



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103750864 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201410014844. 1

(22) 申请日 2014. 01. 13

(71) 申请人 华南理工大学

地址 510640 广东省广州市天河区五山路  
381 号

(72) 发明人 黄庆华 叶鹏飞

(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 蔡茂略

(51) Int. Cl.

A61B 8/08 (2006. 01)

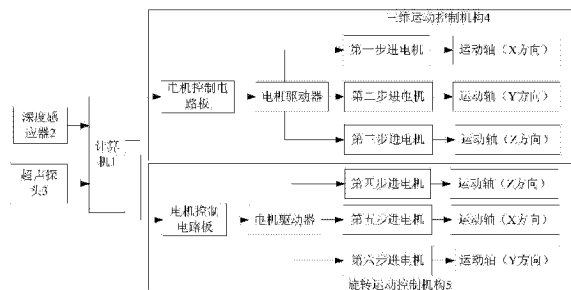
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种超声弹性成像的扫描装置及其扫描方法

(57) 摘要

本发明公开了一种超声弹性成像的扫描装置以其扫描方法,该扫描装置包括计算机以及与计算机连接的超声探头,还包括用于固定超声探头的支架以及分别与计算机连接的运动控制装置和深度感应器;支架设置在运动控制装置上;运动控制装置包括控制超声探头进行三维运动的三维运动控制机构和控制超声探头进行旋转运动的旋转运动控制机构,三维运动控制机构和旋转运动控制机构分别与计算机连接。本发明通过三维运动控制机构以及旋转运动控制机构控制超声探头每次扫描时都能紧贴组织表面且与扫描点的法向量平行,因此保证了在扫描过程中超声探头与扫描组织表面垂直以及每个扫描点在压缩前后所受的压力都是均匀恒定的。



1. 一种超声弹性成像的扫描装置,包括计算机以及与计算机连接的超声探头,其特征在于,还包括用于固定超声探头的支架以及分别与计算机连接的运动控制装置和深度感应器;所述支架设置在运动控制装置上;所述运动控制装置包括控制超声探头进行三维运动的三维运动控制机构和控制超声探头进行旋转运动的旋转运动控制机构,所述三维运动控制机构和旋转运动控制机构分别与计算机连接。

2. 根据权利要求1所述的超声弹性成像的扫描装置,其特征在于,所述三维运动控制机构包括第一、第二和第三步进电机、电机驱动器和电机控制模块,所述第一、第二和第三步电机分别通过电机驱动器与电机控制电路板连接,所述电机控制电路板与计算机连接,所述第一、第二和第三步进电机上分别连接有运动轴,所述三根运动轴分别呈X、Y和Z轴的三维方向排布,其中X轴方向表示左、右方向,Y轴方向表示前、后方向,Z轴方向表示上、下方向;所述支架设置在Z轴方向的运动轴上;所述第一、第二和第三步进电机通过其上的运动轴分别控制支架在X、Y和Z轴方向上移动;

旋转运动控制机构包括第四步进电机、第五步进电机、第六步进电机、电机驱动器和电机控制模块,第四步进电机、第五步进电机和第六步进电机分别依次通过电机驱动器和电机控制模块与计算机连接,第四步进电机与所述Z轴方向的运动轴连接,用于控制Z轴方向运动轴自转;第五步进电机与所述X轴方向的运动轴连接,用于控制X轴方向运动轴自转;第六步进电机与所述Y轴方向的运动轴连接,用于控制Y轴方向运动轴自转。

3. 根据权利要求1所述的超声弹性成像的扫描装置,其特征在于,所述深度感应器安装于扫描组织的上方,其探测范围为10cm~400cm。

4. 一种基于上述权利要求1至3中任一项所述的超声弹性成像的扫描装置的扫描方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 利用深度感应器获取扫描组织的表面深度图像信息,根据表面深度图像信息,重建出扫描组织表面的三维轮廓图;

(2) 根据扫描组织表面的三维轮廓图制定扫描轨迹;然后根据扫描组织表面的曲率大小,计算出扫描轨迹中各扫描点的法向量,并保存在计算机中;

(3) 控制超声探头移动到扫描轨迹的起始点;

(4) 通过计算机查询到超声探头在当前扫描点的位置信息及法向量信息;所述三维运动控制机构根据当前扫描点的位置信息控制支架上的超声探头在三维各方向上移动,并通过旋转运动控制机构控制超声探头绕三维各方向分别旋转相应角度,直到超声探头贴着被扫描组织的表面并与当前扫描点的法向量平行;

(5) 采集超声探头当前所处扫描点的超声回波信号,然后通过三维运动控制机构控制超声探头沿着该扫描点法向量指向组织表面的方向运动d距离,再次采集超声回波信号,将该扫描点的位置信息以及两次采集到的超声回波信号进行储存到计算机中;三维运动控制机构控制超声探头沿该扫描点法向量背向组织表面的方向运动d距离,超声探头恢复到当前所处扫描点上的原位置上;同时判断该扫描点是否为扫描轨迹中的最后一个扫描点;

若是,则三维超声弹性成像的扫描结束;

若否,则执行步骤(6);

(6) 计算出扫描轨迹中下一个扫描点和当前扫描点在三维各方向上的距离以及在三维各方向上的角度偏差,通过三维运动控制机构控制超声探头在三维的各方向上同时移动相

应距离,同时要通过旋转运动控制机构控制超声探头绕三维的各方向分别进行相应的角度旋转,到达下一个要扫描的点,使超声探头贴着被扫描组织的表面并与其所在扫描点的法向量平行;然后回到步骤(5)。

5. 根据权利要求4所述的超声弹性成像的扫描方法,其特征在于,所述步骤(1)中通过多帧表面深度图像信息来重建扫描组织表面的三维轮廓图。

6. 根据权利要求4所述的超声弹性成像的扫描方法,其特征在于,所述步骤(5)中三维运动控制机构控制超声探头沿着该扫描点法向量指向组织表面的方向运动的距离 $d$ 为 $1 \sim 3\text{mm}$ 。

7. 根据权利要求4所述的超声弹性成像的扫描方法,其特征在于,所述步骤(2)中还制定了超声探头的扫描速度、扫描范围、三维运动控制机构和旋转运动控制机构的步进距离以及超声探头的旋转角度。

## 一种超声弹性成像的扫描装置及其扫描方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于医学三维超声弹性成像的技术领域,特别涉及一种超声弹性成像的扫描装置及其扫描方法。

### 背景技术

[0002] 弹性是表征一种物质物理特性的重要参数,其中测量某种物质的弹性或者对它的弹性特性分布进行成像对于了解该种物质的属性及结构是一种相当重要的手段,其中组织弹性对疾病的诊断具有重要的参考价值。超声弹性成像能提供与组织异常的病理状态密切相关的组织弹性信息,超声弹性成像通过探头获取感兴趣区中同一位置两次不同的压力下超声回波信号的波形,并利用两次回波信号进行相关运算,获取相应的组织弹性信息。其中超声探头对组织扫描的压力大小、移动速度和扫描方向等会直接影响到弹性成像的质量。

[0003] 现有的超声弹性成像技术中,常用的扫描方法主要有:自由臂扫描、二维面阵探头扫描和机械定位扫描;其中自由臂扫描系统,需要6个自由度的电磁式位置传感器定位,操作复杂,同时极易受到电磁、铁磁材料等干扰。基于二维面阵探头的扫描方式由于二维面阵的阵元数量巨大,每个阵元都要配置相应的采集通道,因此对技术手段和采用的设备要求较高。基于这两种扫描方式进行扫描时,探头对被扫描组织的压力很难保持均匀恒定,探头移动的速度和方向也会发生变化,因此对生成的弹性图像有很大的影响。传统的机械定位扫描方式,虽然可以保证探头移动速度和方向的恒定,但由于事先无法准确得到被检测组织的表面深度信息,因而扫描过程中会出现接触不到组织或者对组织压力过大两种情况,即仍然无法保证探头对被扫描组织的压力均匀恒定。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足,提供一种对扫描组织压力均匀的超声弹性成像的扫描装置。

[0005] 本发明的另一目的在于提供上述超声弹性成像的扫描装置的扫描方法。

[0006] 本发明的第一目的通过下述技术方案实现:一种超声弹性成像的扫描装置,包括计算机以及与计算机连接的超声探头,还包括用于固定超声探头的支架以及分别与计算机连接的运动控制装置和深度感应器;所述支架设置在运动控制装置上;所述运动控制装置包括控制超声探头进行三维运动的三维运动控制机构和控制超声探头进行旋转运动的旋转运动控制机构,所述三维运动控制机构和旋转运动控制机构分别与计算机连接。

[0007] 优选的,所述三维运动控制机构包括第一、第二和第三步进电机、电机驱动器和电机控制模块,所述第一、第二和第三电机分别通过电机驱动器与电机控制电路板连接,所述电机控制电路板与计算机连接,所述第一、第二和第三步进电机上分别连接有运动轴,所述三根运动轴分别呈X、Y和Z轴的三维方向排布,其中X轴方向表示左、右方向,Y轴方向表示前、后方向,Z轴方向表示上、下方向;所述支架设置在Z轴方向的运动轴上;所述第一、第二和第三步进电机通过其上的运动轴分别控制支架在X、Y和Z轴方向上移动;

[0008] 旋转运动控制机构包括第四步进电机、第五步进电机、第六步进电机、电机驱动器和电机控制模块,第四步进电机、第五步进电机和第六步进电机分别依次通过电机驱动器和电机控制模块与计算机连接,第四步进电机与所述Z轴方向的运动轴连接,用于控制Z轴方向运动轴自转;第五步进电机与所述X轴方向的运动轴连接,用于控制X轴方向运动轴自转;第六步进电机与所述Y轴方向的运动轴连接,用于控制Y轴方向运动轴自转。

[0009] 优选的,所述深度感应器安装于扫描组织的上方,其探测范围为10cm~400cm。

[0010] 本发明的第二目的通过下述技术方案实现:

[0011] 一种超声弹性成像的扫描装置的扫描方法,包括以下步骤:

[0012] (1) 利用深度感应器获取扫描组织的表面深度图像信息,根据表面深度图像信息,重建出扫描组织表面的三维轮廓图;

[0013] (2) 根据扫描组织表面的三维轮廓图制定扫描轨迹;然后根据扫描组织表面的曲率大小,计算出扫描轨迹中各扫描点的法向量,并保存在计算机中;

[0014] (3) 控制超声探头移动到扫描轨迹的起始点;

[0015] (4) 通过计算机查询到超声探头在当前扫描点的位置信息及法向量信息;所述三维运动控制机构根据当前扫描点的位置信息控制支架上的超声探头在三维各方向上移动,并通过旋转运动控制机构控制超声探头绕三维各方向分别旋转相应角度,直到超声探头贴着被扫描组织的表面并与当前扫描点的法向量平行;

[0016] (5) 采集超声探头当前所处扫描点的超声回波信号,然后通过三维运动控制机构控制超声探头沿着该扫描点法向量指向组织表面的方向运动d距离,再次采集超声回波信号,将该扫描点的位置信息以及两次采集到的超声回波信号进行储存到计算机中;三维运动控制机构控制超声探头沿该扫描点法向量背向组织表面的方向运动d距离,超声探头恢复到当前所处扫描点上的原位置上;同时判断该扫描点是否为扫描轨迹中的最后一个扫描点;

[0017] 若是,则三维超声弹性成像的扫描结束;

[0018] 若否,则执行步骤(6);

[0019] (6) 计算出扫描轨迹中下一个扫描点和当前扫描点在三维各方向上的距离以及在三维各方向上的角度偏差,通过三维运动控制机构控制超声探头在三维的各方向上同时移动相应距离,同时要通过旋转运动控制机构控制超声探头绕三维的各方向分别进行相应的角度旋转,到达下一个要扫描的点,使超声探头贴着被扫描组织的表面并与其所在扫描点的法向量平行;然后回到步骤(5)。

[0020] 优选的,所述步骤(1)中通过多帧表面深度图像信息来重建扫描组织表面的三维轮廓图。

[0021] 优选的,所述步骤(5)中三维运动控制机构控制超声探头沿着该扫描点法向量指向组织表面的方向运动的距离d为1~3mm。

[0022] 优选的,所述步骤(2)中还制定了超声探头的扫描速度、扫描范围、三维运动控制机构和旋转运动控制机构的步进距离以及超声探头的旋转角度。

[0023] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果:

[0024] 本发明扫描装置通过三维运动控制机构以及旋转运动控制机构控制超声探头每次扫描时都能紧贴组织表面且与扫描点的法向量平行,保证了在扫描过程中超声探头与扫

描组织表面垂直,以获得能够更加准确反应组织弹性信息的超声回波信号;另外本发明中每次针对扫描组织进行压缩的距离为固定值,保证了每个扫描点在压缩前后所受的压力都是均匀恒定的。克服了现有技术中机械定位扫描方式难以做到以均匀压力对组织进行扫描的缺陷,所得到的超声弹性图像更加准确、清晰,能够更生动地显示、定位病灶及鉴别病灶性质。

#### 附图说明

- [0025] 图 1 是本发明扫描装置的组成框图。  
[0026] 图 2 是本发明扫描装置中各部分的结构示意图。  
[0027] 图 3 是本发明扫描方法的流程图。  
[0028] 图 4a 是本发明扫描方法重建的三维轮廓图。  
[0029] 图 4b 是本发明扫描方法重建的三维轮廓图上的扫描轨迹以及法向量示意图。

#### 具体实施方式

[0030] 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。

##### [0031] 实施例

[0032] 如图 1 所示,本实施例公开了一种超声弹性成像的扫描装置,包括计算机 1、与计算机 1 连接的超声探头 3、用于固定超声探头的支架以及分别与计算机 1 连接的运动控制装置和深度感应器 2;支架设置在运动控制装置上;运动控制装置包括控制超声探头进行三维运动的三维运动控制机构 4 和控制超声探头进行旋转运动的旋转运动控制机构 5,所述三维运动控制机构 4 和旋转运动控制机构 5 分别与计算机连接。

[0033] 本实施例中三维运动控制机构包括第一、第二和第三步进电机、电机驱动器和电机控制模块,第一、第二和第三电机分别通过电机驱动器与电机控制电路板连接,电机控制电路板与计算机连接,所述第一、第二和第三步进电机上分别连接有运动轴,三根运动轴分别呈 X、Y 和 Z 轴的三维方向排布,其中 X 轴方向表示左、右方向, Y 轴方向表示前、后方向, Z 轴方向表示上、下方向;所述支架设置在 Z 轴方向的运动轴上;第一、第二和第三步进电机通过其上的运动轴分别控制支架在 X、Y 和 Z 轴方向上移动;

[0034] 旋转运动控制机构包括第四步进电机、第五步进电机、第六步进电机、电机驱动器和电机控制模块,第四步进电机、第五步进电机和第六步进电机分别依次通过电机驱动器和电机控制模块与计算机连接,第四步进电机与所述 Z 轴方向的运动轴连接,用于控制 Z 轴方向运动轴自转,以使得支架上的超声探头绕 Z 轴旋转;第五步进电机与所述 X 轴方向的运动轴连接,用于控制 X 轴方向运动轴自转,以使得支架上的超声探头绕 X 轴旋转;第六步进电机与所述 Y 轴方向的运动轴连接,用于控制 Y 轴方向运动轴自转,以使得支架上的超声探头绕 Y 轴旋转。

[0035] 如图 2 所示,深度感应器安装于扫描组织的上方,其探测范围为 10cm ~ 400cm。通过深度感应器可以获得被检测人体表面各点到摄像装置上摄像头的距离,该距离的精度为厘米级、毫米级或更高。

[0036] 如图 3 所示,本实施例还公开了一种基于上述超声弹性成像的扫描装置的扫描方

法,包括以下步骤:

[0037] (1) 利用深度感应器获取扫描组织的多帧表面深度图像信息,根据多帧表面深度图像信息,重建出如图 4a 所示的扫描组织表面的三维轮廓图;其中  $h_a$ 、 $h_b$  和  $h_c$  分别是指扫描组织距离深度感应器的距离;

[0038] (2) 根据扫描组织表面的三维轮廓图制定扫描轨迹,其中本实施例中制定的扫描轨迹如图 4b 所示包括被扫描组织的整个区域,根据扫描组织表面的曲率大小,计算出该扫描轨迹中如图 4b 所示各扫描点的法向量,并保存在计算机中;

[0039] 同时本实施例中还制定了超声探头的扫描速度、扫描范围、三维运动控制机构和旋转运动控制机构的步进距离等扫描参数以及超声探头的旋转参数等,其中旋转参数包括超声探头绕 X、Y、Z 轴旋转的角度;

[0040] (3) 控制超声探头移动到扫描轨迹的起始点;

[0041] (4) 通过计算机查询到超声探头在当前扫描点的位置信息及法向量信息;三维运动控制机构根据当前扫描点的位置信息控制支架上的超声探头在三维方向上移动,并通过旋转运动控制机构控制超声探头按照步骤(2)中设定的旋转参数绕 X、Y、Z 轴方向上分别旋转相应角度,直到超声探头紧贴被扫描组织的表面并与当前扫描点的方向量平行;

[0042] (5) 超声探头在扫描组织上按照步骤(2)制定的扫描速度和扫描范围对当前所处的点进行扫描,并且采集超声探头当前所处扫描点的超声 RF 回波信号,然后通过三维运动控制机构控制超声探头沿着该扫描点法向量指向组织表面的方向运动  $d$  距离,再次采集超声 RF 回波信号,将该扫描点的位置信息以及两次采集到的超声 RF 信号进行储存到计算机中;三维运动控制机构控制超声探头沿该扫描点法向量背向组织表面的方向运动  $d$  距离,超声探头恢复到当前所处扫描点上的原位置上;同时判断该扫描点是否为扫描轨迹中的最后一个扫描点;

[0043] 若是,则三维超声弹性成像的扫描结束;

[0044] 若否,则执行步骤(6);

[0045] (6) 计算出扫描轨迹中下一个扫描点和当前扫描点在三维的 X、Y 和 Z 轴三个方向上的距离以及在 X、Y 和 Z 轴三个方向上的角度偏差,通过三维运动控制机构控制超声探头在 X、Y 和 Z 轴对应方向上同时移动相应距离,同时要通过旋转运动控制机构控制超声探头绕三维的 X、Y 和 Z 轴三个方向分别进行相应的角度旋转,到达下一个要扫描的点,使得超声探头紧贴被扫描组织的表面并与超声探头所在扫描点的法向量平行;然后回到步骤(5),得到扫描轨迹中所有扫描点的两个超声 RF 信号以及位置信息。

[0046] 在本实施例步骤(5)中超声探头沿着该扫描点法向量指向组织表面的方向运动的距离  $d$  为 2mm,当然  $d$  的距离也可以为其他值,如 1 ~ 3mm 中的其他数字, $d$  的值具体根据实际使用时超声探头类型以及组织的软硬度和厚度进行选择。

[0047] 通过本实施例的上述扫描方法分别得到扫描组织中各扫描点的位置以及各扫描点在不同压力下的两次超声 RF 回波信号,然后利用两次回波信号进行相关运算,获取相应的组织弹性应变变量,从而得到最终弹性成像。

[0048] 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。

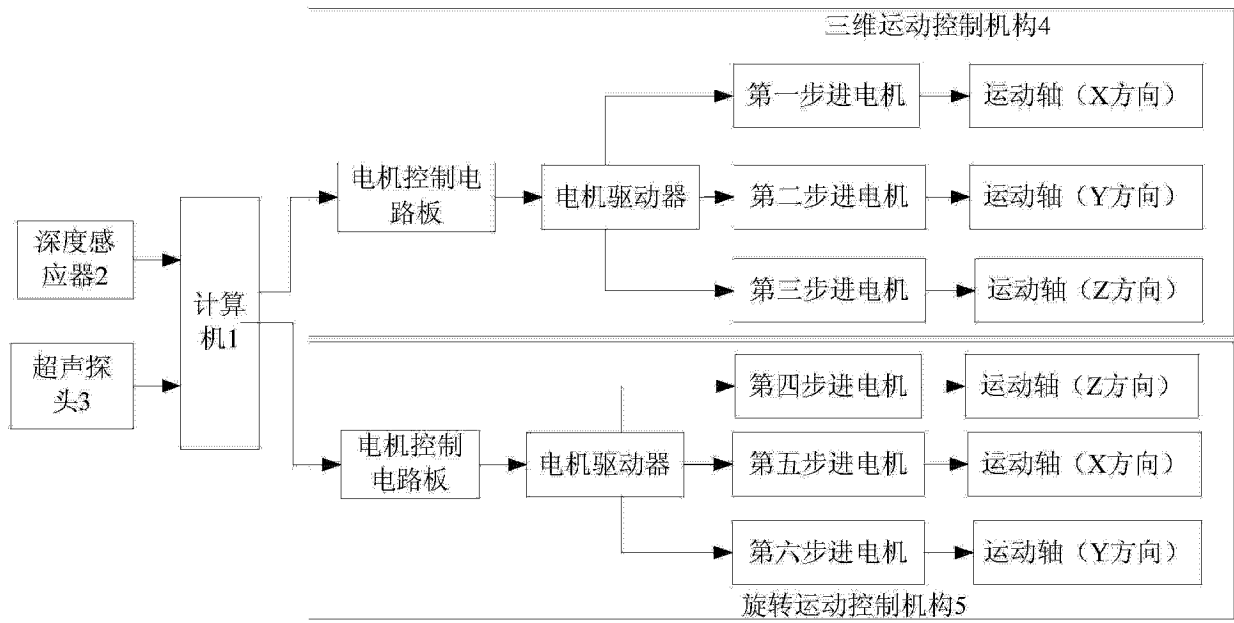


图 1

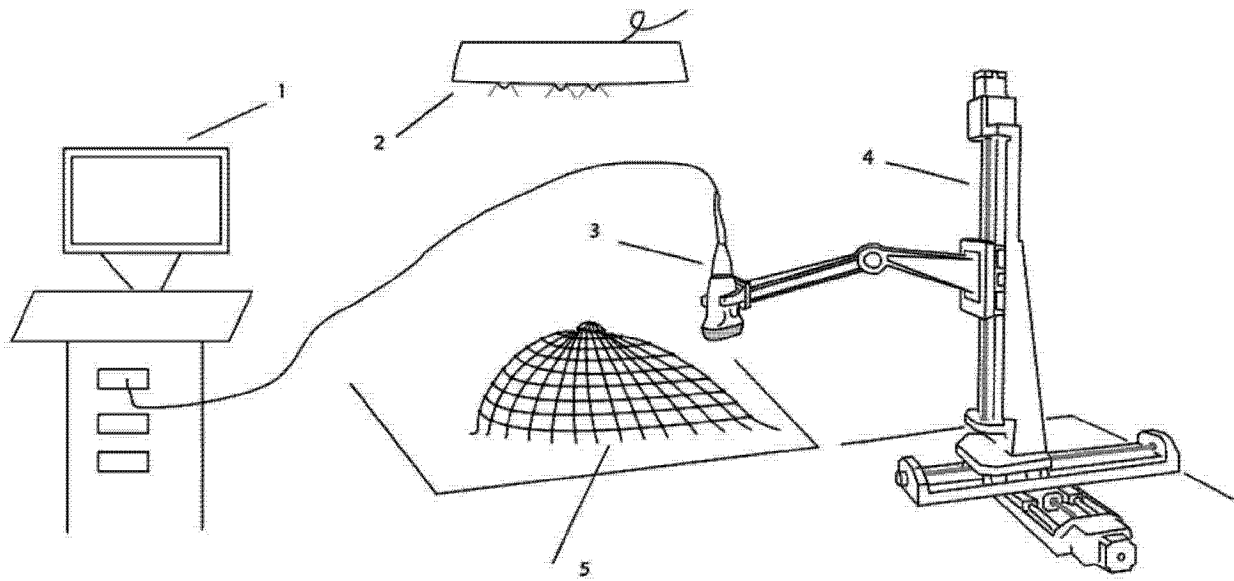


图 2

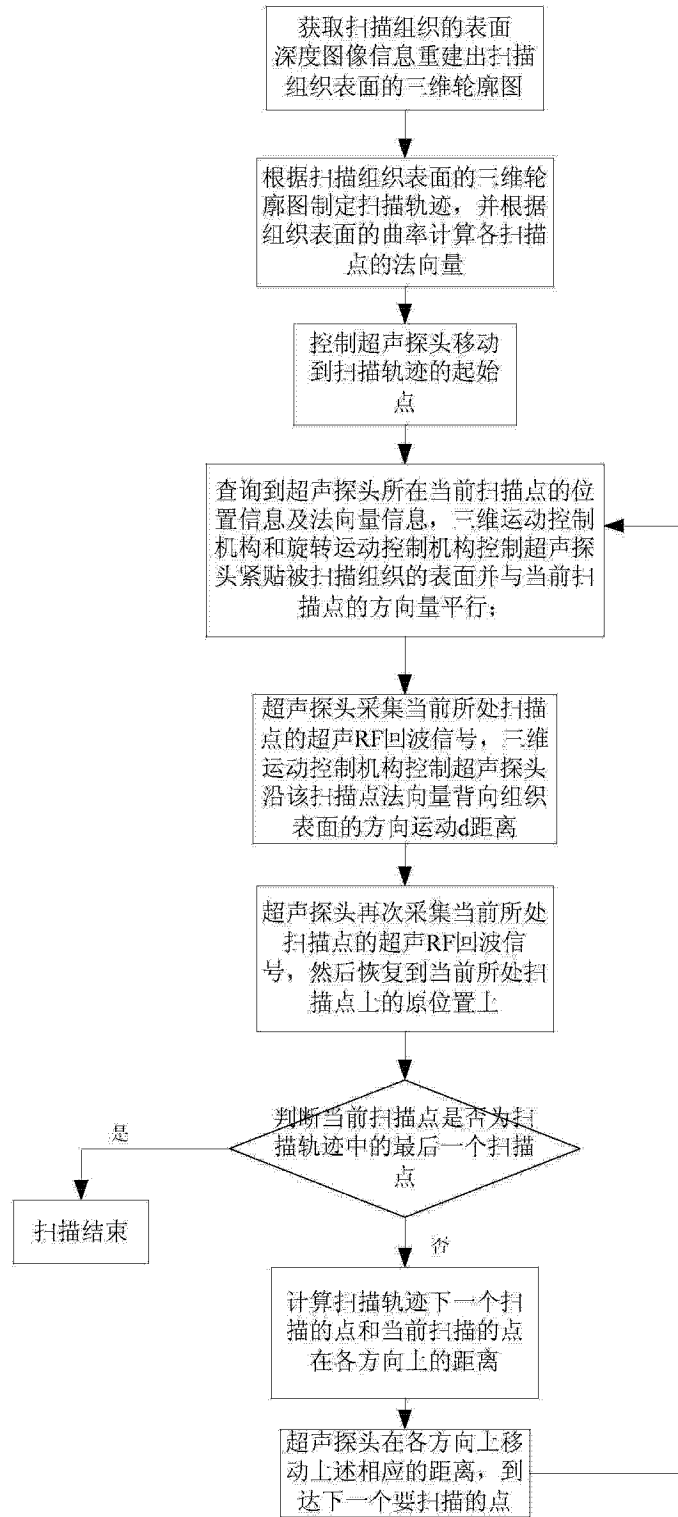


图 3

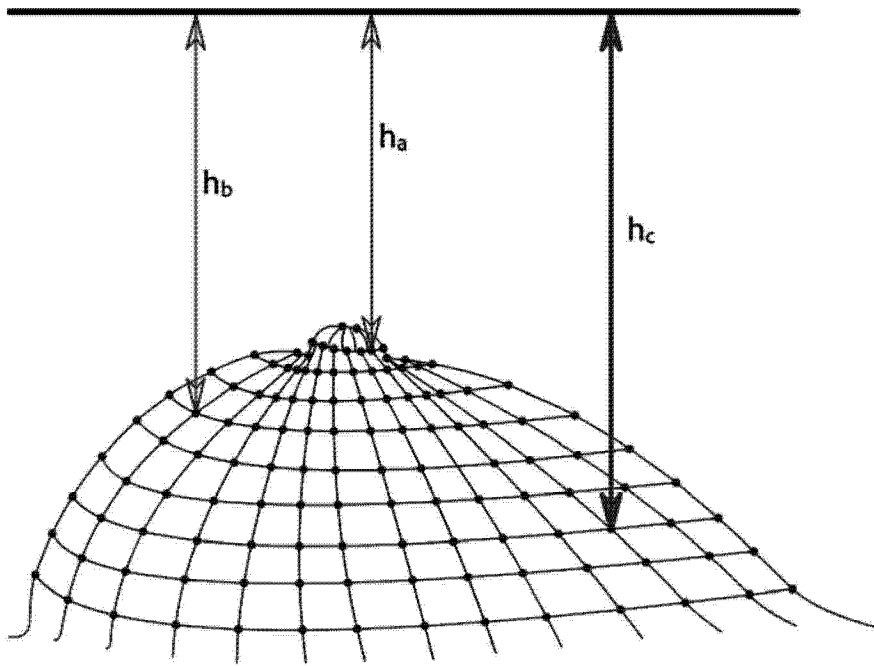


图 4a

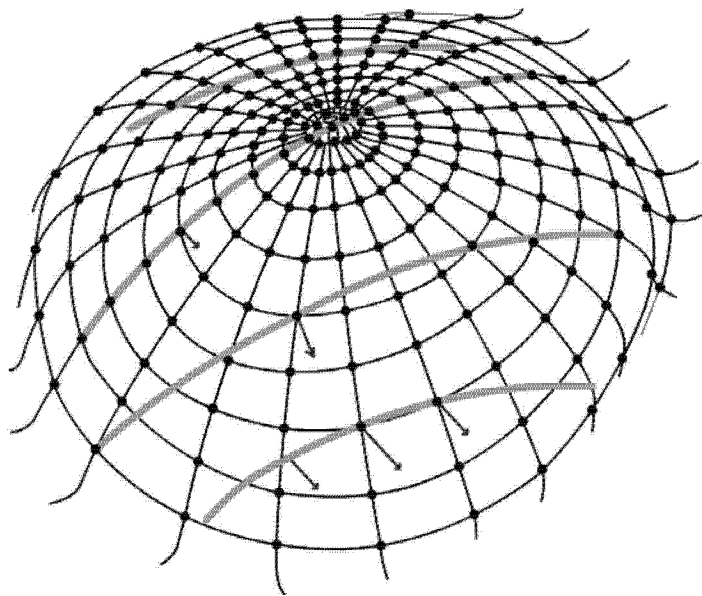


图 4b

专利名称(译)	一种超声弹性成像的扫描装置及其扫描方法		
公开(公告)号	<a href="#">CN103750864A</a>	公开(公告)日	2014-04-30
申请号	CN201410014844.1	申请日	2014-01-13
[标]申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
当前申请(专利权)人(译)	华南理工大学		
[标]发明人	黄庆华 叶鹏飞		
发明人	黄庆华 叶鹏飞		
IPC分类号	A61B8/08		
其他公开文献	CN103750864B		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>		

摘要(译)

本发明公开了一种超声弹性成像的扫描装置及其扫描方法，该扫描装置包括计算机以及与计算机连接的超声探头，还包括用于固定超声探头的支架以及分别与计算机连接的运动控制装置和深度感应器；支架设置在运动控制装置上；运动控制装置包括控制超声探头进行三维运动的三维运动控制机构和控制超声探头进行旋转运动的旋转运动控制机构，三维运动控制机构和旋转运动控制机构分别与计算机连接。本发明通过三维运动控制机构以及旋转运动控制机构控制超声探头每次扫描时都能紧贴组织表面且与扫描点的法向量平行，因此保证了在扫描过程中超声探头与扫描组织表面垂直以及每个扫描点在压缩前后所受的压力都是均匀恒定的。

