

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2010-533008

(P2010-533008A)

(43) 公表日 平成22年10月21日(2010.10.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 C</b> 19/04 (2006.01)	A 6 1 C 19/04 Z	4 C 0 5 2
<b>A 6 1 B</b> 1/24 (2006.01)	A 6 1 B 1/24	4 C 0 6 1
<b>A 6 1 B</b> 1/04 (2006.01)	A 6 1 C 19/04 J	
	A 6 1 B 1/04 3 7 0	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 45 頁)

(21) 出願番号 特願2010-515170 (P2010-515170)  
 (86) (22) 出願日 平成20年6月27日 (2008.6.27)  
 (85) 翻訳文提出日 平成21年12月28日 (2009.12.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/068522  
 (87) 国際公開番号 W02009/006273  
 (87) 国際公開日 平成21年1月8日 (2009.1.8)  
 (31) 優先権主張番号 60/947,009  
 (32) 優先日 平成19年6月29日 (2007.6.29)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 505005049  
 スリーエム イノベイティブ プロパティ  
 ズ カンパニー  
 アメリカ合衆国, ミネソタ州 5 5 1 3 3  
 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オ  
 フィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエ  
 ム センター  
 (74) 代理人 100092783  
 弁理士 小林 浩  
 (74) 代理人 100095360  
 弁理士 片山 英二  
 (74) 代理人 100093676  
 弁理士 小林 純子  
 (74) 代理人 100114409  
 弁理士 古橋 伸茂

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ビデオデータ及び三次元モデルデータの同期ビュー

(57) 【要約】

歯科修復物製造プロセスにおける用途のための、デジタル歯科用モデルを調製するためのツール、加えて、関連するシステム及び方法が記載される。歯科モデリングは、三次元モデルのビューを、モデル化された被写体の静止画で補足することによって改善される。モデルの走査中に得られるビデオデータは、レンダリングされた三次元モデルと共に表示され得る静止画のソースを提供し、2つのビュー（モデル及び静止画）は同期化されて、モデルの被写体の共通の眺望点を提供し得る。このアプローチは、歯科修復物のための準備された歯の表面境界のマーキングなどの、プロセス工程中の、モデルの表面特徴の曖昧さを排除するための有用な視覚情報を提供する。対話型のモデリングツールが同様に改善され得る。例えば、境界マーキングのためのツールは、静止画とモデルとの間の境界線の表示を同期させ、それによってユーザは、視覚的表示のいずれか又は両方と対話し、境界への変更が両方の表示に反映される。

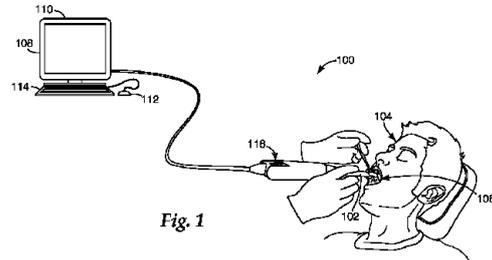


Fig. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、前記複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、前記複数の画像が少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、

前記一連の画像セットからビデオ画像を選択する工程であって、前記ビデオ画像が眺望点からの前記被写体のビューを含む工程と、

ユーザインターフェースを用いて前記ビデオ画像を表示する工程と、

ユーザインターフェースを用いて前記眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程とを含む、方法。

10

**【請求項 2】**

前記一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、前記別のビデオ画像が第2の眺望点からの前記被写体の第2のビューを含む工程と、

前記第2の眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程とを更に含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 3】**

別のビデオ画像を選択する工程が、複数のサムネイル画像のうちの1つのユーザ選択を受けるとを含む、請求項2に記載の方法。

**【請求項 4】**

別のビデオ画像を選択する工程が、ビデオタイムライン制御装置からのユーザ入力を受けるとを含む、請求項2に記載の方法。

20

**【請求項 5】**

前記眺望点が、前記被写体に対する三次元視点を含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記眺望点が、前記被写体から距離を有する、請求項1に記載の方法。

**【請求項 7】**

前記三次元モデルを作成する工程が、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含む、請求項1に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルから前記ビデオ画像を捕捉すること

30

**【請求項 9】**

1つ以上のコンピュータ装置上での実行時に、

一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、前記複数の画像の各々が、異なる光軸から捕捉され、前記複数の画像が、少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、

前記一連の画像セットからビデオ画像を選択する工程であって、前記ビデオ画像がある眺望点からの前記被写体のビューを含む工程と、

ユーザインターフェースを用いて前記ビデオ画像を表示する工程と、

ユーザインターフェースを用いて前記眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程とをコンピュータに実施させるコードがコンピュータ読み取り可能な媒体に具現化されたコンピュータプログラム製品。

40

**【請求項 10】**

前記一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、前記別のビデオ画像が、第2の眺望点からの前記被写体の第2のビューを含む工程と、

前記第2の眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程と、

を実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項9に記載のコンピュータプログラム製品。

**【請求項 11】**

別のビデオ画像を選択する工程が、複数のサムネイル画像のうちの1つのユーザ選択を

50

受けることを含む、請求項 10 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 12】

別のビデオ画像を選択する工程が、ビデオタイムライン制御装置からユーザ入力を受けることを含む、請求項 10 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 13】

前記眺望点が、前記被写体に対する三次元視点を含む、請求項 9 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 14】

前記眺望点が、前記被写体から距離を有する、請求項 9 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 15】

前記三次元モデルを作成する工程が、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含む、請求項 9 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 16】

前記マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルから前記ビデオ画像を捕捉する工程を実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項 15 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 17】

一連の画像セットから三次元モデルを作成するための作成手段であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、前記複数の画像の各々が、異なる光軸から捕捉され、前記複数の画像が、少なくとも 1 つのビデオ画像を含む作成手段と、

前記一連の画像セットからビデオ画像を選択するための選択手段であって、前記ビデオ画像が、ある眺望点からの前記被写体のビューを含む選択手段と、

ユーザインターフェースを用いて前記ビデオ画像を表示するための表示手段と、

ユーザインターフェースを用いて前記眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングするためのレンダリング手段と、を備える、システム。

【請求項 18】

前記一連の画像セットから別のビデオ画像を選択するための第 2 の選択手段であって、前記別のビデオ画像が、第 2 の眺望点からの前記被写体の第 2 のビューを含む選択手段を更に備え、前記レンダリング手段が、前記第 2 の眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 19】

別のビデオ画像を選択することが、複数のサムネイル画像のうちの 1 つのユーザ選択を受けることを含む、請求項 18 に記載のシステム。

【請求項 20】

別のビデオ画像を選択することが、ビデオタイムライン制御装置からユーザ入力を受けることを含む、請求項 18 に記載のシステム。

【請求項 21】

前記眺望点が、前記被写体に対する三次元視点を含む、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 22】

前記眺望点が、前記被写体から距離を有する、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 23】

前記三次元モデルを作成することが、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含む、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 24】

複数の画像セットを捕捉することが、前記マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルから前記ビデオ画像を捕捉することを含む、請求項 23 に記載のシステム。

【請求項 25】

一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、前記複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、前記複数の画像が

10

20

30

40

50

少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、

ユーザインターフェースを用いて眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程と、

前記一連の画像セットから、前記眺望点に最も近くに対応する被写体のビューを含むビデオ画像を選択する工程と、

ユーザインターフェースを用いて前記ビデオ画像を表示する工程とを含む、方法。

【請求項26】

前記被写体が歯列を含み、

前記歯列の境界をマークするためのツールを用意する工程を含む、請求項25に記載の方法。

【請求項27】

前記三次元モデル上の新たな眺望点のユーザ選択を受ける工程と、

前記一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、前記別のビデオ画像が第2の眺望点からの前記被写体の第2のビューを含む工程と、

前記新たな眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程とを更に含む、請求項25に記載の方法。

【請求項28】

前記ユーザ選択を受けるために、ズーム制御装置、パン制御装置、及び回転制御装置のうちの一つ以上を用意する工程を更に備える、請求項27に記載の方法。

【請求項29】

前記眺望点、前記被写体に対する三次元視点を含む、請求項25に記載の方法。

【請求項30】

前記眺望点、前記被写体から距離を有する、請求項25に記載の方法。

【請求項31】

三次元モデルを作成する工程が、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含む、請求項25に記載の方法。

【請求項32】

複数の画像セットを捕捉する工程が、前記マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルから前記ビデオ画像を捕捉することを含む、請求項31に記載の方法。

【請求項33】

前記一連の画像セットから複数のビデオ画像を選択する工程と、

前記複数のビデオ画像からのデータを組み合わせた複合ビデオ画像を合成して前記被写体の前記ビューを取得する工程とを更に含む、請求項25に記載の方法。

【請求項34】

前記複合ビデオ画像が、前記複数のビデオ画像のうちのいずれの解像度よりも高い解像度を有する、請求項33に記載の方法。

【請求項35】

1つ以上のコンピュータ装置上での実行時に、

一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、前記複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、前記複数の画像が少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、

ユーザインターフェースを用いて眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程と、

前記一連の画像セットから、前記眺望点に最も近くに対応する被写体のビューを含むビデオ画像を選択する工程と、

ユーザインターフェースを用いて前記ビデオ画像を表示する工程とをコンピュータに実施させるコードがコンピュータ読み取り可能な媒体に具現化されたコンピュータプログラム製品。

【請求項36】

前記被写体が歯列を含み、前記コンピュータプログラム製品が、前記歯列の境界をマー

10

20

30

40

50

クするためのツールを用意することを含む、請求項 3 5 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 7】

前記三次元モデル上の新たな眺望点のユーザ選択を受ける工程と、  
前記一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、前記別のビデオ画像が、第 2 の眺望点からの前記被写体の第 2 のビューを含む工程と、  
前記新たな眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングする工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項 3 5 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 8】

前記ユーザ選択を受けるために、ズーム制御装置、パン制御装置、及び回転制御装置のうちの一つ以上を用意する工程を実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項 3 7 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 3 9】

前記眺望点が、前記被写体に対する三次元視点を含む、請求項 3 5 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 4 0】

前記眺望点が、前記被写体から距離を有する、請求項 3 5 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 4 1】

三次元モデルを作成する工程が、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含む、請求項 3 5 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 4 2】

複数の画像セットを捕捉する工程が、前記マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルから前記ビデオ画像を捕捉することを含む、請求項 4 1 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 4 3】

前記一連の画像セットから複数のビデオ画像を選択する工程と、  
前記複数のビデオ画像からのデータを組み合わせた複合ビデオ画像を合成して前記被写体の前記ビューを取得する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項 3 5 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 4 4】

前記複合ビデオ画像が、前記複数のビデオ画像のうちのいずれの解像度よりも高い解像度を有する、請求項 4 3 に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項 4 5】

一連の画像セットから三次元モデルを作成するための作成手段であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、前記複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、前記複数の画像が少なくとも一つのビデオ画像を含む作成手段と、

ユーザインターフェースを用いて眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングするためのレンダリング手段と、

前記一連の画像セットから、前記眺望点に最も近くに対応する被写体のビューを含むビデオ画像を選択するための選択手段と、

ユーザインターフェースを用いて前記ビデオ画像を表示するための表示手段とを備える、システム。

【請求項 4 6】

前記被写体が歯列を含み、前記システムが、前記歯列の境界をマークするためのツールを用意することを含む、請求項 4 5 に記載のシステム。

【請求項 4 7】

前記選択手段が、前記三次元モデル上の新たな眺望点のユーザ選択を受け、前記一連の画像セットから別のビデオ画像を選択するための手段であり、

10

20

30

40

50

前記別のビデオ画像が、第2の眺望点からの前記被写体の第2のビューを含む手段と、前記新たな眺望点からの前記三次元モデルをレンダリングするための手段とを備える、請求項45に記載のシステム。

【請求項48】

前記選択手段が、前記ユーザ選択を受けるために、ズーム制御装置、パン制御装置、及び回転制御装置のうちの一つ以上を用意する手段を含む、請求項47に記載のシステム。

【請求項49】

前記眺望点が、前記被写体に対する三次元視点を含む、請求項45に記載のシステム。

【請求項50】

前記眺望点が、前記被写体から距離を有する、請求項45に記載のシステム。

10

【請求項51】

前記作成手段が、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉するための手段を含む、請求項45に記載のシステム。

【請求項52】

前記作成手段が、前記マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルから前記ビデオ画像を捕捉するための手段を含む、請求項51に記載のシステム。

【請求項53】

前記一連の画像セットから複数のビデオ画像を選択し、前記複数のビデオ画像からのデータを組み合わせた複合ビデオ画像を合成して前記被写体の前記ビューを取得するための第2の選択手段を更に備える、請求項45に記載のシステム。

20

【請求項54】

前記複合ビデオ画像が、前記複数のビデオ画像のうちのいずれの解像度よりも高い解像度を有する、請求項53に記載のシステム。

【請求項55】

一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、各画像セットの複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉される工程と、

前記複数の画像のうちの一つを第1の表示領域に表示する工程と、

前記三次元モデルを第2の表示領域にレンダリングする工程と、

前記第1の表示領域と前記第2の表示領域とを同期させて、前記被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを含む、方法。

30

【請求項56】

前記複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受ける工程と、前記三次元モデルを回転させて前記共通の眺望点を維持する工程とを更に含む、請求項55に記載の方法。

【請求項57】

前記複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受ける工程と、前記三次元モデルを並進させて前記共通の眺望点を維持する工程とを更に含む、請求項55に記載の方法。

【請求項58】

前記複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受ける工程と、前記三次元モデルをスケーリングして前記共通の眺望点を維持する工程とを更に含む、請求項55に記載の方法。

40

【請求項59】

前記三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、前記複数の画像のうち新たな1つを選択して前記共通の眺望点を維持する工程とを更に含む、請求項55に記載の方法。

【請求項60】

前記三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、前記複数の画像のうち2つ以上から複合ビデオ画像を作成して前記被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを更に含む、請求項55に記載の方法。

【請求項61】

50

1つ以上の計算装置上での実行時に、

一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、各画像セットの前記複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉される工程と、

前記複数の画像のうちの1つを第1の表示領域に表示する工程と、

前記三次元モデルを第2の表示領域にレンダリングする工程と、

前記第1の表示領域と前記第2の表示領域とを同期させて、前記被写体に関する共通の眺望点を設ける工程と、を実施させるコンピュータ実行可能なコードを備える、コンピュータプログラム製品。

【請求項62】

前記複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受ける工程と、前記三次元モデルを回転させて前記共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項61に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項63】

前記複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受ける工程と、前記三次元モデルを並進させて前記共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項61に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項64】

前記複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受ける工程と、前記三次元モデルをスケーリングして前記共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項61に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項65】

前記三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、前記複数の画像のうちの新たな1つを選択して前記共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項61に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項66】

前記三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、前記複数の画像のうちの2つ以上から複合ビデオ画像を作成して前記被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項61に記載のコンピュータプログラム製品。

【請求項67】

一連の画像セットから三次元モデルを作成するための作成手段であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、各画像セットの前記複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉される作成手段と、

前記複数の画像のうちの1つを第1の表示領域に表示するための表示手段と、

前記三次元モデルを第2の表示領域にレンダリングするためのレンダリング手段と、

前記第1の表示領域と前記第2の表示領域とを同期させて、前記被写体に関する共通の眺望点を設けるための同期手段と、を含む、システム。

【請求項68】

前記複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受け、前記三次元モデルを回転させて前記共通の眺望点を維持するための制御手段を更に備える、請求項67に記載のシステム。

【請求項69】

前記複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受け、前記三次元モデルを並進させて前記共通の眺望点を維持するための制御手段を更に備える、請求項67に記載のシステム。

【請求項70】

前記複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受け、前記三次元モデルをスケーリングして前記共通の眺望点を維持するための制御手段を更に備える、請求項67に記載のシステム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 7 1】

前記三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受け、前記複数の画像のうちの新たな 1 つを選択して前記共通の眺望点を維持するための制御手段を更に備える、請求項 6 7 に記載のシステム。

## 【請求項 7 2】

前記三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受け、前記複数の画像のうちの 2 つ以上から複合ビデオ画像を作成して前記被写体に関する共通の眺望点を設けるための制御手段を更に備える、請求項 6 7 に記載のシステム。

## 【請求項 7 3】

眺望点からの歯列の三次元モデルを表示する工程と、  
前記歯列の複数のビデオ画像を用意する工程と、  
前記眺望点からの前記歯列を示す、前記複数のビデオ画像のうちの 1 つを選択する工程と、

10

前記歯列の境界を視覚的に決定するのを補助するものとして、ユーザインターフェースを用いて前記複数のビデオ画像のうちの前記 1 つを、前記三次元モデルと共に表示する工程とを含む、方法。

## 【請求項 7 4】

前記三次元モデルのうちの 1 つ以上又は前記複数のビデオ画像のうちの前記 1 つの上に境界を表示する工程を更に含む、請求項 7 3 に記載の方法。

## 【請求項 7 5】

前記境界のユーザ修正を受ける工程と、修正された境界で前記表示を更新する工程とを更に含む、請求項 7 4 に記載の方法。

20

## 【請求項 7 6】

眺望点からの歯列の三次元モデルを表示するための表示領域を有するディスプレイと、  
前記歯列の複数のビデオ画像を供給するカメラと、  
前記眺望点からの前記歯列を示す、前記複数のビデオ画像のうちの 1 つを選択するための選択手段と、

前記複数のビデオ画像のうちの前記 1 つを、前記歯列の境界を視覚的に決定するのを補助するものとして表示するための、前記ディスプレイ内の第 2 の表示領域と、を備える、システム。

30

## 【請求項 7 7】

前記三次元モデルのうちの 1 つ以上又は前記複数のビデオ画像のうちの前記 1 つの上に境界を表示するための境界表示手段を更に備える、請求項 7 6 に記載のシステム。

## 【請求項 7 8】

前記境界のユーザ修正を受け、修正された境界で前記表示を更新するための境界修正手段を更に備える、請求項 7 7 に記載のシステム。

## 【請求項 7 9】

1 つ以上の計算装置上での実行時に、

眺望点からの歯列の三次元モデルを表示する工程と、  
前記歯列の複数のビデオ画像を供給する工程と、  
前記眺望点からの前記歯列を示す、前記複数のビデオ画像のうちの 1 つを選択する工程と、

40

前記歯列の境界を視覚的に決定するのを補助するものとして、ユーザインターフェースを用いて前記複数のビデオ画像のうちの前記 1 つを前記三次元モデルと共に表示する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備える、コンピュータプログラム製品。

## 【請求項 8 0】

前記三次元モデルのうちの 1 つ以上又は前記複数のビデオ画像のうちの 1 つに境界を表示する工程を実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項 7 9 に記載のコンピュータプログラム製品。

## 【請求項 8 1】

50

前記境界のユーザ修正を受ける工程と、修正された境界を使用して前記表示を更新する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備える、請求項80に記載のコンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(発明の分野)

本開示は、歯科学、より具体的には、歯列の三次元デジタルモデルで境界をマークするためのツール及び技法に関する。

【0002】

(関連出願の相互参照)

本願は、2007年6月29日に出願された米国仮特許出願第60/947009号の利益を主張するものである。

【背景技術】

【0003】

歯科技術における最近の進歩は、非常に正確なデジタル歯科印象を捕捉することを可能にした。現在の走査技法は、ブリッジ、歯冠などの様々な歯科修復物、並びに歯科器具、歯科補綴物などのために、物理的モデルを直接的に準備するのに十分な解像度を、概念的に提供する。しかしながら、口内走査は、準備された歯表面の境界など、重要な領域の周辺の、正確な三次元データを得るための、多くの物理的障害を提示する。これには、準備された歯の周辺の組織壁の崩壊、加えて、蓄積して境界を見え難くする血液、唾液などが含まれる。このような状況では、得られる三次元走査の不明瞭さは、得られる三次元モデルのみに基づいて、容易に特定又は解決することができない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

デジタル歯科用モデルを処理するための、改善された技法に対する必要性が存在する。例えば、デジタル処理による歯科修復物の調製を補助するための、改善された境界マーキングツールに対する必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

歯科修復物のデジタル製造プロセスは、モデル化された被写体の静止画で三次元モデルのビューを補うことによって改善される。モデルの走査中に得られるビデオデータは、レンダリングされた三次元モデルと共に表示され得る静止画のソースを提供し、2つのビュー(モデル及び静止画)が同期化されて、モデルの被写体の共通の眺望点(perspective)を提供し得る。このアプローチは、歯科修復物のための準備された歯の表面境界のマーキングなどの、プロセス工程中の、モデルの表面特徴の曖昧さを排除するための有用な視覚情報を提供する。対話的なモデリングツールが同様に強化されてもよい。例えば、境界マーキングのためのツールは、静止画とモデルとの間の境界線の表示を同期させ、それによってユーザは、視覚的表示のいずれか又は両方と対話することができる。

【0006】

一態様において、本明細書で開示される方法は、一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、該複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、該複数の画像が少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、一連の画像セットからビデオ画像を選択する工程であって、そのビデオ画像が、眺望点からの被写体のビューを含む工程と、ユーザインターフェースを用いてビデオ画像を表示する工程と、ユーザインターフェースを用いて眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程とを含む。

【0007】

この方法は、一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、該別のビ

10

20

30

40

50

デオ画像が第2の眺望点からの被写体の第2のビューを含む工程と、第2の眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程とを含んでもよい。別のビデオ画像を選択する工程は、複数のサムネイル画像のうちの1つのユーザ選択を受けることを含んでもよい。別のビデオ画像を選択する工程は、ビデオタイムライン制御装置からのユーザ入力を受けることを含んでもよい。眺望点は、被写体に対する三次元視点を含んでもよい。眺望点は、被写体から距離を有してもよい。三次元モデルを作成する工程は、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含んでもよい。三次元モデルを作成する工程は、マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルからビデオ画像を捕捉することを含んでもよい。

**【0008】**

本願で開示されるコンピュータプログラム製品は、1つ以上のコンピュータ装置上での実行時に、一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、該複数の画像の各々が、異なる光軸から捕捉され、該複数の画像が、少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、一連の画像セットからビデオ画像を選択する工程であって、該ビデオ画像がある眺望点からの被写体のビューを含む工程と、ユーザインターフェースを用いてビデオ画像を表示する工程と、ユーザインターフェースを用いて該眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程とをコンピュータに実施させるコードがコンピュータ読み取り可能な媒体に具現化されている。

**【0009】**

このコンピュータプログラム製品は、一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、該別のビデオ画像が、第2の眺望点からの被写体の第2のビューを含む工程と、第2の眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを有してもよい。別のビデオ画像を選択する工程は、複数のサムネイル画像のうちの1つのユーザ選択を受けることを含んでもよい。別のビデオ画像を選択する工程は、ビデオタイムライン制御装置からのユーザ入力を受けることを含んでもよい。眺望点は、被写体に対する三次元視点を含んでもよい。眺望点は、被写体から距離を有してもよい。三次元モデルを作成する工程は、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含んでもよい。三次元モデルを作成する工程は、マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルからビデオ画像を捕捉する工程を実施させ得るコンピュータ実行可能なコードを有してもよい。

**【0010】**

本願で開示されるシステムは、一連の画像セットから三次元モデルを作成するための作成手段であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、該複数の画像の各々が、異なる光軸から捕捉され、該複数の画像が、少なくとも1つのビデオ画像を含む作成手段と、一連の画像セットからビデオ画像を選択するための選択手段であって、該ビデオ画像が、ある眺望点からの被写体のビューを含む選択手段と、ユーザインターフェースを用いて該ビデオ画像を表示するための表示手段と、ユーザインターフェースを用いて該眺望点からの三次元モデルをレンダリングするためのレンダリング手段と、を備える。

**【0011】**

このシステムは、一連の画像セットから別のビデオ画像を選択するための第2の選択手段であって、該別のビデオ画像が、第2の眺望点からの被写体の第2のビューを含む第2の選択手段を備えてもよく、レンダリング手段は、第2の眺望点からの三次元モデルをレンダリングする。別のビデオ画像を選択することは、複数のサムネイル画像のうちの1つのユーザ選択を受けることを含んでもよい。別のビデオ画像を選択することは、ビデオタイムライン制御装置からのユーザ入力を受けることを含んでもよい。眺望点は、被写体に対する三次元視点を含んでもよい。眺望点は、被写体から距離を有してもよい。三次元モデルを作成することは、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含んでもよい。複数の画像セットを捕捉することは、マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルからビデオ画像を捕捉することを含んでもよい。

**【0012】**

一態様において、本願で開示される方法は、一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、該複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、該複数の画像が少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、ユーザインターフェースを用いて眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程と、一連の画像セットから、該眺望点に最も近くに対応する被写体のビューを含むビデオ画像を選択する工程と、ユーザインターフェースを用いて該ビデオ画像を表示する工程とを含む。

【0013】

被写体は歯列を含んでもよく、この方法は、歯列の境界をマークするためのツールを用意する工程を含む。この方法は、三次元モデル上の新たな眺望点のユーザ選択を受ける工程と、一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、該別のビデオ画像が第2の眺望点からの被写体の第2のビューを含む工程と、該新たな眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程とを含んでもよい。この方法は、ユーザ選択を受けるために、ズーム制御装置、パン制御装置、及び回転制御装置のうち1つ以上を用意する工程を含んでもよい。眺望点は、被写体に対する三次元視点を含んでもよい。眺望点は、被写体から距離を有してもよい。三次元モデルを作成する工程は、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含んでもよい。複数の画像セットを捕捉する工程は、マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルからビデオ画像を捕捉することを含んでもよい。この方法は、一連の画像セットから複数のビデオ画像を選択する工程と、該複数のビデオ画像からのデータを組み合わせた複合ビデオ画像を合成して被写体のビューを取得する工程とを含んでもよい。複合ビデオ画像は、複数のビデオ画像のうちのいずれの解像度よりも高い解像度を有する。

【0014】

本願で開示されるコンピュータプログラム製品は、1つ以上のコンピュータ装置上での実行時に、一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、該複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、該複数の画像が少なくとも1つのビデオ画像を含む工程と、ユーザインターフェースを用いて眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程と、一連の画像セットから、該眺望点に最も近くに対応する被写体のビューを含むビデオ画像を選択する工程と、ユーザインターフェースを用いてビデオ画像を表示する工程とをコンピュータに実施させるコードがコンピュータ読み取り可能な媒体上に具現化されている。

【0015】

被写体は歯列を含んでもよく、このコンピュータプログラム製品は、歯列の境界をマークするためのツールを用意することを含む。このコンピュータプログラム製品は、三次元モデル上の新たな眺望点のユーザ選択を受ける工程と、一連の画像セットから別のビデオ画像を選択する工程であって、該別のビデオ画像が、第2の眺望点からの被写体の第2のビューを含む工程と、新たな眺望点からの三次元モデルをレンダリングする工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを含んでもよい。

【0016】

このコンピュータプログラムは、ユーザ選択を受けるために、ズーム制御装置、パン制御装置、及び回転制御装置のうち1つ以上を用意する工程を実施させるコンピュータ実行可能なコードを更に備えてもよい。眺望点は、被写体に対する三次元視点を含んでもよい。眺望点は、被写体から距離を有してもよい。三次元モデルを作成する工程は、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉することを含んでもよい。複数の画像セットを捕捉する工程は、マルチアパーチャビデオカメラの中心チャンネルからビデオ画像を捕捉することを含んでもよい。このコンピュータプログラムは、一連の画像セットから複数のビデオ画像を選択する工程と、該複数のビデオ画像からのデータを組み合わせた複合ビデオ画像を合成して被写体のビューを取得する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。複合ビデオ画像は、複数のビデオ画像のうちのいずれの解像度よりも高い解像度を有する。

【0017】

本願で開示されるシステムは、一連の画像セットから三次元モデルを作成するための作成手段であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、該複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉され、該複数の画像が少なくとも1つのビデオ画像を含む作成手段と、ユーザインターフェースを用いて眺望点からの該三次元モデルをレンダリングするためのレンダリング手段と、一連の画像セットから、眺望点に最も近くに対応する被写体のビューを含むビデオ画像を選択するための選択手段と、ユーザインターフェースを用いて該ビデオ画像を表示するための表示手段とを備える。

【0018】

被写体は歯列を含んでもよく、このシステムは、歯列の境界をマークするためのツールを用意することを含む。選択手段は、三次元モデル上の新たな眺望点のユーザ選択を受け、一連の画像セットから別のビデオ画像を選択するための手段であり、該別のビデオ画像が、第2の眺望点からの被写体の第2のビューを含む手段と、該新たな眺望点からの三次元モデルをレンダリングするための手段とを備えてもよい。選択手段は、ユーザ選択を受けるために、ズーム制御装置、パン制御装置、及び回転制御装置のうち1つ以上を用意する手段を含んでもよい。眺望点は、被写体に対する三次元視点を含んでもよい。眺望点は、被写体から距離を有してもよい。作成手段は、マルチアパーチャビデオカメラで複数の画像セットを捕捉するための手段を含んでもよい。作成手段は、マルチアパーチャビデオカメラの中心チャネルからビデオ画像を捕捉するための手段を含んでもよい。このシステムは、一連の画像セットから複数のビデオ画像を選択し、該複数のビデオ画像からのデータを組み合わせた複合ビデオ画像を合成して被写体のビューを取得するための第2の選択手段を含んでもよい。複合ビデオ画像は、複数のビデオ画像のうちのいずれの解像度よりも高い解像度を有する。

【0019】

一態様において、本願で開示される方法は、一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、各画像セットの複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉される工程と、該複数の画像のうち1つを第1の表示領域に表示する工程と、該三次元モデルを第2の表示領域にレンダリングする工程と、第1の表示領域と第2の表示領域とを同期させて、被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを含む。

【0020】

この方法は、複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受ける工程と、三次元モデルを回転させて共通の眺望点を維持する工程とを含んでもよい。この方法は、複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受ける工程と、三次元モデルを並進させて共通の眺望点を維持する工程とを含んでもよい。この方法は、複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受ける工程と、三次元モデルをスケールリングして共通の眺望点を維持する工程とを含んでもよい。この方法は、三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、複数の画像のうち新たな1つを選択して共通の眺望点を維持する工程とを含んでもよい。この方法は、三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、複数の画像のうち2つ以上から複合ビデオ画像を作成して被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを含んでもよい。

【0021】

本願で開示されるコンピュータプログラム製品は、1つ以上の計算装置上での実行時に、一連の画像セットから三次元モデルを作成する工程であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、各画像セットの該複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉される工程と、該複数の画像のうち1つを第1の表示領域に表示する工程と、該三次元モデルを第2の表示領域にレンダリングする工程と、第1の表示領域と第2の表示領域とを同期させて、被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備える。

【0022】

このコンピュータプログラム製品は、複数の画像のうち別の1つのユーザ選択を受け

10

20

30

40

50

る工程と、三次元モデルを回転させて共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。このコンピュータプログラム製品は、複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受ける工程と、三次元モデルを並進させて共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。このコンピュータプログラム製品は、複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受ける工程と、三次元モデルをスケールリングして共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。このコンピュータプログラム製品は、三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、複数の画像のうちの新たな1つを選択して共通の眺望点を維持する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。このコンピュータプログラム製品は、三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受ける工程と、複数の画像のうちの2つ以上から複合ビデオ画像を作成して被写体に関する共通の眺望点を設ける工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。

10

**【0023】**

本願で開示されるシステムは、一連の画像セットから三次元モデルを作成するための作成手段であって、各画像セットが被写体の複数の画像を含み、各画像セットの該複数の画像の各々が異なる光軸から捕捉される作成手段と、該複数の画像のうちの1つを第1の表示領域に表示するための表示手段と、該三次元モデルを第2の表示領域にレンダリングするためのレンダリング手段と、第1の表示領域と第2の表示領域とを同期させて、被写体に関する共通の眺望点を設けるための同期手段とを含む。

**【0024】**

このシステムは、複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受け、三次元モデルを回転させて共通の眺望点を維持するための制御手段を備えてもよい。このシステムは、複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受け、三次元モデルを並進させて共通の眺望点を維持するための制御手段を更に備えてもよい。このシステムは、複数の画像のうちの別の1つのユーザ選択を受け、三次元モデルをスケールリングして共通の眺望点を維持するための制御手段を備えてもよい。このシステムは、三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受け、複数の画像のうちの新たな1つを選択して共通の眺望点を維持するための制御手段を備えてもよい。このシステムは、三次元モデルの別の眺望点のユーザ選択を受け、複数の画像のうちの2つ以上から複合ビデオ画像を作成して被写体に関する共通の眺望点を設けるための制御手段を備えてもよい。

20

30

**【0025】**

一態様において、本願で開示される方法は、眺望点からの歯列の三次元モデルを表示する工程と、該歯列の複数のビデオ画像を用意する工程と、該眺望点からの該歯列を示す、該複数のビデオ画像のうちの1つを選択する工程と、前記歯列の境界を視覚的に決定するのを補助するものとして、ユーザインターフェースを用いて該複数のビデオ画像のうちの該1つを、該三次元モデルと共に表示する工程とを含む。

**【0026】**

この方法は、三次元モデルのうちの1つ以上又は複数のビデオ画像のうちの1つの上に境界を表示する工程を含んでもよい。境界を表示する工程は、境界のユーザ修正を受ける工程と、修正された境界を使用して表示を更新する工程とを更に含んでもよい。

40

**【0027】**

本願で開示されるシステムは、眺望点からの歯列の三次元モデルを表示するための表示領域を有するディスプレイと、該歯列の複数のビデオ画像を供給するカメラと、該眺望点からの該歯列を示す、該複数のビデオ画像のうちの1つを選択するための選択手段と、該複数のビデオ画像のうちの1つを、該歯列の境界を視覚的に決定するのを補助するものとして表示するための、ディスプレイ内の第2の表示領域とを備える。

**【0028】**

このシステムは、三次元モデルのうちの1つ以上又は複数のビデオ画像のうちの1つの上に境界を表示するための境界表示手段を備えてもよい。境界表示手段は、境界のユーザ修正を受け、修正された境界を使用して表示を更新するための境界修正手段を備えてもよ

50

い。

【0029】

本願で開示されるコンピュータプログラム製品は、1つ以上の計算装置上での実行時に、眺望点からの歯列の三次元モデルを表示する工程と、該歯列の複数のビデオ画像を供給する工程と、該眺望点からの該歯列を示す、該複数のビデオ画像のうちの1つを選択する工程と、前記歯列の境界を視覚的に決定するのを補助するものとして、ユーザインターフェースを用いて該複数のビデオ画像のうちの該1つを該三次元モデルと共に表示する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備える。

【0030】

このコンピュータプログラム製品は、三次元モデルのうちの1つ以上又は複数のビデオ画像のうちの1つに境界を表示する工程を実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。境界を表示する工程は、境界のユーザ修正を受ける工程と、修正された境界を使用して表示を更新する工程とを実施させるコンピュータ実行可能なコードを備えてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0031】

本発明及びその特定の実施形態の以下の詳細な説明は、以下の図を参照することによって理解されることができる。

【図1】歯科用画像捕捉システム。

【図2】一般化された歯科オブジェクトの製造プロセスのブロック図。

【図3】歯科オブジェクト製作プロセスのハイレベルフローチャート。

【図4】本明細書において記載されるツールを使用した、デジタル歯科用モデルでの作業の、一般化されたプロセス。

【図5】グラフィックによるダイ切断作業。

【図6】グラフィックによるダイ切断作業を。

【図7】グラフィックによる境界マーキング作業。

【図8】グラフィックによる掘削作業。

【図9】自動境界マーキング技法。

【図10】視覚的に補助された境界マーキングのための、ユーザインターフェース。

【発明を実施するための形態】

【0032】

口内走査から捕捉された三次元デジタルデータに基づく、歯科補修物のための境界の、特定、微調整、及び他の操作に対処するシステム及び方法が、本明細書において記載される。本説明は、特定の走査技術及びそれによって取得されたデジタル歯科印象上への境界をマークするのに特有の特定の技法を強調しているが、具体的には説明されていない歯科修復物の製作、又は歯科の状況以外での以下の技法の利用など、下記の方法及びシステムの更なる変形、改作、及び組み合わせが当業者には明らかとなることが理解されよう。例えば、本明細書において記載される技法は通常、物理的オブジェクトの走査から得られた三次元動画モデルを微調整するため、又は走査されたオブジェクトをマークする又は評価するために機械画像において、有用に利用され得る。そのようなすべての変形、改作、及び組み合わせは、本開示の範囲に含まれることが意図される。本明細書において記載される方法及びシステムは、モデルの照合及び検証、加えて、ビデオ画像と対応する三次元モデルとの間の有用な比較がなされ得る他の任意の用途のために、有用に利用され得ることがまた理解されるであろう。

【0033】

以下の説明文では、「画像」という用語は一般的に、像平面内に被写体の二次元ビューを形成する二次元ピクセル一式を指す。「画像セット」という用語は一般に、三次元データに変換されると思われる関連する二次元画像一式を指す。「ポイントクラウド」という用語は、一般に、多数の二次元ビューから再構築された被写体の三次元ビューを形成する三次元点集合を意味する。三次元画像捕捉システムでは、多数のかかるポイントクラウド

10

20

30

40

50

をレジスタ及び合成して、移動カメラによって捕捉された画像から構築されているポイントクラウドの集合体にしてもよい。したがって、他の意味が特に示されるか又は文脈から明白な場合でなければ、ピクセルは一般に二次元のデータ、点は一般に三次元データを意味することが理解されよう。

【0034】

「三次元表面表示」、「デジタル表面表示」、「三次元表面マップ」などの用語は、本明細書で使用するとき、別の意味が明確に指示されている、ないしは文脈から明白である場合を除き、三次元走査データの捕捉及び/若しくは処理により獲得され得る、表面データのポイントクラウド、二次元多角形一式、又はオブジェクトの表面の全体若しくは一部を示すその他の任意のデータなど、オブジェクトの任意の三次元表面マップを指すことを意図する。

10

【0035】

「三次元表示」は、別の意味が明確に指示されている、ないしは文脈から明白である場合を除き、上記に記載のいずれかの三次元表面表示、加えて体積測定及びその他の表示を含み得る。

【0036】

一般的に、「レンダラ」又は「レンダリング」という用語は、モニターに表示するためなどに、三次元オブジェクトを二次元で可視化することを指す。しかしながら、三次元レンダリング技術が存在し、本明細書において開示されるシステム及び方法で有用に利用されることが理解されるであろう。例えば、本明細書において記載されるシステム及び方法は、ホログラフィックディスプレイ、自動立体ディスプレイ、アナグリフ眼鏡で見るディスプレイ、頭部装着型ステレオディスプレイ、又は他の任意の二次元及び/若しくは三次元ディスプレイを有用に利用し得る。したがって、本明細書で説明されるレンダリングは、より限定的な意味が明確に示されているか又は文脈から明らかでない限り、広義に解釈されるべきである。

20

【0037】

「歯科オブジェクト」という用語は、本明細書で使用するとき、歯科特有の被写体を広く指すことを意図する。これは、歯列などの口腔内構造、より一般的には、ヒトの歯列、例えば、個々の歯、四半部、歯列弓全体、分かれた又は様々な種類の咬合である歯列弓の対、軟組織など、並びに骨、及び他の任意の支持構造又は周辺構造を含んでもよい。本明細書で使用するとき、「口腔内構造」という用語は、上記に記載されるような口内の天然構造、及び口内に存在し得る、下記に記載される任意の歯科オブジェクトなどの人工構造の両方を指す。歯科オブジェクトは、一般に、歯冠、ブリッジ、ベニヤ、インレー、アンレー、アマルガム、複合材料、及びコーピング等の様々な下部構造、並びに永久修復物を加工中に使用するための一時的修復など、既存の歯の状態の構造又は機能を修復する構成部品を含むと理解される「歯科修復物」を含み得る。また歯科オブジェクトは、義歯、部分義歯、インプラント、固定義歯など、歯列態を取り外し可能な又は永久構造で取り替える「補綴物」も含んでもよい。また歯科オブジェクトは、取り外し可能な歯列矯正器具、外科用ステント、歯ぎしり器具、いびきガード、間接ブラケット設置器具など、歯列を補正する、そろえる、ないしは別の方法で一時的又は永久的に調整するために使用される「器具」を含む場合もある。また歯科オブジェクトは、インプラント固定具、インプラント支台、歯列矯正ブラケット、及びその他の歯列矯正器具などの、長期間にわたり歯列に固定される「ハードウェア」も含み得る。また、歯科オブジェクトには、歯科モデル(全体的及び/又は部分的)、ワックスアップ、埋没材モールドなど、歯科用製造品の「仮構成要素」、並びに、修復物、補綴物などの製作に用いられるトレー、ベース、ダイ、及び他の構成要素を含めてもよい。また歯科オブジェクトは、歯科製品の「中間要素」、例えば、歯科用モデル(全部及び/又は一部分)、ワックスアップ、インベストメントモールドなど、加えて、トレー、土台、ダイ、及び修復物、補綴などの製作に用いられるその他の要素を含み得る。

30

40

【0038】

50

「デジタル歯科用モデル」、「デジタル歯科印象材」などの用語は、意味が明確に指示されている、ないしは文脈から明白である場合を除き、取得、分析、処方、製造の様々な方面で使用され得る歯科オブジェクトの三次元表現を指すことを意図する。「歯科用モデル」又は「歯科印象材」などの用語は、鑄造された、印刷された、ないしは別の方法で製作された、歯科オブジェクトの物理的例のモデルなどの物理的モデルを指すことを意図する。特定されない限り、用語「モデル」は、単独で使用された場合、物理的モデル及びデジタルモデルのいずれか一方、又は両方を指し得る。

【 0 0 3 9 】

更に、「ツール」又は「制御装置」などの用語は、ユーザインターフェースの態様を記載するために使用される場合、ドロップダウンリスト、ラジオボタン、カーソル及び/又はマウス操作（点による選択、領域による選択、ドラッグアンドドロップ操作など）、チェックボックス、コマンドライン、テキスト入力フィールド、メッセージ及び警告、プログレスバーなどを非制限的に含む処理を、活性化又は制御するユーザ入力を受けるための、グラフィカルユーザインターフェース、又は他のユーザインターフェースで利用され得る多様な技術を一般的に指すことを意図することが、更に理解されるであろう。したがって、以下の説明において、「ツール」、「制御装置」などの用語は、より具体的な意味が示されているか又は文脈から明らかでない限り、広義に解釈されるべきである。

【 0 0 4 0 】

図 1 は、画像捕捉システムを示している。一般的に、システム 1 0 0 は、スキャナー 1 0 2 を含んでよく、これは、歯科患者などの被写体 1 0 4 の表面 1 0 6 から画像を捕捉し、画像をコンピュータ 1 0 8 に転送し、これはディスプレイ 1 1 0、及びマウス 1 1 2 又はキーボード 1 1 4 などの 1 つ以上のユーザ入力装置を含んでもよい。スキャナー 1 0 2 はまた、入力又は出力装置 1 1 6、例えば、制御入力（例えば、ボタン、タッチパッド、サムネイルなど）又はディスプレイ（例えば、LCD、又はLEDディスプレイ）を含んで状況情報を提供してもよい。

【 0 0 4 1 】

スキャナー 1 0 2 は、三次元ポイントクラウドが回復され得る画像を捕捉するのに適しているいずれかのカメラ又はカメラシステムを含んでよい。例えば、スキャナー 1 0 2 は、例えばロハリー（Rohaly）らの米国特許公開第 1 1 / 5 3 0 4 1 3 号に開示されているようなマルチアパーチャシステムを用いてもよく、この米国特許公開第 1 1 / 5 3 0 4 1 3 号のすべての内容は参照によって本願に組み込まれる。ロハリー（Rohaly）は、1 つのマルチアパーチャシステムを開示しているが、多数の二次元画像から三次元ポイントクラウドを再構成させるために好適な任意のマルチアパーチャシステムが、同様に利用され得ることが理解されるであろう。1 つのマルチアパーチャーの実施形態では、スキャナー 1 0 2 は、関連する任意の画像化ハードウェアに加えて、スキャナー 1 0 2 のための中央チャンネルを提供する、レンズの中央光学軸に沿って位置付けられる中央開口を含む、複数の開口を含み得る。このような実施形態では、中央チャンネルは、走査された被写体の、従来のビデオ画像を提供し得る。他の実施形態では、別個のビデオカメラ及び/又はチャンネルが提供されて、同じ結果、即ち、オブジェクトの走査に一時的に対応するオブジェクトのビデオ、好ましくは同じ眺望点から、又はスキャナー 1 0 2 の眺望点に固定された既知の関係を有する眺望点から、達成し得る。スキャナー 1 0 2 は更に、又は代わりに、立体、トリスコピック（triscopic）、若しくは他のマルチカメラ、又は多数のカメラ若しくは光路が互いに固定された関係に維持され、多くの僅かに異なる眺望点から、オブジェクトの二次元の画像を得る他の構成を含み得る。スキャナー 1 0 2 は、1 つの画像セット又は多数の画像セットから三次元ポイントクラウドを抽出させるのに適している処理を含んでよく、又は各二次元画像セットが、以下で説明するコンピュータ 1 0 8 に内蔵されているような外部プロセッサに送信されてもよい。別の実施形態では、スキャナー 1 0 2 は、三次元データ、又は三次元データに変換することができる二次元データを取得するのに適している構造光、レーザー走査、直接測距（direct ranging）、又はその他のいずれかの技術を採用してよい。以下に記載される技法は、ビデオベースの三次元走査システムによっ

て得られるビデオデータを有効に利用し得るが、他の任意の三次元走査システムが、三次元データの獲得と同時に好適なビデオデータを捕捉する、ないしは別の方法でこれと同期する、ビデオ取得システムによって補足され得ることが、理解されるであろう。

#### 【0042】

一実施形態では、スキャナー102は、例えば、走査の開始及び停止など、画像捕捉システム100のユーザ操作部のための、ボタン、レバー、ダイヤル、サムホイール、スイッチなど、少なくとも1つのユーザ入力装置116を有する、手持ち式の、自由に位置付けることのできるプローブである。一実施形態では、スキャナー102は、歯科走査用の形状及び大きさにすることができる。より具体的には、スキャナーは、画像化被写体の口内に挿入し、歯、歯茎などから表面データを得るのに好適な距離で口内表面106にわたって通過させることによる、口内走査及びデータ捕捉のための、形状及び大きさにすることができる。スキャナー102は、そのような連続的取得プロセスにより、直接又は様々な中間処理工程を通じて、人工装具、ハードウェア、器具などの歯科用物品を準備するのに十分な空間分解能及び精度を有する、表面データのポイントクラウドを捕捉してもよい。その他の実施形態では、表面データは、人工装具のために準備された歯の表面などの歯列に対応する、前の走査を使用して、確実に適切に適合するように、歯科補綴物などの歯科用モデルから得てもよい。

10

#### 【0043】

図1には示されていないが、画像捕捉中に、多くの補助照明システムを有効に用いることができることが理解されるであろう。例えば、被写体104を照らす1つ以上のスポットライトによって周囲照度を上昇させて、画像取得を高速化するとともに、被写界深度（又は空間分解能の深度）を向上させることができる。これに加えて、又はこれに代えて、スキャナー102に、ストロボ、フラッシュ、又はその他の光源を搭載して、画像取得中の被写体104の照明を補完してもよい。

20

#### 【0044】

被写体104は、いかなるオブジェクト、オブジェクトの集合体、オブジェクトの一部、又は他の被写体であってもよい。本明細書において記載される歯科技法に関し、より具体的には、オブジェクト104は、歯科患者の口から口内で捕捉されるヒトの歯列を含み得る。走査は、走査の特定の目的により、歯列の一部又は全部の三次元表示を捕捉し得る。したがって、走査は、歯のデジタルモデル、歯の四半部、又は2つの対向する歯列弓を含む歯の集合全体、加えて軟組織、他の任意の関連する口内構造を捕捉し得る。走査は、歯科修復物のための準備の前と後の歯の表面など、多数の表示を捕捉し得る。以下に記載されるように、このデータは、続くモデリング、例えば、歯科修復物の設計、又はそのための境界線の決定などのために利用され得る。走査中、スキャナー102の中央チャンネル、又は別個のビデオシステムが、スキャナー102の視点から、歯列のビデオを捕捉し得る。例えば、完成した製品が、表面処理部に、仮想的に試験適合される他の実施形態では、走査は、歯科補綴物、例えば、インレー、歯冠、又は他の任意の歯科補綴物、歯科ハードウェア、歯科器具などを含み得る。被写体104は更に、又は代わりに、歯科用モデル、例えば、ギブス、ワックスアップ、印象、若しくは歯の凹形印象、歯、軟組織、又はこれらのいくつかの組み合わせを含み得る。

30

40

#### 【0045】

コンピュータ108は、例えば、パーソナルコンピュータ又は他の処理装置であってもよい。1つの実施形態では、コンピュータ108は、デュアル2.8GHzオペロン（Op teron）中央演算処理装置、2ギガバイトのランダムアクセスメモリ、ティアンサンダー（TYAN Thunder）K8WEマザーボード、及び250ギガバイト、10,000rpmのハードドライブを有するパーソナルコンピュータを含む。この一実施形態では、本システムは、本明細書において記載される技法を使用してリアルタイムで画像セット当たり5000個を超える点を捕捉し、数百万の点の集合体のポイントクラウドを保存するように操作することができる。当然、このポイントクラウドは、例えば、ポイントクラウドデータをデシメートするか、又は表面データの対応するメッシュを生成することにより、更に処

50

理されて、次のデータ処理に適応することができる。本明細書で使用する時、「リアルタイム」という用語は、一般に、処理と表示との間に観測可能な遅延がないことを意味する。ビデオベースの走査システムでは、リアルタイムは、より具体的には、ビデオデータのフレーム間の時間内における処理を指し、これは、特定のビデオ技術によって毎秒約15フレーム～毎秒約30フレームの間で変化し得る。更に一般的には、被写体104のサイズ、画像取得速度、及び三次元の点の所要空間分解能によって、コンピュータ108の処理能力が変わり得る。コンピュータ108はまた、カメラシステム100とのユーザーインタラクションのための、キーボード114、ディスプレイ110、及びマウス112などの周辺装置を含み得る。ディスプレイ110は、ディスプレイ110との直接的で物理的な相互作用による、ユーザ入力を受けることのできる、タッチスクリーンディスプレイであってもよい。別の態様では、ディスプレイは、立体表示を表示することのできる、自動立体ディスプレイを含んでもよい。

10

#### 【0046】

コンピュータ108とスキャナー102との間の通信は、例えば、有線接続、あるいは、例えば、IEEE 802.11（無線イーサネットとしても知られている）、Bluetooth、又は例えば、無線周波、赤外線、若しくはその他の無線通信媒体を用いるその他のいずれかの適した無線規格を基盤とする無線接続など、いずれかの適した通信リンクを用いてよい。医療上のイメージング又はその他の高感度用途では、スキャナー102からコンピュータ108への無線画像転送が確保され得る。コンピュータ108は、スキャナー102に対する制御信号を生成することができ、これは、画像取得コマンドに加えて、フォーカス又はズームといった従来のカメラ制御を含むことが可能である。

20

#### 【0047】

三次元画像捕捉システム100の一般的操作の例では、スキャナー102はビデオ速度で二次元画像セットを取得してもよく、同時に被写体の表面上を通過する。三次元ポイントクラウドを誘導するために、この二次元画像セットをコンピュータ108に転送してよい。新たに取得した各二次元画像セットの三次元データは、多種多様の技法を用いて誘導、及び既存の三次元データに適合即ち「スティッチング」され得る。このようなシステムは、スキャナー102の位置の独立した追跡の必要性を避けるために、カメラ動作推定を利用する。そのような技法の1つの有用な例は、2005年11月9日出願の、同一所有者の米国特許出願第11/270,135号に記載され、その全内容が、参照により本明細書に組み込まれる。ただし、この例は本開示を限定するものではなく、本明細書に記載の原理は、広範な三次元画像捕捉システムに適用できることが理解されるであろう。

30

ディスプレイ110は、得られたデータに対応する詳細度での、ビデオ、又は他の速度のレンダリングに好適な任意のディスプレイを含み得る。好適なディスプレイには、陰極線管ディスプレイ、液晶ディスプレイ、発光ダイオードディスプレイなどが挙げられる。一部の実施形態では、ディスプレイは、例えば、容量性、抵抗性、又は表面弾性波（分散信号とも称される）タッチスクリーン技術、又はディスプレイ110との物理的相互作用を感知するためのいずれかのその他の適した技術を使用するタッチスクリーンインターフェースを含んでもよい。

#### 【0048】

図2は、歯科オブジェクトのための一般化された製造プロセスにおける関与関係の概念的なブロック図である。システム200は、1つ以上の口内構造のデジタル表面表示206を得るために、スキャナー204、例えばスキャナー102、及び上記の画像捕捉システム100によって走査される患者202から始まってよい。これは、歯科修復物、又は他の歯科オブジェクトを受けるために、表面が準備される前及び/又は後の走査を含み得る。そのため、例えば、元の構造の形状、及び歯科修復物をつくるのに有用な任意の咬合情報を捕捉するために、前処理走査が行われてもよく、歯科修復物をつくるため、特に準備された表面に歯科修復物を成形するための基礎として使用するために、準備された表面の走査が行われ得る。上歯列弓及び下歯列弓の配向及び/又は相対的な動きに関する噛み合わせデータはまた、咬合する歯列弓の1つ以上の走査によって、あるいは様々な配向の

40

50

歯列弓の静止画若しくはビデオ、又は歯列弓から直接捕捉される様々な次元の測定、又は薄い材料のシート上に捕捉された物理的咬合記録などの他の技術によっても得ることができる。

#### 【0049】

デジタル表面表示206は、1つ以上の後処理工程208で処理されてもよい。これは、様々なデータ拡張プロセス、品質管理プロセス、目視検査、ラピッドプロトタイピング（又は他の製造）に好適なフォーマットへの変換などを含み得る。後処理工程は、遠隔後処理センター、又は画像ファイルを後処理することのできる他のコンピュータ設備で行われてよく、これは例えば、歯科技工室、又は高速製作設備であり得る。場合によっては、この後処理は、画像捕捉システム100自体によって行われ得る。後処理は、穴埋め、異常値の除去などを含む、任意の数のクリーンアップ工程を伴い得る。

10

#### 【0050】

データ拡張は、例えば、平滑化、切捨て、補外、補間、補充（例えば、表面から容積）及びデジタル表面表示206の質を向上させる、又は意図される目的に対するその適合性を向上させるための、他の任意の好適なプロセスを含み得る。加えて、後処理技術を使用して、空間的解像度が強調され得る。他の強調としては、データの修正、例えば、各歯列弓に仮想的に基部を提供することにより、デジタル表面表示206を閉じた表面へ形成する、ないしは別の方法で、続く製作工程のために、デジタル表面表示を処理することが挙げられる。

#### 【0051】

品質管理プロセスでは、デジタル表面表示206が、穴、又は不完全な若しくは不十分な走査データの区域の存在について分析され得る。デジタル表面表示206はまた、予期せぬ湾曲、若しくは走査された歯列弓に対する非対称、又は得られたデータにおける他の明らかな欠陥について自動的に検査され得る。他の品質管理プロセスは、追加的なデータを組み込んでもよい。例えば、最新の走査が、同じ患者の前の走査と比較され得る。別の実施例として、歯科修復物の選択が、歯科修復物を受けるための表面処理部及び任意の周辺の歯列の適合性を評価するために、歯科修復物のために準備された歯の表面の走査と共に分析されてもよい。より一般的には、その品質、内部整合性、又は意図される用途に関するデジタル表面表示206のデータを評価するための任意のプロセスが、処理後品質管理プロセスにおいて使用され得る。

20

30

#### 【0052】

デジタル表面表示206はまた、例えば、ディスプレイ上で、ポイントクラウドのパーспекティブレンダリング、又は得られた表面データのメッシュを提供することにより、人間による検査のために表示されてもよい。例えば、歯科医又は走査を習得した他の個人が、歯列弓又は特定の歯などの歯科モデルの一部を、後の処理工程で使用するために選択してもよい。モデル及び/又は走査の一部分の手動の選択により、特定の処置に必要なデータの量が著しく低減し得る。加えて、モデル区分、又はビデオデータのいずれかの手動の特定に続き、データの自動フィルタリングが行われてもよい。例えば、歯科医が、続く処理のために特定の歯を一度選択すると、この歯又は1つ以上の隣接する歯と関連しないビデオデータが、更なる処理から除外されることができ、例えば、以下に記載される境界マーキングシステムなどの下流プロセスに伝送されなくてもよい。このとき、又は走査後処理の他のときに、ユーザは、歯科修復物のために境界をマークするため、デジタル表面表示206を検査してもよい。この具体的なプロセスの詳細は、以下でより詳細に記載される。

40

#### 【0053】

矢印209によって示されるように、任意の手動の、又は自動の後処理に続いて、得られるデジタルモデルが高速製作設備216に伝送されてもよい。更に、任意の好適な形態の噛み合わせデータ218が、続くプロセス工程での使用、加えて、歯科修復物、器具、ハードウェアなどの製造のための処方又は他の仕様のために、伝送されてもよい。高速製作設備216は、歯科技工室、歯科医のオフィスの院内歯科技工室、又はデジタルモデル

50

から物理的モデルを製作するための機械を備えた他の任意の設備であり得る。高速製作設備 2 1 6 は、例えば、フライス加工システム 2 1 0、立体リソグラフィシステム 2 1 2、若しくは三次元プリンター 2 1 4、又はこれらのいくつかの組み合わせを含み得る。フライス加工システム 2 1 0 には、例えば CNC フライス盤を挙げることができる。フライス加工システムは、材料のブロックをとり、全歯列弓モデル、ダイ、ワックスアップ、インベストメントチャンバ、最終歯科修復物又は器具を含む、様々な製作物をつくるために使用され得る。このようなブロックとしては、セラミックベース、パーティクルボード、ワックス、金属、又は様々な他の材料が挙げられる。ノーベル・バイオケア (Nobel Biocare) 社からのプロセラ (Procera)、又はシロナ (Sirona) 社からのセレック (Cerec) などの歯科用フライス加工システムも、最終歯科用ハードウェア要素をつくるために使用され得る。立体リソグラフィシステム 2 1 2 としては、例えば、3 D システムズ (3D Systems) 社のバイパーシステム (Viper System) が挙げられる。三次元プリンター 2 1 4 としては、例えば、3 D システムズ (3D Systems) 社からのインビジョン HR (InVision HR) プリンターが挙げられる。これらの製作技法はそれぞれ、以下でより詳細に記載される。

10

#### 【 0 0 5 4 】

高速製作設備 2 1 6 は、噛み合わせデータ 2 1 8、及びデジタルモデルを使用して、1 つ以上の歯科オブジェクト、例えば 1 つ以上の全歯列弓モデル 2 2 0、1 つ以上のダイ 2 2 2、1 つ以上のワックスアップ 2 2 4、1 つ以上のインベストメントチャンバ 2 2 6、及び / 又は 1 つ以上の最終歯科修復物若しくは器具 2 2 8 を生成し得る。いくつかの要素、例えばダイ 2 2 2 及び歯列弓 2 2 0 は、噛み合わせモデル 2 3 4、例えば標準基部 2 3 0、又はカスタム基部 2 3 2 を備える咬合器に挿入され得る。歯科技工室は、これらの様々な要素を利用して、歯科修復物 2 3 6 を完成させ、これは、歯科患者の歯列の中に / 上に配置されるために、歯科医に戻されることができる。

20

#### 【 0 0 5 5 】

多くの好適な高速製作設備が、当該技術分野において既知であり、本明細書において記載されるシステム及び方法と共に、有用に利用され得る。多くのこのような技法が、限定ではなく例示の目的で、以下に記載される。

#### 【 0 0 5 6 】

好適な一技法はフライス加工である。フライス加工は一般的に、材料が、加えられるよりもむしろ、ブロックから取り去られるという意味において、減法的技術である。したがって、普通にフライス加工された形状に近似する、予備切断されたワークピースが有利に利用されて、フライス加工作業中に除去されなくてはならない材料の量を低減することができる。これは材料費を低減し、及び / 又はフライス加工プロセスにおける時間を節約することができるコンピュータ数値制御 (「CNC」) フライス加工が、好適な一技法である。歯科製作プロセスのための別の有用なフライス加工技術は、物理的オブジェクトから、フライス加工された目標への、三次元形状の手動の又は自動の移行を可能にするコピーフライス加工システムである。CNC フライス加工及び他のフライス加工技法が、歯科用モデル、歯科用モデル要素、ワックスアップ、インベストメントチャンバ、及び他の歯科オブジェクトを製造するために利用されることができる。加えて、シロナ・デンタル (Sirona Dental) からのセレックシステム (Cerec system) などの、専用歯科用フライス加工装置が存在する。本明細書で記載される歯科用途での使用に適合され得る全てのフライス加工システムは、本明細書で記載される高速製作設備の範囲内であることが意図される。

30

40

#### 【 0 0 5 7 】

別の好適な技法は、立体リソグラフィ装置 (「SLA」) を使用する立体リソグラフィである。一般的に、SLA はレーザーを利用して、ポリマー、典型的には光硬化性液体樹脂の層を、三次元オブジェクトを画定するパターンで連続的に硬化する。SLA の 1 つの有用な商業的実施形態は、ソニー・コーポレーション (Sony Corporation) から入手可能な SCS - 1 0 0 0 HD である。立体リソグラフィは、高速生産用に機械で部品をまとめることができるので、歯科用モデル及びダイの大量生産に非常に好適である。最適化され

50

ると、これらの部品は、石膏の歯科用モデル及び他の歯科オブジェクトの代わりに使用することができる。同様の技術が、デジタルライトプロセッシング（「DLP」）を利用して、ポリマーの平面的な断面を同時に硬化し、また本明細書において記載されるシステムと共に有用に利用され得る。

【0058】

別の好適な技法は、三次元印刷である。一般的に、三次元印刷はプリントヘッドを利用して、硬化性フォトリソグラフィ又は粉末などの材料を、レイヤーバイレイヤーアディティブ法で適用する。三次元プリンターは、小さな部品、例えばワックスパターン又はワックスアップ、加えて、ダイ及び他の比較的小さな歯科オブジェクトの高速製作に非常に好適である。三次元歯科用印刷用途に好適な1つの商業的システムは、3Dシステムズ（3D Systems）からのインビジョンHRプリンター（InVision HR printer）である。

10

【0059】

他の高速プロトタイピングシステムが、当該技術分野において既知であることが理解されるであろう。したがって、製作する、製作すること、及び製作、という用語は、本明細書で使用するとき、上記の製作技術、並びに、選択的レーザー焼結（「SLS」）、溶融堆積モデリング（「FDM」）、積層オブジェクト製造（「LOM」）などを非限定的に含む、カスタム歯科オブジェクトの製造に適合され得る他の任意の高速プロトタイピング又は他の製造技術を指すことが理解されるであろう。同様に、上記の技術のいずれかが、単独又は組み合わせのいずれかで、本明細書に記載される歯科オブジェクトを製作、印刷、製造、ないしは別の方法でつくるための手段として機能し得る。特定の技術に関して先に記載された製作工程に続き、追加の工程、例えば、硬化、洗浄などが行われて、最終製品をもたらすことができることが理解されるであろう。上記の製造技術は、多様な方法で組み合わせられて、多様な製作プロセスをもたらすことができる。したがって、例えば、SLAが提供し得るよりも高度な詳細を必要とする歯のためのダイをつくるために、CNCフライス盤が使用されてよく、一方で、ダイを含む歯科用歯列弓のモデルのためにSLAが利用されてもよい。この多様なアプローチは、例えば、速度のための立体リソグラフィ、正確性のためのフライス加工、及び小さな部品の高速製作のための三次元印刷の使用など、製作プロセスの異なる態様において、様々な技術の利点を展開し得る。

20

【0060】

図3は、歯科オブジェクト製作プロセスのハイレベルフローチャートである。このプロセス300は、口内走査から直接得られる歯列の三次元表示を利用し、従来の歯科で使用される多くのプロセス工程を有利にも回避し得る。

30

【0061】

工程302に示されるように、一般的に、プロセス300は、データ取得から始まってよい。データ取得は、歯科オブジェクト製作プロセスでの使用に好適な、デジタル表面表示、又は歯列の他の三次元の若しくは他の表示の任意の取得を含み得る。データ取得は、例えば、図1に関して先に記載された、スキャナー102及び画像捕捉システムを使用して行われ得る。ある実施形態では、歯列弓の噛み合わせ及び咬合を確立するための走査、又は組み合わせて人工装具などをつくるために使用され得る表面処理の前及び後の走査などの、多くの異なる走査を得ることができる。ある実施形態では、走査は、対向する歯列弓のための比較的低い解像度の走査、及び準備された歯の表面の境界のための比較的高い解像度の走査など、異なる解像度で得ることができる。

40

【0062】

以下の記載は、歯科医のオフィス外、例えば、境界がデジタルモデルにマークされる中央処理場所（central processing location）又は歯科技工室で行われる作業に概ね関するが、本明細書に記載されるユーザーインターフェース、ツール、及び技法は、走査時、又は走査データを遠隔処理センターに伝送する前に、多くの方法で有用に利用され得ることが理解されるであろう。

【0063】

例えば、歯科医は、単独で、又はデジタルモデルの同期されたビューと組み合わせでの

50

いずれかで、ビデオ検査ツールを利用して、特定の走査の適合性を定性的に評価してもよい。ビデオ画像及び／又はデジタルモデルのいずれかの立体レンダリングは、臨床医が、補足的な走査、又は全く新しい走査のいずれが適当であるかを決定するために適用することができる、有用な見識を提供し得る。

【0064】

他の実施形態では、歯科医は、データを歯科技工室又は他の遠隔地に伝送する前に、境界マーキングの一部又は全部を行ってもよい。

【0065】

他の実施形態では、歯科医は、ビデオデータのフレーム、又はモデル表面上の点に、走査データと共に遠隔地に伝送することができる情報を加えることができる。この機能は、以下に記載されるユーザーインターフェースなどのグラフィカルユーザーインターフェースに提供される注釈用のツールを用いて具現化され得る。注釈は、例えば、処方、境界情報、境界マーキング指示、又は境界マーキング若しくは歯科修復物のプロセスにおける他の工程に関する他の任意の情報を含み得る。情報は、ビデオ画像又はデジタルモデル表面上の点を選択し、任意の望ましい文字、添付ファイル、又は他のデータ若しくは情報を入力することによって、入力され得る。これらの注釈は、フラグ又は他の視覚的な目印として、視覚的に表示されることができる。一態様において、注釈はビデオ画像上に提供されてもよい。別の態様において、注釈はモデル上に提供されてもよい。別の態様において、注釈は、一方のビューに提供されてもよく、両方のビューに表示されてもよい。

10

【0066】

他の情報、例えば、カメラモデル、歪みモデル、校正データなどが、特定の患者及び／又は歯科修復物の処方データと共に、又はその一部として、有用に伝送され得ることが理解されるであろう。加えて、スキャナーによってビデオデータのフレームに挿入されたヘッダー情報などの情報が伝送されてもよい。特定のスキャナーの詳細（例えば、シリアルナンバー）、走査の照明条件、走査された歯列の区域などを含み得る、このヘッダー情報もまた、有用に伝送されることができ、多様な下流用途、例えば、ビュー（例えば、頬側、舌側、末梢部、内側、咬合など）などのビデオメタデータの自動決定又は最新画像内の歯の特定ののために利用され得る。制限ではなく例として、この情報は、以下に記載されるナビゲーション技法において使用されるサムネイルビューをラベリングするために利用され得る。他の実施形態において、カメラモデル（カメラパラメータ、校正データ、ひずみデータなど）は、遠隔位置に記憶されてもよく、特定の走査のためのカメラモデルの選択は、ビデオメタデータにおけるスキャナーの特定に基づく。このアプローチは、各走査で伝送されなくてはならないデータの量を有利にも低減し、同時に、モデルが観察され及び／又は操作される遠隔位置において、ビデオデータと三次元モデルとの間の関係の特徴付けるための完全な情報を提供する。

20

30

【0067】

上記のモデル情報の補足に加え、歯科医又は他の走査作製者は、ビデオ及び／又はモデルデータから不必要な材料を除去することにより、より小さいデータ伝送を準備することができる。一般的に、この選択プロセスは、三次元モデル再構成に必要とされるビデオデータが、モデルのビデオ補助された人間による検査、又はモデリング操作、例えば境界マーキングに必要とされるビデオデータとは異なり得る（及び典型的にはより多い）という一般原則を適用する。例えば、歯科修復物などのための特定の歯（単数又は複数）を特定した後、施術者は、不必要なビデオフレーム若しくはモデルデータを削除してもよく、又はどのビデオデータが対象区域に関連しているかの特定に基づいて、不必要なデータの自動除去を開始してもよい。関心領域は、準備された歯の表面、1つ以上の隣接する歯、1つ以上の対向する歯、準備された複数の歯（ブリッジ用など）などを含み得る。この対象区域の伝送前の選択を補助するために、ビデオ画像及び／又は対応するモデルは、走査する場所のユーザーインターフェースを用いて立体的にレンダリングされてもよい。ユーザーインターフェースは、境界マーキングのためのユーザーインターフェースに関して以下に記載される特徴の一部又は全部を組み込んでよい。一般的に、境界マーキングなどの歯科処置

40

50

のための対象区域又は関連する画像フレームの選択のために、多くの基準が利用され得る。例えば、ビデオデータのフレームは、画像データの適用範囲、例えば、対象区域の完全な適用範囲、又は対象区域の最適な（例えば、重複しない、又は規定量で重複する）適用範囲に対して、選択され得る。同様に、フレームは、目視検査、又は計算された三次元データの正確性のいずれか（又は両方）のための最善の視覚など、画像データの配向に基づいて選択され得る。配向に基づく選択は、各表面特徴における多くの固有の視野の可能性を確保又は向上させるために、各表面の点又は表面領域における実質的に異なる視野を有する複数のフレームの選択を更に含み得る。対象区域内であっても、スキャナーのビデオ画像捕捉速度は、人間による有意な検査のために少ないビデオ画像のみが必要とされるようなものであってよいことも理解されるであろう。したがって、例えば、データ削減プロセスは、本明細書において記載されるビデオ補助検査のために十分なビデオデータを保存するように、1つおきのフレーム、5つのうち4つのフレーム、10のうち9つのフレーム、又は他の任意の数の選択されるフレームを自動的に排除し得る。手動の技法では、ユーザは、関連するビデオ画像を明確に選択することができる。半自動の技法では、ユーザは、対象の点又は区域をグラフィックによって特定してよく、またビデオデータは、上記のものなどの、1つ以上の選択基準を満足するビデオ画像を選択するように処理され得る。完全に自動化された処置では、ユーザは単に関連する歯を特定するか、又は処方を提供し、コンピュータプログラムがビデオ画像を処理して対象区域を決定し、これに応じてビデオデータのフレームを選択してもよい。

10

20

30

40

50

**【0068】**

したがって、一態様において、歯科補修物に関連しないビデオフレーム及び/又はモデルデータを除去することにより、デジタル歯科用モデルの大きさを縮小するための技法が、本明細書において開示される。別の態様では、境界をマークするのに必要とされないビデオフレーム及び/又はモデルデータを除去することにより、デジタル歯科用モデルの大きさを縮小するための技法が、本明細書において開示される。選択された区域の詳細なビデオ及び又はモデルデータに加え、物理的又は仮想的歯科用咬合器での使用のための低品質の全歯列弓モデルなどの、追加の歯列のより低い品質のモデルが、選択された区域と共に伝送されてもよい。別の態様では、以下に記載されるユーザインターフェースを用いてサムネイルビューの表示中に、ビデオ画像の同様のサブセットが選択され得る。したがって、境界マーキングなどの歯科修復物の処置における重要な画像が、以下に記載されるインターフェースなどのビデオナビゲーションユーザインターフェースにおける表示のために選択され得る。これらの画像は、ビュー（頬、舌、末梢部、内部など）などのユーザのための配向情報で更にラベリングされてもよく、これは、文字により、又は例示的アイコン、略図、三次元コンパス、若しくは他の任意の好適な視覚化技法によって表示され得る。

**【0069】**

好適なデータが得られると、工程304に示されるように、1つ以上のモデリング操作が行われてもよい。これは、デジタル歯科用モデルの仮想的なダイを掘削する工程、処理のための歯を特定する工程、穴埋めないしは別の方法によるデータ補正工程、咬合記録の工程、及び/又は歯科補修物、人工装具、ハードウェア、若しくは他の歯科オブジェクトを完全に設計する工程などのモデリング工程、並びに歯科の関連において有用な他の任意のモデリング又はデジタルモデル操作を含み得る。モデリングは、様々な市販のコンピュータ自動設計（「CAD」）又は他の三次元モデリングツール、並びに以下でより詳細に記載される追加的機能を組み込むツールを使用して行われてもよい。

**【0070】**

例えば、モデリングは、固体を形成するために表面表示に境界を付けること、及び次に、固体の内部に、歯科学的に重要な表面、例えば歯列又は周囲の軟組織に影響しない、空間又は空間の集合をつくることを含み得る。これは、有利にも、空間のあるデジタルモデルから歯科用モデルを製作するために必要な材料を有意に減らす結果を生じ、したがって、材料費、加えて歯科用モデルを製造するための時間を低減することができる。モデリン

グはまた、準備された歯の表面上の境界をつくる、又は操作することを含み得る。多くの他のモデリング工程が、以下の特定の製作プロセスに関して記載される。用語「モデリング」は、本明細書で使用するとき、完全に自動の、半自動の、及び/又は手動の処理、例えば、本明細書を通じて記されるものを含む、デジタル歯科用モデルの任意の処理を指し得ることが理解されるであろう。

【0071】

工程306に示されるように、処方が準備されてもよい。これは、歯科修復物、人工器具などの種類を指定し、製造者、色、仕上げ、ダイ間隔などに関する、様々な追加の情報を含み得る。処方工程306が、モデリング工程304の前、例えば、歯科医が患者からの初期デジタル表面表示を、処方と共に歯科技工室に伝送するプロセスで行われて、モデリングの一部又は全部を歯科技工室に残し得ることが理解されるであろう。

10

【0072】

工程308に示されるように、1つ以上の歯科オブジェクトが、製作され得る。製作は、上記の製作技術のいずれかを、単独又は様々な組み合わせのいずれかで使用し、上記のモデリングシステムの1つからのデータを使用して実行されてもよく、これは再フォーマットされるか、ないしは別の方法で特定の印刷、フライス加工、又は他の製作技術の必要に応じて適合され得る。また、以下の実施例のいくつかから明らかとなるように、製作は、異なる製作技術の組み合わせを含んでもよい。例えば、歯科用モデルは、ダイの空間で三次元的に印刷されてもよく、ダイは続くプロセス工程での使用のために異なる材料からフライス加工されてもよい。したがって、用語「製作」は、本明細書で使用するとき、特定の製作技術が明確に特定されるか、又は文脈から明らかである場合を除き、任意の好適な製作技術を指すことが意図される。多くの具体的な製作例が、以下でより詳細に説明される。

20

【0073】

工程310に示されるように、歯科修復物、又は他の歯科オブジェクトが、患者の歯列に配置されるために、歯科医に戻されてもよい。

【0074】

上記のプロセス、並びに以下に記載される方法及びシステムは、ハードウェア、ソフトウェア、又は本明細書において記載されるデータ取得、モデリング、及び製作技術に好適なこれらの任意の組み合わせにおいて実現され得ることが理解されるであろう。これは、内部及び/又は外部メモリに加えて、1つ以上のマイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、内蔵マイクロコントローラ、プログラム可能なデジタル信号プロセッサ、又はその他のプログラム可能機器においての実現を含む。これは、更に、又はこれに代えて、1つ以上の特定用途向け集積回路、プログラム可能なゲートアレイ、プログラム可能なアレイ論理コンポーネント、又は電子信号を処理するように構成され得るその他の任意の機器を含んでもよい。実現されたものは、Cなどの構造化プログラミング言語、C++などのオブジェクト指向プログラミング言語、又は記憶され、コンパイルされ、若しくは翻訳されて上記のデバイスのうちの1つで動作し得る任意の他の高水準若しくは低水準プログラミング言語（アセンブリ言語、ハードウェア記述言語、並びにデータベースプログラミング言語及び技術を含む）を使用して作成されたコンピュータ実行可能なコード、並びにプロセッサの多様な組み合わせ、プロセッサアーキテクチャ、又は種々のハードウェア及びソフトウェアの組み合わせを含んでもよいことが更に認められよう。同時に、処理は、多くの方法で、カメラ及び/若しくはコンピュータなどの装置、並びに/又は製作設備及び/若しくは歯科技工室などにわたって分配されてもよく、又は全ての機能性が、専用の、独立型の装置に統合されてもよい。このような置き換え及び組み合わせの全ては、本開示の範囲内にあることが意図される。

30

40

【0075】

また、上述されたプロセスに関連する工程を実施するための手段は、図1に関連して上述された画像捕捉システム100の任意の好適な構成要素を、その動作を制御するのに好適な任意のソフトウェア及び/又はハードウェアと共に含んでもよいことが認められよう

50

。すべてのそのような実現形態及び本明細書に開示されるプロセスを実行させるための手段は、本開示の範囲に入ることを意図する。

【0076】

図4は、本明細書において記載されるツールを使用するデジタル歯科用モデルでの作業のための、より具体的には、歯冠などの歯科修復物の製作での使用のためのモデルを調整するための、一般化されたプロセスを図示する。

【0077】

ユーザインターフェース、コマンドラインインターフェースなどを用いて、歯科技工士などのユーザは、工程402に示されるように、デジタルモデルのワークキューからモデルを選択し得る。これは、例えば、ローカルシステムに保存されるキュー、又は歯科技工室若しくは他の歯科専門家のためのウェブベースのポータルを介してアクセス可能な遠隔位置に保存されるキューであり得る。キューは一般的に、ファイルサーバー、コンテンツ管理システムなど、1人以上のユーザに系統的基準でモデリングプロジェクトを分配するための任意のシステムを含むが、デジタル歯科用モデル及び付随するデータも、単に、ローカルコンピューターディレクトリに位置するファイル(又はファイル群)又はネットワーク上で受信されるファイル(又はファイル群)として表され得ることが理解されよう。モデルは、例えば、歯科の、歯科医による歯科修復物のための歯の表面の準備の前と後に得られるデジタル歯科印象などの、関連する走査を含み得る。ユーザを誘導するための歯科処方情報、及びデジタル歯科印象を得るために使用される、走査中に得られるビデオデータなどの、他の情報も有用に含まれ得る。この後者のデータは、例えば、以下により詳細に記載されるように、境界マーキングの補助として使用され得る。

10

20

【0078】

特定のモデル選択の後、ユーザは、工程404に示されるように、モデル内でダイをマークしてもよい。一般的に、ダイへの分離は、続く物理的(及びデジタルの)処理における操作可能な歯(単数又は複数)のより容易な処理を可能にし、個々のダイは、歯科技工室での使用のための別個の断片として製造される。ダイへの切断は、ユーザがモデルの表示(例えば、回転方位、ズーム、パンなど)を制御するためのツール、及びユーザがモデル内に1つ以上のダイを画定するためのツールと共に、モデルをユーザに提示することを含み得る。一実施形態では、ダイ切断ツールにより、ユーザは、歯列弓の歯を分離する位置でモデルを貫く垂直平面を画定することができる。この操作の例が、以下の図5~6に示されている。

30

【0079】

モデルがダイに分離された後、ユーザは、工程406に示されるように、歯科修復物のための境界をマークしてもよい。ユーザは、境界マーキングを必要とする1つ以上のダイを特定するように促されてもよい。1つ以上のダイが特定されると、ユーザインターフェースは、特定されたダイのうちの1つの三次元レンダリングを提示してもよく、ユーザインターフェース内の意図される境界に沿って点をマークするためのグラフィカルツールを提供してもよい。ここでも、インターフェースは、モデルの表示を制御するためのツール、例えば回転方位、ズーム、パンなどを含んでもよく、それによってユーザは、マーク中にモデルの周囲を都合よくナビゲートすることができる。インターフェースの境界マーキングツールは、モデルの表面に沿って点を選択することを可能にすることができ、歯の表面上で、点を連続的な閉じたループにつなぎ合わせるために、任意の好適なアルゴリズムによって境界線を形成し得る。ツールは、点の追加、点の削除、及び/又は点の移動を可能にし得る。ツールはまた、境界線への連結、削除、移動などのグループ操作のための、点の選択及び/又は選択解除を可能にし得る。境界マーキングを補助する多くの有用なインターフェース機能が、以下においてより詳細に記載される。

40

【0080】

境界がマークされると、工程408に示されるように、ダイを掘削してもよい。一般的に、この操作は、続く処理工程における境界線のより容易な特定を可能にするために、境界線下のダイの一部の除去を伴う。モデルを処理して境界線下の材料を除去する(又は

50

モデルの表面のみの表示が使用される表面を再形成することによって、掘削は自動化され得る。手動の掘削も、モデル材料の除去を可能にするユーザインターフェースツールによって補助され得る。自動の、及び手動の技法の組み合わせが利用されてもよい。

#### 【0081】

ダイが切断され、境界がマークされ、モデルが掘削されると、工程410に示されるように、モデルは更なる処理のために、保存され得る。ユーザは次にワークキューに戻って、工程402に示されるように、別のモデルを選択することができる。より一般的には、モデル及びその様々な部品（例えば、ダイ）は、プロセス処理の任意の段階で保存してもよく、それによってユーザは、任意の最新の作業を保存し、保管されたプロジェクトに戻ることができる。具体的には記載されないが、ユーザは、前回選択されたモデルを完成する前に、ワークキューから新しいモデルを選択してもよく（工程402）、その結果ユーザは、スケジュールの必要性、個人的な好み、又は他の任意の基準に応じて、完成までの様々な段階の任意の数のモデルを保持することができることが理解されるであろう。

#### 【0082】

上記の操作は、デジタル歯科ワークフローに含まれる多くの場所に分配され得ることが理解されるであろう。例えば、モデルははじめに、デジタルスキャナー、例えば上記のスキャナーのいずれかを使用して、歯科医によってつくられ得る。走査されたモデルは、データネットワーク上で（処方情報及び他の任意の有用なデータと共に）、走査データを保存し、下流のユーザに安全なインターフェースを提供する、中央レポジトリに伝送され得る。モデルは、歯科技工室又は他の設備にて、歯科技工士により、上記のワークキュー様式でレポジトリから選択されてよく、歯科技工士は、モデルを適切に切断及びマークすることができる。技工士は次に任意の適切な掘削を適用してもよく、又は切断されマークされたモデルは、自動掘削のために、中央レポジトリ又は他の何らかの後処理の場所に戻されてもよい。中央レポジトリに戻されると、ダイ、処方、及び他のデータが、（ここでも安全なインターフェースを介して）高速製作設備へと提供され、これは、対応する歯科オブジェクトを製造し、仕上げのためにこれらを歯科技工室に転送する。これは、適性及び能力によって、処理工程を有用に分配するワークフローの一例であるが、他の多くの構成が可能であり、本明細書において記載されるシステム及び方法の範囲内で有用に利用され得ることが理解されるであろう。

#### 【0083】

一態様では、上記の方法が、高速製作などのためにモデルを調製するのに利用され、結果的に、先に概して記載されたように、切断され、（境界上で）マークされ、掘削されたダイのデジタルモデルから、物理的モデルが製作されることができる。この一態様では、本明細書において記載される方法は、デジタル歯科用モデルを選択する工程と、デジタル歯科用モデルから少なくとも1つのダイを切断して、ダイモデルを提供する工程と、ダイモデル上の境界をマークして、マークされたモデルを提供する工程と、マークされたモデルを掘削して掘削されたモデルを提供する工程と、掘削されたモデルから物理的モデルを製作する工程とを含む。本方法は、物理的モデルをつくるために、掘削されたモデルをリモートデータレポジトリに、点検のために歯科医に、又は高速製作設備に伝送することを含み得る。

#### 【0084】

図5及び6は、デジタル歯科用モデルの処理のためにユーザインターフェースを用いて利用され得る、グラフィックによるダイ切断作業を表す。図5に図示されるように、モデル502、例えば歯列弓の走査が、望ましい眺望点からのモデル502をレンダリングすることによって、ユーザインターフェース500を用いてグラフィックにより表され得る。単一の歯列弓が表されているが、モデル502は、対向する歯列弓を含む複数の歯列弓を含んでもよく、又は1つ以上の対象の歯など、歯列弓の一部を含んでもよいことが理解されるであろう。図6に図示されるように、グラフィカルツールにより、ユーザはモデル502内の1つ以上の切断部602を特定して、モデルを、1つ以上のダイ又は操作可能な歯としても知られる個々の歯（ブリッジなどの歯科修復物のためには、ダイは2つ以上

10

20

30

40

50

の歯を含み得る)を含む、1つ以上の区分604にセグメント化できる。各区分604は、次に、適切に個々に処理され得る。切断部602は、適切に配向されたモデルを貫く線として表されるが、グラフィック切断ツールは、線(垂直平面を画定し得る)、平面などを含む、モデル502をセグメント化するための多くの異なる技法を利用してよい。モデル502の区分604を画定するのに平面が使用される場合、ツールは、ユーザインターフェイスに、平面の任意の好適なグラフィック表示を提供することができ、ユーザが平面を追加、除去、又は再配置するのを可能にし得る。ツールはまた、適切な場合、ユーザが平面を垂直な状態から傾けてモデル502の望ましいセグメント化を達成することを可能にしてもよい。デジタル歯科用モデルの、ダイなどのセグメントへの切断は、多くのユーザインターフェイスツールを使用して行われてもよく、多くの技法を使用してデジタルで表されてもよいことが理解されるであろう。例えば、モデルは、元のモデルの各セグメントにつき、多くの別個の表面モデルに分離されてもよく、又はセグメントを画定するために使用される切断面が、その様々な区分を表すために元のモデルと関連付けられてもよい。元のモデルの、ダイなどの多くのセグメントへのセグメント化をデジタルで表すのに好適な任意の技法が、本明細書において記載されるシステム及び方法で使用され得る。

10

20

30

40

50

#### 【0085】

図7は、デジタル歯科用モデルを処理するために、ユーザインターフェイスを用いて利用され得る、グラフィックによる境界マーキング作業を表す。図7に図示されるように、上記のデジタル歯科用モデルの1つからのダイなどのモデル702は、望ましい眺望点からのモデル702をレンダリングすることにより、ユーザインターフェイス700を用いてグラフィックで表され得る。境界線704は、モデル702の表面上の1つ以上の点706(歯科修復物が、準備された歯の表面と接触する場所)を選択し、点706を境界704の連続的な閉じたループにつなぎ合わせることによって、モデル702内につくられ得る。ユーザインターフェイス700は、回転、パン、ズームなどにモデル702をレンダリングするための眺望点又は視点を制御するためのツールを提供してもよい。以下の説明において、眺望点及び視点などの用語は、被写体が観察される位置及び配向を表すデータを指すために、交換可能に使用される。三次元空間において、これは典型的にはx、y、及びz座標、加えて3つの座標軸上における回転方位を含む。ユーザインターフェイス700はまた、例えば、点をつくる、削除する、又は移動するために、加えて、移動又は削除などのグループ操作のために点を選択及び/又は選択解除するためなどの、点706の操作のためのツールを提供してもよい。ツールは、前の1つ以上の操作を取り消すための取り消し機能を含み得る。点706は、自動若しくは手動で接合されるか、又はこれらの一定の組み合わせ、例えば手動で接合されない全ての点を自動的に相互接続するユーザインターフェイス700のツール、又は既存の点の補外若しくは補間に基づいて次の点を提示するツールで接合されてよい。境界線704は、モデル702の座標系で(及びひいては、図5及び6のモデル、又は操作可能な歯のモデルが得られた他の任意のデジタルモデルの座標系で)画定され得る、線、一連の線分、一連の点、又は他の任意の好適なデータセットとして表され得る。一般的に、二次元のユーザインターフェイスが、これらの図面に表されるが、本明細書において記載されるシステム及び方法のユーザインターフェイス700は、任意の好適な二次元、又は本明細書において記載される様々な立体三次元インターフェイスを含む三次元レンダリング技法を利用してよい。

#### 【0086】

図8は、デジタルモデルを処理するために、ユーザインターフェイス800を用いて利用され得るグラフィックによる掘削操作を表す。ダイ804に境界線802が画定されると、ダイの掘削が手動又は自動で行われて、歯科補修物をつくるために歯科技工室で使用される、得られた物理的モデルを便利に処理するための歯の基部806を提供し、デジタル及び物理的モデルで境界線をより容易に見えるようにする。適切に指定された境界線802により、ダイの掘削は、高度な自動化に適応可能である。ユーザインターフェイス800は、様々な掘削パラメータ(深さ、材料除去の量など)を指定するため、及び得られる掘削されたダイを検査するためのツールを、なおも提供し得る。ユーザインターフェ

ース 800 はまた、手動の掘削のための、及び / 又は自動的に掘削されたダイの微調整のための、ツールを提供し得る。非常に詳細な歯科用モデルが使用される場合、自動化された掘削などのプロセスは、上記のリモートデータリポジトリなどのデジタルデータセンターで有利に行われ得る。

【 0087 】

図 9 は、自動境界マーキング技法を例示する。自動境界マーキングのための 1 つの有用な技法は、歯科修復物のための準備の前と後の歯の表面の直接的比較を利用する。図 9 において断面図で表されるように、歯科修復物 902 のための準備の前の歯の表面のモデルは、歯科修復物 904 のための準備の後の歯の表面のモデルと共に記録されてもよく、ここで処理前モデル 902 は、処理後モデル 904 の容量、加えて追加の歯構造を含む。記録されたモデルの外側境界上に形成される線 906 ( 図 9 において、この線上の 2 点のみが、断面図の左及び右境界で可視である ) が、準備された歯の表面の境界線を画定する。線 906 は、記録されたモデルの表面又は容量のブル XOR を使用して、又は他の多くの好適な境界検出技法のいずれかを使用して、アルゴリズムで特定され得る。

10

【 0088 】

例えば、輪郭評価が適用されて処理後モデル 904 上 ( 又は関連する処理前モデル ) の境界を、アルゴリズムで三次元で特定することができる。同様に、境界検出技法が静止画に適用され、結果が、例えば本明細書において記載される技法を使用して三次元モデルにマッピングされ得る。別の実施形態では、平均化された、ないしは別の方法で組み合わせられた結果と共に二次元及び三次元技法が使用されて、単一の境界線を導き出してもよい。半自動の実施形態では、画像ベース及びモデルベースの技法が、別個に適用され、ユーザが、どちらの結果が境界線に使用されるか選択することが可能となり得、又はユーザが各結果から境界線の一部を選択することが可能となり得る。

20

【 0089 】

図 10 は、視覚的に補助された境界マーキングのユーザインターフェースを示す。上記の多くのプロセスは、比較的単純であり、自動化された、又はコンピュータ補助されたモデリング技法に適応可能である。しかしながら、境界マーキングは、境界の重要な走査領域周辺の血液、唾液、又は軟組織のずれから生じる、歯列のデジタル表面走査において起こり得る過大な誤差の存在による、特定の問題を提示する。以下のインターフェースは、三次元モデルの表示を、走査中に得られるビデオ画像で補足することにより、これらの問題に対処する。このインターフェースは、ビデオベースの走査技法、例えば、先に概して記載された、ビデオ捕捉のための中央チャネルを含むマルチアパーチャカメラなどに特に好適である。

30

【 0090 】

ユーザインターフェース 1000 は、例えば、ビデオ画像表示領域 1010、断面図表示領域 1020、モデルビュー表示領域 1030、及びビデオ制御部表示領域 1040 を含み得る。これらの表示領域 1010 ~ 1040 の 1 つ以上は、利用可能なデータ、例えば三次元モデル、ビデオ画像対、及び / 又は好適な立体画像対を提供するためにワーブされ得る一連の画像を使用して、立体的にレンダリングされるか、ないしは別の方法で三次元で表示され得る。モデルビュー表示領域 1030 及び断面図表示領域 1020 は、三次元モデルに基づく二次元レンダリングを利用し、そのためこれらの表示領域の立体レンダリングは、既知の立体技法の比較的単純な適用である。マルチアパーチャ又はマルチカメラ画像シーケンスが提供される場合、ビデオ画像表示領域 1010 の静止画も、立体画像対などにコード化された立体情報に基づいて立体的にレンダリングされ得る。一態様では、この立体画像は、中央チャネル画像 ( 利用可能な場合 )、再構成された 3D モデル、及び画像とオブジェクトの空間との間のマッピングを提供するカメラモデルに基づいて合成され得る。一態様では、ユーザは、初めに得られた立体画像対と合成された立体画像との間で切り替えることができ、三次元デジタルモデルの定性的な評価及び / 又は検証を可能にする。

40

【 0091 】

50

ビデオ画像表示領域 1010 は、被写体のビデオからの静止画を表示し得る。ビデオは、例えば、マルチアパーチャカメラの中央チャネルから、又は走査装置に関連して近傍の、固定された、及び既知の場所のビデオカメラから、三次元走査中に得られた可能性がある。一般的に、構造化された光又はレーザー技法、飛行時間法、単一カメラビデオ技法、マルチカメラ、マルチアパーチャ又はスプリットピュール (split-pupil) ビデオ技法などを含む三次元画像を得るための、多様な技法を利用する様々な手持ち式のスキャナーが既知である。例外はあるものの、これらの技法は、入力としてカメラパスデータを必要とするか、走査データの処理中にカメラパスデータを導き出すかのいずれかである、三次元再構成アルゴリズムに大きく依存する。換言すれば、走査中に得られる各ビデオ画像に関し、走査される被写体に対するカメラ位置及び回転方位を含む、実質的に対応する既知の同時的なカメラ位置が存在する。したがって、ビデオ画像表示領域 1010 に表示される静止画に関し、画像内容におけるスキャナーの眺望点又は視点(この場合、被写体は準備された歯の表面である)が決定され得る。この情報は、以下でより詳細に記載されるように、ビューをパースペクティブビュー表示領域と同期化させるのに有用である。非ビデオ走査技法が利用される場合、データは、静止画を提供する同時的な二次元ビデオで補足されて、境界マーキング及び本明細書において概して記載される他の処理を補足し得る。

10

#### 【0092】

配向情報は、ビデオ画像表示領域 1010 に(ないしは別の方法でこれと関連して)有用に表示され得る。例えば、歯列の関連における画像の配向においてユーザを補助するために、ビデオ画像表示領域 1010 は、視点(例えば、頬側、舌側、末梢部、内側など)及び/又は最新画像の距離を表示してもよく、これらのいずれかが、上記のように、走査中に得られるスキャナー位置データから決定され得る。更に、配向の直接的な選択のために、ユーザ操作部が提供されてもよい。例えば、ユーザは、最新の歯又は歯の表面のビューが望ましい配向を、文字で又はグラフィックで選択してもよい。ユーザインターフェースは、選択された配向に最も近くに対応する、被写体の配向を含む画像を応答可能に選択し、この画像をビデオ画像表示領域 1010 に表示し得る。加えて、以下に記載されるビデオ制御部表示領域 1040 は、応答可能に更新され、例えば、選択された歯の表面上の様々な異なる眺望点、又は事前に決定された多くの近接する配向を有する一群のサムネイル画像 1042 を選択してもよい。

20

30

#### 【0093】

別の態様では、様々な画像強調技法が、ビデオ画像表示領域 1010 に表示される作業画像に適用されて、表示される画像の視覚品質を強調してもよい。例えば、ディスプレイは、局所的適応コントラスト強調、若しくはコントラスト制限適応ヒストグラム平坦化、又は他の任意の好適な技法を利用し得る。ディスプレイは更に、又は代わりに、他の情報、例えば光源からの距離、又は対応する三次元モデルから利用可能な情報を利用して、静止ビデオ画像の視覚表示の改善のために、色、明度などを制御してもよい。例えば、境界周辺の領域に陰影をつける、又は高い空間的コントラストの領域を強調することにより、擬似彩色がまた有利に使用され得る。本明細書において記載される画像強調技法は、境界マーキング、又は他の歯科操作を補助するために、並びに走査の間、又は直後に、走査施術者によるビデオ検査の補助として、利用され得ることが理解されるであろう。

40

#### 【0094】

以下に記載されるように、一態様では、システムが動作して、ビデオ画像表示領域 1010 及びモデルビュー表示領域 1030 の被写体の視点又は眺望点を同期化する。ユーザインターフェース 1000 の様々な表示領域間において一貫した視覚情報を維持するために、多くの技法が利用され得る。例えば、立体的にレンダリングされた三次元モデルで見えている立体情報とより近くに合致させるために、ビデオ画像は歪みが補正されてもよい。一実施形態では、三次元モデルは、物理的な三次元対応物を正確に反映し、任意の校正データ、カメラパラメータ、歪みモデルなどを組み込み、その結果好ましい技法が、ビデオ画像の歪みを表示のためにしかるべく補正することとなる。重要な利点として、このア

50

ブローチは、ビデオ画像空間とデジタルモデル空間との間のマッピングの単純なピンホール投影特性付け (pinhole projection characterization) を可能にし、これは、2つの表示の間のマッピングのための計算時間を著しく低減することができる。しかしながら、ある場合においては、三次元モデルを歪めて、立体的にレンダリングされたビデオ画像に空間的に対応させることが可能であり、望ましいことがある。いずれの場合においても、空間的な一致は、一般的に、ビデオデータからの三次元モデルをつくるために使用される、カメラモデル、較正データなどにわたるマッピングデータによって、達成され得る。この調整は、カメラシステムの1つ以上のチャンネルにおける、 $x$ 、 $y$ 、及び $z$ の従属的な歪みの原因となり得る、カメラシステムの歪みモデル、加えて、視覚などのシーンパラメータ (scene parameters) を含み得る。

10

**【0095】**

様々な表示において画像を適合させる他の技法としては、ビデオデータをモデル上にテクスチャマッピングするか、又は既存の画像対をワーブする、組み合わせる、ないしは別の方法で処理してモデルビューに対応する眺望点を合成することにより、静止画表示をモデルビューで選択される眺望点へ適応させることを含む。

**【0096】**

ユーザによって位置付けられる点、又はコンピュータによって位置付けられる点であり得る多くの点1012は、ビデオ画像表示領域1010に境界線1014の一部、又は全部 (部分的な境界線が、例として例示されているが、制限ではない) を画定する。点1012が、ユーザインターフェースツール、例えばカーソルに加え、任意のドロップダウンメニュー、リスト、スクロールバー、キーストローク、又は点1012の追加、削除、及び移動に好適な他の制御部で制御され得る。更に、点1012は、より滑らかな境界線を生成するため、又は曲率解析、準備されていない歯の表面に関するデータ、若しくは当該技術分野において既知の様々な技法と組み合わせられる他の任意の利用可能な情報に基づいて、より適当な境界位置に点をアルゴリズムで移動させるために、(境界の一部又は全部を形成するように) 一群の点を接合する、一群の点を移動させる、一群の点を削除する、又は一群の点を調整するなどのグループ操作のために選択又は選択解除され得る。現在のカーソル位置の周辺の領域の点の位置を推奨する、ユーザによって選択された1つ以上の点に基づいて境界線の閉じたループを完成させる、又は境界線を画定する現在の点集合の可能な異常値を探すなど、他のより処理集約的な機能もまた提供され得る。ビデオ画像表示領域1010が立体的にレンダリングされる場合、レンダリングされた三次元空間内で、ユーザナビゲーションに対応するために、三次元カーソルが提供されてもよい。三次元カーソルは、立体又は他の三次元レンダリング技法を利用する表示領域1010、1020、1030、1040のいずれかで同様に利用され得る。

20

30

**【0097】**

多くの有用な機能が、三次元カーソルに組み込まれてもよい。例えば、三次元カーソルは、画像化モデル (又は立体ビデオ画像) の表面に取り付けられているかのように、効果的に動き、それによって、二次元平面におけるユーザの動き (例えばマウスによる) が、立体的な座標系における立体的にレンダリングされた画像の表面と関連する、対応する画像位置上に投影され得る。この技法は、ビデオ及びモデル表示が、各スクリーン位置に関して、固有の表面位置 (ピクセルなど) を有する投影を含む、上記のシステムで良好に機能する。しかしながら、ある実施形態では、投影された表面に取り付けられていない追加の三次元機能が提供され得る。これには、例えば、モデル及び $z$ 又は立体画像の検証、立体ビデオ画像に基づくモデルの編集などを挙げることができる。このような例では、ユーザ入力に更なる自由度をもたらすために、マウススクロールホイールなどの追加の制御部が利用されてもよい。

40

**【0098】**

三次元入力が、立体的にレンダリングされた三次元空間内で、拘束されないカーソルの動きを可能にし得る一方で、第3ユーザ入力 (例えば、スクロールホイール) も、本明細書において記載される境界マーキング操作での使用のために更に適合され得る。例えば、

50

本明細書で説明されるインターフェース、ツール、及び三次元カーソルを使用して、ユーザは、ビデオ画像と三次元モデルとのより良好な一致をもたらすために、モデルビュー表示領域 1030 のデジタルモデルを直接編集してもよい。このような編集には、多くの理由があり得る。例えば、ビデオに関し、ユーザは索条組織、唾液、血液などの、人工物体を視界に特定することがある。別の例として、ビデオベースの立体レンダリング及びモデルベースの立体レンダリングは、異なって見えることがある。これは、例えば、立体ビデオが走査中に得られた画像対から直接もたらされる一方で、モデルがカメラモデルを使用してもたらされる場合に起こり得る（例えば、カメラパラメータ、校正データ、歪みデータなど）。ユーザは、立体的にレンダリングされたモデル（又はビデオ画像）の表面上の点を選択し、この点を三次元で自由に動かすことによって、これらの変化に対処し得る。例えば、スクロールホイールは、スクリーンの z 軸で、又は表面と垂直の方向で、表面の点の動きを制御し得る。更に、ユーザは、周囲の点がこの動きに従う度合いを制御し得る。この技法は、また、モデル上の境界が、過度に丸みを帯びて見える場合、ないしは別の方法でビデオ画像内（又はより明確な視覚内容を提供する、一時的に隣接する画像）に表される境界からずれている場合に、境界をはっきりさせるために利用され得る。一態様では、これらのツールは、デジタルモデル、及び / 又は立体的にレンダリングされたビデオ画像の、直接的な操作を可能にする。別の態様では、これらのツールは、ソース画像データとの直接的な比較による、デジタルモデルの検証を可能にする。いずれの場合においても、ユーザによってもたらされるモデル修正が使用されて、モデルのビデオ画像へのマッピングが修正され、それによって、ユーザによる変更が、任意の続くモデル操作を通して維持される。別の有用な用途は、モデルが隣接間隙を横断して隣接する歯を物理的に結合するか、又は埋めているように見える場合に、個別の歯をセグメント化することである。

断面図表示領域 1020 は、ユーザインターフェース 1000 に含まれて、ユーザが歯の表面の輪郭を特定するのを、特により正確な手動による境界の位置を特定するのを、補助し得る。断面図：このビューは、高曲率領域を特定するのを助けるために、現在選択されている編集領域点の断面を示す。表示領域 1020 は、例えば最新の編集点 1024（これは、ビデオ画像表示領域 1010 に表示される点 1012 のいずれかであり得る）においてなどの被写体の 1 つ以上の断面 1022、若しくは最新の編集点 1024 を含む平面的な断面で始まるデジタルモデル 1026 の眺望点、又はこれらのいくつかの組み合わせを表示し得る。被写体を通る平面的な断面の向きは異なってよいが、輪郭を区別する目的で、最も急な又は最も変化の大きい傾斜を有する向きが、好適に選択され得る。境界線に垂直な平面も、有用に利用され得る。最新の編集点 1024、又は境界線の他の点などの点、及びこれらに対する変更は、先に概して説明されたビデオ画像表示領域 1010 及び / 又はモデルビュー表示領域 103 に表示される点と、同期化され得る。

#### 【0099】

モデルビュー表示領域 1030 は、ユーザインターフェース 1000 に含まれて、被写体のデジタルモデル 1032 の三次元データにより密接に基づいた境界マーキング環境を提供してもよい。モデルビュー表示領域 1030 は、ツール及び / 又は制御部、例えば、点 1034 及び / 又は点の群を追加、削除、ないしは別の方法で操作して歯の表面上に境界線 1036 をマークする上記のものと共に、デジタルモデルの二次元又は三次元レンダリングを提供してもよい。上記のように、点 1034 への各変更、加えて結果として生じる境界線 1036 への変化が、ユーザインターフェース 1000 の他の表示領域 1010、1020、1040 の点及び / 又は境界線の表示を更新するために使用され得る。

ビデオ制御部表示領域 1040 は、ユーザインターフェース 1000 に含まれて、ビデオ画像表示領域 1010 での表示のための静止画のユーザ選択、より一般にはカメラシステムによって捕捉されるビデオストリーム内でのナビゲートを提供してもよい。ビデオ制御部表示領域 1040 を使用して、ユーザは、境界線を生成し、点検し、及び検証するために必要に応じてビデオシーケンス内をナビゲートしてもよい。ビデオシーケンスは、走査の被写体の三次元データを得るために使用されるカメラシステムからの、又はカメラシステム及び / 若しくは走査の被写体に関して実質的に既知の関係を有する関連するカメラ

からのビデオシーケンスであり得る。

【0100】

一実施形態では、制御部は、走査中の様々なカメラ位置からの画像を示す、多くのサムネイル画像1042を含んでもよい。他の視覚的合図が、サムネイル画像1042に提供されてもよい。例えば、矢印1044又は他の強調機能が提供されて、どのサムネイル画像1042がモデルビュー表示領域1030で可視の表面領域を含むか、又はどのサムネイル画像1042が境界線の可視の部分を含むかを示してもよい。サムネイル画像1042は更に、又は代わりに、配向情報を表示してもよい。例えば、サムネイル画像1042は、文字、アイコン、又は各サムネイルと共に含まれるか若しくは隣接して表示される他の視覚的合図を使用する注釈を提供することによって、配向詳細（例えば、頬側、舌側、末梢部、内部）又は距離を提供し得る。ビデオ画像表示領域1010に表示される最新のビデオ画像もまた、強調表示1046又は他の視覚的なしるしを使用して、特定され得る。最新の画像が、表示領域1040の左側に表されるが、最新の画像は代わりにサムネイル画像1042の中央、又は他の任意の好適な位置に配置されてもよい。サムネイル画像1042は一般的に、ユーザを補助するために、関連性によって、選択されるか及び/又は分類されてもよいことが理解されるであろう。例えば、サムネイル画像1042は、最新の歯の、又は現在編集されている境界線の一部の、様々なビューを提供するように選択され得る。歯科医（又は他の走査者）が、多くの歯を特定した場合、最新の歯の画像のみが表示されるように、サムネイルをグループ分けすることが、下流の技工士にとって特に有用であり得る。

10

20

【0101】

一次元的なサムネイルの配列が、図10に表されるが、ビデオタイムライン制御部には、他の多くの技法が当該技術分野において既知であり、本明細書において記載されるシステムで好適に利用されることが理解されるであろう。一例であり、限定するものではないが、ビデオ制御部表示領域1040は、二次元的な配列（即ち、 $2 \times 5$ 、 $3 \times 5$ 、又は他の任意の寸法）を表示してもよい。表示領域1040は更に、又は代わりに、全体のビデオシーケンスにわたるユーザナビゲーションのために、スライダー又は他の制御部を含んでもよい。別の態様では、サムネイル画像1042は、一時的に隣接したビデオデータのフレームであってもよく、又はデータの5フレームごと、データの10フレームごとなど、好適な間隔で離間してもよい。サムネイル画像1042は更に、又は代わりに、境界マーキングに有用な様々な視点からの、合成された画像を含み得る。これら及び他のバリエーションが、本明細書において記載されるビデオ制御部表示領域1040で有用に利用され得る。

30

【0102】

一態様では、眺望点及び視点が、ビデオ画像表示領域1010とモデルビュー表示領域1030の間で同期化されてもよい。例えば、ユーザはビデオ制御表示領域1040で制御部を操作して、ビデオ画像表示領域1010での表示のためのビデオ画像を選択してもよい。被写体のビデオ画像の選択に回答して、モデルビュー表示領域1030は、同じ視点又は眺望点から被写体をレンダリングしてもよい（被写体のデジタルモデルに基づいて）。この目的のために、スキャナー/カメラの位置データ、例えばx、y、及びz位置（被写体に関する任意の座標系で）、並びに回転方位が、走査中に得られるデータから得ることができる。この位置データは、その後、デジタルモデルを適切にレンダリングするために利用され得る。

40

【0103】

ユーザは更に、又は代わりに、先に概して記載されたモデルビュー表示領域1030のデジタルモデルの眺望点を制御し得る。この場合、ビデオ画像表示領域1010が更新されて、モデルビュー表示領域1030でユーザによって選択された眺望点により近くに対応するビデオ画像を提供してもよい。多くの技法が、モデルビュー表示領域1030からビデオ画像表示領域1010に同期化するために、好適に利用され得る。例えば、ユーザが、三次元データを得るのに使用されたカメラパスに沿った眺望点のみを移動することが

50

できるように、モデルビュー表示領域 1030 での眺望点の変更のためのユーザ操作部が制約されてもよい。この実施例では、最新のビデオ画像の関連内に留まる視点の変更のために、パン又はズームするための制限された能力が提供され得る。加えて、ビデオ画像が、ワープ、サイズ変更、ないしは別の方法で操作されて、回転方位などの僅かな変更に対応してもよい。別の実施例として、全ビデオシーケンス（又は全ビデオシーケンスの一部）の中で、ユーザによって選択された視点に最も近くに対応するビデオ画像を検出することにより、ビデオ画像表示領域 1010 での表示に新しいビデオ画像が選択され得る。これは、例えば、ユーザによって選択される新しい視点とビデオシーケンス内の画像と関連する視点との間の、位置及び / 又は回転方位の任意の好適な距離又は他の定性的な比較に基づいて、決定され得る。別の実施例として、ユーザによって選択される眺望点と近くに又は正確に対応する新しいビデオ画像が、ビデオデータ、カメラシステム歪みモデル、三次元デジタルモデルデータ、及び他の任意の利用可能なデータの様々な組み合わせを使用して合成され得る。これは、例えば、ビデオテクスチャデータの三次元モデルへのマッピング、又は多くの異なるビデオ画像からのビデオデータの組み合わせ、加えて好適なワーピング、スケーリング、記録などを含み得る。

10

20

30

40

50

#### 【0104】

別の実施形態では、本システムは一方向の同期化を提供してもよい。即ち、モデルビューは、静止画の選択に対して、この選択の眺望点からレンダリングすることによって応答し得る。モデルビューは、その後、境界の編集又は検証のための任意の好適な眺望点を提供するように操作される一方で、ビデオ画像表示領域 1010 の静止画は変化しないままであり得る。ユーザは、モデルビューを静止画の眺望点に戻すリセット制御部を提供されてもよく、モデルビューは、新しい画像の眺望点からのモデルを再レンダリングすることによって新しい画像選択に応答し続けてもよい。したがって、ビデオ画像表示領域 1010 のビューは、モデルビュー表示領域 1030 でのレンダリングを制御することができる。しかしながら、モデルビュー表示領域 1030 の眺望点の変更は、ビデオ画像表示領域 1010 に表示される静止画に影響しない。

#### 【0105】

別の態様では、ビデオ画像表示領域 1010 の点 1012 の表示は、モデルビュー表示領域 1030 の点 1032 の表示と同期化されてもよい。したがって、ビデオ画像表示領域 1010 の点 1012 のユーザ操作が使用されて、モデルビュー表示領域 1030 の同じ点 1032 を更新してもよく、またモデルビュー表示領域 1030 の点 1032 のユーザ操作が使用されて、ビデオ画像表示領域 1010 の同じ点 1012 を更新してもよい。いずれの場合においても、ユーザは二次元（ユーザインターフェースに対応する）で点を選択し、点の三次元の位置が、点の x 及び y 座標をモデル又は静止画の表面上に投影することによって決定され得ることが理解されるであろう。いずれの場合においても、カメラチャンネルの歪みモデルなどの、カメラシステムに関する情報が、2つの表示領域 1010、1030 の間において、点の空間情報を正確に変更するために利用され得る。より一般には、表示領域 1010、1020、1030、1040 のいくつか、又はすべてが、点及び / 又は境界線を操作するためのツールを含み、任意の変更が、全ての表示領域を通じて更新され得る。多くの他の構成が提供され得ることが理解されるであろう。例えば、点及び / 又は境界線が、任意に、ビデオ制御表示領域 1040 又は断面図表示領域 1020 に表示されなくてもよい。別の実施例として、点を制御するためのツールは、ビデオ画像表示領域 1010 及びモデルビュー表示領域 1030 などの表示領域の 1 つ又は 2 つのみ提供されてもよい。

#### 【0106】

ユーザインターフェース 1000 及び上記のツールを使用して、多様な反復的及び / 又は相互作用的な境界マーキングプロセスが利用され得る。一例として、限定するものではないが、1つのこのような操作がここで記載される。ユーザは、ビデオ画像表示領域 1010 などの作業領域部での（「作業画像」としての）表示のために、ビデオ制御表示領域 1040 でサムネイル画像 1042 を選択することによって、境界マーキングプロセスを

開始することができる。ユーザは次にマウスを使用して、ビデオ画像表示領域 1010 の境界線に沿って点を選択してもよい。境界マーキングシステムは、ユーザインターフェース 1000 を通じてこれらの二次元選択を受け、これらを三次元モデルの三次元空間と相互に関連付けることができる。選択された画像の位置 / 回転データを使用し、本システムはまた、モデルビュー表示領域 1030 のデジタルモデルの対応するビュー、加えて、作業領域部で選択された任意の対応する点を、レンダリングしてもよい。ユーザは、モデルビュー表示領域 1030 の点選択、及び対応する境界線を点検してもよい。加えて、ユーザは、選択された境界又はその点の視覚的検証のために、モデルビューを操作してモデル上の任意の数の有用な眺望点を提供してもよい。ユーザは次に別のサムネイルを選択して新しい作業画像を得、十分な点が特定されて完全な閉じたループ境界線を導き出すまで、反復的に続ける。

10

#### 【0107】

別の態様では、モデルビュー表示領域 1030 のモデル、ビデオ画像表示領域 1010 のビデオ画像、又はこれらの組み合わせのいずれかとの相互作用を通じて、デジタルモデルを操作するためのツールが提供されてもよい。例えば、ビデオ画像（単一の画像対に基づく）とモデルビュー（複合の画像対に基づく）との間の起こり得る変化に対処するために、上記の三次元カーソル技法がより広く適用され得る。この変化は、被写体の明瞭さに関する画像間における変化、又は多くの異なる画像対の合成から生じるモデル全体の変化から生じ得る。加えて、上記の技法は、スキャナーを最初に操作した人によって生じた誤りを修正するために使用され得る。例えば、皮膚の組織片などが境界線の一部を阻害する

20

#### 【0108】

本発明について、特定の好ましい実施形態に関連して説明されてきたが、他の実施形態が当業者には理解されることができ、また本願に包含される。

【図1】

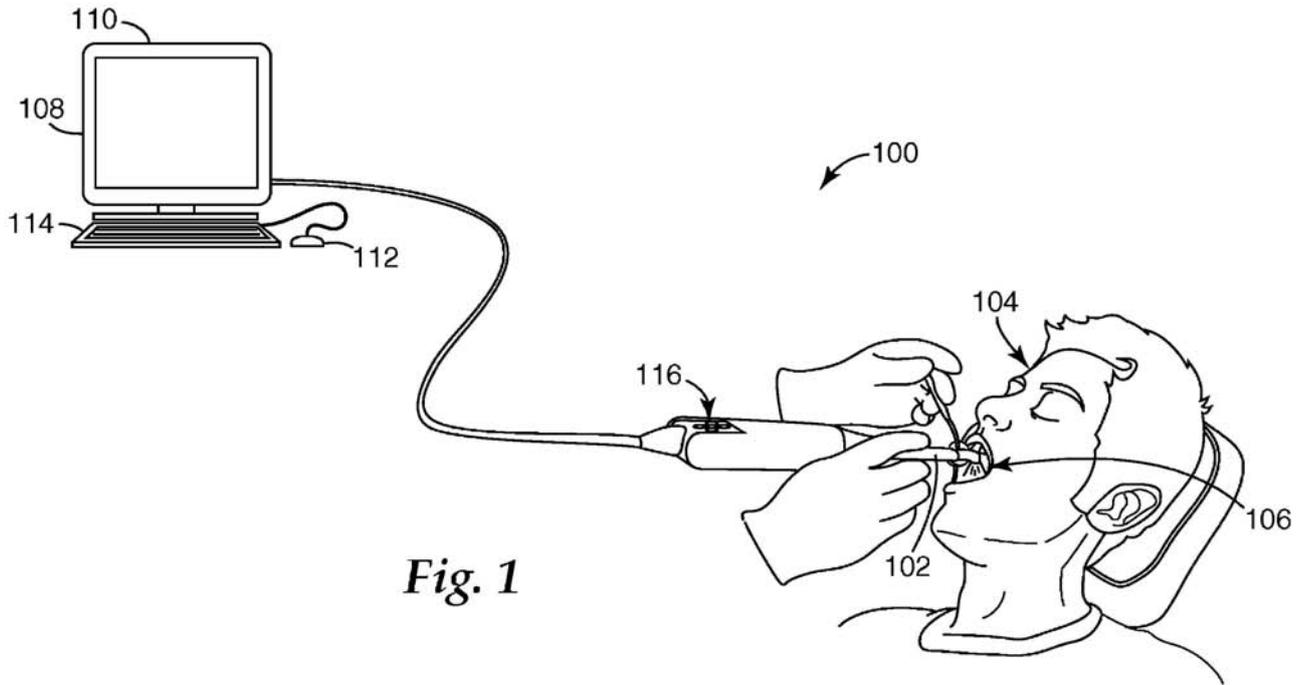


Fig. 1

【図2】

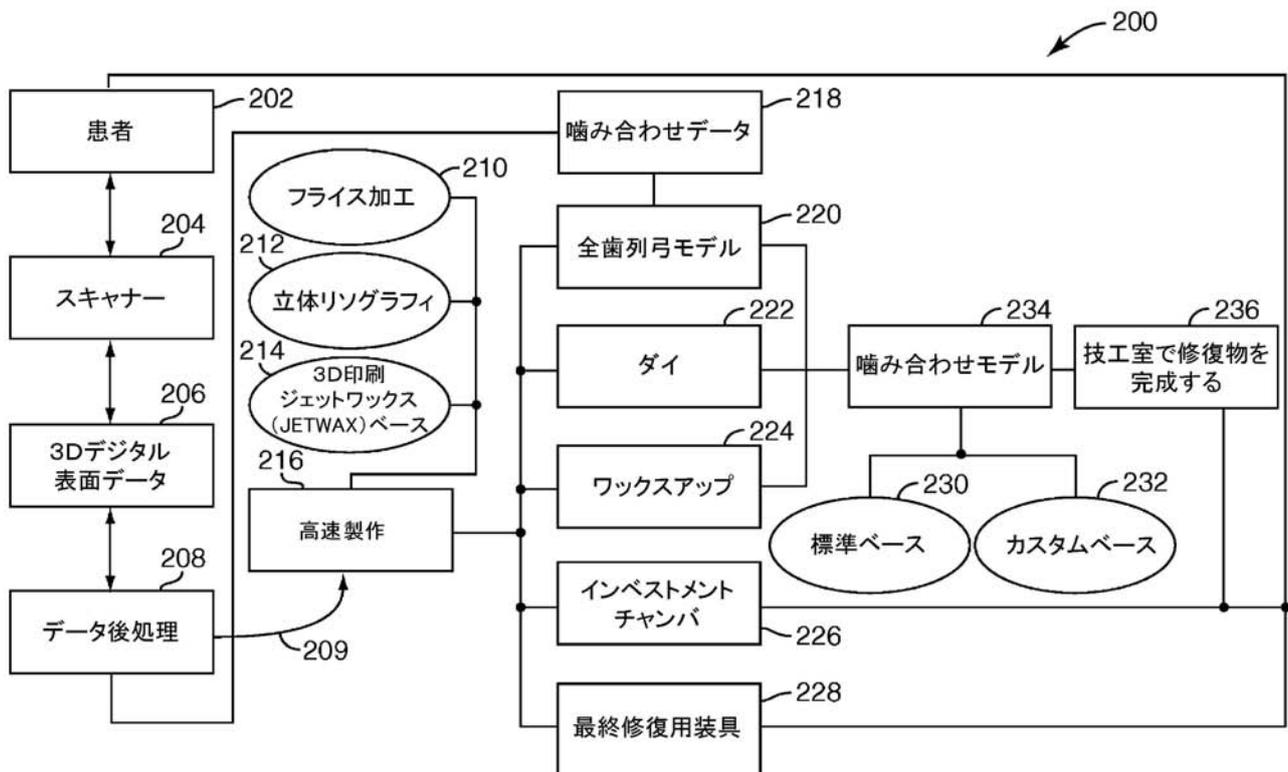
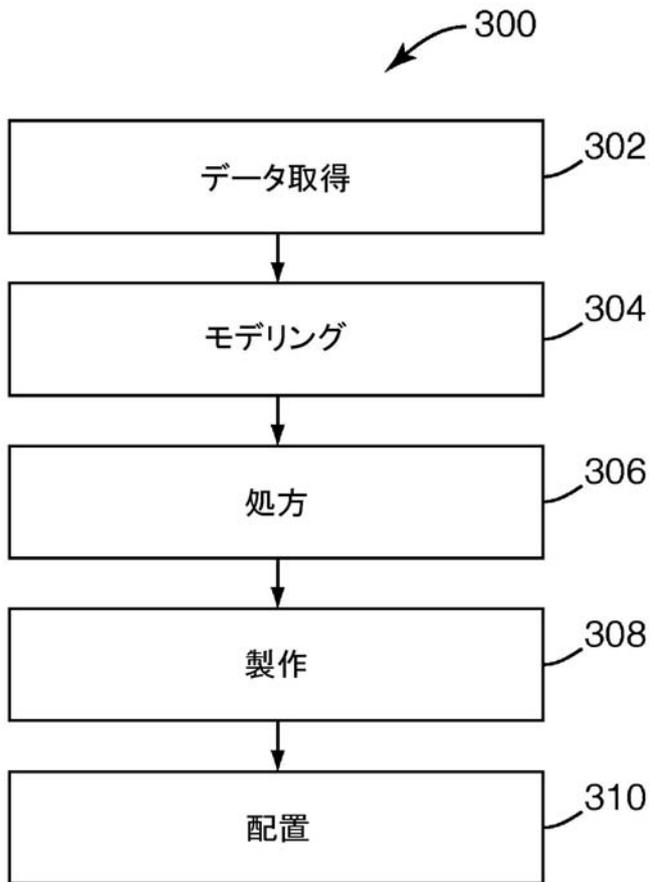


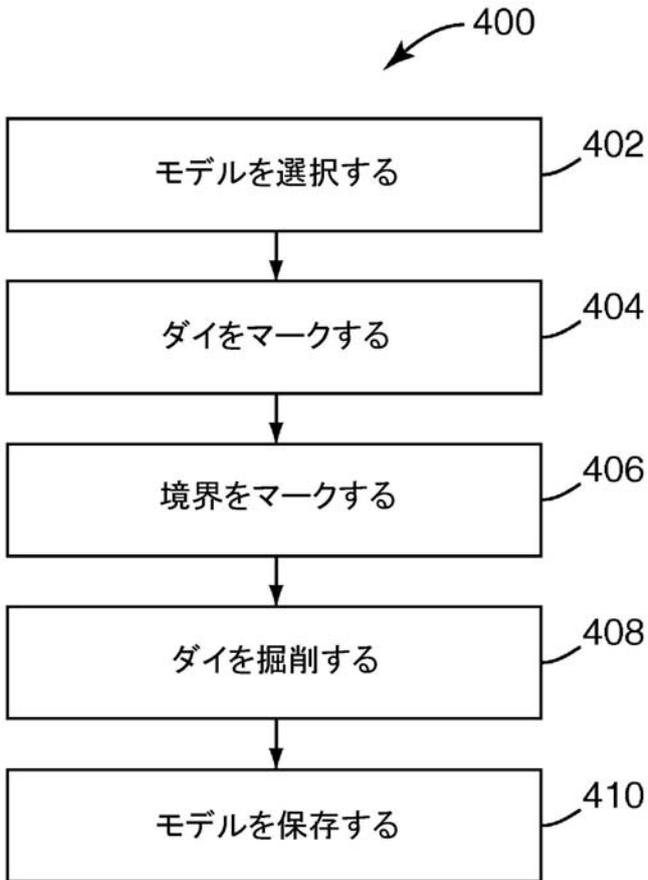
Fig. 2

【 図 3 】



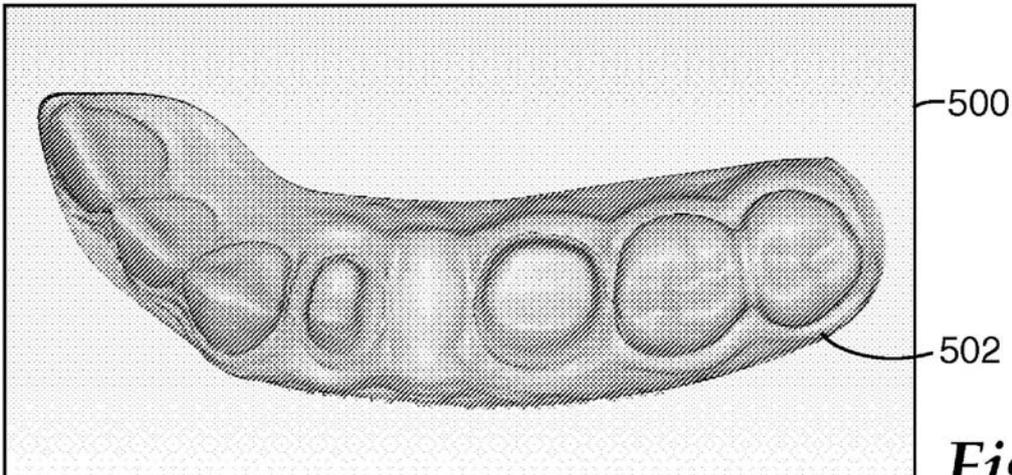
*Fig. 3*

【 図 4 】



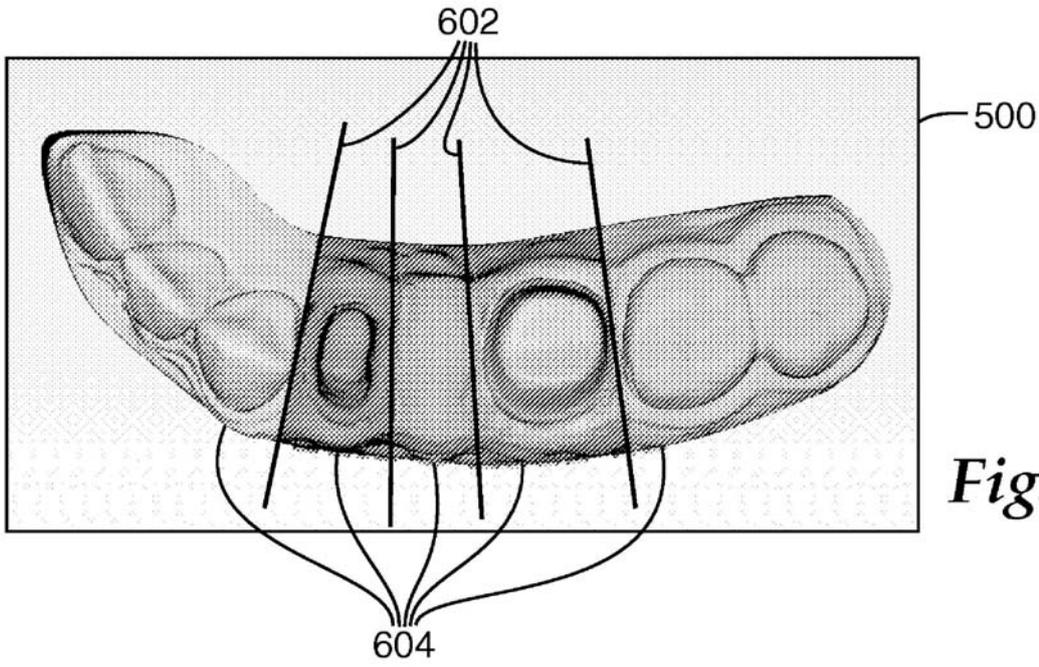
*Fig. 4*

【 図 5 】



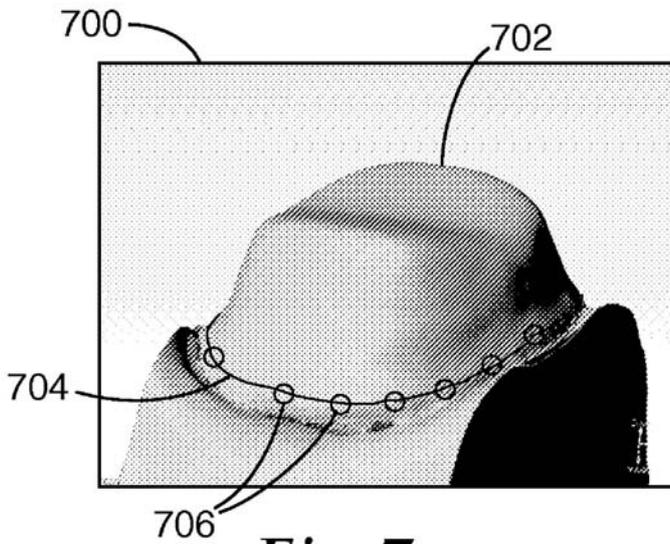
*Fig. 5*

【 図 6 】



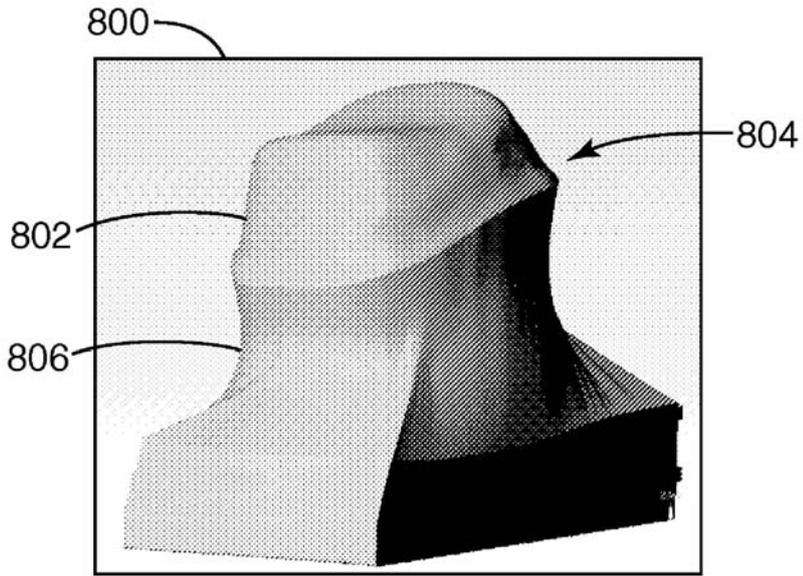
*Fig. 6*

【 図 7 】



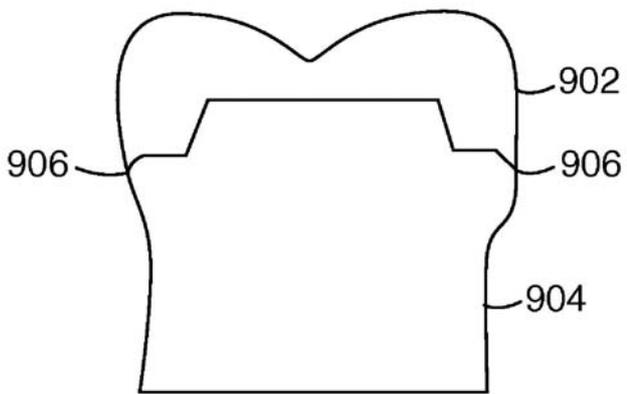
*Fig. 7*

【 図 8 】



*Fig. 8*

【 図 9 】



*Fig. 9*

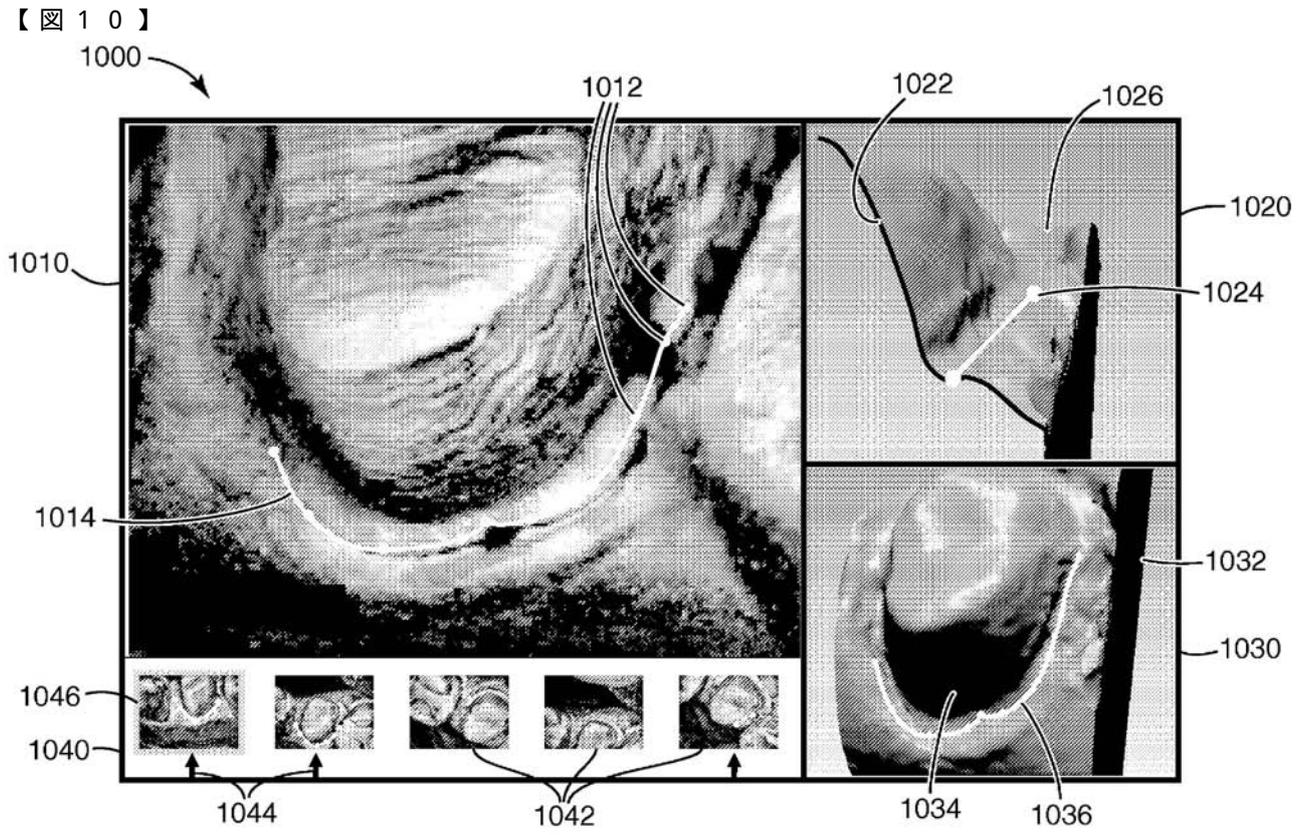


Fig. 10

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2008/068522

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. G06T15/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06T		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/100067 A (D3D L P [US]; QUADLING HENLEY [US]; QUADLING MARK [US]; BLAIR ALAN [US] 18 November 2004 (2004-11-18) abstract; claims 14,15,18	1-24
P,X	WO 2007/103918 A (D4D TECHNOLOGIES LLC [US]) 13 September 2007 (2007-09-13) the whole document	1-24
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.
* Special categories of cited documents:		
<p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>		<p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*Z* document member of the same patent family</p>
Date of the actual completion of the international search 9 October 2008		Date of mailing of the international search report 19/01/2009
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-8016		Authorized officer Kulak, Eray

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/US2008/068522

## Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This International search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International search can be carried out, specifically:
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this International application, as follows:

see additional sheet

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-24

## Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/US2008 /068522

**FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210**

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

## 1. claims: 1-24

rendering a 3D model with a perspective obtained from its associated video  
---

## 2. claims: 25-54

selecting a video image with the perspective of a rendered 3D object  
---

## 3. claims: 55-72

synchronizing an image and a rendered 3D model on two windows  
---

## 4. claims: 73-81

selecting a dentition video image with the perspective if a rendered 3D object to determine a margin of dentition  
---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

information on patent family members

International application No

PCT/US2008/068522

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004100067 A	18-11-2004	AU 2004237202 A1 CA 2524213 A1 EP 1617759 A2 JP 2007528743 T	18-11-2004 18-11-2004 25-01-2006 18-10-2007
WO 2007103918 A	13-09-2007	US 2007211081 A1	13-09-2007

## フロントページの続き

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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

## 1. イーサネット

(74)代理人 100120134

弁理士 大森 規雄

(74)代理人 100104282

弁理士 鈴木 康仁

(72)発明者 ロハリー, ヤーノシュ

アメリカ合衆国 ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエムセンター

(72)発明者 ナザル, ロバート, エヌ.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエムセンター

(72)発明者 テケイアン, エドワード, ケイ.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエムセンター

(72)発明者 クリヴシュコ, イルヤ, エイ.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエムセンター

(72)発明者 パーリィ, エリック, ビー.

アメリカ合衆国 ミネソタ州 5 5 1 3 3 - 3 4 2 7, セント ポール, ポスト オフィス ボックス 3 3 4 2 7, スリーエムセンター

Fターム(参考) 4C052 AA17 GG24 NN02 NN03 NN04 NN05 NN15

4C061 AA08 BB10 SS21