



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104220022 B

(45)授权公告日 2017.10.03

(21)申请号 201280068162.8

(22)申请日 2012.11.26

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104220022 A

(43)申请公布日 2014.12.17

(30)优先权数据
PA201100925 2011.11.28 DK
61/564,191 2011.11.28 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.07.25

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2012/073605 2012.11.26

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/079437 EN 2013.06.06

(73)专利权人 3形状股份有限公司
地址 丹麦哥本哈根

(72)发明人 R·费斯克 N·戴克曼

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270
代理人 浦彩华 迟姗

(51)Int.Cl.
A61C 1/08(2006.01)
A61C 13/00(2006.01)

(56)对比文件
W0 2009048475 A1,2009.04.16,
W0 2010086459 A1,2010.08.05,
US 7393211 B1,2008.07.01,
DE 4012327 A1,1991.10.24,
W0 9426200 A1,1994.05.10,
W0 2009048475 A1,2009.04.16,
W0 2008043056 A2,2008.04.10,

审查员 刘益

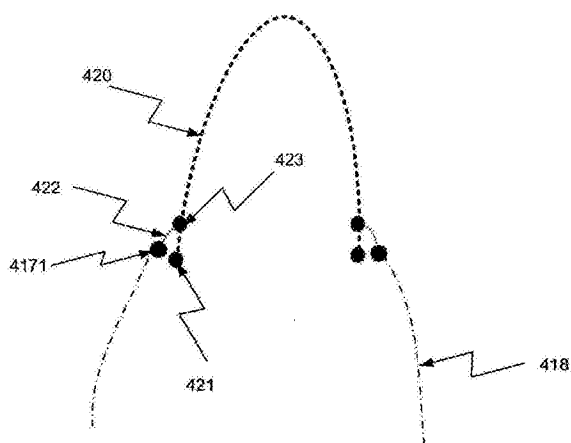
权利要求书7页 说明书30页 附图19页

(54)发明名称

牙齿预备引导件

(57)摘要

公开了一种用于生成牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备,所述方法包括:a:获得预备前牙齿组的数字3D表示;b:从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,使得形成剩余牙齿组的数字3D表示;c:提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物;d:基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中所述验证表面使得可以由所述牙齿预备引导件验证牙齿的预备;以及e:通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。



1. 一种用于生成牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备,所述方法包括:

- a: 获得预备前牙齿组的数字3D表示;
- b: 从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,从而形成剩余牙齿组的数字3D表示;
- c: 提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物;
- d: 基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中所述验证表面使得牙齿的预备能够由所述牙齿预备引导件验证;以及
- e: 通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述目标形状和/或所述虚拟目标牙齿修复物基于设计的虚拟诊断蜡型、基于从库选择的一般牙齿修复物或基于所述预备前牙齿组的数字3D表示中的牙齿的形状。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中虚拟地去除牙齿包括限定3D分割样条,所述3D分割样条配置成用于将所述预备前牙齿的数字3D表示虚拟地分割成对应于所述牙齿的一部分和对应于所述剩余牙齿组的数字3D表示的一部分。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括限定3D剩余牙齿样条,其中所述3D剩余牙齿样条的至少一个部段配置成遵循通过虚拟地去除牙齿引入所述剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟孔的边界。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括产生虚拟替换表面,所述虚拟替换表面配置成用于在虚拟地去除所述至少一个牙齿时至少部分地闭合限定在所述剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟孔。

6. 根据权利要求4所述的方法,其中所述3D剩余牙齿样条包括邻间部分。

7. 根据权利要求6所述的方法,其中通过修改3D分割样条限定所述邻间部分,所述3D分割样条配置成用于将所述预备前牙齿的数字3D表示虚拟地分割成对应于所述牙齿的一部分和对应于所述剩余牙齿组的数字3D表示的一部分。

8. 根据权利要求6所述的方法,其中所述3D剩余牙齿样条的所述邻间部分布置成使得它将所述虚拟孔的至少一部分分成邻间孔和齿龈孔。

9. 根据权利要求6所述的方法,其中所述3D剩余牙齿样条的所述邻间部分布置成使得它遵循虚拟替换表面并且将所述虚拟替换表面的至少一部分分成邻间虚拟表面和齿龈虚拟表面,所述虚拟替换表面配置成用于在虚拟地去除所述至少一个牙齿时至少部分地闭合限定在所述剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟孔。

10. 根据权利要求5所述的方法,其中所述方法包括产生虚拟齿龈表面,所述虚拟齿龈表面配置成用于闭合所述剩余牙齿组的数字3D表示中的所述虚拟孔的齿龈部分。

11. 根据权利要求5所述的方法,其中所述虚拟替换表面包括虚拟邻间表面,所述虚拟邻间表面配置成用于闭合所述剩余牙齿组的数字3D表示中的所述虚拟孔的邻间部分。

12. 根据权利要求5所述的方法,其中所述方法包括产生所述剩余牙齿组的数字3D表示的虚拟替换表面部分。

13. 根据权利要求1所述的方法,其中根据所述虚拟目标牙齿修复物成形所述虚拟验证

表面。

14. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括产生虚拟最小预备表面。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中从所述虚拟目标牙齿修复物确定所述牙齿的虚拟最小预备表面。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中通过向内偏移所述虚拟目标牙齿修复物的表面的至少一部分来确定所述牙齿的虚拟最小预备表面。

17. 根据权利要求14所述的方法,其中考虑将制造的所述牙齿修复物的材料的性质。

18. 根据权利要求17所述的方法,其中当确定所述虚拟最小预备表面时考虑将制造的所述牙齿修复物的材料的性质。

19. 根据权利要求14所述的方法,其中所述虚拟最小预备表面和/或所述虚拟验证表面使得在预备的牙齿和牙齿修复物之间提供一定量的接合剂。

20. 根据权利要求1所述的方法,其中相对于所述虚拟验证表面限定虚拟预备线。

21. 根据权利要求14所述的方法,其中所述虚拟验证表面基于所述虚拟最小预备表面并且通过虚拟地连接所述虚拟最小预备表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示产生所述虚拟预备引导件表面。

22. 根据权利要求1所述的方法,其中所述虚拟预备引导件表面至少部分地由所述剩余牙齿组的数字3D表示和所述虚拟验证表面的布尔加法产生。

23. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括生成连接表面,所述连接表面配置成用于连接所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示。

24. 根据权利要求5所述的方法,其中在孔闭合中和/或在生成连接表面中应用计算机执行孔闭合算法。

25. 根据权利要求23所述的方法,其中生成所述连接表面包括放样过程。

26. 根据权利要求23所述的方法,其中所述方法包括相对于所述虚拟验证表面限定3D验证表面样条,并且其中所述连接表面配置成在所述3D验证表面样条处连接到所述虚拟验证表面。

27. 根据权利要求26所述的方法,其中所述3D验证表面样条配置成大致遵循相对于所述虚拟验证表面限定的虚拟预备线。

28. 根据权利要求27所述的方法,其中所述3D验证表面样条位于所述虚拟预备线之上。

29. 根据权利要求23所述的方法,其中所述连接表面配置成在3D剩余牙齿样条处连接到所述剩余牙齿组的数字3D表示,其中所述3D剩余牙齿样条的至少一个部段配置成遵循通过虚拟地去除牙齿引入所述剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟孔的边界。

30. 根据权利要求20所述的方法,其中所述虚拟预备引导件表面配置成限定在所述虚拟预备线处和/或3D分割样条处的安全区域,所述3D分割样条配置成用于将所述预备前牙齿的数字3D表示虚拟地分割成对应于所述牙齿的一部分和对应于所述剩余牙齿组的数字3D表示的一部分,其中所述安全区域提供所述剩余牙齿组的数字3D表示和所述虚拟预备引导件表面之间的距离。

31. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括通过剥壳所述虚拟预备引导件表面的至少选定部分生成虚拟牙齿预备引导件,使得生成的虚拟牙齿预备引导件包括在所述选定部分中的内壳表面和外壳表面。

32. 根据权利要求31所述的方法, 其中根据产生的虚拟预备引导件表面成形所述外壳表面并且从所述外壳表面剥壳限定所述内壳表面。

33. 根据权利要求31所述的方法, 其中使用直接数字制造从剥壳的虚拟预备引导件表面制造中间实体模型, 并且其中通过使用所述中间实体模型成形所述牙齿预备引导件的材料来制造所述牙齿预备引导件。

34. 根据权利要求33所述的方法, 其中成形所述牙齿预备引导件的材料包括将所述牙齿预备引导件的材料真空成形到所述中间实体模型上。

35. 根据权利要求31所述的方法, 其中根据产生的虚拟预备引导件表面成形所述内壳表面并且从所述内壳表面剥壳限定所述外壳表面。

36. 根据权利要求31所述的方法, 其中使用直接数字制造从所述剥壳的虚拟预备引导件表面制造所述牙齿预备引导件。

37. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述方法包括确定所述牙齿修复物的插入方向, 并且其中当产生所述虚拟验证表面时考虑所述插入方向。

38. 根据权利要求37所述的方法, 其中考虑所述插入方向包括保证所述虚拟验证表面配置成使得如果根据所述虚拟验证表面预备所述牙齿则减小或避免在预备牙齿处的底切。

39. 根据权利要求38所述的方法, 其中通过修整所述虚拟验证表面减小或避免所述底切。

40. 根据权利要求38所述的方法, 其中所述方法包括产生虚拟最小预备表面, 并且所述方法还包括从所述虚拟最小预备表面生成无底切虚拟表面, 并且其中基于所述无底切虚拟表面产生所述虚拟验证表面。

41. 根据权利要求40所述的方法, 其中将向下锥形提供给所述虚拟最小预备表面和/或所述无底切虚拟表面, 其中所述锥形以锥角从相对于所述虚拟验证表面限定的虚拟预备线到达所述牙齿的咬合面。

42. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述牙齿预备引导件配置成相对于所述牙齿组的第一区域和第二区域使用, 其中所述第一区域包括与所述牙齿修复物相关的牙齿, 并且所述第二区域包括至少一个附加牙齿, 其中所述第二区域用于相对于所述牙齿组准确地对准所述牙齿预备引导件。

43. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述牙齿修复物包括牙桥修复物、单牙冠、临时修复物或可去除部分假牙。

44. 根据权利要求1所述方法, 其中至少一个开孔限定于虚拟牙齿预备引导件中, 使得当制造的牙齿预备引导件相对于患者的牙齿组布置时, 所述开孔提供接近牙齿预备引导件下面的区域。

45. 根据权利要求1所述的方法, 其中所述牙齿预备引导件是包括第一和第二部分的两件式牙齿预备引导件, 其中:

-所述第一部分形成为临时牙冠并且设计成具有成形为类似正常牙齿表面的外表面, 和具有基于所述虚拟验证表面的形状的内表面;

-所述第二部分设计成具有内表面, 所述内表面配置成用于接合所述第一部分的外表面使得所述第一和第二部分能够可释放地连接以形成所述两件式牙齿预备引导件。

46. 根据权利要求23所述的方法, 其中在生成所述连接表面中应用计算机执行孔闭合

算法。

47. 根据权利要求1所述的方法,其中所述方法包括从所述虚拟预备引导件表面生成虚拟牙齿预备引导件。

48. 根据权利要求47所述的方法,其中所述方法包括使用直接数字制造从所述虚拟牙齿预备引导件制造实体牙齿预备引导件。

49. 根据权利要求48所述的方法,其中制造所述实体牙齿预备引导件包括从所述虚拟牙齿预备引导件制造中间实体模型并且使用所述中间实体模型成形所述实体牙齿预备引导件的材料。

50. 根据权利要求1所述的方法,其中所述牙齿预备引导件是实体引导件,并且所述方法包括从连接的虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示形成所述牙齿组的实体模型,以及根据所述牙齿组的所述实体模型成形实体牙齿预备引导件的材料。

51. 根据权利要求1所述的方法,其中所述牙齿预备引导件是实体引导件,并且所述方法包括基于所述虚拟预备引导件表面来制造实体牙齿预备引导件。

52. 根据权利要求51所述的方法,其中,所述方法包括基于从所述虚拟预备引导件表面生成的虚拟牙齿预备引导件来制造所述实体牙齿预备引导件。

53. 一种用于生成牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿组中的至少一个牙齿的预备,所述方法包括:

a: 通过从所述牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿虚拟地形成剩余牙齿组;

b: 虚拟地提供表示用于所述至少一个牙齿的所述牙齿修复物的目标形状的目标牙齿修复物,并且基于所述目标牙齿修复物虚拟地产生验证表面;以及

c: 通过组合所述验证表面和所述剩余牙齿组的至少一部分虚拟地产生所述牙齿预备引导件。

54. 一种用于验证预备的牙齿组中的至少一个牙齿的预备以便确定预备的牙齿是否能够接受牙齿修复物的方法,所述方法包括:

- 获得配制成用于验证所述牙齿的预备的虚拟牙齿预备引导件,其中获得所述虚拟牙齿预备引导件包括:

a: 获得预备前牙齿组的数字3D表示;

b: 从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,从而形成剩余牙齿组的数字3D表示;

c: 提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物;

d: 基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中所述验证表面使得牙齿的预备能够由所述牙齿预备引导件验证;以及

e: 通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面;

- 获得所述预备的牙齿组的数字3D表示;

- 与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟牙齿预备引导件;以及

- 从与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起的所述虚拟牙齿预备引导件的可视化验证预备的牙齿是否成形为使得它能够接受所述牙齿修复物。

55. 根据权利要求54所述的方法, 其中所述方法包括在牙齿表面上的一个或多个选定位置处确定所述预备的牙齿组的数字3D表示和所述虚拟牙齿预备引导件之间的距离。

56. 根据权利要求54所述的方法, 其中所述方法包括在牙齿表面上的一个或多个选定位置处确定所述预备的牙齿组的数字3D表示和所述虚拟验证表面之间的距离。

57. 根据权利要求54所述的方法, 其中通过所述预备的牙齿的口内扫描获得所述预备的牙齿组的数字3D表示。

58. 根据权利要求55所述的方法, 其中所述方法包括至少在牙齿表面上的所述一个或多个选定位置中的一些处可视化所述距离。

59. 根据权利要求58所述的方法, 其中使用距离颜色编码可视化所述距离。

60. 根据权利要求54所述的方法, 其中所述方法包括对准所述虚拟牙齿预备引导件和所述预备的牙齿组的所述数字3D表示。

61. 根据权利要求54所述的方法, 其中所述方法包括与所述剩余牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟预备引导件表面或所述虚拟验证表面。

62. 一种用于制造牙齿预备引导件的方法, 所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿组中的至少一个牙齿的预备, 所述方法包括:

- 使用根据权利要求1所述的方法生成虚拟牙齿预备引导件; 以及
- 使用直接数字制造从所述虚拟牙齿预备引导件制造所述牙齿预备引导件。

63. 根据权利要求62所述的方法, 其中通过直接数字制造制备所述牙齿预备引导件。

64. 根据权利要求63所述的方法, 其中通过3D打印或铣削制造所述牙齿预备引导件。

65. 根据权利要求62所述的方法, 其中通过以下方式制造所述牙齿预备引导件:

- 根据所述虚拟验证表面形成所述牙齿组的实体模型, 在所述实体模型中预备所述牙齿, 以及
- 根据该实体模型成形所述牙齿预备引导件的材料。

66. 根据权利要求65所述的方法, 其中成形所述牙齿预备引导件的材料包括将所述材料真空成形到所述实体模型上。

67. 根据权利要求62所述的方法, 其中生成的虚拟牙齿预备引导件包括剥壳的虚拟预备引导件表面。

68. 一种配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿组中的至少一个牙齿的预备的牙齿预备引导件, 所述牙齿预备引导件包括根据使用权利要求1所述的方法生成的虚拟验证表面成形的牙齿面对表面。

69. 一种用于生成牙齿预备引导件的系统, 所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备, 所述系统包括:

- 扫描器, 所述扫描器配置成用于获得预备前牙齿组的数字3D表示;
- 用于提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物的装置; 以及
- 用于从所述预备前牙齿组的所述数字3D表示和/或从所述虚拟目标牙齿修复物生成所述牙齿预备引导件的装置, 其中所述牙齿预备引导件配置成使得根据所述牙齿预备引导件的牙齿的预备将保证所述牙齿修复物能够实现并且能够在预备的牙齿处插入。

70. 根据权利要求69所述的系统, 其中所述用于从所述预备前牙齿组的所述数字3D表示和/或从所述虚拟目标牙齿修复物生成所述牙齿预备引导件的装置具有存储在其上的一

个或多个计算机指令的非暂时性计算机可读介质,其中所述计算机指令包括用于执行根据权利要求1所述的方法的指令。

71.一种用于生成牙齿预备引导件的系统,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备,所述系统包括:

- 扫描器,所述扫描器配置成用于获得预备前牙齿组的数字3D表示;
- 数据处理设备,所述数据处理设备配置成用于从所述预备前牙齿组的所述数字3D表示和/或从虚拟目标牙齿修复物生成所述牙齿预备引导件,其中所述牙齿预备引导件配置成使得根据所述牙齿预备引导件的牙齿的预备将保证所述牙齿修复物能够实现并且能够在预备的牙齿处插入,并且其中所述虚拟目标牙齿修复物表示所述牙齿修复物的目标形状;

其中所述数据处理设备包括具有存储在其上的一个或多个计算机指令的非暂时性计算机可读介质,其中所述计算机指令包括用于执行根据权利要求1所述的方法的指令。

72.一种用于生成牙齿预备引导件的用户界面,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备,其中所述用户界面配置成用于:

- a:获得预备前牙齿组的数字3D表示;
- b:从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,使得形成剩余牙齿组的数字3D表示;
- c:提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物;
- d:基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中所述验证表面使得能够由所述牙齿预备引导件验证牙齿的预备;以及
- e:通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。

73.根据权利要求72所述的用户界面,其中所述用户界面配置成对使用计算机屏幕的可视者可操作并且允许操作者借助于计算机键盘或计算机鼠标将数据输入所述用户界面中和在所述用户界面中进行选择。

74.根据权利要求72所述的用户界面,其中所述用户界面配置成用于与预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟预备引导件表面,并且所述用户界面包括在单独地可视化所述预备的牙齿组的数字3D表示和当启动时与所述虚拟预备引导件表面组合之间切换的虚拟切换工具。

75.根据权利要求72所述的用户界面,其中所述用户界面配置成用于可视化获得的预备前牙齿组的数字3D表示和产生的虚拟预备引导件表面。

76.一种用于制造牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿组中的至少一个牙齿的预备,所述方法包括:

- 通过包括以下步骤的处理产生虚拟预备引导件表面;
- a:获得预备前牙齿组的数字3D表示;
- b:从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,从而形成剩余牙齿组的数字3D表示;
- c:提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物;
- d:基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中

所述验证表面使得牙齿的预备能够由所述牙齿预备引导件验证;以及

e:通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面;

-基于产生的虚拟预备引导件表面制造中间实体模型,其中所述虚拟预备引导件表面表示所述中间实体模型的外表面;以及

-使用所述中间实体模型制造所述牙齿预备引导件以成形牙齿预备引导件材料,使得面向制造的牙齿预备引导件的表面的牙齿依据所述虚拟预备引导件表面而成形。

牙齿预备引导件

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及配置成用于验证针对牙齿修复物预备至少一个牙齿的牙齿预备引导件。更特别地，本发明涉及用于生成牙齿预备引导件的方法、使用这样的牙齿预备引导件的方法以及用于设计和使用这样的牙齿预备引导件的用户界面和系统。

背景技术

[0002] 当患者的牙齿患病或死亡时，常常建议去除牙齿的一部分并且用牙齿修复物、例如牙冠修复物替换，所述牙齿修复物可以恢复牙齿的机械强度和美观。在其它情况下，牙齿患病过重或者破裂使得它不能支撑修复物并且必须完全拔出它。在这样的情况下牙齿修复物可以是牙桥修复物，所述牙桥修复物具有设计成替换患病或破裂牙齿的假牙和围绕假牙的两个牙冠。然后针对牙桥修复物的牙冠预备相邻牙齿。

[0003] 在针对牙冠修复物预备单牙齿时和在针对牙桥的牙冠预备相邻牙齿时，牙科医生磨掉一些牙齿材料以形成可以接受牙齿修复物的一个或多个预备牙齿。被去除的材料为牙齿修复物留下空间使得当牙齿修复物布置在患者的口中时，一个或多个修复牙齿可以具有与预备之前相同或相似的形状或尺寸。

[0004] 当牙科医生开始预备牙齿时牙齿修复物的期望形状有时是已知的并且该知识可以用于产生牙齿预备引导件，牙科医生可以使用所述牙齿预备引导件来引导牙齿的预备。

[0005] 在用于制造牙齿预备引导件的一些现有技术的方法中，从实体牙齿模型、例如石膏模型限定验证表面，其可以是良好的预备形状和尺寸并且据信允许有用于在预备的牙齿处插入牙齿修复物的空间。该实体牙齿模型的产生的不精确将导致牙齿预备引导件的形状和因此预备的牙齿的精确。

[0006] 在US2011/0159451中公开的现有技术的方法中通过在预备之前将牙齿的虚拟模型与表示修复牙齿的目标形状的虚拟模型重叠生成牙齿预备引导件。该方法也具有如下所述的一些缺点。

发明内容

[0007] 本发明解决现有技术的方法的问题。

[0008] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的方法，所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物预备至少一个牙齿，所述方法包括：

[0009] a: 获得预备前牙齿组的数字3D表示；

[0010] b: 从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿，使得形成剩余牙齿组的数字3D表示；

[0011] c: 提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物；

[0012] d: 基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面，其中所述验证表面使得可以由所述牙齿预备引导件验证所述至少一个牙齿的预备；以及

[0013] e: 通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一

部分产生虚拟预备引导件表面。

[0014] 公开了一种用于验证预备牙齿组中的至少一个牙齿的预备以便确定预备牙齿是否能够接受牙齿修复物的方法,所述方法包括:

[0015] -获得配制成用于验证所述至少一个牙齿的预备的虚拟牙齿预备引导件;

[0016] -获得所述预备牙齿组的数字3D表示;

[0017] -与所述预备牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟牙齿预备引导件;以及

[0018] -从与所述预备牙齿组的数字3D表示一起的所述虚拟牙齿预备引导件的可视化验证预备的所述至少一个牙齿是否成形为使得它可以接受所述牙齿修复物。

[0019] 在一些实施例中,使用用于生成牙齿预备引导件的方法的实施例来产生获得的虚拟牙齿预备引导件。

[0020] 至少部分地使用患者的牙齿组的数字3D表示产生用于验证牙齿的预备的牙齿预备引导件的验证表面的公开方法解决了当仅仅从实体牙齿模型限定验证表面时产生的不精确问题。

[0021] 牙齿修复引导件可以是虚拟引导件或实体引导件,其中在两种情况下的验证表面使得可以验证牙齿预备。

[0022] 在虚拟情况下,牙齿预备引导件是可以相对于患者的牙齿组的数字3D表示布置的虚拟单元。在实体情况下,实体牙齿预备引导件由产生的虚拟预备引导件制造并且可以布置在患者的口中,并且表面之间的实体接触或距离可以用于验证。

[0023] 可以基于虚拟牙齿预备引导件制造实体牙齿预备引导件,使得实体牙齿预备引导件包括对应于虚拟验证表面的验证表面。在一些情况下实体牙齿预备引导件使得当它相对于患者的口中的牙齿组布置时,验证表面限定边界,预备的牙齿必须限制在所述边界的内部。

[0024] 通过由从患者的牙齿组的数字3D表示产生的虚拟表面生成牙齿预备引导件,或使用虚拟表面自身作为虚拟牙齿预备引导件的一部分,本发明解决了当处理牙齿组的实体模型时遇到的不精确问题。

[0025] 对于虚拟牙齿预备引导件,例如当已执行牙齿的至少一些预备并且牙科医生希望验证预备以了解是否需要进一步预备时,牙齿预备的验证可以基于与患者牙齿组的数字3D表示一起可视化牙齿预备引导件。

[0026] 对于根据本发明的实体牙齿预备引导件的一些实施例,牙齿预备的验证基于牙齿预备引导件和一个或多个预备牙齿之间的实体接触的配准。在牙齿的一些预备之后,牙科医生可能希望验证牙齿的预备以了解是否需要进一步预备。他然后将牙齿预备引导件放置在患者的牙齿处并且评价预备是否完成或是否需要进一步去除牙齿材料。在一些情况下,牙齿预备引导件设计成使得当预备完成时它不与预备牙齿冲突。

[0027] 在一些实施例中,剩余牙齿组的数字3D表示包括患者的齿龈的部段。虚拟预备引导件表面于是可以包括齿龈的至少一部分并且当牙齿预备引导件在患者的口中使用时制造的牙齿预备引导件将能够接合齿龈的该部段。因此,齿龈为牙齿预备引导件提供支撑,即使当修改整个牙齿表面时牙齿预备引导件也可以相对于预备牙齿正确地布置。

[0028] 在一些实施例中,剩余牙齿组的数字3D表示包括相邻牙齿中的至少一个的一部分。这可以是离预备牙齿最近的一个或多个相邻牙齿和/或远离预备牙齿的牙齿。虚拟预备

引导件表面于是可以包括相邻牙齿的表面的至少一部分并且当牙齿预备引导件在患者的口中使用时制造的牙齿预备引导件将能够接合这些牙齿。相邻牙齿因此为牙齿预备引导件提供支撑,即使当修改整个牙齿表面时牙齿预备引导件也可以相对于预备牙齿正确地布置。接触相邻牙齿的牙齿预备引导件的部分可以形成为围绕面对预备牙齿的牙齿预备引导件的部分的翼部。

[0029] 在牙齿的整个表面将由牙齿的预备修改的情况下现有技术的方法、例如US2011/0159451中所述的方法是不适当的,其中仅仅从将预备的牙齿的表面设计牙齿预备引导件。在这样的情况下,例如当牙齿修复物是全牙冠时,现有技术的牙齿预备引导件不具有可以支撑牙齿预备引导件的表面以保证它适当地对准到预备牙齿。剩余牙齿组的数字3D表示包括一个或多个相邻牙齿和/或齿龈的本发明的实施例解决了该问题,原因是牙齿预备引导件于是具有成形为接合在预备期间未被修改的患者的牙齿组的一部分的表面。即使当牙齿的整个表面在预备期间被修改时,牙齿预备引导件仍然朝着它相对于预备牙齿的正确布置被引导。

[0030] 优选地,虚拟牙齿预备引导件成形为使得当根据虚拟牙齿预备引导件预备牙齿时牙齿修复物可以实现并且可以由预备牙齿接受。

[0031] 在一些实施例中,使用牙齿预备引导件验证预备的方法包括与剩余牙齿组的数字3D表示一起可视化虚拟预备引导件表面或虚拟验证表面。例如当虚拟牙齿预备引导件仅仅由虚拟预备引导件表面或虚拟验证表面形成时可能就是这种情况。当使用虚拟牙齿预备引导件来验证预备时,不需要例如剥壳虚拟预备引导件表面以提供可以使用直接数字制造进行制造的实体模型。因此可能有利的是虚拟牙齿预备引导件仅仅具有一个表面,例如虚拟预备引导件表面或虚拟验证表面。

[0032] 公开了一种用于制造牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物预备牙齿组中的至少一个牙齿,所述方法包括:

[0033] -使用根据实施例中的任何一个的方法生成虚拟牙齿预备引导件;以及

[0034] -使用直接数字制造从所述虚拟牙齿预备引导件制造所述牙齿预备引导件。

[0035] 当相对于患者的牙齿布置在患者的口中时,制造的牙齿验证工具可以验证牙齿预备使得牙科医生可以决定预备是否完成或者是否需要更多的预备工作。

[0036] 公开了一种配置成用于验证针对牙齿修复物预备牙齿组中的至少一个牙齿的牙齿预备引导件,所述牙齿预备引导件包括根据通过使用根据实施例中的任何一个的方法生成的虚拟验证表面成形的牙齿面对表面。

[0037] 在一些实施例中,牙齿预备引导件配置成相对于目标牙齿预备用于验证牙齿预备,其中可以在牙齿的任何预备之前限定目标牙齿预备。当牙科医生或牙科技师在牙齿的预备之前设计牙齿修复物并且基于设计的牙齿修复物产生目标牙齿预备时可能就是这种情况。该方法具有的优点是牙科医生在开始预备牙齿时立即可以获得关于优选地应当如何预备牙齿的引导。在困难情况下,例如当针对牙桥修复物预备多个旋转牙齿时,这可能是十分有利的。也可以在程序期间、例如在初始预备步骤之后限定目标牙齿预备。当将预备的牙齿患病并且牙齿的内部部分的稳健性的详细知识未知时该方法具有优点。

[0038] 在一些实施例中,生成的牙齿预备引导件使得它可以相对于患者的牙齿组布置,面对牙齿的验证表面。牙齿可以是预备前牙齿组的牙齿或预备牙齿组的牙齿。

[0039] 在一些实施例中,生成的牙齿预备引导件使得它可以相对于预备前或预备的牙齿组的数字3D表示布置,面对牙齿的验证表面。通过可视化相对于数字3D表示布置的虚拟牙齿预备引导件常常将关于牙齿的哪些部分需要进一步预备的直接信息提供给牙科医生。

[0040] 在本发明的上下文中,短语“预备前牙齿组”相对于设计牙齿预备以便验证的预备之前的牙齿组被使用。在一些情况下,已对预备前牙齿组执行先前的预备,例如其它牙齿的预备或用于评价牙齿的健康以便评价是否必须去除整个牙齿并且用牙齿植入物替换的第一预备。

[0041] 在一些实施例中,通过直接数字制造、例如通过3D打印或铣削制造实体牙齿预备引导件。随着3D打印和铣削用于牙科应用的系统的购置成本的不断减小,这样的设备对于牙科医生来说变得可获得,并且一旦产生虚拟牙齿预备引导件,他可以在他的会诊中生产实体引导件。

[0042] 在虚拟情况下,虚拟牙齿预备引导件可以与预备前或预备的牙齿组的数字3D表示对准并且表面的虚拟交叉或表面之间的距离可以用于验证。

[0043] 在本发明的上下文中,短语“牙齿预备引导件配置成使得…”有时用作“牙齿预备引导件配置成使得根据牙齿预备引导件的牙齿的预备将保证…”的简称。

[0044] 在本发明的上下文中预备的牙齿也可以称为牙齿预备。

[0045] 在本发明的上下文中牙齿修复物是经典固定修复物,例如嵌体/高嵌体、镶面、牙冠、牙桥、植入物保持结构等,但是以此类推也包括可去除修复物、例如假牙。

[0046] 在本发明的上下文中患者是为其设计修复物的人。可以有用于该患者的牙齿治疗的医学指征,但是美学考虑也可以是设计牙齿修复物的相关动机。

[0047] 在本发明的上下文中,由第一和第二表面的布尔加法提供的表面可以对应于由具有根据第一和第二表面的表面的实体结构的逻辑分离形成的实体结构的表面。

[0048] 本发明的优点是它与现有技术的方法相比提供对牙齿预备引导件的验证表面的形状和位置的有效控制。

[0049] 此外,本发明的方法可以产生能够提供关于牙齿预备的验证与现有技术的牙齿预备引导件相比非常充足的信息的牙齿预备引导件。

[0050] 在一些实施例中,根据本发明的方法是与患者的治疗并行进行的方法。生成和/或制造牙齿预备引导件的方法可以与由牙科医生对患者的牙齿组执行的牙科工作并行地、例如与一个或多个牙齿的预备并行地进行。牙齿的预备不预期作为方法的一部分。

[0051] 根据本发明的一个方面,公开了一种用于生成牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物预备至少一个牙齿,所述方法包括:

[0052] a:获得预备前牙齿组的数字3D表示;

[0053] b:从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,使得形成剩余牙齿组的数字3D表示;

[0054] c:提供描述所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物;

[0055] d:基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中所述验证表面使得可以由所述牙齿预备引导件验证所述至少一个牙齿的预备;以及

[0056] e:通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。

[0057] 根据本发明的一个方面,公开了一种用于验证针对牙齿修复物预备至少一个牙齿的方法,所述方法包括:

[0058] -生成配置成用于验证所述至少一个牙齿的预备的虚拟牙齿预备引导件;

[0059] -获得预备牙齿组的数字3D表示;以及

[0060] -与所述预备牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟牙齿预备引导件。

[0061] 在一些实施例中,组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分包括连接所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分并且由此产生所述虚拟预备引导件表面。

[0062] 该方法的一个优点在于产生的虚拟预备引导件表面具有验证表面和可以接触并且靠置在未由预备修改的牙齿组的区域上的表面。

[0063] 在一些实施例中,所述目标形状和/或所述虚拟目标牙齿修复物基于设计的虚拟诊断蜡型、基于从库选择的一般牙齿修复物或基于所述预备前牙齿组的数字3D表示中的牙齿的形状。目标形状可以大致根据牙齿组的初始形状成形或者可以通过修改预备前牙齿组的数字3D表示限定它。

[0064] 具有基于预备前牙齿组的数字3D表示中的牙齿的的目标形状的优点在于患者习惯于在该情况下保持的牙齿的感觉。

[0065] 具有基于设计的虚拟诊断蜡型的目标形状的优点在于当牙齿修复物插入预备牙齿处时可以修改患者的牙齿组的外观。

[0066] 在一些实施例中,所述目标形状和/或所述虚拟目标牙齿修复物基于一个或多个美学参数。美学参数可以从单独的牙齿的形状、牙齿的颜色或牙齿的相对布置选择。

[0067] 这样的优点在于可以根据关系到他的牙齿组的美观的患者的希望设计牙齿修复物的目标形状。

[0068] 在一些实施例中,所述虚拟诊断蜡型基于所述预备前牙齿组的数字3D表示形成、从库选择或者通过扫描牙齿的诊断蜡型的实体模型获得。

[0069] 在一些实施例中,通过组合牙齿模板的牙齿和所述预备前牙齿组的数字3D表示生成所述虚拟诊断蜡型。

[0070] 从牙齿模板的牙齿和预备前牙齿组的数字3D表示生成的虚拟诊断蜡型的优点在于可以提供修复工作的预期结果的真实可视化。

[0071] 在一些实施例中,通过修改所述预备前牙齿组的数字3D表示的至少一部分生成所述虚拟诊断蜡型,其中所述修改部分与所述牙齿修复物的一个或多个牙齿相关。

[0072] 在一些实施例中,所述虚拟诊断蜡型的设计使得所述虚拟诊断蜡型与所述预备前牙齿组的和/或所述剩余牙齿组的数字3D表示自动地对准。

[0073] 在一些实施例中,所述虚拟诊断蜡型相对于所述牙齿组的数字3D表示、例如所述预备前或预备的牙齿组的数字3D表示设计成使得它与所述剩余牙齿组的数字3D表示自动地对准。从诊断蜡型限定的目标牙齿修复物然后将因此也与剩余牙齿组的数字3D表示自动地对准并且虚拟验证表面可以直接地与剩余牙齿组的数字3D表示组合。

[0074] 在一些实施例中,使用牙齿生成算法产生所述虚拟诊断蜡型的至少一部分。这样的算法可以在计算机上执行。

[0075] 在一些实施例中,基于所述虚拟诊断蜡型产生所述虚拟验证表面。这可以基于虚

拟诊断蜡型经由目标牙齿修复物实现。

[0076] 在一些实施例中,所述方法包括限定3D分割样条,所述3D分割样条配置成用于将所述预备前牙齿的数字3D表示虚拟地分割成对应于所述牙齿的一部分和对应于所述剩余牙齿组的数字3D表示的一部分。

[0077] 这样的优点在于可以虚拟地去除牙齿部分并且剩余牙齿组的数字3D表示可以用于生成虚拟预备引导件表面而不使预备前牙齿组的数字3D表示的牙齿部分干扰设计过程。

[0078] 在一些实施例中,虚拟地去除牙齿包括限定所述3D分割样条并且在所述3D分割样条处将所述预备前牙齿的数字3D表示虚拟地分割成对应于所述牙齿的一部分和对应于所述剩余牙齿组的数字3D表示的一部分。

[0079] 使用3D分割样条提供的优点是操作者可以自己限定样条并且由此确定牙齿部分和剩余牙齿组在哪里分离。

[0080] 可以使用计算机执行分割样条生成算法自动地限定3D分割样条。在准许在该样条处去除牙齿之前操作者可以检查3D分割样条相对于预备前牙齿组的数字3D表示的位置。

[0081] 在一些实施例中,所述方法包括手动地限定所述3D分割样条或手动地调节自动生成的3D分割样条。

[0082] 在一些实施例中,手动地限定所述3D分割样条或手动地调节自动生成的3D分割样条是基于用于控制所述3D分割样条的形状的分割样条控制点的。这样的控制点具有的优点是操作者可以使用定点工具、例如计算机鼠标调节3D分割样条。

[0083] 在数字3D表示的分割中,3D分割样条可以被限定为遵循牙齿处的齿龈边缘。

[0084] 这样的优点在于在剩余牙齿组的数字3D表示中牙齿表面完全被去除并且产生的虚拟验证表面可以成形为不具有对应于牙齿表面的任何部分。产生的虚拟预备引导件表面然后可以具有对应于整个牙齿表面上的牙齿材料的去除的形状,例如当针对牙冠修复物预备牙齿时常常是优选的。

[0085] 用于牙齿的3D分割样条的至少一部分可以配置成根据预备牙齿时提供的预备线的预期形状被成形。也就是说,在自动地生成3D分割样条和手动地限定它的两种情况下它可以布置成遵循操作者计划限定牙齿的预备线所沿着的路径。

[0086] 这样的优点在于牙齿预备引导件可以设计成帮助牙科医生正确地放置预备线。

[0087] 在一些实施例中,虚拟地分割对应于所述牙齿的数字3D表示的部分使得该部分可以从所述预备前牙齿的数字3D表示虚拟地分离并且可以从其移走或删除。

[0088] 可以有利的是当观察剩余牙齿组的数字3D表示和牙齿预备引导件的虚拟表面时被去除牙齿不再可见。

[0089] 在一些实施例中,通过从对应于所述剩余牙齿组的所述部分虚拟地分离对应于所述牙齿的所述部分从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述牙齿。牙齿部分仍然可以布置在与它被去除之前牙齿组的数字3D表示的相同位置,但是被去除部分不包括在剩余牙齿组中。

[0090] 也可能省略虚拟地去除牙齿的步骤,只要使它的表面与牙齿组的剩余部分可区分。这例如可以通过将信息加入其他的虚拟去除的牙齿的表面而实现。在虚拟预备引导件

表面或虚拟牙齿预备引导件的可视化中,牙齿然后可以呈现为非常或至少稍微透明的表面。然后可以相对于将牙齿不同地可视化的预备前牙齿组的数字3D表示形成3D剩余牙齿样条。

[0091] 3D分割样条可以用于限定牙齿,所述牙齿随后可以从预备前牙齿的数字3D表示的虚拟地分离或虚拟地移走。

[0092] 当虚拟地去除若干牙齿时,3D分割样条可以将预备的牙齿的数字3D表示虚拟地分割成对应于这些牙齿的部分和对应于剩余牙齿组的部分。

[0093] 在一些实施例中,所述3D分割样条大致遵循所述虚拟目标牙齿修复物和所述预备前牙齿组的数字3D表示之间的边界。

[0094] 虚拟地去除牙齿可以在剩余牙齿组的数字3D表示中引入虚拟孔。虚拟孔可以包括齿龈孔和在相邻牙齿处的邻间孔,如果这些仍然存在于剩余牙齿组的数字3D表示中的话。虚拟孔可以由3D分割样条界定。

[0095] 在一些实施例中,所述方法包括产生虚拟替换表面,所述虚拟替换表面配置成用于至少部分地闭合所述虚拟孔,例如大致闭合所述虚拟孔。虚拟替换表面可以是库中选择的一般表面或使用基于曲率的孔闭合算法生成的表面。在一些实施例中,所述虚拟替换表面包括虚拟齿龈表面,例如虚拟齿龈。在一些实施例中,所述虚拟替换表面包括虚拟牙齿预备。

[0096] 产生这样的虚拟替换表面的一个优点在于当限定3D剩余牙齿样条的邻间部分时可以使用该表面。

[0097] 在一些实施例中,所述方法包括限定3D剩余牙齿样条。

[0098] 在一些实施例中,所述3D剩余牙齿样条的至少一部分配置成遵循通过虚拟地去除牙齿引入所述剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟孔的边界。

[0099] 限定3D剩余牙齿样条具有的优点是该样条可以标记剩余牙齿组的数字3D表示连接到当生成虚拟预备引导件表面时使用的虚拟表面的位置。

[0100] 在一些实施例中,从所述3D分割样条限定所述3D剩余牙齿样条,使得大致根据所述3D分割样条成形所述3D剩余牙齿样条的至少一部分。

[0101] 这具有的优点是牙科医生或牙科技师常常偏好3D剩余牙齿样条的至少一些部分具有与他用于分割预备前牙齿组的数字3D表示的样条相同的形状。

[0102] 在一些实施例中,所述3D剩余牙齿样条包括舌部分和/或颊/唇部分和/或邻间部分。3D剩余牙齿样条的舌部分和颊/唇部分可以配置成相应地遵循牙齿组的舌和颊部分处的虚拟孔的边界。

[0103] 在一些实施例中,所述3D剩余牙齿样条的舌部分和/或颊/唇部分与所述预备前牙齿组的数字3D表示的相应部分上的3D分割样条大致相同。

[0104] 在一些实施例中,所述3D剩余牙齿样条包括邻间部分。优选地通过修改3D分割样条限定邻间部分。在一些情况下3D分割样条的一部分以这样的方式遵循将虚拟去除的牙齿和其相邻牙齿之间的邻间边界以使得3D分割样条移动远离齿龈。当通过修改3D分割样条限定3D剩余牙齿样条时3D分割样条的该部分可以成形为遵循牙齿的邻间部分处的齿龈。

[0105] 这具有的优点是以类似解剖情况的方式成形3D剩余牙齿样条使得当通过在3D剩余牙齿样条处连接剩余牙齿组的数字3D表示限定虚拟预备引导件表面时,与3D剩余牙齿样

条与在邻间部分处远离齿龈的3D分割样条相同的情况相比,产生的表面具有更均匀的形状。

[0106] 在一些实施例中,所述3D剩余牙齿样条的所述邻间部分布置成使得它将所述虚拟孔的至少一部分分成邻间孔和齿龈孔。

[0107] 在一些实施例中,所述3D剩余牙齿样条的所述邻间部分布置成使得它遵循所述虚拟替换表面并且将所述虚拟替换表面的至少一部分分成邻间虚拟表面和齿龈虚拟表面。

[0108] 在一些实施例中,相对于该虚拟替换表面限定所述3D剩余牙齿样条。取决于相邻牙齿是否仍然存在于剩余牙齿组的数字3D表示中,3D剩余牙齿样条可以布置成将虚拟替换表面分成虚拟齿龈表面和一个或两个虚拟邻间表面。

[0109] 在一些实施例中,所述方法包括产生虚拟齿龈表面,所述虚拟齿龈表面配置成用于闭合所述剩余牙齿组的数字3D表示中的齿龈孔的至少一部分。

[0110] 当限定在方法中使用的其它表面或样条、或用于数字地设计牙齿修复物、例如用于设计牙桥修复物的桥体时可以使用该表面。

[0111] 在一些实施例中,所述方法包括产生虚拟邻间表面,所述虚拟邻间表面配置成用于闭合所述剩余牙齿组的数字3D表示中的邻间孔的至少一部分。

[0112] 可以使用基于曲率的孔闭合算法产生虚拟齿龈表面和/或虚拟邻间表面。

[0113] 在一些实施例中,所述方法包括产生所述剩余牙齿组的数字3D表示的虚拟齿龈表面和/或虚拟邻间表面和/或虚拟替换表面部分。产生可以包括连接虚拟齿龈表面和/或虚拟邻间表面和/或虚拟替换表面与剩余牙齿组的数字3D表示。表面可以通过放样过程与剩余牙齿组的数字3D表示连接。

[0114] 对于虚拟齿龈表面,这可以对应于用剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟齿龈表面虚拟地替换虚拟去除的牙齿。该表面例如可以用于设计牙齿修复物,例如当设计牙桥修复物的桥体时。

[0115] 在一些实施例中,根据所述虚拟目标牙齿修复物成形所述虚拟验证表面。使用牙齿预备引导件的验证然后可以包括估计牙齿的预备前形状和目标牙齿修复物的形状之间的差异。这样的牙齿预备引导件在目标牙齿修复物明显不同于预备前牙齿组中的牙齿的形状的情况下可能是有用的,原因是该牙齿预备引导件可以为牙科医生提供牙齿离根据诊断蜡型的形状有多远并且因此必须在哪里去除牙齿材料和去除多少的指示。然后必须比验证表面更远地预备牙齿并且必须从验证表面和预备牙齿组的表面之间的空间估计牙齿修复物的可用空间。

[0116] 在一些实施例中,所述方法包括产生虚拟最小预备表面。虚拟去除的牙齿然后用剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟最小预备表面虚拟地替换。虚拟最小预备表面可以显示预备的牙齿的最大尺寸,即,必须限定预备的牙齿内的边界以便保证足够的空间被提供用于牙齿修复物。

[0117] 在一些实施例中,从所述虚拟目标牙齿修复物确定所述牙齿的虚拟最小预备表面。虚拟最小预备表面然后成形为使得根据该表面预备的牙齿准备好接受根据目标牙齿修复物成形的牙齿修复物。

[0118] 在一些实施例中,通过向内偏移所述虚拟目标牙齿修复物的表面的至少一部分确定所述牙齿的虚拟最小预备表面。偏移的大小可以是在牙齿表面上均匀的或变化的,使得

偏移例如在预备的牙齿的咬合端部处更大。可以从由操作者输入的参数值或从这样的参数的预定值确定偏移。

[0119] 通过这样的偏移确定虚拟最小预备表面的一个优点在于偏移直接提供牙齿修复物的最小厚度的度量使得可以考虑牙齿修复物的机械能力和例如它的关于改变颜色的能力。

[0120] 在一些实施例中,所述虚拟验证表面设计成使得必须从实际上在最小预备表面内的区域去除牙齿材料。这样做可以保证预备的牙齿的表面在这些区域中是粗糙的以使得牙齿修复物将更好地附着到预备牙齿。

[0121] 在一些实施例中,修改所述虚拟验证表面使得产生的虚拟牙齿预备引导件遵循虚拟验证表面否则将在牙齿之外所处的区域中的牙齿的表面。这例如可以当牙齿的虚拟最小预备表面由虚拟目标牙齿修复物的偏移形成并且虚拟最小预备表面的一部分延伸到牙齿之外时完成。延伸超出牙齿的偏移表面的部分然后被虚拟地推动到牙齿表面上或者在牙齿表面上被虚拟地切割。对于实体牙齿预备引导件,推动部分可以靠置在预备的牙齿的相关表面上并且因此使得牙齿预备引导件以它相对于患者的牙齿组的正确布置被支撑。

[0122] 在一些实施例中,考虑将制造所述牙齿修复物的材料的性质,例如考虑何时确定所述虚拟最小预备表面。用于牙齿修复物的最小厚度和临界角取决于材料。当考虑材料性质时,牙齿修复物可以设计成具有一些期望的机械和颜色变化性质,并且可以预备牙齿以接受设计成满足这些性质的要求的修复物。

[0123] 修复物的壁的最小厚度取决于修复物的材料。当用金制造修复物时例如需要一个最小厚度以提供牙齿修复物的稳健设计,而当用陶瓷制造修复物时需要另一最小厚度。

[0124] 优选地也调节预备的牙齿的形状以匹配修复物的材料。由金制造的修复物可以具有朝着预备的牙齿的预备线的渐变修整(finishing),而陶瓷修复物常常需要更突然的终止。

[0125] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件的生成考虑这些问题使得所述牙齿预备引导件配置成用于引导件钻头以提供预备的牙齿,具有渐变或突然修整的修复物可以布置在所述预备的牙齿处。

[0126] 在一些实施例中,所述虚拟最小预备表面和/或所述虚拟验证表面使得当牙齿修复物布置在患者的牙齿处时在预备的牙齿和牙齿修复物之间提供一定量的接合剂。这具有的优点是接合剂可以施加到牙齿/牙齿修复物而不进一步磨掉材料。

[0127] 在一些实施例中,相对于所述虚拟验证表面限定虚拟预备线。

[0128] 在一些实施例中,所述虚拟验证表面基于所述虚拟最小预备表面。在这样的情况下,可以相对于虚拟最小预备表面限定虚拟预备线。

[0129] 在一些实施例中,所述虚拟预备线限定于所述虚拟验证表面上并且对应于通过预备实际牙齿限定的预备线的虚拟等效物。

[0130] 在一些实施例中,通过虚拟地连接所述虚拟最小预备表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示产生所述虚拟预备引导件表面,即,通过连接这些表面组合所述虚拟最小预备表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示。在该情况下虚拟验证表面的至少一部分与虚拟最小预备表面大致相同。

[0131] 在一些实施例中,所述虚拟最小预备表面由虚拟最小预备表示。在根据本发明的

用户界面中,这样的虚拟最小预备可以与剩余牙齿组的数字3D表示一起可视化使得操作者可以评价最小预备相对于预备过程和相对于插入制造的修复物将有多好。

[0132] 在一些实施例中,根据所述虚拟最小预备成形所述虚拟预备引导件表面。虚拟预备引导件表面的一些部分可以配置成紧密地遵循虚拟最小预备,而在其它部分,例如当期望安全区域时,虚拟预备引导件表面可以偏离虚拟最小预备。

[0133] 在一些实施例中,所述虚拟预备引导件表面至少部分地由所述虚拟最小预备表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的布尔加法产生。

[0134] 在该方法中,一旦虚拟最小预备表面和剩余牙齿组的数字3D表示相对于彼此以操作者发现合适的方式布置,可以容易地生成虚拟预备引导件表面。对于在用户界面中呈现给操作者的方法的实现方式,用户界面可以具有显示虚拟最小预备表面和剩余牙齿组的数字3D表示的窗口以及当启动时执行布尔加法的虚拟按钮。操作者可以能够移动适应虚拟最小预备表面和/或例如使用计算机鼠标相对于剩余牙齿组的数字3D表示移动它以在所述窗口中对虚拟最小预备表面执行这些动作。

[0135] 在一些实施例中,所述虚拟预备引导件表面至少部分地由所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的布尔加法产生。上面关于虚拟最小预备表面和剩余牙齿组的数字3D表示的布尔加法提供的评述也在这里适用于虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示的布尔加法。

[0136] 在一些实施例中,所述方法包括生成连接表面,所述连接表面配置成用于连接所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示。

[0137] 连接表面可以闭合位于虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示之间的虚拟预备引导件表面中的孔,使得产生相干虚拟预备引导件表面。

[0138] 在一些实施例中,所述连接表面配置成在所述3D剩余牙齿样条处连接到所述剩余牙齿组的数字3D表示。该方法具有的优点是操作者可以经由3D剩余牙齿样条的形状确定在剩余牙齿的数字3D表示处如何成形产生的虚拟预备引导件表面。此外,操作者可以确定在哪里根据剩余牙齿的数字3D表示成形虚拟预备引导件表面和在哪里根据虚拟验证表面成形它。

[0139] 在一些实施例中,生成所述连接表面包括放样过程。放样可以应用于通过新表面连接两个表面。放样过程可以包括将参数表面拟合到一个表面的边界和第二表面的边界。放样过程可以用于限定连接表面,所述连接表面配置成连接虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示。

[0140] 在一些实施例中,所述连接表面的形成是计算机控制或计算机辅助的。

[0141] 在一些实施例中,所述方法包括相对于所述虚拟验证表面限定3D验证表面样条,其中所述连接表面配置成在所述3D验证表面样条处连接到所述虚拟验证表面。

[0142] 使用3D验证表面样条来确定连接表面配置在哪里以连接到虚拟验证表面具有的优点是操作者可以决定是否例如在虚拟验证表面的虚拟预备线之上连接到虚拟验证表面,从而限定安全区域。

[0143] 在一些实施例中,使用计算机执行算法自动地限定所述3D验证表面样条。

[0144] 这样的优点在于计算机执行算法可以比操作者更快地限定3D验证表面样条。

[0145] 在一些实施例中,手动地限定或使用与诊断蜡型的可视化组合可视化的虚拟控制

点调节所述3D验证表面样条。

[0146] 这样的优点在于允许操作者根据他的个人偏好限定3D验证表面。

[0147] 在一些实施例中,所述3D验证表面样条配置成大致遵循所述虚拟预备线。

[0148] 在一些实施例中,所述3D验证表面样条位于所述虚拟预备线之上,即,所述3D验证表面样条比所述虚拟预备线更靠近所述牙齿的咬合面。

[0149] 在一些实施例中,在孔闭合中和/或在生成连接表面中应用计算机执行孔闭合算法。

[0150] 这样的优点在于计算机执行孔闭合算法可以虚拟地闭合孔和/或比操作者更快地生成连接表面。

[0151] 执行放样过程的一种方式首先是确定将由生成的表面连接的两个边界处的顶点之间的对应性。对应性可以由对应性的穷举搜索确定,所述穷举搜索在保留顶点的顺序的限制下产生对应顶点之间的最低平均距离。放样可以基于需要指定多个控制点的三次B样条表面。针对每个顶点计算向量 v_c ,所述向量垂直于顶点法线和顶点中的边界取向向量。顶点法线被计算作为连接到顶点的三角的三角法线的面积加权平均。针对对应顶点的集合中的每个顶点作为顶点 $\pm v_c$ 产生两个控制点。然后作为加入对应顶点 p_1 和 p_2 之间的中点的 v_{c1} 和 v_{c2} 产生附加控制点。除了产生的控制点以外两个顶点也用作控制点。当已针对对应顶点的所有集合重复过程时,表面完全由控制点限定。然后在表面上、即通过采样连接对应顶点的样条上的顶点而采样新顶点。给定这些顶点和对应顶点集合的顺序,被采样顶点的相邻关系是已知的。已知这些关系能够通过三角连接相邻顶点。当已应用放样时不保证例如虚拟验证表面不由连接表面穿透。然后通过将控制点移动到虚拟验证表面之后、例如通过在对对应顶点之间沿着 v_{c1} 和 v_{c2} 向后移动附加控制点直到它在虚拟验证表面之后而最小化该穿透。

[0152] 在一些实施例中,所述虚拟预备引导件表面配置成限定在所述虚拟预备线处和/或所述3D分割样条处的安全区域,其中所述安全区域提供所述剩余牙齿组的数字3D表示和所述虚拟预备引导件表面之间的距离。

[0153] 安全区域因此可以提供空间,允许牙科医生在所述空间中在用于牙齿的预备线的和/或相对于齿龈的预备边界线的不同位置之间选择。安全区域也可以保证当放置在患者的牙齿处时牙齿预备引导件不接触齿龈的敏感部分。当3D验证表面样条位于虚拟预备线之上时可以实现安全区域。在该情况下,虚拟预备引导件表面局部地远离虚拟预备线偏移,由此提供安全区域的空间。

[0154] 在一些实施例中,通过直接数字制造、例如通过3D打印或铣削制造所述牙齿预备引导件。

[0155] 在一些实施例中,通过以下方式制造所述牙齿预备引导件:

[0156] -根据所述虚拟验证表面形成所述牙齿组的实体模型,在所述实体模型中预备所述牙齿,以及

[0157] -根据该实体模型成形所述牙齿预备引导件的材料。

[0158] 成形牙齿预备引导件的材料可以包括将材料真空成形到实体模型上。该方法具有的优点是尽管仅仅很少的生物相容材料可以用于直接数字制造,但是有许多生物相容材料可以真空成形到固体模型上。

[0159] 在一些实施例中,生成的虚拟牙齿预备引导件包括剥壳的虚拟预备引导件表面。

[0160] 剥壳虚拟预备引导件表面的一个优点在于表面自身可以不必用于直接数字制造,而是由表面的剥壳限定的虚拟模型适合于这样的制造。

[0161] 在一些实施例中,所述方法包括剥壳所述虚拟预备引导件表面的至少选定部分使得所述虚拟牙齿预备引导件包括在所述选定部分中的内壳表面和外壳表面。

[0162] 在一些实施例中,所述虚拟预备引导件表面和/或所述虚拟验证表面由多个顶点参数化,其中所述顶点由三角连接。

[0163] 在一些实施例中,根据所述虚拟验证表面成形所述外壳表面。

[0164] 在一些实施例中,根据产生的虚拟预备引导件表面成形所述外壳表面并且剥壳从所述外壳表面限定所述内壳表面。在该情况下,剥壳可以包括向内偏移外壳表面中的每个顶点的复制,去除比指定最小壳厚度更靠近外壳表面的多个复制的顶点,并且通过剩余复制的顶点的三角化产生内壳表面。

[0165] 当根据产生的虚拟预备引导件表面成形外壳表面时,外壳表面可以与牙齿修复物的目标形状一致。

[0166] 在一些实施例中,使用直接数字制造从包壳虚拟预备引导件表面制造中间实体模型。然后通过使用所述中间实体模型成形所述牙齿预备引导件的材料制造所述牙齿预备引导件。中间实体模型的内表面和外表面可以相应地由内壳表面和外壳表面限定。

[0167] 可以根据虚拟预备引导件表面成形中间实体模型的外表面并且牙齿预备引导件的制造可以使得根据中间实体模型的外表面成形制造的牙齿预备引导件的内表面。制造的牙齿预备引导件的内表面然后对应于虚拟预备引导件表面的负表面并且牙齿预备引导件拟合到根据虚拟预备引导件表面预备的牙齿上。如果进一步预备牙齿,当牙齿预备引导件布置在患者的牙齿组处时间隙存在于内表面和牙齿预备引导件和牙齿表面之间。

[0168] 该方法具有的优点是尽管仅仅很少的生物相容材料可以用于直接数字制造,但是有许多生物相容材料可以真空成形到这样的中间实体模型上。

[0169] 在一些实施例中,使用所述中间实体模型成形所述牙齿预备引导件的材料包括将所述牙齿预备引导件的材料真空成形到所述中间实体模型上。

[0170] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件使得根据所述虚拟验证表面成形所述内壳表面。

[0171] 在一些实施例中,根据所述虚拟预备引导件表面成形所述内壳表面并且从所述内壳表面剥壳限定所述外壳表面。内壳表面可以是当牙齿预备引导件布置在牙齿处时面对牙齿组的表面,而外壳表面面对周围颊、唇和舌组织以及对抗肌。

[0172] 当虚拟预备引导件表面和/或虚拟验证表面是内壳表面的一部分时,剥壳可以提供外壳表面。在该情况下,剥壳可以包括向外偏移内壳表面中的每个顶点的复制,去除比指定最小壳厚度更靠近内壳表面的多个复制的顶点,并且通过剩余复制的顶点的三角化产生外壳表面。

[0173] 该方法具有的的优点是可以直接制造牙齿预备引导件而不需要中间实体模型。

[0174] 在一些实施例中,使用直接数字制造从所述剥壳的虚拟预备引导件表面制造所述牙齿预备引导件。当根据虚拟预备引导件表面成形内壳表面时可能就是这种情况。

[0175] 剥壳可以扩展虚拟预备引导件表面以变为具有有限厚度的壳。对于许多装置保证

最小壳厚度是有益的或至关重要的。

[0176] 在配置成用于基于外壳表面提供壳的一个剥壳算法中,第一步骤是产生外壳表面中的每个顶点的复制。沿着外壳表面中的对应顶点的比例法线产生内壳上的新顶点。顶点法线被计算作为由它们的面积加权的连接的三角的法线的平均。如果必须保证最小壳厚度,则以指定壳厚度偏移顶点是不够的。然而可以找到局部地保证壳厚度的偏移作为最大比例系数,其将顶点法线的比例型式投影到由预定厚度比例缩放的三角法线的完整长度上。仅仅连接到顶点的三角的法线是相关的。不幸的是,所提出的偏移仅仅保证局部壳厚度。在具有凸表面和高曲率的区域中偏移顶点倾向于违反最小壳厚度。在第二步骤中去除这些违反顶点以保证适当的壳厚度。最后,然后可以通过产生的顶点的三角化产生新内壳。可以使用例如由Hoppe等人在“Surface Reconstruction from unorganised points”, Computer Graphics, 26 (2), 1992, pp. 71-78中提出的标准3D三角化方法执行三角化。

[0177] 在一些实施例中,以这样的方式生成所述牙齿预备引导件使得它可以相对于患者的牙齿组布置成面对所述牙齿的所述验证表面。牙齿可以是预备前牙齿组的牙齿或预备的牙齿。

[0178] 在制造实体牙齿预备引导件之前可以将基部提供给剥壳的虚拟预备引导件表面。基部可以位于剥壳的表面的咬合部分处。

[0179] 在制造中间实体模型之前可以将基部提供给剥壳的虚拟预备引导件表面。基部可以位于剥壳的表面的颈部处。

[0180] 验证表面配置成验证牙齿组中的一个或多个牙齿的预备。在一些实施例中,例如当验证表面与牙齿的最小预备一致时,牙齿的不足预备将防止牙齿预备引导件到达相对于牙齿组的目标位置。如果预备是足够的并且没有其它需要(进一步)预备的牙齿,则牙齿预备引导件可以移动到目标位置。如果以较软材料制造牙齿预备引导件,则即使在牙齿的预备不足的情况下牙齿预备引导件仍然可能到达目标位置,但是然后遇到阻力。

[0181] 在一些实施例中,所述方法包括确定所述牙齿修复物的插入方向,并且其中当产生所述虚拟验证表面时考虑所述插入方向,使得例如所述虚拟最小预备表面可以基于所述插入方向。

[0182] 在一些实施例中,考虑所述插入方向包括保证所述虚拟验证表面配置成使得如果根据所述虚拟验证表面、例如根据基于所述虚拟牙齿预备引导件制造的实体牙齿预备引导件的验证表面预备所述牙齿则减小或避免在预备的牙齿处的底切。在一些实施例中,通过修整所述虚拟验证表面减小或避免所述底切。

[0183] 在本发明的上下文中,短语“在预备的牙齿处的底切”可以表示沿着插入方向相对于牙齿修复物路径看到的底切,如图8中所示,其中牙齿修复物由于这样的底切而不能放置在预备的牙齿处。

[0184] 在一些实施例中,所述方法包括从所述虚拟最小预备表面生成无底切虚拟表面,并且基于所述无底切虚拟表面产生所述虚拟验证表面。可以使用配置成用于阻拦预备前或预备的牙齿组的数字3D表示中的底切区域的虚拟阻拦工具生成无底切表面。

[0185] 在一些实施例中,将向下锥形提供给所述虚拟最小预备表面和/或所述无底切虚拟表面,其中所述锥形以锥角从所述虚拟预备线到达所述牙齿的咬合面。锥角可以在大约0.5度到大约15度的范围内,例如在大约1度到大约10度的范围内,例如在大约2度到大约5

度的范围内。

[0186] 在一些实施例中,所述牙齿修复物包括牙桥修复物、单牙冠、临时修复物或可去除的部分假牙。

[0187] 在一些实施例中,所述牙齿修复物包括牙桥修复物并且所述牙齿预备引导件配置成用于验证用于接受所述牙桥修复物的牙冠部分的两个或更多个牙齿的预备。

[0188] 在一些实施例中,所述牙齿修复物包括可去除的部分假牙并且所述牙齿预备引导件配置成用于验证被预备用于将所述部分假牙固定在患者的口中的两个或更多个牙齿的预备。

[0189] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件配置成用于验证两个或更多个牙齿的预备。在该情况下,可以从预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除一个或多个牙齿使得剩余牙齿组与预备前牙齿组相比缺少一个或多个牙齿。可以针对每个牙齿或针对两个或更多个牙齿限定3D分割样条。预备前牙齿组的数字3D表示中的一些牙齿然后可以由剩余牙齿组的数字3D表示中的虚拟最小预备或虚拟齿龈表面虚拟地替换。用于牙桥修复物的虚拟诊断蜡型然后可以基于从库选择的模板进行设计。

[0190] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件配置成相对于所述牙齿组的第一区域和第二区域使用,其中所述第一区域包括与所述牙齿修复物相关的牙齿,并且所述第二区域包括至少一个附加牙齿,其中所述第二区域用于相对于所述牙齿组正确地对准所述牙齿预备引导件。

[0191] 如果牙齿修复物是用于上颌前牙齿的牙桥修复物,具有用于第8齿和第9齿的桥体和附连到第7齿和第10齿的牙桥的牙冠,则第一区域包括第7-10齿,而第二区域可以包括第6齿和第11齿或更远离第7-10齿的牙齿。牙齿根据通用牙齿命名系统进行编号。在该情况下,牙齿预备引导件因此配置成用于不仅接合预备的牙齿而且接合至少一个其它牙齿,这于是保证牙齿预备引导件相对于预备的牙齿正确地对准。制造的牙齿预备引导件然后可以配置成用于相对于第一和第二区域的牙齿布置。在第二区域的牙齿上提供牙齿预备引导件的对准,同时牙齿预备引导件验证第7齿和第10齿的预备。在第7齿和第10齿的预备的验证之前可能已经提取第8齿和第9齿。作为使用相邻牙齿来支撑牙齿预备引导件的替代或附加,齿龈可以用于该目的并且当生成虚拟预备引导件表面时包括剩余牙齿组的数字3D表示的相应部分。

[0192] 在一些实施例中,至少一个开孔限定于所述牙齿预备引导件的剥壳的虚拟预备引导件表面中使得当制造的牙齿预备引导件相对于患者的牙齿组布置时,所述开孔提供接近牙齿的区域。牙齿可以是预备的或预备前的牙齿。尖锐工具然后可以通过制造的牙齿预备引导件的开孔进入并且测量从牙齿预备引导件到牙齿的表面的距离。这例如可以当根据诊断蜡型成形牙齿预备引导件的验证表面时被使用,原因是它允许牙科医生测量通过牙齿的预备为牙齿修复物提供的空间是否足够大使得可以制造稳健的牙齿修复物。

[0193] 在一些实施例中,所述验证表面配置成验证一个或多个牙齿的至少一个表面、例如颊、舌、一个或多个牙齿的咬合或邻间表面的预备。在一些实施例中,所述验证表面配置成验证牙齿的整个表面的预备。

[0194] 在一个实施例中,所述方法包括产生所述最小预备表面的中间型式。可以根据蛋壳配置成形中间型式,其中可以通过向内偏移虚拟目标牙齿修复物的表面的至少一部分由

此形成内壳表面而限定蛋壳配置。

[0195] 实体或虚拟的牙齿修复物可以配置成使得修复物将提供期望的美观。也就是说预备适合于使得牙齿修复物可以具有期望形状、放置和颜色。

[0196] 在一些实施例中,所述虚拟目标牙齿修复物和所述剩余牙齿组的数字3D表示在所述3D分割样条处对准。如果在两者之间有间隙,则可以使用孔闭合算法、例如基于曲率的孔闭合算法或经由配置成将虚拟目标牙齿修复物连接到剩余牙齿组的数字3D表示的连接表面闭合该间隙。

[0197] 在一些实施例中,所述方法包括组合所述虚拟最小预备和所述虚拟验证表面的齿龈部分。如果在两者之间有间隙,则可以使用孔闭合算法、例如基于曲率的孔闭合算法闭合该间隙。

[0198] 在一些实施例中,所述方法包括将所述虚拟验证表面和/或所述虚拟最小预备与所述剩余牙齿组的数字3D表示对准。当从与剩余牙齿组的数字3D表示对准的虚拟诊断蜡型生成虚拟验证表面时可以自动地对准虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示。

[0199] 在一些实施例中,所述方法包括提供与用于预备牙齿的钻头的尺寸和/或形状相关的信息并且考虑所述信息生成所述牙齿预备引导件。

[0200] 在一些实施例中,在不考虑所述信息的情况下生成所述牙齿预备引导件,并且其中可视化预备的牙齿的估计形状,其中考虑所述信息导出所述估计的形状。

[0201] 在一些实施例中,所述方法包括修改所述牙齿修复物使得它可以由预备的牙齿接受。例如当牙科医生不能根据牙齿预备引导件预备牙齿时可能需要这样。在一些情况下牙齿修复物的微小变化可以解决问题并且保证牙齿修复物可以由预备的牙齿接受。

[0202] 在一些实施例中,所述方法包括相对于所述剩余牙齿组的数字3D表示可视化所述虚拟目标牙齿修复物。这具有的优点是当牙齿修复物插入患者的口中时牙科医生和患者可以评价牙齿的美观。

[0203] 在一些实施例中,所述方法包括生成具有表面的虚拟结构,通过沿着所述插入方向平移所述虚拟预备线描绘出所述表面。

[0204] 在一些实施例中,基于所述虚拟结构产生所述虚拟验证表面,使得所述虚拟验证表面考虑所述插入方向。这具有的优点是制造的牙齿修复物可以在根据牙齿预备引导件预备的牙齿处插入。

[0205] 在一些实施例中,以锥角从所述虚拟预备线到达所述牙齿的咬合面将向下锥形提供给所述虚拟结构,使得所述虚拟结构可以成形为截头锥体。

[0206] 如果忽视插入方向,则可以在牙齿上生成底切表面,即使在根据验证表面预备牙齿时。

[0207] 在一些实施例中,所述方法包括从所述虚拟最小预备表面和所述虚拟结构生成无底切虚拟表面。在一些实施例中,基于所述无底切虚拟表面产生所述验证表面。无底切表面可以使得接受在指定尺寸之下的小底切。

[0208] 这具有的优点是根据验证表面成形的预备将不具有底切区域(相对于插入方向)并且牙齿修复物可以布置在预备的牙齿处。

[0209] 在一些实施例中,所述无底切虚拟表面对应于由所述虚拟结构和具有根据所述虚拟最小预备表面的表面的实体结构的布尔加法形成的虚拟实体结构的表面。

[0210] 在一些实施例中,通过所述牙齿组口内3D扫描或通过所述牙齿组的实体模型或印模的3D扫描提供所述数字3D表示。

[0211] 在一些实施例中,借助于激光扫描、白光扫描、探头扫描、X射线扫描和/或CT扫描执行所述3D扫描。

[0212] 在一些实施例中,所述数字3D表示包括齿龈的至少一部分。

[0213] 数字3D表示可以是点云、表面(刻面/网状)或体积。相比于点云有时更喜欢刻面/网状模型,但是刻面/网状模型例如通过三角化从点云生成。体积模型可以用施加穿透辐射的扫描器、例如CT扫描器获得。

[0214] 一些初始预备可能已在预备的牙齿组的牙齿上被执行。方法例如可以是用于预备患者的牙齿组的迭代程序中的一个步骤,使得预备前牙齿组中的牙齿的形状可以是在程序的先前步骤中已暴露于初始预备的牙齿的扫描中看到的中间形状。

[0215] 在一些实施例中,所述预备前牙齿组对应于任何预备之前的患者的牙齿组。

[0216] 牙齿组可以包括患者的所有牙齿或患者的牙齿的一部分。

[0217] 在一些实施例中,通过扫描包括预备的牙齿的预备区域并且合并从所述预备区域的扫描获得的数字3D表示和先前获得的预备前牙齿组的数字3D表示获得所述预备的牙齿组的数字3D表示。这具有的优点是当扫描预备的牙齿组时不需要完全扫描并且使得可以节省时间。对应于预备区域的预备前牙齿组的数字3D表示的部分可以被删除或与预备的牙齿组可区分,使得实际上该部分由预备区域的数字3D表示替换。

[0218] 在一些实施例中,当生成牙齿预备引导件时考虑与牙齿修复物相关的一个或多个参数。可以从修复物的壁的最小厚度、修复物的一种或多种材料、预备牙齿的钻头的获取或牙齿修复物的插入方向的群组选择一个或多个参数。

[0219] 在一些实施例中,使用根据本发明的用于生成牙齿预备引导件的方法生成用于验证牙齿的预备的所述虚拟牙齿预备引导件。

[0220] 牙齿预备的验证可以包括确认预备的牙齿的形状使得所述牙齿修复物可以实现并且可以在预备牙齿处插入。验证可以基于与牙齿修复物相关的一个或多个参数。

[0221] 在一些实施例中,所述方法包括验证可以根据所述虚拟预备引导件表面预备牙齿。

[0222] 在一些实施例中,通过用口内扫描器在患者的口中扫描获得所述预备的牙齿组的数字3D表示。当患者仍然在牙科椅中时预备的牙齿组的数字3D表示然后可以与虚拟牙齿预备引导件一起可视化,例如与虚拟预备引导件表面一起可视化。

[0223] 可以有利的是牙科医生可以通过与预备程序同时或并行地使用口内扫描器执行牙齿预备的验证。他可以扫描他已预备牙齿的区域,并且通过比较由该区域的该扫描获得的区域的数字3D表示和虚拟牙齿预备引导件,牙科医生可以看到他是否已切掉牙齿的足够材料或者他是否需要切掉更多材料,并且可以看到在牙齿上应当从哪里去除材料。该口内扫描验证程序可以是使用实体预备引导件的替代和/或附加。

[0224] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件设计成使得当牙齿预备引导件布置在牙齿处时钻头可以接近并且接合牙齿。钻头可以具有对应于修复物的该特定部分处的修复物的期望厚度的直径,使得在将去除例如2mm牙齿材料的牙齿区域中,牙齿预备引导件为2mm钻头让出空间。

[0225] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件配置成用于在牙齿的预备中引导件牙科医生或牙齿预备机器。

[0226] 对于一些牙齿、例如臼齿,在舌、颊/唇表面处和/或在咬合面处去除牙齿材料可以导致牙齿的牙尖处的边缘。

[0227] 对于一些修复材料、例如陶瓷,可能优选的是避免锐缘。在一些实施例中,所述牙齿预备引导件的验证表面配置成使得预备的牙齿的表面不具有锐缘。这可以通过例如牙齿的预备舌表面和咬合面之间的平滑过渡来实现。

[0228] 在一些实施例中,用于验证牙齿的预备的所述方法包括在牙齿表面上的一个或多个选定位置处确定所述预备的牙齿组的数字3D表示和所述虚拟验证表面或所述虚拟牙齿预备引导件之间的距离。在这里预期当测量距离时牙齿预备引导件虚拟地或实体地布置在牙齿处。也就是说,当牙齿预备引导件布置在相对于牙齿的目标位置时可以确定距离。

[0229] 在一些情况下,所述方法包括确定最小距离,其中牙齿预备引导件和预备的牙齿表面之间的被测量距离必须不低于该最小距离。最小距离可以在牙齿的表面上变化使得例如它靠近咬合面比靠近齿龈更大。最小距离可以取决于牙齿修复物的材料的选择和美学方面,例如牙齿的颜色需要的变化。

[0230] 当虚拟验证表面比数字3D表示更靠近牙齿的中心时距离可以说是正的。在该情况下,可能需要牙齿的(该部分)进一步预备。

[0231] 当数字3D表示比虚拟验证表面更靠近牙齿的中心时距离可以说是负的。在该情况下不需要牙齿的(该部分)进一步预备。

[0232] 可以在牙齿表面上的特定位置处确定距离。很多时候,距离在验证表面上变化。距离例如可以在验证表面的一些部分处是正的并且在其它部分处是负的。

[0233] 在一些实施例中,用于验证牙齿的预备的所述方法包括在沿着插入方向虚拟移动到所述牙齿预备引导件的目标位置期间确定所述预备的牙齿组的数字3D表示和所述虚拟验证表面或所述虚拟牙齿预备引导件之间的所述距离。

[0234] 在一些实施例中,所述距离被确定作为在沿着插入方向虚拟移动到所述牙齿预备引导件的目标位置期间获得的最小值(在验证表面的特定部分处)。

[0235] 这具有的优点是当根据牙齿预备引导件预备牙齿时,保证牙齿修复物可以沿着插入方向插入到预备牙齿上。

[0236] 在一些实施例中,与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟牙齿预备引导件包括使用颜色编码。

[0237] 颜色编码具有的优点是例如使用诸如屏幕的视觉显示单元使牙齿预备的当前充分性的视觉检查容易。

[0238] 在一些实施例中,用于验证牙齿的预备的所述方法包括至少在牙齿表面上的所述一个或多个选定位置中的一些处可视化所述距离,例如使用距离颜色编码或者通过使用表示例如以毫米度量的距离的数字指示距离而可视化所述距离。

[0239] 不同颜色范围可以用于距离颜色编码中,例如这样的距离颜色编码,其中红色指示正距离使得牙齿需要进一步修复,而蓝色指示不需要进一步处理的负距离情况。

[0240] 可以通过识别对应于预备的牙齿的预备牙齿组的数字3D表示的部分并且用不同于数字3D表示的其它部分的颜色呈现该部分而实现颜色编码。其它部分例如可以用灰色或

褐色可视化,而预备的牙齿取决于离虚拟预备引导件表面的距离用清色、例如蓝色或红色可视化。

[0241] 在一些实施例中,与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟牙齿预备引导件包括显示所述虚拟预备引导件表面和所述预备前或预备的牙齿组的数字3D表示中的牙齿的形状之间的差异的差异图。差异图可以使用差异颜色编码可视化差异。

[0242] 使用例如差异图和差异颜色编码的优点在于牙科医生可以从可视化立即看到牙齿的哪个部分或哪些部分需要进一步预备。

[0243] 在一些实施例中,所述方法包括将所述虚拟牙齿预备引导件的可视化切换成打开和关闭使得相对于所述预备的牙齿的数字3D表示可视化所述虚拟预备引导件表面包括在单独地可视化所述预备的牙齿组的数字3D表示和与所述虚拟预备引导件表面组合可视化所述预备的牙齿组的数字3D表示之间变化。通过将可视化切换成打开和关闭,牙科医生可以容易地评价预备的牙齿的哪个部分或哪些部分需要进一步预备。

[0244] 在一些实施例中,所述方法包括将所述虚拟牙齿预备引导件的可视化切换成打开和关闭使得相对于所述预备前牙齿的数字3D表示可视化所述虚拟预备引导件表面包括在单独地可视化所述预备前牙齿组的数字3D表示和与所述虚拟预备引导件表面组合可视化所述预备前牙齿组的数字3D表示之间变化。通过将可视化切换成打开和关闭,牙科医生可以容易地评价预备前牙齿材料的哪个部分或哪些部分必须在预备程序中被去除和必须在牙齿的不同部分去除多少材料,即使在他开始去除任何牙齿材料之前。

[0245] 在一些实施例中,所述方法包括将所述虚拟目标牙齿修复物的可视化切换成打开和关闭使得相对于所述预备前或预备的牙齿的数字3D表示可视化所述虚拟目标牙齿修复物包括在单独地可视化所述预备前牙齿或所述预备牙齿的数字3D表示和与所述虚拟目标牙齿修复物组合可视化所述预备前牙齿或所述预备牙齿的数字3D表示之间变化。这为牙科医生提供针对患者的牙齿组例如关于牙齿的美观将虚拟目标牙齿修复物设计得有多好的指示。

[0246] 在一些实施例中,可视化包括将所述虚拟预备引导件表面或所述虚拟牙齿预备引导件或所述虚拟验证表面叠加到所述预备的或预备前牙齿组的数字3D表示上。

[0247] 在一些实施例中,可视化包括与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟最小预备。这为牙科医生提供他离根据虚拟最小预备而预备的牙齿有多远并且因此必须在牙齿的不同部分中去除多少牙齿材料的指示。

[0248] 在一些实施例中,所述虚拟牙齿预备引导件包括深度图,所述深度图显示必须在牙齿的不同部分处去除多少牙齿材料以便提供根据所述牙齿预备引导件可接受的预备的牙齿的形状。深度图可以使用深度颜色编码以可视化必须去除多少牙齿材料。使用这样的深度图的优点是它为牙科医生提供必须在牙齿的不同部分中去除多少牙齿材料的直接指示。

[0249] 在一些实施例中,使用所述牙齿预备引导件的方法包括对准所述虚拟牙齿预备引导件和所述预备牙齿组的数字3D表示。

[0250] 在一些实施例中,根据所述虚拟目标牙齿修复物的形状产生所述虚拟验证表面并且在产生之后它与所述剩余牙齿组的数字3D表示连接。

[0251] 在一些实施例中,所述虚拟目标牙齿修复物连接到所述剩余牙齿组的数字3D表示

并且随后基于所述虚拟目标牙齿修复物成形所述虚拟验证表面。

[0252] 当虚拟牙齿预备引导件布置在相对于牙齿组的数字3D表示的目标位置时,如果牙齿的预备不足,则牙齿组的数字3D表示的牙齿部分可以穿透到虚拟验证表面中。如果牙齿的预备不足,则数字3D表示的牙齿部分也可以在沿着插入方向虚拟移动期间穿透到虚拟验证表面中。

[0253] 可以在程序期间调节虚拟牙齿预备引导件。可以从牙齿组的当前形状确定虚拟牙齿预备引导件,其中已预备或至少部分地预备至少一个牙齿。例如目标修复物的表面和牙齿组的当前形状之间的差异限定有多少空间被提供用于牙齿修复物。可以评价该空间使得可以确定是否有空间用于牙齿修复物。可以在牙齿的每次钻孔之后进行该评价,并且评价可以包括比较预备牙齿的当前形状和本文中所述的虚拟验证表面。

[0254] 在一些实施例中,所述牙齿预备引导件是包括第一和第二部分的两件式装置。所述第一部分形成为临时牙冠并且设计成具有成形为类似正常牙齿表面的外表面,和具有基于所述虚拟验证表面的形状的内表面。所述第二部分设计成具有内表面,所述内表面配置成用于接合所述第一部分的外表面,使得所述第一和第二部分可以可释放地连接以形成所述两件式牙齿预备引导件。由于第一和第二部分可释放地连接,因此在牙齿预备引导件由牙科医生使用以便验证牙齿的预备之后它们可以脱离。第一部分然后可以固定在预备的牙齿处用作临时修复物直到制造最后修复物。

[0255] 公开一种配置成用于验证针对牙齿修复物预备至少一个牙齿的两件式牙齿预备引导件,所述牙齿预备引导件包括:

[0256] -形成为临时牙冠的第一部分,其中所述第一部分设计成具有成形为类似正常牙齿表面的外表面,和具有基于虚拟验证表面的形状的内表面;以及

[0257] -设计成具有内表面的第二部分,所述内表面配置成用于接合所述第一部分的外表面,其中所述第二部分可以与所述第一部分可释放地连接使得所述第一和第二部分一起形成所述牙齿修复引导件。

[0258] 在由牙科医生使用以便验证牙齿的预备之后,两件式牙齿预备引导件的第一和第二部分可以脱离并且第一部分可以固定在预备的牙齿处用作临时修复物直到制造最后修复物。该两件式牙齿预备引导件的一个优点是根据预备的牙齿特定成形的牙齿预备引导件的部分可以被再使用并且当已预备牙齿时临时修复物可容易地获得。在现有技术的方法和牙齿预备引导件中必须制造牙齿预备引导件和临时牙冠两者。

[0259] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿组中的至少一个牙齿的预备,所述方法包括:

[0260] a: 通过从所述牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿虚拟地形成剩余牙齿组;

[0261] b: 虚拟地提供表示用于所述至少一个牙齿的所述牙齿修复物的目标形状的目标牙齿修复物,并且基于所述目标牙齿修复物虚拟地产生验证表面;以及

[0262] c: 通过组合所述验证表面和所述剩余牙齿组的至少一部分虚拟地产生所述牙齿预备引导件。

[0263] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的方法,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备,所述方法包括:

[0264] a: 获得预备的牙齿组的数字3D表示并且识别对应于预备的牙齿的数字3D表示的部分;

[0265] b: 从所述预备的牙齿部分和所述牙齿修复物的所需最小厚度生成虚拟最小修复表面;

[0266] c: 确定生成的虚拟最小修复表面和获得的预备的牙齿组的数字3D表示之间的重叠。

[0267] 公开了一种包括程序代码装置的计算机程序产品,当所述程序代码装置在数据处理系统上运行时,所述程序代码装置用于导致所述数据处理系统执行根据实施例中的任何一个的方法。

[0268] 在一些实施例中,所述计算机程序产品包括存储在所述程序代码装置上的计算机可读介质。

[0269] 公开了一种在其上存储计算机程序的非暂时性计算机可读介质,其中所述计算机程序配置成用于通过执行根据实施例中的任何一个的方法导致牙齿预备引导件的计算机辅助生成,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿的预备。

[0270] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的系统,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿的预备,所述系统包括:

[0271] • 扫描器,所述扫描器配置成用于获得预备前牙齿组的数字3D表示;

[0272] • 用于提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物的装置;以及

[0273] • 用于从所述预备前牙齿组的所述数字3D表示和/或从所述虚拟目标牙齿修复物生成所述牙齿预备引导件的装置,其中所述牙齿预备引导件配置成使得根据所述牙齿预备引导件的牙齿的预备将保证所述牙齿修复物可以实现并且可以在预备的牙齿处插入。

[0274] 在一些实施例中,所述用于生成的装置具有存储在其上的一个或多个计算机指令的非暂时性计算机可读介质,其中所述计算机指令包括用于执行根据本发明的方法的指令。

[0275] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的系统,所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的牙齿的预备,所述系统包括:

[0276] • 扫描器,所述扫描器配置成用于获得预备前牙齿组的数字3D表示;以及

[0277] • 数据处理设备,所述数据处理设备配置成用于从所述预备前牙齿组的所述数字3D表示和/或从虚拟目标牙齿修复物生成所述牙齿预备引导件,其中所述牙齿预备引导件配置成使得根据所述牙齿预备引导件的牙齿的预备将保证所述牙齿修复物可以实现并且可以在预备的牙齿处插入,并且其中所述虚拟目标牙齿修复物表示所述牙齿修复物的目标形状;

[0278] 其中所述数据处理设备包括具有存储在其上的一个或多个计算机指令的非暂时性计算机可读介质,其中所述计算机指令包括用于执行根据本发明的方法的指令。

[0279] 生成的牙齿预备引导件可以是虚拟牙齿预备引导件,其可以在虚拟环境中直接用于验证牙齿预备和/或其可以用于制造实体牙齿预备引导件。

[0280] 公开了一种用于验证预备的牙齿组中的至少一个牙齿的预备以便确定预备的牙齿是否能够接受牙齿修复物的方法,所述方法包括:

[0281] -获得配置成用于验证所述牙齿的预备的实体牙齿预备引导件;

- [0282] -相对于患者的预备的牙齿组布置所述牙齿预备引导件；
- [0283] -从所述实体牙齿预备引导件和所述预备的牙齿组的实体相互作用验证所述预备的牙齿是否成形为使得它可以接受所述牙齿修复物。
- [0284] 在一些实施例中，从根据本发明的虚拟牙齿预备引导件制造所述实体牙齿预备引导件。
- [0285] 公开了一种用于验证预备的牙齿组中的牙齿的预备以便确定预备的牙齿是否能够接受虚拟目标牙齿修复物的牙齿修复物的方法，其中所述方法包括：
- [0286] a:获得用于牙齿组的虚拟目标牙齿修复物；
- [0287] b:获得所述预备的牙齿组的数字3D表示；
- [0288] c:验证所述预备的牙齿组的预备牙齿是否成形为使得它能够接受所述牙齿修复物。
- [0289] 在一些实施例中，所述验证包括与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟目标牙齿修复物使得所述验证可以基于所述可视化。
- [0290] 虚拟目标牙齿修复物可以包括牙齿组的虚拟诊断蜡型。
- [0291] 公开了一种用于验证针对牙齿修复物的牙齿的预备的方法，所述方法包括：
- [0292] -获得配置成用于验证所述牙齿的预备的虚拟牙齿预备引导件；
- [0293] -获得所述预备的牙齿组的数字3D表示；以及
- [0294] -与所述预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟牙齿预备引导件。
- [0295] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的用户界面，所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备，其中所述用户界面配置成用于：
- [0296] a:获得预备前牙齿组的数字3D表示；
- [0297] b:从所述预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿，使得形成剩余牙齿组的数字3D表示；
- [0298] c:提供表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物；
- [0299] d:基于所述虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面，其中所述验证表面使得可以由所述牙齿预备引导件验证牙齿的预备；以及
- [0300] e:通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。
- [0301] 公开了一种用于生成牙齿预备引导件的用户界面，所述牙齿预备引导件配置成用于验证针对牙齿修复物的至少一个牙齿的预备，其中所述用户界面配置成用于：
- [0302] -从获得的预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿，使得形成剩余牙齿组的数字3D表示；
- [0303] -基于所提供的表示所述牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物产生用于所述牙齿预备引导件的虚拟验证表面，其中所述验证表面使得可以由所述牙齿预备引导件验证牙齿的预备；以及
- [0304] -通过组合所述虚拟验证表面和所述剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。
- [0305] 在一些实施例中，所述用户界面配置成用于可视化获得的预备前牙齿组的数字3D表示和产生的虚拟预备引导件表面。

[0306] 可以顺序地执行可视化使得可视化项目中的至少一个在其它可视化项目中的至少一个之前被可视化。例如在产生的虚拟验证表面和剩余牙齿的数字3D表示在用户界面的一个部分中可视化并且预备前牙齿组的数字3D表示在另一部分中被可视化的情况下,也可以同时可视化多个可视化项目。

[0307] 在一些实施例中,所述用户界面配置成由操作者使用计算机屏幕可视化并且允许操作者借助于计算机键盘或计算机鼠标将数据输入所述用户界面中和在所述用户界面中进行选择。

[0308] 在一些实施例中,所述用户界面配置成用于与预备的牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟预备引导件表面,并且所述用户界面包括在单独地可视化所述预备的牙齿组的数字3D表示和当启动时与所述虚拟预备引导件表面组合之间切换的虚拟切换工具。

[0309] 在一些实施例中,所述用户界面配置成用于与预备前牙齿组的数字3D表示一起可视化所述虚拟预备引导件表面,并且所述用户界面包括在单独地可视化所述预备前牙齿组的数字3D表示和当启动时与所述虚拟预备引导件表面组合之间切换的虚拟切换工具。

[0310] 用户界面可以使用计算机系统实现,其中使用显示用户界面的不同组成部分、例如配置成用于执行根据本发明的实施例的方法的一个或多个步骤的数据输入字段和虚拟按钮的计算机屏幕来可视化用户界面。数据输入装置、例如计算机鼠标和计算机键盘可以连接到计算机系统并且用于将数据输入用户界面中并且用于例如通过使用计算机鼠标点击所述虚拟按钮进行选择。

[0311] 在一些实施例中,所述用户界面配置成用于允许操作者执行根据本发明的实施例的方法。优选地,获得预备前牙齿组的数字3D表示并且通过从预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿形成剩余牙齿组的数字3D表示、提供表示牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物、基于虚拟目标牙齿修复物产生用于牙齿预备引导件的虚拟验证表面和通过组合虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面的步骤中的至少一个可以由操作者使用所述用户界面执行。在一些实施例中,顺序地执行所述方法的步骤并且所述用户界面可以配置成用于将所述步骤的视觉表示顺序地提供给操作者使得所述用户界面的序列匹配所述方法的序列。在一些实施例中,所述用户界面配置成用于将所述步骤中的两个或更多个的视觉表示同时提供给操作者。

[0312] 本发明涉及包括在上面和在下文中所述的方法、用途和系统的不同方面,以及相应的方法、用途和系统,每个产生与第一次提到的方面结合描述的益处和优点中的一个或多个,并且每个具有对应于与第一次提到的方面结合描述和/或在附带的权利要求中公开的实施例的一个或多个实施例。

附图说明

[0313] 参考附图,本发明的以上和/或附加目的、特征和优点将由本发明的实施例的以下示例性和非限定性详细描述进一步阐释,其中:

[0314] 图1显示用于生成牙齿预备引导件的方法的实施例的流程图。

[0315] 图2显示用于生成虚拟牙齿预备引导件并且使用它验证牙齿预备的流程图的例子。

[0316] 图3显示患者的一个颌中的牙齿的示意图和与在生成虚拟预备引导件表面中涉及

的一些表面相关的横截面表示。

[0317] 图4显示可以如何连接剩余牙齿组的数字3D表示和虚拟验证表面的例子。

[0318] 图5显示虚拟预备引导件表面的例子。

[0319] 图6显示从虚拟预备引导件表面制造牙齿预备引导件的路径。

[0320] 图7显示从虚拟预备引导件表面制造牙齿预备引导件的路径。

[0321] 图8显示优选地应当考虑插入方向的情况。

[0322] 图9显示当设计牙齿预备引导件时可以如何考虑插入方向。

[0323] 图10显示屏幕截图,其中牙齿的虚拟去除在剩余牙齿的数字3D表示中引入虚拟孔。

[0324] 图11显示用于形成虚拟预备引导件表面的本发明的实施例的例子。

[0325] 图12通过方块图显示用于生成牙齿预备引导件的计算机化设备。

[0326] 图13显示根据本发明的实施例的用户界面的示意图。

[0327] 图14显示用于生成牙齿预备引导件的方法的实施例的流程图。

[0328] 图15显示形成为两件式装置的示例性牙齿预备引导件,所述两件式装置具有形成为临时牙冠的第一部分。

[0329] 图16显示从预备的牙齿组的数字3D表示和牙齿修复物的所需最小厚度生成的牙齿预备引导件的例子。

[0330] 图17显示牙齿的预备和配置成用于验证牙齿的预备的牙齿预备引导件的例子。

具体实施方式

[0331] 在以下描述中,参考附图,附图仅仅通过图示显示可以如何实施本发明。

[0332] 在图1、2和14的流程图中,在中心处的竖直虚线将工作流分成工作流中的与实体单元相关的部分(左手边)和与虚拟单元相关的部分(右手边)。

[0333] 图17显示牙齿的预备和配置成用于验证牙齿的预备的牙齿预备引导件的例子。

[0334] 图17a显示预备前牙齿组1794的一部分、即在牙齿预备引导件配置成用于验证的预备之前的牙齿组的一部分。在图中示出将被预备的牙齿1795和相邻牙齿1796。在图中也示出准备好去除牙齿材料以便预备牙齿1795以接受牙齿修复物、例如牙冠修复物的牙钻1798。

[0335] 图17b显示预备的牙齿组1791、即在已执行牙齿的至少一些预备之后的牙齿组。牙齿1783现在在尺寸上减小使得具有类似于初始牙齿1795的尺寸和形状的牙齿修复物可以放置在预备的牙齿上。在所示的情况下未预备相邻牙齿。

[0336] 图17c显示布置成验证牙齿的预备的生成的牙齿预备引导件1799。在这里,牙齿预备引导件1799设计成靠置在相邻牙齿1796上。在所示的情况下,牙齿已被预备使得它具有允许牙齿预备引导件1799布置在预备的牙齿1783和相邻牙齿1796处而不与预备的牙齿冲突的形状。牙科医生然后可以推断牙齿的预备完成并且预备的牙齿准备好接受牙齿修复物。如果牙齿预备引导件1799由于与预备的牙齿冲突而不能布置成与两个相邻牙齿接触,则需要进一步处理。

[0337] 图14显示用于生成牙齿预备引导件的方法的实施例的流程图1400,所述牙齿预备引导件用于验证针对牙齿修复物的牙齿的预备。

[0338] 在步骤1401a中,例如通过牙齿组的直接口内扫描或通过扫描预备前牙齿组的实体模型或印模获得预备前牙齿组的数字3D表示。

[0339] 在步骤1401b中,虚拟地去除对应于为其生成牙齿预备引导件的一个或多个牙齿的该数字3D表示的部分使得形成剩余牙齿组的数字3D表示。

[0340] 在步骤1403中,产生虚拟目标牙齿修复物。可以基于用于牙齿组的虚拟诊断蜡型产生虚拟目标牙齿修复物,其中虚拟诊断蜡型表示虚拟目标牙齿修复物的目标形状。

[0341] 在步骤1404中,基于虚拟目标牙齿修复物产生虚拟验证表面,并且在步骤1405中通过连接虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示的表面产生虚拟预备引导件表面。

[0342] 图1显示用于生成用于验证牙齿的预备的牙齿预备引导件的方法的实施例的流程图100。

[0343] 在步骤101a中,例如通过牙齿组的直接口内扫描或通过扫描预备前牙齿组的实体模型或印模获得预备前牙齿组的数字3D表示。

[0344] 在步骤101b中,虚拟地去除对应于为其生成牙齿预备引导件的一个或多个牙齿的该数字3D表示的部分使得形成剩余牙齿组的数字3D表示。

[0345] 在步骤102中,设计用于牙齿组的虚拟诊断蜡型使得它表示牙齿修复物的目标形状。虚拟诊断蜡型基于可以与单独的牙齿的形状、牙齿的颜色和/或牙齿的相对布置相关的一个或多个美学参数。可以例如基于患者的选择或实际牙齿情况、例如待修复的一个或多个牙齿的尺寸和形状决定牙齿修复物的材料。还必须有足够的空间供牙科医生在牙齿的预备中执行必要步骤和用于在预备的牙齿处插入牙齿修复物。修复材料的最小厚度也取决于颜色的期望变化。大变化可能需要更大厚度。

[0346] 在步骤103中基于设计的虚拟诊断蜡型产生虚拟目标牙齿修复物,并且在步骤104中基于虚拟目标牙齿修复物产生虚拟验证表面。

[0347] 在步骤105中,通过连接虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示的表面产生虚拟预备引导件表面。

[0348] 在步骤106中,剥壳虚拟预备引导件表面的至少选定部分使得虚拟牙齿预备引导件包括在选定部分中的内壳表面和外壳表面。

[0349] 在一些情况下根据产生的虚拟预备引导件表面成形外壳表面并且剥壳可以用于从外表面、即从虚拟预备引导件表面限定内壳表面。在这样的情况下,可以在步骤107中使用直接数字制造从剥壳的虚拟预备引导件表面制造中间实体模型。然后在步骤108中通过使用所述中间实体模型成形牙齿预备引导件的材料来制造实体牙齿预备引导件。可以通过将其真空成形到中间实体模型上成形牙齿预备引导件的材料。

[0350] 在一些情况下根据虚拟预备引导件表面成形内壳表面并且剥壳可以用于从内壳表面、即从虚拟预备引导件表面限定外壳表面。在这样的情况下,在步骤109中例如使用3D打印从剥壳的虚拟预备引导件表面制造实体牙齿预备引导件。

[0351] 图2显示用于生成虚拟牙齿预备引导件并且使用它验证牙齿预备的流程图的例子。流程图包含涉及虚拟牙齿预备引导件的生成的部分210和使用生成的虚拟牙齿预备引导以验证牙齿的预备的部分211。

[0352] 在步骤2011中,通过牙齿的直接口内扫描获得预备前牙齿组的数字3D表示。然后在步骤212中使用例如关于图1所述的工作流的步骤102至106或关于图14所述的步骤1401a

至1404产生虚拟牙齿预备引导件。

[0353] 通过磨掉牙齿材料针对修复物预备一个或多个牙齿。患者的牙齿组然后被称为预备的牙齿组。

[0354] 在步骤2012中使用口内扫描器至少扫描一个或多个预备的牙齿位于其中的预备的牙齿组的区域以便获得预备的牙齿组的数字3D表示。

[0355] 在步骤214中对准并且在视觉显示单元上、例如在计算机屏幕上一起可视化预备的牙齿组的数字3D表示和虚拟牙齿预备引导件。

[0356] 基于对准的预备的牙齿组的数字3D表示和虚拟牙齿预备引导件,在步骤215中执行牙齿预备的验证以确定是否需要进一步预备。

[0357] 如果需要进一步预备,则牙科医生在步骤213中继续预备。然后执行新的口内扫描2012、对准214和验证215并且循环继续直到不需要牙齿的进一步预备并且牙科医生选择进入牙科程序的后续部分。

[0358] 口内扫描器可以配置成使用聚焦扫描,其中被扫描牙齿的数字3D表示由在不同焦点深度处采集的聚焦图像重建。可以通过生成探测光并且将该探测光朝着牙齿组传输使得照明牙齿组的至少一部分而执行聚焦扫描技术。从牙齿组返回的光朝着照相机传输并且借助于光学系统成像到照相机中的图像传感器上,其中图像传感器包括传感器元件的阵列。当从所述传感器元件的阵列获得图像时焦平面相对于牙齿组的位置借助于聚焦光学器件而变化。基于图像,可以针对焦平面位置的序列确定多个传感器元件的每一个或多个传感器元件组的每一个的(一个或多个)聚焦位置。

[0359] 例如可以通过针对焦平面的范围确定多个传感器元件的每一个或多个传感器元件组的每一个的光振荡幅度来计算聚焦位置。从聚焦位置,可以导出牙齿组的数字3D表示。

[0360] 产生牙齿预备引导件并且使用它可以与一个或多个牙齿的预备并行地进行,并且因而不是患者的治疗的一部分,而是用于生成并且使用用于验证牙齿的预备的引导件的方法。

[0361] 在上文中关于一个牙齿预备的评价描述该方法。该方法显然也适合于同时评价多个牙齿的预备。

[0362] 图3a显示患者的一个颌中的牙齿和将预备的牙齿处的横截面的示意图。

[0363] 牙齿组300具有牙齿316a,所述牙齿例如患病并且需要牙齿修复物、例如牙冠。因此必须预备牙齿使得它能够接受牙冠。获得横截面图的平面由与牙齿交叉并且垂直于牙齿组的咬合面的线A-B限定,即,该平面垂直于咬合面。

[0364] 图3b至9、11和15至17显示在图3a中限定的平面中看到的牙齿和牙齿预备引导件的横截面表示。

[0365] 图3b显示与在生成虚拟预备引导件表面中涉及的一些表面相关的横截面表示。

[0366] 在由3D分割样条317限定的边界处虚拟地去除预备前牙齿组的数字3D表示的牙齿部分316b。当虚拟地去除牙齿时在剩余牙齿组318的数字3D表示中引入虚拟孔。

[0367] 在该例子中,虚拟目标牙齿修复物是基于例如根据患者的美学偏好设计的虚拟诊断蜡型319的。

[0368] 虚拟验证表面320基于通过向内偏移虚拟诊断蜡型319并且通过将延伸超出牙齿部分316b的偏移表面的一部分推动到牙齿部分上而限定的虚拟最小预备表面以使得虚拟

验证表面遵循牙齿的该部分处的牙齿表面。在图中也示出虚拟预备线321。

[0369] 使用由最小预备表面描述的虚拟验证表面320,可以通过连接剩余牙齿组318的数字3D表示和虚拟最小预备表面产生虚拟预备引导件表面。

[0370] 图4显示可以如何连接剩余牙齿组的数字3D表示和虚拟验证表面的例子。

[0371] 已基于图3中所见的3D分割样条确定3D剩余牙齿样条4171。由于基于虚拟最小预备表面的虚拟验证表面420小于预备前牙齿组的数字3D表示的相应部分,因此在虚拟验证表面420和剩余牙齿组418的数字3D表示之间有孔。

[0372] 通过连接虚拟验证表面420和剩余牙齿组418的数字3D表示产生虚拟预备引导件表面。通过产生从3D剩余牙齿样条4171延伸到3D验证表面样条423的连接表面422连接这些表面。在这里3D验证表面样条423布置在虚拟预备线421之上,但是它原则上可以布置在虚拟验证表面上的任何位置处,例如大致沿着虚拟预备线421。

[0373] 可以在放样过程中产生连接表面422。

[0374] 可以通过修改相对于预备前牙齿组的数字3D表示限定的3D分割样条确定3D剩余牙齿样条4171。在一些实施例中,通过相对于虚拟去除的牙齿或虚拟目标牙齿修复物的牙齿的表面可视化3D分割样条来帮助修改。当相对于虚拟去除的牙齿可视化时,可以事先例如使用基于曲率的算法闭合虚拟去除的牙齿上的任何邻间孔。

[0375] 为了提供水密虚拟预备引导件表面,可能需要进一步孔闭合。这可以使用基于曲率的孔闭合算法执行。

[0376] 图5显示虚拟预备引导件表面的例子。

[0377] 该图中所示的虚拟预备引导表面524由如图4中所见的虚拟验证表面、连接表面和剩余牙齿组的数字3D表示产生。虚拟预备引导件表面524在这里与预备的牙齿组525的数字3D表示对准。

[0378] 由于3D验证表面样条位于图4中的虚拟预备线之上,因此在预备线处提供安全区域526,允许牙科医生有一些空间进行操作,例如在牙科程序期间调节预备线的实际位置。

[0379] 图6显示从虚拟预备引导件表面制造牙齿预备引导件的一个路径。在该实施例中,从虚拟牙齿预备引导件直接制造实体牙齿预备引导件。

[0380] 表示内壳表面的虚拟预备引导件表面624向外偏移以提供外壳表面627。基于剥壳的虚拟预备引导件表面,可以使用直接数字制造、例如3D打印制造实体牙齿预备引导件628。面对牙齿组的牙齿预备引导件的表面根据虚拟预备引导件表面成形。

[0381] 在本发明的上下文中,当牙齿预备引导件相对于患者的牙齿布置时短语“表面向外偏移”对应于远离牙齿所处的位置偏移表面。

[0382] 图7显示从虚拟预备引导件表面制造牙齿预备引导件的一个路径。在该实施例中,经由基于虚拟牙齿预备引导件形成的中间实体模型制造实体牙齿预备引导件。

[0383] 表示外壳表面的虚拟预备引导件表面724向内偏移以提供内壳表面729。基于剥壳的虚拟预备引导件表面,可以使用直接数字制造、例如3D打印制造中间实体模型730。在本发明的上下文中,当牙齿预备引导件相对于患者的牙齿布置时短语“表面向内偏移”对应于朝着牙齿所处的位置偏移表面。

[0384] 然后根据中间实体模型730例如通过将材料731真空成形到中间实体模型730上成形牙齿预备引导件材料731。牙齿预备引导件材料731然后从中间模型730分离以提供实体

牙齿预备引导件728,其中面对牙齿组的表面根据虚拟预备引导件表面成形。

[0385] 图8显示优选地应当考虑插入方向以便生成牙齿预备引导件的情况,其也考虑牙齿修复物当相对于患者的牙齿组布置时沿着路径移动。

[0386] 牙齿修复物832沿着由插入方向833确定的路径朝着它的目标位置相对于预备的牙齿组834移动。牙齿修复物832的内表面835匹配预备的牙齿组的相应部分。

[0387] 线836指示当牙齿修复物沿着由插入方向833确定的路径移动时的牙齿修复物的边界线837的轨迹。切入预备的牙齿组834显示预备的牙齿组834和牙齿修复物的颈部之间的冲突的这些线中的一个将阻止牙齿修复物832布置在目标位置,除非去除区域838。也就是说虚拟预备引导件表面可以成形为保证如果根据虚拟预备引导件表面预备牙齿,则牙齿修复物832可以移动到目标位置而没有任何冲突。

[0388] 图9显示当设计牙齿预备引导件时可以如何考虑插入方向。代替使用修整牙齿修复物以补偿插入方向的方法,修整牙齿预备引导件。

[0389] 图9a显示由布置成穿过虚拟预备线921的路径9361中的一个横贯的虚拟验证表面920。在这里路径9361相对于插入方向933成5度的角布置以使得预备的牙齿为锥形。在所示的情况下,锥形仅仅在切入虚拟验证表面920的路径上是严格必要的。

[0390] 为了考虑插入方向933(并且在该例子中也考虑锥角)修整虚拟验证表面920使得横贯部分的表面与横贯它的路径对准,由此去除阻挡牙齿修复物的颈部的路径的区域。在图9b中看到经修整的虚拟验证表面920。

[0391] 经修整的虚拟验证表面920然后可以在3D剩余牙齿样条9171处连接到剩余牙齿组918的数字3D表示以例如使用如上所述的放样提供虚拟预备引导件表面。

[0392] 图9c然后显示当设计虚拟验证表面并且因此设计虚拟预备引导件表面时已考虑插入方向之后的情况。

[0393] 现在牙齿修复物932可以沿着由插入方向933确定的路径936朝着它的目标位置相对于预备的牙齿组934移动而不由牙齿材料阻挡。

[0394] 在路径936和对应于虚拟验证表面的修整部分的预备的牙齿组934的部分之间看到小角。这由锥角导致。

[0395] 图10显示屏幕截图,其中牙齿的虚拟去除在剩余牙齿的数字3D表示中引入虚拟孔。

[0396] 相对于预备前牙齿组1037的数字3D表示限定3D分割样条1017使得可以虚拟地去除4颗牙齿。可以例如通过提取预备前牙齿组的数字3D表示的牙齿部分的边界自动地限定3D分割样条1017。

[0397] 当虚拟地去除牙齿时,虚拟孔出现在剩余牙齿组1018的数字3D表示中。虚拟孔包括四个虚拟齿龈孔1038,以及对应于相邻牙齿的剩余牙齿组的数字3D表示的部分处的邻间孔1039。在这里没有边界存在于每个邻间孔和相邻齿龈孔之间。

[0398] 虚拟孔可以由虚拟替换表面闭合或由虚拟齿龈和虚拟邻间表面闭合。

[0399] 当使用虚拟替换表面闭合虚拟孔时,可以相对于该虚拟替换表面限定3D剩余牙齿样条的邻间部分。3D剩余牙齿样条可以布置成将虚拟替换表面的一部分分成虚拟齿龈表面和虚拟邻间表面。

[0400] 图11显示可以如何产生具有根据诊断蜡型的虚拟验证表面的虚拟预备引导件表

面。

[0401] 在图11a中,剩余牙齿组1118的数字3D表示中的虚拟孔由3D剩余牙齿样条11171界定。可以从3D分割样条、例如图10中所示的3D分割样条1017确定3D剩余牙齿样条。

[0402] 在图11b中,虚拟替换表面1140在3D剩余牙齿样条11171处连接到剩余牙齿组1118的数字3D表示使得剩余牙齿组1118的数字3D表示中的虚拟孔闭合。

[0403] 在图11c中,从虚拟诊断蜡型限定的虚拟目标牙齿修复物1141与剩余牙齿组1118的数字3D表示对准使得它由对应于虚拟替换表面的部分横贯。虚拟验证表面在这里可以被认为是布置在剩余牙齿组1118的数字3D表示之上的虚拟目标牙齿修复物1141的部分。

[0404] 然后通过虚拟目标牙齿修复物1141和剩余牙齿组1118的数字3D表示的布尔加法产生虚拟预备引导件表面1124。在图11d中看到由此产生的虚拟预备引导件表面1124。

[0405] 作为将虚拟替换表面连接到剩余牙齿组的数字3D表示的替代,邻间孔可以至少部分地由虚拟邻间表面闭合,而齿龈孔可以取决于牙冠还是桥体将布置在齿龈孔的位置处由虚拟牙齿预备或由虚拟齿龈闭合。虚拟预备引导件表面然后可以由剩余牙齿组的数字3D表示和虚拟牙齿预备或虚拟齿龈的布尔加法产生。虚拟邻间表面和虚拟齿龈或虚拟牙齿预备之间的边界可以用于限定3D剩余牙齿样条。

[0406] 图12通过方块图显示根据本发明的实施例的用于生成牙齿预备引导件的系统。系统1250包括计算机设备1251,所述计算机设备包括计算机可读介质1252和处理器1253。系统还包括视觉显示单元1256、计算机键盘1254和计算机鼠标1255以便输入数据和启动在视觉显示单元1256上可视化的虚拟按钮。视觉显示单元1256例如可以是计算机屏幕。计算机设备1251能够接收来自扫描设备1257、例如由3shape A/S制造的TRIOS口内扫描器的患者的牙齿组的数字3D表示,或者能够接收来自这样的扫描设备的扫描数据并且基于这样的扫描数据形成患者的牙齿组的数字3D表示。数字3D表示可以是预备前或预备的牙齿组。接收的或形成的数字3D表示可以存储在计算机可读介质1252中并且提供给处理器1253。处理器1253配置成用于从预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除所述至少一个牙齿,使得形成剩余牙齿组的数字3D表示。这可以基于相对于预备前牙齿的数字3D表示限定的3D分割样条例如由操作者使用计算机鼠标标记预备前牙齿的数字3D表示上的相关位置而实现。表示牙齿修复物的目标形状的虚拟目标牙齿修复物可以从外部源或从计算机可读介质1252提供给处理器1253。处理器1253还配置成用于基于虚拟目标牙齿修复物产生用于牙齿预备引导件的虚拟验证表面,其中验证表面使得牙齿的预备可以由牙齿预备引导件验证;并且用于通过组合虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。当产生虚拟验证表面和/或虚拟预备引导件表面时,一个或多个选项可以呈现给操作者,例如使用布尔加法还是通过由放样产生连接表面将虚拟验证表面连接到剩余牙齿组的数字3D表示。选项可以在视觉显示单元1256上可视化的用户界面中被呈现。

[0407] 在一些情况下,处理器1253还配置成用于剥壳虚拟预备引导件表面的至少选定部分使得虚拟牙齿预备引导件包括在选定部分中的内壳表面和外壳表面。系统具有单元1258以便将剥壳的虚拟预备引导件表面传输到例如用于制造牙齿预备引导件或用于制造中间实体模型的计算机辅助制造(CAM)设备1259或例如位于制造牙齿预备引导件或中间实体模型的铣削中心处的另一计算机系统,可以通过真空成形从所述中间实体模型形成牙齿预备引导件。用于传输虚拟3D模型的单元可以是有线或无线连接。

[0408] 在牙医诊所最经常执行使用扫描设备1257扫描患者的牙齿组。牙齿预备引导件的设计和制造可以在牙医诊所或在牙科技工室执行。在后一种情况下,可以经由牙科医生和牙科技工室之间的互联网连接提供患者的预备前牙齿组的数字3D表示。

[0409] 图13显示根据本发明的实施例的用户界面的示意图。

[0410] 该图显示用户界面1370的第一部分1371,其中在牙齿预备引导件的设计中使用的不同表面的横截面图被可视化。在所示的例子中,在第一部分上看到图4的虚拟验证表面、剩余牙齿组的数字3D表示、虚拟预备线、3D剩余牙齿样条和3D验证表面样条。

[0411] 用户界面的第二部分1372包括用于输入例如与虚拟验证表面由布尔加法还是由放样过程所产生的表面连接相关的数据的数据输入部分1374。虚拟按钮1373配置成用于使得通过基于在数据输入部分1374中输入的数据组合虚拟验证表面和剩余牙齿组的数字3D表示的表面的至少一部分产生虚拟预备引导件表面。

[0412] 可以在视觉显示单元、例如作为配置成用于执行根据本发明的方法的系统的一部分的计算机屏幕上可视化用户界面。用户界面也配置成用于执行方法中的至少一些其它步骤,例如当形成剩余牙齿组的数字3D表示时从预备前牙齿组的数字3D表示虚拟地去除至少一个牙齿。对于这些步骤在第二部分1372中提供的虚拟按钮和数据输入部分可以不同于当连接虚拟表面时提供的那些。

[0413] 图15显示形成为两件式装置的示例性牙齿预备引导件,所述两件式装置具有形成为临时牙冠的第一部分。

[0414] 图15a中所示的两件式牙齿预备引导1580具有第一部分1581和第二部分1582,其中第二部分1582设计成具有配置成用于接合第一部分1581的外表面的内表面并且第二部分1582可以相对于第一部分1581布置成使得第一和第二部分一起形成牙齿预备引导件1580。当两件式牙齿预备引导件1580相对于患者的牙齿组布置时,第一部分1581的内表面对预备的牙齿1583并且第二部分接触预备的牙齿处的齿龈1584。

[0415] 图15b显示形成为临时牙冠的第一部分1581,所述第一部分设计成具有成形为类似正常牙齿表面的外表面15812和具有基于虚拟验证表面的形状的内表面15812使得第一部分可以验证牙齿的预备。

[0416] 图15c显示具有它的内表面15822a、15822b和外表面15821的第二部分1582。内表面具有配置成用于接合牙齿预备引导件的第一部分的外表面的部分15822a和配置成用于接触预备的牙齿处的齿龈的第二部分15822b。第一部分15822a使得牙齿预备引导件的第一和第二部分可以配合并且作为密合单元操作,而第二部分15822b保证牙齿预备引导件1580可以相对于预备的牙齿正确地布置。

[0417] 当用于验证牙齿预备时,两件式牙齿预备引导件用作一个密合单元,牙齿修复物的第一部分1581的内表面15812用于验证。当牙科医生满意牙齿的预备时,第一部分1581和第二部分1582脱离并且第一部分1581可以临时固定在预备的牙齿处并且用作临时牙冠,而最后修复物例如基于预备牙齿组的扫描被制造。

[0418] 图16显示从预备的牙齿组的数字3D表示和牙齿修复物的所需最小厚度生成的牙齿预备引导件的例子。

[0419] 获得的预备牙齿组1691的数字3D表示包括对应于预备的牙齿的部分1683。基于预备的牙齿部分1683和牙齿修复物的所需最小厚度生成虚拟最小修复表面1690。该表面标记

可以被制造以满足要求的最小牙齿修复物的表面,所述要求例如与以其当前形状布置在预备的牙齿处时的牙齿修复物的机械稳定或颜色相关。然后可以确定生成的虚拟最小修复表面1690和获得的预备的牙齿组1691的数字3D表示之间的重叠1692,并且牙科医生可以评价重叠是否太大或者相邻牙齿的小部分是否可以被磨掉以提供根据虚拟最小修复表面制造的牙齿修复物的所需空间。

[0420] 例如可以在用户界面中通过颜色编码可视化重叠1692,其中例如红色用于识别预备牙齿组的数字3D表示中的重叠区域。

[0421] 如果牙科医生决定需要进一步处理,则他去除更多的牙齿材料并且重复该过程直到重叠被去除或减小到无关紧要的尺寸。

[0422] 尽管已详细地描述并且显示了一些实施例,但是本发明不限于它们,而是在以下权利要求中限定的主题的范围也可以以其它方式体现。特别地,应当理解可以利用其它实施例并且可以进行结构的和功能的修改而不脱离本发明的范围。

[0423] 在列举若干装置的设备权利要求中,这些装置中的若干可以由一个或同一个硬件物品体现。在相互不同的从属权利要求中叙述或在不同实施例中描述某些措施的单纯事实不指示这些措施的组合不是有利的。

[0424] 权利要求可以表示前述权利要求中的任一项,并且“任一项”被理解为表示前述权利要求中的“任何一项或多项”。

[0425] 应当强调的是当在该说明书中使用术语“包括/包含”用于指定所述特征、整数、步骤或部件的存在,而不是排除一个或多个其他特征、整数、步骤、部件或它们的群组的存在或添加。

[0426] 在上面和在下文中描述的方法的特征可以在软件中实现并且在数据处理系统或由计算机可执行指令的执行导致的其它处理装置上执行。指令可以是存储介质或经由计算机网络从另一个计算机装载到存储器(例如RAM)中的程序代码。替代地,所述特征可以由硬线电路而不是软件实现或与软件组合实现。

100

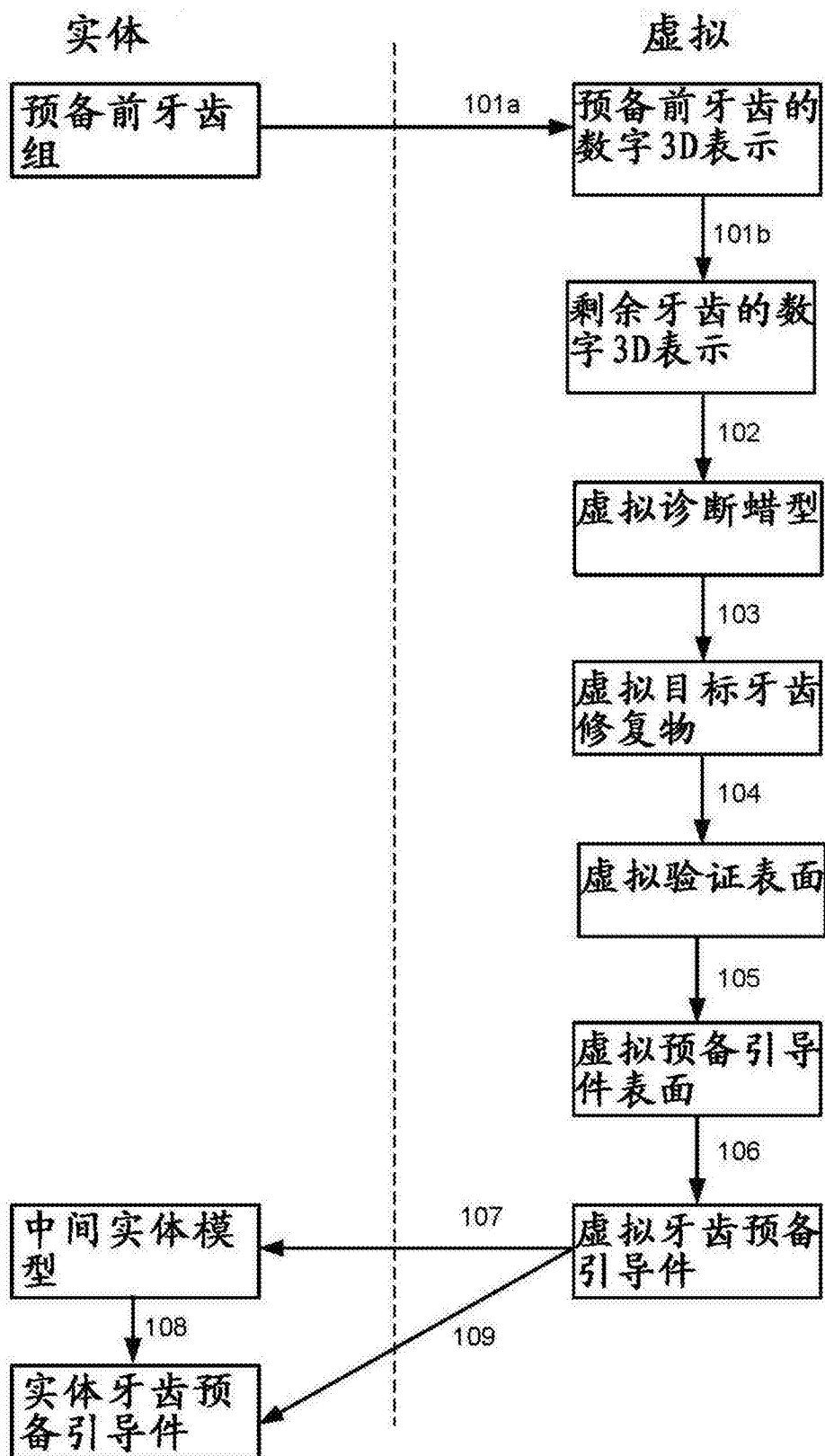


图1

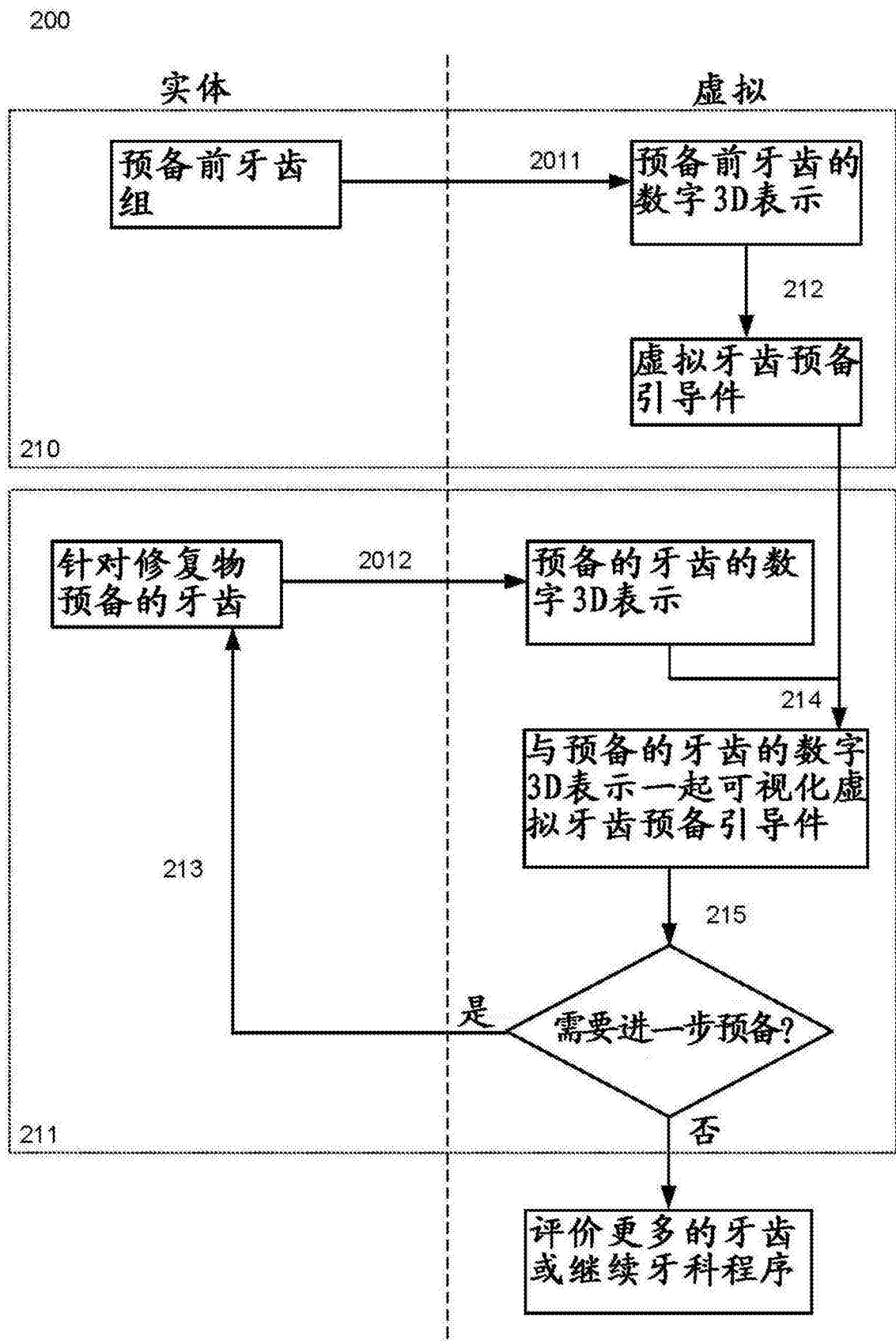


图2

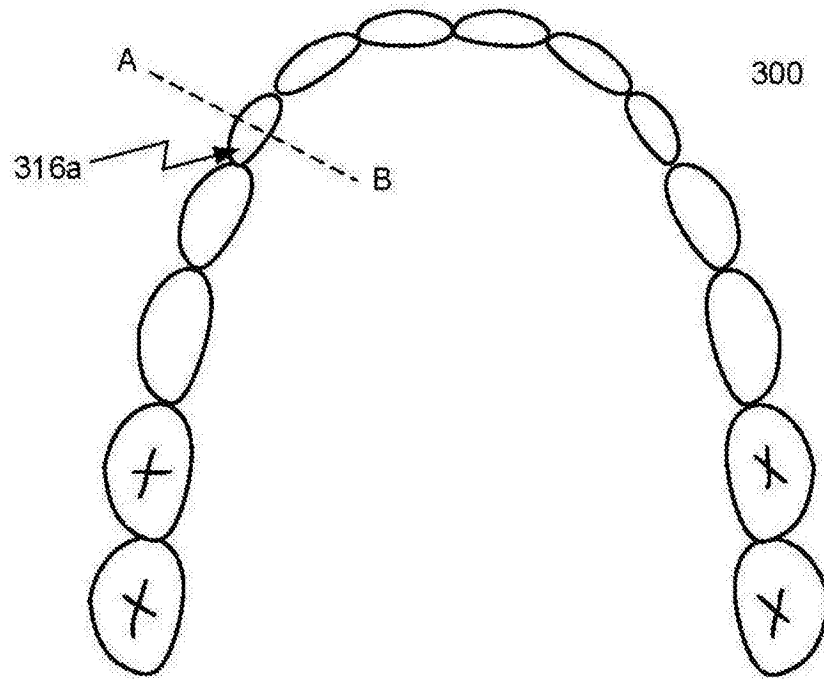


图3a

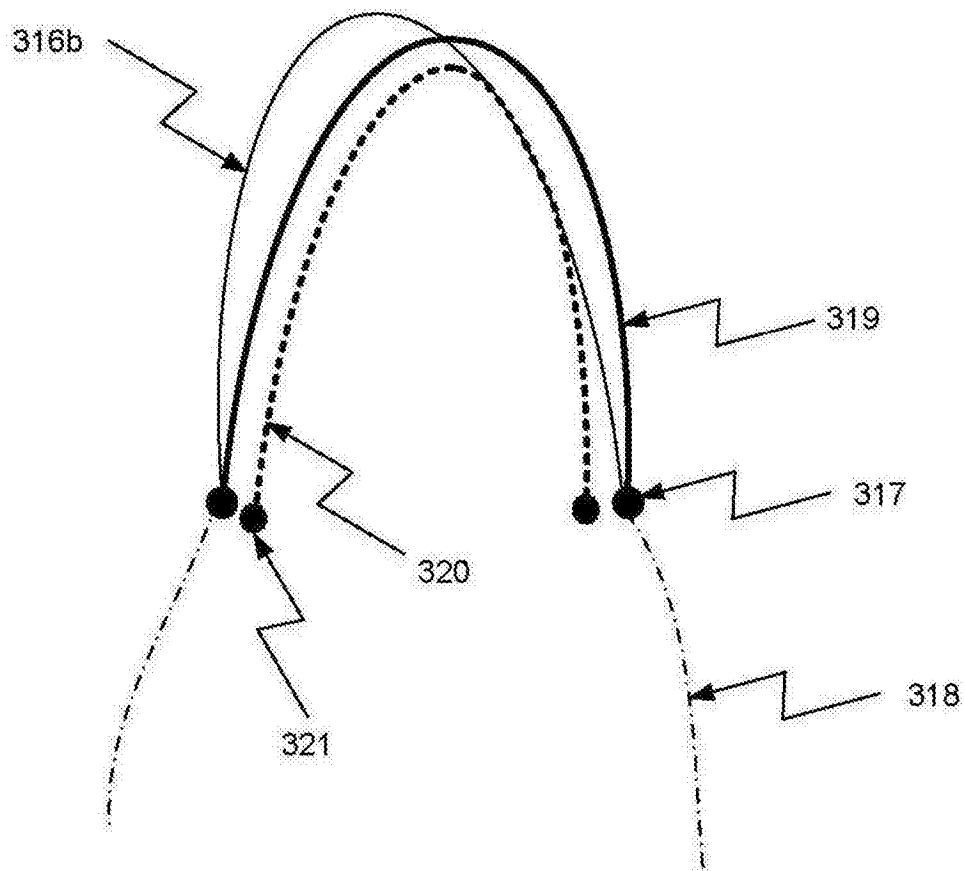


图3b

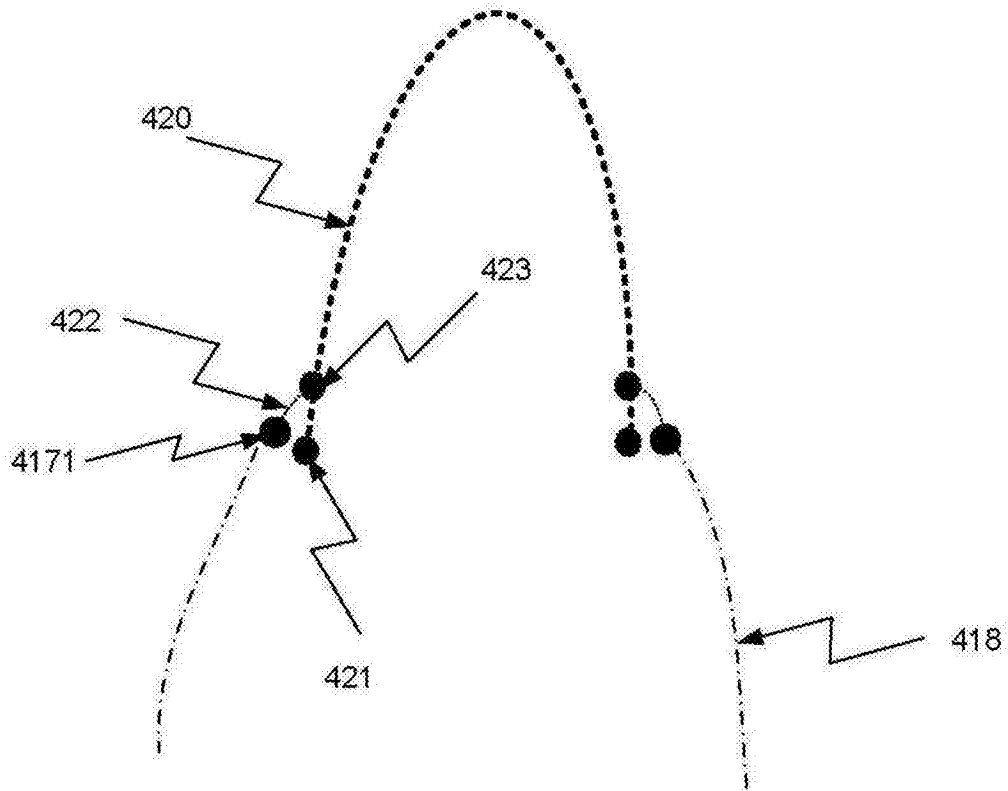


图4

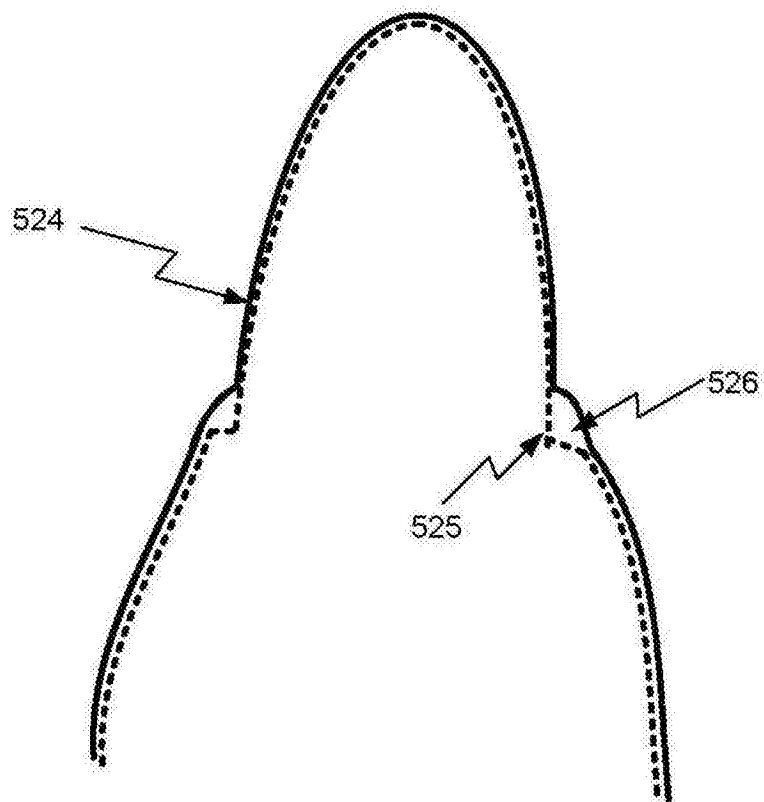


图5

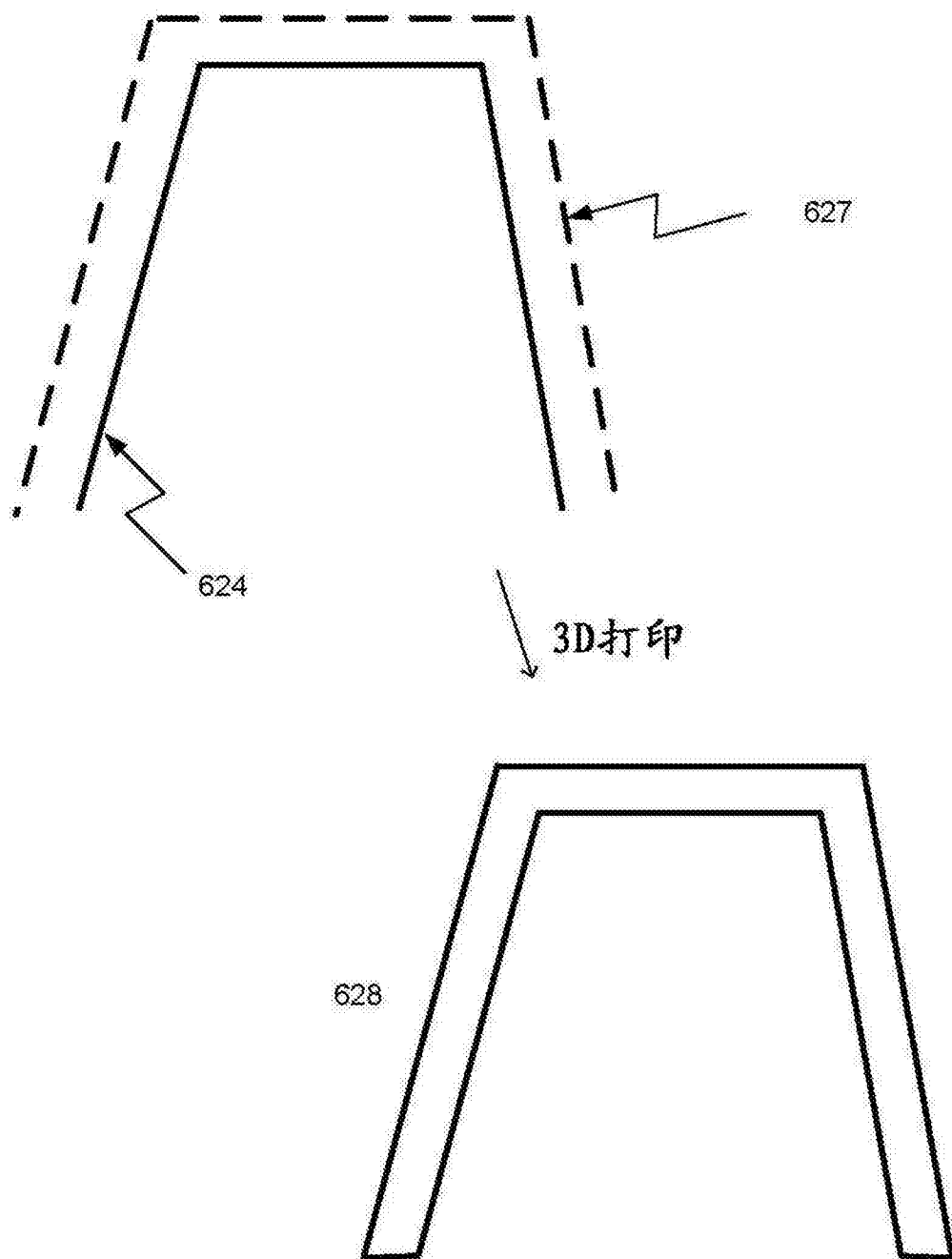


图6

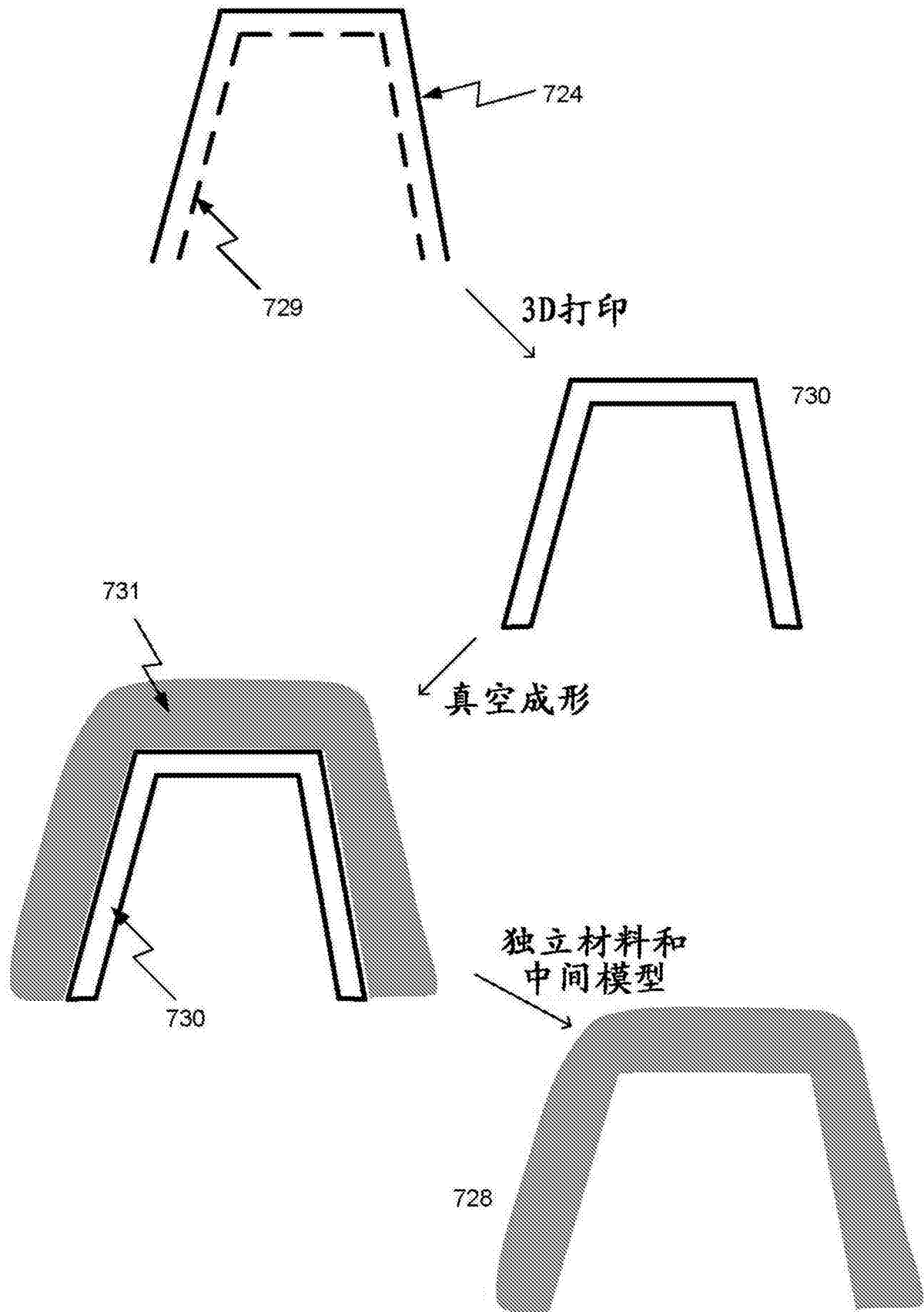


图7

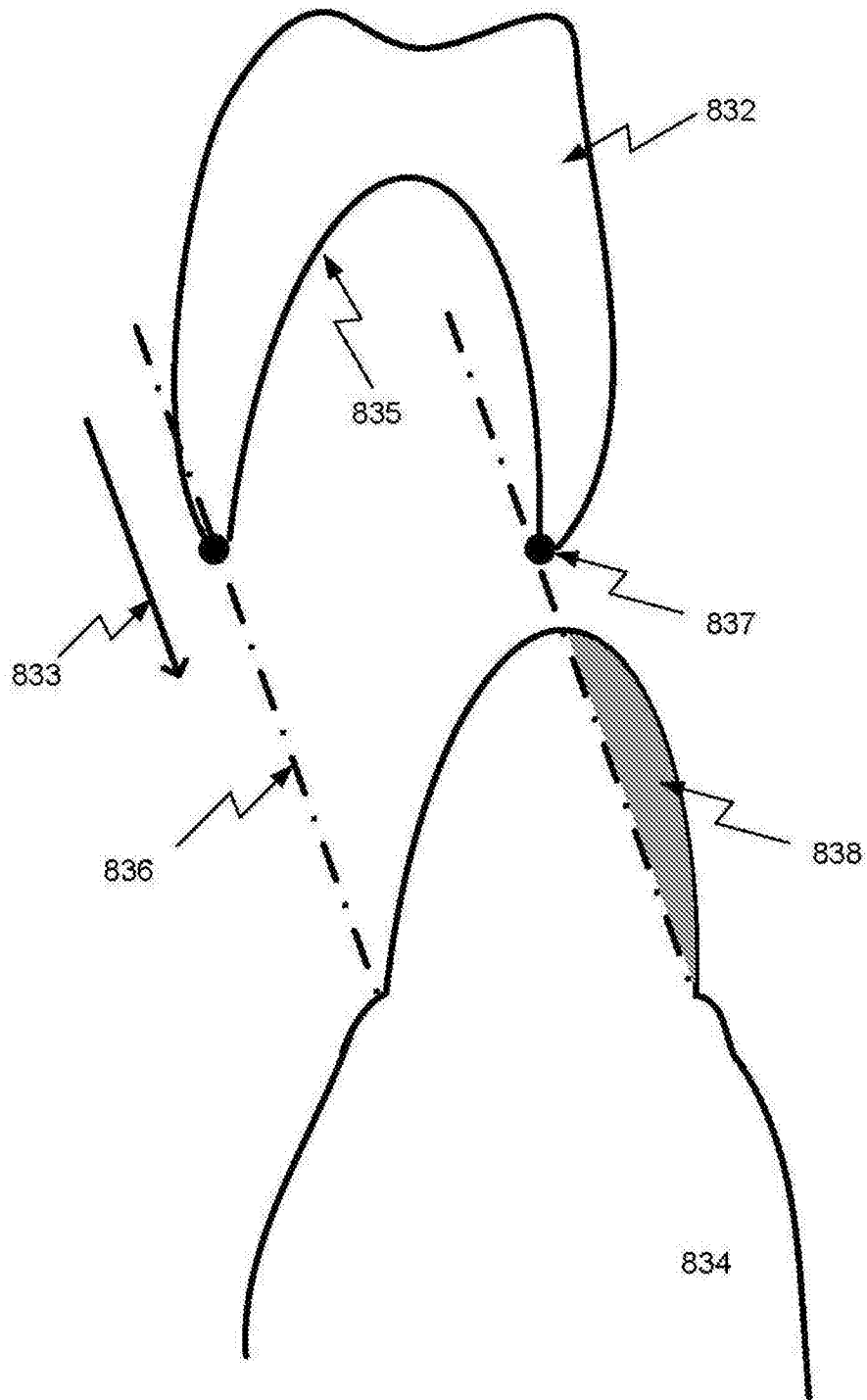


图8

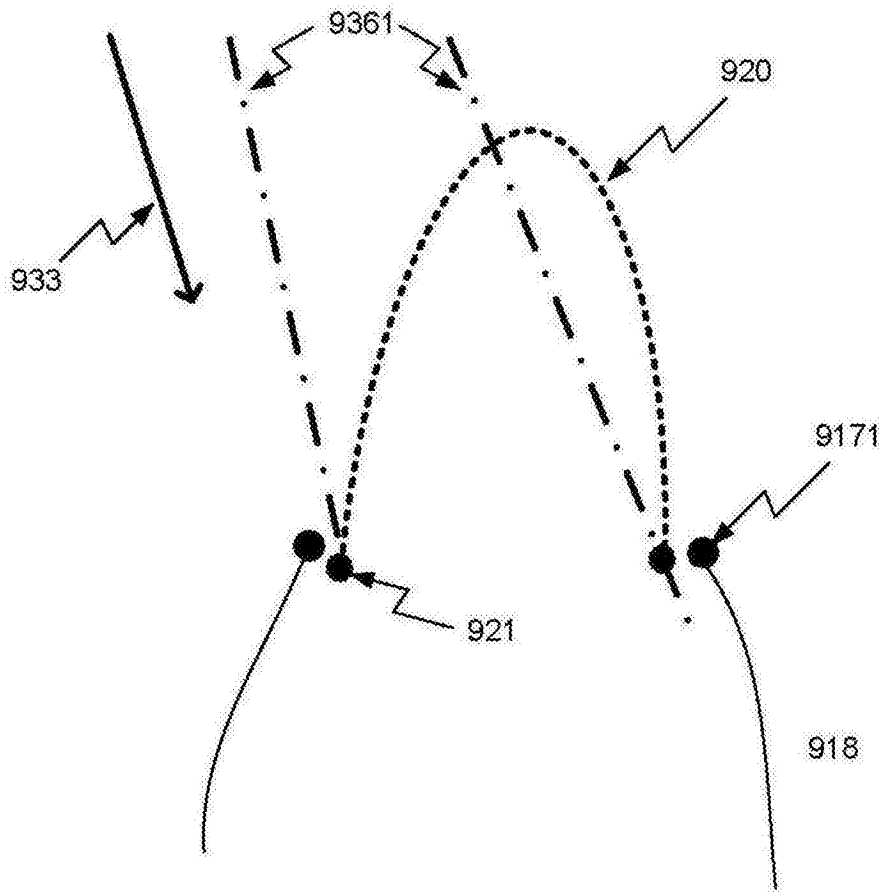


图9a

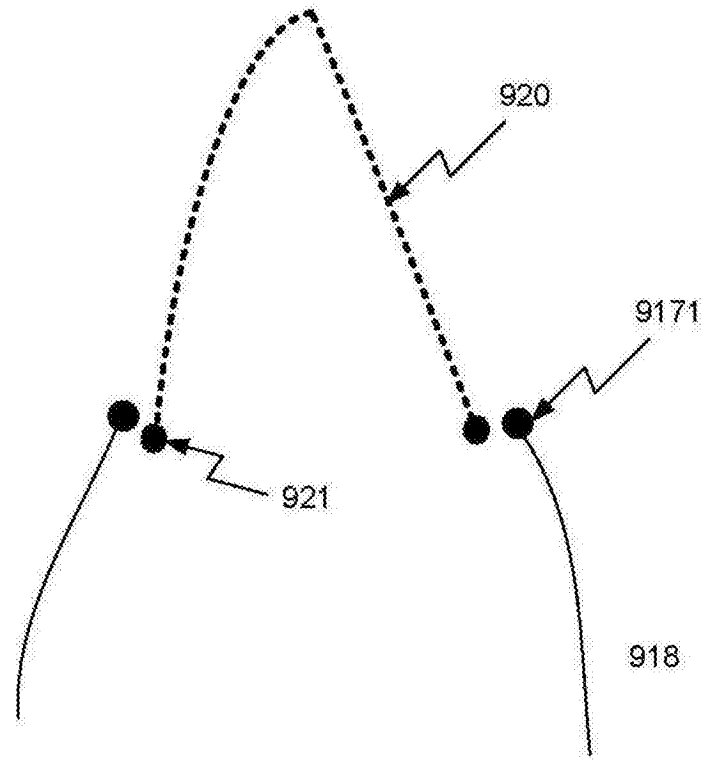


图9b

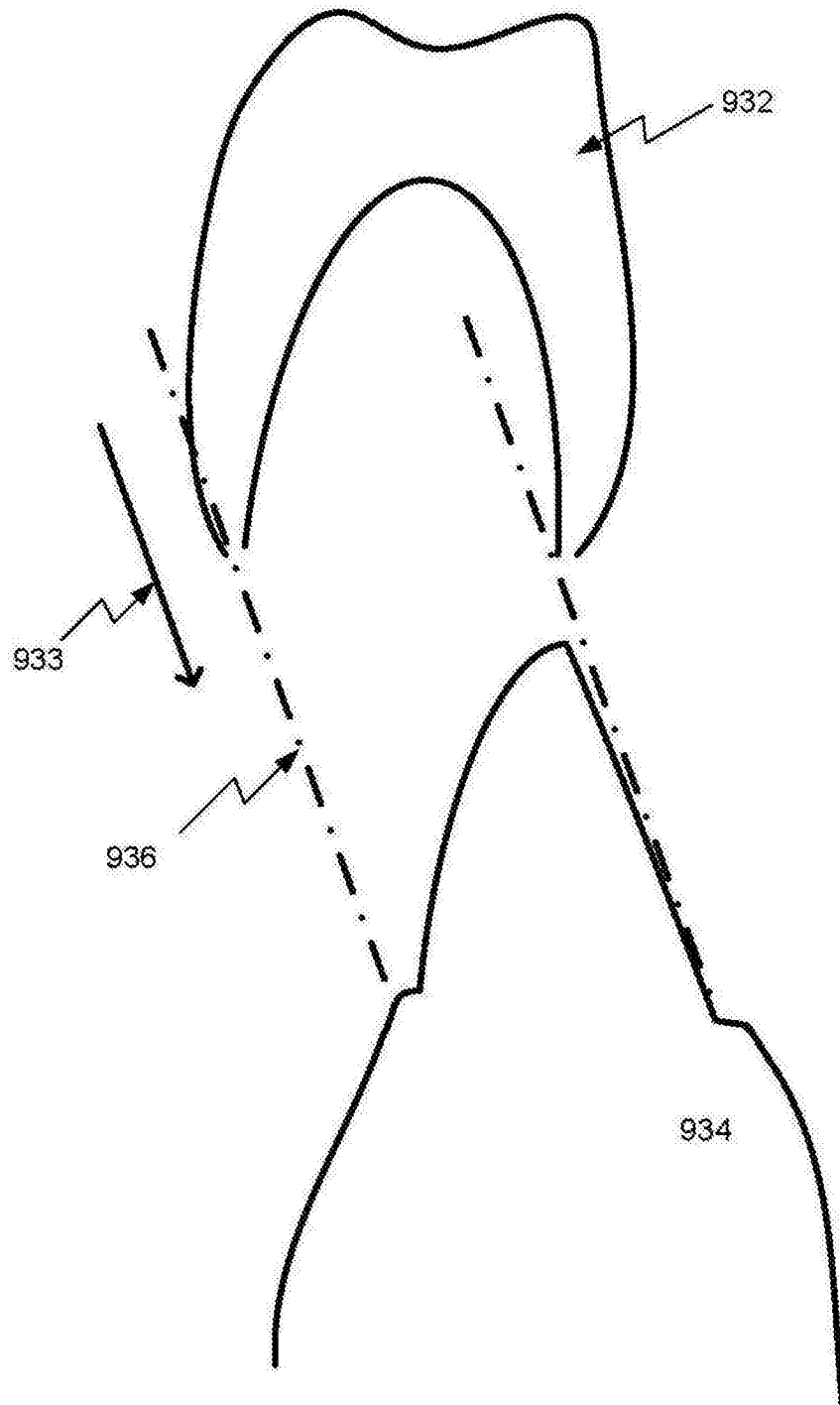


图9c

1037

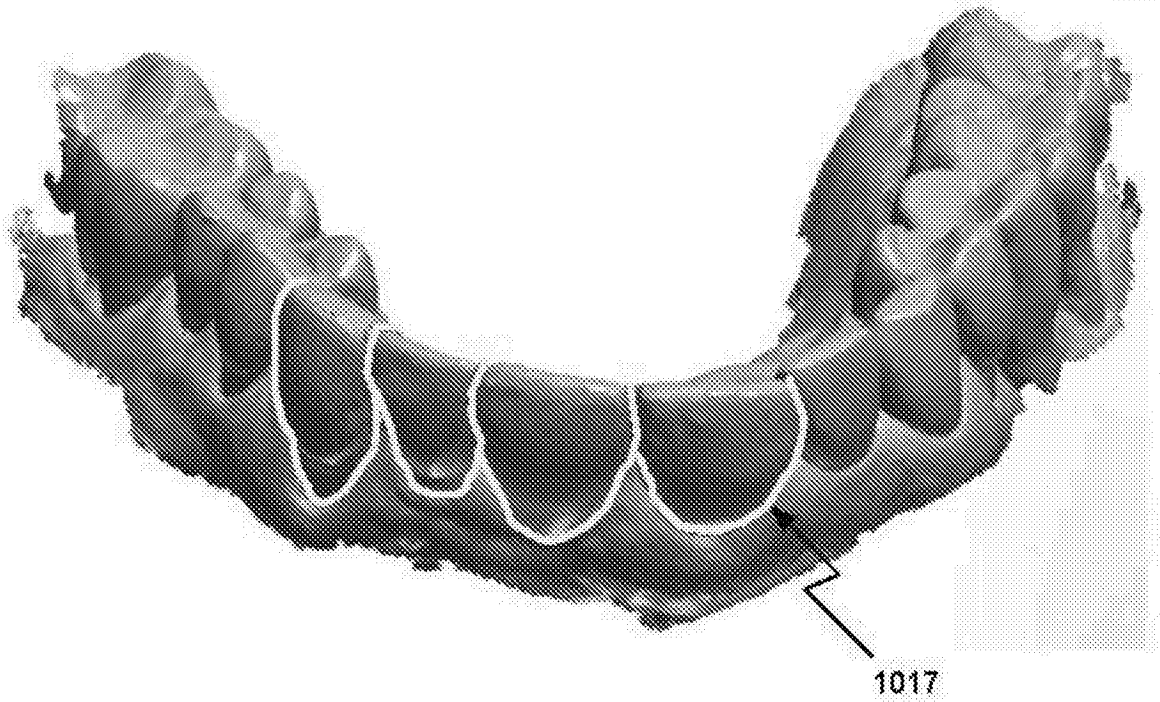


图10a

1018

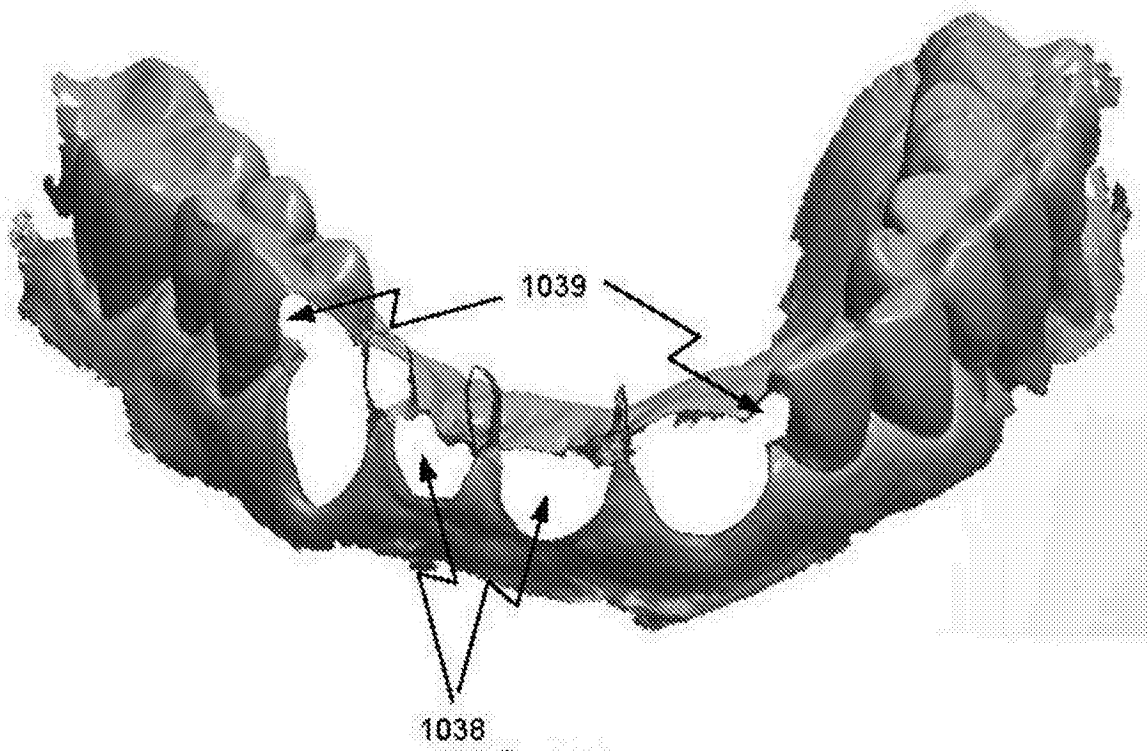


图10b

图11a

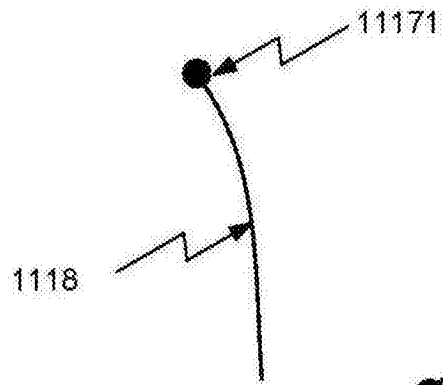


图11b

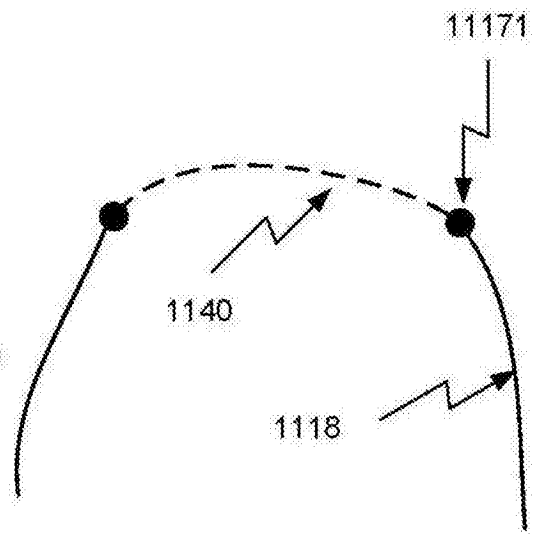


图11c

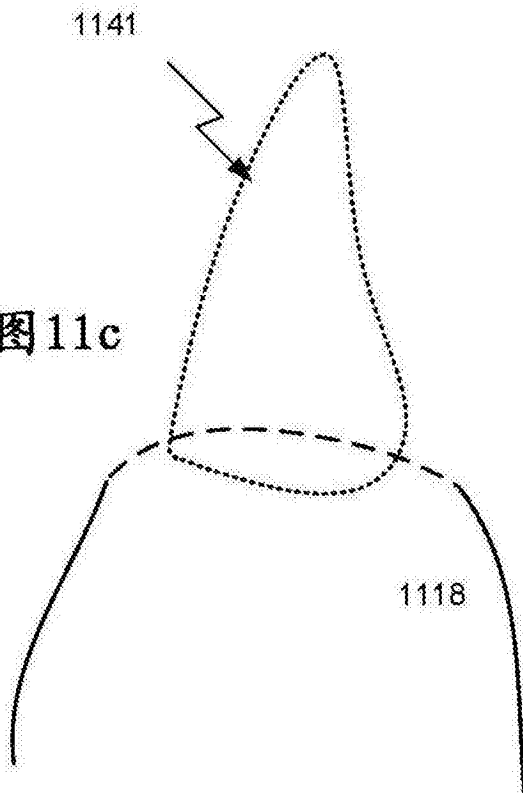
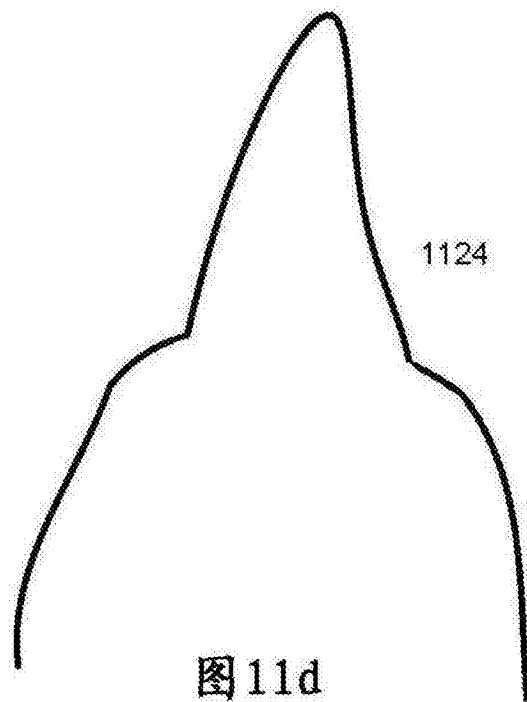


图11d



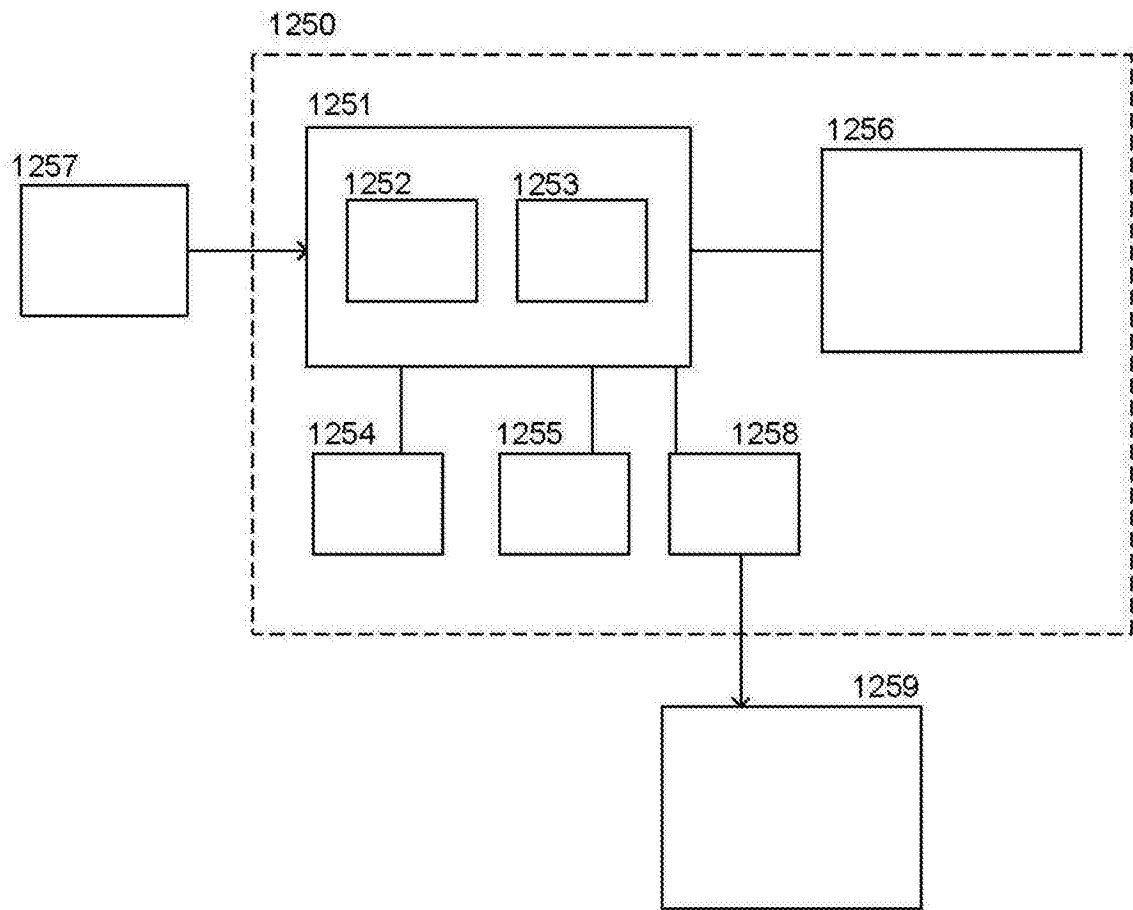


图12

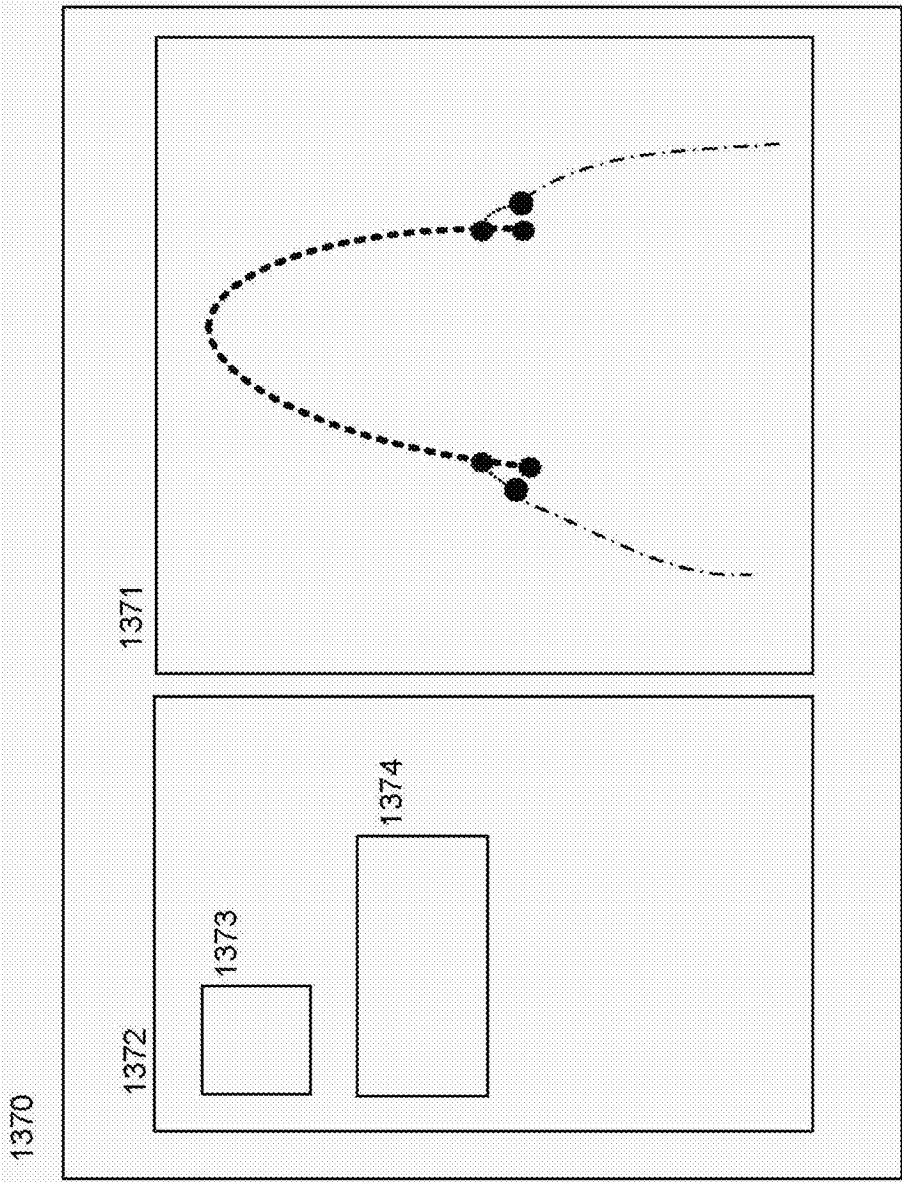


图13

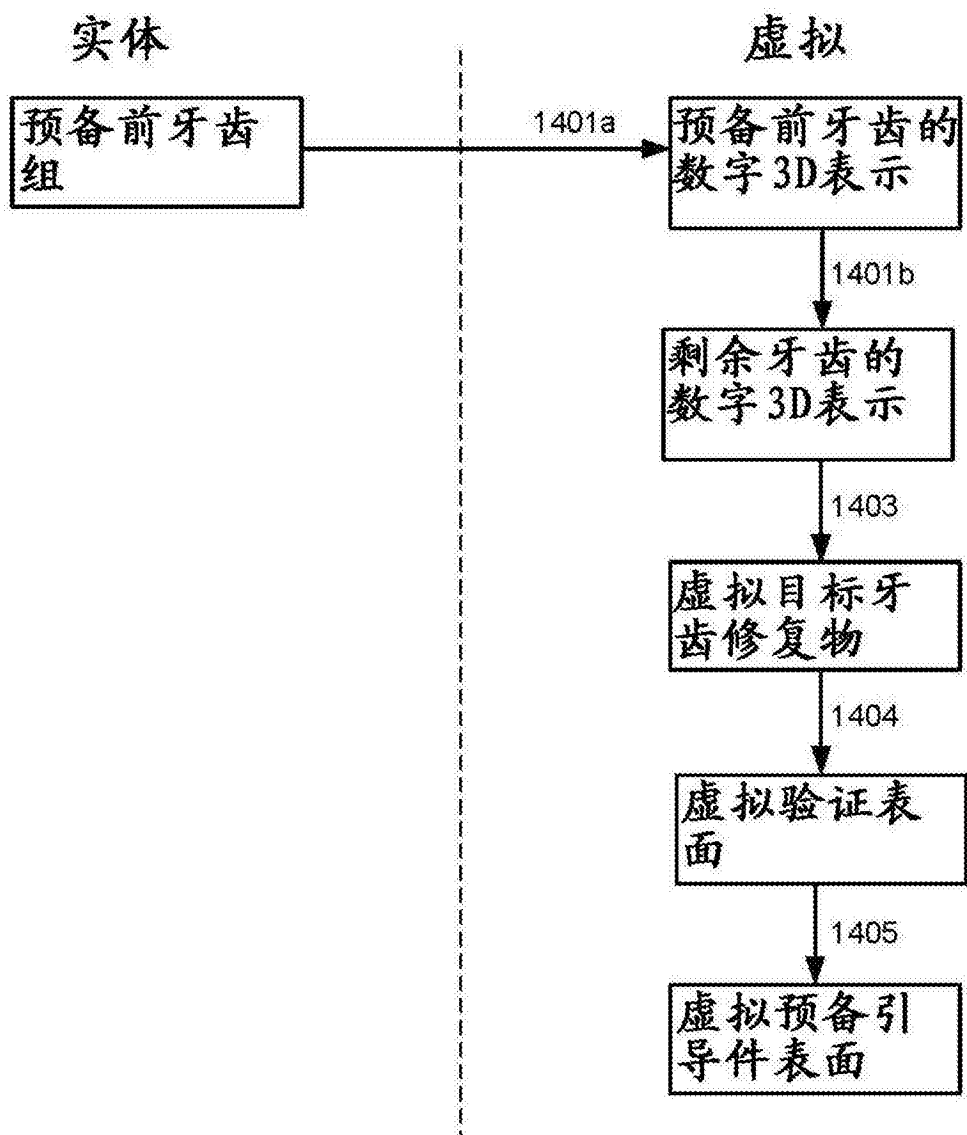


图14

1580

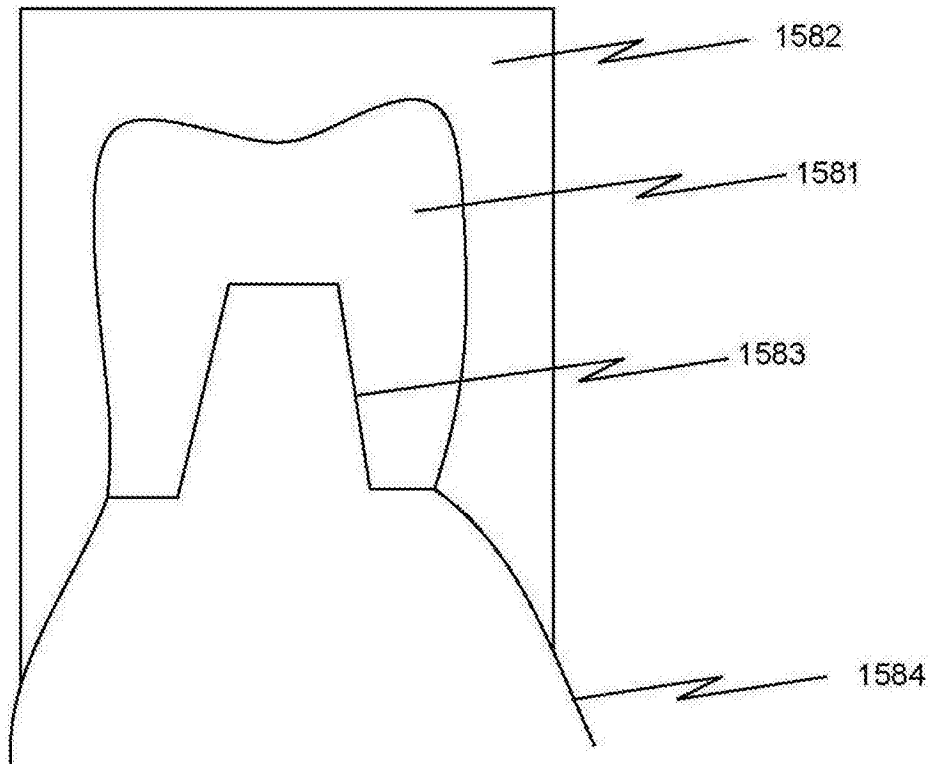


图15a

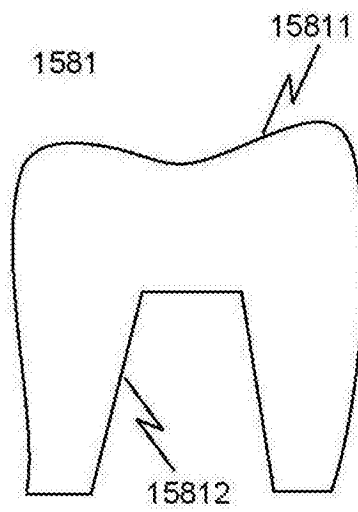


图15b

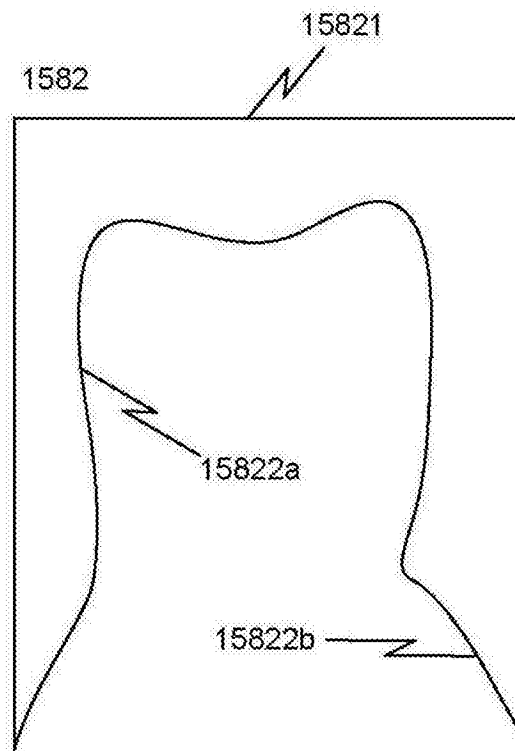


图15c

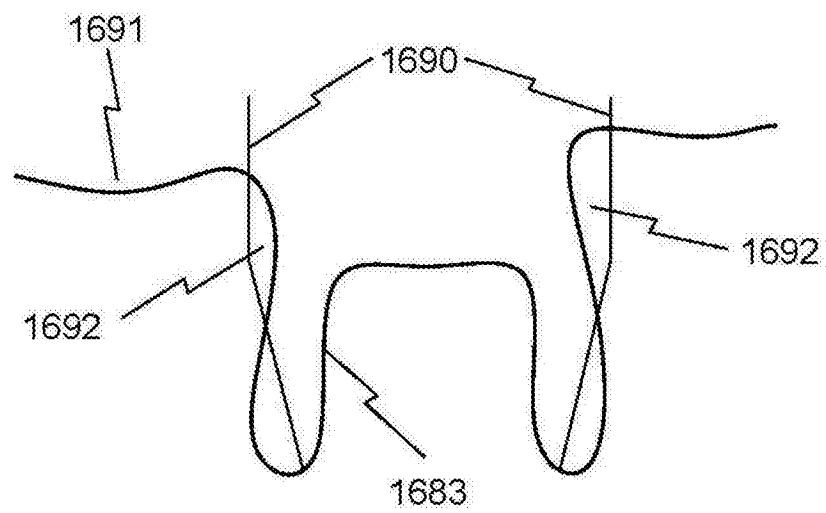


图16

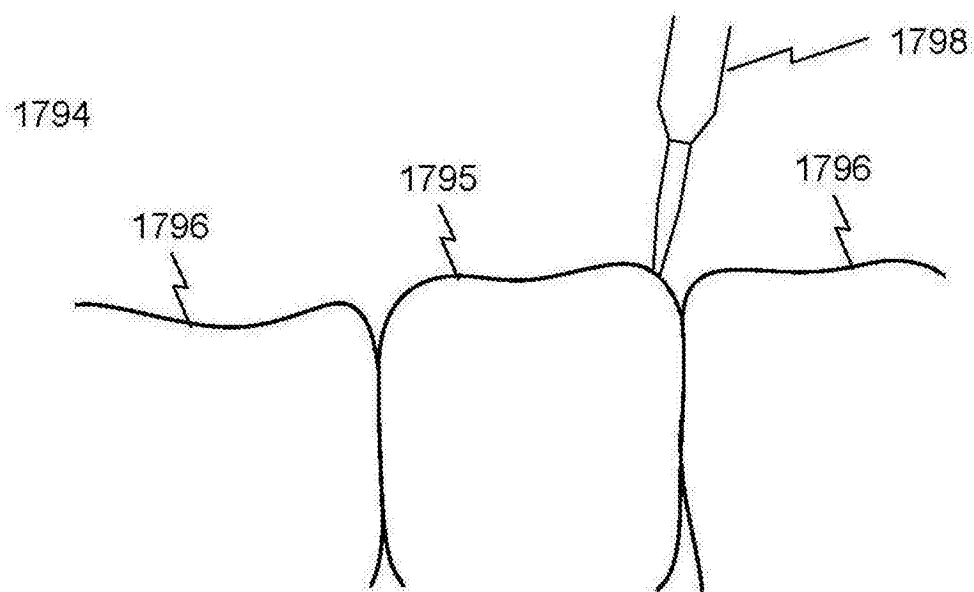


图17a

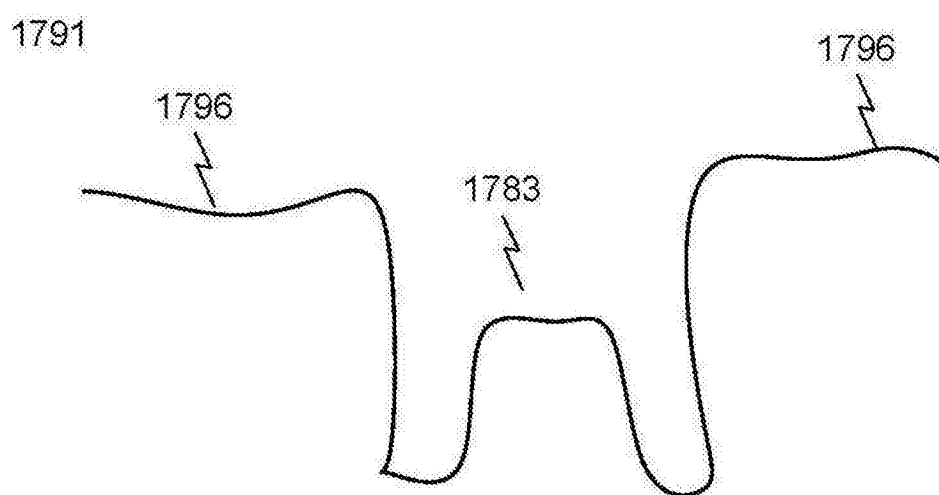


图17b

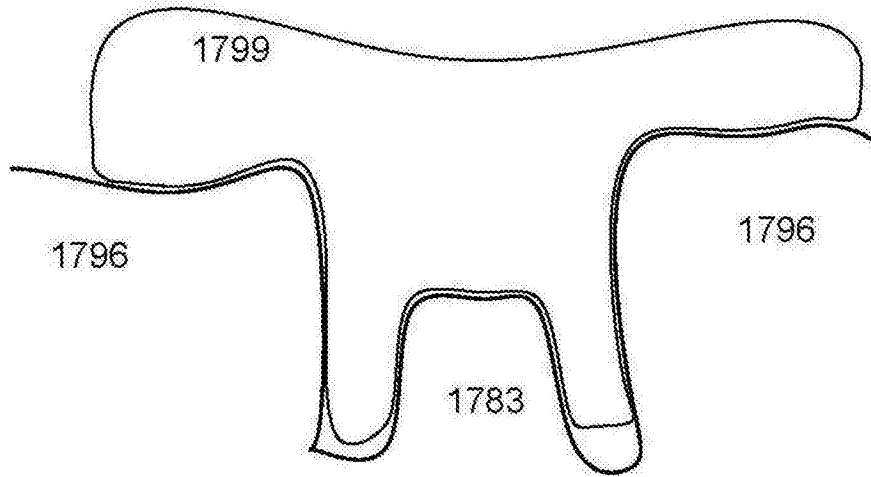


图17c