

(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 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/135040 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/32 (2017.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2019/124508
- (22) 国际申请日: 2019 年 12 月 11 日 (11.12.2019)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811635501.1 2018 年 12 月 29 日 (29.12.2018) CN
- (71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 高玉峰 (GAO, Yufeng); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 郑伟 (ZHENG, Wei); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市科进知识产权代理事务所 (普通合伙) (SHENZHEN KEJIN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国广东省深圳市南山区粤兴三道二号虚拟大学园产业化基地 A701 室, Guangdong 518055 (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,

(54) **Title:** IMAGE THREE-DIMENSIONAL INFORMATION EXTRACTION METHOD, OBJECT IMAGING METHOD, DEVICE, AND SYSTEM

(54) 发明名称: 图像三维信息提取方法、对象成像方法、装置及系统

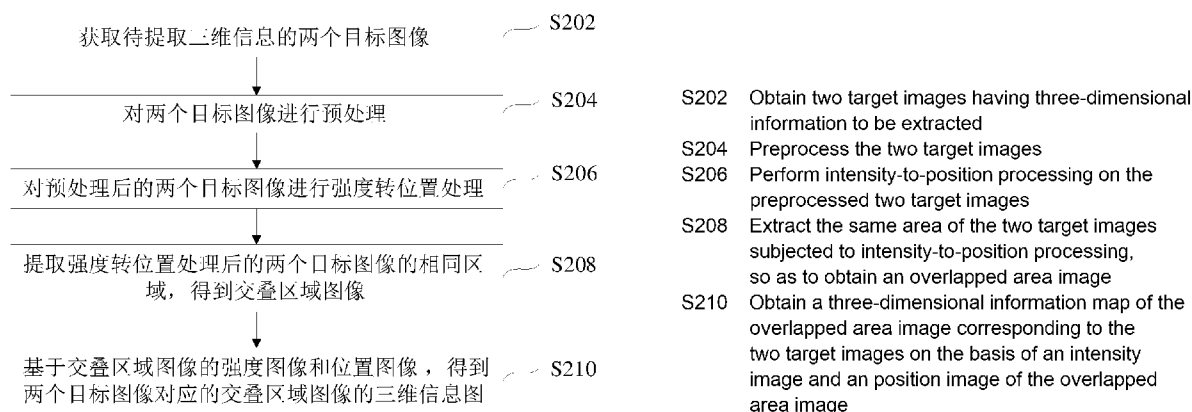


图2

(57) **Abstract:** An image three-dimensional information extraction method, an object imaging method, a device, and a system. The method comprises: obtaining two target images having three-dimensional information to be extracted (S202), wherein the two target images are collected by a microscope (1) under the condition that the intensity of a light beam varies in a gradient, and the step amount of the light beam in an axial direction is half of the length of the light beam; preprocessing the two target images (S204), wherein the preprocessing comprises a background subtraction operation and an average filtering operation; performing intensity-to-position processing on the preprocessed two target images (S206); extracting the same area of the two target images subjected to intensity-to-position processing, so as to obtain an overlapped area image (S208); and obtaining a three-dimensional information map of the overlapped area image corresponding to the two target images on the basis of an intensity image and a position image of the overlapped area image (S210). According to the method, three-dimensional information of an image is rapidly extracted on the basis of gradient change of axial light intensity, thereby improving object imaging speed.

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))。

(57) 摘要: 一种图像三维信息提取方法、对象成像方法、装置及系统, 方法包括: 获取待提取三维信息的两个目标图像 (S202); 其中, 两个目标图像为显微镜 (1) 在光束的强度呈梯度变化、且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的; 对两个目标图像进行预处理 (S204); 其中, 预处理包括减背景操作和平均滤波操作; 对预处理后的两个目标图像进行强度转位置处理 (S206); 提取强度转位置处理后的两个目标图像的相同区域, 得到交叠区域图像 (S208); 基于交叠区域图像的强度图像和位置图像, 得到两个目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图 (S210)。方法基于轴向光强的梯度变化快速提取出图像中的三维信息, 从而提高对象成像速度。

图像三维信息提取方法、对象成像方法、装置及系统

技术领域

本申请涉及光学成像技术领域，尤其涉及一种图像三维信息提取方法、对象成像方法、装置及系统。

背景技术

现有的双光子荧光显微镜主要通过非线性效应在能量最高的焦点处激发荧光信号提供光学切片能力，因此它能对某一深度的样品进行成像，如图 1 中的 (a) 所示。如果实现三维大体积的成像，需要借助 z 轴的步进电机或者变焦透镜实现焦点的轴向移动，因此该方案体积成像的速度很慢。目前实现体成像的技术有两种：技术一如图 1 中的 (b) 所示，通过贝赛尔光束拉长的焦点，单次成像能够探测到一个大体积的范围内的荧光信号。普通的双光子成像一次只能够成像 $500\mu\text{m} \times 500\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ 的区域，而该技术可以成像 $500\mu\text{m} \times 500\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ 的区域，但是这种方式缺乏轴向的位置信息。技术二如图 1 中的 (c) 所示，将入射焦点设计成 V 型，将轴向的位置信息转化为横向的位置信息。同一个荧光信号在图像中有两个对应的位置，而这两个位置的间距和荧光信号的轴向位置有关，因此可以定位出荧光信号的轴向位置，但是以这种方式提取三维信息速度很慢。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例提供一种图像三维信息提取方法、对象成像方法、装置及系统，能够基于轴向光强的梯度变化快速提取出图像中的三维信息，从而提高对象成像速度。

根据本申请的一个方面，提供一种图像三维信息提取方法，所述方法包括：获取待提取三维信息的两个目标图像；其中，所述两个目标图像为显微镜在光

束的强度呈梯度变化,且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的;对两个所述目标图像进行预处理;其中,所述预处理包括减背景操作和平均滤波操作;对预处理后的两个所述目标图像进行强度转位置处理;提取所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的相同区域,得到交叠区域图像;基于所述交叠区域的强度图像计算出其对应的位置图像,最后得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

在一些实施例中,对预处理后的两个所述目标图像进行强度转位置处理的步骤,包括:通过下式将所述预处理后的两个目标强度图像转换为与轴向位置正比的图像: $y = \left(\frac{\sin(2\pi x/L)}{2\pi x/L} \right)^2$; 其中, y 表示所述光束的强度, L 表示所述光束的长度, x 表示轴向位置。

在一些实施例中,提取所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的相同区域,得到交叠区域图像的步骤,包括:将所述强度转位置处理后的两个所述目标图像转换为两个二值图像;对两个所述二值图像取交集,得到所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的相同区域;将所述相同区域对应的图像,作为两个所述目标图像对应的交叠区域图像。

在一些实施例中,;基于所述交叠区域的强度图像计算出其对应的位置图像,最后得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图的步骤,包括:获取所述交叠区域图像的强度图像;将所述强度图像进行强度转位置运算,得到所述交叠区域图像的位置图像;对所述交叠区域图像的强度图像和所述位置图像进行编码,得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

在一些实施例中,将所述强度图像进行强度转位置运算,得到所述交叠区域图像的位置图像的步骤,包括:通过下式对所述强度图像进行位置信息归一

化: $x_{\text{position}} = \frac{1}{1 + \frac{I_{m3-1}}{I_{m3-2}}}$; 其中, x_{position} 为位置信息的归一化; I_{m3-1} 、 I_{m3-2} 表示两个所述经过强度转位置处理后的图像的位置信息; 求取所述 x_{position} 与所述光束长度的一半的乘积, 得到所述交叠区域图像的位置图像。

根据本申请的另一个方面, 提供一种对象成像方法, 所述方法包括: 采集目标对象的图像源数据; 所述图像源数据为双光子显微镜在光束的强度呈梯度变化, 且光斑在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下, 所采集的所述目标对象的至少两个图像; 按所述轴向的图像采集顺序, 以任意相邻的两个图像为一组, 将所述图像源数据中的多个图像分为多组图像; 将每组图像输入预设的三维信息提取模型, 得到每组图像对应的交叠区域图像的三维信息图; 其中, 所述三维信息提取模型预存有上述任一项所述方法对应的算法; 将多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图进行级联, 得到所述目标对象的三维成像图。

在一些实施例中, 所述显微镜为双光子显微镜, 所述光束为贝赛尔光束。

根据本申请的另一个方面, 提供一种图像的三维信息的提取装置, 所述装置包括: 图像获取模块, 用于获取待提取三维信息的两个目标图像; 其中, 所述两个目标图像为显微镜在光束的强度呈梯度变化, 且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的; 预处理模块, 用于对两个所述目标图像进行预处理; 其中, 所述预处理包括减背景操作和平均滤波操作; 强度转位置模块, 用于对预处理后的两个所述目标图像进行强度转位置处理; 区域提取模块, 用于提取所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的相同区域, 得到交叠区域图像; 三维信息图生成模块, 用于基于所述交叠区域图像的强度图像和位置图像, 得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

根据本申请的另一个方面, 提供一种对象成像装置, 所述装置包括: 数据

采集模块，用于采集目标对象的图像源数据；所述图像源数据为显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光斑在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下，所采集的所述目标对象的至少两个图像；分组模块，用于按所述轴向的图像采集顺序，以任意相邻的两个图像为一组，将所述图像源数据中的多个图像分为多组图像；三维信息提取模块，用于将每组图像输入预设的三维信息提取模型，得到每组图像对应的交叠区域图像的三维信息图；其中，所述三维信息提取模型预存有上述装置对应的算法；图像级联模块，用于将多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图进行级联，得到所述目标对象的三维成像图。

根据本申请的另一个方面，提供一种对象成像系统，所述系统包括：反射镜、锥透镜、凸透镜、环形掩模板、显微镜和控制器；所述显微镜中设置有激光器；所述锥透镜设置于所述凸透镜的前焦面；所述环形掩模板设置于所述凸透镜的后焦面；所述激光器发射的激光经过所述反射镜反射后到达所述锥透镜，并通过凸透镜和所述环形掩模板，生成光束；所述显微镜在所述光束的强度呈梯度变化，且所述光束在轴向的步进量为所述光束长度的一半的情况下，采集目标对象的多个图像；所述控制器上安装有如上一方面所述的对象成像装置；所述控制器接收所述显微镜所发送的所述目标对象的多个图像，并通过所述对象成像装置，得到所述目标对象的三维成像图。

本申请提供的图像三维信息提取方法及装置中，首先获取待提取三维信息的两个目标图像；其中，两个目标图像为显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的；对两个目标图像进行预处理；其中，预处理包括减背景操作和平均滤波操作；对预处理后的两个目标图像进行强度转位置处理；提取强度转位置处理后的两个目标图像的相同区域，得到交叠区域图像；基于交叠区域图像的强度图像和位置图像，得到两

个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。本申请能够基于轴向光强的梯度变化快速提取出图像中的三维信息，从而提高对象成像速度。

为使本申请实施例的上述目的、特征和优点能更明显易懂，下面将结合实施例，并配合所附附图，作详细说明。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，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相关的附图。

图 1 示出了现有技术中的三种成像示意图；

图 2 示出了本申请实施例所提供的一种图像三维信息提取方法的流程图；

图 3 示出了本申请实施例所提供的一种图像三维信息提取方法对应的图像处理过程图；

图 4 示出了本申请实施例所提供的一种图像三维信息提取方法中光束及步进量的示意图；

图 5 示出了本申请实施例所提供的一种图像三维信息提取方法中强度转位置关系示意图；

图 6 示出了本申请实施例所提供的一种对象成像方法的流程图；

图 7 示出了本申请实施例所提供的一种图像三维信息提取装置的框图；

图 8 示出了本申请实施例所提供的一种对象成像装置的框图；

图 9 示出了本申请实施例所提供的一种图像三维信息提取系统的示意图；

图 10 示出了本申请实施例所提供的一种电子设备的示意图。

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，下面将结合附图对本申请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做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。

目前现有的成像技术中，无论是通过贝赛尔光束拉长的焦点，单次探测到一个大体积的范围内的荧光信号进行成像，还是将入射焦点设计成 V 型，将轴向的位置信息转化为横向的位置信息的方式来成像，其速度都很慢。基于此，本申请实施例提供的一种图像三维信息提取方法、对象成像方法、装置及系统，能够基于轴向光强的梯度变化快速提取出图像中的三维信息，从而提高对象成像速度。

为便于对本实施例进行理解，首先对本申请实施例所公开的一种图像三维信息提取方法进行详细介绍。

图 2 示出了本申请实施例提供的一种图像三维信息提取方法的流程图，该方法应用于诸如对象成像系统中的服务器，图 3 示出了本申请实施例提供的图像三维信息提取方法对应的图像处理过程图，上述图像三维信息提取方法具体包括以下步骤：

步骤 S202，获取待提取三维信息的两个目标图像。

其中，两个目标图像为显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的，如图 4 所示，光束在轴向的步进

量为光束长度的一半。

具体实施时，显微镜在光束的强度呈梯度变化的情况下，采集第一个图像，然后在轴向即 z 方向通过位移台或者电控调焦透镜将光束焦点移动预设步进量，该步进量为上述光束的一半，此时，再通过显微镜采集第二个图像，将这两个图像作为待提取三维信息的两个目标图像，如图 3 中所示的 $Im1-1$ 和 $Im1-2$ 。

需要说明的是，上述显微镜可以采用多种类型的显微镜，比如双光子荧光显微镜，上述光束也可以采用多种满足强度梯度变化的光束，作为一种优选实施方式，本实施例中的光束采用贝赛尔光束。

步骤 S204，对两个目标图像进行预处理。

其中，预处理包括减背景操作和平均滤波操作。通过减背景操作和平均滤波操作可以提高信噪比。由目标图像 $Im1-1$ 和 $Im1-2$ 滤波降噪得到图 3 中的 $Im2-1$ 和 $Im2-2$ 。

步骤 S206，对预处理后的两个目标图像进行强度转位置处理。

具体的，将贝赛尔光束强度分布映射为和轴向位置成线性关系的强度，参见图 5 所示，(a) 表示贝赛尔光束的强度分布图，(b) 表示经过映射后的强度与位置成线性关系图。通过下式将预处理后的两个目标图像， $Im2-1$ 和 $Im2-2$ 中的每一个强度 y 转换为轴向位置 x ，得到如图 3 中所示的 $Im3-1$ 和 $Im3-2$ ：

$$y = \left(\frac{\sin(2\pi x/L)}{2\pi x/L} \right)^2;$$

其中， y 表示光束的强度， L 表示光束的长度， x 表示轴向位置。

步骤 S208，提取强度转位置处理后的两个目标图像的相同区域，得到交集区域图像。

具体的，将强度转位置处理后的两个目标图像 $Im3-1$ 和 $Im3-2$ 转换为两个

二值图像；对两个二值图像取交集，得到强度转位置处理后的两个目标图像
相同区域；将相同区域对应的图像，作为两个目标图像对应的交叠区域图像，
如图 3 中的 Im4。

步骤 S210，基于交叠区域图像的强度图像和位置图像，得到两个目标图
像对应的交叠区域图像的三维信息图。

具体的，首先获取交叠区域图像的强度图像，如图 3 中所示的 Im5-1；将
强度图像 Im5-1 进行强度转位置运算，得到交叠区域图像的位置图像，如图 3
中所示的 Im5-2；对交叠区域图像的强度图像 Im5-1 和位置图像 Im5-2 进行编
码，得到两个目标图像对应的交叠区域图像 Im4 的三维信息图 Im6。

上述将强度图像进行强度转位置运算，得到交叠区域图像的位置图像的步
骤具体包括：

通过下式对强度图像进行位置信息归一化：

$$x_{\text{position}} = \frac{1}{1 + \frac{I_{m3-1}}{I_{m3-2}}};$$

其中， x_{position} 为位置信息的归一化； I_{m3-1} 、 I_{m3-2} 表示两个经过强度转
位置处理后的图像的位置信息；求取所述 x_{position} 与所述光束长度的一半的乘
积，得到交叠区域图像的位置图像。

本申请实施例提供的图像三维信息提取方法，能够基于轴向光强的梯度变
化快速提取出图像中的三维信息，从而提高对象成像速度。

基于上述图像三维信息提取方法实施例，本申请实施例还提供一种对象成
像方法，该方法同样应用于上述服务器，参见图 6 所示，该对象成像方法具体
包括以下步骤：

步骤 S602，采集目标对象的图像源数据。

其中，图像源数据为双光子显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下，所采集的目标对象的至少两个图像。图像采集过程同上一实施例，在此不再赘述。优选的，上述光束为贝赛尔光束。

步骤 S604，按轴向的图像采集顺序，以任意相邻的两个图像为一组，将图像源数据中的多个图像分为多组图像。

步骤 S606，将每组图像输入预设的三维信息提取模型，得到每组图像对应的交叠区域图像的三维信息图；其中，三维信息提取模型预存有上述实施例所述方法对应的算法。

步骤 S608，将多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图进行级联，得到目标对象的三维成像图。

通过上一实施例中的图像三维信息提取方法，对每组图像中的两个图像进行三维信息提取操作，得到多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图。最后将上述得到的多个交叠区域图像的三维信息图级联起来，即按顺序进行拼接，得到目标对象的三维成像图。

采用本实施例提供的对象成像方法，可以提高对象成像速度，可以实现比传统双光子显微镜快 10 倍以上的体成像速度，而且不会造成过多的光漂白和光损伤，特别适用于胚胎发育和神经活动的成像。此外，该方法不要求成像系统的重大改变，简单易用。

基于上述方法实施例，图 7 示出了本申请实施例提供的一种图像的三维信息提取装置的框图，该装置可以应用于上述服务器，该装置包括：图像获取模块 702、预处理模块 704、强度转位置模块 706、区域提取模块 708 和三维信息图生成模块 710。

其中，图像获取模块 702，用于获取待提取三维信息的两个目标图像；其

中，两个目标图像为显示镜在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的；预处理模块 704，用于对两个目标图像进行预处理；其中，预处理包括减背景操作和平均滤波操作；强度转位置模块 706，用于对预处理后的两个目标图像进行强度转位置处理；区域提取模块 708，用于提取强度转位置处理后的两个目标图像的相同区域，得到交叠区域图像；三维信息图生成模块 710，用于基于交叠区域图像的强度图像和位置图像，得到两个目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

图 8 示出了本申请实施例提供的一种对象成像装置的框图，该装置可以应用于上述服务器，该装置包括：数据采集模块 802、分组模块 804 和三维信息提取模块 806 和图像级联模块 808。

其中，数据采集模块 802，用于采集目标对象的图像源数据；图像源数据为显示镜在光束的强度呈梯度变化，且光斑在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下，所采集的目标对象的至少两个图像；分组模块 804，用于按轴向的图像采集顺序，以任意相邻的两个图像为一组，将图像源数据中的多个图像分为多组图像；三维信息提取模块 806，用于将每组图像输入预设的三维信息提取模型，得到每组图像对应的交叠区域图像的三维信息图；其中，三维信息提取模型预存有上述实施例装置对应的算法；图像级联模块 808，用于将多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图进行级联，得到目标对象的三维成像图。

上述模块可以经由有线连接或无线连接彼此连接或通信。有线连接可以包括金属线缆、光缆、混合线缆等，或其任意组合。无线连接可以包括通过 LAN、WAN、蓝牙、ZigBee、或 NFC 等形式的连接，或其任意组合。两个或更多个模块可以组合为单个模块，并且任何一个模块可以分成两个或更多个单元。

基于上述方法及装置，图 9 示出了本申请实施例提供的一种对象成像系统，

该系统包括：反射镜 2、锥透镜 3、凸透镜 4、环形掩模板 5、显微镜 1 和控制器 6；显微镜 1 中设置有激光器。

其中，锥透镜 3 设置于凸透镜 4 的前焦面；环形掩模板 5 设置于凸透镜 4 的后焦面；激光器发射的激光经过反射镜 2 反射后到达锥透镜 3，并通过凸透镜 4 和环形掩模板 5，生成光束，如贝赛尔光束；显微镜 1 在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下，采集目标对象的多个图像；控制器 6 上安装有上述实施例所述的对象成像装置；控制器 6 接收显微镜 1 所发送的目标对象的多个图像，并通过对象成像装置，得到目标对象的三维成像图。

本实施例提供的系统可以生成贝赛尔光束，其核心组合是锥透镜，透镜和环形掩模板的组合，锥透镜放置在透镜的前焦面上，由于透镜的作用后焦面形成环形光束，环形掩模板和通光部分和环形光束对齐，即二者同心，并且掩模板要挡大约 50% 的光，这样才能够形成对称的贝赛尔光束。环形掩模板要使用 $4f$ 透镜系统和物镜的后背孔径共轭。

生成贝赛尔光束后，使用荧光微珠测量光束，应符合如图 5 中 (a) 所示的强度分布。此时采集图像，并且将轴向即 z 轴的步进量调整为光束长度的一半，这样可以利用交叠区域的强度分布计算出该交叠区域的 z 轴位置信息，即三维信息。

需要说明的是，为了得到更高数值孔径效果，选择合适的锥透镜 3、凸透镜 4 使环形光束与物镜最外圈匹配。贝赛尔光束还可以通过空间光调制器和掩模板的组全来实现。

为便于理解，图 10 示出根据本申请的一些实施例的可以实现本申请思想的电子设备 1000 的示例性硬件和软件组件的示意图。例如，处理器 1020 可以

用于电子设备 1000 上，并且用于执行本申请中的功能。

电子设备 1000 可以是通用计算机或特殊用途的计算机，两者都可以用于实现本申请的图像三维信息提取方法或对象成像方法。本申请尽管仅示出了一个计算机，但是为了方便起见，可以在多个类似平台上以分布式方式实现本申请描述的功能，以均衡处理负载。

例如，电子设备 1000 可以包括连接到网络的网络端口 1010、用于执行程序指令的一个或多个处理器 1020、通信总线 1030 和不同形式的存储介质 1040，例如，磁盘、ROM 或 RAM，或其任意组合。示例性地，计算机平台还可以包括存储在 ROM、RAM 或其他类型的非暂时性存储介质或其任意组合中的程序指令。根据这些程序指令可以实现本申请的方法。电子设备 1000 还包括计算机与其他输入输出设备（例如键盘、显示屏）之间的输入/输出（Input/Output，I/O）接口 1050。

为了便于说明，在电子设备 1000 中仅描述了一个处理器。然而，应当注意，本申请中的电子设备 1000 还可以包括多个处理器，因此本申请中描述的一个处理器执行的步骤也可以由多个处理器联合执行或单独执行。例如，若电子设备 1000 的处理器执行步骤 A 和步骤 B，则应该理解，步骤 A 和步骤 B 也可以由两个不同的处理器共同执行或者在一个处理器中单独执行。例如，第一处理器执行步骤 A，第二处理器执行步骤 B，或者第一处理器和第二处理器共同执行步骤 A 和 B。

本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器运行时执行如上述任一图像三维信息提取方法或对象成像方法的步骤。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到，为描述的方便和简洁，上述描述

的系统和装置的具体工作过程，可以参考方法实施例中的对应过程，本申请中不再赘述。在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的系统、装置和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如，所述模块的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，又例如，多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些通信接口，装置或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性，机械或其它的形式。

所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。

所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个处理器可执行的非易失的计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

另外，在本申请实施例的描述中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本申请的描述中，需要说明的是，术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性。

最后应说明的是：以上所述实施例，仅为本申请的具体实施方式，用以说明本申请的技术方案，而非对其限制，本申请的保护范围并不局限于此，尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改、变化或者替换，并不使相应技术方案的本质的脱离本申请实施例技术方案的精神和范围，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

权 利 要 求

1、一种图像三维信息提取方法，其特征在于，所述方法包括：

获取待提取三维信息的两个目标图像；其中，所述两个目标图像为显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的；

对两个所述目标图像进行预处理；其中，所述预处理包括减背景操作和平均滤波操作；

对预处理后的两个所述目标图像进行强度转位置处理；

提取所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的共同区域，得到交叠区域图像；

基于所述交叠区域图像的强度图像和位置图像，得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，对预处理后的两个所述目标图像进行强度转位置处理的步骤，包括：

通过下式将所述预处理后的两个目标图像中的强度转换为轴向位置：

$$y = \left(\frac{\sin(2\pi x/L)}{2\pi x/L} \right)^2$$
；其中，y 表示所述光束的强度，L 表示所述光束的长度，x 表示轴向位置。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，提取所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的共同区域，得到交叠区域图像的步骤，包括：

将所述强度转位置处理后的两个所述目标图像转换为两个二值图像；

对两个所述二值图像取交集，得到所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的共同区域；

将所述相同区域对应的图像，作为两个所述目标图像对应的交叠区域图像。

4、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，基于所述交叠区域图像的强度图像和位置图像，得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图的步骤，包括：

获取所述交叠区域图像的强度图像；

将所述强度图像进行强度转位置运算，得到所述交叠区域图像的位置图像；

对所述交叠区域图像的强度图像和所述位置图像进行编码，得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，将所述强度图像进行强度转位置运算，得到所述交叠区域图像的位置图像的步骤，包括：

通过下式对所述强度图像进行位置信息归一化：

$$x_{\text{position}} = \frac{1}{1 + \frac{I_{m3-1}}{I_{m3-2}}}; \text{ 其中, } x_{\text{position}} \text{ 为位置信息的归一化; } I_{m3-1}、I_{m3-2} \text{ 表示}$$

两个所述经过强度转位置处理后的图像的位置信息；

求取所述 x_{position} 与所述光束长度的一半的乘积，得到所述交叠区域图像的位置图像。

6、一种对象成像方法，其特征在于，所述方法包括：

采集目标对象的图像源数据；所述图像源数据为双光子显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光斑在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下，所采集的所述目标对象的至少两个图像；

按所述轴向的图像采集顺序，以任意相邻的两个图像为一组，将所述图像源数据中的多个图像分为多组图像；

将每组图像输入预设的三维信息提取模型，得到每组图像对应的交叠区域图像的三维信息图；其中，所述三维信息提取模型预存有权利要求1-5任一项

所述方法对应的算法；

将多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图进行级联，得到所述目标对象的三维成像图。

7、根据权利要求6所述的方法，其特征在于，所述显微镜为双光子显微镜，所述光束为贝赛尔光束。

8、一种图像三维信息提取装置，其特征在于，所述装置包括：

图像获取模块，用于获取待提取三维信息的两个目标图像；其中，所述两个目标图像为显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光束在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下所采集的；

预处理模块，用于对两个所述目标图像进行预处理；其中，所述预处理包括减背景操作和平均滤波操作；

强度转位置模块，用于对预处理后的两个所述目标图像进行强度转位置处理；

区域提取模块，用于提取所述强度转位置处理后的两个所述目标图像的相同区域，得到交叠区域图像；

三维信息图生成模块，用于基于所述交叠区域图像的强度图像和位置图像，得到两个所述目标图像对应的交叠区域图像的三维信息图。

9、一种对象成像装置，其特征在于，所述装置包括：

数据采集模块，用于采集目标对象的图像源数据；所述图像源数据为显微镜在光束的强度呈梯度变化，且光斑在轴向的步进量为光束长度的一半的情况下，所采集的所述目标对象的至少两个图像；

分组模块，用于按所述轴向的图像采集顺序，以任意相邻的两个图像为一组，将所述图像源数据中的多个图像分为多组图像；

三维信息提取模块，用于将每组图像输入预设的三维信息提取模型，得到每组图像对应的交叠区域图像的三维信息图；其中，所述三维信息提取模型预存权利要求 1-5 任一项所述方法对应的算法；

图像级联模块，用于将多组图像对应的交叠区域图像的三维信息图进行级联，得到所述目标对象的三维成像图。

10、一种对象成像系统，其特征在于，所述系统包括：反射镜、锥透镜、凸透镜、环形掩模板、显微镜和控制器；

所述显微镜中设置有激光器；

所述锥透镜设置于所述凸透镜的前焦面；

所述环形掩模板设置于所述凸透镜的后焦面；

所述激光器发射的激光经过所述反射镜反射后到达所述锥透镜，并通过凸透镜和所述环形掩模板，生成光束；

所述显微镜在所述光束的强度呈梯度变化，且所述光束在轴向的步进量为所述光束长度的一半的情况下，采集目标对象的多个图像；

所述控制器上安装有如权利要求 9 所述的对象成像装置；

所述控制器接收所述显微镜所发送的所述目标对象的多个图像，并通过所述对象成像装置，得到所述目标对象的三维成像图。

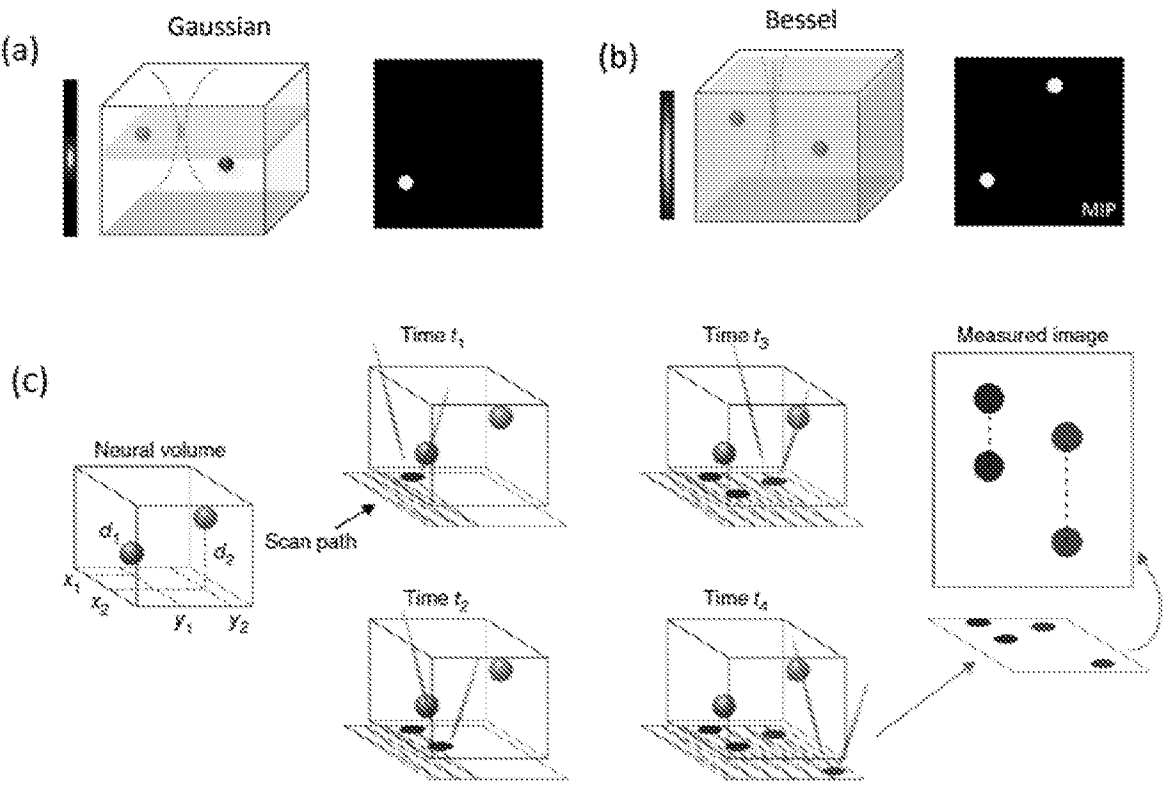


图1

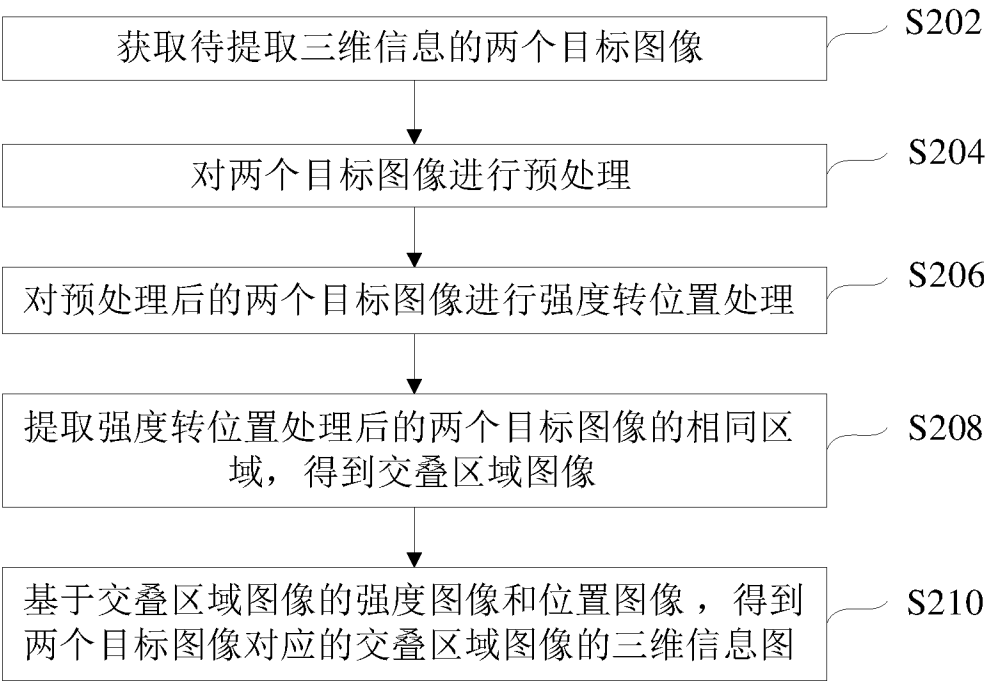


图2

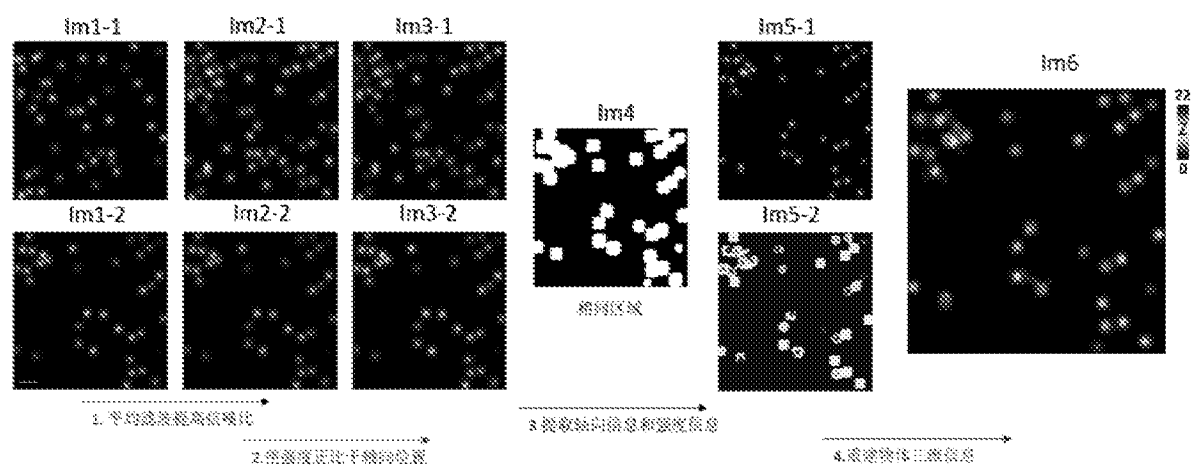


图3

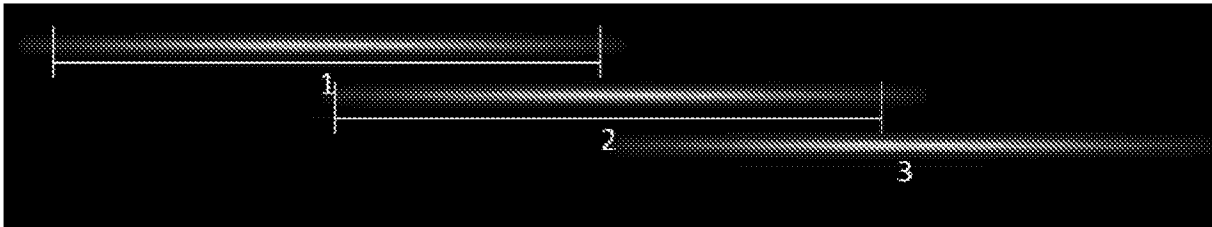


图4

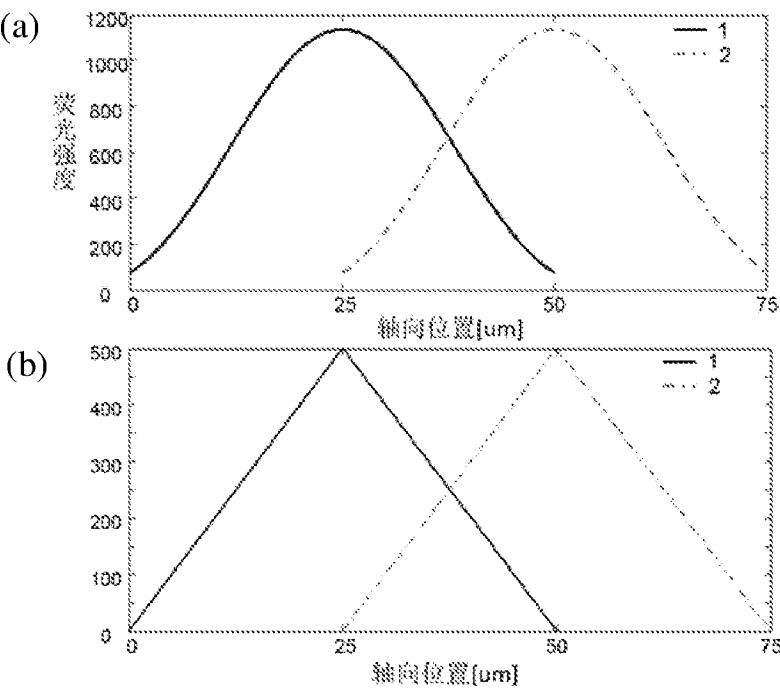


图5

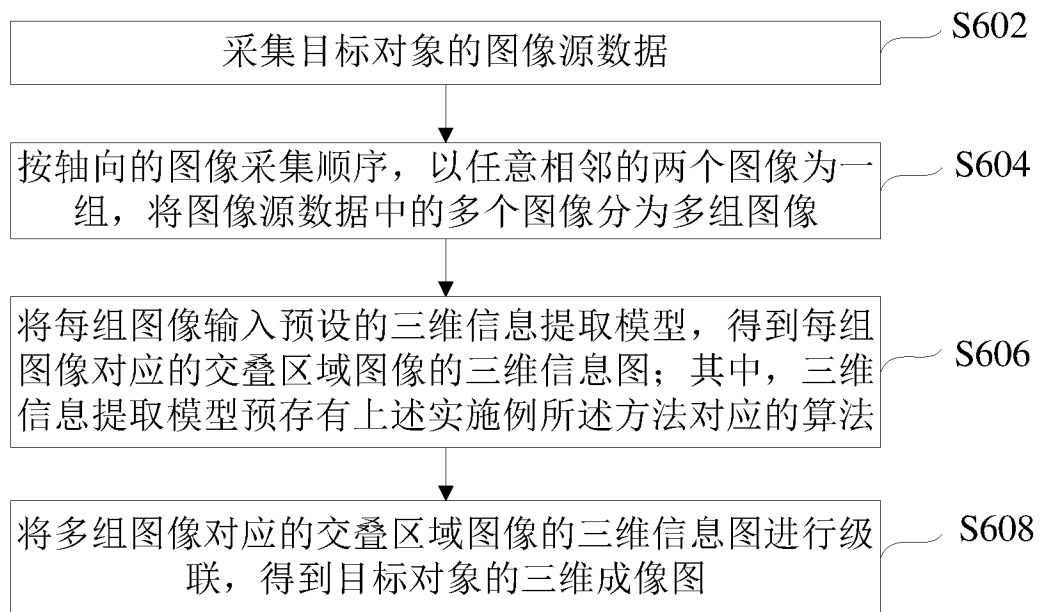


图6

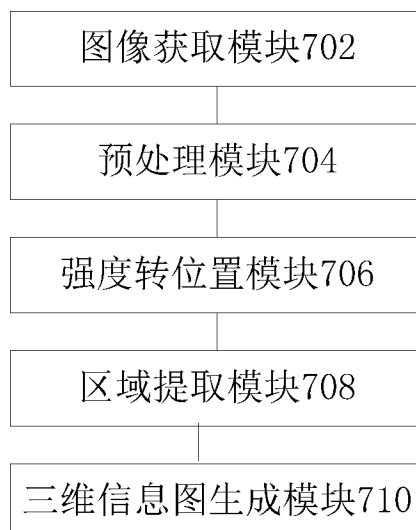


图7



图8

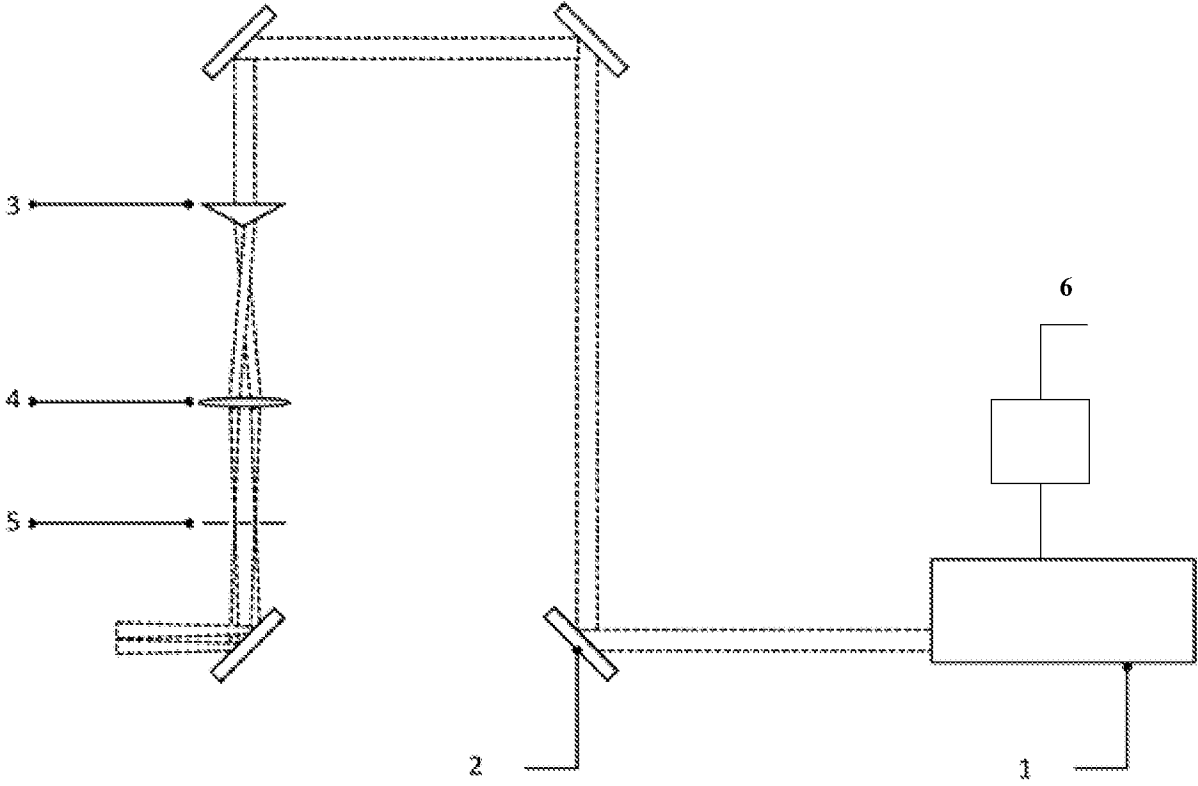


图9

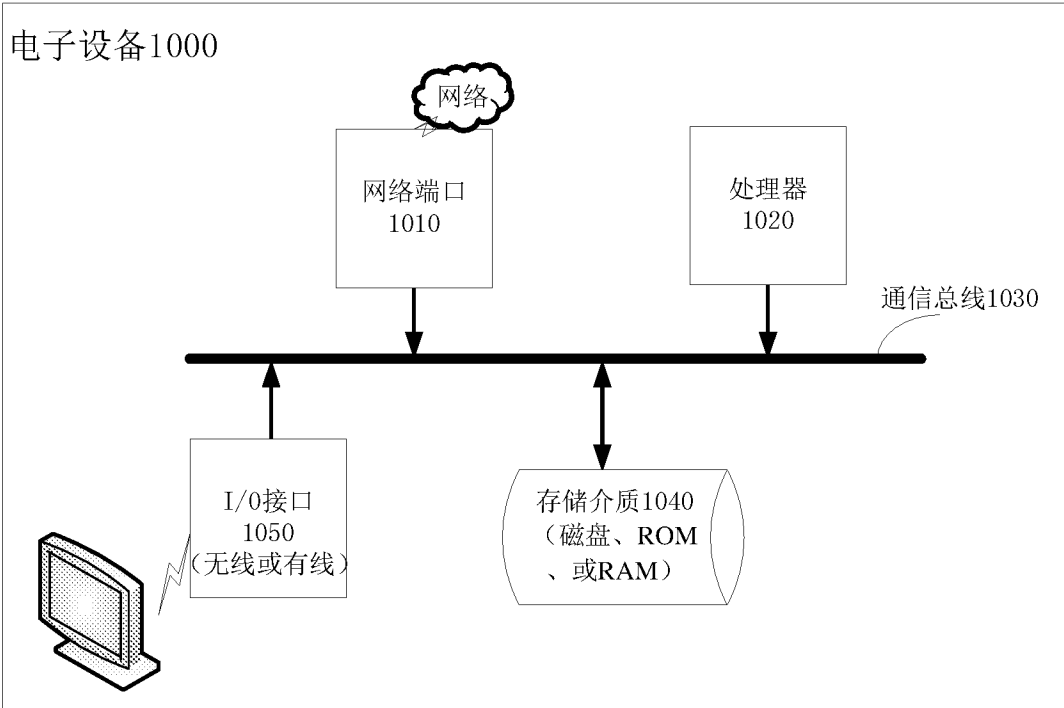


图10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/124508

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/32(2017.01)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)

CNPAT, CNKI, EPODOC, WPI: 显微, 三维, 立体, 梯度, 步进, 变焦, 双光子, 多光子, 贝塞尔, microscope, microscopy, three 1w dimensional, 3d, stereoscopic, gradient, step+, zoom, two 1w photon, multiphoton, besell

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107392946 A (NINGBO YONGXIN OPTICS CO., LTD.) 24 November 2017 (2017-11-24) claim 1, and figure 1	1-10
A	CN 105321152 A (FOSHAN LEPTON PRECISION MEASUREMENT AND CONTROL TECHNOLOGY CO., LTD.) 10 February 2016 (2016-02-10) entire document	1-10
A	CN 102968792 A (INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 13 March 2013 (2013-03-13) entire document	1-10
A	CN 103558193 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 05 February 2014 (2014-02-05) entire document	1-10
A	CN 103308452 A (INSTITUTE OF AUTOMATION, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 18 September 2013 (2013-09-18) entire document	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

27 February 2020

Date of mailing of the international search report

12 March 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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/124508

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107680152 A (TAIYUAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 09 February 2018 (2018-02-09) entire document	1-10
A	TW 201342303 A (HON HAI PRECISION INDUSTRY CO., LTD.) 16 October 2013 (2013-10-16) entire document	1-10
A	US 2004026619 A1 (OH, Chil Hwan et al.) 12 February 2004 (2004-02-12) entire document	1-10
A	赵绪文 等 (ZHAO, Xuwen et al.). "基于移动物镜中少数透镜的快速轴向扫描系统 (Fast Axial Scanning System Based on Moving A Few Lenses of Objective Lens)" 激光与红外 (<i>Laser & Infrared</i>), Vol. 46, No. 11, 30 November 2016 (2016-11-30), ISSN: 1001-5078, entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/124508

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107392946	A	24 November 2017	None			
CN	105321152	A	10 February 2016	CN	105321152	B	08 March 2019
CN	102968792	A	13 March 2013	CN	102968792	B	24 December 2014
CN	103558193	A	05 February 2014	CN	103558193	B	09 September 2015
CN	103308452	A	18 September 2013	CN	103308452	B	06 May 2015
CN	107680152	A	09 February 2018	None			
TW	201342303	A	16 October 2013	US	2013271572	A1	17 October 2013
				US	8908012	B2	09 December 2014
US	2004026619	A1	12 February 2004	WO	2004015633	A1	19 February 2004
				DE	10329250	B4	03 March 2016
				AU	2003243021	A1	25 February 2004
				KR	100438212	B1	01 July 2004
				DE	10329250	A1	26 February 2004
				KR	20040014034	A	14 February 2004
				US	6771418	B2	03 August 2004

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/124508

A. 主题的分类

G06T 7/32 (2017.01) 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))

CNPAT, CNKI, EPDOC, WPI: 显微, 三维, 立体, 梯度, 步进, 变焦, 双光子, 多光子, 贝塞尔, microscope, microscopy, three dimensional, 3d, stereoscopic, gradient, step+, zoom, two photon, multiphoton, besse

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	CN 107392946 A (宁波永新光学股份有限公司) 2017年 11月 24日 (2017 - 11 - 24) 权利要求1、图1	1-10
A	CN 105321152 A (佛山轻子精密测控技术有限公司) 2016年 2月 10日 (2016 - 02 - 10) 全文	1-10
A	CN 102968792 A (中国科学院自动化研究所) 2013年 3月 13日 (2013 - 03 - 13) 全文	1-10
A	CN 103558193 A (深圳先进技术研究院) 2014年 2月 5日 (2014 - 02 - 05) 全文	1-10
A	CN 103308452 A (中国科学院自动化研究所) 2013年 9月 18日 (2013 - 09 - 18) 全文	1-10
A	CN 107680152 A (太原理工大学) 2018年 2月 9日 (2018 - 02 - 09) 全文	1-10
A	TW 201342303 A (鸿海精密工业股份有限公司) 2013年 10月 16日 (2013 - 10 - 16) 全文	1-10
A	US 2004026619 A1 (OH, Chil Hwan 等) 2004年 2月 12日 (2004 - 02 - 12) 全文	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 2月 27日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 12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

授权官员

马燕

电话号码 86-(10)-53962505

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	赵绪文 等. “基于移动物镜中少数透镜的快速轴向扫描系统” 激光与红外, 第46卷, 第11期, 2016年 11月 30日 (2016 - 11 - 30), ISSN: 1001-5078, 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/CN2019/124508

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	107392946	A	2017年 11月 24日	无			
CN	105321152	A	2016年 2月 10日	CN	105321152	B	2019年 3月 8日
CN	102968792	A	2013年 3月 13日	CN	102968792	B	2014年 12月 24日
CN	103558193	A	2014年 2月 5日	CN	103558193	B	2015年 9月 9日
CN	103308452	A	2013年 9月 18日	CN	103308452	B	2015年 5月 6日
CN	107680152	A	2018年 2月 9日	无			
TW	201342303	A	2013年 10月 16日	US	2013271572	A1	2013年 10月 17日
				US	8908012	B2	2014年 12月 9日
US	2004026619	A1	2004年 2月 12日	WO	2004015633	A1	2004年 2月 19日
				DE	10329250	B4	2016年 3月 3日
				AU	2003243021	A1	2004年 2月 25日
				KR	100438212	B1	2004年 7月 1日
				DE	10329250	A1	2004年 2月 26日
				KR	20040014034	A	2004年 2月 14日
				US	6771418	B2	2004年 8月 3日