

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5427778号
(P5427778)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int. Cl. F I
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

請求項の数 17 (全 37 頁)

(21) 出願番号	特願2010-508735 (P2010-508735)	(73) 特許権者	506260386
(86) (22) 出願日	平成20年5月21日(2008.5.21)		ノベル バイオケア サーヴィシズ アーゲー
(65) 公表番号	特表2010-527667 (P2010-527667A)		スイス, シーエイチー8058 ズーリッヒーフルグハフェン, ポストファク
(43) 公表日	平成22年8月19日(2010.8.19)	(74) 代理人	100103816
(86) 国際出願番号	PCT/EP2008/004072		弁理士 風早 信昭
(87) 国際公開番号	W02008/145293	(74) 代理人	100120927
(87) 国際公開日	平成20年12月4日(2008.12.4)		弁理士 浅野 典子
審査請求日	平成23年5月18日(2011.5.18)	(72) 発明者	ニルソン, アーバン
(31) 優先権主張番号	0701296-6		スウェーデン, エス-442 95 ハルタ, ヴェネレード 570
(32) 優先日	平成19年5月25日(2007.5.25)		
(33) 優先権主張国	スウェーデン(SE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯科的プランニングのための方法およびシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

頭蓋口腔スペースを有する患者のための歯科的修復処置のコンピュータベースのプランニングおよび

前記歯科的修復処置のためのブリッジフレームワークのコンピュータベースのプランニング

のための方法であって、

前記患者から得られた頭蓋口腔データセットにおける解剖学的に安定な少なくとも1つの解剖学的に固定された基準点を同定し、次に前記少なくとも1つの解剖学的に固定された基準点から、仮想歯および咬合線のうちの少なくとも1つの空間における位置を決定することによって、歯科修復物の被止の、前記頭蓋口腔スペース内における、第1境界面の第1空間位置を決定するステップと、ただし、前記第1境界面は、前記患者の前記咬合線に冠状的に配列される、

前記歯科修復物のデンタルインプラントの、前記第1境界面から隔たった位置の前記頭蓋口腔スペース内における、第2境界面の第2空間位置を決定するステップと、ただし、前記デンタルインプラントの上面は、前記第2境界面である、

前記第1空間位置および第2空間位置のうちの少なくとも1つに対して相対的な、前記ブリッジフレームワークの少なくとも一部の第3空間位置をコンピュータを介して決定するステップと

を含む方法。

【請求項 2】

前記第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの少なくとも 1 つを、最終的な空間位置として決定するステップを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの少なくとも 1 つの調節に依存して、前記第 3 空間位置を調節するステップを含む、請求項 1 または 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ブリッジフレームワークは、第 1 接続界面に尖端的に配列される第 1 外側表面および第 2 接続界面に冠状的に配列される第 2 外側表面を有する、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の方法。

10

【請求項 5】

前記デンタルインプラントは、前記第 1 接続界面に冠状的に配列される前記第 1 境界面を有し、前記被止は、前記患者の咬合線に配向される第 1 外側表面と前記第 2 接続界面における第 2 外側表面を有する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 2 空間位置をその最終的な空間位置として決定するステップと、
前記第 1 接続界面を最終的な第 1 接続界面として確立するステップと、
前記最終的な第 1 接続界面に対して相対的な前記第 3 空間位置を決定するステップと、
前記第 2 接続界面を最終的な第 2 接続界面として確立するステップと
を含む、請求項 4 に記載の方法。

20

【請求項 7】

前記被止は、前記第 2 接続界面に配列される第 2 外側表面を有し、前記デンタルインプラントは、前記第 1 接続界面に冠状的に配向された第 1 外側表面を有する、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 8】

前記デンタルインプラントの位置および角付けを決定して、前記第 1 接続界面を最終的な第 1 接続界面として確立するステップを含む、請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 境界面の前記第 1 空間位置に対して相対的な前記ブリッジフレームワークの前記第 2 外部表面の前記第 3 空間位置を決定し、それによって前記第 2 接続界面を最終的な第 2 接続界面として確立するステップを含む、請求項 7 または 8 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記デンタルインプラントまたは前記被止の位置を手作業により微調節し、歯科修復物の残存するデンタルユニットの対応する接続界面を自動的に適合化するステップを含む、請求項 5 または 6 に記載の方法。

【請求項 11】

前記患者から得られた頭蓋口腔データセットにおける解剖学的に安定な少なくとも 3 つの解剖学的に固定された基準点を同定するステップと、

前記解剖学的に固定された基準点から、前記第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの 1 つを有する少なくとも 1 本の歯の空間における位置を決定するステップと
をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 12】

前記第 3 空間位置をモーフィング技術によって決定するステップを含む、請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

前記決定された空間位置から得られたデータに基づいてブリッジフレームワークを製造するステップをさらに含む、請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の方法。

【請求項 14】

前記決定された空間位置から得られたデータに基づいて歯科被止を製造するステップをさらに含む、請求項 1 ~ 13 のいずれかに記載の方法。

50

【請求項 15】

前記決定された空間位置から得られたデータに基づいて、ブリッジフレームワークおよび被止を含むブリッジ構造を製造し、前記被止を前記ブリッジフレームワークに取り付けるステップをさらに含む、請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の方法。

【請求項 16】

前記決定された空間位置から得られたデータに基づいて、少なくとも 1 つのドリルガイドを含む外科用テンプレートを製造するステップをさらに含む、請求項 1 ~ 15 のいずれかに記載の方法。

【請求項 17】

ブリッジフレームワークの形状、歯科被止の形状、およびデンタルインプラントの位置を自動的に適合化するステップを含む、請求項 5 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般的に歯科医術の分野に関する。さらに詳しくは、本発明は、歯科修復処置をプランニングするため、ならびに歯科修復物および/または歯科修復処置関連要素を製造するための方法およびシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

デンタルインプラントおよび歯科修復物に関するプランニングは、熟練した歯科医の専門的知識および経験に基づいて行われており、これまでは手作業であった。ソフトウェアをベースとしたコンピュータ環境下において仮想的な頭蓋模型およびデンタル模型の視覚化のプランニングを実行することは公知であるが、そのプランニングは歯科医によって手作業で行われてきた。この手作業によるプランニングに基づいて、歯科修復物およびそれに関係する製作物、例えばドリルガイドなどが製作されてきた。そのようなシステムは、例えば、本出願と同一の出願人による国際特許出願 W O 0 2 / 0 5 3 0 5 6 および W O 2 0 0 5 / 0 5 5 8 5 6 に開示されている。しかし、これらのシステムはヒューマンファクターに依存しており、不完全なプランニングがソフトウェアベースのプランニングシステムによって検出されない可能性がある。

【0003】

それゆえ、ヒューマンファクターの影響を低減することができる、患者の歯科的修復処置をプランニングするための改善されたシステムおよび/または前述の歯科的修復処置のための少なくとも 1 つの歯科的構成要素をプランニングする改善されたシステムがあれば有利であろう。

【発明の概要】

【0004】

したがって、本発明の実施形態は、上で特定されているような当技術分野における 1 以上の欠陥、欠点または問題を、患者の歯科的修復処置のプランニングおよび/その歯科的修復処置に関係した少なくとも 1 つの歯科的修復物および/または製作物のプランニングに有用な方法、システム、コンピュータ・プログラム・プロダクト、コンピュータ可読媒体、医療用ワークステーション、およびグラフィカルインターフェースを提供することにより、単独または何らかの組み合わせで軽減し、緩和し、または排除することを目指している。

【0005】

本発明の種々の異なる態様が添付の独立特許クレームに記載されている。

【0006】

本発明の 1 つの態様によれば、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置のコンピュータベースのプランニングおよび/またはその歯科的修復処置のための少なくとも 1 つの歯科的構成要素のコンピュータベースのプランニングに有用な方法が提供される。この方法は、歯科修復物の第 1 デンタルユニットの、前記頭蓋口腔スペース内における、第

10

20

30

40

50

1 境界面の第 1 空間位置を決定するステップと、前記歯科修復物の第 2 デンタルユニットの、前記第 1 境界面から隔たった位置の前記頭蓋口腔スペース内における、第 2 境界面の第 2 空間位置を決定するステップと、前記第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの少なくとも 1 つに対して相対的な、前記少なくとも 1 つの歯科的構成要素のうちの少なくとも一部の、第 3 空間位置を決定するステップと、を含む。

【 0 0 0 7 】

本発明の第 2 の態様によれば、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置のコンピュータベースのプランニングおよび/またはその歯科的修復処置のための少なくとも 1 つの歯科的構成要素のコンピュータベースのプランニングに有用なシステムが提供される。そのシステムは、歯科修復物の第 1 デンタルユニットの、前記頭蓋口腔スペース内における、第 1 境界面の第 1 空間位置を決定するための第 1 ユニットと、前記歯科修復物の第 2 デンタルユニットの、前記第 1 境界面から隔たった位置の前記頭蓋口腔スペース内における、第 2 境界面の第 2 空間位置を決定するための第 2 ユニットと、前記第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの少なくとも 1 つに対して相対的な、前記歯科的構成要素のうちの少なくとも一部の、第 3 空間位置を決定するための第 3 ユニットと、を備える。

10

【 0 0 0 8 】

本発明の第 3 の態様によれば、コンピュータによって処理されるコンピュータプログラムが提供される。そのコンピュータプログラムは、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置のコンピュータベースのプランニングおよび/またはその歯科的修復処置のための少なくとも 1 つの歯科的構成要素のコンピュータベースのプランニングに有用である。このコンピュータプログラムは、歯科修復物の第 1 デンタルユニットの、前記頭蓋口腔スペース内における、第 1 境界面の第 1 空間位置を決定するための第 1 コードセグメントと、前記歯科修復物の第 2 デンタルユニットの、前記第 1 境界面から隔たった位置の前記頭蓋口腔スペース内における、第 2 境界面の第 2 空間位置を決定するための第 2 コードセグメントと、前記第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの少なくとも 1 つに対して相対的な、前記歯科的構成要素のうちの少なくとも一部の、第 3 空間位置を決定するための第 3 コードセグメントと、を含む。

20

【 0 0 0 9 】

コンピュータプログラムは、コンピュータ可読媒体で具体化されてよい。

【 0 0 1 0 】

本発明のさらなる態様によれば、デンタルプランニングのためのグラフィカル・ユーザ・インターフェースが提供される。このグラフィカル・ユーザ・インターフェースは、本発明の上述の第 1 の態様による方法を視覚化するための構成要素を含む。

30

【 0 0 1 1 】

本発明のさらなる態様によれば、本発明の上述のさらなる態様のコンピュータプログラムを実行することにより本発明の上述の態様の方法を実施するための医療用ワークステーションが提供される。この医療用ワークステーションは、本発明の上述のさらなる態様のグラフィカル・ユーザ・インターフェースを実施することができる。

【 0 0 1 2 】

本発明のさらなる実施形態が従属クレームで定義されており、そこでは、本発明の第 2 およびそれ以降の態様に関する特徴は、必要な変更が加えられて、第 1 の態様に関する特徴と同様である。

40

【 0 0 1 3 】

本発明の幾つかの実施形態は、ブリッジフレームワークの形、歯科被止の形、したがってブリッジ構造さえをも自動的に適合化することをもたらし、すなわち、デンタルインプラントの位置だけでなく、被止を伴ったブリッジフレームワークをも自動的に適合化することをもたらし。

【 0 0 1 4 】

幾つかの実施形態は、患者の口腔の石膏模型を作成することや、または歯科的修復処置をプランニングするための患者データを得るために補綴物を CT スキャンすることを

50

必要としない、歯科的修復処置ならびに歯科修復物および/または前述の歯科的修復処置に関係した製作物を製作することに関する術前のプランニングを提供する。

【0015】

本発明の幾つかの実施形態は、どのような種類の物理的的患者模型をも必要としない、歯科修復物の仮想的プランニングを提供する。

【0016】

本発明の幾つかの実施形態は、手作業によるプランニングおよび製作作業が完全に、またはかなりの程度まで回避されるような、歯科的修復処置およびそのために使用される製作物の一層迅速および/または一層信頼性の高いプランニングを提供する。

【0017】

本発明の幾つかの実施形態では、完全にコンピュータベースのプランニングが提供されるため、歯科的修復処置およびそのために使用される製作物のプランニング中に誤りが生じる可能性が低減される。

【0018】

本発明の幾つかの実施形態は、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置の完全に仮想的なコンピュータベースの提案、および/または前述の歯科的修復処置のための少なくとも1つの歯科的構成要素の完全に仮想的なコンピュータベースの提案を提供する。

【0019】

本発明の幾つかの実施形態では、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置の提案が完全に自動的に提供され、および/または前述の歯科的修復処置のための少なくとも1つの歯科的構成要素の提案が完全に自動的に提供され、前述の提案は前記頭蓋口腔スペースに関する患者データに基づいている。

【0020】

本発明の幾つかの実施形態では、加工されていない患者データを入力するだけでよく、本プランニング方法の残りの部分は完全に仮想的に果たされ得るため、歯科的修復処置のために使用される製作物を製作する間のトランスファーステップの数が低減される。

【0021】

本発明の幾つかの実施形態は、最終的な配置に先んじて、仮想的歯科修復物の自動的な配置に対する仮想的マニピュレーションのためのユーザ入力またはその自動的な配置のユーザ容認を与えることができるように、歯科的修復処置およびそのために使用される製作物の柔軟性のあるプランニングを提供する。

【0022】

本発明の幾つかの実施形態は、歯科的修復処置およびそのために使用される製作物のプランニング中に、患者の歯科的状況についての早期診断を提供する。

【0023】

本発明の幾つかの実施形態は、最適なはめ合い具合の歯科修復物が提供されるように、患者にとっての不都合性および痛みが低減された誘導歯科外科処置を提供する。例えば、補綴物が使用されている患者を再スキャンする必要性を伴うことなく、最終的な歯科修復物を仮想的にプランニングすることにより、処置を実施する回数および合計処置時間を低減することができる。その上、最終的な歯科修復物とドリルガイドなどのそれに関係した製作物との両方を、単一の自動化手順における同一の入力データから提供することができる。

【0024】

本明細書で使用する場合の用語「含む/含んでいる」は、記載した特徴、整数、ステップ、またはコンポーネントの存在を明記するものと解釈されるものであって、1つまたはそれ以上の他の特徴、整数、ステップ、コンポーネント、またはそれらの群の存在または追加を排除するものではないことを強調しておきたい。

【図面の簡単な説明】

【0025】

本発明の実施形態が可能なこれらのおよび他の態様、特徴、および利点は、添付の図面

10

20

30

40

50

を参照する本発明の実施形態の以下の説明から明らかになるであろう。

【図1】図1は、歯科修復物を仮想的にプランニングするための方法の一実施形態のフローチャートである。

【図2】図2は、正面図における、CTスキニングによって取得された患者データに基づく無歯顎上顎骨の視覚化の一例の概略図である。

【図3】図3は、側面図における、CTスキニングによって取得された患者データに基づく無歯顎上顎骨の視覚化の一例の概略図である。

【図4】図4は、下面図における、CTスキニングによって取得された患者データに基づく無歯顎上顎骨の視覚化の一例の概略図である。

【図4A-C】図4A~4Cは、解剖学的に固定された基準点に基づいて歯を位置決めするStaubによる方法を説明するために使用される概略図である。

10

【図4D-H】図4D~4Hは、解剖学的に固定された基準点に基づいて歯を位置決めするStaubによる方法を説明するために使用される概略図である。

【図5】図5は、切歯管を示す無歯顎上顎骨の下面図における概略図である。

【図6】図6は、第1マーカーでマーキングされた切歯管を示す、無歯顎上顎骨の下面図における概略図である。

【図7】図7は、翼状部を示す、無歯顎上顎骨の下面図における概略図である。

【図8】図8は、それぞれ、第2マーカーおよび第3マーカーでマーキングされた翼状部を示す、無歯顎上顎骨の下面図における概略図である。

【図9】図9は、計算による咬合線とともに、第1、第2および第3のマーカーを示す、無歯顎上顎骨の下面図における概略図である。

20

【図10】図10は、計算による咬合線およびその咬合線と上顎骨との間で自動的に配列された標準的な歯を示す、上顎骨の下面図における概略図である。

【図11】図11は、計算による咬合線と上顎骨内におけるインプラント11a~11fを示す、上顎骨の下面図における概略図である。

【図12】図12aは、計算による咬合線、インプラントの位置および方向、ならびに自動的に配列された標準的な歯を示す、無歯顎上顎骨の下面図における概略図であり、図12bは、被せられたインプラントを伴う位置番号21の歯における、図12aに示されている平面を通る断面図である。

【図13】図13aは、計算による咬合線、インプラントの位置および方向、ならびに6個のインプラント上における12個のユニットのインプラント・ブリッジ・フレームワークを示す、上顎骨の下面図における概略図であり、図13bは、被せられたインプラントを伴う位置番号21の歯における、図13aに示されている平面13bを通る断面図である。

30

【図14a-b】図14aは、ブリッジフレームワークのブリッジ構造および適用される被止のプランニングを提供する、自動的に配列された標準的な歯とともに、計算による咬合線、インプラントの位置および方向、ならびに6個のインプラント上における12個のユニットのインプラント・ブリッジ・フレームワークを示す、上顎骨の下面図における概略図であり、図14bは、被せられたインプラントとブリッジフレームワークおよび被止を含むブリッジ構造とを伴った位置番号21の歯における、図14aに示されている平面14bを通る断面図であり、これらのユニット間をつなぎ合わせる境界面が示されている。

40

【図14c】図14cは、図14bに対応する拡大断面図である。

【図15】図15は、側面図における上顎骨および軟組織の概略図である。

【図16】図16は、側面図における上顎骨および軟組織ならびにインプラント・ブリッジ・フレームワークの概略図である。

【図17】図17は、上顎骨およびドリル・ガイド・ボアを有する外科用ドリルガイドの概略図である。

【図18】図18は、斜視図におけるブリッジフレームワーク、インプラントおよび咬合線の概略図である。

50

【図19】図19は、斜視図におけるブリッジフレームワーク、インプラント、ライブラリーからの仮想的歯列および咬合線の概略図である。

【図20】図20は、拡大斜視図における図18の詳細なブリッジフレームワーク、インプラントおよび咬合線の概略図である。

【図21】図21は、下からの斜視図における図18の詳細なブリッジフレームワーク、インプラントおよび咬合線の概略図である。

【図22】図22は、下からの斜視図における図20のブリッジフレームワーク、インプラント、ライブラリーからの仮想的歯列および咬合線の概略図である。

【図23】図23は、出口穴を示す、顎骨組織における仮想的にプランニングされた歯科修復物およびデンタルインプラントを通る断面図である。

【図24】図24は、図23の歯科修復物およびデンタルインプラントを通る断面図であり、デンタルインプラントの位置は、出口穴が歯科修復物の後ろへ移動されるように変更されている。

【図25】図25は、歯科修復物およびデンタルインプラントを通る断面図であり、デンタルインプラントの位置は固定されていて、歯科修復物がブリッジフレームワークおよび被止を含むブリッジ構造の自動的な適合を利用して仮想的に変更されている。

【図26】図26A～26Cは、歯科修復物を改良するためのモーフィング技術を示す断面図である。

【図27】図27A～27Cは、2本の歯が抜けている患者の顎、自動的にプランニングされた2つのインプラントブリッジ構造、ならびに自動的に適合化されたブリッジフレームワーク、被止およびインプラントを利用して手作業で修正された歯科修復物の位置の概略図である。

【図28】図28は、解剖学的に現存している患者の歯との関係における、自動的に提案された歯の位置の概略図である。

【図29】図29は、患者の現存している歯の作成に基づいて仮想的にプランニングされた歯科修復物の概略図である。

【図30】図30A～30Cは、それぞれ、抜歯した後の顎骨組織におけるデンタルインプラントの埋入、抜歯された位置での治癒した顎骨組織におけるデンタルインプラントの埋入、および現存しているデンタルインプラントに基づく歯科修復物の仮想的プランニングの概略図である。

【図31】図31は、本発明のシステムの一実施形態の概略図である。

【図32】図32は、本発明の一実施形態によるコンピュータプログラムが具体化されているコンピュータ可読媒体の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の実施態様は添付の図面を参照しながら説明されるであろう。しかしながら、本発明は、多くの異なる形態で実施されることができ、本明細書中に記載される実施形態に限定されると解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が充分かつ完全であり、当業者に本発明の範囲を十分に伝達できるように提供される。添付の図面において例示される実施形態の詳細な説明において使用される用語は、本発明を制限することを意図していない。図面において、類似の数字は類似の要素を示す。

【0027】

以下の説明は、上顎（上顎骨）においてプランニングされる、ブリッジフレームワークを含む歯科修復物、特に、デンタルインプラント、ならびにブリッジフレームワークおよび歯科被止構築物を含むブリッジ構造に適用可能な本発明の一実施形態に焦点を合わせている。しかし、本発明はこの適用形態に限定されるものではなく、例えば、スペーサーおよび取り付けられた歯冠を伴っているか否かにかかわらず、単独のインプラントを含め、多くの他の歯科修復物に適用することができ、また、他のインプラント位置との関係において使用されてよく、例えば下顎（下顎骨）においても使用できることが認識されよう。

【0028】

10

20

30

40

50

「歯科修復物」は、デンタルユニット、例えばデンタルインプラント、ブリッジフレームワーク、ブリッジ構造、コーピング、アバットメント、歯冠、被止、およびコーピング等を受け入れることができるように作成された現存する歯などを含む。

【0029】

「歯科的構成要素」は、歯科修復物の1つまたは幾つかのユニット、さらには、外科用テンプレートなどの歯科修復物の少なくとも一部を設置する際に使用される構成要素を含む。

【0030】

「頭蓋口腔スペース」は、そこに歯科修復物が設置されることとなる口腔ならびに周囲の軟組織および骨組織を含む。

【0031】

図1には、歯科的修復処置ならびに歯科修復物および/または前述の歯科的修復処置に関係した製作物をプランニングし、さらには、そのためのデータを自動的もしくは半自動的に作成する改善された方法の一実施形態を例証することを目的としてフローチャートが与えられている。その方法1は以下のステップを含んでいてよい。

- 100 患者データを取得する、
- 110 取得された患者データから解剖学的に固定された基準点を決定する、
- 120 決定済みの解剖学的に固定された基準点に基づいて、デンタルプランニングを実行する、
- 130 1つまたは複数のインプラントの位置および配向を算出する、
- 140 インプラント・ブリッジ・フレームワークの自動的適合化、
- 150 最終的修復物の概算、
- 160 外科用テンプレートの製作、および
- 170 歯科修復物の製作。

【0032】

この後、インプラントおよび歯科修復物は、歯科医により、それ自体は公知の方法で患者に設置することができる。

【0033】

次に、上で概要が説明されている方法の数多くの実施形態を、図2から図30を参照しながらより詳細に説明する。

【0034】

一実施形態においては、無歯顎患者用の歯科修復物および歯科的修復処置、さらにはそれに対応する製作物が仮想的にプランニングされ、以下で、それらについて詳細に説明する。

【0035】

100 患者データを取得する
以降の仮想的なデンタルプランニング法で使用されることとなる患者データは様々な方法で取得されてよい。

【0036】

患者の頭蓋口腔スペースが、データを発生させる様々な様式または装置によりスキャンングされてよい。例えば、患者の口腔またはその一部の歯科印象が製作されてよい。CTおよびMRまたはX線などのイメージング法を用いて、表面ベースのデータ取得技術では得ることができない患者のより深部の解剖学的領域についてのデータを取得することができる。患者の口腔内の軟組織をマッピングするためにプローブが用いられてよい。さらに、以降のデンタルプランニング法に対する入力データとして機能する患者データを提供するために、幾つかの入力ソースからのデータが組み合わせられてよく、または融合されてよい。

【0037】

歯科印象は、しばしば、例えば歯の形成や歯肉の輪郭などの、歯および顎のその周囲の部分のインプリントまたは陰性類似を創出するために使用される。また、無歯顎患者の場合には、歯肉のみの印象を取得することもあり得る。その印象は、欠けている歯系組織の

10

20

30

40

50

歯科的修繕または修復の準備として作られる。歯科印象は、患者の口腔のトポグラフィに関するデータを提供する。

【 0 0 3 8 】

歯科印象は3次元(3D)スキャナシステムにより直接的にスキャンされてよい。患者データは、そのような歯科印象から製作された石膏模型を3Dスキャンすることから取得することもできる。患者データを取得する他の方法は、患者の頭蓋口腔スペースをMRスキャンする方法、口腔内で3D表面スキャンする方法、表面プローブを用いて口腔内の軟組織の厚みを決定する方法などを含む。

【 0 0 3 9 】

上で述べられているように、幾つかの異なる入力ソースから取得された患者データをマッチングさせて、複合患者データを提供することもできる。歯科修復物のプランニングならびにこれらの製作物および関連する製作物の製作をプランニングするためのデータ取得およびマッチングの方法およびシステムは、2007年1月17日に出願された、本出願と同一出願人による同時係属特許出願PCT/EP2007/050426に詳しく記載されており、これをもって、その同時係属特許出願は、参照により、その内容全体が本明細書に組み入れられる。

【 0 0 4 0 】

患者の咬合線を直接的に取得できないこともあり、例えば、無歯顎患者の場合には、咬合線を取得するための咬合指数を得ることができない。しかし、本発明の方法およびシステムの実施形態では、これは必須ではない。咬合線は、取得された患者データで特定される、解剖学的に固定された基準点から再構成することができる。

【 0 0 4 1 】

図2、3および4は、それぞれ、正面図、側面図、および下面図における、CTスキャンによって取得された患者データに基づく無歯顎上顎骨200の視覚化の例の概略図である。一実施形態においては、上顎骨のCTスキャンデータが、ProCera(登録商標)ソフトウェアなどのコンピュータベースのソフトウェアにインポートされる。

【 0 0 4 2 】

110 取得されたデータから、解剖学的に固定された基準点を決定する

本方法のステップ110では、一実施形態におけるデンタルプランニングが、解剖学的に固定された基準点の決定から始まる。解剖学的に固定されたこれらの基準点から開始することにより、歯列弓に沿った1以上の歯の有利な位置が、解剖学的に固定された基準点との関係において定められたこれらの歯の数学的關係に基づいて決定される。例えば、犬歯(前面隅の歯)の自然な位置が顎の歯列弓に沿って決定される。各犬歯は、それぞれ、口腔内における咬合線に沿った咀嚼(チューイング)面によって境界が定められる。それは、特定の歯の実際の位置、ここでは犬歯の実際の位置が、その口腔のデンタルスペース内において仮想的に決定されることを意味している。このようにして、それぞれの歯の第1境界面が決定され、すなわち、咬合線に沿って定められた空間位置における歯の境界面が決定される。定められた空間位置を有する表面は、空間における定められた位置を有している。空間位置を有しているこの第1境界面から、この歯の歯科修復物の残りの構成要素の境界面の空間位置を仮想的に決定することができる。これらの犬歯間のデンタルスペースは、歯列ライブラリーからのテンプレート前歯部で自動的に満たされてよい。この歯列ライブラリーは、例えば、上顎および下顎のそれぞれの歯に対して少なくとも1つの3次元の仮想的テンプレート歯物体を含んでいるデータベースにおいてデジタル形式で提供される。

【 0 0 4 3 】

同様の方法で、特定の臼歯(大臼歯および小臼歯)の位置を決定することができる。決定された位置における歯と歯の間のすき間は、さらなる歯列、例えば歯列ライブラリーからのテンプレート歯列などで自動的に満たされる。これに関しては、本方法のステップ120から140を参照しながら以下でさらに説明される。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

最も近い以下の部分で、取得データから解剖学的に固定された基準点を決定する方法が説明される。図5は、切歯管を示す、無歯顎上顎骨200の下面図における概略図である。上顎骨200の仮想模型は、例えば、取得されたCTデータに基づいている。図6は、第1マーカー600でマーキングされた切歯管500を示す、無歯顎上顎骨200の下面図における概略図である。この第1マーカー600は、解剖学的に固定された第1基準点を定めるのに有用であり、適切な検出アルゴリズムにより、例えば幾何学的な形状検出や表面同定に基づく検出アルゴリズムなどにより、自動的に検出することができる。あるいは、これらの解剖学的に固定された基準点が、それらと同様にして、手作業で同定およびマーキングされてもよい。

【0045】

解剖学的に固定された第1基準点をマーキングした後、解剖学的に固定されたさらなる基準点がマーキングされる。この様子が図7および8に描かれている。

【0046】

図7は、CTスキャンから取得された場合のような、左右の翼状部700を示す、無歯顎上顎骨200の下面図における概略図である。図8は、それぞれ第2マーカー800および第3マーカー810でマーキングされた翼状部700を示す、図7の無歯顎上顎骨200の下面図における概略図である。これらの第1マーカー600、第2マーカー800および第3マーカー810は、その位置の領域に事前に存在していた解剖学的に自然な歯の位置に関する情報を有する必要性を伴うことなく、少なくとも1本の歯の位置を定めるのに有用である。

【0047】

解剖学的に固定されたさらなる基準点が、同様な方法で、自動的に検出されてよく、または手作業でマーキングされてよい。しかし、3つの点があれば、空間内における平面を定めるのに十分であり、その平面との関係において少なくとも1本の歯の位置および方向を十分に自動的にプランニングすることができる。

【0048】

第1、第2および第3のマーカーによってマーキングされた3つの解剖学的に固定された位置から、図9に示されているような咬合線900が数学的な計算により決定される。さらに、この歯列弓に沿った仮想的な歯の空間位置がこれらの解剖学的に固定された位置から決定される。歯の位置および/または咬合線の空間位置から、少なくとも1つのデンタルインプラントの位置が決定される。咀嚼(チューイング)面、すなわち、咬合線における歯の位置、およびインプラントの空間位置を知ることにより、間置される構造物を決定することができる。このようにして、例えば、それぞれインプラントおよび被止物の空間位置を有する境界面と境界面との間の接続界面にぴったりと適合するブリッジフレームワークが決定される。

【0049】

歯の自然な位置を突き止める1つの方法は、例えばKarl Heinz StaubのWO98/20807に開示されている方法などが知られており、この特許文献は、参照により、その内容全体が本明細書に組み入れられる。その方法は、「Das StaubTM-Cranial-System-Reliabilität der Messpunkte zur Rekonstruktion der Zahnstellung im zahnlosen Kiefer」(Panagiotis Lampropoulos, Freiburg, 2003)でより詳細に説明されており、この文献は、その内容全体が本明細書に組み入れられる。口腔軟組織内の点が解剖学的に固定された基準点として使用される。これらの解剖学的に固定された基準点を使用することにより、上顎および/または下顎における単一の歯または複数の歯の位置を数学的な計算により決定することができる。しかし、Staub法は、歯科印象、石膏鑄造、およびその石膏鑄造での手作業による測定に基づいている。その上、上述の手作業による測定は、軟組織内の点、より正確には、歯科印象をベースとしたその石膏キャストにおける対応する点に基づいている。そして、手作業による測定は、患者が歯を失う前の自然な位置に非常に

10

20

30

40

50

似通った歯科修復物での歯の位置を算出するソフトウェアに移行されてよい。これにより、これらの測定および数学的な計算に従って製作された歯科修復物により、良好な咬合が達成される。このようにして、高度に正確で予測可能な歯科修復物を提供することができる。上述の解剖学的に固定された基準点は、解剖学的に安定しており、あらゆる患者に存在する。

【0050】

以下では、上顎骨の解剖学的に固定された基準点を決定する1つの例が、図4A～4Gを参照しながら与えられる。下顎骨の概略的な例が、歯の位置の計算に適用可能な、解剖学的に固定された基準点およびそれらの幾何学的な関係とともに図4Hに示されている。

【0051】

Staub法による解剖学的に固定された基準点は、相互の関係において対称的に配列される。特定の点を、方向点、誘導点、および結末線と呼ぶ。

【0052】

方向点は、翼突鉤の湾曲の方向の変化を正しく決定づける隆起部接続線上の点にある。方向点は、安定したトポグラフィを有しており、上顎骨の両側に存在する。

【0053】

誘導点は、後方誘導点をもたらす、乳頭突起の後ろ側の輪郭と上顎の正中軸とが交差する点にある。前方誘導点は、乳頭突起の前方輪郭と上顎の正中軸が交差する点として定められる。それは、解剖学的に安定していない唯一の頭蓋点である。

【0054】

方向点と同様に、結末線は両側に存在し、解剖学的に安定している。結末線は、可動の歯肉と不動の歯肉との間の境界を形成しており、歯肉唇褶の湾曲の位置の変化を決定する。この結末線は、その歯肉唇褶の凹面型から凸面型への移行部にある。

【0055】

2つの方向点AおよびB、ならびに2つの誘導点CおよびC1の間を線で結ぶことにより、それぞれの斜辺として上述の2つの方向点を伴う2つの二等辺三角形がもたらされる。これらのパラメータは、正常頭蓋咬合平面のベースとして定められるペンタエリアを算出するために使用される。そのペンタエリアは、上顎の切歯点との関係において歯を位置決めするために使用される。

【0056】

上述の上顎切歯点の位置は、ヒトの歯の状態を再構成するときに非常に重要である。その位置は、音声学および美学にとって極めて重要である。下顎の切歯点の正確な位置とともに、上顎切歯点の位置は、咬合の垂直方向の寸法がその正確な位置にまで再構成されることを可能にする。

【0057】

上述の2つの二等辺三角形A-B-CおよびA-B-C1は、上で説明されているようにして決定される。右側の犬歯の頂点から左側の犬歯の頂点までの距離が決定される。歯槽隆線および口蓋褶などのどのような解剖学的状態もこの位置には影響を及ぼさない。その計算に必要なパラメータはトポグラフィ的に安定しており、患者固有および顎固有の犬歯の位置付けを可能にしている。

【0058】

図4Bには、以下の点を示されている：A = 右側方向点、B = 左側方向点、C1 = 後側誘導点、C = 前側誘導点、I = 切歯点、F = 右側犬歯点、G = 左側犬歯点、D = 右側臼歯点、E = 左側臼歯点、FG = 犬歯間の距離、DF = 臼歯の右側伸展、EG = 臼歯の左側伸展、DE = 臼歯伸展の横断限界線。

【0059】

以下の点および距離は、図4Bの点DFIGEによって境界を定められるペンタエリアを決めるために決定される：切歯点I、犬歯の間隔FG、臼歯の間隔DE。

【0060】

無歯顎に自然な歯の位置の再構成を提供するため、切歯点Iの2次元的位置が決定さ

10

20

30

40

50

れる。この目的で、距離BCが90度回転されて上顎の正中軸に位置付けされ、これにより、距離NIが得られる。距離NIの開始点は、上述の正中軸と距離ABとが交差する点に相当する(図4D参照)。結果として、式 $NI = BC$ がもたらされる。

【0061】

犬歯間の距離FGは以下のようにして算出される(図4E参照)： $FG = 2BC / 3$ 。

【0062】

これは、FGがABに平行であり、かつ、 $FG < AB$ と仮定している。距離FGは、切歯乳頭を中心を通る伸展を有している。

【0063】

次に、臼歯の伸展が算出される。点DおよびEは、それぞれ、距離FDおよびGEの後ろ側の点である。これらの距離は、上述のペンタエリア内における臼歯伸展に沿った歯科修復物の頬側咬合点の位置を提供する(図4B参照)。距離DEは、点Xにおいて、正中軸を通して垂直に伸びている(図4F参照)。距離PXの計算では、以下の式が適用される： $PX = BC \times 0.55$ 。臼歯伸展の横断限界線DEは、距離XDおよびXEの合計からもたらされ、ここでは、これらの距離の長さは同一である(図4G参照)。

10

【0064】

$[XD = (BC / 2) + 2mm]$ および $DE = 2XD$ であるため、結果として、 $DE = 2 \times (BC / 2) + 2mm$ 、すなわち、 $DE = BC + 4mm$ となる。式中の2mmという定数は経験的に決定される。

【0065】

点D、F、I、G、Eの3次元的な関係が上述のペンタエリアの位置をもたらす。

20

【0066】

数学的な一定値が、それぞれ、上顎および下顎のペンタエリアに割り当てられる。この一定値は、3次元空間における切歯点を決定する。その定数は、結末線からの距離として定められ、上顎の場合には19mmになり、下顎の場合には17mmになる。これらの値はまたしても経験的に決定される。上顎における19mmという定数は、点NおよびZと相関関係にあり、数学的に決定されたペンタエリアと組み合わせて、空間内における切歯点を定めている(図4C参照)。距離NY = 5mmは、上顎における左側または右側の方向点から、それぞれ、対向する下顎までの距離に相当する。下顎の17mmという定数は、下顎の結末線を中心からその切歯点までの距離として定められる。

30

【0067】

上で述べられているように、Staubは、方向点、誘導点および結末線を決定する。方向点AおよびBは、図8における第2マーカー800および第3マーカー810に相当する。誘導点C1は、後方誘導点をもたらす、乳頭の後ろ側の輪郭と上顎の正中軸とが交差する点にあり、図6における第1マーカー600の下方境界に相当する。2つの方向点AおよびB、ならびに誘導点C1の間を線で結ぶことにより、その斜辺として上述の2つの方向点を伴った二等辺三角形がもたらされる。これらのパラメータは、歯科修復物の歯の位置を仮想的に算出するために使用される。

【0068】

図9は、第1、第2および第3のマーカー、さらには算出された咬合線900を示す、無歯顎上顎骨200の下面図における概略図である。

40

【0069】

下顎における歯の位置決めも同様な原理によって自動的に行うことができる。図4Hには、解剖学的に固定された基準点A'、B'およびC'が描かれている。これらの基準点から、下顎用のペンタエリアが算出され、それによって歯が位置決めされる。

【0070】

そのような自動的な方法でプランニングされた歯の位置が正しいかどうかをチェックするため、それらの歯が仮想的咬合器に位置付けされてよい。もし、その仮想的咬合器内においてそれらの歯の配列のズレが検出されたときには、該当する歯の位置および方向が自動的に調節されてよい。

50

【0071】

例えば、単一の歯修復物をプランニングする場合には、上述の原理によって位置決めされた歯の正しい咬合が、それ以外の歯との関係においてチェックされてよい。残りの歯に関するデータが、例えばCTスキャン、歯科印象、または幾つかのデータソースの組み合わせから得られた取得患者データに提供される。

【0072】

Staubによる方法は、解剖学的に固定された基準点である口腔軟組織における同定可能な解剖学的な点をベースとしている。本発明の幾つかの実施形態は、解剖学的に固定された基準点である骨組織における同定可能な解剖学的な点をベースとしている。これらの骨組織ベースの解剖学的に固定された基準点を使用するとき、種々の実施形態において、Staubによる方法が尚も適用可能である。例えば、骨組織を被覆する軟組織の厚みによるオフセットは、上で説明されているような計算で考慮に入れることができる。そのオフセットは、軟組織の厚みの実際の測定に基づくものであってもよいし、または骨組織における解剖学的に固定された基準点の場所におけるオフセットであってもよい。あるいは、例えば経験的な患者データに基づく固定のオフセットを使用することもできる。

10

【0073】

歯の位置を再構成するためのStaubによる方法は、本発明の種々の実施形態の範囲内において適用できる多くの可能な方法のうちの一つにすぎない。例えば、上で引用されているPanagiotis Lampropoulosの文献の第5.2章(「Rekonstruktion von Zahnpositionen」)(具体的には、参照により本明細書に組み入れられる)は様々な文献をリストアップしており、それらの文献に従って、咬合線の位置の計算することができ、また、歯科補綴物の歯の位置を解剖学的に固定された点から再構成することができる。

20

【0074】

多種あるうちの1つの代替的な方法は、例えば、商業的に入手可能な製品AcculinerTMにより使用されている、鉤切痕または側頭骨から咬合平面を算出する方法である。鉤切痕または側頭骨は、いわゆるHIP平面を定めた頭蓋内における安定したランドマークであり、AcculinerTMはこれによって咬合平面を3次的に決定している。

【0075】

また、咬合平面は、Augsburger RH(1953)の「Occlusal plane relation to facial type」(J Prosthet Dent 3:755-770); L'Estrange PR, Vig PS(1975)の「A comparative study of the occlusal plane in dentulous and edentulous subjects」(J Prosthet Dent 33:495-503); Monteith BD(1985)の「A cephalometric method to determine the angulation of the occlusal plane in edentulous patients」(J Prosthet Dent 54:81-87); Monteith BD(1985)の「Cephalometrically programmed adjustable plane: a new concept in occlusal plane orientation for complete-denture patients」(J Prosthet Dent 54:388-394); Sinobad D(1988)の「The position of the occlusal plane in edentulous subjects with various skeletal jaw-relationships」(J Oral Rehabil 15:489-498); Kollmar U(1990)の「Möglichkeiten der prothetischen Rehabilitation zahnloser Patienten mit Hilfe des Fernroentgensei

30

40

50

tenbildes」(ZWR 99:451-457);による頭蓋測定基準によって決定することもできる。

【0076】

咬合平面を決定する他の方法は、Ala-Tragus線とも呼ばれている、解剖学的に固定されたCamper平面に対する幾何学的関係に基づいており、例えば、上で引用されている参考文献Monteith(1985);Karkazis HC, Polyzois GL, Zissis AJ(1986)の「Relationship between ala-tragus line and natural occlusal plane, Implications in denture prosthodontics」(Quintessence Int 17:253-255);Karkazis HC, Polyzois GL(1987)の「A study of the occlusal plane orientation in complete denture construction」(J Oral Rehabil 14:399-404);Kazanoglu A, Unger JW(1992)の「Determining the occlusal plane with the Camper's plane indicator」(J Prosthet Dent 67:499-501);Santana-Penin UA, Mora MJ(1998)の「The occlusal plane indicator: a new device for determining the inclination of the occlusal plane」(J Prosthet Dent 80:374-375)を参照のこと。Camperの平面は、ヒト頭蓋における3つの解剖学的に固定された点、すなわち、前鼻棘ならびに左側および右側の頭蓋側面上の骨性聴覚チャンネルの上縁(耳珠点)により定められる。Camperの平面は、咬合線に平行に仮想的に配向されるが、定められた角度をもって修正されてよい。Camper平面は、例えば、Maschinski G, Hasenau T, Illig U(2000)の「Lexikon Zahnmedizin Zahntechnik」(Muenchen, Urban&Fischer, pp.123, 560, 581);またはPrete G, Koller MM, Bassi F(1992)の「A new method for positioning the maxillary anterior arch, orienting the occlusal plane, and determining the vertical dimension of occlusion」(Quintessence Int 23:411-414)によって歯科補綴物を製作するときには有用である。

【0077】

解剖学的に固定された基準点を用いることにより、患者の咬合指数を準備することを必要とせず、高い正確度を持ったプランニングを提供することができる。

【0078】

また、これらの解剖学的に固定された基準点は解剖学的に固定されたランドマークでもあり得る。

【0079】

120 決定済みの解剖学的に固定された基準点に基づくデンタルプランニング

図10は、算出された咬合線900およびその咬合線900と上顎骨200との間で自動的に整列されたテンプレート歯列10a~10mを示す、上顎骨200の下面図における概略図である。

【0080】

このテンプレート歯列は、個々の歯のそれぞれの位置における上顎骨200の現在の寸法、上で説明されている数学的な計算によって決定された歯の位置、咬合線900までの距離および骨密度などに依存して、仮想的テンプレート歯列のライブラリーから自動的に選択され、または手作業により選択される。また、この歯のライブラリーから適切なテンプレート歯列を選ぶときには、隣接する歯および利用可能な全体の歯列弓も考慮に入れら

10

20

30

40

50

れる。

【0081】

この仮想的なテンプレート歯列は、例えばStaubによる方法に従って、方法ステップ110を参照しながら説明されている原理により位置決めされ、かつ、方向付けられてよい。

【0082】

例えば、咀嚼面、すなわち、あらゆる単一の歯に関する咬合線における境界面が算出されてよい。これにより、それぞれの歯に関する空間位置がその咬合線に準拠して定められる。このようにして、その咬合線に沿った境界咀嚼面の線を算出することができる。それゆえ、解剖学的に固定された基準点に従って歯の配列を算出することができる。

10

【0083】

このようにして、1本の仮想的なテンプレート歯または幾本かの仮想的なテンプレート歯列の位置を決定することができ、また、咬合線と上顎骨との間での標準的な歯列の自動的な整列を成すことができる。

【0084】

これに加え、その仮想的テンプレート歯列のうちの1以上の歯の位置が、例えばプランニング下にある歯科的修復処置のためのさらなる構成要素、例えばデンタルインプラント、ブリッジフレームワークおよび外科用テンプレートなどの位置決めをする継続的な自動的プランニングに先立って、手作業により適合化されてよい。

【0085】

20

セラミック製の修復歯をプランニングする場合においては、空間位置を有する1つの境界面が咬合線にある。修復歯は、ブリッジ構造を形成するためにブリッジフレームワークに取り付けられることとなる外側歯科被止を含んでいてよい。この歯科被止は、ブリッジフレームワークの空間位置を有している合わせ境界面に対する接続界面として機能する、空間位置を有する内側境界面を有している(図14c参照)。この内側境界面は、例えばブリッジフレームワークに相対的な、定められた空間位置を有している。この歯科被止の内側境界面は、そのCADデータからもたらされてよい。したがって、空間位置を有するブリッジフレームワークの境界面は、空間位置を有している歯科被止の内側境界面に対する合わせ接続界面として決定されてよい。これら2つの境界面は上述の接続界面において隣接している。

30

【0086】

130 インプラントの位置および方向を算出する

図11は、算出された咬合線900および上顎骨200内における複数のインプラント11a~11fを示す、上顎骨200の下面図における概略図である。

【0087】

1以上のデンタルインプラント、例えば図解されている例における複数のデンタルインプラント11a~11fなどの位置の提案が自動的に決定されてよい。この提案は、上で検討されているごとく、仮想的な歯列のプランニングされた位置によってもたらされるデータに基づくものであってよい。

【0088】

40

次に、インプラントの位置を自動的に決定する種々の実施形態についてより詳細に説明する。

【0089】

仮想的な歯列のプランニングされた位置により、以下の方法を適用して、患者の骨組織におけるデンタルインプラントの位置を決定することができる。

【0090】

仮想的な歯のプランニングされた位置は、頭蓋口腔スペース内におけるその定められた決定済みの位置を提供する。仮想的にプランニングされた歯のプランニングされた位置は咬合線に基づいており、すなわち、その仮想的な歯の上端はそれによって定められている。その上、その歯は、歯列弓に沿った決定済みの位置、さらには、頭蓋口腔スペース内に

50

おける定められた配向を有している。

【0091】

例えば無歯顎患者の抜かれた歯または失くした歯の場所における顎部の骨組織は、長い間に、天然の歯を有する患者の天然の顎部骨組織と比べて変化する。その顎部骨組織は縮むが、骨誘導法により再生させることができる。仮想的にプランニングされた歯における仮想的な歯根チャンネルの領域においてデンタルインプラントを位置決めするときには、そのデンタルインプラントは、現存している顎骨組織からはるかに遠く隔たって位置付けられ得る。

【0092】

したがって、定められた空間は、デンタルインプラントが利用可能な骨組織内に埋入され得る範囲内で、仮想的にプランニングされた歯によって決められてよい。この定められた空間は円筒形を成してよく、垂直方向の境界を定め、それに沿ってインプラントを位置付けすることができる。長手方向に関して、そのインプラントの位置は、例えば、患者データから与えられるような、残存している解剖学的骨組織などに依存して様々に変わり得る。このようにして、デンタルインプラントを位置決めするための自由度を定める空間が決められる。

【0093】

デンタルインプラントは、その境界からある定められた距離だけ隔たった位置においてそのデンタルインプラントの重心を残存している骨組織の中心に据えることをベースとした方法により、この空間内に位置付けされてよい。このようにして、残存している骨組織内へのそのデンタルインプラントの確実な固定を保証するのに十分な骨組織が提供される。あるいは、十分な骨組織を利用できないことが検出されている場合には、代わりに使えるインプラントサイズを選択することもできる。

【0094】

デンタルインプラントの重心を残存している骨組織の中心に据えることは、以下のようにしてなされてよい。表面マッチングにより、その顎骨組織の形態が検出される。その顎骨組織の最上点は、例えば表面発見アルゴリズムにより検出される。その骨組織の表面上のさらなる点は、前述の最上点からある特定の垂直距離だけ隔たった位置において側面に沿って検出される。

【0095】

この後、そのデンタルインプラントの位置がこれら3つの定められた点との関係において決定される。例えば、上述の重心は、前述の2つの横方向点間の線上に、上述の最上点の長手方向下側で位置付けられる。このようにして、その顎骨組織の表面からある定められた距離の隔たりが確保され、デンタルインプラントがその顎骨組織内に確実にしっかりと固定される。

【0096】

別の方法は、デンタルインプラントの重心から骨組織の表面に向けて、ある定められたトレースに沿って複数のベクトルを投射することであってよい。これは、骨表面がインプラントの位置との関係において見出されることを確実にするため、またはインプラントが正しく位置付けられていること、もしくは骨組織の境界から十分に離れて位置付けられていることを保証するためになされる。

【0097】

これらのベクトルの長さは、インプラントの重心からインプラントの頂点までの距離として選択されてよい。インプラントの頂点は、有利には、その顎骨組織の最上点または隆起部に位置付けられる。

【0098】

それに沿って複数のベクトルが引かれる上述の定められたトレースは、1以上の平面において、重心の初期点から、例えば円筒形および円錐形などの種々の異なる形態を有してよい。これは、例えば解剖学的構造物および/または別の歯科修復物もしくはインプラント構成要素からのある定められた距離を保証するためになされてよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 9 】

これらのベクトルは順応的に定められてよい。例えば、第1ベクトルが45度の方向に発せられ、第2ベクトルは135度の方向に発せられる。その結果、これらのベクトルが骨表面と会合し、かつ、実質的に同じ長さを有することが保証される。

【 0 1 0 0 】

この仮想的な顎骨組織の表面は複数の多角形によって定められてよい。また、その仮想的な顎骨組織は、これらの多角形からの3D物体としてモデル化されてよい。

【 0 1 0 1 】

上述のトレースのベクトルがそのような多角形と会合するか、もしくはそのような多角形を通り抜ける場合には、この情報は、プランニング中に、そのインプラントを骨組織内において再配向するために使用することができる。このようにして、そのインプラントを、例えば利用可能な解剖学的顎骨組織の中心に据えることができる。

10

【 0 1 0 2 】

このようにして、インプラントが後者を取り巻く十分な骨組織を伴って位置付けされることが保証される。

【 0 1 0 3 】

したがって、本インプラントの自動的な位置決めは、物体または表面ベースであってよい。

【 0 1 0 4 】

咬合線における空間位置を有している被止の第1境界面のデータ、および解剖学的に固定された特定の基準点から算出された歯列またはその境界面の空間位置のデータに基づき、インプラントの位置を提案するのに十分なデータが提供される。考慮に入れ得る他のパラメータは、例えば埋入部位における顎骨組織の骨密度、ならびに神経および血管の伸展などである。

20

【 0 1 0 5 】

図12aは、算出された咬合線900、インプラント11a~11fの位置および方向、ならびに自動的に整列された標準的な歯列10a~10mを示す、無歯顎上顎骨200の下面図における概略図である。インプラント11a~11fは、それぞれのインプラントの中央長手方向軸を通過する仮想的なマーカー211a~211fによって描かれている。これらのインプラント自体は、それぞれ、対応するインプラントの位置における図示された標準的な歯列の下に隠れている。前述の仮想的なマーカー211a~211fは、この仮想的なプランニングおよび外科的処置用の歯科的構成要素の製作の後に、その外科的処置の間にインプラントが埋入されることとなる顎骨組織に孔を正確にドリリングするために、外科用プレートにドリル誘導孔が設けられる方向を示している。

30

【 0 1 0 6 】

図12bは、上顎骨組織200の被せられたインプラント11dを伴う位置番号2-1(EU)の歯における、図12aに示されている平面12bを通る断面図である。

【 0 1 0 7 】

例えば、この上顎骨組織の表面が決定され、インプラントの冠状端の位置付けがその上顎骨の隆線において位置決めされる。さらに、利用可能な骨組織の量、骨組織の質および現存しているインプラントなどを考慮に入れることができる。そのインプラントは、上で検討されているように、それらの歯のプランニングされた位置に依存して、その骨組織に位置付けられる。

40

【 0 1 0 8 】

この術前のプランニングはコンピュータベースで行われてよい。また、そのプランニングは、自動的に行われてよく、またはユーザとの対話式のやり方で行われてもよい。歯科修復物のプランニングは、後者の場合、ユーザ入力によって操作される対話式のやり方で、例えば以下で図31を参照しながら説明されているシステムの、医療用ワークステーションのディスプレイ上で視覚的に行われてよい。例えば、顎骨内におけるデンタルインプラントの位置および方向が、歯科修復物が作られることとなるその顎骨構造を視覚化する

50

ディスプレイ上に仮想的に提示される。プランニングする際には、そのデンタルインプラントの成功裏の外科的設置を保証するため、例えば神経を損傷しないように、またはそのデンタルインプラントが可能な限り緻密性の高い骨に位置付けられるように、注意を払わなければならない。したがって、ユーザは、最終的な配置に先立ち、デンタルインプラントの配置を仮想的に操作または容認することができる。最終的な歯修復物との関係において、そのインプラントの位置、角付け、インプラントのタイプおよび長さが、対話式の方法で手作業により微調節されてよい。

【 0 1 0 9 】

インプラントが位置付けされるときに、そのインプラントの固定外側境界面、またはそのインプラントに取り付けられるアバットメントの境界面が決定される。次に、その歯科修復物のプランニングを仕上げるため、インプラントと被止との間の中間体構造が提供される。

10

【 0 1 1 0 】

1 4 0 インプラント・ブリッジ・フレームワークの自動生成

この段階では、歯科修復物の空間位置が定められており（ステップ 1 2 0）、また、そのインプラントの空間位置が定められている（ステップ 1 3 0）。被止およびインプラントの境界面、ならびにそれらの空間位置が既に決定されており、知られている。ここでは、被止とインプラントとの間の中間の構造が仮想的にプランニングされる。これは、インプラントの空間位置と残りの歯科修復物の空間位置との関係において作成され、すなわち、インプラントと被止との間の界面が算出され、その後、その仮想的に組み立てられた

20

【 0 1 1 1 】

この目的で、空間位置を有する、被止およびインプラントの境界面が使用される。

【 0 1 1 2 】

図 1 3 a は、算出された咬合線 9 0 0 および 6 個のインプラント 1 1 a ~ 1 1 f 上における 1 2 個のユニットのインプラント・ブリッジ・フレームワーク 2 0 を示す、上顎骨 2 0 0 の下面図における概略図である。

【 0 1 1 3 】

図 1 3 b は、被せられたインプラント 1 1 d を伴った位置番号 2 - 1 (E U) の歯における、図 1 3 a に示されている平面 1 3 b を通る断面図である。

30

【 0 1 1 4 】

図 1 4 a は、算出された咬合線 9 0 0、インプラント 1 1 a ~ 1 1 f の位置および方向、ならびに 6 個のインプラント 1 1 a ~ 1 1 f 上における 1 2 個のユニットのインプラント・ブリッジ・フレームワーク 2 0、さらには自動的に整列された標準的な歯列 1 0 a ~ 1 0 m を示す、上顎骨 2 0 0 の下面図における概略図である。

【 0 1 1 5 】

図 1 4 b は、被せられたインプラント 1 1 d およびブリッジフレームワーク 2 0 を伴った位置番号 2 1 の歯における、図 1 4 a に示されている平面 1 4 b を通る断面図であり、空間位置を有する、インプラント 1 1 d とブリッジフレームワーク 2 0 とをつなぎ合わせる境界面が示されている。

40

【 0 1 1 6 】

上で述べられているように、被止は、咬合線 9 0 0 における、空間位置を持った外側境界面、および被止 1 0 g とブリッジフレームワーク 2 0 の空間位置を持った外側境界面との間の接続界面 2 1 0 g として機能する、空間位置を持った内側境界面を有している。同時に、ブリッジフレームワーク 2 0 は、インプラント 1 1 d に向けて配向されている、空間位置を持ったさらなる境界面を有しており、その境界面はインプラント 1 1 d との接続界面として機能する。インプラント 1 1 d は、ブリッジフレームワーク 2 0 のさらなる境界面との接続界面 2 1 5 d として機能する、空間位置を持った最上部の境界面を有している。これらの境界面および接続界面が、図 1 4 c に示されている拡大図で描かれている。

【 0 1 1 7 】

50

この段階でインプラントまたは被止の位置を微調節するときには、その歯科修復物の残りの部分の自動適合化が実施される。例えば、デンタルインプラントの位置を手作業で微調節するときには、ブリッジフレームワーク 20 の対応する境界面を再計算することにより、接続界面 215 d が自動的に適合化される。さらに、被止の内側境界面に対する接続界面 210 g における、ブリッジフレームワーク 20 の対向する側での境界面が、手作業により誘導されたそのインプラントの位置の微調節に自動的に適合化される。このようにして、ブリッジ構造が自動的に適合化される。歯科修復物の他の部分の手作業による微調節は、その残りのユニットの境界面における対応する自動的な変更をもたらす。

【0118】

図 18 から図 22 は、無歯顎患者のケースでの仮想的プランニングをさらに例証している。

10

【0119】

図 18 は、斜視図における、仮想的にプランニングされたブリッジフレームワーク 20、インプラント 11 a ~ 11 f および咬合線 900 の概略図である。ブリッジフレームワーク 20 のカラー 225 が図 18 に描かれている。これらのカラー 225 は、それぞれ、デンタルインプラントの頂面と境を接するように配列されている。それぞれのカラー 225 の頂面およびデンタルインプラントの頂面は空間位置を有している。組み立てられるときには、これら 2 つの空間位置は、2 つのデンタルユニット間の接続界面において隣接している。さらに、カラー 225 は軟組織の厚みの調節を提供する。インプラント 11 a ~ 11 e には、顎骨組織に予め準備された孔にネジ接続で取り付けられることができるようにネジ山が設けられている。図 18 および図 19 には、仮想的なマーカー 211 a ~ 211 f がより詳細に示されており、それぞれ、各インプラントの中央長手方向軸を指示している。図 20 は、拡大斜視図における、図 18 のブリッジフレームワーク 20、インプラント 11 a、11 b および咬合線 900 の詳細を示す概略図である。

20

【0120】

図 19 では、その略図にテンプレート歯列が加えられており、分かりやすくするため、歯 10 a にも参照符号が与えられている。テンプレート歯列は点線で示されている。

【0121】

図 21 は、下から見た斜視図における、図 18 のブリッジフレームワーク、インプラントおよび咬合線の詳細を示す概略図である。図 22 では、その略図に仮想的歯列のライブラリーからのテンプレート歯列が加えられており、その歯列が咬合線 900 との関係においてどのように位置付けされるかが示されている。

30

【0122】

150 最終的修復物の概算

図 14 b は、位置番号 2 - 1 (EU) の歯における、ブリッジフレームワーク 20 および被止を含むブリッジ構造を示している。

【0123】

図 23 は、ブリッジフレームワーク 20 およびテンプレート歯 10 g を通る出口穴 230 を示す、顎骨組織 200 内にデンタルインプラント 11 d を含んでいる状態で仮想的にプランニングされた歯科修復物を通る断面図である。後に行われるこの歯科修復物の設置の際にブリッジフレームワークをインプラントに取り付ける保持用ネジのアクセスのために使用されるこの出口穴の方向が、仮想的なマーカー 231 によって指示されている。この仮想的マーカー 231 はデンタルインプラント 11 d の長手方向軸に沿って延びており、その仮想的マーカー 231 の位置は、ユーザ入力により、例えばマーカー 231 の端に描かれているドットをマウスインタラクションによってドラッグして移動させることなどにより、修正することができる。この例示されているケースでは、図 23 に示されている出口穴は、自動的にプランニングされ、歯 10 g の頰側に視覚的に位置付けられている。ユーザは、審美的な理由により、この出口穴を隠したいと欲する可能性がある。この目的で、ユーザマニピュレーションにより、図 24 に描かれているような、この歯科修復物の修正された仮想模型をもたらすことができる。

40

50

【 0 1 2 4 】

図 2 4 は、図 2 3 のデンタルインプラント 1 1 d を含む歯科修復物を通る断面図であり、ここでは、デンタルインプラント 1 1 d の位置は、出口穴 2 3 0 が歯 1 0 g の舌側へ移されるような方法で修正されている。ブリッジフレームワーク 2 0 の空間位置および咬合線における歯 1 0 g の最上部位置は変更されていない。しかし、インプラント 1 1 d は、ここでは、デンタルインプラント 1 1 d の長手方向軸に沿った出口穴 2 3 0 が隠れた場所へ移されるように、すなわち、最終的な製作物が患者に埋入され、患者が微笑んだときに、その穴が見えなくなるように、骨組織 2 0 0 内で角度付けられている。インプラント 1 1 d の頂面は変更されていないが、骨組織 2 0 0 内におけるその空間位置に対して成された変更が、その新たな状況に対するブリッジフレームワーク設計の自動的な適合化、さら

10

【 0 1 2 5 】

いったんユーザがこれらの変更を確認すると、その歯科修復物およびドリルガイドの製作は、この新しいデータに基づいて行われるであろう。

20

【 0 1 2 6 】

この歯科被止は利用可能なデータから自動的に製作されてよい。

【 0 1 2 7 】

さらに、被止の着色も自動的に行われてよい。種々のセラミック粉末をスクリーン上で仮想的にプランニングすることができる。そのような技術は、2005年9月23日に出版された、本出願と同じ出願人の国際特許出願 P C T / S E 2 0 0 5 / 0 0 1 4 0 6 に詳しく説明されており、これをもって、その出願の内容全体が参照により本明細書に組み入れられる。

【 0 1 2 8 】

よって、本システムは、歯科修復物を完全に自動的に生成するために使用することができる。また、特定の患者の状況に合わせた手作業による適合化、歯科修復物構成要素ライブラリーからの選択肢の選定可能化、またはユーザの他の要望が果たされてよい。

30

【 0 1 2 9 】

1 6 0 外科用テンプレートの製作

図 1 5 は、側面図における、上顎骨 2 0 0 および軟組織 2 1 0 の概略図である。ステップ 1 0 0 を参照しながら上で説明されているように、骨組織および軟組織を含む患者データを取得する方法は、患者の頭蓋顔面部分を M R スキャンングすること、口腔内における軟組織の厚みを決定するために表面プローブを使用すること、適切な閾値化アルゴリズムによって C T スキャンデータから軟組織が抽出されてよいこと、幾つかの入力ソースからの入力データが合わせられてよいこと、などを含む。上顎骨組織 2 0 0 および軟組織 2 1 0 の描画された図解の例が図 1 5 に示されている。この図解されている例では、患者の上顎は無歯である。図 1 5 および図 1 6 に示されているように、軟組織 2 1 0 は、単一の C T スキャンから決定されてよい。この場合、取得された軟組織と取得されたエアとの違いに基づいて、軟組織をそのような C T データから抽出することができる。

40

【 0 1 3 0 】

図 1 6 は、側面図における、上顎骨 2 0 0 および軟組織 2 1 0 ならびにインプラント・ブリッジ・フレームワーク 2 0 の概略図である。ここで、インプラント・ブリッジ・フレームワーク 2 0 の設計についての最終的なチェックが仮想的に行われる。ユーザに対して、軟組織 2 1 0 とともに、ブリッジフレームワーク 2 0 およびマーカー 2 1 1 a ~ 2 1 1 f によってマーキングされたインプラントの位置の視覚化が提示される。ブリッジフレ

50

ムワーク 20 は、接続界面を形成しているそれぞれの境界面においてインプラント 11a ~ 11f に境を接している。また、ブリッジフレームワーク 20 は軟組織にも支えられており、特定の患者の状況に合わせた最終的な修正は、データが非仮想的な歯科的構成要素の製作のために使用される前に、この段階で仮想的に行うことができる。最終的な手作業による修正が行われるときに、外科用テンプレートを製作することができる。

【0131】

図 17 は、上顎骨 200 およびドリル・ガイド・ボア 31 を有する外科用テンプレート 30 の概略図である。外科用テンプレート 30 は、歯科修復物が公知の方法によって患者の口腔に埋入される歯科的修復処置中に、ドリルガイドとして機能する。この外科用テンプレートは、この段階で利用することができる最終的な歯科修復物データから仮想的にプランニングされる。ドリルを誘導するためのガイドスリーブ 32 が概略的に描かれている。この外科用テンプレート 30 のガイドスリーブ 32 は、軟組織を通じてドリルを患者の顎骨組織内に差し向けるために使用される。ガイドスリーブ 32 は、関連するデンタルインプラントの仮想的にプランニングされた位置に沿った、ある定められた方向を有している。さらに、ガイドスリーブ 32 の頂面は、ドリルに対する止め用段部を有するカラーとしても設けられており、また、ドリルによって穿孔された孔に埋入されることとなるデンタルインプラントの頂面からある定められた距離だけ隔たった位置に設けられている。したがって、その孔の深さは、上述の止め用段部に接するまでガイドスリーブ内に進入する適切なドリルを提供することによりコントロールされる。この止め用段部の頂面は境界面である。このようにして、骨組織内においてある定められた配向および位置を有することとなるデンタルインプラントのその後の埋入用に、正確な孔が提供される。

【0132】

術前のプランニングが行われるときに、歯科修復物および/またはその術前プランニングに関係した製作物、例えば外科用テンプレートなどの製作が行われてよい。例えば、軟組織表面およびインプラント位置が、外科的なインプラント処置の間に使用されることとなるドリルガイドのための製作データに変換される。

【0133】

上で説明されている、自動的な仮想的術前プランニング、または手作業によって微調整された仮想的術前プランニングに基づき、外科用テンプレートが例えばラピッドプロトタイプング技術を用いて作製されてよい。この外科用テンプレートは、歯科修復物がプランニングされた位置で、かつ、プランニングされた配向で固定されることとなる、デンタルインプラントを取り付けるための適切な孔を創出するために、公知の方法で使用される。

【0134】

ステレオリソグラフィによって製作される種々の製作物用のデータ、例えば外科用テンプレートのためのデータなどが、STL などの適切なフォーマットで保存されてよい。STL (Standard Tessellation Language) ファイルは、様々なソフトウェアパッケージによってインポートおよびエクスポートすることができる。STL ファイルはラピッドプロトタイプングに特に適している。このフォーマットは、立体模型の表面をラピッドプロトタイプング用の三角形で概算する。歯科修復物および関連する製作物を製作するのに適した STL 以外の他のデータフォーマットが代替的に実施されてよい。ラピッドプロトタイプングはコンピュータ支援設計 (CAD) から仮想的な設計を取り込み、それらを尚も仮想的な断面に変換し、その後、その模型が仕上がるまで次々と物理的な空間において各断面を創出する。

【0135】

このようにして製作された外科用テンプレートは、高い正確度で良好な患者適合性を提供する。

【0136】

170 歯科修復物の製作

本方法のステップ 170 では、提供されたデータに基づいて歯科修復物が製作される。

【0137】

もしそうすることが望ましい場合には、上述の仮想的プランニングによってもたらされたデータから、物理的な患者模型が製造されてよい。患者模型は、例えば、被止が手作業で果たされることが望ましい場合での、被止用に使用されてよい。患者模型および咬合器の製作は、本出願と同じ出願人によって出願された、スウェーデン特許出願 S E 0 6 0 2 2 7 1 - 9 および S E 0 6 0 2 2 7 3 - 5 に記載されており、これらの特許出願は、それらの内容全体が参照により本明細書に組み入れられる。しかし、このステップは、上で説明されている自動的な仮想的プランニングによって提供された利用可能なデータが、術前プランニング、ならびに外科用テンプレートおよび歯科修復物の製作の両方にとって十分な精度をもたらす場合には、省略することができる。

【 0 1 3 8 】

本方法のステップ 1 7 0 では、歯科修復物が、術前プランニングによってもたらされたデータから直接的に製作される。

【 0 1 3 9 】

歯科修復物の被止は従来の方法で行われてよい。この目的で、物理的な患者模型を使用することができる。別の実施形態では、最終的な修復物の設計は上述の方法ステップに基づいて仮想的に行われ、したがって、手作業による被止はもはや必要ではない。

【 0 1 4 0 】

最後に、歯科修復物が患者に設置される。より正確には、上で述べられているようにして製作された外科用テンプレートが、それぞれがデンタルインプラントを受け入れる 1 以上の孔を提供するために使用される。その外科用テンプレートが高精度で製作されることにより、デンタルインプラントは顎骨組織に非常に正確にぴったりと嵌まる。このようにして、歯科修復物のための完璧な基礎がもたらされ、この後、その歯科修復物が公知の方法でデンタルインプラントに取り付けられる。

【 0 1 4 1 】

上で説明されている方法を用いることにより、石膏模型の鋳造、分割化およびピンニングは何ら必要でない。これは、歯科的修復処置をプランニングおよび実行するとき、より速やかな納期を提供する。

【 0 1 4 2 】

このようにして、非常に正確に位置付けされた歯科修復物が、非常に経済的で、かつ、時間を節約する方法で提供される。

【 0 1 4 3 】

ブリッジフレームワークが完全に自動的にプランニングされ、かつ、製作され得る。

【 0 1 4 4 】

幾つかの治療においては、外科用テンプレートすらもはや必要でない。例えば、歯科用作成物に取り付けられることとなる歯冠、ブリッジフレームワークまたはブリッジ構造などのコーピングを製作するとき、そのコーピングは、自動的な仮想的術前プランニングの間の境界面および接続界面の計算に基づいて直接的に製作することができる。

【 0 1 4 5 】

別の実施形態においては、部分的に歯の無い患者のための歯科修復物および歯科的修復処置、さらには、対応する製作物が仮想的にプランニングされ、以下では、そのプランニングについて、図 2 5 から図 3 0 を参照しながら詳細に説明する。

【 0 1 4 6 】

図 2 5 は、患者の顎骨組織 2 5 6 に前もって埋入されているデンタルインプラント 2 5 0 を含む歯科修復物 2 5 を通る断面図である。デンタルインプラント 2 5 0 が顎骨組織 2 5 6 内に治癒のために埋入されている。そのデンタルインプラントの位置に関するデータは、例えば適切な医療用イメージング法および / またはデンタルインプラント 2 5 0 の冠状端 2 5 7 を記録する口腔の歯科印象により提供されてよく、および / または恐らくはそのデンタルインプラント 2 5 0 に対して以前に行われたデンタルプランニングから利用可能なデータであってよい。このようにして、デンタルインプラント 2 5 0 の位置が固定され、冠状表面 2 5 7 の位置が歯科修復物 2 5 の仮想的プランニング用にロックされる。こ

10

20

30

40

50

の場合においては、ブリッジフレームワーク 2 5 1 および被止 2 5 2 の自動的なプランニングは、点線 2 5 5 で示されているような、それらの提案された位置をもたらした。デンタルインプラント 2 5 0 の長手方向軸 2 5 3 に沿って孔が存在している。図 2 5 には、修復され、かつ、デンタルインプラント 2 5 0 に固定されるべき歯の配向がどのようにして、ユーザからの入力に基づいて、代替的な位置へ仮想的な方法で動的に修正されるのかが描かれており、例えば対話形式でプランニング線 2 5 4 を例えばマウスによって図 2 5 に示されている矢印の向きに引くことにより、代替的な位置へ仮想的な方法で動的に修正する様子が描かれている。この修正は、患者の局所的な歯科的状況を理由としてユーザにより要望され得る。ユーザによるマニピュレーション入力後に再計算された歯科修復物 2 5 の結果がブリッジフレームワーク 2 5 1 および被止 2 5 2 の連続した線によって描かれている。デンタルインプラントに向けたその内部の孔の位置は、冠状面 2 5 7 の位置がロックされているため、また、デンタルインプラント 2 5 0 へのブリッジフレームワークもしくはブリッジ構造の取り付けを容易化するため、変更されていない。このようにして、歯科修復物 2 5 は、ブリッジフレームワーク 2 5 1 および被止 2 5 2 を含むブリッジ構造の自動的な適合化を伴って仮想的に修正される。

【 0 1 4 7 】

最終的な接続界面を見出すための手順は、歯科修復物のエレメントの 2 つの境界面の空間位置を仮想的にモーフィングすることにより制御することができる。次に、図 2 6 A から図 2 6 C を参照しながら、制御されたモーフィングの使用についてより詳細に説明する。モーフィングは、始原物体から目標物体までの一連の中間的な物体を創出するために使用される補間技術であり、この一連の中間的な物体は、始原物体から目標物体へのスムーズな移行が行われるように連続的に変化する。モーフィングは、例えば 3 次元のピクセルの値を変えることにより、または 3 次元模型の幾何学的形状を変形し、すべてが明確に定められた 3 次元物体である中間的な物体を創出することにより、3 次元で行われる。このような文脈において、歯科修復物の 2 つのユニット間の接続界面をモーフィングにより仮想的に最適化することができる。図 2 6 A に、歯科修復物 2 6 a が描かれている。この歯科修復物 2 6 a は、歯科修復物エレメント 2 6 0 に取り付けられるコーピング 2 6 1 および歯冠 2 6 2 を含む公知の構造を有している。上述の歯科修復物エレメント 2 6 0 は、現存している歯の歯科的作成物（図 2 9 参照）またはデンタルインプラントのキャップ（図 3 0 C 参照）であってよい。図 2 6 A に描かれているように、コーピング 2 6 1 は、歯科修復物エレメント 2 6 0 との第 1 接続界面 2 6 1 a に内側表面を有しており、また、歯冠 2 6 2 との第 2 接続界面 2 6 1 b に外側表面を有している。コーピング 2 6 1 の外側表面は第 1 接続界面 2 6 1 a からあるオフセットを持って位置付けされており、すなわち、第 2 接続界面 2 6 1 b は、接続界面 2 6 1 a において、歯科修復物エレメント 2 6 0 の外側表面に平行に延びている。第 2 接続界面 2 6 1 b の幾何学的形状が与えられたとすると、歯冠 2 6 2 の内側表面は、頂点方向で、その第 2 接続界面 2 6 1 b において、ある定められた幾何学的形状を有している。歯冠 2 6 2 の外側表面は、冠状方向に関しては咬合によって定められる幾何学的拘束条件が内在し、横方向に関しては隣接する歯列によって定められる幾何学的拘束条件が内在する。上述のようなオフセットを持った形態でコーピングを提供することにより、歯冠 2 6 2 のポーセレンは、このコーピング 2 6 1 によって最適な状態では支持され得ず、歯冠 2 6 2 に不規則に分布した咀嚼応力が加わる状態をもたらす。

【 0 1 4 8 】

この状況は、歯冠 2 6 2 の外側表面に向けて第 2 接続界面 2 6 1 b をモーフィングすることにより改善することができる、この様子が図 2 6 B に描かれている。この歯科修復物 2 6 b は、改善された第 2 接続界面 2 6 3 b を有している。始原物体が第 2 接続界面 2 6 1 b であり、かつ、目標物体が歯冠 2 6 2 の外側表面であるとしてモーフィング技術を用いることにより、それらの間でスムーズな移行が形成されるように一連の中間的な物体が算出される。この改善された第 2 接続界面 2 6 3 b は、歯冠 2 6 4 に一層良好な支持を提供する、モーフィングプロセスにおける中間的な物体のうちの 1 つとして選択される。歯冠

10

20

30

40

50

264は、その改善された第2接続界面263bと適合する内側表面を有している。歯冠264の外側表面は、口腔内における周囲の構造物の同一の要件により、または提案された修復物を修正することにより、尚も定められる。

【0149】

図26Cでは、歯科修復物エレメント265の外形がそのようなモーフィング技術によって定められており、それにより、別のコーピングが省かれている。より詳細には、歯科修復物エレメント260の冠状外側表面が歯冠262の外側表面に対してモーフィングされ、歯冠266のより有利な支持をもたらすことができるように、ある中間的物体の形状が選択される。このようにして、単一の接続界面265bが定められ、改善された歯科修復物エレメント265および歯冠266が提供される。

10

【0150】

どのような場合においても、接続界面を決定するときには、最小限の材料強度が保有されていることを観察すべきである。仮想的歯列ライブラリーにおける上述のプレート歯列は、例えばプレート歯の任意の点において予め定められた最小材料厚みを有することにより、そのようなマニピュレーションを許容すべく適合化させることができる。

【0151】

別の実施形態においては、他の歯科修復物エレメント、例えばブリッジフレームワークが、モーフィング技術によって最適化されてよく、または定められてよい。モーフィングと類似の技術がワーピングとして知られている。

【0152】

20

図27A～27Cは、2本の歯を欠いている患者の概略図である。歯が2本抜けている位置において、この患者の歯列弓にギャップ271が形成されている。残っているのは歯270a～dである。図27Bには、2つのインプラント274a、274b、ブリッジフレームワーク273aおよび被止272aを含む、自動的にプランニングされた歯科修復物27aの提案が描かれている。ブリッジフレームワーク273aおよび被止272aは、それぞれ、デンタルインプラント274aおよび275aに設置するための2つの孔276、277を有している。この歯科修復物27aの自動的にプランニングされた提案は、患者の歯列弓に沿ったギャップ271を充填するため、ならびにその歯列弓に残っている歯から算出された咬合線および場合によってはさらに解剖学的に固定された基準点をも利用して算出された咬合線にぴったりと適合させるための、歯列ライブラリーからの2本のプレート歯列をベースとしている。患者の局所的な状況により、または審美的な理由から、歯科修復物27aの上述の提案されたプランニングを手作業によって調整することが望まれる場合があり得よう。これは、例えば審美的な理由によるものであり得る。幾つかの実施形態においては、ギャップ271がそこにあるライブラリー歯列を自動的にインターフィッティングさせるときに許容するものよりもより大きな歯列を有することが望まれてよい。手作業で修正されたプランニングの結果が図27Cに示されており、この図は、調整されたデンタルインプラント274b、275b、調整されたブリッジフレームワーク273bおよび被止272bを含む、修正済みの仮想的にプランニングされた歯科修復物27bを示している。自動的にプランニングされ、かつ、提案された歯科修復物27aの手作業により修正された位置は、上述の自動的にプランニングされた歯科修復物27aの提案によって提供されるプレート歯列のスケーリングに基づくものであってよい。あるいは、またはさらに、手作業により修正される位置は、その歯列ライブラリーからの、異なるサイズの、より大きなまたはより小さなプレート歯列に基づくものであってよい。これらの適合化されたブリッジフレームワーク273b、被止272bおよびインプラント274b、275bは、調整された歯科修復物27bの所望の修正された位置および伸展についてのユーザ入力に基づいて自動的に選ばれてよい。固定されているロックされた表面は、隣接する歯列270aおよび270cの外側表面である。その歯列弓の咬合線を越えて仮想的歯列を移動させるときには、自動的なプランニングでは、患者にとって快適な咬合がもたらされるように、対向する顎に存在すると考えられる歯列を考慮に入れる。

30

40

50

【 0 1 5 3 】

残っている歯の歯科矯正または外科的矯正およびそのような矯正された歯列位置に対する歯科修復物の自動的な適合化を可能にする診断が与えられてよい。解剖学的に固定された基準点から自動的に算出された歯列の位置に基づいて、歯科修復物を伴うことなく、残っている歯の歯科矯正または外科的矯正を行うこともできる。

【 0 1 5 4 】

図 28 は、患者の下顎の歯列弓 28 の概略図である。解剖学的に現存している歯列 280 が連続的な線で描かれている。これらの解剖学的に現存している歯列 280 の位置に関するデータは上述されている方法によって与えられてよく、そのような方法は、例えば医療用イメージング法、3Dデータへ変換される歯科トレー印象または口腔内 3D スキャニング法を意味する。このデータに基づき、その患者の解剖学的に現存している歯列 280 との関係において仮想的にプランニングされた歯列 281 の自動的に提案される位置を算出することができる。仮想的にプランニングされた歯列 281 は点線で示されている。医療用ワークステーションのデータモニタ上でこの状況を視覚化することにより、解剖学的に現存している歯列 280 の不規則性を矯正するためのプランニングが可能になる。ここで描かれている非限定的な例では、犬歯 284、285 に隣接した 2 本の小白歯 282、283 が、仮想的にプランニングされた歯列 281 の自動的に提案された位置から実質的にずれている。このズレは、その患者の歯科的状況およびそれを矯正することができる可能性についての迅速な評価を可能にするため、視覚化することを目的としてカラー符号化されてよい。この分析に基づき、歯科的矯正をプランニングすることができる。その歯科的矯正は、現存している歯列の外科的抜歯および/または特定の歯列の位置の歯列矯正的管理を含み得る。仮想的にプランニングされた歯列 281 の提案された位置によって誘導される、解剖学的に現存している歯列 280 の表示を動かすことにより、歯科的修復処置を仮想的にプランニングすることができる。ユーザは、歯列の位置を、例えば 1 つずつ、ロックすることができる。歯科修復物がこの歯科的状況の矯正のためにプランニングされる場合においては、例えば隣接している歯列および咬合のロックされた表面に基づいて、これらを自動的に算出することができる。その歯科的状況の所望の矯正が仮想的にプランニングされるときには、デンタルインプラント、ブリッジフレームワーク、被止またはコーピングおよび歯冠の位置が自動的に算出されてよい。このようにしてもたらされたデータが、上で説明されているように、歯科修復物およびそれに関連する製作物を製作するために使用されてよい。ユーザによるそのプランニングの最終的な応諾の前に、それらの歯科修復物の手作業による修正が行われてよい。

【 0 1 5 5 】

図 29 は、患者の解剖学的に現存している歯 290 の作成に基づいて仮想的にプランニングされた歯科修復物 29 の概略図である。2 本の歯 292、293 に隣接している歯 290 が、図 29 の上側の図で描かれているようにして作成される。このようにして、歯 290 に、歯科修復物を取り付けるための準備表面 291 が設けられる。その歯科修復物を仮想的にプランニングするためのデータが、例えば 3D スキャニングされる歯科印象または口腔内スキャナにより提供される。歯科修復物 29 の自動的なプランニングにおいては、隣接している歯 292、293 の表面と同様に準備表面 291 もロックされる。さらに、上で説明されているようにして、解剖学的に固定された基準点から、または場合によっては咬合指数から決定することができる咬合線もロックされてよい。あるいは、有利な咬合を持つ、仮想的にプランニングされた歯科修復物をもたらすために、仮想的咬合器が用いられてもよい。これらのロックされた表面に基づき、歯科修復物がプランニングされる。被止 295 の外側表面はロックされた表面によりもたらされる拘束条件に基づいて決定される。中間的なコーピング 294 は、それぞれ、作成物および被止に向けた接続界面から自動的に算出される。この中間的なコーピングは、上で説明されているように、モーフィングによって最適化することができる。この自動的にプランニングされた歯科修復物 29 は、医療用ワークステーションを用いて、ユーザにより手作業で修正されてよい。あるいは、仮想的にプランニングされたその歯科修復物 29 が、ユーザの承認を伴わずに直接

10

20

30

40

50

的に製作されてもよい。この後、その製作された歯科修復物は、公知の方法により、例えば歯科用セメントまたは歯科接着法を用いることにより、歯290の作成物に付着されてよい。

【0156】

図30Aは、歯300を抜歯した後に、顎骨組織308内にデンタルインプラントを埋入する様子の概略図である。歯300の抜歯は、2本の隣接している歯301、302の間にギャップ303を残す。歯300の抜歯後、ギャップ303が顎骨組織308内に延びている。デンタルインプラント305を埋入するため、ドリルガイド304により、その位置に孔が設けられてよい。デンタルインプラントにはヒーリングキャップ306が設けられていてよく、ヒーリングキャップは、抜歯部位の治癒時における歯肉の同時形成を伴った、周辺軟組織の正確な肥厚をもたらす。図30Aの最も下側の図では、インプラント307は、その後の治癒期の中に形成された新骨組織307とともにオッセオインテグレーションされている。この段階で、インプラント307は、完結的な歯科修復物の仮想的なプランニングを行う準備が整っており、その仮想的なプランニングについては以下で図30Cを参照しながら説明する。

10

【0157】

図30Bは、隣接している歯315、316の間の歯のギャップ310の位置における、治癒した顎骨組織314でのデンタルインプラント312の埋入の様子の概略図である。その位置が、ギャップ310に隣接している歯列315、316により調節され得る、または軟組織により支持され得る、ドリルガイド311により、デンタルインプラント312を受け入れるための孔が設けられてよい。あるいは、またはさらに、軟組織の形態またはトポグラフィが、製作の間にドリルガイドの内側を形成するためのデータを供給するために使用されてもよい。このデンタルインプラント312にはヒーリングキャップ313が設けられていてよい。図30Bの最も下側の図では、インプラント313が骨組織314とオッセオインテグレーションされている。この段階で、インプラント307は、完結的な歯科修復物の仮想的なプランニングを行う準備が整っている。

20

【0158】

図30Cは、患者の生体構造に既に存在しているデンタルインプラント320を考慮に入れた、歯科修復物の仮想的なプランニングの概略図である。デンタルインプラント320は、隣接している歯列322、323の間のギャップ321において、患者の顎骨組織327内に与えられている。デンタルインプラント320上に間隔部324が配列されていてよい。歯科修復物30の仮想的プランニングのためのデータが、例えば3Dスキャンされる歯科印象により、上で指示されているようにして与えられる。デンタルインプラント320または間隔部324の頂面は最終的なものであり、プランニング中に修正することはできず、すなわち、その頂面は仮想的プランニングではロックされている。

30

【0159】

頭蓋口腔内の現存している解剖学的構造物、歯列、デンタルインプラントまたは他の歯科修復物は、表面同定法により、歯科修復物の自動的プランニングにおける考察のために同定することができる。例えば、現存しているデンタルインプラントは、その特徴的な形状または寸法により、歯科印象からのデータにおいて同定することができる。あるいは、例えばCTスキャンの取得されたHounsfield値の密度閾値化が、頭蓋口腔スペースの患者データにおける対象物の同定に役立ち得る。例えば軟組織および骨組織または歯へのセグメンテーションが、そのような対象物をモデル化するために行われてよい。解剖学的に現存している物体が同定されるときに、歯科修復物の仮想的プランニングのためにそれらの外側表面がロックされてよい。一方、自動的な仮想的プランニングではこれらのロックされた表面を考慮に入れる。例えば、デンタルインプラントとの接続界面における歯科用ブリッジフレームワークの外形が、そのデンタルインプラントの対応するロックされた頂面と適合するように自動的に形作られ得る。あるいは、再構成される歯の頂面が最終的な空間位置にあるべきことも決定されているときには、その歯科用ブリッジフレームワークの頂面が被止の対応する内側表面と適合するように自動的に形作られてもよい。

40

50

【 0 1 6 0 】

図 3 0 C に戻って説明すると、歯科修復物 3 0 は、デンタルインプラント 3 2 0 またはそれに取り付けられた間隔部の頂面上にぴったりと適合するように自動的に仮想的にプランニングされる。再構成される歯の外形、ここでは歯冠 3 2 6 の外形は、現存している近隣の歯 3 2 2、3 2 3 および所望の咬合、すなわち、歯冠 3 2 6 の最も上側の冠状位置との関係で決定される。これらの拘束条件に基づいて、コーピングが、歯冠の内側表面とデンタルインプラント 3 2 0 または間隔部 3 2 4 の頂面との間で整合的にぴったりと適合するように自動的に形作られる。歯冠 3 2 6 の内側表面における接続界面は、歯科修復物 3 0 の構造強度要件が有利に満たされるように設計されてよい。

【 0 1 6 1 】

要約すると、ほぼ完成状態の製作品または完成状態の製作品が、上で説明されている本自動的プランニング法によるデータに基づいて提供され得る。この仮想的プランニング中に動的修正を行うことができ、これにより、解剖学的に現存している歯列または歯科修復物が考慮される。ほぼ完成状態の製作品は、例えば歯科技工士が手作業でその歯科修復物の最終的な被止を製作することができるデンタルインプラントおよび関連する歯科用ブリッジフレームワークである。完成状態の製作品を提供するときには、被止さえもが自動的に提供され得る。さらに、仮想的にプランニングされ、かつ、製作された歯科修復物を挿入する際に必要な器具も製作されてよい。例えば、ドリルで孔を開けるための外科用テンプレート、さらには、対応するドリルを製作することができる。

【 0 1 6 2 】

上で説明されている方法を実施するためのシステムに関する一実施形態が図 3 1 に概念的に描かれている。

【 0 1 6 3 】

システム 1 9 0 0 は、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置の、および / またはその歯科的修復処置のための少なくとも 1 つの歯科的構成要素の、コンピュータベースのプランニングを提供する。このシステム 1 9 0 0 は、歯科修復物の第 1 デンタルユニットの、前述の頭蓋口腔スペース内における、第 1 境界面の第 1 空間位置を決定するための第 1 ユニット 1 9 2 2 と、その歯科修復物の第 2 デンタルユニットの、前述の第 1 境界面から隔たった位置の上述の頭蓋口腔スペース内における、第 2 境界面の第 2 空間位置を決定するための第 2 ユニット 1 9 2 4 と、前述の第 1 空間位置および第 2 空間位置のうちの少なくとも一方に対して相対的な、前述の歯科的構成要素のうちの少なくとも一部の第 3 空間位置を決定するための第 3 ユニットと、を有している。

【 0 1 6 4 】

医療用ワークステーション 1 9 1 0 は、中央演算処理装置 (CPU) 1 9 2 0、メモリおよびインターフェースなどの通常のコンピュータ構成要素を備えている。さらに、データ入力ソースから受け取ったデータ、例えば CT スキャニングまたは 3 D スキャニングから得られたデータなどを処理するための適切なソフトウェアも備えている。そのソフトウェアは、例えば医療用ワークステーション 1 9 1 0 によってアクセス可能なコンピュータ可読媒体 1 9 3 0 に保存されていてよい。そのコンピュータ可読媒体 1 9 3 0 は、患者の歯科的修復処置をプランニングするため、およびその歯科的修復処置に関係した歯科的構成要素をプランニングするために、適切なコードセグメント 1 9 0、1 9 1 を含むコンピュータプログラム 1 9 4 0 の形態で、そのソフトウェアを含んでいてよい。医療用ワークステーション 1 9 1 0 は、さらに、例えば視覚化された内容を表示させるためのモニター、ならびに、例えばその自動的プランニングさもなければ上述のソフトウェアによって提供されたプランニングを手作業により微調節するためのキーボードおよびマウスなどの、適切なヒューマンインターフェース装置を含む。医療用ワークステーションは、患者の歯科的修復処置をプランニングするための、さらには、それに関係する歯科的構成要素をプランニングするための、システム 1 9 0 0 の一部であってよい。また、医療用ワークステーションは、歯科修復物および上述の歯科的修復処置に関係した製作物のうちの少なくとも 1 つを製作するためのデータも提供してよい。

10

20

30

40

50

【0165】

プランニングする際には、例えばCTスキャンからの患者データが、例えば医療用ワークステーション1910上で実行される歯科的修復処置の術前プランニングのためのソフトウェアにインポートされる。その医療用ワークステーション1910は、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置および/またはその歯科的修復処置のための少なくとも1つの歯科的構成要素のコンピュータベースのプランニングを行うためのグラフィカル・ユーザ・インターフェースを有してよい。また、グラフィカル・ユーザ・インターフェースは、本明細書において以上で説明されている方法または添付の特許請求項に記載されている方法を視覚化するための構成要素を含んでいてよい。

【0166】

術前プランニングが行われるときに、歯科修復物および/または前述の術前プランニングに関係した製作物、例えば外科用テンプレートなどの製作が行われてよい。一実施形態においては、コンピュータプログラム1940は、頭蓋口腔スペースを有する患者の歯科的修復処置および/またはその歯科的修復処置のための少なくとも1つの歯科的構成要素、例えばブリッジフレームワーク、被止および外科用テンプレートなどのコンピュータベースのプランニングに有用である。このコンピュータプログラムは、歯科修復物の、例えば被止、ブリッジフレームワークまたはデンタルインプラントなどの第1デンタルユニットの、その患者の頭蓋口腔スペース内における第1境界面の第1空間位置を決定するための第1コードセグメント190を含んでいる。第2コードセグメント191は、その歯科修復物の第2デンタルユニットの、第1境界面から隔たった場所に位置付けされている第2境界面の第2空間位置を決定するために提供されている。第2デンタルユニットは上述の第1デンタルユニットとは異なっており、被止、ブリッジフレームワークまたはデンタルインプラントを含んでいてよい。コンピュータプログラムは、さらに、前述の第1空間位置および第2空間位置のうちの少なくとも一方に対して相対的な、上述の歯科的構成要素のうちの少なくとも一部の第3空間位置を決定するための第3コードセグメントを含んでいてよい。その歯科的構成要素は、例えば被止、ブリッジフレームワークもしくはデンタルインプラント、または外科用テンプレートであってよい。例えば、上述の第1空間位置は咬合線における歯の頂面の空間位置であり、第2空間位置はデンタルインプラントの頂面の空間位置であり、そして、第3空間位置はブリッジフレームワークと被止との間の接続界面の空間位置である。コンピュータプログラムは、本明細書において以上で説明されている方法または添付の特許請求項に記載されている方法の実行を可能にするものであってよい。また、コンピュータプログラムがコンピュータ可読媒体上で具体化されてよい。上で述べられているように、コンピュータプログラムは、医療用ワークステーションまたは仮想的な計算および設計用途に適した類似の計算装置で実行されてよい。

【0167】

本明細書で使用する場合、単数形態「a」、「an」および「the」は、そうでないことが明確に示されていない限り、複数形態をも包含する。さらに、本明細書で使用する場合、用語「含む(includes/comprises)」、「含んでいる(including/comprising)」は、記載した特徴、整数、ステップ、操作、要素、および/またはコンポーネントの存在を明記するが、1つまたはそれ以上の他の特徴、整数、ステップ、操作、要素、コンポーネント、および/またはそれらの群の存在または追加を排除するものではないことが理解されるであろう。ある要素が、他の要素に「結合される(connected)」または「連結される(coupled)」と示される場合、それは他の要素に直接的に結合または連結されることができ、あるいは、介在要素が存在することができることは理解されるであろう。さらに、本明細書で 사용되는場合、「結合される」または「連結される」は、ワイヤレスで結合または連結されることも包含することができる。本明細書で使用する場合、用語「および/または」は、関連する列挙された項目の1つまたはそれ以上の組合せのいずれかおよび全てを包含する。

【0168】

当業者には理解される通り、本発明は装置、システム、方法、またはコンピュータプロ

10

20

30

40

50

グラム製品として具現することができる。したがって本発明は、完全なハードウェア実施形態、ソフトウェア実施形態、またはソフトウェア態様およびハードウェア態様を組み合わせた実施形態の形を取ることができる。

【0169】

さらに本発明は、媒体に埋め込まれたコンピュータ使用可能プログラムコードを有する、コンピュータ使用可能記憶媒体上のコンピュータプログラム製品の形を取ることができる。ハードディスク、CD-ROM、光学記憶装置、インターネットもしくはイントラネットをサポートするような伝送媒体、または磁気記憶装置をはじめ、いずれかの適切なコンピュータ可読媒体を利用することができる。

【0170】

本発明の実施形態を本書では、フローチャートおよび/またはブロック図を参照しながら説明している。図示したブロックの一部または全部をコンピュータプログラム命令によって実現することができることは理解されるであろう。これらのコンピュータプログラム命令は、汎用コンピュータ、専用コンピュータのプロセッサ、または他のプログラマブルデータ処理装置に提供され、コンピュータのプロセッサまたは他のプログラマブルデータ処理装置を介して実行される命令が、フローチャートおよび/またはブロック図の単一または複数のブロックに指定された機能/活動を実現するための手段を形成するように、機械を製作することができる。

【0171】

これらのコンピュータプログラム命令はまた、コンピュータ可読メモリに格納された命令がフローチャートおよび/またはブロック図の単一または複数のブロックに指定された機能/活動を実現する命令手段を含む製品を製作するように、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理装置に特定の仕方で機能するように支持することのできるコンピュータ可読メモリに格納することもできる。コンピュータプログラム命令はまた、コンピュータまたは他のプログラマブル装置で実行された命令がフローチャートおよび/またはブロック図の単一または複数のブロックに指定された機能/活動を実現するためのステップをもたらすように、コンピュータまたは他のプログラマブルデータ処理装置にロードして、一連の動作ステップをコンピュータまたは他のプログラマブル装置で実行させて、コンピュータ実現プロセスを生じさせることもできる。

【0172】

図において示された機能/活動が、操作上の実例において示された順と異なって行なわれることができることは理解されるべきである。例えば、連続して示される2つのブロックは、含まれる機能/活動に依存して、実際は、実質的に同時に実行されることができるか、または2つのブロックはしばしば逆の順で実行されることができる。図のうちのいくつかは、伝達の主たる方向を示すために伝達経路上に矢印を含むが、伝達を描かれた矢印と反対の方向にも起こりうることは理解されるべきである。

【0173】

本発明を特定の実施形態に関連して上述した。しかし、上記以外の実施形態も本発明の精神および範囲内で同等に可能である。ハードウェアまたはソフトウェアによって当該方法を実行する、上記とは異なる方法ステップを、本発明の精神および範囲内で提供することができる。本発明の異なる特徴およびステップを、記載したものと異なる組合せで組み合わせることができる。本発明の範囲は、付属の特許請求の範囲によってのみ限定される。

10

20

30

40

【 図 1 】

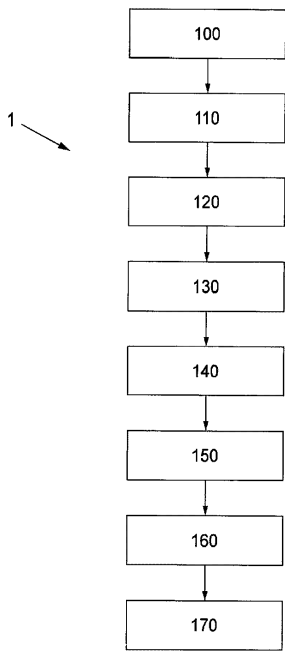


Fig. 1

【 図 2 】



Fig. 2

【 図 3 】



Fig. 3

【 図 4 】

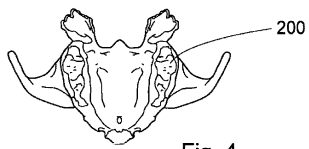


Fig. 4

【 図 4 A - C 】

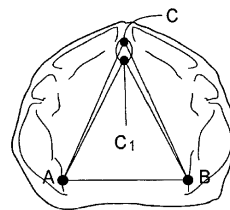


Fig. 4A

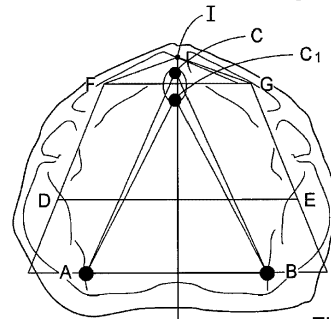


Fig. 4B

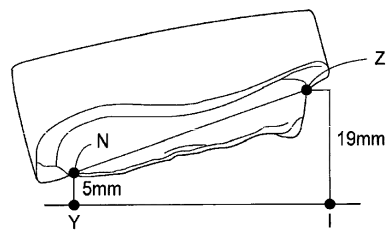


Fig. 4C

【 図 4 D - H 】

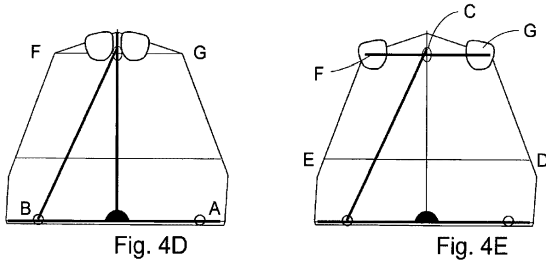


Fig. 4D

Fig. 4E

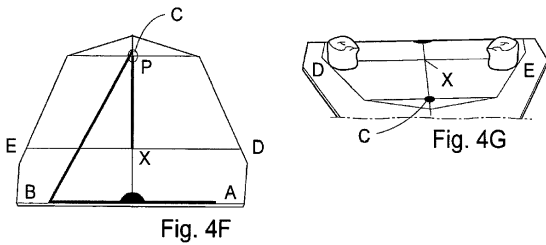


Fig. 4F

Fig. 4G

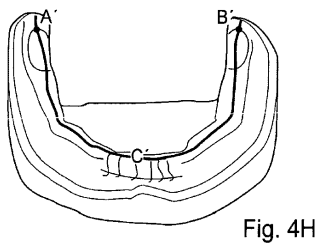


Fig. 4H

【 図 5 】

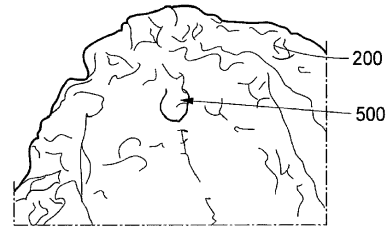


Fig. 5

【 図 6 】

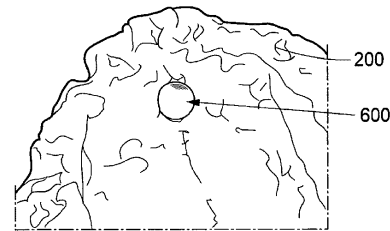


Fig. 6

【 図 7 】

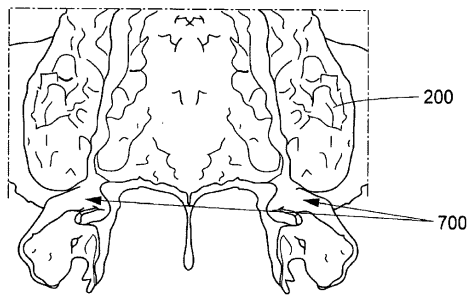


Fig. 7

【 図 9 】

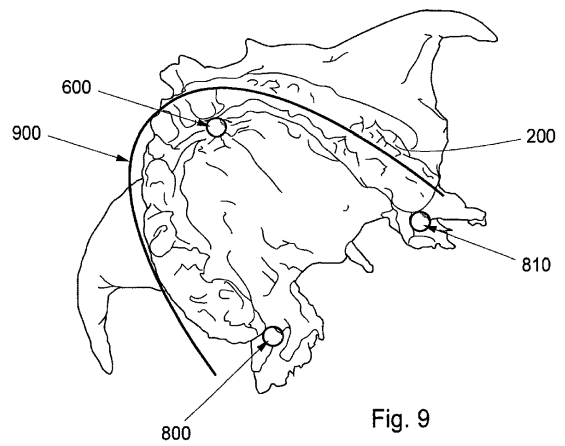


Fig. 9

【 図 8 】

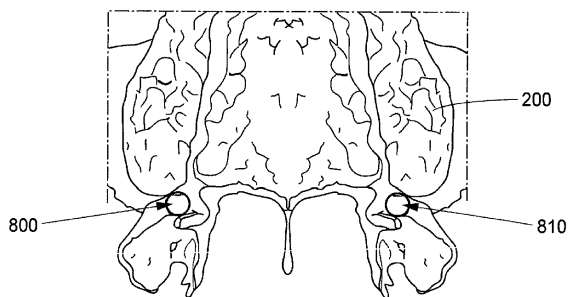


Fig. 8

【 図 1 0 】

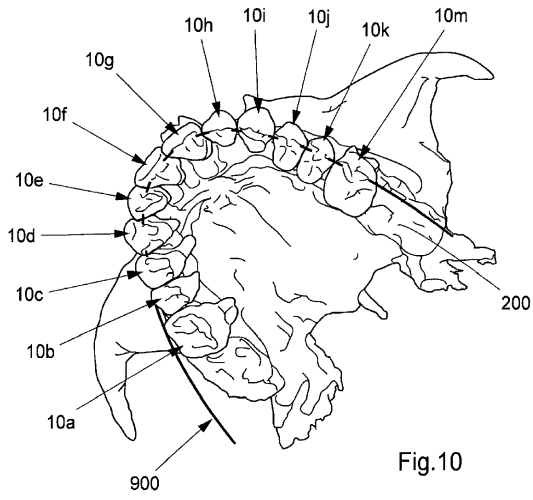


Fig.10

【 図 1 1 】

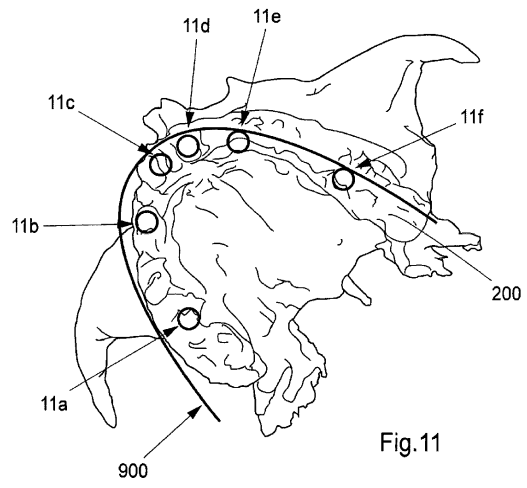


Fig.11

【 図 1 2 】

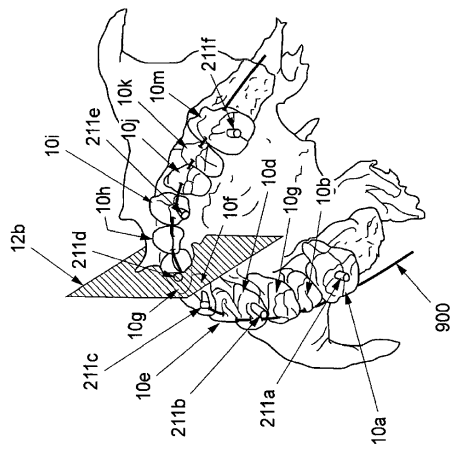


Fig. 12a

【 図 1 3 】

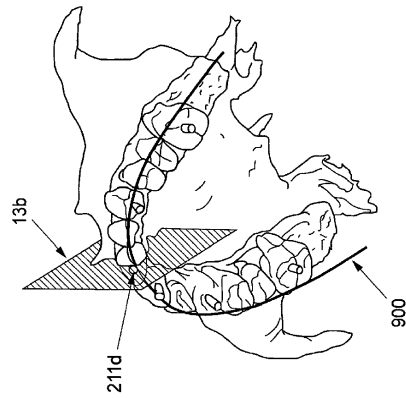


Fig. 13a

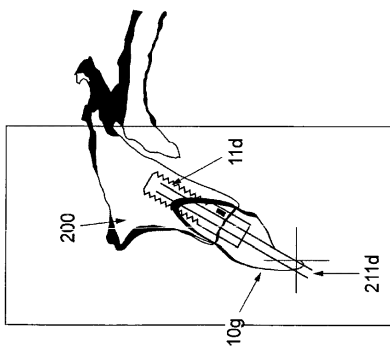


Fig. 12b

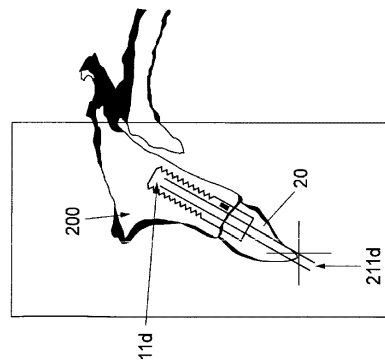
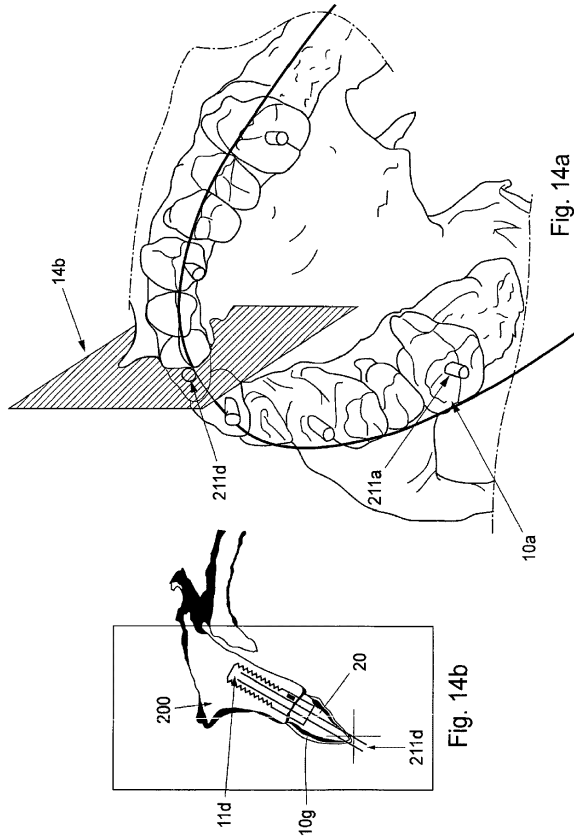
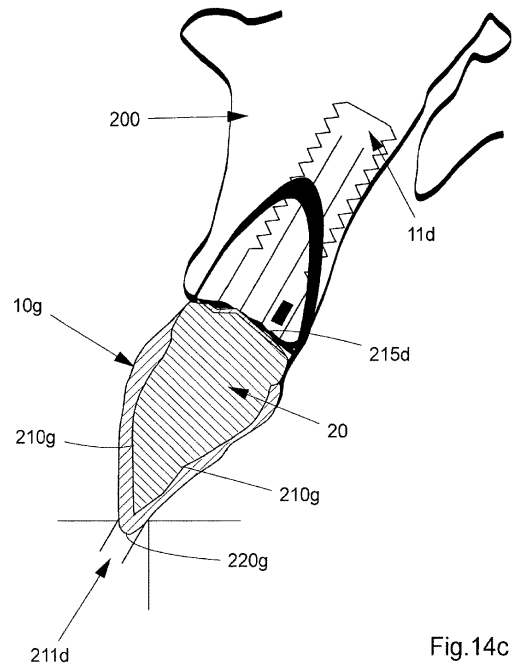


Fig. 13b

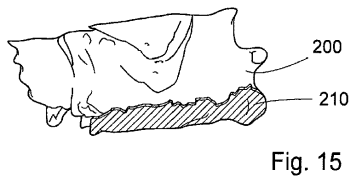
【 14 a - b 】



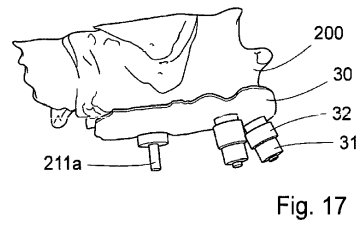
【 14 c 】



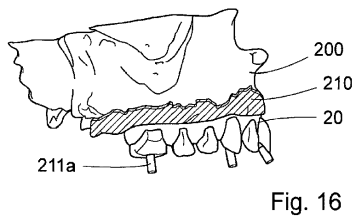
【 15 】



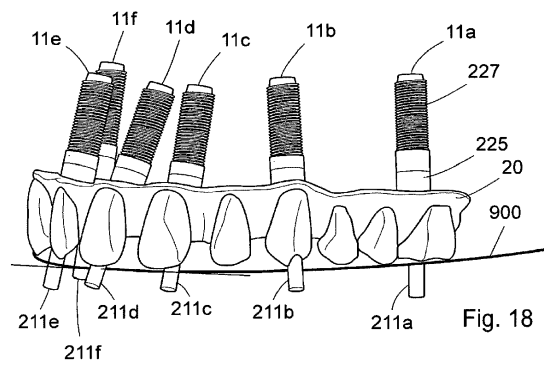
【 17 】



【 16 】



【 18 】



【 図 19 】

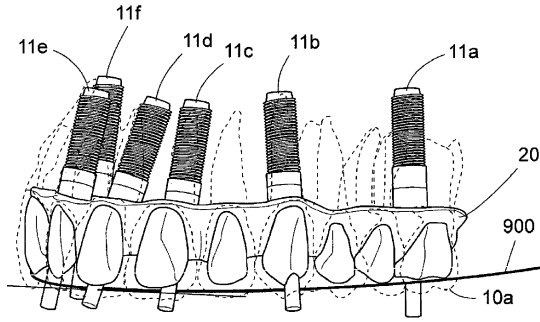


Fig. 19

【 図 20 】

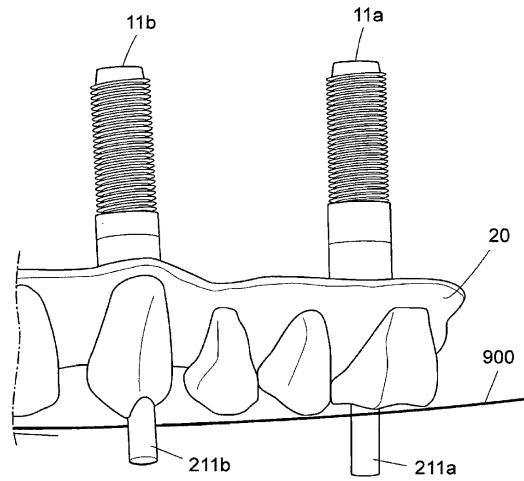


Fig. 20

【 図 21 】

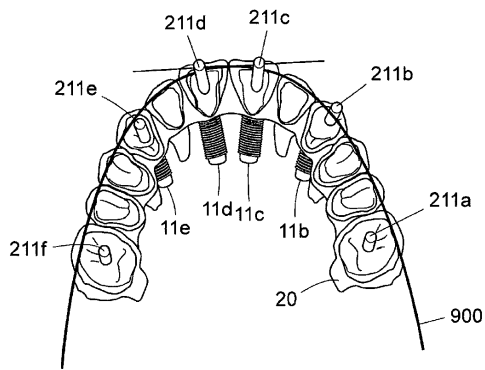


Fig. 21

【 図 23 】

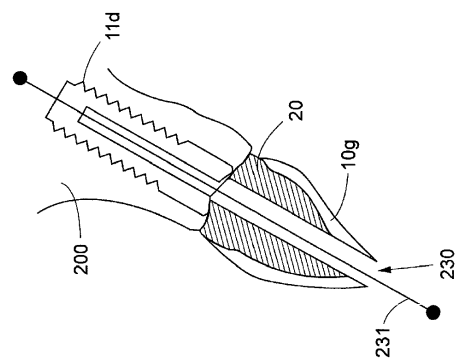


Fig. 23

【 図 22 】

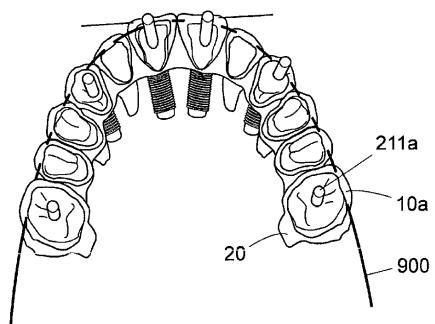


Fig. 22

【 図 24 】

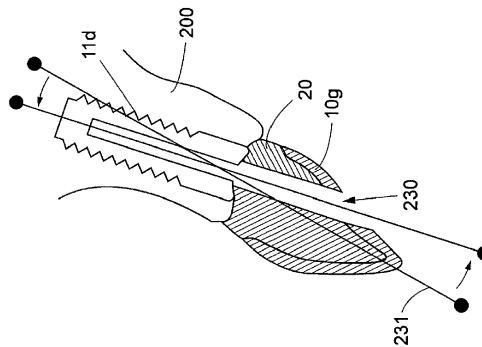


Fig. 24

【 図 2 5 】

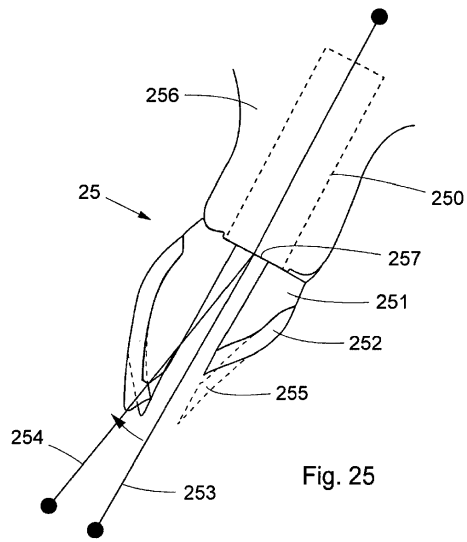


Fig. 25

【 図 2 6 】

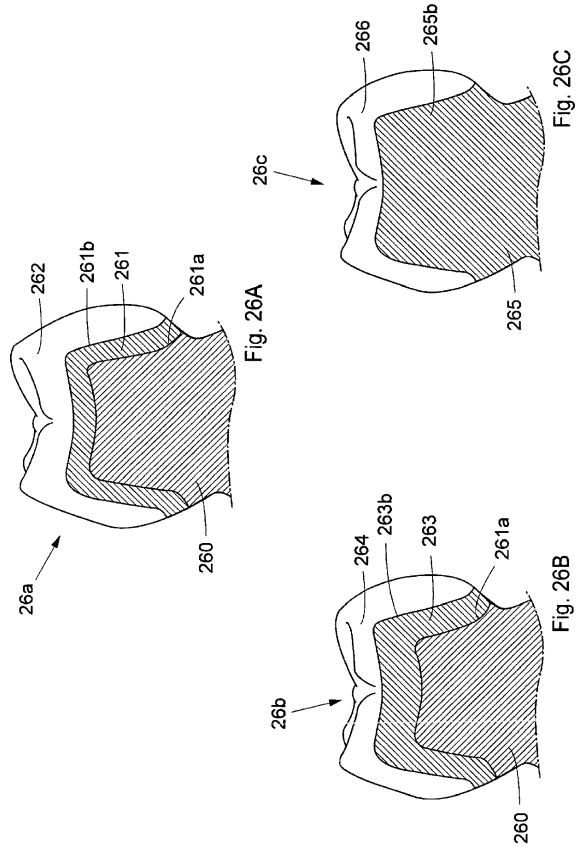


Fig. 26A

Fig. 26C

Fig. 26B

【 図 2 7 】

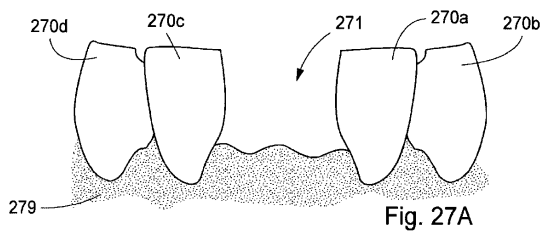


Fig. 27A

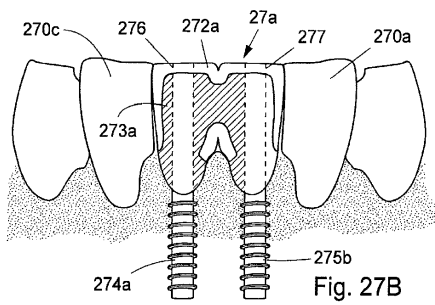


Fig. 27B

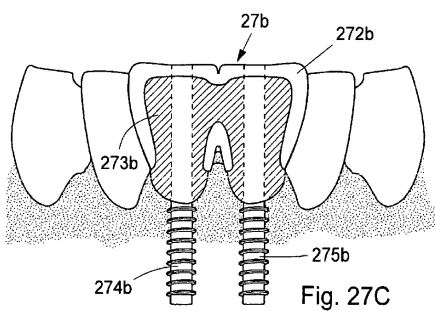


Fig. 27C

【 図 2 8 】

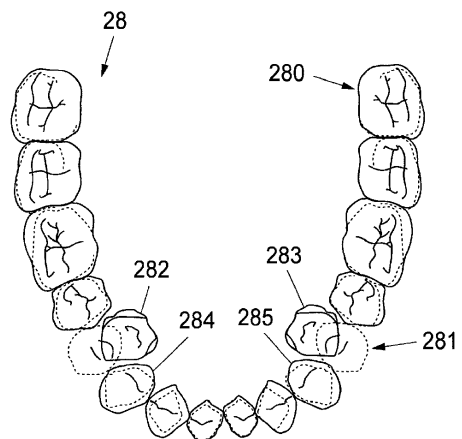


Fig. 28

【 29 】

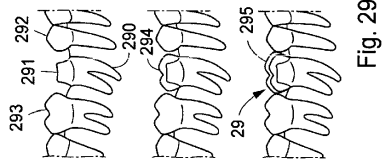


Fig. 29

【 30 】

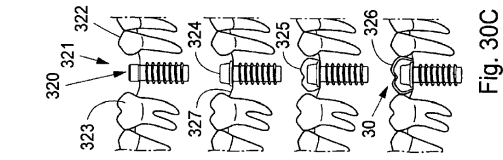


Fig. 30A

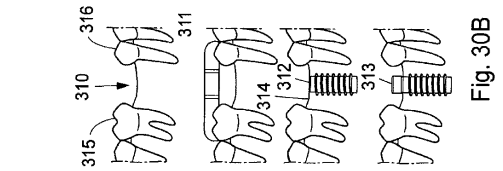


Fig. 30B

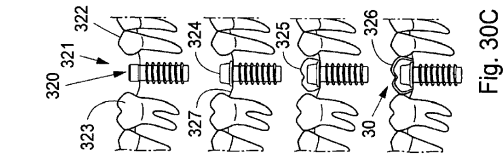


Fig. 30C

【 31 】

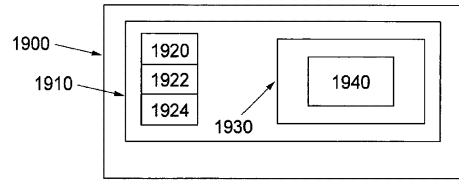


Fig. 31

【 32 】

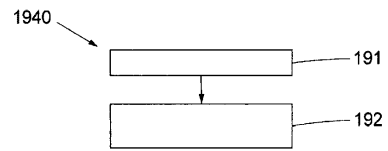


Fig. 32

フロントページの続き

(72)発明者 アンデルソン, マッツ
スウェーデン, エス - 4 4 3 3 9 レルム, ハムマルストレームズ ターパ 2

審査官 瀬戸 康平

(56)参考文献 特開平09 - 206320 (JP, A)
特表2004 - 522489 (JP, A)
国際公開第2005 / 055856 (WO, A1)
特開2005 - 168518 (JP, A)
国際公開第2007 / 009719 (WO, A1)
特表平9 - 506815 (JP, A)
特表平2 - 501034 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61C 5 / 10, 8 / 00, 13 / 00, 19 / 00