



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103549939 B

(45) 授权公告日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201310567792. 6

(22) 申请日 2013. 11. 13

(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 付勇 计钟 娄存广
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 付茵茵

(51) Int. Cl.

A61B 5/00(2006. 01)

A61B 8/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 103202688 A, 2013. 07. 17,

CN 202078454 U, 2011. 12. 21,

US 4681120, 1987. 07. 21,

CN 101822549 A, 2010. 09. 08,

CN 103179908 A, 2013. 06. 26,

CN 102499713 A, 2012. 06. 20,

JP 平 3-121051 A, 1991. 05. 23,

CN 101816572 A, 2010. 09. 01,

审查员 孙晓彤

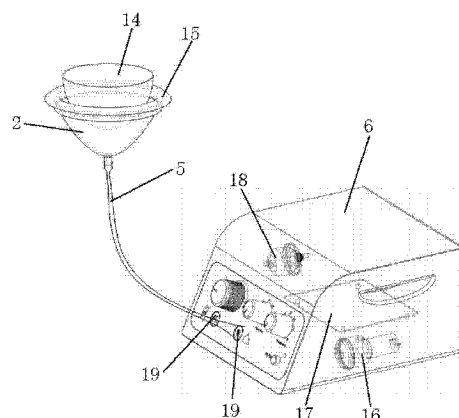
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式
超声耦合适配装置及其检测方法

(57) 摘要

本发明涉及用于乳腺光声 / 热声成像检测的
紧密接触式超声耦合适配装置, 包括检测杯、耦合
液喷液装置和气压调节装置; 待测乳房放置在形
状、大小与之相应的检测杯中; 耦合液喷液装置
与检测杯相接, 并能在待测乳房和检测杯之间喷
入超声耦合液; 气压调节装置与检测杯通过导气
管相接并在待测乳房和检测杯之间吸气或放气。
本发明具有匹配度好、安全舒适, 易更换和自动化
程度高的优点, 属于光声 / 热声成像技术领域。



1. 用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 包括检测杯、耦合液喷液装置和气压调节装置; 待测乳房放置在形状、大小与之相应的检测杯中; 耦合液喷液装置与检测杯相接并在待测乳房和检测杯之间喷入超声耦合液; 气压调节装置与检测杯相接并在待测乳房和检测杯之间吸气或放气;

所述气压调节装置包括:

- 完成吸气或放气动作的气泵,
- 控制气泵动作的气压调节器,
- 实时监测检测杯中气压值, 并将检测结果传输给气压调节器的气压探测传感器。

2. 按照权利要求 1 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 采用检测杯承托待测乳房进行超声耦合; 所述检测杯包括杯体和杯尾; 杯体为与待测乳房形状、大小相应的碗状结构, 杯体与杯尾固定连接; 杯尾与耦合液喷液装置或气压调节装置通过导气管相接, 杯尾与导气管为可拆卸式密封连接。

3. 按照权利要求 2 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 所述杯体和杯尾的材料为改性环氧树脂。

4. 按照权利要求 1 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 所述耦合液喷液装置包括液体雾化装置、储液瓶和导管; 液体雾化装置通过导管与储液瓶相接, 超声耦合液装在储液瓶内。

5. 按照权利要求 4 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 所述耦合液喷液装置和气压调节装置一体化设置; 气泵与液体雾化装置相接实现放气喷液动作; 检测杯接一导气管后, 通过更换与导气管另一端相接的接口与耦合液喷液装置或气压调节装置相接, 实现放气喷液或吸气动作。

6. 按照权利要求 1 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 它与环形阵列检测装置配合使用; 环形阵列检测装置包括多元环形阵列探测器、脉冲激光 / 微波源、精密位移平台和耦合槽; 多元环形阵列探测器环绕在检测杯的外围, 并通过精密位移平台上下平移; 脉冲激光 / 微波源位于检测杯的正下方并朝向检测杯发射脉冲激光 / 微波; 耦合槽内装满矿物油, 多元环形阵列探测器和检测杯浸泡在内, 脉冲激光 / 微波源在耦合槽下方向上发射激光 / 微波, 激光 / 微波穿透矿物油均匀照射在待测乳房上。

7. 按照权利要求 1 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 它还包括一检测平台; 检测杯的开口朝上固定在检测平台上开设的安装口中。

8. 按照权利要求 1 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置, 其特征在于: 所述检测杯的开口设置密封圈, 当待测乳房放置在检测杯中时, 密封圈紧贴待测乳房和检测杯。

9. 按照权利要求 6 所述的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置的检测方法, 其特征在于: 包括如下步骤: 通过耦合液喷液装置将超声耦合液喷在待测乳房和检测杯之间, 再通过气压调节装置吸取待测乳房和检测杯之间的气体, 在负气压和超声耦合液的作用下, 实现待测乳房和检测杯的紧密接触, 最后通过配合使用的环形阵列检测装置进行扫描。

用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配 装置及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及光声 / 热声成像技术领域,具体涉及一种乳腺检测装置,特别涉及一种紧密接触式超声耦合装置及其检测方法。本发明可装配在微波热声乳腺检查装置及光声成像装置中。

背景技术

[0002] 脉冲激光 / 微波激发的光声 / 热声成像是近十年间兴起的一种新型的无损检测技术,因其具有安全无损,高对比度,高分辨率及高成像深度等优点而受到日益广泛的关注。当某种物质受到脉冲激光 / 微波辐照时,物质吸收激光 / 微波能量可引起瞬间温升,如果激光 / 微波的脉宽足够窄,吸收的能量不能在脉冲持续时间内发生热扩散,此时可看作绝热膨胀,热能将转化为机械能以超声波的形式辐射出去,即为光声 / 热声效应。根据热传导方程及波动方程可知:产生的光声 / 热声信号不仅与激发源参数有关,还与物质的电磁吸收特性有关。当激发源确定时,超声信号主要来源于物质内部对激光 / 微波的吸收差异。对于具体的应用实际——乳腺肿瘤检查,由于正常待测乳房的主要成分是脂肪,而脂肪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,造成了电磁波的强烈吸收。因此肿瘤组织与以脂肪组织为主的正常待测乳房之间的介电常数与电导率差异较大,都在 10 倍左右。由电磁学计算得知,肿瘤组织的微波吸收比正常待测乳房大 6 倍左右。同样由于癌细胞的迅速扩增,导致微血管的急剧增多,而血液中的血红蛋白对特定波段的光具有强烈吸收。因此造成肿瘤组织与脂肪组织较大的光吸收差异。这些就为乳腺癌微波热声成像和光声成像提供了理论基础和依据。通过光声 / 热声成像系统可以提供人体乳房内部光 / 微波吸收差异图像,准确而直观的反映人体内部情况,为科学研究提供丰富的材料和信息。

[0003] 上述成像系统仪器化面临的主要困难有:研发具有高激发效率和高分辨率的超短脉冲微波源;设计高灵敏度超声采集系统以及高效的声耦合装置。本设计主要针对的是超声采集系统前端的超声耦合系统。耦合系统主要是将激发的超声高效的耦合到超声探测采集系统,同时尽可能减少对激发源的影响。在实际检测中,由于激光 / 微波激发的超声信号幅值非常小,通常在 mv 级及以下,这样超声信号在不同系统间的高效耦合显得尤为重要,所以为了实现高效的耦合装置,有效的办法是尽量减少由于仪器内部不同部件之间的耦合产生的激光 / 微波损失和超声波损失。

[0004] 微波作为电磁波,其传播规律满足如下:赫姆霍兹波动方程

$$[0005] \quad \nabla^2 E - \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2}{\partial t^2} E = 0$$

[0006] 其中 E 为电场强度,电磁波的传播规律其实就是研究媒介的介电常数 ϵ_0 和磁导率 μ_0 这两个参数时间、空间及频率的变化规律。

[0007] 电磁波损耗主要包括反射损耗和吸收损耗。吸收损耗决定于衰减系数,其数值与

电导率 σ 及磁导率的平方根成正比,与介电常数的平方根成反比,反射损耗主要决定于传输介质两侧的波阻抗差异,差异越大反射越大。波阻抗等于磁导率与介电常数比值的平方根。介电常数很小的金属导体将是微波的良好反射体,不利于微波的穿透,同样考虑到光损耗,应选择光通透性高的材料。如透明改性环氧树脂对光 / 微波就均具有良好的穿透性。

[0008] 脉冲激光 / 微波经过耦合装置后被组织瞬间吸收,由于热弹效应产生超声。超声作为检测系统的目标信号,实现超声的最小限度损耗衰减,是光声 / 热声成像需要解决的关键技术。超声损耗包括反射损耗和吸收损耗。反射损耗主要决定于介质的声阻抗 Z ,当超声波从声阻抗 Z_1 介质垂直入射声阻抗 Z_2 介质,两种声阻抗 Z 不同的介质界面其声强反射系数 r 为:

$$[0009] \quad r = \frac{(z_2 - z_1)^2}{(z_2 + z_1)^2}$$

[0010] 由上式可知:界面两边的声阻抗 Z 差异越大,反射损耗越大,如空气—软组织界面上声强反射系数达到 0.99。而我们医用超声探头通常采取紧贴皮肤,涂抹超声耦合液的方法来排出空气实现声阻抗的过渡性匹配,与皮肤接触的材料声阻抗与皮肤相近,以此降低超声损耗。

[0011] 吸收损耗主要决定于材料的声衰减常数。声衰减常数与所传播超声的频率有关,不同的透声材料的声衰减常数在不同的频率下有很大的差别,频率越高,声衰减常数越大。常用的透声材料主要应用在军事潜艇的吸声装置(聚氨酯)和工业、医疗使用的超声探头匹配层(硅橡胶,环氧树脂),前者具有很好的水声透声效果,但其材料为柔性材料。后者在硬度上能够满足要求,但是由于材料对 5MHz (激发的超声主频在 5MHz 附近)超声吸收损耗过大,也不能满足我们的要求。结合实际需求,具有高光 / 电磁波穿透效率和超声耦合效率,并有一定硬度的材料是适用于光声 / 热声成像的耦合材料。

[0012] 现有技术中不存在专用于乳腺光声 / 热声成像检测的超声耦合适配装置,且检测时,贴合不够紧密,影响检测效果。

发明内容

[0013] 针对现有技术中存在的技术问题,本发明的目的:提供一种适应人体乳房结构的,可有效、紧密耦合电磁波和超声波的用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置及其检测方法。

[0014] 为了达到上述目的,本发明采用如下技术方案:

[0015] 用于乳腺光声 / 热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置,包括检测杯、耦合液喷液装置和气压调节装置;待测乳房放置在形状、大小与之相应的检测杯中;耦合液喷液装置与检测杯相接并在待测乳房和检测杯之间喷入超声耦合液;气压调节装置与检测杯相接并在待测乳房和检测杯之间吸气或放气。采用这种结构后,检测杯可很好贴合整个待测乳房,待测乳房在检测过程中不易变形或移位,同时在超声耦合液和负气压的双重作用下,实现检测杯和待测乳房的紧密接触,这样乳房组织发射的热声压能够较好的穿透杯体并经过杯体外的耦合介质传输到声探测器,提高了声检测效率。

[0016] 采用检测杯承托待测乳房进行超声耦合;所述检测杯包括杯体和杯尾;杯体为与待测乳房形状、大小相应的碗状结构,杯体与杯尾固定连接;杯尾与耦合液喷液装置或气压

调节装置通过导气管相接,杯尾与导气管为可拆卸式密封连接。采用这种结构后,可预先制作不同尺寸(含高度和直径)的杯体,以适应不同的乳房形状,应用范围广;同时杯尾与导气管采用螺纹连接旋接配合,更换方便。杯尾与杯体用螺丝上紧后构成完整的碗装结构,作用是容纳待测乳房。

[0017] 杯体和杯尾的材料为改性环氧树脂。采用这种结构后,这种材料和人体组织的声阻抗比较接近,能获得最好的检测效果。其中,改性一种市售的聚合材料,其在 5MHz 的超声频率下的衰减系数为 3.64dB/cm,硬度达到邵氏 83D,声阻抗约为 $1.43 \times 10^5 / (\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{s})$,这种材料现在主要应用于超声探头。杯体和杯尾采用改性环氧树脂材料,可以达到最好的超声耦合效果。

[0018] 气压调节装置包括:完成吸气或放气动作的气泵;控制气泵动作的气压调节器;实时监测检测杯中气压值,并将检测结果传输给气压调节器的气压探测传感器。采用这种结构后,可有效对检测杯与待测乳房抽真空,保证其紧密贴合。气压调节器是一个微型处理系统,可以根据设定参数及气压探测传感器信号来控制气泵动作。气泵作用是按照气压调节器指令来吸气或放气,实现乳房与检测杯紧密贴合,没有空气间隙。

[0019] 耦合液喷液装置包括液体雾化装置、储液瓶和导管;液体雾化装置通过导管与储液瓶相接,超声耦合液装在储液瓶内。采用这种结构后,可方便对检测杯和待测乳房之间喷射超声耦合液,保证其紧密贴合。

[0020] 耦合液喷液装置和气压调节装置一体化设置;气泵与液体雾化装置相接实现放气喷液动作;检测杯接一导气管后,通过更换与导气管另一端相接的接口与耦合液喷液装置或气压调节装置相接,实现放气喷液或吸气动作。采用这种结构后,结构精简,操作方便。耦合液为医用超声耦合液,其作用是增强超声通透性,实现组织与改性环氧树脂之间的声阻抗匹配,并有助于挤走待测乳房和检测杯之间的空气。

[0021] 用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置与环形阵列检测装置配合使用;环形阵列检测装置包括多元环形阵列探测器、脉冲激光/微波源、精密位移平台和耦合槽;多元环形阵列探测器环绕在检测杯的外围,并通过精密位移平台上下平移;脉冲激光/微波源位于检测杯的正下方并朝向检测杯发射脉冲激光/微波;耦合槽内装满矿物油,将脉冲激光/微波源的上端、多元环形阵列探测器和检测杯浸泡在内。采用这种结构后,乳房组织通过超声耦合液与杯体相连,同时杯体隔离了矿物油与乳房组织,实现了安全卫生,方便的检测,可对乳房组织进行精密检测及定位。

[0022] 用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置还包括一检测平台;检测杯的开口朝上固定在检测平台上开设的安装口中。采用这种结构后,人体仅需俯卧在检测平台上,将乳房放置在检测杯中即可,无需医生手动扫描待测乳房,检测结果可靠,检测过程人体感觉舒适。

[0023] 检测杯的开口设置密封圈,当待测乳房放置在检测杯中时,密封圈紧贴待测乳房和检测杯。采用这种结构后,进一步保证待测乳房和检测杯的紧密贴合。

[0024] 用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置的检测方法,包括如下步骤:通过耦合液喷液装置将超声耦合液喷在待测乳房和检测杯之间,再通过气压调节装置吸取待测乳房和检测杯之间的气体,在负气压和超声耦合液的作用下,实现待测乳房和检测杯的紧密接触,最后通过配合使用的环形阵列检测装置进行扫描。采用这种方法

后,超声耦合液和负气压双重作用,保证乳房和检测杯的紧密贴合;同时检测杯能保证乳房在检测过程中不变形,不移位,不会影响检测效果。

[0025] 总的说来,本发明具有如下优点:

[0026] (1) 本发明装置中,所用材料无毒性,并同时适用于光声、热声成像两种乳房成像装置,是一种安全的多用途检测装置。

[0027] (2) 本发明考虑到乳房形状和乳房大小的个体差异以及实际检测,采用体杯形状的固体耦合方式,检测过程中乳房不会变形和移位,克服了液体耦合易于形变和移位的问题。通过固体形状的耦合杯,容易实现待测组织形状和大小固定,方便了检测的精准定位,具有创新性和广泛的适用性。

[0028] (3) 本发明中杯体采用特殊材料,对光/微波和超声都有高透过率,通过耦合液雾化器以及气压装置达到乳房与杯体的紧密结合。具创新性和高耦合效率。

[0029] (4) 通过气压调节器调节杯体内气压,待测者可以以一种比较舒适的方式进行检测;待测乳房在检测杯中受力较小,压迫感不明显;将乳房取出时,只需放气解除真空状态即可,整个检测过程无不适感觉。

[0030] (5) 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;对于实现光声/热声成像技术的临床应用有巨大的推动作用。

[0031] (6) 检测过程自动化程度高。

[0032] (7) 本发明通过超声耦合适配装置实现了较好的声传输,同时将组织与矿物油隔离,保障了检测过程的安全卫生。

附图说明

[0033] 图1是本发明在光声/热声检测系统中的位置示意图。

[0034] 图2是本发明检测杯的局部放大图。

[0035] 图3是本发明的整体结构示意图。

[0036] 其中,1是外壳,2是检测杯,3是多元环形阵列探测器,4是耦合槽,5是导气管,6是气压调节装置和耦合液喷液装置,7是脉冲激光/微波源,8是精密位移平台,9是检测平台,10是数据控制总线,11是采集控制系统,12是实时显示屏,13是人体,14是待测乳房,15是密封圈,16是气泵,17是气压调节器,18是气压探测传感器,19是接口。

具体实施方式

[0037] 下面将结合附图和具体实施方式来对本发明做进一步详细的说明。

[0038] 用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置,包括检测杯、耦合液喷液装置、气压调节装置和检测平台。

[0039] 检测杯包括杯体和杯尾,杯体为与乳房形状相应的碗状结构,与杯尾通过螺钉固定连接,杯尾的尾端设置螺纹段以便于更换。为了更好的匹配不同大小的待测乳房,应设计不同尺寸的杯体,其至少包括而不仅限于以下几种:1,开口直径120mm,长度80mm;2,开口直径100mm,长度60mm;3,开口直径80mm,长度40mm。使用时,根据待测乳房尺寸选择不同型号的检测杯,旋紧即可使用。检测杯的材料为改性环氧树脂,厚度为1mm。检测杯的开口设置密封圈,当待测乳房放置在检测杯中时,密封圈紧贴待测乳房和检测杯,密封圈的材质

是橡胶,直径略小于检测杯的开口直径(随检测杯尺寸不同而不同),有 0.5mm 圆角,使用时应涂满医用超声耦合液以保持良好密封效果。

[0040] 气压调节装置包括:完成吸气或放气动作的气泵;控制气泵动作的气压调节器;实时监测检测杯中气压值,并将检测结果传输给气压调节器的气压探测传感器。耦合液喷液装置包括液体雾化装置、储液瓶和导管;液体雾化装置通过导管与储液瓶相接,超声耦合液装在储液瓶内。耦合液喷液装置和气压调节装置一体化设置;气泵与液体雾化装置相接实现放气喷液动作。检测杯的杯尾与导气管螺纹旋接后,通过更换与导气管另一端相接的接口与耦合液喷液装置或气压调节装置相接,实现放气喷液或吸气动作。

[0041] 检测平台上开设安装口,检测杯固定在安装口中且开口朝上。

[0042] 用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置与环形阵列检测装置配合使用。环形阵列检测装置包括多元环形阵列探测器、脉冲激光/微波源、精密位移平台和耦合槽。多元环形阵列探测器环绕在检测杯的外围,并通过精密位移平台上下平移实现对待测乳房的扫描;脉冲激光/微波源位于检测杯的正下方并向检测杯方向发出脉冲微波;外壳围成的耦合槽内装满矿物油,将脉冲激光/微波源的上端(即发射脉冲微波的位置)、多元环形阵列探测器和检测杯浸泡在内。

[0043] 气压调节装置和耦合液喷液装置一体化设置后,通过数据控制总线与采集控制系统相接,扫描结果经实时显示屏显示出来。

[0044] 使用时,安装尺寸合适的检测杯,人体俯卧在检测平台上,乳房放置在检测杯中。按下开关按键,通过旋钮设置抽放气速度,以及设定吸气气压值。首先通过气压调节器的放气喷射模式,通过气泵和液体雾化装置将超声耦合液均匀喷涂在待测乳房上,然后利用吸气模式抽取检测杯体内的气体,在负气压和超声耦合液的共同作用下,实现乳房与杯体的紧密接触,达到没有空气间隙的目的,作用是最大限度的透过激光/微波和超声波。接下来即可进行下一步检测。脉冲激光/微波源(激光/微波发生器)发出脉冲微波后,通过矿物油、检测杯和超声耦合液,辐照到待测乳房上,由于热声效应激发出超声波,即热声信号,超声信号从组织内部传出,经过超声耦合液、检测杯和矿物油,被多元环形阵列探测器接收后,经过后端数据处理,重建出热声图像,反映病理信息。

[0045] 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。

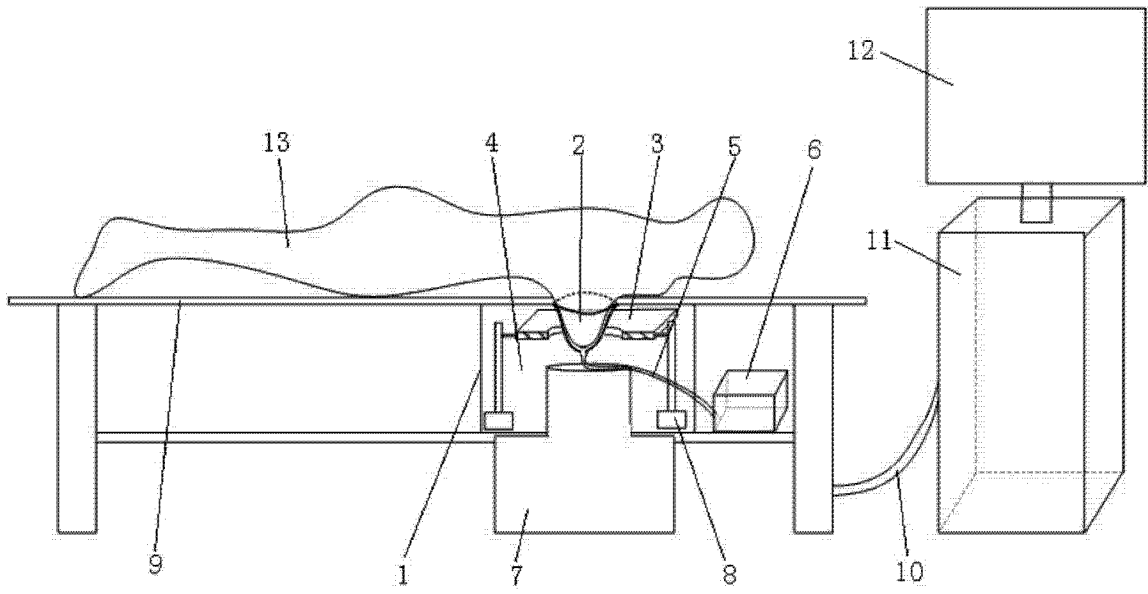


图 1

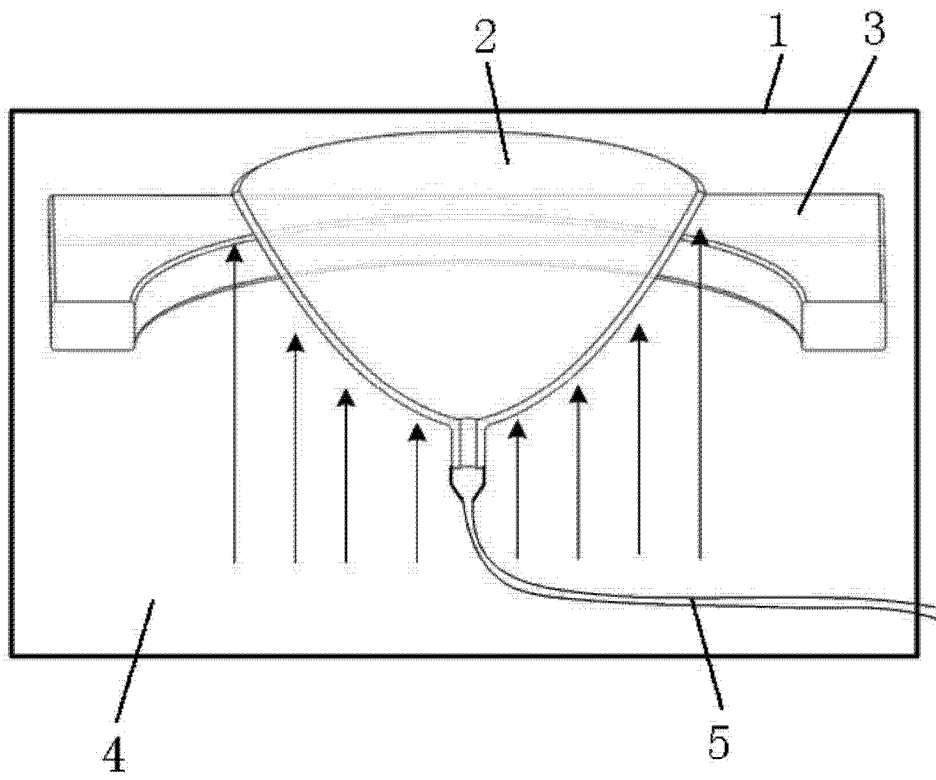


图 2

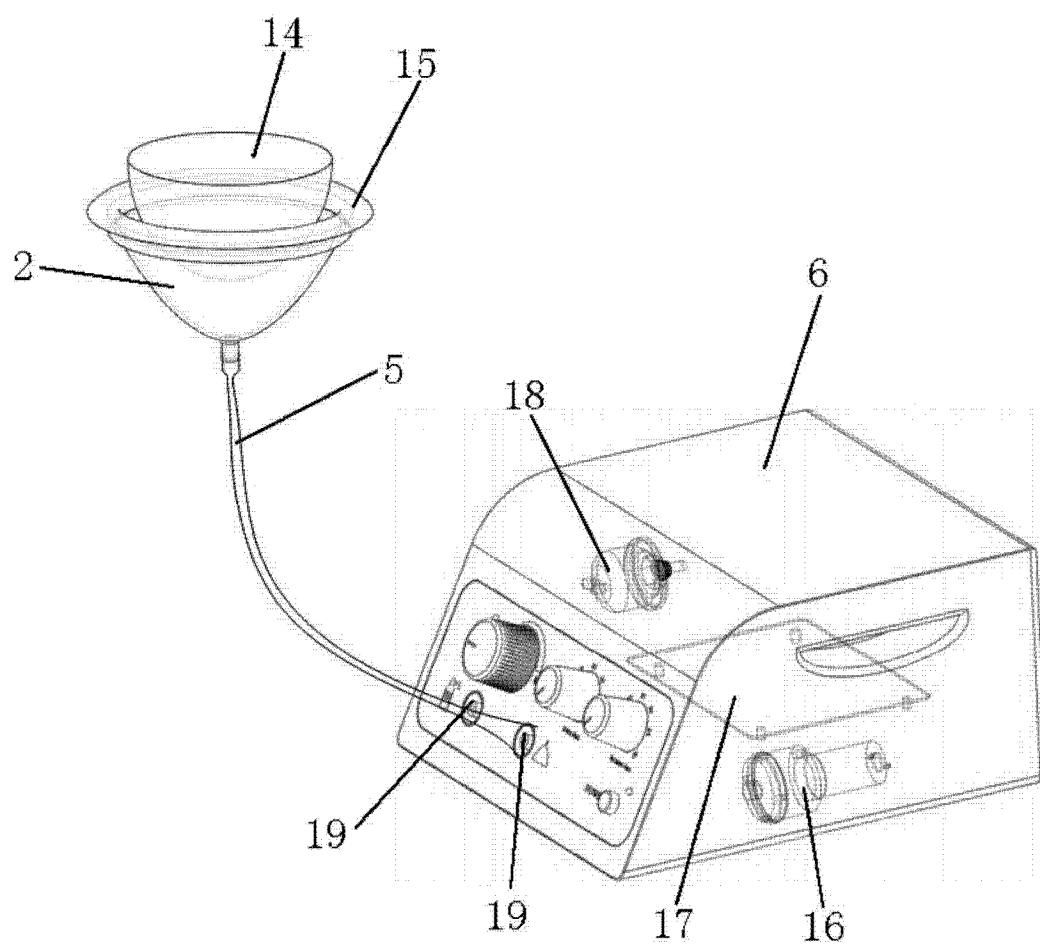


图 3

专利名称(译)	用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置及其检测方法		
公开(公告)号	CN103549939B	公开(公告)日	2015-07-15
申请号	CN201310567792.6	申请日	2013-11-13
[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)	南中国师范大学学报		
[标]发明人	邢达 付勇 计钟 娄存广 杨思华		
发明人	邢达 付勇 计钟 娄存广 杨思华		
IPC分类号	A61B5/00 A61B8/00		
审查员(译)	孙晓彤		
其他公开文献	CN103549939A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及用于乳腺光声/热声成像检测的紧密接触式超声耦合适配装置，包括检测杯、耦合液喷液装置和气压调节装置；待测乳房放置在形状、大小与之相应的检测杯中；耦合液喷液装置与检测杯相接，并能在待测乳房和检测杯之间喷入超声耦合液；气压调节装置与检测杯通过导气管相接并在待测乳房和检测杯之间吸气或放气。本发明具有匹配度高、安全舒适，易更换和自动化程度高的优点，属于光声/热声成像技术领域。

