。本发明无需对所述空芯光纤130的端面进行研磨或特殊处理，所

述外套管30还可以对所述空芯光纤130起到密封作用，能够避免所述空芯光纤130的端面受损，能够避免所述空芯光纤130长期在空气中受水汽影响。本发明进行光学连接时，所述空心光纤130不需与其他光纤进行直接接触，有效提高了光纤对接的耦合效率，且抗污染能力好，环境性能优良。

[0044] 上述操作中，需确保光纤与套管（包括所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构与所述第一套管10之间、所述空芯光纤130与所述第二套管20之间）、套管与所述外套管30之间（包括所述第一套管10与外套管30之间、所述第二套管20与所述外套管30之间）具有较好的同心度，缝隙冗余量小，避免填充胶量多，进而可以避免产生较大应力导致光纤偏离或偏转，增加损耗的情况发生。此外，由于胶水固化产生的应力会导致光纤偏转或者偏移，因此本发明选用超低应力紫外胶来避免应力的影响，保证固化前后损耗变化在0.1dB以内。

[0045] 利用上述耦合方法，实施例1得到的耦合结构参见图3，包括第一中间体、第二中间体和外套管30，其中，参见图2，所述第一中间体包括所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构以及所述第一套管10，所述第二中间体包括所述空芯光纤130和所述第二套管20。

[0046] 实施例2：

[0047] 实施例2提供一种空芯光纤的耦合方法及其对应的耦合结构，下面首先对耦合方法进行说明。

[0048] 实施例2提供的空芯光纤的耦合方法，参见图4至图5，包括以下步骤：

[0049] 步骤1：将第一光纤110与桥纤120的第一端面熔接，将所述桥纤120的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面，将所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构固定在第一套管11内，得到第一中间体；将空芯光纤130固定在第二套管12内，得到第二中间体；其中，所述第一套管11和所述第二套管12的外部尺寸完全相同，所述第一套管11的内侧设置有助于容纳光纤倾斜穿过的孔洞，所述第二套管12的内侧设置有助于容纳所述空芯光纤130横向穿过的孔洞；将所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构穿入所述第一套管11中，使所述第一套管11覆盖所述第一光纤110与所述桥纤120的熔接点，在所述桥纤120的所述耦合端面超出所述第一套管11的第一侧面后，切去所述耦合端面超出所述第

一套管11的区段，并将所述耦合端面 and 所述第一侧面加工成预设角度的斜面；
将所述空芯光纤130用于耦合的端面切割成平角的端面，将所述空芯光纤130穿入所述第二套管12中，所述空芯光纤130用于耦合的端面超出所述第二套管12一段距离。

- [0050] 步骤2：利用光纤耦合平台对所述第一中间体和所述第二中间体进行夹持固定，调节所述第一中间体和/或所述第二中间体的位置，并同步进行功率检测，在耦合损耗最低时对耦合点进行封装固定，实现所述空芯光纤与所述第一光纤的耦合。
- [0051] 实施例2与实施例1的不同之处在于，实施例2首先确定耦合需要的所述桥纤120的倾斜角度 θ ，然后定制方形光纤阵列或圆柱形玻璃管作为所述第一套管11和所述第二套管12。其中，所述第一套管11贯穿有可容纳光纤倾斜穿入的孔洞，将所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构穿入所述第一套管11，所述桥纤120穿出所述第一套管11的第一侧面一截，其中所述第一光纤110与所述桥纤120熔接的熔接点到所述第一套管11的所述第一侧面的长度需精确控制，以保证所述桥纤120与所述第一套管11的所述第一侧面的切面的模场直径与所述空芯光纤130模场匹配。在光纤和孔洞之间进行点胶固定，将所述桥纤120露出一截切去，对所述第一侧面进行研磨，将所述桥纤120与所述第一侧面的切面加工为预设角度的斜面，对所述第一侧面进行与实施例1相同的镀膜处理，得到的整体为第一中间体。所述空芯光纤130所用的所述第二套管12的外形尺寸与所述第一套管11的外形尺寸相同。封装时，可将所述第一中间体和所述第二中间体的底面用一块薄片进行点胶固定，或者，在所述第一中间体和所述第二中间体外套一个尺寸略大的外套管进行固定，外套管的内尺寸与中间体的外尺寸接近，在缝隙内填满紫外胶或热固化胶进行紫外固化和热固化。
- [0052] 实施例2进行步骤2的耦合时，在功率检测下，所述第一中间体和所述第二中间体无需进行角度上的调节，由于所述第一中间体和所述第二中间体的外部尺寸完全相同（或者可理解为，所述第一套管11和所述第二套管12的外部尺寸完全相同），因此只需要轻微调节XYZ三个方向的，即可达到两端光纤的完美耦合，达到较低的耦合效率。与实施例1相比，实施例2能够达到的耦合效果完全

相同，但是实施例2中所述第一套管11和所述第二套管12的进一步优化使耦合变得更加容易，所述第一套管11固定了所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构斜面的位置，光纤耦合对接时不需要进行旋转角度来找到最佳斜面对准位置，大大提高了耦合效率。

[0053] 利用上述耦合方法，实施例2得到的耦合结构，包括第一中间体、第二中间体和外套管，其中，参见图5，所述第一中间体包括所述第一光纤110与所述桥纤120熔接后的整体结构以及所述第一套管11，所述第二中间体包括所述空芯光纤130和所述第二套管12。

[0054] 在实施例1或实施例2的基础上，所述第一光纤110采用单模光纤时，将所述空芯光纤130的两端分别与两个单模光纤进行耦合，可以制备得到用于连入单模光纤网络的耦合结构。

[0055] 具体的，在一段所述空芯光纤130的两端制作相同的耦合结构，将所述空芯光纤130的两端转换为单模光纤，将所述空芯光纤130整段连入单模光纤中，即，将整段两端耦合好的所述空芯光纤130做成两端连接器，可连入常规的单模光纤现网中来代替部分常规单模光纤，在数据中心应用中，整段光纤损耗1dB以内，回波损耗小于-50dB，在400G光模块传输测试中，传输误码率与常规单模光纤类似，可以实现光信号从单模光纤到所述空心光纤再到单模光纤的低损耗传输。

[0056] 此外，在实施例1或实施例2的基础上，还可以将两段空芯光纤进行对接，实现空芯光纤与空芯光纤之间的光信号传输。

[0057] 实施例3：

[0058] 实施例3提供一种光纤连接器，包括：插芯，以及如实施例1或实施例2所述的空芯光纤的耦合结构；所述空芯光纤的耦合结构穿入所述插芯中，点胶固定、端面研磨后得到光纤连接器。

[0059] 即组装好的耦合结构可以作为连接器组件使用，将整个耦合结构穿入定制尺寸的插芯，点胶固定，端面研磨，组装制备成常规的连接结构，可与常规单模光纤进行常规对接。

[0060] 例如，采用实施例1得到的圆柱形耦合结构（如图3所示的封装好的整体结构）作为耦合结构，根据外套管的尺寸，定制对应内径尺寸的插芯，将封装好的耦

合结构出入对应的插芯，所述第一光纤一端露出插芯，耦合结构完全内置于插芯内，对插芯端面进行常规光纤连接器的工艺，点胶固化，端面研磨，组装成所需的光纤连接器（如FC型、SC型、LC型等）。得到的光纤连接器可以与常规连接器通过适配器进行对接，物理接触端面光纤为所述第一光纤。

[0061] 具体的，插芯与耦合结构之间具有较好的同心度（同心度 $\leq 0.25\mu\text{m}$ ）。制备所得的光纤连接器可以完美实现空心光纤与单模光纤的对接。端面对接时，物理接触面为单模光纤。

[0062] 本发明在1310nm和1550nm波长处能够提供不大于0.5dB的插入损耗。在1310nm和1550nm波长处的回波损耗不大于-50 dB。

[0063] 最后所应说明的是，以上具体实施方式仅用以说明本发明的技术方案而非限制，尽管参照实例对本发明进行了详细说明，本领域的普通技术人员应当理解，可以对本发明的技术方案进行修改或者等同替换，而不脱离本发明技术方案的精神和范围，其均应涵盖在本发明的权利要求范围当中。

权利要求书

- [权利要求 1]

一种空芯光纤的耦合方法，其特征在于，包括以下步骤：将第一光纤与桥纤的第一端面熔接，将所述桥纤的第二端面加工成预设角度的斜面并作为耦合端面，将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构固定在第一套管内，得到第一中间体；将空芯光纤固定在第二套管内，得到第二中间体；利用光纤耦合平台对所述第一中间体和所述第二中间体进行夹持固定，调节所述第一中间体和/或所述第二中间体的位置，并同步进行功率检测，在耦合损耗最低时对耦合点进行封装固定，实现所述空芯光纤与所述第一光纤的耦合。
- [权利要求 2]

根据权利要求1所述的空芯光纤的耦合方法，其特征在于，所述第一套管和所述第二套管均采用玻璃毛细管，或者，所述第一套管和所述第二套管均采用光纤阵列；将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构穿入所述第一套管中，使所述第一套管覆盖所述第一光纤与所述桥纤的熔接点，所述桥纤的所述耦合端面超出所述第一套管第一距离；将所述空芯光纤穿入所述第二套管中，所述空芯光纤用于耦合的端面超出所述第二套管第二距离。
- [权利要求 3]

根据权利要求1所述的空芯光纤的耦合方法，其特征在于，所述第一套管和所述第二套管的外部尺寸完全相同，所述第一套管的内侧设置有用于容纳光纤倾斜穿过的孔洞，所述第二套管的内侧设置有用于容纳所述空芯光纤横向穿过的孔洞；将所述第一光纤与所述桥纤熔接后的整体结构穿入所述第一套管中，使所述第一套管覆盖所述第一光纤与所述桥纤的熔接点，在所述桥纤的所述耦合端面超出所述第一套管的第一侧面后，切去所述耦合端面超出所述第一套管的区段，并将所述耦合端面和所述第一侧面加工成预设角度的斜面。
- [权利要求 4]

根据权利要求1所述的空芯光纤的耦合方法，其特征在于，将所述空芯光纤用于耦合的端面切割成平角的端面。

- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的空芯光纤的耦合方法，其特征在于，所述桥纤的所述耦合端面上镀有抗反射膜。
- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的空芯光纤的耦合方法，其特征在于，所述桥纤为渐变折射率光纤、热扩芯光纤、光纤组合体中的一种。
- [权利要求 7] 根据权利要求1所述的空芯光纤的耦合方法，其特征在于，所述第一光纤为单模光纤。
- [权利要求 8] 一种空芯光纤的耦合结构，其特征在于，采用如权利要求1-7中任一项所述的空芯光纤的耦合方法制备得到。
- [权利要求 9] 根据权利要求8所述的空芯光纤的耦合结构，其特征在于，采用如权利要求7所述的空芯光纤的耦合方法，将所述空芯光纤的两端分别与两个单模光纤进行耦合，制备得到用于连入单模光纤网络的耦合结构。
- [权利要求 10] 一种光纤连接器，其特征在于，包括：插芯和如权利要求8所述的空芯光纤的耦合结构；所述空芯光纤的耦合结构穿入所述插芯中，点胶固定、端面研磨后得到光纤连接器。