



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106574983 B

(45)授权公告日 2019.02.15

(21)申请号 201580030020.6

J·A·于利耶

(22)申请日 2015.05.26

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事务
所(普通合伙) 11277

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106574983 A

代理人 刘新宇 李茂家

(43)申请公布日 2017.04.19

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

102014008369.1 2014.06.05 DE

G02B 1/111(2015.01)

G02B 6/02(2006.01)

G02B 27/00(2006.01)

G02B 1/18(2015.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.12.05

(56)对比文件

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2015/001076 2015.05.26

US 5345545 A, 1994.09.06,

US 5345545 A, 1994.09.06,

US 5409777 A, 1995.04.25,

JP 2000290396 A, 2000.10.17,

US 2010329609 A1, 2010.12.30,

CN 102597833 A, 2012.07.18,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/185194 DE 2015.12.10

(73)专利权人 罗森伯格OSI股份有限公司

地址 德国奥格斯堡

审查员 于国良

(72)发明人 B·韦甘德 C·西奥博尔德

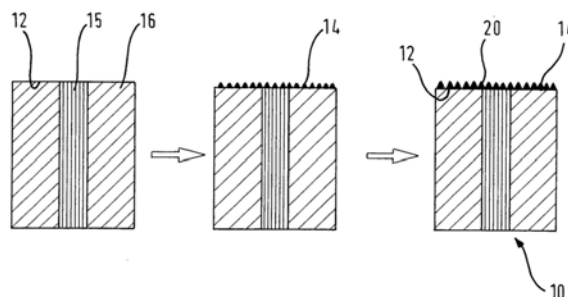
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

波导的端面涂布

(57)摘要

本发明涉及具有设置有涂层的前端面例如纤维的端面的波导,例如光学纤维。所述涂层包含一种或多种有机氟化合物。本发明还涉及通过等离子体聚合生产这种波导的方法。



1. 一种波导(10), 其具有设置有涂层(20)的前端面(12), 所述涂层(20)包含一种或多种有机氟化合物, 其特征在于, 借助等离子体和/或蚀刻处理将所述波导(10)的所述前端面(12)和/或所述涂层(20)的外表面生成蚀刻产生的毛草面而进行微米或者纳米范围的粗糙化。

2. 根据权利要求1所述的波导, 其特征在于, 所述波导为光波导。

3. 根据权利要求2所述的波导, 其特征在于, 所述光波导为光学纤维。

4. 根据权利要求1所述的波导, 其特征在于, 所述涂层(20)包含八氟环丁烷(OFCB)和/或OFCB的聚合产物。

5. 根据权利要求4所述的波导, 其特征在于, 所述八氟环丁烷(OFCB)和/或OFCB的聚合产物是等离子体聚合的OFCB(PP-OFCB)。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的波导, 其特征在于, 所述涂层(20)还包含苯和/或苯的聚合产物。

7. 根据权利要求6所述的波导, 其特征在于, 所述苯和/或苯的聚合产物是等离子体聚合的苯(PP-苯)。

8. 根据权利要求7所述的波导, 其特征在于, 所述涂层(20)包含以预设的比例混合的PP-OFCB和PP-苯的层。

9. 根据权利要求8所述的波导, 其特征在于, 以所述层的折射率与所述波导的材料的折射率相匹配的方式设定混合比例, 所述层的折射率为 $n=1.45$ 。

10. 根据权利要求1-5或7-9任一项所述的波导, 其特征在于, 所述涂层(20)包含PP-OFCB和PP-苯的交替的层。

11. 根据权利要求1-5或7-9任一项所述的波导, 其特征在于, 所述波导(10)的所述前端面(12)和/或所述涂层(20)的外表面用等离子体处理, 从而形成深度在1nm和100nm之间的结构(14)。

12. 根据权利要求11所述的波导, 其特征在于, 所述等离子体处理是氧等离子体处理。

13. 根据权利要求11所述的波导, 其特征在于, 所述结构(14)的深度在1nm和10nm之间。

14. 根据权利要求1-5或7-9任一项所述的波导, 其特征在于, 所述前端面(12)是纤维的端面。

15. 根据前述权利要求任一项所述的波导(10)的生产方法, 其特征在于, 使用OFCB作为前体通过等离子体聚合使所述波导的前端面(12)涂布有包含有机氟化合物的涂层, 和借助等离子体和/或蚀刻处理将所述波导(10)的所述前端面(12)和/或所述涂层(20)的外表面生成蚀刻产生的毛草面而被粗糙化。

16. 根据权利要求15所述的方法, 其特征在于, 在所述等离子体聚合中, OFCB和苯被作为前体同时或交替使用, 由此使所述前端面(12)同时或交替地涂布有PP-OFCB和PP-苯。

17. 根据权利要求15或16所述的方法, 其特征在于, 借助用氧等离子体处理将所述波导(10)的所述前端面(12)和/或所述涂层(20)的外表面生成蚀刻产生的毛草面而被粗糙化。

波导的端面涂布

技术领域

[0001] 本发明涉及波导,特别是涉及光波导,例如光学纤维,所述波导具有设置有涂层的前端面。

背景技术

[0002] 波导如光学纤维可以意欲传导UV范围、可见光范围和/或IR范围的光。波导通常具有前端面,光通过所述前端面从波导出来和/或进入波导。前端面可能至少有时与环境接触,因此其特别容易被污染。如果波导的前端插入用于光导的插入型连接器,所述前端面可能由于插入工艺而经受机械载荷,在这种情况下,当前端面在使用中时,它经常不得不承受几百至数千次的插入循环。

[0003] 对前端面的污染或损害可能导致对光的透过性的降低,因而导致波导作为整体的传输性劣化。在极端情况下,当波导的前端面被污染,波导变得不能用。

[0004] 已知波导的前端面设置有涂层例如抗反射涂层(AR涂层)从而增大光通过前端面的通道,即降低反射。然而,已发现,即使具有这类的涂层,波导前端面的机械性能以及它们的抗污染性通常是不适宜的。

发明内容

[0005] 考虑到上述问题,本发明的目的在于提供具有经涂布的前端面的波导,所述前端面确保波导在使用中长时间可靠的高传输性,因而波导能够用作长久无需维护的组件。

[0006] 通过本发明的波导实现根据本发明的目的。本发明有利的改良记载于下文的说明中。

[0007] 本发明涉及一种波导10,特别是光波导,例如光学纤维,其具有设置有涂层20的前端面12,其特征在于,所述涂层20包含一种或多种有机氟化合物。

[0008] 根据本发明的波导,其特征在于,所述涂层20包含八氟环丁烷(OFCB)和/或OFCB的聚合产物,特别是等离子体聚合的OFCB(PP-OFCB)。

[0009] 根据本发明的波导,其特征在于,所述涂层还包含苯和/或苯的聚合产物,特别是等离子体聚合的苯(PP-苯)。

[0010] 根据本发明的波导,其特征在于,所述涂层包含以预设的比例混合的PP-OFCB和PP-苯的层。

[0011] 根据本发明的波导,其特征在于,以所述层的折射率与所述波导的材料的折射率相匹配的方式设定混合比例,所述层的折射率优选为约 $n=1.45$ 。

[0012] 根据本发明的波导,其特征在于,所述涂层包含PP-OFCB和PP-苯的交替的层。

[0013] 根据本发明的波导,其特征在于,将所述波导10的前端面12和/或所述涂层20的外表面结构化和/或粗糙化。

[0014] 根据本发明的波导,其特征在于,所述波导10的所述前端面12和/或所述涂层20的外表面用等离子体处理,特别是用氧等离子体处理,从而形成深度在1nm和100nm之间,特别

是在1nm和10nm之间的结构14。

[0015] 根据本发明的波导,其特征在于,所述前端面12是纤维的端面。

[0016] 根据本发明的波导10的生产方法,其特征在于,使用OFCB作为前体通过等离子体聚合使所述波导的前端面12涂布有包含有机氟化合物的涂层。

[0017] 根据本发明的方法,其特征在于,在所述等离子体聚合中,OFCB和苯被作为前体同时或交替使用,由此使所述前端面12同时或交替地涂布有PP-OFCB和PP-苯。

[0018] 根据本发明的方法,其特征在于,在涂布操作前或涂布操作后,将所述前端面12粗糙化和/或结构化,优选借助等离子体和/或蚀刻处理来粗糙化和/或结构化,例如用氧等离子体处理来粗糙化和/或结构化。

[0019] 根据本发明的波导具有设置有涂层的前端面,所述涂层包含一种或多种有机氟化合物。所述涂层优选包含八氟环丁烷(OFCB, C_4F_8) 和/或OFCB的聚合产物,特别是等离子体聚合的OFCB(PP-OFCB)。作为特别的优选方案,涂层的至少一层,或者整个涂层基本上(杂质除外)完全由PP-OFCB组成。换言之,波导的前端面优选具有PP-OFCB的覆膜。由等离子体聚合的OFCB(PP-OFCB)表示的意思是使用OFCB作为前体通过等离子体聚合生长或沉积在波导的前端面上的等离子体聚合物(特别是有机氟化合物如氟碳化合物等)。

[0020] 本发明源于如下事实的了解:传统的波导前端面涂层不足以防尘,因而使得例如灰尘、液体、油等物质在波导使用的过程中收集在前端面上并且有损于它的传输性。有机氟化合物,特别是PP-OFCB的膜,具有疏水和疏油性,因而通过用PP-OFCB涂布,使得任何的此类不希望物质在前端面上的累积得以可靠地防止并且使得波导操作的时间得以提高,或者换言之,单个清洁操作之间的间隔得以延长。

[0021] 试验已表明,已知PP-OFCB与特氟龙(聚四氟乙烯, C_2F_4) 性质类似,PP-OFCB能够用作透过阻挡物,其能够很长时间地经受去离子水、丙酮、异丙醇、高度润湿的聚山梨醇酯和其它物质的淹没。因而设置有PP-OFCB的涂层的波导前端面能够采用例如丙酮或其它清洁剂重复清洁而不会有任何的对涂层机械损害或其它损害的担忧。

[0022] 除此之外,还存在包含有机氟化合物的PP-OFCB也适于作为与所要求的光学性质相关的涂布材料的事实。在这方面,PP-OFCB膜对于在近红外波段中的电磁辐射的低吸收是值得注意的,这对于数据通信是重要的,并且同样特别是在400nm至700nm的范围内。

[0023] 而且,PP-OFCB能够以可控的方式以预设厚度(几十纳米至微米级)的薄膜的形式施加于波导前端面,波导前端面可以例如由熔凝二氧化硅组成。已经证明施加涂层的合适的工艺为等离子体聚合,在该工艺的帮助下,PP-OFCB的膜能够以非常精确可控厚度的沉积物的形式沉积在前端面上。等离子体聚合由被已知为博施工艺(Bosch process)并用于DRIE(深度反应性离子蚀刻(deep reactive ion etching)工艺以用于生产深层微结构的事实而为人所知。等离子体聚合OFCB的工序的细节在例如出版物“Hydrophobic valves of plasma deposited octafluorocyclobutane in DRIE channels”, H. Andersson et al., Sensors and Actuators (2001), pp. 136ff中说明,在此引入本公开以作参考。

[0024] PP-OFCB的膜具有约 $n=1.4$ 的折射率,其并不必要对应于波导材料的折射率。考虑到折射率的良好匹配,已经发现对此有利的是将具有不同折射率的其它物质添加到涂层中,其同样优选通过等离子体聚合施加或沉积。

[0025] 涂层优选包含苯(C_6H_6) 和/或苯的聚合产物,特别是等离子体聚合的苯(PP-苯)。

PP-苯的膜具有令人满意的光学性质,特别是在相关的光学区域中良好的传输性,并且同样能够通过等离子体聚合施加于前端面。PP-苯的膜具有约 $n=1.62$ 的折射率。

[0026] 通过将以预设的比例混合的PP-OFCB和PP-苯的层提供给涂层,涂层的折射率能够与波导材料的折射率匹配。PP-OFCB和PP-苯优选同时在等离子体聚合步骤中施加至波导的前端面,在这种情况下,如由对于该工艺所设定的混合比例所支配的,能够设定涂层的在 $n=1.4$ 和 $n=1.62$ 之间的折射率。

[0027] 如果波导包含熔融二氧化硅,涂层的折射率为约 $n=1.45$ 已被证明是特别有用的。

[0028] 可替换地,或者除此之外,涂层也可以以预设的顺序具有多个层。借助通过 C_4F_8 和 C_6H_6 的顺序聚合使PP-OFCB的层和PP-苯的层交替,例如作为在特定波长范围内反射和/或传输增大的结果,可以提供抗反射膜、过滤膜和/或特殊颜色的膜。

[0029] 根据本发明的特别重要的方面,波导的前端面 and/或涂层的外表面被结构化和/或粗糙化。通过这样的结构化(或 μm 或 nm 范围的粗糙化),表面的疏水性和/或疏油性由于与粗糙化相关的表面积增大而得以进一步提高。

[0030] 当经常暴露于环境中的涂层的外表面被结构化时,这种由于结构化而引起的疏油和疏水作用的改善是特别良好的。

[0031] 一方面,涂层对于波导前端面的粘合性通过在前端面被涂布前将所述前端面结构化而得到提高。另一方面,所述结构化可远至涂层的外表面来进行,至少是在纳米范围内的厚度的薄涂层的情况下,因而使得在需要时在该情况下也能够获得所述的疏油和疏水作用的改善。

[0032] 已证明在防污染作用的角度特别有利的事物是对于要用等离子体处理、特别是要用氧等离子体处理的波导前端面和/或涂层外表面,形成深度在 $1nm$ 和 $100nm$ 之间(特别是在 $1nm$ 和 $10nm$ 之间)的结构。

[0033] 等离子体蚀刻步骤如用氧等离子体处理可以在涂布步骤之前和/或涂布步骤之后进行,在这种情况下,在涂布步骤之前的等离子体蚀刻步骤还能够提高涂层对来自前端面的磨损的耐受性,因此提高经涂布的前端面的机械性质。

[0034] 前端面优选光学纤维和/或插入型光导连接器的一部分的端面(facet)。

[0035] 根据另一方面,本发明涉及根据本发明的波导例如光学纤维的生产方法,其中使用OFCB作为前体通过等离子体聚合使波导的前端面涂布有包含有机氟化合物的涂层。

[0036] 优选地,在等离子体聚合中,OFCB和苯同时用作前体或交替用作前体,因而前端面同时或交替地涂布有PP-OFCB和PP-苯。

[0037] 通过使用OFCB和苯作为前体的交替涂布操作,在前端面上形成目的作为AR-涂层和/或给出特殊色彩的交替顺序的层。

[0038] 通过施加具有不同折射率的两种等离子体聚合物(PP-OFCB和PP-苯)的混合层,涂层的折射率能够与波导材料的折射率匹配。

[0039] 可替换地,或者除此之外,波导的前端面还在涂布步骤之前和/或涂布步骤之后被粗糙化,优选借助等离子体和/或蚀刻处理,例如用氧等离子体处理。注意上文给出的记载和说明。

[0040] 在下文的说明书中,本发明通过参考附图来进行说明。在这些附图中:

附图说明

[0041] 图1在示意图中以三个步骤示出根据本发明的波导的生产方法，

[0042] 图2在示意图中以三个步骤示出根据本发明的波导的变化的生产方法。

具体实施方式

[0043] 在图1和2的各图中，光学纤维如玻璃纤维的形式的波导10示于波导的涂布之前的左边的图中。波导10同轴地具有信号运载芯15和围绕信号运载芯15的覆层16。当波导使用时，通过波导10的前端面12e，光能够进入纤维的信号运载芯15和/或从信号运载芯15出来。换言之，在示出的该实例中，前端面是相对于纤维的纵向进行横向延伸的纤维的端面 (fibre facet)。

[0044] 在图1所示的生产方法中，该前端面首先被粗糙化或结构化 (参见中间的图)。为了该目的，可以将前端面12用氧等离子体处理，由此，作为对于该方法所设定的参数的函数，在前端面12上生成蚀刻产生的毛草面 (etching-generated grass)，得到达到几百纳米以上的nm范围深度的粗糙化。

[0045] 然后将结构14使用OFCB作为包含有机氟化合物的前体通过等离子体聚合来涂布 (参见右侧的图)。PP-OFCB涂层20的厚度可以以即使在涂布操作后先前引入纤维前端面12的结构14仍然存在于涂层外表面 (可能伴有减小结构的深度和结构的轮廓) 的方式选择。有利地，但非必须地，为了该目的，涂膜的厚度小于结构的深度。经涂布的前端面的疏油和疏水性能进一步通过涂层20的外表面上存在的粗糙化而得以改进。

[0046] 除PP-OFCB之外，涂层20还可以包含PP-苯，在这种情况下，PP-苯可以通过与PP-OFCB交替地或同时地等离子体聚合而施加。

[0047] 在图2示出的替代生产方法中，波导10的基本平坦的前端面12首先使用OFCB作为前体通过等离子体聚合而涂布 (参见中间的图)。除PP-OFCB之外，涂层20可以还包含PP-苯，在这种情况下，可以将该苯通过与OFCB交替地或同时地等离子体聚合而施加。

[0048] 将涂层20的平坦的外表面粗糙化。就如同表1示出的生产方法中那样，粗糙化可以通过用等离子体处理如用氧等离子体处理来进行。

[0049] 在示出的实施例中，在每种情况下，波导的整个前端面被涂布和粗糙化。也可仅对前端面的子区域 (例如中央区域) 进行涂布，以及必要时进行粗糙化。等同可行的是进行涂布而没有任何的之前和/或随后的粗糙化。如由波导的材料所指示的，苯和OFCB能够以适当的比例混合而在聚合中使用从而获得折射率的匹配。

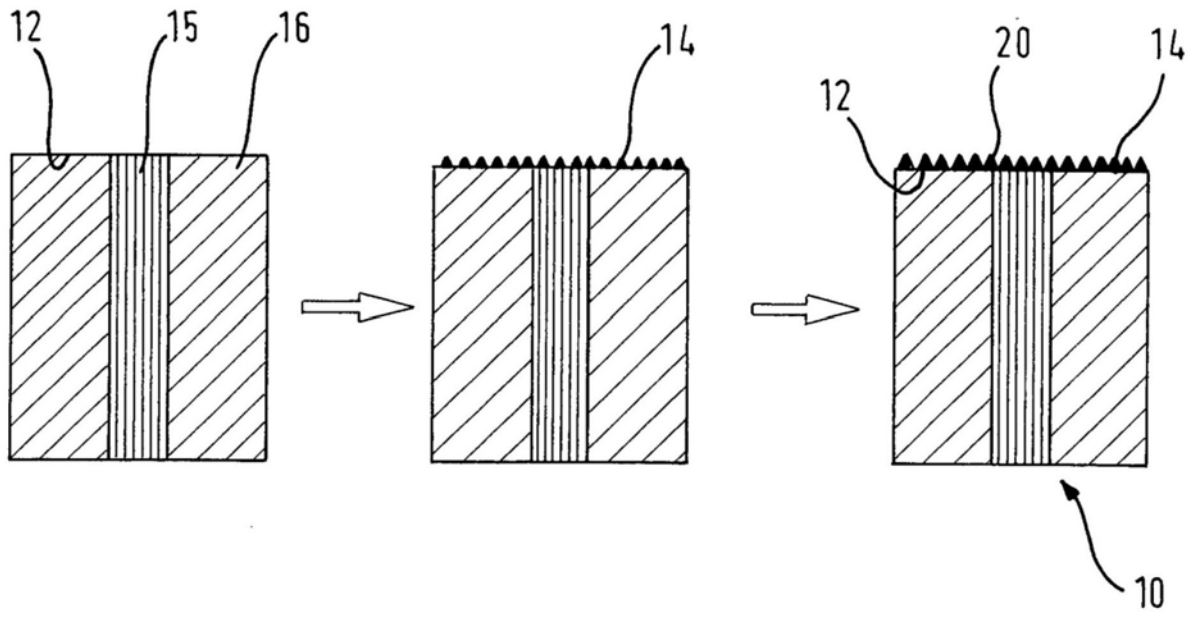


图1

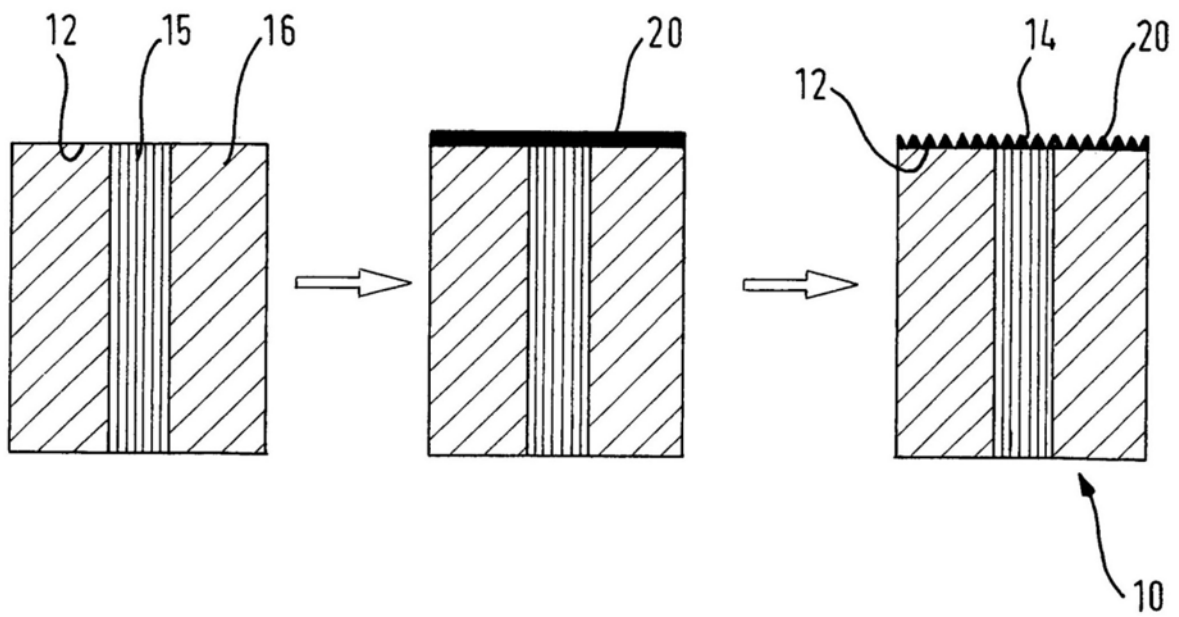


图2