



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107106261 A

(43)申请公布日 2017.08.29

(21)申请号 201580071361.8

(22)申请日 2015.12.30

(30)优先权数据

62/097,735 2014.12.30 US

62/097,733 2014.12.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.27

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2015/068041 2015.12.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02016/109654 EN 2016.07.07

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 R·E·拉比 O·L·普特勒

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 陈长会 徐志明

(51)Int.Cl.

A61C 7/00(2006.01)

A61C 7/08(2006.01)

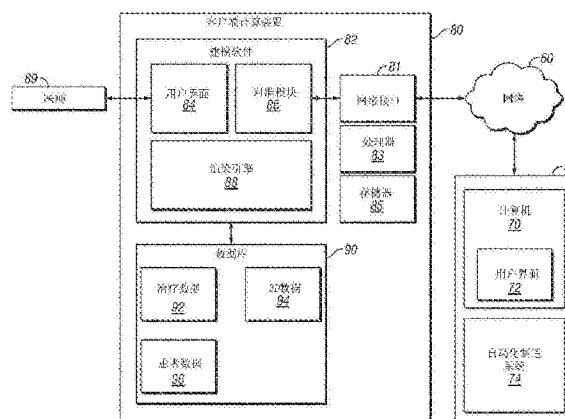
权利要求书4页 说明书27页 附图15页

(54)发明名称

牙科器具的计算机系统辅助设计

(57)摘要

本发明公开了一种方法,所述方法包括:利用计算机系统接收3D牙齿结构的数字表示,所述3D牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;确定可移除牙科器具的尺寸和形状,所述尺寸和形状被构造成当所述牙科器具被佩戴时将所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及将所述牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统。所述牙科器具包括器具主体,所述器具主体被构造成利用颜面部分和舌面部分围绕所述患者的两颗或更多颗牙齿,所述颜面部分被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,所述舌面部分被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。器具主体被构造成使得当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时,暴露所述患者的所围绕的牙齿的咬合面。



1. 一种方法,包括:

利用计算机系统接收患者的三维(3D)牙齿结构的数字表示,所述牙齿结构提供所述患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;

利用所述计算机系统确定用于所述患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,所述可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时将所述患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及

利用所述计算机系统将所述可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统,

其中所述可移除牙科器具包括被构造成围绕所述患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体,其中包括有效带和至少一个锚定件的所述器具主体包括:

被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分;以及

被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分,

其中所述器具主体被构造成使得当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时,暴露所述患者的所围绕的牙齿的咬合面。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述颜面部分和所述舌面部分配合以形成有效带,并且其中所述带包括用于接收所围绕的牙齿的一个或多个接收器。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中利用所述计算机确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括接受来自用户的输入,其中所述输入影响所述尺寸和形状中的至少一者。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中利用所述计算机确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括自动确定所述尺寸和形状中的至少一者。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中传输所述可移除牙科器具的所述表示包括将所述可移除牙科器具的数字模型从所述计算机系统发送到所述计算机辅助的制造系统,以及根据来自所述计算机系统的所述数字模型用所述计算机辅助的制造系统制造所述可移除牙科器具的至少一部分。

6. 根据权利要求1所述的方法,

其中所述计算机辅助的制造系统包括3D打印机,并且

其中所述牙科器具的至少一部分使用所述3D打印机形成。

7. 根据权利要求6所述的方法,

其中所述器具主体的所述颜面部分和所述器具主体的所述舌面部分形成接收器,其中每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗,并且

其中形成所述器具主体的所述接收器的形状包括用所述3D打印机打印所述器具主体的形成所述接收器的表面。

8. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

利用所述计算机系统确定用于所述患者的一组有序的可移除牙科器具中的每一个的尺寸和形状,所述可移除牙科器具为用于所述患者的所述一组有序的可移除牙科器具中的一个,

其中所述一组有序的可移除牙科器具中的每个可移除牙科器具被构造成将所述患者的所述牙齿增量地重新定位到与所述一组可移除牙科器具内任一个较早的可移除牙科器具相比前进更多的位置。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中利用所述计算机系统确定所述可移除牙科器具的

尺寸和形状包括根据一组预定义的设计约束利用所述计算机系统选择所述可移除牙科器具的所述尺寸和形状,所述一组预定义的设计约束包括由以下项构成的组中的一者或多者:

- 施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大局部力;
- 施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大旋转力;
- 施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大平移力;
- 施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大总力;以及

当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时在所围绕的牙齿处于其初始位置的情况下施加到所述可移除牙科器具的最大应变。

10. 根据权利要求9所述的方法,还包括利用所述计算机系统选择所述可移除牙科器具的材料。

11. 根据权利要求1所述的方法,其中利用所述计算机系统确定所述可移除牙科器具的尺寸和形状包括选择所述器具主体的所述颜面部分和所述舌面部分的厚度以便提供一定刚度,所述刚度适合当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时将所述患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。

12. 根据权利要求1所述的方法,

其中所述器具主体的所述颜面部分和所述器具主体的所述舌面部分形成接收器,其中每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗,并且

其中所述器具主体中的所述接收器中的至少一个与所述患者的对应牙齿相比较而对准,使得所述器具主体被构造成当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时向所述患者的所述对应牙齿施加旋转力。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中所述牙科器具的至少一部分被构造成当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时向一颗或多颗牙齿施加平移力。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中所述可移除牙科器具进一步包括从所述器具主体的一侧延伸的一个或多个锚定件。

15. 根据权利要求1所述的方法,其中所围绕的牙齿为所述患者的前牙。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中所围绕的牙齿为第一组所围绕的牙齿,所述可移除牙科器具还包括被构造成围绕所述患者的第二组牙齿的带,所述患者的第二组牙齿与所述第一组所围绕的牙齿直接相邻。

17. 根据权利要求1所述的方法,其中所述颜面部分和所述舌面部分形成所述可移除牙科器具的有效带,并且其中所述器具进一步包括连接到所述有效带的一条或多条撑条,其中所述可移除牙科器具进一步包括从所述器具主体的每一侧延伸的锚定件,并且其中所述撑条将所述有效带联接到所述锚定件。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中所述可移除牙科器具进一步包括连接到所述一条或多条撑条的远侧端部的一条或多条附加带。

19. 根据权利要求1所述的方法,其中利用所述计算机系统确定所述可移除牙科器具的尺寸和形状包括修改提供所述患者的一颗或多颗牙齿的初始位置的所述牙齿结构以产生经修改的牙齿结构,其中所述可移除牙科器具的所述尺寸和形状适形于所述经修改的牙齿结构。

20. 根据权利要求19所述的方法, 其中所述经修改的牙齿结构表示与所述患者的所述一颗或多颗牙齿的所述初始位置相比对所述患者的所述一颗或多颗牙齿进行的增量重新定位。

21. 一种计算机可读存储介质, 所述计算机可读存储介质存储计算机系统可执行指令, 所述计算机系统可执行指令在被执行时将处理器构造成:

接收患者的三维 (3D) 牙齿结构的数字表示, 所述牙齿结构提供所述患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;

确定用于所述患者的可移除牙科器具的尺寸和形状, 所述可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时将所述患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置; 以及

将所述可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统,

其中所述可移除牙科器具包括被构造成围绕所述患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体, 其中所述器具主体包括:

被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分; 以及

被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分,

其中所述器具主体被构造成使得当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时, 暴露所述患者的所围绕的牙齿的咬合面。

22. 根据权利要求21所述的计算机可读存储介质, 其中传输所述可移除牙科器具的所述表示包括将所述可移除牙科器具的数字模型从所述计算机系统发送到所述计算机辅助的制造系统, 以及根据来自所述计算机系统的所述数字模型用所述计算机辅助的制造系统制造所述可移除牙科器具的至少一部分。

23. 根据权利要求21所述的计算机可读存储介质, 其中确定所述可移除牙科器具的尺寸和形状包括根据一组预定义的设计约束选择所述可移除牙科器具的所述尺寸和形状, 所述一组预定义的设计约束包括由以下项构成的组中的一者或多者:

施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大局部力;

施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大旋转力;

施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大平移力;

施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大总力; 以及

当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时在所围绕的牙齿处于其初始位置的情况下施加到所述可移除牙科器具的最大应变。

24. 根据权利要求21所述的计算机可读存储介质, 其中确定所述可移除牙科器具的尺寸和形状包括选择所述器具主体的材料特性以便提供一定刚度, 所述刚度适合当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时将所述患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。

25. 一种方法, 包括:

利用计算机系统接收患者的三维 (3D) 牙齿结构的数字表示, 所述牙齿结构提供所述患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;

利用所述计算机系统确定用于所述患者的可移除牙科器具的尺寸和形状, 所述可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时将所述患

者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及

利用所述计算机系统将所述可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统,

其中所述可移除牙科器具包括被构造成接合所述患者的两颗或更多颗牙齿和至少一个锚定件的器具主体,其中所述器具主体包括以下中的任一者:

被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分;和

被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分,

其中所述器具主体被构造成使得当所述可移除牙科器具被所述患者佩戴时,暴露所述患者的所接合的牙齿的咬合面。

牙科器具的计算机系统辅助设计

技术领域

[0001] 本公开涉及正畸学,并且更具体地讲,涉及用于辅助正畸诊断和治疗的基于计算机的方法。

背景技术

[0002] 正畸学领域涉及重新定位患者的牙齿以实现改善的功能和美观的外观。例如,正畸治疗通常涉及使用被称为托槽的微小开槽器具,该开槽器具通常固定到患者的前牙、犬齿和双尖齿。弓丝接收在每个托槽的狭槽中并且用作轨道来引导牙齿移动到期望的取向。弓丝的端部通常接收在固定到患者的臼齿的被称作颊面管的器具中。弓丝和器具通常被称为“牙套”。正畸治疗还可通过使用透明的塑料牙齿定位托盘或其它功能性器具来实施。

[0003] 正畸学的实践传统上依赖于手动步骤,为例如特定患者选择合适的器具、将器具放置在口腔中、并且在整个治疗过程中调整器具。最近,技术的进步已允许通过使用计算机来辅助这些步骤中的一些。例如,可使用计算机来引导对代表个体患者的牙齿排列的数据采集。然后可使用此类数据使患者的牙列可视化,以诊断和辅助任何治疗阶段的正畸治疗计划。此外,这些数据可用于制造为患者定制的器具,例如托槽。

发明内容

[0004] 本公开涉及用于牙齿矫正和/或维护的可移除牙科器具,以及用于设计、制造和使用可移除牙科器具的装置、系统和技术。在一些示例中,可移除牙科器具在被患者佩戴时提供患者牙齿的基本上暴露的咬合面。与基本上咬合患者牙齿的可移除牙科器具相比,提供基本上暴露的咬合面的可移除牙科器具可提供诸多优点,例如改善患者舒适性、降低牙科器具的可视性、减少由于牙齿之间空气和唾液流增加而导致的牙垢积累、以及让患者能够在不得不可移除牙科器具的情况下进行一定程度的饮食。

[0005] 在一个示例中,本公开涉及一种方法,该方法包括:利用计算机系统,接收患者的三维(3D)牙齿结构的数字表示,该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;利用计算机系统,确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,该可移除牙科器具的尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及利用计算机系统,将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统。可移除牙科器具包括被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体。器具主体包括颜面部分和舌面部分,该颜面部分被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,该舌面部分被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。器具主体被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴时暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0006] 此外,本公开还涉及一种存储计算机系统可执行指令的计算机可读存储介质,该计算机系统可执行指令在被执行时将处理器构造成执行此类方法。

[0007] 在另一个示例中,本公开涉及一种存储计算机可执行指令的计算机可读存储介质,该计算机可执行指令在被执行时将处理器构造成执行以下操作:接收患者的三维(3D)

牙齿结构的数字表示,该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,该可移除牙科器具的尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统。可移除牙科器具包括被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体。器具主体包括颜面部分和舌面部分,该颜面部分被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,该舌面部分被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。器具主体被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴时暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0008] 在另一个示例中,本公开涉及一种计算机系统,该计算机系统包括一个或多个数据库和一个或多个处理器,该一个或多个数据库存储患者的三维(3D)牙齿结构的数字表示,该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置。该一个或多个处理器被构造成访问3D牙齿结构的数字表示;确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,该可移除牙科器具的尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到经调整的未来位置;以及将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统。可移除牙科器具包括被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体。器具主体包括颜面部分和舌面部分,该颜面部分被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,该舌面部分被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。器具主体被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴时暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0009] 在另一个示例中,本公开涉及一种被构造成重新定位患者的一颗或多颗牙齿的可移除牙科器具。可移除牙科器具包括形成有效带的器具主体,该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体包括颜面部分和舌面部分,该颜面部分被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,该舌面部分被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。器具主体的颜面部分和舌面部分形成接收器。每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗。接收器至少沿器具主体的前牙部分将颜面部分与舌面部分隔。有效带被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体的有效带内时暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0010] 在另一个示例中,本公开涉及一种系统,该系统包括一组有序的可移除牙科器具,该可移除牙科器具被构造成重新定位患者的一颗或多颗牙齿,该一组可移除牙科器具中的每个包括形成有效带的器具主体,该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体包括颜面部分和舌面部分,该颜面部分被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,该舌面部分被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。器具主体的颜面部分和舌面部分形成接收器。每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗。有效带至少沿器具主体的前牙部分将颜面部分与舌面部分隔。有效带被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体的有效带内时暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0011] 本公开的一个或多个实例的细节示出于附图和以下说明中。从说明、附图、以及从权利要求书中,本公开的其他特征、目标和优点将显而易见。

附图说明

[0012] 图1为示出了示例性计算机环境的框图,在该示例性计算机环境中,诊所和制造设

施在整个牙科器具制造过程中传送信息。

[0013] 图2为示出了根据本公开的一个示例的在诊所处开展的过程的流程图。

[0014] 图3为示出了客户端计算装置的示例的框图,该客户端计算装置经由网络连接到制造设施。

[0015] 图4A和图4B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具。

[0016] 图5A和图5B示出了与患者的牙齿的3D数字模型结合的提供暴露的咬合面的可移除牙科器具的3D数字模型。

[0017] 图6示出了上下可移除牙科器具的3D数字模型,该器具促进对II类咬合不正的矫正。

[0018] 图7示出了与患者的牙齿的3D数字模型结合的包括桥体的可移除牙科器具的3D数字模型。

[0019] 图8示出了与患者的牙齿的3D数字模型结合的包括舌面指状物并且提供暴露的咬合面的可移除牙科器具的3D数字模型。

[0020] 图9为示出了在制造设施处开展的用于构造一组可移除牙科器具的过程的流程图。

[0021] 图10为示出了使用一组有序的可移除牙科器具进行的治疗的逐次迭代的流程图。

[0022] 图11A和图11B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具在口腔的每个象限中依靠在两个相邻后牙上,以通过围绕牙齿来锚固。

[0023] 图12示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具在口腔的每个象限中依靠在三个后牙上,以通过撑抵牙齿的舌面表面和咬合面的部分来锚固。

[0024] 图13A和图13B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具依靠在犬齿上,以通过部分地围绕牙齿来锚固。

[0025] 图14A和图14B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具在口腔的每个象限中依靠在三个后牙上,以通过使用金属丝撑抵牙齿的舌面表面和咬合面的部分来锚固。

[0026] 图15A和图15B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具包括由金属丝形成的有效带并且在口腔的每个象限中依靠在三个后牙上,以通过使用金属丝撑抵牙齿的舌面表面和咬合面的部分来锚固。

具体实施方式

[0027] 图1为示出了示例性计算机环境40的框图,在该环境中,诊所44和制造设施48在患者42的一组可移除牙科器具52的整个制造过程中传送信息。首先,诊所44的正畸医师使用任何合适的成像技术生成患者42的牙体结构的一幅或多幅图像,并且生成数字牙体结构数据46(例如,患者42的牙齿结构的数字表示)。例如,医师可生成可被数字扫描的X射线图像。作为另外一种选择,医师可使用例如常规计算机断层扫描(CT)、激光扫描、口内扫描、牙印模CT扫描、对通过印模浇注的牙模进行的扫描、超声仪器、磁共振成像(MRI)或者任何其它合适的3D数据采集方法,来捕捉患者牙齿结构的数字图像。在其它实施方案中,数字图像可

使用手持式口内扫描仪来提供,该手持式口内扫描仪为例如使用主动波阵面采样的、由马萨诸塞州列克星敦的布龙特斯科技公司 (Brontes Technologies, Inc. (Lexington, MA)) 开发的并且在PCT公开No. WO 2007/084727 (Boerjes等人) 中有所描述的口内扫描仪,该PCT公开以引用方式并入本文。作为另外一种选择,可以使用其它口内扫描仪或口内接触探头。作为另一个选项,可通过扫描患者牙齿的阴印模来提供数字结构数据48。作为又一个选项,可通过对患者牙齿的阳物理模型进行成像或者通过在患者牙齿的模型上使用接触探头,来提供数字结构数据48。可通过例如以下方式来制作用于扫描的模型:通过合适的印模材料例如藻酸酯或聚乙烯基硅氧烷 (PVS) 来浇铸患者牙列的印模,将浇铸材料 (例如正畸石膏或环氧树脂) 浇注到印模中,并且允许浇铸材料固化。可使用包括上文所述的任何合适的扫描技术来扫描模型。其它可能的扫描方法在美国专利申请公布No. 2007/0031791 (Cinader等人) 中有所描述,该专利申请公布以引用方式并入本文。

[0028] 除了通过扫描牙齿的暴露表面来提供数字图像之外,还可以对牙列的隐藏特征结构例如患者牙齿的牙根以及患者的颌骨进行成像。在一些实施方案中,通过提供这些特征结构的若干3D图像并且随后将它们“缝合”在一起来形成数字牙齿结构数据。这些不同的图像不需要使用相同的成像技术来提供。例如,可将采用CT扫描提供的牙根的数字图像与采用口内可见光扫描仪提供的牙冠的数字图像整合在一起。2D牙科图像与3D牙科图像的缩放和配准在美国专利No. 6,845,175 (Kopelman等人) 中有所描述,该美国专利以引用方式并入本文,同时还在美国专利公布No. 2004/0029068 (Badura等人) 中有所描述,该美国专利公布也以引用方式并入本文。以引用方式并入本文的已颁发的美国专利No. 7,027,642 (Imgrund等人) 以及也以引用方式并入本文的已颁发的美国专利No. 7,234,937 (Sachdeva等人) 描述了使用用于整合通过各种3D源提供的数字图像的技术。因此,如本文所用,术语“成像”不限于对视觉上明显的结构进行的普通摄影成像,而且还包括对隐藏在视野之外的牙体结构进行的成像。牙体结构可包括但不限于牙弓的一颗或多颗牙齿的牙冠和/或牙根的任何部分、齿龈、牙周韧带、齿槽骨、皮质骨、种植体、人造牙冠、牙桥、镶面、义齿、正畸器具、或在治疗之前、期间或之后可被视为牙列的一部分的任何结构。

[0029] 为了生成数字牙齿结构数据46,计算机必须将来自成像系统的原始数据转换成可使用的数字模型。例如,对于计算机接收的表示牙齿形状的原始数据,原始数据通常稍多于3D空间中的点云。通常,该点云成平面以创建患者牙列的3D对象模型,包括一颗或多颗牙齿、齿龈组织以及其它周围口腔结构。为了使该数据可用于正畸诊断和治疗,计算机可将牙列表面“分割”以产生表示个体牙齿的一个或多个离散的可移动3D牙齿对象模型。计算机还可将来自齿龈的这些牙齿模型分隔成单独的对象。

[0030] 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,例如牙弓长度、咬合位置以及甚至美国正牙学委员会 (ABO) 客观评分。另一个有益效果是,数字正畸设置可在制造过程中提供灵活性。通过用数字过程替代物理过程,可在不需要将石膏模型或印模从一个位置输送到另一个位置的情况下,在独立的位置处执行数据采集步骤和数据操控步骤。减少或消除对物理对象的往复运送的需求可为定制器具的客户和制造商两者带来显著的成本节省。

[0031] 在生成数字牙体结构数据46之后,诊所44可将数字牙体结构数据46存储在数据库中的患者病历内。诊所44可例如更新具有多个患者病历的本地数据库。作为另外一种选择,

诊所44可经由网络50远程更新中央数据库(任选地,在制造设施48内)。在存储了数字牙齿结构数据46之后,诊所44将数字牙体结构数据46以电子方式发送到制造设施48。作为另外一种选择,制造设施48可从中央数据库检索数字牙体结构数据46。

[0032] 诊所44还可将处方数据47转发到制造设施48,该处方数据传达与患者42的医师诊断和治疗计划有关的一般信息。在一些示例中,处方数据47可以更具体。例如,数字牙体结构数据46可为患者42的牙体结构的数字表示,并且诊所44的医师可审查该数字表示并在用该组牙科器具52治疗之后在将数字牙体结构数据46转发到制造设施48之前指示患者42的个体牙齿的期望移动、间距或最终位置。制造设施48可位于场外或与诊所44位于一起。

[0033] 例如,每个诊所44可包括用于制造设施48的其自有设备,使得可由临床医师或助手在临床环境中使用本地安装的软件完整地执行治疗计划和数字设计。还可使用3D打印机(或者通过其它增材制造方法)在诊所中执行制造。3D打印机允许通过增材打印来制造牙科器具的复杂特征结构或者患者42牙体结构的物理表示。3D打印机可使用患者42的原牙体结构以及患者42的期望牙体结构的迭代数字设计来制作多个数字器具和/或数字器具图案,该图案被定制用于制作患者42的期望牙体结构。制造可包括后处理以移除未固化的树脂并且移除支撑结构,或者以组装各种部件,该后处理也可以是必要的并且也可在临床环境中执行。

[0034] 制造设施48利用患者42的数字牙体结构数据46来构造该组可移除牙科器具52以便重新定位患者42的牙齿。自此的一段时间之后,制造设施48将该组可移除牙科器具52转发到诊所44,或者作为另外一种选择,直接转发到患者42。例如,该组可移除牙科器具52可为一组有序的可移除牙科器具。患者42然后根据处方计划表随时间推移依次佩戴该组可移除牙科器具52中的可移除牙科器具,以便重新定位患者42的牙齿。例如,患者42可在介于约2周与约12周之间(例如介于约3周与约10周之间或介于约4周与约8周之间)的周期内佩戴该组可移除牙科器具52中的每个可移除牙科器具。任选地,患者42可返回到诊所44以周期性地监测用可移除牙科器具52进行的治疗的进展。

[0035] 在此类周期性监测期间,临床医生可调整患者42的处方计划表,该表用于随时间推移依次佩戴该组可移除牙科器具52中的可移除牙科器具。监测通常包括对患者42的牙齿进行目检并且还可包括成像以生成数字牙齿结构数据。在一些相对不常见的情况下,临床医生可决定例如通过以下方式中断用该组可移除牙科器具52对患者42进行的治疗:将新生成的数字牙体结构数据发送到制造设施48以便制作新的一组可移除牙科器具。在相同或不同的示例中,临床医生可在完成用可移除牙科器具52进行的治疗的处方计划表之后将新生成的数字牙体结构数据发送到制造设施48。此外,在完成用可移除牙科器具52进行的治疗的处方计划表之后,临床医生可从制造设施48请求新的一组可移除牙科器具以继续对患者42的治疗。

[0036] 图2为示出了根据本公开的一个示例的在诊所44处开展的过程60的流程图。首先,在诊所44处的医师从患者42收集患者身份以及其它信息并创建患者病历(62)。如所述,患者病历可位于诊所44内并且任选地被构造成与制造设施48内的数据库共享数据。作为另外一种选择,患者病历可位于在制造设施48处的可供诊所44经由网络50远程访问的数据库内或者可供制造设施48和诊所44两者远程访问的数据库内。

[0037] 接下来,可使用任何合适的技术生成患者42的牙体结构的数字数据46(64),从而

创建虚拟牙体结构。数字数据46可包含牙体结构的二维(2D)图像和/或三维(3D)表示。

[0038] 在一个示例中,使用锥形束计算机断层扫描(CBCT)扫描仪,例如可购自宾夕法尼亚州哈特菲尔德的国际成像科技公司(Imaging Sciences International,LLC;1910N Penn Road,Hatfield,PA)的i-CAT3D牙科成像装置,来生成牙体结构的3D表示。诊所44将通过CBCT扫描仪生成的3D数据46(放射线图像形式)存储在位于诊所44内或者作为另外一种选择位于制造设施48内的数据库中。计算机系统处理来自CBCT扫描仪的可为多个切片形式的数字数据46,以计算可在3D建模环境内操控的牙齿结构的数字表示。

[0039] 如果使用2D放射线图像(65),则医师还可生成3D数字数据(66)。3D数据46可通过例如以下方式产生:形成并随后数字扫描患者42的牙齿结构的物理印模或铸模。例如,可使用可见光扫描仪,例如可购自明尼苏达州明尼阿波利斯的激光器设计公司(Laser Design, Inc.of Minneapolis,MN)的OM-3R扫描仪,来扫描患者42的牙弓的物理印模或铸模。作为另外一种选择,医师可利用患者42的牙弓的口内扫描或者利用现有3D牙齿数据来生成咬合机理的3D数据46。在一个示例中,可使用标题为“REGISTERING PHYSICAL AND VIRTUAL TOOTH STRUCTURES WITH PEDESTALS”(用基座配准物理和虚拟牙齿结构)并且于2013年7月23日颁发的美国专利No.8,491,306中所述的通过铸模或印模形成数字扫描的方法。美国专利No.8,491,306全文以引用方式并入本文。在相同或不同的示例中,可使用如标题为“ORTHODONTIC DIGITAL SETUPS”(正畸数字设置)并且于2014年11月25日公布的美国专利No.8,897,902中所述的用于定义虚拟牙齿表面和虚拟牙齿坐标系的技术。美国专利No.8,897,902全文以引用方式并入本文。在任何情况下,在3D建模环境内数字配准数字数据以形成牙齿结构的综合数字表示,该牙齿结构可包括牙根以及咬合面。

[0040] 在一个示例中,在生成2D放射线图像和3D数字扫描两者之前,先将牙弓的咬合面的该2D放射线图像和3D数字数据用第一附带配准标记(例如,基准标记或具有已知几何形状的基座)配准到患者42的牙齿结构。然后,可使用美国专利No.8,491,306中所述的配准技术在3D建模环境内对准2D放射线图像和3D数字数据内配准标记的数据表示。

[0041] 在另一个示例中,通过组合牙齿结构的两个3D数字表示来生成牙齿结构的3D数字数据。例如,第一3D数字表示可为牙根的从CBCT扫描仪(例如,i-CAT 3D牙科成像装置)获得的相对较低分辨率图像,并且第二3D数字表示可为通过对患者牙弓的印模的工业CT扫描或者通过对患者牙弓的铸模的可见光(例如,激光)扫描来获得的牙齿牙冠的相对较高分辨率图像。可使用软件程序来配准3D数字表示,该软件程序使3D表示能够在计算机环境内操控(例如,可购自南卡罗来纳州罗克希尔的3D系统公司(3D Systems,Inc.;333Three D Systems Circle,Rock Hill,SC)的Geomagic Studio软件),或者作为另外一种选择,可使用美国专利No.8,491,306中所述的配准技术。

[0042] 接下来,执行3D建模软件的计算机系统渲染牙齿结构的所得到的数字表示,该牙齿结构包括咬合面以及患者牙弓的牙根结构。建模软件提供用户界面,该用户界面允许医师相对于患者牙弓的数字表示操控3D空间中牙齿的数字表示。通过与计算机系统交互,医师例如通过选择对患者42的牙齿的期望的最终位置的指示(67)来生成治疗信息。

[0043] 一旦医师完成在3D环境内传达与诊断和治疗计划有关的一般信息,计算机系统就更新与患者病历相关联的数据库以记录处方数据47(68),该处方数据传达与医师指定的诊断和治疗计划有关的一般信息。然后,将处方数据47转发到制造设施48以便制造设施48构

造一个或多个可移除牙科器具例如可移除牙科器具52 (70)。

[0044] 尽管相对于位于正畸诊所处的正畸医师进行了描述,但相对于图2讨论的步骤中的一个或多个可由远程用户(例如位于制造设施48处的用户)来执行。例如,正畸医师可仅将放射线图像数据和患者的印模或铸模发送到制造设施48,在制造设施处,用户与计算机交互以在3D建模环境内制定治疗计划。任选地,然后可将3D建模环境内治疗计划的数字表示传输到诊所44的正畸医师,正畸医师可审查治疗计划并且要么回送其批准,要么指示期望的修改。

[0045] 图3为示出了经由网络50连接到制造设施48的客户端计算装置80的示例的框图。在所示的示例中,客户端计算装置80为建模软件82提供操作环境。建模软件82为建模和绘制患者42牙齿的3D表示呈现建模环境。在所示的示例中,建模软件82包括用户界面84、对准模块86和渲染引擎88。

[0046] 用户界面84提供在视觉上显示患者42的牙齿的3D表示的图形用户界面(GUI)。此外,用户界面84还提供用于例如经由键盘和指向装置从诊所44(图1)的医师89接收输入以在建模牙弓内操控患者42的牙齿的界面。

[0047] 制造设施48经由网络接口81可访问建模软件82。建模软件82与数据库90交互以访问各种数据,例如治疗数据92、与患者42的牙齿结构相关的3D数据94、以及患者数据96。数据库90可以各种形式来表示,包括数据存储文件、查找表或在一个或多个数据库服务器上执行的数据库管理系统(DBMS)。数据库管理系统可以是关系(RDBMS)、分层(HDBMS)、多维(MDBMS)、面向对象(ODBMS或OODBMS)或对象关系(ORDBMS)数据库管理系统。例如,数据可存储在单个关系数据库例如来自微软公司(Microsoft Corporation)的SQL服务器内。尽管数据库90被示出为位于客户端计算机装置80本地,但该数据库也可远离客户端计算装置并且经由公共或专用网络(例如,网络50)联接到客户端计算装置。

[0048] 治疗数据92描述患者42牙齿的由医师89选择并且定位在3D建模环境内的诊断和/或重新定位信息。

[0049] 患者数据96描述与医师89相关联的一名或多名患者(例如,患者42)的组。例如,患者数据96指定每个患者的一般信息,例如姓名、出生日期和牙科病历。

[0050] 渲染引擎88访问并渲染3D数据94以生成通过用户界面84呈现给医师89的3D视图。更具体地讲,3D数据94包括定义3D对象的信息,该3D对象在3D环境内表示每个牙齿(任选地包括牙根)和颌骨。渲染引擎88处理每个对象以基于医师89在3D环境内的视角渲染3D三角网。用户界面84向医师89显示经渲染的3D三角网,并且允许医师89改变视角并且操控3D环境内的对象。

[0051] 以下专利描述了具有可与本文所述的技术一起使用的用户界面的计算机系统和3D建模软件的其它示例:美国专利No.8,194,067,标题为“PLANAR GUIDES TO VISUALLY AID ORTHODONTIC APPLIANCE PLACEMENT WITHIN A THREE-DIMENSIONAL (3D) ENVIRONMENT”(用于在三维(3D)环境内可视化地辅助正畸器具放置的平面导向件),2012年6月5日颁发;美国专利No.7,731,495,标题为“USER INTERFACE HAVING CROSS SECTION CONTROL TOOL FOR DIGITAL ORTHODONTICS”(具有用于数字正畸的横截面控制工具的用户界面),2010年6月8日颁发这些专利中的每个全文以引用方式并入。

[0052] 客户端计算装置80包括处理器83和存储器85以便存储和执行建模软件82。存储器

85可表示任何易失性或非易失性存储元件。示例包括随机访问存储器 (RAM) 例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)、以及闪存 (FLASH) 存储器。示例还可包括非易失性存储装置, 例如硬盘、磁带、磁性或光学的数据存储介质、光盘 (CD)、数字多用光盘 (DVD)、蓝光光盘、以及全息数据存储介质。

[0053] 处理器83表示一个或多个处理器, 例如通用微处理器、专门设计的处理器、专用集成电路 (ASIC)、现场可编程门阵列 (FPGA)、离散逻辑器集合、或者能够执行本文所述的技术的任何类型的处理装置。在一个示例中, 处理器214可存储程序指令 (例如, 软件指令), 处理器212执行该指令以执行本文所述的技术。在其它示例中, 可由处理器83的专门编程的电路来执行该技术。通过这些或其它方式, 处理器83可被构造成执行本文所述的技术。

[0054] 客户端计算装置80被构造成将患者的3D牙齿结构的数字表示以及任选地治疗数据92和/或患者数据96经由网络50发送到制造设施48的计算机70。计算机70包括用户界面72。用户界面72提供在视觉上显示牙齿的数字模型的3D表示的GUI。此外, 用户界面72还提供一界面, 该界面用于例如经由键盘和指向装置从用户接收输入以在患者的3D牙齿结构的数字表示内操控患者的牙齿。

[0055] 计算机70还可被构造成确定用于患者的一组可移除牙科器具的尺寸和形状, 该可移除牙科器具的尺寸和形状被构造成当患者佩戴可移除牙科器具时将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。计算机70可将用于患者的该组可移除牙科器具的尺寸和形状提供到自动化制造系统74以制作该组可移除牙科器具。

[0056] 客户端计算装置80和计算机70仅是示例性计算机系统的概念表示。在一些示例中, 相对于客户端计算装置80和/或计算机70描述的功能可组合到单个计算装置中或者分布在计算机系统内的多个计算装置中。例如, 可将云计算用于本文所述的牙科器具的数字设计。在一个示例中, 在诊所处在一台计算机处接受牙齿结构的数字表示, 同时使用一台不同的计算机例如计算机70来确定牙科器具的形状和尺寸。此外, 该不同的计算机, 例如计算机70, 可能不必接收全部的相同数据以便其确定形状和尺寸。可至少部分地基于通过历史病例的分析或示例性病例的虚拟模型推导的知识, 在不接收所考虑的病例的完整3D表示的情况下, 确定形状和尺寸。在此类示例中, 在客户端计算装置80与计算机70之间传输的数据, 或者以其它方式用于设计定制牙科器具的数据, 可明显少于表示患者的完整数字牙科模型的完整数据集。

[0057] 图4A和图4B示出了示例性可移除牙科器具100, 该示例性可移除牙科器具被构造成重新定位患者的一颗或多颗牙齿。相似地, 图5A和图5B示出了与患者的牙齿结构的3D数字模型130结合的可移除牙科器具100的3D数字模型。

[0058] 可移除牙科器具100被构造成当被患者佩戴时基本上暴露患者的牙齿的咬合面。与基本上围绕患者牙齿的可移除牙科器具相比, 通过提供暴露的咬合面, 可移除牙科器具100可提供诸多优点, 例如改善患者舒适性、降低牙科器具的可视性、减少因牙齿之间空气和唾液流增加而导致的牙垢积累、以及让患者能够在不移除牙科器具的情况下进行一定程度的吃或喝。

[0059] 可移除牙科器具100包括器具主体102。器具主体102包括有效带112, 该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿 (在所示的示例中, 前牙)。有效带112包括颜面部分

106和舌面部分104。颜面部分106被构造成与有效带112内的所围绕的牙齿的颜面侧配准，而舌面部分104被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。

[0060] 颜面部分106和舌面部分104配合以形成接收器108。每个接收器108表示颜面部分106的一个区段以及舌面部分104的对应区段，该区段被构造成当牙科器具100被患者佩戴时接受该所围绕的牙齿中的一颗。个体接收器108可被器具主体102的颜面部分106内的颜面脊109以及舌面部分104内的舌面脊107分隔。舌面脊107和颜面脊109可对应于所围绕的牙齿的相邻牙齿之间的交界，但不需要延伸到任意两个相邻牙齿的邻间区域中。

[0061] 接收器108至少部分地限定由器具主体102形成的有效带112。有效带112构造有开放式端部，使得当可移除牙科器具100被患者佩戴时，暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。例如，在被患者佩戴时，所围绕的牙齿定位在器具主体102的个体接收器108内。在所示的示例中，个体接收器108被舌面脊和颜面脊中的至少一者分隔和/或单独地限定。在其它示例中，接收器可接受多个相邻牙齿。

[0062] 为了促进对患者牙齿的定位，该个体接收器108中的至少一个与患者的对应牙齿相比较可以不对准。这样，器具主体102被构造成当可移除牙科器具100被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力和/或平移力。在相同或不同的示例中，器具主体102被构造成向个体接收器108内的牙齿中的一颗或多颗施加平移力。有效带112还可被构造成在所环绕的牙齿的唇面表面和舌面表面两者上施加相反的力；这种压缩性“挤压”可使牙科器具100的操作区别于包括开放面式接收器的其它器具。

[0063] 可移除牙科器具100进一步包括锚定件120。锚定件120从器具主体102的每一侧延伸。锚定件120中的每个包括被构造成接受患者的牙齿的带122，以及将带122联接到器具主体/有效带112的撑条121。在所示的示例中，锚定带122环绕患者的一颗或多颗后牙。在一些示例中，后牙可为患者的前臼齿或臼齿。当可移除牙科器具100被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体102的个体接收器108内时，后牙定位在锚定件120的带122内。锚定件120被构造成使得当可移除牙科器具100被患者佩戴时，保持暴露患者的所接受的后牙的咬合面。在其它示例中，有效带可被构造成围绕一颗或多颗后牙，其中锚定件位于有效带的近中或远侧。因此，锚定件可围绕后牙、前牙、或者这两者的组合。

[0064] 可移除牙科器具100可用作弹簧矫治器，因为器具主体102的舌面部分104可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。同时，锚定件120被构造成当可移除牙科器具100被患者佩戴时，通过在大体上向后的方向上向所接受的后牙施加力来支持器具主体102的舌面部分104在大体上向前的方向上施加力。在可供选择的具体实施(未示出)中，器具主体可缺乏舌面部分或颜面部分，使得一颗或多颗目标牙齿仅经受向前或向后导向的力中的一种。

[0065] 在一些示例中，可移除牙科器具100可包括捕捉件，该捕捉件被构造成连接到患者口腔内的正畸锚定装置。此类捕捉件可位于锚定件120中的一者或两者上。

[0066] 在相同或不同的示例中，可移除牙科器具100，包括器具主体102和锚定件120，包括一种或多种聚合物。例如，可移除牙科器具100，包括器具主体102和锚定件120，可由单个连续的3D打印部件组成。在一些具体示例中，可移除牙科器具100(包括器具主体102和锚定件120)的部件的厚度可介于约0.25毫米与约2.0毫米厚之间，例如介于约0.5毫米与约1.0毫米厚之间、或者为约0.75毫米厚。在一些示例中，可移除牙科器具100的特征结构的厚度

可改变以实现更受到调控的力。在相同或不同的示例中,可移除牙科器具100可在有效带112的边缘上和其它空间上包括倒角或圆角。此类倒角或圆角可改善患者舒适性并降低可移除牙科器具100的可视性。

[0067] 在其它示例中,可移除牙科器具100可包括金属部件,该金属部件被构造成为聚合物部件提供刚度以增强可移除牙科器具施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的力。例如,金属部件可包括在锚定件120之间延伸穿过器具主体102的舌面部分104的线丝。在一些示例中,当被患者佩戴时提供暴露的咬合面的可移除牙科器具可包括一个或多个其它金属部件,例如金属咬合跳线,其中需要较大的耐久性来克服高压力的咬合接触的应力。对金属咬合跳线的需求可归因于非适形性患者活动,例如咬牙或咀嚼。在相同或不同的示例中,当被患者佩戴时提供暴露的咬合面的可移除牙科器具可包括捕捉件以连接在患者口腔内植入的锚定装置。这样,此类提供暴露的咬合面的可移除牙科器具可提供金属和塑料的混合构造。

[0068] 虽然塑料部件可大体上是透明的以便降低可视性,但金属部件可包括镀层或其它着色层以降低可移除牙科器具在被患者佩戴时的可视性。例如,当被植入时靠近患者牙齿定位的金属部件可包括白色着色层,而定位在别处的金属部件可被着色成大体上匹配患者口腔内的组织颜色。

[0069] 可移除牙科器具100可以数字方式设计。在一些示例中,一组有序的可移除牙科器具被设计成基于一系列数字设置依次佩戴。在此类示例中,该组中的每个可移除牙科器具的佩戴时间可介于约2周与约12周之间,例如介于约3周与约10周之间或介于约4周与约8周之间。在将该组中的可移除牙科器具佩戴了处方时间周期之后,该组中的可移除牙科器具可被丢弃并替换为该组中的下一个可移除牙科器具。可移除牙科器具100的设计可促进该组内可移除牙科器具的更换间隔较长的周期。例如,由于有效带112围绕患者牙齿中的两颗或更多颗,因此与其中每个牙齿被隔离在独立腔体内的类似牙科器具设计相比,当被患者首次佩戴时,舌面部分104和颜面部分106可较大幅度地偏转。为此,可移除牙科器具100可被设计成相比其中每个牙齿被隔离在独立腔体内的类似牙科器具设计提供较大量的牙齿移动,并且可因此被设计成在被该组中的下一个牙科器具替换之前被患者佩戴较长的时间周期。

[0070] 虽然可移除牙科器具100包括位于器具主体102内的个体接收器108,但在其它示例中,器具主体102可不包括为患者的被器具主体102围绕的牙齿中的每颗限定独立腔体的脊。此外,虽然可移除牙科器具100包括单个有效带112,但其它示例可包括不止一个有效带,每个有效带均围绕一颗或多颗牙齿。虽然图中未示出,但可移除牙科器具100以及此类其它示例可任选地包括一条或多条附加撑条,该附加撑条将该一条或多条有效带连接、附接或锚定到彼此、到牙齿、或者到粘结或以其它方式直接附接到牙齿的独立器具。

[0071] 在该示例或其它示例中,有效带的形状和尺寸被限定成使得每个所围绕的牙齿表面的一部分被可移除牙科器具100的内表面复制,其中包括例如器具主体102的颜面部分106内的颜面脊109以及舌面部分104内的舌面脊107。此类复制可在松弛状态下提供适形的器具,同时又促进可移除牙科器具100在应力状态下的弹性变形,该松弛状态发生在器具表达结束时,该应力状态发生在当牙齿相对于可移除牙科器具100错位时器具表达的有效周期期间。

[0072] 通过复制牙齿的唇面表面和舌面表面的稍大部分,但该部分没有咬合面那么大,

可在牙齿相对于可移除牙科器具100更多地错位时由于更大力偶的形成而影响牙齿的旋转。通过在可移除牙科器具100的内表面中紧密地复制牙齿的特征结构,由于当可移除牙科器具100即使稍微变形也会存在力偶,因此可移除牙科器具100在完成阶段可尤其有效。相比之下,许多现有可移除器具,例如弹簧矫治器或英曼矫治器,避免在这些表面中进行细节复制以免在器具移动时妨碍牙齿,这样就可使用单个器具将牙齿移动通过较大的距离或角度。移除这些器具中的细节旨在提供在器具移动时牙齿可于其上滑动的平滑表面,但缺点在于,由引起预期旋转的接触点形成的力偶在大小上要小得多,从而导致更小的力和更少的器具表达。

[0073] 以此类推,当颌部的内表面被设计成紧密适形于对应的螺母(即,笔直且平行)时,开口扳手更为有效。但是,如果颌部的内表面为倒圆的使得颌部之间的距离在中点处最小并且朝着在任一端部处的开口增大,则在拧紧扳手时由颌部与螺母之间的接触点形成的力偶,相比在颌部平行且在螺母顶点处接触螺母(假设颌部与螺母之间存在一定容差)的情况,将具有较小的半径。相似地,可移除牙科器具100的有效带112的宽度(即,咬合齿龈厚度)增大将导致力偶的半径增大,这将增大在器具变形期间施加的力。尽管在一些情况下,动机可能是出于美观或患者舒适性的原因要最大程度减小带的宽度(例如,一直减小至细线),但在其它情况下,可能有利的是,通过增大可移除牙科器具100的内表面区域并紧密地复制牙齿的特征结构,来放弃主观上的美观,以获得更大的功能。

[0074] 可使用自动化制造系统例如自动化制造系统74(图3),基于计算机系统例如计算机70(图3)所制作的可移除牙科器具100的数字模型,来制造可移除牙科器具100。在不同的示例中,可使用3D打印或热成形和修整(例如用5轴铣削或激光切割来修整)来形成可移除牙科器具100。在使用3D打印的情况下,可直接由3D打印系统对可移除牙科器具100进行3D打印,但在其它示例中,可在使用3D打印形成的牙齿模具上面热成形可移除牙科器具100。在一些示例中,3D打印的牙齿可具有凸起的咬合面或者以其它方式不同于患者的牙齿,以限制在使用3D打印形成的牙齿模具上面热成形可移除牙科器具100之后从咬合面区域移除材料的需求。

[0075] 在相同或不同的示例中,可移除牙科器具100的自动化或半自动化制造可包括注塑、失蜡铸造、5轴铣削、激光切割以及其它制造技术。在可移除牙科器具包括一个或多个金属部件例如金属咬合跳线的示例中,自动化制造可包括金属部件的机械手操控,例如金属部件比如线丝的机械手弯曲。提供金属和塑料的混合构造的可移除牙科器具还可使用重叠注塑和/或按扣配合技术来制造。此类金属部件也可以数字方式设计并且由经机械手定制弯曲的金属丝制成、由3D打印的蜡模型的金属熔模铸模制成、由“直接金属”3D打印(包括选择性激光熔化(SLM)或选择性激光烧结(SLS))制成、或由金属块的3、4或5轴铣削制成。作为另外一种选择,用于与可移除牙科器具的聚合物部件结合使用的较强的部件可由透明的或着色成牙齿色的陶瓷材料制成。在一些示例中,金属可镀有“白色”珠光金属,例如银、铂、钯或铑,以改善美观性。一般来讲,添加更多的部件将引入接头,在自动化或半自动化制造过程结束后可能需要某种组装。

[0076] 这样,本文相对于提供暴露的咬合面的可移除牙科器具而公开技术促进了许多不同的构型。这些技术促进了对经治疗的牙齿和锚定齿的选择,同时还促进了对力构件、锚定件及其它特征结构的定制尺寸、形状和放置的选择。此外,还可选择材料组合和接头类型以

为患者提供期望的治疗效果。

[0077] 图6示出了上可移除牙科器具101和下可移除牙科器具100的3D数字模型140,该器具促进对II类咬合不正的矫正。图6还示出了患者的下齿的3D数字模型130以及患者的上齿的3D数字模型131。下可移除牙科器具100类似于如图4A至图5B所示的可移除牙科器具100,但添加了用于连接到弹性结扎线142的凸块、钩、环、捕捉件或其它特征结构。此外,上可移除牙科器具101类似于可移除牙科器具100,但不同的是其被构造成佩戴在3D数字模型131中所示的患者上齿上面。上可移除牙科器具101还包括用于连接到弹性结扎线142的钩或其它特征结构。在其它示例中,器具可使用FORSUS II类矫正器或Herbst矫正器来经由滑动“减震器”连接到上牙弓或下牙弓。就FORSUS矫治器而言,当下颌闭合时,螺旋弹簧被压缩。当下颌打开时,弹簧松弛并且一旦达到其范围末端便自由滑动。FORSUS或Herbst II类矫正器仅推到牙科器具上,而不是拉至其上,并且可比弹性结扎线142更适合纳入可移除器具内,弹性结扎线可能倾向于将上可移除牙科器具101和下可移除牙科器具100拉离患者的牙齿。

[0078] 与可移除牙科器具100相似,可移除牙科器具101被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。与可移除牙科器具100相似,可移除牙科器具101可用作弹簧矫治器,因为它可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。可移除牙科器具101还包括锚定件,该锚定件用于当可移除牙科器具101被患者佩戴时支持在大体上向前的方向上施加力,但在其它示例中,锚定件还可支持在大体上朝远侧的方向上施加力。大体上向前的方向可因患者的牙齿而异,因为可移除牙科器具101施加的力倾向于将牙齿挤压到一起,使得一颗或多颗牙齿经受的力可不同于大体上向前的方向。一般来讲,由可移除牙科器具101形成的环被错位的牙齿扩展,并且可移除牙科器具101,当其试图松弛到其具有较小周长的平衡态时,迫使牙齿进行各种平移和旋转。上可移除牙科器具101可使用如相对于图4A至图5B以及可移除牙科器具100所述的技术来制造。

[0079] 上可移除牙科器具101被构造成与下可移除牙科器具100相互作用,使得上可移除牙科器具101和下可移除牙科器具100的组合促进对II类咬合不正的矫正。具体地讲,上可移除牙科器具101包括用于连接到弹性结扎线142的钩或其它特征结构。下可移除牙科器具100也包括用于连接到弹性结扎线142的钩或其它特征结构。当弹性结扎线142与上可移除牙科器具101和下可移除牙科器具100一起被患者佩戴时提供对II类咬合不正的矫正。为了防止弹性结扎线142将上可移除牙科器具101和下可移除牙科器具100拉离牙齿,上可移除牙科器具101和下可移除牙科器具100中的一者或两者可接合牙齿上的结合附件。示例性结合附件可见授予Cinader等人的标题为“LINGUAL ORTHODONTIC APPLIANCE WITH REMOVABLE SECTION”(具有可移除区段的舌面正畸器具)并且于2014年9月9日颁布的美国专利No.8,827,697。美国专利No.8,827,697全文以引用方式并入本文。

[0080] 图7示出了与患者的牙齿的3D数字模型133结合的具有有效带103且包括桥体152的可移除牙科器具150的3D数字模型的前牙部分。可移除牙科器具150与如图4A至图5B所示的可移除牙科器具100相同或类似,但添加了桥体152。

[0081] 与可移除牙科器具100相似,可移除牙科器具150被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。与可移除牙科器具100相似,可移除牙科器具150可用作弹簧矫治器,因为它可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。大体上向

前的方向可因患者的牙齿而异,因为可移除牙科器具100施加的力倾向于将牙齿挤压到一起,使得一颗或多颗牙齿经受的力可不同于大体上向前的方向。一般来讲,由可移除牙科器具100形成的环被错位的牙齿扩展,并且可移除牙科器具100,当其试图松弛到其具有较小周长的平衡态时,迫使牙齿进行各种平移和旋转。可移除牙科器具150还包括锚定件,该锚定件用于当可移除牙科器具150被患者佩戴时支持在大体上向前的方向上施加力。可移除牙科器具150可使用如相对于图4A至图5B以及可移除牙科器具100所述的技术来制造。

[0082] 桥体152被构造成填充因患者的缺失牙齿所致的空间,如患者牙齿的3D数字模型133中所表示。在一些示例中,桥体152可被着色以与患者的牙齿一致。桥体152的几何形状可被选择以便有助于将牙齿邻近桥体152重新定位。例如,在每个可移除牙科器具均包括桥体的一组有序的可移除牙科器具中,桥体可在该组有序的可移除牙科器具的整个序列中逐渐变大,以便为期望的种植体、牙桥或其它美容牙齿构建足够的空间。

[0083] 图8示出了与患者的牙齿的3D数字模型130结合的可移除牙科器具160的3D数字模型的前牙部分,该可移除牙科器具具有有效带105且包括舌面指状物162并且提供暴露的咬合面。可移除牙科器具160与如图4A至图5B所示的可移除牙科器具100相同或类似,但添加了舌面指状物162。

[0084] 与可移除牙科器具100相似,可移除牙科器具160被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。与可移除牙科器具100相似,可移除牙科器具160可用作弹簧矫治器,因为它可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。可移除牙科器具160还包括锚定件,该锚定件用于当可移除牙科器具160被患者佩戴时支持在大体上向前的方向上施加力。

[0085] 舌面指状物162可大体上在向前的方向上向每个所围绕的牙齿施加单独的力。施加到每个所围绕的牙齿的方向和大小可根据舌面指状物162的相邻舌面指状物的设计来定制。在不同的示例中,舌面指状物162的厚度可介于约0.25毫米与约2.0毫米之间,例如介于约0.5毫米与约1.0毫米之间、或者为约0.75毫米。可移除牙科器具160可使用如相对于图4A至图5B以及可移除牙科器具100所述的技术来制造。

[0086] 当可移除牙科器具160被患者佩戴时,舌面指状物162,如果位于牙科器具的舌面部分上,则通过将牙齿朝着唇弓(牙科器具的前牙部分)推抵来大体上在向前的方向上施加力。然而,可移除牙科器具160的唇弓还在舌面方向上推回到牙齿上。从相对两侧和相反的方向同时推动牙齿的双作用使力偶形成在相对的接触点处。这些力偶相对于力矩中心的形成位置决定所实现的杠杆作用的旋转轴线和大小。如果仅从一侧进行接触并且未形成力偶,则牙齿被平移。然而,由于接触点位于牙齿的牙冠上,并且力矩中心位于牙根中部的某处,因此纯平移不会实现,并且反而表现为围绕长臂旋转,该长臂即为从接触点到牙根中力矩中心的距离。这仅近似旋转。可通过以下方式实现纯平移:牢固地局部包围牙齿并且让牙科器具的其它较远的部分发生将产生平移力的变形。因此,可能有利的是,单独地而不是以群组的形式包围某些牙齿,并且在这些牙齿与其它牙齿之间使用撑条,从而作为弹性变形的力构件来锚定牙齿。这样,可移除牙科器具160可用于通过将所有前牙以群组的形式朝前推抵后牙来在前牙段与后牙段之间构建空间,该后牙用作锚定件(但它们也可自己在相反的方向上移动)。

[0087] 图9为示出了在制造设施48处开展的用于构造可移除牙科器具52(图1)的过程100

的流程图。在一些示例中,可移除牙科器具52可包括可移除牙科器具100、可移除牙科器具101、可移除牙科器具150和/或可移除牙科器具160中的一者或多者。制造设施48处的计算机70从诊所44接收数字牙齿结构数据46、患者提供的患者的一颗或多颗牙齿的初始位置、以及处方数据47(202)。作为另外一种选择,计算机70从位于计算机70内的或者可以其它方式供计算机访问的数据库检索信息。与计算机70相关联的受过训练的用户可与在计算机70上运行的计算机化建模环境交互以相对于患者牙齿结构的数字表示制定治疗计划并生成处方数据47,如果诊所44没有这么做。在其它示例中,计算机70可仅基于患者的牙齿结构和预定义的设计约束制定治疗计划。

[0088] 一旦计算机70接收患者的牙齿结构,计算机70便确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状(204)。可移除牙科器具的尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。在相同或附加的示例中,计算机70确定用于患者的一组可移除牙科器具的尺寸和形状,患者的该组可移除牙科器具被构造成按顺序佩戴。

[0089] 在一些示例中,确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括用计算机70根据一组预定义的设计约束来选择可移除牙科器具的尺寸和形状。该组预定义的设计约束可包括一个或多个因素,包括但不限于施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大局部力、施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大旋转力、施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大平移力、施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大总力、以及当可移除牙科器具被患者佩戴时在所围绕的牙齿处于其初始位置的情况下施加到可移除牙科器具的最大应变。

[0090] 在确定可移除牙科器具的尺寸和形状期间,计算机70可使用有限元分析(FEA)技术来分析患者牙齿以及可移除牙科器具上的力。例如,在建模牙齿从其初始位置移动到表示治疗的其最终位置时,计算机70可对患者牙齿的立体模型应用FEA,该治疗包括一组有序的可移除牙科器具。计算机70可使用FEA来选择适当的可移除牙科器具以在牙齿上施加期望的力。此外,计算机70可使用虚拟牙合架来确定在建模牙齿于治疗期间的整个移动中牙齿之间的接触点。计算机70还可在FEA力分析中包括咬合接触力例如牙间交错力、以及在设计一组有序的可移除牙科器具中的可移除牙科器具期间来自装置的力。

[0091] 在相同或不同的示例中,确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括用计算机70选择牙科器具主体的颜面部分和舌面部分的厚度以便提供一定刚度,该刚度适合当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。在不同的示例中,此类选择的厚度可介于约0.25毫米与约2.0毫米厚之间的范围内,例如介于约0.5毫米与约1.0毫米厚之间的范围内。在一些示例中,计算机70还可根据预定义的设计约束选择可移除牙科器具的至少一部分(例如,颜面主体部分和舌面主体部分)的材料或者在不增加厚度的情况下提供期望的刚度特性。

[0092] 患者的可移除牙科器具的尺寸和形状可经由计算机70的用户界面72呈现给用户(206)。在可移除牙科器具的尺寸和形状经由计算机70的用户界面72呈现给用户的示例中,在将设计数据发送到自动化制造系统之前,用户可有机会调整设计约束或者直接调整可移除牙科器具的尺寸和形状。

[0093] 作为另外一种选择或除此之外,用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状可由计算机70直接呈现给用户(206)作为由自动化制造系统74制造的可移除牙科器具。在此类示

例中,计算机70将可移除牙科器具的数字模型发送到自动化制造系统74,并且自动化制造系统74根据来自计算机70的数字模型制造可移除牙科器具。

[0094] 然而,即使在用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状经由计算机70的用户界面72呈现给用户的示例中,在用户批准之后,计算机70也将可移除牙科器具的数字模型发送到自动化制造系统74 (208),并且自动化制造系统74根据来自计算机70的数字模型制造可移除牙科器具 (210)。

[0095] 在一些示例中,自动化制造系统74可包括3D打印机。形成牙科器具主体的有效带的形状可包括用3D打印机打印牙科器具主体的形成牙科器具主体的有效带的表面。先前已相对于可移除牙科器具100描述了此类有效带。在其它示例中,形成牙科器具主体的有效带的形状可包括用3D打印机打印患者牙齿的表示并且在患者牙齿的表示上面热成形牙科器具主体。例如,患者牙齿的表示可包括凸起的咬合面以促进在热成形的器具主体中形成将颜面部分与舌面部分分隔的空间。

[0096] 图9的技术可用于设计和制造患者的一组有序的可移除牙科器具中的每个可移除牙科器具。例如,该组有序的可移除牙科器具中的每个可移除牙科器具可被构造成增量地重新定位患者的牙齿。这样,该组有序的可移除牙科器具可被构造成比该组可移除牙科器具内的任一个可移除牙科器具更大程度地重新定位患者的牙齿。患者的此类一组有序的可移除牙科器具可具体地被构造成,当患者的该组有序的可移除牙科器具的可移除牙科器具被患者依次佩戴时,将患者的该一颗或多颗牙齿从其初始位置增量地重新定位到最终调整位置。

[0097] 在一些示例中,相对于图9所述的技术可包含在计算机可读存储介质内,该计算机可读存储介质例如客户端计算装置80 (图3) 和/或计算机70 (图3) 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构造成执行相对于图9所述的技术。

[0098] 在设计可移除牙科器具52之后,制造设施48根据数字牙齿结构数据46和处方数据47制作可移除牙科器具52 (206)。可移除牙科器具52的构造可包括3D打印、热成形、注塑、失蜡铸造、5轴铣削、激光切割、塑料和金属混合制造技术例如按扣配合和重叠注塑、以及其它制造技术。

[0099] 图10为示出了使用一组有序的可移除牙科器具进行的治疗的逐次迭代的流程图。该组有序的可移除牙科器具被构造成重新定位患者的一颗或多颗牙齿。在各种示例中,该组有序的可移除牙科器具可包括以下中的一者或多者:可移除牙科器具100、可移除牙科器具101、可移除牙科器具150、可移除牙科器具160、和/或下文进一步描述的其它可移除牙科器具中的任一者。因此,治疗可具有多个本文所述的可移除牙科器具并且无需限于一个具体牙科器具实施方案的迭代。在一个示例性具体实施中,治疗可首先始于对一个或多个可移除牙科器具800的迭代 (参见下面的图15A和图15B),并且一旦患者的牙齿已移动某个期望量,治疗就可继续对可移除牙科器具100的迭代。

[0100] 治疗始于第一治疗迭代 (302)。在第一治疗迭代开始时,患者的牙齿处于如止动状态X所表示的其初始位置 (310) 处。对患者的牙齿进行扫描以促进设计该组有序的可移除牙科器具 (304)。通过对患者牙齿的扫描,计算机确定该有序组中可移除牙科器具的两个不同的形状和尺寸:设计306a和设计306b。用于创建患者牙齿的数字模型的示例性技术在授予

Cinader等人的标题为“METHODS OF PREPARING A VIRTUAL DENTITION MODEL AND FABRICATING A DENTAL RETAINER THEREFROM”(制备虚拟牙列模型并且由此制作牙科保持器的方法)并且于2014年5月27日颁发的美国专利No.8,738,165中有所描述。美国专利No.8,738,165全文以引用方式并入本文。计算机可通过首先调整患者牙齿的数字模型以创建在治疗之后患者牙齿的期望位置的模型,来确定该有序组中可移除牙科器具的两个不同的形状和尺寸。然后,计算机可基于将患者的牙齿从初始位置移动至其期望位置所需的时间和力来创建该有序组中可移除牙科器具的形状和尺寸。例如,计算机模型可调整该有序组中可移除牙科器具的弹簧状元件的厚度和其它尺寸以产生将患者的牙齿从初始位置移动至其期望位置所需的力。由该有序组中的可移除牙科器具施加的建模力还可基于患者牙齿在治疗期间的增量位置移动。这样,计算机可针对治疗期间该有序组中的可移除牙科器具待被患者佩戴时的预测位置,根据施加在牙齿上的预期力为该有序组中的每个设计形状和尺寸。

[0101] 在一些示例中,该组可移除牙科器具中不止一个(例如三个)不同的可移除牙科器具可使用该两个不同的形状和尺寸中的每个来制造,以制作该组可移除牙科器具中的六个可移除牙科器具。该组有序的牙科器具内的第一牙科器具至第三牙科器具为相同的形状和尺寸,但包含具有不同刚度特性的材料。第二牙科器具和第三牙科器具具有比第一牙科器具高的刚度特性,并且第三牙科器具还具有比第二牙科器具高的刚度特性。同样,该组有序的牙科器具内的第四牙科器具至第六牙科器具为相同的形状和尺寸,但包含具有不同刚度特性的材料。第五牙科器具和第六牙科器具具有比第四牙科器具高的刚度特性,并且第六牙科器具还具有比第五牙科器具高的刚度特性。在一些示例中,第一牙科器具可具有与第四牙科器具相同的刚度特性。同样,在一些示例中,第二牙科器具可具有与第五牙科器具相同的刚度特性。另外,在一些示例中,第三牙科器具可具有与第六牙科器具相同的刚度特性。

[0102] 在一个示例性治疗方法中,该组有序的可移除牙科器具中的第一可移除牙科器具由相对软的材料制成,该材料为例如相对软的聚合物材料。该组有序的可移除牙科器具中的第一可移除牙科器具适形于设计306a,并且由相对软的材料制成,该材料为例如相对软的聚合物材料。该组有序的可移除牙科器具中的第二可移除牙科器具适形于设计306a,并且由中等刚度的材料制成,该材料为例如比该组有序的可移除牙科器具中的第一可移除牙科器具相对更刚硬的聚合物材料。该组有序的可移除牙科器具中的第三可移除牙科器具适形于设计306a,并且由高刚度的材料制成,该材料为例如比该组有序的可移除牙科器具中的第二可移除牙科器具相对更刚硬的聚合物材料。该组有序的可移除牙科器具中的第四可移除牙科器具适形于设计306b,并且由相对软的材料制成。该组有序的可移除牙科器具中的第五可移除牙科器具适形于设计306b,并且由中等刚度的材料制成。该组有序的可移除牙科器具中的第六可移除牙科器具适形于设计306b,并且由高刚度的材料制成。

[0103] 该组有序的可移除牙科器具中的第一可移除牙科器具至第六可移除牙科器具随时间推移被患者依次佩戴。例如,该组有序的可移除牙科器具中的每个的佩戴时间可介于约2周与约12周之间,例如介于约3周与约10周之间或介于约4周与约8周之间。在使用第一可移除牙科器具至第六可移除牙科器具的治疗计划之后,患者的牙齿处于如牙列状态X+1所表示的第一治疗迭代的最终位置(311)处。

[0104] 这时候,患者可回到临床医生处,临床医生可评估第一治疗迭代(320)的结果。如果第一治疗迭代得到患者牙齿的满意的最终放置,则治疗可结束(330)。然而,如果第一治疗迭代未完成患者牙齿的期望移动,则可执行一个或多个附加的治疗迭代。作为下一个治疗迭代的开始,临床医生可对患者的牙齿进行另一次扫描以促进设计该组有序的可移除牙科器具(304)。在一些示例中,第一治疗迭代的结果评估可包括对患者的牙齿进行另一次扫描,在这种情况下,开始下一个治疗迭代可仅涉及将患者牙齿的数字模型转发到制造设施以使得可基于患者牙齿的新位置为患者制造另一组有序的可移除牙科器具。在其它示例中,可使用新获取的扫描来在临床医生的设施中创建可移除牙科器具的一个或多个迭代。

[0105] 图10的技术表示一个具体示例,可在本公开的实质内对图10的技术进行多种修改。例如,该组有序的可移除牙科器具可包括多于或少于六个的可移除牙科器具。又如,该组有序的可移除牙科器具中的每个可移除牙科器具可具有唯一的形状和尺寸。又如,计算机通过患者牙齿的初始扫描X为该有序组中的可移除牙科器具确定单一形状和尺寸。

[0106] 图11A和图11B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具包括锚定件,该锚定件被构造成接受患者的分别位于两侧上的两个后牙。图11A还示出了与患者的牙齿的3D数字模型130结合的可移除牙科器具400的3D数字模型。可移除牙科器具400可基本上类似于可移除牙科器具100(图4A至图5B),但锚定件420的构型不同。为简明起见,相对于可移除牙科器具400以有限的细节描述或者未详细描述与前文相对于可移除牙科器具100所述的细节相同或类似的可移除牙科器具400的细节。

[0107] 可移除牙科器具400被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。可移除牙科器具400包括器具主体402。器具主体402形成有效带412,该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体402包括颜面部分406和舌面部分404。颜面部分406被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,而舌面部分404被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。

[0108] 颜面部分406和舌面部分404形成接收器408。每个接收器408表示颜面部分406的一个区段以及舌面部分404的对应区段,该区段被构造成当牙科器具400被患者佩戴时接受所围绕的牙齿中的一颗。接收器408可被器具主体402的颜面部分406内的颜面脊409以及舌面部分404内的舌面脊407分隔。舌面脊407和颜面脊409可对应于所围绕的牙齿的相邻牙齿之间的交界。

[0109] 有效带412被构造成使得当可移除牙科器具400被患者佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。例如,在被患者佩戴时,所围绕的牙齿定位在器具主体402的接收器408内。

[0110] 为了促进对患者牙齿的定位,接收器408中的至少一个与患者的对应牙齿相比较可以不对准。这样,器具主体402可被构造成当可移除牙科器具400被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力和/或平移力。在一些具体示例中,器具主体402可被构造成仅提供压缩力或线性力。在相同或不同的示例中,器具主体402可被构造成向接收器408内的牙齿中的一颗或多颗施加平移力。

[0111] 可移除牙科器具400进一步包括锚定件420。锚定件420从器具主体402的每一侧延伸。锚定件420中的每个包括被构造成接受患者的后牙的两个接收器422。接收器422通过牙间牙套421与有效带412分隔。在一些示例中,后牙可包括患者的前臼齿和/或臼齿。当可移

除牙科器具400被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体402的接收器408内时,后牙定位在锚定件420的接收器422内。锚定件420被构造成使得当可移除牙科器具400被安置在患者的牙弓上时,保持暴露患者的所接受的后牙的咬合面。

[0112] 可移除牙科器具400可用作弹簧矫治器,因为器具主体402的舌面部分404可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。同时,锚定件420被构造成当可移除牙科器具400被患者佩戴时,通过在大体上向后的方向上向所接受的后牙施加力来支持器具主体402的舌面部分404在大体上向前的方向上施加力。

[0113] 图12示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具500,该示例性可移除牙科器具500包括锚定件,该锚定件被构造成与患者的后牙的舌面侧配合。图12还示出了与患者的牙齿的3D数字模型130结合的可移除牙科器具500的3D数字模型。可移除牙科器具500可基本上类似于可移除牙科器具100(图4A至图5B),但锚定件520的构型不同。为简明起见,相对于可移除牙科器具500以有限的细节描述或者未详细描述与前文相对于可移除牙科器具100所述的细节相同或类似的可移除牙科器具500的细节。

[0114] 可移除牙科器具500被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。可移除牙科器具500包括器具主体502。器具主体502形成有效带512,该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体502包括颜面部分506和舌面部分504。颜面部分506被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,而舌面部分504被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。如相对于可移除牙科器具100所讨论,颜面部分506和舌面部分504形成接收器,该接收器被构造成当牙科器具500被患者佩戴时接受所围绕的牙齿中的一颗。

[0115] 器具主体502形成有效带512,该有效带沿器具主体502的前牙部分包括颜面部分506和舌面部分504。有效带512被构造成使得当可移除牙科器具500被患者佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。例如,在被患者佩戴时,所围绕的牙齿定位在器具主体502的接收器内。

[0116] 为了促进对患者牙齿的定位,该接收器中的至少一个与患者的对应牙齿相比较可以不对准。这样,器具主体502可被构造成当可移除牙科器具500被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力和/或平移力。在一些具体示例中,器具主体502可被构造成仅提供压缩力或线性力。在相同或不同的示例中,器具主体502可被构造成向接收器内的牙齿中的一颗或多颗施加平移力。

[0117] 可移除牙科器具500进一步包括锚定件520。锚定件520从器具主体502的每一侧延伸。锚定件520中的每个包括被构造成接合患者的后牙的钩522。在一些示例中,后牙可包括患者的前臼齿或臼齿。当可移除牙科器具500被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体502的接收器内时,后牙被锚定件520的钩522接合。锚定件520被构造成使得当可移除牙科器具500被安置在患者的牙弓上时,保持暴露患者的所接受的后牙的咬合面。

[0118] 可移除牙科器具500可用作弹簧矫治器,因为器具主体502的舌面部分504可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。同时,锚定件520被构造成当可移除牙科器具500被患者佩戴时,通过在大体上向后的方向上向所接受的后牙施加力来支持器具主体502的舌面部分504在大体上向前的方向上施加力。

[0119] 图13A和图13B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具包括锚定件,该锚定件被构造成接受患者的犬齿。图13A和图

13B还示出了与患者的牙齿的3D数字模型130结合的可移除牙科器具500的3D数字模型。可移除牙科器具600可基本上类似于可移除牙科器具100(图4A至图5B),但锚定件620的构型不同。为简明起见,相对于可移除牙科器具600以有限的细节描述或者未详细描述与前文相对于可移除牙科器具100所述的细节相同或类似的可移除牙科器具600的细节。

[0120] 可移除牙科器具600被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。可移除牙科器具600包括器具主体602。器具主体602形成有效带612,该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体602包括颜面部分606和舌面部分604。颜面部分606被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,而舌面部分604被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。如相对于可移除牙科器具100所讨论,颜面部分606和舌面部分604形成接收器,该接收器被构造成当牙科器具600被患者佩戴时接受所围绕的牙齿中的一颗。

[0121] 器具主体602形成有效带612,该有效带沿器具主体602的前牙部分包括颜面部分606和舌面部分604。有效带612被构造成使得当可移除牙科器具600被患者佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。例如,在被患者佩戴时,所围绕的牙齿定位在器具主体602的接收器内。

[0122] 为了促进对患者牙齿的定位,该接收器中的至少一个与患者的对应牙齿相比较可以不对准。这样,器具主体602可被构造成当可移除牙科器具600被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力和/或平移力。在一些具体示例中,器具主体602可被构造成仅提供压缩力或线性力。在相同或不同的示例中,器具主体602可被构造成向接收器内的牙齿中的一颗或多颗施加平移力。

[0123] 可移除牙科器具600进一步包括锚定件620。锚定件620直接从器具主体602的每一侧延伸。锚定件620中的每个包括被构造成接受患者的犬齿的接收器622。当可移除牙科器具600被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体602的接收器内时,犬齿定位在锚定件620的接收器622内。锚定件620被构造成使得当可移除牙科器具600被安置在患者的牙弓上时,保持暴露患者的所接受的后牙的咬合面。

[0124] 可移除牙科器具600可用作弹簧矫治器,因为器具主体602的舌面部分604可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。同时,锚定件620被构造成当可移除牙科器具600被患者佩戴时,通过在大体上向后的方向上向所接受的犬齿施加力来支持器具主体602的舌面部分604在大体上向前的方向上施加力。与先前的示例相似,可移除牙科器具600可适于环绕后牙或者后牙和前牙两者。

[0125] 图14A和图14B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具包括线丝锚定件。图14A还示出了与患者的牙齿的3D数字模型130结合的可移除牙科器具700的3D数字模型。可移除牙科器具700可基本上类似于可移除牙科器具100(图4A至图7B),但锚定件720的构型不同。为简明起见,相对于可移除牙科器具700以有限的细节描述或者未详细描述与前文相对于可移除牙科器具100所述的细节相同或类似的可移除牙科器具700的细节。

[0126] 可移除牙科器具700被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。可移除牙科器具700包括器具主体702。器具主体702形成有效带712,该有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体702包括颜面部分706和舌面部分704。颜面部分706被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,而舌面部分704被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。

如相对于可移除牙科器具100所讨论,颜面部分706和舌面部分704形成接收器,该接收器被构造成当牙科器具700被患者佩戴时接受所围绕的牙齿中的一颗。

[0127] 器具主体702形成有效带712,该有效带沿器具主体702的前牙部分包括颜面部分706和舌面部分704。有效带712被构造成使得当可移除牙科器具700被患者佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。例如,在被患者佩戴时,所围绕的牙齿定位在器具主体702的接收器内。

[0128] 为了促进对患者牙齿的定位,该接收器中的至少一个与患者的对应牙齿相比较可以不对准。这样,器具主体702可被构造成当可移除牙科器具700被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力和/或平移力。在一些具体示例中,器具主体702可被构造成仅提供压缩力或线性力。在相同或不同的示例中,器具主体702可被构造成向接收器内的牙齿中的一颗或多颗施加平移力。

[0129] 可移除牙科器具700进一步包括锚定件720。锚定件720从器具主体702的每一侧延伸。锚定件720中的每个包括被构造成接合患者后牙的一部分(通常为牙尖)的钩722。在一些示例中,后牙可包括患者的前臼齿或臼齿。当可移除牙科器具700被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体702的接收器内时,后牙被锚定件720的钩722接合。锚定件720被构造成使得当可移除牙科器具700被患者佩戴时,保持暴露患者的所接受的后牙的咬合面。在不同的示例中,可使用计算机化制造系统或者由临床医生手动地弯曲钩722以适形于患者的牙齿和口腔。

[0130] 相比先前所述的可移除牙科器具,锚定件720可由金属丝形成。具体地讲,锚定件720中的每个包括连接到器具主体702的近侧部分724。在不同的示例中,器具主体702可重叠注塑在锚定件720的近侧部分726上,或者近侧部分726可通过胶粘或其它结合技术直接紧固到器具主体702。也可使用其它合适的技术来将锚定件720紧固到器具主体702。

[0131] 锚定件720可为器具主体702提供刚度,该器具主体可由如本文所述的聚合物材料形成。在可移除牙科器具700的具体示例中,锚定件720的近侧部分726连接器具主体702的舌面部分704和颜面部分706,并且器具主体702的舌面部分704和颜面部分706以其它方式被分隔。在其它示例中,器具主体702的舌面部分704和颜面部分706可彼此连接,如本文所述的其它可移除牙科器具那样。

[0132] 锚定件720进一步包括中心部分724,该中心部分可被弯曲以沿循患者的齿龈线,这既更牢固地将可移除牙科器具700保持在原位,又限制当可移除牙科器具700被患者佩戴时与笔直部分相比限制到患者口腔中的侵入。在不同的示例中,可使用计算机化制造系统或者由临床医生手动地弯曲中心部分724以适形于患者的牙齿和口腔。在一些示例中,可使用CNC弯线机基于患者的牙齿结构的3D数字模型130来形成锚定件720的任何部分。在其它示例中,可使用CNC激光切割机来形成线丝部分。

[0133] 可移除牙科器具700可用作弹簧矫治器,因为器具主体702的舌面部分704可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。同时,锚定件720被构造成当可移除牙科器具700被患者佩戴时,通过在大体上向后的方向上向所接受的后牙施加力来支持器具主体702的舌面部分704在大体上向前的方向上施加力。

[0134] 图15A和图15B示出了在被患者佩戴时提供暴露的咬合面的示例性可移除牙科器具,该示例性可移除牙科器具包括有效带812和线丝锚定件820。图15A还示出了与患者的牙

齿的3D数字模型130结合的可移除牙科器具800的3D数字模型。可移除牙科器具800可基本上类似于可移除牙科器具700(图14A和图14B),但线丝有效带812的构型不同。为简明起见,相对于可移除牙科器具800以有限的细节描述或者未详细描述与前文相对于可移除牙科器具100所述的细节相同或类似的可移除牙科器具800的细节。

[0135] 可移除牙科器具800被构造成当被患者佩戴时暴露患者的牙齿的咬合面。可移除牙科器具800包括器具主体802。器具主体802形成线丝有效带812,该线丝有效带被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿。器具主体802包括颜面部分806和舌面部分804。颜面部分806被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准,而舌面部分804被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准。如相对于可移除牙科器具700和可移除牙科器具100所讨论,颜面部分806和舌面部分804形成接收器,该接收器被构造成当牙科器具800被患者佩戴时接受所围绕的牙齿中的一颗。

[0136] 器具主体802形成线丝有效带812,该线丝有效带沿器具主体802的前牙部分包括颜面部分806和舌面部分804。线丝有效带812被构造成使得当可移除牙科器具800被患者800佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。例如,在被患者佩戴时,所围绕的牙齿定位在器具主体802的接收器内。

[0137] 为了促进对患者牙齿的定位,该接收器中的至少一个与患者的对应牙齿相比较可以不对准。这样,器具主体802可被构造成当可移除牙科器具800被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力和/或平移力。在一些具体示例中,器具主体802可被构造成仅提供压缩力或线性力。在相同或不同的示例中,器具主体802可被构造成向接收器内的牙齿中的一颗或多颗施加平移力。

[0138] 可移除牙科器具800进一步包括锚定件820。锚定件820从器具主体802的每一侧延伸。锚定件820中的每个包括被构造成接合患者的后牙的钩822。在一些示例中,后牙可包括患者的前臼齿或臼齿。当可移除牙科器具800被患者佩戴而所围绕的牙齿定位在器具主体802的接收器内时,后牙被锚定件820的钩822接合。锚定件820被构造成使得当可移除牙科器具800被患者佩戴时,保持暴露患者的所接受的后牙的咬合面。在不同的示例中,可使用计算机化制造系统或者由临床医生手动地弯曲钩822以适形于患者的牙齿和口腔。

[0139] 相比先前所述的可移除牙科器具,有效带812,包括颜面部分806和舌面部分804以及锚定件820中的每个,可由金属丝形成。具体地讲,锚定件820中的每个包括连接到器具主体802的近侧部分826。在一些示例中,可使用CNC弯线机基于患者的牙齿结构的3D数字模型130来形成牙科器具800的任何部分,例如有效带812,包括颜面部分806和舌面部分804以及锚定件820中的每个。

[0140] 在可移除牙科器具800的具体示例中,锚定件820的近侧部分826连接器具主体802的舌面部分804和颜面部分806,并且器具主体802的舌面部分804和颜面部分806以其它方式被分隔。在其它示例中,器具主体802的舌面部分804和颜面部分806可彼此连接,如本文所述的其它可移除牙科器具那样。

[0141] 锚定件820进一步包括中心部分824,该中心部分可被弯曲以沿循患者的齿龈线,这既更牢固地将可移除牙科器具800保持在原位,又限制当可移除牙科器具800被患者佩戴时与笔直部分相比限制到患者口腔中的侵入。在不同的示例中,可使用计算机化制造系统或者由临床医生手动地弯曲中心部分824以适形于患者的牙齿和口腔。

[0142] 可移除牙科器具800可用作弹簧矫治器,因为器具主体802的舌面部分804可被构造成在大体上向前的方向上向所围绕的牙齿中的一颗或多颗施加力。同时,锚定件820被构造成当可移除牙科器具800被患者佩戴时,通过在大体上向后的方向上向所接受的后牙施加力来支持器具主体802的舌面部分804在大体上向前的方向上施加力。

[0143] 可在多种计算机装置中实施本公开的各种技术,该计算机装置为例如服务器(包括云端)、膝上型计算机、台式计算机、笔记本电脑、平板计算机、手持式计算机、智能电话等。任何部件、模块或单元均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、或它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,例如集成电路芯片或芯片组。此外,尽管本说明书通篇描述了多种不同的模块,其中许多模块执行唯一的功能,但可将所有模块的所有功能组合到单个模块中,或者进一步拆分到其它附加的模块中。本文所述的模块仅是示例性的,并且被如此描述的目的是为了更容易理解。

[0144] 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种或多种。计算机可读介质可包括有形计算机可读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)例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等。计算机可读存储介质还可包括非易失性存储装置,例如硬盘、磁带、光盘(CD)、数字多用光盘(DVD)、蓝光光盘、全息数据存储介质、或其它非易失性存储装置。

[0145] 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何者或任何其它结构。此外,在一些方面,本文所述的功能可提供在被构造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。

[0146] 已经描述了各种示例。这些示例以及其他示例均在如下权利要求书的范围内。

[0147] 实施方案

[0148] 1. 一种方法包括:利用计算机系统接收患者的三维(3D)牙齿结构的数字表示,该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;利用计算机系统确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及利用计算机系统将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统,其中可移除牙科器具包括被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体,其中包括有效带和至少一个锚定件的器具主体包括:被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分;以及被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分,其中器具主体被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0149] 2. 根据实施方案1所述的方法,其中患者的三维(3D)牙齿结构进一步包括牙根、齿

龈、牙周韧带(PDL)、齿槽骨或皮质骨的至少某个部分。

[0150] 3.根据前述实施方案中任一项所述的方法,其中颜面部分和舌面部分配合以形成有效带,并且其中所述带包括用于接收所围绕的牙齿的一个或多个接收器。

[0151] 4.根据实施方案1至3中任一项所述的方法,其中利用计算机确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括接受来自用户的输入,其中所述输入影响所述尺寸和形状中的至少一者。

[0152] 5.根据实施方案1至3中任一项所述的方法,其中利用计算机确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括自动确定所述尺寸和形状中的至少一者。

[0153] 6.根据实施方案1至5中任一项所述的方法,其中利用计算机确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括将可移除牙科器具的表示呈现给用户以供审查。

[0154] 7.根据实施方案1至6中任一项所述的方法,其中传输可移除牙科器具的表示包括将可移除牙科器具的数字模型从计算机系统发送到计算机辅助的制造系统,以及根据来自计算机系统的数字模型用计算机辅助的制造系统制造可移除牙科器具的至少一部分。

[0155] 8.根据实施方案1至7中任一项所述的方法,其中计算机辅助的制造系统包括3D打印机,并且其中牙科器具的至少一部分使用3D打印机形成。

[0156] 9.根据实施方案8所述的方法,其中器具主体的颜面部分和器具主体的舌面部分形成接收器,其中每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗,并且其中形成器具主体的接收器的形状包括用3D打印机打印器具主体的形成接收器的表面。

[0157] 10.根据实施方案1至7中任一项所述的方法,其中计算机辅助的制造系统包括CNC弯线机,并且其中牙科器具的至少一部分使用CNC弯线机形成。

[0158] 11.根据实施方案1至7和10中任一项所述的方法,其中制造系统包括CNC铣削机,并且其中牙科器具的至少一部分使用CNC铣削机形成。

[0159] 12.根据实施方案1至7和10中任一项所述的方法,其中制造系统包括CNC激光切割机,并且其中牙科器具的至少一部分使用CNC激光切割机形成。

[0160] 13.根据实施方案12所述的方法,其中CNC激光切割机被构造成沿其切割路径改变切割深度,以促进形成牙科器具的所述至少一部分。

[0161] 14.根据实施方案1至13中任一项所述的方法,还包括:利用计算机系统确定用于患者的一组有序的可移除牙科器具中的每一个的尺寸和形状,所述可移除牙科器具为患者的所述一组有序的可移除牙科器具中的一个,其中所述一组有序的可移除牙科器具中的每个可移除牙科器具被构造成将患者的牙齿增量地重新定位到相比所述一组可移除牙科器具中较早的可移除牙科器具前进更多的位置。

[0162] 15.根据实施方案14所述的方法,其中利用计算机系统确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括根据一组预定义的设计约束利用计算机系统选择可移除牙科器具的尺寸和形状,所述一组预定义的设计约束包括由以下项构成的组中的一者或多者:施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大局部力;施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大旋转力;施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大平移力;施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大总力;以及当可移除牙科器具被患者佩戴时在所围绕的牙齿处于其初始位置的情况下施加到可移除牙科器具的最大应变。

[0163] 16.根据实施方案15中任一项所述的方法,还包括利用计算机系统选择可移除牙

科器具的材料。

[0164] 17. 根据实施方案1至16中任一项所述的方法,其中利用计算机系统确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括选择器具主体的颜面部分和舌面部分的厚度以便提供一定刚度,该刚度适合当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。

[0165] 18. 根据实施方案1至17中任一项所述的方法,其中器具主体的颜面部分和器具主体的舌面部分形成接收器,其中每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗,并且其中器具主体中的该接收器中的至少一个与患者的对应牙齿相比较而对准,使得器具主体被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力。

[0166] 19. 根据实施方案18所述的方法,其中施加到患者的所述一颗或多颗牙齿的旋转力是在器具主体的颜面部分和舌面部分的相对表面与所围绕的牙齿之间形成的一个或多个力偶所引起。

[0167] 20. 根据实施方案18所述的方法,其中施加到患者的所述一颗或多颗牙齿的旋转力是在器具主体的颜面部分和舌面部分的内表面与一颗或多颗对应牙齿的牙根之间形成的一个或多个力偶所引起。

[0168] 21. 根据实施方案1至20中任一项所述的方法,其中牙科器具的至少一部分被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时向一颗或多颗牙齿施加平移力。

[0169] 22. 根据实施方案21所述的方法,其中施加到患者的所述一颗或多颗牙齿的平移力是位于器具主体的颜面部分和舌面部分的内表面与一颗或多颗所接触的牙齿之间的一个或多个压迫点所引起。

[0170] 23. 根据实施方案21所述的方法,其中施加到患者的所述一颗或多颗牙齿的平移力是位于器具主体的颜面部分和舌面部分的内表面与直接附接到患者牙齿结构的一个或多个独立器具之间的一个或多个张力点所引起。

[0171] 24. 根据实施方案1至23中任一项所述的方法,其中可移除牙科器具进一步包括从器具主体的一侧延伸的一个或多个锚定件。

[0172] 25. 根据实施方案1至23中任一项所述的方法,其中所围绕的牙齿为患者的前牙。

[0173] 26. 根据实施方案25所述的方法,其中所围绕的牙齿为第一组所围绕的牙齿,可移除牙科器具还包括被构造成围绕患者的第二组牙齿的带,患者的第二组牙齿与第一组所围绕的牙齿直接相邻。

[0174] 27. 根据实施方案1至26中任一项所述的方法,其中颜面部分和舌面部分形成可移除牙科器具的有效带,并且其中器具进一步包括连接到有效带的一条或多条撑条。

[0175] 28. 根据实施方案27所述的方法,其中可移除牙科器具进一步包括从器具主体的每一侧延伸的锚定件,并且其中撑条将有效带联接到锚定件。

[0176] 29. 根据实施方案28所述的方法,其中可移除牙科器具进一步包括连接到所述一条或多条撑条的远侧端部的一条或多条附加带。

[0177] 30. 根据实施方案29所述的方法,其中所述一条或多条撑条跨越一颗或多颗中间牙齿。

[0178] 31. 根据实施方案29所述的方法,其中所述一条或多条撑条跨越所围绕的牙齿之间的一个或多个间隙。

[0179] 32. 根据实施方案28所述的方法, 其中所述可移除牙科器具中的至少一者包含桥体。

[0180] 34. 根据实施方案1至32中任一项所述的方法, 其中可移除牙科器具进一步包括沿多个前牙的撑条, 所述撑条在牙套的远侧端部处连接到锚定带。

[0181] 35. 根据实施方案1至34中任一项所述的方法, 其中利用计算机系统确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括修改提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置的牙齿结构以产生经修改的牙齿结构, 其中可移除牙科器具的尺寸和形状适形于经修改的牙齿结构。

[0182] 36. 根据实施方案35所述的方法, 其中经修改的牙齿结构表示与患者的所述一颗或多颗牙齿的初始位置相比对患者的所述一颗或多颗牙齿进行的增量重新定位。

[0183] 37. 根据实施方案1至36中任一项所述的方法, 还包括利用计算机将可移除牙科器具的表示呈现给用户。

[0184] 38. 根据实施方案1至37中任一项所述的方法, 其中计算机系统包括经由一个或多个计算机网络可操作地连接的多个计算装置。

[0185] 39. 一种计算机可读存储介质, 其存储计算机系统可执行指令, 所述计算机系统可执行指令在被执行时将处理器构造成执行根据实施方案1至38中任一项所述的方法。

[0186] 40. 一种计算机可读存储介质, 其存储计算机系统可执行指令, 所述计算机系统可执行指令在被执行时将处理器构造成: 接收患者的三维 (3D) 牙齿结构的数字表示, 该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置; 确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状, 可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置; 并且将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统, 其中可移除牙科器具包括被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体, 其中器具主体包括: 被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分; 以及被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分, 其中器具主体被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴时, 暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0187] 41. 根据实施方案40所述的计算机可读存储介质, 其中传输可移除牙科器具的表示包括将可移除牙科器具的数字模型从计算机系统发送到计算机辅助的制造系统, 以及根据来自计算机系统的数字模型用计算机辅助的制造系统制造可移除牙科器具的至少一部分。

[0188] 42. 根据实施方案40至41中任一项所述的计算机可读存储介质, 其中计算机系统可执行指令在被执行时还将处理器构造成: 确定用于患者的一组有序的可移除牙科器具中的每一个的尺寸和形状, 所述可移除牙科器具为患者的所述一组有序的可移除牙科器具中的一个可移除牙科器具, 其中所述一组有序的可移除牙科器具中的每个可移除牙科器具被构造成将患者的牙齿增量地重新定位使得所述一组有序的可移除牙科器具被构造成将患者的牙齿重新定位到与所述一组可移除牙科器具中任一个较早的可移除牙科器具相比前进更多的位置; 并且将所述一组有序的可移除牙科器具中的每个的表示呈现给用户。

[0189] 43. 根据实施方案40至42中任一项所述的计算机可读存储介质, 其中确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括根据一组预定义的设计约束选择可移除牙科器具的尺寸和形状, 所述一组预定义的设计约束包括由以下项构成的组中的一者或多者: 施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大局部力; 施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大旋转力;

施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大平移力;施加到所围绕的牙齿中的一颗或多颗的最大总力;以及当可移除牙科器具被患者佩戴时在所围绕的牙齿处于其初始位置的情况下施加到可移除牙科器具的最大应变。

[0190] 44.根据实施方案43所述的计算机可读存储介质,其中计算机系统可执行指令在被执行时还将处理器构造成选择可移除牙科器具的材料。

[0191] 45.根据实施方案40至44中任一项所述的计算机可读存储介质,其中确定可移除牙科器具的尺寸和形状包括选择器具主体的材料特性以便提供一定刚度,该刚度适合当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置。

[0192] 46.根据实施方案40至45中任一项所述的计算机可读存储介质,其中器具主体的颜面部分和器具主体的舌面部分形成接收器,其中每个接收器被构造成接受所围绕的牙齿中的至少一颗,并且其中器具主体中的该接收器中的至少一个与患者的对应牙齿相比较而对准,使得器具主体被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时向患者的对应牙齿施加旋转力。

[0193] 47.根据实施方案40至46中任一项所述的计算机可读存储介质,其中可移除牙科器具进一步包括从器具主体的每一侧延伸的锚定件。

[0194] 48.根据实施方案40至47中任一项所述的计算机可读存储介质,其中所围绕的牙齿为患者的前牙。

[0195] 49.根据实施方案48所述的计算机可读存储介质,其中可移除牙科器具进一步包括从器具主体的每一侧延伸的锚定件,并且其中锚定件从器具主体朝远侧延伸并且接受患者的后牙的部分。

[0196] 50.一种计算机系统,包括:

[0197] 一个或多个数据库,所述一个或多个数据库存储患者的三维(3D)牙齿结构的数字表示,该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;以及一个或多个处理器,所述一个或多个处理器被构造成:访问3D牙齿结构的数字表示;确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到经调整的未来位置;并且将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统,其中可移除牙科器具包括被构造成围绕患者的两颗或更多颗牙齿的器具主体,其中器具主体包括:被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分;以及被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分,其中器具主体被构造成使得当可移除牙科器具被患者佩戴时,暴露患者的所围绕的牙齿的咬合面。

[0198] 51.一种方法,包括:利用计算机系统接收患者的三维(3D)牙齿结构的数字表示,该牙齿结构提供患者的一颗或多颗牙齿的初始位置;利用计算机系统确定用于患者的可移除牙科器具的尺寸和形状,可移除牙科器具的所述尺寸和形状被构造成当可移除牙科器具被患者佩戴时将患者的所述一颗或多颗牙齿从其初始位置重新定位到调整位置;以及利用计算机系统将可移除牙科器具的表示传输到计算机辅助的制造系统,其中可移除牙科器具包括被构造成接合患者的两颗或更多颗牙齿和至少一个锚定件的器具主体,其中器具主体包括以下中的任一者:被构造成与所围绕的牙齿的颜面侧配准的颜面部分;以及被构造成与所围绕的牙齿的舌面侧配准的舌面部分,其中器具主体被构造成使得当可移除牙科器具

被患者佩戴时,暴露患者的所接合的牙齿的咬合面。

[0199] 52.根据实施方案51所述的方法,其中可移除牙科器具包括沿远侧方向从器具主体延伸的一条或多条撑条。

[0200] 53.根据实施方案52所述的方法,其中撑条将器具主体联接到所述至少一个锚定件。

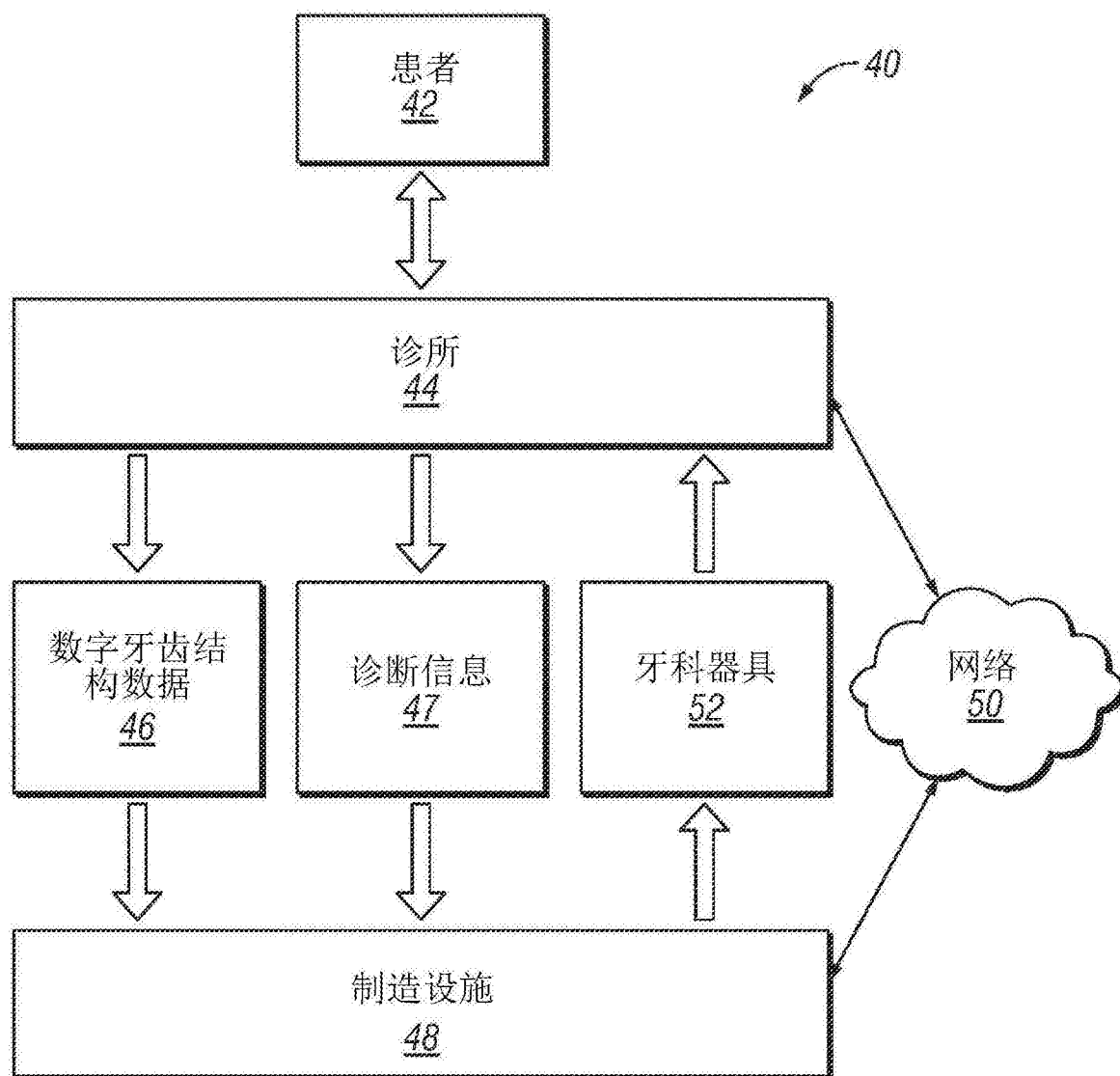


图1

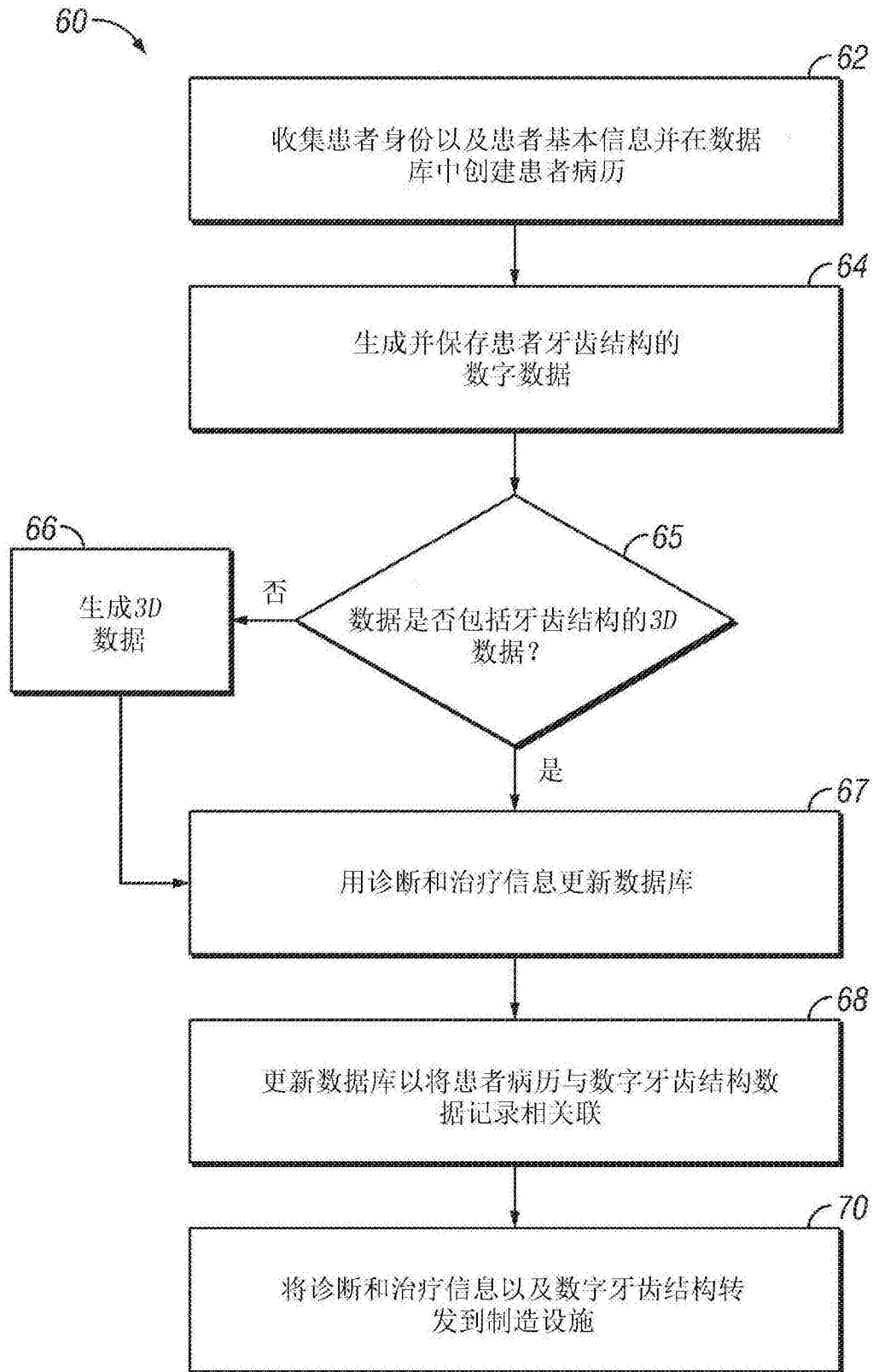


图2

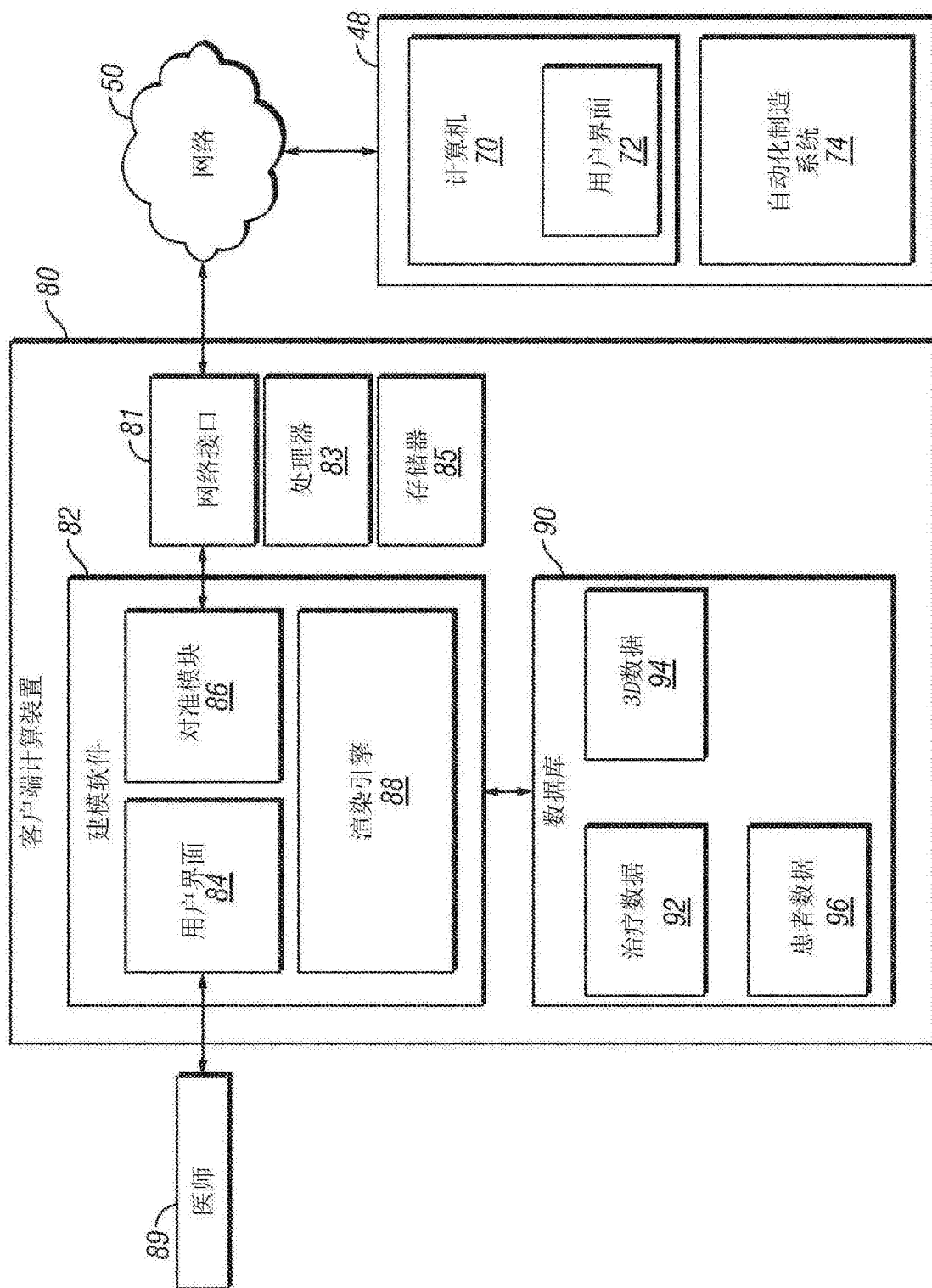


图3

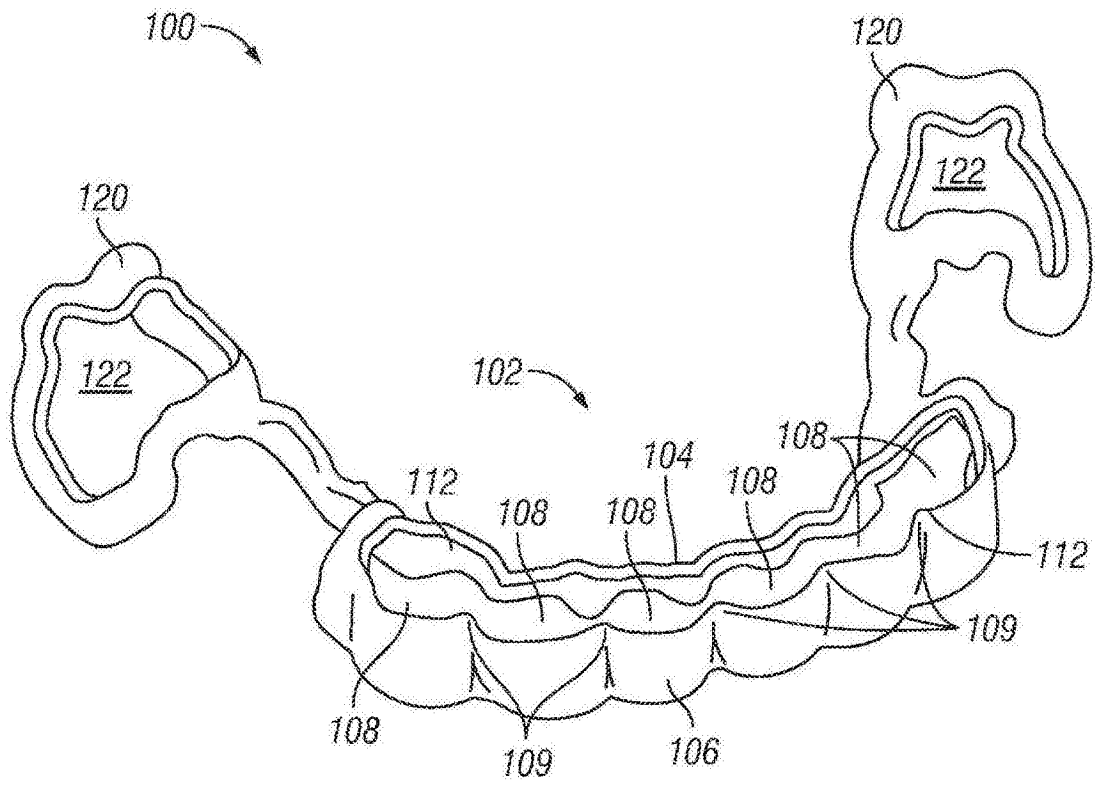


图4A

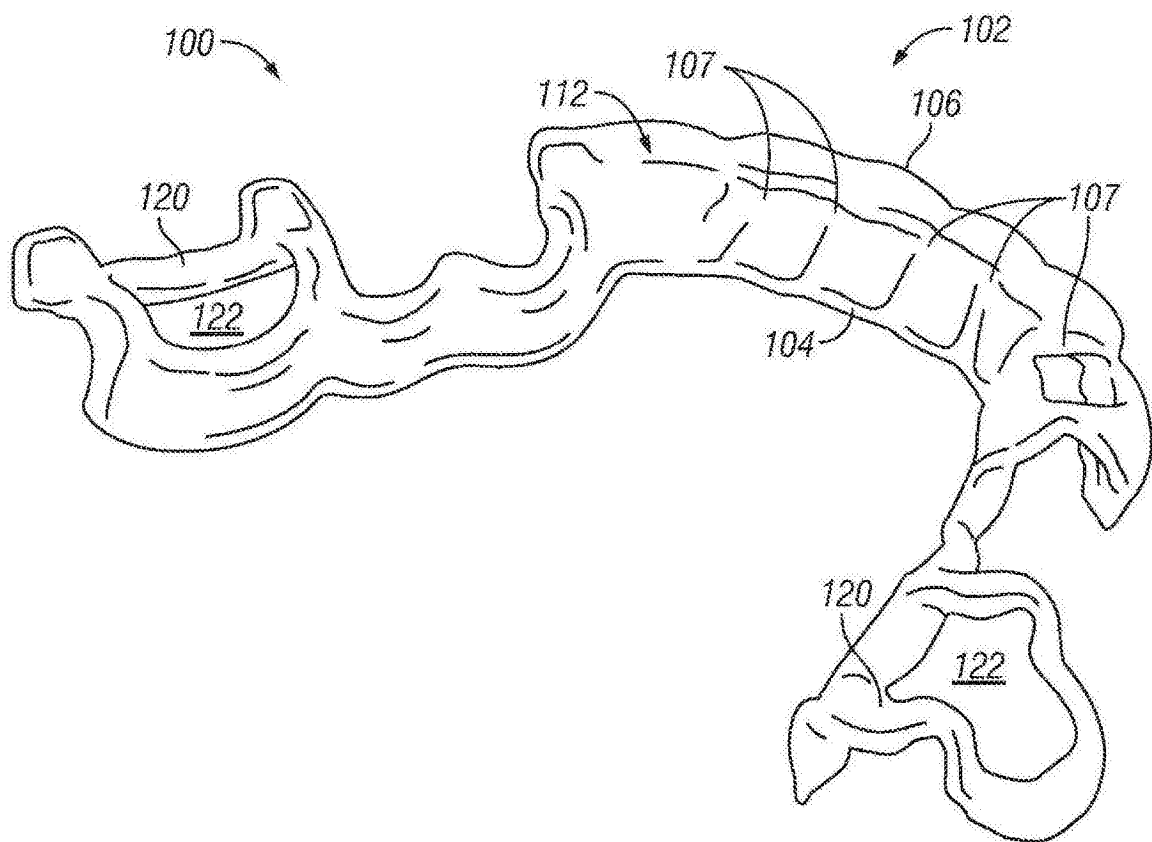


图4B

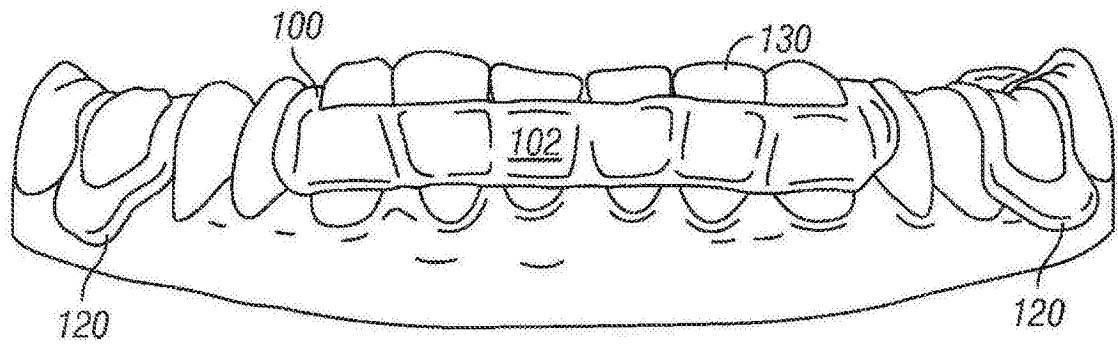


图5A

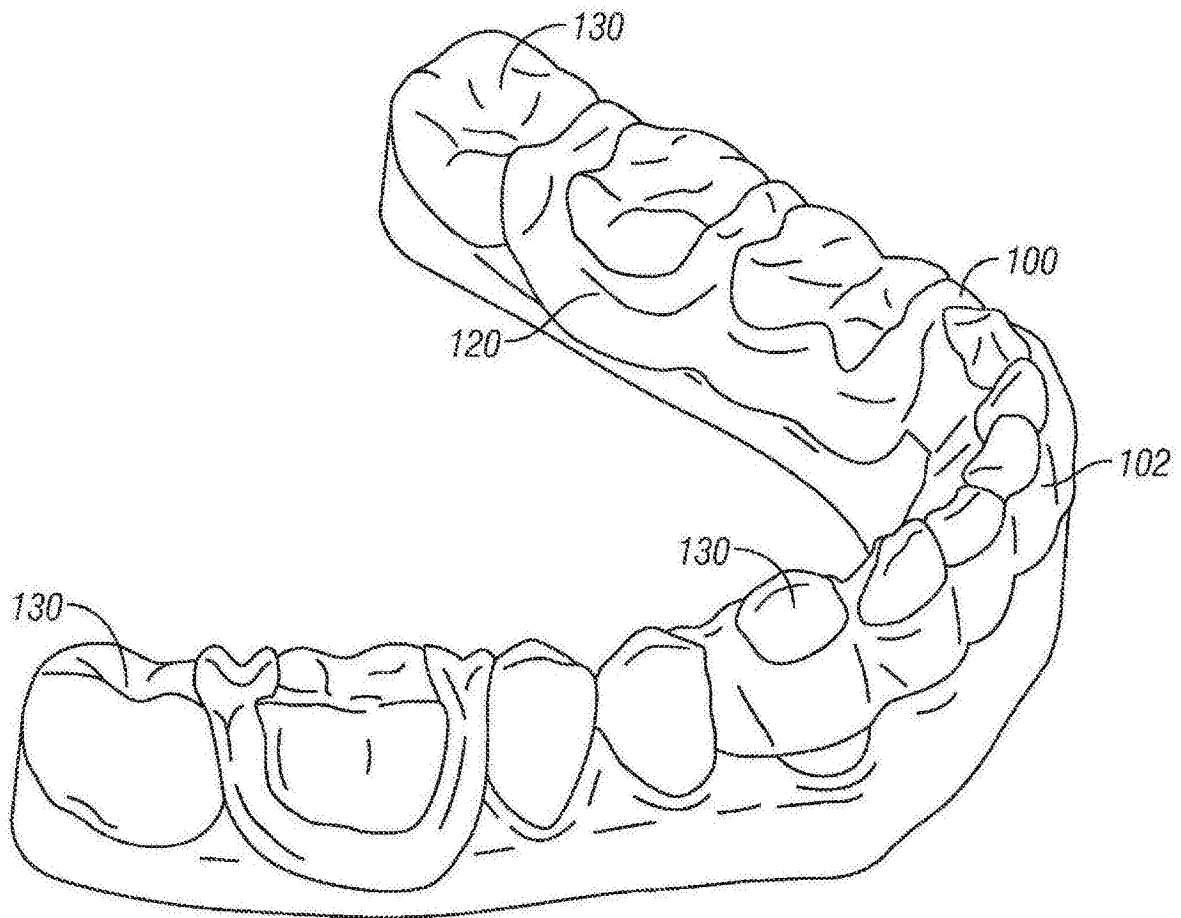


图5B

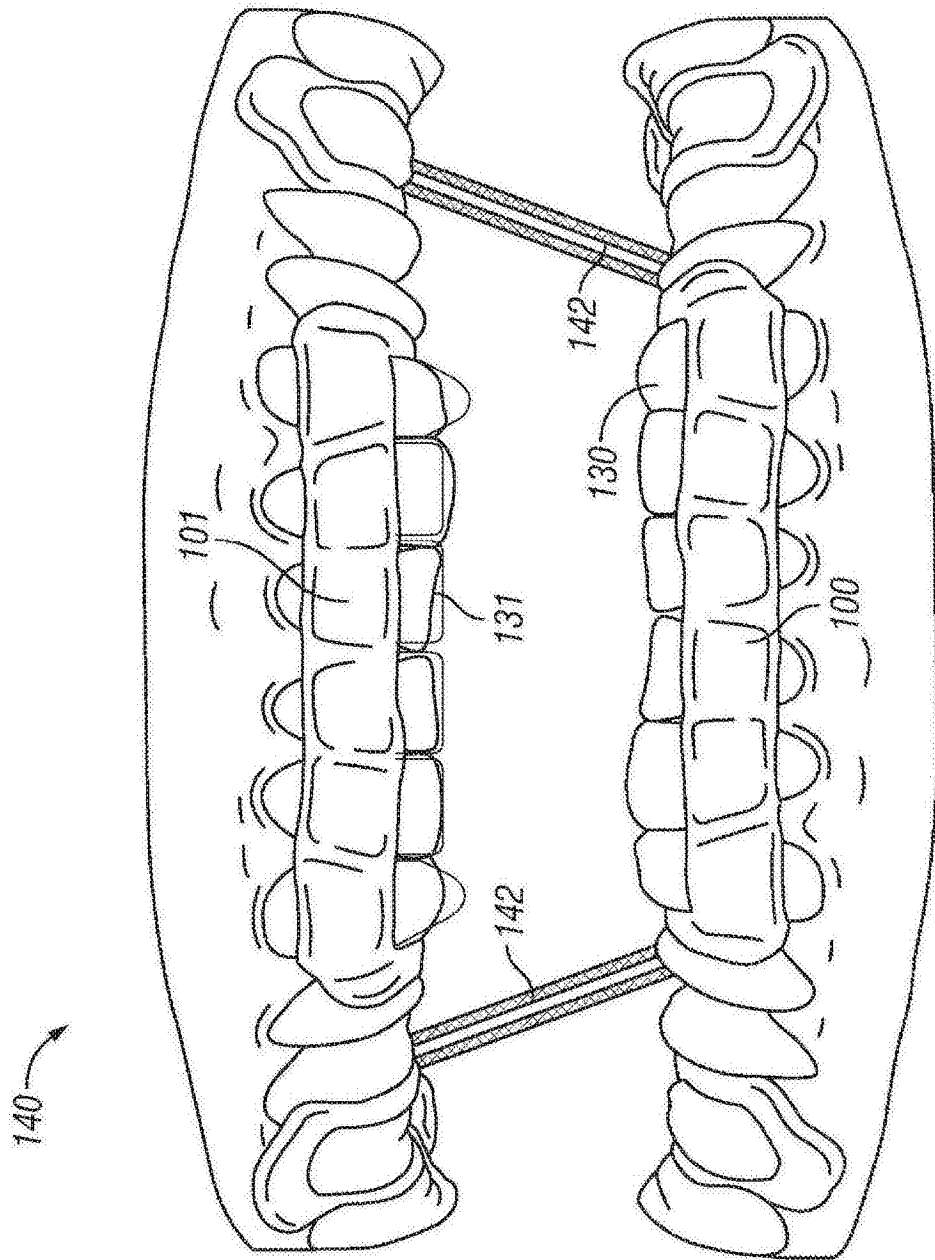


图6

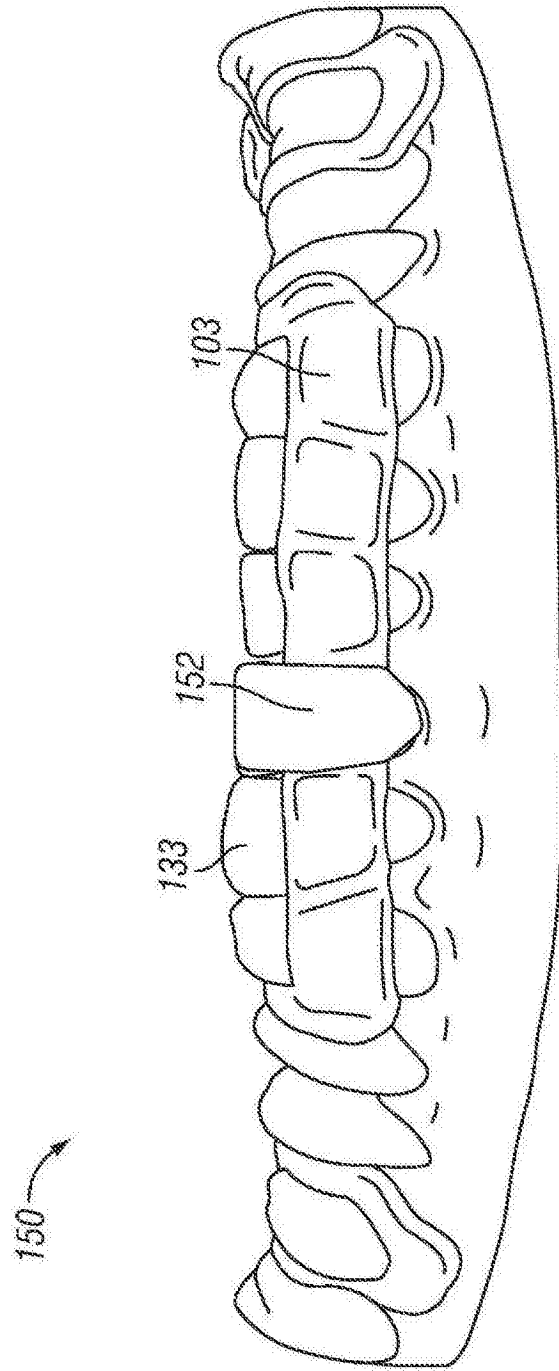


图7

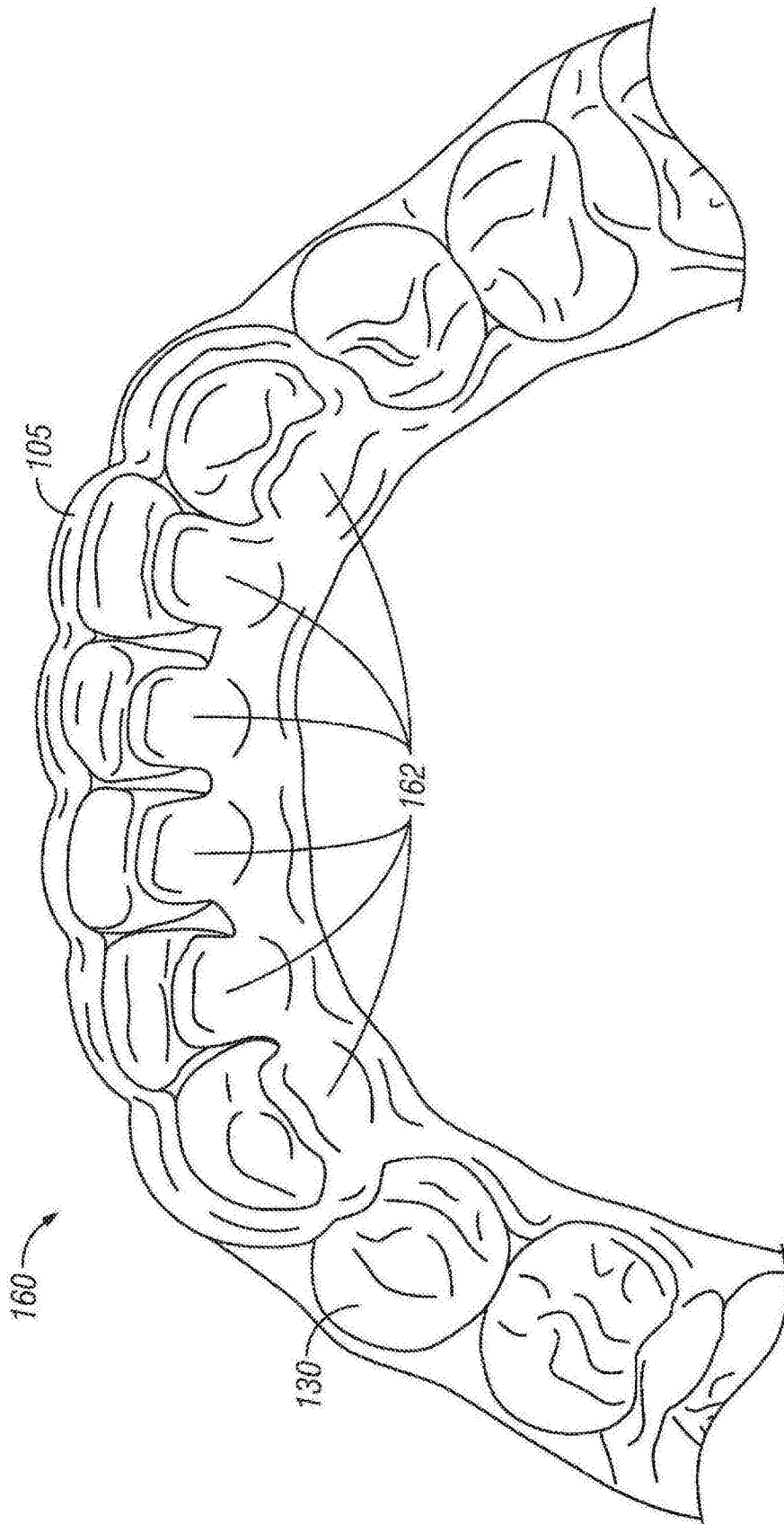


图8

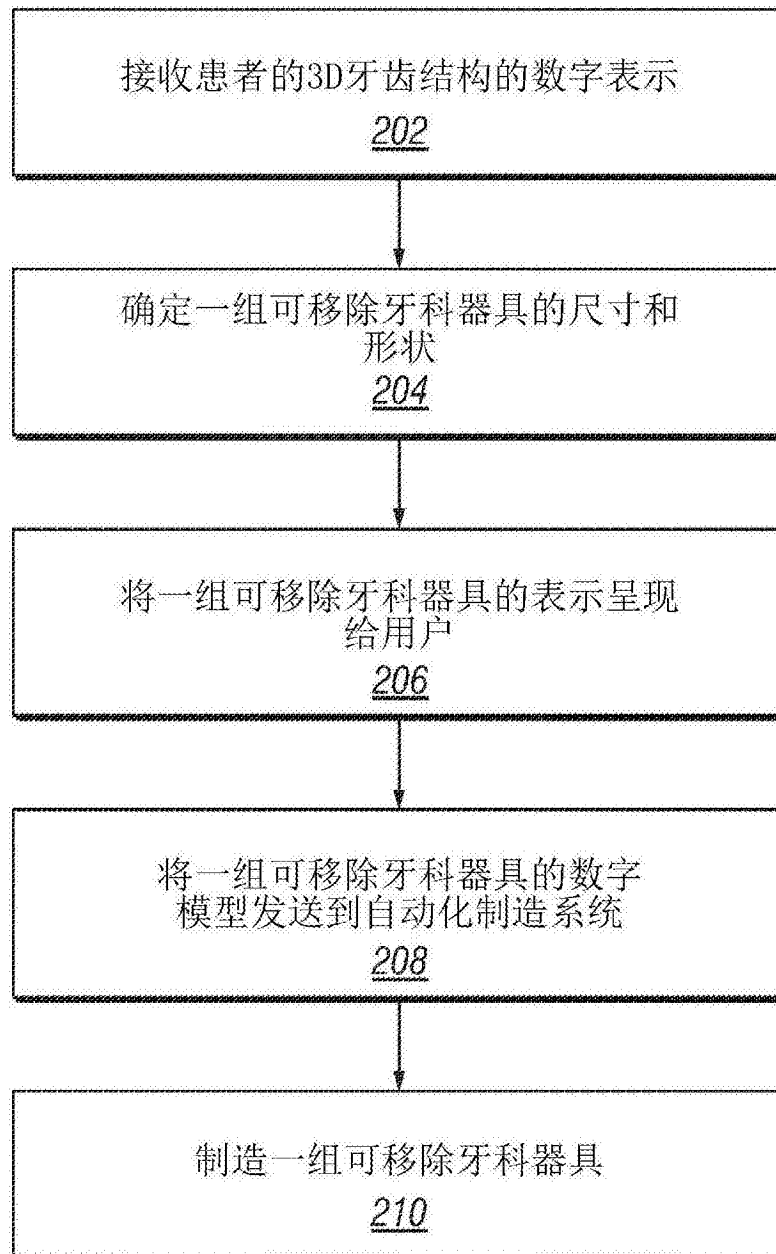


图9

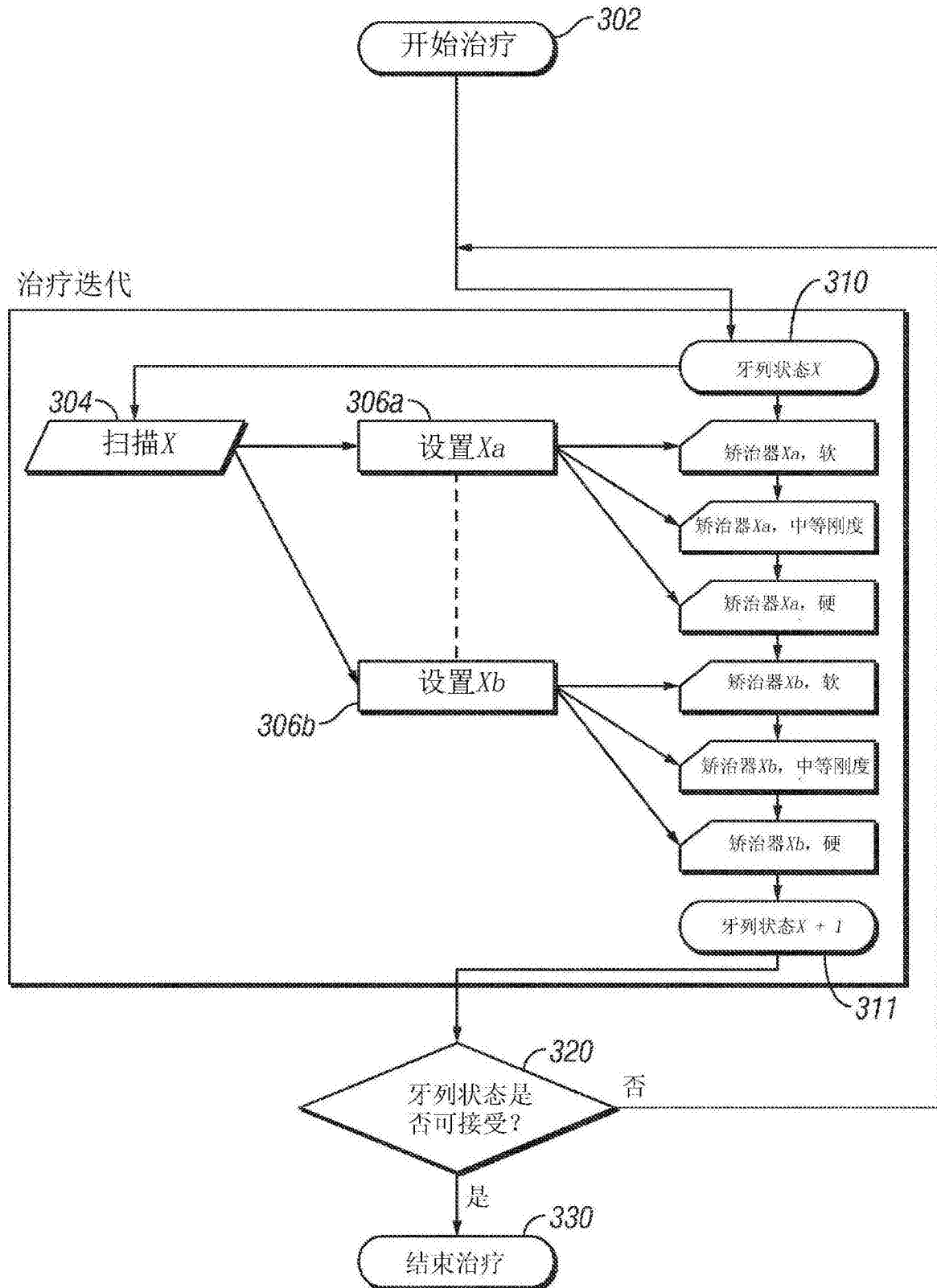


图10

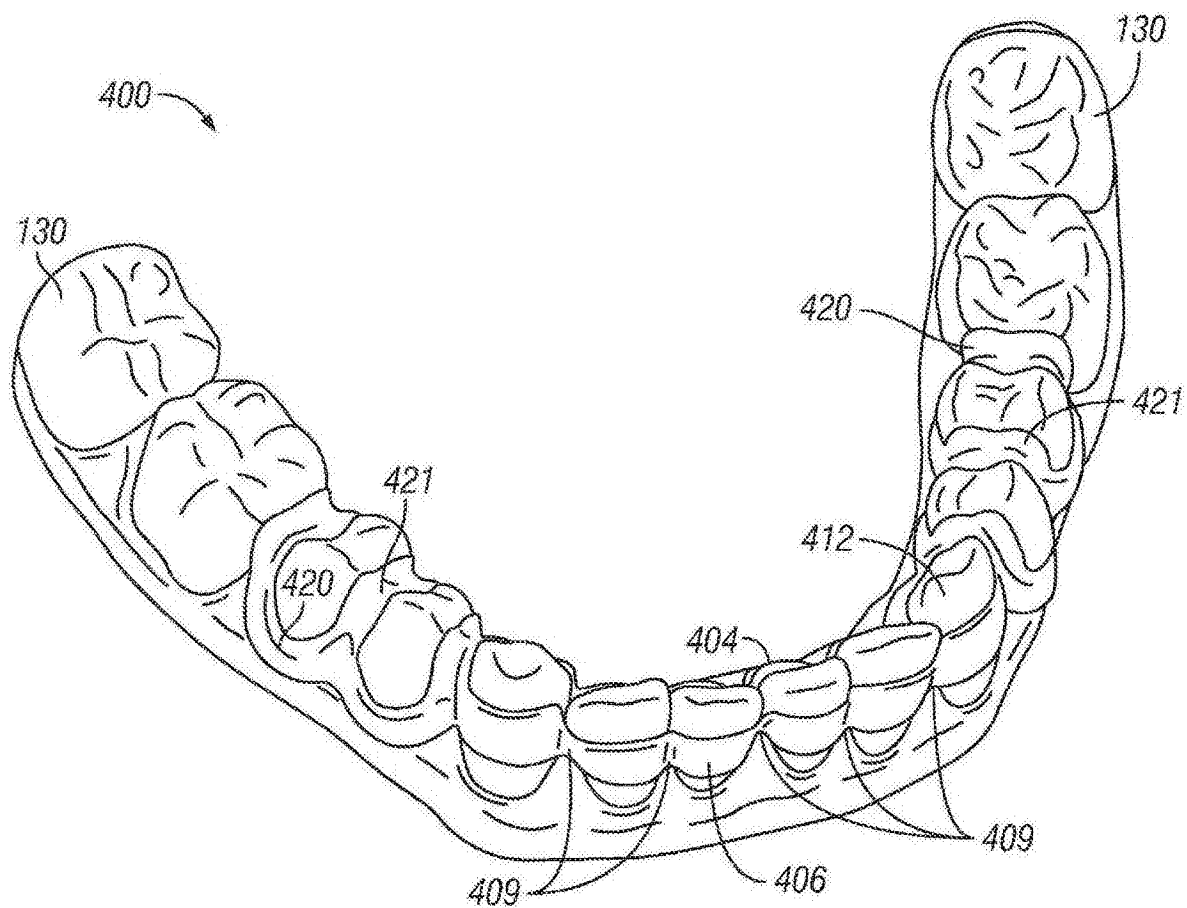


图11A

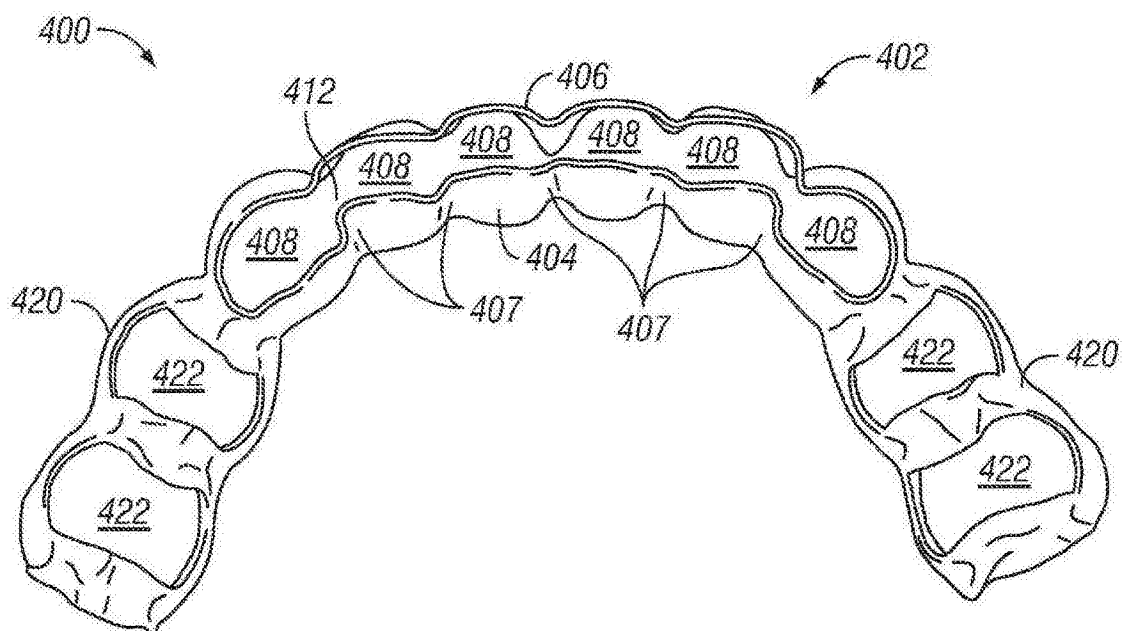


图11B

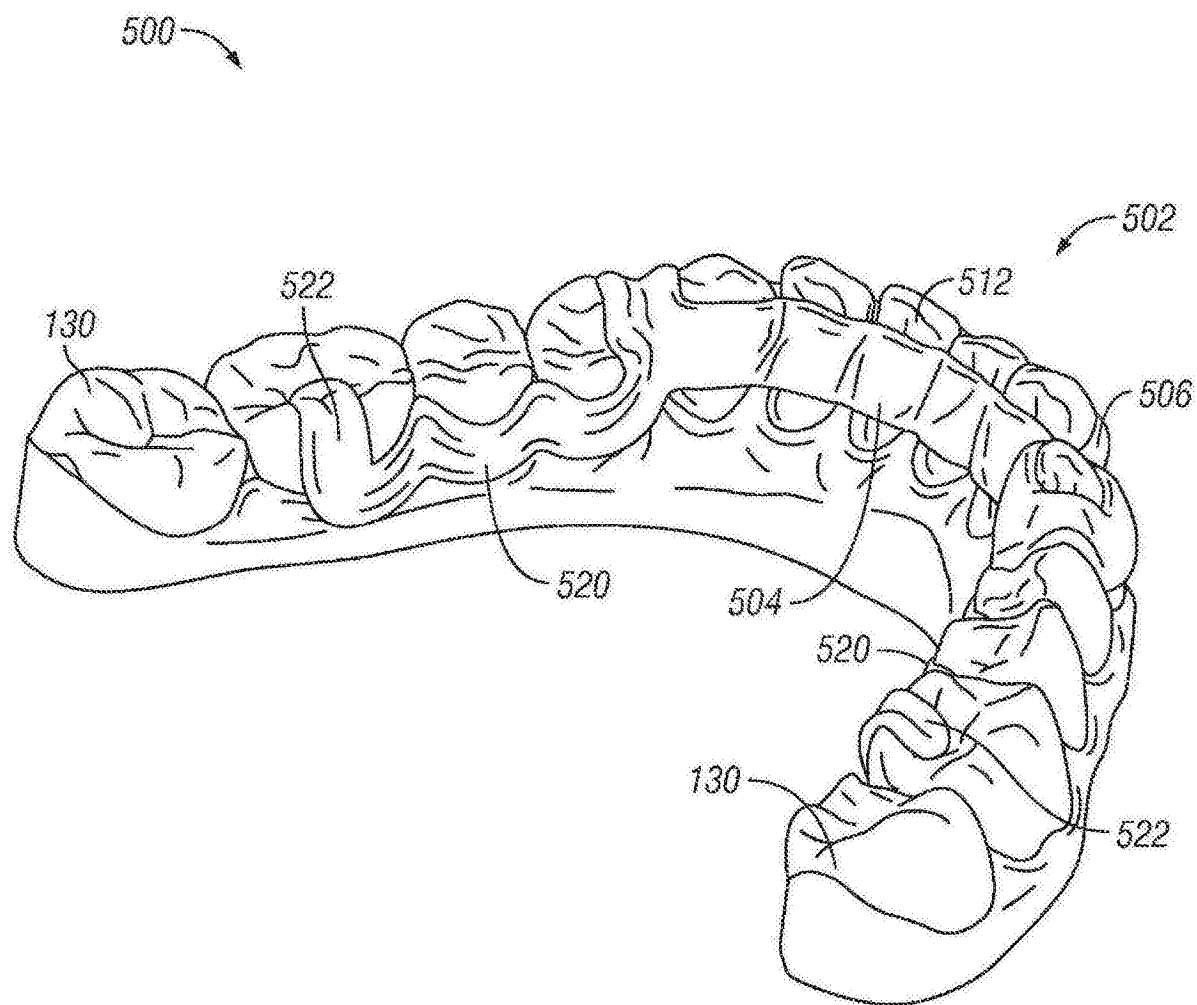


图12

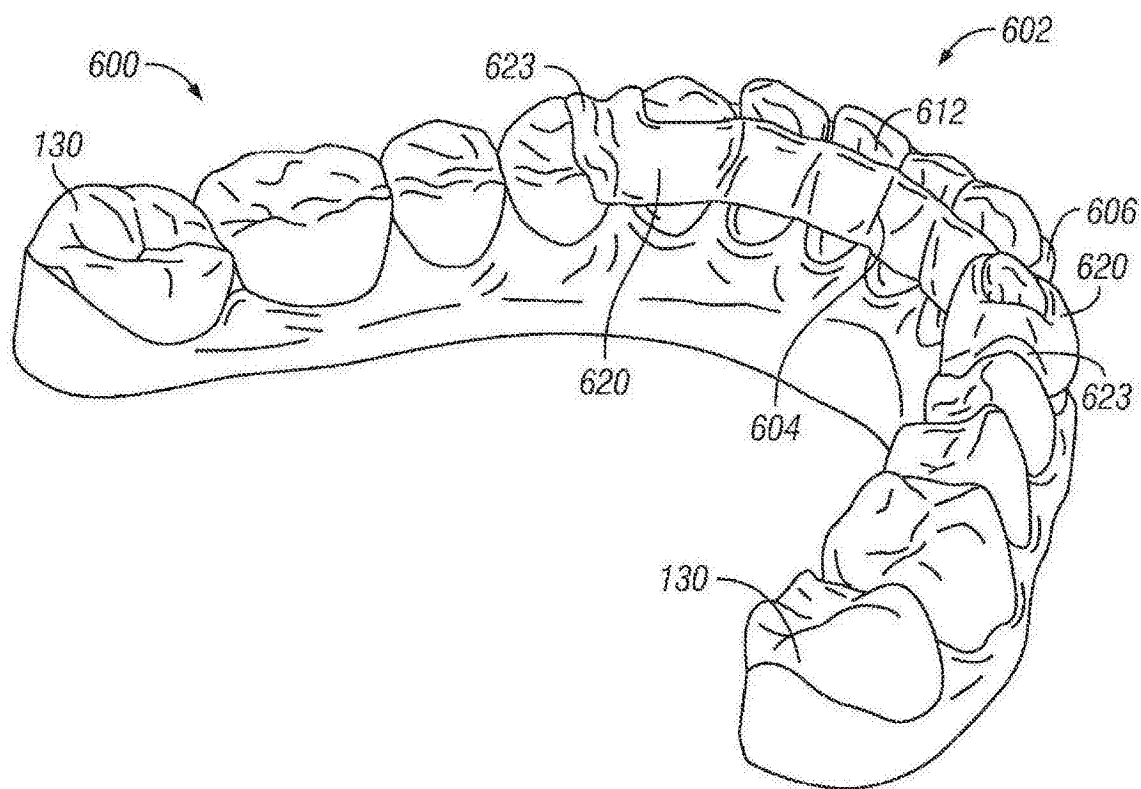


图13A

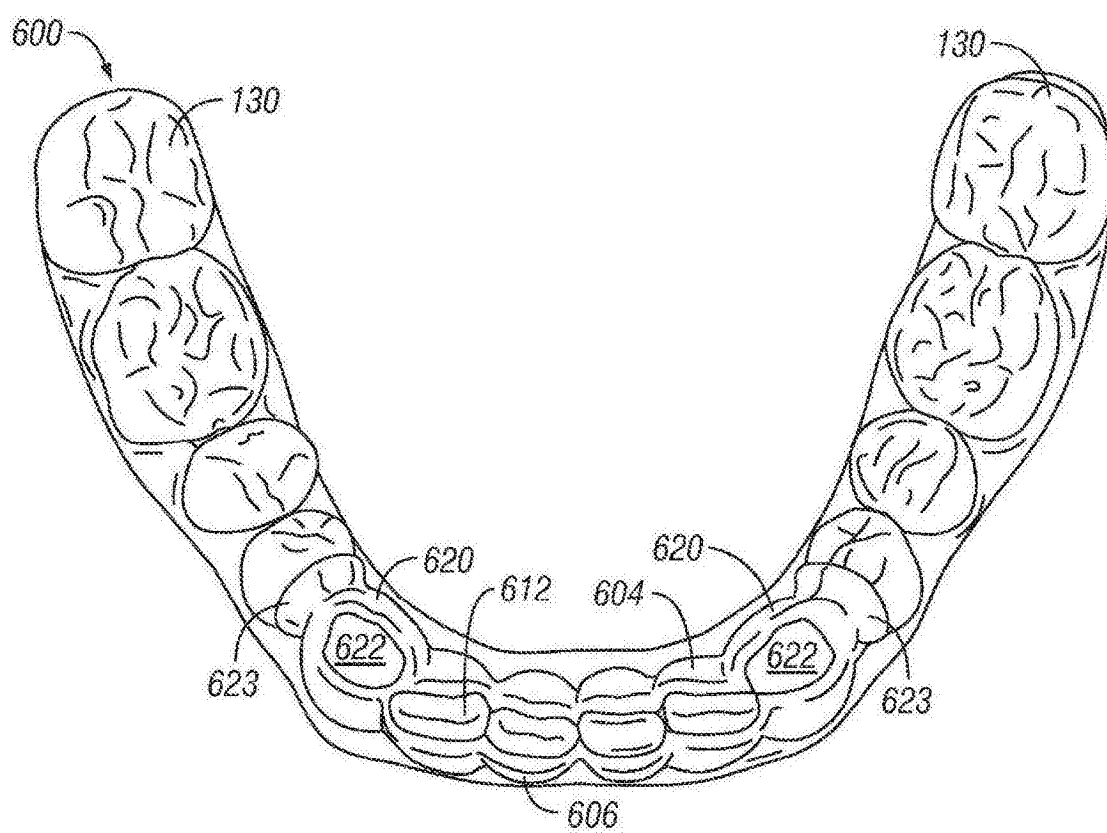


图13B

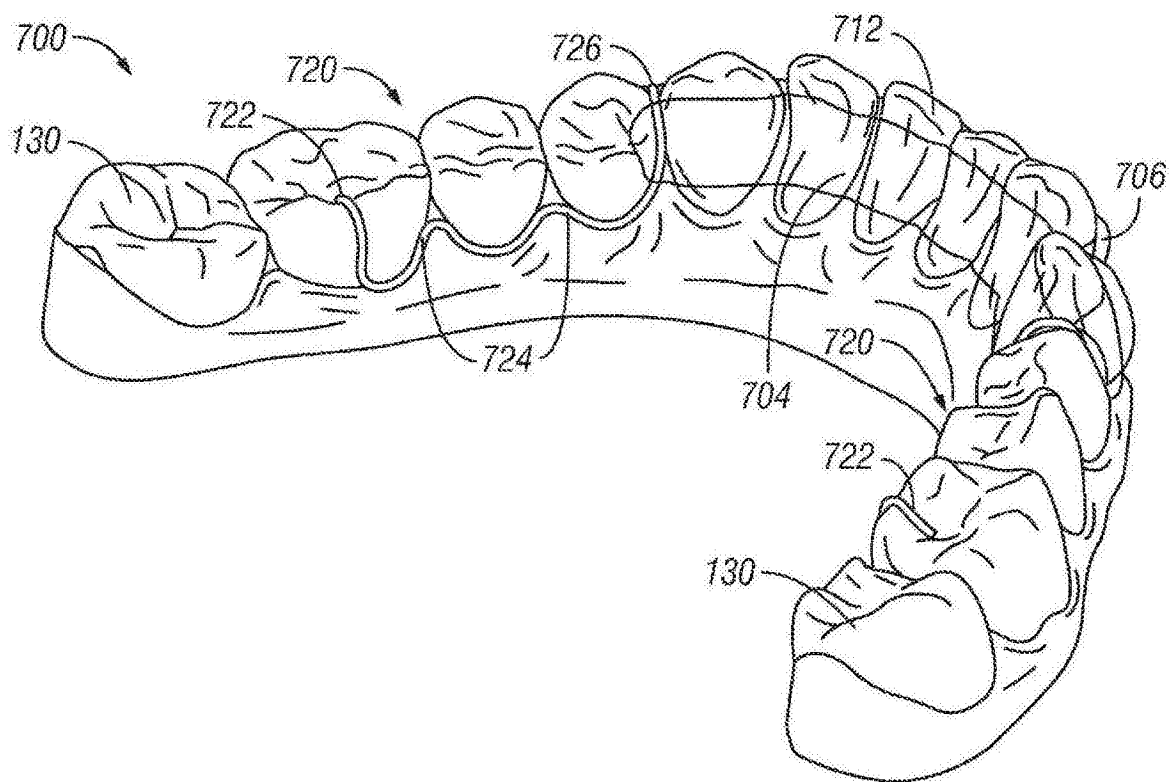


图14A

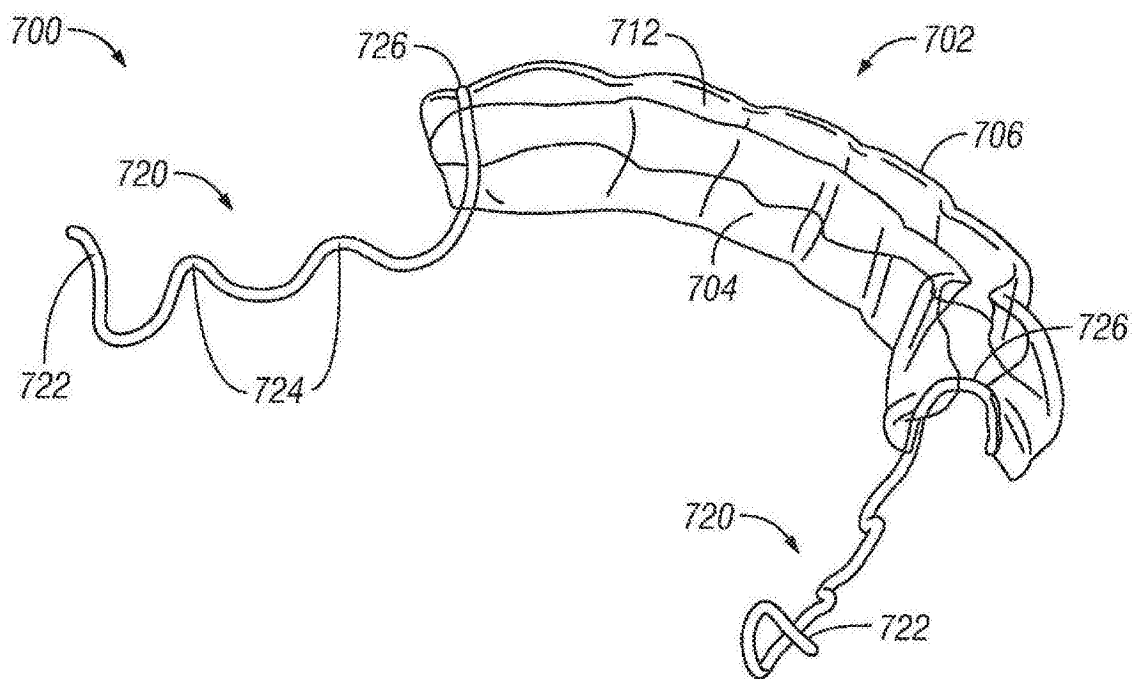


图14B

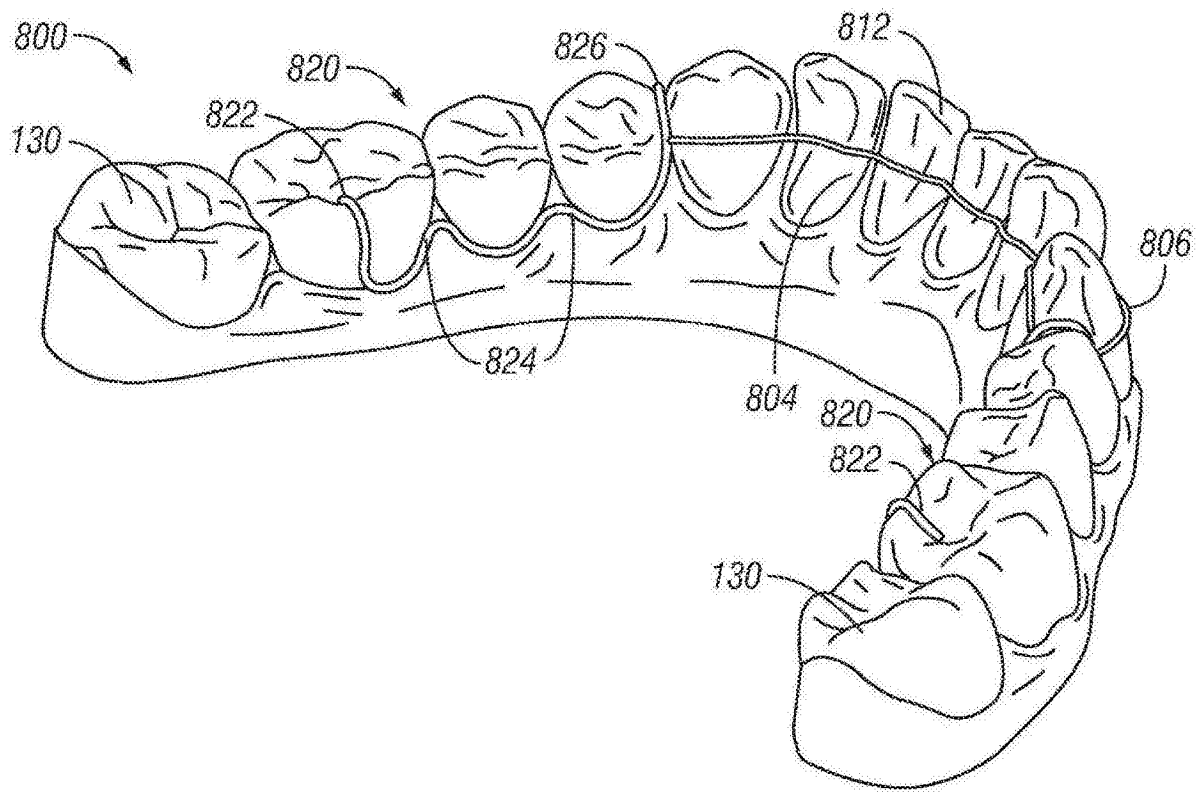


图15A

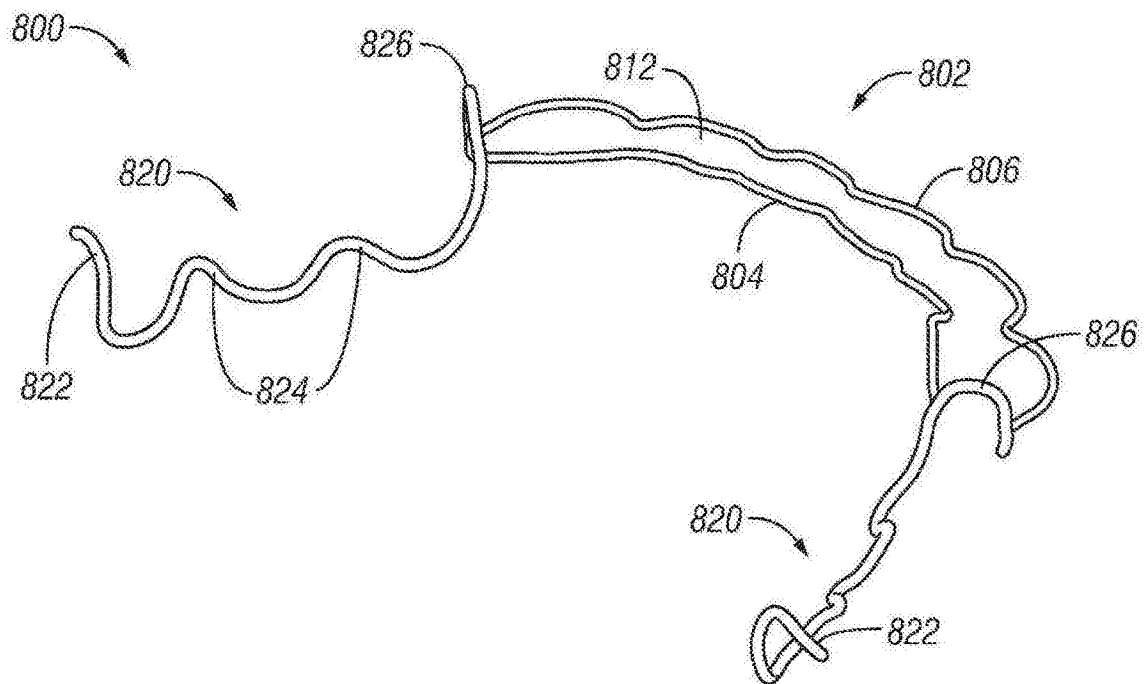


图15B