

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5859986号
(P5859986)

(45) 発行日 平成28年2月16日 (2016. 2. 16)

(24) 登録日 平成27年12月25日 (2015. 12. 25)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 C 13/00 (2006. 01)

A 6 1 C 13/00

Z

A 6 1 C 19/05 (2006. 01)

A 6 1 C 19/05

請求項の数 14 (全 43 頁)

(21) 出願番号	特願2012-554216 (P2012-554216)	(73) 特許権者	508158023
(86) (22) 出願日	平成23年2月17日 (2011. 2. 17)		3 シェイプ アー／エス
(65) 公表番号	特表2013-520251 (P2013-520251A)		デンマーク国 デーコー 1060 コペ
(43) 公表日	平成25年6月6日 (2013. 6. 6)		ンハーゲン コー, ホルメンズ カナル
(86) 国際出願番号	PCT/DK2011/050047		7
(87) 国際公開番号	W02011/103876	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開日	平成23年9月1日 (2011. 9. 1)		弁理士 青木 篤
審査請求日	平成26年2月17日 (2014. 2. 17)	(74) 代理人	100102819
(31) 優先権主張番号	61/383, 840		弁理士 島田 哲郎
(32) 優先日	平成22年9月17日 (2010. 9. 17)	(74) 代理人	100123582
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 三橋 真二
(31) 優先権主張番号	PA201000835	(74) 代理人	100147555
(32) 優先日	平成22年9月17日 (2010. 9. 17)		弁理士 伊藤 公一
(33) 優先権主張国	デンマーク (DK)	(74) 代理人	100160705
			弁理士 伊藤 健太郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動的仮想咬合器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

患者に対する 1 つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用することについてのコンピュータ実装方法であって、該方法は、

前記動的仮想咬合器を提供するステップであって、前記動的仮想咬合器は、該患者の口の上顎および下顎にそれぞれ似ている、前記上顎の仮想 3 次元モデルおよび前記下顎の仮想 3 次元モデルを含む、ステップと、

動的咬合をシミュレートするために、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動を提供するステップであって、それにより、前記仮想上顎の歯と前記仮想下顎の歯との間に衝突が起こる、ステップと、

を含み、該方法は、

前記仮想上顎の前記歯と前記仮想下顎の前記歯とが、前記衝突において相互の仮想表面を貫通することを阻止され、1 つ又は複数の修復が貫通可能であることを提供するステップをさらに含む、コンピュータ実装方法。

【請求項 2】

当該方法は、前記 1 つ以上の歯の修復の同時モデル化と、前記仮想上顎と仮想下顎との衝突試験とをさらに含む、請求項 1 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 3】

当該方法は、前記仮想上顎を咬合軸に固定することをさらに含み、それにより、前記仮

10

20

想下顎が前記仮想上顎に対して移動するように構成される、請求項 1 または 2 に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 4】

当該方法は、前記仮想下顎が、前記仮想上顎に対する移動の少なくとも 1 つの所定の経路を通して自動的に動くように構成されることをさらに含む、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 5】

衝突を引き起こす前記 1 つ以上の歯の修復の一部は、それぞれの仮想顎から自動的に除去されるように構成される、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

10

【請求項 6】

当該方法は、前記仮想上顎および前記仮想下顎に対して仮想整列面を位置付けることをさらに含み、前記仮想上顎および前記仮想下顎は、一組の歯の仮想モデルを画定し、当該方法は、

前記仮想整列面および前記仮想上顎および前記仮想下顎を可視化するステップと、

1 つ以上のパラメータに基づいて、相互に対して前記仮想整列面と前記仮想上顎および前記仮想下顎とを自動的に位置付けるステップと、

を含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 7】

前記パラメータのうちの 1 つ以上は、前記患者の顔弓測定から導出され、前記顔弓は、前記歯の上弓の印象を提供するための印象材を有するバイトフォークを含み、当該方法は、顔弓に対する前記バイトフォークの位置および配向を決定することをさらに含み、当該方法は、前記歯の前記上弓の前記印象のスキャンおよび前記バイトフォークのスキャンを提供するために、前記印象とともに前記バイトフォークをスキャンすることをさらに含む、請求項 6 に記載のコンピュータ実装方法。

20

【請求項 8】

当該方法は、相互に対する前記仮想上顎と前記仮想下顎との前記移動の際に、歯の間で起こる全ての衝突が登録され、該移動が終了した後に、前記修復の衝突点のモデル化が行われることをさらに含む、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 9】

当該方法は、前記設計された修復が、対向する仮想顎と衝突するとき、貫通可能となることを阻止されることを提供することを含む、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

30

【請求項 10】

当該方法は、前記衝突した表面のトレースを登録することと、前記衝突した前記表面に基づいて歯の物質を自動的に切り取ることとを含む、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 11】

患者に対するコンピュータ支援歯列矯正治療計画を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用することについてのコンピュータ実装方法であって、該方法は、

40

仮想上顎として画定される上顎を含む仮想 3 次元歯モデルと、仮想下顎として画定される下顎を含む仮想 3 次元歯モデルとを含む前記動的仮想咬合器を提供するステップであって、前記仮想 3 次元歯モデルは、前記患者の口の前記上顎および前記下顎にそれぞれ似ている、ステップと、

動的咬合のシミュレーションのために、相互に対する前記仮想上顎と前記仮想下顎との移動を提供するステップであって、それにより、前記仮想上顎の歯と前記仮想下顎の歯との間に衝突が起こる、ステップと、

を含み、該方法は、

前記仮想上顎の前記歯と前記仮想下顎の前記歯とが、前記衝突において相互の仮想表面

50

を貫通することを阻止されることを提供するステップと、前記咬合のシミュレーションに基づいて咬合コンパスを生成するステップとをさらに含み、

前記咬合コンパスは、前記歯の上の異なる色によって、次の方向の移動を示し、該方向は、

突出と、
後退と、
右への外側偏位と、
左への外側偏位と、
右への内側偏位と、
左への内側偏位と、
右への外側後上方偏位と、
左への外側後上方偏位と、
を含む、コンピュータ実装方法。

10

【請求項 12】

前記患者の口の C T スキャンが生成され、該患者の口の仮想 3 D モデルは、前記 C T スキャンに基づいて自動的に生成され、咬合は、前記 C T スキャンによる前記仮想 3 D モデルに基づいてシミュレートされるように構成される、請求項 1 ～ 11 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

【請求項 13】

相互に対する前記仮想上顎と前記仮想下顎と移動との移動を記録し、修復をモデル化する前および / または後に、前記モデル化を試験するように前記記録を再生できる、請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載のコンピュータ実装方法。

20

【請求項 14】

患者に対する 1 つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための仮想咬合器システムであって、該システムは、

該仮想咬合器を提供するための手段であって、該仮想咬合器は、該患者の口の上顎および下顎にそれぞれ似ている、前記上顎の仮想 3 次元モデルおよび前記下顎の仮想 3 次元モデルを含む、手段と、

動的咬合をシミュレートするために、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動を提供する手段であって、それにより、前記仮想上顎の歯と前記仮想下顎の歯との間に衝突が起こる、手段と、

30

を含み、該システムは、

前記仮想上顎の前記歯と前記仮想下顎の前記歯とが、前記衝突において相互の仮想表面を貫通することを阻止され、1 つ又は複数の修復が貫通可能であることを提供する手段をさらに含む、仮想咬合器システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の分野)

本発明は、概して、仮想咬合器および仮想咬合を行う方法に関する。より具体的には、本発明は、1 つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するコンピュータ実装方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

(発明の背景)

咬合器は、歯の咬合を試験するために人間の顎の相対運動をシミュレートするための頭蓋の簡略化された幾何学的モデルを提供する機械デバイスである。咬合器は、患者の歯の修復をモデル化するときには歯科技工士によって使用され、歯科技工士は、修復をモデル化することと、咬合器を使用して噛み合わせまたは咬合の機能を評価することとを繰り返してもよい。上下の顎の歯の衝突を試験するために、歯科技工士は、咬合器の中の 2 つの顎の歯の

50

間に配置されたカーボンコピー紙を使用することができ、したがって、顎が動かされるときに衝突する歯が着色される。

【 0 0 0 3 】

咬合器のデジタル表現である仮想咬合器が、以下で説明されるように知られている。

【 0 0 0 4 】

特許文献 1 は、患者の生体測定データの収集、すなわち、歯のある、または歯のない下顎および上顎、顎のサイズ決定、頭蓋に対するその空間位置、顎傾斜と下顎との移動、および下顎の移動の記録、データ処理機器の主要メモリで利用可能となる仮想咬合器におけるデータの実装、収集された患者データに基づく、個々の咬合器の事前形成部分および歯科成形本体の C A D 構築、記録された生体測定データに基づく生成製造過程を用いた、個々の咬合器の成形本体および歯科成形本体の生産、標準化咬合器筐体への個々の咬合器の事前形成部分および / または歯科成形本体の組み込み、または個別成形本体を用いた咬合器の完全生成製造を含む、義歯の生産のための方法を開示する。

10

【 0 0 0 5 】

特許文献 2 は、歯科咬合で使用するための歯科モデルを作成するコンピュータ実装方法を開示し、方法は、患者の上歯列弓の少なくとも一部分の上弓画像に対応する、第 1 組のデジタルデータを提供するステップと、患者の下歯列弓の少なくとも一部分の下弓画像に対応する、第 2 組のデジタルデータを提供するステップと、患者のヒンジ軸に対する上および下歯列弓のうちの少なくとも 1 つの空間配向を表すヒンジ軸データを提供するステップと、患者の上歯列弓と下歯列弓との間の空間的関係を表す噛合整列データを提供するステップと、噛合整列データに基づいて上弓画像と下弓画像とを整列させるステップと、ヒンジ軸データに基づいて整列された上および下弓画像に対して参照ヒンジ軸を作成するステップとを含む。

20

【 0 0 0 6 】

特許文献 3 は、上と下歯列弓との間に複数の自由度を有する移動の拘束を画定するデータを含む、患者の上および下歯列弓の 3 次元モデルを表す仮想咬合器と、該 3 次元モデルを使用して該移動をシミュレートし、該移動中の該上および下弓の部分の上での結果として生じる接触を分析して、接触データを提供するシミュレーション分析器であって、該結果として生じる接触は、発生時間における順序によって特徴付けられる、シミュレーション分析器と、該シミュレーション分析器および該仮想咬合器から取得される該接触データを使用して、該上および下弓用の仮想義歯ならびに仮想の所望される歯科修正のうちの 1 つを設計する設計モジュールとを備える、仮想歯科モデルを設計するためのシステムを開示する。

30

【 0 0 0 7 】

特許文献 4 は、方法およびシステムが、時間ベースの 3 次元データを使用して、顎および歯の移動の 4 次元力学をデジタルモデル化するように説明される、顎および歯の力学の 4 次元モデル化に関する。完全な上下のデジタルモデルは、真の 4 次元モデルを生じるように、時間ベースの 3 次元口腔内モデルに位置合わせされる。診断および臨床用途は、咬合の平衡を保つことと、顎関節の幾何学形状を特徴付けることとを含む。4 次元モデルは、より完全な仮想患者モデルを作成するように、C T 等の従来の撮像方法と容易に組み合わせられる。一実施形態では、本書は、a) 完全な下部モデルを使用して下咬合面を決定すること、b) 参照水平に対して約 15 度の所定の角度において下咬合面を設定すること、c) 中心軸と垂直な顎正中線によって下歯列弓のモデルを配向することと、d) 下部モデルおよび中心軸の場所を完成させるために、所の軸・切歯距離を使用することと、e) 閉鎖または噛合位置で得られるスキャンを使用して、下部モデルに対して上部モデルを位置付けることとによって、標準中心軸座標系および噛合位置が画定されることを開示する。

40

【 0 0 0 8 】

特許文献 5 は、コンピュータベースの仮想咬合器を使用する方法を開示し、方法は、仮想咬合器シミュレーションプログラムを実行するコンピュータに患者のデジタル歯科モデ

50

ルをロードするステップと、1つ以上の仮想機能移動をシミュレートし、歯科修復が適用されるときに顎の移動に関係する少なくとも1つのパラメータを評価するステップとを含み、顎の移動に関係する少なくとも1つのパラメータは、少なくとも、ある方向への顎の移動の量、ある顎の移動が実行される速度、および回転顎移動が実行される角度から選択される。

【0009】

改良された方式で咬合器を模倣し、咬合器に似ている仮想咬合器を提供する問題が残っている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0010】

【特許文献1】国際公開第08/113313号

【特許文献2】米国特許出願公開第2002/048741号明細書

【特許文献3】米国特許出願公開第2004/172150号明細書

【特許文献4】米国特許出願公開第2007/207441号明細書

【特許文献5】国際公開第09/133131号

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0011】

患者に対する1つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するコンピュータ実装方法が開示され、方法は、

20

それぞれ、患者の口の上顎および下顎に似ている上顎の仮想3次元モデルおよび下顎の仮想3次元モデルを備える、前記仮想咬合器を提供するステップと、

動的咬合をシミュレートするための相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動を提供するステップであって、仮想上顎と仮想下顎の歯との間の衝突が起こる、ステップと、

方法は、
仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面を貫通することを阻止されることを規定するステップをさらに含む。

【0012】

30

患者に対する1つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するコンピュータ実装方法が開示され、方法は、

患者の口の上顎および下顎にそれぞれ似ている、仮想上顎として画定される上顎を備える仮想3次元歯モデルと、仮想下顎として画定される下顎を備える仮想3次元歯モデルとを備える、仮想咬合器を提供するステップと、

動的咬合をシミュレートするための相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動を提供するステップであって、仮想上顎と仮想下顎の歯との間の衝突が起こる、ステップと、

方法は、
仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面を貫通することを阻止されることを規定するステップをさらに含む。

40

【0013】

その結果として、仮想咬合器は、患者の口の中の実際の状況または物理的咬合器を使用するときの状況に似ており、それを模倣する移動のみを行うことが許可され、したがって、顎の相対移動が生理学的に現実的であるという利点がある。したがって、仮想咬合器の中の上下の顎の歯が、相互に衝突して接触することができるが、相互に貫通することができない、物理的な硬い歯に似ているという利点がある。歯という表現は、1つ以上の歯を完全に置換する修復を伴う、および伴わない、患者の口の中の元の歯を意味してもよい。歯は、いずれの修復も設計されない、仮想上下顎モデルにおける仮想歯を意味してもよい。したがって、対向する顎の歯は、仮想咬合器が使用される咬合シミュレーションまたは

50

試験の一部として衝突するときに、相互の仮想表面を貫通することが許可されない。仮想咬合器の中の歯は、不可入性の表面を伴い、かつ物理的咬合器の中の歯に対応する物理的範囲を伴う、固体として出現する、作用する、または挙動するように構成される。顎の関節移動は、顎、したがって、顎の歯が貫通することを許可しないことによって制限される。顎の歯は、不可入性である、または不可入性を示すと言われてもよく、それは、2つの本体が同時に同じ空間を占有することができない、物質の品である。したがって、上下の仮想顎の対向する歯は、同時に同じ仮想空間を占有することができない。

【0014】

仮想咬合器は、例えば、物理的咬合器を備える機械的システムの仮想幾何学モデル、それにより、それと同等の仮想幾何学モデルになるように構成されるという利点がある。仮想咬合器は、自動的に動くか、またはユーザが相互に対して2つの顎を動かすことを可能にする。この移動は、咬合器の幾何学形状によって許可される移動に限られる。顎は、調整スキャンおよび設計されたモデルの両方から成ってもよい。代替として、仮想咬合は、一般モデル、生理学的モデル、拘束がない自由移動等に基づいてもよい。

10

【0015】

仮想咬合器は、クラウンまたはブリッジ等の歯の修復を設計するデジタル過程における任意の時点で利用することができ、設計された修復のサイズおよび形状は、正しいかどうかをチェックするように試験することができ、すなわち、顎が相互に対して動いているときに、口の中に設計された修復のために十分な空間があるかどうかを試験するという利点がある。したがって、咬合をシミュレートすることによって、歯の修復の機能が試験される。修復は、1つ以上の歯の一部であってもよく、したがって、「歯の間の衝突」という表現が本願で使用され、したがって、この表現はまた、歯と修復との間の衝突、修復間の衝突、修正されていない歯の間の衝突等も含む、または意味する。したがって、歯は、修復を伴わない歯または修復を伴う歯の両方となり得る。したがって、本願では、歯という用語および修復という用語は、修復を伴う歯、または歯を完全に置換する修復について交換可能に使用されてもよい。

20

【0016】

いくつかの実施形態では、方法は、選択的に、対向仮想顎と衝突するときに、設計された修復が貫通可能であるということを提供するステップを含む。

【0017】

いくつかの実施形態では、方法は、対向仮想顎と衝突するときに、設計された修復が貫通可能であることを阻止されるということの規定するステップを含む。

30

【0018】

いくつかの実施形態では、方法は、対向仮想顎と衝突するときに、設計された修復が貫通可能であるということの規定するステップを含む。

【0019】

ソフトウェアの操作者またはユーザの選好に応じて、修復が貫通可能または不可能となり得るという利点がある。

【0020】

仮想咬合器の移動は、設計されたモデルを含む2つの顎が相互に貫通できないことによって拘束され、それは、咀嚼中の相互に対する歯の研磨を正確にモデル化し、それにより、接触領域を記録するように提供されるという利点がある。これは、物理的咬合器を使用する手動過程と類似している、設計過程における所与のときに設計の機能的側面を評価することを可能にする。

40

【0021】

それぞれ、上顎および下顎の仮想3次元モデルは、例えば、顎の歯の半分等のいくつかの歯に対応する、顎または弓全体あるいは顎全体の一部を備えてもよい。

【0022】

顎および弓という表現は、場合によっては、本願では、同じ生理学的領域を表すために使用されてもよい。

50

【0023】

このコンピュータ実装方法は、仮想咬合器シミュレーションを行うソフトウェアプログラムで実装および実行されてもよい。

【0024】

仮想咬合器は、物理的咬合器の移動または患者の口の中の実際の顎の移動をシミュレートし、対向歯の貫通を許可しないことに加えて、仮想咬合器の移動はまた、歯が衝突した後に、仮想顎の次の移動が口の中の歯の移動に対応する、または物理的咬合器の中の顎が衝突後に機能し、それは、衝突を考慮した移動の方向、すなわち、方向、速度、衝撃角等を継続していることを確実にする。

【0025】

従来技術では、噛合の静的咬合のみがコンピュータ実装方法で提供されてもよく、したがって、上および下顎は、それらの中立位置のみで表されてもよく、それらの相対移動は可能ではなかった。

【0026】

従来技術は、顎の間の衝突を開示し、顎は、衝突中に相互に貫通する。仮想3D歯モデル間の従来技術の仮想衝突では、仮想モデルであるため、モデルは貫通可能であることが示され、モデルの間には物理的障壁がない。しかしながら、本方法によれば、衝突は、口の中または物理的咬合器の中の実際の衝突に似せられる。本法は、上顎と下顎との間の衝突を実際の物理的衝突として再現するステップを含み、衝突する歯は、相互に貫通することはできないが、相互を通り過ぎて滑動することができ、これは自然な物理的事例である。したがって、衝突する歯は、貫通可能な物体として表される代わりに、事実上物理的に固化されるため、貫通することができず、相互に接触することしかできない。

【0027】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、1つ以上の歯の修復の同時モデル化と、仮想上顎および仮想下顎の衝突試験とを含む。方法は、代替として、および/または加えて、患者に対する1つ以上の歯列矯正手技を設計するステップ、および/または患者に対する1つ以上の補綴手技を設計するステップ、および/または患者の歯の機能的分析を行うステップを含んでもよい。

【0028】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、対向位置における歯の修復が要求されたときに、仮想上顎および仮想下顎の中の対向位置における歯の修復の自動モデル化を含む。

【0029】

いくつかの実施形態では、仮想上顎と仮想下顎とは、相互に対して動くように構成される。移動または運動は、自由運動、制限または拘束された運動、物理的、機械的咬合器モデル等の咬合器モデルに基づく運動であってもよい。

【0030】

いくつかの実施形態では、仮想上顎は、仮想下顎が仮想上顎に対して動くように構成されるように、固定される。仮想上顎は、仮想咬合器と、上下の歯のモデルとを備える、仮想空間の中で固定されてもよい。

【0031】

いくつかの実施形態では、方法は、独占的に仮想咬合器の咬合軸に沿って、仮想上顎と仮想下顎との衝突試験を行うステップを含む。

【0032】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、仮想下顎が仮想上顎に対して動くように構成されるように、仮想上顎を咬合軸に固定するステップを含む。

【0033】

ほとんどの物理的咬合器の共通特性は、下部分がテーブル上に静置しているため、下顎を担持する下部分が咬合軸に固定されることである。次いで、上部分を下部分に対して動かすことができる。本方法によれば、上顎は、上顎が頭蓋の残りの部分に固定される、人間の頭蓋の生体構造に似ている、咬合軸に対して固定され、下顎は上顎に対して動くこと

10

20

30

40

50

ができるという利点がある。しかしながら、代替として、下顎を咬合軸に対して固定することができる。

【 0 0 3 4 】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、下顎モデルの表面との衝突を検出するための咬合軸の周囲の所定の円形路上で検索するために構成される、仮想上顎の上の探索構造を画定するステップを含む。

【 0 0 3 5 】

いくつかの実施形態では、方法は、仮想下顎が、仮想上顎に対する移動の少なくとも 1 つの所定の経路を通して、自動的に動くように構成されることをさらに含む。

【 0 0 3 6 】

いくつかの実施形態では、方法は、仮想上顎および仮想下顎が接触している咬合軸上の第 1 の位置を検出するステップをさらに含む。これらの実施形態は、一般に、複雑な 3 D モデル間の衝突を計算し、貫通を防止するために衝突への応答を提供することが、計算コストが高い問題であるため有利である。しかしながら、モデル上の好適な 3 D 探索構造が衝突試験前に計算される場合、計算時間を劇的に向上させることができる。そのような探索構造の実施例は、A A B B ツリー等の境界体積階層、B S P ツリー、オクトツリー、および k d ツリー等の空間分配構造である。

【 0 0 3 7 】

物理的咬合器では、いくつかの自由度があり、これらの自由度のうちの 1 つは、咬合軸とも呼ばれる咬合をモデル化する回転軸によって与えられる。この仮想咬合器では、衝突試験を行い、咬合軸に沿った、すなわち、他の自由度の所与の構成について、応答を評価し、それにより、2 つの顎モデルが接触している咬合軸上の第 1 の位置を見出すことが十分であるという利点がある。これは、計算の問題の次元性を低減し、静止回転軸の周りの所与の円形路に沿った 3 D モデルとの第 1 の交点を計算することを目的としているより特殊な探索構造の使用を可能にする。したがって、他の軸のうちの 1 つに沿った各移動ステップについて、すなわち、各自由度について、いつ、およびどの時点で、顎の歯が咬合軸に沿って衝突するかが計算されてもよい。よって、軸のうちのいずれかに沿った顎の各移動について、顎は、原則として、または計算に関して閉じられて、次いで、歯の間の衝突を試験するために咬合軸に沿って開かれてもよい。したがって、咬合軸に沿った移動の所定の経路が構成されてもよく、異なる状況について、どのように、いつ、どこで、顎が衝突するかが計算されてもよい。

【 0 0 3 8 】

したがって、咬合軸の周囲の円形路上で検索することに特殊化された上顎モデル上で探索構造を構築する利点がある。他の自由度の任意の構成について、そのような探索構造は、下顎モデルの表面から検索することによって、咬合軸に沿った衝突試験および応答を行うために使用されてもよい。これは、リアルタイム衝突試験および応答を可能にする。上顎および探索構造が固定されなかった場合、顎モデルおよび咬合軸の相対的位置が変更され、リアルタイムシミュレーションを実行可能にするときはいつでも、探索構造は、そうでなければ更新または再計算される必要がある。

【 0 0 3 9 】

いくつかの実施形態では、衝突は、登録され、視覚的に印付けられるように構成される。この実施形態の利点は、衝突点が登録および検出されたときに、衝突点の表面全体が取得され、これに基づいて歯の修復を設計する、モデル化する、または修正することができる。衝突点の表面は、トレースまたは移動のトレースで表されてもよい。

【 0 0 4 0 】

いくつかの実施形態では、衝突における衝突点は、衝突点の表面を提供する。衝突点の表面は、移動のトレースを提供してもよい。衝突点の表面は、可視化され、それを用いて修復を設計するために使用されてもよい。衝突の深さのマップが提供されてもよく、衝突点の表面とともに更新する。

【 0 0 4 1 】

修正されていない歯が相互に対してシミュレートされるときに、それらの移動トレースまたはそれらの表面は相互に貫通することができない。同じことが、修正されていない歯に対する修復の場合にあってもよい。しかしながら、代替として、修復および修正されていない歯が相互に対してシミュレートされるときに、修復の移動表面が修正されていない歯を貫通してもよい場合があってもよい。したがって、衝突表面、または衝突点のトレース、あるいは衝突点の表面といった用語は、歯が衝突し、相互に貫通しない場合に、修正されていない歯が相互に対して動くようにシミュレートされるときを表すため、および修復が修正されていない歯を貫通してもよい、すなわち、修復および修正されていない歯が相互に貫通してもよい場合に、修復が修正されていない歯に対してシミュレートされるときを表すための両方で、使用される。

10

【 0 0 4 2 】

修正されていない歯の間のシミュレートされた衝突または衝突表面は、上と下歯モデルとの間で行うことができる移動を決定してもよい。

【 0 0 4 3 】

次いで、この決定された移動は、修復を設計するときに使用され、検討されてもよい。

【 0 0 4 4 】

仮想的に設計された器具または修復は、衝突トレース移動に対して切断または設計することができる。

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態では、衝突を引き起こす 1 つ以上の歯の修復の一部は、それぞれの仮想顎から自動的に除去されるように構成される。代替として、ユーザは、仮想咬合器シミュレーションを行うソフトウェアプログラムにおいて手動で選択することによって、部品、例えば、材料の一部を除去することができる。従来、修復は、同時または一斉に両方の顎の上ではなく、一度に 1 つの顎の上のみで行われた。本方法によれば、例えば、上顎の歯の上のクラウン、および上顎の歯の反対側にある下顎の歯の上のブリッジを、同時に設計することができる。したがって、本方法によれば、上下の顎の対向する歯を含む歯を設計し、衝突に関して評価し、同時に視認することができる。

20

【 0 0 4 6 】

いくつかの実施形態では、方法は、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動がデジタル記録されるように構成されることをさらに含む。この実施形態の利点は、修復をモデル化した後に移動を記録するとき、モデル化を試験するように記録を再生できることである。

30

【 0 0 4 7 】

いくつかの実施形態では、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との所定の移動は、再生されるように構成される。

【 0 0 4 8 】

いくつかの実施形態では、所定の移動は、

突出、

後退、

右への外側偏位、

左への外側偏位、

右への内側偏位、

左への内側偏位、

右への外側後上方偏位、

左への外側後上方偏位

といった方向のうちの 1 つ以上での移動を含む。

40

【 0 0 4 9 】

いくつかの実施形態では、所定の移動は、1 つ以上の拘束に基づいて自動的に終了されるように構成される。拘束は、歯の境界によって決定されてもよい。拘束は、相互に触れている上下の犬歯によって決定されてもよい。

50

【 0 0 5 0 】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動の間に、歯の間で起こる全ての衝突が登録され、移動が終了した後に、修復の衝突点のモデル化が行われることを含む。したがって、連続移動での顎の移動が行われ、すなわち、一方の顎が、他方の顎の平面を完全に覆う移動を行い、生理学的拘束を考慮するとき可能である、2つの顎の間の全ての衝突が登録される。したがって、衝突が蓄積され、移動が完了し、全ての衝突が登録された後、次いで、修復上の衝突点のモデル化が行われる。従来技術では、相互に対する顎の位置モデルが選択され、この位置の衝突が検出され、これらの衝突点における修復のモデル化が行われ、次いで、新しい位置が選択され、衝突がこの位置について検出され、モデル化がこれらの衝突点を有する修復について行われる等である。したがって、移動がないこと、衝突点表面の蓄積された登録がないこと、および全ての衝突点に基づいて修復の同時モデル化を行う可能性がないことが、従来技術で開示される、または可能である。従来技術では、静的咬合を検出することができるが、動的咬合または関節動作を検出することができない。したがって、従来技術では、顎は、相互に対して静的位置にあり、相互に対して係止されると言える。

10

【 0 0 5 1 】

接触点または衝突の集合表現を与えるため、衝突が蓄積されることが有利である。接触点および衝突の集合表現を視認することによって、歯科技工士は、衝突点を有する全ての修復の好適なモデル化を行うことが可能である。

【 0 0 5 2 】

20

さらに、連続移動での相互に対する顎の移動が、歯科技工士と連動するために使用されてもよい、物理的咬合器の使用に似ているため、行われることが有利である。したがって、仮想シミュレーションおよびモデル化は、物理的咬合器を使用した物理モデル上の手動シミュレーションおよびモデル化に似ているため、歯科技工士がコンピュータプログラムにおいて咬合をシミュレートすることを習得することは容易である。

【 0 0 5 3 】

いくつかの実施形態では、修復の全ての衝突点の自動モデル化は、同時に行われる。したがって、各衝突点における修復のモデル化は、一斉に、同時に、一度等で、行うことができる。各個別衝突点は、別々にモデル化される必要は内が、修復のいくつかまたは全ての衝突点は、集合的にモデル化することができる。モデル化は、接触点として検出された修復の部分が除去されることを含んでもよく、それは、修復から材料を手動で除去することに対応する。

30

【 0 0 5 4 】

いくつかの実施形態では、修復の各衝突点は、別々にモデル化される。

【 0 0 5 5 】

いくつかの実施形態では、修復は、貫通可能である。したがって、修復がない歯は、不可入性であるが、修復、例えば、修復である歯の部分は、貫通可能であってもよい。これは、修復をモデル化するときの利点である。

【 0 0 5 6 】

いくつかの実施形態では、仮想上顎と仮想下顎とは、衝突後に相互から跳ね返るように構成される。移動のトレースが、修復の設計で使用できるように記録されてもよい。

40

【 0 0 5 7 】

いくつかの実施形態では、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動は、自然な咬合器の移動に対応してリアルタイムで行われるように構成される。

【 0 0 5 8 】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、いくつかの所定の幾何学的モデルの間から、仮想咬合器の所定の幾何学的モデルを選択するステップを含む。モデルは、特定のブランドの物理的な機械咬合器、ユーザが定義した幾何学的モデル、標準幾何学的モデル等を表すことができるため、ユーザは、いくつかの所定の幾何学的モデルから仮想幾何学的モデ

50

ルを選択することができるという利点がある。さらに、幾何学的モデルは、頭蓋の幾何学形状のモデル等の生理学的または生物学的モデルとなり得る。したがって、ユーザは、自分または特定の患者症例に適合する幾何学的モデルを選択することができる。選択された幾何学的モデルは、移動に拘束を課してもよく、または幾何学的モデルは、自由移動を提供してもよい。選択された幾何学的モデルは、試験またはシミュレートすることができる、関節動作および/または咬合を提供する。

【0059】

いくつかの実施形態では、仮想動的咬合器は、物理的咬合器に似ている、いくつかの仮想咬合器の間から選択されるように構成される。

【0060】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、幾何学的モデルのいくつかの自由度を選択するステップを含む。

【0061】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、患者の口における顎の解剖学的整列に対応するように、仮想上顎および仮想下顎を整列させるステップを含む。この整列は、標準整列として画定されてもよい。

【0062】

いくつかの実施形態では、顎の解剖学的整列は、患者の顔面幾何学形状の測定を行うことによって決定される。

【0063】

いくつかの実施形態では、患者の顔面幾何学形状は、患者の顔面スキャンを行うことによって決定される。顔面スキャンは、患者の顔面の3次元(3D)表現をもたらしてもよい。顔面スキャンは、単一静止画像を備えてもよく、または移動中である顔面を表す一連の静止画像を備える、ビデオを備えてもよい。代替として、および/または加えて、顔弓が、例えば、耳または顎の外側に取り付けられる、電子機器および光学機器を使用した従来の顔弓または顔アーチを用いて、患者の特定の顔面幾何学形状を決定することができる。したがって、患者が自分の顎を動かすときに、顔弓が移動を測定し、機械的咬合器がこれに従って調整される。移動は、顎の揺れ、口の開放、前方、後方等の顎のけん引を含んでもよい。

【0064】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、仮想下顎がユーザによって動かされるように構成されることを含む。代替として、仮想顎の両方が相互に対して動かされてもよい。

【0065】

いくつかの実施形態では、仮想下顎は、
突出(直進前方移動)、
外側偏位および内側偏位(左右両方への前方・側方移動)、
後退(直進後方移動)、および
(左右両方への)外側後上方偏位、
といった方向での移動をシミュレートするために構成される。

【0066】

したがって、移動は、
突出、
後退、
右への外側偏位、
左への外側偏位、
右への内側偏位、
左への内側偏位、
右への外側後上方偏位、
左への外側後上方偏位、
を含んでもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

いくつかの実施形態では、方法は、仮想上顎および仮想下顎に対して仮想整列面を位置付けるステップをさらに含み、仮想上顎および仮想下顎は、一組の歯の仮想モデルを画定し、方法は、

仮想整列面ならびに仮想上顎および仮想下顎を可視化するステップと、

相互に対して仮想整列面ならびに仮想上顎および仮想下顎を自動的に位置付けるステップとを含む。

【 0 0 6 8 】

仮想上部モデルおよび / または仮想下部モデルが、最初に仮想咬合器の中で配設されてもよく、次いで、整列面がその後に位置付けられ、または逆も同様である。

10

【 0 0 6 9 】

仮想整列面はまた、可視化されなくてもよく、したがって、不可視である、または薄くてもよい。

【 0 0 7 0 】

仮想モデルは、仮想整列面に対して整列させることができるという利点がある。仮想整列面は、例えば、機械的咬合器の中の平面に基づいて決定されてもよい。機械的咬合器では、赤いゴムバンドを手動で配設するために、マーキング、例えば、垂直ロッドの陥凹があってもよい。ゴムバンドは、上下の歯の 2 つの物理モデルを整列させる等、配設するために使用される。

【 0 0 7 1 】

いくつかの実施形態では、自動位置付けは、1 つ以上のパラメータに基づく。

20

【 0 0 7 2 】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、仮想上顎および仮想下顎に対して仮想整列面を位置付けるステップを含み、仮想上顎と仮想下顎とは、一組の歯の仮想モデルを画定し、方法は、

仮想整列面ならびに仮想上顎および仮想下顎を可視化するステップと、

1 つ以上のパラメータに基づいて、相互に対して仮想整列面と仮想上顎および仮想下顎とを自動的に位置付けるステップとを含む。

【 0 0 7 3 】

特定の患者および症例に利用可能であるパラメータに応じて、位置付けを行うために、関連する利用可能なパラメータを使用することができるため、仮想整列面および歯の仮想モデルは、いくつかのパラメータに基づいて、相互に対して位置付けられるという利点がある。いずれの特定のパラメータも特定の患者に利用可能ではない場合、標準またはデフォルトパラメータが使用されてもよい。しかし、特定のパラメータが患者に利用可能である場合、より速く、かつより良好な結果で結果を達成することができるように、これらのパラメータが使用されてもよい。以下で記述されるように、患者特有のパラメータは、静的咬合についての情報を提供する顔弓を用いる、静的および動的咬合についての情報を提供する電子顔弓を用いる、同様に静的および動的咬合についての情報を提供する顔面スキャナを用いる等して、取得されてもよい。

30

【 0 0 7 4 】

仮想整列面は、異なる方法で画定または決定されてもよい。整列面は、平坦、水平または平ら、あるいは曲面、不規則、平らでない、または不均一等であってもよい。整列面は、切縁あるいは嚙合縁および / または咬頭の形状に従う、または形状に準拠してもよい。

40

【 0 0 7 5 】

整列面は、例えば、スピーの湾曲であってもよい。スピーの湾曲は、外側面から視認されたときに、平滑な直線があるように、歯の咬頭および切縁が整列することによって画定される。スピーの下部湾曲が凹面である一方で、上部湾曲は凸面である。スピーの湾曲は、歯列弓の調節湾曲と呼ばれてもよい。

【 0 0 7 6 】

一組の歯は、患者の口の中の全ての歯を網羅する、一組全体の歯であってもよく、また

50

は一組の歯は、一組全体の歯の一部であってもよく、したがって、一組の歯はまた、一組の歯の少なくとも一部と表されてもよい。

【0077】

「に対して位置付ける」という表現は、例えば、コンピュータ画面等のグラフィカルユーザインターフェース上で見たときに、仮想整列面が適所に固定され、次いで、仮想モデルが移動させられることを意味し、または、コンピュータ画面上で見たときに、仮想モデルが適所に固定され、次いで、仮想整列面が移動させられることを意味する。いずれにしても、仮想モデルおよび仮想整列面は、仮想的に相互に対して動くように見える。位置付けは、配置、配設等として定義されてもよい。咬合は、上下の歯の間の接触として、または咀嚼中あるいは安静時に起こるように相互に接近するときの上顎（上）歯と下顎（下）歯との間の関係として定義されてもよい。

10

【0078】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、患者の顔面スキャンから導出される。咀嚼するときに行われる動的咬合および開閉移動を記録することができるように、顎の動的移動の記録を可能にするため、患者が、例えば、動的咬合を行うときに、顎の移動がスキャンされる患者の顔面スキャンから、1つ以上のパラメータを導出することができるという利点がある。顔面スキャンは、代替として、および/または加えて、患者の静的咬合を測定するために使用することができる。次いで、特定の患者に対するこれらの静的咬合および動的咬合は、仮想咬合器上で咬合をシミュレートするときを使用することができる。整列面は、その特定の患者にとって生理学的に正しい整列であるように、歯の仮想モデルに対して位置付けることができる。仮想咬合器の中の歯の整列が、患者の口の中の生理学的整列と同一であるときに、仮想咬合器の関節動作および咬合は、生理学的に正しくなり、最適な適合および結果を伴って、修復のモデル化を行うことができる。顔面スキャナを使用することの代替案として、CTスキャン等の他の「生」記録手段が使用されてもよい。

20

【0079】

さらに、いくつかの実施形態では、顔面スキャンは、顔面正中線、弓正中線、切歯面、および/または瞳孔間線等の患者の顔面の特徴を測定するために使用される。

【0080】

さらに、いくつかの実施形態では、方法はさらに、動的咬合干渉をシミュレートおよび推定するステップを含み、該干渉は、患者の歯に固定された少なくとも1つの参照オブジェクトを追跡することによって、該患者の顎の関節動作を記録する、複数のスキャンから少なくとも部分的に推測される。その上さらなる実施形態は、顎の関節動作を計算し、それにより、動的咬合干渉をシミュレートおよび/または推定するステップを含む。

30

【0081】

本発明のいくつかの実施形態では、顔面スキャナは、リアルタイムで患者の顎および顔面の3D移動を測定するために使用される。本発明のいくつかの実施形態では、顔面スキャナは、頭蓋に対する上顎および/または下顎の位置を測定するために使用される。したがって、次いで、顔面スキャナは、この静的測定に従来使用されている顔弓に取って代わってもよい。したがって、顔面スキャナは、中心決定または正中線等の顔面の平面を測定するために使用することができ、顎の移動を測定するために使用することができ、および/または頭蓋の残りの部分に対する顎の付着および/または移動を測定するために使用することができる。したがって、物理的に真の移動または移動である、測定された顎の移動は、歯の修復が向上した機能性および審美性を有する、歯の修復を設計することができるように、動的仮想咬合器の中の移動をシミュレートするために使用される。したがって、顔面スキャナは、歯の修復を提供し、それにより、例えば、顔弓、電子顔弓の使用、標準値または設定の使用等にとって代わるための関連測定を行うことができる。

40

【0082】

本発明のさらなる実施形態では、顎の関節移動および/または動的咬合干渉の計算および/または推定は、複数の顔面スキャン、およびアンタゴニストを備える3Dモデルであ

50

る、調整前および／または調整された歯の少なくとも1つの3Dモデルに、少なくとも部分的に基づく。最適な正確度および精度のために、1つ以上の参照球体またはオブジェクトを歯に固定することが有利である。

【0083】

いくつかの実施形態では、患者の顎の移動は、顔面スキャナを使用して、3Dでリアルタイムにスキャンされる。リアルタイムは、スキャナがリアルタイムで移動を記録する、すなわち、移動に沿った全ステップが記録されるように、移動が起こるにつれて、スキャナが移動全体を記録することを意味するため、顔面スキャナがリアルタイムでスキャンすることが有利である。顔面スキャナがリアルタイムで記録していない場合、移動自体を記録することができないが、いくつかの別個の点のみ、例えば、顎の極値点のみを記録することができる。顔面スキャナが1分ごとにしかスキャンを撮影しない、またはスキャンを行うのに1分かかる場合、顎および顔面の筋肉が、真の咀嚼移動ではそれよりもはるかに速く動くため、その顔面スキャナはリアルタイムスキャナにはならない。したがって、リアルタイム顔面スキャナは、ビデオカメラから知られているように、毎秒いくつかの完全3Dフレームを撮影して、段階的な移動を記録する。

10

【0084】

いくつかの実施形態では、仮想面が、仮想咬合器に対して画定され、配設される。

【0085】

いくつかの実施形態では、仮想面は、仮想咬合器に対して固定される。

【0086】

いくつかの実施形態では、仮想面は、上下のモデルに対して可視化される。

20

【0087】

いくつかの実施形態では、仮想面は、仮想整列面である。

【0088】

いくつかの実施形態では、仮想整列面は、仮想咬合器に対して固定される。

【0089】

いくつかの実施形態では、

相互に対する上下歯モデルの整列を向上させてもよいため、仮想咬合器に対して仮想面または仮想整列面を配設するという利点がある。操作者またはユーザは、モデルに取り付けられた平面とともにモデルを仮想的に回転させてもよく、ズームインして、モデルの整列の詳細を検討してもよいという利点がある。

30

【0090】

いくつかの実施形態では、仮想整列面は、デフォルト咬合面である。デフォルト咬合面は、歯の咬合または噛合表面を通過する平面として画定されてもよいという利点がある。それは、咬合表面の湾曲の平均を表す。それは、上記で説明されるように、3つの特定の歯の間に伸張される平面で画定されてもよい。さらに、咬合面は、解剖学的に頭蓋に関係し、切歯の切縁および臼歯の咬合表面の先端に理論的に触れる、架空表面として画定されてもよい。それは、表面の湾曲の平均を表す。さらに、咬合面は、前方での垂直重複である、切歯の過蓋咬合の半分、および後方での最後臼歯の咬頭高の半分を表す、点の間に引かれた線として画定されてもよい。咬合面は、物理的な機械咬合器上で、ゴムバンドが平面を示すように、歯のモデル上で歯に対する特定の点において配置されたゴムバンドで印付けられてもよい。

40

【0091】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、患者が動的咬合を行うときに顎の移動がスキャンされる、患者の顔面スキャンから導出される。

【0092】

いくつかの実施形態では、患者の顎の移動は、顔面スキャナを使用して、3Dでリアルタイムにスキャンされる。

【0093】

いくつかの実施形態では、パラメータのうちの1つ以上は、患者の顔弓測定から導出さ

50

れる。患者で1つ以上のパラメータを測定するために顔弓を使用する利点がある。従来の顔弓は、静的咬合を記録するために使用されるデバイス、例えば、顎関節に対する上弓の位置関係を記録し、この同じ関係で、咬合器の開口軸に対して歯科模型を配向するデバイスである。したがって、顔弓は、患者およびその生体構造の正確な頭蓋/軸関係に修復を行うことができるように、情報の収集を可能にしてもよい。電子測定システムとともに機械的顔弓を使用することによって、動的咬合を測定することができ、測定データは、有線または無線でコンピュータに伝送するか、またはメモリ構成要素上に保存することができる。したがって、電子顔弓測定からのデータは、歯の仮想モデルに対して整列面を配置することを支援するために、コンピュータに転送されてもよい。電子顔弓の実施例は、音声伝送器およびマイクロホン等のいくつかのセンサを用いて、正確な測定を可能にする顔弓である。電子顔弓は、患者の頭蓋に関して下顎の移動を測定することができる。代替として、電子顔弓は、磁気測定技術を使用する顔弓となり得る、または顔弓は、超音波測定技術を使用する顔弓となり得る、または顔弓は、録画された顔弓データをコンピュータに転送する任意の他の電子システムとなり得る。顔弓歯、例えば、耳で、耳より上側で、または耳の中で、患者の頭部に、および眼の間の鼻骨に取り付けられてもよい。次いで、その上に印象材を有するバイトフォークが、上弓における歯に触れて、患者の口の中に配置されてもよく、例えば、超音波測定を用いて、バイトフォークと顔弓上のある点との間の距離が決定されてもよく、および/または顎の移動を測定することができる。距離は、患者の顔面および/または頭蓋の特定の解剖学的寸法を導出するために使用することができる。さらに、次いで、別の金属フォークが上弓における歯の前面上に配設されてもよく、患者は、異なる極端な位置へ自分の下顎を動かしてもよく、例えば、超音波測定を用いて、顔弓に対する下顎のこれらの移動および極端な位置が測定されてもよく、これらの測定によって、動的咬合および/または患者の顔面および/または頭蓋の特定の解剖学的寸法が決定されてもよい。上記で説明されるような顔弓を用いた静的および/または動的咬合の全ての測定は、電子的に行われ、記憶されてもよく、したがって、測定は、歯の仮想モデルに対して仮想整列面を配置するコンピュータ実装方法が行われる、コンピュータに転送されてもよく、したがって、患者で測定される動的咬合は、歯の仮想モデルに対する仮想整列面の配置を行うために使用されてもよい。したがって、動的咬合は、電子的に記録し、例えば、修復をモデル化しながら、再生または再現することができる。さらに、いくつかの実施形態では、上顎に関する下顎の移動についての情報が、顔弓から転送され、仮想整列面を画定するために使用される。さらに、いくつかの実施形態では、顎関節に対する上弓の位置関係についての情報が、顔弓から転送され、仮想整列面を画定するために使用される。

【0094】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、患者の上弓に対する顔弓の位置および配向を決定するステップを含む。

【0095】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、物理的咬合器に対する顔弓の位置および配向を決定するステップを含む。

【0096】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、仮想咬合器に対する顔弓の位置および配向を決定するステップを含む。

【0097】

いくつかの実施形態では、顔弓は、歯の上弓の印象を提供するための印象材を有するバイトフォークを備え、方法はさらに、顔弓に対するバイトフォークの位置および配向を決定するステップを含む。

【0098】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、印象のスキャンおよびバイトフォークのスキャンを提供するように、上弓歯の印象とともにバイトフォークをスキャンするステップを含む。したがって、印象のスキャン、バイトフォークのスキャン、ならびに印象およびバ

10

20

30

40

50

イトフォークの両方のスキャンを提供することができる。これによって、仮想上顎および下顎および／または整列面等を整列させる際に印象を使用することができるため、バイトフォーク材料上の印象をスキャンする利点がある。したがって、一組の歯の仮想モデルは、モデルおよび印象におけるくぼみ／陥凹および頂点／最上部を整列させることによって、バイトフォークおよび／またはバイトフォークにおける印象と整列させることができる。

【 0 0 9 9 】

いくつかの実施形態では、印象のスキャンは、一組の歯の仮想モデルと整列させられる。歯の仮想モデルに対して、すなわち、上および下顎モデルに対して、バイトフォーク上の印象のスキャンを整列させる利点がある。印象材のくぼみは、歯の頂点または高い点に

10

【 0 1 0 0 】

いくつかの実施形態では、方法はさらに、仮想咬合器に対するバイトフォークの位置および配向を決定するステップを含む。したがって、顔弓は、座標系 C F を有する。この座標系 C F は、バイトフォークを有する顔弓部分が機械的咬合器に挿入されるときに、機械的咬合器座標系 C M A に直進転送される。次いで、物理的模型モデルが、顔弓情報を用いて咬合器に取り付けられる。顔弓座標系 C F およびバイトフォーク座標系 C B F から仮想咬合器座標系 C V A の中へ位置および配向情報を入手することを希望する場合、この情報は、デジタルになるように変換されるべきであり、または読み取られ、仮想咬合器ソフト

20

【 0 1 0 1 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器に対するバイトフォークの位置および配向を決定するステップは、印象のスキャンを仮想咬合器に適応／適合するステップを含む。したがって、バイトフォークのスキャンからの C A D モデルまたはファイルは、バイトフォーク

30

【 0 1 0 2 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器に対するバイトフォークの位置および配向を決定するステップは、顔弓および／またはバイトフォークについての値を読み取るステップと、仮想咬合器用のユーザインターフェースに値をタイプするステップとを含む。

【 0 1 0 3 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器に対するバイトフォークの位置および配向を決定するステップは、顔弓および／またはバイトフォークから仮想咬合器へデータを電子的に転送するステップを含む。これは、例えば、顔弓が電子顔弓であるときに可能である。

40

【 0 1 0 4 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器に対するバイトフォークの位置および配向を決定するステップは、バイトフォークを 3 D スキャナの中の特定のホルダの中の印象と整列させるステップと、仮想咬合器に対するホルダの位置および配向を較正するステップとを含む。これは、バイトフォークが顔弓に対して固定または決定された位置を有するとき、例えば、顔弓上およびバイトフォーク上の特定の点の間の距離が電子的に測定されるように、顔弓が電子顔弓であるときに、有利であってもよい。

【 0 1 0 5 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器に対するバイトフォークの位置および配向を決定

50

するステップは、バイトフォークのスキャンをバイトフォークのCADモデルと整列させるステップを含む。これは、バイトフォークが顔弓に対して固定または決定された位置を有する時、例えば、顔弓上およびバイトフォーク上の特定の点の間の距離が電子的に測定されるように、顔弓が電子顔弓であるときに、有利であってもよい。

【0106】

反復最近点(ICP)方法が、整列に使用されてもよく、したがって、スキャンまたはモデルからの2つの点集団の間の差異または距離が最小化される。

【0107】

いくつかの実施形態では、ユーザインターフェース上の同じ仮想座標系において配設するための、印象のスキャンおよび/またはバイトフォークのスキャン、および/または、歯の仮想モデルおよび/またはCADモデルの間の変換は、スキャン、CADモデル、および/または仮想モデルに対する異なる座標系の較正を通して決定される。

10

【0108】

いくつかの実施形態では、上顎の物理モデルのスキャン、下顎の物理モデルのスキャン、および咬合している2つの顎の物理モデルのスキャンが、咬合データを導出するために整列させられる。

【0109】

いくつかの実施形態では、一組の歯の仮想モデルに対する仮想整列面の位置付けは、操作者によって手動で微調整されるように構成される。

【0110】

20

いくつかの実施形態では、一組の歯の仮想モデルに対する仮想整列面の位置付けは、仮想整列面が動かされるべき点の内側で、一組の歯の仮想モデルに対する1つ以上の仮想点を選択することによって、操作者によって行われるように構成される。したがって、それは、1点整列、2点整列、3点整列等であってもよい。点のうちの1つ以上は、例えば、口の左側の最後の歯の上に配設された第1の点、および口の右側の最後の歯の上に配設された第2の点等の、後方の臼歯上に配設されてもよい。第3の点が、中心的な歯の上または中心的な歯のうちの1つの上の正中線で配設されてもよい。点は、上および/または上顎上に配設されてもよい。

【0111】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、デフォルトの標準パラメータである。

30

【0112】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、特定の患者から導出される、患者特有のパラメータである。

【0113】

いくつかの実施形態では、仮想整列面は、デフォルト整列面である。

【0114】

いくつかの実施形態では、デフォルト整列面は、標準値に基づいて事前に画定され、決定される。

【0115】

40

いくつかの実施形態では、仮想整列面は、患者からの1つ以上のパラメータに基づいて決定される、患者特有の整列面である。

【0116】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、一組の歯の仮想モデルから導出される。したがって、アーチ、顎、歯の間の高差等の寸法が、モデルから導出されてもよい。

【0117】

いくつかの実施形態では、パラメータのうちの1つ以上は、修復されるべきである、1つ以上の調整された歯に基づく。

【0118】

50

いくつかの実施形態では、パラメータのうちの1つ以上は、1つ以上の調整された歯の位置、調整された歯の唇側または頬面方向、および/または調整された歯の上向きまたは下向き方向である。

【0119】

いくつかの実施形態では、パラメータのうちの1つ以上は、1つ以上の歯の水平および/または垂直配置に基づく。

【0120】

いくつかの実施形態では、パラメータのうちの1つ以上は、いくつかの特定の歯の位置である。

【0121】

いくつかの実施形態では、パラメータのうちの1つ以上は、下弓および/または上弓における歯の最高点に基づく。

【0122】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、下弓の左側の犬歯上の点、下弓の右側の犬歯上の点、および下弓における中心的な歯の間の点である。これらの点は、平面を画定するため、パラメータとして使用する利点がある。点は、例えば、下弓または顎の左および右側の両方の第2犬歯の遠心頬側咬頭、および下弓または顎における2つの中心的な歯の間の空間内の切縁より1mm下側の点であってもよい。これらの点は、咬合面として画定されてもよい、平面を画定してもよい。

【0123】

いくつかの実施形態では、1つ以上のパラメータは、
顎角度、
ベネット側方偏移、
切歯誘導、
犬歯誘導、
関節窩の形状、
隆起の形状、
頭蓋に対して複製された上顎の位置、および/または
顔弓設定
の測定および/または値を含む。

【0124】

これらのパラメータのうちの1つ以上は、機械的咬合器、それにより、仮想咬合器も調整することができる領域であるため、それらを使用する利点がある。

【0125】

いくつかの実施形態では、標準的な一組の歯は、相互に対して整列面および歯の仮想モデルを正しく配置するように操作者を支援するために、整列面上で示される。

【0126】

いくつかの実施形態では、整列面および/または歯の仮想モデルを回転および平行移動させるための手段が提供される。

【0127】

いくつかの実施形態では、回転および平行移動させるための手段は、仮想ハンドルとして提供される。

【0128】

いくつかの実施形態では、仮想整列面および/または仮想の一組の歯は、仮想整列面および仮想の一組の歯が同時に可視的であるように、半透過性または半透明である。

【0129】

さらに、上または下歯の物理的模型モデルが、3Dスキャナにおける対応する雌プレートの中、および機械的咬合器における対応する雌プレートの中の両方に嵌合する、ある雄プレートに取り付けられてもよい。これにより、咬合器とスキャナとの間のモデル上の位置の転送が可能にされる。次いで、これから決定された位置は、仮想関節動作および修復

10

20

30

40

50

のモデル化が行われる、コンピュータソフトウェアに転送されてもよい。また、雄プレート上、モデル上等に、ある参照マークがあってもよい。

【0130】

いくつかの実施形態では、一組の歯の仮想モデルは、歯の口腔内スキャンを用いて、または歯の印象をスキャンすることによって、または歯の物理モデルをスキャンすることによって行われる。

【0131】

いくつかの実施形態では、方法は、衝突表面のトレースを登録するステップと、衝突表面に基づいて歯の物質を自動的に切り取るステップとを含む。モデル化された歯からの物質の仮想切り取りは、シミュレートされた衝突点の表面の仮想トレースに基づいて行うことができるという利点がある。これによって、材料は、その後に仮想的に除去される必要はないが、シミュレーションの間に実行中に除去される。

【0132】

本発明は、上記および以下で説明される方法、および対応する方法、デバイス、システム、用途、および/または製品手段を含む、異なる側面に関し、それぞれ、第1の記述された側面に関連して説明される利益および利点のうちの1つ以上をもたらし、それぞれ、第1の記述された側面に関して説明され、および/または添付の請求項で開示される実施形態に対応する、1つ以上の実施形態を有する。

【0133】

具体的には、本明細書では、患者に対する1つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器システムが開示され、システムは、

それぞれ、患者の口の上顎および下顎に似ている、上顎の仮想3次元モデルおよび下顎の仮想3次元モデルを備える、仮想咬合器を提供するための手段と、

動的咬合をシミュレートするための相互に対する仮想上顎および仮想下顎の移動を提供するための手段であって、仮想上顎および仮想下顎の歯の間の衝突が起こる、手段と、を備え、システムはさらに、

仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面を貫通するのを阻止されることを規定するための手段を備える。

【0134】

さらに、プログラムコード手段がデータ処理システム上で実行されるときに、データ処理システムに方法を行わせるためのプログラムコード手段を備える、コンピュータプログラム製品と、その上に記憶されたプログラムコード手段を有する、コンピュータ可読媒体を備える、コンピュータプログラム製品とが開示される。

【0135】

患者に対するコンピュータ支援歯列矯正治療計画を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するコンピュータ実装方法が開示され、方法は、それぞれ、患者の口の上顎および下顎に似ている、仮想上顎として画定される、上顎を備える仮想3次元歯モデルと、仮想下顎として画定される、下顎を備える仮想3次元歯モデルとを備える、仮想咬合器を提供するステップと、

動的咬合をシミュレートするための相互に対する仮想上顎および仮想下顎の移動を提供するステップであって、仮想上顎と仮想下顎の歯との間の衝突が起こる、ステップと、を含み、

方法はさらに、

仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面を貫通するのを阻止されることを規定するステップを含む。

【0136】

これによって、歯列矯正症例のための動的咬合をシミュレートすることができるため、動的仮想咬合器を歯列矯正術における治療計画に使用することができるという利点がある。

10

20

30

40

50

【 0 1 3 7 】

いくつかの実施形態では、歯列矯正術における治療計画は、歯を区画化するステップ、歯を移動させるステップ、および／または顎および歯の移動をシミュレートするステップを含む。したがって、治療計画で仮想動的咬合器を使用するときに、歯の区画化が仮想的に行われてもよい、歯の移動が仮想的に行われてもよい、移動シミュレーションが仮想的に行われてもよい等である。治療計画は、患者に対する既存の歯科状況を提供するステップと、歯列矯正治療後の所望の最終歯科状況を提供するステップと、次いで、最終歯科状況が好適であるかどうかを試験およびシミュレートするために、動的仮想関節動作の方法を使用するステップとを含んでもよい。

【 0 1 3 8 】

10

修復歯科学で動的仮想関節動作の方法を使用するときに、実際の関節動作、噛合、咀嚼中に患者の実際の口の中での衝突を回避するために、別の歯と衝突するモデル化された歯の一部を自動的に切り取ることができる。

【 0 1 3 9 】

しかしながら、修復歯科学で動的仮想関節動作の方法を使用するときに、いずれの歯の部分も切り取られるべきではないが、患者の実際の噛合において望ましくない衝突が回避されるような方向で、別の歯と衝突する歯が移動、回転、旋回等されてもよい。

【 0 1 4 0 】

いくつかの実施形態では、方法は、衝突のトレースを登録するステップを含み、これに基づいて、歯列矯正治療、例えば、異なる歯の移動が計画される。

20

【 0 1 4 1 】

いくつかの実施形態では、方法は、加重を 1 つ以上の歯に割り当てるステップを含む。

【 0 1 4 2 】

いくつかの実施形態では、歯に割り当てられる加重は、歯がどれだけ移動の影響を受けやすいかを決定する。

【 0 1 4 3 】

いくつかの実施形態では、高加重は、歯が移動させられてはならないことを示し、低加重は、あらゆる状況下で歯を移動させることが許可されていることを示し、中加重は、治療に好適であれば歯を移動させることが許可されていることを示す。いくつかの歯が、例えば、噛合の機能性のために重要である、機能または位置をすでに有し、これらの歯は、決して移動されるべきではないかもしれないため、治療、例えば、移動を制御および誘導するように、異なる加重を歯に割り当てる利点がある。一方で、他の歯は、重要な機能または位置を持たず、したがって、これらの歯が移動させられた場合に、機能性または視覚的審美性にとって重要でなくてもよい。中間グループは、ある範囲にわたっていくつかの異なる加重を備えてもよく、2 つの歯がシミュレートしている間に望ましくない衝突をしている場合、例えば、最低加重を有する歯が、移動させられるべき歯である。

30

【 0 1 4 4 】

いくつかの実施形態では、2 つ以上の歯は、ともに係止され、2 つ以上の歯は、統一体として動くように構成される。例えば、前歯が相互に対して移動させられないことが所望されてもよい場合、歯をともに係止することができるという利点がある。

40

【 0 1 4 5 】

いくつかの実施形態では、治療計画および咬合シミュレーションは、反復して行われ、治療計画に変更が行われる度に、咬合がシミュレートされる。

【 0 1 4 6 】

いくつかの実施形態では、1 つ以上の歯の移動の拘束が実装される。

【 0 1 4 7 】

いくつかの実施形態では、歯列矯正器具のモデル化が行われるように構成される。

【 0 1 4 8 】

いくつかの実施形態では、モデル化された器具との患者の咬合がシミュレートされるように構成される。

50

【 0 1 4 9 】

いくつかの実施形態では、器具のモデル化は、反復して行われ、器具の各変更について、咬合がシミュレートされる。

【 0 1 5 0 】

いくつかの実施形態では、上顎用の器具および下顎用の器具は、並行してモデル化される。

【 0 1 5 1 】

いくつかの実施形態では、器具は、ブレース、ブラケット、添え木、保持器、弧線、アライナ、および/またはシェルであるように構成される。

【 0 1 5 2 】

いくつかの実施形態では、器具は、歯をそれらの位置で保持するように構成される。

【 0 1 5 3 】

いくつかの実施形態では、器具は、患者が自分の歯をきしらせるのを妨げるように構成される。

【 0 1 5 4 】

いくつかの実施形態では、器具は、患者が睡眠中にいびきをかくのを妨げるように構成される。

【 0 1 5 5 】

いくつかの実施形態では、器具は、患者にとって装着するのが快適であるように構成される。

【 0 1 5 6 】

いくつかの実施形態では、この一組の歯の咬合がシミュレートされ、1つ以上の設計された器具が、選択的に、シミュレーションに含まれる。

【 0 1 5 7 】

いくつかの実施形態では、1つ以上の設計された器具は、咬合シミュレーションに基づいて修正される。

【 0 1 5 8 】

いくつかの実施形態では、1つ以上の器具は、位置および/または生体構造に対して修正される。

【 0 1 5 9 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器は、開放位置で上下のモデルを維持するように構成される。いくつかの歯列矯正症例について、噛合を作り直すことができるような相互への距離を伴って、上および下顎を開放位置で保つ器具が設計されるべきであるため、仮想咬合器の中の歯モデルを開放位置で保つことができるという利点がある。仮想咬合器の中でモデルを開放位置で保つときに、歯の間に距離を提供するためのこれらの器具を設計することができる。したがって、仮想咬合器を使用して、噛合を上昇させて開く器具を設計することができる。

【 0 1 6 0 】

さらに、仮想咬合器が開放位置にある上下のモデルを伴って構成されるときに、修復も設計することができるという利点がある。

【 0 1 6 1 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器の中の歯は、歯の間の接触を示すために色分けされる。

【 0 1 6 2 】

いくつかの実施形態では、咬合シミュレーションにおける時間に関する一連の事象が登録される。

【 0 1 6 3 】

いくつかの実施形態では、咬合コンパスが咬合シミュレーションに基づいて生成される。

【 0 1 6 4 】

10

20

30

40

50

いくつかの実施形態では、患者の口の中の実際の動的咬合によって生成される咬合コンパスは、動的仮想咬合器に転送される。

【0165】

いくつかの実施形態では、咬合コンパスは、
突出、
後退、
右への外側偏位、
左への外側偏位、
右への内側偏位、
左への内側偏位、
右への外側後上方偏位、
左への外側後上方偏位、
といった方向での移動を示す。

10

【0166】

いくつかの実施形態では、咬合コンパスは、歯の上の異なる色で異なる移動方向を示す。

【0167】

咬頭用の咬頭コンパスは、移動の3つ全ての平面内の咬頭の移動の合計である、3次元パターンである。咬合コンパスは、仰角および伏角を有し、所与の咬頭について、それは、下顎の回転中心に対する関係の関数として、任意の他の咬頭のものとは異なってもよい。したがって、全患者に好適な種類の咬合形態がないため、咬合コンパスを使用する利点がある。したがって、咬合コンパスを使用して、形態および機能的修復は、特定の患者に適合するように設計されてもよい。

20

【0168】

いくつかの実施形態では、歯の上の1つ以上の部分での咬合接触力が登録される。

【0169】

いくつかの実施形態では、歯の上の1つ以上の部分での経時的な咬合接触力が登録される。

【0170】

いくつかの実施形態では、咬合接触力は、咬合接触力を測定するための電子センサを用いて登録される。

30

【0171】

いくつかの実施形態では、登録された咬合接触力は、動的仮想咬合器に転送される。

【0172】

これによって、咬合接触力を患者の口の中で決定することができ、動的咬合のシミュレーションで使用するために動的仮想咬合器に電子的に転送することができるため、咬合接触力を測定するための電子センサ、例えば、TekscanからのT-Scan III (R)を使用する利点がある。咬合接触力測定を使用して、患者の噛合の動的仮想関節動作およびシミュレーションが強化されてもよい。

40

【0173】

いくつかの実施形態では、咬合の力がシミュレートされる。シミュレーションは、例えば、仮想咬合器を使用する、ソフトウェアで行われる。

【0174】

いくつかの実施形態では、咬合の登録および/またはシミュレートされた力は、可視化される。

【0175】

いくつかの実施形態では、顎の機能性および咬合の力の生物物理学的モデルが生成される。

【0176】

いくつかの実施形態では、力の測定からのデータは、患者の口の中の電子構成要素を用

50

いて記録される。

【0177】

いくつかの実施形態では、力の測定からのデータは、動的仮想咬合器に転送され、その中でオーバーレイされる。

【0178】

いくつかの実施形態では、患者の口のCTスキャンが生成され、患者の口の仮想3Dモデルは、スキャンに基づいて自動的に生成され、咬合は、3D CTモデルに基づいてシミュレートされるように構成される。

【0179】

いくつかの実施形態では、顎の筋肉の位置および/またはサイズは、CTスキャンから導出され、筋肉に基づいて、咬合の強度がシミュレートされるように構成される。

10

【0180】

いくつかの実施形態では、患者の頭蓋の少なくとも一部分のCTスキャンが仮想咬合器に転送される。

【0181】

いくつかの実施形態では、咬合のシミュレーションへの拘束は、CTスキャンから導出される。

【0182】

いくつかの実施形態では、1つ以上の歯根がCTスキャン上で可視的であり、歯根の位置は、歯の移動をシミュレートするために使用される。

20

【0183】

いくつかの実施形態では、患者の2D画像は、仮想咬合器に転送される。

【0184】

いくつかの実施形態では、歯に割り当てられる加重は、患者の咬合の誘導におけるその機能性の重要性を決定する。

【0185】

いくつかの実施形態では、高加重は、歯が咬合を誘導するために重要であることを示す。

【0186】

いくつかの実施形態では、低加重は、歯が咬合を誘導するために重要ではないことを示す。

30

【0187】

いくつかの実施形態では、中加重は、咬合を誘導するための歯の重要性が中間であることを示す。

【0188】

いくつかの実施形態では、中心的な歯および/または犬歯は、高加重が割り当てられる。上および/または下顎の中心的な歯および/または犬歯は、最も長い歯であるため、しばしば、咬合を誘導するための最も重要な歯であるため、高加重をこれらの歯に割り当てる利点がある。したがって、これらの歯は、咬合を誘導するために重要であるため、咬合に悪影響を及ぼし得るので、好ましくは、移動、短縮、除去、修復等されるべきではない。

40

【0189】

いくつかの実施形態では、この一組の歯の咬合がシミュレートされ、1つ以上の設計された修復が、選択的に、シミュレーションに含まれる。

【0190】

いくつかの実施形態では、1つ以上の設計された修復は、咬合シミュレーションに基づいて修正される。

【0191】

いくつかの実施形態では、1つ以上の修復は、位置および/または生体構造に対して修正される。

50

【 0 1 9 2 】

いくつかの実施形態では、仮想咬合器は、患者のための部分脱着可能義歯を設計するときに咬合をシミュレートするために使用される。

【 0 1 9 3 】

患者の噛合を妨げ、および／または容易に壊れる場合があるため、隣接する歯より少し上側に延在する等、修復が高くなりすぎた場合は問題である。したがって、患者の口の中の調整された歯の上の修復が、隣接する歯よりも低い、または短いことが所望される。従来、修復の手動モデル化を行うときに、歯科技工士は、模型モデルの中で、調整された歯を手動で少し押し上げ、次いで、修復を行う。ソフトウェアで修復の仮想設計またはモデル化を行うときに、従来、仮想下部モデルと仮想上部モデルとは、重複を有するように仮想的に移動させられ、次いで、修復が設計される。これは、モデルが仮想モデルであり、したがって、従来のソフトウェアモデル化における仮想 3 D 空間内で相互に貫通することができるため、行われる。

10

【 0 1 9 4 】

いくつかの実施形態では、仮想 3 D モデルにおける調整された歯は、調整された歯の修復を設計する前に、その隣接する歯に対するその実際の位置からの距離および／または歯肉におけるその位置を伴って配設されるように変位させられる。修復が変位した調整された歯の上で設計されるときに、修復は、隣接する歯と同じ高さになるように設計することができ、修復を伴う調整された歯が、仮想 3 D モデルにおけるその実際の位置で再び配設されるときに、修復は、隣接する歯よりも低く、または短くなり、したがって、患者の口の中の実際の調整された歯の上の実際の修復も、実際の隣接する歯よりも低く、または短くなり、これによって、実際の歯よりも脆弱な場合がある修復が、口の中の他の歯または食品等との衝突からより良く保護されてもよいため、利点がある。調整された歯が変位させられる距離は、数ミリメートル、数マイクロメートル等の範囲内であってもよい。距離は、垂直距離であってもよい。本実施形態によれば、重複するモデルを移動させる代わりに、調整された歯が変位させられるため、仮想モデル化は、従来の手動作業と同様に行われる。修復は、接触するように設計される代わりに、延長した咬合面間距離等の咬合面間距離を有するように設計することができるという利点がある。咬合面間距離は、上下の口の中の歯の咬合面間表面の間の距離として画定され、したがって、これに関連して、咬合面間距離は、修復と対合歯との間の距離として画定されてもよい。

20

30

【 0 1 9 5 】

いくつかの実施形態では、仮想 3 D モデルにおける欠落している歯の位置にある歯肉部分は、欠落している歯の位置に対するインプラント修復またはブリッジの中の架工歯を設計する前に、その実際の位置からの距離を伴って配設されるように変位させられる。インプラント、インプラントクラウン、架工歯等は、衝突等からインプラント修復、架工歯修復等を保護するために、隣接する歯よりも低いという利点がある。

【 0 1 9 6 】

いくつかの実施形態では、咬合に対する 1 つ以上の接触基準は、咬合のシミュレーションにおいて定義され、使用される。

【 0 1 9 7 】

いくつかの実施形態では、1 つ以上の接触基準は、
特定の歯が相互と接触していなければならない、
最大数の歯が接触していなければならない、
歯の表面の最大面積が接触していなければならない、
特定の歯が接触してはならない、
最大数の接触点が取得されなければならない、
接触点が歯の表面にわたって均等に空間的に分布しなければならない、および／または
歯の間の接触点が、ある動的咬合移動中にある距離以上に公開されてはならない、
を含むことができる。

40

【 0 1 9 8 】

50

接触基準は、仮想咬合器モデル、例えば、仮想咬合器の幾何学のおよび／または生理学のモデルを推定、補正、および／または改善するために使用されてもよい。

【0199】

仮想咬合器モデルのパラメータは、咬合器の中の顎の移動をシミュレートすることによって、自動的に最適化、調整、補正、定義、決定等されてもよく、シミュレーションは、仮想咬合器モデルに基づいてもよい。

【0200】

例えば、顎傾斜が多くの症例にとって重要なパラメータであるため、操作者はしばしば、これを最適化することを希望してもよい。

【0201】

パラメータおよび接触基準を用いて咬合を改善することによって、咬合の質が、患者の実際の生理学的咬合に関して改善される。

【0202】

例えば、機械的咬合器、顔弓等から得られた患者の咬合のデータに間違いまたは誤りがある場合、パラメータおよび接触基準を使用して、咬合を補正することができる。

【0203】

また、患者に対する1つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するためのシステムも開示され、システムは、

それぞれ、患者の口の上顎および下顎に似ている、仮想上顎として画定される、上顎を備える仮想3次元歯モデルと、仮想下顎として画定される、下顎を備える仮想3次元歯モデルとを備える、仮想咬合器を提供するための手段と、

動的咬合をシミュレートするための相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動を提供するための手段であって、仮想上顎と仮想下顎との歯の間の衝突が起こる、手段と、

を備え、

システムはさらに、

仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面を貫通するのを阻止されることを規定するための手段を備える。

【0204】

また、患者に対するコンピュータ支援歯列矯正治療計画を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するための仮想咬合器システムも開示され、システムは、

それぞれ、患者の口の上顎および下顎に似ている、仮想上顎として画定される、上顎を備える仮想3次元歯モデルと、仮想下顎として画定される、下顎を備える仮想3次元歯モデルとを備える、仮想咬合器を提供するための手段と、

動的咬合をシミュレートするための相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動を提供するための手段であって、仮想上顎と仮想下顎の歯との間の衝突が起こる、手段と、

を備え、

システムはさらに、

仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面を貫通するのを阻止されることを規定するための手段を備える。

【0205】

また、本発明に従って形成される、歯の修復も開示される。

【0206】

また、歯列矯正治療計画で使用するための歯列矯正器具も開示され、器具は、本方法に従って設計される。

【0207】

本発明の上記および／または付加的な目的、特徴、および利点が、添付図面を参照し、本発明の実施形態の以下の例示的かつ非限定的な詳細説明によって、さらに解明されるであろう。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0208】

【図1】図1は、方法のフローチャートの実施例を示す。

【図2】図2は、仮想咬合器例を示す。

【図3】図3は、咬合をシミュレートするための顎の移動の実施例を示す。

【図4】図4は、修復された歯のモデル化の実施例を示す。

【図5】図5は、咬合軸に沿った移動の概略的な実施例を示す。

【図6】図6は、一組の歯の仮想モデルの実施例を示す。

【図7】図7は、仮想咬合面の実施例を示す。

【図8】図8は、相互の位置に対して調整される前の仮想咬合面および仮想モデルの第1の実施例を示す。 10

【図9】図9は、相互の位置に対して調整されている間の仮想咬合面および仮想モデルの第2の実施例を示す。

【図10】図10は、相互の位置に対して調整された後の仮想咬合面および仮想モデルの実施例を示す。

【図11】図11は、仮想咬合器の実施例を示す。

【図12】図12は、本発明の実施例のフローチャートの実施例を示す。

【図13】図13は、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動の実施例を示す。

【図14】図14は、修復を設計するために調整された歯の位置を変位させることの実施例を示す。 20

【図15】図15は、修復を設計するために歯肉部分の位置を変位させることの実施例を示す。

【図16】図16は、咬合コンパスの実施例を示す。

【図17】図17は、顎の移動の記録を再生することの実施例を示す。

【図18】図18は、反対側の歯との衝突を補償するように修復をモデル化することの実施例を示す。

【図19】図19は、異なる製造業者からの物理的咬合器に似ている、仮想咬合器の実施例を示す。

【図20】図20は、仮想咬合器のみとして存在する、仮想咬合器の実施例を示す。

【図21】図21は、移動のトレースの実施例を示す。 30

【図22】図22は、歯列矯正治療計画の仮想シミュレーションの実施例を示す。

【図23】図23は、歯科変位の仮想シミュレーションの実施例を示す。

【図24】図24は、歯を変位させるための歯列矯正器具の実施例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0209】

以下の説明では、例示として、本発明がどのようにして実践され得るかを示す添付図を参照する。

【0210】

図1は、患者に対する1つ以上の歯の修復のコンピュータ支援設計を行うときに、歯の咬合をシミュレートするための動的仮想咬合器を使用するコンピュータ実装方法のステップを示すフローチャートの実施例を示す。ステップ101において、患者の口の上顎および下顎にそれぞれ似ている上顎の仮想3次元モデルおよび下顎の仮想3次元モデルを備える、前記仮想咬合器が提供される。ステップ102において、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動が、動的咬合をシミュレートするために提供され、仮想上顎の歯と仮想下顎の歯との間に衝突が起こる。ステップ103において、仮想上顎および仮想下顎の歯が、衝突において相互の仮想表面に貫通することを阻止されるように提供される。 40

【0211】

図2は、仮想咬合器例を示す。図2a)は、歯206を有する仮想上顎204、および歯206を有する仮想下顎205を示す。上顎204の6本の歯207が修復されており、仮想咬合器208は、顎204、205の移動をシミュレートして、修復された歯20 50

7が患者の口の中に嵌合するかどうかを試験するために使用される。仮想咬合器208は、咬合軸209および外側偏位・内側偏位軸210といった2つの軸によって示される。顎204、205は、咬合軸209に沿って上下に動き、顎204、205は、外側偏位・内側偏位軸210に沿って左右の両方へ前方・側方移動を行う。顎204、205はまた、直進前方移動である突出、および直進後方移動である後退を行うこともできる。これらの移動のための軸は、図に示されていない。図中、咬合軸209に沿った移動のみが示されている一方で、外側偏位・内側偏位軸210に沿った、または突出・後退軸（図示せず）に沿った移動がない。これは、図の左上のウィンドウ211でも見られ、パラメータ「咬合」は6.60であり、パラメータ「外側偏位」は0.00であり、パラメータ「突出/後退」も0.00である。可能な異なる移動方向は、

10

突出、

後退、

右への外側偏位、

左への外側偏位、

右への内側偏位、

左への内側偏位、

右への外側後上方偏位、

左への外側後上方偏位

であってもよい。

【0212】

20

図2b)は、咬合軸、外側偏位・内側偏位軸、突出・後退軸等に沿った顎204、205の移動を制御するための設定機会209、210を有する別の仮想咬合器208を示す。陥凹240は、歯科技工士がゴムバンドの形態でデフォルト咬合面を配設する場所を示す。

【0213】

図3は、咬合をシミュレートするための顎の移動の実施例を示す。両方の顎204、205は、修正されていない歯206を備え、上顎204はまた、修復された歯207も備える。移動は、修復された歯207が口の中に嵌合するかどうかをシミュレートするように行われる。図3a)は、顎204、205のいずれの歯206も修復された歯207と衝突していない、第1の位置にある顎204、205を示す。図3b)は、顎204、205が相互に近づいているが、依然として歯206のうちのいずれかと修復された歯207との間に衝突がない、第2の位置にある顎204、205を示す。図3c)は、顎204、205が相互にさらに近づいている、第3の位置にある顎204、205を示す。図3d)は、顎204、205の歯が衝突している点213に円212を有する、第3の位置にある顎204、205を示す。衝突は、上顎204の修復された歯207aと下顎205の歯206aとの間にある。

30

【0214】

図4は、修復された歯のモデル化の実施例を示す。図4a)は、修復された歯207a、別の修復された歯207、および修正されていない歯206を有する、先行図に対して向きを変えられた上顎204を示す。修復された歯207aは、図3d)に示されるように、下顎の歯と衝突しており、衝突点214が歯207aの上で示されている。衝突点の陰影は、歯207aと下顎の歯とが衝突した貫通深度または圧力を示してもよい。したがって、明るい色から暗い色の陰影は、明るい陰影が低い深度または軽い圧力を示し、暗い陰影が大きい深度または強い圧力を示す、深度マッピングまたは圧力マッピングを示す。歯は、完全には硬質ではなく、少し軟質であり、したがって、歯は、相互に衝突するときに少しへこむか、または変形し得るようなものであってもよい。したがって、仮想歯は、完全に硬質であるようには画定されず、少し軟質または弾性であり、したがって、仮想歯は、仮想的に相互に衝突するときに少しへこむか、または変形し得るようなものであってもよい。

40

【0215】

50

図4b)は、図4a)と同じものか、また、修復された歯207aをモデル化するためのツールも示す。歯207aが下顎の歯と衝突したため(図3d)参照)、修復された207aは、下顎の歯と衝突しないようにモデル化することができる。歯207aは、ツール215によって示される左または右側にそれをドラッグまたはモーフィングすることによって、およびツール216によって示される上下に歯207aをドラッグすることによって、モデル化することができる。歯207aはまた、ツール217によって示される左側または右側にその上の点をドラッグまたはモーフィングすることによって、およびツール218によって示される隣接する歯にそれをドラッグまたはモーフィングすることによって、モデル化することもできる。歯207aをモーフィングまたはドラッグしている間に、衝突点214は、歯のこれらの形状変化に対応して変化し、次いで、歯207aは、下顎の歯との衝突がもはや生じなくなり、次いで、衝突点214が歯207aから消滅し、歯207aが対向する歯との衝突を回避するようにモデル化されていることを示すように、モデル化することができる。

10

【0216】

図5は、咬合軸に沿った移動の概略的な実施例を示す。図は、歯206を有する上顎204および歯206を有する下顎205を示す。これらの歯のうちのいくつかは、修復された歯であってもよく、したがって、咬合が試験され得る。咬合軸209が示され、上顎204は、咬合軸に固定されていることが示される。下顎205は、上顎204に対して動くことができ、したがって、下顎は、咬合軸209の周りを回転することができる。したがって、仮想咬合器は、衝突試験を行い、咬合軸209に沿った、すなわち、他の自由度の所与の構成、すなわち、他の軸(図2参照)について応答を評価し、それにより、2つの顎モデルが接触している咬合軸上の第1の位置を見出す。これは、計算の問題の次元性を低減し、咬合の静止回転軸209の周りの所与の円形路219に沿った3Dモデルとの第1の交点を計算することを目的としているより特殊な探索構造の使用を可能にする。したがって、他の軸のうちの1つに沿った各移動ステップについて、すなわち、各自由度について、いつ、およびどの時点で、顎204、205の歯206が咬合軸209に沿って衝突するかが計算されてもよい。

20

【0217】

図6は、一組の歯の仮想モデルの実施例を示す。患者からの一組の歯の仮想モデル601は、仮想下弓602と、仮想上弓/顎603とを備える。上弓603の6本の前歯604は、一組の歯のうちの残りの歯605とは異なる色で印付けられている。これら6本の歯604は、修復されるべきであるか、または修復されている歯であってもよい。仮想モデル601は、歯科技工士または歯科医等の操作者が、例えば、患者のための修復を設計、シミュレート、および/またはモデル化することができる、グラフィカルユーザインターフェイスに示されてもよい。

30

【0218】

図7は、仮想咬合面の実施例を示す。咬合面706は、平坦な円形面として可視化されるが、咬合面は、任意の形状を有することができると理解される。咬合面は、歯の咬合または噛合表面を通過する平面であり、咬合表面の湾曲の平均を表す。したがって、咬合面は、様々な歯の様々な高さに従って、平坦となるか、または起伏し得る。標準の一組の歯707の輪郭が、咬合面706の3D位置を仮想モデルとより良好に合致させるように操作者を支援するために、咬合面706上に占められている。仮想咬合器708は、咬合軸709および外側偏位・内側偏位軸710といった2つの軸によって示される。仮想モデルの上および下弓は、咬合軸709に沿って上下に移動することができ、弓は、外側偏位・内側偏位軸710に沿って左右の両方へ前方・側方移動を行うことができる。弓はまた、直進前方移動である突出、および直進後方移動である後退を行うこともできる。これらの移動のための軸は、図に示されていない。

40

可能な異なる移動方向は、
突出、
後退、

50

右への外側偏位、
左への外側偏位、
右への内側偏位、
左への内側偏位、
右への外側後上方偏位、
左への外側後上方偏位
であってもよい。

【 0 2 1 9 】

図 8 は、相互の位置に対して調整される前における仮想咬合面および仮想モデルの第 1 の実施例を示す。標準の一組の歯 8 0 7 を有する咬合面 8 0 6 および下弓 8 0 2 の仮想モデルと一緒に示されている。咬合面 8 0 6 は、下弓 8 0 2 の仮想モデルに対して傾斜して示され、咬合面 8 0 6 および下弓 8 0 2 の仮想モデルは、交線 8 1 1 によって分かるように相互に交差している。

10

【 0 2 2 0 】

図 9 は、相互の位置に対して調整されている際の仮想咬合面および仮想モデルの第 2 の実施例を示す。標準の一組の歯 9 0 7 を有する咬合面 9 0 6 および下弓 9 0 2 の仮想モデルと一緒に示されている。咬合面 9 0 6 および下弓 9 0 2 の仮想モデルは、それらの傾斜が同じか、またはほぼ同じであるので、ほぼ整列しているが、下弓 9 0 2 の歯のうちのいくつかは、咬合面 9 0 6 の垂直位置よりも少し高いので、咬合面 9 0 6 と下弓 9 0 2 の仮想モデルとは、交線 9 1 1 によって分かるように、依然として相互に少し交差している。咬合面 9 0 6 上の標準の一組の歯 9 0 7 が、下弓 9 0 2 の歯と重複していないので、咬合面 9 0 6 と下弓 9 0 2 とは、まだ水平には整列していない。

20

【 0 2 2 1 】

図 10 は、相互の位置に対して調整された後の仮想咬合面および仮想モデルの実施例を示す。標準の一組の歯 1 0 0 7 を有する咬合面 1 0 0 6 および下弓 1 0 0 2 の仮想モデルと一緒に示されている。咬合面 1 0 0 6 と下弓の仮想モデル 1 0 0 2 とは、それらの傾斜が同じであるので整列しており、下弓 1 0 0 2 の歯のうちのいくつかは、咬合面 1 0 0 6 の垂直位置よりも少し高いので、咬合面 1 0 0 6 と下弓の仮想モデル 1 0 0 2 とは、交線 1 0 1 1 によって分かるように、依然として相互に少し交差している。咬合面 1 0 0 6 上の標準の一組の歯 1 0 0 7 が、下弓 1 0 0 2 の歯と重複しているので、咬合面 1 0 0 6 と下弓 1 0 0 2 とは、水平には整列している。整列は、3 点整列であってもよく、すなわち、整列を行うために 3 つの点を使用する。

30

【 0 2 2 2 】

図 11 は、仮想咬合器の実施例を示す。仮想咬合器 1 1 0 8 は、上下の歯のモデルが固定され、上歯に関する下歯の記録された位置を再現する、歯科で使用される物理的な機械デバイスの仮想バージョンである。咬合器は、顎角度、ベネット側方偏移、切歯および犬歯誘導、ならびに関節窩および隆起の形状といった領域のうちの 1 つ以上で調整可能となり得る。咬合器は、咀嚼中の通常の下方向移動を再現し得る。咬合器は、口の中で記録されるような上歯に対する下歯の多くの移動および位置に適応するように調整されてもよい。したがって、仮想咬合器は、機械的咬合器として、全ての移動等を行ってもよい。

40

【 0 2 2 3 】

仮想咬合器 1 1 0 8 は、その上に下歯または下顎の仮想モデルが配設されるように適合される底基部 1 1 0 9 と、その上に上歯または上顎の仮想モデルが配設されるように適合される最上基部 1 1 1 0 とを備える。異なる仮想継手、スライド、または設定手段 1 1 1 1 は、上述の異なる領域を特定の患者の特徴に適応させることができる機械的咬合器の継手、スライド、および他の設定を示す。

【 0 2 2 4 】

図 12 は、本発明の実施形態のフローチャートの実施例を示す。ステップ 1 2 0 1 において、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動が開始される。ステップ 1 2 0 2 において、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動の間の全ての衝突が登録される。ステップ

50

1 2 0 3において、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動が終了する。ステップ 1 2 0 4において、衝突点が登録された修復の各領域がモデル化される。

【 0 2 2 5 】

図 1 3 は、相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動の実施例を示す。図 1 3 a) は、上顎 1 3 0 4 と下顎 1 3 0 5 との間の移動の第 1 の位置を示す。下顎および上顎の両方は、歯 1 3 0 6 を備え、上顎は、いくつかの修復 1 3 0 7 を備える。図 1 3 b) は、顎の移動の間の位置を示す。上顎 1 3 0 4 が、下顎 1 3 0 5 に対して動かされると、修復 1 3 0 7 は、接触領域を備える衝突点 1 3 1 4 によって分かるように歯 1 3 0 6 と衝突している。図 1 3 c) は、顎の移動の終了位置を示し、全ての衝突点が歯および修復の上に印付けられている。修復 1 3 0 7 は、修復から材料を仮想的に除去するか、または作り直すこと
10

【 0 2 2 6 】

図 1 4 は、修復を設計するために調整された歯の位置を変位させることの実施例を示す。

【 0 2 2 7 】

図 1 4 a) は、歯 1 4 0 1 がクラウン等の修復のために調整されている、一組の歯 1 4 0 0 の 3 D 表現の実施例を示す。2 つの隣接する歯 1 4 0 2 も示されている。歯根 1 4 0 3 が示されている。歯根 1 4 0 3 は、C T スキャンから導出されてもよく、または通常の 3 D スキャンに基づいて推定されてもよい。修復の設計は、歯根を見ることを必要としないが、操作者が修復を設計するための助けとなり得るように、3 D 表現で歯根 1 4 0 3 を示すことは随意的である。歯肉 1 4 0 4 も見られる。
20

【 0 2 2 8 】

図 1 4 b) は、修復を設計するときにアンタゴニストまでの距離を短縮するために、調整 1 4 0 1 が、歯肉 1 4 0 4 におけるその位置から、かつ隣接する歯から垂直に変位させられることを示す。

【 0 2 2 9 】

図 1 4 c) は、調整が歯肉 1 4 0 4 および隣接する歯から変位させられたときに、ここではクラウンの形態である修復 1 4 0 5 が、調整の上で設計されることを示す。したがって、修復は、歯の通常の咬合とは異なる咬合で設計される。修復 1 4 0 5 の上縁は、設計されているときに、2 つの隣接する歯 1 4 0 2 と実質的に同一平面である、または同じ高さであることが示されている。
30

【 0 2 3 0 】

図 1 4 d) は、修復 1 4 0 5 を設計した後に、修復 1 4 0 5 を有する調整 1 4 0 1 がその実際の位置に再び位置付けられるときの状況を示す。修復 1 4 0 5 は、変位させられたときに隣接する歯 1 4 0 2 と同じ高さであるように設計されたので、修復 1 4 0 5 は、その元の位置に再び位置付けられたときに、隣接する歯 1 4 0 2 よりも短い。したがって、患者の口の中で、修復は、隣接する歯よりも短くなり、したがって、実際の歯よりも脆弱な場合がある修復が、より良好に保護される。

【 0 2 3 1 】

図 1 5 は、修復を設計するために歯肉部分の位置を変位させることの実施例を示す。
40

【 0 2 3 2 】

図 1 5 a) は、歯肉の領域 1 5 0 6 中に欠落している歯がある、一組の歯 1 5 0 0 の 3 D 表現の実施例である。欠落している歯は、折れた、死滅した、疾患により抜けた等の場合がある。修復は、領域 1 5 0 6 中の欠落している歯を置換するように行われるべきである。2 つの隣接する歯 1 5 0 2 も示されている。歯根 1 5 0 3 が示されている。歯根 1 5 0 3 は、C T スキャンから導出されてもよく、または通常の 3 D スキャンに基づいて推定されてもよい。修復の設計は、歯根を見ることを必要としないが、操作者が修復を設計するための助けとなってもよいので、3 D 表現で歯根 1 5 0 3 を示すことは随意的である。歯肉 1 5 0 4 も見られる。欠落している歯を置換するために行われる修復は、ブリッジで
50

あってもよい。ブリッジは、欠落している歯の場所における架工歯と、隣接する歯 1 5 0 2 の上の 2 つのクラウンとを備えてもよい。

【 0 2 3 3 】

図 1 5 b) は、2 つの隣接する歯が調整されたこと、調整された歯 1 5 0 1 であることを示す。欠落している歯の歯肉の領域 1 5 0 6 は、歯肉におけるその元の位置から変位させられる。

【 0 2 3 4 】

図 1 5 c) は、ここではブリッジの形態である修復が設計されていることを示す。架工歯 1 5 0 7 が欠落している歯の場所に配設され、クラウン 1 5 0 5 が 2 つの調整 1 5 0 1 の上に設計されている。架工歯は、クラウンに取り付けられる。架工歯 1 5 0 7 は、歯肉の領域 1 5 0 6 がその元の位置から変位させられるときに設計される。架工歯 1 5 0 7 の上縁は、2 つの調整された隣接する歯 1 5 0 1 の上で、設計されたクラウン 1 5 0 5 と実質的に同一平面であるか、または同じ高さである。

【 0 2 3 5 】

図 1 5 d) は、架工歯 1 5 0 7 を設計した後に、架工歯 1 5 0 7 および歯肉の領域 1 5 0 6 がその元の位置に位置付けられるときの状況を示す。架工歯 1 5 0 7 は、変位させられたときに隣接する歯のクラウン 1 5 0 5 と同じ高さであるように設計されたため、架工歯 1 5 0 7 がその元の位置に再び位置付けられるときに、架工歯 1 5 0 7 は、隣接する歯のクラウン 1 5 0 5 よりも短い。したがって、患者の口の中で、架工歯は、隣接する歯のクラウンよりも短くなり、したがって、隣接する歯のクラウンよりも脆弱な場合がある架工歯が、より良好に保護される。

【 0 2 3 6 】

図 1 6 は、咬合コンパスの実施例を示す。

咬合コンパスは、

突出、

後退、

右への外側偏位、

左への外側偏位、

右への内側偏位、

左への内側偏位、

右への外側後上方偏位、

左への外側後上方偏位、

といった方向での動的咬合中の移動を示す。

咬合コンパスは、異なる色で異なる移動方向での接触または衝突を示す。色は、国際着色機構に従ってもよい。仮想シミュレーションで使用される咬合コンパスは、独特のデジタルツールである。

【 0 2 3 7 】

図 1 7 は、顎の移動の記録を再生することの実施例を示す。相互に対する仮想上顎および仮想下顎の移動が記録されており、修復をモデル化する前および / または後に、モデル化を試験するように記録を再生することができる。所定の移動シーケンスもまた、再生されてもよい。

【 0 2 3 8 】

図 1 8 は、反対側の歯との衝突を補償するように修復をモデル化することの実施例を示す。相互に対する仮想上顎と仮想下顎との移動の間に、修復上で印付けられた衝突、歯の間の咬合が登録され、移動が終了した後に、修復の衝突点のモデル化が行われる。図 1 9 は、異なる製造業者からの物理的咬合器に似ている仮想咬合器の実施例を示す。図 1 9 a) は、K a V o からの咬合器を示す。図 1 9 b) は、S A M からの咬合器を示す。図 1 9 c) は、D e n a r からの咬合器を示す。図 1 9 d) は、仮想歯モデルに対して配設された咬合面を有する D e n a r からの咬合器を示す。

【 0 2 3 9 】

10

20

30

40

50

図 2 0 は、仮想咬合器のみとして存在する仮想咬合器の実施例を示す。図 2 0 a) は、3 S h a p e 仮想咬合器を示す。咬合器は、物理的咬合器として存在しない。図 2 0 b) は、仮想歯モデルに対して配設された咬合面を有する 3 S h a p e 仮想咬合器を示す。

【 0 2 4 0 】

図 2 1 は、移動のトレースの実施例を示す。図 2 1 a) は、時間 t 1 における修正されていない歯 2 1 0 6 と別の修正されていない歯または修復 2 1 0 7 との間の第 1 の衝突点 2 1 1 4 の実施例を示す。図 2 1 b) は、時間 t 2 における修正されていない歯 2 1 0 6 と別の修正されていない歯または修復 2 1 0 7 との間の後続の衝突点 2 1 1 4 の実施例を示す。図 2 1 c) は、時間 t 3 における修正されていない歯 2 1 0 6 と別の修正されていない歯または修復 2 1 0 7 との間の別の後続の衝突点 2 1 1 4 の実施例を示す。図 2 1 d) は、3 つの時間例 t 1、t 2、t 3 における、他方の修正されていない歯または修復 2 1 0 7 と歯 2 1 0 6 との運動のトレースを示す。歯 2 1 0 6 と他方の修正されていない歯または修復 2 1 0 7 との間の運動のトレースは、矢印 2 1 2 0 によって示される。衝突点 2 1 1 4 の表面は、トレース運動、運動トレース表面等と表されてもよい。したがって、修正されていない歯が相互に対してシミュレートされるときに、それらの運動トレースまたはそれらの表面は相互に貫通することができない。同じことが、修正されていない歯に対する修復の場合にあってもよい。しかしながら、代替として、修復および修正されていない歯が相互に対してシミュレートされるときに、修復の運動表面が修正されていない歯に貫通してもよい場合があってもよい。したがって、衝突表面、または衝突点のトレース、あるいは衝突点の表面といった用語は、歯が衝突し、相互に貫通しない場合に、修正されていない歯が相互に対して動くようにシミュレートされるときを表すため、および修復が修正されていない歯に貫通してもよい、すなわち、修復および修正されていない歯が相互に貫通してもよい場合に、修復が修正されていない歯に対してシミュレートされるときを表すための両方で使用される。修正されていない歯の間のシミュレートされた衝突または衝突表面は、上歯と下歯モデルの間で行うことができる運動を決定してもよい。次いで、この決定された運動は、修復を設計するときに使用され、検討されてもよい。

【 0 2 4 1 】

図 2 1 e) は、4 つの時間例 t 1、t 2、t 3、t 4 における、修復 2 1 0 7 および歯 2 1 0 6 の運動のトレース 2 1 2 0 を示す。運動は、3 つの時間例 t 1、t 2、t 3、t 4 および前後の間に位置する時間例において示されている。図 2 1 e) では、修復 2 1 0 7 および歯 2 1 0 6 は、運動中に相互に貫通することが示されている。衝突または貫通点の表面は、トレース運動 2 1 2 0 と表されてもよい。

【 0 2 4 2 】

歯 2 1 0 6 は、修復 2 1 0 7 に対して動くことが示されているが、逆もまた同様であってもよく、すなわち、修復 2 1 0 7 が歯 2 1 0 7 に対して動く。

【 0 2 4 3 】

図 2 2 は、歯列矯正治療計画の仮想シミュレーションの実施例を示す。図 2 2 a) は、咬合をシミュレートするための仮想咬合器 2 2 0 8 における上部モデル 2 2 0 4 および下部モデル 2 2 0 5 を有する、歯の仮想歯列矯正モデルを示す。仮想咬合器における咬合のシミュレーションは、不正咬合を検出し、検討し、歯列矯正治療計画を支援および / または決定することができる。歯列矯正治療はまた、患者の歯が審美的に配設される場合に、純粋に美容上の理由で行うこともできる。図 2 2 b) は、接触領域または衝突点 2 2 1 4 が咬合のシミュレーション中に登録される、仮想モデル 2 2 0 4、2 2 0 5 における歯のズームインを示す。検出された接触領域または衝突点 2 2 1 4 は、行われるべき治療計画を決定する際に使用することができる。

【 0 2 4 4 】

図 2 3 は、歯科変位の仮想シミュレーションの実施例を示す。図 2 3 a) は、歯 2 3 0 7 が審美的に配設されていない、歯列矯正治療前の患者の歯の仮想上歯モデル 2 3 0 4 を示す。仮想咬合器シミュレーションにおいて検出または登録された接触領域または衝突点 2 3 1 4 が、歯の上に示されている。図 2 3 b) は、歯 2 3 0 7 の変位後に取得すること

ができる、提案された最終結果を有する仮想上歯モデル 2304 の実施例を示す。図 23b) の画像に基づいて、患者は、審美的な一組の前歯を取得するために、歯科変位を実施させることを希望するかどうかを決定することができる。

【0245】

図 24 は、歯を変位させるための歯列矯正器具の実施例を示す。図 24a) は、添え木の形態の仮想歯列矯正器具 2430 が、上部モデル 2404 における歯に配設されることが示されている、仮想上部モデル 2404 および仮想下部モデル 2405 を示す。物理的器具は、一時的な下顎機能不全を治療するために、患者によって歯の上で装着されてもよい。器具 2430 は、例えば、図 22a) に示されるように、仮想咬合器を使用して仮想的に設計されてもよい。図 24b) は、仮想歯モデル 2404 上の器具 2430 の上面図を示す。図 24c) は、仮想歯モデル 2404 上の器具 2430 の斜視側面図を示す。図 24d) は、器具 2430 の底面図を示す。図 24 の器具設計は、Trident Estense Ortodontia S.r.l, Italy の好意により提供されている。

10

【0246】

いくつかの実施形態が詳細に説明され、示されているものの、本発明はそれらに制限されないが、また、以下の請求項で定義される主題の範囲内で他の方法において具現化されてもよい。具体的には、他の実施形態が利用されてもよく、本発明の範囲から逸脱することなく、構造および機能的修正が行われてもよいことを理解されたい。

【0247】

20

いくつかの手段を列挙するデバイスの請求項において、これらの手段のうちのいくつかは、1 つおよび同じ項目のハードウェアによって具現化することができる。ある手段が、相互に異なる従属請求項に記載されるか、または異なる実施形態で説明されるという単なる事実は、これらの手段の組み合わせを有利に使用できないことを示しているわけではない。

【0248】

本明細書において使用されるとき「備える」という用語は、記述された特徴、整数、ステップ、または構成要素の存在を特定すると解釈されるが、1 つ以上の他の特徴、整数、ステップ、構成要素、またはそれらのグループの存在または追加を除外しないことが強調されるべきである。

30

【0249】

請求項が前記請求項のうちのいずれかを参照する場合、これは、前記請求項のうちのいずれか 1 項以上を意味すると理解される。

【0250】

上記および以下で説明される方法の特徴は、ソフトウェアで実装され、コンピュータ実行可能命令の実行によって引き起こされるデータ処理システムまたは他の処理手段上で実行されてもよい。命令は、RAM 等のメモリに、記憶媒体から、またはコンピュータネットワークを介して別のコンピュータからロードされる、プログラムコード手段であってもよい。代替として、説明された特徴は、ソフトウェアの代わりに、またはソフトウェアと組み合わせて、配線で接続された回路によって実装されてもよい。

40

【図 1】

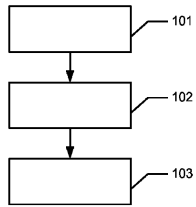


Fig. 1

【図 2 a)】

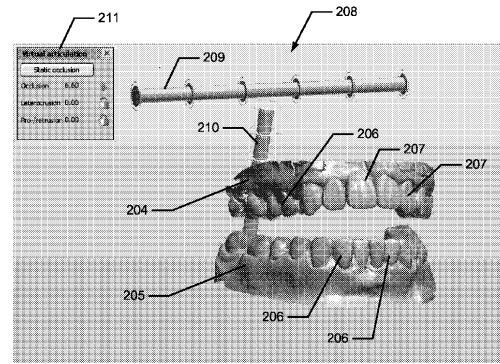


Fig. 2a)

【図 2 b)】

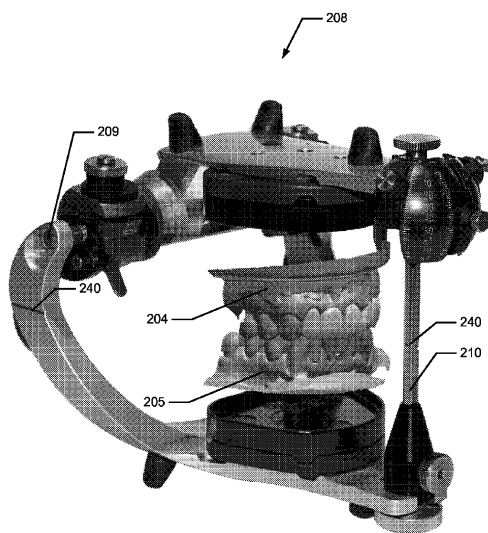


Fig. 2b)

【図 3 a)】

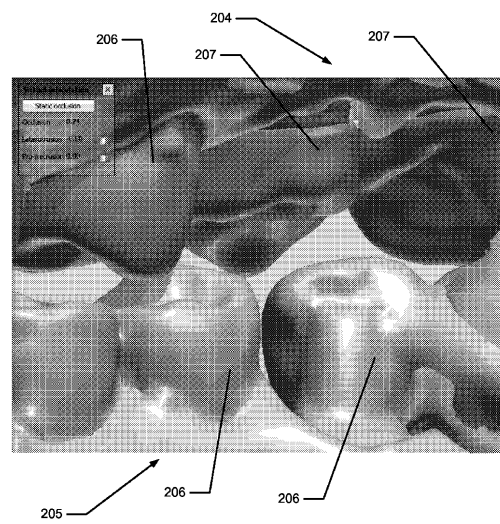


Fig. 3a)

【図 3 b)】

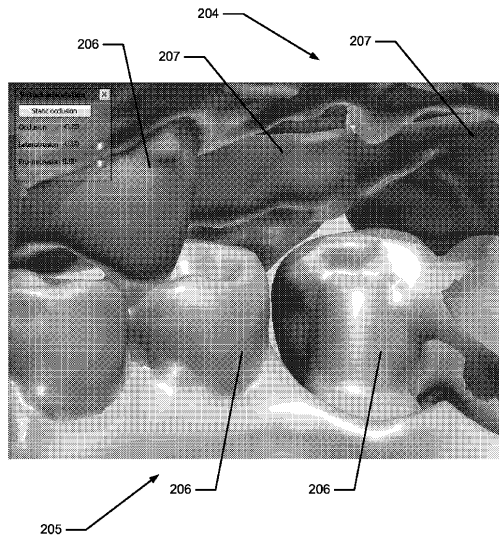


Fig. 3b)

【図 3 c)】

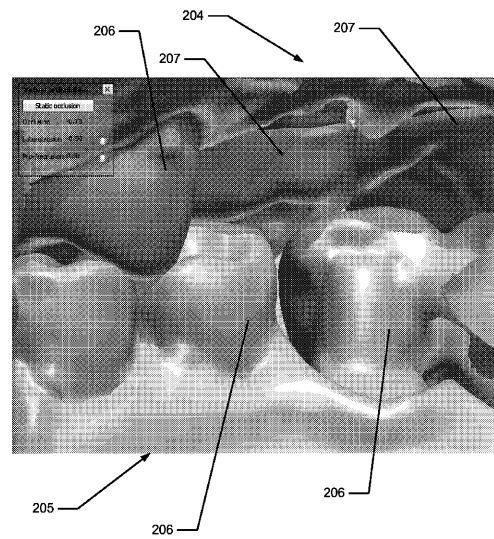


Fig. 3c)

【図 3 d)】

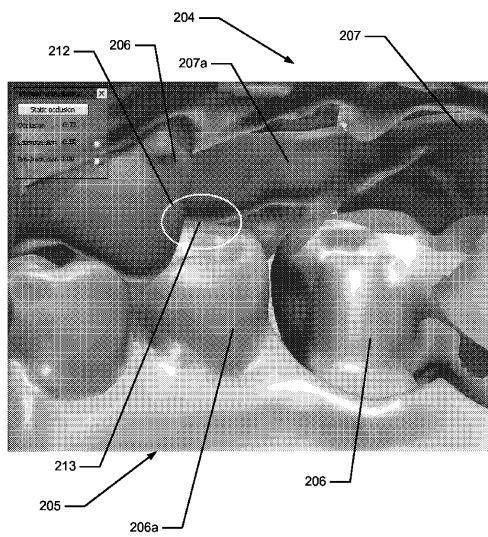


Fig. 3d)

【図 4 a)】

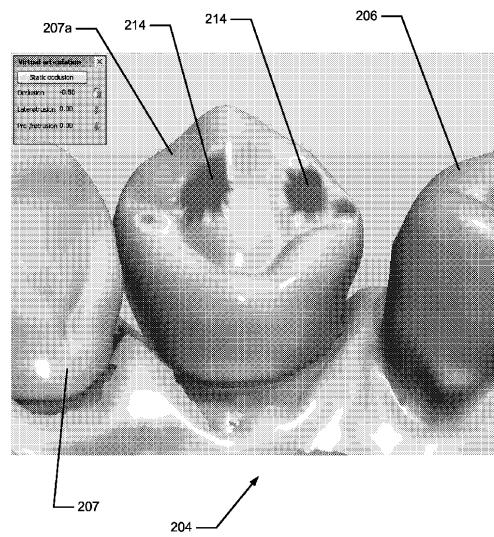
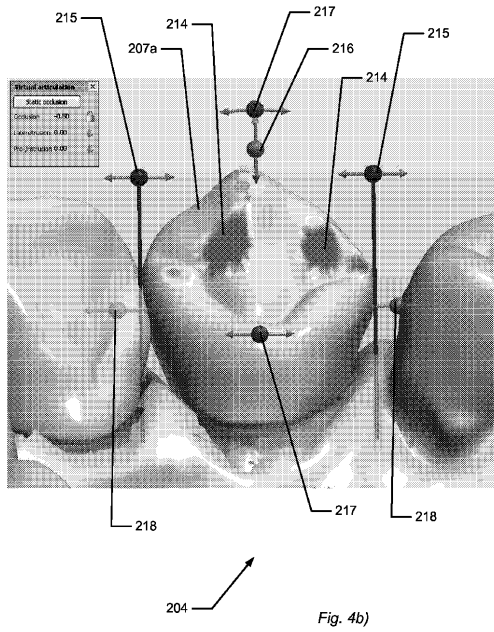
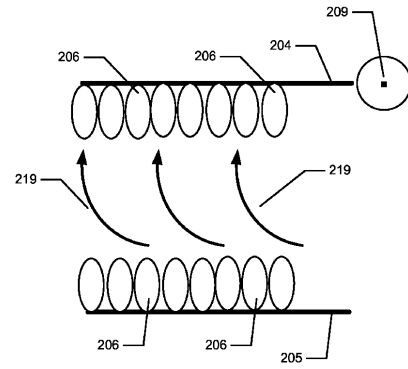


Fig. 4a)

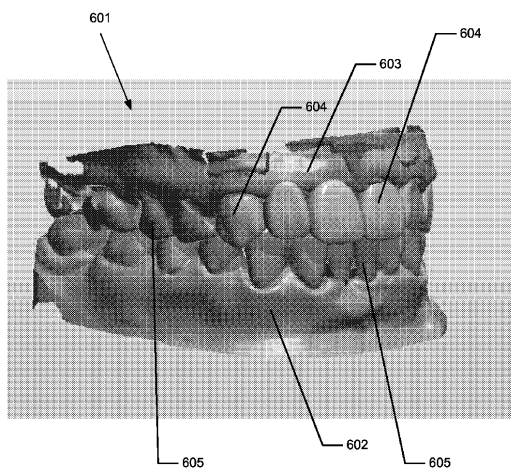
【図 4 b)】



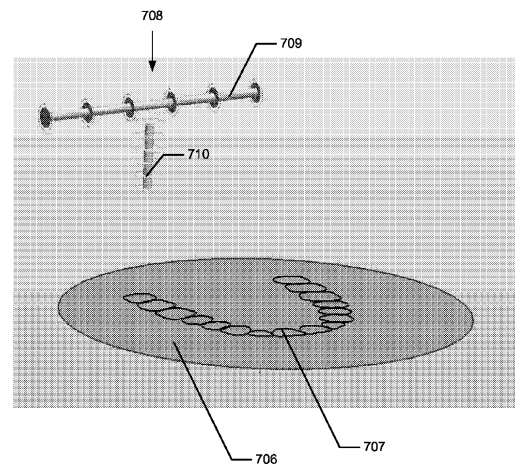
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

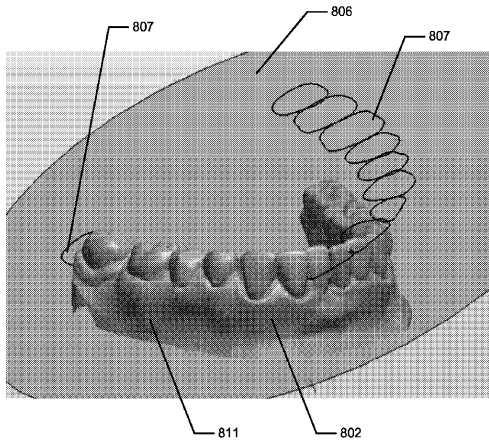


Fig. 8

【図 9】

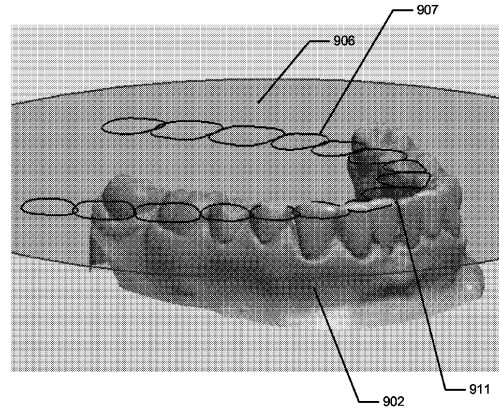


Fig. 9

【図 10】

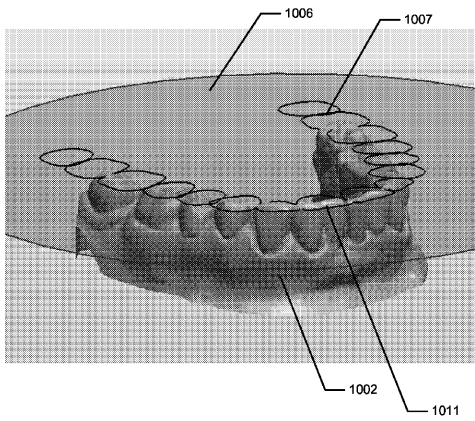


Fig. 10

【図 11】

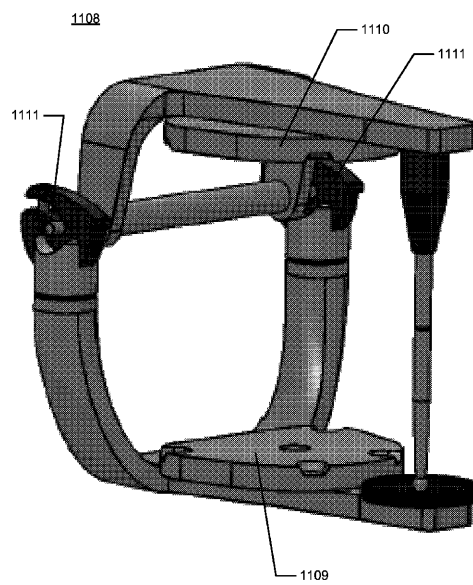


Fig. 11

【図 12】

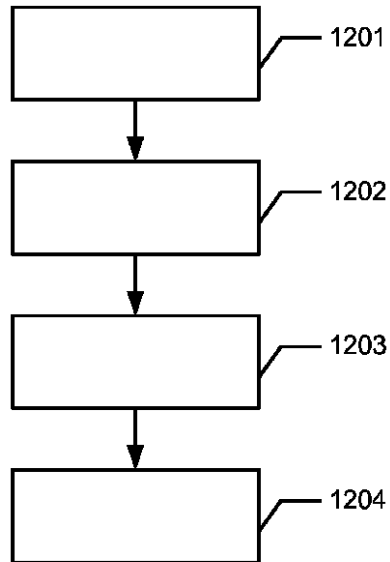
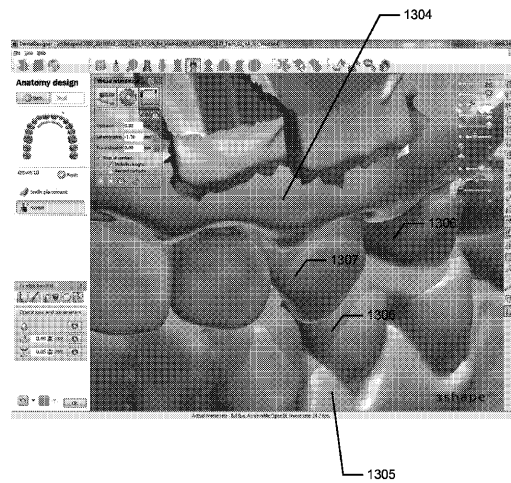


Fig. 12

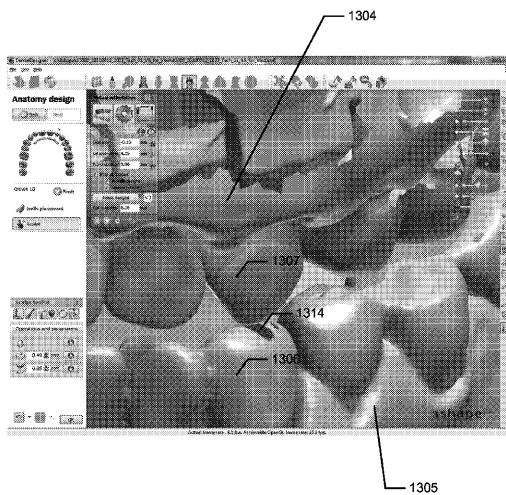
【図 13 a)】

Fig. 13a)



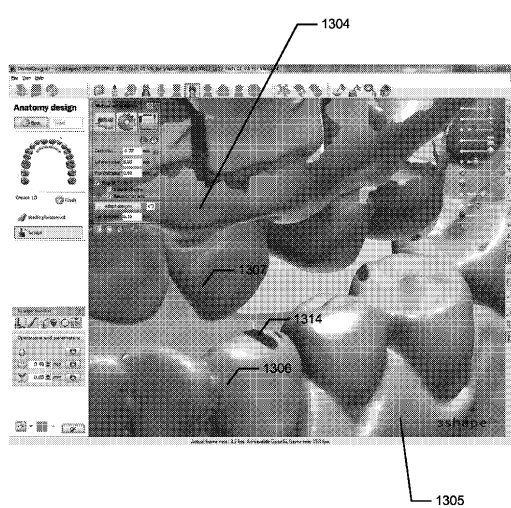
【図 13 b)】

Fig. 13b)

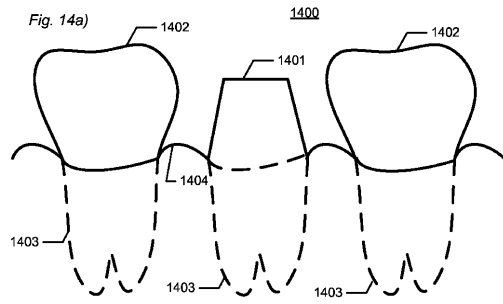


【図 13 c)】

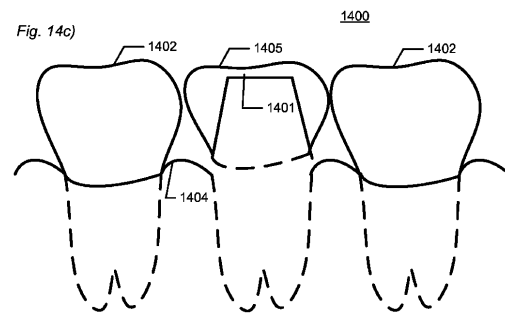
Fig. 13c)



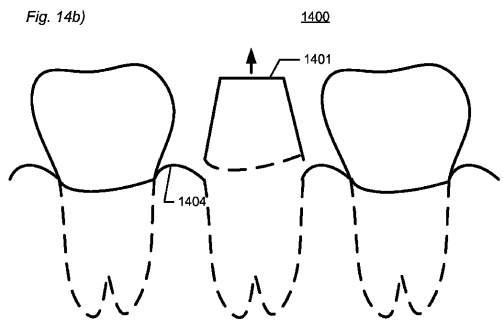
【図 14 a)】



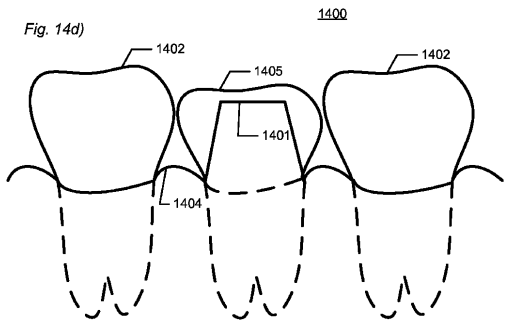
【図 14 c)】



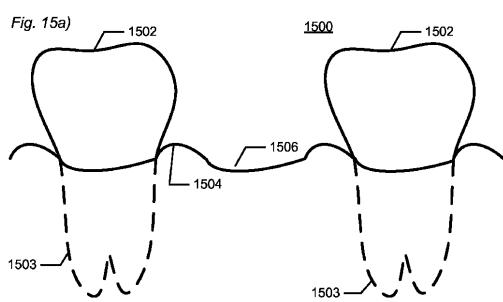
【図 14 b)】



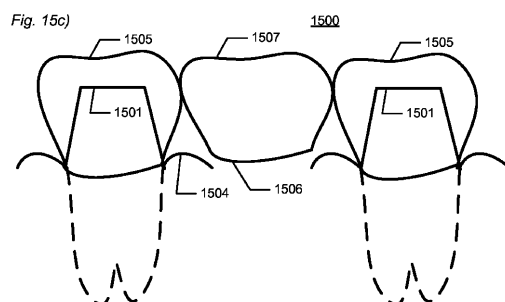
【図 14 d)】



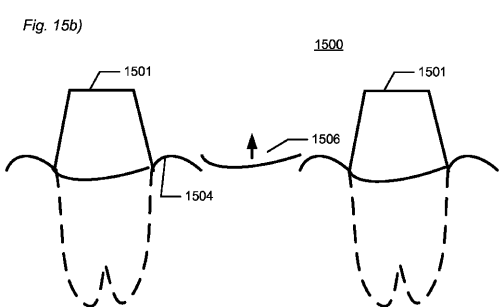
【図 15 a)】



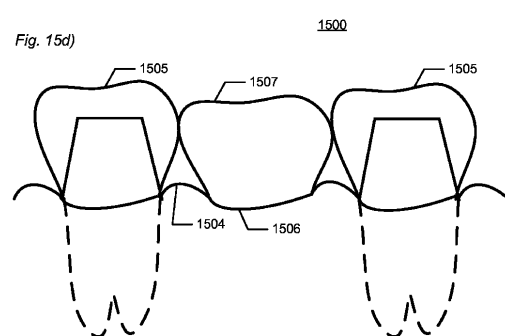
【図 15 c)】



【図 15 b)】

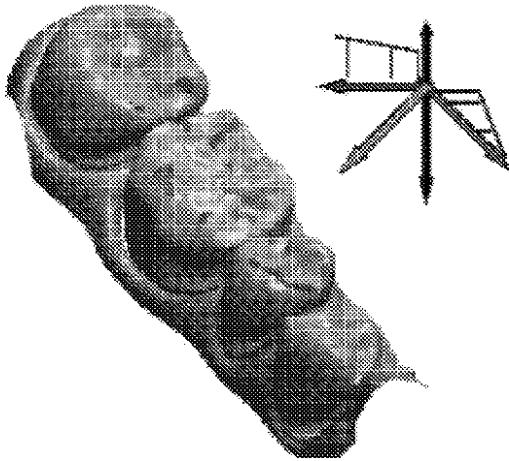


【図 15 d)】



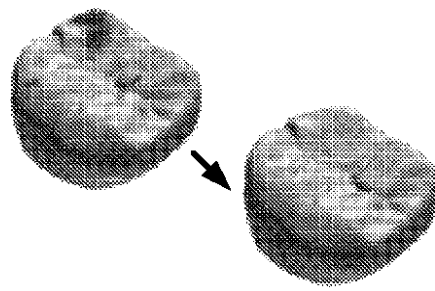
【図 16】

Fig. 16



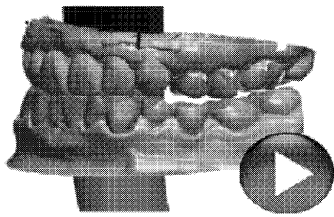
【図 18】

Fig. 18



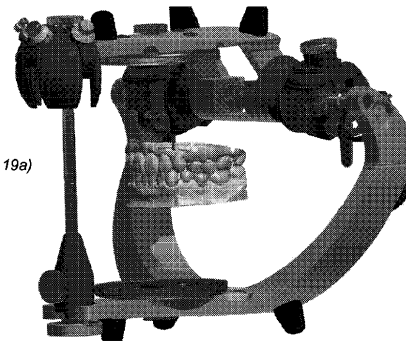
【図 17】

Fig. 17



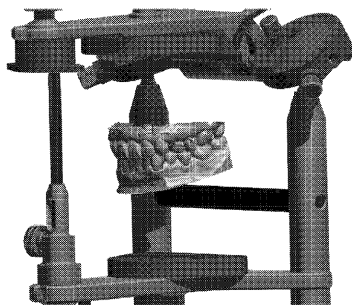
【図 19 a)】

Fig. 19a)



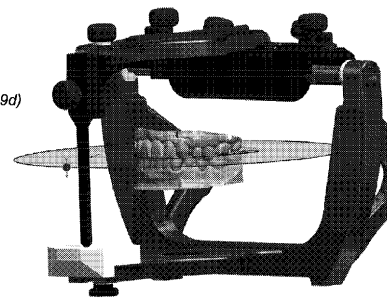
【図 19 b)】

Fig. 19b)



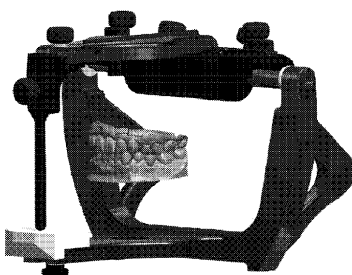
【図 19 d)】

Fig. 19d)



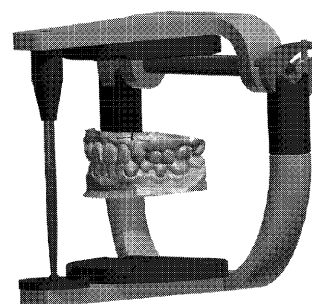
【図 19 c)】

Fig. 19c)

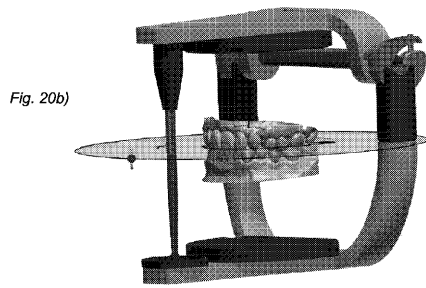


【図 20 a)】

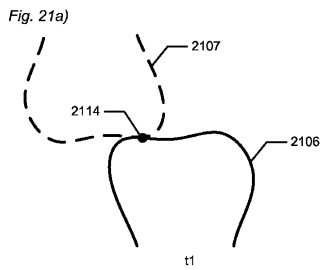
Fig. 20a)



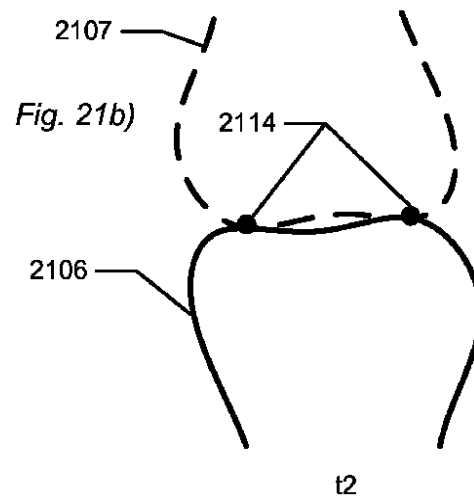
【図 20b）】



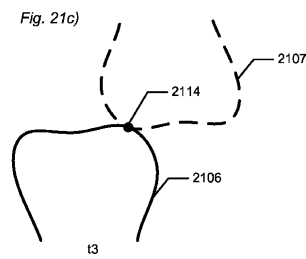
【図 21a）】



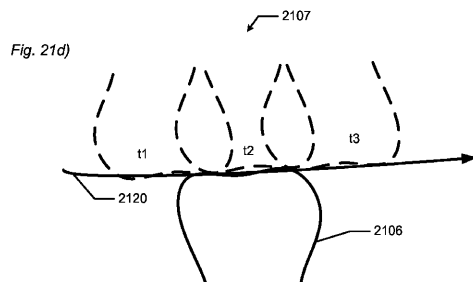
【図 21b）】



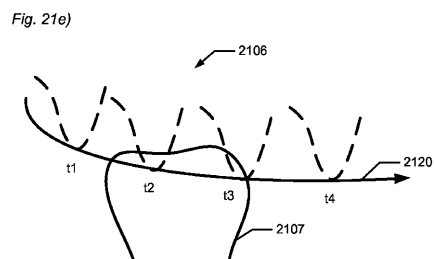
【図 21c）】



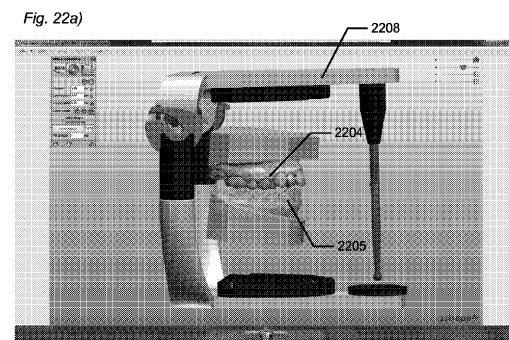
【図 21d）】



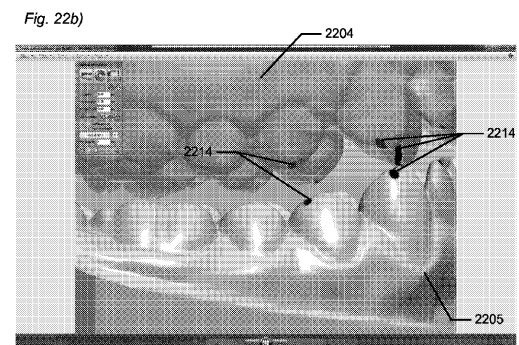
【図 21e）】



【図 22a）】

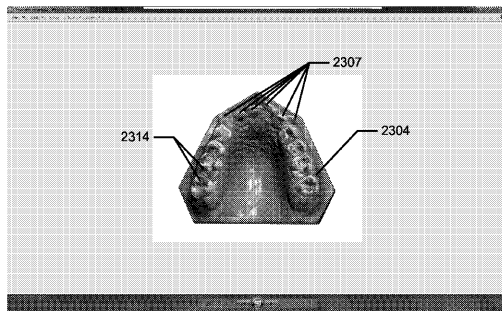


【図 22b）】



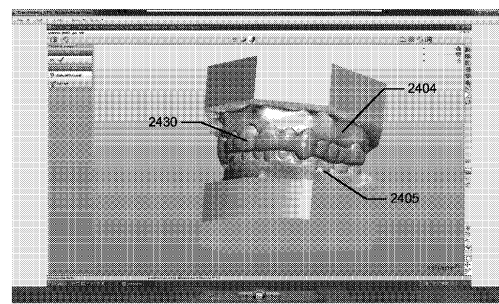
【図 23 a)】

Fig. 23a)



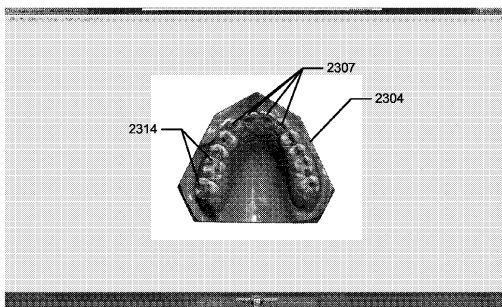
【図 24 a)】

Fig. 24a)



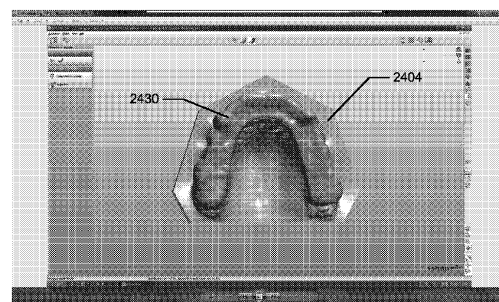
【図 23 b)】

Fig. 23b)



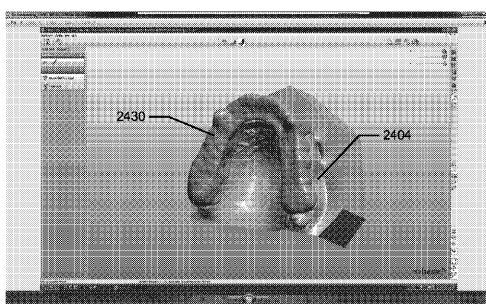
【図 24 b)】

Fig. 24b)



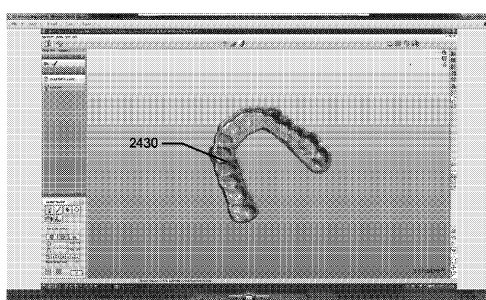
【図 24 c)】

Fig. 24c)



【図 24 d)】

Fig. 24d)



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/334,681

(32)優先日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 PA201000425

(32)優先日 平成22年5月14日(2010.5.14)

(33)優先権主張国 デンマーク(DK)

(31)優先権主張番号 61/307,934

(32)優先日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(33)優先権主張国 米国(US)

(31)優先権主張番号 PA201000156

(32)優先日 平成22年2月25日(2010.2.25)

(33)優先権主張国 デンマーク(DK)

(72)発明者 クリステンセン, カスパー カベル

デンマーク国 ディーコー - 2 7 2 0 ヴァンレース, カトルムヴェイ 1 0, 1 .

(72)発明者 フィスカー, ルーネ

デンマーク国 ディーコー - 2 8 3 0 ヴィルム, カブルベイ 8 7

(72)発明者 バルテ, クリストフ ヴァシリエフ

デンマーク国 ディーコー - 2 2 0 0 コペンハーゲン エヌ, ネレ アレー 9

(72)発明者 ブルセン, トミ サンドル

デンマーク国 ディーコー - 3 4 5 0 アレレート, モセクロゲン 4

審査官 宮崎 敏長

(56)参考文献 国際公開第2003/092536(WO, A1)

特開2005-193028(JP, A)

国際公開第2009/035142(WO, A1)

特開2010-017467(JP, A)

国際公開第2007/021007(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 C 1 3 / 0 0

- A 6 1 C 1 9 / 1 0