



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107616784 A

(43)申请公布日 2018.01.23

(21)申请号 201710845923.0

(22)申请日 2017.09.19

(71)申请人 华南师范大学

地址 510631 广东省广州市天河区中山大道西55号

(72)发明人 杨思华 章伟成 刘瑞桢 邢达

(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 李斌

(51)Int.Cl.

A61B 5/00(2006.01)

A61B 8/08(2006.01)

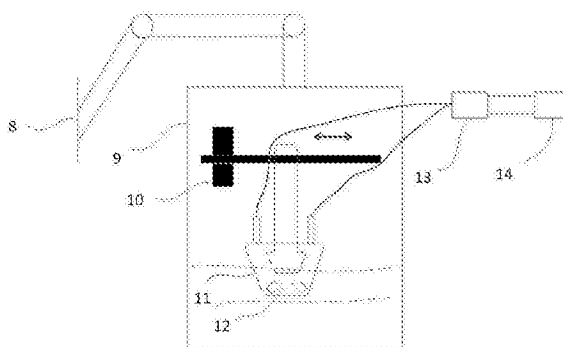
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置及其方法,该装置包括光源激发系统、1024线阵探测系统、超声与回波接收系统、处理系统、控制系统、图像重建显示系统和冠状面扫描系统;所述光源激发系统和1024线阵探测系统通过多模光纤、准直器和匀化器进行耦合。本发明将光声超声双模态成像应用到乳腺冠状面扫描成像中,利用1024阵元的超大探头配合电机扫描,实现了对宽场乳腺冠状面扫描成像以及不同深度的光声共焦扫描,保证了图像的高分辨率和高对比度。



1. 一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,包括光源激发系统、1024线阵探测系统、超声与回波接收系统、处理系统、控制系统、图像重建显示系统和冠状面扫描系统,所述光源激发系统与超声与回波接收系统和1024线阵探测系统连接,所述超声与回波接收系统与1024线阵探测系统、控制系统和处理系统连接,所述图像重建显示系统与处理系统和控制系统连接,所述冠状面扫描系统与1024线阵探测系统连接;所述的1024线阵探测系统和光源激发系统通过多模光纤、准直器和匀化器进行耦合;

所述的光源激发系统,用于脉冲激光器输出光的耦合;包括脉冲激光器、能量光纤、光纤耦合器和光纤束,所述脉冲激光器、能量光纤、光纤耦合器和光纤束依次同轴连接;

所述的1024线阵探测系统,用于输出能量均匀的线形光斑,包括1024阵元线阵探头、夹具和柱面透镜,夹具固定在1024阵元线阵探头两侧,同时和柱面透镜同轴连接;

所述的超声与回波接收系统,用于采集回波信号及处理,包括超声波发射与接收、回波信号的隔离放大、采样存储和波束合成,依次与计算机连接;

所述的处理系统用于对回波信号动态滤波与包络检波、对数压缩和动态范围变换、以及数字图像处理;

所述的控制系统包括产生超声扫查的基本时序、控制前端超声模式、通道增益和计算机的通信;

所述的图像重建显示系统,用于利用有限角度的滤波反投影算法重建乳腺图像并以图形界面显示和查看,通过三维显示软件、光声成像反投影算法和图像调整软件对图像进行重建;

所述的冠状面扫描系统,用于对乳房进行自动一维扫描,包括一维步进电机、机械臂和水槽,机械臂连接一维电机和水槽。

2. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,所述的光源激发系统通过多模光纤传输,经准直器准直再到匀化器进行匀化;所述匀化器由多个不同的、单独可控微透镜单元组成,将高斯光转换为能量均匀的平顶光,输出矩形光斑能量均匀度达90%。

3. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,超声和光声成像的数据采集的切换由冠状面扫描系统切换,同时对已扫描的位置重建出三维图像。

4. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,所述的1024阵元线阵探头是1024阵元的超大线阵探头,阵元间距为0.2毫米,探头长度为20.48厘米;通过步进电机进行一维扫描,实现对整个乳腺冠状面的实时三维成像,扫描范围和成像宽度覆盖整个乳房。

5. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,所述的1024线阵探测系统调整光的入射角度和柱面透镜焦距,改变1024阵元线阵探头内声透镜的焦距,由此实现不同深度的光声共焦扫描。

6. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,所述的柱面透镜长度与光纤束分束端排列长度和1024阵元线阵探头长度相同,焦距为12毫米,对入射光斑在柱面透镜宽度上聚焦,长度上不聚焦。

7. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装

置,其特征在于,所述处理系统采用FIR滤波器设计的带通滤波器进行动态滤波,之后的包络检波利用模拟正交解调方法得到同相分量和正交分量,经低通滤波后再AD转换,对AD转换后的数据进行对数压缩和动态范围变换,图像的处理包含图像插值、亮度变换和图像复原。

8. 根据权利要求1所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,其特征在于,所述控制系统控制1024阵元线阵探头的扫描模式、通道的时间增益和计算机通信,控制系统给探头的所有阵元不同的延时,控制发射超声的波束,改变数据不同深度的增益,协调各个系统与计算机的数据交换。

9. 根据权利要求1~8任一项所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的成像方法,其特征在于,包括下述步骤:

(1) 脉冲激光经过多模光纤、准直器和匀化器耦合到光纤束公共端,同时将脉冲激光器的触发信号接入超声与回波接收系统,线形光斑经柱面透镜入射到乳房;

(2) 调整入射角度和柱面透镜焦距,同时调整透镜焦距使光声共焦;

(3) 将病人乳房压平放置在水槽下方,1024阵元线阵探头同时浸入水中固定扫描起始位置;

(4) 启动一维电机扫描,电机以设定步距扫描,每个扫描位置切换光声和超声两种信号的采集;

(5) 扫描完成后计算机重建出三维图像。

10. 根据权利要求9所述的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的成像方法,其特征在于,利用1024个并行阵元采集的图像完全覆盖整个乳房,使步进电机只需做一维扫描便取代复杂的二维扫描方式,从而保证了装置和方法良好的一致性和可重复性。

一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置及其方法

技术领域

[0001] 本发明属于成像技术领域,特别涉及一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置及其方法。

背景技术

[0002] 光声成像技术是指受短脉冲光(脉宽<微秒)辐照的光吸收介质在吸收光能量后快速升温膨胀,由于辐照时间远小于受照介质内部的热传导时间,产生瞬时热膨胀导致应激出超声信号(称为光声信号)。利用超声传感器接收应介质应激出的光声信号,并通过一定的演算算法进行图像重建,可以反演出组织内部光吸收的分布情况,它是一种基于光学吸收差异特性反演组织生理病变的功能成像技术。

[0003] 乳腺疾病作为妇女的常见病、多发病越来越受到人们重视。现代乳腺检测有多种技术,钼靶乳腺X线摄影是利用软射线穿透乳腺软组织,达到观察乳腺内组织的目的。其特点是简便、快捷、无痛苦、准确率高。钼靶乳腺X线摄影图像清晰对比度适宜,可以清楚显示乳房内小于1厘米的组织。但是钼靶乳腺X线摄影属于组织重叠投影,因此不利于准确定位,且投影时需要挤压乳房。

[0004] 超声乳腺检查是利用乳腺反射的超声信号,达到对乳腺成像的目的。该方法能清晰显示乳腺内各层结构,在致密型乳腺中发现肿块,并鉴别囊性及实性。而且无辐射性,操作简单,不需要挤压乳腺,适合于青少年或妊娠哺乳。但超声的准确性低,敏感性不如X线摄影,对小于1厘米的组织分辨困难。

[0005] CT乳腺扫描一般常作为乳腺X线摄影和超声检查的补充手段。其检查的优点是密度分辨率较乳腺X摄影高,可以不受投照体位限制,常规扫描范围广。但CT乳腺扫描的准确性不及超声,辐射剂量大,价格相对昂贵。不宜作为乳腺扫描的首选手段。

[0006] MRI乳腺扫描,MRI成像技术由于具有极好的软组织分辨率及无辐射的特点,对乳腺扫描成像具有独到的优势,在某些方面弥补了乳腺X线和超声的局限性,是乳腺X线及超声乳腺的重要补充。MRI为多序列成像,检查相对比较复杂,时间相对较长,同时又受到呼吸运动伪影的干扰,在一定程度上影响了图像质量,限制了其推广和应用。

[0007] 由于上述乳腺扫描成像技术均有不同的局限性,将光声成像技术和广泛应用的超声成像结合具有良好的应用前景。专利号CN 102512202 A“碗式光声乳腺成像扫描及其扫描方法”中提及的碗式光声成像扫描仪虽然可以对乳房进行快速扫描成像,但不能与现有的B型超声成像装置和数据处理系统结合、对照和匹配,工艺复杂,需要额外定制碗式扫描仪的装置和控制系统,不利于加工生产和制造。同时也不能获得断层方向的分辨率。专利号CN 102573621 A提及的光声成像系统需要将多根光纤附在超声波传感器上,实现难度较大。利用激光照射产生成帧的超声信号需要复杂的控制去定位一帧图像的每一条直线,无法保证能量的均匀,实现不了(1)1064阵元超密度阵列探测,可实现更高的横向分辨率;(2)1064阵列保证了其扫描宽度可实现覆盖大部分的乳腺冠状面筛查。

发明内容

[0008] 本发明的首要目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置。本发明的另一目的在于提供基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的成像方法。

[0009] 本发明采用下述技术方案:

[0010] 本发明公开了一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,包括光源激发系统、1024线阵探测系统、超声与回波接收系统、处理系统、控制系统、图像重建显示系统和冠状面扫描系统,所述光源激发系统与超声与回波接收系统和1024线阵探测系统连接,所述超声与回波接收系统与1024线阵探测系统、控制系统和处理系统连接,所述图像重新显示系统与处理系统和控制系统连接,所述冠状面扫描系统与1024线阵探测系统连接;所述的1024线阵探测系统和光源激发系统通过多模光纤、准直器和匀化器进行耦合;

[0011] 所述的光源激发系统,用于脉冲激光器输出光的耦合;包括脉冲激光器、能量光纤、光纤耦合器和光纤束,所述脉冲激光器、能量光纤、光纤耦合器和光纤束依次同轴连接;

[0012] 所述的1024线阵探测系统,用于输出能量均匀的线形光斑,包括1024阵元线阵探头、夹具和柱面透镜,夹具固定在1024阵元线阵探头两侧,同时和柱面透镜同轴连接;

[0013] 所述的超声与回波接收系统,用于采集回波信号及处理,包括超声波发射与接收、回波信号的隔离放大、采样存储和波束合成,依次与计算机连接;

[0014] 所述的处理系统用于对回波信号动态滤波与包络检波、对数压缩和动态范围变换、以及数字图像处理;

[0015] 所述的控制系统包括产生超声扫查的基本时序、控制前端超声模式、通道增益和计算机的通信;

[0016] 所述的图像重建显示系统,用于利用有限角度的滤波反投影算法重建乳腺图像并以图形界面显示和查看,通过三维显示软件、光声成像反投影算法和图像调整软件对图像进行重建;

[0017] 所述的冠状面扫描系统,用于对乳房进行自动一维扫描,包括一维步进电机、机械臂和水槽,机械臂连接一维电机和水槽。

[0018] 作为优选的技术方案,所述的光源激发系统通过多模光纤传输,经准直器准直再到匀化器进行匀化;所述匀化器由多个不同的、单独可控微透镜单元组成,将高斯光转换为能量均匀的平顶光,输出矩形光斑能量均匀度达90%。

[0019] 作为优选的技术方案,超声和光声成像的数据采集的切换由冠状面扫描系统切换,同时对已扫描的位置重建出三维图像。

[0020] 作为优选的技术方案,所述的1024阵元线阵探头是1024阵元的超大线阵探头,阵元间距为0.2毫米,探头长度为20.48厘米;通过步进电机进行一维扫描,实现对整个乳腺冠状面的实时三维成像,扫描范围和成像宽度覆盖整个乳房。

[0021] 作为优选的技术方案,所述的1024线阵探测系统调整光的入射角度和柱面透镜焦距,改变1024阵元线阵探头内声透镜的焦距,由此实现不同深度的光声共焦扫描。

[0022] 作为优选的技术方案,所述的柱面透镜长度与光纤束分束端排列长度和1024阵元线阵探头长度相同,焦距为12毫米,对入射光斑在柱面透镜宽度上聚焦,长度上不聚焦。

[0023] 作为优选的技术方案,所述处理系统采用FIR滤波器设计的带通滤波器进行动态滤波,之后的包络检波利用模拟正交解调方法得到同相分量和正交分量,经低通滤波后再AD转换,对AD转换后的数据进行对数压缩和动态范围变换,图像的处理包含图像插值、亮度变换和图像复原。

[0024] 作为优选的技术方案,所述控制系统控制1024阵元线阵探头的扫描模式、通道的时间增益和计算机通信,控制系统给探头的所有阵元不同的延时,控制发射超声的波束,改变数据不同深度的增益,协调各个系统与计算机的数据交换。

[0025] 本发明还提供了一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的成像方法,包括下述步骤:

[0026] (1) 脉冲激光经过多模光纤、准直器和匀化器耦合到光纤束公共端,同时将脉冲激光器的触发信号接入超声与回波接收系统,线形光斑经柱面透镜入射到乳房;

[0027] (2) 调整入射角度和柱面透镜焦距,同时调整透镜焦距使光声共焦;

[0028] (3) 将病人乳房压平放置在水槽下方,1024阵元线阵探头同时浸入水中固定扫描起始位置;

[0029] (4) 启动一维电机扫描,电机以设定步距扫描,每个扫描位置切换光声和超声两种信号的采集;

[0030] (5) 扫描完成后计算机重建出三维图像。

[0031] 作为优选的技术方案,利用1024个并行阵元采集的图像完全覆盖整个乳房,使步进电机只需做一维扫描便取代复杂的二维扫描方式,从而保证了装置和方法良好的一致性和可重复性。

[0032] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0033] (1) 本发明采用1024阵元的超大探头,一维扫描区域和成像区域可以覆盖整个乳房,避免了复杂的二维电机扫描,整个乳腺的成像保证了高度的可重复性和一致性。

[0034] (2) 本发明提供的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,可以调整光聚焦位置,实现不同深度的手动调焦和光声共焦,结合了光声成像的高对比度和超声成像的高穿透深度。

附图说明

[0035] 图1是本发明的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的结构示意图;其中,1为光源激发系统,2为超声与回波接收系统,3为1024线阵探测系统,4为控制系统,5为冠状面扫描系统,6为处理系统,7为图像重建显示系统。

[0036] 图2是1024线阵探测系统和冠状面扫描系统的结构示意图;其中,8为机械臂,9为PS材料的封装外壳,10为一维电机,11为1024阵元线阵探头,12为柱面透镜,13为准直器和匀化器,14为多模光纤。

[0037] 图3是基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像方法的光声共焦扫描示意图;其中,15是光纤束,16是夹具,17是柱面透镜,18是脉冲回波信号,19是不同深度的扫描物体,20是1024阵元线阵探头。

[0038] 图4是基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的光纤束匹配线阵探头激发的示意图。

[0039] 图5是基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置的光纤束单根光纤输出能量占比分布图。

具体实施方式

[0040] 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。

[0041] 实施例1

[0042] 结合图1所示,本发明的基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置,包括光源激发系统1,超声与回波接收系统2,1024线阵探测系统3,控制系统4,冠状面扫描系统5,处理系统6,图像重建显示系统7。

[0043] 结合图2所示,本发明的1024线阵探测系统和冠状面扫描系统,包括机械臂8,PS材料的封装外壳9,一维电机10,1024阵元线阵探头11,柱面透镜12,准直器和匀化器13,多模光纤14。机械臂连接PS材料的封装外壳和一维电机以固定起始位置,准直器、匀化器和多模光纤依次同轴连接,对激光耦合及能量匀化。工作时机械臂固定好起始位置,激光经过多模光纤、准直器、匀化器和柱面透镜输出能量均匀的线形光斑,启动一维电机带动探头朝一个方向扫描进行数据采集,采集完成后重建出三维图像。

[0044] 结合图3所示,本发明的一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描装置,可以实现不同深度下的光声共焦扫描,其中,15是光纤束,16是夹具,17是柱面透镜,18是脉冲回波信号,19是不同深度的扫描物体,20是1024阵元线阵探头。夹具将光纤束固定在1024阵元线阵探头两侧,柱面透镜放置在光纤束前面同轴连接,对输出光进行线聚焦,1024阵元线阵探头放置在扫描物体正上方接收脉冲回波信号。选用不同焦距的柱面透镜,通过夹具调整入射线光斑的入射角度,可以使光斑聚焦在不同深度;声焦点则可以通过选用不同焦距的声透镜来调整,可以实现光声共焦和手动调焦,保证了装置的灵活性。

[0045] 结合图4所示,本发明的一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描装置,匹配线阵探头的均匀线形光斑由光纤束和柱面透镜组成,入射端的激光由准直器和匀化器进行激光能量的均匀化,包含1600根芯径200微米的光纤束均匀分布在探头两侧,每一侧排列的长度与线阵探头的长度相匹配,1024个阵元的阵元间距是0.2毫米,探头长度20.48厘米,每一侧的相邻光纤间距0.256毫米,光纤排布长度为20.48厘米,可以很好地匹配1024阵元线阵探头。

[0046] 结合图5所示,本发明的一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像方法的光纤束单根光纤输出能量占比分布图,线形光斑的能量分布均匀。

[0047] 运用上述基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像方法,包括如下步骤:

[0048] (1) 打开脉冲激光器开关,脉冲激光经过多模光纤、准直器和匀化器耦合到光纤束公共端,同时将脉冲激光器触发信号接入超声与回波接收系统,线形光斑经柱面透镜入射到乳房;

[0049] (2) 调整入射角度和柱面透镜焦距,同时调整声探测器的声透镜焦距使光声共焦;

[0050] (3) 将病人乳房压平放置在水槽下方,同时1024阵元线阵探头浸入水中固定在起始位置;

[0051] (4) 启动一维步进电机扫描,一维电机以一定步距扫描,每个扫描位置切换光声和超声两种信号的采集;

[0052] (5) 扫描完成后计算机重建出三维图像;

[0053] 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。

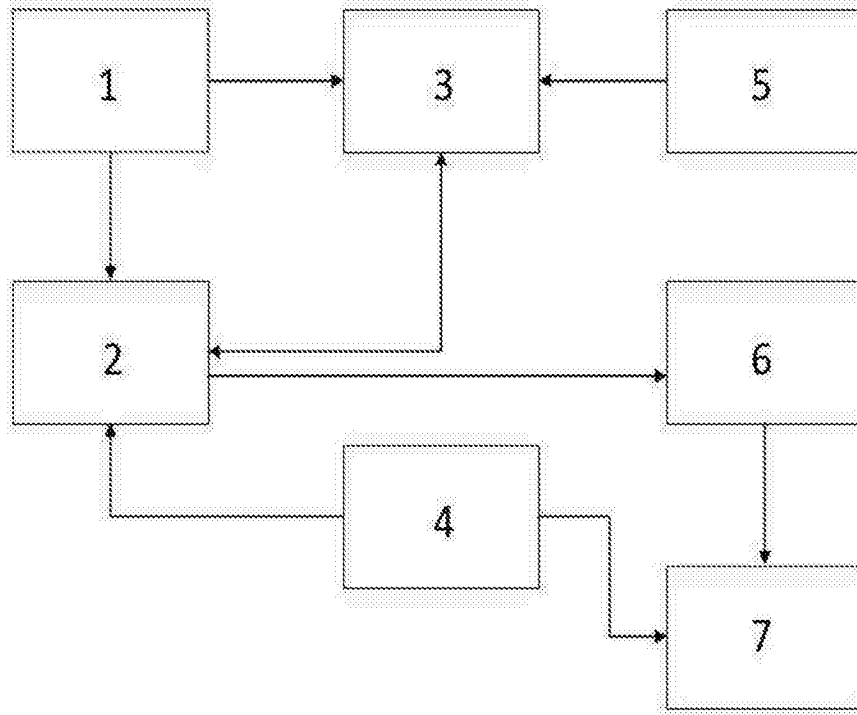


图1

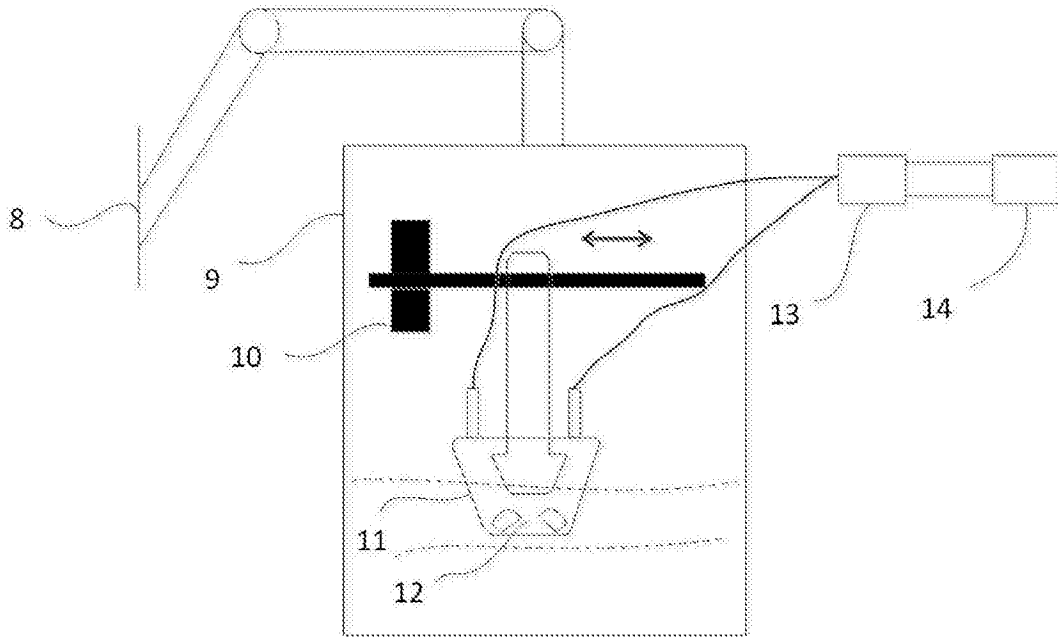


图2

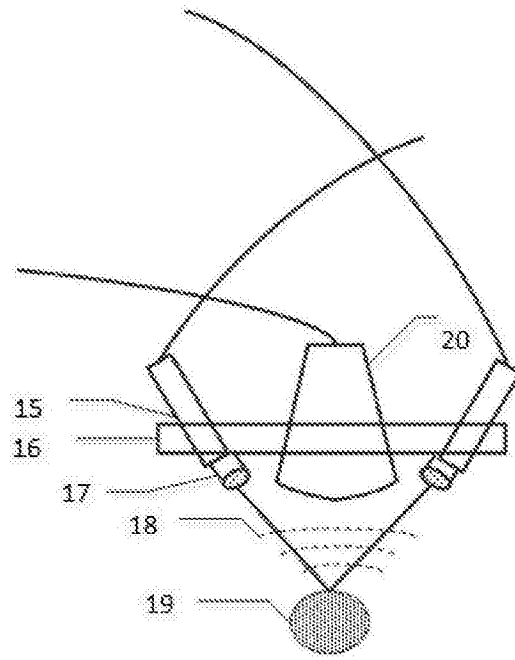


图3

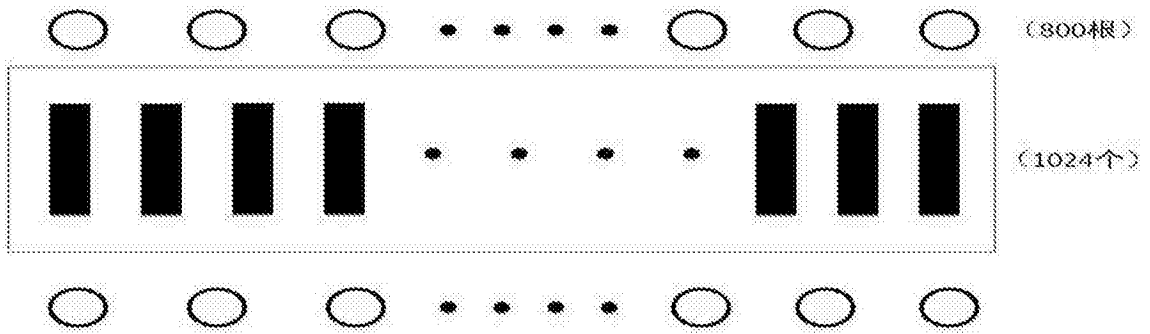


图4

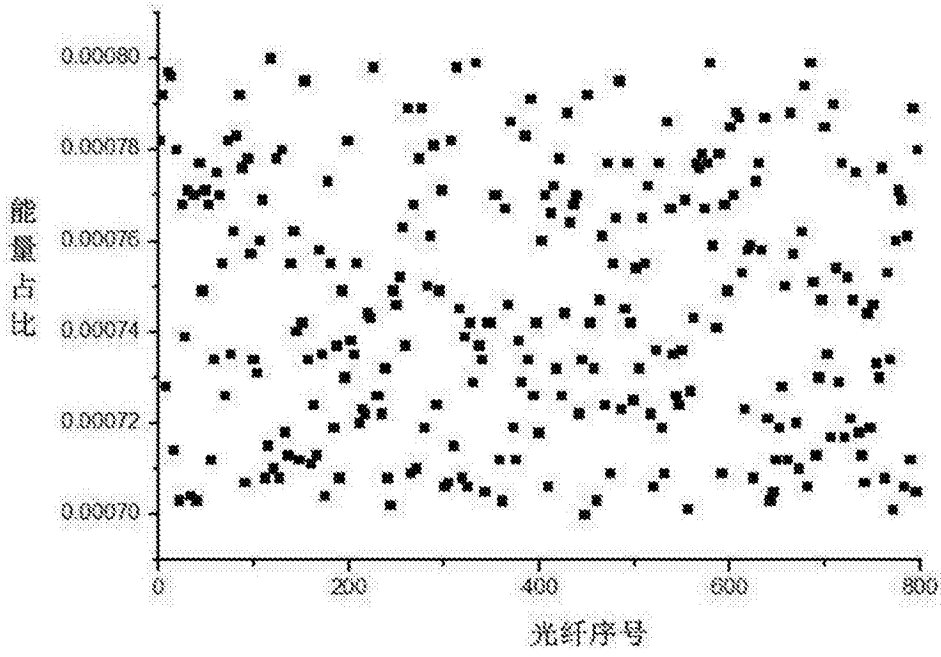


图5

专利名称(译)	一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置及其方法		
公开(公告)号	CN107616784A	公开(公告)日	2018-01-23
申请号	CN2017110845923.0	申请日	2017-09-19
[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	杨思华 章伟成 刘瑞桢 邢达		
发明人	杨思华 章伟成 刘瑞桢 邢达		
IPC分类号	A61B5/00 A61B8/08		
代理人(译)	李斌		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种基于1024线阵探测的宽场光声超声乳腺冠状面扫描成像装置及其方法,该装置包括光源激发系统、1024线阵探测系统、超声与回波接收系统、处理系统、控制系统、图像重建显示系统和冠状面扫描系统;所述光源激发系统和1024线阵探测系统通过多模光纤、准直器和匀化器进行耦合。本发明将光声超声双模态成像应用到乳腺冠状面扫描成像中,利用1024阵元的超大探头配合电机扫描,实现了对宽场乳腺冠状面扫描成像以及不同深度的光声共焦扫描,保证了图像的高分辨率和高对比度。

