



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 114375184 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 07

(21) 申请号 202080063518.3

(22) 申请日 2020.09.11

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114375184 A

(43) 申请公布日 2022.04.19

(30) 优先权数据
62/902,200 2019.09.18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.03.09

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2020/058481 2020.09.11

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/053480 EN 2021.03.25

(73) 专利权人 舒万诺知识产权公司
地址 美国

(72) 发明人 约瑟夫·R·杜福尔
小戴维·K·齐纳德 盛·陶
杰里米·A·施莫尔 彼得·西伊
尼古拉斯·A·斯塔克
理查德·E·拉比

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219
专利代理师 梁晓广 李金刚

(51) Int.Cl.
A61C 7/28 (2006.01)
B33Y 80/00 (2006.01)
A61C 7/14 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2004166462 A1, 2004.08.26

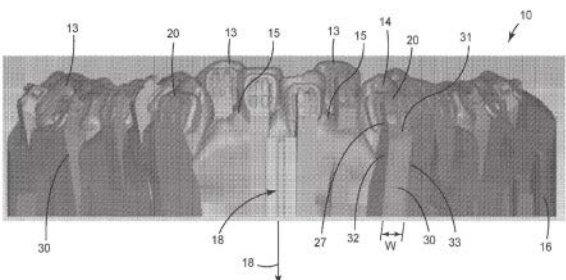
审查员 孙世宁
权利要求书2页 说明书17页 附图13页

(54) 发明名称

包括沿齿龈延伸的沟槽的转移设备和相关
制造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种制作转移设备的方法,该方法包括提供形状对应于患者牙弓的正形状和一个或多个矫治器类似物的正形状的物理实体模型,该一个或多个矫治器类似物包括从该类似物沿大致齿龈方向延伸的坡道。可在该物理实体模型上形成转移牙托,其中该转移牙托表现该实体模型的至少一部分的负复制品。相应地在该牙托中形成一个或多个接纳部和相关沟槽,每个接纳部近似于矫治器类似物的形状的至少一部分并且每个沟槽近似于坡道形状的至少一部分。将与矫治器类似物相关联的矫治器置于该一个或多个接纳部中的接纳部中,并且可将该矫治器粘结到患者牙弓的齿表面。



1. 一种用于将正畸矫治器安置在牙弓上的正畸转移设备,所述正畸转移设备包括:

主体,所述主体包括符合所述牙弓的至少一颗牙齿的轮廓的内表面、矫治器接纳部和与所述接纳部流体连通并从所述接纳部沿齿龈方向延伸的沟槽,所述沟槽将所述主体的齿龈边缘与所述接纳部连接,其中所述沟槽包括颜面壁和相对的侧壁,并且其中所述颜面壁与所述主体的内表面沿颊唇方向间隔开。

2. 根据权利要求1所述的正畸转移设备,其中至少一个矫治器接纳部包括对应于正畸矫治器的主体上的正特征的一个或多个凹入区域,并且其中所述特征包括结扎翼、钩和弓丝狭槽中的至少一者。

3. 根据权利要求1或2所述的正畸转移设备,其中至少一个接纳部具有近中面-远中面宽度,并且其中所述沟槽的宽度不大于所述接纳部的所述近中面-远中面宽度。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的正畸转移设备,其中所述设备是被设计用于安置在所述牙弓的多颗牙齿上的弯曲牙托。

5. 根据权利要求4所述的正畸转移设备,其中所述牙托包括多个矫治器接纳部,并且其中每个接纳部与沿齿龈方向延伸到牙托主体的边缘的沟槽流体连通。

6. 根据权利要求5所述的正畸转移设备,所述正畸转移设备还包括正畸矫治器,所述正畸矫治器与所述接纳部中的每个接纳部接合。

7. 根据权利要求6所述的正畸转移设备,其中所述矫治器包括主体和底座,并且其中所述沟槽的宽度不大于所述正畸矫治器的主体的近中面-远中面宽度。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的正畸转移设备,其中所述沟槽的深度随着接近所述主体的边缘而逐渐变小,使得所述沟槽的在所述接纳部附近的深度大于所述沟槽的在所述主体的齿龈边缘处的深度。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的正畸转移设备,其中所述沟槽具有矩形或弧形横截面形状。

10. 根据权利要求1所述的正畸转移设备,其中所述沟槽的纵向轴线相对于所述主体的竖直轴线以锐角取向。

11. 根据权利要求10所述的正畸转移设备,其中所述沟槽包括第一沟槽部分和第二沟槽部分,所述第一沟槽部分更靠近所述接纳部,并且具有相对于所述竖直轴线以锐角取向的纵向轴线,并且所述第二沟槽部分更靠近所述主体的齿龈边缘,并且具有平行于所述竖直轴线取向的纵向轴线。

12. 一种制作包括主体的正畸转移设备的方法,所述方法包括:

提供牙弓的至少一部分的三维虚拟模型,所述牙弓包括多颗虚拟牙齿、齿龈和从所述齿龈延伸的模具主体;

提供包括底座和主体的虚拟矫治器类似物,所述矫治器类似物包括从所述矫治器主体的齿龈区域延伸的封挡坡道;

将所述矫治器类似物放置在所述多颗虚拟牙齿中的一颗牙齿的唇面表面或舌面表面上,

将所述封挡坡道从所述矫治器类似物挤出到与所述齿龈相邻的至少一个区域;

制造组合的虚拟牙弓和矫治器类似物的物理模型;以及

在所述物理模型上形成所述转移设备。

13.根据权利要求12所述的方法,其中在所述物理模型上形成所述转移设备包括对材料片材进行热成形。

14.根据权利要求12至13中任一项所述的方法,其中提供矫治器类似物包括从矫治器类似物库中选择矫治器类似物,并且其中所述矫治器类似物库中的每个矫治器类似物包括具有相同几何结构的封挡坡道。

15.根据权利要求12至14中任一项所述的方法,其中挤出所述坡道包括步骤:沿着第一方向挤出所述坡道,以及沿着第二方向挤出所述坡道的第二部分,所述第二部分相对于第一部分以倾斜角度延伸。

16.根据权利要求15所述的方法,其中挤出所述坡道包括随着接近所述齿龈而减小所述坡道的高度。

17.根据权利要求12至16中任一项所述的方法,其中提供包括底座和主体的虚拟矫治器类似物进一步包括:提供一组虚拟正畸矫治器;以及提供一组虚拟类似物,每个类似物与所述一组虚拟矫治器中的虚拟矫治器相关联,其中所述虚拟类似物中的每个虚拟类似物近似于或表现相关联的虚拟矫治器的形状,其中所述类似物中的至少一个类似物的形状不同于相关联的矫治器的形状。

包括沿齿龈延伸的沟槽的转移设备和相关制造方法

背景技术

[0001] 通常在正畸治疗中使用正畸矫治器,用于在患者牙列中将一颗或多颗牙齿从初始位置(有时称为错位或咬合不正)移动到期望位置。例如,可移动患者的牙齿,使得牙齿的唇面侧彼此对准,以实现或最大化整个牙列的美学上令人愉悦的外观。此外,在一些情况下,可移动一颗或多颗牙齿来矫正咬合不正。在传统的正畸支架中,牙齿的移动通常是通过预偏弓丝实现的,该预偏弓丝经由托槽附接到牙齿,并在较长的时间段内朝向期望位置向牙齿施加力。正畸弓丝的端部通常连接到被称作颊面管的小型矫治器,该颊面管继而固定到患者的臼齿。在许多示例中,针对上牙弓和下牙弓中的每个提供一组托槽、颊面管以及弓丝。

[0002] 在许多类型的正畸技术中,矫治器在牙齿上的精确位置是有助于确保牙齿移动到你预期最终位置的重要因素。例如,一种常见类型的正畸治疗技术被称为“直丝弓”技术,在治疗结束时,弓丝位于水平面上。例如,如果托槽附接到牙齿的位置过于靠近牙齿的咬合面或外尖端,则使用直丝弓技术的正畸医生可能会发现牙齿在其最终位置被过度压入。另一方面,如果托槽附接到牙齿的位置比合适的位置更靠近齿龈,则牙齿的最终位置可能会比期望的位置更突出。

[0003] 所谓的治疗计划系统被用来在任何实际治疗之前,在计算机模拟中确定牙齿的期望位置。例如,这种计划系统有助于避免在初始位置之外的牙齿位置在牙齿与托槽之间发生碰撞,并且进一步允许托槽和弓丝被设计和布置成与多种临床情况相匹配,例如与牙齿在初始位置的位置、在期望位置的位置以及两者之间的位置相匹配。特别是对于舌面托槽,这种治疗计划被广泛使用。舌面托槽经常具有单独用于每颗牙齿和患者的定制设计,因为除了牙齿的唇面表面,舌面表面相对于彼此在形状上变化很大,使得通常不能使用“一个尺寸适合所有”的托槽形状。一些治疗计划系统还允许设计与齿表面和患者所需临床情况精确匹配的此类定制托槽。因此,定制托槽通常必须精确置于牙齿上在治疗计划期间预定的位置处。

[0004] 可通过直接粘结技术和间接粘结技术两者将托槽置于牙齿上。一般来讲,间接粘结技术涉及使用形状与患者牙弓的至少一部分的构型匹配的转移设备(例如,夹具、牙托或粘结模板)。一组矫治器(诸如托槽)在某些预定位置可释放地连接到该设备。将粘合剂施加至每个矫治器的底座,然后将该设备置于患者的牙齿上,以确保矫治器底座与对应的齿表面之间的接触,直到粘合剂硬化。接下来,将该设备从牙齿以及从矫治器上拆下,使得先前连接到该设备的所有矫治器现在在其预期的预定位置处粘结到相应牙齿。

[0005] 国际公布号W02014/093084(Blees等人)描述了一种从集成物理实体模型制作转移牙托的方法。集成物理实体模型表现由患者牙弓的正形状和一组托槽类似物的正形状构成的形状。托槽类似物的形状可基本上对应于期望正畸托槽的形状,但可包括与该对应的托槽主体相比不那么显著或数量更少的咬边、凹槽和凹部。牙弓的形状和该组类似物可配合形成一个连续件,这可允许创建转移牙托,在该转移牙托中可以可移除地放置和定位托槽,而不会显著损坏转移牙托。此外,通过使用集成物理实体模型制备的转移牙托可允许托

槽的精确定位,同时允许以相对较小的力移除托槽。

发明内容

[0006] 在所选托槽形状类似物或近似物上形成转移牙托使W02014/093084的方法与许多间接粘结系统形成对比,这些间接粘结系统通常直接形成在所选正畸托槽或其精确近似物上。然而,在此过程中使用的物理模型的困难在于,通常必须调整托槽类似物才能移除具有较大悬伸部的特征(例如,钩和结扎翼),这些特征难以经由增材制造技术创建或需要支撑件。支撑件的使用在制造过程中需要更多的材料和时间来移除,并且会给矫治器类似物带来损坏的风险,这将导致有缺陷的转移设备。

[0007] 本公开的发明人发现,封挡坡道和其他结构可联接到矫治器类似物,并沿着牙列模型的表面挤出。这种方法倾向于改善可制造性、矫治器装载和矫治器移除。牙列模型与类似物和坡道的虚拟合并允许在没有外来支撑的情况下创建物理模型。在此类物理模型上形成转移设备也会创建沟槽,在将矫治器装载到转移设备中时,沟槽为镊子提供间隙。

[0008] 在一个方面,本公开提供了一种用于将正畸矫治器安置在牙弓上的正畸转移设备,该设备包括:主体,该主体包括基本上符合牙弓的至少一颗牙齿的轮廓的内表面、矫治器接纳部和与接纳部流体连通并从接纳部沿齿龈方向延伸的沟槽,其中沟槽的在接纳部附近的深度大于沟槽的在牙托主体的齿龈边缘处的深度。

[0009] 在另一方面,本公开提供了一种制作包括主体的正畸转移设备的方法,该方法包括提供牙弓的至少一部分的三维虚拟模型,该牙弓包括多颗虚拟牙齿、齿龈和从齿龈延伸的模具主体。该方法进一步包括:提供包括底座和主体的虚拟矫治器类似物,该矫治器类似物任选地包括从矫治器主体的齿龈区域延伸的封挡坡道前体;以及将矫治器类似物置于多颗虚拟牙齿中的一颗牙齿的唇面表面或舌面表面上。然后,将封挡坡道前体从矫治器类似物挤出到与齿龈相邻的至少一个区域。一旦完成了所需数量的坡道的挤出步骤,就可制造组合的虚拟牙弓和矫治器类似物的物理模型,并且转移设备在物理模型上。

[0010] 可通过在物理实体模型上设置弹性片材以通过片材覆盖实体模型的齿侧的至少一部分来形成转移设备。接下来,可在实体模型上设置塑料片材,其中弹性片材布置在塑料片材与实体模型之间。塑料片材在实体模型上变形,使得它至少包围实体模型的齿侧并且使得它围绕塑料片材与实体模型之间的弹性片材。随后,可用可硬化材料替换弹性片材,使其硬化。也可以使用其他材料和方法来形成设备(例如,牙托)。

[0011] 在提供物理实体模型时,本公开的方法可包括以下步骤:提供复制患者牙弓的至少一部分的虚拟牙弓;以及为虚拟牙弓提供一组虚拟正畸托槽。相应地提供(例如,创建)一组虚拟类似物,每个类似物与该组虚拟托槽中的虚拟托槽相关联并且近似于或表现相关联的虚拟托槽的形状。这些类似物中的至少一个类似物的形状通常不同于相关联的托槽的形状,但不一定。将类似物置于齿表面上的期望位置处,并且实现虚拟实体模型,随后将虚拟牙弓和该组虚拟类似物合并。然后,可基于虚拟实体模型制造物理实体模型。

[0012] 在另一方面,本公开提供了一种用于将正畸矫治器安置在牙弓上的正畸转移设备,该设备包括:主体,该主体包括基本上符合牙弓的至少一颗牙齿的轮廓的内表面、矫治器接纳部和与接纳部流体连通并从接纳部沿齿龈方向延伸的沟槽,该沟槽将主体的齿龈边缘与接纳部连接。

[0013] 出于本说明书的目的,术语“虚拟”是指对象的三维计算机表现,优选地基于数据形式的三维形状的数学表现并且可由计算机处理。此类数据形式的虚拟对象,包括它们的可视化(例如,线框或数字渲染)在计算机辅助设计(CAD)领域是众所周知的。

[0014] 出于本说明书的目的,术语“一组”是指“多个”。

[0015] 如本文所用,“能够硬化的”是描述可例如通过清除溶剂(例如,通过蒸发和/或加热)、加热引发聚合和/或交联、辐照引发聚合和/或交联和/或通过混合一种或多种组分引发聚合和/或交联的方式被固化(例如,聚合或交联)或至少部分地凝固的材料或组合物。

[0016] 本文所用的“硬化的”是指已被固化(例如聚合或交联)或凝固的材料或组合物。

[0017] 如本文所用,作为对特性或属性的修饰语,除非另外具体地定义,否则术语“大致”意指该特性或属性将能够容易被普通技术人员识别,而不需要绝对精确或完美匹配(例如,对于可量化特性,在 $\pm 20\%$ 内)。除非另外具体地定义,否则术语“基本上”意指高逼近程度(例如,对于可量化特性,在 $\pm 10\%$ 内),但同样不需要绝对精确或完美匹配。术语诸如相同、相等、均匀、恒定、严格等应当理解成是在普通公差内,或在适用于特定情况的测量误差内,而非需要绝对精确或完美匹配。

[0018] “近中面”是指朝向患者牙弓曲线中心的方向。

[0019] “远中面”是指背向患者牙弓曲线中心的方向。

[0020] “咬合面”是指朝向患者的牙齿外顶端的方向。

[0021] “齿龈面”是指朝向患者牙床或齿龈的方向。

[0022] “颜面”是指朝向患者面颊或嘴唇的方向。

[0023] “舌面”是指朝向患者舌头的方向。

[0024] 在本申请全文的若干处,通过实施例列表提供了指导,这些实施例能够以各种组合使用。在每种情况下,所表述的列表只是作为代表性的组类,而不应解释为穷举性的列表。

附图说明

[0025] 图1为根据本公开的实施方案的具有一组矫治器类似物的物理实体模型的颜面视图;

[0026] 图2为图1的物理实体模型的咬合面视图;

[0027] 图3A为包括矫治器类似物和坡道的牙齿的放大局部透视图;

[0028] 图3B为包括矫治器类似物和坡道的另一牙齿的放大局部透视图;

[0029] 图4为根据本公开的一个实施方案的用于创建虚拟实体模型的工作流;

[0030] 图5为根据本公开的实施方案的包括置于牙表面上的矫治器类似物的虚拟实体模型的颜面视图;

[0031] 图6A为根据本公开的实施方案的包括坡道前体的矫治器类似物的透视图;

[0032] 图6B为根据本公开的另一实施方案的包括坡道前体的矫治器类似物的透视图;

[0033] 图7为根据本公开的实施方案的包括挤出坡道的虚拟实体模型的颜面视图;

[0034] 图8为根据本公开的其他实施方案的包括挤出坡道的虚拟实体模型的颜面视图;

[0035] 图9为由本公开的物理实体模型形成的转移牙托的照片;

[0036] 图10为图9的转移牙托的截面的照片,其放大以展示某些特征;

[0037] 图11为由本公开的物理实体模型形成的转移牙托的示意性剖视图;

[0038] 图12为根据本公开的实施方案的具有置于接纳部中的托槽的图9的转移设备的示意性剖视图;

[0039] 图13为根据本公开的实施方案的在患者牙列的虚拟实体模型的牙齿上的矫治器类似物的透视图;

[0040] 图14为图9的矫治器的横截面和沿着FACC的挤出路径的透视图;并且

[0041] 图15为根据本公开的实施方案的从图13的矫治器沿齿龈定位并且大致沿循虚拟牙列和支撑主体的外部轮廓的挤出坡道的透视图。

[0042] 描绘的实施方案中的层仅是为了进行示意性的说明,并且并非旨在限定任何部件的厚度(相对厚度或其它方式的)或位置。

[0043] 虽然上述附图示出了本公开的若干实施方案,但正如说明书中所指出的,还可以想到其他实施方案。在所有情况下,本公开通过示例性而非限制性的方式介绍本发明。应当理解,本领域的技术人员可以设计出大量其它修改形式和实施方案,这些修改形式和实施方案均落在本发明的范围内并符合本发明原理的实质。

具体实施方式

[0044] 图1至图2示出了物理实体模型10,该物理实体模型表现由包括多个齿13和齿龈14的患者牙弓12的正形状、一组矫治器类似物20的正形状(为清楚起见,图中并非每个示出的类似物或齿都用参考线表示)和从类似物20沿大致齿龈方向延伸的坡道30构成的形状。附图中所示的示例性实体模型10是患者的下牙弓,但应当理解,本公开的方法同样适用于患者的上牙弓。该实体模型包括支撑主体(即,模具主体)15,该支撑主体在齿龈14下方延伸以提供稳定性,从而改善实体模型创建和后续转移设备制造的易用性。实体模型10还包括在支撑主体15的舌面表面和唇面表面中的一者或两者上的中线沟槽60,该中线沟槽可用于辅助衍生自物理实体模型10的转移设备的放置。

[0045] 类似物20表现或近似于正畸矫治器(通常但不排他性地是正畸托槽),因为它们与弓丝结合使用来将患者的牙齿13从咬合不正移向期望的位置。在物理实体模型10中,患者的牙齿13在治疗开始时或在新治疗阶段表现为咬合不正。另选地(尽管未示出),在转移设备将用于将矫治器粘结到患者牙弓的仅一部分的情况下,物理实体模型可包括牙弓的仅一部分(例如,牙弓象限或单颗牙齿)。

[0046] 物理实体模型10可用于对用于将矫治器粘结在患者的牙齿上的预定位置处的转移设备(这些图中未示出)进行物理成形。该转移设备形成物理实体模型10的至少一部分的负复制品。例如,可通过从物理实体模型10获取印模,通过对物理实体模型10进行包覆成型或通过其中使用正物理模型10用于优选地直接对负复制品进行成形的另一种技术来获得这种转移设备。物理实体模型10优选地被配置为提供预定咬边,该咬边一方面允许将正畸矫治器保持或固定在转移设备内,但另一方面便于将转移设备从物理实体模型10或患者的牙齿上移除,而不会损坏转移设备或将矫治器从患者的牙齿上脱粘。

[0047] 正畸托槽通常包括一定尺寸和形状的限定咬边,其可能妨碍或阻碍转移设备的非破坏性移除,因此在物理实体模型10中,该矫治器由类似物20表现,该类似物可能不会形成待粘结矫治器的精确复制品,而只是近似于矫治器形状,以将咬边控制在期望水平。然而,

应注意,矫治器可由形成该矫治器的精确复制品的类似物表现(至少在不与坡道30联接或不与坡道集成的区域中),而形成不期望的咬边的托槽可由具有这种托槽的近似形状的类似物表现。因此,从物理实体模型复制的转移设备优选地获得具有咬边水平的形状,从而允许保持托槽并从患者牙齿非破坏性地移除牙托。

[0048] 矫治器类似物20包括矫治器主体22、与齿表面相邻的底座23和跨主体22大致向近中面-远中面延伸的弓丝狭槽24。矫治器类似物20中的弓丝狭槽24并不表现给定矫治器上的实际弓丝狭槽的典型颜面-舌面深度,而是反映了减小的深度以管理咬边。矫治器主体还包括定位在弓丝狭槽24的咬合面侧和齿龈面侧上的突起26,每个突起表现结扎翼的颜面表面。其他未描绘的托槽特征(诸如钩、自锁机构如夹子或门等)也可在类似物20中至少部分地表现。

[0049] 坡道30从矫治器类似物的主体22沿朝向齿龈15的方向延伸。每个坡道30具有从外面31到齿表面14测量的高度“H”和近中面-远中面(mesial-distal)宽度“W”。高度“H”一般短于类似物(包括底座21和主体22)的颊唇高度,即接近类似物20的齿龈边缘区域27的区域。在某些实施方案中,高度“H”可在坡道长度的一部分上增加或保持恒定。然而,在目前优选的实施方案中,高度“H”在坡道长度的至少一部分上逐渐变小,从而导致坡道在托槽附近比齿龈15或支撑主体16更高。

[0050] 坡道的近中面-远中面宽度“W”通常与模拟矫治器主体22的近中面-远中面宽度相称,包括在弓丝狭槽的近中面端部和远中面端部上的任何支撑结构或锁机构(例如,夹子)。在其他实施方案中,与矫治器主体22的近中面-远中面宽度相比,坡道的近中面-远中面宽度“W”可能更小或更大。尽管未描绘,但宽度“W”也可沿坡道30的长度增加或减小尺寸。在目前优选的具体实施中,宽度“W”不大于矫治器的近中面-远中面宽度,因为这倾向于防止托槽在转移设备中滑出其对应的接纳部,并且可在将矫治器装载在转移设备中的过程期间提供视觉反馈。

[0051] 图1、图2和图3A至图3B中所描绘的坡道30的外面31和侧边32、33各自是基本上平面的,使得坡道30在沿着平行于弓丝狭槽和/或垂直于竖直轴线18的平面截取的横截面上具有大致矩形形状。在其他实施方案中,坡道可具有任何合适的横截面形状或形状组合(例如,梯形、穹顶形等)。例如,外表面31可为圆形,具有平面侧表面32、33,以帮助移除随后形成的转移设备。实体模型10上的每个坡道30可各自具有相同或不同的横截面形状。在其他实施方案中,某些坡道30组可彼此共享相同的横截面形状,并且处于牙列12上的不同象限或位置中的组的横截面形状不同。

[0052] 每个坡道30的至少一部分沿齿龈方向与物理实体模型10的竖直轴线18基本上平行地延伸。竖直轴线18垂直于牙弓12的咬合平面,该咬合平面可使用本领域已知并在下文进一步描述的技术确定。对于在齿表面上取向成其中弓丝狭槽基本上垂直于咬合平面或类似物的y轴Y,否则通常平行于竖直轴线(图3A)的矫治器类似物,几乎整个坡道平行于竖直轴线18延伸。如果矫治器类似物相对于竖直轴线18以倾斜角度取向(图3B),则坡道30可包括第一坡道区段35,该第一坡道区段从类似物20沿垂直于弓丝狭槽和/或平行于类似物的y轴Y的方向延伸。第一坡道区段35过渡到与竖直轴线18平行延伸的远侧第二坡道区段37。该过渡可如图3B中所描绘是成角度的,沿着单个曲率半径呈弧形,或包括复合曲率。在目前优选的具体实施中,第一区段35从类似物主体22延伸足够的距离(例如,1mm至2mm),以避免无

意中移除类似物20上的特征或在装载所得转移设备时造成困难。

[0053] 每个坡道30通常与物理实体模型10的外表面成一体,使得侧边32、33和齿13、齿龈14和支撑主体15之间不存在间隙。在类似于图7中所描绘的其他具体实施中,坡道30至少部分地在与物理实体模型10的外表面偏移的平面中延伸。尽管根据本公开,此类具体实施仍可用于创建可行的转移设备,但所得的物理实体模型通常更难以制造,需要从实体模型中物理移除材料以确保适当的转移设备配合,并且可能更容易损坏。

[0054] 物理实体模型10可通过增材制造而制造,并且因此牙弓12、支撑主体15、类似物20和坡道30都可在物理实体模型10中形成为单件。在此类情况下,可获得物理实体模型10,而无需将类似物20或坡道装配或附接到牙弓12上。因此,可通过计算机辅助确定类似物20相对于牙弓12的位置,并且可避免手动装配公差。合适的增材制造工艺的示例包括:诸如3D打印工艺的实体自由成形制造、立体光刻方法、熔融沉积成型、分层实体制造、激光工程净成型、选择性激光烧结、形状沉积制造、选择性激光熔化以及实体磨削固化。

[0055] 设计物理实体模型

[0056] 物理实体模型的制造通常基于在计算机系统中制备的虚拟实体模型。这种虚拟实体模型优选地对应于三维形状的数学表现,该三维形状可由计算机(例如,由CAD(计算机辅助设计)系统)处理。此外,虚拟实体模型优选地以计算机数据的形式提供,其可用于控制用于制造由虚拟实体模型定义的物理实体模型的增材制造机器。虚拟实体模型可通过将患者的虚拟牙弓与一组虚拟类似物叠加或合并而设计或生成,如下文进一步描述。

[0057] 一般来讲,并且如图4中所描绘的,用于设计实体模型的过程100从获取患者牙弓的虚拟模型开始(步骤110)。可修改虚拟牙弓模型以创建固体虚拟模具主体(步骤120)。获得矫治器类似物(通常为虚拟托槽类似物)(步骤130)并将其置于牙齿上的治疗相关位置处(步骤140)。在这一阶段,矫治器类似物可包括坡道前体结构,或者可在将类似物置于牙齿上后添加坡道前体。沿着模型的竖直轴线,沿虚拟实体模型主体的齿龈边缘的方向挤出坡道前体(步骤150)。任选地,可相对于主体以拔模角度进行挤出。然后将类似物、坡道和虚拟牙弓组合以形成完整的虚拟实体模型(步骤160)。该工艺的单个方面将在下文进一步详细论述。

[0058] 图5示出了不完整的虚拟实体模型200。虚拟实体模型200将虚拟类似物220的形状与坡道前体230和虚拟牙弓212的形状组合。可从离散的独立虚拟零件获得虚拟类似物220、坡道前体230和虚拟牙弓212,或者通过计算机辅助(例如,通过牙弓的附加设计或修改)提供牙弓212并将虚拟模拟物220添加到牙弓212。本领域技术人员将能够使用计算机辅助设计领域中已知的其他技术来提供虚拟实体模型200,并结合虚拟模拟物和虚拟牙弓的形状。在各个阶段,该过程可包括与负责治疗患者的医师交互。医师交互可以使用以下方面来具体实施:被编程为接收牙齿位置和模型的客户端进程,以及来自其中进程的其他步骤被具体实施的服务器计算机或过程的路径信息。在一些或所有实施方案中,图5所述的治疗计划可呈现在计算机可读存储介质内,该计算机可读存储介质为诸如临床医生的计算装置和/或制造商的计算机,或二者的计算机可读存储介质。计算机可读存储介质存储计算机可执行指令,该计算机可执行指令在被执行时,将处理器配置为执行下述的虚拟模型制备和治疗计划技术。

[0059] 作为创建患者牙弓的虚拟模型的初始步骤,需要获取患者牙齿(和潜在口腔组织)

的模具或扫描。这一般涉及创建患者牙齿和牙床的表现,并且可涉及服用蜡咬、使用印模材料、铸造、直接接触扫描、x-射线成像、层析成像、超声成像以及用于获得关于牙齿、颌骨、牙床和其他正畸相关组织的位置和结构信息的其他技术。可从该数据中导出数字数据集,该数据表现患者牙齿和其他组织的当前布置结构。然后,可基于数字数据重新构建牙列的虚拟模型。

[0060] 用于获取初始布置结构(或任何后续布置结构)的至少一部分的一种当前优选技术是数字扫描。表现患者的牙齿结构的虚拟牙齿模型可使用数字口内扫描仪来捕获或通过数字扫描印模或其它物理牙齿模型来捕获。允许以数字数据形式提供虚拟牙弓的扫描装置例如可以商品名Lava™Scan ST和Lava™诊疗椅边口腔扫描仪C.O.S (Lava™Chairside Oral Scanner C.O.S)两者从德国3M股份有限公司(3M Deutschland GmbH)获得。另选地,也可使用其他口内扫描仪或口内接触探头,诸如可从Midmark公司获得的True Definition™扫描仪或可从3Shape A/S公司获得的TRIOS扫描仪。作为另一个选项,可通过扫描患者的牙齿的印模来获得数字数据文件。作为再一个选项,可通过扫描患者的牙齿的物理模型来获得数字数据。用于扫描的模型可通过将铸造材料(诸如巴黎石膏或环氧树脂)倒入患者的牙齿的印模中,并使铸造材料固化来制作。可使用任何合适的扫描技术(诸如X-射线、激光、计算机断层扫描(CT)和磁共振成像)来扫描模型。

[0061] 可通过删除任何表现明显错误的点来“清除”数字数据。例如,可通过STL处理软件来修复表现齿表面的呈STL格式的文件以删除错误的点,这些文件包含的数据点明显超出了相邻数据点的正常预期几何关系。此外,STL处理软件可添加缺失的牙齿数据点,以创建逼真、平滑的弯曲牙齿形状。另选地,或除此之外,可在将数据转换为STL文件之前对数据文件执行数据清理。作为附加选项,还可获得患者隐藏特征(诸如患者的牙齿根部和下颌结构)的数据。例如,CT扫描技术可用于获得表现患者整颗牙齿结构(包括牙根)的数据。然后,可将通过CT扫描获得的数据与通过使用另一种扫描技术扫描患者牙冠获得的其他数据“拼接在一起”,以提供更全面的虚拟表现。

[0062] 可将牙列表面分割以产生一颗或多颗离散的、可移动的3D牙齿对象模型,表现单颗牙齿。牙齿模型也可与牙龈分离成单独的对象。分割允许用户以一组单独的对象的形式来表征并操控牙齿排列。有利的是,计算机可通过这些模型推导诊断信息,诸如牙弓长度、咬合位置、相邻牙齿之间的间隙间隔以及美国正牙学委员会(ABO)客观评分。

[0063] 可针对虚拟牙弓中的每个离散齿表面定义由坐标轴定义的牙齿坐标系。该坐标系可包括每颗牙齿的近中面-远中面轴线、颊唇-舌面轴线和咬合面-牙龈面轴线,其中每个轴线被计算为垂直于其他两个轴线。可使用计算的或所选界标来定义坐标系。另选地,可通过定义虚拟齿上的点,接收定义与虚拟齿相关联的第一轴线和第二轴线的轴线输入数据,计算围绕该点的一部分齿表面的基本法向量以及基于轴线输入和计算出的矢量计算齿坐标系来创建坐标系。美国专利号9,622,835 (Raby等人)举例说明了此类方法以及创建牙齿坐标系的其他示例方法。齿坐标系允许对与坐标系相关联的一个或多颗虚拟牙齿进行各种修改。每颗牙齿可调整或修改的方面包括:扭矩、尖端、一级旋转、近中面-远中面移动(有或没有邻面复位(IPR))、咬合面-牙龈面平移和颊唇-舌面平移。这些方面中的每个方面都涉及在由相应齿表面的坐标轴限定的六个自由度之一中的移动。此类修改还包括将虚拟类似物定位和/或附接到牙齿。

[0064] 可针对虚拟模型指定牙列的咬合平面和正中矢状平面中的一者或两者。咬合平面是通过牙齿咬合的假想表面,一般用一个平面来近似。正中矢状平面是一个假想平面,纵向穿过牙弓中部,将其分为左右两半。咬合平面的初始近似可基于属于牙列212的单个牙弓的一些或所有齿表面的形状或坐标系。例如,咬合平面可通过识别切向接触叠加在牙列212上的平面的三个点来定义。对于给定牙弓,这三个点通常包括来自左磨牙的至少一个接触点、来自右磨牙的一个接触点和来自中央或侧牙的一个接触点。在另一实施方案中,咬合平面被定义为与表现牙齿坐标系原点的点的最佳拟合平面,如先前所定义。实际上,该平面代表这些起源的平均值,它们一般定位在牙齿的切牙边缘、单咬头尖端或颊面侧咬头尖端。咬合平面也可用于计算和定义模型的竖直轴线。竖直轴线存在于垂直于咬合平面的平面内,并可用于测量牙齿上的类似物的取向并控制坡道230的取向。

[0065] 类似地,正中矢状平面可根据牙列212的齿表面的坐标系,基于弓形的形状导出。可根据需要手动调整咬合平面和正中矢状平面到相对于牙列表面的位置和/或取向。

[0066] 齿和/或齿龈下方的区域可被挤出成平面表面以创建虚拟支撑主体216。通常,根据需要,在创建支撑主体之前,沿着大致垂直于咬合平面的路径到与咬合平面或模型上的齿龈最尖点间隔约2至约30mm的公共平面进行挤出。支撑主体的创建可在虚拟类似物放置在牙弓上之前或之后完成,但优选地在创建完整的坡道之前完成。

[0067] 任选地,并且一旦初始数据集被处理并且在将矫治器放置在虚拟牙弓上之前,可确定患者牙弓中的牙齿的期望位置。牙齿的期望的最终位置可例如从医师以描述性处方的形式接收,可使用正畸处方计算,或者可根据临床处方以计算方式推测。通过规定牙齿的期望的最终位置和牙齿本身的数字表现,可指定每颗牙齿的最终位置和表面几何结构,以在期望的治疗结束或治疗阶段形成牙齿的完整模型。该步骤的结果是一组数字数据结构,其表现模型牙齿相对于假定稳定组织的期望和/或正畸正确的重新定位。有关可用于得出最终位置的软件和过程的更多细节在美国专利号6,739,870 (Lai等人)、8,194,067、7,291,011、7,354,268、7,869,983和7,726,968 (Raby等人) 中公开。在一些具体实施中,牙齿的期望最终位置可通过矫治器的放置和/或取向来确定,如下所述。

[0068] 接下来,创建实体模型的方法前进至获得虚拟矫治器并将该虚拟矫治器相对于虚拟牙弓定位的步骤。尽管在虚拟矫治器是虚拟托槽的基础上进行讨论,但本领域技术人员将理解,也可使用适用于粘结到齿表面的其他虚拟矫治器(例如,附件、磨牙管、按钮、夹板、护套等)来创建用于联接到虚拟牙弓的类似物。

[0069] 存在多种治疗计划系统,这些治疗计划系统允许通过计算机辅助相对于虚拟牙弓设计和/或放置虚拟矫治器。此类系统例如描述于美国专利号7,210,929 (Raby等人)、7,811,087 (Wiechmann等人) 和7,993,133 (Cinader等人)。虚拟托槽可至少部分地设计和/或从数据库检索。每个托槽或类似物可自动地和/或手动地相对于虚拟牙弓中的虚拟牙齿定位。用于自动放置和/或调整虚拟矫治器的系统的示例描述于美国专利号7,210,929 (Raby等人)、7,940,258 (Raby等人) 和8,517,727 (Raby等人)。

[0070] 可通过多种方式中的任一种方式来确定模型上托槽/类似物的期望位置。例如,在矫治器制造商设施处的用户可使用建模软件来基于来自正畸治疗理念的标准或准则将类似物/矫治器置于患者牙弓的模型上。这些矫治器放置标准或指南可能特定于模型中的每颗牙齿,例如,可能会标出弓丝狭槽相对于每颗牙齿临床牙冠的位置。用户还可根据由不同

治疗专业人员提供的特定指令来放置托槽/类似物。每个托槽和每颗牙齿都可作为虚拟环境内的单独对象进行操作,并固定在环境内每个托槽相对于与对应托槽的牙齿相关联的坐标系的位置。可将虚拟托槽连接到虚拟弓丝,并且可基于托槽和所选弓丝的位置来计算牙齿的最终位置。假设最终位置得到批准,则可将虚拟类似物置于与虚拟托槽相对应的位置。作为移动矫治器的替代方案,用户可替代地限定如上所述的牙齿的期望位置,并且计算机可包括编程指令以确定放置矫治器的合适位置,以便将牙齿移动到那些期望的位置。以这种方式进行虚拟正畸治疗的示例公开于发布的美国专利号6,739,869 (Kopelman等人)和7,354,268 (Raby等人)中。

[0071] 如果用户或其他专业人员对牙齿的最终预测位置不完全满意,则可基于虚拟矫治器或虚拟牙齿的修改位置计算并显示虚拟牙齿的新的最终位置。这些步骤可根据需要重复多次,直到各方都满意为止。可将表现矫治器的所选位置的数据以及每个矫治器的识别数据(诸如品牌名称和制造商零件编号)、牙齿识别数据(诸如牙齿类型和口腔中的位置)和患者数据(诸如姓名和出生日期或患者识别号)记录下来以供进一步处理。

[0072] 在示例性具体实施中,基于(例如,通过修改)虚拟托槽获得虚拟类似物。在示例性实施方案中,虚拟托槽为唇面托槽,其通常通过规定标准化,并且可“现货供应”。然而,本领域技术人员将认识到,本发明的方法和系统同样可与舌面托槽和唇面托槽结合使用,这些托槽包括可针对每个患者的每颗牙齿定制的托槽,或者定制托槽和标准托槽的组合。在一个具体实施中,从预先存在的托槽构造库中选择虚拟托槽;此类托槽构造可以与托槽主体合并/组合的标准或半定制粘结垫为特征。例如,此类完全构造的矫治器可作为CAD或STL文件进行存储和访问。矫治器数据可使用上述扫描技术进行扫描,也可使用来自已公布的矫治器配置文件或其他制造规范的3D数据直接生成。

[0073] 在美国专利7,811,087 (Wiechmann等人)中公开了一种为虚拟托槽提供定制垫的示例性可能性。可在存储患者三维虚拟牙弓的计算机上执行托槽设计。患者牙弓的形状(包括牙齿的形状和它们相对于彼此的位置)可以计算机可处理表现(例如,数字数据文件)的形式提供。面向牙齿的垫几何结构(即,粘结表面)可从虚拟牙弓中表现的牙齿几何结构直接导出,使得垫获得基本准确地与对应齿表面匹配的三维表面。就这一点而言,术语“基本准确地”意指表面是相同的,除了可能是制作垫所引起的公差偏差的最终存在。这允许托槽在牙齿上的相对精确放置并且帮助最大化粘结强度。

[0074] 矫治器的另一部分(托槽主体)(其含有用于接收弓丝的狭槽和允许将线固定到狭槽中的其他特征(例如,钩、结扎翼、凹槽等))可作为预定义虚拟模型在计算机上可用,例如以托槽主体库的形式在计算机上可用。为了为虚拟牙弓提供一组虚拟托槽,可选择某些预定的虚拟主体。虚拟主体通常与其狭槽相对于彼此对准,例如使得大致U形虚拟弓丝可通过所有托槽的狭槽运行。一旦确定了托槽主体的狭槽位置,就可组合托槽主体和相应托槽垫,例如虚拟地合并以形成一组虚拟托槽。常见的CAD程序具有将现有形状彼此连接的能力(例如,布尔运算)。任选地,虚拟托槽或托槽部分的设计可根据需要进行调整,以适应良好的铰接、卫生要求或其他方面。

[0075] 虚拟托槽用于基于其生成一组类似物。该组类似物中的每个类似物与该组虚拟托槽中的虚拟托槽相关联,并且在某些情况下表现其修改。在一个实施方案中,修改步骤包括通过选择性地修改矫治器的仅一部分来增加由虚拟矫治器表现的三维体积。例如,修改步

骤可包括压平或减少矫治器形状中存在的压痕。修改步骤可进一步包括至少部分地填充托槽形状的部分之间的空间,或者将虚拟结构添加到矫治器形状。可最小化或移除可能以其他方式阻碍将托槽置于牙托中或最终阻止转移牙托被移除的咬边。此外,修改步骤可包括通过选择性修改托槽的另一部分来任选地减小三维体积。例如,修改步骤可包括对边缘进行倒圆以解决在表面处理步骤期间(例如,在去毛边或抛光期间)物理托槽的磨损。此外,修改步骤可包括保持或基本上保持原始虚拟托槽形状的至少一部分。每个虚拟类似物的形状可基本上至少部分地对应于该组虚拟托槽中的一个虚拟托槽的形状。本领域技术人员将认识到例如通过改变现有形状、添加或移除形状、虚拟复制、切割、延伸、缩小或其他合适的技术来修改形状的各种可能性。本领域技术人员将进一步能够以任何合适的方式(例如,通过CAD系统上可用的功能)创建一组类似物,以提供一组类似物,其中至少一个类似物的形状不同于相关联的矫治器的形状。

[0076] 相对于托槽的形状,类似物的形状适于便于基于该类似物形状进行的转移设备的移除。如上文所提及的,这些虚拟类似物中的一个或多个虚拟类似物的形状可与虚拟托槽的形状基本上精确对应,但在大多数情况下,虚拟类似物的形状和虚拟托槽的形状可能至少在包括咬边的区域中不同。

[0077] 矫治器类似物可存储为呈现在可访问库中或在检索之后基于矫治器在牙弓上的预期位置生成。

[0078] 虚拟类似物的创建可进一步包括将坡道前体添加到虚拟类似物主体或以其他方式未修改的虚拟托槽主体(例如,未经历任何其他形状调整的托槽)。坡道前体230(其在图6A和图6B中描绘为联接到类似物220,至少部分填充弓丝狭槽咬边)沿着长轴235朝向齿龈215延伸超出托槽主体220的相对较短距离(例如,1mm至2mm)。长轴235一般为咬合面-齿龈面,并且垂直于弓丝狭槽224的近中面-远中面轴线取向。

[0079] 图6A和图6B的坡道前体230填充主体221上的齿龈结扎翼228与类似物底座223之间的可用空间的至少一部分,并且延伸类似物主体221的整个近中面-远中面宽度。前体230在邻近类似物主体221的高度“H”小于从底座223的面向牙齿的表面到主体221的颜面表面所测量的类似物220的总高度,从而允许结扎翼228的一部分在坡道前体的外表面231上方突出。突出特征允许从模型形成的接纳部与对应托槽的颜面特征获得更好的对齐,以及指示托槽到装载转移设备的托槽的正确取向。

[0080] 图6A的坡道前体230包括:平面外表面231,该平面外表面在大致平行于弓丝狭槽224的底壁226的平面内延伸;和与底座223的中心相切的平面,其中底座223被设计为与齿表面接触。对于某些托槽规定(未示出),狭槽的底壁将倾斜或基本上垂直于底座相切平面(即,竖直狭槽),并且前体通常将平行于与底座中心而不是底壁相切的平面延伸。图6B的倾斜坡道前体230以相对于类似物底座223和底壁226倾斜的方式从类似物主体220向外延伸。当用于对应的物理实体模型时,图6B的坡道前体230倾向于在转移设备与齿表面之间提供更大的间隙。

[0081] 虚拟坡道前体230可作为实心体(图6A)或作为中空开口轮廓(图6B)存在。当坡道前体朝向支撑主体216的齿龈边缘延伸时,开口轮廓的使用可允许增强对挤出表面的识别,如下文进一步描述的。

[0082] 回到图5,虚拟牙弓212在唇齿表面213上用最终确定的虚拟类似物220位置来描

绘。坡道前体230位于相对于类似物主体220和弓丝狭槽224的大致齿龈位置。一旦虚拟类似物220被令人满意地置于牙弓上,坡道前体230就可沿着竖直线218在大致齿龈方向被挤出到支撑主体216的齿龈边缘217。沿着竖直线挤出坡道前体可防止相邻坡道之间的干扰,从而使物理实体模型更容易制造,而无需对虚拟实体模型进行实质性的进一步修改。对于在放置步骤之后大致平行于竖直线218取向的坡道前体230,在平行于现有坡道前体230的长轴235的方向上发生挤出。如果坡道前体230的长轴235相对于竖直线218以倾斜角度取向,则坡道前体230过渡到与竖直线218平行地挤出的远侧第二坡道区段237(参见图8)。该过渡可以是成角度的,沿着单个曲率半径呈弧形,或包括复合曲率。

[0083] 在其他实施方案中,坡道前体可沿着给定虚拟牙齿的长轴挤出,该虚拟牙齿可能与模型的竖直线对准,也可能不对准。另选地,坡道的一个边缘可沿着长轴挤出,并且另一个边缘沿着竖直线挤出。这种坡道的宽度可能随着接近支撑主体的齿龈边缘而逐渐变小或扩大,并且可能适用于相对于咬合平面以一定角度倾斜的某些托槽放置。

[0084] 坡道前体230朝向支撑主体216的齿龈边缘217的挤出创建封挡坡道240,如图7和图8中所描绘。挤出可主要发生在由坡道前体的外表面231限定的平面中,如图7所描绘。根据患者牙弓中牙齿的取向,所得挤出坡道中的一些挤出坡道可能会从支撑主体216向颜面偏移,从而可能在被制造为物理实体模型时在坡道的区段与模型之间留下间隙。制造此类坡道的物理型式(特别是通过增材制造)可能很困难,因为相对于牙列模型的其余部分,坡道需要额外的材料来创建和支撑。此外,此类坡道的几何结构可使在实体模型上形成的转移设备难以移除并用于随后的矫治器安置。可通过从虚拟实体模型或物理模型中移除坡道材料来缓解这些问题,但这样做会增加过程的复杂性。

[0085] 在目前优选的具体实施中,并且如图8所示,坡道240相对于支撑主体216以拔模角度从坡道前体中挤出,使得坡道高度随着其到达齿龈边缘217而逐渐变小。在一个示例性实施方案中,拔模角度朝向支撑主体216为约10度。在其他实施方案中,以患者牙列的不同取向为特征,拔模角度可显著更大或更小。另选地,实际上可移除坡道的一部分。

[0086] 在其他具体实施中,可挤出坡道,使得外表面共享或近似于虚拟牙列的轮廓。此类挤出可从坡道前体发生或从虚拟托槽或托槽类似物直接发生。在图13至图15所展示的一个实施方案中,可沿着临床冠面轴(FACC)挤出托槽横截面430,该临床冠面轴通常定义为由正中矢状平面和牙齿颜面表面相交形成的曲线。合适的挤出扫掠路径450沿循FACC和模型轮廓。托槽横截面430可沿着与齿表面413接触的托槽底座423的中心相切的近中面-远中面平面截取。如图14最佳所示,托槽横截面430为大致矩形的并且至少近似于虚拟托槽420或托槽类似物的外部形状。另选地,托槽横截面可通过创建具有与托槽主体422相同的颜面-舌面尺寸和近中面-远中面尺寸的大致矩形偏移套壳来近似。生成挤出路径的起始区域的另一种方式可包括将托槽的沿齿龈设置的矩形投影到虚拟牙齿413的粘结表面414上(具有与托槽相同的宽度和由模型底座与托槽之间的距离确定的高度),在投影区域内选择牙齿413上的三角形,并将垂直于牙齿413/模型412表面413的三角形挤出等于托槽的颜面-舌面尺寸的距离。

[0087] 然后可将横截面430或其他挤出路径起源沿着扫掠路径450扫掠到虚拟牙列模型410的底部边缘417。如图15所示,这种挤出创建具有起伏状外表面431的坡道440,该外表面具有与虚拟牙列模型的对应区域的表面大致匹配的轮廓。坡道440的颜面-舌面高度442在

其长度上变化,但在齿龈415附近一般较小。在其他具体实施(未示出)中,随着接近底部边缘,例如通过以预定拔模角度移除坡道的部分或随着接近底部边缘而将扫掠路径修改为特定倾斜度,可使起伏状坡道的高度逐渐变小。

[0088] 可通过组合虚拟牙弓和该组虚拟类似物来提供虚拟实体模型,例如通过计算机辅助合并或叠加。优选地以计算机可处理三维数据文件的形式存在的虚拟实体模型可传送到增材制造机器,该增材制造机器基于虚拟实体模型制造物理实体模型。合适的增材制造工艺包括:诸如3D打印工艺的实体自由成形制造、立体光刻方法、熔融沉积成型、分层实体制造、激光工程净成形、选择性激光烧结、形状沉积制造、选择性激光熔化以及实体磨削固化。物理实体模型的自动化或半自动化制造可另外或另选地包括注塑成型、失蜡铸造、5轴铣削、激光切割和其他制造技术。另选地,尽管不是目前优选的,但虚拟实体模型的部件可传送到增材制造机器并单独创建,技术人员负责将物理类似物放置和联接到物理牙弓。这种方法可依赖于在物理牙弓上创建的引导件或其他装置,以有助于类似物放置,诸如美国专利号7,762,815(Cinader等人)和8,235,717(Kuperman)中描述的那些。可在形成放置装置期间例如通过临时粘合剂或通过例如美国专利7,762,815中描述的引导件的摩擦配合来将类似物固定在适当位置。具体地,可在不存在制造的类似物的情况下,使用用作放置引导件的坡道来创建物理模型,其中物理托槽与坡道的一个或多个表面对齐。

[0089] 物理实体模型可由可光固化材料制成,但在其他示例中可由塑料材料(例如,由塑料纤维熔融)、金属、石膏、水泥或其他化学可硬化材料制成。制造可进一步包括后处理以移除未固化树脂并移除支撑结构,或装备各种部件。

[0090] 创建转移设备

[0091] 一旦物理实体模型生成到令人满意的程度,就可在所述实体模型上创建转移设备。这可包括向压力成形或热成形机器发送指令,以使一个或多个材料片材在物理实体模型上压力成形或热成形以形成负复制品或套壳。片材可以是例如可变形塑料片材(例如,弹性热塑性塑料)。可将材料的片材加热到片材变得柔韧的温度。可同时向片材施加压力以在实体模型周围形成片材。一旦片材冷却,它将具有符合实体模型的形状。塑料套壳的内部形状基本上符合患者当前的牙弓。在塑料套壳成形之前,可将脱离剂施加到实体模型,以便于以后从塑料套壳上移除模具。可通过激光或机械铣削技术修整套壳,以移除多余或不需要的材料。

[0092] 一种制作牙托的示例性方法包括使用美国专利号10,368,961(Paehl等人)中描述的多种片材材料。该方法包括将弹性片材置于由物理实体模型表现的牙齿的咬合面侧的顶部,其中塑料片材布置在弹性片材的顶部上。弹性片材和塑料片材沿朝向物理实体模型的方向变形。这可通过在弹性片材和塑料片材下方生成真空或在弹性片材和塑料片材上方生成压力来实现。至少可在变形之前和/或变形期间加热塑料片材。通常允许塑料片材通过冷却进行凝固,以使其具有足够的刚性,便于搬运。

[0093] 弹性片材可由选自牙印模材料或其他模制材料的材料制成,优选在硬化后具有约20肖氏A的肖氏硬度,并且可具有约2至约5mm范围内的厚度。弹性片材优选地具有适合于围绕在物理实体模型中表现的牙齿的唇面侧的至少一部分、咬合面侧和舌面侧的至少一部分的尺寸(或面积)。此外,弹性片材的尺寸可设定成围绕整个物理实体模型、多个物理实体模型或其部分。弹性片材34的尺寸可设定成至少覆盖一个或多个物理实体模型在与实体模型

中牙齿的咬合面侧大致平行的平面中的足迹。

[0094] 塑料片材通常是可塑性的,例如热塑性的、可变形的。塑料片材35可由购自德国Scheu Dental公司(Scheu Dental, Germany)的Duran[®]聚对苯二甲酸乙二醇酯-乙二醇共聚酯或购自Dentsply Sirona公司(Dentsply Sirona)的Essix ACE制成,并且可具有约0.75mm至约3.0mm范围内的厚度。其他合适的可塑性变形材料包括聚碳酸酯,诸如购自拜耳公司(Bayer)的Makrolon牌材料或购自通用电气公司(General Electric)的Lexan牌材料。塑料片材的尺寸(或面积)可对应于弹性片材的尺寸,但通常具有更大的尺寸。

[0095] 在另一示例(未示出)中,可使用太空服涂层代替弹性片材。这种太空服涂层可通过在物理实体模型上施加可硬化液体或糊状材料并允许材料凝固来获得。这可通过浸涂或使用分配注射器或刷子进行手动涂布来执行。在凝固状态下,涂布材料优选地是弹性的或易碎的,使得其能够在稍后阶段从物理实体模型中移除,或者可溶解。如上所述,塑料片材可在经过涂布的实体模型上变形。

[0096] 塑料片材在变形后可具有大致槽形压痕或腔,其近似于物理实体模型中表现的牙齿(包括类似物和坡道)的三维比例放大形状。

[0097] 在一个实施方案中,转移设备复制物理实体模型的仅一部分的负形状,例如仅一个类似物/坡道的形状和牙弓中牙齿的至少一部分的形状。例如,部分转移设备可允许重新粘结或替换患者口腔中的托槽。然后在塑料片材的腔内接收通常透明的、可硬化材料。示例性的可硬化材料包括: Kanisil[®], 含有碳化硅的合金(购自德国Heinrich Schnarr股份有限公司(Heinrich Schnarr GmbH, Germany)); Odontosil[™], 加成硫化有机硅, 购自德国Dreve Dentamid股份有限公司(Dreve Dentamid GmbH, Germany); 和Memosil 2牌乙烯基聚硅氧烷材料, 购自Heraeus Kulzer有限公司(Heraeus Kulzer Inc.)。在某些具体实施中,该实体模型可与变形的塑料片材配合,以便将可硬化材料封闭在实体模型与片材之间。可硬化材料的量优选地被选择成使得在实体模型与片材配合期间,可硬化材料围绕实体模型中表现的牙齿和类似物流动(通常嵌入牙齿和类似物的相关部分)。例如,通过使用高压釜或压力室,可将配合的实体模型、可硬化材料和片材暴露于真空或压力下,以便使牙齿与可硬化材料之间的空隙或气泡最小化。随后可使可硬化材料硬化,或者可使可硬化材料固化。硬化的可流动材料优选地是弹性的,且肖氏硬度在约50肖氏硬度A和70肖氏硬度A之间,优选地约60肖氏硬度A。硬化的可流动材料和变形的塑料片材合作形成转移牙托。

[0098] 另选地,物理实体模型可与塑料片材配合并浸入可硬化材料中,该可硬化材料分布在物理实体模型的外表面与腔的内表面之间。使可硬化材料硬化以便为矫治器提供定位层。

[0099] 在目前优选的情况下,定位层适于使得其可定位并保持托槽,并且进一步使得其能够变形以在其中接收托槽并从中移除托槽。因此,定位层可由相对弹性和柔软的材料(当凝固时)制成。当组合部署时,塑料片材优选地为牙托提供所需的机械刚度和稳定性,并且定位层优选地为转移牙托提供一系列接纳部,其中托槽可精确地且可拆卸地保持在其中。定位层的形状与上述弹性片材的形状大致对应,但通常由不同的材料制成。

[0100] 任选地,转移牙托可创建成具有咬合面止动构件,如美国专利号7,845,938(Cinader等人)中所述。咬合面止动构件通常包括平坦的顶表面和底表面,具有诸如凹部的

形状,该凹部与患者牙弓的咬合面尖端的形状匹配。在某些具体实施中,咬合面止动构件具有一个或多个凹部,该一个或多个凹部仅对应于牙弓中的一些牙齿,但也可以构造具有一个或多个对应于牙弓的每颗牙齿的凹部的咬合面止动构件。还可使用其它变型。例如,咬合面止动构件可仅沿着牙弓的一部分而不是沿着整个牙弓延伸。可提供多个止动构件,它们可能彼此间隔开并且任选地连接。咬合面止动构件可化学地或机械地粘结到塑料片材和/或可硬化材料。

[0101] 应当理解,转移牙托可仅由一层或多层可变形塑料片材形成,而没有伴随的弹性片材或定位层。在此类具体实施中,塑料片材可直接靠近物理实体模型的咬合表面设置,没有弹性片材提供的间距。因此,塑料片材在变形时直接围绕物理实体模型的牙齿和托槽类似物,直接创建托槽接纳部,该托槽接纳部用于可移除地保持托槽以进行后续粘结。在此类流线型转移牙托实施方案中,物理实体模型可涂布有脱离剂,以有助于从实体模型中移除转移牙托。根据用于创建转移牙托的典型方法,所得牙托表现物理实体模型的至少一部分的负复制品。

[0102] 作为另一种替代形式,虚拟转移牙托可使用描述于美国专利号9,763,750 (Kim等人)中的方法直接衍生自虚拟实体模型。在这种方法的一个示例中,衍生可通过限定延伸横跨牙弓的至少一部分并且与牙弓和安装的类似物间隔开的指导线来进行。例如,指导线沿循大致平行于虚拟类似物的颜面表面的弯曲路径,并且通常位于咬合平面中。在一个计算机辅助的实施方案中,通过以下来限定指导线:勾画如从咬合方向观看连接类似物的颜面最边缘的线段,将线段朝向颜面方向向外偏移一定距离,然后向线段施加平滑操作。如果需要,可使用该一定距离来限定期望的牙托厚度。该方法可通过限定一系列拟合弧线来继续,每条拟合弧线在虚拟牙弓模型的舌面表面、咬合面表面和颜面表面上延伸,并且以大致垂直的关系相交每条指导线,使得每条拟合弧线在虚拟模型和虚拟类似物上穿过而不接触。

[0103] 虚拟转移牙托外壳的外表面可通过将表面贴合到该组贴合的牙弓来形成。在一些实施方案中,外表面为完全覆盖包括模型和类似物的虚拟实体模型的咬合面侧、舌面侧和颜面侧的端部开口套壳。任选地,随后在外表面上执行表面平滑操作。然后使用外表面衍生虚拟牙托主体的剩余部分。固体虚拟牙托主体可通过限定复合表面来形成,该复合表面包括外表面以及延伸横跨由外表面形成的腔的平坦表面。当虚拟地与虚拟实体模型对准时,虚拟牙托主体围绕牙齿和类似物两者。然后可从虚拟转移牙托主体虚拟地减去实体模型(包括类似物)以产生虚拟牙托前体。虚拟牙托前体包括通常具有类似于套壳的构型的牙托主体,并且还包含由类似物的负虚拟压印形成的一个或多个接纳部。优选地以计算机可处理的三维数据文件的形式存在的虚拟牙托前体可传送到增材制造机器,该增材制造机器根据上文讨论的技术基于虚拟牙托前体制造物理转移牙托。

[0104] 直接由虚拟牙托前体制造的物理牙托可包括放置层和定位层。另选地,如上所述,可附加地制造近似于变形塑料片材的模具并与可硬化材料联接以形成定位层。

[0105] 在其中类似物包括相对于对应矫治器的修改形状的情况下,将实际物理托槽放置在接纳部320中会在矫治器主体与接纳部表面之间产生一个或多个空隙。此外,在托槽制造期间引入的缺陷或可容忍偏差会导致矫治器主体与接纳部壁之间出现额外的空隙。在将托槽置于齿表面上期间,托槽底座的多余粘合剂会流入或以其他方式填充这些空隙。粘合剂通常表现出对托槽表面的亲和性并且一旦接合就难以移除,从而有害地影响如上所述的托

槽功能。

[0106] 在托槽粘结到牙齿时,可将填充材料引入牙托接纳部中以保护空隙39免受过量粘合剂的影响。在目前优选的情况下,填料为体积恒定材料;因为填料一旦固化或硬化,体积就不会发生明显损失。特别有用的体积恒定材料包括用于创建定位层的可流动、可硬化材料,诸如0dontosil™。合适的体积恒定材料还包括蜡和其他牙印模材料。在其他实施方案中,填充材料可为可膨胀泡沫,其以较小体积引入并且随后膨胀以填充一个或多个空隙。用于可膨胀泡沫的材料包括聚乙烯、聚氨酯、有机硅或合成橡胶,诸如乙烯-丙烯二烯或嵌段共聚物诸如基于苯乙烯的那些。关于在本公开的方法中使用填充材料的更多示例性细节可在美国专利号10,368,961(Blees等人)中找到。

[0107] 不管物理转移设备的创建方法如何,部件层的尺寸都可被修整以仅与患者牙弓的一部分匹配,或者使牙托方便地配合在患者的口腔中。

[0108] 如图9至图12所示,形成的转移设备300(在此为U形牙托)与物理实体模型的齿基本匹配并且包括一系列接纳部(由接纳部320表现),该系列接纳部基本上对应于类似物和沟槽(由沟槽330表现)的外表面,沟槽基本上对应于相关联的坡道的外表面。如所描绘,牙托300包括外层305和内部定位层306。内层306的内壁区段308通常将具有与患者的各颗牙齿的轮廓匹配的轮廓,以及与每颗牙齿相对于同一牙弓中的其他牙齿的取向匹配的整体构型。当安置在牙弓上时,内层306的内壁区段308将接触牙齿的唇面表面、咬合面表面和舌面表面,但其他构造可省略不包括接纳部320的表面。

[0109] 通常,牙托将包括定位层306中的对应于在创建转移设备的过程中使用的物理实体模型和/或虚拟实体模型上的每个矫治器类似物的接纳部,以及对应于与矫治器类似物相关联的每个坡道的沟槽。沟槽330从接纳部320的大致齿龈区域322延伸到在牙托310的齿龈边缘316处或附近的开口334。

[0110] 图9至图12中所描绘的颜面壁331和沟槽330的侧边各自是基本上平面的,从而使沟槽在沿着平行于接纳部320的近中面-远中面轴线的平面截取的横截面中具有大致矩形形状。在其他实施方案中,沟槽可具有任何合适的横截面形状或形状组合(例如,梯形、穹顶形等)。例如,颜面壁331可为圆形,具有平面侧表面332、333,以帮助移除随后形成的转移设备。转移设备中的每个沟槽330可各自具有相同或不同的横截面形状。在其他实施方案中,某些沟槽330组可包括彼此之间相同的横截面形状,并且与位于转移设备300上的不同象限或位置中的组的横截面形状不同。

[0111] 多个沟槽中的每个沟槽330具有当安置在牙弓上时从颜面壁331到齿表面14所测量的深度“D”(近中面-远中面宽度),以及从沟槽开口334到接纳部320上的齿龈最尖点所测量的长度“L”,该点通常是但不排他性地是对应于结扎翼或钩的凹部。该深度一般小于接纳部沿类似参考方向的深度。在某些实施方案中,深度可在沟槽长度“L”的一部分上倾斜或保持恒定,从而使开口334处的深度可能比接近接纳部的深度更深。然而,在目前优选的实施方案中,深度在沟槽长度的至少一部分上逐渐变小,从而导致沟槽330在转移设备300的齿龈边缘316处的开口334附近,与沟槽330的在接纳部320附近的区域相比更浅。尽管未描绘,但宽度“W”也可沿着沟槽330的长度增加或减小尺寸。

[0112] 为了利用转移设备,将托槽(由托槽400表现)置于相关联的接纳部中(图12)。可将薄脱离剂层施加到转移设备并使其干燥。合适的脱离剂包括有机硅液、PVA、喷剂和蜡乳液。

使用脱离剂可很容易将托槽从设备的接纳部中移除。

[0113] 托槽在接纳部中的放置可一个托槽一个托槽地手动进行,也可通过拾取预先置于患者的牙齿的物理模型上的一组托槽(因为空的转移牙托(不带托槽)可与包括托槽的患者的牙齿的物理模型匹配)并将转移牙托与患者的牙齿模型分离来进行。在后步骤中,托槽优选地保持在转移牙托中并从模型中释放。这可通过托槽与模型之间的相对轻微的临时粘结(例如,通过临时或弱粘合剂)来实现。

[0114] 可将粘合剂施加到托槽(以及牙托中的其他矫治器)的粘结表面,并且可将转移设备置于患者口腔中的牙齿上,在牙齿上使粘合剂硬化或允许粘合剂硬化以在牙托中的托槽与患者的牙齿之间建立粘结。一旦建立了粘结,就可移除塑料片材或其他外层,从而将定位层留在患者的牙齿上的适当位置。可将定位层从患者的牙齿上剥离,并将托槽粘结在牙齿上。因此,托槽粘结到患者牙齿的力,以及由此在移除转移牙托期间破坏或影响粘结的风险最小化。

[0115] 部件层使用透明材料可便于确认托槽和/或其他矫治器在牙齿上的正确放置。

[0116] 此外,转移设备可用于仅将单个矫治器粘结到患者的牙齿上。例如,上述转移设备的一部分可用于在粘结其他矫治器之后(诸如在进入牙齿的通路最初被其他牙齿阻碍的情况下),将单个矫治器粘结到单颗牙齿。作为另一示例,上述转移设备的一部分可用于重新粘结无意中从牙齿上脱粘的一个或多个矫治器,或将新的矫治器粘结到牙齿上以替换原始矫治器。

[0117] 可在多种计算机装置中实施本公开的各种技术,该计算机装置为诸如服务器(包括云端)、膝上型计算机、台式计算机、笔记本计算机、平板计算机、手持式计算机、智能电话等。任何部件、模块或单元都被描述来强调功能方面,并且不一定需要由不同的硬件单元来实现。本文所述的技术还可在硬件、软件、固件、或他们的任何组合中实施。作为模块、单元或部件描述的任何特征可一起实施在集成式逻辑装置中或者可作为分立但彼此协作的逻辑装置来独立实施。在一些情况下,可将各种特征实施为集成电路装置,诸如集成电路芯片或芯片组。

[0118] 如果在软件中实施,那么该技术可至少部分地通过包括下述指令的非暂态计算机可读介质来实现,该指令当在处理器中执行时执行上文所述方法中的一个或多个方法。计算机可读介质可包括有形计算机可读存储介质,并且可形成计算机程序产品的一部分,计算机程序产品可包括包装材料。计算机可读存储介质可包括随机访问存储器(RAM)诸如同步动态随机访问存储器(SDRAM)、只读存储器(ROM)、非易失性随机访问存储器(NVRAM)、电可擦可编程的只读存储器(EEPROM)、闪存(FLASH)存储器、磁性或光学的数据存储介质等。计算机可读存储介质还可包括非易失性存储装置,诸如硬盘、磁带、光盘(CD)、数字通用光盘(DVD)、蓝光光盘、全息数据存储介质或其他非易失性存储装置。如本文所用的术语“处理器”可指适用于实施本文所述的技术的前述结构中的任一者或任何其他结构。此外,在一些方面,本文所述的功能可提供在被配置成用于执行本公开的技术的专用软件模块或硬件模块内。即使在软件中实施,该技术也可使用用于执行软件的硬件例如处理器、以及用于存储软件的存储器。在任何此类情况下,本文所述的计算机可定义能够执行本文所述的特定功能的特定机器。另外,该技术可在也可被视为处理器的一个或多个电路或逻辑元件中全面实施。

[0119] 本文引用的专利、专利文献和公布的全部公开内容均全文以引用方式并入,如同每个文件都单独引用一样。在不脱离本发明的实质的情况下,许多其他变化、修改和添加也是可能的。因此,本发明不应被视为限于上述特定实施方案,而是仅由以下权利要求及其等价物的公平范围限制。

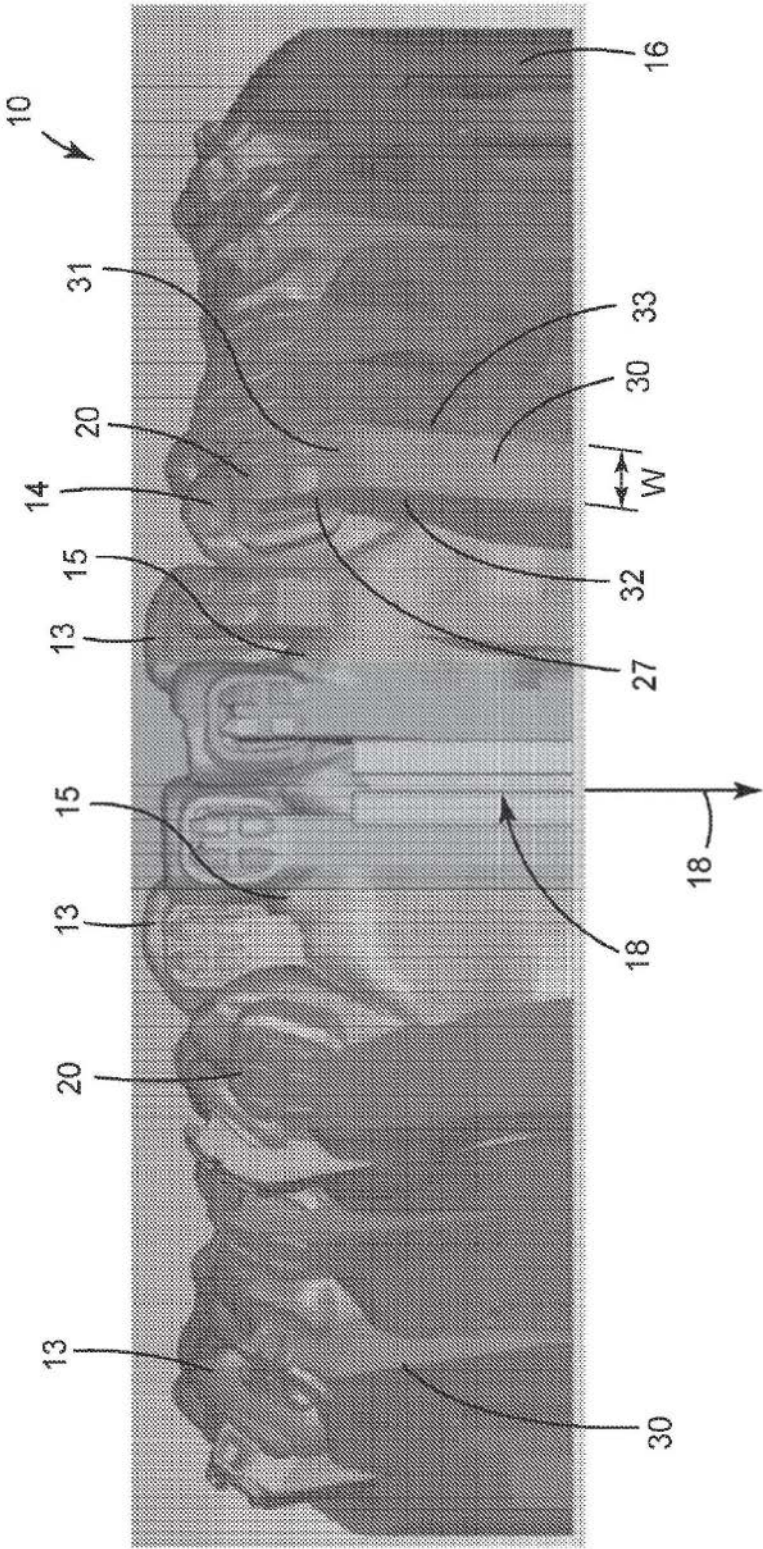


图1

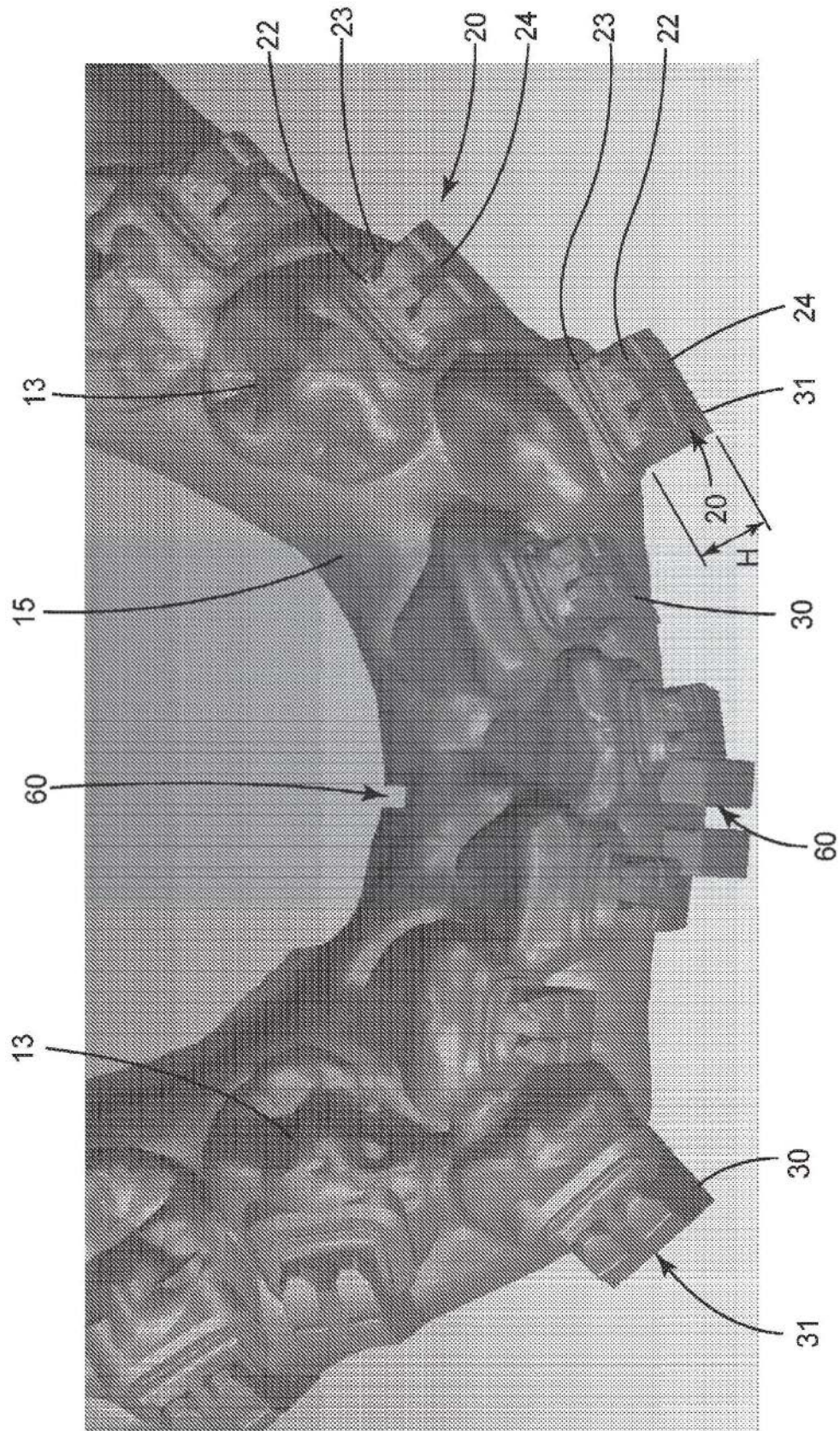


图2

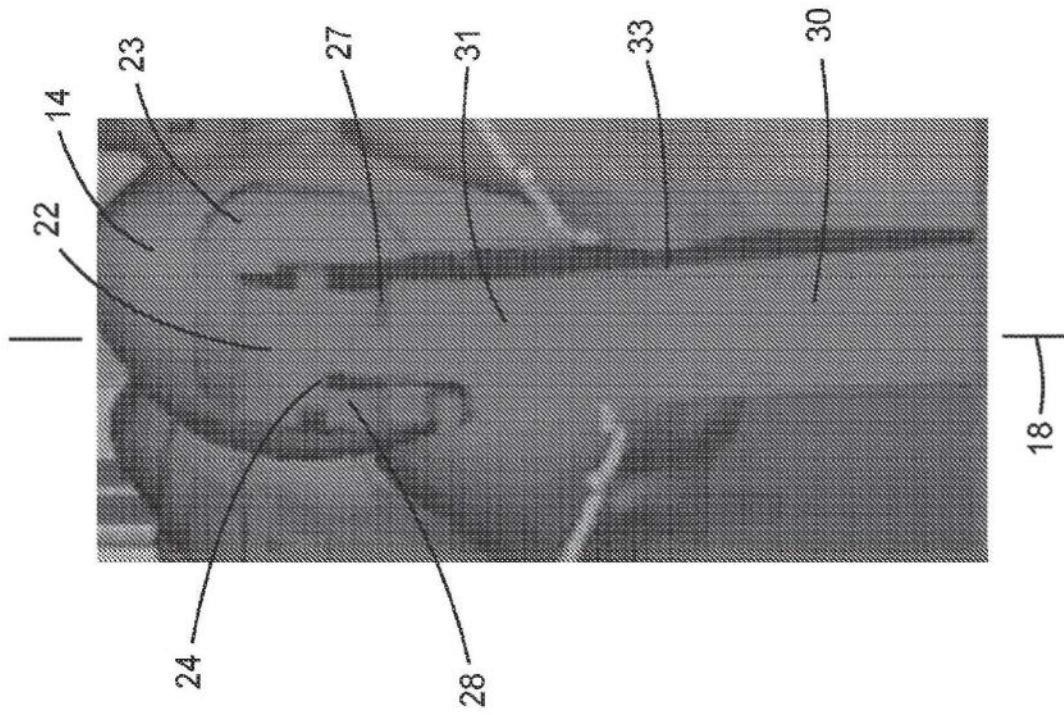


图3A

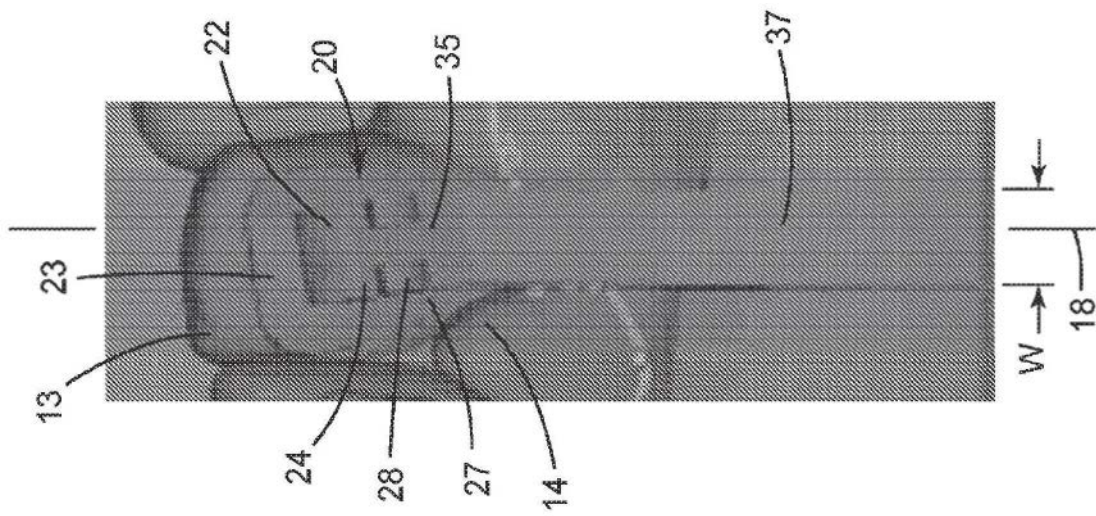


图3B

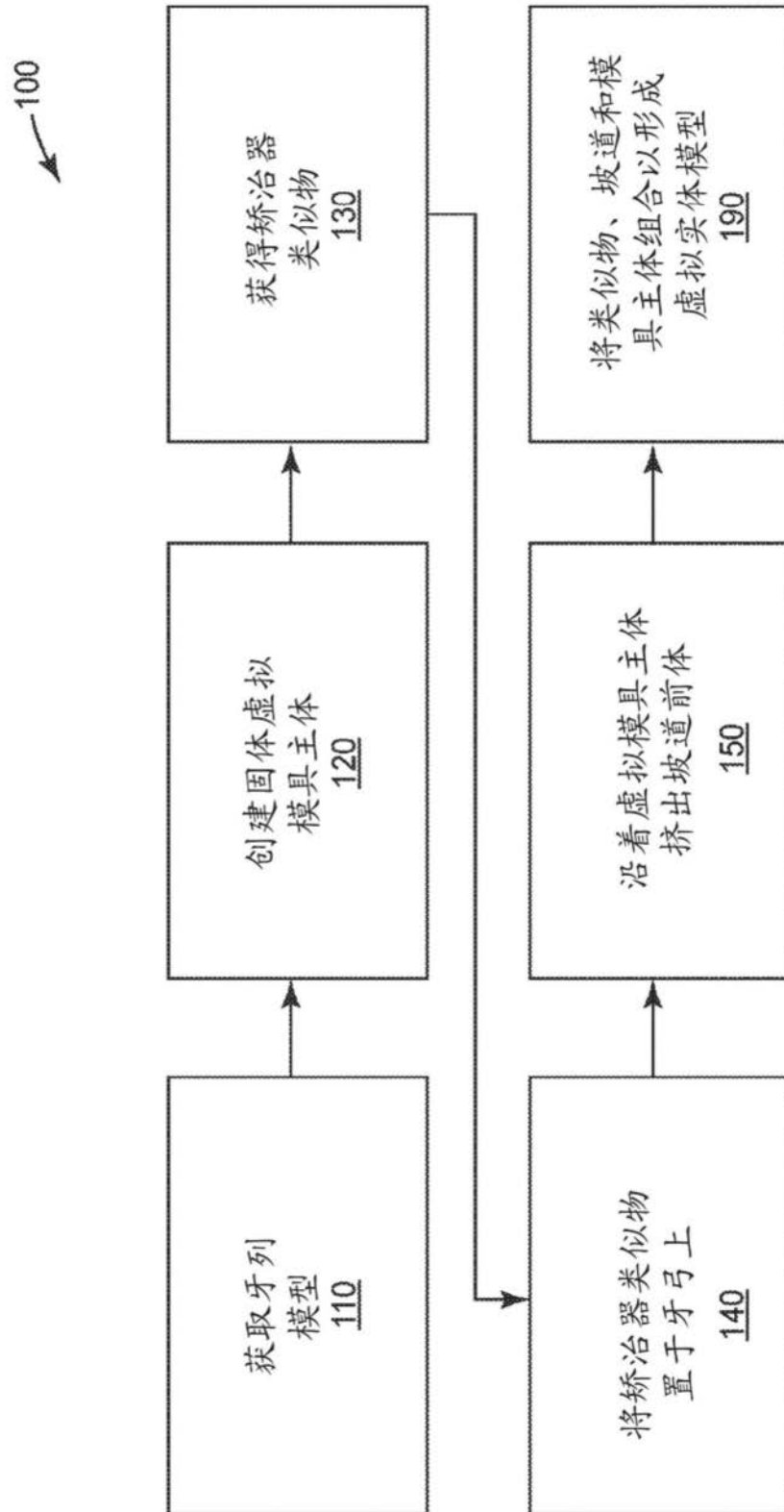


图4

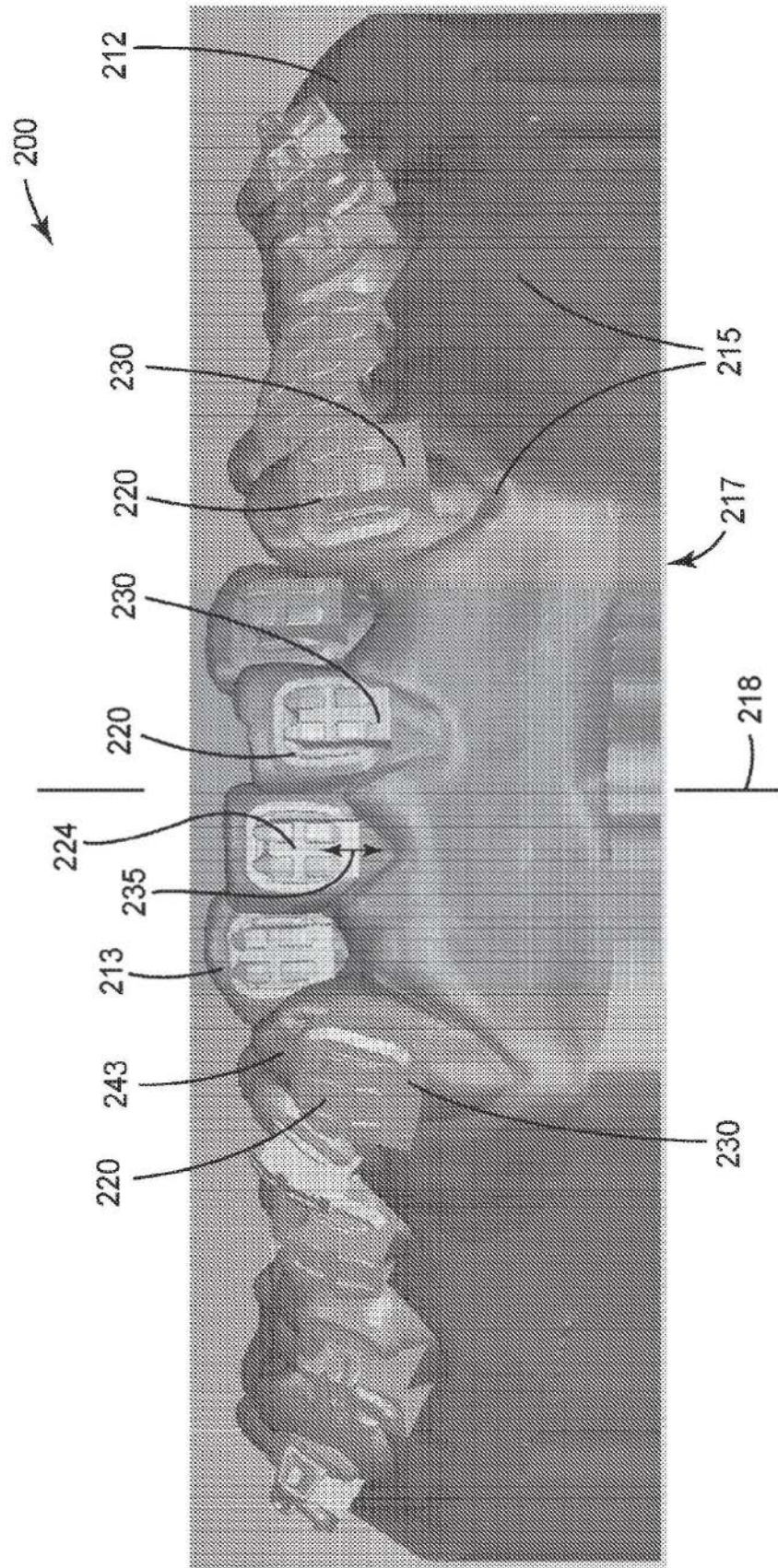


图5

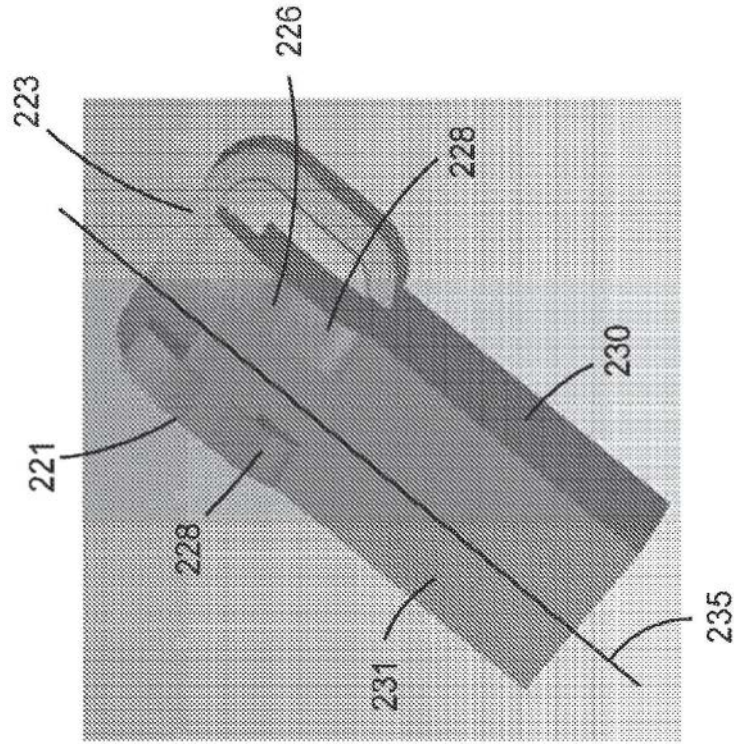


图6A

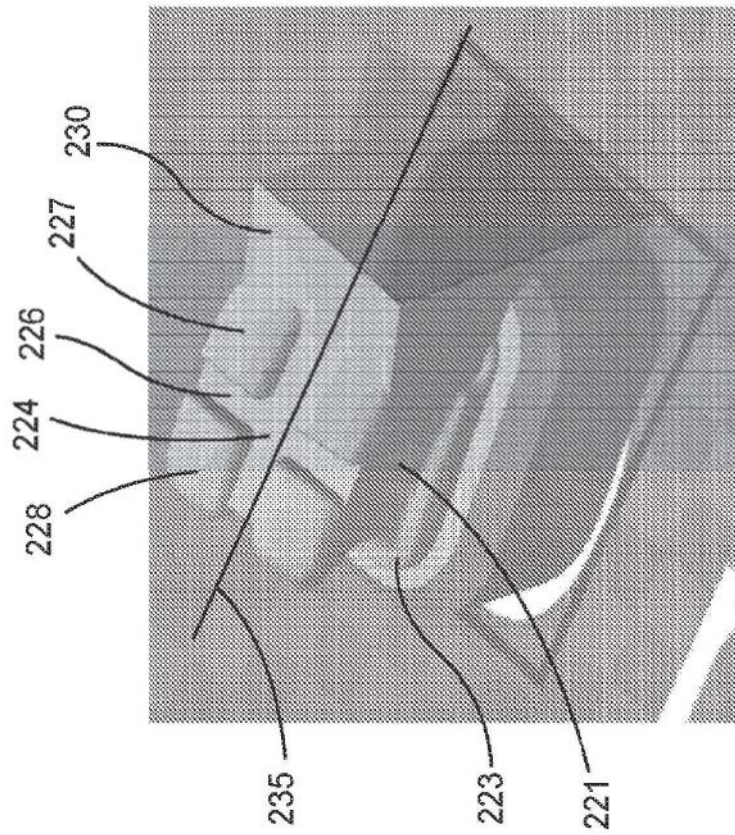


图6B

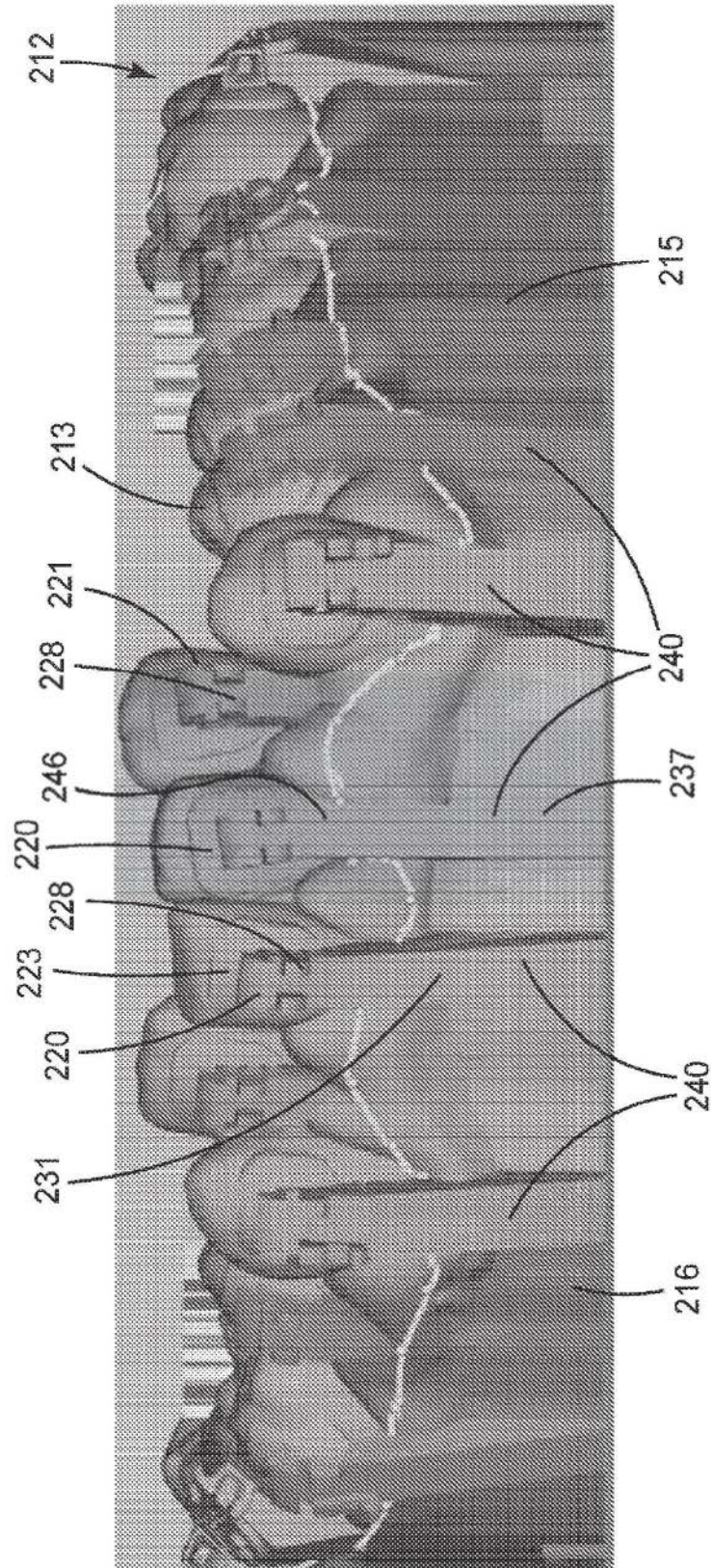


图8

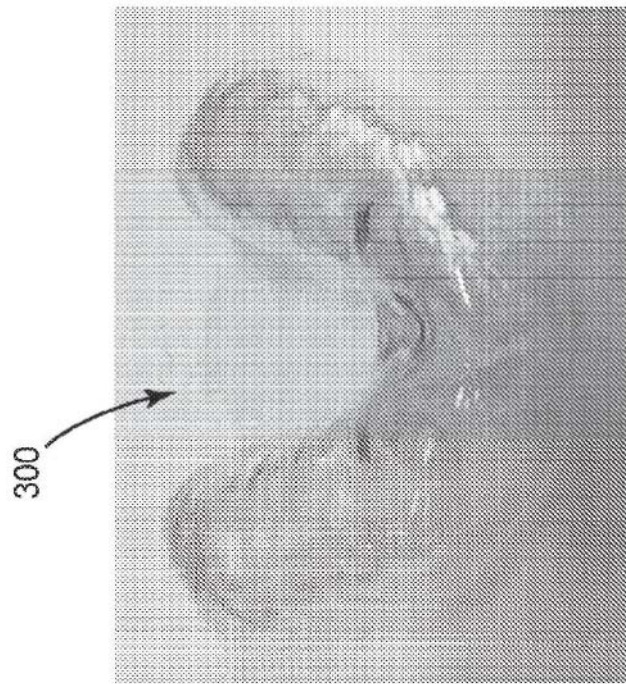


图9

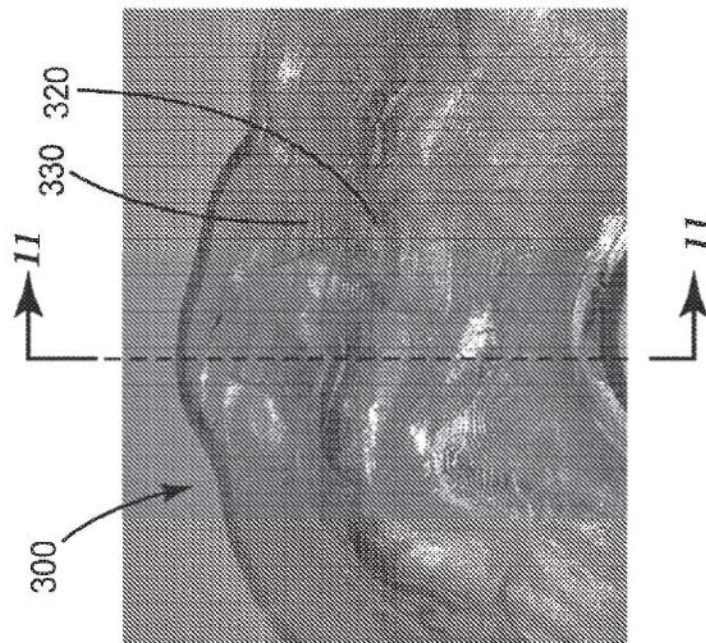


图10

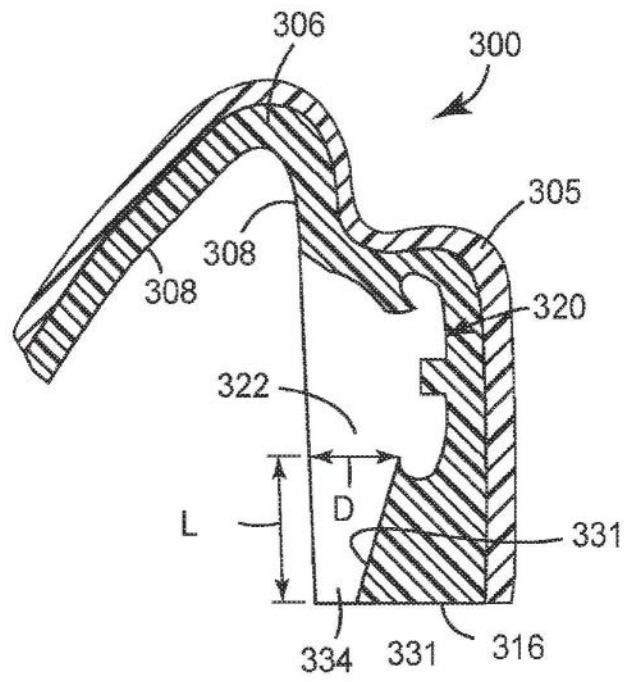


图11

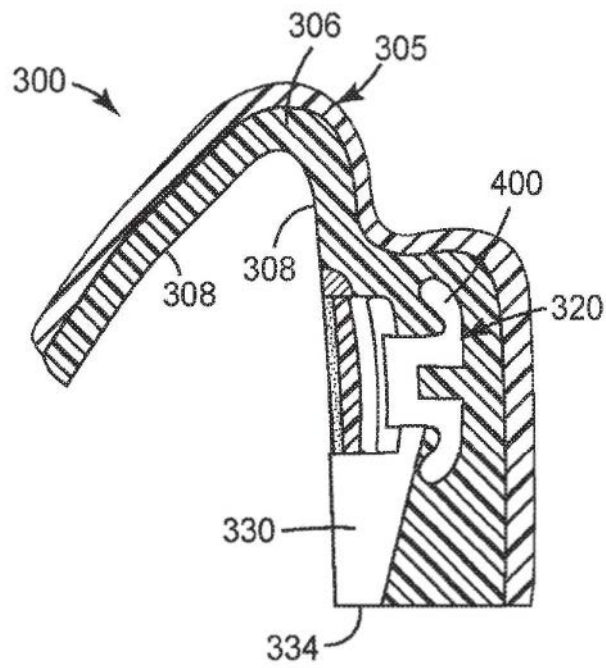


图12

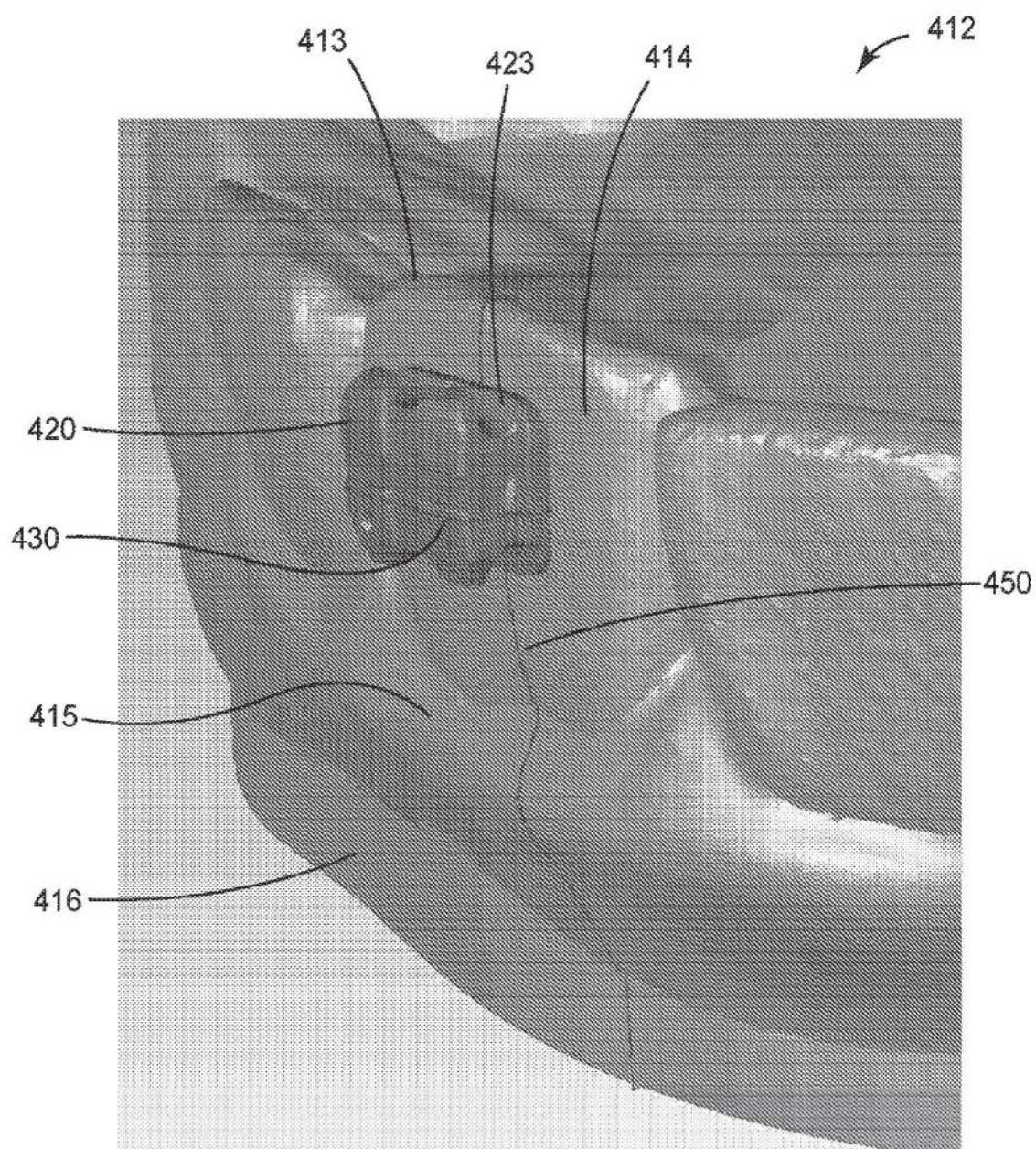


图13

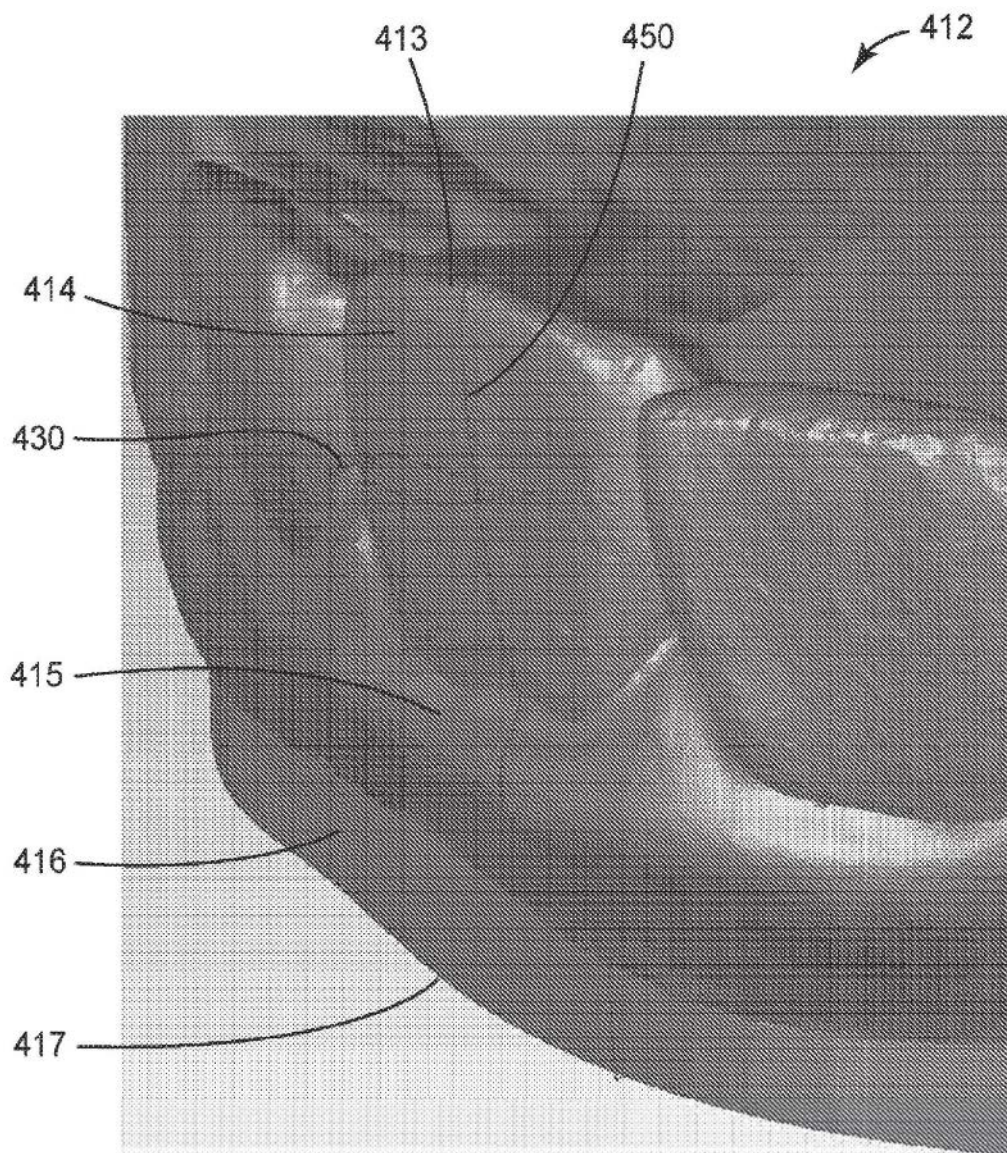


图14

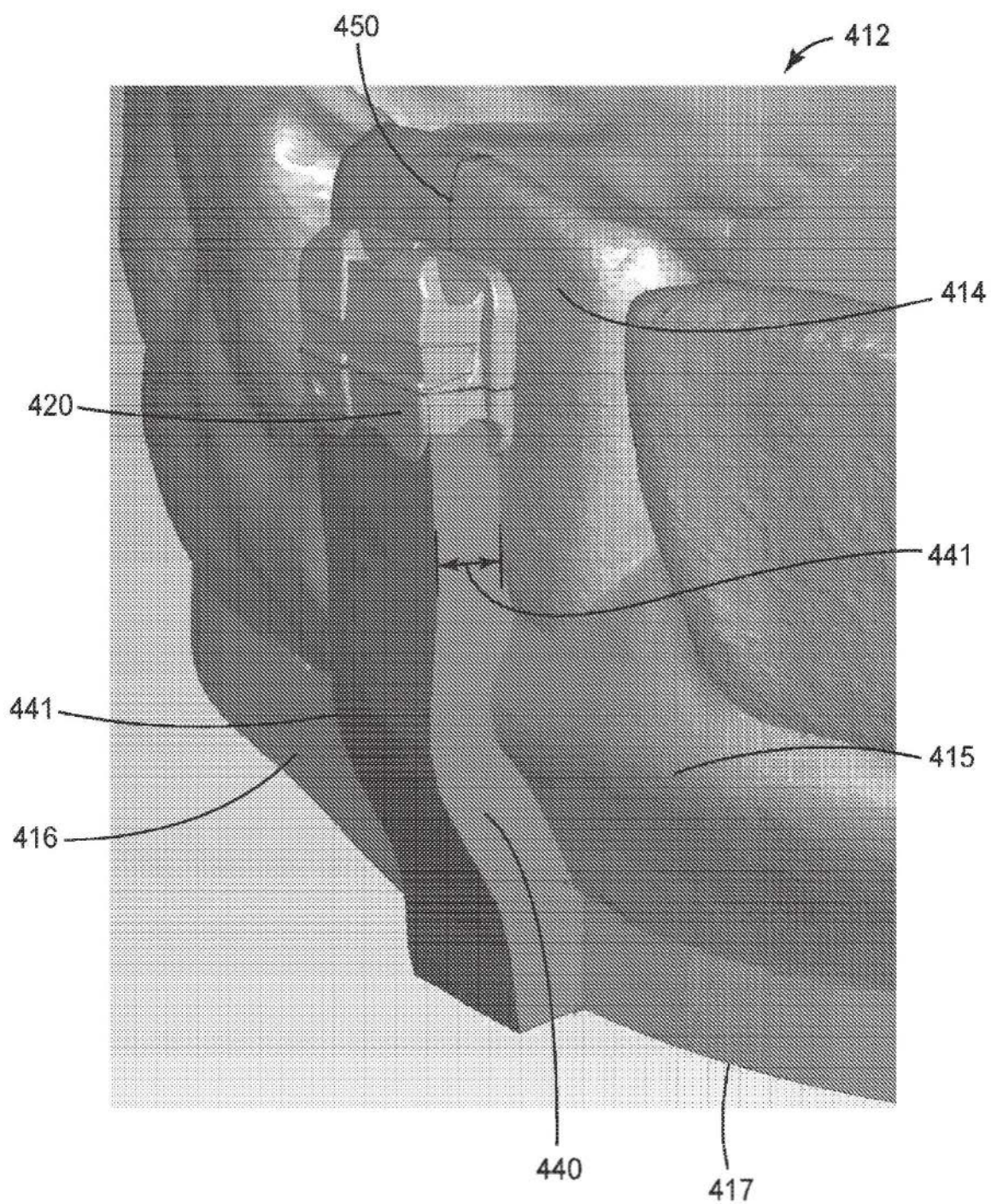


图15