

(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 12 月 15 日 (15.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/197376 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/34 (2006.01) G02B 5/18 (2006.01)
G02B 6/124 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/081270
- (22) 国际申请日: 2015 年 6 月 11 日 (11.06.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 李明 (LI, Ming); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
涂鑫 (TU, Xin); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
付红岩 (FU, Hongyan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京中博世达专利商标代理有限公司 (BEIJING ZBSD PATENT&TRADEMARK AGENT LTD.); 中国北京市海淀区交大东路 31 号 11 号楼 8 层, Beijing 100044 (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, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, 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。
- (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, 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)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(54) Title: GRATING COUPLER AND PREPARATION METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 一种光栅耦合器及制备方法

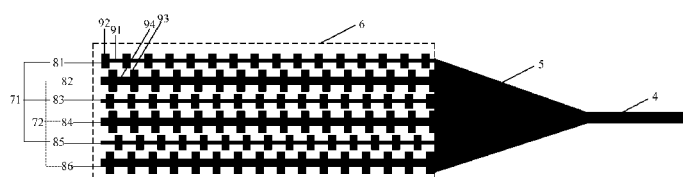


图 4

(57) Abstract: A grating coupler and preparation method therefor. The grating coupler comprises: a substrate layer (0), a lower confining layer (1), a waveguide core layer (2) and an upper confining layer (3) which are sequentially arranged. The waveguide core layer (2) comprises a submicron waveguide (4), a first tapered waveguide (5) and a waveguide array (6). The waveguide array (6) comprises at least two waveguide groups; the waveguide group comprises at least one waveguide chain; the waveguide chain comprises at least two waveguides of different widths; and the waveguides in the waveguide chain are connected to one another. Widths and arrangement structures of the waveguides in the waveguide chain of the same waveguide group are the same, and widths and/or arrangement structures of the waveguides in the waveguide chains of different waveguide groups are different. One end of the waveguide chain in the waveguide array (6) is connected to a wide end of the first tapered waveguide (5), and a narrow end of the first tapered waveguide (5) is connected to the submicron waveguide (4). The grating coupler can increase bandwidths.

(57) 摘要: 一种光栅耦合器及其制备方法。该光栅耦合器包括: 依次排列的衬底层(0)、下限制层(1)、波导芯层(2)和上限制层(3)。该波导芯层(2)包括亚微米波导(4)、第一锥形波导(5)和波导阵列(6)。该波导阵列(6)包括至少两个波导群, 该波导群包括至少一条波导链, 该波导链包括至少两个宽度不同的波导, 该波导链中的该波导相互连接。同一该波导群的该波导链中波导的宽度和排列结构相同, 不同该波导群的该波导链中波导的宽度和/或排列结构不同。该波导阵列(6)中该波导链的一端与该第一锥形波导(5)宽的一端连接, 该第一锥形波导(5)窄的一端与该亚微米波导(4)连接。该光栅耦合器能提高带宽。

WO 2016/197376 A1

一种光栅耦合器及制备方法

技术领域

本发明涉及光通信技术领域，尤其涉及一种光栅耦合器及制备方法。

背景技术

硅基光子集成回路 (Photonic Integrated Circuit, PIC) 芯片通过将制备在不同材料基片上的激光器、调制器、探测器等通信器件统一制备到绝缘衬底上的硅层上 (Silicon On Insulator, SOI), 从而将硅基光子学与光通信技术相结合, 是进一步推动全球信息化的重要技术。硅基 PIC 芯片可以通过耦合的方式输入或输出光信号, 从而与外部器件进行光信号交互。其中, 一种常用的耦合方式是, 光栅耦合器以硅基 PIC 芯片的顶面或底面为入射面, 通过衍射的方式将外部的光信号输入硅基 PIC 芯片内部, 或者将硅基 PIC 芯片内部的光信号输出至硅基 PIC 芯片外部。

其中, 光栅耦合器的带宽表征了可以通过光栅耦合器进行耦合的光信号的频谱范围, 带宽越大则可以耦合的光信号的频谱范围就越大, 可传输的光信号的信息量就越大。然而, 现有技术中的传统光栅耦合器的带宽往往较小。例如, 现有技术中的一种传统光栅耦合器的俯视图可以参见图 1, 其归一化透射谱可以参见图 2。归一化透射谱表明了光栅耦合器对光信号的透射能量与光信号波长的对应关系, 即表明了光栅耦合器对光信号的耦合效率与光信号波长的对应关系。其中, 归一化透射谱中能量损耗最小的波长为光栅耦合器耦合效率最高的波长, 可以称为光栅耦合器的耦合中心波长, 且光栅耦合器对波长越靠近耦合中心波长的光信号的耦合效率越高。由图 2 可知, 图 1 所示传统光栅耦合器的耦合中心波长为 1550nm, 3dB 能量对应的波长范围约为 30nm, 对应的光信号的频谱范围即 3dB 带宽约为 3.8THz, 因而很难满足宽谱光通信的要求。

发明内容

本发明实施例提供一种光栅耦合器及制备方法, 能够解决现有技术中传统光栅耦合器的带宽小的问题。

为达到上述目的，本发明的实施例采用如下技术方案：

第一方面，提供一种光栅耦合器，包括：

依次排列的衬底层、下限制层、波导芯层和上限制层；

所述波导芯层包括亚微米波导、第一锥形波导和波导阵列；

所述波导阵列包括至少两个波导群，所述波导群包括至少一条波导链，所述波导链包括至少两个宽度不同的波导，所述波导链中的所述波导相互连接，同一所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和/或排列结构不同；

其中，所述波导阵列中所述波导链的一端与所述第一锥形波导宽的一端连接，所述第一锥形波导窄的一端与所述亚微米波导连接。

结合第一方面，在第一方面的第一种可能的实现方式中，所述波导链中相邻两个波导的宽度不同，位于相邻波导链上的两个相邻波导的宽度不同。

结合第一方面的第一种可能的实现方式，在第一方面的第二种可能的实现方式中，所述波导阵列包括第一波导群和第二波导群，所述第一波导群包括第一波导链，所述第二波导群包括第二波导链；

所述第一波导链包括第一波导和第二波导，所述第一波导与所述第二波导的宽度不同且相邻排列；

所述第二波导链包括第三波导和第四波导，所述第三波导与所述第四波导的宽度不同且相邻排列；

所述第一波导与所述第三波导的宽度不同且相邻排列；

所述第二波导与所述第四波导的宽度不同且相邻排列。

结合第一方面至第一方面的第二种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第三种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导包括水平极化 TE 偏振相关的波导和垂直极化 TM 偏振相关的波导；

其中，所述 TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值；所述 TM 偏振相关的波

导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第一预设阈值。

结合第一方面的第三种可能的实现方式，在第一方面的第四种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导链为 TE 偏振相关的波导链或 TM 偏振相关的波导链，且所述 TE 偏振相关的波导链与所述 TM 偏振相关的波导链相邻排列；

其中，所述 TE 偏振相关的波导链中的所述波导均为所述 TE 偏振相关的波导，所述 TM 偏振相关的波导链中的所述波导均为所述 TM 偏振相关的波导。

结合第一方面的第三种可能的实现方式，在第一方面的第五种可能的实现方式中，所述波导阵列中所述 TE 偏振相关的波导和所述 TM 偏振相关的波导相邻排列。

结合第一方面的第二种可能的实现方式，在第一方面的第六种可能实现的方式中，所述第一波导和所述第四波导为 TM 偏振相关的波导，且所述第二波导和所述第三波导为 TE 偏振相关的波导。

结合第一方面至第一方面的第二种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第七种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导包括偏振无关的波导，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的偏振相关损耗 PDL 小于第二预设阈值。

结合第一方面的第七种可能的实现方式，在第一方面的第八种可能的实现方式中，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值，且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第三预设阈值。

结合第一方面的第八种可能的实现方式，在第一方面的第九种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导均为所述偏振无关的波导。

结合第一方面至第一方面的第九种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第十种可能的实现方式中，还包括：

第二锥形波导，用于连接所述波导链中宽度不同的所述波导。

结合第一方面至第一方面的第十种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第十一种可能的实现方式中，所述波导链平行排列；

或者，所述波导链成一定角度排列成扇环波导阵列。

结合第一方面至第一方面的第十一种可能的实现方式中的任意一种，在第一方面的第十二种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导为条波导、脊波导或狭缝波导。

第二方面，提供一种光栅耦合器的制备方法，包括：

制备衬底层；

在所述衬底层的基础上，制备下限制层；

在所述下限制层的基础上，制备波导芯层，所述波导芯层包括亚微米波导、第一锥形波导和波导阵列；所述波导阵列包括至少两个波导群，所述波导群包括至少一条波导链，所述波导链包括至少两个宽度不同的波导，所述波导链中的所述波导相互连接，同一所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和/或排列结构不同；

其中，所述波导阵列中所述波导链的一端与所述第一锥形波导宽的一端连接，所述第一锥形波导窄的一端与所述亚微米波导连接；

在所述波导芯层的基础上，制备上限制层。

结合第二方面，在第二方面的第一种可能的实现方式中，所述制备波导芯层包括：

制备所述波导；

将宽度不同的至少两个所述波导连接形成所述波导链；

将所述波导链排列成所述波导阵列，使得所述波导阵列包括至少两个所述波导群，所述波导群包括至少一条波导链，同一所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和/或排列结构不同；

将所述波导阵列中所述波导链的一端与所述第一锥形波导宽的一端连接，将所述第一锥形波导窄的一端与所述亚微米波导连接，从而形成所述波导芯层。

结合第二方面或第二方面的第一种可能的实现方式，在第二方面的第二种可能的实现方式中，所述波导链中相邻两个波导的宽度不同，位于相邻波导链上的两个相邻波导的宽度不同。

结合第二方面至第二方面的第二种可能的实现方式中的任意一种，在第二方面的第三种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导包括水平极化 TE 偏振相关的波导和垂直极化 TM 偏振相关的波导；

其中，所述 TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值；所述 TM 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第一预设阈值。

结合第二方面至第二方面的第二种可能的实现方式中的任意一种，在第二方面的第四种可能的实现方式中，所述波导阵列中的所述波导包括偏振无关的波导，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的偏振相关损耗 PDL 小于第二预设阈值。

结合第二方面的第四种可能的实现方式，在第二方面的第五种可能的实现方式中，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值，且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第三预设阈值。

结合第二方面至第二方面的第五种可能的实现方式，在第二方面的第六种可能的实现方式中，所述波导链中宽度不同的所述波导通过第二锥形波导连接。

本发明实施例提供一种光栅耦合器及制备方法，在光栅耦合器波导芯层的波导阵列中包括至少两个波导群，每个波导群包括至少一条波导链，每条波导链包括至少两个宽度不同的波导，从而使得光栅耦合器中可以包括多个宽度不同的波导，可以对应多个不同的有效折射率，从而可以产生多个耦合中心波长及归一化透射谱。因而，光栅耦合器总的归一化透射谱是多个宽度不同的波导的子归一化透射谱的叠加，与通常仅包括一种宽度的波导的传统光栅耦合器的归一化透射谱相比，本发明实施例提供的

光栅耦合器可以显著提高带宽,从而能够解决现有技术中传统光栅耦合器带宽小的问题。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为现有技术中一种传统光栅耦合器的俯视图;

图 2 为现有技术中传统光栅耦合器的归一化透射谱;

图 3 为本发明实施例提供的一种光纤中的光信号通过光栅耦合器进行耦合的示意图;

图 4 为本发明实施例提供的一种光栅耦合器波导芯层的俯视图;

图 5 为本发明实施例提供的另一种光栅耦合器波导芯层的俯视图;

图 6 为本发明实施例提供的一种光栅耦合器的归一化透射谱;

图 7 为本发明实施例提供的一种光栅耦合器对光信号的耦合效果示意图;

图 8 为本发明实施例提供的又一种光栅耦合器波导芯层的俯视图;

图 9 为本发明实施例提供的另一种光栅耦合器波导芯层的俯视图;

图 10 为本发明实施例提供的又一种光栅耦合器波导芯层的俯视图;

图 11 为本发明实施例提供的再一种光栅耦合器波导芯层的俯视图;

图 12 为本发明实施例提供的一种偏振无关的对称波导对 TE、TM 偏振模式的模场分布图;

图 13 为本发明实施例提供的一种偏振无关的狭缝波导对 TE、TM 偏振模式的模场分布图;

图 14 为本发明实施例提供的另一种光栅耦合器波导芯层的俯视图；

图 15 为本发明实施例提供的又一种光栅耦合器波导芯层的俯视图；

图 16 为本发明实施例提供的一种光栅耦合器的制备方法流程图；

图 17 为本发明实施例提供的一种制备光栅耦合器的波导芯层的方法流程图。

附图标记：

0-衬底层；1-下限制层；2-波导芯层；3-上限制层；4-亚微米波导；5-第一锥形波导；6-波导阵列；71-第一波导群；72-第二波导群；73-第三波导群；74-第四波导群；75-第五波导群；76-第六波导群；81-第一波导链；82-第二波导链；83-第三波导链；84-第四波导链；85-第五波导链；86-第六波导链；87-第七波导链；88-第八波导链；89-第九波导链；91-第一波导；92-第二波导；93-第三波导；94-第四波导；10-第二锥形波导；11-光纤；12-法线；13-光纤的轴线与法线的夹角。

具体实施方式

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

在本发明的描述中，需要理解的是，术语“上”、“下”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

光栅耦合器主要是利用由多个波导排列组成的光栅及衍射特性进行光信号耦合的光学器件，因而满足基本的光栅方程： $k_0 n_{eff} - k_0 n_c \sin \theta = \frac{2\pi}{\Lambda}$ 。 n_{eff} 表示光栅中波导的有效折射率，表征了波导中可传输的光信号的相速度的

大小，波导的参数（例如宽度）不同，对应的有效折射率不同；由于传统光栅通常包括一种宽度的波导，因而 Λ 通常表示光栅中波导的耦合中心波长，即波导的归一化透射谱中耦合效率最高的波长； k_0 表示真空中的波矢； n_c 表示波导包层折射率； θ 表示光信号的入射角度。也就是说，光栅耦合器中波导的有效折射率和波导的耦合中心波长存在上述对应关系。

另外，光信号可以包括水平极化（Transverse Electric, TE）偏振模式和垂直极化（Transverse Magnetic, TM）偏振模式，对于不同偏振模式的光信号，由于其特性、边界条件等因素不同，因而同一波导在传输不同偏振模式的光信号时的有效折射率也不同。也就是说，在不同偏振模式下，波导的宽度与有效折射率存在不同的对应关系。

由于波导的有效折射率与耦合中心波长存在对应关系，而光信号的不同偏振模式以及波导的不同宽度，都影响波导的有效折射率。因而，光栅耦合器的耦合中心波长与光栅中波导的宽度，以及光信号的偏振模式这两个因素有所关联。

又由于光栅耦合器的主要作用是将待耦合光信号从一个光学器件耦合进另一个光学器件，而光栅耦合器对中心波长越靠近耦合中心波长的光信号的耦合效率越高，因而光栅耦合器的耦合中心波长应尽量靠近待耦合光信号的中心波长，以使得光栅耦合器对待耦合光信号具有较高的耦合效率。

本发明实施例提供一种光栅耦合器，可以包括：

依次排列的衬底层、下限制层、波导芯层和上限制层；波导芯层可以包括亚微米波导、第一锥形波导和波导阵列；波导阵列可以包括至少两个波导群，波导群包括至少一条波导链，波导链可以包括至少两个宽度不同的波导，波导链中的波导相互连接，同一波导群包括的波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同波导群包括的波导链中波导的宽度和/或排列结构不同。其中，波导阵列中波导链的一端与第一锥形波导宽的一端连接，第一锥形波导窄的一端与亚微米波导连接。

在光栅耦合器中，下限制层所用材料的折射率和上限制层所用材料

的折射率小于波导芯层所用材料的折射率，因而能够满足全反射条件，使得衍射进光栅耦合器的光信号由于全反射作用被限制在上限制层和下限制层之间，从而通过波导芯层进行传输。波导芯层和衬底层通常为硅材料，上限制层和下限制层通常为二氧化硅材料，上限制层通常为透明材料。当然，本发明实施例对光栅耦合器各部分所采用的具体材料并不限定。

在上述光栅耦合器的波导芯层中，波导阵列形成了光栅，波导阵列中的波导可以周期性排列也可以伪周期性排列，形成的光栅可以是均匀光栅也可以是非均匀光栅，这里不做限定。其中，用于连接波导阵列和亚微米波导的第一锥形波导可以减小光信号由波导阵列构成的光栅区域向亚微米波导区域转换时的能量损耗。亚微米波导未与第一锥形波导连接的一端连接至光学器件，从而通过芯片上的光栅耦合器将输入的芯片外部的光信号输入至光学器件，或将光学器件中的光信号输出至芯片外部。

由于波导阵列可以包括至少两个不同的波导群，每个波导群可以包括至少一条波导链，每条波导链可以包括至少两个宽度不同的波导，且同一波导群包括的波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同波导群包括的波导链中波导的宽度和/或排列结构不同，因而光栅耦合器中可以包括多个宽度不同的波导。

又由于宽度不同的波导对应的有效折射率不同，因而多个宽度不同的波导可以对应多个不同的有效折射率，从而可以产生多个耦合中心波长以及多个耦合中心波长对应的子归一化透射谱。因此，光栅耦合器总的归一化透射谱为多个宽度不同的波导所产生的不同耦合中心波长的子归一化透射谱的叠加。与通常仅包括一种宽度的波导（例如图 1 所示）的传统光栅耦合器的归一化透射谱相比，本发明实施例提供的光栅耦合器总的归一化透射谱中 3dB 波长范围明显增大，从而有效提高了光栅耦合器的带宽，进而增大了可传输的光信号的信息量。

示例性的，参见图 3，本发明实施例提供的一种光纤中的光信号通过光栅耦合器进行耦合的示意图。其中，光栅耦合器从底层至顶层依次为衬底层 0、下限制层 1、波导芯层 2、上限制层 3。承载光信号的光纤 11 通

常位于光栅耦合器上限制层的上方，对应于波导芯层中波导阵列的上方，且靠近波导阵列未与第一锥形波导连接的一端，光纤的轴线与光栅耦合器所在平面的法线 12 所成的夹角 13 通常为 $5-15^{\circ}$ 。光纤中的光信号透过光栅耦合器中透明的上限制层到达波导芯层的表面，从而通过波导芯层中的波导阵列耦合进光栅耦合器。需要说明的是，本发明实施例仅是以光纤为例进行说明，对于待耦合光信号的载体并不做限定，例如，还可以是光纤束、光波导等。

示例性的，本发明实施例提供的一种光栅耦合器波导芯层的俯视图可以参见图 4。其中，波导芯层可以包括亚微米波导 4、第一锥形波导 5 和波导阵列 6。波导阵列 6 可以包括第一波导群 71 和第二波导群 72。第一波导群 71 包括第一波导链 81，第二波导群 72 包括第二波导链 82。第一波导链 81 包括宽度不同的第一波导 91 和第二波导 92，第二波导链 82 包括宽度不同的第三波导 93 和第四波导 94。此外，第一波导群 71 还可以包括与第一波导链 81 中波导的宽度和排列结构相同的第三波导链 83、第五波导链 85；第二波导群 72 还可以包括与第二波导链 82 中波导的宽度和排列结构相同的第四波导链 84、第六波导链 86。

优选地，波导链中相邻两个波导的宽度可以不同，位于相邻波导链上的两个相邻波导的宽度不同。这样一来，可以使得波导阵列中不同宽度的波导能够交错排列，从而可以尽可能大地利用波导芯层的面积，减少了面积浪费，使得结构更加紧凑，增加了波导的数量及波导在波导芯层的分布率，从而提高了光栅耦合器的耦合效率。

示例性的，在图 4 所示结构的波导芯层的基础上，将宽度不同的波导交错排列后的光栅耦合器波导芯层的俯视图可以参见图 5。其中，第一波导 91 与第二波导 92 的宽度不同且相邻排列；第二波导链 82 包括第三波导 93 和第四波导 94，第三波导 93 与第四波导 94 的宽度不同且相邻排列；第一波导 91 与第三波导 93 的宽度不同且相邻排列；第二波导 92 与第四波导 94 的宽度不同且相邻排列。此外，第一波导群 71 还可以包括与第一波导链 81 中波导的宽度和排列结构相同的第三波导链

83、第五波导链 85、第七波导链 87 和第九波导链 89；第二波导群 72 还可以包括与第二波导链 82 中波导的宽度和排列结构相同的第四波导链 84、第六波导链 86 和第八波导链 88。具体的，波导阵列中的宽波导（第二波导和第三波导）的宽度可以是 $0.2-1\mu\text{m}$ ，窄波导（第一波导和第四波导）的宽度可以是 $0.01-0.2\mu\text{m}$ ，波导链中的一个周期的长度（这里为水平方向上一个第一波导与一个第二波导连接后的长度，或水平方向上一个第三波导与一个第四波导连接后的长度）可以是 $0.5-3\mu\text{m}$ 。需要说明的是，光栅耦合器中各部分的具体参数可以根据需要进行设定，这里仅是举例说明，具体范围不做限定。

由于光信号的中心波长越靠近耦合中心波长时光栅耦合器对光信号的耦合效率越高，因而为了使得光栅耦合器对待耦合光信号的耦合效率较高，需要使得光栅耦合器的耦合中心波长在待耦合光信号的中心波长附近。又由于光栅耦合器总的归一化透射谱是多个宽度不同的波导分别产生的不同耦合中心波长对应的子归一化透射谱的叠加，因而可以根据归一化透射谱的叠加原理，将光栅耦合器的归一化透射谱分解为多个子归一化透射谱的叠加，并将多个子归一化透射谱分别对应的耦合中心波长设定为指定中心波长，使得多个宽度不同的波导分别对应的耦合中心波长分别在多个指定中心波长附近，从而使得多个宽度不同的子归一化透射谱叠加后的总的归一化透射谱对应的耦合中心波长可以在待耦合光信号的中心波长附近，从而使得光栅耦合器对待耦合光信号具有较高的耦合效率。其中，耦合中心波长在指定中心波长附近的波导，在传输该指定中心波长的光信号时的耦合效率较高。不同宽度的波导的耦合中心波长分别在多个不同指定中心波长附近时，在传输对应的指定中心波长的光信号时的耦合效率较高。其中，耦合中心波长在指定中心波长附近可以理解为耦合中心波长与指定中心波长的差值较小，该差值可以根据实际需要进行设定。

又由于对于任一指定中心波长来说，不同宽度的波导在传输指定中心波长的不同偏振模式的光信号时的耦合效率不同，因而，示例性的，光栅耦合器波导阵列中波导的分布可以包括以下几种情况：

情况 1:

波导阵列中的波导均为 TE 偏振相关的波导或者均为 TM 偏振相关的波导。

当波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率较高,例如大于第一预设阈值时,可以称为 TE 偏振相关的波导。这里的第一预设阈值通常较大(例如可以为 85%),具体可以根据实际需要进行设置,这里不做限定。由于同一宽度的波导在传输指定中心波长的不同偏振模式的光信号时的耦合效率不同,因而 TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率可能较高也可能较低,即 TE 偏振相关的波导不能保证在传输指定中心波长的 TM 偏振相关的光信号时具有较高的耦合效率。同样,当波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率较高,例如大于第一预设阈值时,可以称为 TM 偏振相关的波导, TM 偏振相关的波导不能保证在传输指定中心波长的 TE 偏振相关的光信号时具有较高的耦合效率。

当光栅耦合器中的波导均为 TE 偏振相关的波导时,由于不同宽度的 TE 偏振相关的波导分别在传输对应的指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率较高,且不同宽度的波导的耦合中心波长分别在指定中心波长附近,因而使得多个波导的子归一化透射谱叠加后的总的归一化透射谱中,光栅耦合器的耦合中心波长在待耦合光信号的中心波长附近,因此光栅耦合器在传输 TE 偏振模式的待耦合光信号时的耦合效率较高。当光栅耦合器中的波导均为 TE 偏振相关的波导时,该光栅耦合器可以称为 TE 偏振相关的光栅耦合器。

与光栅耦合器中的波导均为 TE 偏振相关波导的情况类似,当光栅耦合器中的波导均为 TM 偏振相关的波导时,该光栅耦合器可以称为 TM 偏振相关的光栅耦合器。TM 偏振相关的光栅耦合器在传输 TM 偏振模式的待耦合光信号时的耦合效率较高。

同时,由于上述 TE/TM 偏振相关的光栅耦合器中包括多个宽度不同的波导,因而上述光栅耦合器总的归一化透射谱为多个宽度不同的波导的

子归一化透射谱的叠加，从而能够提高光栅耦合器的带宽。

示例性的，这里将以 TE 偏振相关的光栅耦合器为例进行详细描述。在图 5 所示的波导芯层中，波导阵列中的波导可以均为 TE 偏振相关的波导。具体的，波导芯层的厚度可以是 $0.2\text{-}0.4\mu\text{m}$ ，亚微米波导的宽度可以是 $0.4\text{-}0.6\mu\text{m}$ ，与之连接的第一锥形波导的宽端的宽度可以是 $20\text{-}40\mu\text{m}$ ，波导阵列的长度可以是 $20\text{-}40\mu\text{m}$ ，波导阵列的宽度可以是 $20\text{-}30\mu\text{m}$ 。波导链的一个周期内可以包括一个宽波导和一个窄波导，宽波导的宽度可以是 $200\text{-}700\text{nm}$ ，窄波导的宽度可以在 250nm 以下，但第一波导群 71 中的宽波导即第二波导 92 与第二波导群 72 中的宽波导即第三波导 93 的具体宽度值可以不同，第一波导群 71 中的窄波导即第一波导 91 与第二波导群 72 中的窄波导即第四波导 94 的具体宽度值可以不同，这样波导阵列便可以包含有四个不同宽度的波导，对应四个不同的有效折射率，从而产生四个耦合中心波长及归一化透射谱。

举例来说，当待耦合光信号的中心波长为 1550nm 时，可以设定指定中心波长分别为 1520nm 、 1540nm 、 1560 和 1580 ，第一波导群 71 中两个不同宽度的波导传输 TE 偏振模式的光信号时的耦合中心波长可以分别为 1520nm 和 1540nm ，这两个波导分别在传输指定中心波长为 1520nm 和 1540nm 的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率最高，这两个耦合中心波长分别对应的子归一化透射谱叠加后的归一化透射谱对应的耦合中心波长为 1530nm 。而第二波导群 72 中两个不同宽度的波导在传输 TE 偏振模式的光信号时的耦合中心波长可以分别为 1560nm 和 1580nm ，这两个波导分别在传输指定中心波长为 1560nm 和 1580nm 的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率最高，这两个耦合中心波长分别对应的子归一化透射谱叠加后的归一化透射谱对应的耦合中心波长为 1570nm 。将分别对应四个耦合中心波长的子归一化透射谱进行叠加可以得到如图 6 所示的光栅耦合器总的归一化透射谱。光栅耦合器对中心波长为 1550nm 的光信号的耦合效果示意图可以参见图 7。需要说明的是，这里的参数值只是举例说明，本发明实施例不做限定。

由图 6 可知,光栅耦合器在传输 TE 偏振模式的光信号时的耦合中心波长为 1550nm,与待耦合光信号的中心波长一致,因而在传输 TE 偏振模式的待耦合光信号时的耦合效率最高。同时,在图 6 中,光栅耦合器总的归一化透射谱的 3dB 带宽对应的波长范围为 100nm 左右,即 TE 偏振相关的光栅耦合器的带宽提高到了 12.5THz 左右。因而,与现有技术相比,本发明实施例提供的 TE 偏振相关的光栅耦合器可以显著提高传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的带宽,进而可以显著提高可传输的光信号的信息量。

与 TE 偏振相关的光栅耦合器类似, TM 偏振相关的光栅耦合器可以提高传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率及带宽。

由于 TE 偏振相关的光栅耦合器可以保证在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时具有较高的耦合效率,而不能保证在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时具有较高的耦合效率,因而 TE 偏振相关的光栅耦合器具有较强的偏振依赖性。具体来说,当某一 TE 偏振相关的光栅耦合器在传输 TE 偏振模式的光信号时的耦合中心波长为 1550nm 时,该波导在传输 TM 偏振模式的光信号时的耦合中心波长为 1556nm,而并不是 1550nm。若待耦合光信号的中心波长为 1550nm,则该光栅耦合器在传输 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率高,而在传输 TM 偏振模式的光信号的耦合效率较低,使得光栅耦合器在传输指定中心波长的 TE 和 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率的差值较大,从而使得偏振相关损耗 (Polarization Dependent Loss, PDL) 较大。对于任一指定中心波长来说,这里的 PDL 是指在传输 TE 偏振模式的光信号和 TM 偏振模式的光信号时,较高耦合效率与较低耦合效率的比值。同样,对于 TM 偏振相关的光栅耦合器也会存在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率较高的同时,不能保证在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时具有较高的耦合效率。

又由于待耦合光信号通常不是完全的 TE 偏振模式的光信号,或者完全的 TM 偏振模式的光信号,而往往可以分解为相互正交的 TE 偏振分量

和 TM 偏振分量，且 TE/TM 偏振相关的光栅耦合器只能保证对其中一种偏振分量的光信号的耦合效率较高，而不能保证对另一种偏振分量的耦合效率也较高，即 PDL 较大。因而，TE/TM 偏振相关的光栅耦合器对光信号的总的耦合效率较低。

情况 2:

波导阵列中的波导可以包括水平极化 TE 偏振相关的波导和垂直极化 TM 偏振相关的波导，TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值，TM 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值。

由情况 1 可知，当光栅耦合器波导阵列中宽度不同的波导包括 TE 偏振相关的波导时，可以提高光栅耦合器在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率和带宽；当光栅耦合器波导阵列中宽度不同的波导包括 TM 偏振相关的波导时，可以提高光栅耦合器在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率和带宽。因而在情况 2 中，当光栅耦合器波导阵列中宽度不同的波导同时包括 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导时，可以同时提高光栅耦合器在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率和带宽，以及在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率和带宽。且当光信号包括 TE 偏振分量和 TM 偏振分量时，该光栅耦合器能够提高在传输指定中心波长的光信号时总的耦合效率和带宽。

可见，情况 2 中的光栅耦合器可以提高在传输指定中心波长时的光信号的耦合带宽和耦合效率，而与偏振模式无关，因而可以称为偏振无关的光栅耦合器。

在情况 2 提供的偏振无关的光栅耦合器中，本发明实施例对波导阵列中 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导的数量和位置并不具体限定。示例性的，部分波导群中的波导可以为 TE 偏振相关的波导，其它波导群中的波导可以为 TM 偏振相关的波导；或者，任一波导链中的部分波

导可以为 TE 偏振相关的波导，而其余波导可以为 TM 偏振相关的波导。

可选地，波导阵列中的波导链为 TE 偏振相关的波导链或 TM 偏振相关的波导链，且 TE 偏振相关的波导链与 TM 偏振相关的波导链相邻排列。其中，TE 偏振相关的波导链中的波导均为 TE 偏振相关的波导，TM 偏振相关的波导链中的波导均为 TM 偏振相关的波导。示例性的，本发明实施例提供的一种偏振无关的光栅耦合器波导芯层的俯视图可以参见图 8。其中，波导阵列 6 包括第三波导群 73、第四波导群 74、第五波导群 75 和第六波导群 76，每个波导群中包括两条波导链，斜线填充的波导为 TM 偏振相关的波导，其它波导为 TE 偏振相关的波导。

优选地，波导阵列中 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导相邻排列。具体的，在任一波导链中，TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导可以相邻排列，且位于相邻波导链中的两个相邻波导可以分别为 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导。示例性的，在图 5 所示的波导阵列中，第一波导和第四波导可以为 TM 偏振相关的波导，且第二波导和第三波导可以为 TE 偏振相关的波导，具体可以参见图 9 所示的波导芯层的结构，其中，斜线填充的波导为 TM 偏振相关的波导，其它波导为 TE 偏振相关的波导。其中，在第一波导链中，相邻排列的第一波导和第二波导分别为 TM 偏振相关的波导和 TE 偏振相关的波导；在第二波导链中，相邻排列的第三波导和第四波导分别为 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导；第一波导链中的第一波导与第二波导链中的第三波导相邻且分别为 TM 偏振相关的波导和 TE 偏振相关的波导；第一波导链中的第二波导与第二波导链中的第四波导相邻且分别为 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导。

由于光信号通常可以分解为 TE 偏振模式和 TM 偏振模式，且通过光栅耦合器进行耦合时光信号的光斑很小，因而光斑与光栅耦合器对应的面积很小，当 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导相邻排列时，可以使得光栅耦合器在对应光斑区域内同时包括多个 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导，从而使得光信号中的 TE 偏振分量可以被多个 TE 偏振相关的波导耦合进光栅耦合器，而 TM 偏振分量可以被与 TE 偏振相

关的波导相邻的多个 TM 偏振相关的波导耦合进光栅耦合器,从而可以提高光栅耦合器对光信号的耦合效率。

情况 3:

波导阵列中的波导包括偏振无关的波导,偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的偏振相关损耗小于第二预设阈值。

其中,第二预设阈值通常较小(例如可以为 0.1dB),具体可以根据实际情况进行设定,这里不做限定。PDL 小于第二预设阈值,即 PDL 很小,可以使得偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率相近,即偏振模式对偏振无关的波导的耦合效率的影响不大。

进一步地,偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率可以大于第三预设阈值,且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率可以大于第三预设阈值。这里的第三预设阈值也较大(例如可以是 80%),但通常可以小于第一预设阈值。也就是说,偏振无关的波导可以保证在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时具有较高的耦合效率,同时在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时也具有较高的耦合效率。并且,当光信号包括 TE 偏振分量和 TM 偏振分量时,偏振无关的波导可以对两种偏振分量均具有较高的耦合效率。因而,当光栅耦合器包括多个偏振无关的波导时可以提高在传输光信号时耦合效率,而与光信号的偏振模式无关,因而也可以成为偏振无关的光栅耦合器。

同时,由于任一宽度的波导在传输 TE 偏振模式的光信号时,可以产生一个与 TE 偏振模式对应的耦合中心波长及子归一化透射谱;同时,在传输 TM 偏振模式的光信号时,还可以产生一个与 TM 偏振模式对应的耦合中心波长及子归一化透射谱。因而,该光栅耦合器对应的 TE 偏振模式的归一化透射谱是宽度不同的多个偏振无关的波导产生的子归一化透射谱的叠加;同时,该光栅耦合器对应的 TM 偏振模式的归一化透射谱也是宽度不同的多个偏振无关的波导产生的子归一化透射谱的叠加。因此,无

论光信号是 TE 偏振模式还是 TM 偏振模式，本发明实施例提供的光栅耦合器均可以提高光信号的耦合带宽，进而可以提高可传输的光信号的信息量。

可见，情况 3 中提供的光栅耦合器可以提高光信号的耦合带宽和耦合效率，而不受光信号的偏振模式的限制，因而也可以称为偏振无关的光栅耦合器。

示例性的，本发明实施例提供的一种偏振无关的光栅耦合器的俯视图可以参见图 10，网格填充的狭缝波导为偏振无关的波导，斜线填充的对称波导为 TM 偏振相关的波导，其它波导为 TE 偏振相关的波导。当然，偏振无关的波导以外的波导也可以均为 TE 偏振相关的波导，或者均为 TM 偏振相关的波导。本发明实施例对光栅耦合器中偏振无关的波导的数量和位置不做限定。

优选地，波导阵列中的波导也可以均为偏振无关的波导，此时波导阵列中任一波导均可以使得 TE 偏振模式和 TM 偏振模式的光信号的耦合效率较高，从而能够更好地提高光信号的耦合效率。

示例性的，本发明实施例提供的一种偏振无关的光栅耦合器波导芯层的俯视图可以参见图 11，网格填充的狭缝波导和网格填充的对称波导均为偏振无关的波导。波导芯层的厚度可以是 220nm，波导阵列可以包括两个波导群，任一波导链的一个周期内可以包括两个宽度不同的波导。宽波导可以为偏振无关的狭缝波导，窄波导可以为偏振无关的对称波导。窄波导的宽度可以在 220nm 附近，这样的窄波导在 TE 偏振模式下的有效折射率与在 TM 偏振模式下的有效折射率相近，从而可以使得两个折射率分别对应的 TE 和 TM 偏振模式下的耦合中心波长的差值在预设阈值内，示例性的该宽度范围内偏振无关的对称波导对应的 TE 偏振模式和 TM 偏振模式的模场分布可以参见图 12；狭缝波导的宽度可以在 400nm 附近，狭缝的宽度可以在 100nm 附近，这样的狭缝波导对应的 TE 偏振模式下的有效折射率与 TM 偏振模式下的有效折射率相近，从而可以使得分别对应的 TE/ TM 偏振模式的耦合中心波长的差值在预设阈值内。示例性的，上述

宽度范围内偏振无关的狭缝波导对应的 TE 偏振模式和 TM 偏振模式的模场分布可以参见图 13。当然，对于波导的具体宽度值可以根据需要进行设定，这里不做限定。

进一步地，在情况 1、情况 2、情况 3 所提供的上述光栅耦合器的基础上，波导阵列中还可以包括第二锥形波导，用于连接波导链中宽度不同的波导，从而可以减小光信号由一个波导转换到宽度不同的另一波导进行传输时的能量损耗。示例性的，包括第二锥形波导 10 的波导芯层的俯视图可以参见如图 14。

上述光栅耦合器中，波导阵列中的波导链可以平行排列；或者，波导链还可以成一定角度排列成扇环波导阵列。当波导链成一定角度排列成扇环波导阵列再与第一锥形波导连接时，可以减小第一锥形波导的长度，从而节约第一锥形波导所占用的面积。示例性的，一种具有扇环波导阵列的光栅耦合器的波导芯层的俯视图可以参见图 15。其中，扇环波导阵列的长度可以是 $10\text{-}15\mu\text{m}$ ，半径可以是 $10\text{-}30\mu\text{m}$ 。

需要说明的是，波导阵列中也可以包括两个以上的波导群，例如图 8 所示的波导阵列中包括四个波导群；且波导链的任一周期中也可以包括两个以上的波导，本发明实施例不做限定。

上述光栅耦合器中，波导阵列中的波导可以为条波导、脊波导或狭缝波导或其它类型的波导，这里不做限定。此外，上述光栅耦合器中的亚微米波导也可以为条波导、脊波导或狭缝波导或其它类型的波导。

此外，上述光栅耦合器中，衬底层未与下限制层接触的一面还可以有分布式布拉格反射镜（Distributed Bragg Reflection, DBR）或金属反射层，以提高光栅耦合器内部的光信号在衬底层的反射率，避免光信号从衬底层泄露出光栅耦合器，从而可以提高光栅耦合器的耦合效率。

并且，在上述光栅耦合器中，还可以在光信号的入射面覆盖有多晶硅层，以减少外部光信号在光栅耦合器入射面的信号反射，从而可以提高能够衍射进光栅耦合器的光信号，提高光栅耦合器的耦合效率。

当然，在上述光栅耦合器的基础上，还可以结合折射率匹配液或现有技术领域的其它相关技术，以提高光栅耦合器的耦合效率，本发明实施例不做限定。

需要说明的是，本发明实施例给出的光栅耦合器中各部分的参数值只是举例说明，具体可以根据实际情况进行设定，本发明实施例并无限定。

本发明实施例提供一种光栅耦合器，在光栅耦合器波导芯层的波导阵列中包括至少两个波导群，每个波导群包括至少一条波导链，每条波导链包括至少两个宽度不同的波导，从而使得光栅耦合器中可以包括多个宽度不同的波导，可以对应多个不同的有效折射率，从而可以产生多个耦合中心波长及归一化透射谱。因而，光栅耦合器总的归一化透射谱是多个宽度不同的波导的子归一化透射谱的叠加，与通常仅包括一种宽度的波导的传统光栅耦合器的归一化透射谱相比，本发明实施例提供的光栅耦合器可以显著提高带宽，从而能够解决现有技术中传统光栅耦合器带宽小的问题。

本发明实施例提供一种光栅耦合器的制备方法，参见图 16，其主要步骤可以包括：

101、制备衬底层。

102、在衬底层的基础上，制备下限制层。

103、在下限制层的基础上，制备波导芯层。

波导芯层包括亚微米波导、第一锥形波导和波导阵列；波导阵列包括至少两个波导群，波导群包括至少一条波导链，波导链包括至少两个宽度不同的波导，波导链中的波导相互连接，同一波导群包括的波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同波导群包括的波导链中波导的宽度和/或排列结构不同。其中，波导阵列中波导链的一端与第一锥形波导宽的一端连接，第一锥形波导窄的一端与亚微米波导连接。

104、在波导芯层的基础上，制备上限制层。

通过上述制备步骤获得的光栅耦合器中，由于波导阵列可以包括至少两个不同的波导群，每个波导群可以包括至少一条波导链，每条波导链

可以包括至少两个宽度不同的波导，且同一波导群包括的波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同波导群包括的波导链中波导的宽度和/或排列结构不同，因而光栅耦合器中可以包括多个宽度不同的波导。由于宽度不同的波导对应的光信号的有效折射率不同，因而多个宽度不同的波导可以对应多个不同的有效折射率，从而可以产生多个耦合中心波长以及多个耦合中心波长对应的归一化透射谱。因此，光栅耦合器总的归一化透射谱为多个宽度不同的波导所产生的不同耦合中心波长对应的子归一化透射谱的叠加。与通常仅包括一种宽度的波导（例如图 1 所示）的传统光栅耦合器的归一化透射谱相比，本发明实施例提供的光栅耦合器总的归一化透射谱中 3dB 波长范围明显增大，从而有效提高了光栅耦合器的带宽，进而增大了可传输的光信号的信息量。

参见图 17，步骤 103 中制备波导芯层具体可以包括步骤 201-204：

201、制备波导。

待耦合光信号通常为通信中常用的中心波长的光信号例如 1550nm，在制备波导时可以首先根据待耦合光信号的中心波长设定指定中心波长。指定中心波长通常在待耦合光信号的中心波长附近，当波导的耦合中心波长在预设指定中心波长附近时，多个宽度不同的波导的子归一化透射谱叠加后的归一化透射谱对应的耦合中心波长在待耦合光信号的中心波长附近，此时光栅耦合器在传输待耦合光信号时具有较高的耦合效率。示例性的，当待耦合光信号的中心波长为 1550nm 时，指定中心波长可以为 1520nm、1540nm、1560nm 和 1570nm。根据指定中心波长确定使得耦合中心波长分别与指定中心波长在一定差值范围（该差值范围通常较小）内的波导的宽度的集合。由于越靠近耦合中心波长耦合效率越高，因而当耦合中心波长在指定中心波长附近时，波导对指定中心波长的光信号的耦合效率较高。根据宽度集合内的不同宽度值制备宽度不同的波导，可以使得光栅耦合器包括多个宽度不同的波导，使得光栅耦合器的归一化透射谱为多个宽度不同的波导的子归一化透射谱的叠加，从而可以有效提高带宽。

本步骤中制备的波导可以为条波导、脊波导、狭缝波导或其它类型

的波导，这里不做限定。

202、将宽度不同的至少两个波导连接形成波导链。

该步骤可以使得波导链中包括多个宽度不同的波导。其中，宽度不同的波导可以周期性排列也可以伪周期性排列，这里不做限定。

203、将波导链排列成波导阵列，使得波导阵列包括至少两个波导群，波导群包括至少一条波导链，同一波导群包括的波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同波导群包括的波导链中波导的宽度和/或排列结构不同。

其中，波导链排列成的波导阵列形成了光栅，这里的光栅可以是均匀光栅也可以是非均匀光栅，待耦合光信号可以通过光栅及衍射特性进行耦合。波导阵列中的波导链可以平行排列，也可以成一定角度排列成扇环波导阵列，以减小与之连接的第一锥形波导的长度，节约第一锥形波导所占用的面积。

204、将波导阵列中波导链的一端与第一锥形波导宽的一端连接，将第一锥形波导窄的一端与亚微米波导连接，从而形成波导芯层。

进一步地，波导阵列中波导链中相邻两个波导的宽度可以不同，位于相邻波导链上的两个相邻波导的宽度可以不同。具体的，可以在步骤202和步骤203中，将宽度不同的波导交错排列，从而可以减少面积浪费，尽可能大地利用了波导芯层的面积，使得结构更加紧凑，提高了波导的数量及在波导芯层的分布率，从而提高了光栅耦合器的耦合效率。

具体的，上述步骤201具体可以包括：

301、根据光栅方程确定指定中心波长对应的有效折射率的集合。

光栅方程表明了耦合中心波长与有效折射率的对应关系，因而可以根据光栅方程确定指定中心波长对应的有效折射率的集合。

302、根据有效折射率的集合，确定波导的宽度集合，并根据波导的宽度集合制备波导。

由于不同偏振模式的光信号的特性、边界条件及其它因素不同，同

一宽度的波导对应的不同偏振模式的有效折射率不同,即在不同偏振模式下,同一有效折射率对应的波导的宽度不同,因而步骤 302 具体可以包括步骤 401-402 以及步骤 501-502 两种情况:

401、在水平极化 TE 偏振模式下,根据有效折射率的集合确定 TE 偏振相关的波导的宽度集合。其中, TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值。对 TE 偏振相关的波导的描述具体可以参见装置实施例。

402、根据 TE 偏振相关的波导的宽度集合,制备 TE 偏振相关的波导。

在步骤 401 中确定 TE 偏振相关的波导的宽度集合后,可以根据 TE 偏振相关的波导的宽度集合中的宽度值,制备相应宽度的 TE 偏振相关的波导,从而可以使得波导阵列中包括多个宽度不同的 TE 偏振相关的波导,使得光栅耦合器的归一化透射谱为多个宽度不同的 TE 偏振相关波导的归一化透射谱的叠加,从而可以显著提高预设波长范围内 TE 偏振光信号的耦合带宽,有效增大可传输的 TE 偏振光信号的信息量。

或者,步骤 302 可以包括:

501、在垂直极化 TM 偏振模式下,根据有效折射率的集合确定 TM 偏振相关的波导的宽度集合。其中, TM 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值。对 TM 偏振相关的波导的描述具体可以参见装置实施例。

502、根据 TM 偏振相关的波导的宽度集合,制备 TM 偏振相关的波导。

在步骤 501 中确定 TM 偏振相关的波导的宽度集合后,可以根据 TM 偏振相关的波导的宽度集合中的宽度值,制备相应宽度的 TM 偏振相关的波导,从而可以使得波导阵列中包括多个宽度不同的 TM 偏振相关的波导,使得光栅耦合器的归一化透射谱为多个宽度不同的 TM 偏振相关波导的归一化透射谱的叠加,从而可以显著提高预设波长范围内 TM 偏振光信号的耦合带宽,有效增大可传输的 TM 偏振光信号的信息量。

可选地，波导阵列中的波导包括 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导。具体的，可以在波导阵列中同时包括由步骤 401、402 获得的宽度不同的 TE 偏振相关的波导，和由步骤 501、502 获得的宽度不同的 TM 偏振相关的波导，从而可以提高光栅耦合器的耦合带宽和耦合效率以及可传输的光信号的信息量，具体可以参见装置实施例中的描述。更进一步地，还可以在波导阵列中将 TE 偏振相关的波导和 TM 偏振相关的波导相间排列，从而更好地提高光栅耦合器的耦合效率，具体可以参见装置实施例中的描述。

可选地，波导阵列中的波导包括偏振无关的波导，偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的偏振相关损耗 PDL 小于第二预设阈值。进一步地，偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值，且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值。具体的，在步骤 201 中制备偏振无关的波导具体可以包括：

601、根据光栅方程以及 TE 偏振模式下有效折射率与 TE 偏振相关的波导的宽度的对应关系，确定第一映射关系，第一映射关系为 TE 偏振模式下耦合中心波长与 TE 偏振相关的波导的宽度的映射关系。

602、根据光栅方程以及垂直极化 TM 偏振模式下有效折射率与 TM 偏振相关的波导的宽度的对应关系，确定第二映射关系，第二映射关系为 TM 偏振模式下耦合中心波长与 TM 偏振相关的波导的宽度的映射关系。

603、根据第一映射关系以及第二映射关系，确定偏振无关的波导的宽度集合，以使得宽度在宽度集合内的偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值，且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值。

604、根据偏振无关的波导的宽度集合，制备偏振无关的波导。

根据步骤 603 确定的宽度集合制备偏振无关的波导，可以使得波导

阵列中包括多个偏振无关的波导,或者可以使得波导阵列中的波导均为偏振无关的波导,从而可以提高光栅耦合器对光信号的耦合带宽和耦合效率、以及可传输的光信号的信息量,具体可以参见装置实施例中的描述。

进一步地,上述步骤 202 具体可以包括:将宽度不同的至少两个波导通过第二锥形波导连接形成波导链。其中,用以连接宽度不同的波导的第二锥形波导,可以减小光信号由一个宽度波导转换到宽度不同的另一波导进行传输时的能量损耗。

此外,在本发明实施例提供的上述光栅耦合器中,还可以结合 DBR、金属反射层、多晶硅层、折射率匹配液等现有技术,以提高光栅耦合器的耦合效率。

本发明实施例提供一种光栅耦合器的制备方法,制备获得的光栅耦合器波导芯层的波导阵列中包括至少两个波导群,每个波导群包括至少一条波导链,每条波导链包括至少两个宽度不同的波导,从而使得光栅耦合器中可以包括多个宽度不同的波导,可以对应多个不同的有效折射率,从而可以产生多个耦合中心波长及归一化透射谱。因而,光栅耦合器总的归一化透射谱是多个宽度不同的波导的子归一化透射谱的叠加,与通常仅包括一种宽度的波导的传统光栅耦合器的归一化透射谱相比,本发明实施例提供的光栅耦合器可以显著提高带宽,从而能够解决现有技术中传统光栅耦合器带宽小的问题。

在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的光栅耦合器和制备方法,可以通过其它的方式实现。以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种光栅耦合器，其特征在于，包括：

依次排列的衬底层、下限制层、波导芯层和上限制层；

所述波导芯层包括亚微米波导、第一锥形波导和波导阵列；

所述波导阵列包括至少两个波导群，所述波导群包括至少一条波导链，所述波导链包括至少两个宽度不同的波导，所述波导链中的所述波导相互连接，同一所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和/或排列结构不同；

其中，所述波导阵列中所述波导链的一端与所述第一锥形波导宽的一端连接，所述第一锥形波导窄的一端与所述亚微米波导连接。

2、根据权利要求 1 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导链中相邻两个波导的宽度不同，位于相邻波导链上的两个相邻波导的宽度不同。

3、根据权利要求 2 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导阵列包括第一波导群和第二波导群，所述第一波导群包括第一波导链，所述第二波导群包括第二波导链；

所述第一波导链包括第一波导和第二波导，所述第一波导与所述第二波导的宽度不同且相邻排列；

所述第二波导链包括第三波导和第四波导，所述第三波导与所述第四波导的宽度不同且相邻排列；

所述第一波导与所述第三波导的宽度不同且相邻排列；

所述第二波导与所述第四波导的宽度不同且相邻排列。

4、根据权利要求 1-3 任一项所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导阵列中的所述波导包括水平极化 TE 偏振相关的波导和垂直极化 TM 偏振相关的波导；

其中，所述 TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值；所述 TM 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第

一预设阈值。

5、根据权利要求 4 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导阵列中的所述波导链为 TE 偏振相关的波导链或 TM 偏振相关的波导链，且所述 TE 偏振相关的波导链与所述 TM 偏振相关的波导链相邻排列；

其中，所述 TE 偏振相关的波导链中的所述波导均为所述 TE 偏振相关的波导，所述 TM 偏振相关的波导链中的所述波导均为所述 TM 偏振相关的波导。

6、根据权利要求 4 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导阵列中所述 TE 偏振相关的波导和所述 TM 偏振相关的波导相邻排列。

7、根据权利要求 3 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述第一波导和所述第四波导为 TM 偏振相关的波导，且所述第二波导和所述第三波导为 TE 偏振相关的波导。

8、根据权利要求 1-3 任一项所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导阵列中的所述波导包括偏振无关的波导，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的偏振相关损耗 PDL 小于第二预设阈值。

9、根据权利要求 8 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值，且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第三预设阈值。

10、根据权利要求 9 所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导阵列中的所述波导均为所述偏振无关的波导。

11、根据权利要求 1-10 任一项所述的光栅耦合器，其特征在于，还包括：

第二锥形波导，用于连接所述波导链中宽度不同的所述波导。

12、根据权利要求 1-11 任一项所述的光栅耦合器，其特征在于，所述波导链平行排列；

或者，所述波导链成一定角度排列成扇环波导阵列。

13、根据权利要求 1-12 任一项所述的光栅耦合器，其特征在于，

所述波导阵列中的所述波导为条波导、脊波导或狭缝波导。

14、一种光栅耦合器的制备方法，其特征在于，包括：

制备衬底层；

在所述衬底层的基础上，制备下限制层；

在所述下限制层的基础上，制备波导芯层，所述波导芯层包括亚微米波导、第一锥形波导和波导阵列；所述波导阵列包括至少两个波导群，所述波导群包括至少一条波导链，所述波导链包括至少两个宽度不同的波导，所述波导链中的所述波导相互连接，同一所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和/或排列结构不同；

其中，所述波导阵列中所述波导链的一端与所述第一锥形波导宽的一端连接，所述第一锥形波导窄的一端与所述亚微米波导连接；

在所述波导芯层的基础上，制备上限制层。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述制备波导芯层包括：

制备所述波导；

将宽度不同的至少两个所述波导连接形成所述波导链；

将所述波导链排列成所述波导阵列，使得所述波导阵列包括至少两个所述波导群，所述波导群包括至少一条波导链，同一所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和排列结构相同，不同所述波导群包括的所述波导链中波导的宽度和/或排列结构不同；

将所述波导阵列中所述波导链的一端与所述第一锥形波导宽的一端连接，将所述第一锥形波导窄的一端与所述亚微米波导连接，从而形成所述波导芯层。

16、根据权利要求 14 或 15 所述的方法，其特征在于，所述波导链中相邻两个波导的宽度不同，位于相邻波导链上的两个相邻波导的宽度不同。

17、根据权利要求 14-16 任一项所述的方法，其特征在于，所述波导阵列中的所述波导包括水平极化 TE 偏振相关的波导和垂直极化 TM

偏振相关的波导；

其中，所述 TE 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第一预设阈值；所述 TM 偏振相关的波导在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第一预设阈值。

18、根据权利要求 14-16 任一项所述的方法，其特征在于，所述波导阵列中的所述波导包括偏振无关的波导，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号和在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的偏振相关损耗 PDL 小于第二预设阈值。

19、根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述偏振无关的波导在传输指定中心波长的 TE 偏振模式的光信号时的耦合效率大于第三预设阈值，且在传输指定中心波长的 TM 偏振模式的光信号时的耦合效率大于所述第三预设阈值。

20、根据权利要求 14-19 任一项所述的方法，其特征在于，所述波导链中宽度不同的所述波导通过第二锥形波导连接。

1/7

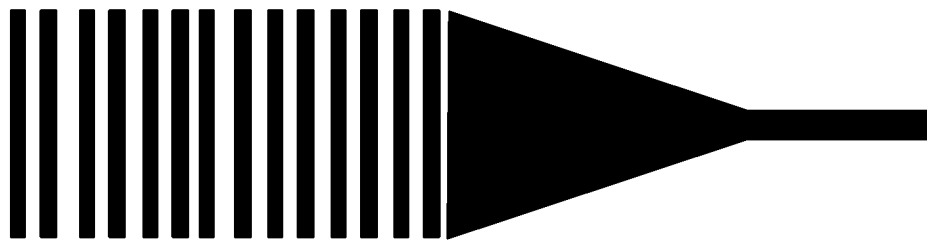


图 1

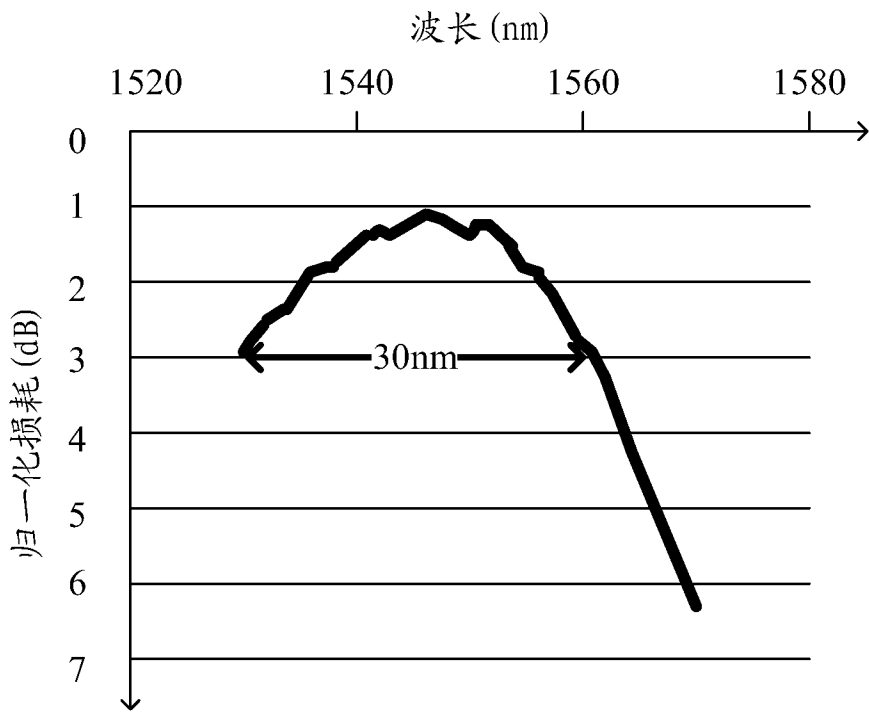


图 2

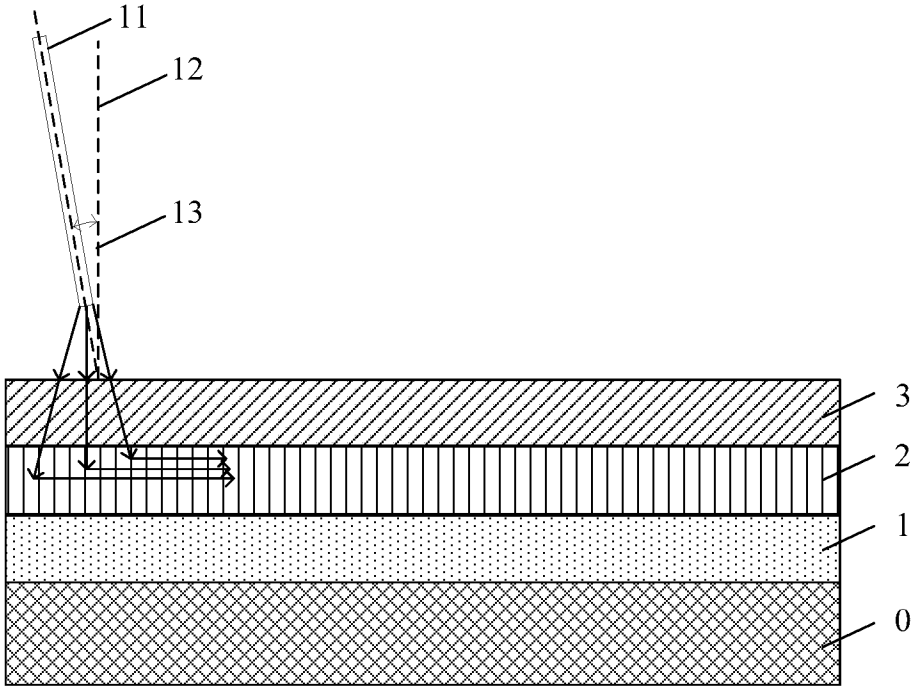


图 3

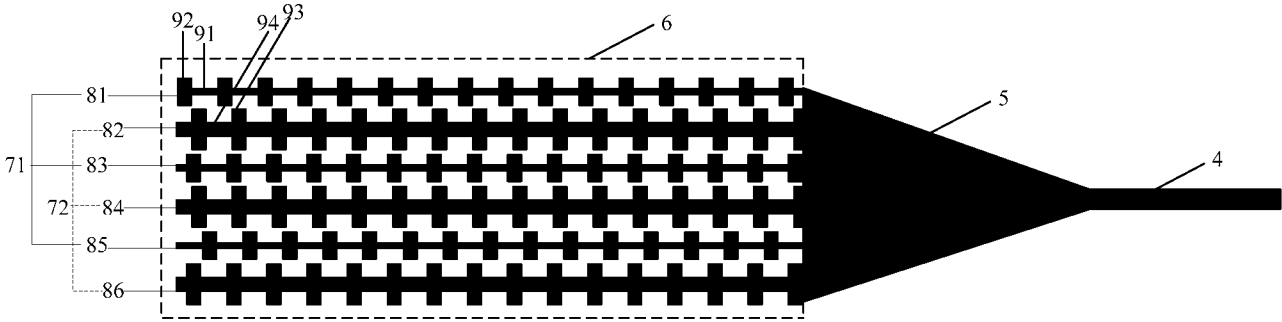


图 4

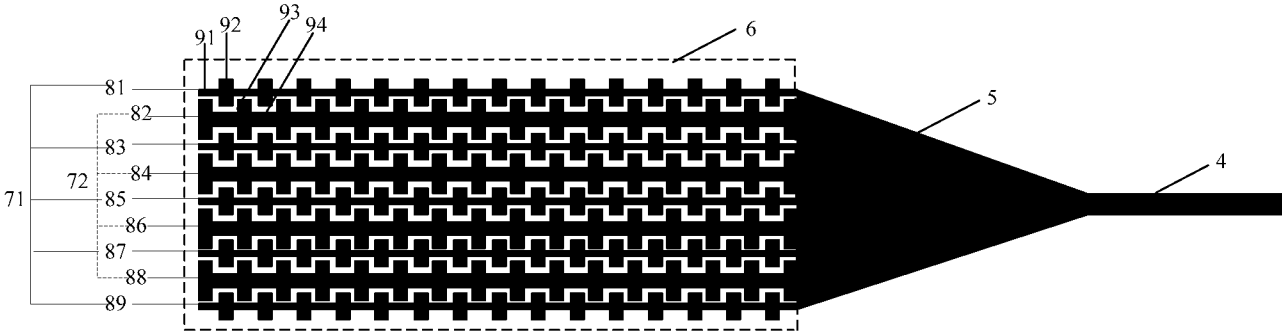


图 5

3/7

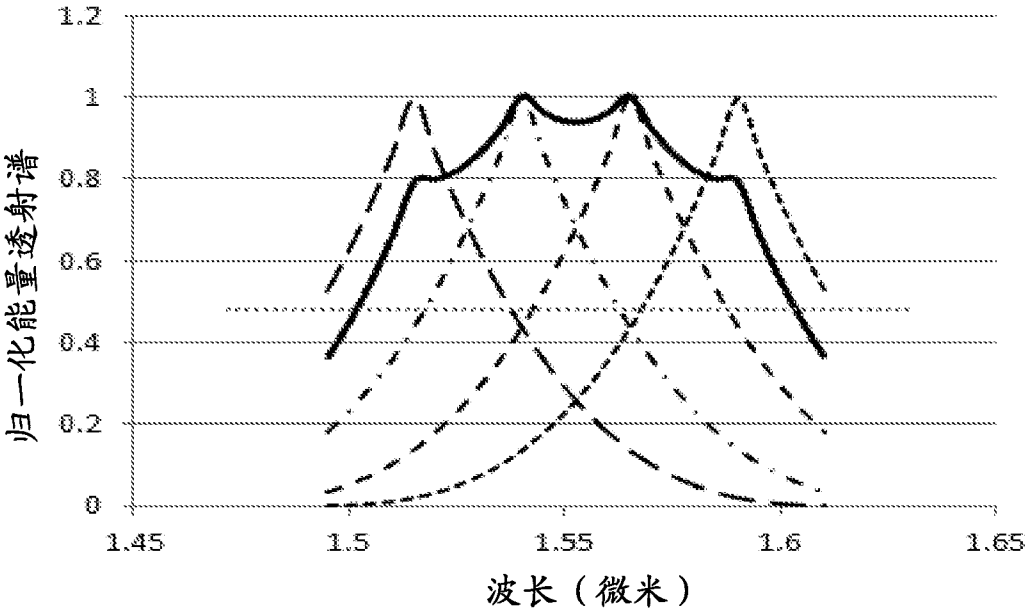


图 6

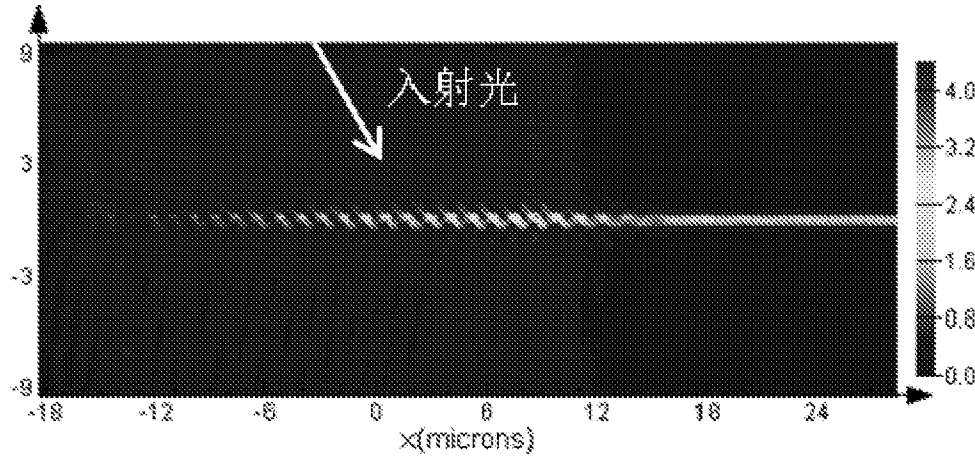


图 7

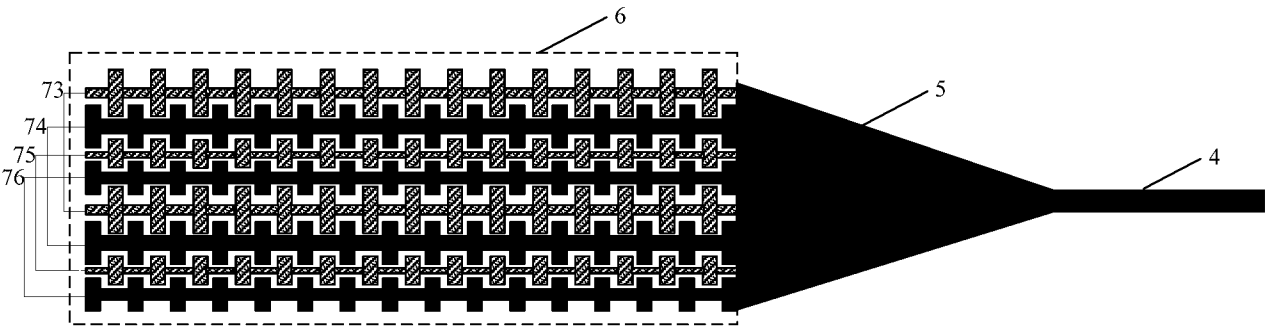


图 8

4/7

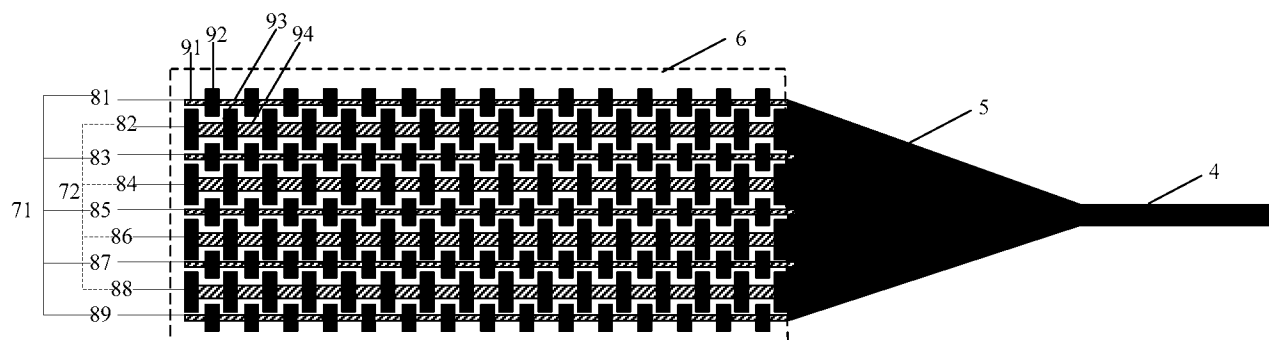


图 9

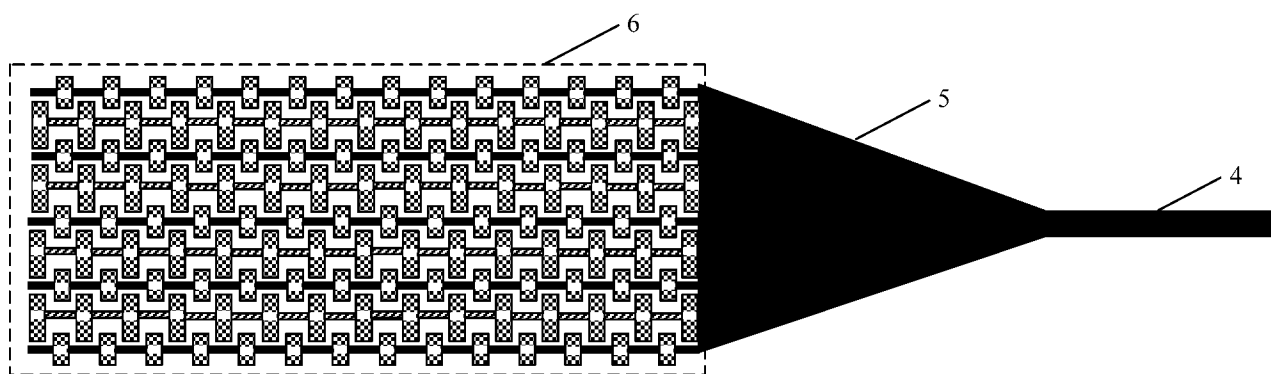


图 10

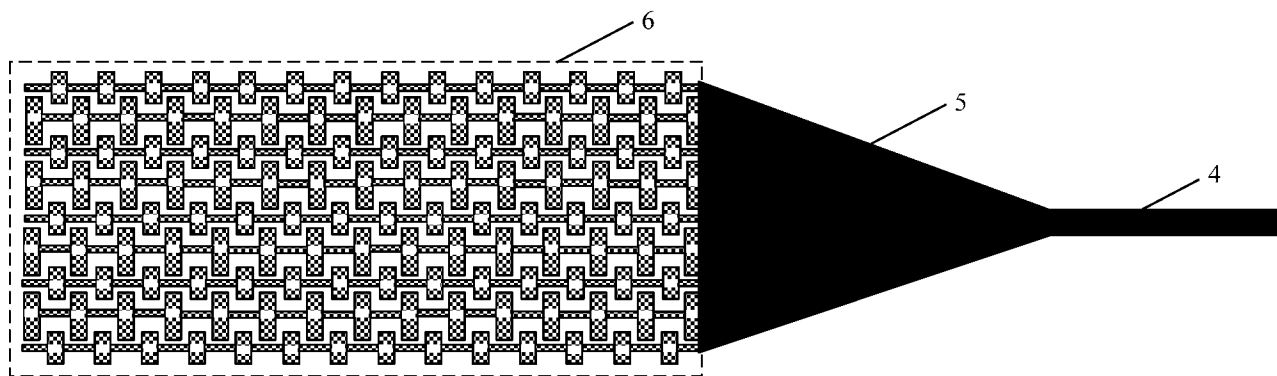


图 11

5/7

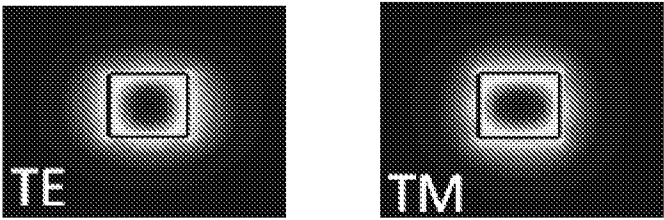


图 12

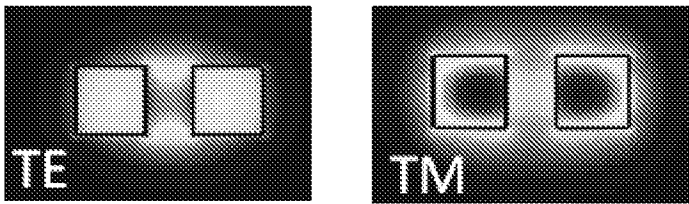


图 13

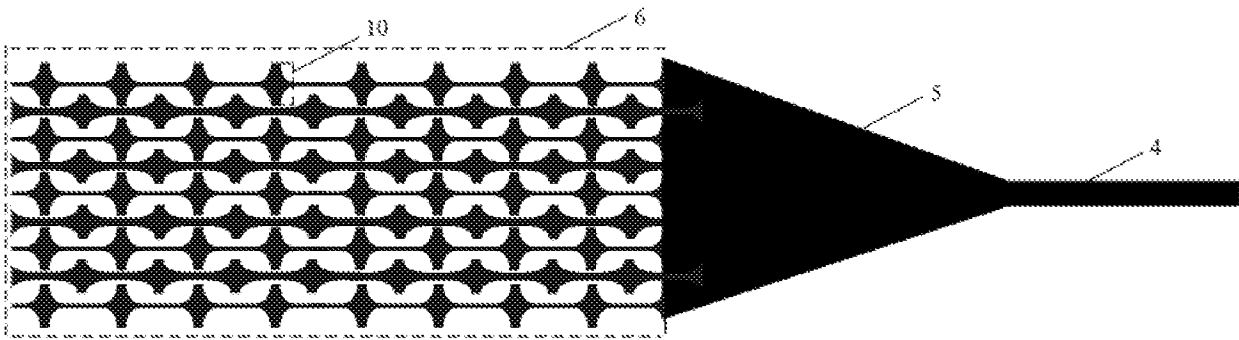


图 14

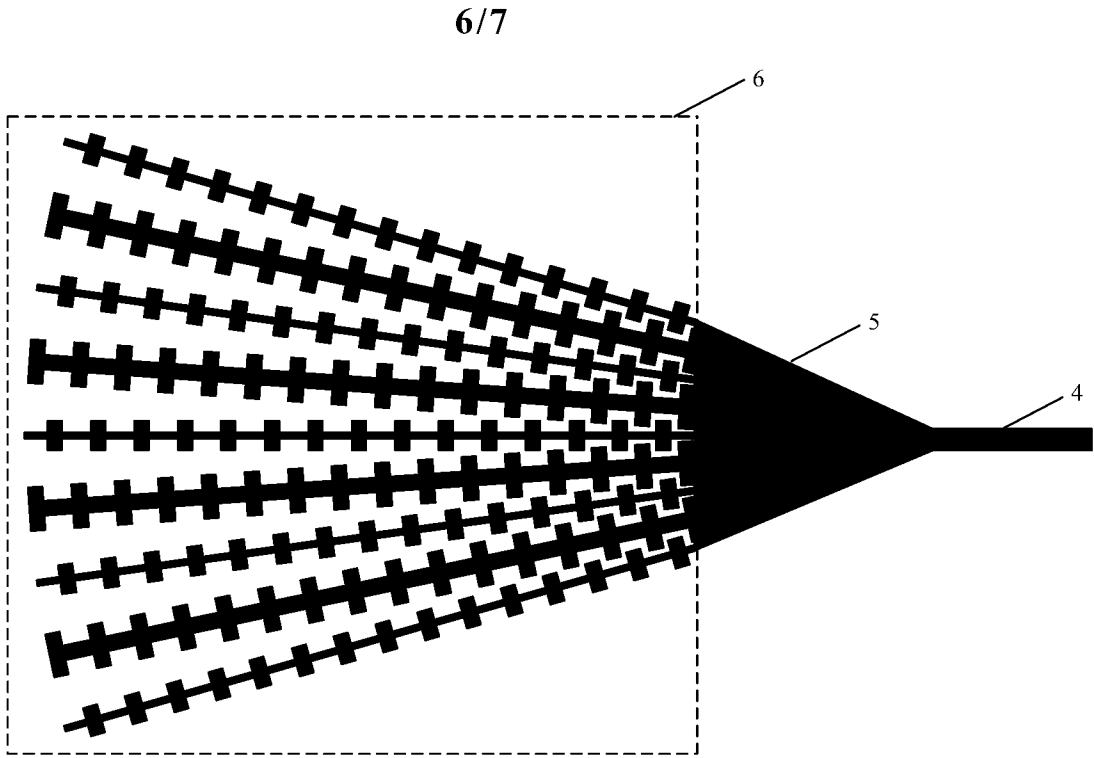


图 15

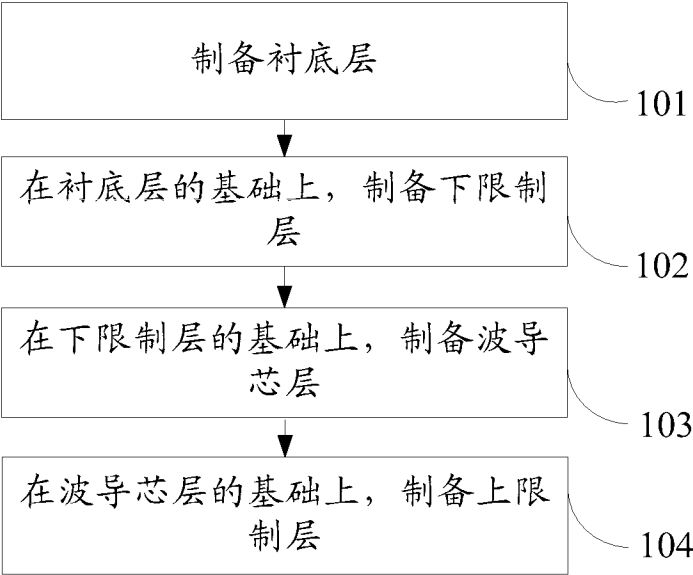


图 16

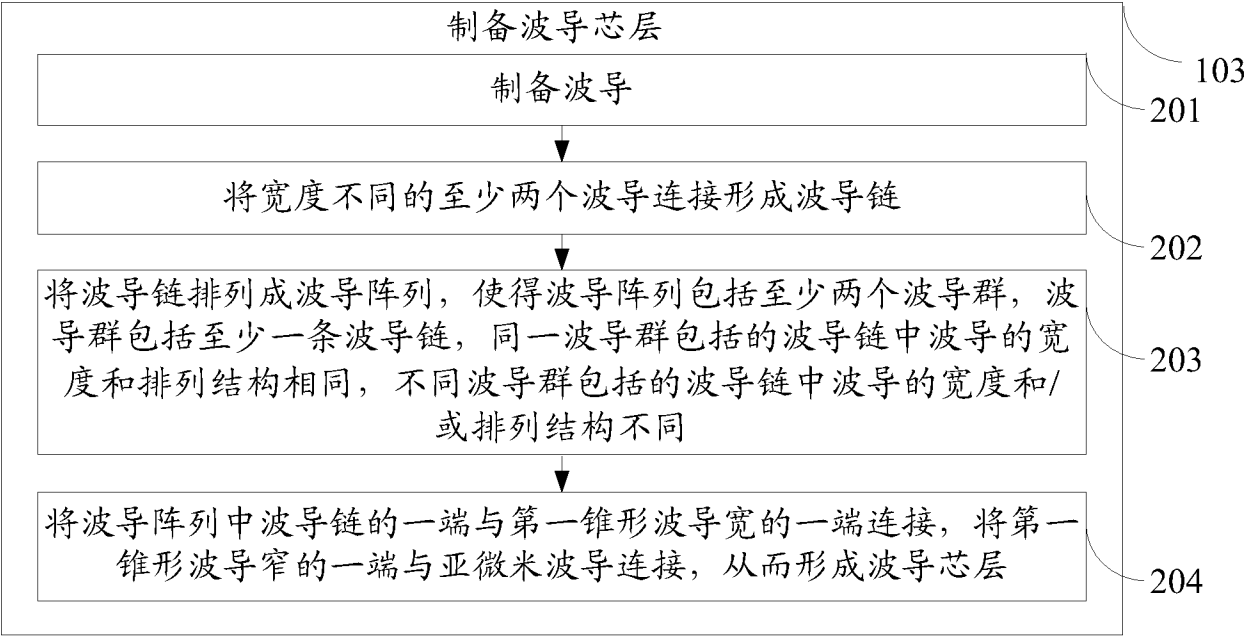


图 17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/081270

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/34 (2006.01) i; G02B 6/124 (2006.01) i; G02B 5/18 (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)

CNABS; VEN; TWABS; CNKI: (OR GRATING?, GRATE?) 3D COUPL+, AWG, (ARRAY+ 1D (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+, PHOTO+) 1D GUID+)) 1D (OR GRATING?, GRATE?)), ((OR PLANAR, PLANE?) 3D (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+) 1D GUID+))), PW, PWG, PLC, (SILICON+ 1D (or SUBSTRATE?, BOARD?, PLATE?, BASE?, SUPPORT???, BACKPLATE?, BACKPLANE?, PANEL?, STAGE?, UNDERLAY?, BASEPLATE?)), PIC, (PHOTON+ 1W INTEGRAT+ 1W CIRCUIT?), SOL, (SILICON+ 1W ON 1W INSULAT+), (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+, PHOTO+) 1D GUID+)) 3D (OR WIDTH??, WID, ALTERNAT????, INTERLEAV???, ARRANG+, COLLOCAT+, ARRAY+, DISPOS+, COMPOS+, DISTRIBUT+, LAYOUT+, (EFFECT+ 1D REFRACT+), NEFF), COUPL+ 3D (OR BANDWIDTH??, SPECTRAL, SPECTRUM, EFFECT+), (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+, PHOTO+) 1D GUID+)) 3D (OR AREA?, PROPORTION, SURFAC+, SAVE?, SAVING?), TAPER+, CONE?, CONIC+, TE, (TRANSVER+ 1D ELECTRIC+), TM, (TRANSVER+ 1D MEGNET+), PDL, (POLARIZ+ 1D DEPENDEN+ 1D LOSS+)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
-----------	--	-----------------------

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

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“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
“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	“&”document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 March 2016

Date of mailing of the international search report
21 March 2016

Name and mailing address of the ISA
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
REN, Zhiwei
Telephone No. (86-10) 62085590

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2015/081270

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 101995609 A (CHINESE ACAD SCI SEMICONDUCTORS INST) 30 March 2011 (30.03.2011) description, paragraphs [0001]-[0052], and figures 1-5	1-20
Y	CN 101106164 A (CHINA ELTRN TECHN GROUP CORP 13 RES INST) 16 January 2008 (16.01.2008) description, pages 1-4, and figures 1-6	1-20
Y	CN 101833138 A (HUAZHONG SCI&TECHNOLOGY UNIVERSITY) 15 September 2010 (15.09.2010) description paragraphs [0001]-[0031], and figure 1	4-10, 17-19
Y	CN 103197386 A (BEIJING TECHNOLOGY UNIVERSITY) 10 July 2013 (10.07.2013) description, paragraphs [0001]-[0065], and figures 1-5	1-20
Y	CN 103901563 A (BEIJING TECHNOLOGY UNIVERSITY) 02 July 2014 (02.07.2014) description, paragraphs [0001]-[0049], and figures 1-7	1-20
Y	CN 101556356 A (PEKING UNIVERSITY) 14 October 2009(14.10.2009) description, pages 1-6, and figures 1-3	1-20
Y	CN 104090333 A (TIANJIN POLYTECHNIC UNIVERSITY) 08 October 2014 (08.10.2014) description, paragraphs [0001]-[0056], and figures 1-12	1-20
A	US 2014169739 A1 (HON HAI PREC IND CO., LTD.) 19 June 2014 (19.06.2014) the whole document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/081270

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101995609 A	30 March 2011	CN 101995609 B	27 June 2012
CN 101106164 A	16 January 2008	CN 100464433 C	25 February 2009
CN 101833138 A	15 September 2010	CN 101833138 B	25 January 2012
CN 103197386 A	10 July 2013	CN 103197386 B	20 May 2015
CN 103901563 A	02 July 2014	None	
CN 101556356 A	14 October 2009	CN 101556356 B	19 October 2011
CN 104090333 A	08 October 2014	None	
US 2014169739 A1	19 June 2014	TW 201426048 A	01 July 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/081270

A. 主题的分类

G02B 6/34(2006.01)i; G02B 6/124(2006.01)i; G02B 5/18(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))

CNABS;VEN;TWABS;CNKI:(光栅 3d 耦合),(AND 光栅,耦合器),(2D 阵列,(OR 波导,导波,光导,导光),光栅),AWG,(平面 3d (or 波导,导波,光导,导光)),PW, PWG, PLC,硅基,光子集成回路,PIC,SOI,(or 波导,导波,光导,导光) 3d (or 宽度,交错,交替,替换,错开,排列,排布,布局,布置,设置,有效折射率,NEFF),耦合 3D (OR 带宽,频谱,效率),(OR 波导,导波,光导,导光) 3D (OR 面积,表面,节省,节约),(or 波导,导波,光导,导光) 3d 锥,水平极化,TE,垂直极化,竖直极化,TM,偏振,PDL (OR GRATING?, GRATE?) 3D COUPL+, AWG, (ARRAY+ 1D (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+, PHOTO+) 1D GUID+)) 1D (OR GRATING?, GRATE?)), ((OR PLANAR, PLANE?) 3D (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+) 1D GUID+))),PW, PWG, PLC, (SILICON+ 1D (or SUBSTRATE?, BOARD?, PLATE?, BASE?, SUPPORT???, BACKPLATE?, BACKPLANE?, PANEL?, STAGE?, UNDERLAY?, BASEPLATE?)), PIC, (PHOTON + 1W INTEGRAT+ 1W CIRCUIT?), SOI, (SILICON+ 1W ON 1W INSULAT+), (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+, PHOTO+) 1D GUID+)) 3D (OR WIDTH??, WID, ALTERNAT????, INTERLEAV???, ARRANG+, COLLOCAT+, ARRAY+, DISPOS+, COMPOS+, DISTRIBUT+, LAYOUT+, (EFFECT+ 1D REFRACT+), NEFF), COUPL+ 3D (OR BANDWIDTH??, SPECTRAL, SPECTRUM, EFFECT+), (OR WAVEGUIDE?, LIGHTGUID+, ((OR LIGHT, WAVE, OPTIC+, PHOTO+) 1D GUID+)) 3D (OR AREA?, PROPORTION, SURFAC+, SAVE?, SAVING?), TAPER+, CONE?, CONIC+, TE, (TRANSVER+ 1D ELECTRIC+), TM, (TRANSVER+ 1D MEGNET+), PDL, (POLARIZ+ 1D DEPENDEN+ 1D LOSS+)

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
Y	CN 101995609 A (中国科学院半导体研究所) 2011年 3月 30日 (2011 - 03 - 30) 说明书第1-52段, 图1-5	1-20
Y	CN 101106164 A (中国电子科技集团公司第十三研究所) 2008年 1月 16日 (2008 - 01 - 16) 说明书第1-4页, 图1-6	1-20
Y	CN 101833138 A (华中科技大学) 2010年 9月 15日 (2010 - 09 - 15) 说明书第1-31段, 图1	4-10, 17-19

☒ 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 3月 8日

国际检索报告邮寄日期

2016年 3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

授权官员

任志伟

电话号码 (86-10)62085590

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
Y	CN 103197386 A (北京工业大学) 2013年 7月 10日 (2013 - 07 - 10) 说明书第1-65段，图1-5	1-20
Y	CN 103901563 A (北京工业大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 说明书第1-49段，图1-7	1-20
Y	CN 101556356 A (北京大学) 2009年 10月 14日 (2009 - 10 - 14) 说明书第1-6页，图1-3	1-20
Y	CN 104090333 A (天津工业大学) 2014年 10月 8日 (2014 - 10 - 08) 说明书第1-56段，图1-12	1-20
A	US 2014169739 A1 (HON HAI PREC IND CO LTD) 2014年 6月 19日 (2014 - 06 - 19) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2015/081270

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	101995609	A	2011年 3月 30日	CN	101995609	B	2012年 6月 27日
CN	101106164	A	2008年 1月 16日	CN	100464433	C	2009年 2月 25日
CN	101833138	A	2010年 9月 15日	CN	101833138	B	2012年 1月 25日
CN	103197386	A	2013年 7月 10日	CN	103197386	B	2015年 5月 20日
CN	103901563	A	2014年 7月 2日	无			
CN	101556356	A	2009年 10月 14日	CN	101556356	B	2011年 10月 19日
CN	104090333	A	2014年 10月 8日	无			
US	2014169739	A1	2014年 6月 19日	TW	201426048	A	2014年 7月 1日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)