

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 955 772**

51 Int. Cl.:

A61C 19/045 (2006.01)
A61C 19/05 (2006.01)
A61C 11/00 (2006.01)
A61C 9/00 (2006.01)
A61B 5/11 (2006.01)
A61B 6/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **14.12.2017** **PCT/FI2017/050890**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2018** **WO18115576**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.12.2017** **E 17884764 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023** **EP 3558159**

54 Título: **Piezas de seguimiento para seguimiento de movimientos de tejido duro de una mandíbula**

30 Prioridad:

23.12.2016 FI 20166026

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
07.12.2023

73 Titular/es:

PLANMECA OY (100.0%)
Asentajankatu 6
00880 Helsinki, FI

72 Inventor/es:

TOIMELA, LASSE y
NYHOLM, KUSTAA

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 955 772 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

Piezas de seguimiento para seguimiento de movimientos de tejido duro de una mandíbula

Campo de la invención

La invención se refiere a piezas de seguimiento utilizadas en el contexto del seguimiento de movimientos del tejido duro de la mandíbula, en particular a la generación de modelos digitales de dichas piezas de seguimiento, a la fabricación de dichas piezas de seguimiento y a productos de software, así como a disposiciones relacionadas con el diseño y la fabricación de tales piezas de seguimiento.

Antecedentes de la invención

Con respecto al diagnóstico y tratamiento de los trastornos temporomandibulares, se han utilizado varios métodos y dispositivos relacionados con el registro de los movimientos mandibulares. Resolver una pose y movimiento de un hueso de la mandíbula inferior con relación a un hueso de la mandíbula superior es difícil porque no es posible la observación visual de las anatomías ubicadas detrás de una capa de tejido blando. Se han utilizado diversos sistemas tales como los que emplean técnicas mecánicas, electrónicas, ultrasónicas, electromagnéticas y ópticas en relación con el registro de movimientos de una mandíbula humana. Una solución típica incluye fijar marcadores físicos, que también pueden denominarse objetos sustitutos, tanto en el maxilar superior como en la mandíbula, y registrar su respectivo movimiento relativo. Normalmente, los marcadores son piezas alargadas que se extienden fuera de la boca de una persona y su movimiento, inducido por el movimiento de la mandíbula de una persona, es observado y registrado. Luego, este movimiento se puede visualizar en una pantalla, como si se aplicara a un modelo digital de una anatomía relacionada.

Independientemente de la tecnología utilizada en tales procedimientos, el flujo de trabajo implicado suele llevar mucho tiempo y ser laborioso, ya que puede incluir el uso de aparatos separados y operaciones realizadas individualmente y separadas entre sí. Estas operaciones pueden incluir fijar marcadores a la anatomía, generar movimientos mandibulares, detectar y registrar los movimientos de los marcadores y generar un modelo que visualice los movimientos mandibulares, cuya visualización se puede luego mostrar en una pantalla. Por un lado, en caso de que la adquisición de resultados de formación de imágenes relacionados con los movimientos de los marcadores y la visualización de los movimientos de la mandíbula sean procesos separados y solo después de darse cuenta de que se habría necesitado o al menos habría sido deseable tener información adicional de movimiento para mejorar el modelo digital del movimiento de la mandíbula, no será posible generar dicha información adicional hasta la próxima vez que se pueda utilizar a la misma persona con los marcadores y detectar y registrar los movimientos del marcador de nuevo.

Los procesos conocidos de fijar los objetos sustitutos a la anatomía de una persona incluyen el uso de adhesivos u otros métodos de fijación. El proceso general necesita resolver de alguna manera las posiciones espaciales relativas de los objetos sustitutos y la anatomía. Cualquier sistema de calibración es propenso a imprecisiones y, con respecto a muchas de las disposiciones de la técnica anterior, es prácticamente imposible repetir, en un estudio posterior, exactamente el mismo posicionamiento relativo de los objetos sustitutos y la anatomía.

Ejemplos de la técnica anterior relacionados con el seguimiento de los movimientos de la mandíbula incluyen sistemas descritos en las publicaciones de patente US 4,836,778, US 4,859,181, US 2013/0157218 y WO 2013/0175018.

La Publicación US20160262711 describe un método para seguir el movimiento de la mandíbula de un paciente. El movimiento de un elemento de seguimiento que representa el movimiento de la mandíbula es seguido por al menos una cámara dispuesta en un aparato médico de formación de imágenes por rayos X, y el movimiento detectado por la al menos una cámara se aplica a un modelo digital que representa el tejido duro de la mandíbula. El modelo digital en movimiento del tejido duro de la mandíbula así generado se muestra en una pantalla para visualizar el movimiento del tejido duro.

El documento US2008/064008 describe un método para fabricar una pieza de seguimiento.

Breve descripción de la invención

A continuación se presenta un resumen simplificado de la invención con el fin de proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos u objetos de la invención. Este resumen no pretende identificar elementos clave o críticos de la invención o delinear el alcance de la invención. Un objeto de la presente invención es proporcionar medios novedosos para seguir los movimientos del tejido duro de una mandíbula de una persona utilizando un tipo novedoso de pieza de seguimiento, estando basada la novedad en un método novedoso para diseñar tales piezas de seguimiento. Este novedoso método de diseño se basa en hacer uso de un modelo digital generado a partir de resultados de formación de imágenes de la anatomía de una persona, lo que hace posible fabricar piezas de seguimiento específicas del paciente.

Un método según la invención para generar el modelo digital mencionado anteriormente de la pieza de seguimiento y un programa informático según la invención para generar el modelo digital de la pieza de seguimiento se definen en las reivindicaciones independientes adjuntas.

5 Un método según la invención para fabricar una pieza de seguimiento físico comprende utilizar un modelo digital de una pieza de seguimiento generado con un método según la invención en la fabricación de la pieza de seguimiento físico.

Un método según la invención para seguir los movimientos del tejido duro de la mandíbula de una persona comprende el uso de una pieza de seguimiento físico fabricada por el método según la invención.

10 Una disposición según la invención comprende un dispositivo de formación de imágenes CT o un escáner intraoral óptico, un ordenador, una máquina de fabricación con CAD/CAM y un producto de software, que están configurados para implementar un método según la invención para fabricar una pieza de seguimiento físico.

Otros aspectos de la invención se describen en las reivindicaciones dependientes adjuntas, así como en la descripción más detallada a continuación.

15 Una ventaja proporcionada por uno o más aspectos de la invención incluye poder hacer el seguimiento de los movimientos del tejido duro de la mandíbula mediante el uso de una pieza de seguimiento específica del paciente que forma una envolvente que se ajusta perfectamente a la parte superior de la anatomía de una persona, especialmente a la parte superior de al menos parte de los dientes de la mandíbula inferior. Debido a este ajuste perfecto, no se requieren adhesivos adicionales o solo se requiere una cantidad mínima de adhesivos para ajustar firmemente la pieza de seguimiento a la anatomía. Cuando la pieza de seguimiento según la invención esté exactamente en una conexión
20 conocida con la anatomía, no se necesita ninguna etapa de calibración por separado después de fijar la pieza de seguimiento a la anatomía de la persona. Además, la misma pieza de seguimiento se puede utilizar varias veces sin ninguna fase de calibración adicional. Por lo tanto, el seguimiento de los movimientos del tejido duro se puede realizar con fluidez con una sola pieza de seguimiento físico y la misma pieza de seguimiento se puede utilizar varias veces, incluso durante un largo período de tiempo.

25 **Breve descripción de las figuras**

Las siguientes figuras presentan algunos aspectos de varias realizaciones de la invención.

La figura 1 muestra una pieza de seguimiento fijada a la mandíbula inferior de una persona.

La figura 2 muestra un diagrama de flujo de un proceso de diseño y posterior fabricación según una realización de la invención.

30 La figura 3 muestra un diagrama de bloques de partes de una disposición preferida según la invención.

La figura 4 muestra un ejemplo de un aparato de formación de imágenes aplicable para su uso en el contexto de la invención.

35 La figura 5 muestra como ejemplo una disposición de principios para la formación de imágenes de seguimiento de movimiento en la que una pieza de seguimiento está fijada a una mandíbula, en el campo de visión de dos cámaras.

La figura 6 muestra un sistema de seguimiento de principios para detectar movimientos de objetos sustitutos y para modelar movimientos de tejido duro de una mandíbula.

Descripción detallada de la invención

40 Los siguientes son ejemplos de realizaciones de la invención. Aunque la especificación puede referirse a "una", "una" o "algunas" realizaciones en varias ubicaciones, esto no significa necesariamente que cada una de esas referencias sea a la misma realización o que una característica de una realización solo se aplique a esa única realización en particular. Las características individuales de varias realizaciones se pueden combinar o dejar fuera para proporcionar realizaciones que no necesariamente se describen literalmente en detalle.

45 La figura 1 muestra una vista lateral de una pieza (110) de seguimiento físico unida a la mandíbula inferior (120) de una persona. La pieza (110) de seguimiento comprende una parte (111) de férula y al menos una parte sobresaliente (112). La parte sobresaliente (112) está configurada para extenderse fuera de la boca de la persona. La parte sobresaliente (112) de la figura 1 comprende además al menos un marcador (113) de seguimiento. El marcador (113) de seguimiento se puede integrar con la parte sobresaliente (112) o se puede configurar para que se pueda fijar, posiblemente se pueda fijar de forma desmontable a la parte sobresaliente (112). El marcador (113) de seguimiento
50 puede estar dispuesto para reflejar o emitir al menos una longitud de onda, puede, p. ej., comprender al menos un LED, al menos un objeto reflectante de IR o al menos un objeto reflectante de luz. Un marcador (113) de seguimiento puede ser radiopaco o puede incluir una parte radiopaca.

La pieza (110) de seguimiento físico según la figura 1 puede diseñarse y fabricarse como una pieza de seguimiento específica del paciente generando primero un modelo digital de una pieza (110) de seguimiento que, en cuanto a su parte (111) de férula, está diseñada en base a datos de superficie digital (modelo de superficie en 3D) de la verdadera anatomía de una persona. Los datos de la imagen para generar los datos de la superficie pueden adquirirse formando una imagen de una impresión de la anatomía o formando una imagen directamente de la anatomía de la persona. La superficie interna de la parte (111) de férula para encontrarse con la anatomía intraoral puede diseñarse entonces para que se ajuste perfectamente a la superficie de la anatomía de la persona. La forma general de la parte (111) de la férula, es decir, un modelo digital que incluye no solo la superficie que se adapta a la anatomía de la persona sino también las otras superficies de la parte (111) de la férula, pueden diseñarse más libremente.

El proceso de diseño general de la pieza (110) de seguimiento incluye además el diseño de un modelo digital de al menos una parte sobresaliente (112), que debe fijarse o integrarse con la parte (111) de la férula, y/o el diseño para la parte (111) de férula de al menos una estructura de conexión para al menos una parte sobresaliente (112). El proceso comprende diseñar un modelo digital de la parte (111) de férula que tenga un área superficial que se adapte a la superficie de la anatomía intraoral de una persona en particular y combinar ese modelo con uno que represente una superficie de al menos una parte sobresaliente (112), y opcionalmente también estructuras de o relacionadas con al menos un marcador (113) de seguimiento, para formar un modelo digital de la pieza (110) de seguimiento.

La figura 2 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de las etapas relacionadas para generar un modelo digital de una pieza de seguimiento.

La figura 2 muestra además una etapa posterior de fabricación de una pieza de seguimiento físico, que comprende la parte de férula y además la al menos una parte sobresaliente o al menos una estructura de conexión para al menos una parte sobresaliente.

Con respecto al proceso que se muestra en la figura 2, en la etapa (201) se forma una imagen de al menos una parte de la anatomía intraoral de una persona, o una impresión de la anatomía, para adquirir resultados de formación de imágenes. La anatomía puede incluir, como ejemplos, al menos una parte de los dientes, superficies dentales, encías u otros detalles finos de la anatomía intraoral de la persona. La adquisición de dichos resultados de formación de imágenes puede comprender el uso de un dispositivo óptico de escaneado de superficie intraoral o un dispositivo de formación de imágenes CT o CBCT.

En la etapa (202), se genera un primer modelo digital basado en los resultados de la formación de imágenes, cuyo modelo representa al menos una parte de una superficie de la anatomía intraoral de la persona.

En la etapa (203), se genera un segundo modelo digital que representa la parte (111) de férula y comprende al menos una parte de dicho primer modelo digital. Una forma de describir esta la etapa es que el modelo de la parte (111) de férula se genera tomando el modelo de superficie de la anatomía como datos iniciales para formar al menos parte de una superficie interior, o inferior de la parte de la férula, y luego "construyendo" la forma general real del modelo de la parte (111) de férula sobre la superficie modelada de la anatomía.

En la etapa (204), se genera al menos un tercer modelo digital que representa al menos una parte sobresaliente (112) o una estructura de fijación para al menos una parte sobresaliente (112).

En la etapa (205), el segundo modelo digital que representa la parte (112) de férula y el al menos un tercer modelo digital se combinan para formar un modelo digital de la pieza (110) de seguimiento.

El método para generar el modelo digital de una pieza de seguimiento se presenta en la figura 2 como que incluye ciertas etapas individuales específicas (201) - (205) pero, obviamente, no es necesario realizar todas las etapas por separado. Las etapas (203) - (205) como se ha descrito anteriormente comprenden "generar un modelo digital de la pieza (110) de seguimiento que comprende un segundo modelo digital que representa la parte (111) de férula y dicho primer modelo digital, y un tercer modelo digital como combinado con el segundo modelo digital, representando el tercer modelo digital al menos una parte sobresaliente (112) o una estructura de fijación para la al menos una parte sobresaliente (112)".

El modelo de la parte sobresaliente (112) puede incluir opcionalmente un modelo de al menos un marcador (113) de seguimiento o un modelo de una estructura de fijación para el al menos un marcador (113) de seguimiento. Obviamente, de nuevo, el modelo de la parte sobresaliente (112) puede generarse incluyendo directamente cualquier modelo o modelos o dicho modelo o modelos pueden diseñarse por separado y luego combinarse con el modelo de la parte sobresaliente (112).

En otras palabras, mientras que uno o varios modelos de marcadores (113) de seguimiento pueden estar integrados con el modelo de la parte sobresaliente (112) o pueden ser diseñados para acoplarse a la parte sobresaliente (112), "el tercer modelo digital" puede comprender no solo la parte sobresaliente (112) sino también al menos un marcador (113) de seguimiento o una estructura de fijación para el mismo.

El modelo digital de la pieza (110) de seguimiento puede almacenarse para su uso posterior, tal como para fabricar la pieza (110) de seguimiento físico específica del paciente.

Por tanto, según un aspecto de la invención, la etapa (205) de la figura 2 va seguida por la etapa (206) en la que el modelo digital generado de la pieza (110) de seguimiento se utiliza para fabricar una pieza (110) de seguimiento físico. En otras palabras, el modelo digital de la pieza (110) de seguimiento forma los datos base para una fabricación posterior de la pieza (110) de seguimiento físico.

- 5 La pieza (110) de seguimiento físico se puede fabricar en una disposición de CAD/CAM que incluye aparatos como una impresora 3D o una fresa.

La pieza (110) de seguimiento físico puede diseñarse y fabricarse de manera que la ubicación del al menos un marcador (113) de seguimiento en relación al modelo de superficie digital de la anatomía intraoral de la persona, utilizada para diseñar la parte (111) de férula de la pieza (110) de seguimiento, es conocida.

- 10 Según un aspecto de la invención, una disposición para implementar la invención puede comprender un dispositivo de formación de imágenes CT o CBCT, un ordenador que comprende software para implementar al menos algunas de las etapas del proceso como se describe con referencia a la figura 2 y los pasajes de texto relacionados anteriormente, y por ej., una máquina de fabricación aditiva o una fresadora para fabricar el objeto físico diseñado según la invención.

- 15 En consecuencia, una realización de la invención puede comprender un programa informático para generar un modelo digital de una pieza de seguimiento. Estando incorporado el programa informático en un medio de almacenamiento legible por ordenador, y comprendiendo el programa informático un código de programa para controlar un procesador para:

- 20
- recibir un resultado de formación de imágenes indicativo de al menos una parte de la anatomía intraoral de una persona o una impresión de dicha anatomía;
 - generar en base a dichos resultados de formación de imágenes un primer modelo digital que represente al menos una parte de una superficie de dicha anatomía intraoral;
 - generar un modelo digital de la pieza de seguimiento, comprendiendo el modelo digital:

- 25
- i) un segundo modelo digital que representa una parte de férula de la pieza de seguimiento y que comprende dicho primer modelo digital y
 - ii) un tercer modelo digital combinado con el segundo modelo digital, representando el tercer modelo digital al menos una parte sobresaliente o una estructura de fijación para al menos una parte sobresaliente.

- 30 Una arquitectura general de una disposición (300) para implementar la invención, que se muestra en la figura 3, comprende un dispositivo (310) de formación de imágenes, que puede ser un escáner CBCT que comprende un detector (311) y una fuente (312) de radiación, y un sistema (320) de procesamiento de datos que puede comprender una memoria (321) y una unidad (322) de procesamiento de resultados de escaneo. La unidad (322) de procesamiento de resultados de escaneo puede configurarse para reconstruir numéricamente los resultados de escaneo para producir lo que se denomina un volumen digital o datos volumétricos compuestos por píxeles tridimensionales, es decir, vóxeles, que representan la anatomía que se ha escaneado. El sistema (320) de procesamiento de datos puede comprender además una unidad (223) de modelado configurada para interactuar con los datos generados por la unidad (322) de procesamiento para generar modelos digitales de anatomías escaneadas y de la pieza (110) de seguimiento. El sistema (320) de procesamiento de datos puede configurarse para registrar también dichos modelos en la memoria (321).

- 40 Una realización de la invención, tal como la que se muestra en la figura 3, puede comprender además una unidad (333) de fabricación, por ejemplo, una impresora 3D o una fresa configurada para generar una pieza (110) de seguimiento físico a partir de un modelo digital de la pieza (110) de seguimiento creado por la unidad (323) de modelado.

- 45 Si bien el aparato para adquirir resultados de formación de imágenes para un modelo de superficie de una anatomía puede ser un escáner intraoral óptico como el que se distribuye comercialmente bajo la marca registrada Planmeca PlanScan, un ejemplo de un aparato de CBCT aplicable para usar en conexión con la invención está mostrado en la figura 4. El aparato (410) de formación de imágenes de la figura 4 incluye una construcción (11) de soporte vertical desde la que se extiende horizontalmente un brazo (12) que soporta un medio (17) de soporte del paciente y una parte (13, 13') de brazo que soporta una parte (14) de brazo que soporta medios de formación de imágenes del aparato. La parte (14) de brazo que soporta los medios de formación de imágenes está dispuesta de forma giratoria, al igual que la parte (13, 13') de brazo que soporta la parte (14) de brazo que soporta los medios de formación de imágenes. (La figura 4 muestra un aparato en el que la parte (13, 13') de brazo que soporta la parte (14) de brazo que soporta los medios de formación de imágenes consta de dos partes de las cuales al menos la segunda (13') puede disponerse de manera giratoria, pero esas dos partes (13, 13') también pueden disponerse para formar una sola parte de brazo monolítica). Los medios de formación de imágenes del aparato incluyen una fuente (15) de rayos X y un receptor de información (21) de imágenes de rayos X dispuestos a distancia entre sí en la parte (14) de brazo que soporta los
- 55

medios de formación de imágenes. Los medios de formación de imágenes están ubicados con respecto a los medios (17) de soporte del paciente de manera que se crea una estación (18) de formación de imágenes dentro de un área entre la fuente (15) de rayos X y el receptor de información (21) de imágenes de rayos X tal que un haz generado por la fuente (15) de rayos X puede dirigirse a través de dicha estación (18) de formación de imágenes hacia el receptor de información (21) de imágenes de rayos X. El aparato incluye medios de control de los cuales la figura 4 muestra una interfaz (16) de usuario dispuesta en el brazo (12) que soporta un medio (17) de soporte del paciente, que puede incluir un medio (19) de selección del modo de operación. El receptor de información (21) de imágenes de rayos X puede disponerse como parte de un módulo (20) receptor de información de imágenes, es decir, un módulo detector (20) que además del receptor de información (21) de imágenes de rayos X puede comprender una o más cámaras ópticas (que se analizarán más adelante). Un medio para procesar información de imágenes está dispuesto en el ordenador (30), que también está dispuesto en una conexión operativa con una pantalla (31). La interfaz (16) de usuario también puede estar equipada con una pantalla, y también puede haber una pantalla dispuesta en alguna otra estructura del aparato de formación de imágenes.

En el caso de que se utilice un escáner intraoral óptico para generar un modelo de una superficie intraoral, se desea poder mostrar también los movimientos de otro tejido duro de la mandíbula que no sea visible para un escáner óptico, como los movimientos de un hueso de la mandíbula en su conjunto, es necesario combinar dicho modelo de superficie con un modelo que incluya la misma anatomía generada por algún otro dispositivo de formación de imágenes aplicable, tal como un escáner CBCT analizado anteriormente. En caso de que ya se haya realizado un CBCT u otro escaneo aplicable de la anatomía de la persona, los datos de dicho escaneo se pueden usar para generar un modelo de superficie intraoral deseado y no se necesita un escaneo óptico adicional y, por lo tanto, tampoco es necesario realizar dicha combinación.

La figura 5 muestra una disposición para detectar el movimiento de la mandíbula según un sistema aplicable para su uso en el contexto de la invención. La disposición incluye dos cámaras ópticas (501) dispuestas a distancia entre sí y destinadas a fotografiar la cabeza de una persona. Una pieza (110) de seguimiento según la invención se fija a la persona de manera que cuando se mueve la mandíbula, la pieza (110) de seguimiento sigue los movimientos de la mandíbula. La disposición de la figura 5 también incluye fuentes (502) de luz dispuestas muy cerca de las cámaras (22) y para emitir luz esencialmente en una dirección a la que apuntan las cámaras (22). Un aparato de formación de imágenes por rayos X como el que se muestra en la figura 4 puede configurarse para comprender además una disposición como la que se muestra en la figura 5, por ejemplo, incluyendo cámaras ópticas en un módulo detector como se ha descrito anteriormente.

La disposición de acuerdo con la figura 5 para adquirir información para generar un modelo digital que represente el movimiento del tejido duro craneal como se analizó anteriormente se basa en el uso de dos cámaras, pero las disposiciones basadas en el uso de otro número de cámaras también se pueden utilizar para ese propósito.

Por lo tanto, un aspecto de la invención es un método para seguir los movimientos del tejido duro de la mandíbula de una persona, que comprende detectar movimientos de al menos un marcador fijado a la anatomía de una persona y hacer corresponder esos movimientos a la anatomía de una persona, en donde dicho al menos un marcador es parte de una pieza (110) de seguimiento fabricada como se explicó anteriormente y la detección de los movimientos incluye la detección de movimientos de la pieza (110) de seguimiento mientras está fijada de forma ajustada a una anatomía correspondiente a la superficie basada sobre la que dicha pieza (110) de seguimiento ha sido diseñada.

La figura 6 muestra un sistema de principios para detectar y modelar el movimiento de la mandíbula, un sistema (600) de seguimiento, que puede implementarse como parte de un dispositivo (610) de formación de imágenes de la figura 4. El sistema (600) de seguimiento está configurado para resolver los movimientos de la mandíbula al detectar movimientos de, p. ej., al menos una parte sobresaliente (112) o marcador (113) de seguimiento de la pieza (110) de seguimiento y hacer corresponder dichos movimientos a un modelo virtual de una anatomía. El sistema (600) de seguimiento puede comprender así unos medios (601) de detección para detectar movimientos de al menos una parte sobresaliente (112) o marcador (113) de seguimiento. Los medios (601) de detección pueden comprender una disposición de la figura 5 para detectar movimientos (de al menos una parte) de la pieza (110) de seguimiento físico cuando está fijada a la anatomía de una persona, estando diseñada la pieza (110) de seguimiento físico y fabricada como ajuste de forma a la anatomía. El sistema (600) de seguimiento puede comprender además una memoria (602) para almacenar los movimientos detectados. Para poder mostrar no solo los movimientos de la pieza (110) de seguimiento sino también los de la anatomía real, o solo los de la anatomía, el sistema (600) de seguimiento de la figura 6 comprende un medio (603) de correspondencia para hacer corresponder los movimientos de la pieza (110) de seguimiento a al menos parte de los resultados de formación de imágenes de la anatomía intraoral de la persona, es decir, a al menos una parte de la superficie modelada de la anatomía que se usó para fabricar la pieza (110) de seguimiento físico específica del paciente.

REIVINDICACIONES

1. Un método para generar un modelo digital de una pieza (110) de seguimiento, estando configurada la pieza (110) de seguimiento para ser fijada a la anatomía de una persona y seguir los movimientos de la mandíbula de una persona, comprendiendo dicha pieza (110) de seguimiento una parte (111) de férula y una parte sobresaliente (112), o una parte (111) de férula y una estructura de conexión para la parte sobresaliente (112), comprendiendo el método:
 - formar imágenes de al menos una parte de una anatomía intraoral de la persona o una impresión de dicha anatomía para adquirir resultados de formación de imágenes;
 - generar en base a dichos resultados de formación de imágenes un primer modelo digital que represente al menos una parte de una superficie de dicha anatomía intraoral; y
 - generar un modelo digital de la pieza (110) de seguimiento que comprende:
 - i) un segundo modelo digital que representa la parte (111) de férula y que comprende dicho primer modelo digital y
 - ii) un tercer modelo digital combinado con el segundo modelo digital, representando el tercer modelo digital al menos una parte sobresaliente (112) o una estructura de fijación para al menos una parte sobresaliente (112).
2. Un método según la reivindicación 1, que comprende además generar un cuarto modelo digital que representa un marcador (113) de seguimiento o una estructura de fijación para un marcador (113) de seguimiento y combinar dicho cuarto modelo digital con el modelo digital que representa la parte sobresaliente (112).
3. Un método para fabricar una pieza (110) de seguimiento físico, comprendiendo dicha pieza (110) de seguimiento físico una parte sobresaliente (112) y una parte (111) de férula, estando configurada la pieza (110) de seguimiento físico para ser fijada a una persona y para seguir los movimientos de la mandíbula de una persona, comprendiendo el método:
 - usar el modelo digital de una pieza de seguimiento generada con el método según la reivindicación 1 o 2 en la fabricación de la pieza (110) de seguimiento físico.
4. Un método según la reivindicación 3, en donde al menos un marcador (113) de seguimiento está integrado con la parte sobresaliente (112) o está unido de forma extraíble a la parte sobresaliente (112) y en donde dicho marcador (113) de seguimiento está integrado con, o fijado a la parte sobresaliente (112) comprende un medio para reflejar o emitir al menos una longitud de onda.
5. Un método según la reivindicación 3 o 4, en donde adquirir dichos resultados de formación de imágenes comprende usar un dispositivo óptico de exploración de superficie intraoral o un dispositivo de formación de imágenes CT o CBCT.
6. Un método según cualquiera de las reivindicaciones 3 - 5, que comprende fabricar dicha pieza (110) de seguimiento físico utilizando una máquina de fabricación aditiva, una impresora 3D o una fresa.
7. Un método para seguir movimientos de tejido duro de la mandíbula de una persona, que comprende detectar movimientos de al menos un marcador (113) fijado o integrado con una pieza (110) de seguimiento que está fijada de forma ajustada a la anatomía de una persona, y hacer corresponder dichos movimientos a la anatomía de la persona, en donde dicha pieza (110) de seguimiento es una pieza de seguimiento fabricada con un método según cualquiera de las reivindicaciones 3-6 y la anatomía de la persona corresponde a una superficie basada en la cual ha sido diseñada dicha pieza (110) de seguimiento.
8. Una disposición que comprende un dispositivo de formación de imágenes por TC o un escáner intraoral óptico, un ordenador, una máquina de fabricación de CAD/CAM y un producto de software, que están configurados para implementar el método según cualquiera de las reivindicaciones 3-6.
9. Un programa informático para generar un modelo digital de una pieza (110) de seguimiento como se ha definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, estando configurada la pieza (110) de seguimiento para ser fijada a la anatomía de una persona y seguir los movimientos de la mandíbula de una persona, comprendiendo dicha pieza (110) de seguimiento una parte (111) de férula y una parte sobresaliente (112), o una parte (111) de férula y una estructura de conexión para la parte sobresaliente (112), estando incorporado el programa informático en un medio de almacenamiento legible por ordenador, y comprendiendo el programa informático un código de programa para controlar un procesador para:
 - recibir un resultado de formación de imágenes indicativo de al menos una parte de una anatomía intraoral de la persona o una impresión de dicha anatomía;
 - generar en base a dichos resultados de formación de imágenes un primer modelo digital que represente al menos una parte de una superficie de dicha anatomía intraoral;

- generar un modelo digital de la pieza (110) de seguimiento, comprendiendo el modelo digital:

i) un segundo modelo digital que representa la parte (111) de férula y que comprende dicho primer modelo digital y

5 ii) un tercer modelo digital combinado con el segundo modelo digital, representando el tercer modelo digital al menos una parte sobresaliente (112) o una estructura de fijación para al menos una parte sobresaliente (112).

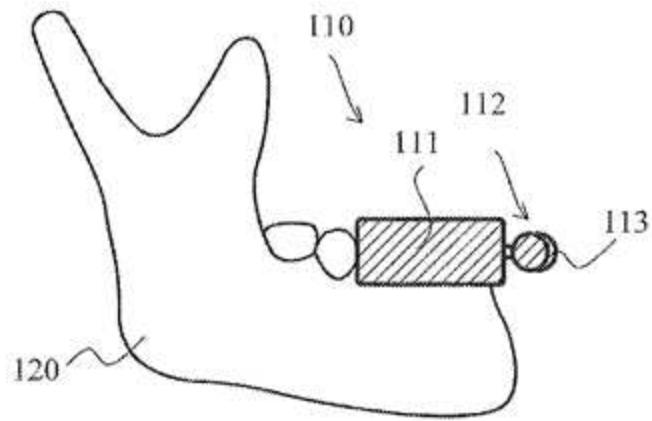


Fig. 1

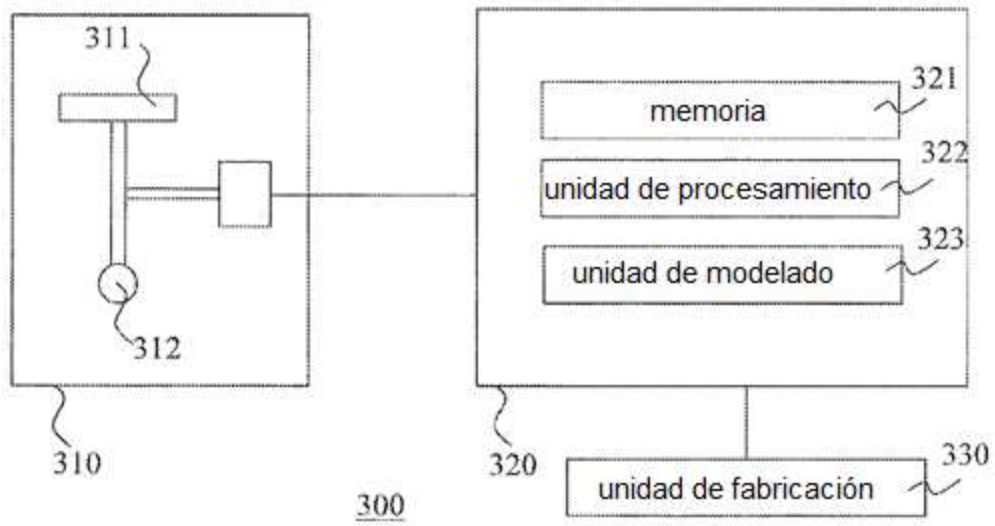


Fig. 3

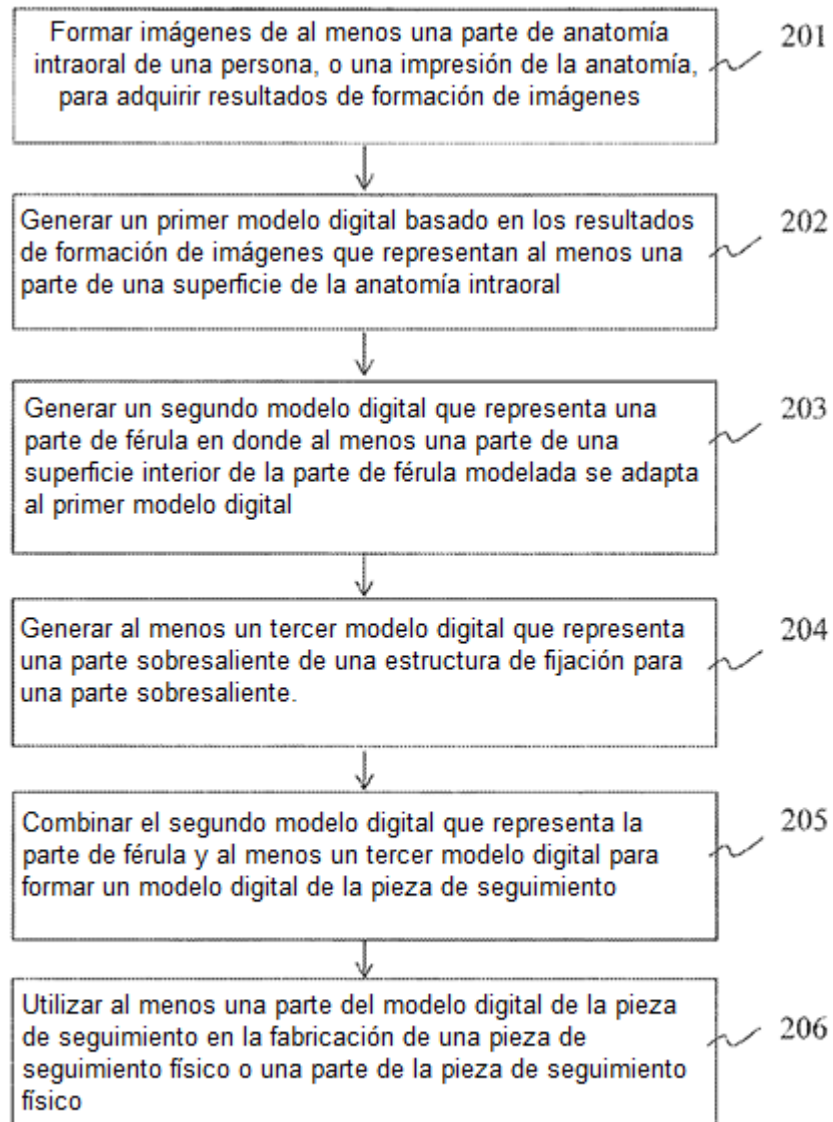


Fig. 2

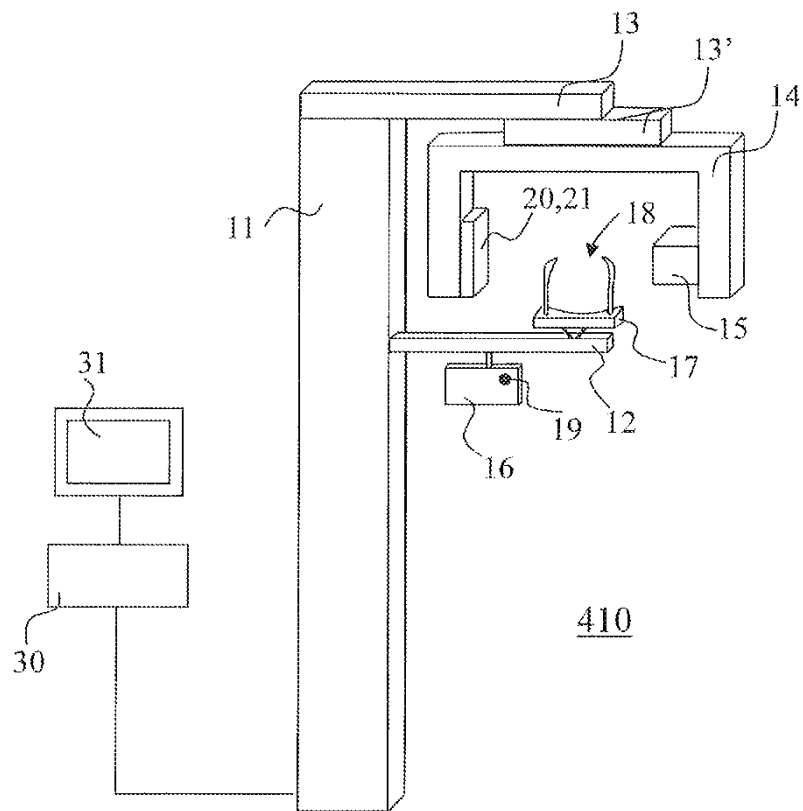


Fig. 4

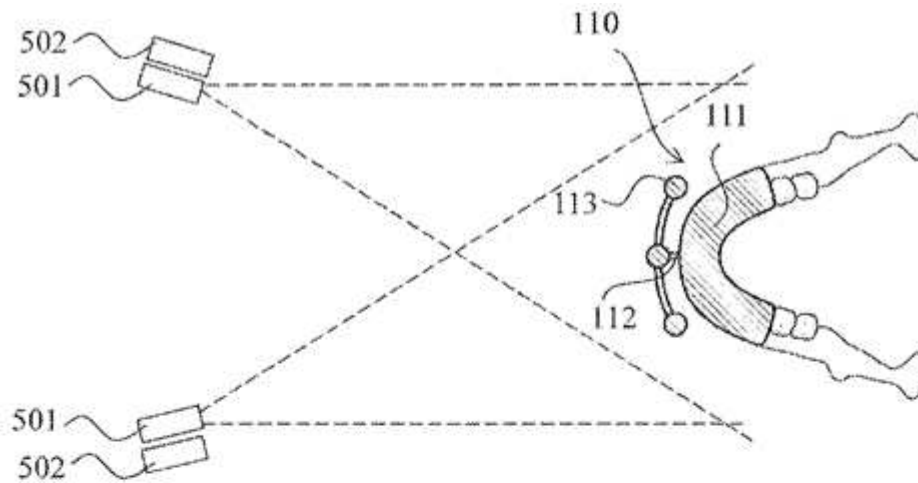


Fig. 5

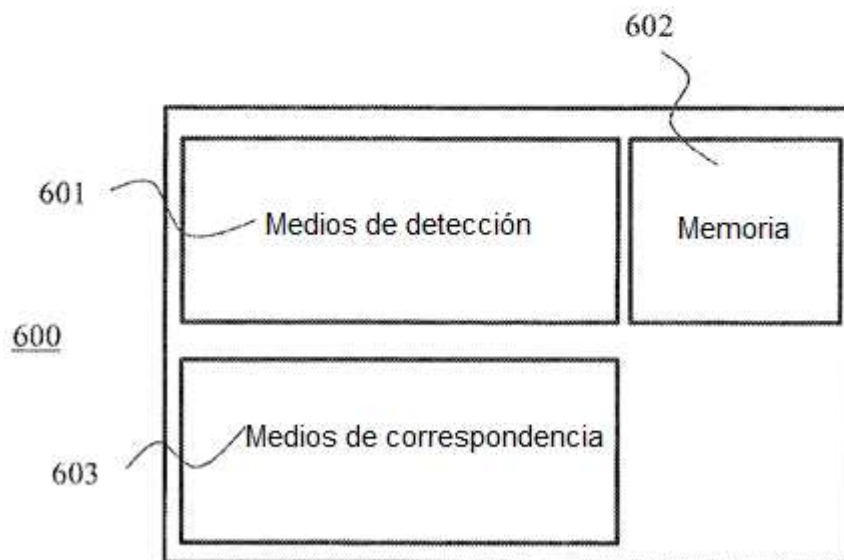


Fig. 6