



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101940503 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201010287808. 4

US 2004/0133293 A1, 2004. 07. 08, 说明书第  
17-18 段, 图 1-6.

(22) 申请日 2006. 11. 30

审查员 方炜园

(30) 优先权数据

PA200501693 2005. 11. 30 DK

PA200600259 2006. 02. 23 DK

(62) 分案原申请数据

200680051869. 2 2006. 11. 30

(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

布里厄·吉勒斯 T·克劳森

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理

有限公司 11262

代理人 张春媛 阎斌斌

(51) Int. Cl.

A61C 19/04 (2006. 01)

A61C 19/05 (2006. 01)

A61C 9/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 5338198 A, 1994. 08. 16, 全文.

US 2002/0006217 A1, 2002. 01. 17, 全文.

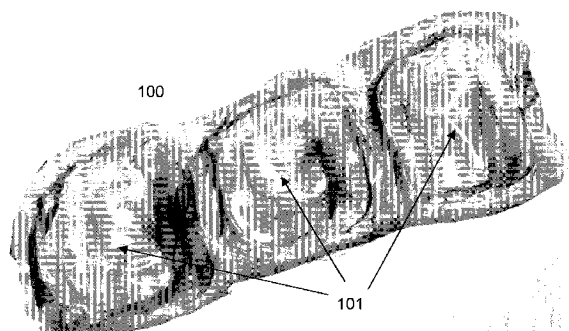
权利要求书2页 说明书12页 附图14页

(54) 发明名称

用于牙齿修复物制造的印模扫描

(57) 摘要

本发明涉及一种获得牙印模精确三维模型的方法, 所述方法包括的步骤为: 扫描上颌印模和 / 或下颌印模至少一部分、获得印模扫描图、评估印模扫描图品质以及利用该印模扫描图获得三维模型, 由此获得牙印模精确的三维模型。



1. 一种制造上颌和 / 或下颌至少一部分的牙科模型的方法,包括以下步骤:
  - a. 通过印模扫描;在口腔内扫描;CT、MR 或者 X 射线扫描;阳模型扫描或者其组合,获得上颌和 / 或下颌至少所述一部分的三维模型,
  - b. 由获得的三维模型制造牙科模型;
  - c. 把至少一个植入模拟物装在牙科模型中,其中:
    - 通过把槽设置在牙科模型中而装入所述植入模拟物,其中在牙科模型中安装所述植入模拟物,或者
    - 所述植入模拟物作为牙科模型的一部分而被直接制造。
2. 如权利要求 1 的方法,其中牙科模型通过快速样品设备制造。
3. 如权利要求 1 的方法,其中牙科模型至少部分地由蜡、石膏或者陶瓷制造。
4. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前把三维模型表面取向颠倒的步骤。
5. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前把三维模型旋转的步骤。
6. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前把三维模型切割的步骤。
7. 如权利要求 6 的方法,其中通过选择 / 切割工具施行切割。
8. 如权利要求 7 的方法,其中所述选择 / 切割工具包括基于拼接的切割工具或者三角形选择。
9. 如权利要求 1 的方法,还包括把三维模型表面固定到基体的步骤。
10. 如权利要求 9 的方法,其中在制造前把三维模型表面固定到 CAD 基体。
11. 如权利要求 9 的方法,其中通过把表面垂直地延伸到公共表面而施行所述固定。
12. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前由三维模型获得实心模型的步骤。
13. 根据权利要求 9 的方法,还包括在制造前由三维模型获得实心模型的步骤,其中从实心模型切除基体。
14. 如权利要求 12 的方法,还包括把至少一个咬合架接口包含在实心模型内的步骤。
15. 如权利要求 12 的方法,还包括把预先制造接口 / 基体的模型添加在实心模型中的步骤。
16. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前修整三维和 / 或实心模型的步骤,这种修整在与制品对应部分周围进行。
17. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前切断三维和 / 或实心模型的步骤。
18. 如权利要求 1 的方法,还包括在制造前把定位装置装在获得的模型上。
19. 如权利要求 18 的方法,其中所述定位装置包括以下类型中至少一个:销钉、螺栓、带有或者不带螺纹的钻孔以及按钮。
20. 如权利要求 17 的方法,还包括在制造前把定位装置装在获得的模型上,其中所述定位装置被装在通过所述切断获得的至少一个切断件上。
21. 如权利要求 20 的方法,其中所述切断和所述定位装置的装入允许制造的牙科模型的一部分去除和重新插入。
22. 如权利要求 17 的方法,其中通过平面切割施行切断。
23. 如权利要求 17 的方法,其中通过切割成圆柱形、三角形、球体、圆锥体形状或者这些形状组合而施行切断。
24. 如权利要求 17 的方法,其中至少一个把手位于至少一个切断件上。

25. 如权利要求 24 的方法,其中所述把手和 / 或固定装置通过布尔函数包含在设计过程中。
26. 如权利要求 1 的方法,其中制造上颌和下颌模型两者。
27. 如权利要求 1 的方法,其中齿冠至少一部分根据相同的三维模型制造。
28. 如权利要求 1 的方法,其中所述植入模拟物在设计过程中装入。
29. 如权利要求 1 的方法,其中所述植入模拟物与牙科模型以相同工艺被制造。
30. 如权利要求 1 的方法,其中所述植入模拟物的位置与取向通过获得上颌或下颌中相应的牙齿植入物的位置与取向而得到,所述植入物的位置与取向通过扫描具有设置在植入物中的修复对接件的颌的印模和 / 或通过扫描修复对接件的阳模型而得到。
31. 如权利要求 30 的方法,其中通过把来自所述扫描的数据与修复对接件的预先确定信息对齐,得到所述植入物的位置与取向。
32. 如权利要求 31 的方法,其中修复对接件的预先确定信息包括修复对接件的 CAD 模型。
33. 如权利要求 30 的方法,其中所述修复对接件包括一个或多个标记,允许对所述修复对接件和 / 或者与所述修复对接件连接的植入物的一个或者多个特征标识。
34. 如权利要求 21 的方法,其中所述切断和所述定位装置的装入允许制品模型的去除和重新插入。
35. 如权利要求 1 的方法,其中牙科模型至少部分地由塑料制造。

## 用于牙齿修复物制造的印模扫描

[0001] 本申请为分案申请,原申请的申请日为2006年11月30日,申请号为200680051869.2,发明名称为用于牙齿修复物制造的印模扫描。

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于通过对牙印模扫描和对齐而形成牙齿和咬合三维模型的系统和方法。

[0003] 在申请或者在本申请中引用的所有专利和非专利参考文献也因此通过全部参照而引入。

### 背景技术

[0004] 本发明涉及牙齿修复物制造领域,这些修复物例如为齿冠、齿桥、对接件和植入物。当患者需要牙齿修复物时,牙科医生将制备牙齿,例如研磨损坏的牙齿,直到形成牙冠粘合在其上的制品。可选择的治疗是把植入物(钛螺钉)插入患者颌内,并把齿冠或者齿桥安装在植入物上。在制备牙齿或者把植入物插入后,牙科医生通常在双侧盘(又名三盘)上制作上颌、下颌和咬印的印模或者单个印模。

[0005] 印模被送给实际上制造例如齿桥的修复物的牙科技师。制造修复物的第一步是传统上的分别由上下颌印模铸造上下牙齿模型。图1a和图8分别示出了牙齿模型和印模。模型通常由石膏制成,并经常利用咬印对齐在咬合架上。咬合架模拟真实的咬合和咀嚼运动。牙科技师在咬合架内形成牙齿修复物,以确保很好的外观和咬合功能。在咬合架上铸造的正确对齐对于最终修复是关键。

[0006] 用于制造牙齿修复物的CAD技术迅速地促进改善品质,降低成本以及有助于能够以吸引人但不容易得到的材料制造。在CAD制造过程中的第一步是形成患者牙齿的3维模型。在传统上这通过对牙齿的石膏模型中一个或者两者进行3D扫描而完成。牙齿的3维复制物引入CAD程序,整个牙齿修复或者齿桥结构在这里设计。最终的修复物3D设计然后利用磨削机、3D打印机、快速样品制造或者其他制造设备完成。用于牙齿修复的精度要求非常高,否则牙齿修复将是视觉上不好看、不能嵌在牙齿上、可能导致疼痛或者导致感染。

[0007] 在理想的3D扫描仪和牙齿CAD/CAM方案中,牙科实验室或者牙科医生不需要由印模形成石膏模型,而是直接扫描印模。这将使操作更容易并且降低成本。此外,由于印模几何形状比修复物的切断石膏复制品更精确,因此修复也将更精确。就算印模扫描用CT或者MR扫描设备完成,但这些扫描仪非常昂贵并且也不能提供要求的精度。相反,例如激光或者白光3D扫描仪的光学扫描仪成本低,并提供较高的精度和清晰度。光学表面扫描仪存在的问题是,这些扫描仪一般地不能有效地扫描牙印模的狭窄腔。一般地,扫描在印模深处狭窄部分将缺乏数据或者具有较低精度。

[0008] 印模扫描仪的替代方案是直接的在口腔内的扫描仪。然而,印模扫描与在口腔内扫描仪相比具有大量优点,包括在牙科诊所没有强制性设备投资、对于取模实际上没有培训、较短的就座时间、如果扫描存在问题时物理模型可始终浇注或者用作物理基准、在口腔

内扫描仪中低精度、患者口腔不需要磨粉,以及显著地减少收集对合牙 (antagonist) 和较大区域的困难,并且与在口腔内扫描不同,印模具有明显可见的界线。

### 发明内容

[0009] 如果代替石膏模型而扫描印模,则传统的牙齿模型可能不在实验室被制作。如果牙科实验室或者牙科医生仍然需要传统的牙齿模型,来检验或者修改制造修复物的配合和设计,则这种模型可仍然通过转化数据并增加有效基线或者其他特征然后适当的 3D 制造设备制造此模型来由印模扫描图提供。

[0010] 本发明提供一种用于直接扫描印模的技术方案,由此避免形成石膏浇注件需要的长时间和高成本,仍然获得最终修复的要求精度。因此发明涉及一种用于获得牙印模精确三维计算机模型的方法,所述方法包括的步骤是:

[0011] 1) 扫描上颌印模和 / 或下颌印模的至少一部分,获得印模扫描图;

[0012] 2) 评估印模扫描图的品质,以及

[0013] 3) 如果品质不能用于精确的三维模型,则

[0014] 用填料填充牙印模的一个或多个腔,以获得所述腔的模型,并且扫描所述模型获得模型扫描图,以及

[0015] 把所述模型扫描图和印模扫描图对齐和组合,由此获得三维模型。

[0016] 和 / 或

[0017] 再次扫描牙印模的一个或多个相关区域,以及

[0018] 把所述相关区域扫描图和印模扫描图对齐和组合,由此获得三维相关区域。

[0019] 或者

[0020] 4) 如果品质能用于牙印模精确的三维模型,则

[0021] 使用印模扫描图,以获得三维模型,由此获得牙印模的精确三维模型。

[0022] 在另一个方面,发明涉及用于获得牙印模三维模型的方法,其中提供扫描对齐以获得正确的咬合。因此,发明还涉及一种用于获得牙印模精确三维计算机模型的方法,所述方法包括的步骤是:

[0023] 扫描双侧印模的上颌印模和下颌印模,获得双侧印模的扫描图,

[0024] 对齐双侧印模的上颌印模和下颌印模,

[0025] 由此获得牙印模的三维模型。

[0026] 显然这两种方法可组合,从而单侧印模的扫描可通过用于获得单侧牙印模的精确三维计算机模型的方法来进行。

[0027] 在第三方面,发明涉及一种评估印模和 / 或制品品质的方法,包括以下步骤:

[0028] a. 获得所述待评估印模和 / 或制品的三维计算机模型,

[0029] b. 根据三维模型评估所述印模和 / 或制品。

[0030] 通过这样一个评估,可通过允许快速反馈,同时患者仍然在牙医室,可节约大量成本和 / 或劳力。显然的是,特别在与发明其他方面结合中,这种评估可为牙科医生提供有价值的信息。

[0031] 在第四方面,发明涉及一种获得包括至少一个牙齿和相邻组织的三维模型的方法,包括以下步骤:

- [0032] a. 扫描上颌印模和 / 或下颌印模和 / 或双侧印模的至少一部分, 获得印模扫描图,
- [0033] b. 利用至少一个印模扫描图来获得三维预模型,
- [0034] c. 把所述三维预模型与至少一部分 CT 和 / 或 MR 和 / 或 X 射线扫描图对齐, 获得新的三维模型。在此方面, 发明特别适合于设计钻头引导件。
- [0035] 在第五方面, 发明涉及一种制造齿冠至少一个部分的方法, 包括以下步骤:
- [0036] a. 通过扫描牙印模至少一部分获得三维模型, 其中该牙印模包括齿冠所处位置的信息,
- [0037] b. 在所述三维模型上和 / 或相对于所述三维模型施行该齿冠至少一部分的 CAD 设计, 获得该齿冠至少一部分的计算机化模型,
- [0038] c. 由获得的计算机化模型的至少一部分制造所述完整或者完全的齿冠。在此方式中, 当前手动施行的至少一部分工作可利用电子操纵制造设备来进行, 提供了低成本和高精度的可能性。
- [0039] 在第六方面, 发明涉及一种获得至少一个牙齿植入物的取向和定位的方法, 包括以下步骤:
- [0040] a. 获得印模, 其中该印模包括至少一个与所述至少一个牙科植入物对应的固定印模对接件,
- [0041] 和 / 或
- [0042] 获得印模, 其中该印模包括至少一个牙科的植入物对应的固定印模对接件, 其中在该植入物上, 安装扫描植入物 / 模拟物和 / 或
- [0043] 包括至少一个模型植入物 / 模拟物的上颌和 / 或下颌的至少一部分的阳模型, 其中取向和定位与牙科植入物的取向和定位对应,
- [0044] 和 / 或
- [0045] 包括至少一个模型植入物 / 模拟物的上颌和 / 或下颌的至少一部分的阳模型, 其中取向和定位与在其上安装扫描对接件的牙科植入物的取向和定位对应,
- [0046] b. 获得印模对接件和 / 或扫描植入物 / 模拟物和 / 或模型植入物 / 模拟物和 / 或扫描对接件的形状和预先确定信息,
- [0047] c. 扫描至少所述印模一部分, 其中所述部分包括至少一个印模对接件和 / 或扫描植入物 / 模拟物, 由此获得扫描数据,
- [0048] 和 / 或
- [0049] 扫描所述阳印模至少一部分, 其中所述部分包括至少一个模型植入物 / 模拟物和 / 或扫描对接件, 由此获得扫描数据,
- [0050] 根据所述预定信息和所述扫描数据确定牙科植入物的取向和定位。发明的此方面能够进行例如连接到所述植入物修复牙齿的 CAD 设计, 因为这需要植入物的精确位置取向。
- [0051] 在第七方面, 发明涉及一种制造至少一部分上颌和 / 或下颌的牙齿模型的方法, 包括以下步骤:
- [0052] a. 通过印模扫描; 在口腔内扫描; CT、MR 或者 X 射线扫描; 阳模型扫描或者其结合, 获得上颌和 / 或下颌至少所述一部分的三维模型,
- [0053] 由获得的三维模型制造牙科模型。由于只储存数据以及如果需要的话可制造物理

模型,因此这种由获得数据制造牙齿模型的方法能够使牙齿模型储存更容易。还可利用这种模型,以省略在例如制造对接件的地点和操纵模型和 / 或扫描地点之间运输印模和 / 或模型的必需品。

[0054] 在发明的第八方面,发明涉及包括计算机可读取介质的计算机程序产品,所述计算机可读取介质具有储存在其中的计算机程序,所述程序包括用于执行发明其他方面步骤的指令。

[0055] 在第九方面,发明涉及用于制造三维模型计算机模型和 / 或齿冠 / 齿桥至少一部分的系统,所述系统包括具有储存在其中的一个或多个计算机指令的计算机可读取存储器,所述计算机指令包括用于执行发明其他方面步骤的指令。

[0056] 在第十方面,发明涉及一种适合于获得单侧或者双侧牙印模的盘,其特征在于,所述盘还包括把盘保持在三维扫描仪上的固定装置。通过此方面,就不需要对在扫描仪中另外固定装置,同时扫描过程显著地简化。

[0057] 在第十一方面,发明涉及一种适合于获得双侧牙印模的盘,其特征在于,所述盘通过由以下金属、钢和纤维合成物材料中至少之一增强而机械稳定。利用制造增强盘,可以省去对单侧印模的需要。此外,发明涉及一种用于获得牙印模精确三维计算机模型的方法,其中印模利用一个传感器即摄像机和光源对印模扫描,其中在光源和摄像机之间具有角度 A,然后利用另一个传感器对相关区域重新扫描,其中对于所述其他传感器,在光源和摄像机之间存在角度 B,所述角度 B 小于所述角度 A。由此可以比只利用具有角度 A 的扫描仪能扫描更深的腔。发明还包括在进行重复扫描前根据印模扫描图确定角度 B 的步骤。优选的是,角度 B 小于角度 A 的 95%、小于角度 A 的 90%、小于角度 A 的 85%、小于角度 A 的 80%、小于角度 A 的 70%、小于角度 A 的 60%、小于角度 A 的 50%、小于角度 A 的 40%、小于角度 A 的 30%、小于角度 A 的 20%、小于角度 A 的 10%、小于角度 A 的 5%。

[0058] 最后,发明涉及一种用于获得牙印模精确三维计算机模型的方法,所述方法包括的步骤是:

[0059] 1) 利用在光源和摄像机之间角度 A 的三维传感器,扫描上颌印模和 / 或下颌印模的至少一部分,获得印模扫描图,

[0060] 2) 评估印模扫描图的品质,以及

[0061] 3) 如果品质不能用于精确的三维模型,则

[0062] 选择在光源和摄像机之间具有角度 B 的另一个三维传感器,其中角度 B 小于角度 A,

[0063] 再次利用所述选择的传感器扫描牙印模的一个或多个相关区域,以及

[0064] 把所述相关区域扫描图和印模扫描图对齐和组合,由此获得三维模型,或者

[0065] 4) 如果品质能用于牙印模精确的三维模型,则

[0066] 使用印模扫描图以获得三维模型,

[0067] 由此获得精确的牙印模的三维模型。

#### 附图说明

[0068] 图 1a :牙齿石膏模型

[0069] 图 1b :单侧印模的 3D 扫描图

- [0070] 图 2 :双侧印模的 3D 扫描图
- [0071] 图 3 :双侧印模的 3D 扫描图
- [0072] 图 4 :用于对齐的典型部件
- [0073] 图 5 :图 4 的叠加对齐
- [0074] 图 6 :用于对齐的典型部件
- [0075] 图 7 :图 6 的叠加对齐
- [0076] 图 8 示出了牙齿的印模
- [0077] 图 9a 示出了来自具有优良品质的图 8 的印模扫描图。
- [0078] 图 9b 示出了图 9a 扫描图的转化扫描图。
- [0079] 图 9c 示出了具有图 9b 转化扫描图的单个牙齿 (来自图 11b) 的扫描对齐实例。
- [0080] 图 9d 示出了在图 9c 中第一次对齐完成后的对齐齿桥。
- [0081] 图 10a 示出了来自图 8 印模的扫描图,其中,由于噪音 1001 和孔 1000 精度较差而具有较差品质。
- [0082] 图 10b 示出了图 10a 中扫描图的转化扫描图,其中示出了噪音和孔的影响。
- [0083] 图 10c 示出了具有图 10b 转化扫描图的单个牙齿 (来自图 11b) 的扫描对齐实例。
- [0084] 图 10d 示出了在图 10c 中第一次对齐完成后的对齐齿桥。
- [0085] 图 10e 示出了在全部对齐后最终对齐齿桥。
- [0086] 图 11a 示出了来自三个不同牙齿的印模冲模。
- [0087] 图 11b 示出了图 11a 的冲模扫描图。
- [0088] 图 12 :从患者口腔到牙齿模型的植入物位置与取向的传统转换。
- [0089] 图 13 :安装在印模对接件上以获得植入物位置与取向的扫描模拟物。
- [0090] 图 14 :编码修复对接件 (EHA) 的印模扫描图
- [0091] 图 15 :通过旋转和切掉多余表面而把印模 (阴) 变成模型 (阳)。
- [0092] 图 16 :从具有有效基线、修整、切断件、销钉和咬合架接口的印模实际形成的模型。
- [0093] 图 17 :具有用于定位销钉的实际形成的模型
- [0094] 图 18 :实际形成的具有更先进切断和定位装置的模型。
- [0095] 图 19 :安装在咬合架上的 3D 印刷模型
- [0096] 定义
- [0097] 牙印模 :优选的是在盘中制造的牙齿阴印模
- [0098] 牙齿模型 :由牙印模制成的牙齿阳复制物

### 具体实施方式

[0099] 发明的目的是提供用于扫描牙印模的改进扫描和对齐方法,其中该牙印模用作牙齿修复物 CAD 制造的输入,避免了牙齿石膏模型的高成本和费时制造。由于传统的铸造过程和牙齿模型分割会带来误差,因此印模扫描还提高了品质。此外,印模扫描不会增加牙科医生患者的就座时间,对于牙科医生没有强制性的入帐成本,不需要牙科医生培训,以及总体制造时间降低,由此提高了患者满意程度,并潜在地避免了临时修复。

[0100] 精确的三维模型



[0101] 主要由于缺少在腔内的可视性,通过光学 3D 扫描仪对牙印模的扫描非常复杂。传统 3D 扫描将由此导致覆盖范围缺乏,即 3D 扫描可能带有孔或者失去没有扫描的区域。本发明提供一种解决这个问题的方案。如上所述,一个技术方案是,选择性地利用不同的扫描仪和 / 或不同的扫描仪组合,对印模的一个或多个相关区域进行重复扫描,以提供具有良好品质的扫描,例如在相关区域具有更少的孔或者没有孔。由此,术语扫描“品质”是指与扫描覆盖范围和精度有关的品质。不充分的覆盖范围可通过表面三角测量而自动地探测,然后对在表面上的孔定位。好的品质在相关区域不需要孔或者只有很少的孔。如果可接受某些孔,则这种孔的位置与形成精确的三维模型不发生干涉。在实践中,这意味着孔可能不在制品区域上。制品区域可根据人工选择或者优选的是利用特征检测而自动地探测而被定位。在图 10 中示出了在制品区域上关键孔 1000 的实例。

[0102] 此外,噪音可导致较差精确度的扫描。由于腔形成巨大路径以及半阻塞噪音,则如在如印模的腔内扫描时,噪音是具体的主要问题。在 Curless 和 Levoy 文章 (1995) 中详细描述了半阻塞噪音。在图 10 中示出了由于噪音 1001 导致的精度缺乏。半阻塞噪音和覆盖范围是印模扫描实际应用的主要限制,而确定扫描点是噪音点或者真实点对于牙齿修复的最终品质非常关键。因此自动地确定噪音和覆盖范围问题是非常关键的。可利用从激光跟踪、在捕获处的表面定向、多角摄像机观察、局部表面统计、表面曲率、形状统计或者反向光线踪迹等导出的点品质,来自动地探测噪音点。

[0103] 所谓术语“精确三维模型”是指具备这种精度的模型,其中该精度可直接用于形成牙齿修复。

[0104] 可从扫描即时得到的另一个重要的品质评估分别是印模和制品的品质。实际上通过牙科医生制造的低品质印模和不良制品是用于最终修复的最大品质问题中的两个。然而,印模和制品的品质可根据扫描评估,例如通过咬边探测、气孔探测、噪音水平、印模材料评估、形状评估或者几何测量。评估结果可在 3D 扫描图上见到,以引导牙科医生改进印模或者制品。特别是如果扫描直接在牙科医生诊所进行,然后印模和制品品质评估可潜在地导致采用新印模或者改进该制品。优选的是,使用例如 3Shape D250 扫描仪这样的快速扫描仪,以便在患者等待同时进行评估。这可通过除去在第二次会诊中所包含的取回印模的延迟和工作量,而显著地改进修复品质和 / 或减少患者不舒适程度以及成本。

[0105] 也可评估影响修复最终结果的其他类型品质。

[0106] 描述的品质评估也可在其他类型口腔区域扫描图上进行,例如在石膏模型的传统 3D 扫描图;直接在口腔扫描图;CT、MR 或者 X 射线扫描图上进行。

[0107] 利用价格竞争优势的光扫描仪在如牙印模的腔内扫描是一个挑战性问题。问题来源于具有这种光源的基本结构,即光源把图案投射到一个或多个传感器获得投射图案图象的目标上。为了进行 3D 重建,一般地在光源和传感器之间需要 20-30 度的角度。需要的角度以及传感器与激光需要同时在表面上看到相同点以形成 3D 重建,极大地限制了扫描仪扫描腔室的能力。为了实现最佳结果,实际的观察点变得很关键。具有至少 3 轴的扫描仪,例如 3Shape D200、D250 或者 D300 扫描仪可在 3D 上改变目标方向,由此改变相对的观察点。适应性改变观察点和扫描顺序以与个体目标匹配,可用于在如 W02006/007855 中描述的复杂牙印模中获得覆盖范围。

[0108] 在一个实施例中,印模扫描的品质通过选择或者自动探测一个或多个相关区域并

且重复扫描这种相关区域而提高。重复扫描可利用在特定相关区域上优选扫描仪和 / 或扫描仪组合来进行。

[0109] 可通过在最初 3D 数据集 (dataset) 中探测这些区域, 然后计算印模或者 3D 传感器关于它们的相对位置的最佳机械定位, 而重复扫描失去区域, 以便在另外的自动扫描期覆盖失去区域。最优化功能考虑探测孔精确位置以及可能阻碍光源和 / 或摄像机观察的周围印模几何形状。

[0110] 重复扫描还可通过利用另外的 3D 传感器 (摄像机和光源) 或者一个或多个在扫描仪中额外的摄像机来进行。这种附加传感器应该在光源和摄像机之间具有较小角度, 并由此将能够以较高的深度 - 宽度比来观察腔室内。在这种实施例中, 以在光源和摄像机之间较大角度的摄像机和光源组合可用于进行第一次扫描, 然后具有相对于光源 / 摄像机较小角度的另外的摄像机或者光源可用于覆盖腔室最深区域。

[0111] 重复扫描还可在切割印模后进行, 以提高可视性。如果需要的切口破坏具有需要信息的区域, 则在切割前后的扫描图可对齐, 并组合形成完整的 3D 模型。一般地, 未切割的扫描图将包括限界区域, 该区域于是将被切掉, 以形成观察到深腔内的视野, 相当于把牙齿顶部印模保留。然而, 模型可切割成一次或者多次以实现精确扫描。模型在每一次切割前被扫描, 对应的三维模型然后按顺序或者同时对齐。

[0112] 在另一个实施例中, 在扫描到腔内的问题通过把填充物填充到腔内而形成腔模型来解决。然后腔模型可被扫描, 扫描图对齐并与印模扫描图组合。在一个实施例中, 至少两个腔, 例如至少三个腔被填充。腔可以是相邻腔或者通过一个或多个未填充腔隔离的腔。

[0113] 在图 10a 和 10b 中示出了工艺, 其中两个制品没有覆盖范围 1000, 而一个制品具有噪音问题 1001, 引起品质问题。用于三个有问题的制品的模型然后利用印模作为隔离石膏模型 1100 被灌注。这三个“阳”模型然后被地扫描 (1200), 扫描图对齐并合并 (1103) 成印模中对应的制品 1102。对齐可通过在两个扫描图上选择相应点 1104 来进行, 然后 ICP 对齐 (Besl 和 McKay, 1992)。在又一个实施例中, 通过把相关区域重新扫描图和模型扫描图组合而解决扫描在腔内的问题。在一些实施例中, 优选的是, 提供这样的模型, 其中该模型可手动地制备并例如明显带有限定牙齿的线, 以便扫描图也包含清晰的线。

[0114] 印模材料的视觉特性对于扫描品质也是非常重要的。这对于其中交互反射可引起图像跟踪软件问题和显著噪音的深或者薄牙齿特别如此。在阻塞边缘具有半阻塞噪音的问题还可形成明显的扫描伪迹, 这可通过反向射线踪迹算法排除。

[0115] 例如通过用模型扫描图或者相关区域扫描图或者两者的对应部分代替印模扫描图部分并把扫描图公共表面合并, 把对齐扫描图组合。扫描图的对齐可关于包括咬合信息的三维模型而如下所述进行。

[0116] 根据发明的方法, 还包括在进行印模扫描前印模预扫描的步骤。借助于从预扫描中获得的信息, 就可能调整扫描仪组合和扫描顺序, 包括运动, 用于形成更精确的印模扫描或者相关区域扫描。

[0117] 根据基于精确三维模型而要进行的修复, 整个印模扫描图可用于提供模型, 或者只使用印模扫描图的一个区域。因此, 在一个实施例中, 印模扫描图的区域在对齐前确定, 而在另一个实施例中对齐只对于所述确定区域进行。在一个实施例中, 对齐对于至少两个牙齿, 例如至少三个牙齿进行。

[0118] 通常,印模材料的反射率应该尽可能小。在一个实施例中,印模材料在扫描前涂层,例如涂有非反射涂层,由此改进扫描品质。在另一个实施例中,印模本身由具有很差或者没有发射特性的材料制成。

[0119] 上颌扫描图和下颌扫描图的对齐可通过任何适当方法进行。在一个实施例中,利用颌的 CT 扫描图或者 MR 扫描图进行对齐。一个优点可能是,这种扫描图还包括颌和神经的信息。在另一个实施例中,利用例如如下所述的双侧印模扫描进行上颌扫描图和下颌扫描图的对齐。

[0120] 当然,如果必要,则 CT 扫描图和 MR 扫描图可用于其他对齐目的。CT 或者 MR 扫描图还可与印模扫描图组合和 / 或对齐,例如用于植入物钻头引导的设计,或者仅仅提供改进的三维模型。

[0121] 包括咬合信息的三维模型

[0122] 用于扫描的基础是至少两个牙印模。一个印模是抓取上、下颌和咬合情况的双侧印模。令人遗憾的是,两个盘可能缺少物理稳定性,形成较低品质的印模,同时不能被许多牙科医生接受。为了弥补这个问题,还形成至少一个单侧印模,由此只映射上或者下颌。单侧印模在传统盘中形成,具有较高的物理稳定性,提供的高品质的印模。

[0123] 具有双侧印模的可能品质问题可通过把双侧印模的扫描图与一两个单侧印模扫描图对齐或者组合而得到解决。在制备牙齿区域的精度要求是 20 微米,而咬合与对合牙只需要 50-100 微米。通过在制备区域进行单侧扫描,以及对于咬合和对合牙进行双侧扫描,精度要求得到满足。选择性地,另外的单侧扫描图由对合牙侧形成。

[0124] 以下扫描需要以任何顺序进行:

[0125] 1. 为修复而制备的单侧印模的 3D 扫描图 100,参见图 1a(选择性地)

[0126] 2. 双侧印模上端的 3D 扫描图 200,参见图 2

[0127] 3. 双侧印模下端的 3D 扫描 300,参见图 3

[0128] 4. 在对合牙侧单侧印模的 3D 扫描(选择性地)

[0129] 注意制备牙齿 101,正常的未制备相邻牙齿 201 和对合牙牙齿 301。

[0130] 在扫描后下一步是进行单个印模扫描图与对应的双侧扫描图 200 的区域对齐。令人遗憾的是,来源于两个印模在制备线外部不同的事实的非共用数据使对齐工艺明显复杂。由于操作者需要修剪印模,以形成用于扫描深牙齿的可视性,因此这特别属实。在发明的一个实施例中,区域 400 限定可存在公共高品质的位置上。区域的确定可例如通过操作者或者通过计算机自动地进行。在对齐工艺期间,只使用该区域的数据。对齐可例如利用 ICP 算法 (Besl 与 Mckay, 1992) 进行。在图 5 中示出了对齐的叠加结果。

[0131] 两个双侧印模扫描图的对齐需要一个盘,该盘便于公用数据的扫描,例如盘垂直侧 600 和 T 形 601 的专门对齐特征、点或者垂直线。当公用数据存在时,两个扫描图可利用例如 ICP 的标准对齐算法对齐。对齐的初始化可例如通过计算机或者通过用户选择两个相应点 602 来完成。在图 7 中示出了对齐的叠加结果。盘可设计成这样,即它直接嵌入到扫描仪中,用于方便操纵。此外该盘可包括用于直接地连接到扫描仪上的夹持系统。该盘或者印模还可包括水平的眼线,以与患者眼睛对齐,从而在设计期间,修复牙齿的外观可对齐在患者面部特征上面。显而易见的是,优选的是,这种盘可与上述方法们和系统中任何之一组合。

[0132] 在发明的另一个实施例中, 双侧的盘可位于扫描固定件上, 其中该扫描固定件包含在两个扫描中。于是只有固定件需要包含公用数据和对齐特征。印模可自动地旋转。

[0133] 最后, 例如通过用单侧的扫描图的对应部分代替双侧的扫描图并把两个双侧扫描图公共表面合并, 把对齐的扫描图组合。

[0134] 选择性地, 单侧扫描图还可在对合牙侧进行并对齐以及以类似过程与现有数据组合。

[0135] 具有例如物理稳定性和正确位映射等改进特性的双侧盘的开发可潜在地使单侧印模过剩。在一个实施例中, 通过增强物, 例如金属、钢和 / 或纤维合成增强物, 双侧盘获得提高的稳定性。显而易见的是, 优选的是, 这种盘可与如上所述盘的特征结合, 而当针对在此文件中描述的任何方法和系统获得印模时, 这些盘中任何盘都是优选的。

[0136] 尽管与包含咬合信息的三维模型有关的文本涉及牙印模的扫描, 但对于本领域技术人员很清楚的是, 相同的方法和系统可用于扫描牙齿模型。

[0137] 如上所述, 单侧扫描可通过用于获得牙印模精确三维模型的方法来进行。

[0138] 在另一个方面, 发明涉及包括计算机可读取介质的计算机程序产品, 所述计算机可读取介质具有储存在其中的计算机程序, 所述程序用于产生牙印模的三维模型, 这种程序包括用于执行上面限定方法步骤的程序代码。

[0139] 在另一个方面, 发明涉及用于产生三维模型的系统, 所述系统包括具有具有储存在其中的一个或多个计算机指令的计算机可读取存储器, 所述计算机指令包括用于执行上面限定方法步骤的指令。

[0140] 齿冠的制造

[0141] 与完整解剖牙冠 CAD 设计结合, 印模扫描变得特别有意义, 解剖牙冠设计, 然后是整个牙冠制造, 两者称为齿冠。利用这样一种方法, 不需要模型来完成设计和制造。然而, 如果印模扫描只用于获得设计, 则仍然需要模型来完成该设计。全牙冠可以适当的制造过程来设计, 例如把设计齿冠分隔成两层或更多层, 其中内层对应于顶部, 而外层对应于陶瓷。顶部可利用已知的设备制造, 例如研磨机、切削机、3D 热蜡打印机或者烧结机。外层可通过用蜡、塑料、聚合物或者其他材料首先制造复制品来制造, 其中这些材料可利用研磨机或者 3D 打印机熔化。蜡复制品然后安装在顶部上, 例如 Ivoclar Impress 的过挤压技术可用于形成陶瓷层。

[0142] 植入物

[0143] 在发明的另一个实施例中, 牙齿的修复物为植入物 1200, 该植入物一般为插入到齿龈 1201 和颌骨中的钛或者氧化锆“螺钉”。为了进行嵌入在植入物上牙冠的 CAD 设计, 需要从印模扫描图中确定植入物精确位置和取向。

[0144] 传统上, 通过利用印模对接件 1202, 植入物 1200 的位置与取向从患者口腔转印到牙齿模型。在实践中, 转印通过把印模对接件安装在植入物上进行。于是获得牙印模 1203, 其中印模对接件固定在印模材料 1204 中, 而对接件从植入物中释放。包括印模对接件 1202 的印模 1203 从患者口腔中移开。然后模型植入物 / 类似物 1205 安装在印模对接件上, 而模型 1206 从一般地为石膏的印模中浇注。最后步骤是当模型硬化时去除印模 1203 和印模对接件 1202。在发明的一个实施例中, 植入物的位置和取向通过对浇注的阳模型扫描而获得, 其中扫描对接件安装成便于由扫描数据对模型植入物 / 类似物的位置与取向确定, 由

此确定植入物的位置和取向。从由扫描对接件获得的数据中确定所述取向和位置的一种方法是以扫描对接件形状的 CAD 数据来覆盖对应的模型数据。在这里,扫描对接件可与印模对接件相同或者不同。

[0145] 在发明的另一个实施例中,植入的位置与取向直接由印模通过对安装在印模 1203 上的印模对接件 1202 扫描而确定,然后使用三维形状和尺寸例如 CAD 模型的知识。在实践中,位置与取向可通过特征提取或者把印模对接件的 CAD 对齐在扫描图对应部分上而获得。

[0146] 令人遗憾的是,印模对接件经常被印模材料覆盖或者几乎没有被印模上面的表面覆盖。在发明的又一个实施例中,可以把扫描模拟物 1300 安装在印模对接件上。此模拟物然后作为印模扫描一部分被扫描,而例如利用 CAD 模型的对齐或者特征提取,已知的形状和尺寸可用于导出对应的植入物位置与取向。此操作可对于一个或者组合的更多植入物或者以迭代过程进行。

[0147] 现有技术 (6,790,040) 描述一种根据编码修复对接件 (EHA) 的替代方法,其中该方法用于根据扫描图来确定植入物类型及其位置与取向。

[0148] 在发明的另一个实施例中,对于一些情况,还可以扫描印模,或者直接扫描植入物的阳浇注模型,并以与如上类似方式导出位置与取向。

[0149] 在又一个实施例中,任何上述方法可通过包括来自口腔内扫描数据而得到改进。

[0150] 此外,还可以根据如上所述方法制造定制的修复对接件。

[0151] 模型的制造

[0152] 如果牙科实验室或者牙科医生仍然将需要传统牙齿模型,例如检验或者修改被制造修复物的配合和外观,则这种模型仍然可由印模扫描图制造。在图 1A 中示出了传统切断的石膏模型。由扫描图制成的实际模型可利用典型的制造设备或更合适的快速成样设备,例如研磨机或者 3D 打印机来进行。模型可由任何恰当的材料制成,例如塑料、聚合物、蜡、石膏或者陶瓷。

[0153] 制造设备通常需要形成实心 3D/ 不透水模型,参见图 1A 中传统模型。调用的印模扫描图 100 只含有平面而非实心模型。为了形成牙科实验室和牙科医生的吸引人的模型,一个或多个以下虚拟步骤需要在扫描图上进行:

[0154] - 使平面从负到正转化

[0155] - 切掉额外的表面(材料)

[0156] - 形成有效基线

[0157] - 修整

[0158] - 切断

[0159] - 针销或者其他定位装置

[0160] - 添加咬合接口

[0161] - 添加其他结构,例如植入物/模拟接口

[0162] 为了实现印模扫描技术的验收,非常重要的一点是,能够制造具有与用于目前在牙科实验室中石膏模型类似性能的模型,例如其中在该模型中,牙齿位于基体上,同时制品被修整 1A00、切断 1A01 和定位。

[0163] 为了从印模扫描图 1500(负)向模型 1501(正)转换,表面取向需要颠倒。优选

的是,扫描图还应该旋转,参见图 15。一般地,下一步于是将被切掉扫描平面(材料)不需要的一部分。切割可通过基于拼接的切割工具 1502、三角形选择或者其他选择/切割工具。

[0164] 为了形成基本的实心模型,切割扫描平面可固定或者连接到有效基线上。有效基线可通过把扫描平面与基体模型组合而形成,例如通过在两个表面之间形成连接面而把 CAD 基体与扫描表面组合。在图 16 中示出了工艺的变形,其中切割扫描表面 1600 与基体 1601 组合,其中该基体 1601 通过把切断面垂直延伸到公共表面内而形成,在这种情况下公共表面平面。在图 9a 到 9b 以及 10a 到 10b 也示出了该工艺。这可看成由原始扫描图形成新的基体,其中该基体包括没有定位在平面之间的材料。

[0165] 为了修复目的,需要形成小颚(上部)和下颚(下部)模型。回想一下,从前面对齐中已经知道相对物理正确位置。

[0166] 有效基线重要的延伸是把咬合架接口 1605 添加到实心模型上,从而这种制造模型可插入和咬合在标准咬合架上。最佳的结果可通过利用校准的咬合架而获得。为了使制造模型成本最小,有益的是,把预制造接口 1606 插入在模型和咬合架之间。

[0167] 如提及的是,首先进行固定基体的步骤,以便切割扫描平面成为实心形状一部分,这对于例如制造模型的物理表现是需要的。因此,可随后实际上或者在制造后由实心形状切割部分或者全部基体。

[0168] 制品的修整按传统方式进行,以去除齿龈,并可接近限界区域,用于齿冠设计。注意,对于制品的传统修整,没有可获得的信息,该信息不存在于印模中。从而修整可实际进行 1202,由于受控环境导致均匀改进品质。虚拟修整可通过选择在模型上裁减掉的区域来进行。进行此选择的一种方式是通过把例如云形(spline)的弧形设置在与限界线对应的表面部分上。修整然后通过限界线去除表面并使人造表面 1701、1802 把限界线连接到模型 1802 和/或制品 1701 其余部分上。在许多情况下,优选的是,还由形成用于制造模型的基体的相同模型制造齿冠和/或修复的牙齿、齿桥等等。通过这种方式,牙齿可由三维模型制造,同时可在物理上勘测交互作用。

[0169] 模型 1A01 一般地切断为单独的制品,以能够使牙科医师容易接近牙冠并操作,参见图 1a。切断件的一体部分是安置系统,以便单独的切断件可从模型中移开,并插回到模型中,保持原始位置。一般地,定位装置是固定到切断件上并且精确地嵌入到基体内的销钉。其他实例包括螺钉、螺栓、带有或者不带螺纹的钻孔以及按钮。优选的是,定位装置装在由如下所述切断而形成的任何切断件中。

[0170] 通过利用如图 16 中示出的平面切口,虚拟切断 1603 可复制传统的锯开断件。销钉 1700 因此能被添加,投送利用 CAD 模型的布尔加减,形成对应孔 1604。然而,例如利用布尔函数,虚拟方法能够使形成更先进以及可选择的一体切断和定位装置 1800。由于 CAD 设计过程的灵活性,几乎任何形状都可用于切断和定位,例如圆柱形、三角形、球体、圆锥体 1800 或者这些形状的组合。用于方便移去和定位的把手 1801 还可以利用布尔函数形成。

[0171] 在图 19 中示出了安装在标准咬合架 1901 上的制造模型 1900 的实例。该模型利用 3D 印刷制造。

[0172] 还可添加用于牙科项目的另外结构。此结构可以是完整或者局部的牙科物品或者与牙科物品的接口。一个重要的实例是作为模型一部分直接印刷植入物/模拟物,从而涉及的结构,例如定制的对接件或者上部结构可直接安装在模型上。对于困难的植入物结构,

或者由于材料要求,可优选地添加用于植入物 / 模拟物的接口,例如槽,从而在后面植入物 / 模拟物可安装在制造的模型上。其他牙科物品的实例是固定件、锁定系统、其他齿冠 / 齿桥外观支撑结构。

[0173] 尽管本文涉及牙印模扫描,然而对于本领域技术人员显而易见的是,相同的方法和系统可用于其他类型口腔区域的扫描图中,例如石膏模型的传统 3D 扫描图,除了部分或者整个齿冠制造外,还可以根据如上所述方法制造定制的修复对接件。

[0174] 参考文献

[0175] 第 6,579,095 号美国专利(配合部分扫描和配准方法)

[0176] Brian Curless 和 Marc Levoy:“Better optical triangulation through spacetime analysis(通过时空分析进行的良好光学三角测量)”,有关计算机显示的国际会议,波士顿,马萨诸塞州,1995 年 6 月 20-23 日。

[0177] P. J. Besl 和 N. D. McKay:“A method for Registration of 3-D Shapes(一种 3-D 形状的配准方法), IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intel, 1992 年 2 月, (第 14 卷第 2 号) 第 239-256 页。

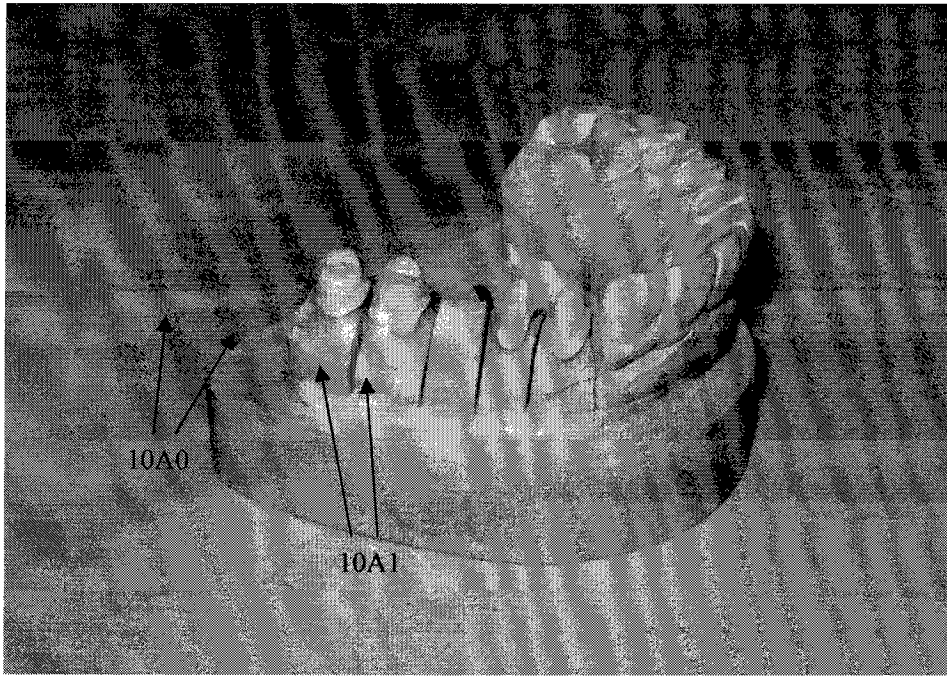


图 1a

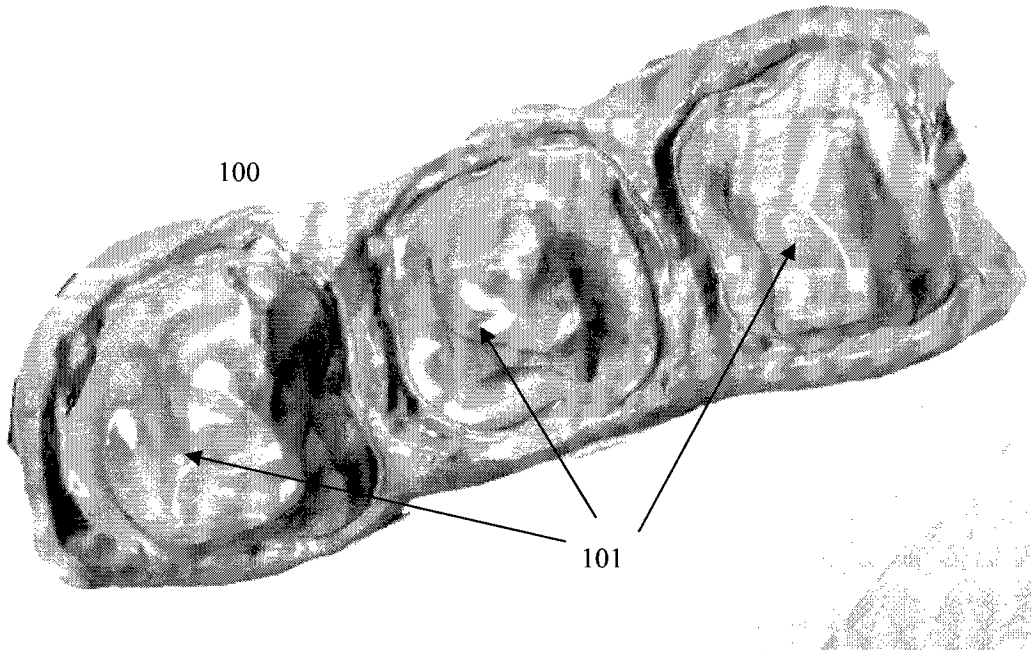


图 1b



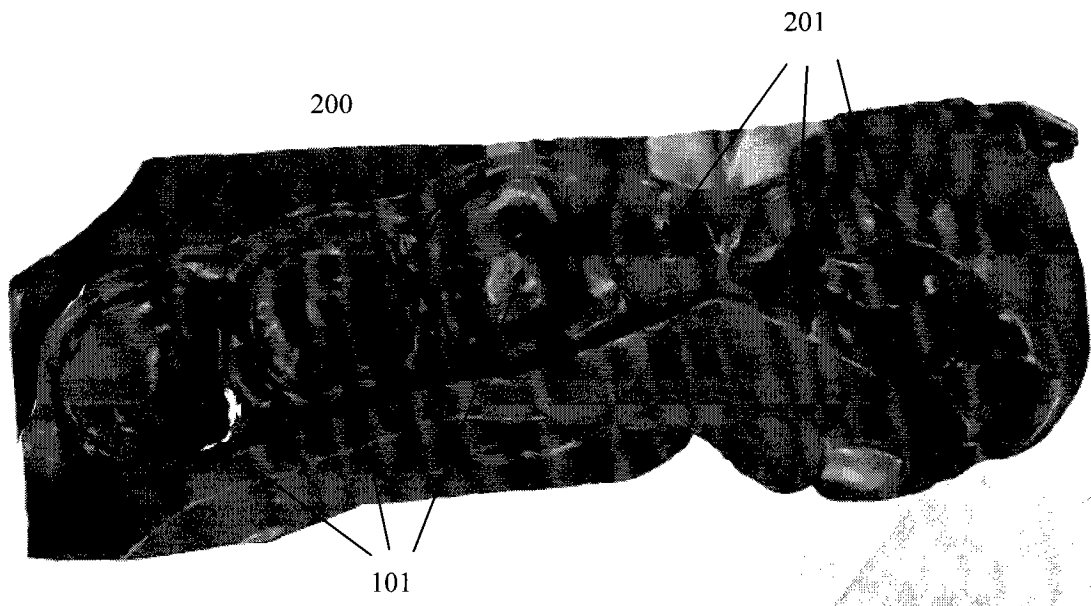


图 2

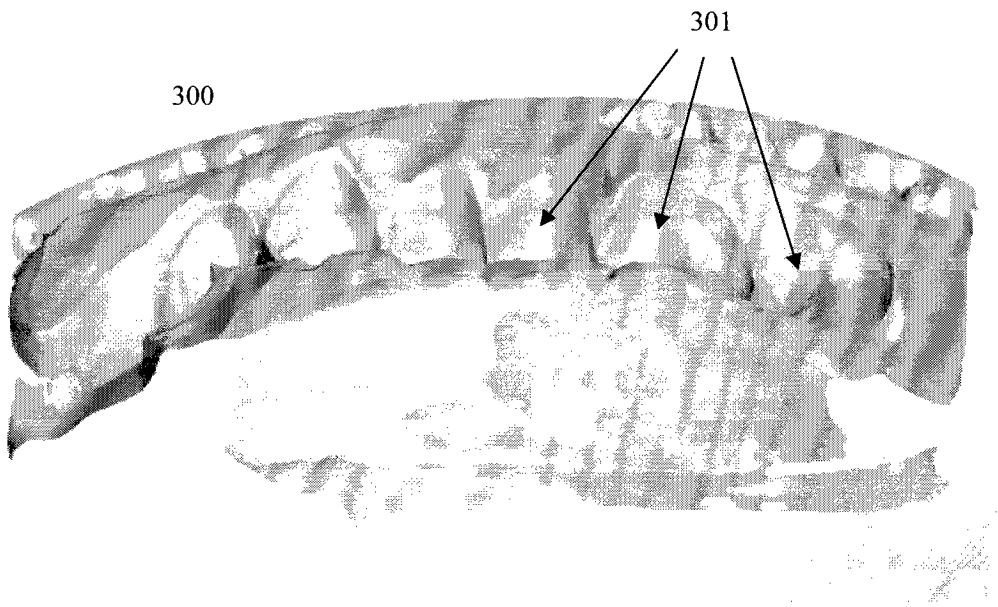


图 3

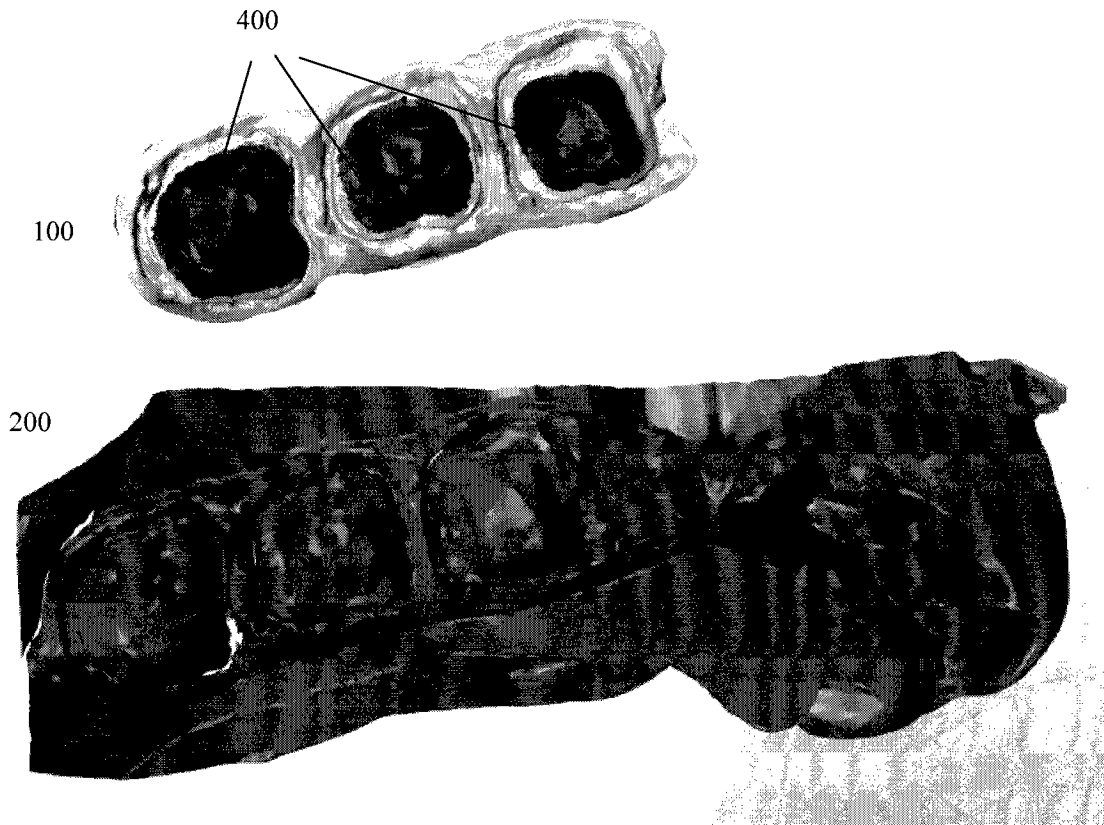


图 4



图 5

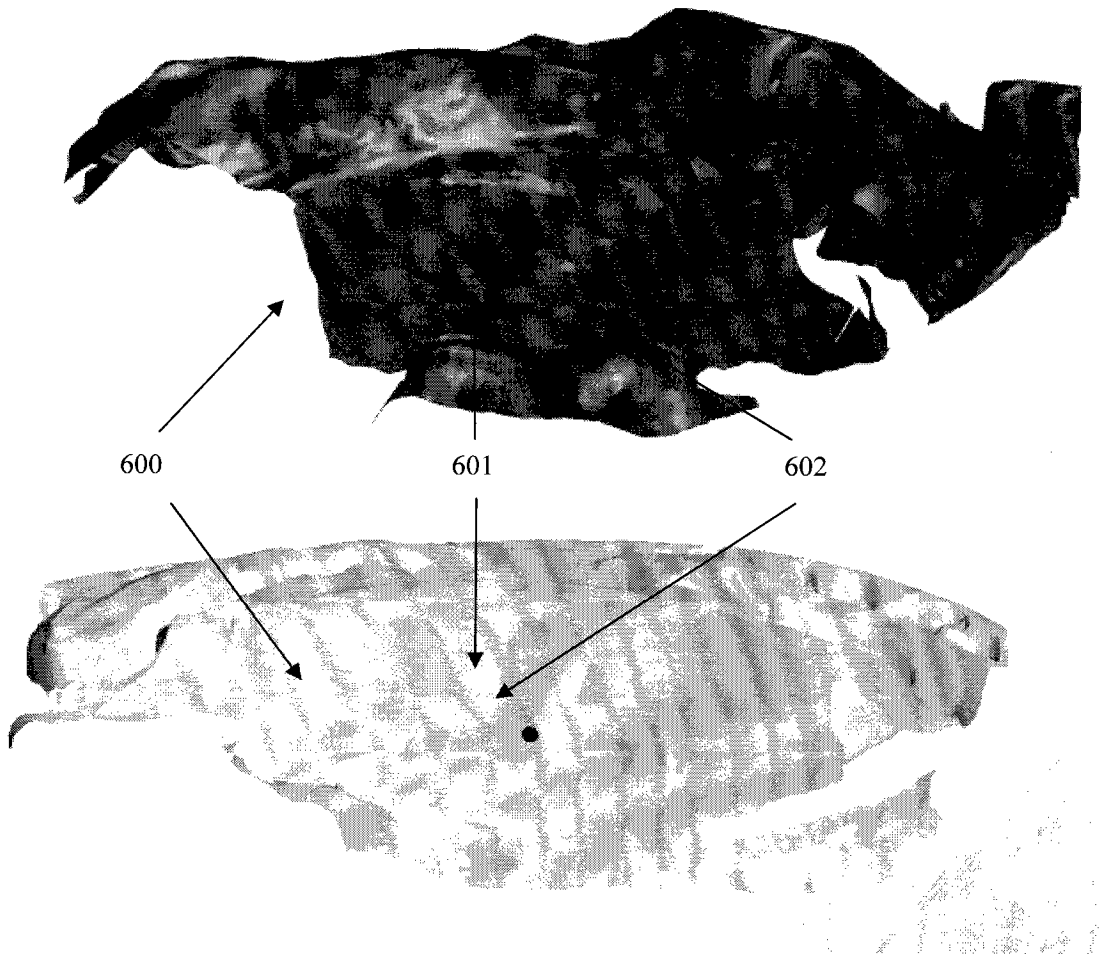


图 6



图 7

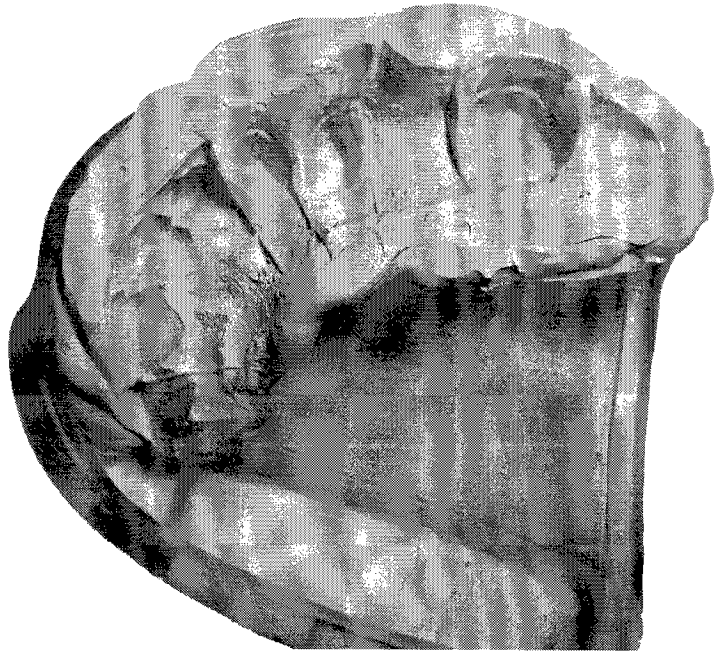


图 8



图 9a

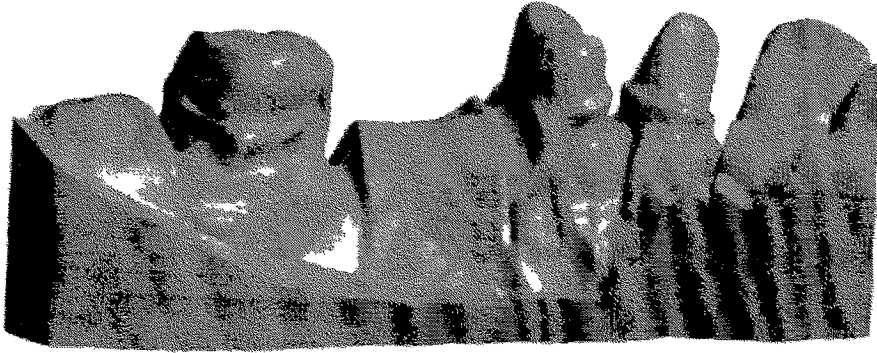


图 9b

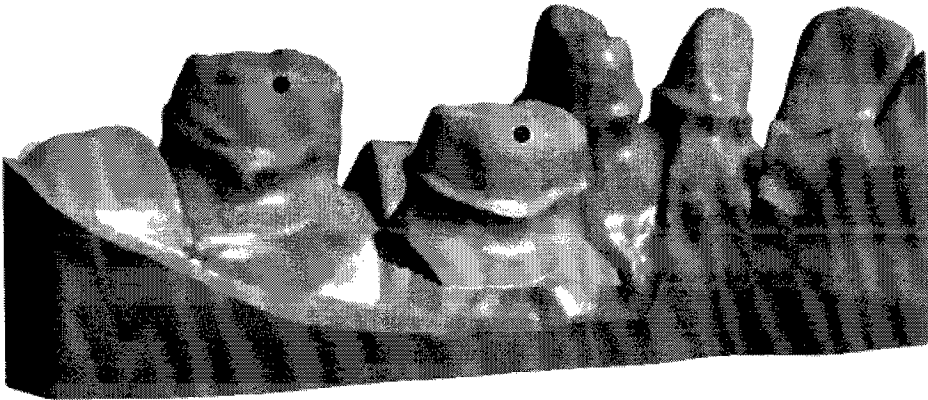


图 9c

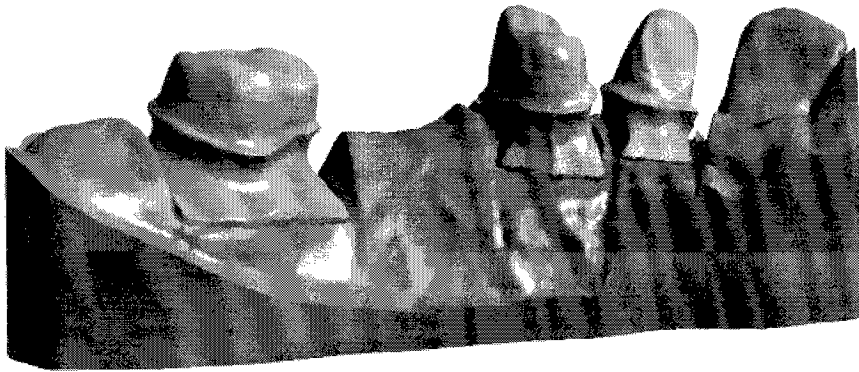


图 9d

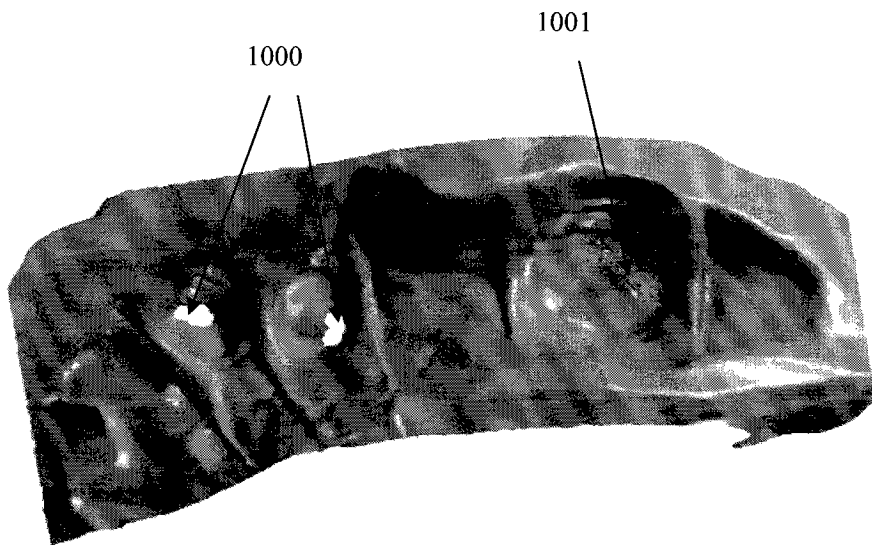


图 10a

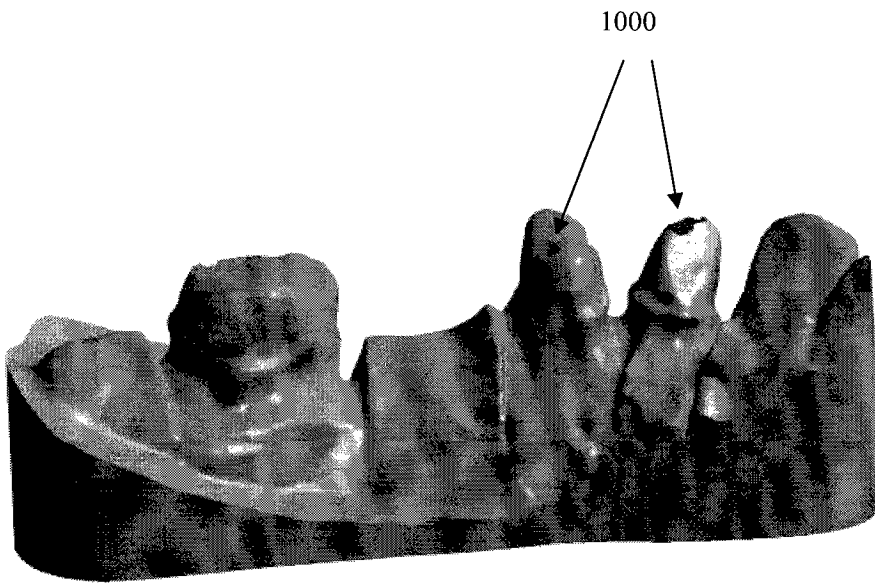


图 10b

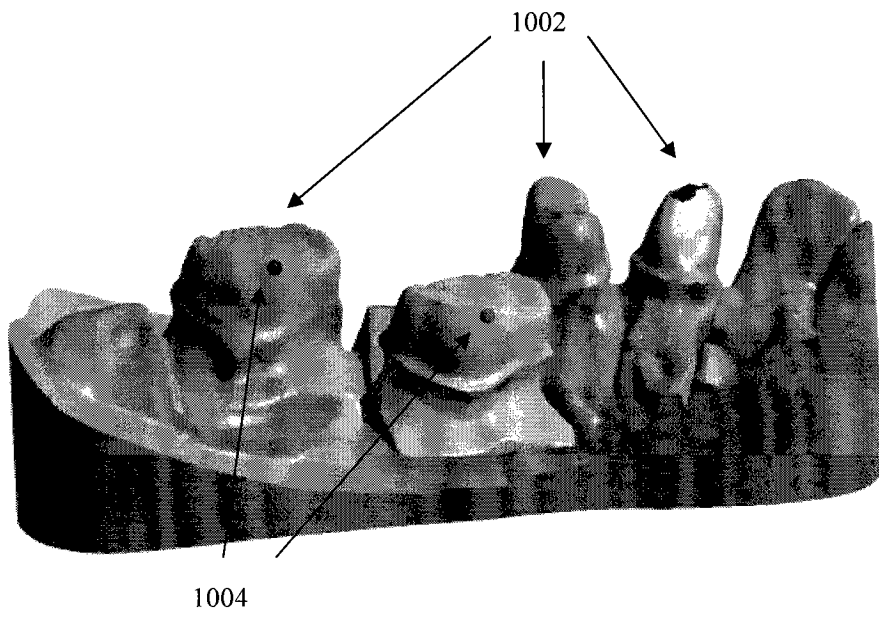


图 10c

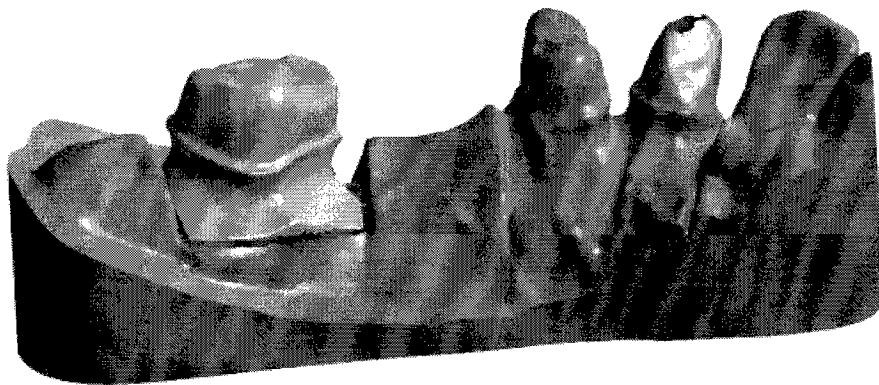


图 10d

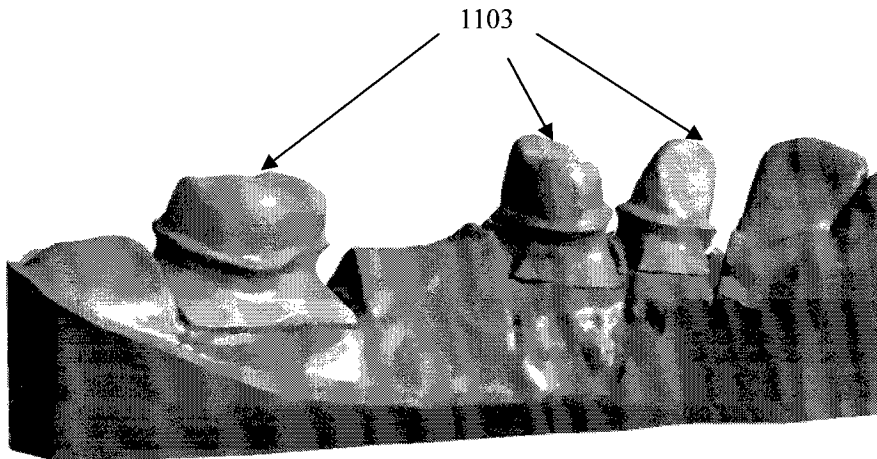


图 10e

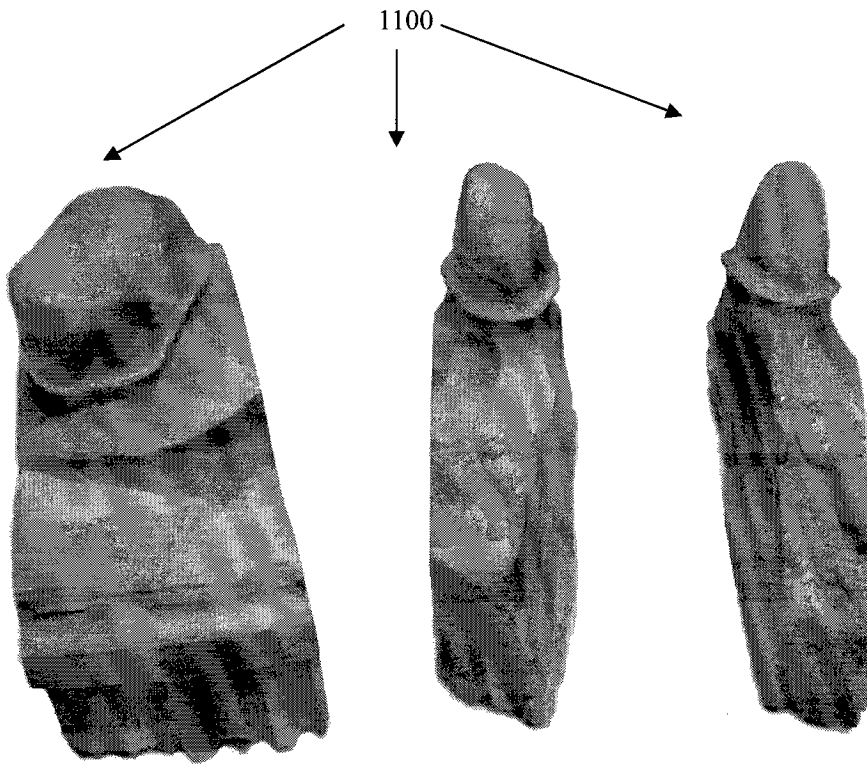


图 11a



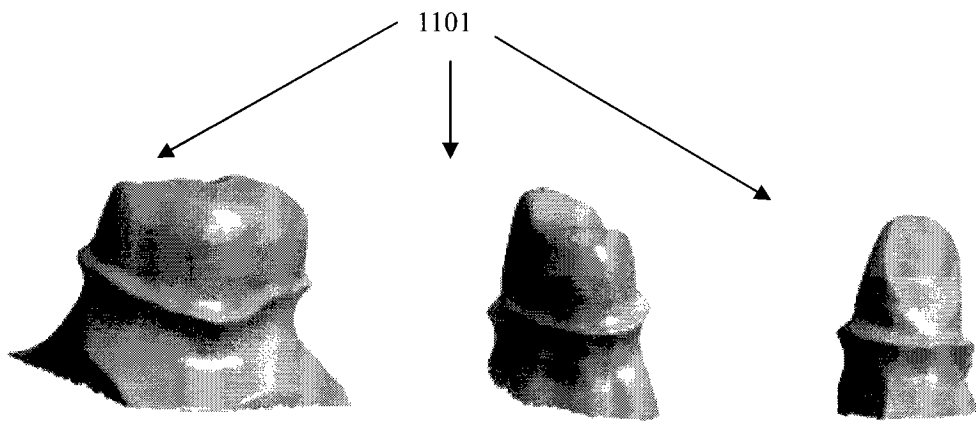


图 11b

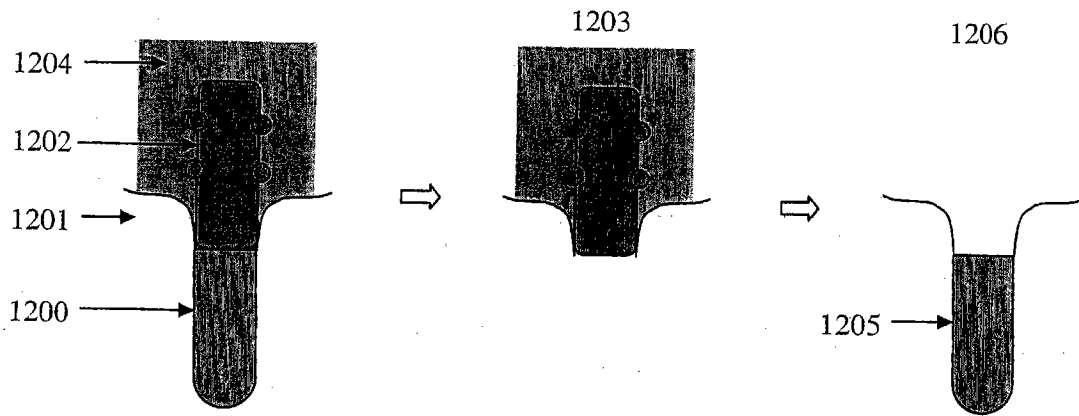


图 12

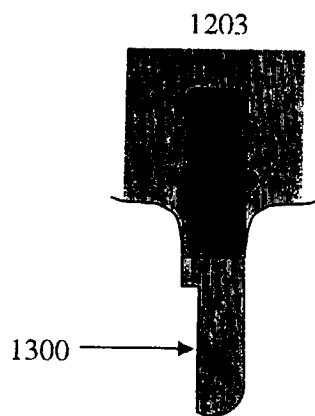


图 13

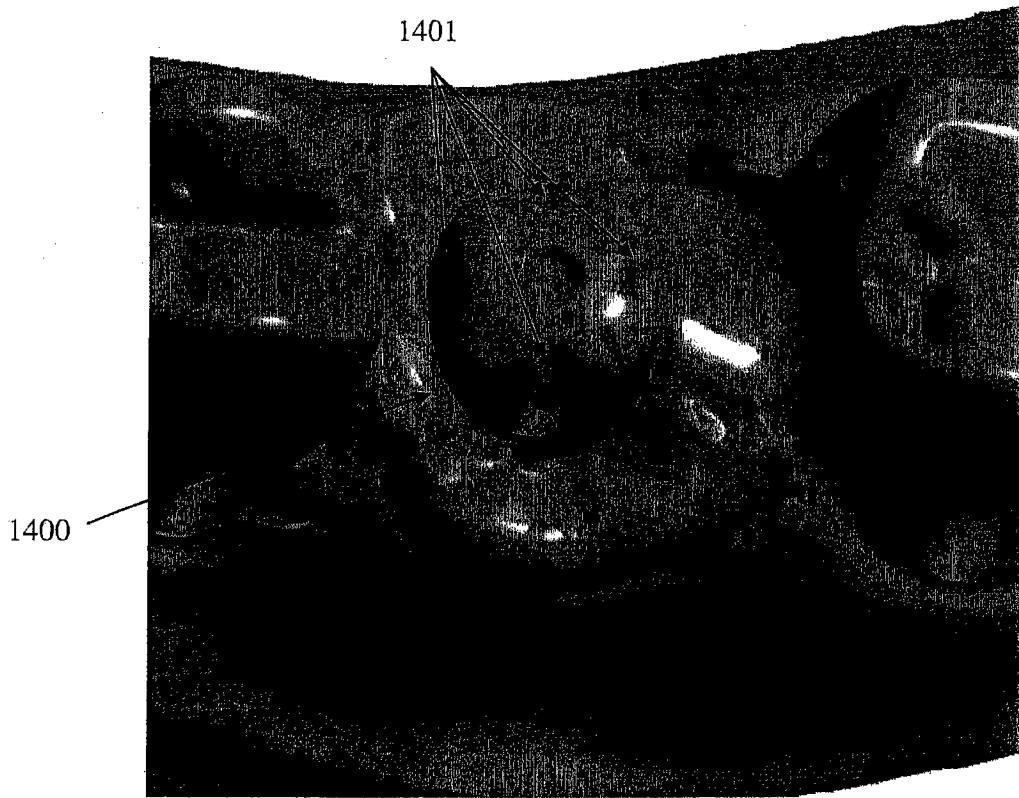


图 14

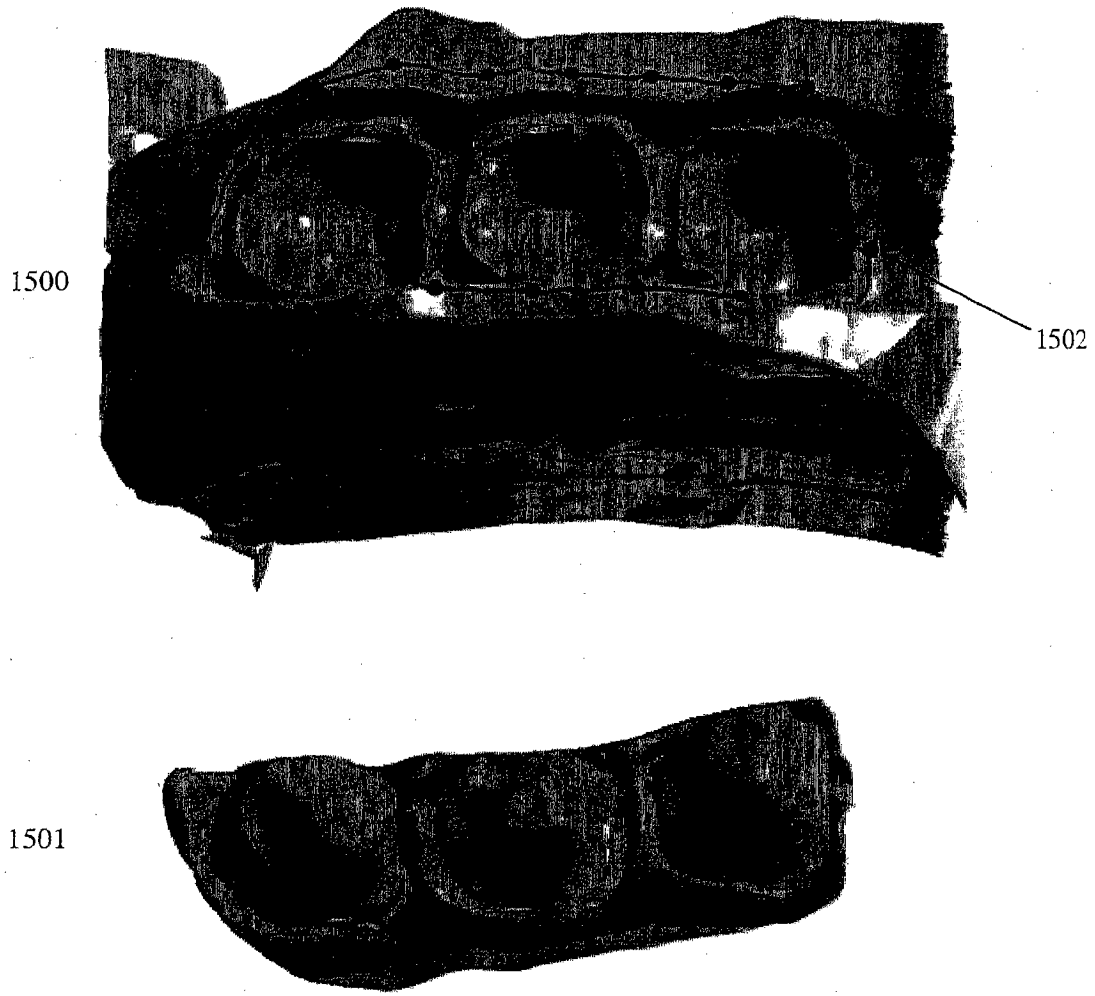


图 15

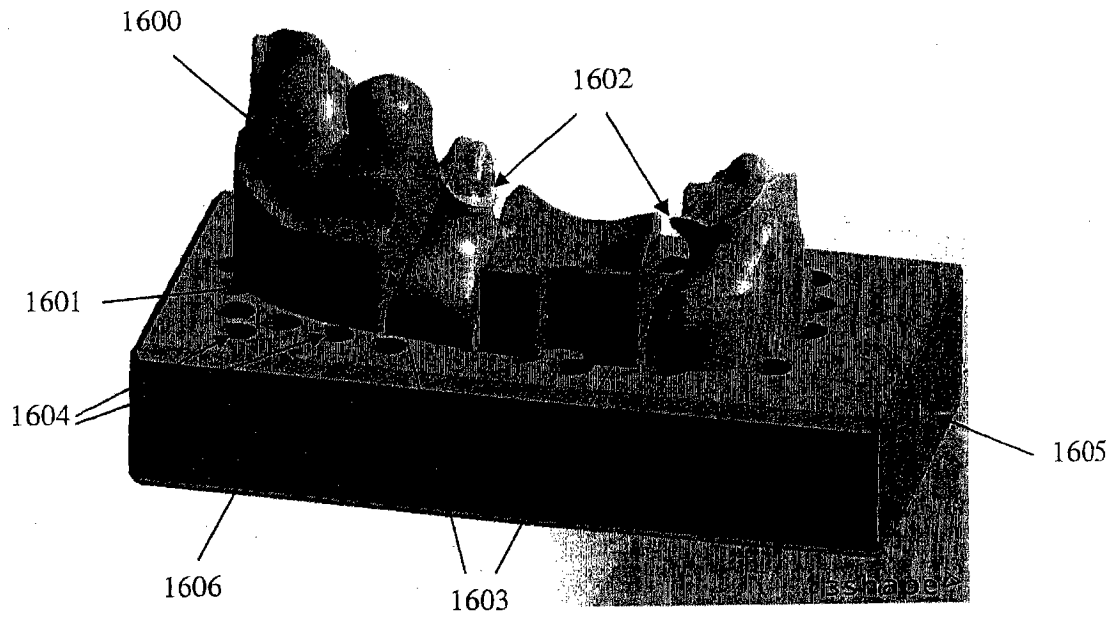


图 16

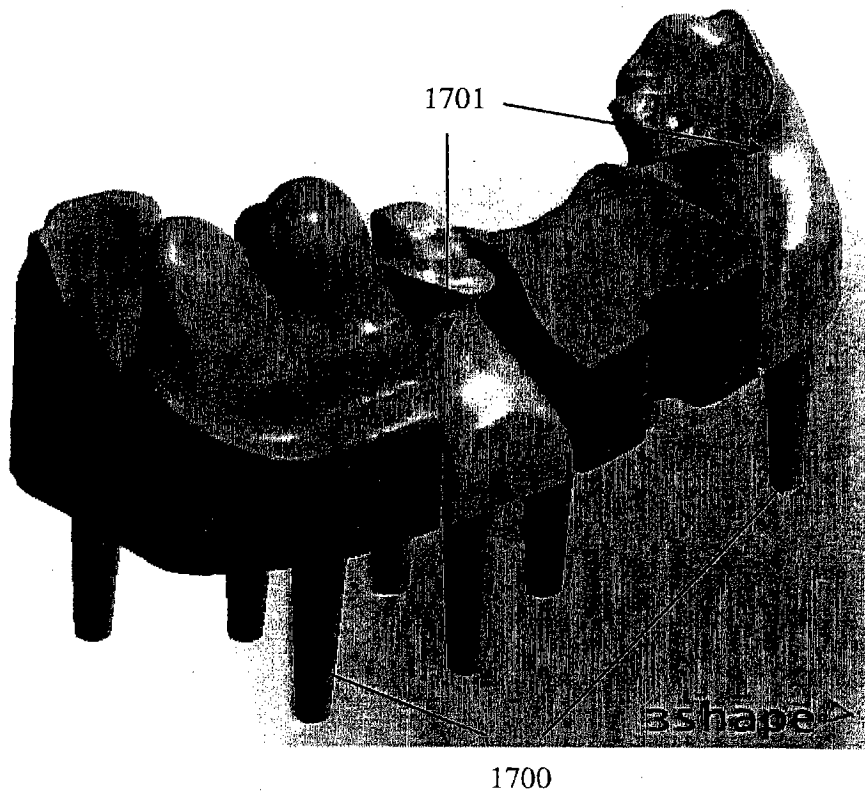


图 17

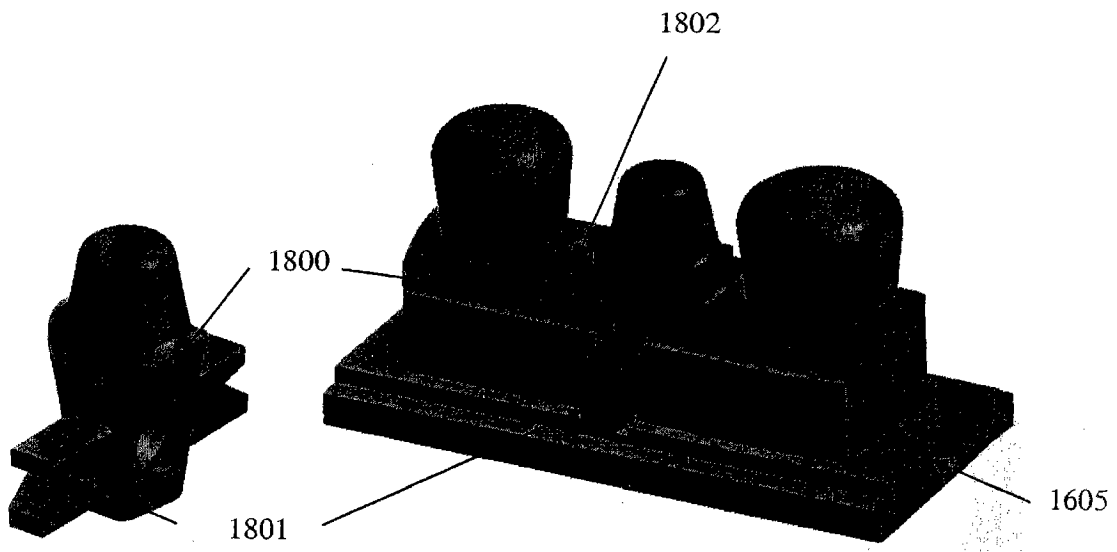


图 18

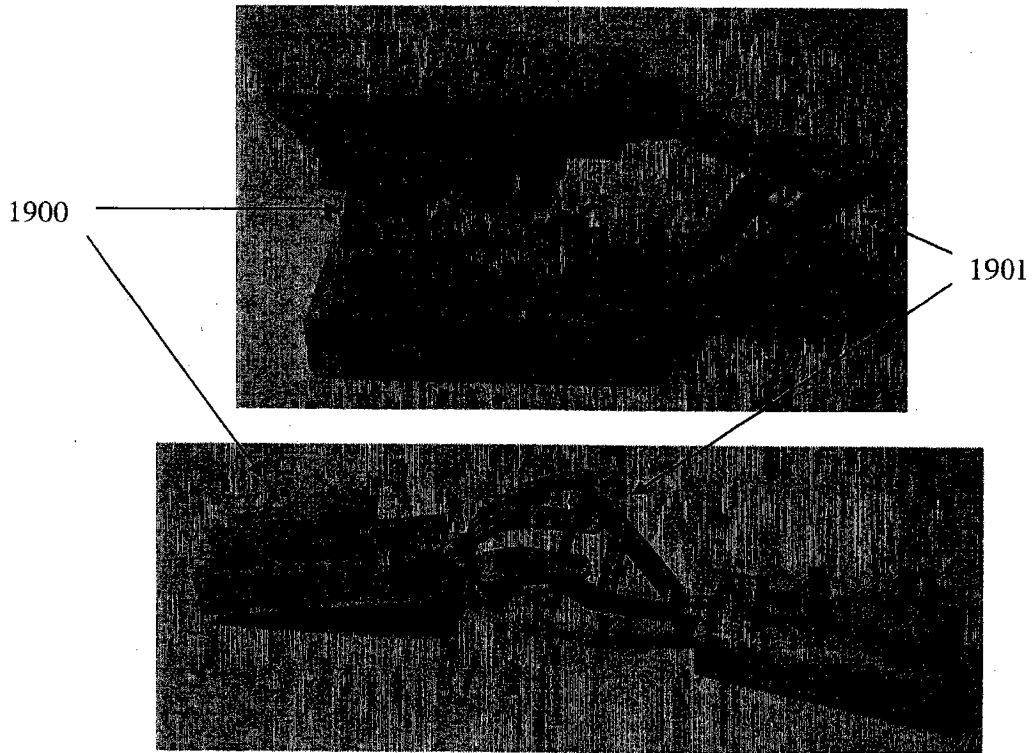


图 19