



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105640480 B

(45)授权公告日 2017.12.01

(21)申请号 201610224206.1

(22)申请日 2016.04.11

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105640480 A

(43)申请公布日 2016.06.08

(73)专利权人 广东欧谱曼迪科技有限公司

地址 528251 广东省佛山市南海区桂城街道桂城平洲永安北路1号金谷光电产业社区A座504

(72)发明人 赵晖 刘满林 王翰林 安昕
张浠

(74)专利代理机构 佛山市海融科创知识产权代
理事务所(普通合伙) 44377

代理人 陈志超 李勇

(51)Int.Cl.

A61B 1/05(2006.01)

A61B 1/06(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103784120 A,2014.05.14,

CN 102525382 A,2012.07.04,

CN 104027073 A,2014.09.10,

US 2010/0290059 A1,2010.11.18,

审查员 万语

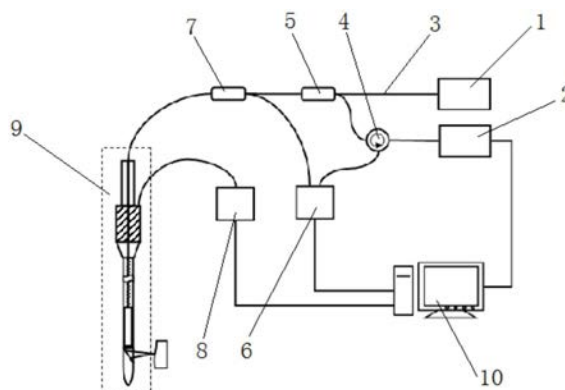
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种运动自适应共路OCT内窥系统

(57)摘要

本发明公开了一种运动自适应共路OCT内窥系统,其中,包括照射样品的红外光源;引导光源,引导光源发出的光束和所述红外光源的光束汇合后照射样品;波分复用耦合器,波分复用耦合器汇合红外光源和所述引导光源的光束;共路OCT内窥探头,共路OCT内窥探头对被观察样品进行实时光学成像;探测器,将光信号转换成电信号;主机,主机发出指令控制共路OCT内窥探头运动,采用本发明可解决如下技术问题:非共路OCT内窥系统两光路所处环境不一样,受到色散、温度等因素干扰而导致干涉信号质量下降;现有共路OCT内窥系统在成像之前需要对样品臂和参考臂进行光程匹配,过程较为复杂,超出一定光程范围后无法进行成像;无法与现有内窥镜系统集成共用。



1. 一种运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,包括
 - 一照射样品表面的红外光源;
 - 一引导光源,所述引导光源发出的光束和所述红外光源的光束汇合后照射样品,所述引导光源定位OCT内窥系统红外光源扫描的位置;
 - 一波分复用耦合器,所述波分复用耦合器汇合所述红外光源和所述引导光源的光束;共路OCT内窥探头,所述共路OCT内窥探头对被观察样品进行实时光学成像,所述共路OCT内窥探头包括线性电机,所述线性电机连接有内窥探头单模光纤,所述内窥探头单模光纤的末端连接调整光束的格林透镜,格林透镜末端还设置有反射一部分光线同时透射一部分光线的分光镜,格林透镜和分光镜之间留有空气间隙,所述线性电机带动内窥探头单模光纤、格林透镜和分光镜轴向移动以调节光程;
 - 探测器,将所述共路OCT内窥探头返回的光信号转换成电信号;
 - 主机,所述主机发出指令控制共路OCT内窥探头运动。
2. 根据权利要求1所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述共路OCT内窥探头还包括反射光线并可二维扫描样品的微振镜,所述微振镜连接一带动微振镜全范围旋转的旋转电机。
 3. 根据权利要求2所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述内窥探头单模光纤外包覆有保护内窥探头单模光纤不受外界干扰的金属套管和光纤套管。
 4. 根据权利要求2所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述分光镜的末端还设置有双胶合消色差透镜,经所述微振镜反射后的光线经过一保护膜后入射至样品。
 5. 根据权利要求3所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,还包括一电机控制器,所述线性电机、旋转电机和微振镜与所述电机控制器连接,所述电机控制器连接所述主机并根据主机发出的指令控制所述线性电机、旋转电机和微振镜运动实现实时扫描成像。
 6. 根据权利要求1所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述波分复用耦合器的一端通过单模光纤连接有一分二光纤分光器,所述红外光源输出端通过单模光纤连接有光纤环形器,所述光纤环形器的其中一输出端连接所述波分复用耦合器,另一输出端连接所述探测器,所述探测器与一分二光纤分光器和所述主机相连。
 7. 根据权利要求1所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述引导光源为LED光源或可见光波段激光。
 8. 根据权利要求6所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述红外光源为扫频光源,所述探测器为平衡探测器。
 9. 根据权利要求6所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述红外光源为超辐射发光二极管宽带红外光源,所述探测器为光谱仪。
 10. 根据权利要求1所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其特征在于,所述红外光源和所述主机连接并向主机输出同步信号,所述主机包括一GPU模块,共路OCT内窥探头采集的数据通过所述GPU模块进行处理运算。

一种运动自适应共路OCT内窥系统

技术领域

[0001] 本发明涉及医疗器械领域,尤其涉及的是一种运动自适应共路OCT内窥系统。

背景技术

[0002] 光学相干断层成像技术 (Optical coherence tomography, OCT) 作为一种高分辨率的生物医学成像手段,很好地解决了普通的层析成像技术在具有较深的成像深度的同时分辨率较低,难以发现微小病变的技术问题。

[0003] 光学相干断层成像技术的原理基于低相干干涉技术,结合外差检测和共焦成像的优点,经过干涉信号的采集处理,恢复出样品的三维层析图像,反映出生物组织的内部结构、散射系数等重要信息,成像深度3-5mm,覆盖病变区域,分辨率高达1-10um,还有非侵入、无辐射等优点,在许多领域有着良好的应用前景和开发潜力。现有的OCT内窥成像系统的光路系统采用非共路的分光干涉装置,一路作为信号的参考端,安置在成像主机上,另一路作为样品信号的传导端,安置在内窥探头上,这种光路结构会由于两光路所处的环境不一样,受到色散、偏振态、温度、振动等因素干扰而导致最终干涉信号质量下降,严重影响了成像分辨率,往往需要加入调节元器件,对系统进行复杂的校正操作,影响了其实时成像能力。

[0004] 为了克服上述不足,共路OCT结构作为一种内窥OCT的理想结构,将两光路放置在相同的环境中以避免干扰,近年来受到越来越多的关注,现有的共路OCT内窥系统在成像之前需要对样品臂和参考臂进行光程匹配,这个过程较为复杂,超出一定光程范围后无法进行成像,但是在实际应用过程中,组织表面形貌凹凸不平,很可能超出测量的量程,此时又需要重新进行光程匹配,不利于实时成像;匹配光程的干涉结构复杂,或者需要更换不同长度的探头,过多器件也会影响系统稳定性;OCT内窥系统使用的是不可见的近红外光,没有引导光源对其扫描位置进行定位,因此也不利于其结合现有医用内窥镜,共用其中的成像通道。

[0005] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种运动自适应共路OCT内窥系统及其实现方法,以解决现有技术的如下技术问题:

[0007] (1) 非共路OCT内窥系统由于两光路所处的环境不一样,受到色散、偏振态、温度、振动等因素干扰而导致最终干涉信号质量下降,严重影响了成像分辨率。

[0008] (2) 现有的共路OCT内窥系统在成像之前需要对样品臂和参考臂进行光程匹配,这个过程较为复杂,超出一定光程范围后无法进行成像,匹配光程的干涉结构复杂,需要更换不同长度的探头,过多器件会影响系统稳定性;

[0009] (3) OCT内窥系统使用的是不可见的近红外光,没有引导光源对其扫描位置进行定位,因此也不利于结合现有医用内窥镜,共用其中的成像通道。

[0010] 本发明的技术方案如下:

- [0011] 一种运动自适应共路OCT内窥系统,其中,包括
- [0012] 一照射样品表面的红外光源;
- [0013] 一引导光源,所述引导光源发出的光束和所述红外光源的光束汇合后照射样品,所述引导光源定位OCT内窥系统红外光源扫描的位置;
- [0014] 一波分复用耦合器,所述波分复用耦合器汇合所述红外光源和所述引导光源的光束;
- [0015] 共路OCT内窥探头,所述共路OCT内窥探头对被观察样品进行实时光学成像;
- [0016] 探测器,将所述共路OCT内窥探头返回的光信号转换成电信号;
- [0017] 主机,所述主机发出指令控制共路OCT内窥探头运动。
- [0018] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述共路OCT内窥探头包括线性电机,所述线性电机连接有内窥探头单模光纤,所述内窥探头单模光纤的末端连接调整光束的格林透镜,格林透镜末端还设置有部分反射部分透射光线的分光镜,格林透镜和分光镜之间留有空气间隙,所述线性电机带动内窥探头单模光纤、格林透镜和分光镜轴向移动以调节光程;还包括反射光线并可二维扫描样品的微振镜,所述微振镜连接一带动微振镜全范围旋转的旋转电机。
- [0019] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述内窥探头单模光纤外包覆有保护内窥探头单模光纤不受外界干扰的金属套管和光纤套管。
- [0020] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述分光镜的末端还设置有双胶合消色差透镜,经所述微振镜反射后的光线经过一保护膜后入射至样品。
- [0021] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,还包括一电机控制器,所述线性电机、旋转电机和微振镜与所述电机控制器连接,所述电机控制器连接所述主机并根据主机发出的指令控制所述线性电机、旋转电机和微振镜运动。
- [0022] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述波分复用耦合器的一端通过单模光纤连接有一分二光纤分光器,所述红外光源输出端通过单模光纤连接有光纤环形器,所述光纤环形器的其中一输出端连接所述波分复用耦合器,另一输出端连接所述探测器,所述探测器与一分二光纤分光器和所述主机相连。
- [0023] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述引导光源为LED光源或可见光波段激光。
- [0024] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述红外光源为扫频光源,所述探测器为平衡探测器。
- [0025] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述红外光源为超辐射发光二极管等宽带红外光源,所述探测器为光谱仪。
- [0026] 所述的运动自适应共路OCT内窥系统,其中,所述红外光源和所述主机连接并向主机输出扫频同步信号,所述主机包括一GPU模块,共路OCT内窥探头采集的数据通过所述GPU模块进行处理运算。
- [0027] 本发明的有益效果:本发明通过提供一种运动自适应共路OCT内窥系统,基于共路干涉原理,参考光和样品光在相同的环境中不容易受到干扰,显著增强系统的稳定性,经过对干涉信号的采集处理恢复出样品的三维层析图像;内窥探头内元器件带运动自适应功能,电机带动内部结构匹配参考光和样品光的光程,减少人为操作的复杂程度;除了红外光

源,还设置有引导光源对扫描位置进行精确定位,方便此内窥探头与现有内窥镜的成像通道共用,实现多模式成像。

附图说明

[0028] 图1是本发明的总体结构示意图。

[0029] 图2是本发明中的共路OCT内窥探头内部结构示意图。

[0030] 图3为本发明中主机GPU数据处理和运动自适应流程图。

具体实施方式

[0031] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚、明确,以下参照附图并举实施例对本发明进一步详细说明。

[0032] 参阅图1,本发明一种运动自适应共路OCT内窥系统,其中,包括

[0033] 一照射样品表面的红外光源2;

[0034] 一引导光源1,所述引导光源1为LED光源或可见光波段激光,所述引导光源1发出的光束和所述红外光源2的光束汇合后照射样品,引导光源1用于定位OCT内窥系统红外光源扫描的位置,红外光源发出的红外光频率在人眼的可视范围外,通过将红外光和引导光源发出的可视光汇合,使人眼易于观察当前扫描位置,方便内窥探头与现有内窥镜的多个成像通道集成共用,实现多模式成像。

[0035] 一波分复用耦合器5,所述波分复用耦合器5汇合所述红外光源2和所述引导光源1的光束,波分复用耦合器5将两列波长、频率不同的光信号汇合成一束后沿一根单模光纤传输。

[0036] 共路OCT内窥探头9,所述共路OCT内窥探头9对被观察的样品11进行实时光学成像;

[0037] 探测器6,将所述共路OCT内窥探头9返回的光信号转换成电信号;

[0038] 主机10,所述主机10发出指令控制共路OCT内窥探头9运动并对探测的信号进行处理成像。

[0039] 参阅图2,进一步地,所述共路OCT内窥探头9包括线性电机91,所述线性电机91连接有内窥探头单模光99,所述内窥探头单模光纤99的末端连接调整光束的格林透镜93,格林透镜93末端还设置有部分反射部分透射光线的分光镜94,格林透镜93和分光镜94之间留有空气间隙100,还包括反射光线并可二维扫描样品的微振镜95,所述微振镜95连接一带动微振镜95全范围旋转的旋转电机96,分光镜94的末端还设置有双胶合消色差透镜97用于消除两列不同波长光的色差,经所述微振镜95反射后的光线经过一保护膜98后入射至样品。

[0040] 线性电机91带动内窥探头单模光纤99、格林透镜93和分光镜94轴向移动以调节光程,光束经过格林透镜93后到达分光镜94,经过分光镜94后一部分反射一部分透射,反射光束在格林透镜93的后端面发生第二次反射后在分光镜94发生第三次反射,然后沿原光路返回系统中,此返回光束为参考光束。透射光束中通过分光镜94的光束经过双胶合消色差透镜97,经所述微振镜95反射后的光线经过一保护膜98后入射至样品,经样品反射的光沿原路返回至系统中,此光束为样品光束,当样品光束和参考光束等光程时发生干涉,本发明通过此干涉信号的采集处理,恢复出样品的三维层析图像,反映生物组织的内部结构、散射系数

等重要信息。

[0041] 进一步地,所述内窥探头单模光纤99外包覆有保护内窥探头单模光纤99不受外界干扰的金属套管92和光纤套管90,金属套管92和光纤套管90将内窥探头单模光纤99与外界隔绝,最大程度地降低传输光信号时受到的干扰。

[0042] 进一步地,本发明还包括一电机控制器8,所述线性电机91、旋转电机96和微振镜95与所述电机控制器8连接,所述电机控制器8连接所述主机10并根据主机10发出的指令控制所述线性电机91、旋转电机96和微振镜95运动实现实时扫描成像。

[0043] 进一步地,所述波分复用耦合器5的一端通过单模光纤连接有一分二光纤分光器7,所述红外光源2输出端通过单模光纤连接有光纤环形器4,所述光纤环形器4的其中一输出端连接所述波分复用耦合器5,另一输出端连接所述探测器6,所述探测器6与一分二光纤分光器7和所述主机10相连。

[0044] 在本实施例中,红外光源2为扫频光源,所述探测器6为平衡探测器,平衡探测器通过平衡探测获取电信号。

[0045] 作为本发明的另一实施方式,所述红外光源2可以为超辐射发光二极管等宽带红外光源,所述探测器6为光谱仪,将成分复杂的光分解成光谱线,将光信号转化成电信号再通过主机10去识别,经过不同算法处理生成图像。

[0046] 进一步地,所述红外光源2和所述主机10连接并向主机10输出同步信号,所述主机10包括一GPU模块,共路OCT内窥探头9采集的数据通过所述GPU模块进行处理运算。

[0047] 以下为本发明工作过程:

[0048] 启动红外光源2和引导光源1,红外光源2输出频率固定的扫频光,经过光纤环形器4,波分复用耦合器5与引导光源1发出的光束汇合,两者通过单模光纤的传输,在共路OCT内窥探头9中经过相同的光路,引导光源1可以对内窥探头扫描位置进行定位,从而知道系统的扫描区域,方便将共路OCT内窥探头9与现有内窥镜的成像通道共用,实现多模式成像。

[0049] 由单模光纤传输至共路OCT内窥探头9内部的光束经过分光镜94后部分反射部分透射,反射光在格林透镜93的后端面发生二次反射,二次反射光束在分光镜94上发生三次反射后沿共路OCT内窥探头9入口端返回系统中,此光束为参考光束;另一路透射光经过双胶合消色差透镜97,由微振镜95反射出去,经过保护套98最终入射在样品11上,携带上样品信息并返回光路系统中,此光束为样品光。通过对透镜端面和分光镜镀膜,可以实现增透,增反,和不同分光比的需求。

[0050] 由于参考光和样品光经过的光程往往不一样,其中参考光经过格林透镜93和分光镜94,光程固定,而样品光光程受到共路OCT内窥探头9长度和其与样品距离等因素的影响为一个变量。探头采集的数据被探测器6收集并由主机10处理,如图3所示,采集到的数据通过主机10中的GPU模块进行处理运算,原始数据经过GPU模块,经过插值补零,FFT,线性平均,比例调整等处理,输出OCT解调数据并实时显示,线性平均后同时输出位置信号,经过峰值检测后将位置信息反馈给电机控制器8,电机控制器8控制线性电机91带动内窥探头单模光纤99、格林透镜93和分光镜94轴向位移,进行位置和光程校对,使参考光光程和样品光光程相等。

[0051] 如图3所示,为了使参考光光程和样品光光程相等,线性电机91带动内窥探头单模光纤99、格林透镜93和分光镜94运动补偿及校正过程如下:

[0052] 信号被解调的过程中,可得到样品表面每一点的扫描信号,称为A-scan信号,对其进行峰值检测,可定位光束与样品表面的距离,假设光束从分光镜94出射,入射到样品表面的初始距离为d,运动后的新距离为d(n),理想等光程位置为d0,那么此时存在一个位置偏差 $e=d-d_0$,基于闭环控制的电机做出的行程补偿应该为

$$[0053] \quad U(n) = K_P e + K_I \int e + K_D \frac{d}{dt} e$$

[0054] 其中 K_P 、 K_I 、 K_D 分别为经过优化的比例系数,积分系数,导数系数。

[0055] 上式也可以表示为

$$[0056] \quad U(n+1) = U(n) + d(n) - d$$

[0057] 针对运动补偿中可能存在的不稳定的情况,在启动驱动器时需要做一次比较判断, $||U(n+1) - U(n)|| < S$, S为根据拓扑运动性质及系统响应速度预估的安全距离,可以设为 $S=0.1\text{mm}$,并且运用K阶AR预测模型来主动追踪组织目标的位置:

$$[0058] \quad U(n+1) = \sum_{i=0}^{k-1} \alpha_i [d(n-i) + U(n-i)] - d$$

[0059] $d(n-i) + U(n-i)$ 是组织目标的位置, α_i 为 $d(n) + U(n)$ 的K值用最小二乘法得到的模式系数。

[0060] 红外光源2输出同步信号给主机10,并由主机10通过电机控制器8驱动微振镜95进行同步扫描,实现特定位置的一维和二维扫描成像,并生成三维层析图像,同时也可以驱动旋转电机96,实现全范围的环形螺旋扫描。

[0061] 本发明通过提供一种运动自适应共路OCT内窥系统,基于共路干涉原理,参考光和样品光在相同的环境中不容易受到干扰,显著增强系统的稳定性,经过对干涉信号的采集处理恢复出样品的三维层析图像;内窥探头内元器件带运动自适应功能,电机带动探头内部结构匹配参考光和样品光的光程,减少人为操作的复杂程度;除了红外光源,还设置有引导光源对扫描位置进行精确定位,方便此内窥探头与现有内窥镜的成像通道共用,实现多模式成像。

[0062] 应当理解的是,本发明的应用不限于上述的举例,对本领域普通技术人员来说,可以根据上述说明加以改进或变换,所有这些改进和变换都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

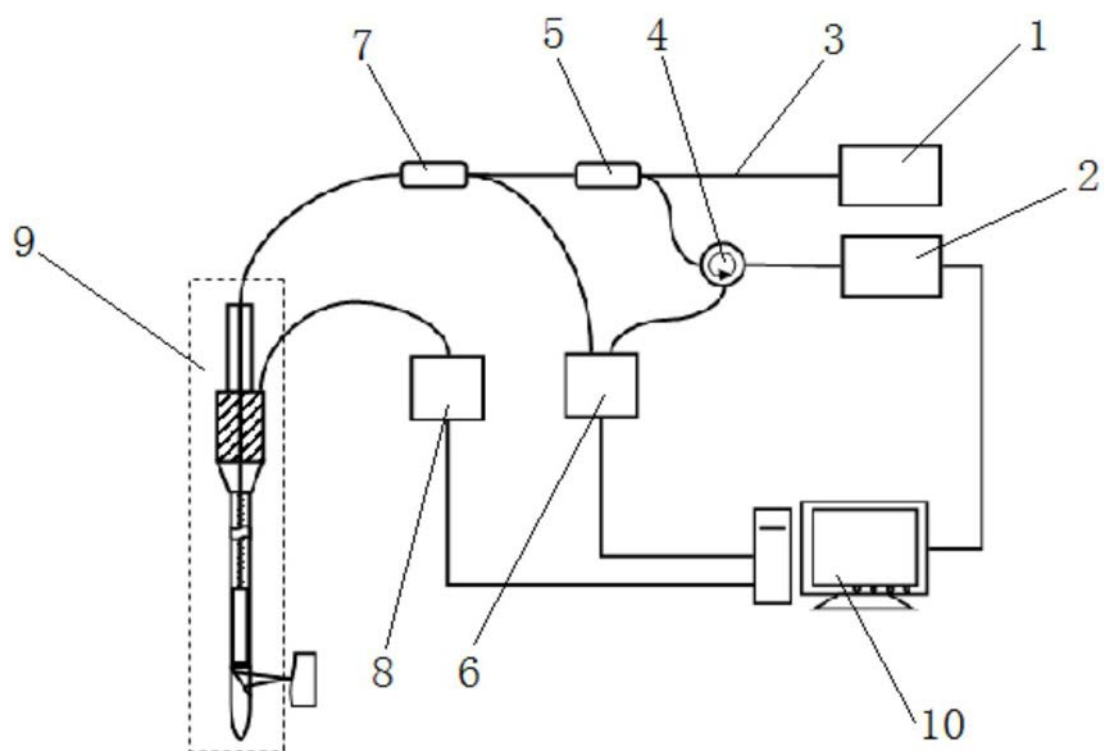


图1

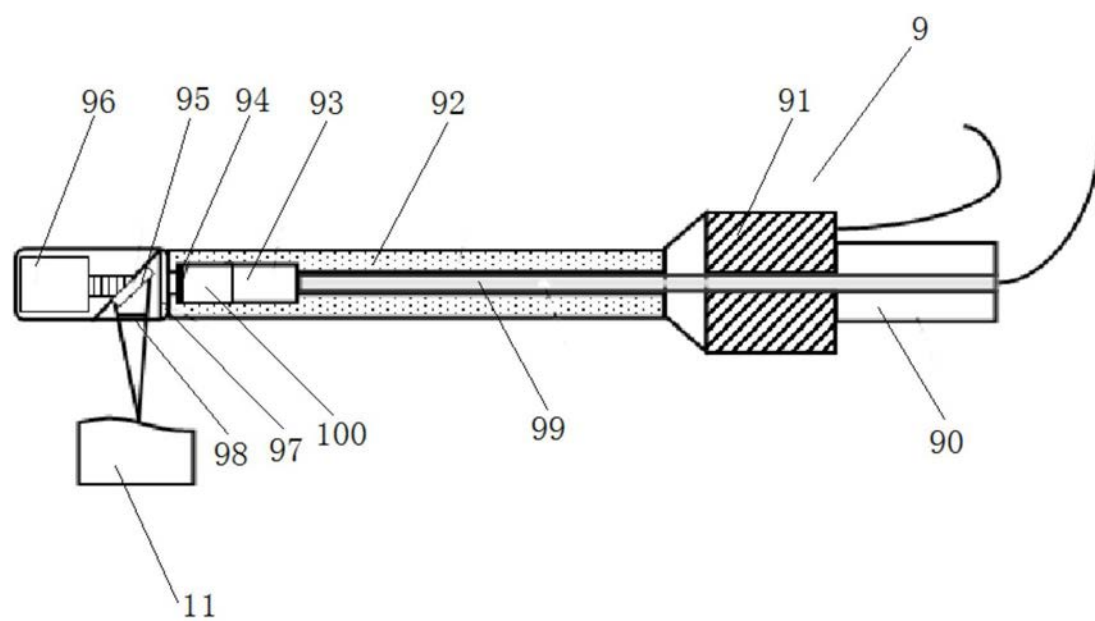


图2

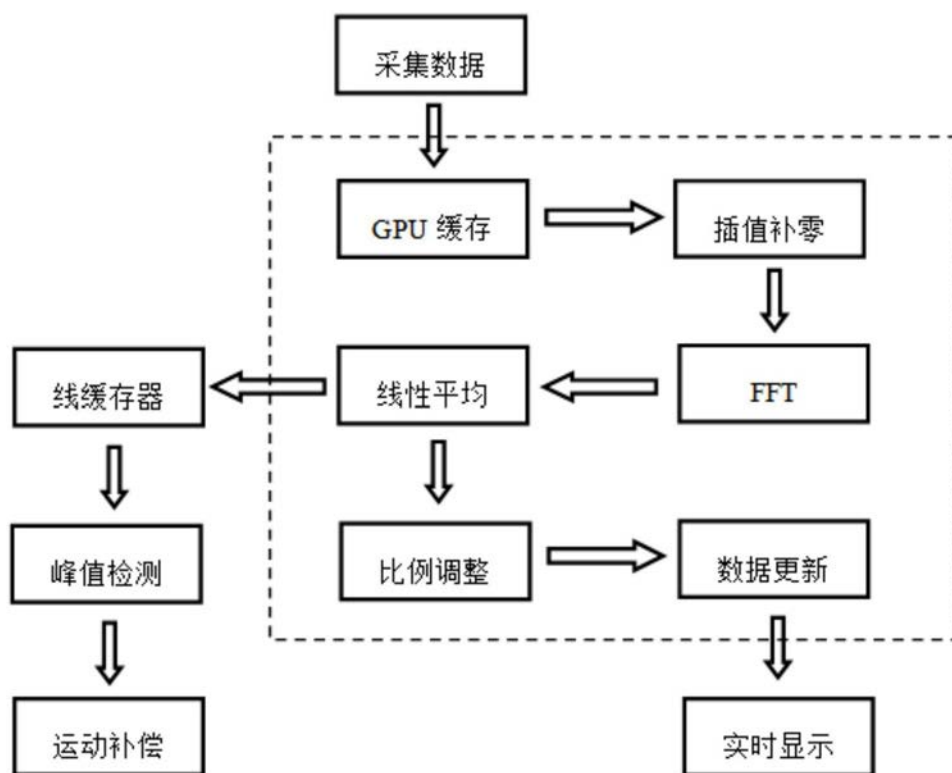


图3

专利名称(译)	一种运动自适应共路OCT内窥系统		
公开(公告)号	CN105640480B	公开(公告)日	2017-12-01
申请号	CN201610224206.1	申请日	2016-04-11
[标]申请(专利权)人(译)	佛山市南海区欧谱曼迪科技有限责任公司		
申请(专利权)人(译)	佛山市南海区欧谱曼迪科技有限责任公司		
[标]发明人	赵晖 刘满林 王翰林 安昕 张浠		
发明人	赵晖 刘满林 王翰林 安昕 张浠		
IPC分类号	A61B1/05 A61B1/06 A61B5/00		
CPC分类号	A61B1/00165 A61B1/05 A61B1/0638 A61B1/0661 A61B1/0684 A61B5/0066 A61B2576/00		
代理人(译)	陈志超 李勇		
其他公开文献	CN105640480A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种运动自适应共路OCT内窥系统，其中，包括照射样品的红外光源；引导光源，引导光源发出的光束和所述红外光源的光束汇合后照射样品；波分复用耦合器，波分复用耦合器汇合红外光源和所述引导光源的光束；共路OCT内窥探头，共路OCT内窥探头对被观察样品进行实时光学成像；探测器，将光信号转换成电信号；主机，主机发出指令控制共路OCT内窥探头运动，采用本发明可解决如下技术问题：非共路OCT内窥系统两光路所处环境不一样，受到色散、温度等因素干扰而导致干涉信号质量下降；现有共路OCT内窥系统在成像之前需要对样品臂和参考臂进行光程匹配，过程较为复杂，超出一定光程范围后无法进行成像；无法与现有内窥镜系统集成共用。

