



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102438545 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 02

(21) 申请号 201080022163. X

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理有限公司 11262

(22) 申请日 2010. 03. 18

代理人 张春媛 阎斌斌

(30) 优先权数据

61/161, 903 2009. 03. 20 US

(51) Int. Cl.

A61C 13/00(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 11. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/DK2010/050063 2010. 03. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02010/105628 EN 2010. 09. 23

(71) 申请人 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

卡尔-约瑟夫·霍伦贝克

苏内·乔根森 T·克劳森

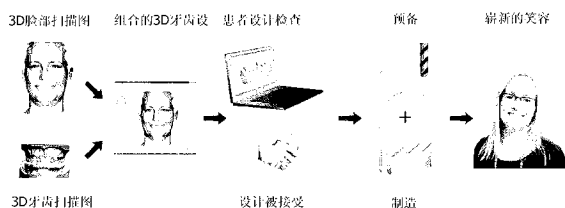
权利要求书 5 页 说明书 17 页 附图 6 页

(54) 发明名称

用于有效计划、可视化和优化牙修复体的系统和方法

(57) 摘要

公开了一种用于计划、可视化和 / 或优化对于患者至少一部分预备前牙齿的牙修复的方法, 其中所述方法包括以下步骤: - 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型; - 基于至少一部分预备前牙齿的 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型; - 提供至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型, 其中已预备牙齿是通过以牙修复工作, 至少部分基于牙修复体 CAD 模型, 对预备前牙齿进行预备来提供; 和 - 比对预备前牙齿和已预备牙齿的 3D 模型。



1. 一种用于计划、可视化和 / 或优化对于患者的至少一部分预备前牙齿的牙修复的方法,其中所述方法包括以下步骤:

- 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型;
- 基于至少一部分预备前牙齿的所述 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型;
- 提供至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型,其中已预备牙齿是通过以牙修复工作,至少部分基于所述牙修复体 CAD 模型,对预备前牙齿进行预备来提供;和
- 比对预备前牙齿和已预备牙齿的 3D 模型。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其进一步包括至少部分基于预备前牙齿的所述模型设计牙齿预备体 CAD 模型的步骤。

3. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括将所述牙修复体 CAD 模型的设计转移到已预备牙齿的所述模型。

4. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括提供所述患者的脸部 3D 数字模型的步骤,其中至少一部分牙齿可见和 / 或暴露出来,所述脸部 3D 数字模型是通过光学扫描所述患者的脸部的至少一部分来提供。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其进一步包括至少部分比对所述预备前牙齿 3D 模型和 / 或所述牙修复体 CAD 模型与所述脸部 3D 模型中的可见牙齿的步骤。

6. 根据权利要求 4 至 5 中任一权利要求所述的方法,其中所述牙修复体 CAD 模型是至少部分基于所述脸部 3D 模型来设计。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一权利要求所述的方法,其进一步包括在预备牙齿之前向牙医提供预备指南的步骤,所述预备指南至少部分基于所述牙齿预备体 CAD 模型。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述预备指南提供与牙冠延长、边界的位置和 / 或类型等有关的帮助,且其中所述预备指南的产生是至少部分基于所述牙修复体 CAD 模型和 / 或所述预备前牙齿 3D 模型和 / 或所述牙齿预备体 CAD 模型和 / 或所述模型的分割。

9. 根据权利要求 7 至 8 中任一权利要求所述的方法,其中所述预备指南包含关于制作由机器产生的预备体和 / 或预备体模型的指令。

10. 根据权利要求 7 至 9 中任一权利要求所述的方法,其中所述预备指南包含指令文本、多个 2D 屏幕抓图、3D 动画、计算机可视化图像、视频和 / 或用于机器 / 机器人预备的指令。

11. 根据权利要求 7 至 10 中任一权利要求所述的方法,其中所述预备指南包含所述预备体的牙齿模型,例如石膏模型和 / 或蜡型模型,例如标记的牙齿模型。

12. 根据权利要求 5 至 11 中任一权利要求所述的方法,其中所述预备指南包含期望预备体的物理模型或期望预备体的负性表示,其可在所述患者的嘴里测试。

13. 根据权利要求 1 至 11 中任一权利要求所述的方法,其中转移所述牙修复体 CAD 模型的设计的步骤包括比对所述牙齿预备体 CAD 模型与所述已预备牙齿 3D 模型。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中比对是至少部分基于检测和 / 或划分和 / 或比对所述模型的边界线。

15. 根据权利要求 1 至 14 中任一权利要求所述的方法,其中转移所述牙修复体 CAD 模型的设计的步骤包括将所述牙修复体 CAD 模型的部分变形为所述已预备牙齿 3D 模型。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中变形是在所述牙修复体 CAD 模型和 / 或所述已

预备牙齿 3D 模型的边界线附近应用。

17. 根据权利要求 15 至 16 中任一权利要求所述的方法,其中变形的影响在所述牙修复体 CAD 模型和 / 或所述已预备牙齿 3D 模型的边界线附近最高,其中当与边界线的距离增加时,所述变形的影响减小。

18. 根据权利要求 1 至 17 中任一权利要求所述的方法,其中转移所述牙修复体 CAD 模型的设计的步骤包括创建所述牙修复体 CAD 模型的内表面作为所述已预备牙齿 3D 模型的偏差,所述偏差从所述已预备牙齿 3D 模型的边界线开始,处于咬合 / 切割方向上。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中所述偏差是自动提供的。

20. 根据权利要求 1 至 19 中任一权利要求所述的方法,其中在转移到所述已预备牙齿 3D 模型时,所述牙修复体 CAD 模型的外表面的很大一部分被维持不变,所述牙修复体 CAD 模型的内表面的轮廓基本上类似于所述已预备牙齿 3D 模型的外表面,且所述牙修复体 CAD 模型和所述已预备牙齿 3D 模型的边界线区域被一起变形。

21. 根据权利要求 1 至 20 中任一权利要求所述的方法,其中转移所述牙修复体 CAD 模型的设计的步骤包括用所述已预备牙齿 3D 模型变形所述牙齿预备体 CAD 模型,从而将所述牙齿预备体 CAD 模型变形为所述已预备牙齿 3D 模型,且随后将此变形应用于所述牙修复体 CAD 模型。

22. 根据权利要求 1 至 21 中任一权利要求所述的方法,其进一步包括在将所述牙修复体 CAD 模型转移到所述已预备牙齿 3D 模型的步骤之后,修改所述牙修复体 CAD 模型的设计的步骤。

23. 一种用于计划、可视化和 / 或优化对于患者的至少一部分牙齿的牙修复工作的方法,其中所述方法包括以下步骤:

- 提供所述患者脸部的至少一部分的 3D 数字模型,所述患者牙齿的至少一部分可见和 / 或暴露出来,所述 3D 数字模型通过光学扫描所述患者的脸部的至少一部分来提供,
- 获得至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型,其中已预备牙齿是通过牙修复工作预备,
- 比对所述已预备牙齿 3D 模型与所述 3D 脸部模型中的可见牙齿,和
- 基于所述已预备牙齿 3D 模型且至少部分基于所述 3D 脸部模型,设计至少一个牙修复体 CAD 模型。

24. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述预备前牙齿 3D 模型和 / 或所述已预备牙齿 3D 模型是通过扫描来提供,例如口腔内扫描、扫描牙齿和 / 或对合牙的压痕、扫描牙齿和 / 或对合牙的铸型、CT 扫描和 / 或类似扫描方法。

25. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括计算所述 3D 模型的边界线的步骤。

26. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述脸部的所述 3D 脸部模型、所述预备前牙齿 3D 模型和 / 或所述已预备牙齿 3D 模型和 / 或所述牙修复体 CAD 模型和 / 或所述牙齿预备体 CAD 模型包括几何学和 / 或纹理 (颜色) 的信息。

27. 根据权利要求 26 所述的方法,其中颜色是通过至少一个色敏传感器和 / 或通过堆叠彩色通道来检测。

28. 根据权利要求 4 至 27 中任一权利要求所述的方法,其中所述 3D 脸部模型是通过比

对和 / 或组合脸部的多个副扫描图来提供,副扫描图是从不同角度提供。

29. 根据权利要求 28 所述的方法,其中至少一部分所述副扫描图至少部分重叠。

30. 根据权利要求 28 至 29 中任一权利要求所述的方法,其中至少一部分所述副扫描图的至少一部分亚纹理被调整颜色和 / 或插入颜色,例如通过纹理编织法,以提供所述 3D 脸部模型的纹理。

31. 根据权利要求 4 至 30 中任一权利要求所述的方法,其中所述患者的至少一部分毛发用反光粉末涂粉。

32. 根据权利要求 28 至 31 中任一权利要求所述的方法,其中拉伸多个副扫描图的轮廓,然后交叉以提供虚拟外形近似。

33. 根据权利要求 4 至 32 中任一权利要求所述的方法,其进一步包括从所述 3D 脸部模型切除和 / 或去除至少一部分牙齿的步骤。

34. 根据权利要求 4 至 33 中任一权利要求所述的方法,其中所述牙修复体 CAD 模型的设计是至少部分基于用于优化所述牙修复体的美感印象的生物计量信息,例如上颌前牙暴露程度 (Morley 比)、上唇遮盖程度和牙龈暴露程度等生物计量信息。

35. 根据权利要求 34 所述的方法,其中脸部中线与牙弓中线基本对齐,和 / 或切平面和瞳孔连线基本平行。

36. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中使用脸部扫描仪来测量所述患者的脸部特征,例如脸部中线、牙弓中线、切平面和 / 或瞳孔连线。

37. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括提供至少一部分头部、颌、预备前牙齿和 / 或已预备牙齿的至少一个 X 光图像的步骤。

38. 根据权利要求 37 所述的方法,其中组合从不同角度获得的多个 X 光图像以提供 3D X 光模型。

39. 根据权利要求 38 所述的方法,其中 3D X 光模型与一个或多个所述 3D 模型和 / 或所述 CAD 模型比对和 / 或一起可视化。

40. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中在所述牙修复体 CAD 模型和 / 或所述牙齿预备体 CAD 模型的设计中提供自动和 / 或半自动帮助,例如自动建议、评估基础原则和要求 (例如医学和 / 或生物要求) 等帮助。

41. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中当设计所述牙修复体 CAD 模型和 / 或所述牙齿预备体 CAD 模型时,提供标准修复体和 / 或标准预备体的库,例如 CAD 模型的库。

42. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括估算计划的牙修复体的强度的步骤,例如通过有限元模拟来估算。

43. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括可视化所述牙修复体 CAD 模型的步骤,例如用于患者、牙医和 / 或牙科技师的可视化。

44. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中所述牙修复体 CAD 模型是与所述预备前牙齿模型并排可视化、沿着所述预备前牙齿模型可视化和 / 或在所述预备前牙齿模型的顶部可视化。

45. 根据权利要求 4 至 43 中任一权利要求所述的方法,其进一步包括可视化在所述脸部模型中比对的所述牙修复体 CAD 模型的步骤。

46. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括预测和 / 或可视化由于牙修复工作而出现的脸部软组织变化的步骤。

47. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中以 3D 方式进行可视化,例如 3D 模型和 CAD 模型的可视化。

48. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中通过至少一个计算机屏幕和 / 或通过制造至少一个诊断蜡型进行可视化。

49. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中在计算机网络例如互联网上进行可视化。

50. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括预测和 / 或可视化由于牙修复工作而出现的脸部软组织变化的步骤。

51. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括在所述预备前牙齿 3D 模型和 / 或所述已预备牙齿 3D 模型和 / 或所述 3D 脸部模型中,至少部分分割牙齿和组织例如牙龈的步骤。

52. 根据权利要求 51 所述的方法,其中至少部分通过计算机实现的算法来进行分割,例如应用于表示牙齿表面曲率的 3D 矩阵的最短路径算法。

53. 根据权利要求 51 至 52 中任一权利要求所述的方法,其中分割至少部分基于所述 3D 模型中的颜色信息。

54. 一种用于计划、可视化和 / 或优化对于患者的至少一部分预备前牙齿的牙修复的方法,其中所述方法包括以下步骤:

- 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型;
- 基于至少一部分预备前牙齿的所述 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型;其中所述方法进一步包括以下步骤:
 - 模拟和估算动态咬合干扰,和

其中所述干扰至少部分从多个扫描图推导出来,所述扫描图通过追踪至少一个固定于所述患者牙齿的参考物体来记录所述患者的颌关节联接。

55. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中使用脸部扫描仪实时测量所述患者的颌和脸部的 3D 运动。

56. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中使用脸部扫描仪测量上颌和 / 或下颌相对于头骨的位置。

57. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括基于来自于牙医和 / 或患者的输入资料,和 / 或来自于与美学外观、生物计量学、医学和 / 或生物学规则和 / 或要求、强度估算、软组织变化、咬合干扰、颜色问题、修复成本等有关的考虑事项的输入资料,互动式修改和 / 或优化所述牙修复体 CAD 模型的设计的步骤。

58. 根据权利要求 57 所述的方法,其中所述牙修复体 CAD 模型的互动式修改和优化通过计算机网络进行,其中患者、牙医和 / 或牙科技师位于不同的地理位置。

59. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括至少部分基于所述已预备牙齿 3D 模型,评估和 / 或确认预备指南和 / 或一组已预备牙齿的步骤。

60. 根据权利要求 59 所述的方法,其中评估和 / 或确认包括估算和 / 或评估提议的牙修复体、材料选择、修复方法的选择等。

61. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中牙修复体可以是一个或多个嵌体、高嵌体、牙贴面、牙冠、牙桥或其组合,和 / 或牙修复体可以是可摘除局部义齿结构和 / 或种植结构。

62. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括计划、可视化和 / 或优化应用于头部和 / 或脸部的整形手术。

63. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括计划、可视化和 / 或优化至少一个“可脱卸牙套”,其中通过从所述牙修复体 CAD 模型扣除所述预备前牙齿 3D 模型来产生“可脱卸牙套” CAD 模型。

64. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括通过 CAM,基于所述牙修复体 CAD 模型制造已预备牙齿的牙修复体的步骤。

65. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括通过 CAM,基于所述牙修复体 CAD 模型制造诊断蜡型的步骤。

66. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括通过 CAM,基于所述牙齿预备体 CAD 模型制造已预备牙齿的预备指南的步骤。

67. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括通过 CAM,基于所述牙齿预备体 CAD 模型和 / 或所述预备指南制造诊断蜡型的步骤。

68. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中关于制造所述牙修复体的 CAM 指令是通过计算机网络提供和 / 或传送,例如通过互联网转移到处理中心。

69. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其中任何列举的步骤至少部分通过 CAD 提供,或可通过 CAD 提供。

70. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的方法,其进一步包括设计临时牙冠,其中所述临时牙冠从 CAD 设计获得。

71. 一种用于计划、可视化和 / 或优化对于患者的至少一部分预备前牙齿的牙修复的系统,其中所述系统包含:

- 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型的工具;

- 基于至少一部分预备前牙齿的所述 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型的工具;

- 提供至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型的工具,其中已预备牙齿是通过以牙修复工作,至少部分基于所述牙修复体 CAD 模型,对预备前牙齿进行预备来提供;和

- 比对预备前牙齿和已预备牙齿的 3D 模型的工具。

72. 一种具有计算机可读介质的计算机程序产品,所述计算机程序产品提供用于计划、可视化、优化和 / 或执行对于患者的至少一部分牙齿例如预备前牙齿的牙修复的系统,所述计算机程序产品包含用于执行根据权利要求 1 至 70 中任一权利要求的任何方法的任何步骤的工具。

73. 一种包含程序代码的计算机程序产品,所述程序代码在数据处理系统上执行时,使得所述数据处理系统执行根据权利要求 1 至 70 中任一权利要求的方法。

74. 根据权利要求 73 所述的计算机程序产品,其包含其上存储有所述程序代码的计算机可读介质。

用于有效计划、可视化和优化牙修复体的系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于计划牙修复工作的系统和方法。本发明进一步涉及一种对牙修复体进行互动式 CAD 设计以及真实 3D 呈现和可视化且随后通过 CAM 在物理上实现所述牙修复体的系统和方法。

背景技术

[0002] 在牙科行业中,发明了诊断蜡型 (diagnostic wax-up) 用于可视化和计划修复治疗,例如前牙上的牙贴面或牙冠。诊断蜡型传统上是由牙科实验室在石膏铸型上用蜡制作,牙医可利用其进行治疗计划以及可视化并与患者讨论修复结果。牙医和患者之间的对话是用于提高患者满意度的重要工具,且通常促成费用更高的治疗。为了将设计从诊断蜡型转移到患者的牙齿,牙科技师典型地查看原始诊断蜡型,且试图手工复制这一设计以获得真实修复体,同时纳入牙医和患者的可能意见。这种手工复制过程费用很高,可能不精确且耗时。

[0003] 因为涉及了手工劳动,所以诊断蜡型一般很贵,通常为几百美元。蜡型模型的制作也很花费时间,因此患者一般需要重新预约以对其进行评价。因为诊断蜡型仅是牙齿模型,所以其也不能完全传达修复治疗的美学影响。患者笑容的视觉印象也由牙龈和整个脸部决定 [1]。此外,独立式蜡型模型无法传送牙齿在嘴里接受的光照。在正牙学领域,治疗计划更经常地涉及了牙齿和脸部甚或头部的 3D 模型。数据来源包括脸部的 2D 彩色照片和头部的 CT 扫描图 [2,3]。

[0004] WO 2006/065955 公开了用于正牙治疗的方法和系统,包括针对患者的牙齿治疗的预测结果产生逼真图像的方法,所述方法包括:获得患者的治疗前脸部和牙齿的一个或多个图像;根据患者的治疗前脸部和牙齿的图像,产生患者的治疗前脸部和牙齿的 3D 数字模型;获得患者的治疗前牙弓的 3D 数字模型;获得患者由治疗产生的预测牙弓的 3D 数字模型;根据患者的治疗前脸部和牙齿、治疗前牙弓和预测牙弓的 3D 数字模型,产生患者的预测脸部和牙齿的 3D 数字模型;和根据患者的预测脸部和牙齿的 3D 数字模型,提供逼真图像。

[0005] WO 2004/098378 涉及正牙治疗,且公开了一种用于人类患者的诊断和计划治疗的系统,其包含:通用计算机系统,其具有处理器和用户界面;可供所述通用计算机系统存取的内存,其存储 a) 第一组数字数据,代表从第一成像装置获得的患者颅面图像信息;和 b) 第二组数字数据,代表从不同于所述第一成像装置的第二成像装置获得的患者颅面图像信息,所述第一组数据和第二组数据至少部分代表所述患者共同的颅面解剖结构,所述第一组和第二组数字数据中的至少一组包含代表患者脸部的的外部视觉外观或表面构型的数据;和存储在可供所述通用计算机系统存取的机器可读存储介质上的一组计算机指令,其中这组指令包括引起所述通用计算机系统执行以下操作的指令:1) 自动地和/或在操作者互动行为的帮助下,重叠所述第一组数字数据和所述第二组数字数据,以便在共同坐标系中提供所述颅面解剖结构的复合的组合数字表示;2) 向所述系统的用户显示所述颅面解剖结

构的所述复合的组合数字表示。

[0006] 因此,在正牙学领域中,涉及牙齿和脸部 3D 模型的治疗计划是已知的。

[0007] US 2008/153061 公开了一种计划和执行牙齿治疗的方法,其包括:获得一组数据的阶段,所述数据与必须接受牙科治疗的患者口腔内的至少一个部位的位置、形态和大小有关,并且与所述患者脸部的至少一个部分的形态也有关;从所述一组数据开始,通过在计算机上实施的软件程序设计至少一个义齿的虚拟原型的阶段,所述义齿可在所述治疗期间在所述部位配合;通过所述软件程序且从所述一组数据和所述义齿虚拟原型开始,确定至少一个虚拟模型的阶段,所述虚拟模型适合于在所述义齿被配合后在视觉上再现脸部的所述部分;在所述义齿被安装和制造前,通过牙科仪器,在所述软件的帮助下且从所述义齿虚拟原型和所述虚拟模型开始,预备所述部位的阶段。

[0008] US 2008/153061 没有描述如何组合在脸部和口腔的扫描图中表示的各种几何信息来源,特别是关于牙齿的几何信息来源。US 2008/153061 也没有描述如何将设计阶段的结果转移到实际预备后牙齿几何学。此外,US 2008/153061 假定由执行口腔部位预备的同一台牙科仪器来执行虚拟印象的读取阶段。

[0009] WO 2009/091438 公开了一种设计定制牙科装置的方法,其包括以下步骤:获得一组基于时间的三维图像(time-based 3-dimensional image),反映人在颌运动期间的口腔解剖学;获得所述人的牙齿目标的三维数据;将牙齿目标的三维数据登记给至少一个基于时间的三维图像;使用基于时间的三维图像和已登记的三维数据来设计牙科装置。

[0010] WO 2009/091438 假定三维图像以每秒 50 张的速率获得;然而,目前既不存在也没有公开这种扫描仪。此外,追踪牙齿目标的推测要求的精确度(其中精确度是约 20 μ m)似乎也无法利用任何参考技术实现,同样在这方面也没有公开任何新的适合技术。

[0011] 总的来说,对于提供用于计划和可视化患者牙齿的牙修复体的改进系统和方法,仍然存在问题。

发明内容

[0012] 牙修复体(间接修复体和例如局部义齿和种植结构)越来越普遍地使用 CAD 软件和患者牙齿的数字模型来设计,所述数字模型通常借助于 3D 扫描仪获得。在 CAD 软件中设计之后,可由 CAM 软件制作修复体。然而,当前的牙科 CAD 软件不支持与患者的互动,如果有任何互动的話,对于患者来说已经太晚而无法对治疗造成重大影响,因为当前的 CAD 建模过程一般是从已预备牙齿开始。因此,本发明的一个主要目的是在设计过程的早期提供牙修复体的数字设计。

[0013] 这可以通过用于计划对于患者的至少一部分预备前牙齿的牙修复体的方法来实现,其中所述方法包括以下步骤:

[0014] - 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型;

[0015] - 基于至少一部分预备前牙齿的 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型;

[0016] - 提供至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型,其中已预备牙齿通过以牙修复工作,优选至少部分基于牙修复体 CAD 模型,对预备前牙齿进行预备来提供;和

[0017] - 比对预备前牙齿和已预备牙齿的 3D 模型。

[0018] 因此,有益的是,所述方法比对或合并多个 3D 数据来源和利用治疗前分析和计划

的结果。

[0019] 本发明的一个优点在于,在牙医开始预备患者牙齿之前,牙医可设计牙修复体 CAD 模型(其是虚拟模型)并向患者展示,因此患者可以看到牙修复体看起来怎么样。因为牙修复体 CAD 模型基于患者预备前牙齿的 3D 数字模型,所以牙修复体将提供牙修复体实际上看起来如何的真实图像。因此,如果患者希望牙修复体具有不同的形状、大小等,那么在牙医开始预备患者牙齿之前,患者就有机会表达他的意见。

[0020] 然后,在牙医预备好用于接收或安装约定的牙修复体的患者牙齿之后,提供已预备牙齿的 3D 数字模型。现在既有预备前牙齿的 3D 模型,也有已预备牙齿的 3D 模型,然后比对这两个模型。在比对这两个模型时,可以获得完美匹配的牙修复体,因为在设计中使用了预备前牙齿和已预备牙齿这两者,这样就同时考虑了原始牙齿和已预备牙齿。

[0021] 预备前牙齿可以是在未应用任何处理之前的患者牙齿。然而,预备前牙齿也可以是在预备工作之前的患者牙齿,预备工作通常是牙修复之前必需的。因此,预备前牙齿可已经接受一些(典型地小型)处理,例如清洁、抛光、轻微研磨等,但预备前牙齿还未预备好用于牙修复。牙修复的预备工作典型地需要对相关牙齿进行研磨、钻孔、拔牙、正牙处理等。总的来说,本发明可通过 CAD 基于预备前牙齿的 3D 模型来提供可能的牙修复体。

[0022] 因此,本发明的实施方案涉及通过 CAD 计划、可视化、优化和/或执行牙修复工作。

[0023] 在牙修复工作之前,先对相关牙齿进行预备。因此,也可对预备前牙齿的 3D 模型进行预备。在本发明的另一个实施方案中,优选至少部分基于预备前牙齿的模型来设计牙齿预备体 CAD 模型。

[0024] 因此,本发明提供将预备前设计工作有效转移到实际预备程序、甚至预备后设计阶段中的程序。图 1 对此进行说明。此外,避免了对预备前牙齿和已预备牙齿进行重复设计。

[0025] 一个相关目的在于避免手工制造与牙修复体的计划、评估和执行有关的诊断蜡型。

[0026] 涉及正牙学的现有技术文献没有公开牙修复体的设计,因为正牙学涉及利用例如牙箍、牙套等设备移动牙齿,因此在正牙学中没有设计牙修复体。

[0027] 在正牙学中所提到的模型(例如虚拟 3D 模型)是在正牙治疗和计划的不同步骤中牙齿构型或排列的模型,因为牙齿在利用所述设备时在较长时间内会逐步移动。

[0028] 举例来说,现有技术文献 US 2008/0153061 没有公开比对预备前牙齿和已预备牙齿的 3D 模型的步骤。

[0029] 在一些实施方案中,所述方法进一步包括将牙修复体 CAD 模型的设计转移到已预备牙齿的模型。当将牙修复体 CAD 模型的设计转移到已预备牙齿的模型时,所述设计可被自动和/或手动调整以适合模型。

[0030] 本发明的另一个目的在于可视化提议的修复体,可能连同患者脸部一起可视化。这是通过提供患者的脸部 3D 数字模型来实现,优选至少一部分牙齿可见和/或暴露出来,所述脸部 3D 数字模型优选通过扫描患者脸部的至少一部分来提供,优选通过光学扫描。

[0031] 本发明的另一个实施方案包括至少部分比对预备前牙齿 3D 模型和/或牙修复体 CAD 模型与脸部 3D 模型中的可见牙齿的步骤。

[0032] 在本发明的另一个实施方案中,至少部分基于脸部 3D 模型来设计牙修复体 CAD 模

型。

[0033] 本发明的另一个实施方案包括在预备牙齿之前向牙医提供预备指南的步骤,所述预备指南优选至少部分基于牙齿预备体 CAD 模型。

[0034] 在本发明的另一个实施方案中,所述预备指南提供与牙冠延长、边界的位置和/或类型等有关的帮助,且其中所述预备指南的产生是至少部分基于牙修复体 CAD 模型和/或预备前牙齿 3D 模型和/或牙齿预备体 CAD 模型和/或所述模型的分割(segmentation)。

[0035] 在本发明的另一个实施方案中,所述预备指南包含关于制作由机器产生的预备体和/或预备体模型的说明。

[0036] 在本发明的另一个实施方案中,所述预备指南包含预备体的牙齿模型,例如石膏模型和/或蜡型模型,例如有标记的牙齿模型。

[0037] 本发明的另一个实施方案包括转移牙修复体 CAD 模型的设计的步骤,其包括比对牙齿预备体 CAD 模型和已预备牙齿的 3D 模型。

[0038] 在本发明的另一个实施方案中,比对是至少部分基于检测和/或划分和/或比对模型的边界线。

[0039] 在本发明的另一个实施方案中,转移牙修复体 CAD 模型的设计包括将牙修复体 CAD 模型的部分变形为已预备牙齿的 3D 模型。

[0040] 在本发明的另一个实施方案中,变形是应用在牙修复体 CAD 模型和/或已预备牙齿 3D 模型的边界线附近。

[0041] 在另一个实施方案中,变形的影响在牙修复体 CAD 模型和/或已预备牙齿 3D 模型的边界线附近最高,随着与边界线的距离增加,变形的影响减小。

[0042] 在本发明的另一个实施方案中,转移牙修复体 CAD 模型的设计的步骤包括创建牙修复体 CAD 模型的内表面作为已预备牙齿 3D 模型的偏差,所述偏差优选从已预备牙齿 3D 模型的边界线开始,处于咬合/切割方向上。

[0043] 在本发明的另一个实施方案中,自动提供所述偏差。

[0044] 在本发明的另一个实施方案中,在转移到已预备牙齿的 3D 模型时,牙修复体 CAD 模型的外表面的很大一部分被维持不变,牙修复体 CAD 模型的内表面的轮廓基本上类似于已预备牙齿的 3D 模型的外表面,且牙修复体 CAD 模型和已预备牙齿的 3D 模型的边界线区域被一起变形。

[0045] 本发明的另一个实施方案包括转移牙修复体 CAD 模型的设计的步骤,其包括用已预备牙齿的 3D 模型变形牙齿预备体 CAD 模型,从而将牙齿预备体 CAD 模型变换为已预备牙齿的 3D 模型,且随后将此变换应用于牙修复体 CAD 模型。

[0046] 本发明的另一个实施方案包括在将所述牙修复体 CAD 模型转移到已预备牙齿的 3D 模型的步骤之后,修改牙修复体 CAD 模型的设计的步骤。

[0047] 本发明的另一个实施方案涉及一种计划、可视化和/或优化对于患者至少一部分牙齿的牙修复工作的方法,所述方法包括以下步骤:

[0048] - 提供患者脸部的至少一部分的 3D 数字模型,优选患者牙齿的至少一部分可见和/或暴露出来,所述 3D 数字模型优选通过光学扫描患者脸部的至少一部分来提供,

[0049] - 获得至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型,其中已预备牙齿是通过牙修复工作预备,

- [0050] - 比对已预备牙齿的 3D 模型和 3D 脸部模型中的可见牙齿,和
- [0051] - 基于已预备牙齿的 3D 模型且至少部分基于 3D 脸部模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型。
- [0052] 在本发明的另一个实施方案中,通过扫描来提供预备前牙齿的 3D 模型和 / 或已预备牙齿的 3D 模型,例如口腔内扫描、扫描牙齿和 / 或对合牙的印模、扫描牙齿和 / 或对合牙的铸型和 / 或类似扫描方法。
- [0053] 本发明的另一个实施方案包括计算 3D 模型的边界线的步骤。
- [0054] 在本发明的另一个实施方案中,3D 脸部模型、预备前牙齿的 3D 模型和 / 或已预备牙齿的 3D 模型和 / 或牙修复体 CAD 模型和 / 或牙齿预备体 CAD 模型包含几何学和 / 或纹理 (颜色) 的信息。
- [0055] 在本发明的另一个实施方案中,通过至少一个色敏传感器和 / 或通过堆叠颜色通道来检测颜色。
- [0056] 在本发明的另一个实施方案中,通过比对和 / 或组合脸部的多个副扫描图、优选从不同角度提供的副扫描图来提供 3D 脸部模型。
- [0057] 在本发明的另一个实施方案中,至少一部分副扫描图被至少部分重叠。
- [0058] 在本发明的另一个实施方案中,对至少一部分副扫描图的至少一部分亚纹理调整颜色和 / 或插入颜色 (例如通过纹理编织法 (texture weaving)), 以提供 3D 脸部模型的纹理。
- [0059] 在本发明的另一个实施方案中,用反光粉末涂粉于患者毛发的至少一部分。
- [0060] 在本发明的另一个实施方案中,拉伸多个副扫描图的轮廓且随后交叉,以提供视觉外形近似 (visual hull approximation)。
- [0061] 本发明的另一个实施方案包括从 3D 脸部模型切除和 / 或去除至少一部分牙齿的步骤。
- [0062] 在本发明的另一个实施方案中,牙修复体 CAD 模型的设计是至少部分基于用于优化牙修复体的美感印象的生物计量信息,例如上颌前牙暴露程度 (Morley 比)、上唇遮盖程度和牙龈暴露程度等生物计量信息。
- [0063] 在本发明的另一个实施方案中,脸部中线与牙弓中线基本对齐,和 / 或切平面和瞳孔连线基本平行。
- [0064] 在本发明的一些实施方案中,使用脸部扫描仪来测量患者脸部的特征,例如脸部中线、牙弓中线、切平面和 / 或瞳孔连线。
- [0065] 本发明的另一个实施方案包括提供至少一部分头部、颌、预备前牙齿和 / 或已预备牙齿的至少一个 X 光图像的步骤。
- [0066] 在本发明的另一个实施方案中,组合从不同角度获得的多个 X 光图像以提供 3D X 光模型。
- [0067] 在本发明的另一个实施方案中,3D X 光模型与一个或多个 3D 模型和 / 或 CAD 模型比对和 / 或一起可视化。
- [0068] 在本发明的另一个实施方案中,在牙修复体 CAD 模型和 / 或牙齿预备体 CAD 模型的设计中提供自动和 / 或半自动帮助,例如自动建议、评估基础原则和要求 (例如医学和 / 或生物要求) 等帮助。

[0069] 在本发明的另一个实施方案中,当设计牙修复体 CAD 模型和 / 或牙齿预备体 CAD 模型时,提供标准修复体和 / 或标准预备体的库,例如 CAD 模型的库。

[0070] 本发明的另一个实施方案包括估算计划的牙修复体的强度的步骤,例如通过有限元模拟 (finite-element simulation) 来估算。

[0071] 本发明的另一个实施方案包括可视化牙修复体 CAD 模型的步骤,例如用于患者、牙医和 / 或牙科技师的可视化。

[0072] 在本发明的另一个实施方案中,牙修复体 CAD 模型是与预备前牙齿模型并排可视化、沿着预备前牙齿模型可视化和 / 或在预备前牙齿模型的顶部可视化。

[0073] 本发明的另一个实施方案包括可视化在脸部模型中比对的牙修复体 CAD 模型的步骤。

[0074] 本发明的另一个实施方案包括预测和 / 或可视化由于牙修复工作而出现的脸部软组织变化的步骤。

[0075] 在本发明的另一个实施方案中,以 3D 方式进行可视化,例如 3D 模型和 CAD 模型的可视化。

[0076] 在本发明的另一个实施方案中,通过至少一个计算机屏幕和 / 或通过制造至少一个诊断蜡型进行可视化。因此,3D 模型和 / 或 CAD 模型可在计算机屏幕上呈现,但所述模型也可以物理方法实现,例如通过在石膏或蜡中 3D 打印。

[0077] 在本发明的另一个实施方案中,在计算机网络例如互联网上提供可视化。

[0078] 本发明的另一个实施方案包括预测和 / 或可视化由于牙修复工作而出现的脸部软组织变化的步骤。

[0079] 本发明的另一个实施方案包括在预备前牙齿的 3D 模型和 / 或已预备牙齿的 3D 模型和 / 或 3D 脸部模型中,至少部分分割牙齿和组织 (例如牙龈) 的步骤。

[0080] 在本发明的另一个实施方案中,至少部分通过计算机实现的算法来进行分割,例如应用于表示牙齿表面曲率的 3D 矩阵的最短路径算法。

[0081] 在本发明的另一个实施方案中,分割至少部分基于 3D 模型中的颜色信息。

[0082] 本发明的另一个方面涉及一种计划、可视化和 / 或优化对于患者至少一部分预备前牙齿的牙修复的方法,所述方法包括以下步骤:

[0083] - 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型;

[0084] - 基于至少一部分预备前牙齿的 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型;

[0085] 其中所述方法进一步包括以下步骤:

[0086] - 模拟和估算动态咬合干扰,和

[0087] 其中所述干扰至少部分从多个扫描图推导出来,所述扫描图通过追踪至少一个固定于患者牙齿的参考物体来记录所述患者的颌关节联接。

[0088] 本发明的另一个实施方案包括计算颌关节联接,从而模拟和 / 或估算动态咬合干扰的步骤。

[0089] 在本发明的一些实施方案中,使用脸部扫描仪实时测量患者的颌和脸部的 3D 运动。

[0090] 在本发明的一些实施方案中,使用脸部扫描仪测量上颌和 / 或下颌相对于头骨的位置。因此,脸部扫描仪可替换传统用于这种测量的面弓。

[0091] 因此,可使用脸部扫描仪测量脸部平面(例如中心确定物(centric determination)或中线),测量颌运动,和/或测量颌相对于其余头骨的连接和/或运动。

[0092] 因此,使用测量到的颌运动(其是物理上真实的运动或移动)来模拟动态虚拟咬合架(dynamic virtual articulator)中的运动,从而可设计牙修复体,其中牙修复体具有改善的功能性和美感。脸部扫描仪因此可执行相关测量以用于提供牙修复体,从而无需使用例如面弓等。

[0093] 在本发明的另一个实施方案中,颌关节联接和/或动态咬合干扰的计算和/或估算至少部分基于多个脸部扫描图和至少一个预备前牙齿和/或已预备牙齿的3D模型(包含对合牙的3D模型)。为获得光学准确度和精确度,在牙齿上固定一个或多个参考球体或物体是有利的。

[0094] 本发明的另一个实施方案包括互动式修改和/或优化牙修复体CAD模型的设计的步骤,优选基于来自于牙医和/或患者的输入资料,和/或来自于与美学外观、生物计量学、医学和/或生物学规则和/或要求、强度估算、软组织变化、咬合干扰、颜色问题、修复成本等有关的考虑事项的输入资料。

[0095] 牙修复体CAD模型的设计和/或设计修改可由牙医和/或牙科技师协同患者一起提供。然而,在讨论数字模型时,相关患者无须位于同个地方,因为模型可通过计算机网络传送、呈现和/或可视化。因此,在本发明的另一个实施方案中,牙修复体CAD模型的互动式修改和优化通过计算机网络提供,其中患者、牙医和/或牙科技师位于不同的地理位置。举例来说,患者可在家里,而牙医则可例如通过网页呈现牙修复体CAD模型。或者,牙医和患者可位于牙科诊所一起评估供患者使用的牙修复体模型,而所述模型则由牙科技师在另一个位置的牙科实验室提供。

[0096] 本发明的另一个实施方案包括评估和/或确认预备指南和/或一组已预备牙齿的步骤,优选至少部分基于所述已预备牙齿的3D模型。

[0097] 在本发明的另一个实施方案中,评估和/或确认包括估算和/或评估所提议的牙修复体、材料选择、修复方法的选择等。

[0098] 在本发明的另一个实施方案中,牙修复体可以是一个或多个嵌体(inlay)、高嵌体(onlay)、牙贴面(veneer)、牙冠(crown)、牙桥(bridge)或其组合,和/或牙修复体可以是可摘除局部义齿结构和/或种植结构。

[0099] 在本发明的另一个实施方案中,牙修复工作的计划、可视化、优化和/或执行与应用于头部和/或脸部的整形手术的计划、可视化、优化和/或执行组合进行。

[0100] 在另一个实施方案中,所述方法进一步包括计划、可视化和/或优化至少一个“可脱卸牙套(snap on)”,其中通过从牙修复体CAD模型扣除预备前牙齿的3D模型来产生“可脱卸牙套”CAD模型。

[0101] 本发明的另一个实施方案包括基于牙修复体CAD模型制造供已预备牙齿使用的牙修复体的步骤,优选通过CAM。

[0102] 本发明的另一个实施方案包括基于牙修复体CAD模型制造诊断蜡型的步骤,优选通过CAM。

[0103] 本发明的另一个实施方案包括基于牙齿预备体CAD模型制造已预备牙齿的预备指南的步骤,优选通过CAM。

[0104] 本发明的另一个实施方案包括基于牙齿预备体 CAD 模型和 / 或预备指南制造诊断蜡型的步骤, 优选通过 CAM。

[0105] 在本发明的另一个实施方案中, 关于制造牙修复体的 CAM 指令是通过计算机网络提供和 / 或传送, 例如通过互联网转移到处理中心。

[0106] 在本发明的另一个实施方案中, 任何列举的步骤至少部分通过 CAD 提供, 或可通过 CAD 提供。

[0107] 在另一个实施方案中, 所述方法进一步包括设计临时牙冠, 其中所述临时牙冠从 CAD 设计获得。

[0108] 本发明的另一个实施方案涉及可脱卸牙套的设计和 / 或制造。

[0109] 决定 (优选与患者互动) 和然后设计牙修复体的整个过程现在可由数字方法完全支持。

[0110] 本发明另外涉及一种包含用于执行任何列举的方法的工具的系统。

[0111] 本发明另外涉及一种具有计算机可读介质的计算机程序产品, 所述计算机程序产品包含用于执行任何列举的方法的工具。

[0112] 本发明的一优选实施方案允许修复治疗的互动设计, 从而增加患者完全满意的机会。在互动性方面, 本发明是基于 3D 模型, 这与例如只涉及 2D 数字图像的 US 6, 786, 726 相反。

[0113] 本发明的一个实施方案提供一种用于计划和执行牙修复治疗的方法和系统, 其主要依赖于 3D 数据而无需物理诊断蜡型。优选地, 还在计划过程内获得和使用患者头部的彩色 3D 扫描图, 使得所述过程更为全面和真实。本申请中所述的方法可由患者和牙医互动, 因此确定患者可接受被提议的治疗。作为另一个优点, 当实际设计修复体以通过 CAM 制造时, 可利用在治疗前阶段获得的 3D 数据。

[0114] 在一个实施方案中, 本发明涉及一种基于患者牙齿在预备前状态下的 3D 数字模型来计划牙修复治疗和设计牙修复体的系统和方法, 其中该计划和设计仅以软件实现。因此, 该系统和方法具有诊断蜡型的优点, 却不具有诊断蜡型的高成本、制造繁琐且耗时的缺点。牙医甚至可以通过和患者互动来设计修复体。一旦设计被决定下来, 牙医一般将相应地对牙齿进行预备, 并产生另一个已预备牙齿的 3D 模型。最终设计将基于预备状态, 但也可利用预备前设计。

[0115] 任选地, 在所述实施方案中, 本发明包含一种用于获得患者头部的彩色 3D 模型的系统和方法。所述彩色 3D 模型通常利用另一种类型的扫描仪获得, 其详细程度无需和牙齿的 3D 模型一样。为了可视化治疗效果, 使用某种比对技术和来自 CAD 设计前的牙齿 3D 模型的信息, 用 CAD 设计的牙齿 (即呈现治疗后外观的牙齿) 替换头部模型中的牙齿。获得头部和牙齿的复合 3D 模型, 其可显现可能的修复工作的效果, 且优于单独的牙齿 3D 模型。

[0116] 在本发明的另一个实施方案中, 需要患者头部的彩色 3D 模型, 而预备前状态下的牙齿数字模型则不需要是彩色。在获得已预备牙齿的模型之后, 修复体的设计可以与先前实施方案相同的方式, 利用脸部模型中的信息来获得。

[0117] 本发明涉及不同方面, 包括上文和下文所述的方法, 和对应的方法、系统、装置、用途和 / 或产品, 每个都具有结合所述第一方面描述的好处和优点, 且每个都具有与结合所述第一方面描述和 / 或在随附权利要求书中公开的实施方案相对应的一个或多个实施方

案。

[0118] 具体来说,公开了一种用于计划、可视化和 / 或优化对于患者的至少一部分预备前牙齿的牙修复的系统,其中所述系统包含:

[0119] - 提供至少一部分预备前牙齿的至少一个 3D 数字模型的工具;

[0120] - 基于至少一部分预备前牙齿的 3D 数字模型来设计至少一个牙修复体 CAD 模型的工具;

[0121] - 提供至少一部分已预备牙齿的至少一个 3D 数字模型的工具,其中已预备牙齿是通过以牙修复工作,至少部分基于牙修复体 CAD 模型,对预备前牙齿进行预备来提供;和

[0122] - 比对预备前牙齿和已预备牙齿的 3D 模型的工具。

[0123] 定义

[0124] 3D 模型(也称为 3D 数字模型)可以是点云模型、表面(刻面 / 网格)模型或容积法模型。相对于点云模型,优选刻面 / 网格模型,但刻面 / 网格模型也可从点云模型产生,例如通过三角测量法。容积法模型可用采用贯穿辐射的扫描仪,例如 CT 扫描仪获得。

[0125] 修复体 CAD 模型是修复体的虚拟计算机模型。同样地,预备体 CAD 模型是预备体的虚拟计算机模型。CAD 模型可以软件程序创建,且可基于一个或多个患者牙齿 3D 模型。因此,鉴于 3D 模型典型地是物理对象的数字表示,因此 CAD 模型是虚拟数字模型,但也可能至少部分包含至少一部分物理对象的数字表示。

[0126] 修复体是典型的固定修复体,例如嵌体 / 高嵌体、牙贴面、牙冠、牙桥、种植结构等,但同样也可以是可摘除修复体,例如义齿。修复体需要牙修复工作。

[0127] 预备指南是执行牙齿预备的推荐程序。它可以采取文档、视听材料或物理制品的形式,例如牙齿模型。其可含有关于使用何种设备和如何使用所述设备的信息。因此,预备指南典型地是面向牙医、牙科技师、牙科实验室等。预备指南可包含可由用于预备的机器执行的(软件)指令。

[0128] 患者是修复体为其设计的人。患者进行牙齿治疗可以是因为医学适应症,但美容考虑因素也可以是设计牙修复体的相关动机。

附图说明

[0129] 本发明的以上和 / 或其它目的、特征和优点将根据本发明的实施方案的以下说明性和非限制性具体描述,参考附图而进一步阐明,其中:

[0130] 图 1:本发明的动机,流程图的概述,具有为了清晰起见的图解说明。

[0131] 图 2:本发明所述方法的变体 V1 的详细流程图。

[0132] 图 3:本发明所述方法的变体 V2 的详细流程图。

[0133] 图 4:示意性牙齿的矢状切面,显现本发明所述方法的各个步骤。

[0134] 图 5:示意性牙齿的放大矢状切面,说明将预备前设计转移到已预备牙齿的步骤。

[0135] 图 6:本发明某些步骤的图解表示。

[0136] 图 7:CAD 软件的示例性屏幕快照,其显示部分微笑被切除的脸部模型,和与脸部模型比对的修复体(影响牙齿 6-11)和组织(被分割)的模型。为了能够区别此图中的脸部扫描图和修复体模型,故意使修复体的颜色和脸部扫描图中牙齿的颜色不匹配(甚至在黑白图像中也能区分)。(a):前视图,(b):侧视图。

具体实施方式

[0137] 在以下描述中参考了附图,其经由图示说明来显示如何实施本发明。

[0138] 在本发明的一个实施方案(在下文称为“V1”,且在图2的流程图中进行说明)中,使用患者牙齿的处理前(预备前)3D模型,所述模型优选用3D扫描仪获得。任选地,利用该患者面部的另一个3D模型(可能用另一类型的扫描仪获得)获得修复体最佳的比对和/或美学外观。

[0139] 在本发明的另一个实施方案(在下文称为“V2”,且在图3的流程图中进行说明)中,需要3D面部模型,而处理前3D模型则是任选的。

[0140] V1和V2都包括类似步骤,但它们采用不同组合并具有细微差别。V1和V2中的任选步骤和模型由流程图组成部分中的虚线框指示。一些步骤仅在V1或V2一者中任选。

[0141] 一些步骤可以软件实施,而其它步骤则可通过人工工作和/或应用机器来实施。软件优选是单一程序,这样使用起来最方便。

[0142] 图4到图7也图解说明了一些步骤。

[0143] 步骤1:获得处理前牙齿和牙龈的3D数字模型(V1中必需,V2中不适用):

[0144] 存在一些商业系统可用于获得牙齿的3D数字模型100(例如Cadent iTero、3M ESPE Lava、3Shape D640)。这些系统包括口内扫描仪和扫描牙印模或其铸型的扫描仪(例如3Shape D640)。扫描仪可以是例如光学扫描仪(激光、结构光)。为了获得3D模型100,应该遵循相关扫描仪制造商的操作手册中的指南。模型100在下文也称为预备前模型。其在图4中的轮廓是C100。

[0145] 潜在地,也可使用具有贯穿辐射的扫描仪(例如(锥面光束)CT扫描仪(Imaging Science International的i-CAT,Kodak/Imtec的Iluma))获得模型100。CT扫描仪的优点在于可提供显示牙齿内侧腐坏的体积模型,而缺点则包括对于辐射剂量或高昂治疗花费的担心。图6步骤1显示牙齿扫描图。

[0146] 步骤2:从牙龈分割预备前牙齿(在V1中任选,在V2中不适用):

[0147] 光学扫描仪一般获得对象表面的3D数字模型。虽然这一模型描述几何结构,但其不能区别组成表面的任何材料或子对象。具体地说,对于牙科应用,3D模型不能区别牙齿和牙龈,其中一些将不注意地被包含在牙齿扫描图中。为了可视化和用CAD设计牙修复体,因此将组合3D模型分别分割为牙齿和组织可以是有益的。分割可通过以软件实施的算法执行,从而得到模型101。图6显示分割的牙齿模型。

[0148] 在本发明的一个实施方案中,分割算法使用垂直于每个牙齿的矢量,或垂直于整个模型的单一矢量,和每个牙齿中间的一个点或牙齿远端和中间的两个点。分离算法的优选版本是基于使用3D最短路径算法,其优选能够处理负权重(negative weight),例如贝尔曼-福特算法(Bellman-Ford algorithm)。所述算法优选应用于具有表示牙齿模型100的表面曲率的组成部分的3D矩阵。

[0149] 在另一个实施方案中,用于产生模型100的扫描仪也可捕捉颜色。然后可基于颜色信息进行分割。

[0150] 如果省略步骤2,那么模型100和101是相同的。

[0151] 步骤3:获得脸部/头部的3D数字模型(在V1中任选,在V2中必需):

[0152] 存在若干系统可用于获得头部、尤其脸部的 3D 数字模型（例如 Konica Minolta Vivid、Breuckmann faceScan）。头部 / 脸部和牙齿扫描仪通常是不同的仪器，因为头部 / 脸部扫描图所需的分辨率一般较低，而目标体积较大。大多数光学头部 / 脸部扫描仪使用结构光。

[0153] 在本发明的一个优选实施方案中，头部 / 脸部扫描仪不仅可检测表面几何结构，而且可检测颜色。颜色（也称为纹理）信息在可视化中十分重要。可通过选择扫描仪照相机中的色敏传感器来直接检测颜色。另一种方法是使用只对总光强度敏感的传感器，但获取每张图像中的照明为单一基色的若干图像，然后通过组合这些图像来重构颜色。这种方法也称为颜色通道堆叠，典型的基色有红色、绿色和蓝色。

[0154] 在扫描头部 / 脸部时，患者优选暴露出牙齿。这一构象 (constellation) 可在步骤 6 中使用。一般来说，患者需要微笑，因为通常认为牙修复体的美学外观在微笑时最关键。

[0155] 头部的 3D 模型可能需要从不同角度获得的若干扫描图。必须比对多个所述扫描图以获得组合模型。目前有多种算法可用于此目的，例如迭代最近点算法 (Iterative Closest Point)。这些算法都需要至少一对副扫描图有一定重叠。由于每个副扫描图中的光照一般不同，因此亚纹理需要是颜色调整的以获得组合纹理。举例来说，可使用纹理编织法消除不同副扫描图之间的颜色差异 [4]。

[0156] 由于头部毛发部分的反射率有限，光学扫描仪通常难以捕捉到毛发部分。这一局限性可通过用反光粉末涂粉于毛发来克服。用 3D 方法重构毛发部分的另一种方法是拉伸多个头部图像（从不同角度获得）的轮廓，然后交叉以形成虚拟外形近似。

[0157] 在步骤 3 之后，流程图分成两个分支。这两个分支不是二选一的，而是可同时执行。其分别以步骤 4a 和 4b 开始。

[0158] 步骤 4a : 推导颌运动情况（在 V1 中任选，在 V2 中任选）：

[0159] 尤其对于牙冠设计来说，说明动态咬合干扰可以是有利的。可利用多个脸部扫描模型 200 来推断颌的关节联接，从而模拟动态咬合干扰，其中假定牙齿 101 的 3D 模型包含对合牙。为了从 3D 脸部模型推断关节联接，在患者的下颌牙上固定一个或多个参考球体，优选在下唇和下颌门牙之间，并追踪所述球体的运动可以是有利的。[9] 描述了可视化单个球体并获得 2D 图像的程序，但可以预计若使用 3D 数据，则所述程序将更精确，且若使用多于一个球体，则可准确地检测旋转运动。也可在患者上颌牙上固定其它球体或物体。使用 3D 数据，则可以将咀嚼期间头部的任何同步运动与颌的运动分开。WO 2009/091439 公开了一种通过追踪牙科物体推断 3D 运动的程序。然而，这种程序的准确性比使用参考球体差得多，这是因为球体和牙科物体不同，球体具有完美的几何表面，可以从表面非常精确和准确地确定中心位置。因此，许多度量学标准都使用参考球体，例如 ISO 10360-3。

[0160] 步骤 4b : 去除牙齿（在 V1 中任选，在 V2 中任选）：

[0161] 如果任何脸部 / 头部模型 200 显示牙齿（也可能是牙龈组织），那么将它们切除是有利的，然后（例如在步骤 6 中）在对应位置显示牙齿 / 牙龈模型 101 (V1) 或 401 (V2)。后一模型通常具有较高的细节程度，因为在步骤 6 中牙修复体的建模要求模型的细节程度高。也可以只切除部分牙齿，例如当模型 101 或 401 分别仅具有部分牙齿、甚至单个牙齿时。所述切除以软件进行，其可互动式进行或至少部分自动进行。

[0162] 互动切除可例如使用 3D 软件，通过在模型上设定 3D 线，然后切除线内侧的所有点

和 / 或面来进行。面可沿切割线再分,使得切割线得以精确地遵循。在 3D 软件中画出切割线的一种方法是点击一些参考点,然后使用线条将它们连接起来。线条应符合模型 200 的表面。

[0163] 自动切除可通过用软件算法检测牙齿(也可能是牙龈)来进行。举例来说,可检测牙齿的颜色和 / 或形状。

[0164] 如果模型 101 或 401 分别包含整套牙齿,那么模型 200 中用于切除的优选截面是内接合面,如嘴角朱红色唇部的最里面汇合处所指示。

[0165] 步骤 5: 比对牙齿模型与脸部扫描图(在 V1 中任选,在 V2 中不适用):

[0166] 在这一步骤中,将牙齿 / 牙龈模型 101 与某一头部 / 脸部模型 200 比对,或者若执行步骤 4 的话,则将牙齿 / 牙龈模型 101 与被切除的头部 / 脸部模型 201 比对。换言之,模型 101 的位置变为模型 200/201 的对应部分的位置,两者可以有意义的方式同时显示。比对因此可以是至少一个模型严格变换为另一个模型的局部坐标系,或变换为某种其它常用坐标系。

[0167] 比对优选软件互动地和 / 或自动地进行。互动比对可在由软件提供的图形用户界面上,通过拖拉模型(平移)或拖拉一些控制点进行旋转来进行。变换模型的另一种方法是直接输入或调整变换矩阵。

[0168] 比对标准可以是主观视觉匹配,或在数学上进行定义。常用标准是两个模型之间的平方距离的总和。通常在曲面法线方向上测量距离。其它标准可基于特定特征(例如切平面)之间的距离,或门牙之间的中线。

[0169] 自动比对可使用与步骤 3 相同的算法进行。用户可能必须设定控制点以作为比对模型的对应点,其用作自动精细比对的第一推测。自动比对是数学上定义的匹配标准的优化方案。在头部 / 脸部模型 200 的表面没有暴露出牙齿的情况下,若头部 / 脸部模型是头颅定位片(头部的 X 光片),则所述模型与牙齿 / 牙龈模型 101 比对仍然是可能的 [5]。

[0170] 步骤 6: 在 CAD 系统中设计修复体(在 V1 中必需,在 V2 中必需):

[0171] 这个步骤在两个变体(即 V1 和 V2)中大部分相同,但在变体 V1 中以预备前牙齿开始,而在变体 V2 中以已预备牙齿开始。这个步骤在变体 V1 的工作流程中的位置较靠前,从而允许此变体中存在一些其它可能性。

[0172] 变体 V1 和 V2 的步骤 6 的共同特征:

[0173] 可在 CAD 系统中设计的牙修复体包括嵌体、高嵌体、牙贴面、牙冠、牙桥、其组合等。照此类推,术语“修复体”也涵盖可摘除局部义齿结构和种植结构。可使用允许所述设计的一些牙科 CAD 软件包,例如 3Shape DentalDesigner。模型 300 只是修复体的模型。在步骤 6 中,模型 300 只是数字模型。其在图 4 中的轮廓是 C300。修复体暗示预备体的要求。因为模型 300 是数字模型,所以预备体在步骤 6 中也是虚拟的。对于指定的修复体模型 300,存在许多可能的虚拟预备体 C102,但其中一些比另一些更可行(参看步骤 7)。图 4 中虚拟预备体的一个示例性轮廓是 C102。C102 和 C300 的偏差主要在于粘固粉空间。请注意粘固粉空间的厚度在图 4 被放大,这只是用于图解清晰的目的。

[0174] 此步骤 6 所用的软件优选应在牙医 / 牙科技师设计修复体时提供帮助,例如通过自动提供建议和 / 或评估基本规则和要求。

[0175] 基本规则和要求优选以软件实施,可包括修复体的最小厚度(通常取决于材料)

和生物学宽度。其它规则可确定牙冠的预备体必需的连续圆周高度。修复体的强度可用数字方法确定,例如通过测量厚度或优选有限元模拟。另一种规则是不能穿透对合牙和邻近牙。

[0176] 在头部模型 101 不是容积法模型的常见情况下,在此步骤 6 中并入 X 光图像是有利的,因为这些牙齿中可见的腐坏程度将约束修复体的选择。如果多个 X 光图像是从不同角度获得,那么可从所有图像的轮廓产生近似 3D 模型,这和步骤 3 中以 3D 方式重构毛发的方法类似。然而,这一模型的 3D 分辨率一般较低,因为只能获得少量 X 光图像。因为质量不高,所以在步骤 6 中并入 X 光图像可能不能实现和其它模型的正确比对,但至少软件中可以同时可视化。可能地,软件可通过模型截面之间的最佳匹配来检测牙齿 3D 模型(变体 V1 中是 101,变体 V2 中是 401)中 X 光片的图像平面,然后自动设定后一种模型的 3D 可视化中的示口(view port)以匹配 X 光片的图像平面。

[0177] 本发明的一个主要优点在于能实现患者和牙医就治疗问题进行对话,任选地还涉及实验室。举例来说,牙医可以在计算机屏幕上可视化提议的修复体。优选地,供牙科技师/牙医虚拟设计修复体使用的 CAD 软件可实现所述可视化,且互动式使用以根据和患者的对话来升级设计。技师/牙医可就视觉外观和美感提出建议,并解释潜在修复体的功能优点和缺点以及花费。也可由 CAM 制造物理诊断蜡型,它比传统诊断蜡型更便宜且制造起来更快。

[0178] 能够使可用 3D 模型具有光学逼真性将是有利的。个人电脑上的图形功能(如 OpenGL)帮助实现此目标。在牙齿/牙龈模型(在变体 V1 中是 101,在变体 V2 中是 401)中对牙龈和牙齿或其区域分别适当上色、甚至可调整地上色同样也是有利的。即使用彩色扫描仪获得所述模型,用于捕捉其的光照一般也和捕捉模型 200 时所用的光照不同,导致比对的所有模型在显示屏上有视觉错配(步骤 5)。特殊计算机图形技术,比如射线追踪,可连同多于一个的光源的建模一起改善视觉外观。

[0179] 当使用脸部/头部模型 201 时,可利用生物计量学信息优化牙修复体的美感印象[6]。举例来说,通常理想的是使脸部中线和牙弓中线对齐,或使切平面和瞳孔连线平行。微笑解剖学的衡量标准包括上颌前牙暴露程度(Morley 比)、上唇遮盖程度和牙龈暴露程度[1]。

[0180] 若牙修复体显著偏离现有状态,则其对嘴附近的软组织可能具有影响。文献[例如 7]中已经对模拟正颌外科计划后的 3D 脸部软组织变化进行了预测,且在本发明中可应用类似程序。任何(任选)软组织变化模拟的结果可作为模型 202 可视化。

[0181] 若已经执行了步骤 4a 并且已经确定了下颌牙的轨道,则可在本发明中测试动态咬合干扰,从而允许牙医/牙科技师修改模型 300 以避免所述干扰。这一程序可至少部分地自动去除与被指定所述轨道的对合牙碰撞的模型 300 的任何部分。

[0182] 当 CAD 设计完成时,可用 CAM 制造数字模型 300 的物理诊断蜡型或其部分。所述制造基本不需要手工劳动,因此比传统手工制造的成本低得多。物理蜡型为牙医和/或患者提供另一个在实施物理蜡型之前评估所建议治疗的机会。特别是在修复体设计在另一个地点的牙科实验室进行或牙医非常保守的情况下,这可以是相关程序。如果创建了物理诊断蜡型,那么实验室技师可能需要在扫描前对预备前模型进行研磨。如果没有物理模型,可以通过 CAM 制造一个物理模型。

[0183] 在本发明的另一个实施方案中,可使用 CAD 设计来产生“可脱卸牙套”,其可直接安装在患者牙齿上以可视化治疗效果。“可脱卸牙套”是通过从设计中扣除预备前牙齿而直接产生。也就是说,从被设计的“可脱卸牙套”的 CAD 模型中扣除预备前牙齿的 3D 模型。所获得的经扣除的模型提供可脱卸牙套的模型,其接着可由 CAM 制造,这样可脱卸牙套就做好了。

[0184] 如果修复体设计在另一个地点进行,那么通信网络可为患者和 / 或牙医提供建立互动的其它方式。举例来说,患者和 / 或牙医可经由与设计者计算机的生活互联网连接来跟踪设计过程。

[0185] 仅变体 V1:在本发明的一个实施方案中,牙医或牙科技师用软件划分牙齿模型 101 上修复体设计的期望边界线。在另一个实施方案中,牙医选择修复体的期望表面,例如从牙冠库(可能但不是必需和模型 101 中的对应部分相同)选择,并用软件计算边界线。所述实施方案的任何组合也是可能的,尤其对于牙桥来说。软件中可能的自动建议包括边界线布置、尤其是顶点布置,这取决于牙齿数量。也可为牙医提供标准修复体库中的选择,然后可进行修改。

[0186] 在此步骤 6 中,不仅涉及预备体(下文步骤 7),而且还可设计临时牙冠。临时牙冠可从步骤 6 的完全 CAD 设计直接获得,但在虚拟预备体和临时牙冠内侧之间具有例如 0.2mm 的额外粘固粉空间。增加的粘固粉空间被创建以容许牙医进行的实际预备工作中的不准确性。

[0187] 步骤 7:产生预备指南(在 V1 中任选,在 V2 中不适用):

[0188] 在本发明的一优选实施方案中,软件在预备工作上对牙医提供帮助。在许多情况下,由牙科材料和设备的制造商提供通用预备指南。为了使牙医的工作更方便且为了提高修复强度和总体质量,本发明可自动为步骤 6 结束时获得的特定设计提供预备指南。

[0189] 软件也可在计划牙冠延长方面提供帮助。在这种情况下,步骤 2 可以是有利的,其可以防止边界线被设定为太靠近牙龈底部。边界线的类型(斜线、肩线)也可由软件建议。

[0190] 除了提议预备体细节外,产生预备指南的软件还可以验证牙医和 / 或牙科技师先前通过其它方式设计的预备体。举例来说,软件可评估修复强度和 / 或材料选择,和 / 或甚至修复治疗方法的选择。

[0191] 预备指南可采用多种形式,包括指令文本、多个 2D 屏幕抓图、3D 动画、计算机可视化图像、视频和 / 或用于机器 / 机器人预备的指令。预备指南也可包括期望的正性预备体的物理模型,或可在患者嘴里测试的物理负性表示。举例来说,在模型 100 是被扫描铸型模型的情况下,牙科技师可对这一铸型进行预备。因为虚拟预备体可以数字形式(牙齿预备体 CAD 模型,图 4 中的轮廓 C102)获得,所以其也可由 CAM 制造。

[0192] 步骤 8:牙齿预备(在 V1 中必需,在 V2 中必需):

[0193] 基于达成一致的修复治疗和存在或不存步骤 7 的任何指南的情况下,牙医对患者牙齿进行预备。牙医典型地通过磨损牙齿使得修复体可以粘合在牙齿上来进行预备。在变体 V1 中,预备是基于步骤 6 中设计的修复体,而在变体 V2 中,没有先前设计决定预备工作。

[0194] 可脱卸牙套(Snap-on Smile 公司的商品)不需要侵入性预备。

[0195] 步骤 9:获得已预备牙齿和牙龈的 3D 数字模型(V1 中必需,V2 中必需):

[0196] 这个扫描步骤在程序方面和步骤 1 相同,但在这个步骤中扫描的是已预备牙齿。图 4 中实际预备体的轮廓是 C400。为了在图中的简易性,C400 和虚拟预备体的轮廓 C102 相同,但这不是必需的。

[0197] 步骤 10 :从牙龈分割已预备牙齿(在 V1 中任选,在 V2 中任选):

[0198] 已预备模型中牙齿和牙龈的分割可与步骤 2 类似地执行,但应用于已预备模型而不是预备前模型。如果省略此步骤,那么模型 400 和 401 是相同的。

[0199] 步骤 11 :比对(在 V1 中必需,在 V2 中必需):

[0200] 这一步骤在逻辑上和程序上在变体 V1 和 V2 中是类似的,但这一步骤在两个变体中涉及不同的模型。

[0201] 变体 V1 :可用与步骤 3 所述相同的软件算法比对被设计用于预备前牙齿(步骤 6,模型 101)和已预备牙齿(模型 401)的修复体。这些模型需要具有部分重叠同样也很重要。除非预备影响所有牙齿,否则重叠区域一般都会存在。修复体的模型 300 已经处于与模型 101 相同的局部坐标系中,其中模型 300 基于模型 101 进行设计。因此,模型 300 也无需进一步处理就与模型 401 比对。如果可获得头部/脸部扫描图(模型 201),那么可将其与模型 101/300 和 401 比对,以使所有三个模型匹配。图 7 显示用于所述构象的步骤 11 的典型结果。

[0202] 变体 V2 :可用与步骤 3 所述相同的软件算法比对已预备牙齿(模型 401)和头部/脸部扫描图(模型 201)。

[0203] 步骤 12 :将 CAD 设计从预备前牙齿转移到已预备牙齿(V1 中必需,V2 中不适用):

[0204] 由于需要人工预备,因此实际预备体 C402(图 5)一般和设计步骤 6 中产生的虚拟预备体 C102 至少有略微差别。因此,修复体设计需要相应地修改,但优选转移尽可能多地保持步骤 6 中产生的设计。这一程序优选以软件实施。

[0205] 步骤 12 提供的自动操作是当前技术水平的手动和主观过程中所欠缺的。目前的典型情况是,为了转移设计,牙科技师观看原始诊断蜡型,并人工设法复制这一设计以获得真实修复体,其中还会考虑牙医和患者的可能意见。所述人工复制过程费用很高,不精确且非常耗时。

[0206] 用于步骤 12 的优选算法是以划分虚拟预备体(图 5 中的 600)和实际预备体(图 5 中的 601)中的边界线开始。虽然边界在图 5 的 2D 横截面中是多个点,但事实上在 3D 中却是曲线,且可例如由(B-)线条表示。比如 3Shape 的 DentalDesigner 的牙科 CAD 软件可自动检测边界线并设定所述线条,但也应允许用户互动。600 和 601 之间的变换表示为 T。

[0207] 可使用自由变形(FFD)模型将 T 推广到表面。这个过程通常也称为“变形”。变形操作影响模型 300 的近边界部分,其中随着与边界的距离变小,对于表面部分的影响变小。算法的相关参数可由用户调整。[8] 已经提出了用于“牙冠匹配”的类似程序,但其不在牙修复体的范畴内。通俗地说,变形类似于通过拉动或推动其“球口”(空气吹入气球时所经过的厚壁环圈,其对应于边界线)来拉伸橡皮气球。

[0208] 应注意在图 5 所示的实施例,预备边界位于虚拟模型的牙龈处,因此模型 300 的外表面需要延伸才能到达模型 301。然而,相反的情况也是可能的。如果预备的最后一个步骤中去除比产生模型 300 时的假设要少的材料,那么模型 301 的外表面可小于模型 300 的外表面。换言之,变形可以是收缩操作,也可以是拉伸操作。对于指定牙齿来说,变形甚至

可以是沿边界的各个截面的收缩和拉伸的组合,也就是说,虚拟预备体和实际预备体在牙龈和咬合/切割方向上存在偏差。

[0209] 如果朝向预备体/修复体的内部远离边界,那么不需要进行变形。事实上,修复体的内表面可用普通方式计算,也就是说,通过用若干参数控制预备体在边界线上方的偏差来产生内表面。

[0210] 如果沿修复体外部远离边界且在变形操作的影响半径以外(图5的截面600到602),那么预备前设计和最终设计的表面是一样的,即轮廓C300和C301彼此重叠。

[0211] 通过组合相同的、经变形的且以预备体产生的表面,完成了最终CAD设计301(轮廓C301)。当产生最终CAD设计时,应包含材料和制造方法要求,例如实际设计可分成两个文件以供压缩。如果省略步骤7且因此不能真正获得模型102(其和模型101相同),那么虚拟边界线也可从修复体300的模型获得。

[0212] 可用步骤6中所提及的相同程序进一步修改修复体的设计。如果在步骤6中调整颜色,那么将颜色信息转移到设计中、然后转移到修复体制造中可以有利的。

[0213] 只有在实际预备体匹配虚拟预备体且不需要其它修改这一不太可能的情况下,模型300和301才会一样。

[0214] 步骤13:生产(在V1中任选,在V2中任选):

[0215] 一旦最终确定了模型301,就可使用CAM(计算机辅助制造)来生产。快速成型(RP)机器和铣床都可用于实际生产中。CAM软件(例如3Shape CAMbridge)准备用于生产的数据(包括模型301)。对于RP机器,这个准备工作典型地包括3D旋转、定位(嵌套)、支持、切片、ID标签等。对于铣床,准备工作典型地包括3D旋转、定位(嵌套)、注入口(插脚)、滴注、雕刻、铣削轨迹生成和后加工等。一些牙科CAD/CAM解决方案包括相同的生产预备内部步骤且因此在技术上适用于本发明所述的方法,但目前无法用于其它制造商设备(例如Sirona CEREC)所产生的3D模型。

[0216] 生产过程可直接(例如从氧化锆块体)或间接制造修复体。在间接过程中,例如可使用传统“失蜡(lost wax)”技术对蜡进行铣削或压印,然后铸造。许多制造商都提供RP机器(SLA、SLS、SLM、DLP、FDM、Polyjet等)和/或适用于所述工作的铣床(例如Roland、3DSystems、EnvisionTec、Solidshape、DWS、EOS、ProMetal等)。

[0217] 在多种情况下,可在和先前步骤不同的另一个地方进行制造。例如可经由互联网将数字模型和设计转移到处理中心。

[0218] 虽然已经详细描述和显示了一些实施方案,但是本发明不受所述实施方案限制,也可以以下权利要求书限定的主题的范围内的其它方式实现。具体来说,应了解在不偏离本发明范围的情况下,可使用其它实施方案,并可进行功能修改。

[0219] 在列举若干工具的装置权利要求中,这些工具中的一些可由一个相同的硬件项目实现。相互不同的从属权利要求中叙述或不同的实施方案中描述了特定量度这一事实,并不表示不能使用这些量度的组合以使有点突出。

[0220] 应强调,在本说明书中使用术语“包括/包含(comprises/comprising)”时,其被理解为规定存在所述的特征、整数、步骤或组分,但不排除存在或添加一个或多个其它特征、整数、步骤、组分或其群组。

[0221] 上文和下文描述的方法的特征可以软件实施,且可通过执行计算机可执行指令而

在数据处理系统或其它处理工具上执行。指令可以是程序代码,其从存储介质或经由计算机网络从另一台计算机载入内存(例如RAM)。或者,所述的特征可由硬连线电路代替软件实现,或由硬连线电路和软件组合实现。

[0222] 参考文献

[0223] [1]Ackerman MB, Ackerman JL. Smile analysis and design in the digital era. J Clin Orthod. 2002 ;36, 221-36.

[0224] [2]Xia J, Wang D, Samman N, Wai R, Yeung K, Tideman H. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation :3D color facial model generation. Int J Oral & Maxillofacial Surgery 2002, 29(1), 2-10.

[0225] [3]Rangel FA, Maal TJ, BergéSJ, van Vlijmen OJ, Plooiij JM, Schutyser F, Kuijpers-Jagtman AM. Integration of digital dental casts in 3-dimensional facial photographs. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2008, 134(6), 820-6.

[0226] [4]Callieri M, Cignoni P, Scopigno R. Reconstructing textured meshes from multiple range+rgb maps. VMV 2002, Erlangen, 11月20日-22日, 2002.

[0227] [5]Zhao B, Ong SH, Foong KWC. Multimodal Registration of Dental and Facial Images. Proc(444) Signal and Image Processing. Hawaii, 8月23日到25日, 2004.

[0228] [6]Ahmad I :Anterior dental aesthetic :Facial perspective. Brit Dental J 2005, 199(1), 15-21.

[0229] [7]Xia J, Samman N, Yeung RW, Wang D, Shen SG, Ip HH, Tideman H. Computer-assisted three-dimensional surgical planning and simulation. 3D soft tissue planning and prediction. Int J Oral Maxillofac Surg. 2000 29(4), 250-8.

[0230] [8]Hassana H, El-Baza A, Faraga AA, Farmanb AG, Tasmanb S, Millera WM. A volumetric 3D model of the human jaw, CARS 2005 :Computer Assisted Radiology and Surgery 2005. 1244-1249. doi :10. 1016/j. ics. 2005. 03. 345

[0231] [9]Pinheiro AP, Andrade AO, Pereira AA, Bellmo D. A computational method for recording and analysis of mandibular movements. J Appl Oral Sci. 2008 ;16(5) : 321-7。

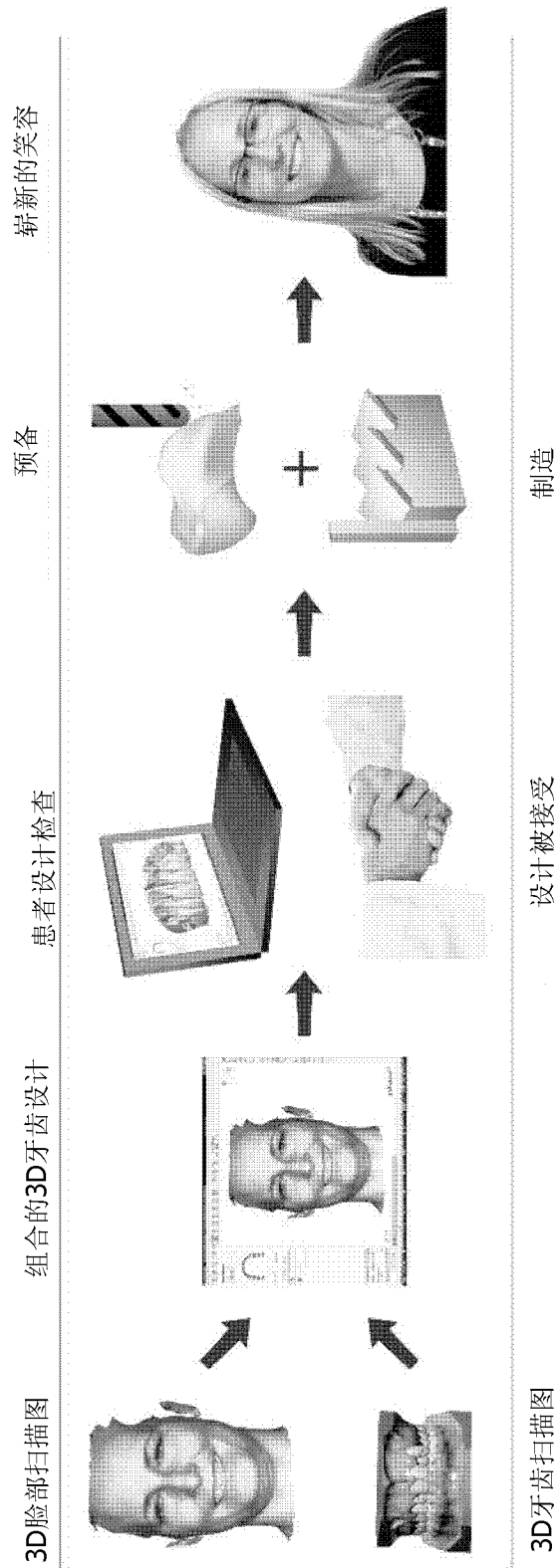


图 1

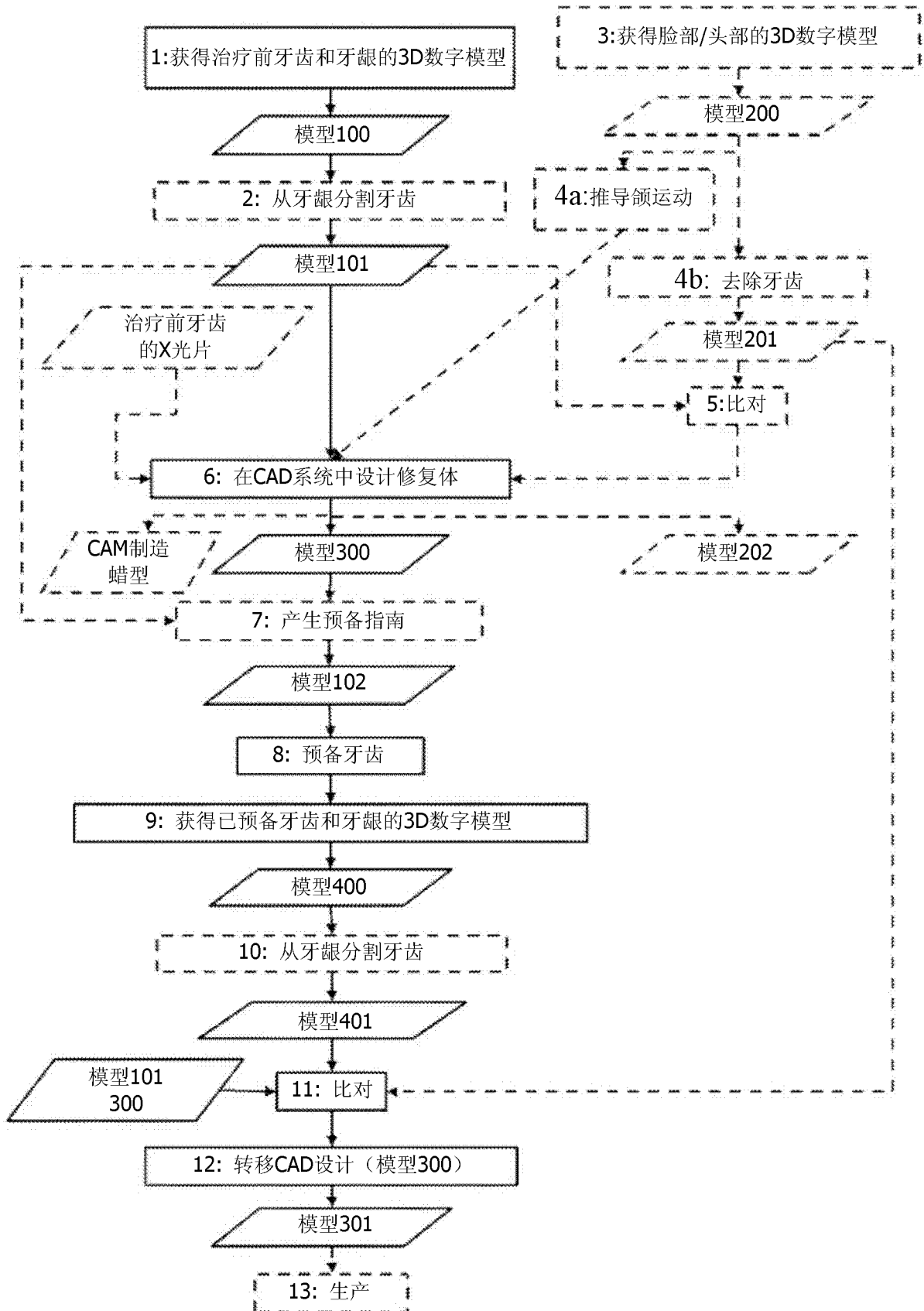


图 2

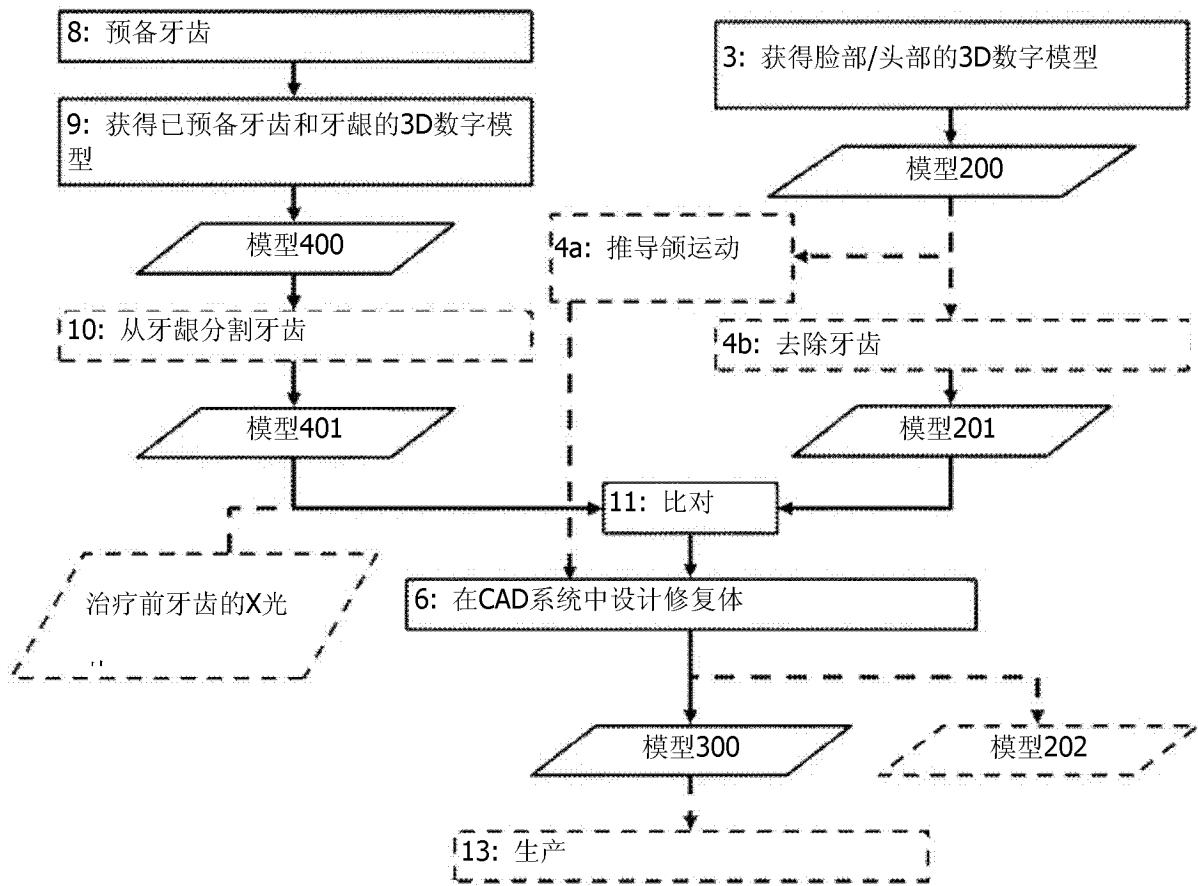


图 3

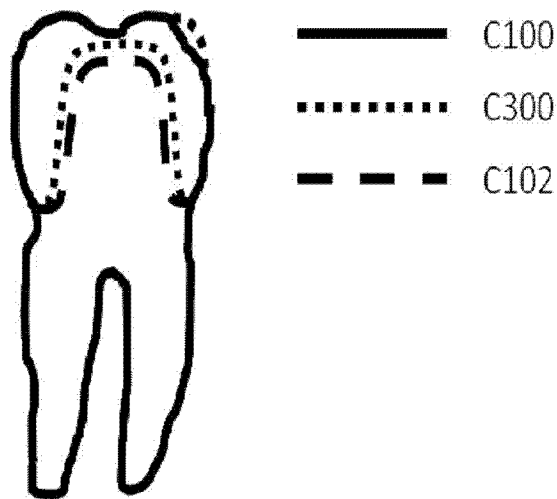


图 4

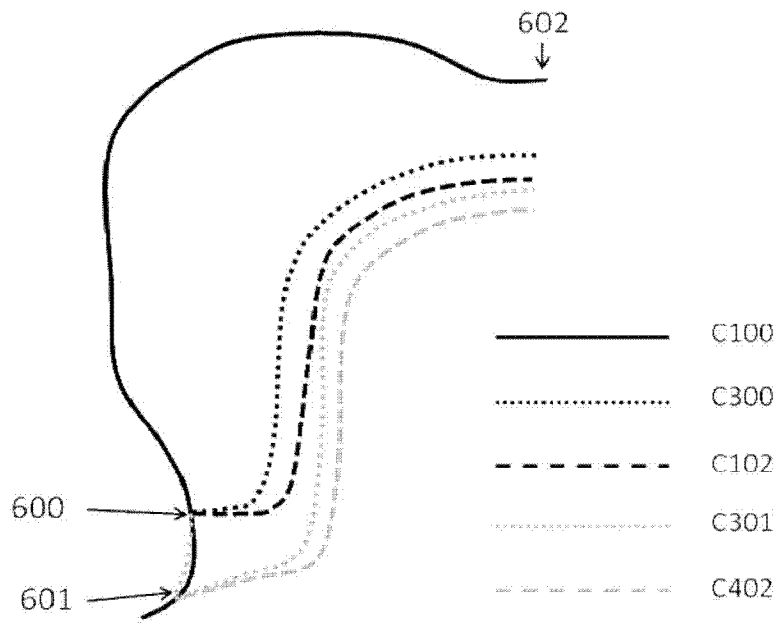
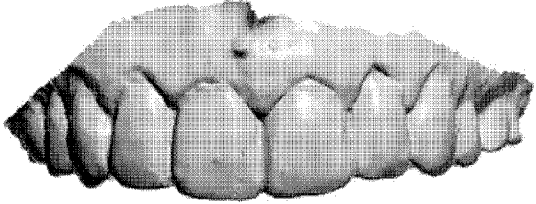
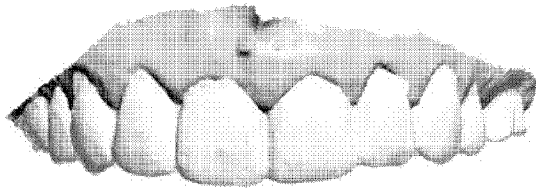
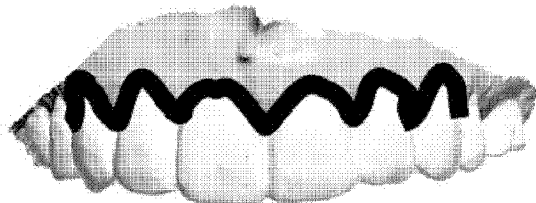
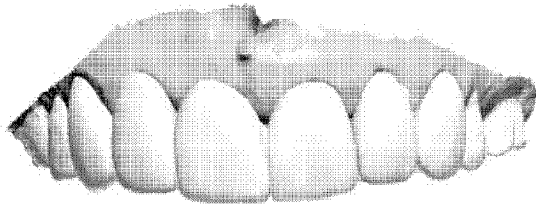
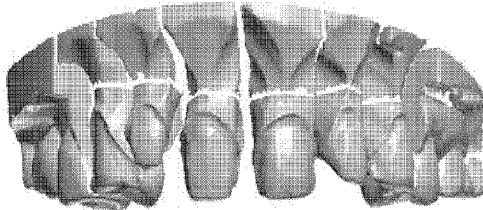
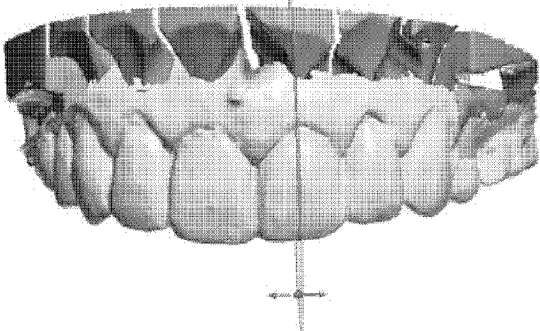


图 5

步骤	模型编号	模型图形
1	100	
2	101	
6 边界线		
6 设计的 修复体	300 (牙龈仅 用于参 考)	
9	400	
11	比对300 和400 (出 于清晰起 见, 101未 示出)	

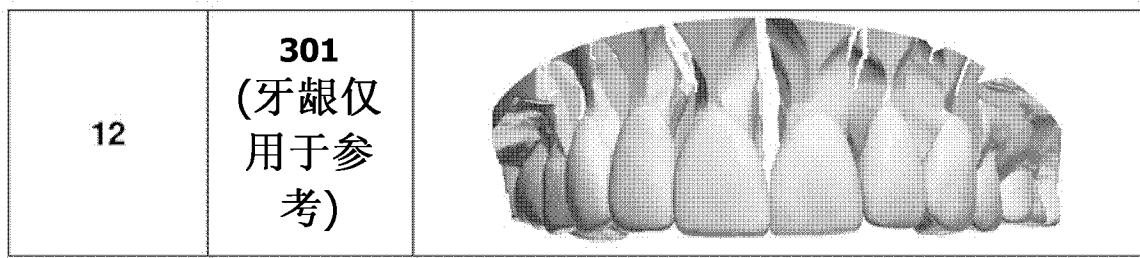


图 6

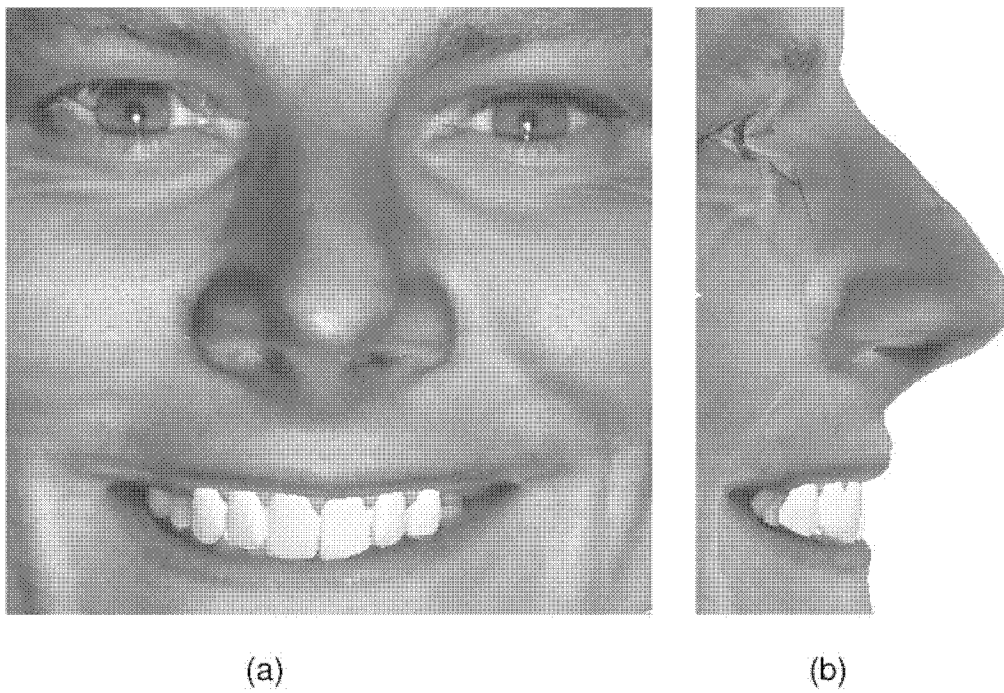


图 7