SooPAT

内窥式光学分子影像导航系统

申请号：201420406535.4
申请日：2014-07-22

申请(专利权)人 中国科学院自动化研究所
地址 100080 北京市海淀区中关村东路95号
发明(设计)人 田捷 蒋仕新 迟崇巍 杨鑫

主分类号 A61B5/00(2006.01)I
分类号 A61B5/00(2006.01)I A61B1/00(2006.01)I A61B19/00(2006.01)I
公开(公告)号 204120989U
公开(公告)日 2015-01-28
专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务所 11309
代理人 李楠

www.soopat.com

注：本页蓝色字体部分可点击查询相关专利

(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 204120989 U
(45)授权公告日 2015.01.28

(21)申请号 201420406535.4

(22)申请日 2014.07.22

(73)专利权人 中国科学院自动化研究所
地址 100080 北京市海淀区中关村东路95号

(72)发明人 田捷 蒋仕新 迟崇巍 杨鑫

(74)专利代理机构 北京亿腾知识产权代理事务所 11309
代理人 李楠

(51)Int.Cl.
A61B 5/00(2006.01)
A61B 1/00(2006.01)
A61B 19/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

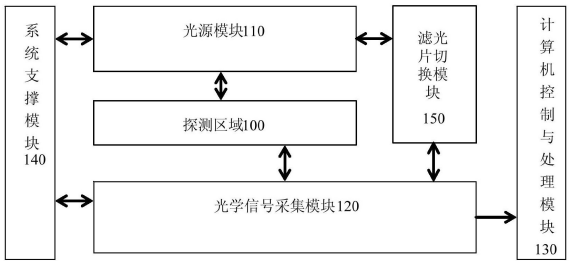
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)实用新型名称

内窥式光学分子影像导航系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种内窥式光学分子影像导航系统。系统包括：光源模块、光学信号采集模块、计算机控制与处理模块、系统支撑模块和滤光片切换模块；光源模块对待测组织的探测区域进行照射，为探测区域提供激发光和可见光；光学信号采集模块根据探测区域的反射光得到荧光和可见光图像；计算机控制与处理模块对光学信号采集模块中的第一荧光相机、第二荧光相机和彩色相机进行控制，对光学信号采集模块采集得到的荧光和可见光图像进行处理并显示；系统支撑模块连接和支撑各部件；滤光片切换模块为光源模块和光学信号采集模块提供不同光谱的滤光片。本实用新型将不同谱段的图像拼合到一起，实现光谱的图像融合并进行显示。



CN 204120989 U

1. 一种内窥式光学分子影像导航系统，其特征在于，所述系统包括：光源模块（110）、光学信号采集模块（120）、计算机控制与处理模块（130）、系统支撑模块（140）和滤光片切换模块（150）；

所述系统支撑模块（140）分别与所述光源模块（110）和光学信号采集模块（120）相连接，所述光源模块（110）与所述滤光片切换模块（150）相连接，所述滤光片切换模块（150）与所述光学信号采集模块（120）相连接，所述光学信号采集模块（120）与所述计算机控制与处理模块（130）相连接；

所述光源模块（110）对待测组织的探测区域（100）进行照射，提供激发光和可见光；所述光学信号采集模块（120）根据所述探测区域（100）的反射光得到荧光和可见光图像；所述计算机控制与处理模块（130）对所述光学信号采集模块（120）中的第一荧光相机（129）、第二荧光相机（1210）和彩色相机（125）进行控制，对所述光学信号采集模块（120）采集得到的荧光和可见光图像进行处理并显示；所述系统支撑模块（140）连接和支撑各部件；所述滤光片切换模块（150）为所述光源模块（110）和所述光学信号采集模块（120）提供不同光谱的滤光片。

2. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述光源模块（110）进一步包括激发光光纤（111）、可见光光纤（112）、第一滤光片（113）、第二滤光片（114）、激发光光源（115）和可见光光源（116）；

所述激发光光纤（111）与所述第一滤光片（113）连接，引导出所述激发光光源（115）发出的激发光，对所述探测区域（100）进行激发光照射；

所述可见光光纤（112）与所述第二滤光片（114）连接，引导出所述可见光光源（116）发出的可见光，所述探测区域（100）提供照明光源。

3. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述光学信号采集模块（120） 进一步包括信号采集光纤（121）、内窥镜头（122）、第一分光棱镜（123）、第三滤光片（124）、第二分光棱镜（126）、第四滤光片（127）、第五滤光片（128）、第一荧光相机（129）、第二荧光相机（1210）和彩色相机（125），其中，所述第一分光棱镜（123）和第二分光棱镜（126）由55分光棱镜组成；

所述光学信号采集模块（120）中的各个器件之间的相对距离固定，光信号通过镜头进入所述系统，转化为平行光，通过第一分光棱镜（123）和第二分光棱镜（126）将光线分为三束，分别由三个相机进行成像；

所述光学信号采集模块（120）的镜头为内窥镜、C接口镜头或F接口镜头。

4. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述计算机控制与处理模块（130）进一步包括控制模块（131）、图像处理模块（132）和显示模块（133）；

所述控制模块（131）对所述第一荧光相机（129）、第二荧光相机（1210）和彩色相机（125）的成像参数进行控制；

所述图像处理模块（132）对所述第一荧光相机（129）、第二荧光相机（1210）和彩色相机（125）拍摄得到的图像数据进行处理；

所述显示模块（133）对于所述图像处理模块（132）处理后得到的图像进行实时显示。

5. 根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述系统支撑模块（140）进一步包括光学信号采集支架（141）、计算机支架（142）和光源支架（143）；

所述光学信号采集支架（141）支撑光学信号采集模块（120），所述光学信号采集支架（141）多方位成像；

所述计算机支架（142）支撑计算机控制与处理模块（130）；

所述光源支架（143）支撑光源模块（110），所述激发光光源（115）和可见光光源（116）在所述光源支架（143）内。

6. 根据权利要求 1 所述的系统，其特征在于，所述滤光片切换模块（150） 为滤光轮装置，根据不同荧光的激发特性，调整各个滤光片的谱段，进行多光谱光线的激发和采集。

内窥式光学分子影像导航系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及光学成像技术领域，尤其涉及一种内窥式光学分子影像导航系统。

背景技术

[0002] 继放射性核素成像、正电子发射断层扫描、单光子发射计算机断层和磁共振成像之后，近年来，分子影像学技术不断发展，作为分子影像的重要模态之一，光学分子影像技术逐渐成为研究热点，其中近红外荧光成像倍受关注。但是即使光学分子影像的应用领域较广，穿透深度仍是其广泛应用的一大障碍，如何能够实现深度探测是目前亟待解决的问题。

实用新型内容

[0003] 本实用新型的目的是针对现有技术的缺陷，提供一种内窥式光学分子影像导航系统，根据光学分子影像的特点，采用三台相机来实现荧光、可见光以及拼合图像的获取等功能。

[0004] 为实现上述目的，本实用新型提供了一种内窥式光学分子影像导航系统，所述系统包括：光源模块（110）、光学信号采集模块（120）、计算机控制与处理模块（130）、系统支撑模块（140）和滤光片切换模块（150）；

[0005] 所述系统支撑模块（140）分别与所述光源模块（110）和光学信号采集模块（120）相连接，所述光源模块（110）与所述滤光片切换模块（150）相连接，所述滤光片切换模块（150）与所述光学信号采集模块（120）相连接，所述光学信号采集模块（120）与所述计算机控制与处理模块（130）相连接；

[0006] 所述光源模块（110）对待测组织的探测区域（100）进行照射，提供激发光和可见光；所述光学信号采集模块（120）根据所述探测区域（100）的反射光得到荧光和可见光图像；所述计算机控制与处理模块（130）对所述光学信号采集模块（120）中的第一荧光相机（129）、第二荧光相机（1210）和彩色相机（125）进行控制，对所述光学信号采集模块（120）采集得到的荧光和可见光图像进行处理并显示；所述系统支撑模块（140）连接和支撑各部件；所述滤光片切换模块（150）为所述光源模块（110）和所述光学信号采集模块（120）提供不同光谱的滤光片。

[0007] 进一步的，所述光源模块（110）进一步包括激发光光纤（111）、可见光光纤（112）、第一滤光片（113）、第二滤光片（114）、激发光光源（115）和可见光光源（116）；

[0008] 所述激发光光纤（111）与所述第一滤光片（113）连接，引导出所述激发光光源（115）发出的激发光，对所述探测区域（100）进行激发光照射；

[0009] 所述可见光光纤（112）与所述第二滤光片（114）连接，引导出所述可见光光源（116）发出的可见光，所述探测区域（100）提供照明光源。

[0010] 进一步的，所述光学信号采集模块（120）进一步包括信号采集光纤（121）、内窥镜

头(122)、第一分光棱镜(123)、第三滤光片(124)、第二分光棱镜(126)、第四滤光片(127)、第五滤光片(128)、第一荧光相机(129)、第二荧光相机(1210)和彩色相机(125),其中,所述第一分光棱镜(123)和第二分光棱镜(126)由55分光棱镜组成;

[0011] 所述光学信号采集模块(120)中的各个器件之间的相对距离固定,光信号通过镜头进入所述系统,转化为平行光,通过第一分光棱镜(123)和第二分光棱镜(126)将光线分为三束,分别由三个相机进行成像;

[0012] 所述光学信号采集模块(120)的镜头为内窥镜、C接口镜头或F接口镜头。

[0013] 进一步的,所述计算机控制与处理模块(130)进一步包括控制模块(131)、图像处理模块(132)和显示模块(133);

[0014] 所述控制模块(131)对所述第一荧光相机(129)、第二荧光相机(1210)和彩色相机(125)的成像参数进行控制;

[0015] 所述图像处理模块(132)对所述第一荧光相机(129)、第二荧光相机(1210)和彩色相机(125)拍摄得到的图像数据进行处理;

[0016] 所述显示模块(133)对于所述图像处理模块(132)处理后得到的图像进行实时显示。

[0017] 进一步的,所述系统支撑模块(140)进一步包括光学信号采集支架(141)、计算机支架(142)和光源支架(143);

[0018] 所述光学信号采集支架(141)支撑光学信号采集模块(120),所述光学信号采集支架(141)多方位成像;

[0019] 所述计算机支架(142)支撑计算机控制与处理模块(130);

[0020] 所述光源支架(143)支撑光源模块(110),所述激发光光源(115)和可见光光源(116)在所述光源支架(143)内。

[0021] 进一步的,所述滤光片切换模块(150)为滤光轮装置,根据不同荧光的激发特性,调整各个滤光片的谱段,进行多光谱光线的激发和采集。

[0022] 本实用新型通过光源模块对探测区域进行激发,光学信号采集模块进行实时采集光线,滤光片切换模块对不同谱段的光线进行过滤,计算机模块对采集到的图像信息进行实时的处理,将不同谱段的图像拼合到一起,实现光谱的图像融合并进行显示。

附图说明

[0023] 图1为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的示意图;

[0024] 图2为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的光源模块结构框图;

[0025] 图3为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的光学信号采集模块结构框图;

[0026] 图4为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的计算机控制与处理模块结构框图所示;

[0027] 图5为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的支撑模块结构示意图;

[0028] 图6为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的多光谱成像方法的流程图。

具体实施方式

[0029] 下面通过附图和实施例,对本实用新型的技术方案做进一步的详细描述。

[0030] 内窥式的探测方式具有探测深度可控等优点，可以有效解决穿透深度的问题。通过本实用新型，可以通过内窥镜头进入物体内部进行深度探测，可以观测和定位荧光位置，使其能够应用于工业探测和生物医学领域中。

[0031] 图 1 为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的示意图，如图所示，本实用新型包括光源模块 110、光学信号采集模块 120、计算机控制与处理模块 130、系统支撑模块 140 和滤光片切换模块 150。

[0032] 系统支撑模块 140 分别与光源模块 110 和光学信号采集模块 120 相连接，光源模块 110 与滤光片切换模块 150 相连接，滤光片切换模块 150 与光学信号采集模块 120 相连接，光学信号采集模块 120 与计算机控制与处理模块 130 相连接。

[0033] 一并参见图 2 所示的本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的光源模块结构框图，图 3 所示的本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的光学信号采集模块结构框图，图 4 所示的本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的计算机控制与处理模块结构框图所示。

[0034] 光源模块 110 用于对待测组织的探测区域 100 进行照射，为探测区域 100 提供激发光和可见光。

[0035] 光学信号采集模块 120 用于根据探测区域 100 的反射光得到荧光和可见光图像。

[0036] 计算机控制与处理模块 130 与光学信号采集模块 120 连接，用于对光学信号采集模块 120 中的第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 进行控制，对光学信号采集模块 120 采集得到的荧光和可见光图像进行处理并显示。

[0037] 系统支撑模块 140，用于连接和支撑各部件。

[0038] 滤光片切换模块 150，用于为光源模块 110 和光学信号采集模块 120 提供不同光谱的滤光片。

[0039] 光源模块 110 进一步包括激发光光纤 111、可见光光纤 112、第一滤光片 113、第二滤光片 114、激发光源 115 和可见光源 116，其中，激发光光纤 111 与第一滤光片 113 连接，用于引导出激发光光源 115 发出的激发光，以对探测区域 100 进行激发光照射；可见光光纤 112 与第二滤光片 114 连接，用于引导出可见光光源 116 发出的可见光，为探测区域 100 提供照明光源。

[0040] 光学信号采集模块 120 进一步包括信号采集光纤 121、内窥镜头 122、第一分光棱镜 123、第三滤光片 124、第二分光棱镜 126、第四滤光片 127、第五滤光片 128、第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125，其中，内窥镜头 122 与信号采集光纤 121 相连接，用于将发射光引导至第一分光棱镜 123 处和调整成像清晰度；第一分光棱镜 123 的入射光端与内窥镜头 122 的末端相连，两个出射端分别连接第三滤光片 124 和第二分光棱镜 126，第三滤光片 124 与彩色相机 125 相连，第二分光棱镜 126 的入射光端与第一分光棱镜 123 的一个出射端相连，两个出射端分别通过第四滤光片 127 和第五滤光片 128 与第一荧光相机 129 和第二荧光相机 1210 相连，用于将内窥镜头 122 传输的一束光线分成三束；第一分光棱镜 123 和第二分光棱镜 126 由 55 分光棱镜组成；第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 与计算机控制与处理模块 130 连接，用于根据第一分光棱镜 123 和第二分光棱镜 126 的出射光线进行成像，并将分别得到的具有不同光谱或者不同能量的图像传输至计算机控制与处理模块 130。

[0041] 光学信号采集模块 120 中的各个器件之间的相对距离是固定的，即光信号通过镜头进入系统中，首先被转化为平行光，各光学器件距离一定，也就是光程一定，光信号在其中的传播不影响成像的质量，通过第一分光棱镜 123 和第二分光棱镜 126 将光线分为三束，分别由三个相机进行成像。所以，光学信号采集模块 120 为一个通用的分光模块，即无论镜头选择为内窥镜、C 接口镜头还是 F 接口镜头，只要调整到合适的法兰距，都能在计算机上清晰成像。

[0042] 计算机控制与处理模块 130 进一步包括控制模块 131、图像处理模块 132 和显示模块 133，其中，控制模块 131 用于对第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 的成像参数比如曝光时间等进行控制；图像处理模块 132 用于对第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 拍摄得到的图像数据进行处理，处理包括图像重建和图像融合等功能；其中，图像重建算法包括：

[0043] 步骤 1、将被测区域离散化为四面体网格，得到系统矩阵 A

[0044] 步骤 2、采集荧光数据，得到测量矩阵 Φ

[0045] 步骤 3、计算 $H = A^TA$

[0046] 步骤 4、计算向量 $B = A^T\Phi$

[0047] 步骤 5、计算矩阵 H 的最大特征值 λ_{max}

[0048] 步骤 6、令 $c = \lambda_{max} + \varepsilon$

[0049] 步骤 7、计算 $D^{(k)} = c^{-1}B - c^{-1}HX^{(k)} + X^{(k)}$

[0050] 步骤 8、更新 x，$X^{(K+1)}[i] = Shrink(D^{(k)}[i])$

[0051] 步骤 9、重复步骤 7、8，迭代 1000 次，输出 x。

[0052] X 为重建出的具体荧光信息，包括位置和深度信息，与彩色图像融合，实现在白光图像中观测荧光位置，实现多光谱成像。

[0053] 显示模块 133 用于对于图像处理模块 132 处理后得到的图像进行实时显示，供操作人员观测。

[0054] 图 5 为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的支撑模块结构示意图，如图所示，系统支撑模块 140 进一步包括光学信号采集支架 141、计算机支架 142 和光源支架 143。其中，光学信号采集支架 141 用于支撑光学信号采集模块 120，光学信号采集支架 141 可以进行 180° 旋转，用于多方位成像；计算机支架 142 用于支撑计算机控制与处理模块 130，系统的控制与处理都在计算机支架 142 上完成；光源支架 143 用于支撑光源模块 110，激发光光源 115 和可见光光源 116 放置其中。系统支撑模块 140 的力臂可以进行 360° 旋转，可以实现各个方位的信号采集，极大的提高了系统的灵活性和可操作性。

[0055] 滤光片切换模块 140 为滤光轮装置，用于根据不同荧光的激发特性，调整各个滤光片的谱段，以保证多光谱光线的激发和采集，避免不同光谱光线的相互干扰。各个滤光片的谱段一旦调整好后，在整个实时成像的过程中将不再切换。滤光片的数量可根据需要进行安装，在本实用新型一实施例中，滤光片的数量为 5 片：第一滤光片 113、第二滤光片 114、第三滤光片 124、第四滤光片 127 和第五滤光片 128，滤光片的谱段为近红外范围，具体为：

[0056] 第一滤光片 113 的谱段为 710nm-770nm，直径为 25mm；

[0057] 第二滤光片 114 的谱段为 400nm-650nm，直径为 25mm；

[0058] 第三滤光片 124 的谱段为 400nm-650nm，直径为 25mm；

[0059] 第四滤光片 127 的谱段为 710nm-770nm，直径为 25mm；

[0060] 第五滤光片 128 的谱段为 810nm-870nm，直径为 25mm。

[0061] 在操作人员实际使用过程中，可以根据具体的需求切换具有合适光谱的滤光片。

[0062] 图 6 为本实用新型内窥式光学分子影像导航系统的多光谱成像方法的流程图，如图所示，本方法具体包括如下步骤：

[0063] 步骤 S101，使激发光光源 115 和可见光光源 116 对探测区域 100 分别进行照射；

[0064] 步骤 S102，根据探测特性，滤光片转换模块 140 对于光源模块 110、光学信号采集模块 120 中滤光片的参数进行设置；

[0065] 步骤 S103，控制模块 131 对第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 的成像参数进行调整，第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 分别根据探测区域 100 具有不同光谱或者能量的反射光采集得到图像；

[0066] 步骤 S104，图像处理模块 132 对第一荧光相机 129、第二荧光相机 1210 和彩色相机 125 采集得到的图像进行处理；

[0067] 步骤 S105，显示模块 133 对于步骤 S104 得到的处理后的图像进行实时显示，若显示的图像达不到清晰度要求，则通过光学信号采集模块 120 来调节内窥镜头 122 的参数，直到显示模块 133 显示的图像达到清晰度要求；

[0068] 步骤 S106，移动内窥镜头 122，在待测的探测区域 100 内寻找荧光物体，最终得到荧光物体的清晰图像。

[0069] 本实用新型通过光源模块对探测区域进行激发，光学信号采集模块进行实时采集光线，滤光片切换模块对不同谱段的光线进行过滤，计算机模块对采集到的图像信息进行实时的处理，将不同谱段的图像拼合到一起，实现光谱的图像融合并进行显示。目前市面上绝大部分荧光产品均采用单一 CCD 相机进行成像，其缺点在于成像时只能看到荧光图像或者可见光图像，而无法看到多光谱的图像；并且成像时只能看到表面图像或浅表图像，无法对其内部区域进行探测。而本实用新型有效的解决了该问题，降低了光学分子成像研究的门槛，拓展了光学分子影像研究与应用的范围。

[0070] 以上所述的具体实施方式，对本实用新型的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本实用新型的具体实施方式而已，并不用于限定本实用新型的保护范围，凡在本实用新型的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本实用新型的保护范围之内。

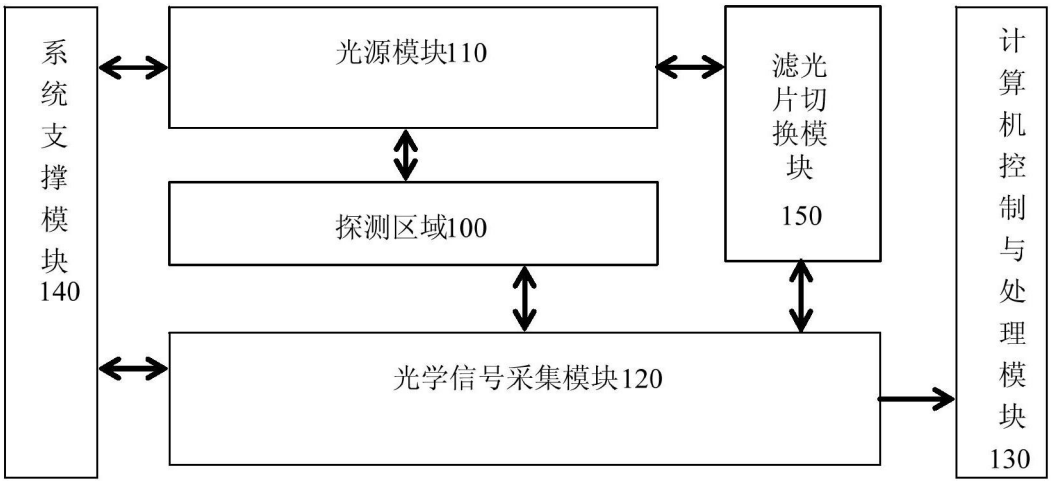

系统支撑模块140
光源模块110
滤光片切换模块150
计算机控制与处理模块130
探测区域100
光学信号采集模块120

图 1

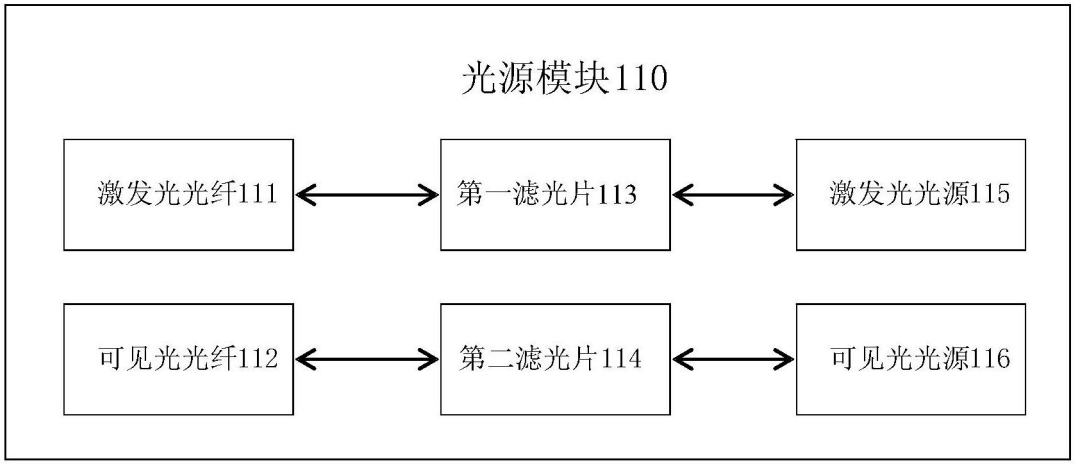

光源模块110
激发光光纤111
第一滤光片113
激发光光源115
可见光光纤112
第二滤光片114
可见光光源116

图 2

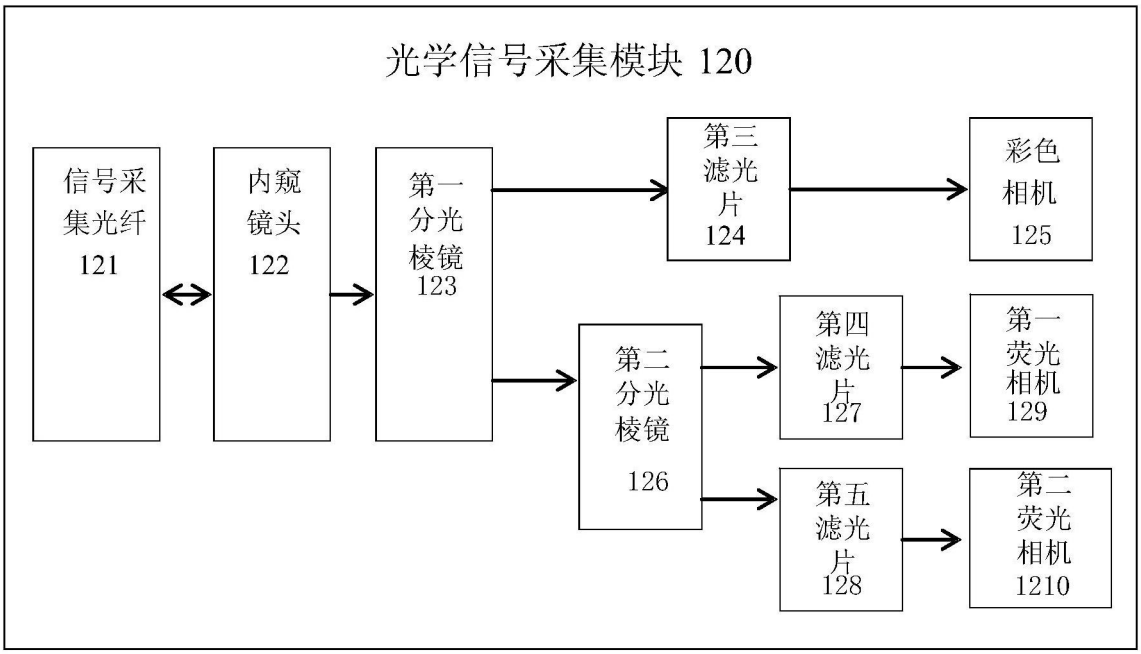

光学信号采集模块 120
信号采集光纤 121
内窥镜头 122
第一分光棱镜 123
第三滤光片 124
彩色相机 125
第二分光棱镜 126
第四滤光片 127
第一荧光相机 129
第五滤光片 128
第二荧光相机 1210

图 3

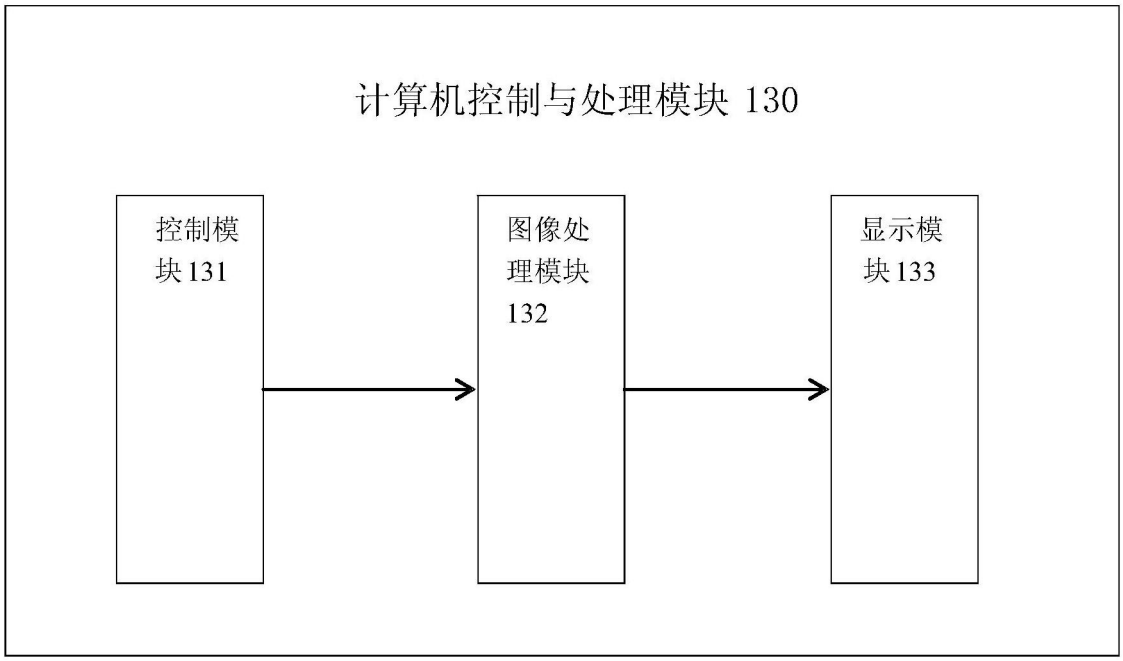

计算机控制与处理模块 130
控制模块 131
图像处理模块 132
显示模块 133

图 4

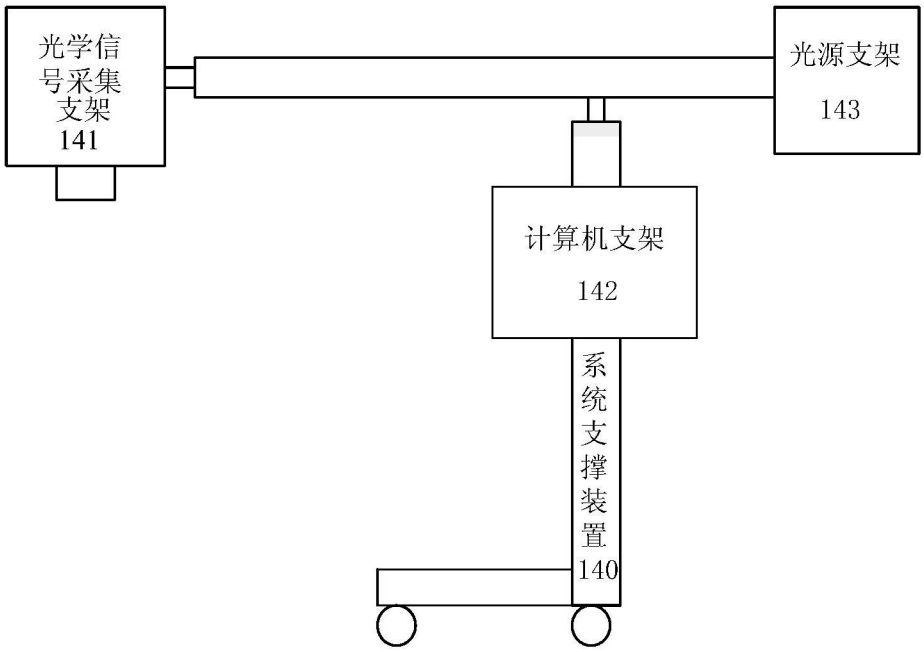


图 5

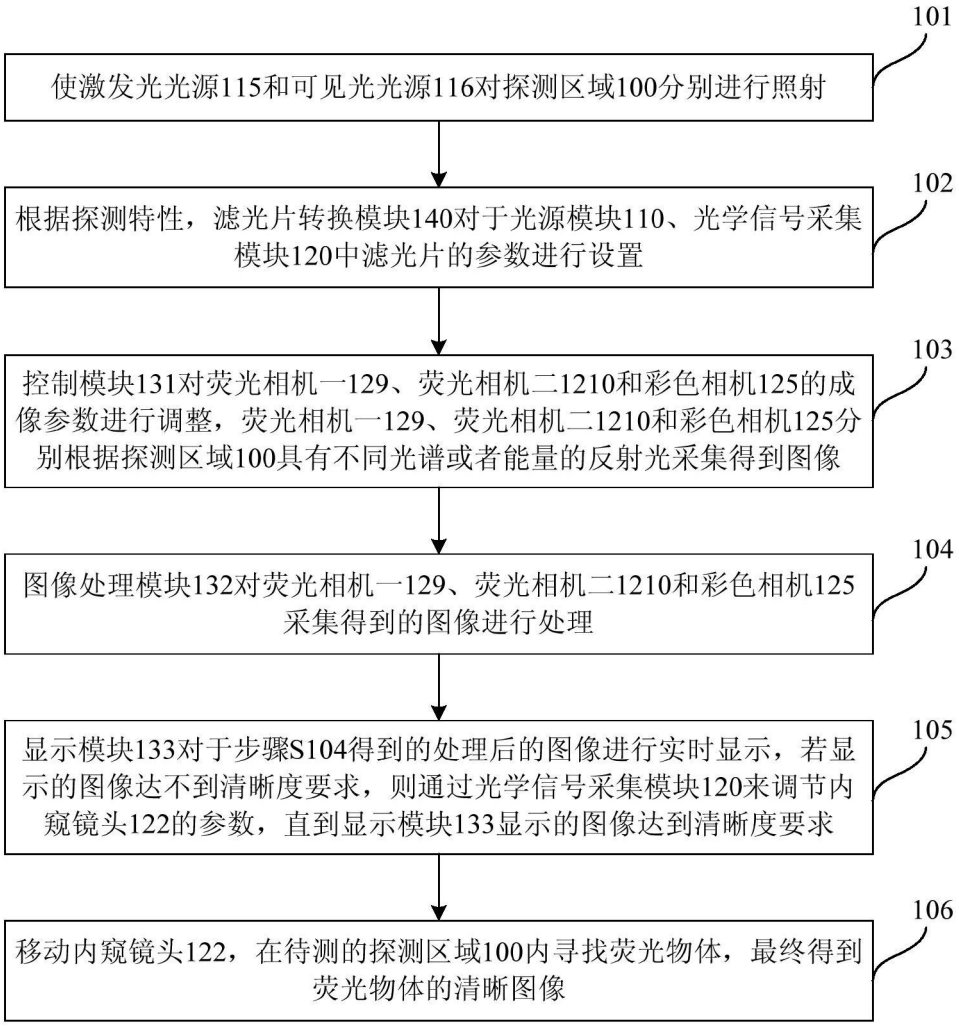

101
使激发光光源115和可见光光源116对探测区域100分别进行照射
102
根据探测特性，滤光片转换模块140对于光源模块110、光学信号采集模块120中滤光片的参数进行设置
103
控制模块131对荧光相机一129、荧光相机二1210和彩色相机125的成像参数进行调整，荧光相机一129、荧光相机二1210和彩色相机125分别根据探测区域100具有不同光谱或者能量的反射光采集得到图像
104
图像处理模块132对荧光相机一129、荧光相机二1210和彩色相机125采集得到的图像进行处理
105
显示模块133对于步骤S104得到的处理后的图像进行实时显示，若显示的图像达不到清晰度要求，则通过光学信号采集模块120来调节内窥镜头122的参数，直到显示模块133显示的图像达到清晰度要求
106
移动内窥镜头122，在待测的探测区域100内寻找荧光物体，最终得到荧光物体的清晰图像

图 6