



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106037815 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(21)申请号 201610326626.0

(22)申请日 2016.05.17

(71)申请人 西安交通大学

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

(72)发明人 张思远 朱兴广 韩玉强 黄国静
尚少强 徐田奇 万明习 段君博
钟徽

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任
公司 61200

代理人 陆万寿

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

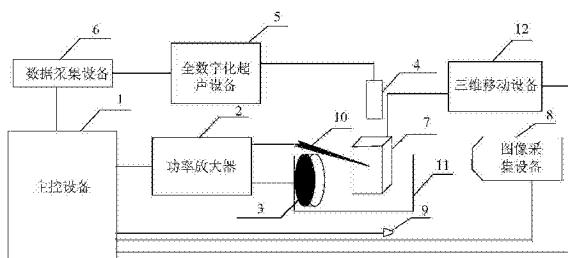
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种用于热凝固监测的超声回波统计参量
成像系统与方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统与方法，其成像系统包括主控设备、功率放大器、无创功率换能器、超声检测与成像换能器、全数字化超声设备、数据采集设备、样品、图像采集设备、指示灯、微创功率换能器、透光水槽和三维移动设备；本发明采用克服微泡覆盖和上部强回声区域遮挡的超声回波统计参量成像方法监测热凝固的形成过程，实现了热凝固起始的提早检测，增强了热凝固下部的显示，提高热消融过程中热凝固微泡比增强了热凝固监测对比度。



1. 一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统，其特征在于：包括主控设备(1)；所述的主控设备(1)上连接有功率放大器(2)、数据采集设备(6)、图像采集设备(8)和三维移动设备(12)；其中，所述的功率放大器(2)的输出端连接有无创功率换能器(3)和微创功率换能器(10)；所述的数据采集设备(6)的输入端连接有全数字化超声设备(5)，全数字化超声设备(5)的输入端连接有超声检测与成像换能器(4)；所述的三维移动设备(12)用于调节样品(7)在透光水槽(11)中的空间位置；所述的图像采集设备(8)用于采集样品(7)热凝固动态图像；

所述的主控设备(1)控制功率放大器(2)驱动无创功率换能器(3)和/或微创功率换能器(10)对样品(7)辐射能量；全数字化超声设备(5)通过超声检测与成像换能器(4)采集超声回波射频数据，并通过数据采集设备(6)输入到主控设备(1)进行存贮与处理。

2. 根据权利要求1所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统，其特征在于：所述的图像采集设备(8)分辨率为 1280×1024 的高清摄像机，其设置于样品(7)侧面。

3. 根据权利要求1所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统，其特征在于：还包括受主控设备(1)的时序控制、在图像采集设备(8)采集到的动态图像中表征时间的指示灯(9)。

4. 根据权利要求1所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统，其特征在于：所述的无创功率换能器(3)为聚焦超声热消融辐射器；所述的微创功率换能器(10)为微波热消融辐射器、射频热消融辐射器或激光热消融辐射器。

5. 根据权利要求1所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统，其特征在于：所述的透光水槽(11)为透明的玻璃或有机玻璃水槽；所述的三维移动设备(12)为微米级扫描精度且可编程的全数字化三维扫描移动设备。

6. 基于权利要求1所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法，其特征在于，包括以下步骤：

1) 主控设备(1)控制三维移动设备(12)调节样品(7)的空间位置，将样品(7)放置于无创功率换能器(3)和/或微创功率换能器(10)的有效辐射区内；

2) 主控设备(1)控制功率放大器(2)驱动无创功率换能器(3)和/或微创功率换能器(10)发射能量，作用于样品(7)；

3) 将超声检测与成像换能器(4)对准样品(7)；

4) 主控设备(1)控制全数字化超声设备(5)通过超声检测与成像换能器(4)采集超声回波射频数据；

5) 超声检测与成像换能器(4)采集到的超声回波射频数据通过数据采集设备(6)输入到主控设备(1)并存贮在主控设备(1)上；

6) 主控设备(1)上的超声回波射频数据按照超声回波统计参量算法得到样品(7)中的超声回波统计参量及其动态变化过程。

7. 根据权利要求6所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法，其特征在于，还包括：

7) 由步骤5)中得到的超声回波射频数据和步骤6)中得到的超声回波统计参量数据同步构建动态变化的超声回波统计参量图像和B模式超声图像；

8) 由步骤5)中得到的超声回波射频数据和步骤6)中得到的超声回波统计参量数据，提

取热凝固区域与微泡区域的回波幅值和超声回波统计参量,按照热凝固微泡比的计算方法得到热凝固微泡比值及其动态变化过程。

8.根据权利要求6或7所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法,其特征在于,步骤6)具体为基于Nakagami统计模型统计超声回波射频数据:按照预定将射频数据划分为多个目标区域,选取组织中单个区域内的超声回波射频数据按照Nakagami参量的算法计算得到该区域内的超声回波统计分析的Nakagami参量;对每个区域的射频数据单独处理,同时对多个区域的超声回波统计参量及其动态变化进行检测。

9.根据权利要求8所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法,其特征在于,采用基于Nakagami参量的超声回波统计参量图像对目标区域进行成像:超声回波统计参量成像首先确定选取的估计方法及滑动窗尺寸,使滑动窗以单像素点为步长在成像平面被进行纵向及横向滑动,每滑动一个像素点,利用选取的估计方法计算滑动窗被回波信号包络的统计参量值,并将该值赋给滑动窗的中心像素点,遍历整个成像区域以得到超声回波统计参量图像。

10.根据权利要求9所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法,其特征在于,构建超声回波统计参量图像时首先对超声回波射频信号进行去噪处理,基于最大似然估计Nakagami参量成像的去噪方法为:

首先,将采集到的超声回波射频数据分别加入两次随机白噪声,得到有噪声的信号S1和S2,加入的白噪声幅值等于系统白噪声幅值,系统白噪声幅值由无回声区超声信号估计所得;

其次,以脉冲宽度作为采样窗宽计算S1和S2的局部相关系数,得到相关系数矩阵;

接着,以80%作为阈值,找出相关系数矩阵中小于80%的值,将它们对应的值全部设置为回波射频信号的最小值,得到去系统白噪声后的射频信号;

最后,将判断为噪声的点置为回波信号中的最小值,将y小于0.2对应的统计参量值置为0,将y大于0.2的对应的统计参量值按照最大似然估计算法进行求解。

一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统与方法

【技术领域】

[0001] 本发明属于超声检测和监控成像技术,涉及生物医学和信息领域,具体涉及一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统与方法。

【背景技术】

[0002] 以温度升高引起蛋白非可逆性热凝固为机制的热消融技术具有无创或微创、快速、副作用小等优势,国内外使用射频、微波、超声、激光等“绿色”物理能量实现的热消融技术在生物、医学、化学和工业等领域取得了令人鼓舞的成果,特别在国内使用高强度聚焦超声热消融技术治疗肿瘤方面取得了开创性的成果。热凝固过程的检测与监控成像是实现高效和安全热消融的基础和保障。超声和磁共振成像是目前常见的监控成像方式。超声由于其成本低、实时性好、适用范围广和易于与诸多热消融技术结合等优势已成为目前使用较广的检测与监控成像方式。已有国内外的专利使用传统超声B模式图像对热消融过程进行监控成像,例如美国专利US6425867B1和中国专利CN1565671A等。在热消融过程中除了引起蛋白非可逆性热凝固外,还会出现空化汽化引起的微泡。B超图像实际得到的是组织背向散射信息,热消融引起的热凝固区域的背向散射信号与热消融前变化并不大,B超图像观测到的信息大部分是空化汽化引起的气泡的散射信息。因此,B超图像用于热凝固过程的检测与监控成像具有一定的局限性。许多学者开展了其他超声成像技术在热凝固过程的检测与监控成像的研究,包括超声温度估计与成像、超声组织定征参量监控成像、弹性成像等。

[0003] 由于受消融过程中空化汽化微泡及强回声区域的影响,热消融过程中凝固起始与凝固底部的检测与监控成像具有一定的困难。超声回波统计参量成像方法依赖于背向散射回波包络的统计分布,受回波幅度的影响较小。

【发明内容】

[0004] 针对上述检测与监控中的不足,本发明涉及一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统与方法。该发明同步监测热消融过程中的超声背向散射信号和超声统计参量;并利用超声统计参量图像和B模式超声图像对目标区域进行同步动态成像监控。

[0005] 为了实现上述任务,本发明采取如下的技术方案:

[0006] 一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统,包括主控设备;所述的主控设备上连接有功率放大器、数据采集设备、图像采集设备和三维移动设备;其中,所述的功率放大器的输出端连接有无创功率换能器和微创功率换能器;所述的数据采集设备的输入端连接有全数字化超声设备,全数字化超声设备的输入端连接有超声检测与成像换能器;所述的三维移动设备用于调节样品在透光水槽中的空间位置;所述的图像采集设备用于采集样品热消融动态图像;

[0007] 所述的主控设备控制功率放大器驱动无创功率换能器和/或微创功率换能器对样品发射能量;全数字化超声设备通过超声检测与成像换能器采集超声回波射频数据,并通过数据采集设备输入到主控设备进行存贮与处理。

- [0008] 所述的图像采集设备分辨率为 1280×1024 的高清摄像机,其设置于样品侧面。
- [0009] 还包括受主控设备的时序控制、在图像采集设备采集到的动态图像中表征时间的指示灯。
- [0010] 所述的无创功率换能器为聚焦超声热消融辐射器;所述的微创功率换能器为微波热消融辐射器、射频热消融辐射器或激光热消融辐射器;
- [0011] 所述的透光水槽为透明的玻璃或有机玻璃水槽;所述的三维移动设备为微米级扫描精度且可编程的全数字化三维扫描移动设备。
- [0012] 一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法,包括以下步骤:
- [0013] 1)主控设备控制三维移动设备调节样品的空间位置,将样品放置于无创功率换能器和/或微创功率换能器的有效辐射区内;
- [0014] 2)主控设备控制功率放大器驱动无创功率换能器和/或微创功率换能器发射能量,作用于样品;
- [0015] 3)将超声检测与成像换能器对准样品;
- [0016] 4)主控设备控制全数字化超声设备通过超声检测与成像换能器采集超声回波射频数据;
- [0017] 5)超声检测与成像换能器采集到的超声回波射频数据通过数据采集设备输入到主控设备并存贮在主控设备上;
- [0018] 6)主控设备上的超声回波射频数据按照超声回波统计参量算法得到样品中的超声回波统计参量及其动态变化过程。
- [0019] 根据权利要求7所述的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统的成像方法,其特征在于,还包括:
- [0020] 7)由步骤5)中得到的超声回波射频数据和步骤6)中得到的超声回波统计参量数据同步构建动态变化的超声回波统计参量图像和B模式超声图像;
- [0021] 8)由步骤5)中得到的超声回波射频数据和步骤6)中得到的超声回波统计参量数据,提取热凝固区域和微泡区域的回波幅值和超声回波统计参量,按照热凝固微泡比的计算方法得到热凝固微泡比值及其动态变化过程。
- [0022] 作为本发明方进一步改进,步骤6)具体为基于Nakagami统计模型统计超声回波射频数据:按照预定将射频数据划分为多个目标区域,选取组织中单个区域内的超声回波射频数据按照Nakagami参量的算法计算得到该区域内的超声回波统计分析的Nakagami参量;对每个区域的射频数据单独处理,同时对多个区域的超声回波统计参量及其动态变化进行检测。
- [0023] 作为本发明方进一步改进,采用基于Nakagami参量的超声回波统计参量图像对目标区域进行成像:超声回波统计参量成像首先确定选取的估计方法及滑动窗尺寸,使滑动窗以单像素点为步长在成像平面被进行纵向及横向滑动,每滑动一个像素点,利用选取的估计方法计算滑动窗被回波信号包络的统计参量值,并将该值赋给滑动窗的中心像素点,遍历整个成像区域以得到超声回波统计参量图像。作为本发明方进一步改进,构建超声回波统计参量图像时首先对超声回波射频信号进行去噪处理,基于最大似然估计Nakagami参量成像的去噪方法为:
- [0024] 首先,将采集到的超声回波射频数据分别加入两次随机白噪声,得到有噪声的信

号S1和S2,加入的白噪声幅值等于系统白噪声幅值,系统白噪声幅值由无回声区超声信号估计所得;

[0025] 其次,以脉冲宽度作为采样窗宽宽计算S1和S2的局部相关系数,得到相关系数矩阵;

[0026] 接着,以80%作为阈值,找出相关系数矩阵中小于80%的值,将它们对应的值全部设置为回波射频信号的最小值,得到去系统白噪声后的射频信号;

[0027] 最后,将判断为噪声的点置为回波信号中的最小值,将y小于0.25对应的统计参量值置为0,将y大于0.2的对应的统计参量值按照最大似然估计算法进行求解。

[0028] 本发明与现有技术相比,具有下列优点:

[0029] 本发明的监控系统由主控设备及连接在主控设备上的功率放大器、数据采集设备、图像采集设备和三维移动设备构成,结构简单,功能完善,本发明检测多区域的超声统计参量,实现了不同方式热消融过程中超声统计参量同步检测、热凝固微泡比同步检测与损伤动态变化同步检测。

[0030] 与现有热凝固检测与监控成像技术相比,本发明的方法对超声回波射频数据按照超声回波统计参量算法得到超声回波统计参量,通过分析超声回波统计参量的动态变化和超声统计参量成像,可以克服热消融过程中空化汽化微泡的覆盖和上部强回声区域的遮挡,将超声统计参量成像方法用于不同方式热消融过程中凝固的检测与监控成像,实现热凝固起始的提早检测,增强凝固下部显示,优化热凝固过程的检测与监控成像效果。

[0031] 进一步,与现有热凝固检测与监控成像技术相比,本发明还提高了热凝固微泡比增强了图像的对比度。

【附图说明】

[0032] 图1是本发明提出的用于热凝固监测的超声回波统计参量监控系统的框图。

[0033] 图2是热消融过程所中超声回波统计参量及回波幅值同步检测与成像系统与方法控制的流程图。

[0034] 图3是改进的基于最大似然估计的Nakagami参量图像去噪及成像算法流程图。

[0035] 图4是热消融过程热凝固起始超声回波统计参量图像、B模式图像同步监测的结果。

[0036] 图5是热消融过程中出现上部强回声区域遮挡时超声回波统计参量图像与B模式图像同步监测及统计参量与回波幅值动态变化结果。

[0037] 图6是热消融过程中超声回波统计参量及B模式同步监测与图像热凝固微泡比动态变化的结果。

[0038] 其中,1、为主控设备;2、功率放大器;3、无创功率换能器;4、超声检测与成像换能器;5、全数字化超声设备;6、数据采集设备;7、样品;8、图像采集设备;9、指示灯;10、微创功率换能器;11、透光水槽;12、三维移动设备。

【具体实施方式】

[0039] 为了更清楚的理解本发明,以下结合附图及实施方式作进一步的详细说明:

[0040] 一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统。

[0041] 参见图1,本发明的一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统包括:主控设备1、功率放大器2、无创功率换能器3、超声检测与成像换能器4、全数字化超声设备5、数据采集设备6、样品7、图像采集设备8、指示灯9、微创功率换能器10、透光水槽11和三维移动设备12;在主控设备1上连接有功率放大器2、数据采集设备6、图像采集设备8、指示灯9和三维移动设备12;其中,主控设备1的输出端与功率放大器2的控制端相连,功率放大器2的输出端与无创功率换能器3和微创功率换能器10的输入端相连,无创功率换能器3和微创功率换能器10设置在透光水槽11的周向;主控设备1的输出端与数据采集设备6的控制端相连,数据采集设备6的输入端与全数字化超声设备5的输出端相连,全数字化超声设备5的输入端与超声检测与成像换能器4的输出端相连;主控设备1的输出端与三维移动设备12的控制端相连,三维移动设备12用于调节样品7在透光水槽11的空间位置。

[0042] 该系统通过主控设备1控制功率放大器2驱动无创功率换能器3和/或微创功率换能器10发射能量;该系统通过主控设备1控制全数字化超声设备5通过超声检测与成像换能器4采集超声回波射频数据,并通过数据采集设备6输入到主控设备1并存贮在主控设备1上;图像采集设备8进行采集,指示灯9受主控设备1控制,在采集到的动态图像中表征时间。

[0043] 其中,主控设备1为时间序列和能量输出双重控制与具备数据存贮及处理的多功能主控设备,其中,主控设备1能够对功率放大器2能量输出的时间和幅度同步时空控制,并对全数字化超声设备5通过超声检测与成像换能器4采集的超声回波射频数据进行存贮与处理。

[0044] 所述的无创功率换能器3为聚焦超声热消融辐射器;所述的微创功率换能器10为微波热消融辐射器;所述的微创功率换能器10为射频热消融辐射器;所述的微创功率换能器10为激光热消融辐射器;

[0045] 所述的透光水槽11为透明的玻璃或有机玻璃水槽;所述的三维移动设备12为微米级扫描精度且能够编程的全数字化三维扫描移动设备。

[0046] 所述的图像采集设备8分辨率为 1280×1024 的高清摄像机,其设置于样品7侧面。

[0047] 一种克服微泡覆盖反映热凝固起始阶段的超声回波统计参量检测方法,具体步骤如下:

[0048] 本发明检测热消融过程中凝固起始目标区域的超声回波统计参量及其动态变化过程,见图2。主控设备1控制三维移动设备12调节样品7使其处于无创功率换能器3和/或微创功率换能器10的有效辐射区内;同时将超声检测与成像换能器4对准换能器的有效辐射区内的目标区域;系统通过预设热消融参数控制功率放大器2驱动无创功率换能器3和/或微创功率换能器10发射能量,作用于样品;系统控制全数字化超声设备5通过超声检测与成像换能器4采集 目标区域热消融凝固起始的超声回波射频数据。

[0049] 系统使用全数字化超声设备5采集超声回波射频数据,按照预定将射频数据划分为多个目标区域,对每个区域的射频数据单独处理,同时对多个区域的超声回波统计参量及其动态变化进行检测。本发明中使用Nakagami统计模型统计超声背向散射信号。选取组织中单个区域内的超声回波射频数据按照Nakagami参量的算法计算得到该区域内的超声回波统计分析的Nakagami参量。用于获取Nakagami参量的估计量的方法有很多,大致可以分为基于矩估计的参数估计方法和基于最大似然估计的参数估计方法。

[0050] 一种克服微泡覆盖提早检测热凝固起始的超声回波统计参量成像方法,具体步骤

如下：

[0051] 本发明同时使用B模式图像和超声回波统计参量图像对热消融凝固起始进行检测与监控成像。主控设备1通过预设参数控制功率放大器2驱动无创功率换能器3和/或微创功率换能器10发射能量，作用于样品7；同时控制全数字化超声设备5通过超声检测与成像换能器4采集目标区域热消融凝固起始的超声回波射频数据。使用采集到的超声回波射频数据同步构建动态变化的超声回波统计参量图像和B模式超声图像。

[0052] 常规B模式图像反应的目标区域的超声背向散射信息，反应了组织内部声阻抗差的差异，是目前较为成熟的超声成像方法。热消融过程中会产生空化汽化微泡，空化汽化微泡与损伤在B模式图像中均表现为高回声，从而导致热消融凝固起始检测具有一定的困难。Nakagami统计模型中，不同散射子分布得到的Nakagami参量不同，Nakagami参量图像具有分辨不同散射子浓度的能力，并且不受回波幅值的影响。

[0053] 为了克服热消融凝固起始空化汽化微泡遮挡的影响，采用基于Nakagami参量的超声回波统计参量图像对目标区域进行成像。超声回波统计参量成像首先确定选取的估计方法及滑动窗尺寸，使滑动窗以单像素点为步长在成像平面被进行纵向及横向滑动，每滑动一个像素点，利用选取的估计方法计算滑动窗被回波信号包络的统计参量值，并将该值赋给滑动窗的中心像素点，遍历整个成像区域以得到超声回波统计参量图像。由于热凝固组织和微泡的散射子浓度不同，因此可以通过超声回波统计参量图像对热凝固起始检测与监控成像。

[0054] 一种克服上部强回声区域遮挡反映热凝固下部的超声回波统计参量检测方法，具体步骤如下：

[0055] 本发明监测热消融过程中凝固底部目标区域的超声回波统计参量及其动态变化过程。主控设备1控制三维移动设备12调节样品7使其处于无创功率换能器3和/或微创功率换能器10的有效辐射区内；同时将超声检测与成像换能器4对准换能器的有效辐射区内的目标区域；系统通过预设热消融参数控制功率放大器驱动无创功率换能器3和/或微创功率换能器7发射能量，作用于样品；系统控制全数字化超声设备通过超声检测与成像换能器采集目标区域热消融凝固底部被遮挡时的超声回波射频数据。

[0056] 随着热消融时间的增加，由于损伤上部分强散射系数组织及微泡的影响，下部超声严重衰减，使得损伤难以观察，超声回波统计参量图像可以有效的抑制超声散射回波中的上部强回声区域遮挡效应，可以识别B模式图像不能描述的较弱信号。由于无回声区的白噪声会影响超声回波统计参量图像检测热凝固区域，需要在回波散射波形不变的情况下取出白噪声。NCA去噪方法在基于矩估计的Nakagami参量成像中取得较好效果。NCA去噪方法直接将噪声点置为0，基于矩估计的超声回波统计参量成像算法中，超声回波统计参量通过利用回波射频数据包络R的k阶矩 μ_k 计算而得，令E(•)表示期望，则，

$$[0057] \mu_k = E(R^k)$$

[0058] 因此矩估计的超声回波统计参量成像算法中将噪声点置为零可以实现较好的去噪效果，但是基于最大似然估计的统计参量成像算法中

$$[0059] y = \ln\left(\frac{\mu_2}{G}\right)$$

$$[0060] \quad G = \left(\prod_{i=1}^N R_i^2 \right)^{1/N}$$

[0061] 由上式可知,按照传统的NCA去噪方法,噪声点被置为0,会导致计算其他点的m值时,只要滑动窗包含该点,就会导致G=0,同时导致y趋向于无穷大,导致计算出的m值无意义,本发明提出了一种改进的基于最大似然估计的Nakagami图像去噪方法。参见图3,首先,将采集到的超声回波射频数据分别加入两次随机白噪声,得到有噪声的信号S1和S2,加入的白噪声幅值等于系统白噪声幅值,由无回声区超声信号估计所得;其次,以脉冲宽度作为采样窗宽计算S1和S2的局部相关系数,得到相关系数矩阵;接着,以80%作为阈值,找出相关系数矩阵中小于80%的值,将它们对应的值全部赋值为回波射频信号的最小值,得到去系统白噪声后的射频信号。将判断为噪声的点置为回波信号中的最小值,这样会导致计算出来的y值远远小于其正常值,因此将y小于0.2对应的统计参量值置为0,将y大于0.2的对应的统计参量值按照最大似然估计算法进行求解。可以达到较好的去噪效果。

[0062] 一种克服上部强回声区域遮挡增强热凝固下部显示的超声回波统计参量成像方法,具体步骤如下:

[0063] 本发明同时使用超声回波统计参量图像和B模式图像对热消融过程中出现上部强回声区域遮挡的热凝固进行检测与监控成像。主控设备通过预设参数控制功率放大器驱动无创功率换能器3和/或微创功率换能器10发射能量,作用于样品7;同时控制全数字化超声设备5通过超声检测与成像换能器4采集目标区域热消融凝固起始的超声回波射频数据。

[0064] 使用采集到的超声回波射频数据同步构建动态变化的超声回波统计参量图像和B模式超声图像。构建超声回波统计参量图像的时首先对超声回波射频信号进行去噪处理。在消融结束后,沿超声检测与成像换能器4采集切面剖开样品,并对切面进行拍照获取光学图像。将光学图像、B模式图像和超声回波统计参量图像进行对比分析,研究随着热消融时间增加出现上部强回声区域遮挡时光学图像、B模式图像和超声回波统计参量图像与损伤的对应关系。

[0065] 一种提高热凝固微泡比增强热凝固监测对比度的超声回波统计参量成像方法,包括以下步骤:

[0066] 本发明检测热消融过程中目标区域的热凝固微泡比(lesion-to-bubble ratio, LBR)及其动态变化过程。系统通过主控设备控制三维移动设备调节样品使其处于无创功率换能器3和/或微创功率换能器10的有效辐射区内;同时将超声检测与成像换能4对准换能器的有效辐射区内的目标区域;系统通过预设热消融参数控制功率放大器驱动无创功率换能器和/或微创功率换能器发射能量,作用于样品7;系统控制全数字化超声设备通过超声检测与成像换能器采集目标区域热消融凝固底部被遮挡时的超声回波射频数据。

[0067] LBR是指凝固与微泡散射能力的比率,定义为:

$$[0068] \quad LBR = 20 \log_{10} \frac{I_{lesion}}{I_{bubble}}$$

[0069] 其中, I_{lesion} 和 I_{bubble} 分别为凝固和微泡目标区域的平均幅值。利用采集到的回波射频数据和计算得到超声回波统计参量数据。提取感兴趣区域(region of interest, ROI)的回波幅值和超声回波统计参量,根据公式计算得到图像的LBR值及其动态变化过程。

[0070] 以下是具体的实施例,但并不局限与这些实施例。

[0071] 实施例1

[0072] 参见图4,热消融过程中凝固起始检测与超声监控成像。在热消融治疗早期,使用超声回波统计参量成像方法对热凝固起始进行检测与监控成像。

[0073] 本实施例中使用聚焦超声进行热消融治疗。使用的声功率为85W,占空比为70%,总时间为4s,在热消融过程中,使用图像采集设备采集聚焦超声热消融治疗过程中透明仿生物组织体模中损伤的动态变化过程,如果4(a)所示。同时在热消融过程中是用全数字超声设备同步采集热消融治疗过程中目标区域的超声回波背向散射数据。使用这些采集到的超声回波射频数据同步构建超声B模式图像图4(b)和超声回波统计参量图像4(c),将热消融凝固起始的超声回波统计参量图像、B模式图像和光学图像进行对比分析,

[0074] 实施例2

[0075] 参见图5,热消融过程中出现上部强回声区域遮挡热时热凝固下部超声回波统计参量动态变化与监控成像。在热消融过程中,对样品多个区域的超声回波幅值与超声回波统计参量进行同步检测。同时同步构建超声回波统计参量图像与超声B模式图像。

[0076] 本实施例中使用微波治疗仪进行热消融治疗。微波热消融参数为:消融功率为40W,消融时间为5min,在热消融过程中,使用全数字化超声设备控制超声检测与成像换能器采集热消融目标区域的超声回波射频数据。同步构建B模式图像图5(a)和超声回波统计参量图像图5(b),同时选取感兴趣区域分别监测区域内超声回波幅值5(c)与超声回波统计参量5(d)的动态变化。

[0077] 实施例3

[0078] 参见图6,基于提高热凝固微泡比的超声回波统计参量的热凝固监控成像。在热消融过程中,分别提取凝固区域与微泡区域的超声回波数据与超声回波统计参量数据,计算R01区域的平均幅值,按照公式计算得到LBR值及其动态变化,同时同步构建超声回波统计参量图像和B模式超声图像。

[0079] 本实施例中使用聚焦超声进行热消融治疗,使用声功率为140W,连续辐射32s,在热消融治疗过程中,使用全数字化超声设备同步采集热消融过程中目标区域超声回波射频数据。使用这些射频数据同步构建热消融过程中B模式图像图6(a)和超声回波统计参量图像图6(b)。同时利用采集到的射频数据获取B模式图像和统计参量图像的LBR的动态变化过程图6(c),具体的方法为是分别选取凝固区域和微泡区域为R01区域,计算R01区域内回波幅值和超声回波统计参量值的平均值。按照LBR值的计算方法得到LBR值及动态变化过程。

[0080] 以上内容是结合具体的优选实施方式对本发明所作的进一步详细说明,不能认定本发明的具体实施方式仅限于此,对于本发明所属技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干简单的推演或替换,都应当视为属于本发明由所提交的权利要求书确定专利保护范围。

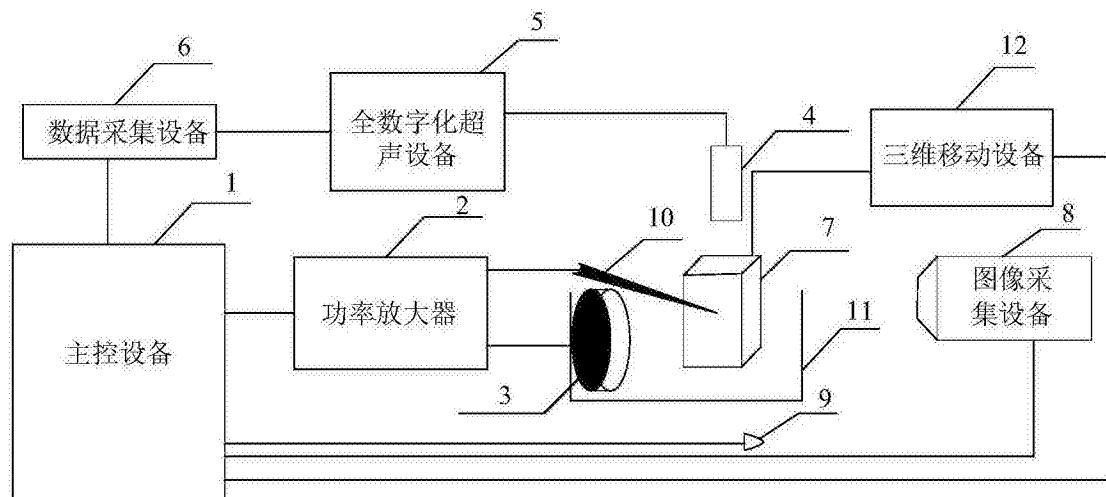


图1

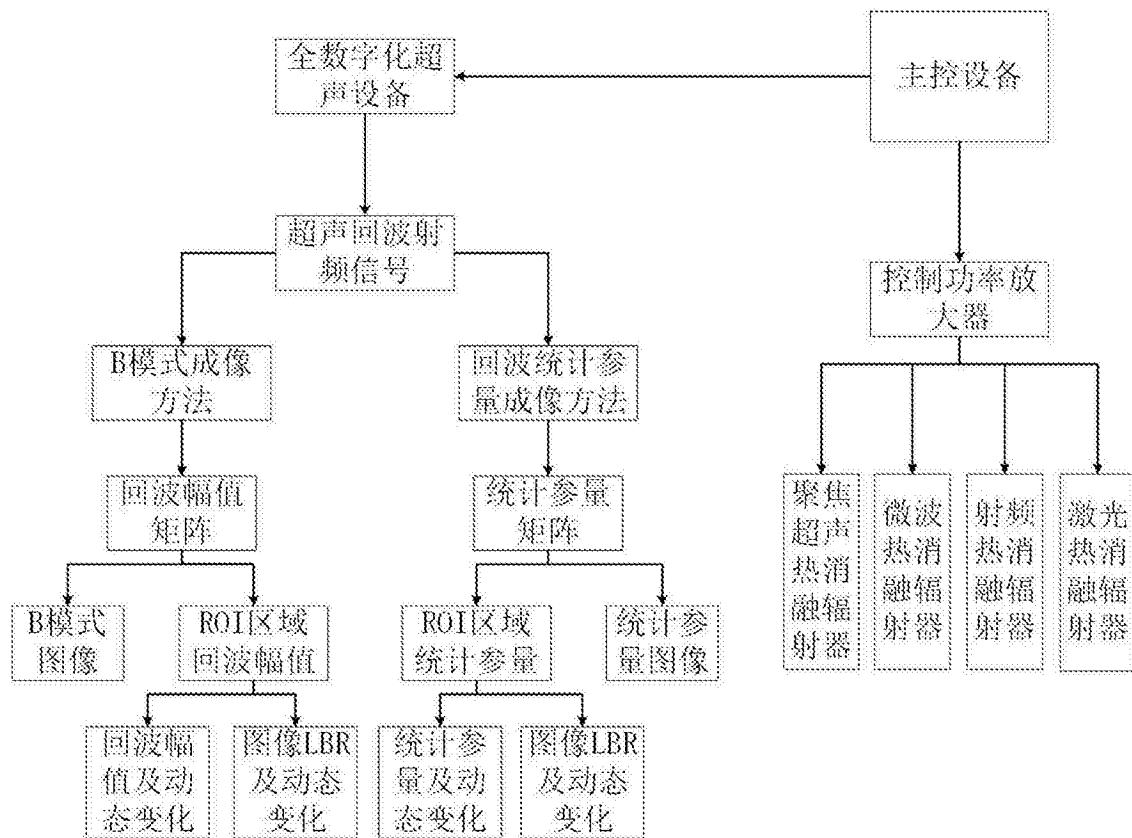


图2

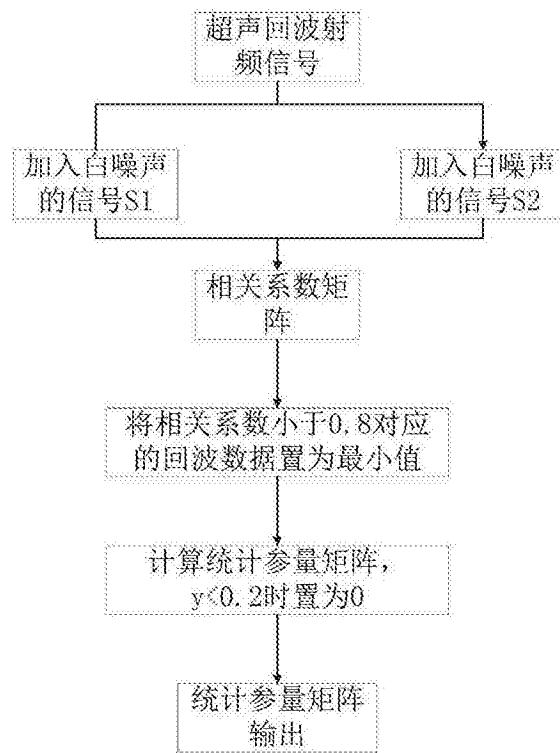


图3

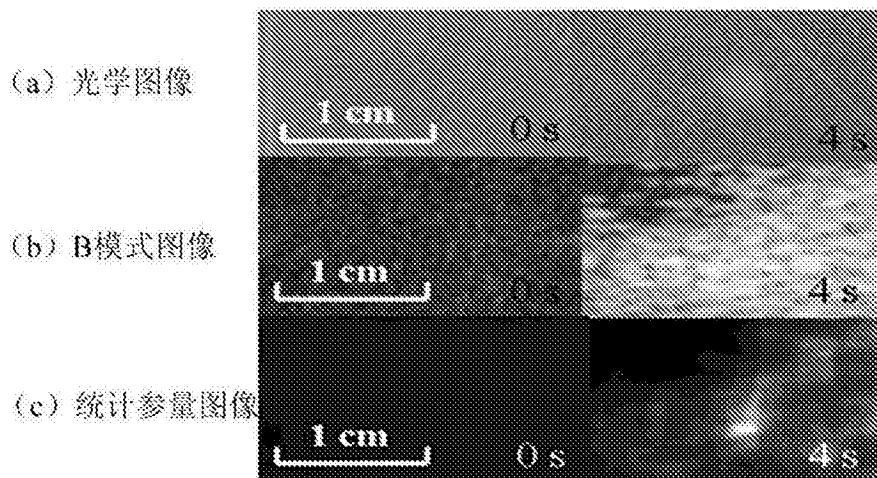


图4

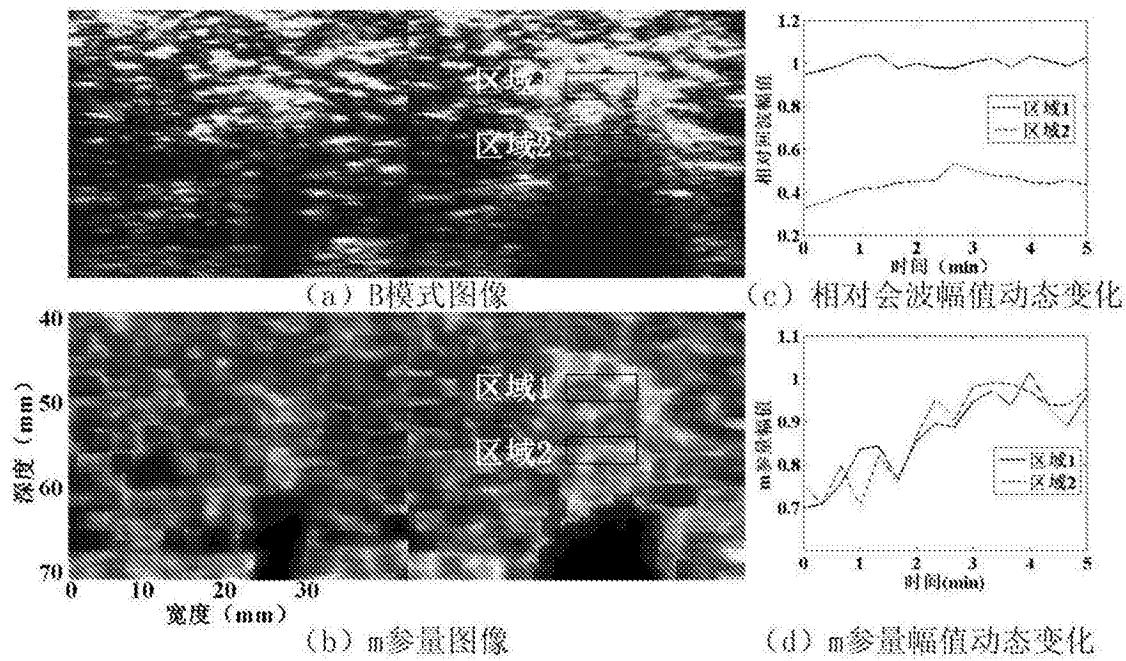


图5

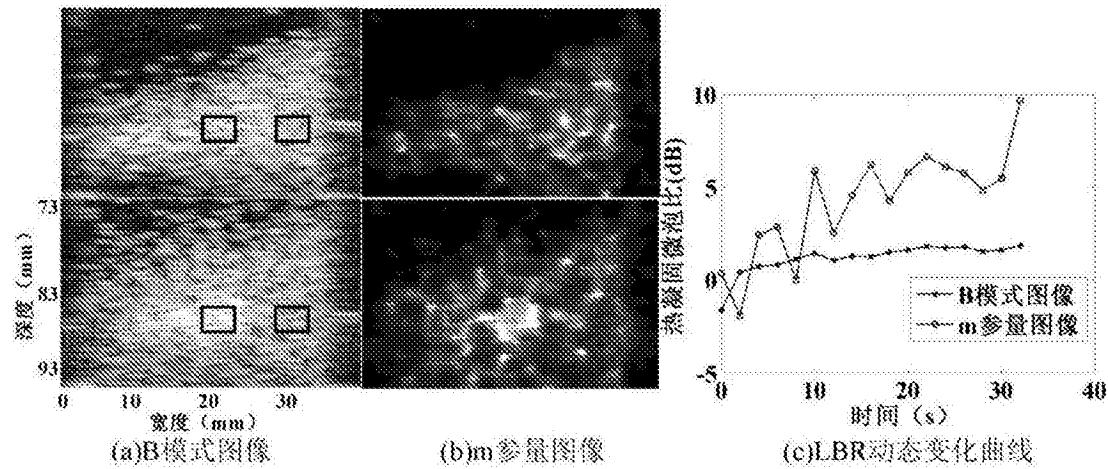


图6

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统与方法 | | |
| 公开(公告)号 | CN106037815A | 公开(公告)日 | 2016-10-26 |
| 申请号 | CN201610326626.0 | 申请日 | 2016-05-17 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 西安交通大学 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 西安交通大学 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 西安交通大学 | | |
| [标]发明人 | 张思远 朱兴广 韩玉强 黄国静 尚少强 徐田奇 万明习 段君博 钟徽 | | |
| 发明人 | 张思远 朱兴广 韩玉强 黄国静 尚少强 徐田奇 万明习 段君博 钟徽 | | |
| IPC分类号 | A61B8/08 A61B8/00 | | |
| CPC分类号 | A61B8/08 A61B8/0833 A61B8/5246 | | |
| 外部链接 | Espacenet Sipo | | |

摘要(译)

本发明公开了一种用于热凝固监测的超声回波统计参量成像系统与方法，其成像系统包括主控设备、功率放大器、无创功率换能器、超声检测与成像换能器、全数字化超声设备、数据采集设备、样品、图像采集设备、指示灯、微创功率换能器、透光水槽和三维移动设备；本发明采用克服微泡覆盖和上部强回声区域遮挡的超声回波统计参量成像方法监测热凝固的形成过程，实现了热凝固起始的提早检测，增强了热凝固下部的显示，提高热消融过程中热凝固微泡比增强了热凝固监测对比度。

