



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112245041 A

(43) 申请公布日 2021.01.22

(21) 申请号 202011241007.4

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2015.12.07

A61C 5/20 (2017.01)

(30) 优先权数据

A61C 5/77 (2017.01)

62/089,731 2014.12.09 US

A61C 13/00 (2006.01)

62/128,889 2015.03.05 US

A61C 13/09 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

A61C 13/107 (2006.01)

201580066975.7 2015.12.07

A61C 13/20 (2006.01)

(71) 申请人 3M创新有限公司

A61C 13/34 (2006.01)

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 J·D·汉森 J·C·丁格尔德因

S·D·斯考特 J·K·施罗德

B·R·布鲁利斯 M·C·多鲁弗

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 易咏梅

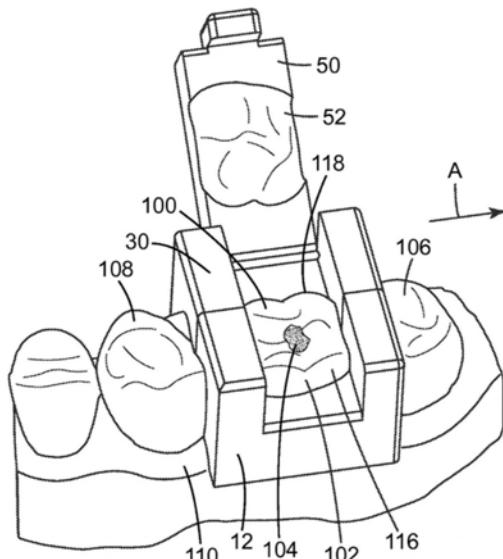
权利要求书4页 说明书13页 附图15页

(54) 发明名称

牙修复模制技术

(57) 摘要

一种用于在患者的口中形成牙修复体的定制工具包括模具主体，所述模具主体提供与所述患者的至少一个牙齿的定制配合件。所述模具主体包括形成与所述牙齿的面部表面相对应的面部表面的面部部分和形成与所述牙齿的舌面表面对应的舌面表面的单独的舌面部分。所述模具主体被构造成与所述患者的所述牙齿结合以形成包括所述牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。



1. 一种用于在患者的口中形成牙修复体的定制工具,所述定制工具包括:

模具主体,所述模具主体提供与所述患者的至少一个牙齿的定制配合件,所述模具主体包括形成与所述牙齿的面部表面相对应的面部表面的面部部分,并且还包括形成与所述牙齿的舌面表面相对应的舌面表面的单独的舌面部分,

其中所述模具主体被构造成与所述患者的所述牙齿结合以形成包括所述牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。

2. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部部分可与所述舌面部分分离并且可与所述舌面部分接合。

3. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述定制工具形成与第一相邻牙齿的近侧表面相对应的近侧表面。

4. 根据权利要求3所述的定制工具,其中所述面部部分形成所述近侧表面,其中所述近侧表面与所述第一相邻牙齿的近侧表面相对应。

5. 根据权利要求3所述的定制工具,其中所述舌面部分形成所述近侧表面,其中所述近侧表面与第二相邻牙齿相对应。

6. 根据权利要求1所述的定制工具,还包括咬合面部分,所述咬合面部分包括咬合面表面,其中所述咬合面表面与所述牙齿的咬合面表面相对应。

7. 根据权利要求6所述的定制工具,其中所述面部部分、舌面部分和咬合面部分全部被定制成配合在接收修复体的牙齿周围。

8. 根据权利要求7所述的定制工具,还包括在所述患者的口中接收所述修复体的牙齿。

9. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部部分和所述舌面部分是基于所述患者的所述口的三维扫描数据。

10. 根据权利要求9所述的定制工具,其中所述面部部分和所述舌面部分通过三维打印而制造。

11. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部表面和所述舌面表面在修复之前一起形成对应于所述牙齿的外表面的内表面。

12. 根据权利要求1所述的定制工具,还包括位于所述模具腔内的牙修复材料。

13. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述定制工具形成与包围所述牙齿的牙龈相对应的牙龈表面。

14. 根据权利要求13所述的定制工具,其中所述定制工具将所述牙龈从所述牙齿回缩用于所述牙齿的修复体。

15. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部部分和舌面部分有助于使所述第一相邻牙齿和第二相邻牙齿与接收所述修复体的所述牙齿分离。

16. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部部分和舌面部分使接收所述修复体的所述牙齿与血液或唾液隔离。

17. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部部分和舌面部分通过CAD/CAM铣削工艺而制造。

18. 根据权利要求1所述的定制工具,还包括用于接收所述修复体的所述牙齿的牙修复材料填充水平指示器。

19. 根据权利要求1所述的定制工具,其中所述面部表面和所述舌面表面在修复所述牙

齿之前对应于所述牙齿的外表面。

20. 根据权利要求1所述的定制工具，其中所述面部部分沿着所述患者的所述口的近中-远中齿弓接合和脱离接合。

21. 根据权利要求1所述的定制工具，其中所述面部部分为颊面部分。

22. 根据权利要求1所述的定制工具，其中所述面部部分为唇部分。

23. 根据权利要求1所述的定制工具，其中所述定制工具形成与所述牙齿的咬合面表面相对应的咬合面表面。

24. 根据权利要求1所述的定制工具，

其中所述至少一个牙齿为多个牙齿，

其中所述模具腔为与所述多个牙齿中的第一牙齿相邻的第一模具腔，并且

其中所述模具主体被构造成与所述多个牙齿中的第二牙齿结合以形成包括所述多个牙齿中的所述第二牙齿的缺失牙齿结构的第二模具腔。

25. 根据权利要求1所述的定制工具，其中所述模具腔与由以下组成的组中的一个或多个相邻：

所述牙齿的咬合面或切缘表面；

所述牙齿的所述舌面表面；和

所述牙齿的所述面部表面。

26. 根据权利要求1所述的定制工具，

其中所述定制工具为结合以有利于所述患者的所述牙齿的牙修复体的一组定制工具中的第一定制工具，其中模具腔为第一模具腔，并且

其中所述一组基本类似的定制工具中的第二定制工具与所述牙齿以及使用所述第一定制工具在所述牙齿上分层的牙修复材料结合以形成第二模具腔，所述第二模具腔被构造成包括所述牙齿的另外的缺失牙齿结构。

27. 根据权利要求1所述的定制工具，其中所述模具主体形成通向所述模具腔的端口，其中所述端口被构造成接收牙修复材料的注入。

28. 根据权利要求27所述的定制工具，其中所述模具主体形成排放端口，所述排放端口被构造成在所述牙修复材料的所述注入期间有利于所述模具腔的排放。

29. 根据权利要求1所述的定制工具，包括元件，所述元件的位置基于光学扫描数据而选择，所述元件选自由以下组成的组：

分型线；

注入端口；

排放口；

门极；和

边界线。

30. 一种用于在患者的所述口内形成牙修复体的套件，所述套件包括：

根据权利要求1所述的定制工具；和

牙修复材料。

31. 根据权利要求30所述的套件，还包括牙胶囊，所述牙胶囊包括插管适配器以与所述定制工具上的端口相配合，其中所述牙修复材料设置在所述牙胶囊中。

32. 根据权利要求30所述的套件,还包括粘合剂。
33. 根据权利要求30所述的套件,还包括基质带。
34. 根据权利要求30所述的套件,还包括:
- 垫片;
- 刷子;和
- 分配井。
35. 根据权利要求30所述的套件,还包括二次隔离部件。
36. 根据权利要求30所述的套件,还包括抛光部件和修整部件。
37. 根据权利要求30所述的套件,还包括用于所述患者的所述牙齿预先选择的色调中的牙修复材料胶囊。
38. 一种用于在患者的口中形成牙修复体的方法,所述方法包括:
- 将模具定位在所述患者的牙齿的一部分上,其中所述模具与所述牙齿结合以形成包括所述牙齿的缺失牙齿结构的模具腔;
- 将牙修复材料注入所述模具腔内;
- 允许所述牙修复材料在所述模具腔内固化以改善所述牙齿;以及
- 从所述患者的所述牙齿移除所述模具。
39. 根据权利要求38所述的方法,其中所述模具为根据权利要求1所述的定制工具的一部分。
40. 根据权利要求39所述的方法,其中所述工具是基于所述患者的所述口的三维扫描数据。
41. 一种用于在患者的口中形成牙修复体的方法,所述方法包括:
- 将牙修复材料放置到所述患者的牙齿的一部分上;
- 将模具定位在所述牙齿的所述部分上,其中所述模具与所述牙齿结合以形成包括所述牙齿的缺失牙齿结构的模具腔;
- 允许所述牙修复材料在所述模具腔内固化以改善所述牙齿;以及
- 从所述患者的所述牙齿移除所述模具。
42. 根据权利要求41所述的方法,其中所述模具为根据权利要求1所述的定制工具的一部分。
43. 根据权利要求42所述的方法,其中所述工具是基于所述患者的所述口的三维扫描数据的。
44. 一种制备用于在患者的口内形成牙齿的牙修复体的定制工具的过程,所述过程包括:
- 获得患者的口的三维扫描数据;以及
- 基于所述患者的所述口的所述三维扫描数据而对用于形成所述牙齿的所述牙修复体的定制工具进行三维打印,
- 其中所述定制工具被构造成与所述患者的所述牙齿结合以形成包括所述牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。
45. 根据权利要求44所述的过程,其中所述定制工具为根据权利要求1所述的定制工具。

46. 根据权利要求45所述的过程，其中所述工具的所述面部部分和所述舌面部分各自被定制成配合在接收所述修复体的所述牙齿周围。

## 牙修复模制技术

[0001] 本申请是于2017年6月8日进入中国国家阶段的题为“牙修复模制技术”且中国申请号为201580066975.7、国际申请日为2015年12月7日的国际申请PCT/US2015/064195的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本公开涉及牙修复。

### 背景技术

[0003] 牙修复或牙填充利用用于改善缺失或不规则牙齿结构的功能、完整性和形态的牙修复材料。例如，牙修复可以用于在外部创伤后修复缺失牙齿结构，或者作为龋齿或蛀牙修复治疗的一部分。

[0004] 修复牙科学传统上包括从受感染牙齿上钻掉蛀蚀部分(通常称为“制备”牙齿)，然后使用简单的工具和高水平的工艺来隔离、回缩、填充和轮廓化成品修复体。经由橡皮障进行高质量隔离是麻烦的，经常会跳过经由棉角色进行的不太有效的隔离，从而增加了使修复体寿命降低的污染的风险。回缩软组织和硬组织包括操纵细绳、楔形物和基质带，并且不完善的技术可能会导致污染、近侧区域中的残留毛边和不良适配的触头。

[0005] 虽然“主体填充”修复材料和高强度固化光有助于相对快速地填充深腔(例如，4-5mm)，但许多修复以单一色调完成，因为从业者可能不确定用于修复材料的多种色调或多种类型的正确分层协议。最后，在制备好的牙齿上几乎没有几何形状引导可用，最终填充水平和咬合面表面几何形状的形成可包括使用牙修复材料进行的过量填充，之后针对被麻醉患者的牙齿触点和咬合功能进行磨削和检查的迭代过程。该过程对于牙修复来说可能是最耗时的，这里的失误可能导致牙齿过敏和返回访问以进行调整。

### 发明内容

[0006] 本公开涉及结合有将牙修复材料直接模制在位于患者口内的牙齿上的牙修复技术。本发明所公开的技术包括用于牙修复的方法、用于牙修复的定制工具和用于生产牙修复所用的定制工具的技术。本发明所公开的技术包括提供针对个体患者定制的模具腔的工具。在一些示例中，可以使用3D打印技术来生产此类定制工具。

[0007] 在一个示例中，本公开涉及一种用于在患者的口中形成牙修复体的定制工具。模具主体提供与患者的至少一个牙齿的定制配合件。模具主体包括形成与牙齿的面部表面相对应的面部表面的面部部分，并且进一步包括形成与牙齿的舌面表面对应的舌面表面的单独的舌面部分。所述模具主体被构造成与所述患者的所述牙齿结合以形成包括所述牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。

[0008] 在另一个示例中，本公开涉及一种包括定制工具和牙修复材料的套件。

[0009] 在另一个示例中，本公开涉及一种用于在患者的口中形成牙修复体的方法，该方法包括将模具定位在患者的牙齿的一部分上。该模具与牙齿结合以形成包括牙齿的缺失牙

齿结构的模具腔。该方法进一步包括：将牙修复材料注入模具腔内；允许牙修复材料在模具腔内固化以改善牙齿；以及从患者的牙齿移除模具。

[0010] 在另外的示例中，本公开涉及一种用于在患者的口中形成牙修复体的方法，该方法包括将牙修复材料放置到患者的牙齿的一部分上并将模具定位在牙齿的该部分上。该模具与牙齿结合以形成包括牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。该方法进一步包括允许牙修复材料在模具腔内固化以改善牙齿，并从患者的牙齿移除模具。

[0011] 在另一个示例中，本公开涉及一种制备用于在患者的口内形成牙齿的牙修复体的定制工具的过程，该过程包括：获得患者的口的三维扫描数据；以及基于患者的口的三维扫描数据而对用于形成牙齿的牙修复体的定制工具进行三维打印。定制工具被构造成与患者的牙齿结合以形成包括牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。

[0012] 本公开的一个或多个示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。

[0013] 附图说明示出了本公开的一些示例

[0014] 图1是使用基于口内扫描图、印模扫描图或模型扫描图得到的数字3D模型来检测和限定缺失牙齿结构的系统的图。

[0015] 图2和图3示出了用于利用模具主体而在患者的口中形成牙修复体的定制工具的多个部件，该模具主体包括按扣配合在一起的舌面部分和面部部分以及可滑动的咬合面部分。

[0016] 图4至图6示出了用于利用模具主体而在患者的口中形成牙修复体的定制工具，该模具主体包括按扣配合在一起的舌面部分和面部部分以及铰接的咬合面部分。

[0017] 图7至图10示出了用于利用模具主体而在患者的口中形成牙修复体的定制工具，该模具主体包括按扣配合在一起并且结合以形成模具的咬合面表面的舌面部分和面部部分。

[0018] 图11至图14示出了用于利用模具主体而在患者的口中形成两个相邻牙齿的牙修复体的定制工具，该模具主体包括按扣配合在一起的舌面部分和面部部分以及可滑动的咬合面部分，该可滑动的咬合面部分包括用于将牙修复材料递送至定制工具的模具腔的注入端口。

[0019] 图15至图18示出了用于在患者的口中形成两个相邻牙齿的牙修复体的定制工具，该定制工具被构造成在修复期间提供相邻牙齿的分离。

[0020] 图19至图22示出了用于利用模具主体而在患者的口中形成牙修复体的定制工具，该模具主体包括舌面部分和面部部分、将舌面部分和面部部分保持在一起的夹钳、可滑动的咬合面部分以及用于在修复期间有利于相邻牙齿的分离的楔形物。

[0021] 图23为示出了用于在患者的口中形成牙修复体的示例技术的流程图。

## 具体实施方式

[0022] 虽然常规牙修复技术通常包括迭代步骤并且受益于重要的从业者技能和经验，但本公开包括可以利用定制模具以有利于使用常规牙修复技术而比一般可能情况更准确且更快地在患者的口内形成牙修复体的技术。

[0023] 本发明所公开的技术包括用口内扫描仪捕获患者的三维齿列。牙修复所用的定

制工具可以包括基于患者的三维(3D)齿列的模具。与常规牙修复技术相比,本发明所公开的技术可有利于用减少的时间和技术要求而实现高质量的牙修复。

[0024] 图1是使用基于口内3D扫描图、或印模3D扫描图或牙齿模型得到的数字3D模型来检测和限定牙齿结构的系统10的图。系统10包括处理器20,该处理器接收由口内扫描图或牙齿的印模扫描图得到的牙齿(12)的数字3D模型。系统10还可以包括用于显示齿形变化的指示诸如液晶显示器(LCD)设备的电子显示设备16和用于接收用户命令或其他信息的输入设备18。在美国专利7,956,862和7,605,817中公开了基于多个视图的图像集而生成数字3D图像或模型的系统,这两个专利以引用方式并入本文。这些系统可以使用口内扫描仪从牙齿或其他口内结构的多个视图中获得数字图像,并且处理那些数字图像以生成表示扫描后的牙齿的数字3D模型。系统10可以用例如台式电脑、笔记本电脑或平板电脑来实现。系统10可以经由诸如局域网(LAN)和/或因特网的网络本地地或远程地接收3D扫描图。

[0025] 图2和图3示出了用于在患者口中形成牙修复体的定制工具的多个部件。图2和图3的定制工具包括模具主体,该模具主体包括按扣配合在一起的舌面部分30和面部部分12以及可滑动的咬合面部分50。更具体地,舌面部分30形成凹陷部38,凹陷部被构造成接收面部部分12的突出部24,以在面部部分12和舌面部分30之间形成按扣配合连接。此外,面部部分12和舌面部分30可以进一步通过可滑动的咬合面部分50保持在一起,该咬合面部分包括舌片56、57,或者可选地,舌片56和铰链元件(如图4至图6所示)。

[0026] 面部部分12和舌面部分30被构造成包围患者的牙齿。特别地,面部部分12形成牙齿的定制的面部表面14,而舌面部分30形成牙齿的定制的舌面表面32。此外,面部部分12和舌面部分30分别形成对应于牙齿的表面的定制的远侧表面18a和18b,以及分别形成对应于牙齿的近中表面的定制的近中表面20a和20b。类似地,咬合面部分50形成对应于牙齿的咬合面表面的咬合面表面52。面部部分12和舌面部分30还分别包含定制的牙龈表面22a和22b,牙龈表面抵靠患者的口内的对应牙龈表面密封。

[0027] 模具主体,其包括面部部分12、舌面部分30和咬合面部分50,其与牙齿(未示出)结合以形成模具腔。模具腔包括牙齿的缺失牙齿结构,例如,当制备牙齿时移除的牙齿结构,用于移除龋损(或龋齿)以形成适于接收牙修复材料的腔104(图4)。通过将定制工具定位在牙齿上,可以将牙修复材料定位到模具中以采用腔104的缺失牙齿结构的形式。

[0028] 面部部分12和舌面部分30各自形成定制工具的顶部表面26的多个部分,以及被构造成接受模具主体的可滑动的咬合面部分50的内侧表面28和内侧接收表面25。咬合面部分50形成底部表面58,该底部表面被构造成与内侧接收表面25对准。咬合面部分50进一步形成:舌片56,该舌片被构造成与面部部分12的外表面16对准;以及舌片57,该舌片被构造成与舌面部分30的外表面34对准。咬合面部分50,包括舌片56和57,可用于当包围患者的牙齿时,将面部部分12和舌面部分30保持在一起。

[0029] 面部部分12和舌面部分30还被构造成与患者的口内的相邻牙齿对准,以有利于精确地放置在患者的口内。特别地,面部部分12和舌面部分30分别形成对应于远侧相邻牙齿的近中表面的定制的近中表面40a和40b。面部部分12和舌面部分30还分别形成对应于近中相邻牙齿的远侧表面的定制的远侧表面42a和42b。

[0030] 图4至图6示出了定制工具10。定制工具10基本上类似于图2和图3的定制工具,不同的是咬合面部分50包括与舌面部分30的铰接连接部而不是可滑动的连接部。为简明起

见,相对于图2和图3的定制工具已经讨论过的特征将不再相对于定制工具10详细重复。

[0031] 图4至图6结合患者的口内的牙齿100、106、108进一步示出了定制工具10。患者的口进一步包括牙龈110。牙齿100包括具有腔104的牙冠102。如图所示,腔104可能是牙齿100中为了移除损坏的牙材料而通过钻孔或其他制备预先制备的龋损。面部部分12包括牙齿100的面部表面116,而舌面部分30包括牙齿100的舌面表面118。定制工具10有利于牙齿100的牙修复体,包括包围腔104的修复体。

[0032] 可以基于患者的牙齿和口的数字模型而形成定制工具10,该数字模型可由口内3D扫描图诸如多信道扫描仪产生(例如,TRUE DEFINITION SCANNER,可从美国明尼苏达州圣保罗市的3M公司(3M Company, Saint Paul, Minnesota)商购获得。捕获数字模型齿列的方法包括:口内扫描或扫描物理牙印模,或扫描从物理牙印模得到的模型。最低限度下,扫描包括牙齿的待修复的目标区域。另外,扫描还可以包括目标区域、待修复的完整牙齿、相邻牙齿、周围的软组织、相对的齿列和咬合对准中的一者或者者。可以在诊断腔时的常规检查期间或在修复过程期间捕获数据。所捕获的数据可以通过修整、错误校正和孔填充来修改。可以使用附加数据集诸如相对齿列、内部特征或龈下特征的2D或3Dx射线数据以及非患者专用标准根数据以增强捕获的数据。

[0033] 在一个特定示例中,定制工具10可以使用CAD软件诸如基于数字模型的实体建模软件进行数字设计。例如,可以在CAD软件(例如Solidworks、NX/Unigraphics、ProEngineer等)中生成固定化形式、参数化形式或工具坯库形式。这些对象通常被导出到能够管理点云或三角形网格数据并且能够执行布尔运算(例如,Materialize Magics、SpaceClaim)的单独的3D虚拟工作环境中。任选地,按比例决定标准形式以确保在标准零件和患者的齿列之间实现适当配合。然后可以从标准形式中减去患者数据。作为布尔减法的替代方法,可以将工具设计从构建到目标牙齿结构上的虚拟外壳上切割下来。

[0034] 定制工具10被设计成配合在牙齿100、待修复牙齿(第一臼齿)以及相邻牙齿106、108的多个部分上。咬合面表面52的形状可以在制备腔104之前对应于牙冠102的形状。在一些其他示例中,咬合面表面52的形状可以对应于相对牙齿的接触表面,以识别对应于牙冠102的腔104的缺失牙齿结构。在其他示例中,咬合面表面52的形状可以来源于通过平滑化或平坦化与腔104相邻的表面的数字模型的投影形状。另选地或除此之外,咬合面表面可以来源于未进行修复的咬合面表面(例如,使用相同齿弓中的另一个第一臼齿的镜像咬合面表面或基于相对齿列进行设计)。另选地或除此之外,可以构造咬合面表面以实现期望的治疗有益效果,诸如打开咬合或优化闭合。可用于此类设计的软件包括:Lava Design,来自美国明尼苏达州圣保罗市的3M公司(3M Company, Saint Paul, Minnesota);3Shape CAD设计,可从丹麦哥本哈根的3Shape公司(3Shape of Copenhagen, Denmark)获得;或exocad,可从德国达姆施塔特的Exocad公司(exocad GMBH of Darmstadt, Germany)获得。在任何情况下,为了设计定制工具10的部件,可以在数字模型上创建虚拟模具块,并将其分段成模具部件(在该示例中,面部部分12、舌面部分30和咬合面部分50)。可以基于数字模型而选择定制工具10的一个或多个元件的精确位置,以例如有利于组件组装在患者的口内和/或确保通过注入端口或排放口进入模具腔。此类定制定位的元件可在部件之间包括分型线、注入端口、排放口、门极和/或边界线。这样,这些模具部件有利于定制工具10在牙齿100上的最终组装,而无需几何干涉。

[0035] 任选地,可以在模拟其在口中的功能的虚拟环境诸如虚拟咬合架中测试和/或优化工具10的设计。模具工具或模具形式沿着分型线分段,以缓解其中材料顺应性对于释放不足够的底切,或定义用于形成不同材料特性转变或梯度的体积。

[0036] 在图4至图6的这些示例中,咬合面部分50经由铰接连接部附接到舌面部分30。相反,在图2和图3中,咬合面部分50被构造成被面部部分12和舌面部分30可滑动地接收。在任何情况下,CAD软件内的部件可以被转变为3D点网格文件或其他格式,以有利于使用3D打印机、CNC铣床或其他方式进行生产。然后将工具设计导出到能够制造3D对象的设备,诸如CNC铣床或宽泛范围的添加剂制造/3D打印设备。零件可以用试剂处理以改善表面光洁度或释放。然后将制造的零件用于牙过程。它们可以在本地打印,也可以作为过程套件的一部分发送,该过程套件包括粘合剂、牙修复材料和用于过程的其他消耗品。在一些示例中,牙修复材料被设置在牙胶囊中,该牙胶囊包括插管适配器以配合定制工具上的端口。

[0037] 在一些特定示例中,定制工具10的部件使用VeroWhite、VeroBlack、Tango+、TangoBlack而在Object Connex500上打印,以及在VeroWhite和Tango+的计量共混物中打印。任选地,也可以使用VeroClear打印对象,或者使用Accura 60或Clearview在3D Systems SLA Viper si<sup>2</sup>上打印对象。VeroBlack代表刚性材料,并且TangoBlack代表弹性体材料,两者均阻挡光化辐射。Accura 60、VeroClear和VeroWhite代表刚性材料,并且Tango+代表弹性体材料,它们均透射光化辐射。Tango+还可以与刚性“Vero family”材料共混以实现中间硬度。弹性体材料的变形性允许改进顺应性以及改进释放机制。任选地,可以选择材料以有利于在定制工具10的模具腔内固化牙修复材料。

[0038] 任选地,生产可以包括其他步骤诸如:固化,例如在UV室中;清洁,例如在乙醇溶液中;抛光;涂覆;和/或各种部件的组装,诸如将咬合面部分50的铰接部分组装到舌面部分30。可以将打印后的定制工具10压入未固化的牙修复材料中以形成咬合面解剖结构。在定制工具10中可以包括任选地设计的断裂线,以有助于从患者的口移除定制工具10。

[0039] 完成的工具10可用于执行牙齿100的牙修复,包括腔104的修复。首先,舌面部分30和面部(颊面)部分12可位于患者的口内,使得包括了牙齿100的这些部件隔离、分离或回缩口腔组织,尽管工具100可以任选地结合其他设备诸如基质带放置。在该示例中,腔104可以填充有牙修复材料,诸如可从美国明尼苏达州圣保罗的3M公司(3M of Saint Paul, Minnesota)获得的FILTEK Supreme Ultra Universal Restorative,其量稍微超过腔104的腔体积。咬合面部分50可以经由围绕铰链旋转并完全就位而闭合,从而将咬合面表面52的细节转移到腔104内的牙修复材料105(图6)。这样,咬合面部分50的咬合面表面52与牙齿100结合以形成包括牙齿100的缺失牙齿结构(对应于腔104)的模具腔。

[0040] 在闭合铰链时,可以通过工具部件的分型线来表示过多的牙修复材料。牙修复材料可以通过工具诸如用XL 3000固化光进行光固化。例如,工具10可以由能够透射光化辐射的材料形成。另选地,模具可以填充有新混合的化学固化的牙修复材料,诸如3M Concise复合材料修复剂或3M Ketac Molar玻璃离聚物填充材料,随后在模具中充分地温育以允许完全固化。在固化后,可以从患者的口移除工具部件,并且可以用牙缩放器去除带毛边的(过量的)牙修复材料。因此,修复后的牙齿100具有与咬合面部分50的咬合面表面52相对应的咬合面表面。这样,可以在牙齿100的牙冠102的修复期间容易地形成复杂的表面。

[0041] 在一些示例中,面部部分12、舌面部分30和咬合面部分50可以被设计成使得它们

的放置迫使牙齿100、106和/或108分离。例如，面部部分12、舌面部分30和咬合面部分50可被设计成与牙齿100、106、108的几何形状精确地重合，不同的是面部部分12和舌面部分30的牙龈表面22a和22b(图6)的邻间延伸部可以比牙齿100和106之间以及牙齿100和108之间的空间略宽。例如，面部部分12和舌面部分30的牙龈表面22a和22b(图6)的邻间延伸部可以沿近中和远中方向放大，使得面部部分12和舌面部分30的放置会在牙齿106、108中的一者或两者上形成向外压力和/或在牙齿100上形成压力。这样，将面部部分12和舌面部分30安装在牙齿100、106、108上可以迫使牙齿100和106之间的空间以及牙齿100和108之间的空间分离。

[0042] 图7至图10示出了用于在患者口中形成牙修复体的定制工具210。定制工具210包括具有面部部分212和舌面部分230的模具主体。面部部分212和舌面部分230按扣配合在一起并结合以限定所需牙齿修复的表面。图8和图9结合患者的口内的牙齿120、126、128进一步示出了定制工具210。患者的口进一步包括牙龈110。牙齿120包括缺失牙齿材料的大部分，并且可能被磨碎以移除蛀蚀材料，以有利于牙齿120的整个暴露表面的牙修复。在一些示例中，可以在从牙齿120移除蛀蚀材料之前采用患者的口(或牙印模)的3D图像，因为蛀蚀材料的形状可能有助于定制工具210的设计。在相同或不同的示例中，对侧牙齿的形状可以通过软件或在商购获得的牙冠设计软件中创建的设计来镜像，诸如：3Shape CAD Design，可从丹麦哥本哈根的3Shape公司(3Shape of Copenhagen, Denmark)获得；或exocad，可从德国达姆施塔特的exocad公司(exocad GMBH of Darmstadt, Germany)获得。

[0043] 面部部分212形成凹陷部238，凹陷部被构造成接收舌面部分230的突出部224，以在面部部分212和舌面部分230之间形成按扣配合连接。

[0044] 面部部分212和舌面部分230被构造成包围患者的牙齿。特别地，面部部分212形成牙齿的定制的面部表面214，而舌面部分230形成牙齿的定制的舌面表面232。定制的面部表面214和定制的舌面表面232包括对应于牙齿的近侧表面的定制的近侧表面以及对应于牙齿的切缘表面的定制的切缘表面。面部部分212和舌面部分230还分别形成对应于患者的口内的牙龈表面的定制的牙龈表面222a和222b。

[0045] 模具主体，其包括面部部分212和舌面部分230，其与牙齿120结合以形成模具腔。模具腔包括牙齿120的缺失牙齿结构。通过将定制工具210定位在牙齿120上，可以将牙修复材料定位到模具中并且采用牙齿120的缺失牙齿结构的形式。在一些示例中，在将定制工具210组装在牙齿120上之前，可以将牙修复材料放置在牙齿120上。在相同或不同的示例中，在将定制工具210组装在牙齿120上之前，可以将牙修复材料放置在面部部分212的表面214和/或牙齿120的舌面部分230的表面232上。在另一个示例中，可以首先将定制工具210组装在牙齿120上，然后可将牙修复材料注入模具腔中。例如，面部部分212和舌面部分230中的一者或两者可以包括端口，该端口被构造成一旦定制工具210被定位在牙齿120上以形成模具腔，则接收牙修复材料的注入。

[0046] 面部部分212和舌面部分230还各自被构造成与患者的口内的相邻牙齿对准，以有利于精确地放置在患者的口内。特别地，面部部分212和舌面部分230分别形成对应于相邻牙齿126的表面的定制的表面240a和240b。面部部分212和舌面部分230还分别形成对应于相邻牙齿128的表面的定制的表面242a和242b。这样，面部部分212和舌面部分230与牙齿126、128对准，以有利于将定制工具210精确地定位在患者的口内，用于重建牙齿120。

[0047] 定制工具210有利于同时对多于一个牙齿进行牙修复。如图8所示,与牙齿120类似,牙齿126还包括在牙齿126的牙冠上的缺失牙齿材料。定制工具210有利于重建牙齿126,这与牙齿120的重建一致。将定制工具210定位在牙齿120和牙齿126上进一步形成表示牙齿126的牙冠上的缺失牙齿材料的第二模具腔。如相对于牙齿120所描述的那样,可以将牙修复材料放置在邻近牙齿126的模具腔内,以便有利于重建牙齿126。例如,定制工具210可包括第二端口,该第二端口被构造为一旦定制工具210被定位在牙齿120上以形成与牙齿126相邻的模具腔,则接收牙修复材料的注入。图10示出了在使用定制工具210进行修复之后,位于患者的口内的修复后的牙齿121和牙齿126、128。

[0048] 定制工具210的形成可与先前相对于定制工具10所述的情况类似。为简明起见,不再详细重复相对于定制工具10已经描述过的定制工具210的设计和制造的各方面。

[0049] 对需要修复其右下尖牙(牙齿120)的患者切割牙冠制备体。制备好的牙冠和邻近的齿列通过完整的齿弓数字印模来捕获。数字印模被导入到CAD软件中,并且左下尖牙的图像被镜像以形成右下尖牙(牙齿120)的目标修复形状。目标修复形状事实上在软件环境中置于牙冠制备体上,以形成用于修复后的齿弓的目标设计。模具形式在软件中进行数字设计以包括右下齿弓形式,包括需要修复的右下尖牙(牙齿120)和相邻牙齿126、128。从位于牙齿的在修复过程中待填充的区段中的模具形式的尖牙区段数字地减去可选的填充端口。填充端口位于面部部分212中并且其尺寸设置成接收可商购的牙修复材料分配器的尖端,以允许在用于牙齿120的模具腔内注入牙修复材料。确定了将模具形式分割成面部部分212(唇)和舌面部分230的分型线,并且将对准特征部224、238放置在两个部分212、230上,以有利于在后来修复牙齿的过程期间精确和安全地组装物理工具部件。

[0050] CAD软件内的表示面部部分212和舌面部分230的部件可以转换为3D点网格文件或其他格式,以有利于用3D打印机、CNC铣床或其他方式进行生产。任选地,生产可以包括其他步骤,诸如:固化,(例如,在UV室中);清洗,例如在乙醇溶液中。

[0051] 图11至图14示出了用于用模具主体而在患者的口中形成两个相邻牙齿100、101的牙修复体的定制工具310。模具主体包括按扣配合在一起的舌面部分312和面部部分330以及可滑动的咬合面部分350。可滑动的咬合面部分350包括用于将牙修复材料递送到定制工具310的对应于牙齿100、101的模具腔的注入端口354a、354b。

[0052] 图12和图13结合患者的口内的牙齿100、101、106、108进一步示出了定制工具310。患者的口进一步包括牙龈110。牙齿100包括牙齿100的牙冠中的腔104,并且牙齿101包括牙齿101的牙冠中的腔107。如图所示,腔104、107可以是为了移除损坏的牙材料以有利于使用工具310进行牙修复而通过钻孔或其他制备预先制备的龋损。在一些示例中,可以在从牙齿100、101移除蛀蚀材料之前采用患者的口的3D图像,因为蛀蚀材料的形状可能有助于定制工具310的设计。

[0053] 舌面部分312和面部部分330被构造为包围牙齿100、101。特别地,舌面部分312形成定制的舌面表面314、315,而面部部分330形成定制的面部表面332、333。此外,定制的舌面表面314、315和定制的面部表面332、333包括对应于牙齿100、101的近侧表面的定制的近侧表面。舌面部分312和面部部分330还分别形成对应于患者的口内的牙龈表面的定制的牙龈表面322a和322b。

[0054] 可选地,舌面部分312和面部部分330可进一步被构造为提供多个特征部,这些特

征部包括表示用于牙修复的隔离基质的定制的牙龈表面322a和322b。这样，舌面部分312和面部部分330可以包含龈下延伸或延伸进入隐藏的邻间空间的特征部。用于这些延伸的数据可以基于解剖平均值或患者x射线数据。该工具可以结合有弹性体材料，该弹性体材料可以针对较小的配合作件进行设计，以抵靠患者齿列的变化的实际几何形状产生紧密的密封。所使用的材料也可以在亲水性方面变化，以远离正修复的牙齿结构吸收水、唾液和其他流体。也可以结合有微流体通道、真空线附接件和咬合块。

[0055] 咬合面部分350提供对应于牙齿100、101的咬合面表面的定制的咬合面表面352。舌面部分312和面部部分330被构造成接受模具主体的可滑动的咬合面部分350。

[0056] 舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350也被构造成与患者的口内的相邻牙齿106、108对准，以有利于精确地放置在患者的口内。特别地，舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350分别形成对应于远侧相邻牙齿108的近中表面的定制的近中近侧表面340a、340b、340c。舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350还分别形成对应于近中相邻牙齿106的远侧表面的定制的远侧近侧表面342a、342b（咬合面部分350的远侧近侧表面未示出）。

[0057] 模具主体，其包括舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350，其与牙齿100、101结合以形成两个不同的模具腔。模具腔包括牙齿100、101的缺失牙齿结构。通过将定制工具310定位在牙齿100、101上，可以将牙修复材料定位到模具腔中并且采用腔104、107的缺失牙齿结构的形式。

[0058] 特别地，咬合面部分350包括端口354a、354b，这些端口被构造成分别接受对应于牙齿101、100的模具腔所用的牙修复材料的注入。在将牙修复材料注入定制工具310的模具腔中之后，压机370可以被定位成使得柱塞374a、374b分别填充端口354a、354b。柱塞374a、374b进一步包括底部表面372a、372b，这些底部表面提供对应于修复过的牙齿101、100的咬合面表面的限定形状。柱塞374a、374b具有不同的形状（正方形、圆形）以防止压机370相对于咬合面部分350不对准。咬合面部分350进一步包括排放孔355a、355b，以当材料经由填充端口354a、354b注入时并且当压机370被定位成使得柱塞374a、374b填充端口354a、354b时，允许空气和多余的牙材料逸出模具腔。图14示出了在用定制工具310进行修复之后，位于患者的口内的修复过的牙齿101、100。

[0059] 定制工具310的形成可与先前相对于定制工具10和定制工具210所述的情况类似。为简明起见，相对于定制工具10已经描述过的定制工具310的设计和制造的各方面不再详细重复。

[0060] 可以基于患者的牙齿和口的数字模型而形成定制工具310，该数字模型可由口内3D扫描图诸如多信道扫描仪产生。在一个特定示例中，定制工具310可以使用CAD软件诸如基于数字模型的实体建模软件进行数字设计。定制工具310被设计成配合在牙齿100、101（相邻的第一臼齿和第二臼齿）以及相邻牙齿106、108的一部分上。随后，牙齿100、101、106、108的牙齿结构可以被从模具块数字地减去，如填充孔和排放孔（354a、354b、355a、355b）一样。另选地，牙齿结构的反转可以在软件内反转以限定模具块。端口可以位于咬合面区段的对应于在制备过程中最终被移除的牙齿的区域的区域中，例如邻近牙齿100、101的模具腔。填充端口354a、354b的尺寸可以设置成接收可商购的牙修复材料分配器的尖端，以允许在填充期间注入牙修复材料。排放端口355a、355b可以被设置成直径比填充端口更小。

[0061] 模具块设计可以被分段成三个区段(舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350),以有利于工具部件最终组装在牙齿上而没有几何干涉。另选地,可以设置附加段,使得牙齿100、101所用的模具的多个部分可以被分离,使得舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350中的每一个被分成两个或更多个部件。将咬合面区段设计成模具块,使其在近中侧和远中侧有界,以帮助咬合面区段在面部(颊面)-舌面组件上对准。可以将柄部特征部(318)添加到舌面部分312和面部部分330,以有利于在放置工具期间用止血钳或棉钳保持多个部分。

[0062] 咬合面区段可以在舌面和面部(颊面)侧上包括舌片或滑块,以向舌面和唇区段提供精确对准。附加件、柄部区段被设计成与咬合面区段配合以及将填充端口354a、354b塞住,使得柱塞尖端表面372a、372b可以处于或稍微咬合于牙齿100、101的修复体的期望咬合面表面。

[0063] CAD软件内的部件可以转换为3D点网格文件或其他格式,以有利于用3D打印机、CNC铣床或其他方式进行生产。可以向工具部件施加取向标记(例如,每个工具部件的远侧端部上的着色标记)以有利于组装。任选地,生产可以包括其他步骤,诸如:固化(例如,在UV烘箱中);清洁,例如在乙醇溶液中;和/或各种部件的组装;牙齿表面的抛光;涂覆,诸如用透明丙烯酸涂覆以增强在牙修复材料注入期间修复区域的可见度。此外,工具部件的期望与牙修复材料接触的表面可以任选地涂覆有剥离剂层(例如,石油凝胶薄层)。

[0064] 如下描述使用定制工具310对牙齿100、101的示例性修复过程。基质带被修剪,使得它们的咬合面-牙龈高度在放置后稍微高于面部(颊面)和舌面部分的高度。将基质带放置在第一臼齿和第二臼齿(牙齿100、101)的牙齿结构已移除的邻间空间中。舌面部分312和面部部分330被组装在牙齿100、101上,以帮助隔离并将基质带固定在适当的位置(并且有助于使基质带的形状适应于牙齿100、101的轮廓)。因为牙齿制备体可以在大于牙修复材料的推荐最大固化深度的深度制备,所以可以任选地将牙修复材料的基层分层为制备体的深部和用XL 3000固化光光固化的牙修复材料。咬合面部分350可以在经由端口354a、354b添加最终增量的牙修复材料之前放置。然后通过填充端口354a、354b经由分配器尖端注入牙修复材料,同时在视觉上监视通过工具以及在排放端口355a、355b进行的填充过程,将牙修复材料的最终增量形成为期望解剖结构。在填充后,使可移除压机370与咬合面部分350配合。用于牙齿100、101两者的牙修复材料的最终增量可以通过工具310光固化,其中咬合面部分350和可移除压机370处于适当位置。在固化后,将工具310从患者的口移除并且移除基质带以提供包括形成良好的触头的成形修复体。如果需要,可以例如用牙标量移除带毛边的(过量的)牙修复材料。

[0065] 图15至图18示出了用于在患者的口中形成两个相邻牙齿100、101的牙修复体的定制工具410,该定制工具被构造成在修复期间提供相邻牙齿100、101、106、108的分离。定制工具410包括模具主体,该模具主体包括按扣配合在一起的面部部分430和舌面部分412以及可滑动的咬合面部分450。可滑动的咬合面部分450包括用于将牙修复材料递送到定制工具410的对应于牙齿100、101的模具腔的注入端口454a、454b。

[0066] 定制工具410基本上类似于定制工具310,不同的是舌面部分312、面部部分330和咬合面部分350的几何形状已被设计成在修复期间提供相邻牙齿100、101、106、108的分离,而不是精确地符合患者的口内牙齿100、101、106、108的位置。这样,定制工具410可以有利

于牙齿的分离,而无需使用如相对于定制工具310所描述的或通常在常规的直接修复过程中实践的单独的基质带或楔形物。

[0067] 图16和图17结合患者的口内的牙齿100、101、106、108进一步示出了定制工具410。患者的口进一步包括牙龈110。牙齿100包括牙齿100的牙冠中的腔104,并且牙齿101包括牙齿101的牙冠中的腔107。如图所示,腔104、107可以是为了移除损坏的牙材料以有利于使用工具410进行牙修复而通过钻孔或其他制备预先制备的龋损。在一些示例中,可以在从牙齿100、101移除蛀蚀材料之前采用患者的口的3D图像,因为蛀蚀材料的形状可能有助于定制工具410的设计。

[0068] 舌面部分412和面部部分430被构造成包围牙齿100、101。特别地,舌面部分412形成定制的舌面表面414、415,而面部部分430形成定制的面部表面432、433。此外,定制的舌面表面414、415和定制的面部表面432、433包括对应于牙齿100、101的近侧表面的定制的近侧表面。舌面部分412和面部部分430还分别形成对应于患者的口内的牙龈表面的定制的牙龈表面422a和422b。

[0069] 任选地,舌面部分412和面部部分430可进一步被构造成提供多个特征部,这些特征部包括表示用于牙修复的隔离基质的定制的牙龈表面422a和422b。这样,舌面部分412和面部部分430可以包含龈下延伸或延伸进入隐藏的邻间空间的特征部。这些延伸的数据可以基于解剖平均值或患者x射线数据。弹性体部件可以针对较小的配合件进行设计,以抵靠患者的齿列的变化的实际几何形状产生紧密的密封。所使用的材料也可以在亲水性方面变化,以远离正修复的牙齿结构吸收水和唾液。也可以结合有微流体通道、真空线附接件和咬合块。

[0070] 咬合面部分450提供对应于牙齿100、101的咬合面表面的定制的咬合面表面452。舌面部分412和面部部分430被构造成接受模具主体的可滑动的咬合面部分450。

[0071] 舌面部分412、面部部分430和咬合面部分450也被构造成与患者口内的相邻牙齿106、108对准,以有利于精确地放置在患者的口内。特别地,舌面部分412、面部部分430和咬合面部分450分别形成对应于远侧相邻牙齿108的近中表面的定制的近中近侧表面440a、440b、440c。舌面部分412、面部部分430和咬合面部分450还分别形成对应于近中相邻牙齿106的远侧表面的定制的远侧近侧表面442a、442b(咬合面部分450的远侧近端表面未示出)。

[0072] 模具主体,其包括舌面部分412、面部部分430和咬合面部分450,其与牙齿100、101结合以形成两个不同的模具腔。模具腔包括牙齿100、101的缺失牙齿结构。通过将定制工具410定位在牙齿100、101上,牙修复材料可以被定位到模具腔中并且采用腔104、107的缺失牙齿结构的形式。

[0073] 特别地,咬合面部分450包括端口454a、454b,这些端口被构造成分别接受对应于牙齿101、100的模具腔的牙修复材料的注入。在将牙修复材料注入定制工具410的模具腔中之后,压机470可以被定位成使得柱塞474a、474b分别填充端口454a、454b。柱塞474a、474b进一步包括底部表面472a、472b,这些底部表面提供对应于修复过的牙齿101、100的咬合面表面的限定形状。咬合面部分450进一步包括排放孔455a、455b,以当材料经由填充端口454a、454b注入时并且当压机470被定位成使得柱塞474a、474b填充端口454a、454b时,允许空气和多余的牙材料逸出模具腔。图18示出了在用定制工具410进行修复之后,位于患者的

口内的修复过的牙齿101、100。

[0074] 定制工具410的形成可与先前相对于定制工具10和定制工具210所述的情况类似。为简明起见,相对于定制工具10和定制工具210已经描述过的定制工具410的设计和制造的各方面不再详细重复。

[0075] 可以基于患者的牙齿和口的数字模型而形成定制工具410,该数字模型可由口内3D扫描图诸如多信道扫描仪产生。在一个特定示例中,定制工具410可以使用CAD软件诸如基于数字模型的实体建模软件进行数字设计。定制工具410被设计成配合在牙齿100、101(相邻的第一臼齿和第二臼齿)以及相邻牙齿106、108的一部分上。与定制工具310相反,定制工具410所用的扫描图的CAD模型在待修复的近侧平面处被数字分段,并且所得到的段各自平移100微米以在牙齿100、101、106和108的触头之间产生间隙。随后,牙齿100、101、106、108的牙齿结构,当经修改以在牙齿之间包括间隙时,可被从模具块数字地减去,如同填充和排放端口(454a、454b、455a、455b)一样。端口可以位于咬合面区段的对应于在制备过程中最终被移除的牙齿的区域的区域中,例如邻近牙齿100、101的腔。填充端口454a、454b的尺寸可以设置成接收可商购的牙修复材料分配器的尖端,以允许在填充期间注入牙修复材料。排放端口455a、455b可以被设置成直径比填充端口更小。

[0076] 模具块设计可以被分段成三个区段(舌面部分412、面部部分430和咬合面部分450),以有利于工具部件最终组装在牙齿上。舌面部分412和面部部分430在邻间区域中的分型线被设计成与齿弓线成角度。这样的前提条件是,当“楔形物”部分接触时,它们会在接触区域处重叠,从而降低在填充期间材料的风险。作为辅助措施,舌面部分412和面部部分430的邻间“楔形物”部分被数字地延伸以产生500微米的干涉。由于用于制造的打印设备的有限分辨率,随着尺寸减小到零(如楔形物或刀边缘的情况),特征部保真度可能会丧失。延伸邻间“楔形物”部件可以补偿在物理生产期间看到的这种“打印不足”。

[0077] 将咬合面区段设计成模具块,使得其在近中侧和远中侧有界,以帮助咬合面区段在面部(颊面)-舌面组件上对准。可以将柄部特征418添加到舌面部分412和面部部分430,以有利于在放置工具期间用止血钳或棉钳保持这些部分。

[0078] 咬合面区段可以在舌面和面部(颊面)上包括舌片或滑块,以向舌面和唇区段提供精确对准。附加件、柄部区段被设计成与咬合面区段配合以及将填充端口454a、454b塞住,使得柱塞尖端表面472a、472b可以处于或稍微咬合于牙齿100、101的修复体的期望咬合面表面。

[0079] CAD软件内的部件可以转换为3D点网格文件或其他格式,以有利于用3D打印机、CNC铣床或其他方式进行生产。可以向工具部件施加取向标记(即,每个工具部件的远侧端部上的着色标记)以有利于组装。任选地,生产可以包括其他步骤,诸如:固化,例如,在UV室中;清洁,例如在乙醇溶液中;和/或各种部件的组装;牙齿表面的抛光;涂覆,诸如用透明丙烯酸涂覆以增强在牙修复材料注入期间修复区域的可见度。此外,工具部件的期望与牙修复材料接触的表面可以任选地涂覆有剥离剂层(例如,石油凝胶薄层)。

[0080] 如下描述使用定制工具410对牙齿100、101的示例性修复过程。舌面部分412和面部部分430被组装在牙齿100、101上,以帮助隔离、稍微分开牙齿并在牙齿之间产生基质。因为牙齿制备体可以在大于牙修复材料的推荐最大固化深度的深度制备,所以可以任选地将牙修复材料的基层分层为制备体的深部和用XL 3000固化光光固化的牙修复材料。咬合面

部分450可以在经由端口454a、454b添加最终增量的牙修复材料之前放置。然后通过填充端口454a、454b经由分配器尖端注入牙修复材料，同时在视觉上监视通过工具以及在排放端口455a、455b进行的填充过程，将牙修复材料的最终增量形成为期望解剖结构。在填充后，使可移除压机470与咬合面部分450配合。用于牙齿100、101两者的牙修复材料的最终增量可以通过工具410光固化，其中咬合面部分450和可移除压机470处于适当位置。固化之后，将工具410从患者的口移除并且移除基质带以提供包括形成良好的触头的成形修复体。如果需要，可以例如用牙标量移除带毛边的(过量的)牙修复材料。

[0081] 图19至图22示出了用于用模具主体而在患者的口中形成牙修复体的定制工具510，该模具主体包括面部部分530、将舌面部分和面部部分保持在一起的夹钳580a、580b、可滑动的咬合面部分550和以有利于修复期间相邻牙齿的分离的楔形物590。图20和图21结合患者的口内的牙齿100、106、108进一步示出了定制工具510。牙齿100包括在牙齿100的牙冠中的腔104。如图所示，腔104可能是牙齿100中为了移除损坏的牙材料以有利于使用工具510进行牙修复而通过钻孔或其他制备预先制备的龋损。患者的口进一步包括牙龈110。舌面部分512被构造成通过夹具580a、580b固定到面部部分530。舌面部分512和面部部分530被构造成包围患者的口内的牙齿100。特别地，舌面部分512形成牙齿的定制面部表面514，而面部部分530形成牙齿的定制的舌面表面532。

[0082] 定制的舌面表面514和定制的面部表面532包括对应于牙齿100的近侧表面的定制的近侧表面。舌面部分512和面部部分530还分别形成对应于患者的口内的牙龈表面110的定制的牙龈表面522a和522b。咬合面部分550包括对应于牙齿100的咬合面表面的定制的咬合面表面552。

[0083] 模具主体，其包括舌面部分512、面部部分530和咬合面部分550，其与牙齿100结合以形成模具腔。模具腔包括牙齿100的牙冠中的腔104。通过将定制工具510定位在牙齿100上，可以将牙修复材料定位到模具中并且采用腔104的缺失牙齿结构的形式。

[0084] 舌面部分512和面部部分530还被构造成与患者的口内的相邻牙齿106、108对准，以有利于精确地放置在患者的口内。特别地，舌面部分512和面部部分530分别形成对应于远侧相邻牙齿108的近中表面的定制的近中近侧表面540a和540b。舌面部分512和面部部分530还分别形成对应于近中相邻牙齿106的远侧表面的定制的远侧近侧表面542a和542b。图22示出了在用定制工具510进行修复之后，位于患者的口内的修复过的牙齿100以及牙齿101。

[0085] 可以基于患者的牙齿和口的数字模型而形成定制工具510，该数字模型可由口内3D扫描图诸如多信道扫描仪产生。在一个特定示例中，定制工具510可以使用CAD软件诸如基于数字模型的实体建模软件进行数字设计。定制工具510被设计成配合在牙齿100、待修复牙齿(第一臼齿)以及相邻牙齿106、108的一部分上。为了设计定制工具510的部件，可以在数字模型上创建虚拟模具块，并将其分段成模具部件(在该示例中，舌面部分512、面部部分530和咬合面部分550)。

[0086] CAD软件内的部件可以转换为3D点网格文件或其他格式，以有利于用3D打印机、CNC铣床或其他方式进行生产。任选地，生产可以包括其他步骤，诸如：固化；清洁；抛光；和/或用如前所述的透明涂层和/或剥离剂进行的涂覆。

[0087] 完成的工具510可用于执行牙齿100的牙修复。首先，可以将楔形物590插入定制通

道中以在牙齿100、106和/或牙齿100、108之间形成空间，并且任选地帮助密封基质的牙龈部分。与现成基质系统不同，工具510的定制设计允许独立地控制空间形成和密封方面。任选地，舌面部分512和面部部分530可以被设计成具有定制成形狭槽，该狭槽允许从咬合面插入箔或塑料基质以确保在100、106、108之间存在定制形状的和无毛边的接触点。

[0088] 任选地，牙腔的底部可以用衬件/粘合剂涂覆并以增量填充以防止超过允许厚度的层用于牙修复材料。可以将最后一次增加的材料直接放置在牙齿上、放置到定制工具510中或另选地在定制件510被定位在牙齿100上之后将其注入入口中。然后可以固化牙修复材料。可以通过将定制工具510在放置之前用剥离剂(例如，石油凝胶、乙醇、硅氧烷、卵磷脂等)涂覆、通过由可剥离的或低表面能量的材料制造定制工具510的关键区段和/或在定制工具510中形成允许定制工具脱离的应力集中点有利于移除定制工具510。

[0089] 在该概念的另一个版本中，指定各种材料(例如，色调、机械性质)以放置在腔中。各种材料的水平在定制工具上用线指出，或者可以形成多个咬合帽，其形成每个层或将每个层压制成为其期望构型。该特征部允许任何从业者形成牙修复体，这些牙修复体具有设计后的层，用于改进的外观和/或功能。

[0090] 在该概念的另一个版本中，修复设计已经从初始扫描数据被修改，使得优化设计的一些表面位于未切割的齿表面下方。这些位置在定制工具中进行了颜色编码，以向用户指出，在填充牙齿之前必须凿开这些区域。

[0091] 图23为示出了用于在患者的口中形成牙修复体的示例技术的流程图。首先，从业者将模具(诸如模具10、210、310、410或510)定位在患者的牙齿的一部分(602)上。该模具与牙齿结合以形成包括牙齿的缺失牙齿结构的模具腔。接下来，从业者将牙修复材料注入模具腔(604)内。从业者允许牙修复材料在模具腔内固化以改善牙齿，这可以包括应用光化辐射以固化牙修复材料(606)。最后，从业者从患者的牙齿移除模具，从而使牙修复体具有由患者的牙齿上的模具腔限定的形状(608)。

[0092] 已经描述了各种示例。可以在本公开的实质内进行对所描述示例的修改。例如，定制工具可由初始牙齿几何形状或数字优化的牙齿几何形状(例如，牵拉或换算来自牙齿库的数据、在虚拟咬合架中进行测试)来制造。工具可以进行打印或铣削。工具可由全范围的3D打印材料(强度、灵活性、半透明度、颜色)制成。工具可以包含指示或定义不同修复材料(色调、填充水平、物理性质)的填充水平的特征部。工具/模具区段可以彼此互锁或与标准部件(例如，基质带)互锁。工具可以在口的内外使用。工具可以是可降解的(例如，溶剂/热量)以从修复材料释放或使几何形状能够底切/使分型线能够减少。工具可以是可塌缩的(收缩、易碎等)。可以由患者特定工具及相关产品和数量(例如，针对患者需要和/或医生偏好选择的粘合剂、填充材料和抛光材料)形成套件。在直接填充过程中顺序地使用了一系列工具，以便控制牙齿上的多个牙修复层的几何形状。牙扫描图可以在诊断预约时采用，以有利于在填充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。这些示例以及其他示例均在如下权利要求书的范围内。

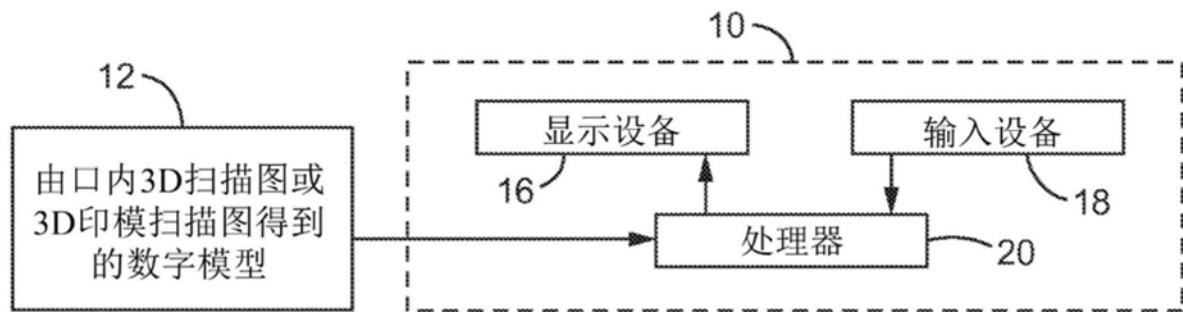


图1

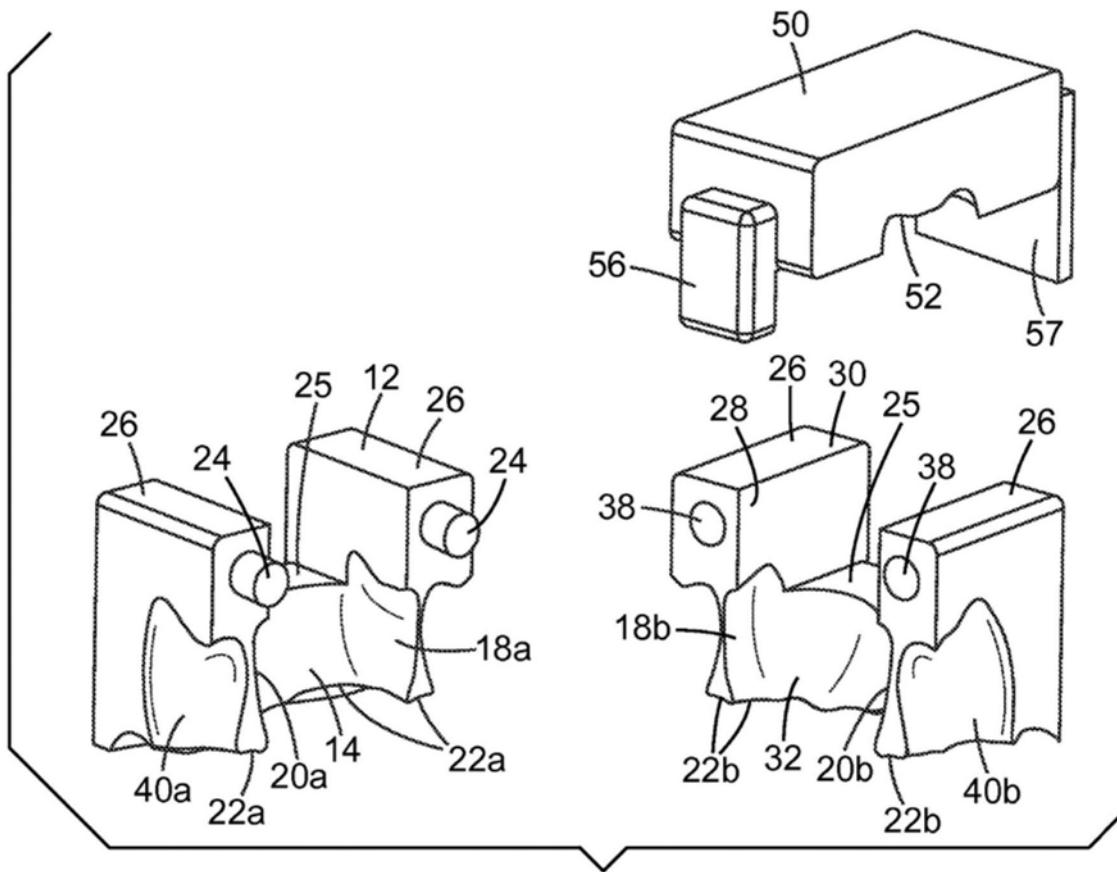


图2

图2

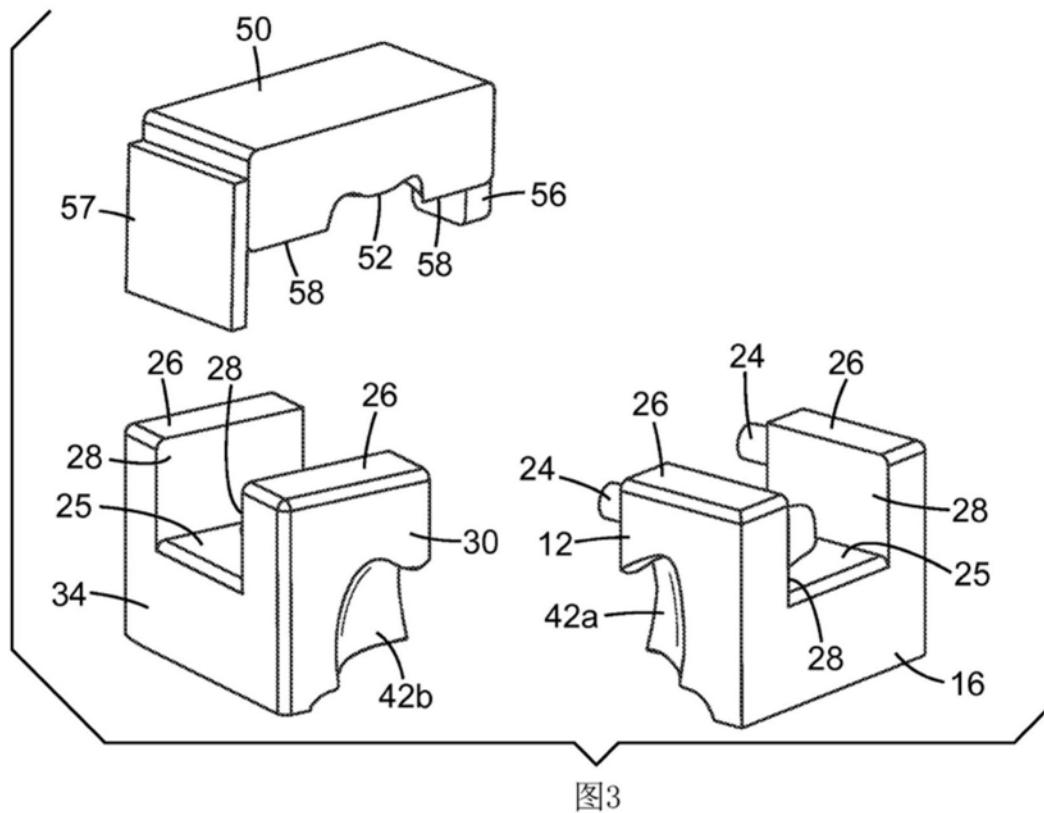


图3

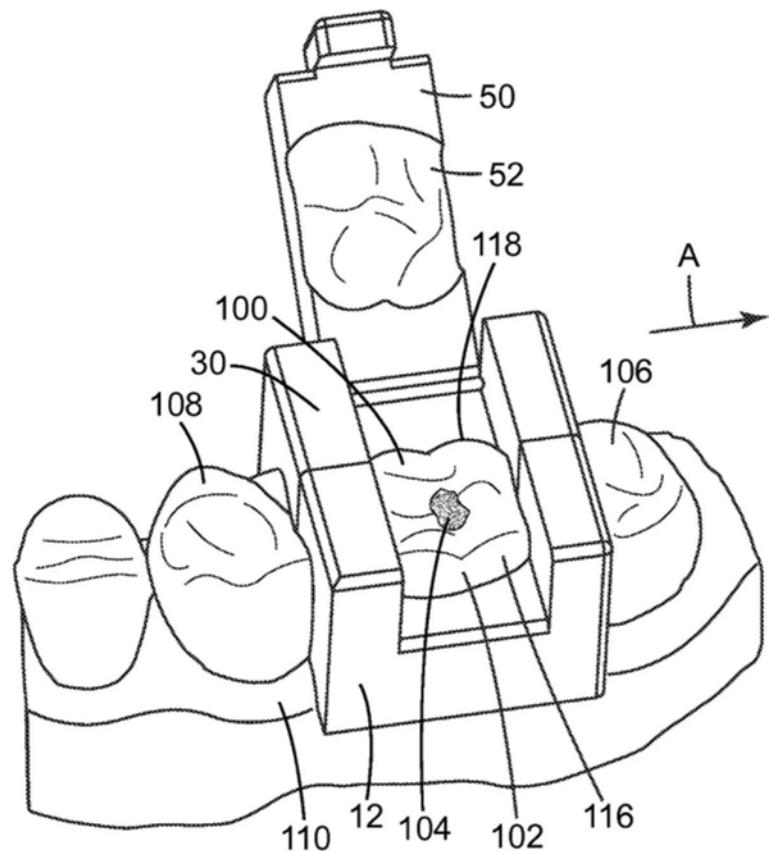


图4

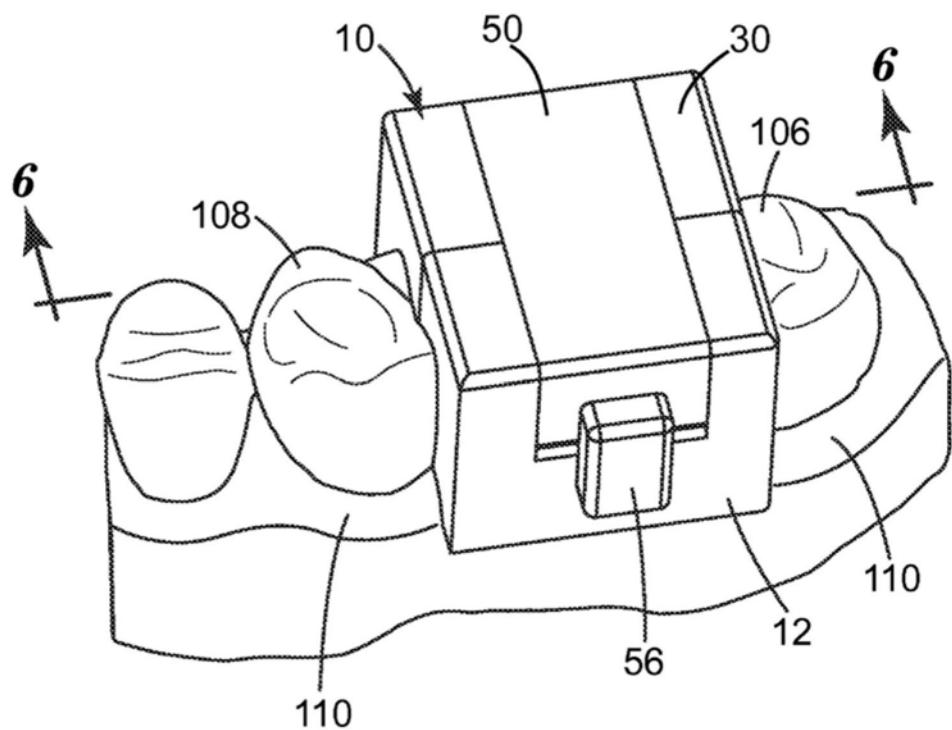


图5

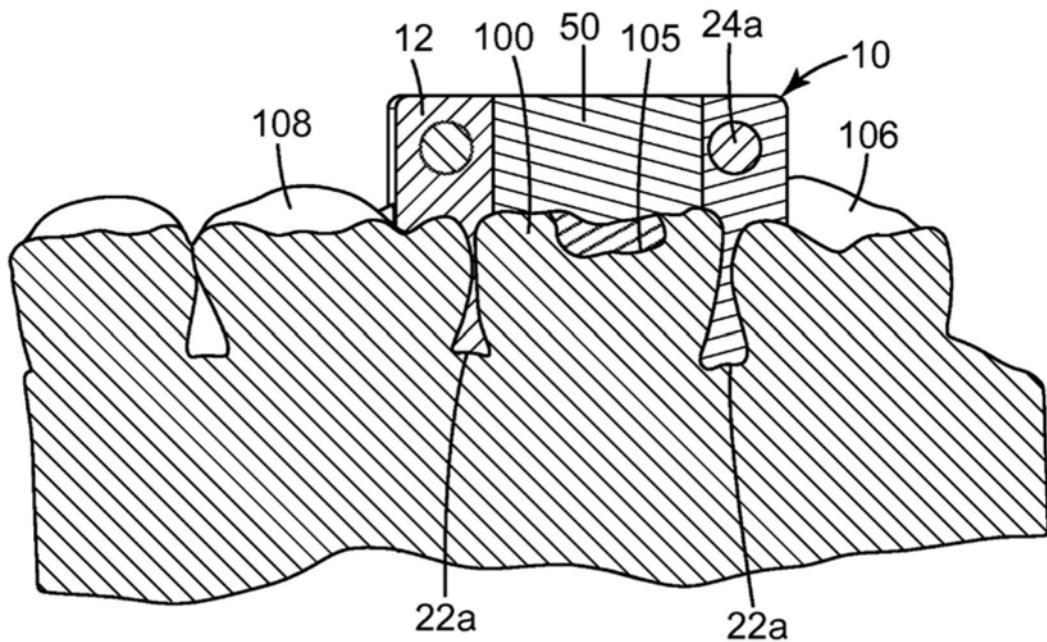


图6

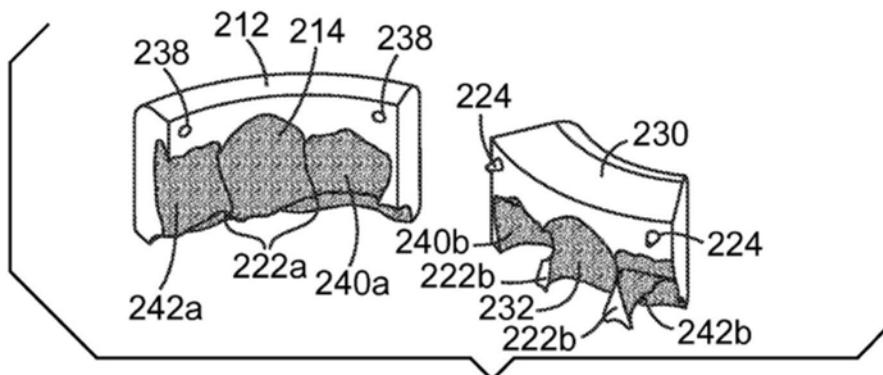


图7

图7

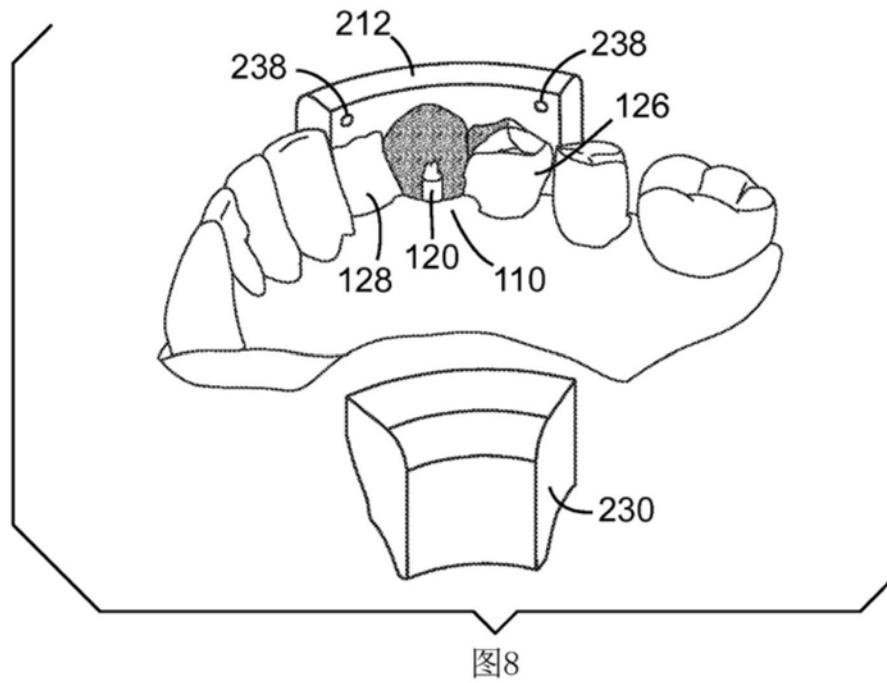


图8

图8

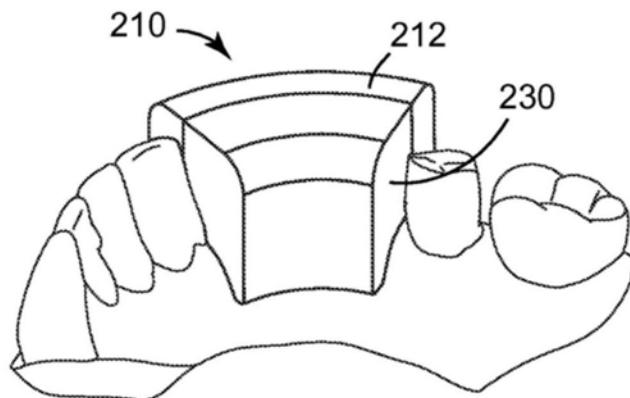


图9

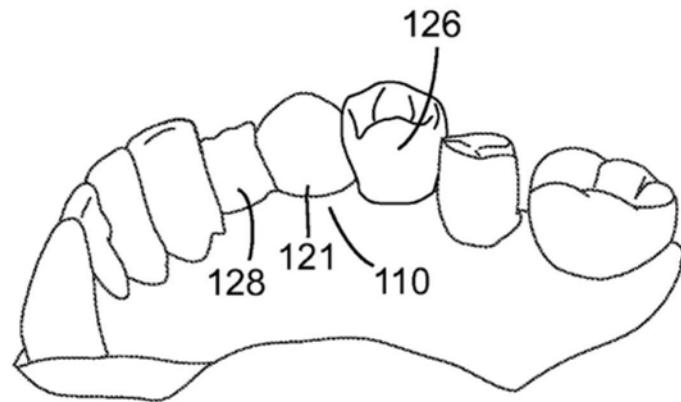


图10

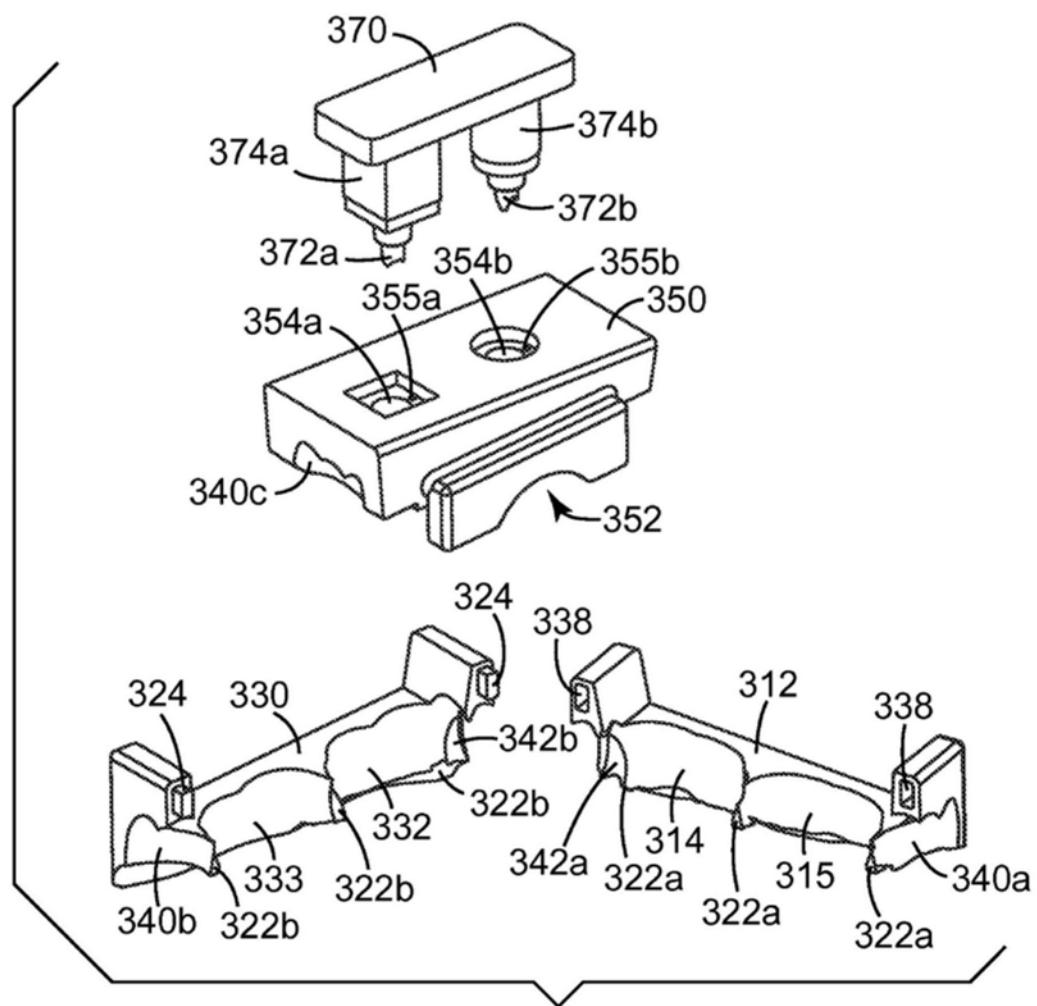


图11

图11

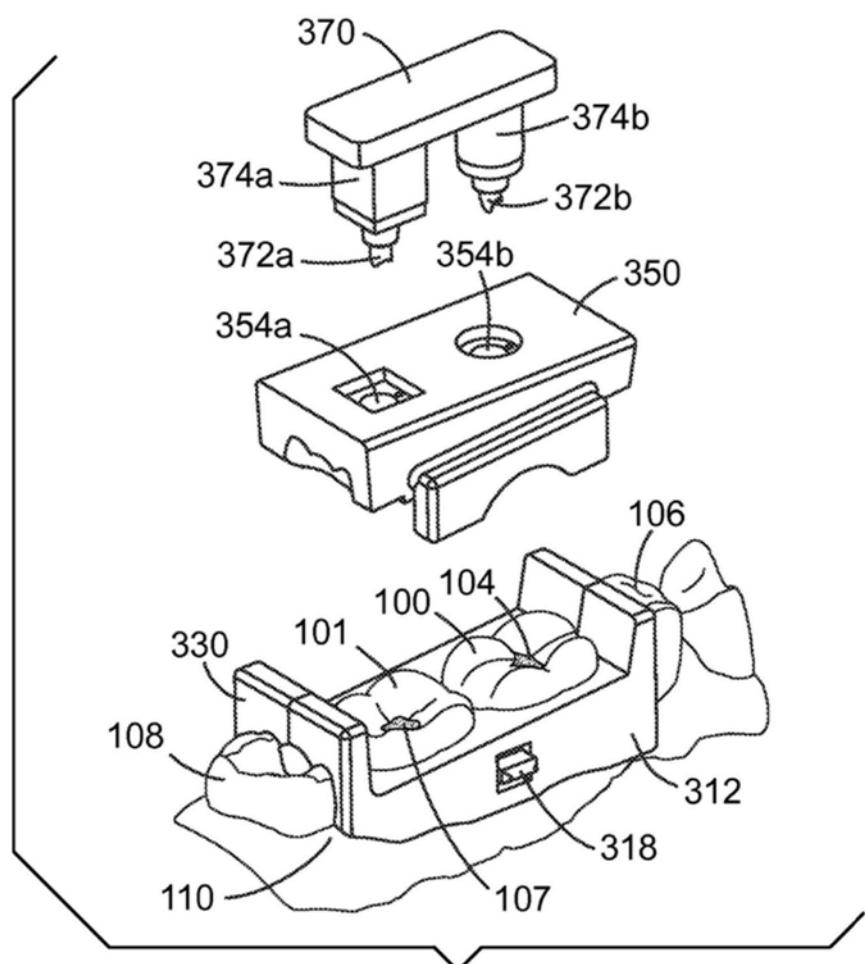


图12

图12

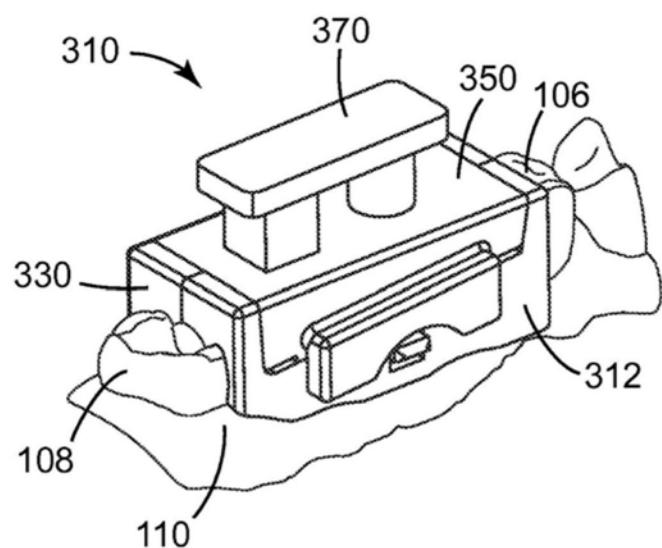


图13

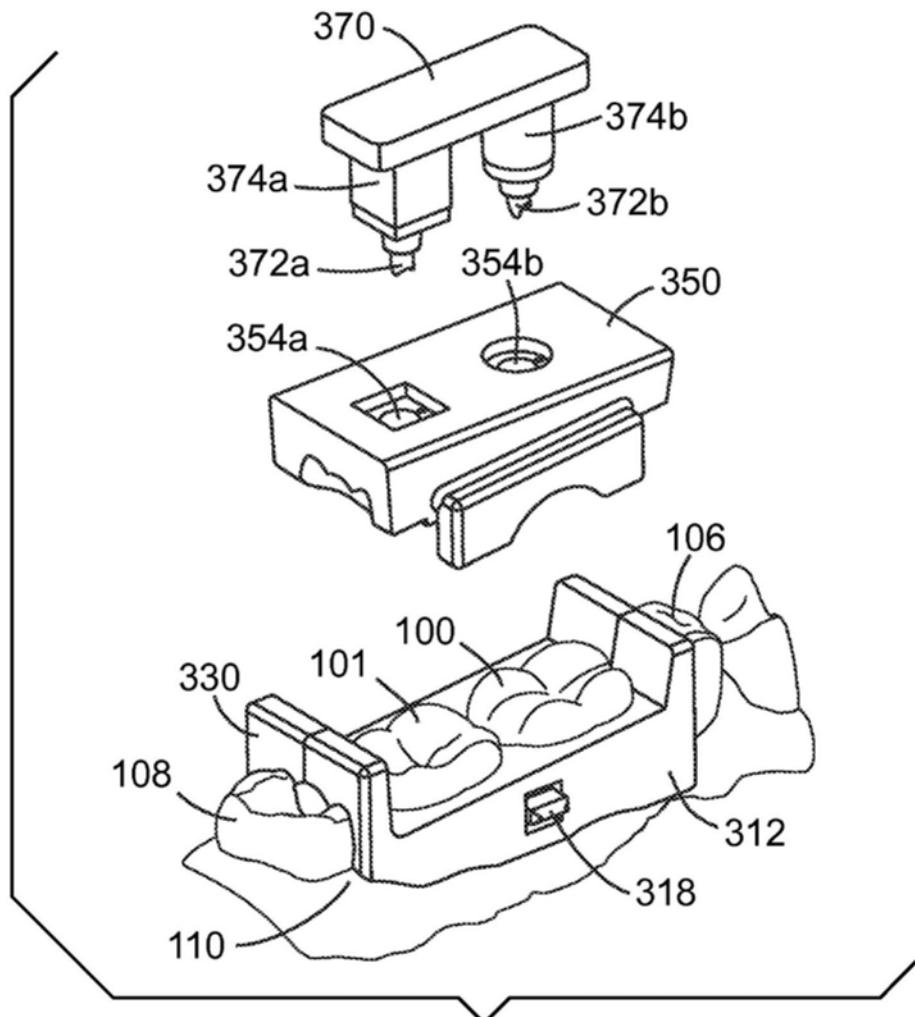


图14

图14

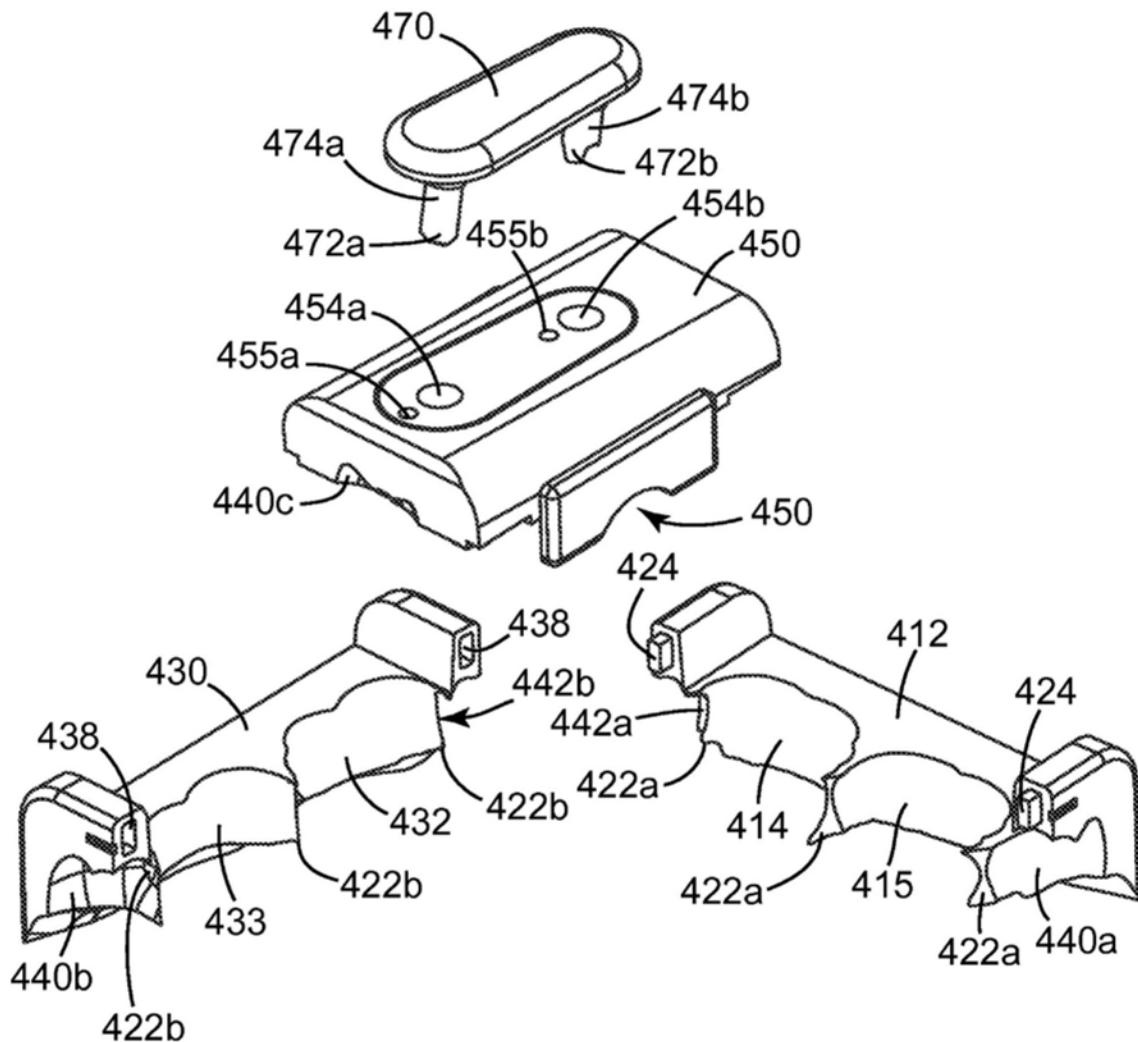


图15

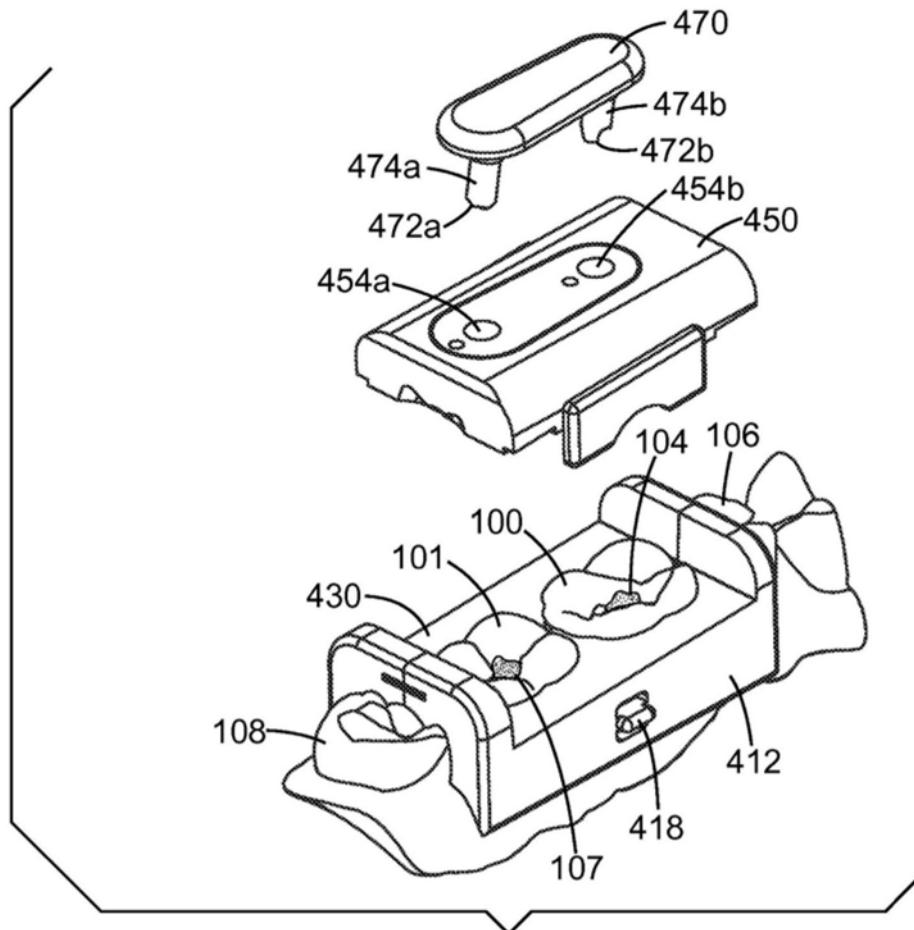


图16

图16

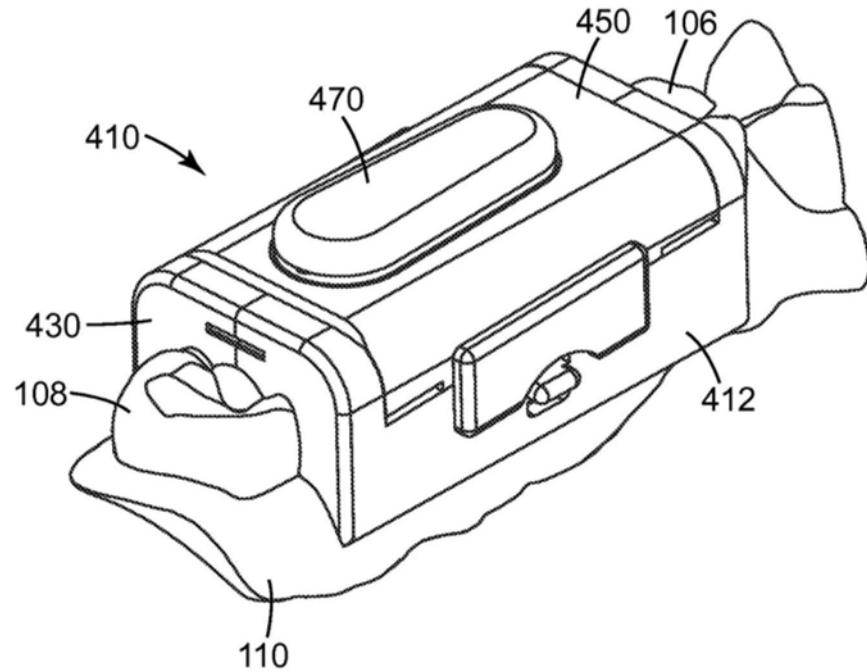


图17

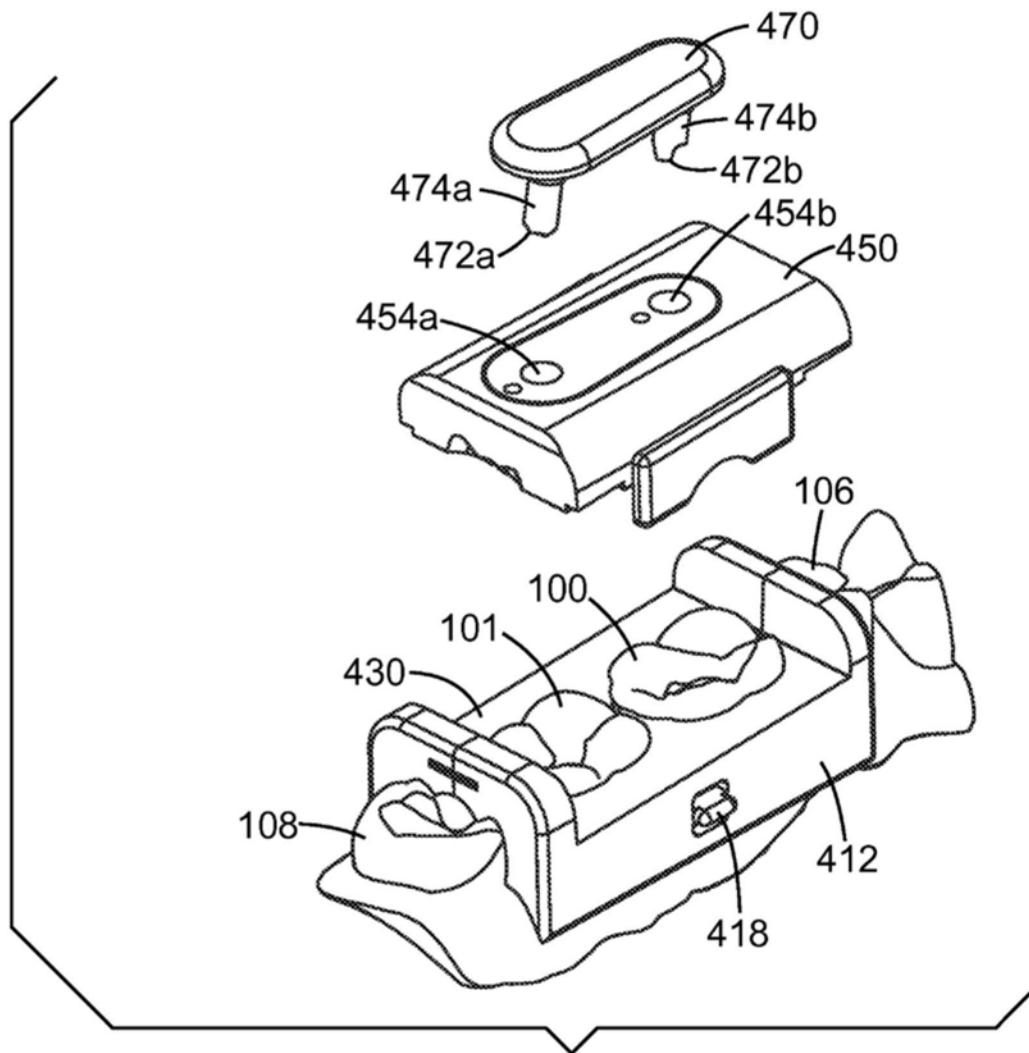


图18

图18

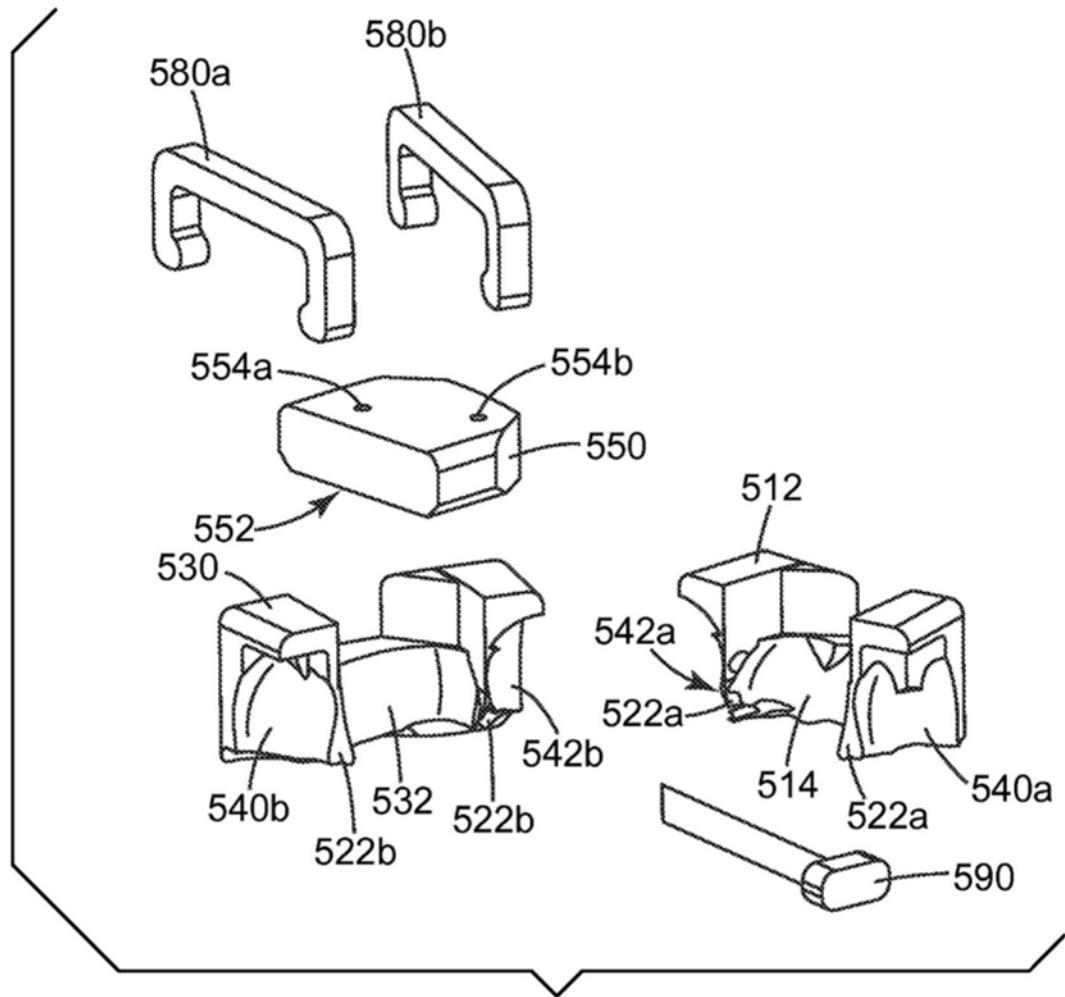


图19

图19

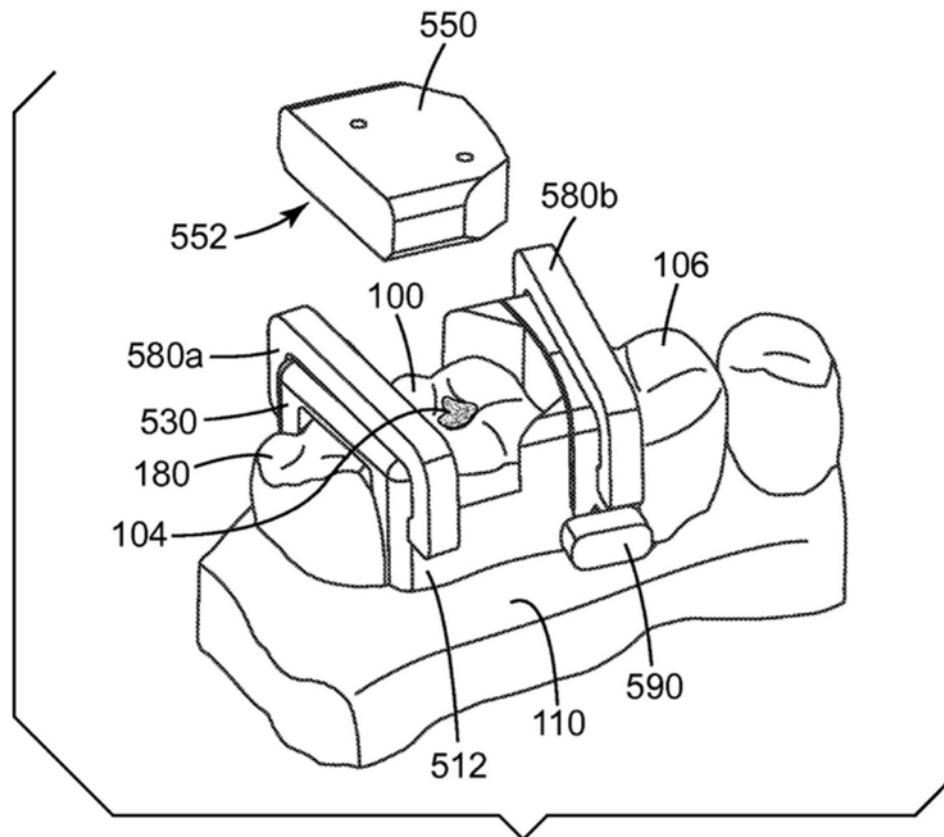


图20

图20

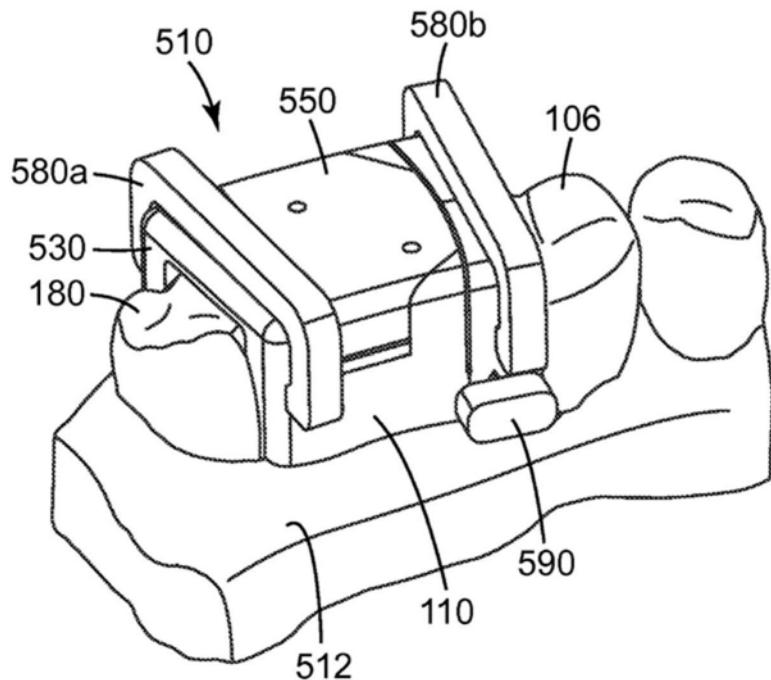


图21

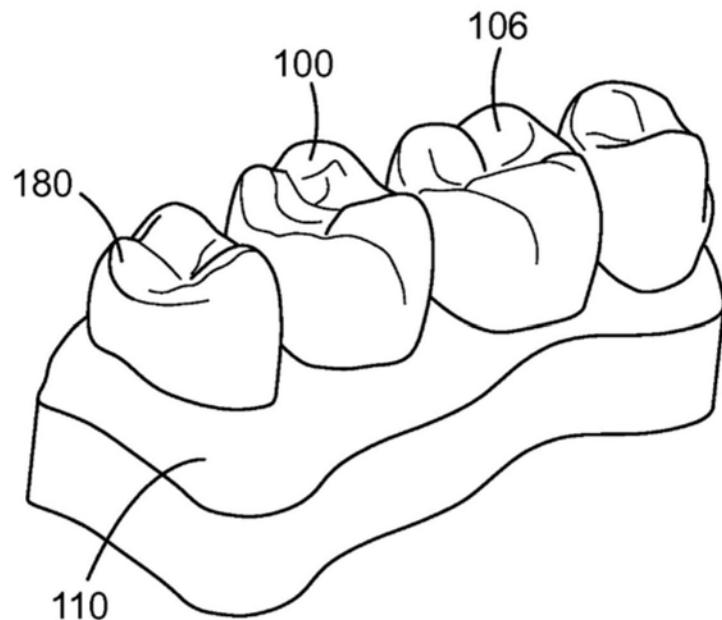


图22

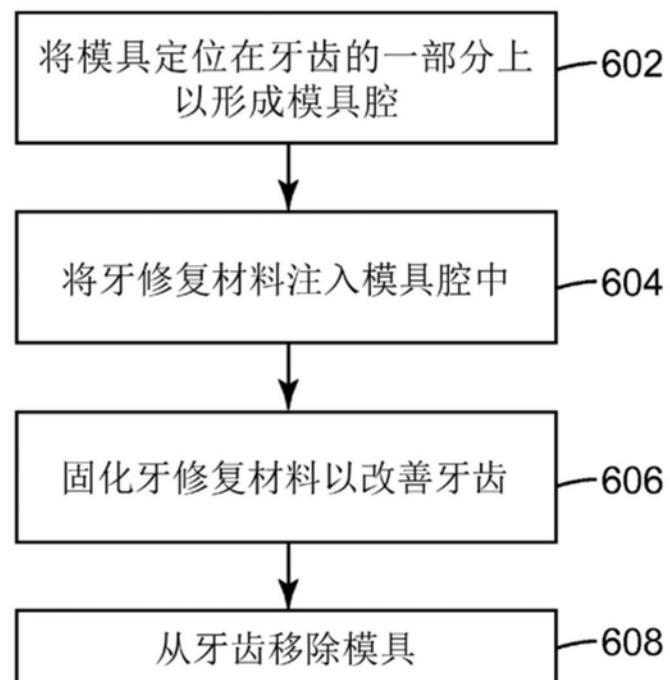


图23