

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G02B 6/22

H04B 10/12



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03107707.2

[43] 公开日 2003年10月15日

[11] 公开号 CN 1448743A

[22] 申请日 2003.4.2 [21] 申请号 03107707.2

[30] 优先权

[32] 2002.4.3 [33] KR [31] 18162/2002

[71] 申请人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

[72] 发明人 张允根 都文显 崔成旭 韩周创

曹正植 杨镇成

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

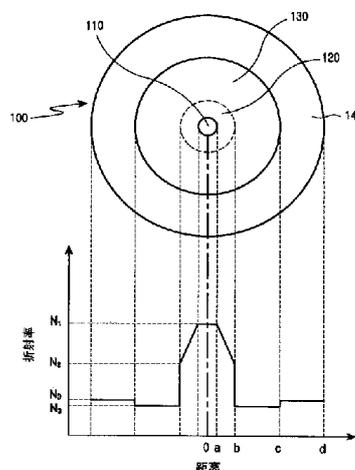
代理人 龚海军

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称 色散控制光纤

[57] 摘要

公开了一种光纤，包括：中心纤芯，形成传输光信号的通路，具有折射率 N_1 ；以及包层，环绕中心纤芯，折射率为 N_0 。光纤还包括：上纤芯，具有从外周的折射率 N_2 增加到内周的折射率 N_1 的折射率分布；以及微低折射率区，位于所述的上纤芯和包层之间，折射率为 N_3 。折射率 N_3 低于折射率 N_0 。



ISSN 1008-4274

- 1、 一种色散控制光纤，包括：
 - 5 具有折射率 N_1 、用于形成传输光信号通路的中心纤芯；
具有折射率 N_0 、用于环绕所述中心纤芯的包层；
上纤芯，环绕所述中心纤芯且具有从外周的折射率 N_2 增加到内周的折射率 N_1 的折射率分布；
微低折射率区，折射率为 N_3 ，位于所述上纤芯与包层之间，其折
10 射率 N_3 低于折射率 N_0 。
 - 2、 按照权利要求 1 所述的色散控制光纤，其特征在于所述上纤芯的内周与所述中心纤芯的外周相一致。
 - 3、 按照权利要求 1 所述的色散控制光纤，其特征在于所述上纤芯的内周距所述中心纤芯的中心预定的距离。
 - 15 4、 按照权利要求 1 所述的色散控制光纤，其特征在于所述上纤芯的折射率从 N_2 线性增长到 N_1 。
 - 5、 按照权利要求 2 所述的色散控制光纤，其特征在于所述上纤芯的内半径 a 和外半径 b ，以及所述包层的内半径 c 满足关系式：
 $0.06 \leq a/b \leq 0.8$ ， $0.02 \leq a/c \leq 0.9$ 。
 - 20 6、 按照权利要求 5 所述的色散控制光纤，其特征在于所述上纤芯的内半径 a 和外半径 b ，以及所述包层的内半径 c 满足关系式：
 $1.2 \leq N_1/N_2 \leq 2.67$ ， $-8 \leq N_1/N_3 \leq 1.6$ 。
 - 7、 按照权利要求 6 所述的色散控制光纤，光纤具有不超过 0.25dB/km 的损耗，不超过 1400nm 的截止波长，以及在波长 1550nm，
25 具有不超过 $0.08\text{ps}/\text{nm}^2 \cdot \text{km}$ 的色散斜率。
 - 8、 按照权利要求 6 所述的色散控制光纤，光纤在波长 1400nm，具有不低于 $0.1\text{ps}/\text{nm} \cdot \text{km}$ 的色散值，以及在波长 1625nm，具有不超过 $16\text{ps}/\text{nm} \cdot \text{km}$ 的色散值。
 - 9、 按照权利要求 6 所述的色散控制光纤，其特征在于光纤在波长
30 1550nm，具有不小于 $8.2 \mu\text{m}$ 的模场直径。

10、按照权利要求 6 所述的色散控制光纤，其特征在于光纤包括适合于使用 1400~1625nm 波带进行波分复用传输的光学特性。

11、一种色散控制光纤，包括：

5 不超过0.25dB/km的损耗，不超过1400nm的截止波长，以及在波长 1550nm，不超过0.08ps/nm²·km的色散斜率；

在波长1400nm，不低于0.1ps/nm·km的色散值；

在波长1625nm，不超过16ps/nm·km的色散值；

在波长1550nm，不小于8.2 μ m的模场直径，

10 以致于该光纤具有适合于使用1400~1625nm波带进行波分复用传输的光学特性。

12、按照权利要求 11 所述的色散控制光纤，其特征在于在波长 1440nm，色散值在 0.1 和 4ps/nm·km 之间，光纤在波长 1550nm，具有在 5 和 13ps/nm·km 之间的色散值，以及在波长 1625nm，具有在 8 和 16ps/nm·km 之间的色散值。

15 13、按照权利要求 11 所述的色散控制光纤，其特征在于在波长 1550nm，模场直径在 8.5~10 μ m 之间，在波长 1625nm，模场直径在 9.3~12 μ m 之间，以及在波长 1310nm，模场直径在 7.7~8.5 μ m 之间。

色散控制光纤

5

技术领域

本发明涉及一种光纤，更具体地，涉及一种宽带色散控制光纤。

背景技术

10 如同本领域的技术人员很容易理解的那样，光纤由纤芯和包层组成，其中，纤芯的折射率比包层的折射率要高。制造光纤基底材料的公知的方法包括改进化学气相沉积法（MCVD），气相轴向沉积法（VAD），外延气相沉积法（OVD），等离子体化学气相沉积法（PCVD）等类似方法。

为了获得超高速和大容量的通信，色散控制光纤（例如，色散位移
15 光纤（DSF），非零色散位移光纤（NZDSF），色散补偿光纤（DSF））已经得到应用，它们在传输容量上要优于现有的单模光纤。这样，对色散控制光纤的需求增加。如果在纤芯和包层之间插入具有低折射率的区域来形成光纤，有可能有效控制光纤的色散特性。这种光纤的一个例子公开在美国专利号No. 4715679，申请人Venkata A. Bhagavatula，题目为《低
20 色散、低损耗单模光波导》。

但是，这种类型的色散受控光纤有缺点，由于其在包层中具有严重
降低折射率的区域，这种光纤的弯曲损耗高。此外，由于与普通单模光
纤相比，因为具有较小的模场半径（MFD），较小的有效横截面积，发生
非线性作用。此外，并不适于宽带通信，而且在长波区域和短波区域，
25 损耗和色散特性都不好。

相比于单模光纤，色散控制光纤具有很小的芯径和高折射率。这样，
如果基底材料的尺寸形成大孔，在拉牵时，相对大的应力施加于纤芯部
分将会出现问题。即，将改变折射率的分布。这意味着多种光学特性依
照拉牵温度具有恒定的值是很困难的。同样的，和普通单模光纤相比，
30 如果具有相对敏感的特性，制造色散控制光纤也是不容易的。

此外，现有的色散控制光纤通过将零色散波长在1530nm附近而适用在大约1530~1565nm的波长范围，其中在1550nm处光纤的色散特性不多于5ps/nm·km且直径范围在8~9 μm之间，这样对于超过10Gbps水平的通信是有问题的。

5 如上所述，现有技术的色散控制光纤具有以下问题：

a) 现有的色散控制光纤、如色散补偿光纤、色散位移光纤、非零色散位移光纤利用位于1530nm相邻的小波长窗口作为零色散区，这样不适用于大容量的传输；

10 b) 低色散光纤存在问题是它表现出小色散特性，即在超高速传输中产生非线性作用（四波混频（FWM），以及交叉相位调制（XPM））；

c) 普通单模光纤存在问题是，在掺铒光纤（EDF）窗口中表现出过大的色散（ $\geq 17\text{ps/nm}\cdot\text{km}$ ）特性，因此产生非线性作用（自相位调制（SPM））；以及

15 d) 如果为了控制色散特性，光纤具有高纤芯折射率和小芯径，由于具有小模场直径（1550nm有效横截面积 $< 50\mu\text{m}^2$ ），非线性作用产生极大影响，将产生问题。此外，还有一个问题，如果色散值太大或者太小，前述的非线性作用将被进一步放大，（XPM，SPM和FWM具有互相转化的关系），这样，恶化传输特性。

20 发明内容

因此，本发明用于解决现有技术中上述的问题以及提供一种色散控制光纤，其中，可以得到想要得到的色散特性和色散斜率特性，以及具有低损耗特性。

25 本发明的另一方面提供一种色散控制光纤，其中可以得到大有效横截面积，以通过大纤芯直径得到大模场直径来减少非线性作用。

本发明的另一方面提供一种色散控制光纤，其通过将零色散波长区域设置在或低于1400nm可以保证可用波长的较宽区域（1400~1625nm），以及在1550nm处，其色散特性的范围大约为5~13ps/nm·km，因此减少非线性作用。

30 从而，提供一种光纤，包括：中心纤芯，它形成传输光信号的通路，

其折射率为 N_1 ；以及围绕中心纤芯的包层，其折射率为 N_0 ，其中光纤还包括：上纤芯，其折射率的分布为从外周的折射率 N_2 ($>N_0$) 开始增加到内周的折射率 N_1 ；以及插入上纤芯和包层之间的微低折射率区，其折射率为 N_3 ，其中折射率 N_3 小于折射率 N_0 。

5

附图说明

本发明上述及其他特性和优势通过以下的描述和附图将更加清晰，其中：

图1 根据本发明的优选实施例，给出了色散控制光纤的折射率结构和分布图；

图2 给出了图1所示的色散控制光纤的色散特性；

图3 给出了图1所示的色散控制光纤的损耗特性。

具体实施方式

在下文中，将参考附图详细描述本发明的优选实施例。为了清晰和简单，已知功能的细节描述及其相关结构将被省略，由于它们可能会使本发明的主题不明确。

图1 根据本发明的优选实施例，给出了色散控制光纤的折射率结构和分布图。如图1所示，色散控制光纤100包括中心纤芯110，上纤芯120，微低折射率区130和包层140。

中心纤芯110由硅组成，且其半径为 a 。在本实施例中，中心纤芯110掺杂了预定数量的锗，用于将其折射率调整为 N_1 。

上纤芯120具有内半径 a 和外半径 b ，在内周其折射率为 N_1 ，以及在外周其折射率为 N_2 。如图1所示，上纤芯的折射率从外周向内周线性增加。

微低折射率区130由具有内半径 b 和外半径 c 的硅材料形成。此外，微低折射率区130掺杂了预定比例的锗、磷和氟，用于将其折射率调整为 N_3 。

包层140由具有内半径 a 和外半径 b 的硅形成，其折射率为 N_0 ，比 N_3 高，比 N_2 低。

根据上述结构，在低于1400nm的波长区域，色散控制光纤100中存在零色散特性 t ，且色散控制光纤100具有预定范围的色散值

(0.1~4ps/nm·km @ 1400nm, 5~13ps/nm·km @ 1550nm, 和8~16ps/nm·km @ 1625nm) 以及大的模场直径 (MFD) 或有效横截面积 (8.5~10.0 μ m @ 1550nm), 因此减少了非线性作用。为了这个目的, 色散控制光纤遵照以下关系 $0.06 \leq a/b \leq 0.8$, $0.02 \leq a/c \leq 0.9$, $1.2 \leq N_1/N_2 \leq 2.67$ 和 $-8 \leq N_1/N_3 \leq 1.6$ 。

5 在这种情况下, 用632.8nm的氦-氖激光器测量的参考的玻璃折射率为1.45709。

图2给出了图1所示的色散控制光纤100的色散特性图, 以及图3给出了图1所示的色散控制光纤100的损耗特性图。图2和图3中, $a/b=0.206$, $a/c=0.0781$, $N_1=0.4781\%$, $N_2=0.273\%$, $N_3=-0.0683\%$, 其中, 1400~1625的色散值为2~16ps/nm·km, 1550nm的模场直径为9.5 μ m。在这种情况下, 用632.8nm的氦-氖激光器测量的参考的玻璃折射率为1.45709, 其中, N_1 、 N_2 、 N_3 为这个值的百分比, 以及 $a=0.5$, $b=2.43$, 和 $c=6.4$ 。

10

上纤芯120, 具有预定的折射率斜率, 与微低折射率区130一同, 使其具有大的模场直径并能调谐成需要的色散值和色散斜率特性。由于微低折射率区130具有与包层140有微小差别的折射率, 将引起微小的弯曲, 与现有技术相比很小, 因此减少了弯曲损耗。

15

在光学特性里, 如果色散很高, 光纤的传输长度将被限制, 并且由于非线性作用引起的相移, 自相位调制将恶化传输特性。此外, 在零色散附近波长的色散值以及小色散值特性容易引起相位匹配, 因此, 在典型应用于扩充传输容量的多信道传输情况中, 四波混频将恶化传输特性。因此, 需要有适当的色散值, 以允许超高速宽带传输, 以及具有大的模场直径, 以减少非线性作用。

20

这样, 根据本发明的色散控制光纤, 通过调谐微低折射率区和上纤芯, 可以得到适合于超高速宽带传输的色散值和色散斜率。

此外, 根据本发明的色散控制光纤, 其损耗不超过0.25dB/km, 截止波长不超过1400nm, 以及在波长1550nm, 色散斜率不超过0.08ps/nm²·km, 在波长1400nm, 其色散值不超过0.1ps/nm·km, 在波长1625nm, 其色散值不超过16ps/nm·km, 以及在波长1550nm, 其模场直径不小于8.2 μ m, 因此, 此色散控制光纤具有适合于使用1400~1625nm波带进行波分复用传输的光学特性。更好的, 在波长1550nm, 模场直径在8.5~10 μ m之间,

25

30

在波长1625nm，模场直径在9.3~12 μ m之间，以及在波长1310nm，模场直径在7.7~8.5 μ m之间。

总之，如上所述，色散控制光纤具有以下优点：

- a) 具有大的有效横截面积，因此可以减少非线性作用；
- 5 b) 通过调谐微低折射率区与上纤芯，很容易提供适合于超高速和宽带传输的色散值和色散斜率；以及
- c) 由于在微低折射率区与上纤芯之间折射率的微细差别，可以减少弯曲损耗。

- 10 尽管本发明已经通过参照优选实施例进行阐述，在不偏离附属权利要求定义的本发明的精神和范围的前提下，对本发明中那些技术的形式和细节的多种变化是可以理解的。

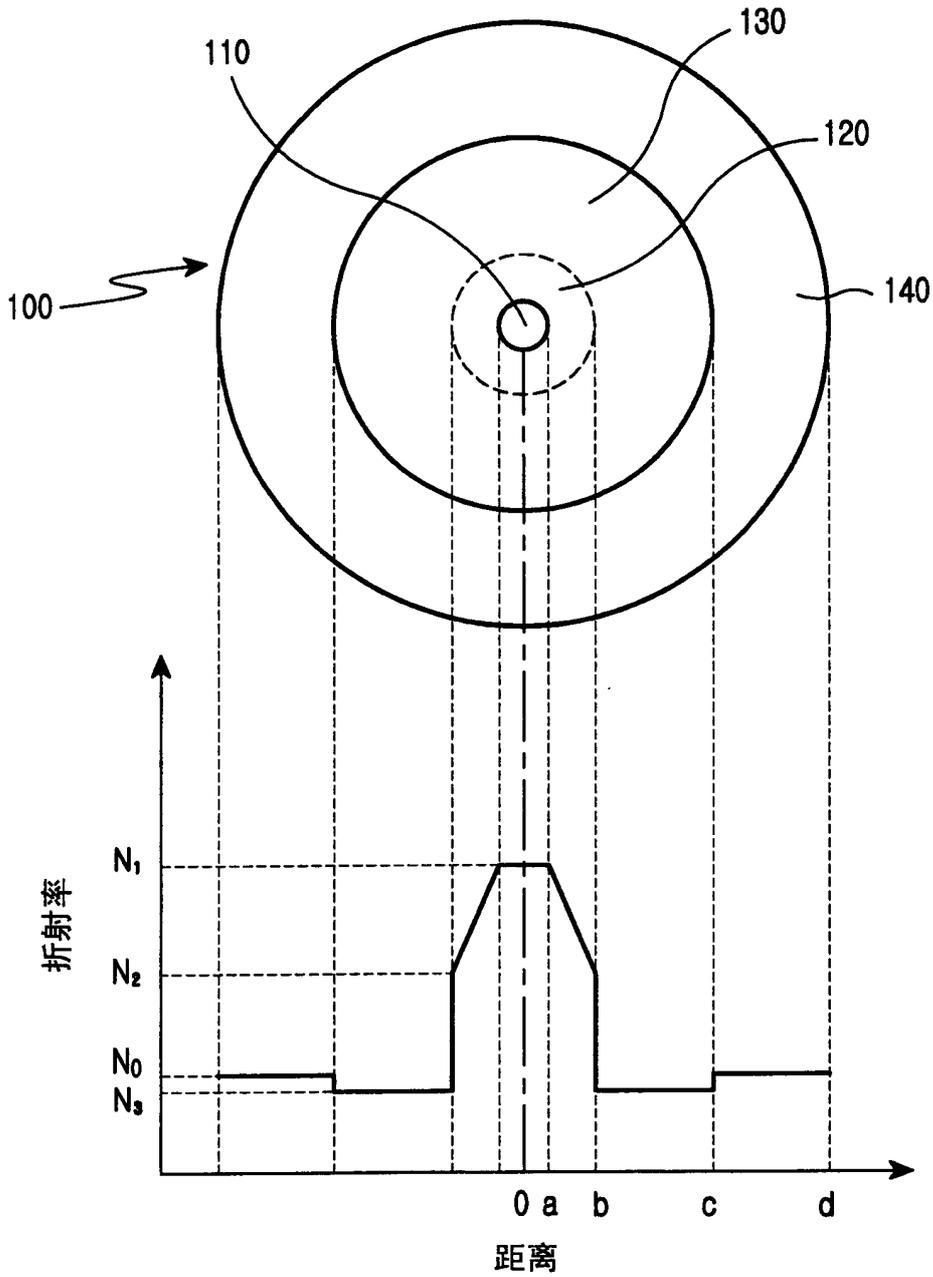


图 1

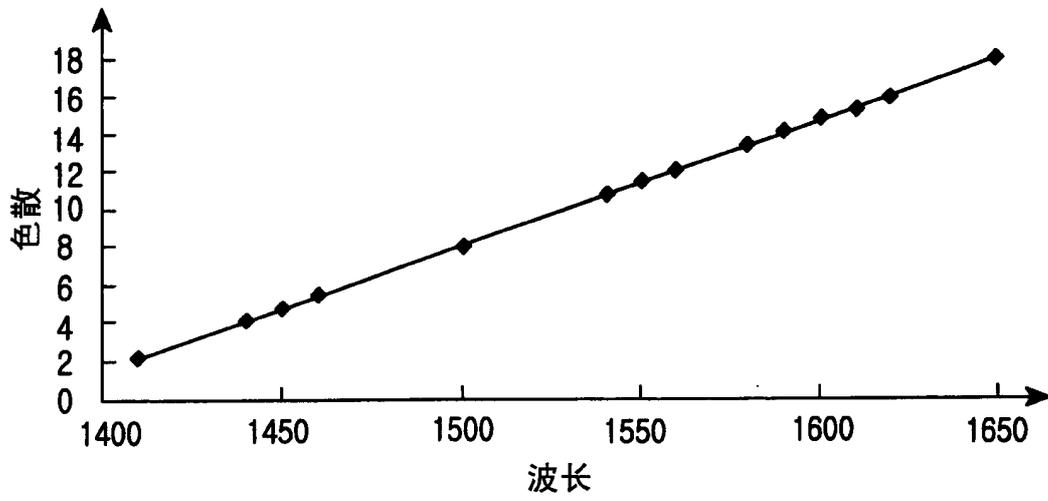


图 2

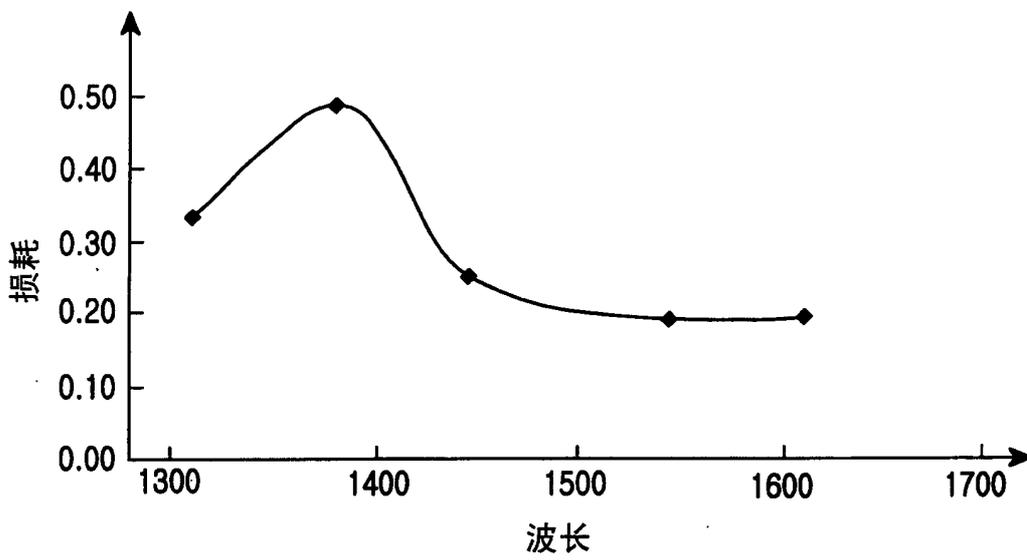


图 3