

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁷

G02B 6/12
C03B 37/075

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99110515.X

[43]公开日 2000年2月2日

[11]公开号 CN 1243256A

[22]申请日 1999.7.21 [21]申请号 99110515.X

[30]优先权

[32]1998.7.21 [33]JP [31]204945/98

[71]申请人 索尼株式会社

地址 日本东京

[72]发明人 小川刚

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所

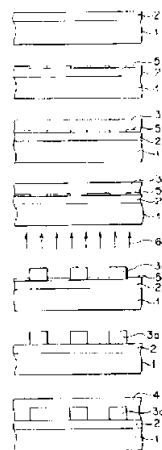
代理人 王永刚

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图页数 3 页

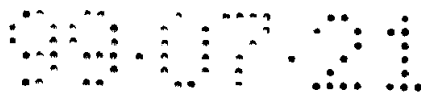
[54]发明名称 光波导及其制造方法

[57]摘要

具有表面粗糙度小并且具有高度准确的矩形形状的纤芯区的光波导的制造方法 以及光传播损失很小的光波导。包括:衬底;在衬底上形成的下包层;在下包层上形成的纤芯区;以及覆盖下包层及纤芯区形成的上包层;其中衬底由对具有特定波长的光线透明的材料制作,而纤芯区由受到具有特定波长的光线辐照时会硬化的材料制作。如上述的具有特定波长的光线是紫外光,则衬底可由对紫外光透明的材料,比如石英或玻璃制作。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1.一种光波导,其构成包括:

衬底;

在所述衬底上形成的下包层;

在所述下包层上形成的纤芯区;以及

覆盖所述下包层及所述纤芯区形成的上包层;

其中所述衬底由对具有特定波长的光线透明的材料制作,所述纤芯区由受到具有特定波长的所述光线辐照时会硬化的材料制作。

2.如权利要求 1 的光波导,其中所述衬底可由通过具有特定波长的所述光线辐照而硬化的材料制作。

3.一种光波导,其构成包括:

下包层;

在所述下包层上形成的纤芯区;以及

覆盖所述下包层及所述纤芯区形成的上包层;

其中所述衬底由对具有特定波长的光线透明的材料制作,而所述纤芯区由受到具有特定波长的所述光线辐照时会硬化的材料制作。

4.一种光波导的制造方法,其构成工序包括:

在由对具有特定波长的光线透明的材料制作的衬底上形成下包层;

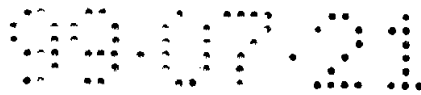
在所述下包层上形成使具有特定波长的所述光线截止的光截止膜;

使所述光截止膜图形化形成带有开口的图形;

在所述光截止膜上形成由受具有特定波长的所述光线辐照而硬化的材料制作的纤芯层;

从所述衬底侧用具有特定波长的所述光线辐照所述纤芯层以使所述纤芯层上位于所述光截止膜所述开口处的部分硬化;

去除所述纤芯层上未硬化部分使所述硬化部分留下成为纤芯区;去除所述光截止膜;并且



形成上包层来覆盖所述下包层和所述纤芯区。

5.一种光波导的制造方法,其构成工序包括:

在对具有特定波长的光线透明的衬底上形成分离膜;

在所述分离膜上形成下包层;

在所述下包层上形成使具有特定波长的所述光线截止的光截止膜;

使所述光截止膜图形化形成带有开口的图形;

在所述光截止膜上形成由受具有特定波长的所述光线辐照而硬化的材料制作的纤芯层;

从所述衬底侧用具有特定波长的所述光线辐照所述纤芯层以使所述纤芯层上位于所述光截止膜所述开口处的部分硬化;

去除所述纤芯层上未硬化部分使所述硬化部分留下成为纤芯区;

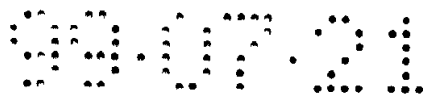
去除所述光截止膜;

形成上包层来覆盖所述下包层和所述纤芯区;并且

去除所述分离膜以使在所述分离膜上形成的所述下包层、所述纤芯区图形及所述上包层整体与所述衬底分离。

6.如权利要求 4 或 5 的光波导的制造方法,其中所述衬底由石英或玻璃制作,并且所述纤芯区由紫外硬化型树脂制作。

7.如权利要求 4 或 5 的光波导的制造方法,其中所述光截止膜是金属膜。



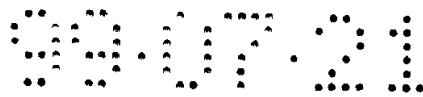
说明书

光波导及其制造方法

本发明涉及一种光波导及光波导的制造方法,特别是涉及一种包含下包层、在下包层上形成的纤芯区、以及覆盖此下包层和纤芯区形成的上包层的光波导和制造这种光波导的方法。

在半导体器件领域,一直在努力提高运行速度和增加集成度。比如,进行了大量的开发工作来提高微处理器的性能和加大存储器的容量。为了进一步加速上述的开发工作,就需要沿信号互连的运行速度更高,信号互连的配置密度更大和改进沿电布线的信号延迟,并且采取适当的措施来解决由于提高运行速度和加大信号互连的排列密度而引起的电磁干扰也是重要的。为此,研究了光学互连作为解决上述问题的对策。光学互连可考虑在各种条件下使用,通常是用于装置之间,装置中的电路板之间或电路板上的芯片之间。特别是可以认为采用光波导作为传输通道的光学传输/通信设备适合较短距离,比如在芯片之间的信号传输。为了使采用光波导的光学传输/通信设备获得广泛的应用,重要的是要建立制造光波导的工艺。

这种光波导需要具有很小的光传播损失并可通过简单的制造工序制造。关于光传播损失,可以考虑采用光传播损失小的材料,如石英来制造光波导。正如在应用于光纤的场合所证明,石英具有良好的光传输性能,并且采用石英制造的光波导表现出 0.1dB/cm 或以下的很低的传播损失。然而,采用石英制造的光波导的问题是要求大量的制造工序,特别是温度达 800°C 或更高的热处理工序,以及难于确保得到大面积的光波导。由于这一原因,光波导一直采用可以在低温下处理的高分子聚合物材料,如聚甲基丙烯酸甲酯或聚酰亚胺来制造。下面将参考附图 3A~3D 对由高聚物形成的纤芯区是形成于衬底上的有关技术的光波导进行描述,其中各附图是示出光波导的制造工序的示意图。



首先,如图 3A 所示,在硅或玻璃衬底 1 上通过旋涂和必要的热处理形成下包层 2。在下包层 2 上,如图 3B 所示,形成折射率比下包层 2 大的纤芯层 3。

纤芯层 3,如图 3C 所示,通过光刻和刻蚀,如反应离子刻蚀,进行图形化以形成矩形纤芯区 3a 作为光波导图形。

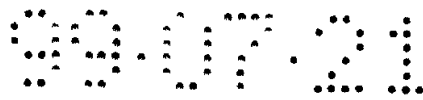
最后,如图 3D 所示,通过旋涂和必要的热处理形成上包层 4 来覆盖纤芯区 3a 和下包层 2,从而得到埋置通道型光波导。

如果纤芯区 3a 是通过示于图 3 的工序中干法刻蚀,如反应离子刻蚀形成的,则干法刻蚀通常是在氧气气氛中施行。在这种干法刻蚀中,如射频功率很大,则每个纤芯区 3a 的表面粗糙度变大,如气体压力变小,则纤芯区 3a 的表面粗糙度变小,但纤芯区 3a 的侧壁常常会受到刻蚀。因此,为了形成具有小粗糙度并且具有高精度度的矩形形状的纤芯区 3a,就需要在小射频功率和最佳气压下施行干法刻蚀。

然而,如果在上述用来形成用作光波导的纤芯区 3a 的干法刻蚀中将射频功率设定为很小的数值,虽然纤芯区 3a 的厚度为几 μm 到 $10\mu\text{m}$ 的单模光波导的制造工序数目不会变得很大,但会出现纤芯区 3a 的厚度为几十 μm 到几百 μm 的多模光波导的制造工序数目很大的问题,并且每个纤芯区 3a 和下包层 2 的侧壁表面粗糙度都会变大,从而增加光通过组成光波导的纤芯区 3a 时的传播损失。

本发明的一个目的是提供一种无需大量制造工序来制造具有表面粗糙度小并且高度准确的矩形形状的纤芯区的光波导的方法,以及提供一种光传播损失很小的光波导。

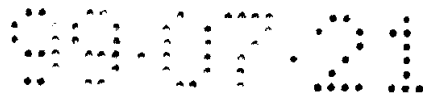
为达到上述目的,根据本发明的第一方面提供了一种光波导,其构成包括:衬底;在衬底上形成的下包层;在下包层上形成的纤芯区;以及覆盖下包层及纤芯区形成的上包层;其中衬底由对具有特定波长的光线透明的材料制作,而纤芯区由受到具有特定波长的光线辐照时会硬化的材料制作。如上述的具有特定波长的光线是紫外光,则衬底可由对紫外光透明的材料,比如石英或玻璃制作,并且纤芯区可由受紫外光辐照而硬化的材料,比如紫外硬化型树脂制作。



根据本发明的第二方面提供了一种柔性光波导,其构成包括:下包层;在下包层上形成的纤芯区;以及覆盖下包层及纤芯区形成的上包层;其中衬底由对具有特定波长的光线透明的材料制作,而纤芯区由受到具有特定波长的光线辐照时会硬化的材料制作。如上述的具有特定波长的光线是紫外光,则衬底可由对紫外光透明的材料,比如石英或玻璃制作,并且纤芯区可由受紫外光辐照而硬化的材料,比如紫外硬化型树脂制作。

根据本发明的第三方面提供了一种制造光波导的方法,其构成工序包括:在由对具有特定波长的光线透明的材料制作的衬底上形成下包层;在下包层上形成使具有特定波长的光线截止的光截止膜;使光截止膜图形化形成带有开口的图形;在光截止膜上形成由受具有特定波长的光线辐照而硬化的材料制作的纤芯层;从衬底侧用具有特定波长的光线辐照纤芯层以使纤芯层上位于光截止膜开口处的部分硬化;去除纤芯层上未硬化部分使硬化部分留下成为纤芯区;去除光截止膜;并且形成上包层来覆盖下包层和纤芯区。如上述具有特定波长的光线是紫外光,则衬底可由对紫外光透明的材料,比如石英或玻璃制作;光截止膜可由金属,如铬膜制作;并且纤芯区可由受紫外光辐照而硬化的材料,比如紫外硬化型树脂制作。此外,为了形成具有小粗糙度并且也具有高精确度的矩形形状的纤芯区,从衬底侧进入的具有特定波长的光线最好是调节成为在辐照方向上具有均匀能量分布的准直光束。

根据本发明的第四方面提供了一种制造柔性光波导的方法,其构成工序包括:在对具有特定波长的光线透明的衬底上形成分离膜;在分离膜上形成下包层;在下包层上形成使具有特定波长的光线截止的光截止膜;使截止膜图形化形成带有开口的图形;在光截止膜上形成由受具有特定波长的光线辐照而硬化的材料制作的纤芯层;从衬底侧用具有特定波长的光线辐照纤芯层以使纤芯层上位于光截止膜开口处的部分硬化;去除纤芯层上未硬化部分使硬化部分留下成为纤芯区;去除光截止膜;形成上包层来覆盖下包层和纤芯区;并且去除



分离膜以使在分离膜上形成的下包层、纤芯区图形及上包层整体与衬底分离。如上述具有特定波长的光线是紫外光,则衬底可由对紫外光透明的材料,比如石英或玻璃制作;分离膜可由通常溶解于弱氢氟酸中的材料制作;光截止膜可由金属,如铬膜制作;并且纤芯区可由受紫外光辐照而硬化的材料,比如紫外硬化型树脂制作。此外,为了形成具有小粗糙度并且也具有高精确度的矩形形状的纤芯区,从衬底侧进入的具有特定波长的光线最好是调节成为在辐照方向上具有均匀能量分布的准直光束。

根据具有如上构成的本发明可以形成具有小粗糙度并且也具有与光截止膜的开口形状相同的高精确度的矩形形状的纤芯区,从而可很容易地提供无需大量制造工序的光传播损失很小的光波导。

图 1A 至图 1G 为示出根据本发明的第一实施例的光波导的制造工序的示意图;

图 2A 至图 2H 为示出根据本发明的第二实施例的柔性光波导的制造工序的示意图;

图 3A 至图 3D 为示出现有技术的光波导的制造工序的示意图。

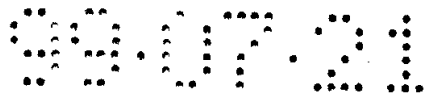
本发明可应用于其构成包括下包层,在下包层上形成的纤芯区,以及为覆盖下包层及纤芯区而形成的上包层,还可应用于光波导的制造方法。下面,将参考附图 1A 至 1G 和图 2A 至 2H 描述本发明的实施例。在这些附图中,与在相关技术中所描述的部件相对应的部件采用同样的标号。

第一实施例

在此实施例中,应用本发明的光波导的构成包括衬底;在衬底上形成的下包层;在下包层上形成的纤芯区;以及为覆盖下包层及纤芯区而形成的上包层。下面,将参考示意地示出光波导的制造工序的附图 1A 至 1G 描述制造这样一种光波导的方法。

首先,如图 1A 所示,在衬底 1 上形成下包层 2。

下包层 2 可利用普通的厚度均匀的膜形成方法,如旋涂法、喷涂

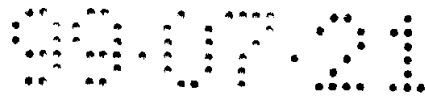


法或预形成薄膜叠层法形成。在这一工序中,如利用旋涂法或喷涂法在衬底 1 上涂敷的是可借助光辐照而硬化的材料来形成下包层 2,则这样涂敷的材料就可利用光辐照进行硬化。同时,如利用旋涂法或喷涂法在衬底 1 上涂敷的材料是可通过加热而硬化的材料来形成下包层 2,则这样涂敷的材料就可利用高温加热进行硬化。

如图 1B 所示,在下包层 2 上形成光截止膜 5 并进行图形化以便在光截止膜 5 上以后要形成纤芯区 3a 的位置形成开口区。就是说,在要形成纤芯区 3a 的位置具有开口的光截止膜 5 的图形是纤芯区 3a 的负图形。光截止膜 5 采用普通的图形化方法图形化,比如可采用光刻技术在光截止膜 5 上形成抗蚀剂图形并利用此抗蚀剂图形作为掩模对光截止膜 5 进行刻蚀的方法,或者采用预先在下包层 2 上形成抗蚀剂图形,在其上形成光截止膜 5 并通过剥离使光截止膜 5 图形化的方法。光截止膜 5 是由可用来使在后续工序使纤芯区 3a 硬化的具有特定波长的光线 6 截止的材料制作的,并且对下包层 2 具有良好的粘附性。这种材料的具体例子可以包括金属,如铬和钽,及有机材料。如光截止膜 5 由铬制作,期望其形成厚度为 10^{-8}m 或以上以便足以能使纤芯区 3a 硬化的具有特定波长的光线 6 截止,并且考虑到后续的光截止膜 5 去除工序更期望其形成厚度大约为 10^{-7}m 。

之后,如图 1C 所示,形成纤芯层 3 覆盖光截止膜 5 和下包层 2。纤芯层 3 可以采用通常的能够形成具有均匀厚度薄膜的方法形成,比如可采用旋涂法和喷涂法。此外,纤芯层 3 可由受具有特定波长的光线 6 辐照会硬化的材料,比如受紫外光辐照而硬化的紫外硬化型树脂来制作。

其次,如图 1D 所示,从衬底 1 侧利用具有特定波长的光线 6 辐照纤芯层 3 以使位于光截止膜 5 的图形开口处的区域硬化。说得更具体些,具有特定波长的光线 6 从衬底 1 侧进入并通过衬底 1 和下包层 2。之后光线 6 受到光截止膜 5 固态部分的截止,但却可通过光截止膜 5 的开口。就是说,使光线 6 入射到纤芯层 3 上在光截止膜 5 的开口处形成的将要用作纤芯区 3a 的部分使纤芯层 3 的这些将要用作纤芯



区 3a 的部分硬化,从而形成具有与光截止膜 5 的开口形状相同的纤芯区 3a。在这种场合,为了形成具有表面粗糙度小的侧壁并且也具有与光截止膜 5 的图形开口形状相同的高精确度的矩形形状的纤芯区 3a,期望具有特定波长的光线 6 是调节成为在辐照方向上具有均匀能量分布的准直光束。

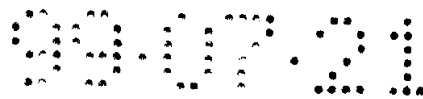
如图 1E 所示,纤芯层 3 上未对具有特定波长的光线 6 曝光的部分被去除以形成具有与光截止膜 5 的图形开口形状相同的高精确度的矩形形状的纤芯区 3a。利用有机溶剂可以很容易将纤芯层 3 上未对具有特定波长的光线 6 曝光的部分去除。如纤芯层 3 是由紫外硬化型环氧树脂制作的,可使用乙醇作有机溶剂。于是通过具有特定波长的光线 6 辐照而形成的纤芯区 3a 就具有表面粗糙度小的侧壁并且也具有与衬底 1 的主平面垂直的平面的高精确度的矩形形状。

如图 1F 所示,去除保留在下包层 2 上的光截止膜 5。如光截止膜 5 是铬制薄膜,可以很容易地利用盐酸等去除。在这种场合,重要的是去除光截止膜 5 时不能对纤芯区 3a 和下包层 2 造成损伤。

最后,如图 1G 所示,形成用来覆盖纤芯区 3a 和下包层 2 的上包层 4,从而获得其纤芯区 3a 图形高度精确并且光传输损失很小的光波导。此外,上包层 4 可利用普通的可形成具有均匀厚度薄膜的方法,如旋涂法、喷涂法或预形成薄膜叠层法形成。在这一工序中,如利用旋涂法或喷涂法在纤芯区 3a 和下包层 2 上涂敷的是可借助光辐照而硬化的材料来形成上包层 4,则这样涂敷的材料就可利用光辐照进行硬化;而如利用旋涂法或喷涂法在纤芯区 3a 和下包层 2 上涂敷的材料是可通过加热而硬化的材料来形成上包层 4,则这样涂敷的材料就可利用高温加热进行硬化。

第二实施例

在此实施例中,应用本发明的柔性光波导的构成包括在衬底上形成的下包层;在下包层上形成的纤芯区;以及为覆盖下包层及纤芯区而形成的上包层。下面,参考示意地示出柔性光波导的制造工序的



附图 2A 至 2H 描述制造这样一种柔性光波导的方法。

首先,如图 2A 所示,在衬底 1 上形成分离膜 7,并在分离膜 7 上形成下包层 2。与第一实施例类似,衬底 1 由对具有特定波长的光线 6 透明的材料,如石英或像 BK-7 这样的玻璃制作。分离膜 7 也是由对具有特定波长的光线 6 透明的材料,如氧化硅这样的介质膜或由有机材料制作的薄膜制作。另外,下包层 2 利用普通的可形成具有均匀厚度薄膜的方法,如旋涂法、喷涂法或预形成薄膜叠层法形成。在这一工序中,如利用旋涂法或喷涂法在分离膜 7 上涂敷的是可借助光辐照而硬化的材料来形成下包层 2,则这样涂敷的材料就可利用光辐照进行硬化。同时,如利用旋涂法或喷涂法在分离膜 7 上涂敷的材料是可通过加热而硬化的材料来形成下包层 2,则这样涂敷的材料就可利用高温加热进行硬化。

图 2B 至图 2F 的后续工序与图 1B 至图 1F 相同,因此相同的描述不赘述。

之后,如 2G 所示,形成上包层 4 来覆盖纤芯区 3a 和下包层 2。此外,上包层 4 可以采用通常的能够形成具有均匀厚度薄膜的方法形成,比如可采用旋涂法、喷涂法或预形成薄膜叠层法。在这一工序中,如利用旋涂法或喷涂法在纤芯区 3a 和下包层 2 上涂敷的是可借助光辐照而硬化的材料来形成上包层 4,则这样涂敷的材料就可利用光辐照进行硬化;如利用旋涂法或喷涂法在纤芯区 3a 和下包层 2 上涂敷的材料是可通过加热而硬化的材料来形成上包层 4,则这样涂敷的材料就可利用高温加热进行硬化。

最后,如图 2H 所示,通过去除分离膜 7 以使在分离膜 7 上形成的下包层 2、纤芯区 3a 及上包层 4 整体与衬底 1 分离以获得其构成包括高度精确地图形化并且光传播损失很小的纤芯区 3a 的柔性光波导。此外,重要的是去除分离膜 7 时不能对纤芯区 3a、下包层 2 和上包层 4 造成损伤。如分离膜 7 是由氧化硅制作的,可以利用分离液,如弱氢氟酸去除。

虽然用具体条件描述了本发明的优选实施例,但这种描述仅仅是

99.07.21

为了示例目的,所以应当理解,不脱离下面的权利要求书的精神和范围可以提出各种修改和变化。

说明书附图

图1A



图1B

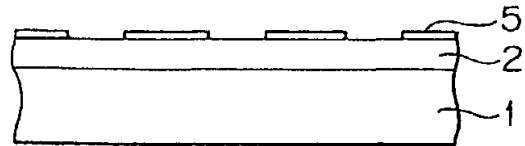


图1C

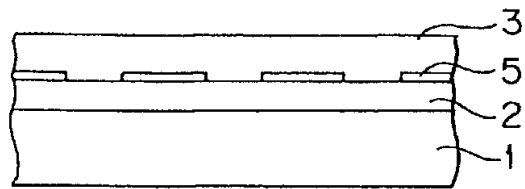


图1D

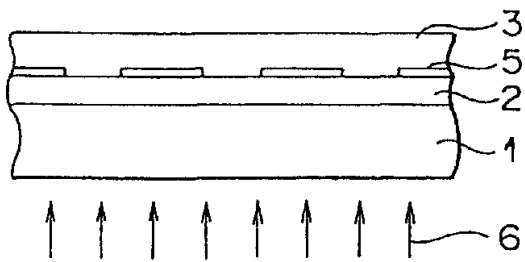


图1E

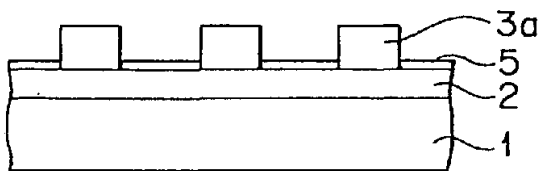


图1F

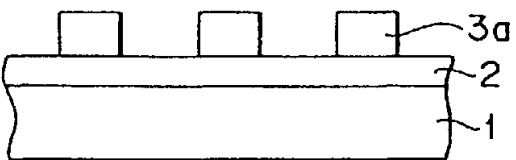


图1G

