



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104473620 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 01

(21) 申请号 201410836861. 3

(22) 申请日 2014. 12. 24

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 柴新禹 周传清 李林

(74) 专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225

代理人 赵继明

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

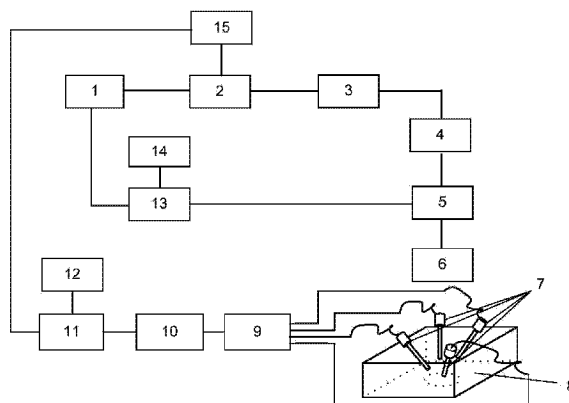
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种光声成像信号复用装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种光声成像信号复用装置和方法,所述装置包括光学扫描部分和信号采集部分,其中,光学扫描部分包括扫描控制电脑、振镜控制板卡、激光发生模块和振镜模块,扫描控制电脑通过振镜控制板卡分别连接激光发生模块和振镜模块;信号采集部分包括依次连接的超声探头组、信号选择模块和数据采集模块,数据采集模块与激光发生模块连接;控制激光发生模块发出激光,并控制振镜模块的偏转角度,激光通过振镜模块聚焦在样品上发出超声信号,同时触发数据采集模块;超声探头组获取超声信号,通过信号选择模块实现单通道多探头信号复用后传输给数据采集模块。与现有技术相比,本发明具有提高成像信噪比,降低激光能量和探头性能要求等优点。



1. 一种光声成像信号复用装置,其特征在于,包括光学扫描部分和信号采集部分,其中,

所述光学扫描部分包括扫描控制电脑、振镜控制板卡、激光发生模块和振镜模块,所述扫描控制电脑通过振镜控制板卡分别连接激光发生模块和振镜模块;

所述信号采集部分包括依次连接的超声探头组、信号选择模块和数据采集模块,所述数据采集模块与激光发生模块连接;

扫描控制电脑通过振镜控制板卡控制激光发生模块发出激光,并控制振镜模块的偏转角度,所述激光通过振镜模块聚焦在样品上发出超声信号,同时触发数据采集模块;超声探头组获取超声信号,通过信号选择模块实现单通道多探头信号复用后传输给数据采集模块。

2. 根据权利要求1所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述激光发生模块包括激光光源、分光镜、光纤组件和扩束准直组件,所述激光光源与振镜控制板卡连接,所述激光光源、分光镜、光纤组件、扩束准直组件依次连接;

激光光源发出的激光通过分光镜后,一路依次通过光纤组件、扩束准直组件射在振镜模块上,另一路射在数据采集模块上,触发数据采集模块。

3. 根据权利要求2所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述光纤组件包括光纤耦合器、准直器和光纤跳线。

4. 根据权利要求2所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述扩束准直组件包括对激光进行扩束的两个凸透镜。

5. 根据权利要求4所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述扩束准直组件还包括使通光直径与振镜模块相匹配的光阑。

6. 根据权利要求2所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述振镜模块包括扫描振镜和聚焦透镜,所述扫描振镜与振镜控制板卡连接;

扫描控制电脑通过振镜控制板卡输出模拟电流控制扫描振镜偏转,经扩束准直组件后的激光通过扫描振镜反射和聚焦透镜,聚焦在样品上。

7. 根据权利要求6所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述超声探头组包括至少2个高灵敏度针式超声探头,分布设置在样品处。

8. 根据权利要求7所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述信号选择模块包括高速开关和放大器,所述高速开关分别连接超声探头组和放大器,所述高速开关的开关通道数与超声探头个数、数据采集模块通道数相匹配,通过高速开关选通各个超声探头实现多通道时分复用。

9. 根据权利要求8所述的光声成像信号复用装置,其特征在于,所述数据采集模块连接有包括依次连接的光电检测器、数据采集卡和数据采集电脑,所述数据采集卡与放大器连接,所述光电检测器接收激光后触发数据采集卡。

10. 一种如权利要求9所述的光声成像信号复用装置的复用方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 触发激光光源发出激光,该激光一路依次通过光纤组件、扩束准直组件、扫描振镜、聚焦透镜聚焦在样品上,使样品发出超声信号,另一路照射在光电检测器上,触发数据采集卡开始采集;

- 2) 样品发出的超声信号传导至超声探头组；
- 3) 高速开关按各超声探头的远近选通各超声探头的信号通道,在激光扫描时间间隔内实现多通道时分复用；
- 4) 通过高速开关的信号经放大器后传入数据采集卡,并存入数据采集电脑。

一种光声成像信号复用装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光学成像领域,尤其是涉及一种光声成像信号复用装置和方法。

背景技术

[0002] 光声成像技术基本原理为当脉冲激光照射到生物组织中时,由于组织的光吸收及热膨胀将产生超声信号,这种光致超声信号携带了组织的光吸收特征信息,通过测量这些超声信号能重建出组织中的光吸收分布图像。因此,光声成像具有光学的高对比度和声学深穿透性的双重优势,在生命科学研究及临床医学诊断领域中具有广泛的应用前景。

[0003] 激光扫描光学分辨率光声显微成像系统是基于振镜扫描控制激光束在水平方向高速移动,通过光学透镜聚焦光斑照射组织从而诱发超声信号,这种光声成像技术具有高分辨率、成像速度快等特点。目前光声显微成像技术在临床应用中面临的挑战主要是激光照射能量安全问题,而在安全阈值下的低能量激光照射组织所诱发的超声信号非常微弱,因而需要超高灵敏度及高信噪比的超声传感器,但是,目前市场上还没有满足技术要求的产品。

[0004] 经过对现有技术的检索发现,外文文献:“Laser-scanning photoacoustic microscopy with ultrasonic phased array transducer,Biomed Opt Express.2012;3(11):2694-9.”提出了一种多通道探头阵列采集超声信号,再通过波束赋形算法融合多通道信息,能够有效提高成像信噪比,降低系统对激光能量和探头性能的要求,但是高速多通道数据采集模块成本高昂,其工作稳定性也会随通道数量增加而下降。

[0005] 中国专利(申请号:201210043841.1;公开号:CN102621067)公开了一种基于二维激光振镜扫描的实时光声成像系统,该系统采用激光扫描方法,以单元探头或探头阵列形式采集光声信号,但是并没有涉及到通过探头阵列优化成像信噪比,以实现降低激光能量,达到临床应用标准的方法。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种光声成像信号复用装置和方法,能够在不降低系统扫描速度的条件下提高成像信噪比,降低激光能量和探头性能的要求。

[0007] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现:

[0008] 一种光声成像信号复用装置,包括光学扫描部分和信号采集部分,其中,

[0009] 所述光学扫描部分包括扫描控制电脑、振镜控制板卡、激光发生模块和振镜模块,所述扫描控制电脑通过振镜控制板卡分别连接激光发生模块和振镜模块;

[0010] 所述信号采集部分包括依次连接的超声探头组、信号选择模块和数据采集模块,所述数据采集模块与激光发生模块连接;

[0011] 扫描控制电脑通过振镜控制板卡控制激光发生模块发出激光,并控制振镜模块的偏转角度,所述激光通过振镜模块聚焦在样品上发出超声信号,同时触发数据采集模块;超

声探头组获取超声信号,通过信号选择模块实现单通道多探头信号复用后传输给数据采集模块。

[0012] 所述激光发生模块包括激光光源、分光镜、光纤组件和扩束准直组件,所述激光光源与振镜控制板卡连接,所述激光光源、分光镜、光纤组件、扩束准直组件依次连接;

[0013] 激光光源发出的激光通过分光镜后,一路依次通过光纤组件、扩束准直组件射在振镜模块上,另一路射在数据采集模块上,触发数据采集模块。

[0014] 所述光纤组件包括光纤耦合器、准直器和光纤跳线。

[0015] 所述扩束准直组件包括对激光进行扩束的两个凸透镜。

[0016] 所述扩束准直组件还包括使通光直径与振镜模块相匹配的光阑。

[0017] 所述振镜模块包括扫描振镜和聚焦透镜,所述扫描振镜与振镜控制板卡连接;

[0018] 扫描控制电脑通过振镜控制板卡输出模拟电流控制扫描振镜偏转,经扩束准直组件后的激光通过扫描振镜反射和聚焦透镜,聚焦在样品上。

[0019] 所述超声探头组包括至少 2 个高灵敏度针式超声探头,分布设置在样品处。

[0020] 所述信号选择模块包括高速开关和放大器,所述高速开关分别连接超声探头组和放大器,所述高速开关的开关通道数与超声探头个数、数据采集模块通道数相匹配,通过高速开关选通各个超声探头实现多通道时分复用。

[0021] 所述数据采集模块连接有包括依次连接的光电检测器、数据采集卡和数据采集电脑,所述数据采集卡与放大器连接,所述光电检测器接收激光后触发数据采集卡。

[0022] 一种光声成像信号复用装置的复用方法,包括以下步骤:

[0023] 1) 触发激光光源发出激光,该激光一路依次通过光纤组件、扩束准直组件、扫描振镜、聚焦透镜聚焦在样品上,使样品发出超声信号,另一路照射在光电检测器上,触发数据采集卡开始采集;

[0024] 2) 样品发出的超声信号传导至超声探头组;

[0025] 3) 高速开关按各超声探头的远近选通各超声探头的信号通道,在激光扫描时间间隔内实现多通道时分复用;

[0026] 4) 通过高速开关的信号经放大器后传入数据采集卡,并存入数据采集电脑。

[0027] 与现有技术相比,本发明具有以下优点:

[0028] (1) 本发明通过设计多个单元探头在接收超声信号时的位置分布,利用这些探头与样品的距离差,在激光扫描时间间隔内实现单通道上多路超声信号复用,由于复用的整体时间在扫描的时间间隔之内,能够在不降低系统扫描速度的条件下提高成像信噪比,降低激光能量和探头性能的要求,同时节约了系统成本,对于光声显微成像技术的临床应用有重要作用。

[0029] (2) 普通的时分复用方法进行多通道采集所需时间会成倍增加,而本发明由于激光扫描间隔的存在,其时间间隔理论上可容纳多个超声探头的复用而不影响整体性能,能够显著提高成像信噪比,使得降低激光能量实现临床应用成为可能。

附图说明

[0030] 图 1 为本发明的结构示意图;

[0031] 图 2 为本发明多通道信号复用方法的原理示意图。

具体实施方式

[0032] 下面结合附图和具体实施例对本发明进行详细说明。本实施例以本发明技术方案为前提进行实施,给出了详细的实施方式和具体的操作过程,但本发明的保护范围不限于下述的实施例。

[0033] 如图 1 所示,本实施例提供一种光声成像信号复用装置,包括光学扫描部分和信号采集部分,其中,光学扫描部分包括扫描控制电脑 14、振镜控制板卡 13、激光发生模块和振镜模块,扫描控制电脑 14 通过振镜控制板卡 13 分别连接激光发生模块和振镜模块;信号采集部分包括依次连接的超声探头组 7、信号选择模块和数据采集模块,数据采集模块与激光发生模块连接。

[0034] 激光发生模块包括激光光源 1、分光镜 2、光纤组件 3 和扩束准直组件 4,激光光源 1 与振镜控制板卡 13 连接,激光光源 1、分光镜 2、光纤组件 3、扩束准直组件 4 依次连接。

[0035] 本实施例中,激光光源 1 为 Nd:YAG 脉冲激光器,波长 532nm,脉宽 2ns,最大能量 10 μ J,重复频率 30kHz 或同等条件下的可调谐激光器。

[0036] 光纤组件 3 包括光纤耦合器、准直器和光纤跳线,耦合器、准直器的参数均为有效焦距 11mm,输入模场直径 3.5 μ m,输出束腰直径 2.06mm。

[0037] 扩束准直组件 4 包括两个凸透镜,焦距分别为 30mm 和 60mm,将激光扩束 2 倍。为了优化光束质量,扩束准直组件 4 还包括使通光直径与振镜模块中的振镜镜片相匹配的光阑。

[0038] 振镜模块包括扫描振镜 5 和聚集透镜 6,扫描振镜 5 与振镜控制板卡 13 连接。

[0039] 超声探头组 7 包括至少 2 个完全相同的高灵敏度针式超声探头,分布设置在样品处。各超声探头的中心频率 20 ~ 40MHz,直径小于 2mm,可依据激光扫描时间间隔和高速开关性能决定放置探头个数,能够最大程度提高单个探头的灵敏度并保证有限区域内容纳探头个数。

[0040] 信号选择模块包括高速开关 9 和放大器 10,高速开关 9 分别连接超声探头组 7 和放大器 10,高速开关 9 的开关通道数与超声探头个数、数据采集模块通道数相匹配,通过高速开关 9 选通各个超声探头实现多通道时分复用。

[0041] 数据采集模块连接有包括依次连接的光电检测器 15、数据采集卡 11 和数据采集电脑 12,数据采集卡 11 与放大器 10 连接,光电检测器 15 接收激光后触发数据采集卡 11。

[0042] 上述光声成像信号复用装置的复用方法如下所示:

[0043] 1) 扫描控制电脑 14 通过振镜控制板卡 13 输出模拟电流控制扫描振镜 5 偏转并触发激光光源 1 发出激光脉冲;

[0044] 2) 激光光源 1 发出的激光通过分光器 2 后,一路依次通过光纤组件 3、扩束准直组件 4、扫描振镜 5、聚集透镜 6 聚焦在样品上,使样品发出超声信号,样品设置在水槽 8 中,另一路照射在光电检测器 15 上,触发数据采集卡 11 开始采集;

[0045] 3) 样品发出的超声信号经水槽 8 中的水传导至超声探头组 7;

[0046] 4) 高速开关 9 按各超声探头的远近选通各超声探头的信号通道,实现多通道时分复用;

[0047] 5) 通过高速开关的信号经放大器后传入数据采集卡,并存入数据采集电脑。

[0048] 如图2所示,以2个超声探头为例,两者距离激光聚焦点的距离差1.5mm,根据超声在水中的传播速度,左右两个探头采集到的信号为图中所示,距离远的探头采集的样品信号慢 $1\mu\text{s}$,通过高速开关在特定的时间选通不同的探头信号,就可实现多通道信息的复用。普通的时分复用方法进行多通道采集所需时间会成倍增加,而本发明由于激光扫描间隔的存在,一个30kHz扫描频率和 $1\mu\text{s}$ 单通道采集时间的系统,其时间间隔理论上可容纳多个超声探头的复用而不影响整体性能,已经能够显著提高成像信噪比,使得降低激光能量实现临床应用成为可能。实际操作中对探头距离差不要求精确,仅需在调试过程中保证 $1\mu\text{s}$ 采集时间内能找到信号即可。

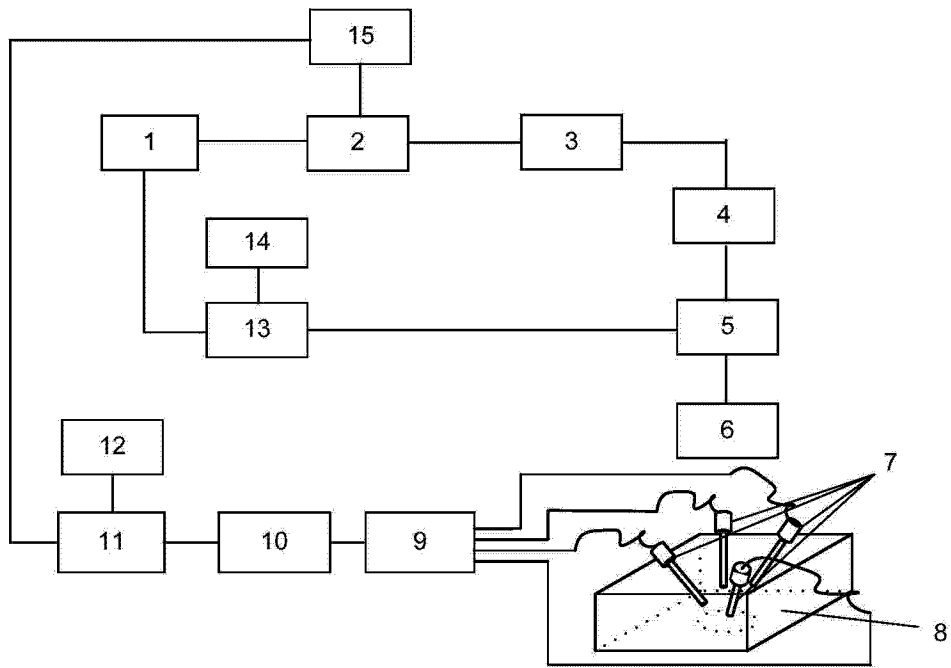


图 1

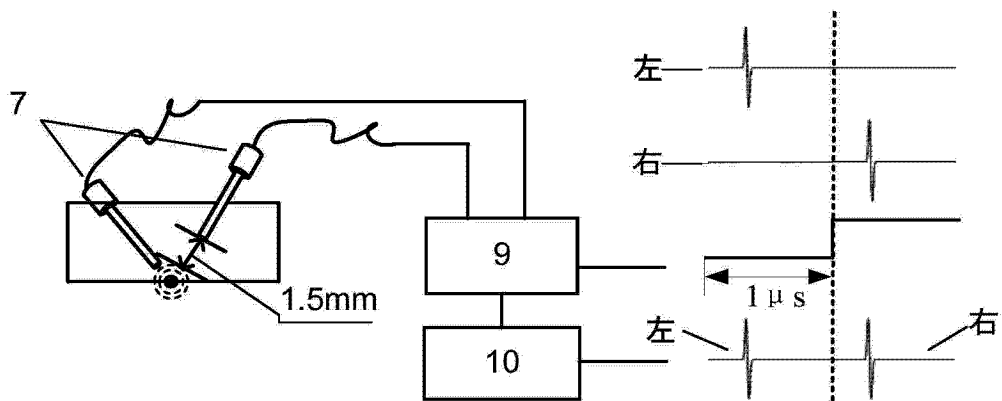


图 2

专利名称(译)	一种光声成像信号复用装置和方法		
公开(公告)号	CN104473620A	公开(公告)日	2015-04-01
申请号	CN201410836861.3	申请日	2014-12-24
[标]申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
当前申请(专利权)人(译)	上海交通大学		
[标]发明人	柴新禹 周传清 李林		
发明人	柴新禹 周传清 李林		
IPC分类号	A61B5/00 A61B8/00		
CPC分类号	A61B5/0095		
代理人(译)	赵继明		
其他公开文献	CN104473620B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种光声成像信号复用装置和方法，所述装置包括光学扫描部分和信号采集部分，其中，光学扫描部分包括扫描控制电脑、振镜控制板卡、激光发生模块和振镜模块，扫描控制电脑通过振镜控制板卡分别连接激光发生模块和振镜模块；信号采集部分包括依次连接的超声探头组、信号选择模块和数据采集模块，数据采集模块与激光发生模块连接；控制激光发生模块发出激光，并控制振镜模块的偏转角度，激光通过振镜模块聚焦在样品上发出超声信号，同时触发数据采集模块；超声探头组获取超声信号，通过信号选择模块实现单通道多探头信号复用后传输给数据采集模块。与现有技术相比，本发明具有提高成像信噪比，降低激光能量和探头性能要求等优点。

