



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115124231 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 24

(21) 申请号 202210740476.3

C03B 37/027 (2006.01)

(22) 申请日 2022.06.28

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115124231 A

CN 113406742 A, 2021.09.17

CN 102354019 A, 2012.02.15

CN 103630965 A, 2014.03.12

(43) 申请公布日 2022.09.30

AU 2020100475 A4, 2020.04.30

(73) 专利权人 华能(泰安)光电科技有限公司

CN 103995314 A, 2014.08.20

地址 271200 山东省泰安市新泰市经济开发区新区和圣路2号

CN 101891380 A, 2010.11.24

JP 2010173917 A, 2010.08.12

(72) 发明人 肖斌 郭浩林 廉正刚 顾单元
王瑞 尹波

CN 105425335 A, 2016.03.23

审查员 覃莹

(74) 专利代理机构 济南诚智商标专利事务所有
限公司 37105

专利代理师 李魁峰

(51) Int. Cl.

C03B 37/012 (2006.01)

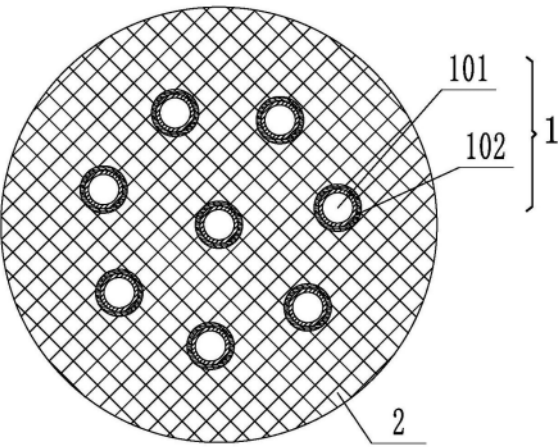
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种含空气包层抗弯曲多芯光纤及制造方法

(57) 摘要

本发明公开的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤,包括中心纤芯、围绕中心所述纤芯呈多边形排列的若干层外围纤芯和用于包裹纤芯的共同外包层,所述纤芯包括芯层、内包层、下陷包层和位于最外层的空气包层,制得的空气包层多芯光纤具有优异的低芯间串扰性能和抗弯曲性能。



1. 一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 包括中心纤芯 (1)、围绕中心所述纤芯 (1) 呈多边形排列的若干层外围纤芯 (1) 和用于包裹纤芯 (1) 的共同外包层 (2), 所述纤芯 (1) 包括芯层 (101)、内包层、下陷包层和位于最外层的空气包层 (102);

具体步骤如下:

第一步、制备渐变折射率分布的芯棒, 芯棒包括芯层 (101)、内包层、下陷包层;

第二步、制备空气包层 (102);

第三步、组装纤芯预制件;

第四步、制备外包石英预制件;

第五步、制作预制棒组装件及拉丝;

组装纤芯预制件时, 将薄壁石英管沿轴向等距排列在芯棒四周, 并将薄壁石英管两端加热固定在芯棒四周;

所述纤芯预制件插入所述外包石英预制件, 形成完整的预制棒组装件, 插入纤芯预制件时利用四氟乙烯加工件进行辅助, 组装时在组装纤芯预制件和外包石英预制件间隙内再次插入薄壁石英管, 形成多层空气包层 (102), 最后将完整的预制棒组装件进行拉丝, 得到含空气包层抗弯曲多芯光纤。

2. 如权利要求1所述的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 所述纤芯 (1) 的芯层 (101)、内包层、下陷包层均为渐变型折射率分布, 且与空气包层 (102) 形成阶跃性折射率分布, 所述内包层、共同外包层和空气包层 (102) 具有相同的材质。

3. 如权利要求1所述的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 所述共同外包层 (2) 为纯石英材料。

4. 如权利要求1所述的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 芯棒相对折射率差 $(n_1 - n_2) / n_1$ 控制在1%以内, n_1 为芯层 (101) 折射率、 n_2 为下陷包层折射率 (n_2), 每米弓曲度 < 15 丝, 根据设计纤芯数量不等, 芯棒外径 d_1 大小为8-15mm。

5. 如权利要求1所述的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 所述空气包层 (102) 采用薄壁石英管进行拉制, 拉制后石英管每米弓曲度 < 15 丝, 石英管外径 d_2 为1-3mm, 内孔径根据设计需求为0.8-1.5mm, 内径壁厚为0.2-1.5mm。

6. 如权利要求1所述的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 所述外包石英预制件采用打孔法制得, 将圆柱形纯石英棒一端拉锥, 从另一端开始打孔, 打孔的孔径大小与纤芯尺寸对应, 打孔数量和纤芯数量一一对应, 打孔的孔径 d_3 大小满足 $d_3 = d_1 + N * d_2 + \text{容错率}$, d_1 是指前述芯棒的外径, N 是指所需空气包层的层数, d_2 是指毛细石英管的外径, 容错率是因为纤芯预制件需要插入外包石英预制件打孔内, 所以外包石英预制件打孔大小必然要比 $d_1 + N * d_2$ 值要大一些, 圆柱形纯石英棒尺寸为140-180mm。

7. 如权利要求1所述的一种含空气包层抗弯曲多芯光纤, 其特征在于, 所述纤芯预制件完成组装后需用质量浓度为45%氢氟酸进行表面处理。

一种含空气包层抗弯曲多芯光纤及制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及多芯光纤制造技术领域,具体地说是一种含空气包层抗弯曲多芯光纤及制造方法。

背景技术

[0002] 云计算、高清视频、物联网以及5G通信系统等业务的蓬勃发展,全球网络流量急剧增加,光通信网络系统容量扩增将面临瓶颈。受限于香农极限,传统单模光纤系统通信容量接近极限值,其介质容量短时间内难以再做突破。公认提升单纤容量的技术方案侧重于空分复用技术,目前基于空分复用技术理念设计的多芯光纤已抢先应用,取得较大进展。相对单芯光纤,多芯光纤高密度、多通道结构具有节省空间等优点,并带来倍数级的传输容量增长,为缓解目前光通信网络系统提供了一种简单有效的容量扩增方法,受到广泛关注。

[0003] 目前现有多芯光纤设计和制备方法较多。制造方法上,经常提到使用研磨装置来制备基础部件,最后在进行组装拉丝制得,比如专利CN112239325A设计一种多芯光纤制造方法,其核心在使用研磨法先制备不同的结构层,步骤较为繁琐,且对研磨装置要求高。专利CN101625438A设计了一种带孔洞结构的大有效面积弯曲不敏感单模光纤,其核心在于利用孔洞结构进一步优化其弯曲损耗,孔洞结构采用机械加工法实现,效率低下,次品率高。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于解决上述问题,提供一种含空气包层抗弯曲多芯光纤及制造方法,适用于芯数较多的多芯光纤制造,制得的空气包层多芯光纤具有优异的低芯间串扰性能和抗弯曲性能;且该方法制造多芯光纤方法简单、实用、成本低,克服较多芯数难以实现规模生产问题。

[0005] 本发明解决其技术问题所采取的技术方案是:

[0006] 一种含空气包层抗弯曲多芯光纤,包括中心纤芯、围绕中心所述纤芯呈多边形排列的若干层外围纤芯和用于包裹纤芯的共同外包层,所述纤芯包括芯层、内包层、下陷包层和位于最外层的空气包层。

[0007] 进一步地,所述纤芯的芯层、内包层、下陷包层均为渐变型折射率分布,且与空气包层形成阶跃性折射率分布,所述内包层、共同外包层和空气包层具有相同的材质。

[0008] 进一步地,所述共同外包层为纯石英材料。

[0009] 进一步地,一种用于制作所述的含空气包层抗弯曲多芯光纤的方法,包括以下步骤:

[0010] 第一步、制备渐变折射率分布的芯棒,芯棒包括芯层、内包层、下陷包层;

[0011] 第二步、制备空气包层;

[0012] 第三步、组装纤芯预制件;

[0013] 第四步、制备外包石英预制件;

[0014] 第五步、制作预制棒组装件及拉丝。

[0015] 进一步地,芯棒相对折射率差 $n_1 - n_2/n_1$ 控制在1%以内, n_1 为芯层折射率、 n_2 为下陷包层折射率 n_2 ,每米弓曲度 <15 丝,根据设计纤芯数量不等,芯棒外径 d_1 大小约为8-15mm。

[0016] 进一步地,所述空气包层采用石英衬管进行拉制,拉制后毛细石英管每米弓曲度 <15 丝,毛细石英管外径 d_2 为1-3mm,内孔径根据设计需求为0.8-1.5mm,内径壁厚为0.2-1.5mm。

[0017] 进一步地,组装纤芯预制件时,将薄壁石英管沿轴向等距排列在芯棒四周,并将薄壁石英管两端加热固定在芯棒四周。

[0018] 进一步地,所述外包石英预制件采用打孔法制得,将圆柱形纯石英棒一端拉锥,从另一端开始打孔,打孔的孔径大小与纤芯尺寸对应,打孔数量和纤芯数量一一对应,打孔的孔径 d_3 大小满足 $d_3 = d_1 + N \cdot d_2 + \text{容错率}$, d_1 是指前述芯棒的外径, N 是指所需空气包层的层数, d_2 是指毛细石英管的外径,容错率是因为纤芯预制件需要插入外包石英预制件打孔内,所以外包石英预制件打孔大小必然要比 $d_1 + N \cdot d_2$ 值要大一些,圆柱形纯石英棒尺寸为140-180mm。

[0019] 进一步地,所述纤芯预制件插入所述外包石英预制件,形成完整地预制棒组装件,插入纤芯预制件时利用四氟乙烯加工件进行辅助,组装时在组装芯棒预制件和外包石英预制件间隙内再次插入薄壁石英管,形成多层空气包层,最后将完整地预制棒组装件进行拉丝,得到含空气包层抗弯曲多芯光纤。

[0020] 进一步地,所述纤芯预制件完成组装后需用质量浓度为45%氢氟酸进行表面处理。

[0021] 本发明的有益效果是:

[0022] 1、本发明适用于芯数较多的多芯光纤制造,制得的空气包层多芯光纤具有优异的低芯间串扰性能和抗弯曲性能。该方法制造多芯光纤方法简单、实用、成本低,克服较多芯数难以实现规模生产问题。

[0023] 2、本发明纤芯预制件组装时在组装芯棒预制件和外包石英预制件间隙内再次插入薄壁石英管,形成多层空气包层,最后将完整地预制棒组装件进行拉丝,得到含空气包层抗弯曲多芯光纤。基于空气包层结构,减少了多芯光纤传输时的弯曲损耗。相当于增加了一层保护,光在传播时会更容易被束缚在芯层内。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,对于本领域普通技术人员而言,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0025] 图1为为8芯双空气包层光纤剖面结构示意图;

[0026] 图2为组装纤芯预制件结构示意图;

[0027] 图3为外包石英预制件剖面结构示意图。

[0028] 图中:纤芯1,芯层,101,空气包层102,共同外包层2。

具体实施方式

[0029] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明中的技术方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0030] 如图1至图3所示,一种含空气包层抗弯曲多芯光纤,包括中心纤芯1、围绕中心所述纤芯1呈多边形排列的若干层外围纤芯1和用于包裹纤芯1的共同外包层2,所述纤芯1包括芯层101、内包层、下陷包层和位于最外层的空气包层102。纤芯1可在满足衰减、芯间串扰等参数要求时可自内而外多层排列,纤芯包括芯层、内包层、下陷包层和空气包层,因本发明主要是空气包层,因此芯层、内包层和下陷包层未标注,且芯层、内包层和下陷包层是由芯棒拉丝后形成的。制得的空气包层多芯光纤具有优异的低芯间串扰性能和抗弯曲性能。

[0031] 所述纤芯1的芯层101、内包层、下陷包层均为渐变型折射率分布,且与空气包层102形成阶跃性折射率分布,所述内包层、共同外包层和空气包层102具有相同的材质,其折射率保持一致,保证光在光纤内的传播,如果不一致会加大光纤损耗,内包层位于芯棒内,薄壁石英管拉丝后形成空气包层。

[0032] 所述共同外包层2为纯石英材料。

[0033] 一种用于制作所述的含空气包层抗弯曲多芯光纤的方法,包括以下步骤:

[0034] 第一步、制备渐变折射率分布的芯棒,芯棒包括芯层101、内包层、下陷包层;

[0035] 第二步、制备空气包层102;空气包层102为单模芯棒外圈的薄壁石英管,如果只围一圈,拉丝后就形成后续的第一空气包层,如果围两圈,拉丝后形成第一空气包层和第二空气包层,以此类推。

[0036] 第三步、组装纤芯预制件;

[0037] 第四步、制备外包石英预制件,在共同外包层2上与纤芯1对应的位置一一打孔;

[0038] 第五步、制作预制棒组装件及拉丝,包括前述的纤芯预制件和外包石英预制件,如需要多个空气包层,还包括纤芯预制件和外包石英预制件间隙内插入的薄壁石英管。

[0039] 该多芯光纤渐变折射率分布芯棒可采用常规方法制作,既采用VAD轴向化学气相沉积法制得,此为现有技术,在此不做过多赘述。拉丝后芯棒会形成芯层、内包层和下陷包层,是纤芯的一部分,芯棒相对折射率差 $n_1 - n_2 / n_1$ 控制在1%以内, n_1 为芯层101折射率、 n_2 为下陷包层折射率,每米弓曲度 < 15 丝,根据设计纤芯数量不等,芯棒外径 d_1 大小约为8-15mm。因为芯棒内圈和外圈掺杂了不同元素,使芯棒内部形成折射率差高于纯石英的芯层,低于纯石英的下陷包层。相对折射率是用来表述芯棒内部高低折射率差值大小的一个概念,其公式为 $n_1 - n_2 / n_1$ 。每米弓曲度是用来表述芯棒直不直的一个概念,因为芯棒要插入打孔的外包石英预制件内,所以如果不够直的话会插不进去,而且外圈固定薄壁石英管也会不好操作。

[0040] 所述空气包层102既薄壁毛细石英管采用石英衬管进行拉制,用外径60mm石英衬管进行高温精密拉制,壁毛细石英管经过拉丝后将会形成空气包层,拉制过程为现有技术,在此不做过多赘述,拉制后毛细石英管每米弓曲度 < 15 丝,根据设计多芯光纤的纤芯数量和性能要求不等,毛细石英管外径 d_2 约为1-3mm,内孔径根据设计需求约为0.8-1.5mm,内径

壁厚约为0.2-1.5mm。根据设计多芯光纤的纤芯数量及光学参数要求,选取不同外径尺寸大小薄壁石英管,可控制空气包层厚度,此处是根据后续光纤的光学性能和机械性能来确定空气包层的厚度及空气气泡量。

[0041] 组装纤芯预制件时,将薄壁石英管沿轴向等距排列在芯棒四周,并将薄壁石英管两端加热固定在芯棒四周,形成组装纤芯预制件。薄壁石英管中选取26根沿轴向均匀排列在单模芯棒四周,两端加热固定在芯棒四周,形成组装纤芯预制件。相邻薄壁石英管中心间距为1.3mm。

[0042] 所述外包石英预制件采用打孔法制得,将圆柱形纯石英棒一端拉锥,拉锥就是将石英棒加热,把端部由平面拉成一个锥形,从另一端开始打孔,根据设计纤芯数量不等,打孔的孔径大小与纤芯尺寸对应,打孔数量和纤芯数量一一对应,打孔的孔径 d_3 大小满足 $d_3 = d_1 + N \cdot d_2 + \text{容错率}$, d_1 是指前述芯棒的外径, N 是指所需空气包层的层数, d_2 是指毛细石英管的外径,容错率是因为纤芯预制件需要插入外包石英预制件打孔内,所以外包石英预制件打孔大小必然要比 $d_1 + N \cdot d_2$ 值要大一些,否则插不进去,但是太大又不行,这个要根据组装和拉丝后的多芯光纤性能决定,一定的容错率方便预制棒组装件,其大小可根据芯棒和薄壁毛细管每米弓曲度来确定,圆柱形纯石英棒尺寸约为140-180mm。

[0043] 所述纤芯预制件插入所述外包石英预制件,形成完整地预制棒组装件,插入纤芯预制件时利用四氟乙烯加工件进行辅助,加工件套在外包石英预制件上面,保证纤芯预制件插入时能够平稳进入,不与外包石英预制件打孔内壁有过多的摩擦,且根据设计需要,组装时在组装芯棒预制件和外包石英预制件间隙内再次插入薄壁石英管,第二层薄壁毛细管,拉丝后会形成图1中的第二空气包层,形成多层空气包层102,同时也可以控制空气包层厚度,最后将完整地预制棒组装件进行拉丝,得到含空气包层抗弯曲多芯光纤。基于空气包层结构,减少了多芯光纤传输时的弯曲损耗。相当于增加了一层保护,光在传播时会更容易被束缚在芯层内。组装芯棒预制件外侧等距排列26根第二步制得的薄壁石英管,其相邻薄壁石英管中心间距为1.7mm,最终形成完整地预制棒组装件。最后将完整地预制棒组装件进行正常拉丝涂覆,得到含双空气包层抗弯曲8芯光纤。

[0044] 所述纤芯预制件完成组装后需用质量浓度为45%氢氟酸进行表面处理,将纤芯预制件浸泡在氢氟酸内。

[0045] 在对本发明的描述中,需要说明的是,术语“左”、“右”、“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0046] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接,可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

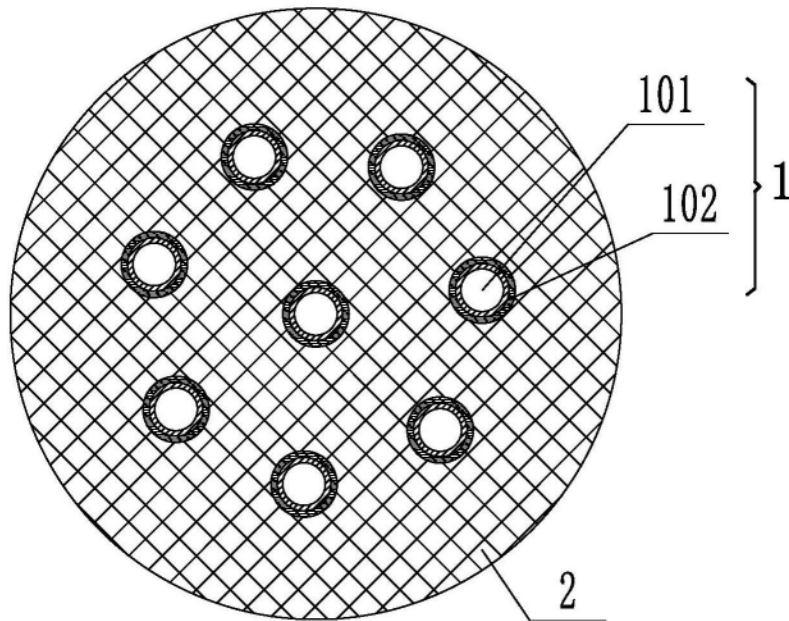


图1

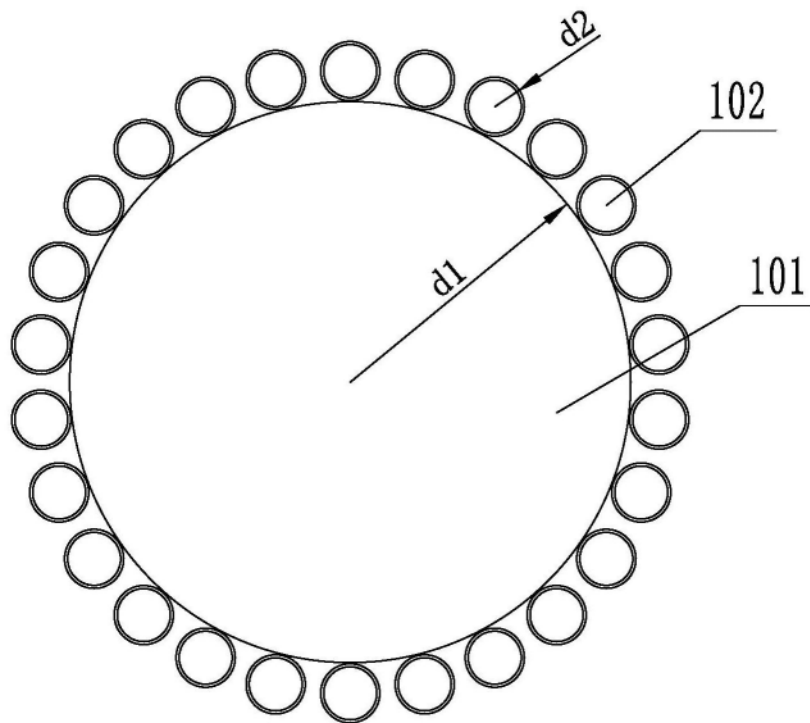


图2

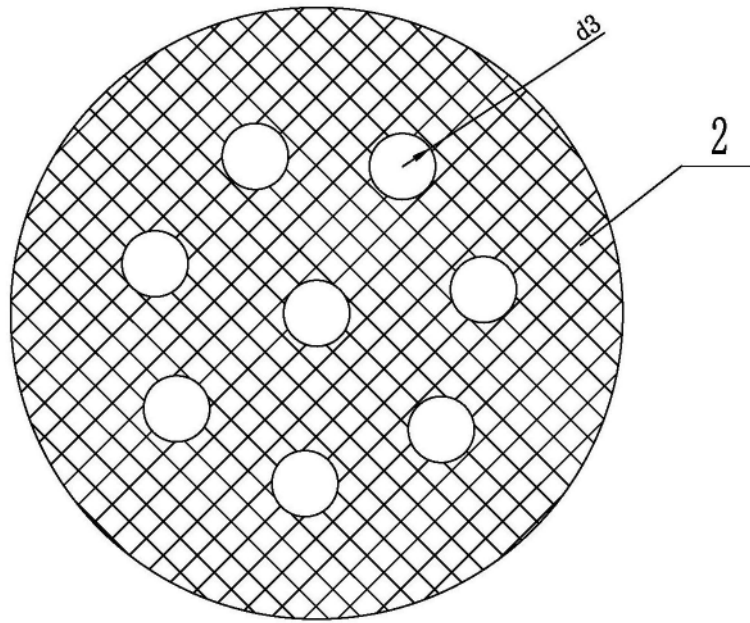


图3