



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102499713 B

(45) 授权公告日 2013. 05. 22

(21) 申请号 201110325301. 8

(22) 申请日 2011. 10. 24

(73) 专利权人 华南师范大学

地址 510631 广东省广州市天河区石牌中山大道西 55 号

(72) 发明人 邢达 计钟 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

(51) Int. Cl.

A61B 8/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101011243 A, 2007. 08. 08,

CN 101816572 A, 2010. 09. 01,

US 2005/0203370 A1, 2005. 09. 15,

韦育森. 微波热声成像技术中热声信号采集系统研究. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库工程科技 II 辑》. 2009, (第 2 期),

审查员 刘珊珊

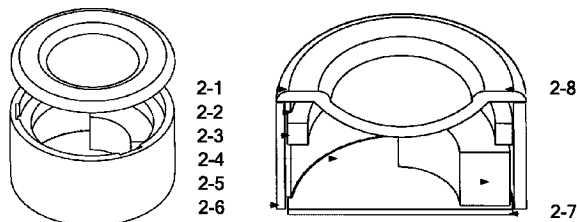
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 2 页

(54) 发明名称

一种体杯型微波热声乳腺成像检测装置

(57) 摘要

本发明属于热声成像技术领域,公开了一种“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置,该检测装置由脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置、检测耦合平台、超声换能器、微波防漏设备和数据采集-图像重建装置构成。其中的“体杯”检测装置其结构是:金属“体杯”外壳与非金属体底板组成无盖密闭容器;微波吸收材料覆盖了“体杯”检测装置的整个横截面,并向内凹入形成与人乳房相匹配的形状;聚苯乙烯缓冲垫无缝地覆盖在微波吸收材料上面,中心留孔;密闭容器底部安装探测器升降动力装置;动力装置上方有探测器升降滑动槽,滑动槽上安装一多元环状阵列超声探测器。本发明的检测装置分辨率达到 0.5mm,足以辨析毫米量级微小肿瘤;图像对比度很高,可以在临床中推广。



1. 一种体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:包括脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置、用于承载待测者的检测耦合平台、超声换能器、微波防漏设备和数据采集-图像重建装置;脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置、检测耦合平台、超声换能器和数据采集-图像重建装置位于微波防漏设备内;用于承载待测者的检测耦合平台与“体杯”检测装置连接;脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置和数据采集-图像重建装置依次连接;超声换能器内置于“体杯”检测装置中;

所述的“体杯”检测装置其结构是:金属“体杯”外壳与非金属体底板组成一个无盖密闭容器;微波吸收材料位于容器内部上端,其覆盖了“体杯”检测装置的整个横截面,仅在中心留一孔,微波吸收材料向内凹入形成与人乳房相匹配的形状,其边缘固定在容器壁上;聚苯乙烯缓冲垫无缝地覆盖在微波吸收材料上面,其形状与微波吸收材料相匹配,中心同样留孔;密闭容器底部内充矿物质油,同时,密闭容器底部安装有探测器升降动力装置;在探测器升降动力装置上方的容器内壁上刻有探测器升降滑动槽,滑动槽上安装所述的超声换能器。

2. 根据权利要求1所述的体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述的发射天线为高功率螺旋天线,螺旋半径为10-20cm,长度为15-25cm,主频率范围为100MHz-1GHz。

3、根据权利要求1所述的体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述的数据采集-图像重建装置由前置放大器、数据采集卡、数据处理卡、图像重建软件和计算机组成;超声换能器接收热声信号并将其转换为电信号;该电信号的全部通道经过前置放大器放大,然后通过数据采集卡和数据处理卡输入计算机并储存;利用matlab软件编写的滤波反投影程序将采集到的数据重建出反映乳房微波吸收差异的图像。

4、根据权利要求1所述的体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述的超声换能器为多元环状阵列超声探测器。

5、根据权利要求1所述的体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述的微波防漏设备是中空铁箱,上端留有放置“体杯”检测装置的孔,其余部分全封闭,内壁紧贴微波吸收材料。

6、根据权利要求5所述的体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述铁箱的厚度为5mm。

7、根据权利要求1所述的体杯型微波热声乳腺成像检测装置,其特征在于:所述的非金属体底板由丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物制成。

一种体杯型微波热声乳腺成像检测装置

技术领域

[0001] 本发明属于热声成像技术领域,具体涉及一种检测乳腺的装置,特别涉及一种“体杯”型微波热声乳腺无损成像检测装置。

背景技术

[0002] 微波热声成像是一种新型的无损检测技术,因其具有高对比度及高分辨率,安全无损,成像深度高等优点而受到越来越多地关注。用脉冲微波辐照某种物质时,该物质吸收微波能量可引起瞬间温升,如果微波的脉宽比较窄,吸收的能量不能在微波脉冲持续时间内发生热扩散,此时可看作绝热膨胀,热能转化为机械能以超声波形式辐射出去,即为热声效应。

[0003] 根据热传导方程及波动方程可知:热声信号的产生不仅与激发源有关,还与物质的电磁波吸收特性有关。正常乳腺组织的主要成分是脂肪,而脂肪吸收的微波吸收系数较小,恶性肿瘤组织的不断生长,必然伴随有更多水分子、离子、微血管增生,这些物质改变了肿瘤内部的电解质平衡,造成了微波的强烈吸收。因此肿瘤组织与以脂肪组织为主的正常乳腺组织之间的介电常数与电导率属性差异较大,都在 10 倍左右,由电动力学计算得知,肿瘤组织的微波吸收比正常乳腺组织大 6 倍左右,这就为乳腺癌成像提供了高对比原理上的基础和依据。因此,利用微波热声成像检查乳腺癌受到越来越多的关注,但是至今还未发展出一种安全的,舒适的,仪器化的装置。完整的微波热声检测仪器应包括以下几个部分:脉冲微波发生器,检测耦合平台,超声换能器,微波防漏设备,数据采集-图像重建装置等。

[0004] 超声换能器的作用为接收超声波并转换成电信号传导到数据采集-图像重建装置。超声换能器主要分以单元换能器和多元换能器两大类。单元换能器需要利用机械的转动一周采集信号才能重建一帧完整的图像,因此需要花费较多的时间,如果应用于检测乳腺癌时,被检查乳房相对探测器移动,会造成图像模糊,影响时间分辨率,因此寻找能快速检测的超声换能器是当务之急。由于超声波在空气中衰减极大,因此在发声物体到换能器之间要涂超声耦合液,超声耦合液一般是去离子水或者矿物质油,为了提高传导的耦合效率和准确性,耦合液要浸过发声物体。检测耦合平台要做成“体杯”型,适于人体乳房形状。为了避免微波泄露对人体和周围仪器造成损害,整个热声发生过程都应在全封闭的微波防漏设备里进行。由此可见,设计制造一种新型的,安全的,高效的,舒适的热声乳腺癌检测装置是必要的。

发明内容

[0005] 为了克服现有技术的缺点与不足,本发明的目的在于提供一种安全的,高分辨率的;高对比度的、适应人体乳房结构的“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置。

[0006] 本发明的目的通过下述技术方案实现:

[0007] 一种“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置,包括脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置、用于承载待测者的检测耦合平台、超声换能器、微波防漏设备和数据采集-图

像重建装置；脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置和超声换能器位于微波防漏设备内；用于承载待测者的检测耦合平台与“体杯”检测装置连接；脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置和数据采集-图像重建装置依次连接；超声换能器内置于“体杯”检测装置中；

[0008] 该乳腺检测装置的工作原理为：脉冲微波发生器发出脉冲微波，经发射天线均匀的辐照到“体杯”检测装置中的待测乳房上，待测乳房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，此时可看作绝热膨胀，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。此热声信号反映了乳房中微波吸收差异的信息，环形探测器中每个通道接收到同一平面不同位置的热声信号，全部通道的热声信号转换成电信号传导到计算机中，经过滤波反投影法可还原出完整的反映乳房微波吸收差异的图像。

[0009] 所述的发射天线为高功率螺旋天线，螺旋半径为 10-20cm，长度为 15-25cm，主频率范围为 100MHz-1GHz；

[0010] 所述的超声换能器为多元环状阵列超声探测器，内置于“体杯”检测装置中；在工作中，多元环形阵列超声换能器不需在水平方向转动，但可在垂直方向升降；

[0011] 所述微波防漏设备主要起微波屏蔽作用，防止微波泄露到外部空间，避免对外部环境或外部仪器造成干扰。其外观为罩在脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置、超声换能器外部的 5mm 厚的铁箱，上端留有放置“体杯”检测装置的孔，其余部分全封闭，应接地处理，内壁紧贴微波吸收材料。微波遇到金属后会发生趋肤效应，即只在金属表层有微波存在，其趋肤深度在微米量级，绝大部分微波发生反射，反射过程中，微波一来一回两次经过微波吸收材料，绝大部分能量被吸收，因而不会在微波防漏设备内部来回反射。

[0012] 所述的“体杯”检测装置其结构是：金属“体杯”外壳与非金属体底板组成一个无盖密闭容器；微波吸收材料位于容器内部上端，其覆盖了“体杯”检测装置的整个横截面，仅在中心留一孔，微波吸收材料向内凹入形成与人乳房相匹配的形状，其边缘固定在容器壁上；聚苯乙烯缓冲垫无缝地覆盖在微波吸收材料上面，其形状与微波吸收材料相匹配，中心同样留孔；密闭容器底部内充矿物质油以耦合超声信号，同时，密闭容器底部安装有探测器升降动力装置，探测器升降动力装置由计算机软件控制；在探测器升降动力装置上方的容器内壁上刻有探测器升降滑动槽，滑动槽上安装一多元环状阵列超声探测器，该探测器由探测器升降动力装置控制，可在滑动槽上上下滑动；

[0013] 所述的非金属体底板的材料优选为硬质 ABS 树脂（丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物），能透过微波，抗压性好；

[0014] 所述的微波吸收材料是一种谐振型窄带频带吸波海绵（该材料可以市购），能够依靠材料本身的特性，吸收高频能量，其外观为淡蓝色或灰色薄层软质泡沫塑料片，可以弯曲，做成环状的目的是只允许微波从中间通过，辐照到待测乳房，而不允许其辐照到乳房周围。将中间孔做成一系列大小，能改变微波辐照面积，适用于不同大小的乳房；

[0015] 所述的聚苯乙烯（ps）缓冲垫能有效地传导微波和超声波，并能随着挤压而变形，能和待测乳房无间隙地贴在一起而没有压迫感；

[0016] 所述的数据采集-图像重建装置用于将超声换能器探测到的热声信号进行图像重建，得到反映被检测物微波吸收的热声图像，其由前置放大器、数据采集卡、数据处理卡、

图像重建软件和计算机组成。超声换能器接收热声信号并将其转换为电信号。该电信号的全部通道经过前置放大器放大,然后通过数据采集卡和数据处理卡输入计算机并储存。利用 matlab 软件编写的滤波反投影程序将采集到的数据重建出反映乳房微波吸收差异的图像。

[0017] 一种基于上述装置的微波热声乳腺成像检测方法,包括以下步骤:

[0018] (1) 人体俯卧于检测耦合平台上,将待测乳房涂一层耦合液后罩上“体杯”检测装置,轻轻挤压聚苯乙烯 (ps) 材料缓冲垫至杯中无空气;

[0019] (2) 开启脉冲微波发生器产生超短脉冲微波,经微波天线传输到“体杯”检测装置中,利用热声效应激发产生超声波信号;超声波信号经耦合液传输到超声换能器上,在超声换能器上转换为电信号传入数据采集-图像重建装置;

[0020] 如需三维图像,则调节超声探测器升降滑动槽,重复上述步骤;

[0021] 步骤(2)所述的超短脉冲微波的脉冲宽度为小于 1000ns。

[0022] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0023] (1) 本发明装置中,微波在“体杯”检测装置中传导,只辐照到待测部位,不会泄露到外部空间,不会对外部环境或外部仪器造成干扰。

[0024] (2) 微波传输具有方向性,通过逐步加大微波辐照能量,直到探测到超声信号即可,有效的避免对被检测乳房组织产生热损伤。

[0025] (3) 通过调节检测耦合平台,待测者可以以一种比较舒适的方式进行检测;待测乳房在“体杯”检测装置中受力较小,没有压迫感;检测时间较短,极大的提高了时间分辨率。

[0026] (4) 本发明装置考虑到乳房大小、形状的个体差异,具有广泛的适用性。

[0027] (5) 本装置使用方向性较好的天线作为能量馈入源,不需要磁控管进行电能到微波能的转化,能保证整个体杯结构内微波能量较均匀,不存在能量较低区和能量较集中的区域,设备结构简易,工作稳定。

[0028] (6) 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;对于实现热声技术的临床化有巨大的推动作用。

附图说明

[0029] 图 1 是本发明一种“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置的组成示意图;其中:1-1 脉冲微波发生器,1-2 高功率螺旋天线,1-3 “体杯”检测装置,1-4 检测耦合平台,1-5 微波防漏设备,1-6 数据采集-图像重建装置。

[0030] 图 2 是“体杯”检测装置的结构示意图,a 是整体形态图,b 是纵向剖视图;其中:2-1 聚苯乙烯 (ps) 缓冲垫,2-2 探测器升降滑动槽,2-3 多元环状阵列超声探测器,2-4 矿物质油,2-5 探测器升降动力装置,2-6 金属“体杯”外壳,2-7 为非金属体底板,2-8 为微波吸收材料。

[0031] 图 3 是“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置中发射天线的近场方向图。

[0032] 图 4 是“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置中微波的传输过程示意图,其中:4-1 为发射天线外的绝缘气体,4-2 为待测乳房。

[0033] 图 5 是“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置中热声信号的传输过程示意图。

[0034] 图 6 是利用“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置对模拟的乳房组织微波热声成像图,其中 6-1 为低含水量物质(模拟正常乳房组织)边界,6-2 为高含水量物质(模拟肿瘤组织)边界。

具体实施方式

[0035] 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。

[0036] 实施例 1

[0037] 一种“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置,如图 1 所示,包括脉冲微波发生器 1-1、高功率螺旋天线 1-2、“体杯”检测装置 1-3、检测耦合平台 1-4、多元环状阵列超声探测器 2-3、微波防漏设备 1-5 和数据采集-图像重建装置 1-6;脉冲微波发生器 1-1、高功率螺旋天线 1-2、“体杯”检测装置 1-3、检测耦合平台 1-4、多元环状阵列超声探测器 2-3 和数据采集-图像重建装置 1-6 位于微波防漏设备 1-5 内,以防止微波泄漏;检测耦合平台 1-4 用于承载待测者;脉冲微波发生器 1-1、高功率螺旋天线 1-2、“体杯”检测装置 1-3 和数据采集-图像重建装置 1-6 依次连接;多元环状阵列超声探测器 2-3 内置于“体杯”检测装置 1-3 中;

[0038] 所述高功率螺旋天线 1-2 的螺旋半径为 10-20cm,长度为 15-25cm,主频率范围为 100MHz-1GHz;

[0039] 所述微波防漏设备 1-5 主要起微波屏蔽作用,防止微波泄露到外部空间,避免对外部环境或外部仪器造成干扰。其外观为罩在脉冲微波发生器 1-1、高功率螺旋天线 1-2、“体杯”检测装置 1-3、多元环状阵列超声探测器 2-3 外部的 5mm 厚的铁箱,上端留有放置“体杯”检测装置 1-3 的孔,其余部分全封闭,应接地处理,内壁紧贴微波吸收材料 2-8。

[0040] 其中的“体杯”检测装置 1-3,如图 2 所示,其结构是:金属“体杯”外壳 2-6 与非金属体底板 2-7 组成一个无盖密闭容器;微波吸收材料 2-8 位于容器内部上端,其覆盖了“体杯”检测装置 1-3 的整个横截面,仅在中心留一孔,微波吸收材料 2-8 向内凹入形成与人乳房相匹配的形状,其边缘固定在容器壁上;聚苯乙烯缓冲垫 2-1 无缝地覆盖在微波吸收材料 2-8 上面,其形状与微波吸收材料 2-8 相匹配,中心同样留孔;密闭容器底部内充矿物质油 2-4 以耦合超声信号,同时,密闭容器底部安装有探测器升降动力装置 2-5,探测器升降动力装置 2-5 由计算机软件控制;在探测器升降动力装置 2-5 上方的容器内壁上刻有探测器升降滑动槽 2-2,滑动槽 2-2 上安装一多元环状阵列超声探测器 2-3,该探测器 2-3 由探测器升降动力装置 2-5 控制,可在滑动槽 2-2 上上下下滑动。

[0041] 所述的微波吸收材料 2-8 是一种谐振型窄带频带吸波海绵,能够依靠材料本身的特性,吸收高频能量,其外观为淡蓝色或灰色薄层软质泡沫塑料片,可以弯曲。该材料可以市购。

[0042] 所述的非金属体底板 2-7 由硬质 ABS 树脂(丙烯腈-苯乙烯-丁二烯共聚物)制成,能透过微波,抗压性好。

[0043] 其中的高功率螺旋天线 1-2 其近场方向图如图 3 所示,此天线的方向性很好,能使微波辐射到达乳房时有足够的功率,同时提高了均匀性。

[0044] 上述的“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置的工作原理包括两个阶段:

[0045] 1、微波传输

[0046] 如图4所示,微波由脉冲微波发生器1-1发出,依次经高功率螺旋天线1-2、发射天线外的绝缘气体4-1、非金属体底板2-7、矿物质油2-4和聚苯乙烯(ps)缓冲垫2-1辐照到待测乳房4-2上,微波到达待测乳房4-2后,发生热声效应,产生信号超声波。

[0047] 2、热声信号传输

[0048] 如图5所示,待测乳房4-2产生的超声波依次经过聚苯乙烯(ps)缓冲垫2-1和矿物质油2-4后被多元环状阵列超声探测器2-3吸收,探测器2-3将热声信号转换成电信号传导到计算机中,经过滤波反投影法可还原出完整的反映乳房微波吸收差异的图像。

[0049] 实施例2

[0050] 采用实施例1的装置实现待测物体的热声成像,包括以下步骤:

[0051] (1)用猪的脂肪作为低含水量物质(模拟乳房组织),用质量分数含90%(质量分数)水,10%(质量分数)煤油的明胶块作为高含水量物质(模拟肿瘤)。做成乳房形状,低含水量物质最大直径50mm,高含水量物质最大直径5mm,固定于聚苯乙烯(ps)缓冲垫2-1上方。

[0052] (2)脉冲微波发生器1-1发出500ns短脉冲宽度的微波,经高功率螺旋天线4-1均匀地辐照到样品下方。天线末端与样品最下方距离为15cm,激发产生热声信号。

[0053] (3)热声信号被多元环状阵列探测器2-3接收,转换为电信号后传入数据采集及重建装置1-6,利用滤波反投影算法重建出样品的热声成像图,如图6所示。

[0054] 由图6可见,6-2箭头所指的是模拟肿瘤组织的边界,6-1箭头所指的是模拟正常乳房组织;利用本发明的装置,能够区分正常乳房组织与肿瘤组织,从而实现对乳腺的检测。本发明检测装置的热声成像分辨率达到0.5mm,足以辨析毫米量级微小肿瘤;图像对比度很高,可以在临床中推广。

[0055] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制,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。

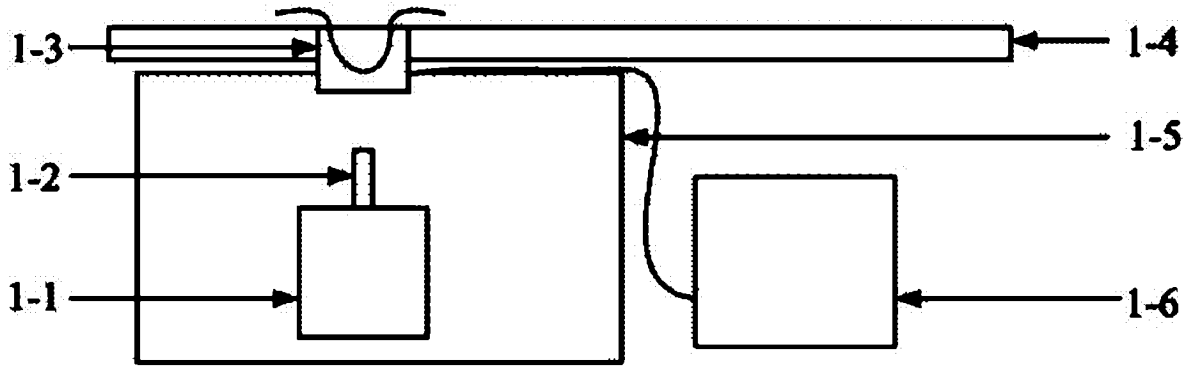


图 1

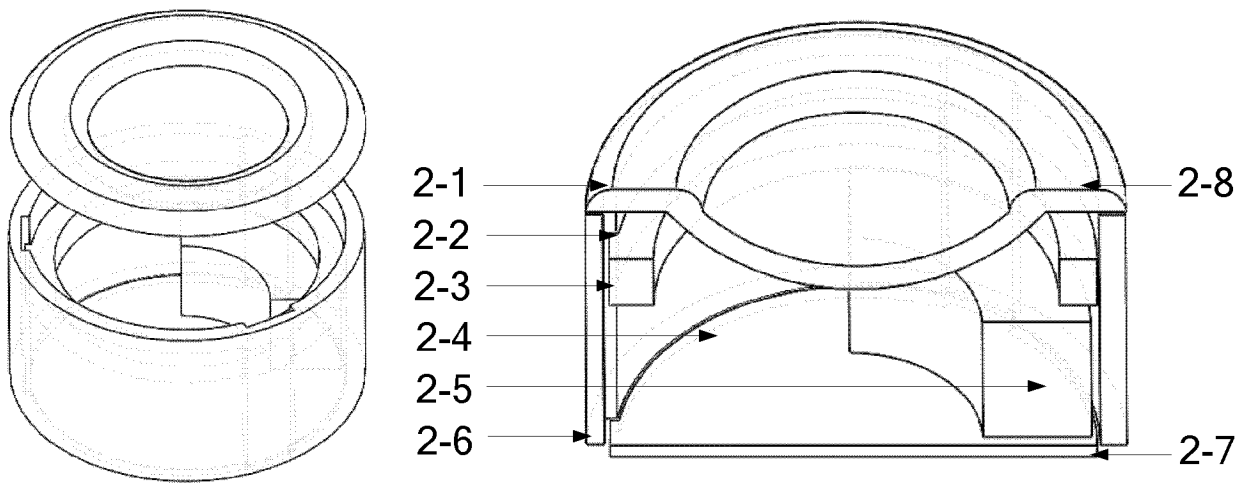


图 2

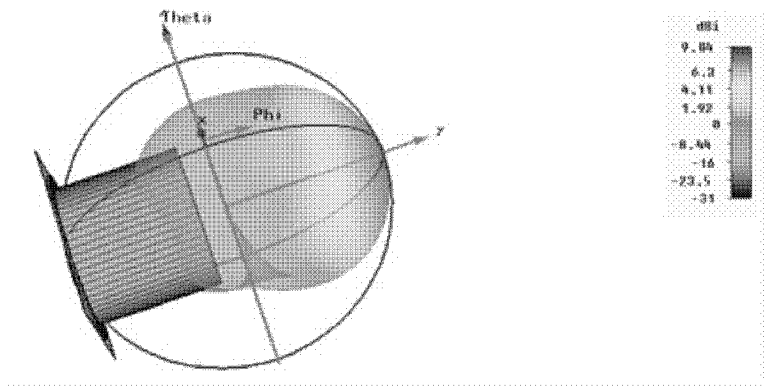


图 3

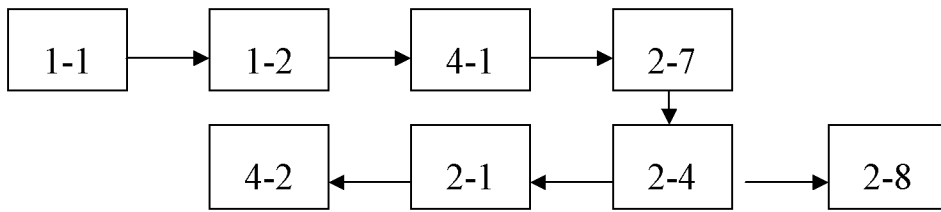


图 4

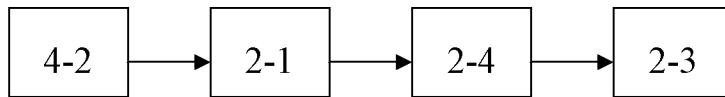


图 5

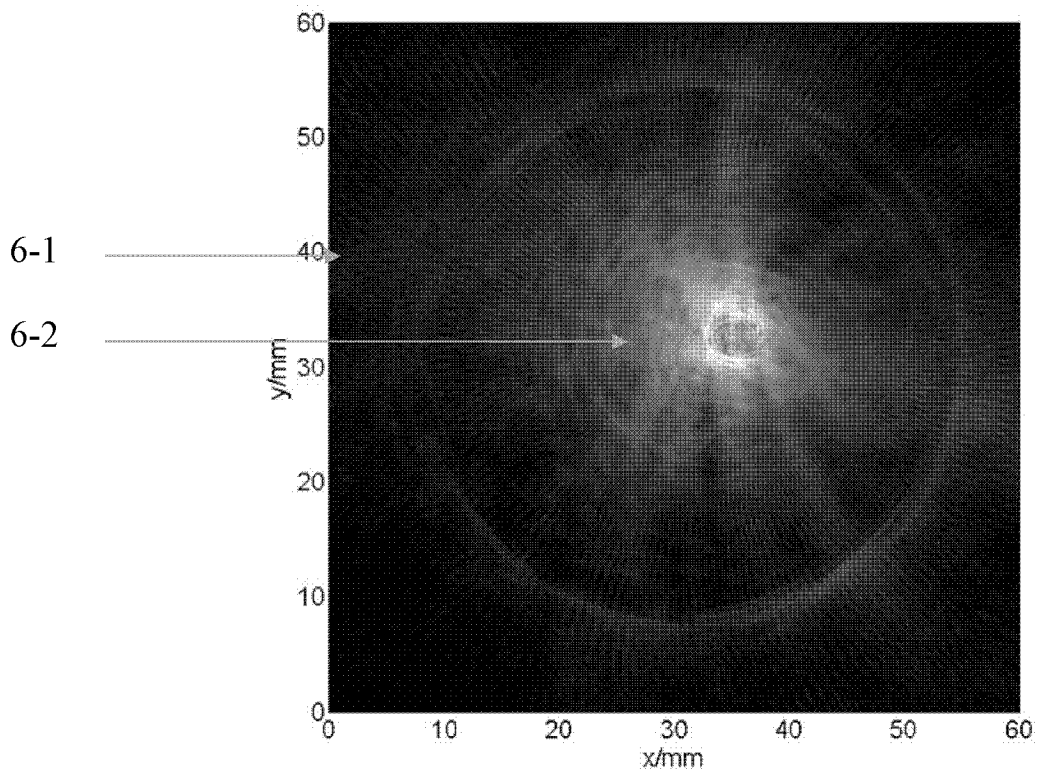


图 6

专利名称(译)	一种体杯型微波热声乳腺成像检测装置		
公开(公告)号	CN102499713B	公开(公告)日	2013-05-22
申请号	CN201110325301.8	申请日	2011-10-24
[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 计钟 杨思华		
发明人	邢达 计钟 杨思华		
IPC分类号	A61B8/00		
审查员(译)	刘珊珊		
其他公开文献	CN102499713A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明属于热声成像技术领域，公开了一种“体杯”型微波热声乳腺成像检测装置，该检测装置由脉冲微波发生器、发射天线、“体杯”检测装置、检测耦合平台、超声换能器、微波防漏设备和数据采集-图像重建装置构成。其中的“体杯”检测装置其结构是：金属“体杯”外壳与非金属体底板组成无盖密闭容器；微波吸收材料覆盖了“体杯”检测装置的整个横截面，并向内凹入形成与人乳房相匹配的形状；聚苯乙烯缓冲垫无缝地覆盖在微波吸收材料上面，中心留孔；密闭容器底部安装探测器升降动力装置；动力装置上方有探测器升降滑动槽，滑动槽上安装一多元环状阵列超声探测器。本发明的检测装置分辨率达到0.5mm，足以辨析毫米量级微小肿瘤；图像对比度很高，可以在临床中推广。

