



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106175684 B

(45)授权公告日 2018.12.21

(21)申请号 201610557176.6

(22)申请日 2016.07.13

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106175684 A

(43)申请公布日 2016.12.07

(73)专利权人 华南师范大学  
地址 510631 广东省广州市天河区石牌中山大道西55号

(72)发明人 苏尼·斯万伯格 林惠莺 李宛莎  
陈鹏 张浩 卡塔琳娜·斯万伯格

(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 付茵茵

(51)Int.Cl.  
A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件

US 8190240 B2,2012.05.29,  
WO 2010/109192 A1,2010.09.30,  
CN 1544947 A,2004.11.10,  
Zhang, Hao等.Optical detection of middle ear infection using spectroscopic techniques: phantom experiments.《Journal of Biomedical Optics 》.2015,第20卷(第5期),

Linda Persson等.Gas monitoring in human sinuses using tunable diode laser spectroscopy.《Journal of Biomedical Optics 》.2007,第12卷(第5期),

审查员 王珊珊

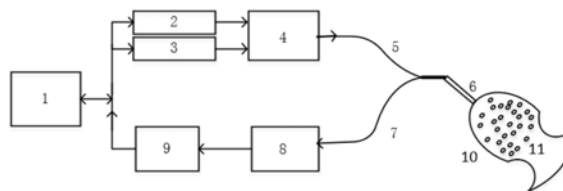
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备及其操作方法

(57)摘要

本发明涉及基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备包括电脑、电流控制器、温度控制器、激光器、一分二式光纤组(其中一端是带有探头的光纤,二端分别作为入射光纤、收集光纤)、探测器、放大器;电流控制器和温度控制器分别与激光器相接,控制激光器产生所需波长的激光;激光器与入射光纤相接;光纤探头与待测部位外侧接触;收集光纤、探测器、放大器依次相接;电脑和电流控制器、温度控制器、放大器分别连接。还涉及基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备的操作方法。本发明体积小,便携性高,花费低廉,运用GASMAS技术,能应用于股骨头早期坏死的诊断,并能区分各阶段的坏死程度,属于股骨头检测设备技术领域。



1. 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:包括电脑、电流控制器、温度控制器、激光器、带有可深入人体组织的光纤探头的一分二式光纤组、探测器、放大器;一分二式光纤组的一端是带有探头的光纤,起探测作用,一分二式光纤组的另一端包括入射光纤和收集光纤;电流控制器和温度控制器分别与激光器相接,控制激光器产生所需波长的激光;激光器与一分二式光纤组中的入射光纤相接;光纤探头与待测部位外侧接触;一分二式光纤组中的收集光纤、探测器、放大器依次相接;电脑和电流控制器、温度控制器、放大器分别连接;采用气体吸收光谱对股骨头内的气体进行吸收光谱信号的测量。

2. 按照权利要求1所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:所述带有探头的光纤是集成光纤,集成了多根光纤,包括入射光纤和收集光纤;带有探头的光纤里的多根光纤中,作为入射光纤的数量是一根,作为收集光纤的数量为多根,排列成环形,入射光纤位于围成环形的收集光纤的中心;带有探头的光纤中的入射光纤与一分二式光纤组中的入射光纤相通相连,带有探头的光纤中的收集光纤与一分二式光纤组中的收集光纤相通相连,一分二式光纤组中的收集光纤中亦集成了多根光纤,与带有探头的光纤中的收集光纤一一对应相通相连。

3. 按照权利要求2所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:所述带有探头的光纤集成为光纤探头,光纤探头的直径为2mm,沿着预先开好的微创口深入人体并到达股骨头表面。

4. 按照权利要求2所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:所述带有探头的光纤中的入射光纤和收集光纤之间的距离为0.5mm。

5. 按照权利要求1所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:所述带有探头的光纤是集成光纤,集成了多根光纤,包括入射光纤和收集光纤;带有探头的光纤中,作为入射光纤的数量是一根,作为收集光纤的数量为多根,排列成环形,入射光纤位于围成环形的收集光纤的中心;带有探头的光纤中的入射光纤与一分二式光纤组中的入射光纤相通,带有探头的光纤中的收集光纤与一分二式光纤组中的收集光纤相通,一分二式光纤组中的收集光纤中亦集成了多根光纤,与带有探头的光纤中的收集光纤一一对应相通;光纤探头直径为2mm,沿着预先开好的微创口深入人体并到达股骨头表面;带有探头的光纤中的入射光纤和收集光纤之间的距离为0.5mm。

6. 按照权利要求1所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:所述带有探头的光纤向股骨头发射激光信号,并接收股骨头反射的激光信号,然后传输给探测器,计算机处理分析股骨头内气体的气体吸收光谱。

7. 按照权利要求1至6中任一项所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:电流控制器和温度控制器控制并改变激光器发出的激光的波长,使得带有探头的光纤所接收的股骨头反射的信号中包括有激光多普勒频移信号,计算机根据激光多普勒频移信号处理分析出有关股骨头的血流速度信息。

8. 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,其特征在于:包括电脑、电流控制器、温度控制器、激光器、入射光纤、收集光纤、探测器、放大器;电流控制器和温度控制器分别与激光器相接,控制激光器产生所需波长的激光;激光器与入射光纤相接;收集光纤、探测器、放大器依次相接;电脑和电流控制器、温度控制器、放大器分别连接;采用气体吸收光谱对股骨头内的气体进行吸收光谱信号的测量。

9. 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备的操作方法, 采用权利要求1-7中任一项所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备, 其特征在于: 包括如下步骤:

(1) 在电流控制器和温度控制器的作用下, 激光器产生所需波长的激光;

(2) 激光通过一分二式光纤组中的入射光纤和带有探头的光纤中的入射光纤传输并照射到股骨头待测部位;

(3) 股骨头反射的激光信号被带有探头的光纤中的收集光纤收集, 经一分二式光纤组中的收集光纤到达探测器;

(4) 探测器将收集到的光信号转为电信号, 电信号经放大器放大后输入电脑;

(5) 电脑进行分析处理从而提取出股骨头里气体的吸收光谱信息。

10. 按照权利要求9所述的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备的操作方法, 其特征在于: 在步骤(5)后, 继续如下步骤:

(6) 在电流控制器和温度控制器的作用下, 激光器重新产生所需波长的激光;

(7) 激光通过带有探头的光纤照射股骨头待测部位;

(8) 股骨头反射的多普勒频移信号被带有探头的光纤收集, 到达探测器;

(9) 探测器将收集到的光信号转为电信号, 电信号经放大器放大后输入电脑;

(10) 电脑进行分析处理从而提取出光的多普勒频移信息, 得出股骨头的血流速度信息。

## 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备及其操作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种股骨头检测设备,具体的说,涉及一种基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备及其操作方法。

### 背景技术

[0002] 髋关节病症是非常常见的骨科疾病,多发于中老年人群中。髋关节病症主要包括由于意外造成的股骨颈断裂,股骨头或髋臼的一般性坏死。骨科医生通常根据股骨头的病变情况采取不同的手术治疗措施,其中包括股骨颈穿钉手术和全髋关节置换手术。因此,实现股骨头病变情况的精确诊断是至关重要的。股骨头坏死的一个主要特征是股骨骨膜处血流供应不足。因此,根据股骨头附近的血液供应情况对评估髋关节状态具有十分重要的意义。

[0003] 然而,到目前为止,在临床上仍然缺乏能够准确评估髋关节病变情况的诊断工具。通常,鸟类动物为了适应飞行,其大部分骨头进化成具有空洞(气腔),从而减轻自身重量,然而,一般来说,人类的股骨头或者其他骨头并不具有充满气体的气腔。我们目前提出的理论假设是当人体组织出现坏死时,其腐变过程会生成气体并且产生充满气体的孔隙。这种情况同样也会发生在由于血液供应不足而导致的股骨头坏死中。腐变过程中通常会生成甲烷气体和二氧化碳气体,与此同时,水蒸气也将产生。根据Arden-Buck关系式可知,由于人体内含有水,所以人体中(37℃)水蒸气相对湿度是100%,水蒸气浓度只与环境温度有关。本发明提出的一个设想是一种光学探测方法——散射介质中的气体吸收光谱(Gas scattering media absorption spectroscopy,GASMAS)来探测由于股骨头坏死而在孔隙里产生的气体信号。

[0004] 气体的吸收谱线宽度远远小于固体或液体的吸收谱线宽度(大约为1/10000)。根据这一特征,散射介质中的气体吸收光谱技术利用波长调制技术,使得固体介质中的弱气体吸收特征被灵敏的电子设备所探测。人体组织在生物组织光学窗口(即波长范围为600-1400nm)是相对透明的,其中水蒸气在约820nm和约937nm处存在特征吸收线,而氧气分子则在约760nm(氧气A带)处存在特征吸收线。在医学领域中,GASMAS技术已经成功应用于人体鼻窦,中耳模型,新生婴儿的肺部和肠道中气体的无创检测的研究。最近,该技术被应用于研究面团发酵过程中产生气体的过程,这与股骨头坏死而形成充满气体的孔隙有许多相似之处。

### 发明内容

[0005] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的是:提供一种能对股骨头进行坏死诊断的基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备及其操作方法。

[0006] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0007] 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备:包括电脑、电流控制器、温度

控制器、激光器、带有可深入人体组织的光纤探头的一分二式光纤组(其中一端是带有探头的光纤,起探测作用,二端分别做为入射光纤和收集光纤)、探测器、放大器;电流控制器和温度控制器分别与激光器相接,控制激光器产生所需波长的激光;激光器与一分二式光纤组中的入射光纤相接;光纤探头与待测部位外侧接触;一分二式光纤组中的收集光纤、探测器、放大器依次相接;电脑和电流控制器、温度控制器、放大器分别连接。

[0008] 作为一种优选,所述带有探头的光纤是集成光纤,集成了多根光纤,分别作为入射光纤和收集光纤;带有探头的光纤里的多根光纤中,作为入射光纤的数量是一根,作为收集光纤的数量为多根,排列成环形,入射光纤位于围成环形的收集光纤的中心;带有探头的光纤中的入射光纤与一分二式光纤组中的入射光纤相通相连,带有探头的光纤中的收集光纤与一分二式光纤组中的收集光纤相通相连,收集光纤中亦集成了多根光纤,与带有探头的光纤中的收集光纤一一对应相通相连。

[0009] 作为一种优选,带有探头的光纤集成为光纤探头,光纤探头的直径为2mm,长度可以根据不同体型的患者进行选择,沿着预先开好的微创口深入人体并到达股骨头表面。

[0010] 作为一种优选,所述带有探头的光纤中的入射光纤和收集光纤之间的距离为0.5mm。

[0011] 作为一种优选,用两条单独的光纤代替一分二式光纤组,分别作为入射光纤和收集光纤,以增加探测距离;作为入射光纤的数量是一根,入射光纤探头安装在入射光纤的端部;收集光纤是集成光纤,集成多根光纤,排列成环形,收集光纤探头安装在收集光纤的端部;两者沿着预先开好的微创口深入人体并到达股骨头表面,并保持合适的探测距离(2mm-10mm),使得信号最优化。

[0012] 作为一种优选,带有探头的光纤向股骨头发射激光信号,并接收股骨头反射的激光信号,然后传输给探测器,计算机处理分析股骨头内气体的气体吸收光谱。

[0013] 作为一种优选,基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,保持探测模型,改变激光器发出的激光波长,一分二式光纤组的光纤探针所接收的股骨头反射的信号中包括有激光多普勒频移信号,计算机处理分析出有关股骨头的血流速度信息。此处所说的光纤探针,跟一分二式光纤组一样,测量模型一样,就只是改变激光波长。

[0014] 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备的操作方法,包括如下步骤:

[0015] (1) 在电流控制器和温度控制器的作用下,激光器产生所需波长的激光;

[0016] (2) 激光通过一分二式光纤组中的入射光纤和带有探头的光纤中的入射光纤传输并照射到股骨头待测部位;

[0017] (3) 股骨头反射的激光信号被带有探头的光纤中的收集光纤收集,经一分二式光纤组中的收集光纤到达探测器;

[0018] (4) 探测器将收集到的光信号转为电信号,电信号经放大器放大后输入电脑;

[0019] (5) 电脑进行分析处理从而提取出股骨头里气体的吸收光谱信息。

[0020] 作为一种优选,在步骤(5)后,继续如下步骤:

[0021] (6) 在电流控制器和温度控制器的作用下,激光器重新产生所需波长的激光;

[0022] (7) 激光通过光纤探针照射股骨头待测部位;

[0023] (8) 股骨头反射的多普勒频移信号被光纤探针收集,到达探测器;

[0024] (9) 探测器将收集到的光信号转为电信号,电信号经放大器放大后输入电脑;

[0025] (10) 电脑进行分析处理从而提取出光的多普勒频移信息,得出股骨头的血流速度信息。

[0026] 本发明的原理是:设备采用现有的仪器搭建成全新的诊断系统,首次将激光光谱技术应用于股骨头病变的检测。重新设计了一分二式光纤组的结构,使其适用于股骨头病变的检测。在激光光谱技术的基础上融入了激光多普勒技术,使得测量结果更为精准。

[0027] 总的说来,本发明具有如下优点:

[0028] 1. 本发明运用GASMAS技术,能应用于股骨头早期坏死的诊断,以及能区分各阶段的坏死程度。

[0029] 2. 设备体积小,便携性高,花费低廉。

[0030] 3. 本发明通过一分二式光纤组对人体组织进行探测,尺寸小,具有微创优势,目标患者都能够使用,普适性高。

[0031] 4. 本发明还可以同时结合激光多普勒技术使用,分析人体组织的血液灌注量。两种技术结合,可以得到两种不同方面的信息,使测量结果更精准。

## 附图说明

[0032] 图1是基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备的结构示意图。

[0033] 图2是实施例一的一分二式光纤组的结构示意图。

[0034] 图3是图2的集成光纤的探头的剖面图。

[0035] 图4是实施例二的用两条单独的光纤代替一分二式光纤组的结构示意图。

[0036] 图5是图4的收集光纤的探头的剖面图。

[0037] 图6是采用本发明设备测得的人体坏死股骨头内的气体吸收信号。

[0038] 图7是实施例二的使用状态的立体图。

[0039] 其中,1为电脑、2为电流控制器、3为温度控制器、4为激光器、5为入射光纤、6为光纤探头、7为收集光纤、8为探测器、9为放大器,10为股骨头,11为气孔。

## 具体实施方式

[0040] 下面来对本发明做进一步详细的说明。

[0041] 实施例一

[0042] 基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备,包括电脑、电流控制器、温度控制器、激光器、带有可深入人体组织的光纤探头的一分二式光纤组(其中一端是带有探头的光纤,起探测作用,二端分别作为入射光纤和收集光纤)、探测器、放大器;电流控制器和温度控制器分别与激光器相接,控制激光器产生所需波长的激光;激光器与一分二式光纤组中的入射光纤相接;光纤探头与待测部位外侧接触;一分二式光纤组中的收集光纤、探测器、放大器依次相接;电脑和电流控制器、温度控制器、放大器分别连接。

[0043] 本发明利用激光光谱技术,主要是GASMAS技术对股骨头内的气体进行吸收光谱信号的测量,同时可以结合激光多普勒技术对股骨头的血流灌注量进行测量,进而股骨头进行坏死诊断。GASMAS技术测量的是伴随人体组织在坏死过程中产生的自由气体信号,间接评价人体组织状况,能应用于人体组织早期坏死的诊断。而激光多普勒技术则是通过测量组织里血液的流速来进行分析评估的。本发明可用于测量分析人体股骨头的状况,是否坏

死及其坏死程度。

[0044] 激光器经由温度控制器和电流控制器控制产生所需波长的光,所产生的光经光纤探头深入人体组织并到达股骨头表面部位,光从股骨头中被散射后被探头收集,传输到收集光纤,再传到探测器,探测器将采集到的光信号变成电信号,然后经放大器放大后发送至电脑进行分析处理从而提取出股骨头里气体的吸收光谱信息,进而对股骨头坏死进行诊断。

[0045] 为了使得测量结果更为准确,加入光的多普勒频移信息结合分析,只需改变激光的输出波长。在使用激光多普勒技术进行分析时,从探针内发射出来的激光,照射在被测组织上,由于被测组织内有流动的血流,光照射在血流上将发生光的多普勒效应,反射回来的光,携带着光的多普勒频移量,经过探针接收,然后通过光纤把多普勒频移信号的光传到光电探测器上,把光信号转变成电信号,然后进行信号的放大,送入电脑进行数据处理,把含有多普勒频移的模拟信号转变成数字信号,求出对应的血流速度信息。其光频率差一般在 $10^3-10^5\text{Hz}$ 范围内,根据激光多普勒原理可以评估骨髓内的血液灌注量,进而对股骨头的缺血性坏死进行诊断研究。

[0046] 光纤探头端集成了入射光纤和收集光纤;光纤探头中的作为入射光纤的数量是一根;收集光纤的数量为多根,排列成环形;入射光纤位于围成环形的收集光纤的中心。光纤探头中的入射光纤与一分二式光纤组中的入射光纤相通,光纤探头中的收集光纤与一分二式光纤组中的收集光纤相通;所述光纤探头直径大约为2mm,长度可以根据不同体型的患者进行选择,沿着预先开好的微创口深入人体并到达股骨头表面。采用后向散射探测方式,并且光纤探头中入射光纤和收集光纤间有一距离。考虑到水对光有较强的吸收,而且确保探测器能够接收到最大量的漫反射光,探头中的入射光纤和收集光纤保持在0.5mm之间。

[0047] 激光器为连续、单模、半导体激光器,在GASMAS测量中其发射波长在所探测气体的吸收光谱区。一般为氧气和水蒸气,波长分别为760nm和937nm。使用低频的三角波调制激光,用来线性扫描激光波长得到所选谱线的吸收光谱。在激光多普勒测量时,使用激光波长为780nm。

[0048] 本发明在GASMAS测量时应用波长调制光谱技术,在低频三角波上叠加高频的正弦波对出射激光进行调制,降低 $1/f$ 背景噪声。经过调制的吸收信号可以通过模拟或数字锁相技术提取出气体吸收的谐波信号,通常的测量信号是二次谐波信号。

[0049] 本发明在使用激光多普勒技术进行分析时,探测器探测到从流动的血液细胞和静止的组织结构所散射的混合光,流动的血液细胞所散射的光会产生一定的频移。根据混合光束在探测器上产生的干涉信号,可以得到光的频率差,通常在 $10^3-10^5\text{Hz}$ 范围内。根据激光多普勒原理: $\Delta f/f=v/c$ , (其中 $f$ 为入射光频率, $v$ 为血液流动速度, $c$ 为真空的光速, $\Delta f$ 为混合光束的频率差),可以算出血液的流动速度 $v$ ,进而评估组织的血液灌注量,对股骨头的缺血性坏死进行诊断。

[0050] 利用本发明测量人体坏死股骨头内的气体信号,可以得到如图6所示的二次谐波信号。由于正常人体股骨头内不存在气体,二次谐波信号的出现表明该股骨头出现了坏死。

[0051] 实施例二

[0052] 本实施例中,采用两根独立的光纤,分别起入射光和收集光的作用,光纤末端都有探头;多根光纤集成一体作为收集光纤,排列成环形;

[0053] 图7所示,检测时两者沿着预先开好的微创口深入人体,到达邻近股骨头表面的位置上,置入位置保证入射光纤探头和收集光纤探头之间的距离为2mm-10mm。理论上此间距越宽,测量深度越深,但是并不是间距越宽越好,间距超过一定距离,收集光纤接收不到激光信号,则无法进行数据分析。入射光纤探头和收集光纤探头的间距会影响所测量信号的大小,因此选择合适的间距可以使得测量的信号最优化。

[0054] 本实施例未提及部分同实施例一。

[0055] 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。

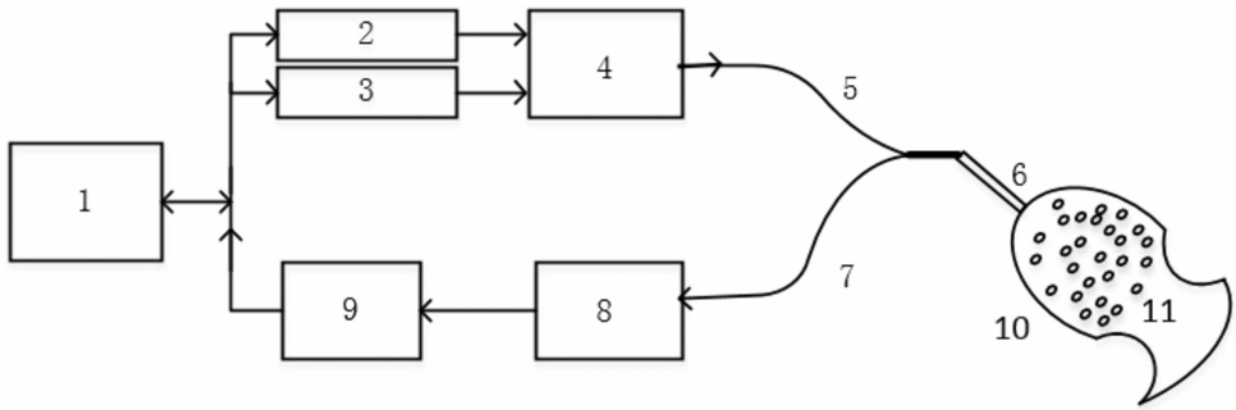


图1

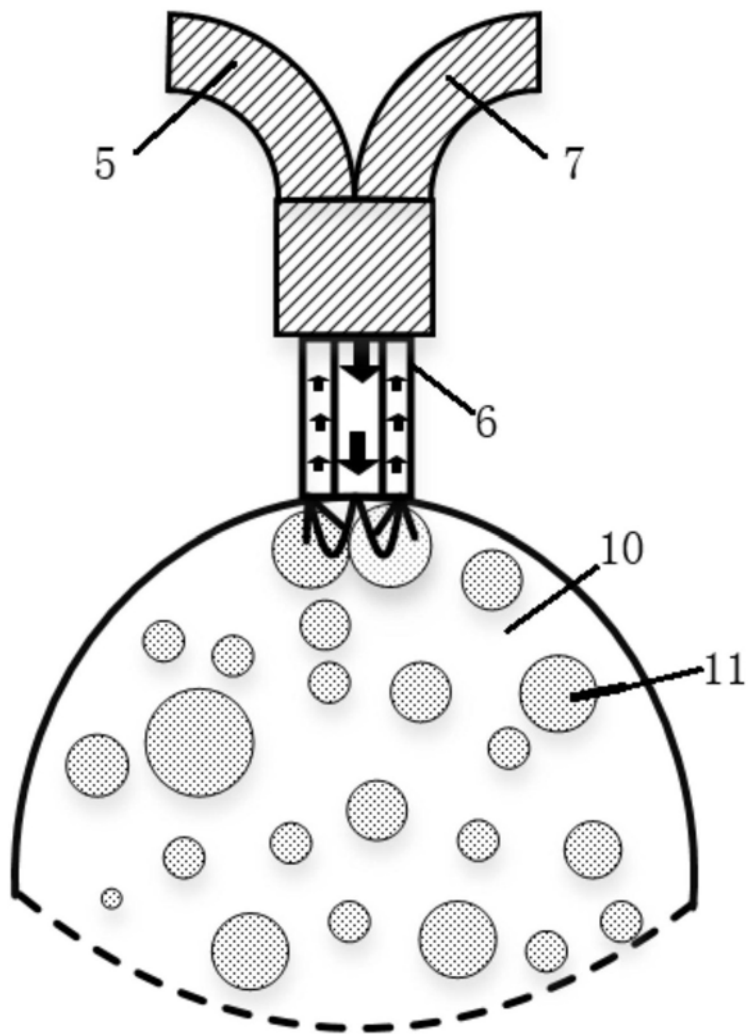


图2

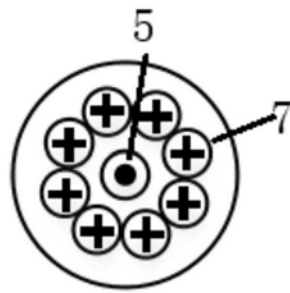


图3

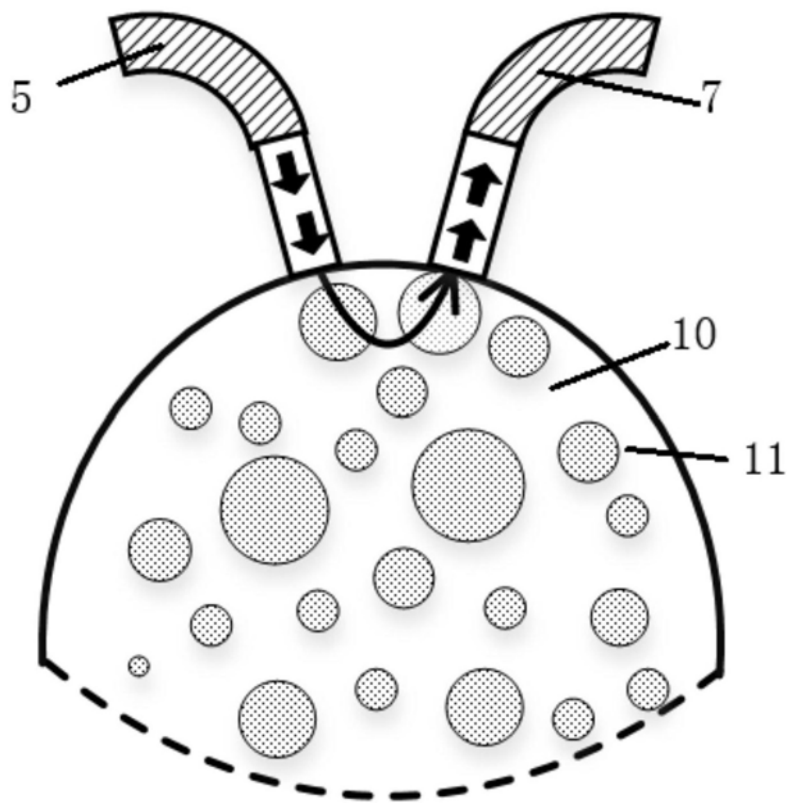


图4

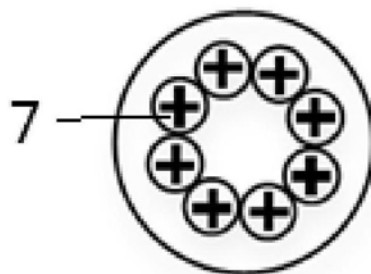


图5

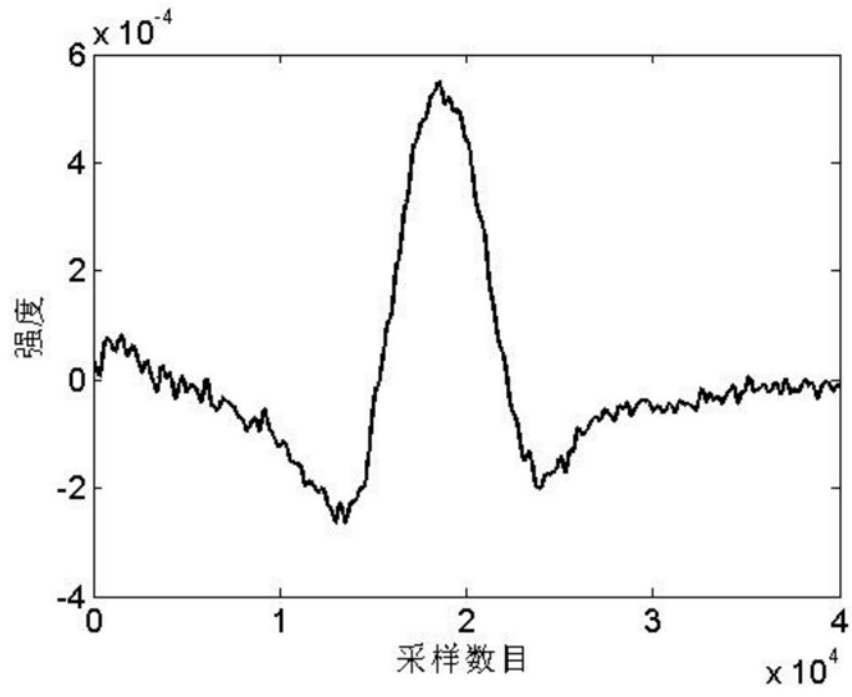


图6

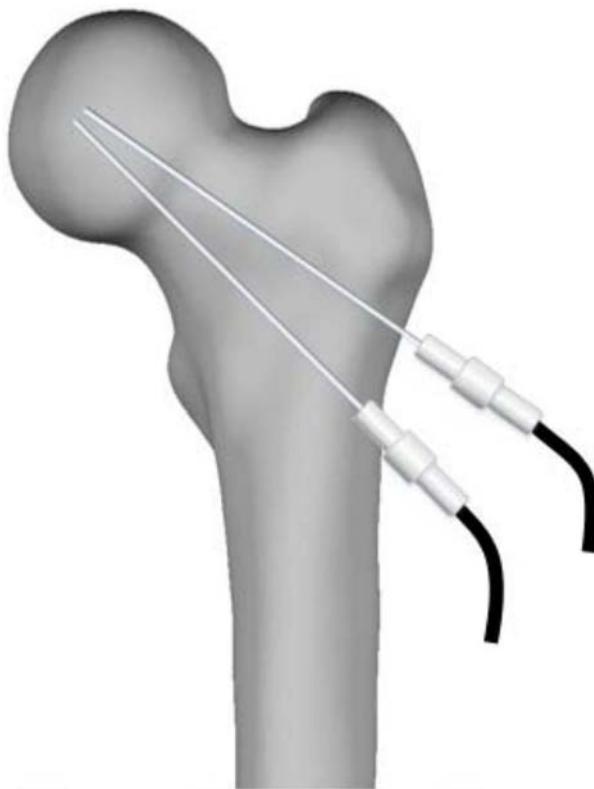


图7

专利名称(译)	基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备及其操作方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN106175684B</a>	公开(公告)日	2018-12-21
申请号	CN201610557176.6	申请日	2016-07-13
[标]申请(专利权)人(译)	华南师范大学		
申请(专利权)人(译)	华南师范大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南师范大学		
[标]发明人	苏尼斯万伯格 林惠莺 李宛莎 陈鹏 张浩 卡塔琳娜斯万伯格		
发明人	苏尼·斯万伯格 林惠莺 李宛莎 陈鹏 张浩 卡塔琳娜·斯万伯格		
IPC分类号	A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/0075 A61B5/4504		
审查员(译)	王珊珊		
其他公开文献	CN106175684A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明涉及基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备包括电脑、电流控制器、温度控制器、激光器、一分二式光纤组(其中一端是带有探头的光纤,二端分别作为入射光纤、收集光纤)、探测器、放大器;电流控制器和温度控制器分别与激光器相接,控制激光器产生所需波长的激光;激光器与入射光纤相接;光纤探头与待测部位外侧接触;收集光纤、探测器、放大器依次相接;电脑和电流控制器、温度控制器、放大器分别连接。还涉及基于激光光谱技术的人体股骨头病变早期诊断设备的操作方法。本发明体积小,便携性高,花费低廉,运用GASMAS技术,能应用于股骨头早期坏死的诊断,并能区分各阶段的坏死程度,属于股骨头检测设备技术领域。

