



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107788980 A

(43)申请公布日 2018.03.13

(21)申请号 201711005791.7

(22)申请日 2017.10.25

(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

(72)发明人 计钟 谭淇豪 邢达 杨思华

(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 裘晖 林梅繁

(51)Int.Cl.

A61B 5/05(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

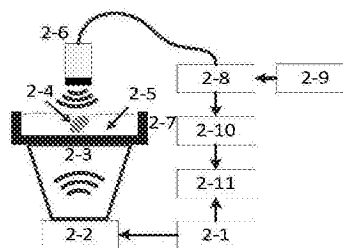
权利要求书2页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测
装置及方法

(57)摘要

本发明提供微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置及方法。其装置包括函数发生器、微波发生器、样品池、数据采集卡及计算机等,函数发生器发射脉冲序列,触发微波发生器发出脉冲微波,经发射天线均匀的辐照到待测组织上,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,产生热声效应,将热能转化为机械能以超声波形式辐射出去;计算机根据数据采集卡采集的热声与超声时域信号,利用反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像,计算营养灌注量。本发明可以检测到血液中的营养物质分布和强度、显示营养物质在血管中流动方向及流动速度,以获得单位时间内流过的营养物质含量的信息,给早期的乳腺肿瘤提供了一个有效的诊断方式。



1.微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,包括函数发生器、微波发生器、发射天线、超声接收和发射装置、放大器、样品池、数据采集卡及计算机,计算机分别与函数发生器、数据采集卡连接;微波发生器与函数发生器连接,发射的脉冲信号经发射天线传输到样品池,待测组织放置在样品池内;

函数发生器发射脉冲序列,触发微波发生器发出脉冲微波,经发射天线均匀的辐照到待测组织上,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,发生绝热膨胀,产生热声效应,将热能转化为机械能以超声波形式辐射出去;超声接收和发射装置用于接收、发射超声波信号与热声信号,超声波信号传输到数据采集卡进行超声时域信号采集,热声信号经放大器处理后传输到数据采集卡进行热声时域信号采集;计算机根据数据采集卡所采集的热声与超声的时域信号,利用反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像,并根据得到的双模态成像计算营养灌注量。

2.根据权利要求1所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述微波发生器与发射天线设置在样品池的下方;所述超声接收和发射装置设置在样品池的上方。

3.根据权利要求1所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述样品池内充满耦合剂。

4.根据权利要求3所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述耦合剂为水溶性高分子胶体。

5.根据权利要求3所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述耦合剂为矿物油。

6.根据权利要求1所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述营养灌注量的计算公式为:

$$q = \pi \cdot \left[\left(\frac{d_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_1}{2} \right)^2 \right] \cdot (v_2 - v_1) \cdot (C_2 - C_1) \quad (1)$$

其中 C_1 、 C_2 表示的是营养物质的强度, d_1 、 d_2 表示的是横截面的直径, v_1 、 v_2 表示的是该处横截面的流速。

7.根据权利要求1所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述微波发生器的发射频率为0.5-30GHz,脉宽为0.001-1 μ s。

8.根据权利要求1所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述函数发生器的频率范围为1-1000Hz,幅值为1-50vpp,脉宽为0.001-100 μ s。

9.根据权利要求1所述的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,其特征在于,所述发射天线为喇叭天线;所述超声接收和发射装置采用通道数目范围为1-1024、频率范围为0.5MHz-75MHz的超声换能器。

10.基于权利要求1-9中任一项所述微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置的微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 将待测组织放置在样品池中;

(2) 连接并打开微波发生器、数据采集卡、计算机、函数发生器、放大器,并设置参数,等待检测;

(3) 利用函数发生器发射的脉冲序列触发微波发生器产生脉冲微波;脉冲微波经发射天线传输到样品池中,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,热声信号转化为超声信号传输到超声接收和发射装置上,数据采集卡采集热声信号和超声信号的时域信号,以RAW的形式储存;

(4) 将热声信号和超声信号的时域信号导入计算机中,利用反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像;

(5) 储存双模态成像数据;

(6) 根据得到的双模态成像进行数据分析、计算,求得营养灌注量。

微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及医学影像技术,具体为一种基于微波热声和彩色超声成像技术,融合两种成像方式,致力于检测营养灌注量参数(单位时间流过的营养物质含量)的装置及方法。

背景技术

[0002] 血管成像技术应用于检测各种各样的疾病,如肿瘤、动脉粥样硬化、心血管疾病等。磁共振成像(MRI)、正电子发射断层扫描(PET)和计算机断层扫描(CT)是常用的血管临床一般检查工具。MRI和PET具有良好的分辨率和高特异性;然而,因为高昂的价格,它们并没有被广泛使用。CT也存在着一些局限性,如电离辐射和小血管成像困难。

[0003] 彩色多普勒成像技术是一种被广泛应用的临床诊断技术,可判断脏器位置,快速直观地显示血管分布、方向及血流速度,但彩色多普勒成像本质还是超声成像,其对比度依然很低。微波热声成像是以脉冲微波作为激发源,基于生物组织内部的微波吸收差异,具有很好的成像对比度,同时还可以获得分子水平上的功能性信息。血液含有多种营养物质,如蛋白质、维生素、氨基酸(AA)、葡萄糖(Glu)和无机盐,这些物质大多数有着很强的微波吸收。

发明内容

[0004] 为了解决现有技术所存在的问题,本发明提供微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,基于微波热声和彩色多普勒超声双模态成像系统,可以检测到血液中的营养物质分布和强度,于此同时,还可以显示营养物质在血管中流动方向及流动速度,以此来获得单位时间内流过的营养物质含量的信息,给早期的乳腺肿瘤提供了一个有效的诊断方式。

[0005] 本发明还提供微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测方法。

[0006] 本发明检测装置采用如下技术方案:微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,包括函数发生器、微波发生器、发射天线、超声接收和发射装置、放大器、样品池、数据采集卡及计算机,计算机分别与函数发生器、数据采集卡连接;微波发生器与函数发生器连接,发射的脉冲信号经发射天线传输到样品池,待测组织放置在样品池内;

[0007] 函数发生器发射脉冲序列,触发微波发生器发出脉冲微波,经发射天线均匀的辐照到待测组织上,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,发生绝热膨胀,产生热声效应,将热能转化为机械能以超声波形式辐射出去;超声接收和发射装置用于接收、发射超声波信号与热声信号,超声波信号传输到数据采集卡进行超声时域信号采集,热声信号经放大器处理后传输到数据采集卡进行热声时域信号采集;计算机根据数据采集卡所采集的热声与超声的时域信号,利用反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像,并根据得到的双模态成像计算营养灌注量。

[0008] 优选地,所述微波发生器与发射天线设置在样品池的下方;所述超声接收和发射

装置设置在样品池的上方。

[0009] 本发明检测方法基于上述微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置,包括如下步骤:

[0010] (1) 将待测组织放置在样品池中;

[0011] (2) 连接并打开微波发生器、数据采集卡、计算机、函数发生器、放大器,并设置参数,等待检测;

[0012] (3) 利用函数发生器发射的脉冲序列触发微波发生器产生脉冲微波;脉冲微波经发射天线传输到样品池中,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,热声信号转化为超声信号传输到超声接收和发射装置上,数据采集卡采集热声信号和超声信号的时域信号,以RAW的形式储存;

[0013] (4) 将热声信号和超声信号的时域信号导入计算机中,利用反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像;

[0014] (5) 储存双模态成像数据;

[0015] (6) 根据得到的双模态成像进行数据分析、计算,求得营养灌注量。

[0016] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0017] 1、热声成像不仅对比度高,而且具有高分辨率,高成像深度,热损伤小,信噪比高的优点;彩色超声成像可对病变组织进行定位,可提供病灶清晰的边界、包膜和形态信息,可检测血液的流速信息。本发明将微波热声和彩色超声双模态用于血管成像检测,不仅能够对血管进行定位,提供血管组织高分辨率高对比度的结构图像,还能够检测单位时间流过的极性分子含量,即营养灌注量。

[0018] 2、病变组织和周围正常组织相比,微血管更加密集,代谢更快,本发明联合微波热声和彩色多普勒超声双模态成像系统可以获得血液中单位时间营养物质含量,来监测血液中营养物质的消耗,为早期的乳腺肿瘤提供一个诊断工具。

[0019] 3、本发明装置系统体积小,重量轻,工作稳定,连续运行时间长,使用方便,造价低,能源消耗量小;对于实现热声及彩超技术的临床化有巨大的推动作用。

附图说明

[0020] 图1是血管营养灌注量的检测示意图;

[0021] 图2是本发明实施例中基于微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置示意图;

[0022] 图3是微波热声和彩色超声双模态成像的时序图;

[0023] 图4是模拟血管的热声、彩色超声成像实验,其中(a)是不同流速下相同浓度的精氨酸水溶液的双模态成像图,(b)是相同流速下,不同极性分子水溶液的双模态成像图。

具体实施方式

[0024] 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。

[0025] 实施例

[0026] 图1示意了血管营养灌注量的检测,其中 C_1 、 C_2 表示的是营养物质强度, d_1 、 d_2 表示

的是血管横截面的直径, v_1 、 v_2 表示的是该处横截面的流速。如图2,本实施例基于微波热声-彩色超声双模态营养灌注量参数检测装置,包括函数发生器2-1、微波发生器2-2、发射天线2-3、超声接收和发射装置2-6、耦合剂2-5、样品池2-7、放大器2-8、直流电源2-9、数据采集卡2-10、计算机2-11及显示器,计算机分别与函数发生器、数据采集卡、显示器连接,超声接收和发射装置、放大器、数据采集卡依次连接;微波发生器与函数发生器连接,发射的脉冲信号经发射天线传输到样品池2-7的下方,样品池中充满耦合剂2-5,待测组织2-4放置在样品池内。超声接收和发射装置设置在样品池的上方。

[0027] 微波发生器为高功率微波发生器,发射频率为0.5-30GHz,脉宽为0.001-1 μ s可选,发射脉冲峰值功率10-1000KW可选,重复频率1-10K次连续可调的脉冲微波。本实施例的微波源选用陕西北微机电科技有限公司的微波发生器(BW6000HPT),其发射频率6GHz,脉宽为1 μ s,发射脉冲峰值功率80KW,重复频率500次连续可调的脉冲微波。

[0028] 函数发生器,设置频率范围为1-1000Hz,幅值为1-50vpp,脉宽为0.001-100 μ s。发射天线用于辐射高功率微波,形状为圆喇叭,增益范围为1-100dB,用于辐射高功率微波,本实施例中发射天线的口径优选为110mm,增益优选为3dB。

[0029] 样品池用于放置待测样品,长宽为20-30cm,材料为不锈钢,保持恒温、恒压,不易变形、耐腐蚀、耐高温、易清洗、可更换。耦合剂是一种水溶性高分子胶体,它是用来排除超声接收和发射装置与待测组织之间的空气,使超声波能有效地穿入待测组织达到有效检测目的,可选矿物油作为耦合剂。

[0030] 直流电源与放大器连接,为放大器提供直流电压,额定电压范围在6-12V。由于热声信号比超声信号弱,本发明利用128路放大器放大热声信号,放大器的放大倍数在40-200倍,通道数目范围在1-1024;本实施例优选放大器的放大倍数为50倍。

[0031] 超声接收和发射装置采用通道数目范围为1-1024、频率范围为0.5MHz-75MHz的超声换能器,用于发射与接收超声信号;本实施例优选主频2.5MHz多阵元线性探头,既能发射超声,也能接收超声,通道数目为128,相对带宽是70%左右。

[0032] 数据采集卡和计算机可进行数据采集和成像。数据采集卡用于采集热声和超声的时域信号,均以三维矩阵(点数 $\times$ 通道数 $\times$ 波数)的形式储存,点数范围为1-4096,通道数范围为1-1024,波数范围为100-200。本实施例中数据采集卡分辨率为12位,采样率为50MS/s,采样率满足采集要求。计算机的中央处理器CPU型号为4GHz Intel Core 2 i7-4790K双核处理器,满足计算速度要求;利用MATLAB或其他软件实现反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像。

[0033] 本发明检测装置的工作原理为:函数发生器发射脉冲序列,触发微波发生器发出脉冲微波,经发射天线均匀的辐照到待测组织上,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,此时微波的脉宽比较窄,吸收的能量不能在微波脉冲持续时间内发生热扩散,发生绝热膨胀,产生热声效应,即热能转化为机械能以超声波形式辐射出去。将线阵超声探头接入微波源,超声接收和发射装置向血管发射超声波,超声换能器将热声信号和超声信号转换成电信号并传到数据采集卡中,将外触发的放大后的热声信号和超声信号同时采集,采集到的时域信号在计算机中经过滤波反投影法可还原出微波热声和彩色超声成像。微波热声成像用于检测营养物质的强度变化,彩色超声成像用于检测流速的变化。如图1所示, C_1 、 C_2 表示的是营养物质的强度, d_1 、 d_2 表示的是横截面的直径, v_1 、 v_2 表示的是该处横截面的流速,利用以

下公式来检测营养灌注量的变化:

$$[0034] \quad q = \pi \cdot \left[\left(\frac{d_2}{2} \right)^2 - \left(\frac{d_1}{2} \right)^2 \right] \cdot (v_2 - v_1) \cdot (C_2 - C_1) \quad (1)$$

[0035] 在计算机内进行图像重建:所采集到的微波热声和超声的原始数据,即时域信号是以三维矩阵(点数x通道数x波数)的形式保存的,通过去除Beam数,对二维矩阵(点数x通道数)的原始数据利用反投影算法进行图像重建,最终可得到一个融合微波热声和超声的成像图。

[0036] 微波热声和彩色超声双模态成像的时序如图3,两种成像模式各一组图像可以在1毫秒内完成,这样可以在同一套数据采集卡下,同时获取同一片成像区域的两种成像模式的影像,并且互不干扰。图4模拟了血管的热声、彩色超声成像实验,其中(a)是不同流速下相同浓度的精氨酸水溶液的双模态成像,(b)是相同流速下,不同极性分子水溶液的双模态成像。

[0037] 本发明检测方法基于上述微波热声-超声双模态营养灌注量检测装置,包括以下步骤:

[0038] (1) 将待测组织放置在充满耦合剂(矿物油)的样品池中。

[0039] (2) 连接并打开微波发生器、数据采集卡、计算机、函数发生器、直流电源、放大器等设备,设置参数,等待检测。

[0040] (3) 利用函数发生器发射的脉冲序列触发微波发生器产生脉冲微波;脉冲微波经发射天线传输到样品池中,待测组织吸收微波能量引起瞬间温升,热声信号转化为超声信号传输到超声接收和发射装置上(超声探头),数据采集卡采集热声信号和超声信号的时域信号,以RAW的形式储存原始数据。

[0041] (4) 将热声和超声时域信号导入计算机中,利用MATLAB的反投影算法进行图像重建处理,得到微波热声和超声双模态成像。

[0042] (5) 储存双模态成像数据并关闭各设备。

[0043] (6) 根据得到的双模态成像进行数据分析、计算,通过公式(1)求得营养灌注量。

[0044] 以上述实施为例,为本发明较佳实施方式,但本发明不仅仅适用于此方式,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。

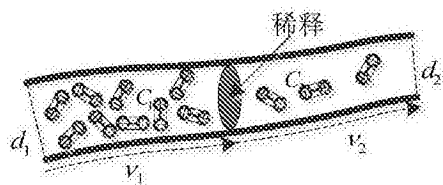


图1

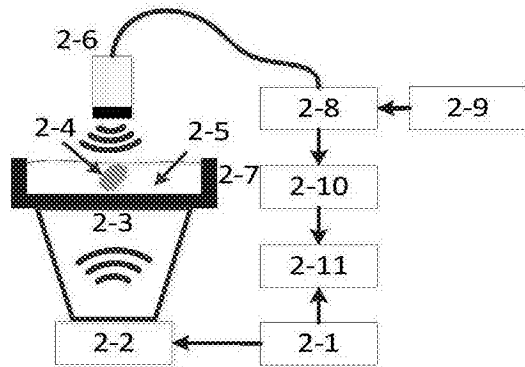


图2

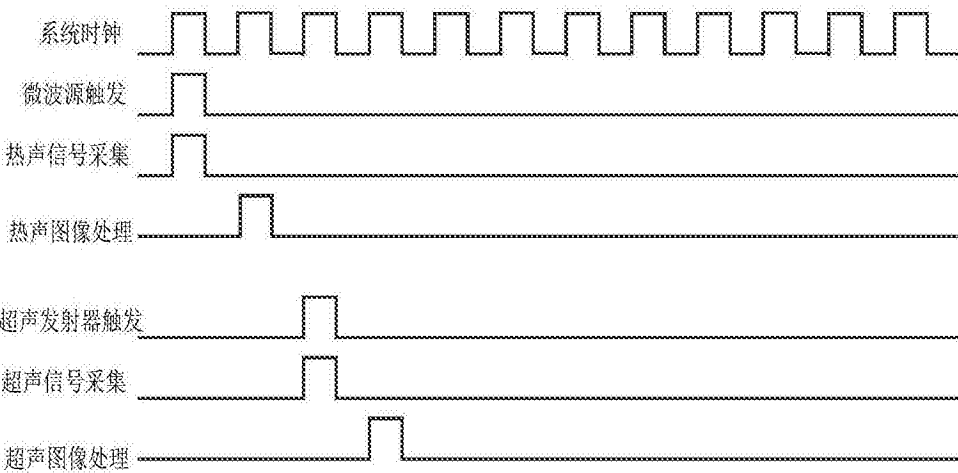


图3

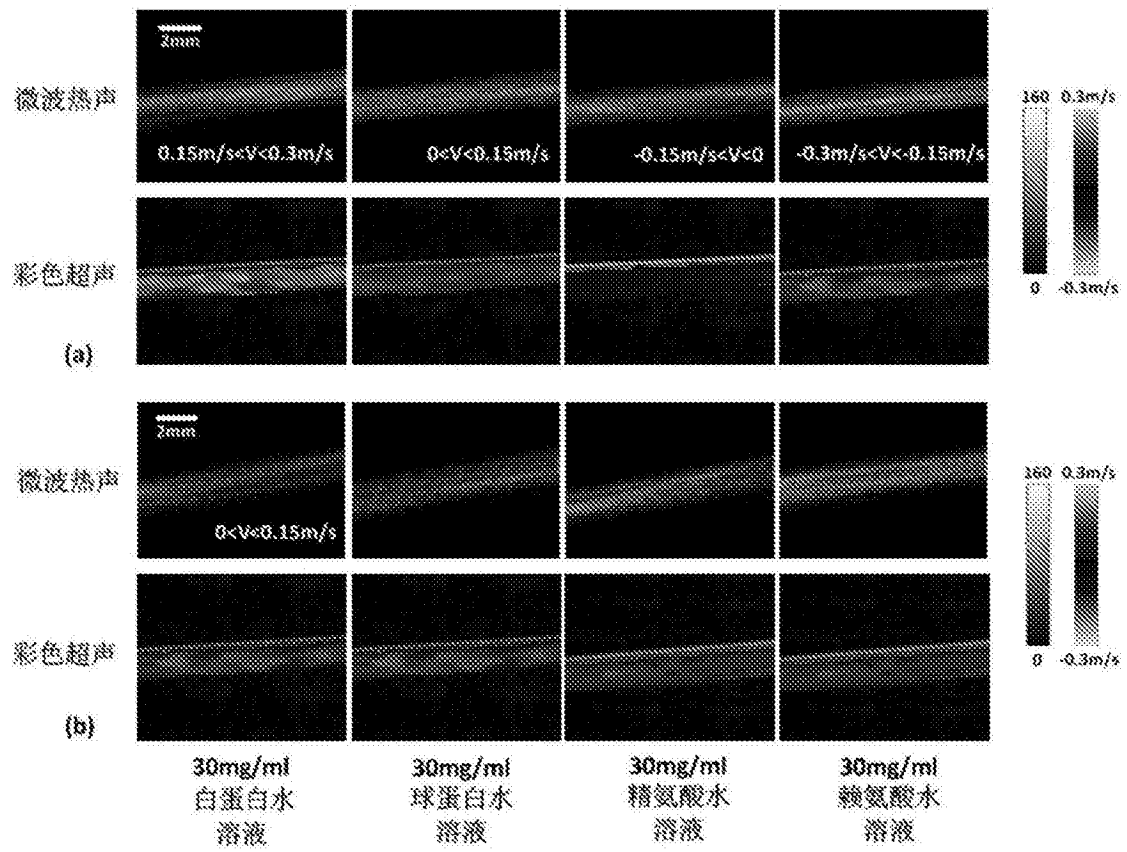


图4

专利名称(译)	微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置及方法		
公开(公告)号	CN107788980A	公开(公告)日	2018-03-13
申请号	CN2017111005791.7	申请日	2017-10-25
[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	计钟 谭淇豪 邢达 杨思华		
发明人	计钟 谭淇豪 邢达 杨思华		
IPC分类号	A61B5/05 A61B5/00 A61B8/08		
CPC分类号	A61B5/0033 A61B5/0093 A61B5/0507 A61B5/4312 A61B8/0825 A61B8/0891 A61B8/488 A61B8/5215 A61B8/5246 A61B8/5261 A61B2576/02		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供微波热声-彩色超声双模态营养灌注量检测装置及方法。其装置包括函数发生器、微波发生器、样品池、数据采集卡及计算机等，函数发生器发射脉冲序列，触发微波发生器发出脉冲微波，经发射天线均匀的辐照到待测组织上，待测组织吸收微波能量引起瞬间温升，产生热声效应，将热能转化为机械能以超声波形式辐射出去；计算机根据数据采集卡采集的热声与超声时域信号，利用反投影算法进行图像重建处理，得到微波热声和超声双模态成像，计算营养灌注量。本发明可以检测到血液中的营养物质分布和强度、显示营养物质在血管中流动方向及流动速度，以获得单位时间内流过的营养物质含量的信息，给早期的乳腺肿瘤提供了一个有效的诊断方式。

