



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111093548 A

(43)申请公布日 2020.05.01

(21)申请号 201880018889.2

(22)申请日 2018.03.20

(30)优先权数据

62/473,874 2017.03.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.09.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CA2018/050336 2018.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/170592 EN 2018.09.27

(71)申请人 精密成像有限公司

地址 加拿大安大略省

(72)发明人 J·理查森 J·温

B·C·沃德林格

(74)专利代理机构 余姚德盛专利代理事务所

(普通合伙) 33239

代理人 周积德

(51)Int.Cl.

A61B 34/00(2006.01)

A61B 34/10(2006.01)

A61B 34/20(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/12(2006.01)

A61B 5/055(2006.01)

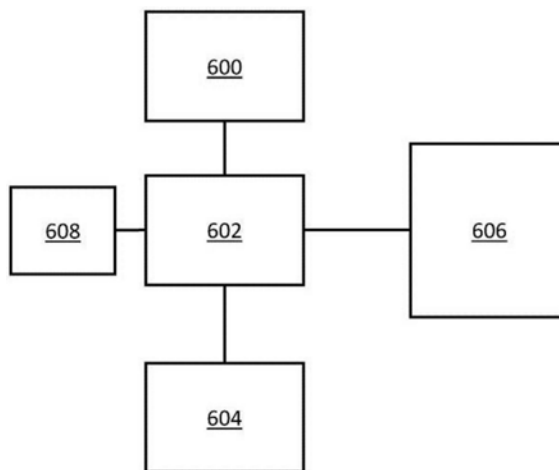
权利要求书5页 说明书17页 附图24页

(54)发明名称

用于可视地辅助超声系统的操作者的方法和系统

(57)摘要

提供了用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统和方法。在一个方面,该方法涉及使用第一坐标系接收解剖区域的成像数据,该成像数据标记有用于识别解剖区域的界标;将解剖区域的成像数据从该坐标系变换为圆柱坐标系;显示从超声换能器接收的解剖区域的实时超声图像;接收来自超声换能器的对应于解剖区域的对准点的位置信息;使用该界标,显示来自解剖区域的变换后的成像数据的与对准点对应的变换后图像;其中,同时显示变换后图像和实时超声图像。在另一方面,该方法涉及生成和变换第一解剖区域的3D模型。



1. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法,包括:
 - 使用第一坐标系接收第一解剖区域的第一成像数据,所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标;
 - 将所述第一解剖区域的所述第一成像数据从所述第一坐标系变换为圆柱坐标系;
 - 显示从所述超声换能器接收的第二解剖区域的实时超声图像;
 - 接收来自所述超声换能器的与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息;以及
 - 使用所述界标显示来自第一解剖区域的变换后的第一成像数据的对应于所述对准点的变换后图像;其中,同时显示所述变换后图像和实时超声图像。
2. 根据权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:
 - 从所述超声换能器接收新位置信息;以及
 - 显示与所述超声换能器的新位置信息对应的变换后图像和实时超声图像。
3. 根据权利要求1或2中任一项所述的方法,还包括以下步骤:
 - 在接收所述第一成像数据时,所述第一成像数据在所述第一解剖区域中或上标记有感兴趣区域;
 - 确定所述感兴趣区域是否在对应用于所接收的位置信息的变换后图像中可见;以及
 - 一旦确定所述感兴趣区域是可见的,则在变换后图像上显示所述感兴趣区域的视觉指示符。
4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,所述第一成像数据被记录为所述第一解剖区域的超声成像数据,并且所述第一坐标系是圆柱坐标系。
5. 根据权利要求1至4中任一项所述的方法,其中,所述第一解剖区域和所述第二解剖区域是相同的解剖区域。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的方法,其中,所述第一成像数据是磁共振成像(MRI)数据,并且所述第一坐标系是笛卡尔坐标系。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其中,所述界标是第一成像数据的矢状系列图像帧的中线帧中沿着直肠壁和第一解剖区域之间的边界的线。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的方法,其中,所述界标识别所述解剖区域的近似大小和取向。
9. 根据权利要求1至8中任一项所述的方法,其中,所述位置信息是所述超声换能器的侧倾角。
10. 根据权利要求1至9中任一项所述的方法,其中,所述位置信息是约0度的侧倾角,并且所述对准点是所述第二解剖区域的中线。
11. 根据权利要求1至10中任一项所述的方法,其中,所述位置信息是从大约+80度到大约-80度的侧倾角。
12. 根据权利要求1至11中任一项所述的方法,其中,所述超声探头是侧射超声探头。
13. 根据权利要求1至12中任一项所述的方法,其中,所述变换后图像和所述实时超声图像并排显示。
14. 根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中,所述变换后图像和对应的超声图像被重叠显示。

15. 根据权利要求1至14中任一项所述的方法,其中,所述第一解剖区域和所述第二解剖区域是患者的相同解剖区域。

16. 根据权利要求1至15中任一项所述的方法,其中,所述解剖区域是前列腺。

17. 根据权利要求1至16中任一项所述的方法,其中,所述解剖区域是器官、器官系统、组织、甲状腺、直肠或泌尿道。

18. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法,包括:

生成3D模型解剖区域的成像数据,所述成像数据在圆柱坐标空间中;

显示从超声换能器接收的解剖区域的实时超声图像;

接收来自超声换能器的对应于解剖区域的对准点的位置信息;

基于所接收的与所述对准点对应的位置信息,变换所述3D模型解剖区域的成像数据;
以及

显示来自3D模型解剖区域的所生成的成像数据的与超声换能器的位置信息对应的生成图像;

其中,同时显示所述生成图像和实时超声图像。

19. 根据权利要求18所述的方法,还包括:

接收所述3D模型解剖区域的感兴趣区域;

确定所述感兴趣区域是否在与所接收的位置信息对应的生成图像中是可见的;以及

一旦确定所述感兴趣区域是可见的,则在所述生成图像上显示感兴趣区域的视觉指示符。

20. 根据权利要求18或19中任一项所述的方法,还包括:

提供用于由操作者选择3D模型解剖区域的感兴趣区域的图形用户界面。

21. 根据权利要求18至20中任一项所述的方法,其中,所述解剖区域的3D模型具有39个感兴趣区域。

22. 根据权利要求18至21中任一项所述的方法,其中,所述位置信息是所述超声换能器的侧倾角。

23. 根据权利要求18至22中任一项所述的方法,其中,所述对准点是所述超声换能器的与所述解剖区域的左边缘、所述解剖区域的中线和所述解剖区域的右边缘对应的位置信息。

24. 根据权利要求18至23中任一项所述的方法,其中,所述变换是所述图像数据的缩放变换。

25. 根据权利要求18至24中任一项所述的方法,其中,所述位置信息是从大约+80度到大约-80度的侧倾角。

26. 根据权利要求18至25中任一项所述的方法,其中,所述超声探头是侧射超声探头。

27. 根据权利要求18至26中任一项所述的方法,其中,所述变换后图像和所述实时超声图像并排显示。

28. 根据权利要求18至27中任一项所述的方法,其中,所述变换后图像和对应的超声图像被重叠显示。

29. 根据权利要求18至28中任一项所述的方法,其中,所述第一解剖区域和所述第二解剖区域是患者的相同解剖区域。

30. 根据权利要求18至29中任一项所述的方法,其中,所述解剖区域是前列腺。

31. 根据权利要求18至30中任一项所述的方法,其中,所述解剖区域是器官、器官系统、组织、甲状腺、直肠或泌尿道。

32. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统,包括:

数据存储库,用于使用第一坐标系存储第一解剖区域的第一成像数据,所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标;

超声探头606,用于收集:

第二解剖区域的实时超声图像数据,以及

来自所述超声换能器的位置信息,包括与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息;

处理单元602,用于:

接收来自超声换能器的与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息,并且

将所述第一解剖区域的第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系;以及

显示设备600,用于显示变换后图像和与超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。

33. 根据权利要求32所述的系统,还包括:

输入设备600,用于使用第一坐标系接收第一解剖区域的第一成像数据。

34. 根据权利要求32至33中任一项所述的系统,所述处理单元用于进一步执行权利要求2至17的方法中的任何一个或组合。

35. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统,包括:

数据存储库,用于存储3D模型解剖区域成像数据,所述3D模型解剖区域成像数据在圆柱形坐标空间中;

超声探头606,用于收集:

第二解剖区域的实时超声图像数据,以及

来自所述超声换能器的位置信息,包括与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息;

处理单元602,用于:

接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息,并且

基于所接收的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息,变换所述3D模型解剖区域成像数据;以及

显示设备600,用于显示变换后图像和与所述超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。

36. 根据权利要求34所述的系统,还包括输入设备600,用于接收所述3D模型解剖区域的感兴趣区域。

37. 根据权利要求35或36中任一项所述的系统,所述处理器单元用于进一步执行权利要求19至31的方法中任一项或其组合。

38. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法,包括:

使用第一坐标系接收第一解剖区域的第一成像数据,所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标;

将所述第一解剖区域的第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系;

显示从超声换能器接收的第二解剖区域的实时超声图像，
接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息；以及
显示视觉辅助界面；

其中，同时显示所述视觉辅助界面和所述实时超声图像。

39. 根据权利要求38所述的方法，还包括：

使用该界标，显示来自第一解剖区域的变换后的第一成像数据的与对准点对应的变换后图像；

其中，同时显示变换后图像和/或视觉辅助界面以及所述实时超声图像。

40. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法，包括：

生成3D模型解剖区域的成像数据，所述成像数据在圆柱坐标空间中；

显示从超声换能器接收的解剖区域的实时超声图像；

接收来自所述超声换能器的对应于解剖区域的对准点的位置信息；

基于所接收的与对准点对应的位置信息，变换所述3D模型解剖区域的成像数据；以及

显示视觉辅助界面；

其中同时显示所述视觉辅助和所述实时超声图像。

41. 根据权利要求40所述的方法，还包括：

显示来自所述3D模型解剖区域的生成的成像数据的与所述超声换能器的位置信息对应的生成图像；

其中，同时显示所述生成图像和/或视觉辅助界面以及实时超声图像。

42. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统，包括：

数据存储库，用于使用第一坐标系存储第一解剖区域的第一成像数据，所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标；

超声探头606，用于收集：

第二解剖区域的实时超声图像数据，以及

来自超声换能器的位置信息，包括与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息；

处理单元602，用于：

接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，并且

将所述第一解剖区域的所述第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系；以及

显示设备600，用于显示视觉辅助界面和与所述超声换能器的位置信息对应的超声图像数据两者。

43. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统，包括：

数据存储库，用于存储3D模型解剖区域成像数据，所述3D模型解剖区域成像数据在圆柱坐标空间中；

超声探头606，用于收集：

第二解剖区域的实时超声图像数据，以及

来自超声换能器的位置信息，包括与第二解剖区域的对准点对应的位置信息；

处理单元602，用于：

接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，并且

基于所接收的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，变换所述3D模型解剖区域成

像数据;以及

显示设备600,用于显示视觉辅助界面和与超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。

44. 根据权利要求42或43所述的系统,其中:

显示设备600用于显示视觉辅助界面和/或变换后图像,以及与所述超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。

用于可视地辅助超声系统的操作者的方法和系统

背景技术

[0001] 磁共振成像 (MRI) 和超声融合已经成为前列腺癌靶向活组织检查的重要技术, 因为有些癌症MRI检测比超声更敏感。众所周知, MRI可以检测前列腺癌。然而, 由于安全限制、材料限制、缺乏实时反馈以及MRI 时间的高成本, 在MRI磁体内进行活组织检查是不切实际的。相反, 目标, 如前列腺和/或前列腺内或上的病变, 通过利用MRI成像定位, 然后图像或图像序列与实时超声“融合”, 以协助泌尿科医生进行前列腺活检。已经提出了几种技术来完成这种融合, 通常涉及跟踪组件和软件/工作流组件。现有的跟踪组件包括电磁传感器和机械跟踪臂, 而已知的软件工作流包括使用半自动边界分割的MRI和前列腺的超声图像的刚性和弹性配准。

[0002] 此外, 放射科医师可以检查MRI, 然后为泌尿科医生生成前列腺可疑区域的报告。泌尿科医生然后可以查看报告以帮助定位前列腺和/或病变, 同时使用超声来辅助手动进行前列腺的靶向活组织检查。

[0003] 发明概述

[0004] 前列腺的MRI数据提供关于前列腺和/或前列腺上或中的病变位置的三维 (3D) 信息。超声成像提供二维 (2D) 图像。泌尿科医生可以在他们的头脑中进行认知融合以处理前列腺和/或病变的3D位置, 同时在进行前列腺的靶向活组织检查期间观察2D超声图像。

[0005] 在一个方面, 提供了方法和系统, 其可以通过将3D MRI数据变换为与实时超声图像数据观看兼容的2D数据来提高所呈现的处理后的MRI和超声图像的准确性和简单性, 从而有助于减少泌尿科医生的心理负担。因此, 通过减轻泌尿科医生的精神负担, 这可能导致在进行前列腺的靶向活组织检查期间错误 (例如左/右交换) 的减少。

[0006] 此外, 放射科医师可以审阅前列腺的MRI数据并生成关于成像前列腺的可疑区域的报告。在报告中将一个或多个可疑区域识别为前列腺的多区域模型 (例如, 39个区域) 中的一个或多个区域。

[0007] 在另一方面, 提供了用于提供具有多个区域的前列腺的3D模型的方法和系统, 将3D模型转换为与实时超声图像数据观看兼容的2D数据, 并且通过模型前列腺的2D图形表示来显示通过实时超声探头成像的前列腺的一个或多个区域。

[0008] 在一个实施方案中, 来自MRI扫描和超声扫描的图像在屏幕上同步显示, 以便泌尿科医生可以识别和靶向病变。在另一个实施方案中, 在屏幕上同步显示前列腺和超声扫描的图像, 以便泌尿科医生可以识别和靶向病变。

[0009] 实施方案系统包括侧射超声换能器 (例如EV29L侧射换能器)。所公开的装置和系统还包括惯性监测单元 (IMU), 其跟踪侧射超声换能器的侧倾、俯仰和偏转角。该系统的处理单元被配置为处理MRI图像和/或报告数据, 使得其对应于由侧射超声换能器获得的超声图像数据。当执行处理时, 注意到 (与现有解决方案相反) 本公开的探头的位置、超声元件阵列在探头上的取向以及包括对准点的附加信息用于执行融合, 这可以减少配准点的数量和复杂性。在一个实施方案中, 这种配准可以使用注释到MRI 的中线切片上的单个线来完成, 并且单个按钮点击超声以识别相同的中线视图, 从而避免前列腺边缘的耗时且容易出错的

边界分割。在另一个实施方案中,仅使用超声换能器的侧倾角。

附图说明

[0010] 注意,在图1A-3F中,为了便于阅读,在页面的左上角提供了对应于图形的3D取向的3D坐标图例。

[0011] 图1A(1/27页)是前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。

[0012] 图1B(2/27页)是图1A的沿着图1A中的标记为A-A和图1B中标记为A-A的横向平面的横向平面代表图。

[0013] 图2A(3/27页)是前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。

[0014] 图2B(4/27页)是图2A的沿着图2A和2B中标记为B-B的矢状平面的矢状平面代表性视图。

[0015] 图2C(5/27页)是图2A的前列腺和直肠的横向平面视图。线B-B代表矢状平面。

[0016] 图2D(6/27页)是图2A的前列腺和直肠的第二横向平面视图。线 B-B代表矢状平面。

[0017] 图2E(7/27页)是图2A的前列腺和直肠的横向平面视图的表示。

[0018] 图3A(8/27页)是前列腺和直肠的冠状平面代表性视图,前列腺具有病变。

[0019] 图3B(9/27页)是图3A的前列腺和直肠的横向平面视图。

[0020] 图3C(10/27页)是图3A的前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。

[0021] 图3D(11/27页)是图3A的前列腺和直肠的矢状平面代表性视图。

[0022] 图3E(12/27页)是图3A的前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。

[0023] 图3F(13/27页)是图3A的前列腺和直肠的横向平面代表性视图。

[0024] 图4(14/27页)是系统的实施方案的系统图。

[0025] 图5(15/27页)是描绘实施方案工作流程的流程图。

[0026] 图6A(16/27页)是用于图5的工作流程的实施方案部分用户界面(UI)。

[0027] 图6B(16/27页)是图5的工作流程的替代实施方案的部分III。

[0028] 图7(17/27页)是图5的工作流程的实施方案部分UI。

[0029] 图8A(18/27页)是图5的工作流程的实施方案部分UI。

[0030] 图8B(18/27页)是图5的工作流程的替代实施方案部分UI。

[0031] 图9(19/27页)是描绘替代实施方案工作流程的流程图。

[0032] 图10A(20/27页)描绘了具有识别的界标和识别的病变的示例MRI 图像。

[0033] 图10B(21/27页)描绘了用于图9的工作流程的实施方案部分UI。

[0034] 图10C(22/27页)描绘了用于图9的工作流程的实施方案部分UI。

[0035] 图10D(23/27页)描绘了图的工作流程的实施方案部分UI。

[0036] 图11(24/27页)描绘了工作流程A的替代实施方案(工作流程A2)。

[0037] 图12(25/27页)描绘了工作流程B的替代实施方案(工作流程B2)。

[0038] 图13(26/27页)描绘了实施方案方法。

[0039] 图14(27/27页)描绘了替代实施方案方法。

[0040] 附图中使用的附图标记清单

[0041] 100-直肠

[0042] 102-前列腺

- [0043] 200-换能器探头
- [0044] 300-病变
- [0045] 400-左校准按钮
- [0046] 402-中校准按钮
- [0047] 404-右校准按钮
- [0048] 500-MRI校准按钮
- [0049] 600-显示设备+输入设备
- [0050] 602-处理单元
- [0051] 604输入设备
- [0052] 606-经直肠侧射超声换能器探头
- [0053] 608-数据存储库
- [0054] 700-网格
- [0055] 702-线
- [0056] 704-点
- [0057] 800-界标
- [0058] 802-所识别的病变
- [0059] 发明详述

[0060] 以下详细描述仅是示例性的,并不旨在限制所描述的实施方案或所描述的实施方案的应用和使用。使用时,“示例性”或“说明性”一词意味着“用作示例、实例或说明”。被描述为“示例性”或“说明性”的任何实施方式不必被解释为比其它实施方式更优选或更具优势。以下描述的所有实施方式是提供以使本领域技术人员能够制造或使用本公开的实施方案的示例性实施方式,并且不旨在限制本公开的范围。本发明的范围由权利要求限定。对于描述,术语“上”,“下”,“左”,“后”,“右”,“前”,“垂直”,“水平”及其派生词应当涉及如图中定向的实施方案。无意受前面的技术领域、背景技术、发明内容或以下详细描述中表达或暗示的任何理论约束。还应理解,附图中示出并在以下说明书中描述的设备 and 过程是在所附权利要求中限定的示例性实施方案(实施方案)、方面和/或概念。因此,除非权利要求另有明确说明,否则与所公开的实施方案有关的尺寸和其他物理特性不应被视为限制。应理解,短语“至少一个”等同于“一个”。关于附图描述了方面(实施方案、变更、修改、选项、变化、实施方案及其任何等同物)。应当理解,本发明限于权利要求提供的主题,并且本发明不限于所描绘和描述的特定方面。

[0061] 现在参考图1A,图1A(1/27页)是前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。通常,MRI设备在一个或多个平面上对人体的横截面“切片”成像。图1描绘了现有MRI设备如何拍摄前列腺102和直肠100的单个横截面图像(即,由标记为A-A的轴指示的横向横截面图像)。在该实施方案中,图像沿着标记为A-A的轴拍摄,标记为A-A的轴在前列腺102的中线处或附近。注意到,在图1A中,标记为A-A的轴表示横向平面。应当理解,MRI设备可以沿着虚线轴Y-Y(即,朝向头部或朝向脚)在不同点处拍摄一个或多个横向横截面图像。当对这些横向横截面图像进行排序和组合时,这些横向横截面图像将提供沿着横向平面的整个前列腺102的横截面图像。

[0062] 图1B(2/27页)是图1A的沿着图1A中标记为A-A的横轴(即,图1B中标记为A-A的横

向平面)的横向平面横截面代表性视图。在该图中,描绘了前列腺102和直肠100的单个横向横截面表示。应当理解,对整个前列腺102进行成像将需要一系列这些横截面图像,这些横截面图像中的每一个沿着图1A中标记为Y-Y并且在图中显示为Y的虚线轴截取。

[0063] 图2A(3/27页)是前列腺102和直肠100的冠状平面代表性视图。图2A描绘了现有MRJ设备如何在沿着标记为S-S的虚线轴的点处拍摄前列腺102和直肠100的单个矢状横截面图像(即,沿着标记为B-B的轴线所示的矢状平面的图像)。在该实施方案中,图像沿着标记为B-B的轴线拍摄,该标记为B-B的轴线位于前列腺102的矢状中线处或附近。可以理解,MRI设备可以在沿着虚线轴S-S(即,向左和/或向右)的不同点处拍摄一个或多个矢状横截面图像。这些矢状横截面图像在排序时将提供沿着矢状平面的整个前列腺的横截面图像。

[0064] 图2B(4/27页)是图2A的沿图2A中由轴线B-B标记的矢状平面和图2B中的平面B-B的矢状平面横截面代表性视图。该图示出了沿着矢状平面(如图2A中标记为B-B的轴线所示)拍摄的图像的取向,与沿着如

[0065] 图1B所示的横向平面拍摄的截面图像相比较。应当理解,对整个前列腺102进行成像将需要一系列这些横截面图像,这些横截面图像中的每一个沿着图2A中标记为S-S(并且在图2B中示为S)的虚线轴拍摄。

[0066] 图2C(5/27页)是图2A的前列腺和直肠的横向平面图。标记为B_{Right}, B_{Left}, B_{Mid}, B_x和B_y的轴表示沿矢状平面的横截面。该图描绘了现有MRI设备如何沿着在该图中标记为B_{Mid}-B_{Mid}的轴(即,图2A中标记为B-B的相同轴和图2B中标记为B-B的平面)上拍摄前列腺和直肠的矢状横截面图像。

[0067] 图2D(6/27页)是图2A的前列腺和直肠的第二横向平面视图。还描绘了经直肠侧射换能器探头200以说明经直肠侧射超声换能器探头200如何对前列腺102成像。

[0068] 如图1A-2C中所示,现有的MRI成像识别通常被配置成拍摄相对于其他两个平面垂直的横向、冠状或矢状横截面图像。例如,矢状MRI横截面图像将垂直于横向平面和冠状平面。当扫描整个前列腺102时,然后,将使用一系列矢状MRI横截面图像(每个垂直于横向平面和冠状平面)来构建整个前列腺102的表示。即,整个前列腺102的矢状横截面表示可以通过有效地“堆叠”(或“夹住”)各个矢状横截面图像来构造。

[0069] 相反并且如图2D中所示,侧射超声成像设备(可以在直肠中使用)被配置为沿着由弧限定的路径捕获横截面图像(当处于横向平面视图中时)。也就是说,由超声成像设备捕获的横截面图像通常相对于冠状平面和/或矢状平面成倾斜角度。当在横向平面视图中观察时,横截面图像看起来是“类似扇形”。技术人员将理解,“类似扇形”图像处于圆柱坐标系中。

[0070] 应当理解,取决于超声成像设备在直肠中的位置,也可以捕获平行于冠状平面或矢状平面的横截面图像。例如,在图2A中标记为B-B(以及图2D中的B_{Mid}-B_{Mid})的轴处捕获的超声图像将导致与矢状平面平行的超声横截面图像。然而,在该系列中捕获的其他超声图像将相对于冠状和/或矢状平面处于倾斜角度(例如,标记为B_x-B_x, B_y-B_y等的轴处的图像)。

[0071] 例如,当换能器探头200在直肠中滚动时,可以进行前列腺102和直肠的部分的一次或多次超声扫描。在该实施方案中,超声扫描可以在由B_{Left}, B_x, B_{Mid}, B_y和B_{Right}标记的轴上(并且在其间的点上)进行。应当注意,在该实施方案中,由B_{Mid}标记的平

面将对应于在相同矢状平面(即,B-Mid)处拍摄的前列腺的矢状MRI图像。

[0072] 在一些实施方案中,换能器探头200可以被配置为向处理单元提供连续数据馈送,使得当换能器探头200在直肠中滚动时,正在观看的平面将实时或接近实时地更新。

[0073] 应当理解,如图2D描绘的实施方案中,与横向平面平行的超声横截面图像即使不是不可能捕获也是困难的。这是因为将侧射超声换能器探头 200定位在直肠中以允许平行于横向平面捕获图像的方式在物理上是困难的。

[0074] 在图2C和图2D中描绘的实施方案中,在标记为B-Mid的轴处的患者前列腺的MRI图像对应于在轴B-Mid处的患者前列腺的超声图像。这两个图像可以用作将捕获整个前列腺的MRI图像序列(如图2C所示 B-Right到B-Left捕获)与捕获整个前列腺的超声图像序列(如图2D所示 B-Right到B-Left捕获)融合的基础。

[0075] 在该实施方案中,处理单元602可以被配置为重新采样患者前列腺的 MRI图像序列(捕获整个前列腺),使得它们对应于患者前列腺的超声图像序列(捕获整个前列腺,如图2D所示)。例如,在一个实施方案中, MRI图像B-Right可以通过重采样被“映射”(或配准)到超声图像B-Right,使得组合视图将在轴B-Right标记的平面处提供MRI和超声图像。通过重采样,其他MRI图像(例如,Bx,By,B-Left)同样被映射(或配准)到对应于Bx,By和B-Left的超声图像。注意的是,在该实施方案中,由于超声图像将在同一平面(即,B-Mid)上,因此在由轴B-Mid标记的平面处的MRI图像不需要重采样。

[0076] 在另一个实施方案中,一旦已知前列腺的尺寸,就可以对患者前列腺的MRI图像进行重新采样并与患者的前列腺的超声图像“动态”融合。这在超声成像设备被配置为提供图像数据流(诸如“视频”流)的实施方案中是有用的。在实施方案中,超声成像设备的用户在执行前列腺的初始超声扫描时将识别前列腺的最右边缘、最左边缘和中线。一旦将该信息输入到超声成像设备中,就重新采样对应于前列腺的MRI图像数据,使得其映射到超声成像设备的显示设备上的相应超声图像。

[0077] 在一些实施方案中,可能需要内插一些MRI成像数据,以使其与特定角度的相应超声图像匹配。当顺序矢状MRI图像之间的间隙大于设定量时,这可能是必要的。例如,在MRI成像数据被非常严格采样(例如,0.1mm)的情况下,可能不需要内插MRI成像数据。在MRI成像数据不是如此严格采样(例如,约1.5mm)的其他实施方案中,MRI成像数据的内插可能是必要的,使得MRI成像数据将以特定角度匹配对应的超声图像。

[0078] 图2E(7/27页)中提供了如何将MRI图像映射(或配准)到对应的超声“扇形”图像的实施方案。在该实施方案中,“网格”700表示类似于图1A和图1B中所示的MRI横向切片。网格700中的阴影框表示前列腺 102,因为它可能出现在数字MRI图像中。从点704辐射的线702表示“扇形”切片,并且点706表示用于确定MRI横向切片的像素值的采样点。在重采样过程期间,可以使用一个或多个重采样算法。这些算法包括但不限于最近邻、双线性插值和/或双立方。在重新采样之后,来自横向MRI切片的原始采样像素的像素将被“映射”(或配准)到一个或多个“扇形”切片。在一些实施方案中,横向MRI切片的采样像素可以被映射(或配准)到许多对应的“扇形”切片。

[0079] 一旦MRI数据与超声成像数据合并,来自两个图像的数据可以同时显示在超声显示设备上。例如,在一些实施方案中,对应于超声图像的MRI 图像可以并排显示在超声成像设备上。这将允许设备的用户将MRI图像与相应的超声图像进行比较。这将提供对包括任何

病变的被检查前列腺区域的更完整视图。这种增强的前列腺图像将使外科医生和/或泌尿科医生在对前列腺进行实时成像的同时对前列腺102执行手术(例如病变的活组织检查等)。这在MRI设备中是不可能的,并且单独的超声图像不能为外科医生/泌尿科医生提供足够的信息来执行该手术。在一个实施方案中,将病变建模为球体。

[0080] 作为示例,图3A至图3F描绘了在本公开中与超声成像融合的MRI 成像如何可用于检测前列腺102上的病变300。在该实施方案中,图3A (8/27页)是前列腺和直肠的冠状平面代表性视图,前列腺具有病变。图 3B (9/27页)是图3A的前列腺和直肠的横向平面图。

[0081] 在图3A和图3B中,前列腺102具有病变300。在该实施方案中,前列腺102的部分(包括病变300的部分)的单个MRI图像的不同代表性视图沿着图3A中的横向(或轴向)轴和图3B中的Tx-Tx标记的横向(或轴向)平面截取。

[0082] 图3C (10/27页)是图3A的前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。图3D (11/27页)是图3A的前列腺和直肠的矢状平面代表性视图。图3C 和图3D表示沿着由Ay-Ay标记的矢状平面截取的前列腺102的部分(包括病变300的部分)的单个MRI图像的不同视图。

[0083] 图3E (12/27页)是图3A的前列腺和直肠的冠状平面代表性视图。图3F (13/27页)是图3A的前列腺和直肠的横向平面代表性视图。图3E 和图3F表示沿着图3E中标记为Bz的平面(即,相对于冠状平面倾斜的平面)和图3F中标记为Bz的轴截取的前列腺102的部分(包括病变300 的部分)的单个超声图像的不同视图。

[0084] 与MRI设备相比,外科医生或泌尿科医生可以在同时使用超声成像设备的同时执行手术。然而,超声成像缺乏MRI图像的分辨率和保真度。这使得至少在与MRI图像相比时,正确识别诸如病变的结构是困难的。然后,将MRI图像数据与超声图像馈送融合,为泌尿科医生或外科医生提供必要的细节以识别前列腺中的病变,同时还允许泌尿科医生或外科医生对前列腺执行手术。

[0085] 技术人员将理解MRI数据使用笛卡尔坐标系。技术人员将理解,比例尺是MRI数据的一部分,其中存在到毫米级(mm)的体素。该到mm级的体素允许从MRI数据确定前列腺的大小。在一个实施方案中,在MRI 数据中识别并标记前列腺边界的全部或一部分(即,对准标记)。例如,在一些实施方案中,使用DICOM注释标签来标记MRI数据以识别感兴趣的线、点和区域。这些感兴趣的线、点和区域用于识别结构(例如病变) 和界标800,其包括但不限于矢状系列MRI图像的中线帧中的直肠壁和前列腺之间的边界。应当理解,可以标记和使用可以在MRI和超声之间一致地可视化的任何解剖界标800。

[0086] 在一些实施方案中,缩放界标800,使得前列腺的大小可以从界标800 的长度导出。在该实施方案中,前列腺的大小可以由界标800的长度确定,因为界标800被缩放。

[0087] 技术人员将理解,超声数据也具有到毫米级的体素。

[0088] 在一个实施方案中,系统和方法可以与计算机断层摄影扫描以及提供 3D信息的任何成像模态一起使用。例如,3D成像信息可以以医学数字成像和通信(DICOM)格式存储。

[0089] 在另一个实施方案中,该系统和方法可以与记录的超声和实时超声融合一起使用。使用患者前列腺的记录的超声成像数据将允许在一段时间内比较患者的前列腺。例如,当前记录的超声数据的记录可以与记录后一年进行的实时超声成像相关联地融合或进行视觉检查。也可以记录并在将来使用实时超声成像。

[0090] 图4 (14/27页)是系统的实施方案的系统图。在该实施方案中,该系统包括用于显

示来自处理单元602的数据的显示设备600。来自处理单元 602的数据可包括但不限于图像和视频(例如,超声扫描图像/视频和/或 MRI图像)和UI组件。在一些实施方案中,显示设备600可以响应于触摸。在显示设备600响应于触摸的实施方案中,该“触摸屏”也可以至少部分地用作输入设备。

[0091] 在该实施方案中,处理单元602被配置为接受来自一个或多个输入设备608的输入;从数据存储库608检索,存储和处理数据;将数据显示给显示设备600;并且控制,操作以及发送和接收来自经直肠侧射超声换能器探头606的数据。在一些实施方案中,处理单元602是具有(至少)主板、存储器、处理单元、视频处理单元(例如内部或外部视频卡)、大容量数据存储设备(例如硬盘驱动器、固态硬盘驱动器)、外部数据存储设备(例如数字视频盘播放器/记录器、蓝光盘播放器/记录器)、电源、网络连接设备(例如以太网卡和端口,WiFi卡和天线)、外围连接设备和连接器(例如USB/USB2/USB3/USB3.1连接器、Thunderbolt连接器、并行端口、串行端口等)以及与台式机、笔记本电脑或企业级计算设备相关的任何其他组件的个人计算机。

[0092] 在错误的实施方案中,系统可以具有输入设备604。该输入设备被配置为接受来自系统用户的输入。示例可以包括但不限于键盘、鼠标、触摸板、触摸屏、轨迹球等。应当理解,在显示设备600包括输入功能(例如,触摸屏)的实施方案中,单独的输入设备604补充显示设备600的输入设备,或者在一些实施方案中不需要单独的输入设备604。

[0093] 在该实施方案中,该系统包括经直肠侧射超声换能器探头。由于侧射超声换能器探头在很大程度上受限于在两个方向上移动(滚动和进/出),因此与端射超声换能器探头(在位置和取向方面具有高达6个自由度)相比,需要更少的跟踪部件。在该实施方案中,侧射超声换能器探头包括惯性监测单元(IMU),其跟踪侧射超声换能器探头的侧倾角、俯仰角和偏转角。在一个实施方案中,仅侧射超声探头的侧倾角用于对准和跟踪。可以理解,可以使用其他类型的换能器探头(例如端射)。然而,使用除侧射换能器探头之外的传感器可能需要更复杂的空间监测设备。

[0094] 在该实施方案中,MRI图像和/或报告数据可以经由物理介质(例如,CD、DVD、蓝光盘、USB驱动器等)通过计算机网络加载到处理单元602上,或者加载到图片存档和通信系统(PACS)上。然后,处理单元602可以在合并步骤中使用该MRI图像和/或报告数据,如下所述。MRI图像和/或报告数据的示例包括但不限于遵守PI-RADS(商标)指南或其他普遍接受的MRI报告格式的报告。

[0095] 可以理解,系统的组件可以通过任何已知的通信协议或连接手段连接。例如,显示设备600可以经由HDMI、VGA、Displayport、无线(通过红外、WiFi或RF通信)或DVI连接连接到处理单元602。输入设备604可以经由(例如)USB、PS/2、串行端口、Thunderbolt或无线(经由红外、WiFi或RF通信)连接到处理单元602。类似地,超声换能器探头606可以经由(例如)USB、PS/2、串行端口、Thunderbolt、无线(通过红外、WiFi或RF通信)或高带宽连接协议连接到处理单元602。

[0096] 还应当理解,该系统可以包含在额定用于临床环境(例如医院或医疗办公室)的便携式外壳内。便携式外壳被配置为容纳组件,使得系统可以从一个位置移动到另一个位置,而不必重新定位或重新配置系统的部件。

[0097] 在一些实施方案中,系统的各部分可以在云计算环境中实现。例如,在一些实施方

案中,处理单元和/或数据存储库可以在云计算环境中部分或完全实现。然后可以在便携式外壳内配置系统中任何不能在云环境中容易实现的其余部分(例如,超声探头、显示器、输入等)。

[0098] 参见图4(14/27页),在另一个实施方案中,提供了一种用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统。该系统包括数据存储库608,用于使用第一坐标系存储第一前列腺的第一成像数据,第一成像数据标记有用于识别第一前列腺的界标800。该系统还包括超声换能器606,用于收集:第二前列腺的实时超声图像数据,以及来自超声换能器的位置信息,包括对应于第二前列腺的对准点的位置信息。该系统包括处理单元602,用于从超声换能器接收对应于第二前列腺的对准点的位置信息;并且将第一前列腺的第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系。该系统还包括显示设备600,用于显示变换后图像和对应于超声换能器的位置信息的超声图像数据。

[0099] 该系统还可以包括输入设备600,用于使用第一坐标系接收第一前列腺的第一成像数据,即第一成像。

[0100] 再次参见图4(14/27页),在另一个实施方案中,提供了一种用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统。该实施方案包括数据存储库608,用于存储3D模型前列腺成像数据,3D模型前列腺成像数据在圆柱坐标空间中。该系统还包括超声换能器606,用于收集:第二前列腺的实时超声图像数据;以及来自超声换能器的位置信息,包括与第二前列腺的对准点对应的位置信息。包括处理单元602,用于接收来自超声换能器的与第二前列腺的对准点相对应的位置信息;并且基于所接收的与第二前列腺的对准点对应的位置信息来变换3D模型前列腺成像数据。包括显示设备600,用于显示变换后图像和与超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。

[0101] 在一些实施方案中,该系统还可包括输入设备600,用于接收3D模型前列腺的感兴趣区域。

[0102] 图5(15/27页)是描绘实施方案工作流程的流程图。在该工作流程中,用户首先在超声成像设备的输入设备上选择前列腺中要进行研究的一个或多个感兴趣区域。这些感兴趣的区域可以包括但不限于区分类系统中的区(即,39个区)。在一些情况下,泌尿科医生或外科医生可在选择要研究的感兴趣区域时查阅MRI报告。MRI报告可以包括但不限于遵循PI-RADS(商标)指南的报告。泌尿科医生或外科医生也可以简单地选择要研究的区域。

[0103] 图6A(16/27页)是用于图5的工作流程的实施方案部分用户界面(UI)。该部分UI以可选择的表格格式显示前列腺的各区。泌尿科医生或外科医生(或助手)可以通过使用超声成像设备的输入设备来选择区域。图6B(16/27页)是图5的工作流程的替代实施方案部分UI。代替可选择的表格格式,图6B的替代部分UI显示前列腺的各区作为图像,其中前列腺的相应区映射在图像上。同样,泌尿科医生或外科医生(或助手)可以通过使用超声成像设备的输入设备来选择区域。

[0104] 图7(17/27页)是图5的工作流程的实施方案部分UI。一旦选择了感兴趣的区域,泌尿科医生或外科医生(或助手)使用侧射式经直肠超声换能器探头进行前列腺的概览扫描。在进行概览扫描时,泌尿科医生或外科医生(或助手)(通过超声成像设备的输入设备)在超声扫描到达前列腺的相应左边缘、右边缘和中线时标记前列腺的左边缘、前列腺的右边缘和前列腺的中线。在该示例UI中,一旦前列腺的左边缘显示在超声成像设备的显示设备上,

泌尿科医生或外科医生(或助手)将点击左校准按钮 400。一旦前列腺的中线显示在超声成像设备的显示设备上,泌尿科医生或外科医生(或助手)就会点击中间校准按钮402。最后,一旦前列腺的右边缘显示在超声成像设备的显示设备上,泌尿科医生或外科医生(或助手)将点击右校准按钮404。

[0105] 一旦将对准信息输入到超声成像设备中,超声成像设备就变换预先呈现的前列腺3D表示,使得其尺寸和特征类似于实际扫描的前列腺的尺寸和特征。在该实施方案中,前列腺的3D表示被拉伸/缩小或缩放,以更好地与实际前列腺的大小对齐。

[0106] 在该实施方案中,对前列腺的3D表示进行预切片以加速变换过程。也就是说,由于侧射超声换能器探头在直肠中的“滚动弧”是已知的,因此在知道所研究的前列腺的实际尺寸之前,可以将前列腺的3D表示映射到超声换能器探头的特定滚动/区角度。然后可以根据需要变换(拉伸/缩小或缩放)这些“预切片”。

[0107] 在一个实施方案中,前列腺的3D模型表示被构建为3D网格模型。用于构建3D网格模型的实用程序包括但不限于计算机辅助设计软件, BLENDER (商标), UNITY (商标) 等。一旦建立了前列腺的3D表示,网格被“切片”为至少部分地对应于将使用该设备捕获的超声图像的“扇形”表示(例如,如图2D中所描述的”扇形“切片)。

[0108] 一旦重新映射和变换完成,泌尿科医生或外科医生(或助手)可以使用超声成像设备扫描感兴趣的区域。在图8A和图8B中提供了如何与超声图像同时显示前列腺的3D表示(包括区信息)的示例。图8A(18/27页)是图5的工作流的实施方案部分UI。图8A示出了以覆盖格式显示的前列腺的表示。图8B(18/27页)是图5的工作流的替代实施方案部分UI。图8B示出了以并排格式显示的前列腺的表示。

[0109] 在图8A和图8B中描绘的该实施方案UI中,当超声换能器探头在直肠中滚动时,在屏幕左侧的前列腺的表示中显示了前列腺中的相应区。当泌尿科医生或外科医生(或助手)扫描前列腺的不同区域时,相应区将在前列腺的表示中突出显示。

[0110] 在一个实施方案中,当换能器探头在直肠中滚动/旋转时,由用户选择的区将被突出显示。显示的图像切片根据以下函数确定:

[0111] $I = M / 2x (\theta_a / \alpha + 1)$

[0112] $\theta_a = (\theta - \theta_m) / (\theta_r - \theta_m) \times \alpha$ [当 $\theta - \theta_m$ 为正时]

[0113] $\theta_a = (\theta - \theta_m) / (\theta_m - \theta_l) \times \alpha$ [当 $\theta - \theta_m$ 为负时]

[0114] 其中:

[0115] I-图像索引(在扇形图像系列中为0至M)

[0116] θ -探头旋转角

[0117] θ_a -对准的探头旋转角

[0118] θ_m -在中线处的探头旋转角

[0119] θ_l -在前列腺的最左(ccw)边缘(患者右侧)的探头旋转角

[0120] θ_r -在前列腺的最右(cw)边缘(患者左侧)的探头旋转角

[0121] M-图像减1的数量(偶数)

[0122] α -扇形半角(扇形跨度 $-\alpha$ 到 α)

[0123] 图9(19/27页)是描绘替代实施方案工作流程的流程图。在该实施方案中,先前捕获的MRI图像和/或报告数据被加载到系统的处理单元602中,使得它可以被重新映射并用

于同时显示MRI图像和/或报告数据和超声图像数据。

[0124] 图10A (20/27页) 描绘了可以加载到处理单元602中的示例MRI图像和/或报告数据。该数据可以包括识别的界标800和识别的病变802。MRI 图像和/或报告应该包含界标800“标记”，其标识前列腺区域中的结构组件，系统可以利用该结构组件校准和/或定向超声图像。应当理解，界标 800可以是在MRI图像和超声图像上都识别的任何明确定义的身体结构。这可以包括但不限于直肠壁，前列腺边缘，前列腺中线等。

[0125] 再次参见图9，在该实施方案中，该系统被配置为至少接受前列腺的矢状MRI图像。在其他实施方案中，也可以接受前列腺的横向或冠状MRI 图像来代替矢状MRI图像，或者除了矢状MRI图像之外还可以接受前列腺的横向或冠状MRI图像。

[0126] 图10B (21/27页) 是图9的工作流的实施方案部分UI。一旦将MRI 图像和/或报告数据加载到处理单元602中，泌尿科医生、外科医生或助手就滚动超声换能器，使得前列腺的中线在视野中，然后选择系统上的中线校准按钮。在该实施方案中，当泌尿科医生或外科医生(或助手)使用侧射式经直肠超声换能器探头执行前列腺的概览扫描时，泌尿科医生或外科医生(或助手)在一个或多个对准标记显示在显示设备600上输入这些标记。在该示例UI中，一旦在超声成像设备的显示设备上显示前列腺的中线，泌尿科医生或外科医生(或助手)将点击MRI校准按钮500。

[0127] 一旦知道前列腺的中线，处理单元就“重新切片”MRI图像数据，使得MRI图像数据对应于超声图像(或视频)数据。在MRI图像和/或报告数据由矢状MRI图像数据组成的情况下，处理单元602被配置为将矢状 MRI图像数据重新映射为“扇形”图像，该“扇形”图像对应于由系统捕获的超声成像数据。在该实施方案中，除了中线校准信息之外，处理单元 602还使用MRI图像中的界标800信息和/或报告数据来定向和校准变换。在另一实施方案中，MRI图像数据到超声图像(或视频)数据的变换(重新切片)可在另一计算系统上完成，然后用于通过减少处理时间来改善性能。

[0128] 在一个实施方案中，通过重新采样扇形平面中的体素(3D像素)来对MRI矢状切片进行变换/重新映射，所述扇形平面通过围绕线注释轴(由放射科医师绘制)以规则的角度间隔(即， $2\alpha/M$)旋转而布置。这导致一系列扇形图像。

[0129] 处理单元602还可以被配置为计算病变角度。在一个实施方案中，通过将每个病变放置在最近的扇形切片样本点中来对MRI病变坐标进行变换、重映射。根据病变的大小，病变可以跨越多个扇形切片。技术人员将理解，扇形切片之间的角度是一致的，但是扇形切片从窄到宽。

[0130] 图10C (22/27页) 是图9的工作流的实施方案部分UI。图10D (23/27 页) 是图9的工作流的实施方案部分UI。一旦重新映射完成，泌尿科医生或外科医生(或助手)可以使用超声成像设备扫描感兴趣的区域，并且将同时显示相应的MRI数据。图10C和图10D提供了可以如何同时显示 MRI图像和超声图像的两个不同示例。图10C是图9的工作流的实施方案部分UI。图10C显示以并排格式显示的相应的重新切片的MRI图像。图10D是图9的工作流的替代实施方案部分UI。图10D示出了以重叠格式显示的相应的重新切片的MRI图像。

[0131] 在一个实施方案中，将要显示的MRI图像由以下函数确定：

$$[0132] \quad I = M/2x(\theta_a/\alpha + 1)$$

$$[0133] \quad \theta_a = \theta - \theta_m$$

[0134] 其中：

[0135] I-图像索引(在扇形图像系列中为0至M)

[0136] θ -探头旋转角

[0137] θ_a -对准的探头旋转角

[0138] θ_m -在中线处的探头旋转角

[0139] M-图像数量减1(偶数)

[0140] α -扇形半角(扇形跨度 $-\alpha$ 到 α)

[0141] 在图10C和图10D中描绘的示例UI中,当超声换能器探头在直肠中滚动时,相应的重新切片的MRI图像显示在屏幕左侧的前列腺的表示中。当泌尿科医生或外科医生(或助手)扫描前列腺的不同区域时,将更新相应的重新切片的MRI图像。在还跟踪病变的实施方案中,还在重新切片的MRI图像上显示病变信息。病变信息也可以被突出显示,调整等,以提高可见度。

[0142] 然后,泌尿科医生或外科医生可以在执行超声扫描时将重新切片的MRI图像与超声图像进行比较。这在活组织检查场景中特别有用-泌尿科医生或外科医生可以确定使用超声波检查的区域是否对应于MRI图像上显示的病变信息。然后,泌尿科医生或外科医生可以将活组织检查探头或针引导到感兴趣的区域并取样。

[0143] 现在参考图11(24/27页),提供了工作流程A的替代实施方案(工作流程A2)。在该实施方案中,系统接受感兴趣的区、模型扇形图像切片(先前被渲染)、对应于前列腺的实际左侧、中线和右侧的对准数据以及超声换能器探头的当前旋转角度作为输入。一旦获取了对准信息,就可以重新映射和/或变换模型扇形图像切片,使得前列腺的表示类似于实际的前列腺。然后,处理单元被配置为基于探头旋转角度确定要突出显示的区(对应于感兴趣区的区)以及要显示哪个模型风扇图像切片。前列腺的3D模型没有绝对比例。因此,左、中和右对齐将3D模型缩放到由超声探头成像的前列腺的大小。

[0144] 现在参考图12(25/27页)中,提供了工作流程B的替代实施方案(工作流程B2)。在该实施方案中,系统接受MRI矢状图像切片、MRI线注释坐标和MRI病变感兴趣区域(ROI)矢状坐标作为输入。一旦收到此信息,系统将使用MRI线注释坐标作为指导变换/重新映射矢状图像切片。该变换/重新映射的结果是MRI扇形图像切片。类似地,系统使用MRI线注释坐标作为指导来变换/重新映射MRI病变ROI矢状坐标。该转换/重新映射的结果是MRI病变ROI风扇坐标,其至少部分地映射MRI扇形图像切片上的MRI病变ROI。在另一个实施方案中,任何MRI数据集都可以用作输入。技术人员将知道如何将MRI数据集变换成各种平面视图或切片。

[0145] 一旦将前列腺中线的对准输入系统(在该实施方案中,由系统的用户),探头旋转角度至少部分地确定要显示哪个扇形切片和/或病变ROI。然后将该信息显示在设备的屏幕上,以使用户/泌尿科医生/外科医生可以在执行该手术时参考它们。

[0146] 应当理解,随着超声波的频率增加,超声图像(及其相关数据)的分辨率将增加。例如,在一些实施方案中,使用能够使用微超声或高分辨率超声的超声探头(例如,超声29MHz探头)来获得超声成像数据可能是有利的。较高的分辨率可以提供更多细节,以帮助操作者进行认知融合。

[0147] 现在参考图13(26/27页),提供了一种用于在视觉上辅助超声系统的操作者的示

例方法。该方法包括使用第一坐标系接收第一前列腺的第一成像数据。在该实施方案中，第一成像数据是先前捕获的MRI数据。第一成像数据用界标800标记，用于识别第一前列腺。在一些实施方案中，缩放界标800，使得可以从界标800确定前列腺的近似尺寸。然后将第一成像数据从第一坐标系变换到圆柱坐标系。如所讨论的，用于将数据从坐标空间变换到圆柱坐标空间的各种算法是已知的（例如，最近邻、双线性插值和/或双立方）。当从患者收集超声图像数据时，显示从超声换能器接收的第二前列腺的实时超声图像。此外，当收集超声图像数据时，接收来自超声换能器的与前列腺的对准点对应的位置信息。例如，可以从超声换能器中的滚动传感器获得位置信息。然后以这样的方式显示来自使用界标800 对应于对准点的第一前列腺的变换后的第一成像数据的变换后图像，使得变换后图像和实时超声图像同时显示在例如显示器上。

[0148] 在另一个实施方案中，提供了一种视觉辅助界面。视觉辅助界面可以补充或替换变换后图像的显示。视觉辅助界面可以是感兴趣区域或目标界标的列表以及相应的侧倾角（用于引导操作者移动超声换能器）以显示或瞄准感兴趣区域或目标。例如，显示第一感兴趣区域为-40度（侧倾角），第二感兴趣区域为+30度（侧倾角）的文本框。视觉辅助界面的另一个实施方案可以是角度计，用于显示超声换能器的当前侧倾角（或位置信息）。用于显示侧倾角的视觉辅助界面可以是示出当前侧倾角（或位置信息）的文本框或诸如显示侧倾角（或位置信息）的模拟仪器仪表的图形元件。在另一个实施方案中，视觉辅助界面与显示的变换后图像一起被示出。在另一实施方案中，视觉辅助界面与所显示的生成图像一起被示出。

[0149] 当超声换能器606移动时，发送来自超声换能器606的新位置信息。一旦接收到来自超声换能器的新位置信息，则同时显示变换后图像和对应于超声换能器的新位置信息的实时超声图像。

[0150] 在另一个实施方案中，第一成像数据还标记有前列腺中的感兴趣区域。在变换期间，还对感兴趣的区域进行变换，使得变换后的第一图像数据还包括感兴趣区域信息。当超声换能器606发送新位置信息时，确定新位置信息是否对应于变换后的第一图像数据中的感兴趣区域。如果感兴趣区域在与新位置信息对应的变换后的图像数据中，则在变换后的图像上显示感兴趣区域的视觉指示符。

[0151] 在另一实施方案中，超声换能器提供包括来自IMU的侧倾、俯仰和偏转的位置信息。侧倾、俯仰和偏转信息用于跟踪超声探头在3D空间中的移动方式。例如，俯仰和偏转位置信息跟踪超声图像（或图像数据）的圆柱或“扇形”模型如何在3D空间中移动。侧倾、俯仰和偏转位置信息允许更精确地跟踪和建模超声换能器的运动。这可以允许实时超声图像数据和第一成像数据（例如，记录的超声数据或MRI扫描）之间的更准确的跟踪。或者，这可以允许实时超声图像数据和3D模型解剖区域（例如3D模型前列腺）之间的更准确的跟踪。

[0152] 在另一个实施方案中，第一成像数据是前列腺的记录的超声成像数据，第一坐标系是圆柱坐标系。

[0153] 可以理解，第一前列腺（如先前图像数据中捕获的）和第二前列腺（由实时超声捕获）是相同的前列腺—即，即使可以将第一前列腺和第二前列腺的成像数据的按时间分开，前列腺也属于同一患者。在一些实施方案中，第一成像数据和第二成像数据之间的时间可以是几小时、几天或几周。在其他实施方案中，时间的分离更显著（例如，数月，数年）。应当

理解,较长的时间间隔可用于长期监测前列腺。相反,较短的时间间隔对于活组织检查和/或诊断目的可能更有用。

[0154] 在一些实施方案中,第一成像数据是磁共振成像(MRI)数据,第一坐标系是笛卡尔坐标系。可以使用其他成像数据格式和坐标系,而不脱离本公开的范围。例如,在另一个实施方案中,第一成像数据是超声数据,第一坐标系是圆柱坐标系。

[0155] 在一些实施方案中,界标800是第一成像数据的矢状系列图像帧的中线帧中沿着直肠壁和第一前列腺之间的边界的线。界标800还可以识别或提供关于前列腺的大致尺寸和取向的信息。

[0156] 在一个实施方案中,位置信息是超声换能器的侧倾角。例如,可以通过结合在超声换能器中的侧倾传感器来收集该侧倾角信息。

[0157] 在一个实施方案中,位置信息是约0度的侧倾角,并且对准点是第二前列腺的中线。在另一个实施方案中,位置信息是从大约+80度到大约-80度的侧倾角。

[0158] 在一个实施方案中,超声探头是侧射超声探头。

[0159] 在一个实施方案中,并排显示变换后图像和实时超声图像。在另一个实施方案中,重叠显示变换后图像和相应的超声图像。

[0160] 现在参考图14(27/27页),在另一个实施方案中,提供了一种用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法。该方法包括生成3D模型前列腺的成像数据,该成像数据在圆柱坐标空间中。然后显示从超声换能器接收的前列腺的实时超声图像。还接收来自超声换能器的与前列腺的对准点对应的位置信息。一旦接收到对应于对准点的位置信息,就变换3D模型前列腺的成像数据。该变换可以包括但不限于拉伸、缩小和/或调整前列腺的3D模型,使得它大致对应于前列腺。然后显示来自所生成的3D模型前列腺的成像数据的生成图像,该生成图像对应于超声换能器的位置信息。在该实施方案中,同时显示所生成的图像和实时超声图像,以在视觉上辅助超声系统的操作者。

[0161] 在另一个实施方案中,接收3D模型前列腺的感兴趣区域。当超声换能器606发送新位置信息时,确定新位置信息是否对应于变换后的3D图像数据中的感兴趣区域。如果感兴趣区域在对应于新位置信息的变换后图像数据中,则在变换后图像上显示感兴趣区域的视觉指示符。

[0162] 可以以各种方式接收3D模型前列腺的感兴趣区域。这可以包括但不限于提供用于由操作者选择3D模型前列腺的感兴趣区域的图形用户界面。在一个实施方案中,提供了一种输入设备,其允许操作者输入感兴趣的区域。

[0163] 应当理解,前列腺的3D模型可以细分为各种区和/或区域。区和/或区域的数量可以取决于例如MR1报告的类型(例如,PI-RADS等)。例如,在一些实施方案中,前列腺的3D模型具有39个感兴趣区域。

[0164] 在一些实施方案中,位置信息是超声换能器的侧倾角。

[0165] 在一些实施方案中,对准点是超声换能器的位置信息,其对应于前列腺的左边缘、前列腺的中线和前列腺的右边缘。

[0166] 在一些实施方案中,变换是图像数据的缩放变换。

[0167] 提供以下条款作为装置的示例的进一步描述。以下条款中的任何一个或多个可以与以下条款中的任何一个或多个和/或任何子条款或任何其他条款的一部分或多个部分

和/或条款的组合和排列进行组合。以下条款中的任何一个条款可以有其自身的优点而不必与任何其他条款或任何其他条款的任何部分等组合。条款1:用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法,包括:使用第一坐标系接收第一解剖区域的第一成像数据,所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标;将所述第一解剖区域的所述第一成像数据从所述第一坐标系变换为圆柱坐标系;显示从所述超声换能器接收的第二解剖区域的实时超声图像;接收来自所述超声换能器的与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息;以及使用所述界标显示来自第一解剖区域的变换后的第一成像数据的对应于所述对准点的变换后图像。条款2:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中同时显示变换后图像和实时超声图像。条款3:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,还包括以下步骤:从所述超声换能器接收新位置信息;以及显示与所述超声换能器的新位置信息对应的变换后图像和实时超声图像。条款4:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,还包括以下步骤:在接收所述第一成像数据时,所述第一成像数据在所述第一解剖区域中或上标记有感兴趣区域;确定所述感兴趣区域是否在对应于所接收的位置信息的变换后图像中可见;以及一旦确定所述感兴趣区域是可见的,则在变换后图像上显示所述感兴趣区域的视觉指示符。条款5:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述第一成像数据被记录为所述第一解剖区域的超声成像数据,并且所述第一坐标系是圆柱坐标系。条款6:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,还包括其中所述第一解剖区域和所述第二解剖区域是相同的解剖区域。条款7:在段落中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述第一成像数据是磁共振成像(MRI)数据,并且所述第一坐标系是笛卡尔坐标系。条款8:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述界标是第一成像数据的矢状系列图像帧的中线帧中沿着直肠壁和第一解剖区域之间的边界的线。条款9:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中界标识别解剖区域的近似大小和取向。条款10:在段落中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中位置信息是超声换能器的侧倾角。条款11:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述位置信息是约0度的侧倾角,并且所述对准点是所述第二解剖区域的中线。条款12:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述位置信息是从大约+80度到大约-80度的侧倾角。条款13:在段落中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述超声探头是侧射超声探头。条款14:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述变换后图像和所述实时超声图像并排显示。条款15:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述变换后图像和对应的超声图像被重叠显示。条款16:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述第一解剖区域和所述第二解剖区域是患者的相同解剖区域。条款17:本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中解剖区域是前列腺。条款18:本段中提及的任何条款或任何条款的任何部分的方法,其中所述解剖区域是器官、器官系统、组织、甲状腺、直肠或泌尿道。条款19:任何方法本段中提到的条款或任何条款的任何部分还包括用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法,包括:生成3D模型解剖区域的成像数据,所述成像数据在圆柱坐标空间中;显示从超声换能器接收的解剖区域的实时超声图像;接收来自超声换能器的对应于解剖区域的对准点的位置信息;基于所接收的与所述对准点对应的位置信息,变换所述3D模型解剖区域的成像数据;以及显示来自3D模型解剖区域的所生成的

成像数据的与超声换能器的位置信息对应的生成图像；其中，同时显示所述生成图像和实时超声图像。条款20：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法还包括：接收所述3D模型解剖区域的感兴趣区域；确定所述感兴趣区域是否在与所接收的位置信息对应的生成图像中是可见的；以及一旦确定所述感兴趣区域是可见的，则在所述生成图像上显示感兴趣区域的视觉指示符。条款21：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法还包括：提供用于由操作者选择3D模型解剖区域的感兴趣区域的图形用户界面。条款22：本段落中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述解剖区域的3D模型具有39个感兴趣区域。条款23：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述位置信息是所述超声换能器的侧倾角。条款24：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述对准点是所述超声换能器的与所述解剖区域的左边缘、所述解剖区域的中线和所述解剖区域的右边缘对应的位置信息。条款25：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中变换是图像数据的缩放变换。条款26：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述位置信息是从大约+80度到大约-80度的侧倾角。条款27：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述超声探头是侧射超声探头。条款28：在错误段落中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述变换后图像和所述实时超声图像并排显示。条款29：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述变换后图像和对应的超声图像被重叠显示。条款30：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述第一解剖区域和所述第二解剖区域是患者的相同解剖区域。条款31：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中解剖区域是前列腺。条款32：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，其中所述解剖区域是器官、器官系统、组织、甲状腺、直肠或泌尿道。条款33：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统，该系统包括：数据存储库，用于使用第一坐标系存储第一解剖区域的第一成像数据，所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标；超声探头606，用于收集：第二解剖区域的实时超声图像数据，以及来自所述超声换能器的位置信息，包括与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息；处理单元 602，用于：接收来自超声换能器的与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息，并且将所述第一解剖区域的第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系；以及显示设备600，用于显示变换后图像和与超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。条款34：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的系统还包括：输入设备600，用于使用第一坐标系接收第一解剖区域的第一成像数据。条款35：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的系统，包括：用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统，包括：数据存储库，用于存储3D模型解剖区域成像数据，所述3D模型解剖区域成像数据在圆柱形坐标空间中；超声探头606，用于收集：第二解剖区域的实时超声图像数据，以及来自所述超声换能器的位置信息，包括与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息；处理单元602，用于：接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，并且基于所接收的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，变换所述3D模型解剖区域成像数据；以及显示设备600，用于显示变换后图像和与所述超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。条款36：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的系统，还包括输入设备600，用于接收所述3D模型解剖区域的感兴趣区域。条款37. 用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法，

包括：使用第一坐标系接收第一解剖区域的第一成像数据，所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标；将所述第一解剖区域的第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系；显示从超声换能器接收的第二解剖区域的实时超声图像，接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息；以及显示视觉辅助界面；其中，同时显示所述视觉辅助界面和所述实时超声图像。条款38：本段落中提到的任何条款或任何条款的任何部分的方法，还包括：使用该界标，显示来自第一解剖区域的变换后的第一成像数据的与对准点对应的变换后图像；其中，同时显示变换后图像和/或视觉辅助界面以及所述实时超声图像。条款39：用于在视觉上辅助超声系统的操作者的方法，包括：生成3D模型解剖区域的成像数据，所述成像数据在圆柱坐标空间中；显示从超声换能器接收的解剖区域的实时超声图像；接收来自所述超声换能器的对应于解剖区域的对准点的位置信息；基于所接收的与对准点对应的位置信息，变换所述 3D模型解剖区域的成像数据；以及显示视觉辅助界面；其中同时显示所述视觉辅助和所述实时超声图像。条款40：如本段所述的任何条款或任何条款的任何部分的方法，还包括：显示来自所述3D模型解剖区域的生成的成像数据的与所述超声换能器的位置信息对应的生成图像；其中，同时显示所述生成图像和/或视觉辅助界面以及实时超声图像。条款41：用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统，包括：数据存储库，用于使用第一坐标系存储第一解剖区域的第一成像数据，所述第一成像数据标记有用于识别所述第一解剖区域的界标；超声探头606，用于收集：第二解剖区域的实时超声图像数据，以及来自超声换能器的位置信息，包括与所述第二解剖区域的对准点对应的位置信息；处理单元602，用于：接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，并且将所述第一解剖区域的所述第一成像数据从第一坐标系变换为圆柱坐标系；以及显示设备 600，用于显示视觉辅助界面和与所述超声换能器的位置信息对应的超声图像数据两者。条款42：用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统，包括：数据存储库，用于存储3D模型解剖区域成像数据，所述3D模型解剖区域成像数据在圆柱坐标空间中；超声探头606，用于收集：第二解剖区域的实时超声图像数据，以及来自超声换能器的位置信息，包括与第二解剖区域的对准点对应的位置信息；处理单元602，用于：接收来自超声换能器的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，并且基于所接收的与第二解剖区域的对准点对应的位置信息，变换所述3D模型解剖区域成像数据；以及显示设备600，用于显示视觉辅助界面和与超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。条款43：本段中提到的任何条款或任何条款的任何部分的系统，其中：显示设备600用于显示视觉辅助界面和/或变换后图像，以及与所述超声换能器的位置信息对应的超声图像数据。

[0168] 该书面描述使用实施方案来公开本发明，包括最佳实施方式，并且还使本领域技术人员能够制造和使用本发明。本发明的可专利范围由权利要求限定，并且可包括本领域技术人员想到的其他实施方案。如果这些其他实施方案具有与权利要求的字面语言没有不同的结构元素，或者如果它们包括与权利要求的字面语言无实质差别的等效结构元素，则这些其他实施方案在权利要求的范围内。

[0169] 可以理解的是，上述组件和模块可以根据需要彼此连接，以在本领域技术人员的范围内执行期望的功能和任务来以进行这样的组合和置换，而不必以明确的术语描述每一个。没有特定的组件或部件可以优于本领域技术人员可获得的任何等同物。没有特定的实施所公开的主题的方式优于其他方式，只要可以执行这些功能即可。在本文件中已经提供

了所公开的主题的所有关键方面。应当理解,本发明的范围限于独立权利要求所提供的范围,并且还理解本发明的该范围不限于:(i)从属权利要求,以及非限制性实施方案的详细描述,(iii)发明内容,(iv)摘要,和/或(v)在本文档之外(即在提交,起诉和/或批准的本申请之外)提供的描述。对于该文档,应理解的是,短语“包括”等同于“包含”。前面已经概述了非限制性实施方案(实施方案)。描述是针对特定的非限制性实施方案(实施方案)进行的。应理解,非限制性实施方案仅仅是说明性的实施方案。

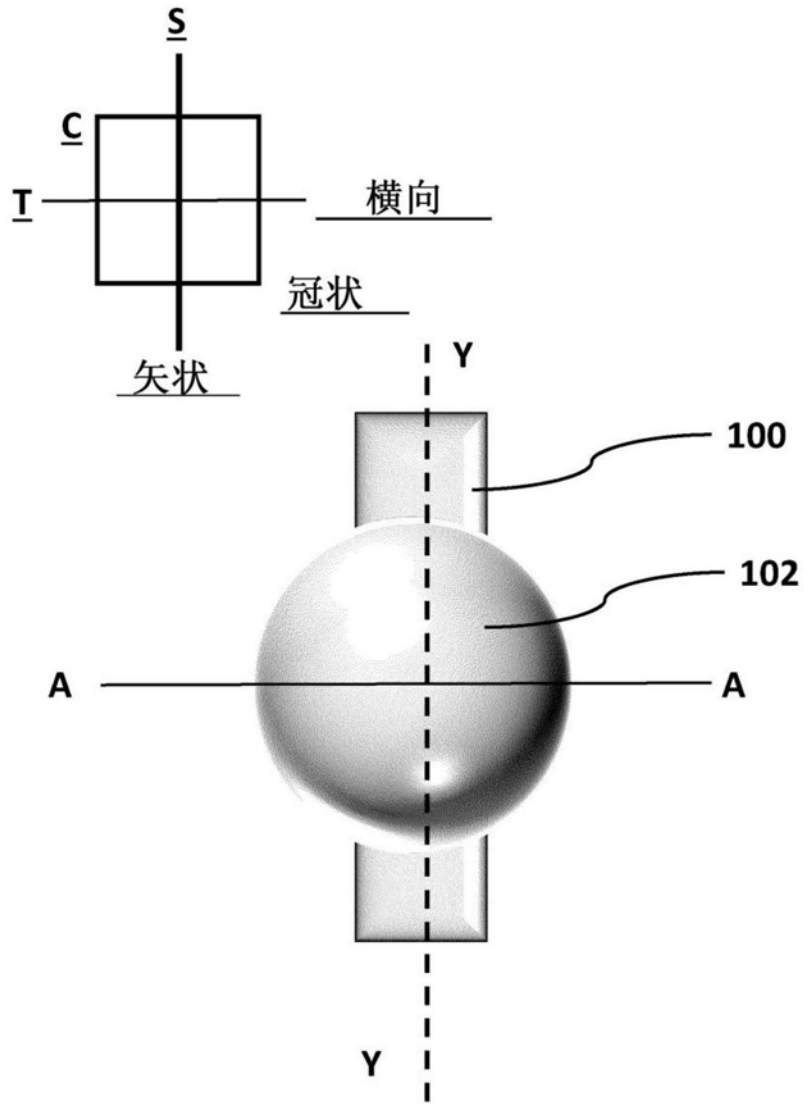


图1A

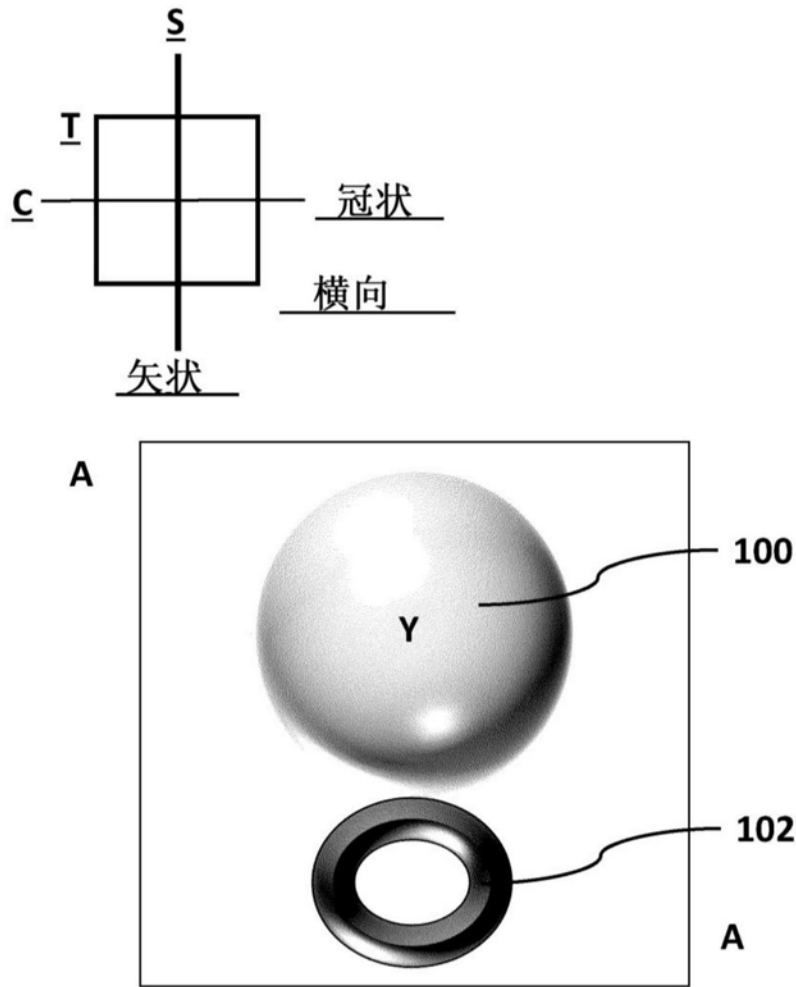


图1B

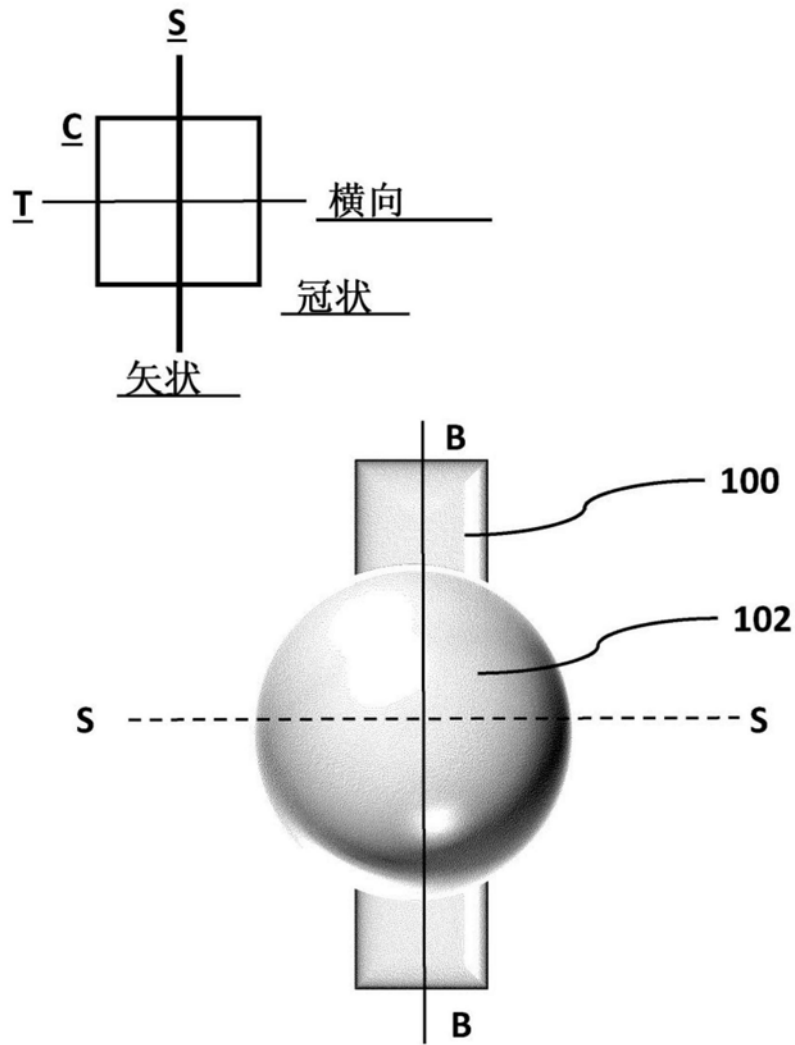


图2A

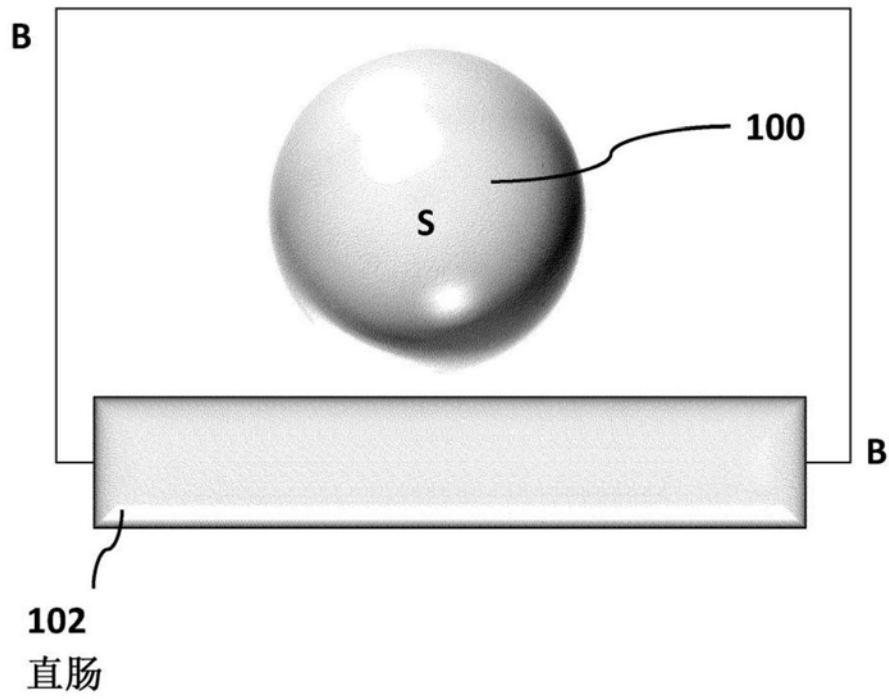
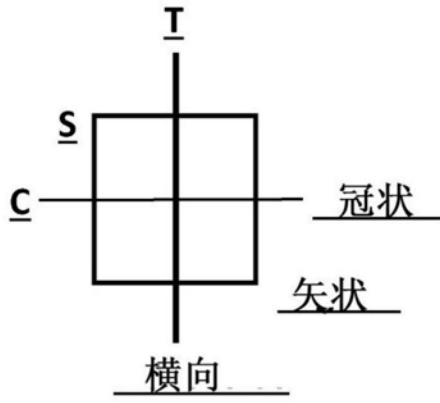


图2B

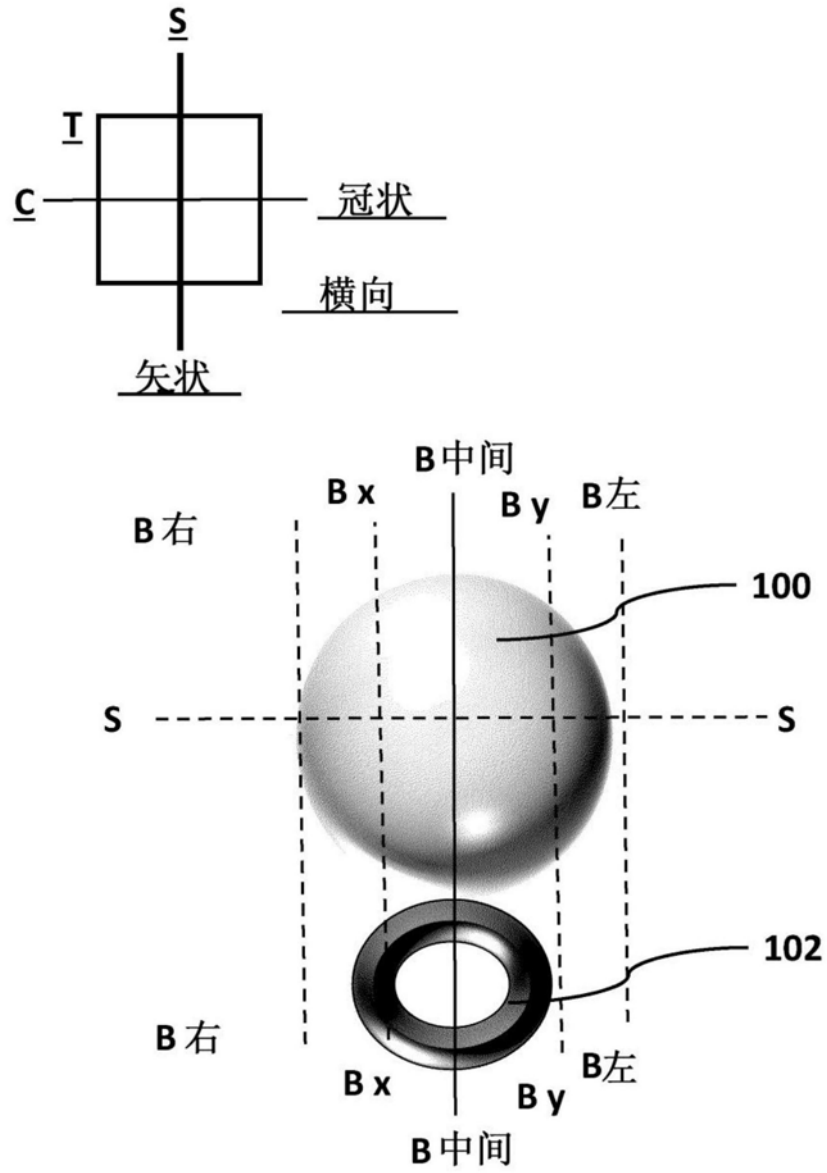


图2C

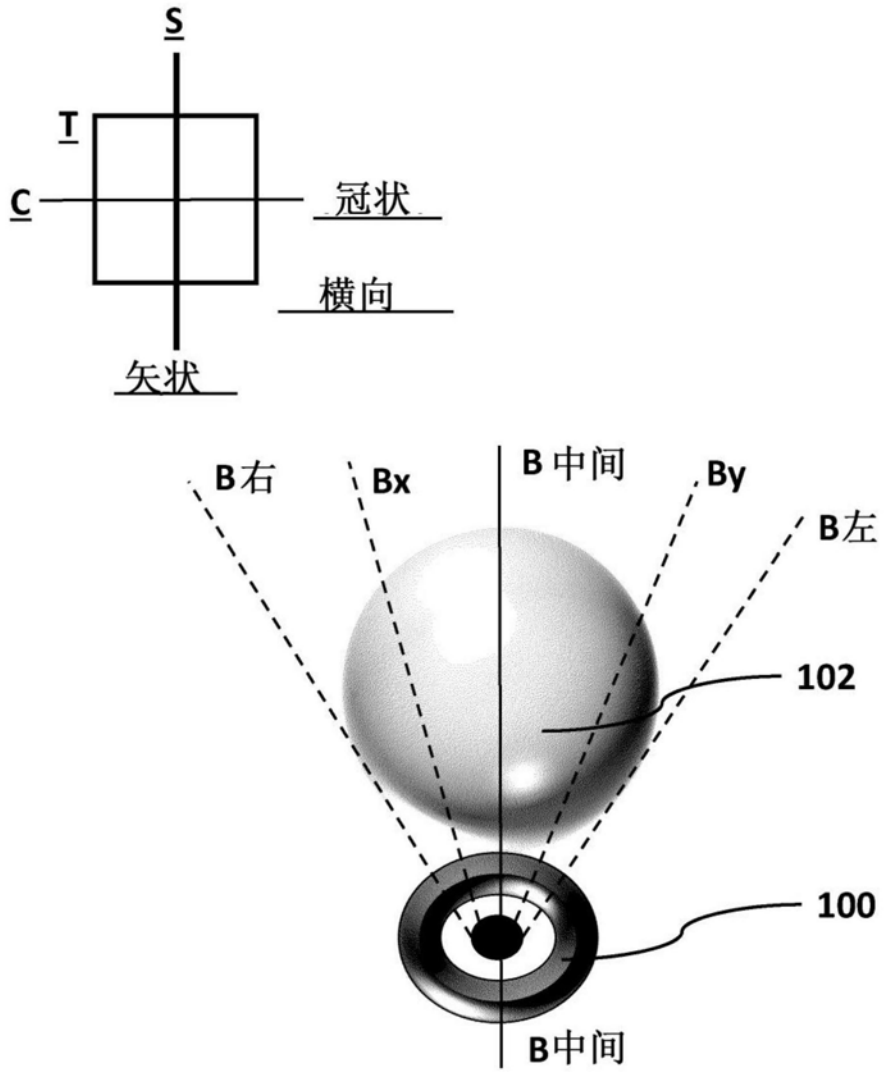


图2D

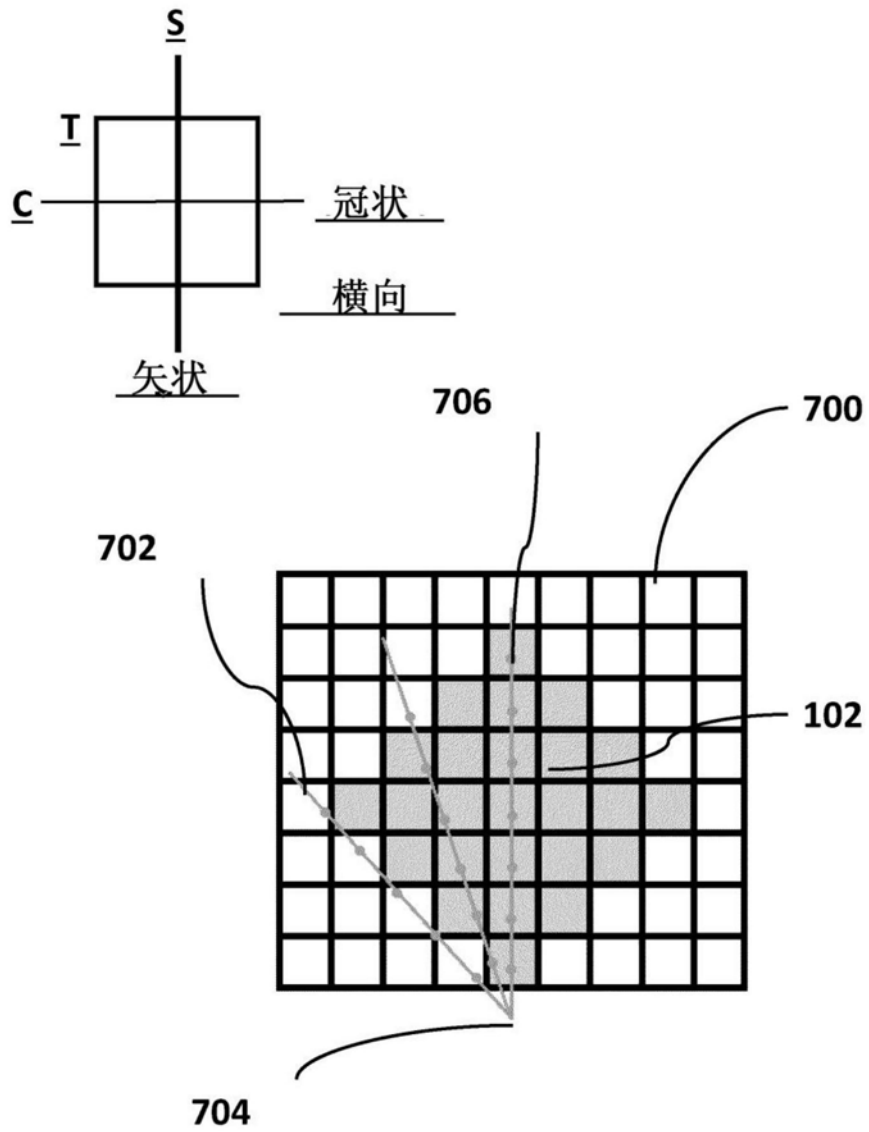


图2E

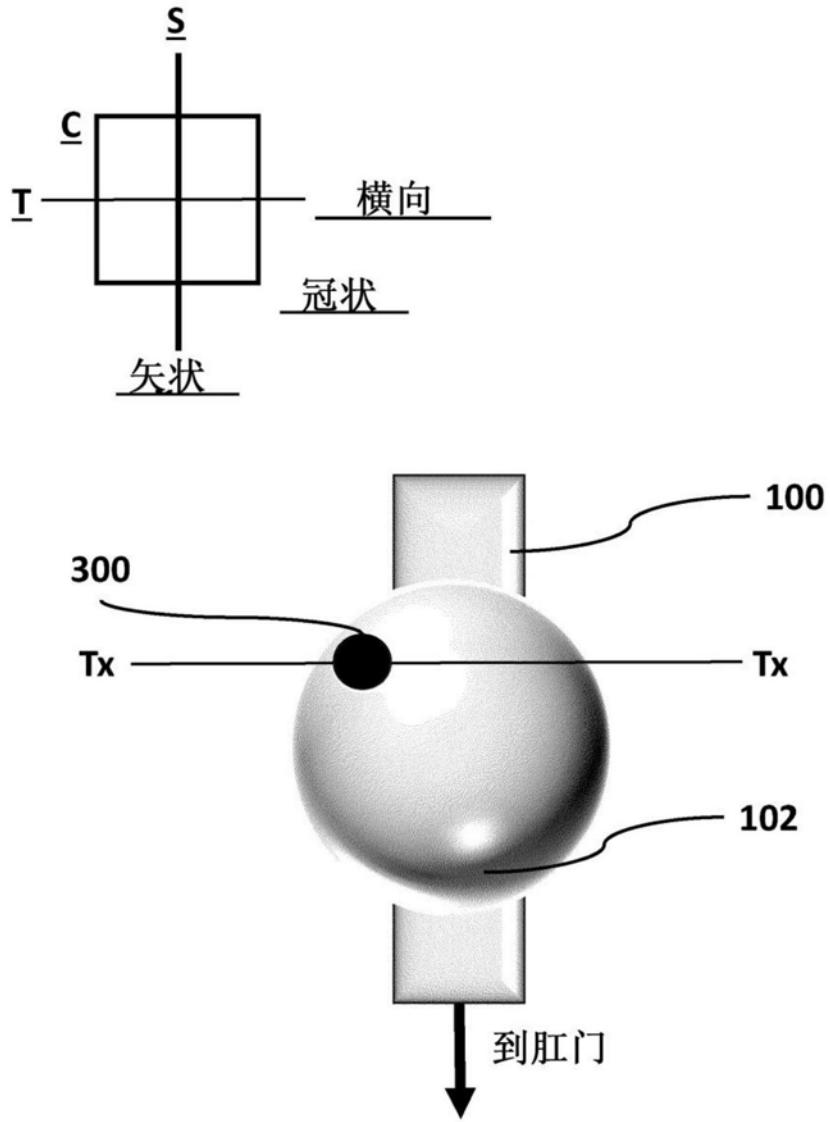


图3A

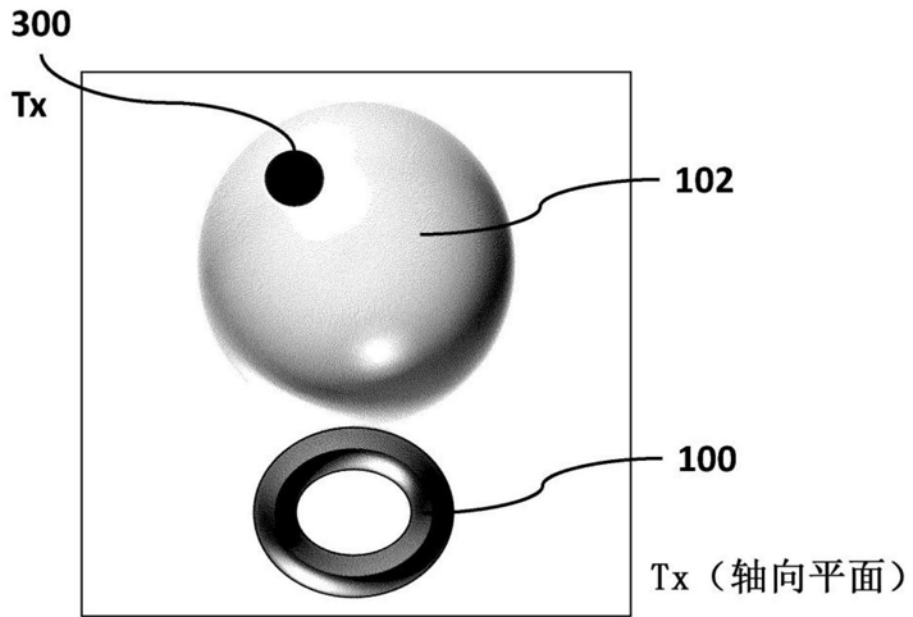
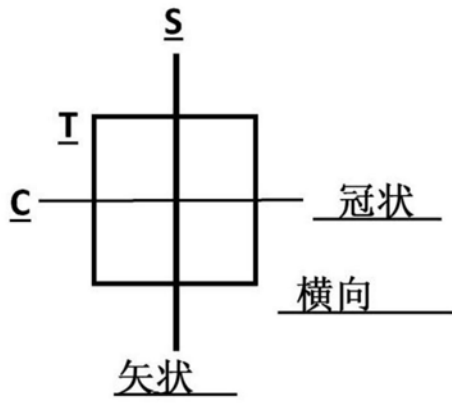


图3B

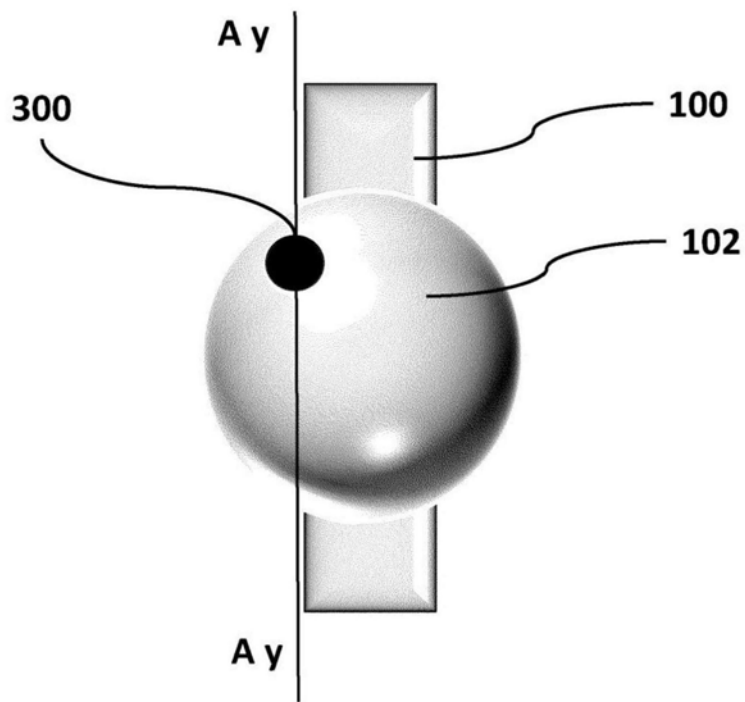
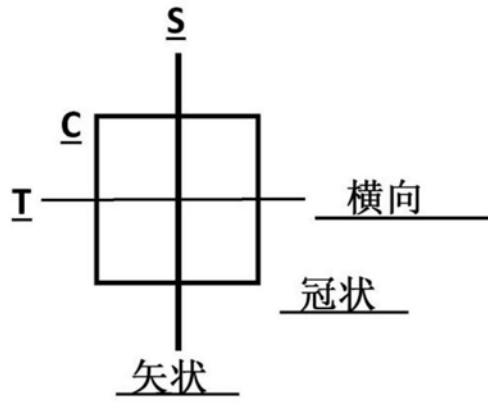


图3C

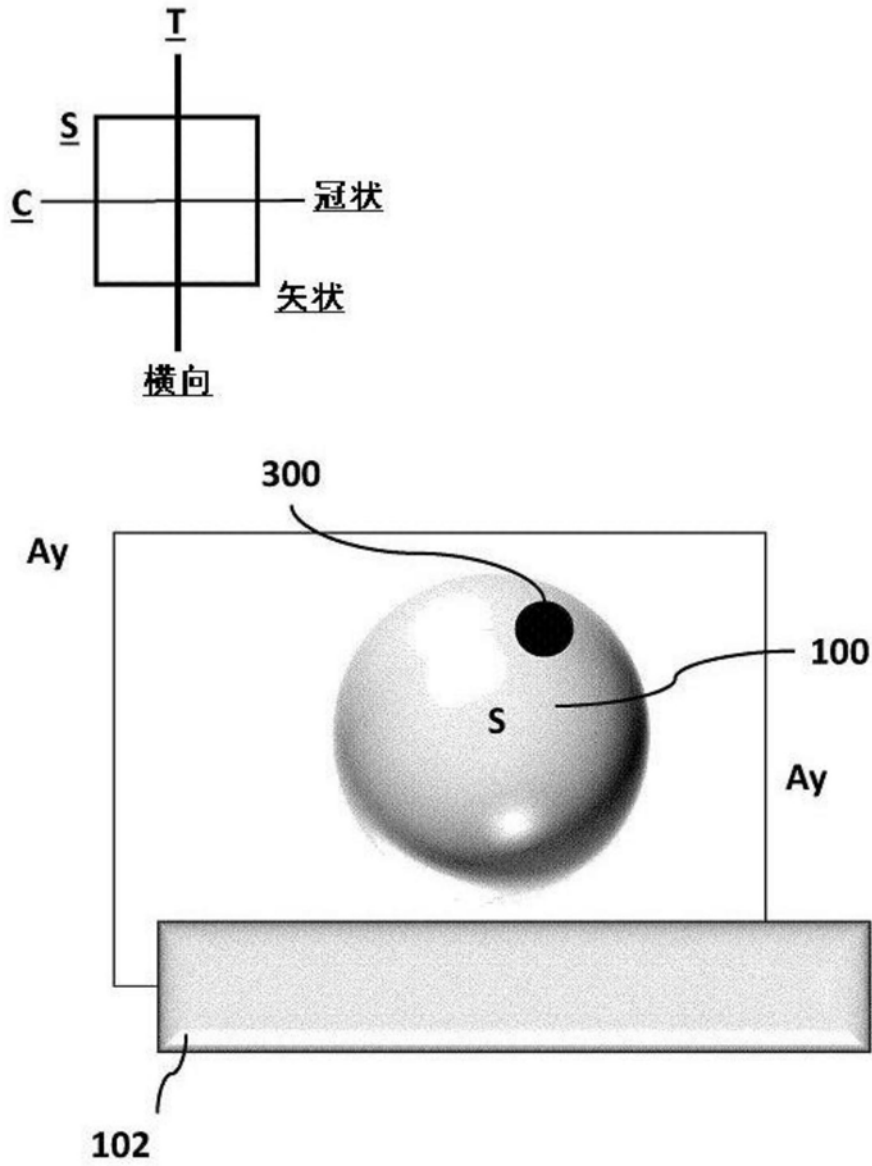


图3D

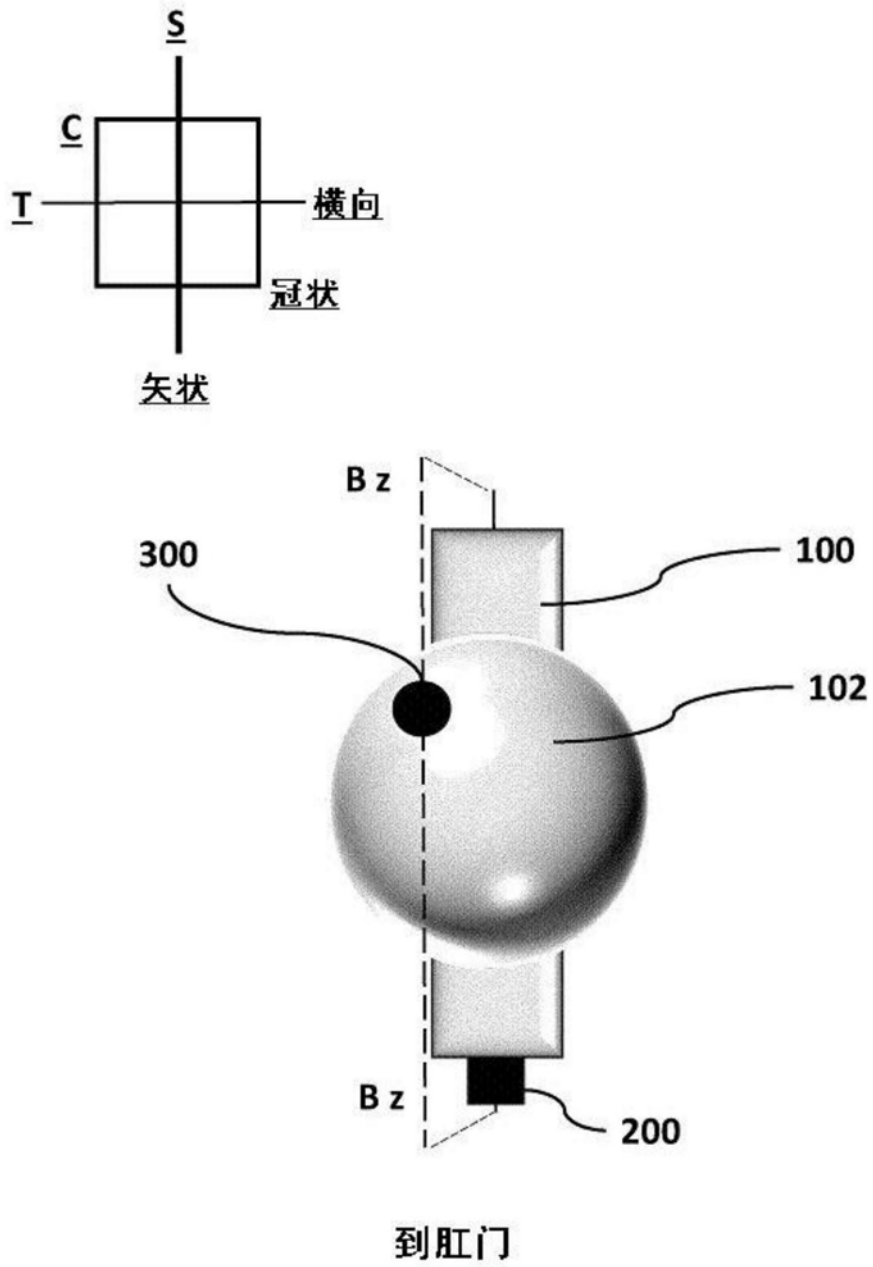


图3E

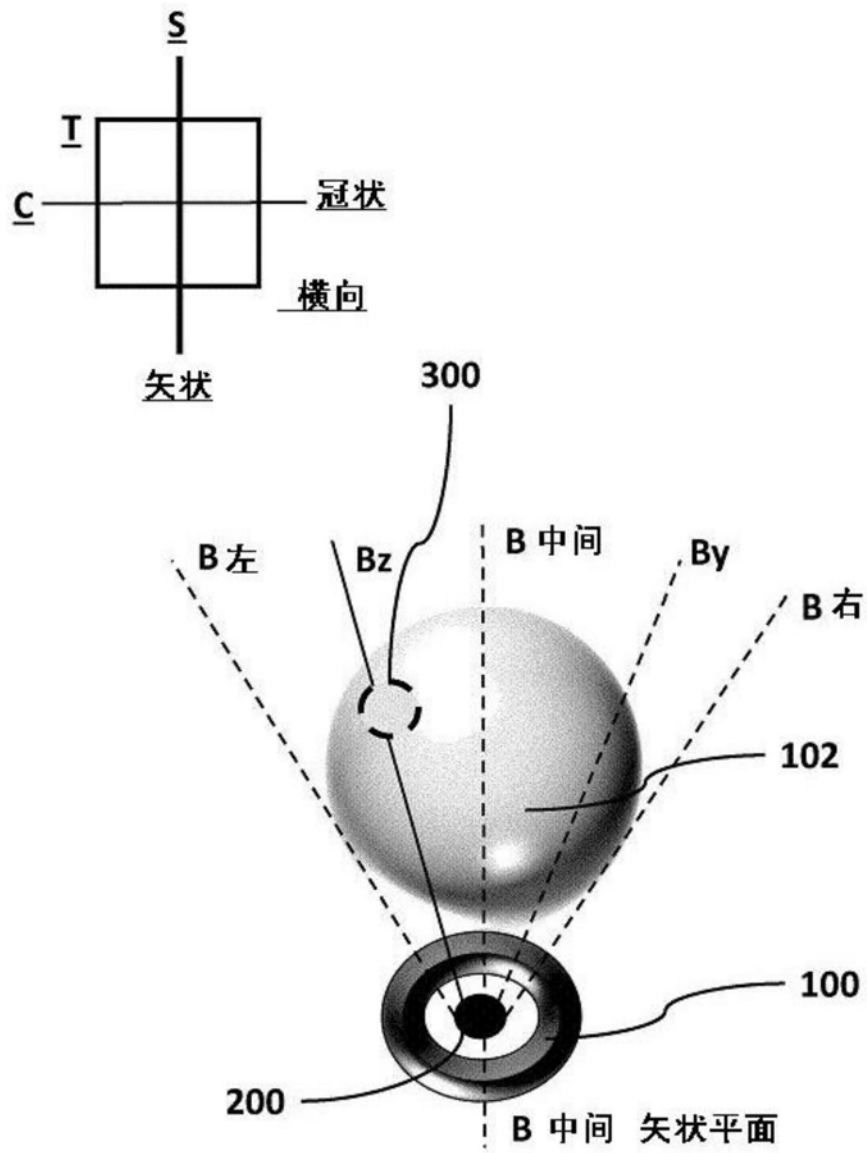


图3F

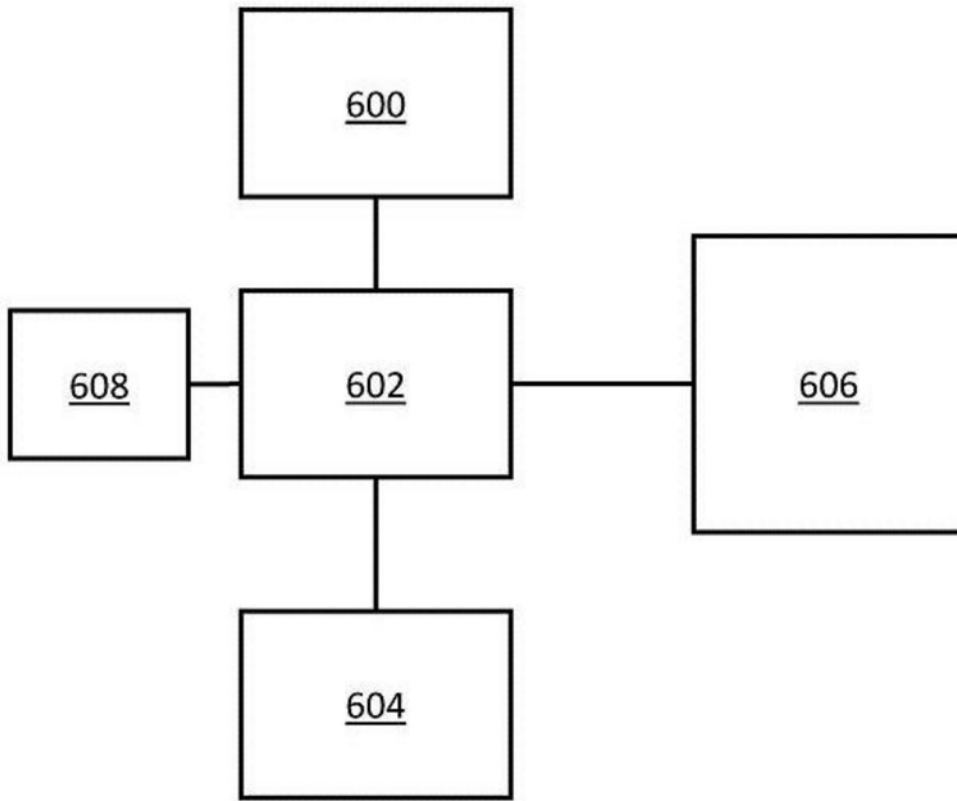


图4

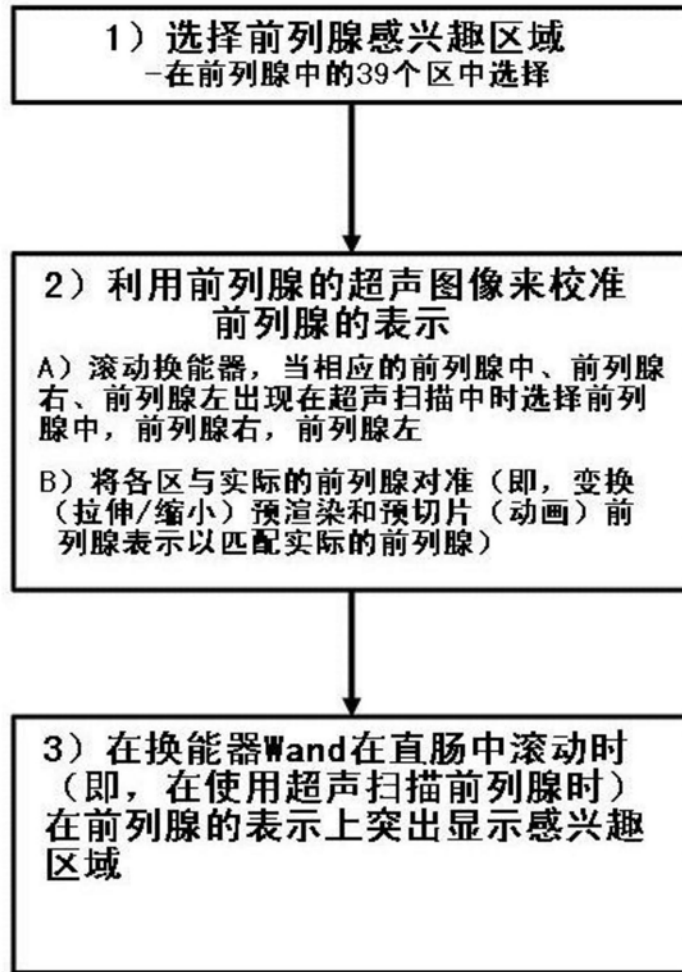


图5

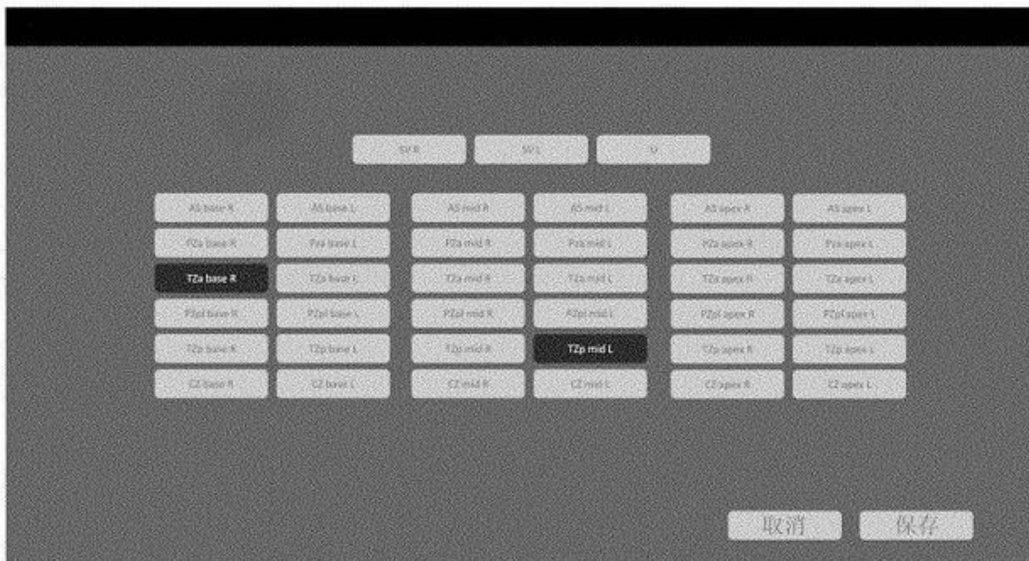


图6A

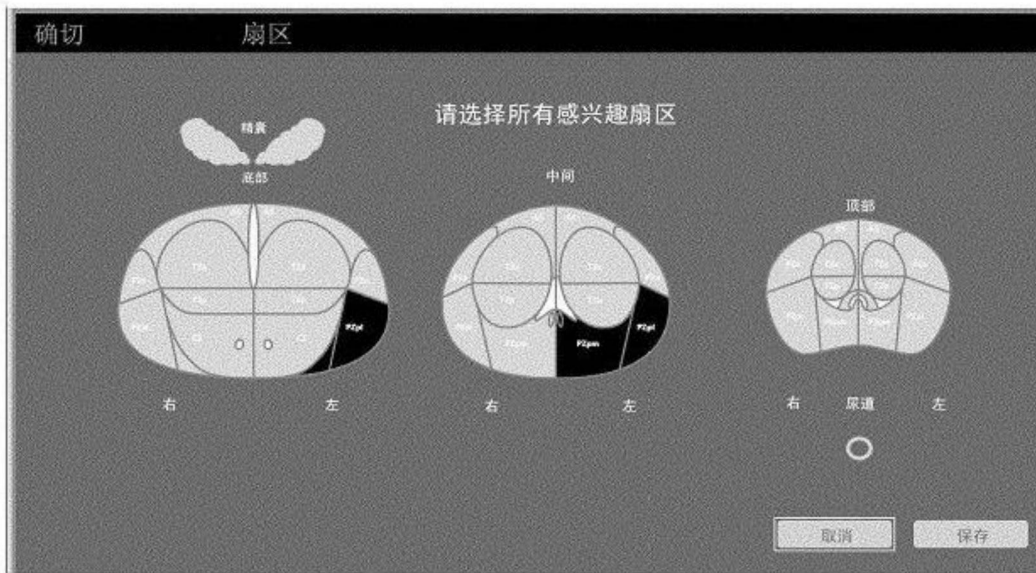


图6B

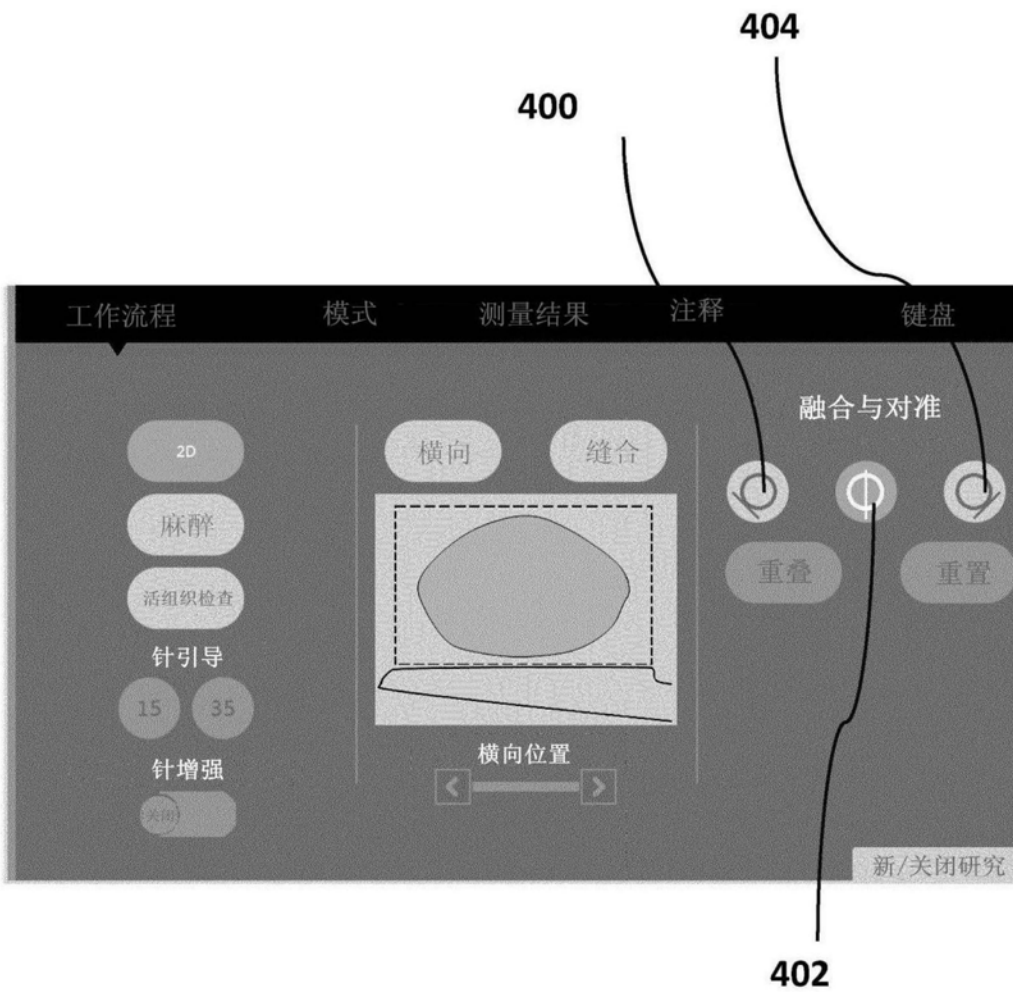


图7

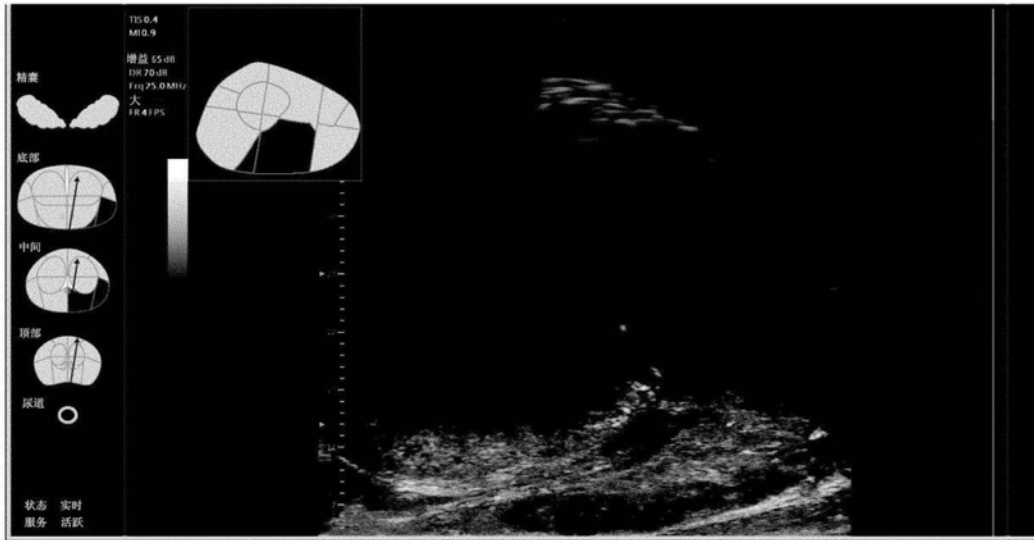


图8A

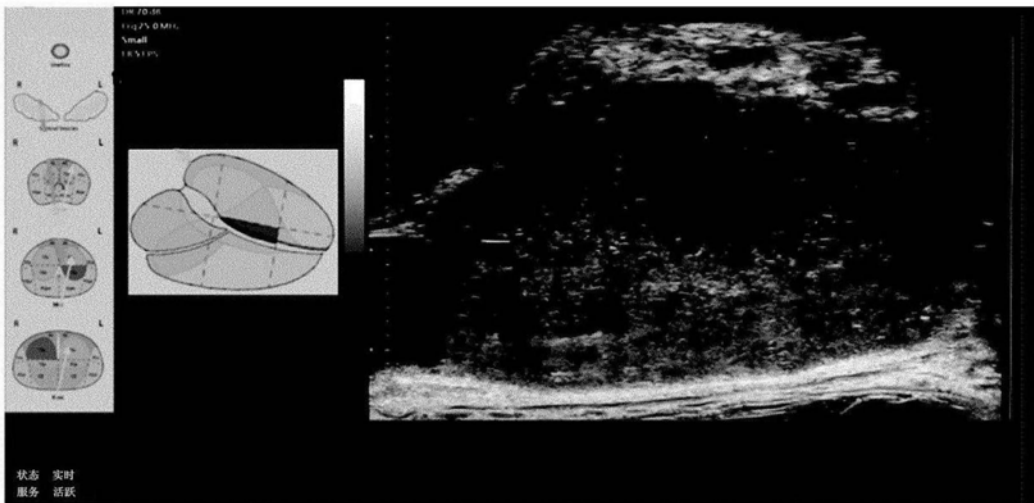


图8B

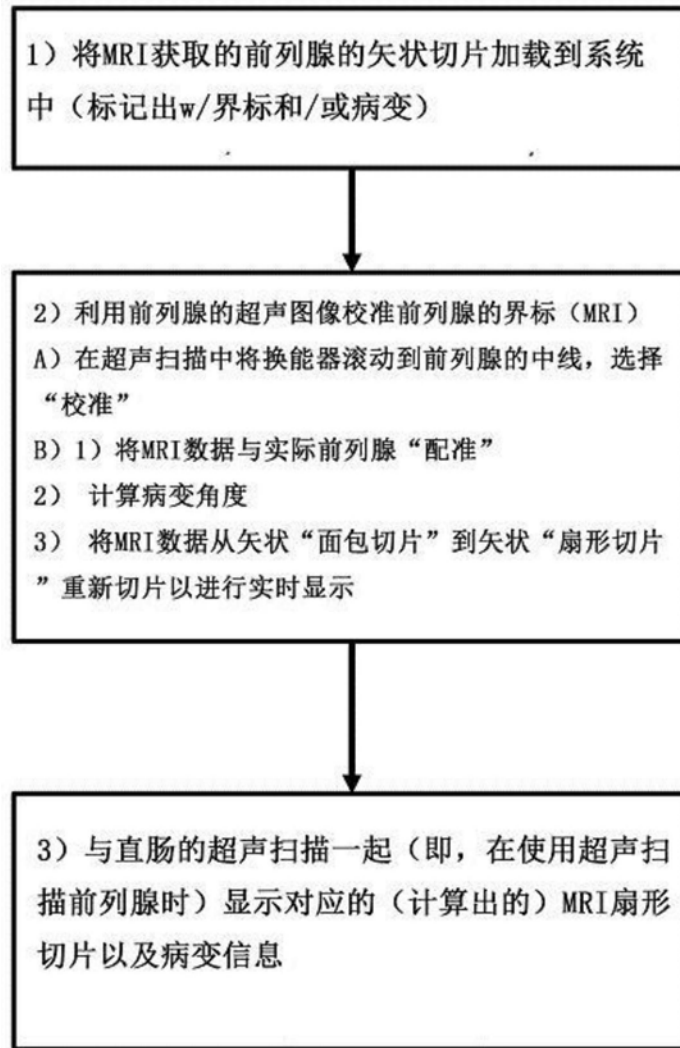


图9

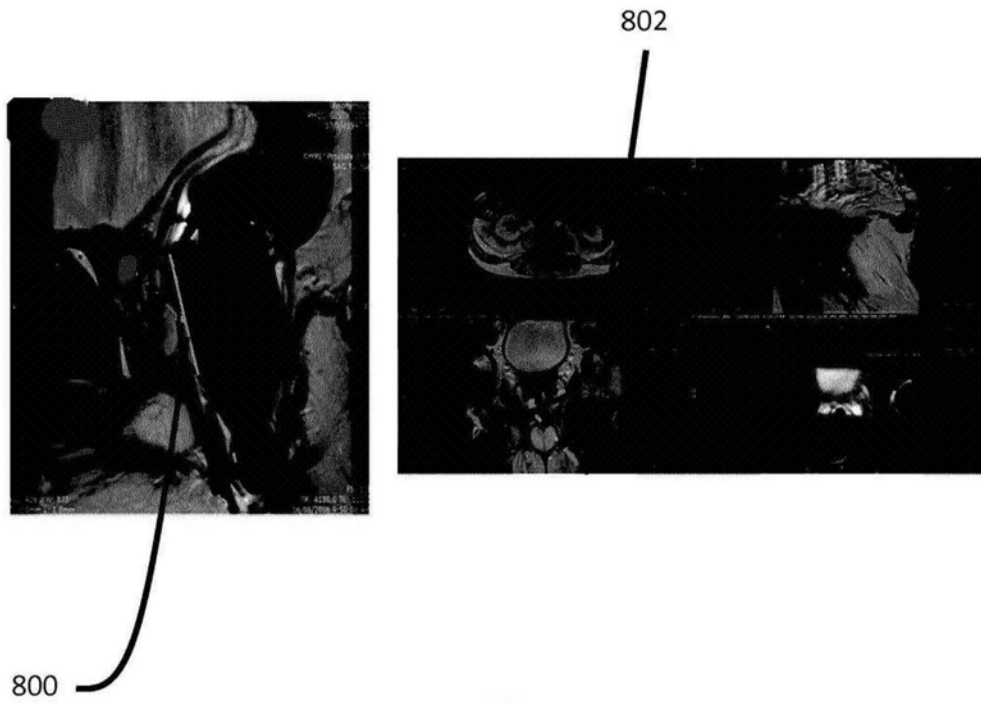


图10A

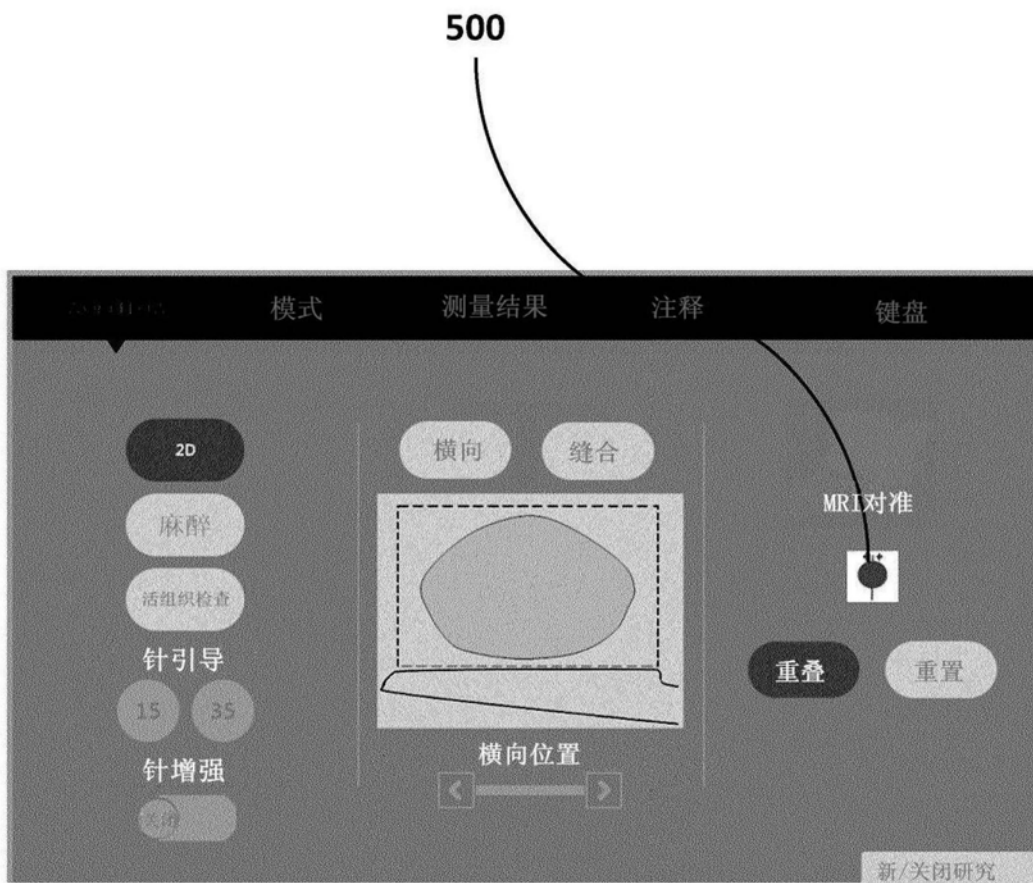


图10B

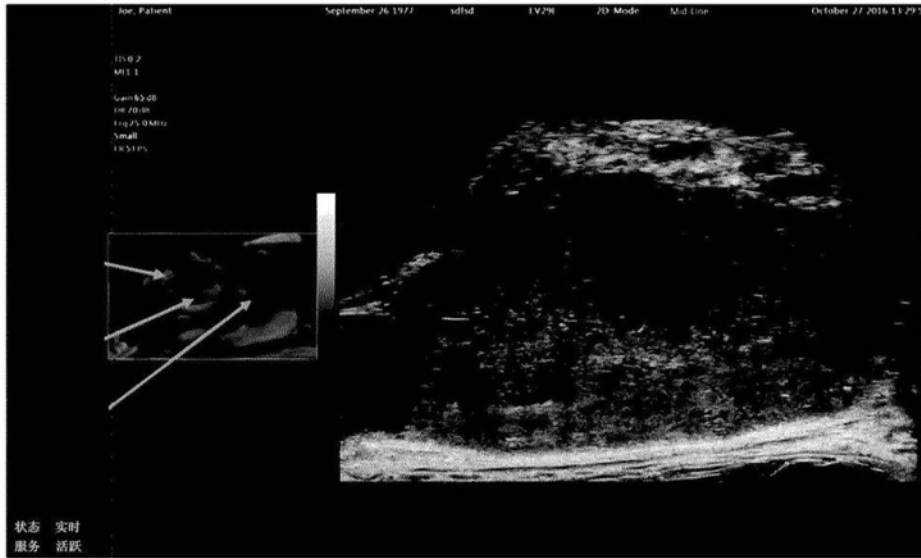


图10C

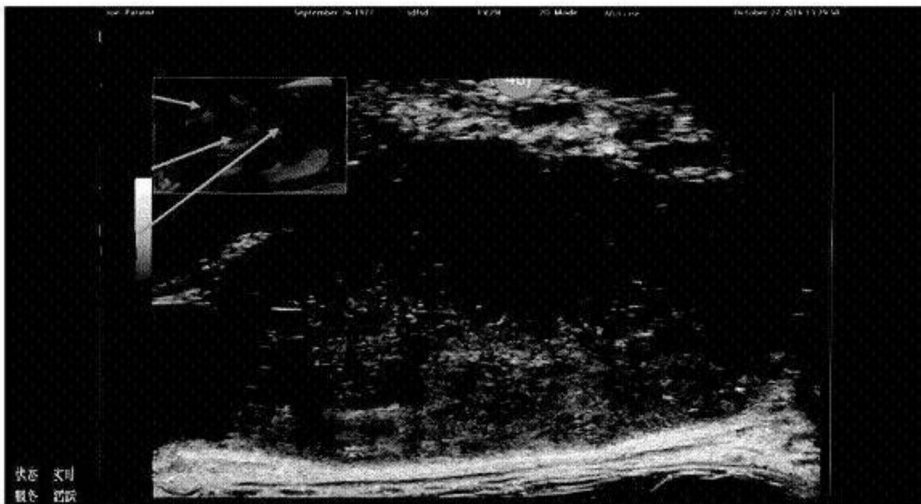


图10D

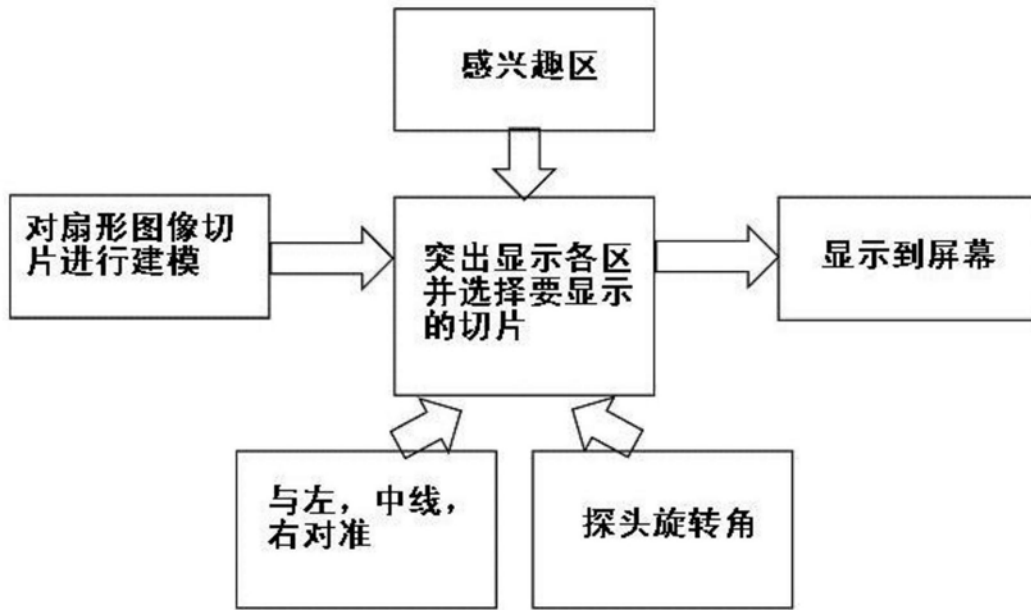


图11

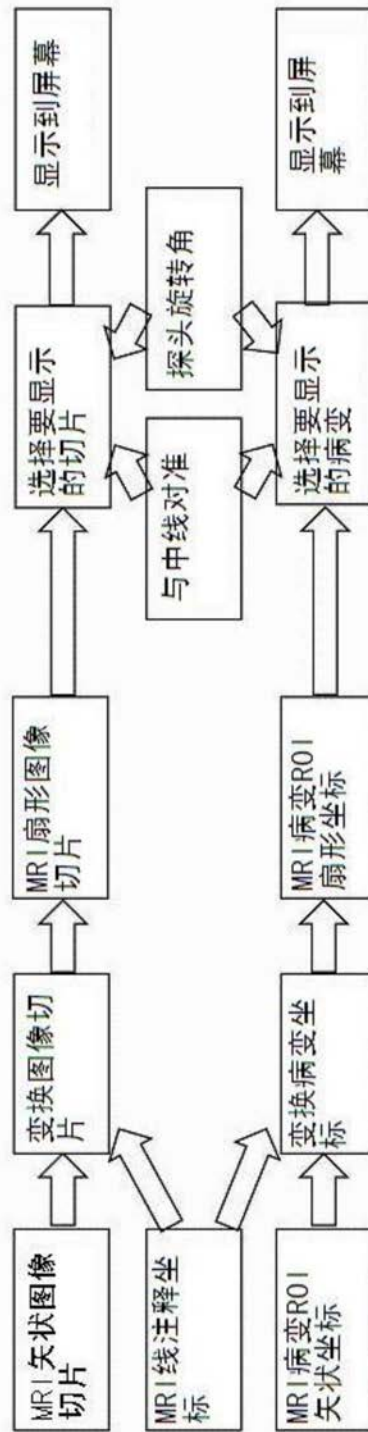


图12

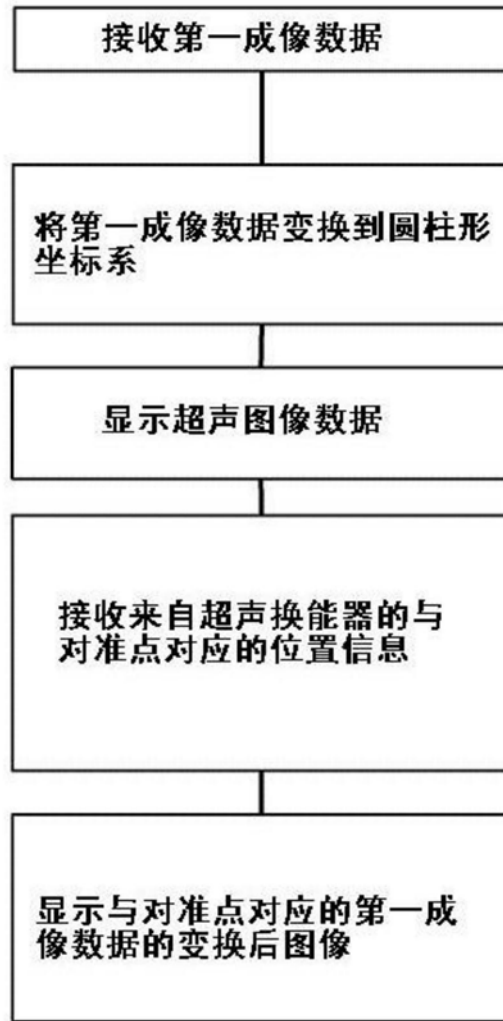


图13

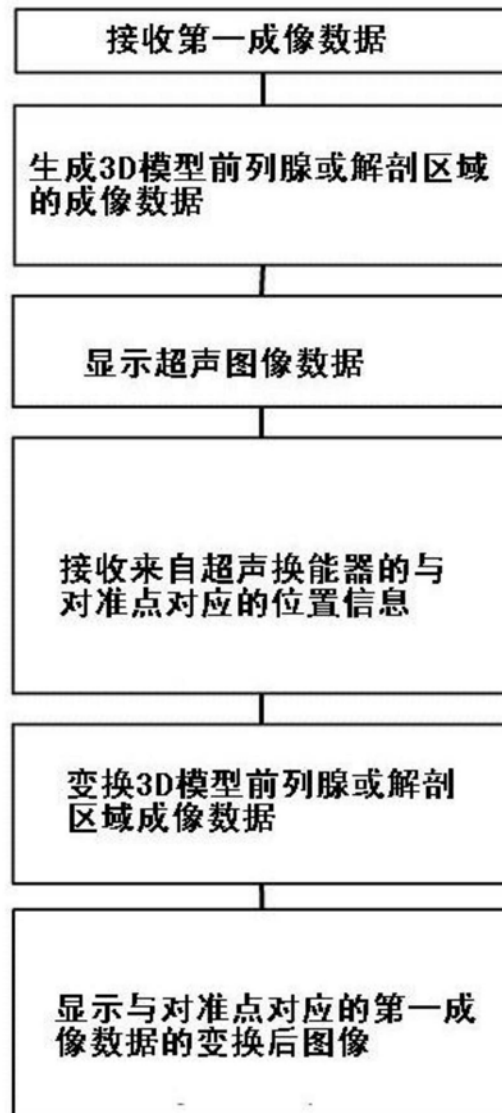


图14

专利名称(译)	用于可视地辅助超声系统的操作者的方法和系统		
公开(公告)号	CN111093548A	公开(公告)日	2020-05-01
申请号	CN201880018889.2	申请日	2018-03-20
[标]发明人	J·理查森 J·温		
发明人	J·理查森 J·温 B·C·沃德林格		
IPC分类号	A61B34/00 A61B34/10 A61B34/20 A61B8/00 A61B8/12 A61B5/055		
CPC分类号	A61B8/085 A61B8/4245 A61B8/463 A61B8/466 A61B8/483 A61B8/5261 A61B8/5292		
优先权	62/473874 2017-03-20 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了用于在视觉上辅助超声系统的操作者的系统和方法。在一个方面，该方法涉及使用第一坐标系接收解剖区域的成像数据，该成像数据标记有用于识别解剖区域的界标；将解剖区域的成像数据从该坐标系变换为圆柱坐标系；显示从超声换能器接收的解剖区域的实时超声图像；接收来自超声换能器的对应于解剖区域的对准点的位置信息；使用该界标，显示来自解剖区域的变换后的成像数据的与对准点对应的变换后图像；其中，同时显示变换后图像和实时超声图像。在另一方面，该方法涉及生成和变换第一解剖区域的3D模型。

