



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105813691 B

(45)授权公告日 2019.03.26

(21)申请号 201480067544.8

(22)申请日 2014.12.05

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105813691 A

(43)申请公布日 2016.07.27

(30)优先权数据

61/915,081 2013.12.12 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2016.06.12

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/066616 2014.12.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/087217 EN 2015.06.18

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 S·巴拉特 E·德赫甘马尔瓦斯特

A·K·贾殷

A·M·塔赫玛塞比马拉古奥施

F·G·G·M·维尼翁

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英 刘炳胜

(51)Int.Cl.

A61N 5/10(2006.01)

A61B 90/00(2016.01)

(56)对比文件

CN 101861186 A,2010.10.13,

WO 0239917 A1,2002.05.23,

US 5810007 A,1998.09.22,

WO 2007023477 A2,2007.03.01,

CA 2655001 A1,2010.08.20,

审查员 田方方

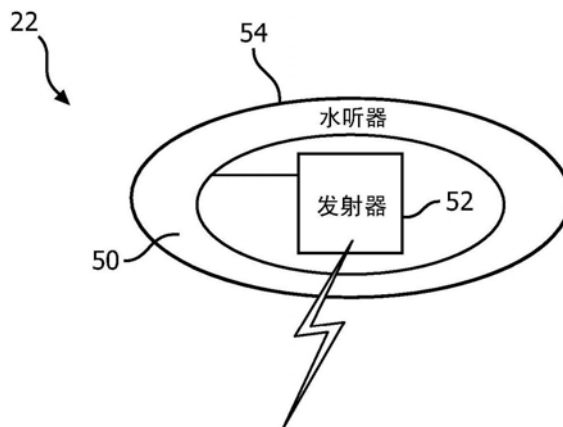
权利要求书2页 说明书14页 附图11页

(54)发明名称

解剖学超声信息与用于辐射治疗的辐射递送信息的实时融合

(57)摘要

一种辐射治疗递送系统(10),包括:超声成像单元(26)、辐射治疗递送机构(12、56、70、88)、位于所述对象内部的多个基准点(22、90)、图像融合单元(40)和递送评估单元(38)。超声成像单元(26)包括换能器(30),所述换能器发射超声,以在第一坐标系中对对象(16)的解剖学部分进行实时成像。辐射治疗递送机构(12、56、70、88)在第二坐标系中在对象的解剖学部分中递送一定量的治疗辐射。基准点(22、90)包括植入物或经直肠超声探头(80)。图像融合单元(40)将多个基准点的位置配准到第一和第二坐标系中的至少一个并实时跟踪基准点的位置。递送评估单元(38)相对于所述对象的被实时成像的解剖学部分来识别所递送的治疗辐射的位置和量。



1. 一种辐射治疗系统(10),包括:

能定位于对象的内部的多个基准点(22、90);

超声成像单元(26),其包括换能器(30),所述换能器被配置为发射超声波以在实时坐标系中对对象(16)的解剖学部分实时成像;

辐射规划单元(18),其被配置为使用至少一幅辐射处置规划图像在规划坐标系中识别要被递送至所述对象(16)的解剖学部分的治疗辐射的规划的处置位置和规划的量;

图像融合单元(40),其被配置为基于内部基准点(22)的位置将所述实时坐标系配准到所述规划坐标系,并且被配置为实时跟踪所述基准点的所述位置;以及

递送评估单元(38),其被配置为相对于所述对象的被实时成像的解剖学部分来识别所述基准点(22)的所述位置和所递送的辐射的所述量,

其中,所述多个基准点(22)中的每个基准点包括:

无线发送器(52),其被配置为至少发送自我身份;

传感器(50),其被连接到所述发送器,所述传感器包括响应于接收到所发射的超声波而被激活的压电元件,并且所述传感器对所述发送器供电;以及

胶囊(54),其由生物相容材料构造,所述胶囊封装所述无线发送器和所述传感器;

至少一个天线(36),其位于所述对象的外部,并且所述至少一个天线被配置为接收所发送的自我身份;并且

其中,所述递送评估单元(38)被配置为基于所发送的自我身份来识别所述基准点(22)的所述位置,并且基于辐射递送机构来识别辐射的所述量,并且

其中,所述图像融合单元(40)被配置为:基于在所述超声波的发射与接收之间的时间以及一个或多个所发射的超声波的方向和所接收的一个或多个所发射的超声波的幅度,来确定所述基准点(22)相对于所述超声换能器(30)的位置。

2. 根据权利要求1所述的系统(10),其中,所述辐射规划单元(18)被配置为基于所递送的治疗辐射来修改要被递送至所述对象(16)的所述解剖学部分的治疗辐射的所述规划的量和/或规划的位置。

3. 根据权利要求1-2中的任一项所述的系统(10),其中,所述辐射规划单元(18)被配置为基于所述基准点的所述位置来调节治疗辐射递送的规划的定时。

4. 根据权利要求1-2中的任一项所述的系统(10),还包括:

辐射治疗递送系统(12、56、70、88),其被配置为在所述规划坐标系中向所述对象的所述解剖学部分递送所述规划的量的治疗辐射。

5. 根据权利要求1-2中的任一项所述的系统(10),还包括:

显示设备(34),其被配置为显示叠加在所述对象的所述实时成像的解剖学部分上的基准点(22)位置。

6. 根据权利要求4所述的系统(10),其中:

所述辐射治疗递送系统(12)还包括外部射束辐射治疗设备;并且其中,

所述递送评估单元(38)还被配置为接收根据第二坐标系从所述外部射束辐射治疗设备基于射束形状、持续时间和方向而递送的治疗辐射的量和位置,并确定被递送至每个靶组织和一个或多个危险器官的治疗辐射的量和位置。

7. 根据权利要求6所述的系统(10),还包括:

辐射治疗递送单元(42),其被配置为控制所述外部射束辐射治疗设备以基于处置计划递送一定形状、方向、强度和持续时间的治疗辐射的射束;并且

其中,所述辐射规划单元(18)被配置为进行如下操作中的至少一项:在递送期间修改所述处置计划,对所述外部射束进行门控,或者基于所述基准点的所述位置来调节对所述外部射束的准直。

8.根据权利要求4所述的系统(10),其中,所述辐射递送系统包括被安装在所述基准点(22)中的放射性点源(56)。

9.一种能植入的基准点(22),包括:

无线发送器(52);

传感器(50);以及

胶囊(54);

其中,所述无线发送器(52)被配置为发送自我身份以及如下信息中的至少一项:i)由所述传感器(50)探测到的在预定角度处发射的超声激活的频率,ii)由所述传感器(50)探测到的超声激活的强度,iii)用于检验所述自我身份的校验和,iv)用于建立针对所述发送的时间流通的超声循环计数;

其中,所述传感器(50)被连接到所述无线发送器,并且所述传感器包括响应于接收到的所发射的超声波而被激活的压电元件,并且所述传感器被配置为对所述无线发送器供电;并且

其中,所述胶囊(54)由生物相容材料构造,所述胶囊封装所述无线发送器和所述传感器,并且所述胶囊被配置为当针被插入到对象中时通过所述针植入在对象中。

## 解剖学超声信息与用于辐射治疗的辐射递送信息的实时融合

### 技术领域

[0001] 下文总体涉及医学成像和辐射治疗。本发明尤其适于与使用超声对解剖学信息的实时成像和辐射治疗的递送结合使用,并将具体参考其加以描述。然而,应当理解,本发明还适用于其他使用情形,未必限于上述应用。

### 背景技术

[0002] 辐射治疗是一种使用辐射对患者进行处置的流程,常常用以杀死或破坏有害组织,例如肿瘤。辐射治疗被应用于对象的组织,以使对健康组织的辐射最小化。健康组织可以包括有危险的器官(OAR),诸如心脏、肝脏、肾脏、尿道、直肠、膀胱等,它们可能非常接近或包括不健康的组织。在递送期间对辐射的精确放置对于保护功能器官同时破坏不健康或患病组织的重要的。两种常规的辐射治疗技术包括近距放射治疗和外部射束辐射治疗(EBRT)。用于规划辐射治疗的解剖学图像通常使用X射线计算断层摄影(CT),其提供详细的解剖学信息,但使用X射线辐射获得解剖学图像。

[0003] 近距放射治疗通常使用低剂量辐射点源或种子,其被植入在对象的不健康组织中。通过被插入到不健康组织中的针分布或放入(drop)种子,以向周围的不健康组织提供辐射。所述种子提供辐射的局域化的源。通常,能够将50-100个种子植入到前列腺中。近距放射治疗通常用于处置乳房、颈部、前列腺和皮肤癌。相对于不健康和OAR对种子的精确放置或递送确定了向肿瘤和OAR递送的辐射的剂量。在不健康组织中分布多个种子以提供覆盖。该覆盖基于每个放入的种子的位置以及有每个点源发射的辐射的量。

[0004] EBRT使用诸如线性加速器(LINAC)的EBRT设备将辐射的外部线性射束递送通过身体到靶组织。通常,能够对射束设定形状并从不同方向瞄准以帮助避免击中OAR。当外部辐射射束活动时知道靶和OAR相对于辐射束的精确位置确定了针对辐射束路径中的肿瘤和任何健康组织的剂量递送。

[0005] 在辐射治疗的递送中,相对于不健康和健康组织的解剖学位置对辐射的精确放置会影响结果,尤其是杀死不健康组织的剂量充足性以及该剂量对健康组织的副作用。在辐射的递送期间,健康和 not 健康组织的位置受到患者的运动的影响。该运动可以包括刚性运动、非刚性运动、器官的变形和由于呼吸和/或心动周期导致的重复运动。一个挑战是在递送期间将治疗辐射的位置匹配到靶和OAR的解剖学位置。换言之,一个挑战是在递送期间在公共坐标系中将剂量测定信息和解剖学信息配准。第二挑战是基本实时地准确测量运动,从而在递送期间能够做出调节以校正位置和/或运动。

[0006] 例如,在近距放射治疗中,能够从超声获得解剖学信息,但将放入的种子的位置与靶和OAR匹配可能存在问题。超声(US)能够在不使用X射线辐射的情况下在治疗辐射的递送期间提供连续实时的解剖学图像。然而,种子的可视性可能被阴影或其他伪影模糊化或混淆,其导致差的灵敏度和特异性。对种子的不良放置可能导致冷斑或冷区,其中,靶不会接收适当的辐射剂量,或者具有OAR接收剂量超过规定的斑。

[0007] 已经使用的一种方法以拍摄中间CT图像,所述中间CT图像将具有较低可视性的种

子与高对比度的器官边界进行对比,但其涉及将患者从近距放射治疗操作配置移动到CT成像配置,以及使患者返回到操作环境以对种子的放置进行调节。两种患者运动容易在CT和近距放射治疗坐标系之间造成配准误差。使用CT还增加了对患者的额外X射线剂量。

[0008] 另一种方法是使用中间荧光透视图像,其以良好的对比度对种子进行成像,并与CT相比降低了对患者的X射线成像剂量。然而,荧光透视图像提供低解剖学对比度,并且是断续拍摄的,这使得将种子位置匹配到解剖学位置是困难的。

[0009] 在EBRT中,引导辐射射束通过对象。通常,使用被放置在患者的皮肤上的外部标记来将患者配准到EBRT递送设备的坐标系和高分辨率规划图像的坐标系。然而,该外部标记提供不良的内部解剖学信息。由于组织柔韧性的原因,会发生外部标记和靶与OAR之间的配准误差。在辐射的递送期间在没有公共坐标系与外部射束坐标系中的精确解剖学信息的情况下,可能会导致对肿瘤的不完全的剂量覆盖以及对OAR的显著损伤。保护OAR的一种方法是从足够大以包括整个运动范围的OAR周围的裕量(margin)排除辐射递送。保证规定剂量的递送的一种方法是辐照靶周围的裕量,使得靶处在运动范围上的射束中。由于靶和OAR接近,所以确保对靶的满剂量和对OAR的最小剂量常常是冲突的目标。

[0010] 识别器官边界和/或运动的精确位置的另一种方法是使用电磁(EM)跟踪技术。然而,EM跟踪对于外部失真是敏感的并且取决于对EM场发生器的定位,所述外部失真例如是金属设备、患者体内的假体、心脏起搏器等。

[0011] US 5810007A公开了一种用于通过辐射治疗定位和处置患者的前列腺的方法和设备。所述系统包括超声探头,所述超声波探头用于利用具有至少两个基准点端点作为界标的探头来生成前列腺的超声图像。另外,所述系统包括CT装置,以生成前列腺附近解剖学区域的X射线模拟器图像,并且还包括执行计算机软件的计算机,以将超声图像变换成模拟器图像,从而能够相对于邻近的解剖学特征准确定位前列腺,使得能够在前列腺上进行准确的辐射治疗。

[0012] CA 2655001A1公开了一种用于配准来自两种成像模态的图像数据的方法和系统,以产生具有来自这两种成像技术的特征的图像。具体而言,所述方法和系统涉及图像数据的基于强度的配准。所述成像模态例如可以是超声和X射线、磁共振成像或术前计划。

[0013] WO 02/39917A1公开了在人体之内定位和界定靶位置的系统和方法。所述系统能够包括至少一个标记器、探头和探测器,以通过向外科医生提供代表探头与标记器之间的接近度的变化的信息,而在定位标记器时使用。所述标记器能够具有可以由关联的探头和探测器能探测到的各种探测特征,例如,伽马辐射。

## 发明内容

[0014] 下文公开了一种对解剖学超声信息与用于辐射治疗的辐射递送信息的新的经改进的实时融合,其解决了上述问题和其他问题。

[0015] 根据一个方面,一种辐射治疗系统,包括:位于对象内部的多个基准点、超声成像单元、辐射规划单元和图像融合单元。所述超声成像单元包括换能器,所述换能器发射超声波,以在实时坐标系中对对象的解剖部分进行实时成像。所述辐射规划单元包括至少一幅辐射处置规划图像,所述辐射处置规划图像根据规划坐标系来识别对象的解剖部分中的治疗辐射的规划的位置和量。所述图像融合单元基于所述内部基准点的位置将所述实时坐标

系配准到所述规划坐标系,并实时跟踪所述基准点的位置。

[0016] 根据另一方面,一种辐射治疗递送系统,包括:超声成像单元、辐射治疗递送机构、位于针对所述对象的内部的多个基准点、图像融合单元和递送评估单元。所述超声成像单元包括换能器,所述换能器发射超声波,以在第一坐标系中对对象的解剖部分进行实时成像。所述辐射治疗递送机构在第二坐标系中在对象的解剖部分中递送一定量的治疗辐射。所述基准点包括植入物或经直肠超声探头。所述图像融合单元将多个基准点的位置配准到第一和第二坐标系中的至少一个并实时跟踪基准点的位置。所述递送评估单元相对于所述对象的被实时成像的解剖部分来识别所递送的治疗辐射的位置和量。

[0017] 根据另一方面,一种辐射治疗的方法,包括:利用换能器生成实时超声图像,所述换能器在第一坐标系中在对象的解剖学部分解剖部分中发射超声波,所述第一坐标系包括多个内部基准点位置。在第二坐标系中在对象部分的位置和量中递送治疗辐射。识别多个基准点的位置。将多个基准点的位置配准到第一和第二坐标系中的至少一个并实时跟踪基准点的位置。确定递送给对象解剖部分的治疗辐射的位置和量。

[0018] 根据另一方面,一种植入式基准点,包括:无线发送器、连接到发送器的传感器以及由生物相容材料构造的胶囊,所述胶囊封装所述无线发送器和所述传感器,并且被配置为通过插入到对象体内的针而被植入到对象中。无线发送器至少发送自我身份。所述传感器包括响应于接收到所发射的超声波而激活的压电元件,并且为所述发送器供电。

[0019] 根据另一方面,一种超声系统,包括:经直肠探头、处理器和显示设备。所述探头包括:具有圆滑端部的轴,其被配置为插入到对象的直肠中;位于所述轴上的至少一个成像阵列,并且包括发射超声波并接收所反射的声波的发送器,以及多个辐射不透明的基准点,所述基准点相对于所述轴定位并且被定位成不同取向,以提供针对所述超声成像单元坐标系被校准的三维坐标参考。所述处理器被连接到至少一个成像阵列并且被编程为将所接收的反射声波重建成解剖学图像。所述显示设备被配置为显示所重建的解剖学图像。

[0020] 一个优点是在公共坐标系中合并了连续实时解剖学信息与辐射治疗递送信息。

[0021] 另一优点在于,能够基于辐射源、不健康组织和/或健康组织的位置在递送期间调节治疗辐射的递送。

[0022] 另一优点在于,使用非X射线成像源获得连续实时解剖学成像信息。

[0023] 另一优点在于,在辐射治疗期间跟踪精确内部患者运动。

[0024] 另一优点在于,实时配准辐射源的坐标系、诊断图像的坐标系和患者解剖结构的坐标系。

[0025] 另一优点在于,为临床医师提供了无论何时认为必要时都可以通过将信息与另一成像模态(例如,荧光透视)融合来确认其对一种成像模态(例如,US)的解读是否正确的能力。

## 附图说明

[0026] 在阅读和理解以下详细描述之后,其他优点对于本领域的普通技术人员而言将是显而易见的。

[0027] 本发明可以采取各种部件和部件布置,以及各种步骤和步骤安排。附图的作用在于对优选实施例进行图示,不应认为其对本发明构成限制。

[0028] 图1示意性图示了对解剖学超声信息与为EBRT配置的辐射递送系统的实时融合或配准的实施例。

[0029] 图2A-2B示意性图示了内部基准点的实施例。

[0030] 图3图解图示了具有3维(3D)超声换能器的内部基准点的实施例。

[0031] 图4示意性图示了对解剖学超声信息与为近距放射治疗配置的辐射递送系统的实时融合的实施例。

[0032] 图5示意性图示了对解剖学超声信息与为近距放射治疗配置的,具有经直肠超声(TRUS)探头的辐射递送信息系统的实时融合的实施例。

[0033] 图6A-6D示意性图示了具有辐射不透明基准点的经直肠超声(TRUS)探头的实施例。

[0034] 图7图解图示了具有2维(2D)超声换能器的内部基准点的实施例。

[0035] 图8图示了具有治疗辐射指示器的近距放射治疗的示范性超声图像。

[0036] 图9以流程图示出了为介入式辐射治疗对解剖学超声信息与辐射递送信息进行实时融合的一种方法。

[0037] 图10以流程图示出了利用TRUS探头使用对解剖学超声信息与近距放射治疗的辐射递送信息的实时融合的实施例的一种方法。

## 具体实施方式

[0038] 参考图1,示意性图示了对解剖学超声信息与为EBRT配置的辐射递送信息系统10进行实时融合的实施例。所述系统被示为利用指向对象16的前列腺14的EBRT设备12而使用针对EBRT的辐射治疗配置。辐射治疗规划单元18对对象进行成像,并存储对象的规划图像作为辐射治疗计划20的一部分。能够从CT图像、MR图像等获得规划图像。规划图像被用于构造辐射治疗计划20,射治疗计划20包括用于将辐射递送放置到对象解剖部分的指令。所述规划图像能够包括存在于规划图像中的内部或植入基准点22,并且有助于将所述规划图像配准到辐射递送和实时解剖学信息。

[0039] 辐射治疗规划单元18维护辐射治疗计划20。辐射治疗计划20识别治疗辐射的规划的递送位置或靶。对于分部处置而言,能够将中间CT或其他规划图像与基准点22相互配准。

[0040] 分割单元24分割诸如肿瘤的靶组织。分割单元24能够分割一个或多个健康组织,诸如解剖学成像区域中的OAR,诸如前列腺。能够分割非常接近治疗辐射的其他健康组织,例如尿道、膀胱等。

[0041] 所述系统包括超声成像单元26,超声成像单元26连续实时地对对象的解剖部分进行成像。能够为超声成像单元配置2维成像(2D)或3维成像(3D)成像探头28。能够为2D成像探头使用机器人控制和旋转。所述超声成像单元操作在第一坐标系中。能够通过现有技术中已知的手段,诸如视频、激光、声学等,将第一坐标系配准到房间坐标系。例如,能够利用针对房间校准的多个相机可见的标记物来标记探头28,所述标记物提供探头相对于房间坐标的位置。

[0042] 超声成像探头28包括至少一个换能器30,其以超声频率向对象的组织中发射声波。能够根据声音频率、方向、持续时间、定时和角度来发射声波。所述声波在换能器处被反射和接收。换能器30连接到超声成像单元26的一个或多个处理器32,超声成像单元26将由

换能器向处理器32发送的指示所接收的反射声波的信号转换成图像。在显示设备34上显示所述图像。能够基于与规划图像的相互配准在所显示的超声图像中对分割的组织进行色彩编码或以其他方式对其进行指示。能够在外部应用探头28,诸如如图所示经会阴或经腹壁,或在内部应用,例如被插入到直肠或食道中。

[0043] EBRT递送设备12可以包括线性加速器(LINAC)、X射线、粒子射束设备等。EBRT递送设备12根据第二坐标系在通过对象16的组织投射的线性射束中递送辐射治疗。能够通过使用多叶准直仪(MLC)来设定射束的形状。能够对射束进行门控打开和关闭。能够基于辐射治疗计划20从关于对象的不同角度投射射束。用于EBRT设备12的指令由辐射治疗递送单元42执行,辐射治疗递送单元42控制外部辐射治疗射束的精确位置、强度、持续时间和形状。能够针对房间的坐标系来校准EBRT设备的坐标系。

[0044] 基准点22位于内部并能够是被植入的。如图所示,基准点22被植入在腹部区域中,但能够被植入在任何解剖学区域中。能够为基准点22配置辐射点源,诸如在组合式EBRT和近距离放射治疗中,或者如图所示,没有辐射点源。植入的基准点22用于运动跟踪和坐标参考。例如,基准点可以被植入在前列腺中,并且沿着周围OAR(诸如直肠壁、尿道、膀胱等)的表面。在对象呼吸时,前列腺和/或OAR会移动和/或变形。所述基准点提供了边界信息,这减小或消除了通常被用于适应运动的裕量。

[0045] 在生物相容胶囊中封装基准点22以形成种子。在响应于接收到超声波而被激活时,基准点22以无线方式发送自我身份。例如,能够为每个基准点配置字母数字指定器。第一基准点发送独特的身份A00001,并且第二基准点发送独特的身份A00002,等等。备选地,所述基准点能够基于预定射频来发送自我身份。能够为基准点22配置额外的电路以发送额外的信息。例如,所发送的额外信息能够包括由换能器测量并由基准点接收的以特定角度或强度发射的特定超声频率激活。在另一范例中,所发送的额外信息能够包括验证自我身份的校验和或其他信息,或者为发送建立时间流通(time currency)的循环计数。

[0046] 位于对象外部的天线36接收来自基准点22的发送的信息。所述天线将所接收的信号传送至图像融合单元40,所述图像融合单元40将对应的基准点定位在超声成像单元26的第一坐标系中。所述图像融合单元通过分析在所发射的信号扫过视场时由基准点接收的所发射的超声信号来将基准点的位置融合到所述第一坐标系。飞行时间测量结果提供了基准点22距发送器30的轴向或径向距离。射束点火顺序中的幅度测量结果和次序提供了基准点的横向或角位置。当与3D换能器或2D矩阵阵列一起使用时,获得基准点的高度。基于所接收基准点自我身份的定时和超声探头的点火顺序,能够相对于换能器30或在连续实时超声成像单元26的坐标系中确定基准点22的位置。

[0047] 图像融合单元40将连续实时成像单元26的第一坐标系与治疗辐射递送设备12的第二坐标系进行融合,所述第一坐标系包含解剖学信息,例如,前列腺区域,治疗辐射递送设备12基于基准点22递送治疗辐射,例如EBRT设备的治疗辐射的线性射束。所述融合单元能够额外将辐射计划20的规划图像配准到经融合的坐标系。所述基准点提供了在解剖学区域之内的准确位置并且提供了利用外部基准点不可能获得的精确运动信息。通过经融合的坐标系,所述辐射治疗递送设备知道了超声图像和规划图像的解剖学信息的精确位置。

[0048] 递送评估单元38接收根据EBRT坐标系基于来自EBRT设备的射束形状、持续时间和方向而递送的治疗辐射的量和位置。递送评估单元38基于经融合的坐标系来确定递送到靶

和OAR中的每者的治疗辐射的量和位置。递送评估单元38跟踪基准点相对于辐射束的位置。所述跟踪能够包括来自规划信息的分割信息和/或关于相对于植入基准点的组织边界、OAR、靶等的输入信息。

[0049] 辐射规划单元18能够根据经融合的坐标系基于靶或OAR相对于所递送的治疗辐射的射束的位置在递送期间修改指令集。例如,能够控制辐射递送单元以在靶组织移动离开辐射束和/或ORA移动进入辐射束时,对辐射束进行门控。在另一范例中,MLC能够自适应地移动以基于基准点的移动来设定射束形状,以符合靶和/或OAR的移动。另一范例组合了基于重复运动的距离利用自适应MLC移动的门控打开和关闭。MLC能够用于适应特定参数之内的重复运动,如果超过该参数,则门控关闭射束。

[0050] 递送评估单元38使用基准点作为参考来累计由OAR和靶组织所接收的治疗辐射剂量。例如,连续实时地累计所累计的辐射。能够基于累计的剂量在递送中做出调节。能够跨多个治疗部分来累计剂量和/或将所述剂量与近距放射治疗剂量信息(例如,内部治疗辐射)相组合。所累计的剂量还能够被用于修改递送。例如,MLC能够基于组织进入和离开射束的移动进一步针对健康组织来设定射束的形状,并在当前治疗递送期间接收阈值量。

[0051] 处理器32和显示设备34能够被配置为工作站44的一部分。健康护理从业者能够使用至少一个输入设备46,诸如键盘、鼠标、麦克风等,与控制器进行交互,输入命令等。处理器32包括一个或多个电子处理器或电子处理设备。显示器24显示连续实时超声图像、叠加图像或图像覆盖图、菜单、面板和用户控制器。工作站44可以是台式计算机、膝上计算机、平板电脑、移动计算设备、智能电话等。

[0052] 由被编程或配置的电子数据处理设备,诸如工作站44的电子处理器或电子处理设备32,或者由通过网络等与工作站44操作性连接的基于网络的服务器计算机,等等,适当实现各个单元18、24、26、38、40和42。使用存储了可以由电子数据处理设备读取并且可以由电子数据处理设备运行以执行所公开技术的指令(例如,软件)的非暂态存储介质来适当地实施所公开的融合、定位、分割、评估和递送技术。

[0053] 参考图2A和2B,示意性图示了内部基准点22的实施例。在图2A中,基准点22包括:被连接到无线发送器52的水听器或传感器50,以及由生物相容材料构造的胶囊54,所述胶囊54封装传感器50、发送器52以及在近距放射治疗中使用的辐射点源56。传感器50包括响应于接收到所发射的超声波而激活的压电元件,并且为发送器52供电。传感器的压电元件能够被并入到胶囊的部分或全部表面中。所述传感器能够包括钛酸铅锆(PZT)、聚偏二氟乙烯(PVDF)、共聚物或其他压电材料。所述传感器的尺寸大约为.2mm。胶囊54被配置为圆柱形,以通过插入对象体内的针被植入在对象体内。设定胶囊的尺寸和形状以通过针的内部馈送并放入到针尖处对象的身体内部位置。辐射点源56充当着近距放射治疗种子。

[0054] 图2B中所图示的基准点22包括传感器50、无线发送器52和胶囊54。在图2B的配置中,所述传感器能够覆盖胶囊的基本整个表面。所述发送器的电路能够包括有限的处理。例如,除了发射自我身份或其他信息之外,所述电路能够处理所接收的超声波以部分或完全地估计在坐标系中相对于超声换能器的位置、压缩数据,等等。所述治疗辐射递送机构是分离的,并且通过不同的递送机构递送。

[0055] 参考图3,在透视图图解图示了具有3维(3D)超声(US)换能器60的内部基准点22的实施例。US换能器发射预定频率、方向和时间的US声波。基于方向发射的波能够被基准点

22的传感器50接收。基于在发射与接收之间的时间,能够计算出范围62。基于一个或多个发射的US声波的方向和所接收的声波的幅度,来计算方位角64或侧角。在3D US中,基于一个或多个发射的US声波的方向和所接收的US声波的强度或幅度,来计算高度66。个体发射的US声波通过点火顺序中的定时、频率或频率编码进行区分,以提供时间和/或方向编码。如参考图2A和2B所描述的,能够在如参考图1所述被天线36接收之后,由位于基准点22中的电路和/或在位于工作站44中的处理器32中,执行本地处理。

[0056] 参考图4,示意性图示了对解剖学超声信息和为近距离放射治疗配置的辐射递送系统10进行实时融合的实施例。如参考图2A所述配置基准点22,其包括辐射点源56。超声探头28是在内部施加或插入对象直肠中的经直肠超声(TRUS)探头,其非常接近前列腺,以对前列腺区域成像。辐射计划20包括对每个辐射点源56相对于靶组织的规划的放置。所述辐射递送机构包括针70,针70将具有辐射点源56的基准点22递送到靶位置。能够为针70在针尖中配置在连续实时超声图像中可见的微型换能器。

[0057] 连续实时超声成像单元26能够向在所显示的超声图像中显示的解剖学图像上投射对每个点源的靶位置或规划的放置。规划的放置能够在对每个种子的放置过程中对健康护理从业者进行引导。超声成像单元26基于经融合坐标系在解剖学图像中覆盖基准点的位置。能够所述将位置进行色彩对比,利用诸如椭圆、十字或其他形状进行识别,或者以其他方式在显示设备34上所显示的图像中进行识别。

[0058] 递送评估单元38标识分配给每个点源的递送治疗辐射的位置和量。所述递送评估单元能够构造剂量云,其以3D格式来累计所有电源的剂量。

[0059] 图像融合单元40对基准点在超声解剖学图像的第一坐标系中与在治疗辐射递送的第二坐标系中的位置进行融合。图像融合单元40基于治疗辐射点源与对应基准点22非常接近而融合所递送治疗辐射的第二坐标系。由图像融合单元40跟踪基准点的位置,图像融合单元40跟踪基准点通过包括刚性、非刚性、前列腺变形的所有类型运动进行的移动以及由于呼吸和/或心动周期造成的重复运动。

[0060] 辐射治疗递送单元42将治疗辐射的实际放置与辐射治疗计划进行比较。所述比较能够包括辐射点源的差异,其指示从规划位置到实际位置的偏差。所述偏差能够包括治疗辐射量或强度的变化。所述辐射治疗递送单元跟踪哪些点源被递送,以及哪些未完成。所述辐射递送单元能够将所递送的治疗辐射与规划的治疗辐射递送进行比较。例如,能够在连续实时超声图像上叠加在3D实际矢量云与3D规划剂量云之间的差异。备选地,能够计算3D剂量云,以获得对每个分割的肿瘤或不健康组织和/或每个分割的健康组织(诸如OAR)的效果。另一种备选方案包括在连续实时超声图像上叠加3D规划剂量云和3D实际剂量云两者。

[0061] 辐射治疗规划单元18能够提供规划辐射点源和递送辐射点源的位置变化的“假如一怎么办”模拟。所得到的剂量云的视觉显示能够被叠加在分割的不健康组织和/或分割的健康组织上。在种子的植入期间,能够将所得到的剂量云显示为在连续实时超声图像上的覆盖。

[0062] 参考图5,示意性图示了对解剖学超声信息与利用TRUS探头80为近距离放射治疗配置的辐射递送信息系统10进行实时融合的实施例。荧光透视成像单元82包括被编程为生成荧光透视成像设备86的视场(FOV)84中的对象的荧光透视图像的处理单元32。荧光透视成像设备86根据需求或间断地操作,以减少对对象16的成像辐射曝光。所述荧光透视成像设备

定位成具有FOV,以包括在诸如前列腺的解剖区域中放下的种子或辐射点源88,以及包括与治疗辐射分离并且包括在TRUS探头80中的基准点90。

[0063] 包括辐射不透明材料的基准点90能够被植入轴中或者被固定在轴的盖中,例如一次性套筒配置。所述荧光透视成像单元对荧光透视成像设备的坐标系中放下的种子和基准点进行成像。放下的种子和辐射不透明基准点在荧光透视图像中具有高对比度。实时超声成像单元26与定位于探头中的基准点配准并对包括辐射点源88的解剖区域进行成像。

[0064] 用于近距放射治疗辐射点源88的辐射治疗递送机构包括被插入到对象解剖部分中的针70并放下包含治疗辐射点源的种子。用于放下种子的靶位置包括基于辐射治疗计划20的预定位置。

[0065] 图像融合单元40对荧光透视设备的坐标系和实时超声成像单元的坐标系以及在一些实施例中与规划图像的坐标系进行融合。所述图像融合单元能够将规划图像配准到超声图像。经融合的坐标系将辐射点源88的位置配准到实时超声解剖学图像。

[0066] 递送评估单元38根据荧光透视单元的坐标系和为治疗辐射的每个点源分配的剂量值来接收实际种子位置。所述递送评估单元基于经融合的坐标系来确定实际递送的治疗辐射的实际解剖学位置。所述递送评估单元能够基于荧光透视单元和超声的经融合的坐标系来确定递送到靶和OAR中的每者的治疗辐射的量和位置。

[0067] 参考图6A,在侧视图中并参考图6B示意示了TRUS探头80的实施例,在顶视图中示意性图示TRUS探头80被例示。TRUS探头包括具有圆滑端部的圆柱形轴,其被配置为插入到对象的直肠中。所述轴由无线电透明或无线电半透明的材料构造,并且该材料是生物相容的。

[0068] 在3D成像配置中,TRUS探头80包括诸如位于圆柱形轴92上并且彼此正交取向的两个成像阵列30。想到了成像阵列的其他配置。成像阵列30包括发射超声波的换能器。

[0069] 基准点90能够被嵌入在轴92中或者被包括在匹配于TRUS探头80上方的薄涂层中。基准点90是辐射不透明的,这与轴材料相反。所述基准点能够包括被定位在不同取向中以提供三维坐标参考的一个或多个几何对象。针对超声成像单元的探头上的成像阵列来校准基准点。

[0070] 参考图6C,在透视图中的示意性图示了制造轴92的中间阶段,该透视图示出了嵌入所述轴中的基准点90。所述轴被示为向着中心轴倾斜的部件。基准环被嵌入所述轴中,作为各部件之间的接合表面上的环。向与中心轴平行延伸的内部表面或外部表面增加线和/或点。接合具有辐射不透明材料的各部件以形成轴,并且然后将轴圆滑化。

[0071] 参考图6D,对应于图6C的基准点被示为在荧光透视图像中被成像。所述基准点包括处于不同取向中的辐射不透明几何形状。所述形状能够包括点、线、椭圆、螺旋、环和/或弯曲形状。能够从基准附件的制造规范和/或计算机辅助设计(CAD)草图来导出对探头80的校准。额外的基准形状提供最鲁棒的校准。

[0072] 参考图7,在探头28中具有2维(2D)超声换能器100的内部基准点22的实施例,并且换能器的移动被跟踪以提供三维坐标。该图图示了能够如何利用2D US探头28来估计多个基准点22的3D位置。所述探头包括换能器100。例如,在2D US成像平面102在z方向上移动时,成像平面遇到第一基准点104和第二基准点106。在所述平面中的超声波遇到所述基准点时,所述基准点发射。轴向位置指示第一基准点104在曲线图108中在轴向位置10mm处以

及第二基准点106在第二曲线图110中在轴向位置50mm处的z方向。轴向位置基于TRUS探头被跟踪的移动。在2D US图像中估计基准点的2D位置,由TRUS探头的平移位置来提供基准点的第三坐标。所述探头的被跟踪的移动被包括在探头设备或超声成像单元中。所述探头通过轴向移动或进入或离开直肠的移动而被移动。因此,US成像单元的坐标系能够与2D或3D超声探头一起操作并提供基准点在3D坐标系中的位置。能够跟踪不在当前2D视图中的基准点的位置,并且利用图像上不同的表示来标注所述位置。例如,能够通过不同方式来表示更高高度中的基准点,诸如与当前成像平面中的基准点具有不同的颜色和/或形状。能够将更低高度的基准点表示为另一种颜色和/或形状。

[0073] 图8图示了具有作为椭圆的治疗辐射指示器122的近距离放射治疗的示范性超声图像120。该范例是具有近距离放射治疗辐射点源的前列腺的部分的范例。递送评估单元38基于图像融合单元40融合的基准点22、90的位置,来识别辐射点源56、88的位置。该范例图示了正确地识别具有伪影124的辐射点源的问题,该伪影类似于辐射点源,容易造成混淆。

[0074] 连续实时地更新具有对应点源的基准点22的位置。所述点源的代表性识别能够是系统和/或用户偏好的。所述偏好能够指示形状和/或颜色。偏好能够包括方向指示器,诸如彩色编码、点线、阴影或指示位置是否高度高于或低于当前成像平面的其他方向指示器。

[0075] 在参考图5描述的系统10的实施例中,辐射点源的位置基于最新的荧光透视图像。可以呈现该图像而不带标识符,例如椭圆。在另一实施例中,健康护理从业者能够利用输入设备46选择图像上的位置以表示临床疑问。系统10利用指示有或没有辐射点源的响应,例如“有种子”或者“没种子”,来做出响应。备选地,所述响应能够包括距离和/或概率度量。所述响应基于根据利用最新的荧光透视图像更新的融合坐标系的点源的位置。所述更新能够包括基于在间歇性荧光透视图像间对点源的位置的跟踪,并测量诸如呼吸和/或心动周期的周期运动。种子位置能够被添加到TRUS探头的基准点以改善图像之间的配准。

[0076] 参考图9,以流程图示出了为介入式辐射治疗对解剖学超声信息与辐射递送信息进行实时融合的一种方法。在步骤130中,在对象的解剖区域的第一坐标系中获得连续实时超声图像,基准点在对象内部。所述图像是利用US探头生成的,US探头包括发射超声波的至少一个换能器。能够在内部或外部将US探头应用于所述对象。在一些实施例中,内部基准点的位置被植入在靶组织中和/或周围,并且由响应于激活无线发送器并为其供电的所接收到的超声而发送的自我身份来确定位置。被植入的内部基准点能够包括被植入在OAR中和/或附近的基准点。被植入的基准点提供对附近组织的运动跟踪。被植入的基准点的激活基于所述基准点的压电材料,其将所接收的超声波转换成电流。能够如参考图3和7所描述的,基于超声波的点火顺序和/或声波的频率,来确定相对于探头的位置。在其他实施例中,包括内部基准点作为内部探头的一部分。针对探头和超声坐标系来校准固定到或嵌入在探头中的基准点。在一些实施例中,植入并包括内部基准点作为内部探头的一部分。

[0077] 所述步骤能够包括根据分割的规划图像通过解剖区域中的分割靶组织(例如,肿瘤、患病组织等)来进行识别。所述步骤能够包括利用基准点作为参考的组织变形和移动分析。移动分析能够包括重复运动(诸如呼吸和/或心脏运动),刚性运动(诸如患者身体移动),非刚性运动(诸如肌肉弯曲/松弛),探头的移动,对象支撑的移动等。

[0078] 根据在第二坐标系中在步骤132中的辐射治疗计划20的量和位置来递送治疗辐射。例如,在EBRT设备的坐标系中投射具有一定形状、持续时间、强度和方向的EBRT射束,

和/或在健康护理从业者仪器的坐标系中向组织中插入治疗辐射的实测量的近距放射治疗点源,用于放入种子。在步骤134中,识别在第二坐标系中的基准点。能够基于至少无线发送自我身份的基准点和/或基于间歇性荧光透视图像中的辐射不透明材料来识别基准点的位置。能够将内部基准点与治疗辐射递送相组合,例如,并入到具有辐射点源的胶囊中。所述基准点能够与治疗辐射递送分离,例如分离植入和/或包括在内部探头上。

[0079] 在步骤136中,基于所述基准点,将包括解剖学信息的实时超声成像系统的坐标系与治疗辐射递送的坐标系融合。经融合的坐标系将实时超声系统的解剖学信息带入到与治疗辐射递送信息的公共坐标系中。经融合的坐标系跟踪基准点相对于解剖学信息和治疗辐射递送的位置。

[0080] 在步骤138中,基于融合的坐标系来评估实时递送到解剖区域的辐射的位置和量。所述评估能够包括基于所述规划图像来分割靶组织(例如肿瘤)和OAR。能够利用内部基准点作为参考,由在每个分割结构中的体素位置,来累计治疗辐射。能够针对多种模式的治疗辐射递送,例如,近距放射治疗的点源、EBRT的射束等,来累计治疗辐射剂量。能够跨治疗部分来累计治疗辐射剂量。所述评估能够包括实际递送和辐射治疗计划20的比较。

[0081] 能够在治疗会话期间在步骤140中调节所递送的辐射治疗。所述调节能够包括对额外的辐射点源的添加和/或放置。所述调节能够包括修改治疗辐射的外部射束的形状、持续时间、定时、方向或强度。例如,能够门控打开/关闭射束或者使MLC与基准点和对应靶或OAR的移动时间同时移动。

[0082] 在步骤142中,在处置会话期间,决策步骤基于健康护理从业者利用输入设备输入的命令继续实时重复该方法或者在会话的结束时终止。

[0083] 参考图10,以流程图示出了利用TRUS探头使用对解剖学超声信息与近距放射治疗的辐射递送信息系统10的实时融合的实施例的一种方法。在步骤150中,在针对位于对象内部的基准点校准的第一坐标系中获得对象解剖学部分的连续实时超声图像。TRUS探头包括经校准的基准点。连续实时超声系统能够包括参考图3和图7所描述的2D或3D探头。所述步骤能够包括基于规划图像来分割靶组织和/或OAR。能够在显示设备上所显示的图像中来识别靶和OAR结构。

[0084] 在步骤142中,根据荧光透视成像单元的坐标系,来获得在视场中具有辐射点源或种子和基准点的对象的解剖学部分的荧光透视图像。能够由健康护理从业者使用输入设备输入命令来触发荧光透视图像。所述成像单元备选地能够基于对应于先前图像中位置的基准点的被跟踪位置,来替换最新图像或任意先前图像。能够在任意时间,诸如在来自每个针的种子被植入之后或者在来自所有针的种子被植入之后,触发荧光透视成像。

[0085] 在步骤154中,基于所述基准点,将对对象的解剖学部分进行实时超声成像的坐标系融合到治疗辐射递送或辐射点源的荧光透视坐标系。例如,能够基于器官轮廓线来配准规划图像和递送图像。能够基于任意递送种子的位置和/或针的位置(如果在针尖装备有微型换能器,使得所述针在超声中可见),来改善连续实时超声图像到荧光透视图像的配准。针和种子在荧光透视图像中形成对比。

[0086] 在步骤156到164中,评估治疗辐射的递送。所述评估能够包括在步骤156中的种子放下确认或种子位置确认、在步骤158中的剂量评估、在步骤160中的3D种子重建、在步骤162中的针尖位置或者在步骤164中的可视化中的任一个。在步骤156中,确认种子的存在或

种子位置。所述过程能够包括通过分割荧光透视图像或者基于健康护理从业者的请求命令输入来进行自动识别。所述请求命令输入能够包括利用例如鼠标的输入设备在所显示的连续实时超声图像上选择一区域以及从系统接收关于种子存在或不存在的响应。所述响应能够包括基于图像中的选定点和/或诸如置信区间、标准偏差等信心度量进行距离测量。所述距离测量能够包括基于先前成像的对象的重复运动进行运动测量。

[0087] 剂量评估包括基于种子存在和所分配的辐射值实际递送的辐射。剂量评估能够包括与辐射治疗计划20进行比较,诸如规划剂量和实际剂量之间的差异,分割的组织造成的差异,和/或叠加实际和规划的剂量。所显示的评估能够由健康护理从业者来选择,用于选定的位置和/或结构,或者叠加在超声和/或荧光透视图像上进行显示。

[0088] 3D种子重建包括定位现有的种子。3D种子重建能够包括识别相对于现有种子位置的规划的种子位置。3D种子重建能够包括种子相对于分割结构的位置。针尖定位包括在融合坐标系中对辐射点源递送机构或其他仪器的针尖进行定位。

[0089] 图像可视化包括针对来自连续实时超声的显示信息于来自荧光透视成像的信息进行组合。例如,能够在图像显示中对分割的结构进行勾勒或颜色编码,能够利用标识符、剂量水平和/或所指示的比较等来指示种子位置。图像可视化能够包括在荧光透视检查的坐标参考中对图像进行取向,在连续实时超声图像的坐标参考中对图像进行取向,或者另一种选定的透视图,诸如针的位置或健康护理从业者相对于对象的视觉取向。

[0090] 在步骤166中,能够基于评估步骤来调节辐射治疗计划。例如,能够重新定位用于植入剩余辐射点源的靶位置和/或识别额外的靶位置。所述调节形成经修订的辐射治疗计划,然后能够在另一次迭代中对其进行重新评估。

[0091] 在步骤168中,所述辐射治疗递根据具有任何修订的辐射治疗计划继续,在靶区域中放下或放置额外的种子。该方法继续进行决策步骤170,其迭代各个步骤,直到完成所述治疗辐射递送或者直到被健康护理从业者终止。在治疗辐射的递送期间实时地进行迭代。

[0092] 应当认识到,结合本文所给出的特定例示性实施例,特定结构和/或功能特征被描述为并入定义的元件和/或部件中。然而,想到了在适当的时候也可以将这些特征并入其他元件和/或部件中,实现相同或相似的益处。还应当认识到,可以酌情选择性采用示范性实施例的不同方面以实现适于期望应用的其他替代实施例,其他替代实施例由此实现本文并入的各方面的相应优点。

[0093] 还应当认识到,本文所描述的特定元件或部件可以具有经由硬件、软件、固件或其组合适当实现的功能。此外,应当认识到,在适当环境中,本文描述为结合在一起的特定元件可以是独立元件或以其他方式分开。类似地,可以由多个独立工作的不同元件执行描述为由一个特定元件执行的多个特定功能,以指定各个功能,或者可以分开特定个体功能并由多个一致工作的不同元件来执行。备选地,在适当的时候,可以在物理或功能上组合本文本来描述为和/或显示为彼此不同的一些元件或部件。

[0094] 简而言之,已经参考优选实施例阐述了本说明书。显然,他人在阅读和理解本说明书之后可能想到修改和变更。应当将本发明解释为包括所有这样的修改和变更,只要它们在所附权利要求或其等价要件的范围之内。亦即,应当认识到,可以根据需要将上文公开的各种和其他特征和功能或其替代物组合成很多其他不同的系统或应用,而且接下来可以由本领域的技术人员在其中做出各种当前未预见到的或未预料的替代、修改、变化或改进,它

们类似地旨在由以下权利要求涵盖。下文以枚举范例1-22的形式描述了本发明：

[0095] 范例1：一种辐射治疗系统(10)，包括：

[0096] 能定位于对象的内部的多个基准点(22、90)；

[0097] 超声成像单元(26)，其包括换能器(30)，所述换能器被配置为发射超声波以在实时坐标系中对对象(16)的解剖学部分实时成像；

[0098] 辐射规划单元(18)，其被配置为使用至少一幅辐射处置规划图像在规划坐标系中识别要被递送至所述对象(16)的解剖学部分的治疗辐射的规划的处置位置和规划的量；

[0099] 图像融合单元(40)，其基于内部基准点的位置将所述实时坐标系配准到所述规划坐标系，并且实时跟踪所述基准点的所述位置。

[0100] 范例2。根据范例1所述的系统(10)，还包括：

[0101] 递送评估单元(38)，其被配置为相对于所述对象的被实时成像的解剖学部分来识别所递送的治疗辐射的位置和量。

[0102] 范例3：根据范例2所述的系统(10)，其中，所述辐射规划单元(18)被配置为基于所递送的治疗辐射来修改要被递送至所述对象(16)的所述解剖学部分的治疗辐射的所述规划的和/或规划的位置。

[0103] 范例4：根据范例1-3中的任一项所述的系统(10)，其中，所述辐射规划单元(18)基于所述基准点的所述位置来调节治疗辐射递送的规划的定时。

[0104] 范例5：根据范例2-5中的任一项所述的辐射治疗递送系统(10)，还包括：

[0105] 辐射治疗递送系统(12、56、70、88)，其被配置为在所述规划坐标系中向所述对象的所述解剖学部分递送所述量的治疗辐射。

[0106] 范例6：根据范例1-5中的任一项所述的系统(10)，其中，所述多个基准点(22)中的每个基准点包括：

[0107] 无线发送器(52)，其至少发送自我身份；

[0108] 传感器(50)，其被连接到所述发送器，所述传感器包括响应于接收到发射超声波而被激活的压电元件并且为所述发送器供电；以及

[0109] 胶囊(54)，其由生物相容材料构造，所述胶囊封装所述无线发送器和所述传感器；

[0110] 至少一个天线(36)，其位于所述对象的外部，所述至少一个天线接收所发射的自我身份；并且

[0111] 其中，所述递送评估单元(38)基于所发送的自我身份来识别所述基准点的所述位置，并且基于辐射递送机构来识别辐射的所述量。

[0112] 范例7：根据范例1-6中的任一项所述的系统(10)，还包括：

[0113] 显示设备(34)，其被配置为显示叠加在所述对象的所述实时成像的解剖学部分上的基准点(22)位置。

[0114] 范例8：根据范例1-7中的任一个所述的系统(10)，其中，所述图像融合单元被配置为基于在所述超声波的发射与接收之间的时间以及一个或多个所发射的超声波的方向和所接收的一个或多个所发射的超声波的幅度，来确定基准点(22)相对于所述超声换能器(30)的位置。

[0115] 范例9：根据范例5-8中的任一项所述的系统(10)，还包括：

[0116] 其中，所述辐射递送系统(12)包括外部射束辐射治疗设备；并且

[0117] 其中,所述递送评估单元(38)被配置为接收根据第二坐标系从所述外部射束辐射治疗设备基于射束形状、持续时间和方向而递送的治疗辐射的量和位置,并确定被递送至每个靶组织和一个或多个危险器官的治疗辐射的量和位置。

[0118] 范例10:根据范例19所述的系统(10),还包括:

[0119] 辐射治疗递送单元(42),其控制所述外部射束辐射治疗设备以基于处置计划递送一定形状、方向、强度和持续时间的治疗辐射的射束;并且

[0120] 其中,所述辐射规划单元(18)被配置为进行如下操作中的至少一项:在递送期间修改所述处置计划,对所述外部射束进行门控,或者基于所述基准点的所述位置来调节对所述外部射束的准直。

[0121] 范例11:根据范例5-8中的任一项所述的系统(10),其中,所述辐射递送系统包括被安装在所述基准点(22)中的放射性点源(56)。

[0122] 范例12:根据范例5所述的系统(10),还包括:

[0123] 经直肠超声探头(80),其包括:

[0124] 轴(92),所述轴被配置用于插入到所述对象中;

[0125] 其中,所述换能器(30)包括位于所述轴(92)上的至少一个成像阵列;并且

[0126] 其中,所述多个基准点(90)是辐射不透明的,并且相对于所述轴(92)被安装,并且处在不同的取向中,以提供针对所述超声成像单元(26)校准的三维坐标参考。

[0127] 范例13:根据范例12所述的系统(10),其中,所述辐射治疗递送系统(70)被配置为向预定位置中放置包含治疗辐射点源的种子(88);并且

[0128] 还包括:

[0129] 荧光透视成像设备(94),其被配置为对所放置的种子和所述多个基准点(90)成像;并且

[0130] 其中,所述图像融合单元(40)被配置为接收所述基准点(90)相对于所述换能器(30)的经校准的位置,并且接收所述荧光透视图像,以基于安装在所述探头(80)上的所述基准点(90)来配准实时超声图像和所述荧光透视图像。

[0131] 范例14:根据范例14所述的系统(10),其中,所述递送评估单元(38)被配置为基于经融合的坐标系来确认在所述超声成像单元(26)的显示设备(34)上被成像的所放置的种子之一的存在。

[0132] 范例15:一种辐射治疗的方法,包括:

[0133] 利用换能器(30)生成(130)实时超声图像,所述换能器在实时坐标系中在对象的解剖学部分中发射超声波,所述实时坐标系包括多个内部基准点位置(22、90);

[0134] 使用规划坐标系中的规划图像来识别要被递送至所述对象的解剖学部分的治疗辐射的规划的处置位置和规划的量;

[0135] 识别(134)所述多个基准点的位置;

[0136] 将所述多个基准点的所述位置配准(136)到所述实时坐标系和所述规划坐标系中的至少一个并且实时跟踪所述基准点的所述位置。

[0137] 范例16:根据范例15所述的方法,还包括:

[0138] 基于所述规划的位置和所述规划的量,以所述对象的解剖学部分位置和量来递送(132)治疗辐射;并且

- [0139] 确定 (138) 实际递送至所述对象的所述解剖学部分的治疗辐射的位置和量。
- [0140] 范例17:根据范例16所述的方法,其中确定 (138) 还包括:
- [0141] 根据所述第二坐标系,基于外部辐射射束形状、方向、强度和持续时间,来接收治疗辐射递送的所述量和所述位置;并且
- [0142] 基于经融合的坐标系来确定递送至所述靶组织和一个或多个危险器官中的每者的治疗辐射的所述量和所述位置。
- [0143] 范例18:根据范例17所述的方法,还包括:
- [0144] 根据经融合的坐标系,基于所述基准点 (22) 相对于所递送的治疗辐射射束的位置,来修改 (140) 所述治疗辐射射束形状、方向、强度或持续时间中的至少一个。
- [0145] 范例19:根据范例15-18中的任一项所述的方法,其中,识别 (134) 还包括:
- [0146] 响应于所发射的超声波、在所述超声波的发射与接收之间的时间以及一个或多个发射的超声波的方向和所接收的一个或多个发射的超声波的幅度,基于接收每个至少在预定无线电频率上发送自我身份的内部基准点 (22),来识别所述多个基准点内部位置。
- [0147] 范例20:根据范例15所述的方法,其中,所述换能器 (30) 包括位于轴上的至少一个成像阵列,并且所述多个基准点 (90) 被安装在所述轴上,所述多个基准点是辐射不透明的,并且所述多个基准点处在不同的取向中,所述方法还包括:
- [0148] 接收 (152) 具有多个辐射不透明基准点 (90) 和放置的种子 (88) 的所述对象的部分的至少一幅荧光透视图像;
- [0149] 基于经融合的坐标系来确定 (138、156-164) 如下中的至少一项:
- [0150] 在所述实时超声图像内识别 (156) 近距放射治疗种子的位置;
- [0151] 在所述实时超声图像内在3维中定位 (160) 植入的每个近距放射
- [0152] 治疗种子;或者
- [0153] 在所述实时超声图像内定位 (162) 放置近距放射治疗种子的针 (70) 的尖端。
- [0154] 范例21:根据范例20所述的方法,其中,确定 (138) 还包括:
- [0155] 基于所放置的种子的位置,以及所分配的剂量值和所述基准点 (90) 的所述位置,来确定 (148) 递送至所述靶组织中的每个靶组织的治疗辐射剂量的所述量和所述位置。
- [0156] 范例22:一种植入式基准点 (22),包括:
- [0157] 无线发送器 (52),其至少发送自我身份;
- [0158] 传感器 (50),其被连接到所述发送器,所述传感器包括响应于接收到的所发射的超声波而被激活的压电元件并且为所述发送器供电;以及
- [0159] 胶囊 (54),其由生物相容材料构造,所述胶囊封装所述无线发送器和所述传感器,并且所述胶囊被配置为通过插入到对象中的针植入在所述对象中。

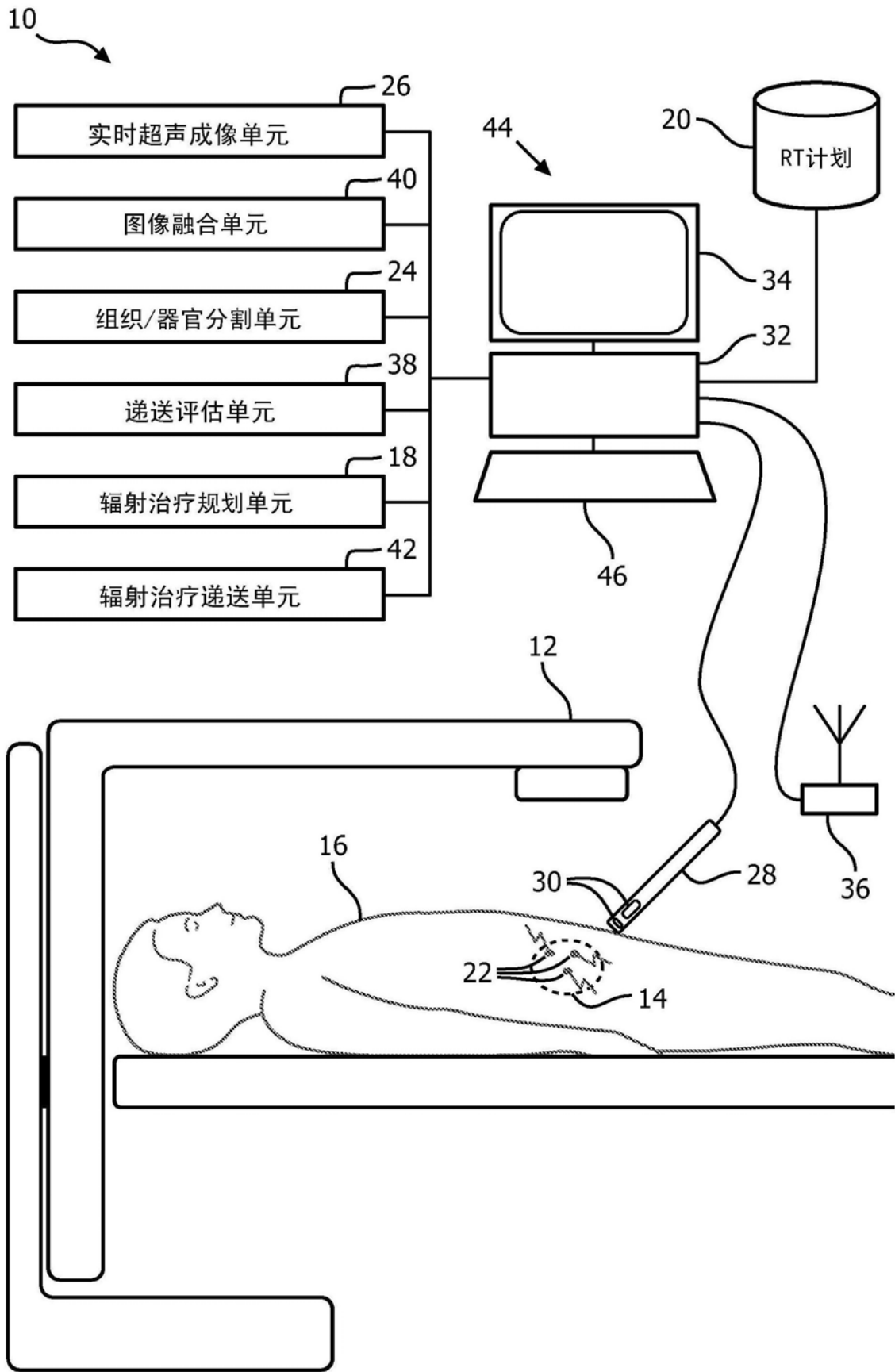


图1

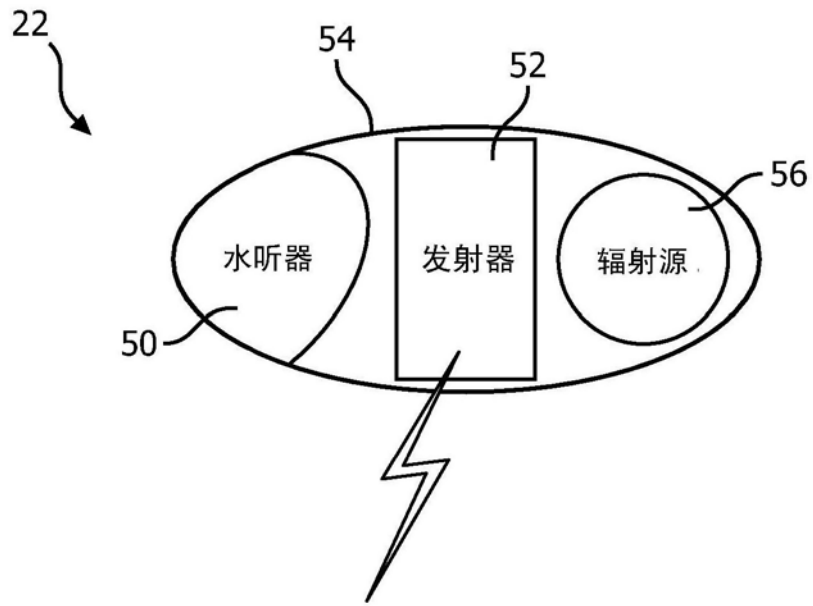


图2A

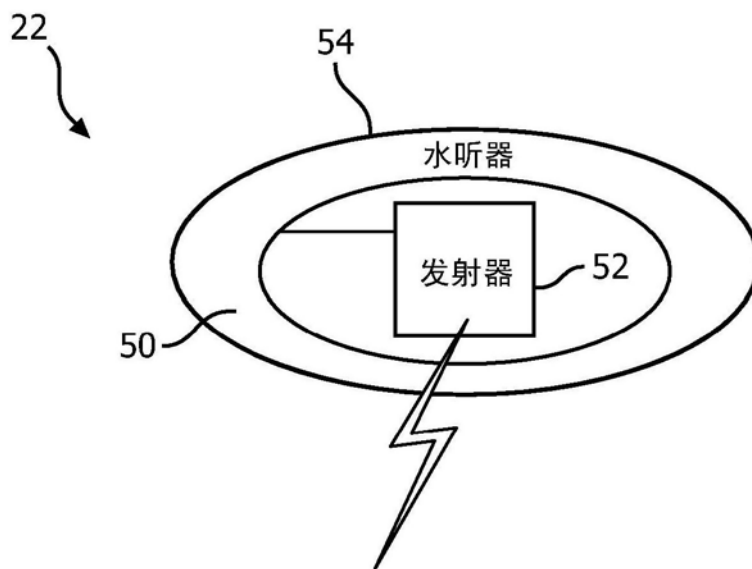


图2B

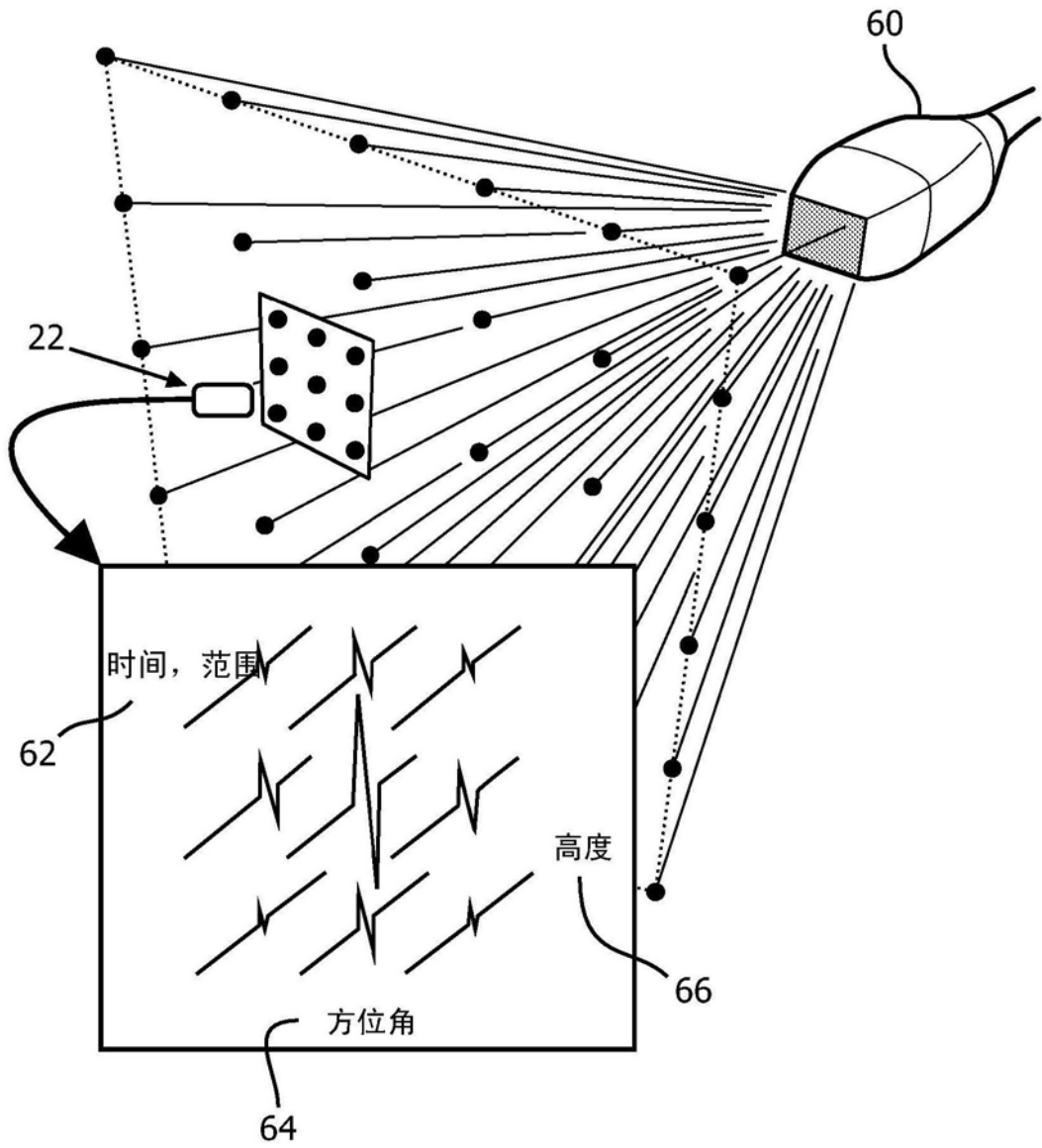


图3

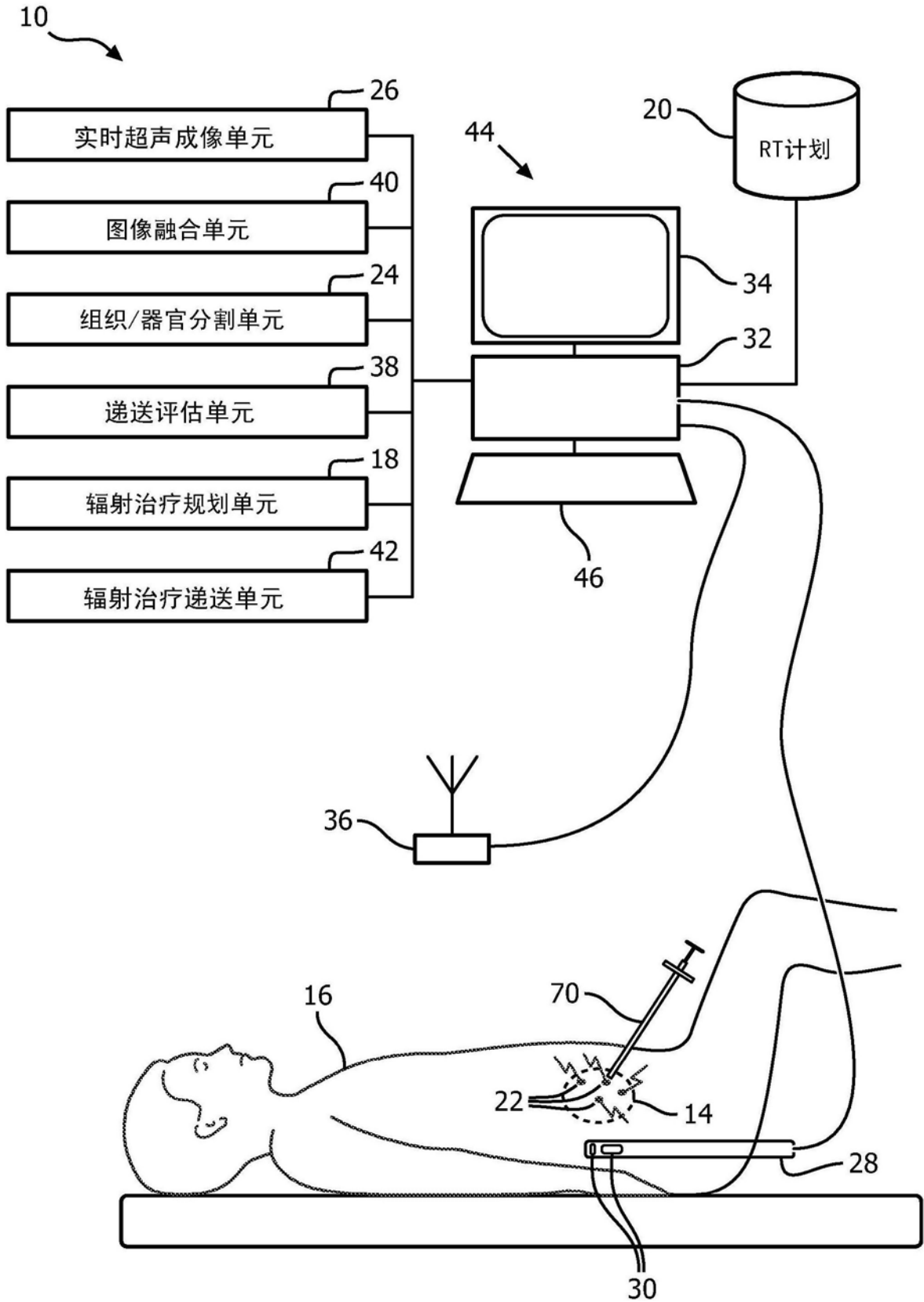


图4

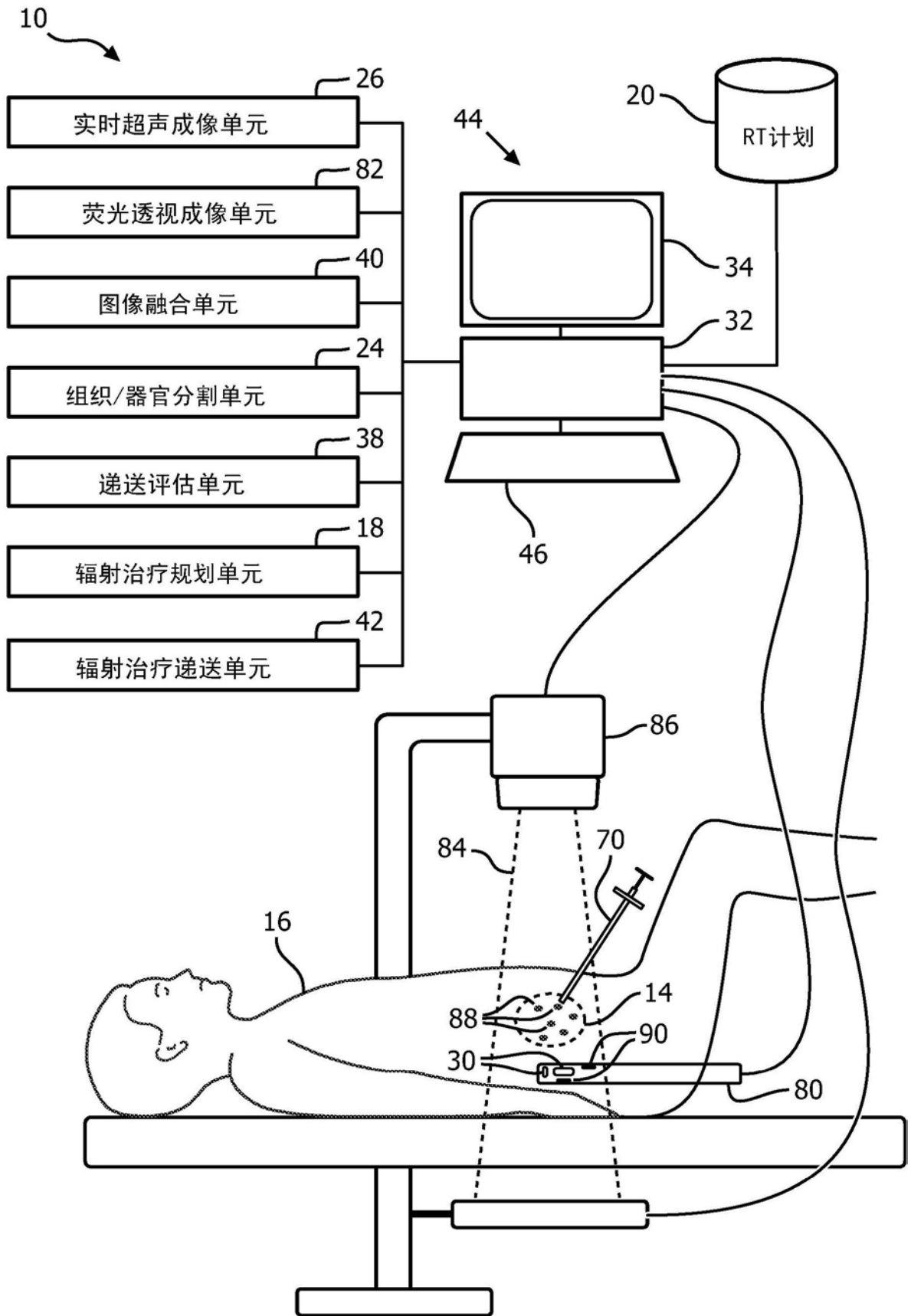


图5

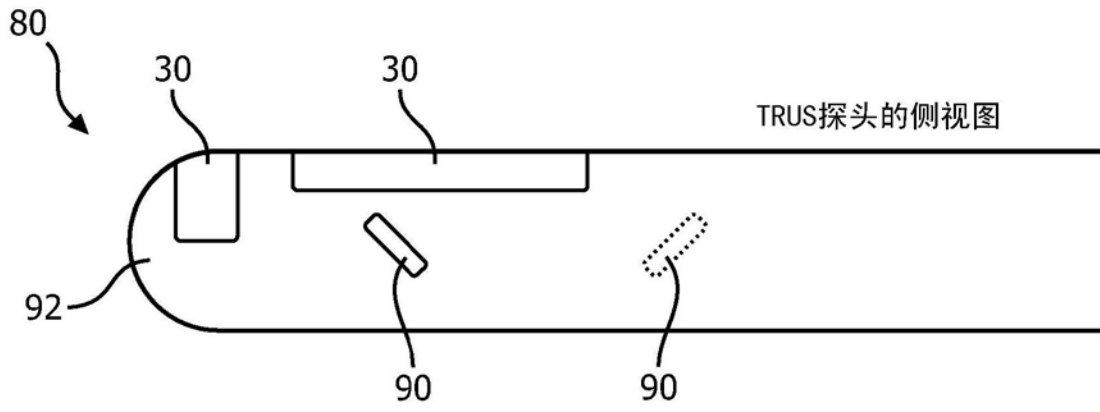


图6A

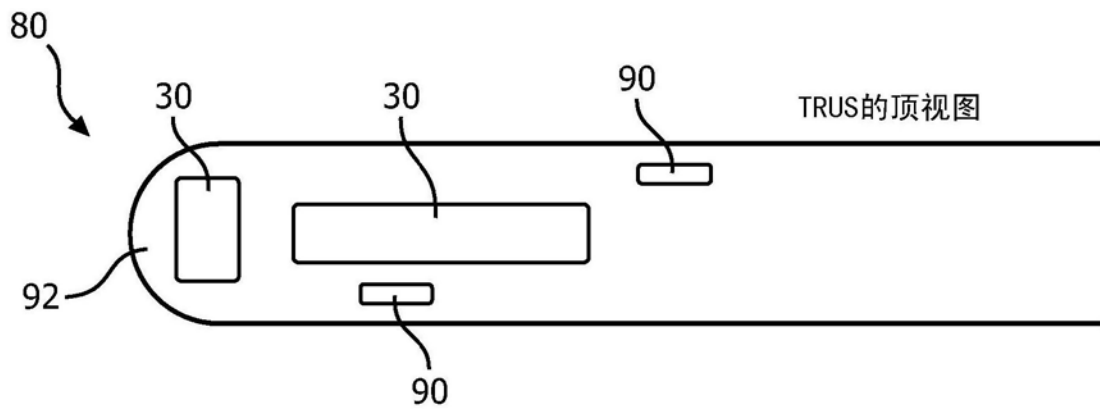


图6B

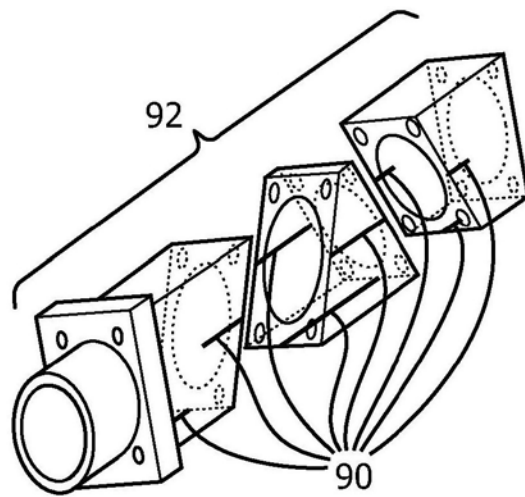


图6C

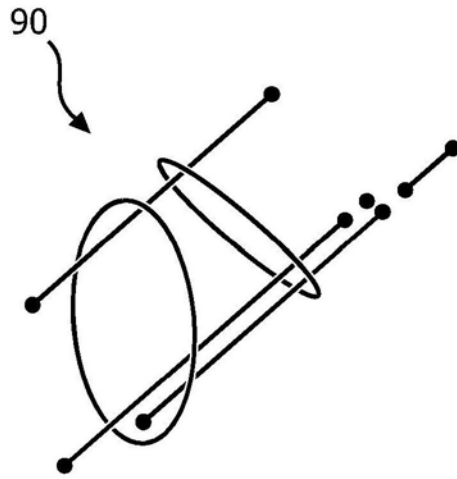


图6D

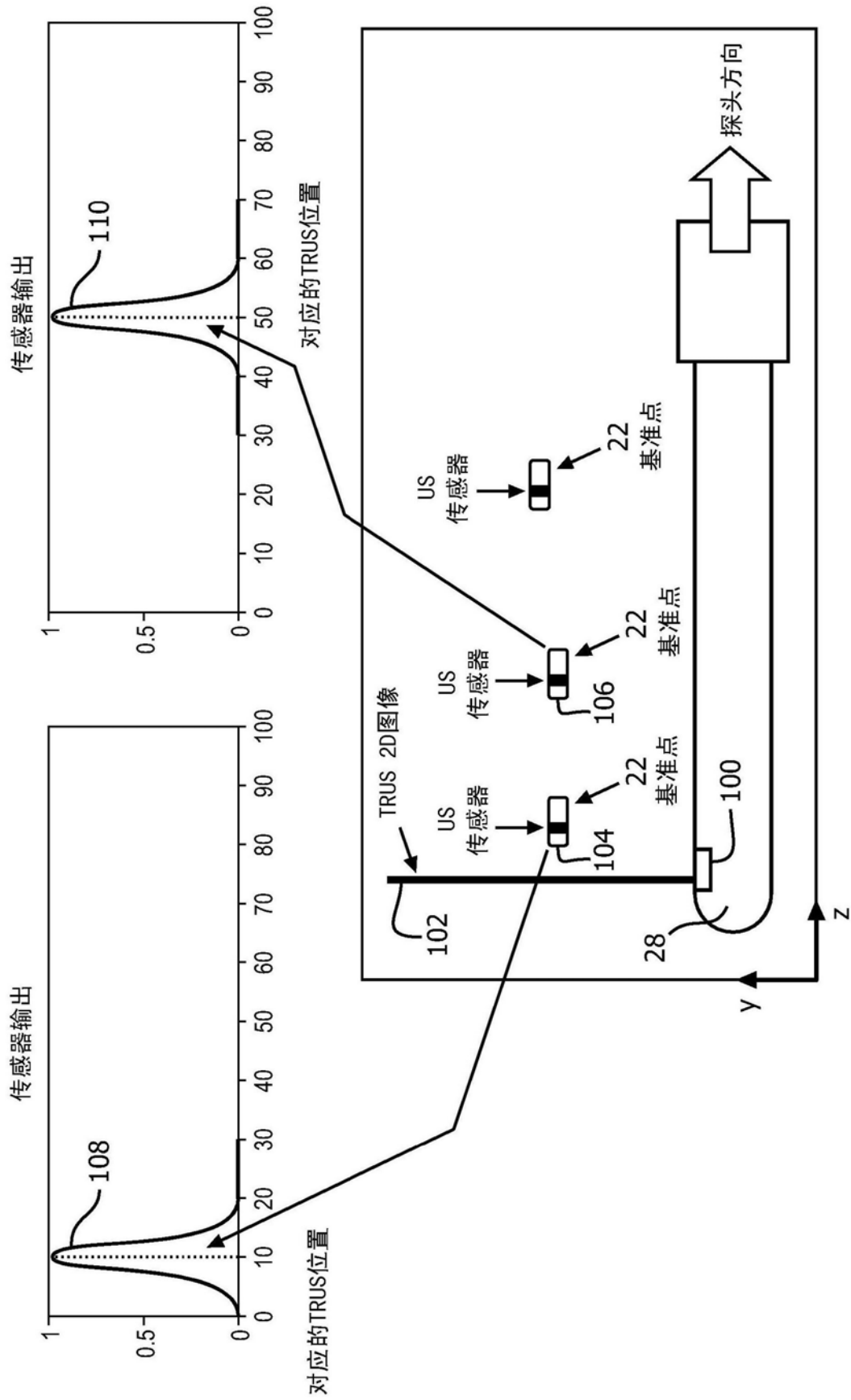


图7

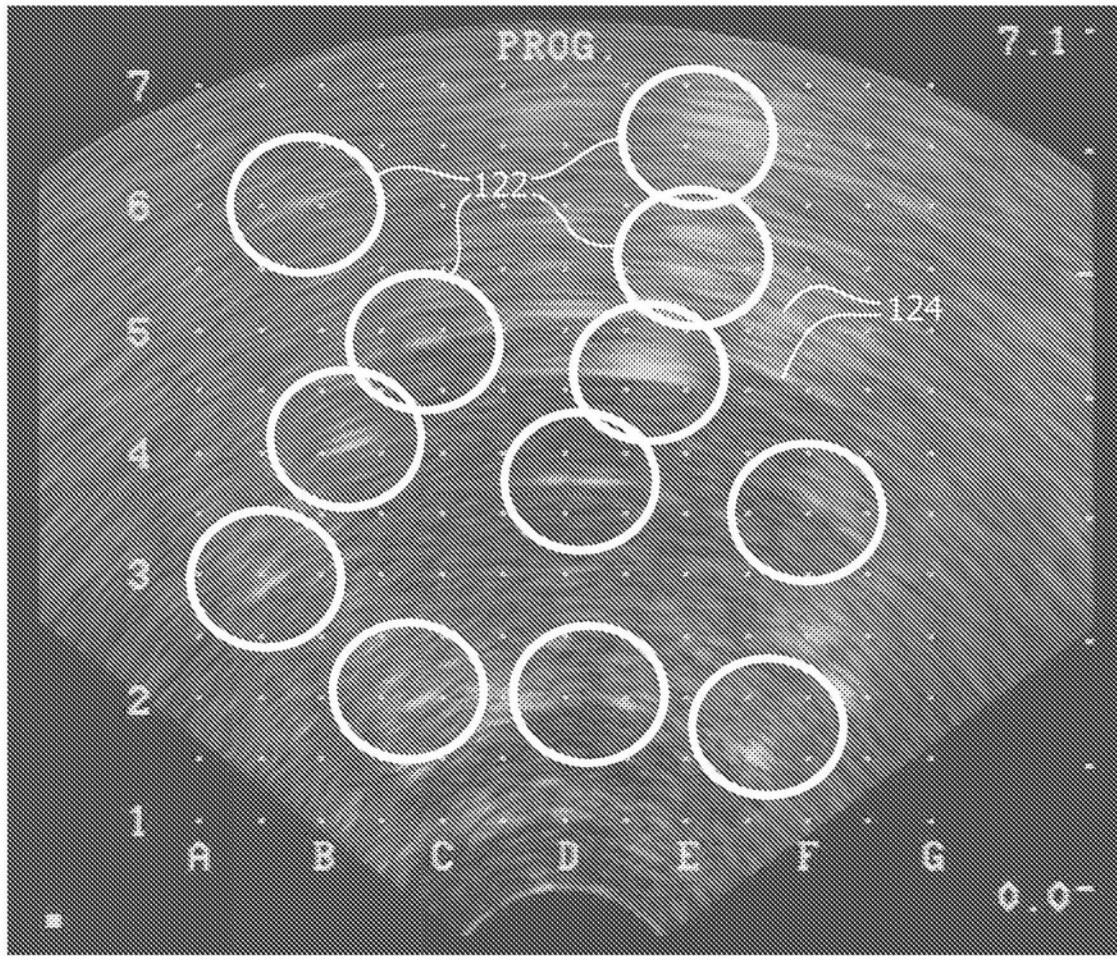


图8

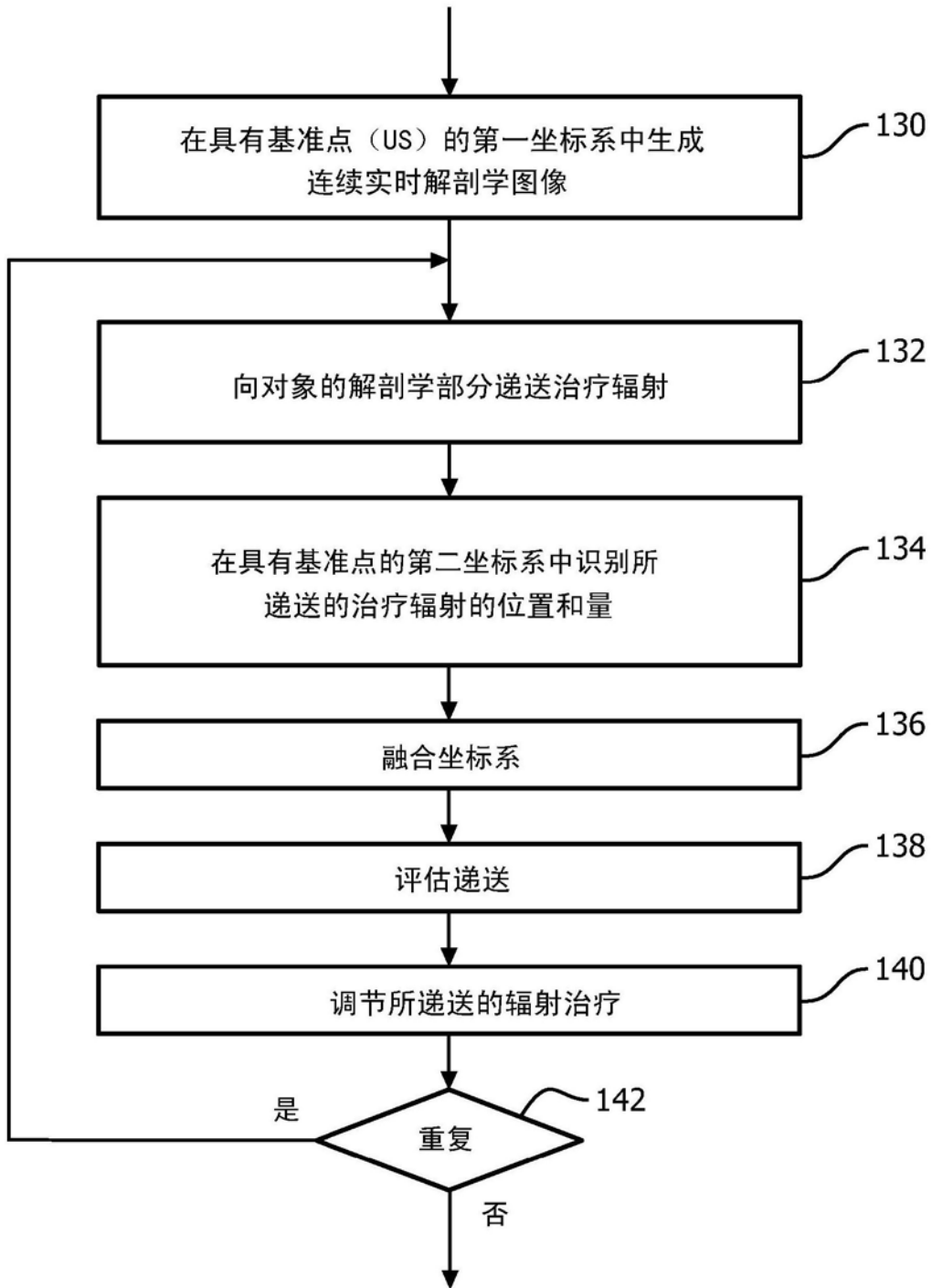


图9

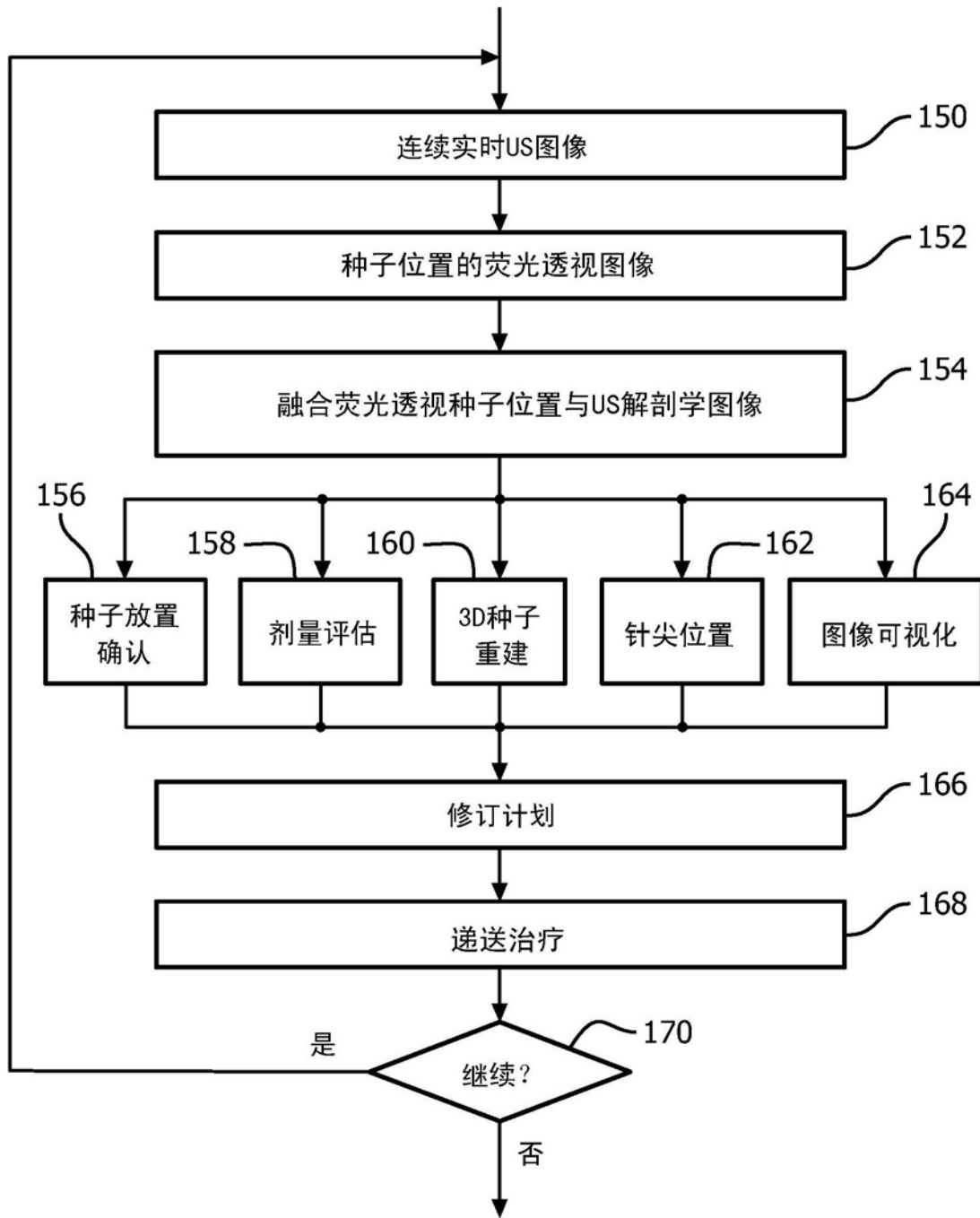


图10