

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 550**

51 Int. Cl.:

**A61C 13/00** (2006.01)

**A61C 19/05** (2006.01)

**A61C 7/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.10.2013 PCT/EP2013/071888**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.04.2014 WO14060595**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.10.2013 E 13783288 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2908767**

54 Título: **Sistema y procedimiento para diseñar un componente dental**

30 Prioridad:

**18.10.2012 DK 201270638**

**18.10.2012 US 201261715561 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.05.2019**

73 Titular/es:

**3SHAPE A/S (100.0%)  
Holmens Kanal 7, 3  
1060 Copenhagen, DK**

72 Inventor/es:

**NONBOE, SVEN;  
FISKER, RUNE y  
BARTHE, CHRISTOPHE VASILJEV**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 713 550 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 diseñar un componente dental

**Campo de la invención**

5 La presente invención, en general, está relacionada con un sistema y a un procedimiento para diseñar digitalmente un componente dental en forma de una restauración dental o un aparato ortodóntico para un paciente. Más particularmente, la invención está relacionada con el diseño del componente dental mediante la obtención de diferentes configuraciones de mordida de las mandíbulas del paciente.

**Antecedentes de la invención**

10 La articulación en odontología está relacionada con el movimiento de los dientes cuando entran en contacto y con la disposición de los dientes artificiales para simular los dientes naturales. Véase, por ejemplo, "Oxford Dictionary of Dentistry", Primera edición 2010, ISBN 978-0-19-953301-5:

*articulación n. 1. El movimiento articulado de los dientes superiores e inferiores cuando entran en contacto. 2. La disposición de los dientes artificiales para simular la dentición natural.*

Y también "Dorland's illustrated medical dictionary", 32ª edición 2012, ISBN 978-1-4160-6257-8:

15 *articulación [.] 4. en odontología: (a) la relación de contacto de las superficies oclusales de los dientes mientras están en acción; (b) la disposición de los dientes artificiales para acomodar las diversas posiciones de la boca y para cumplir la función de los dientes naturales que deben sustituir.*

20 Al diseñar restauraciones, tales como dientes artificiales, coronas, puentes, dentaduras, etc. es importante que la articulación se mantenga. Si la articulación no es correcta, el paciente puede experimentar una mala función de mordida, malestar y/o dolor, además, la restauración puede agrietarse o romperse.

25 Ha sido muy común utilizar los denominados articuladores cuando se diseña la restauración manualmente. Los articuladores vienen en una variedad de modelos y diseños, sin embargo, común para todos ellos es que se utilizan para simular la articulación. Los articuladores comprenden una parte superior en la que se une un modelo del maxilar y una parte inferior en la que se une un modelo de la mandíbula. Las partes superior e inferior son móviles entre sí dentro de ciertas restricciones. Dichas restricciones, o al menos algunas de ellas, son ajustables en muchos tipos de articuladores para que el usuario pueda ajustar y obtener así una mejor simulación de la articulación del paciente. Las restricciones ajustables que a menudo se denominan parámetros del articulador se pueden medir y obtener de muchas maneras diferentes. Ejemplos de dicho parámetro de articulador es el eje articulador alrededor del cual gira el modelo maxilar y mandibular y donde, a menudo, se usan los arcos faciales para colocar correctamente los modelos en relación con este eje. Otros parámetros de este tipo pueden ser, por ejemplo, la guía condilar, el ángulo de Bennett y el desplazamiento de Bennett.

30 Sin embargo, con la entrada de escáneres 3D e impresoras 3D en consultorios y laboratorios dentales, el diseño de restauraciones dentales utilizando el software CAD/CAM es cada vez más común. En muchas aplicaciones se han introducido articuladores virtuales que simulan articuladores físicos; además, se describen muchos procedimientos diferentes de cómo establecer y determinar los parámetros de un articulador virtual.

35 Véase, por ejemplo, el documento US 6.582.229, que describe un procedimiento y un dispositivo para determinar un eje de articulación de la mandíbula superior e inferior de un paciente, y para modelar el movimiento de la mandíbula alrededor de dicho eje, particularmente con el uso de imágenes visuales informatizadas.

40 Sin embargo, la introducción de herramientas digitales como el software CAD/CAM permite formas muy diferentes de determinar la articulación. Por consiguiente, en lugar de utilizar un software que establece parámetros de articulador para simular la articulación en una simulación digital (articulador virtual) de un simulador físico (articulador físico), la descripción actual está relacionada con estimar directamente la articulación y el movimiento específico del paciente real o una simulación directa de los mismos utilizando herramientas digitales.

45 También existen los llamados arcos faciales electrónicos, que son dispositivos conectados a la cara del paciente y registran el movimiento de la mandíbula. Un ejemplo de dicho arco facial electrónico es el sistema JMA de zebris Dental GmbH, que utiliza ultrasonido para registrar el movimiento de la mandíbula.

Sin embargo, dichos arcos faciales electrónicos a menudo requieren mucho tiempo de configuración, y su única aplicación es detectar el movimiento de la mandíbula haciéndolos más costosos de adquirir.

50 Por consiguiente, la descripción además está relacionada con un procedimiento alternativo para determinar el movimiento específico del paciente que es fácil de aplicar y utiliza hardware que es utilizado para otros propósitos y se está volviendo cada vez más común en las clínicas y laboratorios dentales.

El documento WO 2011/103876 A1 describe un procedimiento implementado por ordenador que usa un articulador virtual dinámico para simular la oclusión de los dientes, cuando se realiza el diseño asistido por ordenador de una o más restauraciones dentales para un paciente, donde el procedimiento comprende las etapas de: articulador virtual que comprende un modelo tridimensional virtual de la mandíbula superior y un modelo tridimensional virtual de la mandíbula inferior que se parece a la mandíbula superior y la mandíbula inferior, respectivamente, de la boca del paciente; - proporcionar el movimiento de la mandíbula superior virtual y la mandíbula inferior virtual entre sí para simular la oclusión dinámica, mediante el cual se producen colisiones entre los dientes en la mandíbula superior virtual e inferior virtual; en el que el procedimiento además comprende: facilitar que los dientes en la mandíbula superior virtual y la mandíbula inferior virtual estén bloqueados para que no penetren las superficies virtuales de cada una en las colisiones.

5

## 10 Compendio

Se describe un procedimiento para diseñar un componente dental para un paciente, en el que el procedimiento de la invención se expone en las reivindicaciones adjuntas 1-17, y el sistema para llevar a cabo el procedimiento se expone en la reivindicación adjunta 18.

15

Por consiguiente, es una ventaja que, en función de las al menos dos configuraciones de mordida, sea posible estimar los movimientos físicos o espaciales posibles de las mandíbulas del paciente.

En particular, es una ventaja que el movimiento del contacto oclusal sea estimado tal como está, en particular, este movimiento el cual es importante mantener cuando se diseñan restauraciones y otros componentes dentales a fin de evitar el dolor y la incomodidad en el paciente. El movimiento del contacto oclusal se puede registrar ventajosamente. Esto permite una reproducción posterior a fin de visualizar el movimiento o utilizarlo para diseñar el componente dental.

20

Las configuraciones de mordida no necesariamente deben abarcar la mordida completa de las mandíbulas superior e inferior. Ventajosamente, solo una parte de la mordida real se usa para la representación 3D respectiva de las configuraciones de mordida. Esto ahorra tiempo y es especialmente ventajoso cuando se utilizan escáneres intraorales. La aplicación del procedimiento actual con escáner intraoral se analizará más adelante en el presente documento.

25

Las representaciones 3D respectivas de las configuraciones de mordida se pueden usar para alinear la representación 3D de la mandíbula superior del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente. Por consiguiente, cuando se ha determinado el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas, se puede utilizar para visualizar el movimiento en una pantalla.

30

Dicha alineación es bien conocida en la técnica. Típicamente, se proporciona mediante una alineación inicial y, a continuación, se realiza una optimización, por ejemplo, mediante un algoritmo ICP (punto más cercano iterativo). Para obtener más información, consulte, por ejemplo, "Method for registration of 3-D shapes" de Paul J. Besl y Neil D. McKay, Proc. SPIE 1611, Sensor Fusion IV: Control Paradigms and Data Structures, 586 (30 de abril, 1992)

En particular, esto es ventajosamente como un componente dental, por ejemplo, una restauración o un aparato ortodóntico puede diseñarse en base al movimiento del contacto oclusal determinado de la mandíbula superior e inferior entre sí.

35

Esto se puede hacer en una realización, que no es parte de la presente invención, utilizando los dientes de las representaciones 3D de las mandíbulas del paciente como guías de diseño al diseñar el componente dental, ya que el componente dental debe diseñarse de modo que se mantenga el movimiento del contacto oclusal determinado cuando el componente dental se ha insertado en el paciente.

40

Por ejemplo, durante el movimiento del contacto oclusal, los dientes de la representación 3D de la mandíbula del paciente se pueden usar para definir una referencia, por ejemplo, trazando una superficie o límite, que define una frontera en la que se puede diseñar el componente dental sin afectar el movimiento del contacto oclusal, y de este modo, mantener el movimiento específico del paciente incluso después del trabajo de restauración. Al mismo tiempo, el movimiento del contacto oclusal se puede utilizar para diseñar los contactos adecuados y la función del componente, tal como una recuperación dental, al reproducir el movimiento de contacto y ajustar la restauración para asegurar el contacto y la función adecuados de la restauración durante el movimiento.

45

Por ejemplo, el diseñador puede diseñar el componente dental de modo que se proporcione al menos un área de contacto entre el componente dental y la referencia. De esta manera, se consigue un contacto oclusal del componente dental y un diente opuesto o restauración cuando se inserta en la boca del paciente. Esto se puede usar para diseñar una buena función de mordida donde los componentes dentales, tal como la restauración, ayudan a la oclusión dinámica.

50

En una realización alternativa, que no es parte de la presente invención, el movimiento en sí puede usarse como una frontera. Por ejemplo, si el componente dental está dispuesto en la mandíbula inferior, la mandíbula superior puede tratarse como un objeto sólido que, durante la reproducción del movimiento del contacto oclusal esencialmente corta o extrae el material solapado del componente dental que impide que se reproduzca el movimiento del contacto oclusal correctamente. De forma alternativa, dicho material solapado puede ser identificado, por ejemplo, marcándolo en un color rojo, por lo que le corresponde al diseñador decidir si el área debe ser eliminada o rediseñada.

Según quieren decir las palabras, el movimiento del contacto oclusal es el movimiento de las mandíbulas donde se mantiene al menos un área de contacto entre los dientes de la mandíbula superior (maxilar) y los dientes de la mandíbula inferior (mandíbula). Esto a menudo también se denomina la oclusión dinámica.

5 Es posible que se requieran más de dos configuraciones de mordida diferentes para determinar o estimar el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente entre sí, tal como tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, diez, etc.

Las configuraciones de mordida se pueden registrar mediante un escáner 3D intraoral, tal como el escáner TRIOS de 3Shape. El dentista pedirá al paciente que muerda la mandíbula superior y la mandíbula inferior juntas y, mientras el paciente las muerde en una primera configuración, el dentista realizará un escaneo de los dientes del paciente mediante el escáner intraoral que adquirirá una primera representación 3D. A continuación, el dentista pedirá al paciente que muerda la mandíbula superior y la mandíbula inferior juntas otra vez y, mientras el paciente las muerde en una segunda configuración, el dentista realizará un escaneo de los dientes del paciente mediante el escáner intraoral que adquirirá una segunda representación 3D. Si se desean o requieren más configuraciones de mordida para determinar el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas entre sí, el dentista pedirá al paciente que muerda una tercera, cuarta, quinta vez, etc. y realizará un escaneo para cada mordida.

15 En una realización de la presente invención, determinar digitalmente el movimiento del contacto oclusal comprende una secuencia consecutiva de al menos dos representaciones 3D de configuraciones de mordida de las mandíbulas del paciente en las oclusiones respectivas.

Al tomar dicha secuencia de configuraciones de mordida en una secuencia consecutiva, es posible obtener el verdadero movimiento directamente sin ninguna estimación o interpolación entre las configuraciones de mordida.

20 Una secuencia de configuraciones de mordida de este tipo se puede obtener, por ejemplo, sosteniendo un escáner, como el escáner TRIOS descrito anteriormente, contra los dientes del paciente mientras el paciente mueve las mandíbulas en un movimiento del contacto oclusal. El TRIOS se establece para registrar una secuencia de escaneos 3D durante el movimiento del contacto oclusal. Cada escaneo 3D se puede usar para alinear el maxilar y la mandíbula, tras lo cual el maxilar y la mandíbula se pueden visualizar en su alineación respectiva en una secuencia correspondiente a la secuencia en la que se obtuvieron las configuraciones de mordida durante la secuencia registrada de escaneos 3D.

Por consiguiente, en algunas realizaciones de la presente invención, el procedimiento comprende obtener una pluralidad de representaciones 3D de configuraciones de mordida de la mandíbula del paciente utilizando un escáner intraoral.

30 Esto es particularmente ventajoso en realizaciones según se ha descrito previamente donde la pluralidad de representaciones 3D de configuraciones de mordida se registran como una secuencia consecutiva de tramas. Las tramas pueden usarse, por ejemplo, para generar una animación que muestre el movimiento de las mandíbulas. La trama puede ser ventajosamente una trama 3D, es decir, donde las mandíbulas superior e inferior se han alineado con sus respectivas configuraciones de mordida, por lo que las representaciones 3D de la mandíbula superior e inferior se pueden girar. Sin embargo, las tramas pueden ser de forma alternativa una imagen 2D.

35 En particular, en una realización, que no es parte de la presente invención, la pluralidad o secuencia consecutiva de representaciones 3D de configuraciones de mordida puede usarse para determinar directamente el movimiento del contacto oclusal si se toman con un intervalo suficientemente corto para generar un movimiento del contacto oclusal con una resolución lo suficientemente alta para una aplicación dada.

Por consiguiente, el movimiento del contacto oclusal de las representaciones 3D se adaptan para reproducirse como una emisión de vídeo.

40 Además, en una realización, que no forma parte de la presente invención, cuando se reproduce el movimiento del contacto oclusal, por ejemplo, mostrando las mandíbulas superior e inferior moviéndose entre sí en un entorno virtual, la velocidad puede alterarse, por ejemplo, mostrándolo en cámara lenta.

45 Según se ha entendido anteriormente y según se aclarará más adelante, el procedimiento como se describe en la presente memoria se usa de manera particularmente ventajosa junto con un escáner intraoral, ya que este puede obtener la representación 3D de las mandíbulas y los registros de mordida. Además, el dentista o técnico dental utiliza el escáner intraoral para muchos otros fines y, por lo tanto, es un instrumento que se está volviendo muy versátil en su uso.

50 Las configuraciones de mordida también se pueden obtener por medio de un dentista que toma una impresión física, utilizando material de impresión, en la boca del paciente para cada configuración de mordida diferente. Posteriormente, las impresiones deben escanearse, por ejemplo, en un escáner de escritorio 3D para obtener las representaciones 3D de las diferentes configuraciones de mordida.

El procedimiento de diseño digital del componente dental normalmente será realizado por un técnico dental que utiliza un programa de software de CAD que se ejecuta en un ordenador, como el software de CAD del sistema dental de 3Shape. El técnico dental normalmente obtendrá las diferentes representaciones 3D, es decir, de la mandíbula superior, la

- mandíbula inferior, la configuración de primer mordisco y la segunda mordida del paciente como archivos informáticos, y estos archivos se pueden cargar en el programa de software, de manera que el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente se puede determinar digitalmente, ya sea automáticamente por el programa de software o por el técnico dental. El técnico dental puede entonces diseñar el componente dental, o el componente se puede diseñar automáticamente con el programa de software.
- 5
- Las diferentes representaciones 3D pueden obtenerse como archivos informáticos del dentista, si el dentista ha realizado el escaneo utilizando un escáner 3D intraoral. Si se han realizado impresiones físicas, las impresiones pueden ser escaneadas por el propio técnico dental en el laboratorio dental, y las representaciones 3D obtenidas mediante el escaneo pueden obtenerse como archivos informáticos y cargarse en el ordenador para su uso en el programa de software CAD.
- 10
- El procedimiento puede ser un procedimiento implementado por ordenador.
- Según la invención, determinar digitalmente el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente entre sí comprende la interpolación del movimiento entre las configuraciones de mordida medidas.
- En una realización de la presente invención, la interpolación es una interpolación lineal de la posición y la rotación/ángulos de las mandíbulas en un número de etapas. El número de etapas se puede decidir en base a los números y/o la distancia entre las representaciones 3D de los registros de mordida. Un mayor número de etapas dará como resultado un movimiento del contacto oclusal con una mayor resolución, sin embargo, se necesita más potencia de procesamiento.
- 15
- En algunas realizaciones de la presente invención, la interpolación comprende realizar una transformación rígida.
- En algunas realizaciones de la presente invención, la interpolación comprende realizar una transformación lineal.
- En algunas realizaciones de la presente invención, la interpolación comprende realizar una transformación no lineal.
- 20
- En algunas realizaciones de la presente invención, la interpolación comprende realizar una transformación lineal y transformaciones no lineales.
- En algunas realizaciones de la presente invención, la transformación comprende traslación y rotación.
- En algunas realizaciones de la presente invención, la interpolación se realiza con respecto a los dientes presentes dentro del intervalo de puntos de datos conocidos de, al menos, la primera y la segunda configuraciones de mordida.
- 25
- Si un diente está presente a lo largo de la trayectoria de la interpolación, entonces la interpolación será una traslación y/o rotación no lineal. Dicho de otro modo, si durante la interpolación se detecta que los dientes colisionarán, es decir, esas áreas de las representaciones 3D se solaparán, lo cual sería imposible en el mundo físico, entonces la interpolación moverá las mandíbulas de modo que se evite el solapamiento con el fin de asegurar un contacto adecuado.
- Según la presente invención, el procedimiento además comprende:
- 30
- detectar áreas solapadas de los dientes de la representación 3D de la mandíbula superior del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente durante la interpolación, y
  - separar la representación 3D de la mandíbula superior del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente hasta que no se detecten áreas solapadas.
- Tener en cuenta las áreas solapadas al realizar la interpolación proporciona una mejor estimación del movimiento del contacto oclusal y, por consiguiente, un mejor ajuste del componente dental diseñado.
- 35
- De manera similar, se puede detectar si no hay contacto oclusal en absoluto entre las representaciones 3D de las mandíbulas durante la interpolación.
- Por consiguiente, en una realización, que no es parte de la presente invención, el procedimiento además comprende
- 40
- detectar áreas sin contacto entre los dientes de la representación 3D de la mandíbula superior del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente durante la interpolación, y
  - juntar la representación 3D de la mandíbula superior del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente hasta que se detecta, al menos, un área de contacto.
- Separar o juntar entre sí las mandíbulas respectivas puede hacerse de forma lineal. Sin embargo, las mandíbulas también se pueden cerrar (juntar) o abrir (separar) en un movimiento de rotación. Esto se puede hacer alrededor de un eje de rotación por defecto establecido por el sistema o el usuario. Sin embargo, también se puede hacer en base a un modelo físico/biológico a fin de obtener una exactitud aún mayor en el movimiento del contacto oclusal determinado.
- 45

En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente comprende:

- protrusión;
- retrusión;
- 5 - laterotrusión;
- latero re-surtrusión;
- mediotrusión; y/o
- desplazamiento lateral inmediato.

10 En una realización, que no es parte de la presente invención, el movimiento del contacto oclusal se reproduce en el orden en que fue determinado. Por ejemplo, si el movimiento del contacto oclusal se ha determinado tomando primero las representaciones 3D laterales de los registros de mordida, seguido de la representación 3D del registro de mordida tomada durante la protrusión y finalmente las representaciones 3D de los registros de mordida tomadas durante la retrusión, el movimiento del contacto oclusal se reproducirá en esa misma secuencia. Esto aumenta la exactitud del movimiento del contacto oclusal ya que el movimiento puede ser ligeramente diferente si se reproduce al revés debido a la anatomía, como por ejemplo, el movimiento muscular, la configuración de la mandíbula, etc.

15 Sin embargo, en algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, el riesgo de perder la mayor exactitud puede ser aceptable a cambio de poder reproducir el movimiento del contacto oclusal en cualquier orden y dirección.

En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, determinar el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente comprende determinar las posiciones extremas de los movimientos de las mandíbulas.

20 En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, al menos una de las representaciones 3D proporciona restricciones para el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente.

En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, el procedimiento comprende indicar qué articulaciones/movimientos de las mandíbulas se deben a las configuraciones de mordida registradas y qué articulaciones/movimientos de las mandíbulas se deben al movimiento del contacto oclusal determinado.

25 En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, las configuraciones de mordida comprenden:

- una mordida cerrada con contacto entre al menos algunos de los dientes superiores e inferiores;
- una mordida burlona/sesgada en el lado izquierdo;
- una mordida burlona/sesgada en el lado derecho; y/o
- una mordida donde los dientes y las mandíbulas están en oclusión estática.

30 En algunas realizaciones, que no forman parte de la presente invención, las configuraciones de mordida comprenden uno o más registros interoclusales, donde los registros interoclusales comprenden:

- relación céntrica y/o intercuspidación máxima;
- lateral derecho;
- lateral izquierdo; y/o

35 - protrusión;

En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, al menos una de las configuraciones de mordida comprende una posición extrema de los movimientos de las mandíbulas.

En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, las configuraciones de mordida comprenden: - la laterotrusión máxima;

- 40
- la mediotrusión máxima;
  - el desplazamiento lateral máximo inmediato;
  - la latero re-surtrusión máxima;

- la protrusión máxima del paciente; y/o

- la retrusión máxima del paciente.

En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, el componente dental está diseñado para el paciente en base al movimiento del contacto oclusal determinado de las mandíbulas del paciente.

- 5 En algunas realizaciones, que no son parte de la presente invención, el procedimiento comprende que durante el diseño del componente dental, un operario tiene la opción de cambiar entre la vista/visualización de las articulaciones/movimientos de las mandíbulas que se deben a las configuraciones de mordida registradas.

En algunas realizaciones de la presente invención, el componente dental es una recuperación dental o un aparato ortodóntico.

- 10 En algunas realizaciones de la presente invención, la recuperación dental puede ser una corona, un tope, un puente, una dentadura completa, una dentadura parcial extraíble, una incrustación inlay, una incrustación onlay, etc.

En algunas realizaciones de la presente invención, el aparato ortodóntico puede ser una abrazadera, un alineador, un retenedor, etc.

- 15 En algunas realizaciones de la presente invención, las representaciones 3D pueden obtenerse mediante el escaneo de los dientes del paciente de forma intraoral y/o mediante el escaneo de impresiones físicas de los dientes del paciente y/o mediante el escaneo de modelos físicos de los dientes del paciente.

En algunas realizaciones de la presente invención, la representación 3D puede obtenerse mediante la obtención de un escaneo 3D.

- 20 En algunas realizaciones de la presente invención, el escaneo 3D puede ser un escaneo intraoral de, al menos, parte del conjunto de dientes del paciente, un escaneo de, al menos, parte de una impresión del conjunto de dientes del paciente y/o un escaneo de, al menos, parte de un modelo físico del conjunto de dientes del paciente.

En algunas realizaciones de la presente invención, el escaneo 3D puede realizarse por medio de un escáner de luz láser, escáner LED, escáner de luz blanca, escáner de fluorescencia, escáner de sonda, escáner de rayos X y/o TC.

- 25 Además, un producto de programa informático que comprende medio de código de programa para hacer que un sistema de procesamiento de datos realice el procedimiento según una cualquiera de las realizaciones se describe en el presente documento, cuando dicho medio de código de programa se ejecutan en el sistema de procesamiento de datos, y un producto de programa informático, que comprende un medio legible por ordenador que tiene almacenado allí en el medio de código de programa.

- 30 Además, se describe un medio legible por ordenador no transitorio que almacena en el mismo un programa informático, donde dicho programa informático está configurado para producir el diseño digital asistido por ordenador de un componente dental para un paciente, y comprende:

- obtener una representación 3D de la mandíbula superior del paciente;

- obtener una representación 3D de la mandíbula inferior del paciente;

- 35 - obtener al menos una primera representación 3D de una primera configuración de mordida de las mandíbulas del paciente en una primera oclusión y una segunda representación 3D de una segunda configuración de mordida de las mandíbulas del paciente en una segunda oclusión diferente de la primera oclusión;

- determinar digitalmente un movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente entre sí en base a, al menos, la primera representación 3D, la segunda representación 3D y el contacto entre la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente; y

- 40 - diseñar digitalmente el componente dental en base al movimiento del contacto oclusal de la mandíbula del paciente entre sí.

### **Breve descripción de los dibujos**

- 45 Los objetivos, características y ventajas anteriores y/o adicionales de la presente invención, se van a dilucidar a continuación a través de la siguiente descripción detallada ilustrativa y no limitante de las realizaciones de la presente invención, en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un procedimiento para diseñar digitalmente un componente dental para un paciente.

La figura 2 muestra ejemplos de diferentes configuraciones de mordida.

La figura 3 muestra una realización de la invención en la que el movimiento del contacto oclusal se determina mediante interpolación.

5 La figura 4 y 5 ilustra además cómo corregir la colisión dental y los huecos durante la interpolación en una realización de la invención.

La figura 6 muestra una realización de cómo se utiliza el movimiento del contacto oclusal para diseñar un componente dental, tal como una restauración.

**Descripción detallada**

10 En la siguiente descripción, se hace referencia a las figuras adjuntas, que muestran a modo de ilustración cómo puede ponerse en práctica la invención.

La figura 1 muestra un ejemplo de un diagrama de flujo de un procedimiento para diseñar digitalmente un componente dental para un paciente.

En la etapa 101 se obtiene una representación 3D de la mandíbula superior del paciente.

En la etapa 102 se obtiene una representación 3D de la mandíbula inferior del paciente.

15 En la etapa 103 se obtiene, al menos, una primera representación 3D de una primera configuración de mordida de las mandíbulas del paciente y una segunda representación 3D de una segunda configuración de mordida de las mandíbulas del paciente.

En la etapa 104, el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente entre sí se determina digitalmente en base a, al menos, la primera representación 3D y la segunda representación 3D.

20 En la etapa 105, el componente dental se diseña digitalmente en base al movimiento del contacto oclusal de la mandíbula del paciente entre sí.

La figura 2 muestra ejemplos de diferentes configuraciones de mordida.

La fig. 2a) muestra una configuración de mordida 200 donde la mandíbula superior 201 del paciente y la mandíbula inferior 202 están en oclusión estática.

25 La fig. 2b) muestra una configuración de mordida 200 donde el canino 203 en el lado derecho de la mandíbula superior 201 del paciente está en contacto con el canino 204 en el lado derecho de la mandíbula inferior 202 del paciente.

La fig. 2c) muestra una configuración de mordida 200 donde el borde incisal 205 de los dientes anteriores 206 en la mandíbula superior 201 está en contacto con el borde incisal 207 de los dientes anteriores 208 en la mandíbula inferior 202.

30 La fig. 2d) muestra una configuración de mordida 200 con una protrusión más alejada y un poco de laterotrusión de las mandíbulas 201, 202.

La fig. 2e) muestra una configuración de mordida 200 también con una protrusión más alejada y un poco de laterotrusión de las mandíbulas 201, 202, pero donde la laterotrusión es diferente de la fig. 2d).

La fig. 2f) muestra una configuración de mordida 200 con una fuerte retrusión de las mandíbulas 201, 202.

35 La figura 3 muestra esquemáticamente una realización donde se han obtenido cinco representaciones 3D de diferentes configuraciones de mordida 300, 301, 302, 303, 304 en las oclusiones respectivas y el movimiento de las mandíbulas entre sí se determina mediante interpolación entre las mismas.

40 Tenga en cuenta, en particular al leer la descripción con respecto a las figuras 3, 4 y 5, que al analizar la dirección del movimiento, en particular de derecha e izquierda, es con respecto al paciente. Sin embargo, las imágenes se presentan como un observador ante el paciente. Por consiguiente, lo que queda es izquierda para el paciente será derecha para el observador y viceversa.

El movimiento determinado en esta realización es el movimiento de masticación natural del paciente. Aunque un número mayor de configuraciones de mordida permitirá que el movimiento se determine con mayor exactitud que el movimiento natural, es posible obtenerlo de forma razonable con tan solo cinco configuraciones de mordida.

Se obtiene la configuración de mordida donde el maxilar 310 y la mandíbula 311 están en oclusión céntrica 300. Esta es la mordida natural del paciente. Típicamente, esta es también la posición donde los dientes están en contacto oclusal máximo.

5 El movimiento lateral de la mandíbula cuando está en oclusión puede determinarse utilizando la oclusión céntrica junto con una configuración de mordida lateral izquierda 302 en la que la mandíbula del paciente se mueve hacia la izquierda y una configuración de mordida lateral derecha 301 en la que la mandíbula del paciente se mueve hacia la derecha.

El movimiento lateral se determina, a continuación, por interpolación entre la configuración de mordida lateral derecha 301 y la oclusión central 300, y entre la oclusión central 300 y la configuración de mordida lateral izquierda 302.

10 La interpolación puede ser lineal; sin embargo, típicamente el movimiento de los arcos dentales define un movimiento curvilíneo. Por consiguiente, el movimiento lateral se puede determinar por interpolación a lo largo de una línea lateral curva 305. Las trayectorias/curvas de interpolación 305, 308, 312 definen preferiblemente un movimiento promedio derivado de los movimientos típicos de la mandíbula de los pacientes.

15 A medida que el sistema interpola, puede verificar el contacto oclusal entre los dientes de la mandíbula y el maxilar. Si el sistema encuentra que los dientes del maxilar superior y la mandíbula se solapan si se mueven a lo largo de la línea lateral, abrirá las mandíbulas de modo que los dientes se mantengan en contacto pero no se solapen. De manera similar, si el sistema encuentra que no hay contactos entre los dientes, por ejemplo, la mandíbula está abierta, cerrará el maxilar y la mandíbula hasta que se produzca el contacto. Esto se ilustrará más adelante en las figuras 4a-4c y 5a-5c.

20 La apertura y el cierre de las mandíbulas puede ser un movimiento lineal, sin embargo, también puede ser una rotación alrededor de un eje por defecto. El eje por defecto puede ser establecido por defecto por el ordenador, establecido por el usuario, o determinado de otra manera.

Por lo tanto, a medida que el sistema interpola entre las configuraciones de mordida a lo largo de la línea lateral curva 305 mientras se mantiene el contacto oclusal, se determina el movimiento lateral 306.

25 De manera similar, la retrusión 307, que es el movimiento hacia atrás desde la oclusión céntrica a una configuración de mordida posterior 303 donde se retrae la mandíbula, se puede determinar por interpolación como se ha descrito anteriormente a lo largo de una curva de retrusión 308.

Y en otra forma similar, la protrusión 309, que es el movimiento hacia delante de la mandíbula en relación con el maxilar desde la oclusión céntrica a una configuración de mordida frontal 304, también se puede determinar por interpolación como se ha descrito a lo largo de una curva de protrusión 312.

30 Según se puede entender, los movimientos oclusales determinados, ya sean laterales, retrusivos o protrusivos, pueden desviarse de las líneas de interpolación. Sin embargo, pasarán por los puntos respectivos que representan cada representación 3D de una configuración de mordida, ya que estas posiciones son bien conocidas.

Para mayor exactitud, se pueden obtener representaciones 3D de configuraciones de mordida adicionales, lo cual también se ha mencionado anteriormente.

35 Con respecto a las figuras 4 y 5, a continuación se analizará aún más cómo el procedimiento tiene en cuenta los solapamientos y los huecos durante la interpolación.

La figura 4a muestra la representación 3D de una configuración de mordida donde la representación 3D de la mandíbula superior 310 del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior 311 del paciente están en oclusión central 300.

40 La figura 4b muestra el movimiento específico del paciente real, donde la mandíbula inferior 311 se mueve en una dirección lateral derecha tal como indica la flecha. La figura 4b muestra una configuración de la mandíbula superior e inferior durante el movimiento lateral entre la oclusión central y la configuración de mordida lateral derecha 301. El movimiento se realiza manteniendo al menos un punto de contacto entre los dientes de la mandíbula superior e inferior. Los puntos de contacto pueden no estar necesariamente presentes en la sección transversal mostrada, pero pueden producirse entre otros dientes en el primer modelo de dientes 3D. Sin embargo, en el caso actual, un punto de contacto 350 está presente entre dos molares 337 y 327.

45 Posteriormente, la mandíbula inferior 311 se mueve en la dirección lateral izquierda desde la oclusión céntrica 300 tal como se muestra en la fig. 4c hacia la configuración de mordida lateral izquierda 302. Similar a la fig. 4b, la figura 4c muestra una posición relativa de la mandíbula superior e inferior donde hay un punto de contacto 351 presente entre los dos molares 317 y 347.

50 Las figuras 4a, 4b y 4c muestran posiciones relativas representativas de la mandíbula superior e inferior durante el movimiento específico del paciente real. Podrían realizarse otras vistas en sección de este tipo en otras áreas en otros puntos durante el movimiento lateral o incluso durante otro movimiento, tal como protrusión o retrusión.

Sin embargo, según se mostrará en las figuras 5a, 5b y 5c, la corrección puede ser necesaria al determinar el movimiento específico del paciente, es decir, el movimiento del contacto oclusal usando interpolación.

La figura 5a muestra la configuración de mordida en la que la mandíbula superior e inferior están en oclusión central 300. Esto es idéntico a la figura 4a ya que se registró en esa posición.

5 Sin embargo, cuando se interpola entre la configuración de mordida de oclusión céntrica y la configuración de mordida lateral derecha 301, se detecta un solapamiento 352 en los molares 327 y 337, tal como se muestra en la figura 5b, que corresponde a la posición mostrada en la figura 4b. Por consiguiente, para compensar esto, las mandíbulas se separan hasta que el área de solapamiento desaparece, pero solo en la medida en que todavía exista un contacto oclusal.

10 De manera similar a la que se muestra en la figura 5c, que corresponde a la posición en la figura 4c, la interpolación da como resultado que no haya contacto entre la mandíbula superior e inferior. Por consiguiente, las mandíbulas se juntan hasta que se obtiene el contacto oclusal, aunque no tanto como para que las representaciones 3D se solapen.

Con respecto a la figura 6, se describe cómo se puede utilizar el movimiento del contacto oclusal para diseñar el componente dental. Se genera una superficie de rastreo 600 rastreando los cúspides de un diente 601 del primer modelo de dientes 3D a medida que sigue el movimiento del contacto oclusal 602.

15 La superficie de rastreo se puede utilizar como referencia para diseñar el componente dental. Por ejemplo, la superficie de rastreo 600 puede usarse como una superficie de corte para cortar el componente dental si penetra en la superficie de rastreo y, de este modo, bloquear el movimiento del contacto oclusal específico del paciente real que debe realizar el paciente.

20 Aunque solo se muestra con un diente 601 en la figura 5, la superficie de rastreo es típicamente una suma de las líneas o superficies de rastreo de cada diente en las mandíbulas respectivas.

Aunque algunas realizaciones se han descrito y mostrado en detalle, la invención no está restringida a ellas, sino que también puede realizarse de otras maneras dentro del alcance de la materia objeto definida en las reivindicaciones siguientes. En particular, se ha de entender que pueden utilizarse otras realizaciones y que pueden realizarse modificaciones estructurales y funcionales sin apartarse del alcance de la presente invención.

25 En las reivindicaciones del dispositivo que enumeran varios medios, varios de estos medios pueden realizarse por uno y el mismo elemento de hardware. El mero hecho de que ciertas medidas se mencionen en reivindicaciones dependientes mutuamente diferentes o se describan en diferentes realizaciones no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse ventajosamente.

30 Una reivindicación puede referirse a cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y se entiende que "cualquiera" significa "cualquiera o más" de las reivindicaciones precedentes.

Debe hacerse hincapié en que el término "comprende/comprendiendo" cuando se usa en esta memoria descriptiva se toma para especificar la presencia de características, números enteros, etapas o componentes indicados, pero no excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, componentes o grupos de los mismos.

35 Las características del procedimiento descrito anteriormente y en los párrafos siguientes pueden implementarse en un software y llevarse a cabo en un sistema de procesamiento de datos u otros medios de procesamiento originados por la ejecución de instrucciones ejecutables por ordenador. Las instrucciones pueden ser medios de código de programa cargados en una memoria, tal como una memoria RAM, desde un medio de almacenamiento o desde otro ordenador a través de una red informática. De forma alternativa, las características descritas pueden implementarse mediante circuitería cableada en lugar de software o en combinación con software.

40

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento implementado por ordenador para diseñar un componente dental (203, 204, 206, 208) en forma de una recuperación dental o un aparato ortodóntico para un paciente, en el que el procedimiento comprende:
- (i) obtener una representación 3D de la mandíbula superior del paciente (201);
- 5 (ii) obtener una representación 3D de la mandíbula inferior del paciente (202);
- (iii) obtener al menos una primera representación 3D de una primera configuración de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente (201, 202) en una primera oclusión (300) y una segunda representación 3D de una segunda configuración de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente en una segunda oclusión (300) diferente de la primera oclusión;
- 10 (iv) determinar digitalmente un movimiento del contacto oclusal (602) de las mandíbulas del paciente entre sí en base a, al menos, la primera representación 3D, la segunda representación 3D y el contacto entre la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente;
- mediante lo cual
- la determinación digital del movimiento del contacto oclusal (602) de las mandíbulas del paciente (201, 202) entre sí
- 15 comprende:
- interpolar el movimiento entre las configuraciones de mordida medidas,
  - detectar áreas solapadas de los dientes de la representación 3D de la mandíbula superior del paciente (201) y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente (202) durante la interpolación, y
  - separar la representación 3D de la mandíbula superior del paciente (201) y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente (202) hasta que no se detecten áreas solapadas; y
- 20 (v) diseñar digitalmente el componente dental en base al movimiento del contacto oclusal de la mandíbula del paciente entre sí.
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, en el que la determinación digital del movimiento del contacto oclusal (602) comprende una secuencia consecutiva de, al menos, dos representaciones 3D de configuraciones de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente (201, 202) en las respectivas oclusiones.
- 25 3. El procedimiento según la reivindicación 2, en el que el procedimiento además comprende obtener la secuencia consecutiva de, al menos, dos representaciones 3D de configuraciones de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente (201, 202) en las oclusiones respectivas utilizando un escáner intraoral.
4. El procedimiento según la reivindicación 2 o 3, en el que el procedimiento además comprende que las representaciones 3D de configuraciones de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) se registran como una secuencia consecutiva de tramas.
- 30 5. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la interpolación comprende realizar una transformación rígida, una transformación lineal, una transformación no lineal y/o una combinación de transformaciones lineales y no lineales.
6. El procedimiento según la reivindicación 5, en el que la transformación comprende traslación y rotación.
- 35 7. El procedimiento según la reivindicación 1, 5 o 6, en el que la interpolación se realiza con respecto a los dientes presentes dentro del intervalo de puntos de datos conocidos de, al menos, la primera y la segunda configuraciones de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304).
8. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el procedimiento además comprende obtener una tercera representación 3D de una tercera configuración de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente (201, 202).
- 40 9. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el procedimiento comprende alinear digitalmente al menos la representación 3D de la mandíbula superior (201), la representación 3D de la mandíbula inferior (202), la primera representación 3D de la primera configuración de mordida y la segunda representación 3D de la configuración de segunda mordida.
- 45 10. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que al menos una de las representaciones 3D proporciona restricciones para el movimiento del contacto oclusal (602) de las mandíbulas del paciente (201, 202).

11. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el procedimiento comprende indicar qué movimientos de las mandíbulas (201, 202) son debidos a las configuraciones de mordida registradas (200, 300, 301, 302, 303, 304) y qué movimientos de las mandíbulas son debidos al movimiento del contacto oclusal determinado (602).
- 5 12. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en el que el movimiento del contacto oclusal se reproduce en el orden en que fue determinado.
13. El procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que el movimiento del contacto oclusal define una referencia que se utiliza como una guía de diseño cuando se diseña el componente dental.
14. El procedimiento según la reivindicación 13, en el que la, al menos una, superficie de contacto se proporciona entre el componente dental y la referencia.
- 10 15. El procedimiento según la reivindicación 13 o 14, en el que el movimiento del contacto oclusal define una superficie de rastreo que se utiliza como una guía de diseño cuando se diseña el componente dental.
16. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que la superficie de rastreo se utiliza como un plano de corte para recortar el componente dental.
- 15 17. El procedimiento según la reivindicación 15, en el que al menos una parte del componente dental encaja a presión en la superficie de rastreo.
18. Un sistema para llevar a cabo el procedimiento de la reivindicación 1 para diseñar un componente dental en forma de una recuperación dental o un aparato ortodóntico para un paciente, en el que el sistema comprende:
- medio para obtener una representación 3D de la mandíbula superior del paciente (201);
  - medio para obtener una representación 3D de la mandíbula inferior del paciente (202);
  - 20 - medio para obtener al menos una primera representación 3D de una primera configuración de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente (201, 202) en una primera oclusión y una segunda representación 3D de una segunda configuración de mordida (200, 300, 301, 302, 303, 304) de las mandíbulas del paciente en una segunda oclusión diferente de la primera oclusión;
  - 25 - medio para determinar digitalmente un movimiento del contacto oclusal (602) de las mandíbulas del paciente (201, 202) entre sí en base a, al menos, la primera representación 3D, la segunda representación 3D y el contacto entre la mandíbula superior y la mandíbula inferior del paciente; y
  - medio para determinar digitalmente el movimiento del contacto oclusal de las mandíbulas del paciente (201, 202) entre sí comprende la interpolación del movimiento entre las configuraciones de mordida medidas,
  - 30 - medio para detectar áreas solapadas de los dientes de la representación 3D de la mandíbula superior del paciente (201) y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente (202) durante la interpolación,
  - medio para separar la representación 3D de la mandíbula superior del paciente y la representación 3D de la mandíbula inferior del paciente hasta que no se detecten áreas solapadas; y
  - medio para diseñar digitalmente el componente dental en base al movimiento del contacto oclusal de la mandíbula del paciente entre sí.

35

*Fig. 1*

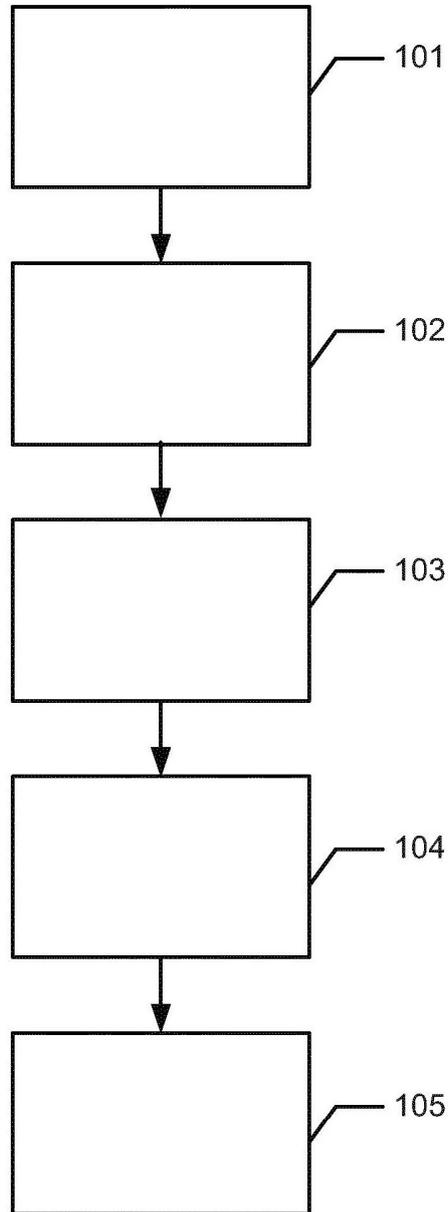


Fig. 2a)

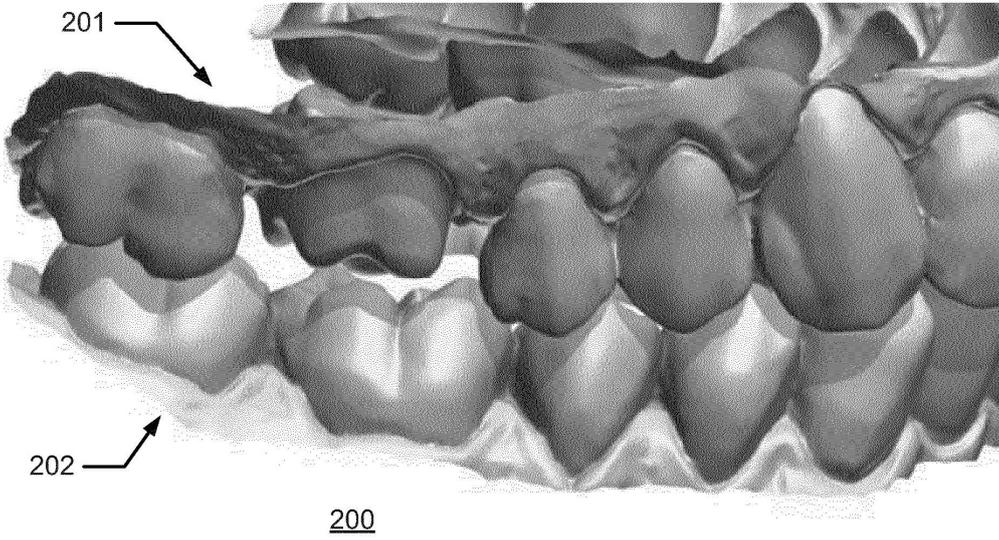


Fig. 2b)

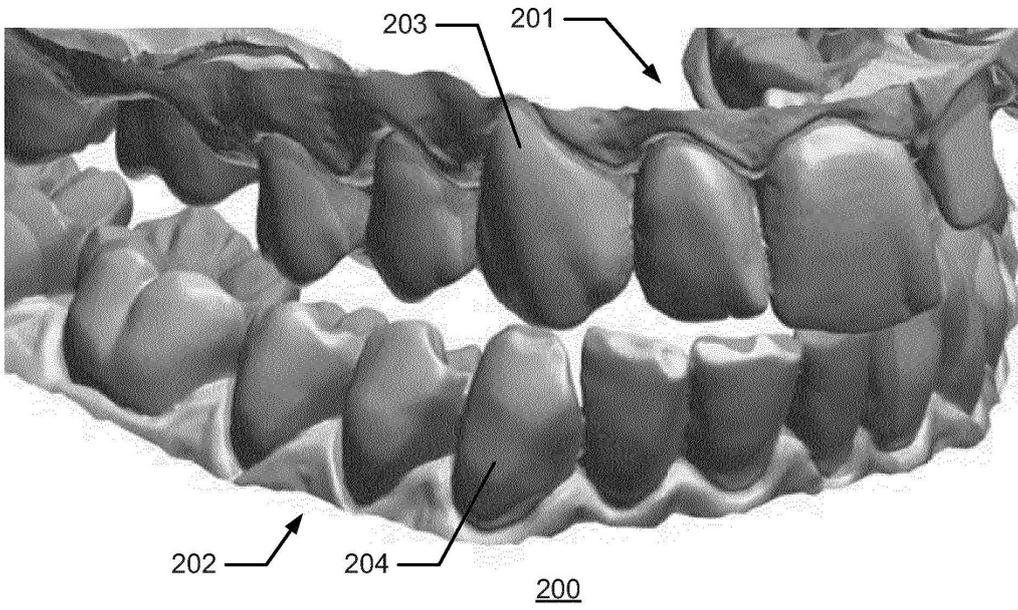


Fig. 2c)

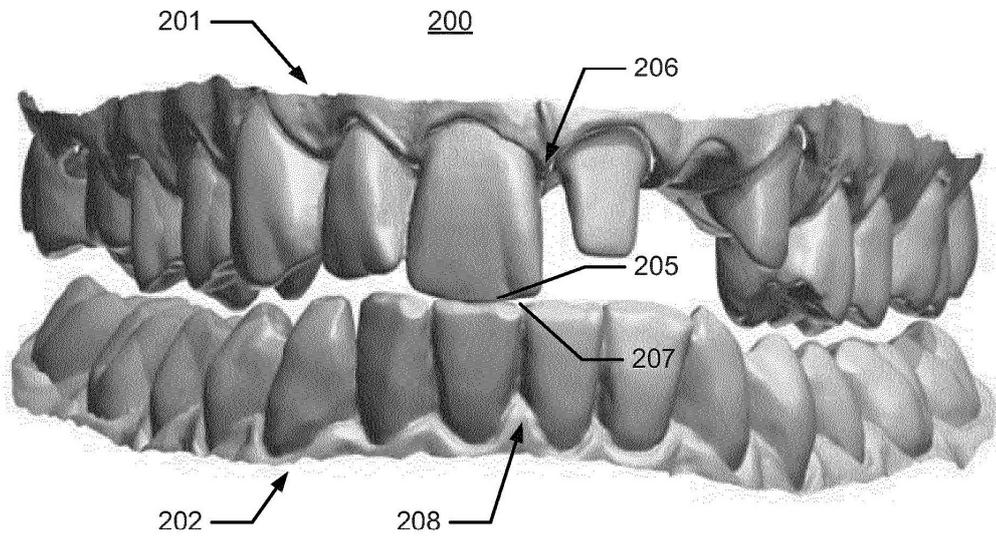


Fig. 2d)

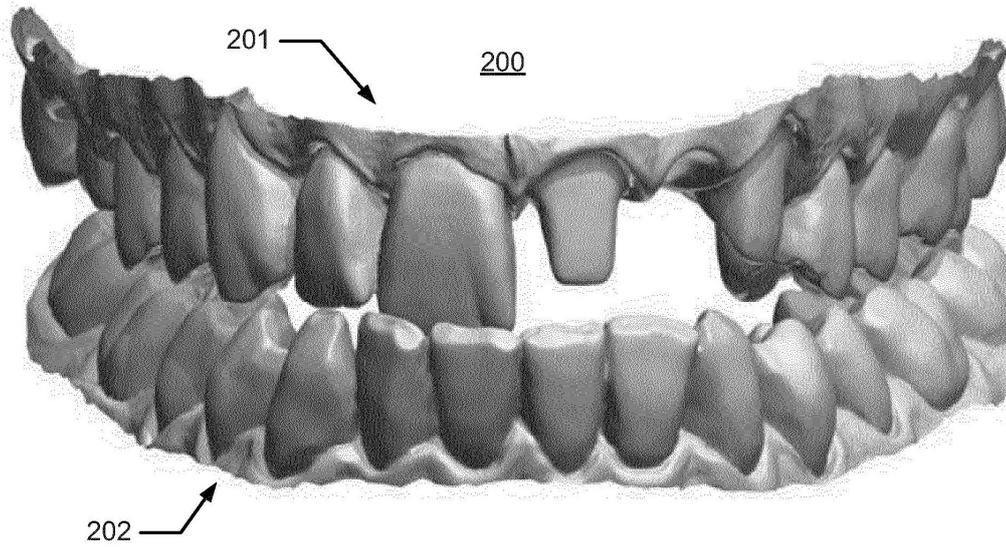


Fig. 2e)

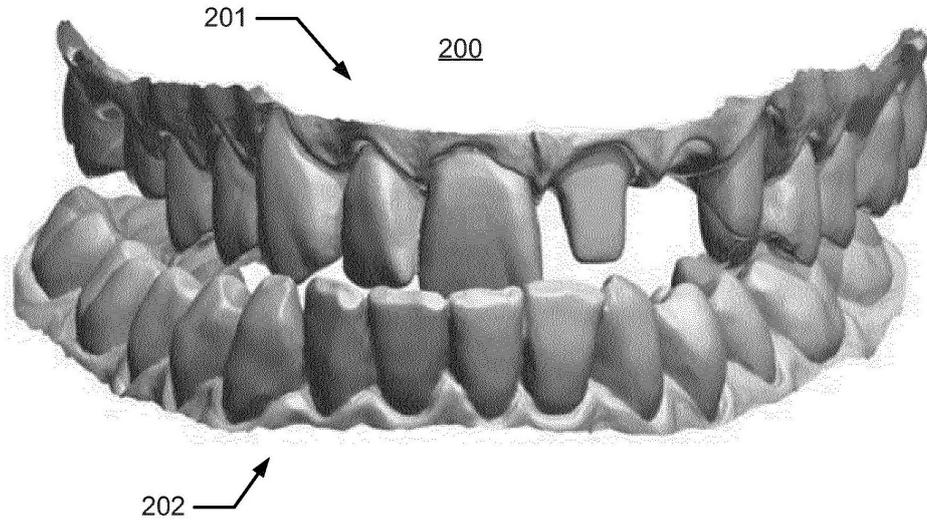
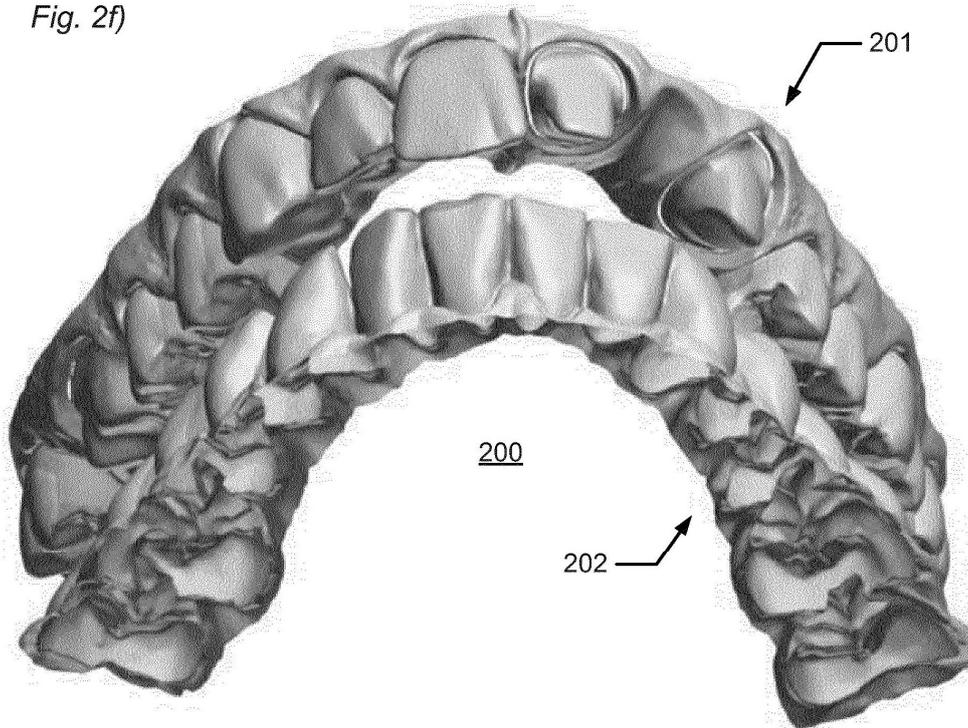


Fig. 2f)



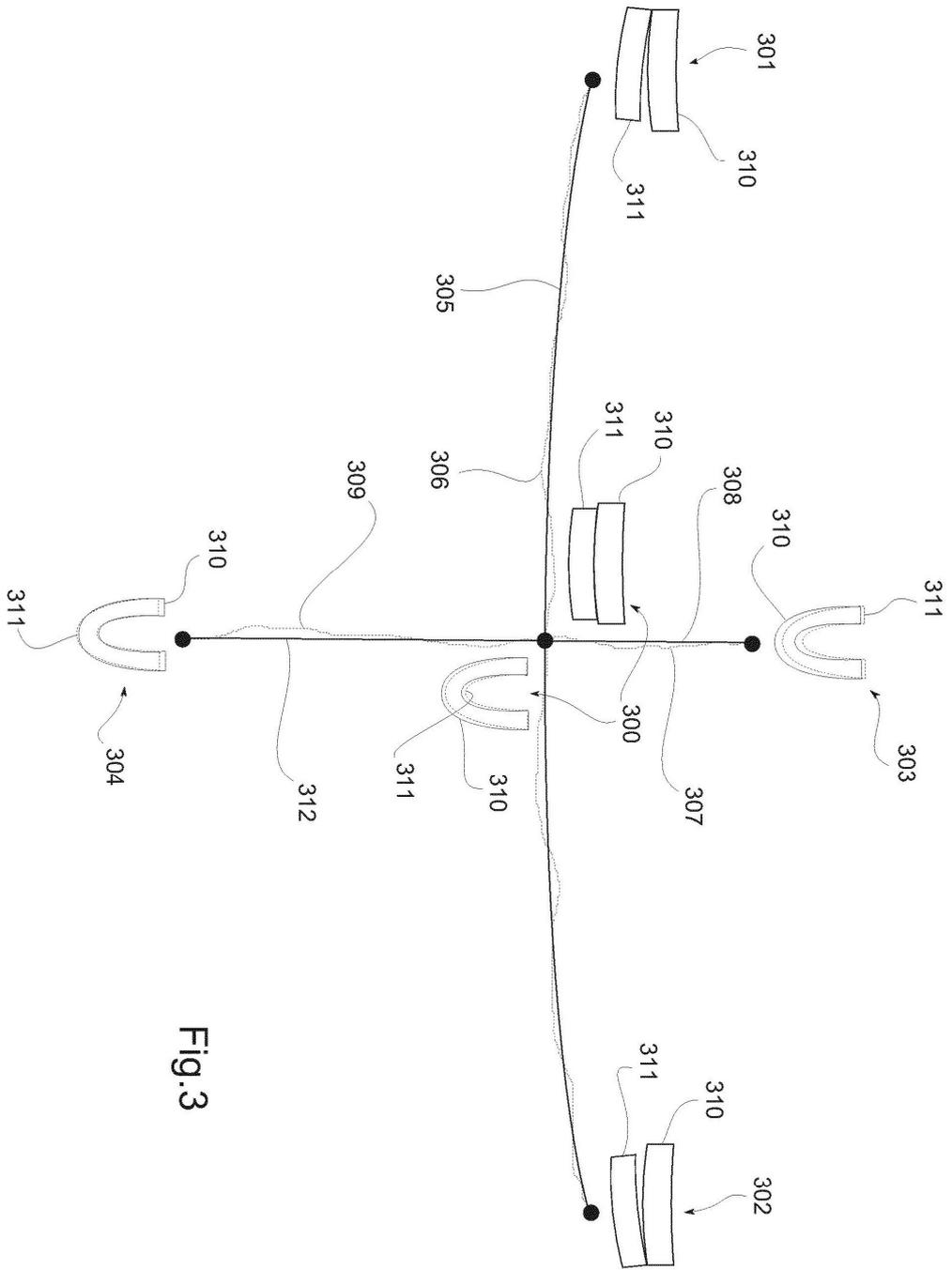


Fig. 3

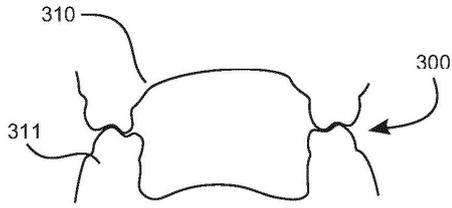


Fig. 4a

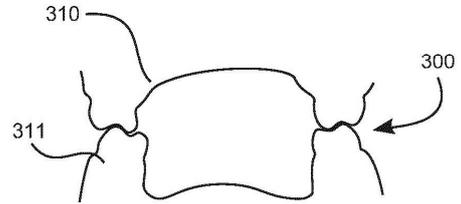


Fig. 5a

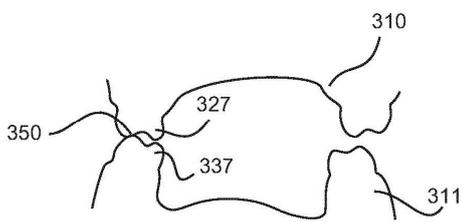


Fig. 4b

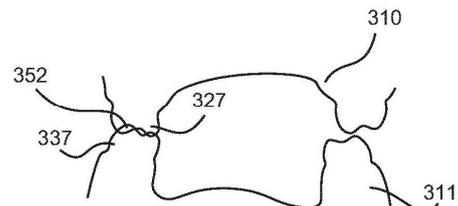


Fig. 5b

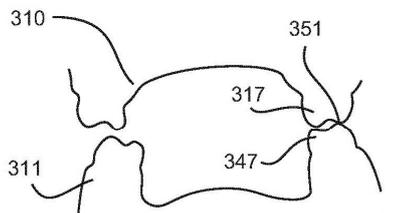


Fig. 4c

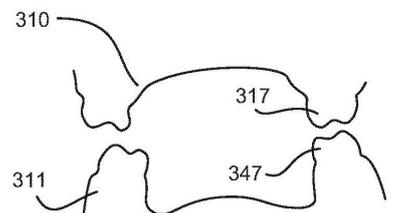


Fig. 5c

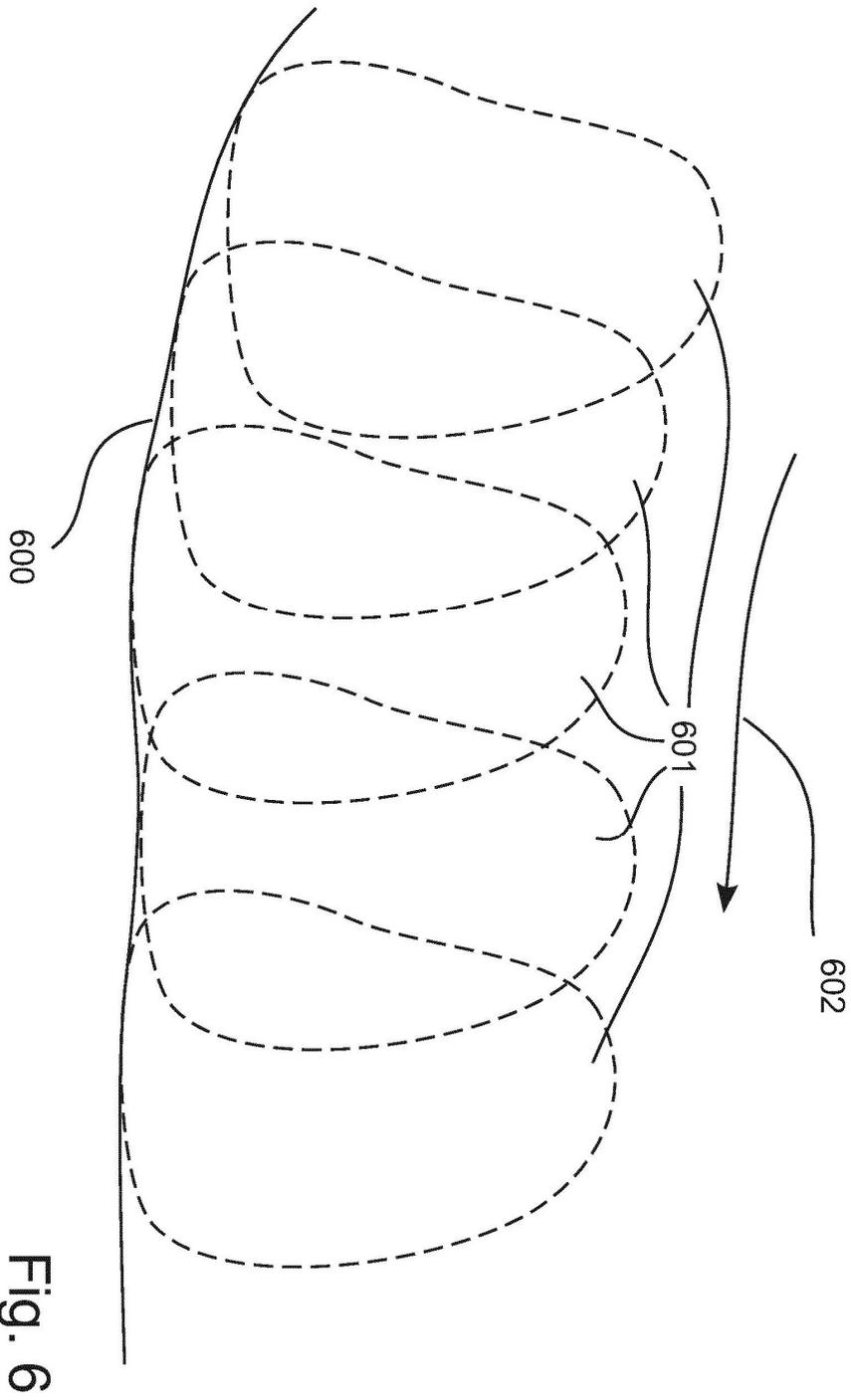


Fig. 6