



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101766476 A

(43) 申请公布日 2010.07.07

(21) 申请号 200910088589.4

(22) 申请日 2009.07.08

(71) 申请人 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 杨鑫 常志军 邢雨

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任  
公司 11021

代理人 梁爱荣

(51) Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

G06F 17/30 (2006.01)

G06T 7/00 (2006.01)

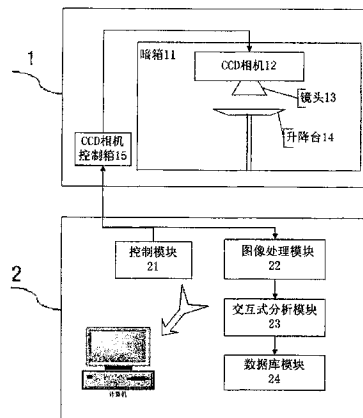
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

自发荧光分子影像系统

(57) 摘要

本发明属于一种自发荧光分子影像系统,由暗箱、CCD 相机镜头控制模块、图像处理模块、交互式分析模块及数据库模块。通过积分球校准的系统系数,本系统能通过像素值转化为感兴趣区域的光子数密度。设定 CCD 相机温度值并将其锁定后系统方可进行工作。首先打开暗箱中光源拍摄目标物体的外形,然后关闭光源捕捉投射出被测物体体表的荧光信号,处理后并将其与外形图片叠加。用户通过选区工具选定感兴趣区域而得到光子数密度值,依此进行科学研究。本发明系统同时提供数据库功能方便用户进行数据管理和图像预览。本发明系统结构合理,功能显著,操作方便,费用低,可广泛应用于小动物在体、无创生物实验研究领域。



1. 一种自发荧光分子影像系统,该系统的图像信息采集部包括:CCD 相机、镜头、暗箱、升降平台、CCD 相机,镜头和升降平台置于暗箱中,CCD 相机与 CCD 相机控制箱连接,其特征在于,还包括:

一控制部,与图像信息采集部连接,控制部接收荧光图像信号和弥散光学信号;所述控制部包括:

具有一控制模块,其与图像信息采集部的 CCD 相机控制箱连接,控制模块生成逻辑时序控制、安全联锁控制以及顺序控制信号,并且发出控制信号对升降台自动调节,用以提供不同视场大小的要求,再由 CCD 相机控制箱精确定位控制升降平台的升降和暗箱内光源的开闭,以实现获取不同模式的图像信息;

具有一图像处理模块,其与图像信息采集部的 CCD 相机控制箱连接,接收有光线情况下目标物体背景图像和无光线情况下目标物体荧光图像,并去除或抑制荧光图像信号和弥散光学信号的噪声,并对低信噪比、信号较弱、边缘模糊、可见性差的荧光图像进行增强、复原、分割、加伪彩、配准处理,提取并输出荧光图像感兴趣区域信息,并通过积分球校准的图像信息采集部中的光路传输系统中光子能量的衰减系数还原像素值为透出体表的准确光子数密度;

具有一交互式分析模块,其与图像处理模块连接,利用四种操作工具对目标物体感兴趣区域进行选区,对图像进行放大、缩小、翻转以及对各个选区数据的统计;选定荧光图像感兴趣区域信息并进行图像分析,生成并输出荧光图像感兴趣区域的图像数据;

具有一数据库模块,其与交互式分析模块连接,将背景图像、荧光图像以及处理结果保存进数据库,并对荧光图像感兴趣区域的图像数据进行查询、增加、删除、修改、数据库备份、数据库还原的管理。

2. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述 CCD 相机为一种高精度光电探测器,CCD 相机的探测平面平行于目标物体所在的升降平台。

3. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述不同视场大小是根据已知物距、CCD 相机镜头的焦距以及光学成像理论得到像距和图像的缩小倍数,利用图像上目标物体所占区域的正方形边长大小以及图像的缩小倍数计算出实际目标物体在目标物体托盘上所占的正方形区域的边长尺寸;设定控制升降平台位置并动态调节,以改变观测视场。

4. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,由控制模块对 CCD 相机工作温度进行自主设定并长时间锁定,控制模块通过设定的参数或直接采用默认值将相机的温度设定、曝光时间、像素合并规格信号传送到 CCD 相机控制箱,由控制模块完成对图像信息采集部初始化、为降低噪声提供低温环境。

5. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述有光线情况下目标物体背景图像和无光线情况下目标物体荧光图像的数据采集选择单幅获取模式或连续获取模式。

6. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,图像处理模块包括对由 CCD 相机获得的图像数据或以文件方式打开的图像文件进行数学运算和位置转换的功能,所述位置转换功能依赖于对图像处理的常用操作的 MITK 图像处理开发包。

7. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述图像处理模块通过

转化每个像素值所占字节数以及相应的图像文件头对所获取图像进行格式转换,转化后的图像格式,以便使用其他图像处理方式兼容。

8. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,针对所述 CCD 相机写入数据的偏移特定图像处理模块在去噪后对通过 CCD 相机获取图像进行复原,以纠正由 CCD 造成的图像误差。

9. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述荧光图像分割,是基于直方图转化为连续形式的面积积分确定分割阈值对荧光图像分割。

10. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述荧光图像经过去噪、复原、分割、加伪彩后与背景图像进行配准后,其中荧光图像覆盖背景图像,进而叠加为一幅图像。

11. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,所述加伪彩是过程动态可调,采用交互式分割与加伪彩,直到满意感兴趣区域的可见性。

12. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,图像处理模块可根据用户选区实时显示鼠标所在位置的光子数,以利于用户了解图像信息,分析图像特征,由用户自主进行感兴趣区域选取,其选取方式为矩形、椭圆形和多边形。

13. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,通过所述数据库,对图像数据信息进行增加,删除,修改,查询操作。

14. 如权利要求 1 所述的自发荧光分子影像系统,其特征在于,在所述数据库界面中对数据进行预览,并直接打开进入图像处理和分析窗口。

## 自发荧光分子影像系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于分子影像技术领域,涉及光学成像理论、计算机图像处理技术、数学建模等学科知识。其包括在体荧光成像探测设备、控制单元、图像处理及数据分析与管理,尤其是一整套适用于生物学科对小动物进行在体、无创科研的分子影像系统。

### 背景技术

[0002] 自发荧光成像技术是近年来新兴的活体动物体内光学分子影像技术。生物自发荧光是用荧光素酶基因标记细胞或 DNA,将含有 Fluc 基因的质粒载体整合到细胞内或细胞染色体 DNA 上以表达荧光素酶。在 ATP 以及氧气存在的情况下,若给活体动物注入底物荧光素,荧光素酶将会催化荧光素的氧化反应并产生光子。在活体动物体外,利用高灵敏度的光学检测仪器,可以直接捕捉到逸出动物体外的光子,然后利用有效的荧光图像分析算法,就可以得到标定后的感兴趣区域的物理信息,进而可以得出相应的结论。通过上述这种技术,可以观测活体动物体内靶体的生长及转移、基因的表达及反应等生物学过程。

[0003] 目前美国 caliper life sciences 公司的 IVIS50,在视角选区方面,给出了采用的是特定的四种位置来分别对小鼠的头部、一只老鼠、三只老鼠或五只老鼠进行成像。这种方式不能适应不同大小的被测物体的需要,当被测物体大小差异很大时,固定的四个位置将很可能无法满足可视区域的准确选取。在数据管理方面,其给出了文件夹式的处理,但对于长期、大量的实验数据,文件搜索是不方便的。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一套自发荧光分子影像仪器设备及控制系统,可完成自发荧光信号探测、图像的分析处理,并结合灵活的选区工具选定感兴趣区域而得到相应的光子量。利用本发明所涉及的自发荧光分子影像系统能够对生物组织内部已标记的细胞或 DNA 进行定量的分析。

[0005] 为达成所述目的,本发明提供的自发荧光分子影像系统含有:

[0006] 图像信息采集部,其包括:CCD 相机、镜头、暗箱、升降平台、CCD 相机,镜头和升降平台置于暗箱中,CCD 相机与 CCD 相机控制箱连接;

[0007] 一控制部,与图像信息采集部连接,控制部接收荧光图像信号和弥散光学信号;所述控制部包括:

[0008] 具有一控制模块,其与图像信息采集部的 CCD 相机控制箱连接,控制模块生成逻辑时序控制、安全连锁控制以及顺序控制信号,并且发出控制信号对升降台自动调节,用以提供不同视场大小的要求,再由 CCD 相机控制箱精确定位控制升降平台的升降和暗箱内光源的开闭,以实现获取不同模式的图像信息;

[0009] 具有一图像处理模块,其与图像信息采集部的 CCD 相机控制箱连接,接收有光线情况下目标物体背景图像和无光线情况下目标物体荧光图像,并去除或抑制荧光图像信号和弥散光学信号的噪声,并对低信噪比、信号较弱、边缘模糊、可见性差的荧光图像进行增

强、复原、分割、加伪彩、配准处理,提取并输出荧光图像感兴趣区域信息,并通过积分球校准的图像信息采集部中的光路传输系统中光子能量的衰减系数还原像素值为透出体表的准确光子数密度;

[0010] 具有一交互式分析模块,其与图像处理模块连接,利用四种操作工具对目标物体感兴趣区域进行选区,对图像进行放大、缩小、翻转以及对各个选区数据的统计;选定荧光图像感兴趣区域信息并进行图像分析,生成并输出荧光图像感兴趣区域的图像数据;

[0011] 具有一数据库模块,其与交互式分析模块连接,将背景图像、荧光图像以及处理结果保存进数据库,并对荧光图像感兴趣区域的图像数据进行查询、增加、删除、修改、数据库备份、数据库还原的管理。

[0012] 其中,所述 CCD 相机为一种高精度光电探测器,CCD 相机的探测平面平行于目标物体所在的升降平台。

[0013] 其中,所述不同视场大小是根据已知物距、CCD 相机镜头的焦距以及光学成像理论得到像距和图像的缩小倍数,利用图像上目标物体所占区域的正方形边长大小以及图像的缩小倍数计算出实际目标物体在目标物体托盘上所占的正方形区域的边长尺寸;设定控制升降平台位置并动态调节,以改变观测视场。

[0014] 其中,由控制模块对 CCD 相机工作温度进行自主设定并长时间锁定,控制模块通过设定的参数或直接采用默认值将相机的温度设定、曝光时间、像素合并规格信号传送到 CCD 相机控制箱,由控制模块完成对图像信息采集部初始化、为降低噪声提供低温环境。

[0015] 其中,所述有光线情况下目标物体背景图像和无光线情况下目标物体荧光图像的数据采集选择单幅获取模式或连续获取模式。

[0016] 其中,图像处理模块包括对由 CCD 相机获得的图像数据或以文件方式打开的图像文件进行数学运算和位置转换的功能,所述位置转换功能依赖于对图像处理的常用操作的 MITK 图像处理开发包。

[0017] 其中,所述图像处理模块通过转化每个像素值所占字节数以及相应的图像文件头对所获取图像进行格式转换,转化后的图像格式,以使用其他图像处理方式兼容。

[0018] 其中,针对所述 CCD 相机写入数据的偏移特定图像处理模块在去噪后对通过 CCD 相机获取图像进行复原,以纠正由 CCD 造成的图像误差。

[0019] 其中,所述荧光图像分割,是基于把图像直方图转化为连续形式的面积积分确定阈值对荧光图像进行分割。

[0020] 其中,所述荧光图像经过去噪、复原、分割、加伪彩后与背景图像进行配准后,其中荧光图像覆盖背景图像,进而叠加为一幅图像。

[0021] 其中,所述加伪彩是过程动态可调,采用交互式分割与加伪彩,直到满意感兴趣区域的可见性。

[0022] 其中,图像处理模块可根据用户选区实时显示鼠标所在位置的光子数,以利于用户了解图像信息,分析图像特征,由用户自主进行感兴趣区域选取,其选取方式为矩形、椭圆形和多边形。

[0023] 其中,通过所述数据库,对图像数据信息进行增加,删除,修改,查询操作。

[0024] 其中,在所述数据库界面中对数据进行预览,并直接打开进入图像处理和分析窗口。

[0025] 本发明的有益效果是：通过自发荧光成像设备以及相应的数据处理算法，利用标准光源校正系数，自发荧光分子影像系统可对荧光素酶基因标记细胞或 DNA 进行成像与处理，能够对生物体表逸出荧光的位置和强度进行精确的分析、准确的定位、定量数据。本发明所涉及的自发荧光分子影像系统可实现自发荧光成像技术和数据分析技术。本发明采取积分球标准光校正和数字图像处理方法解决光在复杂生物组织、探测光路的不确定问题，从而建立探测到的荧光信号和光子量的对应关系，提高了系统的精度。本发明针对荧光图像四个特点：1、低信噪比；2、信号较弱、3、边缘模糊、4、可见性差，新提出了荧光图像分割算法。通过处理测量到的生物组织表面光的分布和强度，确定感兴趣区域的位置、形状和强度。自发荧光分子影像系统可以探查小动物病变过程中细胞和分子水平的异常，在尚无解剖改变的疾病前检出异常，为探索小动物疾病的发生、发展和转移，以及分子生物学的实验研究提供了有效的手段。

### 附图说明

[0026] 图 1 为自发荧光分子影像系统示意图。

[0027] 图 2 为自发荧光分子影像系统流程图。

### 具体实施方式

[0028] 下面结合附图和实施例对本发明进一步说明。

[0029] 如图 1 所示本发明所涉及的自发荧光分子影像系统，主要包括机械图像信息采集部 1 和控制部 2 两个方面，其中：

[0030] 图像信息采集部 1 由暗箱 11、CCD 相机 12、镜头 13、载物升降平台 14 和 CCD 相机控制箱 15 构成，CCD 相机 12、镜头 13 和载物升降平台 14 置于暗箱 11 中，CCD 相机 12 与 CCD 相机控制箱 15 连接，CCD 相机 12 采用液氮致冷的 CCD 相机 12。暗箱 11 由特殊材料制作而成，其功能是隔离箱内荧光和外界光噪声，在暗箱 11 内，需要获取打开光源获取背景图像和关闭光源获取荧光图像。

[0031] 暗箱 11 内设置有光源和载物升降平台 14。图像信息采集部 1 主要功能是实现自发荧光信号、弥散光学信号的采集，并将采集到的信号传输给控制部 2，进行分子影像处理。CCD 相机 12 为一种高精度光电探测器，该设备采用液氮制冷，正常工作温度为  $-110^{\circ}\text{C}$ 。CCD 相机 12 的探测平面平行于目标物体所在载物升降平台 14，且升降台底面颜色为黑色。载物升降平台 14 能够动态调节物距，其工作原理为首先将被测物体托盘移动到远场位置，并对被测物体托盘及被测物体外形成像，然后分割被测物体所占区域并计算被测物体区域的尺寸，最后根据计算出的区域尺寸计算物距并通过控制信号控制升降马达移动将被测物体托盘到最佳物距位置，以改变观测视场。

[0032] 控制部 2 运行在计算机服务器上，包括控制模块 21、图像处理模块 22、交互式分析模块 23 及数据库模块 24，其中：

[0033] 控制模块 21 由控制驱动和控制操作部分组成，控制模块 21 与 CCD 相机控制箱 15 连接，主要功能是精确定位控制载物升降台 14 的升降和暗箱 11 内光源的开闭，实现系统的逻辑时序控制、安全联锁控制以及工作流程顺序控制，其功能主要是用高级语言调用底层 API 实现。由控制模块 21 对 CCD 相机 12 工作温度进行自主设定并长时间锁定，控制模块

21 通过用户设定的参数或直接采用默认值将相机的温度设定、曝光时间、像素合并规格信号传送到 CCD 相机控制箱,由控制模块完成对图像信息采集部件的初始化,为降低噪声提供了低温环境,同时保证 CCD 相机工作温度不会因液氮的低温而损害。

[0034] 开启白光灯获取背景图像以及关闭白光灯获取荧光图像数据可选择单幅获取模式和连续获取模式。尤其在短时间内实时探测生化反应时,宜采用连续获取模式。

[0035] 图像处理模块包括对由 CCD 相机获得的图像数据或以文件方式打开、从数据库打开的图像文件对所获取图像进行数学运算和位置转换功能。该功能实现主要依赖于医学成像开发包 (MITK), MITK 医学成像开发包包括了对图像处理的常用操作。

[0036] 图像处理模块通过转化每个像素值所占字节数以及相应的图像文件头对所获取图像进行格式转换,以便与其他图像格式例如 tif、bmp,以便使用其他图像处理方式兼容。

[0037] 针对 CCD 相机写入数据的偏移特点,图像处理模块在去噪后采用逆向还原原理对通过 CCD 相机所获取图像进行复原,以纠正由 CCD 相机 12 造成的图像误差。

[0038] 图像处理模块 22 目的是去除或抑制噪声,提高信噪比并完成图像的增强、分割、加伪彩、配准过程,以实现感兴趣区域的准确提取,并由此得到光子数密度进而进行科学分析。对荧光图像分割,是基于面积积分对荧光图像分割。图像处理模块可根据用户选区实时显示鼠标所在位置的光子数,以利于用户了解图像信息,分析图像特征。其加伪彩与分割的过程动态可调,采用交互式分割与加伪彩,直到满意感兴趣区域的可见性。积分球校准是经过在整个系统中从透出小动物体表的光经过一定光路最终被 CCD 相机接受并转化光信号为电信号正向过程中光子的衰减量和转化量确定系统的光子衰减系数并由此根据获得的灰度图像反推转化为光子数密度。针对荧光图像的四个特点:低信噪比、信号较弱、边缘模糊、可见性差的特点对其进行增强、复原、分割、加伪彩处理,并与背景图像进行配准,并且荧光图像覆盖背景图像,进而叠加为一幅图像。

[0039] 交互式分析模块 23 主要提供一系列必须的图像分析算法和工具。由用户自主进行感兴趣区域选取,其选取方式为矩形、椭圆形和多边形。用户可根据具体需要对图像进行放大、缩小、平移与翻转。

[0040] 数据库模块 24 为采集、处理后的图像数据进行管理。通过基本的增、删、查、改以及相应的预览功能,可以方便的从图像数据库中定位图像。同时数据库的备份和还原功能为数据资料的安全性提供了保证。通过数据库系统,对图像数据信息进行增加,删除,修改,查询操作。在数据库界面中对数据进行预览,并直接打开进入图像处理和分析窗口。

[0041] 控制部 2 主要功能就是对图像进行处理分析和管理的。

[0042] 如附图 1 所示。设备中的图像信息采集部 1 和控制部 2 通过数据总线和控制总线连接在一起。

[0043] 如图 2 所示的自发荧光分子影像系统流程图,系统必须经过积分球根据光路中光子衰减量进行校准后采可进行如下操作。自发荧光分子影像系统的使用操作包括如下步骤:

[0044] 步骤 1:首先启动本发明的系统,开启 CCD 相机控制箱,由控制模块 21 向 CCD 相机控制箱发送控制信号,如果总线连接畅通,则设定 CCD 相机的工作温度成功,并从 CCD 相机控制箱反馈温度信号,实时显示 CCD 相机温度。设定温度后开始往 CCD 相机杜瓦瓶中注入约 5L 液氮。本实验室在使用该发明时通过人工手动操作,采用气筒压液氮罐中的液氮缓

缓进入 CCD 相机杜瓦瓶,当温度到达设定温度时自动将本发明的系统锁定(一般需耗时 70 分钟),锁定后移走液氮罐,盖上 CCD 相机杜瓦瓶盖,防止 CCD 相机在不同放置位置时液氮外流,将相机置于暗箱上相机孔中,并仔细调整相机位置,使光线不能从相机孔漏射到暗箱中。步骤 1 完成后才可进行下面的步骤。

[0045] 步骤 2:设定获取图像的参数,控制模块 21 向 CCD 相机控制箱发送控制信号,确定 CCD 芯片中图像数据获取的曝光时间、合并格式。当相机获取完图像数据口则按照设定的格式向图像处理模块传送图像数据。同时为了区分背景图像与荧光图像,本发明对输出图像进行了图像模式标定,荧光图像为 1 白光图像为 0。设定的参数信息将被存入 SPE 图像格式的头文件,参数对于后面计算光子数密度是必须的。

[0046] 步骤 3:获取图像,一般情况下采用单幅模式,如需要实时观测则选择连续模式。用户需分别在暗箱 11 开灯情况下拍摄物体外形图像和暗箱 11 关灯情况下采集自发荧光图像。CCD 相机控制箱则根据设定获取图像的参数对图像进行格式化,并输出给图像处理模块。目标物体外形图像和荧光图像是必须的,且要求目标物体位置、姿态不发生变化。

[0047] 步骤 4:图像数据采集完后,系统自动将数据送入图像处理模块 22。将图像数据送入图像处理模块 22 的方式还可通过打开文件方式以及数据库方式。打开已有文件时,首先判断图像类型,分为三种:背景模式 0、荧光模式 1、默认模式 2;背景模式 0 和荧光模式 1 两种方式用于打开用硬件部 1 采集但没有对其图像类型进行标记的图像数据,对图像数据已进行标记的图像数据可用默认模式即可。

[0048] 步骤 5:图像处理模块 22 包含图像复原算法。步骤 4 采集的数据进入图像处理模块首先要进行图像复原以纠正由 CCD 相机 12 写出图像数据时所造成的偏移误差。图像处理模块还包括分割、加伪彩、配准。荧光图像的处理过程与背景图像的处理过程不同。荧光图像的处理环节包括分割、加伪彩和叠加过程,其中分割和加伪彩的算法动态可调,本发明针对荧光图像信号弱特点,感兴趣区域较难选定的问题,提供了自动分割方法,该方法可获得分割感兴趣区域的较佳结果。背景图像则只进行简单的灰度值拉伸处理。处理后的背景图像和荧光图像进行配准处理,并依次来确定感兴趣区域在目标物体的准确位置。

[0049] 步骤 6:交互式分析模块 23 包含选取感兴趣区域和光子数计算,首先由用户根据感兴趣区域形状选区合适的选区工具,本发明提供三种模式,矩形、椭圆形、多边形;然后手动选中感兴趣区域,系统自动在选中感兴趣区域上方给出光子数密度,以此进行实验分析,当有多个感兴趣区域时,本发明会给出所用感兴趣区域的光子数密度。本发明提供了图像的放大、缩小、移动工具,用户可根据具体的需求进行操作。用户可以根据处理结果进行数据分析,同时根据分析结果是否满意决定对图像出具的取舍。

[0050] 步骤 7:实验完毕后,重新设定 CCD 相机 12 的温度(25℃),等温度再次锁定后方可关闭相机控制箱 15 电源,关闭计算机。

[0051] 以上所述,仅为本发明中的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围内,可理解想到的变换或替换,都应涵盖在本发明的包含范围之内,因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

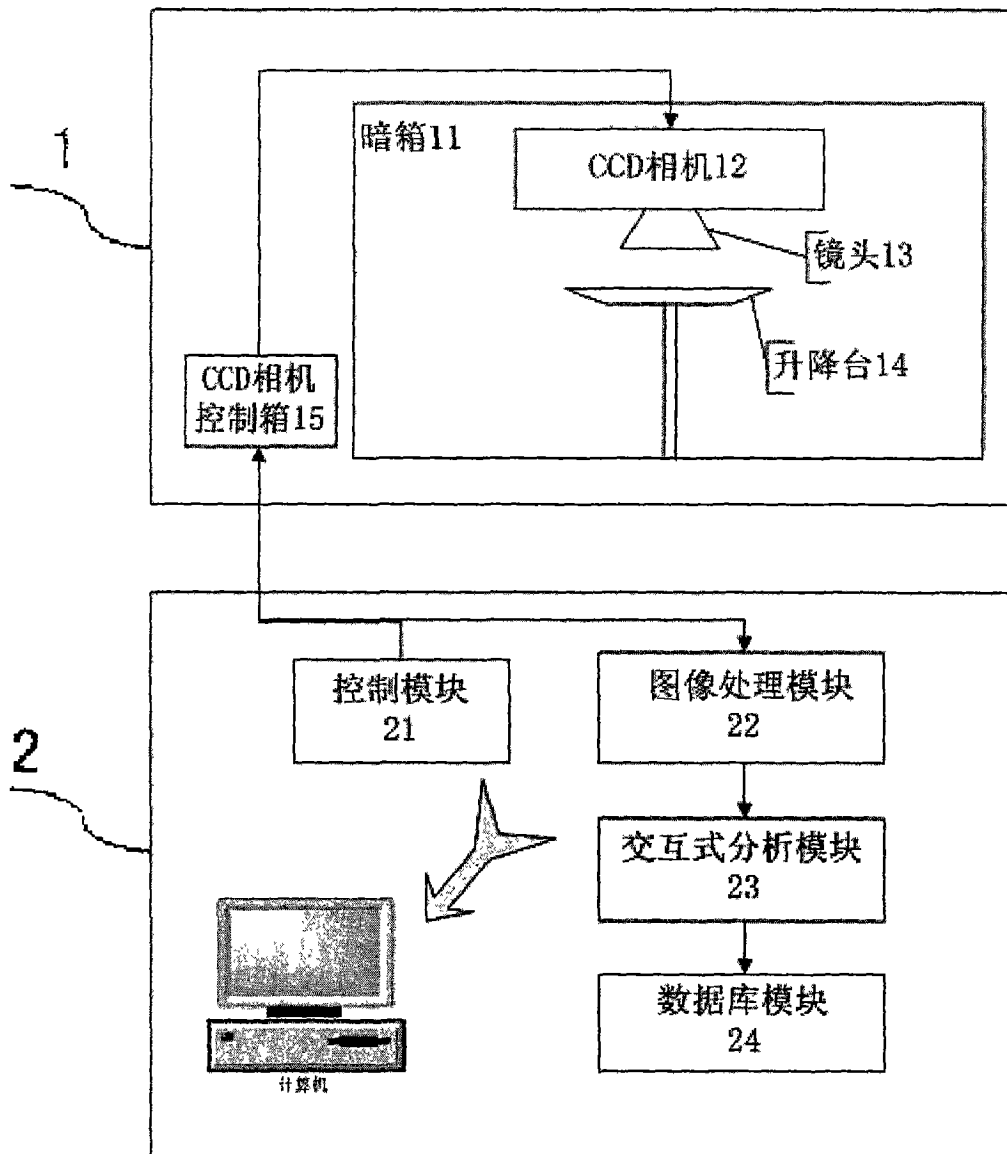


图 1

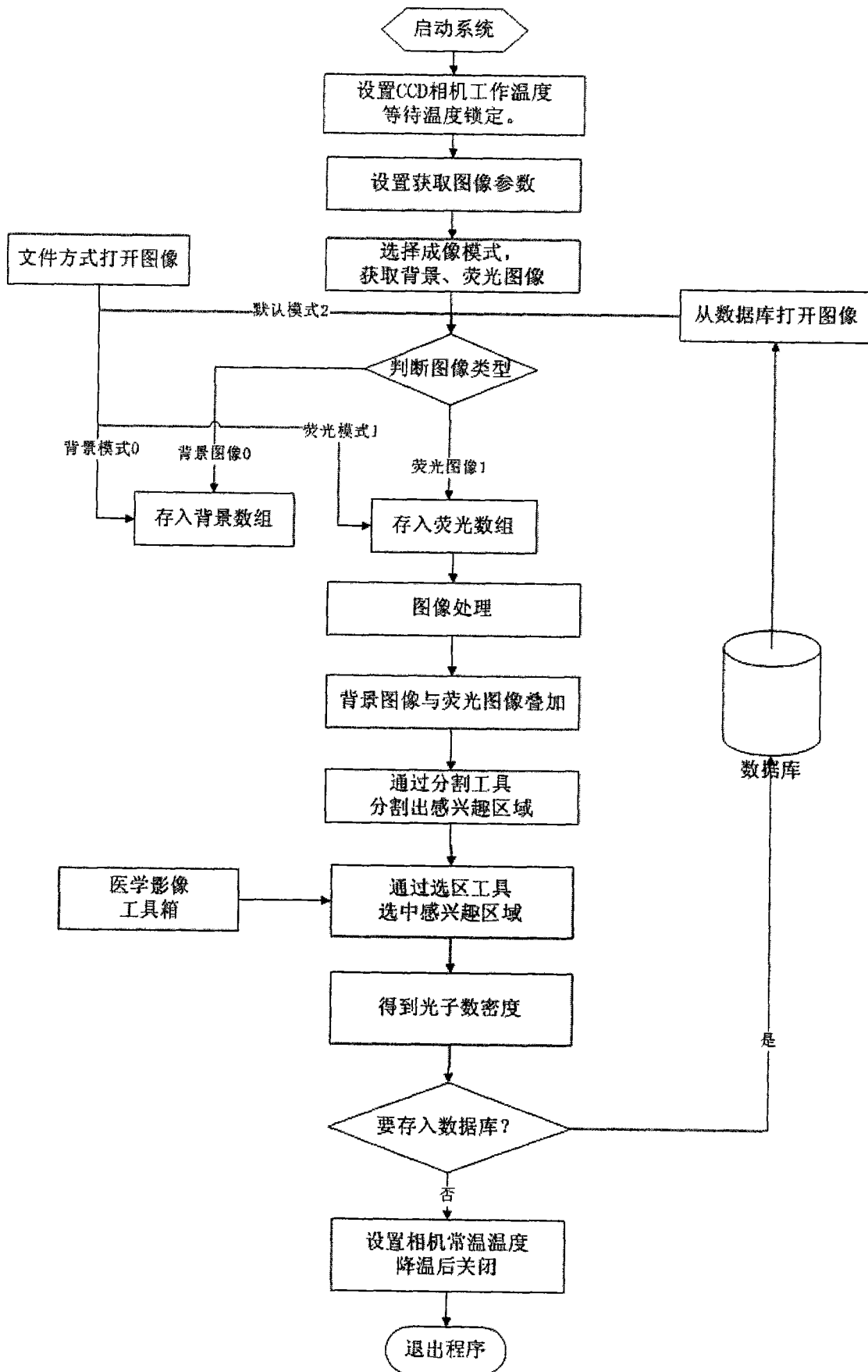


图 2

专利名称(译)	自发荧光分子影像系统		
公开(公告)号	<a href="#">CN101766476A</a>	公开(公告)日	2010-07-07
申请号	CN200910088589.4	申请日	2009-07-08
[标]申请(专利权)人(译)	中国科学院自动化研究所		
申请(专利权)人(译)	中国科学院自动化研究所		
当前申请(专利权)人(译)	中国科学院自动化研究所		
[标]发明人	田捷 杨鑫 常志军 邢雨		
发明人	田捷 杨鑫 常志军 邢雨		
IPC分类号	A61B5/00 G06F17/30 G06T7/00 G06T7/70		
其他公开文献	CN101766476B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明属于一种自发荧光分子影像系统，由暗箱、CCD相机镜头控制模块、图像处理模块、交互式分析模块及数据库模块。通过积分球校准的系统系数，本系统能通过像素值转化为感兴趣区域的光子数密度。设定CCD相机温度值并将其锁定后系统方可进行工作。首先打开暗箱中光源拍摄目标物体的外形，然后关闭光源捕捉投射出被测物体体表的荧光信号，处理后并将其与外形图片叠加。用户通过选区工具选定感兴趣区域而得到光子数密度值，依此进行科学研究。本发明系统同时提供数据库功能方便用户进行数据管理和图像预览。本发明系统结构合理，功能显著，操作方便，费用低，可广泛应用于小动物在体、无创生物实验研究领域。

