



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101868737 B

(45) 授权公告日 2013.04.24

(21) 申请号 200880116116.4

代理人 王英 刘炳胜

(22) 申请日 2008.11.13

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G01S 15/89 (2006.01)

60/988,472 2007.11.16 US

A61B 8/08 (2006.01)

61/052,288 2008.05.12 US

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 2006/0020204 A1, 2006.01.26, 说明书第
0003-016, 0019-0026, 0034-0039, 0047-0051, 005
4-0074, 0082-0087 段.

2010.05.14

WO 96/25881 A1, 1996.08.29, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

Aaron Fenster et al..The use of
three-dimensional ultrasound imaging
in breast biopsy and prostate therapy.
《measurement》.2004,(第36期),245-256.

PCT/IB2008/054769 2008.11.13

(87) PCT申请的公布数据

审查员 肖丁

W02009/063423 EN 2009.05.22

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 J·克吕克尔 S·徐 H·江

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

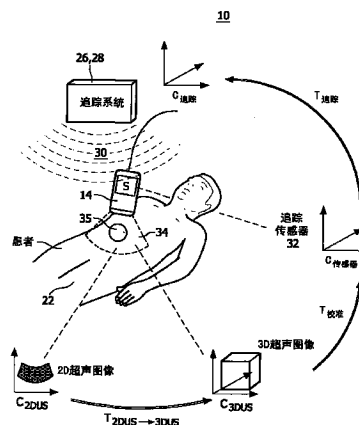
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

使用 3D 对比增强超声的介入导航

(57) 摘要

一种用于使用 3D 对比增强超声 (CEUS) 成像 (10) 进行介入导航的方法,包括:对于经受利用器械 (40) 的介入过程的解剖结构 (22) 的所需部分,在施予到解剖结构的所需部分的对比增强剂的有用寿命期间,采集参考 3D CEUS 体积和追踪信息。在介入过程期间采集实时追踪组织图像 (38)。另外,产生所采集的实时追踪组织图像中至少一幅的相应的 CEUS 多平面重建 (MPR) (44)。一同显示所采集的实时追踪组织图像中的至少一幅以及相应的 CEUS MPR。所显示的实时追踪组织图像包括至少器械在解剖结构的所需部分内的图像,并且 CEUS MPR 相应于所显示的实时追踪组织图像。CEUS MPR 图像包括获自参考 3D CEUS 体积的对比增强 MPR 图像,并且包括目标感兴趣体积 (46),由此提供对于至少在对比增强的有用寿命期满之后进行介入导航有用的对比增强的图像信息和组织图像信息的同时显示。



1. 一种用于使用 3D 对比增强超声 (CEUS) 成像进行介入导航的系统,所述系统包括:
超声成像设备 (12),其配置为 (i) 针对经受利用器械 (40) 的介入过程的解剖结构 (22) 的所需部分,采集 (i) (1) 参考 3D CEUS 体积和 (i) (2) 所述参考 3D CEUS 体积的追踪信息,其中,所述超声成像设备还配置为在施予到所述解剖结构的所述所需部分的对比增强剂的有用寿命期间采集所述参考 3D CEUS 体积和追踪信息, (ii) 在所述介入过程期间采集实时追踪组织图像 (38),以及 (iii) 根据 (iii) (1) 所述参考 3D CEUS 体积和 (iii) (2) 所述参考 3D CEUS 体积的追踪信息,针对所述介入过程期间所采集的实时追踪组织图像中的至少一幅,产生至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUS MPR) (44);以及

显示器 (16、20),其耦合至所述超声成像设备,并且配置为显示 (i) 所采集的实时追踪组织图像,其中,所述所显示的实时追踪组织图像包括至少所述器械在所述解剖结构的所述所需部分内的图像,以及 (ii) 相应于所述所显示的实时追踪组织图像的至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUS MPR),其中,所述 CEUS MPR 图像包括获自所述参考 3D CEUS 体积的对比增强 MPR 图像并且包括目标感兴趣体积,由此提供对于至少在对比增强有用寿命期满之后进行所述介入导航有用的对比增强图像信息和组织图像信息的同时显示。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,采集所述参考 3D CEUS 体积包括同时采集至少一个追踪 3D 超声对比图像和组织图像对。

3. 根据权利要求 2 所述的系统,进一步地,其中,所述至少一个追踪 3D 超声对比图像和组织图像对包括基本上同时捕获并且彼此自动配准的初始超声对比图像和相应的初始组织图像。

4. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述超声成像设备还配置为在所述介入过程期间操作,所述介入过程包括其第一部分和第二部分,其中所述第一部分发生在所述对比增强有用寿命期满之前,而所述第二部分发生在所述对比增强有用寿命期满之后。

5. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建与所述所采集的实时追踪组织图像中的相应一幅进行空间配准。

6. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,彼此邻近地显示所述实时追踪组织图像和所述相应的 CEUS MPR。

7. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,在单个显示上一起显示所述实时追踪组织图像和所述相应的 CEUS MPR 参考图像。

8. 根据权利要求 7 所述的系统,进一步地,其中,将所述实时追踪图像和所述相应的 CEUS MPR 以重叠布置显示,从而一幅图像重叠在另一幅图像之上。

9. 根据权利要求 8 所述的系统,又进一步地,其中,所述重叠布置包括一幅图像相对于另一幅图像为半透明的。

10. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述超声成像设备还配置为通过使用空间追踪系统采集所述参考 3D CEUS 体积,所述空间追踪系统配置为追踪在采集所述参考 3D CEUS 体积中使用的超声探头的位置,其中,所述追踪系统允许确定所述参考 3D CEUS 体积的位置和取向;并且

其中,所述空间追踪系统还配置为在所述介入过程期间追踪所采集的组织图像。

11. 根据权利要求 10 所述的系统,其中,所述超声成像设备还配置为校正所述解剖结

构的所述所需部分内的组织运动,其可以发生在(i)采集所述参考 3D CEUS 体积时和(ii)采集所述至少一幅实时追踪组织图像时之间。

12. 根据权利要求 11 所述的系统,其中,校正组织运动包括在(a)所述实时追踪 3D 组织图像和(b)所追踪的 3D 超声对比图像和组织图像对的所述超声组织图像之间使用基于图像的配准。

13. 根据权利要求 1 所述的系统,其中,所述超声成像设备还配置为通过采集时序的 3D CEUS 体积和相应的追踪信息采集所述参考 3D CEUS 体积和追踪信息,以及通过产生时序的 CEUS MPR 图像产生所述至少一幅相应的 CEUS MPR 图像,并且其中,所述显示器还配置为通过共同显示所述 CEUS MPR 图像和所述实时组织图像作为时序数据来显示所述所采集的实时追踪组织图像和所述至少一幅相应的 CEUS MPR 图像。

14. 根据权利要求 13 所述的系统,还包括:

用于处理所述时序数据以创建诊断相关参数的体积图,并且共同显示所述体积图以及(i)所述 CEUS MPR 图像和(ii)所述实时组织图像模块。

15. 根据权利要求 14 所述的系统,其中,所述诊断相关参数包括至少造影剂的流入时间常数。

使用 3D 对比增强超声的介入导航

[0001] 本申请要求享有 2007 年 11 月 16 日提交的授予 Jochen Kruecker 等人的序列号 No. 60/988472、题为“INTERVENTIONAL NAVIGATION USING 3D CONTRAST-ENHANCED ULTRASOUND”、并且归属于本发明受让人的在先提交的临时申请的优先权。

[0002] 在执行与美国公共卫生署的合作研发协议 (CRADA 号 No. NCI-NIHCC-01864) 中作出本发明。美国政府可能保留对本发明的一定权利。

[0003] 本实施例基本上涉及超声诊断成像系统, 具体而言, 涉及一种使用 3D 对比增强超声 (CEUS) 进行介入导航的方法和装置。

[0004] 超声成像是用于许多微创和介入过程的主要图像导引方法之一。具体而言, 借助超声导引大部分针穿刺活检和基于针的消融过程。超声的优点包括实时成像能力、低成本、应用灵活性以及使用非电离辐射的事实。然而, 非增强超声包括通常使用的灰度超声图像, 可能不能以所需对比度可视化特定目标 (例如, 肿瘤), 并且在一些情况下, 可能完全不能可视化目标。在那些情况下, 针放置变得非常困难, 并且常常不精确, 因为这包括使用不同的模态成像目标, 并且基于在两个成像模态中识别的肿瘤附近的解剖界标而“思想上”将肿瘤位置转变成实时超声图像。结果可能是假阴性活检、失败的肿瘤治疗以及通常不良的治疗结果。

[0005] 对比增强超声 (CEUS) 成像是另一形式的超声成像, 其指的是在静脉内注射超声造影剂 (例如 Definity[®], Bristol-Myers Squibb) 之后的超声成像。在现代超声扫描仪上, 已经实施了特定成像模式以利用造影剂的非线性声响应, 因而仅高亮显示吸收造影剂的组织。产生的图像称为“对比图像”, 并且与非对比图像相比具有非常不同的外观。还可以在常规灰度模式中对造影剂注射后组织进行成像。在后面的实例中, 产生的图像称为“组织图像”, 并且看起来类似未注射造影剂所获得的灰度图像, 仅示出吸收造影剂的区域中的小增强。

[0006] 应当注意到, 与非对比增强超声成像相比, CEUS 可以提供对肿瘤、血管和感兴趣的其他组织的优越可视化。然而, 在弹丸式注射 (bolus injection) 之后的对比增强是瞬时现象, 并且通常在数分钟之后消失。这种数分钟的时间限制通常时间不足以执行所需过程 (例如, 对用于活检或消融的针的放置)。换句话说, 为了在诸如用于活检和消融的针放置期间进行导引, 与执行介入过程所需的时间相比, 对比增强的时间窗是不足的。第二次注射造影剂可以延长增强效果, 但是这可能仍然不足以完成所需过程。

[0007] 与单独使用预先采集的 CEUS 体积相关的现有技术的附加限制包括例如在介入过程期间随后采集的实时超声组织图像相对于预先采集的 CEUS 体积的位置是不知道的, 并且需要估计, 因而常常不精确。而且, 组织运动使得在基于预先采集 CEUS 体积而对目标位置的评估变得困难。

[0008] 因此, 人们需要一种克服本领域中问题的改进方法和系统。

[0009] 图 1 是根据本公开的一个实施例的用于实施使用 3D 对比增强超声进行介入导航的方法的系统的局部框图;

[0010] 图 2 是示出了根据本公开实施例的与使用 3D CEUS 进行介入导航的方法相关的各

个坐标系之间的变换的局部框图；

[0011] 图 3 是示出了根据本公开一个实施例的实时组织图像视图和相应的 CEUS 多平面重建 (MPR) 图像视图的并排显示的显示视图；以及

[0012] 图 4 是示出了根据本公开另一实施例的具有半透明重叠的实时组织图像视图和相应的 CEUS MPR 图像视图的显示的显示视图。

[0013] 在附图中，相同的附图标记指代相同的元件。此外，应当注意到，附图并未按比例绘制。

[0014] 本公开的实施例提供了一种利用对比增强超声成像 (CEUS) 在介入过程中进行图像导引的系统和方法。具体而言，本公开的实施例有利地得到一种使用 CEUS 来改进介入过程中的目标命中精确性的方法和系统，而无需修改工作流程或切换至完全不同的成像模式。

[0015] 如本文中所公开的，该系统和方法包括空间追踪系统，其配置为追踪超声探头的位置。使用追踪系统能够确定介入过程开始时 3D CEUS 体积的位置。在一个实施例中，还需要与 3D CEUS 体积同时采集 3D 组织体积，下文还将对此做出详细描述。其后，在介入过程期间，对超声探头的空间追踪允许联合显示当前的实时超声组织图像和相应的 CEUS 多平面重建 (MPR)，其中，相应的 MPR 获自初始 3D CEUS 体积。初始 3D CEUS 采集和实时超声组织图像之间的组织运动，通过在实时超声组织图像和与初始 3D CEUS 体积同时采集的 3D 超声组织体积之间基于图像的配准而得到校正。(i) 获自初始 CEUS 体积的相应 MPR 和 (ii) 实时非对比增强超声组织图像的联合显示，有利地允许对针位置和目标位置的联合显示，因而允许在造影剂的增强效果期满之后，在介入程序的持续期间导引针进入目标。

[0016] 现在翻到附图，图 1 是根据本公开的一个实施例的使用 3D 对比增强超声进行介入导航的系统 10 的框图视图。系统 10 包括装配有和 / 或耦合有超声成像探头 14 的超声扫描仪 (US) 12。在一个实施例中，超声扫描仪 12 包括例如可从 Philips Medical Systems 商业获得的 iU22 超声扫描仪。成像探头 14 包括任何合适的 3D 超声成像探头。此外，超声扫描仪 12 包括扫描仪显示器 16。而且，超声扫描仪 12 配置为同时采集对比图像和组织图像。超声扫描仪 12 还配置为例如经由数据流动 (data streaming) 而将图像实时传送至工作站 18。例如，使用具有 Digital Navigation Link 软件的 iU22 超声扫描仪，可以完成实时传送图像。虽然图示中工作站 18 与超声扫描仪 12 相分离，但是工作站 18 也可以集成在超声扫描仪 12 中或者成为其一部分。

[0017] 仍然参考图 1，工作站 18 包括工作站显示器 20。在操作中，一同使用超声扫描仪 12、探头 14 和工作站 18，其中患者 22 具有经受给定的超声诊断和 / 或相应的治理或医学过程的解剖结构，其中，患者 22 位于患者台 24 上。超声扫描仪 12 配置为采集对比超声图像和组织超声图像，例如，以相应于交叉采集对比帧和组织帧的“并排模式”进行所述采集，并且将两幅采集的图像发送至工作站 18。由工作站 18 执行软件以适应下文将要详细论述的工作流程。

[0018] 根据本公开的实施例，使用 3D 对比增强超声进行介入导航的系统 10 还包括位置追踪。通过与外部位置追踪系统 (TS) 26 相集成而增强了系统 10。外部位置追踪系统 26 包括追踪场发生器 28，其配置为产生追踪场，通常由附图标记 30 指示。传感器 32 耦合至超声探头 14，其中，作为位于感测场 30 的范围内的传感器的响应，可以由追踪系统 26 追踪传

传感器的位置和方向。在一个实施例中,工作站 18 耦合至追踪系统 26,并且配置为根据给定介入导航或实施的要求而在工作站 18 和追踪系统 26 之间传达追踪信息和 / 或提供追踪指令。追踪系统 26 可以包括任何合适的追踪系统,例如,加拿大沃特卢的 Northern Digital Inc. 的电磁“Aurora”系统。在另一实施例中,追踪系统 26 包括光学追踪系统,其中追踪场发生器 28 包括例如照相机,用于光学地追踪在相应于光学视野的追踪场 30 内的超声探头 14。这种光学追踪系统可以包括例如加拿大沃特卢的 Northern Digital Inc. 的“Polaris”系统。

[0019] 在图 1 的系统 10 中,靠近或紧接患者 22 设置外部位置追踪系统 (TS) 26。将 6 自由度 (6DoF) 的位置传感器 (S) 32 耦合至超声探头 14,并且定位追踪场发生器 28,从而可以在追踪场 30 内追踪探头位置。

[0020] 工作站 18 还包括包含在计算机可读介质上并且装载入其内存的软件,其中,软件包括可由工作站的处理器执行的指令,以 (i) 采集和存储至少一个 3D CEUS 体积,以及由传感器 32 提供的体积追踪系统坐标,并且 (ii) 实时采集和处理追踪传感器坐标,并且使用该实时追踪传感器坐标计算和显示至少一个所采集和存储的 3D CEUS 体积的多平面重建 (MPR),从而相应的 MPR 示出了与最新采集的实时组织图像相同的组织。

[0021] 在一个实施例中,超声扫描仪 12 配置以同时采集和传送 CEUS 图像 / 体积和组织图像 / 体积。在这种实施例中,工作站 18 的软件还包括可由工作站 18 的处理器执行的指令,以 (iii) 同时采集和存储所采集得的 3D CEUS 体积和 3D 组织体积,以及由传感器 32 提供的相应的体积追踪系统坐标;并且 (iv) 实时采集和处理追踪传感器坐标,并且使用实时追踪传感器坐标而将非对比实时组织图像同与 3D CEUS 体积同时采集的 3D 组织体积进行基于图像的配准,其中,使用产生的配准变换来计算和显示初始采集和存储的 3D CEUS 体积的 MPR,从而 CEUS MPR 示出了与最新采集的实时组织图像相同的组织。

[0022] 在一个实施例中,系统和方法包括使用超声扫描仪 12,其能够以对比和组织模式采集实时 3D 图像,并且能够使图像数据流动(即,实时传送)至工作站 18(或其他系统,例如,经由合适的通信网络)。与该实施例一同,该方法假设患者能够遵循呼吸命令并且还能够屏住可再现的呼吸。而且,在工作站 18 上运行的软件配置为使用电子数据传送而与各种硬件(例如,追踪系统、超声扫描仪等)进行通信。

[0023] 在工作流程的一个实例中,将进行超声导引的针消融的患者 22 定位于检查台 24 上。位置传感器 32 附接至超声探头 14。追踪系统 26 的发送 / 接收机 28 定位成靠近患者 22,从而使得在进行过程所必须的超声成像期间,附接有位置传感器 32 的超声探头 14 处于发送 / 接收机 28 的视野 30 内。超声扫描仪 12 初始配置或设置成对比成像模式,并且将造影剂的静脉内弹丸式注射施予给患者 22。当对比增强在显示器 16 上显示的超声图像中变得可见时,然后采集覆盖肿瘤或感兴趣区域的三维 (3D) CEUS 扫描。将 3D CEUS 体积和相应的探头位置数据传送至导航工作站 18。对于对比增强已经消失后的后序成像,继续将实时 2D 或 3D 超声组织图像和相应的探头位置数据传送(例如,流动)至工作站 18。基于当前探头位置,计算当前超声组织图像相对于初始采集的 3D CEUS 图像(也称为预先采集的 3D CEUS 图像)的位置。在工作站显示器 20 上,与 CEUS 图像的相应多平面重建 (MPR)(或其他可视化)一同显示当前的实时超声组织图像。这允许在实时组织图像中定位针,以及在 CEUS 图像中定位肿瘤,因而允许导引针进入肿瘤,其中,肿瘤单独在实时组织图像中可能是

不可见的。

[0024] 图 2 是示出了根据本公开实施例的与图 1 的使用 3D 对比增强超声进行介入导航的系统有关的各种坐标系之间的变换的局部框图视图。具体而言,图 2 是 2D 超声图像、3D 超声图像、附接至超声探头的追踪传感器、以及追踪系统的坐标系之间的变换的图示。在一个实施例中,图 2 示出了 6DoF 位置传感器、追踪系统和相应的超声帧之间的变换关系。

[0025] 变换 $T_{追踪}$ 描述了追踪传感器 14 相对于追踪系统 (26、28) 的当前位置和取向 (也称为“姿态”)。换句话说,变换 $T_{追踪}$ 描述了追踪系统 $C_{追踪}$ 的坐标系和追踪传感器 $C_{传感器}$ 的坐标系之间的关系。变换 $T_{追踪}$ 由追踪系统提供,并且由工作站 18 采集,例如,连续实时地或按照根据本公开实施例的介入过程的给定实施方式所需进行采集。变换 $T_{校准}$ 描述了 3D 超声图像的坐标系 C_{3DUS} (即,体素坐标) 和附接至探头 14 的追踪传感器 38 的坐标系 $C_{传感器}$ 之间的关系。在一次校准过程中确定变换 $T_{校准}$,并且其对刚性附接至超声探头 14 的给定追踪传感器 32 保持固定,其需要在更换和 / 或改变传感器和 / 或探头时进行重新校准。最后,变换 $T_{2DUS \rightarrow 3DUS}$ 描述了 2D 超声图像的坐标系 C_{2DUS} 和 3D 超声图像的坐标系 C_{3DUS} (即,体素坐标) 之间的关系。也就是说,所追踪的 2D 和 3D 超声图像采集的坐标系之间的变换由 $T_{2DUS \rightarrow 3DUS}$ 给定。总之,变换 $T_{2DUS \rightarrow 3DUS}$ 将 2D 图像像素坐标变换成 3D 图像体素坐标, $T_{校准}$ 将 3D 图像体素坐标变换成传感器坐标,而 $T_{追踪}$ 将传感器坐标变换成追踪系统坐标。应当注意到, $T_{追踪}$ 是追踪系统 (26、28) 提供的传感器 32 的实时姿态信息。

[0026] 根据一个实施例, CEUS 图像采集如下。在注射造影剂之后,工作站上的导航软件要求声谱仪寻找探头位置,其在 3D CEUS 模式中可视化肿瘤目标。将来自扫描仪的所有 3D 图像和来自传感器的所有位置数据持续地流动到工作站。当在工作站上已经采集和核实了合适的图像时,图像将与追踪传感器给定的相应探头位置 $T_{追踪, 3DCEUS}$ 一同存储在工作站上。分配给 3D CEUS 体积的参考坐标系是追踪系统的参考坐标系,其在整个过程中固定不变。使用图 2 中图示,由下式给出从 3DCEUS 体素坐标至追踪系统坐标的变换:

$$[0027] \quad T_{3DCEUS} = T_{校准} \cdot T_{追踪, 3DCEUS}$$

[0028] 此外,本公开的实施例提供了如下的图像导引。在 3D CEUS 采集之后,将超声扫描仪切换至 2D 成像模式以进行图像导引。基于超声扫描仪上的成像算法,知晓 2D 图像坐标和 3D 图像坐标之间的变换 $T_{2DUS \rightarrow 3DUS}$ 。因而,使用来自追踪传感器的当前追踪数据 $T_{追踪}$,能够使用下列变换确定用 $T_{追踪, 3DCEUS}$ 采集的 CEUS 参考图像内的当前 2D 超声组织图像的位置:

$$[0029] \quad T_{2DUS \rightarrow 3DCEUS}$$

$$[0030] \quad = T_{2DUS \rightarrow 3DUS} \cdot T_{校准} \cdot T_{追踪} \cdot (T_{3DCEUS})^{-1}$$

$$[0031] \quad = T_{2DUS \rightarrow 3DUS} \cdot T_{校准} \cdot T_{追踪} \cdot (T_{追踪, 3DCEUS})^{-1} \cdot (T_{校准})^{-1}$$

[0032] 工作站将使用该关系来实时从相应于 2D 组织图像的当前姿态的 3D CEUS 图像中提取 MPR。在工作站显示器 20 上,在一个实施例中,并排显示两幅图像,或者在另一实施例中,使用用户确定的透明度的半透明重叠来显示两幅图像。图 3 是对实时组织图像 38 的显示 36 和来自预先采集的 CEUS 体积的相应 MPR44 的显示 42 的并排图示视图,其中显示 36 示出了已插入的针 40 而显示 42 示出了由对比增强而高亮显示的目标 46。图 4 是相同组织图像和对比图像的半透明重叠 48 的图示视图,其中在图 4 中由附图标记 50 所示。

[0033] 根据另一实施例,该方法包括采集多个 3D CEUS 体积。即,在 3D CEUS 体积采集期间,在工作站 18 上并不仅存储示出对比增强的感兴趣组织的单一体积,还存储时序的体积

及其相应的位置信息。随后,该方法可以确定造影剂吸收动力学(例如,流入和流出),其同样是诊断上有价值的指示器。该方法还包括(a)不仅共同显示单个 CEUS MPR 和实时组织图像,而且共同显示整个时序的多个 MPR 作为“电影”。另外,该方法还包括(b)处理时序数据以创建诊断相关参数的体积图,例如流入时间常数,随后共同显示该参数 MAP 的 MPR 以及介入过程期间的实时组织图像。

[0034] 在另一实施例中,该方法包括使用交替的目标显像。也就是说,与其共同显示或重叠 3D CEUS 体积的 MPR 和组织图像,不如在采集 CEUS 之后从 3D CEUS 体积中分割出目标感兴趣体积(VOI)。这种目标 VOI 包括,例如覆盖 3D CEUS 体积中组织增强最强区域的球体。在该实施例中,在介入过程期间,仅将由当前追踪位置所确定的 VOI 的合适横截面叠加在实时组织图像上。

[0035] 在另一实施例中,该方法包括在导引期间使用实时 3D 成像。也就是说,代替使用 2D 成像进行导引,该方法使用实时 3D 成像。在该情况下,与其产生 MPR,不如使用其他可视化手段,例如最大强度投影(MIP)。可以使用本文上述实施例中所述相同的变换组,计算 MIP 投影。

[0036] 在又一实施例中,该方法使用非实时 3D CEUS 采集。在该实施例中,例如,如果实时 3D CEUS 不可获得,那么也可以通过如下方式产生参考 CEUS 体积:即,追踪 2D 超声探头,将所有 2D 图像帧和相应的追踪数据流动至工作站,获得造影剂注射之后目标区域上的“扫查”,并且基于所采集的 2D 图像和追踪数据重建所述 3D CEUS 体积。

[0037] 在又一实施例中,该方法包括使用基于图像的配准进行运动校正。在该实施例中,只有在采集 3D CEUS 体积和采集实时组织图像之间被成像的患者或器官未移动,实时组织图像和相应 3D CEUS MPR 的上述联合显示才是精确地。为了增强在存在组织运动情况下的精确性,根据本发明实施例的方法还包括,例如,下列运动校正方法之一。第一运动校正方法包括同时采集 3D CEUS 图像和 3D 组织图像。该运动校正方法利用同时的双模式采集和可视化,例如,在诸如 Philips iU22 的现代扫描仪上以实时 2D 可获得,并且这允许进行如上所述的非实时同时 3D 采集。第二运动校正方法包括将当前 2D 组织图像(或最后 N 幅 2D 组织图像,其中 N 较小,例如 < 10) 同与 3D CEUS 图像同时采集的 3D 组织图像进行基于图像的配准。与 2D 图像相关的追踪坐标用作配准的起始位置(即,假设没有器官运动)。配准自身可以利用各种优化程序和相似性测度,例如高斯—牛顿优化程序和差的平方和的相似性测度。配准的结果是变换 $T_{2DUS \rightarrow 3D组织}$ 。由于同时采集 3D CEUS 和组织图像,它们的坐标系相同,并且可以使用相同的变换以将 2D 坐标变换成 3DCEUS 坐标。

[0038] 如本文所论述的,根据本公开实施例的系统和方法使用空间追踪系统以追踪超声探头的位置,并且用于在对比增强超声成像(CEUS)期间的介入过程中进行图像导引。在介入过程开始时,同时采集三维(3D)CEUS 体积和常规 3D 超声组织图像。在所述过程期间,对超声探头的空间追踪允许联合显示当前实时超声组织图像和来自在所述过程开始时采集的 3D CEUS 体积的相应多平面重建(MPR)(本文也称为预先采集的 3D CEUS 体积)。在所述过程开始时获得的 3DCEUS 采集和所述过程开始之后或后获得的实时成像之间的组织运动,通过实时 3D 组织图像和所述过程开始时与 3D CEUS 同时采集的 3D 组织图像之间的基于图像的对准,而得到校正。对预先采集的 CEUS、具体而言是预先采集的 CEUS 的多平面重建(MPR)和实时非对比超声的联合显示允许联合可视化针位置和目标位置,因而允许导

引针进入目标,其中 MPR 实时相应于给定的组织图像。如前所述,与非对比增强超声成像相比,CEUS 可以提供对肿瘤、血管和其他感兴趣组织的优越可视化。独立地,在弹丸注射之后的对比增强是瞬时现象,并且通常在数分钟之后消失。为了在诸如针放置以进行活检和消融的介入过程期间进行导引,对比增强自身的瞬时现象的时间窗口是不足的。然而,本公开的实施例有利地提供了克服该限制的系统和方法。

[0039] 因此,现在将领会到,一种用于使用如本文所公开的 3D 对比增强超声 (CEUS) 成像进行介入导航的方法,包括:针对经受利用器械的介入过程的解剖结构的所需部分,采集参考 3D CEUS 体积和追踪信息,其中在施予到解剖结构的所需部分的对比增强剂的有用寿命期间进行采集;在介入过程期间采集实时追踪组织图像;根据参考 3D CEUS 体积和追踪信息,针对介入过程期间所采集的实时追踪组织图像中的至少一幅,产生至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUSMPR);显示至少一幅所采集的实时追踪组织图像,其中,所显示的实时追踪组织图像包括至少器械在解剖结构的所需位置内的图像;并且显示相应于所显示的实时追踪组织图像的至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUSMPR),其中,CEUSMPR 图像包括获自参考 3D CEUS 体积的对比增强 MPR 图像,并且包括目标感兴趣体积,由此提供对于至少在对比增强的有用寿命期满之后进行介入导航有用的对比增强图像信息和组织图像信息的同时显示。

[0040] 根据另一实施例,采集参考 3D CEUS 体积包括同时采集至少一个追踪 3D 超声对比图像和组织图像对。另外,该至少一个追踪 3D 超声对比图像和组织图像对包括基本上同时捕获并且彼此自动配准的初始超声对比图像和相应的初始组织图像。

[0041] 在另一实施例中,介入过程包括其第一部分和第二部分,其中第一部分发生在对比增强有用寿命期满之前,而第二部分发生在对比增强有用寿命期满之后。在又一实施例中,将该至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建与所采集的实时追踪组织图像中的相应一幅进行空间配准。在另一实施例中,彼此邻近显示实时追踪组织图像和相应的 CEUSMPR。在又一实施例中,在单一显示器上一同显示实时追踪组织图像和相应的 CEUSMPR 参考图像。在后一实施例中,实时追踪图像和相应的 CEUSMPR 还能以重叠布置显示,从而使得一幅图像重叠在另一幅图像之上。更进一步,重叠布置包括一幅图像相对于另一幅图像为半透明的。

[0042] 根据另一实施例,作为对在介入过程期间所采集的实时追踪组织图像的至少一幅,产生至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUSMPR) 的代替,并且作为显示所采集的实时追踪组织图像的代替,该方法包括:根据至少一对所采集的追踪 3D 实时超声对比图像和组织图像产生最大强度投影 (MIP);显示至少一幅所采集的实时追踪 3D 组织图像的最大强度投影 (MIP),其中,所显示的实时追踪组织图像 MIP 包括至少器械在解剖结构的所需部分内的图像;以及显示相应于所显示的至少一幅所采集的实时追踪 3D 组织图像的 MIP 的至少一个相应的对比增强超声图像最大强度投影 (CEUSMIP),其中,CEUSMIP 图像包括来自目标感兴趣体积的对比增强 MIP 图像,由此提供对至少在对比增强有用寿命期满之后进行介入导航的同时显示。

[0043] 在另一实施例中,在不存在实时 3D 超声的情况下,通过如下方式采集参考 3D CEUS 体积:即,追踪 2D 超声探头,采集一序列 2D 对比图像帧和组织图像帧以及相应的追踪数据,同时在对比增强剂施予之后将所追踪的 2D 超声探头在解剖结构的所需部分上进行

扫描,将采集的 2D 对比图像和组织图像以及相应的追踪数据序列流动至工作站,并且基于所采集的 2D 对比图像和组织图像以及相应的追踪数据而在工作站重建参考 3D CEUS 体积。

[0044] 在又一实施例中,采集参考 3D CEUS 体积包括使用空间追踪系统,其配置为追踪在采集参考 3D CEUS 体积中使用的超声探头的位置,其中,该追踪系统允许确定参考 3D CEUS 体积的位置和取向;并且其中,该追踪系统还配置为在介入过程期间追踪所采集的组织图像。该方法还包括:对解剖结构的所需部分内的组织运动进行校正,所述组织运动可以发生在 (i) 采集参考 3D CEUS 体积时和 (ii) 采集至少一幅实时追踪组织图像时之间。更进一步地,校正组织运动包括在 (a) 实时追踪 3D 组织图像和 (b) 所追踪的 3D 超声对比图像和组织图像对的超声组织图像之间使用基于图像的配准。

[0045] 根据另一实施例,采集参考 3D CEUS 体积和追踪信息包括采集时序的 3DCEUS 体积和相应的追踪信息,并且其中,产生至少一幅相应的 CEUS MPR 图像包括产生时序的 CEUS MPR 图像,并且其中,显示所采集的实时追踪组织图像和显示至少一幅相应的 CEUS MPR 图像包括共同显示 CEUS MPR 图像和实时组织图像作为时序数据。该方法还包括处理时序数据以创建诊断相关参数的体积图,并且共同显示该体积图以及 (i) CEUS MPR 图像和 (ii) 实时组织图像。另外,诊断相关参数可以包括至少造影剂的流入时间常数。

[0046] 在又一实施例中,该方法还包括从参考 3D CEUS 体积中分割出目标感兴趣体积,其中目标感兴趣体积包括组织增强最强的区域;以及显示相应于所显示的实时追踪组织图像的目标感兴趣体积的相应横截面片段,而不是显示相应于所显示的实时追踪组织图像的至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUSMPR),并且将目标感兴趣体积的相应横截面片段重叠在所显示的实时追踪组织图像上。

[0047] 根据又一实施例,一种使用 3D 对比增强超声 (CEUS) 成像进行介入导航的方法,包括:针对经受利用器械的介入过程的解剖结构的所需部分,采集参考 3DCEUS 体积和追踪信息,其中,在施予到解剖结构的所需部分的对比增强剂的有用寿命期间进行采集,其中采集参考 3D CEUS 体积包括同时采集至少一个追踪 3D 超声对比图像和组织图像对;在介入过程期间采集实时追踪组织图像;根据参考 3D CEUS 体积和追踪信息,针对介入过程期间所采集的实时追踪组织图像中的至少一幅,产生至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUS MPR),其中,将该至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建与所采集的实时追踪组织图像中的相应一幅进行空间配准;显示所采集的实时追踪组织图像,其中,所显示的实时追踪组织图像包括至少器械在解剖结构的所需部分内的图像;并且显示相应于所显示的实时追踪组织图像的至少一个相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUS MPR),其中 CEUS MPR 图像包括获自参考 3D CEUS 体积的对比增强 MPR 图像,并且包括目标感兴趣体积,由此提供对于至少在对比增强的有用寿命期满之后进行介入导航有用的对比增强图像信息和组织图像信息的同时显示。

[0048] 在又一实施例中,一种使用 3D 对比增强超声 (CEUS) 成像进行介入导航的系统,包括:超声成像设备,其配置为 (i) 针对经受利用器械的介入过程的解剖结构的所需部分,采集参考 3D CEUS 体积和追踪信息,其中超声成像设备还配置为在施予到解剖结构的所需部分的对比增强剂的有用寿命期间采集参考 3D CEUS 体积和追踪信息, (ii) 在介入过程期间采集实时追踪组织图像,以及 (iii) 根据参考 3D CEUS 体积和追踪信息,针对介入过程期间所采集的实时追踪组织图像中的至少一幅,产生至少一个相应的对比增强超声图像多平面

重建 (CEUS MPR) ;以及显示器,其耦合至超声成像设备,并且配置为显示 (i) 所采集的实时追踪组织图像,其中所显示的实时追踪组织图像包括至少器械在解剖结构的所需部分内的图像,和 (ii) 相应于所显示的实时追踪组织图像的至少一幅相应的对比增强超声图像多平面重建 (CEUS MPR),其中 CEUS MPR 图像包括获自参考 3D CEUS 体积的对比增强 MPR 图像,并且包括目标感兴趣体积,由此提供对于至少在对比增强有用寿命期满之后进行介入导航有用的对比增强图像信息和组织图像信息的同时显示。

[0049] 如本文所讨论的,本公开的实施例可以应用于基于超声的图像导引诊断和治疗医疗过程。例如,本公开的实施例可以改进活检和消融过程中对针的导引。另外,本公开的实施例有利地克服了当前基于超声的过程导引中的限制和缺点,例如,对一些肿瘤 / 目标的有限可视化或不可可视化 ;如果基于预先采集的模态 (而不是如参考本公开实施例所述的预先采集的 CEUS) 来估计目标位置,那么执行过程的精确性较差 ;以及在 CEUS 成像中对比增强持续时间较短,其不足以执行给定的介入过程。

[0050] 虽然上文仅仅详细描述了一些示例性实施例,但是本领域技术人员将意识到,在本质上不脱离本公开实施例的新的教导和优点的情况下,可以对示例性实施例进行许多修改。因此,所有这种修改都旨在包括在如权利要求书所限定的本公开实施例的范围中。在权利要求中,装置加功能的条款旨在覆盖执行所述功能的本文所述的结构,其不仅是结构等价物,而且是等价的结构。

[0051] 另外,一个或多个权利要求中置于括号内的任意附图标记不应理解为对权利要求的限制。词语“包括”和“包含”等不排除存在除了权利要求或说明书全文中所列出的之外的元件或步骤。单数标记的元件并不排除多个该元件,反之亦然。一个或多个实施例可以借助于包括若干不同元件的硬件和 / 或借助于合适编程的计算机来实现。在列举若干装置的设备权利要求中,这些装置中的一些可以实施为同一项硬件。在彼此不同的从属权利要求中记载的特定措施的事实并不指示不能使用这些方法的组合以获得益处。

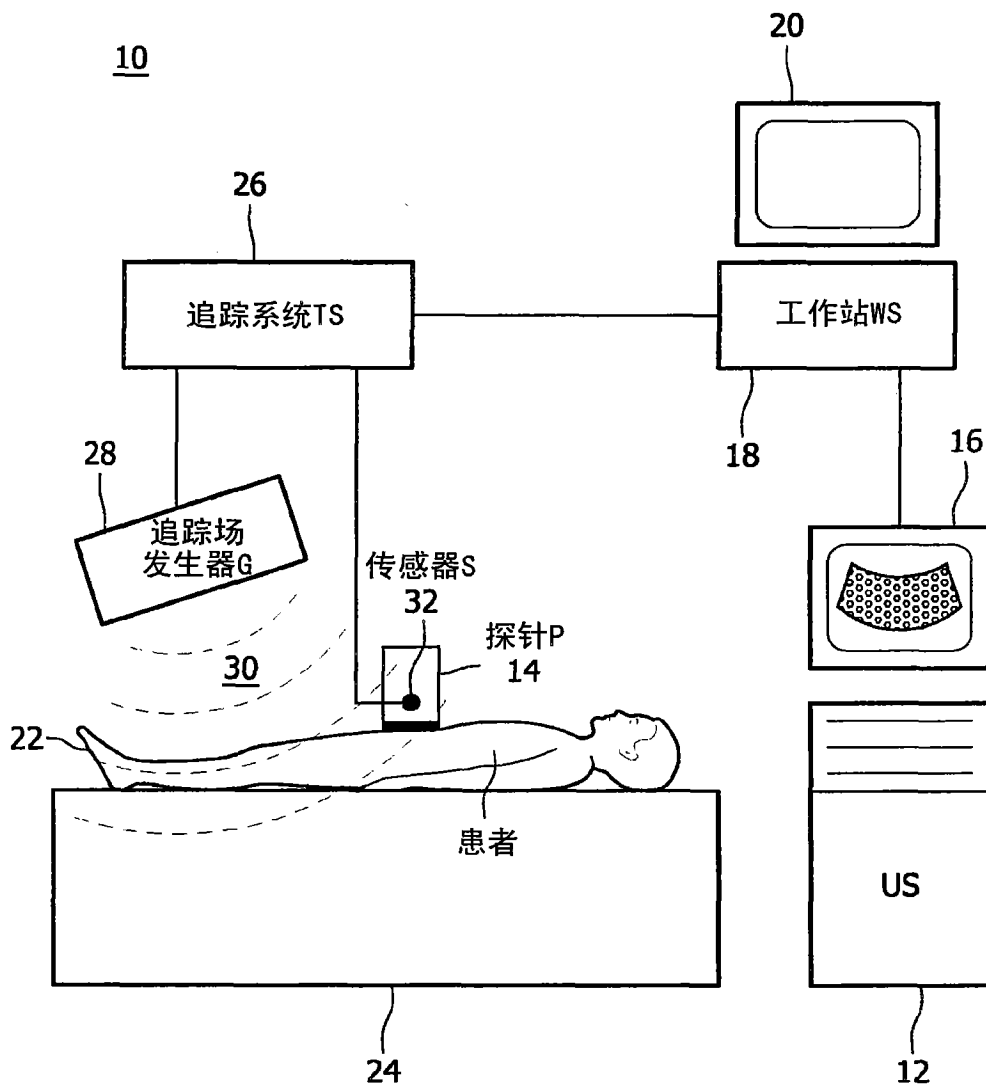


图 1

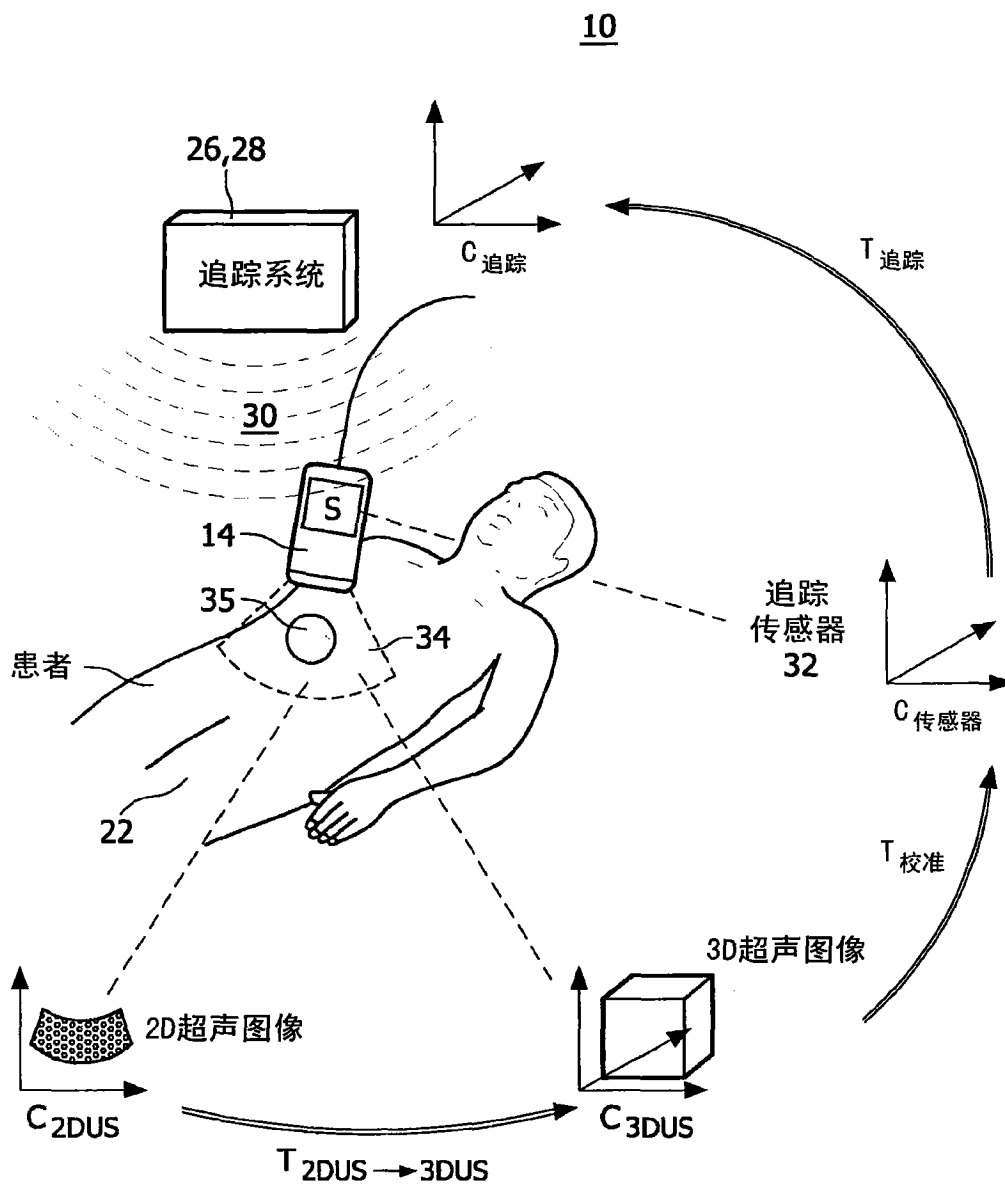


图 2

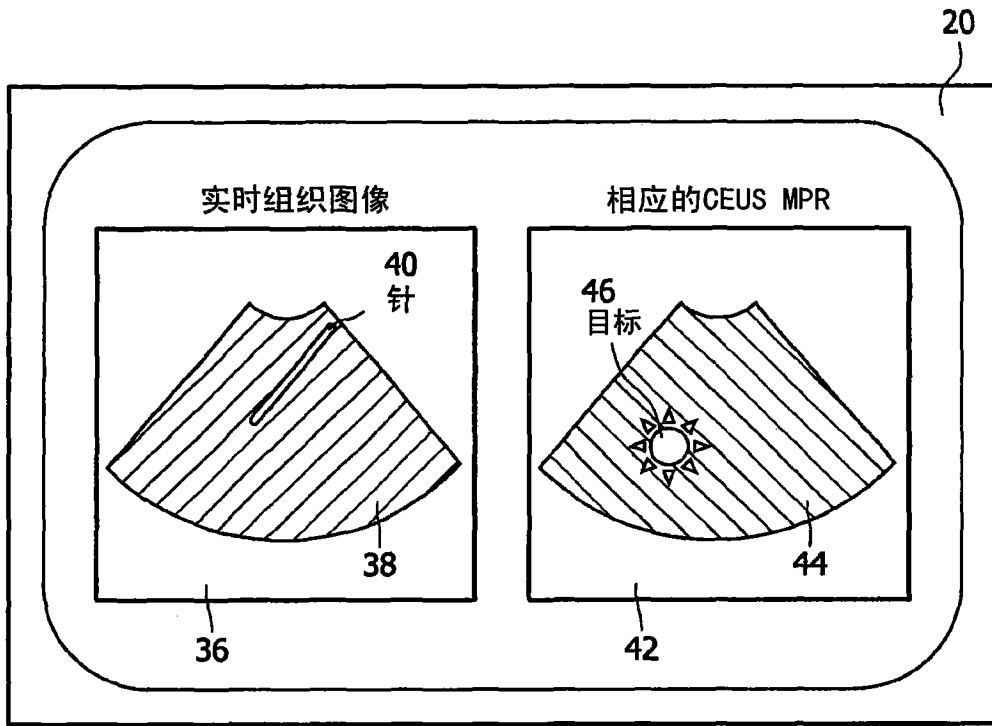


图 3

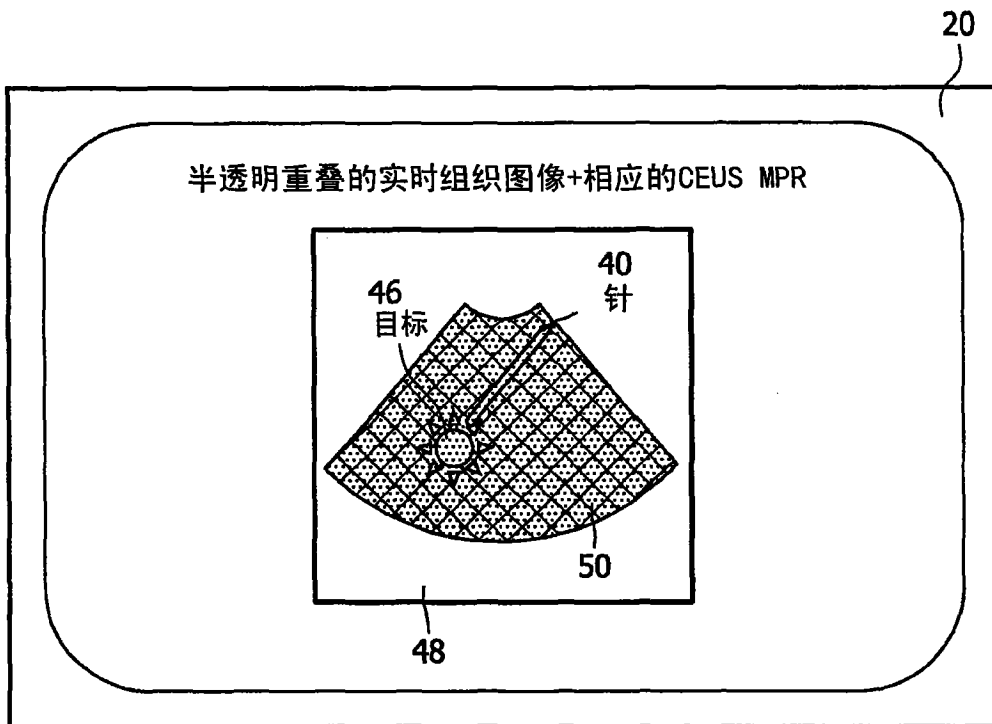


图 4