

(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2月4日 (04.02.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/015627 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 6/122 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/085343
- (22) 国际申请日: 2015年7月28日 (28.07.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410363204.1 2014年7月28日 (28.07.2014) CN
- (71) 申请人: 深圳大学 (SHENZHEN UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (71) 申请人: 欧阳征标 (OUYANG, Zhengbiao) [CN/CN];
中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。
- (72) 发明人: 王晶晶 (WANG, Jingjing); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518000 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市科吉华烽知识产权事务所 (普通合伙) (SHENZHEN KINDWOLF INTELLECTUAL

PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市南山区深南路深南花园裙楼 A 区四层 402 室, Guangdong 518000 (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)。

[见续页]

(54) Title: LARGE ABSOLUTE BAND-GAP SQUARE-LATTICE PHOTONIC CRYSTAL BASED ON SINGLE-ROD CYLINDERS AND CIRCULAR CYLINDERS

(54) 发明名称: 基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体

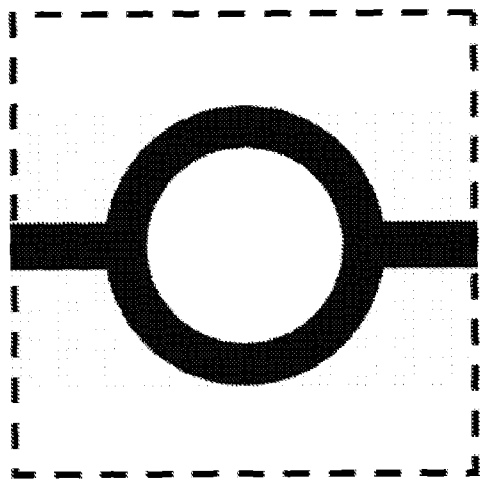


图 1 /Fig.1

(57) Abstract: Provided is a large absolute band-gap square-lattice photonic crystal based on single-rod cylinders and circular cylinders, comprising a high-refractive-index medium cylinder and a low-refractive-index background medium cylinder. The high-refractive-index medium cylinder is constituted by a circular cylinder and a flat medium single rod. The flat single rod is parallel to the horizontal lattice vector or vertical lattice vector of the square lattice cell. The cells of the photonic crystal structure are arranged according to the square lattice. The crystal constant of the square lattice photonic crystal is a . The width D of the flat medium cylinder is $0.048a$, the outer diameter R of the circular cylinder is $0.27a$, the ratio T of the difference between the inner and outer diameters of the circular cylinder to the circular outer diameter is 0.296 , and the relative value of the photonic crystal structure absolute band gap width is 9.8177% . The photonic crystal structure has a very large absolute band gap, and is widely applicable to the design of large-scale integrated optical circuits.

(57) 摘要:

[见续页]



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，包括高折射率介质柱和低折射率背景介质柱。高折射率介质柱由圆环柱和连接圆环的平板介质柱单连杆构成。平板单连杆平行于正方晶格元胞的水平格矢量或者垂直格矢量。光子晶体结构由元胞按正方晶格排列而成。正方晶格光子晶体的晶格常数为 a 。平板介质柱的宽度 D 为 $0.048a$ ，圆环柱的外径 R 为 $0.27a$ ，圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值 T 为 0.296 ，光子晶体结构绝对禁带宽度相对值为 9.8177% 。该光子晶体结构具有非常大的绝对禁带，可广泛应用于大规模集成光路设计中。

基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体

技术领域

本发明涉及宽绝对禁带二维光子晶体。

背景技术

1987 年，美国 Bell 实验室的 E.Yablonovitch 在讨论如何抑制自发辐射和 Princeton 大学的 S.John 在讨论光子区域各自独立地提出了光子晶体（Photonic Crystal）的概念。光子晶体是一种介电材料在空间中呈周期性排列的物质结构，通常由两种或两种以上具有不同介电常数材料构成的人工晶体。

在频域，对任意方向传播的 TE 或 TM 波，电磁场态密度为零的频率区间定义为光子晶体的 TE 或 TM 完全禁带，同时为 TE 和 TM 完全禁带的频率区间被称为光子晶体的绝对禁带。设计具有完全禁带或绝对禁带的光子晶体，能够简单而有效地调控介质的宏观电磁特性，包括选择其中传播电磁波的频带、模式和传输路径，控制其中介质的吸收或辐射等特性，是控制光子运动、制作各种光子器件的基础。

对于各种光子晶体器件而言，光子禁带越宽，器件的性能越好，例如，光子禁带越宽，则光子晶体波导的工作频带越宽、传输损耗越小，光子晶体谐振腔和激光器的品质因子越高，光子晶体对自发辐射的约束效果越好，光子晶体反射镜的反射率越高等。具有完全禁带和绝对禁带的光子晶体因对不同传播方向上的光都存在光子带隙。因此具有完全禁带和绝对禁带的光子晶体受到了广泛关注。

传统上，要获得大的相对禁带，需要采用三角晶格、六角晶格等非正方晶格结构，但是在光子晶体集成光路中，采用正方晶格结构可以使光路简洁，并易于提高光路的集成度，而传统的正方晶格光子晶体的绝对禁带宽度很小，因此具有大的绝对禁带的正方晶格光子晶体成为人们一直追求的目标。

发明内容

本发明的目的是克服现有技术中的不足之处，提供一种易于光路集成，大绝对禁带宽度相对值的新型正方晶格光子晶体结构。

为实现以上目的，本发明是通过以下技术方案予以实现。

本发明的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体包括高折射率介质柱和低折射率背景介质柱；所述的高折射率介质柱由圆环柱和连接圆环的平板介质柱单连杆构成；所述平板单连杆平行于正方晶格元胞的水平格矢量或者垂直格矢量；所述的光子晶体结构由元胞按正方晶格排列而成；所述的正方晶格光子晶体的晶格常数为 a ；所述平板介质柱的宽度 D 为 $0.048a$ ，所述圆环柱的外径 R 为 $0.27a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值 T 为 0.296 ，光子晶体结构绝对禁带宽度相对值为 9.8177% 。

所述高折射率介质为硅、砷化镓、二氧化钛或折射率大于 2 的高折射率介质；

所述高折射率介质为硅，其折射率为 3.4。

所述低折射率背景介质为空气、氟化镁、二氧化硅或低折射率介质。

所述低折射率介质为空气。

所述水平格矢量元胞的左平板连接杆的最左端到右平板连接杆的最右端的距离为 a 。

所述垂直格矢量元胞的下平板连接杆的最底端到上平板连接杆的最顶端的距离为 a 。

所述平板介质柱的宽度为 $0.02a \leq D \leq 0.06a$ ，所述圆环柱的外径为 $0.245a \leq R \leq 0.32a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值为 $0.25 \leq T \leq 0.45$ ，所述光子晶体结构的绝对禁带相对值大于 5%。

所述平板介质柱的宽度为 $0.032a \leq D \leq 0.06a$ ，所述圆环柱的外径为 $0.245a \leq R \leq 0.29a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值为 $0.29 \leq T \leq 0.39$ ，所述光子晶体结构的绝对禁带相对值大于 7%。

本发明的光子晶体结构可广泛应用于大规模集成光路设计中。它与现有技术相比，有如下积极效果。

1. 本发明的光子晶体结构具有非常大的绝对禁带，为光子晶体的应用提供了更大的空间，同时也为光子晶体器件的设计和制造带来更大的方便和灵活性。

2. 本发明的光子晶体属于正方晶格，光路简洁，便于设计，易于大规模光路集成；

3. 本发明的光子晶体属于正方晶格，光路中不同光学元件之间以及不同光路之间易于实现连接和耦合，有利于降低成本。

附图说明

图 1 为本发明的连杆平行于元胞水平格矢量的正方晶格二维光子晶体的结构示意图。

图 2 为本发明的连杆平行于元胞垂直格矢量的正方晶格二维光子晶体的结构示意图。

图 3 为本发明平板介质柱的宽度对于绝对禁带相对值的影响图。

图 4 为本发明光子晶体结构对应于最大绝对禁带宽度相对值的能带图。

图 5 为图 1 所示光子晶体最大绝对禁带相对值的参数结构图。

具体实施方式

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的阐述。

本发明的光子晶体结构包括高折射率介质柱和低折射率背景介质柱，整个光子晶体结构是由元胞按正方晶格生成的。所述高折射率介质柱分为两个部分：圆环柱和连接圆环的平板介质柱单连杆；参照图 1 和图 2 所示为光子晶体的一个元胞，该元胞按正方晶格排列构成所述的光子晶体；图中虚线表示元胞的边界；所述的平板连杆平行于正方晶格元胞的水平格矢量或垂直格矢量；所述的正方晶格光子晶体的晶格常数为 a ；所述平板介质柱的宽度 D 为 $0.048a$ ，所述圆环柱外径 R 为 $0.27a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值 T 为 0.296 ，光子晶体结构绝对禁带宽度相对值为 9.8177% ；所述平板介质柱的宽度为 $0.02a \leq D \leq 0.06a$ ，所述圆环柱的外径为 $0.245a \leq R \leq 0.32a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值为 $0.25 \leq T \leq 0.45$ ，所述光子晶体结构的绝对禁带相对值大于 5% ；所述平板介质柱的宽度为

$0.032a \leq D \leq 0.06a$ ，所述圆环柱的外径为 $0.245a \leq R \leq 0.29a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值为 $0.29 \leq T \leq 0.39$ ，所述光子晶体结构的绝对禁带相对值大于 7%。

参见图 1 所示的平板连杆平行于正方晶格元胞的水平格矢量，所述元胞的左平板连接杆的最左端到右平板连接杆的最右端的距离为 a ；参见图 2 所示的平板连杆平行于正方晶格元胞的垂直格矢量，所述元胞的下平板连接杆的最底端到上平板连接杆的最顶端的距离为 a ；所述高折射率介质材料包括硅（Si），砷化镓，二氧化钛等，所述背景介质为低折射率介质，低折射率介质材料包括空气、氟化镁、二氧化硅等。

通常将绝对禁带宽度与禁带中心频率的比值作为禁带宽度的考察指标，称之为绝对禁带宽度相对值。

利用平面波展开法进行大量的精细研究得到，最大的绝对禁带相对值和其对应的参数。

通过最速下降法对所述光子晶体结构进行优化搜索研究，能获得最大绝对禁带相对值，具体方法如下：

（1）确定三个参数的初扫描范围为：平板介质柱的宽度 $D = 0.01a \sim 0.2a$ ，圆环柱的外径 $R = 0.1a \sim 0.5a$ ，圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值 $T = 0.01 \sim 0.99$ 。

（2）基于平面波展开法做粗扫描，得比较好的参数 T 为 0.304， R 为 $0.26a$ 。

(3)高折射率介质采用硅,低折射率介质为空气,固定 T 为 0.304, R 为 0.26a, 基于平面波展开法对 D 进行扫描, 得到图 3 所示的结果。图 3 中, D 的值在 0.025~0.069 的范围内都有完全禁带, 且在 D 等于 0.048a 处有最大绝对禁带相对值, 为 $\text{gapratio1}=8.3256\%$ 。

(4) 高折射率介质采用硅, 低折射率介质采用空气, 固定 D 为 0.048a, T 为 0.304, 基于平面波展开法对 R 进行扫描, 得到最佳绝对禁带相对值 $\text{gapratio2}=9.5981\%$, 对应的 R 值为 0.27a。

(5) 高折射率介质采用硅, 低折射率介质采用空气, 固定 R 为 0.27a, D 为 0.048a, 基于平面波展开法对 T 进行扫描, 得到最佳绝对禁带相对值 $\text{gapratio2}=9.8177\%$, 对应的 T 值为 0.296。

(6)判断 $|(\text{gapratio2}-\text{gapratio1})/(\text{gapratio2}+\text{gapratio1})|$ 是否小于 1%, 若否, 则以前述各步的结果, 对各参数进行新一轮扫描, 直到 $|(\text{gapratio2}-\text{gapratio1})/(\text{gapratio2}+\text{gapratio1})|<1\%$ 才结束搜索, 最终获得最优化的绝对禁带相对值及其所对应的结构参数。

最终得到的优化结果为: $D=0.048a$, $R=0.27a$, $T=0.296$ 时, 最大绝对禁带的相对值=9.8177%。其能带图如图 4 所示, 最终结构参数下的光子晶体结构如图 5 所示, 图中虚线为元胞的边界。

根据以上结果给出如下 9 个实施例:

实施例 1. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.325$, 平板介质柱宽度 $D=0.048a=0.0156$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.27a=0.08775$ 微米, 圆环柱内径为 0.061776 微米, 所得到光子晶体的绝对禁带范围为 (0.595718~ 0.539975), 绝对禁带

的相对值对应为 9.8177%.

实施例 2. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.45$, 平板介质柱宽度 $D=0.048a=0.0216$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.27a=0.1215$ 微米, 圆环柱内径为 0.085536 微米, 所得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(0.824841 \sim 0.747657)$, 绝对禁带的相对值对应为 9.8177%.

实施例 3. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.65$, 平板介质柱宽度 $D=0.048a=0.0312$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.27a=0.1755$ 微米, 圆环柱内径为 0.12355 微米, 所得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(1.191436 \sim 1.079949)$, 绝对禁带的相对值对应为 9.8177%.

实施例 4. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.35$, 平板介质柱宽度 $D=0.028a=0.0098$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.26a=0.091$ 微米, 圆环柱内径为 0.06643 微米, 所得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(0.602461 \sim 0.572953)$, 绝对禁带的相对值对应为 5.02118%.

实施例 5. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.475$, 平板介质柱宽度 $D=0.04a=0.019$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.245a=0.116375$ 微米, 圆环柱内径为 0.077971 微米, 所得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(0.843575 \sim 0.79389)$, 绝对禁带的相对值对应为 6.06968%.

实施例 6. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶

格光子晶体的晶格常数 $a=0.5$, 平板介质柱宽度 $D=0.052a=0.026$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.29a=0.145$ 微米, 圆环柱内径为 0.09715 微米, 得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(0.953053 \sim 0.888241)$, 绝对禁带的相对值对应为 7.03819% 。

实施例 7. 高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.685$, 平板介质柱宽度 $D=0.036a=0.02466$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.275a=0.188375$ 微米, 圆环柱内径为 0.126211 微米, 得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(1.243307 \sim 1.146885)$, 绝对禁带的相对值对应为 8.06788% 。

实施例 8. 取高折射率介质采用硅, 低折射率介质为空气, 正方晶格光子晶体的晶格常数 $a=0.75$, 平板介质柱宽度 $D=0.048a=0.036$ 微米, 圆环柱外径 $R=0.275a=0.20625$ 微米, 圆环柱内径为 0.142313 微米, 得到光子晶体的绝对禁带范围为 $(1.385221 \sim 1.26531)$, 绝对禁带的相对值对应为 9.04728% 。

以上所述本发明在具体实施方式及应用范围均有改进之处, 应当理解为对本发明限制。

权利要求书

1、一种基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，它包括高折射率介质柱和低折射率背景介质柱；所述的高折射率介质柱由圆环柱和连接圆环的平板介质柱单连杆构成；所述的平板单连杆平行于正方晶格元胞的水平格矢量或者垂直格矢量；所述的光子晶体结构由元胞按正方晶格排列而成；所述的正方晶格光子晶体的晶格常数为 a ；所述平板介质柱的宽度 D 为 $0.048a$ ，所述圆环柱外径 R 为 $0.27a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值 T 为 0.296 ，光子晶体结构绝对禁带宽度相对值为 9.8177% 。

2、按照权利要求 1 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述高折射率介质为硅、砷化镓、二氧化钛或折射率大于 2 的高折射率介质。

3、按照权利要求 2 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述高折射率介质为硅，其折射率为 3.4。

4、按照权利要求 1 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述背景介质为低折射率介质，该低折射率介质为空气、氟化镁、二氧化硅或低折射率介质。

5、按照权利要求 4 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述低折射率介质为空气。

6、按照权利要求 1 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述水平格矢量元胞的左平板连接

杆的最左端到右平板连接杆的最右端的距离为 a 。

7、按照权利要求 1 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述垂直格矢量元胞的下平板连接杆的最底端到上平板连接杆的最顶端的距离为 a 。

8、按照权利要求 1 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述平板介质柱的宽度为 $0.02a \leq D \leq 0.06a$ ，所述圆环柱的外径为 $0.245a \leq R \leq 0.32a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值为 $0.25 \leq T \leq 0.45$ ，所述光子晶体结构的绝对禁带相对值大于 5%。

9、按照权利要求 1 所述的基于单连杆柱和圆环柱的大绝对禁带正方晶格光子晶体，其特征在于，所述平板介质柱的宽度为 $0.032a \leq D \leq 0.06a$ ，所述圆环柱的外径为 $0.245a \leq R \leq 0.29a$ ，所述圆环柱的内外径之差与圆环外径的比值 $0.29 \leq T \leq 0.39$ ，所述光子晶体结构的绝对禁带相对值大于 7%。

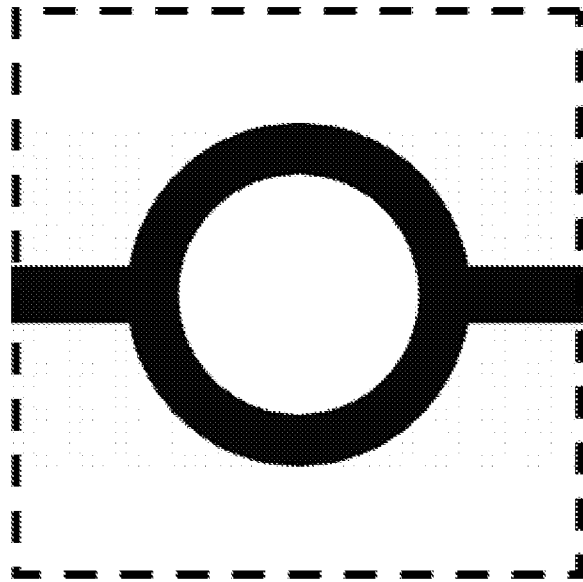


图 1

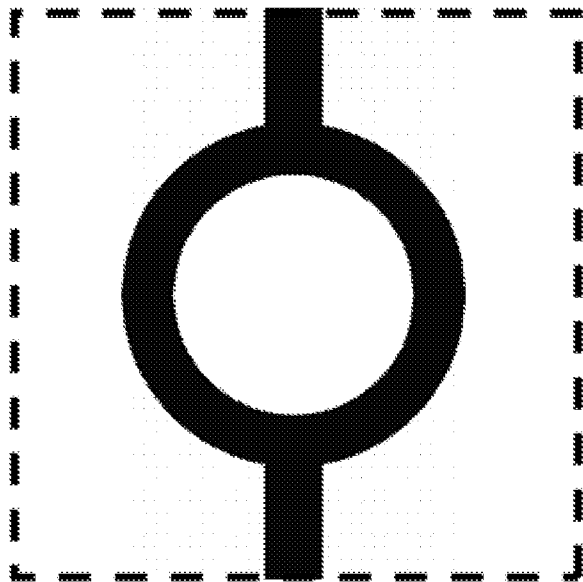


图 2

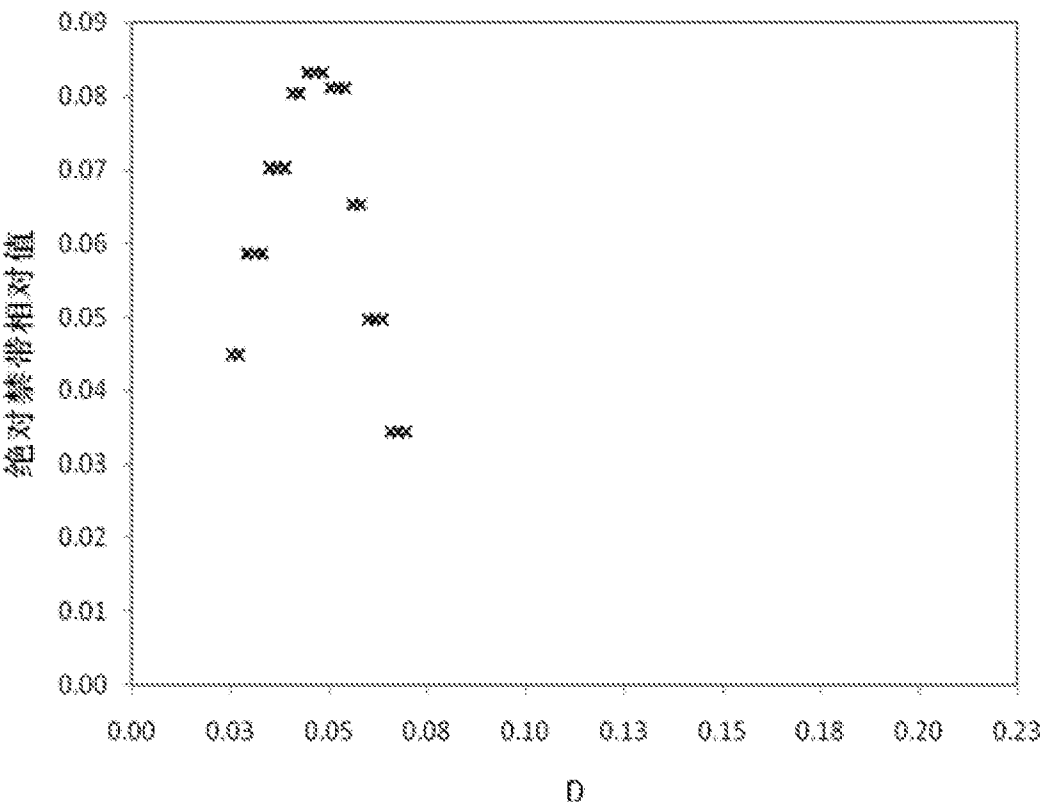


图 3

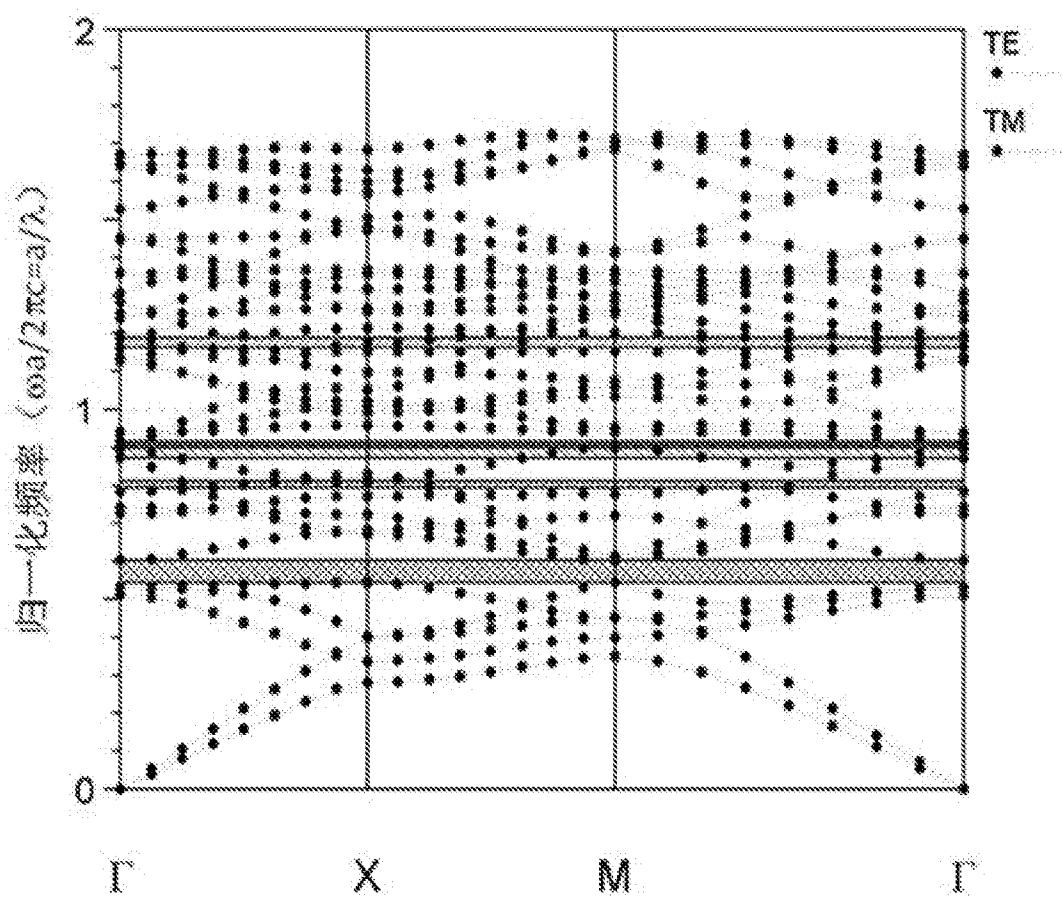


图 4

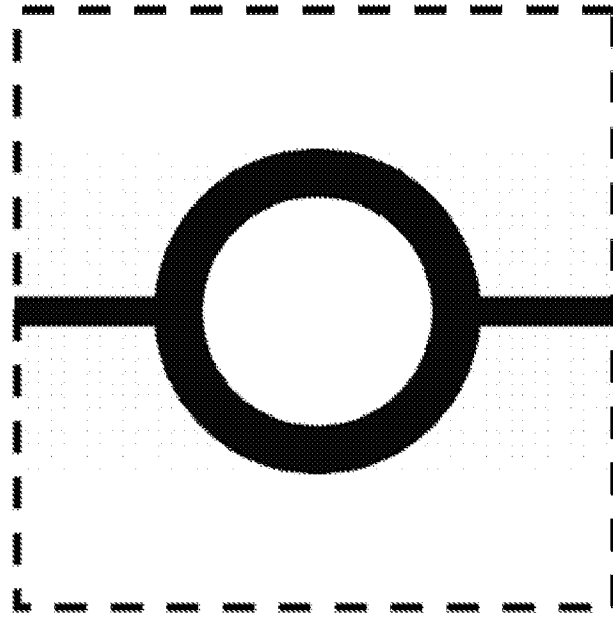


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/085343**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G02B 6/122 (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 6

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)

CPRSABS, CNABS, MOABS, HKABS, TWABS, CNTXT, TWTXT, VEN, CNKI: photonic crystal, photonic bandgap, photon+, crystal, photonicband, band, gap, microstructure, hollow, round, ring, connect+, rod?, pole

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104101946 A (OUYANG, Zhengbiao et al.), 15 October 2014 (15.10.2014), claims 1-9, description, paragraphs 0027-0047, and figures 1-5	1-9
X	CN 103901536 A (SHENZHEN UNIVERSITY), 02 July 2014 (02.07.2014), description, paragraphs 0028-0047, and figures 1-4	1-9
A	CN 101713843 A (YANGTZE OPTICAL FIBRE AND CABLE COMPANY LTD.), 26 May 2010 (26.05.2010), the whole document	1-9
A	CN 103901513 A (SHANDONG UNIVERSITY), 02 July 2014 (02.07.2014), the whole document	1-9
A	JP 2003107255 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE), 09 April 2003 (09.04.2003), the whole document	1-9
A	US 2007253660 A1 (CANON KK), 01 November 2007 (01.11.2007), the whole document	1-9
A	US 2002051275 A1 (TOKUSHIMA, M.), 02 May 2002 (02.05.2002), the whole document	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search
21 October 2015 (21.10.2015)Date of mailing of the international search report
29 October 2015 (29.10.2015)Name and mailing address of the ISA/CN:
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

LU, PingTelephone No.: (86-10) **62085879**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/085343

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104101946 A	15 October 2014	None	
CN 103901536 A	02 July 2014	None	
CN 101713843 A	26 May 2010	None	
CN 103901513 A	02 July 2014	None	
JP 2003107255 A	09 April 2003	None	
US 2007253660 A1	01 November 2007	US 7403671 B2	22 July 2008
		JP 2007298840 A	15 November 2007
		JP 4881056 B2	22 February 2012
US 2002051275 A1	02 May 2002	JP 2000352631 A	19 December 2000
		JP 3407693 B2	19 May 2003
		US 6466360 B2	15 October 2002
		US 6366392 B1	02 April 2002

A. 主题的分类 G02B 6/122 (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) G02B6 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)) CPRSABS, CNABS, MOABS, HKABS, TWABS, CNTXT, TWTXT, VEN, CNKI: 光子晶体, 光子带隙, 微结构, 空心, 中空, 圆, 环, 连接, 杆, photon+, crystal, photonicband, band, gap, microstructure, hollow, round, ring, connect+, rod?, pole																										
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 104101946 A (欧阳征标 等) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 权利要求1-9, 说明书第0027-0047段, 附图1-5</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 103901536 A (深圳大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 说明书第0028-0047段, 附图1-4</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101713843 A (长飞光纤光缆有限公司) 2010年 5月 26日 (2010 - 05 - 26) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103901513 A (山东大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2003107255 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2003年 4月 9日 (2003 - 04 - 09) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2007253660 A1 (CANON KK) 2007年 11月 1日 (2007 - 11 - 01) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2002051275 A1 (TOKUSHIMA M) 2002年 5月 2日 (2002 - 05 - 02) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 104101946 A (欧阳征标 等) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 权利要求1-9, 说明书第0027-0047段, 附图1-5	1-9	X	CN 103901536 A (深圳大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 说明书第0028-0047段, 附图1-4	1-9	A	CN 101713843 A (长飞光纤光缆有限公司) 2010年 5月 26日 (2010 - 05 - 26) 全文	1-9	A	CN 103901513 A (山东大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 全文	1-9	A	JP 2003107255 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2003年 4月 9日 (2003 - 04 - 09) 全文	1-9	A	US 2007253660 A1 (CANON KK) 2007年 11月 1日 (2007 - 11 - 01) 全文	1-9	A	US 2002051275 A1 (TOKUSHIMA M) 2002年 5月 2日 (2002 - 05 - 02) 全文	1-9
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																								
PX	CN 104101946 A (欧阳征标 等) 2014年 10月 15日 (2014 - 10 - 15) 权利要求1-9, 说明书第0027-0047段, 附图1-5	1-9																								
X	CN 103901536 A (深圳大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 说明书第0028-0047段, 附图1-4	1-9																								
A	CN 101713843 A (长飞光纤光缆有限公司) 2010年 5月 26日 (2010 - 05 - 26) 全文	1-9																								
A	CN 103901513 A (山东大学) 2014年 7月 2日 (2014 - 07 - 02) 全文	1-9																								
A	JP 2003107255 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 2003年 4月 9日 (2003 - 04 - 09) 全文	1-9																								
A	US 2007253660 A1 (CANON KK) 2007年 11月 1日 (2007 - 11 - 01) 全文	1-9																								
A	US 2002051275 A1 (TOKUSHIMA M) 2002年 5月 2日 (2002 - 05 - 02) 全文	1-9																								
☐ 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 2015年 10月 21日		国际检索报告邮寄日期 2015年 10月 29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) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451		授权官员 卢萍 电话号码 (86-10)62085879																								

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/085343

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	104101946	A	2014年 10月 15日	无			
CN	103901536	A	2014年 7月 2日	无			
CN	101713843	A	2010年 5月 26日	无			
CN	103901513	A	2014年 7月 2日	无			
JP	2003107255	A	2003年 4月 9日	无			
US	2007253660	A1	2007年 11月 1日	US	7403671	B2	2008年 7月 22日
				JP	2007298840	A	2007年 11月 15日
				JP	4881056	B2	2012年 2月 22日
US	2002051275	A1	2002年 5月 2日	JP	2000352631	A	2000年 12月 19日
				JP	3407693	B2	2003年 5月 19日
				US	6466360	B2	2002年 10月 15日
				US	6366392	B1	2002年 4月 2日