



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111107804 A

(43)申请公布日 2020.05.05

(21)申请号 201880060236.0

洛伊丝·F·迪斯特

(22)申请日 2018.09.14

(74)专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

(30)优先权数据

责任公司 11219

62/560,457 2017.09.19 US

代理人 梁晓广 李金刚

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(51)Int.Cl.

2020.03.17

A61C 5/77(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

A61C 5/88(2006.01)

PCT/IB2018/057078 2018.09.14

A61C 9/00(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/058243 EN 2019.03.28

(71)申请人 3M创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72)发明人 詹姆士·D·哈森

凯特林恩·M·朗盖尔

约瑟夫·C·丁格尔代因

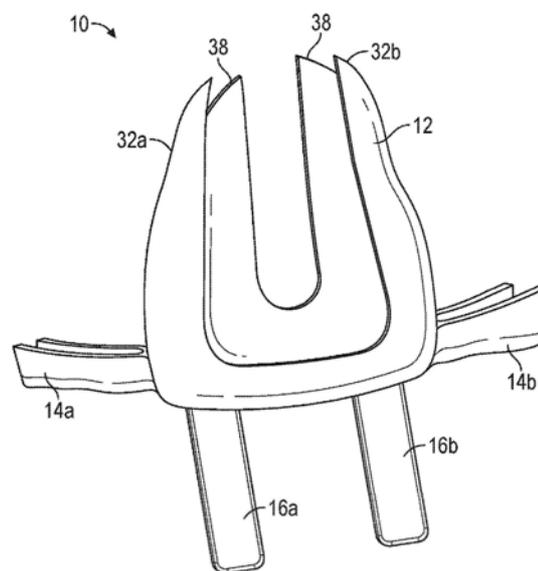
权利要求书4页 说明书23页 附图15页

(54)发明名称

牙修复模具

(57)摘要

在一些示例中,本发明提供了一种用于形成牙修复体的工具(10),该工具包括预成形模具主体(12),预成形模具主体被构造成提供与患者的至少一颗待修复牙齿的患者专用定制贴合。模具主体被构造成与至少一颗牙齿的表面的一部分对准,并且被构造成与至少一颗牙齿结合以限定包围患者的至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔。期望牙齿结构的部分限定从至少一颗牙齿的龈上表面到至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分。模具主体(12)限定龈下部分(32a,32b),龈下部分被构造成接触一颗牙齿的龈下表面以将密封压力集中在模具腔的周边(38)的至少一部分处。



1. 一种用于形成牙修复体的工具,所述工具包括:

预成形模具主体,所述预成形模具主体被构造成提供与患者的至少一颗待修复牙齿的患者专用定制贴合,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的一部分对准,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围所述患者的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔,其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的所述部分限定从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分。

2. 根据权利要求1所述的工具,其中所述至少一颗待修复牙齿的所述期望牙齿结构限定从所述至少一颗牙齿的所述龈上表面渐缩至所述至少一颗牙齿的所述龈下表面的牙齿结构。

3. 根据权利要求1或权利要求2所述的工具,其中所述模具主体被构造成接触所述至少一颗牙齿的所述龈下表面的至少一部分,以将密封压力集中在所述模具腔的周边的至少一部分处。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的工具,其中所述至少一颗牙齿的所述龈下表面包括所述至少一颗牙齿的根部。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的工具,其中所述模具主体被构造成在所述患者的齿龈的一部分和所述至少一颗待修复牙齿的所述龈下表面之间延伸。

6. 根据权利要求1至4中任一项所述的工具,其中所述模具主体被构造成当所述模具主体定位在所述至少一颗牙齿上以限定所述模具腔时,将所述患者的齿龈的靠近所述至少一颗待修复牙齿的部分移位。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的工具,其中所述模具主体包括至少一个配准构件,其中所述至少一个配准构件被构造成与所述至少一颗待修复牙齿的咬合面或切牙面的至少一部分对准。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的工具,其中所述模具主体包括至少一个配准构件,其中所述至少一个配准构件被构造成与邻近所述至少一颗待修复牙齿的牙齿的咬合面或切牙面的至少一部分对准。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的工具,其中所述待修复牙齿的期望牙齿结构的所述部分还包括所述至少一颗牙齿的邻间表面的至少一部分。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的工具,其中所述模具主体限定注入口。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的工具,其中所述模具主体包括夹持构件。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的工具,其中所述模具主体包括楔入构件,所述楔入构件被构造成当所述模具主体定位在所述至少一颗牙齿上以限定所述模具腔时,将邻近所述至少一颗待修复牙齿的牙齿移位。

13. 根据权利要求1至12中任一项所述的工具,其中所述模具主体被构造成与所述至少一颗待修复牙齿的表面的第二部分对准,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围所述患者的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少第二部分的第二模具腔,其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的所述第二部分至少包括从所述至少一颗牙齿的第二龈上表面到所述至少一颗牙齿的第二龈下表面的第二过渡部分。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的工具,其中所述模具主体包括靠近所述至少一

颗待修复牙齿的切牙面或咬合面的开口。

15. 根据权利要求1至14中任一项所述的工具,其中所述模具主体包括被构造成有利于从所述模具主体的表面剥离修复材料的离型膜或涂层。

16. 根据权利要求1至15中任一项所述的工具,其中所述模具主体的至少一部分由修复材料制成。

17. 一种设计用于形成牙齿的牙修复体的工具的方法,所述方法包括:

由一个或多个处理器接收患者的龈上牙齿结构的三维扫描数据;

由一个或多个处理器接收与所述患者的龈下牙齿结构相关的信息;以及

基于所述患者的龈上牙齿结构的所述三维扫描数据、与所述患者的龈下牙齿结构相关的所述信息以及所述患者的至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构,由所述一个或多个处理器设计用于形成所述牙齿的牙修复体的工具,其中所述工具包括预成形模具主体,所述预成形模具主体被构造成提供与所述患者的所述至少一颗待修复牙齿的患者专用定制贴合,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的一部分对准,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围所述患者的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔,其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的所述部分限定从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中与所述患者的龈下牙齿结构相关的所述信息包括以下中的至少一者:

所述患者的龈下牙齿结构的三维扫描数据;

所述患者的龈下牙齿结构的二维扫描数据;

所述患者的龈下牙齿结构的医学图像;或

基于所述患者的特性、测量值、扫描数据或医学图像中的至少一者确定的所述患者的龈下牙齿结构的物理特性。

19. 根据权利要求17或权利要求18所述的方法,还包括由所述一个或多个处理器控制三维打印机以形成所述工具。

20. 根据权利要求17或权利要求18所述的方法,还包括通过CAD/CAM铣削工艺来制造所述工具。

21. 根据权利要求17或权利要求18所述的方法,还包括:

由所述一个或多个处理器基于所述患者的期望牙齿结构来生成牙科模型;

将膜施加到所述牙科模型;以及

围绕所述牙科模型成形所述膜以形成所述工具或所述工具的一部分,其中围绕所述牙科模型成形所述膜包括围绕所述牙科模型使所述膜真空成形。

22. 根据权利要求21所述的方法,其中所述工具或所述工具的所述部分包括过量的真空成形膜,所述方法还包括从所述工具或所述工具的所述部分修剪所述过量的真空成形膜。

23. 一种形成牙修复体的方法,所述方法包括:

将预成形模具主体定位在患者的至少一颗待修复牙齿上,所述模具主体被构造成提供与所述至少一颗牙齿的患者专用定制贴合,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的一部分对准,所述模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围所述患者

的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔,其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的所述部分限定从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分;

将修复材料引入所述模具腔中;

固化所述修复材料;以及

从所述至少一颗牙齿移除所述模具主体的至少一部分。

24. 根据权利要求23所述的方法,其中将修复材料引入所述模具腔中包括以下中的至少一者:

将所述修复材料通过注入口注入并进入所述模具腔;

将所述修复材料通过靠近所述至少一颗待修复牙齿的切牙面或咬合面的开口施加并进入所述模具腔;

在将所述模具主体定位在所述至少一颗牙齿上之前,用所述修复材料预填充所述模具腔;

在将所述模具主体定位在所述至少一颗牙齿上之前,将所述修复材料放置在所述至少一颗待修复牙齿上;

将所述模具主体定位在所述至少一颗牙齿上,其中所述模具主体的至少一部分由修复材料制成。

25. 根据权利要求23或权利要求24所述的方法,还包括:

将第二模具主体定位在所述至少一颗待修复牙齿上,所述第二模具主体被构造成提供与所述至少一颗牙齿的定制贴合,所述第二模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的第二部分对准,所述第二模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少所述第二部分的第二模具腔;

将第二修复材料引入所述第二模具腔中;

固化所述第二修复材料;

从所述至少一颗牙齿移除所述第二模具主体的至少一部分。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中将所述第二修复材料引入所述第二模具腔中包括以下中的至少一者:

将所述第二修复材料通过注入口注入并进入所述第二模具腔;

将所述修复材料通过靠近所述至少一颗待修复牙齿的切牙面或咬合面的开口施加并进入所述第二模具腔;

在将所述第二模具主体定位在所述至少一颗牙齿上之前,用所述第二修复材料预填充所述第二模具腔;

在将所述第二模具主体定位在所述至少一颗牙齿上之前,将所述第二修复材料放置在所述至少一颗牙齿上;或者

将所述第二模具主体定位在所述至少一颗牙齿上,其中所述第二模具主体的至少一部分由修复材料制成。

27. 根据权利要求23至26中任一项所述的方法,还包括将所述模具主体的至少一部分插入所述患者的齿龈的一部分和所述至少一颗待修复牙齿的所述龈下表面之间。

28. 根据权利要求23至27中任一项所述的方法,还包括用所述模具主体将所述患者的

齿龈的靠近所述至少一颗待修复牙齿的部分移位。

29. 根据权利要求23至28中任一项所述的方法,还包括用楔入特征部将邻近所述至少一颗待修复牙齿的牙齿移位。

牙修复模具

技术领域

[0001] 本公开涉及牙修复体。

背景技术

[0002] 牙修复体或牙填充物利用牙科修复材料来改善缺失或不规则牙齿结构的功能、完整性和形态。例如，牙科修复可以用于在外部创伤后修复由于先天差异导致的缺失的牙齿结构，或者作为龋齿或蛀牙的修复治疗的一部分。

[0003] 牙科修复还可为美学处理，以通过例如改变牙齿的形状和/或光学特性（例如，形状和/或半透明度）来改善牙齿的外观，具体来说可通过例如施用镶面、扩大尺寸过小的牙齿、管理相邻软组织的位置或轮廓、减少或移除空隙（间隙）和/或解决错位的外观来实现。

[0004] 牙科修复还可用于调整牙齿的咬合或咀嚼功能，以影响牙齿功能，和/或总体口腔健康的其他方面诸如颞下颌关节（TMJ）疾病、累及牙周的病变、齿龈萎缩或作为构建健康和稳定口腔环境的较大计划的一部分。

[0005] 在一些示例中，牙科修复可包括移除牙齿结构，诸如对发炎的牙齿的龋洞钻孔或通过移除不期望的牙齿结构来重塑牙齿（例如，其可被称为对牙齿进行“准备”或“重新形成轮廓”），然后使用相对简单的工具和相对高水平的工艺对完成的修复体进行隔离、回缩、填充和形成轮廓。在其他示例中，在对完成的修复体进行隔离、回缩、填充和形成轮廓之前，可不需要对牙齿进行准备或重新形成轮廓。

发明内容

[0006] 本公开描述了用于模塑（例如，使用模具形成、成形或形成轮廓）牙科修复材料的设备、系统和技术，以限定从牙齿的龈上表面到牙齿的龈下表面的过渡部分。在一些示例中，牙科修复工具包括模具主体，该模具主体连同特定患者的牙齿一起限定被构造成接纳牙科修复材料的模具腔。可将牙科修复材料引入模具腔中并且进行固化，以限定从牙齿的龈上表面到牙齿的龈下表面的过渡部分。牙科修复工具是针对特定患者的特定牙齿（或一组牙齿）定制设计和预成形的。在一些示例中，可使用三维打印技术来生产此类定制工具。还可从数字数据创建物理对象的其他方法诸如CAD/CAM铣削来生产这些工具。在其他示例中，可使用真空成形技术来生产这些工具。

[0007] 在一个示例中，用于形成牙修复体的工具包括预成形模具主体，该预成形模具主体被构造成提供与患者的至少一颗待修复牙齿的患者专用定制贴合，该模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的一部分对准，该模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围患者的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔，其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的该部分限定从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分。

[0008] 又如，设计用于形成牙齿的牙修复体的工具的方法包括由一个或多个处理器接收患者的龈上牙齿结构的三维扫描数据；由一个或多个处理器接收与患者的龈下牙齿结构相

关的信息;以及基于患者的龈上牙齿结构的三维扫描数据、与患者的龈下牙齿结构相关的信息以及患者的至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构,由一个或多个处理器设计用于形成牙齿的牙修复体的工具,其中该工具包括预成形模具主体,该预成形模具主体被构造成提供与患者的所述至少一颗待修复牙齿的患者专用定制贴合,该模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的一部分对准,该模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围患者的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔,其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的该部分限定从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分。

[0009] 又如,形成牙修复体的方法包括将预成形模具主体定位在患者的至少一颗待修复牙齿上,该模具主体被构造成提供与所述至少一颗牙齿的患者专用定制贴合,该模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿的表面的一部分对准,该模具主体被构造成与所述至少一颗牙齿结合以限定包围患者的所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的至少一部分的模具腔,其中所述至少一颗待修复牙齿的期望牙齿结构的该部分限定从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分;将修复材料引入模具腔中;固化修复材料;以及从所述至少一颗牙齿移除模具主体的至少一部分。

[0010] 在附图和下文的描述中示出了本公开的一个或多个方面的细节。可从说明、附图以及权利要求中清楚地了解本公开中描述的技术的其他特征、目的和优点。

附图说明

[0011] 图1A和图1B为用于在待修复牙齿上形成牙修复体的示例性定制工具的前视图,该工具包括至少一个模具主体。

[0012] 图2A至图2C分别为用于形成牙修复体的图1A和图1B的示例性定制工具的透视前视图、后视图和俯视图。

[0013] 图3为用于形成牙修复体的示例性定制工具,该工具限定注入口。

[0014] 图4A至图4C分别为用于形成牙修复体的另一个示例性定制工具的透视前视图、后视图和俯视图。

[0015] 图5A至图5H示出了用于使用图4A至图4C的定制工具形成牙修复体的示例性技术。

[0016] 图6为示出了用于使用图1A至图4C的任何定制工具来形成牙修复体的示例性技术的流程图。

[0017] 图7为可用于设计图1A至图4C的任何定制工具的示例性系统的功能框图。

[0018] 图8为示出了设计图1A至图4C的任何定制工具的示例性方法的流程图。

[0019] 图9为示出了用于形成图1A至图4C的任何定制工具的示例性方法的流程图。

[0020] 图10A和图10B示出了患者的期望牙齿结构的牙科模型上的示例性膜,其中膜和牙科模型可用于形成图1A至图4C的任何定制工具。

[0021] 图11示出了患者的期望牙齿结构的牙科模型上的另一个示例性膜,其中膜和牙科模型可用于形成图1A至图4C的任何定制工具。

[0022] 图12A和图12B为患者的齿龈牙科模型的示例性视图,该齿龈牙科模型可在一些示例中使用,以形成图1A至图4C的任何定制工具。

具体实施方式

[0023] 牙科修复可用于将牙齿结构添加到患者的牙列,例如,添加到现有牙齿,以便改善缺失或不规则牙齿结构的功能、完整性、美观性或形态中的至少一者。例如,牙科修复可为美学处理,以通过例如改变牙齿的形状和/或光学特性(例如,形状、颜色和/或半透明度)来改善牙齿的外观,这可使用任何合适的技术来实现,诸如通过施用镶面、管理相邻软组织的位置或轮廓、减少或移除空隙(间隙)、调整牙龈轮廓、和/或解决一颗或多颗牙齿的错位的外观。又如,牙科修复可用于调整牙齿的咬合或咀嚼功能,以影响牙齿功能,和/或总体口腔健康的其他方面诸如颞下颌关节(TMJ)疾病、累及牙周的病变、牙龈萎缩或作为构建健康和稳定口腔环境的较大计划的一部分。

[0024] 在一些情况下,牙修复体方法包括对发炎的牙齿的龋洞钻孔或通过移除不期望的牙齿结构来重塑牙齿(例如,其可被称为对牙齿进行“准备”或“重新形成轮廓”),然后使用工具和工艺对完成的修复体进行手动地隔离、回缩、填充和形成轮廓。在其他情况下,可在无需在对完成的修复体进行手动地隔离、回缩、填充和形成轮廓之前对牙齿进行大量地准备或重新形成轮廓的情况下形成该牙修复体。

[0025] 可使用不同的技术来隔离牙修复体部位。经由橡皮障对牙修复体部位进行高质量隔离非常麻烦,并且可由于通过棉卷隔离不太有效而会被略过,因为这会增加污染的风险、缩短修复体的寿命或两者兼而有之。软组织和硬组织的回缩可包括操纵回缩线、楔形件和基质带。不完善的回缩技术可导致污染,难以实现适当的牙齿和/或牙龈轮廓以及对称性、邻间区域中的修整和/或抛光、接触不良,或它们的任何组合。

[0026] 在一些示例中,形成包括从牙齿的龈上表面延伸到牙齿的龈下表面的牙齿结构(这可被称为穿龈轮廓)的牙修复体可能特别具有挑战性。例如,由于在牙齿表面上几乎没有几何引导可用以形成牙齿的穿龈轮廓,因此医师可使用不精确的方法来使用标准的非定制模具(例如,通用于多个患者而不是基于特定患者的牙齿的特定几何形状来设计)或牙科工具,并手动调整模具或牙科工具的定位和/或形状,同时将牙科修复材料施用到牙齿上。例如,医师可基于待修复牙齿的类型(例如,门齿)和/或基于患者的待修复牙齿的尺寸来选择非定制模具,然后在将模具定位在患者的牙齿上时手动调整模具的定位和/或形状。该过程可能需要相对较高的技能程度和/或训练水平,但是仍可导致医师和/或患者之间牙修复体的很大程度的可变性。除此之外或另选地,此类不精确的方法可导致小于期望的穿龈轮廓,例如,跨牙齿的龈上表面到牙齿的龈下表面的不适当的轮廓。此类不适当的轮廓可导致美学缺陷、凸缘、由于牙齿之间的未填充空间而在牙齿之间出现的黑色三角和/或对患者牙龈的较差支撑,这可导致牙齿敏感性、牙斑堆积、牙龈的过早退化和/或患者不满意。在一些情况下,以此类特别的方式形成从牙齿的龈上表面延伸到龈下表面的牙齿结构的这种方法可能是耗时的,并且还可导致用于调整牙修复体或再处理的回访。

[0027] 再如,医师可直接在待修复牙齿上利用修复材料的连续分层和堆积来形成期望的穿龈轮廓。然而,此类技术还可需要高水平的技能并且可能相对不精确。在其他示例中,医师可完全放弃用该方法代替更昂贵和/或侵入性的牙科手术,例如,施用实验室制造的牙修复体。

[0028] 如本文所述,预成形的定制模具用于促进修复牙齿结构,包括从龈上表面延伸到龈下表面的牙齿结构。用于形成包括牙齿的穿龈轮廓的牙齿结构的定制模具可帮助解决形

成上文所讨论的穿龈轮廓的一个或多个挑战。

[0029] 在一些示例中,定制模具包括被构造成定位在患者的牙齿结构上的患者专用模具主体,并且单独地或连同现有牙齿结构,该模具主体限定被构造成接纳修复材料的模具腔。如本文所用,“定位在...上”和“定位在...上”描述将模具主体定位在患者的口腔中,使得模具主体与待修复牙齿正确对准,以限定被构造成接纳修复材料以及形成特定患者的期望牙齿结构的模具腔。在一些示例中,通过重力、注入力将模具主体固定到牙齿等可有利于将模具主体定位在待修复牙齿上或在待修复牙齿上。模具腔的构型对应于牙修复体的期望构型,诸如从牙齿的龈上表面到牙齿的龈下表面的穿龈轮廓的期望轮廓。牙修复体可通过如下方式形成:将预成形的患者专用模具主体定位在患者的口腔中用于牙修复体的期望位置处,在将模具主体定位在患者的口腔中之前或之后将修复材料引入模具腔中,以及在模具仍放置于口腔中时固化修复材料。固化的修复材料可限定牙修复体。在其他示例中,模具主体可至少部分地由修复材料形成。例如,模具主体可至少部分地由修复材料制造(例如,三维打印),该修复材料在放置于患者的牙齿结构上之后可被固化以限定牙修复体的至少一部分。

[0030] 本文所述的定制工具可包括一个或多个特征部,所述一个或多个特征部被设计成提供从患者的至少一颗牙齿的龈上表面到患者的至少一颗牙齿的龈下表面的穿龈轮廓的预定义的患者专用牙修复体。本文所述的定制工具还可包括特征部,以改善牙科修复工具的功能性和工具的易用性。

[0031] 本文所述的定制工具不是用于多个患者并且仅反映期望牙齿结构的通用形状的通用模具,而是被设计成反映特定患者的期望牙齿结构。例如,本文所述的定制工具不仅是标准模具或一般化模具,例如基于特定牙齿类型、尺寸等的模具,而且是被预成形以提供与特定患者的一颗或多颗牙齿的个性化贴合。以这种方式,本文所述的定制工具包括患者专用预定义模具主体,该模具主体被构造成提供与单个患者的一颗或多颗牙齿的定制贴合,以限定包围单个患者的期望牙齿结构的预先确定的患者专用模具腔。

[0032] 本文所述的定制工具被设计成与特定患者的一颗或多颗特定牙齿配合,以便限定预先确定的患者专用模具腔。定制工具是预定义和预成形的,因为这些定制工具被形成为具有适当的构型,以便在被放置于患者的一颗或多颗牙齿上之前获得期望牙齿结构。因此,本文所述的定制工具在患者的牙齿上时可能不需要手动调整,以便反映患者的期望牙齿结构,可能需要在从患者的口腔中移除工具之后对牙修复体进行较少的调整,简化工具的使用等。除此之外或另选地,本文所述的定制工具允许医师在单个、逐案的基础上来设计、预成形和解决特定患者的需要,而不是通过手动操纵标准的、非定制基质或模具来尝试以特别的方式形成期望牙齿结构。

[0033] 在一些示例中,可对本文所述的定制工具进行数字化设计。例如,可使用特定患者的实际牙齿结构的三维(3D)模型来设计定制工具(例如,从对患者的牙列的全部或部分的口腔内扫描或对常规印模或模型的扫描获得),而不是对一类患者通用的模型。3D模型可为物理模型或虚拟模型,这取决于用于形成工具的制造方法,该工具用于形成牙修复体。定制工具可为例如由使用增材技术(诸如3D打印)、减材技术(诸如计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)铣削、真空成形技术等)的数字数据来制造。在其他示例中,可使用更通用的(虚拟或物理)牙齿结构模型来设计定制工具,该牙齿结构模型不是基于患者专用数据生成

的,该定制工具随后用于确定特定患者的合适的穿龈轮廓。例如,可在库中对更通用的牙齿结构进行分类,并且通用的牙齿结构的特性例如牙齿结构的尺寸、几何形状等可用于确定特定患者的合适的穿龈轮廓。然后,例如在将工具定位在患者的口腔中以形成牙修复体之前,使用特定患者的期望牙齿结构的设计来预成形患者专用定制工具。即使在非患者专用牙齿结构的特性用于确定特定患者的特定牙齿的合适的穿龈轮廓的示例中,牙科工具的其他特性也可为患者专用的,诸如与患者的牙齿配合的特征部,以便将牙科工具正确地贴合在一颗或多颗牙齿上,以限定模具腔。

[0034] 在一些示例中,用于牙修复体的定制工具可包括基于患者的期望牙齿结构的3D模型设计的模具,并且可包括附加特征部以提供优于仅基于3D扫描、蜡模而形成的模具,或优于仅基于患者的解剖和/或期望的牙齿结构而形成的其他模具的优点。本发明所公开的模具和技术与常规牙科修复技术相比,可有利于以缩短的时间和/或减少的技能要求得到患者专用高质量牙修复体,和/或与其他模塑技术相比,可有利于以改善的质量、减少的不正确轮廓和/或缩短的时间和/或减少的技能要求得到高质量牙修复体。

[0035] 图1A和图1B为用于在待修复牙齿上形成牙修复体的示例性定制工具10的前视图,该工具包括至少一个模具主体12。模具主体12提供与患者的至少一颗牙齿18a、18b和/或18c(统称为“牙齿18”)的定制贴合。例如,如图1A和图1B所示,模具主体12被具体地设计成贴合在牙齿18a、18b和/或18c中的至少一颗上(例如,与之配合)。模具主体12可被构造成与待修复牙齿18a、18b和/或18c表面的一部分对准,诸如,牙齿18a、18b和/或18c的舌侧表面、面部表面、邻间表面或切牙面/咬合面。在图1A的示例中,待修复牙齿为牙齿18a。待恢复和对准的牙齿18a的表面可例如由现有牙齿结构或由要使用模具主体12形成的期望牙齿结构来限定。在其他示例中,除牙齿18a之外的牙齿可为待修复牙齿。

[0036] 模具主体12被构造成与患者的牙齿18a结合以限定模具腔24,该模具腔包围待修复牙齿18a的期望牙齿结构的至少一部分。例如,在图1B例示的示例中,模具主体12可与牙齿18a结合以限定模具腔24,该模具腔包围从牙齿18a的龈上表面26到牙齿18a的龈下表面28的过渡部分。虽然图1B示出了牙齿18a的面部表面上的龈上表面26和龈下表面28,但是龈上表面26和龈下表面28通常是指牙齿18a相对于龈缘20的表面,并且可位于牙齿18a的任何一侧上,诸如,牙齿18a的舌侧或邻间表面。在一些示例中,待修复牙齿18a的期望牙齿结构限定从牙齿18a的龈上表面26渐缩至牙齿18a的龈下表面28的牙齿结构。除此之外或另选地,待修复牙齿18a的期望牙齿结构的部分可包括牙齿18a的邻间表面的至少一部分,诸如,牙齿18a在牙齿18a和牙齿18b之间和/或在牙齿18a和牙齿18c之间的表面。

[0037] 在一些示例中,模具主体12可被构造成限定多于一个的模具腔24。在一些此类示例中,附加模具腔还可包围从牙齿18a的龈上表面26到牙齿18a的龈下表面28的过渡部分。例如,模具主体12可另外限定与模具腔24类似但在牙齿18a的相对侧上的模具腔。在其他示例中,一个或多个附加模具腔可包围其他期望牙齿结构,诸如,牙齿18a的邻间表面、牙齿18a的面部表面和/或牙齿18a的舌侧表面。再如,模具主体12可被构造成与牙齿18结合以限定一个或多个模具腔,以包围待修复牙齿18b和/或18c的期望牙齿结构,除此之外或另选地,包围待修复牙齿18a。

[0038] 患者的齿龈30限定患者的龈缘20。例如,齿龈30可限定龈缘20,齿龈30终止于该龈缘处并且可见牙齿18。患者的龈缘20可划分牙齿18a的龈上表面26和龈下表面28的界线。例

如,牙齿18a的龈上表面26可为牙齿18a在龈缘20上方的牙齿结构的部分,牙齿18a的龈下表面28可为牙齿18a在龈缘20下方的牙齿结构的部分。换句话说,龈上表面26可为牙齿18a的可见牙齿结构,龈下表面28可为牙齿18a在齿龈30下的牙齿结构。例如,龈上表面26可包括牙齿18a的牙冠,龈下表面28可包括牙齿18a在齿龈30下的根部、颈部或其他结构。

[0039] 在一些示例中,从牙齿18a的龈上表面26过渡到牙齿18a的龈下表面28的牙齿结构可被称为穿龈轮廓,例如,因为其限定从龈下区域到龈上区域出现的牙齿结构,或可互换地被称为限定牙齿18a的穿龈轮廓。在一些示例中,不包括阶梯状形状、凸缘和/或尖锐过渡部分的穿龈轮廓可有助于防止美学缺陷、由于牙齿之间的未填充空间而在相邻牙齿之间出现的黑色三角和/或对患者齿龈30的较差支撑。继而,可降低牙齿敏感性、牙斑堆积、可捕获牙线的特征部(例如,凸缘)、齿龈的过早退化和/或患者不满意的可能性。

[0040] 穿龈轮廓的可有助于校正美学缺陷的一个或多个期望特性为齿龈30和乳突(例如,齿龈30在两颗相邻牙齿18之间的一部分)提供足够的支撑或以其他方式促进术后愈合,并且维持稳定的口腔环境包括:从牙齿18a的龈上表面26到牙齿18a的龈下表面28(例如,从龈上表面26延伸到龈下表面28的牙齿结构相对于齿龈30具有极小的或没有凸缘或尖锐过渡部分)的平滑渐缩、与牙齿18a的龈上表面26和龈下表面28两者齐平、接近地模拟穿龈轮廓的自然轮廓(例如,其中该自然轮廓是适当的)等。此外,在一些示例中,牙齿18a的穿龈轮廓可使用模具主体12形成,以帮助推动牙齿18a和相邻牙齿之间的齿龈30来形成足够的乳突,从而帮助闭合相邻牙齿之间的空间。这样,穿龈轮廓可被构造成有助于减少牙齿18a和相邻牙齿之间的黑色三角的出现。

[0041] 在模具主体12被构造成用于形成牙齿18a的穿龈轮廓的示例中,由模具主体12限定的模具腔24限定期望穿龈轮廓的一个或多个特性。期望穿龈轮廓的示例性特性包括不接触齿龈30内的牙周韧带的深度(例如,如从龈缘20在齿龈30的方向上沿图1A的y轴的方向测量)(例如,在一些示例中为约3mm);宽度(例如,如在相邻牙齿18a和18b或18c之间沿图1A的x轴的方向测量);或高度(例如,如从龈缘20在牙齿18a的切牙面/咬合面的方向上沿图1A的y轴的方向测量);以及锥角(例如,从牙齿18a的龈上表面26到牙齿18a的龈下表面28)。除此之外或另选地,期望穿龈轮廓可提供对乳突的支撑而不会过度限制流向乳突或齿龈30的其他部分的血流。在一些示例中,过度限制流向乳突或齿龈30的其他部分的血流可导致乳突和/或齿龈30的萎缩。

[0042] 在一些示例中,期望穿龈轮廓(例如,待使用定制工具10形成的穿龈轮廓)可基于患者的牙齿结构的几何形状、与待修复牙齿18a对侧的牙齿的镜像、与标准牙齿相关的数据、牙科模型、具有适当穿龈轮廓的标准牙齿等中的一者或多者。例如,患者的牙齿结构的几何形状可用于构建患者的牙齿结构和/或齿龈的蜡质牙科模型。蜡质牙科模型可允许医师从患者的现有牙齿结构开始为单个患者构建期望穿龈轮廓,继而能够扫描并制造该牙齿结构。又如,能够与标准牙齿和所述标准牙齿的穿龈轮廓相关的数据进行数字地或物理地缩放、改变或以其他方式调整,以更好地表示单个患者的期望牙齿结构,从而形成包围期望穿龈轮廓的模具主体12。

[0043] 在一些示例中,执行计算机软件的计算设备可用于为特定患者建模和/或设计期望牙修复体。示例性软件程序包括3D牙科修复设计程序,这些程序得自3Shape(丹麦哥本哈根(Copenhagen, Denmark))、Exocad[®](德国达姆施塔特(Darmstadt, Germany))和Dental

Wings™(加拿大魁北克(Quebec, Canada))。可根据医师的偏好和/或为满足附加的患者需求而对由使用计算设备的辅助所产生的牙修复体进行进一步定制和/或调整。例如,医师可选择进一步定制使用牙齿结构的数字模型形成的工具10,以减少黑色三角的出现、调整对患者的齿龈30的支撑等。在一些示例中,机器学习技术可应用于计算机生成的牙修复体模型,以便基于先前修复体的结果来改善牙科模型,以更好地与医师的偏好相符等。例如,医师可能更喜欢比由计算机牙修复体模型生成的那些穿龈轮廓更厚的穿龈轮廓,诸如用于为齿龈30提供附加的支撑。在一些此类情况下,机器学习技术可确定医师添加到计算机生成的穿龈轮廓的平均厚度,并且可调整计算机生成的牙科模型,以针对单个患者自动添加平均厚度以及生成期望穿龈轮廓。这样,与一些计算机生成的未应用机器学习技术的牙修复体模型相比,医师可能必须减少调整计算机生成的牙科模型的频率或时间。

[0044] 在一些示例中,医师可从一组标准模具主体中选择标准模具主体12,然后定制标准模具主体12,以包围特定患者的期望牙齿结构。一组标准模具主体可允许医师为特定患者的牙修复体提供定制模具主体,但是这导致用在完全模拟患者的整个牙齿和/或齿龈结构上的时间和/或资源减少。

[0045] 如上所述,预成形模具主体12与患者的牙齿18a结合以限定包围期望牙齿结构的模具腔24,该期望牙齿结构从牙齿18a的龈上表面26延伸到牙齿18a的龈下表面28。在一些示例中,模具主体12被构造成接触牙齿18a的龈下表面28的至少一部分,以将密封压力集中在模具腔24的周边的至少一部分处。例如,如图1B所示,模具主体12包括龈下部分32,该龈下部分接触牙齿18a的龈下表面28的至少一部分,以将密封压力集中在模具腔24的周边的至少一部分处。具有龈下表面28的至少一部分的模具主体12的集中的密封压力可允许完成的牙修复体与龈下表面28形成气密或基本上气密的密封。在模具主体12未被构造成与龈下表面28的至少一部分接触以集中密封压力的一些示例中,食物颗粒和/或牙斑可被截留在使用模具主体12形成的完成的牙修复体与牙齿18a的龈下表面28之间,这可能难以看到和/或移除。在一些情况下,食物颗粒和/或牙斑的截留可导致患者不适、牙修复体的过早失效和/或蛀牙。

[0046] 在一些示例中,模具主体12被构造成在患者的齿龈30的一部分和待修复牙齿18a的龈下表面28之间延伸。例如,模具主体12可足够薄,例如,在大约垂直于牙齿18a的表面的方向上,模具主体12被构造成与该表面对准,以贴合到患者的齿龈沟中,例如,在龈上表面26和龈缘20之间的空间中,并且在齿龈30和龈下表面28之间延伸,并且进入与牙齿18a对应的牙周袋。这样,患者的齿龈30可能不需要使用与模具主体12分开的牙科工具来移位,例如,使用楔入工具、回缩线等,以便将模具主体12定位在牙齿18a上,从而限定包围单个患者的期望牙齿结构的模具腔24。在一些示例中,不移位齿龈30可帮助医师创建期望的最终牙修复体或通过更少的调整接近期望的最终牙修复体,例如,与使用单独的牙科工具来将齿龈30移位的一些其他牙科修复技术相比,患者需要附加的时间或回访来增加、移除或以其他方式改变修复的牙齿结构。例如,医师能够在牙修复体的形成期间可视化并减轻黑色三角的出现,而不是在移除单独的牙科工具之后这样做。

[0047] 在其他示例中,医师可使用被构造成在患者的齿龈30的一部分和待修复牙齿18a的龈下表面28之间延伸的模具主体12和单独的牙科工具,以将齿龈30的至少部分移位和/或将邻近待修复牙齿18a的牙齿18b或18c移位。将齿龈30的一部分和/或邻近待修复牙齿

18a的牙齿18b或18c移位可允许医师更容易地看到模具腔24的周边、更容易地看到和/或移除毛边,并且/或者在牙齿18a和牙齿18b或18c之间创建更多的空间以形成牙修复体。

[0048] 在其他示例中,模具主体12可被构造成当模具主体12被定位在牙齿18a上以限定模具腔24时,将患者的齿龈30的靠近待修复牙齿18a的部分移位。例如,模具主体12可被构造成在龈下表面28的方向上推动龈缘20,在一些示例中这可暴露龈下表面28的一部分。又如,模具主体12可被构造成在远离牙齿18a并朝向相邻牙齿18b或18c的方向上推动患者的齿龈30,以便更好地暴露从牙齿18a的龈下表面28过渡到龈上表面26的当前牙齿结构。在一些示例中,由工具10将患者的齿龈30的部分移位可允许医师更容易地看到模具腔24的周边,以有助于将模具主体12正确放置在牙齿18a上。

[0049] 通过使用工具10将齿龈30移位来暴露龈下表面28的一部分还可允许医师更容易地看到并移除在修复体完成期间形成的任何毛边。毛边可为例如模具腔24之外的过量修复材料,例如,可从模具腔24的接缝处渗漏的修复材料和/或模具主体12与牙齿18a的接合部,并且流到患者口腔的非预期且通常不期望的区域中。

[0050] 除此之外或另选地,模具主体12可包括楔入构件(图1A和图1B中未示出),该楔入构件被构造成当模具主体12被定位在牙齿18a上以限定模具腔24时,将患者的齿龈30的靠近牙齿18a的部分移位并且/或者将邻近待修复牙齿18a的牙齿18b或18c移位。例如,楔入构件可被构造成沿龈下表面28的方向和/或沿远离牙齿18a并朝向相邻牙齿18b的方向推动龈缘20,以暴露龈下表面28的一部分。这样,医师能够看到模具腔24的周边,以有助于将模具主体12正确放置在牙齿18a上。除此之外或另选地,暴露龈下表面28的一部分还可允许医师更容易地看到并去除在修复体完成期间形成的任何毛边。在一些示例中,楔入构件可除此之外或另选地被构造成将邻近待修复牙齿18a的牙齿18b或18c之一分开。例如,楔入构件36(在图2C中示出)可被构造成将牙齿18b和待修复牙齿18a分开,以形成限定牙齿18a的期望邻间表面(例如,在图1A和图1B所示的示例中牙齿18a的与牙齿18b相邻的表面)的牙修复体。楔入构件可起到与以下示例相同或类似的作用,在该示例中模具主体12本身被构造成移位齿龈30的一部分。

[0051] 在一些示例中,模具主体12可包括变化的厚度,并且模具主体12的各个部分的厚度可被选择为在一些部分中为模具主体12提供期望的刚度水平,以允许引入模具主体12在将修复材料引入模具腔中时保持其形状,以及在其他部分中为模具主体12提供期望的柔性水平,以与待修复牙齿18a接合。例如,在模具主体12被构造成在患者的齿龈30的一部分与待修复牙齿18a的龈下表面28之间延伸的示例中,模具主体12的在齿龈30与龈下表面28之间延伸的部分可比模具主体12的其余部分例如在模具主体12被构造成与之对准的牙齿18a的表面的方向上相对较薄。在一些此类示例中,模具主体12的在患者的齿龈30与牙齿18a的龈下表面28之间延伸的部分可为约50微米(μm)厚。这样,模具主体12可贴合到患者的齿龈沟中,同时也是相对刚性的。除此之外或另选地,模具主体12的较薄部分可有助于防止最终牙修复体中凸缘的形成并且/或者提供从龈下表面28到龈上表面26的更光滑过渡部分。

[0052] 在模具主体12被构造成将患者的齿龈30的靠近待修复牙齿18a的部分移位的示例中,模具主体12的接触齿龈30的部分可相对较厚,或至少与模具主体12的其余部分一样厚。在一些情况下,模具主体12的附加厚度可比较薄的模具主体更容易使齿龈30移位。

[0053] 在任何情况下,模具主体12或模具主体12的至少一部分可足够厚,使得模具主体

12为相对刚性的,保持单个患者的期望牙齿结构的形状,并且不太可能例如由于医师处理模具主体12而被意外改变。

[0054] 在一些示例中,模具主体12可包括一个或多个配准构件14a、14b(统称为“配准构件14”),所述一个或多个配准构件被构造成帮助将模具主体12与待修复牙齿18a对准。在图1A和图1B所示的示例中,当模具主体12被正确地定位在牙齿18a、18b和18c上时,配准构件14被构造成与患者的牙齿18a、18b和/或18c的咬合面或切牙面的至少一部分对准并配合。例如,当模具主体12正确地定位在牙齿18a、18b和18c上时,配准构件14a可与牙齿18b的咬合面/切牙面22a对准并配合,而配准构件14b可与牙齿18c的咬合面/切牙面22b对准并配合。在一些示例中,配准构件14可被构造成与待修复牙齿18a(作为相邻牙齿18b、18c的补充或替代)的咬合面或切牙面的至少一部分对准。除此之外或另选地,配准构件14可与除牙齿18的表面之外的结构对准并配合。例如,配准构件14可被构造成与患者口腔中的舌侧基质或横颞杆对准并配合。在另一个示例中,配准构件14可与患者口腔中的任何其他固定参考点对准,例如植入物、植入物基台、临时锚固设备、正畸矫治器等。配准构件14可将模具主体12稳定在牙齿18上,有助于确保模具主体12正确地贴合在正确的牙齿18上,并且/或者有助于指导医师将模具主体12定位在牙齿18上。

[0055] 在一些示例中,模具主体12可包括被构造用于放置在模具主体12的一个或多个表面(包括,例如,模具腔24的表面)上的离型膜(例如,聚四氟乙烯(PTFE)、乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二酯(PETG)、Saran Wrap或另一种可剥离材料),以促进从模具主体12的表面剥离修复材料。例如,医师可在使模具主体12与模具腔24中的修复材料接触之前施加离型膜模具主体12。作为离型膜的补充或替代,模具主体12可包括在模具主体12的一个或多个表面上的涂层,以有利于从模具主体12的表面剥离修复材料。涂层可为例如润滑涂层,诸如PTFE、石油凝胶薄层等。

[0056] 在一些示例中,模具主体12可选择性地包括离型膜或涂层,使得模具主体12的一部分不包括离型膜或涂层。例如,在模具主体12至少部分地由修复材料形成的示例中,模具主体12的由修复材料形成的部分可不包括离型膜或涂层,并且模具主体12的不由修复材料形成的部分可包括离型膜或涂层。这样,模具主体12的由修复材料形成的部分可粘附到牙齿18a的表面,以比模具主体12的不由待从牙齿18a移除的修复材料形成的部分更好地形成单个患者的期望牙齿结构。

[0057] 在一些示例中,模具主体12可包括一个或多个结构元件,所述一个或多个结构元件帮助医师抓握模具主体12并相对于牙齿18移动该模具主体并且/或者增加模具主体12的刚度。例如,模具主体12包括一个或多个夹持构件16a、16b(统称为“夹持构件16”),这些夹持构件各自被构造成成为医师提供处理机构,例如,医师的手或由医师操纵的工具。至少因为夹持构件16可允许医师处理模具主体12、将力施加在模具主体12上、将模具主体12从牙齿18a移除、推动或拉动模具主体12等,所以比起不包括夹持构件16的一些模具主体,通过使用所述一个或多个夹持构件16可更容易地促进以下的至少一项:将模具主体12定位在牙齿18上,从牙齿18移除模具主体12,将模具主体12插入齿龈30的一部分与龈下表面28之间,并且/或者将齿龈30的部分移位。

[0058] 夹持构件16可具有任何合适的构型。例如,夹持构件16可为凸起、凹部、柄部等。夹持构件16可足够大以由医师的手、医师的手指或医师使用的工具夹持。在一个示例中,凸起

可足够大以适应医师的拇指和食指。在另一个示例中,凹部的尺寸可被设定成接纳一对牙科钳子的尖端。夹持构件16可具有相同的尺寸,或者可具有彼此不同的尺寸。在一些示例中,夹持构件16足够硬,以使得医师可将力施加在模具主体12上、将模具主体12从牙齿18a移除、推动或拉动模具主体12等,而不会使夹持构件16弯曲或断裂。

[0059] 在一些示例中,夹持构件16可另外包括纹理化特征部和/或视觉指示标识。例如,夹持构件16上的纹理化特征部诸如一个或多个肋可有助于防止夹持构件16从医师的手中滑出。在另一个示例中,包括视觉指示标识的夹持构件16可指定模具主体12在患者口腔中的正确位置(例如,模具主体12被构造成与哪颗牙齿18对准并配合以形成特定患者的期望牙齿结构)、模具主体12的使用顺序(例如,在不只一个模具主体12按顺序使用的情况下)等。

[0060] 在一些示例中,当模具主体12定位在牙齿18a上(如图1A和图1B所示)时夹持构件16靠近模具主体12的与牙齿18a的切牙面或咬合面相邻的部分,并且当模具主体12定位在牙齿18a上时该夹持构件沿远离牙齿18a的方向延伸。这样,夹持构件16可允许医师处理模具主体12而不必直接处理配准构件14、模具腔24和/或模具主体12的被构造成与牙齿18a的至少一部分对准的部分。除此之外或另选地,在一些示例中,夹持构件16可延伸到模具主体12的至少一部分上,所述至少一部分被构造成与牙齿18a的表面(例如牙齿18a的面部表面或舌侧表面)对准,这可增加模具主体12的刚度。与一些更柔性的模具主体相比,增加模具主体12的刚度可使得模具主体12更易于处理和/或放置。除此之外或另选地,增加模具主体12的刚度可允许模具主体12在处理模具主体12期间(例如,在将模具主体12定位在牙齿18a上用修复材料填充模具腔24期间)更好地保持模具腔24的期望形状(其反映了单个患者的期望牙齿结构)。

[0061] 作为图1B所示的夹持构件16的补充或替代,在一些示例中,夹持构件16可被定位在模具主体12上的其他位置。例如,当模具主体12定位在牙齿18a上时,夹持构件16可定位成靠近模具主体12的邻近模具主体12的面部表面和/或舌侧表面的部分。夹持构件16可使医师便于使用工具10,并且可有助于防止由于在将模具主体12定位在牙齿18a上期间直接处理模具腔24或模具主体12的被构造成与牙齿18a对准的部分而导致模具主体12和/或模具腔24的意外改变,并且/或者可增加模具主体12的刚度。

[0062] 工具10可由任何合适的材料制成。例如,定制工具10可由真空成形膜、塑料、弹性体材料、修复材料、3D可打印材料、可铣削材料或它们的组合制成。一些示例性材料可包括PETG膜、聚氨酯、硅树脂和含氟聚合物。在一些示例中,3D可打印材料可包括3D Systems **Accura**[®] 60树脂或 **Accura**[®] ClearVue树脂(南卡罗来纳州石山(Rock Hill, South Carolina))。示例性可铣削材料可包括聚(甲基丙烯酸甲酯)(PMMA)或3M Lava[™] Ultimate CAD/CAM修复材料(明尼苏达州圣保罗(Saint Paul, Minnesota))。在一些示例中,例如在牙科修复材料可光固化的示例中,定制工具10可由对固化光(例如,蓝光)透明的材料形成。在一些此类示例中,在不移除定制工具10的情况下固化牙科修复材料可帮助医师更容易地获得代表单个患者的期望牙齿结构的期望最终牙修复体,而无需在固化牙科修复材料之后进行显著的附加调整。

[0063] 除此之外或另选地,模具主体12的至少一部分可由牙科修复材料制成。这样,模具主体12本身的至少一部分可包括修复材料以形成牙齿18a的期望牙齿结构的至少一部分。

在一些示例中,模具主体12的由牙科修复材料形成的部分可包括完全固化的牙科修复材料。在其他示例中,模具主体12的由牙科修复材料形成的部分可部分地固化或未固化。在一些此类示例中,可在将模具主体12放置在牙齿18上之后(例如,通过使用固化光)固化牙科修复材料。如果形成模具主体12的该部分的牙科修复材料没有完全固化,例如部分固化或未固化,则可在将模具主体12定位在牙齿18上之前(例如,在制造模具主体12期间)修改牙科修复材料以适合特定需要。例如,可修改牙科修复材料的粘度以适合于用于创建定制工具10的特定制造方法。无论材料模具主体12由何种材料形成,模具主体12都是预成形的,例如在用于患者之前成形,以提供用于单个患者的患者专用定制工具10,该工具包括包围患者的期望牙齿结构的预定义模具腔24。

[0064] 在一些示例中,能够在完成牙修复体之前将附加的牙科修复材料添加到模具腔24中,并且/或者可在从牙齿18移除模具主体12的至少一部分(例如,模具主体12的不由牙科修复材料形成的部分)之后修剪或调整固化的牙修复体,以实现特定患者的期望牙齿结构。例如,尽管模具主体12被定制以形成单个患者的期望牙齿结构,但是微小的调整可有助于移除在牙修复体的形成期间可能出现的任何微小缺陷。

[0065] 在一些示例中,至少部分地由牙科修复材料形成的模具主体12可包括两种或更多种不同的材料。例如,在一些情况下,模具主体12的至少一部分可由牙科修复材料形成,而模具主体12的另一部分可由不同的材料诸如3D可打印材料形成。在一些此类情况下,模具主体12的由牙科修复材料形成的部分可被构造成留在待修复牙齿18a上以形成单个患者的期望牙齿结构,而模具主体12的由不同材料形成的部分可被构造成从待修复牙齿18a移除。

[0066] 在一些示例中,模具主体12的由牙科修复材料形成的部分可不包括离型膜或涂层,而模具主体12的由不同材料形成的部分可包括离型膜或涂层,使得模具主体12的由牙科修复材料形成的部分可保留在牙齿18a上以形成特定患者的期望牙齿结构,而模具主体12的由不同材料形成的部分可更容易地从牙齿18a移除。除此之外或另选地,模具主体12的一个或多个部分可被构造成脱离模具主体12的一个或多个其他部分。例如,模具主体12的由除牙科修复材料之外的材料形成的一个或多个部分可脱离模具主体12的由牙科修复材料形成的一个或多个部分,使得模具主体12的至少由牙科修复材料形成的该部分保留在牙齿18a上以形成期望牙修复体。在一些示例中,使模具主体12的各部分脱离可有助于防止模具主体12的由被构造成形成牙修复体的修复材料制成的该部分从牙齿18a意外移除。

[0067] 在一些示例中,模具主体12的由被构造成保留在牙齿18a上以形成期望牙修复体的牙科修复材料形成的部分可通过模具主体12上的可见指示标识诸如颜色或物理标记来描绘,以指示模具主体12的被构造成保留在牙齿18a上以形成牙修复体的部分和/或模具主体12的被构造成从牙齿18a移除的部分。在一些示例中,模具主体12的由修复材料形成的一部分可使得定制工具10的使用变得容易。

[0068] 尽管针对用于修复单颗牙齿18a的单个模具腔24描述了定制工具10,但是定制工具10可另外被构造成在单颗牙齿上限定两个或更多个模具腔,在两颗或更多颗牙齿上限定单个模具腔,在两颗或更多颗牙齿上限定两个或更多个模具腔等。在一个示例中,模具主体12可被构造成与待修复牙齿18a的表面的第二部分对准以限定第二模具腔。在一些示例中,第二模具腔可包围单个患者的待修复牙齿18a的期望牙齿结构的至少第二部分,例如,从牙齿18a的第二龈上表面到牙齿18的第二龈下表面的第二过渡部分。在任何情况下,定制工具

10限定包围单个患者的期望牙齿结构的预定义的患者专用模具腔。

[0069] 图2A至图2C分别为用于形成牙修复体的图1A和图1B的示例性工具10的透视前视图、后视图和俯视图。如图2A至图2C所示,模具主体12限定了龈下部分32a、32b(统称为“龈下部分32”)。龈下部分32可为模具主体12的被构造成接触待修复牙齿18a的龈下表面28的至少一部分的部分,以将密封压力集中在模具腔24的周边38的至少一部分处。例如,龈下部分32可接触待修复牙齿18a的根部或颈部,以将密封压力集中在模具腔24的周边38处。这样,可减少体液和/或牙科修复材料穿过周边的传输,并且完成的牙修复体可基本上完全接触龈下表面28,以与根部或颈部形成气密或基本上气密的密封,因此减少或甚至消除了完成的牙修复体和龈下表面28之间的任何空间。这可有助于防止食物颗粒和/或牙斑被截留在牙修复体和牙齿18a的根部或颈部之间。继而,可防止或减少患者不适、牙修复体的过早失效、蛀牙诸如继发龋和/或在牙修复体处或周围的牙斑积聚。

[0070] 为了接触牙齿18a的龈下表面28,龈下部分32可被构造成移位患者的齿龈30的一部分或在患者的齿龈30的一部分和牙齿18a的龈下表面28之间延伸,而基本上不移位齿龈30(例如,不移位或不施加旨在移位齿龈30的力)。在龈下部分32被构造成移位齿龈30的一部分的示例中,与被构造成在患者的齿龈30的一部分和牙齿18a的龈下表面28之间延伸而基本上不移位齿龈30的龈下部分32相比,龈下部分32可以更厚(例如,如图2C中的线“t”所测量的)并且/或者由更硬的材料制成。在任一种情况下,龈下部分32可以接触待修复牙齿18a的龈下表面28的方式成形和/或成角度,并且当模具主体12定位在牙齿18a上时,在牙齿18a的龈下表面28处提供集中的密封压力。

[0071] 在一些示例中,模具主体12可包括楔入构件36,该楔入构件被构造成当模具主体12被定位在待修复牙齿18a上以限定模具腔24时,将患者的齿龈30的靠近牙齿18a的部分移位并且/或者将邻近待修复牙齿18a的牙齿18b、18c移位。在图2C所示的示例中,楔入构件36被构造成当模具主体12被定位在待修复牙齿18a上以限定模具腔24时将邻近待修复牙齿18a的牙齿18b、18c移位,例如,将牙齿18a与牙齿18b或18c分开。例如,配准构件14a的形成楔入构件36的较厚部分被构造成将接触配准构件14a的牙齿18b与待修复牙齿18a分开。在一些此类示例中,楔入构件36可分开相邻的牙齿18以便更好地接近待修复牙齿18a的邻间表面,或者补偿模具主体12在牙齿18之间的尺寸以腾出更多的空间来将模具主体12定位在牙齿18a上,等等。

[0072] 例如,如果模具腔24限定了待修复牙齿18a的邻间表面,则楔入构件36可将牙齿18a与相邻牙齿18b或18c分开至少“t”的距离,使得当从牙齿18a移除模具主体12时,在牙齿18a的已修复的邻间表面和牙齿18b或18c的邻间表面之间几乎没有或没有剩余空间。在一些情况下,在牙齿18a的修复的邻间表面和牙齿18b或18c的邻间表面之间几乎没有或没有剩余空间,可有助于防止牙齿之间出现黑色三角,对患者而言更加美观,并且/或者可导致更少的到医师办公室进行调整的回访,例如调整牙齿18a的修复的邻间表面以接触牙齿18b或18c的邻间表面。

[0073] 在其他示例中,楔入构件36可起到与以下示例类似或相同的作用,在该示例中,龈下部分32被构造成将患者的齿龈30的靠近待修复牙齿18a的部分移位。例如,楔入构件36可被构造成沿龈下表面28的方向和/或沿朝向相邻牙齿18b或18c的方向推动龈缘20,这样在一些示例中可暴露龈下表面28的一部分。这可允许医师更容易地看到模具腔24的周边38,

以有助于将模具主体12正确定位在牙齿18a上,并且还可允许医师更容易地看到并移除在修复体完成期间形成的任何毛边。在一些示例中,模具主体12可包括龈下部分32和被构造成将患者的齿龈30的部分移位的楔入构件36两者。在其他示例中,龈下部分32或楔入构件36中的一个可被构造成将患者的齿龈30的部分移位,或者模具主体12可不包括楔入构件36。

[0074] 如图2C所示,模具主体12包括由配准构件14限定的配准表面34a、34b和34c(统称为“配准表面34”)。在一些示例中,配准表面34可被构造成与牙齿18a、18b和/或18c的咬合面或切牙面22的至少一部分对准。例如,配准表面34b和34c可分别为配准构件14a和14b的内表面,并且可被构造成与配准构件14旨在接触的相应牙齿的咬合面或切牙面对准和配合。例如,每个配准表面34可针对患者的特定牙齿定制,使得配准表面34基本上匹配相应牙齿的咬合面或切牙面22的轮廓。除此之外或另选地,配准表面34可被构造成与除牙齿18a、18b和/或18c的咬合面或切牙面22之外的结构接触。例如,配准表面34可被构造成与患者口腔中的舌侧基质或横颞杆对准并配合。

[0075] 在一些示例中,当模具主体12被正确地定位在待修复牙齿18a上以限定模具腔24时,配准表面34b和34c可被构造成接触并对准与待修复牙齿18a相邻的一颗或多颗牙齿18b、18c的咬合面或切牙面22a、22b。在一个示例中,配准表面34b可匹配牙齿18b的咬合面或切牙面22a的轮廓,并且配准表面34c可匹配牙齿18c的咬合面或切牙面22b的轮廓。除此之外或另选地,模具主体12可包括配准表面34a,该配准表面被构造成与待修复牙齿18a的咬合面或切牙面对准。在另一个示例中,一个或多个配准表面34可被构造成与除牙齿18a、18b和/或18c的咬合面或切牙面22之外的结构接触。在一些此类示例中,配准表面34可提供与旨在接触的结构例如患者口腔中的舌侧基质或横颞杆的定制配合。这样,配准表面34提供了与一颗或多颗牙齿18的一个或多个咬合面和/或切牙面22和/或另一种结构的定制配合,这可帮助医师将模具主体12对准并定位在正确的牙齿18上和/或在相应牙齿18上的正确位置中。例如,由配准表面34提供的定制配合可导致模具主体12不贴合和/或不坐落在模具主体12不旨在定位在其上的牙齿18上的正确位置中。因此,包括配准构件14和/或配准表面34的模具主体12可增加工具10的易用性,并有助于防止模具主体12被用于除了模具主体12旨在用于的预定义的、患者专用牙修复体之外的牙修复体。

[0076] 图3是用于形成牙修复体的示例性定制工具40,该定制工具限定了注入口42a、42b(统称为“注入口42”)。定制工具40可类似于图1A至图2C的定制工具10。注入口42被构造成允许在将模具主体12定位在患者的牙齿结构上之后将牙科修复材料放置在由模具主体12和/或待修复牙齿18a形成的模具腔24中。例如,注入口42的尺寸可被设定成便于贴合可商购获得的修复材料引入设备的尖端。

[0077] 一些可商购获得的修复材料引入设备的尖端具有介于约0.6mm和约2.3mm之间的内径和介于约0.90mm和约2.7mm之间的外径。例如,3M Filtek Supreme Universal胶囊(3M Filtek Supreme Universal capsule)可具有约2.03mm的内径和约2.41mm的外径,3M Filtek Supreme Flowable注射器尖端(3M Filtek Supreme Flowable syringe tip)可具有约0.60mm的内径和约0.90mm的外径,并且3M Filtek Bulk Fill注射器尖端(3M Filtek Bulk Fill syringe tip)可具有约0.70mm的内径和约1.10mm的外径。这些3M Filtek产品可购自明尼苏达州圣保罗(Saint Paul, Minnesota)的3M ESPE Dental Products。作为其

他示例,用于递送牙科修复材料的可商购获得的设备可具有约1.85mm的内径和约2.30mm的外径,约2.20mm的内径和约2.70mm的外径,约2.10mm的内径和约2.60mm的外径,约1.10mm的内径和约1.60mm的外径,约1.90mm的内径和约2.50mm的外径,或约2.30mm的内径和约2.60mm的外径。

[0078] 在一些示例中,模具主体12包括多于一个注入口42。在其他示例中,模具主体12可包括一个注入口42a或42b。在一些示例中,包括一个或多个注入口42的模具主体12可允许诸如当模具主体12在将修复材料引入模具腔24之前定位在待修复牙齿18a上时,将修复材料更容易地放置到模具腔24中。

[0079] 注入口42可被构造成(例如,尺寸和形状被设定成)并位于模具主体12上的任何位置中,以有利于将修复材料引入(例如,放置和/或流动)到模具腔24中。例如,在待修复牙齿18a的期望牙齿结构包括从牙齿18a的龈上表面26到牙齿18a的龈下表面28的过渡部分的示例中,注入口42可位于更靠近龈下部分32的位置。在其他示例中,注入口42可位于距龈下部分32更远的位置,例如,在待修复牙齿18a的期望牙齿结构包括牙齿18a的邻间表面的一部分的示例中更靠近配准构件14。例如,模具主体12可限定注入口42,当模具主体12定位在牙齿18a上时,注入口与牙齿18a的切缘对准。

[0080] 在一些示例中,注入口42可除此之外或另选地被构造成通气孔,以允许过量的修复材料流出模具腔24,该模具腔可在固化之前(例如,使用标量仪器)移除,从而更容易去除毛边,或者可被构造成允许空气从模具腔24流出。

[0081] 尽管在图3中示出了两个注入口42,但是在其他示例中,模具主体12可限定任何合适数量的注入口,诸如一个、三个、四个或更多个,以及任何合适数量的排气口,例如一个、两个、三个或更多个。

[0082] 在图1A至图3所示的示例中,模具主体12被构造成贴合在待修复牙齿18a的龈上表面26的大部分上。在其他示例中,模具主体12可具有另一种构型,其可基于借助模具主体12形成的期望牙齿结构来选择。

[0083] 图4A至图4C分别为用于形成牙修复体的另一个示例性定制工具50的透视前视图、后视图和顶视图。定制工具50可类似于图1A至图2C的定制工具10,然而,定制工具50可被设计成邻近待修复牙齿的单个邻间表面延伸,而不是如图1A至图3所示邻近待修复牙齿的两个邻间表面延伸。然而,工具50的模具主体52、配准构件54、夹持构件56、配准表面60a、60b和龈下表面58另外可分别与定制工具10的模具主体12、配准构件14、夹持构件16、配准表面34和龈下表面32相同或基本上相同。

[0084] 在一些示例中,被构造成邻近待修复牙齿的单个邻间表面延伸的定制工具50可允许定制工具50用于多个修复体,邻近附加的牙科修复工具使用,以及/或者更容易地定位在待修复牙齿上。

[0085] 在定制工具50可用于形成两个或更多个牙修复体的示例中,所述两个或更多个牙修复体可位于两颗相邻牙齿上。例如,所述两个或更多个牙修复体可为从所述两颗相邻牙齿的每颗相应牙齿的龈下表面到龈上表面的相邻过渡部分。在一些此类示例中,定制工具50可不包括配准构件54。这样,两个模具主体52能够被放置在每颗相应的牙齿上,例如,使得每个模具主体52的一部分在相邻牙齿之间的空间中彼此相邻地贴合。除此之外或另选地,配准构件54可被构造成与未被修复的患者牙齿对准或配合,或与患者牙齿之外的结构

(例如,患者口腔中的舌侧基质或横颧杆)对准或配合。

[0086] 在一些示例中,作为图3中所示的注入口42的补充或替代,模具主体52可包括靠近待修复牙齿的切牙面或咬合面的开口44(当模具主体52定位在相应牙齿上时)。当定位在待修复牙齿上时,开口44可有利于将修复材料引入由模具主体52限定的模具腔中。在一些示例中,开口44可大于注入口42a、42b中的每一个。在一些此类示例中,在放置牙科修复材料期间,将牙科修复材料引入模具腔中的牙科材料引入设备的尖端上的背压可减小或者甚至消除。减小的或防止的背压可有助于防止修复材料沿修复材料引入设备的方向回流。除此之外或另选地,大于注入口42a、42b的开口44可允许医师更容易地看到待修复牙齿的至少一部分,更容易地清洁和/或干燥待修复牙齿,并且/或者便于在待修复牙齿上更容易地放置或调整粘合剂材料或牙科修复材料。

[0087] 图5A至图5H示出了使用图4A至图4C的定制工具50形成牙修复体的示例性技术。具体地讲,图5A至图5H示出了牙修复体,该牙修复体包括在相邻牙齿70a、70b上形成期望穿龈轮廓,以及通过使用定制的模具主体52a、52b形成牙齿70a、70b的期望邻间表面来闭合这些牙齿之间的间隙,这些模具主体被构造成分别在牙齿70a、70b上提供预定义的患者专用贴合。图5A示出了待修复的两颗相邻牙齿70a、70b。每颗牙齿70a、70b分别具有龈下表面72a、72b和龈上表面74a、74b。龈缘76划分了每颗牙齿70a、70b的龈下表面72a、72b和相应的龈上表面74a、74b的界线。

[0088] 如图5B所示,可将模具主体52a、52b定位在相应的牙齿70a、70b上,以便限定包围单个患者的期望牙齿结构的相应模具腔80a和80b。模具主体52a、52b为图4A至图4C的模具主体52的示例。模具腔80a、80b可各自用于限定期望的牙齿结构,该牙齿结构从相应牙齿70a、70b的相应龈上表面74a、74b过渡到相应龈下表面72a、72b。

[0089] 图5C示出了已被引入模具腔80a和80b中的牙科修复材料84。在一些示例中,修复材料引入设备的尖端可用于将修复材料84引入模具腔80a、80b,例如,通过注入口(例如,图3中所示的口42A或42B)、切牙/咬合开口(例如,图4C中所示的开口44)等。作为使用修复材料引入设备的补充或替代,医师可通过在将模具主体52a、52b放置在牙齿70a、70b上之前用修复材料84完全或部分地预填充模具腔80a、80b以及/或者通过将修复材料84放置在牙齿70a、70b上方然后将模具主体52a、52b定位在牙齿70a、70b和修复材料84上,来将修复材料84引入模具腔80a、80b。在一些示例中,模具主体52a、52b可由修复材料形成。在一些此类示例中,牙科修复材料84可不必被引入模具腔80a、80b中,而是可被构建到模具主体52a、52b中。

[0090] 在被引入模具腔80a、80b中之后,修复材料84可被固化以形成牙修复体86a、86b,该牙修复体包括从每颗相应牙齿70a、70b的龈上表面74a、74b到龈下表面72a、72b的期望过渡部分(图5D)。例如,在修复材料84可光固化的示例中,医师可通过模具主体52a、52b将修复材料84暴露于固化光(例如,蓝光),该模具主体可由对固化光透明的材料形成。在其他示例中,可将模具主体52a、52b从相应的牙齿70a、70b移除,留下由修复材料84限定的修复结构,然后医师可固化修复材料84。在又一个示例中,模具主体52a、52b的至少一部分可由修复材料84制成,并且医师可固化由修复材料84制成的模具主体52a、52b的部分(如果牙科修复材料84尚未完全固化)。在一些示例中,可使用附加工具(无论是与模具主体52a、52b物理上分开还是作为模具主体52a、52b中的一者或两者的一部分结合)以促进牙修复体的形成。

例如,在图5D所示的示例中,在形成牙修复体86a、86b的期望穿龈轮廓之前或之后,将楔入工具88插入牙齿70a、70b之间,以将龈缘76移位并将牙齿70a、70b与牙修复体86a、86b分开。楔入工具88可有利于在牙齿70a、70b上形成附加的牙修复体,例如,限定牙齿70a、70b的邻间表面90a、90b。在其他示例中,可不使用楔入工具88,或者可在模具腔80a、80b中的修复材料84固化之后完成牙修复。

[0091] 在使用模具主体52a、52b修复邻间表面90a、90b的示例中,楔入工具88可被构造成将牙齿70a、70b和/或牙修复体86a、86b分开,以补偿牙齿70a、70b之间的邻间空间中模具主体52a、52b的尺寸。例如,医师可沿图5E中箭头的方向拉动夹持构件56a、56b,以限定模具腔92a、92b,从而形成牙齿70a、70b的期望的、预定义的、患者专用邻间牙修复体(图5F)。在一些此类示例中,楔入构件88可被构造成将牙齿70a、70b和/或牙修复体86a、86b分开距离 D_s (图5F)以补偿牙齿70a、70b的邻间空间中的模具主体52a、52b的厚度。在一些示例中,可使用除模具主体52a、52b之外的附加的或另选的模具主体来限定模具腔92a、92b。

[0092] 在模具主体52a、52b的至少一部分由牙科修复材料形成,并且该部分是模具主体52a、52b的被构造成与邻间表面90a、90b对准的至少一部分的示例中,则楔入构件88可不被构造成将牙齿70a、70b和/或牙修复体86a、86b分开例如距离“ D_s ”(图5F),以补偿牙齿70a、70b的邻间空间中的模具主体52a、52b的厚度。例如,主体52a、52b的厚度可由牙科修复材料形成,因此可为特定患者的所形成的期望牙齿结构的一部分。

[0093] 牙科修复材料84可被引入模具腔92a、92b中(图5G)。在一些示例中,修复材料引入设备的尖端可用于将修复材料84引入模具腔92a、92b,例如,通过注入口、切牙/咬合开口等。然后,修复材料84可被固化(例如,如果尚未完全固化)以形成牙修复体,即牙齿70a、70b的邻间修复体。如图5H所示,可移除模具主体52a、52b和楔入工具88,以允许龈缘76返回到静止状态(没有外力通过模具主体52a、52b施加到齿龈的状态)。在一些示例中,修复的牙齿94a、94b包括牙修复体,该牙修复体限定了从每颗相应牙齿70a、70b的龈上表面74a、74b到龈下表面72a、72b的过渡部分和邻间表面90a、90b。

[0094] 图6为示出了用于使用图1A至图4C的任何工具来形成牙修复体的示例性技术100的流程图。图6所示的技术100可以任何顺序完成,包括一个或多个附加步骤,并且/或者可不包括如图6所示的一个或多个步骤。仅为了便于描述,相对于图1的工具10和图3的工具40描述了图6。在其他示例中,其他工具可与图6所示的技术100一起使用。

[0095] 在图6的示例性技术100中,医师将模具主体12定位在至少一颗牙齿18a上,以限定模具腔24(102)。在一些示例中,模具主体12被构造成提供与牙齿18a的定制的患者专用贴合。模具主体18a也可被构造成与牙齿18a的表面的一部分对准。在一些示例中,模具腔24限定从牙齿18a的龈上表面26到牙齿18a的龈下表面28的期望过渡部分。

[0096] 医师将修复材料引入模具腔24中(104)。在一些示例中,修复材料引入设备的尖端可用于将修复材料引入模具腔24,例如,通过注入口42(图3)、切牙/咬合开口如开口44(图4C)等。作为使用修复材料引入设备的补充或替代,医师可通过在将模具主体12定位在待修复牙齿18a上之前用修复材料完全或部分地预填充模具腔24并且/或者通过将修复材料放置在待修复牙齿18a上,随后将模具主体12定位在待修复牙齿18a和修复材料上,来将修复材料引入模具腔24。在一些此类示例中,修复材料可不被引入模具腔24中,而是模具主体12本身可至少部分地由(例如,完全由或仅部分地由)修复材料形成,以形成牙齿18a的牙修复

体的至少一部分。

[0097] 在用修复材料填充模具腔24之后,医师可固化该修复材料(106)。在一些示例中,当模具主体12定位在待修复牙齿18a上时,医师可固化修复材料。例如,在修复材料可光固化的示例中,医师可通过模具主体18a将修复材料暴露于固化光(例如,蓝光),该模具主体可由对固化光透明的材料形成。在其他示例中,可将模具主体12从待修复牙齿18a移除,留下由修复材料限定的修复结构,然后可固化该修复材料。在模具主体12的至少一部分由修复材料制成的示例中,在修复材料尚未完全固化的情况下,固化修复材料(106)可包括固化模具主体12的由修复材料制成的部分。

[0098] 医师可从牙齿18a移除模具主体12的至少一部分(108)。如上所述,模具主体12可在固化修复材料(106)之前移除(108)。在其他示例中,当模具主体12定位在待修复牙齿18a上时,修复材料被固化,并且模具主体18a可在修复材料固化后从牙齿18a移除(108)。如上所述,在一些示例中,模具主体12可由修复材料形成。这样,可将模具主体12的一部分(例如,不由修复材料制成的部分)从牙齿18a移除(108),并且先前形成模具主体12的修复材料可保留在牙齿18a上以形成固化的最终牙修复体,从而形成单个患者的期望的患者专用牙齿结构。

[0099] 尽管在图6中未示出,但是在一些示例中,图6的技术100可包括,在一些示例中,将模具主体12的至少一部分插入患者的齿龈30的一部分和待修复牙齿18a的龈下表面28之间。在其他示例中,技术100包括用模具主体12将患者的齿龈30的靠近待修复牙齿18a的部分移位。除此之外或另选地,技术100可包括使用楔入构件诸如图5D至图5G的楔入构件88,将齿龈30的靠近待修复牙齿18a的一部分和/或邻近牙齿18a的牙齿18b或18c移位。

[0100] 在一些示例中,图6所示的技术还可包括将第二模具主体定位在待修复牙齿18a上。第二模具主体可与待修复牙齿18a的表面的第二部分对准,并且可被构造成与牙齿18a结合以限定至少包围待修复牙齿18a的期望牙齿结构的第二部分的第二模具腔。示例性的第二模具主体可包括在国际申请PCT/US17/43721、国际公布WO 2016/094272A1和国际公布WO 2017/106419中,这些专利全文以引用方式并入本文。在一些示例中,期望牙齿结构的第二部分可包括牙齿18a的邻间表面、面部表面、舌侧表面、切牙面和/或咬合面。第二模具腔可填充有修复材料并固化。在一些示例中,该技术包括将修复材料通过注入口或另一个开口注入并进入第二模具腔。除此之外或另选地,该技术可包括在将第二模具主体定位在牙齿18a上之前预填充第二模具腔并且/或者在将第二模具主体定位在牙齿18a上之前将修复材料放置在牙齿18a上。在一些示例中,第二模具主体可至少部分地由牙科修复材料形成。然后可固化第二模具腔中的修复材料,并且可从牙齿18a移除第二模具主体的至少一部分。

[0101] 图7是可用于设计图1A至图4C的任何工具的示例性系统的功能框图。系统112包括显示设备114、用户输入设备116和处理器118。处理器118可包括例如一个或多个处理器,诸如一个或多个微处理器、数字信号处理器(DSP)、通用微处理器、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、可编程逻辑电路、等效的分立或集成逻辑电路等,或类似部件以及此类部件的任何组合。因此,如本文所用,术语“处理器”可指“处理电路”、适用于实施本文所述的技术的前述结构中的任一者和/或任何其他结构。另外,在一些方面,本文所述的功能性可在专用硬件和/或软件模块内提供。而且,所述技术可完全在一个或多个电路或逻辑单元中实现。一般来讲,系统112可包括单独或与软件和/或固件组合的硬件(例如,电路)的任

何合适的排布结构,以执行本文描述的各种技术。处理器118可容纳在各种设备中,包括例如一个或多个超级计算机、服务器、个人计算机、平板电脑、移动电话和/或其他移动设备。

[0102] 显示设备114被配置成例如在处理器118的控制下向用户呈现信息。输入设备116可包括按钮或小键盘、用于语音命令的扬声器、用于移动光标或提供输入的鼠标或触摸板等。在一些实施方案中,显示设备114可为触摸屏,并且还可以充当输入设备116。

[0103] 尽管在图7中未示出,系统112也可包括被配置成存储执行归因于系统112的任务所需的指令的存储器。该存储器可包括任何合适的存储器,诸如随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电子可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、闪存、包括用于使一个或多个处理器执行本文中归因于系统112的动作的可执行指令。

[0104] 医师可使用系统112并使用基于口腔内3D扫描、牙齿印模或牙齿模型的3D扫描、牙齿的2D扫描数据、患者专用或非患者专用牙齿结构模型的数字3D模型来选择和定义一个或多个定制工具(例如本文所述的图1A至图4C的任何定制工具)。医师随后可使用系统112设计单个患者的期望牙齿结构。处理器118可被配置成接收患者龈上牙齿结构的数字3D扫描数据以及来自口腔内扫描、牙齿印模扫描、牙齿2D扫描数据、医学图像和/或提供患者牙齿结构的计算数据的牙齿结构模型的与患者龈下牙齿结构相关的信息(110)。在美国专利7,956,862和No.7,605,817中描述了可用于基于来自多个视图的图像集生成数字3D图像或模型的示例性系统。这些系统可使用口腔内扫描仪从牙齿或其他口腔内结构的多个视图中获取数字图像,并且这些数字图像经处理以生成表示扫描的牙齿的数字3D模型,该数字3D模型可经修改以生成表示患者期望牙齿结构的数字3D模型。

[0105] 在一些示例中,与口腔内3D扫描、牙齿印模或牙齿模型的3D扫描、与患者的龈下牙齿结构相关的牙齿的2D扫描数据和/或与患者的龈下牙齿结构相关的医学图像(例如X光片或计算机断层扫描片(CT))相比,患者的龈下牙齿结构的计算数据可能更容易获取。例如,提供龈下牙齿结构的计算数据的牙齿结构模型可能已经生成并存储,使得访问龈下牙齿结构的牙齿结构模型相比经由患者专用扫描或医学图像为特定患者生成该龈下牙齿结构的牙齿结构模型可能更有效。在一些此类示例中,可以使用获取合成的龈下牙齿结构诸如根结构的技术以获取患者的龈下牙齿结构的计算数据。在一些示例中,计算数据可基于患者的特征、测量结果、扫描数据或医学图像中的至少一者。例如,计算数据可基于与患者牙齿的龈上表面相关的扫描数据。在于2016年12月15日提交的名称为“ONE PIECE DENTAL RESTORATION MOLDS”的共同转让的国际公布W0/2017/106419中描述了可用于产生合成的龈下牙齿结构的示例性系统。

[0106] 在一些示例中,限定穿龈轮廓的单个患者的期望牙齿结构可基于标准牙齿结构来设计,并且可被修改以反映特定患者的特定期望牙齿结构。例如,与患者的牙齿结构尺寸相似的标准牙齿结构可用于确定期望穿龈轮廓的锥角、宽度、深度、高度等。除此之外或另选地,可形成患者的现有牙齿结构的蜡质牙科模型,并且可例如通过添加附加的蜡将期望的穿龈轮廓手动添加到蜡质牙科模型,以创建针对患者的期望穿龈轮廓。在一些情况下,扫描技术可用于捕获蜡质牙科模型的期望穿龈轮廓以获得与计算设备一起使用的信息。在又一个示例中,计算设备可用于将患者的现有牙齿结构的模型操纵成期望的牙齿结构,并且可将期望的牙齿结构与现有牙齿结构进行比较,以限定单个患者的期望穿龈轮廓的一个或多

个特性。患者牙齿的几何形状和尺寸以及与相邻牙齿的接近度可能会有所不同。因此,将标准牙齿结构穿龈轮廓修改为与特定患者的牙齿定制贴合可得到更美观和更实用的牙修复体。

[0107] 图8为示出了设计图1A至图4C的任何定制工具的示例性方法的流程图。尽管相对于图7所示的系统112描述了图8,但是在其他示例中,该方法可由另一个系统连同系统112或与该系统结合来执行。该方法可包括由处理器118接收患者龈上牙齿结构的数字3D扫描数据以及来自口腔内扫描、牙齿印模扫描、牙齿2D扫描数据、医学图像、蜡质牙科模型、物理检查和/或牙齿结构计算数据的与患者龈下牙齿结构相关的信息(120)。该方法还可包括基于患者龈上牙齿结构的数字3D扫描数据和与患者龈下牙齿结构相关的信息,由处理器118设计用于形成特定患者的期望牙齿结构的工具(122)。定制工具可为本文所述的任何示例性定制工具。处理器118被配置成在设计工具之前设计一个或多个期望牙齿结构。这样,处理器118基于一个或多个期望牙齿结构来设计工具。设计定制工具包括设计预定义的患者专用模具主体,该模具主体为单个患者限定期望牙齿结构。另外,设计定制工具可包括结合本文所述的不仅仅基于特定患者的期望牙齿结构的任何特征部,例如,注入口、夹持机构、开口或可改善定制工具的功能的其他特征部。

[0108] 在一些示例中,该方法还可包括由处理器118控制3D打印机以定义工具。例如,该工具可在3D Systems Viper™打印机(购自南卡罗来纳州石山(Rock Hill, South Carolina)的3D Systems)上用Accura® ClearVue树脂(透明塑料)或Accura® 60树脂打印出来。在一些示例中,该方法还可包括通过CAD/CAM铣削工艺制造工具。在其他示例中,该方法可包括使用真空成形方法制造工具。

[0109] 通过创建目标修复设计或期望牙齿结构来促进定制工具设计。商业设计软件诸如购自德国达姆施塔特(Darmstadt, Germany)的Exocad®的软件,可用于创建目标修复体,可选地与医师一起审查所提出的设计,然后使用CAD设计、零件库和/或布尔运算的组合来创建定制工具的设计。在一些示例中,标准牙齿结构、标准穿龈轮廓和/或与先前牙修复体相关的信息可另外用于创建特定患者的期望牙齿结构。

[0110] 在一些示例中,该方法还可包括:由处理器118控制设备以处理定制工具的表面的至少一部分,从而有利于在固化牙修复体以及/或者光面精整牙修复体的至少一个表面之后从牙修复体移除定制工具。例如,控制该设备以处理定制工具的该表面的该部分可包括控制设备以抛光该表面的该部分,从而使该表面的该部分比抛光之前更光滑。在另一个示例中,控制该设备以处理定制工具的该表面的该部分包括控制该设备以用诸如甲基丙烯酸酯树脂的材料涂覆该表面的该部分,并且固化该表面的该部分以使该表面的该部分比涂覆之前更光滑。在另一个示例中,控制该设备以处理定制工具的该表面的该部分可包括控制该设备以用材料(例如,得自新泽西州泽西城(Jersey City, New Jersey)的Taub Products的Rubber Sep®离型剂)涂覆该表面的该部分,以使该表面的该部分与修复材料的粘附力比涂覆前更小。

[0111] 当利用增材制造技术来制造本文所述的定制工具时,在定制工具的表面上可以看到层线,并因此将层线转移到用定制工具创建的修复体上。这些层线可导致医师花费附加的时间来使最终修复体变得光滑以达到可接受的表面光洁度。因此,通过抛光和/或涂覆定

制工具的表面,可去除层线并且为修复体留下更光滑的表面光洁度。

[0112] 另外,由于减少了来自粗糙表面的光散射,因此抛光和/或涂覆定制工具的表面可增加通过定制工具的可见度。当光散射减少时,增加了用于固化的视觉反馈和透光率。降低模具腔的表面粗糙度也降低了修复体与模具表面的机械性互锁。这允许以较低的剥离力来移除模具主体,提高了方法的可靠性。

[0113] 图9为示出了用于形成图1A至图4C的任何工具的示例性方法的流程图。该方法可包括接收用于形成牙齿的牙修复体的定制工具的设计(130)。该方法还可包括基于所接收的设计来制造定制工具(132)。在一些示例中,制造定制工具包括通过CAD/CAM铣削工艺制造定制工具。在一些示例中,制造定制工具包括3D打印定制工具。在其他示例中,制造定制工具包括真空成形方法,其示例参考图10A至图12B进行描述。在一些示例中,该方法还可包括处理定制工具的一个或多个表面的一个或多个部分,如参考图8所述。

[0114] 图10A和图10B示出了单个患者的期望牙齿结构的患者专用牙科模型142上的示例性膜140,其中膜142和牙科模型140可用于形成图1A至图4C的任何定制工具。例如,膜142和患者专用牙科模型140可用于真空成形方法,以制造本文所述的定制工具的任何部分或全部。尽管相对于使用真空成形方法制造定制工具进行了描述,但是在一些示例中,膜142和/或患者专用牙科模型140可用于使用另一种方法来制造本文所述的定制工具。例如,可化学固化的材料,诸如但不限于Imprint™ 4VPS印模材料(购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M, Saint Paul, Minnesota))、Express™ STD VPS印模材料(购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M, Saint Paul, Minnesota)的牙科骨粉膏)或RSVP透明硅树脂基质材料(购自伊利诺伊州芝加哥(Chicago, Illinois)的Cosmedent),可沉积在患者专用牙科模型140上、固化并从患者专用牙科模型140移除,以限定本文所述的任何定制工具。

[0115] 患者专用牙科模型140可使用任何合适的技术来设计,诸如基于3D口腔内扫描、牙齿印模的3D扫描、牙齿或牙齿印模的2D扫描数据、医学图像、蜡质牙科模型和/或牙齿结构的计算数据。无论如何设计患者专用牙科模型140,患者专用牙科模型140代表特定患者的期望牙齿结构。例如,可使用患者牙齿结构的3D扫描来设计患者专用牙科模型140中牙齿的期望龈上部分146,例如患者期望牙齿结构在齿龈148上方的部分,并且可使用患者牙齿结构的计算数据来设计患者专用牙科模型140中牙齿的期望龈下部分144,诸如患者牙齿的在齿龈148下方的期望根部。如图10A和图10B所示,患者专用牙科模型140还可包括患者期望齿龈148的结构。期望齿龈148的构型(例如,其相对于牙齿的位置)可使用任何合适的技术来确定,诸如但不限于3D口腔内扫描、牙齿印模的3D扫描、牙齿或牙齿印模的2D扫描数据、医学图像、蜡质牙科模型和/或牙齿结构的计算数据。在一些示例中,使用一个或多个处理器来设计患者专用牙科模型140。

[0116] 可使用任何合适的技术构建患者专用牙科模型140。例如,患者专用牙科模型140或患者专用牙科模型140的部分可为3D打印的、CAD/CAM铣削的、由患者现有牙齿结构的印模构建并且被修改以反映期望的牙齿结构等。在一些示例中,患者专用牙科模型140的部分可分开地形成。在一个示例中,期望的龈上部分146和期望的龈下部分144可与期望的齿龈148分开地形成并且随后机械地连接。

[0117] 代表特定患者的期望牙齿结构的患者专用牙科模型140可用于形成图1A至图4C的定制工具的任何部分,以使定制工具处于最终形式或接近定制工具的最终形式,从而与患

者的现有牙齿结构一起形成包围单个患者的期望牙齿结构的模具腔。在一些示例中,患者专用牙科模型140可被构造成表现类似于患者的真实牙齿结构,例如,可在施加力的情况下以相同的方式移动。在一些示例中,可调整患者专用牙科模型140以补偿制造过程中的各个步骤和/或基于定制工具的使用。例如,可调整患者专用牙科模型140以补偿用于制造定制工具的膜142的厚度,例如,患者专用牙科模型140可在期望的牙齿结构之间包括附加的空间以能够贴合膜142。

[0118] 在一些示例中,患者专用牙科模型140可限定一个或多个通气孔或通孔(未示出)。通气孔或通孔可允许患者专用牙科模型140用于真空成形方法,以制造本文所述的定制工具。在其他示例中,患者专用牙科模型140可以其他方式构造以允许在真空成形方法中使用。

[0119] 为了制造如本文所述的定制工具中的一个,可将膜142施加到患者专用牙科模型140。例如,膜142可包在患者专用牙科模型140的一颗或多颗牙齿周围,以包围从至少一颗牙齿的龈上部分146到所述至少一颗牙齿的龈下部分144的期望过渡部分。在一些示例中,膜142可为乙二醇改性的聚对苯二甲酸乙二酯(PETG)、聚氨酯、硅树脂、聚醚等。在一些示例中,膜142可为使膜142能够在真空成形方法中使用的任何厚度。例如,膜142可在约0.25mm和约1.0mm之间。

[0120] 然后,可使用真空成形方法在患者专用牙科模型140周围形成膜142,以制造如本文所述的定制工具中的一个。真空成形方法可导致膜142紧密贴合由患者专用牙科模型140限定的一个或多个牙齿结构的形状。例如,膜142在被真空成形之后,能够与患者的现有牙齿结构结合以形成模具腔,该模具腔包围所述至少一颗待修复牙齿的期望龈上牙齿结构的至少一部分。在一些示例中,可使用另一种方法诸如相对于图11所述的方法来形成定制工具的限定龈下牙齿结构的部分,诸如从所述至少一颗牙齿的龈上表面到所述至少一颗牙齿的龈下表面的过渡部分。然后可将定制工具的该部分附接到使用膜142形成的工具的部分。此外,在一些示例中,膜142或另一膜可被真空成形并用于代表相邻的牙齿结构诸如配准表面,以简化在牙修复期间工具的使用。

[0121] 在一些示例中,本文所述的真空成形方法可产生定制工具或定制工具的一部分,该定制工具或该定制工具的该部分包括过量的真空成形膜,例如,对于定制工具的正确使用而言不必要的附加膜。在一些此类示例中,可从该定制工具或该定制工具的该部分修剪掉过量的真空成形膜,以产生该定制工具或该定制工具的该部分的最终形状。

[0122] 在一些示例中,其他结构可附接到通过真空成形方法形成的定制工具。例如,夹持构件可附接到定制工具以方便医师处理定制工具。在另一个示例中,可将配准构件附接到定制工具,以有助于定制工具与邻近患者的牙齿或牙齿以外的结构的待修复牙齿对准。在一些示例中,夹持构件和/或配准构件可简化由真空成形方法形成的定制工具的使用。

[0123] 图11示出了单个患者的期望牙齿结构的患者专用牙科模型150上的另一个示例性膜152,其中膜152和患者专用牙科模型150可用于形成图1A至图4C的定制工具的至少一部分。例如,膜152和患者专用牙科模型150可用于真空成形方法,以制造本文所述的定制工具的至少一部分。尽管相对于使用真空成形方法制造工具进行了描述,但是在一些示例中,膜152和/或患者专用牙科模型150可用于使用另一种方法来制造本文所述的工具。例如,可化学固化的材料,诸如Imprint™ 4VPS印模材料(购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M,Saint

Paul, Minnesota))、Express™ STD VPS印模材料(购自明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M, Saint Paul, Minnesota))或RSVP透明硅树脂基质材料(购自伊利诺伊州芝加哥(Chicago, Illinois)的Cosmedent),可沉积在患者专用牙科模型150上、固化并从患者专用牙科模型150移除,以限定本文所述的定制工具的至少一部分。膜152和患者专用牙科模型150可分别与图10A和图10B的膜142和患者专用牙科模型140相同或基本上相同。另外,在一些示例中,图11的真空成形方法可与相对于图10A和图10B所述的真空成形方法相同或基本上相同。

[0124] 如图11所示,已在期望的齿龈158周围而不是在患者专用牙科模型150的一个或多个期望牙齿结构周围形成膜152。在一些示例中,膜152可在患者专用牙科模型150的期望的龈下部分154和期望的齿龈158之间延伸,以包围从患者专用牙科模型150的龈上部分156到龈下部分154的期望过渡部分的至少一部分。在一些此类示例中,膜152可包围过渡部分的包括龈下部分154的部分,并且包围过渡部分的期望龈上部分156的附加工具可与膜152分开地形成。在一些示例中,期望的牙齿结构154、156能够从患者专用牙科模型150的期望齿龈158移除,使得可将膜152形成到由患者专用牙科模型150的期望齿龈158限定的牙周袋的全部或一部分。

[0125] 在一些示例中,可由膜152形成的工具修剪掉过量的真空成形膜。除此之外或另选地,其他结构诸如夹持构件和/或配准构件可附接到由膜152形成的工具。

[0126] 图12A和图12B是患者的患者专用齿龈牙科模型160的示例性视图,其在一些示例中可用于形成图1A至图4C的定制工具的至少一部分。患者专用齿龈牙科模型160可类似于图10A和图10B的患者专用牙科模型140的期望齿龈148或图11的患者专用牙科模型150的期望齿龈158。例如,患者专用齿龈牙科模型160可为本文所述的不包括牙齿结构的任何患者专用牙科模型。

[0127] 患者专用齿龈牙科模型160可使用本文所述的定制工具为待修复的患者的至少一颗或多颗牙齿限定牙周袋162。例如,包括期望牙齿结构的牙科模型的期望龈下部分可被构造成贴合每个牙周袋162。牙周袋162还可包括齿龈164的期望结构,该期望结构将围绕特定患者牙齿结构的期望龈下部分。在一些示例中,患者专用齿龈牙科模型160可用于将模具主体在相应牙齿上的设计和/或放置。

[0128] 在一些示例中,患者专用齿龈牙科模型160可与如本文所述的真空成形方法一起使用,以制造图1A至图4C的定制工具的至少一部分。例如,患者专用齿龈牙科模型160可用于通过围绕牙周袋162使膜真空成形而形成与图11的定制工具类似的定制工具。真空成形膜的所得构型可告知待修复的期望牙齿结构的特性,例如图2A至图2C所示的模具主体12的龈下部分32的构型(例如,相对于模具主体其余部分的尺寸、深度、角度等)。

[0129] 在本公开的实质内可以对所述示例进行修改。工具可以精确地适应现有的结构,或者可以被优化以选择性地移动或定位组织。定制工具可以形成以产生数字优化的牙齿结构,这可导致医师在应用该工具之前移除牙齿结构。此类计划可通过图像、数字模型和/或缩略拷贝传达给医师。可对工具进行打印、铣削或真空成形。工具可由全范围材料(强度、柔韧性、半透明度、颜色)制成。工具可涂覆有一系列试剂以局部增强密封性、优化脱膜、表面光洁度和光学透明度。工具可包括特征结构,以指示或限定不同修复材料(色调、填充水平、物理性质)的填充水平。工具可包括视觉指示标识,以指定在患者口腔中放置工具的适当位置、使用多种工具的顺序、工具的被构造成形成牙修复体的至少一部分的部分等。

[0130] 工具的物理特性(弹性、粗糙度、透明度等)可在整个工具上变化,以提高密封能力、尺寸保真度、赋予修复材料的质地、材料的固化程度等。工具和/或模具主体可以彼此互锁或与标准部件(例如,基质带、楔形件等)互锁。工具可以在患者口腔的里面或外面使用。修复材料可以通过工具上的口或开口放置或注入,在应用工具之前将其施加于牙齿结构和/或工具,使得施加后材料成形。工具或工具的一部分可由修复材料形成、着色和/或涂覆有离型剂,使得工具的至少一部分形成牙修复体。工具可为可降解的(例如,通过溶剂/热量)以从修复材料中剥离或实现底切几何形状和/或减少模缝线。工具可为可塌缩的(瘪掉、易碎等)。可以创建患者专用工具和一定数量相关产品(例如为患者需要和/或医师偏好所选的粘合剂、填充物和抛光材料)的工具包。在直接填充过程中可顺序地使用一系列工具,以便控制牙齿上的多个牙修复层的几何形状。

[0131] 牙体扫描可以在任何合适的时间诸如在诊断预约时进行,以便在牙体修复预约之前制造定制工具。工具可以在本地制造,也可以将数字扫描数据发送到远程位置进行生产。患者龈上和龈下数据/信息的采集、治疗计划的创建、预定义的患者专用工具设计的创建以及定制工具的制造可在包括例如牙科诊所、牙科实验室和/或工业设施的地理位置的任何组合中完成。

[0132] 已描述了各种示例。这些示例以及其他示例均在如下权利要求书的范围内。

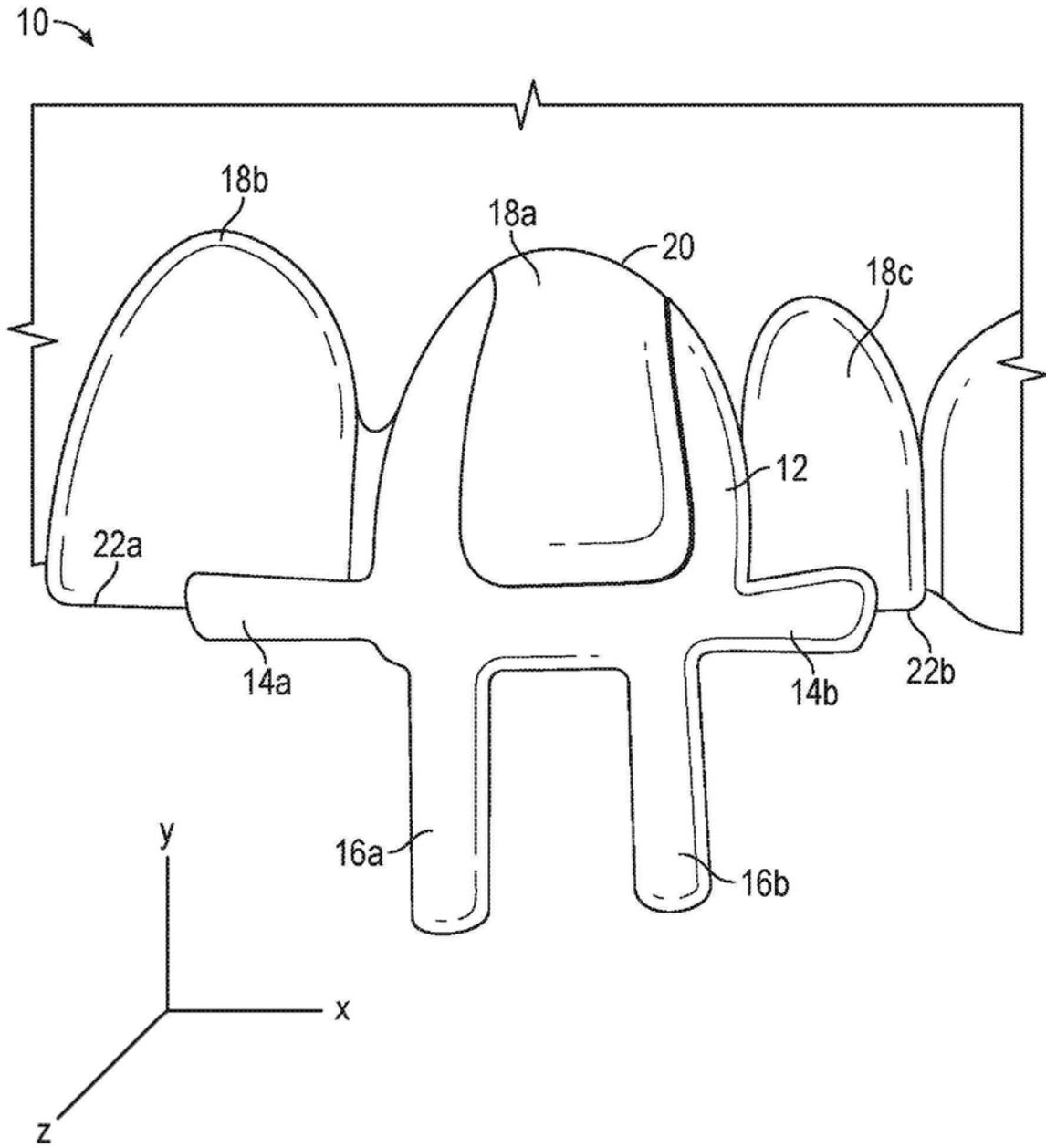


图1A

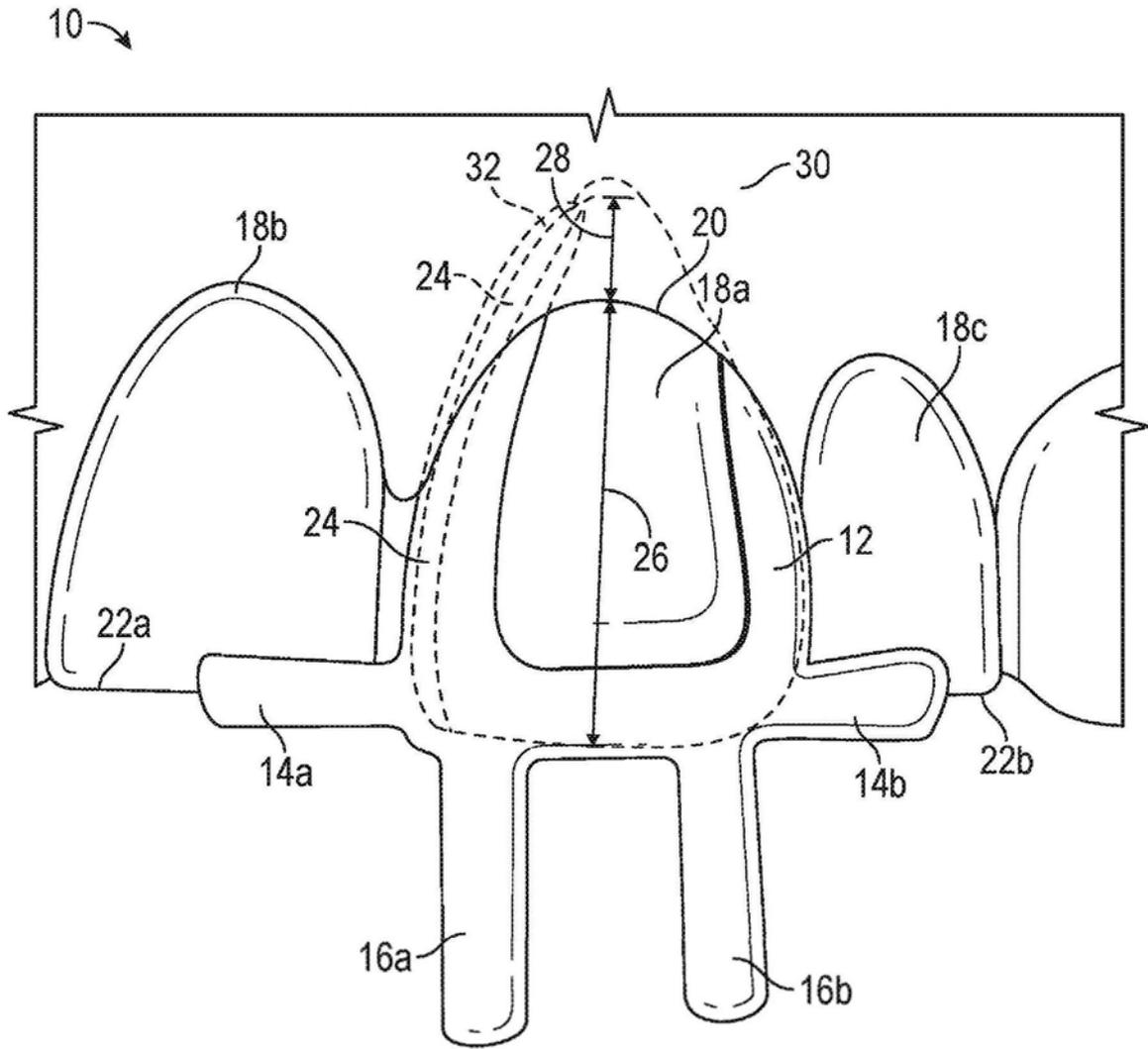


图1B

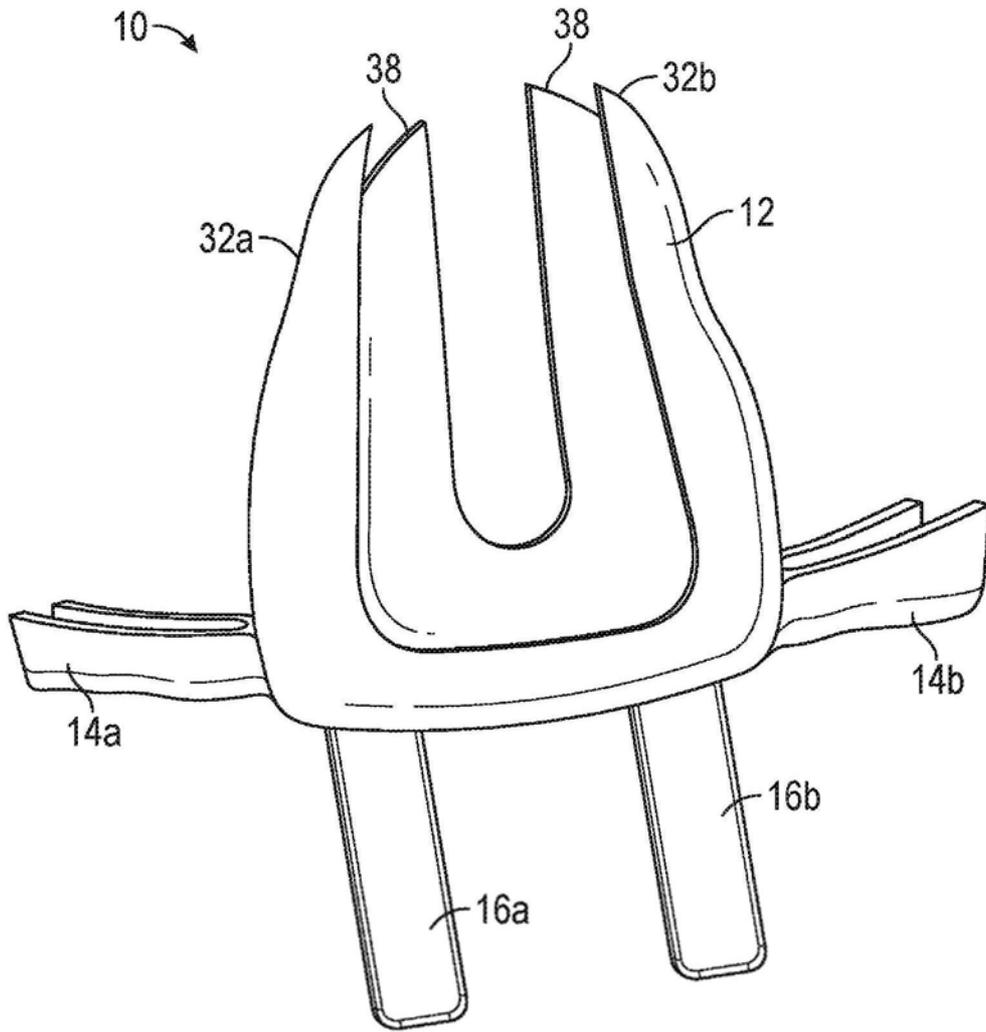


图2A

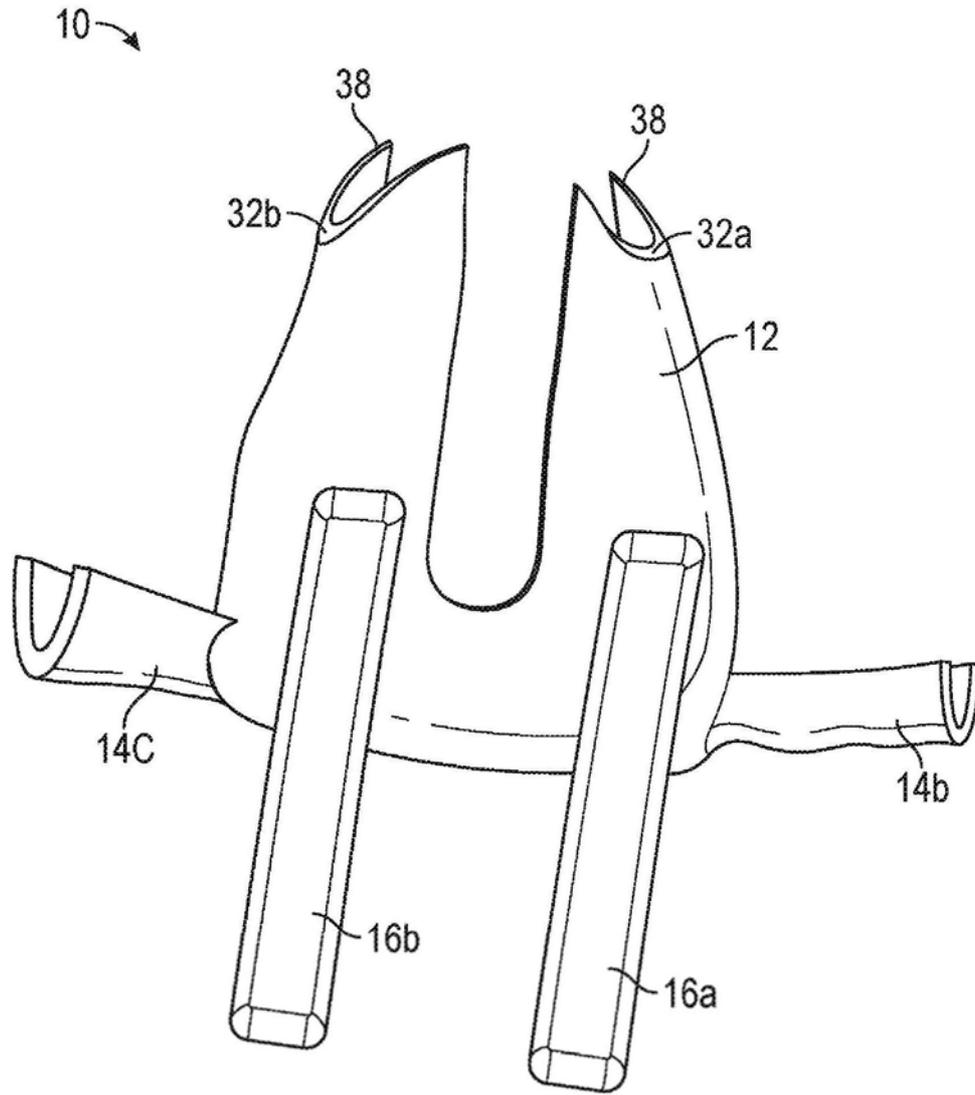


图2B

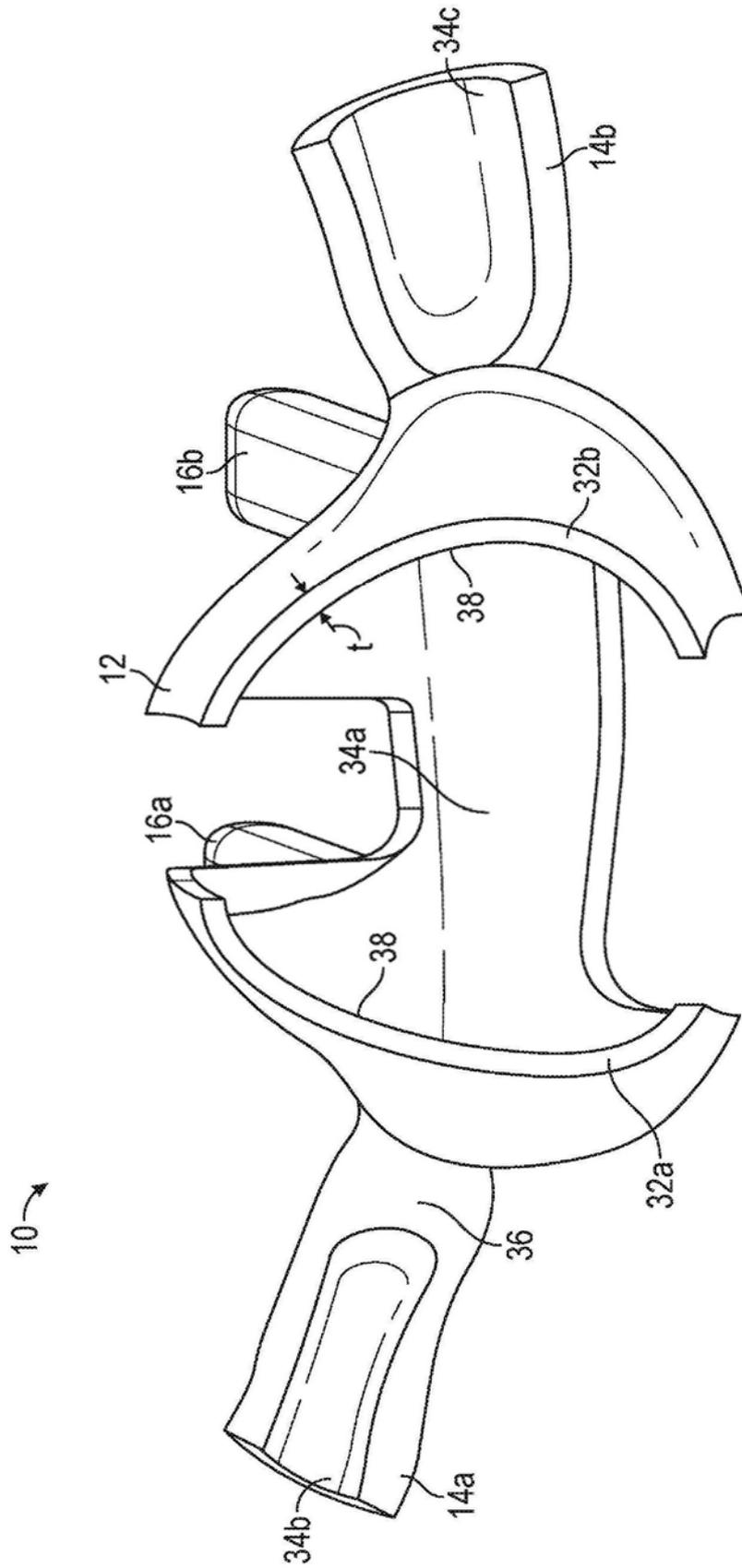


图2C

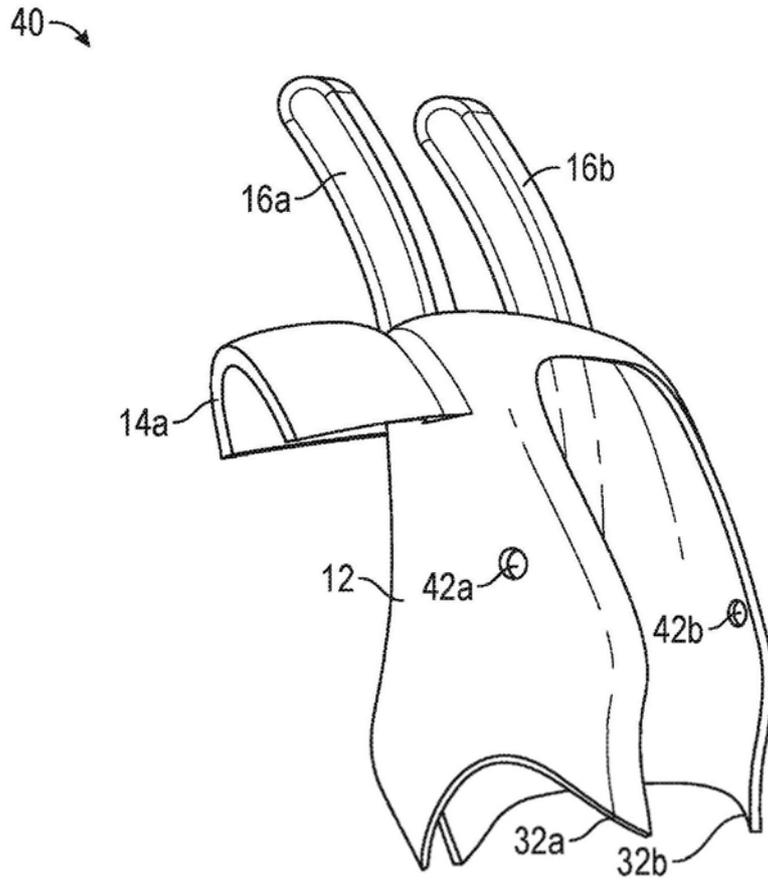


图3

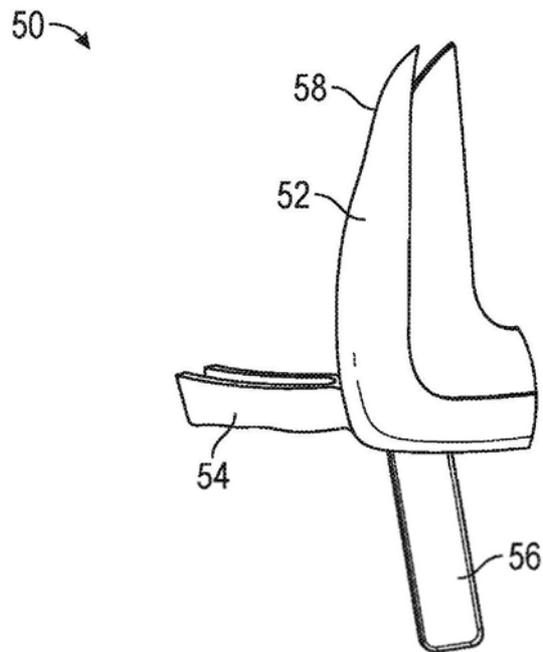


图4A

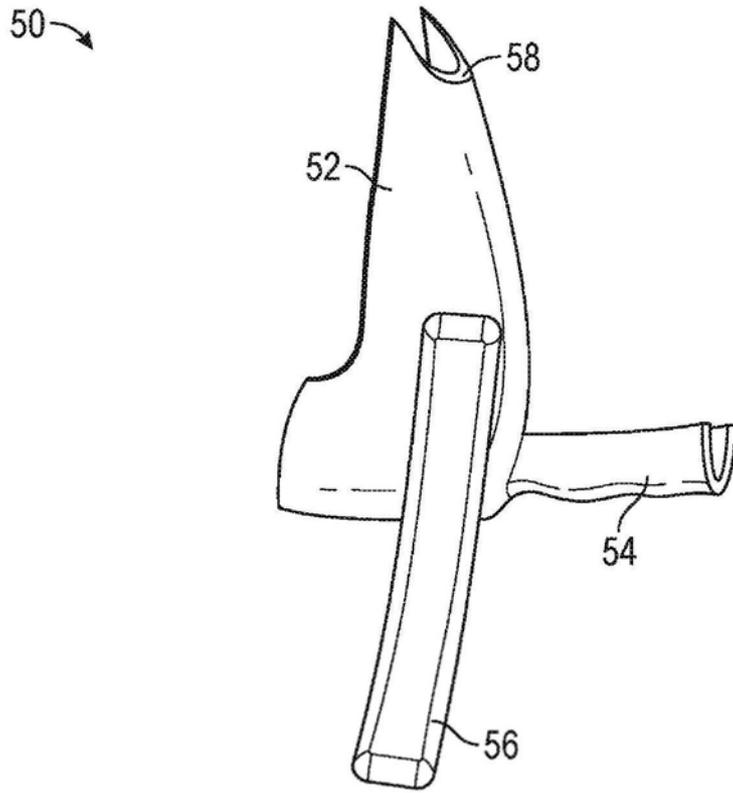


图4B

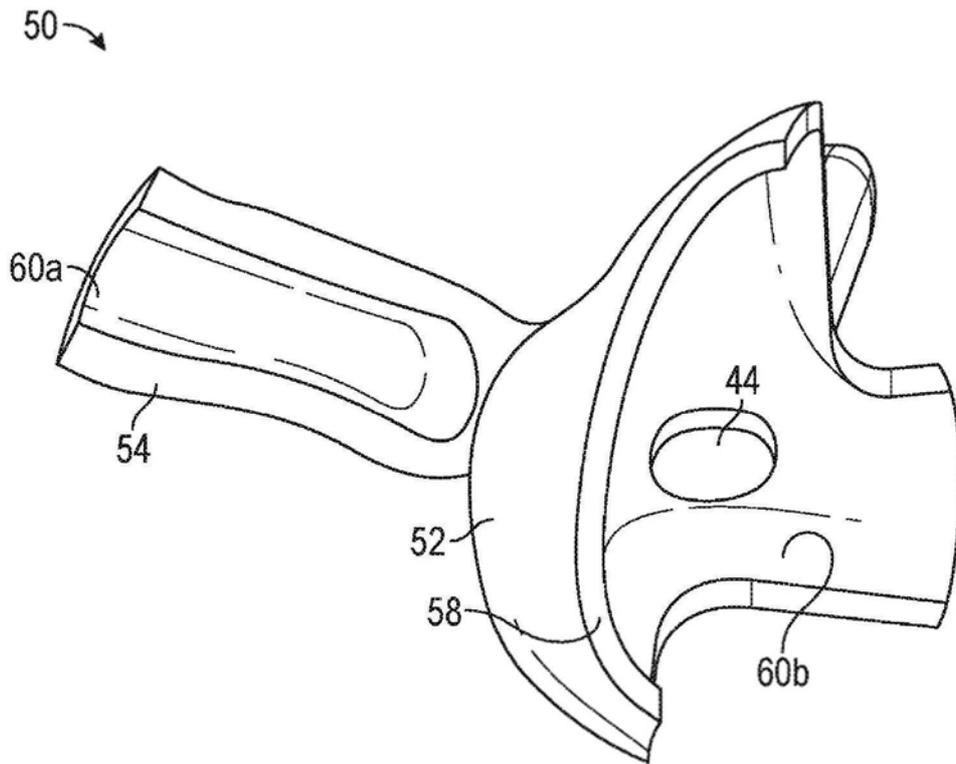


图4C

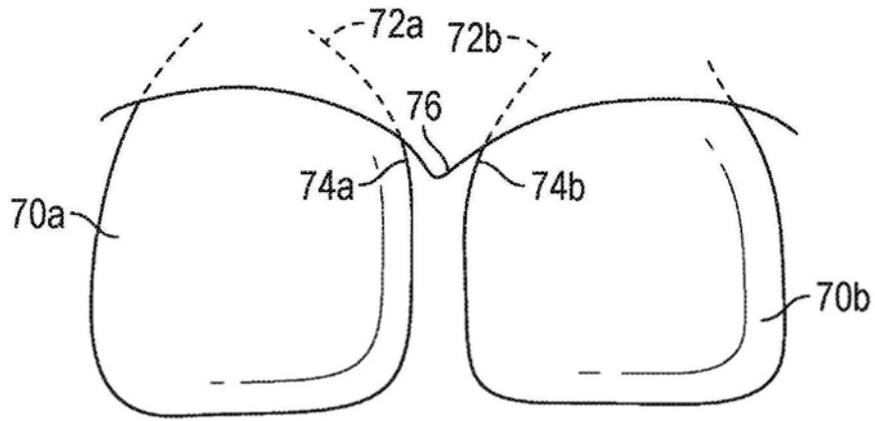


图5A

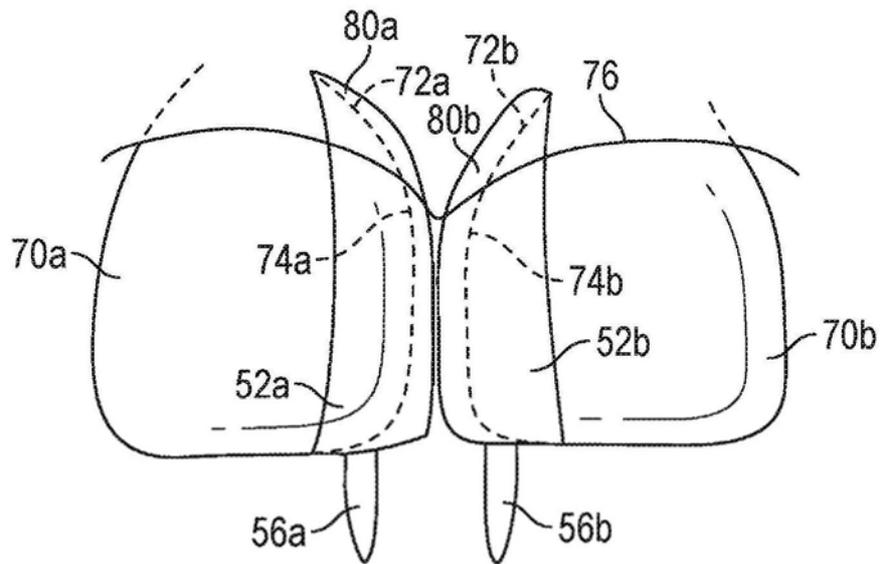


图5B

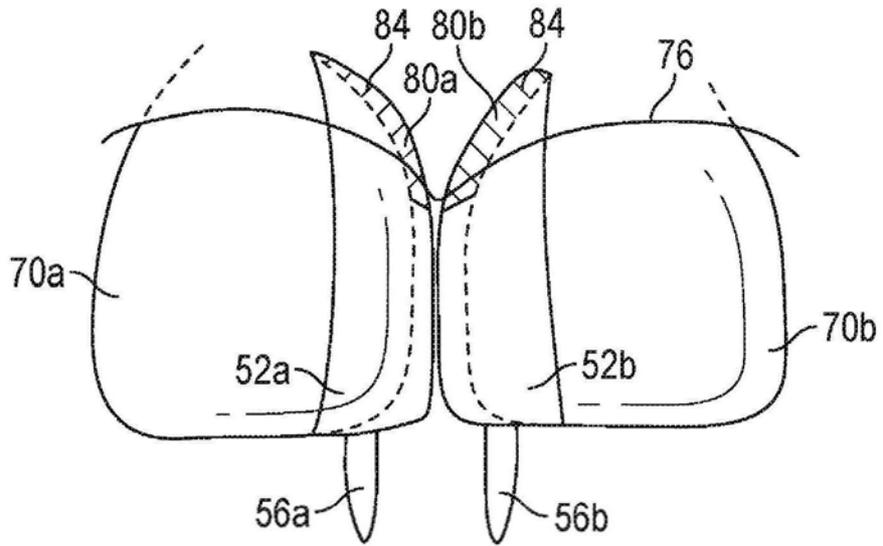


图5C

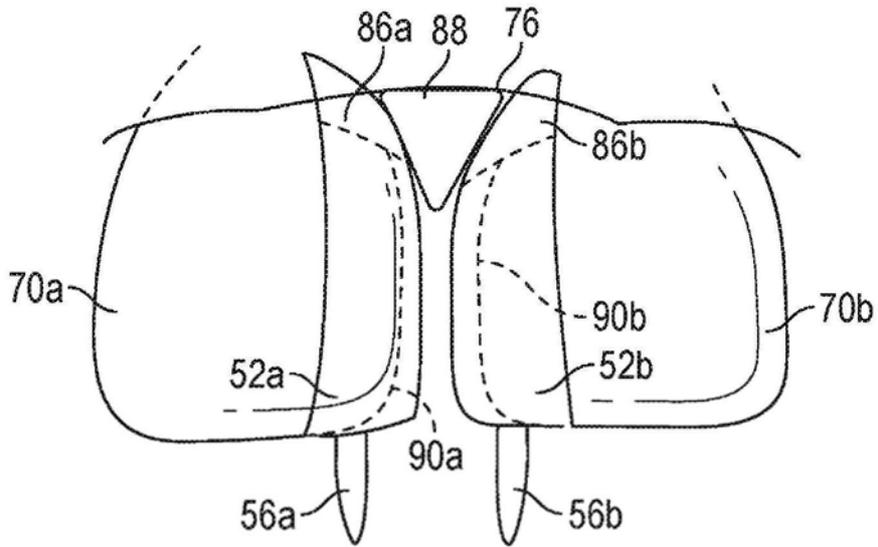


图5D

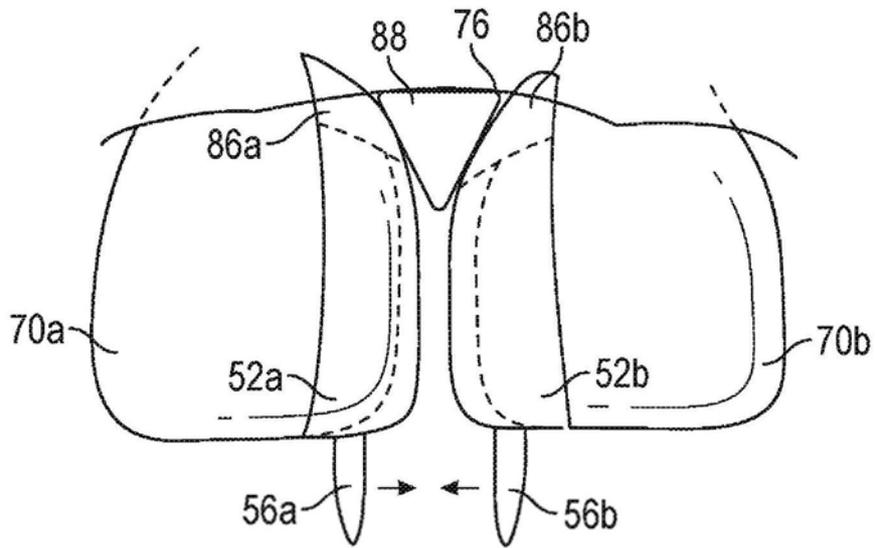


图5E

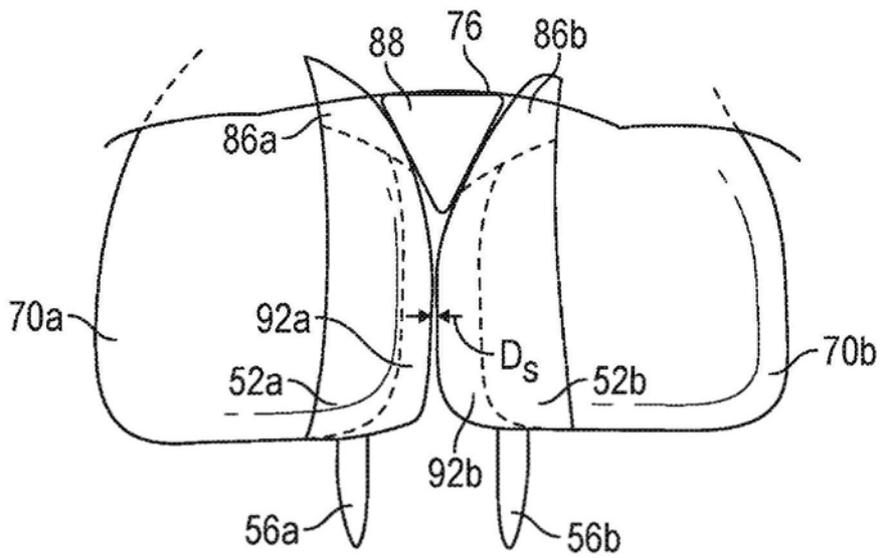


图5F

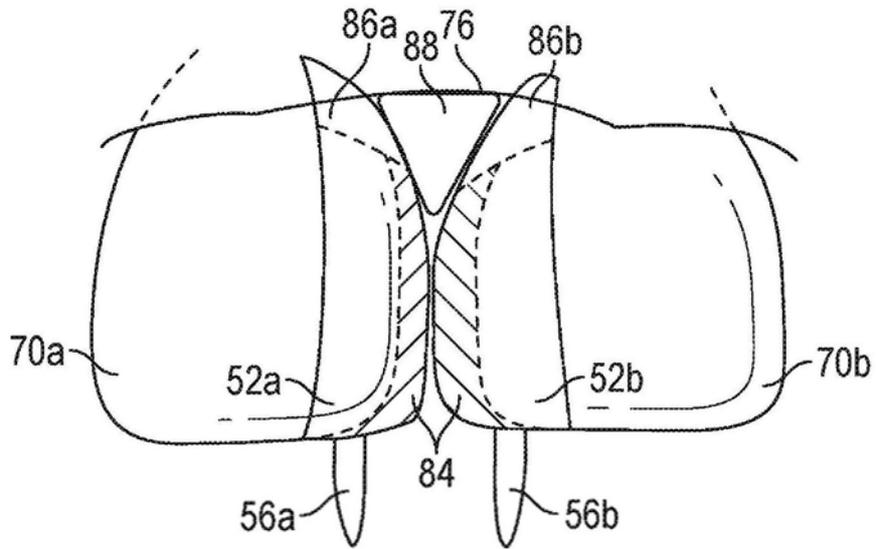


图5G

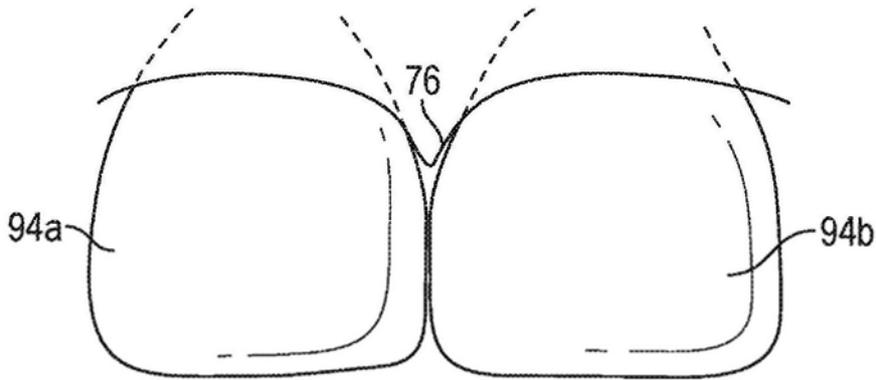


图5H

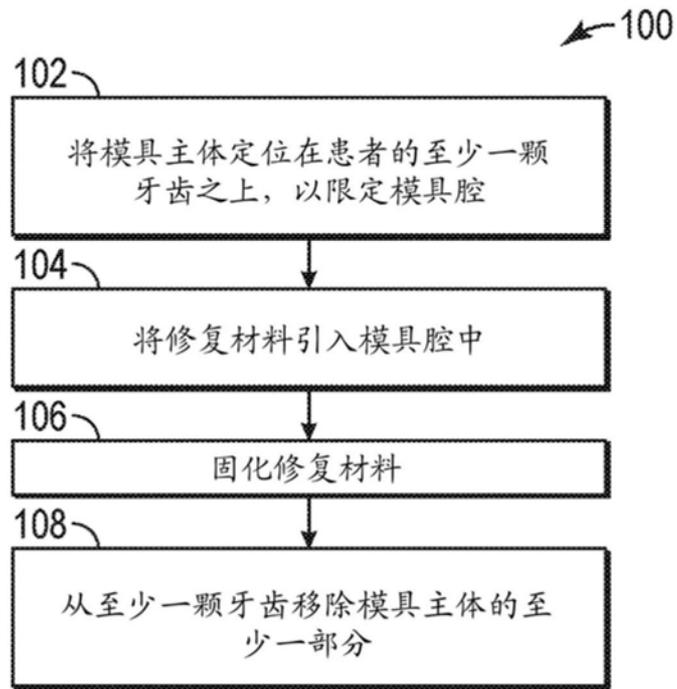


图6

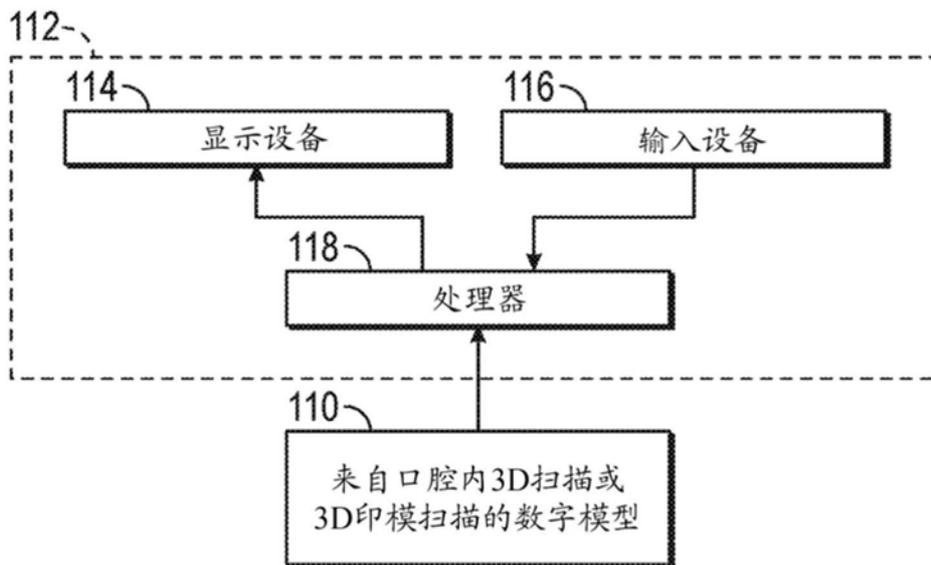


图7

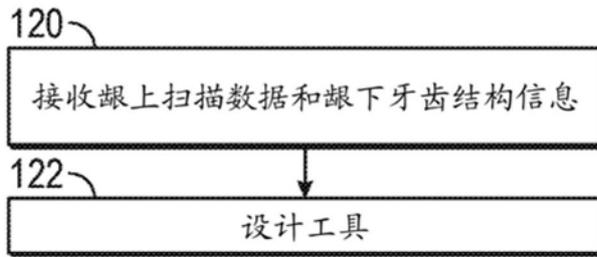


图8

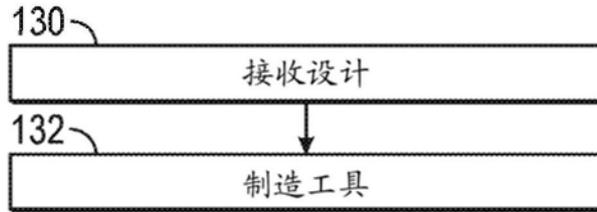


图9

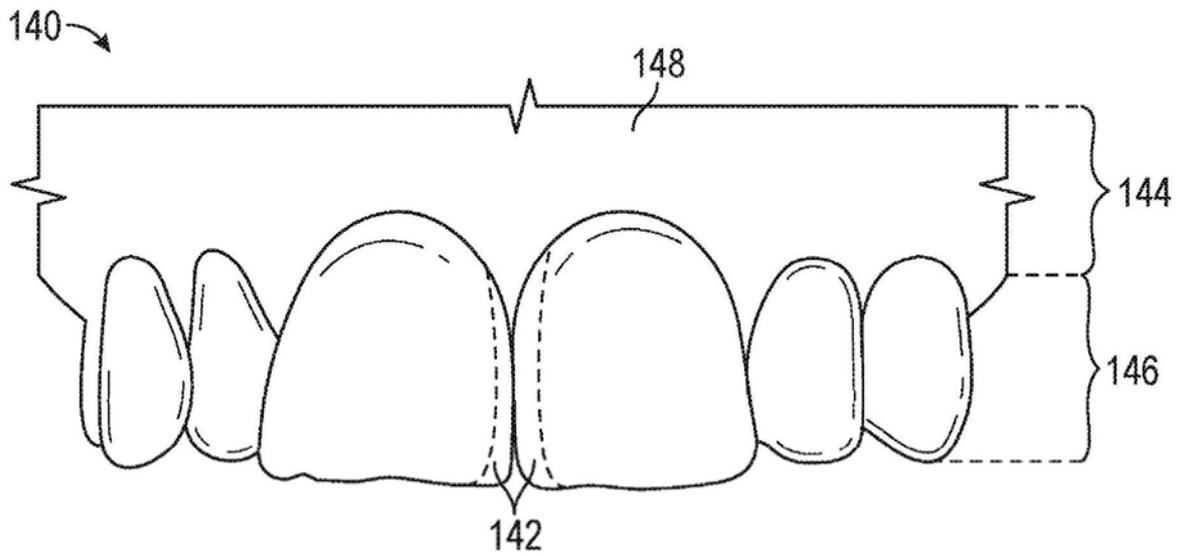


图10A

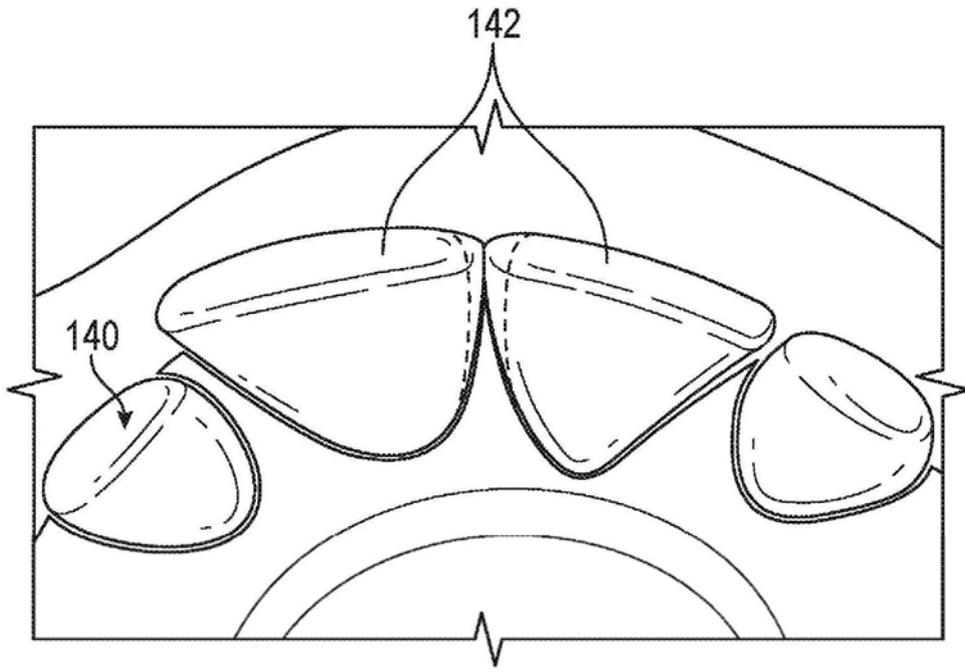


图10B

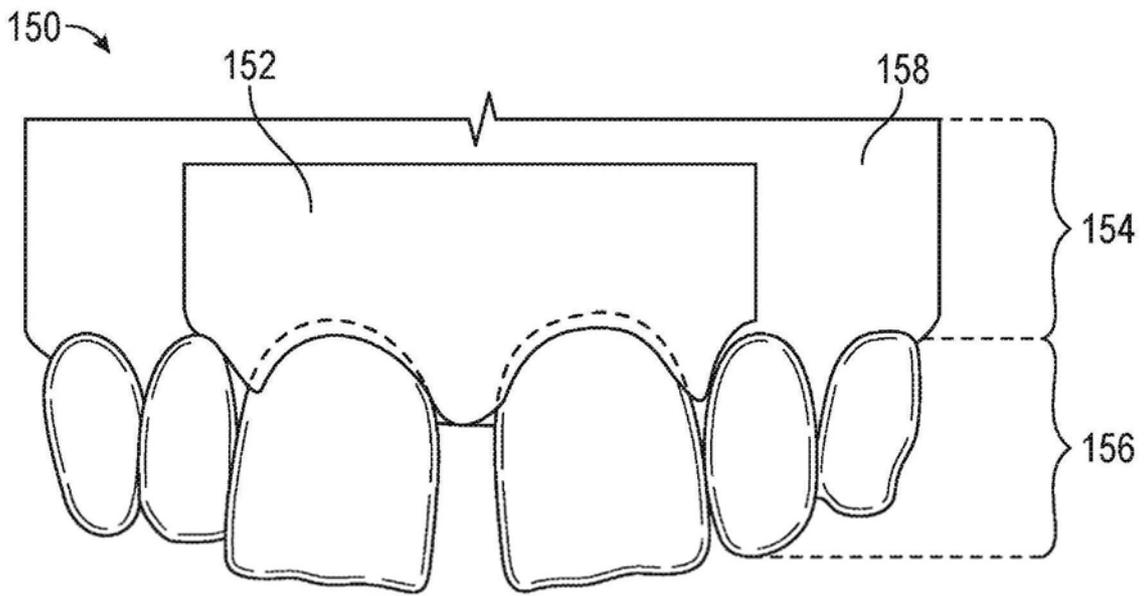


图11

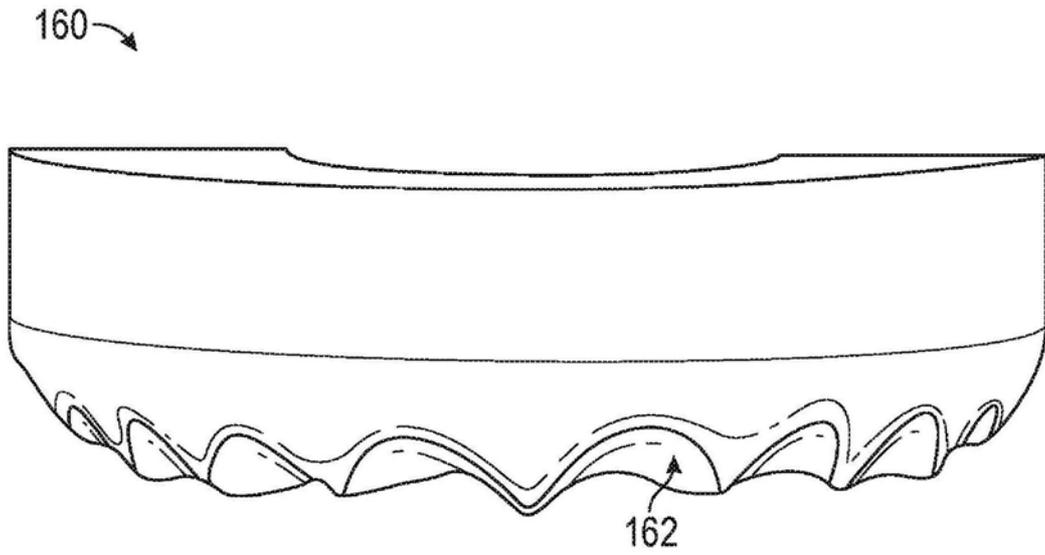


图12A

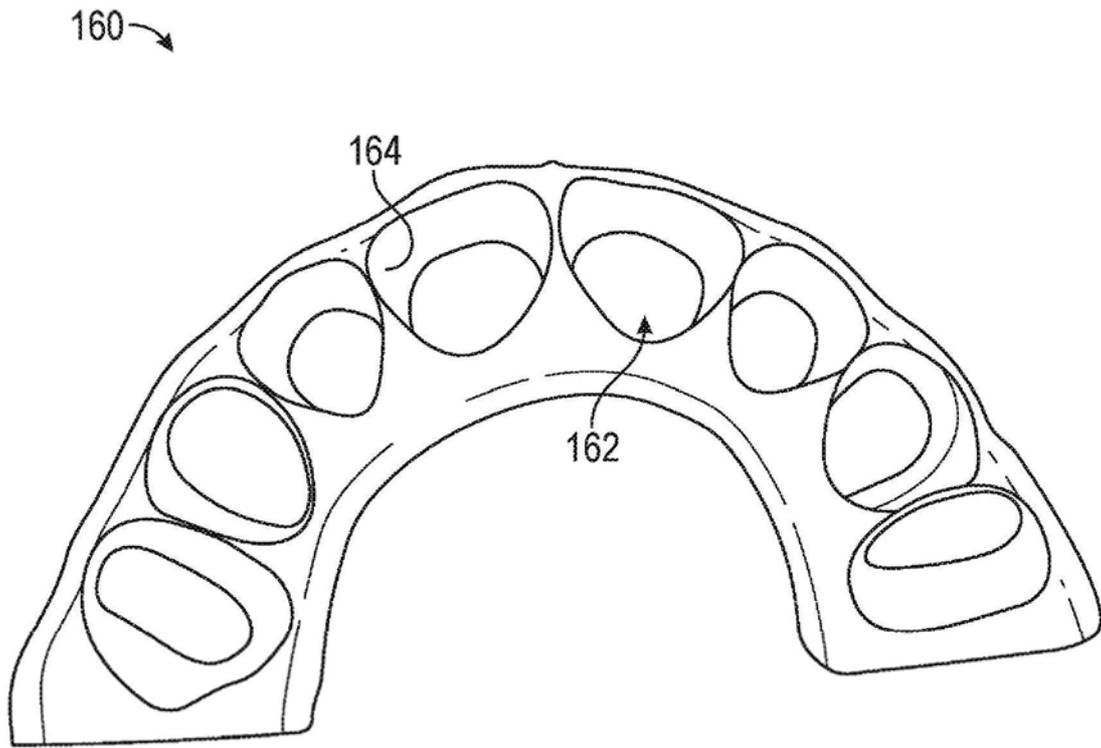


图12B