



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110916720 A

(43)申请公布日 2020.03.27

(21)申请号 201911236207.8

(22)申请日 2019.12.05

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园1号清华大学

(72)发明人 杜智博 陈豪龙 柳占立 庄茁

(74)专利代理机构 北京润泽恒知识产权代理有限公司 11319

代理人 苏培华

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

G01J 5/00(2006.01)

A61N 7/02(2006.01)

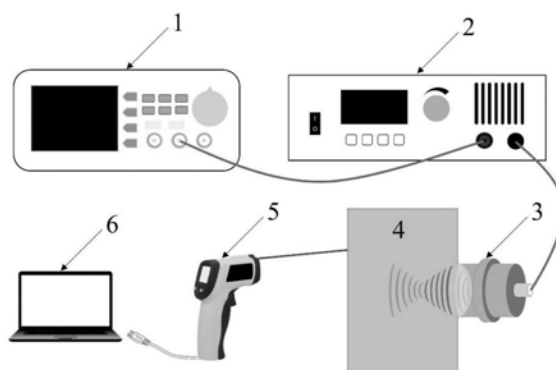
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

一种超声聚焦及靶点反演定位系统

(57)摘要

本发明公开了一种超声聚焦及靶点反演定位系统,属于超声监测领域,用于解决现有技术中不能准确探测到聚焦靶点和实现实时成像的问题。所述系统通过信号发生器、功率放大器、球形超声换能器在被测对象(生物组织或工件)中形成产热足够的超声聚焦靶点,通过红外线测温仪进行实时监测并记录监测所得的被测对象的表面温度,并利用BP神经网络求解器计算反演得到靶点对应位置和大小,最终结合红外线测温仪与具有位置调节器的夹持装置实现超声聚焦靶点的实时监控和位置调节。



1. 一种超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述超声聚焦及靶点反演定位系统包括:

信号发生器;功率放大器;球形超声换能器;被测对象;红外线测温仪;计算机;

所述信号发生器,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器;

所述功率放大器,用于接收由所述信号发生器发出的电信号,并将所述电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述球形超声换能器;

所述球形超声换能器,用于接收由所述放大后信号,并将所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号,再将所述高幅值超声力学信号入射至所述被测对象的内部;

所述被测对象,包括生物组织、工件中的任意一种;

所述红外线测温仪,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机;

所述计算机,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

2. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是生物组织,还包括:

夹持装置,用于调节球形换能器与生物组织的相对位置,使得聚焦靶点到达生物组织的所需热疗或消融处;

所述功率放大器包括调节旋钮,通过调节所述调节旋钮,使得聚焦靶点处温度达到热疗或消融所需值。

3. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是工件;

其中,所述反演信息为所述工件内部的热源信息,若所述工件内部含两个及以上热源信息,则所述工件具有缺陷。

4. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是工件,通过分析所述热源信息的大小和形状,排除聚焦超声靶点,其余热源信息为缺陷,根据所述其余热源信息的位置和大小得到所述缺陷的位置和大小。

5. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是生物组织,所述计算机,用于对所述生物组织的表面温度数据进行处理,结合生物体的几何性质和对应热力学参数输入到已经训练的BP神经网络求解器中,通过已经训练的BP神经网络求解器反演得到聚焦超声靶点位置及大小。

6. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是生物组织,所述功率放大器还用于将所述电信号放大到可以在生物体中产生足够温度,所述足够温度为热疗需求温度或消融所需温度。

7. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是生物组织,所述球形超声换能器还用于将所述高幅值超声力学信号入射至生物组织内部,并在所述生物组织内部超声聚焦至靶点处。

8. 如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述被测对象是生

物组织,超声换能器的谐振频率根据生物组织的材料及应用场景在0.5-30MHz中选取。

9.如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述计算机利用所述BP神经网络求解器,通过利用误差逆向传播算法训练得到被测对象表面温度与靶点位置和大小之间的对应关系,根据被测对象的表面温度直接得到聚焦超声靶点的位置和大小信息。

10.如权利要求1所述的超声聚焦及靶点反演定位系统,其特征在于,所述功率放大器的输出端与所述球形超声换能器通过防水线相连,其中,所述球形超声换能器为浸水超声换能器。

一种超声聚焦及靶点反演定位系统

技术领域

[0001] 本申请涉及超声监测领域,尤其涉及一种超声聚焦及靶点反演定位系统。

背景技术

[0002] 目前针对于生物体成像及聚焦靶点分析,医学上通常采用B超、核磁共振等方式。B超探测是使用超声作为探测源,通过对于反射信号的分析得到对应区域的界面图像,但其产生的超声信号会与聚焦超声的超声信号耦合,这会直接影响B超的成像结果,造成对于聚焦靶点识别的偏差,同时由于B超仅可以探测声学阻抗具有差异的材料的界面信息,若针对声学阻抗热敏感性较低的材料,B超就不能探测到聚焦靶点。核磁共振技术虽可以清晰探测到聚焦超声靶点位置,但核磁共振的探测是基于横截面信息进行成像的,不能用于实时成像。因此,现有生物体成像及聚焦靶点分析技术中存在不能同时实现准确聚焦靶点和实时成像的问题。

发明内容

[0003] 本申请的主要目的在于提供超声聚焦及靶点反演定位系统,旨在解决现有技术中不能准确聚焦靶点和实现实时成像的问题。

[0004] 为解决上述问题,本申请提供了一种超声聚焦及靶点反演定位系统,所述超声聚焦及靶点反演定位系统包括:

[0005] 信号发生器;功率放大器;球形超声换能器;被测对象;红外线测温仪;计算机;

[0006] 所述信号发生器,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器;

[0007] 所述功率放大器,用于将接收的所述电信号,放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述球形超声换能器;

[0008] 所述球形超声换能器,用于将接收到的所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号,所述球形超声换能器的超声探头紧贴在被测对象的表面,使得所述高幅值超声力学信号入射至所述被测对象的内部,利用所述高幅值超声力学信号进行超声聚焦;其中,所述球形超声换能器具有防水的特性,结合防水线材可在水下使用;

[0009] 所述被测对象,包括生物组织、工件中的任意一种;

[0010] 所述红外线测温仪,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机;

[0011] 所述计算机,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

[0012] 优选地,被测对象是生物组织,还包括:夹持装置,用于调节球形换能器与生物组织的相对位置,使得聚焦靶点到达生物组织的所需热疗或消融处;所述功率放大器包括调节旋钮,通过调节所述调节旋钮,使得聚焦超声靶点处温度达到热疗或消融所需值,其中所述所需值为热疗需求温度的41-45℃或消融所需温度的70-90℃。

[0013] 优选地,被测对象是生物组织,所述计算机,用于对所述生物组织的表面温度数据进行处理,结合生物体的几何性质和对应热力学参数输入到已经训练的BP神经网络求解器中,通过已经训练的BP神经网络求解器反演得到聚焦超声靶点位置及大小。

[0014] 优选地,被测对象是生物组织,所述功率放大器还用于将所述电信号放大到可以在生物体中产生足够温度,所述足够温度为热疗需求温度或消融所需温度。

[0015] 优选地,被测对象是生物组织,所述球形超声换能器还用于将所述高幅值超声力学信号入射至生物组织内部,并在所述生物组织内部超声聚焦至靶点处。

[0016] 优选地,被测对象是工件,其中,所述反演信息为所述工件内部的热源信息,若所述工件内部含两个及以上热源信息,则所述工件具有缺陷。;其中,监测判断依据为热源信息,所述热源信息为利用所述BP神经网络求解器反演计算得到的工件内部热源信息,若所述工件内部含两个及以上热源信息,则所述工件具有缺陷,通过分析所述热源信息的大小和形状,排除聚焦超声靶点,其余热源信息为缺陷,根据所述其余热源信息的位置和大小得到所述缺陷的位置和大小。

[0017] 优选地,所述BP神经网络的作用为:被测对象的表面温度与靶点的位置和大小之间存在着复杂的函数关系,但是由于边界条件和被测对象力热性能的复杂性,此函数关系不可显式表达,而BP神经网络的作用在于利用误差逆向传播算法训练得到被测对象的表面温度与靶点的位置和大小之间的对应关系,可以快速通过被测对象的表面温度直接得到聚焦超声靶点的位置和大小,而不用求解复杂的反向热传导方程。

[0018] 被测对象是生物组织。

[0019] 所述信号发生器,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器。

[0020] 本申请先在信号发生器中输入所需的波形及频率,利用信号发生器发出输入所需的波形及频率对应的特定频率或特定频段的电信号,将电信号输入到与信号发生器阻抗匹配的功率放大器中。

[0021] 所述功率放大器,用于接收由所述信号发生器发出的电信号,并将所述电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述球形超声换能器。

[0022] 功率放大器将接收到的电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将放大后信号输入到球形超声换能器中。

[0023] 所述球形超声换能器,用于将接收到的所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号。

[0024] 球形超声换能器将放大后信号转化为向焦点传播的相对应的特定频率的高幅值超声力学信号,将球形超声换能器的超声探头紧贴在生物组织表面,使得高幅值超声力学信号可以入射至生物组织内部,高幅值超声力学信号进入生物组织内部后聚集得到聚焦超声靶点。

[0025] 所述红外线测温仪,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机。

[0026] 在高幅值超声力学信号与生物组织作用的同时,利用红外线测温仪实时拍摄生物组织的表面温度,并记录实时监测的表面温度数据,将监测的表面温度数据传输至计算机,便于计算机根据该数据进行计算,实现反演生物组织内部的聚焦超声靶点的位置和大小信

息。

[0027] 所述计算机,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

[0028] 计算机,存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。其中,BP神经网络求解器是利用误差逆向传播算法训练得到生物组织表面温度与聚焦超声靶点的位置和大小之间的函数关系,根据该函数关系得到BP神经网络计算模型。再根据生物组织表面温度,利用BP神经网络计算模型的算法实时计算反演出生物组织内部聚焦超声靶点的位置和大小信息。

[0029] 夹持装置,用于调节球形换能器与生物组织的相对位置,使得超声聚焦靶点到达所需热疗或消融处。

[0030] 利用带有位置调节器的夹持装置调节球形换能器与生物组织的相对位置,使得聚焦超声靶点到达生物组织内部的所需热疗或消融的位置(即生物组织内部需要被监测的特点靶点位置),再调节功率放大器旋钮,使得特定靶点位置处的温度达到热疗或消融所需值,实现热疗或消融的目的。

[0031] 被测对象是工件。

[0032] 由于聚焦超声靶点温度向四周扩散时会与工件内部的缺陷作用,发生二次产热,形成新的热源,新热源的位置与大小可与工件内部缺陷的位置和大小相对应;其中,把聚焦超声焦点当成第一热源(即载荷源),使通过热信号或声信号在与工件缺陷作用的时候产热,形成一个新的热源,通过判断新热源的位置来找到缺陷。

[0033] 所述信号发生器,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器。

[0034] 本申请先在信号发生器中输入所需的波形及频率,利用信号发生器发出输入所需的波形及频率对应的特定频率或特定频段的电信号,将电信号输入到与信号发生器阻抗匹配的功率放大器中。

[0035] 所述功率放大器,用于接收由所述信号发生器发出的电信号,并将所述电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述球形超声换能器。

[0036] 功率放大器将接收到的电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将放大后信号输入到球形超声换能器中。

[0037] 所述球形超声换能器,用于将接收到的所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号。

[0038] 球形超声换能器将放大后信号转化为向焦点传播的相对应的特定频率的高幅值超声力学信号,将球形超声换能器的超声探头紧贴在工件表面,使得高幅值超声力学信号可以入射至工件内部,高幅值超声力学信号进入工件内部后聚集得到聚焦超声靶点。

[0039] 所述红外线测温仪,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机。

[0040] 在高幅值超声力学信号与工件作用的同时,利用红外线测温仪实时拍摄工件的表面温度,并记录实时监测的表面温度数据,将监测的表面温度数据传输至计算机,便于计算机根据该数据进行计算,实现反演工件内部的聚焦超声靶点的位置和大小信息。

[0041] 所述计算机,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

[0042] 计算机,存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。其中,BP神经网络求解器是利用误差逆向传播算法训练得到工件表面温度与聚焦超声靶点的位置和大小之间的函数关系,根据该函数关系得到BP神经网络计算模型。再根据工件表面温度,利用BP神经网络计算模型的算法实时计算反演出工件内部聚焦超声靶点的位置和大小信息。

[0043] 再通过红外线测温仪,实时监测并接收工件表面温度信息(即热源温度数据)。其中,若红外线测温仪只接收到一种热源温度数据,则被测工件没有缺陷;若红外线测温仪接收到两种或两种以上热源温度数据,则被测工件存在缺陷。当被测工件存在缺陷时,则依据计算机利用BP神经网络计算模型的算法计算反演得到的聚焦超声靶点的位置和大小信息,将两种或两种以上热源温度数据中对应的聚焦超声靶点的位置和大小信息对应的热源信息(聚焦超声靶点)排除,剩余热源温度数据对应的热源信息就是工件缺陷对应的热源信息(即剩余热源信息)。由于剩余热源信息包括热源的位置和大小,因此依据剩余热源信息就可以分析得到剩余热源信息对应的工件缺陷的位置和大小,从而达到监测工件是否存在缺陷的目的。

[0044] 有益效果

[0045] 首先,球形超声换能器发出的高幅值力学信号发射时是朝向球心方向传播,其焦点即为球心,但当其作用在生物组织时由于阻抗失配会引起其传播方向的折射,使得焦点位置和大小发生改变,并且生物组织的声学特性针对不同人不同部位会有一定区别,故而焦点位置和大小不能确定。因此,本发明采用的方法就是根据生物组织表面温度,利用BP神经网络的算法计算反演得到焦点的准确位置和大小,从而确定生物组织内部焦点的位置和大小,即靶点的位置和大小,解决现有技术中不能准确定位靶点的问题。

[0046] 其次,本申请根据球形超声换能器得到的高幅值超声力学信号可以实现超声聚焦靶点,并对生物组织内部的特定靶点位置进行热疗或消融;根据红外测温仪实时拍摄的表面温度进行反演的方法可以实现实时成像,同时表面温度的探测方法是非接触式探测方法,不会对聚焦过程造成影响,故而可以实现高精度非接触式实时监测聚焦超声靶点位置及大小;根据BP神经网络求解器反演得到聚焦超声靶点对应的位置和大小,从而达到高精度非接触式实时监测并调控聚焦超声靶点位置及大小的目的,最后实现准确聚焦超声靶点和实时成像。

[0047] 本发明的优点

[0048] 1、可高精度非接触式实时监控靶点的信息和大小;

[0049] 2、相较于B超的优点是非接触式测量,不会对聚焦过程产生影响,分析过程不会产生声耦合效应,对于聚焦靶点的位置和大小的反演会更加精确;

[0050] 3、相较于核磁共振成像的优点是快速实时地得到结果,不用根据多个截面信息推演结果,而是根据实时的表面温度直接反演,保证得到的信息延迟无延迟;

[0051] 4、由于BP神经网络求解器反演过程不用求解复杂的方程,而是可根据生物组织表面温度直接得到靶点的位置和大小,所以响应速度要快于常见的边界元、有限元的算法。

附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一种实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0053] 图1为本发明一种超声聚焦及靶点反演定位系统的一实施例整体示意图。

[0054] 图2为本发明一种超声聚焦及靶点反演定位系统的一实施例整体示意图。

具体实施方式

[0055] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本申请保护的范围。

[0056] 实施例一

[0057] 本申请提供了一种超声聚焦及靶点反演定位系统,当被测对象为生物组织时,应用于医学热疗,参照图2,本申请提供的超声聚焦及靶点反演定位方法及系统包括:信号发生器1;功率放大器2;浸水球形超声换能器3;被测对象4;红外线测温仪5;计算机6;夹持装置7;

[0058] 所述信号发生器,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器。

[0059] 本实施例中,信号发生器1的输出端通道与功率放大器2输入端相连,注意将功率放大器的阻抗调节至与信号发生器1一致,使电信号能顺利由信号发生器1传递到功率放大器2中。将任意波形的信号发生器1调制为高频发射模式,并在信号发生器1中输入所需波形及频率,由信号发生器1依据输入的所需波形及频率发出相应的电信号,将电信号输入到与信号发生器阻抗匹配的功率放大器2中。其中,所需波形一般是指正弦波形,频段指0.5-30MHz,即所述被测对象是生物组织,超声换能器的谐振频率根据生物组织的材料及应用场景在0.5-30MHz中选取。

[0060] 所述功率放大器2,用于接收由所述信号发生器1发出的电信号,并将所述电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述浸水球形超声换能器3。

[0061] 本实施例中,调节功率放大器2的功放倍率,保证聚焦超声靶点处的生物组织温升率可达检测所需的温升率值(在0.1k/min-1k/min之间),其中,这个时候的温升速率值先调到足够检测的量级,保证非作用区域不会被热疗,即初始温度太高,在不知道靶点位置的时候靶点位置可能会在偏离的位置,这个时候温度太高会热疗正常点的组织,而对作用区的目标靶点处需要热疗的组织无热疗效果。将所述电信号放大到可以在生物体中产生足够温度的放大后信号,再将放大后信号输入到浸水球形超声换能器3中。本实施例中的所述足够温度为达到热疗目的的需求温度,该需求温度应当在确定目标靶点位置后,再调节功率放大器2的放大旋钮,将电信号放大到能产生足够需求温度的放大后电信号,达到热疗目标靶点处的组织的目的,而不影响其他正常点的组织。

[0062] 所述浸水球形超声换能器3,用于将接收到的所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号。

[0063] 本实施例中,将功率放大器2的输出端与浸水球形超声换能器3通过防水线相连,使得功率放大器2能顺利将所述放大后信号传输至所述浸水球形超声换能器3。所述放大后信号通过浸水球形超声换能器3的换能器晶片转换为向靶点聚集的高幅值超声力学信号,注意浸水球形超声换能器3的谐振频率可以根据生物组织的材料及应用场景在0.5-30MHz中选取。将浸水球形超声换能器3、生物组织4通过安装有位置控制器的夹持装置7固定在一起,在浸水球形超声换能器3表面上涂抹足量耦合液保证浸水球形超声换能器3与生物组织4表面的充分接触。高幅值超声力学信号由浸水球形超声换能器3发出,经由耦合液,最终在生物体靶点处聚焦,使得生物体靶点处的生物组织快速升温。

[0064] 所述红外线测温仪5,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机6。所述计算机6,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

[0065] 本实施例中,在高幅值超声力学信号与生物组织4作用的同时,利用红外线测温仪5拍摄生物组织4表面的红外线照片,得到实时监测的表面温度信息,进行实时监测并记录生物组织4表面温度数据,红外线测温仪5将监测的表面温度数据传输给计算机6,注意红外线测温仪5精度需达0.001k以上。在计算机6中对表面温度数据进行处理,结合生物体的几何性质和对应热力学参数都输入到BP神经网络模型中,通过已经训练的求解器反演得到聚焦超声靶点位置及大小。

[0066] 其中,BP神经网络求解器是利用误差逆向传播算法训练得到生物组织表面温度与聚焦超声靶点的位置和大小之间的函数关系,根据该函数关系得到BP神经网络计算模型。再根据生物组织4表面温度,利用BP神经网络计算模型的算法实时计算反演出生物组织4内部聚焦超声靶点的位置和大小信息。

[0067] 夹持装置7,用于调节浸水球形换能器3与生物组织4的相对位置,使得超声聚焦靶点到达所需热疗或消融处。

[0068] 本实施例中,利用带有位置调节器的夹持装置7调节浸水球形换能器3与生物组织4的相对位置,使得聚焦超声靶点到达生物组织4内部的所需热疗的位置(即生物组织内部需要被监测的特点靶点位置),再调节功率放大器3的旋钮,使得特定靶点位置处的温度达到热疗所需值(在0.1k/min-10k/min之间),实现热疗的目的。

[0069] 实施例二

[0070] 本申请还提供一种超声聚焦及靶点反演定位方法及系统,被测对象为生物组织,应用于医学消融(例如,肿瘤消融),参照图2,本申请提供的超声聚焦及靶点反演定位方法及系统包括:信号发生器1;功率放大器2;球形超声换能器3;被测对象4;红外线测温仪5;计算机6;夹持装置7;

[0071] 所述信号发生1器,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器2。

[0072] 本实施例中,信号发生器1的输出端通道与功率放大器2输入端相连,注意将功率放大器2的阻抗调节至与信号发生器1一致。将任意信号发生器1调制为高频发射模式,并在

信号发生器1中输入所需波形及频率,由信号发生器1依据输入的所需波形及频率发出相应的电信号,将电信号输入到与信号发生器阻抗匹配的功率放大器2中。其中,所需波形及频段是指所需波形一般是指正弦波形,频段指0.5-30MHz。

[0073] 所述功率放大器2,用于接收由所述信号发生器发出的电信号,并将所述电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述球形超声换能器3。

[0074] 本实施例中,调节功率放大器2的功放倍率,保证聚焦超声靶点处的生物组织温升率可达检测所需的温升率值(在0.1k/min-1k/min之间),其中,这个时候的温升速率值先调到足够检测的量级,保证非作用区域不会被消融,即初始温度太高,在不知道靶点位置的时候靶点位置可能会在偏离的位置,此时温度太高会消融正常组织,对其产生伤害。将所述电信号放大到可以在生物体中产生足够温度的放大后信号,再将放大后信号输入到球形超声换能器3中。本实施例中的所述足够温度为达到消融目的的需求温度,该需求温度应当在确定目标靶点位置后,再调节功率放大器2的放大旋钮,将电信号放大到能产生足够需求温度的放大后电信号,达到消融目标靶点处的组织的目的,而不影响其他正常点的组织。

[0075] 所述球形超声换能器3,用于将接收到的所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号。

[0076] 本实施例中,将功率放大器2的输出端与浸水球形超声换能器3通过防水线相连,使得功率放大器2能顺利将所述放大后信号传输至所述浸水球形超声换能器3。所述放大后信号通过浸水球形超声换能器3的换能器晶片转换为向靶点聚集的高幅值超声力学信号,注意球形超声换能器3的谐振频率可以根据生物组织的材料及应用场景在0.5-30MHz中选取。将浸水球形超声换能器3、生物组织4通过安装有位置控制器的夹持装置7固定在一起,在球形超声换能器3表面上涂抹足量耦合液保证超声换能器3与生物组织4表面的充分接触。高幅值超声力学信号由球形超声换能器3发出,经由耦合液,最终在生物体靶点处聚焦,使得生物体靶点处的生物组织快速温升。

[0077] 所述红外线测温仪5,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机6。所述计算机6,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

[0078] 本实施例中,在高幅值超声力学信号与生物组织4作用的同时,利用红外线测温仪5拍摄生物组织4表面的红外线照片,得到实时监测的表面温度信息,进行实时监测并记录生物组织4表面温度数据,红外线测温仪5将监测的表面温度数据传输给计算机6,注意红外线测温仪5精度需达0.001k以上。在计算机6中对表面温度数据进行处理,结合生物体的几何性质和对应热力学参数都输入到BP神经网络模型中,通过已经训练的求解器反演得到聚焦超声靶点位置及大小。

[0079] 其中,BP神经网络求解器是利用误差逆向传播算法训练得到生物组织4表面温度与聚焦超声靶点的位置和大小之间的函数关系,根据该函数关系得到BP神经网络计算模型。再根据生物组织4表面温度,利用BP神经网络计算模型的算法实时计算反演出生物组织4内部聚焦超声靶点的位置和大小信息。

[0080] 夹持装置7,用于调节球形换能器3与生物组织4的相对位置,使得超声聚焦靶点到达所需热疗或消融处。

[0081] 本实施例中,利用带有位置调节器的夹持装置7调节球形换能器3与生物组织4的相对位置,使得聚焦超声靶点到达生物组织4内部的所需消融的位置(即生物组织内部需要被监测的特点靶点位置),再调节功率放大器3的旋钮,使得特定靶点位置处的温度达到消融所需值(在60-2400k/min之间),实现消融的目的。

[0082] 实施例三

[0083] 本申请提供一种超声聚焦及靶点反演定位方法及系统,被测对象为工件,还可应用于工程缺陷探测,本实用例原理为:聚焦超声靶点温度向四周扩散时与缺陷作用,发生二次产热,形成新的热源,热源的位置与大小可与缺陷位置和大小相对应;其中,是把聚焦超声焦点当成一个热源(载荷源),使得热信号或声信号在与工件缺陷作用的时候产热,形成一个新的热源,通过判断新热源的位置来找到缺陷。参照图1,具体实施方式如下:

[0084] 所述信号发生器1,用于接收输入的所需波形及频率,并通过所述信号发生器输出端通道,将发出的电信号传输至所述功率放大器2。

[0085] 本实施例中,先在信号发生器1中输入所需的波形及频率,利用信号发生器1发出输入所需的波形及频率对应的特定频率或特定频段的电信号,将电信号输入到与信号发生器阻抗匹配的功率放大器2中。

[0086] 所述功率放大器2,用于接收由所述信号发生器1发出的电信号,并将所述电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将所述放大后信号传输至所述球形超声换能器3。

[0087] 本实施例中,功率放大器2将接收到的电信号放大至能产生所需温度的放大后信号,再将放大后信号输入到球形超声换能器3中,其中,所需温度是指能与工件作用发生二次产热的超声聚焦靶点温度值。所需温度的温度值通过功率放大器3的调节旋钮实现。

[0088] 所述球形超声换能器3,用于将接收到的所述放大后信号转化成向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号。

[0089] 本实施例中,球形超声换能器3将放大后信号转化为向焦点传播的特定频率的高幅值超声力学信号,在球形超声换能器3表面涂布过量耦合液,将球形超声换能器3的超声探头紧贴在工件4表面,使得高幅值超声力学信号可以入射至工件4内部,高幅值超声力学信号进入工件4内部后聚集得到聚焦超声靶点。

[0090] 所述红外线测温仪5,用于实时拍摄被测对象的表面温度,并将实时拍摄得到的温度监测数据传输至计算机6。

[0091] 本实施例中,在高幅值超声力学信号与工件4作用的同时,利用红外线测温仪5实时拍摄工件4表面的红外线照片,注意红外线测温仪5精度需达0.001k以上,采集工件4表面温度,并记录实时监测的表面温度数据,将监测的表面温度数据传输至计算机6,便于计算机6根据该数据进行计算,实现反演工件4内部的聚焦超声靶点的位置和大小信息。

[0092] 所述计算机6,用于存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。

[0093] 本实施例中,计算机6,存储所述温度监测数据,并利用BP神经网络求解器根据反演的所述温度监测数据进行实时计算,得到聚焦超声靶点的位置和大小信息的反演信息。其中,BP神经网络求解器是利用误差逆向传播算法训练得到工件4表面温度与聚焦超声靶点的位置和大小之间的函数关系,根据该函数关系得到BP神经网络计算模型。再根据工件4表面温度,利用BP神经网络计算模型的算法实时计算反演出工件4内部聚焦超声靶点的位

置和大小信息。

[0094] 再通过红外线测温仪5,实时监测并接收工件4表面温度信息(即热源温度数据)。其中,若红外线测温仪5只接收到一种热源温度数据,则被测工件4没有缺陷;若红外线测温仪5接收到两种或两种以上热源温度数据,则被测工件4存在缺陷。当被测工件4存在缺陷时,则依据计算机6利用BP神经网络计算模型的算法计算反演得到的聚焦超声靶点的位置和大小信息,将两种或两种以上热源温度数据中对应的聚焦超声靶点的位置和大小信息对应的热源信息(聚焦超声靶点)排除,剩余热源温度数据对应的热源信息就是工件4缺陷对应的热源信息(即剩余热源信息)。由于剩余热源信息包括热源的位置和大小,因此依据剩余热源信息就可以分析得到剩余热源信息对应的工件4缺陷的位置和大小,从而达到监测工件4是否存在缺陷的目的。

[0095] 以上仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

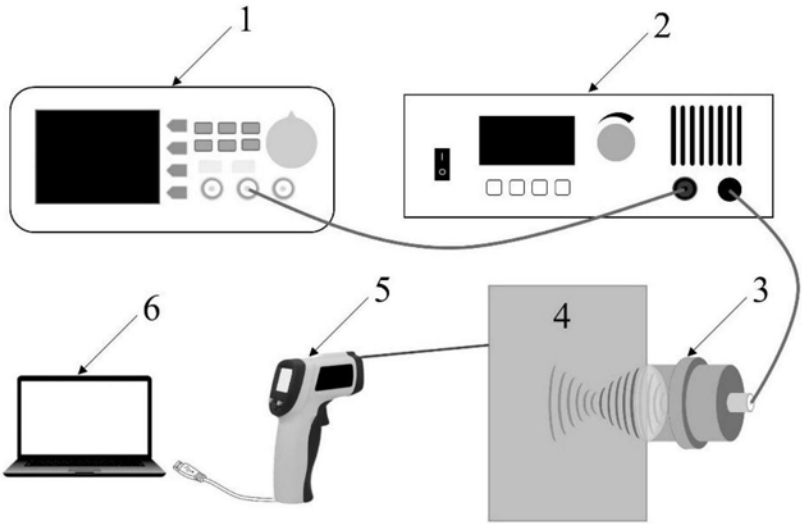


图1

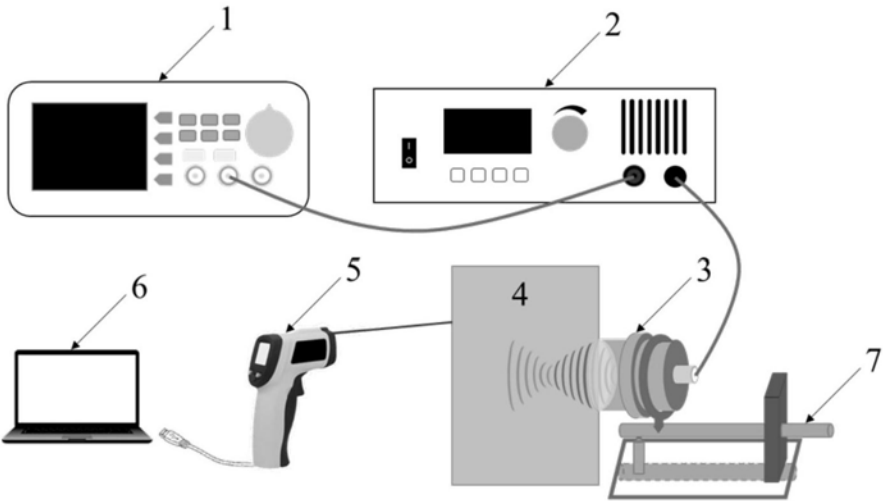


图2

专利名称(译)	一种超声聚焦及靶点反演定位系统		
公开(公告)号	CN110916720A	公开(公告)日	2020-03-27
申请号	CN201911236207.8	申请日	2019-12-05
[标]申请(专利权)人(译)	清华大学		
申请(专利权)人(译)	清华大学		
当前申请(专利权)人(译)	清华大学		
[标]发明人	杜智博 庄茁		
发明人	杜智博 陈豪龙 柳占立 庄茁		
IPC分类号	A61B8/00 G01J5/00 A61N7/02		
CPC分类号	A61B8/44 A61B8/4483 A61N7/02 A61N2007/0004 G01J5/00 G01J5/0025 G01J2005/0077 G01J2005/0081		
代理人(译)	苏培华		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种超声聚焦及靶点反演定位系统，属于超声监测领域，用于解决现有技术中不能准确探测到聚焦靶点和实现实时成像的问题。所述系统通过信号发生器、功率放大器、球形超声换能器在被测对象(生物组织或工件)中形成产热足够的超声聚焦靶点，通过红外线测温仪进行实时监测并记录监测所得的被测对象的表面温度，并利用BP神经网络求解器计算反演得到靶点对应位置和大小，最终结合红外线测温仪与具有位置调节器的夹持装置实现超声聚焦靶点的实时监控和位置调节。

