

(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 2 月 20 日 (20.02.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/034299 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 21/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/106072

(22) 国际申请日: 2018 年 9 月 18 日 (18.09.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810937498.2 2018 年 8 月 17 日 (17.08.2018) CN

(71) 申请人: 华中科技大学(HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(72) 发明人: 吕晓华(LV, Xiaohua); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 曾绍群(ZENG, Shaoqun); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。 胡庆磊(HU, Qinglei); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号,

Hubei 430074 (CN)。 李培(LI, Pei); 中国湖北省武汉洪山珞喻路 1037 号, Hubei 430074 (CN)。

(74) 代理人: 华中科技大学专利中心 (HUAZHONG UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PATENT AGENCY CENTER); 中国湖北省武汉洪山区珞喻路 1037 号华中科技大学东一楼 340 室, Hubei 430074 (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, 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,

(54) Title: PARALLEL MULTI-AREA IMAGING DEVICE

(54) 发明名称: 一种并行多区域成像装置

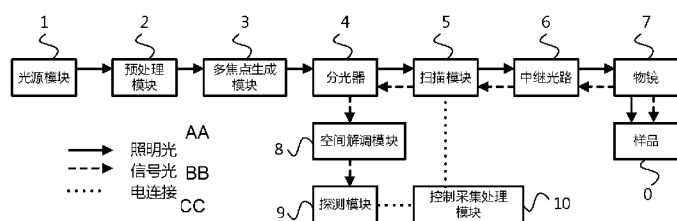


图 1

- | | |
|---------------------------------|---|
| 0 Sample | 7 Objective lens |
| 1 Light source module | 8 Spatial demodulating module |
| 2 Pre-processing module | 9 Detecting module |
| 3 Multi-focus generation module | 10 Control, acquisition and processing module |
| 4 Light splitter | AA Illumination light |
| 5 Scanning module | BB Signal light |
| 6 Relay light path | CC Electrical connection |

(57) Abstract: Disclosed is a parallel multi-area imaging device, applied to the field of imaging and comprising: a multi-focus generation module (3), a spatial demodulating module (8) and a detecting module (9), wherein the multi-focus generation module (3) is used for demodulating illumination light to generate multiple focuses at an object side and form multiple different illumination areas so as to generate multiple paths of signal light by means of a sample to be imaged; the spatial demodulating module (8) is used for making the energy distribution of paths of signal light in a space not overlap or making an overlapping area smaller than a target requirement; and the detecting module (9) is used for performing independent detection on the paths of signal light after passing the spatial demodulating module (8) to realize parallel multi-area imaging. Technical problems in the existing parallel multi-area imaging detection technique of being difficult to perform weak light detection, being unable to demodulate a signal, being prone to misjudgment, etc. can be solved.

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：一种并行多区域成像装置，应用于成像领域，包括：多焦点生成模块(3)、空间解调模块(8)及探测模块(9)；多焦点生成模块(3)，用于对照明光进行调制，以在物方产生多个焦点，形成多个不同的照明区域，进而通过待成像样品产生多路信号光；空间解调模块(8)，用于使各路信号光在空间上的能量分布不再重叠或重叠区域小于目标要求；探测模块(9)，用于对经空间解调模块(8)后的各路信号光进行独立探测，以实现并行多区域成像，可以解决现有并行多区域成像探测技术存在的难以进行弱光探测、信号无法解调及容易出现误判等的技术问题。

一种并行多区域成像装置

[技术领域]

本发明属于成像领域，更具体地，涉及一种并行多区域成像装置。

[背景技术]

成像技术用于获取样品的空间信息。宽场成像技术使用面阵式探测，可在一个曝光时间获取成像区域内的光信息，是一种并行获取信息的方式。这种并行获取信息的方式虽然很快（每秒帧数可达几千），但是没有层析能力。层析是指仅获取某个薄层（例如焦面）内的信号，屏蔽掉空间中其他区域（例如焦面外）的信号，从而减少空间中不同位置的信号的相互干扰，从而获得高分辨率高对比度的图像。具有层析能力的成像技术主要包括共聚焦成像技术和非线性成像技术。

共聚焦成像技术在成像系统的像方设置一个与物方的物点共轭的小孔，成像时采用点照明方式将照明光汇聚于该物点，该物点发出的信号经成像系统成像后汇聚于像方的小孔并通过小孔，然后被探测器所接收。虽然物点外的部分其他区域仍有一定强度的照明光，但是这些位置发出的信号经成像系统后无法通过小孔，不能被探测器接收，从而被隔离掉。共聚焦成像技术通过点照明对物方空间中的照明强度进行调制，再通过小孔隔离掉物点外其他位置的信号，从而获得层析效果。由于照明和探测均只针对空间中的某个点（并非无限小点，而是相对于成像范围来说一个很小的三维区域），为获得样品在空间上的信息，需要使用扫描器进行点扫描，逐点探测，再将每个点的信号拼接在一起形成图像。

非线性成像技术是一种基于非线性效应的成像技术。由于非线性效应的强度与光子的时空密度具有高阶的非线性关系，因此具有许多区别于线性成像技术的优点，例如分辨率高、具有光学层析能力等。也由于该非线性特征，传统的非线性成像技术需要将照明光进行聚焦，以确保焦点内能够

产生足够强的非线性效应，然后使用扫描器进行扫描以形成图像。以上两种具有层析能力的成像技术均需要扫描成像，而空间中对一个面甚至体进行扫描非常耗时。而成像速度对于观测样品的动态过程至关重要。即便使用高速的扫描器，由于对空间中的点采用串行模式进行曝光，单点曝光时间也非常有限，对信号强度和信噪比不利。为提高成像速度，可引入并行探测的模式，例如将单点扫描扩展为多点同时扫描甚至线扫描。目前已经有大量方法和技术付诸实践，但是大多数只是在相对于成像系统光轴来说一个横向的二维平面上进行并行探测，由于物像关系的原因难以对不同轴向位置的空间区域进行并行探测。虽然业内已经发展出来几种对不同轴向位置的空间区域进行并行探测的方法，但是局限性很大。方法之一是采用脉冲式照明，使不同轴向位置的信号在时间上复用，然后将采集到的时序信号进行解调从而进行并行成像。该方法的局限性表现为：首先，该方法需要高速的信号采集系统，由于信号放大器的增益带宽积有限，速度高意味着带宽大，导致增益小，难以进行弱光探测；其次，需要样品对照明光有快速的响应，当样品为荧光样品时，有的荧光物质具有较长的荧光寿命，会导致不同位置的信号在时间上混叠，从而无法解调。方法之二是不加区分的采集到不同轴向位置的多个空间区域的叠加信号后，利用对样品的先验知识采用算法进行图像处理从而将叠加的信号分离为各个空间区域单独的信号。该方法的局限性表现为：首先，需要具有足够的关于样品的先验知识；其次，需要空间中的信号较为稀疏，如果空间中信号较为密集该算法容易出现误判。

[发明内容]

针对现有技术的以上缺陷或改进需求，本发明提供了一种并行多区域成像装置，由此解决现有并行多区域成像探测技术存在的难以进行弱光探测、信号无法解调及容易出现误判等的技术问题。

为实现上述目的，本发明提供了一种并行多区域成像装置，包括：多

焦点生成模块、空间解调模块及探测模块；

所述多焦点生成模块，用于对照明光进行调制，以在物方产生多个焦点，形成多个不同的照明区域，进而通过待成像样品产生多路信号光；
所述空间解调模块，用于使各路信号光在空间上的能量分布不再重叠或重叠区域小于目标要求；

所述探测模块，用于对经所述空间解调模块后的各路信号光进行独立探测，以实现并行多区域成像。

优选地，在所述多焦点生成模块和所述空间解调模块之间，所述装置还包括分光器；

所述分光器，用于将照明光和由待成像样品返回的信号光在空间上分离，以使所述多焦点生成模块输出的照明光传播至所述待成像样品，同时使自所述待成像样品返回的信号光传播至所述空间解调模块。

优选地，所述分光器的分光方法包括按照波长分离、按照偏振态分离、按照空间位置分离及衰减式分离。

优选地，在所述分光器之后，所述装置还包括扫描模块；

所述扫描模块，用于改变光束的传播方向、发散程度或汇聚程度，使得物镜物方的焦点或一维聚焦的线在空间中改变位置，从而进行扫描。

优选地，所述扫描模块中的扫描器件包括反射式、透射式或衍射式。

优选地，在所述扫描模块之后，所述装置还包括：中继光路；
所述中继光路，用于实现所述扫描模块与物镜的光瞳匹配，以在所述扫描模块的目标扫描范围内使得照明光均能进入到所述物镜中从而照明到所述待成像样品上。

总体而言，通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比，能够取得下列有益效果：利用多焦点生成模块在物方产生多个不同的照明区域，进而产生多路信号光，利用空间解调模块使各路信号光最终在空间上的能量分布不再重叠（或仅有极少重叠），再利用探测模块对信号进行探测。从

而可以解决现有并行多区域成像探测技术存在的难以进行弱光探测、信号无法解调及容易出现误判等的技术问题。

[附图说明]

- 图 1 是本发明实施例提供的一种装置的结构示意图；
- 图 2 是本发明实施例提供的另一种装置的结构示意图；
- 图 3 是本发明实施例提供的一种多焦点生成模块的结构示意图；
- 图 4 是本发明实施例提供的另一种多焦点生成模块的结构示意图；
- 图 5 是本发明实施例提供的一种分光器的结构示意图；
- 图 6 是本发明实施例提供的另一种分光器的结构示意图；
- 图 7 是本发明实施例提供的另一种分光器的结构示意图；
- 图 8 是本发明实施例提供的一种空间解调模块的结构示意图；
- 图 9 是本发明实施例提供的另一种空间解调模块的结构示意图；
- 图 10 是本发明实施例提供的另一种空间解调模块的结构示意图；
- 图 11 是本发明实施例提供的一种装置的结构示意图；
- 图 12 是本发明实施例提供的另一种装置的结构示意图；
- 图 13 是本发明实施例提供的另一种装置的结构示意图；
- 图 14 是本发明实施例提供的另一种装置的结构示意图；
- 图 15 是本发明实施例提供的另一种装置的结构示意图；
- 图 16 是本发明实施例提供的另一种装置的结构示意图。

[具体实施方式]

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。此外，下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

本发明为利用一定结构实现并行多区域成像的装置。本发明所述成像

是指获取空间中的光信息。

如图 1 所示为本发明实施例提供的一种装置的结构示意图，包括光源模块 1、预处理模块 2、多焦点生成模块 3、分光器 4、扫描模块 5、中继光路 6、物镜 7、空间解调模块 8、探测模块 9 及控制采集处理模块 10。

光源模块用于产生照明光。光源可为非相干光源（例如氙灯、卤素灯、发光二极管 LED 等），也可为相干光源（例如连续激光器、脉冲激光器、超辐射发光二极管 SLD 等），可为宽带光源，也可为窄带或单色光源，光源的种类包括其发射光谱根据成像的样品和成像需求来确定。光源模块除了光源本身，还可以包括其他辅助器件，如将输出光准直的准直透镜或对输出光斑进行整形的整形器。

预处理模块用于对光束进行处理，使其满足后续光路的要求，例如实现扩束、偏振态调节、功率衰减等功能。

多焦点生成模块用于对照明光进行调制，以使最终物镜的物方产生两个或多个焦点（或两个或多个一维聚焦的线）。多焦点生成模块的形式包括：通过分光镜的组合构成多个光束，再使用透镜的组合进行光传播方向和汇聚发散程度的调整，然后再将多个光束合束构成多焦点光束；由空间光调制器（Spatial Light Modulator，对光的强度或相位进行阵列式调制的器件）或数字微镜器件（Digital Micromirror Device，对光的强度进行数字式调制的器件）等光调制器件及其辅助器件（例如色散补偿器件、拦掉多余衍射级次的光阑等）生成多焦点光束；声光偏转器或声光偏转器组成的声光透镜；由透明材料加工而成的具有相位调制作用的相位板，如衍射光栅、菲涅尔透镜、多焦点相位板等；强度型的无源衍射器件，如达曼光栅、菲涅尔波带片等；无源的强度和相位混合型的衍射器件；透镜阵列；其他形式的多焦点生成方法。当多焦点生成模块包含主动器件时（例如上述的空间光调制器、数字微镜器件、声光偏转器等），多焦点生成模块由控制采集处理模块进行控制。

分光器用于将照明光和信号光在空间上分离，使其最终不在空间上重叠并相距较远，使多焦点生成模块输出的照明光传播至扫描模块，也使自扫描模块返回的信号光传播至空间解调模块。分光器的分光方法包括按照波长分离、按照偏振态分离、按照空间位置分离、衰减式分离等。按照波长分离是指当照明光和信号光波长有差异时，利用波长敏感器件使照明光和信号光的传播路径不重叠。例如当照明光的波长大于信号光波长时，使用长通的二向色镜，使得照明光经二向色镜透射而信号光被二向色镜反射；或使用短通的二向色镜，使得照明光被二向色镜反射而信号光经二向色镜透射。按照偏振态分离是指当照明光和信号光均为偏振光时，利用偏振敏感器件使照明光和信号光的传播路径不重叠。例如当照明光和信号光偏振态垂直时，可使用偏振分光镜，让照明光和信号光中的一个经偏振分光镜透射而另一个被偏振分光镜反射。如果传播到样品的照明光和样品返回的信号光虽然为偏振光，但是没有偏振态上的显著差异，也可以通过在光路中插入偏振调节器件来调节照明光和偏振光的偏振态使其出现差异，然后使用偏振敏感器件进行分光。例如，当光源发出的光为线偏振光，而样品本身返回的信号光与照射到样品上的照明光同一偏振态时，可在分光用的偏振敏感器件和样品之间的光路中的某个位置加入四分之一波片，光前后两次通过四分之一波片后偏振态会发生旋转，从而使得位于偏振敏感器件处的照明光和信号光偏振态不同进而分光。当四分之一波片的位置和角度放置合适时，位于分光用偏振敏感器件处信号光和照明光的偏振态会刚好垂直，此时使用偏振分光镜有最佳的分光效果。按照空间位置分离是指当照明光和信号光在空间上其实不完全重叠但相隔较近，不便于单独对信号光进行探测时，利用透镜、望远镜、反射镜、棱镜等光学器件放大照明光和信号光在传播路径上的差异，从而方便对信号光进行探测。例如，当照明光和信号光的光束方向非常接近难以区分但是空间位置并不重叠时，可以利用一个反射镜，使其不影响照明光的传播但是反射信号光，从而将

信号光和照明光在空间上明显区分开。衰减式分离是指不利用照明光和信号光物理属性上的差异，而直接使用牺牲能量的方法使照明光和信号光在空间上分离。例如，使用一个半透半反镜（或其他透射反射比的镜片），使得照明光透射一部分反射一部分，对于反射的那部分不加以利用而仅用透射的那部分进行照明，信号光也透射一部分反射一部分，仅探测反射的那部分信号光，虽然照明光也有反射的部分，但是由于此时照明光和信号光的反射方向不同，因此可以在空间上分离，当然对于选用的透射反射关系也可以反过来（即使用照明光反射的那一部分进行照明），最终效果能使照明光和反射光的传播路径在空间上分离即可。

扫描模块用于改变光束的传播方向或发散程度（或汇聚程度），使得物镜的物方的焦点（或一维聚焦的线）在空间中改变位置，从而进行扫描。扫描模块中的扫描器件包括反射式、透射式、衍射式三种。具体来讲，扫描器件的类型包括：检流计镜、共振镜、旋转多面镜、压电振镜（由压电陶瓷驱动的可使反射镜转动或平移的扫描器件）、可变形反射镜、电光偏转器（基于电光效应的改变光束传播方向的器件）、电光透镜（基于电光效应的改变光束会聚和发散程度的器件）、声光偏转器（基于声光效应的改变光束传播方向的器件）、声光透镜（由声光偏转器组合而成，可改变光束会聚和发散程度，亦可改变光束中的主光线方向的器件）、可调谐声致梯度折射率透镜（基于机械振动产生介质中折射率分布从而实现相位调制，改变光束汇聚和发散程度的器件）、可变焦透镜（基于机械形变或电浸润效应，通过改变介质形状从而改变光束会聚和发散程度的器件）、空间光调制器（Spatial Light Modulator，对光的强度或相位进行阵列式调制的器件）、数字微镜器件（Digital Micromirror Device，对光的强度进行数字式调制的器件）等。优选的，扫描模块使用检流计镜、共振镜或压电振镜，以获得更佳的光束质量和传输效率。当使用存在色散的扫描器件（例如声光偏转器）时，扫描模块还包括色散补偿器件，其功能是使光路中不同波长成分的光

在空间中的方向和汇聚发散程度一致。

中继光路用于实现扫描模块与物镜的光瞳匹配，即在扫描模块的一个合适的扫描范围内使得照明光均能尽可能进入到物镜中从而照明到样品上，光瞳匹配的理想状态是扫描模块的出瞳与物镜的入瞳完全重合（此处的入瞳出瞳是相对于照明光的传播方向来讲）。如果扫描模块的出瞳直径（对于反射式扫描器例如检流计镜，出瞳直径由照明光束的直径决定）与物镜的入瞳直径相当，则中继光路的放大率为 1:1；如果扫描模块的出瞳直径与物镜的入瞳直径不相当，优选的，中继光路应有一定横向放大效果使得扫描模块的出瞳直径与物镜的入瞳直径相当。优选的，中继光路应使用 4f 光学系统，所谓 4f 光学系统是指中继光路包含前后两个透镜（此处前后是相对于照明光的传播方向来讲），前透镜和后透镜均为正透镜，二者光轴重合，且前透镜的后焦面与后透镜的前焦面重合。优选的，扫描模块的出瞳位于前透镜的前焦面上且中心重合，物镜的入瞳位于后透镜的后焦面上且中心重合。如果扫描模块与物镜距离很近以至于不需要通过透镜进行中继即可以使得在扫描模块的一个合适的扫描范围内使得照明光均能尽可能进入到物镜中从而照明到样品上，中继光路也可以省略。

物镜是具有聚焦功能的光学器件。因为其靠近待成像物体（即样品）所以称为物镜。具体来讲，物镜包括单透镜、胶合透镜、透镜组等不同结构的透镜，包括折射型透镜、反射型透镜、衍射型透镜等不同聚焦方式的透镜，包括曲面透镜、梯度折射率透镜等不同面型的透镜。

空间解调模块的功能是使物镜物方由不同照明焦点（或一维聚焦的照明线）位置上样品发出的信号光在空间上的位置显著分离，从而分别对其进行探测。优选的，空间解调模块由聚焦透镜和带孔反射镜构成。带孔反射镜为带有通孔的反射镜，优选为平面反射镜。带孔反射镜的孔与物镜物方的某个照明焦点在位置上为物像共轭关系，该物像关系由信号光传播至该小孔的过程中的所有光学器件组成的成像系统构成，在最简单的情况下

该成像系统包括（不考虑光路中的平面反射镜）空间解调模块中的聚焦透镜、中继光路和物镜。物镜物方存在多个照明焦点（或一维聚焦的照明线），每一个焦点（或一维聚焦的照明线）均会产生一路信号光。信号光在进入空间解调模块之前，几路信号光在空间上是存在重叠的，难以将它们区分。由于带孔反射镜的孔与物镜物方的某个照明焦点为物像共轭关系，那么物镜物方的其他照明焦点位置上由样品发出的信号光必然无法顺利通过小孔，于是这些其他位置发出的信号光绝大部分被带孔反射镜所反射，于是利用一个带孔反射镜就可以将与该小孔为物像共轭关系的物点发出的信号光解调出来。当信号光只有两路时，使用一个带孔反射镜即可进行解调；当信号光有 N 路时，使用 $N-1$ 个带孔反射镜即可进行解调。当信号光有多路时，使用聚焦透镜和带孔反射镜进行组合，利用带孔反射镜的小孔与某路信号的物点为物像共轭关系的特点，将各路信号依次解调出来即可。解调后，各路信号光最终在空间上有不同的传播路径。当照明不是聚焦点照明而是聚焦线照明时，把反射镜上的小孔改成与照明的聚焦线位置上为物像共轭关系的狭缝。上述小孔和狭缝与物方的照明点或照明线在位置上为物像共轭关系，但是几何尺寸上不需要严格满足物像共轭关系。带孔（或狭缝）反射镜并不能保证某路信号百分百通过小孔（或狭缝），也不能保证其他路信号百分百不通过小孔（或狭缝）而被反射，但是要保证相应路的信号过小孔（或狭缝）部分的信号强度大于被反射部分的信号强度，而其他各路的信号被反射部分的信号强度大于过小孔（或狭缝）部分的信号强度。空间解调模块包括被动式和主动式，被动式的空间解调模块由被动器件组成（例如反射镜、透镜等被动光学元件），主动式的空间解调模块由主动器件组成（例如数字微镜器件等主动器件）。当空间解调模块由主动器件组成时，主动器件由控制采集处理模块进行控制。总而言之，无论具体采用哪种器件，其空间解调原理均为：存在多路光，每一路的聚焦位置都不同，利用器件将某一路单独选出，使该路往某个方向传播，使其他路往别

的方向传播，保证该路与其他路的传播路径在空间上分离，从而单独解调出该路，对多路光依次解调，从而最终将所有路都区分开。当然，如果一个器件只能解调出一路信号，必然要使用上述级联的方式依次解调。如果器件本身具有并行解调多路的功能，也可以直接并行解调或者并行与级联混合解调。一个器件也并非一定要完全将一路或几路信号解调出来，只要能对多路信号进行一定程度上的区分，然后采用多个器件级联，最终能把各路信号解调出来即可。解调后，最终各路信号的传播路径在空间上不再重叠，或者说各路信号在空间中的能量分布不再重叠（或仅有极少部分重叠）。

探测模块用于将空间解调模块解调后的各路信号进行独立的探测。探测模块主要由光电探测器组成，包括面阵式光电探测器（面阵 CCD 探测器和面阵 CMOS 探测器）、线阵式光电探测器（线阵 CCD 探测器和线阵 CMOS 探测器）、光电倍增管、光电二极管等能够将光信号转换为电信号的器件。探测模块中的探测器数量以满足信号通道数量要求为原则。优选的，探测模块中除了探测器，还包括其他对信号探测有益的器件，例如：当信号光传播到探测器感光面位置时的光斑过大以至于导致信号损失时，在探测器前方放置一聚焦透镜以缩小光斑；当信号光为荧光时，在探测器前方放置截止滤光片以避免荧光波段以外其他光的干扰；当空间中存在与该路信号光波长没有显著差异的其他非该路信号光干扰时，使用聚焦透镜以及小孔的组合，使该路信号光通过小孔后再进入探测器，以抑制干扰。

控制采集处理模块的功能包括：对所有的主动器件进行控制（主要是扫描模块中的扫描器，也包括其他模块中的主动器件），使其在成像过程中工作；对探测器输出的信号进行采集，包括信号放大、滤波、模数转换等操作，使探测器输出的原始信号变为能够进行处理数据；对采集到的信号进行处理，包括拼接、灰度变换等操作，使采集到的数据以图像或其他数据形式展示或存储。

本发明实施例的并行多区域成像方法的成像过程为：照明光由光源模块 1 发出，经预处理模块 2 达到合适的光束直径、光功率或偏振态后，再进入多焦点生成模块 3，多焦点生成模块 3 对照明光进行调制以产生两束或多束不同方向或聚焦程度的多路子光束，然后照明光继续传播至分光器 4，经过分光器 4 后传输至扫描模块 5，再经过中继光路 6 传播至物镜 7，经物镜 7 在物方形成两个或多个焦点（或一维聚焦的照明线）；照明光照射到样品 0 上以后，在样品 0 上通过反射、散射或荧光等效应产生信号光；信号光被物镜 7 收集，经过中继光路 6 传播到扫描模块 5 上，扫描模块 5 在控制采集处理模块 10 的控制下进行扫描，信号光再经过扫描模块 5 传播至分光器 4，分光器使信号光沿着与照明光不相同的空间路径继续传播，然后信号光进入空间解调模块 8，空间解调模块 8 将各路照明子光束在样品上产生的各路信号光在空间上分离，探测模块 9 对分离后的各路信号光进行探测，控制采集处理模块 10 对探测模块 9 输出的电信号进行采集和处理并最终图像或其他数据形式展示或存储。

上述结构和成像过程使用同一个物镜既进行照明又进行信号光的收集。如图 2 所示，本发明实施例还包括其他形式的结构和成像过程，例如使用两个物镜分别进行照明和信号光的收集。其结构的变动在于：扫描模块、中继光路和物镜的数目均为二，分光器置于第二扫描模块的后方。其成像过程为：照明光由光源模块 1 发出，经预处理模块 2 达到合适的光束直径、光功率或偏振态后，再进入多焦点生成模块 3，多焦点生成模块 3 对照明光进行调制以产生两束或多束不同方向或聚焦程度的多路子光束，然后照明光继续传播至第一扫描模块 5a，再经过第一中继光路 6a 传播至第一物镜 7a，经第一物镜 7a 在物方形成两个或多个焦点（或一维聚焦的照明线）；照明光照射到样品 0 上以后，在样品 0 上通过反射、散射或荧光等效应产生信号光；信号光被第二物镜 7b 收集，经过第二中继光路 6b 传播到第二扫描模块 5b 上，第二扫描模块 5b 在控制采集处理模块 10 的控制下进行扫

描，照明光再经过第二扫描模块 5b 传播至分光器 4，分光器 4 滤除掉和信号光混叠在一起的一部分照明光，然后信号光传播至空间解调模块 8，空间解调模块 8 将各路照明子光束在样品上产生的各路信号光在空间上分离，探测模块 9 对分离后的各路信号光进行探测，控制采集处理模块 10 对探测模块 9 输出的电信号进行采集和处理并最终以图像或其他数据形式展示或存储。

对于单个物镜的结构，基于光路可逆原理，信号光经过扫描模块以后其空间位置不随扫描模块的扫描而变化，称为退扫描。对于两个物镜的结构，第二扫描模块 5b 与第一扫描模块 5a 的扫描过程要同步以实现推扫描的效果；分光器 4 的功能也有所变化，只需要将和信号光混叠在一起的照明光滤除即可。

本发明实施例的多焦点生成模块的具体实施方案 1 如图 3 所示。半波片 31a 置于偏振分光棱镜 32a 前方，偏振分光棱镜 32a 将输入光分为反射和透射两束，半波片 31a 用于调节偏振分光棱镜 32a 的反射光和透射光的能量比。半波片 31b 置于偏振分光棱镜 32b 前方，偏振分光棱镜 32b 将偏振分光棱镜 32a 的反射光分为两束，半波片 31b 用于调节偏振分光棱镜 32b 的反射光和透射光的能量比。利用偏振分光棱镜 32a 和 32b 的分光效果，最终得到了三路子光束。其中第一路子光束没有经过透镜的调制，第二路子光束经透镜 34a 和透镜 34b 的调制，第三路子光束经透镜 34c 和透镜 34d 的调制，调制后光束的方向和聚焦发散程度发生变化。第一路子光束经反射镜 33a 反射，第三路子光束经反射镜 33b 反射。第一路子光束经偏振分光棱镜 32c 透射，第二路子光束被偏振分光棱镜 32c 反射，第一路和第二路子光束合束，然后经半波片 31c 调制偏振态。半波片 31c 的作用是使第一路和第二路子光束合束后的光束取一个合适的偏振态，使其被偏振分光棱镜 32d 反射。第三路子光束经偏振分光棱镜 32d 透射。经过偏振分光棱镜 32d 后，三路子光束全部合束，此时虽然三路子光束的方向和发散聚焦程度不

尽相同，但是在空间中还是大量重叠。

本发明实施例的多焦点生成模块的具体实施方案 2 如图 4 所示。空间光调制器 35 在控制采集处理模块 10 的控制下产生特定调制图样。不同的调制图样可以生成不同的多焦点分布，具体来讲，随空间线性变化的相位调制分布用于改变出射光的方向，随空间以透镜调制函数形式分布的相位调制图样用于改变出射光的聚焦发散程度（透镜调制函数是圆对称的，其圆心位置也可以用来改变出射光的方向）。

本发明实施例的分光器的具体实施方案 1 如图 5 所示。二向色片 41 对不同波长的光具有不同的反射率和透过率，表现为长波长的光高透，对短波长的光高反，从而使得不同波长的光传播路径不同。

本发明实施例的分光器的具体实施方案 2 如图 6 所示。偏振分光棱镜 42 对不同偏振态的光具有不同的反射率和透过率，表现为对偏振态为 p 的光高透，对偏振态为 s 的光高反，从而使得不同偏振态的光传播路径不同。本发明实施例的分光器的具体实施方案 3 如图 7 所示。反射镜 43 的边缘置于两束光之间，使其对一路光反射，而另一路不受遮挡的继续传播，从而使得空间中传播路径不重叠的光进一步在空间中分开。

本发明实施例的空间解调模块的具体实施方案 1 如图 8 所示。带孔反射镜 81 的镜面中间有一个可透光的小孔。空间中有两路光，其中一路的焦点与带孔反射镜 81 的小孔重叠，从而这一路会穿过小孔继续传播，另一路的焦点与带孔反射镜 81 的小孔不重叠，从而这一路大部分能量会被反射镜反射。最终穿过小孔的光束 80a 与被反射的光束 80b 在空间中不再重叠。

本发明实施例的空间解调模块的具体实施方案 2 如图 9 所示。数字微镜器件 82 在控制采集处理模块 10 的控制下产生特定调制图样。空间中有两路光，其中一路聚焦在数字微镜器件 82 的工作面上，数字微镜器件 82 上位于该路焦点位置的微镜偏转到一个状态，其他微镜偏转到另一个状态，于是聚焦到数字微镜器件 82 上的这一路光被数字微镜器件 82 反射到某个方

向，另一路光被反射到另一个方向，最终形成在空间中不重叠的光束 80c 和 80d。

本发明实施例的空间解调模块的具体实施方案 3 如图 10 所示。空间光调制器 83 在控制采集处理模块 10 的控制下产生特定调制图样。空间中有三路光，它们的聚焦程度不同。空间光调制器 83 上的图样为变形光栅（离轴的菲涅尔波带片或离轴的全息透镜），它与透镜 831 配合，将不同聚焦程度的三路光衍射到不同的衍射级次上，最终形成空间中不重叠的光束 80e、80f 和 80g。

本发明实施例的整体结构的具体实施方案 1 如图 11 所示。飞秒激光器 11 发出的激光经透镜 21a 和透镜 21b 组成的预处理模块扩束后，射到空间光调制器 35 上，空间光调制器对波前进行调制生成两个焦点，多焦点光束经透镜 351a 和透镜 351b 中继后通过二向色镜 41，再入射到由检流计镜 51a 和检流计镜 51b 组成的双轴扫描模块上，经扫描模块扫描后，再经中继透镜 61a 和中继透镜 61b 入射到物镜 71 上，经物镜 71 聚焦到样品 0 上。飞秒激光在样品内产生荧光，荧光信号经物镜 71 收集，沿路返回，最后射到二向色镜 41 上并被二向色镜 41 反射，反射后的光经透镜 811 聚焦后，一路光通过带孔反射镜 81 的小孔被光电倍增管 91a 所探测，另一路被带孔反射镜 81 反射并被光电倍增管 91b 探测。图中未画出控制采集处理模块，空间光调制器 35、检流计镜 51a 和 51b 均受控制采集处理模块的控制，同时光电倍增管 91a 和 91b 的输出信号被控制采集处理模块采集。

本发明实施例的整体结构的具体实施方案 2 如图 12 所示。飞秒激光器 11 发出的激光经透镜 21a 和透镜 21b 组成的预处理模块扩束后，经半波片 31a 调整偏振态后入射到偏振分光棱镜 321a 上。偏振分光棱镜 321a 将光分成两路，一路经透镜 34a 和透镜 34b 调整会聚发散程度并入射到偏振分光棱镜 321b 上，另一路经反射镜 331a 和 331b 反射后也入射到偏振分光棱镜 321b 上，偏振分光棱镜 321b 将两路光合束。合束的光经反射镜 331c 反射

后,通过透镜 351a 和透镜 351b 的中继,经二向色镜 41 后入射到由检流计镜 51a 和检流计镜 51b 组成的双轴扫描模块上,经扫描模块扫描后,再经中继透镜 61a 和中继透镜 61b 入射到物镜 71 上,经物镜 71 聚焦到样品 0 上。飞秒激光在样品内产生荧光,荧光信号经物镜 71 收集,沿路返回,最后射到二向色镜 41 上并被二向色镜 41 反射,反射后的光经透镜 811 聚焦后,一路光通过带孔反射镜 81 的小孔被光电倍增管 91a 所探测,另一路被带孔反射镜 81 反射并被光电倍增管 91b 探测。图中未画出控制采集处理模块,检流计镜 51a 和 51b 均受控制采集处理模块的控制,同时光电倍增管 91a 和 91b 的输出信号被控制采集处理模块采集。

本发明实施例的整体结构的具体实施方案 3 如图 13 所示。飞秒激光器 11 发出的激光经透镜 21a 和透镜 21b 组成的预处理模块扩束后,入射到反射光栅 361 上,反射光栅 361 用于对数字微镜器件 36 的空间色散进行补偿,反射光栅 361 的出射光经二向色镜 41 后入射到数字微镜器件 36 上,数字微镜器件 36 同时实现多焦点生成和扫描的功能。光通过数字微镜器件 36 后,经中继透镜 61a 和 61b 入射到物镜 71 上,物镜 71 将光聚焦到焦点上。飞秒激光在样品内产生荧光,荧光信号经物镜 71 收集,沿路返回,最后射到二向色镜 41 上并被二向色镜 41 反射,反射后的光经色散补偿模块 49 补偿,再经透镜 811 聚焦后,一路光通过带孔反射镜 81 的小孔被光电倍增管 91a 所探测,另一路被带孔反射镜 81 反射并被光电倍增管 91b 探测。图中未画出控制采集处理模块,数字微镜器件 36 受控制采集处理模块的控制,同时光电倍增管 91a 和 91b 的输出信号被控制采集处理模块采集。

本发明实施例的整体结构的具体实施方案 4 如图 14 所示。飞秒激光器 11 发出的激光经透镜 21a 和透镜 21b 组成的预处理模块扩束后,入射到透射光栅 352 上,透射光栅 352 用于对空间光调制器 35 的空间色散进行补偿,透射光栅 352 的出射光射到空间光调制器 35 上,空间光调制器对波前进行调制生成两个焦点,多焦点光束经透镜 351a 和透镜 351b 中继后通过二向

色镜 41，再入射到由声光偏转器 52a 和声光偏转器 52b 组成的双轴扫描模块上，经扫描模块扫描后，再经中继透镜 61a 和中继透镜 61b 入射到物镜 71 上，经物镜 71 聚焦到样品 0 上。飞秒激光在样品内产生荧光，荧光信号经物镜 71 收集，沿路返回，最后射到二向色镜 41 上并被二向色镜 41 反射，反射后的光经色散补偿模块 49 补偿，再经透镜 811 聚焦后，一路光通过带孔反射镜 81 的小孔被光电倍增管 91a 所探测，另一路被带孔反射镜 81 反射并被光电倍增管 91b 探测。图中未画出控制采集处理模块，空间光调制器 35、声光偏转器 52a 和 52b 均受控制采集处理模块的控制，同时光电倍增管 91a 和 91b 的输出信号被控制采集处理模块采集。

本发明实施例的整体结构的具体实施方案 5 如图 15 所示。飞秒激光器 11 发出的激光经透镜 21a 和透镜 21b 组成的预处理模块扩束后，入射到透射光栅 352 上，透射光栅 352 用于对空间光调制器 35 的空间色散进行补偿，透射光栅 352 的出射光射到空间光调制器 35 上，空间光调制器对波前进行调制生成两个焦点，多焦点光束经透镜 351a 和透镜 351b 中继后通过二向色镜 41，再入射到由检流计镜 51a 和检流计镜 51b 组成的双轴扫描模块上，经扫描模块扫描后，再经中继透镜 61a 和中继透镜 61b 入射到物镜 71 上，经物镜 71 聚焦到样品 0 上。飞秒激光在样品内产生荧光，荧光信号经物镜 71 收集，沿路返回，最后射到二向色镜 41 上并被二向色镜 41 反射，反射后的光入射到数字微镜器件 83 上，数字微镜器件 83 上产生变形光栅（离轴的菲涅尔波带片），使一路光聚焦到小孔 381a 上然后被光电倍增管 91a 所探测，另一路聚焦到小孔 831b 上然后被光电倍增管 91b 探测。图中未画出控制采集处理模块，空间光调制器 35、检流计镜 51a 和 51b、数字微镜器件 83 均受控制采集处理模块的控制，同时光电倍增管 91a 和 91b 的输出信号被控制采集处理模块采集。

本发明实施例的整体结构的具体实施方案 6 如图 16 所示。飞秒激光器 11 发出的激光经透镜 21a 和透镜 21b 组成的预处理模块扩束后，入射到透

射光栅 352 上,透射光栅 352 用于对空间光调制器 35 的空间色散进行补偿,透射光栅 352 的出射光射到空间光调制器 35 上,空间光调制器对波前进行调制生成多个焦点,多焦点光束经透镜 351a 和透镜 351b 中继后通过二向色镜 41,再入射到由检流计镜 51a 和检流计镜 51b 组成的双轴扫描模块上,经扫描模块扫描后,再经中继透镜 61a 和中继透镜 61b 入射到物镜 71 上,经物镜 71 聚焦到样品 0 上。飞秒激光在样品内产生荧光,荧光信号经物镜 71 收集,沿路返回,最后射到二向色镜 41 上并被二向色镜 41 反射,反射后的光经透镜 841a 和透镜 841b 中继后入射到调制器 84 上。调制器 84 的调制函数为空间坐标的 n 次函数 ($n \geq 2$),可表示为 $t(x,y) = Ae^{i[a(x^n+y^n)+b]}$, 其中 A 为强度调制函数且默认为实常数, a 和 b 为实常数,当 $n=2$ 时,调制器表现为透镜,当 $n=3$ 时,调制器 84 的出射光表现为艾利光束(Airy beam)。调制器 84 为被动型调制器件,由透明材料加工而成。调制器 84 也可以为空间光调制器或数字微镜器件。当调制器 84 为数字微镜器件时,其图样为所述调制函数的二值化结果,例如对相位取余弦,然后按照阈值进行二值化。光经过调制器 84 后,表现出聚焦的特性。若空间光调制器 35 产生的多个焦点的轴向位置相同,那么 $n=2$ 时,即调制器 84 为透镜时,即可使不同焦点聚焦在同一平面上且横向位置不同。若空间光调制器 35 产生的多个焦点存在轴向位置不同的情况,直接使用透镜进行聚焦,离焦光斑和聚焦光斑会存在重叠,无法进行空间解调,因此取 $n>2$,此时调制器 84 后方聚焦光斑的焦深大于同等数值孔径下透镜焦点的焦深,消除了离焦光斑和聚焦光斑重叠的现象,且不同焦点聚焦后的横向位置不同。不同焦点均聚焦在同一平面且横向位置不同,即实现了空间解调。探测器 92 位于调制器 84 后方的聚焦区域内,此时信号光在探测器 92 上表现为横向位置不同的聚焦光斑。探测器 92 为阵列探测器,例如多阳极光电倍增管、阵列雪崩二极管、面阵 CMOS 传感器、面阵 CCD 传感器等,从而可采集到不同聚焦光斑的信

号。图中未画出控制采集处理模块，空间光调制器 35、检流计镜 51a 和 51b 以及其他主动型器件均受控制采集处理模块的控制，同时探测器 92 的输出信号被控制采集处理模块采集。

本领域的技术人员容易理解，以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1、一种并行多区域成像装置，其特征在于，包括：多焦点生成模块、空间解调模块及探测模块；

所述多焦点生成模块，用于对照明光进行调制，以在物方产生多个焦点，形成多个不同的照明区域，进而通过待成像样品产生多路信号光；

所述空间解调模块，用于使各路信号光在空间上的能量分布不再重叠或重叠区域小于目标要求；

所述探测模块，用于对经所述空间解调模块后的各路信号光进行独立探测，以实现并行多区域成像。

2、根据权利要求1所述的装置，其特征在于，在所述多焦点生成模块和所述空间解调模块之间，所述装置还包括分光器；

所述分光器，用于将照明光和由待成像样品返回的信号光在空间上分离，以使所述多焦点生成模块输出的照明光传播至所述待成像样品，同时使自所述待成像样品返回的信号光传播至所述空间解调模块。

3、根据权利要求2所述的装置，其特征在于，所述分光器的分光方法包括按照波长分离、按照偏振态分离、按照空间位置分离及衰减式分离。

4、根据权利要求3所述的装置，其特征在于，在所述分光器之后，所述装置还包括扫描模块；

所述扫描模块，用于改变光束的传播方向、发散程度或汇聚程度，使得物镜物方的焦点或一维聚焦的线在空间中改变位置，从而进行扫描。

5、根据权利要求4所述的装置，其特征在于，所述扫描模块中的扫描器件包括反射式、透射式或衍射式。

6、根据权利要求1至5任意一项所述的装置，其特征在于，在所述扫描模块之后，所述装置还包括：中继光路；

所述中继光路，用于实现所述扫描模块与物镜的光瞳匹配，以在所述扫描模块的目标扫描范围内使得照明光均能进入到所述物镜中从而照明到所述待成像样品上。

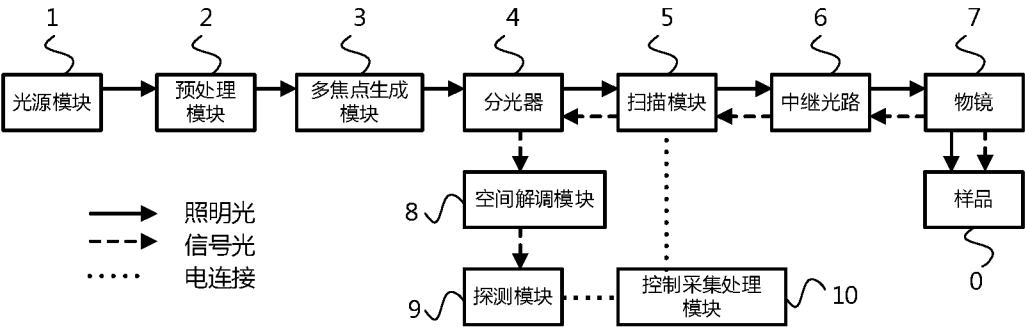


图 1

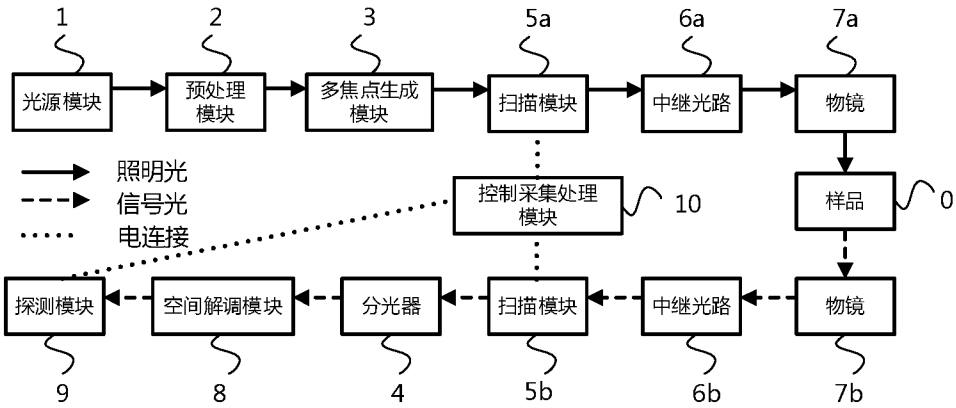


图 2

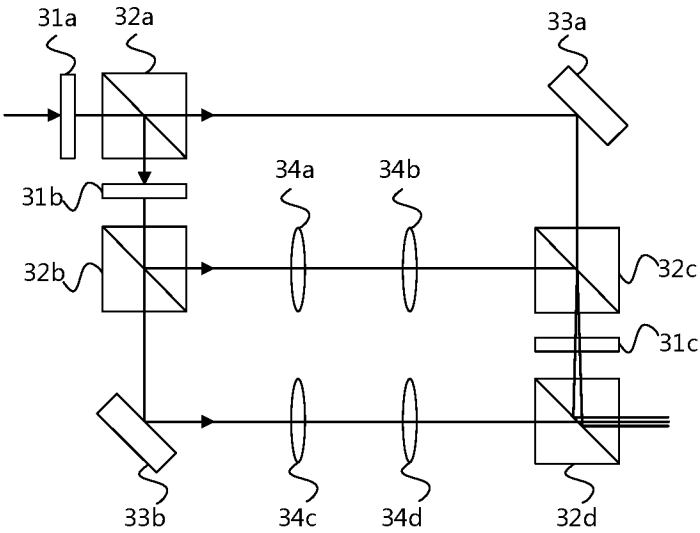


图 3

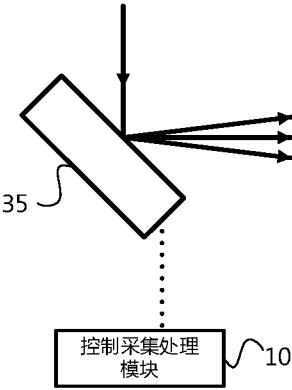


图 4

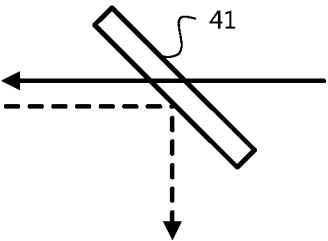


图 5

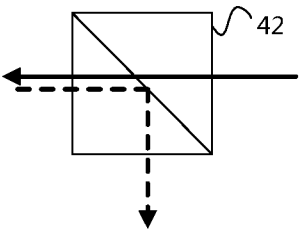


图 6

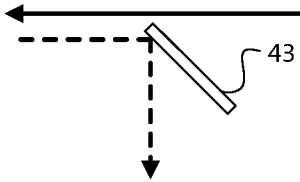


图 7

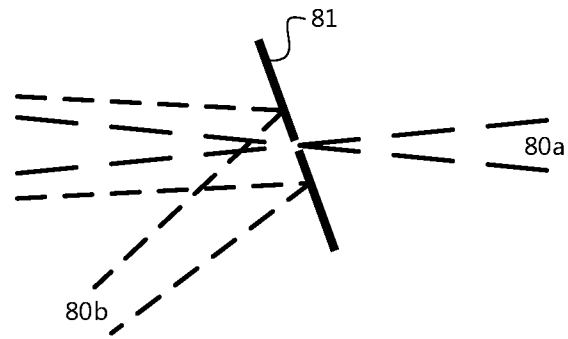


图 8

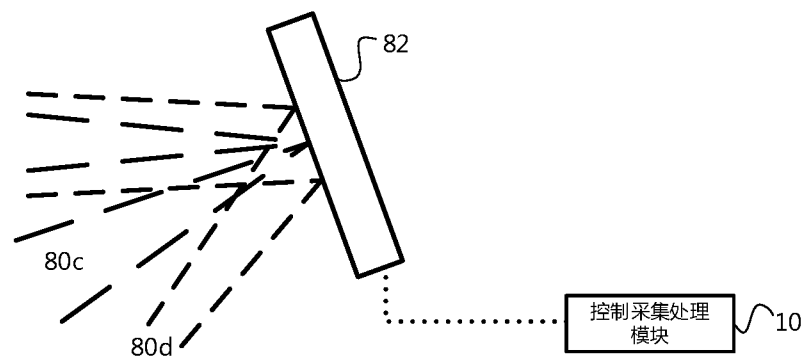


图 9

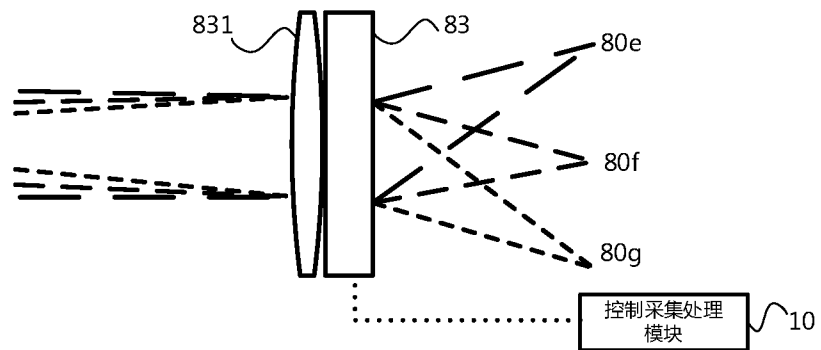


图 10

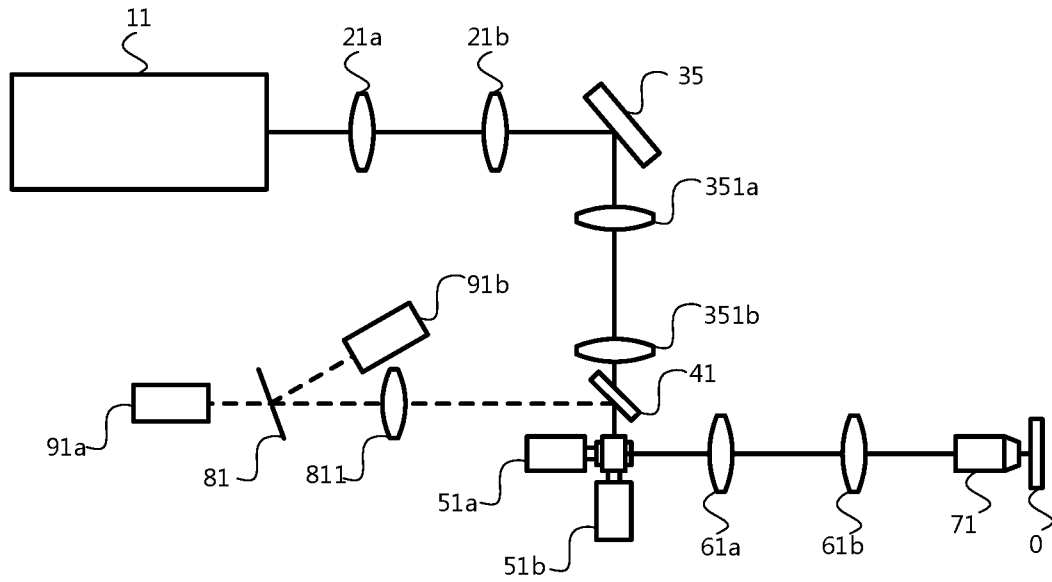


图 11

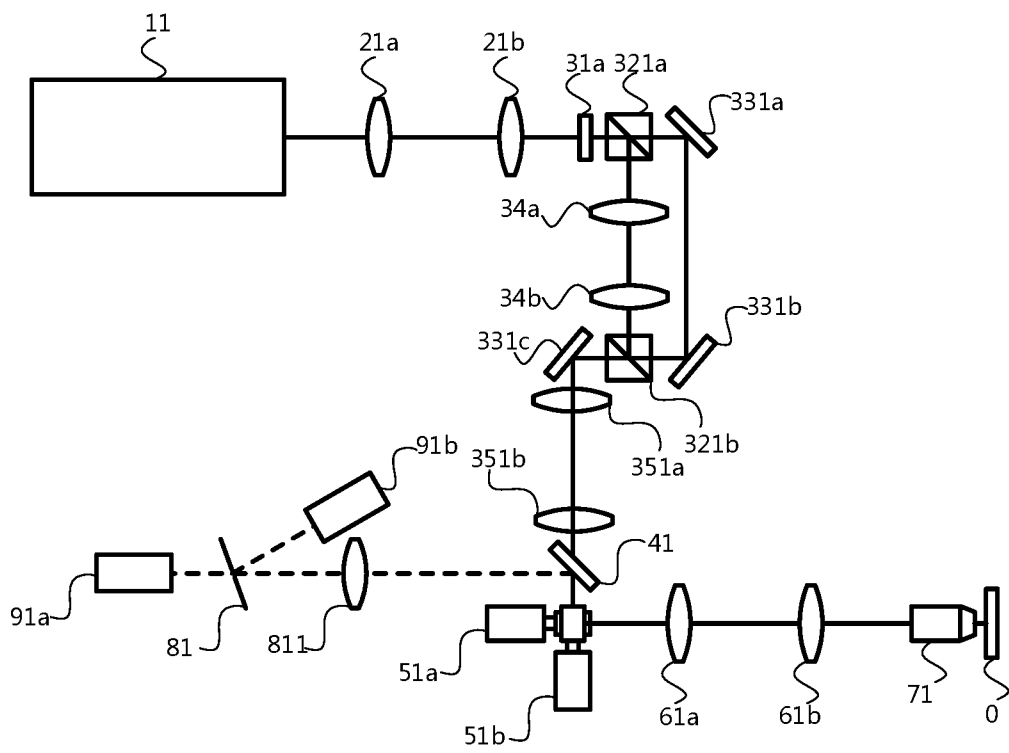


图 12

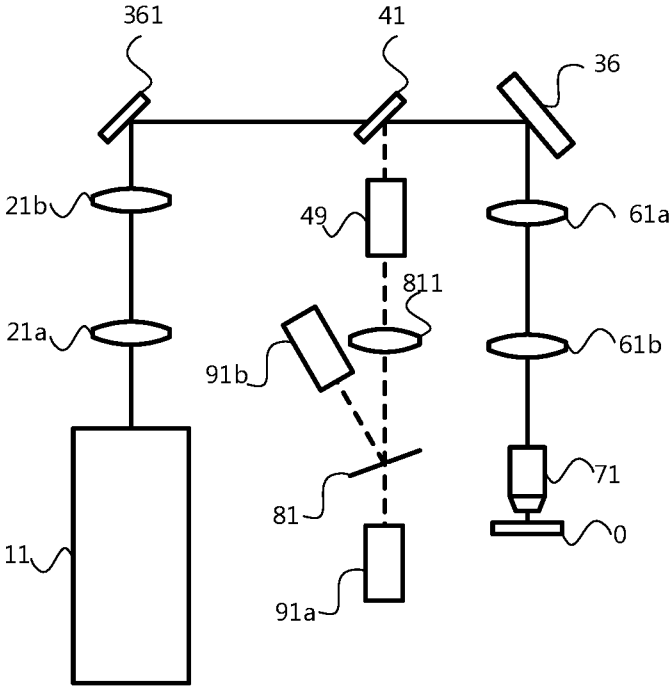


图 13

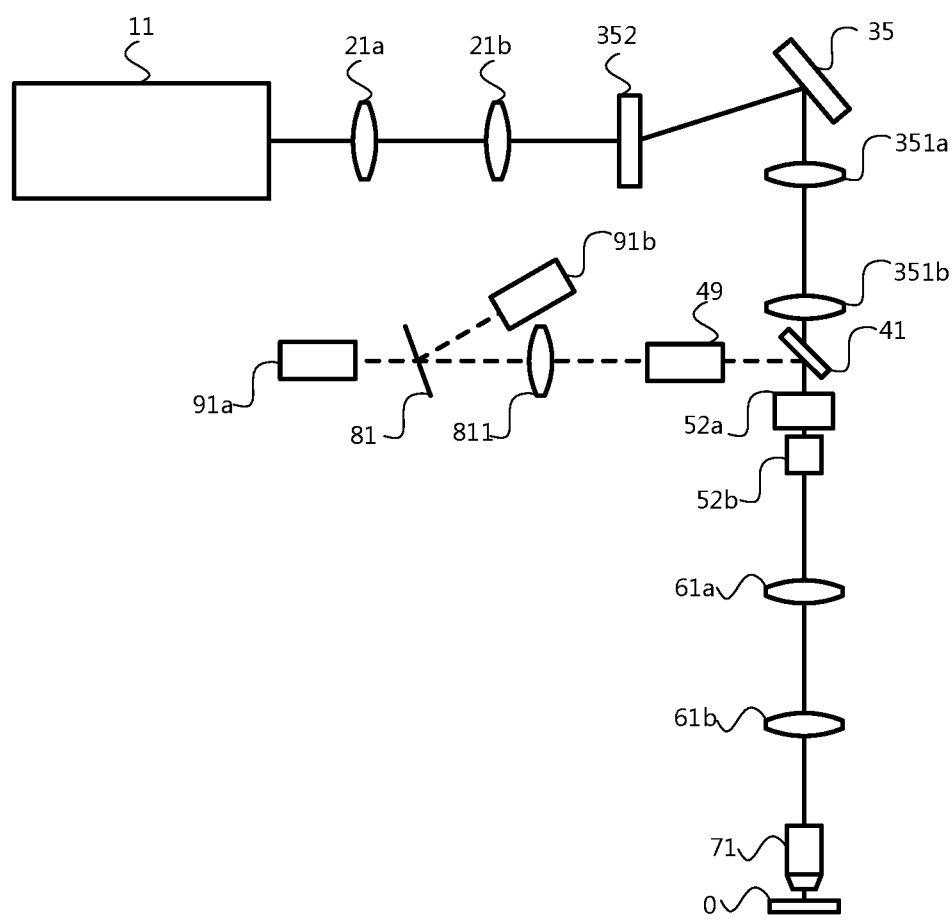


图 14

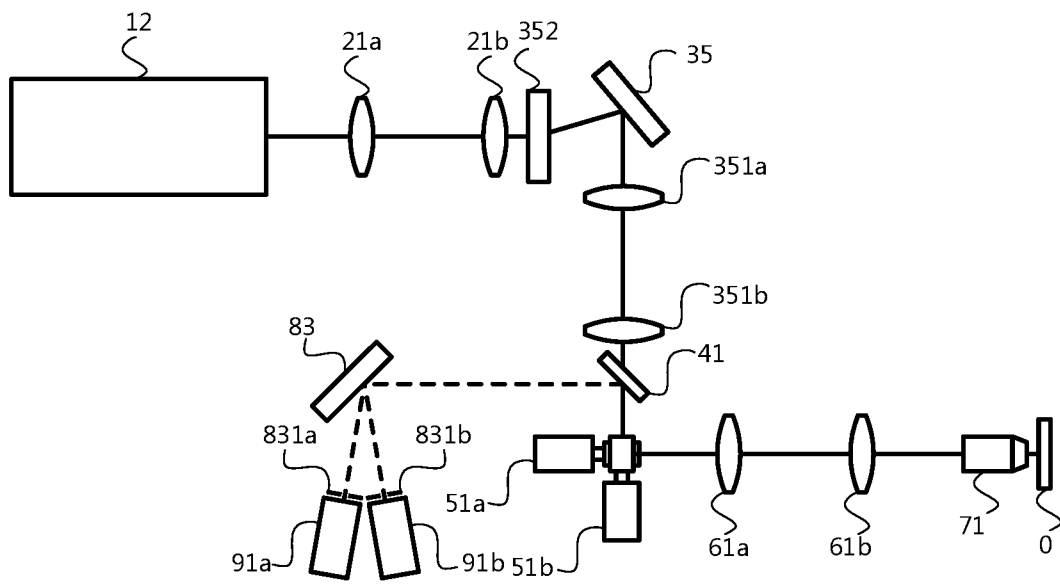


图 15

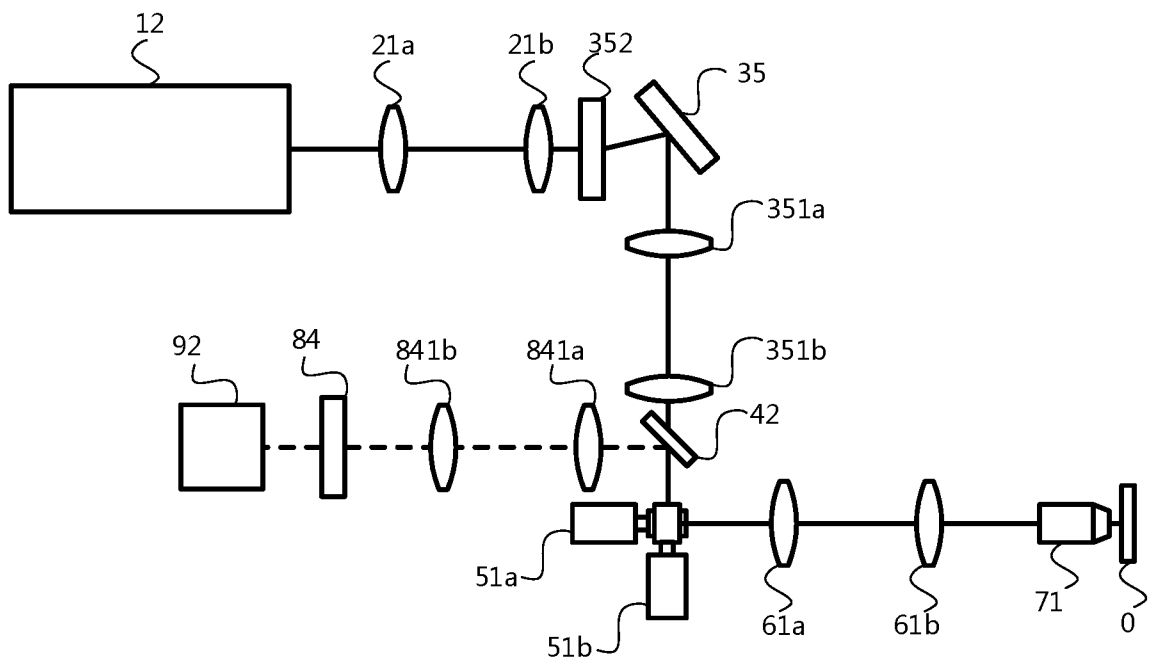


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/106072

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 21/00(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)

G02B,G03B

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)

WPI; EPODOC; CNKI; IEEE; CNPAT: 成像, imaging, 多焦点, multi focus, multiple focal points, 扫描, scanning, 空间光调制器, spatial light module, SLM, 空间解调, spatial demodulation, 探测, detect+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102566076 A (UNIVERSITY OF SHANGHAI FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 July 2012 (2012-07-11) description, paragraphs [0002]-[0034], and figures 1-3	1-6
A	CN 105891116 A (FOSHAN NANHAI DISTRICT OPTOMEDIC TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 August 2016 (2016-08-24) entire document	1-6
A	CN 103874917 A (VENTANA MEDICAL SYSTEMS, INC.) 18 June 2014 (2014-06-18) entire document	1-6
A	CN 106770181 A (TIANJIN UNIVERSITY) 31 May 2017 (2017-05-31) entire document	1-6
A	CN 101868739 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 20 October 2010 (2010-10-20) entire document	1-6
A	US 6838650 B1 (AGILENT TECHNOLOGIES, INC.) 04 January 2005 (2005-01-04) entire document	1-6

☐ 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

25 April 2019

Date of mailing of the international search report

16 May 2019

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/106072

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102566076	A	11 July 2012	CN	102566076	B	19 March 2014
CN	105891116	A	24 August 2016	None			
CN	103874917	A	18 June 2014	US	10073259	B2	11 September 2018
				EP	2766713	A1	20 August 2014
				JP	5898322	B2	06 April 2016
				US	2014252200	A1	11 September 2014
				AU	2012322965	B2	16 July 2015
				KR	20140068264	A	05 June 2014
				CA	2849985	C	01 November 2016
				CA	2849985	A1	18 April 2013
				US	2016357004	A1	08 December 2016
				JP	2014530389	A	17 November 2014
				AU	2012322965	A1	03 April 2014
				CN	103874917	B	24 May 2017
				WO	2013053822	A1	18 April 2013
				US	9429743	B2	30 August 2016
CN	106770181	A	31 May 2017	None			
CN	101868739	A	20 October 2010	WO	2009066252	A2	28 May 2009
				BR	PI0819304	A2	12 May 2015
				US	2010264294	A1	21 October 2010
				EP	2215503	A2	11 August 2010
				JP	2011507007	A	03 March 2011
US	6838650	B1	04 January 2005	WO	0137025	A1	25 May 2001
				AU	2421101	A	30 May 2001

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/106072

A. 主题的分类

G02B 21/00(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)

G02B, G03B

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))

WPI;EPDOC;CNKI;IEEE;CNPAT:成像, imaging, 多焦点, multi focus, multiple focal points, 扫描, scanning, 空间光调制器, spatial light module, SLM, 空间解调, spatial demodulation, 探测, detect+

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 102566076 A (上海理工大学) 2012年 7月 11日 (2012 - 07 - 11) 说明书第[0002]-[0034]段, 图1-3	1-6
A	CN 105891116 A (佛山市南海区欧谱曼迪科技有限责任公司) 2016年 8月 24日 (2016 - 08 - 24) 全文	1-6
A	CN 103874917 A (文塔纳医疗系统公司) 2014年 6月 18日 (2014 - 06 - 18) 全文	1-6
A	CN 106770181 A (天津大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-6
A	CN 101868739 A (皇家飞利浦电子股份有限公司) 2010年 10月 20日 (2010 - 10 - 20) 全文	1-6
A	US 6838650 B1 (AGILENT TECHNOLOGIES, INC.) 2005年 1月 4日 (2005 - 01 - 04) 全文	1-6

☐ 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

2019年 4月 25日

国际检索报告邮寄日期

2019年 5月 16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

王晓东

电话号码 86-(10)-53962387

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/106072

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	102566076	A	2012年 7月 11日	CN	102566076	B	2014年 3月 19日
CN	105891116	A	2016年 8月 24日	无			
CN	103874917	A	2014年 6月 18日	US	10073259	B2	2018年 9月 11日
				EP	2766713	A1	2014年 8月 20日
				JP	5898322	B2	2016年 4月 6日
				US	2014252200	A1	2014年 9月 11日
				AU	2012322965	B2	2015年 7月 16日
				KR	20140068264	A	2014年 6月 5日
				CA	2849985	C	2016年 11月 1日
				CA	2849985	A1	2013年 4月 18日
				US	2016357004	A1	2016年 12月 8日
				JP	2014530389	A	2014年 11月 17日
				AU	2012322965	A1	2014年 4月 3日
				CN	103874917	B	2017年 5月 24日
				WO	2013053822	A1	2013年 4月 18日
				US	9429743	B2	2016年 8月 30日
CN	106770181	A	2017年 5月 31日	无			
CN	101868739	A	2010年 10月 20日	WO	2009066252	A2	2009年 5月 28日
				BR	PI0819304	A2	2015年 5月 12日
				US	2010264294	A1	2010年 10月 21日
				EP	2215503	A2	2010年 8月 11日
				JP	2011507007	A	2011年 3月 3日
US	6838650	B1	2005年 1月 4日	WO	0137025	A1	2001年 5月 25日
				AU	2421101	A	2001年 5月 30日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)