



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107106126 B

(45) 授权公告日 2021. 05. 28

(21) 申请号 201580070658.2

(22) 申请日 2015.12.10

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 107106126 A

(43) 申请公布日 2017.08.29

(30) 优先权数据
62/096,569 2014.12.24 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2017.06.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2015/059494 2015.12.10

(87) PCT国际申请的公布数据
W02016/103094 EN 2016.06.30

(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 卢焕翔 李俊博
F·G·G·M·维尼翁 A·K·贾殷
吴莹

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

代理人 李光颖 王英

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)
A61B 8/12 (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)

审查员 胡叔芳

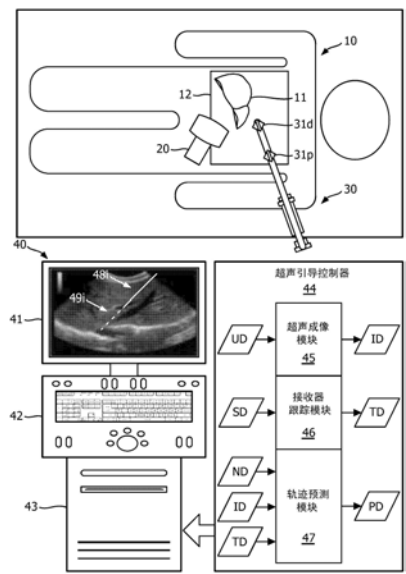
权利要求书3页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

针对靶活检的针轨迹预测

(57) 摘要

一种靶活检系统采用超声探头(20)、靶活检针(30)和超声引导控制器(44)。在操作中,超声探头(20)投射与解剖区域(例如,肝脏)相交的超声平面。靶活检针(30)包括两个或更多个超声接收器(31),其用于当靶活检针(30)被插入到解剖区域中时感测超声平面。响应于超声接收器(31)感测到超声平面,超声引导控制器(44)预测解剖区域内的靶活检针(30)相对于超声平面的活检轨迹。所述预测指示活检轨迹是在超声平面内(即,平面内活检轨迹)还是在超声平面外(即,平面外活检轨迹)。



1. 一种靶活检系统,包括:

超声探头(20),其能操作用于投射与解剖区域相交的超声平面;

靶活检针(30);

至少两个超声接收器(31),其处于相对于所述靶活检针(30)的已知的布置中,每个超声接收器(31)能操作用于当所述靶活检针(30)被插入到所述解剖区域中时感测所述超声平面;以及

超声引导控制器(44),其能操作用于与所述超声探头(20)和所述至少两个超声接收器(31)进行通信,以响应于由所述至少两个超声接收器(31)对所述超声平面的感测来预测所述解剖区域内的所述靶活检针(30)相对于所述超声平面的活检轨迹,

所述预测包括:

根据超声接收器(31)的所跟踪的位置,确定根据靶活检针(30)的在超声接收器(31)之间的段相对于平面超声图像的虚拟定位的长度导出的未击发的靶活检针(30)的虚拟版本相对于平面超声图像的取向;并且

确定根据靶活检针(30)的击发的探针的虚拟定位的长度导出的先前相对于平面超声图像取向的击发的靶活检针(30)的虚拟版本的端部延伸。

2. 根据权利要求1所述的靶活检系统,其中,所述靶活检针(30)包括所述至少两个超声接收器(31)。

3. 根据权利要求1所述的靶活检系统,其中,所述靶活检针(30)包括击发机构,所述击发机构能操作用于沿着所述解剖区域内的所述靶活检针(30)的所预测的活检轨迹投射所述靶活检针(30)。

4. 根据权利要求1所述的靶活检系统,其中,所述靶活检针(30)包括同轴引入器,所述同轴引入器能操作用于将所述靶活检针引入到所述解剖区域中。

5. 根据权利要求1所述的靶活检系统,

其中,所述至少两个超声接收器(31)中的远端超声接收器(31)邻近所述靶活检针(30)的端部;并且

其中,所述至少两个超声接收器(31)中的每个额外的超声接收器(31)在空间上被布置在所述靶活检针(30)上。

6. 根据权利要求1所述的靶活检系统,其中,所述超声引导控制器(44)响应于对所述超声平面的所述感测指示所述至少两个超声接收器(31)在所述超声平面内而将所述活检轨迹预测为平面内活检轨迹。

7. 根据权利要求6所述的靶活检系统,其中,所述超声引导控制器(44)响应于对所述超声平面的所述感测指示所述至少两个超声接收器(31)中的至少一个在所述超声平面外而将所述活检轨迹预测为平面外活检轨迹。

8. 根据权利要求1所述的靶活检系统,还包括:

监视器(41),其能操作用于与所述超声引导控制器(44)进行通信,以显示平面超声图像;并且

其中,所述超声引导控制器(44)能操作用于控制在由所述监视器(41)显示的所述解剖区域的平面超声图像上的活检轨迹叠加的显示,所述活检轨迹叠加是根据对所述解剖区域内的所述靶活检针(30)相对于所述超声平面的所述活检轨迹的预测导出的。

9. 根据权利要求8所述的靶活检系统,其中,所述超声引导控制器(44)响应于所述至少两个超声接收器(31)在所述超声平面内而将所述活检轨迹叠加的所述显示控制为平面内活检轨迹。

10. 根据权利要求8所述的靶活检系统,其中,所述超声引导控制器(44)响应于所述至少两个超声接收器(31)中的至少一个在所述超声平面外而将所述活检轨迹叠加的所述显示控制为平面外活检轨迹。

11. 根据权利要求8所述的靶活检系统,还包括:

接口平台(42),其能操作用于与所述超声引导控制器(44)进行通信,以控制由所述监视器(41)对所述平面超声图像的所述显示。

12. 根据权利要求1所述的靶活检系统,其中,所述超声引导控制器(44)包括:

超声成像模块(45),其能操作用于与所述超声探头(20)进行通信,以响应于表示与解剖区域相交的超声平面的超声数据而生成解剖区域的平面超声图像;

接收器跟踪模块(46),其能操作用于与所述至少两个超声接收器(31)进行通信,以响应于表示当所述靶活检针(30)被插入到所述解剖区域中时对所述超声平面的感测的感测数据而跟踪每个超声接收器(31)相对于所述超声平面的位置;以及

轨迹预测模块(47),其能操作用于与所述超声成像模块(45)和所述接收器跟踪模块(46)进行通信,以响应于所述至少两个超声接收器(31)相对于所述解剖区域的所述平面超声图像的所跟踪的位置来预测所述靶活检针(30)相对于所述超声平面的所述活检轨迹。

13. 一种利用超声探头(20)、靶活检针(30)以及至少两个超声接收器(31)来进行靶活检的超声引导控制器(44),所述超声引导控制器(44)包括:

超声成像模块(45),其能操作用于与所述超声探头(20)进行通信,以响应于表示与解剖区域相交的超声平面的超声数据而生成解剖区域的平面超声图像;

接收器跟踪模块(46),其能操作用于与所述至少两个超声接收器(31)进行通信,以响应于表示当所述靶活检针(30)被插入到所述解剖区域中时对所述超声平面的感测的感测数据而跟踪每个超声接收器(31)相对于所述超声平面的位置;以及

轨迹预测模块(47),其能操作用于与所述超声成像模块(45)和所述接收器跟踪模块(46)进行通信,以响应于所述至少两个超声接收器(31)相对于所述解剖区域的所述平面超声图像的所跟踪的位置来预测所述靶活检针(30)相对于所述超声平面的活检轨迹,

所述预测包括:

根据超声接收器(31)的所跟踪的位置,确定根据靶活检针(30)的在超声接收器(31)之间的段相对于平面超声图像的虚拟定位的长度导出的未击发的靶活检针(30)的虚拟版本相对于平面超声图像的取向;并且

确定根据靶活检针(30)的击发的探针的虚拟定位的长度导出的先前相对于平面超声图像取向的击发的靶活检针(30)的虚拟版本的端部延伸。

14. 根据权利要求13所述的超声引导控制器(44),其中,所述轨迹预测模块(47)响应于所述至少两个超声接收器(31)的所跟踪的位置指示所述至少两个超声接收器(31)在所述超声平面内而将所述活检轨迹预测为平面内活检轨迹。

15. 根据权利要求13所述的超声引导控制器(44),其中,所述轨迹预测模块(47)响应于所述至少两个超声接收器(31)的所跟踪的位置指示所述至少两个超声接收器(31)中的至

少一个在所述超声平面外而将所述活检轨迹预测为平面外活检轨迹。

针对靶活检的针轨迹预测

技术领域

[0001] 本发明大体涉及超声引导靶活检(例如,肝活检、肾活检等)。本发明具体涉及在靶活检过程期间对针轨迹的预测。

背景技术

[0002] 超声引导被广泛用于靶活检,以提高该过程的准确性并降低医疗事故的潜在风险。在这样的过程中,将针瞄准活检靶插入到患者体内。同时,临床医生通常需要在击发活检枪之前估计触发的针轨迹,以便获知针是否将刺穿靶组织。轨迹大致是沿着根据针参数的现有知识估计的针轴的某几厘米的延伸。因此,当针在超声图像中清晰可见时,医生估计轨迹可能相对容易。然而,在深层器官(例如,肝脏和肾脏)中,针通常由于其镜面性质和不利的入射角而在超声图像中是不可见的,这导致估计针轨迹的困难。此外,由于临床医生的手运动和患者的呼吸运动,针在过程中并不总是处于超声图像平面中,这在估计针轨迹中提供了更多困难。

发明内容

[0003] 为了增强超声图像中对介入工具的可视化,提出了一种基于超声的跟踪技术,以通过在介入工具的端部附近嵌入小型超声接收器来跟踪介入工具的端部。然后通过处理由这些超声接收器接收到的信号来估计介入工具的位置,然后将其可视化在超声图像上。本发明通过在超声图像上提供对三维(“3D”)平面内活检轨迹或3D平面外活检轨迹的精确预测来增强这种基于超声的跟踪技术

[0004] 本发明的一种形式是一种采用超声探头、靶活检针、两个或更多个超声接收器和超声引导控制器的靶活检系统。在操作中,超声探头投射与解剖区域(例如,腹部区域、颅区域、乳腺区域、腹部区域等)相交的超声平面。超声接收器当靶活检针插入到解剖区域中时感测超声平面。响应于超声接收器感测到超声平面,超声引导控制器预测解剖区域内的靶活检针相对于超声平面的活检轨迹。所述预测指示活检轨迹是在超声平面内(即,平面内活检轨迹)还是在超声平面外(即,平面外活检轨迹)。

[0005] 为了本发明的目的,术语“超声探头”广泛地包括本领域中已知的采用一个或多个超声换能器/发射器/接收器来投射与解剖区域相交的超声平面的任何超声探头。超声探头的示例包括但不限于具有扇形、曲线或线性几何形状的二维和三维超声探头。

[0006] 为了本发明的目的,术语“靶活检针”广泛地包括本领域已知的采用探针等的任何类型的活检针,以便当靶活检针被插入到解剖区域中时切割组织样本。靶活检针的示例包括但不限于具有用于组织芯活检的击发或“枪击”机构的铡刀式活检针(例如Bio-Cut®或BardMagnum®活检针)。

[0007] 为了本发明的目的,包括但不限于“平面内”、“平面外”,“接收器”和“活检轨迹”的本领域的术语要被解释为在本发明的领域中是已知的并且在本文中示例性地进行描述。更具体地,术语“接收器”包括本领域中已知的接收器和收发器。

[0008] 为了本发明的目的,术语“超声引导控制器”广泛地包括容纳在计算机或另一指令执行设备/系统内或链接到计算机或另一指令执行设备/系统的专用主板或专用集成电路的所有结构配置,计算机或另一指令执行设备/系统用于控制本文随后描述的本发明的各种发明原理的应用。超声引导控制器的结构配置可以包括但不限于(一个或多个)处理器、(一个或多个)计算机可用/计算机可读储存介质、操作系统、(一个或多个)外围设备控制器、(一个或多个)插槽和(一个或多个)端口。计算机的示例包括但不限于服务器计算机、客户端计算机、工作站和平板电脑。

[0009] 本发明的第二种形式是一种包括超声成像模块、接收器跟踪模块和针轨迹模块的超声引导控制器。在操作中,超声成像模块响应于来自超声探头的表示与解剖区域相交的超声平面的超声数据而生成解剖区域的超声图像。接收器跟踪模块响应于来自超声接收器的表示当靶活检针被插入到解剖区域中时对超声平面的感测的感测数据而跟踪每个超声接收器相对于解剖区域的超声图像的位置。针轨迹模块响应于超声接收器相对于解剖区域的超声图像的所跟踪的位置来预测靶活检针相对于超声平面的活检轨迹。

[0010] 为了本发明的目的,术语“模块”广泛地包括由电子电路和/或可执行程序(例如,可执行软件和/或固件)组成的超声引导控制器的应用组件。

[0011] 本发明的第三种形式是一种靶活检方法,其包括:(1)超声探头投射与解剖区域相交的超声平面;(2)超声接收器当靶活检针被插入到解剖区域中时感测超声平面,以及(3)超声引导工作站预测解剖区域内的靶活检针相对于超声平面的活检轨迹。

[0012] 本发明的上述形式和其他形式以及本发明的各种特征和优点将从下面结合附图对本发明的各种实施例的详细描述而变得更加明显。详细描述和附图仅仅是对本发明的说明而不是限制,本发明的范围由随附权利要求及其等同物限定。

附图说明

[0013] 图1图示了根据本发明的靶活检系统的示例性实施例。

[0014] 图2-4图示了由图1的靶活检系统对预测的针轨迹的示例性可视化。

具体实施方式

[0015] 为了促进对本发明的理解,本文将提供本发明的示例性实施例,其涉及如图1所示的用于患者10的肝脏11的超声引导靶活检过程。根据本发明的示例性实施例的描述,本领域普通技术人员将理解如何利用本发明进行涉及各种类型的超声探头和靶活检针的任何类型的超声引导靶活检过程(例如,前列腺、肾、乳房等)。

[0016] 为了本发明的目的,包括但不限于“击发机构”、“同轴引入器”和“所跟踪的位置”的本领域的术语要被解释为在本发明的领域中是已知的并且在本文中示例性地进行描述。

[0017] 参考图1,超声引导靶活检过程涉及如本领域已知的超声探头20和用于从患者10的肝脏11提取组织的靶活检针30。

[0018] 超声探头20采用一个或多个超声换能器、发射器、接收器和/或收发器来投射与腹部区域12相交的超声平面(例如,如图2所示的超声平面21)。超声探头20的示例包括但不限于具有扇形、曲线或线性几何形状的二维和三维超声探头。

[0019] 当针30被插入到腹部区域中12时,靶活检针30采用探针等,以便切割肝脏11的组

织样本。靶活检针30的示例包括但不限于具有用于组织芯活检的击发或“枪击”机构的铡刀式活检针(例如Bio-Cut®或BardMagnum®活检针)。当被包括时,击发机构被操作为沿着腹部区域12内的靶活检针的活检轨迹投射靶活检针。

[0020] 本发明附接两个或更多个超声接收器31(即,接收器或收发器)以用于当靶活检针30正被插入患者10的腹部区域12内时感测超声平面。如本领域中已知的,感测超声平面的程度是超声接收器31与超声平面之间的距离的函数。

[0021] 实际上,超声接收器31在空间上被布置在活检针30上以适合于促进由每个超声接收器31对超声平面进行区别性感测。在一个实施例中,如图1所示,远端超声接收器31d附接到邻近靶活检针30的远端部的靶活检针30/嵌入在邻近靶活检针30的远端部的靶活检针30内,并且近端超声接收器31p附接到靶活检针30/嵌入在靶活检针30内、处于靶活检针30的轴的中间。在一个替代实施例中,靶活检针30包括同轴引入器,靶活检针30通过该同轴引入器进入腹部区域12中,同时超声接收器31被附接到同轴引入器/嵌入在同轴引入器内。

[0022] 超声引导靶活检过程涉及超声引导机器40,其采用安装在工作站43内的监视器41、接口平台42、工作站43和超声引导控制器44。虽然未示出,但实际上超声探头20和超声接收器31以本领域中已知的任何方式连接/耦合到工作站43。

[0023] 超声引导控制器44包括本领域中已知的操作系统(未示出)和/或可由本领域中已知的操作系统(未示出)访问,操作系统用于如由工作站操作者(例如医生、技术人员等等)经由接口平台42的键盘、按钮、拨盘、操纵杆等指引的控制监视器41上的各种图形用户接口、数据和图像,以及用于存储/读取由接口平台42的工作站操作者编程和/或指引的数据。

[0024] 超声引导控制器44进一步执行包括超声成像模块45、接收器跟踪模块46和轨迹预测模块47的应用模块以实现根据本发明的肝脏11的超声引导靶活检过程。

[0025] 具体地,超声成像模块45在结构上被配置为从超声探头20接收表示与患者11的腹部区域12相交的超声平面的超声数据UD,并且执行用于生成腹部区域12的平面超声图像以用于由如图所示的监视器41显示的已知过程。

[0026] 接收器跟踪模块46在结构上被配置为当靶活检针30被插入到患者11的腹部区域12中时从超声接收器31接收表示对超声平面的感测的感测数据SD,并执行用于跟踪每个超声接收器31相对于与腹部区域12相交的超声平面的位置的已知过程。对于每个超声接收器31,所跟踪的位置指示特定的超声接收器31是在超声平面内(即,平面内)还是在超声平面外(即,平面外)。更具体地,对特定的超声接收器31的超声平面的感测将指示每个超声接收器31在高度、宽度和深度方面的三维(“3D”)位置,其中,平面内具有零(0)深度并且平面外具有非零深度。

[0027] 轨迹预测模块47在结构上被配置为接收术前或术中的针数据ND,其表示靶活检针30的尺寸/构造轮廓,其中,针30的参数是已知的以用于确定针30相对于与腹部区域12相交的超声平面的方向,参数包括但不限于(1)在针30的击发之前和之后的针30的长度,以及(2)每个超声接收器31的附接点。

[0028] 轨迹预测模块47进一步在结构上被配置为从超声成像模块45接收表示正被显示的腹部区域12的平面超声图像的图像数据ID,并且从接收器跟踪模块46接收表示超声接收器31相对于与腹部区域12相交的超声平面的所跟踪的位置的跟踪数据TD。响应于此,轨迹预测模块47进一步在结构上被配置为通过执行本发明的过程来预测靶活检针30相对于超

声平面的活检轨迹,包括:

[0029] (1) 根据超声接收器31的所跟踪的位置,确定根据针30的在超声接收器31之间的段相对于平面超声图像的虚拟定位的长度导出的未击发的针30的虚拟版本相对于平面超声图像的取向(“取向确定”);以及

[0030] (2) 确定根据针30的击发的探针的虚拟定位的长度导出的先前相对于平面超声图像取向的击发的针30的虚拟版本的端部延伸(“击发确定”)。

[0031] 取向确定促进由轨迹预测模块47对在平面超声图像上的针叠加的生成,并且击发确定促进由轨迹预测模块47对在平面超声图像上的活检轨迹叠加的生成。例如,如图1所示,当两个超声接收器31处在与腹部区域12相交的超声平面的平面内时,监视器41显示平面内针叠加48i和平面内活检轨迹叠加49i。

[0032] 实际上,叠加可以具有指示针30的平面内或平面外感测和活检轨迹的任何形状和/或任何颜色。例如,图2-4示出了相对于超声平面21从平面外转变到平面内的针30的序列。

[0033] 具体地,图2示例示了针30在腹部区域12(未示出)内的初始插入,其中,两个超声接收器31都在平面外,并且针30的取向与超声平面21不平行。针对该初始插入,基于从近端到远端的白色实心三角形形状的针叠加48o和基于从未击发的针的端部到击发的针的端部的白色虚线三角形形状的活检轨迹叠加49o图示了两个超声接收器31都在平面外并且击发的针的端部将会在平面外。

[0034] 图3图示了针30在腹部区域12(未示出)内的进一步插入,其中,远端超声接收器31在平面内,近端超声接收器31在平面外,并且针30的取向不平行于超声平面21。对于该进一步插入,针叠加48o和活检轨迹叠加49o图示了远端超声接收器31在平面内,并且击发的针的端部将会在与针30相对的平面外。

[0035] 图4图示了超声探头20相对于针30在腹部区域12(未示出)内的插入的旋转,其中,两个超声接收器31都在平面内,因此针30在超声平面21的平面内。对于该探头旋转,针叠加48i是白线,并且活检轨迹叠加49i是图示了平面内的针30的虚线。

[0036] 对于图2-4的示例,针叠加48o和活检轨迹叠加49o可以被着色为红色以指示平面外的针30,并且针叠加48i和活检轨迹叠加49i可以被着色为绿色以指示平面内的针30。

[0037] 返回参考图1,轨迹预测模块47将预测数据PD提供到超声引导控制器44的(一个或多个)适当的显示模块(未示出)以用于在超声图像上显示叠加。另外,预测数据PD可以包括每个超声接收器31距超声平面的距离和针30相对于超声平面的角度取向的数字读出,以促进机器40的操作者重新定位超声探头20和/或重新插入针30。

[0038] 参考图1-4,根据本发明的示例性实施例的描述,本领域普通技术人员将理解本发明的介入系统和方法的许多益处,包括但不限于(1)应用于各种超声引导靶活检过程(例如,肝活检、肾活检等),特别是其中在过程期间活检针不清晰可见的过程,以及(2)加强对执行靶活检的医生的训练。

[0039] 此外,鉴于本文提供的教导,本领域普通技术人员将会理解,在本公开内容/说明书中描述的和/或在图1-4中描绘的特征、元件、组件等可以以电子组件/电路、硬件、可执行软件和可执行固件的各种组合实现,特别是作为本文所描述的控制器的应用模块,并且提供可以组合在单个元件或多个元件中的功能。例如,可以通过使用专用硬件以及能够与适

当的软件一起执行软件的硬件来提供图1-4所示/图示/描绘的各种特征、元件、组件等的功能。当由处理器提供时,功能可以由单个专用处理器、单个共享处理器或多个单独的处理器提供,其中的一些可以被共享和/或复用。此外,术语“处理器”的明确使用不应被理解为专门是指能够执行软件的硬件,并且可以隐含地包括而不限于数字信号处理器(“DSP”)硬件、存储器(例如,用于存储软件的只读存储器(ROM)、随机存取存储器(“RAM”)、非易失性存储器等)和几乎任何单元和/或机器(包括硬件、软件、固件、电路、它们的组合等),其能够(和/或可配置为)执行和/或控制过程。

[0040] 此外,本文中叙述本发明的原理、方面和实施例的所有陈述以及其具体示例旨在包含其结构和功能等同物。此外,旨在将这样的等同物包括当前已知的等同物以及将来开发的等同物(例如,所开发的可以执行相同或基本相似的功能的任何元件,而不管结构如何)。因此,例如,鉴于本文提供的教导,本领域普通技术人员将会理解,本文呈现的任何框图可以表示体现本发明的原理的说明性系统组件和/或电路的概念性视图。类似地,鉴于本文提供的教导,本领域普通技术人员应当理解,任何流程图、流程图示等可以表示可以基本上表示在计算机可读储存介质中的各种过程,并且由计算机、处理器或具有处理能力的其他设备执行,无论这种计算机或处理器是否被明确示出。

[0041] 此外,本发明的示例性实施例可以采取可从计算机可用和/或计算机可读储存介质访问的计算机程序产品或应用模块的形式,该计算机程序产品或应用模块提供例如用于由例如计算机或任何指令执行系统或结合其使用的程序代码和/或指令。根据本公开内容,计算机可用或计算机可读储存介质可以是任何装置,其可以例如包括、储存、传送、传播或输送程序以用于由指令执行系统、装置或设备使用或结合其使用。这种示例性介质可以是例如电子的、磁性的、光学的、电磁的、红外的或半导体的系统(或装置或设备)或传播介质。计算机可读介质的示例包括例如半导体或固态存储器、磁带、可移除计算机磁盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、闪存(驱动器)、刚性磁盘和光盘。当前的光盘示例包括压缩盘-只读存储器(CD-ROM)、压缩盘-读/写(CD-R/W)和DVD。此外,应当理解,可以以后被开发的任何新的计算机可读介质还应被视为可以根据本发明和公开内容的示例性实施例使用或参考的计算机可读介质。

[0042] 已经描述了用于预测靶活检的针轨迹的新颖的且创造的系统和方法的优选和示例性实施例(这些实施例旨在为说明性的而不是限制性的),应注意,可以由普通技术人员根据本文提供的教导(包括图1-4)进行修改和变型。因此,应当理解,可以在本公开内容的优选和示例性实施例中或对本公开内容的优选和示例性实施例进行改变,这在本文公开的实施例的范围内。

[0043] 此外,应预见到包含和/或实现该设备的或例如可以在根据本公开内容的设备中使用/实现的对应的和/或相关的系统也被预见到并被认为在本发明的范围内。此外,用于制造和/或使用根据本公开内容的设备和/或系统的对应的和/或相关的方法被预见到并被认为在本发明的范围内。

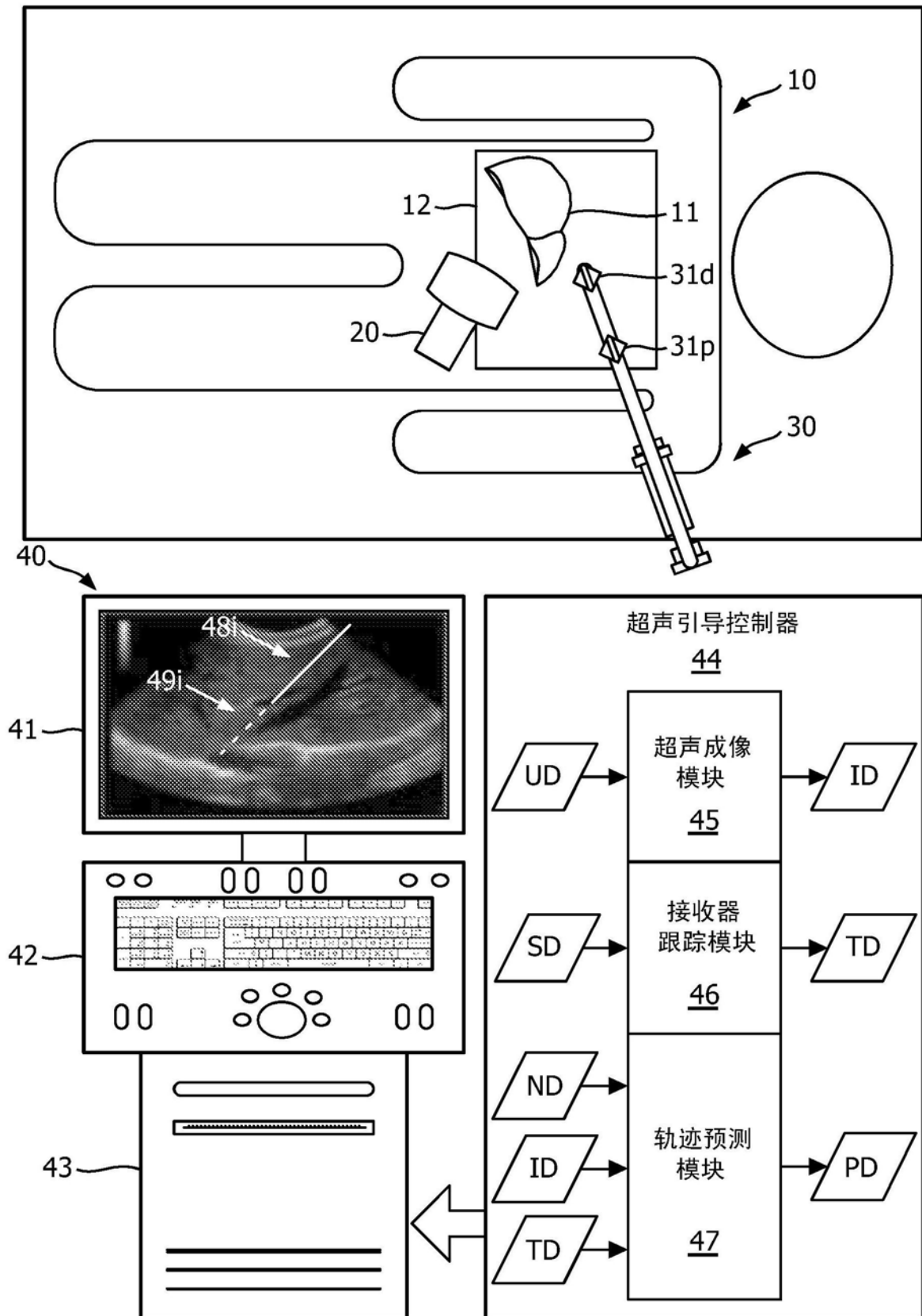


图1

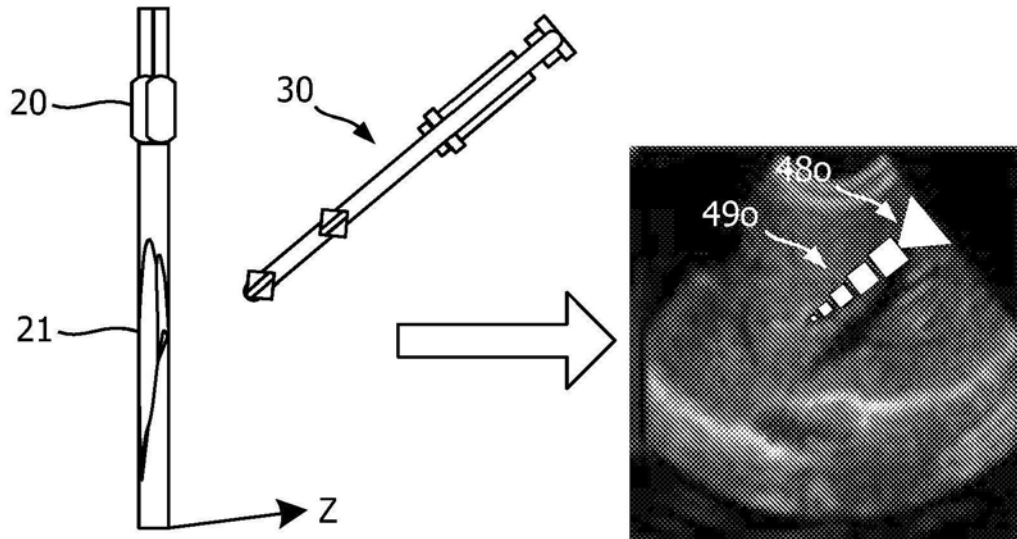


图2

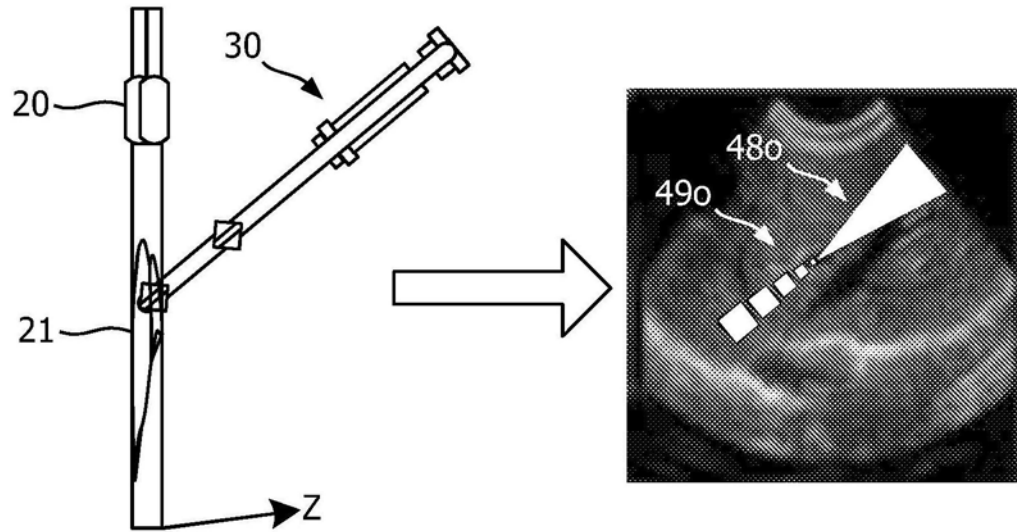


图3

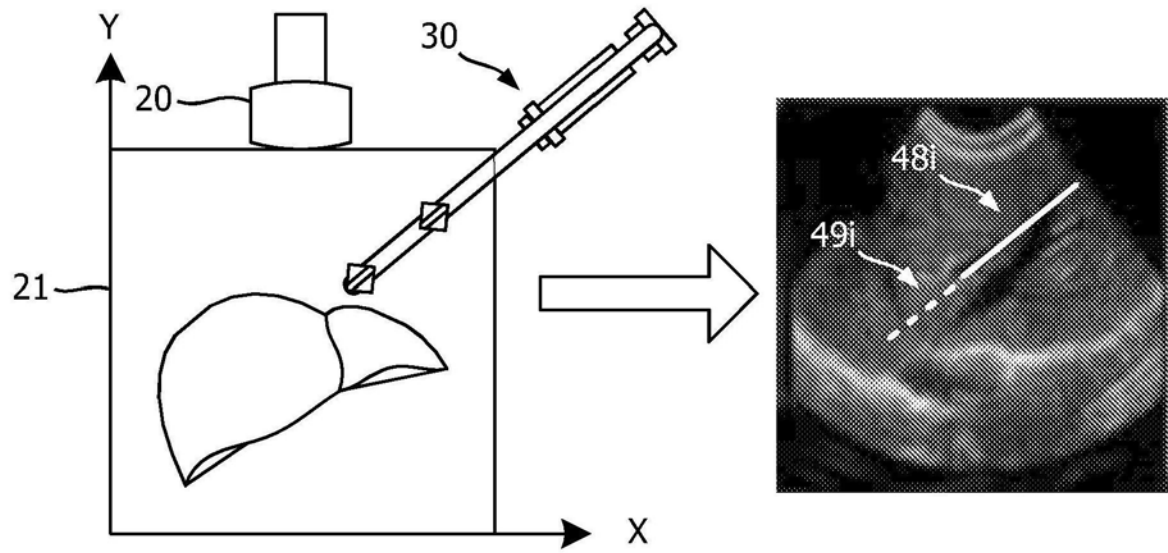


图4