



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106659477 A

(43)申请公布日 2017. 05. 10

(21)申请号 201580038326.6

(22)申请日 2015.07.09

(30)优先权数据

62/023,977 2014.07.14 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.01.13

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2015/055201 2015.07.09

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/009312 EN 2016.01.21

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 C·M·f·孔 S·巴拉特

(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 8/12(2006.01)

A61N 5/10(2006.01)

A61B 34/20(2016.01)

A61B 17/00(2006.01)

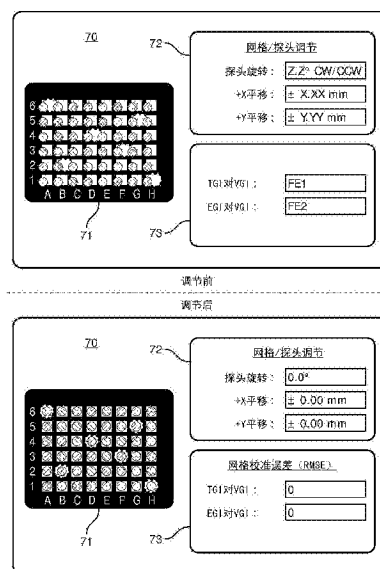
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

用于介入流程的网格校准系统

(57)摘要

一种采用介入装置的网格校准系统,所述介入装置包括:一个或多个介入工具(23);具有孔矩阵的网格(22),所述网格用于支撑和引导校准区内的(一个或多个)介入工具(23);以及成像设备(24),其相对于所述网格(22)被定位,所述成像设备用于生成工具图像,所述工具图像图示所述校准区内的(一个或多个)介入工具(23)。所述网格校准系统还采用网格校准工作站(40),所述网格校准工作站用于显示对所述网格(22)与所述成像设备(24)的相对定位的任何对准调节,所述相对定位是从所述工具图像与具有表示所述网格的所述孔矩阵的点矩阵的虚拟网格的图像配准导出的。



1. 一种网格校准系统,包括:

介入装置,其包括:

至少一个介入工具 (23),

具有孔矩阵的网格 (22),所述网格用于支撑和引导校准区内的所述至少一个介入工具 (23),以及

成像设备 (24),其相对于所述网格 (22) 被定位,所述成像设备用于生成工具图像,所述工具图像图示所述校准区内的所述至少一个介入工具 (23);以及

网格校准工作站 (40),其与所述成像设备 (24) 通信,以显示对所述网格 (22) 与所述成像设备 (24) 的相对定位的任何校准调节,所述相对定位是从所述工具图像与具有表示所述网格的所述孔矩阵的点矩阵的虚拟网格的图像配准导出的。

2. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,对准调节包括所述网格 (22) 相对于所述成像设备 (24) 的水平调节。

3. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,对准调节包括所述网格 (22) 相对于所述成像设备 (24) 的垂直调节。

4. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,对准调节包括所述成像设备 (24) 相对于所述网格 (22) 的旋转调节。

5. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,所述网格校准工作站 (40) 还能用于显示所述工具图像到所述虚拟网格的调节拟合误差。

6. 根据权利要求1所述的网格校准系统,

其中,跟踪网格表示对以下中的至少一个的跟踪:跟踪坐标系内的所述网格 (22) 和由所述跟踪坐标系内的所述网格 (22) 支撑和引导的所述至少一个介入工具 (23);并且

其中,所述网格校准工作站 (40) 还能用于显示所述跟踪网格到所述虚拟网格的虚拟跟踪拟合误差。

7. 根据权利要求1所述的网格校准系统,

其中,跟踪网格表示对以下中的至少一个的跟踪:跟踪坐标系内的所述网格 (22) 和由所述跟踪坐标系内的所述网格 (22) 支撑和引导的所述至少一个介入工具 (23);并且

其中,所述网格校准工作站 (40) 还能用于显示所述跟踪网格到所述工具图像的图像跟踪拟合误差。

8. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,所述网格校准工作站 (40) 还能用于实时显示网格校准图像,所述网格校准图像图示所述虚拟网格到所述工具图像上的交叠。

9. 根据权利要求8所述的网格校准系统,其中,所述图像配准包括:

所述网格校准工作站 (40) 识别所述工具图像内的至少一个介入工具 (23) 和所述虚拟网格内的至少一个网格点;并且

所述网格校准工作站 (40) 根据在所述工具图像内识别的每个介入工具 (23) 和在所述虚拟网格内识别的每个网格点来计算变换矩阵。

10. 根据权利要求1所述的网格校准系统,

其中,跟踪网格表示对以下中的至少一个的跟踪:跟踪坐标系内的所述网格 (22) 和由所述跟踪坐标系内的所述网格 (22) 支撑和引导的所述至少一个介入工具 (23);并且

其中,所述网格校准工作站 (40) 还能用于实时显示网格校准图像,所述网格校准图像

图示所述虚拟网格和所述跟踪网格到所述工具图像上的交叠。

11. 根据权利要求10所述的网格校准系统,其中,所述图像配准包括:

所述网格校准工作站(40)识别所述工具图像内的至少一个介入工具(23)、所述虚拟网格内的至少一个网格点以及所述跟踪网格内的至少一个跟踪点;并且

所述网格校准工作站(40)根据在所述工具图像内识别的每个介入工具(23)、在所述虚拟网格内识别的每个网格点以及利用所述跟踪网格识别的每个跟踪点来计算至少一个变换矩阵。

12. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,所述至少一个介入工具(23)包括至少一个导管。

13. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,所述至少一个介入工具(23)包括至少一个针。

14. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,所述网格(22)的所述孔矩阵和所述虚拟网格的所述点矩阵是相同的。

15. 根据权利要求1所述的网格校准系统,其中,所述成像设备(24)是超声探头。

16. 一种用于具有孔矩阵的网格(22)的网格校准方法,所述网格支撑和引导校准区内的所述至少一个介入工具(23)和相对于所述网格(22)定位的成像设备(24),所述网格校准方法包括:

生成工具图像,所述工具图像图示所述校准区内的所述至少一个介入工具(23);并且

显示对所述网格(22)与所述成像设备(24)的相对定位的任何校准调节,所述相对定位是从所述工具图像与具有表示所述网格(22)的所述孔矩阵的点矩阵的虚拟网格的图像配准导出的。

17. 根据权利要求16所述的网格校准方法,还包括:

计算并显示所述工具图像到所述虚拟网格的调节拟合误差。

18. 根据权利要求16所述的网格校准方法,

计算并显示所述跟踪网格到所述虚拟网格的虚拟跟踪拟合误差,

其中,所述跟踪网格表示对以下中的至少一个的跟踪:跟踪坐标系内的所述网格(22)和由所述跟踪坐标系内的所述网格(22)支撑和引导的所述至少一个介入工具(23)。

19. 根据权利要求16所述的网格校准方法,

计算并显示所述跟踪网格到所述工具图像的图像跟踪拟合误差,

其中,所述跟踪网格表示对以下中的至少一个的跟踪:跟踪坐标系内的所述网格(22)和由所述跟踪坐标系内的所述网格(22)支撑和引导的所述至少一个介入工具(23)。

20. 根据权利要求16所述的网格校准方法,其中,所述图像配准包括:

识别所述工具图像内的至少一个介入工具(23)和所述虚拟网格内的至少一个网格点;并且

根据在所述工具图像内识别的每个介入工具(23)和在所述虚拟网格内识别的每个网格点来计算变换矩阵。

用于介入流程的网格校准系统

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及被并入在介入流程(例如,前列腺近距离治疗流程)内的网格校准系统。本发明具体地涉及用于在介入流程期间相对于超声探头的成像平面在感兴趣解剖区域内支撑和引导介入工具(例如,导管、针等)的网格(也被已知为模板)的校准。

背景技术

[0002] 前列腺癌是最常见的非皮肤相关的癌症,是美国男性中因癌症死亡的第二大原因。影响六(6)分之一的男性,在2013年将诊断出估计238000例新的前列腺癌病例,其中30000例将是致命的。利用高剂量率(“HDR”)和低剂量率(“LDR”)流程的近距离治疗是用于处置前列腺癌的常见放射治疗。通常,HDR前列腺近距离治疗涉及将十(10)–二十(20)个导管经会阴插入前列腺,然后使用远程后置装置(afterloader)将放射源临时序列地插入到这些导管中的每个中。相比之下,LDR前列腺近距离治疗涉及通过插入在前列腺中的多个针递送的近似100个放射性粒源在前列腺内的永久植入。对于HDR和LDR两者,前列腺近距离治疗流程以及其他前列腺流程(例如,经会阴前列腺活检),导管或针通常通过对准会阴定位的网格/模板来插入,以一旦导管或针被插入到前列腺中就提供用于对导管或针的均匀分布和固定的支撑和引导。

[0003] 例如,图1图示了涉及导管/针23的典型前列腺近距离治疗装置设置20。具体地,示范性前列腺近距离治疗流程在使用经直肠超声(“TRUS”)探头24的超声引导下来实施,所述经直肠超声探头与网格/模板22一起被定位在步进器21上,以用于在网格/模板22被保持就位并且TRUS探头24被允许在大致垂直于网格/模板22的轴向方向上和关于所述方向平移和旋转时提供针对整个设置20的稳定性。导管/针23根据预定计划来定位,或者在超声图像中与前列腺10和周围器官的分割一起回溯地识别,由此,导管/针23与器官分割之间的相对几何结构被用于确定(一个或多个)放射性粒源(例如,放射性粒源11)的剂量分布和具体处置计划。

[0004] 经由超声图像中的回声闪烁对导管/针23的手动识别由于诸如差的图像质量、模糊结构和操作者经验的因素而倾向于出错。最近已经提出了用于HDR和LDR前列腺近距离治疗流程的跟踪系统30(例如,电磁(“EM”)跟踪系统或光学跟踪系统)来克服这些限制并改进整体准确性。更具体地,当与EM跟踪系统有关时,EM传感器(未示出)被集成到导管/针23和TRUS探头24两者中,以用于导管/针23和TRUS探头24关于前列腺10和周围感兴趣解剖区域在EM坐标系内的准确空间定位。尽管网格/模板22也可以与跟踪传感器集成,但是在其中网格/模板22未与跟踪传感器集成的情况下,在EM坐标系内定位网格/模板22的备选方法可以涉及被执行的EM网格校准,其中,所跟踪的导管/针23被插入到孔矩阵的各个位置中,以创建整个网格/模板22的映射。网格/模板22的孔矩阵在EM坐标系内的这种定位被已知为“EM网格”。

[0005] 在前列腺近距离治疗流程期间,超声扫描器的特定模型被装备有将“虚拟网格”交叠在来自TRUS探头24的超声图像上的特征以提供用于网格/模板22的孔矩阵的对准的视觉

帮助,例如,在如图2所示的超声图像25上的白点的虚拟网格的交叠。这意味着用作网格/模板22的孔矩阵在TRUS探头24的图像平面(未示出)上的投影。如在图2中示范性示出的,虚拟网格简单地是到等于或等价于网格/模板22的孔矩阵的 $M \times N$ 个孔和间距的具有选定的间距(通常为5mm或10mm)的 $M \times N$ 个网格点的超声图像25上的交叠。为了准确跟踪的目的,孔矩阵网格/模板22到虚拟网格的对准由操作者手动执行。针对设置20的该校准通常将通过将导管/针通过网格/模板22的孔矩阵插入水箱中并根据需要调节网格/模板22的物理位置来偶尔(例如,每天/每周/每月)完成,使得虚拟网格交叠最高可能程度地符合网格/模板22的孔矩阵,如由TRUS探头24的图像平面内的工具的回声闪烁表示的。图3示出了对应于表示网格/模板22的孔矩阵到虚拟网格的真实对准的超声图像26中的C3和E5位置的两个(2)超声回声。然而,在实践中,这种真实对准在许多前列腺近距离治疗流程的过程中很少实现和/或维持。

[0006] 当前,对准网格/模板22的孔矩阵与超声虚拟网格的网格校准的过程是手动完成的并且涉及由操作者对对准的主观视觉确认。更具体地,网格/模板22在垂直方向和/或水平方向上的平移以及TRUS探头24的旋转在“试错法”的基础上被调节,这能够是耗时的并且受操作者间可变性影响。因此,本领域中的问题是在以下中的困难:确定网格/模板22和TRUS探头24相对于步进器21的准确定位所需的(一个或多个)网格平移和/或探头旋转的最佳组合,从而将网格模板22的孔矩阵与虚拟网格交叠对准,如图3所示。

发明内容

[0007] 本发明提出一种自动化质量保证方法,以帮助网格/模板(例如,图1所示的网格/模板22)的校准,并且还提供一个或多个对准误差的量化。本发明涉及图像识别方法的使用,以经由虚拟网格自动探测工具闪烁和投影超声网格点的位置。根据该信息,网格/模板到虚拟网格的准确对准所需的精确平移和/或旋转参数能够被计算并显示给操作者。还可以利用本发明来确定网格/模板与虚拟网格,或任何其他类型的外部网格参考(例如,图1所示的跟踪系统30)之间的拟合误差。

[0008] 本发明的一种形式是采用介入装置的网格校准系统,所述介入装置包括一个或多个介入工具(例如,(一个或多个)导管或针)、用于支撑和引导校准区内的介入工具的具有孔矩阵的网格、以及相对于网格定位的超声探头,所述超声探头用于生成工具图像,所述工具图像图示校准区内的(一个或多个)介入工具。

[0009] 网格校准系统还采用网格校准工作站,所述网格校准工作站用于显示对所述网格与超声探头的相对定位的任何对准调节,所述相对定位是从所述工具图像与具有表示所述网格的孔矩阵的点矩阵的虚拟网格的图像配准导出的。所述对准调节可以包括网格相对于超声探头的水平平移调节、网格相对于超声探头的垂直平移调节和/或探头相对于网格的旋转调节。

[0010] 仅对于平移调节,优选地利用两(2)个或更多个介入工具来生成工具图像。

[0011] 对于旋转调节,优选地利用三(3)个或更多个介入工具来生成工具图像。

[0012] 网格校准工作站可以额外地显示工具图像到虚拟网格的对准拟合误差(例如,最小二乘)。可以对着以下阈值应用对准拟合误差:指示对准拟合误差对于对应的介入流程(例如,HDR或LDR前列腺近距离治疗流程)是否为可接受的或者不可接受的。

[0013] 介入设备还可以包括跟踪系统(例如,EM跟踪系统),所述跟踪系统相对于网格定位并且具有与(一个或多个)介入工具和/或网格集成的传感器,以用于生成表示网格的孔矩阵的跟踪网格。利用跟踪网格的生成,网格校准工作站可以额外地显示跟踪网格到虚拟网格的虚拟跟踪拟合误差(例如,最小二乘)和/或跟踪网格到工具图像的图像跟踪拟合误差(例如,最小二乘)。可以对着以下(一个或多个)阈值应用跟踪拟合误差:指示EM跟踪系统的跟踪准确性对于对应的介入流程是否为可接受的或者不可接受的。

[0014] 通过结合附图阅读本发明的各个实施例的以下详细描述,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变得更加显而易见。详细描述和图仅仅是对本发明的图示而非限制,本发明的范围由权利要求及其等价方案来限定。

附图说明

[0015] 图1图示了本领域已知的示范性前列腺近距离治疗流程。

[0016] 图2和3图示了本领域已知的具有虚拟网格交叠的示范性超声图像。

[0017] 图4图示了根据本发明的网格校准系统的示范性实施例。

[0018] 图5图示了表示根据本发明的网格校准方法的示范性实施例的流程图。

[0019] 图6图示了通过由图4所示的系统对图5中所示的流程图的示范性运行所生成的示范性网格校准图像。

[0020] 图7图示了通过由图4所示的系统对图5中所示的流程图的示范性运行所生成的示范性变换矩阵计算。

[0021] 图8图示了通过由图4所示的系统对图5中所示的流程图的示范性运行所生成的示范性图形使用接口。

具体实施方式

[0022] 为了便于理解本发明,将在本文中提供在如由EM跟踪系统跟踪的介入工具的超声成像的背景下的如图4和5中分别示出的本发明的网格校准系统和方法的示范性实施例。根据示范性实施例的描述,本领域普通技术人员将意识到如何将本发明的操作原理应用于网格校准系统/方法的实施方式,其用于(1)不包括跟踪网格的基本校准方法,(2)包括跟踪网格的跟踪校准方法,(3)用于任一校准方法的各种类型的介入工具和网格,(4)用于任一校准方法的备选成像设备以及(5)用于跟踪校准方法的备选跟踪系统。

[0023] 参考图4,图1的介入装置20还采用被定位在如本领域中已知的步进器21的支撑物29上的水箱/体模28,所述步进器用于促进水箱/体模28的超声图像27。EM跟踪系统采用EM场生成器31、与介入工具23集成的EM传感器32、与TRUS探头24集成的EM传感器(未示出)、与网格/模板22集成的任选EM传感器、以及如本领域中已知的工具跟踪器33。

[0024] 通常在操作中,一(1)个或多个介入工具23通过网格/模板22的孔矩阵的各个孔插入,由此,(一个或多个)介入工具23可见为超声图像27中的(一个或多个)回声闪烁。根据优选地两(2)个或更多个介入工具23的成像,网格校准平移调节依据以下来显示:(1)用于网格/模板22相对于TRUS探头24的高度调节的网格/模板22在垂直方向上的平移,以及(2)用于网格/模板22相对于TRUS探头24的横向调节的网格/模板22在水平方向上的平移。根据优选地三(3)个或更多个介入工具23的成像,网格校准旋转调节依据用于超声图像27相对于

网格/模板22的角度调节的TRUS探头24在顺时针或逆时针方向上的旋转来显示。为此,网格校准工作站40采用在结构上被配置为工作站40的硬件、软件、固件和/或电路的模块化网络41。

[0025] 具体地,模块化网络41包括网格校准图像(“GCI”)生成器42,所述网格校准图像生成器用于生成具有当介入工具23通过网格/模板22的孔矩阵插入时在介入工具23的超声图像27(以下称为“工具图像27”)上的虚拟网格交叠的网格校准图像,例如,在图3中所示的GCI 26。

[0026] 在实践中,虚拟网格交叠是任何形式的网格点的 $M \times N$ 矩阵,优选地 $M \geq 2$ 且 $N \geq 2$ 。在一个实施例中,GCI生成器42提供针对工作站40的用户的接口,以在多个预先设置的网格之中进行选择,或者指定具体的虚拟网格,尤其是在预先设置的虚拟网格的点数和间距与网格/模板22的孔矩阵不相等或等价时。

[0027] 模块化网络41还包括网格对准计算器43,所述网格对准计算器用于计算网格/模板22和TRUS探头24的(一个或多个)上述平移和/或旋转网格校准调节,以实现虚拟网格交叠与工具图像27之间的“最佳拟合”。此外,网格对准计算器43可以计算(1)虚拟网格交叠与工具图像27之间的“调节拟合误差”、(2)虚拟网格交叠与表示如本领域已知的网格/模板22的孔矩阵的EM定位的EM网格之间的“虚拟跟踪拟合误差”和/或(3)工具图像与表示如本领域已知的网格/模板22的孔矩阵的EM定位的EM网格之间的“图像跟踪拟合误差”。

[0028] 模块化网络41还包括网格调节显示生成器44,所述网格调节显示生成器用于在网格/模板22被平移和/或TRUS探头24被旋转以实现网格/模板22的孔矩阵与虚拟网格交叠的对准时生成(一个或多个)平移和/或旋转网格校准调节的实时显示。此外,如果被计算,则网格调节显示生成器44还生成以下的实时显示:虚拟网格交叠与工具图像27之间的调节拟合误差、虚拟网格交叠与EM网格之间的虚拟跟踪拟合误差和/或工具图像与EM网格之间的图像跟踪拟合误差。

[0029] 为了进一步促进对本发明的理解,现在本文中描述表示如由流程图40运行的本发明的网格校准方法的流程图50。尽管流程图50的描述将是在利用用于网格校准目的的六(6)个介入工具的背景下,但是本领域普通技术人员将意识到,可以将任何数量的介入工具用于这样的网格校准目的,优选地在三(3)与七(7)个介入工具之间。

[0030] 参考图5,流程图50的阶段S52涵盖由工作站40对具有在工具图像上的虚拟网格交叠的网格校准图像的生成。

[0031] 在如图6示范性示出的一个实施例中,操作TRUS探头24来生成工具图像60,所述工具图像具有来自在位置A6、B2、D4、F3、G5和H1处插入网格/模板22的六(6)行x八(8)列孔矩阵内的六(6)个介入工具23的六(6)个回声闪烁(“EF”)点。在阶段S52的相位P52a期间,生成器42将虚拟网格61交叠到工具图像60上,以显示网格校准图像62。任选地基于六个(6)介入工具23和/或网格/模板22的EM跟踪,在阶段S52的相位P52b期间,生成器42将EM点的六(6)行x八(8)列EM网格63交叠到网格校准图像62上,以形成网格校准图像64。该实施例在工具图像60和虚拟网格61的对准可以偏离多于一个(1)行间距和/或多于一个(1)列间距,由此六个(6)介入工具的EM坐标可以用于检测偏移时是有益的。

[0032] 返回参考图5,流程图50的阶段S54涵盖(一个或多个)网格校准调节的计算,以将工具图像60和虚拟网格61对准到最大可能的程度。

[0033] 在如图7示范性示出的一个实施例中,计算器43(图4)运行如本领域已知的GCI 62或GCI 64的图像识别/分割算法,以生成闪烁图像65和点矩阵图像67。随后,计算器43计算与闪烁图像65相关联的2D坐标系66到与点矩阵图像67相关联的2D坐标系68的二维(“2D”)变换矩阵69。变换矩阵69提供从当前平移/旋转位置到用于对准工具图像60与虚拟网格61的“最佳拟合”调节网格/模板22和/或TRUS探头24所需的任何平移/旋转值。此外,一旦实现了“最佳拟合”,变换矩阵69便于计算工具图像60与虚拟网格61之间的调节拟合误差(例如,最小二乘)和EM网格63与虚拟网格61之间的虚拟跟踪拟合误差,以及任选地工具图像60与EM网格63之间的工具跟踪拟合误差。如本文先前陈述的,在网格/模板22的当前位置处的(一个或多个)跟踪拟合误差将指示EM网格63的保真度,并因此指示是否需要在当前网格位置处执行新的EM网格校准。

[0034] 返回参考图5,流程图50的阶段S56涵盖当网格/模板22和/或TRUS探头24被调节以实现“最佳拟合”时,实时地显示所需的计算的网格调节。

[0035] 在如图8中示范性示出的一个实施例中,用户接口70显示动态网格校准图像71、网格/探头调节读出72和网格校准误差73。

[0036] 动态网格校准图像71将突出显示网格/模板22和/或TRUS探头24的任何调节,例如,被示为在调节后时段期间被对准的在调节前时段期间的图像71的未对准。

[0037] 为了帮助实现对准,在调节前时段期间的读出72提供TRUS探头24在顺时针(“CW”)方向或逆时针(“CCW”)方向上所需的任何计算的旋转,以及网格/模板22在X方向和/或Y方向上所需的任何计算的平移。同时地,读出73提供工具图像60与虚拟网格61之间的当前拟合误差FE1(“TGI对VGI”)和/或EM网格63与虚拟网格61之间的当前拟合误差FE2(“EGI对VGI”)。

[0038] 当网格/模板22和/或探头24被调节时,读出72和73被实时更新,以帮助实现工具图像60和虚拟网格61的对准达到最高可能的程度。在实践中,读出72和73可以以颜色编码,以指示大的调节/拟合误差(例如,红色)和小的调节/拟合误差(例如,绿色)。

[0039] 同样在实践中,工作站40可以提供调节/拟合误差超过特定阈值的警告,并且可以保存工具图像60与虚拟网格61之间的(一个或多个)任何偏移,以用于额外的误差计算或校正(例如,网格/模板22相对于TRUS探头24的任何旋转,然后能够根据需要校正跟踪参考框架)。

[0040] 参考图4-8,本领域普通技术人员将认识到本发明的许多益处,包括但不限于最优的网格校准,尤其地用于近距离治疗流程的最优的网格校准。

[0041] 另外,在实践中,本发明的工作站的实施例可以是独立的工作站或作为软件解决方案被集成到用于执行介入流程(例如,前列腺近距离治疗)的已知工作站中。

[0042] 尽管已经图示并且描述了本发明的各个实施例,但是本领域技术人员将理解,如本文描述的本发明的实施例是说明性的,并且可以进行各种改变和修改,并且等价方案可以替换其元件,而不脱离本发明的真实范围。此外,可以进行许多修改,以适应本发明的教导,而不脱离其中心范围。因此,本发明旨在不限于被公开为预期用于执行本发明的最好模式的特定实施例,而是本发明包括落在权利要求的范围内的所有实施例。

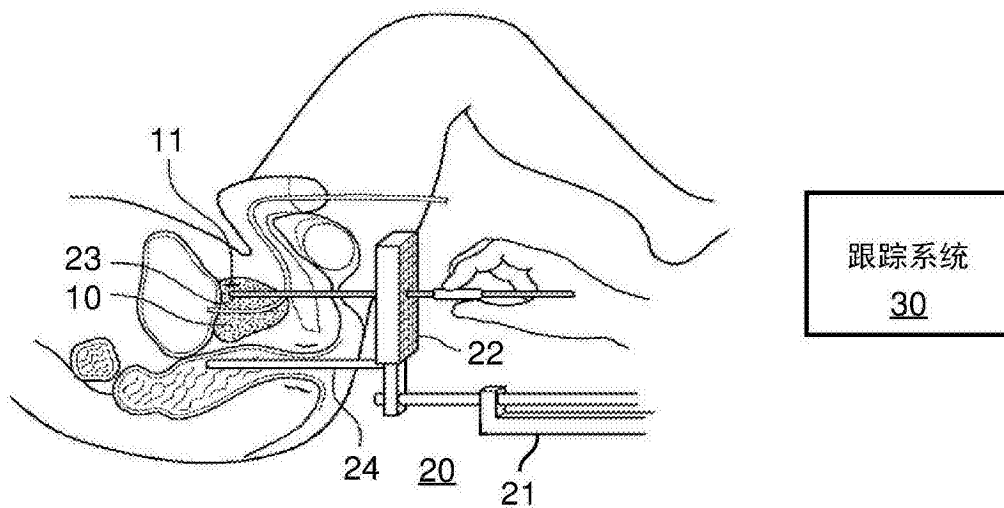


图1现有技术

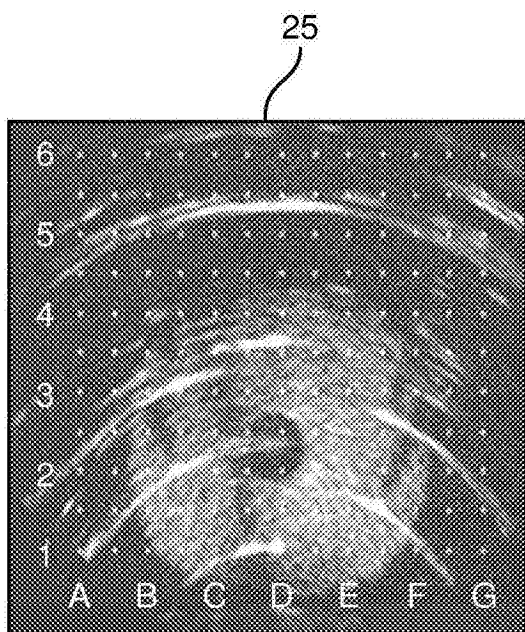


图2现有技术

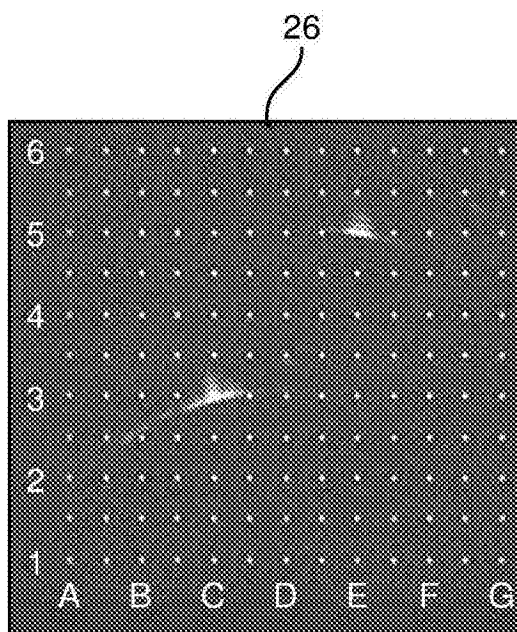


图3现有技术

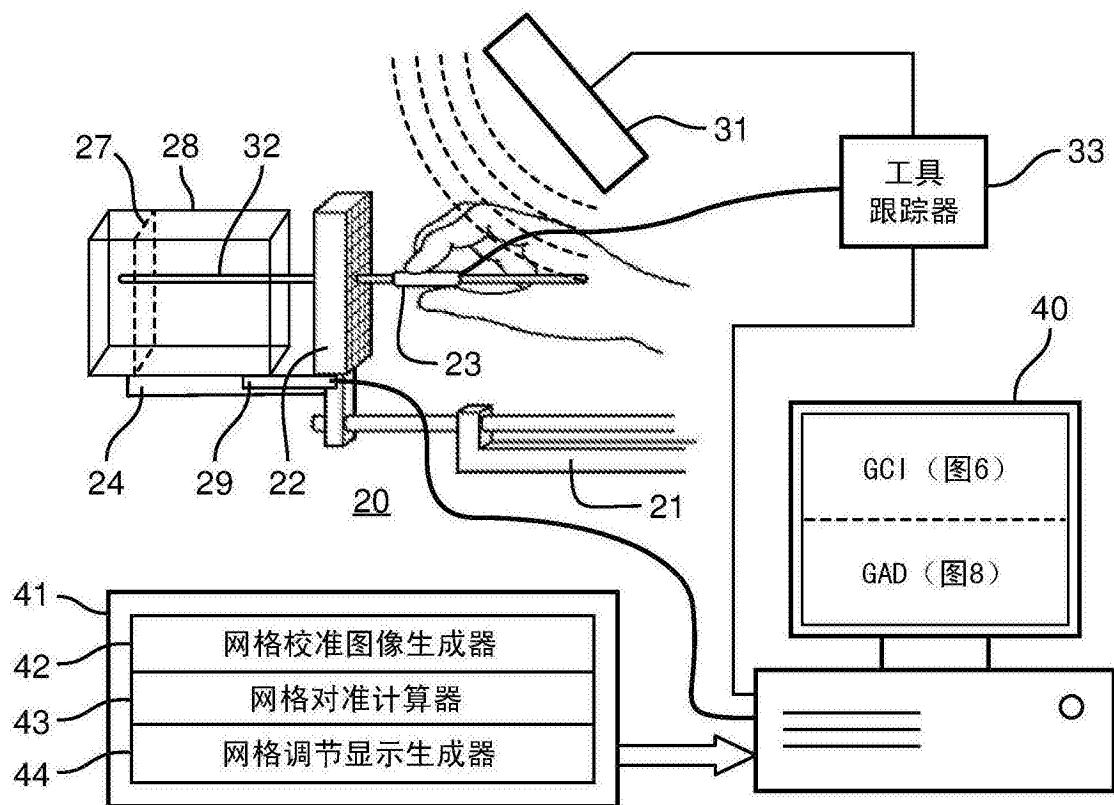


图4

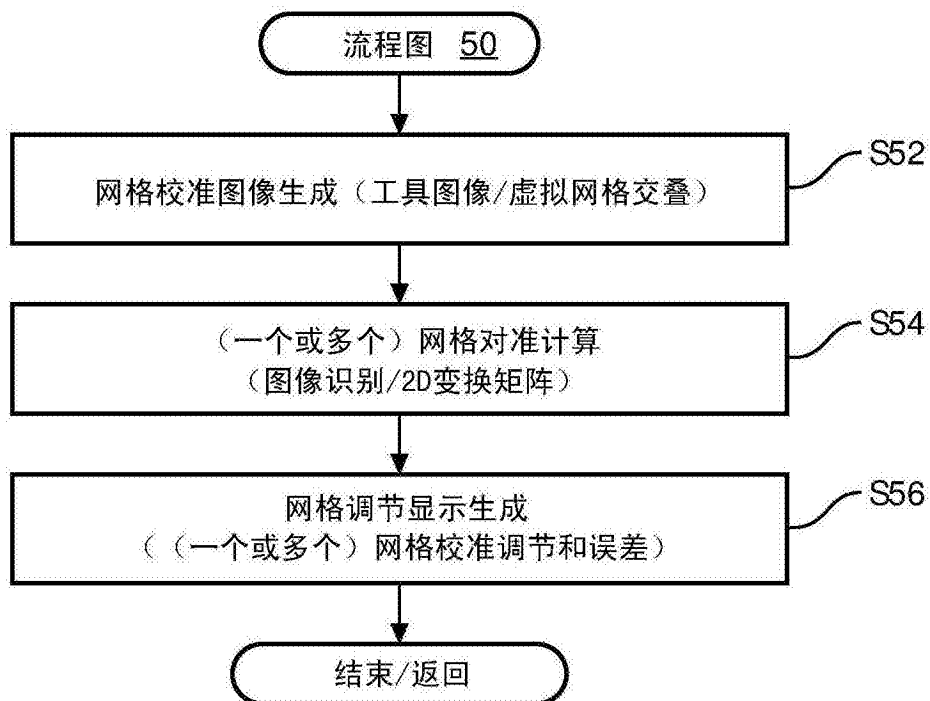
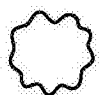


图5



EF 点



VG 点



EM 点

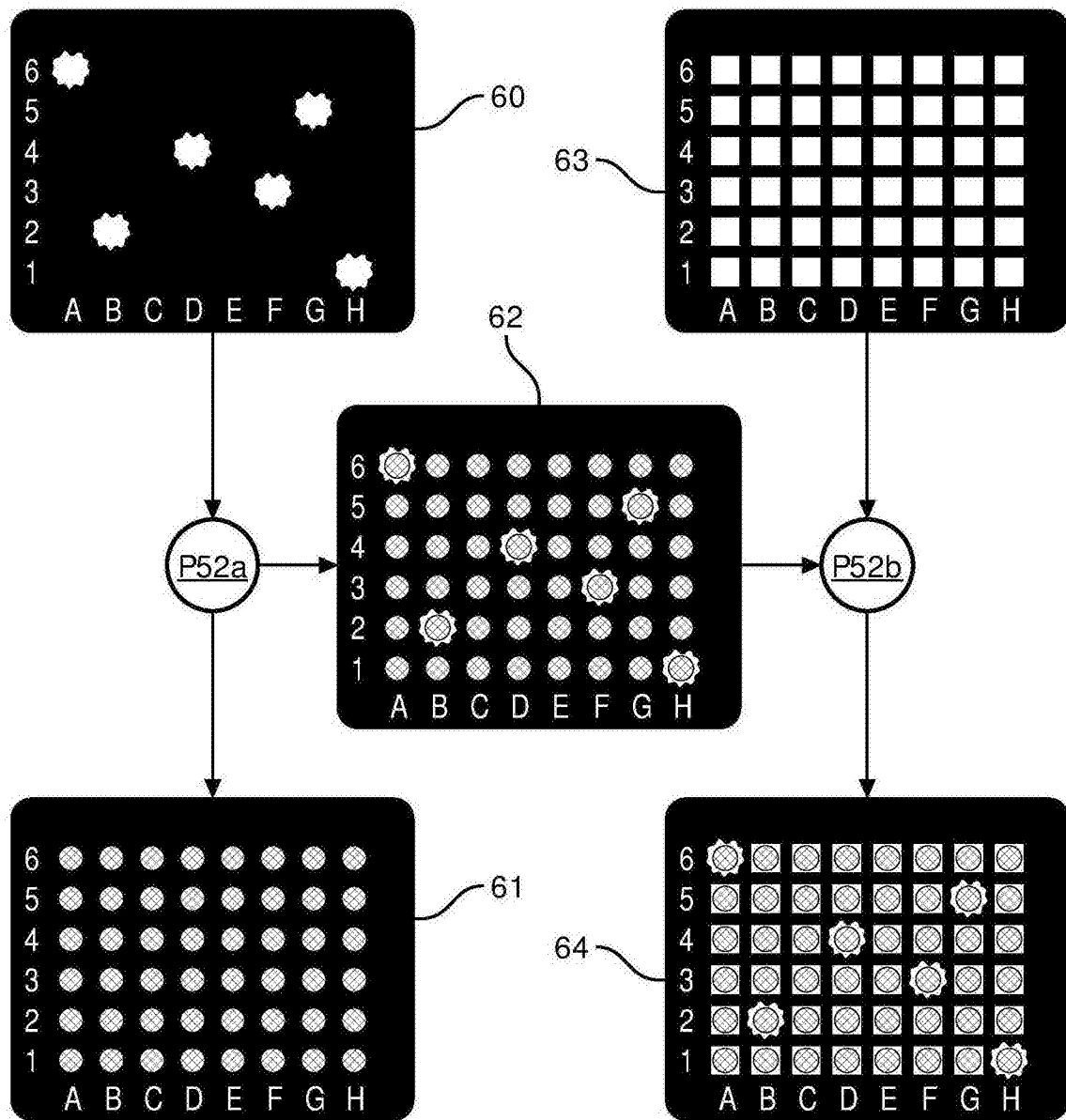


图6

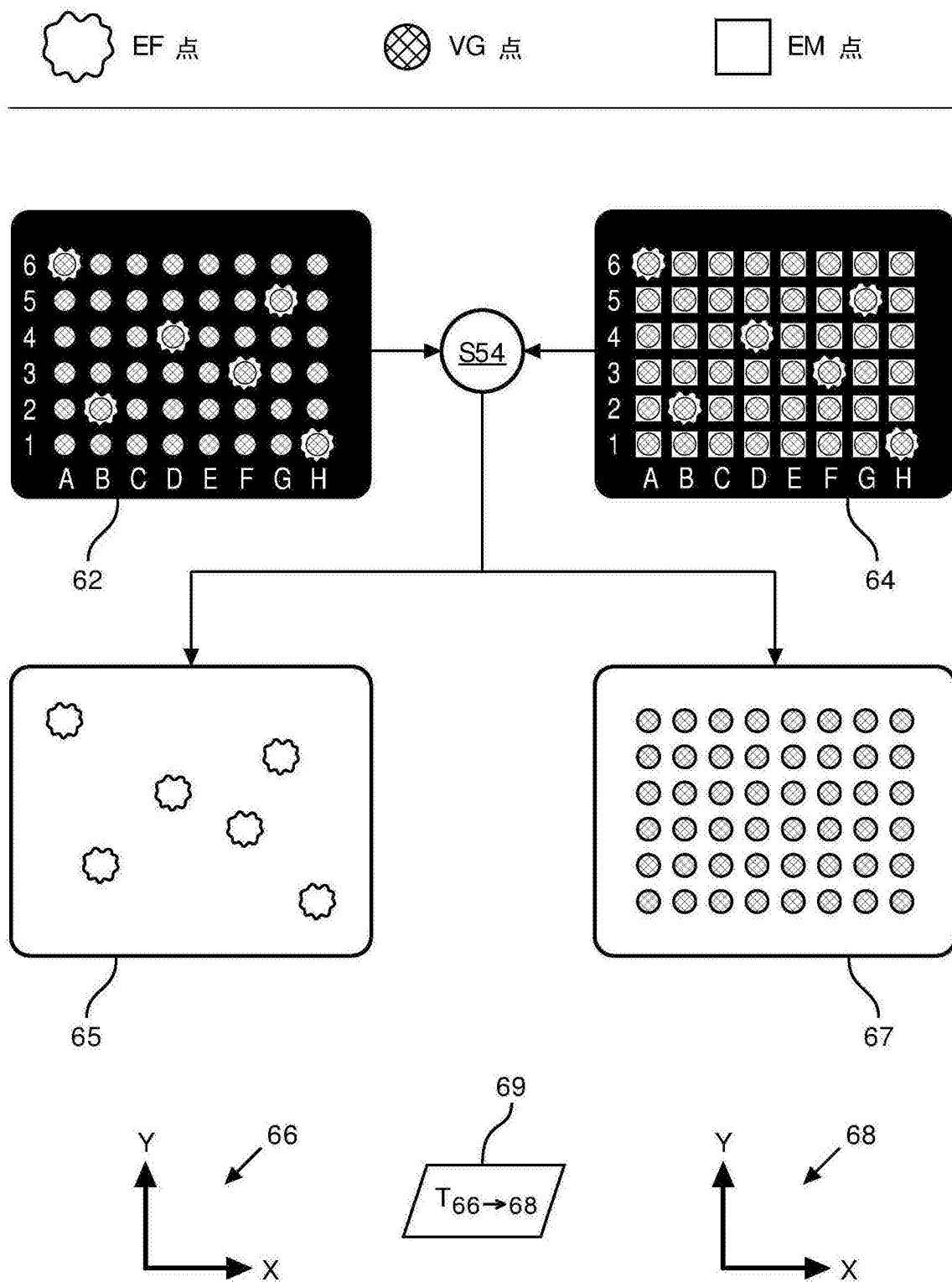
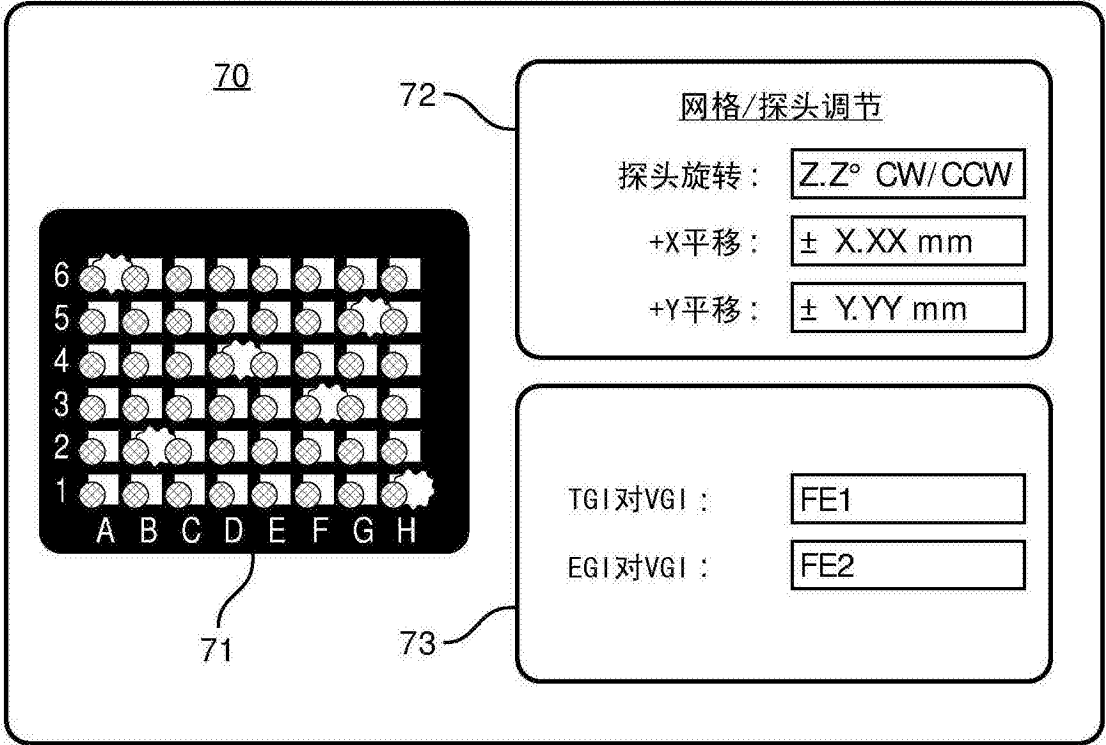


图7



调节前

调节后

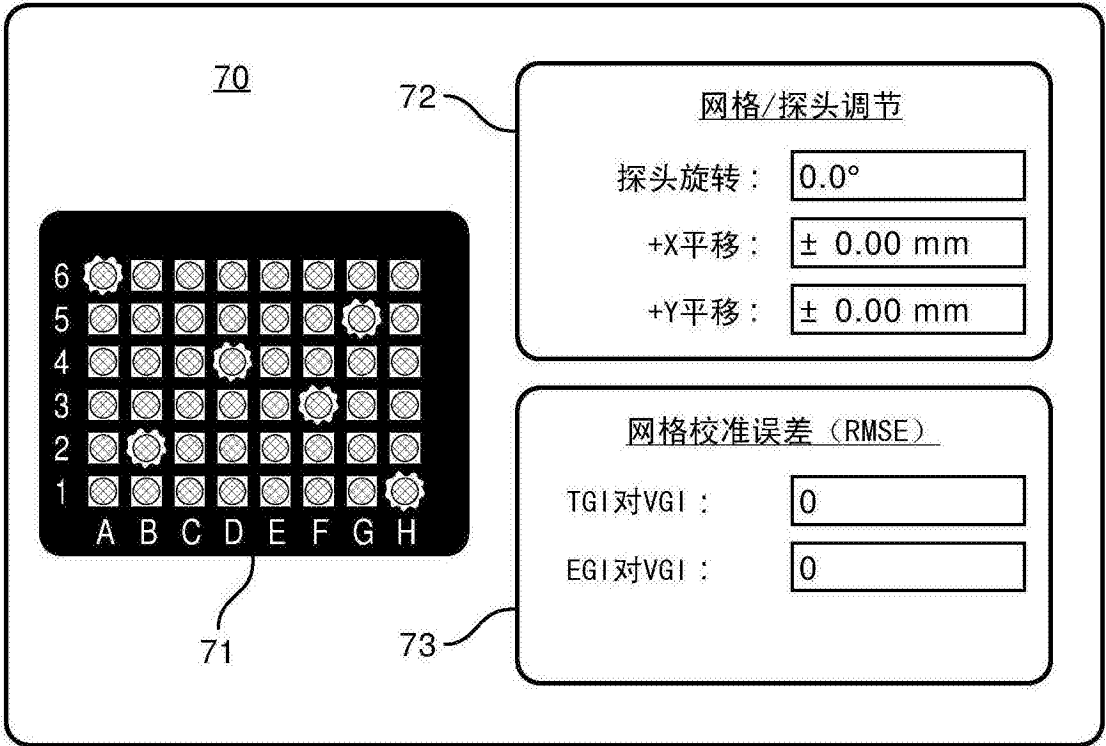


图8