

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

A61B 5/00 (2006.01)

A61B 10/00 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710026687.6

[43] 公开日 2007年8月8日

[11] 公开号 CN 101011238A

[22] 申请日 2007.2.2

[21] 申请号 200710026687.6

[71] 申请人 华南师范大学

地址 510631 广东省广州市天河区石牌

[72] 发明人 邢 达 向良忠

[74] 专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司

代理人 李卫东 裘 晖

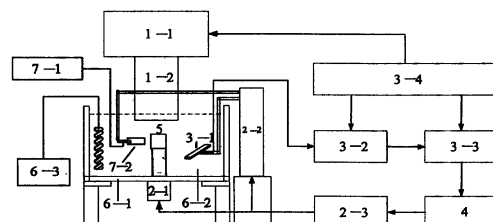
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 发明名称

一种检测 HIFU 作用效果的成像方法及其装置

[57] 摘要

本发明涉及测试测量与成像技术领域。为了提供更丰富的成像信息和更清晰的图像，本发明提供一种检测 HIFU 作用效果的成像方法。本发明还提供一种实现所述方法的装置。该装置由微波发生组件、旋转扫描组件、声信号采集组件、计算机、样品固定组件、声耦合组件及高强度聚焦超声发生组件组成。微波发生组件、声信号采集组件、计算机依次电气连接；旋转扫描组件与计算机电气连接；样品固定组件置于声耦合组件内；样品固定组件还和旋转扫描组件电气连接；高强度聚焦超声发生组件与旋转扫描组件连接。本发明的方法和装置定位准确，分辨率高，能够为测试测量技术提供更为清晰的图片和更丰富的参数。同时，与现有的成像装置相比，本发明的装置造价更为低廉。



1、一种检测 HIFU 作用效果的成像方法，包括下述步骤：

(1) 采用脉冲微波由波导口入射到待测组织中，激发待测组织产生热声信号；

(2) 利用计算机控制的步进电机带动声探测器旋转扫描，接收热声信号；声探测器接收的热声信号经过信号放大器放大后，通过采集卡将热声信号采集并储存到计算机中；所述的计算机中装有采集控制软件和数据处理软件；

(3) 利用数据处理软件对采集的数据进行处理，得到待测组织的热声图像。

2、根据权利要求1所述的一种检测HIFU作用效果的成像方法，其特征是，所述步骤（1）中，脉冲微波的波长为1mm~1m。

3、根据权利要求1所述的一种检测HIFU作用效果的成像方法，其特征是，所述步骤（2）中，声探测器为多元线性阵列探测器或者单一探元的超声换能器。

4、根据权利要求1所述的一种检测HIFU作用效果的成像方法，其特征是，所述步骤（3）中，利用数据处理软件对数据进行处理是对采集的热声信号，利用数据处理软件实现信号处理和反投影图像重建。

5、一种实现权利要求1所述方法的装置，包括微波发生组件、旋转扫描组件、声信号采集组件、计算机、样品固定组件、声耦合组件以及高强度聚焦超声发射组件；微波发生组件、声信号采集组件、计算机依次电气连接；旋转扫描组件与计算机电气连接；样品固定组件置于声耦合组件内；样品固定组件与旋转扫描组件电气连接；高强度聚焦超声发射组件与旋转扫描组件连接；所述的计算机中装有采集控制软件和数据处理软件。

6、根据权利要求5所述的装置，其特征是，所述的微波发生组件由微波发生器和波导口连接而成；

所述的旋转扫描组件由继电器、步进电机和三维扫描平台电气连接而成；

所述的声信号采集组件由声探测器、信号放大器、控制器和采集卡依次电气连接而成；声探测器通过支架固定在三维扫描平台上；

所述计算机同时与继电器、采集卡电气连接，控制器同时连接信号放大器、

采集卡和微波发生器；

所述的样品固定组件为样品台和样品固定装置组成；样品台与步进电机电气连接；

所述的高强度聚焦超声发生组件由超声换能器和函数发生器电气连接而成；超声换能器通过支架与三维扫描平台相连；

所述声耦合组件由样品池和声耦合液组成；样品台置于声耦合液中。

7、根据权利要求6所述的装置，其特征是，所述的声探测器为多元线性阵列探测器或者单一探元的超声换能器。

8、根据权利要求6所述的装置，其特征是，所述的超声换能器为多元阵聚焦探头或者声透镜聚焦探头。

9、根据权利要求6所述的装置，其特征是，所述声耦合液内置有温控装置。

一种检测 HIFU 作用效果的成像方法及其装置

技术领域

本发明涉及一种测试测量与成像技术领域，具体涉及一种检测高强度聚焦超声作用效果的成像方法及其装置。

背景技术

高强度聚焦超声（High Intensity Focused Ultrasound, (HIFU)）是近年来兴起的一种将超声聚焦在组织内部并对其进行作用的方法。高强度聚焦超声能对目标组织的进行切除，而不破坏目标组织周围的传播路径和组织。但是在HIFU作用后如何精确评价其作用效果，需要相当好的检测技术和用于检测参考的清晰图片。

发明内容

为了得到HIFU作用前后以及作用过程中的待测组织图像，本发明提供一种检测HIFU作用效果的成像方法。本发明的一种检测HIFU作用效果的成像方法包括以下步骤：

(1) 采用脉冲微波由波导口入射到待测组织中，激发待测组织产生热声信号；

(2) 利用计算机控制的步进电机带动声探测器旋转扫描，接收热声信号；声探测器接收的热声信号经过信号放大器件放大后，通过采集卡将热声信号采集并储存到计算机中；

(3) 利用数据处理软件对采集的数据进行处理，通过成像算法得到待测组织区域的热声图像。

其中，所述步骤（1）中，脉冲微波可由微波发生器产生，脉冲微波的波长较好为1mm~1m；

所述步骤（2）中，声探测器可以选用多元线性阵列探测器或者单一探元的超声换能器；

所述步骤(2)中,旋转扫描可以是在LABVIEW采集程序控制下,步进电机带动声探测器根据需要旋转采集热声信号;

所述步骤(3)中,运用数据处理软件对数据进行处理可以是对采集的热声信号,利用MATLAB软件实现信号处理和反投影图像重建。

本发明还提供一种实现上述成像方法的装置,包括微波发生组件、旋转扫描组件、声信号采集组件、计算机、样品固定组件、声耦合组件及高强度聚焦超声发生组件。微波发生组件、声信号采集组件、计算机依次电气连接;旋转扫描组件与计算机电气连接;样品固定组件置于声耦合组件内;样品固定组件还和旋转扫描组件电气连接;高强度聚焦超声发生组件与旋转扫描组件连接;所述的计算机中装有采集控制软件 and 数据处理软件。

所述微波发生组件可以由微波发生器和波导口组成。

所述旋转扫描组件可以由继电器、步进电机、三维扫描平台电气连接而成。

所述声信号采集组件由声探测器、信号放大器、采集卡、控制器依次电气连接构成;其中所述的声探测器最好是多元线性阵列探测器或者单一探元的超声换能器。

所述计算机内装有的采集控制软件可以是 LABVIEW 软件,数据处理软件可以是 MATLAB 软件;采集控制软件控制旋转扫描和采集热声信号;数据处理软件对采集的信号进行预处理和反投影的图像重建。

所述样品固定组件可以由三维可调的样品台和样品固定装置组成。

所述声耦合组件可由样品池、声耦合液组成,样品池可为塑料水槽或者其它可以盛液体的器皿。本发明的装置还可置有温控装置,温控装置可以是能控制温度的加热装置,可以整个温控装置或只是其加热部位于声耦合液里。

所述的高强度聚焦超声发生组件可以由超声换能器和函数发生器电气连接而成。所述的超声换能器最好为多元阵聚焦探头或者声透镜聚焦探头。

各组件中的元件之间更具体的连接关系如下:

样品台置于声耦合液中,样品台与步进电机电气连接,步进电机与三维扫

描平台电气连接，步进电机还与继电器电气连接，继电器通过数字 I/O 卡与计算机连接；

声探测器通过支架固定在三维扫描平台上，超声换能器通过另一个支架固定在三维扫描平台上，声探测器、信号放大器、采集卡依次电气连接，控制器同时与信号放大器、采集卡、微波发生器电气连接；采集卡通过 USB 接口与计算机连接。

本发明的装置工作过程和原理为：用样品固定装置将待测生物体固定于样品台上，微波发生器产生脉冲微波（波长、脉宽和重复频率可根据需要选择），脉冲微波经波导口辐射到待测组织上，生物组织以及异常部位吸收微波温度升高，升温导致热膨胀而产生热声信号，经由超声耦合液耦合到声探测器；声探测器接收到热声信号，经信号放大器预处理后，再由采集卡采集然后由 USB 接口传输进计算机做后处理。信号采集过程中，步进电机通过控制三维可调的平台带动声探测器的旋转，步进电机由计算机通过继电器控制；控制器同时控制微波发生器的微波发射、信号放大器的信号放大和采集卡的信号采集。生物体或者生物组织的旋转角度、步进电机的旋转步长、信号采集的时间、以及信号采集位置可以根据待测生物组织的情况选择。

本发明的方法和装置可以为评价 HIFU 作用效果提供更为清晰的图像。在 HIFU 作用前可以利用此装置对待测组织所得到的图像对待作用部位进行定位分析，并确定待作用区域的大小及形状。在 HIFU 作用中和作用后，可以再利用该装置对待测组织进行成像，从而可以对 HIFU 作用的效果进行评价。

本发明的方法和装置与现有技术相比具有如下的优点及效果：

(1) 本发明的方法利用不同组织对微波的吸收差异特性以及 HIFU 作用后组织特性的改变，可以得到高分辨率高对比度的热声图像，由于不仅仅限于反映组织声阻抗的变化，还反映了组织的光学特性的变化，可以提供更多的组织信息；

(2) 本发明是一种无损监控 HIFU 作用的方法，无射线辐射；

(4) 本发明的装置的各组件的造价较低，所以整体装置的造价亦相对较低，没有特殊限制，应用广泛；

(5) 本发明不需要外源性的标记物，无副作用；

(6) 本发明方法利用多元线性阵列探头作为热声探测器，能够实现快速检测。

附图说明

图1是实施例1中装置的结构示意图，图中所示各元件的名称为：1微波发生器1-1，波导口1-2，步进电机2-1，三维扫描平台2-2，继电器2-3，声探测器3-1，信号放大器3-2，采集卡3-3，控制器3-4，计算机4，样品台5，样品池6-1，声耦合液6-2，温控装置6-3，函数发生器7-1，超声换能器7-2。

图2是一块离体猪肉组织的实物照片图；

图3是利用本发明的方法和装置对图2中的离体猪肉所得到的图像。

图4是猪肉组织凝固性坏死的照片图；

图5是利用本发明的方法和装置所得到的组织中凝固性坏死部位的图像。

图6是在一块脂肪组织中插入两个点状碳棒的照片图；

图7是利用本发明的方法和装置对图6中的脂肪组织中两个点状碳棒所成的图像；

图8是对图1的装置利用瑞利判据得到的系统分辨率图。

具体实施方式

以下列举本发明的一些优选具体实施例，以帮助进一步理解本发明，但本发明的范围并不局限于此。

实施例1 本发明的装置

图1为本发明一个优选装置的结构图，本发明装置由微波发生组件、旋转扫描组件、声信号采集组件、计算机、样品固定组件、声耦合组件以及高强度聚焦超声发生组件组成，还可以根据需要再加入温控装置，温控装置为普通的可控制温度的加热器。其中微波发生组件由微波发生器1-1和波导口1-2连接构

成；旋转扫描组件由计算机4通过数字I/O卡和继电器控制器2-3控制旋转样品步进电机2-1和三维扫描平台2-2移动声探测器；声信号采集组件由声探测器3-1接收信号，再经信号放大器3-2放大和高速采集卡3-3采集传输到计算机4，控制器3-4（可编程逻辑器件EPM7032，美国Altera公司）同步控制微波发射、信号放大和采集，其中声信号通过声耦合组件耦合到声探测器3-1；高强度聚焦超声发生组件（CTS-60B，汕头超声仪器厂）由超声换能器7-2和函数发生器7-1电气连接而成，高强度聚焦超声发生组件可以在成像过程中对待测组织的某个部位实施精确去除。其中：微波发生器1-1选用中国兵器工业第二零六研究所的BW-1200HPT，可发射频率为1.2GHz的脉冲微波，脉宽为0.5或1 μ s可选，微波的能量通过截面积为12.7mm x 6.3mm的矩形波导1-2均匀的辐射到样品上；样品固定组件由样品台5和固定装置组成，样品台选用塑料样品台，被成像的样品放置在塑料样品台5上，样品池6-1是用合成树脂制成的长方体容器，样品池中充满了声耦合液变压器油利于声速匹配，用温控装置6-3控制温度在37℃左右；整个系统以 CTS-200（SIUI, China）B超为实验平台，选用多元线性阵列探测器系统（MLTAS）3-2接收热声信号并通过相控聚焦技术放大信号。其中，MLTAS是由前置放大器、多路转换开关和相位调整电路组成。控制器3-4同步控制微波发射、信号相控聚焦放大和采集；声探测器3-1为多元探测器EZX-PL21（Hitachi, Japan），由320个振元组成并被分割成64个振群，每5个振元组成一个振群。它的中心频率为3.5MHz，扫描宽度为102mm；信号采集卡3-3选用Gage Applied 公司的Compuscope 12100型高速数据采集卡（DAS-CARD），采用外部触发方式，采样速率可达100MHz；旋转组件2为日本东方2相步进电机VEXTA步长1.8°；采集控制程序用LABVIEW软件实现，数字图形信号处理用MATLAB软件实现；计算机4选用P4微机，内存256M。

在控制器3-4提供的时钟信号控制下，多元声探测器3-1以 $d/2$ 间隔扫描方式实现对成像区域的自动电子扫描采集。即每次选择11个群元接收热声信号，接收的信号通过前置放大器放大后，再由多路转换开关电路转换成6路信号，6

路信号再通过相位调整电路进行时间延时补偿后合成一路信号,供高速信号采集卡3-3采集入计算机4;在时钟信号的下一个周期,11个群元同时向前平移 $d/2$ 进入下一次接收,并同步触发微波发生器1-1和高速数据采集卡3-3。每次选择的11个群元实际上等效为一个有很强空间方向性指向的探测器,在它的相干聚焦方向上,各个探测器接收到信号由于相位被补偿相同,合成的信号最大;在探测器的非聚焦方向上,各个探测器的信号相位补偿不同,信号彼此抵消。成像时将振元里的每一组探测器采集的信号转换成一维图像,将多个位置扫描的多组一维图像按顺序组合并反投影成二维图像,方便快速的对待成像区域进行定位。

实施例2 应用实施例1的装置对离体猪肉组织成像

将该离体猪肉组织放置在样品池中的塑料样品台上,样品池内装满了变压器油,作为声耦合液利于声速匹配,温控装置控制样品池中的温度在 37°C 左右。微波发生器发射频率为 25 mm 的脉冲微波,脉宽为0.5us,微波的能量通过截面积为 $12.7\text{mm} \times 6.3\text{mm}$ 的矩形波导均匀的辐射到样品上。微波激发产生的热声信号由多元线性阵列探测器系统(MLTAS)接收并通过相控聚焦技术放大。放大后的微波热声信号通过12100型高速数据采集卡(DAS-CARD)采集并储存到计算机中;同时LABVIEW控制的步进电机带动探测器旋转扫描,全方位采集数据。采集的数据利用自编的MATLAB软件实现图像重建,可以快速的得到如图3所示的图像,从实物照片(图2所示)和利用本装置所得到的图像(图3),可以看出本发明的方法和装置所得到的图像与实物的形状、大小相符。

实施例3 本发明的优选方法

(1) 将待测组织或生物体固定在样品台上,采用波长为 $1\text{mm} \sim 1\text{m}$ 的脉冲微波由波导口入射到待测组织中,激发待测组织产生热声信号;

(2) 在LABVIEW采集程序控制下,步进电机带动声探测器根据需要旋转采集热声信号;声探测器接收的热声信号经过信号放大器件放大后,通过采集卡将热声信号采集并储存到计算机中;

(3) 利用MATLAB软件实现信号处理和反投影图像重建, 通过成像算法得到待测组织区域的热声图像。

实施例4 将实施例3的方法和实施例1的装置应用于对HIFU作用后的离体组织的成像。

在离体的猪肉组织中产生一块利用HIFU作用的凝固性坏死(如图4所示); 然后利用按实施例2的操作对该猪肉组织成像, 得到图5所示的图像。由图4和图5的比较可以看出, 本发明的装置对组织内的坏死部位所成的图像与实际位置、大小和形状相符, 说明本发明的方法和装置可以用于对待测坏死部位的精确定位。

实施例5 将实施例1的装置用于对插入肥肉组织的点状碳棒成像。

在一块肥的离体猪肉组织中插入两个点状碳棒, 实物照片如图6所示。按实施例2所述的操作对该样品进行成像, 得到如图7所示的图像。由图6和图7的比较可以看出, 本发明的装置对组织内的埋藏的点碳棒的所成的图像与实际位置、大小和形状相符, 说明本发明的方法和装置可以用于对组织内HIFU作用部位进行精确的定位。图8是对实施例1的装置利用瑞利判据得到的系统分辨率图, 其系统分辨率可达0.5 mm。因此, 本发明系统可望提供一种较高分辨率的成像仪器系统, 完全可用于HIFU的监测。

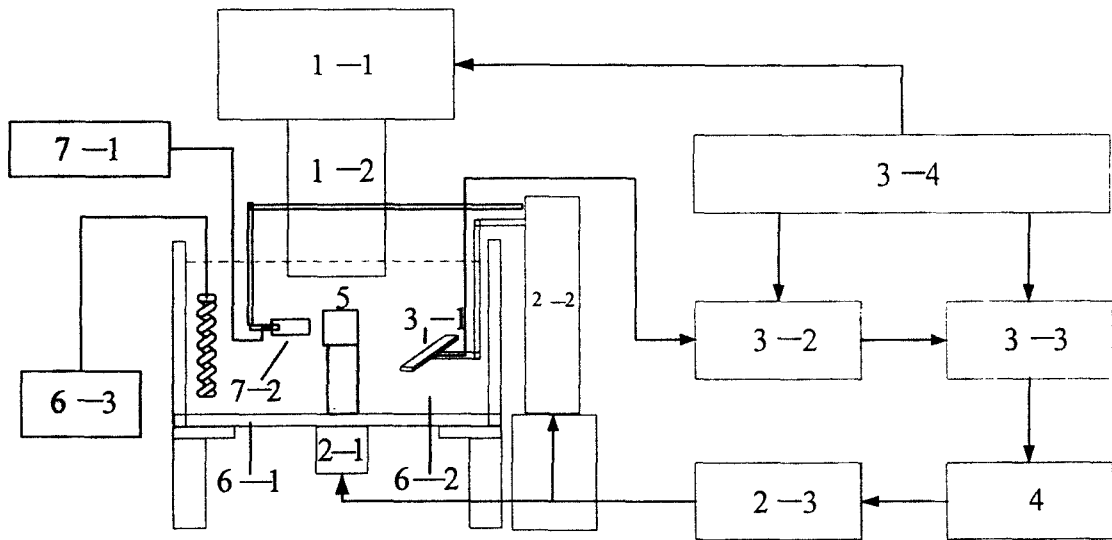


图 1

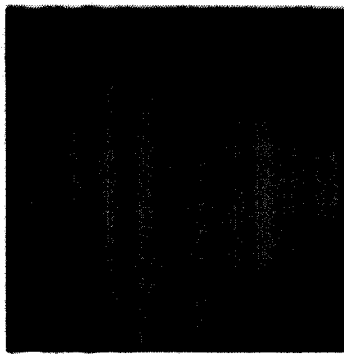


图 2



图 3

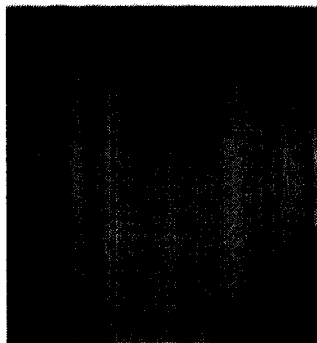


图 4

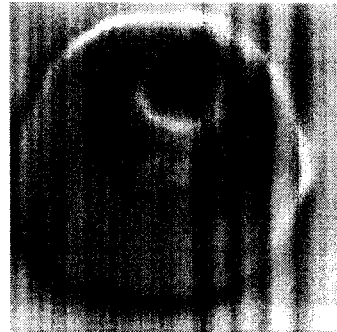


图 5

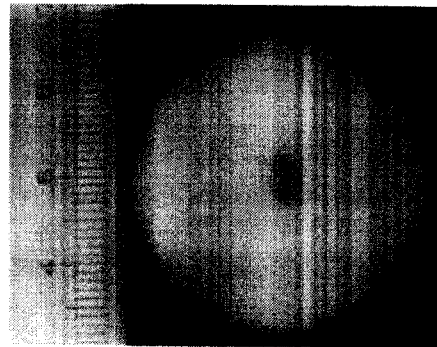


图 6

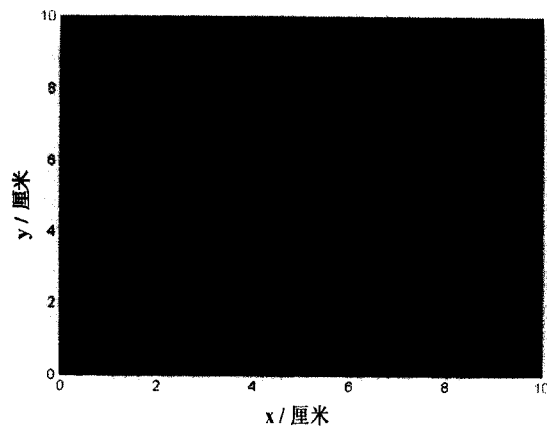


图 7

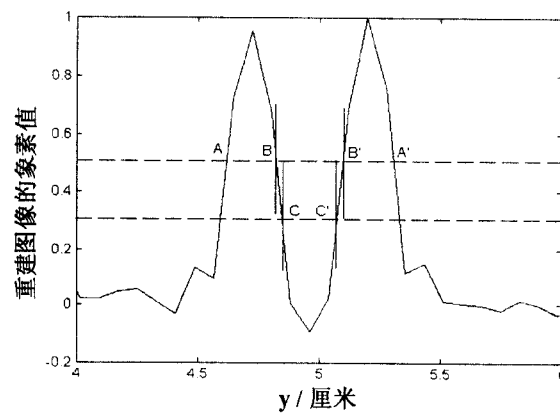


图 8

专利名称(译)	一种检测HIFU作用效果的成像方法及其装置		
公开(公告)号	CN101011238A	公开(公告)日	2007-08-08
申请号	CN200710026687.6	申请日	2007-02-02
[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	邢达 向良忠		
发明人	邢达 向良忠		
IPC分类号	A61B5/00 A61B10/00 A61B8/00		
代理人(译)	李卫东		
其他公开文献	CN100518627C		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及测试测量与成像技术领域。为了提供更丰富的成像信息和更清晰的图像，本发明提供一种检测HIFU作用效果的成像方法。本发明还提供一种实现所述方法的装置。该装置由微波发生组件、旋转扫描组件、声信号采集组件、计算机、样品固定组件、声耦合组件及高强度聚焦超声发生组件组成。微波发生组件、声信号采集组件、计算机依次电气连接；旋转扫描组件与计算机电气连接；样品固定组件置于声耦合组件内；样品固定组件还和旋转扫描组件电气连接；高强度聚焦超声发生组件与旋转扫描组件连接。本发明的方法和装置定位准确，分辨率高，能够为测试测量技术提供更为清晰的图片和更丰富的参数。同时，与现有的成像装置相比，本发明的装置造价更为低廉。

