



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105828722 A

(43)申请公布日 2016.08.03

(21)申请号 201480069477.3

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(22)申请日 2014.12.16

代理人 李光颖 王英

(30)优先权数据

61/917,615 2013.12.18 US

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

A61B 8/12(2006.01)

2016.06.17

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2014/066937 2014.12.16

(87)PCT国际申请的公布数据

W02015/092664 EN 2015.06.25

(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 E·德赫甘马尔瓦斯特 S·巴拉特

A·M·塔赫玛塞比马拉古奥施

G·克莱 J·克吕克尔

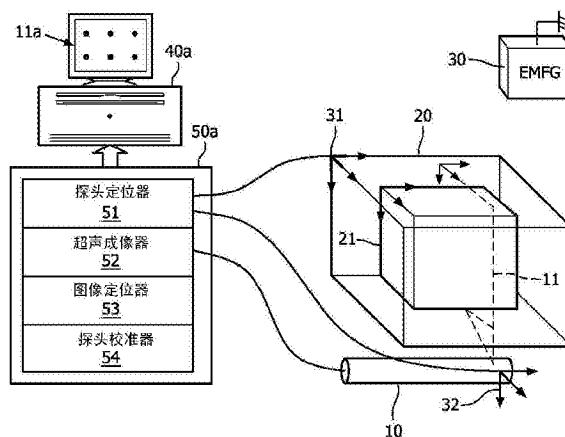
权利要求书3页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

基于电磁跟踪器的超声探头校准

(57)摘要

一种采用校准体模(20)、超声探头(10)以及校准工作站(40a)的超声校准系统。校准体模(20)围绕由一个或多个体模跟踪器建立的校准坐标系内的框架组件(21)。在操作中,所述超声探头(10)相对于由一个或多个探头跟踪器建立的扫描坐标系声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件(21)的图像。所述校准工作站(40a)将所述超声探头(10)和框架组件图像(11)定位在所述校准坐标系内,并且根据所述定位来确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。



1. 一种超声校准系统,包括:
校准体模(20),其包含在校准坐标系内的框架组件(21),
其中,所述校准体模(20)包括建立所述校准坐标系的至少一个体模跟踪器;
超声探头(10),其能够用于相对于扫描坐标系声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件(21)的图像,
其中,所述超声探头(10)包括建立所述扫描坐标系的至少一个探头跟踪器;以及
校准工作站(40a),
其中,所述校准工作站(40a)能够被连接到所述至少一个体模跟踪器和所述至少一个探头跟踪器,以将所述探头定位在所述校准坐标系内,
其中,所述校准工作站(40a)能够被连接到所述至少一个体模跟踪器和所述超声探头(10),以将框架组件图像(11)定位在所述校准坐标系内,并且
其中,响应于对所述探头和所述框架组件图像(11)在所述校准坐标系内的定位,所述校准工作站(40a)能够用于确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。
2. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其中,所述框架组件(21)被机械地配准到所述校准体模(20)。
3. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其中,所述框架组件(21)包括:
至少一个线框架,其被安装在所述校准体模(20)内。
4. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其中,所述框架组件(21)包括:
被安装在所述校准体模(20)内的至少一个线框架的第一集合;以及
被安装在所述校准体模(20)内的至少一个线框架的第二集合,所述第二集合正交于至少一个线框架的所述第一集合。
5. 根据权利要求4所述的超声校准系统,其中,所述超声探头(10)包括:
第一成像阵列;以及
第二成像阵列,其正交于所述第一成像阵列。
6. 根据权利要求1所述的超声校准系统,
其中,所述校准体模(20)具有棱柱形状,并且
其中,所述至少一个体模跟踪器在邻近所述校准体模(20)的一角被附接到所述校准体模(20)。
7. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其中,
其中,所述校准体模(20)具有棱柱形状,并且
其中,所述至少一个体模跟踪器被附接到所述校准体模(20)的至少一个侧壁。
8. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其中,所述校准体模(20)包括:
用于接收所述超声探头(10)的第一开口;以及
用于接收所述超声探头(10)的第二开口,所述第二开口正交于所述第一开口。
9. 根据权利要求1所述的超声校准系统,其中,所述超声探头(10)是经直肠超声探头(10)。
10. 根据权利要求1所述的超声校准系统,
其中,所述校准体模(20)包括至少一个参考体模跟踪器,并且
其中,所述校准工作站(40a)能够被连接到所述至少一个体模跟踪器、所述至少一个探

头跟踪器以及所述至少一个参考体模跟踪器,以对在将所述探头定位在所述校准坐标系内的任何缺陷进行校正。

11. 根据权利要求1所述的超声校准系统,还包括:

传感器组件(22),其被包含在所述校准体模(20)内,

其中,所述超声探头(10)能够用于相对于所述扫描坐标系声学地扫描在所述图像坐标系内的所述传感器组件(22)的图像,

其中,所述校准工作站(40a)能够被连接到所述传感器组件(22)和所述超声探头(10),以验证所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的所述校准变换矩阵。

12. 根据权利要求11所述的超声校准系统,其中,所述传感器组件(22)包括:

板;

从所述板延伸的至少一个柱;以及

被附接到每个柱的至少一个验证传感器。

13. 根据权利要求11所述的超声校准系统,其中,所述校准工作站(40a)能够用于将对所述传感器组件(22)的至少一个坐标位置的估计叠加在对所述传感器组件(22)的所述图像的显示上,作为对所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的所述校准变换矩阵的准确性的指示。

14. 根据权利要求11所述的超声校准系统,其中,所述超声探头(10)能够相对于所述传感器组件(22)移动。

15. 根据权利要求11所述的超声校准系统,还包括:

电磁场生成器(30),其能够用于生成至少部分地环绕所述至少一个体模跟踪器和所述至少一个探头跟踪器的电磁场。

16. 一种超声校准系统,包括:

校准体模(20),其包含在校准坐标系内的框架组件(21),

其中,所述校准体模(20)包括建立所述校准坐标系的至少一个体模跟踪器;以及

校准工作站(40a),

其中,所述校准工作站(40a)能够被连接到所述至少一个体模跟踪器和至少一个探头跟踪器,以将超声探头(10)定位在所述校准坐标系内,所述探头包括用于建立扫描坐标系的所述至少一个探头跟踪器,并且所述探头能够用于相对于所述扫描坐标系声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件(21)的图像;

其中,所述校准工作站(40a)能够被连接到所述至少一个体模跟踪器和所述超声探头(10),以将框架组件图像(11)定位在所述校准坐标系内,并且

其中,响应于对所述探头和所述框架组件图像(11)在所述校准坐标系内的定位,所述校准工作站(40a)能够用于确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。

17. 根据权利要求16所述的超声校准系统,其中,所述校准工作站(40a)能够用于将对传感器组件(22)的至少一个坐标位置的估计叠加在对所述传感器组件(22)的图像的显示上,作为对所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的所述校准变换矩阵的准确性的指示,所述传感器组件(22)被包含在所述校准体模(20)内。

18. 根据权利要求16所述的超声校准系统,还包括:

电磁场生成器(30),其能够用于生成至少部分地环绕所述至少一个体模跟踪器和所述

至少一个探头跟踪器的电磁场。

19. 一种超声校准方法, 包括:

相对于包含校准坐标系内的框架组件(21)的校准体模(20)来对超声探头(10)进行定位;

操作所述超声探头(10), 以相对于所述超声探头(10)的扫描坐标系声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件(21)的图像;

将所述超声探头(10)和框架组件图像(11)定位在所述校准坐标系内; 并且

根据在所述校准坐标系内对所述图像坐标系和所述扫描坐标系的所述定位来确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。

20. 根据权利要求19所述的超声校准方法, 还包括:

相对于包含所述校准坐标系内的传感器组件(22)的所述校准体模(20)来对所述超声探头(10)进行定位;

操作所述超声探头(10), 以相对于所述超声探头(10)的扫描坐标系声学地扫描在图像坐标系内的所述传感器组件(22)的图像;

将所述超声探头(10)和传感器组件图像(12)定位在所述校准坐标系内; 并且

根据在所述校准坐标系内对所述图像坐标系和所述扫描坐标系的所述定位来验证所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的所述校准变换矩阵。

基于电磁跟踪器的超声探头校准

技术领域

[0001] 本发明总体涉及对超声探头的校准。本发明尤其涉及将超声探头和由超声探头生成的超声图像定位在相同的坐标系内,以达到确定超声探头与超声图像之间的在其他情况下未知的变换矩阵的目的。

背景技术

[0002] 在医学诊断和介入中,对超声图像的位置的电磁(“EM”)跟踪具有许多益处。例如,在前列腺近距离放射治疗或活检期间,可以利用经直肠超声(“TRUS”)探头来对针/导管在前列腺组织内部到特定目标的导航进行图像引导,以向所述特定目标递送处置。更具体地,对TRUS探头的位置的EM跟踪被用于三维(“3D”)体积的重建,并且还被用于对超声图像坐标系中的其他对象进行定位。

[0003] 为了采用被EM跟踪的TRUS探头,有必要识别超声图像坐标系与EM跟踪器坐标系之间的关系。在历史上,可以在水箱中人工校准TRUS探头。在该方法中,在将TRUS探头浸入水中的同时,用户将被EM跟踪的指向对象(例如针)插入到超声视场中。一旦指向对象与TRUS图像相交,则操作者在超声图像上标记出对象端部的位置。为了实现可靠的校准,该位置标记过程在TRUS探头的若干位置处被重复若干次。然而,人工探头校准是主观的、繁琐的并且是耗费时间的。此外,对象经常仅从一侧朝向超声图像前进。因此,超声图像厚度减小校准的准确性。

[0004] 具有自动校准的校准体模可以解决人工校准的上述问题。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种用于对被跟踪的超声探头,尤其是EM跟踪的TRUS探头的自动校准的方法和装置。

[0006] 本发明的一种形式是采用校准体模、超声探头(例如TRUS探头)以及校准工作站的超声校准系统。所述校准体模围绕在由一个或多个体模跟踪器(例如EM跟踪器)建立的校准坐标系内的框架组件。在操作中,所述超声探头相对于由一个或多个探头跟踪器(例如EM跟踪器)建立的扫描坐标系,声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件的图像。所述校准工作站将所述超声探头和框架组件图像定位在所述校准坐标系内,并且根据所述定位来确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。

[0007] 本发明的另一种形式是采用校准体模和校准工作站的超声校准系统。所述校准体模围绕在由一个或多个体模跟踪器(例如EM跟踪器)建立的校准坐标系内的框架组件。在操作中,超声探头(例如TRUS探头)相对于由一个或多个探头跟踪器(例如EM跟踪器)建立的扫描坐标系,声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件的图像。所述校准工作站将所述超声探头和框架组件图像定位在所述校准坐标系内,并且根据所述定位来确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。

[0008] 本发明的另外的形式是超声校准方法,所述超声校准方法涉及:相对于围绕校准

坐标系内的框架组件的校准体模来定位超声探头；操作所述超声探头以相对于所述超声探头的扫描坐标系，声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件的图像；将所述超声探头和所述框架组件定位在所述校准坐标系内；并且根据所述定位来确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。

[0009] 结合附图阅读以下对本发明的各种实施例的详细描述，本发明的上述形式和其他形式以及本发明的各特征和优点将变得更加显而易见。详细描述和附图仅对本发明进行说明，而不做出限制，本发明的范围是通过权利要求及其等价方案来限定的。

附图说明

[0010] 图1图示了根据本发明的超声校准系统的示范性实施例。

[0011] 图2图示了根据本发明的超声校准方法的示范性实施例。

[0012] 图3-图6图示了根据本发明的校准体模的四(4)个示范性实施例。

[0013] 图7图示了根据本发明的校准验证系统的示范性实施例。

[0014] 图8图示了根据本发明的校准验证方法的示范性实施例。

[0015] 图9图示了根据本发明的验证体模的示范性实施例。

具体实施方式

[0016] 为了便于理解本发明，在本文中针对图1所示的超声校准系统和图7所示的校准验证系统来提供本发明的示范性实施例。根据对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任何类型的超声探头以及对超声探头的任何类型的跟踪(例如EM的、光学的等)。

[0017] 参考图1，超声校准系统采用TRUS探头10、校准体模20、框架组件21、EM场生成器30、EM体模跟踪器31、EM探头跟踪器32以及校准工作站40a。

[0018] 本发明的超声探头是本领域中已知的用于经由声学能量扫描患者的解剖区域的任何设备。超声探头的范例包括但不限于如图1所示的TRUS探头10。

[0019] 本发明的校准体模是如在本领域中已知的具有用于包含框架组件的已知几何结构的任何类型的容器，并且所述容器具有声学窗以便于由超声探头对所述框架组件进行扫描。在实践中，校准体模可以具有适合于对一种或多种类型的超声探头的校准的任何几何形状和尺寸。例如，如图1所示，校准体模20通常具有棱柱形状以将框架组件21包含在水和/或具有与人类组织中的声速相等的声速的其他液体(未示出)中，由此TRUS探头10可以在框架组件21下面从声学窗(未示出)中扫描框架组件21。

[0020] 本发明的框架组件是在框架坐标系内组装的一个或多个框架的任何布置。在实践中，每个框架可以具有任何几何形状和尺寸，并且在框架坐标系内的框架的布置适合于由超声探头根据超声探头到校准体模的相对位置对框架像素进行独特的成像。每个框架的范例包括但不限于如图3-图6所示的Z线框架、N线框架、非平行框架以及(一个或多个)圆锥形的框架。

[0021] 本发明的跟踪系统是如本领域中已知的任何系统，所述系统采用一个或多个能量生成器来向参考区内的一个或多个能量传感器发射(例如磁性或光学)能量。例如，如图1所示，EM场生成器30向采取EM传感器形式的EM体模跟踪器31和EM探头跟踪器32发射磁性能

量。在备选实施例中,EM体模跟踪器31和EM探头跟踪器32是采取向参考区内的(一个或多个)EM传感器发射磁性能量的EM场生成器的形式的。

[0022] 本发明的前提在于为校准体模装备一个或多个EM体模跟踪器,并且在于为超声探头装备一个或多个EM探头跟踪器。在实践中,(一个或多个)EM体模跟踪器从策略上被相对于校准体模定位,以建立校准坐标系,并且(一个或多个)EM探头跟踪器在策略上被相对于校准体模定位,以建立扫描坐标系。例如如图1所示,EM体模跟踪器31在策略上被定位在校准体模20的一角,以建立如在其上象征地表示(symbolized)的校准坐标系;并且EM探头跟踪器32在策略上邻近TRUS探头10的超声图像阵列(未示出)被定位,以建立如在其上象征地表示的扫描坐标系。

[0023] 本发明的前提还在于在对超声探头进行校准之前确定框架组件与校准体模之间的变换矩阵。在实践中,可以实施如本领域中已知的任何方法来确定框架组件与校准体模之间的变换矩阵。例如与图1相关地,从在部件的精确制造期间对框架组件21的(如在其上象征地示出的)框架坐标系与校准体模20的校准坐标系的机械配准中导出框架组件21与校准体模20之间的变换矩阵 $T_{F \rightarrow EM}$ 。

[0024] 本发明的校准工作站是本领域中已知的任何类型的工作站或可比较的设备,其用于根据本发明的超声校准方法来控制对超声探头的校准。例如如图1所示,校准工作站40a采用在其上安装的模块化网络50a来根据如图2所示的流程图60控制对TRUS探头10的校准。

[0025] 参考图1和图2,如本领域技术人员将意识到的,探头定位器51是工作站40a的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于将TRUS探头10定位在校准体模20的校准坐标系内。更具体地,在流程图60的阶段61期间,探头定位器51接收来自EM体模跟踪器31和EM探头跟踪器32的跟踪信号,以确定超声探头10在校准坐标系内的坐标位置,并且计算超声探头10与校准体模20之间的变换矩阵 $T_{P \rightarrow EM}$ 。

[0026] 如在本领域中已知的,超声成像器52是工作站40a的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于在流程图60的阶段S62期间生成如由超声探头10扫描的框架组件21的超声图像。如本领域中已知的,基于框架组件21内的框架的几何结构和布置,如由超声探头10扫描的框架组件21的任何特定超声图像将图示框架像素的唯一间隔。例如如图1所示,超声图像11a图示了指示跨一对堆叠的Z框架的中线进行扫描的超声探头10的框架像素的间隔。

[0027] 如本领域技术人员将意识到的,图像定位器53是工作站40a的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于将超声图像定位在校准体模20的校准坐标系内。更具体地,在流程图60的阶段S62期间,图像定位器53处理超声图像11的唯一的框架成像(例如超声图像11a),以确定超声图像11在框架坐标系内的位置并计算超声图像11与框架组件21之间的变换矩阵 $T_{I \rightarrow F}$ 。

[0028] 如本领域技术人员将意识到的,探头校准器54是工作站40a的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于根据先前计算的变换矩阵来校准TRUS探头10。更具体地,在流程图60的阶段S63期间,探头校准器54运行以下的方程式[1]以计算超声探头10与超声图像11之间的变换矩阵 $T_{I \rightarrow P}$ 。

[0029]
$$T_{I \rightarrow P} = (T_{P \rightarrow EM})^{-1} * T_{F \rightarrow EM} * T_{I \rightarrow F} \quad [1]$$

[0030] 在实践中,可以以任何顺序或同时地实施阶段S61和S62。另外,可以针对超声探头

相对于校准体模的不同位置根据需要或期望来重复流程图60。

[0031] 为了便于进一步理解所述超声校准系统,现在将在本文中提供对校准体模20和框架组件21的各种实施例的描述。

[0032] 参考图3,校准体模20a具有两(2)个Z框架21a,其创建了框架坐标系 C_F 。校准体模20a还装备有EM传感器31a,其创建了校准坐标系 C_{EM} 。通过对校准体模20a的精确制造而准确地知晓坐标系 C_{EM} 与 C_F 之间的变换矩阵 $T_{F \rightarrow EM}$ 。

[0033] 备选地,校准体模20a可以具有达六(6)个EM传感器31a,所述EM传感器31a被定位在关于Z框架21a的精确已知位置处。组合在一起,这些传感器可以被用于创建校准坐标系 C_{EM} ,并且还可以被用于EM跟踪中的噪声减小。在优选设置中,将在校准体模20的侧壁上应用六(6)个EM传感器31a。

[0034] 在校准流程期间,校准体模20a被填充有水和/或(一种或多种)适当的液体或凝胶,并且TRUS探头10通过校准体模20捕获Z框架21a的轴向图像11a。如图3所示,Z框架21a在六个(6)点处与图像11a相交。这些交点的位置能够唯一地确定超声图像11a在Z框架坐标系 C_F 内的位置。更具体地,如本领域中已知的,图像定位器23(图1)将自动分割交点并且计算图像坐标系 C_I 与框架坐标系 C_F 之间的变换矩阵 $T_{I \rightarrow F}$ 。

[0035] 使用(一个或多个)EM传感器31a和EM场生成器30来将TRUS探头10上的(一个或多个)EM传感器32a定位在校准坐标系 C_{EM} 中,使得探头坐标系 C_P 与校准坐标系 C_{EM} 之间的变换矩阵 $T_{P \rightarrow EM}$ 是已知的。在已知变换矩阵 $T_{F \rightarrow EM}$ 、 $T_{P \rightarrow EM}$ 和 $T_{I \rightarrow F}$ 的情况下,可以根据如本文中先前描述的方程式[1]来计算校准变换矩阵 $T_{I \rightarrow P}$ 。

[0036] 在实践中,超声探头可以具有在杆上的多于一(1)个的成像阵列。典型地,如果存在两(2)个成像阵列,则这些阵列彼此正交。例如,如果一个阵列对轴向平面进行成像,则另一阵列对矢状平面进行成像。因此,校准体模20a可以被设计并构建为使得能够关于如图3所示的TRUS探头10上的(一个或多个)EM传感器32a来校准轴向成像阵列,或者可以被设计并构建为使得能够关于如图4所示的TRUS探头10上的(一个或多个)EM传感器32a来校准矢状成像阵列。

[0037] 备选地,可以通过将Z框架的两(2)个正交的对21a和21b安装在校准体模20中来将两(2)个成像阵列同时校准到探头上的EM跟踪器,如图5所示。在这样的设置中,超声探头10可以定位为使得轴线阵列扫描Z结构的一个对21a的图像11a,并且在相同位置处矢状阵列扫描Z框架的另一个对21b的图像11b。这种解决方式将不需要将超声探头10物理地移动到不同位置。但是,对探头10的移动将得到在不同位置处的校准,这继而得到更准确的总体校准。

[0038] 在(未在任何附图中示出的)另一实施例中,Z框架的单个对21a可以被用于顺序地校准超声探头10的轴向阵列和矢状阵列两者。针对该实施例,校准体模20a被设计为具有两(2)个开口/腔以保持超声探头10。对于一个开口/腔,超声探头10的轴向阵列与Z框架的对相交,并且如本文先前解释地被校准。在另一正交的开口/腔中,超声探头10的矢状阵列与同一对Z框架相交,并且独立于轴向阵列校准而被校准。

[0039] 返回参考图1,在实践中,EM体模跟踪器31和32的准确性取决于EM场生成器30的位置,这是因为EM场生成器30的电磁场不是完全均匀的。再者,存在于EM场中的金属物体所造成的任何干扰能够增加偏差并增加错误。由于EM场生成器30在不同的流程之间可以被放置

在不同位置中以适应对参考区(例如操作间)的任何几何约束,因此EM跟踪准确性可能被损害。

[0040] 为了解决EM体模跟踪器的准确性,图6图示了在精确已知的几何结构处装备有八(8)个EM传感器31的校准体模20a。EM传感器31中的一个被假设为参考跟踪器,其可以是最接近EM场生成器的EM传感器,或者是具有最小时间噪声的EM传感器。针对图6,EM跟踪器31a被假设为参考跟踪器。

[0041] 因此,从其他箱式(box)EM跟踪器中的每个($C_{Emi}, i \in \{2, 3, \dots\}$)到参考坐标系($C_{Ref} = C_{Em1}$)的变换 $T_{Emi \rightarrow Ref}$ 是根据精确设计校准体模20a已知的。另外,存在通过校准工作站40a的跟踪校正模块(未示出)测量的从EM传感器31b-31h中的每个到参考传感器31a的另一变换矩阵 $T'_{Emi \rightarrow Ref}$,所述另一变换矩阵由于校准体模20a内部的磁场的偏差和错误而与 $T_{Emi \rightarrow Ref}$ 不同。因此,可以根据以下方程式[2]来识别校正函数f:

$$[0042] \quad T_{Emi \rightarrow Ref} = f(T'_{Emi \rightarrow Ref}) \quad [2]$$

[0043] 其中,f能够是线性的或二次的。在对该校正函数的识别之后,对探头位置的EM测量能由校准工作站40a的跟踪校正模块根据以下的方程式[3]来校正:

$$[0044] \quad T_{P \rightarrow Ref} = f(T'_{P \rightarrow Ref}) \quad [3]$$

[0045] 其中, $T'_{P \rightarrow Ref}$ 是由EM跟踪系统测量的探头到参考变换矩阵,并且 $T_{P \rightarrow Ref}$ 是经校正的探头到参考变换矩阵。该新的探头位置递送了TRUS-EM校准中的较高的准确性。

[0046] 在一种情形中,所述校正函数是根据以下的方程式[4]的:

$$[0047] \quad T_{P \rightarrow Ref} = T'_{P \rightarrow Ref} + \sum w_i(x_p, y_p, z_p)(T_{Emi \rightarrow Ref} - T'_{Emi \rightarrow Ref}) \quad [4]$$

[0048] 其中, $w_i(x_p, y_p, z_p)$ 是线性函数,并且 x_p, y_p 和 z_p 是由校准工作站40a的跟踪校正模块测量的TRUS探头EM跟踪器的坐标。

[0049] 参考图7,超声验证系统采用TRUS探头10、校准体模20、传感器组件22、EM场生成器30、EM体模跟踪器31、EM探头跟踪器32以及验证工作站40b。

[0050] 在本文中先前已经参考图1描述了TRUS探头10、校准体模20、EM场生成器30、EM体模跟踪器31和EM探头跟踪器32。

[0051] 本发明的传感器组件是被安装在校准体模内的一个或多个传感器(例如EM传感器或光学传感器)的任何布置。在实践中,校准体模内的传感器的任何布置适合于由超声探头进行位置成像,以供对超声探头与生成的图像之间的变换矩阵的验证目的。传感器布置的范例包括但不限于如图9所示的EM传感器23。

[0052] 本发明的验证工作站是本领域中已知的工作站或可比较的设备,其用于根据本发明的超声验证方法来控制对超声探头的校准的验证。例如,如图7所示,验证工作站40b采用安装在其上的模块化网络50b来根据如图8所示的流程图70控制对TRUS探头10的校准的验证。

[0053] 参考图7和图8,如在本文中先前描述的,如本领域技术人员将意识到的,探头定位器51是工作站40b的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于将TRUS探头10定位在校准体模20的校准坐标系内。更具体地,在流程图70的阶段71期间,探头定位器51接收来自EM体模跟踪器31和EM探头跟踪器32的跟踪信号,以确定超声探头10在校准坐标系内的坐标位置,并且计算超声探头10与校准体模20之间的变换矩阵 $T_{P \rightarrow EM}$ 。

[0054] 如在本文中先前描述的,如本领域中已知的,超声成像器52是工作站40b的硬件、

软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于在流程图70的阶段S72期间,生成如由超声探头10扫描的传感器组件22的超声图像。基于校准体模20内的传感器的布置,如由超声探头10扫描的传感器组件22的任何特定超声图像都将与TRUS探头10相对于校准体模20的有区别的定位相对应。

[0055] 如本领域技术人员将意识到的,图像估计器55是工作站40b的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于基于变换矩阵 $T_{I \rightarrow P}$ 来估计超声图像中图示的每个传感器的坐标位置。更具体地,在流程图70的阶段S72期间,图像估计器55接收来自传感器组件22的跟踪信号,并基于变换矩阵 $T_{I \rightarrow P}$ 和变换矩阵 $T_{P \rightarrow EM}$ 来估计超声图像中图示的每个传感器的坐标位置。

[0056] 如本领域技术人员将意识到的,探头验证器54是工作站40b的硬件、软件、固件和/或电路的结构配置,所述结构配置用于基于阶段S72的估计来视觉验证对TRUS探头10的校准。更具体地,在流程图70的阶段S73期间,探头验证器54将每个传感器22在超声图像12内的估计的坐标位置与超声图像中图示的每个传感器22的实际位置进行比较。例如,如图7所示,与表示每个传感器22在超声图像12内的实际位置的点比较,圆形叠加表示经由探头校准过程获得的估计位置。这提供了对TRUS探头10的校准的准确性的视觉指示。

[0057] 为了便于进一步理解超声验证系统,图9图示了传感器组件的一个实施例,所述传感器组件采用板24和从板24向下延伸的六(6)个柱25。每个柱具有附接到其上的两(2)个EM传感器23,一个在柱的向下中间处而一个在端部处。每当期望对校准进行验证时,简单地将图示的传感器组件放置到校准体模20中。图示的传感器组件可以被设计为与框架组件21(图1)同时被包含在校准体模20内。再者,TRUS探头10被安装在台架/步进器(未示出)上,其允许进出校准体模20的平移运动。在图9中通过双向黑色箭头示出了TRUS探头10的所允许的运动的方向。

[0058] 在实践中,验证工作站40b(图7)可以是独立的工作站,或被并入在校准工作站40a(图1)内。

[0059] 参考图1-图9,本领域普通技术人员将意识到本发明的许多益处,包括但不限于对超声探头的自动校准。

[0060] 尽管已经图示并描述了本发明的各种实施例,但本领域技术人员将理解,本文中所述的本发明的实施例是说明性的,并且可以做出各种变化和修改,并且可以用等价方案来替代其中的元件而不脱离本发明的真正范围。另外,可以做出许多修改来对本发明的教导做出调整而不脱离其中心范围。因此,本发明并不旨在限于作为预期用于执行本发明的最佳模式而公开的具体实施例,而是包括落在权利要求书的范围内的所有实施例。

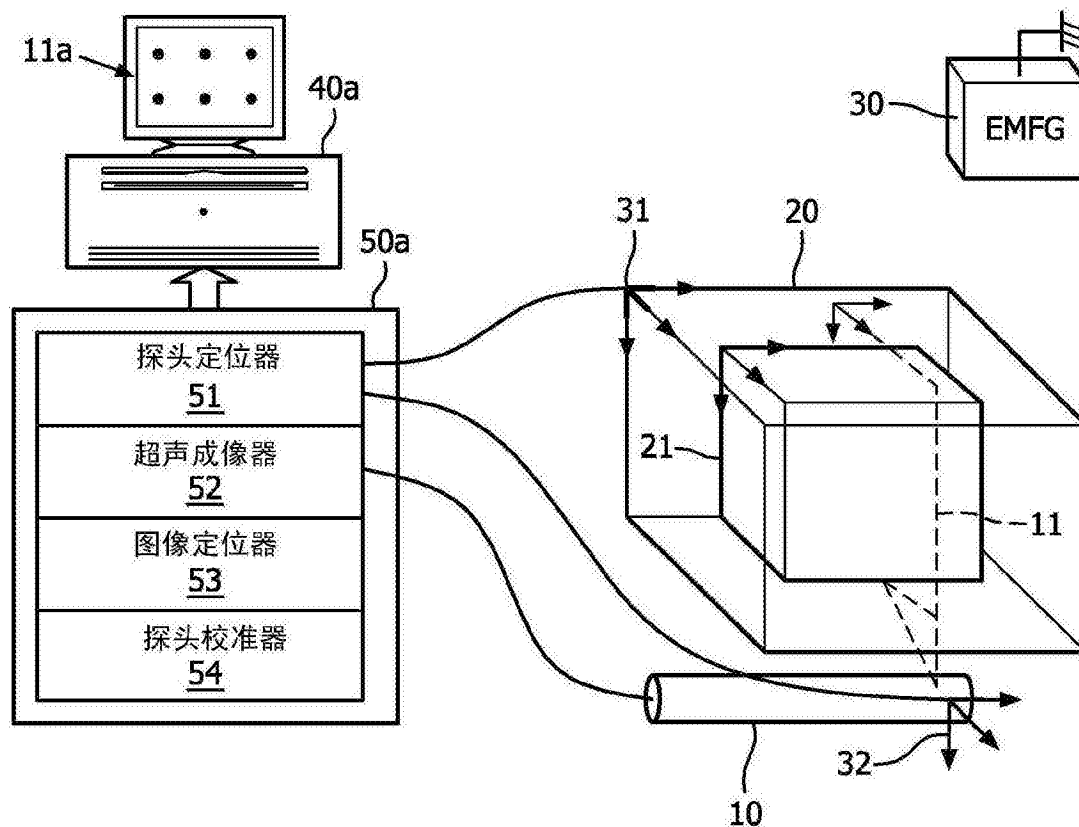


图1

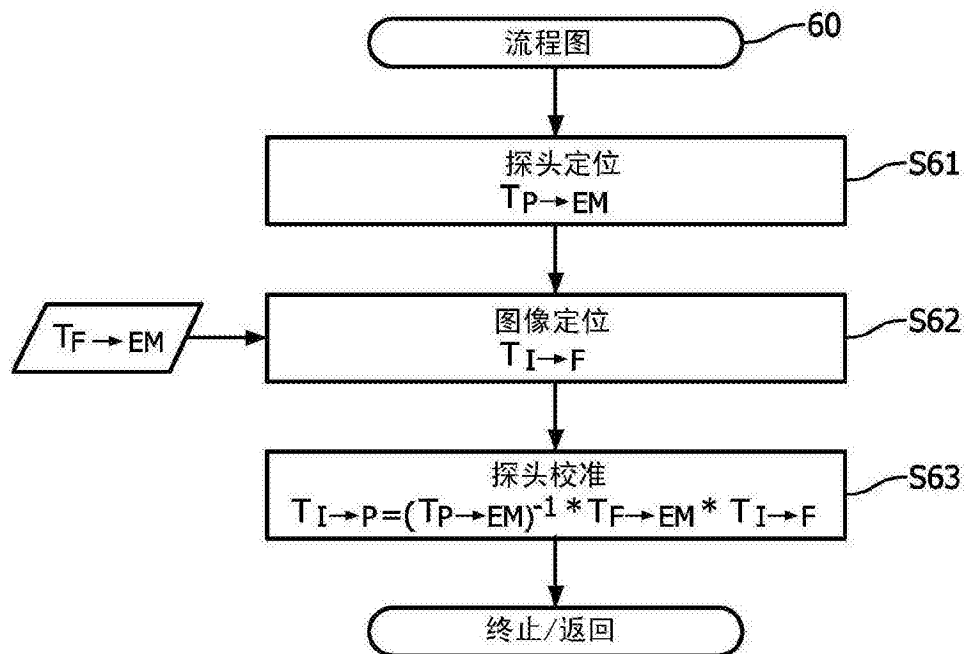


图2

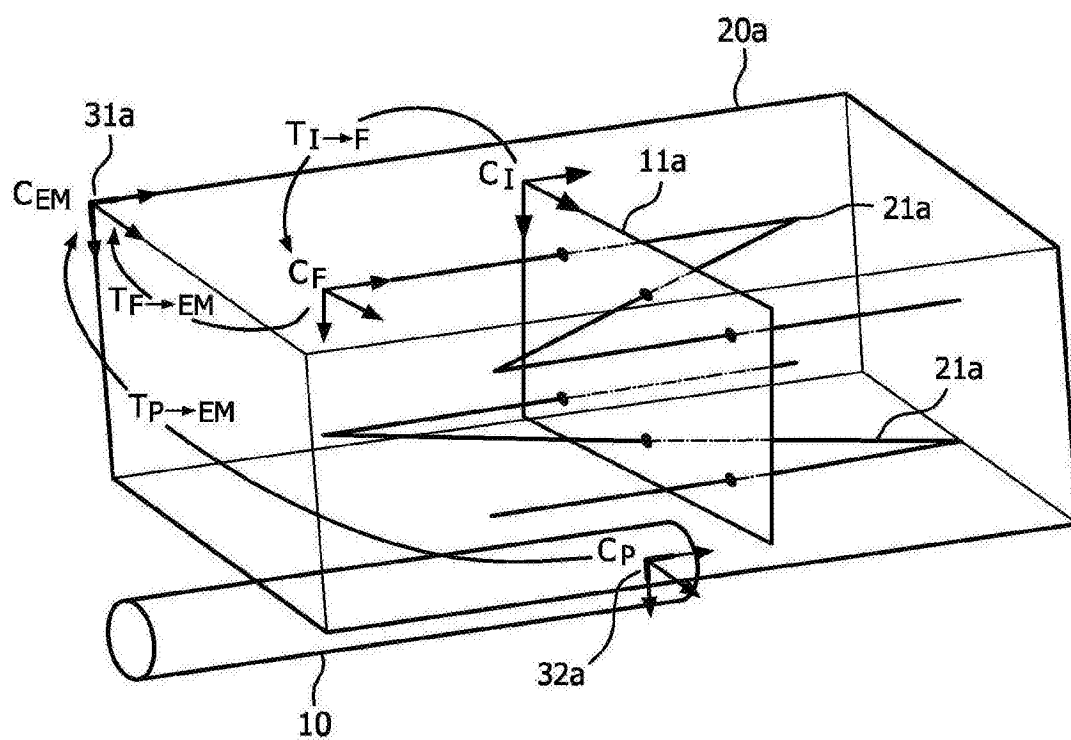


图3

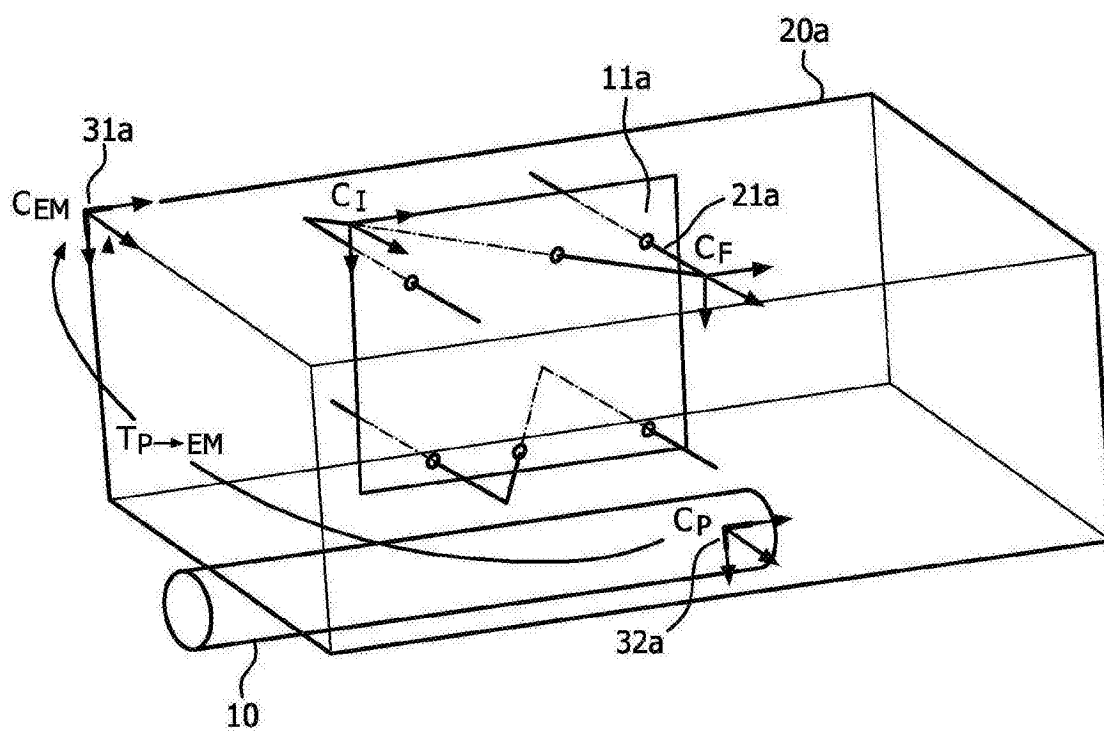


图4

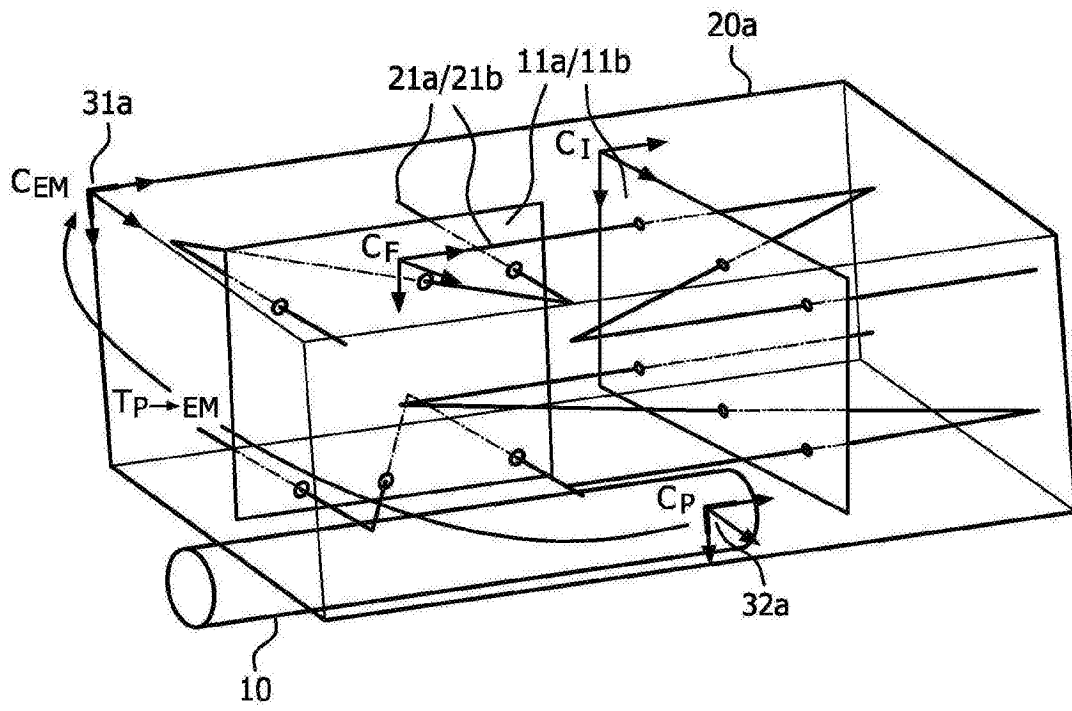


图5

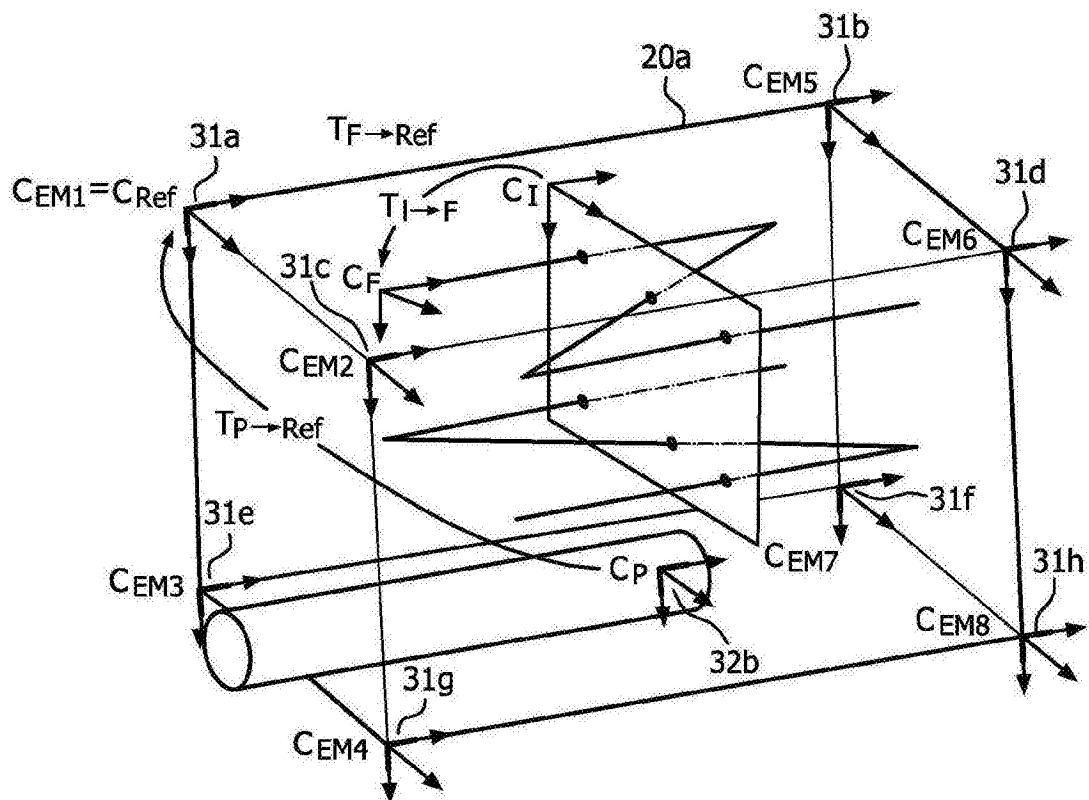


图6

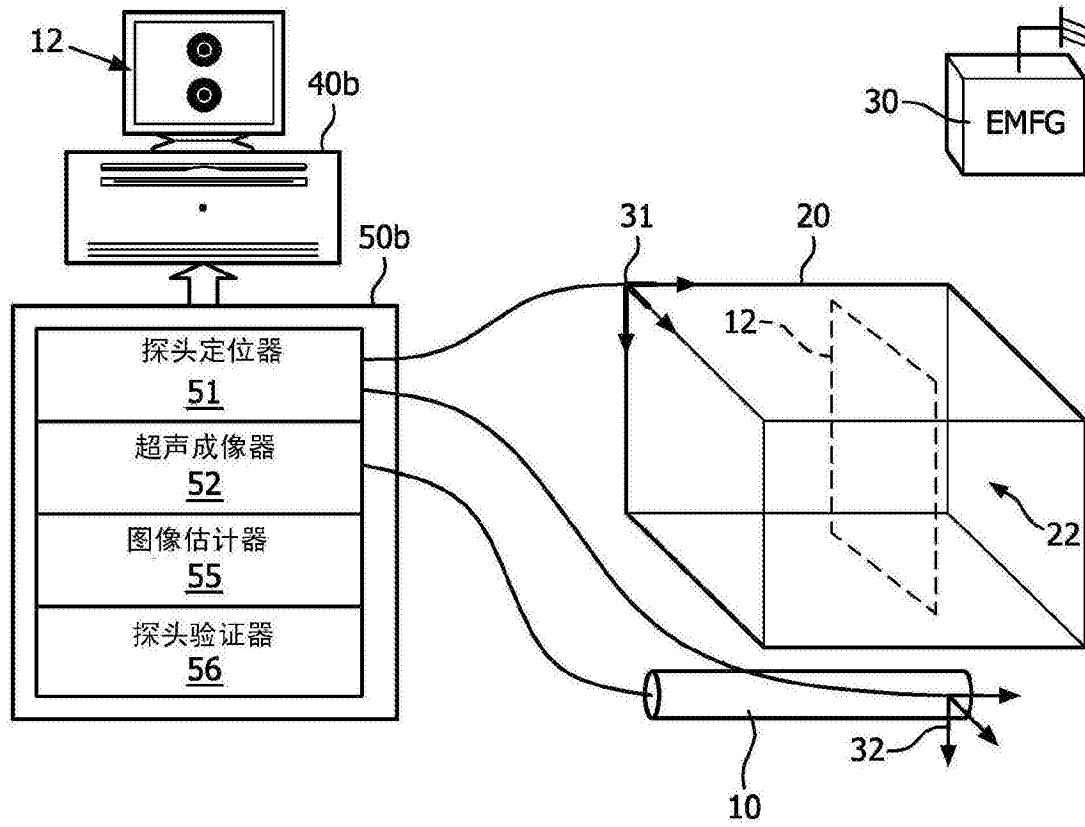


图7

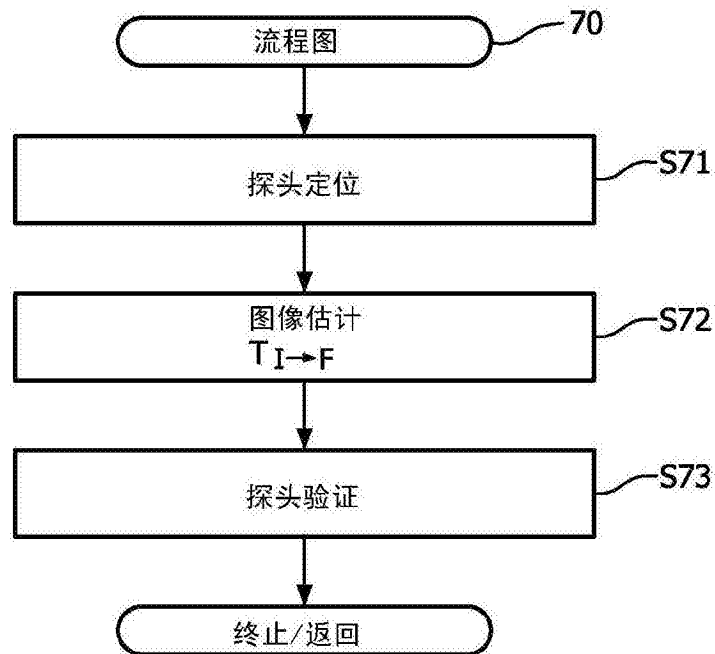


图8

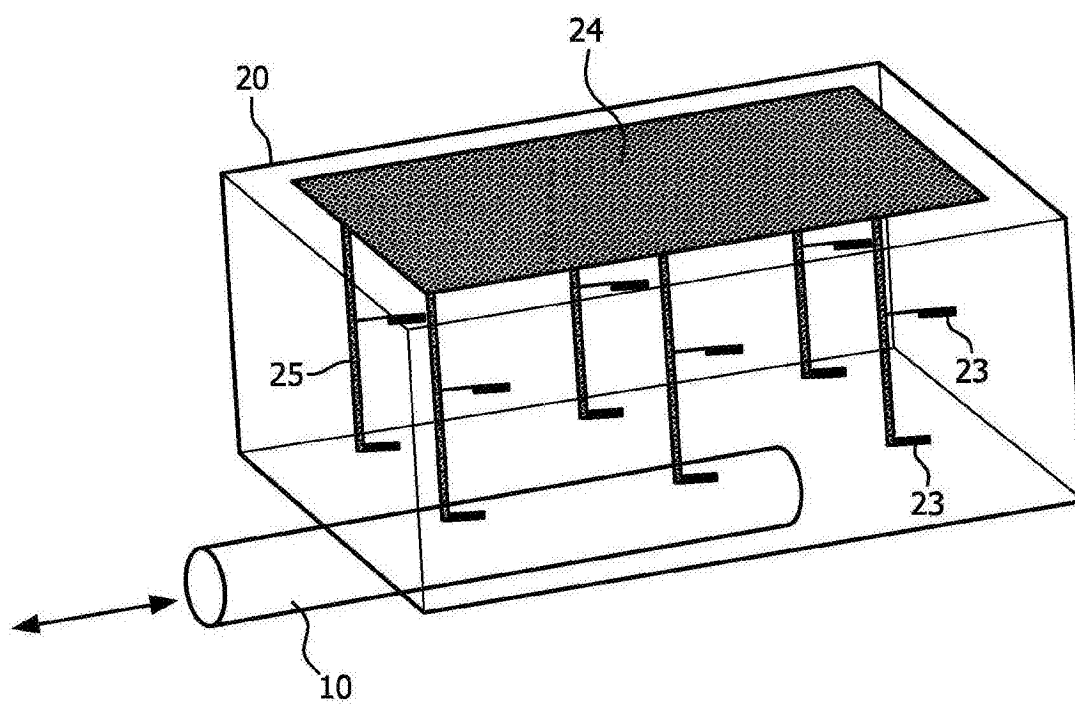


图9

专利名称(译)	基于电磁跟踪器的超声探头校准		
公开(公告)号	CN105828722A	公开(公告)日	2016-08-03
申请号	CN201480069477.3	申请日	2014-12-16
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦有限公司		
[标]发明人	E德赫甘马尔瓦斯特 S巴拉特 AM塔赫玛塞比马拉古奥施 G克莱 J克吕克尔		
发明人	E·德赫甘马尔瓦斯特 S·巴拉特 A·M·塔赫玛塞比马拉古奥施 G·克莱 J·克吕克尔		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/12		
代理人(译)	李光颖 王英		
优先权	61/917615 2013-12-18 US		
其他公开文献	CN105828722B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种采用校准体模(20)、超声探头(10)以及校准工作站(40a)的超声校准系统。校准体模(20)围绕由一个或多个体模跟踪器建立的校准坐标系内的框架组件(21)。在操作中,所述超声探头(10)相对于由一个或多个探头跟踪器建立的扫描坐标系声学地扫描在图像坐标系内的所述框架组件(21)的图像。所述校准工作站(40a)将所述超声探头(10)和框架组件图像(11)定位在所述校准坐标系内,并且根据所述定位来确定所述图像坐标系与所述扫描坐标系之间的校准变换矩阵。

