



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101534741 B

(45) 授权公告日 2014. 03. 12

(21) 申请号 200780041595. 3

(22) 申请日 2007. 09. 19

(30) 优先权数据

60/826, 714 2006. 09. 22 US

11/776, 466 2007. 07. 11 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2009. 05. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2007/078937 2007. 09. 19

(87) PCT国际申请的公布数据

W02008/036766 EN 2008. 03. 27

(73) 专利权人 矫正技术公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 伊恩·杰程 罗文·卢斯志 吴富明

瓦迪姆·马涛

阿列克谢·伟士拿斯奇

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

A61C 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1232376 A, 1999. 10. 20, 全文.

WO 99/58077 A1, 1999. 11. 18, 全文.

US 2006/0147872 A1, 2006. 07. 06, 全文.

US 2004/0054304 A1, 2004. 03. 18, 全文.

审查员 薛林

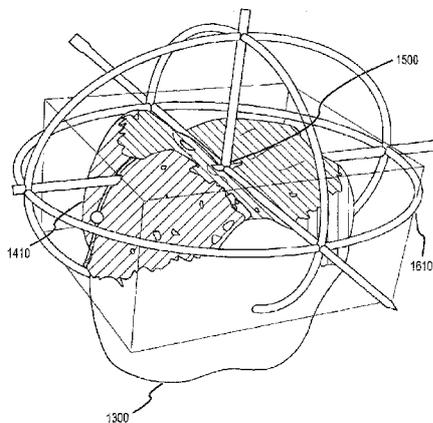
权利要求书2页 说明书7页 附图18页

(54) 发明名称

自动构造牙轴的系统和方法

(57) 摘要

本发明公开了基于三个正交单位矢量自动构造牙齿的牙轴的系统和方法。利用牙齿的三维数据,自动构造该牙齿的牙轴。本发明公开了对诸如切牙、犬牙、前磨牙和磨牙的不同类型的牙齿自动构造牙轴的系统和方法。



1. 一种利用计算机系统进行操作的方法,用于产生将患者的牙齿从初始位置移动到最终位置的用于正畸治疗的患者牙齿的数字模型,所述数字模型中至少具有牙脊的牙齿的轴根据如下步骤来产生:

在输入终端接收该牙齿的三维数据以存储到内存装置;

在配置来对所接收的三维数据执行算法的微处理器上计算该牙齿的 OZ 轴,以使该 OZ 轴近似表示该牙齿的旋转对称性轴;以及

在配置来对所接收的三维数据执行算法的微处理器上计算该牙齿的 OY 轴,以使该 OY 轴基本上平行于该牙齿的牙脊。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中在确定所述数字模型中的所述牙齿的轴时,所述微处理器进一步配置来用于:

计算用于近似表示该牙齿的唇侧区域的第一平面;

计算用于近似表示该牙齿的舌侧区域的第二平面;

对于所述牙齿的轴计算 YZ 平面,其中该 YZ 平面近似使该牙齿的唇侧区域和舌侧区域对称;

计算所述牙齿的轴的原点的 Y 坐标,以使该 Y 坐标对于具有牙脊的牙齿近似表示该牙齿的牙脊的中点,并且该 Y 坐标对于具有牙脊和牙尖的牙齿近似表示该牙齿的牙尖;以及

计算该原点的 X 坐标和 Z 坐标,以使该 X 坐标和 Z 坐标定位到接近于该牙齿的正面边缘。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其中在确定所述数字模型中的所述牙齿的轴时,所述微处理器进一步配置来用于:

计算使该唇侧区域和舌侧区域近似对称的中点轴;以及

将计算的 OZ 轴与计算的中点轴进行比较。

4. 根据权利要求 2 所述的方法,其中在确定所述数字模型中的所述牙齿的轴时,所述微处理器进一步配置来计算 YZ 平面,以确定使该牙齿的唇侧区域的第一平面和该牙齿的舌侧区域的第二平面近似对称的平面。

5. 根据权利要求 2 所述的方法,其中在确定所述数字模型中的所述牙齿的轴时,所述微处理器进一步配置来计算 OZ 轴,以计算用于平分该牙齿的三维定界框的轴。

6. 根据权利要求 2 所述的方法,其中在确定所述数字模型中所述牙齿的轴时,所述微处理器进一步配置来用于执行如下步骤:

计算第一平面,以利用最佳拟合将该牙齿的唇侧区域的一组三维点进行匹配;以及

计算第二平面,以利用最佳拟合将该牙齿的舌侧区域的一组三维点进行匹配。

7. 一种计算机化系统,用于产生将患者的牙齿从初始位置移动到最终位置的用于正畸治疗的患者牙齿的数字模型,该计算机化系统包括微处理器,用于执行多种算法中的至少一个,以便产生具有牙脊的牙齿的数字模型的一组轴,所述微处理器被配置以:

计算用于近似表示该牙齿的舌侧区域的第二平面;

针对该组轴计算使该牙齿的唇侧区域的第一平面和该牙齿的舌侧区域的第二平面近似对称的 YZ 平面;

计算该组轴的 OZ 轴以使该 OZ 轴近似表示该牙齿的旋转对称性轴;

进行下述计算:计算该组轴的 OY 轴,以使该 OY 轴基本上平行于该牙齿的牙脊;计算该

组轴的原点的 Y 坐标,以使该 Y 坐标近似表示该牙齿的牙脊的中点;以及

计算该原点的 X 坐标和 Z 坐标以使该 X 坐标和 Z 坐标定位到接近于该牙齿的正面边缘;

其中所述微处理器配置来将表示所述一组轴的数据提供到可视显示装置。

8. 一种计算机化系统,用于产生将患者的牙齿从初始位置移动到最终位置的用于正畸治疗的患者牙齿的数字模型,该计算机化系统包括微处理器,用于执行多种算法中的至少一个,以便产生具有牙脊和牙尖的牙齿的数字模型的一组轴,所述微处理器被配置以:

从输入终端接收该牙齿的三维数据;

计算用于近似表示该牙齿的唇侧区域的第一平面;

计算用于近似表示该牙齿的舌侧区域的第二平面;

针对该组轴计算使该牙齿的唇侧区域的第一平面和该牙齿的舌侧区域的第二平面近似对称的 YZ 平面;

计算该组轴的 OZ 轴以使该 OZ 轴近似表示该牙齿的旋转对称性轴;

计算该组轴的 OY 轴以使该 OY 轴基本上平行于该牙齿的牙脊;

进行下述计算:计算该组轴的原点的 Y 坐标,以使该 Y 坐标近似表示该牙齿的该牙尖;以及计算该原点的 X 坐标和 Z 坐标,以使该 X 坐标和 Z 坐标定位到接近于该牙齿的正面边缘;并且

其中所述微处理器配置来将表示所述一组轴的数据提供到可视显示装置。

自动构造牙轴的系统和方法

[0001] 相关专利申请的相互参照

[0002] 本专利申请要求 2006 年 9 月 22 日提交的名称为“自动构造牙轴的系统和方法”的第 60/826,714 号美国临时专利申请的优先权及其利益。

技术领域

[0003] 本发明一般地涉及正牙学技术领域,并且本发明尤其涉及根据三个正交单位矢量自动构造牙轴的系统和方法。

背景技术

[0004] 正畸的一个目的,是将患者的牙齿移动到牙齿功能最佳并且也美观的位置。正畸医师对患者的牙齿安装诸如牙箍和金属丝 (wire) 的传统器具。牙箍一旦安装到牙齿上就对牙齿施加持续力,并且逐渐将牙齿推动到各自的理想位置。正畸医师通过在此期间调节金属丝使牙齿移动到其最终目的地实现此目的。

[0005] 正畸托槽通常直接粘接到患者的牙齿上。通常在每个托槽的基底上涂布少量粘合剂,然后将托槽放置到选择的牙齿上。在粘合之前,将托槽调整到牙齿上的要求位置。在治疗进展过程中,一旦粘合剂硬化,托槽就以足够的强度粘接到牙齿上,以经受住后续正畸力。这种技术的一个缺点是,在上下颌合上期间,难以将托槽的最佳面置于严重拥挤的牙齿上或者被对侧牙弓上的牙齿阻挡其粘接面的牙齿上。对于后牙,治疗医师可能难以看到托槽相对于牙面的精确位置。执行粘接过程所需的时间可能不仅对治疗医师而且对患者均是麻烦事。此外,将患者唾液引起的潮湿污染降至最小的必要性可能延长该过程,并且还过度地降低了将托槽放置在牙齿上的精度。所有这些因素都增加了一个或者多个托槽被不正确定位在牙齿上的机会。

[0006] 已经开发了利用清洁、可拆卸牙齿矫正器作为牙箍替代品使牙齿便于移动的设备、系统和方法。与本专利申请为同一个受让人的美国第 5,975,893 号美国专利描述了一种采用多个可拆卸牙齿矫正器的系统。首先,取得患者的咬合模型,然后,根据正畸医师或者牙医开出的处方,确定患者牙齿要求的最终位置(即,在功能和/或者审美方面最佳的位置)。然后,设计牙齿的最初位置与其要求的最终位置之间的矫正路径。这些矫正路径通常包括多个位于牙齿的初始位置与最终位置之间的中间位置。于是,制造多个为了使牙齿沿矫正路径移动到各种位置而形成的清洁、可拆卸牙齿矫正器。提供这种矫正器的一种系统是位于加利福尼亚州 (California) 圣塔克拉拉市 (SantaClara) 的矫正技术公司 (Align Technologies, Inc.) 开发的 Invisalign® System。

[0007] 设计牙齿的矫正路径通常涉及各种正畸测量和诊断。这些测量中的许多测量使用包括肉眼看不到的诸如牙根的牙齿部分的牙齿的数学模型。当前,采用手工构造牙轴,可以构造包括其牙根的牙齿模型。然而,这是个单调乏味的耗时过程,容易受到人为误差的影响。自动构造牙轴是值得的,因为这样可以节省时间并消除人为误差。

发明内容

[0008] 本发明实施例提供了用于自动构造牙齿的牙轴的设备、系统和方法。根据典型实施例,对于具有牙脊的诸如切牙的牙齿,接收该牙齿的三维数据。计算与该牙齿的唇侧区域匹配的第一平面,并且计算与该牙齿的舌侧区域匹配的第二平面。然后,通过平分该第一面和第二面,可以对该组轴计算YZ平面。可以计算该组轴的OZ轴,以使该OZ轴近似表示该牙齿的旋转对称性轴。然后,计算该组轴的OY轴,以使该OY轴基本上平行于该牙齿的牙脊。可以计算该组轴的原点的Y坐标,以使该Y坐标近似表示该牙齿的牙脊的中点。最后,可以计算该原点的X坐标和Z坐标,以使该X坐标和Z坐标位于接近该牙齿的正面边缘。

附图说明

[0009] 当在结合附图进行研究时,参考详细描述和权利要求书,可以更全面理解本发明,在所有附图中,相似的参考编号表示类似的单元,并且:

[0010] 图 1A、1B 和 1C 是示出患者牙齿分别处于正畸治疗的初始阶段、中间阶段以及最后阶段的排列的示意图;

[0011] 图 1D 是示出根据标准牙齿编号系统的牙齿编号的示意图;

[0012] 图 2 是示出包括牙龈组织模型的患者牙列部分模型的示意图;

[0013] 图 3 是用于确定特定类型牙齿的牙轴的典型方法的流程图;

[0014] 图 4 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断(calculateddiagnostics)的典型切牙的示意图;

[0015] 图 5 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型切牙的示意图;

[0016] 图 6 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型切牙的示意图;

[0017] 图 7 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型尖牙的示意图;

[0018] 图 8 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型尖牙的示意图;

[0019] 图 9 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型前磨牙的示意图;

[0020] 图 10 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型前磨牙的示意图;

[0021] 图 11 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型前磨牙的示意图;

[0022] 图 12 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型前磨牙的示意图;

[0023] 图 13 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型磨牙的示意图;

[0024] 图 14 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型磨牙的示意图;

[0025] 图 15 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型磨牙的示意图;

[0026] 图 16 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型磨牙的示意图;以及

[0027] 图 17A-C 是具有根据本发明典型实施例的计算诊断的典型切牙的示意图。

具体实施方式

[0028] 在此,将根据各种部件和处理步骤描述本发明。应该明白,可以利用任意数量的、被配置用于执行特定功能的硬件和软件部件实现这些部件和步骤。例如,本发明可以采用各种电子控制装置、可视显示装置、输入终端等,它们可以在一个或者多个控制系统、微处理器或者其它控制装置的控制下执行各种功能。此外,可以在任意数量的正畸情况中实施本发明,并且涉及用于自动检测牙型(dental feature)的系统和方法的典型实施例仅是本

发明的少量典型应用。例如,所讨论的原理、特征和方法可以应用于任意正畸治疗应用。

[0029] 与本专利申请指定同一个受让人的第 7,063,532 号和第 6,514,074 号美国专利描述了用于产生包括患者牙列各组成部分的模型的三维数字数据集的技术。这些数据集包括各牙齿以及围绕该牙齿的牙龈组织的数字模型。此外,这些应用还描述了,在设计和模拟患者的正畸治疗方案时,计算机实现的采用数字模型的技术。例如,这样一种技术包括:接收代表治疗前患者牙齿的初始数据集、指定治疗后患者牙齿的所要求的排列、以及计算使牙齿通过要求的治疗路径从初始位置移动到最终位置的变换(transformation)。一种生产正畸矫治器的技术包括:在治疗阶段中的一个治疗阶段产生患者牙列的全压式模具(positive mold)以及利用传统的压力成型(pressuremolding)技术形成围绕该全压式模具的矫治器。例如,已经被授予第 6,471,511 号美国专利并且与本专利申请指定同一个受让人的序列号为 09/169,034 的美国专利申请,描述了一种基于数字牙列模型的正畸矫治器的设计。

[0030] 图 1A、1B 和 1C 示出在治疗过程中的三个治疗阶段的患者牙列。图 1A 示出治疗开始之前患者牙齿的初始位置。以初始数字数据集(IDDS)的方式,获取位于这些初始位置的牙齿的数字模型。

[0031] 可以以各种方式获得这种 IDDS。例如,可以利用众所周知的技术,诸如,X 射线、三维 X 射线、计算机辅助层析 X 射线图像或者数据集、核磁共振图像等,扫描患者的牙齿,或者对患者的牙齿成像。

[0032] 为了产生数据集而数字化这种传统图像的方法众所周知,并且在该专利和医药文献中对其进行了描述。例如,一种方法是首先利用诸如在 Graber, Orthodontics: Principle and Practice, Second Edition, Saunder, Philadelphia, 1969, pp. 401-415 中描述的那些众所周知的技术获得患者牙齿的石膏模型。获得了牙齿模型后,可以使用传统的激光扫描仪或者其它测距采集系统(rang acquisition system)、利用数字计算方法扫描它,产生 IDDS。当然,可以将该测距采集系统产生的数据集转换为与用于处理该数据集中的图像的软件兼容的其它格式。例如,第 5,605,459 号美国专利描述了用于制造牙齿的石膏模型以及用于采用激光扫描技术产生数字模型的通用技术。根据另一个典型实施例,获取患者牙齿的数字模型还可以包括与本专利申请指定同一个受让人的、名称为“System and Method for Positioning Teeth”的第 6,767,208 号美国专利披露的这种技术。因此,可以采用用于将扫描数据转换为数字表示的、或者另外用于获取患者牙齿的数字模型的任意操作法或者方法。

[0033] 图 1B 示出在治疗过程的中间阶段可以如何定向患者牙齿的例子,而图 1C 示出可以如何将患者牙齿定向在其最终位置的例子。操作人员和/或者计算机程序利用患者牙齿的数字模型指示最终牙齿位置。然后,考虑到由操作人员或者牙齿本身的自然特性对牙齿移动施予的任意约束,该程序计算一个或者多个中间位置。该程序还考虑到,在牙齿从一个治疗阶段转移到下一个治疗阶段时,牙齿之间可能出现的冲突。上面讨论的一个或者多个专利申请中更详细描述了选择最终牙齿位置和中间牙齿位置以及牙齿沿其移动的治疗路径,在此,引用该一个或者多个专利申请各自的全部内容供参考。

[0034] 图 1D 是示出标准牙齿编号系统的一组牙齿的示意图。在下面的讨论中,均采用这种标准编号系统。

[0035] 图 2 是示出由 IDDS 获得的典型数字牙列模型 110 的一部分的示意图。牙列模型 110 包括单独牙齿 120 的模型和患者齿龈 140 的模型。例如,在第 6,409,504 号和第 7,063,532 号美国专利中描述了由 IDDS 建立齿龈组织和单独牙齿的模型的各种技术,这两个美国专利与本专利申请指定同一个受让人。

[0036] 此外,图 2 示出另一种牙龈模型 200 (“二次”牙龈模型),它是为了覆盖由 IDDS 获得的牙龈模型 140 (“一次”牙龈模型)而构造的。在牙齿从其初始位置移动至其最终位置时,该程序利用二次牙龈模型 200 对患者牙齿周围的牙龈组织的变形建模。这确保,在所有治疗阶段,由患者牙列的全压式模具制成的正畸矫治器舒适地装到患者的齿龈上。二次牙龈模型 200 还增加了齿龈模型的厚度,这确保正畸矫治器不太紧压患者的齿龈。

[0037] 现在说明本发明的各种典型实施例,它们在附图中示出。尽管详细描述这些典型实施例,足以使本技术领域内的技术人员实施本发明,但是应该明白,在不脱离本发明实质范围的情况下,也可以实现其它实施例,并且可以在逻辑方面和 / 或者机械方面进行修改。因此,在此提供各种实施例是为了说明问题,而没有限制性意义。例如,在任何一种方法描述或者处理描述中列举的步骤,可以以任意顺序执行,而不局限于所描述的顺序。此外,任何功能或者步骤都可以外包给或者交由一个或者多个第三方执行。

[0038] 为了简洁起见,在此没有详细描述传统的数据联网、应用开发以及该系统(该系统内的单独操作部件中的各部件)的其它功能方面。此外,所附各图中所示的连接线意在表示典型功能关系和 / 或者各单元之间的物理连接。应该注意,在实际系统中可以存在许多变换和 / 或者附加功能关系或者物理连接。

[0039] 本发明的各种实施例包括一个或者多个计算装置,其内存储了用于使患者牙齿移动的程序。在此描述的(各)计算装置或者任意计算装置的各种部件可以包括下列的一个或者多个:主服务器或者其它计算系统,包括用于处理数字数据的处理器;内存,连接到该处理器,用于存储数字数据;输入数字化器,连接到该处理器,用于输入数字数据;应用程序,存储在该内存中,并且该处理器可以访问它,以便该处理器对数字数据进行处理;显示装置,连接到该处理器和内存,用于显示从该处理器处理的数字数据中获得的信息;以及多个数据库。在此使用的各种文件索引和 / 或者数据库可以包括:客户数据;商品数据;和 / 或者其它类似有用数据。

[0040] 本技术领域内的技术人员明白,用户使用的任何计算装置不但可以包括通常与计算机相关的各种传统支持软件和驱动器,而且可以包括操作系统(例如,Windows NT、95/98/2000、OS2、UNIX、Linux、Solaris、MacOS 等)。本技术领域内的普通技术人员明白,每种计算装置都可以具体化为定制的现有系统、附加产品(add-on product)、升级软件、独立系统、分布式系统、方法、数据处理系统、用于数据处理的装置和 / 或者计算机程序产品。因此,在此存储的任何程序都可以采用完全软件实施例的形式、完全硬件实施例的形式、或者软件和硬件两方面组合的实施例的形式。此外,任何程序都可以采用具有嵌入该存储介质中的计算机可读程序代码装置(computer-readable program code means)的、计算机可读存储介质上的计算机程序产品的形式。可以采用任何适当计算机可读存储介质,包括:硬盘、CD-ROM、光学存储装置、磁存储装置,等等。

[0041] 根据一个典型实施例,配置计算装置,以接收例如利用口内扫描仪或者基于患者牙齿印模或者部分印模的 CT 扫描仪采集的初始位置处的患者牙齿的电子图像。接收的数

据包括患者牙齿的三维数据,可以用作本发明的自动检测牙齿特征的各种实施例的输入。此外,配置该计算装置,以接收或者产生患者每个牙齿在要求的最终位置的电子图像。配置存储在该计算装置内的程序,以分析初始位置和最终位置,并且自动产生每个牙齿从其初始位置移动到其最终位置的路线。为患者制造一组用于使牙齿沿各治疗阶段的路径移动的矫正器。当患者戴上该矫正器时,患者的牙齿沿着每个治疗阶段的路径移动。

[0042] 为了分析牙齿的初始位置、中间位置和最终位置,要利用包括肉眼看不到的诸如牙根的牙齿部分的牙齿模型,进行各种正畸测量和诊断。可以利用冠状(即,临床牙冠)可见部分和牙齿临床牙冠面轴(FACC)曲线,自动构造牙轴。

[0043] 参考图3,根据本发明的一个实施例,自动构造牙轴要利用牙冠形状。即,自动构造牙轴会因诸如切牙、犬牙、前磨牙和磨牙的牙齿类型不同而不同。

[0044] 切牙

[0045] 参考图4,示出了具有唇侧区域(Labial Area)410和舌侧区域(Lingual Area)420的切牙400。可以利用平面412近似表示唇侧区域410。如上所述,接收表示牙齿初始位置的三维数据形式的输入数据。根据典型实施例,通过测量该唇侧区域的三维数据,计算平面412。利用最佳拟合方法(best fit method)或者类似方法计算平面412,以使与唇侧区域410上的一组点最匹配。也可以用平面422近似表示舌侧区域420。与平面412相似,通过测量唇侧区域420的三维数据,可以计算平面422。利用最佳拟合方法或者类似方法计算平面422,以使与唇侧区域420上的一组点最匹配。

[0046] 根据本发明典型实施例,利用正交(即, x 、 y 、 z)参考系表示牙轴。牙轴的YZ平面是使唇侧区域410和舌侧区域420对称的平面。通过平分唇侧平面412和舌侧平面422可以计算YZ平面。

[0047] 参考图5、6和17A至C,将切牙400的OZ轴500重构为该切牙的旋转对称性轴(axis of rotation symmetry)。该切牙的旋转对称性(rotation symmetry)指该切牙可以绕该轴旋转180度,而仍基本上与其原始形状相同的性质。利用下面描述的形状匹配算法,估计旋转对称性轴。根据本发明的典型实施例,利用切牙的有界框630,计算OZ轴500,以致OZ轴500处于该有界框的中间。接着,参考图17A至17C,可以使切牙400绕OZ轴500旋转180度。该牙冠上的每个顶点与原始模型中最接近的顶点(即,处于原始位置的切牙)成对,并且可以由该成对点,计算刚体变换(即,旋转矩阵(rotation matrix)和平移矩阵(translation matrix))。由变换矩阵计算新OZ轴,并且可以重复这些步骤,将OZ轴的误差降到最小。

[0048] 根据本发明的一个方面,通过将它与使该牙齿的三维网格(three dimensional mesh)的左边界与右边界对称的轴(即,质心)进行比较,可以减少重构OZ轴的误差。如果计算的OZ轴大于质心的可配置量(configurable amount),诸如10%,则可以通知操作员,确定所计算的OZ轴是否是处于可接受的位置。继续参考图5,边界顶点510表示该切牙400的三维牙齿网格的边界。

[0049] 参考图6,构造该组牙轴的OY轴600,以使轴600平行于切牙400的牙脊610。对于切牙,牙脊610是用于吃东西的牙齿的表面区域。由(x , y , z)坐标限定该牙轴的原点620。通过检测牙脊的中点(即,该牙齿在 y 方向上的中部),计算原点620的 Y 坐标。根据典型实施例,将原点620的 X 坐标和 Z 坐标移位到切牙400的正面/顶部边缘,以使该轴位于定

界框 630 的当中。

[0050] 犬牙

[0051] 参考图 7, 所示的犬牙 700 具有唇侧区域 710 和舌侧区域 720。可以利用平面 712 近似表示唇侧区域 710。如上所述, 接收表示牙齿初始位置的三维数据形式的输入数据。根据典型实施例, 通过测量该唇侧区域的三维数据, 计算平面 712。利用最佳拟合方法或者类似方法计算平面 712, 以使与唇侧区域 710 上的一组点最匹配。也可以用平面 722 近似表示舌侧区域 720。与平面 712 相似, 通过测量舌侧区域 720 的三维数据, 可以计算平面 722。利用最佳拟合方法或者类似方法计算平面 722, 以使与舌侧区域 720 上的一组点最匹配。

[0052] 犬牙 700 还包括是该牙齿上的尖点凸起的牙尖 740。牙尖是主要的牙齿解剖特征, 并且它位于犬牙 700 的磨面上。诸如前磨牙和磨牙的其它牙齿可以具有一个以上的牙尖。

[0053] 根据本发明典型实施例, 利用正交 (即, x 、 y 、 z) 参考系表示犬牙 700 的牙轴。犬牙 700 的牙轴的 YZ 平面是使唇侧区域 710 和舌侧区域 720 对称的平面。通过平分唇侧平面 712 和舌侧平面 722, 可以计算 YZ 平面。

[0054] 参考图 7 和 8, 将犬牙 700 的 OZ 轴 800 重构为该牙齿的旋转对称性轴。根据本发明典型实施例, 利用该犬牙的有界框 830, 可以计算 OZ 轴 800, 以致 OZ 轴 800 处于该有界框的当中。构造该组牙轴的 OY 轴 810, 以使轴 810 平行于犬牙 700 的牙脊 730。根据本发明典型实施例, 可以将牙脊 730 定义为唇侧区域 710 与舌侧区域 720 之间的边界。由 (x , y , z) 坐标限定该牙轴的原点 820。通过检测牙脊 730 的中点 (即, 该牙齿在 y 方向上的中部), 计算原点 820 的 Y 坐标。根据本发明的变换实施例, 可以将原点 820 设置到犬牙 700 的牙尖 740 的尖端。

[0055] 前磨牙

[0056] 参考图 9, 所示的前磨牙 900 具有唇侧区域 910、舌侧区域 920、牙尖 930、以及牙冠 940。通常将牙冠定义为被釉质覆盖的牙齿部分。可以利用平面 912 近似表示唇侧区域 910。如上所述, 接收表示牙齿初始位置的三维数据形式的输入数据。根据典型实施例, 通过测量该唇侧区域的三维数据, 可以计算平面 912。利用最佳拟合方法或者类似方法计算平面 912, 以使与唇侧区域 910 的一组点最匹配。也可以用平面 922 近似表示舌侧区域 920。与平面 912 相似, 通过测量舌侧区域 920 的三维数据, 可以计算平面 922。利用最佳拟合方法或者类似方法计算平面 922, 以使与舌侧区域 920 的一组点最匹配。

[0057] 根据本发明典型实施例, 利用正交 (即, x 、 y 、 z) 参考系表示前磨牙 900 的牙轴。前磨牙 900 的牙轴的 YZ 平面是使唇侧区域 910 和舌侧区域 920 对称的平面。通过平分唇侧平面 912 和舌侧平面 922, 可以计算 YZ 面。

[0058] 参考图 10, 重构前磨牙 900 的 OZ 轴 1000, 以使它平行于由唇侧区域 910 上的点 1010 近似表示的线。根据本发明典型实施例, 可以从唇侧面 920 上选择点 1010, 以使点 1010 是所计算的前磨牙 900 的牙轴的 YZ 平面的远端。根据本发明的一个实施例, 所选择点可以是该唇侧面的最凸出点。

[0059] 参考图 11, 该前磨牙的牙轴的原点 1100 位于牙冠 940 上该牙齿的中心。参考图 12, 构造该组牙轴的 OX 轴 1210, 以使轴 1210 平行于通过前磨牙 900 的牙尖 930 的线。

[0060] 磨牙

[0061] 参考图 13, 所示的磨牙 1300 具有四个牙尖 1330 和牙冠 1340。根据本发明典型实

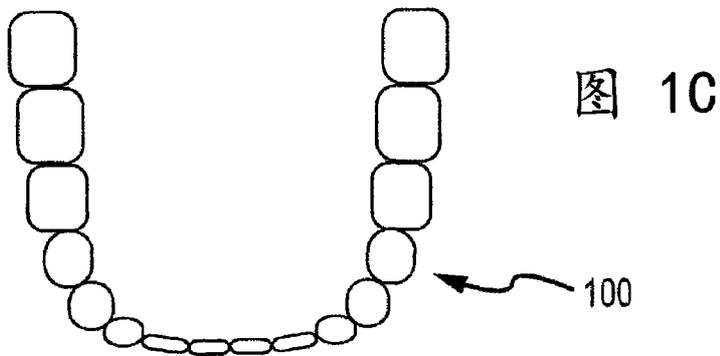
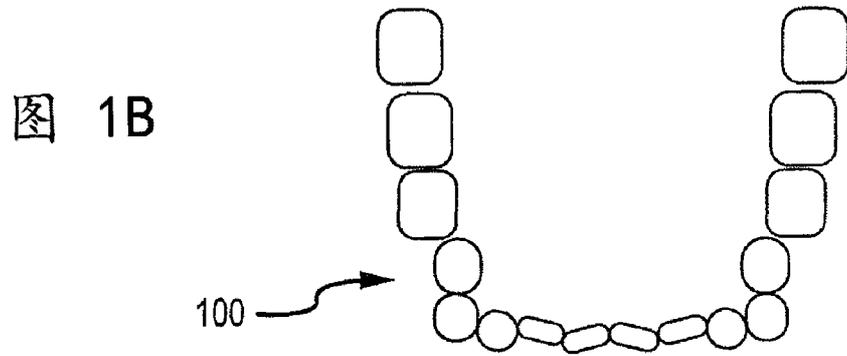
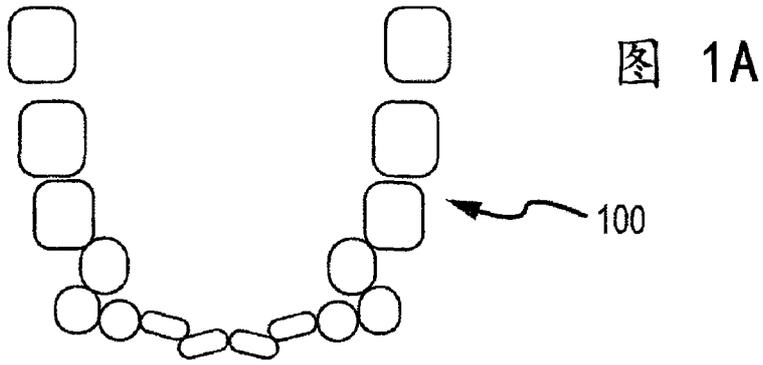
施例,可以利用最佳拟合牙尖的平面近似表示咬合面 1310。可以利用均方方法(即,“最小二乘法”)或者类似方法,计算该平面。计算磨牙 1300 的牙轴的 OZ 轴,以使该轴与咬合面 1310 正交。

[0062] 参考图 14,所示的磨牙 1300 具有唇侧区域 1410 和舌侧区域 1420。可以利用平面 1412 近似表示唇侧区域 1410。如上所述,接收表示牙齿初始位置的三维数据形式的输入数据。根据典型实施例,通过测量该唇侧区域的三维数据,可以计算平面 1412。利用最佳拟合方法(best fit method)或者类似方法计算平面 1412,以使与唇侧区域 1410 上的一组点最匹配。也可以用平面 1422 近似表示舌侧区域 1420。与平面 1412 相似,通过测量舌侧区域 1420 的三维数据,可以计算平面 1422。利用最佳拟合方法或者类似方法计算平面 1422,以使与舌侧区域 1420 上的一组点最匹配。

[0063] 磨牙 1300 的牙轴的 YZ 平面是使唇侧区域 1410 和舌侧区域 1420 对称的平面。通过平分唇侧平面 1412 和舌侧平面 1422,可以计算 YZ 平面。

[0064] 参考图 15 和 16,该磨牙的牙轴的原点 1500 位于牙冠 1340 上该牙齿的中心。构造该组牙轴的 OX 轴 1610,以使轴 1610 平行于在 x 方向平分牙尖 1330 的线。

[0065] 在此,关于特定实施例,描述了益处、其它优点以及问题的解决方案。然而,不能将该益处、优点和问题的解决方案以及可以实现任意益处、优点或者解决方案或者使任意益处、优点或者解决方案更显著的(各)单元看作是权利要求书或者本发明中任何一项权利要求或者全部权利要求的至关重要的、所要求的或者实质性的特征或者单元。因此,只有所附权利要求书限定本发明范围,所附权利要求书中,除非另有说明,以单数形式提到的单元并不意味着“一个并且仅一个”,而是指“一个或者多个”。在此引入本技术领域内的普通技术人员公知的、上述典型实施例的各单元的所有结构等效物、化学等效物和功能等效物供参考,并且它们为本权利要求书所涵盖。



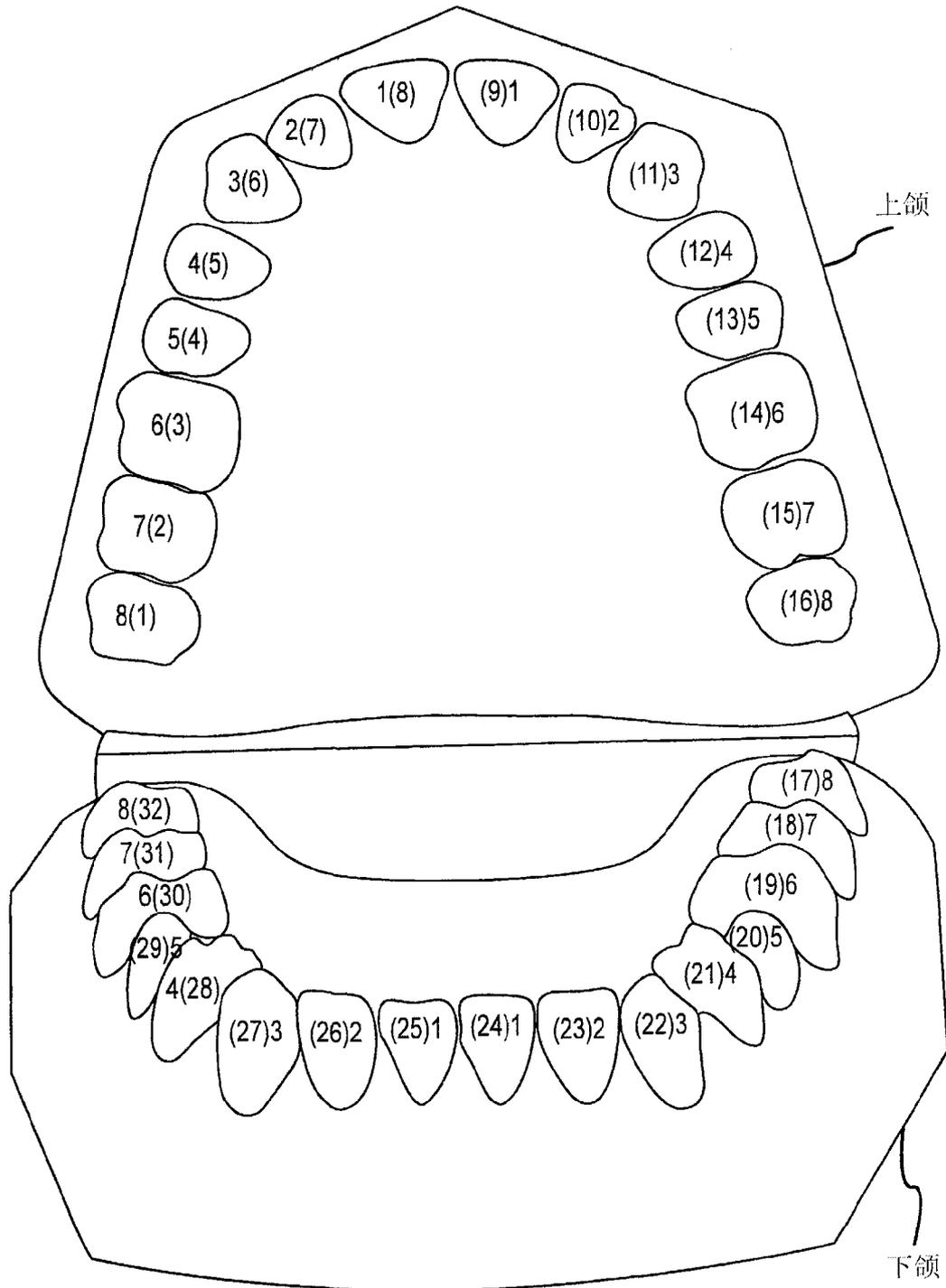


图 1D

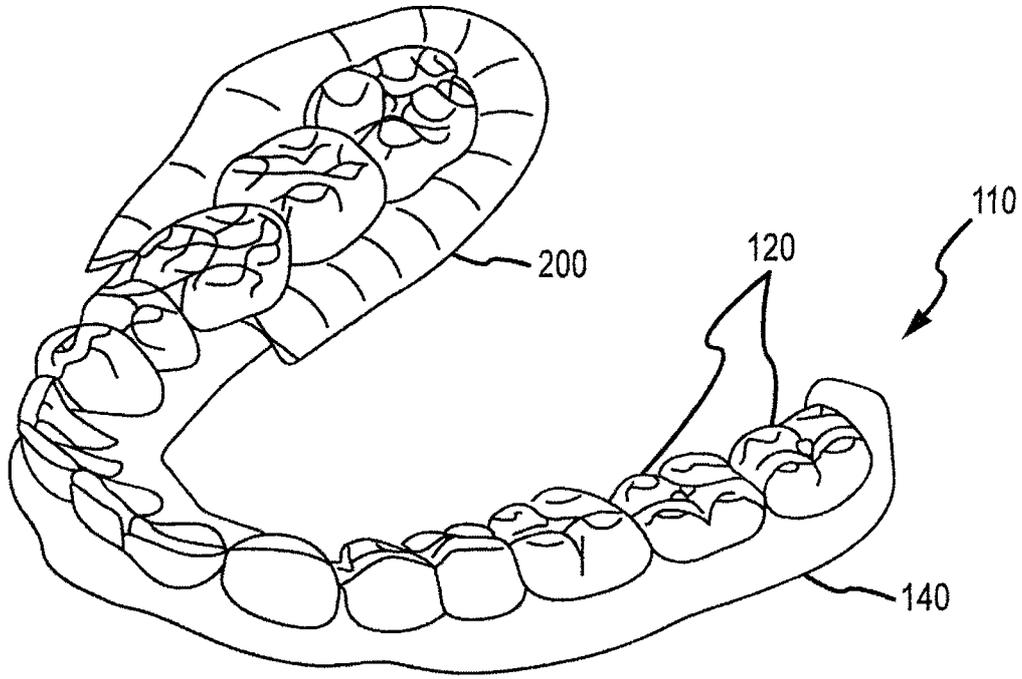


图 2

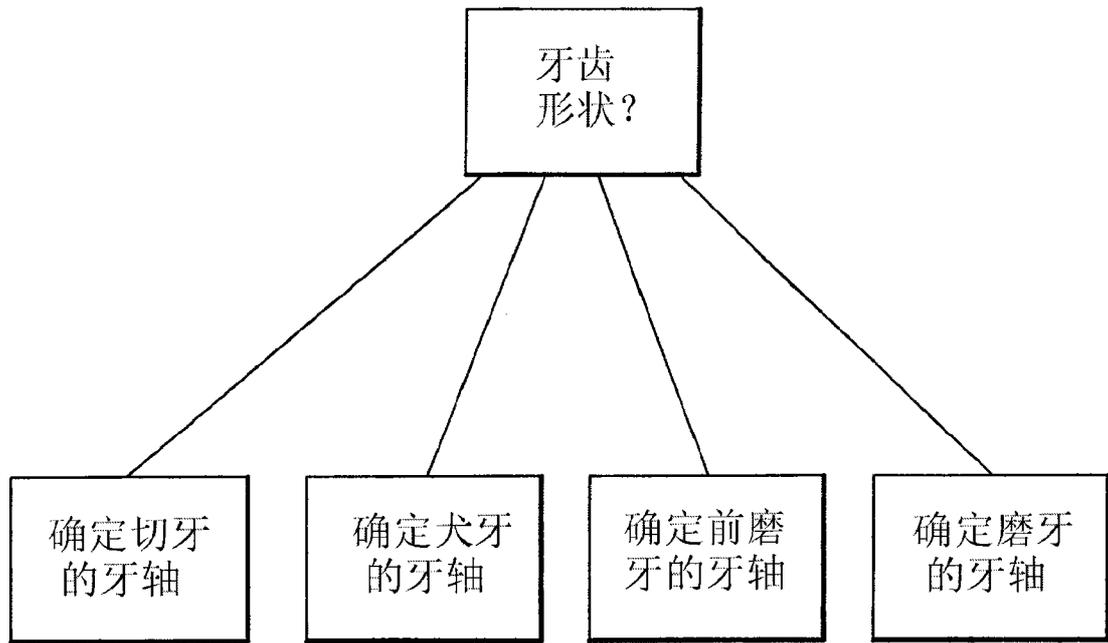


图 3

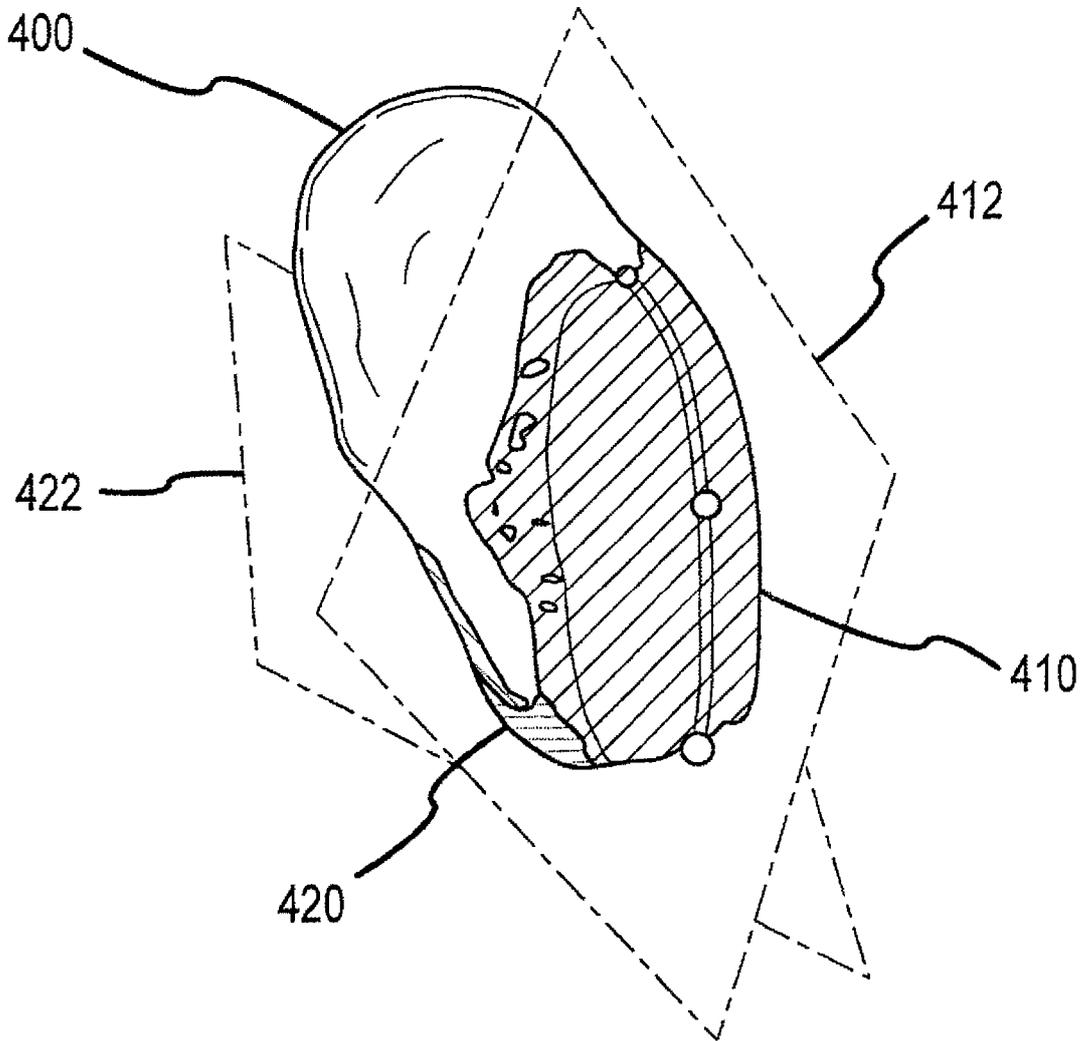


图 4

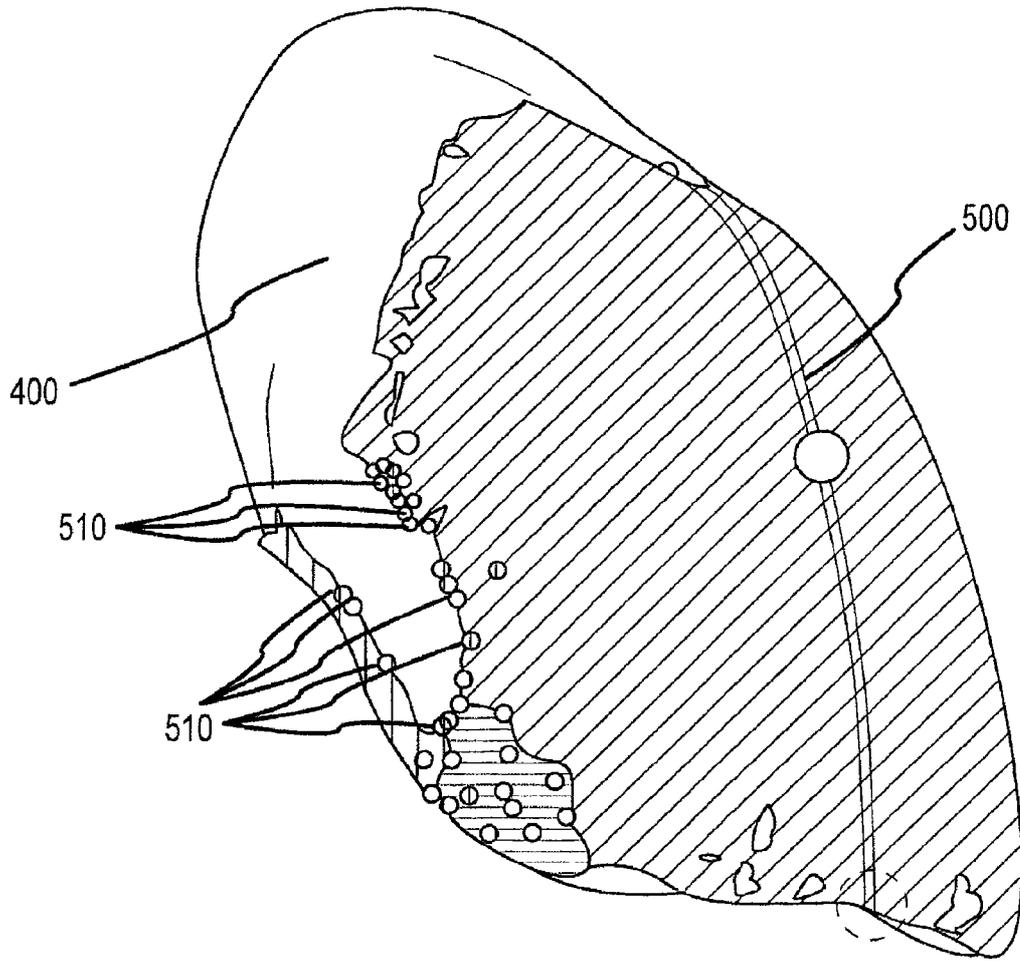


图 5

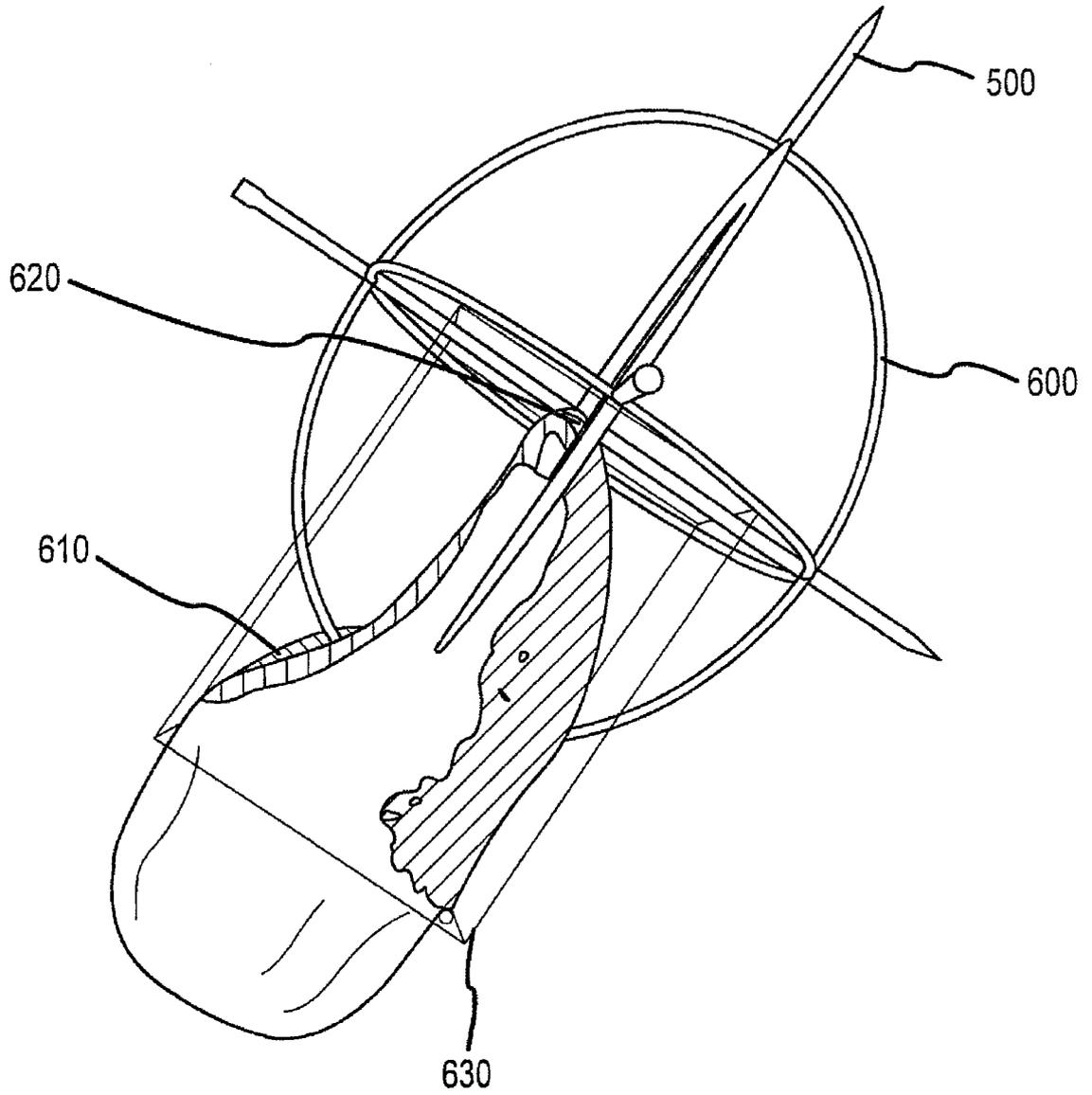


图 6

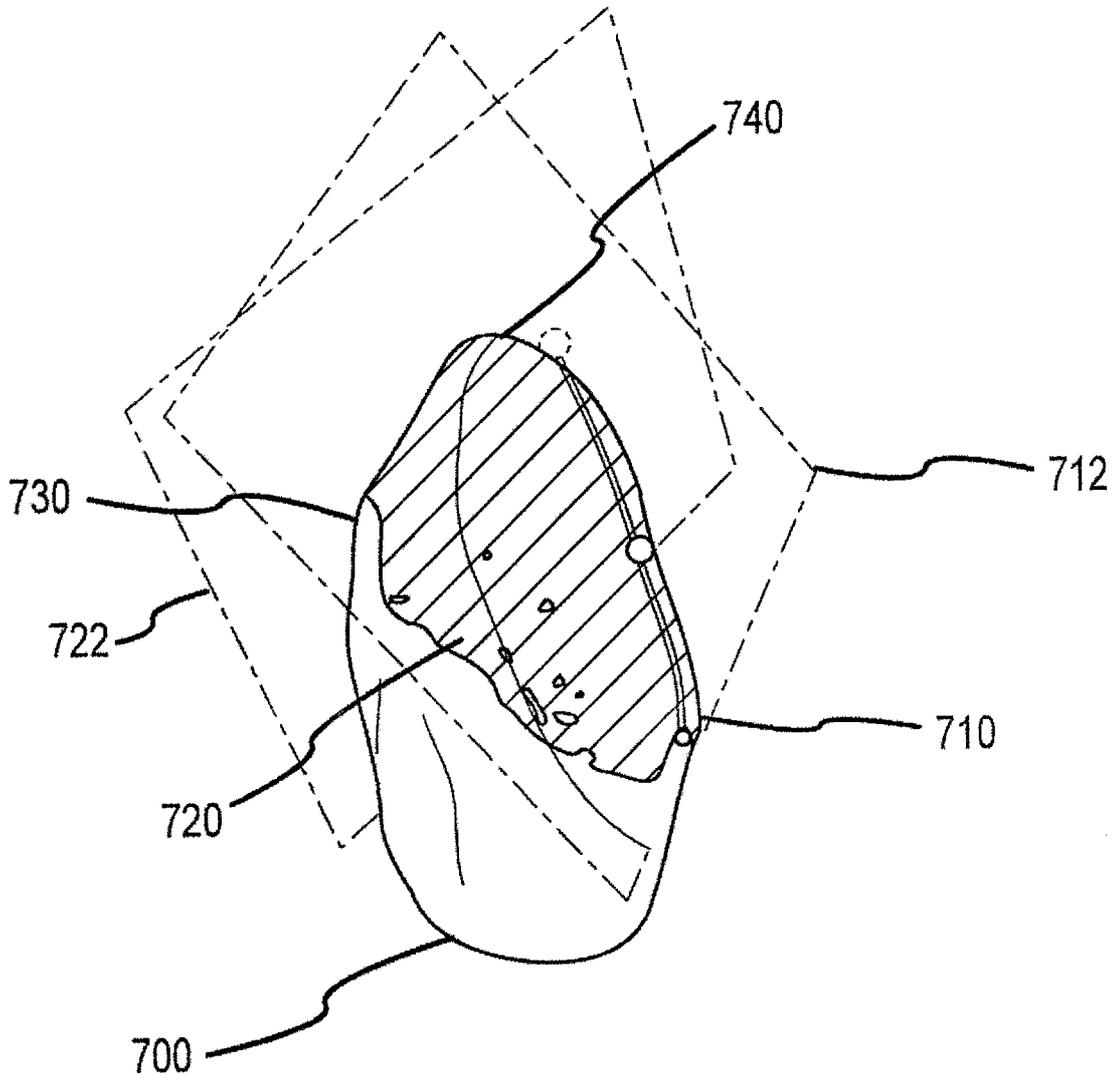


图 7

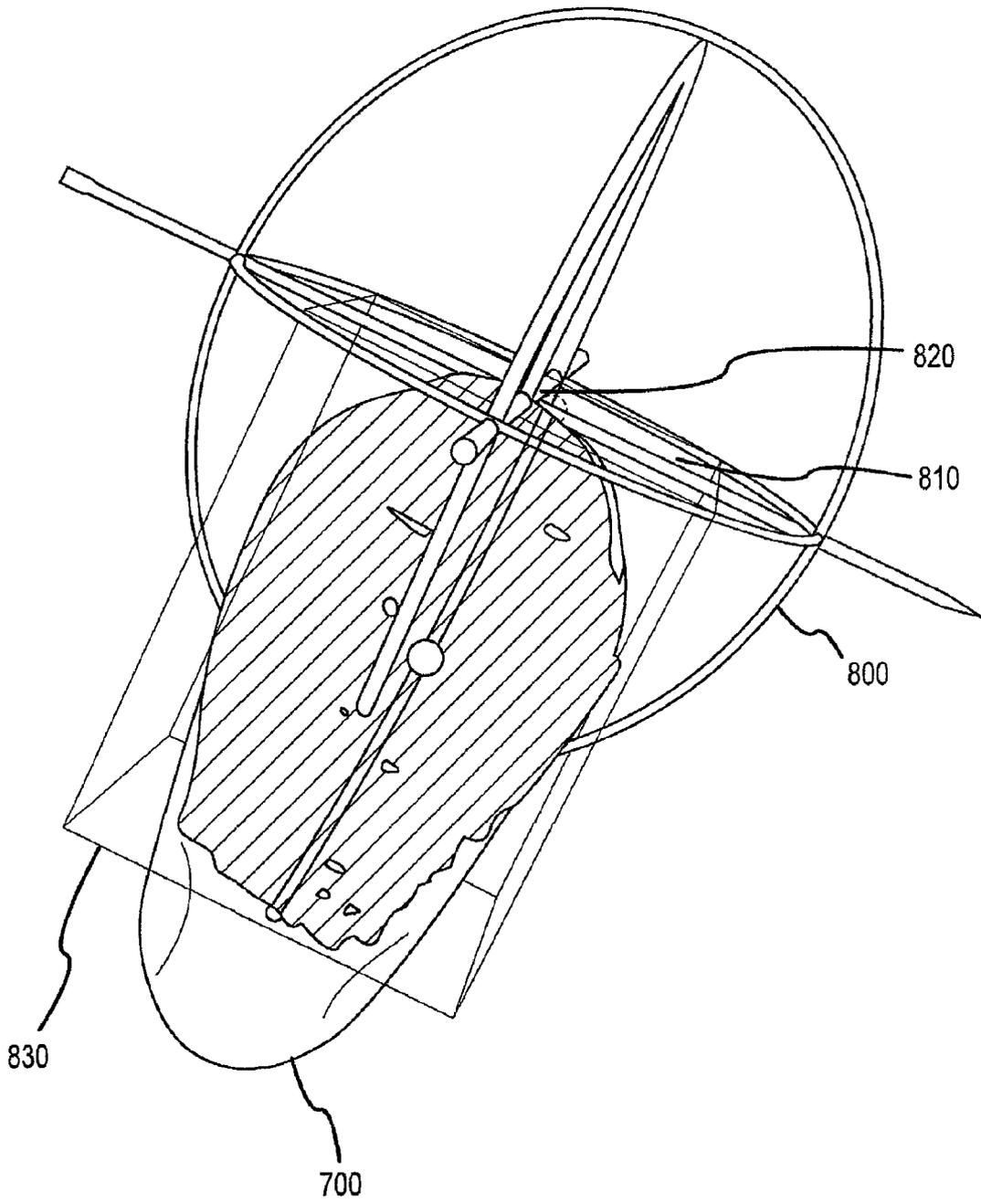


图 8

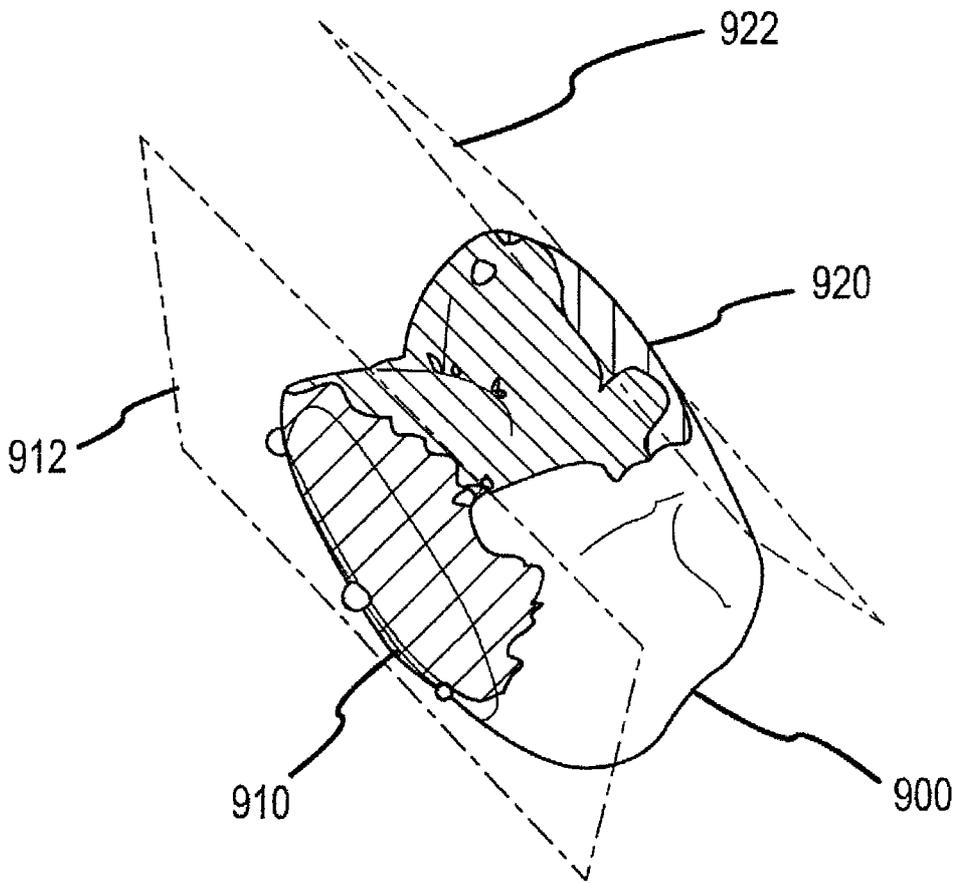


图 9

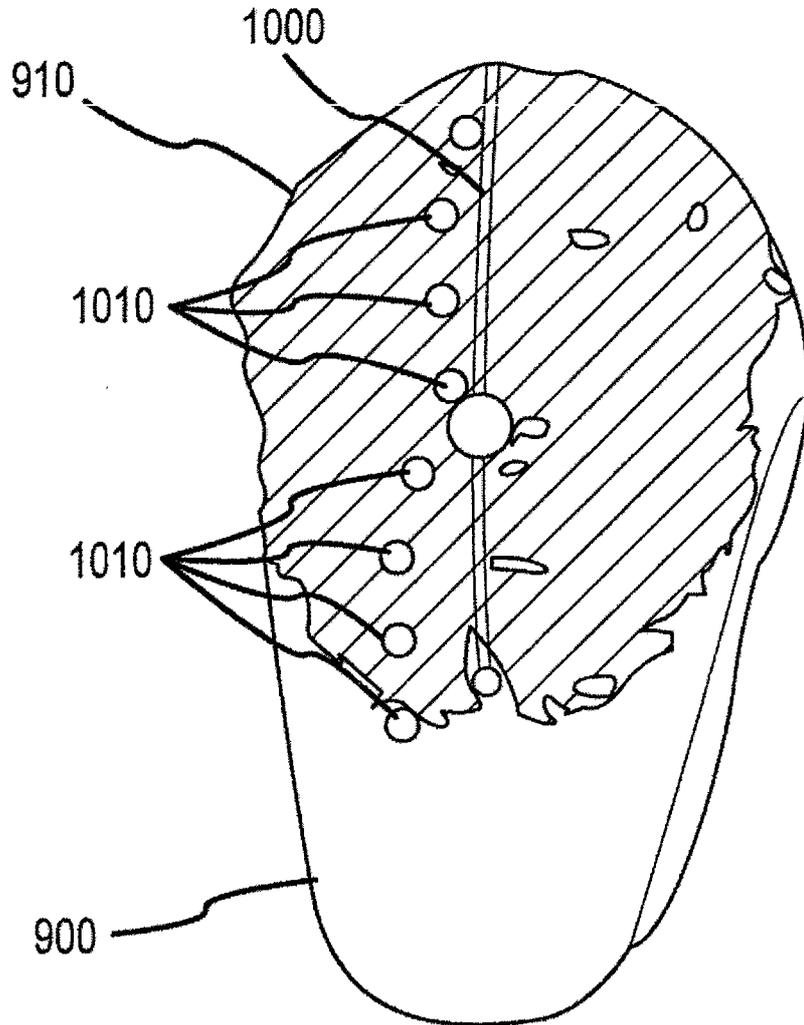


图 10

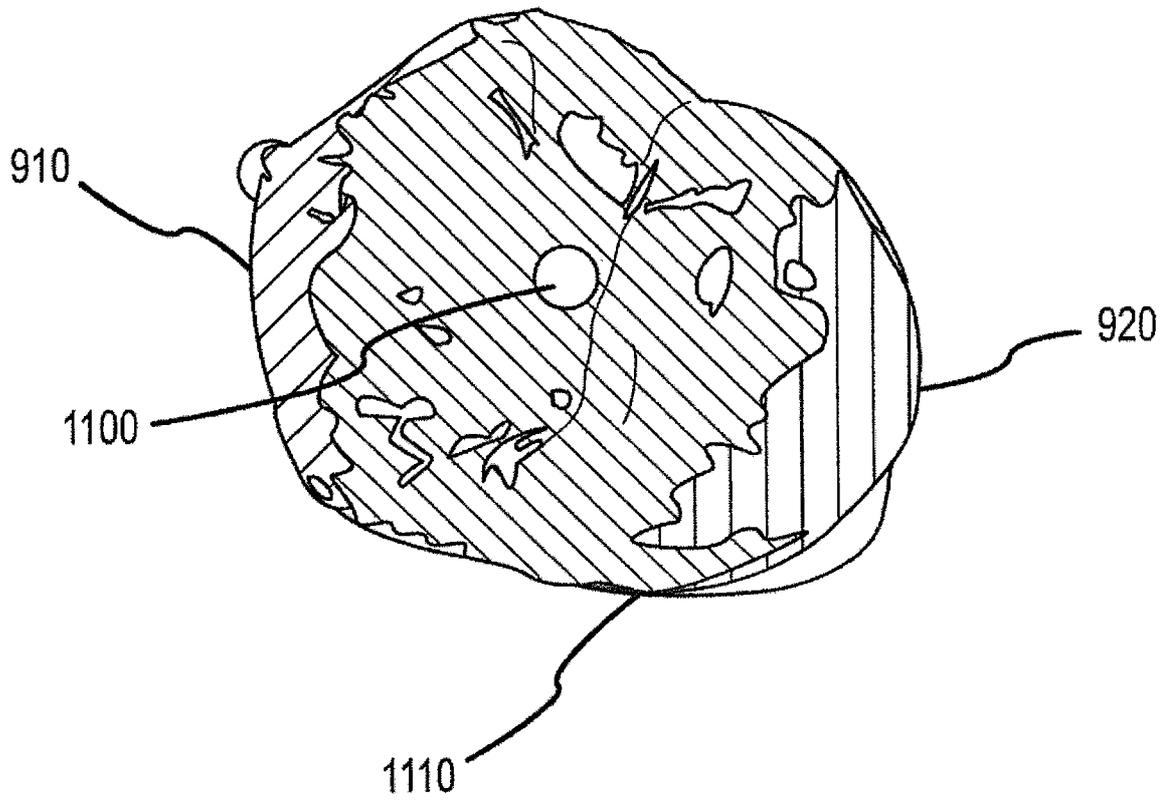


图 11

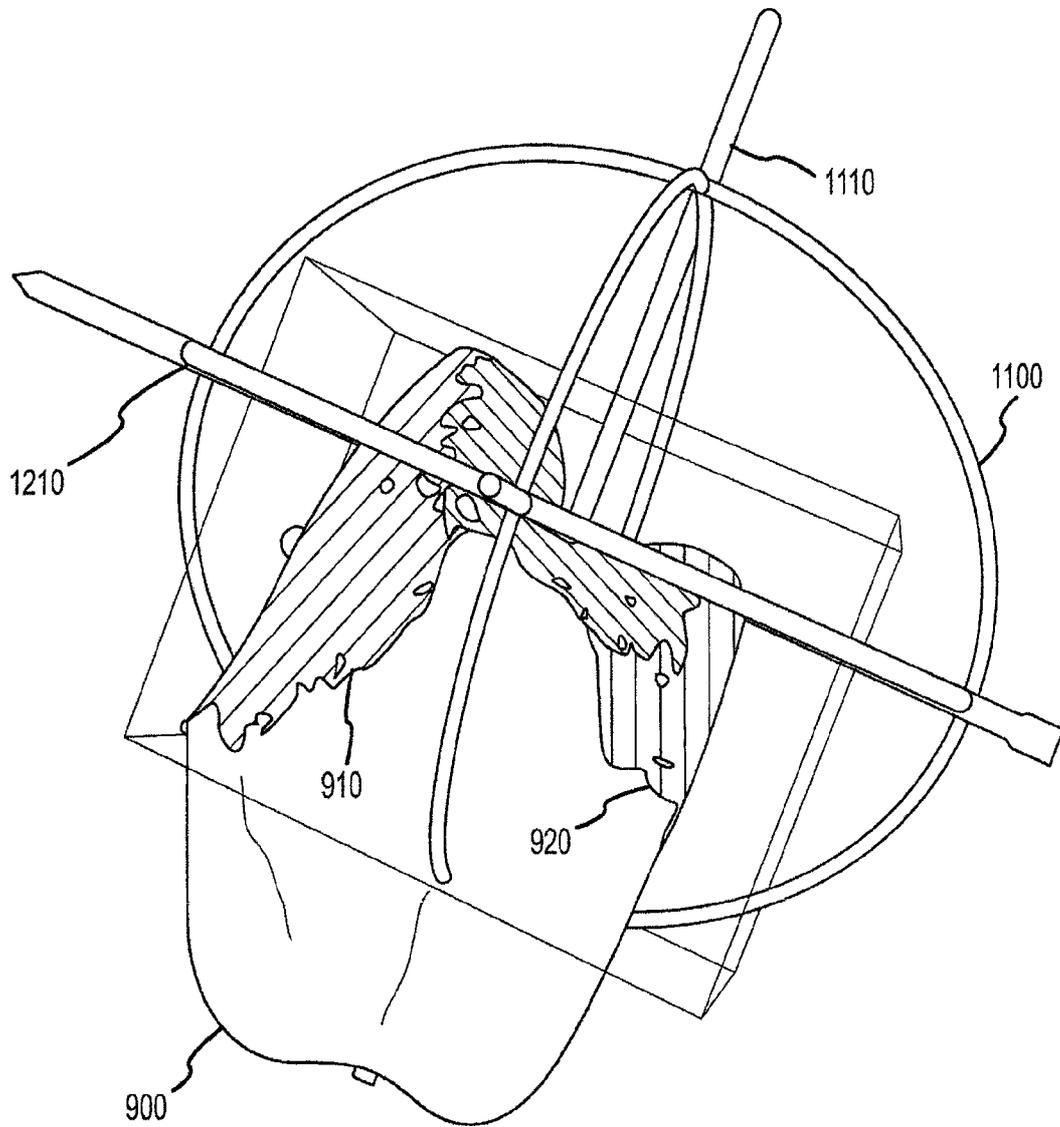


图 12

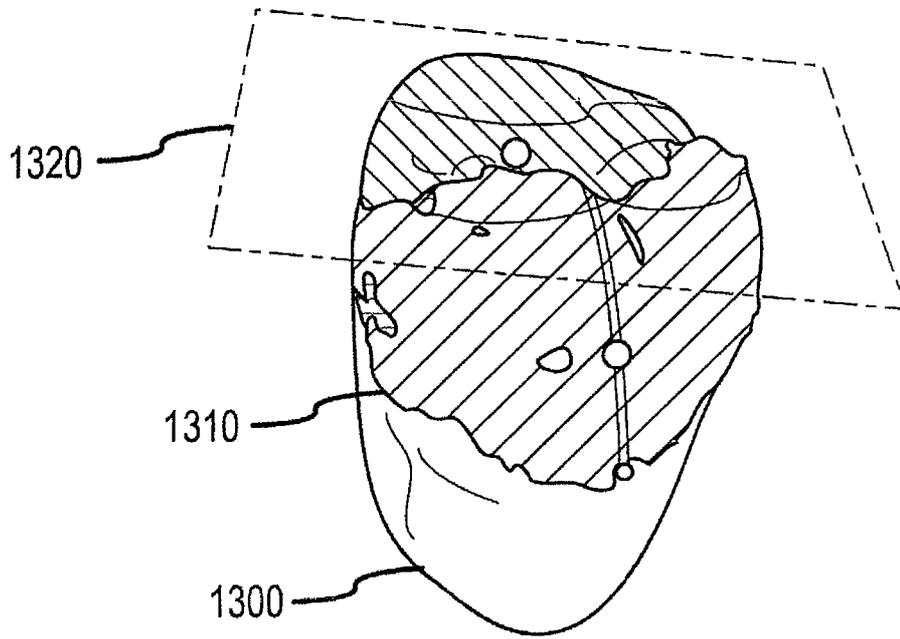


图 13

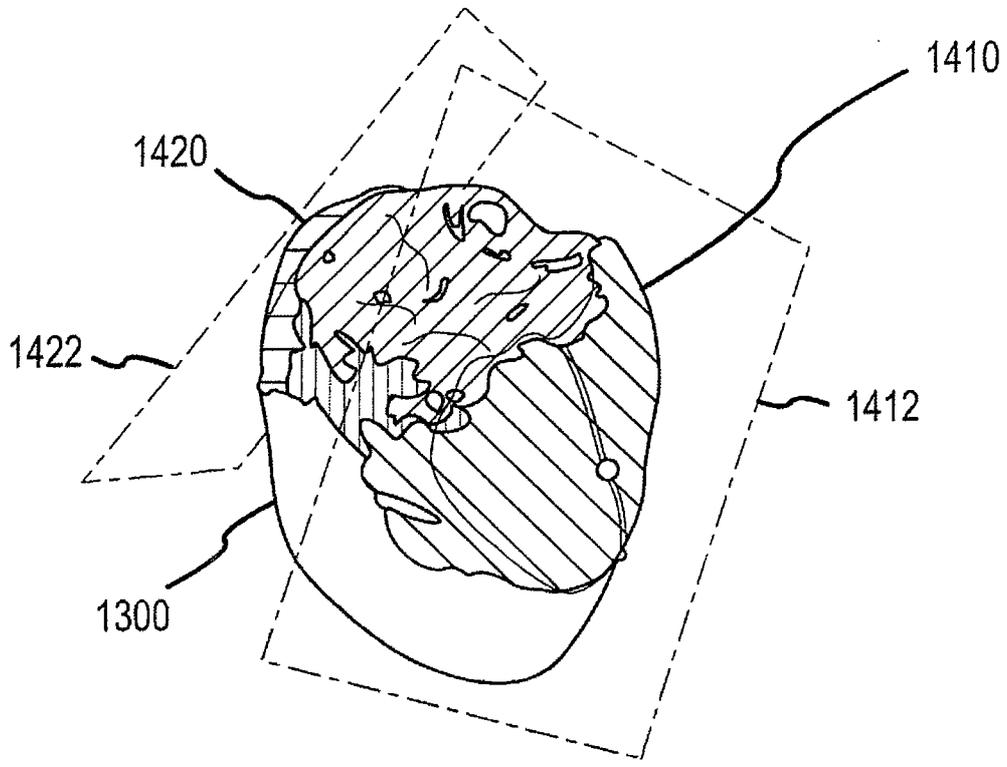


图 14

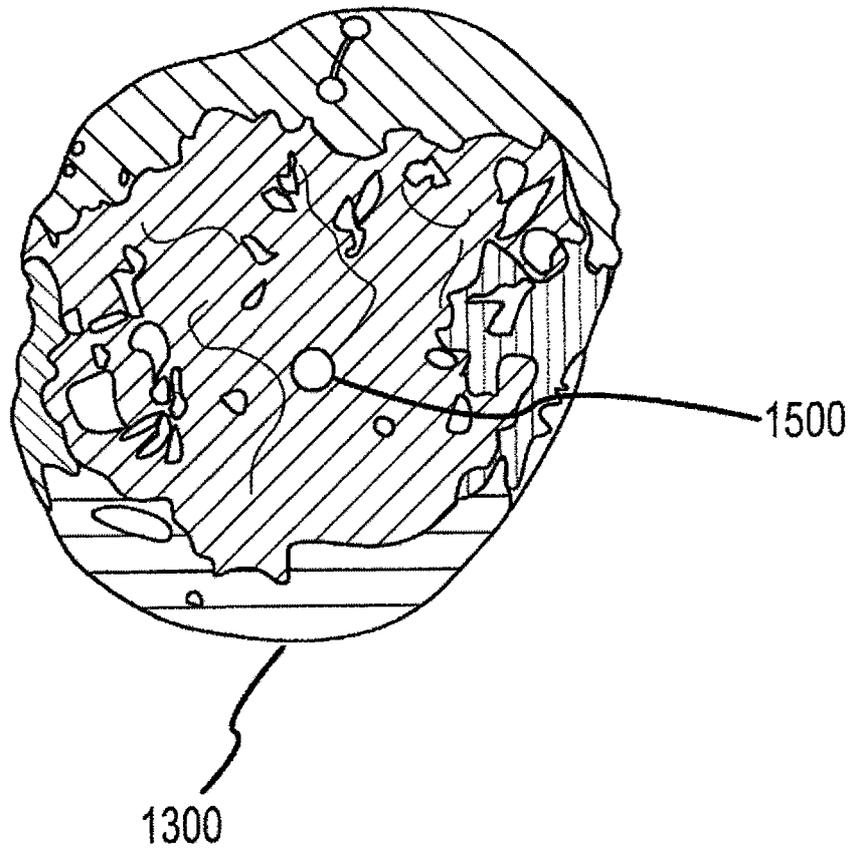


图 15

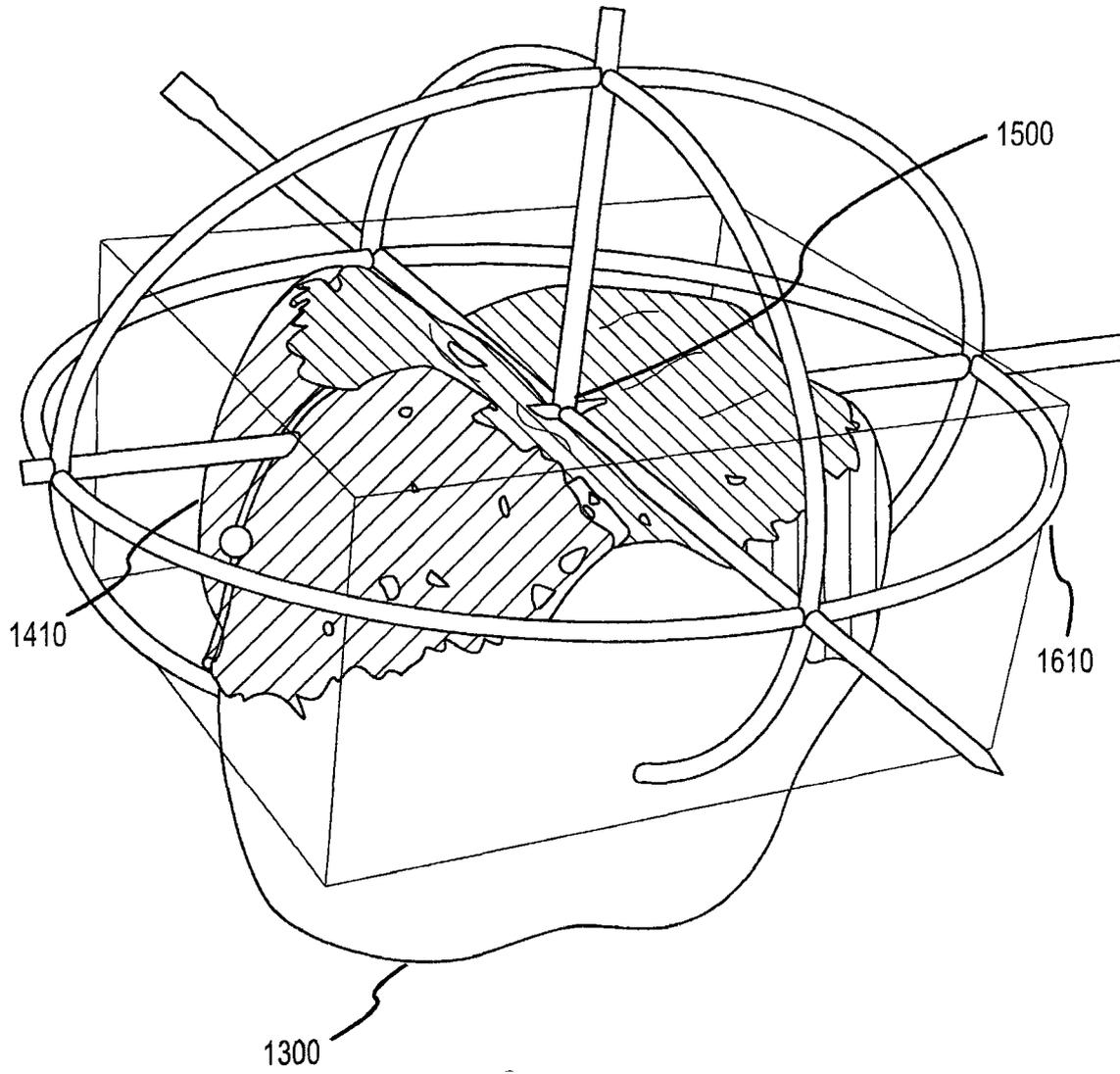


图 16

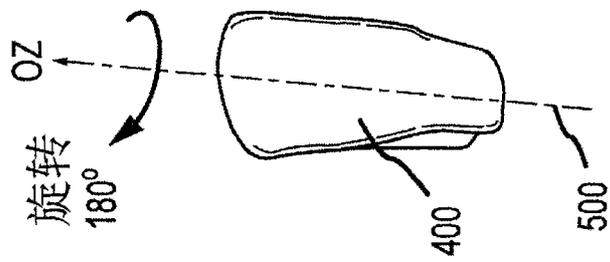


图 17A

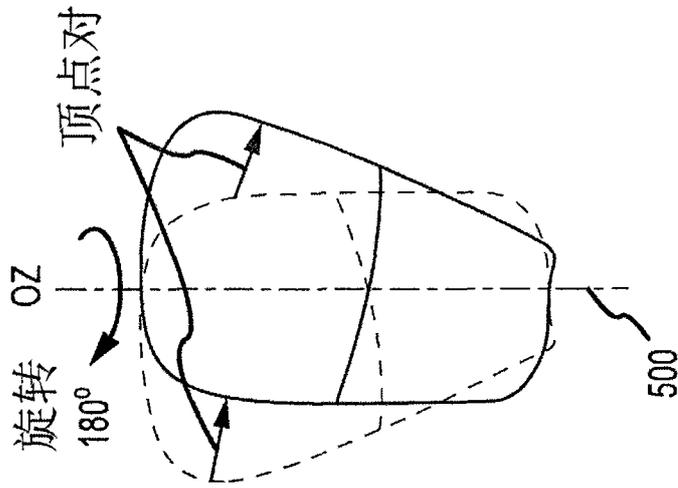


图 17B

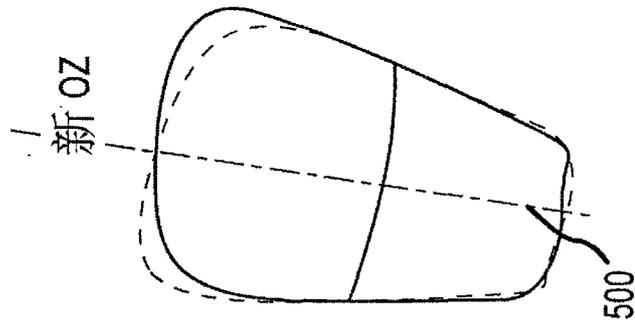


图 17C