(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년01월11일
(11) 등록번호 10-2487945
(24) 등록일자 2023년01월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61C 1/08 (2006.01) *A61B 17/00* (2022.01)
A61B 34/10 (2016.01) *A61C 8/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61C 1/082 (2013.01)
A61B 34/10 (2016.02)
(21) 출원번호 10-2019-7011853
(22) 출원일자(국제) 2017년09월27일
심사청구일자 2020년09월25일
(85) 번역문제출일자 2019년04월24일
(65) 공개번호 10-2019-0058577
(43) 공개일자 2019년05월29일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/074565
(87) 국제공개번호 WO 2018/060296
국제공개일자 2018년04월05일
(30) 우선권주장
16190965.0 2016년09월27일
유럽특허청(EPO)(EP)
(56) 선행기술조사문헌
US20110217667 A1*
JP2010119465 A*
US20040146830 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
덴츠플리 임플란츠 엔.브이.
벨기에 비-3500 하셀트 리써치 캠퍼스 10
(72) 발명자
마쥘 조
벨기에 3800 신트 트루이덴 그레펜스몰렌베크 152
폴스쮈 바우터
벨기에 1320 암므 밀 뤼 드 투힌느 40
무위레르트 도미니크
벨기에 3071 코르텐베르크 레우펜세스틴베크 638
(74) 대리인
양영준, 김윤기

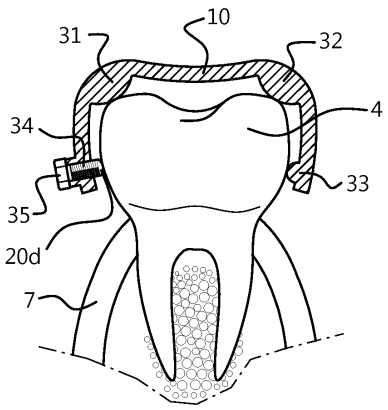
전체 청구항 수 : 총 18 항 심사관 : 양성연

(54) 발명의 명칭 **안내형 임플란트 치세공품용 수술 형판의 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치**

(57) 요 약

치과용 임플란트의 배치와 같은 수술 절차에서 보조하도록 의도된, 수술 형판 및 그 제조 방법으로서, 수술 형판을 그 지지 표면 상에 배치하는 것이 제한된 수의 접촉 특징부의 이용을 통해서 달성되고, 그러한 접촉 특징부는, 지지 표면에 대한 수술 형판의 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄 배치가 접촉 점에 의해서 달성되도록, 위치된다.

대 표 도 - 도5d



(52) CPC특허분류
A61C 1/084 (2013.01)
A61C 8/009 (2013.01)
A61B 2017/00526 (2013.01)
A61B 2034/105 (2016.02)
A61B 2034/108 (2016.02)

명 세 서

청구범위

청구항 1

구강내 공동의 일부에 의해서 형성된 3D 지지 표면에 피팅하기 위한 치과 수술 형판이며,

본체를 갖는 수술 형판은, 하나 이상의 치과 기구를 안내하기 위한 하나 이상의 안내 특징부 및 적어도 7개의 접촉 특징부의 세트를 포함하고,

각각의 접촉 특징부는 점 대 면적 접촉부인 점 접촉부로써 3D 지지 표면의 강성 부분과 접촉되도록 구성되며, 각각의 점 접촉부는 단일 점 접촉부에서 3D 지지 표면의 강성 부분과 접촉되도록 구성되며,

본체는 접촉 특징부의 세트 및 하나 이상의 안내 특징부를 단일 부품으로 연결하며,

접촉 특징부의 세트를 갖는 치과 수술 형판은, 수술 형판이 3D 지지 표면 상에 설치될 때 3D 지지 표면과 협력하여 형태-폐쇄를 달성하도록 구성되고, 그에 의해서 본체는 3D 지지 표면과 접촉되지 않도록 구성되고, 하나 이상의 접촉 특징부가 3D 지지 표면의 강성 부분 상으로 스냅되어 형태 폐쇄를 위한 조건을 만족할 수 있게 하도록 수술 형판의 일시적 변형을 통한 클램핑 메커니즘을 갖고,

형태-폐쇄는, 3D 지지 표면의 변형이 없이 또는 수술 형판의 본체와 관련한 접촉 특징부의 위치의 변위를 포함하는 수술 형판의 변형이 없이, 형판에 작용하는 임의의 외부 힘에 의해서 수술 형판이 3D 지지 표면으로부터 임의의 방향으로 제거될 수 없는 조건이고,

상기 외부 힘은 힘 크기, 힘 방향 및 힘 위치의 임의 조합인, 수술 형판.

청구항 2

제1항에 있어서,

적어도 6개의 접촉 특징부가 피동적 위치결정부 접촉 특징부이고, 적어도 1개의 접촉 특징부가 능동적 클램핑 접촉 특징부인, 수술 형판.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

점 접촉부가, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부인, 수술 형판.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

점 접촉부가 0의 면적의 접촉부인, 수술 형판.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,

3D 지지 표면의 강성 부분이, 턱뼈, 자연적 치열 또는 치과 복원부의 일부, 제거 가능 의치, 고정된 의치, 충진물, 베니어링, 또는 그 생체외 사본에 상응하는, 수술 형판.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,

적층 제조 기술, 주조 및 밀링 중 적어도 하나로 제조된, 수술 형판.

청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

적층 제조 기술 및 CNC 밀링의 조합으로 제조되며, 물리적 접촉 특징부의 최종 형상 및 위치가 CNC 밀링 단계에 의해서 얻어지는, 수술 형판.

청구항 8

제7항에 있어서,

CNC 도구가 위치를 결정할 수 있게 하는 기준 특징부를 포함하는, 수술 형판.

청구항 9

제1항 또는 제2항에 있어서,

치과용 임플란트의 배치, 마킹의 전사, 또는 턱뼈의 감소 또는 레벨링의 보조에서 이용하기 위한 환자 특이적 수술 형판인, 수술 형판.

청구항 10

제1항 또는 제2항에 있어서,

치과용 임플란트를 위한 절골부를 준비하는 것, 그리고 수술전 계획에 따라 치과용 임플란트를 배치하는 것의 보조에서 이용되는 환자 특이적 수술 형판인, 수술 형판.

청구항 11

제10항에 있어서,

수술전 계획이, CT 또는 CBCT 또는 MRI 또는 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝된 화상인, 환자의 해부조직의 화상을 포함하는, 수술 형판.

청구항 12

제1항 또는 제2항에 있어서,

안내 특징부가, 절골술에서 또는 마킹 전사에서 이용되는 수술 도구의 안내를 위해서 수술 형판 내에 제공되는, 수술 형판.

청구항 13

제12항에 있어서,

절골부가 뼈 공동 또는 뼈 감소부 또는 레벨링인, 수술 형판.

청구항 14

제1항 또는 제2항에 있어서,

하나 이상의 수술 구성요소를 동작 위치로 가져가기 위해서, 하나 이상의 수술 구성요소가 안내 특징부 내로 또는 안내 특징부를 통해서 삽입될 수 있는, 수술 형판.

청구항 15

제14항에 있어서,

하나 이상의 수술 구성요소가,

드릴 및 임플란트 배치 기구 중의 하나 또는 둘 다, 또는

임플란트 홀더, 또는

턱뼈의 감소 또는 레벨링을 위한 절골기, 또는

미리 규정된 위치에서 후속 수술 개입을 위한 준비에서 구내 마킹을 마킹하기 위한 마킹 장치인, 수술 형판.

청구항 16

3D 지지 표면에 피팅되어서 지지되는 수술 형판을 제조하는 방법이며, 3D 지지 표면은 사람의 구강내 공동의 일부에 의해서 형성되고, 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 본체에 의해 단일 부품으로 연결되는 제한된 세트의 접촉 특징부를 가지며, 수술 형판이 3D 지지 표면에 피팅될 때 수술 형판 및 3D 지지 표면이 협력하여 형태-폐쇄를 달성하는, 방법이며,

CT 또는 CBCT 또는 MRI로부터 또는 생체외 모델의 광학적 스캔 또는 광학적 구내 스캔으로부터 선택된 부피 스캐닝 방법을 통해서 획득되고 의료 화상으로 기록된, 환자의 해부조직의 화상을 포함하는 수술전 계획을 획득하는 단계와,

3D 지지 표면에 피팅되어서 지지되는 수술 형판의 디지털적 버전을 생성하는 단계와,

적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 접촉 특징부를 수술 형판 내에 제공하는 단계로서, 이에 의해 본체가 3D 지지 표면과 추가로 접촉하지 않고, 접촉 특징부가 점 대 면적 접촉부인, 단계와,

수술 형판이 3D 지지 표면에 피팅될 때, 형태 폐쇄를 달성하기 위해서 3D 지지 표면과 협력할 수 있는 능력과 관련하여 수술 형판을 평가하는 단계로서, 형태-폐쇄는, 3D 지지 표면의 변형이 없이 또는 수술 형판의 본체와 관련한 접촉 특징부의 위치의 변위를 포함하는 수술 형판의 변형이 없이, 형판에 작용하는 임의의 외부 힘에 의해서 수술 형판이 3D 지지 표면으로부터 임의의 방향으로 제거될 수 없는 조건이고, 상기 외부 힘은 힘 크기 및 힘 방향 및 힘 위치의 임의 조합인, 단계와,

적층 제조 또는 주조 또는 밀링 또는 그 조합에 의해서 수술 형판을 제조하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 17

3D 지지 표면에 피팅되어서 지지되는 수술 형판을 제조하는 시스템이며, 3D 지지 표면은 사람의 구강내 공동의 일부에 의해서 형성되며, 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 본체에 의해 단일 부품으로 연결되는 제한된 세트의 접촉 특징부를 가지며, 접촉 특징부는 면적 대 점 접촉부이고, 수술 형판이 지지 표면에 피팅될 때 수술 형판 및 3D 지지 표면이 협력하여 형태-폐쇄를 달성하는, 시스템이며,

CT 또는 CBCT 또는 MRI 스캐너 또는 광학적 스캐너로부터 선택된 부피 스캐너 및 스캐닝된 의료 화상을 기록하기 위한 수단과,

수술전 계획으로부터의 환자의 해부조직의 화상을 디스플레이하고, 3D 지지 표면에 피팅되어서 지지되는 수술 형판의 디지털적 버전을 생성하고, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여 제한된 세트의 접촉 특징부를 수술 형판 내에 제공하고 이에 의해 본체가 3D 지지 표면과 추가로 접촉하지 않게 하고, 하나 이상의 접촉 특징부가 3D 지지 표면의 강성 부분 상으로 스냅되어 적어도 형태 폐쇄를 위한 조건을 만족할 수 있게 하도록 수술 형판의 일시적 변형을 통한 클램핑에 의해 수술 형판이 지지 표면에 피팅될 때, 형태 폐쇄를 달성하기 위해서 3D 지지 표면과 협력할 수 있는 능력과 관련하여 수술 형판을 평가하기 위한 컴퓨터와,

수술 형판을 제조하기 위한 적층 제조 또는 주조 또는 밀링 기계 또는 그 조합을 포함하는, 시스템.

청구항 18

수술 형판을 디지털적으로 설계하기 위해서 컴퓨터 시스템을 이용하여 제조를 위한 수술 형판을 준비하는 방법이며,

1) 점 대 면적 접촉부로 3D 지지 표면의 제1 디지털적 표상에 접촉하는 접촉 특징부의 세트를 제공하는 단계로서, 3D 지지 표면의 제1 디지털적 표상이 사람의 구강내 공동의 일부에 의해서 형성되는, 단계와,

2) 치과용 기구를 위한 하나 이상의 안내 특징부의 제2의 디지털적 표상을 제공하는 단계와,

3) 3D 지지 표면과 접촉되지 않고 접촉 특징부의 세트 및 하나 이상의 안내 특징부를 단일 부품으로 연결하는 본체의 제3의 디지털적 표상을 제공하는 단계로서, 접촉 특징부의 세트의 위치가 3D 지지 표면의 제1의 디지털적 표상 상의 적어도 7개의 공간적 위치를 먼저 수학적으로 결정하는 것에 의해서 컴퓨터 시스템에 의해 달성되고, 점 접촉부는 수술 형판과 3D 지지 표면 사이에서 발생되고, 접촉 특징부의 세트의 위치는 수학적 알고리즘을 통해서 컴퓨터 시스템에 의해서 결정되며, 수학적 알고리즘은, 수학적 형태-폐쇄 조건에 대해서, 3D 지지 표

면의 제1의 디지털적 표상 상의 위치의 세트 및 3D 지지 표면의 제1의 디지털적 표상에 대한 위치의 각각의 법선 방향을 평가하고, 수술 형판의 접촉 특징부의 세트는, 특징부가 정확하게 이러한 위치에서 0의 면적의 점 접촉부로 3D 지지 표면의 제1의 디지털적 표상과 접촉되게 하는, 단계를 포함하는, 방법.

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수술 형판, 그 제조 방법 및 그 설계 방법에 관한 것으로서, 그에 의해서 수술 형판은 반복 가능한 형태-폐쇄 또는 힘-폐쇄 배치를 갖는다. 본 발명은 또한, 반복 가능한 형태-폐쇄 또는 힘-폐쇄 배치를 가지는 생산된 수술 형판의 화상뿐만 아니라 치과용 임플란트와 같은 수술 형판의 설계를 보조할 수 있는 소프트웨어 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 치과용 수술 형판은 수술에서 예를 들어 치과용 임플란트 배치의 보조에서 이용하기 위한 맞춤형으로 제조되는 장치이다. 더 구체적으로, 수술 형판은 의도된 사용자 치과용 임플란트를 위한 절골술(osteotomy)을 준비하는 것을 돕기 위한, 그리고 의도된 사용자가 수술전 계획(pre-operative plan)에 따라 치과용 임플란트를 배치하는 것을 돕기 위한 것일 수 있다. 수술 형판은 바람직하게 환자 특이적 방식으로 준비되고, 즉 이는 각각의 환자의 해부조직에 대해서 특정된 치수를 갖는다.

[0003] 통상적인 치과용 수술 형판은 구강내 공동 내의 그 지지 표면에 대항하여(against) 완전히 접촉되거나 완전히 색인화되는데(indexed), 이는 그 접촉 표면이 지지 표면의 음각(negative)을 기초로 하기 때문이다. 지지 표면 상에서 지지하는 수술 형판의 면적 내의, 원래의 지지 표면과 관련된, 편차는 지지 표면 상에서의 수술 형판의 부정확한 배치를 초래할 것이다.

[0004] 도 1a는 치열(1)의 치아(4) 또는 치육(7)의 지지 표면과의 완전 접촉에 완전히 의존하는 통상적인 플라스틱 수술 형판(5)을 도시한다. 도 1b는, 안내 특징부(전형적으로 부싱(14))가 조립되는, 예를 들어 형판(5)의 본체 내로 삽입되는 위치에서 도 1a에 도시된 바와 같은 통상적인 수술 형판(5)을 통한 개략적 횡단면을 도시한다. 수술 형판(5)의 본체는, 부분적으로, 그 지지를 위해서 연속적이고, 완전한 접촉을 초래하는 치열(1)의 지지 표면의 음각이다. 도 1b의 예에서 지지 표면의 적어도 일부가 치육(7)으로서 도시된 반면, 도 1a에서 지지 표면은 치아(4)와의 완전 접촉으로 도시되어 있다. 도 1b에 도시된 바와 같이, 부싱(14) 아래의 공간(8)은 양 측면 상에서 바로 아래의 치육(7)까지 형판(5)에 의해서 각각의 측면이 덮이고, 그에 따라 제안되는 임플란트 장소(6)는 치과의사에게 보이지 않는다. 또한, 드릴이 부싱(14)을 통해서 삽입되고 임플란트의 수용을 위한 보어를 드릴링하기 위해서 이용될 때 드릴 동작을 위한 관개(irrigation)를 제공할 수 있는 가능성이 제한되는데, 이는 형판(5)에 의해서 임플란트 장소가 가려지기 때문이다. 도 2 및 또한 도 2에서 기지의(known) 수술 형판을 통한 횡단면이 도시되어 있고, 수술 형판의 본체는 적어도 부분적으로 완전 접촉을 초래하는 지지 표면의 음각이다. 도 2 및 도 3에서, 지지 표면은 치아(4) 그리고 또한 치육(7)이다. 도 2에서, 형판(5)은 치아(4) 및 치육(7)의 표면의 대부분에 의해서 지지된다. 도 3에서, 형판(5)은 치아(4) 및 치육(7)의 표면의 일부에 의해서 지지된다. 치육이 압축될 수 있음에 따라, 형판의 위치 및 배향이 수술 중에 변화될 수 있다.

[0005] 치과용 임플란트의 배치를 보조하기 위해서 이용되는 통상적인 수술 형판은, 형판을 지지 표면 상으로 가압하는 손가락을 통해서, 또는 미리-드릴링된 절골부에서 나사 또는 핀을 이용하여 형판을 턱뼈에 고정하는 것을 통해서, 수술 중에 제 위치에서 유지된다. 수술 형판을 제 위치에서 수작업으로 유지하는 것은 수술 동작에 복잡성을 부가하는데, 이는 그러한 것이 부가적인 보조, 즉 '여분의 손'을 필요로 하기 때문이고, 이는 또한 보다 제한된 동작 자유 및 보다 제한된 구강내 가시성을 초래할 수 있다. 미리-드릴링된 절골부에서 고정 나사 또는 고정 핀을 이용하여 수술 형판을 고정하는 것은 부가적인 침습적 양태를 수술에 부가한다.

[0006] "Custom linkable imaging and multifunctional tray"라는 명칭의 미국 특허 9,226,801 B2는, 구강내 해부조직의 강성 부분의 디지털적 표상으로부터 설계되고 별개의 접촉 특징부의 세트 내에서 구강내 해부조직과 접촉되는, 수술 형판일 수 있는 트레이를 언급한다. 그러나, 그러한 특허에서 설명된 이러한 접촉 특징부의 형상은 특정적으로 형성되지 않고, 비록 접촉 면적이 제한되지만, 본질적으로 연속적일 수 있다. 연속적인 면적에 걸친 접촉은, 불완전한 스캐닝 또는 제조를 초래할 수 있는 간섭 변형부 또는 돌출부에 민감할 수 있다. 또한, 이러한 접촉 표면의 위치는 이제까지 제조 전에(즉, 디지털적 설계 중에) 특정 수학적 조건(예를 들어, 형태-폐쇄 조건)에 대한 평가의 대상이 되지 않고, 형판의 상단 벽으로부터 연장되는 접촉 특징부 및 형판의 측방향 벽으로부터 연장되는 적어도 하나의 접촉 특징부만을 요구한다. 이러한 특허는, 형판의 설치 및 제거 중에 구강 구조물이 이동되는 것을 방지하는 "왕복 접촉"을 갖는 실시예를 포함한다. 그러나, 이러한 왕복 접촉이 어떻게 달성되는지는 설명되어 있지 않고, 다시 말해서 부동화가 보장되도록 그 형상 및 위치가 구체적으로 규정되어 있지 않다.

[0007] 미국 특허출원 US2011/0066267 A1은, 환자의 구강내 해부조직의 강성 부분 상에서 지지하는 수술 드릴 안내부를 생성하는 방법을 설명한다. 바람직한 실시예에서, 수술 형판은, 안정화 삼각대 효과를 제공하기 위해서 적어도 3개(세개)의 치아 상에서 지지된다. 이러한 특정 실시예는, 특정의 외부 힘 조건에서만, 수술 형판이 지지 표면(치아) 상에서 안정적으로 유지되도록 보장한다. 예를 들어, 형판은, 수직 하향력이 인가될 때, 안정 위치에서 아마도 유지될 것이나, 측방향 또는 상향 힘이 형판에 인가될 때 더 이상 제 위치에서 유지되지 않을 것이다.

[0008] 국제 특허출원 WO 2014/040695 A1은 또한 수술전 계획에 따라 절골부를 생성하기 위한 수술 형판을 생산하는 방법을 설명한다. 환자의 구강내 구조물의 디지털적 표상이 수술 형판의 디지털적 설계를 위한 기초로서 이용된

다. 그러나, 수술 형판은 연속적인 방식으로 지지 표면과 접촉되고, 그에 따라 지지 표면의 경계를 넘지 않는다는 것을 제외하고, 미리 결정된 위치 조건을 따르지 않는다.

[0009] 미국 특허출원 2004/0146830은, 별개의 핀-형상의 접촉 선단부를 이용한 접촉 측정을 통해서 환자의 턱뼈의 표면 기하형태를 측정하기 위한 형판을 설명한다. 이러한 핀의 록킹(locking)을 통해서, 형판의 위치가 뼈 구조물 상에서 부동화될 수 있다. 실시예는, 절골부 생성을 위한 수술 형판 내로 렌더링(rendering)하는, 해당 형판에 부착되는 드릴 안내 특징부일 수 있다. 비록 이러한 특허출원이 별개의 접촉 점을 통해서 강성 구강내 구조물 상에서 수술 형판을 지지하는 것을 설명하지만, 이러한 접촉 점의 위치는 형판의 제조에 앞서서 결정되지 않는다. 형판의 위치가 제조 전에 결정되지 않기 때문에, 수술 기구를 위한 안내 특징부의 위치가 또한 수술 전에 결정되지 않고, 그에 의해서, 수술전 계획에 따른 수술 기구의 안내를 가능하게 하기 위한 절차가 복잡해진다. 그러한 장치는 또한 크기가 매우 크고, 이는 특히 어금니 위에서 많은 수직 공간을 차지한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 실시예의 양태에서, 치과용 수술 형판을 제조하기 위한 방법이 제공되고, 그러한 치과용 수술 형판은 치과용 임플란트의 배치와 같은 수술 절차의 보조에서 이용될 수 있고, 그에 의해서 수술 형판은 환자의 구강 해부조직 상에 또는 그 생체외 사본(vitro copy) 상에 배치될 수 있고, 예를 들어, 치과용 수술 형판은 구강내 구조물에 피팅될(fitted) 수 있고 그에 의해서 지지될 수 있으며, 수술 형판의 본체는, 구강내 구조물의 강성 부분과 관련하여, 구강내 구조물의 지지 표면과 접촉되는 점 접촉부인 적어도 7개의 접촉 특징부의 세트를 포함한다. 점 접촉부의 수가 8개, 7 내지 10개, 7 내지 12개, 7 내지 15개, 7 내지 20개, 또는 7 내지 30개일 수 있다. 점 접촉부는 점 대 면적 접촉부이고, 예를 들어, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 원통형 또는 피라미드형 형상의 점 접촉부일 수 있다. 점 접촉부는 "0의 면적의" 점 접촉부, 예를 들어 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 원통형 또는 피라미드형 형상의 점 접촉부일 수 있고, 여기에서 "0의 면적"은 디지털적으로 설계될 때 0 mm^2의 점 접촉부를 의미한다. 그러한 점 접촉부의 물리적 접촉 면적은, 전통적인 점 접촉 역학으로부터의 헤르쯔 모델(Hertz model)을 이용한 개산(approximation)에 의해서 계산될 수 있다. 이러한 점 접촉 특징부의 위치는 형판의 제조에 앞서서 결정되고, 다시 말해서 이는 그 디지털적 설계의 일부일 수 있다. 이러한 점 접촉 특징부의 위치는, 수술 형판이 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상에 설치될 때 형태-폐쇄 또는 힘 폐쇄를 달성하기 위해서 수술 형판 및 3D 지지 표면, 예를 들어 강성 3D 지지 표면이 협력하는, 수학적 조건과 일치될 수 있다. 형판을 지지하는 구강내 구조물의 표면은 이하에서, 바람직하게 강성 3D 지지 표면인, 3D 지지 표면으로서 함께 지칭된다. 본원에서 사용된 바와 같은 3D 지지 표면은, 환자 해부조직의 일부, 예를 들어 턱뼈, 치열, 잇몸 및 기타, 및/또는 환자에게 부착된 보철물, 예를 들어 치아, 설치된 임플란트, 고정되거나 제거 가능한 의치, 크라운 또는 브릿지 또는 다른 복원 요소, 충진물, 베니어링(veneering), 및/또는 그 생체외 사본과 관련될 수 있다. 형태-폐쇄는, 지지 표면의 변형이 없이 또는, 수술 형판의 본체와 관련한 접촉 특징부의 위치의 변위를 포함하는, 수술 형판의 변형이 없이, 형판에 작용하는 임의의 외부 힘, 즉 힘 크기/힘 방향/힘 위치의 임의 조합에 의해서 수술 형판이 지지 표면으로부터 임의의 방향으로 제거될 수 없는 조건으로서 규정된다.

[0011] 제조에 앞서서, 형판은 디지털적으로 설계되고, 이하를 포함한다:

[0012] 1) 점 접촉부로서, 예를 들어 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉부로서 지지 표면의 디지털적 표상에 접촉하는, 최소 7개의 접촉 특징부 세트. 점 접촉부는, 예를 들어, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 또는 피라미드형 또는 원통형 형상일 수 있다.

[0013] 2) 치과용 기구를 위한 하나 이상의 안내 특징부, 및

[0014] 3) 3D 지지 표면, 바람직하게 3D 강성 지지 표면과 접촉되지 않는 본체. 그러한 본체는 접촉 특징부 및 하나 이상의 안내 특징부를 하나의 부품으로 연결한다. 설치될 때, 접촉 특징부의 작용에 어떠한 간섭도 하지 않도록, 본체는 바람직하게 3D 지지 표면, 바람직하게 3D 강성 지지 표면과 접촉되지 않는다. 그에 따라, 본체는 또한 구강내 공동의 어떠한 다른 부분과도 접촉되지 않고, 그러한 접촉은 점 접촉부의 작용을 방해할 수 있다.

[0015] 디지털적 설계의 물리적 형판은, 적층 제조(additive manufacturing) 또는 CNC 밀링과 같은 밀링 또는 그 조합

에 의해서 제조될 수 있다. 수술 형판의 접촉 특징부의 점 접촉부, 예를 들어 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉부의 위치는, 먼저 3D 지지 표면의 디지털적 표상 상에서 적어도 7개의 공간적 위치의 세트를 수학적으로 결정하기 위해서 컴퓨터 시스템을 이용하는 것 그리고 이어서 수학적 형태 폐쇄 또는 힘 폐쇄 조건에 대한 이러한 위치의 세트의 평가를 위해서 컴퓨터 시스템을 이용하는 것에 의해서 달성될 수 있다. 수작업으로, 즉 인간 상호작용을 통해서 위치의 초기 세트를 표시하고, 이어서 자동적으로, 다시 컴퓨터 시스템의 적용을 통해서, 수학적 알고리즘을 실행하여, 후속되는 제2, 제3...의 공간적 위치의 세트를 규정할 수 있다. 이는 다시, 컴퓨터 시스템을 이용하여 수학적 형태-폐쇄 또는 힘 폐쇄 조건에 대해서 평가될 수 있다. 수술 형판은 바람직하게 제한된 수의 접촉 점을 가지며, 접촉 점의 최소 및 최대 수는 전술한 바와 같이 (예를 들어, 30 미만, 20 미만 또는 15 미만 그러나 예를 들어 7 이상으로) 규정된다.

[0016] 형태 폐쇄 또는 힘 폐쇄 조건을 평가하기 위해서, 컴퓨터 시스템은, 3D 지지 표면의 디지털적 표상 상의 공간적 위치의 공간적 좌표 및 그러한 디지털적 지지 표면에 대한 이러한 위치의 각각의 법선 방향을 이용하는, 수학적 알고리즘을 실행한다.

[0017] 본 발명의 특정 실시예에서, 컴퓨터 시스템은, 예를 들어 형태 또는 힘 폐쇄 크리테리움(criterium)을 통과하는(pass) 세트 중의 위치의 각각에서, 점 접촉부 내에서 지지 표면의 디지털적 표상과 접촉하는, 접촉 특징부, 즉 점 대 면적 접촉부, 예를 들어 0의 면적의 접촉부 또는 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 원통형 또는 피라미드형 형상의 접촉 특징부를 디지털적으로 생성하기 위해서 컴퓨터 시스템에 의해서 이용되는 소프트웨어를 구비한다.

[0018] 구형 형상의 접촉부 즉, 본 발명의 특정 실시예에서, 접촉되는 구체의 중심이 3D 지지 표면, 바람직하게 이러한 위치 내의 3D 지지 표면에 법선 방향을 따라 위치되는 것이 바람직하다. 이러한 라인 상에서, 구체의 중심은, 해당 접촉 구체의 선택된 반경과 정확하게 동일한 지지 표면으로부터의 이격 거리에 위치된다. 결과적으로, 수술 형판은 단일 점에서 이러한 접촉 점을 위한 지지 표면과 간섭하고, 즉 디지털적으로 설계된 접촉 구체의 표면은 3D 지지 표면의, 바람직하게 강성 3D 지지 표면의 디지털적 표상을 침투하지 않고, 설계 스테이지에서, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면의 디지털적 표상으로부터 이격되지 않는다. 이는, 설계 스테이지에서 0의 면적의 접촉부가 의미하는 것을 규정한다. 바람직하게, 모든 점 접촉부가 단일형 점들이다.

[0019] 물리적 원뿔형, 구형, 회전 타원체형, 원통형 또는 피라미드형 형상의 접촉 특징부와 같은 임의의 물리적 점 접촉 특징부의 반경은 0.01 ㎜ 내지 5 ㎜이어야 하고, 전형적으로 접촉부 반경 크기는 바람직하게 0.1 ㎜ 내지 1 ㎜이다.

[0020] 수술 형판과의 접촉부가 형성되는 3D 지지 표면의 부분은 바람직하게 강성 성질을 가지고, 예를 들어 치아 또는 유사물이다. 본 발명의 실시예는, 예를 들어, 치과용 임플란트의 배치에서 또는 뼈 레벨링(levelling)이나 감소를 위해서 또는 수술 장소를 마킹하기 위해서 이용될 수 있는 수술 형판을 제공한다. 수술 형판은 단일 부품 물체일 수 있고, 여기에서 접촉 특징부, 안내 특징부 및 본체가 하나의 단일 개체이거나, 접촉 특징부 및 안내 특징부가 수술 형판의 본체 내로 조합된다. 예를 들어 나사를 가지는 조정 가능 접촉 특징부가 직접적인 또는 각진(angulated) 나사 접근부에 의해서 조여질 수 있다.

[0021] 수술 형판의 특히 유리한 실시예는, 적어도 6개의 정적인, 즉 '위치결정부(locator)' 접촉 특징부 및 적어도 1개의 활성, 즉 '클램핑' 접촉 특징부를 갖는 수술 형판이다.

[0022] 본 발명의 실시예는 또한 소프트웨어 그리고 그러한 소프트웨어에 의해서 이용되는 방법 및 알고리즘에 관한 것이고, 이는 1) 힘- 또는 형태-폐쇄 조건을 통과하는 3D 지지 표면의 디지털적 표상 상의 최소 7개의 접촉 점 위치의 세트를 결정하는 것, 2) 수술 형판을 디지털적으로 설계하는 것을 보조하고, 그러한 수술 형판은 정확하게 해당 위치 내의 0의 면적의 점 접촉부 내와 같은 디지털적 표상 지지 표면 점 대 면적 접촉부와 접촉되는 적어도 7개의 접촉 특징부의 제한된 세트를 포함하고 - 수술 기구를 위한 하나 이상의 안내 특징부 및 이러한 접촉 특징부와 안내 특징부를 연결하는 지지 표면과 상호작용하지 않는 본체를 포함한다.

[0023] 본 발명의 실시예는 또한 치과용 임플란트를 위한 수술 형판을 제조하기 위해서 이용되는 방법에 관한 것이고, 그러한 형판은 제한된 수의(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만 그리고 7개 이상의) 접촉 특징부를 가지고, 예를 들어 형판은 힘- 또는 형태-폐쇄 배치를 가지는 3D 지지 표면에 피팅된다.

[0024] 본 발명의 실시예는 또한 수술 형판을 3D 지지 표면 상에 설치하는 방법에 관한 것이고, 그러한 형판은, 힘- 또는 형태-폐쇄 배치를 가지는 3D 지지 표면에 피팅되는, 제한된 수의(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만 그리고 7개 초과의) 전용의(dedicated) 배치된 접촉 특징부를 갖는다.

[0025] 본 발명의 실시예는 또한, 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉으로 지지 표면과 접촉되는, 제한된 수

의(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만 그리고 7개 초과의) 접촉 특징부를 갖는 수술 형판을 이용하여 치과용 임플란트를 설치하는 방법에 관한 것으로서, 형판은 힘- 또는 형태-폐쇄 배치를 갖는 3D 지지 표면에 피팅된다.

[0026] 본 발명의 실시예는, 3D 지지 표면 상으로의 수술 형판의 클램핑이 얻어지는 방식의 변형예를 포함한다. 다양한 클램핑 메커니즘의 예는: 접경 나사(들)의 이용을 통한 클램핑, 수술 형판을 3D 지지 표면 상으로 스냅-온(snap-on)하는 것을 통한 클램핑, 접촉 특징부 내에서 클램핑 힘을 초래하는 수술 형판 내에서 내부 응력을 생성하는 수술 형판의 초기 변형을 통한 클램핑, 외팔보(들)의 이용을 통한 클램핑, 및/또는 스프링(들)의 이용을 통한 클램핑일 수 있다(그러나, 그러한 것으로 제한되지 않는다).

[0027] 본 발명의 실시예는, 수술 형판의 본체, 안내 특징부 및 접촉 특징부를 위해서 이용되는 재료의 변형예를 포함한다. 또한, 수술 형판의 본체는 다수의 재료의 조합을 포함하거나 그러한 것으로 구성될 수 있다. 수술 형판의 특정 실시예는 금속으로 제조된 단일-단편 수술 형판이다.

[0028] 본 발명의 실시예는 수술 형판을 제조하기 위해서 이용되는 기술의 변형예를 포함한다. 제조 방법은 적층적인 층 제조 또는 더 단순히 "적층 제조" 방법, 밀링 방법 또는 수작업 마무리 또는 조각(carving) 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 특정 실시예는, CNC 장비가 수술 형판의 본체와 관련한 정확한 위치에서 밀링 작업(예를 들어, 안내 특징부 밀링, 예를 들어 원통형 부싱의 홀의 드릴링, 그리고 예를 들어 구형 형상의 접촉 특징부의 밀링)을 실행할 수 있게 하는 전사 특징부(transfer feature)를 포함하는 수술 형판을 포함한다. 이러한 전사 특징부는, 적층 제조를 통해서 생성된 형판이 미리 결정된 위치에서 바이스(밀링을 위한 부품 홀더) 내로 배치되게 보장한다. 여러 가지 상이한 제조 방법을 위한 적합한 재료가:

[0029] SLM: Ti, CoCr, (스테인리스) 강, 은, 금, 청동, 황동, 알루미늄

[0030] SLA: 에폭시 수지, 아크릴 수지, 아크릴 에폭시 수지, TPA

[0031] FDM: ABS, 폴리카보네이트, PPSU,

[0032] 밀링: 이미 전술한 금속, ABS, 아세탈, 아크릴, POM, 유리 충진형 나일론, 나일론, PEEK, 페놀, PC, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, PTFE, PVC, PPS, 폴리아미드 중합체, 플루오로중합체, PEI, 플루오로카본 수지, 유리 에폭시, PPE, 나일론, 니켈 합금, 베릴륨구리, 철계-합금

[0033] SLS: 폴리아미드, 유리 충진형 폴리아미드, 알루마이드, 방염 폴리아미드, 열가소성 폴리우레탄

[0034] 제트 인쇄: 아크릴레이트, 수지, 비닐 중합체, 회반죽

[0035] 진공 주조: 폴리우레탄, TPE, ABS, PP, PC, PE.

[0036] 본 발명의 일 양태는 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 제공하고, 그러한 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉으로 지지 표면과 접촉되는 최소 7개(일곱개)의 접촉 특징부의 세트를 가지고, 수술 형판이 지지 표면 상에 설치될 때 수술 형판 및 3D 지지 표면이 협력하여 힘- 또는 형태-폐쇄를 달성한다. 점 접촉부는, 구형, 회전 타원체형, 원통형, 피라미드형 또는 원뿔형 접촉 점일 수 있다. 제한된 수의 접촉 특징부 및 힘- 또는 형태-폐쇄는 형판의 특이적(unique)이고, 정확하며 반복 가능한 배치를 가능하게 한다. 접촉 특징부는, 도 5a 내지 도 5c에 도시된 피동적 위치결정부 접촉 특징부 또는 도 5d에 도시된 바와 같은 능동적 클램핑 접촉 특징부일 수 있다.

[0037] 제한된 수의 접촉 특징부는 3D 지지 표면의 강성 부분과만 인터페이스(interface)한다.

[0038] 이하 중 임의의 것 또는 이하의 임의의 조합을 이용하여, 접촉 특징부의 하나 이상에서 클램핑 작용을 달성할 수 있다: 하나 이상의 접촉 특징부가 3D 지지 표면의 강성 부분 상으로 스냅되어 형태-폐쇄에 대한 조건을 만족할 수 있도록 하는, 즉 지지 표면 또는 형판이 변형되거나 힘 폐쇄되지 않는 한, 형판이 임의의 외부 힘에 의해서 임의 방향으로 지지 표면으로부터 더 이상 제거될 수 없도록 하는, 수술 형판의 일시적 변형을 통한 클램핑 메커니즘.

[0039] a. 형태-폐쇄에 대한 조건을 충족시키는, 즉 지지 표면 또는 형판이 변형되지 않는 한 임의의 외부 힘에 의해서 임의의 방향으로 형판이 지지 표면으로부터 더 이상 제거될 수 없는 레버 클램핑 메커니즘으로서, 여기에서 형판의 변형은 레버 클램핑 접촉 특징부 또는 힘 폐쇄의 제거, 변형, 전위(dislocation)를 포함할 수 있다.

[0040] b. 형태-폐쇄에 대한 조건을 충족시키는, 즉 지지 표면 또는 형판이 변형되지 않는 한 임의의 외부 힘에 의해

서 임의의 방향으로 형판이 지지 표면으로부터 더 이상 제거될 수 없는 스프링 클램핑 메커니즘으로서, 여기에서 형판의 변형은 스프링 클램핑 접촉 특징부 또는 힘 폐쇄에 대한 제거, 변형, 전위를 포함할 수 있다.

[0041] c. 형태-폐쇄에 대한 조건을 충족시키는, 즉 지지 표면 또는 형판이 변형되지 않는 한 임의의 외부 힘에 의해서 임의의 방향으로 형판이 지지 표면으로부터 더 이상 제거될 수 없는 구형 형상의 정점을 갖는 나사 클램핑 메커니즘으로서, 여기에서 형판의 변형은 스프링 클램핑 접촉 특징부의 제거, 변형, 전위를 포함할 수 있다.

[0042] 형판은, 치과용 임플란트의 배치, 마킹의 전사, 또는 턱뼈의 감소 또는 레벨링의 보조에서 이용하기 위한 환자 특이적 수술 형판일 수 있다. 그러한 환자 특이적 수술 형판은 치과용 임플란트를 위한 절골부를 준비하는 것, 그리고 수술전 계획에 따라 치과용 임플란트를 배치하는 것의 보조에서 이용될 수 있다. 수술전 계획은, 예를 들어, CT 또는 CBCT 또는 MRI로부터 또는 생체외 모델의 광학적 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝 화상인, 환자의 해부조직의 화상을 포함한다.

[0043] 수술 형판은, 절골술에서 또는 마킹 전사에서 이용되는 수술 도구의 안내를 위해서 수술 형판 내에 제공되는 안내 특징부를 포함할 수 있다. 절골부는 뼈 공동 또는 뼈 감소부 또는 레벨링일 수 있다. 예를 들어, 안내 특징부는 원통체 또는 부싱일 수 있고, 그러한 원통체 또는 부싱 내로 그리고 통해서, 하나 이상의 수술 구성요소 또는 도구가 삽입될 수 있고 그에 따라 이들이 동작 위치에 도달할 수 있다.

[0044] 하나 이상의 수술 구성요소 또는 도구는

[0045] 하나 이상의 드릴 및/또는 임플란트 배치 기구, 또는 임플란트 홀더, 또는

[0046] 턱뼈의 감소 또는 레벨링을 위한 절골기(bone piezotome), 또는

[0047] 미리 규정된 위치에서, 후속 수술 개입을 위한 준비에서 구내 마킹을 마킹하기 위한 마킹 장치일 수 있다.

[0048] 본 발명의 다른 양태에서, 3D 지지 표면에 대한 피팅을 위한 그리고 3D 지지 표면에 의해서 지지되는 수술 형판을 제조하는 방법이 제공되고, 그러한 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉으로 지지 표면과 접촉되는 최소 7개의 접촉 특징부의 세트를 가지며, 수술 형판이 3D 지지 표면에 피팅될 때 수술 형판 및 3D 지지 표면이 협력하여 형태- 또는 힘-폐쇄를 달성하고, 그러한 방법은, CT 또는 CBCT 또는 MRI 또는 생체외 모델의 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝 방법을 통해서 얻어진 환자의 해부조직의 화상을 포함하는 수술전 계획을 획득하는 단계, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판의 디지털적 버전을 생성하는 단계, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 0의 면적의 점 접촉부(예를 들어, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 원통형 또는 피라미드형 형상)와 같은 점 대 면적으로 지지 표면과 접촉되는 최소 7개의 접촉 특징부의 세트를 수술 형판 내에 제공하는 단계 및, 수술 형판이 3D 지지 표면에 피팅될 때, 힘- 또는 형태-폐쇄를 달성하기 위해서 3D 지지 표면과 협력할 수 있는 능력과 관련하여 수술 형판을 평가하는 단계; 및 적층 제조 또는 주조 또는 밀링에 의해서 수술 형판을 제조하는 단계를 포함한다. 접촉 특징부는 피동적 위치결정부 접촉 특징부 또는 능동적 클램핑 접촉 특징부이다. 3D 지지 표면은 인간 또는 동물 구강 해부조직 또는 그 일부, 또는 그 생체외 사본에 상응한다.

[0049] 3D 지지 표면의 강성 부분은 턱뼈, 자연적 치열 또는 치과 복원부의 일부, 제거 가능 의치, 고정된 의치, 충진물, 베니어링, 또는 기타 또는 그 생체외 사본에 상응할 수 있다.

[0050] 생체외 사본은, 인간이나 동물의 자연적 치아 또는 치과 복원부, 또는 인간이나 동물의 뼈 구조물, 또는 턱뼈를 포함하는, 인간이나 동물의 치열 또는 인간이나 동물의 치열의 일부의 모델일 수 있다. 생체외 사본은 적층 제조 또는 주조 또는 밀링에 의해서 제조될 수 있다.

[0051] 그러한 방법은 하나 이상의 접촉 특징부에서 클램핑 작용을 달성하기 위해서 이하 중 임의의 것 또는 이하의 임의의 조합을 형성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0052] 하나 이상의 접촉 특징부가 3D 지지 표면의 강성 부분의 언더컷 면적(undercut area) 상으로 스냅되어 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 만족할 수 있도록 하는, 수술 형판의 일시적 변형을 통한 클램핑 메커니즘,

[0053] 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 레버 클램핑 메커니즘,

[0054] 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 스프링 클램핑 메커니즘,

[0055] 힘-폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 나사 클램핑 메커니즘으로서, 그에 의해서 나사가 조여질 때 형태-폐쇄가 달성될 수 있다.

[0056] 수술 형판은 적층 제조 기술, 주조 및 밀링 또는 그 조합 중 임의의 것에 의해서 제조될 수 있다. 수술 형판은, 치과용 임플란트의 배치, 마킹 전사, 또는 턱뼈의 감소 또는 레벨링의 보조에서 이용하기 위한 환자 특이적 수술 형판으로서 준비될 수 있다. 환자 특이적 수술 형판은 치과용 임플란트를 위한 절골부를 준비하는 것, 그리고 수술전 계획에 따라 치과용 임플란트를 배치하는 것의 보조에서 이용될 수 있다.

[0057] 수술전 계획은, CT 또는 CBCT 또는 MRI 또는 생체외 모델의 광학적 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝 화상인, 환자의 해부조직의 화상으로 준비될 수 있다.

[0058] 방법은 또한, 절골술에서 또는 마킹 전사에서 이용되는 수술 도구를 안내하기 위해서 안내 특징부를 수술 형판 내에 제공하는 단계를 포함한다. 절골부는 뼈 공동 또는 뼈 감소부 또는 레벨링일 수 있다.

[0059] 안내 특징부는 원통체 또는 부싱으로서 제공될 수 있고, 그러한 원통체 또는 부싱 내로 그리고 통해서, 하나 이상의 수술 구성요소가 삽입되고 그에 따라 이들이 동작 위치에 도달된다.

[0060] 다른 양태에서, 본 발명은 환자에게 절골술을 실시하는 방법을 제공하고, 그러한 방법은: 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 획득하는 단계로서, 3D 지지 표면은 턱뼈의 일부, 자연적 치열, 치과 복원부, 제거 가능 의치, 고정된 의치, 충진물, 베니어링, 또는 기타이고, 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 0의 면적의 점 접촉부, 예를 들어 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉으로 지지 표면과 접촉되는 최소 7개의 접촉 특징부의 세트를 가지며, 점 접촉부는 구형, 회전 타원체형, 원통형, 피라미드형 또는 원뿔형 접촉 점일 수 있고, 수술 형판이 3D 지지 표면에 피팅될 때, 수술 형판 및 3D 지지 표면이 협력하여 힘 또는 형태 폐쇄를 달성하고, 절골술에서 이용되는 수술 도구를 안내하기 위한 안내부를 더 포함하고, 방법은: 수술 형판을 3D 지지 표면 상에 위치시키는 단계 및 수술 도구를 조작함으로써 절골술을 실행하는 단계를 포함한다.

[0061] 본 발명의 다른 양태는 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 제조하기 위한 시스템을 제공하고, 그러한 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉으로 지지 표면과 접촉되는 최소 7개의 접촉 특징부의 세트를 가지고, 수술 형판이 3D 지지 표면 상에 설치될 때, 수술 형판 및 3D 지지 표면이 협력하여 힘- 또는 형태-폐쇄를 달성하고, 그러한 시스템은

[0062] CT 또는 CBCT 또는 MRI 스캐너 또는 생체외 모델의 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캐너로부터 선택된 부피 스캐너 및 스캐닝된 의료 화상을 기록하기 위한 수단;

[0063] 수술전 계획으로부터의 환자의 해부조직의 화상을 디스플레이하기 위한, 그리고 3D 지지 표면의 디지털적 버전에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판의 디지털적 버전을 생성하기 위한, 그리고 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 접촉으로 지지 표면(그 디지털적 표상)과 접촉되는 최소 7개의 접촉 특징부의 세트를 수술 형판의 디지털적 버전 내에 제공하기 위한, 그리고 수술 형판이 3D 지지 표면에 피팅될 때 힘 또는 형태 폐쇄를 달성하기 위해서 3D 지지 표면과 협력할 수 있는 그 능력과 관련하여 수술 형판을 평가하기 위한 컴퓨터; 그리고 수술 형판을 제조하기 위한 적층 제조 또는 주조 또는 밀링 기계를 포함한다. 점 접촉부는, 구형, 회전 타원체형, 원통형, 피라미드형 또는 원뿔형 접촉 점일 수 있다.

[0064] 본 발명의 다른 양태는 컴퓨터 프로그램 제품을 제공하고, 그러한 컴퓨터 프로그램 제품은, 프로세싱 엔진에서 실행될 때, 예를 들어 앞서 기재된 바와 같은, 본 발명의 임의의 방법을 실행한다. 비-일시적 저장 매체가 컴퓨터 프로그램 제품을 저장하기 위해서 이용될 수 있다.

본 발명의 다른 양태에서 점 접촉부는 구형, 회전 타원체형, 원쁠형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부이다.

본 발명의 다른 양태에서 점 접촉부는 0의 면적의 접촉부이다.

본 발명의 다른 양태는, 프로세싱 엔진에서 실행될 때, 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 제조하는 방법을 수행행하는 컴퓨터 프로그램 제품이다.

본 발명의 다른 양태는 컴퓨터 프로그램 제품을 저장하는 비-일시적 저장 매체이다.

본 발명의 다른 양태에서 점 접촉부는 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부

이다.

본 발명의 다른 양태에서 점 접촉부는 0의 면적의 접촉부이다.

본 발명의 다른 양태에서 접촉 특징부는 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부이다.

본 발명의 다른 양태에서 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부이다.

본 발명의 다른 양태에서, 구형 또는 회전 타원체형 형상의 점 접촉부에서, 구형 또는 회전 타원체형 접촉 특징부의 중심은, 힘 또는 형태-폐쇄 조건이 되도록 수학적 알고리즘에 의해서 결정되었던 위치에서 3D 지지 표면의 제1의 디지털적 표상에 대한 법선인 라인 상에 위치되고, 법선 라인을 따른 중심 위치가, 선택된 반경에 따라 달라진다.

본 발명의 다른 양태에서 0의 면적의 점 접촉부가 3D 지지 표면 상의 미리 결정된 위치 내에서 달성되도록, 접촉 구체의 반경 및 중심이 조합된다.

본 발명의 다른 양태에서 디지털적 설계 표면의 적층 제조, 주조 또는 CNC 밀링 또는 그 조합을 통해서, 물리적 형판이 달성된다.

도면의 간단한 설명

[0065] 도 1a는 부분적 무치아(edentulous) 상황에서 임플란트를 배치하기 위한 알려진 수술 형판을 도시한다.

도 1b는 안내 부싱의 위치에서의 알려진 수술 형판의 횡단면을 도시한다.

도 2 및 도 3은 치아 상의 지지 위치에서의 알려진 수술 형판의 횡단면을 도시한다.

도 4a는 본 발명의 실시예에 따른, 부분적 무치아 상황에서 임플란트를 배치하기 위한 수술 형판을 도시한다.

도 4b는, 6개의 위치결정부 접촉 특징부 및 1개의 클램핑 접촉 특징부를 갖는, 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판의 하부 측면을 도시하고, 클램핑은 3D 지지 표면에 대항하는 접경 나사의 이용을 통해서 달성된다. 이러한 도면의 접촉 특징부의 형상은 구형이고 본 발명의 단지 하나의 특정 실시예를 나타낸다. 이러한 접촉 특징부는, 힘 또는 형태 폐쇄 조건을 평가하는 수학적 알고리즘에 의해서 미리 결정되는 위치에서 점 대 면적 접촉부, 예를 들어 0의 면적의 점 접촉부로 지지 표면과 접촉할 것이다. 이러한 평가를 위해서, 알고리즘은 3D 지지 표면 상의 공간적 위치(3D 좌표)뿐만 아니라 이러한 위치의 지지 표면의 디지털적 표상에 법선 방향 모두를 이용한다. 수술 형판의 접촉 특징부가 이러한 위치에서 3D 지지 표면과 정확하게 접촉하도록 보장하기 위해서, 접촉 특징부는, 점 대 면적 접촉, 즉 0의 면적의 점 접촉을 허용하도록, 설계되어야 한다. 예를 들어, 구형 형상의 접촉 특징부의 경우에, 그러한 구체의 중심은 (형판 설계 소프트웨어에 의해서) 이러한 위치의 지지 표면에 법선 방향을 따라 위치된다. 이러한 라인 상에서, 구체의 중심은, 해당 접촉 구체의 선택된 반경과 정확하게 동일한 3D 지지 표면으로부터의 이격 거리에 위치된다. 결과적으로, 수술 형판은 단일 점에서 3D 지지 표면과 간섭하고, 즉 접촉 구체의 표면은 3D 지지 표면의 디지털적 표상을 침투하지도 않고 지지 표면으로부터 멀리 위치되지도 않는다.

도 4c는 안내 부싱의 위치에서 본 발명의 실시예에 따른, 부분적 무치아 상황에서 임플란트를 배치하기 위한 수술 형판을 도시한다.

도 5a 내지 도 5d는, 구형 형상의 (예를 들어, 마찰 또는 무마찰) 접촉 특징부를 통해서 3D 지지 표면과 접촉되는, 본 발명의 추가적인 실시예에 따른 추가적인 수술 형판의 횡단면을 도시한다. 이러한 실시예에서, 수술 형판의 2D 횡단면은 2-차원적인 공간 즉, 평면 내에서 치아에 의해서 형성된 3D 지지 표면의 2D 횡단면과 관련하여 형태-폐쇄에 있다. 2D 공간 내의 형태-폐쇄를 달성하기 위해서, 적어도 4개의 접촉 특징부가 포함되고, 유사하게 최소 7개의 접촉 특징부가 3D 공간 내의 형태-폐쇄를 달성하도록 포함된다. 도 5a는 회전 타원체형 접촉 특징부를 도시하고, 도 5b는 나이프-연부 또는 날카로운 점 접촉 특징부를 도시하며, 도 5c는 탄성 재료로 제조될 수 있는 조립된 접촉 특징부를 도시하며, 도 5d는 나사 클램핑 접촉 특징부를 도시한다.

도 6은 도 5d에 도시된 바와 같은 접촉 특징부의 조정을 도시하며, 여기에서 클램핑은 3D 지지 표면에 대항하는 접경 나사의 이용을 통해서 달성된다. 형태-폐쇄에 대한 조건에 의해서, 클램핑 접촉 특징부의 방향 및 위치가 도달하기 어려운 환자의 입의 면적에 배치되는 것이 요구될 수 있다. 그에 따라, 접경 나사의 나사 헤드는, 접경 나사를 조이기 위한 기능을 유지하면서 입 내의 보다 편안한 위치에서 나사 드라이버를 배치시킬 수 있게 하

는 것과 같이, 나사 드라이버가 접경 나사의 방향과 상이한 방향으로 배향되는 동안 접경 나사를 조일 수 있게 하는, 별 렌치 볼트(hexalobular) 나사 드라이버를 수용하도록 설계될 수 있다.

도 7은 본 발명의 실시예에 따른 안내된 수술을 이용한 임플란트 치료의 작업 흐름을 도시한다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판을 설계하는 방법이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0066] 정의

[0067] 수술 형판의 힘-폐쇄 배치는 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상의 수술 형판의 파지이고, 그에 의해서 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 대한 수술 형판의 임의의 이동이 접촉력에 의해서 저지되고, 이는 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이 약간의 0이 아닌 외부 작업이 없이 접촉 특징부와의 접촉을 파괴할 수 없다는 것을 의미한다.

[0068] 형태-폐쇄 배치는, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이, 임의의 외부의 비-변형 작업의 크기 및 방향과 관계없이, 접촉 특징부와의 접촉을 파괴할 수 없다는 의미에서, 힘-폐쇄 파지의 더 엄격한 적용이다. 형태-폐쇄는, 3D 지지 표면의 변형이 없이 또는 수술 형판의 변형이 없이, 수술 형판이 형판에 작용하는 임의의 외부 힘에 의해서, 즉 힘 크기 및 힘 방향 및 힘 위치의 임의의 조합에 의해서 임의의 방향으로 3D 지지 표면으로부터 제거될 수 없는 조건이고, 수술 형판의 변형은 수술 형판의 본체와 관련된 접촉 특징부의 위치의 변위를 포함하고, 힘-폐쇄는 3D 지지 표면 상의 수술 형판의 파지이고, 여기에서 임의의 힘 및 모멘트가 접촉 특징부의 세트의 기하형태적 설계를 통해서 3D 지지 표면 상에 인가될 수 있고, 3D 지지 표면과 관련된 수술 형판의 임의의 이동이 접촉력에 의해서 저지되며, 그에 따라 3D 지지 표면은, 약간의 0이 아닌 외부 작업이 없이, 접촉 특징부의 세트와의 접촉을 파괴할 수 없다.

[0069] "점 대 면적 접촉부" 치과 기술자 및 치과 의사는 구강내 공동 및 치열궁 내의 다양한 접촉부를 인지한다. 이는 이하를 포함한다:

[0070] · 점-대-점 접촉부.

[0071] · 점 대 면적 접촉부.

[0072] · 연부-대-연부 접촉부.

[0073] · 연부-대-면적 접촉부.

[0074] · 면적-대-면적 접촉부.

[0075] 본 발명에서 사용되는 바와 같은 점 접촉부는 점 대 면적 접촉부이다. 그에 따라, 당업자는, 본 발명에서 사용되는 바와 같은 점 접촉부가 치과 기술자 및 치과 의사의 지식과 일치된다는 것을 인지한다. 이들은, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 원통형 또는 피라미드형 형상의 점 접촉부 또는 유사물일 수 있다.

[0076] "0의 면적" 접촉부는, 디지털적으로 설계될 때, 즉 설계 스테이지에서 0 mm^2 의 점 접촉부를 의미한다. 그러한 점 접촉부의 물리적 접촉 면적은, 전통적인 점 접촉 역학으로부터의 헤르쯔 모델(Hertz model)을 이용한 개산(approximation)에 의해서 계산될 수 있다. 결과적으로, 예를 들어, 수술 형판은 바람직하게 단일 점에서 접촉점을 위한 3D 지지 표면과 간섭하고, 즉 디지털적으로 설계된 접촉 점의 표면은 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면의, 디지털적 표상을 침투하지 않고, 설계 스테이지에서, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면의 디지털적 표상으로부터 이격되지 않는다.

[0077] 특별한 실시예와 관련하여 그리고 특정 도면을 참조하여 본 발명을 설명하나, 본 발명은 그러한 것으로 제한되지 않고 청구범위에 의해서만 제한된다. 도면은 단지 개략적인 것이고 비제한적으로 설명된 것이다. "포함하는"이라는 용어가 상세한 설명 및 청구범위에서 사용된 경우에, 이는 다른 요소 또는 단계를 배제하지 않는다. 또한, 상세한 설명 및 청구범위에서 "제1", "제2", "제3", 및 기타의 용어는 유사한 요소들 사이의 구분을 위해서 사용된 것이고, 특정 순위적 또는 연대적 순서를 반드시 설명하기 위한 것은 아니다. 그렇게 사용된 용어가 적절한 상황하에서 상호 교환될 수 있다는 것 그리고 본원에서 설명된 본 발명의 실시예가 본원에서 설명된 또는 도시된 것과 다른 순서로 동작될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0078] 본 발명의 실시예의 양태에서, 치과용 임플란트의 배치와 같은 수술 절차의 보조에서 이용될 수 있는 수술 형판

이 제공된다. 수술 형판은 환자 구강 해부조직의 일부 또는 그 생체외 사본 상에 배치될 수 있다. 이하에서, 형판을 지지하는 이러한 구강 해부조직이 3D 지지 표면으로서 지칭된다. 본원에서 사용된 바와 같은 3D 지지 표면은 환자 해부조직의 일부 및/또는 환자에게 부착된 보철물, 즉 구강내 공동의 일부, 예를 들어 치아, 설치된 임플란트, 고정되거나 제거 가능한 의치, 크라운 또는 브릿지 또는 다른 복원 요소, 충진물, 베니어링, 잇몸의 치육과 같은 연성 조직 또는 뼈 또는 그 생체외 사본과 관련된다. 3D 지지 표면은 바람직하게 강성 표면이다. 강성 표면은 환자의 해부조직의 일부 및/또는 환자에게 부착된 보철물과 같은 구강내 공동의 부분, 예를 들어 치아, 설치된 임플란트, 고정되거나 제거 가능한 의치, 크라운 또는 브릿지 또는 다른 복원 요소, 충진물, 베니어링, 또는 뼈 또는 이러한 것 중 임의의 것의 생체외 사본 또는 잇몸의 치육과 같은 연성 조직의 생체외 사본에 의해서 제공될 수 있다. 생체외 사본은 예를 들어 형판을 테스트하기 위해서 이용될 수 있다. 본 발명의 실시예는, 예를 들어, 치과용 임플란트의 배치에서 또는 뼈 레벨링이나 감소를 위해서 또는 수술 장소를 마킹하기 위해서 이용될 수 있는 수술 형판을 제공하였다. 제한된 수(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만, 또는 15개 미만 그리고 7개 초과)의 접촉 특징부를 갖는 수술 형판이 전용 위치에 제공되고, 그에 따라 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상의 수술 형판의 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치가 달성되고, 그러한 수술 형판은 수술전 계획에 따라 준비된다. 접촉 특징부는 수술 형판의 본체에 조립될 수 있다. 예를 들어 나사를 가지는 조정 가능 접촉 특징부가 직접적인 또는 각진 나사 접근부에 의해서 조여질 수 있다.

[0079] 수술 형판의 힘-폐쇄 배치는 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상의 수술 형판의 파지이고, 그에 의해서 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 대한 수술 형판의 임의의 이동이 접촉력에 의해서 저지되고, 이는 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이 약간의 0이 아닌 외부 작업이 없이 접촉 특징부와의 접촉을 파괴할 수 없다는 것을 의미한다. 형태-폐쇄 배치는, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이, 임의의 외부의 비-변형 작업의 크기 및 방향과 관계없이, 접촉 특징부와의 접촉을 파괴할 수 없다는 의미에서, 힘-폐쇄 파지의 더 엄격한 적용이다. 수술 형판의 힘 폐쇄 배치는 적어도 2개의 연성-핑거 마찰 접촉부(soft-finger friction contact) 또는 적어도 3개의 경질-핑거 마찰 접촉부 또는 적어도 7개의 무마찰 접촉부로 달성된다. 그 이유는, 2개의 연성-핑거 접촉부 대신, 2개의 경질-핑거 접촉부를 갖는 파지부는 접촉부의 2개의 점을 연결하는 라인을 중심으로 하는 토크를 생성할 수 없거나 저지하기 때문이다. 형태-폐쇄는 적어도 7개의 접촉 특징부로만 달성될 수 있다. 형태-폐쇄는 무마찰 접촉 특징부로 달성될 수 있다. 수술 형판은 7개 초과의 접촉 특징부를 포함할 수 있으나, 이러한 부가적인 접촉 특징부는, 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄를 달성하기 위해서 적은 수가 이용되는 경우에도, 보다 양호한 안정성을 제공할 수 있다. 접촉 특징부는 서로 간섭하지 않아야 하고, 그에 의해서 접촉 특징부의 최대의 수는, 수술 형판의 본체에 의해서 덮이는 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면의 크기 및 접촉 특징부의 크기에 의해서 규정된다. 접촉 특징부의 크기는 0.01 ㎜ 내지 5 ㎜가 되어야 하는 접촉 반경에 의해서 규정될 수 있고, 전형적으로 접촉 반경 크기는 다소 0.1 ㎜ 내지 1 ㎜일 수 있다. 간결함을 위해서, 수술 형판은 제한된 수의 접촉 점을 갖는다고 기술될 것이고, 접촉 점의 최소 및 최대 수는 전술한 바와 같이 (예를 들어, 30 미만, 20 미만 또는 15 미만, 7 이상으로) 규정된다. 수술 형판의 특히 유리한 실시예는, 6개의 정적인, 즉 '위치결정부' 접촉 특징부 및 1개의 능동적인 즉, '클램핑' 접촉 특징부를 갖는 수술 형판이며, 그에 의해서 위치결정부 접촉 특징부는 거의 무마찰인 것으로 간주되며 클램핑 접촉 특징부는 마찰을 가지거나 가지지 않을 수 있다.

[0080] 본 발명의 실시예는 또한 치과용 임플란트를 위한 수술 형판의 설계를 보조하는 소프트웨어 및 그러한 소프트웨어에 의해서 이용되는 방법 및 알고리즘에 관한 것이고, 그러한 형판은 제한된 수의 접촉 특징부를 가지고, 예를 들어 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되는 형판은 예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만의 접촉 특징부, 그리고 7개 이상의 접촉 특징부로 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치를 갖는다.

[0081] 본 발명의 실시예는 또한 치과용 임플란트를 위한 수술 형판을 제조하기 위해서 이용되는 방법에 관한 것이고, 그러한 형판은 제한된 수의(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만 그리고 7개 이상의) 접촉 특징부를 가지고, 예를 들어 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되는 형판은 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치를 갖는다.

[0082] 본 발명의 실시예는 또한 수술 형판을 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상에 설치하는 방법에 관한 것이고, 그러한 형판은 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되는 전용 배치된 접촉 특징부의 제한된 수(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만 그리고 7개 초과)가 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치를 갖는다.

[0083] 본 발명의 실시예는, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상으로의 수술 형판의 클램핑이 얻어지는 방식의 변형예를 포함한다. 다양한 클램핑 메커니즘의 예는: 고정 나사(들)의 이용을 통한 클램핑, 수술 형판을

3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상으로 스냅-온하는 것을 통한 클램핑, 접촉 특징부 내에서 클램핑 힘을 초래하는 수술 형판 내에서 내부 응력을 생성하는 수술 형판의 초기 변형을 통한 클램핑, 외팔보(들)의 이용을 통한 클램핑, 및/또는 스프링(들)의 이용을 통한 클램핑일 수 있다(그러나, 그러한 것으로 제한되지 않는다).

[0084] 본 발명의 실시예는 또한 제한된 수의(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만 또는 15개 미만 그리고 7개 이상의) 접촉 특징부를 가지는 수술 형판을 이용하여 치과용 임플란트를 설치하는 방법에 관한 것이고, 예를 들어 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되는 형판은 힘-폐쇄 배치 또는 형태-폐쇄를 갖는다.

[0085] 본 발명의 실시예는, 수술 형판의 본체, 안내 특징부 및 접촉 특징부를 위해서 이용되는 재료의 변형예를 포함한다. 또한, 수술 형판의 본체는 다수의 재료의 조합을 포함하거나 그러한 것으로 구성될 수 있다. 수술 형판의 특정 실시예는 금속으로 제조된 단일-단편 수술 형판이다.

[0086] 본 발명의 실시예는 수술 형판을 제조하기 위해서 이용되는 기술의 변형예를 포함한다. 제조 방법은 적층적인 층 제조 또는 더 단순히 "적층 제조" 방법, 밀링 방법 또는 수작업 마무리 또는 조각 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 여러 가지 상이한 제조 방법을 위한 적합한 재료가 이하에 규정되어 있다.

[0087] SLM: Ti, CoCr, (스테인리스) 강, 은, 금, 청동, 황동, 알루미늄

[0088] SLA: 에폭시 수지, 아크릴 수지, 아크릴 에폭시 수지, TPA

[0089] FDM: ABS, 폴리카보네이트, PPSU,

[0090] 밀링: 이미 전술한 금속, ABS, 아세탈, 아크릴, POM, 유리 충진형 나일론, 나일론, PEEK, 페놀, PC, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, PTFE, PVC, PPS, 폴리아미드 중합체, 플루오로중합체, PEI, 플루오로카본 수지, 유리 에폭시, PPE, 나일론, 니켈 합금, 베릴륨구리, 철계-합금

[0091] SLS: 폴리아미드, 유리 충진형 폴리아미드, 알루마이드, 방염 폴리아미드, 열가소성 폴리우레탄

[0092] 제트 인쇄: 아크릴레이트, 수지, 비닐 중합체, 회반죽

[0093] 진공 주조: 폴리우레탄, TPE, ABS, PP, PC, PE.

[0094] 일 양태에서, 본 발명은 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 제공한다. 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 마찰 또는 무마찰 접촉 특징부를 가지며, 수술 형판이 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상에 설치될 때, 수술 형판 및 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이 협력하여 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄를 달성한다. 제한된 수의 접촉 점 및 형태- 또는 힘 폐쇄는 형판의 정확하고 반복 가능한 배치를 가능하게 한다. 접촉 특징부는, 도 5a 내지 도 5c에 도시된 피동적 위치결정부 접촉 특징부 또는 도 5d에 도시된 바와 같은 능동적 클램핑 접촉 특징부일 수 있다.

[0095] 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면은 인간 또는 동물 구강 해부조직 또는 그 일부, 또는 구강내 공동의 일부와 같은 그 생체외 사본에 상응한다. 3D 지지 표면은 강성 구성요소로 구성되어야 하고, 예를 들어 3D 지지 표면의 강성 부분은 바람직하게 턱뼈, 자연적 치열 또는 치과 복원부의 일부, 제거 가능 의치, 고정된 의치, 충진물, 베니어링, 또는 기타 또는 그 생체외 사본에 상응한다. 생체외 사본은, 인간이나 동물의 자연적 치아 또는 치과 복원부, 또는 인간이나 동물의 뼈 구조물, 또는 턱뼈를 포함하는, 인간이나 동물의 치열 또는 인간이나 동물의 치열의 일부의 모델일 수 있다. 생체외 사본은 적층 제조 또는 주조 또는 밀링에 의해서 제조될 수 있다. 생체외 사본은, 환자에 접근할 수 없는 치과 기술자가 형판의 설계를 개선할 수 있게 한다.

[0096] 이하 중 임의의 것 또는 이하의 임의의 조합을 이용하여, 접촉 특징부의 하나 이상에서 클램핑 작용을 달성할 수 있다:

[0097] a. 하나 이상의 접촉 특징부가 3D 지지 표면의 강성 부분의 언더컷 면적 상으로 스냅되어 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 만족할 수 있도록 하는, 수술 형판의 일시적 변형을 통한 클램핑 메커니즘,

[0098] b. 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 레버 클램핑 메커니즘,

[0099] c. 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 스프링 클램핑 메커니즘,

[0100] d. 힘-폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 나사 클램핑 메커니즘으로서, 그에 의해서 나사가 조여질 때 형태-

폐쇄가 달성될 수 있다.

[0101] 수술 형판은 적층 제조 기술, 주조 및 밀링 또는 그 조합 중 임의의 것으로 제조될 수 있다. 형판은, 치과용 임플란트의 배치, 마킹의 전사, 또는 턱뼈의 감소 또는 레벨링의 보조에서 이용하기 위한 환자 특이적 수술 형판일 수 있다. 그러한 환자 특이적 수술 형판은 치과용 임플란트를 위한 절골부를 준비하는 것, 그리고 수술전 계획에 따라 치과용 임플란트를 배치하는 것의 보조에서 이용될 수 있다. 수술전 계획은, 예를 들어, CT 또는 CBCT 또는 MRI로부터 또는 생체외 모델의 광학적 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝 화상인, 환자의 해부조직의 화상을 포함한다.

[0102] 수술 형판은, 절골술에서 또는 마킹 전사에서 이용되는 수술 도구의 안내를 위해서 수술 형판 내에 제공되는 안내 특징부를 포함할 수 있다. 절골부는 뼈 공동 또는 뼈 감소부 또는 레벨링일 수 있다. 예를 들어, 안내 특징부는 원통체 또는 부싱일 수 있고, 그러한 원통체 또는 부싱 내로 그리고 통해서, 하나 이상의 수술 구성요소 또는 도구가 삽입될 수 있고 그에 따라 이들이 동작 위치에 도달할 수 있다.

[0103] 하나 이상의 수술 구성요소 또는 도구는

[0104] 하나 이상의 드릴 및/또는 임플란트 배치 기구, 또는 임플란트 홀더, 또는

[0105] 턱뼈의 감소 또는 레벨링을 위한 절골기, 또는

[0106] 미리 규정된 위치에서, 후속 수술 개입을 위한 준비에서 구내 마킹을 마킹하기 위한 마킹 장치일 수 있다.

[0107] 본 발명의 다른 양태에서, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 제조하는 방법이 제공되고, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 마찰 또는 무마찰 접촉 특징부를 가지며, 수술 형판이 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅될 때, 수술 형판 및 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이 협력하여 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄를 달성한다. 그러한 방법은 CT 또는 CBCT 또는 MRI 또는 생체외 모델의 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝 방법을 통해서 얻어진 환자의 해부조직의 화상을 포함하는 수술전 계획을 획득하는 단계, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판의 디지털적 버전을 생성하는 단계, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 마찰 또는 무마찰 접촉 특징부를 수술 형판 내에 제공하는 단계, 수술 형판이 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅될 때, 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄를 달성하기 위해서 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면과 협력할 수 있는 능력과 관련하여 수술 형판을 평가하는 단계; 및 적층 제조 또는 주조 또는 밀링에 의해서 수술 형판을 제조하는 단계를 포함한다. 접촉 특징부는 피동적 위치결정부 접촉 특징부 또는 능동적 클램핑 접촉 특징부이다. 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면은 인간 또는 동물 구강 해부조직 또는 그 일부, 예를 들어 구강내 공동의 일부, 또는 그 생체외 사본에 상응한다.

[0108] 3D 지지 표면의 강성 부분은 턱뼈, 자연적 치열 또는 치과 복원부의 일부, 제거 가능 의치, 고정된 의치, 충진물, 베니어링, 또는 기타 또는 그 생체외 사본, 예를 들어 잇몸 또는 치육의 생체외 사본에 상응할 수 있다.

[0109] 생체외 사본은, 인간이나 동물의 자연적 치아 또는 치과 복원부, 또는 인간이나 동물의 뼈 구조물, 또는 턱뼈를 포함하는, 인간이나 동물의 치열 또는 인간이나 동물의 치열의 일부의 모델일 수 있다. 생체외 사본은 적층 제조 또는 주조 또는 밀링에 의해서 제조될 수 있다.

[0110] 그러한 방법은 하나 이상의 접촉 특징부에서 클램핑 작용을 달성하기 위해서 이하 중 임의의 것 또는 이하의 임의의 조합을 형성하는 단계를 포함할 수 있다:

[0111] 하나 이상의 접촉 특징부가 3D 지지 표면의 강성 부분의 언더컷 면적 상으로 스냅되어 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 만족할 수 있도록 하는, 수술 형판의 일시적 변형을 통한 클램핑 메커니즘,

[0112] 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 레버 클램핑 메커니즘,

[0113] 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 스프링 클램핑 메커니즘,

[0114] 힘-폐쇄에 대한 조건을 충족시키기 위한 나사 클램핑 메커니즘으로서, 그에 의해서 나사가 조여질 때 형태-폐쇄가 달성될 수 있다.

[0115] 수술 형판은 적층 제조 기술, 주조 및 밀링 또는 그 조합 중 임의의 것에 의해서 제조될 수 있다. 수술 형판은, 치과용 임플란트의 배치, 마킹 전사, 또는 턱뼈의 감소 또는 레벨링의 보조에서 이용하기 위한 환자 특

이적 수술 형판으로서 준비될 수 있다. 환자 특이적 수술 형판은 치과용 임플란트를 위한 절골부를 준비하는 것, 그리고 수술전 계획에 따라 치과용 임플란트를 배치하는 것의 보조에서 이용될 수 있다.

[0116] 수술전 계획은, CT 또는 CBCT 또는 MRI 또는 생체외 모델의 광학적 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캔으로부터 선택되고 의료 화상으로 기록된 부피 스캐닝 화상인, 환자의 해부조직의 화상으로 준비될 수 있다.

[0117] 방법은 또한, 절골술에서 또는 마킹 전사에서 이용되는 수술 도구를 안내하기 위해서 안내 특징부를 수술 형판 내에 제공하는 단계를 포함한다. 절골부는 뼈 공동 또는 뼈 감소부 또는 레벨링일 수 있다.

[0118] 안내 특징부는 원통체 또는 부싱으로서 제공될 수 있고, 그러한 원통체 또는 부싱 내로 그리고 통해서, 하나 이상의 수술 구성요소가 삽입되고 그에 따라 이들이 동작 위치에 도달된다.

[0119] 다른 양태에서, 본 발명은 환자에게 절골술을 실시하는 방법을 제공하고, 그러한 방법은: 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 획득하는 단계로서, 3D 표면은 턱뼈의 일부, 자연적 치열, 치과 복원부, 제거 가능 의치, 고정된 의치, 충진물, 베니어링, 또는 기타, 즉, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이고, 수술 형판은, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 마찰 또는 무마찰 접촉 특징부를 가지며, 수술 형판이 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅될 때, 수술 형판 및 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이 협력하여 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치를 달성하고, 절골술에서 이용되는 수술 도구를 안내하기 위한 안내부를 더 포함하고, 방법은: 수술 형판을 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면 상에 위치시키는 단계 및 수술 도구를 조작함으로써 절골술을 실행하는 단계를 포함한다.

[0120] 다른 양태에서, 본 발명은, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판을 제조하는 시스템을 제공하고, 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 마찰 또는 무마찰 접촉 특징부를 가지며, 수술 형판이 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅될 때, 수술 형판 및 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면이 협력하여 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄를 달성한다. 시스템은

[0121] CT 또는 CBCT 또는 MRI 스캐너 또는 생체외 모델의 스캔 또는 구내 스캔과 같은 광학적 스캐너로부터 선택된 부피 스캐너 및 스캐닝된 의료 화상을 기록하기 위한 수단;

[0122] 수술전 계획으로부터의 환자의 해부조직의 화상을 디스플레이하기 위한, 그리고 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅되고 그에 의해서 지지되는 수술 형판의 디지털적 버전을 생성하기 위한, 그리고 적어도 3D 지지 표면의 강성 부분과 관련하여, 제한된 세트의 마찰 또는 무마찰 접촉 특징부를 수술 형판 내에 제공하기 위한, 그리고 수술 형판이 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면에 피팅될 때, 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄를 달성하기 위해서 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면과 협력할 수 있는 능력과 관련하여 수술 형판을 평가하기 위한 컴퓨터; 및 수술 형판을 제조하기 위한 적층 제조 또는 주조 또는 밀링 기계를 포함한다.

[0123] 본 발명의 다른 양태는 컴퓨터 프로그램 제품을 제공하고, 그러한 컴퓨터 프로그램 제품은, 프로세싱 엔진에서 실행될 때, 예를 들어 앞서 기재된 바와 같은, 본 발명의 임의의 방법을 실행한다. 비-일시적 저장 매체가 컴퓨터 프로그램 제품을 저장하기 위해서 이용될 수 있다.

[0124] 본 발명의 실시예를 구체적으로 설명하기에 앞서서, 도 7에 도시된 바와 같은 컴퓨터 안내형 수술을 이용한 치과용 임플란트 배치 단계 및 본 발명의 실시예와 관련된 단계를 설명한다. 이러한 단계는 본 발명의 실시예의 일부로서 포함될 수 있다. 임플란트 배치의 목적은, 이러한 임플란트를 통해서 턱뼈에 고정될 수 있는 치과 복원부를 환자에게 제공하는 것이다. 본 발명의 실시예는 임플란트 치세공품 그리고 특히, 예를 들어 드릴 및 임플란트 드라이버와 같은 수술 기구를 예를 들어 수술전 계획에서 결정된 위치로 안내하기 위한, 수술 형판의 설계, 제조 및 사용에 관한 것이다.

[0125] 환자의 해부조직, 예를 들어 턱뼈 및 치열의 통상적인 또는 콘 빔(cone beam)(CB), 컴퓨터 단층촬영(CT) 스캔, 또는 MRI 스캔과 같은 부피 스캔, 선택적으로 생체외 모델의 광학적 스캔 또는 구강내 광학적 스캔 또는 구강외 광학적, CT 또는 MRI 스캔과 같은 다른 유형의 스캔으로부터 얻어진 하나 이상의 화상이 수술전 계획에 입력된다. 하나 이상의 스캔으로부터, 환자의 해부조직, 예를 들어 치열의 디지털화가 예를 들어 당업자에게 알려진 소프트웨어 및 통상적인 기술에 의해서 얻어진다. 수술전 계획에서, 환자의 해부조직, 예를 들어 뼈 및 치열의 디지털화들이 조합되고, 치과의 외과의사 또는 의사는 그들의 최적의 또는 최고의 가능한 임상적인 그리고 선택적으로 미적인 위치 내에서 임플란트 위치를 가상적으로 계획할 것이고, 또는 제3자로부터 수술전 계획을 수신 및 검토할 것이다. 치과의 외과의사 또는 의사는 이어서, 수술 형판을 지지할 것이 요구되는 3D 지지 표면의 유형, 그리고 수술 형판의 안내 특징부의 위치 및 치수를 규정하는 수술 형판과 함께 사용될 수술 기구의 유형

을 나타낼 것이다.

[0126] 가상의 임플란트 계획 및 수술 형판 처방을 포함하는 수술전 계획이 마무리되면, 수술 형판의 디지털적 설계를 가능하게 하는 소프트웨어를 당업자가 이용한다. 후속하여, 이러한 수술 형판이 제조되고, 임플란트 치료 수술을 실행하는 치과의 외과의사에게 전달된다. 수술 중에, 수술 형판은 환자의 입 내의 3D 지지 표면 상에 설치된다. 본 발명의 임의의 실시예와 관련하여, 형판은 또한 입 내의 지지 표면의 생체외 사본에 적용될 수 있다. 그러한 생체외 사본은 예를 들어 적층 제조 또는 주조 또는 밀링에 의해서 제조될 수 있다.

[0127] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은 환자의 입 내에서 3D 지지 표면 상으로 피팅되고, 3D 지지 표면은 a) 하나 이상의 환자의 치아, 또는 b) 고정된 또는 제거 가능한 의치, 브릿지, 충진물, 베니어링과 같은 복원부, 또는 c) 턱뼈, 또는 d) 치육과 같은 연성 조직 또는 그 임의 조합일 수 있다.

[0128] 수술 중에, 임플란트를 턱뼈 내에 배치하는 것과 같은 수술 절차에 앞서서, 절골부가 생성된다. 예를 들어 컴퓨터 안내형 수술이 적용되거나 적용될 수 있는 본 발명의 실시예에서, 목표는 절골부를 생성하는 것이고 그리고

[0129] a) 수술전 계획에 따라 임플란트를 효과적으로 또는 가능한 한 정확하게 배치하는 것, 또는

[0130] b) 수술 단계가 실행되는 위치를 마킹하는 것,

[0131] c)턱뼈 융기부를 감소 또는 레벨링하거나 공동을 생성하는 것이다.

[0132] 그러한 실시예에서, 하나 이상의 수술 기구, 예를 들어

[0133] a)하나 이상의 드릴 및/또는 임플란트 배치 기구, 즉 임플란트 홀더, 또는

[0134] b) 턱뼈의 감소 또는 레벨링을 위한 절골기, 또는

[0135] c) 미리 규정된 위치에서, 후속 수술 개입을 위한 준비에서 구내 마킹을 마킹하기 위한 마킹 장치를 안내하는 수술 형판이 생성된다.

[0136] 본 본 발명의 실시예가 이하의 특성 중 하나 이상을 가질 수 있다.

[0137] · 본 발명의 실시예인 수술 형판은, 3D 지지 표면, 바람직하게 강성 3D 지지 표면과, 연속적인 접촉 지역 대신, 이산형(discrete) 기계적 인터페이스를 제공하는 제한된 크기의 접촉 특징부를 형성하는, 구형, 원뿔형, 피라미드형, 또는 원통형 형상의 요소를 포함한다.

[0138] · 본 발명의 실시예인 수술 형판은, 3D 지지 표면의 강성 부분과만 접촉되는 접촉 특징부를 포함하고, 이는 특유의, 안정적이고 정확한 재배치 가능 형판을 제공한다.

[0139] · 본 발명의 실시예인 수술 형판은 클램핑 접촉 특징부를 포함하고, 이는 다시 각진 접근부(angulated access)를 갖는 접경 나사를 통한, 예를 들어 별 렌치 나사 및 나사 드라이버의 이용을 통한 고정을 포함할 수 있다.

[0140] · 본 발명의 실시예인 수술 형판은, 안정적이고 정확한 재배치 가능 형판을 각각 제공하는 힘-폐쇄 또는 보다 바람직하게 형태-폐쇄 배치되는 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 원통형 또는 피라미드형 형상의 접촉 특징부(즉, 라인 또는 점 접촉부이나, 연속적인 접촉 면적은 아니다)를 포함한다.

[0141] 수술 형판의 본체에 조립될 수 있는 접촉 특징부를 포함하는 수술 형판은 그에 의해서, 상이한 재료들의 이용을 허용하고 그에 따라 접촉 특징부의 상이한 마찰 특성들을 제공한다.

[0142] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은 바람직하게, 하나 이상의 수술 기구를 수술전 계획에서 계획되었던 바와 같은 위치 및 배향으로 안내하기 위한, 하나 이상의 안내 특징부, 전형적으로 원통체 또는 부싱 또는 안내 표면을 포함한다. 도 4a에서, 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판(10)은 부분적 무치아 상황에 대해서 도시되었고, 여기에서 수술 형판(10)은, 예를 들어 6과 같은 하나 이상의 수술 장소에 이웃하거나 그에 근접한 치아(4)를 포함하는, 3D 지지 표면 상에서 지지된다. 이들은 하나 이상의 위치이고, 여기에서 수술 절차가 실행될 수 있고, 예를 들어 절골부가 생성되고 임플란트가 배치된다. 치아(4)는, 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판이 힘 폐쇄 또는 형태 폐쇄 방식으로 놓이게 될 강성 3D 지지 표면의 부분을 형성한다. 일부 치아(2)는 수술 형판(10)을 지지할 필요가 없다. 고정된 또는 제거 가능한 의치, 브릿지 또는 크라운, 충진물 또는 베니어링, 또는 노출된 또는 치육을 통해서 도달 가능한 경우의 뼈와 같은 복원 요소가 또한 강성 3D 지지 표면의 일부를 형성할 수 있다. 선택적으로, 강성 부분에 더하여, 치육과 같은 연성 조직(7)을 이용하여 형판(10)의 부분을 지지할 수 있다. 형판(10)은 하나 이상의 지지된 섹션(11)을 포함하고, 하나 이상의 안내 특징부, 예를 들어 드릴과 같은

하나 이상의 수술 도구를 안내하기 위해서 이용되는 보어(12)를 갖는 원통체 또는 부싱(14)을 갖는다. 형판(10)은 일반적으로 적어도 2개의 지지 섹션(11), 및 하나 이상의 수술 장소들에 걸쳐지는 안내 특징부를 포함할 것이다. 도 4a에서, 보어(12)를 갖는 원통체(14)인 안내 특징부는 수술 형판(10)의 본체와 일체이고(하나의 단편으로 형성되고), 예를 들어 특히 금속 형판의 경우에, 동일한 재료로 제조될 수 있다. 대안적으로, 그러나 원통체(14)와 같은 안내 특징부를 수술 형판(10)의 본체 내로 삽입 또는 내재 또는 조립하는 것은 덜 바람직하다. 이러한 안내 특징부는, 드릴이 상단으로부터(또는 상부 턱의 경우에 하단으로부터) 삽입될 것을 요구하는 원통체(14)로서 도시되어 있다. 그러나, 드릴과 같은 수술 도구가 측면으로부터 도입될 수 있도록, 원통체 또는 부싱(14)이 일 측면에서 절취될 수 있다. 이는, 드릴을 상단으로부터(또는 상부 턱의 경우에 하단으로부터) 삽입하기 위한 입 내의 수직 공간이 불충분할 때 이용될 수 있다. 본 발명의 실시예는, 수술 형판(10)의 본체 내의 일체형의(형판과 하나의 단편의), 내재된 또는 조립된 안내 특징부를 허용한다.

[0143] 도 4c는, 안내 특징부(전형적으로 원통체 또는 부싱(14))가 형판(10)의 본체에 일체화 또는 내재되는 위치에서, 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판(10)을 통한 개략적 횡단면을 도시한다. 본 발명의 실시예는 수술 형판(10)의 본체 내의 일체형 또는 내재형 또는 조립형 안내 특징부를 허용하나, 일체형(형판과 하나의 단편이고 동일 재료로 제조된) 안내 특징부가 금속 형판의 경우에 특히 바람직하다. 수술 형판(10)의 본체 내로 조립되었을 때, 원통체(14)와 같은 안내 특징부가 부싱의 형태일 수 있고, 수술 형판(10)의 재료와 다른 재료로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 형판(10)은 아크릴과 같은 플라스틱 재료로 제조될 수 있고, 원통체(14)는 금속 부싱의 형태일 수 있다. 안내 원통체(14)는 그러한 측방향 및 수직 위치 그리고 각진 형태로 배치되고, 이는 (예를 들어, 수술전 계획에서 치과의 외과의사 또는 의사에 의해서 표시된 바와 같은) 하나 이상의 수술 기구를 수술전 계획된 절골부 및 임플란트 위치(6)로 안내할 것이다. 도 4c는 임플란트가 배치되는 위치(6)에서의 치육(7)과 원통체 또는 부싱(14)의 하단부 사이의 공간(8)을 도시한다. 이러한 공간(8)은 선택적이고, 안내 특징부, 예를 들어 원통체 또는 부싱(14)을 치육(7)까지 아래로 연장시키는 것에 의해서 그러나 그러한 것이 이하의 장점을 가질 때 회피될 수 있다:

[0144] a) 이러한 것이 통상적인 형판보다 임플란트 장소(6)의 보다 양호한 가시성을 제공할 때.

[0145] b) 예를 들어 임플란트가 내부에 배치될 보어를 턱뼈 내에 드릴링할 때, 이러한 것이 동작에서 드릴과 같은 수술 도구의 양호한 관개를 위한 공간을 제공할 때.

[0146] c) 이러한 것이, 무플립(flapless) 또는 소형-플립 절차가 실행될 수 있는 충분한 공간을 제공할 때.

[0147] 본 발명의 임의의 실시예에 따른 수술 형판(10)의 3D 지지 표면은 하나 이상의 치아, 복원부 또는 복원 요소, 예를 들어 고정된 또는 제거 가능한 의치, 브릿지 또는 크라운, 충진물 또는 베니어, 뼈, 예를 들어 연성 조직의 플랩을 개방함으로써 노출된 턱뼈, 또는 연성 조직, 예를 들어 치육, 또는 그 조합일 수 있다. 본 발명의 실시예인, 구강의 치과용 임플란트 배치를 위한 수술 형판(10)은, 수술 형판(10)의 본체가 3D 지지 표면의 음각일 것을 요구하지 않는다. 본 발명의 하나의, 일부 또는 모든 실시예는 수술 형판(10)을 제공하고, 여기에서 수술 형판(10)을 그 3D 지지 표면 상에 배치하는 것은 특이적이고 반복 가능하며, 즉, 입 내에 설치되고, 제거되고, 그리고 동일한 배향으로 동일 위치 내에 재-설치된다.

[0148] 본 발명의 실시예는, 3D 지지 표면과 수술 형판 사이의 간극과 조합하여, 예를 들어 지지 섹션(11) 상에 제한된 수(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만, 또는 15개 미만 그리고 7개 초과)의 별개의 접촉 특징부(20)를 제공하는 것을 통해서, 3D 지지 표면 상의 배치를 달성한다. 간극은 형판의 본체가 3D 지지 표면과 접촉하는 것을 방지하고, 그에 따라 미리 규정된 제한된 수(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만, 또는 15개 미만 그리고 7개 초과)의 접촉 특징부(20)만이 3D 지지 표면에 닿도록 하고 힘 또는 형태 폐쇄로 형판을 지지하게 한다. 도 4b는, 도 2 및 도 3에 도시된 바와 같이 하나 이상의 큰 접촉 면적(들) 대신, 복수의 볼록 접촉 특징부(21, 22, 23, 24, 25, 26)를 도시한다. 도 4b는 또한, 나사 고정 또는 클램프(27)와 같은 변형 가능 접촉 특징부(20)를 도시한다. 본 발명의 실시예에서 이용하기 위한 변형 가능 접촉 특징부는, 접촉 표면의 위치가 조정 나사와 같은 도구에 의해서 조정될 수 있는, 그러한 것을 포함한다. 그러한 특징부는 또한 플라스틱, 고무 또는 탄성중합체와 같은 탄성 접촉 특징부일 수 있거나, 강성일 수 있다. 탄성중합체는, 예를 들어, 이소프렌, 폴리이소프렌, 또는 다른 합성 고무일 수 있다.

[0149] 수술 형판과 3D 지지 표면 사이의 전체적인 접촉을 갖는 것에 비교되는, 제한된 수의 접촉 특징부(20)를 가지는 것의 장점은, 수술 형판의 부정확한 또는 불안정한 배치를 가질 가능성이 전체적인 또는 연속적인 면적 접촉부에 의해서 지지되는 수술 형판에서 더 높다는 것인데, 이는 전체 접촉 면적의 각각의 하나의 접촉 점이 (정확하게 제조되지 않는 경우에) 부정확한 배치의 발생원이 될 수 있는 반면, 본 발명의 실시예에서는 그 가능성이 더

낮기 때문이다. 본 발명의 실시예에 따른 접촉 특징부(20)는 회전 타원체형, 구형, 원뿔형, 피라미드형, 원통형, 나이프 연부 또는 날카로운 점, 배럴 형상 또는 절두형의 회전 타원체형, 구형, 원통형, 배럴 형상 또는 나이프 연부 또는 날카로운 점 접촉 특징부와 같은 볼록한 구조물이다. 접촉 특징부(20)는 경치육적(transgingival)일 수 있고, 즉 그에 따라 접촉 특징부(20)가 치육을 침투할 수 있고 하부의 뼈에 의해서 지지될 수 있으나, 바람직하게 그러한 뼈를 침범하지 않는다. 접촉 특징부는 바람직하게 점 대 면적 접촉부이다. 접촉 특징부는, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부일 수 있다. 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부일 수 있다.

[0150] 접촉 특징부(20)는 수술 형판(10)의 본체 내로 가공, 몰딩, 내재 또는 조립될 수 있고, 조립될 때, 수술 형판(10)의 본체와 동일한 또는 그와 상이한 재료로 제조될 수 있다. 접촉 특징부의 상이한 형상의 예가 도 5a, 도 5b, 도 5c에 도시되어 있다. 도 5a는 (형판과 하나의 단편으로 제조된) 일체형의, 예를 들어 내재된 회전 타원체형 접촉 특징부(20a)를 도시한다. 접촉 특징부(20a)는 형판(10)과 동일한 재료로 형성될 수 있고 그에 따라 강성 재료로 제조될 수 있다. 적층 제조 방법에서, 하나 초과의 재료가 이용될 수 있고, 그에 따라 형판이 적층 제조 적층 제조에 의해서 제조될 때, 접촉 특징부(20a)의 재료가 형판(10)의 재료와 상이할 수 있고 따라서 특징부(20a)는, 예를 들어, 형판의 재료보다 더 탄성적일 수 있다. 접촉 특징부(20b)가 조정 가능하게 제조될 수 있고, 즉 이는 형판(10)의 나사산형 부분 내에서 나사 나사산으로 장착될 수 있다. 도 5b는 (형판과 하나의 단편으로 제조된) 일체형 또는 내재형 나이프-연부 또는 날카로운 점 접촉 특징부(20b)를 도시한다. 접촉 특징부(20b)는 형판(10)과 동일한 재료로 형성될 수 있고 그에 따라 강성 재료로 제조될 수 있다. 적층 제조 방법에서, 하나 초과의 재료가 이용될 수 있고, 그에 따라 접촉 특징부(20b)의 재료가 형판(10)의 재료와 상이할 수 있고 따라서 특징부(20b)는, 예를 들어, 형판의 재료보다 더 탄성적일 수 있다. 접촉 특징부(20b)가 조정 가능하게 제조될 수 있고, 즉 형판(10)의 나사산형 부분 내에서 나사 나사산으로 장착될 수 있다. 접촉 특징부(20b)는, 치육을 침투하여 하부의 뼈 위에서 지지되나 뼈는 침투하지 않는 경치육적 접촉 특징부를 형성할 수 있는 날카로운 점을 가질 수 있다. 경치육적 접촉 특징부(20b)가 조정 가능하게 제조될 수 있고, 즉 형판(10)의 나사산형 부분 내에서 나사 나사산으로 장착될 수 있다. 도 5c는, 수술 형판(10)의 본체와 동일하거나 상이한 재료로 제조될 수 있고 그에 따라 형판(10)보다 더 탄성적일 수 있는, 예를 들어 플라스틱, 고무 또는 탄성중합체로 제조될 수 있는 조립된 접촉 특징부(20c)를 도시한다. 플라스틱은 아크릴 수지일 수 있고, 탄성중합체/고무가 이소프렌, 폴리이소프렌, 또는 다른 합성 고무일 수 있다. 접촉 특징부(20c)는 형판 내의 슬롯 또는 홀 내에 억지 끼워 맞춤될 수 있고, 형판의 슬롯 또는 홀 내에 스냅 피팅될 수 있고, 예를 들어, 접착제로 또는 납땜이나 용접에 의해서 제 위치에 고정될 수 있다.

[0151] 도 5d는, 수술 형판(10)의 본체와 동일하거나 상이한 재료로 제조될 수 있고 그에 따라 형판(10)보다 더 탄성적일 수 있는, 예를 들어 플라스틱, 고무 또는 탄성중합체로 제조될 수 있는 조정 가능 접촉 특징부(20d)를 도시한다. 접촉 특징부(20d)가 형판(10)의 나사산형 부분 내에서 나사 나사산(34)으로 장착될 수 있다. 접촉 특징부(20d)의 지지 단부는 이미 전술한 것 중 임의의 것, 예를 들어 회전 타원체형, 구형, 원뿔형, 나이프 연부 또는 날카로운 점, 배럴 형상 또는 절두형의 회전 타원체형, 구형, 원통형, 배럴 형상 또는 나이프 연부 또는 날카로운 점 접촉 특징부와 같은 볼록한 구조물일 수 있다. 특징부의 타 단부는, 예를 들어, 나사의 회전을 통해서, 특징부의 위치를 조정하기 위한 도구(도 6 참조)를 수용하기 위해서, 예를 들어 나사 헤드(35)로서 구성될 수 있다. 접촉 특징부(20d)는 3D 지지 표면에 대항하는 접경 나사(34)의 이용을 통해서 클램핑을 달성한다. 클램핑 접촉 특징부(20d)는 도 5a 내지 도 5c의 (31, 32, 33으로 도시된) 임의의 다른 접촉 특징부, 예를 들어 회전 타원체형, 구형, 원뿔형, 나이프 연부 또는 날카로운 점, 배럴 형상 또는 절두형의 회전 타원체형, 구형, 원통형, 배럴 형상 또는 나이프 연부 또는 날카로운 점 접촉 특징부와 같은 볼록한 구조물을 구비할 수 있다. 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄에 대한 조건에 의해서, 클램핑 접촉 특징부의 방향 및 위치가 도달하기 어려운 환자의 입의 면적에 배치되는 것이 요구될 수 있다. 도 6에 도시된 바와 같이, 접경 나사의 나사 헤드(35)는, 나사 드라이버가 접경 나사의 방향과 상이한 방향으로 배향되는 동안 접경 나사를 조일 수 있게 하는 별 렌치 볼트 나사 드라이버(36)와 같은 특별한 접근 도구를 수용하도록 설계될 수 있다. 이는, 접경 나사를 조이기 위한 기능을 유지하면서 입 내의 보다 편안한 위치에서 나사 드라이버를 배치할 수 있게 한다.

[0152] 접촉 특징부들(20)은 서로 간섭하지 않아야 하고, 그에 따라 제한된 수의 접촉 특징부가 바람직하다. 적합한 접촉 특징부(20)의 최대 수는, 수술 형판의 본체에 의해서 덮이는 3D 지지 표면의 크기 및 접촉 특징부의 크기에 의해서 규정된다. 접촉 특징부의 크기는 바람직하게 0.01 ㎜ 내지 5 ㎜인 접촉 반경에 의해서 규정될 수 있고, 전형적으로 접촉 반경은 예를 들어 0.1 ㎜ 내지 1 ㎜일 수 있다. 접촉 특징부는 바람직하게 점 대 면적 접촉부이다. 접촉 특징부는, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부일 수

있다. 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부일 수 있다.

[0153] 간결함을 위해서, 수술 형판은 제한된 수의 접촉 점을 갖는다고 기술될 것이고, 접촉 점의 최소 및 최대 수는 전술한 바와 같이 (예를 들어, 30 미만, 20 미만 또는 15 미만 그리고 7 이상으로) 규정된다. 접촉 특징부는 거의 무마찰적일 수 있거나, 접촉 특징부가 설치될 때 형판의 변형에 의해서 또는, 예를 들어 나사 조정으로, 접촉 특징부(20)의 위치를 조정하는 것에 의해서, 규정될 수 있는 마찰력을 가질 수 있다. 본 발명에 따른 수술 형판은 금속 또는 플라스틱과 같은 접촉 특징부를 위한 다양한 재료를 포함할 수 있다. 접촉 특징부와 3D 지지 표면 사이의 접촉의 마찰 특성은, 접촉 특징부 및 3D 지지 표면 모두의 재료 특성에 따라 크게 달라질 것이다. 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은, 정적인 '위치결정부'인 또는, 예를 들어 클램핑 압력을 형성하기 위해서 조정 가능한 능동적인 즉, '클램핑'인, 접촉 특징부를 포함할 수 있다.

[0154] 본 발명의 실시예는 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄에 의해서 3D 지지 표면 상의 배치를 달성한다. 수술 형판의 힘-폐쇄 배치는 3D 지지 표면 상의 수술 형판의 파지이고, 여기에서 접촉 특징부의 기하형태적 설계를 통해서 이러한 3D 지지 표면 상에 임의의 힘 및 모멘트를 인가할 수 있고, 마찬가지로, 3D 지지 표면에 대한 수술 형판의 임의의 이동은 접촉력에 의해서 저지되며, 이는, 약간의 0이 아닌 외부 일이 없이, 3D 지지 표면이 접촉 특징부와의 접촉을 파괴할 수 없다는 것을 의미한다. 형태-폐쇄 배치는, 3D 지지 표면이, 임의의 외부의 그러나 비-변형의 작업의 크기 및 방향과 관계없이, 접촉 특징부와의 접촉을 파괴할 수 없다는 의미에서, 힘-폐쇄 파지의 더 엄격한 적용이다. 3D 공간에서, 수술 형판의 힘-폐쇄 배치는 적어도 2개의 연성-핑거 마찰 접촉 특징부 또는 적어도 3개의 경질-핑거 마찰 접촉 특징부로 달성될 수 있다. 그 이유는, 2개의 연성-핑거 접촉 특징부 대신, 2개의 경질-핑거 접촉 특징부를 갖는 파지부가 접촉부의 2개의 점을 연결하는 라인을 중심으로 하는 토크를 생성할 수 없거나 저지하기 때문이다. 형태-폐쇄는 3D 공간 내에서 적어도 7개의 접촉 특징부로만 달성될 수 있다. 2D 공간 내에서, 형태-폐쇄를 달성하기 위해서 4개의 접촉 특징부만이 요구된다는 것을 주목하여야 한다. 2D 공간 내의 형태-폐쇄의 원리가 도 5d에 도시되어 있다. 이러한 도면으로부터, 수술 형판 또는 3D 지지 표면을 변형시키지 않는, 예를 들어 형판을 3D 지지 표면으로부터 당기거나 경사지게 하려고 하는, 임의의 외부의 일의 크기 또는 방향과 관계없이, 3D 지지 표면에 대한 수술 형판의 2D 공간(2개의 병진운동 및 1개의 회전) 내에 존재하는 3개의 자유도가 차단된다는 것이 분명하다.

[0155] 결과적으로, 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은 적어도 2개의 접촉 특징부(20)를 포함할 것이고, 더 전형적으로 7개 이상의 (예를 들어, 30개 미만, 20개 미만, 또는 15개 미만의) 접촉 특징부(20)를 갖는다. 접촉 특징부는 바람직하게 점 대 면적 접촉부이다. 접촉 특징부는, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 형상의 점 접촉부일 수 있다. 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부일 수 있다.

[0156] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판(10)은, 치아, 복원 요소, 임플란트, 충진물, 고정된 또는 제거 가능한 의치, 베니어링 및/또는 턱뼈와 같은, 구강 해부조직에 의해서 형성된 3D 지지 표면의 강성 면적과 접촉되는 별개의 접촉 특징부들을 갖는 수술 형판(10)을 포함한다. 별개의 접촉 특징부들(20)은 바람직하게, 점막 또는 치육과 같은 구강 해부조직의 연성 면적과 접촉되지 않는데, 이는, 그러한 접촉 특징부가 본 발명의 접촉 특징부와 함께 허용될 수 있지만, 그러한 접촉이 수술 형판(10)의 배치의 특이성을 손상시킬 수 있기 때문이다. 필요한 경우, 연성 조직의 플랩이 상승될 수 있고 하부 뼈가 3D 지지 표면으로써 이용될 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은, 플랩을 상승시킬 필요가 없이 치육을 통해서 뼈 표면과 접촉되는 한편 접촉 장소에서 해당 뼈에 비-침습적인 접촉 특징부를 포함할 수 있다. 본 발명에 따른 수술 형판(10)의 실시예는, 치육과 같은 3D 지지 표면의 연성 면적 상에서 지지하는 더 큰 접촉 면적을 포함할 수 있다. 그러나, 이는, 환자의 구강 해부조직에 의해서 형성된 3D 지지 표면의 강성 면적 상에 위치된 별개의 접촉 특징부(20)를 통해서 달성되는 3D 지지 표면 상으로 수술 형판(10)을 배치하는 것에 영향을 미치지 않아야 한다. 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은 7개 초과의 접촉 특징부를 포함할 수 있고, 이는, 비록 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄를 달성하는데 필요하지 않지만, 더 양호한 안정성을 제공할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판의 특히 유리한 실시예는, 6개의 정적인, 즉 '위치결정부' 접촉 특징부 및 1개 내지 3개의 능동적인 즉, '클램핑' 접촉 특징부(들)를 갖는 수술 형판이며, 위치결정부 접촉 특징부는 무마찰적 또는 거의 무마찰적으로 구성될 수 있고, 클램핑 접촉 특징부는 마찰력을 이용하거나 이용하지 않고 클램핑을 할 수 있다. 여기에서, 6개의 정적 위치결정부 접촉 특징부는 수술전 계획에 따른 특이적이고 반복 가능한 위치를 규정하는 한편, 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 조건은 적어도 하나의 이상의 접촉 특징부 즉, 클램핑 접촉 특징부를 부가하는 것에 의해서 달성된다.

[0157] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판(10)은 마찰을 갖거나 가지지 않는 하나 이상의 접촉 특징부를 포함할 수 있다. 접촉 특징부는 바람직하게 점 대 면적 접촉부이다. 접촉 특징부는, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부일 수 있다. 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부일 수 있다. 무마찰 접촉부

의 경우에, 각각의 접촉부는 단일 점 접촉부이고, 접촉력은, 접촉이 이루어지는 위치에서 3D 지지 표면에 수직으로 지향된다. 마찰을 갖는 접촉부의 경우에, 마찰 접촉 특징부 상에 작용하는 접촉력의 방향은 3D 지지 표면 상의 정점과 코너스로(conus) 위치되고, 즉 마찰력은 접촉 지점에서 3D 지지 표면에 수직인 성분과 그에 접선인 성분으로 분해될 수 있다.

[0158] 형태-폐쇄가 달성되도록, 모두가 마찰이 없는, 6개의 위치결정부 접촉 특징부 및 1개의 클램핑 접촉 특징부를 갖는 수술 형판의 예를 고려한다. 따라서, 이러한 특정 수술 형판은 본 발명의 실시예를 따르는 것으로 간주된다. 이하에서, 본 발명의 실시예에 따른, 이러한 수술 형판의 접촉 특징부의 위치를 획득하기 위한 하나의 특정 방법이 설명되고 도 8에 요약되어 있다. 시작 점은, 3D 지지 표면이 추출 및 규정될 수 있는 환자의 화상 그리고 선택적으로 수술 형판의 디지털적 표상을 포함하는 수술전 계획이다. 3D 지지 표면은 바람직하게, 치아와 같은 치열의 강성 요소, 복원 요소 예를 들어 임플란트, 브릿지, 및 크라운, 충진물, 베니어링, 고정된 또는 제거 가능한 의치, 뼈 및 선택적으로 연성 조직 상에 위치된다.

[0159] 도 8에 도시된 수술 형판을 설계하는 방법에서, 단계 1, 2 및 3의 순서가 서로 바뀔 수 있다. 형판을 설계하는 방법은 다음과 같다:

[0160] a) 단계 1에서, 수술 형판의 환자 특이적 디지털적 버전의 디지털적 화상을 이용하는 것이 결정되거나, 수술 형판의 디지털적 버전이 제3자로부터 획득된다.

[0161] b) 단계 2에서, 안내 특징부가 설계되거나 설계가 제3자로부터 수신된다. 단계 3에서, 형태 폐쇄의 경우에, 6개의 위치결정부 접촉부 및 1개의 클램핑 접촉부의 초기 세트의 위치가 3D 지지 표면 상에서 규정되고, 이러한 위치는 수술 형판(10)의 디지털적 표상으로 전달된다. 대안적으로, 힘 폐쇄의 경우에, 2개의 연성-핑거 마찰 접촉부 또는 적어도 3개의 경질-핑거 마찰 접촉부의 위치가 선택될 수 있다. 접촉 특징부는 바람직하게 점 대 면적 접촉부이다. 접촉 특징부는, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부일 수 있다. 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부일 수 있다.

[0162] c) 다양한 방식을 이용하여, 예를 들어 이전의 경험을 기초로 또는 단순히 7개 이상(예를 들어, 30개 미만, 20개 미만, 15개 미만)의 위치를 무작위적으로 선택하는 것을 기초로 위치의 초기 세트를 형성할 수 있고, 예를 들어 많은 수의 접촉 위치 장소를 선택하기 위해서 몬테 카를로(Monte Carlo) 방법을 적용할 수 있다.

[0163] d) 단계 3에서, 위치 이외에, 형태 폐쇄의 경우에, 이러한 접촉 특징부 내의 3D 지지 표면에 대한 법선 방향이 또한 형판의 설치 조건에서 규정될 수 있다. 실시예에서, 형태 폐쇄의 경우에, 접촉 특징부는 무마찰로 간주되고, 그에 따라 결과적으로, 형판이 설치될 때, 이러한 접촉 점에서 3D 지지 표면에 법선 방향이 될 접촉력을 초래한다. 마찰을 갖는 힘 폐쇄의 경우에 접촉 특징부에 작용하는 힘이 마찰 원뿔에 의해서 모델링될 수 있고, 즉 마찰을 갖는 접촉 특징부에 작용하는 힘이 해당 접촉 점에서 3D 지지 표면에 수직 성분과 그에 접선적인 성분으로 분해될 수 있다는 것을 주목하여야 한다.

[0164] e) 단계 4에서, 오일러-뉴튼(Euler-Newton) 공식이 적용되고, 그에 의해서 임의의 병진운동 또는 회전 운동이 차단되고, 즉 0이 된다. 이는, 형판이 설치 위치에 있을 때, 각각의 접촉 특징부 내의 힘 및 토크의 크기가 음이 될 수 없는 조건을 초래한다. 이러한 조건이 충족된다면, 수술 형판이 힘-폐쇄를 갖는다고 할 수 있고, 또한 이러한 특별한 예에서, 형태 폐쇄를 갖는다.

[0165] f) 단계 5에서, 조건이 충족되지 않는 경우에, 접촉 점 위치의 세트가 업데이트될 수 있다. 다시, 여러 가지 방식을 이용하여 새로운 세트의 위치를 규정할 수 있고, 그 중 하나는 접촉 점의 하나를 무작위적으로 선택된 새로운 하나로 대체한다. 이어서, 이러한 접촉 점의 새로운 세트는 다시 힘 폐쇄 또는 형태-폐쇄 조건에 대해서 평가된다. 이러한 절차는, 매번 접촉 특징부를 다른 접촉 특징부로 대체하는 것에 의해서 반복될 수 있고, 예를 들어 많은 수의 접촉 위치 장소를 선택 및 평가하기 위해서 몬테 카를로 방법이 적용될 수 있다.

[0166] g)접촉 특징부의 세트는, 접촉 특징부에 작용하는 힘 및 토크의 분배 균일성과 같은 다른 기준에 대해서 평가될 수 있다. 형판이 설치 위치에 있을 때 힘 및 토크의 분배를 최적화하기 위해서, 접촉 특징부의 세트를 갱신하는 것의 반복이 개시될 수 있다. 힘 및 토크 분배의 균일성의 최적화는 접촉 특징부의 세트를 규정하는 것의 반복을 셋업하는 것을 포함하고, 여기에서 각각의 세트에 대해서 상이한 접촉 특징부들에 걸쳐 힘 및 토크 크기의 변동성이 계산된다. 최소 변동성을 갖는 접촉 특징부의 세트가, 균일한 힘 및 토크 분배의 기준을 위한 최적의 세트가 될 것이다. 유사하게, 접촉 특징부 중 하나에서 최소화된 최대 힘을 갖는 것에 대해서, 접촉 특징부의 세트가 탐색될 수 있다. 여기에서, 힘 및 토크의 최대 크기가 접촉 특징부의 각각의 세트에 대해서 기록된다. 최소의 최대 크기를 갖는 접촉 특징부의 세트가 이러한 기준에 대한 최적의 세트를 초래할 것이다.

[0167] h) 선택적으로, 석재 또는 회반죽 주조물과 같은 치열의 생체외 모델이 환자의 치열로 제조될 수 있고, 접촉 특징부를 갖는 형판(10)이 회반죽 주조물 상에서 테스트될 수 있다. 대안적으로, 형판이 환자의 입 내에서 테스트될 수 있다. 필요한 경우, 접촉 특징부가 수작업으로, 예를 들어 치과의사의 드릴을 이용하여 수정될 수 있다.

[0168] i) 마지막으로, 단계 6에서, 그 접촉 특징부를 갖는 형판이 이하에서 설명된 방법에 의해서 제조된다.

[0169] 이하에서, 본원에서 전체가 참조로 포함되는, 참조 문헌 "Optimizing Fixture Layout in a point-set domain, Wang Y. M., and Pelinescu D. M., IEEE Transactions on Robotic and automation, vol. 17, No. 3, June 2001"를 기초로, 6개의 무마찰 정적 '위치결정부' 접촉 점 및 1개의 능동적 '클램핑' 접촉 점을 갖는 수술 형판의 특정 예에 대한 힘-폐쇄 조건을 평가하기 위한 하나의 특정 알고리즘이 설명된다.

[0170] 이하에서 개시된 이론에 의해서 제한되지 않고, 다른 관련 방법이, 수술 형판을 위한 접촉 특징부의 위치 및 규정을 획득하기 위한 본 발명의 범위 내에 포함되고, 그러한 방법은, 본 발명의 실시예에 따른 범위에 걸친 다른 수술 형판을 획득하기 위해서 적용될 수 있다. 이하에서, 접촉 점은 0의 면적의 점 접촉부와 같은 점 대 면적 점 접촉부이다. 점 접촉부는 예를 들어 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형일 수 있다.

[0171] 3D 지지 표면의 위치 벡터(r_i)를 갖는 i번째 접촉 점이 수술 형판(10)과 관련하여 작은 위치 요동(positional perturbation)(δr_i)을 갖는 것으로 가정한다. 이러한 요동은, 3개의 병진운동 성분(벡터(b)) 및 3개의 회전 구성요소(벡터(Θ))를 포함하는, 6x1 벡터 $\delta q = [\delta b^T \ \delta \Theta^T]^T$에 의해서 설명되는 수술 형판과 관련한 전체 3D 지지 표면의 작은 변위를 초래할 것이다. 상이한 접촉 특징부들 내의 변위와 전체 형판 사이의 관계는 다음과 같이 설명될 수 있다:

수학식 1

[0172] $$\delta y_i = \mathbf{g}_i^{\mathbf{T}} \delta \mathbf{q}$$

[0173] 6 x 1 컬럼 벡터에서

수학식 2

[0174] $$\mathbf{g}_i = -\begin{bmatrix} \mathbf{n}_i \\ (\mathbf{r}_i \times \mathbf{n}_i) \end{bmatrix}$$

[0175] 여기에서 $\delta y_i = n_i^T \delta r_i$이고, n_i 은, 수술 형판과의 접촉 점에서 (3D 지지 표면으로부터) 외측의 단위 법선 벡터를 나타내는 3x1 벡터이다. δy_i 는, 작은 운동이 접촉 점에서 법선과 동일한 방향인 병진운동 성분을 가질 때 양이고, 작은 운동이 접촉 점에서 법선의 반대 방향인 병진운동 성분을 가질 때 음인, 그리고 작은 운동이 접촉 점에서 법선에 대해서 수직일 때 0인, 스칼라이다. 이러한 것에 대한 실질적인 이해는, $\delta y_i > 0$이 수술 형판 내로의 접촉 점의 (금지된) 운동이고, $\delta y_i < 0$은 수술 형판으로부터 멀어지는(접촉이 상실된다) 접촉 점의 운동이며, 그리고 $\delta y_i = 0$은 수술 형판에 평행인(접촉이 유지된다) 운동이라는 것이다. 3D 지지 표면과 m개의 접촉 특징부를 갖는 수술 형판에서, 개별적인 요동 수학식이 다음과 같이 전체 수술 형판 시스템을 설명하는 하나의 공식으로 집합될 수 있다:

수학식 3

[0176] $$\delta \mathbf{y} = \mathbf{G}^{\mathrm{T}} \delta \mathbf{q}$$

[0177] 여기에서, $\delta y = [\delta y_1 \ \delta y_2 \ \ldots \ \delta y_m]^T$ 및 $G = [g_1 \ g_2 \ \ldots \ g_m]$ 6 x n 매트릭스는 전체적으로 n개의 상이한 접촉 특징부를 통해서 수술 형판을 3D 지지 표면 상으로 고정하는 것의 운동 역학을 특성화한다. 결정론적인 위치결정은, 공작물이 적어도 하나의 위치결정부와의 접촉을 상실하지 않고는 어떠한 작은 이동도 만들 수 없다는 것을 나타내는 기본적인 요건이다. 이러한 것은, 위치결정부 매트릭스(G)가 6개의 전체 랭크(full rank)를 가지는 경우에 즉, 랭크 G = 6인 경우에 그리고 그러한 경우에만 진실이 된다.

[0178] 위치 벡터(r_c) 및 단위 표면 법선(n_c)에 의해서 규정되는 정적 위치결정부 접촉 특징부 및 클램프를 갖는 본 발명의 특정 실시예를 고려한다. 접촉 점에 대해서, 3D 지지 표면 상에 인가되는 클램핑 힘은 다음과 같이 주어진다:

수학식 4

[0179] $$\mathbf{F}_c = \mathbf{g}_c \lambda_c = -[\mathbf{n}_c^{\mathbf{T}} \quad (\mathbf{r}_c \times \mathbf{n}_c)^{\mathrm{T}}]^{\mathrm{T}} \lambda_c$$

[0180] 여기에서 $\lambda_c > 0$은 클램핑 힘 크기를 나타낸다. Q는 공간 내에 고정된 것으로 간주되는 수술 형판에 대한 3D 지지 표면에 인가된 모든 외부 힘을 나타낸다. 보다 직관적으로, Q는 3D 지지 표면에 대해서 수술 형판에 인가된 중력, 수동적 당김, 수동적 밀기, 등과 같은 모든 힘을 나타낸다. 이어서, 평형 수학식이 다음과 같이 주어진다.

수학식 5

[0181] $$\mathbf{G}\mathbf{t} + \mathbf{g}_c \lambda_c + \mathbf{Q} = 0$$

[0182] 여기에서, 제1 항은, 정적 위치결정부 접촉부 내의 내부 힘을 나타내고, 제2 항은 능동적 클램프 접촉부 내의 힘을 나타내며, 제3 항은 수술 형판에 인가된 외부 힘을 나타낸다. 여기에서, 음이 아닌 n x 1 컬럼 벡터 $t = [t_1 \ t_2 \ \ldots \ t_n]^T$ 는 각각의 일반화된 접촉력(f_i)의 크기의 집합이고, 여기에서 $f_i = t_i g_i$이다.

[0183] 위치결정부 접촉력(t)의 세기(크기)에 대한 이러한 수학식의 풀이를 위한 일반적인 형태는 다음과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

[0184] $$\mathbf{t} = -\mathbf{G}^{+}\mathbf{Q} - \mathbf{G}^{+}\mathbf{g}_c \lambda_c + (\mathbf{I} - \boldsymbol{P})\boldsymbol{\gamma}$$

[0185] 여기에서 $\mathbf{G}^{+} = \mathbf{G}^{\mathrm{T}}(\mathbf{G}\mathbf{G}^{\mathrm{T}})^{-1}$ 및 $\mathbf{P} = \mathbf{G}^{+}\mathbf{G}$ 이다.

[0186] 여기에서, G^+ 는 G의 의사-역수(pseudo-inverse)이고, P는 예측 매트릭스이고, γ 임의의 n×1 벡터이다. 처음의 2개의 항은 수학식의 특정 풀이이고, 외부 힘(Q) 및 클램핑 작용 각각에 응답한 위치결정부 접촉력의 크기를 나타낸다. 마지막 항은 균일 풀이(homogeneous solution)를 나타내고, 이는 위치결정부들 사이의 내부 힘에 상응한다. 위치결정부가 피동적 요소이기 때문에, 이러한 내부 힘은 물리적으로 발생되지 않아야 한다. 그에 따

라, 마지막 항은 무시되어야 하고, 힘-폐쇄 요건은 (G의 랭크가 6이 되는 요건 다음에) 이하가 된다.

수학식 7

[0187] $$t_i = -\mathbf{g}_i^{\mathrm{T}}\mathbf{M}^{-1}(\mathbf{Q} + \mathbf{g}_c\lambda_c) > 0$$

[0188] 여기에서 i = 1 ... n이고, n은 접촉 특징부의 수이며, M은 GG^T 이고, 이러한 경우에 수술 형판인, 고정물의 피셔(Fisher) 정보 매트릭스로 지칭된다. 분석은, 힘-폐쇄 조건이 각각의 위치결정부의 위치(g_i) 및 클램프의 위치(g_c)에 동시에 의존한다는 것을 보여준다. 또한, 힘-폐쇄 조건이 각각의 클램프에 대해서 별개로 만족되는 경우에, 클램프의 임의 조합이 그러한 조건을 또한 만족시킬 것이다. 그에 따라, 다수-클램프 고정물에 대한 힘-폐쇄 분석은 연속적인 1-클램프 고정물 분석으로 감소될 수 있다.

[0189] 전술한 힘-폐쇄에 대한 조건의 유도는 본 발명의 특정 실시예, 즉 6개의 위치결정부 접촉 특징부 및 1개의 클램핑 접촉 점을 갖는 무마찰 접촉 특징부의 경우를 위해서 적용될 수 있다. 또한 본 발명의 실시예를 따르는 수술 형판의 다른 구성이 접촉 특징부 마찰을 포함할 수 있다. 마찰을 가지고 접촉 점에서 작용하는 힘은 마찰 콘(friction cone)에 의해서 표현될 수 있고, 여기에서 마찰 힘의 접선방향 성분이 고려될 필요가 있다. 전술한 알고리즘과 유사한 알고리즘을 적용하여, 마찰을 갖는 접촉 특징부가 관련될 때, 힘-폐쇄 조건을 찾을 수 있다(예를 들어, 전체가 본원에서 참조로 포함되는, 참조 문헌, Closure problem and Force optimization in fixtures and robotic manipulation, J. Ma, M. Y. Wang and X. Zhu, 6th annual IEEE Conference on automation science and engineering, Canada, 2010 참조).

[0190] 당업자는, 이전의 문단에서 언급된 바와 같은 힘-폐쇄 요건 또는 성능 최적화 요건을 만족시키는 위치결정부 위치를 찾기 위한 몇 가지 방법 흐름이 존재한다는 것을 인지할 것이다. 본 발명은 전술한 특정 방법 흐름에 의해서 제한되지 않고, 그 범위에서 임의의 그러한 방법 흐름을 포함한다. 본 발명의 실시예는, 하기 조건을 충족시키는 접촉 특징부의 세트를 획득하기 위해서 이용되는 방법 흐름과 관계없이, 힘-폐쇄 조건 또는 형태 폐쇄를 만족시키는 수술 형판의 임의의 설계를 포함한다.

[0191] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판(10)은, 이하의 2개의 양태로 구성되거나 포함하는 레이아웃 설계를 갖는다:

[0192] 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄를 위한 위치결정부 위치 결정 및 클램프 구성 설계. 주어진 3D 지지 표면에 대해서, 힘-폐쇄 또는 형태 폐쇄의 조건을 만족시키기 위한 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판을 위한 많은 수의 접촉 특징부의 세트가 존재할 수 있다. 본 발명의 실시예는, a) 정확한 위치결정(즉, 위치결정부의 위치 오류에 대한 수술 형판의 위치적 정확도의 견고함); b) 위치결정부 접촉력의 최소화, 및 c) 위치결정부 힘의 최적화된 균형과 같은, 고정물 성능 기준을 갖는 수술 형판을 포함한다. 본 발명의 실시예는 선택적으로, 그러나 비필수적으로, 이러한 최적화된 성능 조건을 포함할 수 있다.

[0193] 본 발명의 실시예는, 다양한 방식으로 수술 형판을 3D 지지 표면 상으로 클램핑하는 수술 형판(10)을 포함한다. 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판에 포함될 수 있는(그러나 그러한 것으로 제한되지 않는) 여러 가지 클램핑 메커니즘의 예는 다음과 같다: 접경 나사(들)의 이용을 통한 클램핑, 수술 형판의 초기 변형이 접촉 특징부 상에서 클램핑 힘을 초래하는 수술 형판 내의 내부 응력을 생성하는, 수술 형판을 3D 지지 표면 상으로 스냅-온하는 것을 통한 클램핑, 레버(들)의 이용을 통한 클램핑, 스프링(들)의 이용을 통한 클램핑, 외팔보에 의한 클램핑 등. 예를 들어, 도 4b는, 6개의 위치결정부 접촉 특징부(21, 22, 23, 24, 25, 26) 및 1개의 클램핑 점(27)을 갖는 수술 형판의 본 발명의 특정 실시예의 도면이고, 클램핑은 3D 지지 표면에 대향하는 접경 나사(28)의 이용을 통해서 달성된다.

[0194] 본 발명의 실시예는, 수술 형판의 본체, 안내 특징부 및 접촉 특징부를 위해서 이용되는 재료의 변형예를 포함한다. 이는, 접촉 특징부의 마찰 특성을 변경할 수 있는 능력과 같은, 몇 가지 장점을 가질 수 있다. 또한, 수술 형판의 본체는 다수의 재료의 조합을 포함하거나 그러한 것으로 구성될 수 있다. 예를 들어, 수술 형판(10)의 특정 실시예는, 티타늄, 티타늄 알루미늄 또는 티타늄 바나듐과 같은 티타늄 합금, 코발트 또는 코발트 크롬 또는 코발트 몰리브덴과 같은 코발트 합금과 같은 귀금속으로 제조된 1-단편 수술 형판일 수 있다. 본체가 금속 골격인 것으로 생각되는 수술 형판은, 경화된 에폭시 수지와 같은 중합체-계 재료와 같은 다른 재료보다 우수한 특정 장점을 가질 수 있는데, 이는 이하 때문이다:

[0195] a) 양호한 형태 안정성 및 열, 수분 및 복사선에 대한 내성으로서, 이는 수술 형판의 멸균처리에 유리할 수 있다.

[0196] b) 금속의 여분의 강도는 여유 있는 공간(최소의) 설계를 허용하여, 드릴링 중의 양호한 관개를 위한 임플란트 장소에 대한 우수한 접근, 보다 양호한 가시성, 및 최소-플랩 수술의 이용을 제공한다.

[0197] c) 보다 정확한 임플란트 정렬을 또한 허용하는, 정확한 위치에서의 용이한 반복 가능한 피팅.

[0198] d) 형판의 제조를 단순화하고 드릴 안내의 정확도를 높이는, 부싱을 대신하는, 통합된 보어 홀.

[0199] e) 이들 모두는, 비용 그리고 또한 기술적 및 미적 품질 모두와 관련하여, 환자를 위한 보다 양호한 치료에 기여할 것이다.

[0200] 그러나, 금속 형판의 이용이 제한되어 왔고, 본 발명은, 정확한 배치를 보다 용이하게 하는 접촉 특징부의 접촉 면적을 감소시키는 것과 같은, 유리한 개선을 제공한다.

[0201] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판은 다양한 방법으로 제조될 수 있다. 본 발명의 특정 실시예는, 부피 스캔 또는 CT 스캔, CBCT 스캔 및 MRI 스캔 또는 광학적 스캔과 같은 다른 스캔으로부터 수술 형판을 생성하는 제조 방법을 포함한다. 본 발명의 범위에 포함되는 제조 방법은 적층적인 층 제조 또는 더 단순히 "적층 제조" 방법, 밀링 방법 또는 그 조합을 포함할 수 있다. 적층 제조라는 관련 업계의 용어는 넓은 의미에서 이해되어야 한다. ISO/ASTM52900-15는 AM 프로세스의 7개의 카테고리를 규정한다: 결합제 젯팅, 지향성 에너지 침착, 재료 압출, 재료 젯팅, 분말 베드 융합, 시트 적층 및 배트 광중합(Vat Photopolymerization). 그러한 방법은, 재료를 층별로 부가하는 것에 의해서 원재료의 질량(mass)을 희망 형상으로 전달하는 3D 작업 엔벨로프(work envelope)를 통해서 이동된다. 적층 제조에 대한 다른 용어는 데스크탑 제조, 신속 제조, 신속 프로토타이핑, 및 주문형 제조 또는 주문형 인쇄 또는 3D 인쇄를 포함한다. 적층 프로세스는, 부품을 생성하기 위해서 층이 적층되는 방식 그리고 사용되는 재료와 관계없이, 본 발명의 범위에 포함된다. 적합한 방법은 층을 생성하기 위한 재료의 용융 또는 연화, 예를 들어 선택적 레이저 용융(SLM) 또는 직접 금속 레이저 소결(DMLS), 선택적 레이저 소결(SLS), 융합 침착 모델링(FDM), 또는 융합 필라멘트 제조(FFF)를 포함할 수 있고, 또한 스테레오리소그래피(SLA) 또는 적층 물체 제조(LOM)와 같은 다른 기술을 이용하는 액체 재료의 경화를 포함할 수 있다. 본 발명의 실시예에 따른 적층 제조 방법 중 임의의, 일부의 또는 모든 방법은, 필요한 경우, 희생 재료 및 지지 재료의 이용을 포함한다.

[0202] 적합한 재료는 이하 중 임의의 재료이다:

[0203] SLM: Ti, CoCr, (스테인리스) 강, 은, 금, 청동, 황동, 알루미늄

[0204] SLA: 에폭시 수지, 아크릴 수지, 아크릴 에폭시 수지, TPA

[0205] FDM: ABS, 폴리카보네이트, PPSU,

[0206] 밀링: 이미 전술한 금속, ABS, 아세탈, 아크릴, POM, 유리 충진형 나일론, 나일론, PEEK, 페놀, PC, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리스티렌, PTFE, PVC, PPS, 폴리아미드 중합체, 플루오로중합체, PEI, 플루오로카본 수지, 유리 에폭시, PPE, 나일론, 니켈 합금, 베릴륨구리, 철계-합금

[0207] SLS: 폴리아미드, 유리 충진형 폴리아미드, 알루마이드, 방염 폴리아미드, 열가소성 폴리우레탄

[0208] 제트 인쇄: 아크릴레이트, 수지, 비닐 중합체, 회반죽

[0209] 진공 주조: 폴리우레탄, TPE, ABS, PP, PC, PE.

[0210] 본 발명의 실시예는 조합된 방법들을 포함할 수 있다. 본 발명의 특정 실시예는 선택적 레이저 용융(SLM) 및 컴퓨터 수치 제어(CNC) 밀링의 조합을 이용한다. 이러한 특정 실시예에서, 접촉 특징부의 최종적 위치 및 형상 그리고 안내 원통체의 내경과 같은 안내 특징부의 다른 치수를 정확히 결정하기 위해서, 밀링 단계가 적층 제조 단계(SLM)를 뒤따를 수 있다. 전술한 특정 실시예에서 설명된 바와 같은 제조 기술의 조합일 때, 밀링 이벤트가 장치 상의 올바른 스폿에서 발생되도록, 인쇄 구축 판(printing build plate) 및 밀링 셋업 사이의 기준(reference)이 바람직하게 이용된다. 적어도 이하가 선택사항이다:

[0211] o 허브: 안내부(1개 이상)가 인쇄 중에 허브에 연결된다. 인쇄 후에, 밀링 중에 기준을 가지도록 허브 및 부착된 안내부가 전용 허브 위치 홀더 상에 배치된다.

[0212] o 인쇄 구축 판 상의 기준 물체. 이는, 인쇄 구축 판 상의 직접적인 밀링, 즉 배치식 밀링(batch milling)을 허용할 수 있고, 허브의 설계 및 구축을 회피할 수 있다.

[0213] 본 발명의 실시예는 또한, 예를 들어 앞서 설명된 방법 흐름에 의해서 제공되는 설계로부터 손으로 조각하거나 밀링하는 것을 포함하는 차감 가공인, 다른 제조 방법을 포함한다.

[0214] 본 발명의 실시예에 따른 수술 형판의 제조 후에 그리고 요구되는 임의의 피팅 조정 후에, 컴퓨터 안내형 치료가 도 7에 도시된 바와 같이 실행될 수 있다. 단계 10 내지 13에서, 수술 형판이 전술한 바와 같이 설계되고 제조된다. 단계 14에서, 형판은 환자의 입 내에서 3D 지지 표면, 예를 들어 치아, 임플란트와 같은 복원 요소, 브릿지 크라운, 충진물, 베니어링, 고정된 또는 제거 가능한 의치 또는 뼈의 표면 상에 위치되고, 하나 이상의 안내 특징부가 수술 도구의 안내를 위해서 이용된다. 예를 들어, 도구는 임플란트 배치가 배치될 홀을 뼈 내에서 드릴링하기 위한 하나 이상의 드릴, 또는 임플란트 배치 기구, 즉 임플란트 홀더, 또는 턱뼈의 감소 또는 레벨링을 위한 절골기, 또는 미리 규정된 위치에서, 후속 수술 개입을 위한 준비에서 구강내 마킹을 마킹하기 위한 마킹 장치일 수 있다. 형판의 형태는 수술 장소의 양호한 가시성을 허용할 수 있고 또한 수술 장소에 대한 양호한 관개를 허용할 수 있다.

[0215] 본 발명은 또한, 화상을 조작하기 위한 컴퓨터와 같은 디지털적 프로세싱 능력을 갖는 다양한 장치, CNC 밀링 기계, 적층 제조 장치, CT, CBCT, MRI 또는 광학적 스캐너와 같은 스캐너를 포함하는 시스템에 관한 것이다. 이러한 장치는, 소프트웨어 즉, 하나 이상의 컴퓨터 프로그램으로 프로그래밍되는 것에 의해서 그 각각의 기능을 실행하는, 중앙 처리 유닛(CPU) 및/또는 그래픽 프로세싱 유닛(GPU)과 같은, 하나 이상의 마이크로프로세서, 마이크로제어기를 포함할 수 있다.

[0216] 이러한 장치 중의 임의의, 일부의 또는 모든 장치가 (비-일시적 컴퓨터 판독 가능 매체, RAM 및/또는 ROM과 같은) 메모리, 운영 시스템, 고정된 포맷의 디스플레이와 같은 디스플레이, 키보드와 같은 데이터 입력 장치, "마우스"와 같은 포인터 장치, 다른 장치를 부착하기 위한 직렬 또는 병렬 포트, 네트워크 카드 및 임의의 네트워크에 대한 연결을 위한 연결부를 가질 수 있다.

[0217] 소프트웨어는, 그러한 소프트웨어가 각각의 장치 또는 장치들에 로딩되고 마이크로프로세서, ASIC's, FPGA's 등과 같은 하나 이상의 프로세싱 엔진 상에서 실행될 때, 이하의 기능을 실행하도록 구성될 수 있다.

[0218] 환자의 치열의 디지털적 화상을 획득하는 것;

[0219] 환자의 치열의 디지털적 화상의 프로세싱 및 조작을 허용하는 것, 수술 형판을 위한 3D 지지 표면을 추출 및 디스플레이하는 것, 형판의 디지털적 버전이 환자의 치열의 화상 내에 위치될 수 있게 허용하는 것, 그리고 결정을 위해서, 수술 형판의 환자 특이적 디지털적 버전을 디스플레이 및 변경하는 것.

[0220] 소프트웨어는, 그러한 소프트웨어가 각각의 장치 또는 장치들에 로딩되고 마이크로프로세서, ASIC's, FPGA's 등과 같은 하나 이상의 프로세싱 엔진 상에서 실행될 때, 이하의 기능을 실행하도록 구성될 수 있다.

[0221] 형태 폐쇄의 경우에, 3D 지지 표면 상의 1개의 클램핑 접촉부 및 6개의 위치결정부 접촉부와 같은 접촉 특징부의 초기 세트의 위치를 디스플레이하는 것 및 이러한 위치를 수술 형판의 디지털적 표상으로 전달하는 것. 대안적으로, 힘 폐쇄의 경우에, 2개의 연성-핑거 마찰 접촉부 또는 적어도 3개의 경질-핑거 마찰 접촉부의 위치를 디스플레이하는 것

[0222] 선택적으로, 형태 폐쇄의 경우; 형판이 3D 지지 표면 상의 설치 위치에 있을 때, 이러한 접촉 특징부를 위한 3D 지지 표면에 대한 법선 방향을 규정하는 것을 허용하는 것. 형태 폐쇄의 경우에, 접촉 특징부는 무마찰로 간주될 수 있고, 그에 따라 결과적으로, 형판이 설치될 때, 이러한 접촉 점에서 3D 지지 표면에 법선 방향이 될 접촉력을 초래한다. 마찰을 갖는 힘 폐쇄의 경우에 접촉 특징부에 작용하는 힘이 마찰 원뿔에 의해서 모델링될 수 있고, 즉 마찰을 갖는 접촉 특징부에 작용하는 힘이 해당 접촉 점에서 3D 지지 표면에 수직인 성분과 그에 접선적인 성분으로 분해될 수 있다.

[0223] 소프트웨어는, 그러한 소프트웨어가 각각의 장치 또는 장치들에 로딩되고 마이크로프로세서, ASIC's, FPGA's 등과 같은 하나 이상의 프로세싱 엔진 상에서 실행될 때, 이하의 기능을 실행하도록 구성될 수 있다.

[0224] 임의의 병진운동 또는 회전 운동이 차단되게 하는 즉, 0이 되게 하는 오일러-뉴튼 공식의 적용은, 형판이 설치 위치에 있을 때, 각각의 접촉 특징부 내의 힘 및 토크의 크기가 음이 될 수 없는 조건을 초래한다. 이러한 조건이 충족된다면, 수술 형판이 힘-폐쇄, 그리고 가능하게는 형태 폐쇄를 갖는다고 할 수 있다.

[0225] 조건이 충족되지 않는다면, 소프트웨어는 접촉 점 위치의 세트의 업데이트를 허용할 수 있도록 구성되며, 예를 들어 새로운 세트의 위치를 규정하기 위한 다양한 방식을 허용하고, 그 중 하나는 접촉 점의 하나를 무작위적으로 선택된 새로운 하나로 대체한다.

[0226] 소프트웨어는, 모든 접촉 점의 세트가 힘 폐쇄 또는 형태-폐쇄 조건에 대해서 평가될 수 있게 허용하도록 구성될 수 있다.

[0227] 소프트웨어는, 접촉 특징부의 각각의 세트가, 접촉 특징부에 작용하는 힘 및 토크의 분배 균일성과 같은 다른 기준에 대해서 평가될 수 있게 허용할 수 있다.

[0228] 소프트웨어는, 형판이 설치 위치에 있을 때, 힘 및 토크의 분배를 최적화하기 위한 접촉 특징부 세트의 갱신의 반복을 허용하도록 구성될 수 있다.

[0229] 소프트웨어는, 힘 및 토크 분배의 균일성의 최적화를 허용하도록 구성될 수 있고, 접촉 특징부의 세트를 규정하는 것의 반복을 셋업하는 것을 포함할 수 있고, 여기에서 각각의 세트에 대해서 상이한 접촉 특징부들에 걸쳐 힘 및 토크 크기의 변동성이 계산된다.

[0230] 소프트웨어는, 최소 변동성을 갖는 접촉 특징부의 세트가, 균일한 힘 및 토크 분배의 기준을 위한 최적의 세트로서 선택될 수 있도록 구성된다.

[0231] 소프트웨어는, 접촉 특징부 중 하나에서 최소화된 최대 힘을 갖는 것에 대해서, 접촉 특징부의 각각의 세트의 탐색을 허용하도록 구성될 수 있다.

[0232] 소프트웨어는 각각의 접촉 특징부의 세트에 대한 힘 및 토크의 최대 크기의 기록을 허용하도록 구성될 수 있다.

[0233] 소프트웨어는, 최소의 최대 크기를 갖는 접촉 특징부의 세트를 선택하도록 구성될 수 있다.

[0234] 접촉 특징부는, 구형, 회전 타원체형, 원뿔형, 피라미드형 또는 원통형 형상의 점 접촉부일 수 있다.

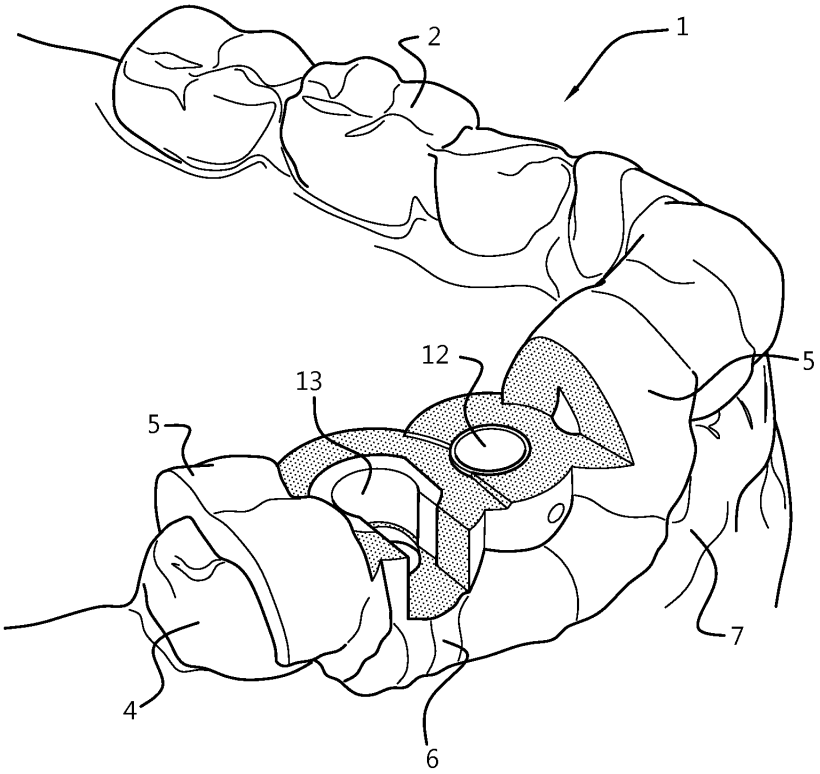
[0235] 접촉 특징부는 0의 면적의 접촉부일 수 있다.

[0236] 소프트웨어는, 제조에 적합한 접촉 특징부를 갖는 형판의 디지털적 파일, 예를 들어 적층 제조, CNC 밀링 등을 위한 파일을 생성할 수 있게 허용하도록 구성될 수 있다.

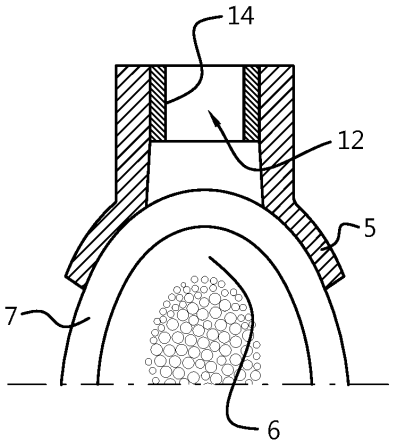
[0237] 전술한 소프트웨어 중 임의의 소프트웨어가, 서버와 같은 네트워크 장치를 포함하는, 전술한 장치 중 임의의 장치 내의 프로세싱 엔진을 위해서 컴파일링된 컴퓨터 프로그램 제품으로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은, 광학적 디스크(CD-ROM 또는 DVD-ROM), 디지털 자기 테이프, 자기 디스크, USB 플래시 메모리와 같은 솔리드 스테이트 메모리, ROM 등과 같은, 비-일시적 신호 저장 매체에 저장될 수 있다.

도면

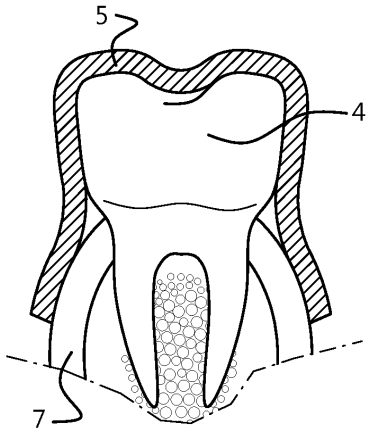
도면1a



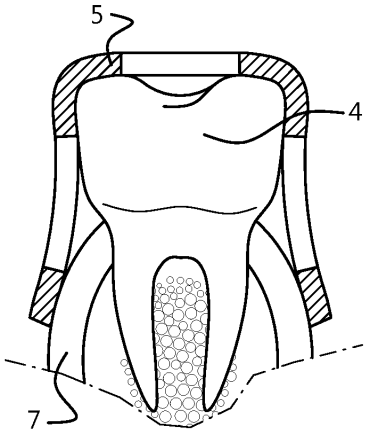
도면1b



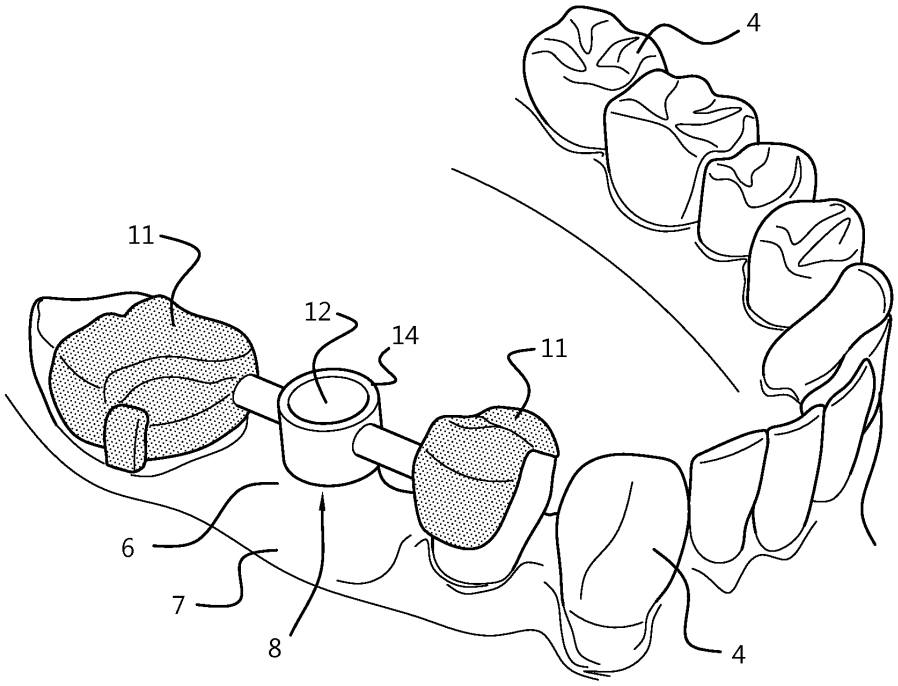
도면2



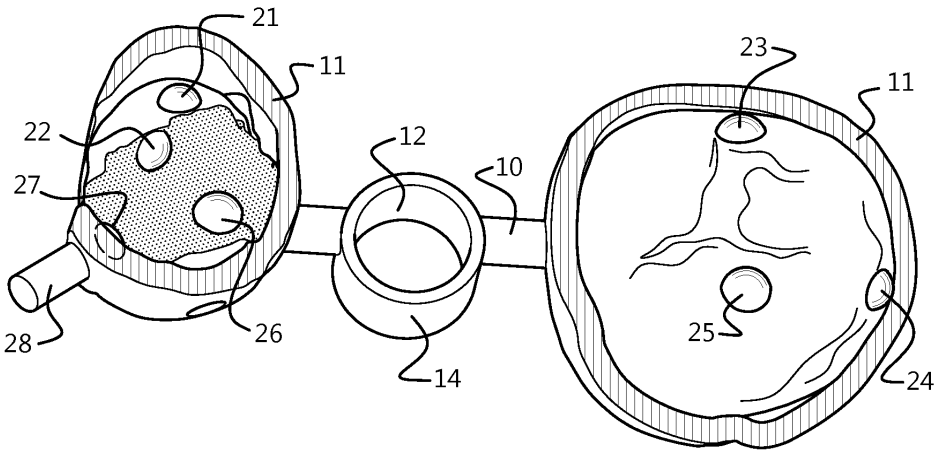
도면3



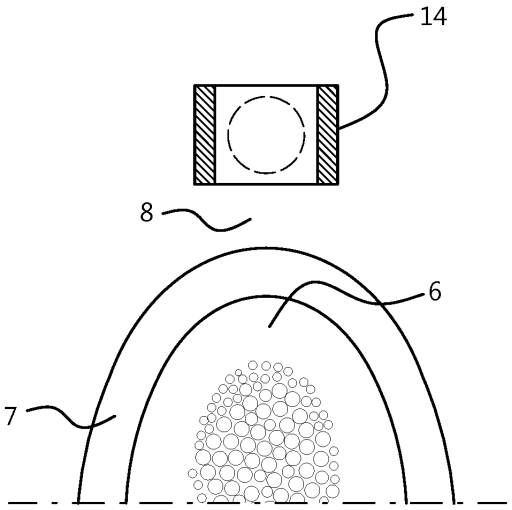
도면4a



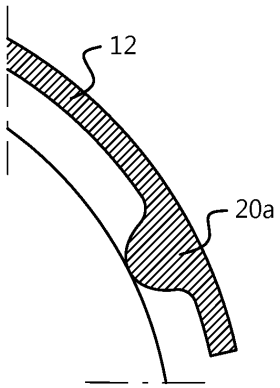
도면4b



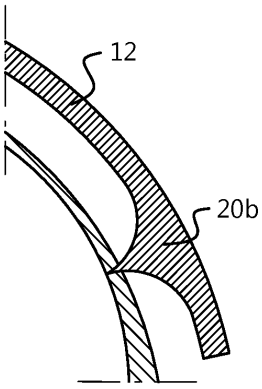
도면4c



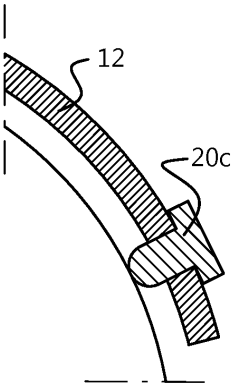
도면5a



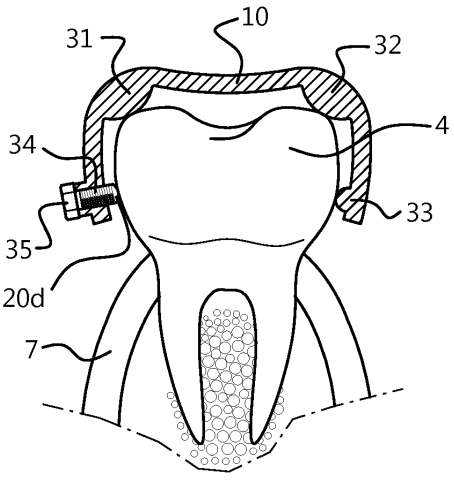
도면5b



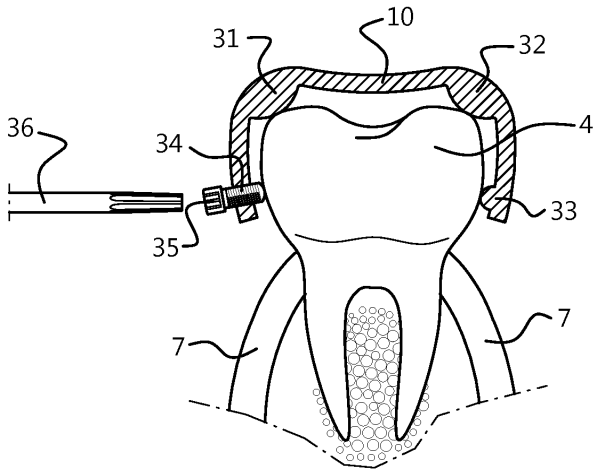
도면5c



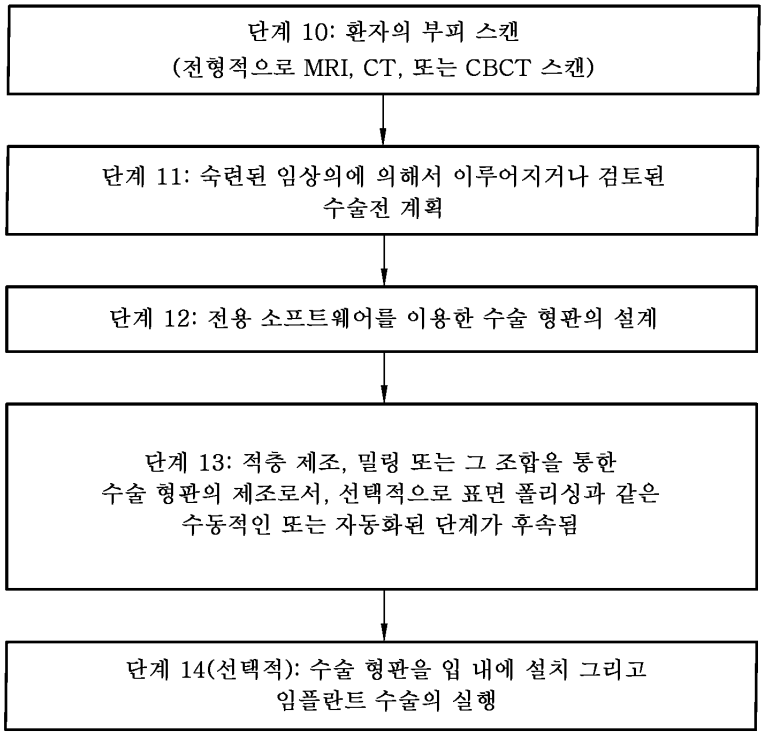
도면5d



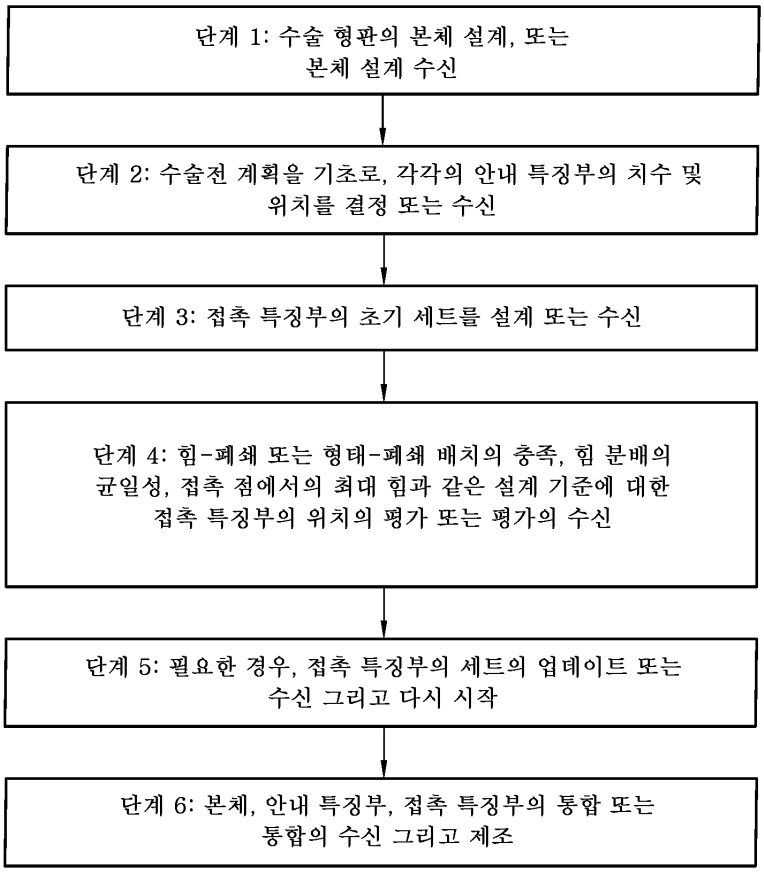
도면6


31
10
32
36
34
4
33
35
7
7

도면7


단계 10: 환자의 부피 스캔
(전형적으로 MRI, CT, 또는 CBCT 스캔)
단계 11: 숙련된 임상의에 의해서 이루어지거나 검토된
수술전 계획
단계 12: 전용 소프트웨어를 이용한 수술 형판의 설계
단계 13: 적층 제조, 밀링 또는 그 조합을 통한
수술 형판의 제조로서, 선택적으로 표면 폴리싱과 같은
수동적인 또는 자동화된 단계가 후속됨
단계 14(선택적): 수술 형판을 입 내에 설치 그리고
임플란트 수술의 실행

도면8


단계 1: 수술 형판의 본체 설계, 또는
본체 설계 수신
단계 2: 수술전 계획을 기초로, 각각의 안내 특징부의 치수 및
위치를 결정 또는 수신
단계 3: 접촉 특징부의 초기 세트를 설계 또는 수신
단계 4: 힘-폐쇄 또는 형태-폐쇄 배치의 충족, 힘 분배의
균일성, 접촉 점에서의 최대 힘과 같은 설계 기준에 대한
접촉 특징부의 위치의 평가 또는 평가의 수신
단계 5: 필요한 경우, 접촉 특징부의 세트의 업데이트 또는
수신 그리고 다시 시작
단계 6: 본체, 안내 특징부, 접촉 특징부의 통합 또는
통합의 수신 그리고 제조