



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107174284 A

(43)申请公布日 2017.09.19

(21)申请号 201710553431.4

(22)申请日 2017.07.08

(71)申请人 中北大学

地址 030051 山西省太原市尖草坪区学院路3号

(72)发明人 张斌珍 薛晨阳 张国军 何常德 刘畅

(74)专利代理机构 太原倍智知识产权代理事务所(普通合伙) 14111

代理人 骆洋

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

A61B 8/14(2006.01)

A61B 8/15(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

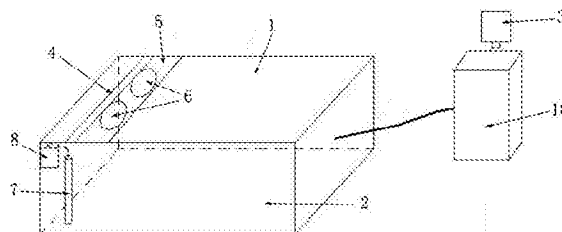
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法

(57)摘要

本发明为一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法,该系统包括检测床板、CMUT环形阵列超声测试装置、控制系统、计算机;检测床板上设有两个检测窗口,检测床板下方设有水箱;CMUT环形阵列超声测试装置由电动旋转台、圆筒夹具和CMUT阵列换能器组成。该检测方法为待测乳房放入CMUT环形阵列超声测试装置中,CMUT阵列换能器逐一阵元进行扫描,利用透射信号和反射信号获得乳房断层信息,电动旋转台每转动3°扫描一次,直到转动90°,获得乳房所有断层信息,然后分别利用透射信号和反射信号进行3D成像,最后对比分析,准确诊断乳腺状况。本发明具有自动化程度高、非接触测量、适用广泛等优点。



1. 一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统,其特征在于:包括检测床板(1)、水箱(2)、CMUT环形阵列超声测试装置、控制系统(18)和计算机(3);

检测床板(1)固定于水箱(2)顶部,检测床板(1)上安装有导轨(4),同时还开设有检测窗口安置槽(5),导轨(4)上滑动连接有两个检测窗口(6),且两个检测窗口(6)位于检测窗口安置槽(5)内;

水箱(2)内装有作为超声波耦合剂的水,水箱(2)的内箱壁上安装有加热棒(7)、外箱壁上安装有加热棒显示器(8),加热棒(7)与加热棒显示器(8)连接;

CMUT环形阵列超声测试装置安装于检测窗口(6)上,CMUT环形阵列超声测试装置包括电动旋转台(9)、圆筒夹具(10)和CMUT阵列换能器(11),电动旋转台(9)倒立的固定于检测窗口(6)上,圆筒夹具(10)安装于电动旋转台(9)的旋转部上,圆筒夹具(10)的侧壁上均匀开设有四个竖向设置的安装窗口,CMUT阵列换能器(11)分别插装于四个安装窗口内并通过设置于安装窗口底部的蝶形螺栓(12)固定,其中,圆筒夹具(10)及四个CMUT阵列换能器(11)都位于水箱(2)内的水面以下;

控制系统(18)包括超声波信号发射电路(13)、超声波信号接收电路(14)、HV MUX高压开关(15)、FPGA控制器(16)、电动旋转台控制电路(17),电动旋转台(9)与电动旋转台控制电路(17)连接,电动旋转台控制电路(17)与计算机(3)连接,四个CMUT阵列换能器(11)通过信号线与HV MUX高压开关(15)的输出端连接,HV MUX高压开关(15)的输入端分别与超声波信号发射电路(13)的输出端以及超声波信号接收电路(14)的输入端连接,超声波信号发射电路(13)的输入端和超声波信号接收电路的输出端(14)与FPGA控制器(16)的输入端连接,FPGA控制器(16)的输出端与计算机(3)连接。

2. 根据权利要求1所述的基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统,其特征在于:CMUT阵列换能器(11)是由128个电容式微机械超声波传感器单元组成的线阵。

3. 根据权利要求1或2所述的基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统,其特征在于:电动旋转台(9)采用型号为ZX110-300的电动旋转台。

4. 一种如权利要求2所述基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统的检测方法,其特征在于:首先,通过加热棒(7)调节水箱(2)内的水温至30℃,根据待检测人员的乳房距离调节两个检测窗口(6)之间的距离,根据待检测人员的乳房大小调节CMUT环形阵列超声测试装置中四个CMUT阵列换能器(11)之间的距离;然后,待检测人员俯卧于检测床板(1)上使待测乳房通过检测窗口(6)置于CMUT环形阵列超声测试装置的圆筒夹具(10)内,四个CMUT阵列换能器(11)位于待测乳房四周且与待测乳房处于非接触状态;最后,以水箱(2)内的水作为超声波耦合介质,通过CMUT阵列换能器(11)采用超声波透射法和反射法对待测乳房进行扫描即可。

5. 根据权利要求4所述的基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统的检测方法,其特征在于,具体的扫描方法为:两个相邻的CMUT阵列换能器作为超声波收-发一体端,用于发射超声波信号的同时,也接收超声波反射信号;与之相对的剩余两个CMUT阵列换能器作为接收端,用于接收超声波透射信号;采用一发多收的模式,即采用CMUT阵列换能器其中的一个阵元作为发射端,然后逐一发射,共发射128束超声波,接收端采用由连续的8个阵元组成的阵子接收,逐一接收128束超声波反射信号和透射信号;128束超声波反射信号和透射信号接收完成后,即分别获得了一个乳房垂直面上一个断层信息,然后电动旋转台步进转动3°,

每转一次停下来进行一次上述的扫描,当总共转动 90° 时,就可以获得整个乳房的所有断层信息,然后利用获得信息进行成像,即可获得分别由反射法和投射法得到的3D图像,然后对比分析两幅3D图像,从而准确的检测乳腺状况。

基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明专利涉及生物医学成像和医疗器械技术领域,具体涉及一种乳腺癌检测装置,尤其涉及一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法。

背景技术

[0002] 乳腺癌是发生在乳腺腺上皮组织的恶性肿瘤,目前已成为威胁女性身心健康的常见肿瘤。而乳腺并不是维持人体生命活动的重要器官,原位乳腺癌并不致命,可怕的是如果乳腺癌不能及早发现及早治疗,癌细胞一旦脱落,游离的癌细胞可以随血液或淋巴液播撒全身,形成转移,危机生命。

[0003] 众所周知,现在应用于临床的乳腺癌诊断技术主要包括乳腺X线摄影、核磁共振和超声波,其中乳腺X线摄影容易诱发乳腺癌的产生,核磁共振成本太高,而超声波成像具有价廉、简便、迅速、无创、无辐射性、准确、可连续动态重复扫描等优点,因此应用广泛。

[0004] 但传统的超声波检测仪,需要操作人员来手动操作该探头完成扫描,而且为了提高成像质量需要在检测处涂抹大量耦合剂,不仅成像质量高度依赖于操作人员的技术水平,而且由于要使用大量耦合剂,使患者感到很不舒服。而且在乳腺检查中,探头需要用力贴近乳房皮肤,乳房软组织较多会随着探头的移动发生形状的改变,使得无法准确成像。并且由于需要操作人员手持探头接触测量,这样测量乳腺时会带来避免不了的尴尬。

[0005] 传统的压电超声换能器 (PMUT) 存在着压电材料与工作介质阻抗失配的问题,这不仅会降低界面处的声波透射系数,还会降低换能器的发射及接收灵敏度、系统的轴向分辨率和信息的丰富程度,系统的带宽和能量耦合效率也会随之降低。相比于传统的压电超声换能器,利用MEMS微加工技术制作的微电容超声波换能器 (CMUT) 具有声阻抗与传播介质匹配,加工工艺相对容易,自身尺寸小、噪声低、频带宽以及易于制作集成阵列等优点,可广泛应用于医学成像等领域。

发明内容

[0006] 本发明针对上述现有技术中存在的不足,而提供一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法。

[0007] 本发明是通过如下技术方案实现的:

一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统,包括检测床板、水箱、CMUT环形阵列超声测试装置、控制系统和计算机;

检测床板固定于水箱顶部,检测床板上安装有导轨,同时还开设有检测窗口安置槽,导轨上滑动连接有两个检测窗口,且两个检测窗口位于检测窗口安置槽内;

水箱内装有作为超声波耦合剂的水,水箱的内箱壁上安装有加热棒、外箱壁上安装有加热棒显示器,加热棒与加热棒显示器连接;

CMUT环形阵列超声测试装置安装于检测窗口上,CMUT环形阵列超声测试装置包括电动旋转台、圆筒夹具和CMUT阵列换能器,电动旋转台倒立的固定于检测窗口上,圆筒夹具安装

于电动旋转台的旋转部上,圆筒夹具的侧壁上均匀开设有四个竖向设置的安装窗口,CMUT阵列换能器分别插装于四个安装窗口内并通过设置于安装窗口底部的蝶形螺栓固定,其中,圆筒夹具及四个CMUT阵列换能器都位于水箱内的水面以下;

控制系统包括超声波信号发射电路、超声波信号接收电路、HV MUX高压开关、FPGA控制器、电动旋转台控制电路,电动旋转台与电动旋转台控制电路连接,电动旋转台控制电路与计算机连接,四个CMUT阵列换能器通过信号线与HV MUX高压开关的输出端连接,HV MUX高压开关的输入端分别与超声波信号发射电路的输出端以及超声波信号接收电路的输入端连接,超声波信号发射电路的输入端和超声波信号接收电路的输出端与FPGA控制器的输入端连接,FPGA控制器的输出端与计算机连接。

[0008] 作为优选的技术方案,CMUT阵列换能器是由128个电容式微机械超声波传感器单元组成的线阵。

[0009] 作为优选的技术方案,电动旋转台采用型号为ZX110-300的电动旋转台。

[0010] 此外,本发明还提供了所述基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统的检测方法,具体为:首先,通过加热棒调节水箱内的水温至30℃,根据待检测人员的乳房距离调节两个检测窗口之间的距离,根据待检测人员的乳房大小调节CMUT环形阵列超声测试装置中四个CMUT阵列换能器之间的距离;然后,待检测人员俯卧于检测床板上使待测乳房通过检测窗口置于CMUT环形阵列超声测试装置的圆筒夹具内,四个CMUT阵列换能器位于待测乳房四周且与待测乳房处于非接触状态;最后,以水箱内的水作为超声波耦合介质,通过CMUT阵列换能器采用超声波透射法和反射法对待测乳房进行扫描即可。具体的扫描方法为:两个相邻的CMUT阵列换能器作为超声波收-发一体端,用于发射超声波信号的同时,也接收超声波反射信号;与之相对的剩余两个CMUT阵列换能器作为接收端,用于接收超声波透射信号;采用一发多收的模式,即采用CMUT阵列换能器其中的一个阵元作为发射端,然后逐一发射,共发射128束超声波,接收端采用由连续的8个阵元组成的阵子接收,逐一接收128束超声波反射信号和透射信号。128束超声波反射信号和透射信号接收完成后,即分别获得了一个乳房垂直面上一个断层信息,然后电动旋转台步进转动3°,每转一次停下来进行一次上述的扫描,当总共转动90°时,就可以获得整个乳房的所有断层信息,然后利用获得信息进行成像,即可获得分别由反射法和透射法得到的3D图像,然后对比分析两幅3D图像,从而准确的检测乳腺状况。

[0011] 本发明与现有技术相比,其有益效果如下:

1) 本发明配置CMUT阵列换能器,可以进行宽频带水下医疗成像。

[0012] 2) 本发明考虑到待检测乳房间距和乳房大小的个体差异以及实际检测,采用检测窗口通过导轨调节以及CMUT阵列换能器通过圆筒夹具固定的方式,具有创新性和广泛的适用性。

[0013] 3) 本发明采用水作为耦合剂进行非接触试测量,整个检测过程无不适感觉,而且安全卫生。

[0014] 4) 本发明的CMUT环形阵列超声测试装置,采用倒置的电动旋转台配合圆筒夹具来固定CMUT阵列换能器,检测过程为非接触测量,自动化程度高,检测安全,结果可靠,适用广泛。

附图说明

[0015] 图1为本发明系统的结构示意图。

[0016] 图2为本发明系统中水箱的剖面图。

[0017] 图3为本发明系统中CMUT环形阵列超声测试装置的立体图。

[0018] 图4为本发明系统中CMUT环形阵列超声测试装置的俯视图。

[0019] 图5为本发明系统中控制系统的电路连接原理框图。

[0020] 图6为本发明系统的测试方法示意图。

[0021] 图中:1-检测床板、2-水箱、3-计算机、4-导轨、5-检测窗口安置槽、6-检测窗口、7-加热棒、8-加热棒显示器、9-电动旋转台、10-圆筒夹具、11-CMUT阵列换能器、12-蝶形螺栓、13-超声波信号发射电路、14-超声波信号接收电路、15-HV MUX高压开关、16-FPGA控制器、17-电动旋转台控制电路、18-控制系统、19-待测乳房。

具体实施方式

[0022] 为了更进一步阐述本发明采用的技术手段和功能,以下结合附图及较佳实施例,对本发明的具体实施方式、结构、特征及其功能,进行详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0023] 如图1至图5所示,一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统,包括检测床板1、水箱2、CMUT环形阵列超声测试装置、控制系统18和计算机3。

[0024] 检测床板1固定于水箱2顶部,检测床板1上安装有横跨检测床板1的导轨4,同时检测床板1上还开设有横跨检测床板1且与水箱2内部空间相通的检测窗口安置槽5,导轨4上滑动连接有两个检测窗口6,且两个检测窗口6位于检测窗口安置槽5内;两个检测窗口6可在导轨4上自由滑动,从而实现两个检测窗口6之间距离的任意调节,以满足不同人的需求。

[0025] 水箱2内装有作为超声波耦合剂的水,水箱2的内箱壁上安装有加热棒7、外箱壁上安装有加热棒显示器8,加热棒7与加热棒显示器8连接,加热棒7可对水箱2内的水进行加热;为了防止漏水,水箱2与检测床板1的边缘连接处采用密封焊接。

[0026] 如图3、4所示,CMUT环形阵列超声测试装置安装于检测窗口6上,CMUT环形阵列超声测试装置包括型号为ZX110-300的电动旋转台9、圆筒夹具10和四个CMUT阵列换能器11,CMUT阵列换能器11是由128个电容式微机械超声波传感器单元组成的线阵,电动旋转台9倒立设置,电动旋转台9的固定部固定于检测窗口6上,圆筒夹具10安装于电动旋转台9的旋转部上,电动旋转台9的圆心、圆筒夹具10的圆心和检测窗口6的圆心在同一光轴上,圆筒夹具10采用亚克力材质制作而成,圆筒夹具10的侧壁上均匀开设有四个竖向设置且与圆筒夹具10内部空间相通的安装窗口,四个CMUT阵列换能器11分别插装于四个安装窗口内并通过设置于安装窗口底部的蝶形螺栓12固定,CMUT阵列换能器11与电动旋转台9台面垂直设置,CMUT阵列换能器11可在安装窗口内向里或向外滑动来调节其所在位置,其位置确定后即可通过蝶形螺栓12将CMUT阵列换能器11在安装窗口内固定,其中,电动旋转台9位于水箱2内的水面以上,圆筒夹具10及四个CMUT阵列换能器11都位于水箱2内的水面以下。

[0027] 如图5所示,控制系统18包括超声波信号发射电路13、超声波信号接收电路14、HV MUX高压开关15、FPGA控制器16、电动旋转台控制电路17,电动旋转台9与电动旋转台控制电

路17连接,电动旋转台控制电路17与计算机3连接,四个CMUT阵列换能器11通过信号线与HV MUX高压开关15的输出端连接,HV MUX高压开关15的输入端分别与超声波信号发射电路13的输出端以及超声波信号接收电路14的输入端连接,超声波信号发射电路13的输入端和超声波信号接收电路的输出端14与FPGA控制器16的输入端连接,FPGA控制器16的输出端与计算机3连接。

[0028] 所述基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统的检测方法:首先,通过加热棒7调节水箱2内的水温至30℃,根据待检测人员的乳房距离调节两个检测窗口6之间的距离,根据待检测人员的乳房大小调节CMUT环形阵列超声测试装置中四个CMUT阵列换能器11之间的距离;然后,待检测人员俯卧于检测床板1上使待测乳房通过检测窗口6置于CMUT环形阵列超声测试装置的圆筒夹具10内,四个CMUT阵列换能器11位于待测乳房四周且与待测乳房处于非接触状态;最后,以水箱2内的水作为超声波耦合介质,通过CMUT阵列换能器11采用超声波透射法和反射法对待测乳房进行扫描即可。具体的扫描方法为:两个相邻的CMUT阵列换能器作为超声波收-发一体端,用于发射超声波信号的同时,也接收超声波反射信号;与之相对的剩余两个CMUT阵列换能器作为接收端,用于接收超声波透射信号;采用一发多收的模式,即采用CMUT阵列其中的一个阵元作为发射端,然后逐一发射,共发射128束超声波,接收端采用8个阵元接收,逐一接收128束超声波反射信号和透射信号。128束超声波反射信号和透射信号接收完成后,即分别获得了一个乳房垂直面上一个断层信息,然后电动旋转台步进转动3°,每转一次停下来进行一次上述的扫描,当总共转动90°时,就可以获得整个乳房的所有断层信息,然后利用获得信息进行成像,即可获得分别由反射法和透射法得到的3D图像,然后对比分析两幅3D图像,从而准确的检测乳腺状况。以下列举一个具体的乳腺的成像方法,以圆筒夹具10上两个相邻的CMUT阵列换能器11作为超声波收-发一体端,与之相对的剩余两个CMUT阵列换能器作为接收端,先调整两组相对的两个CMUT阵列换能器11彼此对准,如图6所示,图中左、右两侧的CMUT阵列换能器11为其中一组相对的两个CMUT阵列换能器11,左侧的CMUT阵列换能器11为超声波收-发一体端,右侧的CMUT阵列换能器11为接收端,中间为待测乳房19;然后左侧的CMUT阵列换能器11的第1阵元发射超声波,此时左侧的CMUT阵列换能器11的第1子阵接收反射信号、右侧的CMUT阵列换能器11的第1子阵接收透射信号,接着左侧的CMUT阵列换能器11的第2阵元发射超声波,此时左侧的CMUT阵列换能器11的第2子阵接收反射信号、右侧的CMUT阵列换能器11的第2子阵接收透射信号15,……,以此类推,直至左侧的CMUT阵列换能器11的每个阵元依次扫描直到第128阵元扫描完毕,其中,所述的第1子阵是由第1阵元至第8阵元组成,所述的第2子阵是由第2阵元至第9阵元组成,剩余的子阵子以此类推。剩余的一组两个相对的CMUT阵列换能器11的扫描方法同上面所述的左、右侧的CMUT阵列换能器11的扫描方法一样。即本发明系统通过反射法和透射法分别获得乳房的一个断层信息,然后电动旋转台9每转动3°,停下来重复上述扫描方式,直到转动90°时,全部扫描完成,获得整个乳房的断层信息,利用获得的信息在计算机3上进行3D成像,然后对比透射法和反射法获得3D图像,对乳腺状况做出准确诊断。

[0029] 上所述仅为本发明的实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所做任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的权利要求范围之内。

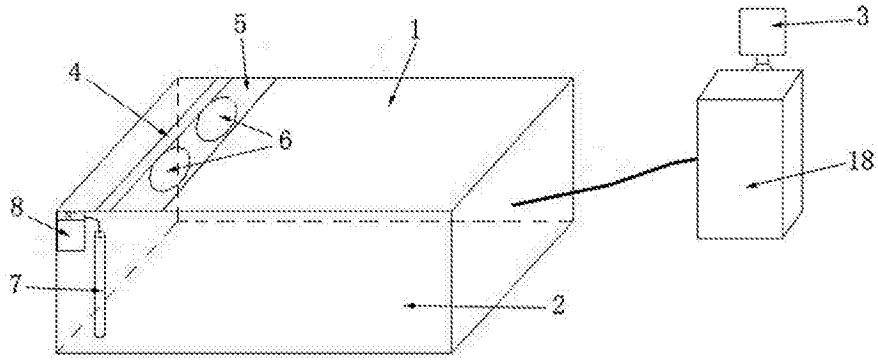


图1

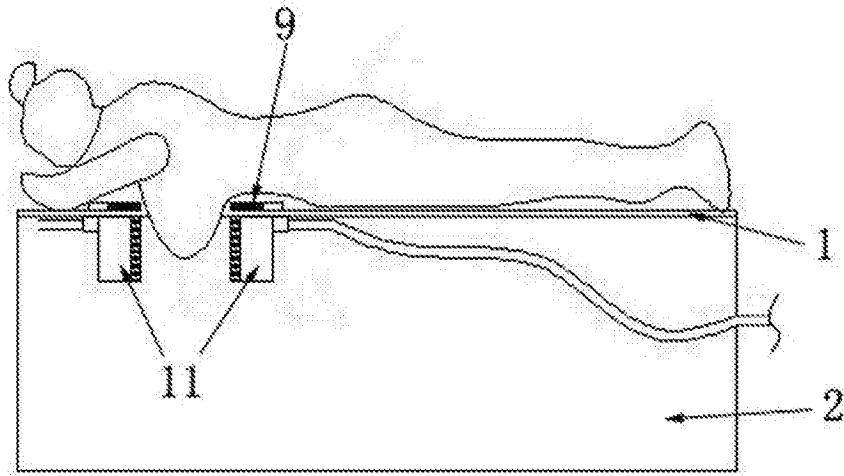


图2

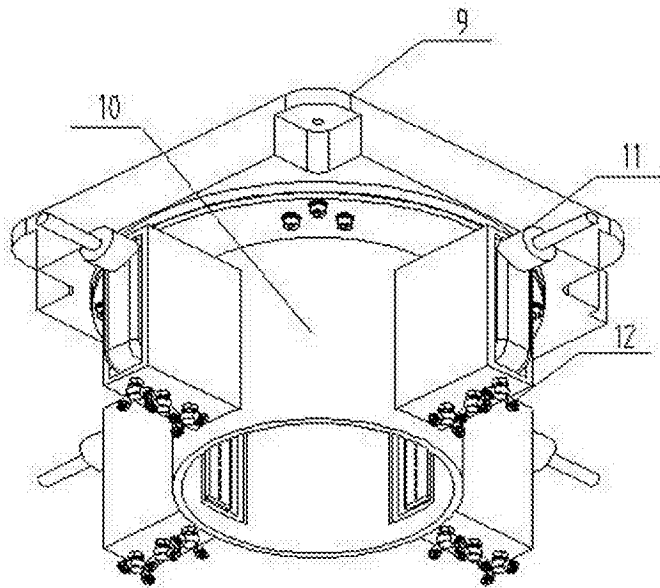


图3

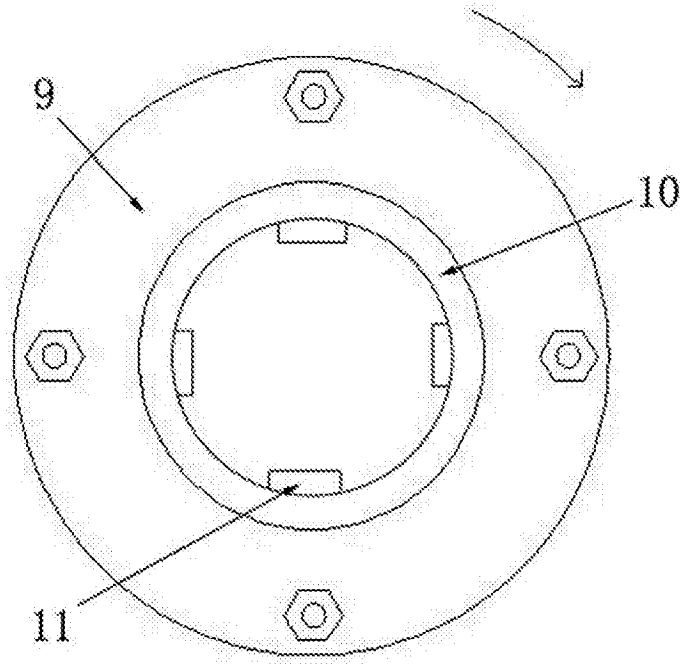


图4

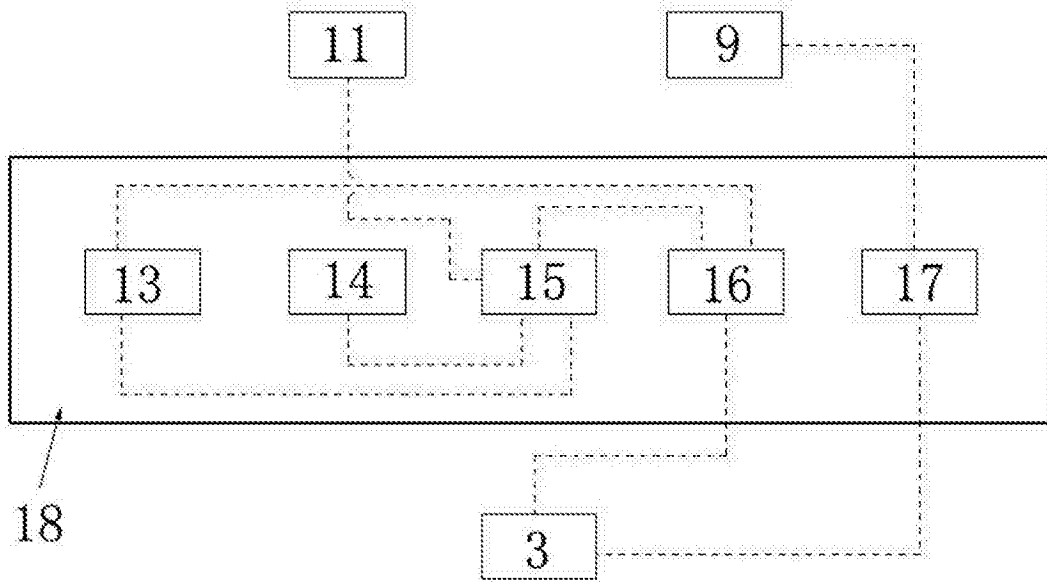


图5

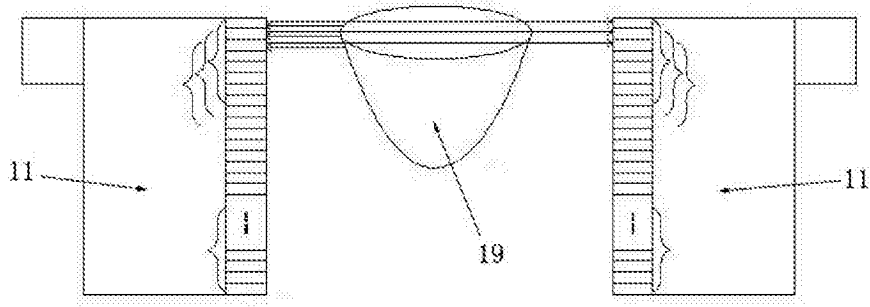


图6

专利名称(译)	基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法		
公开(公告)号	CN107174284A	公开(公告)日	2017-09-19
申请号	CN201710553431.4	申请日	2017-07-08
[标]申请(专利权)人(译)	中北大学		
申请(专利权)人(译)	中北大学		
当前申请(专利权)人(译)	中北大学		
[标]发明人	张斌珍 薛晨阳 张国军 何常德 刘畅		
发明人	张斌珍 薛晨阳 张国军 何常德 刘畅		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/14 A61B8/15 A61B8/00		
代理人(译)	骆洋		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明为一种基于CMUT环形阵列的乳腺超声成像系统及其检测方法，该系统包括检测床板、CMUT环形阵列超声测试装置、控制系统、计算机；检测床板上设有两个检测窗口，检测床板下方设有水箱；CMUT环形阵列超声测试装置由电动旋转台、圆筒夹具和CMUT阵列换能器组成。该检测方法为待测乳房放入CMUT环形阵列超声测试装置中，CMUT阵列换能器逐一阵元进行扫描，利用透射信号和反射信号获得乳房断层信息，电动旋转台每转动3°扫描一次，直到转动90°，获得乳房所有断层信息，然后分别利用透射信号和反射信号进行3D成像，最后对比分析，准确诊断乳腺状况。本发明具有自动化程度高、非接触测量、适用广泛等优点。

