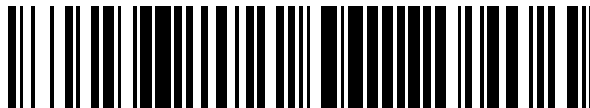


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 937**

51 Int. Cl.:

**G01C 17/00** (2006.01)

**A61C 9/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2006 PCT/IL2006/000292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.09.2006 WO06092800**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2006 E 06711274 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.06.2017 EP 1869403**

54 Título: **Sistema y procedimiento para explorar una cavidad intraoral**

30 Prioridad:

**03.03.2005 US 657705 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**18.09.2017**

73 Titular/es:

**ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)  
2560 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, US**

72 Inventor/es:

**KOPELMAN, AVI;  
TAUB, ELDAD y  
BABAYOFF, NOAM**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

ES 2 632 937 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y procedimiento para explorar una cavidad intraoral.

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a un sistema y procedimiento para proporcionar una guía para explorar la cavidad intraoral para proporcionar datos tridimensionales que puedan utilizarse posteriormente en procedimientos de prostodoncia y ortodoncia en la cavidad intraoral. En particular, la invención se refiere a sistemas y procedimientos que están informatizados.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En procedimientos de prostodoncia diseñados para implantar una prótesis dental en la cavidad intraoral, en muchos casos es necesario medir con precisión y estudiar cuidadosamente el sitio dental en el que se va a implantar la prótesis, de manera que pueda diseñarse y dimensionarse adecuadamente una prótesis, tal como una corona o un puente, por ejemplo, para encajar en su lugar. Un buen ajuste es de máxima importancia para permitir que las tensiones mecánicas sean transmitidas apropiadamente entre la prótesis y la mandíbula, y para prevenir la infección de las encías, etc. a través de la cara de contacto entre la prótesis y el sitio dental, por ejemplo.

En la técnica anterior, el odontólogo prepara el sitio dental, y se construye un modelo físico positivo del sitio utilizando procedimientos conocidos. Alternativamente, el sitio dental puede ser explorado para proporcionar datos 3D del sitio. En cualquier caso, el modelo virtual o real del sitio se envía al laboratorio dental, que fabrica la prótesis basada en el modelo. Sin embargo, si el modelo es deficiente o indefinido en ciertas zonas, o si la preparación no se configuró de manera óptima para recibir la prótesis, el técnico dental tiene por delante un trabajo más difícil que de otra manera, y el diseño de la prótesis puede ser menos que óptimo. Por ejemplo, si la trayectoria de inserción que implica la preparación para una cofia ajustada tendría como resultado que la prótesis colisionara con dientes adyacentes, la geometría de la cofia tiene que ser alterada para evitar la colisión, pero esto puede resultar en que el diseño de la cofia sea menos que óptimo. Además, si el área de la preparación que contiene la línea final carece de definición, puede que no sea posible determinar correctamente la línea final y, de este modo, el borde inferior de la cofia puede no estar diseñado apropiadamente. De hecho, en algunas circunstancias, el modelo es rechazado y el odontólogo debe volver a explorar el sitio dental, o debe revisar la preparación, de modo que pueda producirse una prótesis adecuada.

En procedimientos ortodónticos también es necesario proporcionar un modelo de una o ambas mandíbulas. Si tales procedimientos ortodónticos se diseñan virtualmente (también denominado aquí "numéricamente"), también se requiere un modelo virtual de la cavidad intraoral, que puede obtenerse, entre otros, explorando la cavidad intraoral directamente, o produciendo un modelo físico de la dentición, y explorando después el modelo con un escáner adecuado.

Así, tanto en procedimientos de prostodoncia como de ortodoncia, la obtención de un modelo tridimensional (3D) de por lo menos una parte de la cavidad intraoral es un requisito inicial. Si el modelo 3D es un modelo virtual, cuanto más completas y precisas sean las exploraciones de la cavidad intraoral, mayor será la calidad del modelo virtual y, por lo tanto, mayor será la capacidad para diseñar una prótesis óptima o un tratamiento de ortodoncia.

Los procedimientos de la técnica anterior de exploración de la cavidad intraoral no proporcionan una guía al odontólogo sobre cómo asegurar una exploración completa y precisa de partes de la cavidad de interés para un procedimiento de ortodoncia o de prostodoncia particular. En cambio, el odontólogo utiliza su juicio en el sitio y, a menudo, se da el caso de que las exploraciones de algunas zonas de interés pueden ser defectuosas, mientras que otras zonas sin importancia pueden ser exploradas con gran precisión con detalles, lo cual es un desperdicio de tiempo para el médico y el paciente.

Del documento WO 99/16380 se conoce un procedimiento para fijar un elemento de ortodoncia en la superficie de un diente. Unos indicadores mostrados proporcionan información de guía sobre la posición pretendida del elemento de ortodoncia sobre la superficie del diente. Otros documentos relevantes son US 4.575.805 A1 y US 2005/0186540 A1. US 4.575.805 A1 describe un procedimiento y un aparato para la fabricación de implantes de manera personalizada. Las características de la superficie de un órgano que necesita restauración, por ejemplo, un diente que ha sido preparado para una inserción de incrustaciones, son leídas por medio de un cabezal de exploración sin contacto. Los parámetros de la forma tridimensional del implante necesarios para restaurar el diente en función y aspecto se calculan en base a los datos del contorno registrados. Estos parámetros se utilizan entonces en una secuencia de programa que controla un proceso de fresado, corte o erosión para fabricar la incrustación restaurativa mientras el paciente espera.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

5 "Material dental" se refiere aquí a cualquier material asociado a estructuras dentales de la cavidad intraoral, incluyendo materiales dentales naturales tales como, por ejemplo, esmalte, dentina, pulpa, raíces dentales y materiales dentales no naturales tales como, por ejemplo, limaduras metálicas y no metálicas, restauraciones, coronas, puentes, cofias, preparaciones, etc. pero sin limitarse a estos.

10 "Clínica dental" se refiere aquí a la interfaz entre un odontólogo y un paciente y, por lo tanto, incluye cualquier entidad física, en particular una clínica, en la que exista una interacción entre un paciente dental y un odontólogo. Si bien "odontólogo" se refiere típicamente a un dentista, médico o técnico dental, también incluye aquí a todos los demás cuidadores que puedan interactuar con un paciente dental durante el curso de un tratamiento dental. Aunque "paciente dental" se refiere típicamente a una persona que requiere los servicios dentales de un odontólogo, también incluye aquí a cualquier persona sobre la cual se desea crear un modelo numérico 3D de su cavidad intraoral, por ejemplo, con el fin de poner en práctica el mismo o realizar investigación.

15 El término "prótesis" se considera aquí que incluye cualquier restauración y cualquier recubrimiento, tal como coronas y puentes, por ejemplo, e incrustaciones, tales como capuchones, por ejemplo, y cualquier otra dentadura parcial o completa artificial.

20 Si bien el término "preparación" se refiere típicamente al muñón (incluyendo la línea final y opcionalmente el hombro) que se deja del diente que va a ser reemplazado por la prótesis -normalmente una corona- y sobre el cual se va a montar la corona, el término incluye también aquí muñones, pivotes, núcleos y postes artificiales, u otros dispositivos que puedan implantarse en la cavidad intraoral en tal posición o en una posición que sea óptima para implantar la corona.

25 El término "procedimiento de prostodoncia" se refiere, entre otros, a cualquier procedimiento que implica la cavidad intraoral y está dirigido al diseño, fabricación o instalación de una prótesis dental en un sitio dental dentro de la cavidad intraoral, o un modelo real o virtual de la misma, o dirigido al diseño y preparación del sitio dental para recibir dicha prótesis.

30 El término "procedimiento de ortodoncia" se refiere, entre otros, a cualquier procedimiento que implica la cavidad intraoral y está dirigido al diseño, fabricación o instalación de elementos ortodónticos en un sitio dental dentro de la cavidad intraoral, o un modelo real o virtual de los mismos, o dirigido al diseño y la preparación del sitio dental para recibir tales elementos ortodónticos.

35 El término "entidad numérica" se utiliza aquí como sinónimo de modelo virtual, modelo 3D y otros términos similares, y se refiere a una representación virtual en un entorno informático de un objeto real, típicamente una dentición o por lo menos una parte de cavidad intraoral, o de un modelo real de la misma, por ejemplo.

40 El término "exploración" y sus análogos se refieren a cualquier procedimiento dirigido a obtener datos topográficos 3D de una superficie, en particular de una superficie dental y, por lo tanto, incluye procedimientos mecánicos, típicamente basados en sondas 3D, por ejemplo, procedimientos ópticos, incluyendo, por ejemplo, procedimientos confocales, por ejemplo, tal como se describe en el documento WO 00/08415.

45 El término "visualización" y sus análogos se refieren a cualquier medio o procedimiento para suministrar una presentación, que puede incluir cualquier información, datos, imágenes, sonidos, etc., y, por lo tanto, el suministro puede ser en forma visual y/o audio.

50 La presente invención se refiere a un procedimiento para explorar una cavidad intraoral y, por lo tanto, a un procedimiento correspondiente para facilitar la exploración de una cavidad intraoral, comprendiendo el procedimiento

- (a) identificar partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener analizada;
- (b) identificar relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración;
- 55 (c) visualizar las citadas relaciones; y
- (d) utilizar las citadas relaciones visualizadas como guía para explorar la cavidad intraoral, mientras que la etapa (b) comprende, para cada parte objetivo, determinar para dicho dispositivo de exploración una serie de parámetros espaciales, comprendiendo, cada uno, datos de una estación de exploración suficientes para permitir que dicho dispositivo de exploración explore completamente dicha parte objetivo correspondiente.

60 El procedimiento comprende, además, la etapa de explorar dicha cavidad intraoral de una manera sustancialmente conforme a las citadas relaciones.

La exploración proporciona sustancialmente datos 3D de dichas partes objetivo para utilizarse en un procedimiento predeterminado. La etapa (a) puede incluir la identificación de partes auxiliares en dicha cavidad intraoral asociadas a dichas partes objetivo, en el que también se requieren datos 3D de dichas partes auxiliares para utilizarse en dicho procedimiento dental predeterminado. La etapa (b) puede comprender, para cada parte objetivo y cada parte auxiliar, determinar para dicho dispositivo de exploración una serie de parámetros espaciales, comprendiendo, cada uno, datos de una estación de exploración suficiente para permitir que dicho escáner explore completamente dicha parte auxiliar correspondiente. Opcionalmente, los datos de una estación de exploración de dicha serie incluyen una proximidad y una orientación relativa de dicho escáner respecto a dicha parte objetivo o parte auxiliar tal como para permitir que dicho escáner obtenga datos topográficos 3D de una zona de dicha parte objetivo o parte auxiliar. La serie proporciona datos topográficos 3D para una pluralidad correspondiente de dichas zonas, donde dichos parámetros espaciales de dichas series se determinan de modo por lo menos algunas zonas adyacentes se superponen entre sí.

En una realización, la etapa (c) comprende mostrar una imagen nominal que comprende una imagen de por lo menos una parte de una cavidad intraoral nominal, que comprende dichas partes objetivo y dichas partes auxiliares correspondientes, y una imagen de un escáner nominal en una relación espacial entre sí correspondiente a la relación espacial según se determina en la etapa (b) para por lo menos un parámetro de dicha serie de parámetros. Puede proporcionarse una serie de dichas imágenes nominales, correspondiendo cada imagen de dicha serie a uno diferente de dichos parámetros de dicha serie de parámetros. La serie de imágenes puede mostrarse en cualquier secuencia predeterminada. Opcionalmente, la imagen nominal comprende atributos 3D. La imagen puede comprender dicha cavidad intraoral nominal en cualquier orientación deseada respecto a un sistema de coordenadas predeterminado. El sistema de coordenadas puede comprender, por ejemplo, un sistema de ejes cartesianos ortogonales. Opcionalmente, la orientación puede corresponder a una vista real de la cavidad intraoral de un paciente desde el punto de vista de un odontólogo. Opcionalmente, se proporciona una señal de audio y/o visual para solicitar al usuario que proceda a la siguiente imagen.

En otra realización, la etapa (c) comprende mostrar unos signos en un visor capaz de proporcionar una imagen de vídeo del campo de visión de dicho escáner, indicando dichos signos una posición deseada para asociar una parte predeterminada de dichas partes objetivo o partes auxiliares de una manera particular respecto a la misma. Los signos pueden comprender, por ejemplo, un "+" o una "X" o cualquier otro símbolo adecuado, que puede ser, por ejemplo, geométrico, alfanumérico, etc.

En una variante de esta realización, los signos comprenden un símbolo representativo de un perfil correspondiente a una vista esperada de dicha parte objetivo o parte auxiliar en el citado visor. Pueden aplicarse procedimientos ópticos o de reconocimiento de imágenes a dicha imagen de vídeo para proporcionar un perfil de la imagen, comprendiendo dicho símbolo el citado perfil. Por ejemplo, el perfil comprende una línea conformada con la forma del contorno de un diente tal como se ve a través de dicho visor. El símbolo puede comprender una línea conformada con la forma del contorno de un diente visto en cualquiera de vista superior, vista bucal o vista lingual, por ejemplo.

Opcionalmente, se proporcionan una serie de signos, correspondiendo cada una de los signos de dicha serie a uno diferente de los citados parámetros de dicha serie de parámetros. Dicha serie de signos puede mostrarse en una secuencia predeterminada, presentándose unos signos siguientes después de que se haya explorado la cavidad intraoral de acuerdo con el parámetro anterior y los signos correspondientes. Dichos signos siguientes pueden mostrarse junto con los signos inmediatamente anteriores. Opcionalmente, los signos relativos a parámetros diferentes pueden mostrarse en colores diferentes entre sí.

El procedimiento mencionado anteriormente puede ser, por ejemplo, un procedimiento de prostodoncia para una corona respecto a una preparación, comprendiendo las citadas partes objetivo dicha preparación y comprendiendo dichas partes auxiliares por lo menos una parte de los dientes adyacente a dicha preparación y opuesta a dicha preparación desde la mandíbula opuesta.

El procedimiento mencionado anteriormente puede ser, por ejemplo, un procedimiento que sea un procedimiento de prostodoncia, para un puente respecto a una pluralidad de preparaciones, comprendiendo las citadas partes objetivo dichas preparaciones, y comprendiendo dichas partes auxiliares por lo menos una parte de los dientes adyacentes a una preparación distal más alejada y adyacente a una preparación mesial más alejada, y quedando opuesta por lo menos una parte de los dientes a dichas preparaciones desde la mandíbula opuesta.

El procedimiento mencionado anteriormente puede ser, por ejemplo, un procedimiento que sea un procedimiento de ortodoncia, y dichas partes objetivo comprenden la dentición completa de por lo menos una mandíbula de dicha cavidad intraoral.

Típicamente, el procedimiento de la invención es un procedimiento informatizado, es decir, ejecutado parcial o totalmente con la ayuda de una unidad de procesamiento, tal como un ordenador. Sin embargo, por lo menos algunas realizaciones pueden ejecutarse sin la necesidad de un ordenador.

5 La presente invención se refiere también a un medio legible por ordenador que incorpora de manera tangible un programa ejecutable para guiar la exploración de la cavidad intraoral de un paciente, que comprende:

(a) un primer conjunto de datos representativos de partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea explorar;  
10 (b) un segundo conjunto de datos representativos de relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración.

15 El medio legible por ordenador puede comprender, además, medios tales como rutinas de manipulación, instrucciones informáticas, etc., por ejemplo, para manipular dicho segundo conjunto de datos para permitir la visualización de dichos segundos datos.

El medio puede comprender uno cualquiera de discos ópticos, discos magnéticos, cintas magnéticas, etc., por ejemplo.

20 La presente invención va dirigida también a un sistema para guiar la exploración de una cavidad intraoral, que comprende:

(A) módulo de entrada para identificar partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener explorada;  
25 (B) módulo de procesamiento para generar relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración;  
(C) módulo de visualización para visualizar las citadas relaciones.

30 El sistema preferiblemente comprende también un escáner adecuado para exploración de acuerdo con las citadas relaciones.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

35 Con el fin de comprender la invención y ver cómo puede llevarse a cabo en la práctica, a continuación, se describirán varias realizaciones, a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un proceso de exploración de acuerdo con una realización de la invención.

40 La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un sistema de exploración de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3 muestra una representación virtual de una dentición que permite seleccionar áreas objetivo de manera interactiva.

45 La figura 4 ilustra partes objetivo y partes auxiliares de una cavidad intraoral asociadas a un procedimiento de prostodoncia de corona.

La figura 5 muestra una vista bucal de un modelo virtual idealizado de una cavidad intraoral nominal que muestra una pluralidad de estaciones de exploración.

La figura 6 muestra una vista desde arriba de un modelo virtual idealizado de una cavidad intraoral nominal que muestra una pluralidad de estaciones de exploración.

50 La figura 7 muestra la relación entre una estación de exploración y una superficie dental que está siendo explorada en la misma.

Las figuras 8a y 8b ilustran ejemplos de salida por pantalla utilizando el sistema de la figura 2 de acuerdo con una realización.

55 Las figuras 9a y 9b ilustran ejemplos de salida por pantalla utilizando el sistema de la figura 2 de acuerdo con otra realización.

Las figuras 10a, 10b, 10c ilustran la realización de las figuras 9a, 9b, utilizada para guiar la exploración desde una estación de exploración a una estación de exploración siguiente.

Las figuras 11a y 11b ilustran ejemplos de salida por pantalla de acuerdo con una variación de la realización de las figuras 9a, 9b.

60

## DESCRIPCION DETALLADA DE LA INVENCION

La figura 1 ilustra un diagrama de bloques del proceso de adquisición de datos 3D 100 de acuerdo con una realización de la invención, y la figura 2 ilustra los elementos principales de un sistema 200 para llevar a cabo el procedimiento de acuerdo con una realización de la invención. El sistema 200 comprende típicamente un microprocesador o cualquier otro ordenador adecuado, que tiene una interfaz o módulo de entrada 210 tal como un teclado, ratón, tableta, etc., un dispositivo de salida o un medio o módulo de presentación 220, típicamente una pantalla o monitor, pero adicionalmente o alternativamente puede incluir una impresora o cualquier otro sistema de visualización, una unidad o módulo de procesamiento 230 tal como, por ejemplo, una CPU y una memoria 240. En algunas realizaciones se dispone un escáner 250, adecuado para obtener datos 3D de la cavidad intraoral, conectado operativamente al sistema 200 e interactúa con el mismo, mientras que, en otras realizaciones, el escáner 250 puede proporcionar los datos 3D a otro sistema no necesariamente conectado de cualquier manera al sistema 200. Ventajosamente, puede utilizarse una sonda para determinar la estructura tridimensional mediante enfoque confocal de una serie de haces de luz, por ejemplo, fabricada bajo el nombre de CB-CAD o tal como se describe en el documento WO 00/08415, cuyos contenidos se incorporan aquí en su totalidad. Alternativamente, la exploración de la cavidad dental para proporcionar los datos 3D puede realizarse utilizando cualquier aparato adecuado que comprenda típicamente una sonda manual.

En la etapa 110, se identifican las partes objetivo de la cavidad intraoral. Las partes objetivo son las partes (también denominadas aquí zonas o áreas) de la cavidad intraoral que forman el foco de un procedimiento dental particular para un paciente particular y respecto a las cuales se desea obtener los datos 3D topográficos o de superficie de la misma. Las partes objetivo incluyen típicamente la parte del diente o los dientes, u otro material dental sobre el cual se va a realizar el procedimiento particular y, en algunos casos, pueden incluir los arcos mandibulares o maxilares completos, o ambos arcos. Por ejemplo, el procedimiento puede ser un procedimiento de prostodoncia que implica una prótesis de corona que se diseña y se fabrica para ajustarse sobre una preparación en un sitio dental particular. En tal caso, el odontólogo entra en la unidad de procesamiento 230 e identifica el diente que ha sido seleccionado para el procedimiento de acuerdo con cualquier convenio adecuado. Por ejemplo, y haciendo referencia a la figura 3, la pantalla 220 puede utilizarse para mostrar una imagen estándar o representación gráfica 211 de una cavidad intraoral nominal, con atributos tridimensionales (3D) o bien una representación bidimensional (2D) simple. Alternativamente, sin embargo, puede proporcionarse una representación no gráfica (por ejemplo, alfanumérica) de la cavidad intraoral. Así, y haciendo referencia al ejemplo ilustrado en la figura 3, la representación 211 incluye una pluralidad de iconos o imágenes o símbolos 212, correspondiendo cada uno de ellos a los dientes en un adulto normal o en un niño (habiéndose introducido primero la edad del paciente en la unidad de procesamiento 230). El diente que ha de ser el objetivo del procedimiento puede identificarse haciendo "clic" con ayuda de un ratón, por ejemplo, en el símbolo apropiado 212. Alternativamente, puede utilizarse cualquier otro procedimiento interactivo para seleccionar el diente objetivo, por ejemplo, por medio de una disposición de una pantalla táctil. En otro ejemplo, la identidad del diente objetivo puede introducirse manualmente en la unidad de procesamiento 230 utilizando cualquier nomenclatura convencional, un convenio de codificación única, mediante selección en un menú desplegable o similar, o de cualquier otra manera adecuada, habiéndose programado la unidad de procesamiento 230 adecuadamente para reconocer la elección realizada por el usuario.

Alternativamente, para un procedimiento de prótesis que implique un puente, se identifican los dos o más dientes sobre los que se va a trabajar para proporcionar preparaciones para recibir el puente, por ejemplo, de una manera similar a la descrita anteriormente, cambiando lo que sea necesario. Para procedimientos de ortodoncia típicamente se requieren todos los dientes en una o ambas mandíbulas. En tal caso, pueden seleccionarse todos los dientes de la mandíbula superior, la mandíbula inferior o ambas mandíbulas por medio de un único símbolo apropiado, por ejemplo, tal como se indica en 213, 214, 215, respectivamente, en la figura 3.

La manera en que se requiere explorar la cavidad intraoral puede depender del procedimiento a aplicar a la misma, tal como quedará más claro a medida que avance la descripción. De este modo, el odontólogo también introduce la identidad del procedimiento real en la unidad de procesamiento 230. Para ello, el odontólogo puede elegir el procedimiento de una serie de opciones preestablecidas en un menú desplegable o similar, a partir de iconos o mediante cualquier otra interfaz de entrada gráfica adecuada. Alternativamente, la identidad del procedimiento puede introducirse de cualquier otra manera adecuada, por ejemplo, por medio de código preestablecido, notación o cualquier otra manera adecuada, estando programada adecuadamente la unidad de procesamiento 230 para reconocer la elección realizada por el usuario. A modo de ejemplo no limitativo, los procedimientos pueden dividirse ampliamente en procedimientos de prostodoncia y de ortodoncia, y después subdividirse en formas específicas de estos procedimientos, tal como es conocido en la técnica.

En la unidad de procesamiento también se introduce el tipo de escáner 250 que va a utilizarse, típicamente seleccionando una entre una pluralidad de opciones. Si el escáner que se está utilizando no es reconocible por la unidad de procesamiento 230, puede ser posible, sin embargo, introducir en su lugar parámetros operativos del escáner. Por ejemplo, puede proporcionarse la separación óptima entre el cabezal del escáner y la superficie del

diente, así como el área de captura (y forma de la misma) de la superficie dental que puede ser explorada a esta distancia. Alternativamente, pueden proporcionarse otros parámetros de exploración adecuados. En cualquier caso, puede ser deseable que el modelo virtual de la dentición, siempre que se utilicen los escáneres, pueda relacionarse dimensionalmente con la dentición real de una manera conocida, de modo que puedan realizarse mediciones dimensionales del modelo virtual.

En la etapa siguiente 120, la unidad de procesamiento 230 identifica las relaciones espaciales requeridas que se necesitan para explorar las partes apropiadas de la cavidad intraoral de manera que puedan obtenerse datos 3D completos y precisos para el procedimiento en cuestión. Esta etapa utiliza los datos ya proporcionados en la etapa 110 para establecer la manera óptima para explorar la cavidad intraoral y, por lo tanto, dependerá de la naturaleza de los datos mencionados anteriormente. Además, de acuerdo con el procedimiento de la invención, también se identifican partes adicionales o auxiliares de la cavidad intraoral que necesitan ser exploradas para el procedimiento particular y se identifica o determina la relación espacial entre el escáner y estas partes. Una vez identificadas las partes objetivo y las partes auxiliares, se identifica o se determina un protocolo de exploración relacionando el tipo de escáner, su resolución, área de captura a una separación óptima entre el cabezal del escáner y la superficie dental respecto a las partes objetivo y las partes auxiliares, ya sea por separado o juntas. El protocolo de exploración comprende típicamente una serie de estaciones de exploración asociadas espacialmente a las superficies dentales de la parte objetivo y la parte auxiliar. Preferiblemente, en el protocolo de exploración se diseña una superposición significativa de las imágenes o exploraciones que pueden obtenerse en estaciones de exploración adyacentes para permitir un buen registro, y los datos 3D obtenidos en cada estación de exploración se agrupan para proporcionar un modelo virtual 3D compuesto, tal como es conocido en la técnica. A continuación, se describen varios ejemplos.

La figura 4 ilustra una parte idealizada 300 de la cavidad intraoral de un paciente que requiere una prótesis de corona sobre una preparación P que tiene dientes A, B adyacentes a la misma, y dientes A', P' y B' en relación opuesta a la misma desde la otra mandíbula. Esta parte idealizada 300 es típicamente un modelo virtual 3D de una dentición completa idealizada de un adulto que está guardada en la memoria 240 del sistema 200. Por idealizado se entiende simplemente que la dentición idealizada comprende modelos 3D de todos los dientes de un adulto en sus posiciones relativas normales, siendo los modelos 3D típicamente estandarizados de acuerdo con la norma estadística respecto a tamaño, forma, etc. tal como se encuentra comúnmente en la población. Es evidente que, para los fines de la invención, cualquier modelo virtual 3D puede ser adecuado, siempre que incluya los modelos 3D virtuales de los dientes correspondientes a los dientes del paciente en la parte objetivo y la parte auxiliar requerida. La memoria 240 puede comprender también modelos virtuales idealizados de los dientes de niños o de grupos de población especial y, por lo tanto, el usuario típicamente especifica (y opcionalmente el sistema 200 le puede indicar que lo haga) la edad del paciente, u otro atributo que mejor decida el modelo virtual idealizado más cercano respecto al mismo. La memoria 240 comprende también, para cada modelo de diente virtual del modelo virtual 3D 300, un modelo de preparación virtual idealizado y, de acuerdo con el procedimiento de prostodoncia requerido por el paciente, uno o más de los dientes virtuales pueden ser reemplazados por una o más preparaciones virtuales correspondientes.

El área o parte objetivo a explorar está representada por la línea discontinua T, e incluye la preparación P, incluyendo la línea final LT y parte del diente original por encima de la línea de las encías. Si el área de destino se explora con mucha precisión, es posible diseñar con precisión la superficie interna de una cofia o prótesis correspondiente. Las partes auxiliares de la cavidad intraoral están incluidas en la línea discontinua AT, y comprenden partes de los dientes adyacentes y opuestos, principalmente dientes A, B, P' y, a menudo en menor medida, dientes A' y B' o partes de los mismos. Normalmente, pero no necesariamente, la resolución de los datos explorados para las partes auxiliares AT puede ser menor que para la parte objetivo T, ya que la precisión de fabricación para las superficies externas de la prótesis de corona (cuyo diseño depende de las superficies dentales de las partes auxiliares) puede ser sustancialmente menor que para la superficie interna de la cofia o prótesis. De acuerdo con la naturaleza o las propiedades específicas del escáner, incluyendo su resolución, el área de captura a una separación óptima entre el cabezal del escáner y la superficie dental respecto a las partes objetivo y las partes auxiliares, el protocolo de exploración puede diseñarse tal como sigue.

Haciendo referencia a la figura 7, por ejemplo, en cada estación de exploración  $S_i$  (también denominada aquí estación de captura de imágenes), el escáner 250 pueden capturar datos 3D dentro de un área  $I'_i$  de la superficie dental X de un diente o preparación, por ejemplo, y esta área puede ser representada en la estación de exploración  $S_i$  por una proyección  $I_i$  del área  $I'_i$  sobre un plano ortogonal al eje de exploración OA del escáner, y desplazada desde la superficie dental por una dimensión t. Esta dimensión t es típicamente la separación óptima del escáner particular respecto a la superficie dental X para proporcionar un área de exploración equivalente a  $I_i$ , pero puede ser cualquier otra separación adecuada. La forma del área  $I_i$  dependerá generalmente del escáner, y se ha representado aquí por un rectángulo. La orientación del eje de exploración OA puede estar relacionada con un sistema de coordenadas de referencia, por ejemplo, ejes cartesianos ortogonales 320 definidos respecto al modelo 300 y que típicamente son identificables fácilmente en la cavidad intraoral real.

Haciendo referencia a las figuras 5 y 6, la unidad de procesamiento 230 determina una pluralidad de estaciones de exploración  $S_i$  que rodean la parte de objetivo T y la parte auxiliar AT (haciendo referencia también a la figura 4) de manera que las áreas correspondientes  $I_i'$ , en las que se obtienen datos 3D, cubren juntas toda la extensión de las superficies dentales de interés en la misma (donde  $i = 1, 2, 3, \dots 10, 11, 12, 13, 14 \dots$ ). Por ejemplo, en la figura 5, las áreas  $I_1, I_2, I_3$  y las áreas  $I_4, I_5, I_6$  representan dos conjuntos de tres zonas superpuestas cada una aproximadamente a dos alturas diferentes respecto a la encía G que puede ser suficiente para definir una parte bucal de la parte objetivo T y la parte auxiliar AT de la mandíbula inferior de la figura 4. Pueden requerirse áreas similares del lado lingual. En la figura 6, las áreas  $I_4, I_5, I_6$  están representadas por símbolos en forma de U, en los que los brazos de la U representan la dirección a lo largo de la cual se realiza la exploración, es decir, la posición espacial del eje de exploración OA del escáner, y la parte media de la U representa la proyección correspondiente  $I_i$  vista en el borde. De este modo, áreas adicionales de ejemplo  $I_{10}$  e  $I_{11}$  representan estaciones de exploración adicionales no coplanarias con las exploraciones en las áreas  $I_4, I_5, I_6$ . De manera similar, las áreas  $I_8, I_9, I_{12}, I_{13}, I_{14}$ , en las figuras 5 y 6 representan áreas de exploración adicionales tomadas desde arriba del diente, con una mayor superposición entre áreas que están dispuestas en la proximidad de la parte objetivo T. Por ejemplo, las áreas  $I_{13}, I_{14}$ , que quedan más opuestas respecto a partes de la línea final pueden proporcionar una mayor precisión de la misma. La ubicación y orientación de las estaciones de exploración  $S_i$  se determinan de manera que las áreas  $I_i'$  del modelo idealizado correspondientes a estas estaciones cubran adecuadamente las partes objetivo correspondientes T y sus partes auxiliares AT. De este modo, reproduciendo estas localizaciones y orientaciones del escáner 250 respecto a la cavidad intraoral real, pueden obtenerse los datos 3D requeridos de la parte objetivo T y la parte auxiliar AT, tal como se describirá con mayor detalle a continuación.

El protocolo de exploración para las superficies dentales de la mandíbula opuesta que están incluidas en la parte objetivo T y la parte auxiliar AT puede obtenerse de una manera similar a la descrita anteriormente para la mandíbula inferior, cambiando lo que sea necesario.

Típicamente, el protocolo de exploración diferirá cuando se utilicen diferentes escáneres para la misma área objetivo, dependiendo de las características de captura del escáner utilizado. De este modo, un escáner capaz de explorar un área dental más grande con cada exploración (por ejemplo, que presente un campo de visión más grande) requerirá que se definan menos estaciones de exploración en el protocolo de exploración que un escáner que sólo sea capaz de capturar datos 3D de una superficie dental más pequeña. De manera similar, el número y la disposición de estaciones de exploración para un escáner que tiene una malla de exploración rectangular (y que, de este modo, proporciona zonas de exploración proyectadas  $I_i$  en forma de rectángulos correspondientes) serán típicamente diferentes de las de un escáner con una malla de exploración circular o triangular (que proporcionaría áreas de exploración proyectadas  $I_i$  en forma de círculos o triángulos correspondientes, respectivamente).

En otro ejemplo (no ilustrado) relativo a un procedimiento de prostodoncia para un puente que tiene uno solo o una pluralidad de pñticos, generalmente hay dos partes objetivo, relativas a una u otra de las dos preparaciones sobre las que se va a anclar el puente, y las partes auxiliares a explorar incluyen por lo menos parte de los dientes adyacentes a la preparación distal más alejada y adyacentes a la preparación mesial más alejada, y quedando por lo menos una parte de los dientes opuesta a las preparaciones desde la mandíbula opuesta.

En otro ejemplo (no ilustrado) relativo a un procedimiento de prostodoncia que requiere una restauración en la parte bucal o lingual de un diente particular, puede que solamente se requiera explorar esta parte objetivo en el paciente junto con las superficies oclusales de algunos de los dientes de la mandíbula opuesta como partes auxiliares.

En todavía en otro ejemplo (no ilustrado) relacionado con un procedimiento de ortodoncia para una o ambas mandíbulas, la parte objetivo puede comprender la dentición completa de una o ambas mandíbulas, respectivamente.

De acuerdo con la invención, el sistema 200 puede calcular cada vez un nuevo protocolo de exploración idealizado basado en los parámetros del escáner, el procedimiento, el sitio dental del procedimiento, la edad de la patente, etc. y tal como se aplica al modelo virtual idealizado 300.

Alternativamente, se calculan previamente todos los protocolos de exploración necesarios para cada tipo de escáner, procedimiento, grupo de edad, etc., y se guardan en la memoria 240, recuperándose de la misma el protocolo más adecuado cuando se identifica de acuerdo con los parámetros particulares del paciente/procedimiento/escáner que se proporcionan. En este caso, el modelo virtual 300 puede no ser necesario para el propósito de determinar protocolos de exploración personalizados. De este modo, es posible proporcionar toda la guía necesaria para un procedimiento particular en forma impresa, un libro impreso o un folleto, por ejemplo, mediante una película o videoclip, o en cualquier otro medio de comunicación, en el que el usuario busque las imágenes de guía apropiadas o similares de acuerdo con los parámetros particulares del paciente en cuestión, por ejemplo mediante un índice o similar, y luego abra el libro/película, etc. en las páginas/escena relevantes, etc., para obtener la guía requerida.



Alternativamente, la memoria 240 comprende un protocolo de exploración estándar para cada tipo de procedimiento diferente, y este protocolo lo modifica la unidad de procesamiento 230 para tener en cuenta por lo menos uno de los parámetros incluyendo: edad del paciente dental, parte objetivo dental, características del escáner, etc.

5 En la etapa 130, se muestra la relación espacial entre las estaciones de exploración  $S_i$  y la cavidad intraoral, de manera que en la etapa 140 el dentista puede utilizar estas relaciones mostradas como guía para explorar la cavidad intraoral de una manera adecuada para obtener datos 3D apropiados para el procedimiento particular que se está considerando. Existen muchas maneras de mostrar las relaciones espaciales mencionadas anteriormente, algunos de cuyos ejemplos se describirán ahora.

10 Haciendo referencia a las figuras 8a y 8b, por ejemplo, puede visualizarse un par de imágenes de vista en perspectiva  $K_i$ , en una pantalla 220 o como material impreso, por ejemplo, correspondientes a la relación espacial del escáner 250 respecto a la cavidad intraoral idealizada 300 en una estación de exploración particular  $S_i$ . Adicionalmente o alternativamente, puede proporcionarse una pluralidad de imágenes que muestren la relación en cualquier otro punto ventajoso deseado (perspectiva), incluyendo, por ejemplo, el punto de vista como sería visto por un odontólogo respecto a una cavidad intraoral real, ya sea por defecto o seleccionándose por el usuario interactuando con la unidad de procesamiento 230. Opcionalmente, puede proporcionarse una imagen dinámica, en la que el usuario pueda cambiar el punto de vista de la imagen de manera interactiva, de una manera conocida en la técnica. Alternativamente, puede proporcionarse un videoclip o similar para proporcionar al usuario una secuencia de operaciones del escáner, etc.

15 Las imágenes  $K_i$  pueden estar compuestas por modelos virtuales del escáner 250 y de la cavidad intraoral 300 (típicamente el modelo virtual idealizado mencionado anteriormente) guardados en la memoria 240. Estos modelos virtuales son manipulados por la unidad de procesamiento 230 para proporcionar la relación espacial correcta, en el espacio virtual, de acuerdo con la estación de exploración  $S_i$  determinada previamente y pueden visualizarse como imágenes bidimensionales de una manera conocida en la técnica. Opcionalmente, la posición de la estación de exploración  $S_i$  y la dirección del eje de exploración OA pueden visualizarse respecto a la cavidad intraoral 300, adicionalmente o alternativamente al escáner. El eje de exploración OA se define típicamente como ortogonal a la cara de exploración 255 del escáner, pero puede definirse de acuerdo con cualquier otro parámetro geométrico u otro parámetro adecuado del escáner. Las imágenes  $K_i$  pueden comprender opcionalmente una representación del sistema de coordenadas, por ejemplo, ejes ortogonales 320, en la orientación apropiada al punto de vista que se está viendo.

20 Para el propósito de las imágenes  $K_i$ , puede ser posible visualizar la imagen de las superficies dentales presentando atributos 3D y morfologías dentales realistas, por ejemplo, tal como se ilustra en las figuras 8a y 8b, o alternativamente, cada superficie dental puede estar representada, por ejemplo, por una forma geométrica - por ejemplo, cuñas simples que representen incisivos, conos que representen caninos y cilindros que representen molares.

35 Opcionalmente, puede proporcionarse primero una imagen resumen compuesta (no mostrada) que ilustre el protocolo completo, por ejemplo, como una pluralidad de símbolos (por ejemplo, signos tales como "X" o "+", o fotogramas que representen las áreas proyectadas  $I_i$ , etc.) que pueda superponerse sobre una o más imágenes de la dentición idealizada - por ejemplo, de una manera similar a la ilustrada en las figuras 5 y 6.

40 Además, opcionalmente, el modelo virtual idealizado que aparece en las imágenes  $K_i$  puede modificarse de manera personalizada para mostrar una preparación virtual en cada sitio dental correspondiente donde se encuentra una preparación real, y también pueden retirarse dientes virtuales del modelo donde no deba encontrarse ninguno en la cavidad intraoral real - por ejemplo, si se han extraído dientes para alojar un pñtico. Estas características pueden facilitar, además, la identificación de las posiciones y orientaciones del escáner en cada una de las estaciones de exploración  $S_i$ .

45 Además, opcionalmente, pueden proporcionarse datos no relativos a imagen que identifiquen la posición y la orientación del escáner en cada estación de exploración  $S_i$ , y estos datos pueden proporcionarse, por ejemplo, en forma de tabla que enumere datos geométricos correspondientes adecuados, y que incluyan también, por ejemplo, la separación entre la cara de exploración del escáner 255 y la superficie dental de interés, una identificación de la superficie particular que se está explorando, etc. Alternativamente, las relaciones en la etapa 130 pueden mostrarse en forma alfanumérica, como un conjunto de instrucciones o indicaciones que describan las posiciones relativas del escáner y los dientes, por ejemplo. Alternativamente, las relaciones en la etapa 130 pueden mostrarse en forma audible, en la que, por ejemplo, tales instrucciones o indicaciones sean emitidas por un altavoz o similar, ya sea desde una grabación previa, o creadas artificialmente por el sistema 200.

60

Además, opcionalmente, las estaciones de exploración S<sub>i</sub> pueden visualizarse sucesivamente en cualquier orden deseado, por ejemplo, en un orden tal que se minimice el desplazamiento del escáner entre cada exploración sucesiva.

5 En esta realización de la etapa 130 se prosigue con la etapa 140 de utilizar las relaciones mostradas como guía de exploración y la etapa 150 de explorar la cavidad intraoral de una manera ajustándose sustancialmente a las citadas relaciones. Para facilitar el trabajo del odontólogo, las imágenes correspondientes a una próxima estación de exploración, opcionalmente, no se muestran hasta que el odontólogo confía en que ha explorado adecuadamente la cavidad intraoral tal como requiere la estación de exploración actual. Esto puede lograrse conectando  
10 operativamente el escáner 250 a la unidad de procesamiento 230, e indicando al usuario si muestra la siguiente estación de exploración cada vez que se toma una exploración (y que es detectada por la unidad 230). Alternativamente, después de cada exploración, puede ser posible visualizar una imagen de video tomada por el escáner con una imagen virtual idealizada 2D del modelo virtual idealizado, tal como se ve desde el punto de vista del escáner para esta estación de exploración, y el usuario puede comparar las dos imágenes y decidir si es  
15 previsible que la exploración particular sea conforme suficientemente o no con la relación deseada.

En las figuras 9a y 9b se ilustra una segunda realización de la etapa 130 y, en esta realización, se hace uso de las capacidades de captura de imágenes de video del escáner 250, el cual está configurado con tales capacidades, para guiarlas. Un símbolo adecuado, tal como el punto de mira 400, una línea oclusal 410, etc., puede superponerse  
20 sobre el visor del escáner 250, típicamente mostrado en la pantalla 220 (o impreso, por ejemplo). En esta realización, las relaciones espaciales de la etapa 120 se muestran desde el punto de vista del escáner 250, y adopta la forma de proporcionar un marcador de referencia, tal como el punto de mira 400 mencionado anteriormente, por ejemplo, en la pantalla donde se debe centrar una parte particular de la superficie dental (por ejemplo, el centro de un diente visto en la dirección particular del eje de exploración) que se está viendo. Por ejemplo, en la figura 9a,  
25 puede tomarse la exploración apropiada para la estación de exploración cuando el diente superior 405 y el diente inferior 406 (previamente identificados por el sistema como sujeto de la exploración) tal como son representados por el escáner desde una dirección bucal quedan centralizados cada uno respecto al punto de mira superior e inferior 400. De manera similar, en la figura 9b, el diente 407 que está siendo representado desde arriba queda centralizado respecto al punto de mira 400. El punto de mira 400 puede comprender, además, un anillo 401 que facilite, además,  
30 el centrado del diente 407 tal como se ve a través del escáner 250 respecto al punto de mira 400.

El procedimiento y la identificación de la siguiente estación de exploración se facilita desplazando el punto de mira 400 a una posición en la pantalla donde la última posición del punto de mira 400 aparece en la posición siguiente (ahora actual) de la estación de exploración. Esto se consigue automáticamente por medio de la unidad de  
35 procesamiento 230 cuando el usuario está convencido de que la exploración previa se tomó de manera apropiada, por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente con relación a la realización de las figuras 8a, 8b, cambiando lo que sea necesario. El escáner se mueve entonces de manera que el punto de mira 400 (todavía asociado al espacio virtual con la estación de exploración anterior y que ahora aparece en la posición reubicada en el visor) se vuelve a centralizar con la superficie dental anterior, que se ha desplazado de manera efectiva desde la posición central de la pantalla a una posición asociada de nuevo al punto de mira ahora desplazado 400. Esto alinea automáticamente el escáner con la siguiente estación de exploración. Por ejemplo, haciendo referencia a las figuras 10a a 10c, la figura 10a ilustra una imagen L en vista bucal de una serie de dientes, con el punto de mira 400 centralizado sobre un diente particular 410, siendo los dientes adyacentes 411 y 412 parcialmente visibles. Cuando el usuario está convencido de que se ha realizado una exploración adecuada en esta estación de exploración, ésta se da a conocer  
45 al sistema 200 de cualquier manera adecuada y el punto de mira 400 se desplaza de la posición anterior en el centro de la pantalla hacia la derecha, de manera que sólo la parte de la izquierda 401 del punto de mira 400 es ahora visible. El usuario entonces mueve el escáner para renovar la posición relativa del diente 410 respecto al punto de mira 400 en el visor, por ejemplo, tal como se ilustra en la imagen de la figura 10b, que lleva ahora la siguiente superficie dental a explorar, en este caso el diente 411, hacia la parte principal del visor para proporcionar la imagen L'. La posición relativa de los elementos en la imagen anterior L se muestra como un cuadro discontinuo. Cuando esto se consigue para satisfacción del usuario, la posición anterior del punto de mira 400 se retira de la pantalla, y se reposiciona en el centro de la pantalla, tal como se muestra en las líneas discontinuas 400'. Ahora puede realizarse una exploración en esta posición, que corresponde a una estación de exploración. Para desplazarse a la siguiente estación de exploración ilustrada en la figura 10c, la nueva posición del punto de mira 400 se vuelve a ubicar, por  
55 ejemplo, a la parte inferior del visor, y el usuario traslada de manera correspondiente el escáner para volver a colocar el diente 411 para mantener la posición relativa anterior respecto al punto de mira 400, proporcionando la imagen L", y la posición de la imagen anterior L' se muestra en el cuadro discontinuo de esta figura. Este proceso se repite hasta que se han pasado todas las estaciones de exploración. Puede ser necesario variar completamente la dirección de la exploración, por ejemplo, de bucal (figura 9a) a superior (figura 9b), y esto puede llevarse a cabo guiando al usuario hacia un diente particular donde se requiera la transición y, por ejemplo, cambiando la forma del marcador de referencia - por ejemplo, de los signos "+" a una que incluya también un círculo 409 (por ejemplo, tal como se ilustra en la figura 9b), lo que significa que ahora debe tomarse una vista superior del diente actual (o preparación o cualquier superficie dental que se esté considerando). Adicionalmente o alternativamente, pueden  
60

proporcionarse indicaciones escritas o gráficas en la pantalla, o indicaciones vocales u otras señales de audio a través de un altavoz (no mostrado) que inste al usuario a cambiar de posición, y/o moverse a un sitio dental diferente, especificado de acuerdo con la siguiente estación de exploración.

5 En una variación de la segunda realización de las etapas 130 y 140 descritas anteriormente, pueden emplearse procedimientos de reconocimiento óptico (también conocidos como reconocimiento de imagen) para identificar características de la superficie dental que se están explorando en la estación de exploración actual para guiar al usuario a la siguiente estación de exploración. Por ejemplo, y haciendo referencia a las figuras 11a y 11b, la imagen M es una imagen de vídeo correspondiente a la última exploración, obtenida en la estación de exploración actual. La imagen M muestra las posiciones relativas de varias superficies dentales tales como un diente 430 en vista lingual, flanqueado por dientes adyacentes 431, 432. Se aplican medios ópticos o de reconocimiento de imagen adecuados a la imagen M, que se aísla primero en la unidad de procesamiento 230 por medio de un captador de trama adecuado, y se determina un perfil de interés MP. Dicho perfil MP típicamente comprende un borde externo de uno o más de los dientes 430, 431, 432 tal como se ve desde el punto de vista del escáner 250 y, por lo tanto, típicamente comprende una línea ficticia que separa dos zonas que son ópticamente diferentes - los dientes y el fondo, por ejemplo. El perfil MP se reproduce entonces como una imagen en el visor en su posición relativa original en la imagen M. A continuación, la unidad de procesamiento 230 calcula el movimiento del escáner necesario para desplazarse a la siguiente estación de exploración y aplica este movimiento de una manera virtual al perfil MP, reposicionando el perfil MP a la posición MP', o a por lo menos una parte del mismo, en el visor, tal como se ilustra en la figura 11b. (Así es como puede calcularse también, en la práctica, la nueva posición del punto de mira 400 descrito anteriormente, por ejemplo.) El usuario mueve entonces el escáner 250, imitando el movimiento virtual previamente calculado, hasta que la imagen vista por el visor queda alineada con el perfil reposicionado MP'. La figura 11b muestra la imagen M' obtenida antes de la alineación completa - teniéndose que mover el escáner 250 en la dirección de la flecha 450 hasta que el perfil MP' se superpone a parte de los bordes MP" de los dientes tal como se ve a través del visor.

El guiado del odontólogo entre las diferentes estaciones de exploración se ha descrito anteriormente en términos gráficos. Opcionalmente o alternativamente, el guiado puede adoptar cualquier forma adecuada. Por ejemplo, pueden proporcionarse órdenes orales, pidiendo al médico que mueva ahora el escáner 3 mm a la izquierda y 2 mm hacia arriba, por ejemplo, utilizando cualquier software de voz adecuado que funcione sobre entradas de datos de la estación de exploración proporcionadas por la unidad de procesamiento 230. Alternativamente, pueden proporcionarse comandos de audio no orales, por ejemplo, campanas o pitidos codificados, pudiéndose interpretar su patrón e intensidad por el usuario en términos del movimiento requerido en varias direcciones, por ejemplo.

Adicionalmente o alternativamente, pueden utilizarse medios no gráficos para guiar al usuario entre estaciones de exploración. Por ejemplo, pueden proporcionarse LEDs adecuados en el visor, o imágenes de flechas, por ejemplo, para guiar al usuario en las direcciones requeridas a la siguiente estación de exploración.

Ventajosamente, el escáner 250 comprende un sistema inercial o un sistema de seguimiento adecuado, que es capaz de determinar un cambio de posición y/u orientación del mismo respecto a una posición/orientación de referencia. De este modo, la posición/orientación real del escáner 250 puede comprobarse automáticamente contra la posición deseada para la siguiente exploración, y puede utilizarse cualquier medio adecuado - de audio y/o visual, por ejemplo - para guiar al usuario hacia la posición correcta en base a la diferencia entre la posición actual y la posición deseada. Por ejemplo, puede sonar un pitido cuya frecuencia aumente cuando más cerca se encuentre el escáner 250 a la posición deseada. Opcionalmente, puede conectarse un segundo sistema de inercia o de seguimiento a la cabeza o las mandíbulas del paciente, de manera que pueda compensarse cualquier movimiento de la misma.

Opcionalmente, puede proporcionarse una serie de signos, correspondiendo cada signo de la serie a una estación de exploración diferente. La serie de signos puede mostrarse en una secuencia predeterminada, mostrándose un signo siguiente después de que la cavidad intraoral haya sido explorada en la estación de exploración anterior con sus signos correspondientes. Opcionalmente, los signos siguientes pueden mostrarse junto con los actuales, es decir, los signos inmediatamente anteriores. Los signos relativos a diferentes parámetros se muestran en colores diferentes entre sí. De este modo, estos signos ayudan a identificar en qué estación de exploración se encuentra el usuario, y cuál es la siguiente estación, por ejemplo. Los signos pueden comprender una serie de números (por ejemplo, "1/4", "2/4", "3/4", "4/4") o símbolos, por ejemplo.

En otro aspecto de la presente invención, se dispone un medio legible por ordenador que incorpora de manera tangible un programa ejecutable para guiar la exploración de la cavidad intraoral de un paciente. El medio legible por ordenador comprende:

(a) un primer conjunto de datos representativos de partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener analizada;

(b) un segundo conjunto de datos representativos de relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuados para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración;

(c) medios para visualizar dichos segundos datos.

5

El medio puede comprender, por ejemplo, discos ópticos, discos magnéticos, cintas magnéticas, etc.

10

De acuerdo con algunos aspectos de la invención, se dispone un procedimiento y un sistema para explorar una cavidad intraoral y para facilitar la exploración de la misma. Se identifican las partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener explorada y se identifican también las relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y las partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración o sean determinadas de otra manera. A continuación, se muestran estas relaciones y las relaciones mostradas se utilizan como guía para explorar la cavidad intraoral.

15

En las siguientes reivindicaciones de procedimiento, los caracteres alfanuméricos y los números romanos utilizados para designar etapas de reivindicación se dan sólo por conveniencia y no implican ningún orden particular de realización de las etapas.

20

Finalmente, debe observarse que la palabra "que comprende" tal como se utiliza en todas las reivindicaciones adjuntas debe ser interpretada como que significa "que incluye, pero sin limitarse a ello".

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para explorar una cavidad intraoral o para facilitar la exploración de una cavidad intraoral, que comprende
- 5 (a) identificar (110) partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener explorada;
- (b) identificar (120) relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración;
- 10 (c) mostrar (130) las citadas relaciones; y
- (d) utilizar (140) las citadas relaciones mostradas como guía para explorar la cavidad intraoral,
- en el que dicha etapa (b) comprende, para cada parte objetivo, determinar para dicho dispositivo de exploración una serie de parámetros espaciales, comprendiendo, cada uno, datos de una estación de exploración suficientes para permitir que dicho dispositivo de exploración explore completamente dicha parte objetivo correspondiente.
- 15 2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende, además, la etapa (150) de explorar dicha cavidad intraoral de una manera sustancialmente conforme a las citadas relaciones.
3. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que dicha exploración proporciona
- 20 (160) datos 3D de dichas partes objetivo para utilizarse en un procedimiento predeterminado.
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, en el que la etapa (a) incluye identificar partes auxiliares en dicha cavidad intraoral asociadas a dichas partes objetivo, en el que se requieren también datos 3D de dichas partes auxiliares para utilizarse en dicho procedimiento dental predeterminado.
- 25 5. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que dicha etapa (b) comprende, para cada parte objetivo y cada parte auxiliar, determinar para dicho dispositivo de exploración una serie de parámetros espaciales, comprendiendo cada uno datos de una estación de exploración suficientes para permitir que dicho dispositivo de exploración explore completamente dicha parte auxiliar correspondiente.
- 30 6. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que dichos datos de una estación de exploración de dicha serie incluyen una proximidad y una orientación relativa de dicho dispositivo de exploración respecto a dicha parte objetivo o parte auxiliar para permitir que dicho dispositivo de exploración obtenga datos topográficos 3D de un área de dicha parte objetivo o parte auxiliar.
- 35 7. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dicha serie proporciona datos topográficos 3D para una correspondiente pluralidad de dichas áreas, en el que dichos parámetros espaciales de dicha serie se determinan de manera que por lo menos algunas de dichas áreas adyacentes se superponen entre sí.
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la etapa (c) comprende mostrar una imagen nominal que comprende una imagen de por lo menos una parte de una cavidad intraoral nominal, que comprende dichas partes objetivo y dichas partes auxiliares correspondientes, y una imagen de un escáner nominal en una relación espacial entre sí correspondiente a la relación espacial según se determina en la etapa (b) para por lo menos un parámetro de dicha serie de parámetros.
- 45 9. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que se proporciona una serie de dichas imágenes nominales, correspondiendo cada imagen de dicha serie a uno diferente de dichos parámetros de dicha serie de parámetros.
- 50 10. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha serie de imágenes se muestran en una secuencia predeterminada.
11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 8, en el que dicha imagen nominal comprende atributos 3D.
- 55 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicha imagen nominal puede comprender dicha cavidad intraoral nominal en cualquier orientación deseada respecto a un sistema de coordenadas predeterminado.
13. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho sistema de coordenadas comprende un sistema de ejes cartesianos ortogonales, y en el que opcionalmente dicha orientación corresponde a una vista real de la cavidad intraoral de un paciente desde el punto de vista de un odontólogo.
- 60 14. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que se proporciona una señal de audio y/o visual para indicar al usuario que proceda a la siguiente imagen.

15. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que la etapa (c) comprende mostrar signos en un visor capaz de proporcionar una imagen de vídeo del campo de visión de dicho dispositivo de exploración, siendo dichos signos indicativos de una posición deseada para asociar una parte predeterminada de dichas partes objetivo o partes auxiliares de una manera particular respecto a la misma.
- 5 16. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dichos signos comprenden un "+" o una "X".
17. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que dichos signos comprenden un símbolo representativo de un perfil que corresponde a una vista esperada de dicha parte objetivo o parte auxiliar en dicho visor, y
- 10 (a) en el que opcionalmente se aplican procedimientos de reconocimiento óptico a dicha imagen de vídeo para proporcionar un perfil de la imagen, comprendiendo dicho símbolo el citado perfil, y en el que opcionalmente, además, dicho perfil comprende una línea conformada con la forma del contorno de un diente tal como se ve a través de dicho visor; o
- 15 (b) en el que opcionalmente dicho símbolo comprende una línea conformada con la forma del contorno de un diente visto en cualquiera de una vista superior, vista bucal o vista lingual.
- 20 18. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 15, en el que se proporciona una serie de signos, correspondiendo cada signo de dicha serie a un parámetro diferente de dichos parámetros de dicha serie de parámetros, y en el que opcionalmente dicha serie de signos se muestran en una secuencia predeterminada, mostrándose un signo siguiente después de haberse explorado la cavidad intraoral de acuerdo con el citado parámetro anterior y los signos correspondientes, y en el que opcionalmente, además, dichos signos siguientes pueden mostrarse junto con los signos inmediatamente anteriores, y en el que opcionalmente, además, los signos relativos a dichos diferentes parámetros se muestran en colores diferentes entre sí.
- 25 19. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 a 18, en el que dicho procedimiento es uno de:
- 30 - un procedimiento de prostodoncia para una corona respecto a una preparación, comprendiendo dichas partes objetivo dicha preparación, y comprendiendo dichas partes auxiliares por lo menos una parte de los dientes adyacentes a dicha preparación y opuestas a dicha preparación desde la mandíbula opuesta; o
- 35 - un procedimiento de prostodoncia para un puente respecto a una pluralidad de preparaciones, comprendiendo dichas partes objetivo dichas preparaciones y comprendiendo dichas partes auxiliares por lo menos una parte de los dientes adyacentes a una preparación distal más alejada y adyacentes a una preparación mesial más alejada, y por lo menos una parte de los dientes opuesta a dichas preparaciones desde la mandíbula opuesta; o
- 40 - un procedimiento de ortodoncia, y dichas partes objetivo comprenden la dentición completa de por lo menos una mandíbula de dicha cavidad intraoral.
20. Procedimiento de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que dicho procedimiento está informatizado.
- 45 21. Medio legible por ordenador que tiene un programa ejecutable para guiar la exploración de la cavidad intraoral de un paciente, que comprende:
- 50 (a) un primer conjunto de datos representativos de partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener explorada;
- (b) un segundo conjunto de datos representativos de relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración, que comprende, para cada parte objetivo, una serie de parámetros espaciales para dicho dispositivo de exploración, comprendiendo cada uno datos de una estación de exploración suficientes para permitir que dicho dispositivo de exploración explore completamente dicha parte objetivo correspondiente.
- 55 22. Medio de acuerdo con la reivindicación 21, caracterizado por el hecho de que comprende, además, medios para permitir que se visualicen dichos segundos datos.
- 60 23. Medio de acuerdo con la reivindicación 21, en el que dicho medio comprende cualquiera de discos ópticos, discos magnéticos, cintas magnéticas, etc.
24. Sistema (200) para guiar la exploración de una cavidad intraoral, que comprende:

módulo de entrada (210) para identificar partes objetivo de la cavidad intraoral que se desea tener explorada;  
módulo de procesamiento (230) para generar relaciones espaciales entre un dispositivo de exploración y dichas partes objetivo de la cavidad intraoral adecuadas para permitir que dichas partes objetivo sean exploradas por dicho dispositivo de exploración;

5 módulo de visualización (220) para visualizar las citadas relaciones;  
en el que dicho módulo de procesamiento (230) está configurado para determinar, para cada dicha parte objetivo, una serie de parámetros espaciales para dicho dispositivo de exploración, comprendiendo cada uno datos de una estación de exploración suficientes para permitir que dicho dispositivo de exploración explore completamente dicha parte objetivo correspondiente.

10 25. Sistema (200) de acuerdo con la reivindicación 24, caracterizado por el hecho de que comprende, además, un escáner (250) adecuado para exploración de acuerdo con las citadas relaciones.

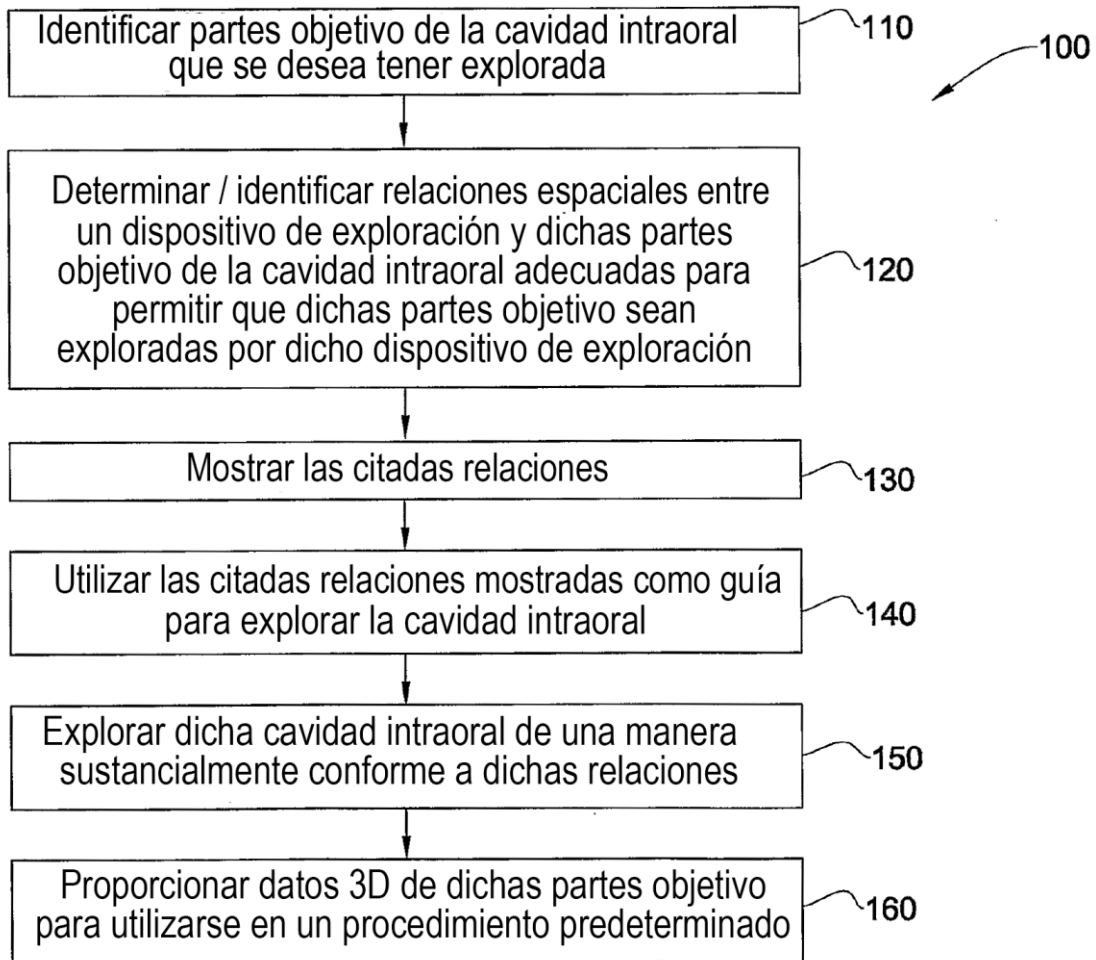


FIG. 1



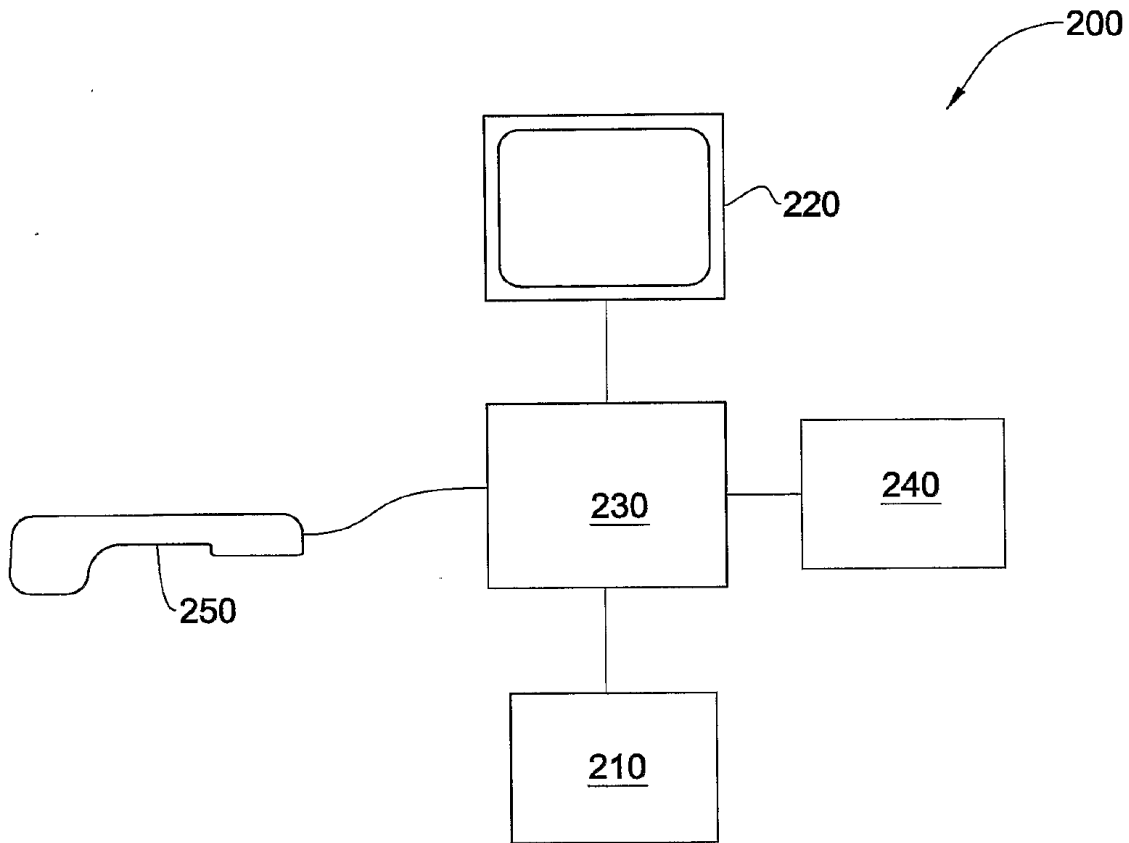


FIG. 2

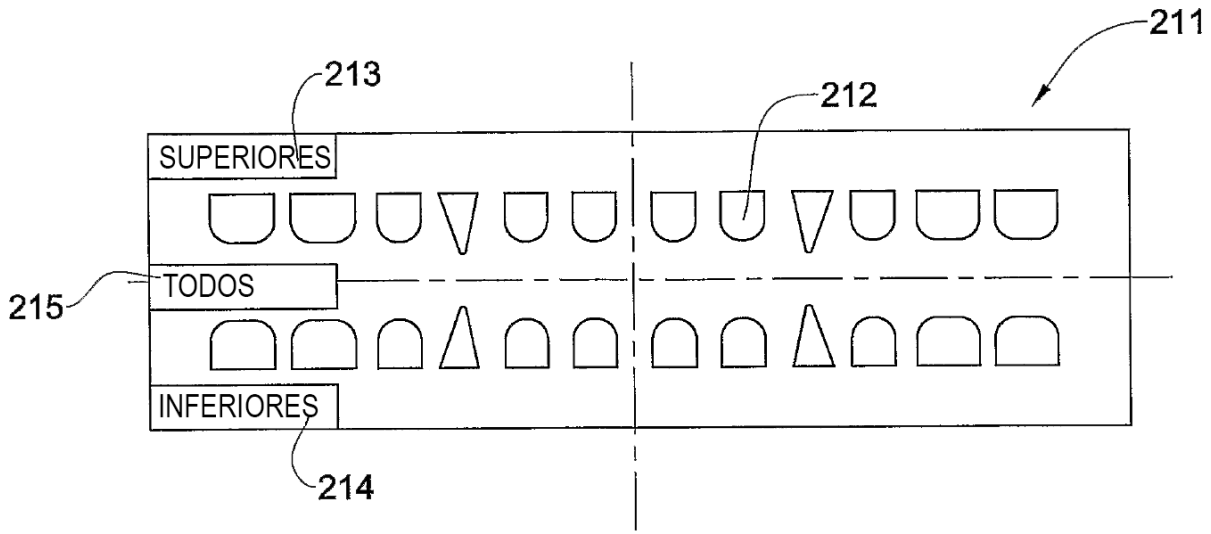


FIG. 3

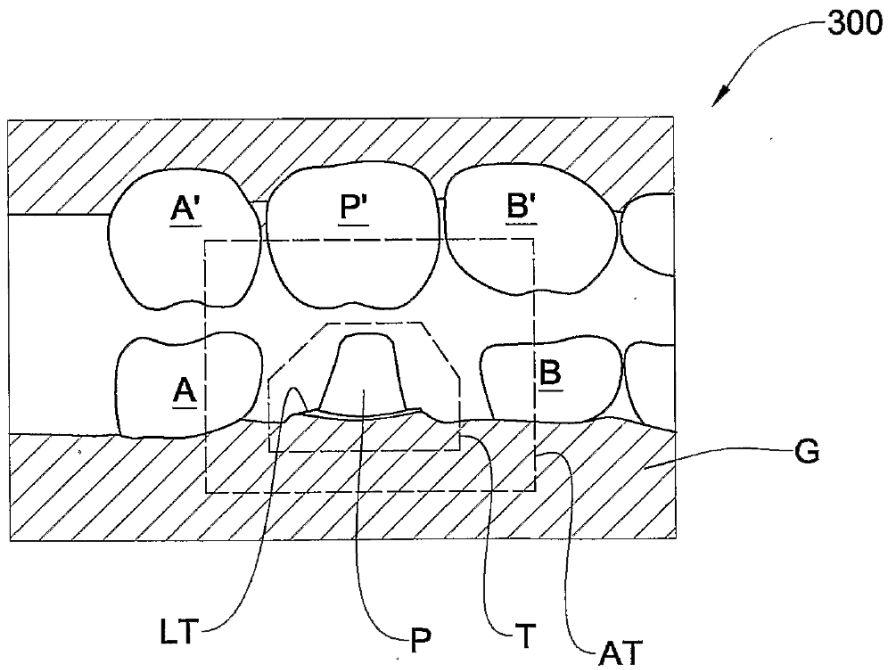
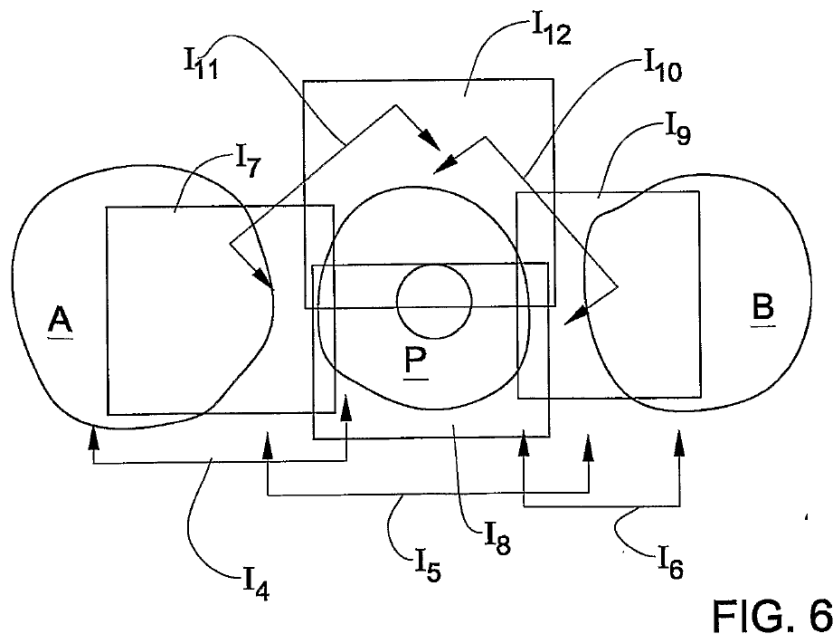
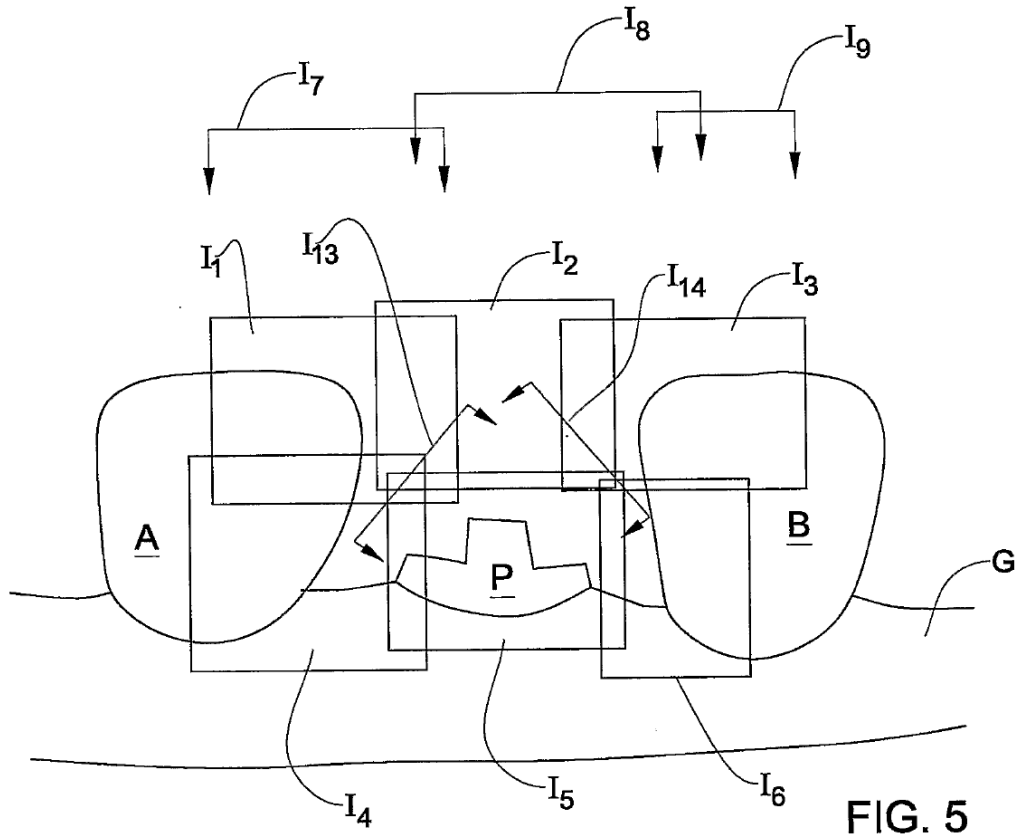


FIG. 4



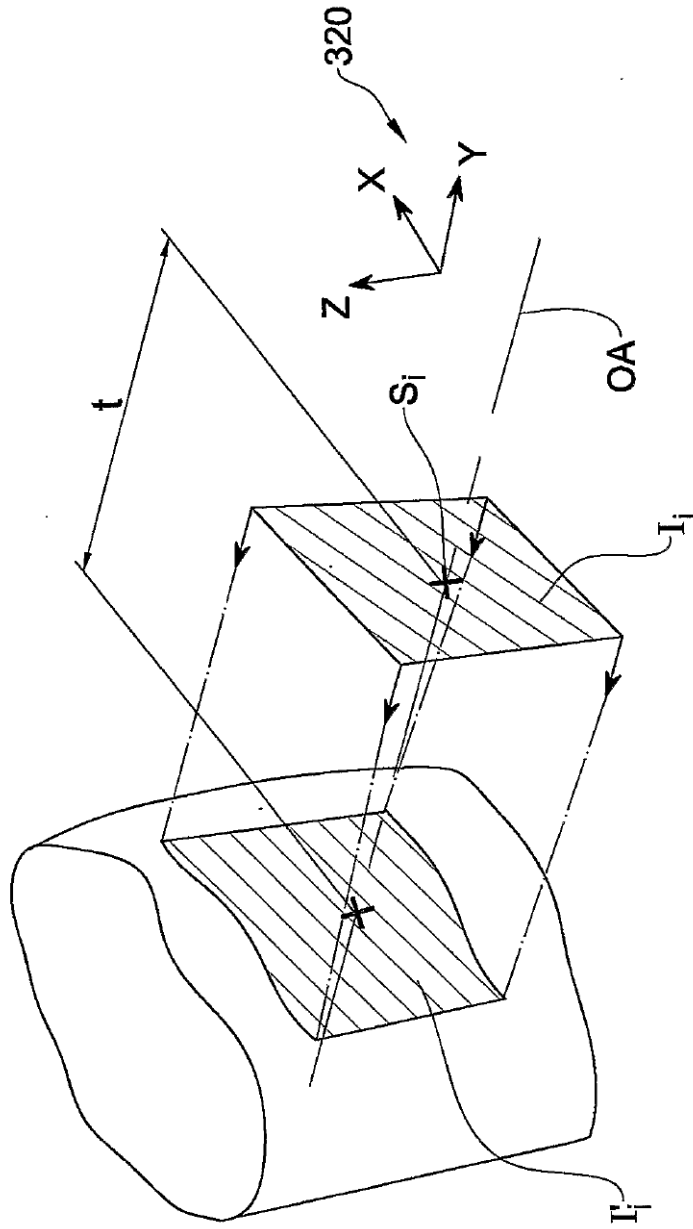


FIG. 7

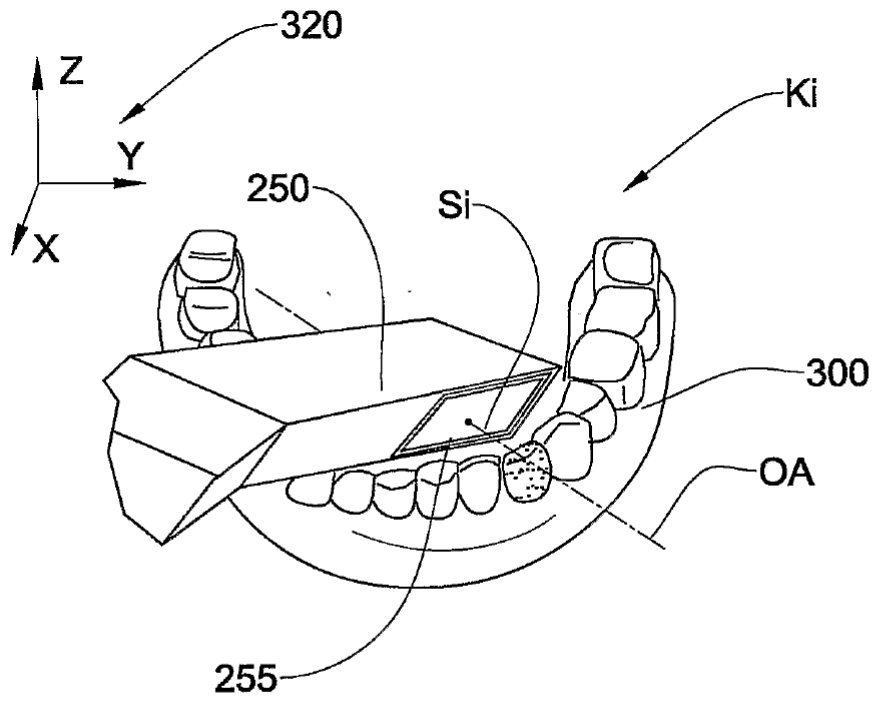


FIG. 8a

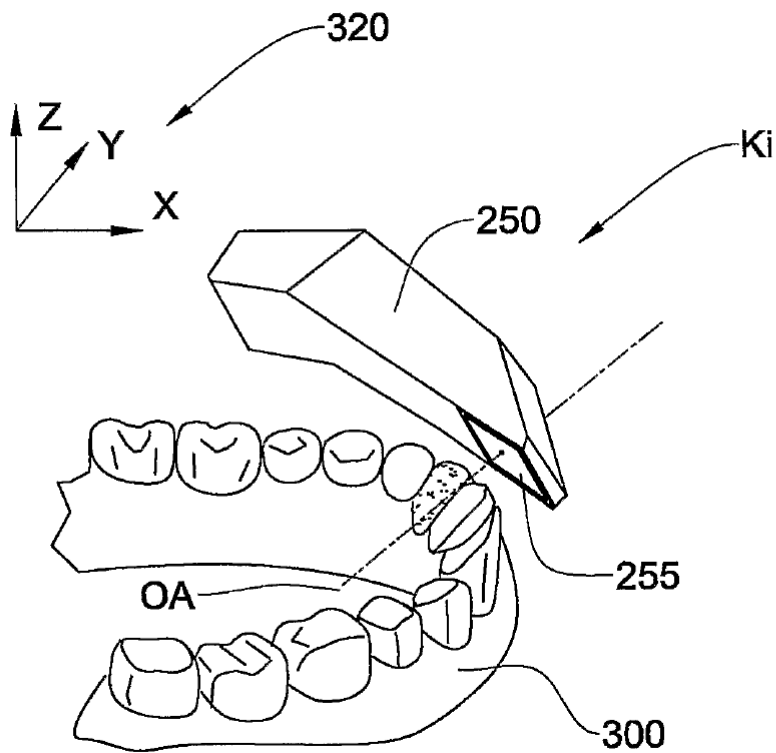


FIG. 8b

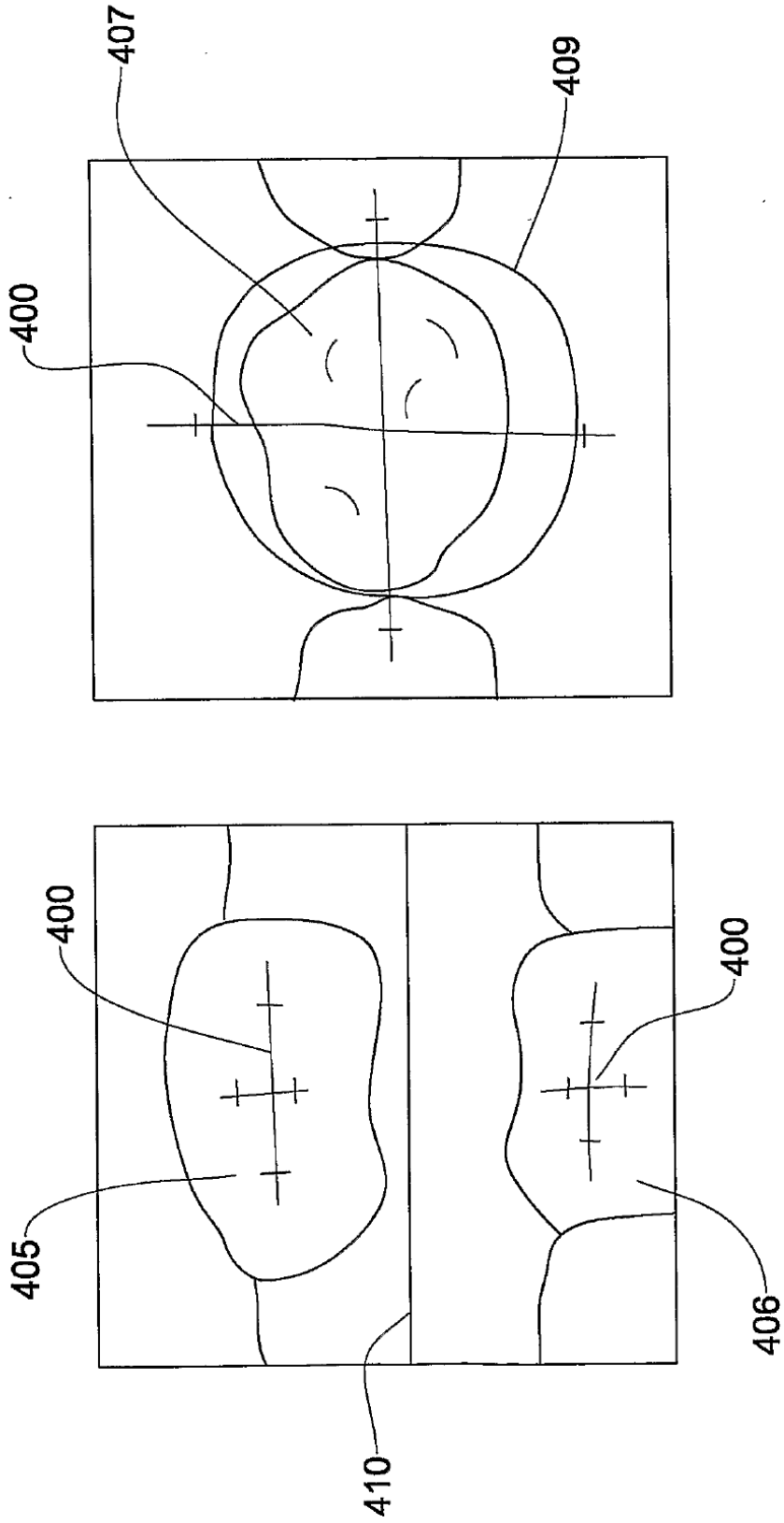


FIG. 9b

FIG. 9a

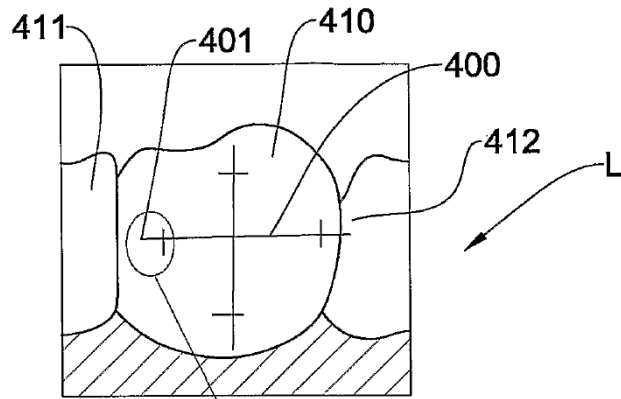


FIG. 10a

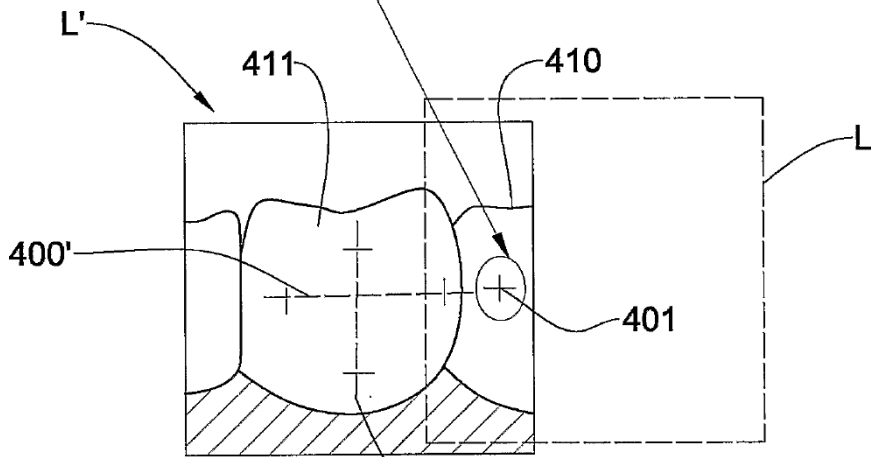


FIG. 10b

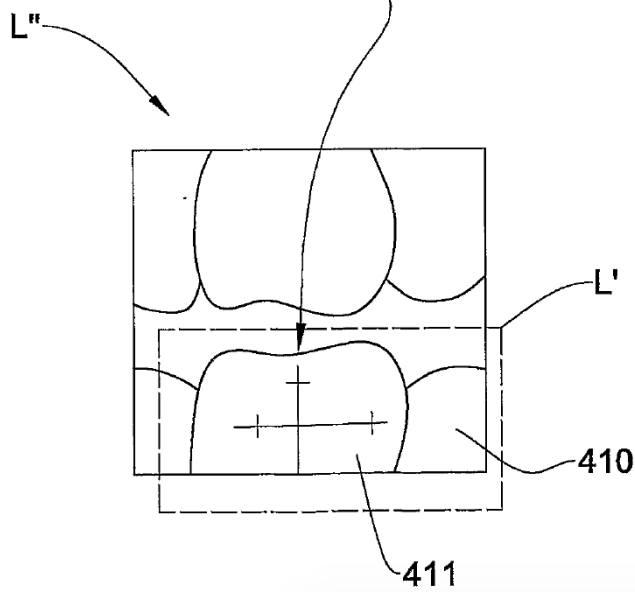


FIG. 10c

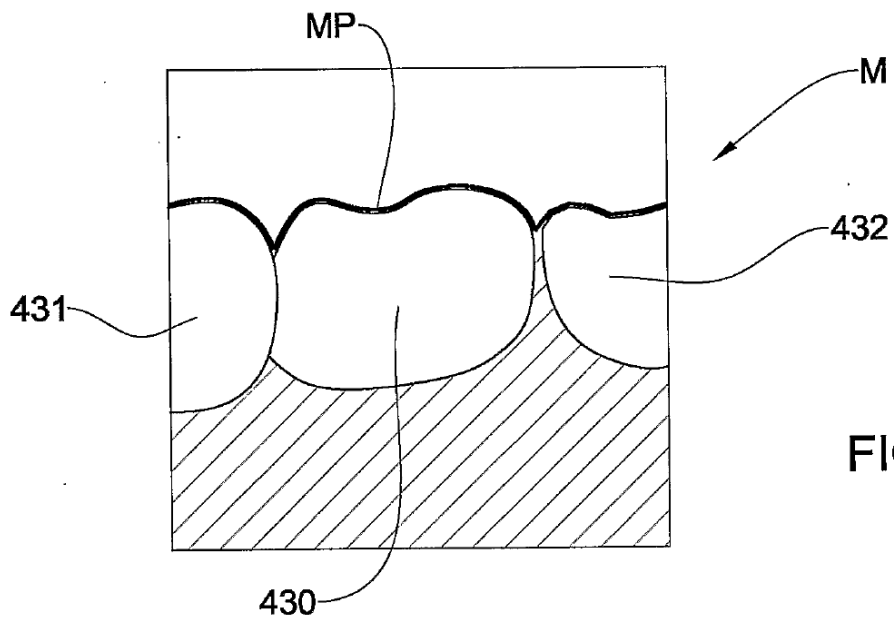


FIG. 11a

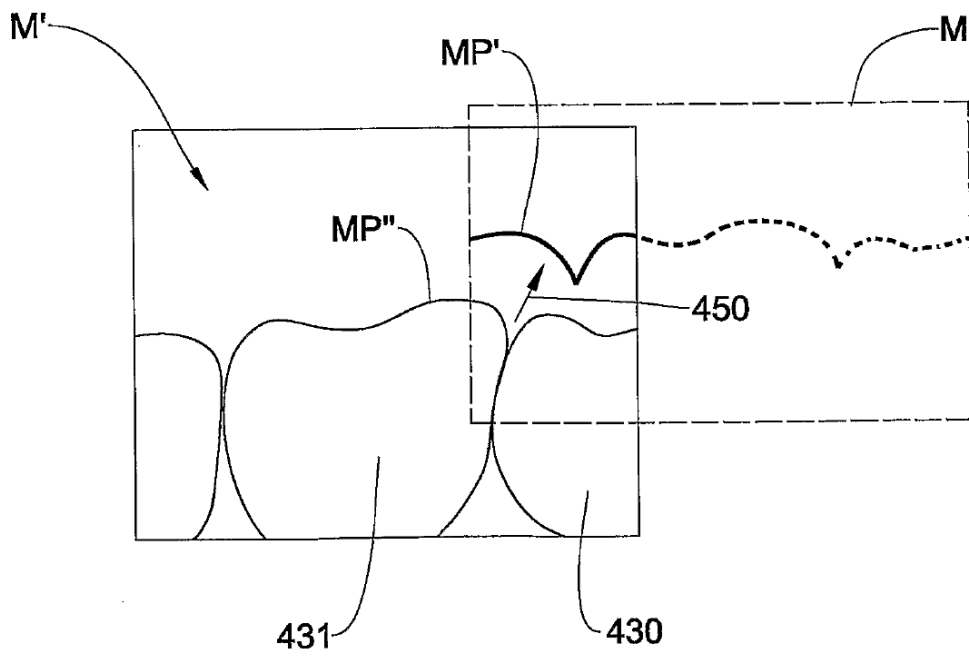


FIG. 11b