



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207545072 U

(45)授权公告日 2018.06.29

(21)申请号 201720494144.6

(22)申请日 2017.05.05

(73)专利权人 中国人民武装警察部队总医院
地址 100039 北京市海淀区永定路69号

(72)发明人 刘海峰 屈亚威 贾逸文 赵秀琴
杨士松 程文文

(74)专利代理机构 北京东方汇众知识产权代理
事务所(普通合伙) 11296
代理人 张淑贤

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 1/05(2006.01)

A61B 1/06(2006.01)

A61B 1/07(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

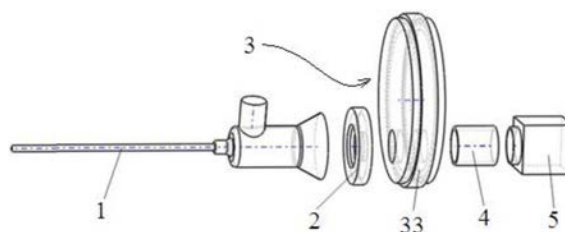
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)实用新型名称

基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统

(57)摘要

本实用新型涉及一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,以解决现有技术中的硬式内窥镜只能对特定的荧光探针进行激发成像的问题。使用本实用新型采集待检测组织图像时,将硬式内窥镜模块的端部伸入待检测组织中,通过光源控制模块向待检测组织入射激发光,待检测组织中的荧光探针被激发后会发出荧光信号的同时还会反射激发光,通过调节滤光片转轮使不同的滤光片进入通光位置以选择需要通过滤光片转轮进入图像采集模块和图像显示模块的光谱信号而实现对待检测组织图像的采集。针对不同的荧光探针只需要转动滤光片转轮使与之适合的滤光片进入通光位置即可,所以本实用新型能够方便地实现多种荧光探针的多光谱成像。



1. 基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:包括用于发射并传送光源的光源控制模块、端部可伸入待检测组织中以采集并输送待检测组织图像的硬式内窥镜模块、用于采集内窥镜模块输送图像的图像采集模块和用于显示图像采集模块所采集图像的图像显示模块,硬式内窥镜模块和图像采集模块之间设置有用于选择进入图像采集模块的光谱信号的多光谱切换模块;多光谱切换模块包括转动连接在所述硬式内窥镜模块上的滤光片转轮及用于驱动所述滤光片转轮沿其转动轴线转动的转轮驱动件,滤光片转轮的端面上沿其周向分布有多个供滤光片安装的滤光片安装孔,滤光片安装孔沿滤光片转轮的轴线方向延伸,且各滤光片安装孔距离滤光片转轮的转动轴线的距离相同,至少一个滤光片安装孔为未安装滤光片的空口。

2. 根据权利要求1所述的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:所述多光谱切换模块包括筒状的外壳,外壳的前端设置有用于连接硬式内窥镜模块的内窥镜连接端,所述滤光片转轮转动设置于外壳内部;所述驱动件包括转动套装于外壳外部的转环、固定在转环上的第一磁钢和固定在滤光片转轮上的第二磁钢,第一磁钢与第二磁钢的相对的两端面极性相反以使第二磁钢能在吸引力作用下随第一磁钢运动。

3. 根据权利要求2所述的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:所述第一磁钢嵌设在转环的内周壁上,所述第二磁钢嵌设在滤光片转轮的外周壁上,且第一磁钢与第二磁钢在滤光片转轮的轴线方向上的投影重叠或部分重叠。

4. 根据权利要求2所述的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:所述硬式内窥镜模块包括硬式内窥镜及可拆卸连接在硬式内窥镜后端的光学卡口,所述内窥镜连接端包括用于与光学卡口的后端适配以实现两者螺纹连接的外螺纹段。

5. 根据权利要求1所述的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:所述图像采集模块包括用于放大内窥镜模块所输送图像的放大筒镜和用于采集放大后图像的相机。

6. 根据权利要求5所述的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:所述相机包括用于采集放大筒镜传送的模拟图像的采样元件和用于将模拟图像转化为数字图像的转换元件。

7. 根据权利要求1~6中任一项所述的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,其特征在於:所述图像显示模块包括去噪模块、内置有双波长减影算法以得到校正荧光图像的减影模块和用于显示校正荧光图像的显示器。

基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统。

背景技术

[0002] 传统的内窥镜可以进入人体组织(动物组织)对体内进行可视检查,提高了对体内肿瘤组织的诊断水平,但由于分辨率等技术指标的限制,对于肉眼不能识别的微小病变组织还不能做到甄别。目前,国际上已经出现具有荧光诊断功能的内窥镜,激光荧光诊断是采用激光去激发肿瘤细胞中亲和的荧光剂,产生与周围正常组织不同的荧光效果,能够清楚地显示出肿瘤组织形状及位置,使医生易于区别和诊断肉眼看不到的微小肿瘤组织。

[0003] 然而,现有的医用窥镜检测系统大多依赖于传统白光反射内窥镜(如纤维内窥镜、电子内窥镜等)观察癌症的形态学病变,诊断时,单凭医生的肉眼观察,结合个人经验,对组织异常部位结构和形状进行判断和识别。微小的组织病变可能难以观察到,从而大大降低了诊出率,造成漏诊或误诊,在早期癌症的临床诊断上存在一定的困难。同时,目前成像质量较好的电子内窥镜价格相对昂贵,而纤维内窥镜存在网络图像分辨率较低、易出现盲点等缺陷。

[0004] 硬式内窥镜结构简单,利用透镜、棱镜、反光镜等光学元件构成,通过各透镜间实现共焦传输,图像质量高,可以直接观看,也可以经接口与CCD摄像器件相连,且价格较低,目前使用范围较为广泛,如鼻咽镜、膀胱镜、腹腔镜、关节镜等。单独采用荧光光谱(或荧光图像)进行组织病变的诊断具有了较高的灵敏度,但由于其特异性较差从而限制了其在临床上的应用。

[0005] 综上,现有技术中存在以下技术问题:

[0006] (1) 现有设备结构复杂,制造成本高。

[0007] (2) 目前的荧光腹腔镜大多为单色荧光产品,仅能对一种荧光进行成像。

[0008] (3) 自体荧光成像设备:理论上只要分子结构发生改变,自体荧光就会发生特征性改变,AFI图像的光学对比并不体现肿瘤特异性光学对比,是一个综合了多个分子改变的结果。由于AFI没有使用特异性靶向造影剂,因而假阳性率较高,特别对于炎症与肿瘤的区分有一定难度。同时由于自体荧光信号强度十分微弱,易受到激发光混叠的影响。

[0009] (4) 近红外荧光成像设备:这种成像设备组成复杂,采用近红外荧光染料吲哚菁绿,可进行白光与近红外光成像。但吲哚菁绿为非靶向性染料,在监测血管灌注方面有一定优势,对于肿瘤成像特异性低。

[0010] (5) 不能实现多光谱成像。

[0011] 现有荧光成像设备的滤光片已固化,不能方便拆换。不同的荧光探针需要不同谱段的激发光,其发射的荧光也分布在不同的谱段,所以针对某种荧光探针需要特定的激发光源和滤光装置,目前常用的荧光内窥镜仅能对特定一种荧光探针进行激发成像。

[0012] (6) 缺乏图像减影去噪处理软件。

[0013] 由于现有商用滤光片对通带外谱段光的衰减率大约为0.1%,而激发光的光强本

身强于荧光约1000倍左右,所以荧光滤光片不能充分压制探测物表面散射的激发光,激发光信号仍占荧光图像的较大部分,降低荧光图像的信噪比,使病变组织和正常组织在荧光图像上对比度下降。三种现有荧光成像设备缺乏图像减影去噪处理,使荧光图像易受到激发光混叠干扰,不能准确反映荧光造影剂的分布情况。

实用新型内容

[0014] 本实用新型的目的在于提供一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统以解决现有技术中的硬式内窥镜只能对特定的荧光探针进行激发成像的问题。

[0015] 为解决上述问题,本实用新型的一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统采用以下技术方案:

[0016] 基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统,包括用于发射并传送光源的光源控制模块、端部可伸入待检测组织中以采集并输送待检测组织图像的硬式内窥镜模块、用于采集内窥镜模块输送图像的图像采集模块和用于显示图像采集模块所采集图像的图像显示模块,硬式内窥镜模块和图像采集模块之间设置有用于选择进入图像采集模块的光谱信号的多光谱切换模块;多光谱切换模块包括转动连接在所述硬式内窥镜模块上的滤光片转轮及用于驱动所述滤光片转轮沿其转动轴线转动的转轮驱动件,滤光片转轮的端面上沿其周向分布有多个供滤光片安装的滤光片安装孔,滤光片安装孔沿滤光片转轮的轴线方向延伸,且各滤光片安装孔距离滤光片转轮的转动轴线的距离相同,至少一个滤光片安装孔为未安装滤光片的空口。

[0017] 所述多光谱切换模块包括筒状的外壳,外壳的前端设置有用于连接硬式内窥镜模块的内窥镜连接端,所述滤光片转轮转动设置于外壳内部;所述驱动件包括转动套装于外壳外部的转环、固定在转环上的第一磁钢和固定在滤光片转轮上的第二磁钢,第一磁钢与第二磁钢的相对的两端面极性相反以使第二磁钢能在吸引力作用下随第一磁钢运动。

[0018] 所述第一磁钢嵌设在转环的内周壁上,所述第二磁钢嵌设在滤光片转轮的外周壁上,且第一磁钢与第二磁钢在滤光片转轮的轴线方向上的投影重叠或部分重叠。

[0019] 所述硬式内窥镜模块包括硬式内窥镜及可拆静连接在硬式内窥镜后端的光学卡口,所述内窥镜连接端包括用于与光学卡口的后端适配以实现两者螺纹连接的外螺纹段。

[0020] 所述图像采集模块包括用于放大内窥镜模块所输送图像的放大筒镜和用于采集放大后图像的相机。

[0021] 所述相机包括用于采集放大筒镜传送的模拟图像的采样元件和用于将模拟图像转化为数字图像的转换元件。

[0022] 所述图像显示模块包括去噪模块、内置有双波长减影算法以得到校正荧光图像的减影模块和用于显示校正荧光图像的显示器。

[0023] 本实用新型的有益效果如下:使用本实用新型采集待检测组织图像时,将硬式内窥镜模块的端部伸入待检测组织中,通过光源控制模块向待检测组织入射激发光,待检测组织中的荧光探针被激发后会发出荧光信号的同时还会反射激发光,通过调节滤光片转轮使不同的滤光片进入通光位置以选择需要通过滤光片转轮进入图像采集模块和图像显示模块的光谱信号而实现对待检测组织图像的采集。针对不同的荧光探针只需要转动滤光片转轮使与之适合的滤光片进入通光位置即可,所以本实用新型能够方便地实现多种荧光探

针的多光谱成像。

附图说明

[0024] 图1为本实用新型的一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统的一个实施例的结构示意图；

[0025] 图2为图1中多光谱切换装置的结构示意图；

[0026] 图3为图1的模型示意图。

具体实施方式

[0027] 一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统的实施例：

[0028] 本实用新型的一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统的具体结构如图1~图3所示,包括光源控制模块,硬式内窥镜模块,多光谱切换模块,图像采集模块和图像显示模块。

[0029] 光源控制模块包括单色可调光源和导光光纤,单色可调光源可以产生从可见光到近红外波段任意波长的激发光谱,也可发出白光。单色可调光源的发光功率及光斑大小可调。为满足该要求,单色可调光源为氙灯光源、卤灯光源或汞灯光源。导光光纤为石英光纤,通过SMA905接口与单色可调光源连接,激发光谱由导光光纤导出。

[0030] 硬式内窥镜模块包括用于置于待检测组织内的硬式内窥镜1和用于将硬式内窥镜1连接在多光谱切换模块上的光学卡口2。硬式内窥镜1的视向角为 0° 、 30° 或 70° 。硬式内窥镜1为腹腔镜,关节镜,鼻咽镜、膀胱镜、子宫镜或输尿管-肾镜。

[0031] 多光谱切换模块3包括外壳31、转环32、滤光片转轮33、安装在滤光片转轮上的滤光片34、固定在转环32上的第一磁钢35及固定在滤光片转轮33上的第二磁钢36。外壳31为轴线沿前后方向延伸的筒状,外壳31的前端设置有用于连接光学卡口2的卡口接口,外壳31的后端设置有用于连接放大筒镜的筒镜接口。

[0032] 在本实施例中,卡口接口和筒镜接口均为采用C-Mount外螺纹设计的外螺纹接头。

[0033] 滤光片转轮33转动安装在外壳31内,且呈圆盘状。在滤光片转轮33上以滤光片转轮33的转动轴线为中心开设有多个圆形滤光片安装孔331,各个滤光片安装孔331距离其转动轴线的距离相同。每个滤光片安装孔331内固定一片圆形的滤光片332,其中一个滤光片安装孔331为未安装滤光片332的空口。滤光片332为带通和激光线滤光片波长范围可选可见光、近红外和红外。通过滤光片332的光束会被滤光片332过滤,仅供单一色彩通过,而且借由滤光片转轮33的转动,切换不同的滤光片332至光束的通过路径上,来提供不同波段的光束,以在拍摄荧光图像时有效滤去非荧光信号,保留荧光信号,完成多光谱成像。

[0034] 转环32为圆环状,转动套设在外壳31的外周面上,所述第一磁钢35嵌设在转环32环面上的凹陷处,第二磁钢36嵌设固定在滤光片转轮33的外侧壁上。第一磁钢35与第二磁钢36均为磁力大的烧结钕铁硼材料,表层经镍铜镍三层处理,具有良好的防锈,抗腐蚀能力。第一磁钢35与第二磁钢36的充磁方向均为其厚度方向(也即是沿着转环32的径向方向)以使得第一磁钢35与第二磁钢36在径向方向上相对的两磁极极性相反。转动转环32使其与外壳31的相对位置发生变化时,第二磁钢36在吸引力的作用下随着第一磁钢35而运动,滤光片转轮33随着第二磁钢36而转动以切换进入通光位置的滤光片332,进行多光谱荧光成

像。以第一磁钢35与第二磁钢36的非接触式磁力为原理,以转环32带动滤光片转轮33转动,有利于保证外壳31外周面的密封遮光性能,避免在外壳31的外周面上开设用于驱动滤光片转轮33开口而使得外界光线易射入成像系统内影响成像质量。

[0035] 本实施例中,为保证两磁钢之间的吸引力集中,第一磁钢与第二磁钢在滤光片转轮的轴线方向上的投影完全重叠。在其他实施例中,第一磁钢与第二磁钢在滤光片转轮的轴线方向上的投影重叠还可以部分重叠。

[0036] 图像采集模块包括放大筒镜4和CCD相机5,其中放大筒镜4包含两组透镜,将硬式内窥镜1传导的图像经过放大后成像到CCD相机5的成像平面上。第一组透镜将该实像转换成放大的虚像,第二组透镜将通过放大筒镜的信号再次聚焦放大,在CCD相机5的探测芯片上形成放大的实像。第一组透镜和第二组透镜均有调焦旋钮,拍摄时,为了得到清晰图像,可调节调焦旋钮,使得第一组透镜后端和CCD探测芯片相对第二组透镜共轭。

[0037] 放大筒镜的放大倍数计算方法为: $M=L_{\min}/d$

[0038] 式中M为放大倍数, L_{\min} 为矩形CCD探测芯片的短边长度,d为传像光纤束的直径。

[0039] CCD相机5用于采集白光图像及荧光图像,具体包括采样元件和转换元件。采样元件用于接收放大筒镜传送的模拟光信号,转换元件用于将模拟图像转化为数字图像。所以CCD相机5能采集成像强度弱的光信号并将其转换为数字图像,以有效成像光强微弱的荧光信号,得到原始荧光图像。在其他实施例中,CCD相机还可以被互补型金属氧化物半导体管(CMOS)相机代替。

[0040] 所述图像显示模块包括用于对原始荧光图像进行去噪处理的去噪模块、用于将原始荧光图像转化为校正荧光图像的减影模块和用于显示校正荧光图像和白光图像的显示器。图像显示模块从CCD相机5中读取混叠有激发光残余成分的原始荧光图像、激发光图像和白光图像,运行双波长减影算法,在原始荧光图像中减去激发光混叠成分,得到更精确反应荧光探针分布,定量更准确的校正荧光图像。图像显示部能实时同步显示校正荧光图像和能反应探测物结构信息的白光图像。

[0041] 使用本实用新型的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统进行图像采集、传输、处理和存储的步骤如下:

[0042] 1、开启装置电源,包括CCD相机电源、单色可调光源电源和图像显示模块电源;

[0043] 2、将硬式内窥镜1前端紧贴待测物体;

[0044] 3、CCD相机将图像的光学信号转化为数字信号并输入图像显示模块;

[0045] 4、图像显示模块将原始荧光图像处理成校正荧光图像,再将白光图像和校正荧光图像融合叠加为一幅图像。

[0046] 5、显示器显示融合后的图像;

[0047] 6、重复步骤2-4,得到一定数量动态的融合后的图像;

[0048] 7、建立分类文件夹,采集的图像及相关定量参数存入文件夹中;

[0049] 8、切断设备电源以关断设备。

[0050] 在本实用新型的一种基于硬式内窥镜的荧光成像系统的其他实施例中,外壳前端的卡口接口还可以被卡扣、法兰等可实现外壳与光学卡口固定连接的其他内窥镜连接端代替;还可以省去转环,而是直接在滤光片转轮上固定端部伸出外壳以供手持施力的转轮驱动件,只是此时外壳的外周面上需要开设供转轮驱动件伸出的开口,也可能是外壳与多光

谱切换模块或是放大筒镜之间的连接处上需要设有供转轮驱动件伸出的开口,此时外界光线会经由开口进入多光谱荧光成像系统中,而影响最终采集的图像的质量。

[0051] 本实用新型的基于硬式内窥镜的成像方法的实施例如下:

[0052] 以对小鼠食管癌模型用FITC-ASYNYDA及IR800CW-WGA两种荧光标记的靶向探针进行多光谱成像为例,介绍使用本实用新型的基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统进行成像的方法包括以下步骤:

[0053] 第一步,使用基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统分别采集原始荧光图像和激发光图像;

[0054] 在本实施例中,根据所使用的FITC-ASYNYDA及IR800CW-WGA两种荧光标记的靶向探针的光谱学特征,选择530nm带通滤光片和800nm长通滤光片。

[0055] 在此,需要分别对FITC-ASYNYDA荧光标记的靶向探针和IR800CW-WGA荧光标记的靶向探针进行成像。对FITC-ASYNYDA荧光标记的靶向探针成像时,需要将硬式内窥镜1的头端对准探测目标,开启单色可调光源,调节单色可调光源产生490nm的激发光,用窄谱激发光照射目标,使CCD相机5拍摄第一组激发光图像。之后切换滤光片转轮33将530nm带通滤光片进入光路,滤去非荧光信号保留荧光,使CCD相机5拍摄第一组原始荧光图像。

[0056] 再对IR800CW-WGA荧光标记的靶向探针进行成像时,需要先调节单色可调光源产生750nm的激发光,用窄谱激发光照射目标,使CCD相机5拍摄第二组激发光图像。再切换滤光片转轮33将800nm长通滤光片进入光路,滤去非荧光信号保留荧光,使CCD相机5拍摄第二组原始荧光图像。

[0057] 在第一步中,还可以采集样本的白光图像,具体方法如下,调节单色可调光源发出白光进入光路,用白光照射探测物,切换多光谱切换模块3中的滤光片转轮33为空白口进入光路,调节放大筒镜4,使CCD相机5拍摄到清晰的白光图像。

[0058] 第二步,使用双波长减影算法处理采集的原始荧光图像和激发光图像,以减去原始荧光图像中的激发光混叠成分而得到校正荧光图像。

[0059] 第二步具体又包括:

[0060] 步骤201,在同一探测目标成像的原始荧光图像 I_{f1} 和激发光图像 I_{ex} 上,人为选取相同的且没有荧光信号的区域;

[0061] 步骤202,分别提取该区域内原始荧光图像的像素值 R_{f1} 和激发光图像上的像素值 R_{ex} , R_{f1} 即为 R_{ex} 未被荧光滤光片压制完全,混叠在原始荧光图像的成分,求解以下最小二乘问题得到减影系数 λ ,

$$[0062] \quad \min ||R_{f1} - \lambda R_{ex}||_2$$

[0063] 步骤203,利用公式 $I_{cor_f1} = I_{f1} - \lambda I_{ex}$ 计算校正荧光图像 I_{cor_f1} 。

[0064] 最后将得到的校正荧光图像由在显示器上显示出,还可根据需要实时显示白光图像或校正荧光-白光融合图像。

[0065] 在其他实施例中,在步骤201之前还可以使用现有的去噪模块对原始荧光图像进行去噪处理。

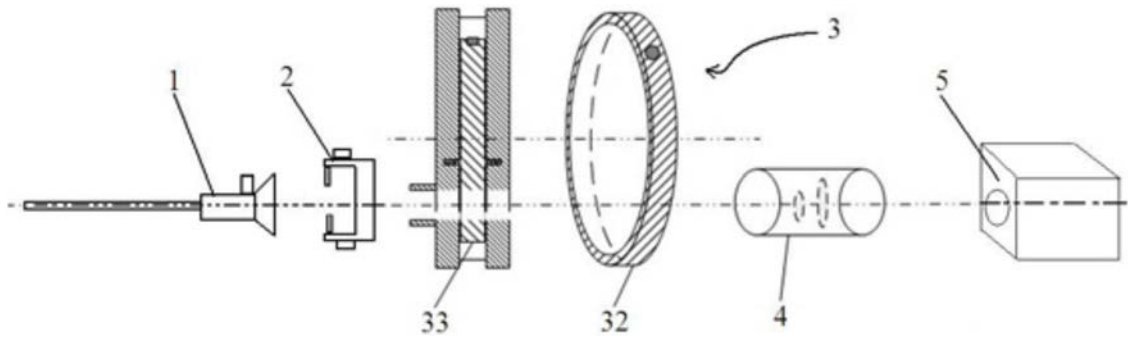


图1

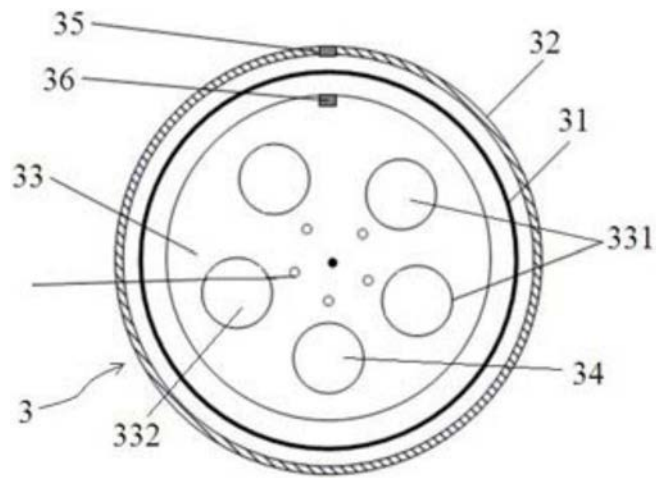


图2

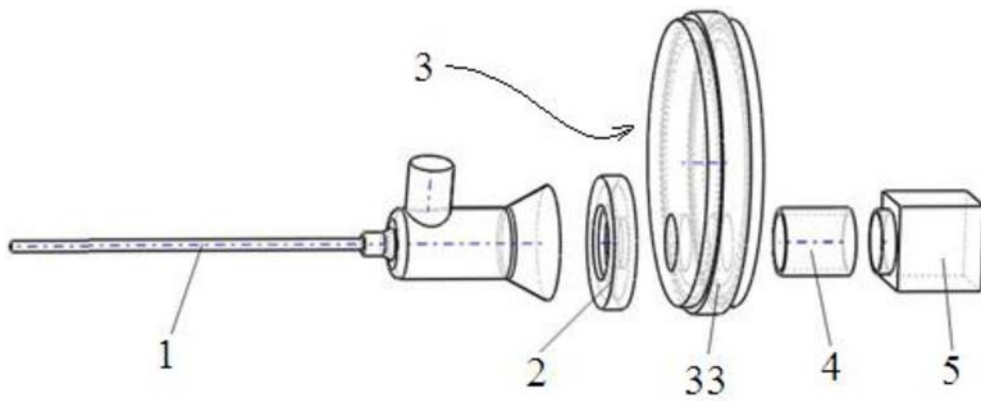


图3

专利名称(译)	基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统		
公开(公告)号	CN207545072U	公开(公告)日	2018-06-29
申请号	CN201720494144.6	申请日	2017-05-05
[标]申请(专利权)人(译)	中国人民武装警察部队总医院		
申请(专利权)人(译)	中国人民武装警察部队总医院		
当前申请(专利权)人(译)	中国人民武装警察部队总医院		
[标]发明人	刘海峰 屈亚威 贾逸文 赵秀琴 杨士松 程文文		
发明人	刘海峰 屈亚威 贾逸文 赵秀琴 杨士松 程文文		
IPC分类号	A61B5/00 A61B1/05 A61B1/06 A61B1/07		
代理人(译)	张淑贤		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实用新型涉及一种基于硬式内窥镜的多光谱荧光成像系统，以解决现有技术中的硬式内窥镜只能对特定的荧光探针进行激发成像的问题。使用本实用新型采集待检测组织图像时，将硬式内窥镜模块的端部伸入待检测组织中，通过光源控制模块向待检测组织入射激发光，待检测组织中的荧光探针被激发后会发出荧光信号的同时还会反射激发光，通过调节滤光片转轮使不同的滤光片进入通光位置以选择需要通过滤光片转轮进入图像采集模块和图像显示模块的光谱信号而实现对待检测组织图像的采集。针对不同的荧光探针只需要转动滤光片转轮使与之适合的滤光片进入通光位置即可，所以本实用新型能够方便地实现多种荧光探针的多光谱成像。

