



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106691396 A

(43)申请公布日 2017.05.24

(21)申请号 201710112585.X

(22)申请日 2017.02.28

(71)申请人 华南师范大学

地址 510631 广东省广州市天河区中山大
道西55号

申请人 山东大学齐鲁医院

(72)发明人 杨思华 雷鹏 张鹏飞 邢达

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有
限公司 44245

代理人 李斌

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 5/02(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

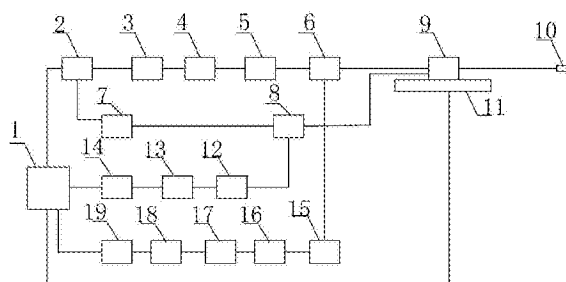
权利要求书3页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置
及方法

(57)摘要

本发明属于血管内窥成像领域,公开了一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法,装置包括计算机、荧光激发与采集系统、光声信号激发与采集系统、超声信号激发与采集系统、以及一体化探头。所述荧光激发与采集系统包括:脉冲激光器、第一滤光片、准直器、第一光纤耦合器、光纤环形器、光电滑环、第二光纤耦合器、第二滤光片、光电倍增管、第一信号放大器以及第一采集卡;发明将荧光成像、光声成像和超声成像三种模态血管内窥成像系统整合在一起,结合三种成像模式的优点,可获得血管的多参数的结构信息以及相应物质的组分信息。



1. 一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,包括计算机、荧光激发与采集系统、光声信号激发与采集系统、超声信号激发与采集系统、以及一体化探头,血管内的荧光成像激发光和光声成像激发光使用同一光源,并通过光纤环形器进行激光传输和采集;

其中,所述荧光激发与采集系统包括:脉冲激光器、第一滤光片、准直器、第一光纤耦合器、光纤环形器、光电滑环、第二光纤耦合器、第二滤光片、光电倍增管、第一信号放大器以及第一采集卡;所述计算机产生信号激发脉冲激光器产生激光,由第一滤光片滤光之后经过准直器通过第一光纤耦合器由光纤环形器port1口进入port2口出并经过光电滑环由一体化探头输出用于荧光激发,受激产生的荧光由一体化探头接收经过光电滑环经光纤环形器port2口进入并由光纤环形器port3口出经过第二光纤耦合器耦合并由第二滤光片滤光之后送入光电倍增管检测,光电倍增管将接收荧光信号转化为电信号经过第一信号放大器之后由第一采集卡采集并送入计算机处理重建荧光图像;

所述光声信号激发与采集系统包括:脉冲激光器、第一滤光片、准直器、第一光纤耦合器、光纤环形器、光电滑环、超声发射接收器、信号滤波器、第二信号放大器、以及第二采集卡;所述脉冲激光器被激发产生脉冲激光之后经过由第一滤光片滤光之后经过准直器通过第一光纤耦合器由光纤环形器port1口进入port2口出并经过光电滑环由一体化探头输出光声信号激发,产生的光声信号由一体化探头集成的超声换能器采集,然后由超声换能器转化成电信号由连接换能器的同轴电缆经过光电滑环之后由超声接收器接收,并经过信号滤波和第二信号放大器之后由第二采集卡采集,然后将信号送计算机处理重建光声图像;

所述超声信号激发与采集系统包括:延时器、脉冲超声发射/接收器、第二信号放大器、信号滤波器、以及第二采集卡,所述脉冲超声发射/接收器收到延时器给出触发信号之后发射超声脉冲,经过同轴电缆并由光电滑环传输到一体化的探头的超声换能器,使超声换能器产生超声波,对血管进行检测并接收反射回来的超声波,超声换能器将反射超声信号转化为电信号再经过同轴电缆、光电滑环、超声发射接收器,经过第二信号放大器,再经过信号滤波器由第二采集卡传输到计算机,经过图像重建得到血管超声图像。

2. 根据权利要求1所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,传输荧光光源和光声激发光源以及荧光接收使用了光纤环形器同时传输,使得荧光的接收在光纤中进行避免空间光干扰,并且提高荧光接收效率,该光纤环形器的port2分为两段通过光电滑环连接,光电滑环与旋转步进电机固定,从而实现旋转。

3. 根据权利要求1所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,荧光染料选择Cy7,所述的脉冲激光器发射的激光波长750nm;

所述脉冲激光器为半导体激光器、固体激光器、染料激光器或气体激光器,输出的脉冲激光的波长范围为400nm~2500nm,脉冲宽度为5ns~50ns。

4. 根据权利要求1所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,所述超声脉冲发射/接收器发射超声信号的频率范围为20MHz~50MHz,接收超声信号的频率范围为1KHz~75MHz,所述信号放大器能够放大频率为5-75MHz,放大增益为10-60dB,信号率滤波器为带通滤波器,通带宽为5-50MHz。

5. 根据权利要求1所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,所述一体化探头的内部集成有高频超声换能器,高频超声换能器的主频为50MHZ,带宽为80%,发射超

声信号的频率范围为20MHz~50MHz,接收超声信号或光声信号的频率范围为1KHz~75MHz。

6. 根据权利要求1所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,所述光纤环形器port2口经光电滑环之后末端经grin透镜和镀膜反射镜之后聚焦之后侧向90°出光对血管进行荧光及光声信号激发,所述的光纤、grin透镜和镀膜反射镜、及高频超声换能器一同放在外径为1.0mm内径为0.5mm的医用不锈钢管中;

所述光纤环形器port2口光纤、超声换能器信号线均穿过医用扭矩线圈,医用扭矩线圈一端与光电滑环机械连接,另一端与医用不锈钢管机械连接,旋转电机通过光电滑环带动固定的扭矩线圈的旋转,从而带动医用不锈钢钛管及医用不锈钢管中的荧光-光声-超声三种模式旋转激发采集信号。

7. 根据权利要求6所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,所述扭矩线圈及与扭矩线圈相连接的医用不锈钢管均放置于医用导管中,医用导管为固定装置,导丝带动医用不锈钢管在导管中旋转,构成旋转装置,导管的作用是保证导丝旋转时不偏心,所述旋转装置置于前进/后撤平台上实现一体化探头在血管内的前后移动,所述旋转装置与前进/后撤平台共同构成旋转/前进/后撤平台。

8. 根据权利要求7所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,所述旋转/前进/后撤平台由水平方向步进电机和轴向方向步进电机组成,水平方向步进电机带动平台完成前进/后撤功能,轴向方向步进电机的同步轮皮带与光电滑环机械连接,超声换能器的引线经光电滑环电气连接,光电滑环出线接超声信号发射/接收器,信号经过放大器、信号滤波器之后输入第二采集卡,上述光电滑环、超声信号发射/接收器、信号放大器、信号滤波器、第二采集卡均为电气连接、当步进电机通过同步轮带动光电滑环旋转时,实现通过导丝带动一体化的探头360°旋转。

9. 根据权利要求1所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,其特征在于,脉冲激光器产生的同步信号分别触发第一采集卡和第二采集卡,同时该同步信号经过延时器延时之后触发超声发射接收器使之产生电信号,经过光电滑环之后由一体化探头上的超声换能器超声超声波。

10. 一种利用权利要求1-9中任一项所述的血管内荧光-光声-超声多模成像装置进行成像的方法,其特征在于,包括下述步骤:

(1) 激发:将该装置放置于血管内,计算机控制脉冲激光器产生激光,该激发光经过光纤环形器port1口进入由port2口出经过光电滑环有一体化探头分别激发荧光和光声信号;同时脉冲激光器的同步触发经过延时之后触发超声发射/接收器产生超声,超声发射/接收器发射电信号,经过光电滑环由一体化探头集成的超声换能器将电信号转化成超声波信号;

(2) 数据采集:产生的荧光信号由上述一体化探头接收经过光电滑环之后由光纤环形器的port2口进入并由port3送入光电倍增管采集,光电倍增管将荧光信号转化为电信号,经过第一信号放大器之后由第一采集卡采集并送入计算机;光声信号由超声换能器接收,并将光声波信号转化为电信号,由与超声换能器相连的同轴电缆线经过光电滑环之后被超声发射/接收器接收,然后经过第二信号放大器和信号滤波器之后由第二采集卡送入计算机;返回的超声信号由超声换能器接收,并将超声波信号转化为电信号,由与超声换能器相连的同轴电缆线经过光电滑环之后被超声发射/接收器接收,然后经过第二信号放大器和

信号滤波器之后由第二采集卡送入计算机；

(3) 当完成血管某一位置的荧光-光声-超声信号数据采集后,计算机控制旋转步进电机工作,旋转步进电机驱动转动组件,转动组件驱动光电滑环的转子转动,光电滑环转子的转动带动一体化探头转动,从而对血管下一个位置进行数据采集,直至一体化探头完成 360° 旋转,从而完成血管某一截面的数据采集;完成血管某一截面的数据采集后,操纵计算机使平移步进电机工作,平移步进电机驱动平移平台,平移平台驱动一体化探头平移,从而对血管下一截面进行数据采集;

(4) 图像重建:计算机将采集到的数据用于荧光图像、光声图像、超声图像的重建。

一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及血管内窥的研究领域,特别涉及一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法。

背景技术

[0002] 心脑血管疾病是现在死亡率较高的疾病,血管检测诊断的准确性也有了更高的要求。现代医学检测血管的手段有,包括磁共振(MRI)血管成像和血管造影成像(IVUS)及血管内荧光成像,上面几种检测手段能够较好地呈现出血管的外部形态或内部轮廓以及组分信息,但是无法提供血管壁和血管腔的局部细节信息。血管内荧光成像是利用先将荧光物质注入血管内再通过激光照射的方式使之产生荧光,通过接受到荧光信息来对血管进行成像从而得到更多的信息

[0003] 近年来发展起来的一种非侵入式和非电离式的新型生物学成像方法。当脉冲激光照射到生物组织中时,组织的光吸收域将产生超声信号,我们称这种由光激发产生的超声信号为光声信号。生物组织产生的光声信号携带了组织的光吸收特征信息,通过探测光声信号能重建出组织中的光吸收分布图像。光声成像结合了纯光学组织成像中高选择特性和纯超声组织成像中深穿透特性的优点,可得到高分辨率和高对比度的组织图像,从原理上避开了光散射的影响,突破了高分辨率光学成像深度“软极限”(~1mm),可实现50mm的深层活体内组织成像。

[0004] 血管内超声成像(IVUS)是基于检测超声信号在血管壁中的回波进行成像,反映血管组织声阻抗的差异性;血管内光声成像是基于检测血管壁吸收脉冲激光后产生的光声信号进行成像,反映血管组织的光学吸收差异。这两种技术分别从声阻抗和光吸收两个参数上提供血管的信息,两种成像方法的成像深度可以达到10cm以上,因此这两种技术非常适合对血管进行内窥成像。

[0005] 血管内荧光-光声-超声多模成像技术将三种成像方法结合起来,有效的克服了单一模式成像的不足,能够提供血管内多参量,多维度的信息,有助于诊断血管内的斑块情况。

[0006] 申请号为201210046300.4,专利名为《一种共焦的光声荧光同时成像方法与装置》,公开了一种光声荧光同时成像的方法与装置,但是该装置需要显微镜只能在体外实验,无法应用到血管内荧光成像。

[0007] 申请号为201010187650.3,专利名称为《一种血管内光声超声双模成像内窥镜装置及其成像方法》的文献公开了一种技术。该技术采用中空圆环阵列超声探测器和锥面反射镜,光声成像时,脉冲激光经过光纤传递并在出光端发射,在锥面反射镜的面上散开同时照射整个血管壁,激发光声信号,使用圆环阵列超声探测器接收产生的光声信号;超声成像时圆环阵列超声探测器发射超声信号,再接收血管反射的超声信号,探头具有光声成像和超声成像的性能。

[0008] 其不足是,该技术的脉冲激光在锥面反射镜扩束,同时激发整个血管内部,所需的

激光能量大;而且由于脉冲激光没有汇聚,所以光声图像的分辨率不佳,此外该装置的探头使用64个声敏元件,单个声敏元件的接收效率不佳且结构复杂。

[0009] 申请号为201210220399.5,专利名称为《聚焦式旋转扫描光声超声血管内窥成像装置及其成像方法》的文献公开了一种成像装置,可利用该装置开展光声超声一体化血管内成像方法研究。该装置的光纤末端直接90°出光,激光是发散照射到待测物体上,激光没有汇聚,同样存在光声图像的分辨率较差的问题,而且该技术公开的装置,激光与光纤的耦合采取直接耦合的方式,这样在光纤旋转过程中极易出现偏差,从而导致激光到光纤的传输效率降低,直接影响光声信号的产生。

发明内容

[0010] 提供一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置,利用该装置可以实现荧光-光声-超声三种模式的成像,能够同时获得血管内多参量、多组分的信息,提高血管内斑块检测精度。

[0011] 本发明的另一目的在于提供一种利用上述成像装置进行成像的方法,使用该成像方法,可获得血管内的荧光图像、光声图像以及超声图像。

[0012] 为了达到上述第一目的,本发明采用以下技术方案:

[0013] 本发明一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法,包括计算机、荧光激发与采集系统、光声信号激发与采集系统、超声信号激发与采集系统、以及一体化探头,血管内的荧光成像激发光和光声成像激发光使用同一光源,并通过光纤环形器进行激光传输和采集;

[0014] 其中,所述荧光激发与采集系统包括:脉冲激光器、第一滤光片、准直器、第一光纤耦合器、光纤环形器、光电滑环、第二光纤耦合器、第二滤光片、光电倍增管、第一信号放大器以及第一采集卡;所述计算机产生信号激发脉冲激光器产生激光,由第一滤光片滤光之后经过准直器通过第一光纤耦合器由光纤环形器port1口进入port2口出并经过光电滑环由一体化探头输出用于荧光激发,受激产生的荧光由一体化探头接收经过光电滑环经光纤环形器port2口进入并由光纤环形器port3口出经过第二光纤耦合器耦合并由第二滤光片滤光之后送入光电倍增管检测,光电倍增管将接收荧光信号转化为电信号经过第一信号放大器之后由第一采集卡采集并送入计算机处理重建荧光图像;

[0015] 所述光声信号激发与采集系统包括:脉冲激光器、第一滤光片、准直器、第一光纤耦合器、光纤环形器、光电滑环、超声发射接收器、信号滤波器、第二信号放大器、以及第二采集卡;所述脉冲激光器被激发产生脉冲激光之后经过由第一滤光片滤光之后经过准直器通过第一光纤耦合器由光纤环形器port1口进入port2口出并经过光电滑环由一体化探头输出光声信号激发,产生的光声信号由一体化探头集成的超声换能器采集,然后由超声换能器转化成电信号由连接换能器的同轴电缆经过光电滑环之后由超声接收器接收,并经过信号滤波和第二信号放大器之后由第二采集卡采集,然后将信号送计算机处理重建光声图像;

[0016] 所述超声信号激发与采集系统包括:延时器、脉冲超声发射/接收器、第二信号放大器、信号滤波器、以及第二采集卡,所述脉冲超声发射/接收器收到延时器给出触发信号之后发射超声脉冲,经过同轴电缆并由光电滑环传输到一体化的探头的超声换能器,使超

声换能器产生超声波,对血管进行检测并接收反射回来的超声波,超声换能器将反射超声信号转化为电信号再经过同轴电缆、光电滑环、超声发射接收器,经过第二信号放大器,再经过信号滤波器由第二采集卡传输到计算机,经过图像重建得到血管超声图像。

[0017] 作为优选的技术方案,传输荧光光源和光声激发光源以及荧光接收使用了光纤环形器同时传输,使得荧光的接收在光纤中进行避免空间光干扰,并且提高荧光接收效率,该光纤环形器的port2分为两段通过光电滑环连接,光电滑环与旋转步进电机固定,从而实现旋转。

[0018] 作为优选的技术方案,荧光染料选择Cy7,所述的脉冲激光器发射的激光波长750nm;

[0019] 所述脉冲激光器为半导体激光器、固体激光器、染料激光器或气体激光器,输出的脉冲激光的波长范围为400nm~2500nm,脉冲宽度为5ns~50ns。

[0020] 作为优选的技术方案,所述超声脉冲发射/接收器发射超声信号的频率范围为20MHz~50MHz,接收超声信号的频率范围为1KHz~75MHz,所述信号放大器能够放大频率为5-75MHz,放大增益为10-60dB,信号率滤波器为带通滤波器,通带宽为5-50MHz。

[0021] 作为优选的技术方案,所述一体化探头的内部集成有高频超声换能器,高频超声换能器的主频为50MHZ,带宽为80%,发射超声信号的频率范围为20MHz~50MHz,接收超声信号或光声信号的频率范围为1KHz~75MHz。

[0022] 作为优选的技术方案,所述光纤环形器port3口经光电滑环之后末端经grin透镜和镀膜反射镜之后聚焦之后侧向90°出光对血管进行荧光及光声信号激发,所述的光纤、grin透镜和镀膜反射镜、及高频超声换能器一同放在外径为1.0mm内径为0.5mm的医用不锈钢管中;

[0023] 所述光纤环形器port2口光纤、超声换能器信号线均穿过医用扭矩线圈,医用扭矩线圈一端与光电滑环机械连接,另一端与医用不锈钢管机械连接,旋转电机通过光电滑环带动固定的扭矩线圈的旋转,从而带动医用不锈钢钛管及医用不锈钢管中的荧光-光声-超声三种模式旋转激发采集信号。

[0024] 作为优选的技术方案,所述扭矩线圈及与扭矩线圈相连接的医用不锈钢管均放置于医用导管中,医用导管为固定装置,导丝带动医用不锈钢管在导管中旋转,构成旋转装置,导管的作用是保证导丝旋转时不偏心,所述旋转装置置于前进/后撤平台上实现一体化探头在血管内的前后移动,所述旋转装置与前进/后撤平台共同构成旋转/前进/后撤平台。

[0025] 作为优选的技术方案,所述旋转/前进/后撤平台由水平方向步进电机和轴向方向步进电机组成,水平方向步进电机带动平台完成前进/后撤功能,轴向方向步进电机的同步轮皮带与光电滑环机械连接,超声换能器的引线 with 光电滑环电气连接,光电滑环出线接超声信号发射/接收器,信号经过放大器、信号滤波器之后输入第二采集卡,上述光电滑环、超声信号发射/接收器、信号放大器、信号滤波器、第二采集卡均为电气连接、当步进电机通过同步轮带动光电滑环旋转时,实现通过导丝带动一体化的探头360°旋转。

[0026] 作为优选的技术方案,脉冲激光器产生的同步信号分别触发第一采集卡和第二采集卡,同时该同步信号经过延时器延时之后触发超声发射接收器使之产生电信号,经过光电滑环之后由一体化探头上的超声换能器超声超声波。

[0027] 为了达到上述第二目的,本发明采用以下技术方案:

[0028] 本发明利用多模成像装置进行成像的方法,包括下述步骤:

[0029] (1) 激发:将该装置放置于血管内,计算机控制脉冲激光器产生激光,该激光光经过光纤环形器port1口进入由port2口出经过光电滑环有一体化探头分别激发应该和光声信号;同时脉冲激光器的同步触发经过延时之后触发超声发射/接收器产生超声,超声发射/接收器发射电信号,经过光电滑环由一体化探头集成的超声换能器将电信号转化成超声波信号;

[0030] (2) 数据采集:产生的荧光信号由上述一体化探头接收经过光电滑环之后由光纤环形器的port2口进入并由port3送入光电倍增管采集,光电倍增管将荧光信号转化为电信号,经过第一信号放大器之后由第一采集卡采集并送入计算机;光声信号由超声换能器接收,并将光声波信号转化为电信号,由与超声换能器相连的同轴电缆线经过光电滑环之后被超声发射/接收器接收,然后经过第二信号放大器和信号滤波器之后由第二采集卡送入计算机;返回的超声信号由超声换能器接收,并将超声波信号转化为电信号,由与超声换能器相连的同轴电缆线经过光电滑环之后被超声发射/接收器接收,然后经过第二信号放大器和信号滤波器之后由第二采集卡送入计算机;

[0031] (3) 当完成血管某一位置的荧光-光声-超声信号数据采集后,计算机控制旋转步进电机工作,旋转步进电机驱动转动组件,转动组件驱动光电滑环的转子转动,光电滑环转子的转动带动一体化探头转动,从而对血管下一个位置进行数据采集,直至一体化探头完成360°旋转,从而完成血管某一截面的数据采集;完成血管某一截面的数据采集后,操纵计算机使平移步进电机工作,平移步进电机驱动平移平台,平移平台驱动一体化探头平移,从而对血管下一截面进行数据采集;

[0032] (4) 图像重建:计算机将采集到的数据用于荧光图像、光声图像、超声图像的重建。

[0033] 本发明与现有技术相比,具有如下优点和有益效果:

[0034] 1. 本发明实现了荧光成像,光声成像及超声成像三种血管内成像方法的一体化,简化了检测程序,降低检测难度,可以实现三种成像方法同时工作。

[0035] 2. 本发明可以同时获得血管组织的声阻抗,光学吸收,光学散射、血管内斑块的厚度及组分的信息,可以更加精准地诊断血管斑块。

[0036] 3. 本发明的旋转扫描模式可以获得血管360°信息,并且灵敏度高,分辨率好,能够实现三种成像模式的对照。

[0037] 4. 本发明结构简单,紧凑,易于实现,一体化探头尺寸小,充分满足对于微小血管或病变堵塞血管的检测。

附图说明

[0038] 图1是血管内荧光-光声-超声成像装置示意图;

[0039] 图2是光纤环形器原理图,激光由port 1进入时只能有port 2口出光,当激光由port 2口进入时只能由port 3口出光。

[0040] 附图标号说明:1、计算机;2、脉冲激光器;3、第一滤光片;4、准直器;5、第一光纤耦合器;6、光纤环形器;7、延时器;8、超声发射/接收器;9、光电滑环;10、一体化探头;11、旋转/前进/后撤平台;12、信号滤波器;13、第一信号放大器;14、第二采集卡;15、第二光纤耦合器;16、第二滤光片;17、光电倍增管;18、第二信号放大器;19、第一采集卡。

具体实施方式

[0041] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述,但本发明的实施方式不限于此。

[0042] 实施例

[0043] 如图1所示,本实施例公开了一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置,包括计算机1、荧光激发与采集系统、光声信号激发与采集系统、超声信号激发与采集系统、以及一体化探头10,所述一体化探头通过光电滑环9固定在旋转/平移平台11上;血管内荧光激发光和光声激发光使用同一光源,并通过光纤环形器进行激光传输和采集;

[0044] 其中,所述荧光激发与采集系统包括:脉冲激光器2、第一滤光片3、准直器4、第一光纤耦合器5、光纤环形器6、光电滑环9、一体化探头10、第二光纤耦合器15、滤光片16、光电倍增管(PMT)17、第一信号放大器18、以及第一采集卡9;所述计算机产生信号激发脉冲激光器产生激光,由第一滤光片滤光之后经过准直器通过第一光纤耦合器由光纤环形器port1口进入port2口出并经过光电滑环由一体化探头输出用于荧光激发,受激产生的荧光由一体化探头接收经过光电滑环经光纤环形器port2口进入并由光纤环形器port3口出经过第二光纤耦合器耦合并由第二滤光片滤光之后送入PMT检测,PMT将接收荧光信号转化为电信号经过信号放大器之后由第一采集卡采集并送入计算机处理重建荧光图像,如图2所示;

[0045] 所述光声信号激发与采集系统包括:脉冲激光器2、第二滤光片3、准直器4、第一光纤耦合器5、光纤环形器6、光电滑环9、一体化探头10、超声发射接收器8、信号滤波器12、第二信号放大器13、第二采集卡14;所述脉冲激光器被激发产生脉冲激光之后经过由滤光片滤光之后经过准直器通过第一光纤耦合器由光纤环形器port1口进入port2口出并经过光电滑环由一体化探头输出光声信号激发,产生的光声信号由一体化探头集成的超声换能器采集,然后由超声换能器转化成电信号由连接换能器的同轴电缆经过光电滑环之后由超声接收器接收,并经过信号放大和滤波之后由第二采集卡采集,然后将信号送计算机处理重建光声图像;

[0046] 所述超声信号激发与采集系统包括:延时器7、超声发射/接收器8、光电滑环9、一体化探头10、信号放大器12、信号滤波器13、以及第二采集卡14,所述脉冲超声发射/接收器收到延时器给出触发信号之后发射超声脉冲,经过同轴电缆并由光电滑环传输到一体化的探头的超声换能器,使超声换能器产生超声波,对血管进行检测并接收反射回来的超声波,超声换能器将反射超声信号转化为电信号再经过同轴电缆、光电滑环、超声发射接收器,经过信号放大器,再经过信号滤波器由第二采集卡传输到计算机,经过图像重建得到血管超声图像。

[0047] 本实施例中,所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法,传输荧光光源和光声激发光源以及荧光接收使用了一根光纤环形器同时传输,使得荧光的接收在光纤中进行避免空间光干扰,可以很好提高荧光接收效率,该光纤环形器的port2分为两段通过光电滑环连接,光电滑环与旋转步进电机固定,从而实现旋转

[0048] 本实施例中,所述的脉冲激光器的激光波长为750nm;

[0049] 所述脉冲激光器为半导体激光器、固体激光器、染料激光器或气体激光器,输出的脉冲激光的波长范围为400nm~2500nm,脉冲宽度为5ns~50ns;

[0050] 所述超声脉冲发射/接收器发射超声信号的频率范围为20MHz~50MHz,接收超声信号的频率范围为1KHz~75MHz,所述信号放大器能够放大频率为5-75MHz,放大增益为10-60dB,信号率滤波器为带通滤波器,通带宽为5-50MHz。

[0051] 所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置中,所述扭矩线圈及与扭矩线圈相连接的医用不锈钢管均放置于医用导管中,医用导管为固定装置,导丝带动医用不锈钢管在导管中旋转,构成旋转装置,导管的作用是保证导丝旋转时不偏心,所述旋转装置置于前进/后撤平台上实现一体化探头在血管内的前后移动,所述旋转装置与前进/后撤平台共同构成旋转/前进/后撤平台。

[0052] 所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置中,所述旋转/前进/后撤平台由水平方向步进电机和轴向方向步进电机组成,水平方向步进电机带动平台完成前进/后撤功能,轴向方向步进电机的同步轮皮带与光电滑环机械连接,超声换能器的引线 with 光电滑环电气连接,光电滑环出线接超声信号发射/接收器,信号经过放大器、信号滤波器之后输入第二采集卡,上述光电滑环、超声信号发射/接收器、信号放大器、信号滤波器、第二采集卡均为电气连接、当步进电机通过同步轮带动光电滑环旋转时,实现通过导丝带动一体化的探头360°旋转。

[0053] 所述血管内荧光-光声-超声多模成像装置,脉冲激光器产生的同步信号分别触发第一采集卡和第二采集卡,同时该同步信号经过延时器延时之后触发超声发射接收器使之产生电信号,经过光电滑环之后由一体化探头上的超声换能器超声超声波。

[0054] 所述的多模成像装置进行成像的方法,包括下述步骤:

[0055] (1) 激发:将该装置放置于血管内,计算机控制脉冲激光器产生激光,该激发光经过光纤环形器port1口进入由port2口出经过光电滑环有一体化探头分别激发应该和光声信号;同时脉冲激光器的同步触发经过延时之后触发超声发射/接收器产生超声,超声发射/接收器发射电信号,经过光电滑环由一体化探头集成的超声换能器将电信号转化成超声波信号;

[0056] (2) 数据采集:产生的荧光信号由上述一体化探头接收经过光电滑环之后由光纤环形器的port2口进入并由port3送入PMT采集,PMT将荧光信号转化为电信号,经过放大器之后由第一采集卡采集并送入计算机;光声信号由超声换能器接收,并将光声波信号转化为电信号,由与超声换能器相连的同轴电缆线经过光电滑环之后被超声发射/接收器接收,然后经过信号放大器和信号滤波器之后由第二采集卡送入计算机;返回的超声信号由超声换能器接收,并将超声波信号转化为电信号,由与超声换能器相连的同轴电缆线经过光电滑环之后被超声发射/接收器接收,然后经过信号放大器和信号滤波器之后由第二采集卡送入计算机;

[0057] (3) 当完成血管某一位置的荧光-光声-超声信号数据采集后,计算机控制旋转步进电机工作,旋转步进电机驱动转动组件,转动组件驱动光电滑环的转子转动,光电滑环转子的转动带动一体化探头转动,从而对血管下一个位置进行数据采集,直至一体化探头完成360°旋转,从而完成血管某一截面的数据采集;完成血管某一截面的数据采集后,操纵计算机使平移步进电机工作,平移步进电机驱动平移平台,平移平台驱动一体化探头平移,从而对血管下一截面进行数据采集;

[0058] (4) 图像重建:计算机将采集到的数据用于荧光图像、光声图像、超声图像的重建。

[0059] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

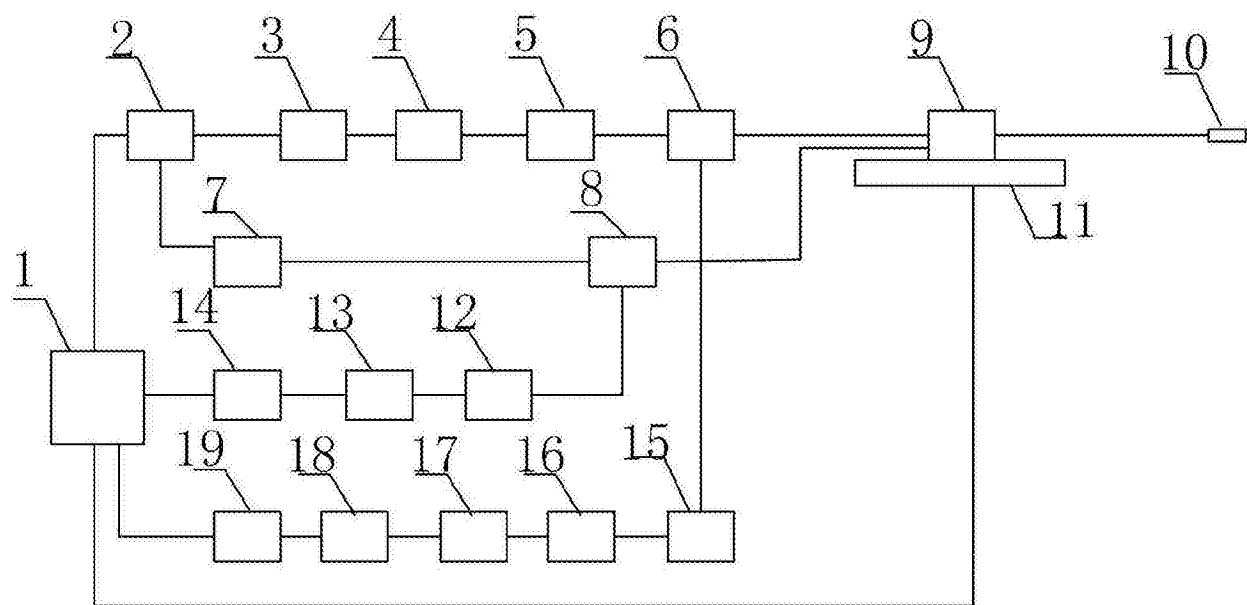


图1

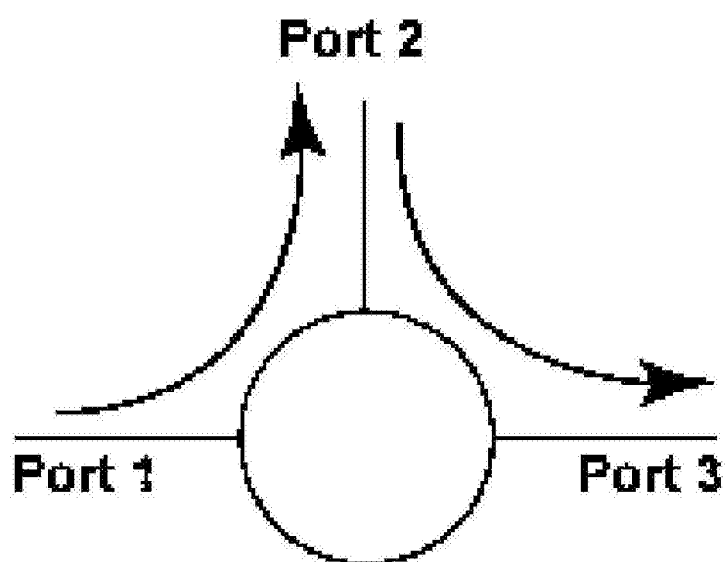


图2

专利名称(译)	一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法		
公开(公告)号	CN106691396A	公开(公告)日	2017-05-24
申请号	CN201710112585.X	申请日	2017-02-28
[标]申请(专利权)人(译)	华南师范大学 山东大学齐鲁医院		
申请(专利权)人(译)	华南师范大学 山东大学齐鲁医院		
当前申请(专利权)人(译)	华南师范大学 山东大学齐鲁医院		
[标]发明人	杨思华 雷鹏 张鹏飞 邢达		
发明人	杨思华 雷鹏 张鹏飞 邢达		
IPC分类号	A61B5/00 A61B5/02 A61B8/08		
CPC分类号	A61B5/0059 A61B5/0084 A61B5/0095 A61B5/02007 A61B8/0891 A61B8/4483 A61B8/5261		
代理人(译)	李斌		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于血管内窥成像领域，公开了一种血管内荧光-光声-超声多模成像装置及方法，装置包括计算机、荧光激发与采集系统、光声信号激发与采集系统、超声信号激发与采集系统、以及一体化探头。所述荧光激发与采集系统包括：脉冲激光器、第一滤光片、准直器、第一光纤耦合器、光纤环形器、光电滑环、第二光纤耦合器、第二滤光片、光电倍增管、第一信号放大器以及第一采集卡；发明将荧光成像、光声成像和超声成像三种模态血管内窥成像系统整合在一起，结合三种成像模式的优点，可获得血管的多参数的结构信息以及相应物质的组分信息。

