

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101083936 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200580043838.8

(22) 申请日 2005.12.15

(30) 优先权数据

04300924.0 2004.12.20 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.06.20

(86) PCT申请的申请数据

PCT/IB2005/054261 2005.12.15

(87) PCT申请的公布数据

W02006/067699 EN 2006.06.29

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 C·普雷苏拉 M·范赫彭

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 李亚非 刘红

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006.01)

(56) 对比文件

US 6466806 B1, 2002.10.15, 说明书第1栏第13-20行, 第3栏第12-44行, 第4栏第12-18行.

US 2003/0167002 A1, 2003.09.04, 说明书第[0135]-[0137]段, 第[0143], [0144]段、图5A, 5B.

US 6405069 B1, 2002.06.11, 说明书第5栏第20-32行, 第6栏第55-57行.

审查员 李清娜

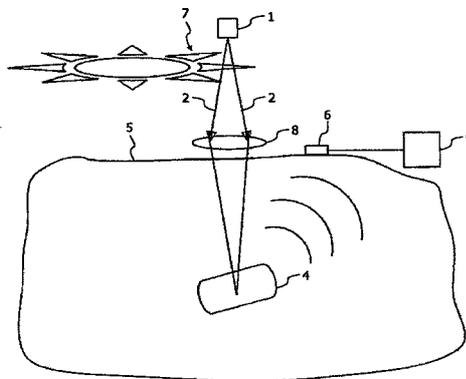
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

身体结构研究

(57) 摘要

将脉冲辐射射束朝向具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构引导, 将这种辐射以脉冲调制频率脉动。探测器探测从入射脉冲辐射生成的在身体内引起的声振荡, 并产生表示这些声振荡的一个或多个参数的输出信号。控制系统控制辐射输送装置的运行, 且处理器处理探测器输出信号。脉冲辐射的脉冲调制频率在预定的调制频率范围内变化, 且处理器从探测器输出确定结构共振频率。



1. 用于研究具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构 (4) 的设备, 所述设备包括:

辐射输送装置 (1、7、8), 所述辐射输送装置 (1、7、8) 布置成将脉冲辐射 (2) 引向所述身体结构, 其中所述辐射以脉冲调制频率脉动;

探测器装置 (6、9), 所述探测器装置 (6、9) 用于探测从入射的脉冲辐射 (2) 生成的在身体内引起的声振荡, 并布置成产生表示所述声振荡的一个或多个参数的输出信号;

控制系统, 所述控制系统布置成控制所述辐射输送装置的运行, 所述控制系统包括处理器, 所述处理器布置成处理所述探测器装置的输出信号;

其中所述脉冲辐射的脉冲调制频率在预定的调制频率范围内变化, 且所述处理器从所述探测器装置的输出确定结构共振频率,

其中所述结构共振频率随着时间而变化且所述控制系统改变所述脉冲调制频率, 以随着时间与所述结构共振频率相匹配。

2. 如权利要求 1 所述的设备, 其中所述辐射输送装置 (1、7、8) 受控, 发射以脉冲调制频率脉动的辐射 (2), 所述脉冲调制频率与由所述处理器所确定的结构共振频率相匹配。

3. 如权利要求 1 所述的设备, 其中所述脉冲辐射是与所述结构或与所述结构相关的介质的吸收特征相匹配的预先选定的光谱波长轮廓。

4. 如权利要求 1 所述的设备, 其中所述脉冲辐射是激光辐射。

5. 如权利要求 1 所述的设备, 其中所述脉冲辐射是脉冲引导光束的形式。

6. 如权利要求 1 所述的设备, 其中所述探测器装置包括压电变换器。

7. 如权利要求 1 所述的设备, 其中所述探测器装置包括光学探测器装置。

8. 一种研究具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构 (4) 的方法, 所述方法包括:

将脉冲辐射 (2) 引向所述身体结构, 其中所述辐射以脉冲调制频率脉动;

探测 (6) 从入射脉冲辐射生成的在所述身体结构内引起的声振荡, 并产生表示所述声振荡的一个或多个参数的输出信号;

在预定的调制频率范围内调节所述脉冲辐射的脉冲调制频率, 以及从所探测到的声振荡确定结构共振频率,

其中所述结构共振频率随着时间而变化且控制系统改变所述脉冲调制频率, 以随着时间与所述结构共振频率相匹配。

9. 一种能够进行具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构研究的系统, 所述系统包括通过分析数据确定所述结构的共振频率的装置, 所述数据表示:

输出信号, 所述输出信号来自探测器装置并用于探测从引向所述结构的脉冲辐射生成的、在所述身体结构内引起的声振荡, 以及

所述脉冲辐射的脉冲调制频率在预定的调制频率范围内的变化,

其中所述结构共振频率随着时间而变化且控制系统改变所述脉冲调制频率, 以随着时间与所述结构共振频率相匹配。

10. 如权利要求 9 所述的系统, 所述系统能够使所述结构的物理性能是作为对于所述结构预计的时间差异共振频率的分析结果而确定的。

## 身体结构研究

### 技术领域

- [0001] 本发明涉及身体结构研究,尤其涉及人类或动物身体柔软结构的研究。  
[0002] 本发明尤其适用于用于如血液和血管分析的光声研究技术,如光声成像。

### 背景技术

[0003] 光声成像基于热膨胀原理。将光辐射,通常是来自激光器的光辐射从光源引导并在组织的受限容积内吸收,任何,组织的受限容积经历热膨胀和弛豫。温度的升高产生声瞬变,这种声瞬变穿过组织传播到表面。对于短的激光脉冲如 $\sim 12\text{ns}$ 来讲,压力与所吸收的能量密度线性成比例。在组织表面,灵敏声探测器,如压电探测器,探测声波振幅,且利用声传输时间可重新构造身体的内部结构,从而能够形成结构的图像。一般来讲,探测器的输出与所吸收的光能成比例。

[0004] 若将整个容积扫描,这种技术甚至可提供血管的3d图像。选择激光的波长以在血管中出现强烈的吸收,因此,将光在血管的血液中吸收,这样就导致高度的热膨胀和弛豫。

[0005] 在进行研究的结构的吸收系数小的情况下和/或例如结构在周围的组织如真皮中深达10mm的情况下,就会出现这个问题。为了解决这种问题,可利用声共振效果通过与结构的共振频率匹配的脉冲调制频率脉动入射光辐射射束来加强声信号。这可通过如斩断以共振频率的入射连续波光或提供产生以结构共振频率的脉冲的光源来实现。声共振效果使这种技术的可操作性得到了提高。通过吸收来自激光器的光,局部的血液温度升高,这样就在短时间内在组织中产生声波。若光的重复频率与血管的共振频率相匹配,那么这种声波就会由共振极大地放大。这反过来就会极大地增加到达声传感器的信号。利用共振技术的光声技术在美国专利6466806中公开。

### 发明内容

- [0006] 本发明设计出一种改进的技术。  
[0007] 根据一个方面,本发明提供用于具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构的研究的设备,这种设备包括:  
[0008] 辐射输送装置,这种辐射输送装置布置成朝向身体结构引导脉冲辐射,其中,将这种辐射以脉冲调制频率脉动;  
[0009] 探测器装置,这种探测器装置用于探测从入射脉冲辐射生成的在身体内引起的声振荡,并布置成产生表示这些声振荡的一个或多个参数的输出信号;  
[0010] 控制系统,这种控制系统布置成控制辐射输送装置的运行,这种控制装置包括处理器,这种处理器布置成处理探测器输出信号;  
[0011] 其中:脉冲辐射的脉冲调制频率在预定的调制频率范围内变化,且处理器从探测器输出确定结构共振频率。  
[0012] 优选辐射输送装置受控,以发射以脉冲调制频率脉动的辐射,这种脉冲调制频率与由处理器所确定的结构共振频率相匹配。

[0013] 在优选的实施中,结构共振频率随着时间而变化且控制系统改变脉冲调制频率,以随着时间而与结构共振频率相匹配。优选将脉冲调制频率连续改变,以随着时间与正在改变的结构共振频率相匹配。

[0014] 优选处理器在不同的时间确定结构共振频率。作为分析所预计的结构的时间差异共振频率的结果,优选处理器确定结构的物理特性。

[0015] 结构可循环性地变化,且可使脉冲调制频率通过该循环与共振频率相匹配。在循环中的不同点(或经常性地通过该循环)对脉冲调制频率的变化进行监测会展现出身体结构的物理变化。例如,在研究血管时,在循环中的不同点(或经常性地通过该循环)对脉冲调制频率的变化进行监测可展现出血管的柔韧性、心律、血压或其它参数。

[0016] 根据另一个方面,本发明提供研究具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构的方法,这种方法包括:

[0017] 朝向身体结构引导脉冲辐射,其中,将这种辐射以脉冲调制频率脉动;

[0018] 探测从入射脉冲辐射生成的在身体内引起的声振荡,并产生表示这些声振荡的一个或多个参数的输出信号;

[0019] 调节脉冲辐射的脉冲调制频率在预定的调制频率范围内,以及

[0020] 从所探测到的声振荡确定结构共振频率。

[0021] 优选脉冲辐射受控,以发射以脉冲调制频率脉动的辐射,这种脉冲调制频率与由所确定的结构共振频率相匹配。

[0022] 根据再一个方面,本发明提供使研究具有随着时间而改变的构造或物理特征的身体结构能够进行的系统,这种系统包括通过分析数据确定结构的共振频率的装置,这些数据表示:

[0023] 输出信号,这些输出信号来自探测器装置并用于探测从脉冲辐射生成的、朝向结构引导的在身体或结构内引起的声振荡,以及

[0024] 脉冲辐射的脉冲调制频率在预定的调制频率范围内的变化。

[0025] 使脉冲辐射的脉冲调制频率与由系统所确定的结构共振频率相匹配是有益的。在不同的时间确定结构共振频率是理想的。优选这种系统能够使结构的物理性能作为分析所预计的结构的时间差异共振频率的结果而确定。

[0026] 本发明以及所限定的系统可通过计算机程序产品来实现。

#### 附图说明

[0027] 将参考附图仅通过示例的方式对本发明进行进一步的说明,该附图是根据本发明的装置的示意图。

[0028] 图中示出了装置和根据本发明使用的系统的简化示意图。

#### 具体实施方式

[0029] 激光器 1 朝向结构 4 引导波长预先选定的光束 2,结构 4 以嵌入周围的活组织 5 中的血管形式。通常选定从激光器 1 发射的光束的波长,以与血液、血液成分或血管的选择性吸收波长相匹配。光在血管的血液中吸收,这就致使热膨胀和弛豫产生光声振动/振荡。在所示出的实施例中,所出现的透镜 8 将光束 2 聚焦,在实践中,可不要求这种透镜。

[0030] 将声探测器 6 定向,以探测由光声相互作用所引起的声振荡 / 振动。探测器 6 可以是压电变换器装置、光学探测器装置或其它装置。

[0031] 出于本说明书中所适当说明的原因,将光束 2 以调制脉冲频率脉动。可以用几种方式来提供频率调制光束 2。例如,可采用斩光器 7 来斩断连续波激光束。这在图中示出的实施例中进行了说明。光束 2 由旋转斩光器 7 斩成脉冲,旋转斩光器 7 周期性地阻挡激光束 2 的光径。

[0032] 或者,声光调制器 (AOM) 可用于调制连续波激光束。这种方法会允许比常规的斩光器高的调制频率,并消除了对与斩光器装置关联的移动部件的需求。或者,可采用具有可变重复频率的脉冲激光。在任何情形中,根据本发明,用于本设备的控制系统使脉冲重复 (调制) 频率和 / 或脉冲持续时间必须以受控方式变化到一种程度。

[0033] 根据本发明,脉冲调制频率与进行研究的结构的自然频率相匹配,在此情况下,这种结构是血管。血管中的共振可以以两种方式出现。

[0034] 血管起到器官管的作用来促进主要的共振振动。若考虑管的径向声激励 (主要共振振动),可用  $f = v/D$  来估算第一序共振频率,式中:  $v = 1402\text{m/s}$  是声音在水中的速度,这样就能够有效地对声音在血液的速度做出估计。对于  $D = 100\text{mm}$  的血管来讲,得到约为  $14\text{MHz}$  的共振频率,这在 AOM 的范围之内。

[0035] 血管壁的伸展和松弛也会出现。当血管由于血压 (由于心跳的原因) 的变化而膨胀时,血管的径向声共振频率 (见前面的描述) 就会发生变化。这种效果可用于确定心跳频率、血压和血管的柔韧性。

[0036] 接着,需要对强度调制的频率进行选择。由于体内存在具有不同直径的血管,所以每根血管具有不同的共振频率。因此,根据需要进行测量或成像的血管的尺寸,需要在某个频率范围对光的调制频率进行扫描。这样,由于共振的原因,通过将激光的脉冲调制频率调谐到血管的共振频率,就得到血管的增强的声振动。

[0037] 探测器 6 在组织表面探测声振幅和相位,且利用适当的处理器 9 通过使用声传输时间和相位可重新构造内部结构。一般来讲,探测器的输出与所吸收的光能成比例。

[0038] 利用共振增强的声成像,信号就大大强于常规的声成像中的信号。由于这种增强仅会增强血管的图像 (因为仅有血管共振),所以就更有特效。通过对某个频率范围进行扫描来选择调制光脉冲重复频率以及监测探测器的输出以选择共振目标频率特别有益。

[0039] 经过改进的灵敏度可允许对血液中的某些特定分子 (如葡萄糖) 的浓度进行测量。这可通过首先将激光的波长调节到所希望的分子上的峰值吸收然后将调制频率调节到具有强共振信号的频率来进行。然后声传感器上的强度会测量吸收量,这种吸收量与血液中的分子浓度相关联。

[0040] 由于心跳而导致的血管的伸展和松弛会致使血管的直径的变化并因此而会及时改变声共振频率。这种效果可用在探测器中。对激光输出进行控制 (尤其是通过来自处理器 9 的输出),以对某个频率范围进行扫描,并对探测器输出进行监测以及时选择用于不同点的共振目标频率 (如心动周期中的不同点)。

[0041] 通过对由心跳而导致的共振频率的变化进行监测,就可能发现血管的伸展量。这就给出了血管的柔韧性的信息。声共振频率可取决于血管中的压力。在此情况下,本发明可用在血压计中。对不同点的和改变所扫描的光脉冲调制频率的探测器信号进行及时处理

能够使不同的测量和观察得以进行。

[0042] 可设计出各种各样的变化形式。例如,可并不将光束聚焦,因为共振信号得到了增强。通过将更多的声传感器放置在不同的位置并对信号进行适当地处理以在显示器提供图像来进行成像。可利用单传感器在皮肤组织进行心跳、血压和血液中的浓度水平的测量。

[0043] 应注意到,前面所提及的实施例是对本发明进行说明而并不是对本发明进行限制,且本领域中熟练的技术人员将能够设计成许多替代实施例,而并不背离由所附的权利要求书所限定的本发明的范围。在权利要求书中,放在括号内的参考符号不应解释为对权利要求书进行限制。词语“包括”和类似的词语并不在总体上排除除了列于任何权利要求中的元件或步骤以外的元件或步骤。元件的单数涵义并不排除这种元件的复数涵义,反之亦然。可通过包括一些不同元件的硬件并且可通过适当编程的计算机来实施本发明的方面。在列出几种设备的装置权利要求中,这些设备中的一些可以由硬件中的一个和相同的项目来体现。仅在相互不同的从属权利要求中引用某些度量并不表明这些度量的组合不能够用来产生良好的效果。

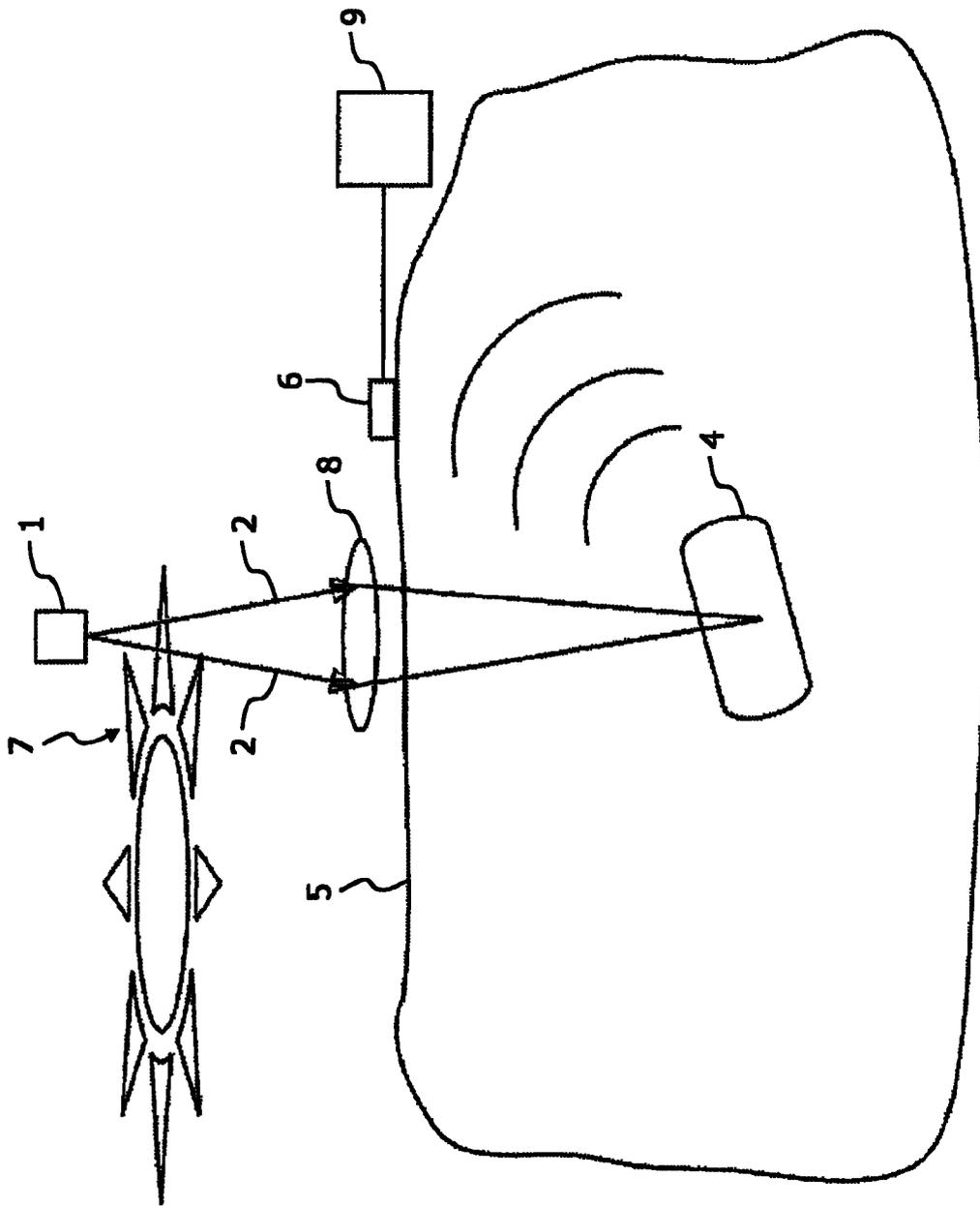


图 1