

(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
2020 年 12 月 3 日 (03.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/237492 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 17/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/088698

(22) 国际申请日: 2019 年 5 月 28 日 (28.05.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市汇顶科技股份有限公司 (SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田保税区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。

(72) 发明人: 毛一杰(MAO, Yijie); 中国广东省深圳市福田保税区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。 吴勇辉(WU, Yonghui); 中国广东省深圳市福田保税区腾飞工业大厦B座

13 层, Guangdong 518045 (CN)。 范文文 (FAN, Wenwen); 中国广东省深圳市福田保税区腾飞工业大厦B座13层, Guangdong 518045 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) **Title:** THREE-DIMENSIONAL RECONSTRUCTION METHOD, DEVICE, APPARATUS, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 三维重建方法、装置、设备及存储介质

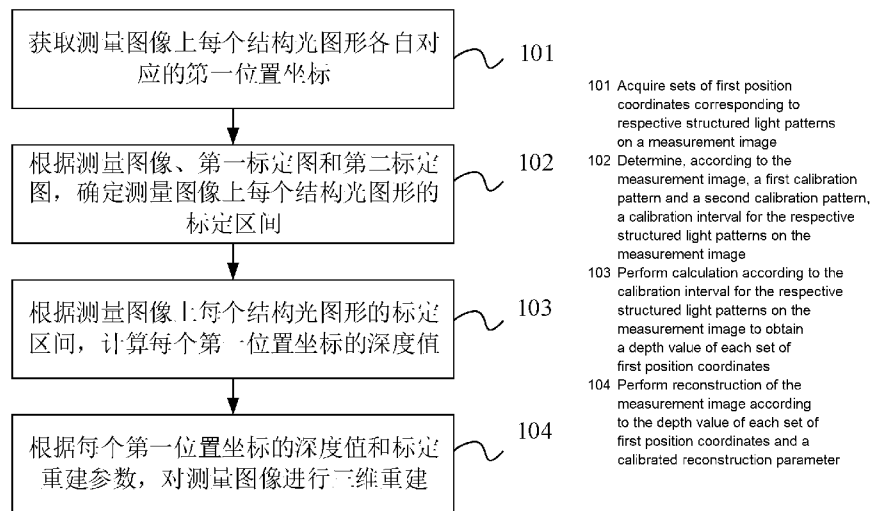


图 1

(57) **Abstract:** Provided are a three-dimensional reconstruction method, a device, an apparatus, and a storage medium. The method comprises: acquiring sets of first position coordinates corresponding to respective structured light patterns on an measurement image; determining, according to the measurement image, a first calibration pattern and a second calibration pattern, a calibration interval for the respective structured light patterns on the measurement image, wherein the first calibration pattern is a structured light calibration pattern calibrated on a first calibration plane, the second calibration pattern is a structured light calibration pattern calibrated on a second calibration plane, and the first calibration plane and the second calibration plane are parallel to a camera plane; performing calculation according to the calibration interval for the respective structured light patterns on the measurement image to obtain a depth value of each set of first position coordinates; and performing reconstruction of the measurement image according to the depth value of each

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))。

set of first position coordinates and a calibrated reconstruction parameter. The invention enhances the efficiency of three-dimensional reconstruction.

(57) 摘要: 本申请提供一种三维重建方法、装置、设备及存储介质, 该方法包括: 获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标; 根据测量图像、第一标定图和第二标定图, 确定测量图像上每个结构光图形的标定区间, 第一标定图是在第一标定面上标定的结构光标定图, 第二标定图是在第二标定面上标定的结构光标定图, 第一标定面、第二标定面与相机平面平行; 根据测量图像上每个结构光图形的标定区间, 计算每个第一位置坐标的深度值; 根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数, 对测量图像进行三维重建, 提高了三维重建的效率。

三维重建方法、装置、设备及存储介质

技术领域

5 本发明涉及计算机视觉技术领域，尤其涉及一种三维重建方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

10 三维重建是计算机视觉的一个重要研究领域，是指对三维物体建立适合计算机表示和处理的数学模型，用于恢复物体表面形状或者恢复场景中相机和物体之间的距离，快速恢复场景和物体的三维形态，提高测量和建模的效率，广泛应用于古建筑数字化、文物数字化、机器人定位导航、逆向工程等场景，三维重建也是在计算机中建立表达客观世界的虚拟现实的关键技术，在生物识别方面，相比于传统的二维模型，三维模型具有更大的区别空间，三维信息的获取技术有其发展的必要性。

15 现有技术中，三维重建的方法大致分为立体视觉方法（双目、三目和多目视觉）、结构光重建方法、从运动恢复结构（Structure from Motion, SFM）等。其中，结构光重建方法在应用上占据一定优势，结构光重建方法采用结构光投射器向物体或场景主动投射已知编码结构的可控制的光点、光条或光面，并由相机采集带有投射图案的物体或场景的图像，通过计算机视觉技术
20 处理图像，解析编码图案，获取物体或场景的三维信息，构建物体或场景的三维模型。结构光重建技术的关键在于系统标定和立体匹配。

然而现有技术中的结构光重建方法，重建流程复杂且立体矫正精度要求高，造成三维重建的效率较低。

25 发明内容

本发明提供一种三维重建方法、装置、设备及存储介质，以实现三维重建方法的简化，提高了三维重建的效率。

第一方面，本发明实施例提供一种三维重建方法，包括：
获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标。

根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，第一标定图是在第一标定面上标定的结构光标定图，第二标定图是在第二标定面上标定的结构光标定图，第一标定面、第二标定面与相机平面平行。

- 5 根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值。

根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建。

- 10 本方案中，通过根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，然后根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，最后根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建，不仅实现了对测量图像的三维重建，而且直接通过测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，避免了立体矫正的步骤，提高了三维重建的效率。

- 15 可选的，在根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建之前，还包括：

获取第三标定图和第四标定图，第三标定图是在第一标定面上标定的非结构光标定图，第四标定图是在第二标定面上标定的非结构光标定图；

根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数。

- 20 本方案中，通过第一标定图和第二标定图实现了对深度值的标定，然后第三标定图和第四标定图以及相机成像模型确定标定重建参数，实现了深度值标定与标定重建参数的分离，降低了标定的精度要求，进而降低了标定难度。

- 25 可选的，根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数，包括：

在第三标定图和第四标定图中，获取多组像素坐标以及多组像素坐标对应的标定板上的坐标。

- 30 针对多组像素坐标，分别将每组像素坐标以及每组像素坐标对应的标定板上的坐标，输入相机成像模型中，以确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵。

相应的，根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建，包括：

根据每个第一位置坐标的深度值、预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵和相机成像模型，对测量图像进行三维重建。

- 5 本方案中，通过第三标定图和第四标定图中的像素坐标以及像素坐标对应的标定板上的坐标，确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵，实现了对预设空间内任意与相机平面平行的平面的三维坐标的确定，进而实现了对测量图像的三维重建。

- 10 可选的，根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，包括：

匹配测量图像、第一标定图和第二标定图中的结构光图形。

确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标、在第一标定图中的第二位置坐标和在第二标定图中的第三位置坐标。

- 15 根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

可选的，根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，包括：

匹配第一标定图和第二标定图的结构光图形，确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系。

- 20 匹配测量图像和第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标和在第一标定图中的第二位置坐标。

根据第一位置坐标、第二位置坐标以及第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

- 25 本方案中，通过确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，实现了对标定数据的压缩，节约了大量的存储空间。

可选的，根据测量图像的每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，包括：

确定每个结构光图形在测量图像与第一标定图的第一视差。

- 30 在每个结构光图形的标定区间内，确定除第一视差之外的区间为第二视差，第二视差为该结构光图形在测量图像与第二标定图的视差。

根据第一视差和第二视差，计算每个第一位置坐标的深度值。

下面介绍本申请实施例提供的装置、设备、存储介质以及计算机程序产品，其内容和效果可参考第一方面及第一方面可选方式提供的三维重建方法，不再赘述。

5 第二方面，本申请实施例提供一种三维重建装置，包括：

 第一获取模块，用于获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标。

 第一确定模块，用于根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，第一标定图是在第一标定面上标定的
10 结构光标定图，第二标定图是在第二标定面上标定的结构光标定图，第一标定面、第二标定面与相机平面平行。

 第二确定模块，用于根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值。

 重建模块，用于根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测
15 量图像进行三维重建。

 可选的，本申请实施例提供的三维重建装置，还包括：

 第二获取模块，用于获取第三标定图和第四标定图，第三标定图是在第一标定面上标定的非结构光标定图，第四标定图是在第二标定面上标定的非结构光标定图。

20 第三确定模块，用于根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数。

 可选的，第三确定模块，具体用于：

 在第三标定图和第四标定图中，获取多组像素坐标以及多组像素坐标对应的标定板上的坐标。

25 针对多组像素坐标，分别将每组像素坐标以及每组像素坐标对应的标定板上的坐标，输入相机成像模型中，以确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵。

 相应的，重建模块具体用于：

 根据每个第一位置坐标的深度值、预设空间内任意与相机平面平行的平
30 面的单应矩阵和相机成像模型，对测量图像进行三维重建。

可选的，第一确定模块，具体用于：

匹配测量图像、第一标定图和第二标定图中的结构光图形。

确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标、在第一标定图中的第二位置坐标和在第二标定图中的第三位置坐标。

- 5 根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

可选的，第一确定模块，具体用于：

匹配第一标定图和第二标定图的结构光图形，确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系。

- 10 匹配测量图像和第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标和在第一标定图中的第二位置坐标。

根据第一位置坐标、第二位置坐标以及第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

可选的，第二确定模块，具体用于：

- 15 确定每个结构光图形在测量图像与第一标定图的第一视差。

在每个结构光图形的标定区间内，确定除第一视差之外的区间为第二视差，第二视差为该结构光图形在测量图像与第二标定图的视差。

根据第一视差和第二视差，计算每个第一位置坐标的深度值。

第三方面，本申请实施例提供一种设备，包括：

- 20 处理器；存储器；以及计算机程序；其中，计算机程序被存储在存储器中，并且被配置为由处理器执行，计算机程序包括用于执行如第一方面及第一方面可选方式的三维重建方法。

- 25 第四方面，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质存储有计算机程序，计算机程序使得服务器执行如第一方面及第一方面可选方式提供的三维重建方法。

第五方面，本发明实施例提供一种计算机程序产品，包括：可执行指令，可执行指令用于实现如第一方面或第一方面可选方式的三维重建方法。

- 30 本发明提供的三维重建方法、装置、设备及存储介质，通过获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标，然后根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，第一标定

图是在第一标定面上标定的结构光标定图，第二标定图是在第二标定面上标定的结构光标定图，第一标定面、第二标定面与相机平面平行，根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，最后根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建。

- 5 不仅实现了对测量图像的三维重建，而且直接通过测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，避免了立体矫正的步骤，提高了三维重建的效率。

附图说明

- 10 为了更清楚地说明本申请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一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 是本申请一实施例提供的三维重建方法的流程示意图；

- 15 图 2 是本申请一实施例提供的深度值测量原理图；

图 3 是本申请另一实施例提供的三维重建方法的流程示意图；

图 4 是本申请又一实施例提供的三维重建方法的流程示意图；

图 5 是本申请再一实施例提供的三维重建方法的流程示意图；

图 6 是本申请一实施例提供的三维重建装置的结构示意图；

- 20 图 7 是本申请另一实施例提供的三维重建装置的结构示意图；

图 8 是本申请一实施例提供的终端设备的结构示意图。

具体实施方式

- 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。
- 25

- 本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等（如果存在）是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的
- 30

顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本申请的实施例，例如能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

三维重建是计算机视觉的一个重要研究领域，也是在计算机中建立表达客观世界的虚拟现实的关键技术，在生物识别方面，相比于传统的二维模型，三维模型具有更大的区别空间，三维信息的获取技术有其发展的必要性。现有技术中，结构光重建方法在应用上占据一定优势，然而现有技术中的结构光重建方法，重建流程复杂且立体矫正精度要求高，造成三维重建的效率较低，为了解决上述问题，本申请实施例提供一种三维重建方法、装置、设备及存储介质。

以下，对本申请实施例的示例性应用场景进行介绍。

三维图像相比与二维图像具有更大的区别空间，三维重建技术用于将摄像机拍摄的二维图像，重建为三维图像，随着计算机视觉技术的发展，三维重建技术广泛应用于军用、民用等方面，例如：侦查监视、军事态势显示、环境监测、地质地貌测绘、道路监测交通疏导控制等等，基于此，本申请实施例提供一种三维重建方法、装置、设备及存储介质。

图 1 是本申请一实施例提供的三维重建方法的流程示意图，该方法可以由三维重建装置执行，该装置可以通过软件和/或硬件的方式实现，例如：该装置可以是终端设备的部分或全部，终端设备可以是个人电脑、智能手机、用户终端、平板电脑等，下面以终端设备为执行主体对三维重建方法进行说明，如图 1 所示，本发明实施例中的方法可以包括：

步骤 S101：获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标。

测量图像为待三维重建的结构光图像，结构光为经过投射器投射到被测物体表面的主动结构信息，本申请实施例对结构光图形不做限制，例如，结构光图形可以是激光条纹、格雷码、正弦条纹、光斑等。投射器投射结构光到被测物体表面后，通过单个或多个相机拍摄被测表面得到结构光图像，即测量图像。

测量图像上存在多个结构光图形，获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标，其中，每个结构光图形各自对应的第一位置坐标，可以是结构光图形的某一固定位置在测量图像的像素坐标，本申请实施例对该固定位置不做限制，例如可以是结构光图形的中心点等。结构光图形可以是结构光中单个光斑经过人脸反射后投射到传感器的一个或者多个像素点后，由这个或几个像素点输出信号形成的测量图像中的局部图像。

步骤 S102：根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

第一标定图是在第一标定面上标定的结构光标定图，第二标定图是在第二标定面上标定的结构光标定图，第一标定面、第二标定面与相机平面平行。第一标定面和第二标定面的位置，可以根据相机拍摄的图像的质量以及用户需求进行选取，本申请实施例对标定面的具体位置以及选取方式不做限制，例如：针对人脸识别系统，该系统的工作距离为 20-100 厘米，则第一标定面和第二标定面可以选择距离相机平面 20-100 厘米的任意平面，比如，第一标定面在距离相机平面 40 厘米处，即第一标定距离为 40 厘米，第二标定面在距离相机平面 80 厘米处，即第二标定距离为 80 厘米等，以上仅为对标定面选取的示例性介绍，本申请实施例的标定面选取不限于此。

在确定第一标定面和第二标定面之后，在第一标定面处放置一块标定板，本申请实施例对标定板的类型、尺寸等不做限制，例如，标定板图案为棋盘格图；然后拍摄一张带结构光的标定图，得到第一标定图，本申请实施例对第一标定图的获取方式不做限制，类似的，可以通过沿相机光轴移动标定板至第二标定面，再次拍摄一张带结构光的标定图，得到第二标定图，本申请实施例对此不做限制。其中，测量图像、第一标定图和第二标定图所采用的结构光为相同的结构光，例如可以是同一个点阵投射器投射出的同一个结构光。

获取到第一标定图和第二标定图之后，根据测量图像、第一标定图和第二标定图确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。本申请实施例对如何根据测量图像、第一标定图和第二标定图确定测量图像上每个结构光图形的标定区间的具体实施方式不做限制。

为了便于介绍每个结构光图像的标定区间，图 2 是本申请一实施例提供

的深度值测量原理图，如图 2 所示，投射器投射结构光至相机拍摄空间，其中，Z 表示物平面至相机平面的距离，Z1 表示第一标定距离，Z2 表示第二标定距离，由于第一标定图、第二标定图以及物平面距离相机平面的距离不同，，因此，结构光图形的位置会存在视差。且针对同一个结构光图形在测量图像、

5 第一标定图以及第二标定图中存在相对应的结构光图形以及结构光图形的位置坐标。例如，在第一标定图中的 F 位置上的结构光图形、在物平面 C 位置上的结构光图形以及在第二标定图上的 A 位置上的结构光图形相互匹配，在测量图像中，位置 F 对应于测量图像中的 F'，位置 C 对应于测量图像中的 C'，位置 A 对应于测量图像中的 A'，其中，F' 与 A' 连接而成的线段为

10 该结构光图形的标定区间，且该结构光图形的坐标位置在其对应的标定区间上，通过计算测量图像上每个结构光图形的标定区间，可以在每个结构光图形对应的标定区间内搜索该结构光图形，避免了现有技术中的立体矫正步骤，可以提高三维重建的效率。

步骤 S103：根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值。

根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，可以计算每个第一位置坐标的深度值，本申请实施例对如何根据测量图像上的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值的具体实施方式不做限制。

在一种可能的实施方式中，如图 2 所示，由于第一标定面、第二标定面与相机平面相互平行，为了计算每个位置坐标的深度值即物平面距离相机平面的距离 Z，根据三角形相似原理，可知：

$$\frac{Z}{f} = \frac{BC}{C'A'}, \quad \frac{Z1}{f} = \frac{DF}{F'A'}, \quad \frac{BC}{DF} = \frac{Z1-Z}{Z2-Z1} \quad (1)$$

因此，可以得到：

$$(Z2 - Z1) * (C'A') * Z = Z1 * (F'A') * (Z2 - Z) \quad (2)$$

最终得到深度值计算公式：

$$Z = \frac{Z1Z2(F'A')}{Z2(C'A') + Z1(F'C')} \quad (3)$$

因此，可以通过上述计算公式（3），计算每个第一位置坐标的深度值。

在一种可能的实施方式中，根据测量图像的每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，包括：

确定每个结构光图形在测量图像与第一标定图的第一视差。在每个结构光图形的标定区间内，确定除第一视差之外的区间为第二视差，第二视差为该结构光图形在测量图像与第二标定图的视差。根据第一视差和第二视差，计算每个第一位置坐标的深度值。

5 确定每个结构光图形在测量图像与第一标定图的第一视差，例如图 2 中的 $C' A'$ ，由于已知结构光图像的标定区间 $F' A'$ ，因此可以计算得到该结构光图形在测量图像与第二标定图的第二视差 $F' C'$ ，由于第一标定距离 $Z1$ 和第二标定距离 $Z2$ 为已知，根据深度值计算公式，可以计算出结构光图形的第一位置坐标的深度值。

10 类似的，也可以通过确定每个结构光图形在测量图像与第二标定图的第二视差，然后根据每个结构光的标定区间，得到每个结构光图形在测量图像与第一标定图的第一视差，进而根据深度值计算公式，得到该结构光图形的第一位置坐标的深度值。

15 步骤 S104：根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建。

在确定每个第一位置坐标的深度值之后，根据标定重建参数，计算第一位置坐标的三维坐标，实现对测量图像的三维重建，本申请实施例对三维重建的具体实现方式不做限制，同时，对具体标定重建参数都不做限制。

20 本申请实施例提供的三维重建方法，通过根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图上每个结构光图形的标定区间，然后根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，最后根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建，不仅实现了对测量图像的三维重建，而且直接通过测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值，避免了立体矫正的步骤，提高了三维重建的效率。

25 可选的，图 3 是本申请另一实施例提供的三维重建方法的流程示意图，该方法可以由三维重建装置执行，该装置可以通过软件和/或硬件的方式实现，例如：该装置可以是终端设备的部分或全部，终端设备可以是个人电脑、智能手机、用户终端、平板电脑等，下面以终端设备为执行主体对三维重建方法进行说明，如图 3 所示，在步骤 S103 之前，本申请实施例提供的三维重建

方法，还可以包括：

步骤 S201：获取第三标定图和第四标定图，第三标定图是在第一标定面上标定的非结构光标定图，第四标定图是在第二标定面上标定的非结构光标定图。

5 获取第三标定图，可以通过在第一标定面处放置标定板，本申请实施例对标定板的类型、尺寸等不做限制，例如，标定板图案为棋盘格图；然后拍摄一张标定图，得到第三标定图，本申请实施例对第三标定图的获取方式不做限制，类似的，可以通过沿相机光轴移动标定板至第二标定面，再次拍摄一张标定图，得到第四标定图，本申请实施例对此不做限制。

10 步骤 S202：根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数。

本申请对如何根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数的具体实施方式不做限制。示例性的，下面对一种相机成像模型进行介绍，相机成像模型为：

$$15 \quad s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = K[R \quad | \quad T] \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} \quad (4)$$

其中，u 表示像素平面坐标系下的横坐标，v 表示像素平面坐标系下的纵坐标，K 表示相机内参矩阵，R 表示旋转矩阵，T 表示平移向量， x_w 表示在世界坐标系下的 X 轴坐标值， y_w 表示在世界坐标系下的 Y 轴坐标值， z_w 表示在世界坐标系下的 Z 轴坐标值。因此，在一种可能的实施方式中，可以通过

20 计算 $K[R \quad | \quad T]$ ，确定标定重建参数。

在另一种可能的实施方式中，可以对上述公式进一步推导，其中，

$$K = \begin{bmatrix} f_x & \gamma & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, [R \quad | \quad T] = \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & T_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & T_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & T_z \end{bmatrix}, \text{ 得到:}$$

$$s \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = K[R \quad | \quad T] \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_x & \gamma & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & T_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & T_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & T_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
&= \begin{bmatrix} f_x & \gamma & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & r_3 & T_x \\ r_4 & r_5 & r_6 & T_y \\ r_7 & r_8 & r_9 & T_z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & z_w \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \\
&= \begin{bmatrix} f_x & \gamma & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 & r_2 & T_x + r_3 z_w \\ r_4 & r_5 & T_y + r_6 z_w \\ r_7 & r_8 & T_z + r_9 z_w \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ 1 \end{bmatrix} \\
&= (H + z_w \Delta H) \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ 1 \end{bmatrix}, \Delta H = \begin{bmatrix} 0 & 0 & f_x r_3 + \gamma r_6 + c_x r_9 \\ 0 & 0 & f_y r_6 + c_y r_9 \\ 0 & 0 & r_9 \end{bmatrix} \quad (5)
\end{aligned}$$

其中, f_x, f_y 是与相机焦距、像素的大小有关的参数, c_x, c_y 是相机光心在像素平面上的坐标, $r_1 \sim r_9$ 为旋转矩阵参数, T_x, T_y, T_z 分别为 X, Y, Z 三个方向上的平移参数。单应矩阵 H 为 $Z=0$ 平面的单应矩阵, ΔH 为 $Z=z_w$ 时单应矩阵的增量矩阵, $(H + z_w \Delta H)$ 表示 $Z=z_w$ 平面的单应矩阵。因此可以通过计算 H 和 ΔH 的值, 确定标定重建参数。

在上述公式的基础上, 在一种可能的实施方式中, 为了实现确定标定重建参数, 根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型, 确定标定重建参数, 包括:

- 10 在第三标定图和第四标定图中, 获取多组像素坐标以及多组像素坐标对应的标定板上的坐标; 针对多组像素坐标, 分别将每组像素坐标以及每组像素坐标对应的标定板上的坐标, 输入相机成像模型中, 以确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵。

- 15 在第三标定图和第四标定图中, 分别获取多组像素坐标 (u_i, v_i) 以及多组像素坐标各自对应的标定板上的坐标 (x_i, y_i) , 其中 i 为大于零的整数, (u_i, v_i) 表示第 i 组像素坐标, 本申请实施例对 i 的数值不做限制, 在一种可能的实施方式中, i 为大于等于 8 的整数。分别将像素坐标 (u_i, v_i) 与像素坐标各自对应的标定板上的坐标 (x_i, y_i) , 带入公式 (5) 中, 确定单应矩阵 H 和单应矩阵 ΔH 。

- 20 相应的, 根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数, 对测量图像进行三维重建, 包括:

根据每个第一位置坐标的深度值、预设空间内任意与相机平面平行的平

面的单应矩阵和相机成像模型，对测量图像进行三维重建。

根据第一位置坐标的深度值 $Z=z_w$ 、单应矩阵 H 、单应矩阵 ΔH 、第一位置坐标 (u, v) 以及公式 (5)，计算 (x_w, y_w) ，最终确定每个第一位置坐标的 (x_w, y_w, z_w) ，实现对测量图像的三维重建。

- 5 由于通过第三标定图和第四标定图中的像素坐标以及像素坐标对应的标定板上的坐标，确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵，实现了对预设空间内任意与相机平面平行的平面的三维坐标的确定，进而实现了对测量图像的三维重建。而且，通过第一标定图和第二标定图对深度值进行标定，然后通过第三标定图和第四标定图以及相机成像模型确定标定重建
- 10 参数，实现了深度值标定与标定重建参数的分离，降低了标定的精度要求，进而降低了标定难度。

- 为了实现测量图像上每个结构光图像的标定区间的确定，在一种可能的实施方式中，图 4 是本申请又一实施例提供的三维重建方法的流程示意图，该方法可以由三维重建装置执行，该装置可以通过软件和/或硬件的方式实现，
- 15 例如：该装置可以是终端设备的部分或全部，终端设备可以是个人电脑、智能手机、用户终端、平板电脑等，下面以终端设备为执行主体对三维重建方法进行说明，如图 4 所示，步骤 S102 可以包括：

 步骤 S301：匹配测量图像、第一标定图和第二标定图中的结构光图形。

- 匹配测量图像、第一标定图和第二标定图中的结构光图形，确定测量图
- 20 像、第一标定图和第二标定图中相应的结构光图形，本申请实施例对如何匹配测量图像、第一标定图和第二标定图中的结构光图形的具体实施方式不做限制。

 步骤 S302：确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标、在第一标定图中的第二位置坐标和在第二标定图中的第三位置坐标。

- 25 本申请对本步骤的具体实施方式不做限制，只要能够确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标、在第一标定图中的第二位置坐标和在第二标定图中的第三位置坐标即可。

 步骤 S303：根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

- 30 如图 2 所示，根据每个结构光的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位

置坐标，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，可以根据三角形相似原理，对 $F'A'$ 进行计算，本申请实施例对此不做限制。

为了实现对测量图像上每个结构光图像的标定区间的确定，在另一种可能的实施方式中，图 5 是本申请再一实施例提供的三维重建方法的流程示意图，该方法可以由三维重建装置执行，该装置可以通过软件和/或硬件的方式实现，例如：该装置可以是终端设备的部分或全部，终端设备可以是个人电脑、智能手机、用户终端、平板电脑等，下面以终端设备为执行主体对三维重建方法进行说明，如图 5 所示，步骤 S102 可以包括：

步骤 S401：匹配第一标定图和第二标定图的结构光图形，确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系。

匹配第一标定图和第二标定图的结构光图形，确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，其中第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系可以采用单应矩阵的方式表示。

步骤 S402：匹配测量图像和第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标和在第一标定图中的第二位置坐标。

匹配测量图像和第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标和在第一标定图中的第二位置坐标，本申请实施例对本步骤的具体匹配方式不做限制。

步骤 S403：根据第一位置坐标、第二位置坐标以及第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

本步骤中，可以根据第二位置坐标与第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定第三位置坐标，然后根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，具体可参考步骤 303，不再赘述。

需要说明的是，在本实施例中，对第一标定图和第二标定图所表示的标定图不做限制，步骤 S402 中的第一标定图也可以表示为第二标定图。由于通过确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，只需要确定任一标定图中结构光图行的位置坐标，即可实现对另一标定图中对应结构光图形的位置坐标的确定，实现了对标定数据的压缩，节约了大量的存储

空间。

下述为本申请实施例提供的装置、设备、存储介质以及计算机程序产品实施例，可以用于执行本发明方法实施例。对于本申请装置实施例中未披露的细节，请参照本申请方法实施例。

- 5 图 6 是本申请一实施例提供的三维重建装置的结构示意图，该装置可以通过软件和/或硬件的方式实现，例如：该装置可以是终端设备的部分或全部，终端设备可以是个人电脑、智能手机、用户终端、平板电脑等，如图 6 所示，本申请实施例提供的三维重建装置可以包括：

10 第一获取模块 61，用于获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标。

第一确定模块 62，用于根据测量图像、第一标定图和第二标定图，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间，第一标定图是在第一标定面上标定的结构光标定图，第二标定图是在第二标定面上标定的结构光标定图，第一标定面、第二标定面与相机平面平行。

- 15 可选的，第一确定模块 62，具体用于：

匹配测量图像、第一标定图和第二标定图中的结构光图形。

确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标、在第一标定图中的第二位置坐标和在第二标定图中的第三位置坐标。

- 20 根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

可选的，第一确定模块 62，具体用于：

匹配第一标定图和第二标定图的结构光图形，确定第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系。

- 25 匹配测量图像和第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在测量图像中的第一位置坐标和在第一标定图中的第二位置坐标。

根据第一位置坐标、第二位置坐标以及第一标定图与第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定测量图像上每个结构光图形的标定区间。

第二确定模块 63，用于根据测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个第一位置坐标的深度值。

- 30 可选的，第二确定模块 63，具体用于：

确定每个结构光图形在测量图像与第一标定图的第一视差。

在每个结构光图形的标定区间内，确定除第一视差之外的区间为第二视差，第二视差为该结构光图形在测量图像与第二标定图的视差。

根据第一视差和第二视差，计算每个第一位置坐标的深度值。

- 5 重建模块 64，用于根据每个第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对测量图像进行三维重建。

可选的，图 7 是本申请另一实施例提供的三维重建装置的结构示意图，该装置可以通过软件和/或硬件的方式实现，例如：该装置可以是终端设备的部分或全部，终端设备可以是个人电脑、智能手机、用户终端、平板电脑等，

- 10 如图 7 所示，本申请实施例提供的三维重建装置还可以包括：

第二获取模块 71，用于获取第三标定图和第四标定图，第三标定图是在第一标定面上标定的非结构光标定图，第四标定图是在第二标定面上标定的非结构光标定图。

- 15 第三确定模块 72，用于根据第三标定图、第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数。

可选的，第三确定模块 72，具体用于：

在第三标定图和第四标定图中，获取多组像素坐标以及多组像素坐标对应的标定板上的坐标。

- 20 针对多组像素坐标，分别将每组像素坐标以及每组像素坐标对应的标定板上的坐标，输入相机成像模型中，以确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵。

相应的，重建模块 64 具体用于：

根据每个第一位置坐标的深度值、预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵和相机成像模型，对测量图像进行三维重建。

- 25 本申请实施例提供一种终端设备，图 8 是本申请一实施例提供的终端设备的结构示意图，如图 8 所示，该终端设备包括：

- 30 处理器 81、存储器 82、收发器 83 以及计算机程序；其中，收发器 83 实现车载收音机与其他设备之间的数据传输，计算机程序被存储在存储器 82 中，并且被配置为由处理器 81 执行，计算机程序包括用于执行上述三维重建方法的指令，其内容及效果请参考方法实施例。

此外，本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，计算机可读存储介质中存储有计算机执行指令，当用户设备的至少一个处理器执行该计算机执行指令时，用户设备执行上述各种可能的方法。

其中，计算机可读介质包括计算机存储介质和通信介质，其中通信介质
5 包括便于从一个地方向另一个地方传送计算机程序的任何介质。存储介质可以是通用或专用计算机能够存取的任何可用介质。一种示例性的存储介质耦合至处理器，从而使处理器能够从该存储介质读取信息，且可向该存储介质写入信息。当然，存储介质也可以是处理器的组成部分。处理器和存储介质可以位于 ASIC 中。另外，该 ASIC 可以位于用户设备中。当然，处理器和存储
10 介质也可以作为分立组件存在于通信设备中。

本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可
15 读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通
20 技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案
的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权利要求书

1、一种三维重建方法，其特征在于，包括：

获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标，所述测量图像为结构光图像，所述结构光图形为所述结构光图像中的任一结构光的光斑图形；

根据所述测量图像、第一标定图和第二标定图，确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间，所述第一标定图是通过在第一标定面上放置标定板拍摄的结构光标定图，所述第二标定图是通过在第二标定面上放置所述标定板拍摄的结构光标定图，所述第一标定面、所述第二标定面与相机平面平行，所述相机平面为与相机光轴垂直的平面；

根据所述测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个所述第一位置坐标的深度值；

根据每个所述第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对所述测量图像进行三维重建。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在根据每个所述第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对所述测量图像进行三维重建之前，还包括：

获取第三标定图和第四标定图，所述第三标定图是在所述第一标定面上标定的非结构光标定图，所述第四标定图是在所述第二标定面上标定的非结构光标定图；

根据所述第三标定图、所述第四标定图以及相机成像模型，确定所述标定重建参数。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述根据所述第三标定图、所述第四标定图以及相机成像模型，确定标定重建参数，包括：

在所述第三标定图和所述第四标定图中，获取多组像素坐标以及所述多组像素坐标对应的标定板上的坐标；

针对所述多组像素坐标，分别将每组像素坐标以及每组像素坐标对应的标定板上的坐标，输入所述相机成像模型中，以确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵；

相应的，根据每个所述第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对所述测量图像进行三维重建，包括：

根据每个所述第一位置坐标的深度值、所述预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵和所述相机成像模型，对所述测量图像进行三维重建。

4、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，根据所述测量图像、第一标定图和第二标定图，确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间，包括：

匹配所述测量图像、所述第一标定图和所述第二标定图中的结构光图形；
确定每个结构光图形在所述测量图像中的第一位置坐标、在所述第一标定图中的第二位置坐标和在所述第二标定图中的第三位置坐标；

根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，
10 确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间。

5、根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述根据所述测量图像、第一标定图和第二标定图，确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间，包括：

匹配所述第一标定图和所述第二标定图的结构光图形，确定所述第一标定图与
15 所述第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系；

匹配所述测量图像和所述第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在所述测量图像中的第一位置坐标和在所述第一标定图中的第二位置坐标；

根据所述第一位置坐标、第二位置坐标以及所述第一标定图与所述第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定所述测量图像上每个结构光
20 图形的标定区间。

6、根据权利要求1-5任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述测量图像的每个结构光图形的标定区间，计算每个所述第一位置坐标的深度值，包括：

确定每个结构光图形在所述测量图像与所述第一标定图的第一视差；
25 在每个结构光图形的标定区间内，确定除第一视差之外的区间为第二视差，所述第二视差为该结构光图形在所述测量图像与所述第二标定图的视差；
根据所述第一视差和所述第二视差，计算每个所述第一位置坐标的深度值。

7、根据权利要求1-5任一项所述的方法，其特征在于，
30 所述第一标定面和所述第二标定面分别位于物平面的两侧，或所述第一

标定面和所述第二标定面位于所述物平面的同一侧。

8、一种三维重建装置，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于获取测量图像上每个结构光图形各自对应的第一位置坐标，所述测量图像为结构光图像，所述结构光图形为所述结构光图像中的任一结构光的光斑图形；

第一确定模块，用于根据所述测量图像、第一标定图和第二标定图，确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间，所述第一标定图是通过在第一标定面上放置标定板拍摄的结构光标定图，所述第二标定图是通过在第二标定面上放置所述标定板拍摄的结构光标定图，所述第一标定面、所述第二标定面与相机平面平行，所述相机平面为与相机光轴垂直的平面；

第二确定模块，用于根据所述测量图像上每个结构光图形的标定区间，计算每个所述第一位置坐标的深度值；

重建模块，用于根据每个所述第一位置坐标的深度值和标定重建参数，对所述测量图像进行三维重建。

9、根据权利要求 8 所述的装置，其特征在于，还包括：

第二获取模块，用于获取第三标定图和第四标定图，所述第三标定图是在所述第一标定面上标定的非结构光标定图，所述第四标定图是在所述第二标定面上标定的非结构光标定图；

第三确定模块，用于根据所述第三标定图、所述第四标定图以及相机成像模型，确定所述标定重建参数。

10、根据权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述第三确定模块，具体用于：

在所述第三标定图和所述第四标定图中，获取多组像素坐标以及所述多组像素坐标对应的标定板上的坐标；

针对所述多组像素坐标，分别将每组像素坐标以及每组像素坐标对应的标定板上的坐标，输入所述相机成像模型中，以确定预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵；

相应的，所述重建模块具体用于：

根据每个所述第一位置坐标的深度值、所述预设空间内任意与相机平面平行的平面的单应矩阵和所述相机成像模型，对所述测量图像进行三维重建。

11、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述第一确定模块，具体用于：

匹配所述测量图像、所述第一标定图和所述第二标定图中的结构光图形；

5 确定每个结构光图形在所述测量图像中的第一位置坐标、在所述第一标定图中的第二位置坐标和在所述第二标定图中的第三位置坐标；

根据每个结构光图形的第一位置坐标、第二位置坐标和第三位置坐标，确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间。

12、根据权利要求 10 所述的装置，其特征在于，所述第一确定模块，具体用于：

10 匹配所述第一标定图和所述第二标定图的结构光图形，确定所述第一标定图与所述第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系；

匹配所述测量图像和所述第一标定图的结构光图形，确定每个结构光图形在所述测量图像中的第一位置坐标和在所述第一标定图中的第二位置坐标；

15 根据所述第一位置坐标、第二位置坐标以及所述第一标定图与所述第二标定图中每个结构光图形的坐标对应关系，确定所述测量图像上每个结构光图形的标定区间。

13、根据权利要求 8-12 任一项所述的装置，其特征在于，所述第二确定模块，具体用于：

确定每个结构光图形在所述测量图像与所述第一标定图的第一视差；

20 在每个结构光图形的标定区间内，确定除第一视差之外的区间为第二视差，所述第二视差为该结构光图形在所述测量图像与所述第二标定图的视差；

根据所述第一视差和所述第二视差，计算每个所述第一位置坐标的深度值。

14、根据权利要求 8-12 任一项所述的装置，其特征在于，

25 所述第一标定面和所述第二标定面位于物平面的两侧，或所述第一标定面和所述第二标定面位于所述物平面的一侧。

15、一种设备，其特征在于，包括：

处理器；

存储器；以及

30 计算机程序；

其中，所述计算机程序被存储在所述存储器中，并且被配置为由所述处理器执行，所述计算机程序包括用于执行如权利要求 1-7 任一项所述的方法的指令。

- 16、一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质
5 存储有计算机程序，所述计算机程序使得服务器执行权利要求 1-7 任一项所述的方法。

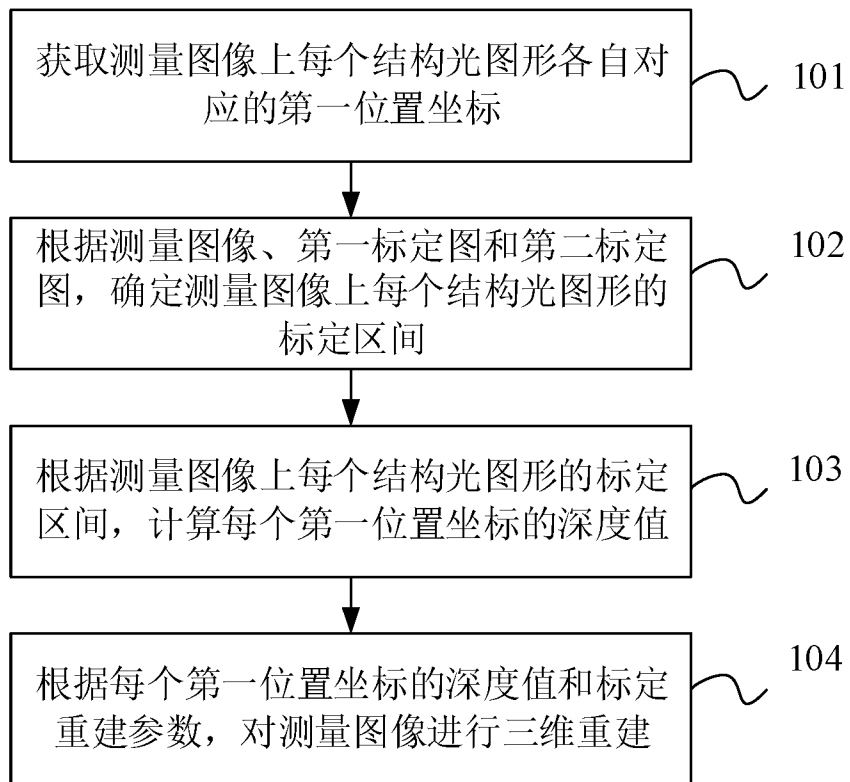


图 1

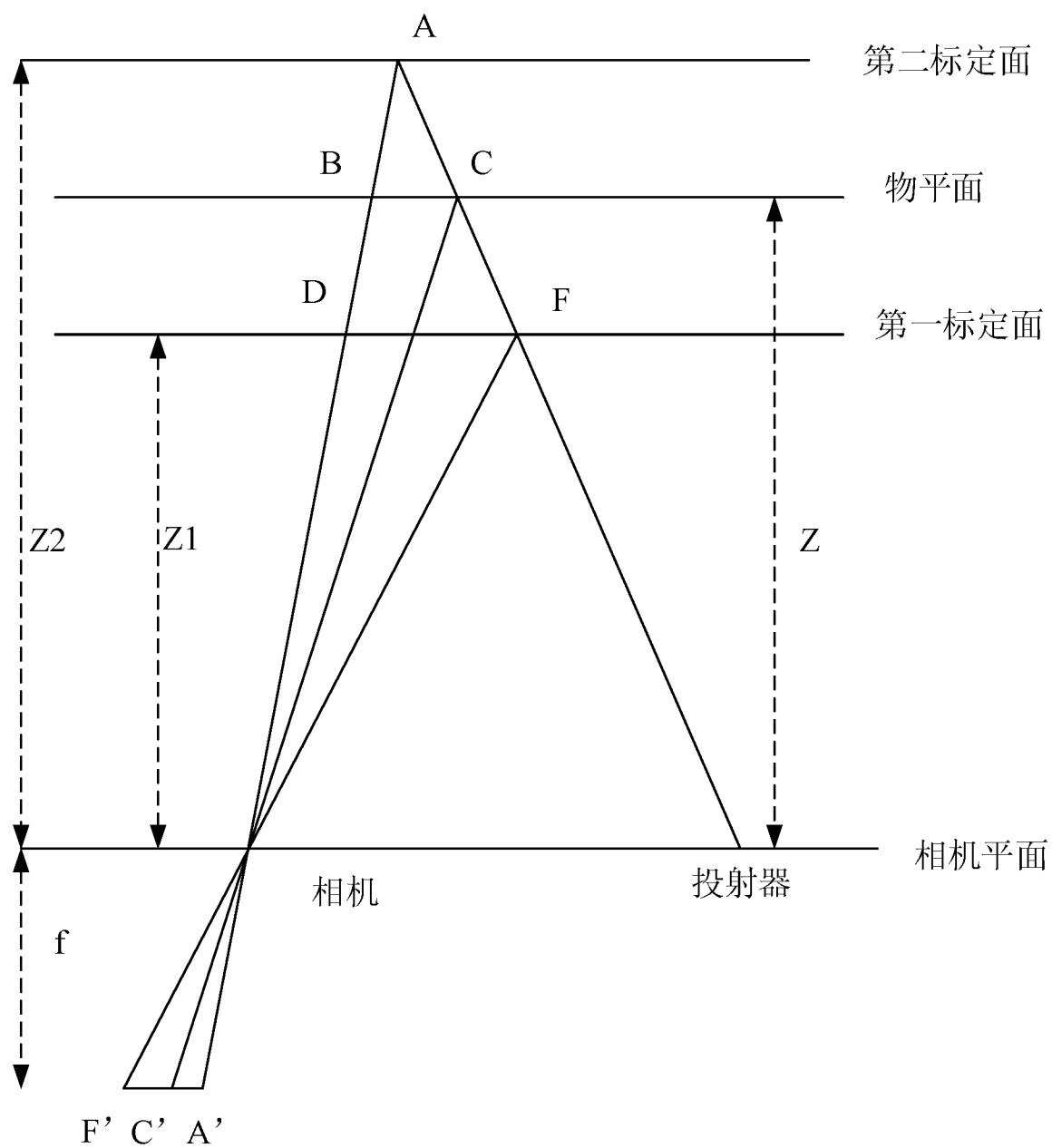


图 2

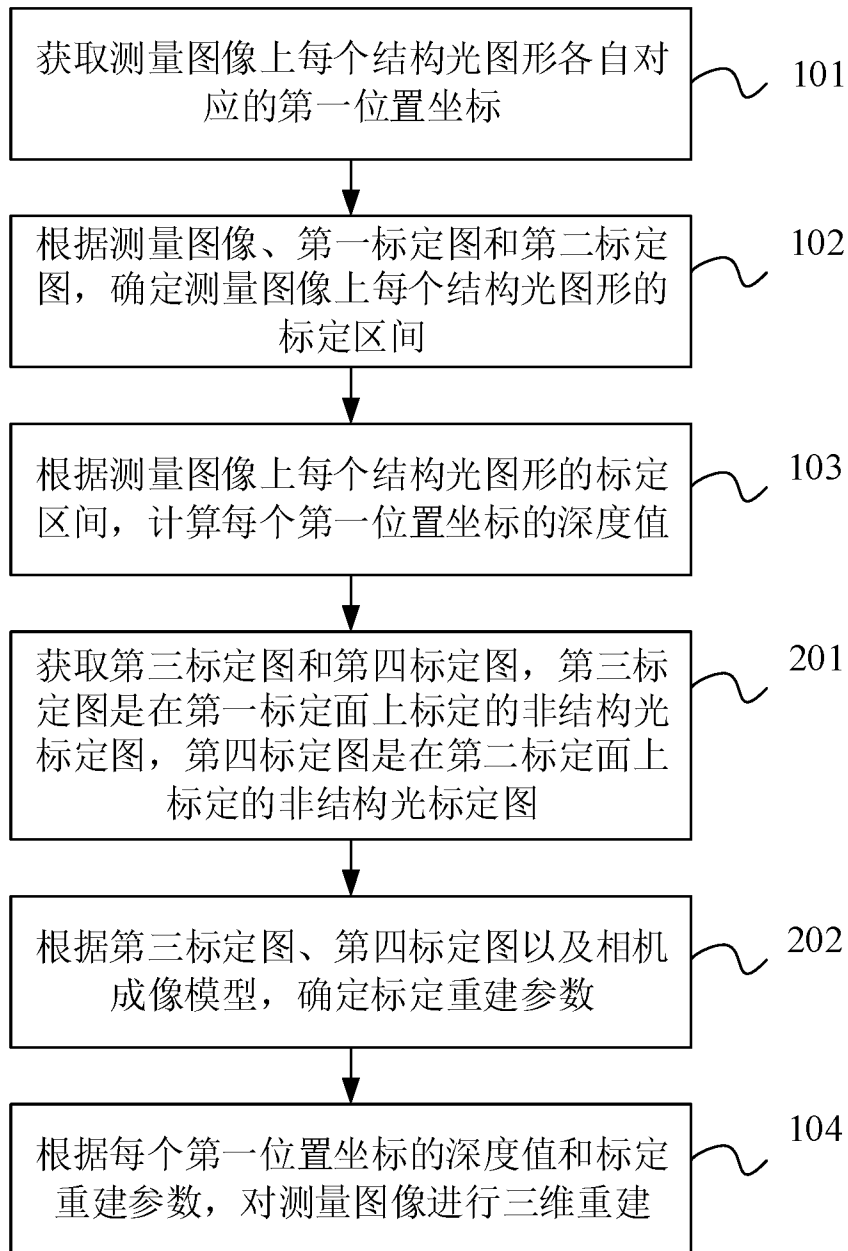


图 3

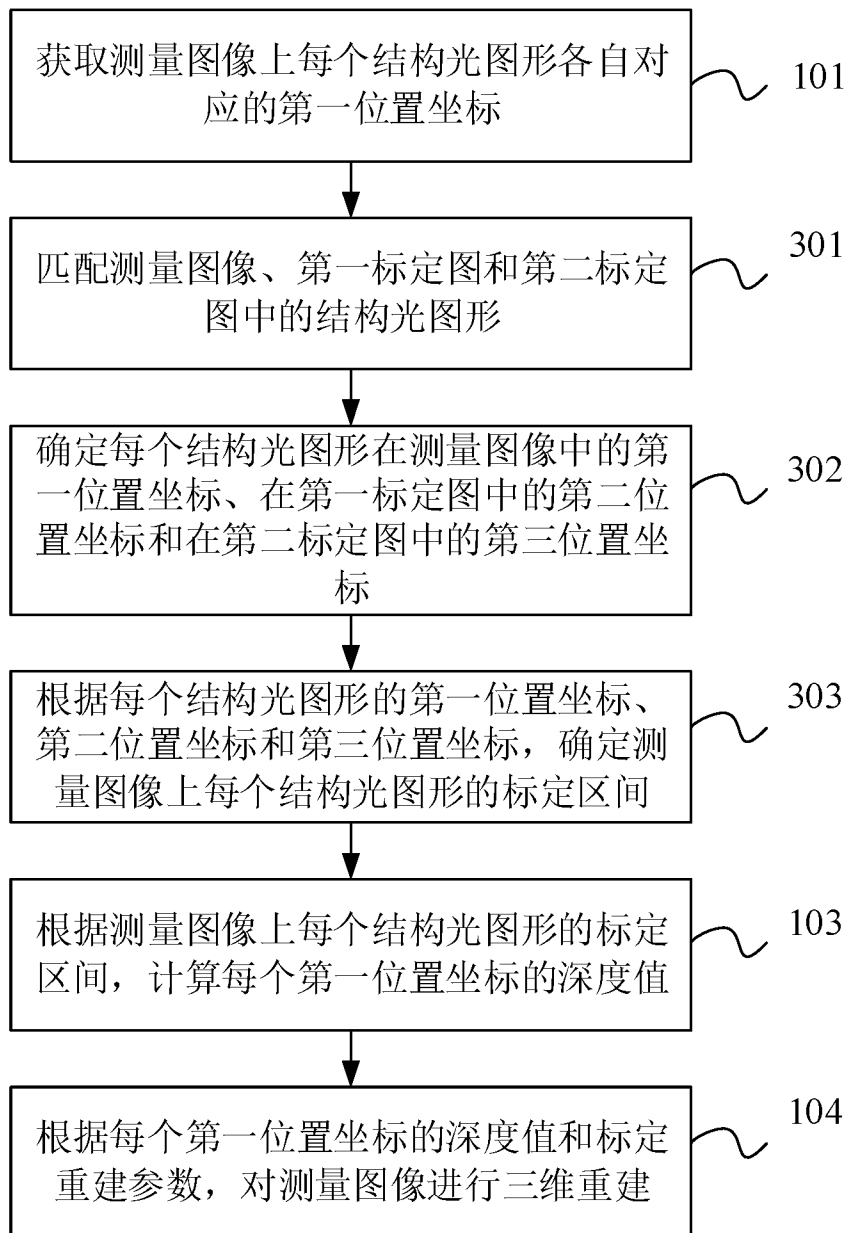


图 4

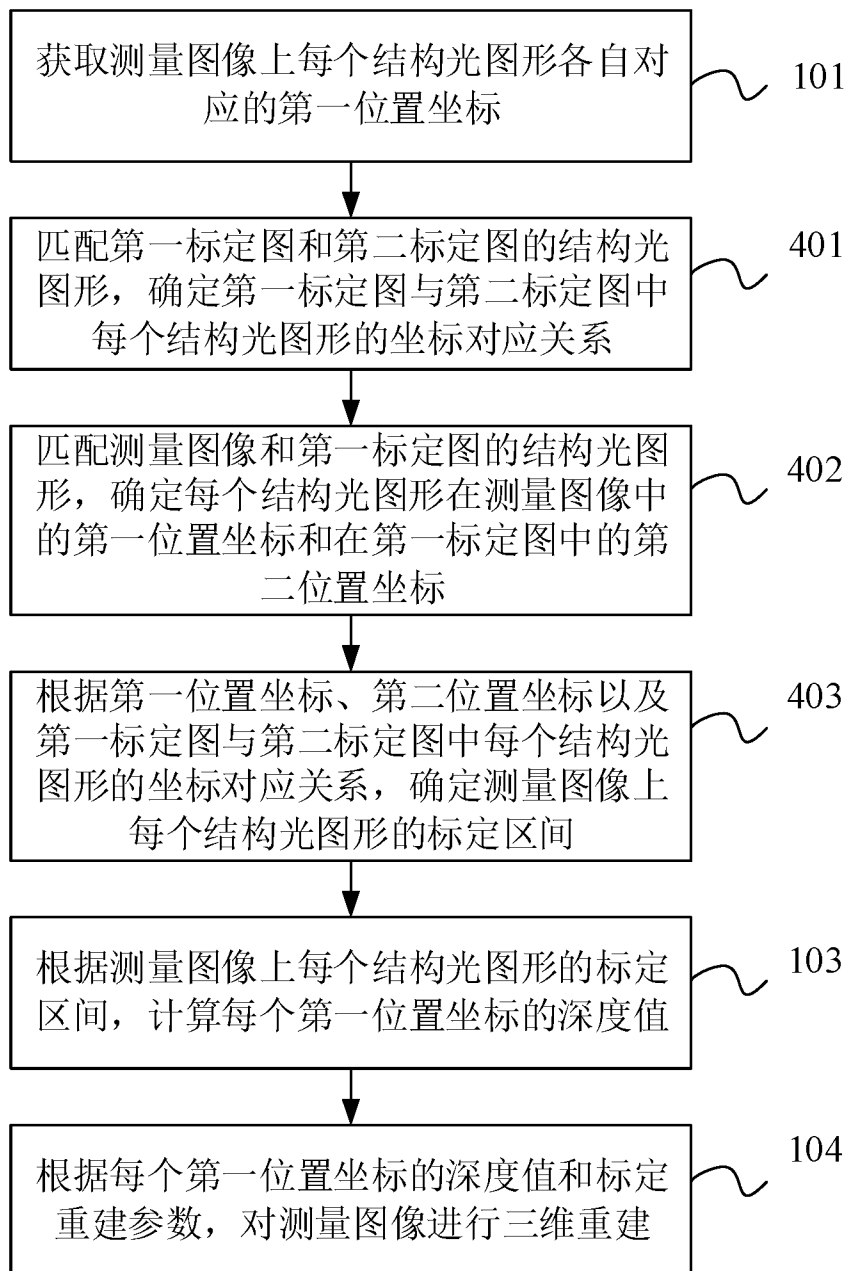


图 5

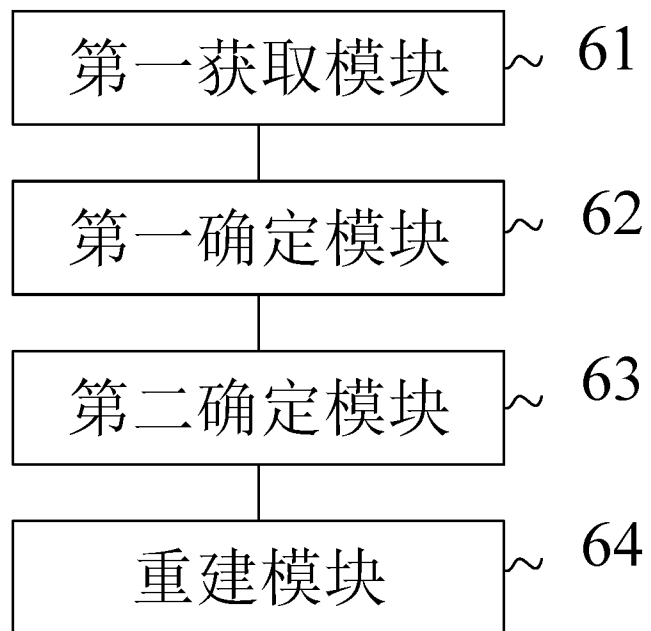


图 6

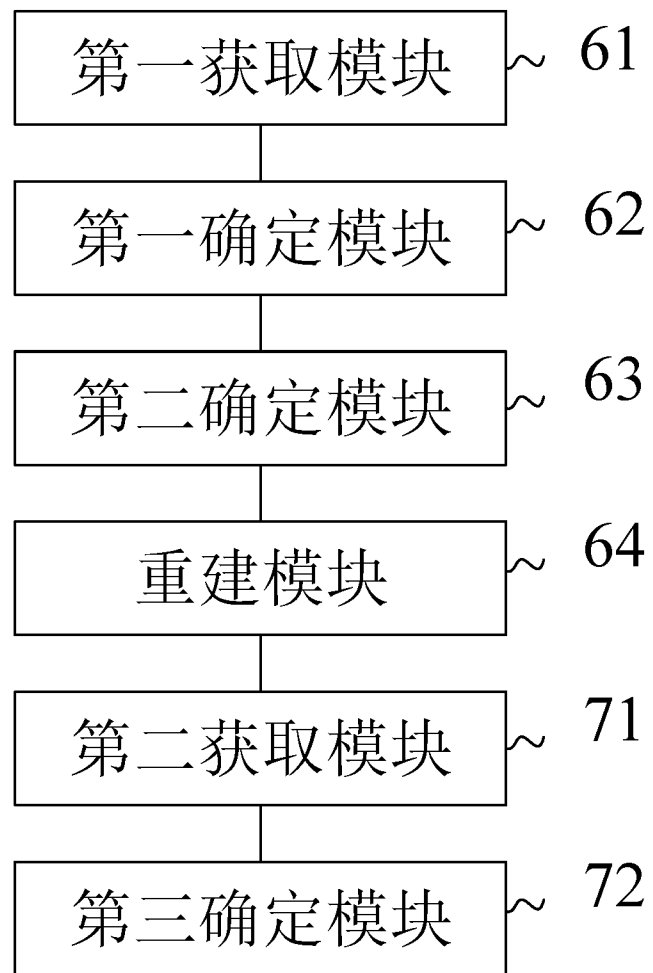


图 7

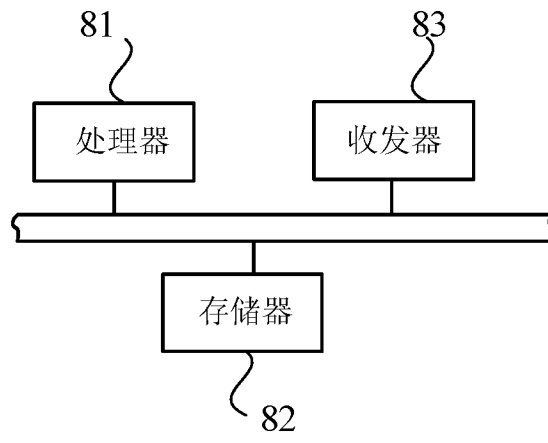


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/088698

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 17/00(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)

G06T

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, CNKI, DWPI, SIPOABS, USTXT, WOTXT, EPTXT, PATENTICS, 读秀, DUXIU: 深度, 结构, 三维, 图, 光, 重建, reconstruct+, three dimension, depth, construction, light, graph

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103971408 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECHNOLOGY AND NANO-BIONICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 06 August 2014 (2014-08-06) claims 6-13, and figures 1 and 2	1-16
A	CN 103337071 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 02 October 2013 (2013-10-02) entire document	1-16
A	CN 103971405 A (CHONGQING UNIVERSITY) 06 August 2014 (2014-08-06) entire document	1-16
A	CN 107945268 A (SHENZHEN UNIVERSITY) 20 April 2018 (2018-04-20) entire document	1-16



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

12 February 2020

Date of mailing of the international search report

26 February 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/088698

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103971408	A	06 August 2014	CN	103971408	B	03 May 2017
CN	103337071	A	02 October 2013	CN	103337071	B	30 March 2016
CN	103971405	A	06 August 2014	None			
CN	107945268	A	20 April 2018	CN	107945268	B	29 November 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/088698

A. 主题的分类

G06T 17/00 (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)

G06T

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, CNKI, DWPI, SIPOABS, USTXT, WOTXT, EPTXT, PATENTICS, 读秀: 深度, 结构, 三维, 图, 光, 重建, reconstruct+, three dimension, depth, construction, light, graph

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
X	CN 103971408 A (中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 权利要求6-13, 附图1-2	1-16
A	CN 103337071 A (北京理工大学) 2013年 10月 2日 (2013 - 10 - 02) 全文	1-16
A	CN 103971405 A (重庆大学) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-16
A	CN 107945268 A (深圳大学) 2018年 4月 20日 (2018 - 04 - 20) 全文	1-16

☐ 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 2月 12日

国际检索报告邮寄日期

2020年 2月 26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

韩鲜萍

电话号码 (86-10) 62411841

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/088698

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	103971408	A	2014年 8月 6日	CN 103971408 B	2017年 5月 3日
CN	103337071	A	2013年 10月 2日	CN 103337071 B	2016年 3月 30日
CN	103971405	A	2014年 8月 6日	无	
CN	107945268	A	2018年 4月 20日	CN 107945268 B	2019年 11月 29日