



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105050546 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 11

(21) 申请号 201480016133. 6

代理人 严志军 胡斌

(22) 申请日 2014. 02. 27

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

13/834993 2013. 03. 15 US

A61F 2/46(2006. 01)

A61B 19/00(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 15

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/018889 2014. 02. 27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/149487 EN 2014. 09. 25

(71) 申请人 德普伊新特斯产品公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 J. T. 谢尔曼 A. A. 伯克贝克

R. R. 弗里曼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

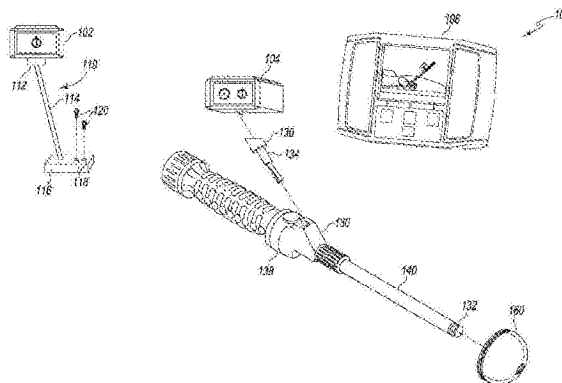
权利要求书4页 说明书13页 附图17页

(54) 发明名称

髌臼杯假体对齐系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件 (160) 的技术。本发明所公开的技术包括:参考传感器模块 (102),所述参考传感器模块能够固定到所述患者的骨解剖结构;插入器传感器模块 (104),所述插入器传感器模块能够固定到髌臼假体部件插入器 (130);和显示模块 (106)。每个传感器模块产生指示所述传感器模块和/或与所述传感器模块联接的结构取向的传感器数据。所述显示模块从所述传感器模块接收所述传感器数据,确定所述髌臼假体部件相对于所述患者的骨解剖结构的取向,并且将所确定的取向的标记显示在显示器上。



1. 一种用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的系统,所述系统包括:

参考传感器模块,所述参考传感器模块能够固定到患者的骨解剖结构并且包括:(i) 第一取向传感器,所述第一取向传感器被配置成产生以三维形式指示所述患者的骨解剖结构的取向的第一传感器数据;和(ii) 第一通信电路,所述第一通信电路用于传输所述第一传感器数据;

插入器传感器模块,所述插入器传感器模块能够固定到髌臼假体部件插入器,所述插入器传感器模块包括:(i) 第二取向传感器,所述第二取向传感器被配置成产生以三维形式指示所述髌臼假体部件插入器的取向的第二传感器数据;和(ii) 第二通信电路,所述第二通信电路用于传输所述第一传感器数据;和(iii) 对齐指示器;

显示模块,所述显示模块与所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块分开,所述显示模块包括:(i) 显示器;和(ii) 第三通信电路,所述第三通信电路被配置成接收所述第一传感器数据和所述第二传感器数据;和(iii) 处理电路,所述处理电路用于基于所述第一传感器数据和所述第二传感器数据确定联接到所述髌臼假体部件插入器的髌臼假体部件相对于所述患者的骨解剖结构的取向,将所述髌臼假体部件的所确定的取向的标记显示在所述显示器上,并且与所述插入器传感器模块通信,以响应于所确定的取向在参考取向的阈值量内而启动所述对齐指示器。

2. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述第一取向传感器包括第一三轴陀螺仪和第一三轴加速度计;并且

其中所述第二取向传感器包括第二三轴陀螺仪和第二三轴加速度计。

3. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每一个包括电源按钮,所述电源按钮能够选择以接通所对应的传感器模块,并且其中所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每一个不能在所对应的传感器模块已接通之后通过选择所述电源按钮来关断。

4. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述对齐指示器包括第一对齐指示器和第二对齐指示器,并且

其中所述显示模块的所述处理电路被配置成:(i) 与所述插入器传感器模块通信,以响应于所确定的取向在所述参考取向的第一阈值量内而启动所述第一对齐指示器;和(ii) 与所述插入器传感器模块通信,以响应于所确定的取向在小于所述第一阈值量的所述参考取向的第二阈值量内而启动所述第二对齐指示器。

5. 根据权利要求4所述的系统,其特征在于,所述第二对齐指示器由所述第一对齐指示器界定。

6. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述显示模块的所述处理电路被配置成确定所述髌臼假体部件相对于所述患者的骨解剖结构的倾斜角和前倾角并且将所述倾斜角和所述前倾角显示在所述显示器上。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述显示模块的所述处理电路被配置成基于所确定的倾斜角和前倾角将所述髌臼假体部件插入器的图示显示在所述显示器上处于适当位置。

8. 根据权利要求1所述的系统,其特征在于,所述显示模块的所述处理电路被配置成确定坐标系统转换因子,以将所述第一传感器数据由所述插入器传感器模块的坐标系统转

换为所述患者的骨解剖结构的患者坐标系统,并且使用所述坐标系统转换因子来确定所述髌臼假体部件插入器相对于所述患者的骨解剖结构的取向。

9. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,参考传感器模块包括具有第一键合结构的壳体并且所述插入器传感器模块包括具有第二键合结构的壳体,

其中所述第一键合结构和所述第二键合结构彼此键合,使得所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块可在其中所述第一键合结构和所述第二键合结构配合的单个取向上彼此联接。

10. 根据权利要求 9 所述的系统,其特征在于,所述第一键合结构包括从所述参考传感器模块的所述壳体的顶部表面向上延伸的凸起平台,并且所述第二键合结构包括限定在所述插入器传感器模块的所述壳体的顶部表面中的凹槽,其中当所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块在所述单个取向上彼此联接时所述凸起平台被接收在所述凹槽中。

11. 根据权利要求 1 所述的系统,其特征在于,所述系统还包括对齐框架,所述对齐框架具有框架主体、多个接触脚、和底座,其中所述接触脚能够相对于所述框架主体运动,并且所述底座的尺寸设定成接收所述插入器传感器模块。

12. 一种用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的方法,所述方法包括:

将参考传感器模块固定到所述患者的骨解剖结构;

将插入器传感器模块固定到髌臼假体部件插入器;

使用所述参考传感器模块产生以三维形式指示所述患者的骨解剖结构的取向的第一传感器数据;

使用所述插入器传感器模块产生以三维形式指示所述髌臼假体部件插入器的取向的第二传感器数据;

使用显示模块接收所述第一传感器数据和所述第二传感器数据;

使用所述显示模块基于所述第一传感器数据和所述第二传感器数据确定联接到所述髌臼假体部件插入器的髌臼假体部件相对于所述患者的骨解剖结构的取向;

在所述显示模块上,将所述髌臼假体部件的所确定的取向的标记显示在所述显示模块的显示器上;以及

将控制信号从所述显示模块传输到所述插入器传感器模块,以响应于所确定的取向在参考取向的阈值量内而启动所述插入器传感器模块的对齐指示器。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,将所述参考传感器模块固定到所述患者的骨解剖结构包括:

将所述参考传感器模块附接到安装框架;以及

将所述安装框架固定到所述患者的骨解剖结构。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括初始化所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块,以补偿所对应的产生的传感器数据的偏置偏移量。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,初始化所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块包括使所述参考传感器模块的壳体的键合特征与对应的所述插入器传感器模块的壳体的键合特征配合。

16. 根据权利要求 14 所述的方法,其特征在于,初始化所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块包括将识别数据从所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每

一个传输到所述显示模块,并且将所述识别数据显示在所述显示模块的显示器上。

17. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括将所述插入器传感器模块与所述患者的骨解剖结构的患者坐标系统对准。

18. 根据权利要求 17 所述的方法,其特征在于,将所述插入器传感器模块与所述患者坐标系统对准包括:

将所述插入器传感器模块与患者的脊柱对齐;以及

将所述插入器传感器模块与由所述患者的骨解剖结构的髂前上棘点限定的患者的解剖轴对齐。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:

使用所述插入器传感器模块产生指示在与所述患者的脊柱对齐时所述插入器传感器模块的当前取向的第一对齐数据;

使用所述插入器传感器模块产生指示在与所述患者的解剖轴对齐时所述插入器传感器模块的当前取向的第二对齐数据;以及

基于所述第一对齐数据和所述第二对齐数据产生坐标系统转换因子,以将由所述插入器传感器模块产生的传感器数据由所述插入器传感器模块的坐标系统转换为所述患者的骨解剖结构的患者坐标系统。

20. 根据权利要求 19 所述的方法,其特征在于,确定所述髌臼假体部件的取向包括基于所述第一传感器数据和所述坐标系统转换因子确定所述髌臼假体部件相对于所述患者的骨解剖结构的取向。

21. 根据权利要求 17 所述的方法,其特征在于,将所述插入器传感器模块与所述患者坐标系统对准包括:

将对齐框架放置在所述患者上处于适当位置,使得所述对齐框架的第一接触脚面对所述患者的第一髂前上棘点,所述对齐框架的第二接触脚面对所述患者的第二髂前上棘点,并且所述对齐框架的第三接触脚面对所述患者的耻骨联合,以及

将所述插入器模块联接到所述对齐框架。

22. 根据权利要求 12 所述的方法,其特征在于,确定所述髌臼假体部件的取向包括确定所述髌臼假体部件相对于所述患者的骨解剖结构的倾斜角和前倾角,并且

其中显示所述髌臼假体部件的所确定的取向的标记包括将所述倾斜角和所述前倾角显示在所述显示模块的显示器上。

23. 一种用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的系统,所述系统包括:

参考传感器模块,所述参考传感器模块能够固定到所述患者的骨解剖结构,所述参考传感器模块包括:(i) 壳体,所述壳体具有第一键合结构;(ii) 第一取向传感器,所述第一取向传感器定位在所述壳体中并且被配置成产生以三维形式指示患者的骨解剖结构的取向的第一传感器数据;和(iii) 第一通信电路,所述第一通信电路用于传输所述第一传感器数据;和

插入器传感器模块,所述插入器传感器模块能够固定到髌臼假体部件插入器,所述插入器传感器模块包括:(i) 壳体,所述壳体具有第二键合结构;(ii) 第二取向传感器,所述第二取向传感器被配置成产生以三维形式指示所述髌臼假体部件插入器的取向的第二传感器数据;(iii) 第二通信电路,所述第二通信电路用于传输所述第一传感器数据;和(iii)

壳体,所述壳体具有 (iii) 对齐指示器,

其中所述第一键合结构和所述第二键合结构彼此键合,使得所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块可在其中所述第一键合结构和所述第二键合结构配合的单个取向上彼此联接。

24. 根据权利要求 23 所述的系统,其特征在于,所述第一键合结构包括从所述参考传感器模块的所述壳体的顶部表面上延伸的凸起平台,并且所述第二键合结构包括限定在所述插入器传感器模块的所述壳体的顶部表面中的凹槽,其中当所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块在所述单个取向上彼此联接时所述凸起平台被接收在所述凹槽中。

## 髋臼杯假体对齐系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明大体上涉及一种植入整形外科假体,并且更具体地讲涉及一种植入髋臼假体以及用于在植入期间对齐髋臼假体的系统和方法。

### 技术领域

[0002]

[0003] 关节成形术为一种用假体关节置换患病和/或受损的自然关节的熟知的外科手术。例如,在髋关节成形术外科手术中,部分或完全地用假体髋关节置换患者的自然髋部球窝关节。典型的假体髋关节包括髋臼假体部件和股骨头假体部件。髋臼假体部件一般包括被配置成接合患者的髋臼的外壳和联接到壳并且被配置成接合股骨头的内部轴承或内衬。股骨头假体部件和髋臼部件的内衬形成球窝关节,所述球窝关节接近自然髋关节。

[0004] 为了有利于用假体髋关节置换自然关节,整形外科医生可使用多种整形外科器械,例如扩孔钻、钻孔导向器、钻、定位器、和/或其它外科器械。髋臼部件通常使用髋臼假体部件插入器插入患者的髋臼中。髋臼假体部件相对于患者的骨解剖结构的不佳对齐可导致随着时间的推移和对假体髋关节的使用而使部件松动和/或变位。

### 发明内容

[0005] 根据一个方面,一种用于对齐患者的外科制备髋臼中的髋臼假体部件的系统包括:参考传感器模块,所述参考传感器模块能够固定到患者的骨解剖结构;插入器传感器模块,所述插入器传感器模块能够固定到髋臼假体部件插入器;和显示模块,所述显示模块与所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块分开。所述参考传感器模块包括:(i) 第一取向传感器,所述第一取向传感器被配置成产生以三维形式指示患者的骨解剖结构的取向的第一传感器数据;和(ii) 第一通信电路,所述第一通信电路用于传输所述第一传感器数据。所述插入器传感器模块包括:(i) 第二取向传感器,所述第二取向传感器能够产生以三维形式指示所述髋臼假体部件插入器的取向的第二传感器数据;(ii) 第二通信电路,所述第二通信电路用于传输所述第一传感器数据;和(iii) 对齐指示器。所述显示模块包括:(i) 显示器;(ii) 第三通信电路,所述第三通信电路被配置成接收所述第一传感器数据和所述第二传感器数据;和(iii) 处理电路,所述处理电路用于基于所述第一传感器数据和所述第二传感器数据确定联接到所述髋臼假体部件插入器的髋臼假体部件相对于患者的骨解剖结构的取向,将所述髋臼假体部件的所确定的取向的标记显示在所述显示器上,并且与所述插入器传感器模块通信,以响应于所确定的取向在参考取向的阈值量内而启动所述对齐指示器。

[0006] 在一些实施例中,所述第一取向传感器可包括第一三轴陀螺仪和第一三轴加速度计。除此之外或另选地,所述第二取向传感器可包括第二三轴陀螺仪和第二三轴加速度计。在一些实施例中,所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每一个可包括电源按钮,所述电源按钮能够选择以接通所对应的传感器模块。在这些实施例中,所述参考传感器

模块和所述插入器传感器模块中的每一个可能无法在所对应的传感器模块已接通之后通过选择所述电源按钮来关断。

[0007] 在一些实施例中,所述对齐指示器可包括第一对齐指示器和第二对齐指示器。在这些实施例中,所述显示模块的所述处理电路可被配置成(i)与所述插入器传感器模块通信,以响应于所确定的取向在所述参考取向的第一阈值量内而启动所述第一对齐指示器和(ii)与所述插入器模块通信,以响应于所确定的取向在小于所述第一阈值量的所述参考取向的第二阈值量内而启动所述第二对齐指示器。另外,在一些实施例中,所述第二对齐指示器可由所述第一对齐指示器界定。

[0008] 另外,在一些实施例中,所述显示模块的所述处理电路可被配置成确定所述髌臼假体部件相对于患者的骨解剖结构的倾斜角和前倾角并且将所述倾斜角和所述前倾角显示在所述显示器上。除此之外或另选地,所述显示模块的所述处理电路可被配置成基于所确定的倾斜角和前倾角将所述髌臼假体部件插入器的图示显示在所述显示器上处于适当位置。

[0009] 在一些实施例中,所述显示模块的所述处理电路可被配置成确定坐标系统转换因子,以将所述第一传感器数据由所述插入器传感器模块的坐标系统转换为患者的骨解剖结构的患者坐标系统,并且使用所述坐标系统转换因子来确定所述髌臼假体部件插入器相对于患者的骨解剖结构的取向。另外,在一些实施例中,所述参考传感器模块可包括具有第一键合结构的壳体,并且所述插入器传感器模块包括具有第二键合结构的壳体。所述第一键合结构和所述第二键合结构可彼此键合,使得所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块可在其中所述第一键合结构与所述第二键合结构配合的单个取向上彼此联接。例如,在一些实施例中,所述第一键合结构可实施为从所述参考传感器模块的所述壳体的顶部表面向上延伸的凸起平台,并且所述第二键合结构可实施为凹槽,所述凹槽限定于所述插入器传感器模块的所述壳体的顶部表面中,其中当所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块在所述单个取向上彼此联接时,所述凸起平台被接收在所述凹槽中。

[0010] 另外,在一些实施例中,所述系统可包括对齐框架。所述对齐框架可包括框架主体、多个接触脚和底座。在一些实施例中,所述接触脚可相对于所述框架主体运动。除此之外或另选地,所述底座的尺寸可设定成接收所述插入器传感器模块。

[0011] 根据另一个方面,一种用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的方法包括:将参考传感器模块固定到患者的骨解剖结构;将插入器传感器模块固定到髌臼假体部件插入器;使用所述参考传感器模块产生以三维形式指示患者的骨解剖结构的取向的第一传感器数据;使用所述插入器传感器模块产生以三维形式指示所述髌臼假体部件插入器的取向的第二传感器数据;使用显示模块接收所述第一传感器数据和所述第二传感器数据;使用所述显示模块,基于所述第一传感器数据和所述第二传感器数据确定联接到所述髌臼假体部件插入器的髌臼假体部件相对于患者的骨解剖结构的取向;在所述显示模块上,将所述髌臼假体部件的所确定的取向的标记显示在所述显示模块的显示器上;以及将控制信号从所述显示模块传输到所述插入器传感器模块,以响应于所确定的取向在参考取向的阈值量内而启动所述插入器传感器模块的对齐指示器。

[0012] 在一些实施例中,将所述参考传感器模块固定到患者的骨解剖结构可包括将所述参考传感器模块附接到安装框架以及将所述安装框架固定到患者的骨解剖结构。另外,在

一些实施例中,所述方法还可包括初始化所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块,以补偿所对应的产生的传感器数据的偏置偏移量。例如,初始化所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块可包括将所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每一个放置处于相对于彼此的固定位置。在一些实施例中,将所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每一个放置处于相对于彼此的固定位置可包括使所述参考传感器模块的壳体的键合特征与所述插入器传感器模块的壳体的对应的键合特征配合。除此之外或另选地,初始化所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块可包括将识别数据从所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块中的每一个传输到所述显示模块以及将所述识别数据显示在所述显示模块的所述显示器上。

[0013] 在一些实施例中,所述方法还可包括将所述插入器传感器模块与患者的骨解剖结构的患者坐标系统对准。例如,将所述插入器传感器模块与所述患者坐标系统对准可包括将所述插入器传感器模块与患者的脊柱对齐以及将所述插入器传感器模块与由患者的骨解剖结构的髌前上棘点限定的患者的解剖轴对齐。在这些实施例中,所述方法还可包括:使用所述插入器传感器模块产生指示在与患者的所述脊柱对齐时所述插入器传感器模块的当前取向的第一对齐数据;使用所述插入器传感器模块产生指示在与患者的所述解剖轴对齐时所述插入器传感器模块的当前取向的第二对齐数据;以及基于所述第一对齐数据和所述第二对齐数据产生坐标系统转换因子,以将由所述插入器传感器模块所产生的传感器数据由所述插入器传感器模块的坐标系统转换为患者的骨解剖结构的患者坐标系统。例如,确定所述髌臼假体部件的取向可包括基于所述第一传感器数据和所述坐标系统转换因子确定所述髌臼假体相对于患者的骨解剖结构的取向。

[0014] 在一些实施例中,将所述插入器传感器模块与所述患者坐标系统对准可包括将对齐框架放置在所述患者上处于适当位置,使得所述对齐框架的第一接触脚面对患者的第一髌前上棘点,所述对齐框架的第二接触脚面对患者的第二髌前上棘点,并且所述对齐框架的第三接触脚面对患者的耻骨联合。在这些实施例中,所述方法还可包括将所述插入器模块联接到所述对齐框架。

[0015] 另外,在一些实施例中,确定所述髌臼假体部件的取向可包括确定所述髌臼假体相对于患者的骨解剖结构的倾斜角和前倾角。除此之外或另选地,显示所述髌臼假体部件的所确定的取向的标记可包括将所述倾斜角和所述前倾角显示在所述显示模块的显示器上。例如,显示所述髌臼假体部件的所确定的取向的标记可包括基于所确定的倾斜角和前倾角将所述髌臼假体部件插入器的图示显示在所述显示器上处于适当位置。

[0016] 根据另一个方面,一种用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的系统可包括参考传感器模块和插入器传感器模块,所述参考传感器模块能够固定到患者的骨解剖结构,所述插入器传感器模块能够固定到髌臼假体部件插入器。所述参考传感器模块可包括:(i) 壳体,所述壳体具有第一键合结构;(ii) 第一取向传感器,所述第一取向传感器定位在所述壳体中并且被配置成产生以三维形式指示患者的骨解剖结构的取向的第一传感器数据;和(iii) 第一通信电路,所述第一通信电路用于传输所述第一传感器数据。所述插入器传感器模块可包括:(i) 壳体,所述壳体具有第二键合结构;(ii) 第二取向传感器,所述第二取向传感器被配置成产生以三维形式指示所述髌臼假体部件插入器的取向的第二传感器数据;(iii) 第二通信电路,所述第二通信电路用于传输所述第一传感器数据;和



(iii) 壳体,所述壳体 (iii) 具有对齐指示器。所述第一键合结构和所述第二键合结构可彼此键合,使得所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块可在其中所述第一键合结构与所述第二键合结构配合的单个取向上彼此联接。

[0017] 在一些实施例中,所述第一键合结构可实施为凸起平台,所述凸起平台从所述参考传感器模块的所述壳体的顶部表面向上延伸。另外,所述第二键合结构可实施为凹槽,所述凹槽限定在所述插入器传感器模块的所述壳体的顶部表面中,其中当所述参考传感器模块和所述插入器传感器模块在所述单个取向上彼此联接时,所述凸起平台被接收在所述凹槽中。

## 附图说明

[0018] 详细说明具体参见下图,其中:

[0019] 图 1 为用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的系统的简图;

[0020] 图 2 为图 1 的系统的参考传感器模块和插入器传感器模块的正视图;

[0021] 图 3 为图 2 的参考传感器模块和插入器传感器模块的俯视透视图;

[0022] 图 4 为图 2 的参考传感器模块和插入器传感器模块的仰视平面图;

[0023] 图 5 为图 2 的参考传感器模块和插入器传感器模块的电路的简化方框图;

[0024] 图 6 为图 1 的系统的显示模块的简化俯视平面图;

[0025] 图 7 为图 6 的显示模块的电路的简化方框图;

[0026] 图 8A 至图 8B 为用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件的方法的简化流程图;

[0027] 图 9 为用于初始化图 2 的参考传感器模块和插入器传感器模块的方法的简化流程图;

[0028] 图 10 为用于将图 1 的系统的插入器传感器模块与患者的骨解剖结构的患者坐标系对准的方法的简化流程图;

[0029] 图 11A 至图 11B 为用于确定坐标系转换因子以由插入器传感器模块的坐标系转换为患者的骨解剖结构的患者坐标系的方法的简化流程图;

[0030] 图 12 为图 1 的系统的参考传感器模块和插入器传感器模块的一个初始化过程的简图;

[0031] 图 13 为使用传感器模块的壳体的键合特征彼此联接的系统的参考传感器模块和插入器传感器模块的简图;

[0032] 图 14 为固定到骨安装托架的图 1 的系统的参考传感器模块的简图;

[0033] 图 15 为使用图 14 的安装托架固定到患者的骨解剖结构的图 1 的系统的参考传感器模块的简图;

[0034] 图 16 为图 1 的系统的传感器模块的坐标系统的简图;

[0035] 图 17 为患者的骨解剖结构的患者坐标系统的简图;

[0036] 图 18 为与患者的脊柱对齐的图 1 的系统的插入器传感器模块的简图;

[0037] 图 19 为与由患者的骨解剖结构的髌前上棘点限定的患者的解剖轴对齐的图 1 的系统的插入器传感器模块的简图;

[0038] 图 20 至图 25 为用于由图 16 的传感器坐标系统转换为图 17 的患者坐标系统的各

种方程式的图示；并且

[0039] 图 26 为可用于将图 1 的插入器传感器模块与患者坐标系统对准的对齐框架的实施例的简图。

### 具体实施方式

[0040] 虽然本发明的概念容许有各种修改形式和替代形式，但本发明的具体实施例以举例的方式示出于附图中且将在本文中详细描述。然而，应当理解，没有意图将本发明的概念限定为本发明所公开的特定形式，相反，本发明将涵盖与本发明和随附权利要求书相一致的所有修改形式、等效形式和替代形式。

[0041] 说明书中提及的“一个实施例”、“实施例”、“例示性实施例”等表示所述实施例可包括特定特征、结构或特性，但每个实施例既可能包括也可能未必包括所述特定特征、结构或特性。此外，这些术语未必指同一实施例。此外，当结合实施例来描述特定特征、结构、或特性时，无论是否进行明确描述均应认为，结合其他实施例来实现这种特征、结构、或特性位于本领域的技术人员知识范围内。

[0042] 在附图中，一些结构或方法特征可按具体布置方式和 / 或排序示出。然而，应当理解，这些具体布置方式和 / 或排序可能并不需要。而是，在一些实施例中，这些特征可以不同于例示性图所示的方式和 / 或次序布置。另外，特定图中包含结构或方法特征并不意味着暗示这些特征在所有实施例中均需要，而是在一些实施例中可不被包含或可与其它特征组合。

[0043] 表示解剖参考（例如前、后、内、外、上、下等）的术语可在本发明通篇中用来提及本文所述整形外科植入物和患者的自然解剖结构两者。这些术语在解剖学研究和整形外科领域两者中具有公知的含义。说明书和权利要求书中使用这些解剖参考术语旨在与其公知的含义相一致，除非另有说明。

[0044] 现在参见图 1，用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件 160 的系统 100 包括参考传感器模块 102、插入器传感器模块 104 和手持式显示模块 106。在使用中，参考传感器模块 102 使用安装托架 110 固定到患者的骨解剖结构，并且产生以三维形式（即，以每个坐标轴 x、y 和 z 为中心的旋转）指示参考传感器模块 102 进而患者的骨解剖结构的取向的传感器数据。相似地，插入器传感器模块 104 附接到髌臼假体部件插入器 130，并且产生以三维形式指示插入器传感器模块 104 进而髌臼假体部件插入器 130 的取向的传感器数据。传感器模块 102, 104 中的每一个将所产生的传感器数据传输到显示模块 106。如下面将更详细地讨论，显示模块 106 确定固定到髌臼假体部件插入器 130 的远侧端部 132 的髌臼假体部件 160 相对于患者的骨解剖结构的取向。

[0045] 如图 2 至图 4 所示，传感器模块 102, 104 中的每一个包括具有大体矩形形状的对应的壳体 202, 204。例示性地，每个壳体 202, 204 实施为多部件壳体。然而，在其它实施例中，可使用具有其它形状和构型的壳体。

[0046] 参考传感器模块 102 的壳体 202 包括顶部表面 210、底面 212、前面板 214、侧面 216, 218、和背面 220。参考传感器模块 102 还包括限定在前面板 214 上的电源按钮 230。电源按钮 230 能够选择以接通参考传感器模块 102。然而，在一些实施例中，参考传感器模块 102 可在传感器模块 102 已成功接通之后不关断。即，重新选择电源按钮 230 不关断参考传

感器模块 102。而是,如下面将更详细地讨论,参考传感器模块 102 将保持接通,直到参考传感器模块 102 的功率源(例如,内部电池)耗尽。在一些实施例中,电源按钮 230 在参考传感器模块 102 接通时附有背光,以提供参考传感器模块 102 通电的视觉指示。

[0047] 如图 3 所示,参考传感器模块 102 的壳体 202 还包括限定在顶部表面 210 上的键合结构 240。在示例性实施例中,键合结构 240 键合到插入器传感器模块 104 的对应的键合结构 280。如下面将更详细地讨论,键合结构 240, 280 有利于将参考传感器模块 102 与插入器传感器模块 104 联接在一起。由于键合结构 240, 280 的键合构型,故传感器模块 102, 104 可在其中键合结构 240, 280 配合在一起的相对于彼此的仅单个取向上联接在一起。在示例性实施例中,键合结构 240 实施为从顶部表面 210 向上延伸的凸起平台 242。凸起平台 242 具有基本上“Y”形顶部外形且被布置成使得凸起平台 242 的宽度朝向前面板 214 较大,而朝向背面 220 较窄。当然,在其它实施例中,可使用键合结构 240 的其它构型以使传感器模块 102, 104 能够在其中键合结构 240, 280 配合的单个取向上联接。例如,在一些实施例中,键合结构 240 可实施为或者以其它方式包括凹槽、附加凸起平台和/或其它结构。

[0048] 参考传感器模块 102 还包括如图 4 所示的安装架 244。安装架 244 有利于附接到安装托架 110。例示性地,安装架 244 包括安装插片 246 和若干个对齐插片 248。当然,安装架 244 可在其它实施例中具有其它或附加结构和/或特征,以有利于将参考传感器模块 102 固定到安装托架 110。不管具体构型如何,参考传感器模块 102 均可使用安装架 244 附接到安装托架 110 的传感器安装基座 112。例如,在例示性实施例中,安装插片 246 被接收在传感器安装基座 112 的对应的孔中且对齐插片 248 夹在传感器安装基座 112 的侧面上,以将参考传感器模块 102 固定到安装托架 110。如图 1 所示,安装托架 110 还包括细长杆 114, 所述细长杆从传感器安装基座 112 延伸到骨安装基座 116。骨安装基座 116 被配置成有助于将安装托架 110 附接到患者的骨解剖结构且可包括一个或多个安装孔 118, 所述安装孔被配置成接收诸如骨螺钉等对应的固定装置 120, 以将安装托架 110 固定到患者的骨解剖结构。

[0049] 插入器传感器模块 104 类似于参考传感器模块 102。插入器传感器模块 104 的壳体 204 包括顶部表面 250、底面 252、前面板 254、侧面 256, 258、和背面 260。插入器传感器模块 104 还包括限定在前面板 254 上的电源按钮 270 和对齐指示器 272。类似于参考传感器模块 102 的电源按钮 230, 电源按钮 270 能够选择以接通插入器传感器模块 104, 但随后不关断插入器传感器模块 104。即, 如上面关于参考传感器模块 102 所论述, 重新选择电源按钮 270 在一些实施例中不关断插入器传感器模块 104。而是, 如下面将更详细地讨论, 插入器传感器模块 104 将保持接通, 直到插入器传感器模块 104 的功率源(例如, 内部电池)耗尽。类似于参考传感器模块 102, 插入器传感器模块 104 的电源按钮 270 可在插入器传感器模块 104 通电时附有背光, 以提供插入器传感器模块 104 接通的视觉指示。

[0050] 如下面将更详细地讨论, 对齐指示器 272 向整形外科医生提供髌臼假体部件 160 的当前对齐是否在目标对齐的参考阈值内的视觉反馈。在例示性实施例中, 对齐指示器 272 包括第一阈值对齐指示器 274 和第二阈值对齐指示器 276。第一阈值对齐指示器 274 实施为诸如圆形灯、圆形发光二极管阵列、圆形滤光器等圆形视觉指示器。第一阈值对齐指示器 274 限定实施为诸如单个灯、发光二极管等单个视觉指示器的第二阈值对齐指示器 276。在使用中, 第一阈值对齐指示器 274 响应于髌臼假体部件 160 的对齐在参考对齐的第一阈值

内而被照亮,并且第二阈值对齐指示器 276 响应于髌臼假体部件 160 的对齐在小于第一阈值的参考对齐的第二阈值内而被照亮。即,当第二阈值对齐指示器 276 被照亮时,髌臼假体部件 160 的对齐较在只有第一阈值对齐指示器 274 时更接近于参考对齐。当然,在其它实施例中,对齐指示器 272 可包括其它或附加指示器。

[0051] 如图 3 所示,插入器传感器模块 104 的壳体 204 包括限定在顶部表面 250 上的键合结构 280。如上面所讨论,键合结构 280 键合到参考传感器模块 102 的所对应的键合结构 240。在例示性实施例中,键合结构 280 实施为限定在壳体 204 的顶部表面 250 中的凹槽 282。例示性地,如下面将讨论,凹槽 282 具有与参考传感器模块 102 的凸起平台 242 的形状对应的形状,使得凸起平台 242 可在传感器模块 102, 104 联接在一起时被接收在凹槽 282 中。在例示性实施例中,凹槽 282 具有基本上“Y”形顶部外形且被布置成使得凹槽 282 的宽度朝向前面板 254 较大,而朝向背面 260 较窄。当然,在其它实施例中,可使用键合结构 280 的其它构型以使传感器模块 102, 104 能够联接成其中键合结构 240, 280 配合的单个取向。例如,在一些实施例中,键合结构 240 可实施为或者以其它方式包括凸起平台、附加凹槽和 / 或其它结构。

[0052] 类似于参考传感器模块 102,插入器传感器模块 104 还包括如图 4 所示的安装架 290。安装架 290 有利于将插入器传感器模块附接到髌臼假体部件插入器 130。安装架 290 类似于参考传感器模块 102 的安装架 244 并且包括安装插片 292 和若干个对齐插片 294。当然,在其它实施例中,安装架 290 可具有其它或附加结构和 / 或特征,以有利于将插入器传感器模块 104 固定到髌臼假体部件插入器 130。在例示性实施例中,传感器模块 104 能够通过使用联接器 134 附接到髌臼假体部件插入器 130。类似于安装托架 110,联接器 134 包括传感器安装基座 136,所述传感器安装基座接收插入器传感器模块 104 的安装架 290。联接器 134 能够固定到髌臼假体部件插入器 130 的柄部 138。插入器杆 140 从柄部 138 延伸并且包括远侧端部 132,髌臼假体部件 160 在插入期间附接到所述远侧端部。当然,可在其它实施例中使用具有不同构型的髌臼假体部件插入器。另外,可在其它实施例中使用不同的机构和结构来将插入器传感器模块 104 附接到髌臼假体部件插入器 130。

[0053] 现在参见图 5,传感器模块 102, 104 中的每一个包括传感器电路 500。例示性传感器电路 500 包括处理器电路 502、存储器 504、取向传感器 506、显示器 508、通信电路 510 和电源电路 512。当然,每个传感器模块 102, 104 可包括为清楚说明起见而未示出于图 5 中的通常存在于感测部件中的附加或其它部件。

[0054] 处理器电路 502 可实施为一个或多个处理器和相关部件和 / 或电路。这些处理器可实施为能够执行本文所述功能的任何类型的处理器。例如,处理器电路 502 的所述一个或多个处理器可实施为具有一个或多个处理器核心的一个或多个单核或多核处理器、数字信号处理器、微控制器、或其它处理器或处理 / 控制电路。相似地,存储器 504 可实施为能够执行本文所述功能的任何类型的易失性或非易失性存储器或数据存储。在操作中,存储器 504 可存储在操作传感器模块 102, 104 期间使用的各种数据和 / 或软件 / 固件,包括 (例如) 对由取向传感器 506 产生的取向数据的临时存储。传感器电路 500 的存储器 504 和其它部件可通过各种互连件 (诸如 I/O 子系统、控制集线器 / 总线、固件装置、通信链路、和 / 或其它部件和子系统) 联接到处理器电路 502 和 / 或其它部件,以有利于输入 / 输出操作。

[0055] 取向传感器 506 被配置成产生以三维形式指示传感器模块 102, 104 的取向的传感器数据。在例示性实施例中, 取向传感器 506 实施为或者以其它方式包括三轴陀螺仪 520 和三轴加速度计 522。三轴陀螺仪 520 可实施为能够测量所对应的传感器模块 102, 104 以三个坐标轴为中心的旋转的任何类型的陀螺仪传感器。例如, 三轴陀螺仪 520 可实施为单个三轴陀螺仪或许多单轴陀螺仪。三轴加速度计 522 可实施为能够测量传感器模块 102, 104 沿三个坐标轴的加速度的任何类型的加速度计。类似于三轴陀螺仪 520, 三轴加速度计 522 可实施为单个三轴加速度计或许多单轴加速度计。三轴加速度计 522 产生用于修正因此类加速度而引起的三轴陀螺仪 520 的输出中的偏置的加速度数据。在例示性实施例中, 由取向传感器 506 产生的取向传感器数据表示为四元数测量。然而, 在其它实施例中, 取向传感器 506 可以其它格式产生传感器数据。

[0056] 显示器 508 实施为一个或多个照明装置, 例如发光二极管、丝灯、和 / 或能够照明的其它装置。显示器 508 定位在传感器模块 102, 104 的电源按钮 230, 270 后面, 以在传感器模块 102, 104 接通时照亮电源按钮 230, 270。关于插入器传感器模块 104, 如上面所讨论, 显示器 508 还包括对齐指示器 272。

[0057] 通信电路 510 可实施为用于实现传感器模块 102, 104 与显示模块 106 之间的通信的一个或多个装置和 / 或电路。通信电路 510 可被配置成使用任何合适的无线通信协议来与显示模块 106 通信, 包括 (例如) 短程无线通信协议如蓝牙<sup>®</sup>或其它无线通信协议。

[0058] 电源电路 512 控制传感器模块 102, 104 的启动。具体地讲, 如上面所讨论, 电源电路 512 响应于选择电源按钮 230, 270 而给传感器模块 102, 104 的其它部件供应电力。然而, 在电源按钮 230, 270 已被选择成接通传感器模块 102, 104 之后, 电源电路 512 继续给所述部件供应这样的电力, 而不管对电源按钮 230, 270 的附加选择如何。即, 电源电路 512 确保电力连续供应给传感器模块 102, 104 的部件, 直到电源电路 512 的功率源 (未示出) 耗尽。这样, 电源电路 512 确保传感器模块 102, 104 为无法在多个外科手术中再利用的单次使用装置。

[0059] 在一些实施例中, 传感器电路 500 还可包括附加传感器 514。附加传感器 514 可包括能够提高由取向传感器 506 产生的取向传感器数据的准确性的任何数量和类型的传感器。例如, 在一些实施例中, 附加传感器 514 可包括温度传感器。这种温度传感器的传感器输出用于进一步修正因温度而引起的由取向传感器 506 产生的传感器数据的任何偏置。当然, 在其它实施例中, 传感器电路 500 可包括附加或其它传感器, 以进一步增加所产生的取向传感器数据的准确性。

[0060] 现在参见图 6, 显示模块 106 包括壳体 600, 所述壳体的尺寸设定成被握持在整形外科医生的手中并且在整形外科手术的进行期间被使用。这样, 显示模块 106 被配置成可动的。显示模块 106 还包括显示器 602, 在所述显示器上向外科医生显示髌臼假体部件 160 相对于患者的骨解剖结构的取向的视觉指示。例如, 示出相对于虚拟患者的骨解剖结构处于适当位置的虚拟插入器的可视图形 650 可显示在显示器 602 上, 以指示髌臼假体部件 160 相对于实际患者的骨解剖结构的当前定位。除此之外或另选地, 如下面将更详细地论述, 显示器 602 可包括取向数据 652, 所述取向数据识别髌臼假体部件 160 相对于患者的骨解剖结构的所确定的倾斜和 / 或前倾度或量。

[0061] 显示模块 106 例示性地包括定位在显示器 602 下方的多个用户输入按钮

604, 606, 608。用户输入按钮 604, 606, 608 可为“软”按钮, 因为其功能可根据显示在显示器 602 上的特定用户接口而变化。另外, 显示模块 106 包括电源按钮 610。电源按钮 610 可包括电源指示器 612 以提供关于显示模块 106 何时接通的视觉指示。在例示性实施例中, 电源按钮 610 定位在输入按钮 604, 606, 608 行下方, 但按钮 604, 606, 608 可在其它实施例中定位处于其它构型和 / 或取向。

[0062] 如图 7 所示, 显示模块 106 包括定位在壳体 600 中的控制电路 700。控制电路 700 包括处理器电路 702 和存储装置 704。处理器电路 702 可包括或实施为可用以执行本文所述功能的任何类型的处理器和相关电路。例如, 处理器电路 702 的所述一个或多个处理器可实施为具有一个或多个处理器核心的一个或多个单核或多核处理器、数字信号处理器、微处理器、或其它处理器和 / 或处理 / 控制电路。相似地, 存储装置 704 可实施为能够执行本文所述功能的任何类型的易失性或非易失性存储器或数据存储单元。在操作中, 存储器 704 可存储在操作显示模块 106 期间使用的各种数据和 / 或软件 / 固件。

[0063] 控制电路 700 还包括外部电源输入电路 706、可充电功率源 708 (如可充电电池等) 以及电源电路 710。外部电源输入电路 706 被配置成接收充电器 (如“壁式充电器”) 的插塞, 并且通信联接到可充电电源 708, 可充电功率源 708 通信联接到电源电路 710。电源电路 710 通信联接到处理器电路 702 和电源按钮 610。电源电路 710 可包括电源控制、分配和滤波电路, 并且被配置成向处理器电路 702 和控制电路 700 的其它装置或部件提供或分配可充电功率源 708 的电力。

[0064] 控制电路 700 还可以包括用于驱动和 / 或控制显示器 602 的显示电路 712。显示电路 712 通信联接到处理器电路 702 和显示器 602 以控制其功能。

[0065] 如上面所讨论, 显示模块 106 被配置成从传感器模块 102, 104 中的每一个接收传感器数据。由此, 控制电路 700 包括通信电路 720 和天线 722。通信电路 720 通信联接到处理器电路 702 和天线 722。通信电路 720 可被配置成使用任何类型的无线通信协议、标准或技术来与传感器模块 102, 104 通信, 包括 (但不限于) 短程无线通信协议如 **蓝牙®** 协议。如下面将更详细地讨论, 除了从传感器模块 102, 104 中的每一个接收取向传感器数据以外, 显示模块 106 还可被配置成使用通信电路 720 来与插入器传感器模块 104 通信, 以响应于确定髌臼假体部件 160 的当前取向在相对于患者的骨解剖结构的参考阈值对齐内而启动对齐指示器 272。

[0066] 控制电路 700 还包括通用串行总线 (USB) 接口 730。USB 接口 730 通信联接到处理器电路 702。USB 接口 730 可用于将数据 (如取向数据) 从显示模块 106 下载到另一个装置 (如计算机)。另外, USB 接口 730 可用于更新控制电路 700 的软件或固件。

[0067] 现在参见图 8A 至图 8B, 在使用中, 系统 100 可用于执行用于对齐患者的外科制备髌臼中的髌臼假体部件 160 的方法 800。所述方法从方框 802 开始, 在方框 802 中, 整形外科医生暴露手术部位。随后, 在方框 804 中, 初始化参考传感器模块 102 和插入器传感器模块 104。例如, 如图 9 所示, 可使用方法 900 来初始化传感器模块 102, 104。方法 900 从方框 902 开始, 在方框 902 中, 将传感器模块 102, 104 中的每一个与显示模块 106 配对。可根据 (例如) 用于在传感器模块 102, 104 与显示模块 106 之间通信的通信协议的类型使用任何合适类型的配对过程来将传感器模块 102, 104 与显示模块 106 配对。

[0068] 在方框 904 中, 验证传感器模块 102, 104。例如, 在例示性实施例中, 每个传感器模

块 102, 104 被配置成将识别数据（例如, 序列号、MAC 地址、全局唯一标识符等）传输到显示模块 106。作为响应, 显示模块 106 显示所接收的识别数据, 以使得整形外科医生或其它保健提供者可验证当前传感器模块正被使用（例如, 通过对比所显示的识别数据与在关联封装中标记在传感器模块 102, 104 的壳体 202, 204 上的识别数据, 等等）。

[0069] 在传感器模块 102, 104 已在方框 904 中验证之后, 可在方框 906 中初始化传感器模块 102, 104, 以补偿取向传感器 506 的任何偏置偏移量。例如, 在一些实施例中, 可在方框 908 中将每个传感器模块 102, 104 放置处于相对于彼此的已知固定位置（例如, 放置成固定在平面上）。在例示性实施例中, 在方框 910 中使用键合结构 240, 280 将参考传感器模块 102 和插入器传感器模块 104 联接在一起处于固定位置, 以初始化传感器模块 102, 104。例如, 如图 12 和图 13 所示, 传感器模块 102, 104 可通过使参考传感器模块 102 的键合结构 240 与插入器传感器模块 104 的键合结构 280 配合而联接在一起。例如, 在例示性实施例中, 参考传感器模块 102 的凸起平台 242 被接收在插入器传感器模块 104 的所对应的凹槽 282 中。当如此联接时, 参考传感器模块 102 的顶部表面 210 邻接插入器传感器模块 104 的顶部表面 250, 如图 13 所示。

[0070] 在一些实施例中, 传感器模块 102, 104 可彼此联接处于这样的配合构型达一段时间或直到显示模块 106 指示传感器模块 102, 104 已被适当初始化。在其它实施例中, 传感器模块 102, 104 最初不接通, 直到传感器模块 102, 104 彼此联接。例如, 方框 906 可在方法 900 的方框 902, 904 之前执行。

[0071] 返回参见图 8A 至图 8B 的方法 800, 在传感器模块 102, 104 已在方框 804 中初始化之后, 在方框 806 中将参考传感器模块 102 固定到患者的骨解剖结构。为此, 如上面所讨论以及图 14 和图 15 所示, 参考传感器模块 102 可通过传感器模块 102 的壳体 202 的安装架 244 附接到安装托架 110 的传感器安装基座 112。安装托架 110 然后可使用固定装置 120 通过骨安装基座 116 固定到患者的骨解剖结构。在例示性实施例中, 如图 15 所示, 参考传感器模块 102 在整形外科手术附近固定到患者的骨解剖结构。例如, 安装托架 110 可如图 15 所示固定在患者的髌臼 1500 附近。

[0072] 返回参见图 8A 至图 8B 的方法 800, 在参考传感器模块 102 已在方框 806 中固定到患者的骨解剖结构之后, 将插入器传感器模块 104 与患者的骨解剖结构的坐标系统对准。如图 16 中所示, 插入器传感器模块 104 包括传感器坐标系统 1600。由插入器传感器模块 104 产生的取向传感器数据参照传感器坐标系统 1600。然而, 如图 17 所示, 患者的骨解剖结构具有不与传感器坐标系统 1600 对齐的独立坐标系统 1700。由此, 将插入器传感器模块 104 与患者坐标系统 1700 对准, 以使得可将由插入器传感器模块 104 所产生的取向传感器数据转换为患者坐标系统 1700, 并且可确定髌臼假体部件 160 相对于患者的骨解剖结构的取向并将其显示给整形外科医生。图 16, 17 所示的坐标系统 1600, 1700 为系统 100 中所使用的例示性坐标系统。然而, 应当理解, 可在其它实施例中使用其它坐标系统（例如, 具有不同的轴的坐标系统）。

[0073] 参见图 10, 示出用于将插入器传感器模块 104 与患者坐标系统对准的方法 1000。方法 1000 从方框 1002 开始, 在方框 1002 中, 将插入器传感器模块 104 固定到髌臼假体部件插入器 130。如上面所讨论, 插入器传感器模块 104 可使用联接器 134 固定到髌臼假体部件插入器 130。例如, 插入器传感器模块 104 的安装架 290 可附接到联接器 134 的传感器安

装基座 136。联接器 134 随后可附接到插入器柄部 138。然而,如上面所讨论,在其它实施例中,可使用其它机构和结构来将插入器传感器模块 104 附接到髌臼假体部件插入器 130。

[0074] 在方框 1004 中,将具有附接的插入器传感器模块 104 的髌臼假体部件插入器 130 与患者的脊柱对齐。为此,如图 18 所示,可通过将髌臼假体部件插入器 130 定位成与由患者的脊柱限定的轴大致成一直线来将插入器 130 与患者的脊柱对齐。一旦如此对齐,传感器模块 104 便在方框 1006 中将对齐传感器数据(即,当前取向传感器数据)传输到显示模块 106。然后,在方框 1008 中,将具有附接的插入器传感器模块 104 的髌臼假体部件插入器 130 与患者的髌前上棘(ASIS)轴对齐。为此,如图 19 所示,可将髌臼假体部件插入器 130 与由患者的髌前上棘界标 1802, 1804 限定的患者的解剖轴 1800 对齐。一旦如此对齐,传感器模块 104 便在方框 1010 中将对齐传感器数据(即,当前取向传感器数据)传输到显示模块 106。

[0075] 在其它实施例中,可使用 1 步对准过程(而不是方框 1004 和 1008 的双重对齐)将插入器传感器模块 104 与患者坐标系统对准。为此,可如图 26 所示使用对齐框架 2600。对齐框架 2600 包括框架主体 2602,所述框架主体具有被配置成接触患者的 ASIS 点的一对 ASIS 接触脚 2604, 2606。在一些实施例中,接触脚 2604, 2606 能够相对于框架主体 2602 运动,以使得对齐框架 2600 能够用于不同尺寸的患者。对齐框架 2600 还包括耻骨联合臂 2608,所述耻骨联合臂从框架主体 2602 朝远侧延伸并且能够相对于框架主体 2602 运动。耻骨联合臂 2608 包括接触脚 2610,所述接触脚被配置成接触患者的耻骨联合。类似于接触脚 2604, 2606,除了耻骨联合臂 2608 以外,接触脚 2610 也可为能够运动的,以适应不同尺寸的患者并提高将对齐框架 2600 联接到患者的简易性。对齐框架 2600 还包括底座 2612,所述底座被配置成接收插入器传感器模块 104。由此,为将插入器传感器模块 104 与患者坐标系统对准,对齐框架 2600 可联接到患者上,或以其它方式放置在患者顶部上,使得接触脚 2604, 2606 位于患者的 ASIS 点上,且接触脚 2610 位于患者的耻骨联合上或接触患者的耻骨联合。一旦如此定位,插入器传感器模块 104 便可放置在底座 2612 中并且与患者坐标系统对准。如同方框 1006, 1010 一样,插入器传感器模块 104 在固定到对齐框架 2600 时将对齐传感器数据(即,当前取向传感器数据)传输到显示模块 106,以将插入器传感器模块 104 与患者坐标系统对准。

[0076] 返回参见图 10,在方框 1006, 1010 中从插入器传感器模块 104 接收到对齐传感器数据之后,显示模块 106 在方框 1012 中确定坐标系统转换因子。坐标系统转换因子能够用于将从插入器传感器模块 104 接收的取向传感器数据由传感器坐标系统 1600 转换为患者坐标系统 1700。坐标系统转换因子可实施为能够用于执行这种功能的任何数据。例如,在其中传感器模块 102, 104 以四元数格式产生传感器数据的例示性实施例中,显示模块 106 可执行诸如图 11A 至图 11B 所示方法的方法 1100,以确定用于将取向传感器数据由传感器坐标系统 1600 转换为患者坐标系统 1700 的坐标系统转换因子。方法 1100 从方框 1102 开始,在方框 1102 中,将在方框 1006 中接收的对齐取向数据转换为旋转矩阵,所述对齐取向数据是以四元数格式接收。取向数据的四元数格式通常为以下形式: $Q = qw + i*qx + j*qy + k*qz$ ,其中 Q 定义以向量  $[Qx, Qy, Qz]$  为中心旋转达  $2*\cos^{-1}(Qw)$  的角度的旋转。

[0077] 为将四元数格式转换为旋转矩阵,显示模块 106 利用图 20 所示的旋转矩阵方程式 2000。随后,在方框 1104 中,将在方框 1102 中产生的旋转矩阵乘以髌臼假体部件插入器



130 的对齐轴（即，患者的脊柱轴和 ASIS 轴）。为此，显示模块 106 可利用图 21 所示的脊柱轴向量方程式 2100 和 ASIS 向量方程式 2102。在方框 1106 中将第三轴确定为与脊柱轴和 ASIS 轴相互正交。显示模块 106 可如图 21 所示利用向量方程式 2104，来确定相互正交的第三轴。随后，在方框 1108 中，显示模块 106 使用图 22 所示的向量方程式 2200 将 ASIS 轴向量更新为与脊柱轴和在方框 1106 中计算出的第三轴相互正交。在一些实施例中，如果更新的 ASIS 轴向量与先前的 ASIS 轴向量相差参考阈值量，则显示模块 106 可向整形外科医生提供将插入器传感器模块 104 与患者坐标系统 1700 重新对准的选项。

[0078] 在方框 1110 中，确定用于从参考传感器模块 102 的传感器坐标系统转换到患者坐标系统 1700 的旋转矩阵。为此，显示模块 106 利用图 23 所示的旋转方程式 2300。在方框 1112 中，显示模块然后使用图 24 所示的四元数方程式 2400 将在方框 1110 中确定的旋转矩阵转换为四元数坐标系统转换因子。随后，在整形外科手术执行期间且如下面将更详细地讨论，可在方框 1114 中使用图 25 所示的四元数转换方程式 2500 将从插入器传感器模块 104 接收的取向数据 (Q2) 由传感器坐标系统 1600 转换为患者坐标系统 1700。当然，应当理解，可在其它实施例中基于取向传感器 506 的类型和 / 或由这些传感器 506 产生的取向数据来计算或以其它方式确定其它坐标系统转换因子。

[0079] 返回参见图 8A 至图 8B 的方法 800，在插入器传感器模块 104 已在方框 808 中与患者坐标系统对准之后，整形外科医生可在方框 810 中选择待执行的整形外科手术的类型。为此，可在显示模块 106 的显示器 602 上向整形外科医生显示各种外科手术选项。整形外科医生可选择所显示选项的适当外科手术类型或以其它方式提供显示模块 106 的输入，以选择或限定期望的外科手术类型或特征。例如，在方框 812 中，外科医生可选择整形外科医生用以选择或供应髌臼假体部件 160 相对于患者的骨解剖结构的目标取向的目标手术方法。为此，整形外科医生可（例如）在方框 812 中输入期望的倾斜角和 / 或期望的前倾角。作为另外一种选择，在方框 814 中，整形外科医生可使用髌臼假体部件插入器 130 以期期望的最终取向将髌臼假体部件 160 手动定位到患者的髌臼中。一旦如此定位，显示模块 106 便可捕获髌臼假体部件 160 在其被放置处于期望的位置时的取向数据（例如，倾斜角和前倾角）。此类取向数据可随后在整形外科手术期间被用作髌臼假体部件 160 的目标取向。在其它实施例中，整形外科医生可在方框 816 中选择其中不在整形外科手术之前预先确定或以其它方式供应目标取向的定制外科手段。而是，外科医生可在整形外科手术期间使用由显示模块 106 显示的取向数据作为反馈来选择适当的取向（即，适当的倾斜角和前倾角）。

[0080] 在外科手段已在方框 810 中选择或确定之后，方法 800 推进到方框 818，在方框 818 中，整形外科医生使用系统 100 来执行整形外科手术。在整形外科手术执行期间，显示模块 106 在方框 820 中从参考传感器模块 102 和插入器传感器模块 104 中的每一个接收取向传感器数据。在方框 822 中，显示模块 106 使用上面关于方法 1100 所讨论的坐标系统转换因子将从插入器传感器模块 104 接收的取向传感器数据由传感器坐标系统 1600 转换为患者坐标系统 1700。由此，可基于对从插入器传感器模块 104 接收的取向传感器数据的转换相对于患者坐标系统 1700 确定髌臼假体部件 160 的取向。

[0081] 在方框 824 中，显示模块 106 将髌臼假体部件 160 相对于患者的骨解剖结构的取向的标记显示在显示器 602 上。如上面所讨论，所述标记可基于髌臼假体部件 160 的所确定的取向和 / 或提供取向数值（诸如相对倾斜角和 / 或前倾角）的文本取向数据 652 实施

为相对于患者的虚拟骨解剖结构定位的虚拟插入器的图形 650。

[0082] 在方框 826 中,显示模块 106 确定髌臼假体部件 160 的所确定的取向是否在目标取向(例如,在方框 810 中定义的目标取向)的参考阈值内。如果是这样的话,方法 800 推进到方框 828,在方框 828 中,显示模块 106 与插入器传感器模块通信,以启动对齐指示器 272。如上面所讨论,在一些实施例中,所述对齐指示器可包括第一阈值对齐指示器 274 和第二阈值对齐指示器 276。在这些实施例中,显示模块 106 基于髌臼假体部件 160 的所确定的取向和目标取向(即,满足哪一个所定义的阈值量)确定应照亮哪一个对齐指示器 272,并且与所述插入器传感器模块通信,以启动所对应的对齐指示器 272。对应于第一阈值对齐指示器 274 和第二阈值对齐指示器 276 的对齐阈值可定义为任何类型的阈值(例如,百分比或原始量)且可由整形外科医生基于患者的解剖结构、整形外科手术或以其它方式基于其它标准来确定。总之,在对齐指示器已在方框 828 中启动之后,方法 800 推进到方框 830。

[0083] 如果在方框 826 中显示模块 106 转而确定髌臼假体部件 160 的所确定的取向超过目标取向(例如,在方框 810 中定义的目标取向)的参考阈值,或如果显示模块 106 确定目标取向的参考阈值尚未设定,则方法 800 推进到方框 830。在方框 830 中,确定整形外科手术是否已完成。如果否,则方法 800 循环回到方框 818,在方框 818 中,整形外科医生继续整形外科手术。

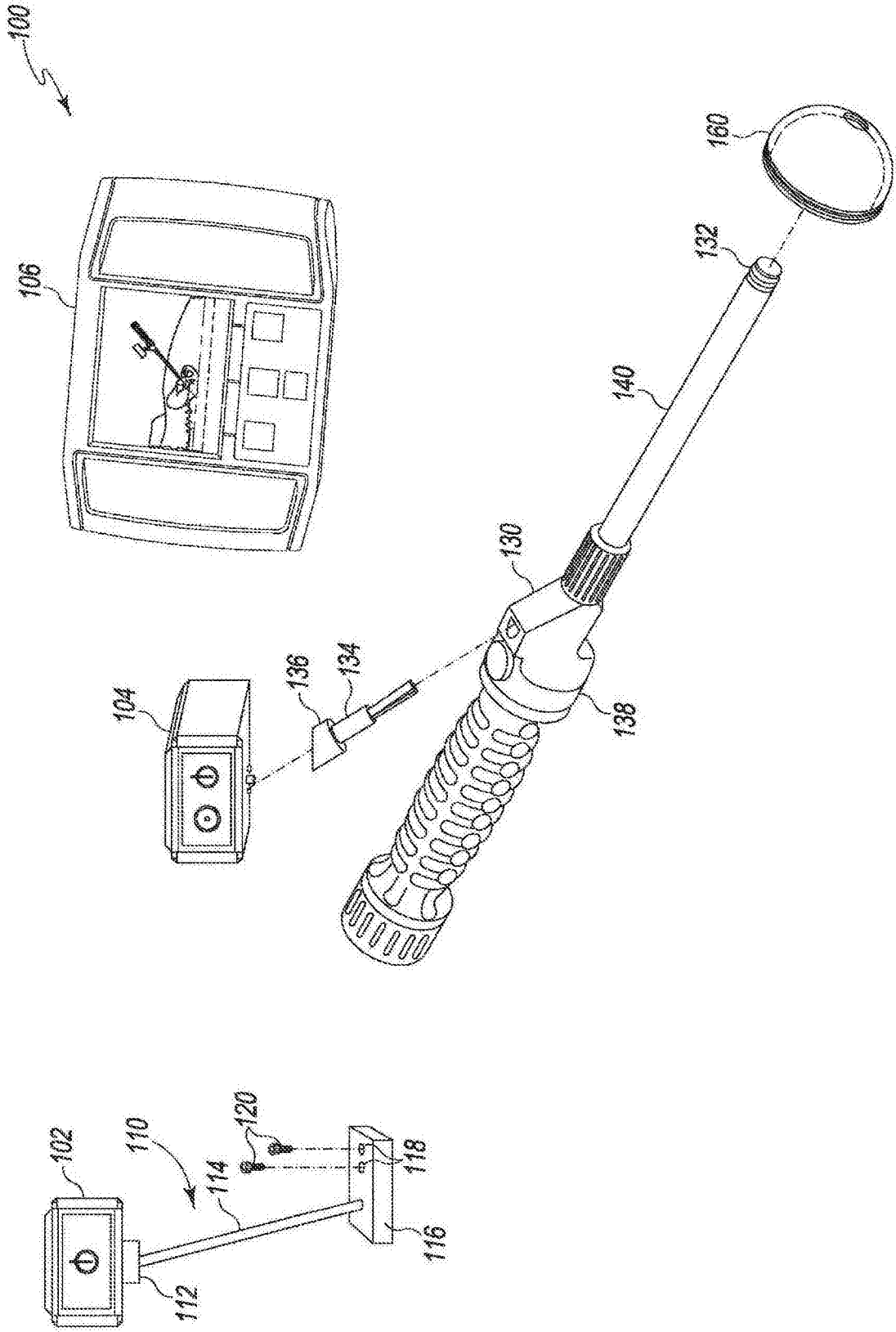


图 1

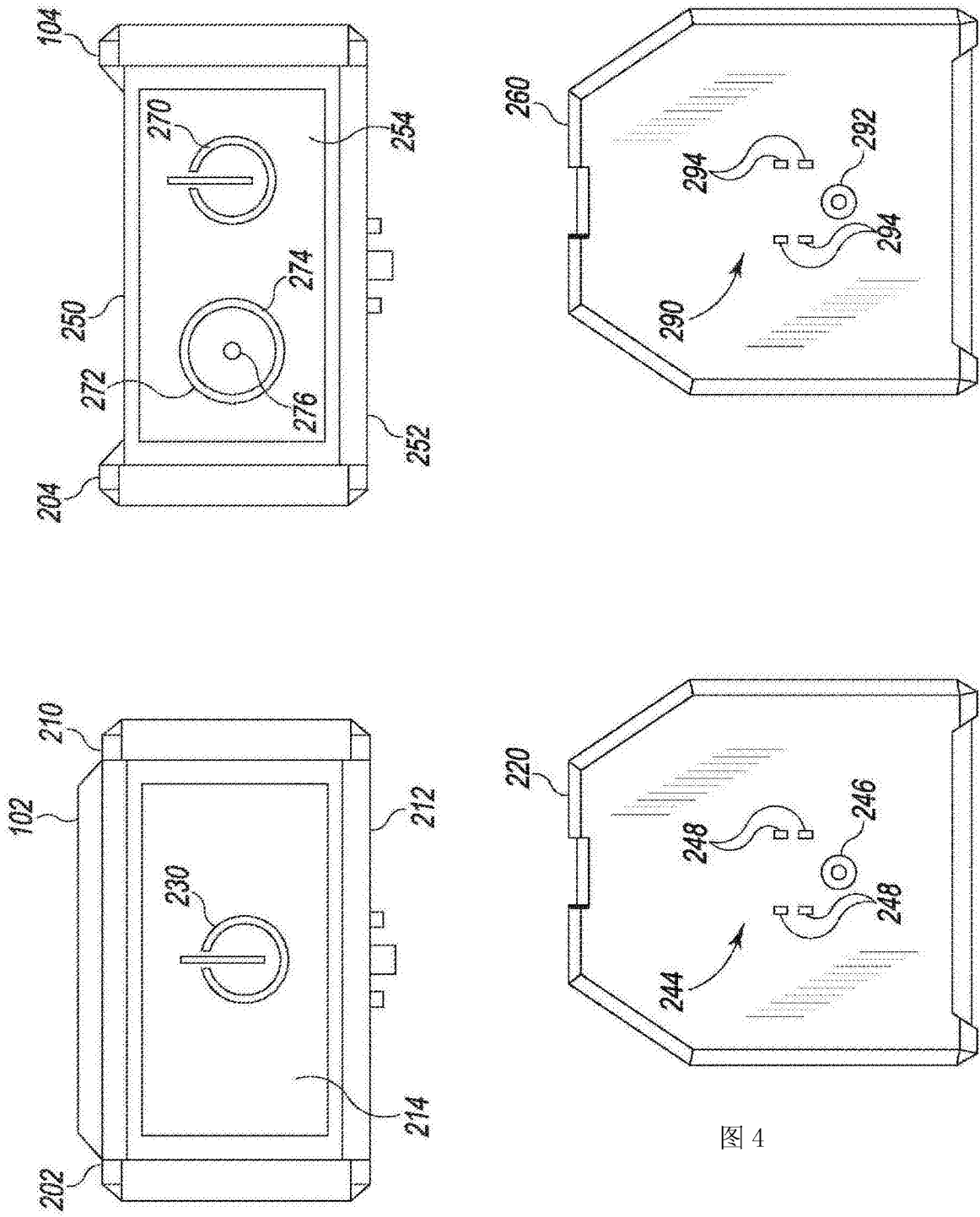


图 2

图 4

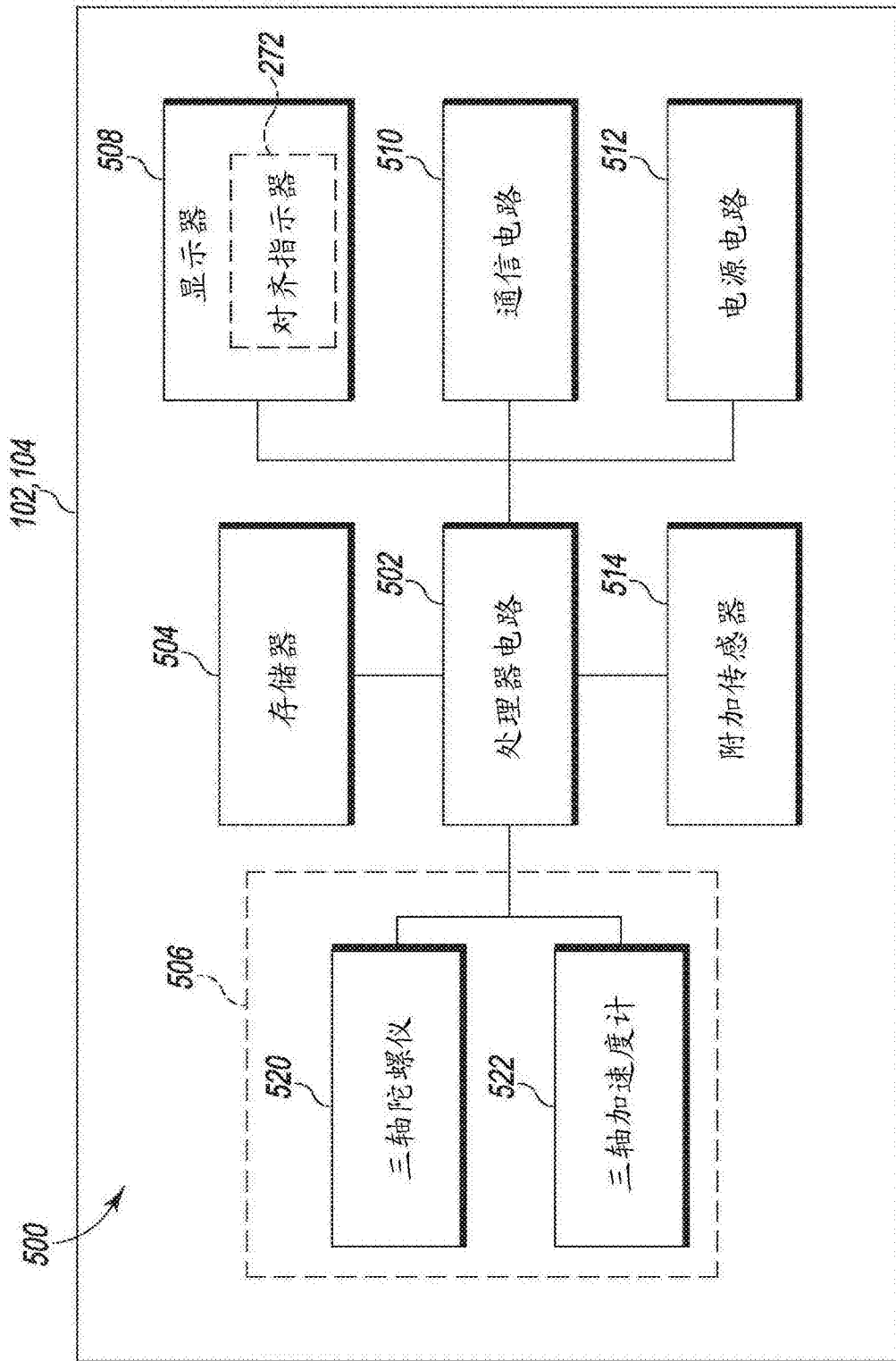


图 5

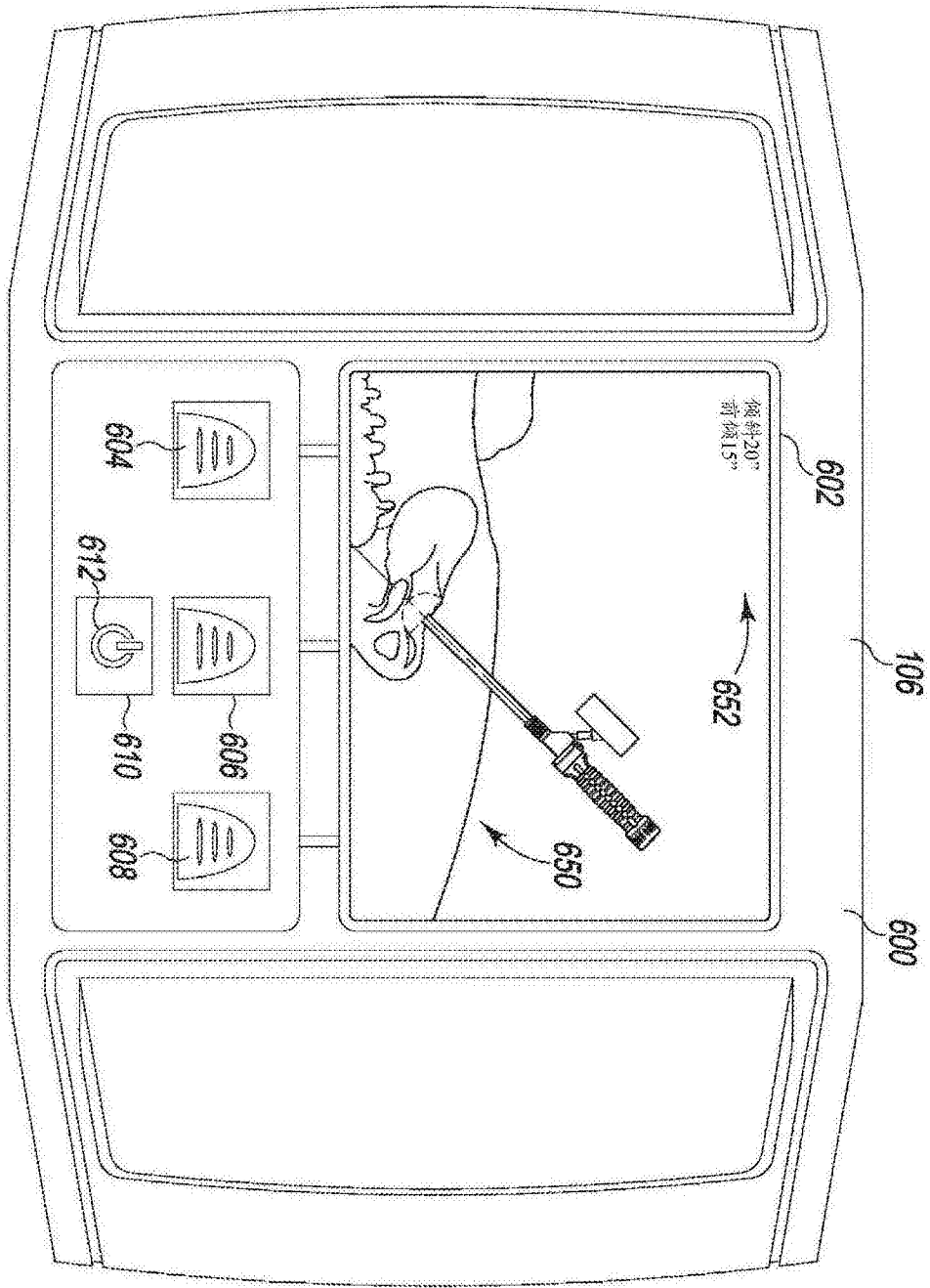


图 6

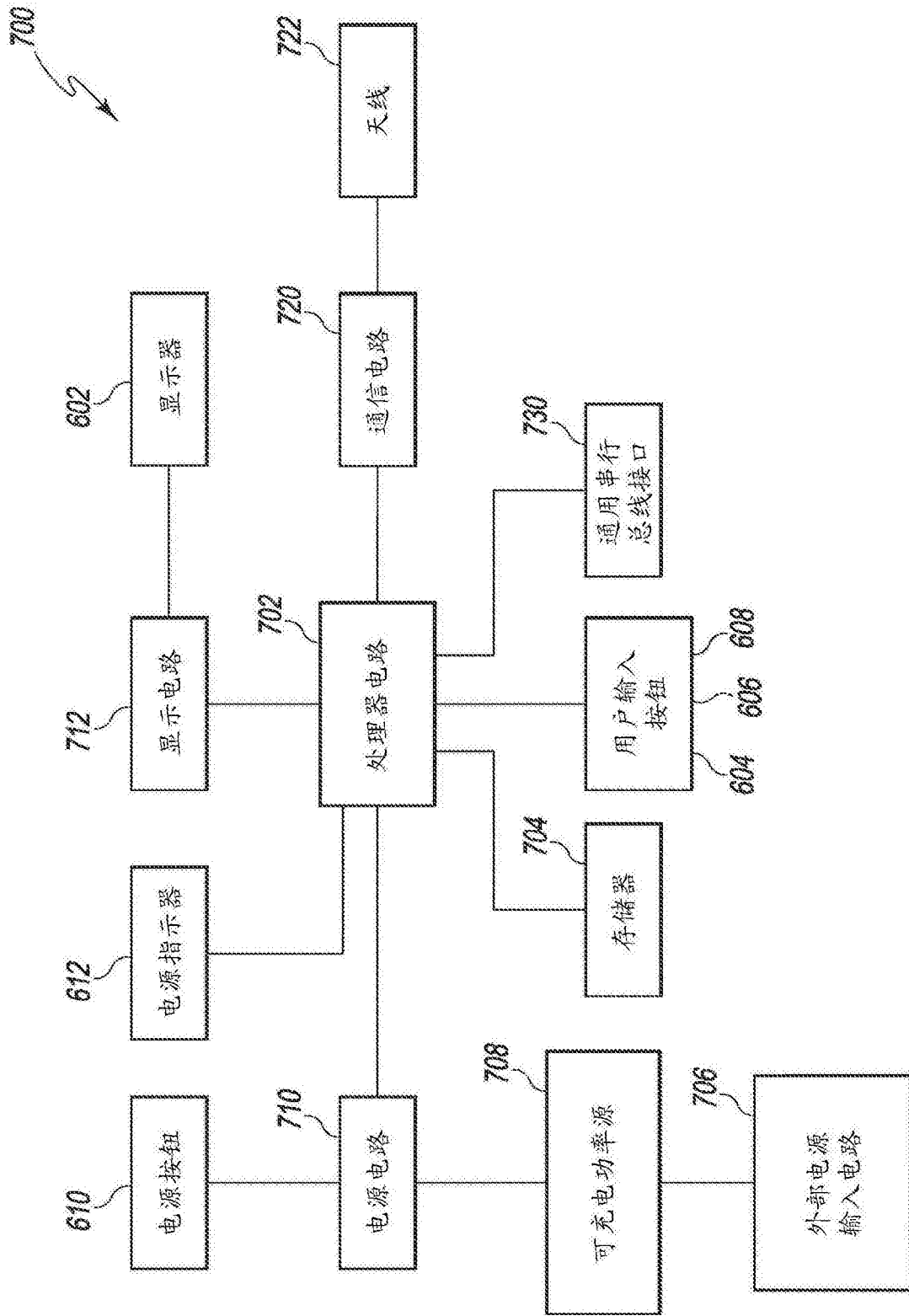


图 7

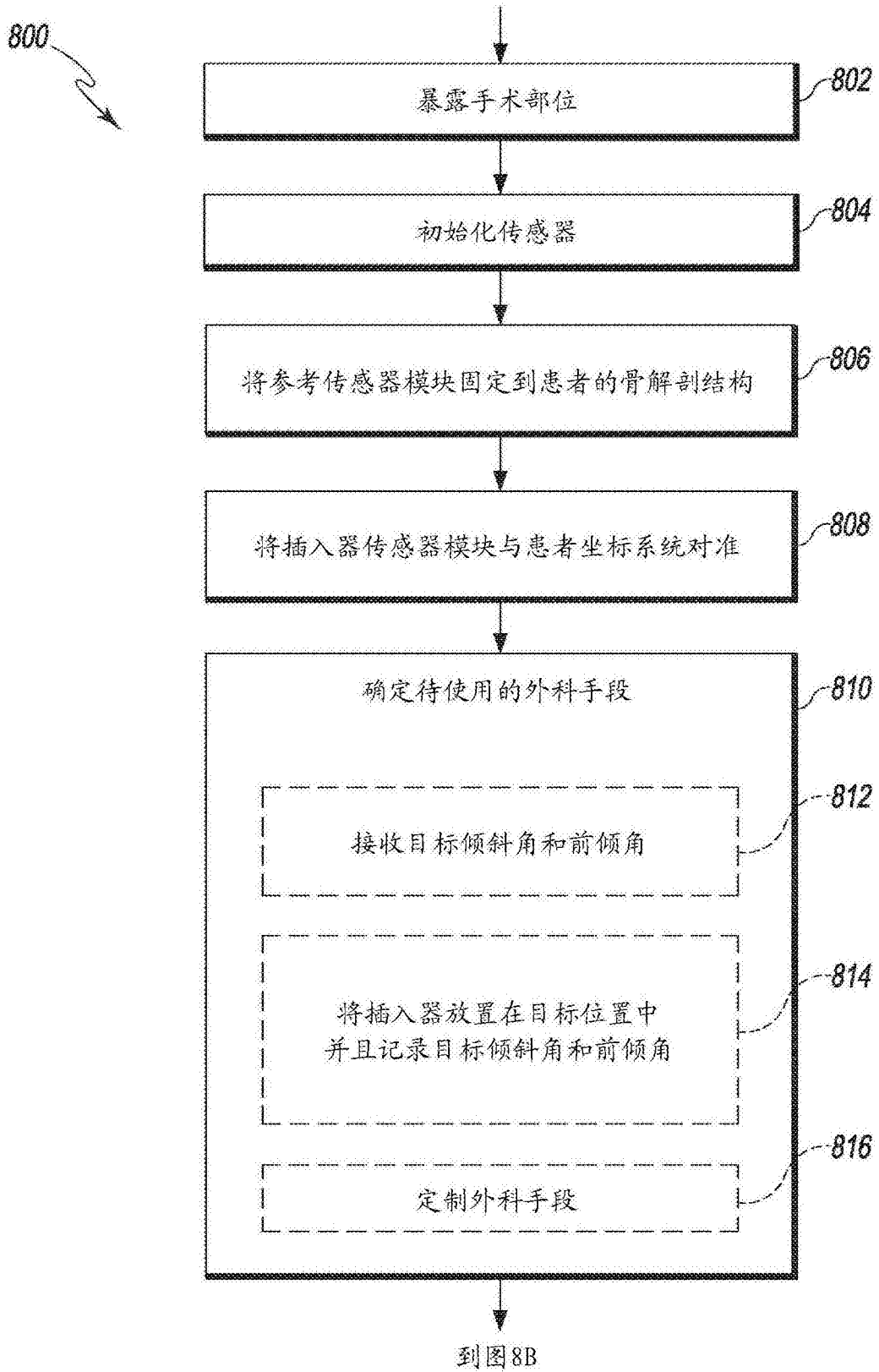


图 8A



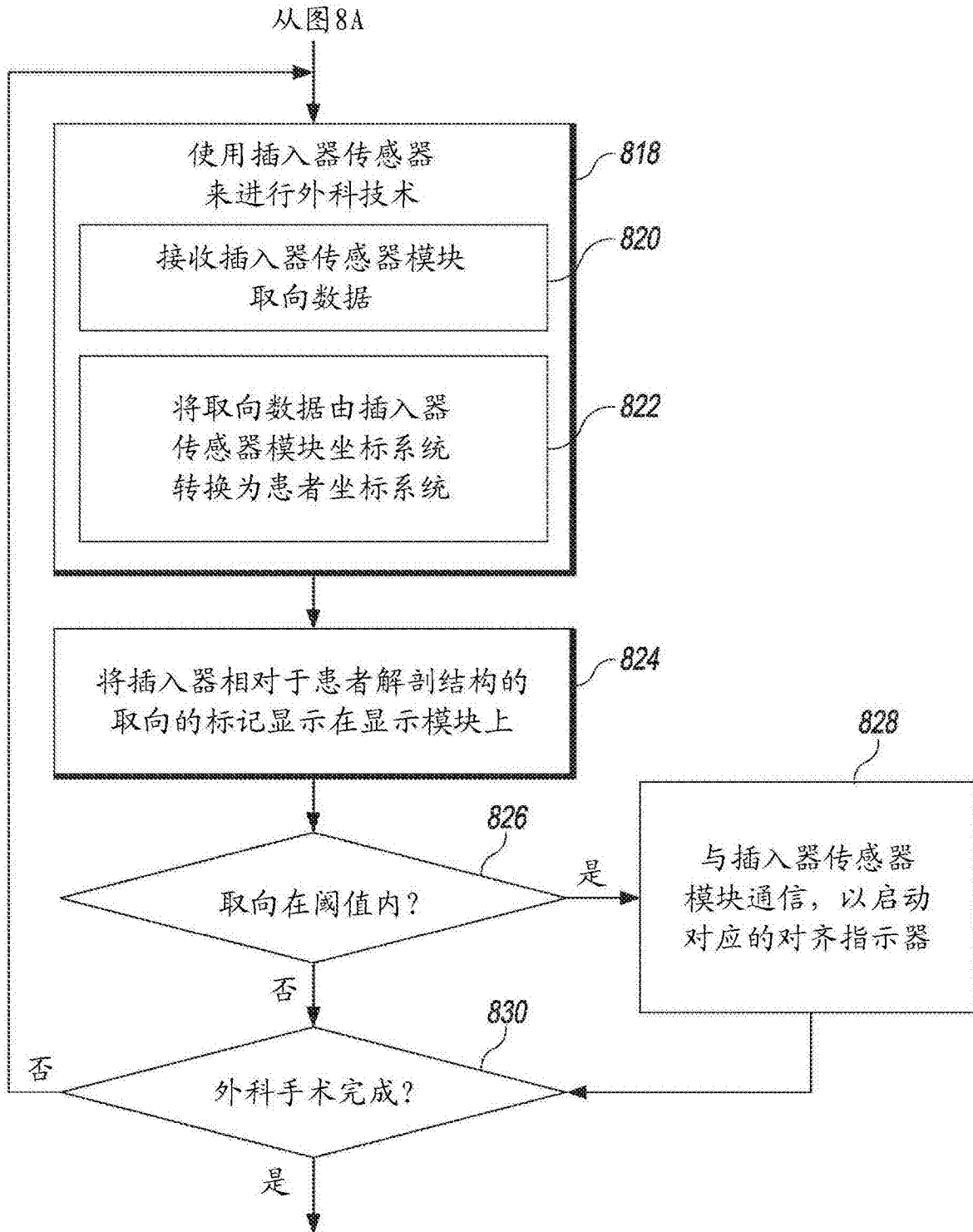


图 8B

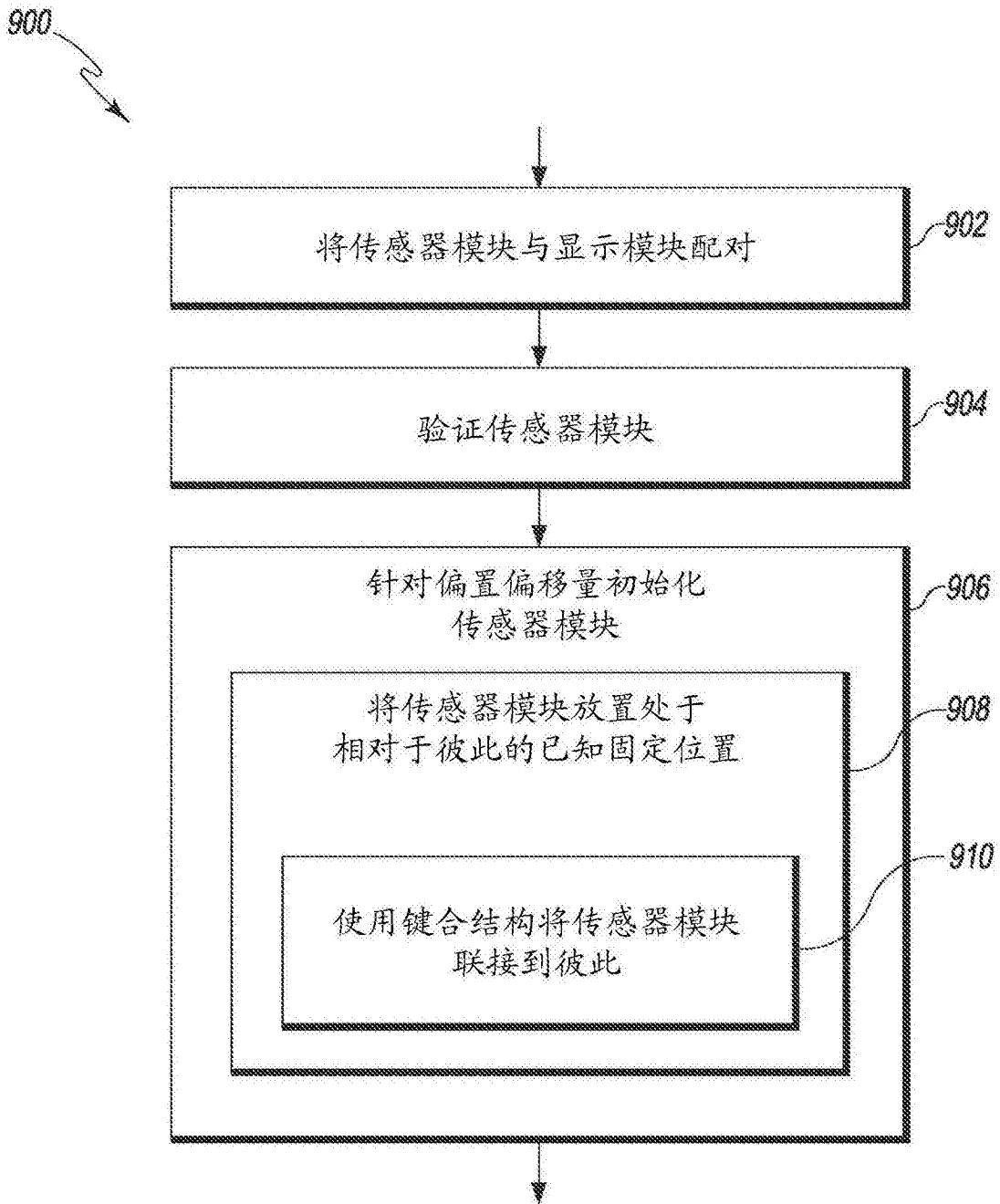


图 9

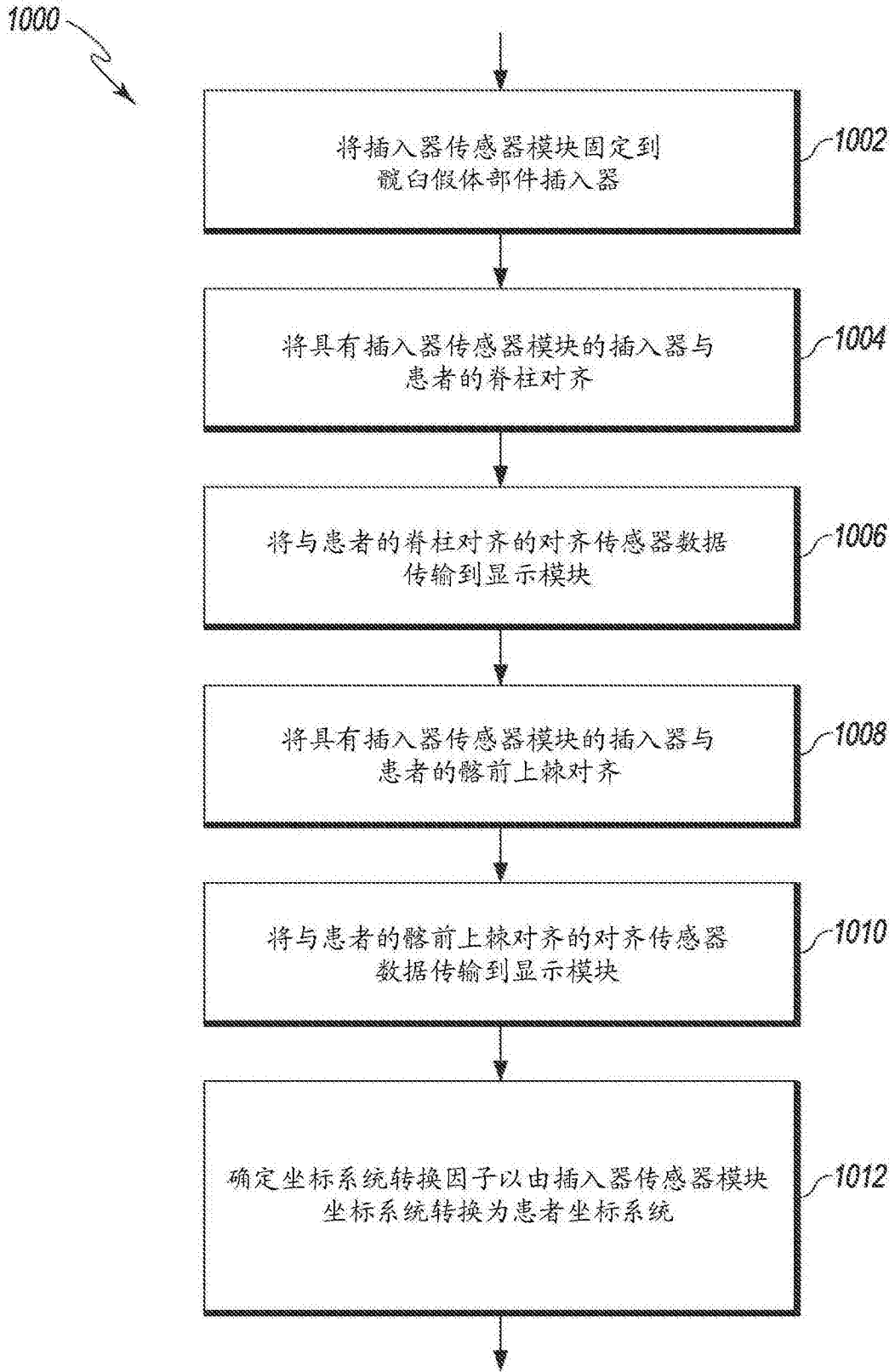


图 10

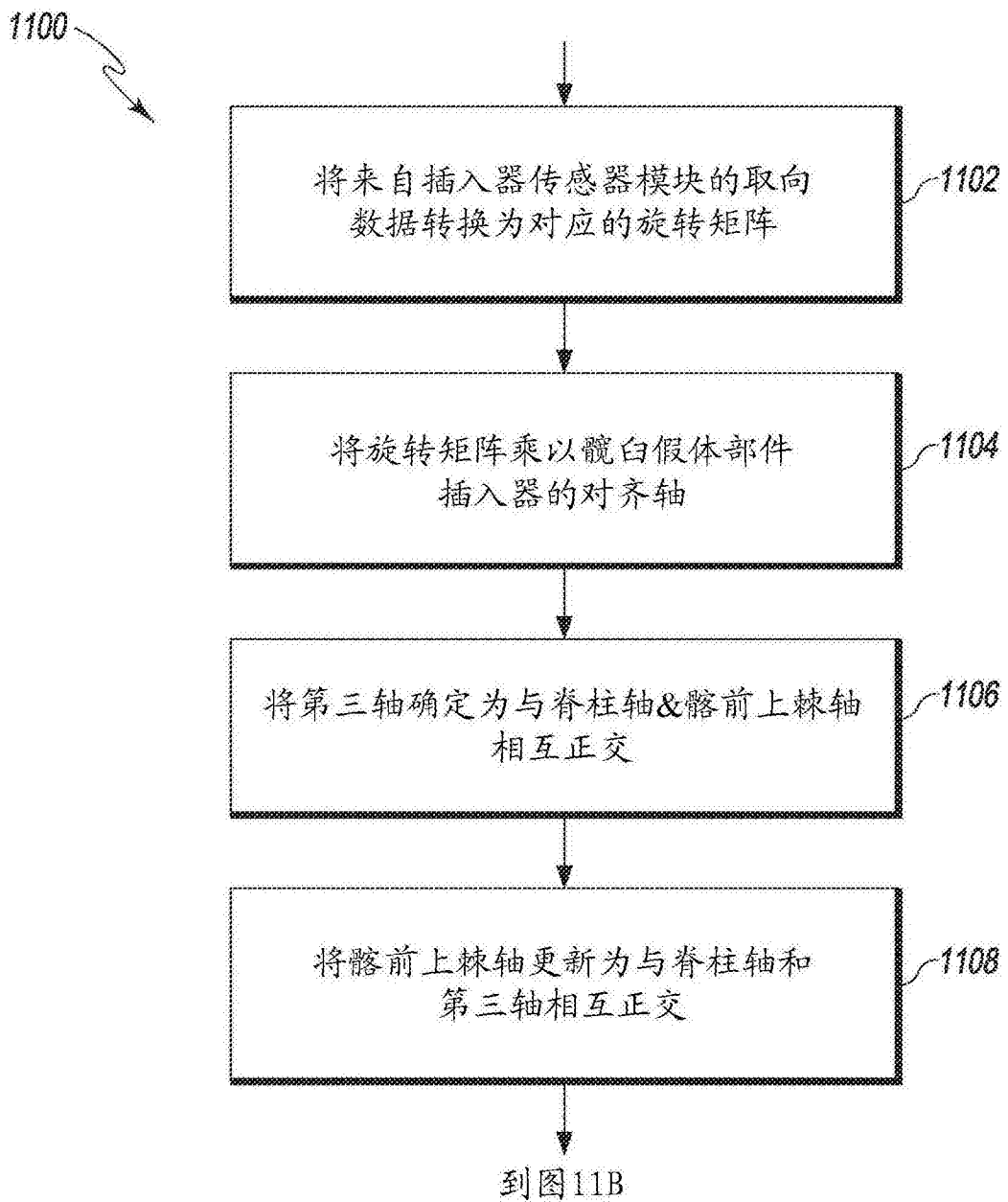


图 11A

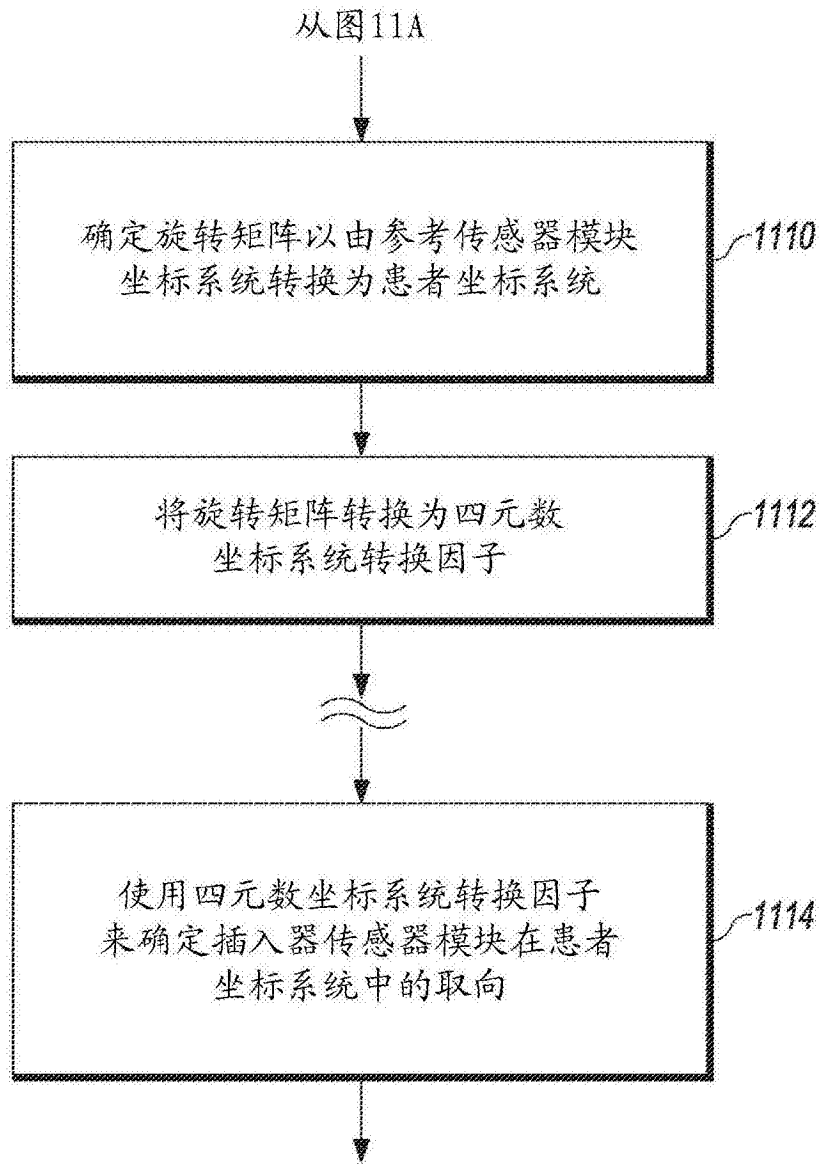


图 11B

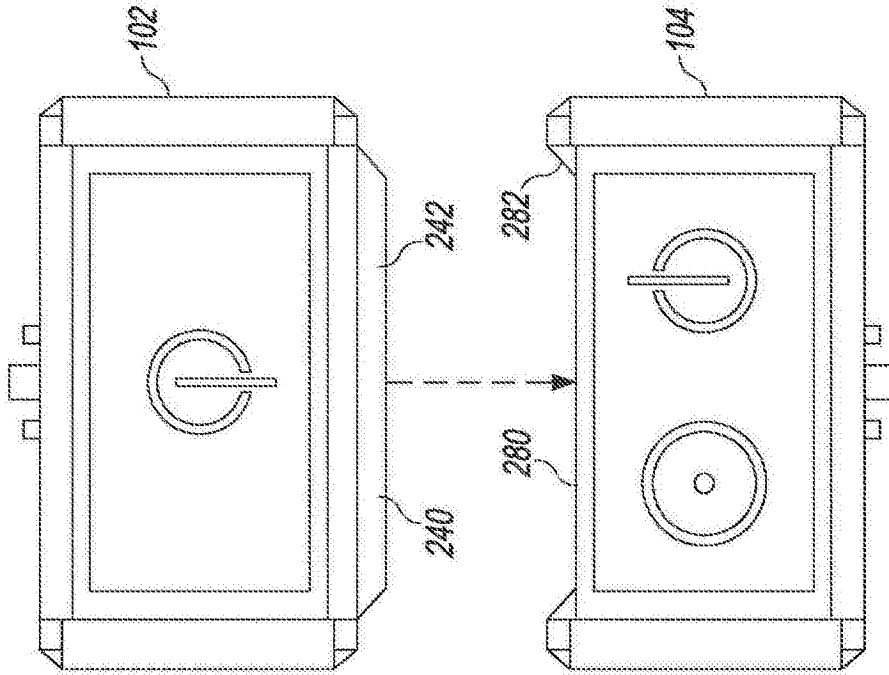


图 12

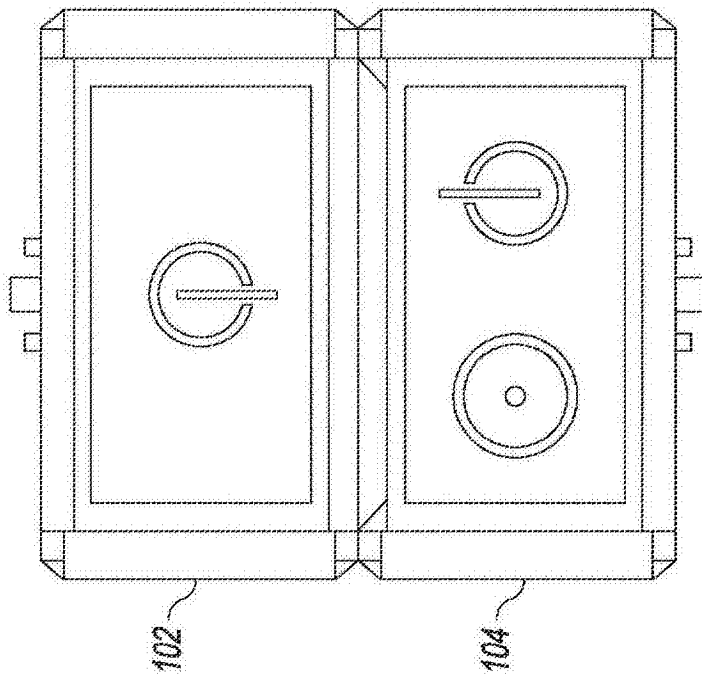


图 13

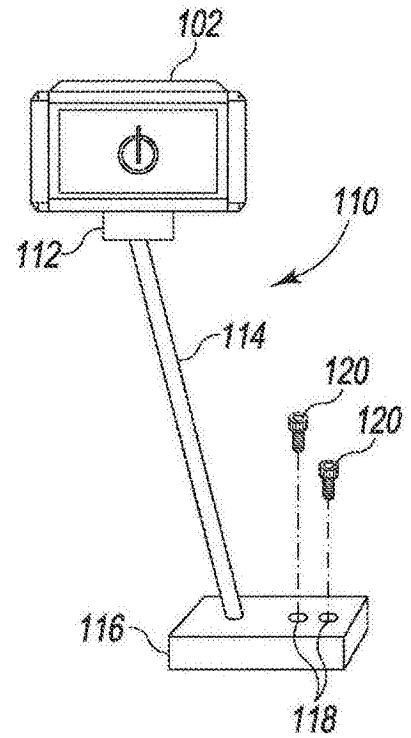


图 14

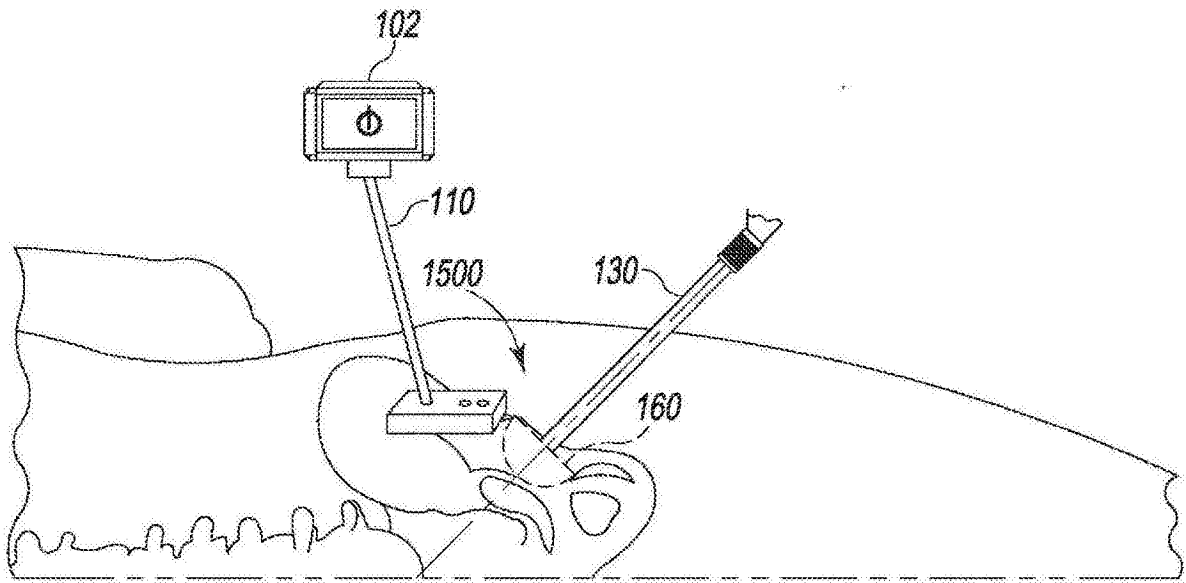


图 15

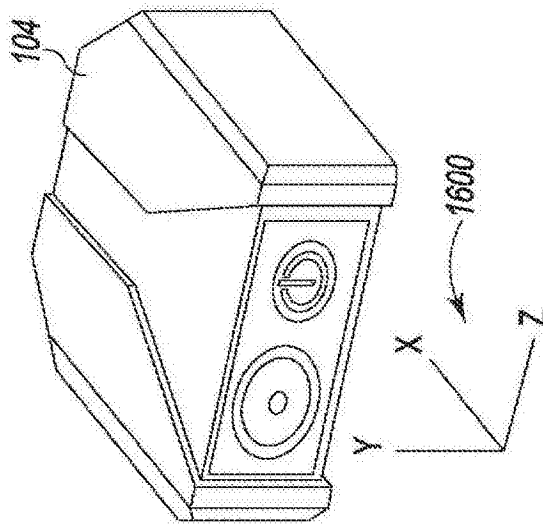


图 16

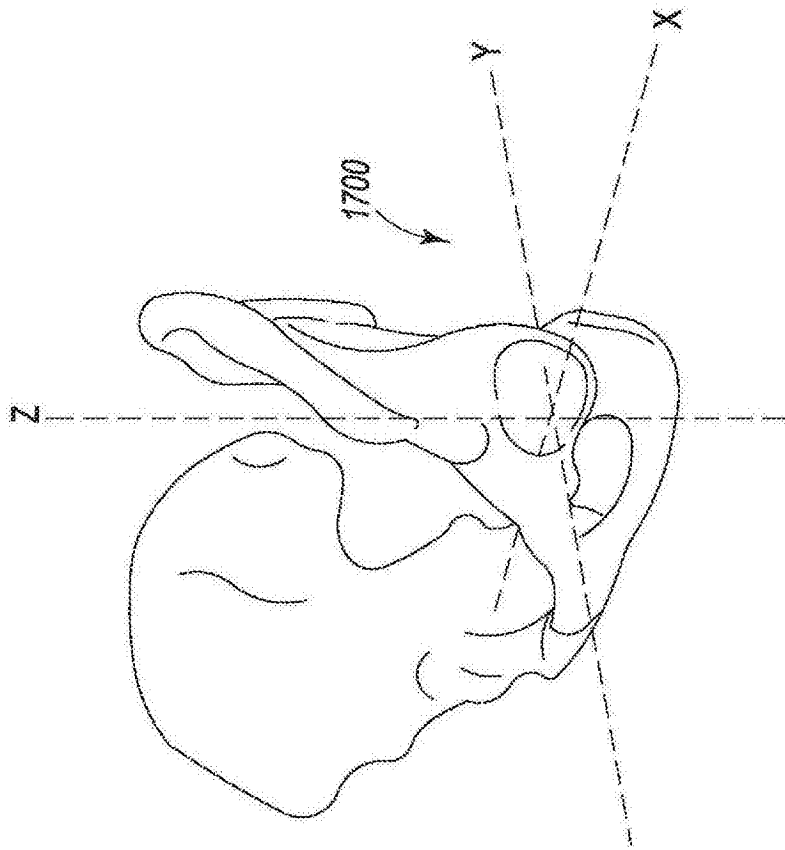


图 17

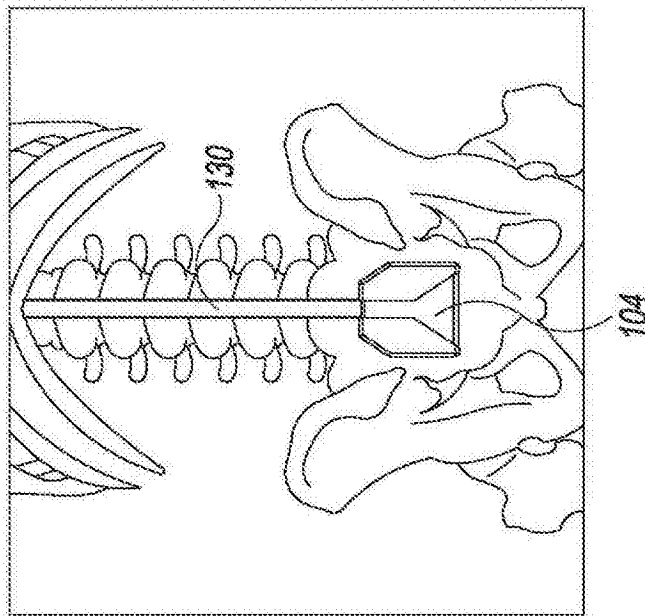


图 18



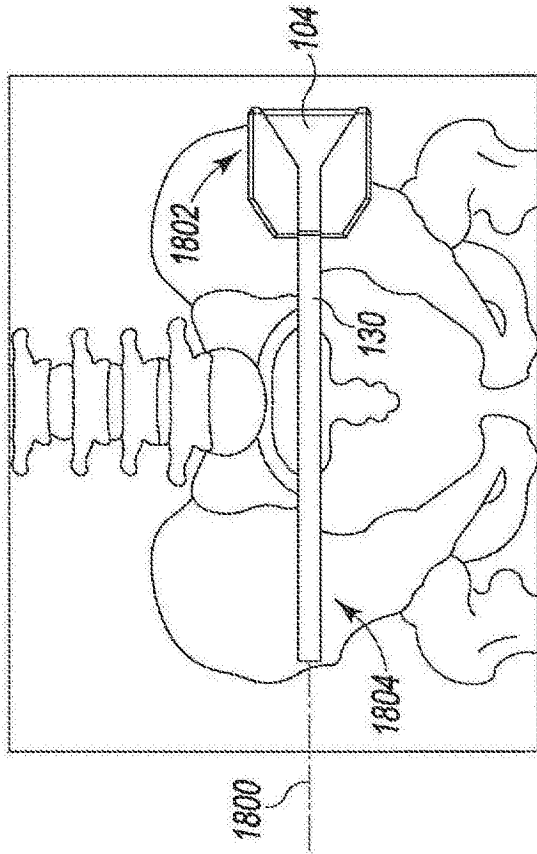


图 19

2000 ↗

$$R = \begin{bmatrix} 1 - 2 * qy^2 - 2 * qz^2 & 2 * qx * qy - 2 * qz * qw & 2 * qx * qz + 2 * qy * qw \\ 2 * qx * qy + 2 * qz * qw & 1 - 2 * qx^2 - 2 * qz^2 & 2 * qy * qz - 2 * qx * qw \\ 2 * qx * qz - 2 * qy * qw & 2 * qy * qz + 2 * qx * qw & 1 - 2 * qx^2 - 2 * qy^2 \end{bmatrix}$$

图 20

$$\begin{matrix} 2100 & \rightarrow & \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & V_A = R_A * \\ & & & \\ & & 2102 & \rightarrow & \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} & V_B = R_B * \\ & & & & & \\ & & 2104 & \rightarrow & & V_C = V_A \times V_B \end{matrix}$$

图 21

2200  $V_B = V_C \times V_A$

$$\begin{bmatrix} r_{11} & \dots & r_{13} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{31} & \dots & r_{33} \end{bmatrix}$$

图 22

2300  $R_p =$

$$\begin{bmatrix} V_B & V_C & V_A \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

图 23

2400  $Q_p =$

$$\begin{bmatrix} q_w \\ q_x \\ q_y \\ q_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{1 + r_{11} + r_{22} + r_{33}} / 2 \\ (r_{32} - r_{23}) / 4 * q_w \\ (r_{13} - r_{31}) / 4 * q_w \\ (r_{21} - r_{12}) / 4 * q_w \end{bmatrix}$$

图 24

2500  $Q_{final} = Q_2^{-1} * Q_p$

图 25

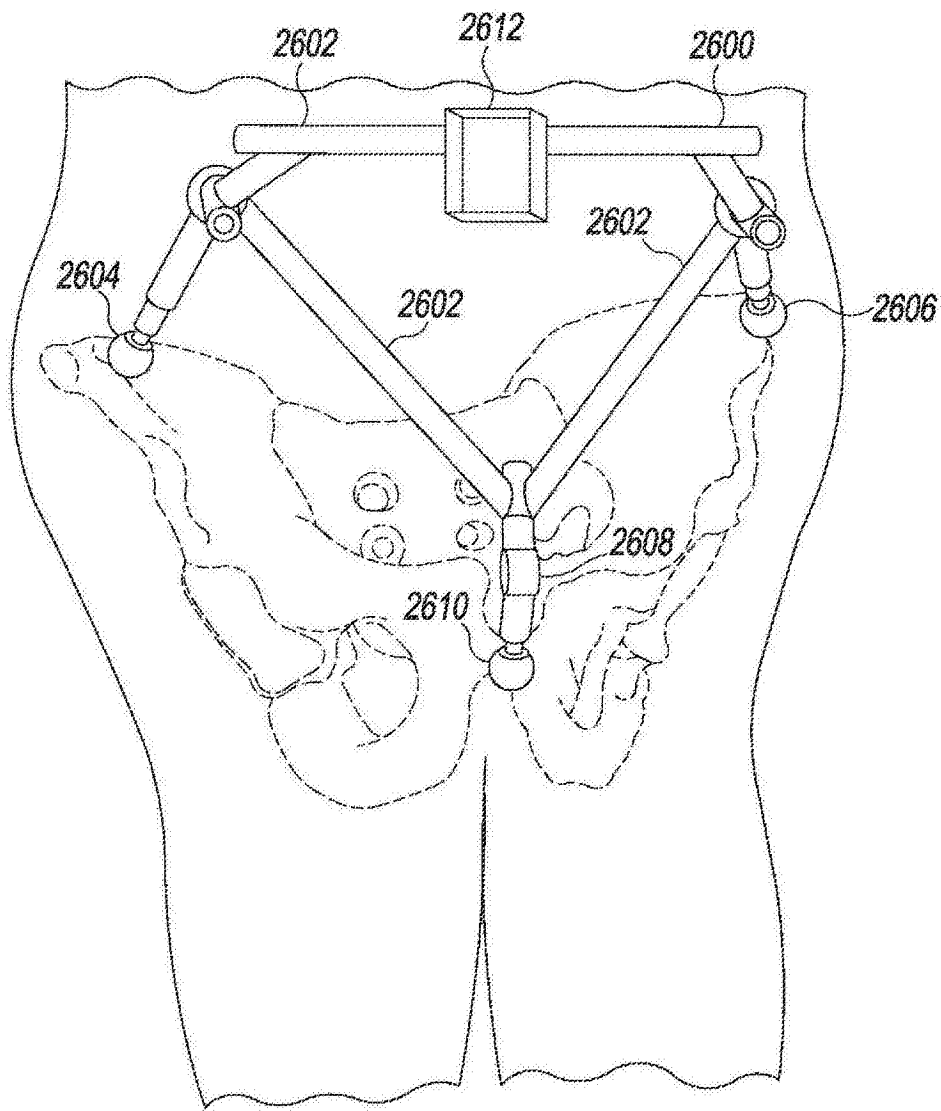


图 26