

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6039651号

(P6039651)

(45) 発行日 平成28年12月7日(2016. 12. 7)

(24) 登録日 平成28年11月11日(2016. 11. 11)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 C 13/36 (2006. 01)

A 6 1 C 13/36

G 0 6 F 17/50 (2006. 01)

G 0 6 F 17/50

6 2 6 C

G 0 6 F 17/50

6 8 0 Z

請求項の数 5 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-508845 (P2014-508845)
 (86) (22) 出願日 平成24年5月7日(2012. 5. 7)
 (65) 公表番号 特表2014-519364 (P2014-519364A)
 (43) 公表日 平成26年8月14日(2014. 8. 14)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/058329
 (87) 国際公開番号 W02012/152735
 (87) 国際公開日 平成24年11月15日(2012. 11. 15)
 審査請求日 平成27年4月6日(2015. 4. 6)
 (31) 優先権主張番号 13/102, 377
 (32) 優先日 平成23年5月6日(2011. 5. 6)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 500058187
 シロナ・デンタル・システムズ・ゲゼルシ
 ャフト・ミット・ベシュレンクテル・ハフ
 ツング
 ドイツ連邦共和国、デー- 6 4 6 2 5 ベ
 ンスハイム、ファブリークシュトラ-セ、
 3 1
 (74) 代理人 100114775
 弁理士 高岡 亮一
 (74) 代理人 100121511
 弁理士 小田 直
 (74) 代理人 100191086
 弁理士 高橋 香元

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 精密な歯科調製を可視化及び計画するための方法、システム、及びコンピュータ読み取り可能媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

歯科補綴物を作製するための方法であって、前記方法は、歯の修復部位の3次元(3D)の光学印象画像データと前記歯の修復部位の3Dのボリューム画像データを位置合わせすることと、前記歯の修復部位における軟組織に対応する画像データを、前記3Dの歯科印象画像データから除去すること、を含み、前記3Dの光学印象は前記3Dのボリューム画像データに位置合わせされ、前記3Dのボリューム画像データに位置合わせされた前記3Dの光学印象は、前記軟組織の歯肉の位置及び範囲を正確に撮像し、かつ前記歯の修復部位における硬組織から前記軟組織を識別し、前記3Dのボリューム画像データは、前記3Dの光学印象から前記軟組織の歯肉を除去するのに使用され、前記3Dのボリューム画像データは、コーンビームによるコンピュータ断層撮影法、トモシンセシス、超音波検査、磁気共鳴映像法、及び陽電子放出断層撮影法のうちどれかによって生成される1回以上の走査を含み、軟組織の歯肉及び硬組織の歯を含む3Dのボリューム画像は、これらの2つのタイプの組織の位置及び範囲を識別するのに使用され、歯の支台歯形成マージンに局所的な軟組織の歯肉に対応する画像データは、前記3Dのボリューム画像データ内での軟組織と硬組織との区別に基づいて、自動画像処理手順を自動的に使用して前記3Dの光学印象から除去される、方法。

【請求項 2】

前記3Dの光学印象画像データを生成することと、前記3Dのボリューム画像データを生成すること、を更に含み、前記歯の修復部位における軟組織に対応する前記画像データ

が除去されている前記 3 D の光学印象画像データに基づく歯科補綴物のモデルを生成することを更に含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記モデルに基づき前記歯科補綴物を作製することを更に含み、前記 3 D の光学印象画像データを生成することは、光学カメラにより 1 回以上走査することを含み、前記 3 D のボリューム画像データ、すなわち 3 D の X 線画像データを生成することは、X 線システムによって、コンピュータ断層撮影法により 1 回以上走査することを含み、前記位置合わせすること、前記除去すること、及び前記モデルを生成することのうちの少なくとも 1 つは、コンピュータ支援設計システムによって実施され、前記歯科補綴物を作製することは、コンピュータ支援製造のミリングシステムを使用して実施される、請求項 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記軟組織に対応する画像データが、前記歯の修復部位内の歯付近の歯肉組織の画像データである、請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

歯科補綴物を作製するためのシステムであって、前記システムは、以下のステップ：歯の修復部位の 3 次元（3 D）の光学印象画像データと前記歯の修復部位の 3 D のボリューム画像データを位置合わせすることと、前記歯の修復部位における軟組織に対応する画像データを、前記 3 D の歯科印象画像データから除去すること、を実施するように操作可能な、少なくとも 1 つのプロセッサを備え、前記 3 D の光学印象は前記 3 D のボリューム画像データに位置合わせされ、前記 3 D のボリューム画像データに位置合わせされた前記 3 D の光学印象は、前記軟組織の歯肉の位置及び範囲を正確に撮像し、かつ前記歯の修復部位における硬組織から前記軟組織を識別し、前記 3 D のボリューム画像データは、前記 3 D の光学印象から前記軟組織の歯肉を除去するのに使用され、前記 3 D のボリューム画像データは、コーンビームによるコンピュータ断層撮影法、トモシンセシス、超音波検査、磁気共鳴映像法、及び陽電子放出断層撮影法のうちどれかによって生成される 1 回以上の走査を含み、軟組織の歯肉及び硬組織の歯を含む 3 D のボリューム画像は、これらの 2 つのタイプの組織の位置及び範囲を識別するのに使用され、歯の支台歯形成マージンに局所的な軟組織の歯肉に対応する画像データは、前記 3 D のボリューム画像データ内での軟組織と硬組織との区別に基づいて、自動画像処理手順を自動的に使用して前記 3 D の光学印象から除去される、システム。

20

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

例示の態様は一般に、歯科修復に関し、具体的には、歯科補綴物を作製するための歯科用 CAD/CAM の使用に関する。

【背景技術】

【0002】

患者の 1 本以上の歯の修復又は復元は、クラウン及びブリッジなど、歯科補綴物の支台歯形成及び取り付けを伴うことが多い。歯科補綴物の支台歯形成の前には一般に、いずれかの損傷領域、疾患領域、齲蝕領域を除去すること、歯科補綴物に適した形状へと、硬組織の歯を除去すること（及び／又は表面再建すること）、並びに支台歯形成マージンを形成することを含む、補綴物の支台歯形成が行われる。支台歯形成マージンとは、歯科補綴物と歯硬組織の未修復表面との境界を定める歯の一部分である。例えば、歯科補綴物がクラウンである場合、支台歯形成マージンは、歯及び周囲の歯肉の境界である歯肉溝又は歯肉溝付近に位置付けられた隆起部であり得る。

40

【0003】

歯科補綴物の支台歯形成の前には、支台歯形成した歯及び修復部位内の周囲の歯肉を含む、修復部位の領域における患者の顎の印象の作製もまた行われる。多くの場合では、有形の印象が作製される。これは修復部位の印象を提供し、しばしば、口腔内成形型を使用

50

して作製され、この成形型から歯科補綴物が作製される。別の方法としては、修復部位の3次元(3D)画像データから、例えば可視光カメラを用いて撮影した光学印象など、デジタル印象が作製され得る。歯科補綴物の作製は一般に、修復部位の有形モデルに依存するため、デジタル印象から補綴物を作製することは、コンピュータ支援設計/コンピュータ支援製造(CAD/CAM)システムを必要とする。印象が有形又はデジタルであるかどうかに関わらず、印象は、支台歯形成した歯(具体的には支台歯形成マージン)及びその周囲の歯肉の身体的特徴を正確に反映しなければならない。精密な印象は、良好に適合する、すなわち、患者の歯の上に固定され、かつ長持ちし、見て美しい歯科補綴物を生み出すことができる。不適合な歯科補綴物は反対に、患者の感染又は疾患のリスクを高め、支台歯形成した歯及び隣接する歯のズレを生じさせる可能性がある。

10

【0004】

精密な印象を採得することは容易なことではない。歯科部位の有形の印象を採得する一般的な方法は、ポリビニルシロキサン(PVS)など、固体に硬化することができる液体成型材を使用することである。型材は液体を入れておくために印象トレイと組み合わせて使用される。液体成型材が入っているトレイは患者の口内に挿入され、修復部位上に押し付けられる。型材はその後口内で硬化し、修復部位の不変の印象が作製される。

【0005】

しかしながらこの方法は、患者の軟組織の歯肉が支台歯形成マージンを覆い隠すか、成形型又は支台歯形成マージン付近を干渉する際に、複雑となり得る。この障害の結果として、型材はしばしば、支台歯形成マージンを正確に記録することができず、この印象から作製された歯科補綴物が、支台歯形成した歯の上に良好に適合しない場合がある。軟組織を移動させるために、型材の硬化時にトレイにかける圧力を高めても、特に効果的ではないことが多い(特にマージンが歯肉縁に位置する時、又は歯肉縁の下に位置する時)。

20

【0006】

印象採得時に支台歯形成マージンを露出させるいくつかの従来技術がある。一部の技術は、軟組織の歯肉の移動によるものである。一例は、「バックコード」であり、1本以上の圧排コードが歯肉溝内に挿入される方法である。このコードは歯肉溝を強制的に広げ、歯肉溝から歯肉組織を移動させることによって、支台歯形成した歯の周囲の歯肉組織と歯自体の物理的分離を形成する。しかしながら、バックコードは時間のかかるプロセスである。それはまた、患者にとってかなりの痛みを生じさせる可能性があり、回復不能な歯肉の傷害につながる場合がある。歯肉組織を移動させる他の技術は、Expasy1(Kerr Corporation製の市販ペースト)など、歯肉圧排ペーストの使用であり、このペーストは歯肉溝に挿入することができ、歯肉溝においてこのペーストは、歯肉組織と歯の物理的分離を形成する。しかしながら、印象採得前にペーストを除去しなければならないため、歯肉組織の圧排は永久的ではなく、組織は、その圧排されていない位置まで戻ってしまい、印象と干渉する可能性がある。一部のペーストは、ペースト除去後の歯肉の分離を促進するための止血剤を含むが、これは一時的に圧排時間を長くするだけである。

30

【0007】

他の技術は軟組織の歯肉の除去に関する。例えば、電気外科用装置又は軟組織用レーザーを使用して歯肉組織を除去し、支台歯形成マージンを露出させることができる。しかしながら、歯肉組織を除去することは、マージンを十分に露出させるには適切でない場合がある。また、組織の除去が永久的となる場合があり、その結果、患者の口腔衛生に対して悪影響となるか、又は外観上不快なものとなり得る。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0008】

本明細書の例示の態様によると、歯科補綴物を作製する方法は、歯の修復部位の3Dの歯科印象画像データと歯の修復部位の3DのX線画像データを位置合わせすることと、歯の修復部位における軟組織に対応する画像データを、3Dの歯科印象画像データから除去

50

すること、を含む。

【0009】

本明細書の他の例示の態様によると、歯科補綴物を作製するシステムは、歯の修復部位の3Dの歯科印象画像データと、歯の修復部位の3DのX線画像データを位置合わせし、歯の修復部位における軟組織に対応する画像データを、3Dの歯科印象画像データから除去するように操作可能な、少なくとも1つのプロセッサを含む。

【0010】

更に、本明細書の他の例示の態様によると、命令シーケンスを記憶するコンピュータ読み取り可能媒体が提供される。命令シーケンスは、コンピュータシステムによって実行された時、コンピュータシステムに、歯の修復部位の3Dの歯科印象画像データと、歯の修復部位の3DのX線画像データを位置合わせさせる、及び、歯の修復部位における軟組織に対応する画像データを、3Dの歯科印象画像データから除去させる、命令を含む。

10

【0011】

本明細書の更に他の例示の態様によると、歯科補綴物を作製する方法は、歯の修復部位の3Dの歯科印象画像データと歯の修復部位の3Dのボリューム画像データを位置合わせすることと、歯の修復部位における軟組織に対応する画像データを、3Dの歯科印象画像データから除去すること、を含む。

【0012】

様々な例示の実施形態の更なる特徴及び利点、並びに構造及び操作は、添付の図面とともに以下に詳細に説明されている。

20

【図面の簡単な説明】

【0013】

例示の実施形態の特徴及び利点は、図面と関連づけられる、以下に示される詳細な説明から、更に明らかになるであろう。

【図1】本明細書の例示の実施形態による、歯科補綴物を作製する例示の方法のフローチャート。

【図2】本明細書の例示の実施形態によって構成されているシステムの図。

【図3】本明細書の例示の実施形態の実施において使用され得る、例示のコンピュータシステム又は装置の構成図。

【発明を実施するための形態】

30

【0014】

本明細書に記載の例示の実施形態は、歯科CAD/CAMを使用して、歯科補綴物を作製する方法、装置、コンピュータプログラム、及びシステムに関する。例示の実施形態において、歯の修復部位の3Dの歯科印象画像データ及び3DのX線画像データが生成される。画像データを位置合わせすることによって、印象により撮像された歯科構造体は、X線データにより撮像された歯科構造体と比較することができる（逆もまた同様）。具体的には、歯の修復部位における軟組織に対応する画像データは、3Dの歯科印象画像データから除去することができる。

【0015】

歯の修復部位または修復部位全体は、患者の口腔の領域であり、ここでは1本以上の歯が歯科補綴物によって修復され、復元され、又は置き換えられ得る。修復部位は、例えば患者が歯を喪失した時、又は歯科印象のための支台歯形成時に歯が取り除かれている時など、歯が失われている領域を含み得る（又は含まない場合がある）。歯の修復部位は、歯科補綴物によって直接影響を受ける歯に隣接した歯を含み得るが、そのような歯を含まなくてもよい。歯の修復部位は、この部位に局所的に位置する歯（硬組織）、及びこの歯の周囲の歯肉（軟組織）を含むことが多く、また、時にはその部位に局所的な口腔のその他任意の部分、例えば歯槽骨を含むこともある。選択的歯科治療又は美容歯科治療は、本明細書に記載の例示の実施形態を伴う場合があるので、歯の修復部位は、実際の修復又は復元を受ける歯を含む必要はないと理解すべきである。

40

【0016】

50

歯科補綴物は一般に、例えば修復部位における患者の歯列の一部又は全てと置き換わる人工的、又は人造の構造体である。歯科補綴物の一部の実施例には、フルクラウン若しくは部分的クラウン、ブリッジ、インレー、アンレー、及びベニヤなどの歯の復元、総義歯、歯科インプラントなどが挙げられるがこれらに限定しない。歯科補綴物は永久的又は一時的であってもよく、その使用は臨床的に指示されたもの、又は患者によって選択されたものであり得る。

【0017】

支台歯形成した歯に密閉部を形成できる歯科補綴物は、良好な構造的一体性を有することができ、かつ長持ちし、外見上美しいものである。そのような補綴物は、上述のように、補綴物の基となる歯科印象の採得中に軟組織の歯肉が支台歯形成した歯の支台歯形成マージンと干渉する時、作製及び／又は取り付けることが難しい場合がある。歯肉組織の移動又は除去は、この干渉を除去又は補正するのに適した方法でない場合がある。一方で、修復部位の3D画像データを操作することにより、歯肉組織の干渉を除去することは、作製及び取り付け時の両方において、かつ長期間において歯科補綴物の精度及び品質を改善することができ、また同時に、患者に対して快適な経験をもたらすことができる。

【0018】

図2は、本明細書の例示の実施形態によって構成されているシステムの図である。臨床用インターフェース201は、デジタル印象装置202、X線装置203、及び歯科用CAD/CAM装置204に接続されている。一実施例では、臨床用インターフェース201は、装置202、203、及び204を制御するように（又はこれらの装置によって制御されるように）構成され得る。臨床用インターフェース201はまた、装置202、203、及び204にデータを送信及び受信するように構成されてもよい。図2は、臨床用インターフェース201を、装置202、203、及び204とは別個の構成要素として示しているが、他の実施形態では、臨床用インターフェース201は、装置202、203、及び204に含まれてもよく、ないしはこれらの装置のうち1つ以上のものの一部を形成してもよい。

【0019】

臨床用インターフェース201は例えば、それを通じてユーザーが、臨床用インターフェース201に接続されている他の装置と情報のやりとり及び／又は制御ができる、情報を入力できる、及び／又は出力された情報が表示される、グラフィカルユーザーインターフェース（GUI）又は他のタイプのユーザーインターフェースを含んでもよい。（しかしながら、そのような性能は、ユーザーによる他の装置との直接的な情報のやりとり及び／又は制御を排除せず、また、いずれか他の装置がそれ自体のユーザーインターフェースを有することも排除しない。）1つの例示の実施形態において、臨床用インターフェース201は、臨床用インターフェース201に接続された他の装置間のデータフローを制御する性能を有する。

【0020】

図2のシステムにおいて、デジタル印象装置202は、歯の修復部位の3Dの光学印象を採得するように配置されている。一実施例において、デジタル印象装置202は、可視波長において画像データを取得する光学デジタルカメラ202a、例えば青色発光ダイオード（LED）を含む携帯式デジタル取得カメラ又は他のタイプの画像取得装置を含む。様々な実施例では、光学デジタルカメラ202aは、撮像処理を実施し、口腔内（例えば患者の口の内部で生じる画像取得）及び／又は口腔外（例えば患者の口の外部で生じる画像取得）で画像データを生成する。様々な実施例では、光学デジタルカメラ202aは、自動的（例えばユーザーが介入することなく）又はオペレータの命令に応答して手動により画像取得を実施することができる。更に、一実施例では、光学デジタルカメラ202aは、取得画像の被写界深度及び露光時間を自動的に決定することができる。

【0021】

X線装置203は、歯の修復部位の3D診断X線撮影をするように配置されている。一実施例では、X線装置203は例えば、X線発振器203a、及び入射光からデジタル信

10

20

30

40

50

号を生成する電荷結合装置（ＣＣＤ）などのＸ線検出器２０３ｂを含む、３Ｄ Ｘ線システムを含む。３Ｄ Ｘ線システムは、このシステムに基づきＸ線画像データを生成する。３Ｄ Ｘ線システムは、そのような手法を口腔内又は口腔外で実施する。口腔内用３Ｄ Ｘ線システムの一例は、ＥＬＴＥＣＨ－Ｍｅｄ（Ｓａｉｎｔ Ｐｅｔｅｒｓｂｕｒｇ，Ｒｕｓｓｉａ）製のＰＡＲＤＵＳ－Ｓｔｏｍａシステムである。Ｘ線発振器２０３ａ及びＸ線検出器２０３ｂは、患者に対して個別に、及び／又は同期的に可動し得る。一実施例では、３Ｄ Ｘ線システムは、例えばコンピュータ断層撮影（ＣＴ）スキャンによる画像データを取得し（このＣＴスキャンでは３Ｄ画像データは、複数の２次元画像から生成される）、コーンビームによる断層撮影を実施することができるが、他の実施例では、他のタイプの走査が実施されてもよく、他のタイプの画像が取得されてもよい。

10

【００２２】

例示の実施形態は装置２０２及び２０３を別個の構成要素として示しているが、他の実施形態（不図示）では、デジタル印象装置２０２及びＸ線装置２０３は、単一の装置若しくはシステムに組み込まれるか、又は組み合わせられてもよい。例えば、装置２０３及び２０４の機能は、単一の撮像装置によって実施することができ（例えば、３Ｄの光学印象採得のための構成要素、及び３Ｄの診断Ｘ線撮影をするための構成要素を収容する単一のハウジング）、これによって３Ｄの光学印象及び３Ｄの診断Ｘ線撮影の画像データが単一の装置によって生成されることを可能にする。

【００２３】

歯科用ＣＡＤ／ＣＡＭ装置２０４は、画像データに画像処理を実施するように設定される。例示の実施形態では、歯科用ＣＡＤ／ＣＡＭ装置は、ＣＡＤの手法を使用して歯科補綴物を設計するように、及び／又はＣＡＭの手法を使用して歯科補綴物を作製するように更に設定される。

20

【００２４】

一実施例では、歯科用ＣＡＤ／ＣＡＭ装置２０４は、モデリングシステム２０４ａ及びミリングシステム２０４ｂを含む。モデリングシステム２０４ａは、画像処理及びＣＡＤ設計を実行する。モデリングシステム２０４ａは、画像データを使用して歯科補綴物のＣＡＤモデルを設計する設計ソフトウェアを含む。一実施例では、設計ソフトウェアは、ユーザーが入力することなくＣＡＤモデルを生成する。他の実施例では、設計ソフトウェアは、部分的に自動で、一部はユーザーの入力（例えば支台歯形成マージンなど、手動による具体的な表面のマーキング）により動作する。例示の実施形態では、モデリングシステムは、歯及び／又は歯科修復のＣＡＤモデルの関連データベース２０４ｃを有し、歯科補綴物のＣＡＤモデルの設計を促進する。

30

【００２５】

ミリングシステム２０４ｂは、歯科補綴物の製造工程を実施するように構成されている。例示の実施例では、ミリングシステム２０４ｂは、ＣＡＤモデルに基づいて、材料ブロックを所定の形状にミリング加工、切断、及び／又は切削することによって歯科補綴物を作製する、１つ以上のコンピュータ制御バー（不図示）又は他の切削及び／又は切断構成要素を有するミリング装置を有する。

【００２６】

40

例示の実施形態では、歯科用ＣＡＤ／ＣＡＭ装置２０４は、焼結処理など歯科補綴物の作製における追加の処理ステップを実施する、ポストプロダクションシステム２０４ｄを更に含む。

【００２７】

図２に例示されたシステムの構成要素は、ソフトウェア、ハードウェア、又はこれらの組み合わせを含んでもよく、これらの構成要素の少なくとも一部は、コンピュータシステムを含み（又はコンピュータシステム内部に組み込まれ）、これらのうちの一実施例は、図３に関連して以下に説明されている。

【００２８】

図１は、歯科補綴物を作製する例示的方法のフローチャートである。図１に示されている

50

方法の様々なステップは、図2に示されている1つ以上の構成要素を使用して実施できる。例示の実施形態では、ステップ104は、デジタル印象装置202を使用して実施され、ステップ106は、X線装置203を使用して実施され、ステップ108、110、及び112は歯科用CAD/CAM装置204を使用して実施される。

【0029】

ステップ102において、歯科補綴物に適していると特定された歯（又は歯科補綴物によって影響を受けると特定された歯）は、デジタル印象用に支台歯が形成される。ステップ102において実施され得る手順には、例示の目的でありかつこれらに限定されないが、修復部位における歯の表面及び歯肉表面の清浄、歯のエナメル質の一部又は全てを含め硬組織の歯の除去、並びに、例えばアマルガム若しくは樹脂の塗布による歯構造の強化のうちの1つ以上を含む。ステップ102はまた、歯科補綴物がブリッジ又は義歯である場合、又は修復部位に隣接する歯が再形成されなくてはならない場合など、対象の用途に適していると見なされた時、複数の歯の部位及び／又は単一の歯の支台歯形成を伴う場合がある。当業者ならば、特定の状況において、歯の修復部位は、カスタム歯科補綴物を作製する他のステップを良好に実施するために、支台歯形成を一切必要としない場合があるということを理解するであろう。したがって、ステップ102の少なくとも一部は任意であり得る。

10

【0030】

ステップ104において、修復部位の3Dの光学印象が採得される。例示の実施形態では、3Dの光学印象がステップ104において、例えばデジタル印象装置202によって採得され、これは修復部位の可視表面特徴部（例えば、歯及び歯肉の外に露出した表面）の記録を生成する。一実施例では、デジタル印象装置202の少なくとも一部（例えば、光学デジタルカメラ202a）は、3Dの光学印象が口腔内で採得できるように、患者の口腔に挿入される。他の実施例では、修復部位の画像を取得するための口腔外の技術が採用される。また1つの非限定例では、画像データ取得において、光学デジタルカメラ202aは、修復部位全体の3Dの光学印象を採得するために、修復部位の走査を複数実施する。

20

【0031】

しかしながら、ステップ104において採得した3Dの光学印象は、CAD/CAMの手法を使用して精密な歯科補綴物を作製するには十分でない場合がある。軟組織の歯肉と硬組織の歯の境界面は、歯肉溝において生じ、典型的には、歯肉組織の隆起した縁部に、すなわち辺縁歯肉は歯肉溝を包囲する。したがって、支台歯形成した歯の支台歯形成マージンが歯肉溝の通常的位置の付近又はその下に位置する時、3Dの光学印象採得の際に支台歯形成マージンの撮像と干渉する場合がある。したがって、本発明者らは、歯の支台歯形成マージンに関する他のソースの情報（例えば、支台歯形成マージンを正確に記録する画像データなど）が、歯科補綴物を形成させるのに有用であるということを見出した。

30

【0032】

ステップ106では、修復部位の3Dの診断のX線画像は、修復部位、及びこの下層の解剖構造に関する情報を記録するように取得される。一実施例では、修復部位の内部の特徴を記録するためにステップ106が実施される。例えば、軟組織の歯肉及び硬組織の歯は、密度及び組成において異なり得るため、修復部位のX線画像は、歯肉溝における歯と歯肉の境界面及びこの歯肉溝の下輪郭を示すことができる。X線画像はまた、歯肉と歯槽骨の境界面の輪郭、及び歯のエナメル質とセメント質の組織の境界面を記録することができる。したがって、軟組織の歯肉及び硬組織の歯を含む3Dの診断X線撮影を使用して、これらの2つのタイプの組織の位置及び範囲を識別することができる。

40

【0033】

3DのX線画像は、撮像された構造体のボリュームに関するデータを含み得る（又は含むように操作され得る）。したがって、ステップ106において取得された3Dの診断X線画像は、修復部位の軟組織の歯肉及び硬組織の歯に関するボリュームのデータを含み得る。

50

【0034】

口腔内の軟組織と硬組織を識別する性能は、軟組織の歯肉の画像データを、口腔内の他の硬組織の構造体の画像データと別個に操作することを可能にする。例えば、軟組織の歯肉のX線画像データは、ステップ110に関連して以下に説明されているように、様々な3D画像から除去されてもよい。

【0035】

様々な例示的实施形態では、3Dの診断X線はX線装置（システム）203によって取得される。X線装置203の構成によっては、患者は3Dの診断X線撮影がされている間、座っている、又は立っている。X線装置203は、修復部位を含む複数のX線走査を行うように構成されてもよい。一実施例では、X線装置203により取得される画像データは、コンピュータ断層撮影（CT）スキャンに取得される。走査時に、発振器203a及び／又は検出器203bは、患者に対して個別に、又は同期的に可動である。例えば、ユーザーの選択又は臨床的知見により、ステップ106における診断X線撮影は、図1に示されるようにステップ104における3Dの光学印象の後で実施する代わりに、ステップ104における3Dの光学印象の前に取得されてもよい。他の例示的实施形態では、ステップ106は、ステップ104と同時に、又はほぼ同時に実施される。

【0036】

ステップ108において、ステップ104の3Dの光学印象からの画像データ及びステップ106の3Dの診断X線撮影からの画像データが位置合わせされる。光学画像とX線撮影の画像を位置合わせする例示の手法は、2001年11月20日発行の米国特許第6,319,006号、表題「Method for producing a drill assistance device for a tooth implant」に説明されており、その全体を参照により本明細書に援用する。1つの非限定例において、位置合わせは、1つ以上のセットの画像データが、画像データのセットに共通な基準系を取得するために処理されるプロセスである。一実施例では、位置合わせは、画像の位置合わせを含む場合がある。様々なセットの画像データが異なる撮像条件を有している一実施例では（例えば、様々な撮像手段により取得されている、又は異なる時間において取得されている）、位置合わせは、例えば画像データのセットを組み合わせる前に、複数のセットから単一の一貫性のある画像を表示する前に、あるいは1つ以上のセットからのデータ操作又は計算を実施する前に行ってもよい。対象の用途によっては、位置合わせは1つ以上のセットの画像データを組み合わせること、修正すること、及び／又は変更することを含む場合があり、位置合わせした画像データから1つ以上の新しいセットの画像データを作製することを更に含み得る。

【0037】

例示の実施形態では、画像データはステップ108において、1つ以上の周知の位置合わせアルゴリズムを組み込む自動画像処理手順によって位置合わせされる。3Dの光学印象及び3Dの診断X線撮影からの画像データの位置合わせは、修復部位の表面特徴部、並びに修復部位及びその下層の解剖構造を含む画像データを生成する。そのような画像データを使用して、例えば、修復部位のX線で撮影された特徴部と3Dの印象で撮像された特徴部を一緒に見ることができ、並びに／又はX線撮影の画像データと比べて（又はこれと併せて）3Dの印象の画像データを操作するために使用することができる。

【0038】

ステップ110では、軟組織の歯肉に対応する3Dの印象の画像データが、ステップ104において採得された3Dの光学印象から除去される。例示の実施形態では、軟組織の歯肉に対応する画像データは、自動画像処理手順を使用して除去される。3Dの光学印象は、3Dの診断X線撮影に位置合わせされ、これは軟組織の歯肉の位置及び範囲を正確に撮像し、口腔内の硬組織から軟組織を識別するので、ステップ110において、X線画像データを使用して、3Dの光学印象から軟組織の歯肉を除去することができる。具体的には、歯の支台歯形成マージンに局所的な軟組織の歯肉に対応する画像データを、3Dの光学印象から除去することができる。そうすることによって修復部位における歯の支台歯形

成マージンの3D印象の記録の精度を明らかにする、又は高めることができる。ステップ110における軟組織の歯肉の除去は、自動又は手動で（例えば、臨床的インターフェース201を使用して）、又はこれらの組み合わせによって（例えば、手動による確認、調整、及び／又は変更を伴う自動的除去など）実施されてもよい。

【0039】

一実施例において、ステップ110における3Dの光学印象からの軟組織の歯肉の除去は、1つ以上の画像データパラメータ（例えば透明度、焦点、及び色）の調整を含み得る。例えば、ステップ110において、軟組織の歯肉の画像データの透明度が変更され得る（例えば透明度100%から透明度50%まで、又は透明度0%まで）。画像の透明度を変更する例示のアルゴリズムは、2000年11月21日発行の米国特許第6,151,030号、表題「Method of creating transparent graphics」に説明されており、その全体を参照により本明細書に援用する。画像データのパラメータを調整することによって、軟組織の歯肉は、X線画像データから（例えば画像データの表示上で）強調を抑えることができる（又は強調することができる）。パラメータは、例えば臨床用インターフェース201など、ユーザーインターフェース上の制御部（例えば軟組織の歯肉画像データの透明度のオンオフを切り替えるトグル、又は軟組織の歯肉の画像データの透明度の望ましいレベルを選択するためのスライディングスケール）を操作することによって自動及び／又は手動で調整することができる。画像データのパラメータがステップ110において調整される場合は、そのような調整自体が、軟組織の歯肉を除去することになり得る。

【0040】

もちろん、全ての軟組織の歯肉がステップ110において3Dの光学印象から除去される必要はなく、そのような除去は、場合によって望ましいものではない場合がある。代わりに、一実施例では、ステップ110における軟組織の歯肉の除去は、軟組織の所定の量の除去にのみ、及び／又は1本以上の歯の支台歯形成マージンに局所的な軟組織の除去にのみ、限定されてもよい。

【0041】

ステップ112において、修復部位の歯科補綴物が設計される。例示の実施形態において、歯科補綴物はCADの手法を使用して設計される。任意の好適なCADの手法が使用され得るが、例示の設計手法は、軟組織の歯肉が除去されている3Dの光学印象上の支台歯形成マージンの境界を決定することによって開始する。境界決定はコンピュータ支援の手法であり、これによって、歯の支台歯形成マージンの位置が、例えば画像データ及び／又はコンピュータモデルにおいて特定される。任意の好適な境界決定の手法が使用されてもよい。支台歯形成マージンに基づいて、具体的な補綴物の形状が、例えばデータベース204cなど、コンピュータシステムのデータベースに保存されている、複数の所定の形状の中から選択される。選択された形状は次いで、歯科補綴物の近似の設計を取得するために、3Dの光学印象と比較される。必要と見なされた場合は、例えば、近似の設計は、その形状又は支台歯形成した歯と接触する部分を調整することによって修正される。いずれの修正も必要ないと見なされた場合は、歯科補綴物の近似の設計が完了したと見なされる。ステップ112における歯科補綴物の設計は、自動又は手動で実施することができる。

【0042】

ステップ114において歯科補綴物が作製される。例示の実施形態では、歯科補綴物は、ステップ112において生成されたCAD設計を使用して、ミリング装置、又はミリングシステム204bなど、CAMシステムによって作製される。他の実施例では、CADの設計は、歯科技工室又は他の補綴製造業者に送られ、送信され（例えば通信ネットワークを通じて）、ないしは別の方法で提供され、そこで従来の歯科補綴物が設計に基づいて作製される（例えばミリング装置を使用して）。

【0043】

ステップ114において作製された歯科補綴物は、歯科用複合樹脂、長石、磁器、及び

ジルコニアなどのセラミック物質、コバルト合金及びチタニウムなどの金属物質、並びに／又は2つ又は3つ以上のこれらの組み合わせを含めるが、これらに限定されない任意の適当な材料から作製することができる。

【0044】

上述のとおり、図1の方法は、3Dの診断X線データを使用して、3Dの光学印象から軟組織の歯肉を除去することを含む。そのようなX線データは、例えばCT、コーンビームによるCT、及び／又はトモシンセシススキャンによって取得されるデータを含み得る。しかしながら、他の例示的实施形態では、軟組織の歯肉は、3Dのボリューム画像データを提供する他の撮像技術によって取得したデータを使用して3Dの光学印象から除去されてもよく、他の撮像技法の非限定例には、超音波検査法、磁気共鳴映像法(MRI)、又は陽電子放出断層撮影(PET)が挙げられる。例えば、電離放射線に対する患者の暴露を回避するか、又は最小限に抑える動機がある。そのような場合には、例えばステップ106、すなわち3Dの診断X線撮影は、3Dの診断の超音波又は電離放射線を伴わない他のタイプの画像を取得するステップによって置き換えられても良い。歯科補綴物を作製するために、X線技術以外の撮像技術が使用される場合は、その方法は、代替の画像技術が、ステップ106において3D診断画像データを取得するのに使用されるのを除いて、図1に示す方法と同様であり得る。

10

【0045】

図3は、例示のコンピュータシステムの図である。1つの例示の実施形態では、システムは、図2に示されている1つ以上の構成要素の少なくとも一部を形成してもよく、並びに、図1に示す方法の1つ以上のステップを実施するように構成されてもよい。図3のシステムは、プロセッサ302、メモリ303、記憶装置304、通信装置305、及びユーザーインターフェース306を含み、これらの全てがバス301に連結される。

20

【0046】

プロセッサ302は、バス301を通じてコンピュータシステムの他の構成要素と通信することができる。記憶装置304は、1つ以上のコンピュータ読み取り可能媒体を含む。記憶装置304は、プロセッサ302、及びプロセッサ302が他の構成要素の操作を制御できるようにするオペレーティングシステム(例えばMicrosoft Windows(登録商標)及びUNIX(登録商標)、又はカスタムのオペレーティングシステムなどの汎用オペレーティングシステム)によって実行され得るプログラム命令を含むデータを読み出し及び書き込むように構成されている。通信デバイス305は、プロセッサ302が例えばネットワーク及びインターネットと通信できるように構成され得る。ユーザーインターフェース306は入力デバイス(例えば、キーボード、マウス、ジョイスティック、トラックパッド、スタイラスタブレット、マイク、及びカメラ)、出力デバイス(例えばビデオディスプレイ、プリンタ、及びスピーカ)、並びに入力／出力デバイス(例えばタッチスクリーン)を含んでもよい。ユーザーインターフェース306は、本明細書に説明されている任意のデバイス、構成要素、及び／又はシステムの少なくとも一部を形成し得る。

30

【0047】

図2のどの構成要素の一部をコンピュータシステムが形成するかによって、プロセッサ302は、本明細書に説明されている方法のいずれかの一部(又は全て)を実行するように構成されている。例えば、本方法は、コンピュータ読み取り可能プログラムの命令の形式で、記憶装置304に保存され得る。本方法を実行するために、プロセッサは、記憶装置304に記憶されている、適切な命令をメモリ303にローディングし、次いでローディングされた命令を実行する。

40

【0048】

前述の説明では、本発明の例示の態様はいくつかの例示的实施形態に関して説明されている。したがって、仕様は限定的なものではなく、むしろ例示的なものと見なされるべきである。同様に、本発明の機能性及び利点を強調している、図面に例示した図は、例示目的のみで示されている。本発明のアーキテクチャは、十分に柔軟かつ設定変更可能である

50

ことにより、添付の図面に示されるもの以外の方法で利用（及び操作）することができる。

【0049】

本発明の例示の態様のソフトウェアの実施形態は、命令シーケンス又はソフトウェアとして提供されてもよく、これは製造物品、例えば命令を有するコンピュータ読み取り可能媒体に保存されてもよい。コンピュータ読み取り可能媒体の命令は、コンピュータシステム又は他の電子デバイスをプログラムするのに使用してもよい。コンピュータ読み取り可能媒体には、これらに限定されないが、フロッピー(登録商標)ディスク、光学ディスク、CD-ROM類、磁気-光学ディスク、又は電子的命令を保存するのに適した他のタイプの媒体を含む。

10

【0050】

コンピュータシステムを使用して実施する時、本明細書に記載の技術はいずれか具体的なソフトウェアの構成に限定されない。それらは任意の計算又は処理環境において適用可能性を見出すことができる。用語「コンピュータ読み取り可能媒体」及び「メモリ」は、コンピュータシステムによる実行のための、及びコンピュータシステムに本明細書に記載のいずれかの技術を実行させるための命令シーケンスを保存する、エンコードする、又は送信することができる任意の媒体を指す。更に、措置を講じる、又は結果を生じさせるものとして、ソフトウェアが1つの形又は他の形（例えばプログラム、方法、プロセス、アプリケーション、ロジック等）をとることは、当該技術分野において言うまでもない。そのような表現は、コンピュータシステムによるソフトウェアの実行が、結果を生み出すアクションをプロセッサに実行させるための省略した表現にすぎない。他の実施形態において、ソフトウェアによって実施された機能は、代わりにハードコーディングしたモジュールによって実施され得る、したがって、本発明は保存されているソフトウェアのプログラムを用いた使用に限定されない。更に、本明細書に説明されている方法はコンピュータシステムを用いて実施される必要はなく、代わりにそれらの方法は、全体において又は部分的に、人間のオペレータによって実施されてもよい。

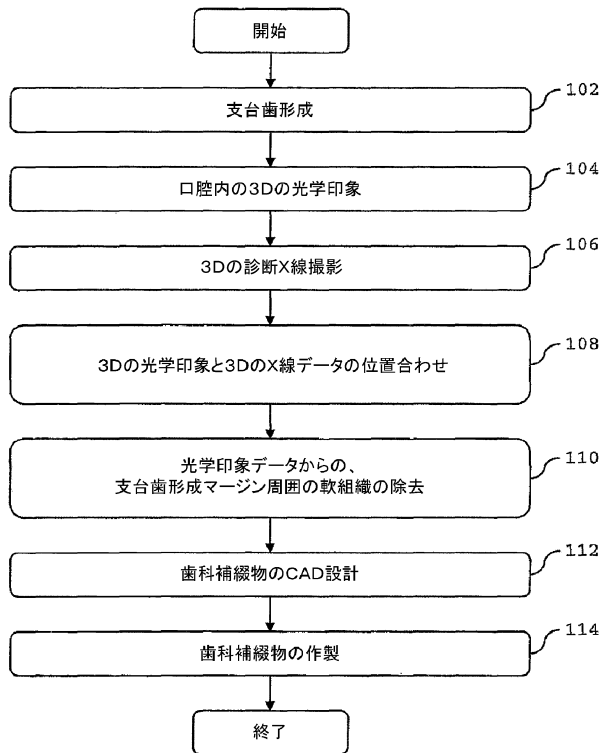
20

【0051】

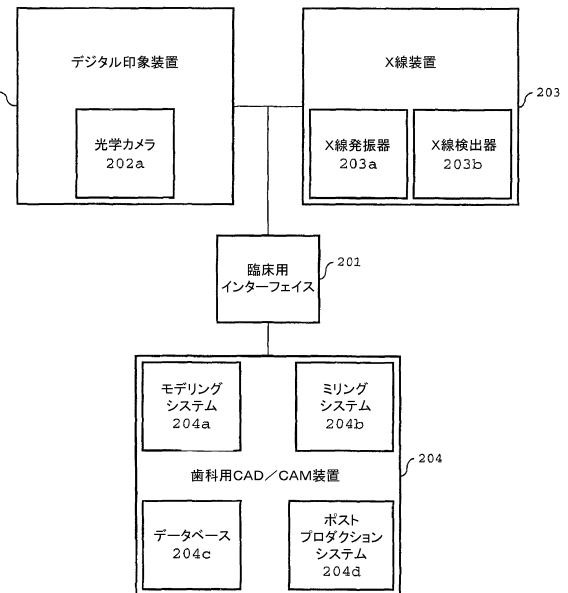
本発明の例示の態様が特定の具体的な実施形態において説明されているが、多くの追加の修正及び変形例が当技術分野の技術者にとって明らかであろう。したがって、本発明はこのように具体的に説明したこれらのもの以外の方法で実施されてもよいことが理解されるべきである。したがって、本発明の例示の実施例はやはり、全ての点において例示的であり、限定的ではないと見なされるべきである。

30

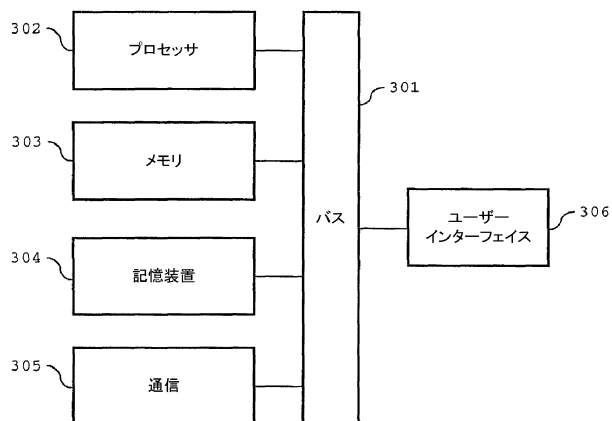
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 マクレオド, ロディ
アメリカ合衆国, ノースカロライナ州 28209, シャーロット, 1429 ビーヴィス ドラ
イブ
- (72)発明者 ミカエリ, ダニエル
アメリカ合衆国, ノースカロライナ州 10471, リバーデール, 632 ウエスト 256番
ストリート
- (72)発明者 ウェドラー, ヴォルカー
ドイツ連邦共和国, 69493 ハーシュバーク, バーケンシュトラッセ 24

審査官 寺澤 忠司

- (56)参考文献 特表2010-540115 (JP, A)
特表2011-510685 (JP, A)
国際公開第2009/146164 (WO, A1)
特表2009-517144 (JP, A)
特開2003-088537 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61C 13/36
G06F 17/50