

(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
2021 年 9 月 23 日 (23.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/184624 A1

- (51) 国际专利分类号:
G02B 26/06 (2006.01) **B82Y 20/00** (2011.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/103403
- (22) 国际申请日: 2020 年 7 月 22 日 (22.07.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010183098.4 2020年3月16日 (16.03.2020) CN
- (71) 申请人: 苏州大学(SOOCHOW UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。
- (72) 发明人: 刘磊鑫(LIU, Leixin); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。 刘文玮(LIU, Wenwei); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。 王

- 飞(WANG, Fei); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。 赵承良(ZHAO, Chengliang); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。 陈树琪(CHEN, Shuqi); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。 蔡阳健(CAI, Yangjian); 中国江苏省苏州市工业园区仁爱路 199 号, Jiangsu 215000 (CN)。
- (74) 代理人: 苏州市中南伟业知识产权代理事务所(普通合伙)(CENTRAL SOUTH WELL INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国江苏省苏州市吴中区石湖西路 188 号吴中万达广场 A 座苏州大学国家科技园 2303, Jiangsu 215000 (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,

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING COHERENCE OF LIGHT BEAMS BY USING ARTIFICIAL MICROSTRUCTURE

(54) 发明名称: 一种利用人工微结构调控光束相干性的方法

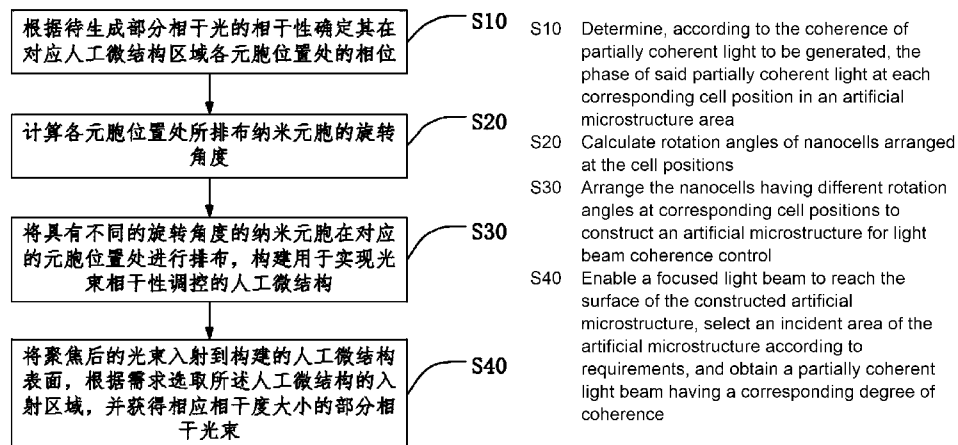


图 1

(57) Abstract: Disclosed is a method for controlling the coherence of light beams by using an artificial microstructure. The method comprises the steps of: S10, determining, according to the coherence of partially coherent light to be generated, the phase of said partially coherent light at each corresponding cell position in an artificial microstructure area; S20, calculating rotation angles of nanocells arranged at the cell positions; S30, arranging the nanocells having different rotation angles at corresponding cell positions to construct an artificial microstructure for light beam coherence control; and S40, enabling a focused light beam to reach the surface of the constructed artificial microstructure, selecting an incident area of the artificial microstructure according to requirements, and obtaining a partially coherent light beam having a corresponding degree of coherence. The present invention can avoid the noise of light field regulation, improve the utilization rate of energy, and achieve the precise modulation of the coherence of the light field. The use of nanocells to construct the structure can greatly reduce the size of the structure, thereby facilitating the miniaturization design of an optical system.

(57) 摘要: 本发明公开了一种利用人工微结构调控光束相干性的方法, 该方法包括步骤: S10、根据待



CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

生成部分相干光的相干性确定其在对应人工微结构区域各元胞位置处的相位; S20、计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度; S30、将具有不同的旋转角度的纳米元胞在对应的元胞位置处进行排布, 构建用于实现光束相干性调控的人工微结构; S40、将聚焦后的光束入射到构建的人工微结构表面, 根据需求选取所述人工微结构的入射区域, 并获得相应相干度大小的部分相干光束。本发明可以避免光场调控的噪声, 提高能量的利用率, 实现对光场相干性的精准调制; 采用纳米元胞所构建的结构, 可以较大程度地缩减结构的尺寸, 进而有利于光学系统的微型化设计。

一种利用人工微结构调控光束相干性的方法

技术领域

5 本发明涉及相干光学技术领域，特别涉及一种利用人工微结构调控光束相干性的方法。

背景技术

相干光学作为现代光学的重要分支，吸引了国内外大量研究者的关注。相干性实际上表示涨落光场中两个点的某些量之间的相关的结果，这种相关可以用杨氏双缝干涉的条纹衬比度测定。相干性是光场的一个重要特性，对光场相干性调控的研究具有重要意义，研究发现光场相干性调控在自由空间光通讯、激光雷达、激光核聚变、特种光学成像、量子光学等众多领域中具有重要的应用价值。过去对光场相干度大小的调控主要利用旋转的毛玻璃产生部分相干光，通过调控毛玻璃与聚焦透镜之间的距离来调控光场相干性。但是现有的方法多是基于厘米量级的系统，不利于集成化和微型化设计。并且现有的方法不能在15 未测量的情况下已知产生光束的相干度，能量利用率低，对其进一步的应用存在限制。

人工微结构是具有亚波长尺度结构单元的人造光学材料，人工微结构的提出为实现对光与物质相互作用的增强和有效控制提供了全新方式，为光学器件的小型化、轻质化和集成化提供了全新手段。目前，人工微结构已经能够在亚20 波长尺度下实现对光场振幅、相位和偏振态的有效控制，具有很高的应用价值，例如实现偏振光学防伪、消色差透镜、高饱和度结构色等等，而目前为止，人工微结构对于光场相干性这一维度的调控还少有涉及。

发明内容

针对现有技术的不足，本发明目的之一在于提供一种能量利用率高，调控25 精度高的利用人工微结构调控光束相干性的方法。其采用如下技术方案：

一种利用人工微结构调控光束相干性的方法，其包括以下步骤：

S10、根据待生成部分相干光的相干性确定其在对应人工微结构区域各元胞位置处的相位；

S20、计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度；

S30、将具有不同的旋转角度的纳米元胞在对应的元胞位置处进行排布，构建用于实现光束相干性调控的人工微结构；

S40、将聚焦后的光束入射到构建的人工微结构表面，根据需求选取所述人工微结构的入射区域，并获得相应相干度大小的部分相干光束。

作为本发明的进一步改进，所述步骤 S10，具体包括：

根据部分相干光的产生条件可知，待生成部分相干光对应的随机相位的范围决定了其相干性的大小，其中，由特定相位分布的人工微结构产生的部分相干光的相干度为： $\mu(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2) = \langle \exp[i\varphi(\mathbf{r}_1) - i\varphi(\mathbf{r}_2)] \rangle$ ；

其中， $\mu(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$ 为所述待生成部分相干光的相干度， $\varphi(\mathbf{r})$ 为所述待生成部分相干光所对应的人工微结构区域各元胞位置处的相位分布，“ $\langle \rangle$ ”代表时间平均。

作为本发明的进一步改进，所述步骤 S10 中人工微结构的相位分布公式为： $\varphi(\mathbf{r}) = (1-a)\pi + \text{rand}(2a\pi)$ ；

其中， $\varphi(\mathbf{r})$ 为所述待生成部分相干光在其不同元胞位置处的相位，a 为调节人工微结构不同区域产生的部分相干光的相干性的大小参数，rand 为随机函数，代表人工微结构各个元胞处对应的相位为固定区间内的随机相位。

作为本发明的进一步改进，所述步骤 S20，具体包括：

根据相位关系公式和所述待生成部分相干光在各元胞位置处的相位分别计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度。

作为本发明的进一步改进，所述步骤 S40 中根据需求选取所述人工微结构的入射区域，并获得相应相干度大小的部分相干光束，具体包括：

根据所需相干度的大小确定人工微结构各元胞位置处的相位分布，各元胞位置处的相位分布由参数 a 调控，参数 a 可以取任意的非负实数值，即可以产生相干度为 0 到 1 的任意值的部分相干光，其中，相干度为 0 时，产生光束为

完全非相干光，相干度为 1 时，产生光束为完全相干光，相干度介于 0 到 1 之间时，产生光束为部分相干光。

作为本发明的进一步改进，选取 $a=0、0.2、0.4、0.6、0.8、1$ ，其对应随机相位区间的相位差作为确定待产生部分相干光对应人工微结构区域各元胞位置处的相位分布的依据。

作为本发明的进一步改进，所述步骤 S30 中构建的人工微结构为纳米元胞排列组成的阵列结构。

作为本发明的进一步改进，所示纳米元胞为二氧化钛长方柱元胞，包括二氧化硅衬底和位于二氧化硅衬底上的长方柱。

作为本发明的进一步改进，所述二氧化硅衬底为方形，边长 $p=330\text{nm}$ ，长方柱的尺寸为：长 $a=260\text{nm}$ ，宽 $b=90\text{nm}$ ，高 $h=450\text{nm}$ 。

本发明的有益效果：

该利用人工微结构调控光束相干性的方法通过计算部分相干光束对应的相位分布，确定不同元胞位置处具有不同的旋转角度的纳米元胞，可以使不同的纳米元胞实现不同的光场相干性调控，可以实现定量地控制光束的相干性；对光束能量的利用率大大提高，产生的部分相干光束的光强增大；通过采用纳米元胞来构建实现相干性调控的人工微结构，可以较大程度地缩减器件的尺寸，进而可以有利于实现应用该器件的光学系统的微型化设计。

上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举较佳实施例，并配合附图，详细说明如下。

附图说明

图 1 是本发明优选实施例中利用人工微结构调控光束相干性的方法的示意图；

图 2 是本发明优选实施例中单个纳米元胞的结构示意图；

图 3 是本发明优选实施例中产生不同相干度的部分相干光束的人工微结构方形相位分布梯度示意图；

图4是本发明优选实施例中利用人工微结构调控光束相干性的系统的示意图。

标记说明：1、激光器；2、扩束镜；3、聚焦透镜；4、人工微结构；5、物镜；6、电荷耦合元件；7、第一计算机；8、电动位移台；9、第二计算机。

5 具体实施方式

下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步说明，以使本领域的技术人员可以更好地理解本发明并能予以实施，但所举实施例不作为对本发明的限定。

如图1所示，为本发明优选实施例中利用人工微结构调控光束相干性的方法，该方法包括以下步骤：

- 10 S10、根据待生成部分相干光的相干性确定其在对应人工微结构区域各元胞位置处的相位。

其中，元胞位置为构建所述人工微结构的各纳米元胞的空间排布位置。

- 15 根据部分相干光的产生条件可知，待生成部分相干光对应的随机相位的范围决定了其相干性的大小，其中，由特定相位分布的微纳结构产生的部分相干光的相干度为： $\mu(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2) = \langle \exp[i\varphi(\mathbf{r}_1) - i\varphi(\mathbf{r}_2)] \rangle$ ；

其中， $\mu(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$ 为所述待生成部分相干光的相干度， $\varphi(\mathbf{r})$ 为所述待生成部分相干光所对应的人工微结构区域各元胞位置处的相位分布，“ $\langle \rangle$ ”代表时间平均。

其中，上述人工微结构的相位分布公式为：

$$20 \quad \varphi(\mathbf{r}) = (\pi - a \times \pi) + \text{rand}(2a \times \pi);$$

- 25 其中， $\varphi(\mathbf{r})$ 为所述待生成部分相干光在其不同元胞位置处的相位，a为调节人工微结构不同区域产生的部分相干光的相干性的大小参数，rand为随机函数，代表人工微结构各个元胞处对应的相位为固定区间内的随机相位。上述光学参数为用户基于对部分相干光束的相干度的实际需求而预先设定的。在本实施例中，所述部分相干光束为焦场处的部分相干涡旋光束。

在本实施例中，用于实现待生成的部分相干光束的人工微结构是一种由纳米元胞排列组成的阵列结构，因此，人工微结构的每个元胞位置处均具有相应

的相位，该相位可以根据预先设定的光学参数确定。

S20、计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度；

具体包括：根据相位关系公式和所述待生成部分相干光在各元胞位置处的相位分别计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度。

5 所述相位关系公式为： $\varphi_i = 2\theta_i$ ；

其中， φ_i 为所述调控光束相干性人工微结构在第*i*个元胞位置处的相位， θ_i 为第*i*个元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度。

在其中一种实施例中，该纳米元胞可以为纳米级尺寸的二氧化钛长方柱元胞，并通过设置不同的旋转角度实现不同的相位，进而实现不同相干度的部分
10 相干光束的产生。

S30、将具有不同的旋转角度的纳米元胞在对应的元胞位置处进行排布，构建用于实现光束相干性调控的人工微结构。

S40、将聚焦后的光束入射到构建的人工微结构表面，根据需求选取所述人工微结构的入射区域，并获得相应相干度大小的部分相干光束。

15 所述根据需求选取所述人工微结构的入射区域，并获得相应相干度大小的部分相干光束，具体包括：根据所需相干度的大小确定人工微结构各元胞位置处的相位分布，各元胞位置处的相位分布由参数*a*调控，参数*a*可以取任意的非负实数值，即可以产生相干度为0到1的任意值的部分相干光，其中，相干度为0时，产生光束为完全非相干光，相干度为1时，产生光束为完全相干光，
20 相干度介于0到1之间时，产生光束为部分相干光。

在其中一实施例中，选取*a*=0、0.2、0.4、0.6、0.8、1，其对应随机相位区间的相位差作为确定待产生部分相干光对应人工微结构区域的各元胞位置处的相位分布的依据。

采用纳米元胞构建光学人工微结构的方式有多种，诸如可以在人工微结构
25 的各元胞位置处加工制备对应的旋转角度的纳米元胞，也可以在现有纳米元胞中选取满足元胞位置处对应的旋转角度的纳米元胞，并将选取出的纳米元胞排列至面阵的匹配元胞位置处。当然，以上两种方式仅为构建面阵的示例性说明，不应理解为限制。

具体的，如图 2 所示，为其中一实施例中单个纳米元胞的结构示意图，该纳米元胞为二氧化钛长方柱元胞，其包括二氧化硅衬底（SiO₂）和位于二氧化硅衬底上的长方柱（TiO₂）。更具体的，二氧化硅衬底可以为边长 $p=330\text{nm}$ ，长方柱的尺寸包括：长 $a=260\text{nm}$ ，宽 $b=90\text{nm}$ ，高 $h=450\text{nm}$ 。人工微结构中全部纳米元胞具有相同的长、宽、高，通过设置不同的旋转角度 θ 来实现不同的相位分布，进而实现光场相干性的调控；其中，旋转角度 θ 可以为长方柱在 x - y 平面内关于 y 轴的旋转角度。

关于待生成不同相干度的部分相干光，在本实施例中可以用 φ_i 表示对应待生成部分相干光束的相位分布，在本实施例中，共有 6 种不同相干度的部分相干光束产生，所述人工微结构对应 6 种相位分布，相位分布为：

$$\varphi_i(\mathbf{r}) = (\pi - a_i \times \pi) + \text{rand}(2a_i \times \pi)$$

其中， φ_i 为第 i 种相干度的部分相干光束对应的人工微结构的相位分布， a_i 为对应的光学参数，在本实施例中，取 $a_1=0$ ， $a_2=0.2$ ， $a_3=0.4$ ， $a_4=0.6$ ， $a_5=0.8$ ， $a_6=1$ 。所述 6 种相位分布按照图 3 所示相位梯度分布排布。

基于以上对纳米元胞和待生成部分相干光束的描述，可以采用如图 3 所示的纳米元胞分布示意图表示实现光场相干性调控的人工微结构，假设该人工微结构包括 $X \times Y$ 个纳米元胞，为便于描述，可以根据编号转换公式将人工微结构中各元胞位置的二维坐标 (m, n) （该二维坐标是自由空间坐标中的任意一个坐标值）转换为纳米元胞的顺序编号 i ；其中，编号转换公式如下：

$$i = (m-1) \times Y + n$$

其中， i 为纳米元胞的顺序编号， m 、 n 分别为第 i 个纳米元胞在人工微结构中的横、纵坐标参数， Y 为面阵中沿纵向排布的纳米元胞总个数。基于此，可以将第 i 个元胞位置处所排布纳米元胞简称为第 i 个纳米元胞。

如图 4 所示，为本实施例中利用人工微结构调控光束相干性的系统，其包含上述实施例中的方法所构建的人工微结构 4，该系统还包括激光器 1、扩束镜 2、聚焦透镜 3、物镜 5、电荷耦合元件 6、位移机构、第二计算机 9，位移机构用于驱动人工微结构 4 位移，第二计算机 9 用于控制电荷耦合元件 6 采集并记录产生的部分相干光束；

激光器 1 产生的光束经过扩束镜 2 扩束，扩束后的激光束经聚焦透镜 3 聚焦，在本实施例中，光束束腰约为 40 μm （如图 4 所示人工微结构每一相位梯度的宽度），接着入射到人工微结构 4 表面并透射，然后经物镜 5 将光束放大后由电荷耦合元件 6 采集记录。

5 具体的，位移机构包括第一计算机 7 和电动位移台 8，电动位移台 8 用于承载人工微结构 4，第一计算机 7 用于控制电动位移台 8 移动。第一计算机 7 控制电动位移台 8 以预定的频率沿人工微结构 4 同一种相位分布的方向移动，使得对入射光束赋予的随机相位是随时间变化的，进而产生平滑均匀的部分相干光束。

10 如图 3 所示，利用多张散斑求光束相干度的方法测得激光束通过上述六种相位分布的人工微结构所产生的部分相干光束与预测的相干度基本符合。

可以看出，通过设置光学参数 $a=0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1$ 对入射光束进行相干性的调控，可以产生相干度由高到低的部分相干光束，其中当 $a=0$ 时，产生的光束为完全相干光束，其相干度可以看作为 1，当 $a=0$ 时，产生光束的
15 相干度为 0.08，可近似看作完全非相干光束（相干度为 0）。这里的相干度为全局相干度，即实验测得相干长度/光束束腰。

综上，本发明利用人工微结构调控光束相干性的方法，通过相位确定不同元胞位置处具有不同旋转角度的纳米元胞，可以使不同的纳米元胞实现光场调控，由纳米元胞组合而成的人工微结构实现光场相干性调控，相对于现有利用
20 旋转的毛玻璃产生部分相干光束的方法，采用计算相位调控相干性的方式可以提前预知所述待生成部分相干光束的相干度，实现定量地控制光束的相干性；通过采用透过率高达 90% 以上的纳米元胞构建的人工微结构，相对于现有的通过毛玻璃调控相干性的方式，对光束的利用率大大提高，产生的部分相干光束的光强增大；通过采用纳米元胞来构建实现相干性调控的人工微结构，可以较
25 大程度地缩减器件的尺寸，进而可以有利于实现应用该器件的光学系统的微型化设计。

以上实施例仅是为充分说明本发明而所举的较佳的实施例，本发明的保护范围不限于此。本技术领域的技术人员在本发明基础上所作的等同替代或变换，均在本发明的保护范围之内。本发明的保护范围以权利要求书为准。

权 利 要 求 书

1、一种利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，包括以下步骤：

5 S10、根据待生成部分相干光的相干性确定其在对应人工微结构区域各元胞位置处的相位；

S20、计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度；

S30、将具有不同的旋转角度的纳米元胞在对应的元胞位置处进行排布，构建用于实现光束相干性调控的人工微结构；

10 S40、将聚焦后的光束入射到构建的人工微结构表面，根据需求选取所述人工微结构的入射区域，并获得相应相干度大小的部分相干光束。

2、如权利要求 1 所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述步骤 S10，具体包括：

15 根据部分相干光的产生条件可知，待生成部分相干光对应的随机相位的范围决定了其相干性的大小，其中，由特定相位分布的人工微结构产生的部分相干光的相干度为： $\mu(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2) = \langle \exp[i\varphi(\mathbf{r}_1) - i\varphi(\mathbf{r}_2)] \rangle$ ；

其中， $\mu(\mathbf{r}_1, \mathbf{r}_2)$ 为所述待生成部分相干光的相干度， $\varphi(\mathbf{r})$ 为所述待生成部分相干光所对应的人工微结构区域各元胞位置处的相位分布，“ $\langle \rangle$ ”代表时间平均。

20 3、如权利要求 1 所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述步骤 S10 中人工微结构的相位分布公式为： $\varphi(\mathbf{r}) = (1-a)\pi + \text{rand}(2a\pi)$ ；

其中， $\varphi(\mathbf{r})$ 为所述待生成部分相干光在其不同元胞位置处的相位，a 为调节人工微结构不同区域产生的部分相干光的相干性的大小参数，rand 为随机函数，代表人工微结构各个元胞处对应的相位为固定区间内的随机相位。

25 4、如权利要求 1 所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述步骤 S20，具体包括：

根据相位关系公式和所述待生成部分相干光在各元胞位置处的相位分别计算各元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度。

5、如权利要求4所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述相位关系公式为： $\varphi_i = 2\theta_i$ ；

其中， φ_i 为所述调控光束相干性人工微结构在第*i*个元胞位置处的相位， θ_i 为第*i*个元胞位置处所排布纳米元胞的旋转角度。

5 6、如权利要求1所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述步骤S40中根据需求选取所述人工微结构的入射区域，并获得相应相干度大小的部分相干光束，具体包括：

10 根据所需相干度的大小确定人工微结构各元胞位置处的相位分布，各元胞位置处的相位分布由参数*a*调控，参数*a*可以取任意的非负实数值，即可以产生相干度为0到1的任意值的部分相干光，其中，相干度为0时，产生光束为完全非相干光，相干度为1时，产生光束为完全相干光，相干度介于0到1之间时，产生光束为部分相干光。

15 7、如权利要求6所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，选取*a*=0、0.2、0.4、0.6、0.8、1，其对应随机相位区间的相位差作为确定待产生部分相干光对应人工微结构区域的各元胞位置处的相位分布的依据。

8、如权利要求1所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述步骤S30中构建的人工微结构为纳米元胞排列组成的阵列结构。

20 9、如权利要求8所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所示纳米元胞为二氧化钛长方柱元胞，包括二氧化硅衬底和位于二氧化硅衬底上的长方柱。

10、如权利要求9所述的利用人工微结构调控光束相干性的方法，其特征在于，所述二氧化硅衬底为方形，边长*p*=330nm，长方柱的尺寸为：长*a*=260nm，宽*b*=90nm，高*h*=450nm。

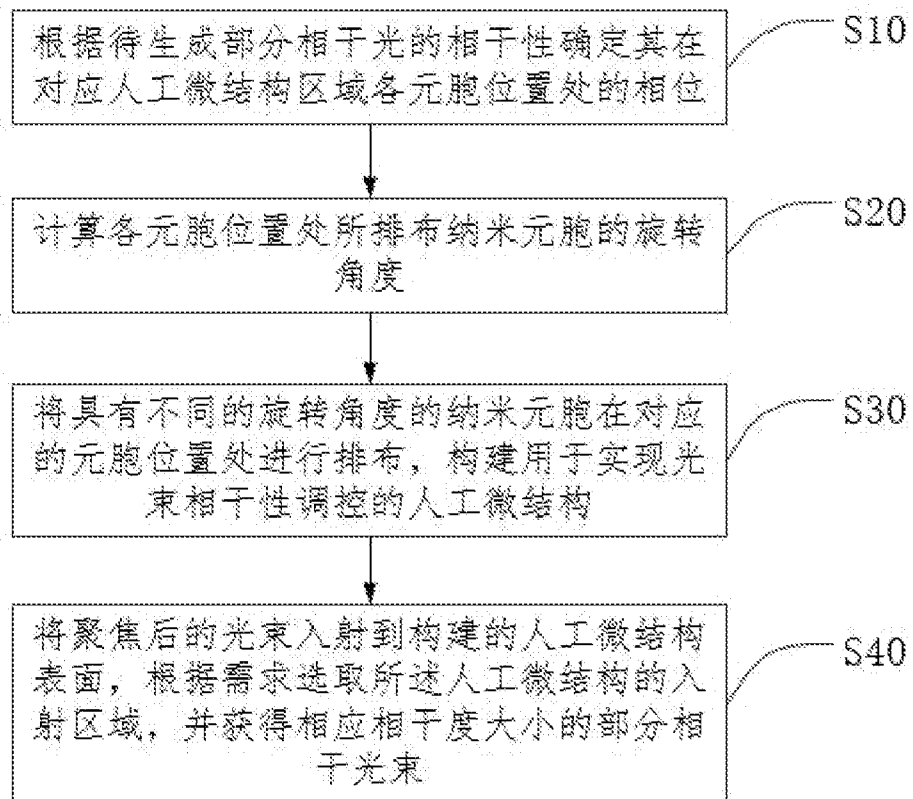


图 1

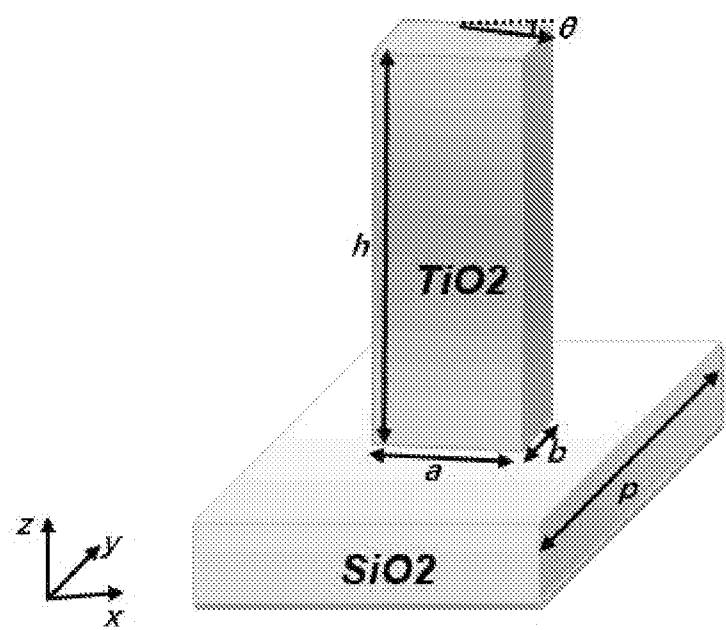


图 2

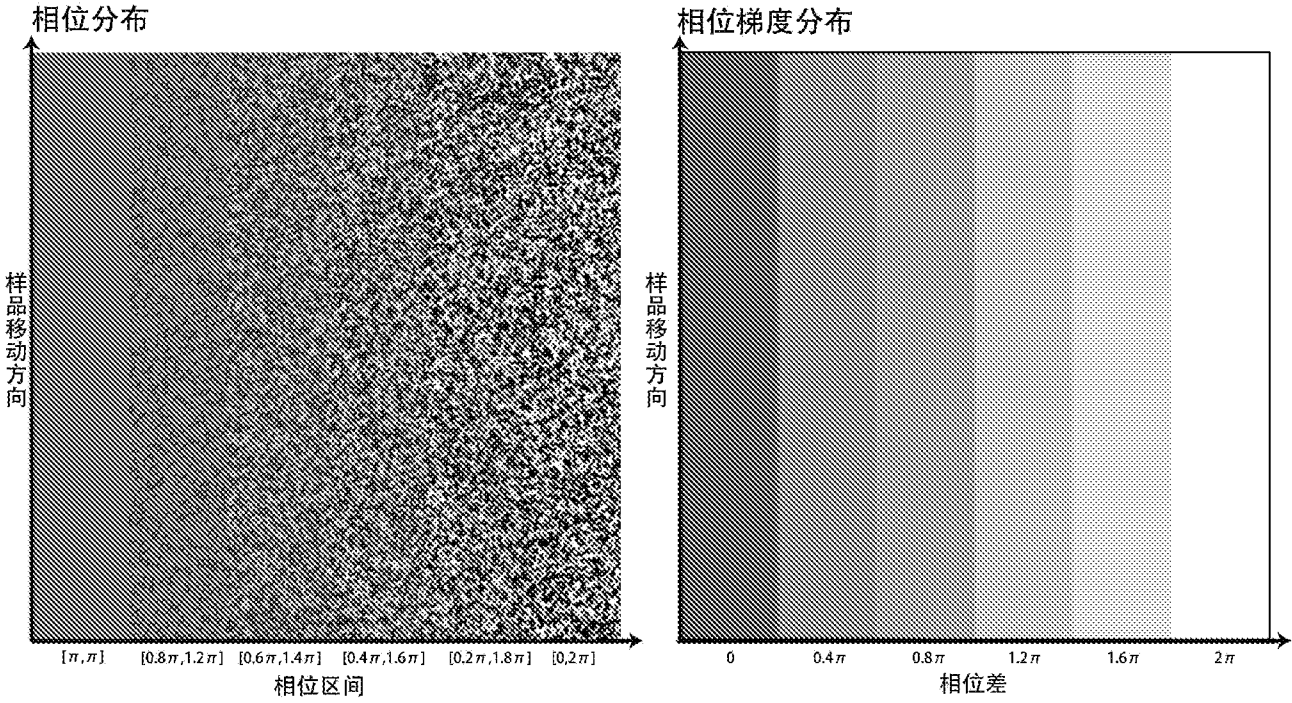


图 3

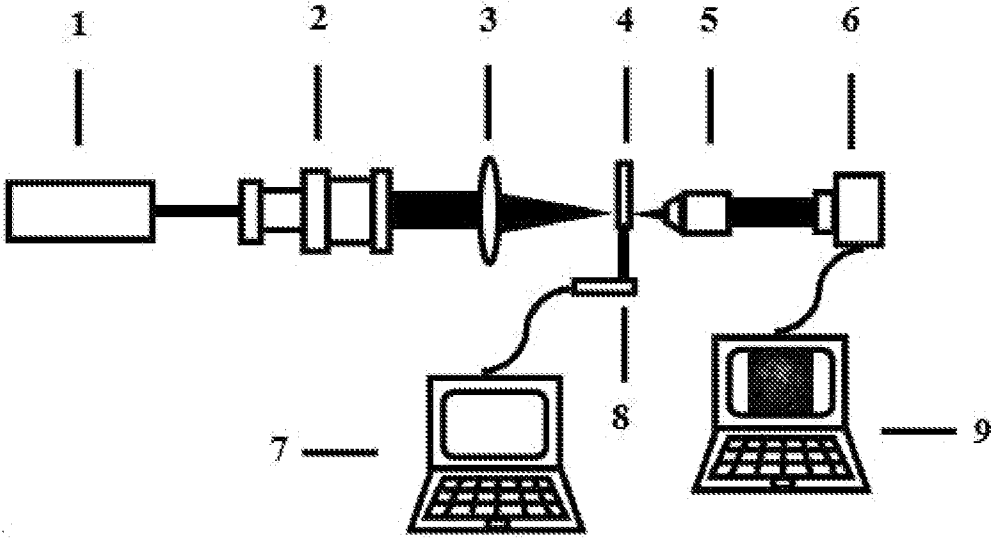


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/103403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 26/06(2006.01)i; B82Y 20/00(2011.01)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)

G02B26 B82Y20

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; CNTXT; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; CNKI; 百度学术; Web of Science: 电子科技大学, 苏州大学, 刘磊鑫, 相干, 纳米, 微, 相位, 旋转, 转动, 角, 调控, 控制, 调节, 调整, 可控, 调制, partial+, coherence, coherent, degree, microstructure?, micro, nanostructure?, structure?, nano, nm, phase?, rotat+, angle?, modulat+, control+, reduc+, adjust+, regulat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111190278 A (SOOCHOW UNIVERSITY) 22 May 2020 (2020-05-22) claims 1-10	1-10
Y	Ziyang Chen et al. "Generation of partially coherent beams with controllable time-dependent coherence" <i>Optical Engineering</i> , Vol. 56, No. 12, 26 December 2017 (2017-12-26), ISSN: 0091-3286, pages 124110-2, 124110-3	1-10
Y	CN 110265789 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 20 September 2019 (2019-09-20) claims 1, 3, 5, description, paragraphs [0036]-[0048], figures 1, 2, 10, 11	1-10
Y	CN 204808719 U (CHEN, Qiaozhen) 25 November 2015 (2015-11-25) description, paragraphs [0014]-[0017], and figure 1	1-10
Y	CN 110780366 A (FUZHOU UNIVERSITY) 11 February 2020 (2020-02-11) description, paragraphs [0015]-[0019], and figures 1-5	1-10
Y	CN 107144983 A (HUAQIAO UNIVERSITY) 08 September 2017 (2017-09-08) description, paragraphs [0029]-[0039], and figures 1-3	1-10



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 October 2020

Date of mailing of the international search report

09 December 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/103403

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10148167 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH) 17 April 2003 (2003-04-17) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/103403

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111190278	A	22 May 2020	None			
CN	110265789	A	20 September 2019	None			
CN	204808719	U	25 November 2015	None			
CN	110780366	A	11 February 2020	None			
CN	107144983	A	08 September 2017	CN	207037267	U	23 February 2018
DE	10148167	A1	17 April 2003	WO	03029875	A2	10 April 2003
				WO	03029875	A3	11 December 2003
				EP	1430354	A2	23 June 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/103403

A. 主题的分类

G02B 26/06 (2006.01) i; B82Y 20/00 (2011.01) 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)

G02B26 B82Y20

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; CNTXT; VEN; WOTXT; EPTXT; USTXT; CNKI; 百度学术; Web of Science; 电子科技大学, 苏州大学, 刘磊鑫, 相干, 纳米, 微, 相位, 旋转, 转动, 角, 调控, 控制, 调节, 调整, 可控, 调制, partial+, coherence, coherent, degree, microstructure?, micro, nanostructure?, structure?, nano, nm, phase?, rotat+, angle?, modulat+, control+, reduc+, adjust+, regulat+

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
PX	CN 111190278 A (苏州大学) 2020年 5月 22日 (2020 - 05 - 22) 权利要求1-10	1-10
Y	Ziyang Chen 等. "Generation of partially coherent beams with controllable time-dependent coherence" Optical Engineering, 第56卷, 第12期, 2017年 12月 26日 (2017 - 12 - 26), ISSN: 0091-3286, 第124110-2、124110-3页	1-10
Y	CN 110265789 A (电子科技大学) 2019年 9月 20日 (2019 - 09 - 20) 权利要求1、3、5, 说明书第[0036]-[0048]段, 附图1、2、10、11	1-10
Y	CN 204808719 U (陈巧珍) 2015年 11月 25日 (2015 - 11 - 25) 说明书第[0014]-[0017]段, 附图1	1-10
Y	CN 110780366 A (福州大学) 2020年 2月 11日 (2020 - 02 - 11) 说明书第[0015]-[0019]段, 附图1-5	1-10
Y	CN 107144983 A (华侨大学) 2017年 9月 8日 (2017 - 09 - 08) 说明书第[0029]-[0039]段, 附图1-3	1-10

☒ 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

2020年 10月 30日

国际检索报告邮寄日期

2020年 12月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (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

受权官员

孙耀东

电话号码 (86-512) 88997364

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
A	DE 10148167 A1 (ZEISS CARL JENA GMBH) 2003年 4月 17日 (2003 - 04 - 17) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/103403

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	111190278	A	2020年 5月 22日	无			
CN	110265789	A	2019年 9月 20日	无			
CN	204808719	U	2015年 11月 25日	无			
CN	110780366	A	2020年 2月 11日	无			
CN	107144983	A	2017年 9月 8日	CN	207037267	U	2018年 2月 23日
DE	10148167	A1	2003年 4月 17日	WO	03029875	A2	2003年 4月 10日
				WO	03029875	A3	2003年 12月 11日
				EP	1430354	A2	2004年 6月 23日