

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 985 204**

51 Int. Cl.:

A61C 7/00 (2006.01)
A61C 13/00 (2006.01)
B33Y 50/02 (2015.01)
G16H 50/50 (2008.01)
A61C 9/00 (2006.01)
A61C 1/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.06.2021** **E 21382508 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024** **EP 4101417**

54 Título: **Método de diseño de un dispositivo intraoral**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
04.11.2024

73 Titular/es:

BIOTECHNOLOGY INSTITUTE, I MAS D, S.L.
(100.0%)
San Antonio 15, 5º
01005 Vitoria, ES

72 Inventor/es:

ANITUA ALDECOA, EDUARDO

74 Agente/Representante:

MOLINA CORRALECHE, Irene

ES 2 985 204 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

Método de diseño de un dispositivo intraoral

5 **Sector de la técnica**

La invención se refiere a un método de diseño de un dispositivo intraoral mediante el uso de un ordenador y un programa o software de CAD, conocido como Computer-Aided Design o en español Diseño Asistido por Computadora, en adelante CAD. Concretamente, un método para el diseño de dispositivos intraorales, tipo férula, destinados a ser colocados en la boca de un usuario para el tratamiento de diversos trastornos mandibulares como el bruxismo, la respiración oral o los ronquidos y/o la apnea del sueño entre otros.

15 **Estado de la técnica**

Actualmente se conocen diversos dispositivos intraorales o mandibulares de descarga y/o avance mandibular para tratar el bruxismo y la apnea del sueño durante las horas de sueño del paciente.

Estos dispositivos mandibulares, se fabrican a medida de las necesidades del paciente y son conocidos como férulas de descarga y/o avance mandibular. Por un lado, las férulas de descarga son dispositivos fabricados con un material no metálico, duro y rígido, que se coloca en la boca del paciente, generalmente en la arcada superior e impide poder apretar los dientes superiores contra los inferiores. Además, la férula permite que los huesos maxilares (superior e inferior) estén en la posición correcta y no ejerzan más fuerza de la conveniente durante el tiempo que esté puesta, consiguiendo relajar los músculos y evitar que se tensionen.

Por otro lado, estos dispositivos mandibulares o férulas de avance mandibular también pueden causar un ligero avance de la mandíbula inferior que evita el cierre de las vías respiratorias mientras el paciente duerme. Este dispositivo también es fabricado a medida del paciente, y se coloca dentro de la boca del paciente de manera que comprende una zona superior destinada a ser colocada en el arco dentario superior y una zona inferior destinada a ser colocada en el arco dentario inferior. Entre la zona superior y la zona inferior se conectan unos mecanismos de avance mandibular, posicionados y tensionados de manera que mantienen adelantada la zona inferior con respecto a la zona superior. Lo que provoca un ligero avance de la mandíbula con respecto al maxilar superior, en comparación con una situación de reposo en la cual ambas porciones se encontrarían una sobre otra según la mordida normal del paciente. Logrando abrir un mayor espacio en la parte posterior de la cavidad bucal y facilitando por tanto el paso de aire desde y hacia la faringe.

Los dispositivos mandibulares definidos anteriormente, son diseñados y fabricados mediante la tecnología CAD/CAM, entendiéndose por CAD (Computer-aided design o en español Diseño Asistido por Computadora) y por CAM (Computer-Aided-Manufacturing o en español Fabricación Asistida por Computadora). Tecnología muy conocida en el sector de la odontología, donde, normalmente cualquier elemento dental, como coronas, implantes, férulas, etc. se diseñan mediante CAD y se imprimen mediante CAM o impresión 3D.

El diseño de los dispositivos mandibulares o elementos dentales mediante esta tecnología CAD/CAM implementada por ordenador, se inicia con un escáner intraoral del paciente. El escáner intraoral es un sistema informático donde introducimos los datos del paciente y la prescripción protésica. Una vez rellenados los datos, un dispositivo de fibra óptica se introducirá en la boca e irá tomando imágenes de la misma hasta conseguir una imagen 3D completa. Esta imagen 3D junto con los datos forma un fichero que es derivado a un software de diseño para la adaptación personalizada de cada paciente. El diseño de los elementos dentales se realiza mediante un software de CAD.

Por ejemplo, el documento US2018303581A1 divulga sistemas y métodos para la fabricación de aparatos dentales. Dicho método comprende los pasos de recibir datos que identifican ubicaciones aproximadas de dientes individuales en un modelo dental digital tridimensional que representa una posición impresa de la dentadura de un paciente; generar modelos de componentes correspondientes a dientes individuales para cada una de las ubicaciones aproximadas identificadas, estando los modelos de componentes dispuestos en posiciones iniciales basadas en la posición impresa de la dentadura del paciente; determinar posiciones objetivo para los modelos de componentes; generar un diseño de aparato de posicionamiento de dientes basado en las posiciones objetivo determinadas para los modelos de componentes; y hacer que se fabrique un aparato de posicionamiento de dientes basado en el diseño de aparato de posicionamiento de dientes.

Actualmente, los software de diseño conocidos en el mercado de la odontología se basan en el diseño de los dispositivos mandibulares mediante la generación y modificación de unas mallas que define la boca o arcadas dentales del paciente. Entendiendo por malla un conjunto de datos que definen la superficie de la arcada del paciente en el espacio como un único elemento. Entendiendo por arcada dental el conjunto de dientes incisivos, caninos y molares que forman el arco de las mandíbulas superiores e inferiores de un paciente. Los software de diseño mencionados trabajan a partir de un espesor uniforme de la malla completa, que posteriormente enviarán a impresión 3D para finalizar con un ajuste manual.

Una vez diseñado el producto dental que se desea fabricar, se genera un archivo para enviar a la impresora dental o impresora 3D. De manera general, el proceso de impresión en 3D es el siguiente: la impresora, siguiendo las instrucciones a partir del archivo de diseño, deposita y solidifica el material. Una vez solidificada la primera capa continúa con una segunda capa y, repitiendo el mismo proceso, de tal manera que capa a capa se va conformando el objeto tridimensional diseñado previamente. Sin embargo, los objetos dentales impresos se han construido en malla con un espesor uniforme por lo que el ajuste ha de ser manual tras la impresión, modificando y eliminando las partes sobrantes del material. Un ajuste que resulta muy laborioso para la adaptación a la boca del paciente y con poco control sobre las zonas de contacto entre las arcadas. Es decir, que la férula que se genera a través de los procesos mencionados anteriormente no es ni la más precisa, ni la más confortable para el paciente.

La presente invención tiene como objetivo proporcionar un método mejorado y más preciso de diseño de un dispositivo intraoral, tipo férula, que proporcione un diseño más personalizado con una mayor comodidad para el paciente, además de minimizar los ajustes manuales tras la fabricación. Al mismo tiempo, con este método de la invención se consigue el tratamiento personalizado necesario para tratar el bruxismo, la apnea del sueño, el ronquido, la para función lingual o incluso como guías quirúrgicas.

Descripción breve de la invención

Es objeto de la presente invención un método mejorado y más preciso de diseño de dispositivos intraorales o mandibulares, tipo férula para tratar el bruxismo, la respiración oral, conocido como ronquidos, la para función lingual o la apnea del sueño entre otros. Concretamente, la realización del método de la invención se centrará en el diseño de un dispositivo intraoral, tipo férula no pretendiendo ser limitativo del método de diseño de la invención. El método de la invención se realiza mediante el uso de un software de CAD instalado en un ordenador, donde en primer lugar se abre un fichero basado en el escaneo intraoral o extraoral de los modelos anteriores del paciente. El fichero contiene los datos orales de al menos una arcada o los modelos anteriores del paciente y se transmite al software de CAD para visualizar y trabajar con al menos una arcada del paciente en forma de malla o conjunto. Una vez abierto el fichero, da comienzo el método de diseño de la invención que se caracteriza por que comprende en primer lugar un paso de segmentación de la malla de la arcada en las diferentes piezas dentales por medio de una simulación térmica. La simulación térmica consiste en asignar unos puntos de calor de una temperatura a unas piezas dentales y unos puntos de calor a otra temperatura diferente a las piezas dentales contiguas a las que comprenden puntos de calor de la primera temperatura. De esta forma, las piezas dentales contiguas comprenden puntos de calor diferentes. Una vez asignados los puntos de calor a todas las piezas dentales mediante el software de CAD se realiza una simulación térmica por conducción de manera que al no transmitirse el calor entre piezas dentales contiguas por estar a temperaturas diferentes, quedan definidas todas las piezas dentales por separado.

Una vez definidas cada pieza dental como piezas individuales, el método de la invención continúa definiendo unos vectores locales y unos centroides a cada pieza dental, ya que el diseño del dispositivo va a ser definido pieza a pieza, por lo que los vectores locales definirán las direcciones de una curva de apoyo para la generación de un contorno final del dispositivo tipo férula.

El método descrito presenta diversas ventajas como tener identificadas todas y cada una de las piezas dentales para poder satisfacer las necesidades mecánicas y de confort para cada pieza dental de cada paciente. Además de obtener un control más preciso del diseño, como poder dar espesores no uniformes a lo largo de la férula. La posibilidad de diseñar la férula alrededor de cada pieza dental de forma individual permite poder controlar y diseñar con mayor precisión las superficies de contacto entre las arcadas antagonistas y mediante el diseño controlar las fuerzas internas de la férula, para evitar cambios de mordida del paciente a futuro. En conclusión, el método de la invención permite poder diseñar y fabricar dispositivos intraorales personalizados para cada paciente de una manera más precisa.

Adicionalmente, gracias a la posibilidad de controlar la cantidad de material y espesor, también es posible adaptar los dispositivos intraorales a productos con menos material para facilitar la impresión 3D.

Descripción breve de las figuras

Los detalles de la invención se aprecian en las figuras que se acompañan, no pretendiendo éstas ser limitativas del alcance de la invención:

- La Figura 1 muestra un dispositivo intraoral (1), tipo férula diseñada y fabricada según el método de la invención.
- La Figura 2 muestra las arcadas (2, 3) de un paciente en el primer paso del método de la invención.
- La Figura 3 muestra el segundo paso del método de la invención sobre la arcada (2, 3) que se desea trabajar.
- La Figura 3a muestra otra vista de la arcada (2, 3) tras el segundo paso del método de la invención.
- La Figura 4 muestra una vista del software en el tercer paso de la invención.
- La Figura 5 muestra una vista del software para iniciar el cuarto paso de la invención.
- La Figura 6 muestra una vista del software para realizar el cuarto paso de la invención.
- La Figura 7 muestra una posible realización del método de la invención.
- La Figura 8 muestra una vista del software para la realización del quinto paso de la invención.
- La Figura 9 muestra otra posible realización del método de la invención.
- La Figura 10 muestra una vista tras el sexto paso de la invención.
- La Figura 11 muestra otra posible realización del método de la invención.
- La Figura 12 muestra otra posible realización del método de la invención.

Descripción detallada de la invención

La invención se refiere a un método mejorado y preciso para el diseño de dispositivos intraorales (1), tipo férula dental o alineadores, como la que se observa en la Figura 1. Donde los dispositivos intraorales tienen como objetivo el tratamiento odontológico, donde los más comunes son el tratamiento del bruxismo y/o la apnea del sueño. Al igual que en otros métodos de diseño, el método de la invención puede ser aplicable también al diseño de otros dispositivos intraorales que se basan en la realización de un escáner intraoral del paciente o extraoral de los modelos anteriores del paciente, el posterior diseño del dispositivo (1) mediante ordenador y tecnología de software CAD adaptada a la dentadura del paciente y por último la impresión 3D del dispositivo (1) mediante la tecnología CAM.

Un escáner intraoral se basa en crear un archivo digital en 3D de la boca del paciente y de esta manera generar trabajos sobre la misma. Por ello, para el método de la invención, inicialmente, se realiza un escáner intraoral de la boca del paciente para generar al menos un fichero con al menos una arcada (2, 3) de dientes con la que se desea trabajar. Normalmente se generan dos ficheros separando la arcada superior (2) y la arcada inferior (3) del paciente. Posteriormente, el escáner intraoral se transfiere a un programa de CAD o software de diseño mediante el fichero de la arcada (2, 3) para la que se desea configurar un diseño de dispositivo intraoral (1) tipo férula, que se adapte a las necesidades odontológicas del paciente. Como se observa en la Figura 2, cuando se abren los ficheros en el programa, se observa la arcada (2, 3) del paciente sobre la que se desea trabajar como una única pieza o malla con un espesor uniforme que viene dado por los datos de partida tal como se ha explicado anteriormente.

Sin embargo, el método de la invención se caracteriza por segmentar la arcada (2, 3) definida como una malla o conjunto de una sola pieza, en tantas partes como piezas dentales (4) se deseen discernir. La segmentación de la arcada (2, 3) mediante el software de CAD se realiza por medio de una simulación térmica, mediante la asignación de unos puntos de calor de temperaturas A y B, en las diferentes piezas dentales (4) como se observa en la Figura 3. Se asignan unos puntos de calor de diferentes temperaturas, donde se asigna unos puntos de calor de temperatura (A) a unas piezas dentales (4) y otros puntos de calor de una temperatura (B) a las piezas dentales (4) contiguas a las que comprenden los puntos de calor de temperatura (A). De manera que las piezas dentales (4) contiguas se encuentran a diferentes temperaturas. Según el software de CAD, estos puntos de calor (A, B) se visualizan de diferentes colores tal como se observa en la Figura 3.

Estos puntos de calor (A, B) tienen el objetivo de segmentar la arcada (2, 3) sobre la que se trabaja, definiendo las diferentes piezas dentales (4) de la arcada (2, 3) mediante la transmisión de calor por conducción. Concretamente se procede a la simulación térmica mediante las herramientas del software, y se observa que los puntos de calor (A, B) transmiten el calor a través de la malla hasta un punto que se encuentra definido con otra temperatura, tal como se muestra en la Figura 3a. Resumiendo, como las

piezas dentales contiguas comprenden puntos de calor (A, B) de diferente temperatura, el calor se transmite hasta donde comienza la pieza dental (4) contigua, la cual está definida con otra temperatura. En ese límite donde se deja de transmitir el calor es la frontera entre las piezas dentales (4) contiguas, que se corresponde con una zona de curvatura mínima. Las zonas de curvatura mínimas se encuentran en los espacios entre las piezas dentales (4) y las piezas dentales (4) y la encía (4a). De esta forma, se permite aislar la geometría de cada pieza dental (4) debido a que no se transmite el calor entre las diferentes piezas dentales (4).

Esta segmentación permite aislar la geometría de cada pieza dental (4) para poder diseñar el dispositivo intraoral (1) alrededor de cada pieza dental (4) individualmente de forma no uniforme según las necesidades de cada paciente. Este método permite al usuario una manipulación muy precisa del dispositivo intraoral (1) que se desea crear. Satisfaciendo las necesidades mecánicas y odontológicas de cada pieza dental (4) y proporcionando un mayor confort al paciente. De este modo, se podrá crear un diseño óptimo para tratar cualquier trastorno mandibular o dental, tipo el bruxismo, las apneas del sueño, diseños de alineadores o guías quirúrgicas.

A continuación, una vez separadas las piezas dentales (4) se les atribuye un espacio 3D estableciendo unos vectores o ejes locales (5) y unos centroides (5b) que definen las tres direcciones (x, y, z) desde el centroide (5b) de cada pieza dental (4) como se observa en la Figura 4. Por centroide (5b) se entiende, la ubicación del centro de gravedad geométrico de un cuerpo. Los ejes locales (5) de cada pieza dental (4), estarán calculados según los centroides (5b) de las piezas dentales contiguas, siendo la bisectriz entre los centroides (5b) contiguos el eje de dirección (Y) de cada pieza dental. Se entiende por bisectriz, el lugar geométrico de los puntos del plano con origen en el vértice de un ángulo y que equidistan de los lados del ángulo. Donde el vértice es el centroide (5b) de la pieza dental analizada y los lados del ángulo son las rectas que unen el centroide (5b) de la pieza dental analizada con los centroides (5b) contiguos. El eje de dirección (X) es ortogonal al eje de dirección (Y) y el eje de dirección (Z) es el mismo que el dado en los datos de partida, es decir que el eje (Z) es paralelo al eje (Z) de unos ejes generales (5a), tal como se observa en la Figura 4. Estos ejes (5) serán los encargados de definir las direcciones de un contorno (6) del dispositivo intraoral (1) alrededor de cada pieza dental (4) como se observa en la Figura 5 y 6.

A continuación, tal como se observa en la Figura 5 y 6, en la región correspondiente a cada pieza dental (4) se define una curva que servirá de apoyo para el contorno (6) final del dispositivo intraoral (1) tipo férula según el método de la invención. La superficie del contorno (6) del dispositivo intraoral (1) queda definida por una línea exterior (6a) definida por los vectores (5) y la curva de superficie de cada pieza dental (4) pudiendo ser diseñada y adaptada de forma independiente. En la siguiente Figura 6, se observa una vista de corte de una pieza dental (4) en el plano de direcciones (Y, Z). Donde la línea exterior (6a) define el contorno (6) exterior del dispositivo intraoral (1) y una línea interior (6b) define la superficie exterior de la pieza dental (4). Siendo la distancia entre la línea exterior (6a) y una línea interior (6b) la que define un espesor (6c) del contorno (6) del dispositivo intraoral (1). De esta forma, cada pieza dental (4) tendrá una curva guiadora de superficie, salvo los últimos molares que podrán rotar este plano de direcciones (Y, Z) tantos grados como se requiera para obtener el cierre del contorno (6) del dispositivo intraoral (1) como se observa en la Figura 5 y 6. Este paso permite que cada tramo que define el espesor (6c) de la curva se pueda ir adaptando y definiendo para determinar el espesor (6c) del dispositivo intraoral (1) diente por diente ajustando las distancias entre la línea exterior (6a) y la interior (6b) según las necesidades mecánicas o protésicas del paciente. Además, este paso permite controlar la superficie de contacto con el diente antagonista (40) como se observa en la Figura 6. Permitiendo generar un dispositivo intraoral (1), tipo férula, de espesor no uniforme en las diferentes zonas de la férula (1) según el diagnóstico odontológico y el tratamiento con infinitas posibilidades.

El método de la invención permite trabajar y diseñar un dispositivo intraoral (1), tipo férula, mediante geometrías independientes de las piezas dentales (4), en lugar de con una malla de la arcada (2, 3) del paciente como una única pieza. Es decir, que el método genera una superficie que no está obligada a seguir la geometría de los datos de partida. Esta segmentación y adaptación tan personalizada del contorno (6) del dispositivo intraoral (1) en cada diente (4) se logra gracias al paso anterior del método de la invención que ha convertido una malla de la arcada (2, 3) en varias piezas dentales (4) independientes.

De forma opcional, se puede incluso eliminar completamente el espesor (6c) en ciertas zonas de contacto deseadas, según criterios de diseño u odontológicos, de manera que el contacto de la arcada superior (2) con la arcada inferior (3) antagonista sea diente-férula y no férula-férula. Consiguiendo un dispositivo intraoral (1) interrumpido que aporta mayor comodidad al paciente al reducir el espesor total del dispositivo intraoral (1) colocado en la boca del paciente. Adicionalmente, en el caso en los que al paciente le falta una pieza dental (4) en una de sus arcadas, en la generación del dispositivo (1) la pieza

faltante queda rellena del material, por lo que el espesor (6c) del dispositivo (1) puede ser completamente eliminado, ya que comprende material adicional, para posteriormente realizar otras operaciones necesarias.

5 Opcionalmente, la Figura 7 muestra una posible realización del método de la invención, mediante el que es posible eliminar el espesor (6c) del contorno (6) en una zona frontal, creando un agujero (8) donde se encuentran los dientes incisivos. Este agujero (8) permite reducir la carga que soportan los incisivos, ya que el agujero (8) permite trasladar dicha carga hacia la zona de la raíz de los dientes (4). Logrando una
10 comodidad superior para el paciente y reduciendo los dolores o posibles futuros problemas dentales. Siendo éste, un ejemplo de como el método de la invención permite controlar mediante el diseño del dispositivo intraoral (1) la actuación de las fuerzas internas, evitando cambios de mordida a futuro o inducirlas si este fuera el interés del tratamiento.

15 Definidos los espesores (6c) del dispositivo intraoral (1) en cada pieza dental (4) de la arcada (2, 3), el siguiente paso del programa de CAD es generar una simulación del contorno (6) final del dispositivo intraoral (1) definido en el paso anterior en la que aparece una curva límite (7) que representa la altura del dispositivo intraoral (1) tal como se observa en la Figura 8. El siguiente paso es modificar la altura del contorno (6) final del dispositivo intraoral (1), es decir definir la altura del dispositivo intraoral (1) respecto a cada pieza dental (4) mediante el traslado de unos puntos (7a) de la curva límite (7) definida
20 como una Spline en el sector de CAD.

El ajuste de la altura se realiza trasladando unos puntos (7a) de la curva límite (7) o spline definidos en cada pieza dental (4) hasta una altura deseada, definida por una curva final (7b) tal como muestra la Figura 8. El ajuste de altura de los puntos (7a) es posible realizarlo tanto por la parte vestibular como por
25 la parte lingual (interior de la boca) para ajustar la altura del dispositivo intraoral (1) respecto los criterios o necesidades de cada paciente. La altura de la férula es recomendable que se encuentre por encima del ecuador del diente para garantizar una retención mínima cuando se coloca en la boca del paciente. De esta forma se puede definir la altura del dispositivo intraoral (1) en cada tramo de dientes o piezas dentales según los criterios o necesidades odontológicas o de tratamiento del paciente.

30 Además alternativamente, otra posible realización del método de la invención consiste en modificar la altura del dispositivo intraoral (1) en al menos una zona interproximal, definida como el espacio que se forma entre los dientes, el cual se encuentra ocupado por encía. Esta modificación consiste en trasladar los puntos (7a) de la curva límite (7) hasta una línea por debajo del ecuador del diente, generando unos cortes o unas ranuras verticales (9) para asegurar la retención del dispositivo intraoral (1) en la arcada
35 (2, 3) con una fuerza de inserción más cómoda como muestra la Figura 9.

Una vez realizado el ajuste del espesor y de altura del dispositivo intraoral (1), en cada pieza dental (4) se genera el contorno (6) final y se valida el diseño realizado en el programa de CAD. Posteriormente se
40 procede a unir todas las fracciones del dispositivo intraoral (1), es decir todas las geometrías de cada pieza dental (4), para volver a convertir el dispositivo intraoral (1) en una malla y trabajar a partir de ahora con el dispositivo intraoral (1) como un conjunto. Una vez generada la malla del dispositivo intraoral (1) diseñado, se procede a calcular la intersección de las arcadas (2, 3) con la arcada antagonista para poder definir la cantidad de material deseado en las zonas de contacto entre arcadas
45 (2, 3) según las necesidades del paciente.

Como se observa en la Figura 10, el siguiente paso del método, tras convertir el dispositivo intraoral (1) en malla, es mapear el dispositivo intraoral (1) para visualizar las zonas de contacto entre las arcadas (2, 3). Normalmente, en los software de diseño, los contactos entre arcadas (2, 3) se definen con un
50 gradiente de colores definidos con al menos tres tonalidades según el contacto o intersección de las arcada (2, 3) con la antagonista. Generalmente, el gradiente de colores es rojo- naranja- verde según el grado de intersección como muestra la Figura 10. De esta forma, se permite visualizar, en que zonas de contacto se puede reducir o aumentar la cantidad de material de las zonas de contacto molestas para el paciente, simplemente indicando las zonas y escogiendo si añadir o quitar material según criterios establecidos en las herramientas del software. Mediante este paso, se logra poder adaptar las zonas de
55 contacto del dispositivo intraoral (1) entre las arcadas dentales (2, 3) consiguiendo un adecuado ajuste oclusal sin necesidad de tener que imprimirla y moldearla mediante un ajuste manual.

Una vez adaptada la cantidad de material del dispositivo intraoral (1) a las necesidades protésicas del
60 paciente y validado el paso anterior, el penúltimo paso consiste en realizar operaciones booleanas. Las operaciones booleanas se definen como operaciones de creación de un objeto mediante la combinación de dos a través de una operación matemática, donde los dos objetos se pueden restar, unirse o intersectarse para formar el nuevo objeto. En el sector de diseño mediante CAD es una técnica utilizada en 3D, mediante planos, superficies o sólidos para obtener volúmenes desde la suma, resta o

intersección de otros volúmenes.

Opcionalmente, una posible realización del método de la invención mediante las operaciones booleanas permite generar unos alojamientos en las zonas de contacto entre arcadas, similares a unos huecos (12a) como los que se observan en la Figura 12. En el interior de los alojamientos mencionados se alojan unos botones de material resistente como el titanio o el alambre. Estos botones introducidos en el dispositivo intraoral (1) permiten reforzar las zonas donde se realizan los alojamientos y proporcionar una dureza y una resistencia mayor en los puntos de contacto o zonas de mordidas fuertes entre arcadas (2, 3). De esta forma, en lugar de añadir material o espesor al contorno (6), el dispositivo intraoral (1) obtiene mayor robustez con un menor espesor del contorno (6). De esta forma se puede controlar la rigidez del dispositivo intraoral (1) y se consigue una mordida cómoda y un dispositivo intraoral (1) resistente. Alternativamente, en los alojamientos también puede introducirse unos botones de material elástico para tratamientos que requieran de mayor flexibilidad en la mordida. Resumiendo, estas operaciones alternativas permiten ganar resistencia y flexibilidad en el diseño.

Adicionalmente, para tratamientos de la apnea del sueño, se necesita conectar unos mecanismos de avance mandibular, los cuales se encuentran fijados a los lados de las arcadas superior (2) e inferior (3) del paciente, posicionados y tensionados de manera que mantienen adelantada la arcada inferior (3) con respecto a la arcada superior (2). Otra posible realización del método de la invención permite fijar los mecanismos de avance mandibular o cualquier otro sistema de acción ortodóncica en el dispositivo intraoral (1) mediante la generación de unos salientes (12) como los que se muestran en la Figura 11 o unos huecos (12a) destinados a colocar adhesivo como se muestra en la Figura 12, para la sujeción de los salientes (12) como piezas independientes.

Otra posible operación booleana del método de diseño de la invención consiste en generar en el dispositivo (1) tipo férula unos agujeros guía en aquellas zonas de la férula donde al paciente le falte una pieza dental (4) destinados a colocar un dispositivo metálico u otro material que sirva para introducir y conducir las herramientas de fresado usadas con una guía quirúrgica por ejemplo para la colocación de un implante u otra aplicación similar.

Otra posible operación booleana del método de la invención, se basa en generar una estructura reticulada en la superficie interior del dispositivo intraoral (1). La estructura interna reticulada se crea a partir de un patrón geométrico en un plano YZ que posteriormente mediante una transformación de coordenadas curvas queda ajustado a la geometría interna del dispositivo intraoral (1). De esta forma se obtiene un dispositivo intraoral (1) con un interior irregular, con menor rigidez, con menos cantidad de material y al mismo tiempo con mayor comodidad para el paciente.

Otra posible operación booleana del método de la invención, consiste en añadir selectivamente a la férula (1) formas predefinidas salientes, como por ejemplo formas cónicas, en la parte interior de la arcada superior o inferior (2, 3) con funciones determinadas, por ejemplo educar a la lengua para que no se posicione o presiones en zonas donde no debe. Es decir que el paciente que presione o posicione la lengua contra los incisivos, note una superficie molesta, de manera que evitara esa posición. Se trata de evitar los hábitos parafuncionales que se trata de todos los movimientos mandibulares que no tienen ningún propósito funcional.

Todas estas posibilidades del método de diseño de la invención, permiten la generación de un dispositivo intraoral (1) o mandibular, preciso para el tratamiento de cada paciente y con ahorro de material, ya que todas las correcciones se hacen mediante CAD, facilitando la impresión 3D.

Por último, para finalizar con el método y uso del programa de diseño de CAD, se realiza el vaciado de las piezas dentales para observar el dispositivo intraoral (1) como se observa en la Figura 1 y se define la trayectoria de entrada-salida del dispositivo intraoral (1) colocado en la boca del paciente, donde la trayectoria puede ser irregular. En el caso de la invención, consiste en generar el negativo de la arcada (2, 3) del paciente en el dispositivo intraoral (1) para simular la entrada de la arcada (2, 3) real del paciente en el dispositivo intraoral (1), cómo se haría en gabinete mediante el odontólogo y el paciente, para que la férula (1) pueda encajar en la boca del paciente de forma fácil y cómoda.

Es recomendable también, realizar una simulación de movimiento mandibular para observar si el dispositivo intraoral (1) intersecta o consigue el tratamiento deseado. Esta simulación, permitiendo poder rectificar el diseño en caso de necesidad antes de enviar a la impresora 3D.

Terminado el diseño del dispositivo intraoral (1) mediante el programa de CAD de ordenador, se genera un archivo con todos los datos necesarios para ser enviado a la impresora 3D u otro dispositivo CAM, para la fabricación del dispositivo (1).

REIVINDICACIONES

1. Método de diseño de un dispositivo (1) intraoral, tipo férula, mediante el uso de un software de CAD, donde se abre un fichero basado en el escaneo intraoral o escaneo de los modelos anteriores de un paciente y se transmiten los datos de al menos una arcada (2, 3) del paciente en forma de malla o conjunto, donde el método de diseño se caracteriza por que comprende los pasos de:
 - segmentar la malla de la arcada (2, 3) en las diferentes piezas dentales (4) por medio de una simulación térmica mediante la asignación de unos puntos de calor de una temperatura (A) a unas piezas dentales (4) y unos puntos de calor de otra temperatura (B) a las piezas dentales (4) contiguas a las que comprenden puntos de calor de temperatura (A), de forma que las piezas dentales (4) contiguas tengan puntos de calor (A, B) diferentes,
 - definir al menos unos vectores locales (5) y centroides (5b) a cada pieza dental (4), que definirán las direcciones de una curva de apoyo de un contorno (6) final del dispositivo intraoral (1),
2. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende los pasos adicionales de;
 - modificar al menos un espesor (6c) del contorno (6) de al menos una pieza dental (4) individualmente,
 - generar una simulación del contorno (6) final del dispositivo intraoral (1), donde se genera una curva límite (7) que representa la altura del dispositivo intraoral (1) en cada pieza dental (4),
 - modificar la altura del dispositivo (1) trasladando unos puntos (7a) de la curva límite (7) definidos en cada pieza dental (4) hacia una curva final (7b) según las necesidades protésicas de tratamiento del paciente,
3. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 1, que se caracteriza por que la segmentación de la malla se realiza mediante la transmisión de calor por conducción hasta unas zonas de radios de curvatura mínimas entre las diferentes piezas dentales (4).
4. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 2, que se caracteriza por que la modificación del espesor (6c) comprende el paso adicional de ajustar la distancia entre una línea exterior (6a) y una línea interior (6b) que definen el espesor (6c) de cada pieza dental (4).
5. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 2, que se caracteriza por que la modificación del espesor (6c) comprende el paso adicional de eliminar por completo el espesor en al menos una zona de contacto, de manera que el contacto del dispositivo intraoral (1) de la arcada superior (2) con el de la arcada inferior (3) antagonista sea diente-férula y no férula-férula.
6. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 2, que se caracteriza por que la modificación del espesor (6c) permite realizar un agujero frontal (8) en la zona frontal del dispositivo intraoral (1) donde se encuentran los dientes incisivos.
7. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 2, que se caracteriza por que la modificación de la curva límite (7) que define la altura del dispositivo intraoral (1) comprende el paso adicional de trasladar los puntos (7a) de la curva límite (7) hasta una curva final (7b) por debajo del ecuador de la pieza dental (4) generando unos cortes o unas ranuras verticales (9).
8. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 1, que se caracteriza por que comprende los pasos adicionales de;
 - unir las geometrías individuales de cada pieza dental (4) del dispositivo intraoral (1) tipo férula para convertir el contorno (6) final en una malla o conjunto,
 - quitar o añadir material de la malla del contorno (6) final del dispositivo intraoral (1) tipo férula y,
 - generar el archivo con dispositivo (1) tipo férula diseñada para enviar a la impresora 3D u a otro dispositivo CAM, para la fabricación.
9. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 8, que se caracteriza por que durante el paso de añadir o quitar material en malla se realizan operaciones booleanas adicionales.
10. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 9, donde la operación booleana consiste en crear unos alojamientos donde se fijan unos botones de material resistente como

el titanio o el alambre para proporcionar una dureza y una resistencia mayor en las zonas de contacto o zonas de mordidas fuertes entre las arcadas (2, 3) dentales del paciente con un menor espesor del dispositivo (1).

- 5 11. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 9, donde la operación booleana consistente en crear unos alojamientos donde se fijan unos botones de material elástico para tratamientos que requieran de mayor flexibilidad en la mordida de la boca del paciente con un menor espesor del dispositivo intraoral (1).
- 10 12. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 9, donde la operación booleana consiste en generar en la férula (1) unos salientes (12) para fijar unos mecanismos de avance mandibular o colocar otro sistema de acción ortodóncica.
- 15 13. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 9, donde la operación booleana consiste en generar en la férula (1) unos huecos (12a) destinados a colocar adhesivo para la sujeción de los salientes (12) mencionados como piezas independientes, donde se fijan los mecanismos de avance mandibular.
- 20 14. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 9, donde la operación booleana consiste en generar en el dispositivo (1) tipo férula unos agujeros guía destinados a colocar un dispositivo metálico u otro material que sirva para conducir las herramientas de fresado usadas con una guía quirúrgica u otra aplicación similar.
- 25 15. Método de diseño de un dispositivo intraoral (1), según la reivindicación 9, donde la operación booleana consiste generar una estructura reticulada en la superficie interior del dispositivo (1) tipo férula que se crea a partir de un patrón geométrico en un plano YZ que mediante una transformación de coordenadas curvas queda ajustado a la geometría interna del dispositivo (1) tipo férula.
- 30

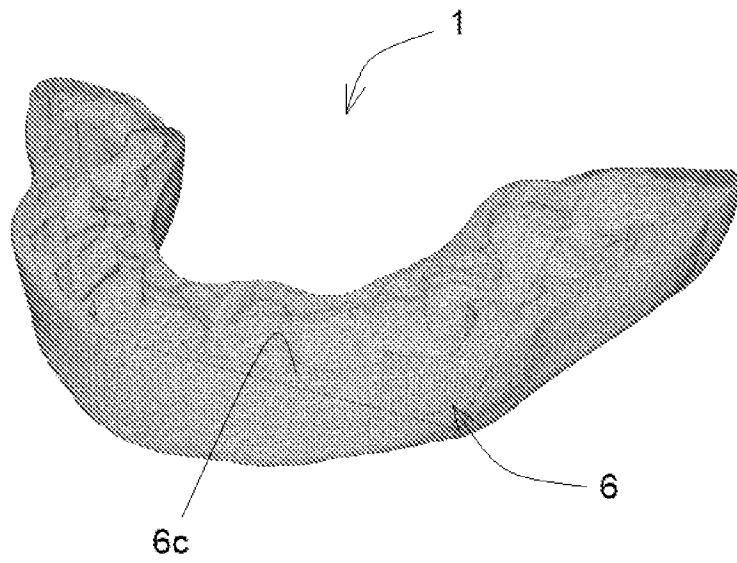


FIG.1

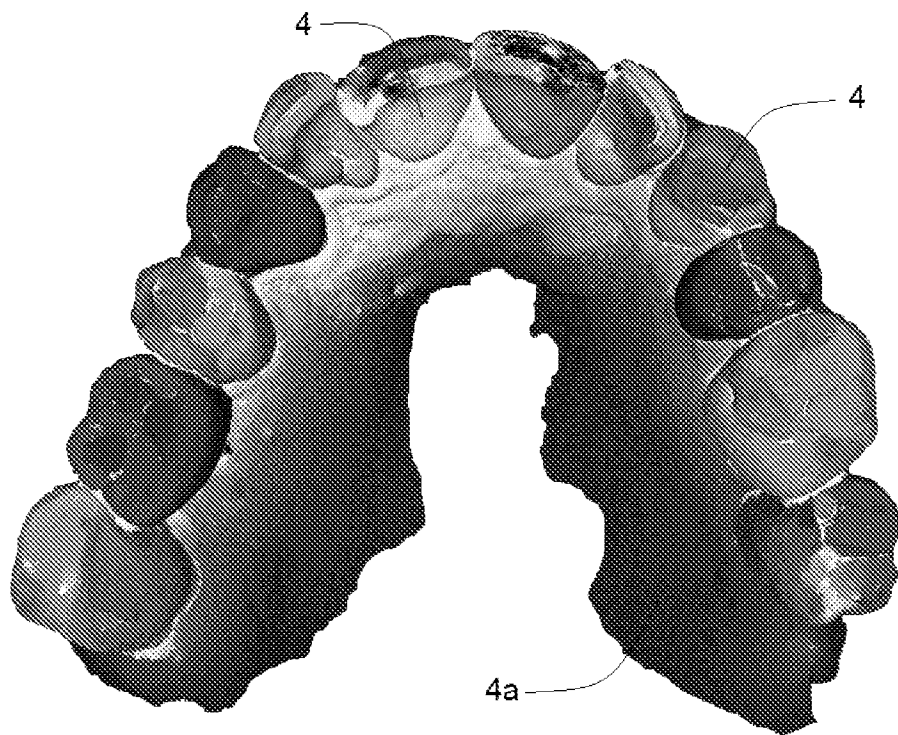


FIG.3a

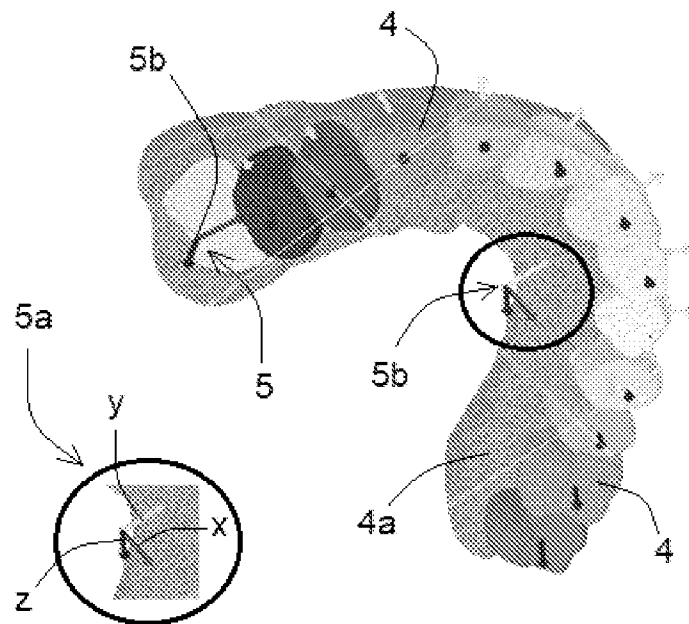


FIG. 4

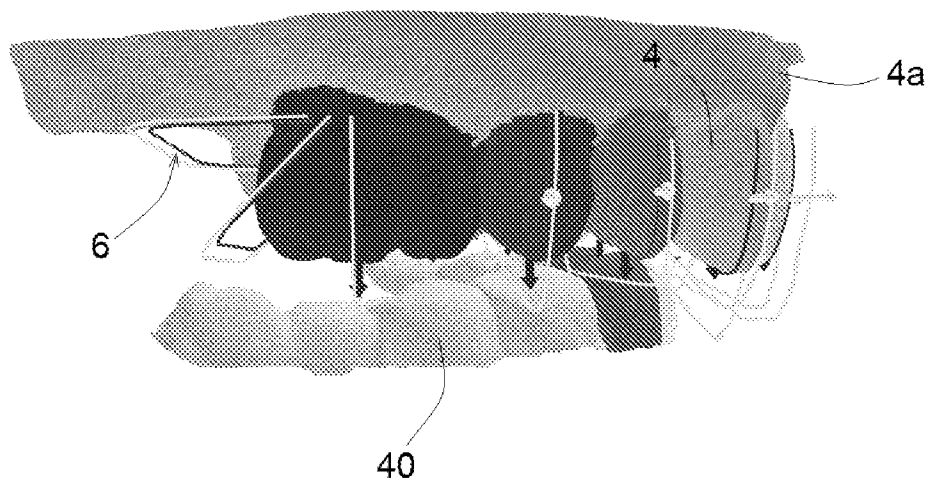


FIG. 5

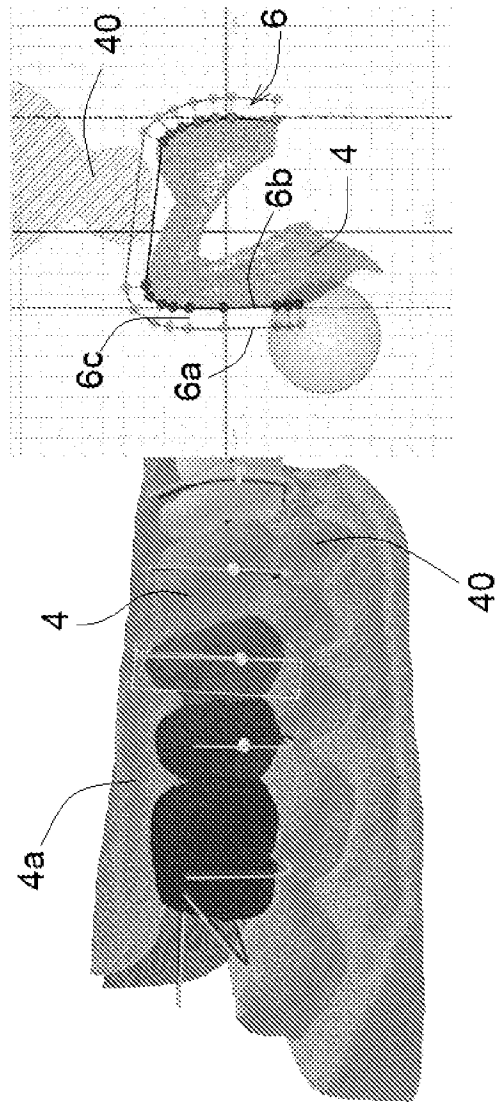


FIG. 6

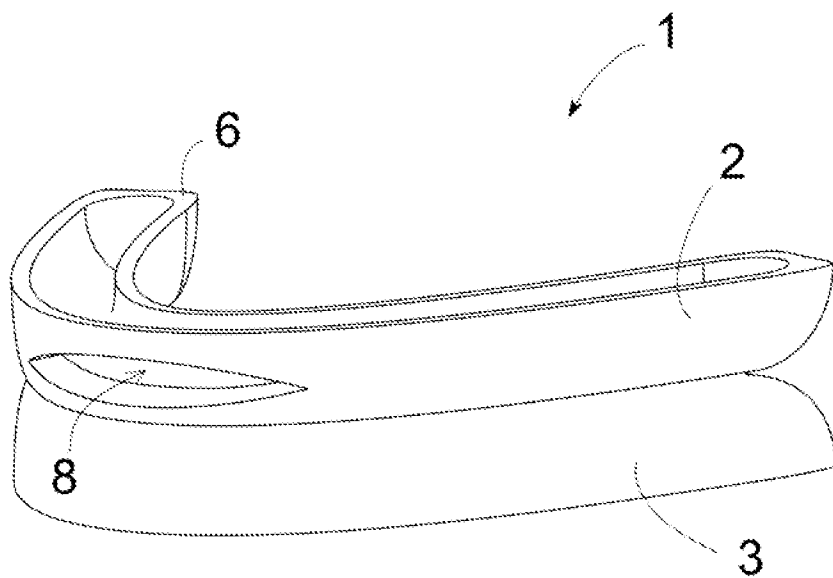


FIG. 7

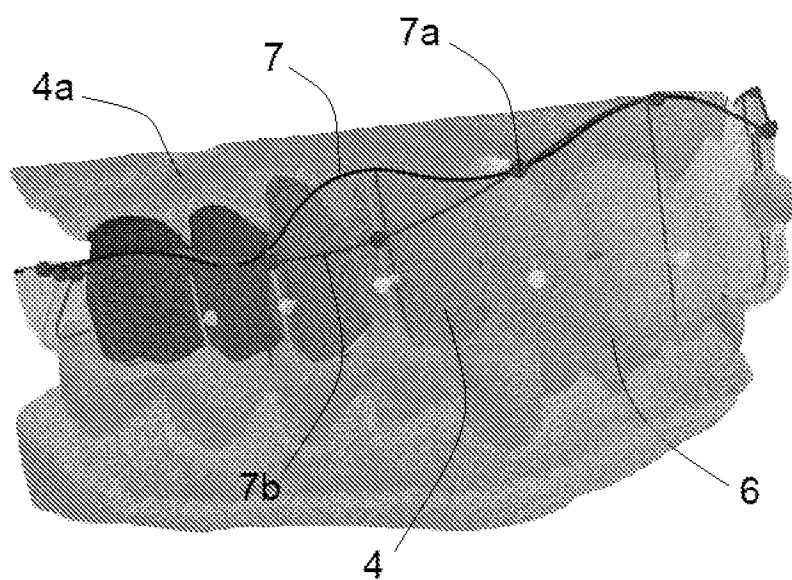


FIG. 8

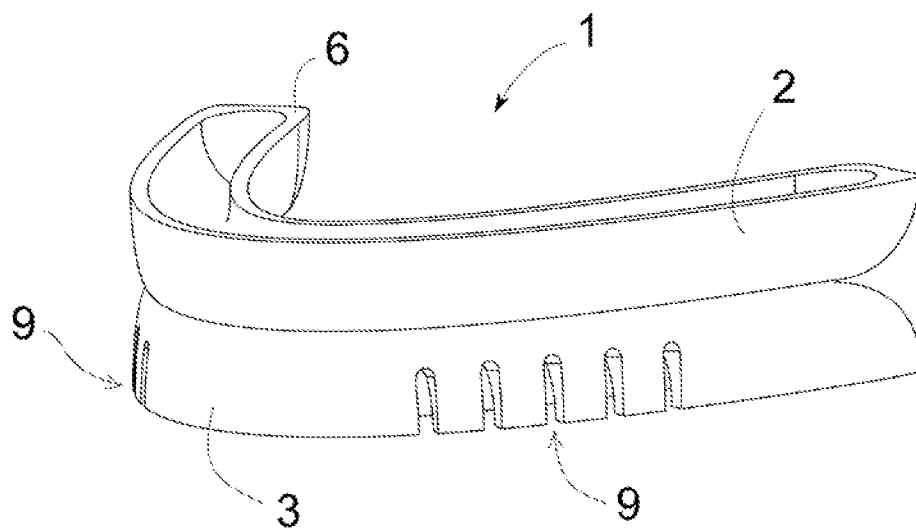


FIG. 9

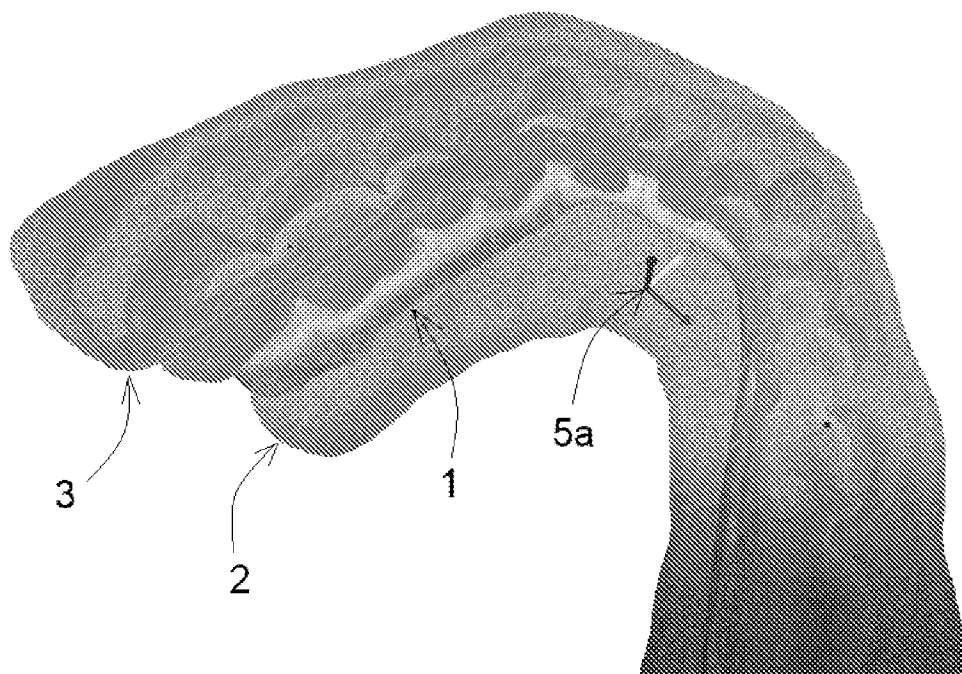


FIG. 10

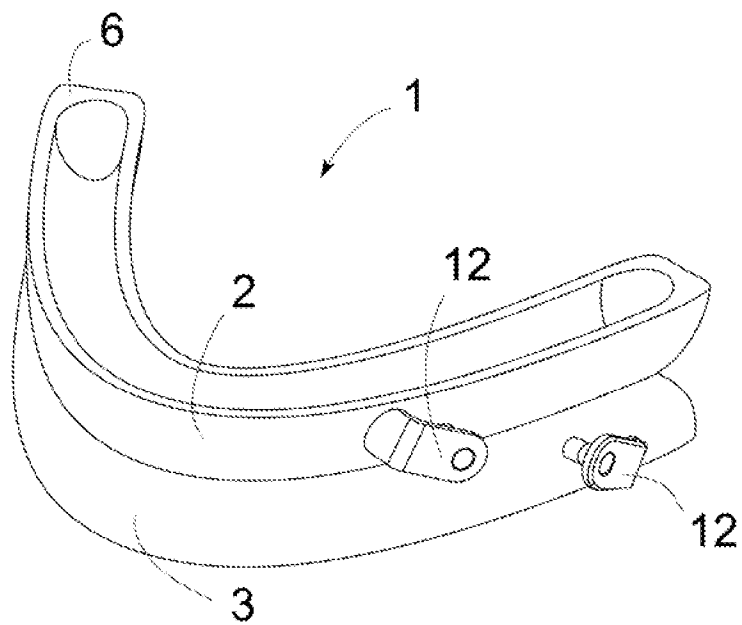


FIG.11

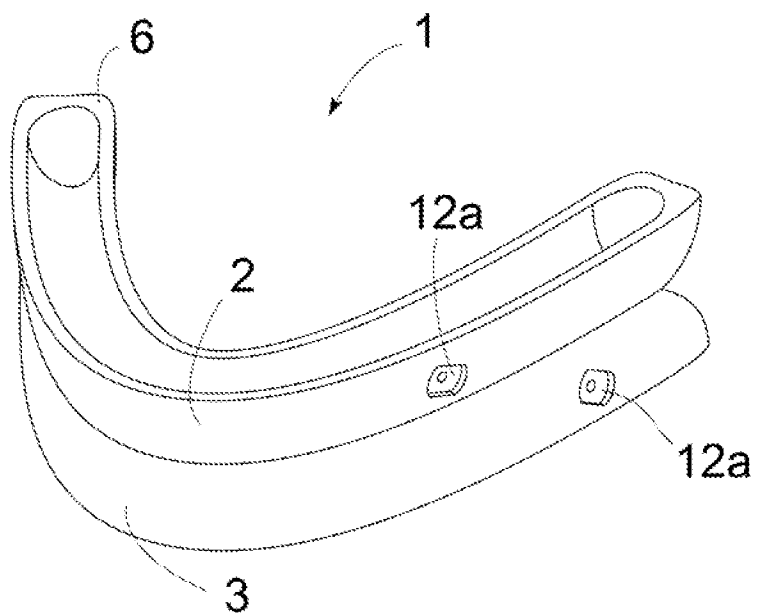


FIG.12

