

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6367806号
(P6367806)

(45) 発行日 平成30年8月1日 (2018.8.1)

(24) 登録日 平成30年7月13日 (2018.7.13)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 C 7/08 (2006.01)	A 6 1 C 7/08
A 6 1 C 19/04 (2006.01)	A 6 1 C 19/04 Z

請求項の数 36 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2015-530501 (P2015-530501)
 (86) (22) 出願日 平成25年8月23日 (2013.8.23)
 (65) 公表番号 特表2015-527159 (P2015-527159A)
 (43) 公表日 平成27年9月17日 (2015.9.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2013/001832
 (87) 国際公開番号 WO2014/037778
 (87) 国際公開日 平成26年3月13日 (2014.3.13)
 審査請求日 平成28年3月11日 (2016.3.11)
 (31) 優先権主張番号 13/605,949
 (32) 優先日 平成24年9月6日 (2012.9.6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 501214845
 アライン テクノロジー, インコーポレ
 イテッド
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 951
 34, サン ノゼ, オーチャード パ
 ークウェイ 2820
 (74) 代理人 100107364
 弁理士 齊藤 達也
 (72) 発明者 クオ, エリック
 アメリカ合衆国 95126 カリフォル
 ニア州 サン ノゼ, ミュラー プレイス
 32

審査官 胡谷 佳津志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療機器の作動方法、後続歯科装置を作製する際に使用可能な方法、プログラム、及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

後続歯科装置を作製する際に使用可能な医療機器の作動方法であって、

前記医療機器の1つまたはそれ以上のコンピュータプロセッサが、患者の物理的な歯の組の表現を含む現デジタル歯科モデルを受け取るステップであって、前記現デジタル歯科モデルは、物理的な歯又は口腔に取り付けられている現歯科装置の表現を含み、前記現デジタル歯科モデルは、前記物理的な歯の組及び前記現歯科装置の直接デジタルスキャンであり、前記物理的な歯は、前記現歯科装置の全て又は一部が前記物理的な歯の組のうちの1つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にあり、前記治療位置は、最終的な歯の配列ではない中間の歯の配列である、ステップと、

前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルに基づいて、前記現歯科装置のない前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであり、前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルに関連する対応するデジタル歯の上に前記患者のセグメント化されたデジタル歯の各々を重ね合わせ、前記重ね合せに基づいて、前記現デジタル歯科モデルの重ね合わされていない部分を確定し、前記現デジタル歯科モデルの前記重ね合わされていない部分を除去することにより、前記新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであって、前記新たなデジタル歯科モデルが中間デジタル歯科モデルであり、前記コンピュータプロセッサが、一連の中間デジタル歯科モデルのうちの1つを生成するステップ、を含むステップと、

10

20

前記コンピュータプロセッサが、前記新たなデジタル歯科モデルに含まれる電子データに基づいて、前記後続歯科装置を製造するのに使用されるデジタルデータを提供するステップと、を含む、方法。

【請求項 2】

患者の物理的な歯の組から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製する際に使用可能な医療機器の作動方法であって、

前記医療機器の 1 つまたはそれ以上のコンピュータプロセッサが、前記患者の前記物理的な歯の組の表現を含む現デジタル歯科モデルを受け取るステップであって、前記現デジタル歯科モデルは、物理的な歯又は口腔に取り付けられている前記現歯科装置の表現を含み、前記現デジタル歯科モデルは、前記物理的な歯の組及び前記現歯科装置の直接デジタルスキャンであり、前記物理的な歯が、前記現歯科装置の全て又は一部が前記物理的な歯の組のうちの 1 つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にあり、前記治療位置は、最終的な歯の配列ではない中間の歯の配列である、ステップと、

前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルに基づいて、前記現歯科装置を含まない前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであり、前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルに関連する対応するデジタル歯の上に前記患者のセグメント化されたデジタル歯の各々を重ね合わせ、前記重ね合せに基づいて、前記現デジタル歯科モデルの重ね合わされていない部分を確定し、前記現デジタル歯科モデルの前記重ね合わされていない部分を除去することにより、前記新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであって、前記新たなデジタル歯科モデルが中間デジタル歯科モデルであり、前記コンピュータプロセッサが、一連の中間デジタル歯科モデルのうちの 1 つを生成するステップ、を含むステップと、

前記物理的な歯の組から前記現歯科装置の全て又は一部を取り除く前に、前記コンピュータプロセッサが、前記新たなデジタル歯科モデルに含まれる電子データに基づいて、前記後続歯科装置を製造する為に使用されるデジタルデータを提供するステップとを含む、方法。

【請求項 3】

前記現デジタル歯科モデルを受け取る前記ステップが、

前記コンピュータプロセッサが、前記現歯科装置が、所望の歯の配列にあるか又はそれに近い前記物理的な歯に取り付けられている前記患者の前記物理的な歯の組の表現を含む第 2 の現デジタル歯科モデルを受け取ることと、

前記コンピュータプロセッサが、前記第 2 の現デジタル歯科モデルに基づいて、前記後続歯科装置を含まない前記物理的な歯の組の前記表現を含む第 2 の新たなデジタル歯科モデルを生成することと、

前記物理的な歯の組から前記後続歯科装置の全部又は一部を取り除く前に、前記コンピュータプロセッサが、前記第 2 の新たなデジタル歯科モデルに含まれる電子データに基づいて、第 3 の歯科装置を製造するのに使用されるのに好適な第 2 のデジタルデータを提供することと、

を更に含む、請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記後続歯科装置の製造が、

前記新たなデジタル歯科モデルにおける前記歯のうちの 1 つ又は複数の位置を所望の歯の配列に移動することにより、前記新たなデジタル歯科モデルを調整することと、

前記物理的な歯の組から前記現歯科装置を取り除く前に、前記コンピュータプロセッサが、前記所望の歯の配列に調整された前記新たなデジタル歯科モデルにおける前記電子データに基づいてリテーナ装置を製造すること

を更に含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記現デジタル歯科モデルを受け取る前記ステップが、

前記コンピュータプロセッサが、前記患者の前記物理的な歯の組の表現を含む前記現デジタル歯科モデルを受け取ることを更に含み、前記現歯科装置が、一組のブレース、取外し可能なプラスチックポジショニング歯科装置と共に使用されるアタッチメント、及び前記患者の歯肉の下の方に取り付けられる歯科装置、睡眠時無呼吸装置、スプリント、ブリッジ、インプラント、歯列矯正バンド、固定リンガルリテーナ及び一組のリンガルブレースからなる群から選択され、前記骨に取り付ける歯科装置が、一時的固定装置、ミニスクリュー、ミニプレート、ボールタイプ、ブラケットタイプ及びフックタイプからなる群から選択される、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記現歯科装置が、前記物理的な歯のうちの 2 つの間に歯間距離をもたらす歯列矯正バンドを含み、前記方法が、

前記コンピュータプロセッサが、前記歯間距離によって分離される前記新たなデジタル歯科モデルにおける前記物理的な歯の 2 つのうちの少なくとも一方の位置を、前記所望の歯の配列に調整するステップ

を更に含む、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 7】

前記セグメント化されたデジタル歯が、前記物理的な歯の組にいかなる歯科装置も適用されずに前記物理的な歯の組から導出されること、

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記現歯科装置の全て又は一部の前記第 2 表現を重ね合わせることが、

前記コンピュータプロセッサが、ブラケット、ワイヤ、ボタン、クリート、チューブ、フック、バンド、リガチャ、アライナアタッチメント及びオリングからなる群から選択された部分の前記第 2 表現を重ね合わせること

を更に含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 9】

前記コンピュータプロセッサが、前記患者の前記物理的な歯のうちの 1 つ又は複数に適用されていないときの前記現歯科装置の画像を受け取るステップと、

前記コンピュータプロセッサが、前記画像を前記第 2 表現として使用するステップと、
を更に含む、請求項 2 又は 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記コンピュータプロセッサが、前記現歯科装置と同じか又は同様のタイプの歯科装置である歯科装置の画像を受け取るステップと、

前記コンピュータプロセッサが、前記画像を前記第 2 表現として使用するステップと、
を更に含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 11】

前記コンピュータプロセッサが、歯科装置のライブラリから前記画像を受け取るステップ

を更に含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記新たなデジタル歯科モデルを生成する前記ステップが、

前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルの第 1 デジタル歯の上に第 2 デジタル歯を重ね合わせることであって、前記第 1 デジタル歯及び前記第 2 デジタル歯が同様である、重ね合わせること、

を更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記第 2 デジタル歯が、前記患者の前記物理的な歯から導出されていない複数のデジタル歯の平均である、

請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記第 1 デジタル歯及び前記第 2 デジタル歯の両方が前記患者の異なる物理的な歯を表す、
請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

前記第 2 デジタル歯が前記患者ではない人の物理的な歯を表す、
請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記コンピュータプロセッサが、前記第 1 デジタル歯のサイズに基づいて前記第 2 デジタル歯のサイズをスケーリングするステップ
を更に含む、請求項 1 2 から 1 5 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 1 7】

前記物理的な歯の組から前記現歯科装置の全て又は一部を取り除く前に、前記コンピュータプロセッサが、前記提供されたデジタルデータに基づいて前記後続歯科装置を製造するステップ
を更に含む、請求項 1 から 1 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 1 8】

患者の一組の物理的な歯から現歯科装置を取り除く前に後続デジタル歯科モデルを作製する際に使用可能な方法であって、

物理的な歯又は口腔に現歯科装置が取り付けられている前記患者の前記物理的な歯の組の表現を含む現デジタル歯科モデルを受け取るステップであって、前記現デジタル歯科モデルが、前記物理的な歯の組及び前記現歯科装置の直接デジタルスキャンであり、前記物理的な歯が、前記現歯科装置の全て又は一部が前記物理的な歯の組のうちの 1 つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にあり、前記治療位置は、最終的な歯の配列ではない中間の歯の配列である、ステップと、

20

前記現デジタル歯科モデルに基づいて、前記現歯科装置を含まない前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであり、前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルの第 1 のデジタル歯の上に前記第 1 のデジタル歯と同様の第 2 のデジタル歯を重ね合わせ、前記現デジタル歯科モデルの前記重ね合わされていない部分を除去することにより、前記新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであって、前記新たなデジタル歯科モデルが中間デジタル歯科モデルであり、一連の中間デジタル歯科モデルのうちの 1 つを生成するステップ、を含むステップと、
を含む方法。

30

【請求項 1 9】

患者の一組の物理的な歯から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製する際に使用可能な方法をコンピュータに実行させるプログラムであって、

前記コンピュータに、

物理的な歯又は口腔に現歯科装置が取り付けられている前記患者の前記物理的な歯の組の表現を含む現デジタル歯科モデルを受け取るステップであって、前記現デジタル歯科モデルが、前記物理的な歯の組及び前記現歯科装置の直接デジタルスキャンであり、前記物理的な歯が、前記現歯科装置の全て又は一部が前記物理的な歯の組のうちの 1 つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にあり、前記治療位置は、中間の歯の配列であり、前記後続歯科装置は、一連の中間の歯の配列を通して前記物理的な歯を移動させる一連の歯科装置の 1 つである、ステップと、

40

前記現デジタル歯科モデルに基づいて、前記現歯科装置を含まない前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル歯科モデルを生成するステップであり、前記コンピュータプロセッサが、前記現デジタル歯科モデルの第 1 のデジタル歯の上に前記第 1 のデジタル歯と同様の第 2 のデジタル歯を重ね合わせ、前記現デジタル歯科モデルの前記重ね合わされていない部分を除去することにより、前記新たなデジタル歯科モデルを生成するステ

50

ップであって、前記新たなデジタル歯科モデルが中間デジタル歯科モデルであり、一連の中間デジタル歯科モデルのうちの1つを生成するステップ、を含むステップと、
を実行させるためのプログラムであり、

前記生成するステップは、コンピュータにて自動化されており、

前記新たなデジタル歯科モデルが、前記物理的な歯の組から前記現歯科装置の全て又は一部を取り除く前に前記後続歯科装置を製造するための電子データを含む、

プログラム。

【請求項20】

前記新たなデジタル歯科モデルを生成する前記ステップが、

前記現歯科装置に関連するブラケットベースの下面の輪郭に基づいて、前記現デジタル
歯科モデルに関連するデジタル歯の一部の輪郭を推定すること
を更に含む、請求項19に記載のプログラム。

【請求項21】

前記新たなデジタル歯科モデルを生成する前記ステップが、

第2デジタル歯の領域に基づいて第1デジタル歯の前記領域の輪郭と確定すること
を更に含む、

前記第1デジタル歯の領域が、前記現歯科装置に関連する仮想ブラケットベースの真下にあり、前記第1デジタル歯が、前記現デジタル歯科モデルに関連する、請求項19又は20に記載のプログラム。

【請求項22】

前記物理的な歯が、所望の歯の配列に近いが前記所望の歯の配列にはなく、前記プログラムが、

前記所望の歯の配列に調整された前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル
歯科モデルを調整するステップと、

前記所望の歯の配列に調整された前記新たなデジタル歯科モデルにおける前記電子データに基づいてリテーナ装置を製造するための指示を出力するステップと、
を更に含む、請求項19から21のいずれか一項に記載のプログラム。

【請求項23】

前記現歯科装置が、少なくとも部分的に、前記物理的な歯のうちの2つの間の歯間空間をもたらし歯列矯正バンドを含み、前記プログラムが、

少なくとも部分的に前記歯列矯正バンドによってもたらされる前記歯間空間によって分離された前記新たなデジタル歯科モデルにおける前記2つの物理的な歯のうちの少なくとも一方の位置を調整することにより、前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル歯科モデルを調整するステップ

を更に含む、請求項22に記載のプログラム。

【請求項24】

患者の一群の物理的な歯から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製する際に使用可能なシステムであって、

1つまたはそれ以上のコンピュータプロセッサと、

物理的な歯又は口腔に現歯科装置が取り付けられている前記患者の前記物理的な歯の組の表現を含む現デジタル歯科モデルを受け取る現デジタル歯科モデル受取構成要素であって、前記現デジタル歯科モデルが、前記物理的な歯の組及び前記現歯科装置の直接デジタルスキャンであり、前記物理的な歯が、前記現歯科装置の全て又は一部が前記物理的な歯の組のうちの1つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にあり、前記治療位置は、中間の歯の配列であり、前記後続歯科装置は、一連の中間の歯の配列を通して前記物理的な歯を移動させる一連の歯科装置の1つである、現デジタル歯科モデル受取構成要素と、

前記現歯科装置を含まない前記物理的な歯の組の前記表現を含む新たなデジタル歯科モデルのコンピュータにより自動化された生成するための新たなデジタル歯科モデル生成構成要素であって、前記現デジタル歯科モデルに関連する対応する個々のデジタル歯の上に

セグメント化されたデジタル歯を重ね合わせ、重ね合わされていない部分を除去することにより前記新たなデジタル歯科モデルを生成する、前記新たなデジタル歯科モデル生成構成要素と、
を具備し、

前記新たなデジタル歯科モデルが、前記物理的な歯の組から前記現歯科装置の全て又は一部を取り除く前に、前記後続歯科装置を製造するための電子データを含み、

前記新たなデジタル歯科モデルが中間デジタル歯科モデルであり、前記新たなデジタル歯科モデル生成構成要素が、一連の中間デジタル歯科モデルのうちの1つを生成する、システム。

【請求項 2 5】

10

前記セグメント化されたデジタル歯が、前記現歯科装置が取り付けられていない前記患者の前記物理的な歯の組から取得されたデジタル歯科モデルから得られる、請求項 2 4 に記載のシステム。

【請求項 2 6】

前記セグメント化されたデジタル歯が、複数の物理的な歯の平均に基づく同様のデジタル歯である、請求項 2 4 に記載のシステム。

【請求項 2 7】

前記新たなデジタル歯科モデル生成構成要素が、

20

前記一連の中間デジタル歯科モデルのうちの1つに基づいて、前記一連の歯科装置の1つを生成する、請求項 2 4 から 2 6 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 2 8】

前記一連の中間デジタル歯科モデルが、前記患者の歯肉輪郭の一連の変化を近似する、請求項 2 7 に記載のシステム。

【請求項 2 9】

第1歯肉モデル化技法が前記患者の歯肉の第1部分に対して用いられ、第2歯肉モデル化技法が、前記患者の歯肉の第2部分に対して用いられる、請求項 2 8 に記載のシステム。

【請求項 3 0】

30

前記患者の前記歯肉輪郭の前記変化が、シミュレーションに基づいて確定される、請求項 2 8 又は 2 9 に記載のシステム。

【請求項 3 1】

前記患者の歯肉輪郭の前記変化が、シミュレーションを必要とすることなく前記患者の元の歯肉輪郭に基づいて確定される、請求項 2 8 又は 2 9 に記載のシステム。

【請求項 3 2】

前記患者の前記歯肉輪郭の前記変化が、前記歯肉輪郭が膨張するか又は縮小することによる、請求項 2 8 又は 2 9 に記載のシステム。

【請求項 3 3】

前記現デジタル歯科モデルが、口腔内スキャンを用いて得られる、請求項 2 4 から 3 2 のいずれか一項に記載のシステム。

40

【請求項 3 4】

前記後続歯科装置が、取外し可能なプラスチックポジショニング歯科装置である、請求項 2 4 から 3 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 3 5】

前記新たなデジタル歯科モデル生成構成要素が、前記現歯科装置又は前記現歯科装置の一部の少なくとも1つのユーザ選択ボクセルを受け取り、前記現歯科装置の境界又は前記現歯科装置によって覆われる前記歯の部分の前記選択されたボクセルに基づいて特定する、請求項 2 4 から 3 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 3 6】

50

前記新たなデジタル歯科モデル生成構成要素が、歯の表面の少なくとも1つのユーザ選択ボックスを受け取り、前記現歯科装置の境界又は前記現歯科装置によって覆われていない前記歯の部分の前記選択されたボックスに基づいて特定する、請求項24から35のいずれか一項に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、後続歯科装置を作製する際に使用可能な方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

多くの場合、患者は、歯列矯正ブレースが取り除かれた後に、患者の歯の位置が達成された歯の配列から逸脱するのを防止する為に、リテーナ、ポジショナ又はスプリント等の幾つかのタイプの歯科装置を装着する。一組のブレースは、本明細書において「現歯科装置」と呼ぶことにするものの一例である。現歯科装置を取り除いた後に装着される歯科装置を、本明細書では「後続歯科装置」と呼ぶことにする。リテーナが、後続歯科装置の例である。一方、歯列矯正ブレースを用いる患者は、治療中、接着されたブレースの装着を中断し、自身の治療の残りを、透明な取外し可能なプラスチックアライナ等の追加の歯科装置で終えることを望む場合がある。治療が、ブレースとそれに続く取外し可能なアライナとの組合せからなる場合、2つの治療段階の間で（ブレースが取り除かれた後の歯の移動を最小限にする為の）一時的な保持リテーナを製造する必要のないブレースとアライナとの間の遷移が望まれる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

後続歯科装置を製造する為に、現歯科装置を取り除いた後の時点と後続歯科装置が提供される時点との間に発生する可能性がある望ましくない歯の移動の量を最小限にする為に、現歯科装置が患者の歯に依然として取り付けられている状態で、物理的な印象を取ることができる。印象の為に現歯科装置を装着したままにすることにより、後続歯科装置を、歯が現歯科装置によって適所に保持されている間に製造し、現歯科装置が取り除かれた直後に提供することができることが望まれる。しかしながら、現歯科装置が患者に取り付けられた状態で取られる印象は、現歯科装置に、印象材が凝固する際に印象材にはまり込むアンダーカットが存在する為、臨床医だけでなく患者にとっても面倒であり得る。これは、患者にとって不快であり且つ厄介であるだけでなく、例えば、現歯科装置が依然として存在するときに係止された印象を歯から解放する為に過度な力が必要である場合、印象が歪むことになる可能性もある。印象の何らかの歪みの結果として、後続歯科装置が、提供されるときに患者の歯に十分に適合しない可能性がある。印象が取られた後であっても、技師は、印象から作製された任意の模型を手作業で洗浄し、現装置の全ての部品並びに印象を取ることによって発生したあらゆる歪み及び他の欠陥を手作業で除去する為に、著しい労力を費やさなければならなくなる。これらは、物理的印象が望ましくない理由の単なる幾つかの例に過ぎない。

【0004】

より多くの場合、治療専門家は、印象を取る前に現歯科装置が取り除かれるまで待つ。これにより、印象を取る際の現装置による問題のうちの幾つかが取り除かれるが、後続歯科装置を作製する為にかかる期間、一時的なリテーナが必要となるか又はリテーナがないことになる。後者の場合、後続歯科装置を歯に適用することができる前に歯が移動するというリスクがある。いずれの場合も、後続装置を適合させ且つ適用する為に治療専門家との次の予約も必要になる。

【0005】

発明を実施するための形態に組み込まれ且つその一部を形成する添付図面は、本発明の様々な実施形態を例示し、説明と共に、後述する原理について説明する役割を果たす。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1A】乃至

【図1D】、

【図1F】乃至

【図1G】様々な実施形態による、患者の夫々の物理的な歯及び歯肉を含む物理的な歯の組と、患者の物理的な歯の組に取り付けられた歯科装置の例とを示す。

【図1E】一実施形態による、歯列矯正バンドを取り除いた後の患者の物理的な歯を示す。

【図2A】乃至

10

【図6C】様々な実施形態による、新たなデジタル歯科モデルを生成する技法を示す。

【図7】一実施形態による、患者の歯肉の変化を示す。

【図8A】乃至

【図8B】様々な実施形態による、患者の口腔の内側に取り付けられた一時的固定装置（TAD: temporary anchorage device）800の例を示す。

【図9】一実施形態による、患者の物理的な歯の組から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製するシステムのブロック図である。

【図10】一実施形態による、患者の物理的な歯の組から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製する方法のフローチャートである。

【図11】乃至

20

【図15】様々な実施形態による、新たなデジタル歯科モデルを生成する方法のフローチャートを示す。

【図16】一実施形態による、1つの治療位置から別の治療位置まで移動させることができる患者の物理的な歯の組のうちの1つを表すデジタル歯1600を示す。

【図17】乃至

【図19】一実施形態による、患者の歯列における歯と歯茎との間の境界を画定する歯肉縁を特定し、歯肉の変化をシミュレートする技法を示す。

【発明を実施するための形態】

【0007】

この図面の簡単な説明で参照した図面は、特に示されていない限り、正確な尺度で描かれているものとして解釈されるべきではない。

30

【0008】

一実施形態によれば、デジタル画像等の現デジタル歯科モデルは、通常、現歯科装置が取り除かれ後続歯科装置と交換される直前に、患者の物理的な歯から、1つ又は複数の現歯科装置が物理的な歯に取り付けられた状態で作成される。後続装置が治療終了リテーナである場合、歯は、通常、歯の所望の配列又はその近くにある。後続装置が治療中途装置である場合、歯は、初期配列と所望の配列との間の治療配列にある。

【0009】

現デジタル歯科モデルを生成する為に、（口腔内スキャン、CBCT、又はレーザ及びコンピュータ断層撮影を含む物理的模型又は印象の様々なタイプスキャン等の）様々なタイプの直接若しくは間接的スキャン又は撮像を使用することができる。好ましい実施形態によれば、現デジタル歯科モデルは、現歯科装置が物理的な歯のうちの1つ又は複数に取り付けられている状態での物理的な歯の組の直接デジタルスキャンである。歯肉の真下の患者の骨等の患者の口腔に取り付けられている現歯科装置と共に、様々な実施形態を使用することも可能である。

40

【0010】

現歯科装置の例としては、特に、患者の歯のうちの1つ又は複数に取り付けられるのに好適な任意の歯科装置と、歯肉の真下の患者の骨に取り付けられるのに好適な歯科装置とが挙げられる。より具体的には、現歯科装置は、1つ又は複数の物品からなることができ、例として、（接着されたブラケット、ボタン、セメント接合されたバンド又はそれらの

50

組合せを含むことができる)一組のブレース、患者の口腔に取り付けられる一時的固定装置(TAD)、又は取外し可能なプラスチックポジショニング歯科装置(本明細書では「アライナ」とも呼ぶ)と共に使用されるのに好適な歯科アタッチメント、患者の歯肉の下
の骨に取り付けられるのに好適な歯科装置、睡眠時無呼吸装置、スプリント、ブリッジ、
インプラント、歯列矯正バンド、固定リンガルリテーナ、一組のリンガルブレース、又は
口腔の任意の部分に固定して取り付けられた任意の物品の全て又は一部であり得る。TAD
のタイプの例は、ミニスクリュー、ミニプレート、ボールタイプ、ブラケットタイプ及
びフックタイプである。現歯科装置を、患者の物理的な歯の顔側/頬側面、舌側面、歯肉
のいずれか又はそれらの組合せの上に配置することができる。

【0011】

10

(完全に又は部分的に)位置合せされた歯の新たなデジタル歯科モデルを、現歯科装置
がある歯のモデルに基づいて、又は現歯科装置のない位置合せされていない歯の先行す
るモデルから生成することができる。例えば、新たなデジタル歯科モデルを、本明細書に
記載するように特に、現デジタル歯科モデルから現歯科装置を除去することにより、又は
歯科装置のない(同じ患者の)以前の時点のデジタル歯を(歯科装置がある)現デジタル
歯科モデルにおける歯と同じ位置まで移動させることにより、生成することができる。一
実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデルの生成はコンピュータにより自動化されて
いる。新たなデジタル歯科モデルの生成を、完全に自動化するか又は実質的に自動化する
ことができる。

【0012】

20

新たなデジタル歯科モデルを用いて、患者の物理的な歯から現歯科装置を取り除く前に
後続歯科装置を製造することができる。後続歯科装置の例は、リテーナ、(アクティブ)
アライナ、エキスパンダ、スプリント又はマウスピース又はポジショナである。リテーナ
は、ホーレー(Hawley)、エシックス(Essix)型、ボンデッドワイヤ、任意
の真空形成型ステント、スプリングリテーナ、クリアスプリント又はそれらの組合せで
あり得る。スプリントの少なくとも1つの例は、特に顎矯正手術スプリントであり得る。

【0013】

一実施形態によれば、現デジタル歯科モデル及び新たなデジタル歯科モデルは、患者の
歯肉の一部を含む。例えば、現デジタル歯科モデル及び新たなデジタル歯科モデルは、少
なくとも後続歯科装置によって覆われるか又はそれに隣接する患者の歯肉の部分を含むこ
とができる。

30

【0014】

一実施形態によれば、現デジタル歯科モデル及び新たなデジタル歯科モデルは、本来の
歯であるか義歯(例えば、クラウン又はブリッジポンティック)であるかに関らず臨床的
に存在する患者の物理的な歯の全て(即ち、未萌出歯及び/又は埋伏歯は含まれない)を
表すデジタル歯を含むことができる。しかしながら、簡潔化の為に、図の多くは、患者の
物理的な歯のサブセットを示す。

【0015】

図1Aは、夫々の物理的な歯100a~100d及び歯肉102を含む患者の物理的な
歯の組100を示す。図1B~図1D、図1F及び図1Gは、様々な実施形態による、患
者の物理的な歯の組100に取り付けられた歯科装置112、122、132、152、
162の例を示す。簡潔化の為に、図1A~図1Gは、患者の物理的な歯の一部を示す。

40

【0016】

例110は、一組の歯列矯正ブレース112が取り付けられている患者の物理的な歯の
組100を示す。ブレース112の組は、1つ又は複数のブラケット、アーチワイヤ等を
含むことができる。例120は、アライナ等、取外し可能なプラスチックポジショニング
歯科装置と使用されるのに好適な歯科アタッチメント122と共に患者の物理的な歯の組
100を示す。例130は、患者の物理的な歯の組100に取り付けられた歯列矯正バン
ドを示す。例140は、歯列矯正バンド132が取り除かれた後の歯の側面の空間142
、146と歯の背面の空間144とを示す。例150は、固定されたリンガルリテーナ1

50

5 2を示す。例1 6 0は、リンガルブレースを示す。

【0 0 1 7】

図1 B、図1 C、図1 D、図1 F、図1 Gに示すような歯科ブラケット及び歯科アタッチメントを、歯科装置1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2はこの時点で患者の物理的な歯1 0 0に取り付けられている為、「現歯科装置」の幾つかの例とみなし、且つそう呼ぶものとする。歯科アタッチメント1 2 2は、アライナと使用されるアライナアタッチメントであり得る。

【0 0 1 8】

患者の物理的な歯の組1 0 0は、一実施形態によれば、所望の歯の配列にあるか又はそれに近い。一実施形態による所望の歯の配列は、歯列矯正治療の結果として達成される最終的な歯の配列である。一実施形態によれば、患者の物理的な歯1 0 0は、歯列矯正治療の結果として所望の歯の配列にあり得る。別の実施形態によれば、患者の物理的な歯1 0 0は、所望の歯の配列に近いが厳密にはその配列にはない。例えば、現歯科装置1 1 2により、セメント接合された歯列矯正バンド1 3 2（図1 D）等の特徴は、互いに隣接する2つの物理的な歯の間のわずかな空間を占める可能性がある。隣接する物理的な歯の間の空間1 4 2、1 4 6（図1 E）を、「歯間空間」と呼ぶことも可能である。バンドが取り除かれると、バンドの為に存在した歯間空間は閉鎖する。所望の歯の配列に近いが厳密には所望の歯の配列にない物理的な歯に対する様々な実施形態もまた適している。別の例は、歯が所望の歯の配列まで移動する前に、治療専門家が後続装置の作製を開始したい場合があるというものである。

【0 0 1 9】

多くの実施形態を一組のブレース1 1 2に関連して説明するが、現歯科装置は、患者の物理的な歯1 0 0のうちの1つ若しくは複数に又は口腔内の患者の組織に取り付けることができる任意のタイプの歯科装置であり得る。現歯科装置は、取外し可能なプラスチックポジショニング歯科装置と使用されるのに好適な任意のタイプの歯科装置であり得る。

【0 0 2 0】

図2 A～図2 Cは、一実施形態による新たなデジタル歯科モデルを生成する技法を示す。図2 Aは、患者のセグメント化されたデジタル歯2 0 0を示し、図2 Bは、現デジタル歯科モデル2 1 0を示し、図2 Cは、新たなデジタル歯科モデル2 2 0を示す。現デジタル歯科モデル2 1 0は、患者の物理的な歯の組1 0 0（図1 A）、及び患者の物理的な歯1 0 0にその時点で取り付けられている歯科装置1 1 2（図1 B）の表現である。

【0 0 2 1】

一実施形態によれば、患者の物理的な歯1 0 0にいかなる歯科装置もなしに、患者の物理的な歯1 0 0のデジタルスキャンが取得される。デジタルスキャンを、患者のセグメント化されたデジタル歯2 0 0を生成するように処理することができる。セグメント化されたデジタル歯2 0 0の各々2 0 0 a～2 0 0 dは、患者の物理的な歯1 0 0（図1 A）の異なる1つ1 0 0 a～1 0 0 d（図1 A）を表す。一実施形態によるセグメント化されたデジタル歯2 0 0の各々は、それら自体の1つ又は複数の軸及び3次元（3D）座標を有し、それにより、セグメント化されたデジタル歯の各々を3D空間に自由に配置することができる。例えば、図1 6に関連してより詳細に記載するように、現デジタル歯科モデル2 1 0又は新たなデジタル歯科モデル2 2 0のいずれかに関連する各個々のデジタル歯2 1 0 a～2 1 0 d、2 2 0 a～2 2 0 aの位置に基づいて、セグメント化されたデジタル歯2 0 0の各々をポジショニングする為に、3D座標単独、又は1つ若しくは複数の軸と組み合わせた3D座標を使用することができる。

【0 0 2 2】

セグメント化されたデジタル歯2 0 0 a～2 0 0 dの各々を、現デジタル歯科モデル2 1 0に関連する対応するデジタル歯2 1 0 a～2 1 0 dの上に重ね合わせることができる。共通して共有される（即ち、歯科装置によって覆われていない）表面を、基準及び重ね合せの為の基礎として使用することができる。そして、セグメント化されたデジタル歯2 0 0 a～2 0 0 dに対する新たな位置を、新たなデジタル歯科モデル2 2 0における等価

な歯の位置に基づいて、各個々の歯に割り当てることができる（新たなデジタル歯科モデル 220 を、セグメント化するか、セグメント化しないか、又は部分的にセグメント化することが可能である）。重ね合わされていない部分は、セグメント化されたデジタル歯 200 によって表されるような元のデジタル歯科モデルの一部ではない、現デジタル歯科モデル 210 のいずれかの部分を含む。例えば、重ね合わされていない部分は、現歯科装置 112 と、現歯科装置 112 を患者の物理的な歯 100（図 1B）に取り付ける為に使用される任意のセメントとを含むことができる。重ね合わされていない部分はまた、（例えば炎症による）歯肉の輪郭の変化を含む場合もある。新たなデジタル歯科モデル 220 を、現デジタル歯科モデル 210 の重ね合わされていない部分を除去することにより、又は重ね合わされていない部分なしに重ね合わされた部分に基づいて新たなデジタル歯科モデル 220 を生成することにより、生成することができる。

10

【0023】

図 3A～図 3C は、一実施形態による新たなデジタル歯科モデルを生成する技法を示す。図 3A は、現歯科装置の表現 300 を示し、図 3B は、現デジタル歯科モデル 210（図 2B）を示し、図 3C は、新たなデジタル歯科モデル 320 を示す。現歯科装置 300 の表現は、同じ物理的な歯科装置の取得された画像であり得る。例えば、歯科装置 112（図 1B）のデジタル画像は、歯科装置 112 が患者の物理的な歯 100（図 1A）に適用されていないときに取得されている可能性がある。現歯科装置 300 又は部分 300a、300b の表現は、例えば、タイプの異なる歯科装置のライブラリから得られた画像であり得る。得られた画像は、現歯科装置 112（図 1B）とタイプが同じか又は同様である異なる物理的歯科装置の画像であり得る。例えば、得られた画像は、現歯科装置 112（図 1B）と同じ型若しくはモデル又はそれらの組合せである異なる物理的歯科装置の画像であり得る。

20

【0024】

現歯科装置 112（図 1B）の全て 300 又は部分 300a、300b の表現を重ね合わせることができる。現歯科装置 112（図 1B）の部分 300a、300b の例は、ブラケット、ワイヤ、バンド、チューブ、クリート、ボタン、リガチャワイヤ、フック、アライナアタッチメント及びリングである。

【0025】

現歯科装置 300 の表現を、現デジタル歯科モデル 210（図 2B）の上に重ね合わせることができる。現歯科装置 300 の表現によって又は部分 300a、300b によって重ね合わされる現デジタル歯科モデル 210 の部分を確定することができる。新たなデジタル歯科モデル 320 を、例えば、現デジタル歯科モデル 210 から重ね合わされた部分を除去することにより、又は重ね合わされた部分なしに重ね合わされていない部分に基づいて新たなデジタル歯科モデル 320 を生成することにより、生成することができる。

30

【0026】

一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル 320 は、過剰なセメント又はセメントによる物理的な歯の表面に対するオフセット又はそれらの組合せの表現を含む可能性がある。したがって、新たなデジタル歯科モデル 320 に基づいて生成される後続歯科装置は、患者の物理的な歯 100（図 1A）に適合するが、例えば、新たなデジタル歯科モデル 220（図 2B）を用いて生成される後続歯科装置よりわずかに大きい可能性がある。様々な実施形態を用いて、過剰なセメントの表現を除去することができる。例えば、少なくとも図 5A～図 5C に関連して記載される様々な実施形態を用いて、過剰なセメントの表現を除去することができる。

40

【0027】

図 4A～図 4C は、一実施形態による新たなデジタル歯科モデルを生成する技法を示す。図 4A は、ブラケットベース 400 と、現デジタル歯科モデル 210 の一部であるデジタル歯 210b と、新たなデジタル歯科モデル 420 の一部である表現 420b とを示す。ブラケットベース 400 は、患者の為の現歯科装置 112（図 1B）に関連するか、又は現歯科装置 112（図 1B）と同様のタイプか又は同じタイプである歯科装置に関連す

50

る。ブラケットベース400の下面402は、デジタル歯210bの部分440の輪郭450に近似する輪郭404を有している。

【0028】

図4Bに示すように、ブラケットベース400は、デジタル歯210bの部分440にセメント430によって取り付けられている。一実施形態によれば、現デジタル歯科モデル210(図2B)に関連するデジタル歯210bの部分440の輪郭450は、ブラケットベース400の下面402の輪郭404に基づいて推定される。

【0029】

本明細書に述べるようなブラケットベースを除く歯科装置の、本明細書で述べるような他の部分に基づいて、デジタル歯の部分440の輪郭450を近似する為に、様々な実施形態が適している。例えば、デジタル歯の一部が接着されたリンガルワイヤの真下にある場合、接着されたリンガルワイヤの下の輪郭を用いてそのワイヤの真下にあるデジタル歯の部分の輪郭を推定する為に、様々な実施形態が適している。

【0030】

図4Cを参照すると、一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル420の新たなデジタル歯420bは、過剰なセメント430若しくはセメント430による物理的な歯の表面に対するオフセット又はそれらの組合せの表現を含む場合がある。例えば、セメント430は、デジタル歯210bの一部として現れる場合がある。したがって、新たなデジタル歯科モデル420(図4C)に基づいて生成される後続歯科装置は、患者の物理的な歯100(図1A)に適合するが、例えば新たなデジタル歯科モデル220(図2B)を用いて生成される後続歯科装置よりわずかに大きい可能性がある。したがって、過剰なセメント及び/又はオフセットのこうした表現を除去することが望ましい。過剰なセメント430の表現を除去する為に様々な実施形態を用いることができる。例えば、少なくとも図5A~図5Cに関連して記載する様々な実施形態を用いて、過剰なセメント430の表現を除去することができる。

【0031】

図5A~図5Cは、一実施形態による新たなデジタル歯科モデルを生成する技法を示す。図5Aは、各々が、現デジタル歯科モデル210に関連する夫々のデジタル歯210a~210d(図2B)に類似するデジタル歯500a~500dを示す。例えば、デジタル歯のライブラリからの複数のデジタル歯を平均することにより、同様のデジタル歯500a~500dを得ることができる。同様のデジタル歯500a~500dは、患者に関連する別の物理的な歯の画像であり得る。例えば、大部分の個人の中央平面が対称である為、患者の2つの前歯100b、100c(図1A)は、互いのおよそ鏡像である。患者の前歯のうち的一方100bのデジタル画像を、患者の対側の前歯100cのデジタル画像の鏡像に基づいて生成することができる。物理的な歯100a及び100d(図1A)もまた、互いに同様の可能性がある歯の例である。例えば、物理的な歯100aの鏡像をデジタル歯210dの上に重ね合わせることができ、又は物理的な歯100dの鏡像をデジタル歯210aの上に重ね合わせることができる。同様のデジタル歯500は、患者以外の別の人からの物理的な歯の画像であり得る。例えば、他の人を、患者と同様の人口統計に基づいて選択することができる。デジタル歯が互いに同様であるか否かを判断する為に使用される人口統計の例としては、性別、年齢、民族性、小、中又は大等の歯のサイズ、及び球根状又は平坦、直角又は先細り等の歯の形状が挙げられる。

【0032】

同様のデジタル歯500a~500dを、現デジタル歯科モデル210(図2B)におけるデジタル歯210a~210d(図2B)のサイズに基づいてサイズ変更することができる。例えば、同様のデジタル歯500a~500dを、現デジタル歯科モデル210におけるデジタル歯210a~210dのうちの1つと一致するか又はおよそ一致するようにサイズ変更することができる。一実施形態によれば、同様のデジタル歯500a~500dは、それが重ね合わさるデジタル歯210a~210dよりわずかに大きいようにサイズ変更され、それにより、後続歯科装置が患者の物理的な歯100(図1A)に適合

10

20

30

40

50

するのを確実にする。

【 0 0 3 3 】

一実施形態による同様のデジタル歯 5 0 0 a ~ 5 0 0 d は、本明細書で述べたようにそれ自体の 3 次元 (3 D) 座標を有し、それにより、同様のデジタル歯 5 0 0 a ~ 5 0 0 d を、例えば、現デジタル歯科モデル 2 1 0 又は新たなデジタル歯科モデル 5 2 0 のいずれかに関連する対応するデジタル歯 2 1 0 a ~ 2 1 0 d (図 2 B) の位置に基づいて、ポジショニングすることができる。

【 0 0 3 4 】

同様のデジタル歯 5 0 0 a ~ 5 0 0 d の各々を、現デジタル歯科モデル 2 1 0 に関連する対応するデジタル歯 2 1 0 a ~ 2 1 0 d (図 2 B) の上に重ね合わせることができる。同様のデジタル歯 5 0 0 a ~ 5 0 0 d の各々に関連する 3 D 座標を、重ね合せの一部としてリセットすることができる。次いで、重ね合わせられていない部分を確定することができる。例えば、重ね合わせられていない部分は、現歯科装置 1 1 2 (図 1 B) を含む。新たなデジタル歯科モデル 5 2 0 を、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B) の重ね合わせられていない部分を除去することにより、又は重ね合わせられていない部分なしに重ね合わせられた部分に基づいて新たなデジタル歯科モデル 5 2 0 を生成することによって生成することができる。

【 0 0 3 5 】

図 6 A ~ 図 6 C は、一実施形態による新たなデジタル歯科モデルを生成する技法を示す。現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B) におけるデジタル歯 2 1 0 b (図 2 B) の領域又はサブセット 6 3 0 は、現歯科装置 1 1 2 (図 1 B) の一部の真下にあってもよい。現歯科装置の一部の例は、ブラケット、ワイヤ、チューブ、クリート、ボタン、リガチャワイヤ、フック、バンド、アライナアタッチメント及び O リングである。一実施形態によれば、本明細書に記載するような同様のデジタル歯 6 0 0 の対応する領域又はサブセット 6 1 0 を用いて、現デジタル歯科モデル 2 1 0 におけるデジタル歯 2 1 0 b の隠れた領域又はサブセット 6 3 0 の輪郭を推定することができる。推定は、新たなデジタル歯科モデル 6 2 0 のデジタル歯 6 2 0 b に対するサブセット 6 4 0 の対応する領域において輪郭を生成する為に用いることができる。

【 0 0 3 6 】

一実施形態によれば、物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) は、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 A ~ 図 6 C) が生成されるとき、所望の歯の配列に近いが所望の歯の配列にはない場合がある。例えば、現歯科装置は、隣接する物理的な歯の歯間空間が完全に閉鎖しないようにする歯列矯正バンド 1 3 2 (図 1 D) 等の特徴を有する場合がある。別の例では、例えば旅行計画の為に、患者自身の歯 1 0 0 (図 1 A) が所望の歯の配列にないときに、その患者が治療に来られない場合がある。現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B) を、患者が旅行に出かける前に生成することができ、それにより、リテーナ等の後続歯科装置が、戻るとすぐに入手可能となり、その時点で、現装置のうちの 1 つ又は複数が取り除かれる。

【 0 0 3 7 】

したがって、一実施形態によれば、患者の物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) が所望の歯の配列に近いが所望の歯の配列にはないときに現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) を生成する為に、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) における 1 つ又は複数のデジタル歯の位置を、所望の歯の配列に調整することができる。特徴の 1 つ又は複数の寸法又は特徴の記述に関する情報を用いて、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) における 1 つ又は複数のデジタル歯の位置をいかに調整するかを確定することができる。例えば、歯列矯正バンド 1 3 2 (図 1 D) の場合、(既知の寸法又はスキャンから導出される測定値のいずれかとしての) 歯列矯正バンドの幅を用いて、バンドによって物理的に維持されていた歯間空間が、バンドが取り除かれるときに小さくなることを反映するように、デジタル歯の位置を調整することができる。所望の歯の配列に調整された新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) に基

10

20

30

40

50

づいて製造される後続歯科装置を用いて、物理的な歯を所望の歯の配列に移動させることができる。個々のデジタル歯の3D座標を、本明細書に述べるように位置調整の一部として調整することができ、それは例えば、個々にセグメント化されたデジタル歯をアーチ内でデジタル的に再配置することができることを意味する。

【0038】

図7は、一実施形態による患者の歯肉の変化を示す。図7は、患者の歯700のうちの1つ及び対応する歯肉710を示す。多くの場合、一組のブレース等、現歯科装置の後、患者の歯肉710は腫れあがっているか又は炎症を起こしている可能性がある。時間と適切な衛生法により、患者の歯肉710の腫れは低減する傾向があり、それにより歯肉の輪郭は縮小する。例えば、図7に示すように、患者の歯肉710は、 t_0 では基線にあり（治療前）、炎症を起こして時点 t_1 では最も拡大し、その後、時点 t_2 において炎症が治まるに従い拡大が小さくなり、時点 t_3 において正常に近いか又は正常に戻る。

【0039】

一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）は、後続歯科装置に近接するか若しくは後続歯科装置によって覆われ、又はそれらの組合せである患者の歯肉の部分を含む。一実施形態によれば、例えば、患者の歯肉輪郭730の変化を考慮する、一連の新たなデジタル歯科モデルを生成することができる。例えば、時点 t_1 における患者の歯肉710に適応する新たなデジタル歯科モデルを生成することができ、時点 t_2 における患者の歯肉710に適応する第2の新たなデジタル歯科モデルを生成することができ、時点 t_3 における患者の歯肉710に適応する第3の新たなデジタル歯科モデルを生成することができる。更に、図7に示すように、歯肉輪郭730は、例えば時点 t_0 から t_1 まで、720によって示すように増大する。現歯科装置112の一部（図1B）が患者の歯肉の近くに配置されている為、腫れあがった歯肉710に対して様々な実施形態もまた適している。

【0040】

一実施形態によれば、図17～図19に関連してより詳細に記載するように、患者の歯肉の1つ又は複数の変化はシミュレートされる。別の実施形態によれば、治療の前の患者の歯肉輪郭を用いて、患者の歯肉における1つ又は複数の変化が推定される。例えば、患者の歯肉の変化の前に又は歯科装置の適用の前に生成された患者の歯及び歯肉の時点 t_0 （図7）において取得されたデジタル歯科モデルを使用することができる。デジタル歯科モデルを得る為に、本明細書に述べるような任意のタイプの撮像又はスキャンを使用することができる。更に、現デジタル歯科モデルは、患者の物理的な歯が治療位置にあるか又は所望の歯の配列にあるか若しくはそれに近いときの患者の歯肉の輪郭の表現を含むことができる。従来のデジタル歯科モデル及び現デジタル歯科モデルを用いて、経時的に患者の歯肉の輪郭の変化を推定することができる。例えば、特に、線形曲線又は指数曲線を用いて、患者の予測された歯肉変化を推定することができる。一実施形態によれば、患者の歯肉輪郭は、後続歯科装置が適切に適合し、舌又は周囲の軟組織を刺激すると同時に、きつすぎる装置（装置によってかけられる圧力から下の組織を刺激する可能性がある）を提供する可能性がある、いかなる露出した縁も残さないようにモデル化される。一実施形態によれば、患者の歯肉は選択的にモデル化される。例えば、例示の為に、時点 t_3 における患者の歯肉の第1部分が腫れ上がり、時点 t_3 における患者の歯肉の第2部分が陥凹又は収縮したものとする。この場合、患者の歯肉の第1部分に対して、第1歯肉モデル化技法を用いることができ、患者の歯肉の第2部分に対して、第2歯肉モデル化技法を用いることができる。例えば、現歯科装置を取り除いた後に患者の歯肉において発生する変化を、第1部分に対するシミュレーション実施形態又は非シミュレーション実施形態を用いて追跡することができ、一方で、時点 t_0 において取得された患者の治療前歯肉輪郭を、シミュレーション実施形態又は非シミュレーション実施形態を使用しないか又は最小限の使用で、第2部分に対して用いることができる。

【0041】

図8A及び図8Bは、様々な実施形態による、患者の口腔に取り付けられた一時的固定

10

20

30

40

50

装置（TAD）800の例を示す。図8Aは、口腔810aの唇（又は顔）側に位置するTAD800を示し、図8Bは、ボタン820が口腔810bの舌側に位置する歯に接着されているTADを示す。一時的固定装置800は、現デジタル歯科モデル210（図2B～図6B）の一部であり得る現歯科装置の例であり、一時的固定装置800を除く新たなデジタル歯科モデルを生成する為に様々な実施形態が適している。様々な実施形態の目的で現デジタル歯科モデル及び新たなデジタル歯科モデルの一部であり得る口腔810の部分の例は、リテーナ等の後続歯科装置が部分的に重なる可能性がある口腔810の任意の部分である。歯肉の下歯槽骨は、患者の口腔810の一部の例である。固定装置の他の例は、骨スクリュー及びプレートである。TAD800は、例えば、特にワイヤ、エラストック又はリガチャを取り付ける目的で口腔に露出する端部において、特にボール、ブラケット又はフックを有することができる。

10

【0042】

歯肉に変化をもたらすTAD又は他のタイプの装置からもたらされる歯肉の変化に対しての様々な実施形態もまた適している。例えば、TADの一部は、通常、歯肉において下の骨に埋め込まれ、それにより、歯肉の一部が腫れあがる可能性がある。本明細書に述べるように、シミュレーション、シミュレーションを必要としない実施形態、及び（図7において時点t0に示す）患者の元の歯肉輪郭を用いる実施形態等、さまざまな実施形態が、歯科装置が口腔に取り付けられていることによる患者の歯肉の変化を計算し、推定し、確定するのに適している。

【0043】

20

本明細書に述べるように、簡潔化の為に、多くの実施形態を、一組のブレースを含む表現である現デジタル歯科モデル210に関連して記載した。しかしながら、本明細書に述べるように、アライナ等、取外し可能なプラスチックポジショニング歯科装置と使用されるのに適している現歯科装置122（図1B）を取り除く実施形態が適している。例えば、現歯科装置122が物理的な歯100に取り付けられている患者の物理的な歯100の組（図1A）の表現を含む現デジタル歯科モデルに対して、様々な実施形態が適している。一実施形態によれば、現歯科装置122の形状は、例えばセグメント化されたデジタル歯200によって表されるように、物理的な歯100の形状と組み合わせ、現デジタル歯科モデルの上に重ね合わせることで、本明細書で述べた様々な実施形態を用いて新たなデジタル歯科モデルを生成する一部として、維持されるか又は除去される部分を確定することができる。更に、異なる歯に対して異なる実施形態を用いる実施形態が適している。例えば、特に、審美的に、又は咬合調整の為に激しい接触を取り除く為に、現歯科装置122が取り付けられていない物理的な歯が変更された場合、その物理的な歯に対応する現デジタル歯科モデルからのデジタル歯をそれ自体の上に再び重ね合わせることができる。別の例では、物理的な歯に現歯科装置122が取り付けられている場合、現歯科装置122の適用前に取得されたその物理的な歯のデジタル画像を重ね合わせることができる。

30

【0044】

一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）の生成はコンピュータにより自動化されている。例えば、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）を生成する為に1つ又は複数のコンピュータプロセッサを使用することができる。一実施形態によれば、生成は、人の介入なしに、又は人の介入を必要とすることなく、完全に自動である。別の実施形態によれば、生成は、クリーンアップ及び再確認の為に幾分かの人を介する実質的に自動である。一実施形態によれば、システムは、人がデジタルイレーサを用いてデジタル部分を手動で除去するか又は新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）を生成する一部として現デジタル歯科モデル210（図2B～図6B）のデジタル部分をコピーする為に使用する、単なるコンピュータグラフィックスシステムではない。「コンピュータにより自動化されている」という句は、完全に自動であるか又は実質的に自動であることを指す為に用いるものとする。実質的に自動である一例は、ユーザが、現デジタル歯科モデル210（図2B～図

40

50

6 B) の示されている歯列矯正ブラケットの任意のボクセル又は 3 D 三角形等の点を選択することができ、システムは、例えばブラケット又はブラケット及びセメントを含むことができる選択された領域に接続された残りの部分を検出することができる。この場合、ユーザは、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) に対する最大 3 2 のデジタル歯に対して 1 つの点を特定し選択するのみであり得る。

【 0 0 4 5 】

様々な実施形態によれば、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) 及び新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) は 3 次元モデルである。様々な実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) を用いて、患者の物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) から現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G、図 8 A、図 8 B) を取り除く前に後続歯科装置を製造することができる。例えば、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) を用いて、本明細書に述べるような、特にリテーナ、スプリント又はポジションナ等の後続歯科装置を製造することができる。新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) を、特にセグメント化し、セグメント化せず、又は部分的にセグメント化することが可能である。

【 0 0 4 6 】

一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) は、患者の物理的な歯 1 0 0 a ~ 1 0 0 d (図 1 A) のいずれかに対応するいかなるデジタル歯根も含まないか、又は含む必要はない。一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) は、いかなるデジタル歯冠も含まないか、又は含む必要はない。一実施形態によれば、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) のデジタル歯 2 1 0 a ~ 2 1 0 d (図 2 B) の現時点の歯の配列は、誤差なしに又はずれなしには発生しなかったが計画された治療の為に発生した現時点の計画された歯の配列である。したがって、様々な実施形態によれば、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) 又は新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) のいずれも、患者の物理的な歯 1 0 0 a ~ 1 0 0 d (図 1 A) を、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) に関連する現時点の計画された歯の配列に先行した歯の配置にポジショニングされるようにする一部として使用されず、又は使用されることは不要である。

【 0 0 4 7 】

図 9 は、一実施形態による、患者の物理的な歯の組から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製するシステムのブロック図である。図 9 において特徴を表すブロックを、図示するものとは異なるように配置することができ、それらのブロックは、追加の特徴又は本明細書に記載するものより少ない特徴を実施することができる。更に、図 9 においてブロックによって表される特徴を、様々な方法で組み合わせることができる。システム 9 0 0 を、ハードウェア、ハードウェア及びソフトウェア、ハードウェア及びファームウェア、又はそれらの組合せを用いて実施することができる。

【 0 0 4 8 】

システム 9 0 0 は、現デジタル歯科モデル受取構成要素 9 1 0 と新たなデジタル歯科モデル生成構成要素 9 2 0 とを含む。新たなデジタル歯科モデルを、セグメント化するか、部分的にセグメント化するか、又はセグメント化しないものとすることができる。現デジタル歯科モデル受取構成要素 9 1 0 は、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G、図 8 A、図 8 B) が物理的な歯 1 0 0 又は口腔 8 1 0 a、8 1 0 b (図 8 A、図 8 B) に取り付けられている患者の物理的な歯の組 1 0 0 (図 1 A) の表現を含む現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) を受け取るのに好適であり、そこでは、物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) は、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 の全て又は一部が物理的な歯の組 1 0 0 のうちの 1 つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にある。別法として、受け取られた現デジタル歯科モデル 2 1 0 は、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、

820が、所望の歯の配列にあるか又はそれに近い物理的な歯100に取り付けられている患者の物理的な歯の組100の表現を含む。一実施形態によれば、受け取られた現デジタル歯科モデル210(図2B~図6B)は、物理的な歯の組100及び現歯科装置112、122、132、152、162、800、820の直接デジタルスキャンである。
【0049】

新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)を含まない物理的な歯の組100の表現を含む新たなデジタル歯科モデル220~620(図2C~図6C)のコンピュータにより自動化された生成に好適であり、ここでは、新たなデジタル歯科モデル220~620(図2C~図6C)は、物理的な歯の組100(図1A)又は口腔810a、810b(図8A、図8B)から現歯科装置112、122、132、152、162、800を取り除く前に後続歯科装置を製造するのに好適な電子データを含む。

10

【0050】

新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、現デジタル歯科モデル210(図2B)に関連する対応する個々のデジタル歯210a~210d(図2B)の上に患者のセグメント化されたデジタル歯200a~200d(図2A)を重ね合わせるのに更に好適である可能性があり、そこでは、セグメント化されたデジタル歯200a~200dは、現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)が取り付けられていない患者の物理的な歯の組100の取得されたデジタル歯科モデルから得られた。新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、第1表現210に関連する現歯科装置122(図1B)の上に現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)の全て300(図3A)又は部分300a、300b(図3A)の第2表現を重ね合わせるのに更に好適である可能性があり、そこでは、現歯科装置の第2表現300、300a、300b(図3A)は、歯科装置のライブラリと物理的な歯の組に適用されたときの現歯科装置の画像とからなる群から選択された供給源から得られる。新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、現デジタル歯科モデル210(図2B~図6B)に含まれるデジタル歯210bのサブセット440の輪郭450を推定するのに更に好適である可能性があり、そこでは、推定は、ブラケットベース300の下面402の輪郭404に基づく。新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、複数の物理的な歯の平均に基づいて同様のデジタル歯600を生成し、同様のデジタル歯600の対応する部分610に基づいて現デジタル歯科モデル210(図2B~図6B)のデジタル歯210bの部分630の輪郭を求めるのに更に好適であり得る。

20

30

【0051】

一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル220~620(図2C~図6C)は中間デジタル歯科モデルであり、新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、一連の中間デジタル歯科モデル(本明細書では「一連の新たなデジタル歯科モデル」とも呼ぶ)のうちの1つを生成するのに更に好適である。一連の中間デジタル歯科モデルは、本明細書に述べるように、患者の歯肉輪郭730(図7)の一連の変化を近似することができる。患者の歯肉輪郭730の変化を、本明細書に述べるようにシミュレーションに基づいて確定するか又は推定することができる。患者の歯肉輪郭730の変化を、本明細書に述べるようにシミュレーションを必要とすることなく患者の元の歯肉輪郭に基づいて確定するか又は推定することができる。患者の歯肉輪郭730の変化は、様々な時点t0から時点t3(図7)における歯肉輪郭の変化による可能性がある。

40

【0052】

一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル220~620(図2C~図6C)は中間デジタル歯科モデルであり、新たなデジタル歯科モデル生成構成要素920は、本明細書に述べるような一連の中間デジタル歯科モデル(本明細書では「一連の新たなデジタル歯科モデル」とも呼ぶ)のうちの1つを生成するのに更に好適である。

50

【 0 0 5 3 】

図 1 0 は、一実施形態による、患者の物理的な歯の組から現歯科装置を取り除く前に後続歯科装置を作製する方法のフローチャート 1 0 0 0 を示す。患者の物理的な歯の組 1 0 0 (図 1 A) 又は口腔 8 1 0 a、8 1 0 b (図 8 A、図 8 B) に、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G、図 8 A、図 8 B) が取り付けられている。現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B) を、様々なタイプのスキャン又は撮像を用いて生成することができる。例えば、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G) が取り付けられている、患者の物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) 又は患者の物理的な歯 1 0 0 及び口腔 8 1 0 a、8 1 0 b (図 8 A、図 8 B) の口腔内スキャンを用いて、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B ~ 図 6 B) を生成することができる。一実施形態によれば、現デジタル歯科モデルは、物理的な歯の組及び現歯科装置の直接デジタルスキャンである。

10

【 0 0 5 4 】

1 0 1 0 において、方法は開始する。1 0 2 0 において、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G、図 8 A、図 8 B) が物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) 又は口腔 8 1 0 a、8 1 0 b (図 8 A、図 8 B) に取り付けられている患者の物理的な歯の組 1 0 0 (図 1 A) の表現を含む、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 1 B ~ 図 6 B) が受け取られ、そこでは、物理的な歯 1 0 0 は、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 の全て又は一部が物理的な歯の組 1 0 0 のうちの 1 つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を用いることが望まれるとき、治療位置にある。別の実施形態によれば、受け取られた現デジタル歯科モデル 2 1 0 は、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 が所望の歯の配列にあるか又はそれに近い物理的な歯 1 0 0 に取り付けられている、患者の物理的な歯の組 1 0 0 の表現を含む。

20

【 0 0 5 5 】

現歯科装置は、患者の物理的な歯 1 0 0 (図 1 A) のうちの 1 つ又は複数に、又は患者の口腔 8 1 0 a、8 1 0 b (図 8 A、図 8 B) に取り付けることができる任意の歯科装置であり得る。

30

【 0 0 5 6 】

1 0 3 0 において、現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G、図 8 A、図 8 B) を含まずに物理的な歯の組 1 0 0 (図 1 A) の表現を含む新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) が、現デジタル歯科モデル 2 1 0 (図 2 B) に基づいて生成される。新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 ~ 6 2 0 (図 2 C ~ 図 6 C) を生成する為に様々な実施形態を用いることができ、それについて特に、図 1 1 ~ 図 1 5 に関連して記載するものとする。

【 0 0 5 7 】

図 2 A ~ 図 2 C 及び図 1 1 を参照すると、1 1 2 0 において、患者のセグメント化されたデジタル歯 2 0 0 の各々 2 0 0 a ~ 2 0 0 d が、現デジタル歯科モデル 2 1 0 に関連する対応するデジタル歯 2 1 0 a ~ 2 1 0 d の上に重ね合わされる。セグメント化されたデジタル歯 2 0 0 a ~ 2 0 0 d は、物理的な歯の組 1 0 0 にいかなる歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1 C、図 1 D、図 1 F、図 1 G、図 8 A、図 8 B) も適用されずに、物理的な歯の組 1 0 0 から導出される。1 1 3 0 において、現デジタル歯科モデル 2 1 0 の重ね合わされていない部分が、重ね合せ 1 1 2 0 に基づいて確定される。1 1 4 0 において、1 1 3 0 において確定された現デジタル歯科モデル 2 1 0 の重ね合わされていない部分を除去することにより、新たなデジタル歯科モデル 2 2 0 が生成される。

40

【 0 0 5 8 】

図 3 A ~ 図 3 C 及び図 1 2 を参照すると、1 2 2 0 において、第 1 表現 2 1 0 に関連する現歯科装置 1 1 2、1 2 2、1 3 2、1 5 2、1 6 2、8 0 0、8 2 0 (図 1 B、図 1

50

C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)の上に、現歯科装置の全て又は一部の第2表現300、300a、300bが重ね合わされ、そこでは、第1表現210は現デジタル歯科モデル210である。1230において、第1表現210(図3B)の重ね合わされた部分が、1220における重ね合わせに基づいて確定される。1240において、1230において確定された第1表現210の300、300a、300b(図3A)に関連する重ね合わされた部分を除去することにより、新たなデジタル歯科モデル320(図3C)が生成される。

【0059】

図4A~図4C及び図13を参照すると、1320において、現デジタル歯科モデル210に関連するデジタル歯210bの部分440の輪郭450が、現歯科装置112に
10
関連するブラケットベース400の下面402の輪郭404に基づいて推定される。1330において、例えば図3A~図3C及び図12に関連して述べたような表現210から、現歯科装置112が除去される。

【0060】

図5A~図5C及び図14を参照すると、1420において、現デジタル歯科モデル210の第1デジタル歯210bの上に、第2デジタル歯500bが重ね合わされ、そこでは、第1デジタル歯210b及び第2デジタル歯500bは同様である。第1例では、第1デジタル歯210bの上に重ね合わされる第2デジタル歯500bは、患者の物理的な歯100から導出されていない複数のデジタル歯の平均であり得る。第2例では、第1デ
20
ジタル歯210b及び第2デジタル歯500bは、患者の異なる物理的な歯を表すことができる。第3例では、第2デジタル歯500bは、患者ではない人の物理的な歯を表すことができる。第2デジタル歯500bのサイズを、重ね合わせる為に適している第1デジタル歯210bのサイズに基づいてスケールリングすることできる。例えば、第2デジタル歯500bを、第1デジタル歯210bのサイズに一致するか又はそれをわずかに超えるようなサイズとすることできる。1430において、新たなデジタル歯科モデル520は、表現の重ね合わされていない部分を除去することによって生成される。

【0061】

図6A~図6C及び図15を参照すると、1520において、現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)は、表現210からデジタル的に除去される。1530において、
30
現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)の真下の第1デジタル歯210bの領域630が確定され、そこでは、第1デジタル歯210bは現デジタル歯科モデル210に関連し、仮想部分は、現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)に関連する。仮想部分の例は、ブラケット、ワイヤ、ボタン、クリート、チューブ、フック、バンド、リガチャワイヤ、アライナアタッチメント及びリングである。

【0062】

以下は、新たなデジタル歯科モデルを生成する為に様々な実施形態の組み合わせる例である。現歯科装置300を、例えば、図3A~図3Cに示すような表現210から除去す
40
ることができ、現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)の仮想部分400の真下の第1デジタル歯210bの領域440を確定することができ、そこでは、第1デジタル歯210bは現デジタル歯科モデル210に関連し、仮想部分400は、例えば図4A~図4Cに記載し例示するような現歯科装置112、122、132、152、162、800、820(図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B)に関連する。第1デジタル歯210bと同様の第2デジタル歯600の領域610が受け取られ、第1デジタル歯の領域630の輪郭が、例えば図6A~図6Cに示すような第2デジタル歯600の領域610に基づいて再構築される。

【0063】

10

20

30

40

50

以下は、新たなデジタル歯科モデルを生成する為に様々な実施形態を組み合わせる別の例である。図2A～図2Cに示すような現デジタル歯科モデル210に関連するデジタル歯210aの上に、患者のセグメント化されたデジタル歯200a～200bを重ね合わせることができる。図3A～図3Cに関連して述べたような現デジタル歯科モデル210に関連する現歯科装置の上に、現歯科装置の全て又は一部の第2表現300、300a、300bを重ね合わせることができる。現デジタル歯科モデル210の第2デジタル歯210bの一部の輪郭を、図4Bに示すような現歯科装置112、122、132、152、162、800、820（図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B）の部分400の下面402の輪郭404に基づいて推定することができる。同様のデジタル歯500c、600の全て又は部分610を、図5A、図5B及び図6Aに関連して述べたような現デジタル歯科モデル210の第3デジタル歯210cの上に重ね合わせることができる。一実施形態によれば、第1デジタル歯210a、第2デジタル歯210b及び第3デジタル歯210cは、患者の物理的な歯100a～100cの異なるものに対応する。

【0064】

新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）における歯肉710（図7）又は本明細書で述べたように一連の新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）における、720（図7）によって示すような歯肉710の変化を含む、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）を生成する様々な実施形態もまた適している。本明細書に述べるように、TAD800（図8A、図8B）又は歯肉を

【0065】

一実施形態によれば、現デジタル歯科モデル210（図2B～図6B）が生成されるとき、物理的な歯100（図1A）は、所望の歯の配列に近いが所望の歯の配列にはない。したがって、一実施形態によれば、患者の物理的な歯100が所望の歯の配列に近いが所望の歯の配列にはないときに現デジタル歯科モデル210（図2B～図6B）が生成されるとき、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）における1つ又は複数のデジタル歯の位置は、所望の歯の配列に調整される。一実施形態によれば、歯列矯正バンド132（図1D）等、現歯科装置112、122、132、152、162、800、820（図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B）の特徴により、2つの物理的な歯100の間に歯間空間がある可能性がある。特徴の1つ又は複数の寸法又は特徴の記述に関する情報を用いて、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）における1つ又は複数のデジタル歯の位置をいかに調整するかを確定することができる。所望の歯の配列に調整された新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）に基づいて製造される後続歯科装置を用いて、物理的な歯100（図1A）を所望の歯の配列に移動させることができる。本明細書に述べるように、デジタル歯の3D座標を、位置の調整の一部として用いることができる。一実施形態によれば、現デジタル歯科モデル210（図2B～図6B）及び新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）は、各々が患者の物理的な歯100a～100b（図1A）のうちの1つに対応する、デジタル歯を含む。

【0066】

1040において、後続歯科装置を製造する為に使用するのに好適なデジタルデータが、物理的な歯の組100又は口腔801a、801b（図1A、図8A、図8B）から現歯科装置112、122、132、152、162、800、820（図1B、図1C、図1D、図1F、図1G、図8A、図8B）を取り除く前に、新たなデジタル歯科モデル220～620（図2C～図6C）に含まれる電子データに基づいて提供される。後続歯科装置の例は、リテーナ、（アクティブ）アライナ、スプリント、エキスパンダ又はポジショナである。リテーナは、ホーレー（Hawley）、エシックス（Essix）型リテーナ、ボンデッドワイヤ、真空成型型ステント、スプリングリテーナ型、クリアスプリ

ント型又はそれらの組合せであり得る。治療がブレースと取外し可能なアライナとの間の組合せである場合、後続装置は、リテーナと同様であるが、歯の歯列矯正移動を続けるように設計された、透明な取外し可能なアライナ又は一連のアライナであり得る。スプリントの少なくとも1つの例は、特に顎矯正手術スプリントである。一実施形態によれば、1040は任意選択的である。

【0067】

1050において、方法は終了する。1020における受け取るステップ及び1030における生成するステップは、一実施形態によれば、1つ又は複数のコンピュータプロセッサによって実行される。フローチャート1000には具体的な動作が開示されているが、こうした動作は例示的なものである。即ち、様々な他の動作又はフローチャート1000に列挙された動作の変形を実行する本発明の実施形態は特に適している。フローチャート1000の動作を、提示するものとは異なる順序で実行することができ、フローチャート1000の動作の全てを実行するとは限らないことが理解される。

10

【0068】

一実施形態によれば、物理的な歯の組から現歯科装置の全て又は一部を取り除く前に、新たなデジタル歯科モデルに含まれる電子データ等の提供されたデジタルデータに基づいて、後続歯科装置を製造することができる。例えば、新たなデジタル歯科モデルに含まれる電子データを用いて、ラピッドプロトタイプニング装置又はフライス削り装置を使用して型を製作し、型の上で後続歯科装置を成形することができる。

【0069】

20

図16は、一実施形態による、1つの治療位置から別の治療位置まで移動させることができる患者の物理的な歯の組のうちの1つを表すデジタル歯1600を示す。一実施形態によれば、デジタル歯1600は、1つ又は複数の軸と3次元(3D)座標とを有し、それにより3D空間において自由にポジショニングすることができる、セグメント化された又は部分的にセグメント化されたデジタル歯1600を表す。例えば、3D座標x、y及びzのみ又は1つ若しくは複数の軸1604、1606、1608と組み合わせた3D座標x、y及びzを、デジタル歯1600をポジショニングする為に使用することができる。

【0070】

デジタル歯1600をいかに移動させることができるかを記述する基準系として、デジタル歯1600を通して任意の中心線(CL)を引くことができる。この中心線(CL)に関して、歯1600を、軸1604、1606及び1608(1604が中心線である)によって表される直交方向に移動させることができる。矢印1610及び1612によって夫々示すように、中心線を、軸1608(歯根のアンギュレーション)及び軸1604(トルク)を中心に回転させることができる。更に、矢印1612によって表すように、歯1600を、中心線を中心に回転させることができる。したがって、歯1600の全てのあり得る自由形状運動を実行することができる。

30

【0071】

図17~図19は、一実施形態による、患者の歯列における歯と歯肉との間の境界を画定する歯肉縁を特定し、歯肉の変化をシミュレートする技法を示す。この技法は、咬合面に対しておよそ垂直な歯列モデルと交差する、一連の水平2D平面1780又はスライスの生成を含む。これらの平面1780の各々の歯列モデルの断面1782は、歯肉縁を表す尖頭1784、1786を含む。コンピュータは、上述したような尖頭検出技法のうちの1つ又は複数を適用することによって歯肉縁を特定する。

40

【0072】

1つの技法は、ボクセル近傍1788、1790が2D平面のうちの1つの上で、隣接する2D平面上の尖頭に対するコンピュータの探索に焦点を当てるように定義されているという点で、上述した近傍フィルタリング尖頭検出技法に非常に類似している。1つの2D平面上で一对の尖頭1784、1786を検出すると、コンピュータは、その対を包囲する所定数のボクセルを含むように1つ又は複数の近傍1788、1790を定義する。

50

コンピュータは、元の平面における近傍 1788、1790 のボクセルに対応する隣接する平面上のボクセルを特定することにより、隣接する 2D 平面上に近傍を投影する。そして、コンピュータは、隣接する平面上の 2 つの近傍において互いに最も近接して位置する一対の黒いボクセルを特定し、これらのボクセルを尖頭に位置するものとしてラベル付ける。コンピュータは、全ての残りの平面に対してこのプロセスを繰り返す。

【0073】

これらの自動化セグメンテーション技法の多くは、人支援技法とともに使用される場合により有用であり且つ効率的である。例えば、歯間又は歯肉縁の特定に依存する技法は、人のユーザが最初に、歯列モデルのグラフィカル表現において歯間又は歯肉尖頭を強調表示するときにより迅速に且つ有効に機能する。ユーザからこのタイプの情報を受け取る 1 つの技法は、2D 表現又は 3D 表現を表示し、ユーザがディスプレイにおいて個々のボクセルを強調表示するのを可能にすることによる。別の技法は、ユーザが、一連の 2D 断面スライスを通してスクロールして、歯間又は歯肉尖頭等の重要な特徴を表すボクセルを特定するのを可能にする。これらの技法のうちの幾つかは、カーソル及び境界ボックスマーカ等のユーザインタフェースツールに依存する。

【0074】

多くの場合、コンピュータは、歯列モデルをセグメント化する提案を生成し、その後、ユーザが最適な選択肢を選択するのを可能にする。例えば、アーチ曲線適合技法の 1 つのバージョンでは、コンピュータはカテナリ曲線又はスプライン曲線の候補を生成する必要がある、ユーザはそれを、数学的制御パラメータを操作することによって変更することができる。1 つの技法は、切断面候補である幾つかの面を表示することと、ユーザが適切な面を選択するのを可能にすることを含む。

【0075】

一実施形態によれば、コンピュータシステムに対して、患者の物理的な歯の組 100 (図 1A) から現歯科装置 112、122、132、152、162、820 (図 1B、図 1C、図 1D、図 1F、図 1G、図 8B) を取り除く前に後続歯科装置を作製する方法を実行させる、コンピュータ実行可能命令が格納されている有形のコンピュータ可読記憶媒体が提供される。一実施形態によれば、有形のコンピュータ可読記憶媒体は、現歯科装置 112、122、132、152、162、800、820 (図 1B、図 1C、図 1D、図 1F、図 1G、図 8A、図 8B) が物理的な歯 100 又は口腔 810a、810b (図 8A、図 8B) に取り付けられている患者の物理的な歯の組 100 (図 1A) の表現を含む現デジタル歯科モデル 210 (図 2B ~ 図 6B) を受け取るステップ 1020 を提供し、現デジタル歯科モデル 210 は、物理的な歯の組 100 及び現歯科装置 112、122、132、152、162、800、820 の直接デジタルスキャンであり、物理的な歯 100 は、現歯科装置 112、122、132、152、162、800、820 の全て又は一部が物理的な歯の組 100 のうちの 1 つ又は複数から取り除かれることが望まれ、且つ後続装置を使用することが望まれるときに、治療位置にある。

【0076】

一実施形態によれば、生成するステップ 1030 (図 10) は、コンピュータにより自動化されている。一実施形態によれば、新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) は、物理的な歯の組 100 (図 1A) 又は口腔 810a、810b (図 8A、図 8B) から現歯科装置 112、122、132、152、162、800、820 (図 1B、図 1C、図 1D、図 1F、図 1G、図 8A、図 8B) を取り除く前に後続歯科装置を製造するのに好適な電子データを含む。

【0077】

様々な実施形態による新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) は、患者の物理的な歯及び歯肉により適切に適合する後続歯科装置をより迅速により安価に作製するのを可能にする。様々な実施形態による新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) は、(例えば装着時の装置の快適さが向上することにより) 患者のコンプライアンスを向上させ、結果として再発の可能性を低減することができる。様々な

10

20

30

40

50

実施形態による新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) は、現歯科装置が依然として患者の物理的な歯に取り付けられている間に、後続歯科装置が新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) から作製される為、再発の可能性を著しく低減する。更に、後続歯科装置を、現歯科装置を取り除いた直後に適用することができる。更に、新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) を、物理的な印象を用いることなく、又は物理的な印象の使用及び例えば印象を取る前に歯をワックスで遮断する等の関連するプロセスを必要とすることなく作製することができる。様々な実施形態による新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) は、装置の除去及び後続装置の提供を 1 回の予約で組み合わせることができる為、物理的な印象を必要とする方法に比較して、必要な患者の予約の回数及び / 又は追加の装置の数を低減する。更に、新たなデジタル歯科モデル 220 ~ 620 (図 2C ~ 図 6C) は、手作業による印象を作製している間に発生する可能性がある歪みがなく、その為、後続装置の適合が不十分であることによる装置を作製しなおすリスク並びに関連する追加の時間及び労力が低減する。歯は、ブレースが取り除かれた場合のように歯列矯正の拘束手段のない期間、及びリテーナが提供される前に経過する期間を経る可能性が低い。医師が、ブレースと後続歯科装置とを円滑に遷移させることができる為、この暫定的な期間の間に移動を防止する一時的な歯科装置が不要となる。

10

【0078】

このように、主題の実施形態例について記載した。主題を、構造的特徴及び / 又は方法的行為に特有の用語で記載したが、添付の特許請求の範囲において定義されている主題は、上述した具体的な特徴又は行為に必ずしも限定されないことが理解されるべきである。むしろ、上述した具体的な特徴及び行為は、請求項を実施する形態例として開示されている。

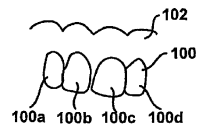
20

【0079】

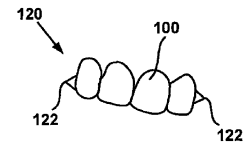
様々な実施形態を様々な組合せ及び例示で記載した。しかしながら、任意の 2 つ以上の実施形態又は特徴を組み合わせることができる。更に、任意の実施形態又は特徴を、他の任意の実施形態又は特徴とは別個に使用することができる。本明細書で用いる、特に「実施形態」「一実施形態」等の句は、必ずしも同じ実施形態を指していない。いかなる実施形態の特徴、構造又は特性も、1 つ又は複数の他の特徴、構造又は特性と任意の好適な方法で組み合わせることができる。

30

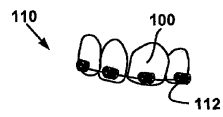
【図 1 A】



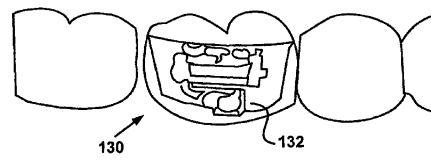
【図 1 C】



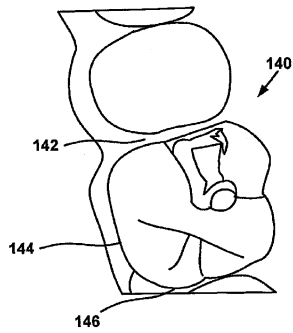
【図 1 B】



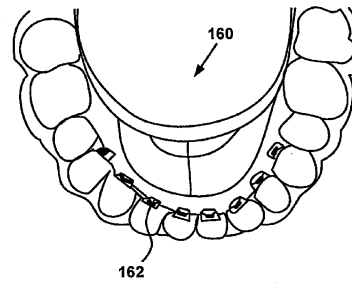
【図 1 D】



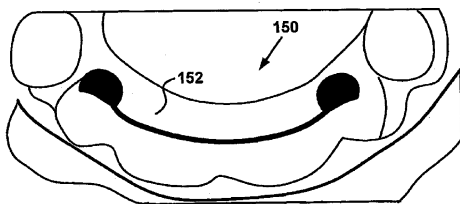
【図 1 E】



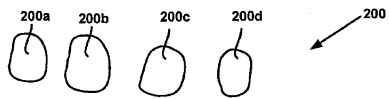
【図 1 G】



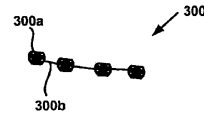
【図 1 F】



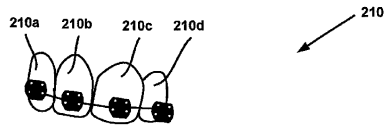
【図 2 A】



【図 3 A】



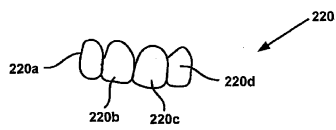
【図 2 B】



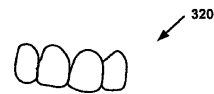
【図 3 B】



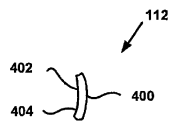
【図 2 C】



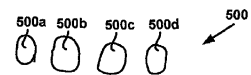
【図 3 C】



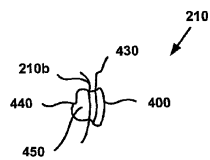
【図 4 A】



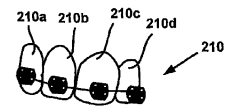
【図 5 A】



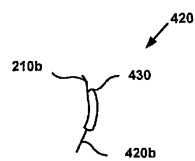
【図 4 B】



【図 5 B】



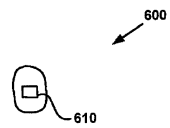
【図 4 C】



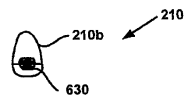
【図 5 C】



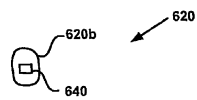
【図 6 A】



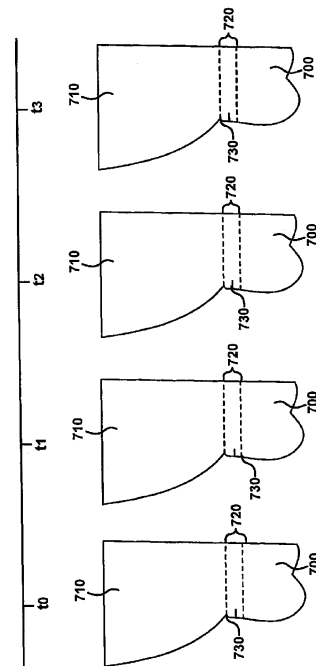
【図 6 B】



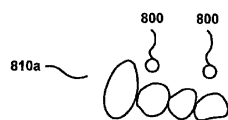
【図 6 C】



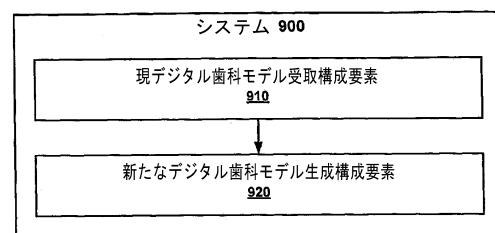
【図 7】



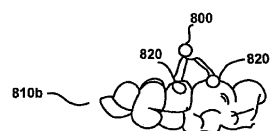
【図 8 A】



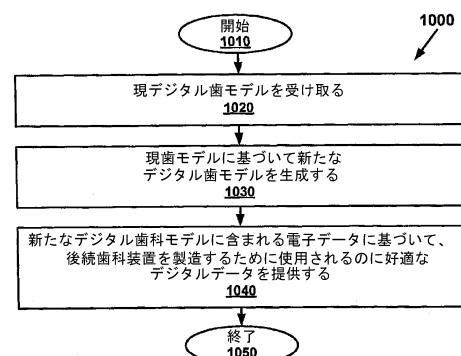
【図 9】



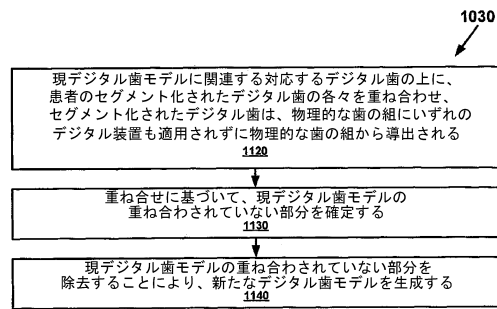
【図 8 B】



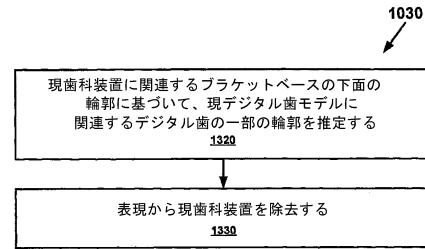
【図 10】



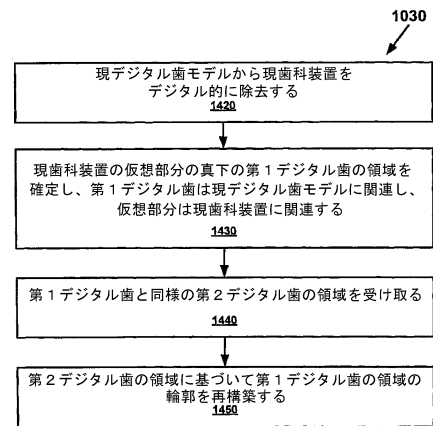
【図 1 1】



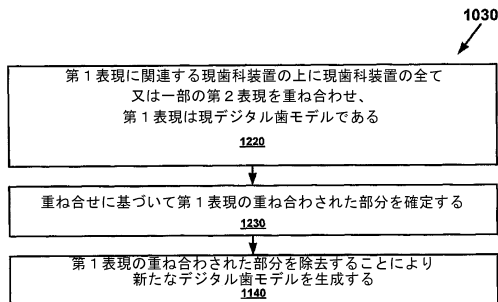
【図 1 3】



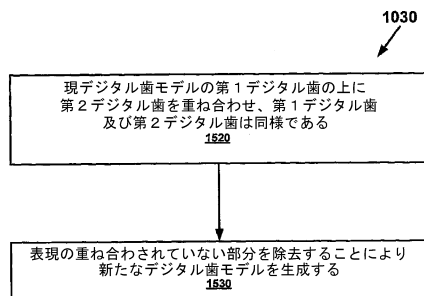
【図 1 4】



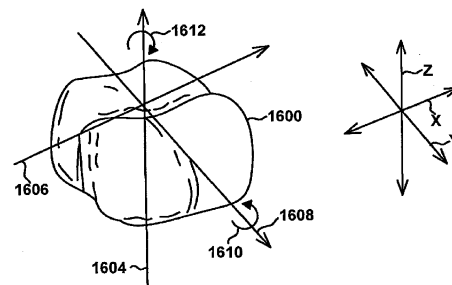
【図 1 2】



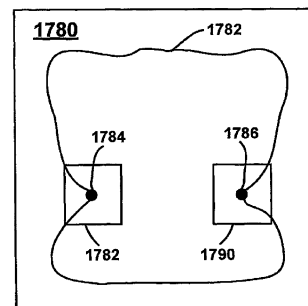
【図 1 5】



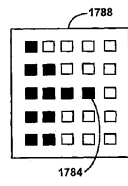
【図 1 6】



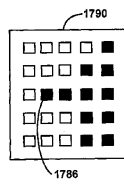
【図 1 7】



【図 18】



【図 19】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2011-507615(JP,A)
特表2010-514520(JP,A)
特表2009-544417(JP,A)
特開2011-087963(JP,A)
特表2003-521014(JP,A)
特表2004-504077(JP,A)
特表2011-510745(JP,A)
特表2011-500142(JP,A)
特開2010-155103(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61C 7/08

A61C 19/04