



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104155716 B

(45)授权公告日 2018.09.11

(21)申请号 201410400444.4

(22)申请日 2014.08.14

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104155716 A

(43)申请公布日 2014.11.19

(73)专利权人 武汉北方光电科技有限公司

地址 430205 湖北省武汉市东湖新技术开发区凤凰产业园凤凰园四路2号

(72)发明人 徐巍 张栓民 叶亚楠 王静

(74)专利代理机构 北京华沛德权律师事务所

11302

代理人 刘杰

(51)Int.Cl.

G02B 6/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 102109636 A,2011.06.29,

CN 101688289 A,2010.03.31,

US 5497442 A,1996.03.05,

CN 102770387 A,2012.11.07,

审查员 韩海啸

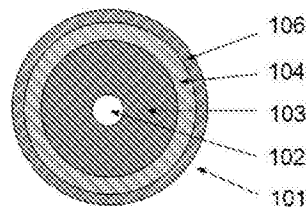
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

低损耗耐高温光纤

(57)摘要

本发明涉及用于光纤通信、光纤传感及光纤传能等领域的低损耗耐高温光纤,该光纤由玻璃芯层,围绕着芯层外表面的玻璃包层,置于包层上的聚合物涂层以及置于聚合物涂层上的金属涂层组成。可选择地,在聚合物涂层和金属涂层之间设置一层粘结层,使得金属涂层更牢固地与聚合物涂层结合在一起。本发明中提出的具有金属涂层的低损耗耐高温光纤与未涂覆金属涂层时的传统聚合物涂层光纤相比,在不明显改变光纤各种光学性能和机械强度的情况下能够将光纤的最高工作温度提高50℃~300℃。



1. 一种低损耗耐高温光纤,其特征在於,包括:

芯层,由折射率较高的玻璃材料组成,光将在芯层内进行传输;

包层,由折射率较低的玻璃材料组成,用于将光限制在芯层内进行全反射传输;

聚合物涂层,沿着芯层纵向轴线方向包覆在玻璃包层外表面,用于保护芯层和包层;

金属涂层,沿着芯层纵向轴线方向包覆在聚合物涂层外表面,以隔离聚合物涂层与空气之间的接触;

在所述聚合物涂层外表面、与其相邻的所述金属涂层内表面之间涂覆一层粘结层,以使所述金属涂层更牢固地与聚合物涂层粘结在一起;

所述粘结层,所用材料包括钛或钛的同族元素,厚度为5nm及以上;所述粘结层是通过包括化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法或原子层沉积法包覆在所述的聚合物涂层外表面上。

2. 根据权利要求1所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,所述的芯层和包层的玻璃材料包括石英玻璃、硫系玻璃、氟系玻璃。

3. 根据权利要求1所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,光纤的芯层直径为1 μ m以上,围绕芯层的包层单边厚度为5 μ m及以上。

4. 根据权利要求1所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,所述聚合物涂层的层数为一层、两层或两层以上。

5. 根据权利要求4所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於所述聚合物涂层的材料包括丙烯酸酯、高温丙烯酸酯、液晶、特氟龙、ETFE或聚酰亚胺材料,每一层的所述聚合物涂层材料为相同组分的材料。

6. 根据权利要求4或5所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,单层所述聚合物涂层的厚度为5 μ m及以上。

7. 根据权利要求1所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,所述金属涂层的层数为一层、两层或两层以上。

8. 根据权利要求7所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,所述金属涂层材料包括铝、铜、铜-镍、银、金、铂、钨金属,或前述金属合金,单层所述金属涂层为相同组分的材料。

9. 根据权利要求8所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,所述金属涂层,是通过包括化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法或原子层沉积法依次包覆在所述聚合物涂层外表面上。

10. 根据权利要求9所述的低损耗耐高温光纤,其特征在於,所述的一层、两层或两层以上的金属涂层,每层厚度为50nm或以上。

低损耗耐高温光纤

技术领域

[0001] 本发明涉及光纤通信、光纤传感及光纤传能等技术领域,尤其涉及在传统光纤聚合物涂层上具有金属外涂层的低损耗耐高温光纤。

背景技术

[0002] 为了满足高温环境下的使用需要,光纤必须保持与常温及通常使用环境下的一致或近似的光学性能、机械强度及可靠性。

[0003] 常规光纤的涂层为聚合物材料,包括丙烯酸酯、高温丙烯酸酯、液晶、特氟龙、ETFE和聚酰亚胺材料。此类光纤在光波长1310nm和1550nm的光损耗小,一般小于0.5dB/km。丙烯酸酯涂层的光纤广泛用于光纤通讯,其能够正常工作的最高温度是85℃。在温度超过85℃时,丙烯酸酯涂层会严重老化甚至失效,表现为涂层颜色发黄、变黑,机械强度减弱直至失去对光纤的保护作用,容易引起光纤断裂,无法满足高温环境下光纤传输的可靠性要求。具有高温丙烯酸酯、液晶或聚酰亚胺涂层的光纤最高工作温度分别是150℃、180℃和300℃,当环境温度超过这些光纤的最高工作温度时,光纤的机械强度也会减弱,严重时引起光纤断裂。与聚合物涂层耐高温光纤相关的详细信息在专利号为CN201310151641、CN201410017136等的专利中已经有所描述,这些专利对聚合物涂层光纤在耐高温方面都做了不同程度的改进。

[0004] 在高温环境下所使用的光纤通常是在玻璃包层上直接涂覆金属涂层。目前,金属涂层的材料有铝、铜、铜合金、银以及金等。使用铝、铜及铜合金作为金属涂层材料时,光纤的最高工作温度可达400℃。使用银、金作为金属涂层材料时,光纤的最高工作温度可达700℃。与金属涂层耐高温光纤相关的信息在专利号为CN201110046035等的专利中有所描述。但是金属涂层由于其硬度远大于聚合物涂层的硬度,而且金属涂层的热膨胀系数与玻璃包层的相比相差更大,在光纤上产生了严重的微弯曲效应,导致金属涂层光纤的光损耗增大。在1310nm和1550nm波长,金属涂层光纤的光损耗可高达5dB/km以上。此损耗限制了这些金属涂层光纤的使用长度,一般仅在200米以内。但在很多光传感应用中,如稠油井,其井深常常是2000米以上,井内温度在300℃以上,用于井内温度和压力传感的光纤就不能使用金属涂层光纤(光损耗太大),也不能使用聚酰亚胺涂层光纤(工作环境温度大于其能承受的温度)。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是针对传统聚合物涂层光纤和金属涂层光纤存在的不足,提出具有与传统聚合物涂层光纤同样优异的光学性能和与传统金属涂层光纤同样优异的一种耐高温特性的光纤。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提出的低损耗耐高温光纤具有以下结构:

[0007] 芯层,由折射率较高的玻璃材料组成,光将在芯层内进行传输;

[0008] 包层,由折射率较低的玻璃材料组成,用于将光限制在芯层内进行全反射传输;

[0009] 聚合物涂层,沿着芯层纵向轴线方向包覆在玻璃包层外表面,用于保护芯层和包层;

[0010] 金属涂层,沿着芯层纵向轴线方向包覆在聚合物涂层外表面,以隔离聚合物涂层与空气之间的接触。

[0011] 所述芯层和包层的玻璃材料包括但不限于石英玻璃、硫系玻璃、氟系玻璃。所述芯层直径为 $1\mu\text{m}$ 以上,围绕芯层的包层单边厚度为 $5\mu\text{m}$ 及以上。

[0012] 可优选的,所述聚合物涂层为一层、两层或两层以上。

[0013] 所述聚合物涂层的材料包括但不限于丙烯酸酯、高温丙烯酸酯、液晶、特氟龙、ETFE或聚酰亚胺材料,每一层的所述聚合物涂层材料为同一材料。单层所述聚合物涂层的厚度为 $5\mu\text{m}$ 及以上。

[0014] 同样可优选的,所述金属涂层的层数为一层、两层或两层以上。

[0015] 所述金属涂层材料包括但不限于铝、铜、铜-镍、银、金、铂、钨金属,或前述金属合金,每一层所述金属涂层为相同组分的材料。

[0016] 所述金属涂层,是通过包括但不限于化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法或原子层沉积法依次包覆在所述聚合物涂层外表面上。所述的一层、两层或两层以上的金属涂层,单层厚度为 50nm 或以上。

[0017] 最优选的,在所述聚合物涂层外表面、与其相邻的所述金属涂层内表面之间涂覆一层粘结层,使金属涂层更牢固地与聚合物涂层粘结在一起。所述粘结层,所用材料包括但不限于钛或钛的同族元素,厚度为 5nm 及以上;粘结层是通过包括但不限于化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法或原子层沉积法包覆在所述的聚合物涂层外表面上。

[0018] 本发明中提出的具有金属涂层的低损耗耐高温光纤与未涂覆金属涂层时的传统光纤相比,在不明显改变光纤各种光学性能和机械强度的情况下能够将光纤的最高工作温度提高 $50^{\circ}\text{C}\sim 300^{\circ}\text{C}$ 。

附图说明

[0019] 下面结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案作进一步具体说明。

[0020] 图1为根据一个实施例在聚合物涂层上具有金属涂层的低损耗耐高温光纤的横截面示意图。

[0021] 图2为根据另一个实施例在聚合物涂层上具有粘结层和金属涂层的低损耗耐高温光纤的横截面示意图。

具体实施方式

[0022] 在此描述的光纤涉及用于光纤通信、光纤传感及光纤传能等领域的低损耗耐高温光纤。所述的低损耗耐高温光纤包括玻璃芯层,围绕在芯层外表面的玻璃包层,置于包层上的聚合物涂层以及置于聚合物涂层上的金属涂层,可选择地,可在聚合物涂层和金属涂层之间设置一层粘结层。

[0023] 以下通过实施例和附图对本发明作进一步的详细说明。

[0024] 实施例1

[0025] 如图1所示为在聚合物涂层104上具有金属涂层106的低损耗耐高温光纤101的横截面示意图。光纤101具有芯层102、围绕在芯层102外表面的包层103、置于包层103外表面的聚合物涂层104以及置于聚合物涂层104上的金属涂层106。

[0026] 芯层102位于光纤101的中心,芯层102的直径可为 $1\mu\text{m}$ 以上。包层103沿着芯层102纵向轴线方向设置在芯层102的外表面,包层103的单边厚度可在 $5\mu\text{m}$ 及以上。芯层102的折射率大于包层103的折射率,光被包层103限制在芯层102内进行全反射传输。芯层102和包层103的材料包括但不限于石英玻璃、硫系玻璃、氟系玻璃等。聚合物涂层104沿着芯层102纵向轴线方向被设置在包层103的外表面。聚合物涂层104可以为组分一致的一层涂层或者是组分不一致的两层或两层以上涂层,一层、两层或两层以上聚合物涂层104的每层单边厚度在 $5\mu\text{m}$ 及以上。聚合物涂层104材料包括但不限于丙烯酸酯、高温丙烯酸酯、液晶、特氟龙、ETFE以及聚酰亚胺材料等。聚合物涂层104采用加热固化、紫外固化或辐照固化灯方式将其包覆在包层103的外表面上。

[0027] 金属涂层106沿着芯层102纵向轴线方向包覆于聚合物涂层104的外表面,金属涂层106材料包括但不限于铝、铜、铜-镍、银、金、铂、钨等稳定性能优异的金属元素或者合金。金属涂层106为一层、两层或两层以上。单个一层金属涂层的材料成分相同、不同层的金属涂层材料可以相同,也可以不同。单层金属涂层的厚度为大于或等于 50nm ,以使聚合物涂层104可与空气隔离,避免聚合物涂层104氧化或碳化。单层或多层(两层或两层以上)的金属涂层106中的每一层是通过但不限于化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法、原子层沉积法等方法依次包覆在聚合物涂层104上。

[0028] 实施例2

[0029] 如图2所示为在聚合物涂层204上具有粘结层205和金属涂层206的低损耗耐高温光纤201的横截面示意图。光纤201具有芯层202、围绕着芯层202外表面的包层203、置于包层203外表面的聚合物涂层204、位于聚合物涂层204外表面的粘结层205以及置于粘结层205外表面的金属涂层206。

[0030] 芯层202位于光纤201的中心,芯层202的直径为 $1\mu\text{m}$ 以上。包层203被沿着芯层202纵向轴线方向设置在芯层202的外表面,包层203的单边厚度在 $5\mu\text{m}$ 及以上。芯层202的折射率大于包层203的折射率,光被包层203限制在芯层202内进行全反射传输。芯层202和包层203的材料包括但不限于石英玻璃、硫系玻璃、氟系玻璃等。聚合物涂层204沿着芯层202纵向轴线方向被设置在包层203的外表面,聚合物涂层204可以为材料组分一致的一层涂层或者是组分不一致的多层(两层或两层以上)涂层,一层或多层(两层或两层以上)聚合物涂层204的单边厚度可在 $5\mu\text{m}$ 及以上。聚合物涂层204材料包括但不限于丙烯酸酯、高温丙烯酸酯、液晶、特氟龙、ETFE以及聚酰亚胺材料等。聚合物涂层204可采用加热固化或紫外固化方式将其包覆在包层203的外表面上。

[0031] 粘结层205沿着芯层202纵向轴线方向被设置在涂覆层204的外表面。粘结层205材料包括但不限于钛或钛的同族元素,粘结层205的厚度可为 5nm 及以上。粘结层205可通过但不限于化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法、原子层沉积法等方法包覆在聚合物涂层204上。粘结层205的主要作用是使金属涂层206更牢固地与聚合物涂层204粘结在一起。

[0032] 金属涂层206沿着芯层202纵向轴线方向包覆在粘结层205的外表面,金属涂层206

的材料包括但不限于铝、铜、铜-镍、银、金、铂、钨等稳定性能优异的金属元素或者合金。金属涂层206的层数为一层、两层或两层以上。单个一层金属涂层206的材料成分相同、不同层的金属涂层材料可以相同,也可以不同。其单层金属涂层的厚度为大于或等于50nm,以使聚合物涂层204可与空气隔离,避免聚合物涂层204氧化或碳化。单层或多层(两层或两层以上)的金属涂层206中的每一层是通过但不限于化学气相沉积镀膜法、真空蒸发镀膜法、真空溅射镀膜法、真空离子镀膜法、原子层沉积法等方法依次包覆在粘结层205上。

[0033] 光纤的最高工作温度主要取决于光纤最外面的涂层材料。本发明中光纤的金属涂层包覆在聚合物涂层的外表面主要有以下两个优点,一是将聚合物涂层与空气隔离、甚至完全隔离开,避免光纤的聚合物涂层在高温环境下与空气接触后发生氧化反应或碳化,因此避免了聚合物涂层发黄、变黑、机械强度弱化直至失去对光纤的保护作用,从而可以提高光纤的最高工作温度。二是在提高光纤最高工作温度的同时,金属涂层未直接与玻璃包层材料相接触,避免了由于其硬度远大于聚合物涂层的硬度以及其热膨胀系数与玻璃包层材料相比相差更大所产生的较大微弯曲效应,不会明显提高光纤的衰减,因此可以大大提高光纤在高温及恶劣环境下的使用长度。

[0034] 本发明中提出的在聚合物涂层上具有金属涂层的低损耗耐高温光纤与未涂覆金属涂层仅具有聚合物涂层的传统光纤相比,在不明显增大光纤衰减的情况下能够将光纤的最高工作温度提高50℃~300℃。

[0035] 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,尽管参照较佳实施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。

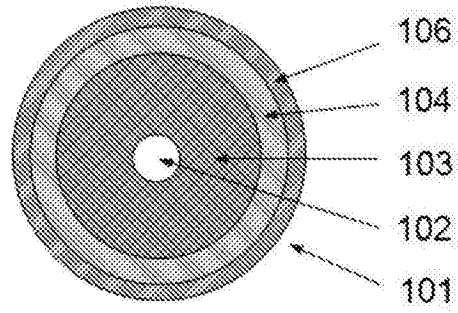


图1

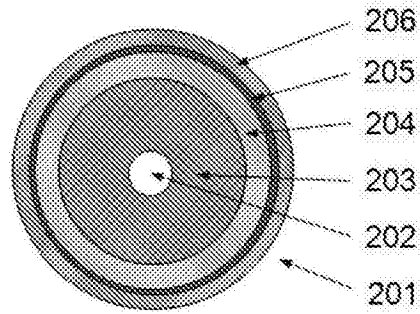


图2