



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108937850 A

(43)申请公布日 2018.12.07

(21)申请号 201810480988.4

(22)申请日 2018.05.18

(71)申请人 武汉理工大学

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路122号

(72)发明人 童杏林 熊巧 邓承伟 张翠

(74)专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

代理人 张惠玲

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

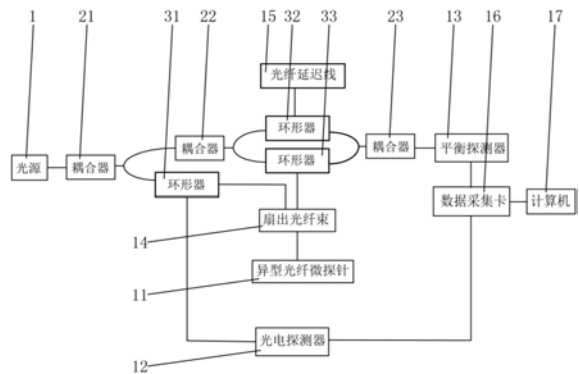
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统

(57)摘要

本发明涉及光纤传感医疗装置技术领域,具体指一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统;包括光源模块、第一耦合器、第一环形器、干涉模块、异型光纤微探针、光电探测器、平衡探测器,第一耦合器的两个输出端口分别连接干涉模块输入端和第一环形器的端口A;异型光纤微探针通过扇形光纤束分别连接干涉模块的一个干涉臂和第一环形器的端口B,平衡探测器分别连接干涉模块和数据处理模块,光电探测器分别连接第一环形器的端口C和数据处理模块;本发明结构合理,将OCT探针与FBG感温光栅、F-P压力敏感单元集成为一体,对在体组织进行温度、压力等参量同时测量;实现精确观测组织形态和高分辨率大范围成像,对在体组织诊断等具有重要意义。



CN 108937850 A

1. 一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,其特征在于:包括光源模块(1)、第一耦合器(21)、第一环形器(31)、干涉模块、异型光纤微探针(11)、光电探测器(12)、平衡探测器(13)和数据处理模块,所述光源模块(1)与第一耦合器(21)的输入端口连接,第一耦合器(21)的两个输出端口分别连接干涉模块的输入端和第一环形器(31)的端口A;所述异型光纤微探针(11)通过扇形光纤束(14)分别连接干涉模块的一个干涉臂和第一环形器(31)的端口B,平衡探测器(13)分别连接干涉模块输出端和数据处理模块,光电探测器(12)分别连接第一环形器(31)的端口C和数据处理模块;所述异型光纤微探针(11)由单模光纤、多芯光纤、边孔光纤和多模光纤熔接制备而成,多芯光纤的其中一个偏心纤芯上光刻有FBG光栅,且该偏心纤芯与边孔光纤的空气腔连接进而构成F-P压敏腔。

2. 根据权利要求1所述的集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,其特征在于:所述干涉模块包括第二耦合器(22)、第三耦合器(23)、第二环形器(32)、第三环形器(33)和光纤延迟线(15),第一耦合器(21)的输出端口与第二耦合器(22)的输入端口连接,第二耦合器(22)的两个输出端口分别与第二环形器(32)的A端口、第三环形器(33)的A端口连接,所述第二环形器(32)的B端口与光纤延迟线(15)连接,第三环形器(33)的B端口通过扇形光纤束(14)与异型光纤微探针(11)连接;所述第二环形器(32)的C端口和第三环形器(33)的C端口分别与第三耦合器(23)的两个输入端口连接,且第三耦合器(23)的输出端口与平衡探测器(13)连接。

3. 根据权利要求2所述的集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,其特征在于:所述异型光纤微探针(11)与扇形光纤束(14)的输入端口连接,扇形光纤束(14)的两个输出端口分别连接第一环形器(31)的B端口和第三环形器(33)的B端口。

4. 根据权利要求1所述的集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,其特征在于:所述数据处理模块包括数据采集卡(16)和数据处理终端(17),数据处理终端(17)包含了数据分析处理模块、图像处理模块和温度模块。

5. 根据权利要求1所述的集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,其特征在于:所述异型光纤微探针(11)封装在直径小于0.5mm的开窗柔性套管内,开窗柔性套管采用生物相容性材料制备而成,所述多芯光纤、边孔光纤、单模光纤的纤芯直径均为 $8.5\mu\text{m}$ ,多芯光纤、边孔光纤、单模光纤和多模光纤的包层直径均为 $125\mu\text{m}$ ,所述边孔光纤的空气腔直径为 $32\mu\text{m}$ ,边孔光纤的纤芯为圆形,且边孔光纤的空气腔与纤芯中心的距离为 $24\mu\text{m}$ 。

## 一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及光纤传感医疗装置技术领域,具体指一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统。

### 背景技术

[0002] 生物医学光子学已成为多学科交叉和高速发展的领域,也是生命科学和医学成像等重要学科前沿领域研究的重要组成部分。OCT是生物医学光子学研究中的一种重要的成像技术,因为它可以高速的、高分辨率的使组织结构可视化。柔性光纤探针制备技术的进步推动了在体OCT成像技术的发展。在1996年,Tearney等人利用早期的导管得到人体冠状动脉OCT图像。为了减少人体不自觉运动的影响,Makita等报道了人体视网膜上无创的多普勒OCT。2013年W.J.Choi等人展示了体内脉络膜毛细血管和脉络膜微血管成像,研制了一种高速波长扫描的OCT原理样机。同年,HarshaRadhakrishnan和VivekJ.Srinivasan应用光学相干断层扫描血管造影术对大鼠躯体感觉皮层中不同血管区域的功能性充血进行成像。2016年WeiChen等人提出了高速SS-ODT系统,通过谱相位编码和轴向扫描之间的瞬时相关性,有效地减小了扫频光源触发引起的相位误差,该系统成功对大鼠进行三维脑血管成像,并能有效监测到0.3mm/s-3cm/s的血液流速。

[0003] 目前,对组织进行探测的OCT技术有待进一步深入的研究,因为该领域需要复合探测技术、医疗设备、体外研究以及对患者的临床前研究和临床成像研究相结合。在血管内复杂环境下的成像需要对包括生物组织在内的多参量进行同步,而目前还没有一种医疗系统能够实现在体组织的功能成像及多参量同时测量。OCT作为一种强有力的生物医学成像方法具有更高的灵敏度与分辨率,OCT成像有助于了解各种疾病,包括斑块形态及其在心肌梗塞中的作用。但这个仅仅只能实现对病变组织的成像,而且目前成像探针、温度、压力等探针尺寸大,无法进入微细血管等组织,使得对微细组织成像及多参量同时测量存在极大困难。

[0004] 因此,现有技术还有待于改进和发展。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于针对现有技术的缺陷和不足,提供一种结构合理、

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 本发明所述的一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,包括光源模块、第一耦合器、第一环形器、干涉模块、异型光纤微探针、光电探测器、平衡探测器和数据处理模块,所述光源模块与第一耦合器的输入端口连接,第一耦合器的两个输出端口分别连接干涉模块的输入端和第一环形器的端口A;所述异型光纤微探针通过扇形光纤束分别连接干涉模块的一个干涉臂和第一环形器的端口B,平衡探测器分别连接干涉模块和数据处理模块,光电探测器分别连接第一环形器的端口C和数据处理模块;所述异型光纤微探针由单模光纤、多芯光纤、边孔光纤和多模光纤熔接制备而成,多芯光纤的其中一个偏心纤芯上光

刻有FBG光栅,且该偏心纤芯与边孔光纤的空气腔连接进而构成F-P压敏腔。

[0008] 根据以上方案,所述干涉模块包括第二耦合器、第三耦合器、第二环形器、第三环形器和光纤延迟线,第一耦合器的输出端口与第二耦合器的输入端口连接,第二耦合器的两个输出端口分别与第二环形器的A端口、第三环形器的A端口连接,所述第二环形器的B端口与光纤延迟线连接,第三环形器的B端口通过扇形光纤束与异型光纤微探针连接;所述第二环形器的C端口和第三环形器的C端口分别与第三耦合器的两个输入端口连接,且第三耦合器的输出端口与平衡探测器连接。

[0009] 根据以上方案,所述干涉模块还包括扇形光纤束,异型光纤微探针与扇形光纤束的输入端口连接,扇形光纤束的两个输出端口分别连接第一环形器的B端口和第三环形器的B端口。

[0010] 根据以上方案,所述数据处理模块包括数据采集卡 and 数据处理终端,数据处理终端包含了数据分析处理模块、图像处理模块和温度模块。

[0011] 根据以上方案,所述异型光纤微探针封装在直径小于0.5mm的开窗柔性套管内,开窗柔性套管采用生物相容性材料制备而成,所述多芯光纤、边孔光纤、单模光纤的纤芯直径均为8.5 $\mu\text{m}$ ,多芯光纤、边孔光纤、单模光纤和多模光纤的包层直径均为125 $\mu\text{m}$ ,所述边孔光纤的空气腔直径为32 $\mu\text{m}$ ,边孔光纤的纤芯为圆形,且边孔光纤的空气腔与纤芯中心的距离为24 $\mu\text{m}$ 。

[0012] 本发明有益效果为:本发明结构合理,将OCT探针与FBG感温光栅、F-P压力敏感单元集成为一体,OCT成像观测图像分辨率高;可对在体组织进行温度、压力等参量进行同时测量;在人体微血管等其他组织的在体检测诊断和激光手术过程中,能够精确的观测组织形态并对其进行高分辨率大范围成像,同时实时监测其压力、温度等参量,对在体组织疾病诊断等具有重要意义。

## 附图说明

[0013] 图1是本发明的整体结构示意图。

[0014] 图中:

[0015] 1、光源模块;11、异型光纤微探针;12、光电探测器;13、平衡探测器;14、扇形光纤束;15、;16、数据采集卡;17、数据处理终端;21、第一耦合器;22、第二耦合器;23、第三耦合器;31、第一环形器;32、第二环形器;33、第三环形器。

## 具体实施方式

[0016] 下面结合附图与实施例对本发明的技术方案进行说明。

[0017] 如图1所示,本发明所述的一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统,包括光源模块1、第一耦合器21、第一环形器31、干涉模块、异型光纤微探针11、光电探测器12、平衡探测器13和数据处理模块,所述光源模块1与第一耦合器21的输入端口连接,第一耦合器21的两个输出端口分别连接干涉模块的输入端和第一环形器31的端口A;所述异型光纤微探针11通过扇形光纤束分别连接干涉模块的一个干涉臂和第一环形器31的端口B,平衡探测器13分别连接干涉模块的输出端和数据处理模块,光电探测器12分别连接第一环形器31的端口C和数据处理模块;所述异型光纤微探针11由单模光纤、多芯光纤、边孔光纤和多

模光纤熔接制备而成,多芯光纤的其中一个偏心纤芯上光刻有FBG光栅,且该偏心纤芯与边孔光纤的空气腔连接进而构成F-P压敏腔;所述光源模块1的光信号经过第一耦合器21后一分为二,两路光信号分别经过干涉模块和第一环形器13后进入异型光纤微探针11,其中一路光信号经由多芯光纤的中轴纤芯、边孔光纤和多模光纤产生光学信号,光学信号返回干涉模块产生OCT组织信号光,再通过平衡探测器13降噪处理获得图像信号;另一路光信号经由多芯光纤的偏心纤芯,通过FBG光栅和F-P压敏腔获得温度和压力光信号,温压光信号经过第一环形器31输出给光电探测器12进行转换,最终由数据采集卡获取图像信号和温压信号并输出给数据处理模块;从而实现将OCT探针与FBG感温光栅、F-P压力敏感单元集成为一体,可对在体组织进行温度、压力等参量进行同时测量,在人体微血管等其他组织的在体检测诊断和激光手术过程中,能够精确的观测组织形态并对其进行高分辨率大范围成像,同时实时监测其压力、温度等参量,对在体组织疾病诊断等具有重要意义。

[0018] 所述干涉模块包括第二耦合器22、第三耦合器23、第二环形器32、第三环形器33和光纤延迟线15,第一耦合器21的输出端口与第二耦合器22的输入端口连接,第二耦合器22的两个输出端口分别与第二环形器32的A端口、第三环形器33的A端口连接,所述第二环形器32的B端口与光纤延迟线15连接,第三环形器33的B端口通过扇形光纤束与异型光纤微探针11连接;所述第二环形器32的C端口和第三环形器33的C端口分别与第三耦合器23的两个输入端口连接,且第三耦合器23的输出端口与平衡探测器13连接;所述第二环形器32和光纤延迟线15作为光学相干成像参考臂,第三环形器33和异型光纤微探针11构成图像信号采样臂,所述的第一环形器31、第二环形器32、第三环形器33的传播方向均为端口A-端口B-端口C-端口A;异型光纤微探针11获得组织的光反射信号经由第三环形器33导入第三耦合器23,同时第三耦合器23获得第二环形器32中反馈的干涉信号,产生携带OCT组织信号光并输出给平衡探测器;而异型微探针11获得的温压物理参量信号则经由第一环形器31导入光电探测器12。

[0019] 所述干涉模块还包括扇形光纤束14,异型光纤微探针11与扇形光纤束14的输入端口连接,扇形光纤束14的两个输出端口分别连接第一环形器31的B端口和第三环形器33的B端口,所述扇形光纤束14用于连接异型光纤微探针11与两个环形器以分别传导和反馈组织光信号和物理参量光信号。

[0020] 所述数据处理模块包括数据采集卡16和数据处理终端17,数据处理终端17包含了数据分析处理模块、图像处理模块和温度模块。

[0021] 所述异型光纤微探针11封装在直径小于0.5mm的开窗柔性套管内,开窗柔性套管采用生物相容性材料制备而成,所述多芯光纤、边孔光纤、单模光纤的纤芯直径均为 $8.5\mu\text{m}$ ,多芯光纤、边孔光纤、单模光纤和多模光纤的包层直径均为 $125\mu\text{m}$ ,所述边孔光纤的空气腔直径为 $32\mu\text{m}$ ,边孔光纤的纤芯为圆形因此不存在几何双折射从而可提高图像分辨率,且边孔光纤的空气腔与纤芯中心的距离为 $24\mu\text{m}$ 。

[0022] 以上所述仅是本发明的较佳实施方式,故凡依本发明专利申请范围所述的构造、特征及原理所做的等效变化或修饰,均包括于本发明专利申请范围内。

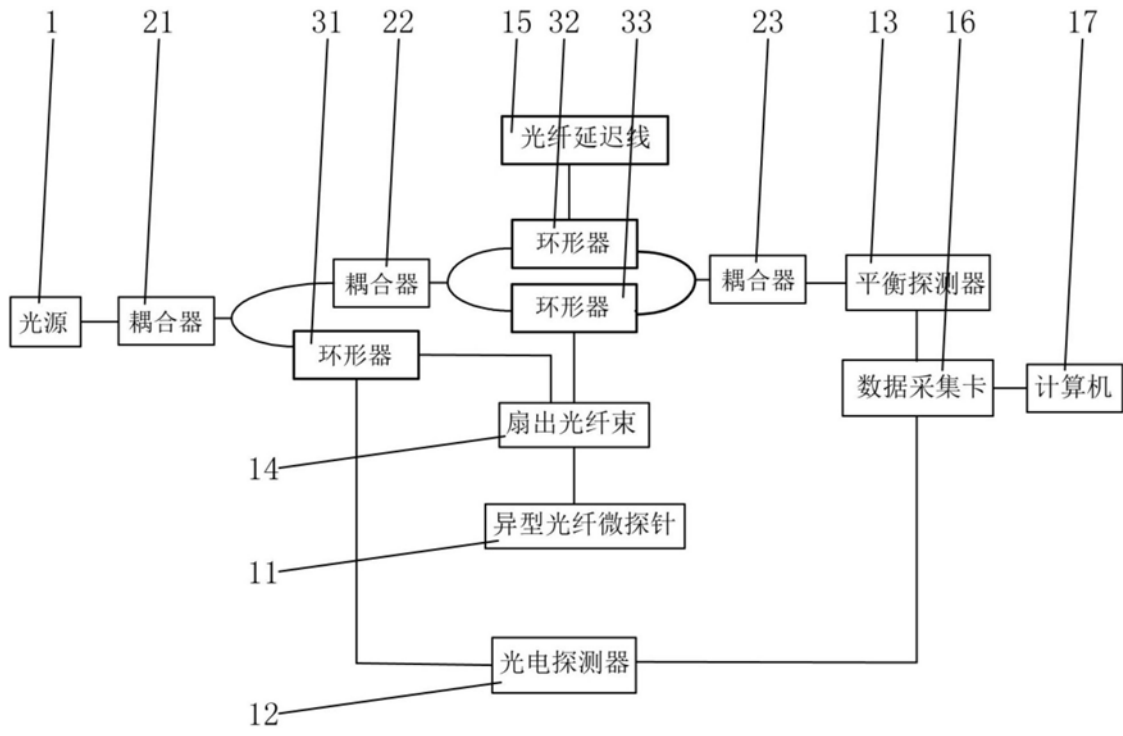


图1

|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统   |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN108937850A</a>                                    | 公开(公告)日 | 2018-12-07 |
| 申请号            | CN201810480988.4  | 申请日     | 2018-05-18 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 武汉理工大学  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 武汉理工大学  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 武汉理工大学  |         |            |
| [标]发明人         | 童杏林<br>熊巧<br>邓承伟<br>张翠  |         |            |
| 发明人            | 童杏林<br>熊巧<br>邓承伟<br>张翠  |         |            |
| IPC分类号         | A61B5/00  |         |            |
| CPC分类号         | A61B5/0066 A61B5/0084 A61B2562/0238 A61B2562/0247 A61B2562/0271 |         |            |
| 代理人(译)         | 张惠玲   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                  |         |            |

摘要(译)

本发明涉及光纤传感医疗装置技术领域，具体指一种集成光纤传感在体多参量测量的OCT成像系统；包括光源模块、第一耦合器、第一环形器、干涉模块、异型光纤微探针、光电探测器、平衡探测器，第一耦合器的两个输出端口分别连接干涉模块输入端和第一环形器的端口A；异型光纤微探针通过扇形光纤束分别连接干涉模块的一个干涉臂和第一环形器的端口B，平衡探测器分别连接干涉模块和数据处理模块，光电探测器分别连接第一环形器的端口C和数据处理模块；本发明结构合理，将OCT探针与FBG感温光栅、F-P压力敏感单元集成为一体，对在体组织进行温度、压力等参量同时测量；实现精确观测组织形态和高分辨率大范围成像，对在体组织诊断等具有重要意义。

