



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104902839 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 09

(21) 申请号 201380068726. 2

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 12. 30

A61B 19/00(2006. 01)

(30) 优先权数据

A61B 8/00(2006. 01)

61/747, 784 2012. 12. 31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/078221 2013. 12. 30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/106153 EN 2014. 07. 03

(71) 申请人 玛口外科股份有限公司

地址 美国佛罗里达州

(72) 发明人 H·康

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 张欣

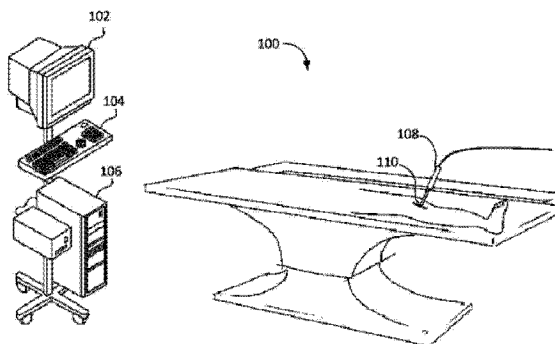
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

使用超声波探针来配准的系统和方法

(57) 摘要

一种用于配准骨骼结构的系统(100)包括配准探针(108)和处理电路(106)。配准探针包括耦合至探针的圆形尖端的多个超声波换能器的二维阵列(110),其中超声波换能器被配置来提供超声波数据。处理电路被配置来接收来自超声波换能器的超声波数据,确定哪些超声波换能器与患者的解剖结构接触,基于超声波数据和哪些超声波换能器与患者的解剖结构接触的该确定来产生配准点,并且使用配准点将患者的解剖结构与骨骼模型配准。



1. 一种用于配准骨骼结构的系统,其包括:

配准探针,其具有耦合至所述探针的圆形尖端的多个超声波换能器的二维阵列,其中所述超声波换能器被配置来提供超声波数据;和

处理电路,所述处理电路被配置来:

接收来自所述超声波换能器的超声波数据;

确定哪些所述超声波换能器与患者的解剖结构接触;

基于所述超声波数据和哪些所述超声波换能器与所述患者的所述解剖结构接触的所述确定来产生配准点;并且

使用所述配准点将所述患者的所述解剖结构与骨骼模型配准。

2. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述超声波换能器包括电容微机械超声波换能器(CMUT)设备。

3. 如权利要求 1 所述的系统,其中接收来自所述超声波换能器的超声波数据包括接收来自所述多个超声波换能器的子集的超声波数据。

4. 如权利要求 3 所述的系统,其中所述处理电路进一步被配置来选择可接收超声波数据的所述多个超声波换能器的所述子集。

5. 如权利要求 1 所述的系统,其中确定哪些所述超声波换能器与所述患者的解剖结构接触包括基于超声波信号的强度来过滤。

6. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述配准探针还包括耦合至所述探针的圆形尖端的多个压力传感器。

7. 如权利要求 6 所述的系统,其中所述压力传感器散布于所述超声波换能器之间。

8. 如权利要求 6 所述的系统,其中所述压力传感器包括微机电系统压力传感器。

9. 如权利要求 6 所述的系统,其中所述压力传感器被配置来提供压力数据,并且其中所述处理电路进一步被配置来接收来自所述压力传感器的压力数据。

10. 如权利要求 9 所述的系统,其中确定哪些所述超声波换能器与所述患者的解剖结构接触进一步基于所述压力数据。

11. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述骨骼模型基于 CT 扫描或 MRI 中的至少一个。

12. 如权利要求 1 所述的系统,其中所述骨骼模型是使用无图像系统获得的模型。

13. 一种配准骨骼结构的方法,其包括:

接收来自配准探针的患者解剖结构的超声波数据,所述配准探针包括耦合至所述配准探针的圆形尖端的多个超声波换能器的二维阵列,其中所述超声波换能器被配置来提供所述患者的解剖结构的超声波数据;

确定哪些所述超声波换能器接触所述患者的解剖结构;

基于所述患者的解剖结构的所述超声波数据和接触所述患者的解剖结构的所述超声波换能器来产生配准点;并且

使用所述配准点将所述患者的解剖结构与骨骼模型配准。

14. 如权利要求 13 所述的方法,其中接收来自所述超声波换能器的所述患者解剖结构的超声波数据包括接收来自所述多个超声波换能器的子集的超声波数据。

15. 如权利要求 14 所述的方法,其还包括选择可接收所述患者解剖结构的超声波数据的所述多个超声波换能器的所述子集。

16. 如权利要求 13 所述的方法,其中确定哪些所述超声波换能器接触所述患者的解剖结构是基于过滤所述超声波数据的强度。

17. 如权利要求 13 所述的方法,其还包括接收来自压力传感器的压力数据,其中所述配准探针还包括耦合至所述探针的所述圆形尖端的多个压力传感器,其中所述压力传感器被配置来提供压力数据,并且其中确定哪些所述超声波换能器接触所述患者的解剖结构进一步基于所述压力数据。

18. 一种非暂时性计算机可读介质,其具有存储在其上的由处理电路执行的指令,所述指令包括:

接收来自配准探针的患者解剖结构的超声波数据的指令,所述配准探针包括耦合至所述探针的圆形尖端的多个超声波换能器的阵列,其中所述超声波换能器被配置来提供所述患者的解剖结构的超声波数据;

确定哪些所述超声波换能器接触所述患者解剖结构的指令;

基于所述患者解剖结构的所述超声波数据和接触所述患者解剖结构的所述超声波换能器来产生配准点的指令;并且

使用所述配准点将所述患者解剖结构与骨骼模型配准的指令。

19. 如权利要求 18 所述的非暂时性计算机可读介质,其中接收来自所述超声波换能器的所述患者解剖结构的超声波数据的指令包括接收来自所述多个超声波换能器的子集的超声波数据的指令。

20. 如权利要求 18 所述的非暂时性计算机可读介质,其还包括接收来自所述压力传感器的压力数据的指令,其中所述配准探针还包括耦合至所述探针的所述圆形尖端的多个压力传感器,其中所述压力传感器被配置来提供压力数据,并且其中确定哪些所述超声波换能器接触所述患者的解剖结构进一步基于所述压力数据。

使用超声波探针来配准的系统和方法

[0001] 相关专利申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2012 年 12 月 31 日提交的美国临时申请号 61/747,784 的优先权益,该申请以引用方式全部并入本文。

[0003] 本申请涉及 2012 年 12 月 11 日提交的标题为“Registration Using Phased Array Ultrasound”的美国申请号 13/710,955,该申请以引用方式全部并入本文。

[0004] 背景

[0005] 当执行计算机辅助手术 (CAS) 和 / 或机器人辅助手术 (RAS) 时,经常需要执行配准步骤来将计算机骨骼模型与实际患者骨骼对准。现有系统通过用校准探针测量实体骨骼表面上的点位置并且将点位置馈给至 CAS/RAS 系统来实现此目标。此方法的缺点包括需要使用锋利探针来穿透骨骼周围的软组织以及需要收集许多切口内点。

[0006] 概述

[0007] 本发明的一个实施方案涉及用于配准骨骼结构的系统。用于配准骨骼结构的系统包括配准探针和处理电路。配准探针包括耦合至探针的圆形尖端的多个超声波换能器的二维阵列,其中超声波换能器被配置来提供超声波数据。处理电路被配置来接收来自超声波换能器的超声波数据,确定哪些超声波换能器与患者的解剖结构接触,基于超声波数据和哪些超声波换能器与患者的解剖结构接触来确定来产生配准点,并且使用配准点将患者的解剖结构与骨骼模型配准。

[0008] 本发明的另一个实施方案涉及配准骨骼结构的方法。该方法包括接收来自配准探针的患者解剖结构的超声波数据,该配准探针包括耦合至配准探针的圆形尖端的多个超声波换能器的二维阵列,其中超声波换能器被配置来提供患者解剖结构的超声波数据,确定哪些超声波换能器接触患者解剖结构,基于患者解剖结构的超声波数据和接触患者解剖结构的超声波换能器来产生配准点,并且使用配准点将患者解剖结构与骨骼模型配准。

[0009] 本发明的另一个实施方案涉及非暂时性计算机可读介质,其具有存储在其上的由处理电路执行的指令。该指令包括接收来自配准探针的患者解剖结构的超声波数据的指令,该配准探针包括耦合至探针的圆形尖端的多个超声波换能器的阵列,其中超声波换能器被配置来提供患者解剖结构的超声波数据,确定哪些超声波换能器接触患者解剖结构的指令,基于患者解剖结构的超声波数据和接触患者解剖结构的超声波换能器来产生配准点的指令,以及使用配准点将患者解剖结构与骨骼模型配准的指令。

[0010] 替代示例性实施方案涉及可总体上在权利要求书中列举的其它特征和特征的组合。

[0011] 附图简述

[0012] 从结合附图进行的以下详述,本公开变得更完全理解,其中相同参考数字涉及相同元件:

[0013] 图 1 是根据示例性实施方案的配准系统的图。

[0014] 图 2 是根据示例性实施方案的配准探针的示意图。

[0015] 图 3 是包括根据示例性实施方案的超声波换能器阵列的配准探针尖端的示意图。

[0016] 图 4 是包括根据示例性实施方案的超声波换能器阵列的配准探针尖端的示意图。

[0017] 图 5 是根据示例性实施方案的配准过程的流程图。

[0018] 图 6 是根据示例性实施方案的配准过程的流程图。

[0019] 图 7 是根据示例性实施方案的配准过程的流程图。

[0020] 图 8 是根据示例性实施方案的配准过程的流程图。

[0021] 详述

[0022] 在转而参看详细地示出示例性实施方案的图之前,应理解,本申请不限于说明书中所阐述的或在图中所示的细节或方法论。还应理解,术语仅出于描述的目的而不应被视为限制。

[0023] 参看图 1,示出根据示例性实施方案的骨骼结构配准系统 100。配准系统 100 包括描绘为计算设备 106 的处理电路,和具有圆形尖端的超声波探针 108。探针的圆形尖端包括超声波换能器 110 的二维阵列。虽然任何合适超声波换能器技术(如压电换能器)可用于实施在本文中描述的系统和方法,但是在示例性实施方案中,超声波换能器 110 包括电容式微机械超声波换能器(CMUT)。CMUT 包括 DC 偏压的两个板电极。一个板用额外 AC 信号来驱动。除了基质以外,每个 CMUT 的主体包括空腔、膜和电极。其它层可根据需要包含在内,例如,还可包含隔离层以防止两个电极接触。单一换能器可由平行的多个 CMUT 组成,然后将换能器元件布置以形成所需阵列。超声波换能器的示例性二维阵列详细描述于美国申请号 13/710,955 中,该申请通过引用方式并入上文。超声波换能器使关于患者解剖结构的超声波数据提供至计算设备 106,该计算设备处理所接收的超声波数据。超声波数据从超声波探针 108 传输至计算设备 106 可根据本领域技术人员已知的任何协议经由有线或无线通信来实施。计算设备 106 基于所接收的超声波数据来产生配准点,确定哪些超声波换能器提供可接受信号(例如,哪些换能器与骨骼、软骨或其它软组织接触),并且将患者的解剖结构与骨骼模型配准。

[0024] 在图 1 中表示为计算设备 106 的骨骼结构配准系统 100 的处理电路包括处理器和存储设备。处理器可实施为通用处理器、专用集成电路(ASIC)、一个或多个现场可编程门阵列(FPGA)、处理部件组或其它合适电子处理部件。存储设备(例如,存储器、存储单元、存储设备等)是一种或多种设备(例如,RAM、ROM、闪速存储器、硬盘存储器、光存储器等),其用于存储供完成或促进在本申请中描述的各种过程和功能的数据和/或计算机代码。存储设备可为或包括易失性存储器或非易失性存储器。存储设备可包括数据库部件、目标代码部件、脚本部件,或支持在本申请中描述的各种活动和信息结构的任何其它类型信息结构。根据示例性实施方案,存储设备经由处理电路可通信地连接至处理器并且包括用于(例如,通过处理电路和/或处理器)来执行本文描述的一个或多个过程的计算机代码。

[0025] 在示例性实施方案中,计算设备 106 被配置来与超声波探针 108 通信。此外,计算设备 106 可接收与手术程序相关的信息并且可执行与执行手术程序相关的各种功能。举例来说,计算设备 106 可具有执行与(例如,探针或其它手术元件的)图像分析、手术计划、配准和导航相关的功能所需要的软件模块。作为另一个实例,计算设备 106 可具有控制超声波探针 108 的操作所需要的软件模块。这包括控制超声波探针 108 的超声波换能器 110 的二维阵列的操作所需要的命令集和协议。命令集包括启用和停用超声波换能器 110 的二维阵列的具体超声波换能器,启用和停用超声波换能器 110 的二维阵列的子集,以及操纵和

聚焦由超声波换能器产生的射束的命令。

[0026] 在示例性实施方案中,计算设备 106 包括确定超声波换能器 110 的二维阵列的哪些特定超声波换能器与患者的解剖结构(例如,骨骼、软骨、其它软组织等)接触(或充分接近)以提供足够超声波信号的软件。计算设备 106 可利用滤波算法基于强度将来自二维阵列的信号滤波。当超声波探针 108 接触患者的解剖结构时,二维阵列的一些部分接触患者的解剖结构并且二维阵列的其它部分不接触患者的解剖结构。不接触患者的解剖结构的部分不与患者直接声学接触。在没有直接声学接触的情况下,由超声波换能器产生的超声波信号不产生高质量返回信号。示例性滤波算法可将阈值或高通滤波器应用于所接收的信号以便滤出由不接触患者解剖结构的换能器提供的较低强度信号。以此方式,计算设备 106 可确定哪些换能器提供较高质量信号并且因此接触患者解剖结构。在选择换能器的子集以接收来自其中的数据、产生配准点,并且将患者的解剖结构与骨骼模型配准中,计算设备 106 可利用或另外优先考虑此信息。应当指出的是本申请范围不限于具体滤波方法。另外,声学耦合介质可安置于超声波换能器 110 之二维阵列与患者皮肤之间以促进超声波信号的可靠传输和接收。

[0027] 在示例性实施方案中,计算设备 106 包括将患者的解剖结构与骨骼模型配准的软件。配准基于从超声波探针 108 接收的超声波数据。在一些实施方案中,除了位置和跟踪数据以外,配准还可由压力数据来补充。计算设备 106 可使用来自超声波探针 108 的任何接收数据来产生配准点(例如,通过分析所收集的延迟和振幅数据以识别潜在骨骼结构的表面)。配准点可对应于患者的与骨骼模型对映(或另外相关联或配准)的某些位置或所识别表面。然后,配准点可例如经由最佳配合或以其它方式对映至基于以前成像扫描,如 CT、MRI 或本领域技术人员已知其它扫描类型的患者特异性模型。或者,配准点可对映至使用本领域技术人员已知的无图像系统获得的模型,如使用统计成形模型和骨骼变形方法的系统。在另一个实施方案中,配准点可对映至一般骨骼模型。

[0028] 跟踪系统(如光电跟踪系统)可用于跟踪骨骼结构和超声波探针 108 的位置。跟踪系统可包括可跟踪标记物,如光学阵列,该可跟踪标记物固定至患者的骨骼结构、超声波探针 108,和配准系统 100 内的任何其它跟踪对象。与跟踪对象的位置相关的数据由计算设备 106 接收。跟踪数据用于确定骨骼结构的实际、物理位置以使得物理位置可与骨骼模型(其处于虚拟、软件空间中)配准。一旦实际骨骼结构与虚拟骨骼模型配准,跟踪系统能够在手术程序期间精确地跟踪骨骼结构的位置。

[0029] 在示例性配准过程中,相对于固定至骨骼结构的可跟踪标记物的位置和定向,计算设备 106 确定超声波探针 108 的超声波换能器 110 的二维阵列的位置和定向(通过跟踪固定至超声波探针 108 的可跟踪标记物来获得)。计算设备 106 导致每个超声波换能器产生信号并且记录信号的回波振幅和延迟。回波振幅和延迟可结合目标位置来记录以产生相关联位置和振幅/延迟的列表。然后,计算设备 106 可使用所收集的振幅和延迟数据以将潜在骨骼结构与结构模型配准。

[0030] 图 1 还包括显示器 102 和接口 104。接口 104 可为允许临床医师或其它操作者与计算设备 106 和超声波探针 108 交互作用的用户接口。接口 104 可包括键盘、鼠标、显示器 102、触摸屏等。接口 104 允许临床医师向超声波探针 108 发送并接收命令和控制信号以如本文描述来使用。计算设备 106 可将数据格式化以在显示器 102(例如,CRT 监视器、LCD 屏

幕等)上使用。举例来说,计算设备 106 可产生适当信号以使得所接收的超声波信息作为实时图像来显示。

[0031] 参看图 2,示出根据示例性实施方案的配准探针 200。配准探针 200 可被配置来在内部(例如,经由切口)或外部(例如,患者皮肤)使用。配准探针 200 包括圆形(或另外弯曲)尖端 202,其在性质上可为刚性或柔性。圆形尖端 202 包括超声波换能器 204 的阵列。超声波换能器 204 的阵列可为如结合图 1 描述的超声波换能器 110 的二维阵列。超声波换能器 204 的阵列可操作地耦合至圆形尖端 202。超声波换能器 204 的阵列可使用本领域技术人员已知的任何方式耦合至圆形尖端 202。在一些实施方案中,超声波换能器 204 的阵列还可移除,或另外可更换。举例来说,具有某些尺寸或传感器特性的超声波换能器 204 的具体阵列可针对具体用途来选择。在示例性实施方案中,超声波换能器 204 的阵列由电容式微机械超声波换能器(CMUT)设备的阵列形成。

[0032] 在另一个实施方案中,超声波换能器 204 的阵列还可包括压力感测设备。示例性压力感测设备包括微电子机械系统(MEMS)压力传感器,但是设想其它压力感测设备。这类压力感测设备被配置来向计算设备(例如,图 1 的计算设备 106)提供压力数据(例如,力数据)。压力数据由计算设备用于补充确定哪些换能器与患者解剖结构接触。举例来说,可评估所提供的压力信号的幅度以确定哪些换能器与患者接触。幅度可按照代表骨骼、软骨或其它患者接触表面的刚度的值来评估。在一个实施方案中,压力感测设备散布于超声波换能器之间。在另一个实施方案中,压力感测设备可为耦合至超声波换能器 204 的阵列的分离阵列的一部分(例如,在超声波换能器 204 的阵列下方)。

[0033] 在图 2 示出的示例性实施方案中,配准探针还包括通信接口 206。通信接口 206 可为用于将配准探针 200 连接至计算设备的有线或无线传输机构。通信接口 206 促进配准探针 200 与计算设备之间的数据的传输和接收。数据可包括控制信号、命令、超声波信息、压力数据等。

[0034] 参看图 3,示出根据示例性实施方案的配准探针尖端 300。配准探针尖端 300 包括超声波换能器 302 的阵列。超声波换能器 302 的阵列可为如本文描述的超声波换能器的阵列(例如,图 1 的超声波换能器 110 的二维阵列)。配准探针尖端 300 描绘为在性质上是弯曲的,并且可为柔性或刚性。超声波换能器 302 的阵列可操作地耦合至配准探针尖端 300。在示例性实施方案中,超声波换能器 302 的阵列包括被配置成二维阵列的电容式微机械超声波换能器(CMUT)设备。CMUT 设备中的每一个提供超声波信号(例如,源信号、回波和反射信息),其可由计算设备在将患者的解剖结构与骨骼模型配准中使用。CMUT 设备中的每一个可个别地、以子集形式,或作为整个阵列由计算设备来控制。CMUT 设备的此阵列能够以较高频率发送并接收信号,其适用于允许临床医师快速收集较高数量的配准点。计算设备可如本文描述来处理所接收的超声波信息以确定哪些 CMUT 设备与患者的解剖结构接触。基于由 CMUT 设备检测到的超声波反射的振幅和相应延迟,计算设备可进一步确定所扫描的患者解剖结构(例如,骨骼、软骨、其它软组织等)的性质。在另一个实施方案中,压电换能器可用于实施在本文中描述的系统和方法。

[0035] 图 3 还描绘与配准探针尖端 300 的一部分接触的患者解剖结构 304。患者解剖结构 304 展示为在性质上为弯曲的,但是还可为平坦的,并且可涉及所扫描的任何解剖结构。患者解剖结构 304 可包括骨骼、软骨或其它软组织。由于配准探针尖端 300 的弯曲性质,在

接触点处（如与患者解剖结构 304 一起所示的接触点处），存在出于成像目的与患者解剖结构 304 适当接触的超声波换能器。因此，弯曲探针尖端与换能器的二维阵列的组合确保足够换能器接触以充分地使骨骼表面成像。通过实施本文论述的接触检测系统，计算设备可消除来自未与解剖结构适当接触的超声波换能器（例如，具有指示衰减或损失的信号的超声波换能器）的数据或将该超声波换能器停用。计算设备可继续接收来自超声波换能器的指示具有最小衰减的较强信号的数据。以此方式，计算设备可获得在改进的准确性和精确度下执行配准所需要的点。超声波换能器的此启用和停用可由计算设备实时控制。在另一个实施方案中，计算设备可接收来自所有换能器的数据，但是可实时接收或忽略来自特定超声波换能器的数据以获得与启用或停用换能器相同的效应。

[0036] 参看图 4，示出根据示例性实施方案的配准探针尖端 400。配准探针尖端 400 包括超声波换能器 402 的阵列。阵列超声波换能器 402 类似于本文描述的其它阵列（例如，图 1 的超声波换能器 110 的二维阵列），但是包括散布于超声波换能器 402 之间的压力传感器 404。压力传感器 404 被配置来提供对应于经由与患者解剖结构接触所产生的力的压力数据。压力传感器中的每一个可个别地、以子集形式，或作为整个阵列将数据提供至计算设备。将压力数据传输至计算设备（例如，图 1 的计算设备 106）并且评估以确定哪些超声波换能器，或配准探针尖端的哪些部分与患者的解剖结构接触。使用压力数据的接触检测可补充或取代利用如上该的滤波技术的接触检测过程。在一个实施方案中，配准探针尖端 400 包括每个超声波换能器的压力传感器。在另一个实施方案中，配准探针尖端 400 包括被配置来提供对应于超声波换能器子集的力数据的压力传感器。压力传感器可包括设备诸如压力换能器、压力变送器、压力发送器、压力指示器和压强计、压力计或微机电系统（MEMS）。

[0037] 在示例性实施方案中，压力传感器 404 是 MEMS 设备。这类 MEMS 设备通常使用多晶硅层和金属层来构建，并且可被配置成如本领域技术人员已知的压力传感器。MEMS 压力传感器可提供与电容式变化有关的数据，该电容式变化由机械结构与患者解剖结构接触导致。来自 MEMS 压力传感器的数据可进一步处理以确定压力值。如图 4 中描绘，由压力传感器 404 提供的压力数据可由计算设备用于确定患者解剖结构 406 上的接触点。虽然压力传感器 404 展示为散布于超声波换能器 402 的阵列之间，其它实施方案可包括其它配置，如将压力传感器安置于超声波换能器的阵列后面。

[0038] 参看图 5，示出根据示例性实施方案的骨骼结构配准过程 500 的流程图。在步骤 502，从配准探针上的超声波换能器的二维阵列接收对应于患者解剖结构的超声波数据，如本文描述。在步骤 504，将所接收的超声波数据处理以确定哪些超声波换能器接触患者解剖结构。在步骤 506，将数据滤波以移除来自未接触患者解剖结构的超声波换能器子集的数据。在步骤 508，基于来自与患者的解剖结构接触的超声波换能器的超声波数据，产生配准点。在步骤 510，使用所产生的配准点将患者解剖结构与骨骼模型配准。配准可使用各种方法来实施，包括将配准点对映至患者特异性模型（步骤 512），将配准点对映至使用无图像系统来获得的模型（步骤 514），或将配准点对映至一般模型（步骤 516）。还设想如本领域技术人员已知的其它配准方法。

[0039] 参看图 6，示出根据示例性实施方案的骨骼结构配准过程 600 的流程图。在步骤 602，从配准探针上的 CMUT 超声波换能器的二维阵列接收对应于患者解剖结构的超声波数据，如本文描述。在步骤 604，接收对应于配准探针与患者解剖结构之间的接触的压力数据。

压力数据由配准探针上的 MEMS 压力传感器提供。在步骤 606, 所接收的超声波数据和压力数据用于确定哪些超声波换能器接触患者解剖结构。此确定可利用如本文论述的滤波技术。在步骤 608, 数据选自被确定为接触患者解剖结构的超声波换能器子集。在步骤 610, 基于对应于与患者的解剖结构接触的超声波换能器的选定超声波数据, 产生配准点。在步骤 612, 使用所产生的配准点将患者解剖结构与骨骼模型配准。配准可使用各种方法来实施, 包括将配准点对映至患者特异性模型 (步骤 614), 将配准点对映至使用无图像系统来获得的模型 (步骤 616), 或将配准点对映至一般模型 (步骤 618)。还设想如本领域技术人员已知的其它配准方法。

[0040] 参看图 7, 示出根据示例性实施方案的骨骼结构配准过程 700 的流程图。在步骤 702, 将如本文描述的配准探针经由患者的切口 (例如, 膝盖的切口、臀部的切口等) 来插入。在步骤 704, 从配准探针上的 CMUT 超声波换能器的二维阵列接收对应于患者解剖结构的超声波数据。在步骤 706, 接收对应于配准探针与患者解剖结构之间的接触的压力数据。压力数据由配准探针上的 MEMS 压力传感器提供。在步骤 708, 所接收的超声波数据和压力数据 (例如由计算设备) 用于确定哪些超声波换能器接触患者解剖结构。在步骤 710, 将对应于接触患者解剖结构的超声波传感器的数据进一步处理以区分解剖结构 (例如, 骨骼、软骨等)。在步骤 712, 基于对应于骨骼区域的超声波数据来产生配准点。在步骤 714, 使用所产生的配准点将患者解剖结构与骨骼模型配准。配准可使用各种方法来实施, 包括将配准点对映至患者特异性模型 (步骤 716), 将配准点对映至使用无图像系统来获得的模型 (步骤 718), 或将配准点对映至一般模型 (步骤 720)。还设想如本领域技术人员已知的其它配准方法。

[0041] 参看图 8, 示出根据示例性实施方案的骨骼结构配准过程 800 的流程图。在步骤 802, 将配准探针 (例如, 图 1 的超声波探针 108) 沿着患者的目标骨骼 (例如, 胫骨、股骨等) 上方的皮肤引导。在步骤 804, 超声波数据和压力数据由计算设备从配准探针接收。计算设备使用所接收的数据来确定哪些超声波换能器接触目标骨骼区域上方的患者解剖结构。在步骤 806, 基于对应于目标骨骼区域的超声波数据来产生配准点。在步骤 808, 使用所产生的配准点将患者解剖结构与骨骼模型配准。配准可使用各种方法来实施, 包括将配准点对映至患者特异性模型 (步骤 810), 将配准点对映至使用无图像系统来获得的模型 (步骤 812), 或将配准点对映至一般模型 (步骤 814)。还设想如本领域技术人员已知的其它配准方法。

[0042] 本公开涵盖用于实现各种操作的任何机器可读介质上的方法、系统和程序产品。可使用现存计算机处理器, 或通过用于适当系统的专用计算机处理器 (出于这个目的或另一目的并入) 或通过硬线连接系统来实行本公开的实施方案。本公开范围内的实施方案包括程序产品, 该程序产品包括用于承载机器可执行指令或数据结构或存储有机器可执行指令或数据结构的机器可读介质。这样的机器可读介质可以是任何可用介质, 该介质可由通用计算机或专用计算机或具有处理器的其它机器进行存取。举例来说, 这样的机器可读介质可以包括 RAM、ROM、EPROM、EEPROM、CD-ROM 或其它光碟存储器、磁碟存储器、其它磁性存储装置、固态存储装置或任何其它介质, 该其它介质可用来承载或存储呈机器可执行指令或数据结构形式的所需程序代码并且可由通用计算机或专用计算机或具有处理器的其它机器进行存取。当信息经由网络或另一通信连接 (硬线连接、无线, 或者硬线连接或无线的

组合)传递或提供至机器时,该机器恰当地将该连接视为机器可读介质。因此,任何这样的连接都被恰当地称为机器可读介质。以上的组合也包括在机器可读介质的范围内。机器可执行指令例如包括使通用计算机、专用计算机或专用处理机器执行某一功能或功能组的指令和数据。

[0043] 虽然可描述方法步骤的特定顺序,但是步骤顺序可不同于所描述的步骤顺序。可执行较少、额外和/或不同操作。同时,可并行地或在部分同时地执行两个或更多个步骤。这样的变化将取决于所选择的软件和硬件系统并且取决于设计者的选择。所有这样的变化都在本公开的范围之内。同样地,可使用利用了基于规则的逻辑和其它逻辑的标准程序设计技术来完成软件实行方案,以便完成任何连接步骤、处理步骤、比较步骤和决定步骤。

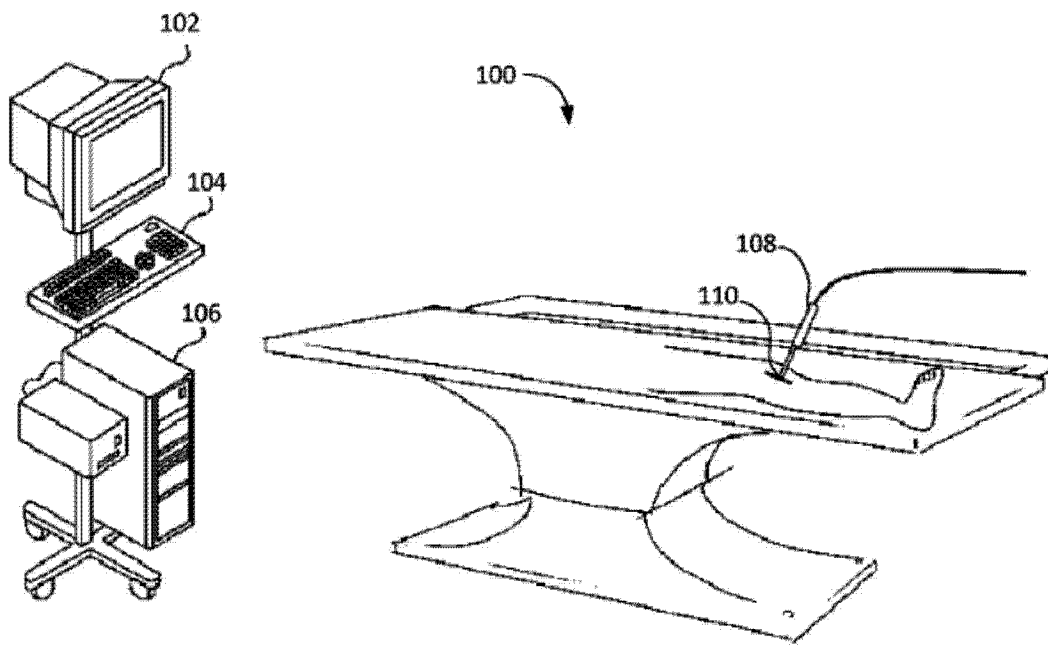


图 1

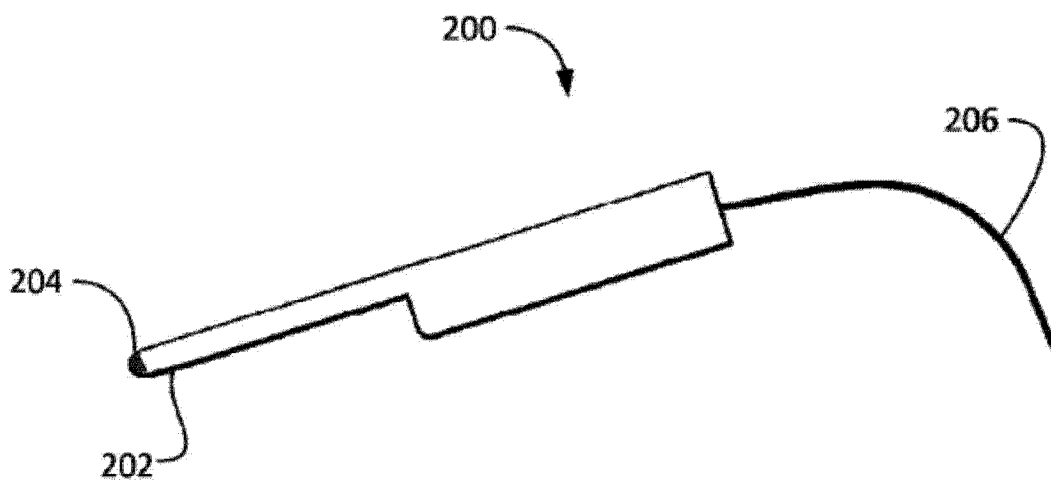


图 2

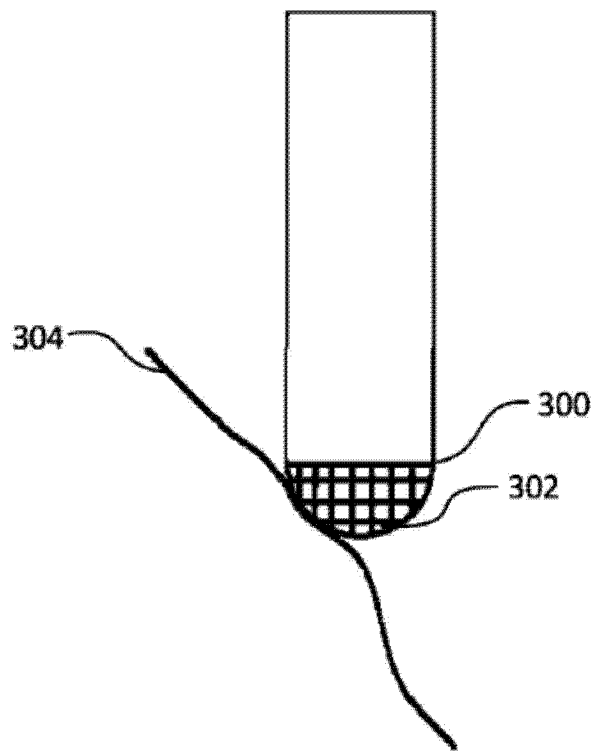


图 3

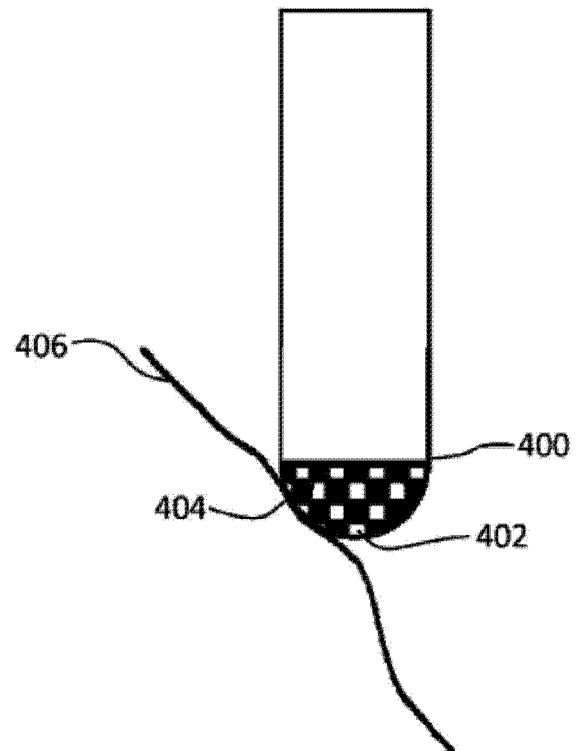


图 4

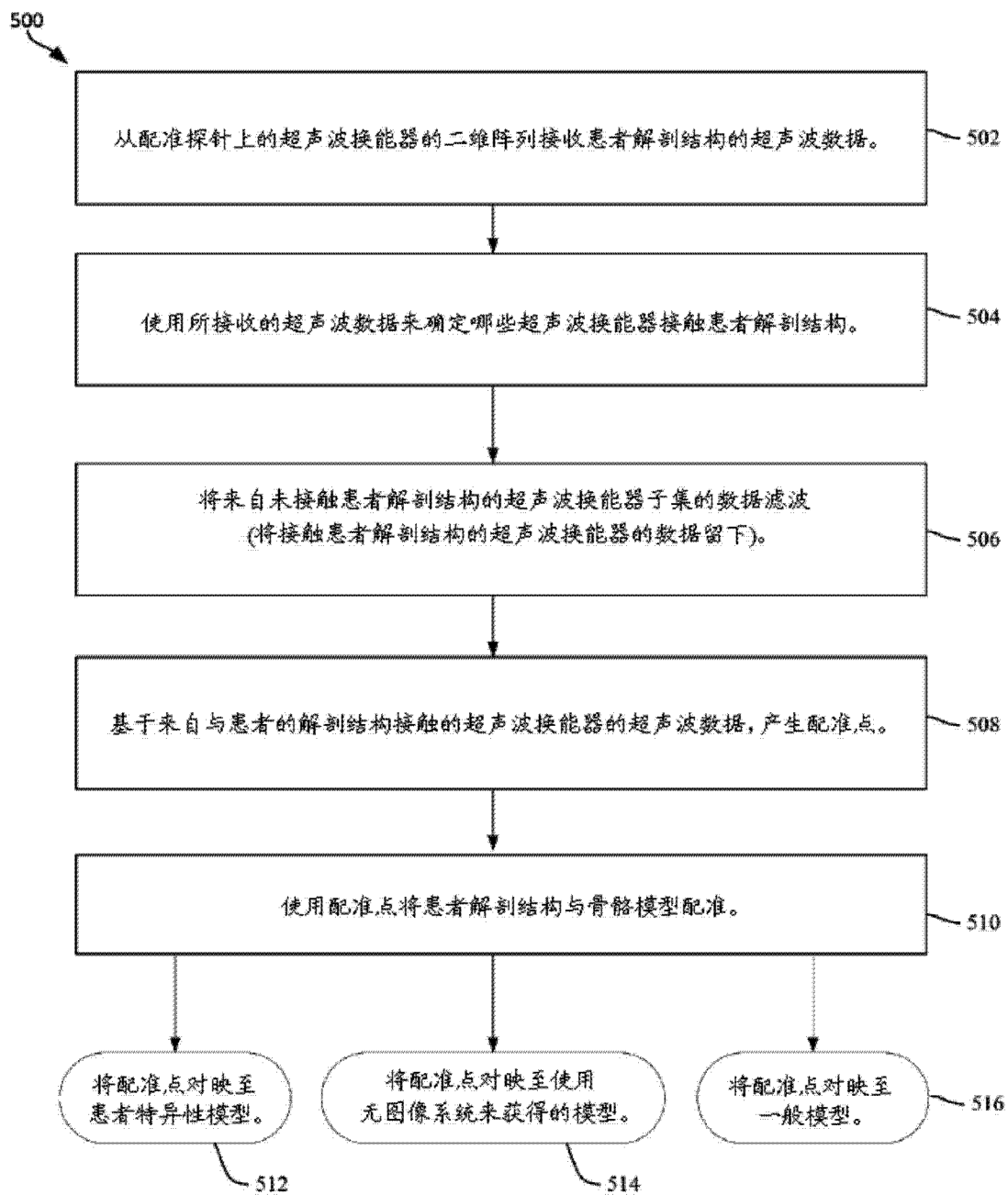


图 5

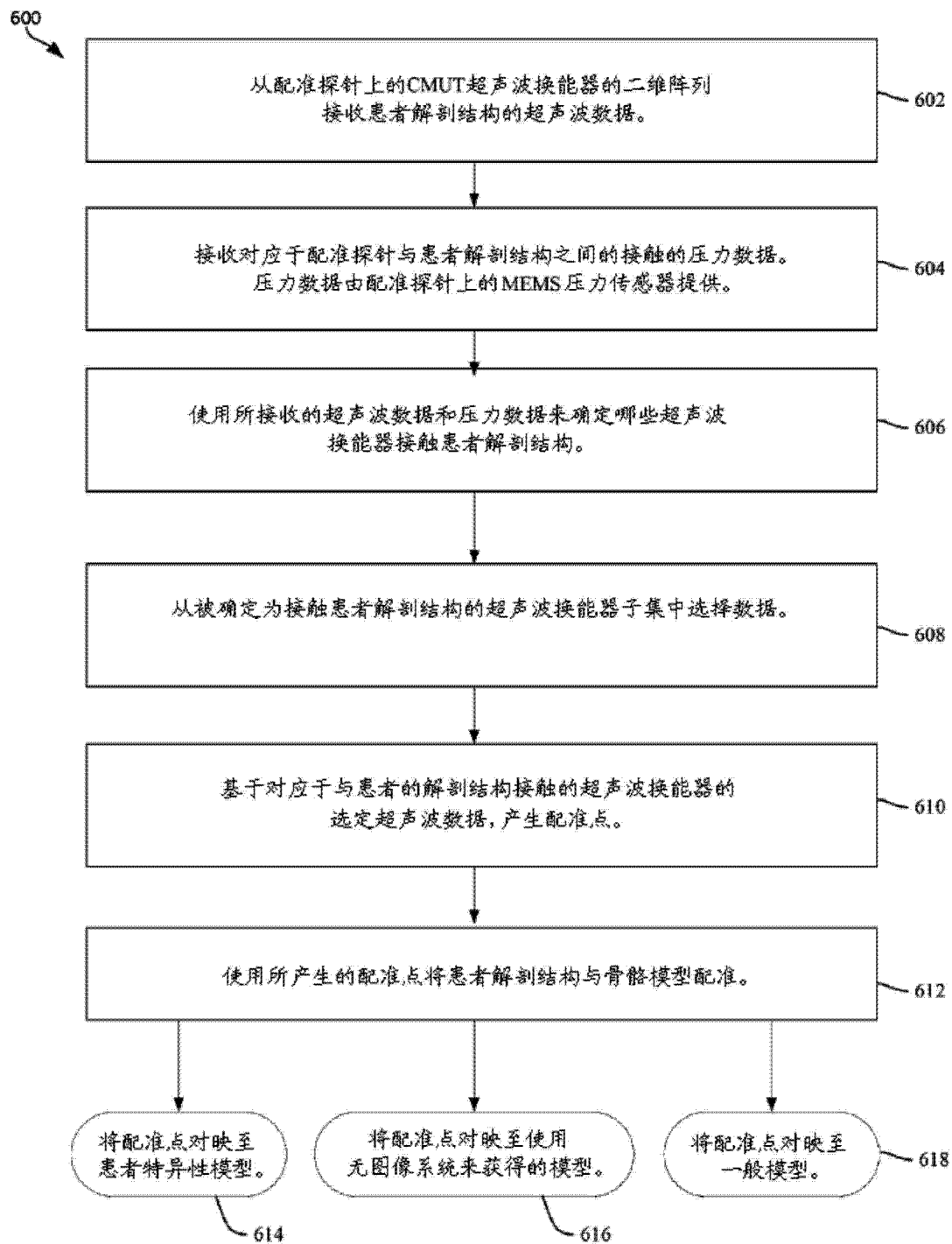


图 6

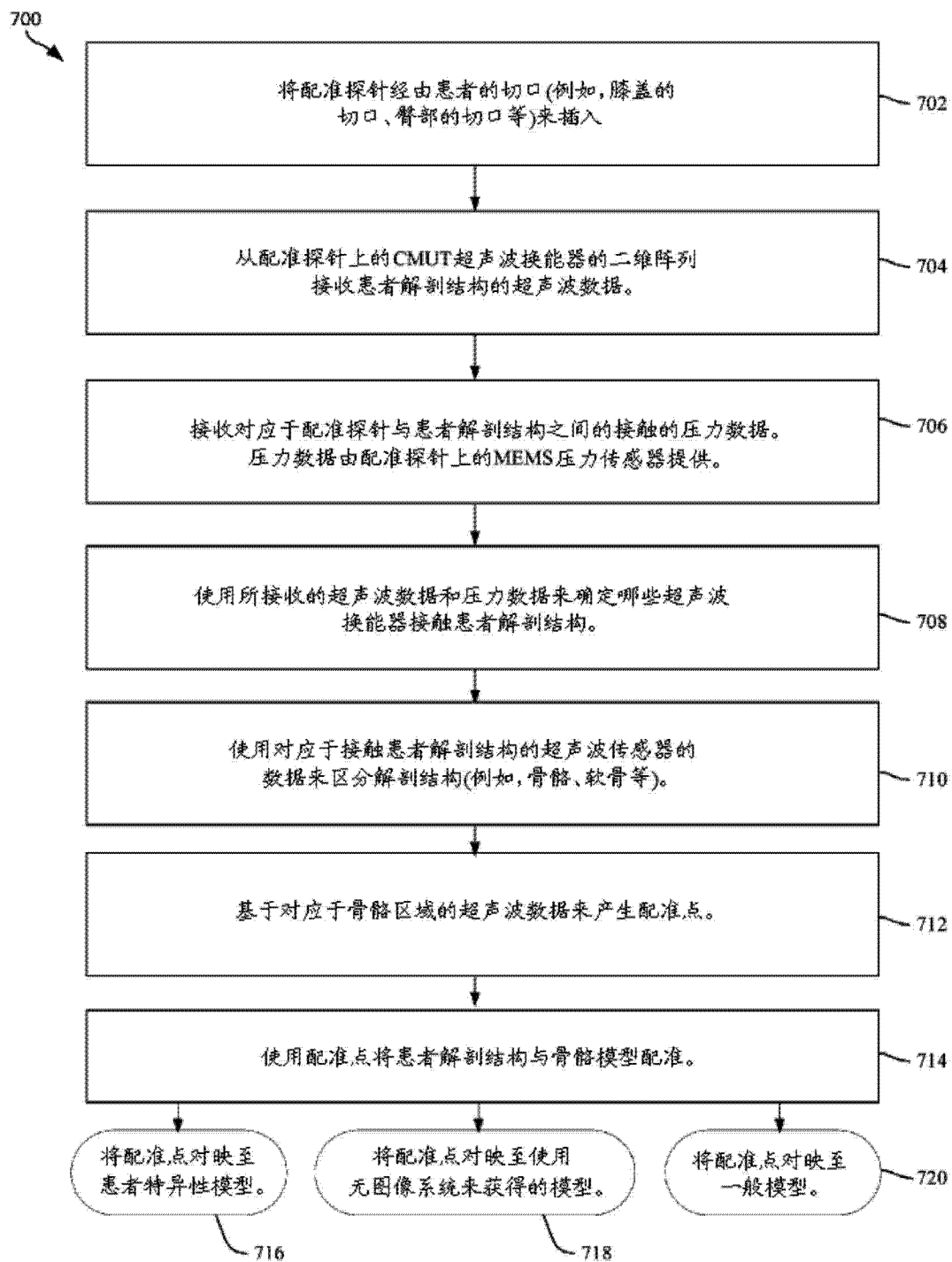


图 7

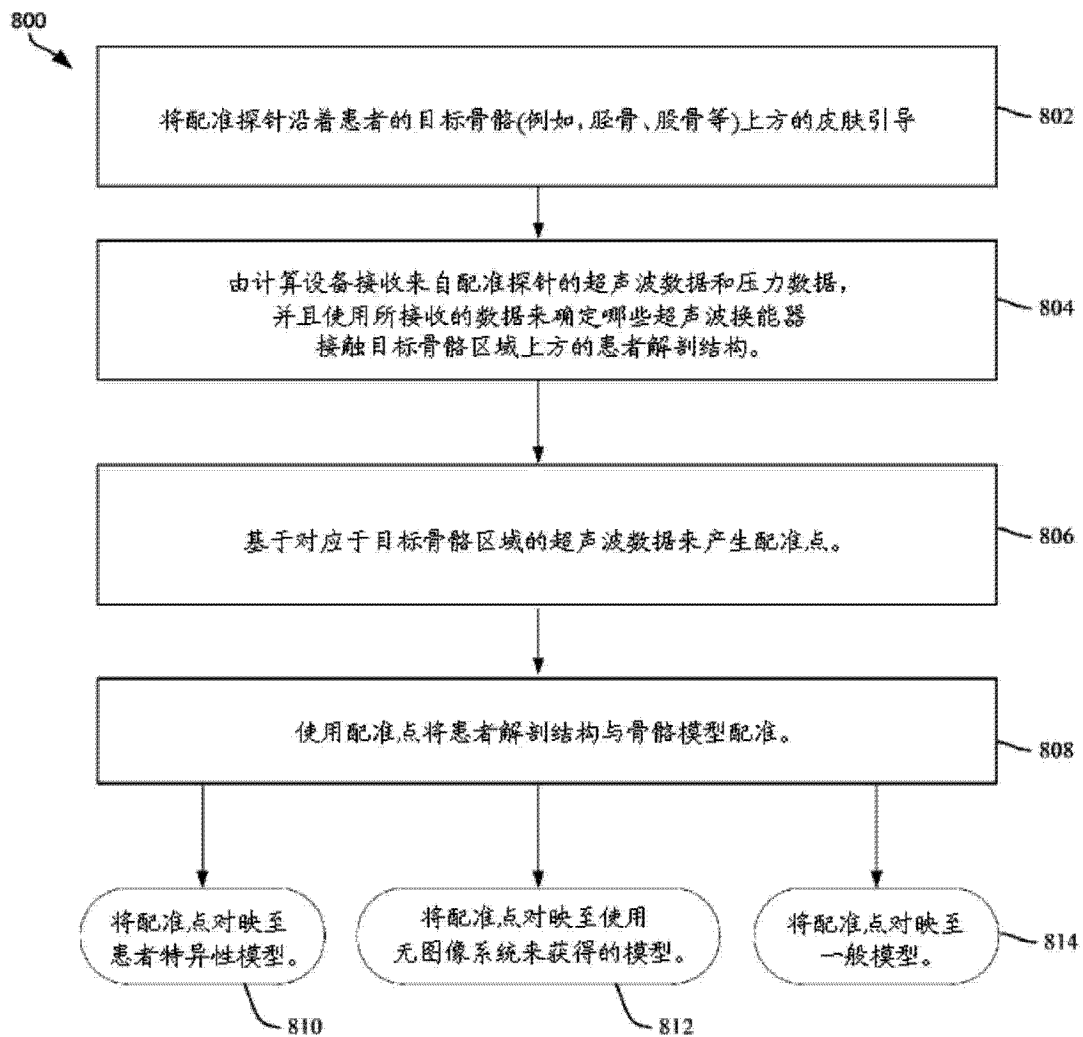


图 8

专利名称(译)	使用超声波探针来配准的系统和方法		
公开(公告)号	CN104902839A	公开(公告)日	2015-09-09
申请号	CN201380068726.2	申请日	2013-12-30
申请(专利权)人(译)	玛口外科股份有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	玛口外科股份有限公司		
[标]发明人	H康		
发明人	H·康		
IPC分类号	A61B19/00 A61B8/00		
CPC分类号	A61B2019/465 A61B8/429 A61B2019/5255 A61B2019/5289 A61B19/5244 A61B8/5223 A61B2019/505 A61B2019/528 A61B8/4263 A61B2019/5268 A61B8/0875 A61B2017/00106 A61B34/20 A61B2034/105 A61B2034/2055 A61B2034/2068 A61B2090/065 A61B2090/364 A61B2090/3784 G16H50/30		
代理人(译)	张欣		
优先权	61/747784 2012-12-31 US		
其他公开文献	CN104902839B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用于配准骨骼结构的系统(100)包括配准探针(108)和处理电路(106)。配准探针包括耦合至探针的圆形尖端的多个超声波换能器的二维阵列(110)，其中超声波换能器被配置来提供超声波数据。处理电路被配置来接收来自超声波换能器的超声波数据，确定哪些超声波换能器与患者的解剖结构接触，基于超声波数据和哪些超声波换能器与患者的解剖结构接触的该确定来产生配准点，并且使用配准点将患者的解剖结构与骨骼模型配准。

