

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号

特表2022-543195

(P2022-543195A)

(43)公表日 令和4年10月11日(2022.10.11)

(51)国際特許分類 F I テーマコード(参考)  
 A 6 1 C 7/00 (2006.01) A 6 1 C 7/00 4 C 0 5 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全27頁)

(21)出願番号	特願2022-502819(P2022-502819)	(71)出願人	505005049
(86)(22)出願日	令和2年7月20日(2020.7.20)		スリーエム イノベイティブ プロパティズ カンパニー
(85)翻訳文提出日	令和4年1月17日(2022.1.17)		アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト
(86)国際出願番号	PCT/IB2020/056799		オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリー
(87)国際公開番号	WO2021/009733		エム センター
(87)国際公開日	令和3年1月21日(2021.1.21)	(74)代理人	100110803
(31)優先権主張番号	62/875,866		弁理士 赤澤 太朗
(32)優先日	令和1年7月18日(2019.7.18)	(74)代理人	100135909
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		弁理士 野村 和歌子
(81)指定国・地域	AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA, RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,A T,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR ,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,	(74)代理人	100133042
	最終頁に続く		弁理士 佃 誠玄
		(74)代理人	100171701
			弁理士 浅村 敬一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 歯科矯正及び歯科治療計画における仮想咬合

(57)【要約】

本開示は、仮想咬合中に計算されたメトリックを使用して歯科矯正治療のためのセットアップを評価、修正、及び決定するためのコンピュータ実施方法及びシステムを記載する。本開示の仮想咬合技法は更に、動的衝突メトリックを決定するための技法、快適性測定値を決定するための技法、治療の有効性を決定するための技法、及び/又は歯ぎしりなどの歯科状態を決定するための技法と組み合わせられてもよい。本開示の技法は、仮想咬合中に収集されたメトリックに基づく様々な治療計画に関する情報を歯科矯正医/歯科医/技師に提供するユーザーインターフェイス技法を更に含む。

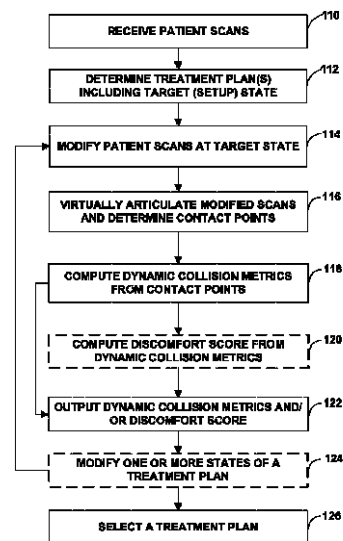


FIG. 8

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

コンピューティングデバイスによって、患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び前記患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを受信することと、  
前記仮想上顎歯列弓及び前記仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、前記患者のための  
1つ以上の治療計画を決定することと、

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、前記コンピューティングデバイスによって、前記仮想上顎歯列弓及び前記仮想下顎歯列弓を修正することと、

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記目標状態における接触点を決定するために、前記コンピューティングデバイスによって、前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることと、

前記コンピューティングデバイスによって、前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記目標状態における前記接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算することと、

前記コンピューティングデバイスによって、前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記動的衝突メトリックを示すデータを出力することと、  
を含む、方法。

## 【請求項 2】

前記コンピューティングデバイスによって、前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記目標セットアップ状態における前記動的衝突メトリックに基づいて、前記患者における予測される不快感のレベルを示す不快スコアを決定することと、

前記コンピューティングデバイスによって、前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記不快スコアを示すデータを出力することと、  
を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記上顎歯列弓及び前記下顎歯列弓が不正咬合状態にある、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 4】

前記コンピューティングデバイスによって、1つ以上の下顎運動から生じる前記接触点における摩耗咬合小面を予測すること  
を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 5】

前記1つ以上の下顎運動が、前方滑走運動、後方滑走運動、左側方滑走運動、又は右側方滑走運動のうちの1つ以上を含む、請求項 4 に記載の方法。

## 【請求項 6】

前記コンピューティングデバイスによって、前記仮想咬合に基づいて、適切な犬歯誘導が達成されるかどうかを判定すること  
を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 7】

前記コンピューティングデバイスによって、前記仮想咬合に基づいて、適切な前歯誘導が達成されるかどうかを判定すること  
を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

## 【請求項 8】

前記コンピューティングデバイスによって、前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることが、

1つ以上の下顎位における接触点を決定するために、前記コンピューティングデバイスによって、前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることを含み、前記1つ以上の下顎位が、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動を含む、

10

20

30

40

50

請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 9】

前記コンピューティングデバイスによって、前記接触点に基づいて、前記動的衝突メトリックを計算することが、

前記コンピューティングデバイスによって、前記咬頭嵌合位、前記左側方滑走運動、前記右側方滑走運動、前記前方滑走運動、又は前記後方滑走運動のうちの 1 つ以上における前記接触点に基づいて、前記動的衝突メトリックを計算すること

を含む、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

仮想的に咬合させることが、

接触する歯の間の浸食深さを決定するために、前記コンピューティングデバイスによって、前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させること

を更に含み、前記方法が、

前記決定された浸食深さに基づいて、咬合小面の摩耗量を予測すること

を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 11】

前記 1 つ以上の治療計画が複数の治療計画を含み、前記方法が、

前記動的衝突メトリック又は前記不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、前記複数の治療計画のうちの 1 つを選択すること

を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 12】

前記仮想下顎歯列弓及び前記仮想上顎歯列弓の静的衝突メトリックを決定することと、前記動的衝突メトリック及び前記静的衝突メトリックに基づいて、前記複数の治療計画のうちの 1 つを選択することと、

を更に含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記動的衝突メトリック又は前記不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、前記複数の治療計画のうちの 1 つを修正すること

を更に含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記 1 つ以上の治療計画が、少なくとも 1 つの中間状態を更に含む、請求項 1 から 13 に記載の方法の任意の組み合わせの方法。

【請求項 15】

前記コンピューティングデバイスによって、前記 1 つ以上の治療計画のそれぞれについての前記少なくとも 1 つの中間状態と前記目標状態とのそれぞれにおける前記仮想上顎歯列弓及び前記仮想下顎歯列弓を修正することと、

前記 1 つ以上の治療計画のそれぞれについての前記少なくとも 1 つの中間状態と前記目標状態とのそれぞれにおける接触点を決定するために、前記コンピューティングデバイスによって、前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることと、

前記コンピューティングデバイスによって、前記 1 つ以上の治療計画のそれぞれについての前記少なくとも 1 つの中間状態と前記目標状態とのそれぞれにおける前記接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算することと、

前記コンピューティングデバイスによって、前記 1 つ以上の治療計画のそれぞれについての前記少なくとも 1 つの中間状態と前記目標状態とのそれぞれについての前記動的衝突メトリックを示すデータを出力することと、

を更に含む、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び前記患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列

10

20

30

40

50

弓のスキャンを示すデータを記憶するように構成されたメモリと、  
前記メモリと通信するプロセッサであって、

前記仮想上顎歯列弓及び前記仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、前記患者のための  
の1つ以上の治療計画を決定し、

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、前記仮想  
上顎歯列弓及び前記仮想下顎歯列弓を修正し、

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記目標状態における接触点を決定す  
るために、前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に  
咬合せ、

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記目標状態における前記接触点に基づ  
いて、動的衝突メトリックを計算し、及び 10

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記動的衝突メトリックを示すデータ  
を出力する

ように構成されている、プロセッサと、  
を備える装置。

#### 【請求項17】

前記プロセッサが、

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記目標セットアップ状態における前記  
動的衝突メトリックに基づいて、前記患者における予測される不快感のレベルを示す不快  
スコアを決定し、及び 20

前記1つ以上の治療計画のそれぞれについての前記不快スコアを示すデータを出力する  
ように更に構成されている、請求項16に記載の装置。

#### 【請求項18】

前記プロセッサが、

1つ以上の下顎運動から生じる前記接触点における摩耗咬合小面を予測する  
ように更に構成されている、請求項16又は17に記載の装置。

#### 【請求項19】

前記プロセッサが、

前記仮想咬合に基づいて、適切な犬歯誘導が達成されるかどうかを判定する  
ように更に構成されている、請求項16又は17に記載の装置。 30

#### 【請求項20】

前記修正された仮想上顎歯列弓及び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合せ  
るために、前記プロセッサが、

1つ以上の下顎位における接触点を決定するために、前記修正された仮想上顎歯列弓及  
び前記修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合せ、前記1つ以上の下顎位が、咬頭嵌  
合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動を含む、

ように更に構成されている、請求項16又は17に記載の装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本開示は、仮想咬合を使用する歯科治療計画に関する。 40

#### 【背景技術】

#### 【0002】

歯科矯正の分野は、機能及び審美的外観を改善させるために患者の歯の位置を直すこと  
に関する。歯科矯正デバイス及び治療方法は、一般に、適切な咬合構成又は咬合へ歯を移  
動させるために、力を加えることを伴う。一例として、歯科矯正治療は、患者の前歯、犬  
歯、及び小白歯に固定される、ブラケットとして知られるスロット付き装具の使用を伴い  
得る。アーチワイヤは、それぞれのブラケットのスロット内に配置され得、所望の向きに  
歯の移動を誘導するための軌道として機能する。アーチワイヤの端部は、患者の大白歯に  
固定される、バックルチューブとして知られる装具内に受け入れられる。このような歯科 50

装具は患者の口腔内に留まり、適切な整列が達成されるまで歯科矯正医によって定期的に調整される。

#### 【0003】

歯科矯正治療はまた、クリアトレイライナ(clear tray aligner : CTA)と呼ばれることがある、透き通った又は透明なポリマーベースの歯の位置決めトレイなどのアライメントトレイの使用を伴い得る。例えば、CTAを用いる歯科矯正治療は、1つ以上の歯に係合するシェルを有するトレイを形成することを含むことができる。それぞれのシェルは、患者の歯の上に設置されると変形する形状を有し得る。CTAの対応するシェルの変形した位置は、対応する歯の初期位置と歯科矯正治療から生じる最終位置との間の中間位置である歯の所望の位置に向かって、対応する歯に力を加え得る。しかしながら、歯科矯正治療は、CTAが達成するのに困難である歯のいくつかの移動、例えば、犬歯及び小白歯の歯根移動及び回転などを必要とし得る。これらの事例では、CTAが歯の表面に直接加えることのできる力及びモーメントは、所望の歯の移動を達成するのに不十分であり得る。

10

#### 【0004】

デジタル歯学は、デジタル印象採得システムを使用する歯科医師の数の増加に伴い成長傾向である。これらのシステムは、患者の歯のデジタル3次元(three-dimensional : 3D)モデル(例えば、患者の上顎歯列弓及び下顎歯列弓)を生成するために、口腔内スキャンングカメラ又は従来 of 物理的印象のスキャンング、及び関連する処理システムを使用する。次いで、デジタル3Dモデルは、補綴修復を行うために又は

20

#### 【0005】

歯列矯正治療計画プロセスの目標は、人の歯の治療前位置が不正咬合状態にあることを考慮して、該歯の治療後位置(セットアップ状態)がどこにあるべきかを判定することである。このプロセスは、典型的には、双方向型ソフトウェアを使用して手動で実行され、非常に時間がかかるプロセスである。不正咬合状態から最終状態への歯の中間段階診断(staging)は、歯が互いに衝突せず該歯の最終状態に向かって移動し最適な(好ましくは短い)軌跡に従うように、正確な個々の歯の運動を決定することを含み得る。それぞれの歯は6自由度を有し平均歯列弓は約14個の歯を有するため、初期段階から最終段階への歯の最適な軌道を見出すことは、大きい複雑な検索空間を有する。

30

#### 【0006】

正確な咬合は、このような歯科矯正治療計画を立てる上での1つの因子である。機械的咬合のための現在のデータ取得は時間がかかり、高価なアナログデバイスを必要とする。特に、現在の例示的な技法は、複雑な再構成のための下顎咬合データを取り込むために顔弓及び歯科技工室用咬合器を使用する手動プロセスを伴う。

#### 【発明の概要】

#### 【0007】

一般に、本開示は、仮想咬合中に計算されたメトリックを使用して歯科矯正治療のためのセットアップを評価、修正、及び決定するためのコンピュータ実施方法及びシステムを記載する。仮想咬合とは、最終歯科矯正治療及び他の歯科衛生計画を決定するために、治療計画の1つ以上の段階において、患者の歯(例えば、下顎歯列弓及び上顎歯列弓)の3次元スキャンが互いにどのように相互作用するかを測定及び/又は可視化することを指し得る。本開示の仮想咬合技法は更に、動的衝突メトリックを決定するための技法、快適性測定値を決定するための技法、治療の有効性を決定するための技法、及び/又は歯ぎしりなどの歯科状態を決定するための技法と組み合わせられてもよい。本開示の技法は、仮想咬合中に収集されたメトリックに基づく様々な治療計画に関する情報を歯科矯正医/歯科医/技師に提供するユーザインターフェイス技法を更に含む。

40

#### 【0008】

いくつかの例では、本開示は、不正咬合状態(例えば、初期状態)からセットアップ状態(例えば、最終状態)への効果的な軌道を可能にする中間状態(すなわち、歯の配置)

50

を作成するための完全に自動化された手法を記載する。本開示の技法及びシステムは、クリアトレイライナ及び他の治療様式 (modality) (例えば、3M製のインコグニト (商標) アプライアンスシステム、ブラケット、及びワイヤなど) 又は更には多様式治療のための歯科矯正治療計画と共に使用されてもよい。本開示の要素はまた、デジタル歯科治療における歯の移動の可視化又は予測のために使用されてもよい。本開示の技法は、完全に自動化された治療計画システムにおいて、又は治療計画を設計する技師若しくは歯科矯正医によって使用される双方向型ソフトウェアシステムにおいて実施されてもよい。

#### 【0009】

本開示の技法及びシステムは、現在の治療計画手法に対するいくつかの改善を可能にし得、該改善は、拡張可能なクリアトレイライナの改善されたスループット及び販売数、複数の選択肢を生成して医師及び患者に提示する能力、医師が最終セットアップ及び中間セットアップと一緒に確認することを可能にする能力 (2フェーズ手法から1フェーズ手法へ)、並びに/又は生物力学に基づく規則によって導入される増加した複雑性及び/若しくは複雑なマルチ装具治療を組み込む能力を含む。

10

#### 【0010】

一例では、本開示は、コンピューティングデバイスによって、患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを受信することと、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、患者のための1つ以上の治療計画を決定することと、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、コンピューティングデバイスによって、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正することと、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点を決定するために、コンピューティングデバイスによって、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることと、コンピューティングデバイスによって、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算することと、コンピューティングデバイスによって、1つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力することと、を含む、方法を記載する。

20

#### 【0011】

別の例では、本開示は、患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを記憶するように構成されたメモリと、メモリと通信するプロセッサであって、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、患者のための1つ以上の治療計画を決定し、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正し、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算し、及び1つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力するように構成されている、プロセッサと、を備えるシステムを記載する。

30

#### 【0012】

別の例では、本開示は、命令を記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、命令が実行されたときに、少なくとも1つのプロセッサに、患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを受信させ、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、患者のための1つ以上の治療計画を決定させ、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正させ、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算させ、及び1つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力させる、非一時的コンピ

40

50

ユーザ可読記憶媒体に記載する。

【0013】

本開示の1つ以上の態様の詳細が、添付の図面及び以下の説明において記載されている。他の特徴、目的及び利点は、説明及び図面から並びに特許請求の範囲から明らかになる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本開示の一例による、仮想咬合のための例示的なシステムを示すブロック図である。

【0015】

【図2】患者の歯のデジタル3Dモデルの一例を示す。

【0016】

【図3】接触マップを示す例示的なユーザインターフェイスを示す。

【0017】

【図4】歯の移動と共に接触マップを示す別の例示的なユーザインターフェイスを示す。

【0018】

【図5】様々な状態における衝突メトリック及び不快スコアを示す別の例示的なユーザインターフェイスを示す。

【0019】

【図6】患者のメトリックを母集団データメトリックと比較する別の例示的なユーザインターフェイスを示す。

【0020】

【図7】本開示の技法を使用する1つの例示的なプロセスを示すフロー図である。

【0021】

【図8】本開示の技法による仮想咬合システムの例示的な動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1は、患者の口腔内スキャンからのデジタル3Dモデルを使用して、仮想咬合を実行し、仮想咬合からメトリックを計算するための例示的なシステム10の図である。システム10は、例えば、デスクトップコンピュータ、ノートブックコンピュータ、タブレットコンピュータ、又は任意のタイプのコンピューティングデバイスを用いて実施され得る。システム10は、患者スキャンデータ12を受信し、及びメモリ22に患者スキャンデータ12を記憶するように構成されたコンピュータ14を備える。患者スキャンデータ12は、口腔内3Dスキャン又は歯の印象若しくは鑄造模型のスキャンからの歯又は他の口腔内構造のデジタル3Dモデルを含み得る。いくつかの例では、患者スキャンデータ12は、患者の下顎歯列弓（例えば、下顎及び下側の歯）及び上顎歯列弓（例えば、上顎及び上側の歯）のスキャンを含み得る。

【0023】

患者スキャンデータ12は、患者の下顎歯列弓及び上顎歯列弓の3Dモデルを含み得る。歯科市場におけるデジタル3Dモデルの使用は、ますます一般的になっている。一例では、患者スキャンデータ12は、口腔内スキャナ、コーンビームコンピュータ断層撮影（Cone Beam Computed Tomography: CBCT）スキャンング（すなわち、3D X線）、又は磁気共鳴イメージング（Magnetic Resonance Imaging: MRI）を使用して、インビボで（in vivo）直接取得され得る。他の例では、患者スキャンデータ12は、歯の印象又は歯の印象から作製された鑄造模型をスキャンすることによって間接的に取得され得る。間接的なデータ取得方法のいくつかの例としては、産業用コンピュータ断層撮影（Computed Tomography: CT）スキャンング（すなわち、3D X線）、レーザスキャンング、及びパターン光スキャンングが挙げられるが、これらに限定されない。患者スキャンデー

10

20

30

40

50

タ 1 2 は、治療計画、クラウン前処理及びインプラント前処理、補綴修復、歯科矯正セットアップ設計、歯科矯正装具設計を含む様々な臨床タスクに使用され得、診断補助において、例えば歯の摩耗を評価する又は視覚的に示すために使用され得る。以下でより詳細に説明するように、システム 1 0 は、歯科治療計画の 1 つ以上の段階において仮想咬合を実行し、仮想咬合に基づいて、動的衝突メトリックを計算し、並びにユーザが歯科治療計画の有効性を決定し、特定の歯科治療計画を選択し、及び/又は歯科治療プロセスを修正することを可能にするように、動的衝突メトリックを示すデータを出力するために、患者スキャンデータ 1 2 を使用することができる。

#### 【 0 0 2 4 】

スキャンからの患者の下顎歯列弓（例えば、患者スキャンデータ 1 2）のデジタル 3 D モデルの一例が図 2 に示されている。同様のスキャンが、患者の上顎歯列弓から行われてもよい。患者の下顎歯列弓及び上顎歯列弓のスキャンは、それぞれ、仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓と呼ばれ得る。複数の視点（view）からの画像セットに基づいてデジタル 3 D 画像又はモデルを生成するためのシステムは、米国特許第 7, 9 5 6, 8 6 2 号及び同第 7, 6 0 5, 8 1 7 号に開示されており、これらの両方は、完全に記載されているかのように参照により本明細書に組み込まれている。これらのシステムは、歯又は他の口腔内構造の複数の視点からのデジタル画像を得るために、口腔内スキャナを使用することができ、これらのデジタル画像は、スキャンされた歯及び他の口腔内構造を表すデジタル 3 D モデル又はスキャンを生成するために処理される。3 D モデル又はスキャンは、例えば、スキャンされた物体又は口腔内構造の表面を表す多角形メッシュ又は点群として実施され得る。

#### 【 0 0 2 5 】

口腔内構造は、歯列、より典型的には、ヒトの歯列、例えば、個々の歯、クアドラント、全歯列弓、離れた状態又は様々な種類の咬合状態にあり得る対の歯列弓、軟組織（例えば、口腔の歯肉及び粘膜表面、又は唇、鼻、頬、及び顎などの口周囲構造）など、並びに骨及び任意の他の支持構造又は周囲構造を含む。口腔内構造は、場合により、口腔内の天然構造と、歯科用物体（例えば、補綴物、インプラント、装具、修復物、修復用構成要素、又は橋脚歯）などの人工構造物との両方を含み得る。

#### 【 0 0 2 6 】

再び図 1 を参照すると、システム 1 0 はまた、口腔内構造のスキャンからのデジタル 3 D モデルを表示するための電子ディスプレイデバイス 1 6 を備え得る。いくつかの例では、ディスプレイデバイス 1 6 は、コンピュータ 1 4 の一部であり、他の例では、ディスプレイデバイス 1 6 は、コンピュータ 1 4 とは別個であってもよい。ディスプレイデバイス 1 6 は、任意の電子ディスプレイ、例えば、陰極管（Cathode Ray Tube : CRT）、液晶ディスプレイ（liquid crystal display : LCD）、発光ダイオード（light emitting diode : LED）ディスプレイ、又は有機発光ダイオード（organic light emitting diode : OLED）ディスプレイで実施され得る。

#### 【 0 0 2 7 】

システム 1 0 は、ユーザコマンド又は他の情報を受信するための入力デバイス 1 8 を更に備え得る。いくつかの例では、入力デバイス 1 8 は、コンピュータ 1 4 の一部であり、他の例では、入力デバイス 1 8 は、コンピュータ 1 4 とは別個であってもよい。入力デバイス 1 8 は、情報又はコマンドを入力するための任意のデバイス、例えば、キーボード、マイクロフォン、カーソル制御デバイス、又はタッチスクリーンによって実施され得る。システム 1 0 の構成要素はまた、組み合わせられてもよく、例えば、タブレットコンピュータは、プロセッサ、ディスプレイ、及びタッチスクリーン入力デバイスを単一のユニットに組み込むことができる。

#### 【 0 0 2 8 】

不正咬合状態から最終状態への歯の中間段階診断は、歯が許容可能な低い量で互いに衝突し、歯が歯の最終状態に向かって移動し、及び歯が最適な（好ましくは短い）軌道に従

うように正確な個々の歯の運動を決定することを含む。それぞれの歯は6自由度を有し平均歯列弓が約14個の歯を有するため、初期段階から最終段階への歯の最適な軌道を見出すことは、大きい複雑な検索空間を有する。歯科矯正医は、患者の歯の目標最終状態を規定する治療計画を規定し得る。治療計画はまた、歯の1つ以上の所望の中間状態と、目標最終状態を達成するために使用される治療様式と、を規定し得る。

#### 【0029】

システム10は、1つ以上の治療計画26を受信するように構成され得る。いくつかの例では、ユーザ(例えば、歯科矯正医)は、入力デバイス18を使用してコンピュータ14に治療計画を入力し得る。コンピュータシステム14は、メモリ22に治療計画26を記憶し得る。いくつかの例では、治療計画26は、患者の歯についての仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態、並びに目標状態(例えば、治療後の最終位置)を含み得る。後述の本開示の技法を使用して、システム10は、治療計画26についての目標状態の有効性を決定するために、仮想咬合を実行し得る。システム10はまた、治療計画26に含めるために1つ以上の中間状態を決定するように構成され得る。他の例では、システム10又はユーザは、目標最終状態の有効性及び望ましさが決定されるまで中間状態を決定しなくてもよい。

10

#### 【0030】

他の例では、治療計画26は、1つ以上の中間状態と、目標最終状態と、を含み得る。後述の本開示の技法を使用して、システム10は、治療計画26についての目標状態の有効性を決定するために、これらの状態のそれぞれにおいて仮想咬合を実行してもよい。

20

#### 【0031】

プロセッサ20は、本開示の技法によって、仮想咬合を実行し、及びメトリックを計算するために、患者スキャンデータ12及び治療計画26を使用するように構成され得る。図1の例では、プロセッサ20は、本開示の技法を実行するために、仮想咬合システム24のためのコードを実行するように構成されている。本明細書に記載されている技法は、例えばプロセッサ20又は他のコンピューティングデバイスによる実行のために、ソフトウェア又はファームウェアモジュールにおいて実施され得る。他の例では、本開示の技法は、ハードウェアモジュール又はソフトウェアとハードウェアとの組み合わせにおいて実施され得る。

#### 【0032】

様々な例において、プロセッサ20は、プログラブル処理回路、固定機能回路、1つ以上のデジタルシグナルプロセッサ(digital signal processor: DSP)、汎用マイクロプロセッサ、特定用途向け集積回路(application specific integrated circuit: ASIC)、フィールドプログラブルゲートアレイ(field programmable gate array: FPGA)、又は他の同等な集積若しくは個別論理回路などの1つ以上のプロセッサ、及びこれらの構成要素の任意の組み合わせを含んでもよく、これらであってもよく、又はこれらの一部であってもよい。

30

#### 【0033】

図1の例では、仮想咬合システム24は、スキャン修正部28と、仮想咬合器30と、動的衝突モジュール32と、不快スコアモジュール34と、歯ぎしりスコアモジュール38と、を備え得る。図1に示すモジュールは、単なる例である。上述のモジュールのそれぞれの技法は、任意の数のソフトウェアモジュールに組み合わされてもよく、又は任意の数のソフトウェアモジュールに分離されてもよい。

40

#### 【0034】

スキャン修正部28は、患者スキャンデータ12及び治療計画26を受信するように構成され得る。上述のように、いくつかの例では、治療計画26は、患者の歯の所望の最終状態を規定し得る。他の例では、治療計画26は、患者の歯の1つ以上の中間状態と、歯の所望の最終状態と、を規定し得る。

#### 【0035】

50

スキャン修正部 28 は、治療計画 26 のそれぞれについての状態情報を抽出し、及び 1 つ以上の治療計画 26 のそれぞれについての目標状態において、患者スキャンデータ 12 の仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正するように構成され得る。治療計画 26 が中間状態を含む場合、スキャン修正部 28 は、1 つ以上の治療計画 26 のそれぞれについての中間状態のそれぞれにおいて、患者スキャンデータ 12 の仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正するように更に構成され得る。スキャン修正部 28 は、治療計画 26 の状態のそれぞれにおける歯の位置に一致するように、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正し得る。

【0036】

仮想咬合器 30 は、治療計画 26 のそれぞれについての修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を受信し得、仮想咬合を修正されたスキャンに実行し得る。一般に、仮想咬合は、治療プロセス中に様々な状態において患者の歯がどのように相互作用するかをシミュレーションするために、修正されたスキャンを様々な下顎運動を介して仮想的に移動させることを伴い得る。一例では、仮想咬合器 30 は、1 つ以上の治療計画 26 のそれぞれについての目標状態における患者の歯の接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を咬合させてもよい。他の例では、仮想咬合器 30 は、1 つ以上の治療計画 26 のそれぞれについての 1 つ以上の中間状態と目標状態とにおける患者の歯の接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を咬合させてもよい。

10

【0037】

仮想咬合器 30 は、患者の歯の運動の正常範囲をシミュレーションするために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を様々な下顎位を介して移動させるように構成され得る。例示的な下顎位としては、前方滑走運動、後方滑走運動、左側方滑走運動、又は右側方滑走運動のうち 1 つ以上を含む運動が挙げられ得る。

20

【0038】

仮想上顎歯列弓を固定基準座標系として使用して、仮想咬合器 30 は、閉口位、特に、閉口位から開口位、閉口位から前方位、閉口位から左側方位、及び閉口位から右側方位に対する個々の種類の咬合のそれぞれについての様々な下顎位を表す変換を達成するために、仮想上顎歯列弓と仮想下顎歯列弓との間の相対関係を共有座標系に変換するように構成され得る。次いで、その特定の咬合位を達成するための下顎運動を反映する、閉口位と対応する咬合位との間における仮想下顎歯列弓の下顎位置及び向き of 補間の様々な形態が可能である。次いで、仮想咬合モデルにおける全体的な下顎運動は、補間の様々な段階における個々の咬合変換の合成変換として表現され得る。

30

【0039】

閉口位から他の咬合位のいずれかへの下顎骨の移動は、それぞれの咬合位について、回転行列（座標軸  $x$ 、 $y$ 、 $z$  の周りの 3 つの回転の合成）と座標の原点の並進ベクトルとの組み合わせとして説明され得る。この組み合わせ（回転及び並進ベクトル）は、通常、「3D 変換行列」と呼ばれる、又はより狭義には「剛体変換」と呼ばれる。

【0040】

ヒトの下顎移動の特定の場、可能な移動は、「球関節」として機能する下顎頭及び下顎窩に機械的に条件付けられる。「球関節」移動のこの特定の条件は、（異なる咬合位に起因する）これらの下顎移動のうちいずれかを、（任意の一般的な移動が必要とするような）回転及び並進の組み合わせではなく、（並進を伴わない）固有の純粋回転として説明することを可能にする。

40

【0041】

修正された上顎歯列弓に対して、修正された下顎歯列弓を様々な咬合位を介して移動させることによって、仮想咬合器 30 は、治療計画 26 の様々な状態（例えば、最終目標状態及び / 又は 1 つ以上の中間状態）における歯の接触点を決定してもよい。

【0042】

一例では、接触点を決定するとき、仮想咬合器 30 は追加的に、前方滑走運動 / 後方滑

50

走運動及び左側方滑走運動／右側方滑走運動などの様々な下顎運動から生じる、これらの接触点における経時的な摩擦咬合小面を予測するように更に構成され得る。

【0043】

他の例では、仮想咬合器30は、適切な犬歯誘導が達成されるかどうかを判定するように構成され得る。仮想咬合器30は、下顎が側方にずれ（すなわち、側方滑走運動）、したがって臼歯を外す（disclose）（すなわち、開口させ、対向する歯の間の接触を取り除く）際に、上側犬歯と下側犬歯との間に起きる最初の接触の結果として、このような判定を行うように構成され得る。

【0044】

他の例では、仮想咬合器30は、適切な前歯誘導が達成されるかどうかを判定するように構成され得る。仮想咬合器30は、下顎が突出し、したがって臼歯を外す（すなわち、開口させ、対向する歯の間の接触を取り除く）際に、上側切歯と下側切歯との間に起きる最初の接触の結果として、このような判定を行うように構成され得る。

10

【0045】

仮想咬合は、治療計画のフレームワークを高度化する。いくつかの例示的な歯科治療計画システムは、歯科計画の有効性の決定を行うために、歯の現在の下顎及び上顎状態を考慮して、静的衝突測定を使用する。本開示の技法によれば、動的衝突モジュール32は、仮想咬合器30によって生成された接触点及び他の測定値を受信し得、動的衝突メトリックを計算し得る。一般に、動的衝突モジュール32は、仮想咬合器32からの接触点をマッピングし、次いで、接触点が臨床要件毎に許容可能であるかどうかを追加的に判定し得る。動的衝突モジュール32は、どのレベルの動的咬合が許容可能であるかに基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。

20

【0046】

いくつかの例では、動的衝突モジュール32は、仮想咬合器30から受信される以下の入力うちの1つ以上に基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。一般に、動的衝突モジュール32は、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、及び後方滑走運動を含む様々な下顎位からの接触測定に基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。

【0047】

いくつかの例では、動的衝突モジュール32は、以下の因子に基づいて、動的衝突スコアを決定し得る。咬頭嵌合位（完全に閉口した咬合）において、最良のスコアは、対向する歯の間の接触の最大数、好ましくはすべての歯の間の接触の最大数、好ましくは1つの歯毎の複数の接触の最大数から得られ得る。左側方滑走運動では、理想的には、左上側犬歯と左下側犬歯との間に1つの接触点のみ存在し、右側方滑走運動については、右上側犬歯と右下側犬歯との間に1つの接触が存在する。この単一の接触点は、咬頭嵌合位における安静位よりもわずかに大きい変位からほぼ全運動域にわたって存在するべきである。前方滑走運動については、上側切歯と下側切歯との間に2つ以上の接触点が存在し得、好ましくは、左側クアドラントと右側クアドラントとの間に等しい数で存在し、これらの接触は、咬頭嵌合位における安静位よりもわずかに大きい変位からほぼ全運動域にわたって切歯のみにあるべきである。追加的な接触は、動的咬合の質を低減し、したがってスコアに悪影響を及ぼす。

30

40

【0048】

別の例では、動的衝突モジュール32は、衝突の数のカウントに基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。衝突の数のカウントは、特定の状態（例えば、目標最終状態及び／又は1つ以上の中間状態における衝突のカウント（固有の衝突する対の歯））を含み得る。

【0049】

別の例では、動的衝突モジュール32は、浸食深さに基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。一例では、浸食深さは、特定の状態におけるすべての衝突の浸食深さの和であり得る。

50

## 【 0 0 5 0 】

別の例では、動的衝突モジュール 3 2 は、衝突接触点カウントに基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。一例では、衝突接触点カウントは、特定の状態におけるすべての衝突の接触点の総カウントである。衝突接触点カウントは、衝突が深くなるにつれて増加する傾向があるため、衝突接触点カウントは、浸食の推定値として機能し得る。

## 【 0 0 5 1 】

別の例では、動的衝突モジュール 3 2 は、上述のメトリックのうちのいくつかの加重和に基づいて、例えば、 $\times$  衝突カウント +  $\times$  浸食深さに基づいて、動的衝突メトリックを計算し得、 $\times$  は設定可能な重み値である。

## 【 0 0 5 2 】

上述の幾何学的情報は、治療計画を通知し臨床医及び患者との有効なコミュニケーションを促進するように、物理的情報を提供するために使用され得る。スコアはまた、全体的な口腔衛生情報及び快適性情報を提供するために、ランドマーク、状態間の歯の移動、及び歯の位置を含む他の情報と組み合わせられてもよい。このようなシステムは、歯科矯正ツールであることを越え、むしろ歯科医、歯科矯正医などのための一元化された治療プラットフォームとして機能する。

## 【 0 0 5 3 】

一例では、ユーザは、治療計画 2 6 のうちの使用する特定の 1 つを決定するために、動的衝突メトリックを使用し得る。別の例では、ユーザは、動的衝突メトリックに基づいて、治療計画 2 6 の中間状態及び / 又は最終状態のうちの 1 つ以上を手動で修正し得る。別の例では、仮想咬合システム 2 4 は、動的衝突メトリックに基づいて、治療計画 2 6 のうちの使用する特定の 1 つを自動的に決定し得る。別の例では、仮想咬合システム 2 4 は、動的衝突メトリックに基づいて、治療計画 2 6 の中間状態及び / 又は最終状態のうちの 1 つ以上を手動で修正し得る。例えば、仮想咬合システム 2 4 は、動的衝突メトリックを最小化する治療計画を最終セットアップとして選択してもよい。他の例では、仮想咬合システム 2 4 は、選択された治療計画を、ユーザが確認及び受諾することができる推奨 / 示唆される治療計画として出力するように構成され得る。

## 【 0 0 5 4 】

動的衝突メトリックを計算することに加えて、仮想咬合システム 2 4 は、動的衝突メトリックに基づいて、不快スコアを更に決定してもよい。不快スコアモジュール 3 4 は、動的衝突メトリック 3 2 から動的衝突メトリックを受信し得、不快スコアを決定し得る。不快スコアは、仮想咬合によって決定される動的咬合の質及び種類を考慮して、患者が経験し得る不快感の一般的なレベルを示し得る。

## 【 0 0 5 5 】

一例では、ユーザは、治療計画 2 6 のうちの使用する特定の 1 つを決定するために、不快スコアを使用し得る。別の例では、ユーザは、不快スコアに基づいて、治療計画 2 6 の中間状態及び / 又は最終状態のうちの 1 つ以上を手動で修正し得る。別の例では、仮想咬合システム 2 4 は、不快スコアに基づいて、治療計画 2 6 のうちの使用する特定の 1 つを自動的に決定し得る。別の例では、仮想咬合システム 2 4 は、不快スコアに基づいて、治療計画 2 6 の中間状態及び / 又は最終状態のうちの 1 つ以上を手動で修正し得る。例えば、仮想咬合システム 2 4 は、不快スコアを最小化する治療計画を最終セットアップとして選択してもよい。治療計画の決定を行うために不快スコアを使用することは、患者のコンプライアンスを改善することができる。一般に、患者は、より少ない不快感を引き起こす計画と比較して、より多くの不快感を引き起こす治療計画に従う可能性が低い。

## 【 0 0 5 6 】

中間状態については、初期（不正咬合）状態と最終（セットアップ）状態との間で補間するために異なる中間段階を検証する中間段階診断アルゴリズムの一部として、仮想咬合システム 2 4 は、仮想咬合器を使用して、動的咬合についてのそれぞれの段階を評価するように構成されてもよく、接触点はマッピングされ得、次いでこれは、患者についての不快スコアに変換され得る。複数の治療軌道が不正咬合とセットアップとの間で生成され得

10

20

30

40

50

るため、仮想咬合システム 24 は、最も少ない不快感の軌道を決定することができる。

【0057】

他の例では、ユーザ又は仮想咬合システム 24 は、動的衝突メトリックと不快スコアとの組み合わせに基づいて、治療計画決定を行うように構成され得る。

【0058】

仮想咬合システム 24 は、任意選択的に、歯ぎしりスコアモジュール 38 を備え得る。歯ぎしりスコアモジュール 38 は、動的衝突モジュール 32 の出力（例えば、動的衝突メトリック）を受信し得、治療計画 26 の段階のうちいずれかにおける歯ぎしりの可能性を決定し得る。歯ぎしりは、患者が歯を擦り合わせ得、噛み締め得、及び/又は軋ませ得る状態である。動的衝突メトリックは、臼歯間の早期接触、すなわち、犬歯誘導及び/又は前歯誘導の欠如を示し得る。犬歯誘導及び/又は前歯誘導のこのような欠如は、不快感をもたらし得るが、著しい歯の摩耗及び/又は咬合小面の形成を生じさせる歯ぎしり癖をもたらす傾向もあり得る。歯の摩耗及び咬合小面の形成は、虫歯、欠け、破折、歯肉退縮、感染、及び歯の喪失などの多くの他の病理をもたらし得る。

10

【0059】

歯ぎしりモジュール 38 は、決定するための関連するメトリックの動的測定（例えば、犬歯のクラス関係、大白歯の近心段階）と共に、上述の動的衝突メトリックを受信し得る。歯ぎしりモジュール 38 は、このような動的測定から計算される値（例えば、スコア）を決定することができ、スコアは、治療計画 26 の中間段階及び/又は最終段階中の歯の擦り合わせについてのリスク因子の増加を示す。歯科矯正医は、治療計画 26 を選択及び/又は修正するために、この歯ぎしりスコアを使用することができる。追加的に、中間咬合構成及び歯ぎしりの出現又は解消を取り込むデータは、対象とする患者についての最適でない咬合構成を特定するために使用され得る。例えば、審美的に好ましい構成が歯ぎしりと相関する場合、修正された治療が歯科矯正医によって提案され得、又は中間咬合構成が歯ぎしりと相関する場合、代替的な治療経路が選択され得る。

20

【0060】

動的衝突メトリック及び/又は不快スコアに基づいて、仮想咬合システム 24 はまた、様々な治療様式（例えば、クリアトレイライナ）の形態を指定する 1 つ以上のデジタルセットアップ 36 を決定し得る。一例では、仮想咬合システム 24 は、動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、ライナの外部形態を決定するように構成され得る。典型的には、ライナの外部形態は、形態の下にある歯に一致するように製造される。歯は治療中に移動しているため、歯は、実際の歯が不快感を生じさせる状態を介して移動し得る。しかしながら、ライナの外部部分は、歯の形状に追従する必要はない。仮想咬合システム 24 は、ライナ内の歯が整列しないときでも外部ライナの上側咬合及び下側咬合が一致するように、仮想咬合を考慮して、外部ライナを修正するための計画及び/又は指示を含むデジタルセットアップ 36 を出力し得る。これは、不整列のため中間位置のうちいくつかがいづらかの不快感を生じさせる場合でも、仮想咬合システム 24 が、最終セットアップへの「最速」経路を見出すことを可能にする。

30

【0061】

上記の技法に加えて、仮想咬合システム 24 はまた、1 つ以上のユーザインターフェイス機能を含み得、仮想咬合、動的衝突メトリック、及び/又は不快スコアの様々な態様がディスプレイデバイス 16 上でユーザに表示される。仮想咬合システムは、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリック及び/又は不快スコアを示すデータを出力及び表示するように構成され得る。このデータは、不快感の程度を示すための接触点又は領域の色分けなどのように、本質的に視覚的であり得る。例えば、下顎頭の蝶番軸に近い（例えば、顎関節（temporomandibular joint: TMJ））における、すなわち、より遠位又はより後方の）接触は、蝶番軸からより離れている接触よりも大きい不快感を生じさせる可能性が高く、これは、神経学的理由と、咬筋からの同じ入力力を考慮して、機械的なこの作用、したがって力又は圧力が増加するという基本的理由との両方のためである。仮想咬合システム 24 は、衝突及び/又は潜在的な不快感の

40

50

重度を示す異なる色（例えば、高い不快感には赤色、中度の不快感には黄色、低い不快感には緑色）を使用することができる。

【0062】

後述のユーザインターフェイス機能は、歯科矯正医が、接触マップを見ること、又は仮想咬合のシミュレーションを見ることにより、所与の状態を視覚的に評価するユーザ体験オプションを可能にする。この情報はまた、組み合わせられた治療計画のために修復又は補綴歯科医と共有され得る。図3は、接触マップを示す例示的なユーザインターフェイスを示す。図3に示すように、ユーザインターフェイス40は、患者の下側歯列弓（例えば、仮想下顎歯列弓）及び上側歯列弓（例えば、仮想上顎歯列弓）上の接触点42の視覚的表示を含み得る。図3に示すように、接触点42は、接触の浸食量に基づいて、グレースケールで色分けされる。最も明るい灰色は、0.05mm未満の浸食を示す。中間の灰色は、0.05mm～0.1mmの浸食を示す。最も暗い灰色は、0.1mm超の浸食を示す。当然のことながら、グレースケールを使用する代わりに、浸食深さの「ヒートマップ」がまた、異なる色で視覚的に描写されてもよい。ユーザインターフェイス40はまた、咬合快適性スコア、衝突の数、及び最大浸食深さを表示する。

【0063】

図4は、歯の移動と共に接触マップを示す別の例示的なユーザインターフェイスを示す。図4のユーザインターフェイス40は、治療計画の特定の状態における歯の移動速度を示す矢印44を更に含む。図4の例では、歯の遅い移動が暗い灰色で示されており、歯の中度の移動が中間の灰色で示されており、歯の速い移動が明るい灰色で示されている。同様に、グレースケールを使用する代わりに、歯の移動の「ヒートマップ」がまた、異なる色で視覚的に描写されてもよい。図4のユーザインターフェイス40は、歯の移動スコア、移動している歯の数、歯の最大並進量、及び歯の最大回転量を更に表示し得る。

【0064】

図5は、様々な状態における衝突メトリック及び不快スコアを示す別の例示的なユーザインターフェイスを示す。特に、図5は、治療計画Aのそれぞれの状態における衝突メトリック及び不快スコアを表示する例示的なユーザインターフェイス46を示す。それぞれの治療計画を示すテキストを単に表示する代わりに、いくつかの例では、ユーザインターフェイス46は、状態のそれぞれにおける修正された歯列弓を示す画像を表示し得る。いくつかの例では、状態のそれぞれがユーザによって選択可能であってもよい。次いで、ユーザは、状態のうちの一つ以上に修正を行うことができる。修正に基づいて、仮想咬合システム24は、仮想歯列弓を修正し、修正された歯列弓に仮想咬合を再実行し、メトリック計算を実行し、並びに任意の更新された衝突メトリック及び/又は不快スコアを表示するように構成され得る。

【0065】

他の例では、仮想咬合システム24は、(1)同じ患者から取得された過去のスキャン、及び/又は(2)母集団データから生成された平均値と、接触マップ、仮想咬合、動的衝突メトリック、及び/又は快適性スコアとの比較を表示するように更に構成され得る。接触マップ及び仮想咬合については、仮想咬合システム24は、この比較を並べた表示として又は重ねた状態で表示するように構成され得る。快適性スコアについては、仮想咬合システム24は、母集団データにわたるスコアの分布の一部として、単一の患者の現在のスコア及び過去のスコアを表示し得る。図6は、患者のメトリックを母集団データメトリックと比較する別の例示的なユーザインターフェイスを示す。図6では、仮想咬合システム24は、患者データの母集団についての衝突メトリック50の過去の分布を表示するユーザインターフェイス48を表示し得る。加えて、ユーザインターフェイス48は、現在の患者についての現在の衝突メトリック52を表示し得る。このようにして、ユーザは、患者の衝突メトリックを過去のデータと比較することができる。図6の例では、現在の衝突メトリック52は、このメトリックについての正常範囲外にある。

【0066】

図7は、本開示の技法を使用する1つの例示的なプロセスを示すフロー図である。特に

、図7は、ユーザ（例えば、歯科矯正医）の観点からのプロセスを示す。最初に、歯科矯正医は、例えば不正咬合セットにおける患者の下顎歯列弓及び上顎歯列弓の3D患者スキャンを得ることができる（60）。患者の歯の現在の状態に基づいて、歯科矯正医は、治療のための所望の処方及び歯の所望の最終セットアップ状態を決定し得る（62）。任意選択的に、歯科矯正医は、1つ以上の所望の最終セットアップ状態に基づいて、治療計画及び中間段階診断を実行し得る（64）。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、所望の最終セットアップ状態に基づいて、中間状態を有する1つ以上の治療計画を自動的に生成するように構成され得る。

#### 【0067】

治療計画が、所望の最終セットアップのみを含む、又は示唆される中間状態と共に所望の最終セットアップを含むかどうかに関わらず、仮想咬合システム24は、複数の治療計画を解析するように構成され得る（66）。歯科矯正医は、複数の治療計画66を仮想咬合システム24（図1を参照されたい）に入力し得る。仮想咬合システムは、複数の治療計画66のそれぞれから個々の状態候補（例えば、最終セットアップ状態及び/又は中間状態）を抽出するように構成され得る（68）。次いで、仮想咬合システム24は、上述の方法により、候補状態に従って3Dスキャンを修正し得る（70）。次いで、仮想咬合システム24は、上述のように、仮想咬合並びに衝突スコア及び不快スコアの計算を実行し得る（72）。次いで、仮想咬合システム24は、上述の方法のうちの1つ以上により、歯科矯正医に結果を表示し得る。次いで、歯科矯正医は、治療計画の快適性及び/又は臨床的修正を評価することができる（74）。

#### 【0068】

図8は、本開示の技法による、仮想咬合システム24によって実行される技法を示すフローチャートである。仮想咬合システム24は、上述の技法の任意の組み合わせを実行するように構成され得る。仮想咬合システム24は、患者スキャンを受信するように構成され得る（110）。例えば、仮想咬合システム24は、患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓と、患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓とのスキャンを示すデータを受信するように構成され得る。一例では、上顎歯列弓及び下顎歯列弓は不正咬合状態にある。

#### 【0069】

仮想咬合システム24は、治療計画（単数又は複数）を決定するように更に構成されてもよく、治療計画は少なくとも目標（例えば、セットアップ）状態を含む（112）。いくつかの例では、治療計画は、目標状態を依然として有さない。代わりに、1つ以上の目標状態が、仮想咬合システム24を使用して試験され得る。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、ユーザ（例えば、歯科矯正医）から治療計画を受信するように構成され得る。他の例では、仮想咬合システム24は、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態並びに仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓についての目標状態に基づいて、患者のための1つ以上の治療計画を決定するように構成され得る。

#### 【0070】

仮想咬合システム24は、目標状態における患者スキャンを修正するように更に構成され得る（114）。例えば、仮想咬合システム24は、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正するように構成され得る。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正するように構成され得る。

#### 【0071】

仮想咬合システム24は、修正されたスキャンを仮想的に咬合させ、及び患者の歯の接点を決定するように更に構成され得る（116）。例えば、仮想咬合システム24は、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させるように構成され得る。一例では、仮想咬合システム24は、1つ以上の下顎位における接点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合さ

せることができ、1つ以上の下顎位が、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動を含む。

【0072】

本開示の一例では、仮想咬合を介して、仮想咬合システム24は、1つ以上の下顎運動から生じる接触点における摩耗咬合小面を予測するように構成され得る。別の例では、仮想咬合システム24は、仮想咬合に基づいて、適切な犬歯誘導が達成されるかどうかを判定するように構成され得る。別の例では、仮想咬合システム24は、仮想咬合に基づいて、適切な前歯誘導が達成されるかどうかを判定するように構成され得る。

【0073】

別の例では、仮想咬合システム24は、接触する歯の間の浸食深さを決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させるように構成され得る。仮想咬合システム24は、決定された浸食深さに基づいて、咬合小面の摩耗量を更に予測し得る。

10

【0074】

仮想咬合システム24は、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算するように更に構成され得る(118)。一例では、仮想咬合システム24は、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動のうち1つ以上における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算し得る。

【0075】

任意選択的に、仮想咬合システム24は、1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標セットアップ状態における動的衝突メトリックに基づいて、不快スコアを更に決定し得る(120)。不快スコアは、患者における予測される不快感のレベルを示す。

20

【0076】

仮想咬合システム24は更に、1つ以上の治療計画のそれぞれについての不快スコア(計算された場合)を示すデータを出力し得、1つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力し得る(122)。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、接触点に基づいて、接触マップを表示し得る。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、仮想咬合のシミュレーションを表示し得る。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓と共に患者の過去のスキャンを表示し得る。いくつかの例では、仮想咬合システム24は、患者の母集団についての平均値と共に動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方を表示し得る。

30

【0077】

任意選択的に、自動プロセスを介して又はユーザ入力を介して、仮想咬合システム24は、動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、複数の治療計画のうち1つを修正し得る(124)。その場合、仮想咬合システム24は、修正された治療計画に基づいて、プロセス114~122を繰り返してもよい。

【0078】

仮想咬合システム24は、ユーザ入力を介して又は自動プロセスを介して、治療計画を更に選択し得る(126)。一例では、仮想咬合システム24は、動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、最終セットアップ状態を決定し得る。別の例では、仮想咬合システム24は、動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、複数の治療計画のうち1つを選択し得る。

40

【0079】

他の例では、仮想咬合システム24は、仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓の静的衝突メトリックを決定し得、動的衝突メトリック及び静的衝突メトリックに基づいて、複数の治療計画のうち1つを選択し得る。

【0080】

図8の技法は、最終目標状態での仮想咬合及びメトリックの計算に関して説明されている。しかしながら、図8の技法はまた、治療計画の1つ以上の中間状態に適用されてもよ

50

い。例えば、仮想咬合システム 24 は、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも 1 つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正し、及び 1 つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも 1 つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させるように構成され得る。仮想咬合システム 24 は更に、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも 1 つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算し得、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも 1 つの中間状態と目標状態とのそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力し得る。同様に、仮想咬合システムは、動的衝突メトリックに基づいて、1 つ以上の中間段階を修正し得、及び / 又は動的衝突メトリックに基づいて、1 つ以上の中間状態を決定し得る。

10

【0081】

様々な例が上記で説明されている。これら及び他の例は、以下の特許請求の範囲内である。

例示的な実施形態のリスト

実施形態 1 . コンピューティングデバイスによって、患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを受信することと、

仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、患者のための 1 つ以上の治療計画を決定することと、

20

1 つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、コンピューティングデバイスによって、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正することと、

1 つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点を決定するために、コンピューティングデバイスによって、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることと、

コンピューティングデバイスによって、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算することと、

コンピューティングデバイスによって、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力することと、

を含む、方法。

30

実施形態 2 . コンピューティングデバイスによって、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての目標セットアップ状態における動的衝突メトリックに基づいて、患者における予測される不快感のレベルを示す不快スコアを決定することと、

コンピューティングデバイスによって、1 つ以上の治療計画のそれぞれについての不快スコアを示すデータを出力することと、

を更に含む、実施形態 1 に記載の方法。

実施形態 3 . 上顎歯列弓及び下顎歯列弓が不正咬合状態にある、実施形態 1 又は実施形態 2 に記載の方法。

実施形態 4 . コンピューティングデバイスによって、1 つ以上の下顎運動から生じる接触点における摩耗咬合小面を予測すること

40

を更に含む、実施形態 1 又は実施形態 2 に記載の方法。

実施形態 5 . 1 つ以上の下顎運動が、前方滑走運動、後方滑走運動、左側方滑走運動、又は右側方滑走運動のうち 1 つ以上を含む、実施形態 4 に記載の方法。

実施形態 6 . コンピューティングデバイスによって、仮想咬合に基づいて、適切な犬歯誘導が達成されるかどうかを判定すること

を更に含む、実施形態 1 又は実施形態 2 に記載の方法。

実施形態 7 . コンピューティングデバイスによって、仮想咬合に基づいて、適切な前歯誘導が達成されるかどうかを判定すること

を更に含む、実施形態 1 又は実施形態 2 に記載の方法。

実施形態 8 . コンピューティングデバイスによって、修正された仮想上顎歯列弓及び

50

修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることが、

1つ以上の下顎位における接触点を決定するために、コンピューティングデバイスによって、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることを含み、1つ以上の下顎位が、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動を含む、

実施形態1又は実施形態2に記載の方法。

実施形態9．コンピューティングデバイスによって、接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算することが、

コンピューティングデバイスによって、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動のうちの1つ以上における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算すること

10

を含む、実施形態8に記載の方法。

実施形態10．仮想的に咬合させることが、

接触する歯の間の浸食深さを決定するために、コンピューティングデバイスによって、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させること

を更に含み、該方法が、

決定された浸食深さに基づいて、咬合小面の摩耗量を予測すること

を更に含み、実施形態1又は実施形態2に記載の方法。

実施形態11．1つ以上の治療計画が複数の治療計画を含み、該方法が、

動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、複数の治療計画のうちの1つを選択すること

20

を更に含み、実施形態1又は実施形態2に記載の方法。

実施形態12．仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓の静的衝突メトリックを決定することと、

動的衝突メトリック及び静的衝突メトリックに基づいて、複数の治療計画のうちの1つを選択することと、

を更に含み、実施形態11に記載の方法。

実施形態13．動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、複数の治療計画のうちの1つを修正すること

を更に含み、実施形態11に記載の方法。

30

実施形態14．動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、最終セットアップ状態を決定すること

を更に含み、実施形態1又は実施形態2に記載の方法。

実施形態15．動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、アライナ形態を決定すること

を更に含み、実施形態1又は実施形態2に記載の方法。

実施形態16．接触点に基づいて、接触マップを表示すること

を更に含み、実施形態1から15に記載の方法の任意の組み合わせの方法。

実施形態17．仮想咬合のシミュレーションを表示すること

を更に含み、実施形態1から16に記載の方法の任意の組み合わせの方法。

40

実施形態18．仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓と共に患者の過去のスキャンを表示すること

を更に含み、実施形態1から17に記載の方法の任意の組み合わせの方法。

実施形態19．患者の母集団についての平均値と共に動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方を表示すること

を更に含み、実施形態1から18に記載の方法の任意の組み合わせの方法。

実施形態20．1つ以上の治療計画が、少なくとも1つの中間状態を更に含み、実施形態1から19に記載の方法の任意の組み合わせの方法。

実施形態21．コンピューティングデバイスによって、1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける仮想上顎歯列弓

50

及び仮想下顎歯列弓を修正することと、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける接触点を決定するために、コンピューティングデバイスによって、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させることと、

コンピューティングデバイスによって、1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算することと、

コンピューティングデバイスによって、1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力することと、

10

を更に含む、実施形態20に記載の方法。

実施形態22．コンピューティングデバイスによって、動的衝突メトリックに基づいて、1つ以上の中間段階を修正すること

を更に含む、実施形態21に記載の方法。

実施形態23．コンピューティングデバイスによって、動的衝突メトリックに基づいて、1つ以上の中間状態を決定すること

を更に含む、実施形態21に記載の方法。

実施形態24．患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを記憶するように構成されたメモリと、

メモリと通信するプロセッサであって、

20

仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、患者のための1つ以上の治療計画を決定し、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正し、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算し、及び

1つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力するように構成されている、プロセッサと、

30

を備える装置。

実施形態25．プロセッサが、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標セットアップ状態における動的衝突メトリックに基づいて、患者における予測される不快感のレベルを示す不快スコアを決定し、及び

1つ以上の治療計画のそれぞれについての不快スコアを示すデータを出力するように更に構成されている、実施形態24に記載の装置。

実施形態26．上顎歯列弓及び下顎歯列弓が不正咬合状態にある、実施形態24又は実施形態25に記載の装置。

実施形態27．プロセッサが、

40

1つ以上の下顎運動から生じる接触点における摩耗咬合小面を予測するように更に構成されている、実施形態24又は実施形態25に記載の装置。

実施形態28．1つ以上の下顎運動が、前方滑走運動、後方滑走運動、左側方滑走運動、又は右側方滑走運動のうちの一つ以上を含む、実施形態27に記載の装置。

実施形態29．プロセッサが、

仮想咬合に基づいて、適切な犬歯誘導が達成されるかどうかを判定するように更に構成される、実施形態24又は実施形態25に記載の装置。

実施形態30．プロセッサが、

仮想咬合に基づいて、適切な前歯誘導が達成されるかどうかを判定するように更に構成される、実施形態24又は実施形態25に記載の装置。

50

- 実施形態 3 1 . 修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させるために、プロセッサが、
- 1 つ以上の下顎位における接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、1 つ以上の下顎位が、咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動を含む、
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 又は実施形態 2 5 に記載の装置。
- 実施形態 3 2 . 接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算するために、プロセッサが、
- 咬頭嵌合位、左側方滑走運動、右側方滑走運動、前方滑走運動、又は後方滑走運動のうちの 1 つ以上における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算する
- ように更に構成されている、実施形態 3 1 に記載の装置。 10
- 実施形態 3 3 . プロセッサが、
- 接触する歯の間の浸食深さを決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、及び
- 決定された浸食深さに基づいて、咬合小面の摩耗量を予測する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 又は実施形態 2 5 に記載の装置。
- 実施形態 3 4 . 1 つ以上の治療計画が複数の治療計画を含み、プロセッサが、
- 動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、複数の治療計画のうちの 1 つを選択する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 又は実施形態 2 5 に記載の装置。 20
- 実施形態 3 5 . プロセッサが、
- 仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓の静的衝突メトリックを決定し、及び
- 動的衝突メトリック及び静的衝突メトリックに基づいて、複数の治療計画のうちの 1 つを選択する
- ように更に構成されている、実施形態 3 4 に記載の装置。
- 実施形態 3 6 . プロセッサが、
- 動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、複数の治療計画のうちの 1 つを修正する
- ように更に構成されている、実施形態 3 4 に記載の装置。
- 実施形態 3 7 . プロセッサが、
- 動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、最終セットアップ状態を決定する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 又は実施形態 2 5 に記載の装置。 30
- 実施形態 3 8 . プロセッサが、
- 動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方に基づいて、アライナ形態を決定する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 又は実施形態 2 5 に記載の装置。
- 実施形態 3 9 . プロセッサが、
- 接触点に基づいて、接触マップを表示する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 から 3 8 に記載の装置の任意の組み合わせの装置。 40
- 実施形態 4 0 . プロセッサが、
- 仮想咬合のシミュレーションを表示する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 から 3 9 に記載の装置の任意の組み合わせの装置。
- 実施形態 4 1 . プロセッサが、
- 仮想下顎歯列弓及び仮想上顎歯列弓と共に患者の過去のスキャンを表示する
- ように更に構成されている、実施形態 2 4 から 4 0 に記載の装置の任意の組み合わせの装置。
- 実施形態 4 2 . プロセッサが、 50

患者の母集団についての平均値と共に動的衝突メトリック又は不快スコアのうちの少なくとも一方を表示する

ように更に構成されている、実施形態 24 から 41 に記載の装置の任意の組み合わせの装置。

実施形態 43 . 1つ以上の治療計画が、少なくとも1つの中間状態を更に含む、実施形態 24 から 42 に記載の装置の任意の組み合わせの装置。

実施形態 44 . プロセッサが、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正し、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれにおける接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算し、及び

1つ以上の治療計画のそれぞれについての少なくとも1つの中間状態と目標状態とのそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力する

ように更に構成されている、実施形態 43 に記載の装置。

実施形態 45 . プロセッサが、

動的衝突メトリックに基づいて、1つ以上の中間段階を修正する

ように更に構成されている、実施形態 44 に記載の装置。

実施形態 46 . プロセッサが、

動的衝突メトリックに基づいて、1つ以上の中間状態を決定する

ように更に構成されている、実施形態 45 に記載の装置。

実施形態 47 . 命令を記憶する非一時的コンピュータ可読記憶媒体であって、命令が実行されたときに、プロセッサに、

患者の上顎歯列弓を表す仮想上顎歯列弓及び患者の下顎歯列弓を表す仮想下顎歯列弓のスキャンを示すデータを受信させ、

仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓の初期状態に基づいて、患者のための1つ以上の治療計画を決定させ、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態を生成するために、仮想上顎歯列弓及び仮想下顎歯列弓を修正させ、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点を決定するために、修正された仮想上顎歯列弓及び修正された仮想下顎歯列弓を仮想的に咬合させ、

1つ以上の治療計画のそれぞれについての目標状態における接触点に基づいて、動的衝突メトリックを計算させ、及び

1つ以上の治療計画のそれぞれについての動的衝突メトリックを示すデータを出力させる、非一時的コンピュータ可読記憶媒体。

10

20

30

40

50

【 図面 】

【 図 1 】

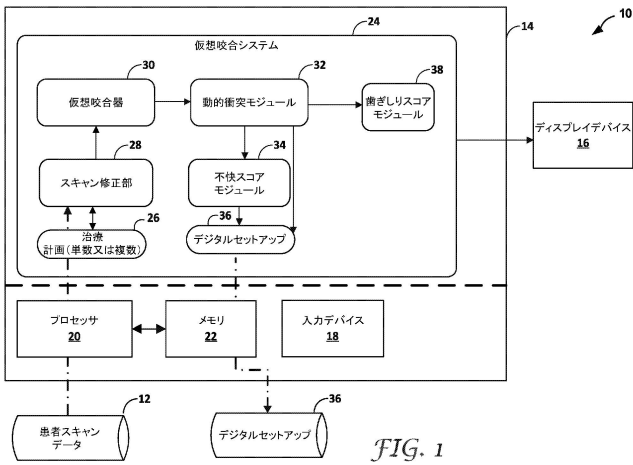


FIG. 1

【 図 2 】

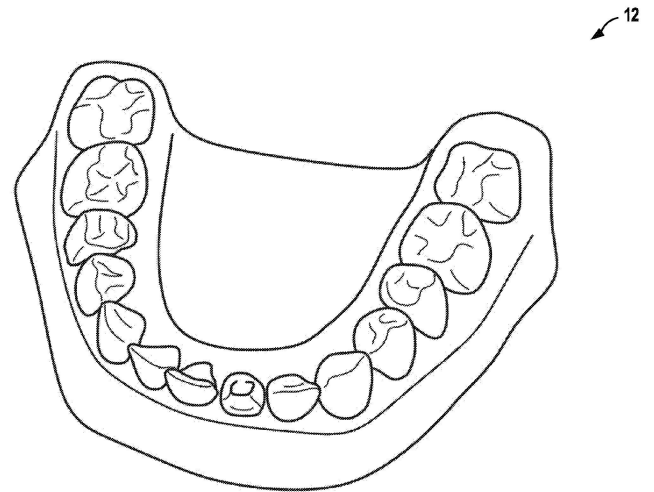


FIG. 2

【 図 3 】

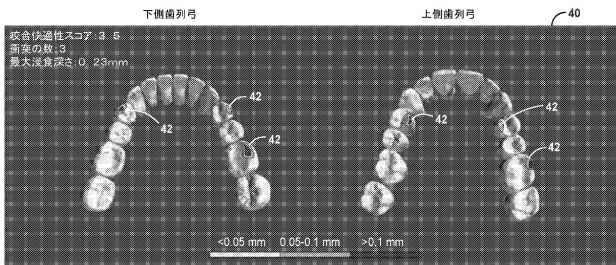


FIG. 3

【 図 4 】

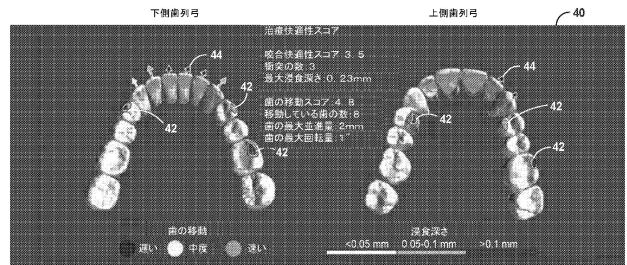


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

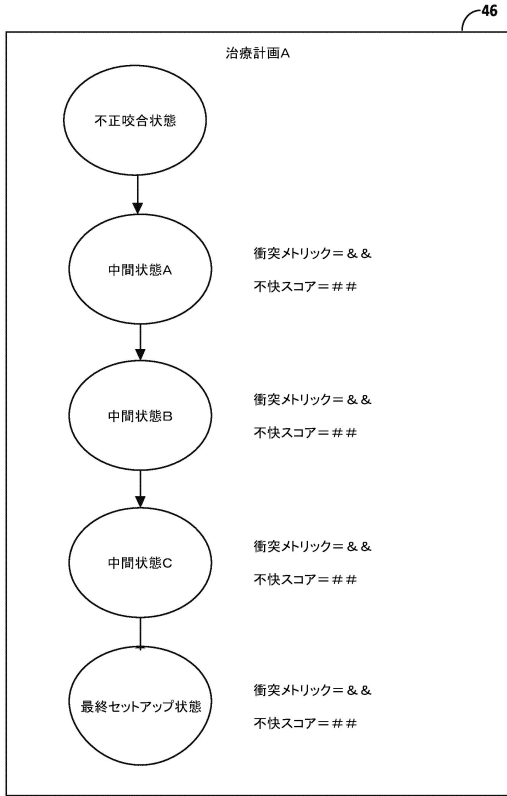


FIG. 5

【 図 6 】

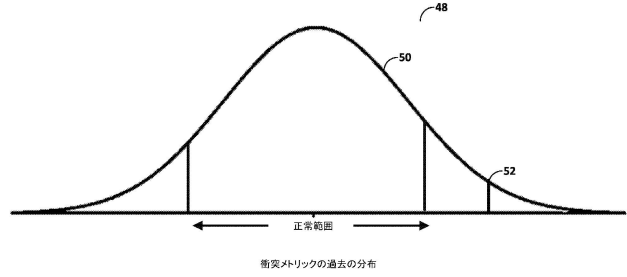


FIG. 6

10

20

【 図 7 】

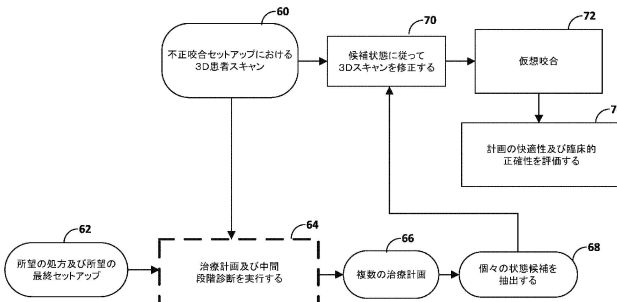


FIG. 7

【 図 8 】

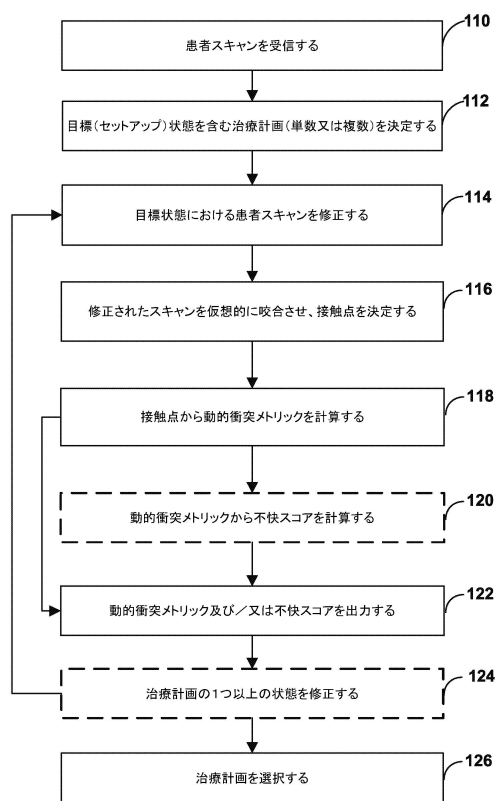


FIG. 8

30

40

50

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/IB2020/056799
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61C7/00 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2002/064746 A1 (MUHAMMAD CHISHTI [US] ET AL) 30 May 2002 (2002-05-30) paragraph [0021] paragraph [0092] - paragraph [0094] paragraph [0118] - paragraph [0119] paragraph [0121] - paragraph [0127] paragraph [0133] - paragraph [0134] paragraph [0055] paragraph [0059]	1,3,6,7, 11-16,19 2,4,5, 8-10,17, 18,20
X A	US 2017/273759 A1 (CHISHTI MUHAMMAD ZIAULLAH KHAN [US] ET AL) 28 September 2017 (2017-09-28) paragraph [0035] paragraph [0042] - paragraph [0044] paragraph [0064] - paragraph [0066] paragraph [0073] paragraph [0048]	1,3,6,7, 11-16,19 2,4,5, 8-10,17, 18,20
----- -/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier application or patent but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
24 September 2020		08/10/2020
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Salvatore, Claudio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2020/056799

X(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A, P	WO 2020/026117 A1 (3M INNOVATIVE PROPERTIES CO [US]) 6 February 2020 (2020-02-06) -----	1-20
A	US 2011/270588 A1 (Kuo ERIC E [US] ET AL) 3 November 2011 (2011-11-03) paragraph [0004] - paragraph [0005] paragraph [0032] - paragraph [0039] paragraph [0048] paragraph [0054] - paragraph [0058] -----	1-20

10

20

30

40

50

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2020/056799

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date		
US 2002064746 A1	30-05-2002	AR 024513 A1	16-10-2002		
		AT 437422 T	15-08-2009		
		AU 1107500 A	05-12-2000		
		EP 1191898 A1	03-04-2002		
		ES 2328876 T3	18-11-2009		
		JP 3639215 B2	20-04-2005		
		JP 2002543917 A	24-12-2002		
		TW 476632 B	21-02-2002		
		US 6318994 B1	20-11-2001		
		US 2002064746 A1	30-05-2002		
		US 2002081546 A1	27-06-2002		
		US 2004137400 A1	15-07-2004		
		US 2007003907 A1	04-01-2007		
		WO 0069356 A1	23-11-2000		
		US 2017273759 A1	28-09-2017	AR 024552 A1	16-10-2002
				AT 399350 T	15-07-2008
JP 5567907 B2	06-08-2014				
JP 6005680 B2	12-10-2016				
JP 2010188178 A	02-09-2010				
JP 2014144357 A	14-08-2014				
JP 2016034592 A	17-03-2016				
US 6406292 B1	18-06-2002				
US 6457972 B1	01-10-2002				
US 2002064748 A1	30-05-2002				
US 2003064345 A1	03-04-2003				
US 2008166676 A1	10-07-2008				
US 2011112804 A1	12-05-2011				
US 2014129186 A1	08-05-2014				
US 2016128802 A1	12-05-2016				
US 2017273759 A1	28-09-2017				
WO 2020026117 A1	06-02-2020	NONE			
US 2011270588 A1	03-11-2011	US 2011270588 A1	03-11-2011		
		US 2016095668 A1	07-04-2016		

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,IT,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

- (72)発明者 ソマサンダラム, グルブラサド  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 カンライフェ, アレクサンドラ アール.  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ジマー, ベンジャミン ディー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 スタンキエウィッツ, ブライアン ジェイ.  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ベン - ガル グエン, ニットサン.  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 ラビー, リチャード イー.  
アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエム センター
- (72)発明者 アルヴァレッツ, アルベルト  
スペイン, マドリード 2 8 0 2 7, シー / ジュアン イグナシオ ルカ デ テナ 1 9 - 2 5
- Fターム(参考) 4C052 JJ10