

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2016 年 11 月 3 日 (03.11.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/173232 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/036 (2006.01) G02B 6/028 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/093674
- (22) 国际申请日: 2015 年 11 月 3 日 (03.11.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510217081.5 2015 年 4 月 29 日 (29.04.2015) CN
- (71) 申请人: 武汉邮电科学研究院 (WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市洪山区邮科院路 88 号, Hubei 430074 (CN)。烽火通信科技股份有限公司 (FIBERHOME TELECOMMUNICATION TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。
- (72) 发明人: 莫琦 (MO, Qi); 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。喻煌 (YU, Huang); 中国湖北省武汉市东湖开发区

关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。陈文 (CHEN, Wen); 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。杜城 (DU, Cheng); 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。余志强 (YU, Zhiqiang); 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。王冬香 (WANG, Dongxiang); 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。蔡冰峰 (CAI, Bingfeng); 中国湖北省武汉市东湖开发区关东科技园东信路 5 号, Hubei 430074 (CN)。

- (74) 代理人: 北京捷诚信通专利事务所 (普通合伙) (BEIJING PCSU PATENT OFFICE); 中国北京市西城区三里河一区 5-5, Beijing 100045 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA,

[见续页]

(54) Title: LOW-LOSS FEW-MODE OPTICAL FIBER

(54) 发明名称: 低损耗少模光纤

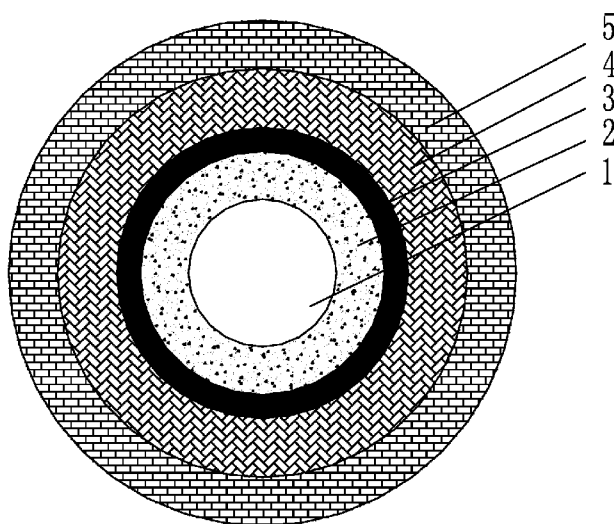


图 1

(57) Abstract: The present invention relates to the technical field of optical communications and related sensors. Disclosed is a low-loss few-mode optical fiber. The few-mode optical fiber sequentially comprises, from inside to outside, a core layer (1), a fluorine doped silica inner wrapping layer (2), a fluorine doped silica second core layer (3), a fluorine doped silica sunken wrapping layer (4) and a fluorine doped silica outer wrapping layer (5). The core layer (1) is not doped with germanium. Refractive indexes of the core layer (1) are distributed in a gradually changing manner, and distribution of the refractive indexes is a power-exponent distribution. A maximum value of difference between relative refractive indexes of the core layer (1) and the fluorine doped silica inner wrapping layer (2) is 0.3% to 0.9%. A difference between relative refractive indexes of the fluorine doped silica inner wrapping layer (2) and synthetic quartz is -0.3% to -0.5%. A difference between relative refractive indexes of the fluorine doped silica second core layer (3) and the fluorine doped silica inner wrapping layer (2) is 0.05% to 0.2%. A difference between relative refractive indexes of the fluorine doped silica sunken wrapping layer (4) and the fluorine doped silica inner wrapping layer

(2) is -0.1% to -0.5%. A difference between relative refractive indexes of the fluorine doped silica outer wrapping layer (5) and the synthetic quartz is -0.3% to -0.5%. The present invention reduces a transmission loss and a relay cost of a linear-polarization-mode optical signal supported by the few-mode optical fiber.

(57) 摘要:

[见续页]



RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

- (84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种低损耗少模光纤, 涉及光通信及相关传感器件技术领域, 少模光纤自内而外依次包括芯层(1)、掺氟石英内包层(2)、掺氟石英第二芯层(3)、掺氟石英下陷包层(4)以及掺氟石英外包层(5); 芯层(1)中未掺杂锗元素, 该芯层(1)的折射率呈渐变分布, 且分布为幂指数分布; 芯层(1)与掺氟石英内包层(2)的相对折射率差最大值为0.3%~0.9%; 掺氟石英内包层(2)相对合成石英的相对折射率差为-0.3%~-0.5%; 掺氟石英第二芯层(3)与掺氟石英内包层(2)相对折射率差为0.05%~0.2%; 掺氟石英下陷包层(4)与掺氟石英内包层(2)的相对折射率差为-0.1%~-0.5%; 掺氟石英外包层(5)相对合成石英的相对折射率差为-0.3%~-0.5%。降低了少模光纤所支持线偏振模式光信号的传输损耗及中继成本。

低损耗少模光纤

技术领域

本发明涉及光通信及相关传感器件技术领域，具体来讲是一种低损耗少模光纤。

背景技术

光纤网络之上的数据通信继续按指数速率增长。为了满足这一需要，多路复用技术已经被发展为允许多个分散数据流共用相同的光纤，从而显著地增加每个光纤的通信量。

在光纤行业中当前的研究和发展主要集中在 DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing, 密集波分复用) 上，这是一种多路复用技术，其中多个数据通道被分配给某一运转带宽内的相应的波长。数据通道在单模光纤的基本模式 (LP01) 之上被结合用于传输，并且当它们到达各自目的地时被分别返回进入分离通道之内。

在基于 DWDM 的传输系统内，给定放大器带宽内的总容量被光谱效率所限制，光谱效率用于描述在给定数据速率下，当光纤受到非线性效应所带来的极端限制时，用于通信目的单个波长可以被间隔的紧密程度。利用日益复杂的算法可以增加光谱效率，但是带来带宽收益递减并且适度的改进不能满足指数增长的带宽需要，单模光纤中的 DWDM 的光谱效率将会接近它的理论极限。一种用于增加每个光纤容量的有前景的方法是模分复用，其中通过光纤引导的相应的多个光信号模提供。基于该技术具有能够显著地增加每个光纤传输容量的潜能，突破基于 DWDM 系统的非线性的限制。

目前，世界上的少模光纤技术主要针对光纤的群时延进行优化，如专利中国发明专利 CN201280019895.2 公开了用于空间多路复用的渐变折射率少模光纤设计，然而，上述技术方案都是基于锗掺杂芯区来调整光纤芯区折射率分布，由于锗掺杂石英散射系数较高，因此容易造成光纤损耗较高，而对于超长距离大容量光纤通信的应用场景中，通常锗掺杂渐变折射率少模光纤 1550nm 衰减系数都在 0.19dB 以上，并且其衰减系数还随环境温度条件变化而变化，过高的损耗导致通信系统中误码的增加以及中继成本的增大；另一方面，光纤中不需要传输的线偏振模式在短距离传输中（如光纤跳线的应用中）需要线偏振模式快速损耗掉，否则会带来信号分辨的难点，如何兼顾长距离传输的低损耗以及短距离传输中不需要的线偏振模式的有效衰减成为了难点。

发明内容

针对现有技术中存在的缺陷，本发明的目的在于提供一种低损耗少模光纤，本发明有效降低了少模光纤所支持线偏振模式光信号的传输损耗，减少了通信系统中的误码并降低了中继成本；有效增加了少模光纤不支持线偏振模式光信号的损耗，能够快速过滤掉不需要的偏振模式光信号，有利于光纤模式传输的稳定性；能够调整少模光纤中的差分群时延。

为达到以上目的，本发明采取的技术方案是：一种低损耗少模光纤，所述少模光纤自内而外依次包括芯层、掺氟石英内包层、掺氟石英第二芯层、掺氟石英下陷包层以及掺氟石英外包层；所述芯层中未掺杂锗元素，该芯层的折射率呈渐变分布，且分布为幂指数分布；芯层与掺氟石英内包层的相对折射率差最大值为 0.3%~0.9%；掺氟石英内包层相对合成石英的相对折射率差为-0.3%~-0.5%；掺氟石英第

二芯层与掺氟石英内包层相对折射率差为 0.05%~0.2%；掺氟石英下陷包层与掺氟石英内包层的相对折射率差为-0.1%~-0.5%；掺氟石英外包层相对合成石英的相对折射率差为-0.3%~-0.5%。

在上述技术方案的基础上，所述芯层的半径为 $10\mu\text{m}\sim 17.4\mu\text{m}$ ，掺氟石英内包层的半径为 $10.5\mu\text{m}\sim 21.4\mu\text{m}$ ，掺氟石英第二芯层的半径为 $11\mu\text{m}\sim 22.4\mu\text{m}$ ，掺氟石英下陷包层的半径为 $20.5\mu\text{m}\sim 40.0\mu\text{m}$ ，掺氟石英外包层的半径为 $40.0\mu\text{m}\sim 100.0\mu\text{m}$ 。

在上述技术方案的基础上，所述芯层的半径为 $15.2\mu\text{m}$ ，且分布幂指数为 1.98；芯层与掺氟石英内包层的相对折射率差最大值为 0.40%；掺氟石英内包层的半径为 $19.2\mu\text{m}$ ，且掺氟石英内包层相对合成石英的折射率差为-0.30%；掺氟石英第二芯层与掺氟石英内包层相对折射率差为 0.05%。

在上述技术方案的基础上，所述芯层的分布幂指数为 1.9~2.05。

在上述技术方案的基础上，所述芯层的分布幂指数为 1.92~1.94。

在上述技术方案的基础上，所述少模光纤支持 LP01、LP02、LP11、LP21 四种线偏振模式的光信号，光纤的工作波长范围为 $1550\text{nm}\pm 25\text{nm}$ 。

在上述技术方案的基础上，所述少模光纤所支持线偏振模式的光信号的传输损耗在 1550nm 波长处小于 0.180dB/km。

在上述技术方案的基础上，所述少模光纤不支持除 LP01、LP02、LP11、LP21 外的其它线偏振模式的光信号，且光信号在其它线偏振模式中的截止波长小于 1500nm。

在上述技术方案的基础上，所述光信号在除 LP01、LP02、LP11、LP21 外的其它线偏振模式中的每米损耗大于 20dB。

在上述技术方案的基础上，所述少模光纤的差分群时延小于

18ps/km，光纤色散小于 25ps/(nm*km)。

本发明的有益效果在于：

1、本发明的少模光纤通过在芯层不掺杂锗元素的同时梯度掺杂氟元素的方式，有效降低了少模光纤所支持线偏振模式光信号的传输损耗，减少了通信系统中的误码并降低了中继成本。

2、本发明的少模光纤通过在掺氟石英内包层处增加掺氟石英第二芯层，有效增加了少模光纤不支持线偏振模式光信号的损耗，能够快速过滤掉不需要的偏振模式光信号，有利于光纤模式传输的稳定性。

3、本发明的少模光纤通过调整芯层的折射率分布以及在掺氟石英内包层处增加掺氟石英第二芯层，能够调整少模光纤中的差分群时延。

附图说明

图 1 为本发明实施例中低损耗少模光纤的纵截面示意图；

图 2 为本发明实施例中低损耗少模光纤的折射率剖面示意图。

附图标记：

1—芯层；2—掺氟石英内包层；3—掺氟石英第二芯层；4—掺氟石英下陷包层；5—掺氟石英外包层。

具体实施方式

为了方便理解本发明，首先将本发明涉及的专业术语集中定义如下：

芯层：居于光纤横截面的中心部分，是光纤的主要导光的区域。

掺氟石英包层：光纤横截面中紧邻芯层的环形区域。

内包层：紧邻光纤芯层的包层区域。

相对折射率差：

$$\Delta\% = \left[\frac{n_i^2 - n_0^2}{2 \times n_i^2} \right] \times 100\% \approx \frac{n_i - n_0}{n_0} \times 100\%$$

n_i 和 n_0 分别为各对应部分和相邻外侧包层在1550nm波长的折射率。

幂指数律折射率分布剖面：满足下面幂指数函数的折射率分布形态，其中， n_1 为光纤轴心的折射率； r 为离开光纤轴心的距离； a 为光纤芯半径； α 为分布幂指数； Δ 为芯/包相对折射率差。

$$n^2(r) = n_1^2 \left[1 - 2 \times \Delta \times \left(\frac{r}{a} \right)^\alpha \right] \quad r < a$$

以下结合附图及实施例对本发明作进一步详细说明。

参见图 1 所示，本发明实施例提供了一种低损耗少模光纤，所述少模光纤自内而外依次包括芯层 1、掺氟石英内包层 2、掺氟石英第二芯层 3、掺氟石英下陷包层 4 以及掺氟石英外包层 5。所述少模光纤的 DGD（Differential Group Delay，差分群时延）小于 18ps/km，光纤色散小于 25ps/(nm*km)。所述少模光纤支持 LP01、LP02、LP11、LP21 四种线偏振模式（参见《光纤光学》_刘德明 第 29 页-32 页）的光信号，光纤的工作波长范围为 1550nm±25nm，且所述少模光纤所支持线偏振模式的光信号的传输损耗在 1550nm 波长处小于 0.180dB/km，有效降低了少模光纤所支持线偏振模式光信号的传输损耗，减少了通信系统中的误码并降低了中继成本。另外，所述少模光纤不支持除 LP01、LP02、LP11、LP21 外的其它线偏振模式的光信号，且光信号在其它线偏振模式中的截止波长小于 1500nm，且所述光信号在除 LP01、LP02、LP11、LP21 外的其它线偏振模式中的每米损耗大于 20dB，有效增加了少模光纤不支持线偏振模式光信号的损耗，能够快速过滤掉不需要的偏振模式光信号，有利于光纤模式传输的

稳定性。

参见图 2 所示, 所述芯层 1 中未掺杂锗元素, 该芯层 1 的折射率呈渐变分布, 且分布为幂指数分布, 所述芯层 1 的分布幂指数 α 为 1.9~2.05, 进一步的, 所述芯层 1 的分布幂指数 α 为 1.92~1.94。芯层 1 与掺氟石英内包层 2 的相对折射率差最大值 $\Delta 1\%_{\max}$ 为 0.3%~0.9%, 且芯层 1 的半径 R1 为 10 μm ~17.4 μm 。优选的, 所述芯层 1 的半径 R1 为 15.2 μm , 且分布幂指数 α 为 1.98; 芯层 1 与掺氟石英内包层 2 的相对折射率差最大值 $\Delta 1\%_{\max}$ 为 0.40%。

掺氟石英内包层 2 相对合成石英的相对折射率差 $\Delta a\%$ 为 -0.3%~-0.5%; 掺氟石英内包层 2 的半径 R2 为 10.5 μm ~21.4 μm ; 优选的, 掺氟石英内包层 2 的半径 R2 为 19.2 μm , 且掺氟石英内包层 2 相对合成石英的折射率差 $\Delta a\%$ 为 -0.30%。

掺氟石英第二芯层 3 与掺氟石英内包层 2 相对折射率差 $\Delta c\%$ 为 0.05%~0.2%; 掺氟石英第二芯层 3 的半径 R3 为 11 μm ~22.4 μm 。优选的, 掺氟石英第二芯层 3 与掺氟石英内包层 2 相对折射率差 $\Delta c\%$ 为 0.05%。

掺氟石英下陷包层 4 与掺氟石英内包层 2 的相对折射率差 $\Delta 2\%$ 为 -0.1%~-0.5%; 掺氟石英下陷包层 4 的半径 R4 为 20.5 μm ~40.0 μm 。

掺氟石英外包层 5 相对合成石英的相对折射率差 $\Delta b\%$ 为 -0.3%~-0.5%。掺氟石英外包层 5 的半径 R5 为 40.0 μm ~100.0 μm 。

以下为几种典型的实施例以及检测数据:

实施例编号	1	2	3	4	5	6	7
芯层幂指数系数 α	1.7	1.9	1.92	1.94	1.98	2.05	2.3
$\Delta 1_{\max}(\%)$	0.9	0.8	0.5	0.5	0.5	0.4	0.3
$\Delta 2(\%)$	-0.1	-0.2	-0.5	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7
$\Delta a(\%)$	-0.3	-0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3
$\Delta b(\%)$	-0.3	-0.1	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3

$\Delta c(\%)$	0.2	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
R1(μm)	10	10.7	13.6	10.2	13.6	15.2	17.4
R2(μm)	10.5	11.2	15.1	13.2	16.6	19.2	21.4
R3(μm)	11	12.2	17.1	15.2	18.6	20.2	22.4
R4(μm)	20.5	19.2	23.1	21.2	24.6	34.2	40
R5(μm)	62.5	62.5	62.5	62.5	62.5	40	62.5
支持模式	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP11	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21	LP01/LP02/LP11/LP21
差分群时延 DGD	17.6	16.1	9.1	9.2	8.9	8.9	15.2
1550nm 色散系数 (LP01)	20.2	19.8	19.4	19.2	19.1	18.1	19.7
1550nm 色散系数 (LP02)	20.8	19.9	19.1	-	19.3	18.8	19.3
1550nm 色散系数 (LP11)	20.1	19.6	19.5	19.5	18.9	18.1	19.1
1550nm 色散系数 (LP21)	19.9	19.2	19	-	18.8	17.7	18.9
LP01 衰减系数 (dB/km)	0.179	0.176	0.175	0.172	0.169	0.166	0.171
LP02 衰减系数 (dB/km)	0.175	0.178	0.178	26	0.171	0.171	0.178
LP11 衰减系数 (dB/km)	0.174	0.179	0.174	0.172	0.177	0.173	0.174
LP21 衰减系数 (dB/km)	0.177	0.18	0.177	43	0.177	0.174	0.179

通过上表中的测试,本发明提供的低损耗少模光纤比相同类型的常规少模光纤,其衰减系数大幅降低(普通的少模光纤损耗为0.2dB/km左右),同时光纤对不支持的线偏振模式损耗性能较好。

本发明不局限于上述实施方式,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围之内。本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

权 利 要 求 书

1. 一种低损耗少模光纤，其特征在于：所述少模光纤自内而外依次包括芯层（1）、掺氟石英内包层（2）、掺氟石英第二芯层（3）、掺氟石英下陷包层（4）以及掺氟石英外包层（5）；

所述芯层（1）中未掺杂锗元素，该芯层（1）的折射率呈渐变分布，且分布为幂指数分布；芯层（1）与掺氟石英内包层（2）的相对折射率差最大值为 0.3%~0.9%；

掺氟石英内包层（2）相对合成石英的相对折射率差为 -0.3%~-0.5%；

掺氟石英第二芯层（3）与掺氟石英内包层（2）相对折射率差为 0.05%~0.2%；

掺氟石英下陷包层（4）与掺氟石英内包层（2）的相对折射率差为 -0.1%~-0.5%；

掺氟石英外包层（5）相对合成石英的相对折射率差为 -0.3%~-0.5%。

2. 如权利要求 1 所述的低损耗少模光纤，其特征在于：

所述芯层（1）的半径为 $10\mu\text{m}\sim 17.4\mu\text{m}$ ，

掺氟石英内包层（2）的半径为 $10.5\mu\text{m}\sim 21.4\mu\text{m}$ ，

掺氟石英第二芯层（3）的半径为 $11\mu\text{m}\sim 22.4\mu\text{m}$ ，

掺氟石英下陷包层（4）的半径为 $20.5\mu\text{m}\sim 40.0\mu\text{m}$ ，

掺氟石英外包层（5）的半径为 $40.0\mu\text{m}\sim 100.0\mu\text{m}$ 。

3. 如权利要求 1 所述的低损耗少模光纤，其特征在于：

所述芯层（1）的半径为 $15.2\mu\text{m}$ ，且分布幂指数为 1.98；芯层（1）与掺氟石英内包层（2）的相对折射率差最大值为 0.40%；

掺氟石英内包层（2）的半径为 $19.2\mu\text{m}$ ，且掺氟石英内包层（2）

相对合成石英的折射率差为-0.30%;

掺氟石英第二芯层(3)与掺氟石英内包层(2)相对折射率差为0.05%。

4. 如权利要求1所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述芯层(1)的分布幂指数为1.9~2.05。

5. 如权利要求1所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述芯层(1)的分布幂指数为1.92~1.94。

6. 如权利要求1所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述少模光纤支持LP01、LP02、LP11、LP21四种线偏振模式的光信号,光纤的工作波长范围为 $1550\text{nm}\pm 25\text{nm}$ 。

7. 如权利要求6所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述少模光纤所支持线偏振模式的光信号的传输损耗在1550nm波长处小于0.180dB/km。

8. 如权利要求1所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述少模光纤不支持除LP01、LP02、LP11、LP21外的其它线偏振模式的光信号,且光信号在其它线偏振模式中的截止波长小于1500nm。

9. 如权利要求8所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述光信号在除LP01、LP02、LP11、LP21外的其它线偏振模式中的每米损耗大于20dB。

10. 如权利要求1至9任一项所述的低损耗少模光纤,其特征在于:所述少模光纤的差分群时延小于18ps/km,光纤色散小于25ps/(nm*km)。

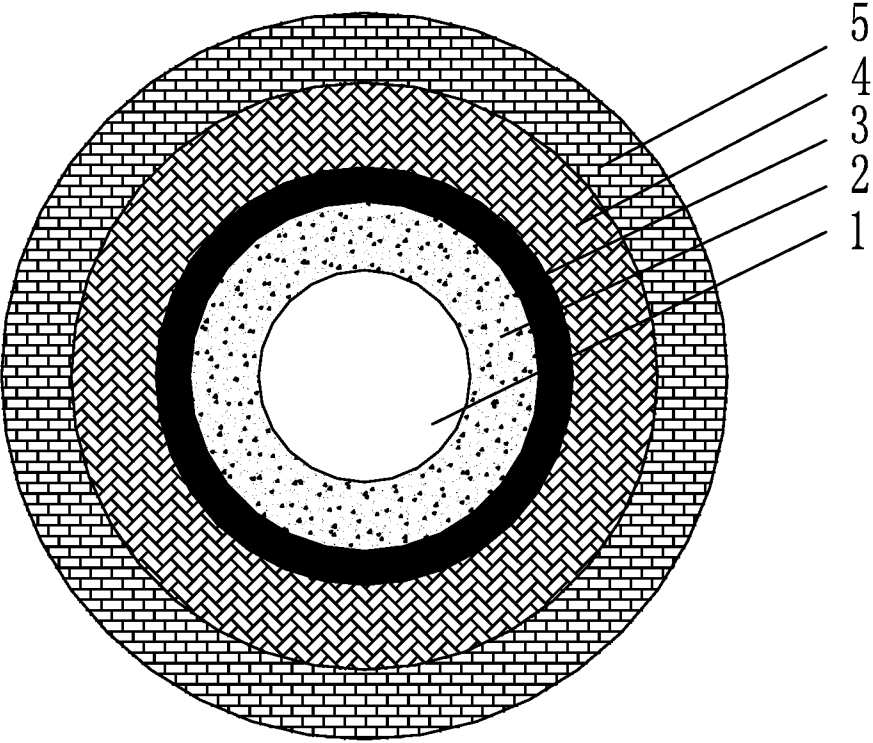


图 1

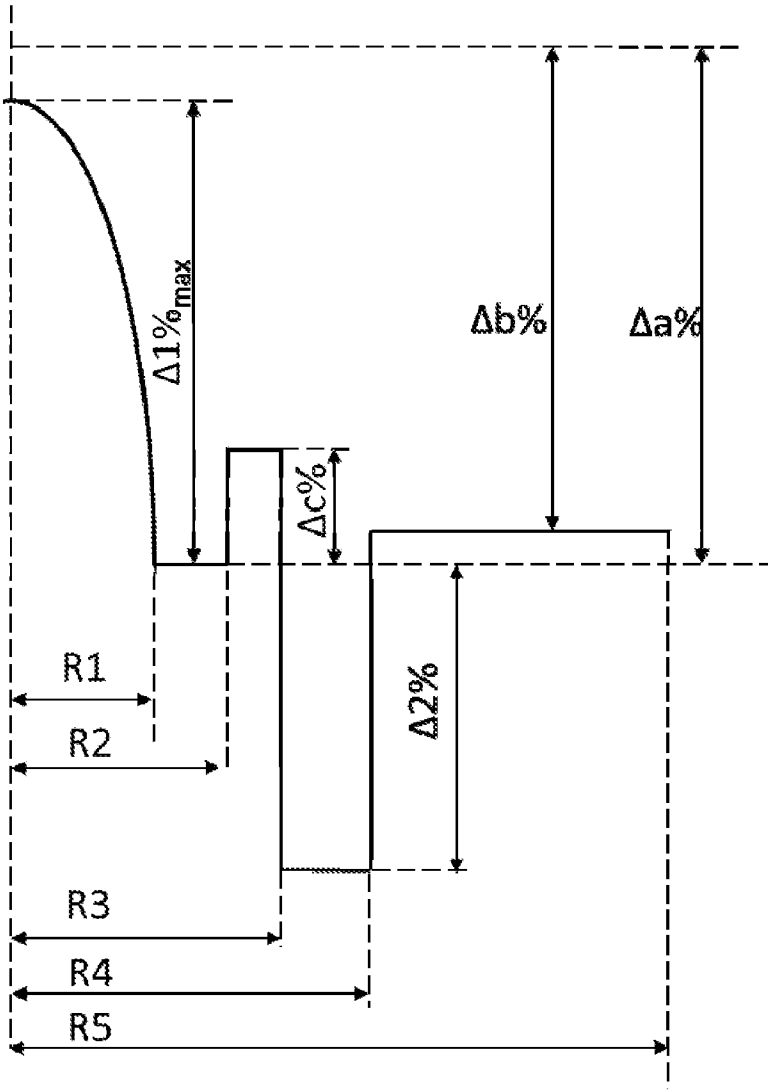


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/093674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/036 (2006.01) i; G02B 6/028 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: few-mode, optical fibre, core-layer, depressed layer, germanium, few s mode s fiber?, fibre?, core, cladding, trench, ge, fluor+, power exponent, refractivity, index

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104793285 A (WUHAN RESEARCH INSTITUTE OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS et al.), 22 July 2015(22.07.2015), claims 1-10	1-10
A	WO 2015040446 A1 (DRAKA COMTEQ BV), 26 March 2015 (26.03.2015), the whole document	1-10
A	CN 103384842 A (CORNING INC.), 06 November 2013 (06.11.2013), the whole document	1-10
A	CN 101932961 A (CORNING INC.), 29 December 2010 (29.12.2010), the whole document	1-10
A	CN 103430063 A (ALCATEL-LUCENT), 04 December 2013 (04.12.2013), the whole document	1-10
A	US 2003031442 A1 (SLEGMAN, A.E.), 13 February 2003 (13.02.2003), the whole document	1-10
A	US 2004197060 A1 (WHITE, I.A.), 07 October 2004 (07.10.2004), the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 09 January 2016 (09.01.2016)	Date of mailing of the international search report 21 January 2016 (21.01.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer YU, Xiaofang Telephone No.: (86-10) 82245382

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/093674

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104793285 A	22 July 2015	None	
WO 2015040446 A1	26 March 2015	None	
CN 103384842 A	06 November 2013	EP 2656126 A1	30 October 2013
		US 2013029038 A1	31 January 2013
		EP 2656126 B1	14 October 2015
		WO 2013115755 A1	08 August 2013
CN 101932961 A	29 December 2010	CN 101932961 B	07 August 2013
		JP 2011507028 A	03 March 2011
		KR 20100098691 A	08 September 2010
		EP 2220524 A1	25 August 2010
		US 2009154888 A1	18 June 2009
		US 8406592 B2	26 March 2013
		WO 2009078962 A1	25 June 2009
		US 2009169163 A1	02 July 2009
CN 103430063 A	04 December 2013	JP 5826297 B2	02 December 2015
		US 2012251126 A1	04 October 2012
		JP 2014513318 A	29 May 2014
		WO 2012154246 A2	15 November 2012
		US 8509581 B2	13 August 2013
		KR 20130124374 A	13 November 2013
		EP 2684081 A2	15 January 2014
		JP 5775176 B2	09 September 2015
		JP 2014507881 A	27 March 2014
		EP 2666040 A2	27 November 2013
		KR 20130094852 A	26 August 2013
		CN 103329017 A	25 September 2013
		US 2012183304 A1	19 July 2012
		US 8503845 B2	06 August 2013
		WO 2012099725 A2	26 July 2012
US 2003031442 A1	13 February 2003	US 6751388 B2	15 June 2004
US 2004197060 A1	07 October 2004	US 6888991 B2	03 May 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/093674

A. 主题的分类

G02B 6/036(2006.01)i; G02B 6/028(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G02B

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 少模, 光纤, 芯层, 包层, 下陷层, 铌, 氟, 幂指数, 折射率, few s mode s fiber?, fibre?, core, cladding, trench, ge, fluor+, power exponent, refractivity, index

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 104793285 A (武汉邮电科学研究院 等) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 权利要求1-10	1-10
A	WO 2015040446 A1 (DRAKA COMTEQ BV) 2015年 3月 26日 (2015 - 03 - 26) 全文	1-10
A	CN 103384842 A (康宁股份有限公司) 2013年 11月 6日 (2013 - 11 - 06) 全文	1-10
A	CN 101932961 A (康宁公司) 2010年 12月 29日 (2010 - 12 - 29) 全文	1-10
A	CN 103430063 A (阿尔卡特朗讯) 2013年 12月 4日 (2013 - 12 - 04) 全文	1-10
A	US 2003031442 A1 (SLEGMAN, ANTHONY E.) 2003年 2月 13日 (2003 - 02 - 13) 全文	1-10
A	US 2004197060 A1 (WHITE, IAN A) 2004年 10月 7日 (2004 - 10 - 07) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 1月 9日

国际检索报告邮寄日期

2016年 1月 21日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

于晓芳

电话号码 (86-10)82245382

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/093674

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	104793285	A	2015年 7月 22日	无			
WO	2015040446	A1	2015年 3月 26日	无			
CN	103384842	A	2013年 11月 6日	EP	2656126	A1	2013年 10月 30日
				US	2013029038	A1	2013年 1月 31日
				EP	2656126	B1	2015年 10月 14日
				WO	2013115755	A1	2013年 8月 8日
CN	101932961	A	2010年 12月 29日	CN	101932961	B	2013年 8月 7日
				JP	2011507028	A	2011年 3月 3日
				KR	20100098691	A	2010年 9月 8日
				EP	2220524	A1	2010年 8月 25日
				US	2009154888	A1	2009年 6月 18日
				US	8406592	B2	2013年 3月 26日
				WO	2009078962	A1	2009年 6月 25日
				US	2009169163	A1	2009年 7月 2日
CN	103430063	A	2013年 12月 4日	JP	5826297	B2	2015年 12月 2日
				US	2012251126	A1	2012年 10月 4日
				JP	2014513318	A	2014年 5月 29日
				WO	2012154246	A2	2012年 11月 15日
				US	8509581	B2	2013年 8月 13日
				KR	20130124374	A	2013年 11月 13日
				EP	2684081	A2	2014年 1月 15日
				JP	5775176	B2	2015年 9月 9日
				JP	2014507881	A	2014年 3月 27日
				EP	2666040	A2	2013年 11月 27日
				KR	20130094852	A	2013年 8月 26日
				CN	103329017	A	2013年 9月 25日
				US	2012183304	A1	2012年 7月 19日
				US	8503845	B2	2013年 8月 6日
				WO	2012099725	A2	2012年 7月 26日
US	2003031442	A1	2003年 2月 13日	US	6751388	B2	2004年 6月 15日
US	2004197060	A1	2004年 10月 7日	US	6888991	B2	2005年 5月 3日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)