

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-6658
(P2017-6658A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 C 13/00 (2006.01)	A 6 1 C 13/00	Z 4 C 0 5 2
A 6 1 C 19/04 (2006.01)	A 6 1 C 19/04	Z 4 C 1 5 9
A 6 1 C 13/08 (2006.01)	A 6 1 C 13/08	Z
A 6 1 C 8/00 (2006.01)	A 6 1 C 8/00	Z
A 6 1 C 5/70 (2017.01)	A 6 1 C 5/08	

審査請求 未請求 請求項の数 25 O L 外国語出願 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2016-117663 (P2016-117663)
 (22) 出願日 平成28年6月14日 (2016.6.14)
 (31) 優先権主張番号 14/749, 294
 (32) 優先日 平成27年6月24日 (2015.6.24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 513097067
 デンタル・イメージング・テクノロジーズ
 ・コーポレーション
 アメリカ合衆国ペンシルベニア州1994
 O, ハットフィールド, ノース・ペン・ロ
 ード 1910

(74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎

(74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰

(74) 代理人 100101373
 弁理士 竹内 茂雄

(74) 代理人 100118902
 弁理士 山本 修

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯科画像からの歯科修復製品の設計の生成

(57) 【要約】

【課題】患者の1つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成するための技術を提供すること。

【解決手段】本方法は、患者の歯の状態の変化より前のその患者の歯の状態の3次元(3D)画像を取得するステップと、次いで、その患者の歯の状態の変化を判定するステップとを含み得る。歯科修復製品の設計が、歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像に基づいて患者の少なくとも1つの歯について自動的に生成され得る。様々な他のコンピュータ実装方法、システム、およびコンピュータ可読媒体もまた、開示される。

【選択図】図2

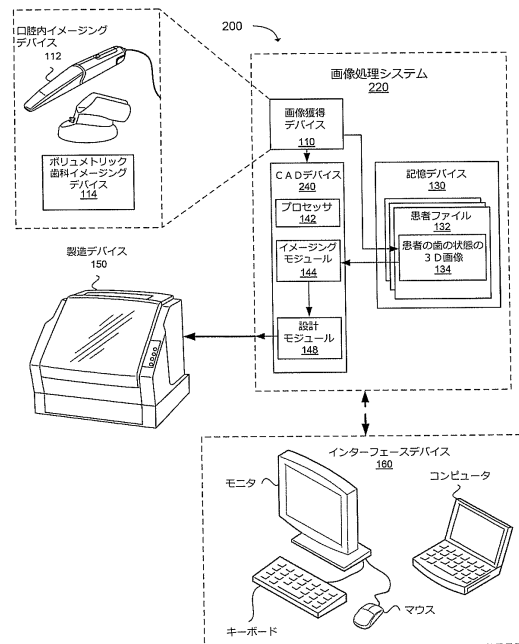


FIG. 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

患者の 1 つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品(a dental restorative product)の設計を生成する方法(700)であって、

前記患者の歯の状態(dentition)の変化より前の前記患者の歯の状態の 3 次元(3D)画像を取得するステップ(710)と、

前記患者の歯の状態の前記変化を判定するステップ(720)と、

歯の状態の前記変化より前の歯の状態の前記 3D 画像に少なくとも基づいて、前記患者の少なくとも 1 つの歯の歯科修復製品の設計をプロセッサによって自動的に生成するステップ(730)と

を含む、方法。

10

【請求項 2】

前記患者の歯の状態の前記変化を判定するステップが、前記患者の歯の状態の前記変化の後の前記患者の変化後の 3D 画像を取得するステップをさらに含み、前記生成するステップが、歯の状態の前記変化より前の歯の状態の前記 3D 画像と前記変化後の 3D 画像との少なくとも 1 つの差に基づいて前記設計を生成するステップをさらに含み、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記設計に基づいて前記歯科修復製品を製造するステップをさらに含み、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記歯科修復製品を製造するステップが、

フライス盤(milling machine)および積層造形デバイス(additive manufacturing device)から成るグループから選択された少なくとも 1 つを含む製造(fabrication)デバイス(150)に前記設計を送信するステップであって、前記患者の歯の状態の 3D 画像を取得する前記ステップが歯科医院において実行され、前記製造デバイスが前記歯科医院内に置かれる、ステップと、

前記設計に基づいて前記製造デバイスを使用して前記歯科修復製品を製造するステップと

をさらに含み、請求項 3 に記載の方法。

30

【請求項 5】

前記積層造形デバイスが、ステレオリソグラフィおよびデジタル光処理から成るグループから選択された少なくとも 1 つを使用する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記患者の歯の状態の前記 3D 画像を取得するステップが、口腔内イメージングデバイスおよびボリュメトリック(volumetric)歯科イメージングデバイスから成るグループから選択された少なくとも 1 つを備えるイメージングデバイスから歯の状態の前記 3D 画像を獲得するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記患者の歯の状態の前記 3D 画像を取得するステップが、

非電離(non-ionizing)スキャナを使用して前記患者の口腔内画像を獲得するステップであって、前記口腔内画像が、表面形状(surface geometry)ファイルを含み、前記非電離スキャナが、光学スキャナおよびレーザスキャナから成るグループから選択された少なくとも 1 つを含む、ステップ、または、

X線コンピュータ断層撮影、磁気共鳴映像法(MRI)、および超音波イメージングから成るグループから選択された少なくとも 1 つを使用して前記患者のボリュメトリック歯科画像を獲得するステップ

をさらに含み、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記患者の歯の状態の前記 3D 画像を取得するステップが、

50

非電離イメージングデバイスを使用して前記患者の口腔内画像を獲得するステップと、
前記口腔内画像に基づいて歯周組織の上の歯の歯冠表面(crown surface)を判定するステップと、

X線ベースのイメージングデバイスを使用し、前記患者のポリメトリック歯科画像を獲得するステップと、

前記ポリメトリック歯科画像に基づいて前記歯周組織に囲まれた根の組織(root tissue)の少なくとも一部を含む前記歯の歯組織(tooth tissue)の形状(geometry)を判定するステップと、

画像登録プロセスを使用し、前記口腔内画像および前記ポリメトリック歯科画像の組合せに基づいて、前記歯冠表面および前記根の組織の少なくとも一部を含む歯の状態の前記3D画像を生成するステップと

をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記設計が、コンピュータ支援設計フォーマット(CADフォーマット)ファイルおよび画像ファイルから成るグループから選択された少なくとも1つを備え、

前記歯科修復製品が、歯科補綴物(prosthesis)、義歯(denture)、インプラント、インレー、詰め物(filling)、プラグ(plug)、歯冠、オンレー(onlay)、およびベニア(veneer)から成るグループから選択された少なくとも1つを備える、

請求項1に記載の方法。

【請求項10】

前記患者に関連するパーソナル化ライブラリ内の歯の状態の前記変化より前の前記患者の歯の状態の前記3D画像をデータ記憶デバイスに記憶するステップ

をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項11】

前記患者の歯の状態の前記3D画像をセグメント化して歯の歯冠データを生成するステップと、

前記歯冠データを処理して歯冠設計ファイルを生成するステップと、

前記患者に関連するパーソナル化ライブラリに前記歯冠設計ファイルを記憶するステップと

をさらに含む、請求項11に記載の方法。

【請求項12】

前記生成するステップが、

前記パーソナル化ライブラリから前記歯冠設計ファイルを取得するステップと、

前記歯冠設計ファイルに基づいて前記歯科修復製品の設計を生成するステップと

をさらに含む、請求項11に記載の方法。

【請求項13】

前記患者の歯の状態の3D画像を取得するステップが、歯に損傷が生じるより前にデータ記憶デバイスのパーソナル化ライブラリに前に保存された外傷前(pre-trauma)の設計ファイルを取得するステップをさらに含み、

前記患者の歯の状態の前記変化を判定するステップが、前記歯に損傷が生じた後(post-trauma)の前記パーソナル化ライブラリに保存された外傷後の設計ファイルを取得するステップをさらに含み、

前記設計を生成するステップが、

前記歯の前記外傷前の設計ファイルと前記外傷後の設計ファイルとを比較するステップと、

前記外傷前の設計ファイルと前記外傷後の設計ファイルとの比較に基づいて歯科修復製品ファイルを生成するステップであって、前記歯科修復製品ファイルが、前記外傷前の設計ファイルには存在するが前記外傷後の設計ファイルにはない歯組織(tooth tissue)を含む、ステップと

をさらに含む、請求項11に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 14】

前記患者の歯の状態の前記 3D 画像をセグメント化するステップが、
 歯の状態の前記 3D 画像において歯組織および非歯組織(non-tooth tissue)を区別する
 ステップと、
 歯の状態の前記 3D 画像内の前記歯組織に基づいて前記歯の前記歯冠データ(crown data)を生成するステップと
 をさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

歯の状態の前記変化より前の前記患者の歯の状態の 3 次元画像を取得する前記ステップ
 の後に歯の状態の前記変化をもたらす修復のために歯を準備するステップをさらに含み、
 歯の状態の前記変化を判定する前記ステップが、前記準備するステップの後に、前記患者
 の変化後の 3D 画像を取得するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 16】

請求項 0 に記載の方法を実装するために実行されるようになされた複数の命令を備える
 少なくとも 1 つの非一時的(non-transitory)機械(machine)可読記憶媒体。

【請求項 17】

患者の 1 つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成するように構成された
 歯科コンピュータ支援設計(CAD)システム(100)であって、

前記患者の歯の状態の変化より前の前記患者の歯の状態の 3 次元(3D)画像を取得し

20

、
 前記患者の歯の状態の前記変化を判定し、
 歯の状態の前記変化より前の歯の状態の前記 3D 画像に少なくとも基づいて前記患者の
 少なくとも 1 つの歯の歯科修復製品の設計を自動的に生成する
 ように構成された計算回路を有する、システム(100)。

【請求項 18】

前記患者の歯の状態の前記変化の後の前記患者の変化後の 3D 画像を取得し、
 歯の状態の前記変化より前の歯の状態の前記 3D 画像と前記変化後の 3D 画像との少な
 くとも 1 つの差に基づいて前記設計を生成する
 ようにさらに構成された、請求項 17 に記載の計算回路。

【請求項 19】

前記設計に基づいて前記歯科修復製品を製造する
 ようにさらに構成された、請求項 17 に記載の計算回路。

30

【請求項 20】

口腔内イメージングデバイスおよびポリュメトリック歯科イメージングデバイスから成
 るグループから選択された少なくとも 1 つを備えるイメージングデバイスから歯の状態の
 前記 3D 画像を獲得する
 ようにさらに構成された、請求項 17 に記載の計算回路。

【請求項 21】

患者の 1 つまたは複数の歯科画像(134)から歯科修復製品の設計を生成するように
 動作可能なシステム(100)であって、

40

前記患者の歯の状態の変化より前の前記患者の歯の状態の 3 次元(3D)画像を取得
 する

ように構成された、イメージングモジュール(144)と、

前記患者の歯の状態の前記変化を判定し、

歯の状態の前記変化より前の歯の状態の前記 3D 画像に少なくとも基づいて前記患者
 の少なくとも 1 つの歯の歯科修復製品の設計を自動的に生成する

ように構成された、設計モジュール(148)と

を備える、システム(100)。

【請求項 22】

イメージングモジュール(144)が、

50

前記患者の歯の状態の前記変化の後の前記患者の変化後の3D画像を取得するようにさらに構成され、

前記設計モジュールが、

歯の状態の前記変化より前の歯の状態の前記3D画像と前記変化後の3D画像との少なくとも1つの差に基づいて前記設計を生成するようにさらに構成された、請求項21に記載のシステム。

【請求項23】

フライス盤および積層造形デバイスから成るグループから選択された少なくとも1つを備える製造(manufacturing)デバイス(150)であって、前記設計に基づいて前記歯科修復製品を製造するように構成された製造デバイスをさらに備える、請求項21に記載のシステム。

10

【請求項24】

口腔内イメージングデバイスおよびボリュメトリック歯科イメージングデバイスから成るグループから選択された少なくとも1つを備える画像獲得デバイス(110)であって、歯の状態の前記3D画像を獲得するように構成された画像獲得デバイスをさらに備える、請求項21に記載のシステム。

【請求項25】

前記患者に関連するパーソナル化ライブラリに歯の状態の前記変化より前の前記患者の歯の状態の前記3D画像を記憶するように構成された記憶デバイス(130)をさらに備える、請求項21に記載のシステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[1]本発明の実施形態は、歯の人工装具の製造に関する。より詳細には、本発明の実施形態は、3次元(3D)印刷および他の製造技法を使用する修復(たとえば、歯の人工装具)の設計および製造のための歯の状態の画像の取込みおよび記憶に関する。

【背景技術】

【0002】

[2]ある種の口腔内画像システムは、歯科医が患者の口の3D画像を生成し、コンピュータ表示モニタに歯の組織分布的特性を表示することを可能にする。3D画像は、3D空間に固定された座標系の点群の形をとり得る。表面が、患者の口の内側の軟および硬組織の組織分布マップを生成するために、この点群に適合され得る。口腔内イメージングデバイスは、様々な非電離放射線(たとえば、常光およびレーザ放射)を使用して患者の歯の状態の点群または表面データを作成することができる。

30

【0003】

[3]コーンビームコンピュータ断層撮影法(CBCT: cone beam computed tomography)は、歯ならびに周囲の骨格および軟組織の画像を生成するために、画像処理システムのアルゴリズムまたはソフトウェアと結合された回転CBCTスキャナガントリの使用を含む。CBCTスキャナは、高エネルギー放射(たとえば、X線放射)を使用して患者の3D画像を生成する。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本願発明の一実施例は、例えば、歯科画像からの歯科修復製品の設計の生成に関する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

[4]一実施形態で、本発明は、患者の1つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成するための方法を提供する。本方法は、患者の歯の状態の変化より前のその患者の歯の状態の3D画像を取得するステップを含む。患者の歯の状態の変化を判定するステップが、後に続く。本方法の次のステップは、歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画

50

像に少なくとも基づいて患者の少なくとも1つの歯の歯科修復製品の設計を自動的に生成するステップである。歯科修復製品の設計の自動的生成は、プロセッサを使用する。本方法は、機械上の命令として実行することができ、その命令は、少なくとも1つのコンピュータ可読媒体または1つの非一時的機械可読記憶媒体に含まれる。

【0006】

[5]一例では、患者の歯の状態の変化を判定するステップは、患者の歯の状態が変化した後のその患者の変化後の3D画像を取得するステップを含み、そして、生成するステップは、歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像と変化後の3D画像との少なくとも1つの差に基づいて設計を生成するステップをさらに含む。本方法は、その設計に基づいて歯科修復製品を製造するステップをさらに含み得る。患者の歯の状態の3D画像を取得するステップは、歯科医院で実行される。歯科修復製品を製造するステップは、設計を製造デバイスに送信するステップと、その設計に基づいて製造デバイスを使用して歯科修復製品を製造するステップとをさらに含み得る。製造デバイスは、歯科医院に置かれたフライス盤または積層造形デバイスを含み得る。積層造形デバイスは、ステレオリソグラフィ、3D印刷、またはデジタル光処理ベースの3D印刷を使用することができる。

10

【0007】

[6]もう1つの例では、患者の歯の状態の3D画像を取得するステップは、イメージングデバイスから歯の状態の画像を獲得するステップを含み、イメージングデバイスは、口腔内イメージングデバイスを含む。歯の状態の3D画像を取得するステップは、非電離スキャナを使用するステップを含み得る。非電離スキャナは、光学スキャナまたはレーザスキャナを含み得る。口腔内画像は、ステレオリソグラフィファイルまたは他のタイプの表面形状ファイルを含み得る。別法として、患者の3D画像を取得するステップは、CBCT、他のタイプのコンピュータ断層撮影(CT: computed tomography)、ボリュメトリック断層撮影(VT: volumetric tomography)、または当技術分野で知られている任意の他の適切なボリュメトリックイメージング方法を含むがこれらに限定されない、X線イメージングを使用して患者のボリュメトリック歯科画像を獲得するステップを含み得る。画像は、たとえば、磁気共鳴映像法(MRI: magnetic resonance imaging)または超音波イメージングを含む、他の技法またはモダリティを使用して、取得することができる。

20

【0008】

[7]さらに別の例では、患者の歯の状態の3D画像を取得するステップは、(1)非電離スキャナを使用して患者の口腔内画像を獲得するステップと、(2)口腔内画像に基づいて歯周組織の上の歯の歯冠表面を判定するステップと、(3)X線ベースの技術を使用して患者のボリュメトリック歯科画像を獲得するステップと、(4)ボリュメトリック歯科画像に基づいて歯周組織に囲まれた根の組織の少なくとも一部を含む歯の歯組織の形状を判定するステップと、(5)反復最接近点(ICP: iterative close st point)プロセスまたは4点合同セット(4PCS: 4 point congruent set)プロセスを使用して、口腔内画像およびボリュメトリック歯科画像の組合せに基づいて、歯冠表面および根の組織の少なくとも一部を含む歯の状態の3D画像を生成するステップとをさらに含む。

30

40

【0009】

[8]設計は、コンピュータ支援設計フォーマット(CADフォーマット)ファイルまたは画像ファイルを含み得る。歯科修復製品は、歯科補綴物、義歯、インプラント、インレー、詰め物、プラグ、歯冠、オンレー、またはベニアを含み得る。もう1つの例で、本方法は、患者に関連するパーソナル化ライブラリ内のその患者の歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像をデータ記憶デバイスに記憶するステップをさらに含み得る。

【0010】

[9]もう1つの例では、本方法は、患者の歯の状態の3D画像をセグメント化して歯の歯冠データを生成するステップと、その歯冠データを処理して歯冠設計ファイルを生成するステップと、その患者に関連するパーソナル化ライブラリにおいてその歯冠設計ファイ

50

ルを記憶するステップとを含む。1つの構成では、患者の少なくとも1つの歯の歯科修復製品の設計を生成するステップは、パーソナル化ライブラリから歯冠設計ファイルを取得するステップと、その歯冠設計ファイルに基づいて歯科修復製品の設計を生成するステップとを含む。もう1つの構成では、患者の歯の状態の3D画像を取得するステップは、歯に損傷が生じる前にデータ記憶デバイスのパーソナル化ライブラリに前に保存された外傷前の設計ファイルを取得するステップをさらに含む。患者の歯の状態の変化を判定するステップは、歯に損傷が生じた後にパーソナル化ライブラリに保存された外傷後の設計ファイルを取得するステップをさらに含む。

【0011】

[10]患者の歯の歯科修復製品の設計を生成するステップは、歯の外傷前の設計ファイルと外傷後の設計ファイルとを比較するステップをさらに含む。歯科修復製品ファイルが、外傷前の設計ファイルと外傷後の設計ファイルとの比較に基づいて生成される。歯科修復製品ファイルは、外傷前の設計ファイルには存在するが外傷後の設計ファイルにはない歯組織を含み得る。もう1つの構成では、患者の歯の状態の3D画像をセグメント化するステップは、歯の状態の3D画像において歯組織および非歯組織を区別するステップと、歯の状態の3D画像内の歯組織に基づいて歯の歯冠データを生成するステップとをさらに含む。

10

【0012】

[11]もう1つの例では、本方法は、患者の歯の状態の変化より前の歯の状態の3次元画像を取得するステップの後で、歯の状態の変化を判定するステップの前に、歯の修復の準備をするステップをさらに含み得る。歯の修復の準備をするステップは、歯の状態の変化をもたらす。歯の状態の変化を判定するステップは、患者の変化後の3D画像を取得するステップをさらに含む。

20

【0013】

[12]もう1つの実施形態では、本発明は、患者の1つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成するように構成された計算回路（たとえば、プロセッサまたはコントローラ）を有する歯科コンピュータ支援設計（CAD）システムを提供する。その計算回路は、患者の歯の状態の変化より前のその患者の歯の状態の3D画像を取得し、患者の歯の状態の変化を判定し、患者の歯の状態の変化および歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像に基づいて患者の少なくとも1つの歯の歯科修復製品の設計を自動的に生成するように構成される。

30

【0014】

[13]一例では、計算回路は、前述の方法を実装するように構成される。たとえば、計算回路は、患者の歯の状態の変化の後のその患者の変化後の3D画像を取得し、歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像と変化後の3D画像との少なくとも1つの差に基づいて設計を生成するように構成することができる。計算回路は、その設計に基づいて歯科修復製品を製造するようにさらに構成することができる。もう1つの例で、計算回路は、口腔内イメージングデバイスまたはポリュメトリック歯科イメージングデバイスを含むイメージングデバイスから歯の状態の3D画像を獲得するようにさらに構成される。

40

【0015】

[14]もう1つの実施形態では、本発明は、患者の1つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成するように動作可能なシステムを提供する。本システムは、イメージングモジュールおよび設計モジュールを含み得る。イメージングモジュールは、患者の歯の状態の変化より前のその患者の歯の状態の3D画像を生成および/または取得するように構成することができる。設計モジュールは、患者の歯の状態の変化を判定し、患者の歯の状態の変化および歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像に基づいて患者の少なくとも1つの歯の歯科修復製品の設計を自動的に生成するように構成することができる。

【0016】

[15]一例では、本システムは、前述の方法を実装するように構成することができる。たとえば、イメージングモジュールは、患者の歯の状態の変化の後のその患者の変化後の3

50

D画像を取得するようにさらに構成することができ、設計モジュールは、歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像と変化後の3D画像との少なくとも1つの差に基づいて設計を生成するようにさらに構成することができる。もう1つの例で、本システムは、設計に基づいて歯科修復製品を製造するための製造デバイスを含む。その製造デバイスは、フライス盤または積層造形デバイスを含み得る。もう1つの例で、本システムは、歯の状態の3D画像を獲得または生成するための画像獲得デバイスを含む。イメージングデバイスは、口腔内イメージングデバイスまたはボリュメトリック歯科イメージングデバイスを含み得る。もう1つの構成では、本システムは、患者に関連するパーソナライズライブラリに歯の状態の変化より前の患者の歯の状態の3D画像を記憶するための記憶デバイス（たとえば、揮発性または不揮発性メモリ）を含む。

10

【0017】

[16]本発明の他の態様が、詳細な説明および添付の図面を考慮することによって、明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】[17]セグメント化モジュールを使用して患者の1つまたは複数の歯科画像のパーソナライズライブラリから歯科修復製品の設計を生成するためのシステムを示す図である。

【図2】[18]患者の1つまたは複数の歯科画像のパーソナライズライブラリから歯科修復製品の設計を生成するためのシステムを示す図である。

【図3】[19]図3Aは、表面データおよび/または点群データを含む口腔内の光学スキャン画像を示す図である。[20]図3Bは、口腔内の光学スキャン画像にオーバーレイされたセグメント化された歯冠データを示す図である。

20

【図4】[21]コーンビームコンピュータ断層撮影法（CBCT）スキャンからのボリュメトリック画像を示す図である。

【図5】[22]患者の1つまたは複数の歯科画像のパーソナライズライブラリを作成するための方法を説明する流れ図の一例を示す図である。

【図6】[23]患者特有のカスタムアトミー（anatomy）ライブラリを使用するインレーの設計の一例を示すブロック図である。

【図7】[24]患者の1つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成する方法の一例を示す流れ図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0019】

[25]本発明のいずれかの実施形態を詳細に説明する前に、本発明は、その適用において、以下の説明に表記されるまたは以下の図面に示される構造の詳細および構成要素の配置に限定されないことを理解されたい。本発明は、他の実施形態が可能であり、様々な方法で実施または実行することができる。異なる図面内の同じ参照番号は、同じ要素を表す。流れ図およびプロセスにおいて提供される番号は、ステップおよび動作の説明を明確にするために提供され、特定の順番または順番列を必ずしも示さない。

【0020】

[26]本発明の実施形態は、特に、患者の歯の状態の口腔内画像の取込みおよび記憶と3D印刷または積層造形を使用する歯科修復製品（たとえば、歯科補綴物）の迅速な設計および製造のための3Dコンピュータ支援設計およびコンピュータ支援製造（CAD/CAM）システムにおけるそれらの画像の使用とための方法およびシステムに関する。本発明の実施形態はまた、統合されたインプラントプランニングおよび修復設計のための融合した口腔内スキャンおよびCBCT画像に関する。歯の状態は、歯と、口の中でのそれらの配置とに関する。

40

【0021】

[27]修復設計システム（ソフトウェアを含む）の口腔内光学スキャナとの結合により、歯科医は、歯科補綴物、義歯、インプラント、インレー、詰め物、プラグ、オンレー、歯冠、およびベニアを含むがこれらに限定されない、様々なタイプの修復を設計することが

50

できる。歯科補綴物は、喪失歯、歯の欠けている部分、ならびに、顎および口蓋の欠けている軟または硬組織を含むがこれらに限定されない、口腔内の障害を復元する（たとえば、再構築する）ために使用される。義歯（入れ歯とも呼ばれる）は、喪失歯を置き換えるために構築された補綴具である。義歯は、口腔（すなわち、口）の周囲の軟および硬組織によって支えられる。歯のインプラントは、歯冠、ブリッジ、義歯、顔面補綴物を含むがこれらに限定されない歯科補綴物を支えるために、または歯列矯正の支えの役割を果たすために、顎または頭蓋骨の骨とつなぎ合わせる外科的構成要素である。インレーは、歯の空洞に適合するように形成された固体物質（たとえば、金属、陶材、または硬化したコンポジットレジン）を含む間接的修復（たとえば、詰め物）であり、これは、所定の位置に固定される。歯の詰め物は、欠けた歯の構造の機能、完全性、および形態を復元するために使用される歯の修復材である。プラグ（たとえば、コラーゲンプラグ）は、顎骨内のソケット（たとえば、穴）を埋める（たとえば、歯が抜かれたときに）ために使用することができる材料である。オンレーは、インレーに似ているが、但し、オンレーは、欠けている歯尖があるエリアをカバーすることによって歯尖の代替品を組み込む。歯冠（歯の補綴具としての）は、歯の表面を完全にカバーするオンレーの1つのタイプである。ベニアは、歯の美観を向上させるために、または歯の表面を損傷から保護するために、歯に被せられる材料の薄い層である。

10

【0022】

[28] 修復設計プロセスにおける第1のステップとして、歯科医は、口腔内イメージングデバイス（図1の112、たとえば、光学スキャナ）を使用して、患者の歯の状態のデジタルインプリントまたはデジタルモデルをそこから作ることができる患者の歯の状態の画像を獲得する。デジタル口腔内イメージングデバイスは、デジタルフォーマット（たとえば、オープンSTLフォーマットまたは独自仕様のフォーマット）でのスキャンデータの記憶を可能にする。STL（ステレオリソグラフィ）は、3Dシステムによって作成されたステレオリソグラフィCADソフトウェアのネイティブファイルフォーマットである。しかし、他の種類の表面形状ファイルフォーマットが使用され得る。デジタルデータは、次いで、3D CADソフトウェアにインポートされる。デジタルデータは、歯科医が特定の場合の修復補綴物をそこから設計することができる基本構造を提供する。3D CADソフトウェアシステムは、位置、年齢、または性別に基づいて分類された、歯冠または歯設計の様々なライブラリを含み得る。CEREC（Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics or Ceramic Reconstruction、セレック）およびコンパスは、歯冠および歯設計画像ライブラリを使用する商業的3D CADソフトウェアのいくつかの例である。歯冠は、歯周組織の上の歯の解剖学的領域を指し得る。歯冠は、通常は、エナメルによって覆われている。歯周組織は、上顎のおよび下顎の（顎）骨において歯を維持する、歯を囲み、支える特殊化した組織を指す。

20

30

【0023】

[29] 患者の歯の状態の分析に基づいて、ライブラリからのストック設計は、起点としてソフトウェアシステムによって推奨および選択することができ、または、ストック設計は、歯科医によって、彼らの経験に基づいて、手動で選択することができる。ライブラリからのこの選択されたストック設計は、次いで、患者のアナトミーに適合するようにストックライブラリモデルを修正するために、3D CADソフトウェアで実行される、スケールリング、ストレッチング、または同様の動作を介して、修正することができる。咬合面は、歯科医によって手動で（3D CADソフトウェアで提供されるツールを使用して）またはコンピュータアルゴリズムに基づいてソフトウェアによって自動的に設計することができる。コンピュータで生成された表面は最適でないことがあり、特定の患者のための形状および機能を確保するために、歯科医によって修正される必要がある場合がある。咬合面は、上の（すなわち、上顎の）と下の（すなわち、下顎の）歯の間に作られた接点を含むがこれに限定されない、他の歯に接触し得る歯の表面である。

40

【0024】

50

[30]ストック設計の選択、修復補綴物のためのその設計の修復、修復専門家（たとえば、歯科医または歯医者）による製造のための修復補綴物の設計の構成のプロセスは、完了するために12から15分以上かかり得る。修復補綴物の設計のこの時間の間、患者は待たなければならない（歯科用椅子で）ことがある。修復補綴物の設計時間を最小限に抑えることで、歯科医院の仕事の流れを改善し、歯の処置に対する患者の満足度を向上させることができる。加えて、ストック設計に基づいてコンピュータで生成される咬合面は、患者の自然歯アトミーによく適合しないことがあり、歯科医によって修正される必要があることのあるいくつかの質的な「噛んだ感じ」の問題を引き起こす。

【0025】

[31]CAD/CAMシステムはまた、フライス加工プロセスまたは積層造形プロセスを使用して修復補綴物を製造する製造デバイスを使用し得る。そのようなコンピュータ制御のフライス盤および積層造形デバイスは、高価であることがあり、入念なメンテナンス（たとえば、多大な維持費を有する）を必要とし得る。加えて、補綴物の製造のために使用される材料ブランク（たとえば、金、銀、陶材、または樹脂）は、比較的高価であることがあり、歯科医の歯科補綴物当たりの費用を高くさせ、その費用は、通常、患者に転嫁される。

【0026】

[32]積層造形技術（たとえば、3D印刷）および生体適合樹脂材の進歩は、複雑な形状（たとえば、歯科補綴物）の製造を可能にする。これらの製造プロセス（たとえば、比較的 low コスト、小型の、デスクトップ3Dプリンタ機械を使用する）および材料（たとえば、より高密度の樹脂）は、長期の一時的な歯科修復製品として使用されるのに十分な強度を有する積層造形技術（たとえば、3D印刷）を使用する修復補綴物のチェアサイド製造のために使用され得る。積層造形技法を使用する恒久的修復補綴物の製造のために使用することができる、より高い強度の材料もまた、開発されている。積層造形の特質により、製造プロセス中に生じる材料損失は最小限であり、これは、補綴具の製造のためのフライス加工技法に対する材料費の優位性を潜在的に実現し得る。チェアサイド製造は、製造のために歯科修復製品の設計が現場から離れた歯科技工室に送られるのではなくて、歯科院内で実行される製造を示す。チェアサイド製造は、歯科医が治療セッション（すなわち、アポイントメント）の間に歯科修復製品を設計および製造することを可能にし得る。

【0027】

[33]CAD/CAMシステムライブラリからのストック設計を使用し、患者の歯のプロファイルにマッチさせて歯科修復製品を作成しようとしてそれらの設計を修正する代わりに、患者自身の3D画像（たとえば、光学画像）が、歯科修復製品の設計を自動的に生成するために使用され得る。本開示において使用される、「自動的」または「自動的に」という用語は、追加のユーザ入力またはコマンドなしに歯の状態の画像に基づいて設計を生成するプロセスを示す。たとえば、図1は、歯科修復製品を設計および製造するために使用することができる修復設計および製造システム100を示す。システム100は、画像処理システム120、製造デバイス150、およびインターフェースデバイス160（たとえば、コンピュータ、ラップトップコンピュータ、モニタ、キーボード、および/またはマウス）を含む。インターフェースデバイス160は、選択を行う、3D画像を見る、設計を操作し、変更を行う、および/または、歯科修復製品の設計および製造に関連する他の機能のために、歯科医によって使用され得る。

【0028】

[34]画像処理システム120は、歯科修復製品の設計を生成するための回路、ソフトウェア、コンピュータハードウェア、構成要素、および/またはモジュールを含み得る。画像処理システム120はまた、製造デバイス150（たとえば、フライス盤または積層造形デバイス）ならびに/または、計算デバイス、出力デバイス（たとえば、設計および画像を表示するためのモニタ）、および/もしくは入力デバイス（たとえば、キーボードまたはマウス）を含むがこれらに限定されない、インターフェースデバイス160を含むことができ、またはそれらに結合され得る。一例では、製造デバイス150とともに画像処

10

20

30

40

50

理システム 120 は、歯科医院において提供され得る。そのような状況で、画像処理システム 120 および製造デバイス 150 は、チェアサイド修復設計および製造システム 100 または 200 と呼ばれ得る。

【0029】

[35] 画像処理システム 120 は、画像獲得デバイス 110、記憶デバイス 130、および CAD デバイス 140 を含み得る。画像獲得デバイス 110 は、いくつかの異なるデバイスのうちの 1 つ、または、組み合わせて使用される 2 つ以上のデバイスでもよい。一例では、画像獲得デバイス 110 は、口腔内イメージングデバイス 112 および / またはポリュメトリック歯科イメージングデバイス 114 を含む。画像獲得デバイス 110 からの画像データは、記憶デバイス 130 および / または CAD デバイス 140 に提供される。

10

【0030】

[36] 記憶デバイス 130 は、1 つまたは複数の患者ファイル 132 を含み得る。各患者ファイルは、1 つまたは複数の患者の歯の状態の 3D 画像 134 および / または患者の CAD フォーマットライブラリ 136 を含む。CAD フォーマットライブラリ 136 は、1 つまたは複数の歯の歯冠データ 138 を含み得る。記憶デバイス 130 は、揮発性または不揮発性のメモリまたは記憶要素を含むことができ、歯医者診療室にローカルまたは遠隔（たとえば、クラウド記憶機構）のいずれでもよい。

【0031】

[37] CAD デバイス 140 は、プロセッサ 142、イメージングモジュール 144、セグメント化モジュール 146、および設計モジュール 148 を含み得る。画像処理システム 120 および / または製造デバイス 150 を含む、修復設計および製造システム 100 の構成要素は、歯科修復製品の設計に関連してさらに詳細に説明される。

20

【0032】

[38] 患者自身の 3D 画像を使用して歯科修復製品の設計を生成するために、システム 100 は、たとえば、歯科修復製品の要求をもたらす事象または外傷に先立って、患者の 3D 画像を取得する。たとえば、定期的な歯の検査（たとえば、口の中全体の区画の一部として 5 年ごとの）中に、画像獲得デバイス 110 は、歯の状態の 3D 画像 134 を取得するために使用され、画像 134 は、次いで、記憶デバイス 130 に記憶するための新しい患者ファイル 132 を形成する（または既存の患者ファイルを更新する）ために使用される。図 3A は、歯の状態の 3D 画像 134 の一例である口腔内光学画像を示す。

30

【0033】

[39] ある場合には、特定の患者の患者ファイル 132 は、1 つまたは複数の歯の状態の 3D 画像 134 を含む。ある場合には、歯の状態の 3D 画像 134 に加えて、患者の CAD フォーマットライブラリ 136 が、患者ファイル 132 に含まれる。患者の CAD フォーマットライブラリ 136 を生成するために、いくつかの実施形態で、イメージングモジュール 144 は、患者ファイル 132 または画像獲得デバイス 110 から患者の歯の状態の 3D 画像 134 を取得する。次いで、患者の歯の状態の 3D 画像 134 は、セグメント化モジュール 146 によって個別の歯冠（図 3B の 310A ~ E）にセグメント化され、患者ファイル 132 内の歯冠データ 138 ファイルとしてデジタルフォーマット（たとえば、CAD フォーマットファイルまたは STL ファイル）で記憶される。デジタルフォーマットされた歯冠データ 138 ファイルのセットは、次いで、歯科修復製品を生成するためにテンプレートとしてその後のいつかに使用することができる患者のパーソナル化アナトミーライブラリ（たとえば、患者の CAD フォーマットライブラリ 136）を提供することができる。

40

【0034】

[40] 患者が治療オプションのために構築された修復補綴物を必要とする場合および / またはとき、画像処理システム 120 の設計モジュール 148 は、患者自身のパーソナル化アナトミーライブラリ（たとえば、患者の CAD フォーマットライブラリ 136）に基づいて初期設計を推奨することができ、または、歯科医が、歯の位置に基づいて患者のパーソナル化アナトミーライブラリから初期設計を選択することができる。初期設計は、その

50

歯の状態の変化より前の患者の歯の状態に基づくので、そのような初期設計は、サイズ、間隔、および咬合面設計の観点に関して、所望の修復補綴物に厳密にマッチしたものになり得る。厳密にマッチした結果として、初期設計は、最終設計を生成するための歯科医による操作がより少ないものとなり得る。より少ない操作により、患者のアナトミーに適合するストック設計または一般的歯冠形状の操作と比較して、最終的修復補綴物の設計時間を減らすことができ、患者へのよりよい適合を実現することができる。

【0035】

[41] 診療室内で設計されたそのような修復補綴物は、設計モジュール148から製造デバイス150に設計ファイルとして送信することができる。設計ファイルは、物理的歯科修復製品を生成するために製造デバイス150によって使用可能な歯科修復製品のデジタル表現を提供する。修復補綴物は、ステレオリソグラフィ(SLA)、3D印刷、およびデジタルライト処理(DLP)ベースの3D印刷を含むがこれらに限定されない、使用可能な積層造形技法のうちの一つまたは複数を使用してチェアサイドで製造することができる。SLAおよびDLPは、液体フォトポリマから固体の部品(たとえば、歯科修復製品)を作り出す光重合プロセスを使用することができる。他の3D印刷技術は、押出凝結、粒状材料結合、およびラミネート加工を含む。Envision TECまたはDWSシステムによって提供されるものを含むがこれらに限定されない、3Dプリンタおよび材料が、長期仮設を製造するために使用され得る。製造デバイス150は、歯科医院でまたは歯科医院から離れて、任意の他の歯科製造プロセスを使用することができる。歯科修復製品の設計は、歯科医院に置かれた製造デバイス150を使用して実現することができるが、歯科修復製品の設計はまた、任意のタイプの歯科製造プロセス(たとえば、フライス盤)を使用して歯科修復製品を製造するために、(たとえば、インターネット、安全なサーバへの他のコンピュータネットワーク、または電子媒体を使用するメールを介して)別の施設に送信することができる。

10

20

【0036】

[42] 様々な利益が、患者自身の個人の3D画像に基づく歯科修復製品の設計の使用から生じ得る。たとえば、設計を作成するために使用される仕事の流れは、患者が歯科用椅子で待つ予想時間を減らすことができる、最終的修復の設計のために必要とされる時間の低減により改善され得る。もう一つの利益は、患者の自然咬合パターン(たとえば、表面から表面の接点および間隔)の維持を助けることができ、それによって設計についての患者の快適性または受容性を高めることができる、咬合面についての患者のアナトミーを使用することによる最終的修復の形および適合の改良である。改良された咬合面に加えて、スキャンされた患者のアナトミーに基づく近心および末端表面プロファイルならびに隣接する歯の間隔の事前の計算は、修復の適合度を高めることができる。

30

【0037】

[43] 図2は、もう一つの実施形態を示し、ここで、患者の歯の状態の3D画像134は、画像処理システム220の画像獲得デバイス110を使用して取得することができる。歯の状態の変化より前に取得された歯の状態の3D画像134は、患者ファイル132で記憶デバイス130に記憶することができる。患者が歯科修復製品を必要とする場合および/またはとき、歯の状態の3D画像134は、イメージングモジュール144から取得することができ、歯科修復製品の設計の基盤として使用することができる。設計モジュール148は、歯の状態の変化より前に取得された歯の状態の3D画像134および歯科修復製品の要求されるタイプに基づいて、初期設計を推奨することができる、または、歯科医が、歯の状態の3D画像134に基づいて初期設計を選択することができる。歯科修復製品の設計を生成するために使用されるCADデバイス240は、プロセッサ142、イメージングモジュール144、および設計モジュール148を含み得る。記憶デバイス130は、一つまたは複数の患者ファイル132を含み得る。各患者ファイルは、一つまたは複数の患者の歯の状態の3D画像134を含む。

40

【0038】

[44] 一例では、歯科医は、歯の状態の変化が生じたと判定し、患者の口の目視検査に基

50

づいて、歯科修復製品のタイプを選択することができる。もう一つの例で、画像獲得デバイス110は、歯の状態の変化の後に歯の状態の3D画像134を取得するために使用することができ、設計モジュール148は、歯の状態の変化の後の患者の変化後の3D画像と歯の状態の変化より前の患者の変化前の3D画像との比較に基づいて、歯科修復製品のタイプを推奨することができる。設計モジュール148は、変化前の3D画像と変化後の3D画像との少なくとも1つの差に基づいて、歯科修復製品の設計を生成することができる。たとえば、設計モジュール148は、1つまたは複数の歯の変化前の表面と変化後の表面との空間または差によって定義されるポリメトリック形状またはギャップを計算することができ、そのギャップを埋めるように形を合わせた初期修復設計を生成することができる。変化後の3D画像および変化前の3D画像は、歯の状態の3D画像134の例である。

10

【0039】

[45]もう一つの実施形態では、図4のCBCTスキャン400を含むがこれに限定されない、ポリメトリック歯科画像もまた、歯科修復製品の設計を生成するために使用され得る。ポリメトリック歯科画像は、ポリメトリック歯科イメージングデバイス114から取得することができ、患者の歯の状態の3D画像134のもう一つの例である。たとえば、ポリメトリック歯科イメージング中に、ポリメトリック歯科イメージングデバイス114（たとえば、CBCTスキャナ）は、複数の別個の2次元の（2D）画像を取得しながら、患者の頭の周りで回転する。対象の領域（たとえば、患者の頭）にわたるポリメトリック歯科イメージングデバイス114の1度の回転（たとえば、通常は、非オフセットスキャンについては200度まで、または、オフセットスキャンについては360度以上）で、複数の2Dデジタル画像を含むポリメトリックデータセットを獲得する。計算回路（たとえば、ソフトウェア）、ポリメトリック歯科イメージングデバイス114、または画像処理システム120もしくは220は、デジタル2D画像データを集め、そのデータを再構築し、次いで画像処理システム120または220（たとえば、CAD/CAMシステム）で操作および視覚化することができる解剖学的データの3次元ボクセルから成るデジタルボリュームを生成する。ボクセルは、3次元空間内の規則的格子上の値を表す。たとえば、ボクセルという用語は、ピクセルとボリュームとの組合せである。

20

【0040】

[46]患者の歯のポリメトリック画像は、口腔内画像を処理するために使用される計算デバイスと同様の計算デバイス（たとえば、画像処理システム120もしくは220、画像獲得デバイス110、またはCADデバイス140もしくは240）で受信され得る。ポリメトリック画像の生成のモダリティは、X線イメージング（たとえば、CBCT）、MRI、または超音波イメージングを含み得る。多方向スキャンからの複数の2Dデジタル画像を含む未再構築のポリメトリックデータは、患者の歯の状態の3D画像134のもう一つの例である。

30

【0041】

[47]ポリメトリック歯科画像および口腔内画像は、異なる特徴を示すことができ、異なる解像度を有し得る。たとえば、口腔内画像は、歯冠の下の特徴を示すポリメトリック画像と融合することができる完全な歯冠データを提供することができる。加えて、口腔内イメージングデバイス（たとえば、口腔内スキャナ）を使用して取得された口腔内画像は、CBCT技術を使用して取得されたものを含むがこれに限定されないポリメトリック画像と比較して、極めて高い正確性を有し得る。したがって、口腔内画像だけで、多数の歯科修復製品の設計に十分であり得る。しかし、一部のシナリオでは、口腔内画像は、歯科修復製品の設計を生成するために必要とされるすべての特徴を示さないことがある。したがって、一部の例では、患者の歯の状態またはアトミーのポリメトリック画像と口腔内画像の組合せが、口腔内画像のみまたは患者特有の歯の状態もしくはアトミーを説明しない歯冠の下の特徴のストック設計と組み合わせた口腔内画像の使用よりも優れた歯科修復製品の設計を生成するために使用され得る。

40

50

【 0 0 4 2 】

[48]画像処理システム120は、ICPプロセス、4PCSプロセス、ICPもしくは4PCSの何らかの他の変形形態、および/または他の点集合登録プロセスを含むがこれらに限定されない、少なくとも2つの異なる画像または少なくとも2つの異なるタイプの画像からの同じ特徴を結び付けるための任意のアルゴリズムを使用するボリュメトリック画像の対応するボクセルを有する前に取得された口腔内画像(たとえば、前もってスキャンされた患者ファイル132から使用可能な)からの要素を登録するために使用することができる。点マッチングとしても知られる、点集合登録は、2つの点集合をグローバルに整合のとれたモデルに整列させる空間的変形を見つけるプロセスである。ICPは、2つの点群(たとえば、ボクセル)の差を最小限に抑えるために使用されるアルゴリズムである。ICPアルゴリズムでは、1つの点群、基準または目標、は固定されたままであるが、他方の点群、ソース、が、推定され(たとえば、平均平方誤差(MSE: mean squared error)関数を使用して)、基準に最もよくマッチするように変形される。ICPアルゴリズムは、ソースから基準点群までの距離を最小限に抑えるために必要とされる変形(並進と回転の組合せ)を反復して改訂する。4PCSは、雑音および異常値に耐性のあることで知られる、ワイドベースを使用する3D点集合のための高速で堅固な位置合わせ方式である。4PCSアルゴリズムは、データに事前にフィルタをかけるまたは雑音を取り除くことなしに、異常値で汚染されていることがある未加工の雑音の多いデータの登録を可能にする。4PCSは、位置合わせの開始に関する前提なしに、雑音の存在下において基本的表面の間に信頼できる登録を確立するために使用される反復または試験の数を大きく減らすことができる。4PCSは、同一平面上の4点の所与のセットに、厳正な変形の下で、ほぼ合同の3D点集合から同一平面上の4点集合を抽出することができる。

10

20

【 0 0 4 3 】

[49]口腔内画像とボリュメトリック画像との組合せの利益は、完全な歯または歯の一部を失った患者の治療を含むことができ、その治療のプランは、歯を失った場所(すなわち、歯の欠けた場所または歯のない場所)でのインプラントベースの人工歯配置を含む。ボリュメトリック画像は、口腔内画像には示されない詳細を提供することができる。患者のアナトミーの口腔内画像の可用性は、修復設計を考慮した統合されたインプラントプランニング手法のために修復設計および製造システム100において治療プランニングソフトウェア(たとえば、CAD/CAMソフトウェア)を使用する歯科医に初期歯冠形状およびサイズの推奨を行うために、画像処理システム120または220によって使用される。患者が、口腔内画像が生成された時点で、クラスIIより悪い歯列不整を有した場合、その口腔内画像の有用性は限定され得る。

30

【 0 0 4 4 】

[50]図5は、口腔内画像およびボリュメトリック画像の両方を使用する例示的流れ500を示す。最初のステップ510で、患者の歯の状態の3D画像134は、患者のアナトミーの口腔内画像の形であり、画像獲得デバイス110を介して獲得される。次のステップ520では、ボリュメトリック画像が使用可能である場合、口腔内画像は、イメージングモジュール142を介してボリュメトリック画像(前に保存されたまたは最近獲得された患者の歯の状態の別の3D画像134)で登録され得る。ボリュメトリック画像が使用可能である場合、口腔内画像は、点集合登録プロセス(たとえば、ICPまたは4PCS)を使用して、ボリュメトリック画像と結合され得る。もう1つのステップ530で、歯冠データ138が、登録された口腔内およびボリュメトリック画像から導出された口腔内画像をセグメント化することによって取得され得る。次のステップ540で、CAD/CAMデバイス140または240は、歯冠データ138を処理して、必要が生じれば後で使用するためにカスタムの(すなわち、患者特有の)アナトミーライブラリを生成することができる。もう1つのステップ550で、元の(すなわち、未加工の)口腔内画像および歯冠データ138が、記憶デバイス130において(たとえば、ローカルコンピュータシステム内にまたは安全に遠隔サーバに)患者特有のライブラリ(たとえば、患者のCA

40

50

Dフォーマットされたライブラリ136)または患者ファイル132に保存され得る。次のステップ560で、本プロセスは、臨床的に有意の変化がアナトミー(たとえば、歯の状態)において検出されるときまたは場合に、患者が後で再度スキャンされるときに繰り返すことができる。次いで、前述のように口腔内画像および歯冠データ138に基づいて、設計ファイルが生成され得る、および/または、歯科修復製品が製造され得る。

【0045】

[51]他の実施形態では、歯科修復製品の設計は、口腔内画像を使用することなしに、ポリメトリック画像のみに基づく歯の状態の3D画像から生成することができる。

[52]もう1つの例で、口腔内画像(歯の状態の変化より前または歯の状態の変化の後のいずれか)は、点集合登録プロセス(たとえば、ICPまたは4PCS)を使用して、複数の口腔内画像から生成することができ、または、ポリメトリック画像(歯の状態の変化より前または歯の状態の変化の後のいずれか)が、点集合登録プロセス(たとえば、ICPまたは4PCS)を使用して、複数のポリメトリック画像から生成され得る。たとえば、複数の口腔内画像が異なる時(たとえば、様々な検査)に取得され得る。3D画像(たとえば、口腔内画像および/またはポリメトリック画像)は、経時的な歯の状態の微妙な変化を表す合成口腔内画像を生成するために組み合わせることができ、または、エラーまたは雑音のスキャンのために補正することができ、それによってより正確な3D画像を提供することができる。別法として、最新の3D画像は、歯の状態の最近の通常の摩耗を示し得るので、歯の状態の有意の変化(歯科修復製品が推奨される)以前の最新の3D画像が、歯科修復製品の設計の基盤として使用され得る。

10

20

【0046】

[53]図6は、3D画像(たとえば、光学画像)が歯科修復製品(たとえば、インレー)を生成するために使用され得る、別の実施形態600を示す。たとえば、定期的な歯の検査(たとえば、2~5年ごとに起こる)の間に、ステップ610に示すように、画像獲得デバイス110(たとえば、口腔内のスキャナ112)を使用して元の歯形Aをとらえる患者の歯冠データが取得される。そのように取得された口腔内画像は、個別の歯冠にセグメント化モジュール146を介してセグメント化され、画像処理システム120の記憶デバイス130にデジタル3D画像ファイル(たとえば、STLファイル)として記憶することができる。デジタル3D画像ファイルのこのセットは、患者のパーソナル化アナトミーライブラリを提供し得る。

30

【0047】

[54]患者が治療(たとえば、インレーの構築)を必要とする場合またはとき、歯科医は、ステップ620に示すように、画像獲得デバイス110を使用し、準備された歯形B(患者の保存された元の歯形スキャンと同じ歯を表す)をとらえる治療のための特定のまたは準備された歯のスキャンを行うことができる。インレーが構築されることになる特定の歯は、歯の状態の全スキャンからセグメント化モジュール146を介してセグメント化され得る。このセグメント化された歯(たとえば、準備された歯)は、次いで、ステップ630に示すように、CADデバイス140を使用して前に作成されたその患者のパーソナル化アナトミーライブラリからの同じ歯のセグメント化されたデジタル表現(すなわち、元の歯形A)と登録または比較することができる。点集合登録プロセス(たとえば、4PCSまたはICPアルゴリズム)は、2つのデータセットの登録のために使用され得る。

40

【0048】

[55]画像処理システム120のCAD/CAMソフトウェアは、次いで、製造されることになるインレーの設計のために患者自身のパーソナル化アナトミーライブラリを使用することができる。ブール演算(たとえば、ポリメトリック形状または元の歯形Aと準備後の歯形Bとのギャップを計算するために、元の健康な歯形の3DCAD/CAMモデルから準備された歯形の3DCAD/CAMモデルの引き算(すなわち、A-B))が、ステップ640に示すように、患者の自然歯と同様の咬合面を有するインレーの最終に近い設計を提供することができる。初期設計は、次いで、ステップ650に示すように、所望の3DCAD/CAMソフトウェア内のツール(たとえば、デジタルワキシングツ

50

ール)を使用し、修正することができる。デジタルワキシングは、歯科医が、必要に応じて材料(たとえば、ワックス)を加えるまたは取り除くことによって、設計を微調整することを可能にする。ステップ650のプール演算および/または修正は、設計モジュール148によって実行することができる。

【0049】

[56]次いで、歯科修復製品の設計ファイル(たとえば、STLファイル)が、ステップ660に示すように、製造デバイス150(たとえば、3Dプリンタ)によって製造され得る。製造デバイスは、歯科医院(たとえば、設計が生成される所)に、または歯科医院から離れた別の場所に置いてよい。製造デバイス150は、フライス盤または積層造形デバイスを使用することができ、積層造形デバイスは、ステレオリソグラフィ、3D印刷、またはDLPベースの、3D印刷を含むがこれらに限定されない、積層造形技法を使用する。もう1つの例で、図6の方法600は、同様に、修復設計および製造システム100の他のハードウェアおよび/または構成要素を使用して実行することができる。

10

【0050】

[57]もう1つの例は、図7の流れ図に示すように、患者の1つまたは複数の歯科画像から歯科修復製品の設計を生成するための方法700を提供する。本方法は、ステップ710にあるように、患者の歯の状態の変化より前のその患者の歯の状態の3D画像を取得するステップを含む。患者の歯の状態の変化を判定するステップが、ステップ720にあるように、続く。本方法の次のステップは、ステップ730にあるように、歯の状態の変化より前の歯の状態の3D画像に少なくとも基づいて患者の少なくとも1つの歯の歯科修復製品の設計を自動的に生成するステップである。

20

【0051】

[58]もう1つの例で、本方法は、前述のように、製造デバイスに設計ファイルの形で設計を送信するステップと、次いで、設計ファイルに基づいて歯科修復製品を製造するステップとをさらに含み得る。

【0052】

[59]様々な技法、またはある種の態様もしくはその一部分は、フロッピディスク、コンパクトディスク読取り専用メモリ(CD-ROM)、ハードドライブ、非一時的コンピュータ可読記憶媒体、または任意の他の機械可読記憶媒体を含むがこれらに限定されない、有形媒体において実施されるプログラムコード(すなわち、命令)の形をとることができ、そのプログラムコードは、機械(たとえば、コンピュータ)にロードされ、その機械によって実行され、その機械は、様々な技法を実施するための装置になる。回路(たとえば、計算回路)は、ハードウェア、ファームウェア、プログラムコード、実行可能コード、コンピュータ命令、および/またはソフトウェアを含み得る。非一時的コンピュータ可読記憶媒体は、信号を含まないコンピュータ可読記憶媒体でもよい。プログラマブルコンピュータで実行するプログラムコードの場合、計算デバイスは、プロセッサ、プロセッサによって可読の記憶媒体(揮発性および不揮発性のメモリおよび/または記憶要素を含む)、少なくとも1つの入力デバイス、および、少なくとも1つの出力デバイスを含み得る。揮発性および不揮発性メモリおよび/または記憶要素は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、消去可能プログラマブル読取り専用メモリ(EPROM)、フラッシュドライブ、光学ドライブ、磁気ハードドライブ、半導体ドライブ、または、電子データを記憶するための他の媒体でもよい。本明細書に記載の様々な技法を実装または使用することができる1つまたは複数のプログラムは、アプリケーションプログラミングインターフェース(API)、再使用可能コントロールなどを使用することができる。そのようなプログラムは、コンピュータシステムと通信するための高水準の手続き型またはオブジェクト指向のプログラミング言語で実装され得る。しかし、そのプログラムは、必要であれば、アセンブリまたは機械言語で実装され得る。いずれの場合にも、言語は、コンパイル型言語でもインタプリタ型言語でもよく、ハードウェア実装形態と結合され得る。

30

40

【0053】

[60]本明細書に記載された機能ユニットの多くは、それらの実装の独立性をより具体的

50

に強調するためにモジュールとして分類されることを理解されたい。たとえば、モジュールは、カスタム超大規模集積（VLSI）回路を備えるハードウェア回路、または、論理チップ、トランジスタ、もしくは他の個別の構成要素を含むがこれらに限定されない、ゲートアレイ、既製の半導体、として実装され得る。モジュールはまた、フィールドプログラマブルゲートアレイ、プログラマブルアレイ論理、プログラマブル論理デバイスまたは同様のものを含むがこれらに限定されない、プログラマブルハードウェアデバイスにおいて実装され得る。

【0054】

[61]モジュールはまた、様々なタイプのプロセッサによって実行するためのソフトウェアにおいて実装され得る。たとえば、実行可能コードの識別されているモジュールは、たとえば、オブジェクト、プロシージャ、または関数として編成することができる、コンピュータ命令の1つまたは複数の物理または論理ブロックを備え得る。前述にかかわらず、識別されているモジュールの実行可能コードは、物理的にも配置される必要はないが、論理的に結合されるときに、そのモジュールを備え、そのモジュールの規定の目的を達成する、異なる場所に記憶された異種命令を備え得る。

10

【0055】

[62]実際には、実行可能コードのモジュールは、単一の命令、または多数の命令でもよく、いくつかの異なるコードセグメントにわたって、異なるプログラムの間で、および、いくつかのメモリデバイスにわたって、分散されてもよい。同様に、運用データは、本明細書ではモジュール内で識別および図示されることがあり、任意の適切な形で実施し、任意の適切なタイプのデータ構造内で編成され得る。運用データは、単一のデータセットとして集めることができ、または、異なる記憶デバイスにわたり含まれる異なる場所にわたって分散されてもよく、少なくとも部分的に、単にシステムまたはネットワーク上の電子信号として存在し得る。モジュールは、所望の機能を実行するように動作可能なエージェントを含み、受動でも能動でもよい。

20

【0056】

[63]本明細書をとおして、「例」または「例示的」の言及は、その例に関して説明される特定の特徴、構造または特性が、本発明の少なくとも1つの実施形態に含まれることを意味する。したがって、本明細書をとおして、様々な場所での「一例で」という語句または「例示的」という単語の出現は、必ずしもすべて同じ実施形態を参照しない。

30

【0057】

[64]本明細書で使用される、複数の項目、構造的要素、組成的要素、および/または材料は、便宜的に共通のリストにおいて提示され得る。しかし、これらのリストは、そのリストの各メンバが、別個のおよび一意のメンバとして個々に識別されるかのように解釈されるべきである。したがって、そのようなリストの個々のメンバは、逆の指示がない限り、共通のグループ内のそれらの提示に単に基づいて同じリストの任意の他のメンバの事実上の同等物として解釈されるべきではない。加えて、本発明の様々な実施形態および例が、その様々な構成要素の代替とともに本明細書で参照されることがある。そのような実施形態、例、および代替は、お互いの事実上の同等物として解釈されるものではなく、本発明の別個のおよび自律的表現として考えられるものとする理解されたい。

40

【0058】

[65]さらに、記載された特徴、構造、または特性は、1つまたは複数の実施形態において任意の適切な様態で組み合わせることができる。以下の説明では、多数の具体的な詳細が、本発明の実施形態の完全な理解をもたらすために提供される（たとえば、レイアウトの例、距離、ネットワーク例）。しかし、本発明は、それらの具体的詳細のうちの1つもしくは複数なしに、または他の方法、構成要素、レイアウトとともに、実施され得ることが、当業者には理解されよう。他の例では、よく知られている構造体、材料、または動作は、本発明の態様を分かり難くすることを避けるために、詳細に図示または説明されない。

【0059】

50

[66] 前述の例は、1つまたは複数の特定の適用例における本発明の原理の例示であり、実装の形、使用、および詳細の多数の修正が、発明力の行使なしに、本発明の原理および概念を逸脱することなしに、行われ得ることが、当業者には明らかとなろう。したがって、以下に記載される請求項による場合を除いて、本発明が限定されることは意図されていない。

【符号の説明】

【0060】

100	修復設計および製造システム	
110	画像獲得デバイス	
112	口腔内イメージングデバイス	10
114	ポリュメトリック歯科イメージングデバイス	
120	画像処理システム	
130	記憶デバイス	
132	患者ファイル	
134	歯の状態の3D画像	
136	CADフォーマットライブラリ	
138	歯冠データ	
140	CADデバイス	
142	プロセッサ	
144	イメージングモジュール	20
146	セグメント化モジュール	
148	設計モジュール	
150	製造デバイス	
160	インターフェースデバイス	
200	修復設計および製造システム	
220	画像処理システム	
240	CADデバイス	
400	CBCTスキャン	

【 図 1 】

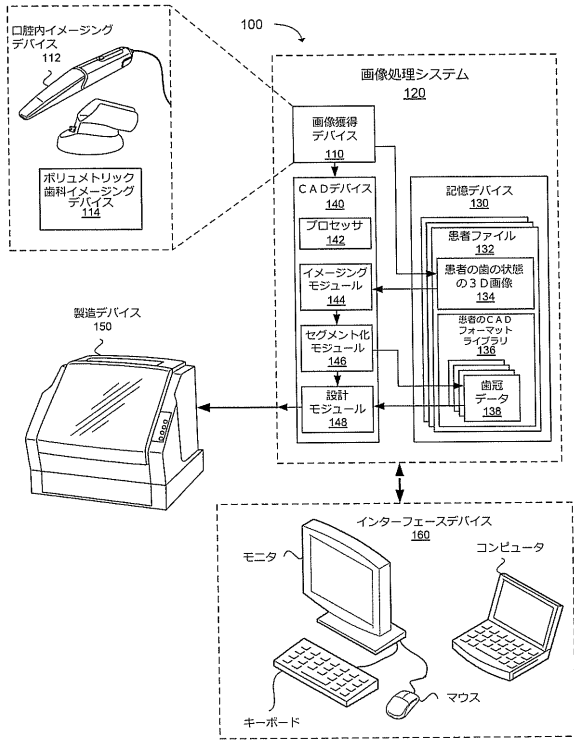


FIG. 1

【 図 2 】

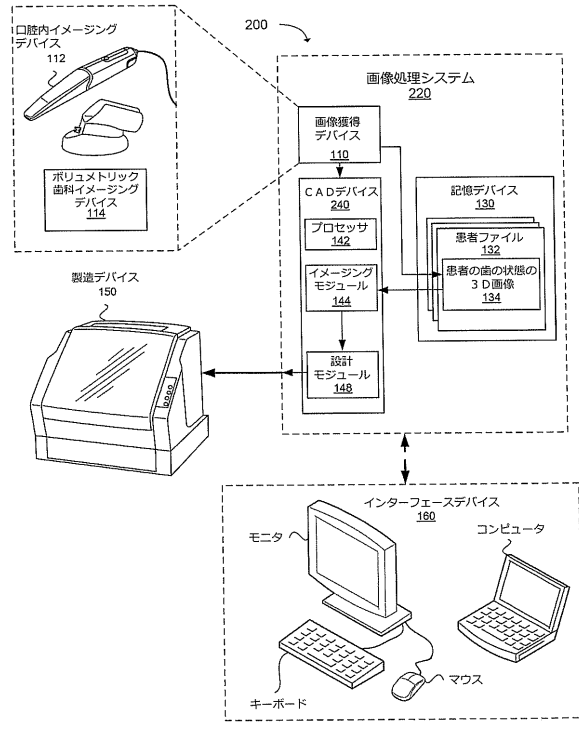


FIG. 2

【 図 3 】

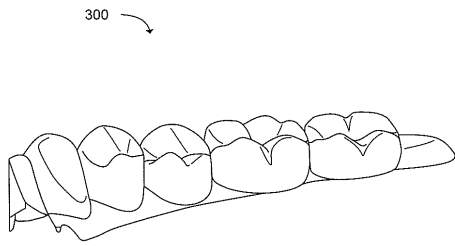


FIG. 3A

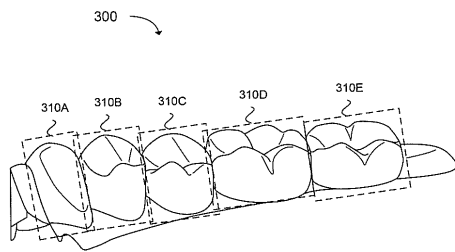


FIG. 3B

【 図 4 】

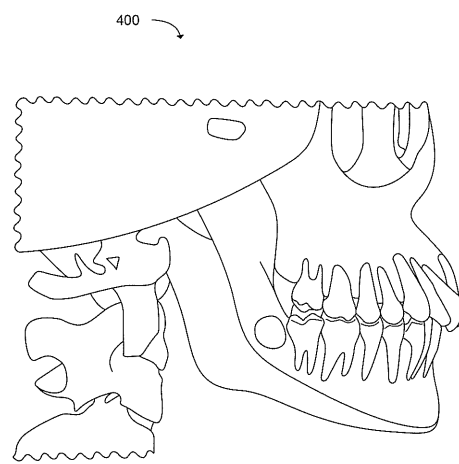


FIG. 4

【 図 5 】

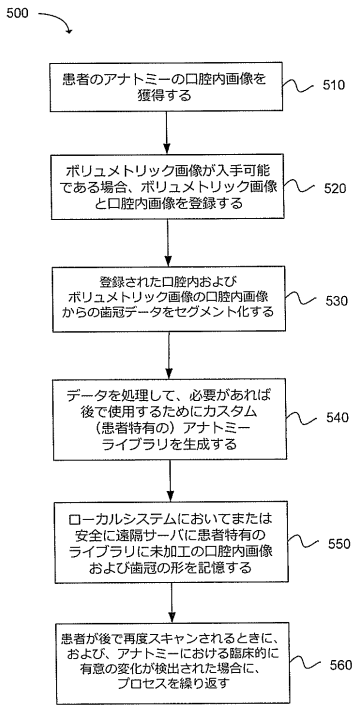


FIG. 5

【 図 6 】

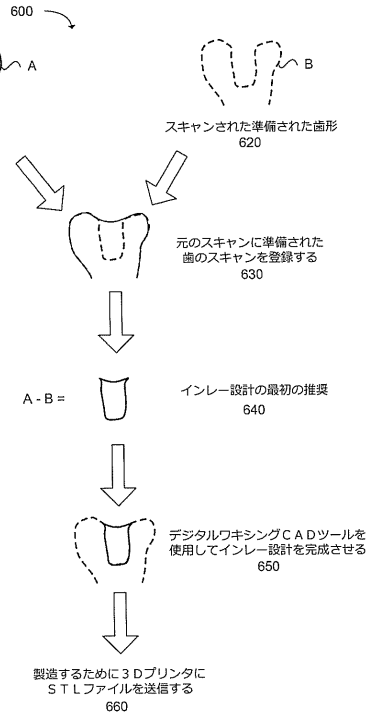


FIG. 6

【 図 7 】

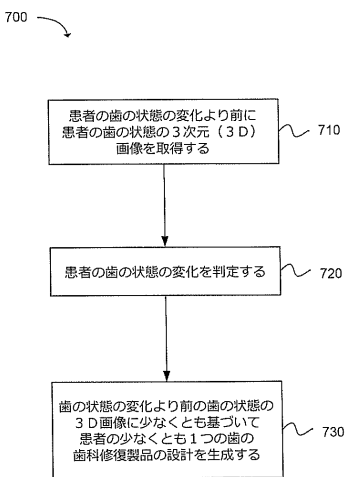


FIG. 7

フロントページの続き

(74)代理人 100119781

弁理士 中村 彰吾

(72)発明者 サミア・アナンド・ジョシ

アメリカ合衆国ペンシルバニア州 1 9 4 5 4 , ノース・ウェルズ, ニューベリー・コート 3 5 3

Fターム(参考) 4C052 NN04 NN11

4C159 AA01 RR15 RR19 TT03

【外国語明細書】

2017006658000001.pdf