



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104602643 B

(45)授权公告日 2017.03.08

(21)申请号 201380046560.4

(72)发明人 埃里克·库奥

(22)申请日 2013.08.23

(74)专利代理机构 北京泛诚知识产权代理有限公司 11298

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104602643 A

代理人 杨本良 文琦

(43)申请公布日 2015.05.06

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

A61C 9/00(2006.01)

13/605,949 2012.09.06 US

A61C 7/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.03.06

(56)对比文件

US 2011004331 A1,2011.01.06,

US 2011004331 A1,2011.01.06,

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/IB2013/001832 2013.08.23

US 2006263740 A1,2006.11.23,

US 2009208897 A1,2009.08.20,

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/037778 EN 2014.03.13

WO 2012011101 A2,2012.01.26,

审查员 张小芳

(73)专利权人 阿莱恩技术有限公司
地址 美国加利福尼亚州

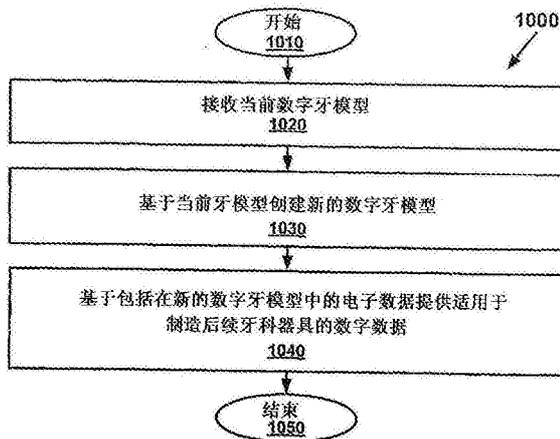
权利要求书6页 说明书13页 附图10页

(54)发明名称

用于制作后续牙科器具的方法和系统

(57)摘要

接收当前数字牙模型,该当前数字牙模型包括具有装接到物理牙齿或者口腔的当前牙科器具的患者的一组物理牙齿的代表。当前数字牙模型是一组物理牙齿和当前牙科器具的直接数字扫描。物理牙齿处于当前牙科器具的全部或部分将要从一个以上的一组物理牙齿移除并且将要使用后续器具时的治疗位置。基于包括不具有当前牙科器具的一组物理牙齿的代表的新的数字牙模型来创建当前数字牙模型。



1. 一种能够用于制作后续牙科器具的方法,包括:

接收当前数字牙模型,该当前数字牙模型包括患者的一组物理牙齿的第一代表,当前牙科器具装接到所述物理牙齿或者口腔,其中所述当前数字牙模型是在移除所述当前牙科器具的全部或部分之前的所述一组物理牙齿和所述当前牙科器具的直接数字扫描;

基于所述当前数字牙模型,创建新的数字牙模型,该新的数字牙模型包括不具有所述当前牙科器具的所述一组物理牙齿的第一代表;以及

基于包括在所述新的数字牙模型中的电子数据,来提供适用于制造所述后续牙科器具的数字数据;

其中,通过一个以上的计算机处理器执行所述接收和所述创建,

其中,所述方法还包括获得所述当前数字牙模型的全部或一部分的第二代表;并且其中

创建所述新的数字牙模型包括将所述第二代表重叠在所述第一代表的全部或部分上,以及

基于所述重叠确定所述当前数字牙模型的非重叠部分。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,接收所述当前数字牙模型还包括:

接收当所述牙齿位于或接近于期望的牙齿排列时采集的所述当前数字牙模型。

3. 一种能够用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前制作后续牙科器具的方法,该方法包括:

接收当前数字牙模型,该当前数字牙模型包括患者的一组物理牙齿的第一代表,所述当前牙科器具装接到所述物理牙齿或者口腔,其中所述当前数字牙模型是所述一组物理牙齿和所述当前牙科器具的直接数字扫描,并且其中所述物理牙齿位于当所述当前牙科器具的全部或部分将要从一个以上的所述一组物理牙齿移除并且将要使用后续器具时的治疗中的位置;

基于所述当前数字牙模型创建新的数字牙模型,该新的数字牙模型包括不具有所述当前牙科器具的所述一组物理牙齿的第一代表;以及

在将所述当前牙科器具的全部或部分从所述一组物理牙齿移除之前,基于包括在所述新的数字牙模型中的电子数据,来提供适用于制造所述后续牙科器具的数字数据,其中,通过一个以上的计算机处理器执行所述接收和所述创建,

其中,所述方法还包括获得所述当前数字牙模型的全部或一部分的第二代表;并且其中

创建所述新的数字牙模型包括将所述第二代表重叠在所述第一代表的全部或部分上,以及

基于所述重叠确定所述当前数字牙模型的非重叠部分。

4. 如权利要求1或3所述的方法,其中,接收所述当前数字牙模型还包括:

接收包括所述患者的所述一组物理牙齿的第一代表的所述当前数字牙模型,且所述当前牙科器具装接到位于或接近于期望的牙齿排列的所述物理牙齿。

5. 如权利要求1或3所述的方法,其中,制造所述后续牙科器具还包括:

基于所述新的数字牙模型中的所述电子数据,在将所述当前牙科器具从所述一组物理牙齿移除之前制造固位器具。

6. 如权利要求1或3所述的方法,其中,接收所述当前数字牙模型还包括:

接收包括所述患者的所述一组物理牙齿的第一代表的所述当前数字牙模型,并且所述当前牙科器具从由一组牙箍、适用于与可移除的塑料定位牙科器具一起使用的附件、适用于装接到所述患者的齿龈下的骨骼的牙科器具、睡眠呼吸暂停器具、咬合板、齿桥、植入物、正畸带、固定的舌侧固位器、和一组舌侧牙箍组成的组中选择,其中,适用于装接到骨骼的牙科器具从由临时锚具、微型螺钉、微型板、球形、托槽型和钩型组成的组中选择。

7. 如权利要求1或3所述的方法,其中,接收所述当前数字牙模型还包括:

接收包括所述患者的一组物理牙齿的第一代表的所述当前数字牙模型,并且所述当前牙科器具是装接到一个以上的所述物理牙齿的牙科器具。

8. 如权利要求1或3所述的方法,其中,所述物理牙齿接近但未处于期望的牙齿排列,并且其中所述方法还包括:将所述新的数字牙模型中的一个以上的牙齿的位置调整到所述期望的牙齿排列。

9. 如权利要求8所述的方法,其中,所述当前牙科器具包括正畸带,该正畸带使得在两个所述物理牙齿之间产生牙间距离,并且其中,所述方法还包括:

将所述新的数字牙模型中的、被所述牙间距离间隔开的两个所述物理牙齿中的至少一个物理牙齿的位置调整到所述期望的牙齿排列。

10. 如权利要求1或3所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

将所述患者的每个分割的数字牙齿重叠在与所述当前数字牙模型相关的对应的数字牙齿上,其中所述分割的数字牙齿源自所述一组物理牙齿,而没有任何牙科器具施加到所述一组物理牙齿上;

基于所述重叠确定所述当前数字牙模型的非重叠部分;以及

通过将所述当前数字牙模型的非重叠部分移除,来创建所述新的数字牙模型。

11. 如权利要求1或3所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

将所述当前牙科器具的全部或一部分的所述第二代表重叠在与所述第一代表相关的所述当前牙科器具上;

基于所述重叠确定所述第一代表的重叠部分;以及

通过将所述第一代表的重叠部分移除,来创建所述新的数字牙模型。

12. 如权利要求11所述的方法,其中,重叠所述当前牙科器具的全部或一部分的第二代表还包括:重叠从由托槽、线、扣、楔块、管、钩、带、绷带、矫正器附件以及O形环组成的组中选择的所述部分的所述第二代表。

13. 如权利要求11所述的方法,其中,所述方法还包括:

接收当所述当前牙科器具未施加于所述患者的一个以上的物理牙齿时的所述当前牙科器具的图像;以及

使用该图像作为所述第二代表。

14. 如权利要求11所述的方法,其中,所述方法还包括:

接收与所述当前牙科器具相同类型或相似类型的牙科器具的图像;以及

使用该图像作为所述第二代表。

15. 如权利要求14所述的方法,其中,所述方法还包括:

接收来自牙科器具的资料库的所述图像。

16. 如权利要求1或3所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

基于与所述当前牙科器具相关的托槽基部的下表面的轮廓,估计与所述当前数字牙模型相关的数字牙齿的部分的轮廓;以及

从所述第一代表移除所述当前牙科器具。

17. 如权利要求1或3所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

从所述当前数字牙模型数字地移除所述当前牙科器具;

确定所述当前牙科器具的虚拟部分下方的第一数字牙齿的区域,其中所述第一数字牙齿与所述当前数字牙模型相关并且所述虚拟部分与所述当前牙科器具相关;

接收与所述第一数字牙齿相似的第二数字牙齿的区域;以及

基于所述第二数字牙齿的区域,重建所述第一数字牙齿的区域的轮廓。

18. 如权利要求17所述的方法,其中,确定所述当前牙科器具的虚拟部分下方的所述第一数字牙齿的区域还包括:

确定从由托槽、线、扣、楔块、管、钩、带、绷带、附件以及O形环组成的组中选择的虚拟部分下方的所述第一数字牙齿的区域。

19. 如权利要求1或3所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

使用一个以上的下列操作来创建所述新的数字牙模型,

将所述患者的分割的数字牙齿重叠在与所述当前数字牙模型相关的第一数字牙齿上,

将所述当前牙科器具的全部或一部分的第二代表重叠在与所述当前数字牙模型相关的所述当前牙科器具上,

基于与所述当前牙科器具相关的托槽基部的下表面的轮廓,估计与所述当前数字牙模型相关的第二数字牙齿的部分的轮廓,以及

将相似的数字牙齿重叠在所述当前数字牙模型的第三数字牙齿上。

20. 如权利要求19所述的方法,其中,所述第一数字牙齿、所述第二数字牙齿、和所述第三数字牙齿对应于所述患者的物理牙齿之中的不同牙齿。

21. 如权利要求1或3所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

将第二数字牙齿重叠到所述当前数字牙模型的第一数字牙齿,其中所述第一数字牙齿和所述第二数字牙齿是相似的;以及

通过将所述第一代表的非重叠部分移除,来创建所述新的数字牙模型。

22. 如权利要求21所述的方法,其中,将所述第二数字牙齿重叠到所述第一数字牙齿还包括:

将所述第二数字牙齿重叠到所述当前数字牙模型的所述第一数字牙齿,其中所述第二数字牙齿是不源自所述患者的物理牙齿的多个数字牙齿的平均。

23. 如权利要求21所述的方法,其中,将所述第二数字牙齿重叠到所述第一数字牙齿还包括:

将第二数字牙齿重叠到所述当前数字牙模型的第一数字牙齿,其中所述第一数字牙齿和所述第二数字牙齿代表所述患者的不同的物理牙齿。

24. 如权利要求21所述的方法,其中,将所述第二数字牙齿重叠到所述第一数字牙齿还包括:

将所述第二数字牙齿重叠到所述当前数字牙模型的所述第一数字牙齿,其中所述第二

数字牙齿代表不是所述患者的人的物理牙齿。

25. 如权利要求21所述的方法,其中,所述方法还包括:

基于所述第一数字牙齿的大小来缩放所述第二数字牙齿的大小。

26. 如权利要求1或3所述的方法,其中,所述方法还包括:

基于提供的所述数字数据,在将所述当前牙科器具的全部或部分从所述一组物理牙齿移除之前制造所述后续牙科器具。

27. 一种能够用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前创建后续数字牙模型的方法,该方法包括:

接收当前数字牙模型,该当前数字牙模型包括患者的所述一组物理牙齿的第一代表,所述当前牙科器具装接到所述物理牙齿或者口腔,其中所述当前数字牙模型是所述一组物理牙齿和所述当前牙科器具的直接数字扫描,并且其中所述物理牙齿位于当所述当前牙科器具的全部或部分将要从一个以上的所述一组物理牙齿移除并且将要使用后续器具时的治疗中的位置;以及

基于所述当前数字牙模型创建新的数字牙模型,该新的数字牙模型包括不具有所述当前牙科器具的所述一组物理牙齿的第一代表,

其中,所述方法还包括获得所述当前数字牙模型的全部或一部分的第二代表;并且其中

创建所述新的数字牙模型包括将所述第二代表重叠在所述第一代表的全部或部分上,以及

基于所述重叠确定所述当前数字牙模型的非重叠部分。

28. 一种使用运行计算机可执行的指令的计算机系统从患者的一组物理牙齿移除当前牙科器具之前制作后续牙科器具的方法,该方法包括:

接收当前数字牙模型,该当前数字牙模型包括患者的所述一组物理牙齿的第一代表,所述当前牙科器具装接到所述物理牙齿或者口腔,其中所述当前数字牙模型是所述一组物理牙齿和所述当前牙科器具的直接数字扫描,并且其中所述物理牙齿位于当所述当前牙科器具的全部或部分将要从一个以上的所述一组物理牙齿移除并且将要使用后续器具时的治疗中的位置;以及

基于所述当前数字牙模型创建新的数字牙模型,该新的数字牙模型包括不具有所述当前牙科器具的所述一组物理牙齿的第一代表,

其中,所述创建时计算机自动化的,并且

其中,所述新的数字牙模型包括电子数据,该电子数据适用于在将所述当前牙科器具的全部或部分从所述一组物理牙齿移除之前的所述后续牙科器具的制造,

其中,所述方法还包括获得所述当前数字牙模型的全部或一部分的第二代表;并且其中

创建所述新的数字牙模型包括将所述第二代表重叠在所述第一代表的全部或部分上,以及

基于所述重叠确定所述当前数字牙模型的非重叠部分。

29. 如权利要求28所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

将所述患者的每个分割的数字牙齿重叠在与所述当前数字牙模型相关的对应的单个

数字牙齿上。

30. 如权利要求28所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

基于与所述当前牙科器具相关的托槽基部的下表面的轮廓,估计与所述当前数字牙模型相关的数字牙齿的部分的轮廓。

31. 如权利要求28所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

基于第二数字牙齿的区域,确定第一数字牙齿的区域的轮廓,

其中,所述第一数字牙齿的区域位于与所述当前牙科器具相关的虚拟的托槽牙箍的下方,并且其中所述第一数字牙齿与所述当前数字牙模型相关。

32. 如权利要求28所述的方法,其中,创建所述新的数字牙模型还包括:

将第二数字牙齿重叠到所述当前数字牙模型的第一数字牙齿,其中所述第一数字牙齿与所述第二数字牙齿相似;以及

移除所述当前数字牙模型的非重叠部分。

33. 如权利要求28所述的方法,其中,所述物理牙齿接近但未处于期望的牙齿排列,并且其中所述方法还包括:

创建新的数字牙模型,该新的数字牙模型包括调整到所述期望的牙齿排列的所述一组物理牙齿的第一代表。

34. 如权利要求28所述的方法,其中,所述当前牙科器具包括正畸带,该正畸带至少部分地使得在两个所述物理牙齿之间产生牙间间隙,并且其中,所述方法还包括:

通过将所述新的数字牙模型中的、被所述牙间间隙间隔开的两个所述物理牙齿中的至少一个物理牙齿的位置调整到期望的牙齿排列,来创建包括所述一组物理牙齿的第一代表的所述新的数字牙模型,所述牙间间隙至少部分地由正畸带形成。

35. 一种能够用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前制作后续牙科器具的系统,该系统包括:

适用于接收当前数字牙模型的当前数字牙模型接收构件,该当前数字牙模型包括所述患者的所述一组物理牙齿的第一代表,所述当前牙科器具装接到所述物理牙齿或者口腔,其中所述当前数字牙模型是所述一组物理牙齿和所述当前牙科器具的直接数字扫描,并且其中所述物理牙齿位于当所述当前牙科器具的全部或部分将要从一个以上的所述一组物理牙齿移除并且将要使用后续器具时的治疗中的位置;以及

适用于新的数字牙模型的计算机自动化创建的新的数字牙模型创建构件,该新的数字牙模型包括不具有所述当前牙科器具的所述一组物理牙齿的第一代表,

其中,所述新的数字牙模型包括电子数据,该电子数据适用于在将所述当前牙科器具的全部或部分从所述一组物理牙齿移除之前的所述后续牙科器具的制造,

其中,所述系统还包括获得所述当前数字牙模型的全部或一部分的第二代表的构件;并且其中

创建所述新的数字牙模型包括将所述第二代表重叠在所述第一代表的全部或部分上,以及

基于所述重叠确定所述当前数字牙模型的非重叠部分。

36. 如权利要求35所述的系统,其中,所述新的数字牙模型创建构件进一步适用于:

将所述患者的分割的数字牙齿重叠在与所述当前数字牙模型相关的对应的单个数字

牙齿上,其中从未装接有所述当前牙科器具的所述患者的一组物理牙齿采集的数字牙模型获得所述分割的数字牙齿。

37.如权利要求35所述的系统,其中所述新的数字牙模型创建构件进一步适用于:

将所述当前牙科器具的全部或者一部分的所述第二代表重叠在所述当前牙科器具上,其中,从由牙科器具的资料库和当未施加于所述一组物理牙齿时的所述当前牙科器具的图像组成的组中选择的资源,来获得所述当前牙科器具的第二代表。

38.根据权利要求35所述的系统,所述新的数字牙模型创建构件进一步适用于:

估计包括在所述当前数字牙模型中的数字牙齿的子部分的轮廓,其中,所述估计基于托槽基部的下表面的轮廓。

39.根据权利要求35所述的系统,所述新的数字牙模型创建构件进一步适用于:

基于多个物理牙齿的平均创建相似的数字牙齿;以及

基于所述相似的数字牙齿的对应部分确定所述当前数字牙模型的数字牙齿的部分的轮廓。

40.如权利要求35所述的系统,其中,所述新的数字牙模型是中期数字牙模型,并且其中所述新的数字牙模型创建构件进一步适用于:

创建一系列的中期数字牙模型中的一个。

41.根据权利要求40所述的系统,其中,所述一系列的中期数字牙模型接近所述患者的齿龈轮廓的一系列变化。

42.如权利要求41所述的系统,其中,第一齿龈建模技术被用于所述患者的齿龈的第一部分,并且第二齿龈建模技术用于所述患者的齿龈的第二部分。

43.如权利要求41所述的系统,其中,基于模拟确定所述患者的齿龈轮廓的变化。

44.如权利要求41所述的系统,其中,基于所述患者的原始的齿龈轮廓而不需要模拟来确定所述患者的齿龈轮廓的变化。

45.如权利要求41所述的系统,其中,所述患者的齿龈轮廓的变化是由所述齿龈轮廓的扩大和回缩引起的。

46.如权利要求35所述的系统,其中,使用口内扫描获得所述当前数字牙模型。

47.如权利要求35所述的系统,其中,所述后续牙科器具是可移除的塑料定位牙科器具。

48.如权利要求47所述的系统,其中,治疗位置不是最终牙齿排列,并且其中所述可移除的塑料定位牙科器具是用于实现最终牙齿排列的一系列可移除的塑料定位牙科器具中的一个。

49.如权利要求35所述的系统,其中,所述新的数字牙模型创建构件接收至少一个使用者选择的所述当前牙科器具的立体像素或所述当前牙科器具的一部分,并且识别所述当前牙科器具的边界或所述牙齿被所述当前牙科器具覆盖的部分。

50.如权利要求35所述的系统,其中,所述新的数字牙模型创建构件接收至少一个使用者选择的所述牙齿的表面的立体像素,并且识别所述当前牙科器具的边界或所述牙齿未被所述当前牙科器具覆盖的部分。

用于制作后续牙科器具的方法和系统

背景技术

[0001] 为了防止患者的牙齿位置从完成的牙齿排列偏离,在患者的正畸牙箍移除后,患者常常需要佩戴一些类型的牙科器具,诸如固位器、定位器或咬合板。本文中,一组牙箍作为被称作“当前牙科器具”的一个实例。本文中,当前牙科器具移除后佩戴的牙科器具被称作“后续牙科器具”。固位器是后续牙科器具的一个实例。可选择地,在治疗期间,佩戴正畸牙箍的患者可能希望不再继续佩戴结合的牙箍,并且利用诸如隐形可移除塑料矫正器的附加牙科器具来完成其剩余的治疗。在治疗包括牙箍及随后的可移除矫正器的结合的情况下,期望的情况是,牙箍和矫正器之间的转换不需要在治疗的该两个阶段之间制作临时保持固位器(以使在牙箍移除后牙齿的移动最小化)。

[0002] 为制作后续牙科器具,可以采用仍然粘附于患者牙齿的当前牙科器具作为物理印模,以使在当前牙科器具移除之后和后续牙科器具交付使用之间可能发生的不良的牙齿移动量最小化。通过将当前牙科器具留在印模上,希望能够在牙齿保持在当前牙科器具上的同时制作后续牙科器具并且在当前牙科器具移除后立即交付使用后续牙科器具。然而,利用粘附于患者的当前牙科器具进行印模对临床医生和患者都是困难的,这是因为当前牙科器具中存在的咬边,该咬边当其设定时锁定在印模材料中。这不仅使患者感到不适和混乱,例如,如果当前牙科器具仍然存在时需要使用过大的力来将锁定的印模从牙齿移除,则这还能够导致印模变形。作为印模变形的结果,当后续牙科器具交付使用时,该后续牙科器具可能不能良好地安装到患者的牙齿。即使在采用该印模后,技术员需要花费相当的努力来手动清洁由该印模制成的任何模型,并且手动移除当前器具的所有部分和采用该印模引起的任何变形或其他缺陷。这仅是为何物理印模不理想的少数实例。

[0003] 更多时候,在进行印模之前,专业处理人员将等待直到当前牙科器具移除。这消除了利用当前器具进行印模的一些困难,但导致在制作后续牙科器具所需的周期内,需要临时固位器或没有固位器可用。后续牙科器具使用前,后者可能导致牙齿移动风险。在任一情况下,都需要另外预约专业处理人员来安装并施用后续器具。

附图说明

[0004] 合并实施例的说明中并形成实施例的说明的一部分的附图示出了本发明的各种实施例,并且和说明一起用于解释下面讨论的原理:

[0005] 图1a至1d、1f、1g示出根据各种实施例的具有各个物理牙齿和齿龈的患者的一组物理牙齿以及装接到患者的一组物理牙齿的牙科器具的实例。

[0006] 图1e示出根据一个实施例的移除正畸带后的患者的物理牙齿。

[0007] 图2a至6c示出根据各种实施例的创建新的数字牙模型的技术。

[0008] 图7示出根据一个实施例的患者齿龈的变化。

[0009] 图8a和8b描绘了根据各种实施例的装接到患者口腔内部的临时锚具(TAD)800的实例。

[0010] 图9是根据一个实施例的、用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前

制作后续牙科器具的系统的框图。

[0011] 图10描绘根据一个实施例的、用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前制作后续牙科器具的方法的流程图。

[0012] 图11至15描绘出根据各种实施例的用于创建新的数字牙模型的方法的流程图。

[0013] 图16描绘出根据一个实施例的数字牙齿1600,该数字牙齿1600代表可以从治疗的一个位置移动到治疗的另一个位置的患者的的一组物理牙齿中的一个牙齿。

[0014] 图17至19示出根据一个实施例的用于识别限定患者牙列中牙齿和牙龈之间边界的齿龈边缘并且模拟齿龈的变化的技术。

[0015] 除非特别注明,说明中涉及的附图不应当被理解为按比例绘制。

具体实施方式

[0016] 根据一个实施例,刚好在当前牙科器具移除并且被后续牙科器具替代之前,诸如数字图像的当前数字牙模型由患者的物理牙齿组成,该患者的物理牙齿具有正常地装接到患者的物理牙齿的一个以上当前牙科器具。如果该后续器具是治疗终期固位器,则牙齿通常处于或接近牙齿的期望排列。如果该后续器具是治疗中期器具,则牙齿处于初始排列和期望排列之间的治疗排列。

[0017] 各种类型的直接或间接的扫描或成像(诸如口内扫描、CBCT或包括激光或计算机断层摄影术的各种类型的物理模型或印模的扫描)能够用于创建当前数字牙模型。根据优选实施例,当前数字牙模型是具有装接到一个以上物理牙齿的当前牙科器具的一组物理牙齿的直接数字扫描。各种实施例也可以使用装接到患者口腔的当前牙科器具,诸如对于患者齿龈下的骨骼。

[0018] 当前牙科器具的实例包括适用于装接到一个以上患者牙齿的任何牙科器具和适用于装接到患者齿龈下的骨骼的牙科器具等。更具体地,例如,当前牙科器具可以包括一个以上项目,并且可以是一组牙箍(可以包括结合托槽、扣(botton)、粘合带,或以上的结合)、装接到患者口腔的临时锚具(TAD)、或适用于与可移除的塑料定位牙科器具(本文也称作“矫正器”)一起使用的牙科附件、适用于装接到患者齿龈下的骨骼的牙科器具、睡眠呼吸暂停器具、咬合板、齿桥、植入物、正畸带、固定的舌侧固位器、一组舌侧牙箍或任何已经固定地装接到口腔的任意部分的项目的全部或一部分。TAD的种类的实例为微型螺钉、微型板、球型、托槽型和钩型。当前牙科器具可以定位在面/颊表面、患者的物理牙齿的舌侧表面、齿龈或者以上的结合任意一个上。

[0019] (完全或部分地)对齐的牙齿的新的数字牙模型能够基于具有当前牙科器具的现有牙齿的模型创建,或由不具有当前牙科器具的未对齐的牙的先前模型创建。如本文所述,例如,可以通过将当前牙科器具从当前数字牙模型移除、或将(同一患者)更早时间点的没有牙科器具的数字牙齿移动到与(具有牙科器具的)当前数字牙模型中牙齿相同的位置等,来创建新的数字牙模型。根据一个实施例,新的数字牙模型的创建是计算机自动化的。新的数字牙模型的创建能够完全自动化或大致自动化。

[0020] 在将当前牙科器具从患者的物理牙齿移除之前,新的数字牙模型能够用于制造后续牙科器具。后续牙科器具的实例是固位器、(主动)矫正器、扩张器、咬合板或者护牙套、或者定位器。固位器可以是Hawley、Essix型、结合线、任意的真空型内支架、弹簧固位器、隐

形咬合板或者以上的结合。咬合板的至少一个实例是正畸外科咬合板等。

[0021] 根据一个实施例,当前数字牙模型和新的数字牙模型包括患者齿龈的一部分。例如,当前数字牙模型和新的数字牙模型可以包括患者齿龈的、被后续牙科器具覆盖或邻近后续牙科器具的至少一部分。

[0022] 根据一个实施例,当前数字牙模型和新的数字牙模型可以包括数字牙齿,该数字牙齿表示自然的或者修补性的(例如,牙冠或牙桥假体)所有临床上存在的(不包括未长出的和/或阻生的牙齿)患者的物理牙齿。然而,为了简化,多数附图仅描述了患者的物理牙齿的子部分。

[0023] 图1a示出具有各个物理牙齿100a至100d和齿龈102的患者的一组物理牙齿100。图1b至1d、1f、1g示出根据各种实施例的装接到患者的一组物理牙齿100的牙科器具112、122、132、152、162的实例。为了简化,图1a至1g仅描绘了患者的物理牙齿的子部分。

[0024] 实例110描绘了装接有一组正畸牙箍112的患者的一组物理牙齿100。一组牙箍112可以包括一个以上托槽、弓丝等。实例120描绘了具有牙科附件122的患者的一组物理牙齿100,牙科附件122适用于与诸如矫正器这样的可移除的塑料定位牙科器具一起使用。实例130描绘了装接到患者的一组物理牙齿100的正畸带。实例140描绘了在正畸带132已经移除后,牙齿的侧部上的间隙142、146和牙齿背侧的间隙144。实例150描绘了固定的舌侧固位器152。实例160描绘了舌侧牙箍。

[0025] 如图1b、1c、1d、1f、1g描绘的牙科托槽和牙科附件被视作一些实例,并且由于牙科器具112、122、132、132、152、162当前装接到患者的物理牙齿100,所以该牙科托槽和牙科附件应被称为“当前牙科器具”。牙科附件122可以是与矫正器一起使用的矫正器附件。

[0026] 根据一个实施例,患者的一组物理牙齿100处于或接近期望的牙齿排列。根据一个实施例,期望的牙齿排列是作为正畸治疗的结果而完成的最终的牙齿排列。根据一个实施例,患者的物理牙齿100可能处于作为正畸治疗的结果的期望的牙齿排列。根据另一个实施例,患者的物理牙齿100接近但未完全处于期望的牙齿排列。例如,由于当前牙科器具112,诸如粘合正畸带132(图1d)的特征可以占据两个互相邻近的物理牙齿之间的小间隙。邻近的物理牙齿之间的间隙142、146(图1e)也能够称作“牙间间隙”。当移除该带时,由于该带而存在的牙间间隙将闭合。各种实施例也适于接近但未完全处于期望的牙齿排列的物理牙齿。另一个实例是专业处理人员可能想在牙齿完全移动到期望的牙齿排列前开始制作后续器具。

[0027] 虽然在一组牙箍112的情况下描述了多个实施例,当前牙科器具可以是能够装接到一个以上患者的物理牙齿100或者装接到患者口腔内的组织的任意类型的牙科器具。当前牙科器具可以是适于与可移除的塑料定位牙科器具一起使用的任意类型的牙科器具。

[0028] 图2a至c示出根据一个实施例的用于创建新的数字牙模型的技术。图2a描绘了患者的分割的数字牙齿200,图2b描绘了当前数字牙模型210,并且图2c描绘了新的数字牙模型220。当前数字牙模型210是患者的一组物理牙齿100(图1a)和当前装接到患者的物理牙齿100的牙科器具112(图1b)的代表。

[0029] 根据一个实施例,在没有任何牙科器具位于患者的物理牙齿100上的状态下,进行患者的物理牙齿100的数字扫描。数字扫描能够进行以创建患者的分割的数字牙齿200。分割的数字牙齿200的每一个200a至200d代表患者的物理牙齿100(图1a)中不同的一个牙齿

100a至100d(图1a)。根据一个实施例,每个分割的数字牙齿200具有其自身的一个以上的轴和三维(3D)坐标,使得每个分割的数字牙齿能够自由地定位在3D空间中。如将在图16的情况下更详细描述,例如,单独的3D坐标或结合一个以上轴的3D坐标能够用于:基于与当前数字牙模型210或者新的数字牙模型220相关的每个单独的数字牙齿210a至210d、220a至220d的位置,定位每个分割的数字牙齿200。

[0030] 每个分割的数字牙齿200a至200d能够重叠在与当前数字牙模型210相关的对应的数字牙齿210a至210d上。共同分享(即,未被牙科器具覆盖)的表面能够用作于重叠的参考和基准。随后,能够基于新的数字牙模型220(新的数字牙模型220能够是分割的或非分割的或部分分割的)中对等牙齿的位置,将分割的数字牙齿200a至200d的新位置指定到每个单独的牙齿。非重叠部分包括当前数字牙模型210的不属于原始数字牙模型的被分割的数字牙齿200代表的部分的任意部分。例如,非重叠部分能够包括当前牙科器具112和用于将当前牙科器具112装接到患者的物理牙齿100(图1b)的任何粘合剂。非重叠部分还可以包括(例如,由于炎症的)齿龈轮廓的变化。能够通过移除当前数字牙模型210的非重叠部分或通过基于不含非重叠部分的重叠部分创建新的数字牙模型220,来创建新的数字牙模型220。

[0031] 图3a至3c示出根据一个实施例的用于创建新的数字牙模型的技术。图3a描绘当前牙科器具的代表300,图3b描绘了当前数字牙模型210(图2b),并且图3c描绘了新的数字牙模型320。当前牙科器具的代表300可以从相同的物理牙科器具获取的图像。例如,可以在牙科器具112未施用于患者的物理牙齿100(图1a)时,获取牙科器具112(图1b)的数字图像。当前牙科器具的代表300或者部分300a、300b可以是例如从不同类型的牙科器具的资源库获得的图像。获得的图像可以是与当前牙科器具112(图1b)同类型或相似类型的不同的物理牙科器具的图像。例如,获得的图像可以是与当前牙科器具112(图1b)同样式或同模型或两者的结合的不同物理牙科器具的图像。

[0032] 当前牙科器具112(图1b)的整体300或者部分300a、300b的代表可以是重叠的。当前牙科器具112(图1b)的部分300a、300b的实例是托槽、线、带、管、楔块、扣、结扎丝、钩、矫正器附件以及O形环。

[0033] 当前牙科器具的代表300能够重叠在当前数字牙模型210(图2b)上。能够确定当前数字牙模型210的被当前牙科器具的代表300或被部分300a、300b重叠的部分。能够通过从当前数字牙模型210移除重叠部分或通过基于不含重叠部分的非重叠部分创建新的数字牙模型320,来创建新的数字牙模型320。

[0034] 根据一个实施例,新的数字牙模型320可能包括过量粘合剂的代表、或者由于粘合剂引起的物理牙齿的表面的偏移、或者以上的结合。因此,基于新的数字牙模型320制作的后续牙科器具将配合患者的物理牙齿100(图1a),但该后续牙科器具可能比使用例如新的数字牙模型220(图2b)制作的后续牙科器具稍大。各种实施例能够用于移除过量粘合剂的代表。例如,至少在图5a至5c的情况下描述的各种实施例可以被用于移除过量粘合剂的代表。

[0035] 图4a至4c示出根据一个实施例的用于创建新的数字牙模型的技术。数字4a描绘了托槽基部400、作为当前数字牙模型210的一部分的数字牙齿210b,以及作为新的数字牙模型420的一部分的代表420b。托槽基部400与患者的当前牙科器具112(图1b)相关联或者与和当前牙科器具112(图1b)相似类型或相同类型的牙科器具相关联。托槽基部400的下表面

402具有与数字牙齿210b的部分440的轮廓450相近的轮廓404。

[0036] 如图4b所描绘的,托槽基部400利用粘合剂430装接到数字牙齿210b的部分440。根据一个实施例,基于托槽基部400的下表面402的轮廓404估计与当前数字牙模型210(图2b)相关的数字牙齿210b的部分440的轮廓450。

[0037] 如本文讨论的,各种实施例适合于根据牙科器具的除了如此处所讨论的托槽基部之外的其他部分来近似数字牙齿部分440的轮廓450。例如,如果数字牙齿的部分位于结合的舌面丝下方,则各种实施例适合于使用结合的舌面丝下面的轮廓来估计数字牙齿的将位于该丝下方的部分的轮廓。

[0038] 参考图4c,根据一个实施例,新的数字牙模型420的新的数字牙齿420b可以包括过量粘合剂430的代表或者由于粘合剂430引起的物理牙齿的表面的偏移、或者以上的结合。例如,粘合剂430可能呈现为数字牙齿210b的部分。因此,将基于新的数字牙模型420(图4c)制作的后续牙科器具配合患者的物理牙齿100(图1a),但该后续牙科器具可能比使用例如新的数字牙模型220(图2b)制作的后续牙科器具稍大。因此,其对移除上述过量粘合剂的代表或偏移是理想的。各种实施例能够用于移除过量粘合剂430的代表。例如,至少在图5a至5c的情况下描述的各种实施例可以用于移除过量粘合剂430的代表。

[0039] 图5a至5c示出根据一个实施例的用于创建新的数字牙模型的技术。图5a描绘了分别与和当前数字牙模型210相关的各个数字牙齿210a至210d(图2b)相似的各个数字牙齿500a至500d。例如,可以通过平均来自数字牙齿的资源库获得的多个数字牙齿来获得相似的数字牙齿500a至500d。相似的数字牙齿500a至500d可以是与患者相关的另一个物理牙齿的图像。例如,由于多数个体的中腔对称,患者的两个门牙100b、100c(图1a)是近似相互镜像的。能够基于患者对侧的门牙100c的数字图像的镜像,创建患者的一个门牙100b的数字图像。物理牙齿100a和100d(图1a)也是互相相似的牙齿的实例。例如,物理牙齿100a的镜像可以重叠在数字牙齿210d上或者物理牙齿100d的镜像可以重叠在数字牙齿210a上。相似的数字牙齿500可以是患者以外的另一个人的物理牙齿的图像。例如,可以基于与患者相似的人口统计特征选择其他的人。用于确定数字牙齿是否互相相似的人口统计特征的实例包括性别、年龄、种族、牙齿的大小(诸如小、中或大)以及牙齿的形状,诸如球根状的或扁平的、正方形或锥形的。

[0040] 可以基于当前数字牙模型210(图2b)中的数字牙齿210a至210d(图2b)的大小对相似的数字牙齿500a至500d调整大小。例如,相似的数字牙齿500a至500d可以调整大小成匹配或大致匹配当前数字牙模型210的数字牙齿210a至210d中的一个。

[0041] 根据一个实施例,相似的数字牙齿500a至500d调整大小为比其将要重叠的数字牙齿210a至210d稍大,以确保后续牙科器具适合患者的物理牙齿100(图1a)。

[0042] 根据一个实施例,如本文所讨论的,相似的数字牙齿500a至500d具有其自己的三维(3D)坐标,使得相似的数字牙齿500a至500d能够例如基于与当前数字牙模型210或者新的数字牙模型520相关的对应的数字牙齿210a至210d(图2b)的位置来定位。

[0043] 相似的数字牙齿500a至500d中的每一个能够重叠在与当前数字牙模型210相关的对应的数字牙齿210a至210d(图2b)上。与每个相似的数字牙齿500a至500d相关的3D坐标能够作为重叠的一部分重新设定。随后能够确定非重叠部分。例如,非重叠部分包括当前牙科器具112(图1b)。能够通过移除当前数字牙模型210(图2b)的非重叠部分或者通过基于不含

非重叠部分的重叠部分创建新的数字牙模型520来创建新的数字牙模型520。

[0044] 图6a至6c示出根据一个实施例的用于创建新的数字牙模型的技术。当前数字牙模型210中的数字牙齿210b(图2b)的区域或子部分630可以在当前牙科器具112(图1b)的部分的下方。当前牙科器具的部分的实例是托槽、线、管、楔块、扣、结扎丝、钩、带、矫正器附件以及O形环。根据一个实施例,如本文所述,相似的数字牙齿600的对应区域或子部分610能够用于估计当前数字牙模型210中的数字牙齿210b的隐藏区域或子部分630的轮廓。该估计能够用于创建新的数字牙模型620的数字牙齿620b的子部分640的对应区域的轮廓。

[0045] 根据一个实施例,当创建当前数字牙模型210(图2a至6c)时,物理牙齿100(图1a)可以接近但未处于期望的牙齿排列。例如,当前牙科器具可以具有诸如正畸带132(图1d)的特征,其能够防止邻近的物理牙齿之间的牙间间隙完全闭合。在另一个实例中,由于例如旅行计划,当患者的牙齿100(图1a)处于期望的牙齿排列时患者可能不在。可以在患者开始其旅行前创建当前数字牙模型210(图2b),使得在其返回并且该一个以上的当前器具将要移除时,诸如固位器的后续牙科器具是可用的。

[0046] 因此,根据一个实施例,为了在患者的物理牙齿100(图1a)接近但未处于期望的牙齿排列时创建当前数字牙模型210(图2b至6b),新的数字牙模型220至620(图2c至6c)的一个以上数字牙齿的位置可以调整到期望的牙齿排列。属于所述特征的一个以上尺寸或所述特征的说明的信息能够用于确定如何调整新的数字牙模型220至620(图2c至6c)中的一个以上数字牙齿的位置。例如,在正畸带132(图1d)的情况下,(作为已知的尺寸或者从扫描获得的测量尺寸的)正畸带的宽度能够用于调整数字牙齿的位置,以反映当带移除时,被带物理维持的牙间间隙将减小。基于调整到期望的牙齿排列的新的数字牙模型220至620(图2c至6c)制造的后续牙科器具能够用于将物理牙齿移动到期望的牙齿排列。如本文中描述的,单个数字牙齿的3D坐标能够作为调整部分的一部分而被调整,这是指例如单个分割的数字牙齿可以在齿弓中数字地重新定位。

[0047] 图7示出根据一个实施例的患者齿龈的变化。图7描绘了一个患者牙齿700和对应的齿龈710。通常在诸如一组牙箍的当前牙科器具使用后,患者齿龈710会肿大或发炎。随着时间和适当的清洁卫生,患者齿龈710的肿大趋向于减小,导致齿龈轮廓减小。例如,如图7中描绘的,患者齿龈710在 t_0 位于基线(治疗之前),在时间 t_1 变得发炎并且增大到最大,并且随后随着炎症减轻而在时间 t_2 该增大减小,并且在时间 t_3 接近或恢复正常。

[0048] 根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)包括患者齿龈的接近后续牙科器具或被后续牙科器具覆盖或两者的结合的部分。根据一个实施例,能够创建一系列的新的数字牙模型,例如其考虑到患者齿龈轮廓730的变化。例如,新的数字牙模型可以创建为适合时间 t_1 时的患者齿龈710,第二个新的数字牙模型可以创建为适合时间 t_2 时的患者齿龈710,并且第三个新的数字牙模型可以创建为适合时间 t_3 时的患者齿龈710。此外,例如,如图7中所描绘的,从时间 t_0 到 t_1 ,如720所标示的齿龈轮廓730增大。各种实施例也适合于由于当前牙科器具112(图1b)的部分被放置得靠近患者齿龈而肿大的齿龈710。

[0049] 根据一个实施例,如在图17至19的情况下更详细地描述的,模拟患者齿龈中的一个以上变化。

[0050] 根据另一个实施例,治疗前的患者齿龈轮廓用于估计患者齿龈中的一个以上变化。例如,患者牙齿和齿龈在时间 t_0 (图7)采集的数字牙模型是在患者齿龈变化之前或在使

用牙科器具应用之前创建的。本文中讨论的任何类型的成像或扫描可以用于获得数字牙模型。此外,当前数字牙模型可以包括当患者的物理牙齿处于治疗位置或者处于或接近期望的牙齿排列时患者齿龈轮廓的代表。先前数字牙模型和当前数字牙模型能够用于估计随着时间患者齿龈轮廓的变化。例如,线性或指数曲线等能够用于估计患者预期的齿龈变化。根据一个实施例,模拟患者齿龈轮廓使得后续牙科器具适应良好并且不留有任何可能刺激舌头或周围软组织的露出边缘,同时将器具设置成不过于紧,设置得太紧可能引起下方的组织受到器具施加的压力的刺激。根据一个实施例,选择性地模拟患者齿龈。例如,为了示例,假设患者齿龈的第一部分在时间 t_3 是肿大的并且患者齿龈的第二部分在时间 t_3 经历退缩和回缩。在此情况下,第一齿龈建模技术能够被用于患者齿龈的第一部分并且第二齿龈建模技术能够用于患者齿龈的第二部分。例如,在当前牙科器具移除之后将发生在患者齿龈的变化能够使用第一部分的模拟或非模拟实施例来追踪,同时在时间 t_0 采集的患者治疗前齿龈轮廓能够用于第二部分,而不使用或最小化地使用模拟或非模拟实施例。

[0051] 图8a和8b描绘了根据各种实施例的装接到患者口腔的临时锚具(TAD)800的实例。图8a描绘了位于口腔810a的唇(或面)侧的TAD800,并且图8b描绘了具有结合到牙齿的扣820的TAD,该TAD位于口腔810a的舌侧。临时锚具800是当前牙科器具的实例,其可以是当前数字牙模型210(图2b至6b)的一部分并且各种实施例适用于创建排除临时锚具800的新的数字牙模型。为了各种实施例的目的,可以作为当前数字牙模型和新的数字牙模型的一部分的口腔810的部分的实例是诸如固位器的后续牙科器具可以重叠的口腔810的任意部分。齿龈下的齿槽骨骼是患者口腔810的部分的实例。锚具的其他实例是接骨螺钉和板。为了装接到例如线、松紧带或绷带等,TAD 800在其露出到口腔的一端上可以具有球、托槽或钩等。

[0052] 各种实施例也适合于TAD或其他类型的引起齿龈变化的装置导致的齿龈的变化。例如,TAD的一部分通常将嵌入齿龈进入下方的骨骼,这会导致齿龈的部分膨大。如本文描述的,诸如模拟、不要求模拟以及使用(图7中的时间 t_0 描绘的)患者的原始齿龈轮廓的各种实施例良好地适用于计算、估计、确定由于装接到口腔的牙科器具引起的患者齿龈的变化。

[0053] 如本文讨论的,为了简化,在作为包括一组牙箍的代表的当前数字牙模型210的情况下描述多个实施例。然而,如本文讨论的,实施例适用于移除适于与诸如矫正器的可移除的塑料定位牙科器具一起使用的当前牙科器具122(图1b)。例如,各种实施例适用于包括具有装接到物理牙齿100的当前牙科器具122的患者的一组物理牙齿100(图1a)的代表的当前数字牙模型。根据一个实施例,与物理牙齿100(例如,如分割的数字牙齿200表示的)的几何结构结合的当前牙科器具122的几何结构能够重叠在当前数字牙模型上以确定保持或移除作为使用本文讨论的各种实施例创建的新的数字牙模型的一部分的部分。此外,实施例适用于使用不同实施例来针对不同牙齿。例如,如果未装接有当前牙科器具122的物理牙齿由于美观或为了调牙合而移除了重触点(heavy contacts)等而改变,则对应于物理牙齿的当前数字牙模型的数字牙齿能够重叠回其本身。在另一个实例中,如果物理牙齿具有装接的当前牙科器具122,则能够重叠在当前牙科器具122应用之前获取的物理牙齿的数字图像。

[0054] 根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)的创建是计算机自动化的。例如,一个以上计算机处理器可以用于创建新的数字牙模型220至620(图2c至6c)。根据一个实施例,该创建完全自动化,而没有人为干涉或需要人为干涉。根据另一个实施例,该创建大致自动化,并需要一些人为干涉来清理和复查。根据一个实施例,该系统不仅是计算

机制图系统,人使用该系统,来通过使用数字橡皮手动移除数字部分或者复制当前数字牙模型210(图2c至6c)的数字部分来作为创建新的数字牙模型220至620(图2c至6c)的一部分。术语“计算机自动化”用于表示完全自动化或大致自动化。大致自动化的一个实例是:用户能够选择当前数字牙模型210(图2b至6b)的描绘的正畸托槽的一个点(诸如任意像素点或3D三角形),并且该系统能够检测连接到包括例如托槽或托槽和粘合剂的选择区域的剩余部分。在此情况下,使用者可以仅识别和选择当前数字牙模型210(图2b至6b)上的多达32颗数字牙齿的一个点。

[0055] 根据各种实施例,当前数字牙模型210(图2b至6b)和新的数字牙模型220至620(图2c至6c)是三维模型。根据各种实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)能够用于在当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)从患者的物理牙齿100(图1a)移除之前制造后续牙科器具。例如,如本文讨论的,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)可以用于制造诸如固定咬合板或者定位器等的后续牙科器具。新的数字牙模型220至620(图2c至6c)能够是分割的或非分割的或部分分割的等。

[0056] 根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)不包括或不需包括与患者的物理牙齿100a-100d(图1a)中的任意个相对应的任意数字牙根。根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)不包括或不需包括任意数字牙冠。根据一个实施例,当前数字牙模型210(图2b至6b)的数字牙齿210a至210d(图2b)的当前牙齿排列是当前计划的牙齿排列,其不由于误差或偏差而产生,而是由于计划的治疗而产生。因此,根据各种实施例,当前数字牙模型210(图2b至6b)和新的数字牙模型220至620(图2c至6c)都不作为或不要求用作为:使患者的物理牙齿100a-100d(图1a)定位到与当前数字牙模型210(图2b至6b)相关的当前计划的牙齿排列之前的牙齿排列的部分。

[0057] 图9是根据一个实施例的、用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前制作后续牙科器具的系统的框图。在图9中表现出特征的方框能够布置成与图示出的不同,并且能够实施比此处所描述的更多或更少的特征。此外,由图9的框图表示的特征能够以各种方式组合。能够使用硬件、硬件和软件、硬件和固件或以上的结合来实现系统900。

[0058] 系统900包括当前数字牙模型接收构件910和新的数字牙模型创建构件920。新的数字牙模型能够是分割的、部分分割的或非分割的。当前数字牙模型接收构件910适于接收当前数字牙模型210(图2b至6b),该当前数字牙模型210包括患者的一组物理牙齿100(图1a)的代表,其具有装接到物理牙齿100或者口腔810a、810b(图8a、8b)的当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b),其中,物理牙齿100(图1a)处于当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820的全部或部分期望从一个以上的一组物理牙齿100移除并且期望使用后续器具时的治疗位置。可替换地,接收的当前数字牙模型210包括患者的一组物理牙齿100的代表,其具有装接到位于或接近于期望的牙齿排列的物理牙齿100的当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820。根据一个实施例,获取的当前数字牙模型210(图2b至6b)是一组物理牙齿100和当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820的直接数字扫描。

[0059] 新的数字牙模型创建构件910适于新的数字牙模型220至620(图2c至6c)的计算机自动化创建,该新的数字牙模型220至620(图2c至6c)包括不包括当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的一组物理牙齿100的代表,其中,新的

数字牙模型220至620(图2c至6c)包括电子数据,该电子数据适用于在当前牙科器具112、122、132、152、162、800从一组物理牙齿100(图1a)或者口腔810a、810b(图8a、8b)移除之前的后续牙科器具的制造。

[0060] 新的数字牙模型创建构件920可以进一步适用于将患者的分割的数字牙齿200a至200d(图2a)重叠到与当前数字牙模型210(图2b)相关的对应的单独数字牙齿210a至210d(图2b)上,其中,从未装接有当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的患者的一组物理牙齿100采集的数字牙模型获得分割的数字牙齿200a至200d。新的数字牙模型创建构件920可以进一步适用于将当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的全部300(图3a)或者一部分300a、300b(图3a)的第二代表重叠在与第一代表210相关的当前牙科器具122(图1b)上,其中,从由牙科器具的资料库和当前牙科器具未施加于一组物理牙齿时的图像组成的集合选择的资源,来获取当前牙科器具的第二代表300、300a、300b(图3a)。新的数字牙模型创建构件920可以进一步适用于估计包括在当前数字牙模型210(图2b至6b)中的数字牙齿210b的字部分440的轮廓450,其中,该估计基于托槽基部400的下表面402的轮廓404。新的数字牙模型创建构件920可以进一步适用于基于多个物理牙齿的平均创建相似的数字牙齿600,并且基于对应的相似的数字牙齿600的对应部分610确定当前数字牙模型210(图2b至6b)的数字牙齿210b的部分630的轮廓。

[0061] 根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)是中期数字牙模型,并且新的数字牙模型创建构件920进一步适用于创建一系列的中期数字牙模型(此处也称作“一系列的新的数字牙模型”)。如本文讨论的,一系列的中期数字牙模型可以接近患者的齿龈轮廓730(图7)的一系列的变化。如本文讨论的,能够基于模拟确定或估计患者的齿龈轮廓730的变化。如本文讨论的,能够基于患者的原始的齿龈轮廓而不需要模拟,来确定或估计患者的齿龈轮廓730的变化。患者的齿龈轮廓730的变化可能归因于在时间 t_0 至 t_3 (图7)的各个时间点发生的齿龈轮廓变化。

[0062] 如本文讨论的,根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)是中期数字牙模型,并且新的数字牙模型创建构件920进一步适用于创建一系列的中期数字牙模型(此处也称作“一系列的新的数字牙模型”)。

[0063] 图10描绘根据一个实施例的、用于在当前牙科器具从患者的一组物理牙齿移除之前制作后续牙科器具的方法的流程图1000。当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)装接到患者的一组物理牙齿100(图1a)或者口腔810a、810b(图8a、8b)。能够使用各种类型的扫描或者成像来创建当前数字牙模型210(图2b)。例如,患者的物理牙齿100(图1a)或装接有当前牙科器具112、122、132、152、162(图1b、1c、1d、1f、1g)的患者的物理牙齿100和口腔810a、810b(图8a、8b)的口内扫描能够被用于创建当前数字牙模型210(图2b至6b)。根据一个实施例,当前数字牙模型是一组物理牙齿和当前牙科器具的直接数字扫描。

[0064] 在1010,所述方法开始。在1020,接收当前数字牙模型210(图1b至6b),该当前数字牙模型210包括患者的一组物理牙齿100(图1a)的代表,其具有装接到物理牙齿100或者口腔810a、810b(图8a、8b)的当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b),其中,物理牙齿100(图1a)处于当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820

的全部或一部分期望从一个以上的一组物理牙齿100移除并且期望使用后续器具时的治疗位置。根据另一个实施例,接收的当前数字牙模型210包括患者的一组物理牙齿100的代表,其具有装接到位于或接近于期望的牙齿排列的物理牙齿100的当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820。

[0065] 当前牙科器具可以是能够装接到一个以上患者的物理牙齿100(图1a)或装接到患者口腔810、810b(图8a、8b)的任意牙科器具。

[0066] 在1030,基于当前数字牙模型210(图2b)创建新的数字牙模型220至620(图2c至6c),其包括不包括当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的一组物理牙齿100(图1a)的代表。将在图11至15中描述的各种实施例能够用于创建新的数字牙模型220至620(图2c至6c)等。

[0067] 参考图2a至2c和11,在1120,患者的分割的数字牙齿200的每个200a至200d重叠在与当前数字牙模型210相关的对应的数字牙齿210a至210d上。分割的数字牙齿200a至200d源自一组物理牙齿100,没有任何牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)施加到该组物理牙齿100。在1130,基于重叠1120确定当前数字牙模型210的非重叠部分。在1140,通过将在1130确定的当前数字牙模型210的非重叠部分移除,来创建新的数字牙模型220。

[0068] 参考图3a至3c和12,在1220,当前牙科器具的全部或一部分的第二代表300、300a、300b重叠在与第一代表210相关的当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)上,其中第一代表210是当前数字牙模型210。在1230,基于在1220的重叠确定第一代表210(图3b)的重叠部分。通过将在1230确定的第一代表210的与300、300a、300b(图3a)相关的重叠部分移除,在1240创建新的数字牙模型320(图3c)。

[0069] 参考图4a至4c和13,在1320,基于与当前牙科器具112相关的托槽基部400的下表面402的轮廓404,估计与当前数字牙模型210相关的数字牙齿210b的部分440的轮廓450。在1330,例如,如在图3a至3c和12的情况下描述的,从代表210移除当前牙科器具112。

[0070] 参考图5a至5c和14,在1420,第二数字牙齿500b重叠在当前数字牙模型210的第一数字牙齿210b上,其中第一数字牙齿210b和第二数字牙齿500b是相似的。在第一实例中,重叠在第一数字牙齿210b上的第二数字牙齿500b能够是不源自患者的物理牙齿100的多个数字牙齿的平均。在第二实例中,第一和第二数字牙齿210b、500b可以代表患者的不同的物理牙齿。在第三实例中,第二数字牙齿500b可以代表不是患者的另一人的物理牙齿。第二数字牙齿500b的大小可以基于第一数字牙齿210b的大小而缩放以使其适于重叠。例如,第二数字牙齿500b可以调节尺寸以匹配或稍大于第一数字牙齿210b的大小。在1430,通过将代表的非重叠部分移除来创建新的数字牙模型520。

[0071] 参考图6a至6c和15,在1520,从代表210数字地移除当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)。在1530,确定当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的虚拟部分下方的第一数字牙齿210b的区域630,其中,第一数字牙齿210b与当前数字牙模型210相关,并且虚拟部分与当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)相关。虚拟部分的实例是托槽、线、扣、楔块、管、钩、带、结扎丝、矫正器附件以及O形环。

[0072] 以下是结合各种实施例来创建新的数字牙模型的实例。例如,如图3a至3c所示,能

够从代表210移除当前牙科器具300。例如,如图4a至4c所示,能够确定当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的虚拟部分下方的第一数字牙齿210b的区域440,其中,第一数字牙齿210b与当前数字牙模型210相关,并且虚拟部分400与当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)相关。例如,如图6a至6c所示,接收与第一数字牙齿210b相似的第二数字牙齿600的区域610,并且基于600的区域610重建数字牙齿的区域630的轮廓。

[0073] 以下是结合各种实施例来创建新的数字牙模型的另一个实例。如图2a至2c所示的,患者的分割的数字牙齿200a至200d能够重叠在与当前数字牙模型210相关的第一数字牙齿210a上。如图3a至3c的情况下讨论的,当前牙科器具的全部或一部分的第二代表300、300a、300b能够重叠在与当前数字牙模型210相关的当前牙科器具上。如图4b所示的,能够基于当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的部分400的下表面402的轮廓404,估计当前数字牙模型210的第二数字牙齿210b的部分的轮廓。如在图5a、5b和6a的情况下讨论的,相似的数字牙齿500c、600的全部或一部分610能够重叠在当前数字牙模型210的第三数字牙齿210c上。根据一个实施例,第一数字牙齿210a、第二数字牙齿210b、和第三数字牙齿210c对应于患者的物理牙齿100a至100c中的不同的一个牙齿。

[0074] 如本文讨论的,用于创建新的数字牙模型220至620(图2c至6c)的各种实施例也适于包括新的数字牙模型220至620(图2c至6c)中的齿龈710(图7)或一系列新的数字牙模型220至620(图2c至6c)中的如720(图7)所示的齿龈710的变化。如本文讨论的,各种实施例适于由于TAD800(图8a、8b)或其他类型的可以引起齿龈变化的牙科器具导致的齿龈的变化。

[0075] 根据一个实施例,当创建当前数字牙模型210(图2b至6b)时,物理牙齿100(图1a)接近但未处于期望的牙齿排列。因此,根据一个实施例,当在患者的物理牙齿100接近但未处于期望的牙齿排列的状态下创建当前数字牙模型210(图2b至6b)时,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)中的一个以上数字牙齿的位置被调整到期望的牙齿排列。根据一个实施例,由于诸如正畸带132(图1d)的当前牙科器具112、122、132、152、162、800(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)的特征,两个物理牙齿100之间可能存在牙间间隙。属于该特征的一个以上尺寸和该特征的说明的信息能够用于确定如何调整新的数字牙模型220至620(图2c至6c)中的一个以上数字牙齿的位置。基于调整到期望的牙齿排列的新的数字牙模型220至620(图2c至6c)制造的后续牙科器具能够用于将物理牙齿100(图1a)移动到期望的牙齿排列。如本文中描述的,数字牙齿的3D坐标能够用作调整部分的一部分。根据一个实施例,当前数字牙模型210(图2b至6b)和新的数字牙模型220至620(图2c至6c)包括各自对应于患者的物理牙齿100a至100b(图1a)中的一个的数字牙齿。

[0076] 在1040,在从一组物理牙齿100或者口腔810a、810b(图1a、8a、8b)移除当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)之前,基于包括在新的数字牙模型220至620(图2c至6c)中的电子数据提供适用于使用在后续牙科器具的制造中的数字数据。后续牙科器具的实例是固位器、(主动)矫正器、咬合板、扩张器、或者定位器。固位器可以是Hawley、Essix型、结合线、真空形内支架、弹簧固位器型、隐形咬合板型或者以上的结合。在治疗是牙箍和可移除矫正器之间的结合的情况下,后续装置可以是隐形可移除矫正器或者与固位器相似的但设计成使牙齿的正畸运动继续的一系列矫正器。咬合板的至少一个实例是正畸外科咬合板等。根据一个实施例,1040是可选的。

[0077] 在1050,所述方法结束。根据一个实施例,通过一个以上计算机处理器执行在1020的接收和在1030的创建。

[0078] 虽然在流程图1000公开了具体的操作,但这样的操作是示例性的。即,本发明实施例适用于执行各种其他的操作或流程图1000中引述的操作的变形例。可以理解的是,流程图1000中的操作可以以不同于现存的顺序来执行,并且不是流程图1000中的所有操作都将被执行。

[0079] 根据一个实施例,能够基于提供的诸如包括在新的数字牙模型中的电子数据这样的数字数据,在将当前牙科器具的全部或部分从一组物理牙齿移除之前,制造后续牙科器具。例如,能够使用包括在新的数字牙模型中的电子数据,来使用快速成形机或者铣床来制造模具,并在该模具上形成后续牙科器具。

[0080] 图16描绘出根据一个实施例的数字牙齿1600,其代表可以从治疗的一个位置移动到治疗的另一个位置的患者的的一组物理牙齿中的一个。根据一个实施例,数字牙齿1600表示分割的或部分分割的数字牙齿,其具有一个以上的轴和三维(3D)坐标,使得数字牙齿1600能够自由地定位在3D空间中。例如,单独的3D坐标x、y和z、或者3D坐标x、y和z与一个以上轴1604、1606、1608结合的3D坐标x、y和z能够用于定位数字牙齿1600。

[0081] 如描述数字牙齿1600可以如何移动的参考图所示,任意的中线(CL)可以绘制成穿过数字牙齿1600。参考中线(CL),牙齿1600可以在轴1604、1606和1608(其中1604是中线)表示的正交方向上移动(其中1604是中线)。如箭头1610和1612所示,中线可以分别绕轴1608(牙根回转)和轴1604旋转(扭转)。此外,如箭头1612所示,牙齿1600可以绕中线旋转。因此,能够进行牙齿1600的所有可能的自由形式的运动。

[0082] 图17至19示出用于识别限定患者牙列中牙齿和牙龈之间边界的齿龈边缘、并且模拟齿龈的变化的技术。该技术涉及一系列水平的2D平面1780的创建或切片,其大致垂直于牙合平面地与齿列模型交叉。这些平面1780的每个中的齿列模型的横截面1782包括代表齿龈边缘的尖点部1784、1786。计算机通过应用一个以上上述尖点检测技术而识别齿龈边缘。

[0083] 一种技术与上述邻域过滤尖点探测技术非常类似,其中,立体像素邻域1788、1790限定在一个2D平面上,以将对于尖点部的计算机搜索集中在相邻的2D平面上。当在一个2D平面上检测一对尖点部1784、1786时,计算机限定一个以上邻域1788、1790,该一个以上邻域1788、1790包括围绕所述一对尖点部的预定数量的立体像素。通过识别与原始平面上的邻域1788、1790中的立体像素相对应的相邻平面上的立体像素,计算机将邻域投射到相邻的2D平面。随后,计算机识别在相邻平面上的两个邻域中位置最靠近的一对黑色立体像素,将这些立体像素标记为位于尖点。计算机对所有剩余的平面重复这一过程。

[0084] 当与人工辅助技术联合使用时,很多这样的自动化分割技术更加有用和高效。例如,当用户首先高亮齿列模型的图示中的牙间或齿龈尖点部时,依赖牙间或齿龈边缘识别的技术更快速和有效地运行。用于从使用者接收这一类型的信息的技术是通过显示2D或3D表示并使得使用者高亮该显示中的单个立体像素。另一种技术是允许使用者滚动一系列的2D截面切片,识别表示诸如牙间或齿龈尖点部的关键特征的立体像素。这些技术中的一些依赖于诸如光标或限定框标记的使用者界面工具。

[0085] 在许多情况下,计算机创建分割齿列模型的建议并且随后允许使用者选择最佳的选择方案。例如,牙弓曲线拟合技术的一个版本需要计算机创建候选悬链线或样条曲线,其

允许使用者通过操纵数字控制参数来修改。一种技术涉及显示作为候选切割表面的几个表面并且允许使用者选择合适的表面。

[0086] 根据一个实施例,提供储存有计算机可执行的指令的有形的计算机可读存储介质,该计算机可执行的指令使计算机系统执行在从患者的一组物理牙齿100(图1a)移除当前牙科器具112、122、132、152、162、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8b)之前制作后续牙科器具的方法。根据一个实施例,有形的计算机可读存储介质用于在1020接收当前数字牙模型210(图2b至6b),该当前数字牙模型210包括患者的一组物理牙齿100(图1a)的代表,其具有装接到物理牙齿100或者口腔810a、810b(图8a、8b)的当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b),其中,当前数字牙模型210是一组物理牙齿100和当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820的直接数字扫描,并且其中物理牙齿100位于当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820的全部或部分期望从一个以上的一组物理牙齿100移除并且期望使用后续器具时的治疗位置。

[0087] 根据一个实施例,创建1030(图10)是计算机自动化的。根据一个实施例,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)包括电子数据,其适用于在当前牙科器具112、122、132、152、162、800、820(图1b、1c、1d、1f、1g、8a、8b)从患者的物理牙齿100(图1a)或者口腔810a、810b(图8a、8b)移除之前的后续牙科器具的制造。

[0088] 根据各种实施例,提供新的数字牙模型220至620(图2c至6c),以更快且更便宜地制造较好地配合于患者的物理牙齿和齿龈的后续牙科器具。根据各种实施例,提供新的数字牙模型220至620(图2c至6c),以(例如,由于佩戴时提高的器具舒适性而)增加患者顺应性并因此减少复发的机会。根据各种实施例,因为在当前牙科器具仍然装接到患者的物理牙齿的同时根据新的数字牙模型220至620(图2c至6c)制作后续数字器具,所以新的数字牙模型220至620(图2c至6c)显著地减少复发的机会。此外,在当前牙科器具移除时,能够立即施用后续数字器具。此外,能够不使用物理印模或不要求使用物理印模和诸如利用蜡涂盖牙齿的相关处理,例如在进行印模之前创建新的数字牙模型220至620(图2c至6c)。根据各种实施例,与使用物理印模的方法相比,由于器具移除和后续器具交付使用能够合并在一次预约中,所以新的数字牙模型220至620(图2c至6c)减少患者预约的数量和/或需要的附加器具,或以上的结合。此外,新的数字牙模型220至620(图2c至6c)不会经历在手动印模时可能发生的变形,因此,由于不良后续器具的安装而引起的重制器具和需要相关的附加时间和精力和风险减少了。牙齿不太可能经历没有正畸约束(如牙箍移除的情形下)的时间周期、和在固位器交付使用之前需要经过的时间周期。由于医生能够在牙箍和后续牙科器具之间顺利转换,所以不再需要防止过渡期移动的过渡牙科器具。

[0089] 以上描述了本发明的示例实施例。虽然以针对结构特征和/或方法的作用的文字描述了本发明,但应当理解的是,权利要求限定的本发明不限于上述具体特征或作用。然而,上述具体的特征和作用作为实施权利要求的示例形式而公开。

[0090] 已经以各种组合和说明描述了各种实施例。然而,可以组合任意的两个以上实施例或者特征。此外,任何实施例或者特征可以独立于任何其他实施例或特征而使用。本文使用的术语,诸如“实施例”、“一个实施例”等不必涉及同一实施例。任意实施例的特征、结构或特性可以以适当的方式与一个以上的其他特征、结构或特性组合。

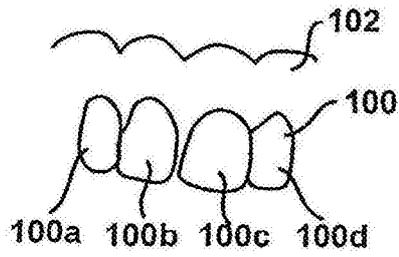


图1A

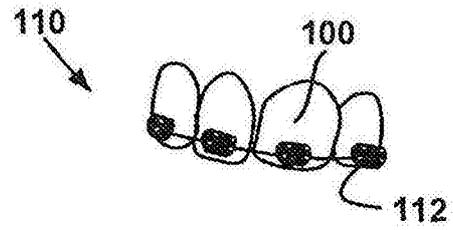


图1B

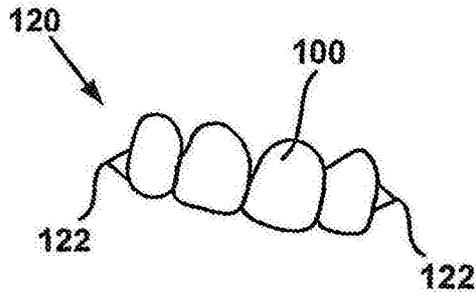


图1C

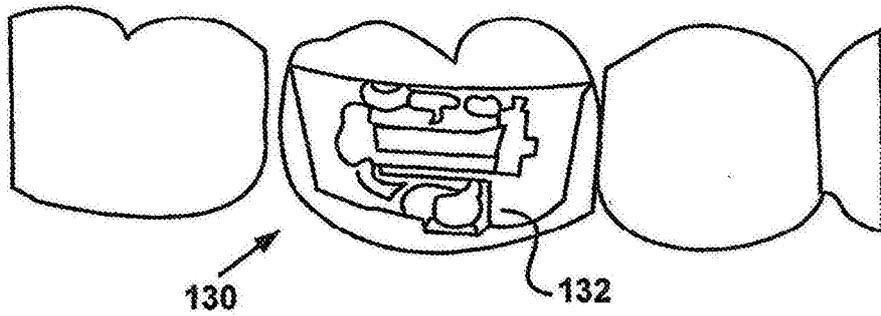


图1D

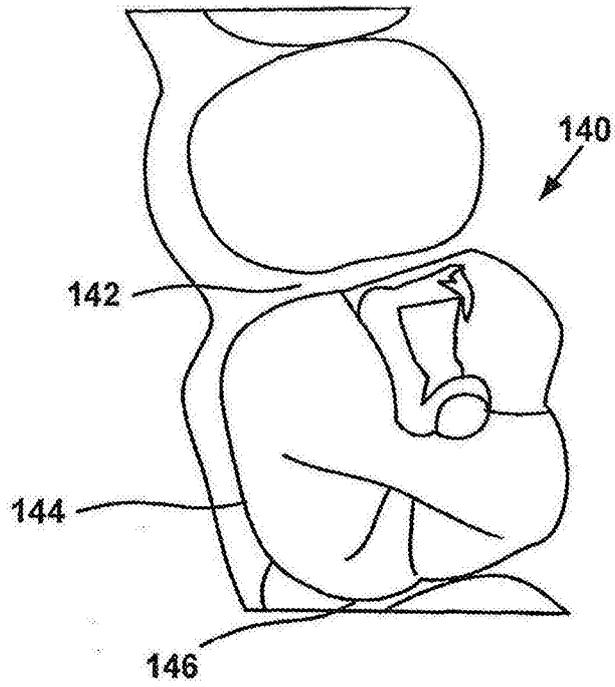


图1E

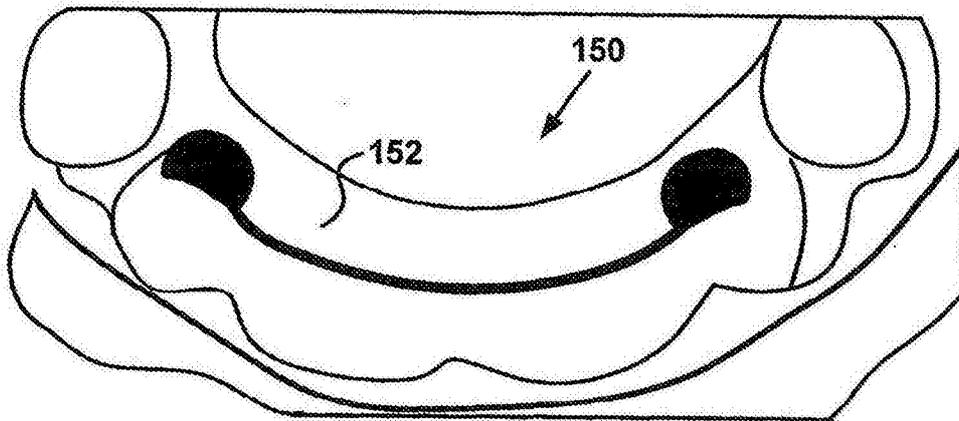


图1F

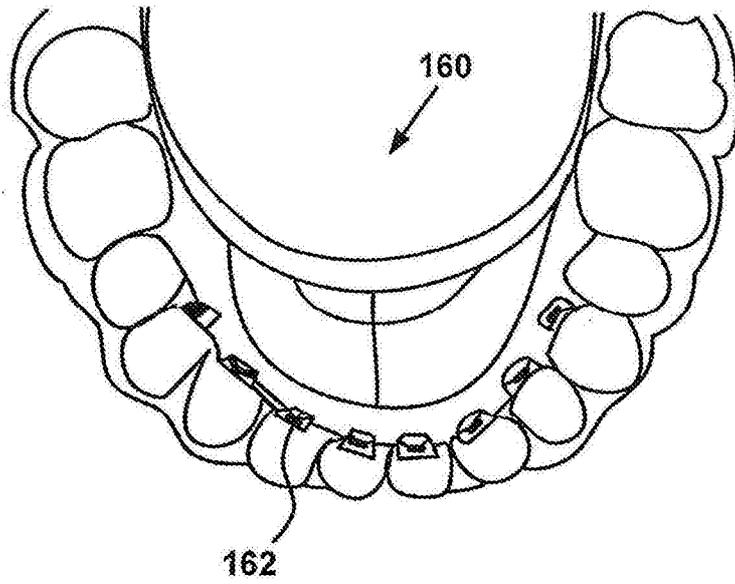


图1G

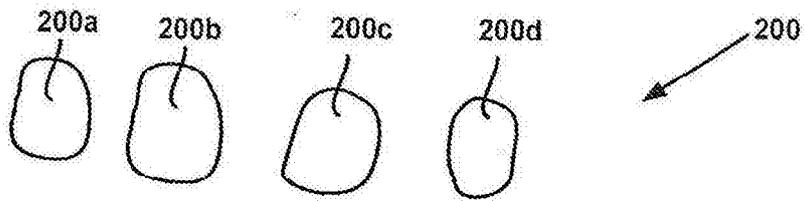


图2A

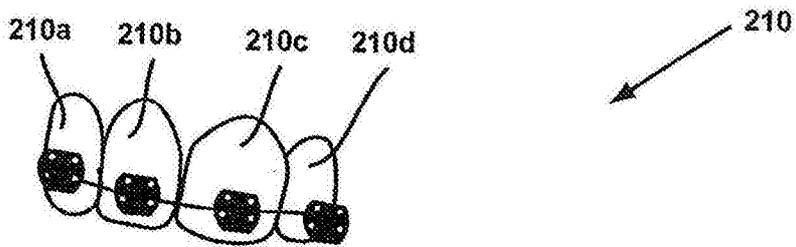


图2B

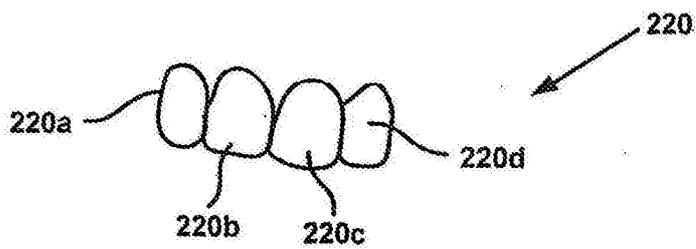


图2C

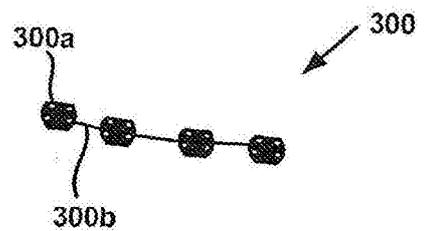


图3A



图3B



图3C

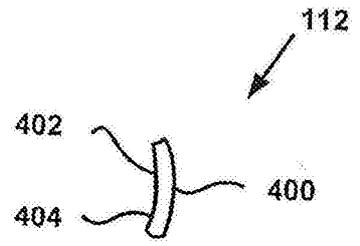


图4A

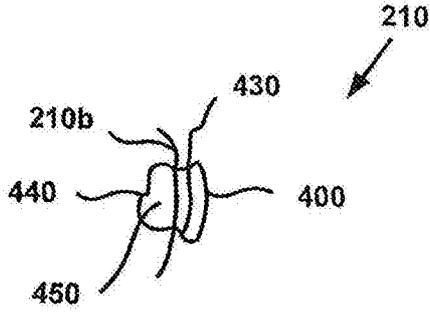


图4B

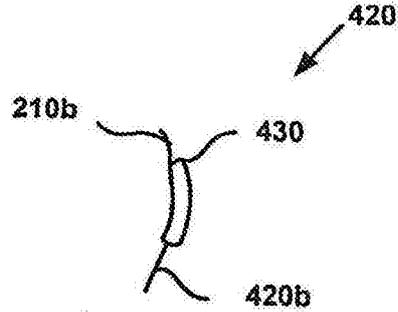


图4C

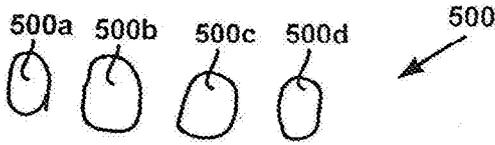


图5A

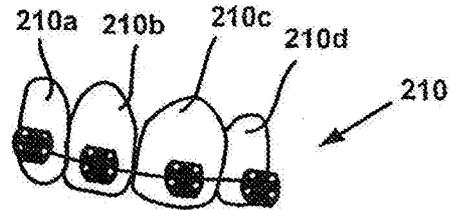


图5B



图5C

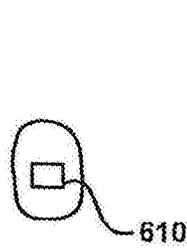


图6A

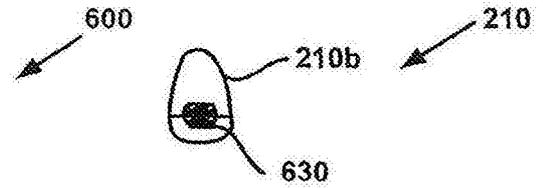


图6B

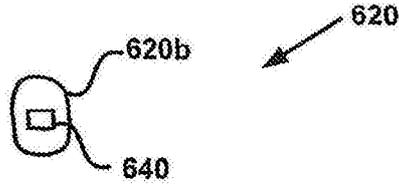


图6C

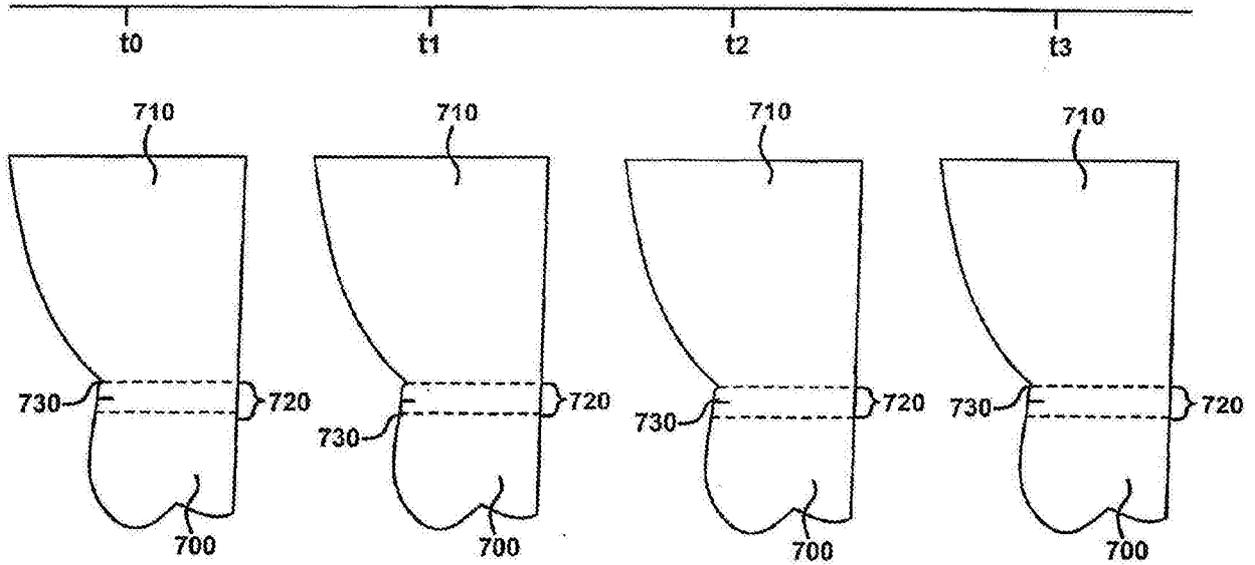


图7

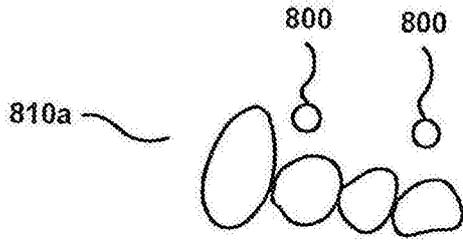


图8A

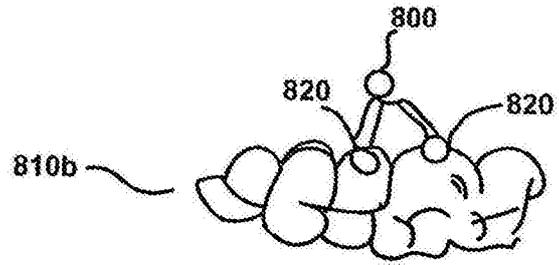


图8B

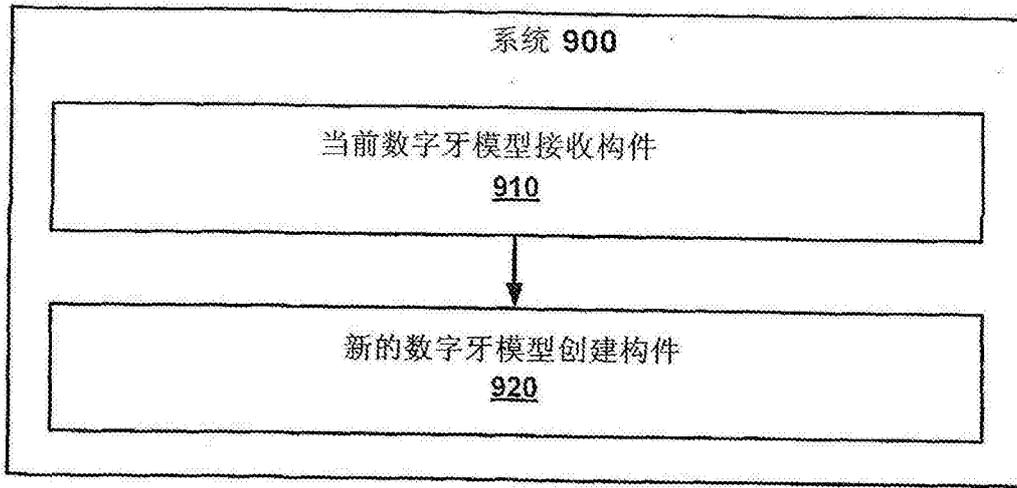


图9

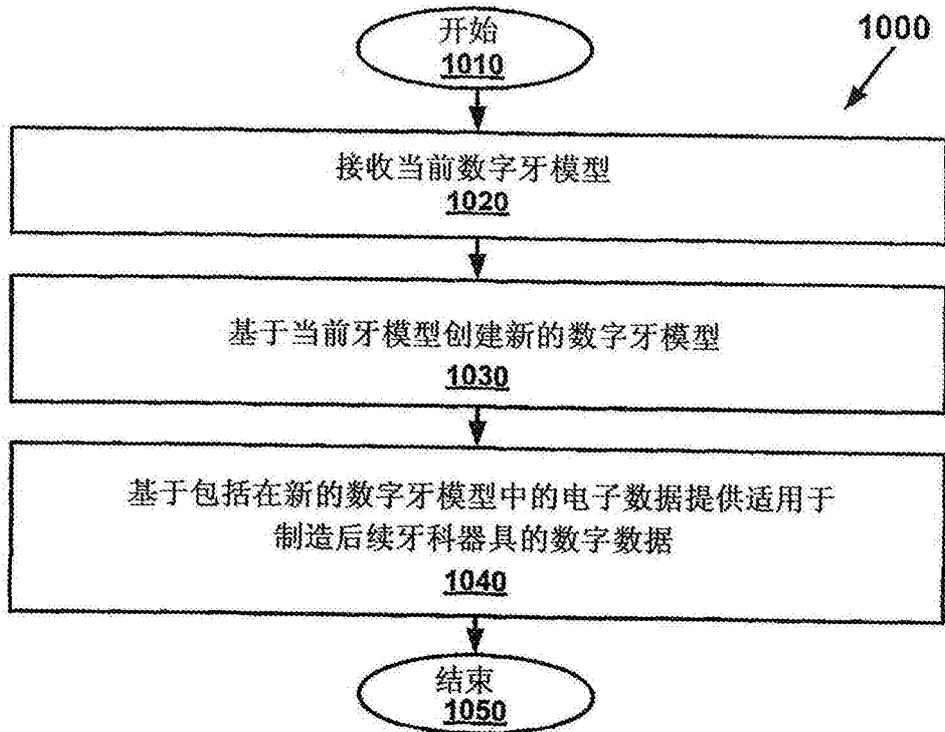


图10

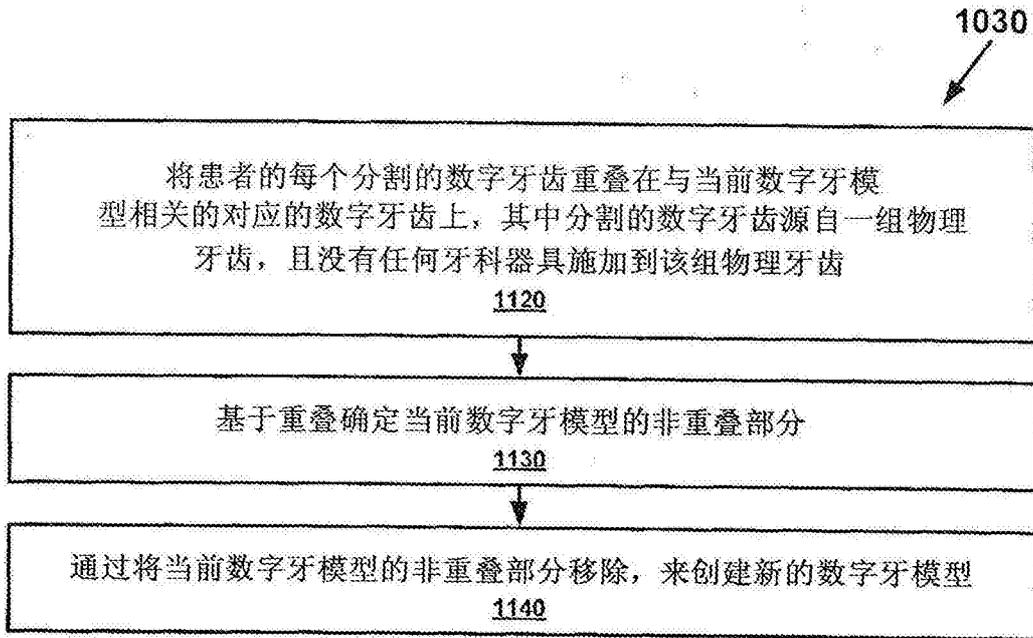


图11

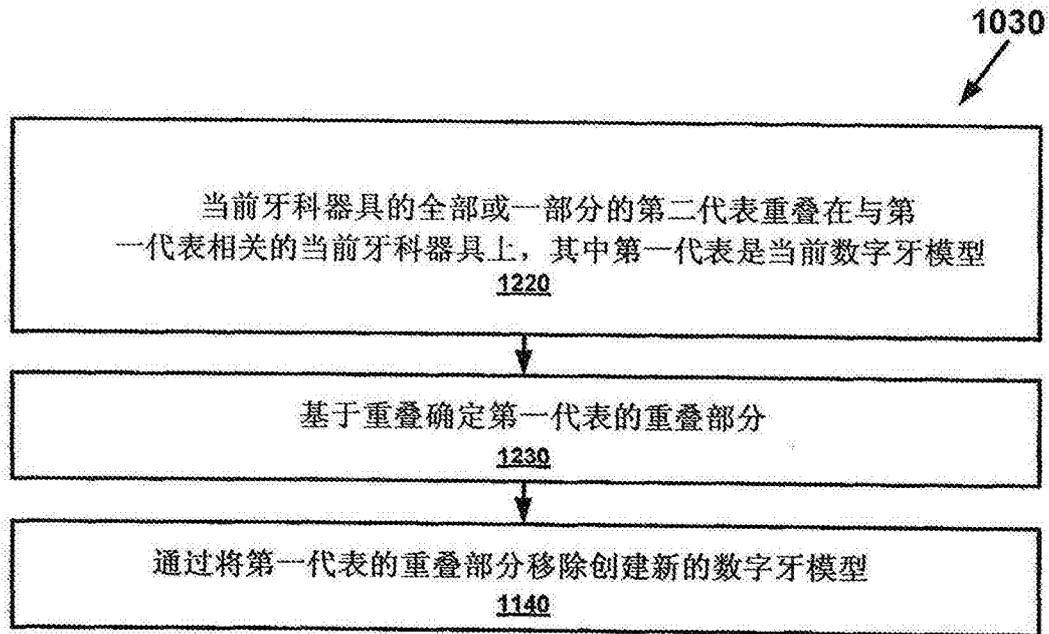


图12

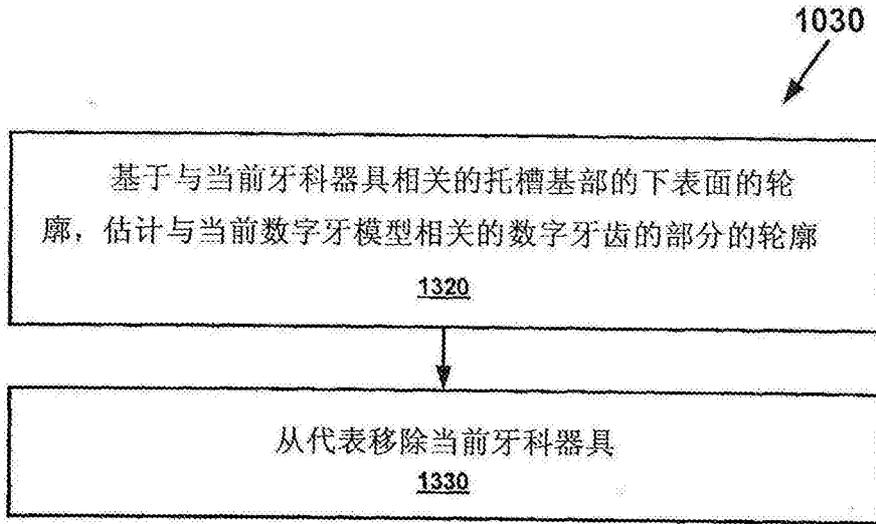


图13

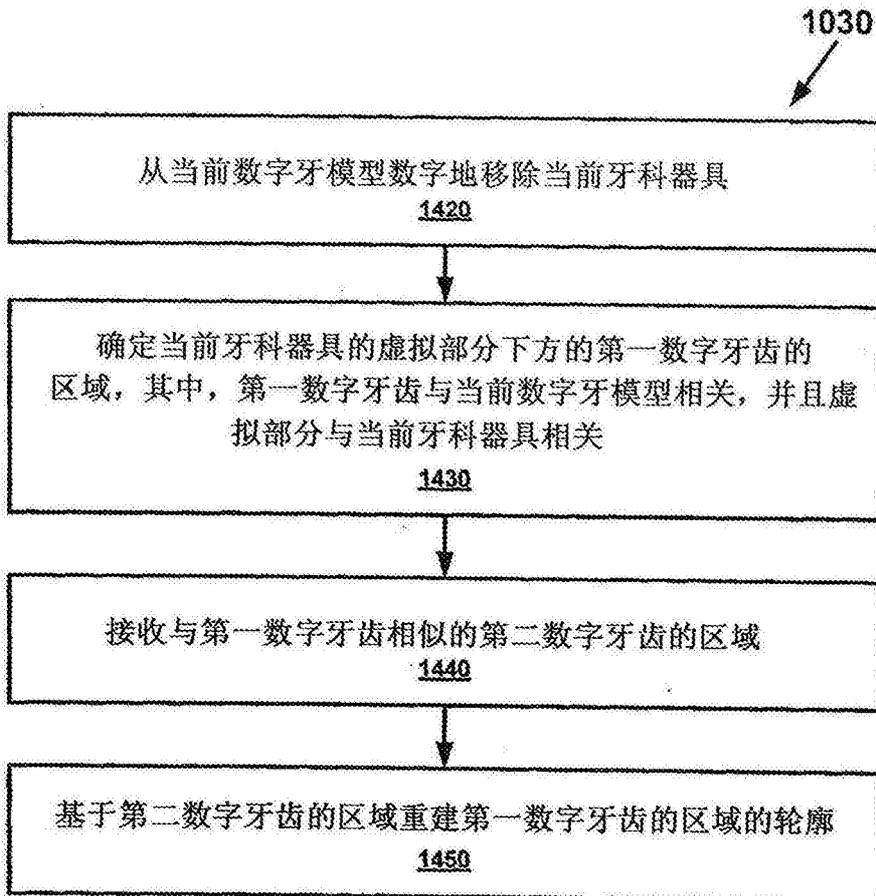


图14

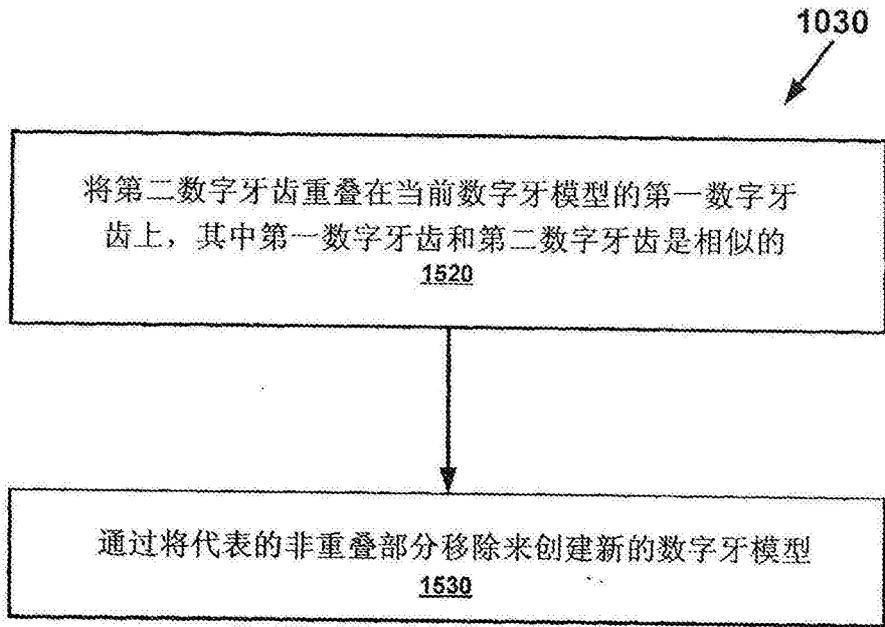


图15

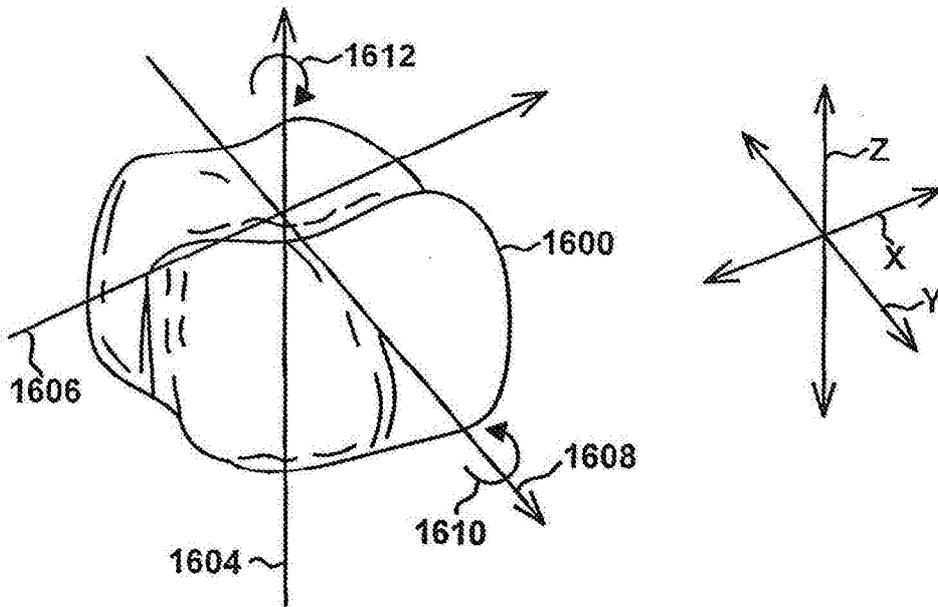


图16

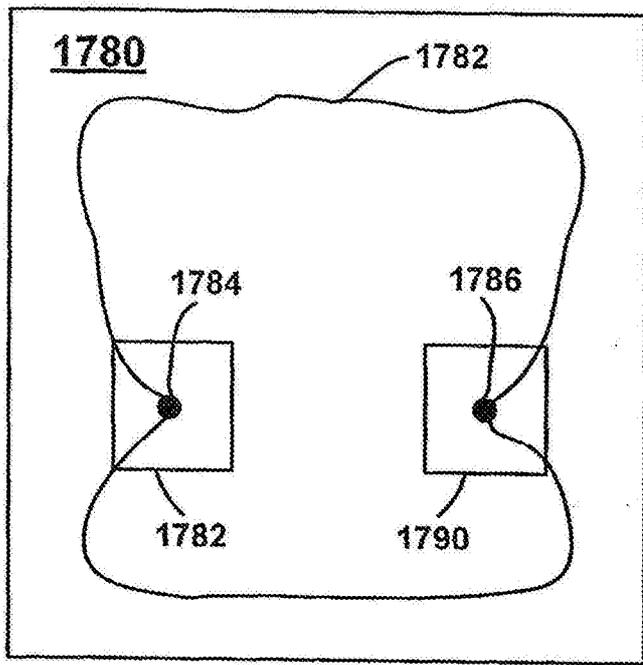


图17

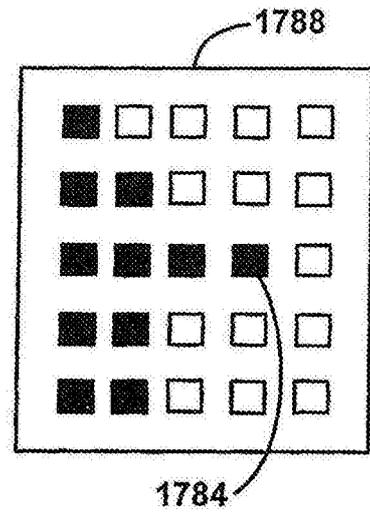


图18

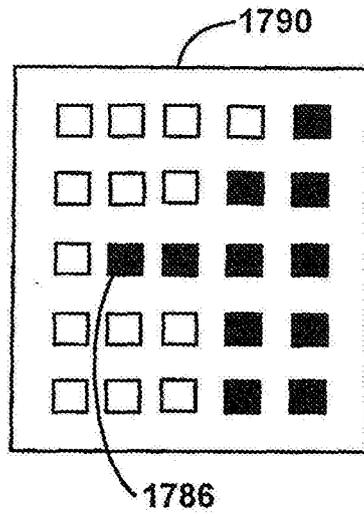


图19