

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 803 973**

51 Int. Cl.:

A61C 7/14

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2004 E 18202114 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.04.2020 EP 3449865**

54 Título: **Método implementado por ordenador de provisión de una representación digital de una plantilla ortodóntica para la colocación de un objeto en un diente de un paciente**

30 Prioridad:

04.03.2004 US 79432404

04.03.2004 US 79432504

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

01.02.2021

73 Titular/es:

ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)

**2820 Orchard Parkway
San Jose, CA 95134, US**

72 Inventor/es:

**KNOPP, PETER G.;
ABOLFATHI, AMIR;
KUO, ERIC;
PHAN, LOC y
WEN, HUAFENG**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 803 973 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 implementado por ordenador de provisión de una representación digital de una plantilla ortodóntica para la colocación de un objeto en un diente de un paciente

5

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

[0001] La presente invención se refiere en general al campo de la ortodoncia.

10 **[0002]** Uno de los objetivos de la ortodoncia es mover los dientes de un paciente a una posición en la que los dientes funcionen de manera óptima y también sean estéticamente agradables. Los aparatos convencionales, tales como abrazaderas y cables pueden colocarse en los dientes de un paciente por un proveedor de tratamiento tal como un ortodontista o un dentista adecuadamente formado. Una vez montado sobre los dientes, el aparato ejerce fuerza continua sobre los dientes y empuja gradualmente los dientes hacia sus posiciones ideales. Durante un período de tiempo, el proveedor de tratamiento ajusta las abrazaderas y cables para mover los dientes hacia su destino final.

[0003] Los soportes correctores de ortodoncia a menudo se unen directamente a los dientes del paciente. Normalmente, se coloca una pequeña cantidad de adhesivo en la base de cada soporte y el soporte se coloca entonces en un diente seleccionado. Antes de que el adhesivo se seque, el soporte se coloca en una ubicación deseada en el diente. Una vez que el adhesivo se ha endurecido, el soporte queda unido al diente con resistencia suficiente para soportar las fuerzas de ortodoncia posteriores a medida que avanza el tratamiento. Un inconveniente de esta técnica es la dificultad de acceso a la superficie óptima para la colocación de los soportes en dientes muy atestados o en dientes donde la superficie de unión está obstruida por los dientes en el arco opuesto durante el cierre de la mandíbula. Con los dientes posteriores, el proveedor de tratamiento puede tener dificultad para ver la posición precisa del soporte con respecto a la superficie del diente. La cantidad de tiempo necesario para llevar a cabo el procedimiento de unión puede ser una molestia tanto para el paciente como para el proveedor de tratamiento. Además, la necesidad de reducir al mínimo la contaminación por humedad de la saliva del paciente puede prolongar el procedimiento y también perjudicar indebidamente la precisión de la colocación de los soportes sobre los dientes. Todos estos factores aumentan la probabilidad de que la unión adhesiva final no tenga la fuerza suficiente para mantener los soportes en los dientes durante el tratamiento. Una forma de superar algunas de las limitaciones de la colocación directa de los soportes es con la unión indirecta. Normalmente, se toma una impresión de cada uno de los arcos dentales del paciente y se hace un yeso réplica o un modelo de "yeso" de cada impresión y se sella. Los soportes se unen a los modelos de yeso sellados utilizando un cemento temporal. Entonces se forma una bandeja de transferencia colocando el material de la matriz tanto sobre el modelo como sobre los soportes en el modelo. Por ejemplo, se puede colocar un material de matriz de hoja de plástico calentado sobre el modelo y los soportes y a continuación se somete a presión. El material de lámina de plástico asume entonces una configuración que coincide con precisión con la forma de los dientes réplica del modelo de yeso con los soportes en la posición deseada. Se deja que el material plástico se enfríe y se endurezca para formar una bandeja. El adhesivo temporal se elimina, y el adhesivo permanente se coloca en la base de cada soporte en la bandeja, y la bandeja con los soportes embebidos se coloca entonces sobre partes coincidentes de los arcos dentales del paciente. Dado que la configuración de la superficie interior de la bandeja coincide estrechamente con las respectivas partes de los arcos dentales del paciente, cada soporte finalmente se coloca en los dientes del paciente, precisamente en el mismo lugar que corresponde a la ubicación anterior del mismo soporte en el modelo de yeso. El adhesivo se endurece y el material de matriz se retira, dejando los soportes en las posiciones deseadas. Sin embargo, este método requiere mucho trabajo. Un problema adicional con el método indirecto es que los soportes se pueden descolocar durante la eliminación de la matriz de los arcos dentales. Tampoco se aborda el problema del acceso adecuado a la superficie de los dientes para la colocación óptima en el caso de dientes gravemente torcidos o dientes que interfieren con el arco opuesto de tal manera que los soportes no se puedan colocar.

50

[0004] Nuevos métodos tales como los descritos en la patente de Estados Unidos 5.975.893, asignada en común al cesionario de la presente invención, permiten planear el tratamiento de antemano y que al principio del tratamiento se fabriquen una pluralidad de aparatos de cubierta polimérica. El uso de aparatos de cubierta polimérica proporciona tratamientos que son más cómodos, menos visibles, y desmontables por el paciente, y mejora enormemente el cumplimiento, la comodidad, y la satisfacción del paciente.

55

[0005] La patente de EE.UU. 2003/194677 describe un programa informático de provisión de una representación digital de una plantilla ortodóntica.

60 **[0006]** Dado que cada paciente es único y requiere un tratamiento personalizado, en ocasiones, un paciente puede tener que utilizar una combinación de tirantes/cables y aparatos de cubierta. Idealmente, un dispositivo permitirá la colocación precisa de los soportes en los dientes con un mínimo riesgo de desplazar los soportes después de la retirada de la matriz y permite que la colocación final sea independiente de las geometrías adyacentes. En otras palabras, se puede llevar a cabo la colocación de superficies ocultas de los dientes en un momento posterior, cuando las superficies de los dientes se hayan expuesto a través del deshacinamiento inicial de dientes muy solapados.

65

DESCRIPCIÓN RESUMIDA

- 5 **[0007]** En un aspecto, se describe una plantilla dental para soportar el posicionamiento de un objeto en el diente de un paciente orientado de tal manera que todos los objetos en su conjunto están alineados con una provisión ideal definida por el usuario. Además, se describe un método para fabricar la plantilla. El método incluye la digitalización de los dientes del paciente; agregar objetos virtuales a ubicaciones predeterminadas en los dientes digitalizados; y fabricar la plantilla dental para colocar el objeto en los dientes del paciente.
- 10 **[0008]** En otro aspecto, se describe una plantilla dental para soportar el posicionamiento de un objeto en el diente de un paciente orientado de tal manera que todos los objetos en su conjunto están alineados con una provisión ideal definida por el usuario. Además, se describe un método para fabricar la plantilla. El método incluye la digitalización de los dientes del paciente; agregar objetos virtuales a ubicaciones predeterminadas en los dientes digitalizados; y fabricar la plantilla dental para colocar el objeto en los dientes del paciente. La plantilla dental está diseñada para colocar cada objeto con una inclinación predeterminada o una angulación predeterminada en el
- 15 diente del paciente. La plantilla se puede utilizar para grabado o para el posicionamiento de los soportes en los dientes.
- [0009]** En otro aspecto, se describen sistemas y métodos para fabricar una plantilla dental para colocar un
- 20 objeto en un diente de un paciente para mover el diente desde una posición inicial a una posición objetivo. El sistema digitaliza un modelo del diente del paciente en la posición inicial; coloca un objeto en el modelo de diente en la posición de destino; determina la posición del objeto en la posición inicial; y fabrica la plantilla dental para colocar el objeto en el diente del paciente.
- 25 **[00010]** En otro aspecto, un método para colocar un soporte en el diente de un paciente incluye la digitalización del diente del paciente en una posición inicial del diente; determinar una posición final para el diente; colocando el soporte en la posición final del diente; determinar la posición del soporte en la posición inicial del diente según la posición del soporte en la posición final del diente; y fabricar un aparato dental para montar el soporte en el
- 30 diente del paciente.
- [00011]** En otro aspecto, se describe un programa informático para realizar los procedimientos descritos anteriormente, que se pueden incluir en medio de registro. También se describe un ordenador programado según estos métodos.
- 35 **[00012]** Las implementaciones de los aspectos anteriores pueden incluir uno o más de las características siguientes. El objeto puede ser un soporte y el soporte se posiciona en su ranura para recibir un cable de ortodoncia. El método incluye colocar una pluralidad de soportes en los dientes del paciente en la posición objetivo, cada soporte tiene una ranura adaptada para recibir un alambre de ortodoncia que pasa a través de él; y alinear los soportes para minimizar la tensión en el cable en la posición de destino. El cable en la posición de destino tiene
- 40 forma de arco y el cable en la posición inicial es irregular. El método incluye ajustar de forma interactiva la posición del objeto. El método también incluye determinar una desviación del objeto desde una ubicación ideal y ajustar iterativamente la posición del objeto para minimizar la desviación. La fabricación incluye renderizar una plantilla dental física utilizando un método de creación rápida de prototipos. El objeto se puede incluir en la plantilla dental o se puede insertar en una abertura en la plantilla dental antes de unirse al diente. El cable en la posición de destino
- 45 tiene forma de arco, mientras que el cable en la posición inicial es irregular. La plantilla es articulable con una pluralidad de cavidades unidas flexiblemente. La plantilla se puede utilizar para tratar los dientes utilizando una combinación de aparatos removibles y fijos. El aparato fijo cubre dos o más dientes en un arco (parte del arco) o en todo el arco. El aparato fijo también se puede colocar en un lado lingual de los dientes del paciente.
- 50 **[00013]** En aún otro aspecto, un aparato para fabricar una plantilla dental para colocar un objeto en un diente del paciente para mover el diente desde una posición inicial a una posición objetivo, incluye un escáner para digitalizar un modelo del diente del paciente en la posición inicial; medios para colocar un objeto en el modelo de diente en la posición de destino; medios para determinar la posición del objeto en la posición inicial; y una máquina para fabricar la plantilla dental para ubicar el objeto en el diente del paciente.
- 55 **[00014]** Las implementaciones del aspecto anterior pueden incluir uno o más de las siguientes características. La máquina puede ser una máquina de prototipado rápido. El aparato puede incluir medios para determinar una desviación del objeto respecto de una ubicación ideal y ajustar iterativamente la posición del objeto para minimizar la desviación.
- 60 **[00015]** Las ventajas de la plantilla pueden incluir una o más de las siguientes. La plantilla se puede utilizar para el grabado o para el posicionamiento de los soportes en los dientes. El tratamiento se puede hacer virtualmente y la colocación de los soportes se puede hacer usando un dispositivo de plantilla que es una guía extraíble. Este dispositivo permite la colocación precisa del soporte y permite la colocación del soporte en dientes específicos
- 65 independientes de la geometría general de arco. La plantilla hace que sea más fácil unir un soporte para una persona con poca o ninguna formación. El sistema minimiza las variaciones en la percepción de la distancia y los

ángulos. La plantilla proporciona un control muy preciso de la colocación del soporte. Dado que la colocación del soporte es una de las variables críticas para un tratamiento con éxito, la plantilla mejora la precisión del tratamiento de un paciente a otro y de un diente a otro.

5 **[00016]** Otras ventajas de la plantilla pueden incluir una o más de las siguientes. Los métodos, pasos y algoritmos descritos anteriormente que se utilizan para formar la representación digital necesaria de una plantilla de ortodoncia. Se pueden utilizar características, estructuras o archivos de datos de componentes adicionales, además de los archivos de dientes utilizados para formar dicha plantilla. Los elementos o conceptos de los métodos de creación descritos anteriormente se pueden mezclar o acoplar. Es decir, también se puede crear un archivo
10 mediante el uso de algunos pasos de un método y de otros pasos de uno o más métodos adicionales.

[00017] La plantilla permite que soportes estandarizados se coloquen con precisión en los dientes, independientemente de variaciones de la superficie del diente de la norma para la que está diseñada la base del soporte. El tratamiento se puede realizar virtualmente y la colocación de los soportes se puede hacer usando un
15 dispositivo de plantilla que es una guía extraíble. Este dispositivo permite la colocación precisa del soporte y permite la colocación del soporte en dientes específicos independientes de la geometría general de arco. La plantilla hace que sea más fácil unir un soporte para una persona con poca o ninguna formación. El sistema minimiza las variaciones en la percepción de la distancia y los ángulos. La plantilla proporciona un control muy preciso de la colocación del soporte. Dado que la colocación del soporte es una de las variables críticas para un tratamiento con
20 éxito, la plantilla mejora la precisión del tratamiento de un paciente a otro y de un diente a otro.

[00018] El dispositivo en sí puede no contener necesariamente el soporte como con las plantillas tradicionales de unión indirecta (TUI), sino que más bien dirige al usuario en cuanto a la localización precisa de dónde se debe colocar el soporte en base al ajuste geométrico.
25

[00019] Otras ventajas de la plantilla pueden incluir uno o más de las siguientes características. La plantilla se puede utilizar para grabar o para colocar soportes en los dientes. El tratamiento se puede realizar virtualmente y la colocación de los soportes se puede hacer usando un dispositivo de plantilla que es una guía extraíble. Este dispositivo permite la colocación precisa del soporte y permite la colocación del soporte en dientes específicos
30 independientes de la geometría general de arco. La plantilla hace que sea más fácil unir un soporte para una persona con poca o ninguna formación. El sistema minimiza las variaciones en la percepción de la distancia y los ángulos. La plantilla proporciona un control muy preciso de la colocación del soporte. Dado que la colocación del soporte es una de las variables críticas para un tratamiento con éxito, la plantilla mejora la precisión del tratamiento de un paciente a otro y de un diente a otro.
35

[00020] La presente invención se refiere a un método implementado por ordenador de provisión de una representación digital de una plantilla ortodóntica para la colocación de un objeto en un diente de un paciente, según la reivindicación 1, y a un producto de programa informático, tal como se define en la reivindicación 15, que comprende instrucciones del programa configuradas para programar un procesador para realizar dicho método
40 implementado por ordenador.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[00021]
45 La Fig. 1 muestra un método o proceso ejemplar para fabricar una plantilla dental para colocar un objeto en el diente de un paciente.
La Fig. 2A muestra un método o proceso ejemplar para colocar un objeto de ortodoncia en los dientes de un paciente.
La Fig. 2B muestra un segundo método de colocar el objeto de ortodoncia en los dientes de un paciente.
50 La Fig. 3A ilustra un proceso ejemplar para la fabricación de la plantilla dental.
La Fig. 3B muestra un proceso para proporcionar cuatro plantillas posibles.
Las Figs. 4A-4D muestran vistas en perspectiva de diversas plantillas.
Las Figs. 5A y 5B ilustran dos formas de realización de plantillas articuladas.
La Fig. 6A ilustra un proceso de fabricación de una plantilla dental para colocar un objeto en el diente de un paciente
55 para mover el diente desde una posición inicial a una posición de destino.
La Fig. 6B muestra un ejemplo de soportes colocados en los dientes en sus posiciones finales.
La Fig. 6C muestra una interfaz ejemplar de usuario que permite a un usuario visualizar los dientes en cada etapa de tratamiento.
La Fig. 6D muestra los soportes a modo de ejemplo cuando retrocede a sus posiciones iniciales.
60 La Fig. 7 es un diagrama de un proceso para fijar un objeto en un diente.
La Fig. 8 es un diagrama de un proceso para ajustar un cable en los dientes.
La Fig. 9 es un diagrama que ilustra el marcado de un cable para la colocación de la fijación.
La Fig. 10 es un diagrama que ilustra el montaje de la fijación usando la plantilla dental.
Las Figs. 11A-11C muestran una realización que permite controlar la colocación de la base del soporte en un diente.
65 Las Figs. 12A-12B muestran otras formas de realización para colocar el objeto de ortodoncia en los dientes con una angulación y/o una inclinación deseadas.

La Fig. 13 es un ejemplo de un diagrama de flujo de un proceso para colocar el objeto de ortodoncia en una posición 3D arbitraria con la angulación y/o la inclinación predeterminadas.

Las Figs. 14-46 muestran diversas realizaciones de la definición y la formación de plantillas dentales digitalmente.

5 DESCRIPCIÓN

[00022] La Fig. 1 muestra un método o proceso ejemplar para fabricar una plantilla dental para colocar un objeto en el diente de un paciente. En primer lugar, el proceso digitaliza el diente del paciente (10). A continuación, se añaden objetos virtuales en localizaciones pre-determinadas en el diente digitalizado (12). Por último, el proceso
10 fabrica la plantilla dental para localizar el objeto en el diente del paciente (14). En las Figs. 3A y 3B más abajo se describe una aplicación detallada de la Fig. 1.

[00023] La Fig. 2A muestra un método o proceso ejemplar para colocar un objeto de ortodoncia en los dientes de un paciente. El proceso utiliza la plantilla fabricada en el proceso de la Fig. 1. El proceso incluye la colocación de
15 la plantilla en los dientes del paciente (20); el montaje del objeto de ortodoncia entre la plantilla y el diente (22); y la unión del objeto de ortodoncia a los dientes (24). En la operación de unión, se pueden utilizar adhesivos de curado químico o de curado con luz. En el curado químico, los componentes de curado suministrados por separado se mezclan entre sí y se coloca una pequeña cantidad de la mezcla en la parte posterior del soporte antes de colocar el soporte en el diente. Los adhesivos curables por luz incluyen un fotoiniciador que inicia la reacción de curado una
20 vez que el adhesivo queda expuesto a una cantidad suficiente de luz. Un método común para la utilización de adhesivos curables por luz para la unión directa incluye las etapas de colocar una pequeña cantidad de adhesivo sobre la base del soporte y a continuación colocar el soporte en el diente del paciente. El facultativo desplaza entonces el soporte del diente según sea necesario. Una vez que el soporte se encuentra en su ubicación prevista precisa, se dirige la luz de una unidad de curado dental hacia el adhesivo durante un período de tiempo suficiente
25 para curar satisfactoriamente el adhesivo.

[00024] La Fig. 2B muestra un segundo método de colocar el objeto de ortodoncia en los dientes de un paciente. En este proceso, el objeto de ortodoncia se coloca en la plantilla (30). A continuación, el proceso incluye la inserción de la plantilla que contiene el objeto de ortodoncia en los dientes del paciente (32). Finalmente, el proceso
30 incluye unir el objeto de ortodoncia a los dientes (34).

[00025] La Fig. 3A ilustra un proceso ejemplar para la fabricación de la plantilla dental. En primer lugar, se obtiene un modelo digital de los dientes de un paciente (102). El modelo digital se puede obtener de diferentes maneras. Por ejemplo, los dientes del paciente se pueden escanear o tomar imágenes utilizando tecnología bien
35 conocida, tal como rayos X, rayos X tridimensionales, imágenes tomográficas asistidas por ordenador o conjuntos de datos, imágenes de resonancia magnética, etc. Hay una variedad de sistemas de adquisición de alcance, generalmente clasificados según si el proceso de adquisición requiere contacto con el objeto tridimensional. Un sistema de adquisición de alcance de tipo contacto utiliza una sonda, que tiene múltiples grados de traslación y/o libertad de rotación. Mediante el registro del desplazamiento físico de la sonda a medida que se pasa a través de la
40 superficie de la muestra, se forma una representación legible por un ordenador del objeto de muestra. Un dispositivo de adquisición de alcance de tipo sin contacto puede ser uno de tipo reflectante o un sistema de tipo transmisivo. Hay una variedad de sistemas reflectantes en uso. Algunos de estos sistemas reflectantes utilizan fuentes de energía incidente no ópticas tales como radar o sonar de microondas. Otros utilizan energía óptica. Esos sistemas de tipo sin contacto que funcionan mediante energía óptica reflejada además contienen instrumentación especial
45 configurada para permitir la realización de ciertas técnicas de medición (por ejemplo, radar de imágenes, triangulación e interferometría).

[00026] A continuación, se seleccionan los soportes virtuales (104). Los soportes virtuales son modelos 3D de los soportes existentes. Los modelos 3D pueden ser un modelo de diseño asistido por ordenador (CAD) o se pueden
50 escanear utilizando escáneres descritos anteriormente. Los soportes se pueden colocar en un diente digitalizado utilizando un ordenador o estación de trabajo que tiene una interfaz gráfica de usuario adecuada (GUI) y el software apropiado para la visualización y la modificación de las imágenes. El software de identificación y manipulación de componentes descritos anteriormente está diseñado para funcionar con una sofisticación acorde con el nivel de instrucción del operador. Por ejemplo, el software de manipulación de componentes puede ayudar a un operador del
55 ordenador que carece de formación en ortodoncia, proporcionando retroalimentación respecto a las manipulaciones permitidas y prohibidas de los dientes. Por otra parte, un ortodoncista, que tenga un mayor conocimiento sobre la fisiología intra-oral y la dinámica de movimiento de los dientes, simplemente puede utilizar la identificación de componentes y el software de manipulación como herramienta y desactivar o si no ignorar el consejo.

[00027] Aunque los métodos se basarán en la manipulación por ordenador de datos digitales, las plantillas dentales o el aparato se pueden producir por técnicas no asistidas por ordenador. Por ejemplo, se pueden cortar
60 moldes de yeso obtenido como se describe anteriormente utilizando cuchillos, sierras, u otras herramientas de corte con el fin de permitir la recolocación de dientes individuales dentro de la pieza colada. Los dientes desconectados se pueden mantener entonces en su lugar con cera blanda u otro material maleable, y a continuación se pueden
65 preparar una pluralidad de disposiciones de dientes intermedias utilizando una pieza de fundición de yeso modificado de ese tipo de los dientes del paciente. Se pueden utilizar diferentes disposiciones para preparar la

plantilla usando técnicas de presión y moldeo de vacío. Aunque dicha creación manual de los sistemas de aparatos de la presente invención será generalmente mucho menos preferida, los sistemas así producidos quedan incluidos dentro del alcance de la presente invención.

5 **[00028]** Con el uso de la estación de trabajo CAD se produce un modelo digital combinado de los soportes virtuales y los dientes (106).

[00029] En una implementación, se puede seleccionar una de las cuatro formas de realización de la plantilla: articulado directo, articulado indirecto, unificado directo, y unificado indirecto, como se discute con más detalle en la Fig. 3B.

15 **[00030]** Una vez que se ha fabricado la plantilla, en una realización, el sistema fija la plantilla sobre el modelo de los arcos del paciente o posiciona de otra manera la plantilla en la ubicación aproximada de sus respectivos dientes. Sobre las estructuras se deposita un termoformado, un yeso, o una capa de material flexible formada de otro modo. La capa hace contacto íntimo y relativamente duradero con las estructuras de las plantillas. Esto puede lograrse, entre otras formas, mediante la adición o sustracción de geometrías a los órganos para acoplarse bien con la capa de material. Este método se podría realizar por una fábrica o en la consulta del ortodoncista.

20 **[00031]** El sistema produce al mismo tiempo tanto las estructuras de plantilla como la(s) parte(s) entre los dientes y posteriormente altera la rigidez de las diversas partes. Una forma de conseguir esto sería producir todo el arco con una impresora 3-D, enmascarar las estructuras de los dientes de las partes entre los dientes, y empotrar las estructuras del diente con un agente rigidizador y las partes entre los dientes con un agente para generar flexibilidad.

25 **[00032]** De 108, si se ha de producir una plantilla articulada, el proceso pasa a 110 donde, si se produce una plantilla formada directamente, el proceso pasa a 114, donde se escala cada diente; se forma una cavidad para encerrar el diente cuando se inserta la plantilla dental o el aparato sobre los dientes del paciente. A continuación, se eliminan las estructuras innecesarias del modelo digital. El modelo digital se produce como modelo físico. Se forma una capa flexible plegable y la combinación resultante se recorta para permitir el ajuste y la función apropiada.

30 **[00033]** Como alternativa, de 110 si se debe realizar la formación indirecta, el proceso forma un alineador, y corta y elimina el exceso de material (112).

35 **[00034]** De 108, si se debe fabricar indirectamente una plantilla no articulada (116), se forma y se recorta un alineador (118). En el caso de una plantilla no articulada formada directamente (116), el proceso pasa a 120, donde se escala cada diente en el arco; se forman cavidades para encerrar los dientes cuando se inserta la plantilla dental o aparato sobre los dientes del paciente. A continuación, las estructuras innecesarias se eliminan del modelo digital. El modelo digital se produce como modelo físico.

40 **[00035]** La Fig. 3B muestra un proceso para proporcionar cuatro plantillas posibles. Primero, el proceso obtiene un modelo digital de la dentición, añade soportes virtuales a los dientes, y crea un modelo combinado (180). A continuación, se puede seleccionar una de las cuatro opciones de plantillas. La primera opción es la opción de fabricación directa unificada (o sola pieza) donde el proceso escala el arco (est. 105-150 %), localiza el arco original y escala el arco en el mismo espacio 3D, crea la cavidad del original dentro del arco a escala, elimina las partes gingivales, parte sustancial de las superficies dentales linguales, las superficies bucingivales que cubren los soportes virtuales, y produce el modelo real del arco a partir del modelo digital (182).

50 **[00036]** En la segunda opción (fabricación indirecta unificada), el proceso produce el modelo real del arco a partir del modelo digital y forma una plantilla (alineador) del aparato extraíble en el modelo real del arco. La plantilla se retira del modelo real, y a continuación el proceso elimina las partes gingivales, parte sustancial de las superficies dentales linguales, y las superficies bucingivales que cubren los soportes virtuales (184).

55 **[00037]** En la tercera opción (fabricación directa articulada), el proceso escala el diente individual (est. 105-150 %), localiza cada diente original y su versión a escala en el mismo espacio 3D, crea una cavidad de cada original dentro de su versión a escala, elimina las partes gingivales, parte sustancial de las superficies dentales linguales, las superficies bucingivales que cubren los soportes virtuales, produce el modelo real del diente a partir de modelos digitales, posiciona los dientes en ubicaciones y orientaciones apropiadas, forma un material flexible o plegable sobre los dientes, y recorta el exceso de material de la plantilla (186).

60 **[00038]** En la cuarta opción (fabricación indirecta articulada), el proceso forma una plantilla de tipo alineador en un molde de un arco. La plantilla se retira del molde y se recortan las partes gingivales, parte sustancial de las superficies dentales linguales, y la superficie bucingival que cubre los soportes virtuales. El proceso corta una plantilla de arco de un diente individual. Se forma una capa flexible o plegable sobre la plantilla, y se recorta el exceso de material (188).

65 **[00039]** En aún otra realización, un proceso obtiene geometrías de dientes. Si se va a realizar la fabricación directa, el proceso realiza lo siguiente:

- Escala los dientes a valores probablemente dentro del intervalo 105-150 %.
- Co-localiza los dientes originales (100 %) y los dientes a escala en el mismo espacio 3D
- Coloca un soporte virtual u otra geometría adecuada en un lugar específico y en una orientación específica en cada diente a tratar.
- Forma la cavidad del diente original y los soportes en los dientes a escala.
- Retira de la plantilla o estructura resultantes aquellos aspectos que estarían por debajo de la línea gingival. Retira las partes de la estructura bucal y gingival resultante a los soportes. Retira una parte sustancial o la totalidad de la cara lingual de la estructura resultante.
- Convierte este modelo de ordenador en una pieza real, probablemente mediante la utilización de un método de prototipado rápido (por ejemplo, modelado por deposición fundida, impresión 3-D, y estereolitografía).

[00040] Si se va a realizar la fabricación indirecta, se realizan las siguientes operaciones utilizando un modelo de arco:

- Formar un aparato de tipo alineador o plantilla sobre un modelo de arco que tiene soportes u otras geometrías adecuadas ubicadas convenientemente en los dientes.
- Retirar del alineador o la plantilla aquellos aspectos que estarían por debajo de la línea gingival o en contacto interproximal directo con los dientes adyacentes. Retirar las partes del alineador bucal y gingival al soporte. Retirar una parte sustancial o la totalidad de la cara lingual del alineador.

Después de la terminación del proceso se envía las plantillas, estructuras o el aparato completado al ortodoncista a l inicio del tratamiento o cuando se solicite.

[00041] La Figura 4A muestra una realización de una plantilla dental 220 o el aparato formado sobre un molde 210. La plantilla se parece a un aparato removible; sin embargo, tiene aberturas 222 u "orificios de acceso" que se aproximan a la huella, partes clave de la huella, y/o, posiblemente, otras características geométricas de un soporte para guiar la colocación precisa del soporte en su respectivo diente. La plantilla 220 con las aberturas 222 u "orificios de acceso" también puede ser una guía para el grabado de esmalte o la colocación de adhesivo.

[00042] El molde 210 es una interpretación física de un modelo digital que ha sido fabricado utilizando métodos de prototipado rápido. Una protuberancia o proyección 212 se eleva desde el molde 210 de modo que cuando la plantilla dental o aparato se forma térmicamente, se forma una abertura 222 sobre la plantilla 220. La abertura 222 es donde la plantilla se recorta a lo largo del borde de la protuberancia o proyección 212. La abertura 222 tiene un borde de apoyo del soporte 226, cuyo funcionamiento se describe con más detalle en la Fig. 4B. Además del borde de apoyo 226, la plantilla 220 puede tener características que minimicen la retención de la misma en la anatomía dental. Por ejemplo, el lado lingual del dispositivo puede no tener la máxima cobertura.

[00043] Los métodos de fabricación para el molde 210 emplean un dispositivo de prototipado rápido, tal como una máquina de estereolitografía o una máquina de modelado por deposición fundida. Una máquina de prototipado rápido adecuada es el Modelo SLA-250/50 disponible en 3D System, Valencia, California. La máquina de prototipado rápido endurece selectivamente un líquido u otra resina no endurecida en una estructura tridimensional, que se puede separar de la resina no endurecida restante, se puede lavar, y utilizarse directamente como aparato o indirectamente como molde para producir el aparato. La máquina de prototipado recibe los conjuntos de datos digitales individuales y produce una estructura correspondiente a cada uno de los aparatos deseados. Generalmente, debido a que la máquina de estereolitografía puede utilizar una resina que tiene propiedades mecánicas no óptimas y que generalmente puede no ser aceptable para el uso del paciente, la máquina de prototipado produce el molde 210. Después de que se prepare el modelo positivo, se puede usar una máquina de moldeo a presión convencional o de vacío para producir los aparatos de un material más adecuado, tal como material dental de formación térmica de 0,03 pulgadas, disponible en Tru-Tain Plastics, Rochester, Minnesota. 55902. El equipo de moldeo a presión adecuado está disponible con el nombre comercial BIOSTAR en Great Lakes Orthodontics, Ltd., Tonawanda, NY 14150. La máquina de moldeo produce cada uno de los aparatos directamente a partir del modelo de diente positivo y el material deseado. Máquinas de moldeo al vacío adecuadas están disponibles en Raintree Essix, Inc.

[00044] En una realización, la plantilla está fabricada de un material grueso (por ejemplo 0,03 pulgadas o más) para proporcionar al usuario más orientación en la dirección de profundidad. Además, la plantilla gruesa permite un revestimiento más fácil del soporte al diente.

[00045] Más información sobre la fabricación de la plantilla dental o el aparato se desvela en el documento USPN 6.499.997 "Manipulable dental model system for fabrication of a dental appliance"; USPN 6.497.574 "Modified tooth positioning appliances and methods and systems for their manufacture"; USPN 6.488.499 "Methods for correcting deviations in preplanned tooth rearrangements"; USPN 6.485.298 "System and method for releasing tooth positioning appliances"; USPN 6.471.511 "Defining tooth-moving appliances computationally"; USPN 6.463.344 "Efficient data representation of teeth model"; USPN 6.457.972 "System for determining final position of teeth"; USPN

6.454.565 "Systems and methods for varying elastic modulus appliances"; USPN 6.450.807 "System and method for positioning teeth"; USPN 6.409.504 "Manipulating a digital dentition model to form models of individual dentition components"; USPN 6.406.292 "System for determining final position of teeth"; USPN 6.398.548 "Method and system for incrementally moving teeth"; USPN 6.394.801 "Manipulable dental model system for fabrication of dental appliances"; USPN 6.390.812 "System and method for releasing tooth positioning appliances"; USPN 6.386.878 "Systems and methods for removing gingiva from teeth"; USPN 6.386.864 "Stress indicators for tooth positioning appliances"; USPN 6.371.761 "Flexible plane for separating teeth models"; USPN 6.318.994 "Tooth path treatment plan"; USPN 6.309.215 "Attachment devices and method for a dental appliance "; USPN 6.299.440 "System and method for producing tooth movement"; USPN 6.227.851 "Manipulable dental model system for fabrication of a dental appliance"; USPN 6.227.850 "Teeth viewing system"; USPN 6.217.325 "Method and system for incrementally moving teeth"; USPN 6.210.162 "Creating a positive mold of a patient's dentition for use in forming an orthodontic appliance"; y USPN 5.975.893 "Method and system for incrementally moving teeth".

[00046] Volviendo ahora a la Fig. 4B, la plantilla 220 se separa del molde 210. La abertura 222 permite que una base de soporte encaje en la abertura 222. El borde de apoyo del soporte 226 es necesario para colocar de forma segura el soporte en la plantilla 220. En esta realización, el borde de apoyo del soporte 226 es curvilíneo. Si el borde 226 terminase como un borde plano simple, el soporte puede estar situado en las superficies X e Y en el diente, pero no se controlaría la dirección Z (dirección lingual bucal). El borde 226 proporciona el control necesario del grado de libertad del soporte en la dirección Z para permitir la orientación del soporte alrededor de cualquier eje dado. Estas características permiten que el soporte se asegure en la posición correcta y la orientación en su respectivo diente. El borde 226 puede cambiar, dependiendo de un proveedor a otro o de una prescripción a otra.

[00047] Se puede utilizar otra realización de la plantilla para el grabado de los productos químicos de unión en los dientes del paciente. La plantilla de grabado dirige al usuario a lugares predeterminados en las superficies de los dientes que se deben unir. La plantilla de grabado puede tener el formato de una plantilla de ventana o una plantilla de superficie cóncava donde se carga o se precarga el gel de unión en la concavidad.

[00048] La Fig. 4C muestra una plantilla en la que cada uno de las aberturas, recortes, orificios de acceso, o ranuras 222 en la plantilla 220 están diseñados para encajar en soportes 4A, 4B y 4C particulares, cada uno de los cuales encaja en su respectiva porción en la plantilla.

[00049] La Fig. 4D muestra que el sistema no se limita al diseño o la forma del soporte. En la Fig. 4D, se puede colocar un soporte de tubo molar 215 en la abertura 222. Por lo tanto, la plantilla 220 no se limita a ningún soporte específico. En su lugar, se pueden acomodar cualquier forma de aparatos de ortodoncia fijos colocados en un diente.

[00050] Las Figs. 5A y 5B ilustran dos ejemplos de realización de plantillas articuladas. La Fig. 5A muestra dos segmentos unidos a las regiones interproximales de dos dientes adyacentes. Se puede utilizar una serie de métodos alternativos para unir los dientes, incluyendo métodos de unión que podrían ser alternativos o variar de una región interproximal a la siguiente. Además, el método de unión también podría ser una capa o capas que cubren superficies adicionales o diferentes de los dientes como se representa en la Fig. 5B.

[00051] En la Fig. 5A, la plantilla se compone de una serie de componentes de plantilla móviles 250. Cada uno de los componentes de la plantilla 250 se puede montar en diente de un paciente para facilitar la unión del soporte. Los componentes de la plantilla móviles 250 están unidos físicamente entre sí por una lámina de material 252 depositado encima de los componentes 250 de manera que no se rompen o se desmontan de otro modo después de la retirada de su molde o del modelo del aparato de estereolitografía (SLA). Las plantillas articuladas son ventajosas ya que proporcionan una mayor flexibilidad de ajuste.

[00052] La plantilla, además, se puede utilizar como plantilla de grabado. Una plantilla de grabado permite al médico grabar con precisión las áreas de los dientes sobre los que se colocan los soportes. Pequeñas ventanas unidas a las regiones a grabar minimizan la sensibilidad de los dientes al grabado o la eliminación de esmalte no deseada. En otra versión de la plantilla de grabado, no se formarían recortes. En su lugar, esas áreas serían concavidades enfrentadas a las superficies de los dientes. Estas concavidades contendrían un compuesto de grabado. El usuario podría exponer o activar el compuesto de grabado antes de fijar la plantilla en los dientes.

[00053] La plantilla 220 puede estar fabricada de materiales que contienen interruptores de las propiedades físicas para la facilidad de eliminación. Estos interruptores pueden incluir sistemas sensibles a la temperatura, sensibles al pH, sensibles a la humedad o un sistema multi-capa en el que las capas tienen diferentes propiedades físicas. La sección 500 (Fig. 5B) representa un material flexible o plegable. Adicionalmente, el material podría ser fibra, cuerda, malla de fibra, o una fibra reforzada sólida. El material interproximal puede ser homogéneo o heterogéneo.

[00054] La sección de la plantilla 252 puede estar fabricada de materiales que contienen interruptores de propiedades físicas para facilitar la eliminación. Estos interruptores pueden incluir sistemas sensibles a la temperatura, sensibles al pH, sensibles a la humedad o un sistema multi-capa en el que las capas tienen diferentes

propiedades físicas. La sección 252 representa un material flexible o plegable. Adicionalmente, el material podría ser fibra, cuerda, malla de fibra, o una fibra reforzada sólida. El material interproximal puede ser homogéneo o heterogéneo.

5 **[00055]** Durante un tratamiento de ejemplo que utiliza tanto un aparato removible (tal como los descritos en la patente de Estados Unidos 6.309.215) como un aparato de cable y soporte, un médico puede ver el arco(s) del paciente que requiere tratamiento durante una consulta y, a continuación, seleccionar un cable particular que vaya a utilizar para llevar a cabo una parte del tratamiento. Tras la selección del cable, el médico envía esta información a un sistema de configuración virtual basado en la prescripción del médico. En otra implementación, la minería de
10 datos puede utilizar datos previamente almacenados para indicar la probabilidad de éxito, y las tasas de fracaso, del movimiento dental utilizando los aparatos dentales. Los datos se clasifican en tres áreas para describir la probabilidad de éxito del tratamiento y el movimiento: por ejemplo, una alta probabilidad de éxito; una menor probabilidad de éxito en el resultado del tratamiento; y poco o ningún éxito. Basado en el resultado de la minería de datos, el sistema recomienda una secuencia apropiada del uso de aparato dental.

15 **[00056]** La secuenciación es la determinación de qué movimientos viables del alineador se deben realizar en primer lugar, según el grado de facilidad o las necesidades para un resultado efectivo del tratamiento. Un ejemplo de implementación del tratamiento de combinación realiza movimientos de alta confianza en el tratamiento anterior, seguido de movimientos más complicados. Esto puede significar que en las primeras fases del tratamiento se utilicen
20 aparatos extraíbles, seguido de tratamientos de fijación y de cable. Como alternativa, primero se pueden utilizar tratamientos de fijación y de cable para un caso, con aparatos removibles utilizados en la fase final del tratamiento. Los métodos de tratamiento también se pueden alternar (es decir, alineadores, fijación y cables, seguido de alineadores) y se pueden utilizar simultáneamente tratamientos de combinación (es decir, alineadores y fijación y cables utilizados al mismo tiempo). La fijación y los cables se pueden colocar en los lados bucales o linguales de los
25 dientes. Los aparatos también pueden ser parciales (tal como un arco 3-3 anterior), combinado con tratamientos de fijación y cable parciales (es decir, colocado en los molares o dientes posteriores). En un ejemplo de iteración, se utiliza una IPR (reducción interproximal) para crear un espacio en los dientes tal como la bicúspide en el arco superior de la mandíbula de un paciente. Entonces, se monta un cable para que tire hacia atrás de los dientes anteriores para reducir el tamaño del arco y cerrar el espacio interproximal, seguido del movimiento 3-3 que se logra
30 usando alineadores.

[00057] La Fig. 6A ilustra un proceso de fabricación de una plantilla dental para colocar un objeto (tal como un soporte) en el diente de un paciente para mover el diente desde una posición inicial a una posición de destino. El proceso incluye la digitalización de un modelo de diente del paciente en la posición inicial (602). A continuación, se
35 determina la posición de destino (604). La posición de destino puede ser una posición final para los dientes al final del tratamiento.

[00058] A continuación, después de la fabricación de las plantillas el médico posiciona una pluralidad de soportes en los dientes del paciente en la posición de destino, cada soporte que tiene una ranura adaptada para
40 recibir un cable de ortodoncia que pasa a través del mismo (606) como se ilustra en la Fig. 6B mostrando los soportes montados en la posición final de los dientes del paciente. El proceso opcionalmente alinea los soportes para minimizar la tensión en el cable en la posición de destino (608).

[00059] El proceso determina la posición del objeto en la posición inicial por retroceso desde la posición final
45 del diente en una etapa cada vez hasta que el diente alcanza su posición inicial (610). Se aplica la transformación de coordenadas para mover el diente desde su posición final a su posición inicial para determinar la posición inicial del objeto.

[00060] La Fig. 6C muestra una interfaz de usuario ejemplar que permite a un usuario visualizar los dientes en
50 cada etapa de tratamiento. En un ejemplo, los dientes pueden retroceder una etapa a la vez hasta llegar a las posiciones iniciales. Dado que los soportes se fijan a los dientes, también se puede determinar la posición retrocedida de los soportes. La Fig. 6D muestra los soportes a modo de ejemplo cuando se retroceden a sus posiciones iniciales. El proceso también puede determinar una desviación del objeto a partir de una colocación ideal y ajustar iterativamente la posición del objeto para reducir al mínimo la desviación.

55 **[00061]** Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 6A, finalmente, la plantilla dental se fabrica para que el médico pueda localizar el objeto sobre el diente del paciente (612). La plantilla se puede fabricar usando un método de prototipado rápido. Se pueden embeber uno o más objetos de soporte en la plantilla dental y la plantilla dental se puede insertar a través de los dientes del paciente. Como alternativa, los objetos de soporte se pueden insertar en
60 una abertura en la plantilla dental antes de unirse a los dientes.

[00062] La Fig. 7 describe una implementación ejemplar de la combinación de tratamientos. Se selecciona una etapa de tratamiento (etapa 702). El proceso hace una predicción de un tratamiento que sea conveniente para el
65 médico, para utilizar un aparato removible para el tratamiento o para usar la fijación y los cables (etapa 704).

[00063] Sobre la base de la configuración final del caso, se selecciona la fijación adecuada (etapa 706). Una

vez que se determina la fijación, se define un valor de ajuste predeterminado, tal como un punto FACC (etapa 708). Los factores incluidos en la determinación del punto FACC incluyen los dientes, la fijación, y las colisiones del cable. Una vez que se determina el punto FACC, la base de datos proporciona el cable con mejor ajuste para su uso por el médico (etapa 710). Los odontólogos utilizan enfoques individuales al seleccionar los cables para los pacientes.

5 Algunos médicos utilizan un solo tipo de cable, otros eligen entre una serie de cables diferentes. Como alternativa, se puede utilizar un cable estándar. Una vez seleccionado, el cable se marca para la colocación correcta de la fijación (etapa 712). Finalmente, la fijación y el cable(s) se montan sobre los dientes del paciente (etapa 714).

[00064] La Figura 8 describe la etapa 710. Se determina el cable con el mejor ajuste usando una serie de fórmulas matemáticas simples de la media de mínimos cuadrados. Teniendo en cuenta el caso de un paciente particular (etapa 722), se selecciona un cable. Usando la posición final del tratamiento (etapa 724), se calcula (726) la distancia más corta desde la punta del soporte al borde del cable.

Sea d = distancia entre la fijación y el cable, para cualquier $i = 1-16$ o $17-32$, dependiendo de qué diente/mandíbula,

15 $d_i > 0$
 $d_i < D$

donde D es un número definido que se encuentra entre 0,1 mm y 50 mm. Este cable se establece como el cable de mejor ajuste, con la distancia mínima entre la fijación y el cable (728). Todos los cables posteriores se miden usando
 20 los mismos cálculos (730-734).

[00065] La Fig. 9 describe con más detalle la etapa 712, marcando el cable para la colocación de la fijación por el médico. Las mediciones se recuperan de la colocación de la fijación en la mandíbula en la posición inicial. Se miden la distancia y la dirección entre los puntos (742). Pueden medirse dos áreas adicionales: 1) la propiedad física
 25 del cable, es decir, cuánto cable se puede doblar (etapa 744), y 2) la distancia de la curva de una punta del soporte a la siguiente (etapa 746). Finalmente, los puntos se colocan en el cable para mostrar el lugar donde se detiene la primera fijación (etapa 748). Se repite la misma iteración con cada fijación posterior.

[00066] La Fig. 10 describe en más detalle la etapa 714. Para montar el cable y la fijación, se determina la geometría de transición desde la base del diente al cable (752). Se coloca el objeto de fijación dentro del área del bolsillo del alineador (754). Se pone material de relleno, muy probablemente cemento, en el alineador detrás de la fijación y en la zona restante del alineador (756 y 758). Esto aumenta la facilidad de retirada del alineador en las etapas posteriores, cuando las fijaciones se colocan en los dientes. El médico encaja el alineador con la fijación y el cemento en los dientes (760). Se utiliza luz ultravioleta para asegurar el material de relleno de cemento a los dientes
 35 (762). Para alineadores basados en Testa, se pulveriza agua caliente sobre el alineador (etapa 764), porque el material Testa responde al calor haciéndose cada vez más flexible. Una vez que el alineador se haya enfriado (766), el médico puede sacarlo de la boca del paciente con relativa facilidad (768). La(s) fijación(es) se sujeta(n) ahora a los dientes, que sigue los principios de ortodoncia estándar de colocación de soportes. Por último, el médico conecta el cable a cada fijación utilizando las denominaciones que se han marcado en el cable en la etapa 712 como
 40 referencia.

[00067] El pseudo-código ejemplar para realizar un tratamiento de combinación es el siguiente:

Seleccionar una etapa de tratamiento.
 45 Hacer una predicción para utilizar las fijaciones y cables de tratamiento basado en el grado de comodidad más alto para el médico.
 Seleccionar la fijación adecuada en función de la configuración final del caso.
 Definir el punto FACC.
 Utilizar fórmulas de mínimos cuadrados medios para determinar el cable de mejor ajuste.
 50 Elegir un cable.
 Ir a la posición final del tratamiento.
 Calcular la distancia más corta desde la punta del soporte al borde del cable.
 Establecer este valor como (distancia set_minimum distance) y el cable de mejor ajuste.
 Elegir el siguiente cable.
 55 Calcular la distancia más corta desde la punta del soporte al borde del cable.
 Si el valor de la distancia (en mm) es más pequeño que la distancia mínima del primer cable, este cable se reajusta como cable de mejor ajuste.
 Si el valor de la distancia (en mm) es más grande, el primer cable se selecciona como el de mejor ajuste. Marcar el cable para la colocación correcta de las fijaciones.
 60 Medir la distancia y la dirección entre los puntos de fijación.
 Medir la propiedad física del cable.
 Calcular la distancia de la curva de una punta a la siguiente.
 Marcar los puntos de fijación en la posición final.
 Si los puntos son aceptables, repetir esta iteración para cada fijación posterior.

Montar el cable y la fijación en los dientes del paciente.

Determinar la geometría de transición desde la base del diente al cable.

Colocar la fijación en los 'bolsillos' designados del alineador.

Llenar de cemento/relleno en el alineador detrás y alrededor de cada fijación.

5 Colocar material de relleno de cemento adicional en el alineador para aumentar la facilidad de eliminación del alineador.

Ajustar el alineador sobre los dientes

Utilizar luz UV para fijar la fijación a los dientes.

Rociar agua caliente en el alineador basado en Testa.

10 Dejar que el alineador se enfríe.

Retirar el alineador.

[00068] Por lo tanto, el proceso anterior determina una secuencia de tratamiento óptimo basado en los datos históricos; y la fabricación de uno o más dispositivos dentales para mover los dientes, los dispositivos que se
15 seleccionan de cualquiera de un dispositivo de retención sintetizado por ordenador o una combinación de la fijación y cable. La determinación de una secuencia de tratamiento óptimo puede incluir la captura de un modelo digital de los dientes de un paciente; y comparar el modelo digital de una biblioteca de casos de tratamiento históricos. El tratamiento puede incluir mover dientes usando los dispositivos de retención y al final del tratamiento con los alineadores, fabricar un dispositivo de retención con las fijaciones embebidas en el mismo.

[00069] Los soportes ortodóncicos se diseñan y se producen con un perfil de base fija para la prescripción de un fabricante dado, y su uso. La base del soporte es la superficie que forma la interfaz con el diente. Dado que las morfologías de los dientes de un paciente son únicas, la base del soporte y su diente subyacente pueden no
20 acoplarse bien. Normalmente, existe una separación entre la base del soporte y la superficie del diente. Esta separación se debe rellenar para formar una "base personalizada". La base personalizada puede incluir el ajuste de la angulación y/o la inclinación de la base del soporte cuando se aplica al diente.

[00070] Las Figs. 11A-11C muestran otra realización que permite controlar la colocación de la base del soporte en un diente 404. La Fig. 11A muestra la plantilla 400 sobre el diente 404, mientras que la Fig. 11B muestra
30 la plantilla 400 a través de un modelo 413. La plantilla 400 contiene un soporte 402. Existe una separación 406 entre el diente 404 y la plantilla 400. En la Fig. 11B, existe la separación 406 entre el soporte y el modelo. El soporte se encuentra en su posición preferida con un par predeterminado (inclinación) y una punta predeterminada (angulación). La Figura 11C muestra la plantilla en un modelo con cubierta que tiene orificios a su través de modo que se puede llenar la separación desde dentro del modelo 414. Se aplica un epoxi adecuado para llenar la
35 separación.

[00071] La plantilla de unión puede fijar espacialmente el soporte al mismo tiempo que deja acceso a la separación 406. La plantilla se puede aplicar a un diente real o a un modelo del diente. Este acceso puede ser a
40 través de la geometría apropiada de la plantilla, con o sin un aplicador diseñado para ese propósito.

[00072] En el caso de utilizar el modelo de diente, el modelo podría ser una cubierta que tiene orificio(s) 412 para acceder a la parte posterior del soporte 402. Además, la base personalizada se podría formar presionando un modelo contra otro mientras que el soporte se encuentra espacialmente fijado por la plantilla 400. En este caso, el
45 'modelo' exterior sería una estructura similar a la plantilla, pero más rígida y que cubre más que las superficies de los dientes. El 'modelo' interior representaría los dientes reales. La separación de la base se habría rellenado primero de un medio de unión (por ejemplo, adhesivo). Cuando los dos modelos son ajustan juntos, el medio de unión se compacta en la separación y se elimina cualquier exceso alrededor del soporte. Sin embargo, otro método tendría un modelo hueco para representar los dientes, una plantilla sobre este para fijar los soportes en el espacio, y un segundo modelo que anida en el primer modelo hueco. Cuando se presiona este último en el modelo hueco, se fuerza al adhesivo a través de los orificios en el modelo hueco que se encuentra detrás de bases de los soportes.
50 Después de curar el adhesivo, los dos modelos se eliminan de modo que los soportes y sus bases personalizadas permanecen en la plantilla.

[00073] La plantilla con la inclinación o angulación pre-especificadas o predeterminadas está diseñada como
55 sigue. En primer lugar, el sistema digitaliza el diente del paciente. A continuación, un operador utiliza un sistema CAD dental para añadir un objeto virtual a un lugar predeterminado en el diente digitalizado. El sistema CAD se utiliza para mover el objeto virtual a una inclinación predeterminada o a una angulación predeterminada por encima del diente. Los datos resultantes se envían a una máquina de fabricación para fabricar la plantilla dental para localizar específicamente el objeto sobre el diente del paciente con la inclinación y/o angulación determinadas.

[00074] Durante su uso, un profesional dental monta el objeto o soporte de ortodoncia en la plantilla y coloca la
60 plantilla sobre los dientes del paciente o un modelo del mismo. Puesto que la plantilla mantiene el soporte en la angulación y/o la inclinación previamente especificadas, la base del soporte se coloca con precisión encima del diente. El profesional dental inyecta epoxi en la separación entre el soporte y el diente para unir el objeto de ortodoncia a los dientes con la angulación y/o la inclinación deseadas.
65

[00075] Las Figs. 12A-12B muestran otras formas de realización para colocar el objeto de ortodoncia en los dientes con la angulación y/o la inclinación deseadas. En la realización de la Fig. 12A, se forma una pluralidad de raíles 432 en un modelo de diente 430. En la realización de la Fig. 12B, los raíles 442 también están colocados en un modelo de diente 440. Se proporciona una pluralidad de aberturas 444 en el modelo 440 para permitir el acceso a la base de un soporte que se asienta sobre o en los rieles. Los raíles 432 y 442 están diseñados para proporcionar la angulación y/o la inclinación apropiadas de los soportes en el diente además de la localización adecuada.

[00076] En una realización, se crean dos o más raíles o crestas a lo largo de los bordes exteriores de un soporte en un sustrato modelo adecuado. El sustrato puede ser el sustrato de yeso, de resina, o de polímero. Se aplica un medio de unión sobre el entorno de la base. El medio de unión o epoxi pueden fluir más allá de las dimensiones de la base. El soporte se presiona entonces contra los raíles o en canales en los raíles que se ajustan a la base del soporte para forzar el posicionamiento espacial correcto y también limitar la posición facial correcta. Los raíles también limitan la base del soporte a la posición facial correcta. A continuación, se cura el medio de unión. El soporte y la base personalizada se eliminan del sustrato, que preferentemente no es compatible con o no permite una unión resistente al adhesivo.

[00077] Volviendo ahora a la Fig. 13, se muestra un proceso ejemplar para formar una plantilla que puede situar un soporte en cualquier posición tridimensional arbitraria. Primero, el proceso obtiene un modelo digital de los dientes (450). A continuación, el proceso obtiene modelos digitales de los soportes que han de ser soportados por la plantilla (452). A continuación, el proceso posiciona en el espacio 3D cada soporte con relación a su diente subyacente (454). Los métodos para determinar estas posiciones incluyen: Straight Wire de Andrews, Roth, MBT, medición de la distancia y los ángulos entre geometrías del soporte y referentes biológicos, o en base a teorías o filosofías específicas de los médicos. A continuación el proceso crea un archivo de la plantilla, como se describe en el presente documento (456). La plantilla se fabrica a partir del archivo digital completado 458.

[00078] La Fig. 14 ilustra una presentación de tres modelos o representaciones digitales escaneados o capturados de otro de dientes humanos 502, 504, 506, a una escala del 100 %. La Fig. 15 ilustra modelos de dientes a escala respecto a los de la Fig. 14. En esta realización, el factor de escala es del 140 %, pero el factor de escala puede estar entre aproximadamente el 105 % y el 150 %. La Fig. 16 muestra dónde se solapan los modelos de dientes 508 y 512. Se utiliza una representación del armazón del cable para mostrar un volumen común 510. Este volumen común identifica estructuras que pueden entrar en conflicto con la creación de una plantilla adecuada. La Fig. 17 muestra una representación sólida de un tabique 510.

[00079] Las Figs. 18 y 19 muestran un modelo a escala de dientes 508, en este caso el modelo de diente 508 se escala hasta el 140 %. La Fig. 18 muestra una eliminación desde el lado próximo (el lado más próximo al espectador) del modelo del volumen común 510 compartido entre el modelo de diente 508 y su modelo del diente adyacente 512. La Fig. 19 muestra el modelo de diente 508 con el volumen común 510 retirado de la superficie cerca del diente y con el modelo de diente al 100 % sustraído del modelo de diente 508. La Fig. 19 por lo tanto es una cubierta que cubre el modelo del diente al 100 %.

[00080] Las Figs. 20 y 21 ilustran la necesidad de retirar el volumen común 510 de los modelos de los dientes adyacentes. La Fig. 20 ilustra la sustracción de los modelos de los dientes originales de la Fig. 14 a partir de modelos de los dientes a escala de la Fig. 15 para formar cavidades 509 que están separadas por los tabiques 510. Tales formaciones impedirían que la plantilla se colocase sobre los dientes de un paciente. En la Fig. 21, los volúmenes comunes 512 y 514 están posicionados entre el modelo de diente 511 y el modelo de diente 513 y entre el modelo de diente 513 y el modelo de diente 515. Los volúmenes 512 y 514 se muestran antes de su eliminación o sustracción. La Fig. 22 ilustra modelos con volúmenes comunes retirados del modelo de plantilla. En este caso, los volúmenes comunes 520 y 522 se amplían para mayor claridad, pero en la práctica al tamaño del volumen estarían definidos por el factor de escala de los dientes que da lugar a la forma del volumen común. Las Figs. 23 y 24 muestran la adición de refuerzos o medios para la conexión de los modelos de dientes disjuntos. Haciendo referencia de nuevo a la Fig. 22, una vez que se han eliminado esos volúmenes comunes 520 y 522, pueden existir separaciones 524 y 526 entre los modelos de dientes 525, 527 y 529, respectivamente.

[00081] Las Figs. 23-24 muestran la formación de una estructura sólida que es una plantilla continua a colocar en los dientes de un paciente. En el caso de la Fig. 23, los elementos de unión o elementos de refuerzo 530-532 se insertan como estructuras separadas después de la creación del modelo de plantilla. El elemento de refuerzo 530 es un elemento circular, mientras que el elemento de refuerzo 532 es un elemento en forma de media luna. Estos representan dos posibles formas, pero son posibles muchas otras. Las superficies de los elementos de refuerzo se unen a las superficies del modelo de plantilla. La Fig. 24 muestra la adición de elementos de refuerzo 540-542 después de la operación anterior para la formación de cavidades. En esta operación, se forma a la vez una sola estructura continua que se compone de los tres modelos de dientes, así como de los elementos de refuerzo 540-542. En ambos casos, los elementos de refuerzo están incorporados al modelo de plantilla. Se pueden adoptar etapas posteriores para dar más forma al modelo de plantilla o elementos de los mismos.

[00082] El pseudo-código para generar una plantilla utilizando el método de escalado dental es el siguiente:

1. Se obtiene una representación digital de un diente mediante barrido u otros medios de digitalización.
2. Este archivo del diente se abre en una aplicación informática que permite a un usuario alterarlo o eso mismo altera el archivo.
3. El diente se agranda a una escala mayor que el 100 % - normalmente en el intervalo del 105 al 150 %; y se guarda como archivo independiente.

- El archivo del diente original (es decir, escala al 100 %) es colocada dentro del diente a escala.
- La geometría del diente original se resta de la diente a escala para dejar una estructura vacía o cubierta.
- La raíz y otros aspectos sub-gingival se eliminan de esta estructura. La eliminación se puede realizar mediante el uso de estructuras o superficies adicionales que cortan la cavidad, o se sustraen de la estructura a mantener.

Método A de la cavidad del diente adyacente.

- Versiones sólidas (no huecas) a escala de los dientes adyacentes se sustraen de esta estructura donde se superponen o se cruzan las estructuras.

Método B de la cavidad del diente adyacente.

- La geometría común al diente objeto y los dientes adyacentes se sustrae de esta estructura. Este paso se realiza mejor antes del vaciado del diente objeto.

4. Todos los dientes en el arco de destino que van a ser parte de la plantilla a continuación se juntan en sus posiciones y orientaciones relativas adecuadas para formar la plantilla para este arco.

5. Se rellenan las regiones interproximales exteriores, según sea necesario, para unir los segmentos de la cubierta de los dientes. Este proceso de refuerzo' tiene numerosas posibilidades, entre ellas:

- Añadir una estructura sólida que se extiende más allá de las superficies bucales de los dientes y volver a formar la cavidad allí donde de lo contrario colisionaría con los dientes.

- Rellenar individualmente las regiones interproximales entre los dientes adyacentes hacia fuera desde las superficies bucales de los dientes al 100 % y/o a escala.

- Añadir otro diente a mayor escala sobre cada diente correspondiente y volver a formar la cavidad donde de lo contrario pudiese colisionar con el diente subyacente.

- Permitir que las regiones interproximales estén separadas, pero conectadas a los dientes individuales mediante la aplicación de una estructura sólida sobre y dentro de las superficies incisales/oclusales. Volver a formar la cavidad según sea necesario.

6. Se elimina cualquier geometría interferente o no deseada. Esto puede incluir las posiciones para los soportes u otros componentes de ortodoncia o dentales. Como se ha señalado anteriormente, la eliminación se puede realizar mediante el uso de estructuras o superficies adicionales que se utilizan para cortar, formar la cavidad, o sustraer de la estructura/estructuras mantenidas.

7. Si es necesario, el archivo resultante se convierte a un formato requerido por el método prototipado rápido.

40 **[00083]** Las Figs. 25-32 muestran varios diagramas que ilustran una realización de cavidades superpuestas. En la Fig. 25, se utiliza un bloque 550 como estructura arbitraria y dentro de esa estructura se ha colocado un modelo de diente a una escala del 100 % 552. En la Fig. 26, el mismo bloque 550 con las mismas dimensiones en todos los aspectos como la estructura del bloque 550 en la Fig. 25 contiene un diente a escala 554 (tal como un modelo de diente a escala al 140 %). En cada caso, la estructura abarca completamente los modelos de los dientes original y a escala. En la Fig. 27, el diente al 100 % se ha vaciado o ahuecado a partir del bloque 550, y en la Fig. 28, el modelo de diente a una escala del 140 % 554 se ha vaciado a partir del bloque 550. En la Fig. 29, el bloque vaciado 550 que contenía el modelo de diente al 100 % 552 se co-sitúa con el bloque vaciado 550 que contenía el modelo de diente al 140 % 554 de forma que el modelo 552 se encuentra dentro del modelo 554.

50 **[00084]** La Fig. 30 muestra una sustracción de los bloques de cavidad 550 para el modelo de diente al 100 % y el bloque de cavidad 550 para el modelo de diente a escala para crear una estructura definida por el área entre los modelos 552 y 554 a una escala del 100 % y a una escala del 140 %, respectivamente. En la Fig. 31 se muestra un modelo de armazón de cable del modelo de diente a escala 554 con un modelo sólido del modelo de diente al 100 % original 552. La Fig. 32 es una vista en sección transversal de los modelos de la Fig. 31 para mostrar una cubierta 55 **560** que rodea el modelo de diente a una escala del 100 % 552 con la superficie exterior que está definida por el modelo de diente a escala 554.

[00085] El pseudo-código llevar a cabo la realización de la cavidad superpuesta es como sigue:

1. Se obtiene una representación digital de un diente mediante barrido u otros medios de digitalización.
2. Este archivo del diente se abre en una aplicación informática que permite a un usuario alterarlo o eso mismo altera el archivo.
3. Se crea o se abre en la aplicación una estructura que abarca más que el espacio ocupado por todos los dientes. Este es el bloque 550 en las imágenes. Como alternativa, se pueden crear estructuras que abarcan un diente o un grupo de dientes individuales. Estas estructuras más tarde se juntan en un archivo de plantilla (Fig. 25).

4. Preferentemente, todos los dientes objeto se mueven en este archivo a sus posiciones y orientaciones adecuadas. La estructura se vacía entonces con los dientes. Como alternativa, la estructura se podría vaciar sucesivamente por los dientes individuales. La estructura resultante se guarda.

5. Cada diente se amplía entonces a una escala mayor que el 100 % - normalmente en el intervalo del 105 al 150 %; y se guarda como un archivo independiente.

6. Se crea o se abre una segunda estructura idéntica que abarca todo (550) en la aplicación (Fig. 26).

7. Se repite la etapa 4 para el bloque 550 (Fig. 26) con la diferencia de que se utilizan los dientes a escala de la Etapa 5. Como alternativa, no es necesario crear y utilizar los dientes a escala. En su lugar, los dientes originales se pueden vaciar en el bloque 550 a una escala mayor que el 100 %.

8. El bloque 550 de la Fig. 25 y el bloque 550 de la Fig. 26 se co-sitúan en uno de sus archivos o en un nuevo archivo que preferentemente solo contiene estos dos objetos.

9. El bloque 550 de la Fig. 26 se sustrae del bloque 550 de la Fig. 25. Esto deja una o más estructuras con cobertura -las superficies exteriores definidas por los dientes a escala y las superficies interiores por los dientes originales no a escala.

10. Las raíces y los aspectos sub-gingivales se retiran de la estructura/estructuras. La eliminación se puede realizar mediante el uso de estructuras o superficies adicionales que cortan, vacían, o se sustraen de la estructura a mantener.

11. Sucesiva o simultáneamente, la geometría común a un diente objeto y sus dientes adyacentes se sustrae de la estructura/estructuras.

12. Se rellenan las regiones interproximales exteriores, como sea necesario, para unir juntos los segmentos de la cubierta de los dientes. Este proceso de 'refuerzo' tiene numerosas posibilidades:

- Añadir una estructura sólida que se extiende más allá de las superficies bucales de los dientes y allí donde de lo contrario colisionaría con los dientes.
- Rellenar individualmente las regiones interproximales entre los dientes adyacentes hacia fuera desde las superficies bucales.
- Añadir otro diente a mayor escala sobre cada diente correspondiente y volver a formar la cavidad donde de lo contrario pudiese colisionar con el diente subyacente.
- Permitir que las regiones interproximales estén separadas, pero conectadas a los dientes individuales mediante la aplicación de una estructura sólida sobre y dentro de las superficies incisales/oclusales. Volver a formar la cavidad según sea necesario.
- El refuerzo se puede colocar o representar sobre los dientes a escala antes de, al mismo tiempo que, o después de las etapas 7 y/o 8. Preferentemente se lleva a cabo antes de la Etapa 9.

13. Se elimina cualquier geometría interferente o no deseada, por ejemplo, las regiones interproximales internas. Esta eliminación puede incluir las posiciones para los soportes u otros componentes de ortodoncia o dentales. La eliminación puede efectuarse como se describe anteriormente.

14. Si es necesario, el archivo resultante se convierte a un formato requerido por el método de prototipado rápido.

[00086] La Fig. 33 ilustra otra realización para ajustar a escala un modelo de diente. En esta realización, la superficie del modelo de diente original se desplaza (565) utilizando una fórmula matemática predeterminada o puntos o limitaciones predeterminadas. La realización compensa numerosas superficies que muestran métodos alternativos a la ampliación del modelo de diente o la creación de una superficie que delimita la misma forma pero a una gran escala del modelo de diente. La Fig. 34 engrosa la superficie (565) de la Fig. 33 hacia adentro en dirección al diente para formar la estructura 567. La Fig. 35 es esa misma superficie (565), pero ahora el engrosamiento hacia afuera se aleja del diente y la Fig. 36 muestra al mismo tiempo el engrosamiento hacia adentro y hacia afuera.

[00087] Las Figs. 37-40 muestran otra realización para la creación de una plantilla. En esta realización, se coloca una estructura geométrica 570 (Fig. 37) de manera que se apoya un componente de ortodoncia 572 en un diente 574. En una realización, el componente 572 es un soporte. La posición del soporte define dónde reside esta estructura añadida; en este caso la esquina de la estructura 570 se apoya sobre el soporte 572 por dos lados. En la realización de las Figs. 37-40, se han colocado tres soportes y ha posicionadas tres estructuras geométricas contra los soportes 572 en la Fig. 37. En la Fig. 38, los cuerpos 570 se unen con los dos elementos de unión 576 entre las estructuras 570. En la Fig. 39 la estructura de la Fig. 38 se extiende hasta o más allá de los dientes, por ejemplo, las superficies oclusales o incisales. Las Figs. 39-40 muestran una vista oclusal, así como una vista bucal de las estructuras 570 y los elementos de unión 576 en los dientes 574. En las Figs. 39-40, una estructura extendida 575 está unida a las estructuras 507 y 576 para extender la altura de la combinación de fijación.

[00088] Las Figs. 41 y 42 muestran que una vez que las estructuras 570 se han extendido como se muestra en las Figs. 39 y 40, se puede colocar una estructura de cobertura adicional 580 sobre las superficies oclusales o incisales para definir completamente dónde se encuentra el molde en el espacio respecto a los dientes y en este caso se muestra una forma de placa simple. Sin embargo, se pueden utilizar geometrías más complejas.

[00089] El pseudo-código para la realización del revestimiento del diente es como sigue:

1. Se obtiene una representación digital de un diente mediante barrido u otros medios de digitalización.
2. Este archivo del diente se abre en una aplicación informática que permite a un usuario alterarlo o eso mismo altera el archivo.
3. El componente de ortodoncia o dental se coloca en el diente en su posición prevista. Como alternativa, la placa se coloca con respecto a donde se sabe que se colocará el componente.
4. Se coloca una estructura sobre, en, y/o por encima del diente por lo que se apoya en el componente con contacto suficiente para limitar sus grados de libertad según se desee. Esta estructura puede tener una forma estandarizada o personalizada con respecto al tipo de diente o específicamente al diente o dientes de un paciente dado. Como mínimo, esta estructura tendrá estos rasgos o características: un espesor bucolingual mayor que aproximadamente la mitad de esta dimensión del componente, pero generalmente menor que la suma de los espesores del componente y su diente correspondiente; una longitud mesiodistal que puede ser mayor que, menor que, o igual a la anchura mesiodistal del diente; y una altura oclusolingival que puede ser mayor que, menor que, o igual a la altura del diente. La estructura podría ser simplemente rectilínea o tan complejo como la morfología de los dientes o la boca y también podría incluir una cavidad de acoplamiento para el componente de ortodoncia. O el componente se podría vaciar posteriormente en la estructura cuando esta última esté prácticamente posicionada.
5. Después de que todos los dientes se hayan revestido, las placas se fusionan, se conectan, o se unen donde haya separaciones y se cortan, recortan, o conforman donde haya una protrusión no deseable. En este momento también se podría fusionar en las placas un elemento incisal/oclusal.
6. Si es necesario las estructuras de dientes se sustraen de la estructura compuesta de las placas y cualquier elemento incisal/oclusal.
7. Se elimina cualquier geometría interferente o no deseada. Esto puede incluir las posiciones para los soportes u otros componentes de ortodoncia o dentales. Véase más arriba para los métodos de extracción.
8. Si es necesario, el archivo resultante se convierte a un formato requerido por el método de prototipado rápido.

[00090] Las Figs. 43 y 44 muestran otra realización del método de desplazamiento de la superficie. En esta realización, se utilizan dos superficies 590 y 592 en lugar de solo una superficie. En la Fig. 43, se desplaza una superficie 592 en o cerca del diente. Una segunda superficie 590 se desplaza a una distancia mayor que la distancia desde la superficie 592 que resulta en dos superficies que son esencialmente congruentes, pero situadas a una distancia diferente. La Fig. 44 muestra las dos superficies 590 y 592 que delimitan una estructura sólida. La estructura sólida se puede especificar de diferentes maneras. Por ejemplo, se puede extruir una superficie hacia la otra superficie, como alternativa, se pueden cerrar los bordes (591) donde las superficies se separan.

[00091] El pseudo-código para el desplazamiento de la superficie es el siguiente:

1. Se obtiene una representación digital de un diente mediante barrido u otros medios de digitalización
2. Este archivo del diente se abre en una aplicación informática que permite a un usuario alterarlo o eso mismo altera el archivo.
3. La(s) superficie(s) del diente se desplaza a una distancia deseada.
4. Esta superficie se engrosa en dirección radial hacia fuera si la distancia de desplazamiento es mayor que cero. La superficie se engrosa radialmente hacia dentro o hacia fuera si la distancia es mayor que cero. El engrosamiento dirigido hacia dentro preferentemente no penetra en la superficie del diente. Sin embargo, si lo hace, la estructura del diente se podría sustraer posteriormente del sólido creado por el engrosamiento de la(s) superficie(s) de desplazamiento.
5. Se elimina cualquier geometría interferente o no deseada. Estas pueden incluir las áreas interproximales, así como las posiciones para los soportes u otros componentes de ortodoncia o dentales. Véase más arriba para los métodos de eliminación.
6. Si es necesario, el archivo resultante se convierte a un formato requerido por el método de prototipado rápido.

[00092] El pseudo-código para el desplazamiento de múltiples superficies es el siguiente:

1. Se obtiene una representación digital de un diente mediante barrido u otros medios de digitalización
2. Este archivo del diente se abre en una aplicación informática que permite a un usuario alterarlo o eso mismo altera el archivo.
3. La(s) superficie(s) del diente se desplaza a una primera distancia deseada.
4. La(s) superficie(s) del diente se desplaza a una segunda distancia deseada, preferentemente mayor o menor que la primera distancia.
5. A continuación, se rellena el volumen entre las primera y segunda superficies para crear una estructura sólida.
6. Si una de las distancias de desplazamiento fija las superficies correspondientes en el interior de la estructura del diente, la estructura sólida se puede vaciar con la estructura del diente original.
7. Se elimina cualquier geometría interferente o no deseada. Estas pueden incluir las áreas interproximales, así como las posiciones para los soportes u otros componentes de ortodoncia o dentales. Véase más arriba para los métodos de eliminación.

8. Si es necesario, el archivo resultante se convierte a un formato requerido por el método de prototipado rápido.

[00093] Las Figs. 45 y 46 muestran una realización de corte de una plantilla. Una estructura de corte 593 abarca parcialmente el soporte subyacente 572 para crear una 'ventana' en la plantilla en la que puede estar situado y fijado el soporte al tiempo que permite la posterior eliminación de la plantilla. En una realización, la estructura de corte 593 tiene una geometría simple. Otras formas podrían abarcar más o menos del componente de ortodoncia o dental subyacente en función de la necesidad o la intención. Además, la forma de la estructura 593 podría ser más compleja para crear beneficios adicionales, tales como un bloqueo parcial para mantener el componente de 'manos libres' en su lugar, producir una costura a lo largo de la cual la plantilla se rompe fácilmente para su eliminación, o permitir el acceso más fácil para la unión o el curado. En este ejemplo, la estructura que abarca 593 continúa de la superficie lingual a la superficie bucal de la plantilla para generar una zona delgada de borde afilado 594 a lo largo de cuyo borde bucal es más fácil romper la plantilla.

[00094] La estructura 593 crea un recorte en la plantilla para colocar un componente de ortodoncia o dental tal como un soporte. Puede que no sea necesario capturar toda la geometría, sino capturar aspectos de la geometría suficientes para localizar ese soporte o componente en el lugar correcto. En este caso, el diente central tiene una estructura sobre el soporte. Esta estructura se extiende gingivalmente más allá de la estructura de soporte de manera que el soporte se puede colocar en la plantilla y se une sobre el diente y, posteriormente, la plantilla se puede quitar.

[00095] La Fig. 46 es una vista oclusal del mismo soporte, estructura, y la parte de la plantilla, pero que muestra otras características que se pueden incorporar en la estructura. En este caso, hay un aspecto triangular en la estructura 593 que se cortará en la plantilla para crear un borde de rotura 594 o una línea divisoria. Se pueden utilizar geometrías más complejas para dientes gravemente rotados o gravemente torcidos ya que podrían ser necesarias diferentes vías de acceso para colocar uno o más de los componentes, y eso además puede facilitar la eliminación de la plantilla.

[00096] Las plantillas anteriores también pueden colocar el soporte en cualquier posición 3D arbitraria para soportar una especificación predeterminada de angulación y de inclinación para un soporte. En ese caso, la plantilla podría fijar el soporte en el espacio en relación con el diente.

[00097] Además, las técnicas descritas en el presente documento se pueden implementar en un aparato o en un software, o en una combinación de los dos. Las técnicas se pueden implementar en programas de ordenador que se ejecutan en ordenadores programables cada uno que incluye un procesador, un medio de almacenamiento legible por el procesador (incluyendo memoria volátil y no volátil y/o elementos de almacenamiento), y dispositivos de entrada y de salida adecuados. El código de programa se aplica a los datos introducidos usando un dispositivo de entrada para realizar las funciones descritas y para generar información de salida. La información de salida se aplica a uno o más dispositivos de salida. Cada programa se puede implementar en un lenguaje de programación de procesamiento u orientado a objetos de alto nivel para operar conjuntamente con un sistema informático. Sin embargo, los programas se pueden implementar en ensamblador o código máquina, si se desea. En cualquier caso, el lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado. Cada uno de dichos programas de ordenador se puede almacenar en un medio o dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, CD-ROM, disco duro o disquete magnético) que sea legible por un ordenador programable de propósito general o especial para configurar y operar el ordenador cuando el medio o dispositivo de almacenamiento es leído por el ordenador para realizar los procedimientos descritos. El sistema también se puede implementar como un medio de almacenamiento legible por un ordenador, configurado con un programa de ordenador, en el que el medio de almacenamiento así configurado hace que un ordenador funcione de una manera específica y predefinida. Además, aunque la invención se ha mostrado y descrito con referencia a una realización de la misma, los expertos en la técnica entenderán que lo anterior y otros cambios en la forma y el detalle pueden realizarse sin apartarse del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método implementado por ordenador de provisión de una representación digital de una plantilla ortodóntica para colocar un objeto en un diente de un paciente, comprendiendo el método:
- 5 obtener un modelo de diente digital del diente del paciente;
 colocar un objeto virtual en el modelo de diente digital en una ubicación en el diente;
 escalar el modelo de diente digital;
 superponer el modelo de diente digital escalado sobre el modelo de diente digital original;
 proporcionar la representación digital de la plantilla ortodóntica para colocar dicho objeto en el diente del
 10 paciente, en el que la representación digital se basa en el modelo de diente digital escalado y el modelo de
 diente digital original.
2. Método de la reivindicación 1, que comprende además crear un archivo de la plantilla basado en la representación
 15 digital, en el que una plantilla, según la representación digital, es fabricable utilizando el archivo de la plantilla.
3. Método de la reivindicación 2, que comprende además proporcionar el archivo de la plantilla en un formato
 requerido por un método de creación rápida de prototipos para la fabricación de dicha plantilla.
4. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se coloca un objeto virtual en el modelo de
 20 diente digital escalado superpuesto.
5. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la colocación del objeto virtual comprende
 colocarlo en una ubicación específica en una orientación específica.
- 25 6. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la provisión de la representación digital
 comprende eliminar el modelo de diente digital del modelo de diente digital escalado para formar un aparato virtual.
7. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además utilizar una interfaz gráfica
 de usuario para colocar el objeto virtual.
- 30 8. Método de la reivindicación 7, en el que la colocación del objeto virtual comprende ajustar de manera interactiva la
 posición del objeto.
9. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además proporcionar una indicación
 35 de retroalimentación de al menos una de: (i) manipulaciones permitidas de los dientes y (ii) manipulaciones
 prohibidas de los dientes.
10. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el objeto virtual es un soporte virtual, y el
 método comprende seleccionar un soporte virtual para añadir al modelo de diente digital de una pluralidad de
 40 soportes virtuales; y en el que cada soporte virtual corresponde a un modelo 3D de un soporte existente.
11. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos uno de:
 (i) eliminar estructuras innecesarias del modelo digital; y
 (ii) eliminar la estructura digitalizada en contacto próximo con un diente adyacente.
- 45 12. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el modelo de diente digital del diente del
 paciente es del diente del paciente en una posición inicial; y
 en el que el método comprende determinar una posición objetivo para el diente del paciente.
- 50 13. Método de la reivindicación 12, que comprende además utilizar una interfaz gráfica de usuario para permitir que
 un usuario visualice el modelo de diente digital con el diente en diferentes etapas entre la posición inicial y final para
 el diente del usuario.
14. Método, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el objeto virtual es un soporte que
 55 comprende una ranura para recibir un cable.
15. Producto de programa informático que comprende instrucciones del programa configuradas para programar un
 procesador para realizar el procedimiento, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14.
- 60

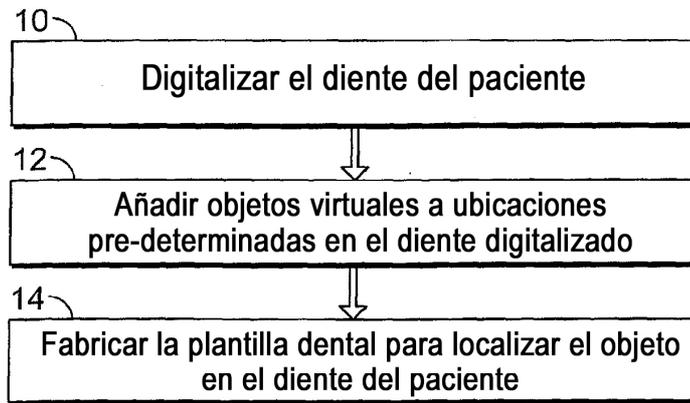


FIG. 1

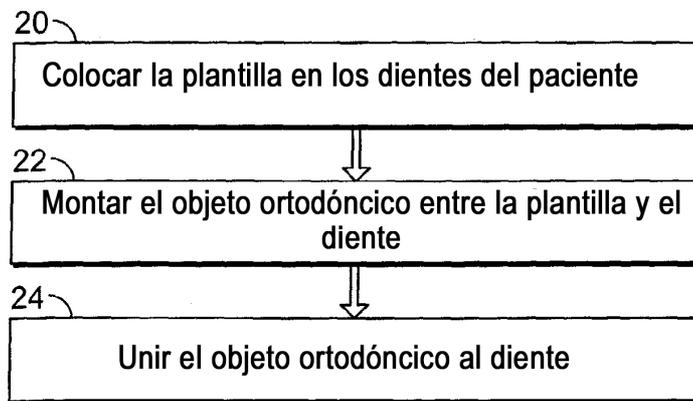


FIG. 2A

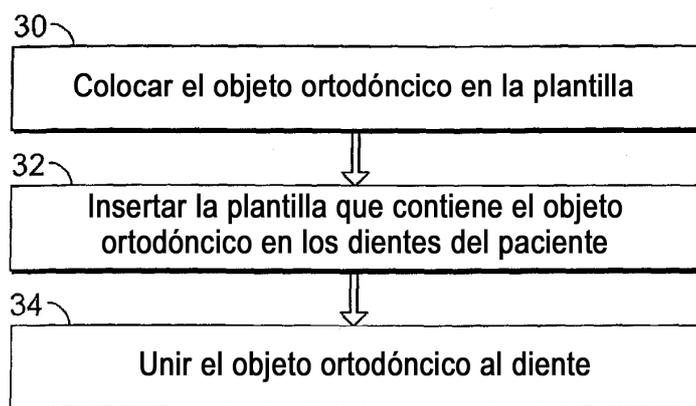


FIG. 2B

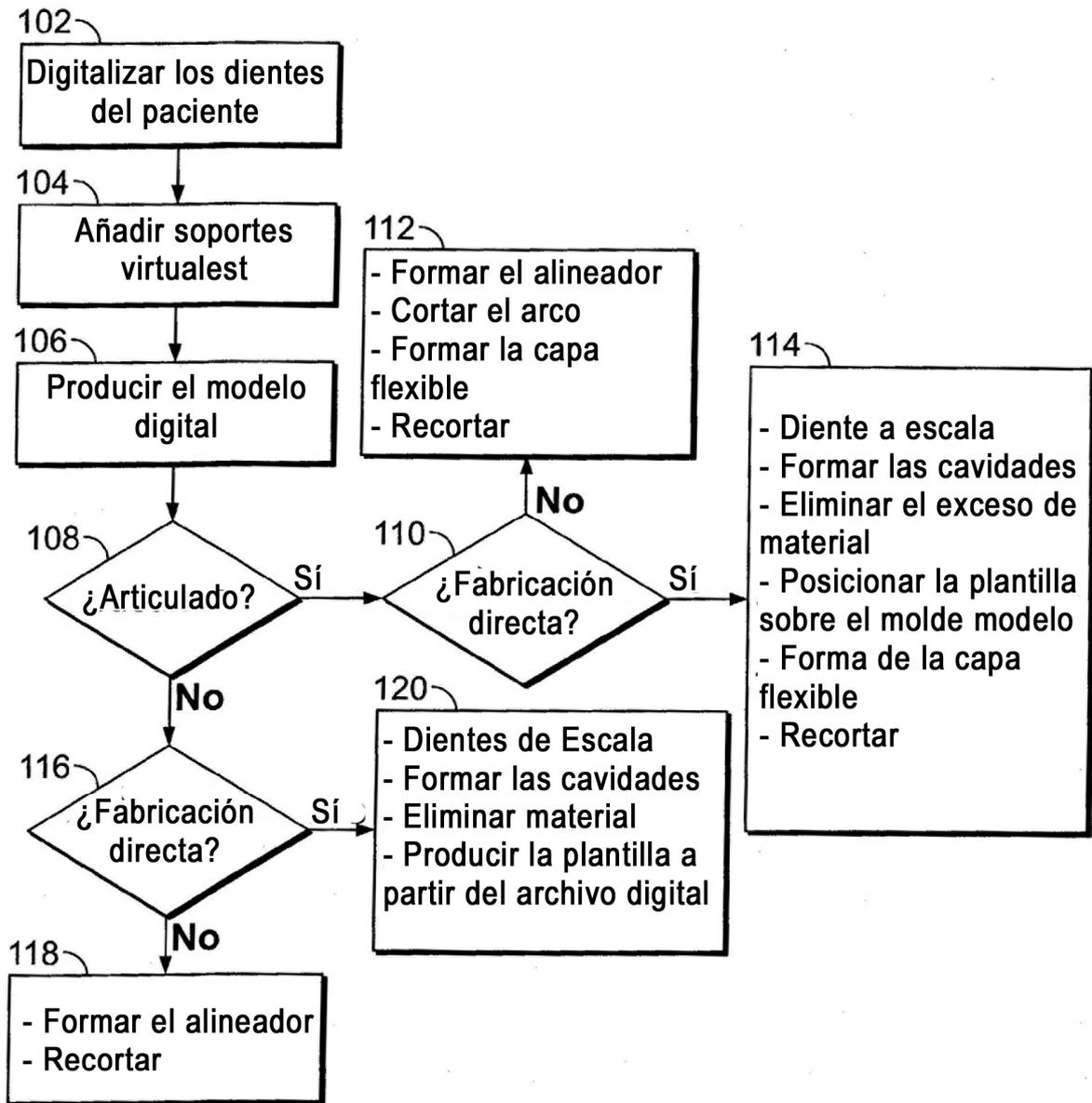


FIG. 3A

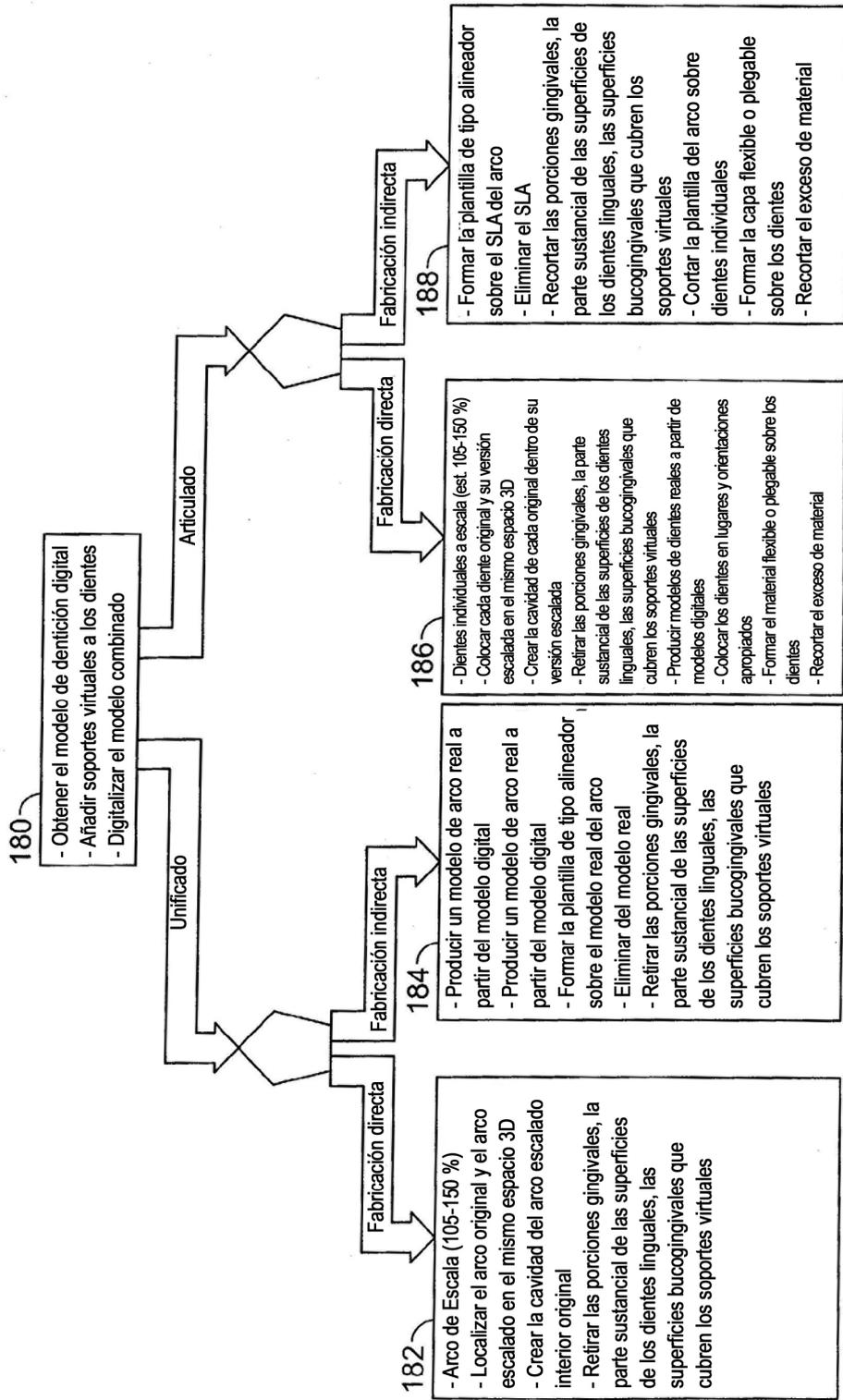


FIG. 3B

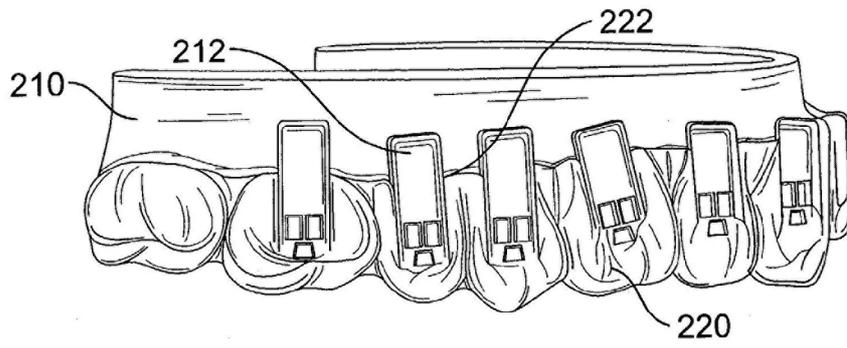


FIG. 4A

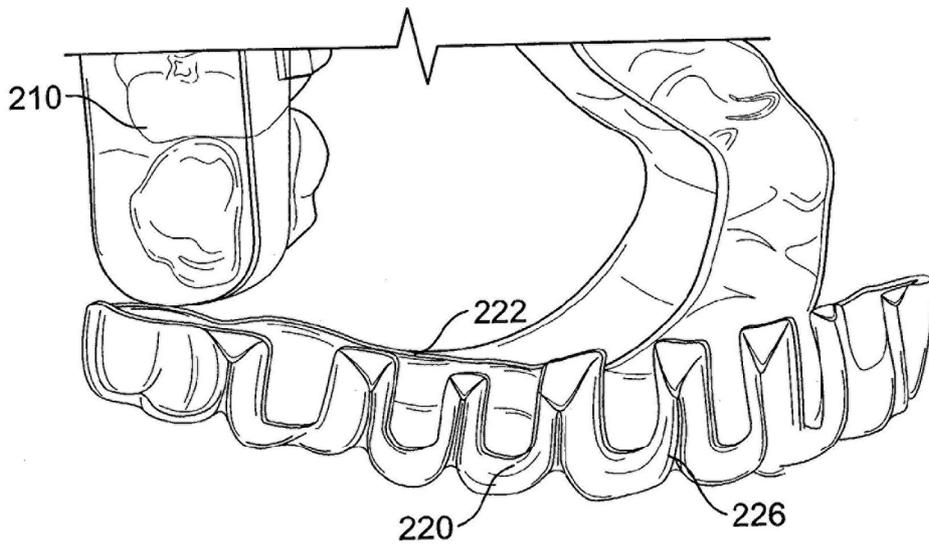


FIG. 4B

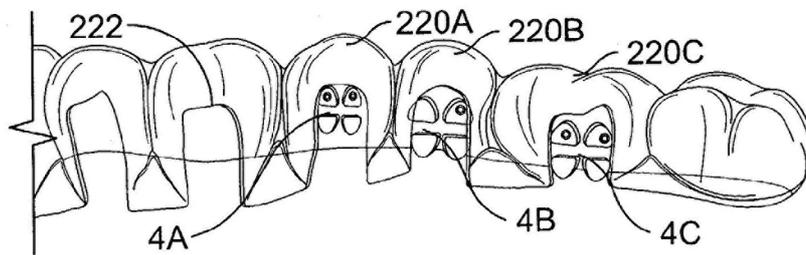


FIG. 4C

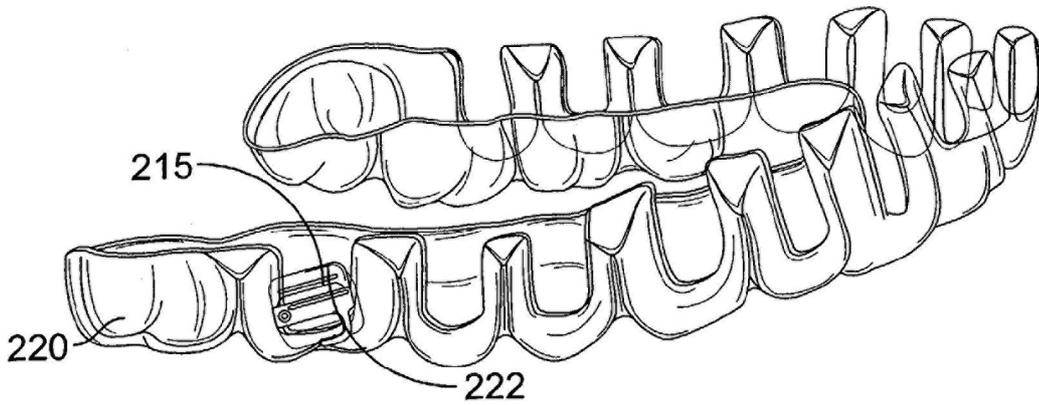


FIG. 4D

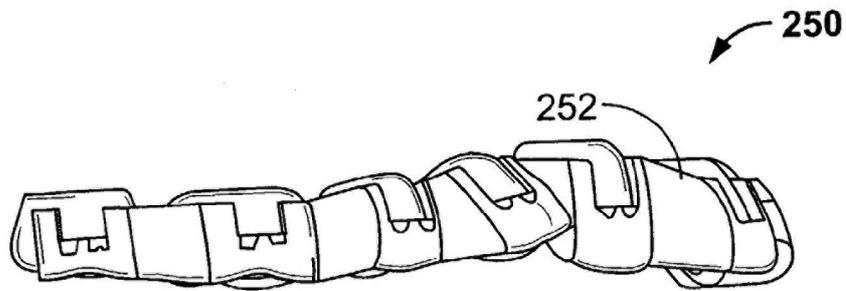


FIG. 5A

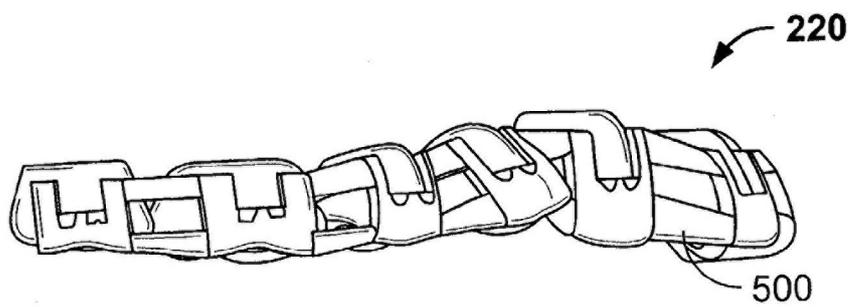


FIG. 5B

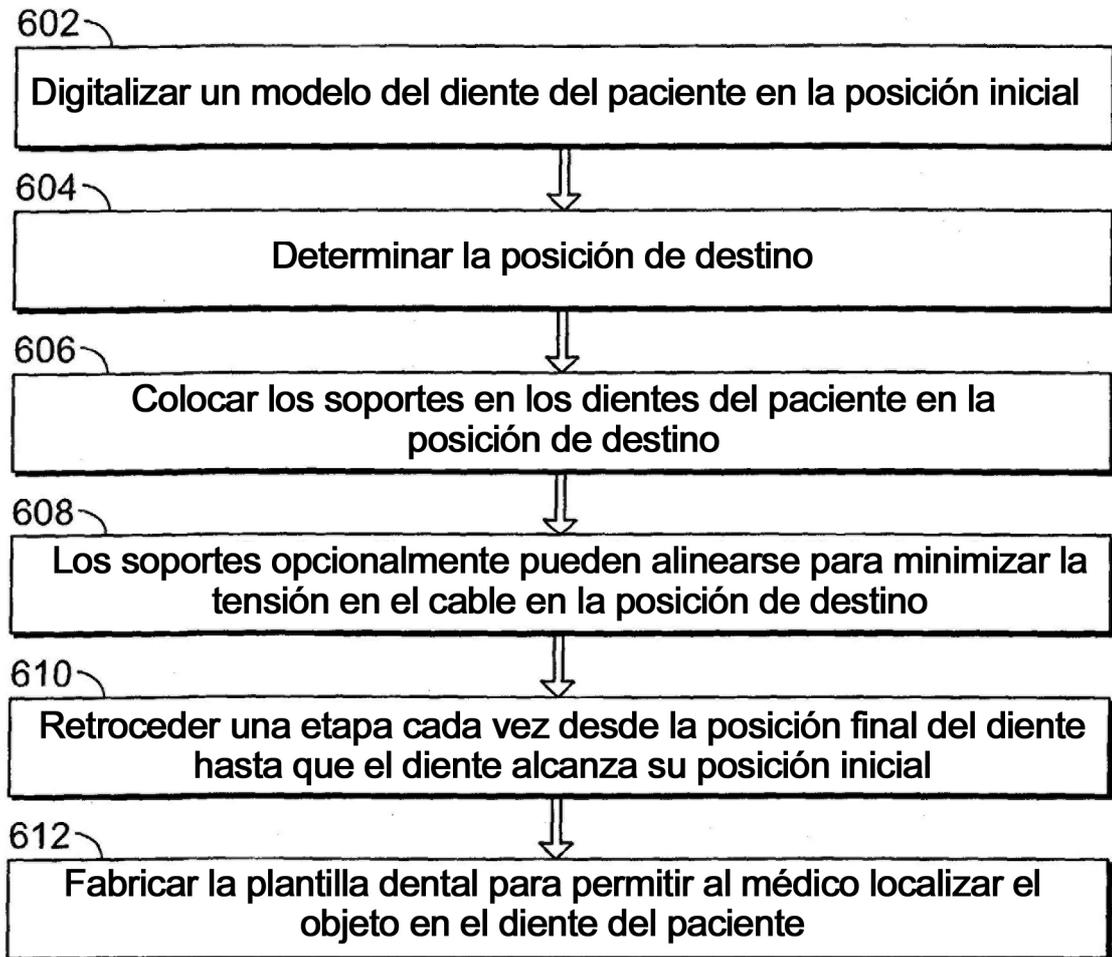


FIG. 6A

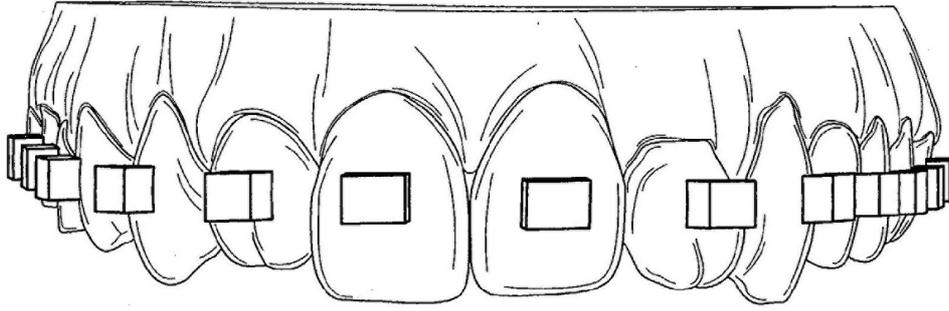


FIG. 6B

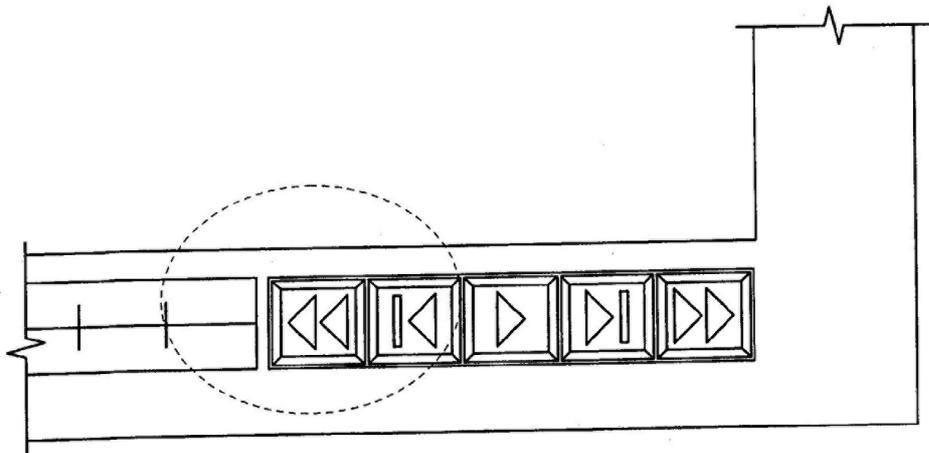


FIG. 6C

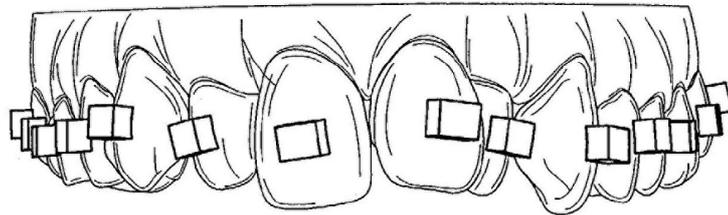


FIG. 6D

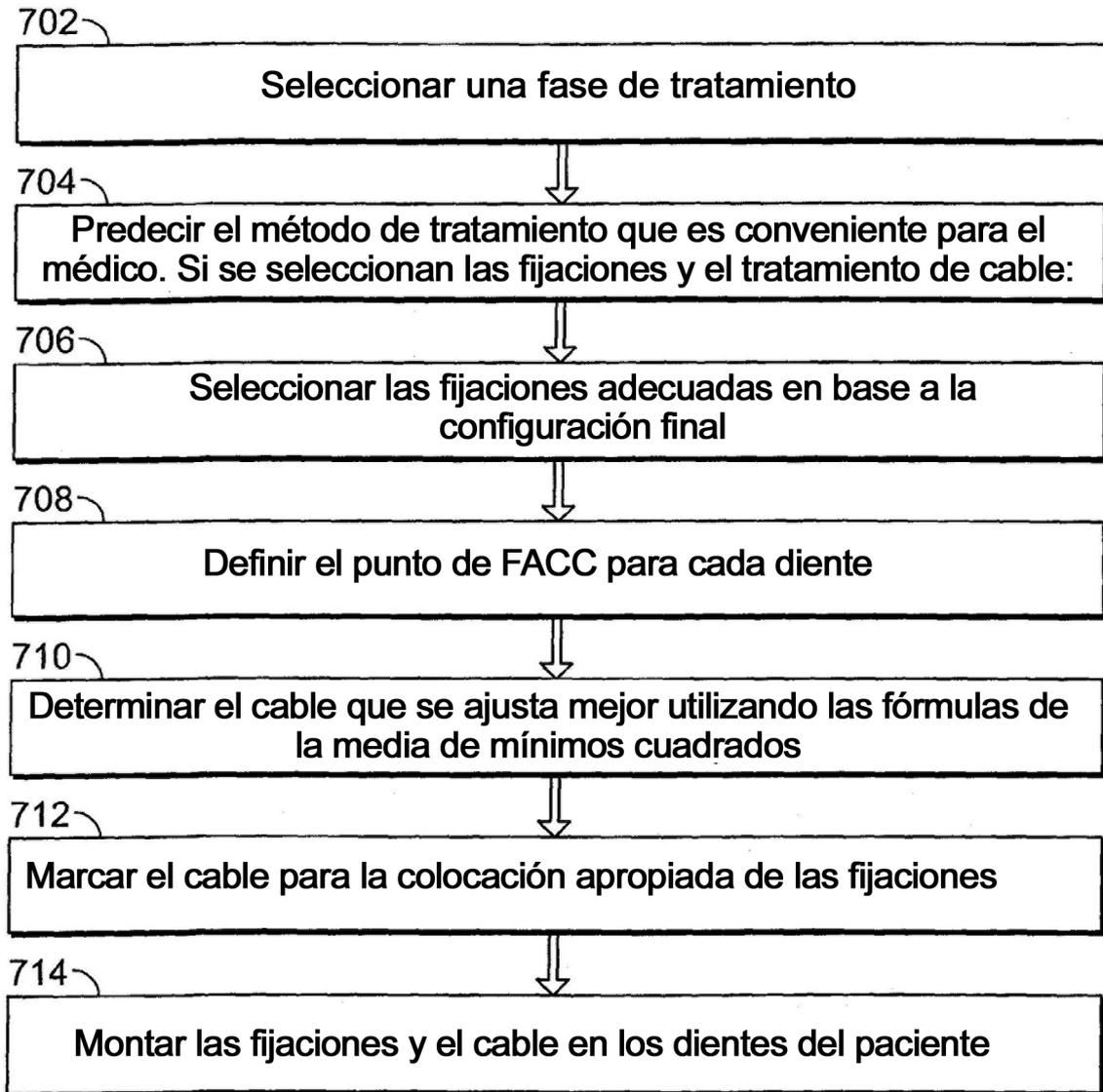


FIG. 7

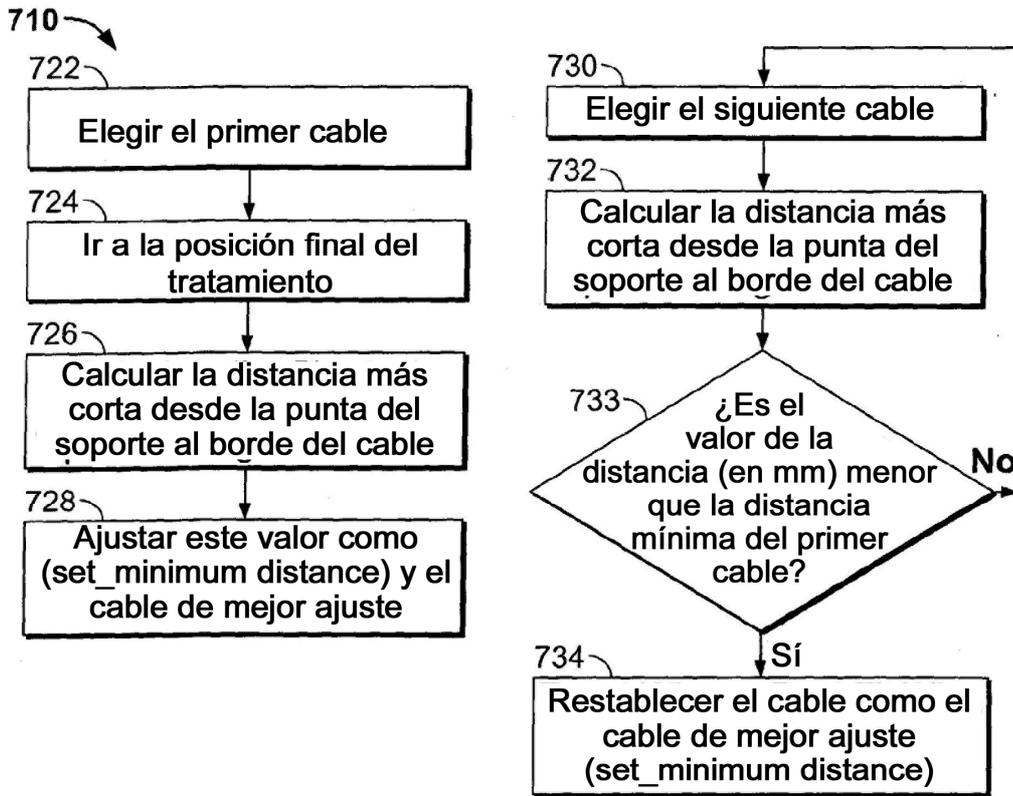


FIG. 8

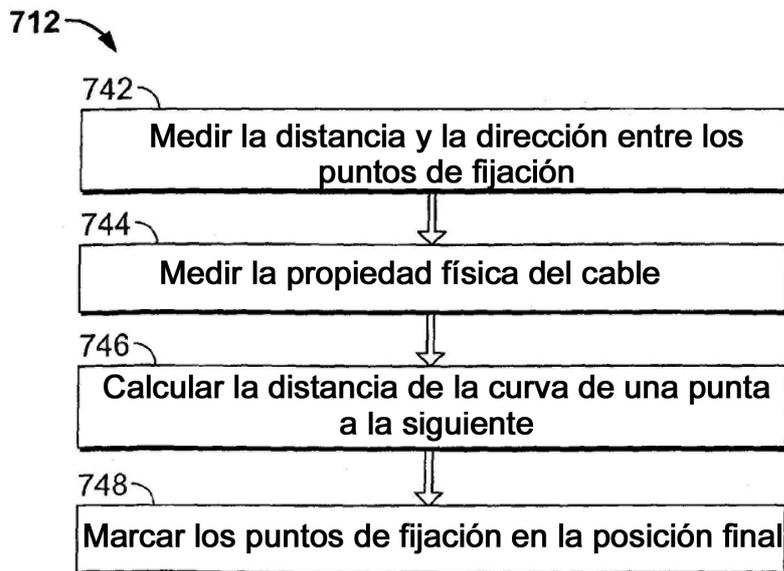


FIG. 9

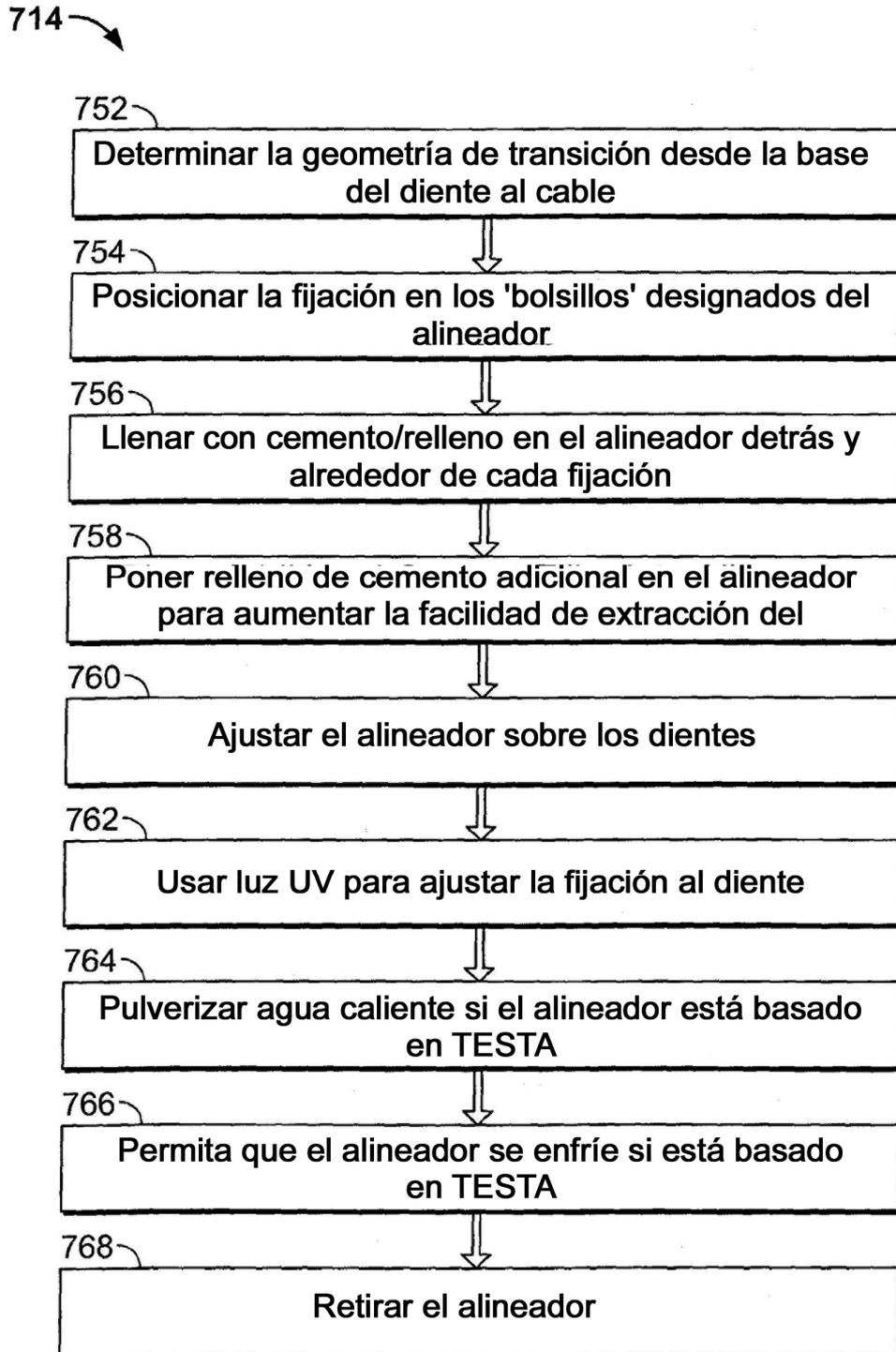


FIG. 10

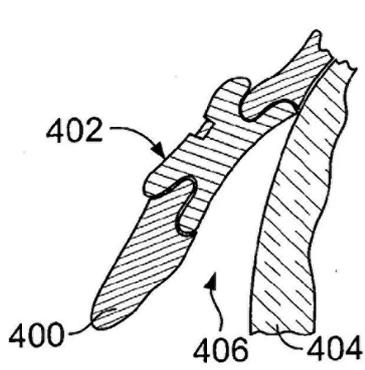


FIG. 11A

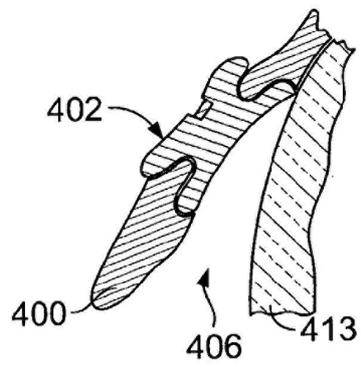


FIG. 11B

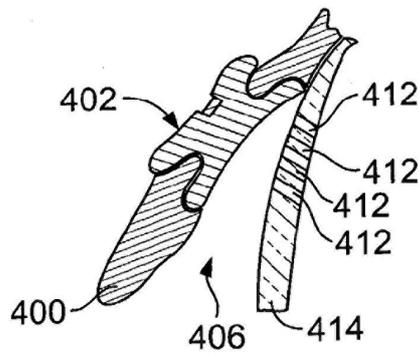


FIG. 11C

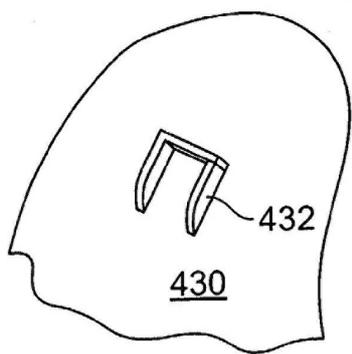


FIG. 12A

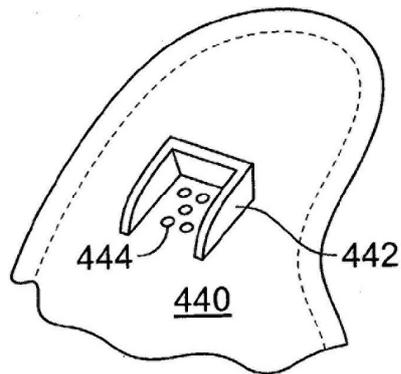


FIG. 12B

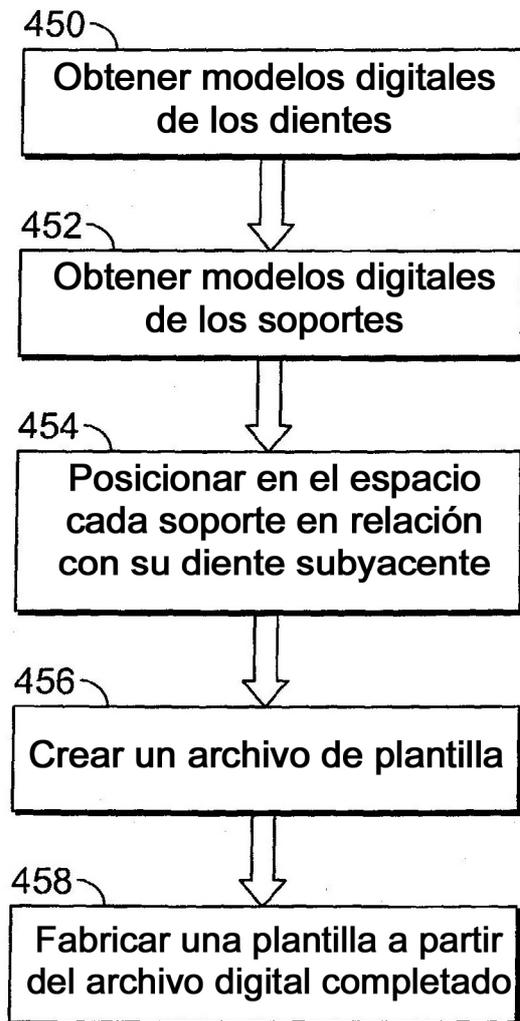


FIG. 13

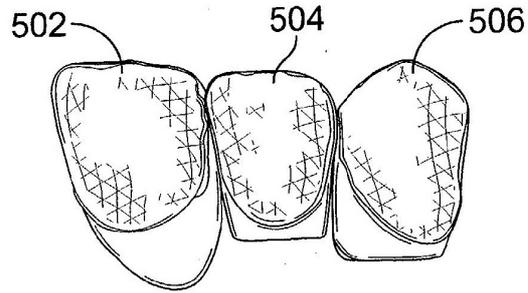


FIG. 14

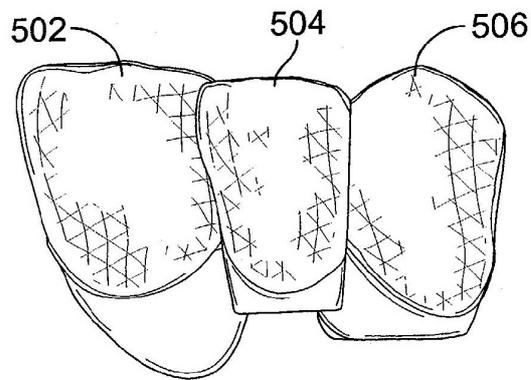


FIG. 15

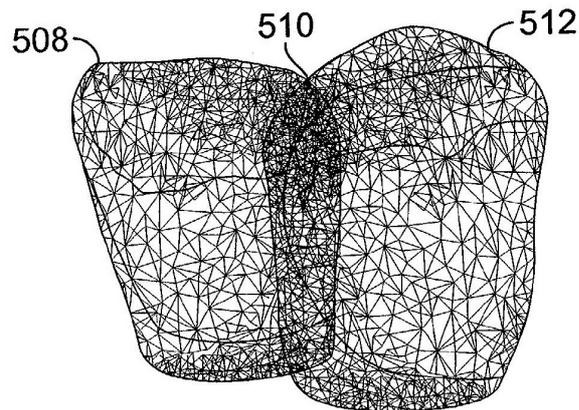


FIG. 16

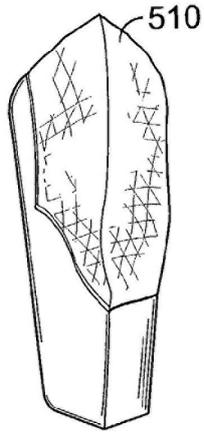


FIG. 17

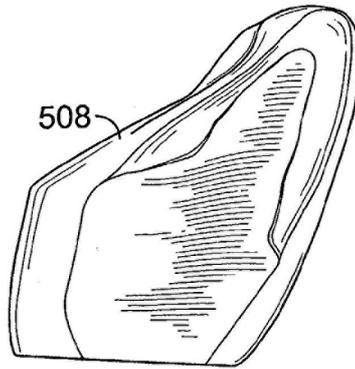


FIG. 18

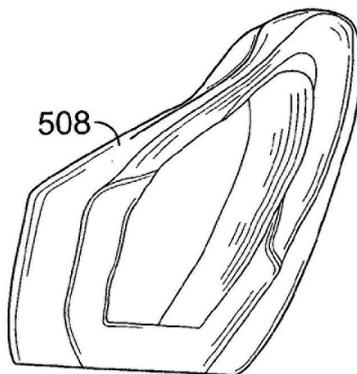


FIG. 19

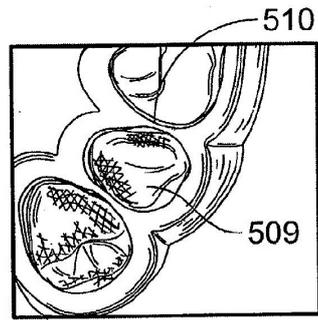


FIG. 20

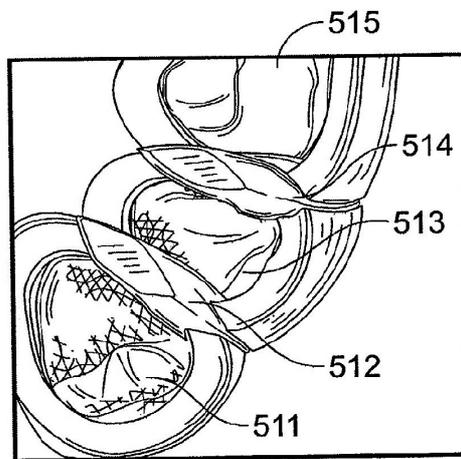


FIG. 21

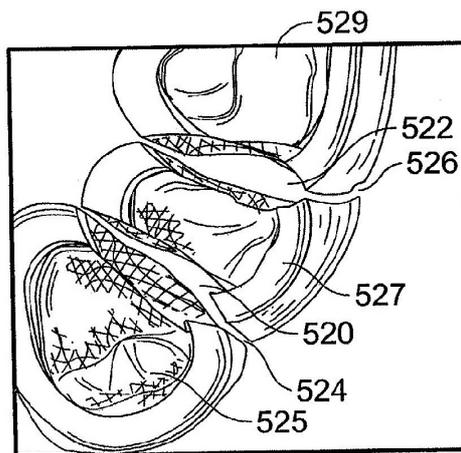


FIG. 22

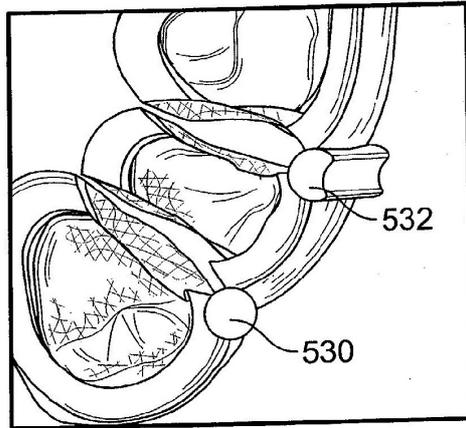


FIG. 23

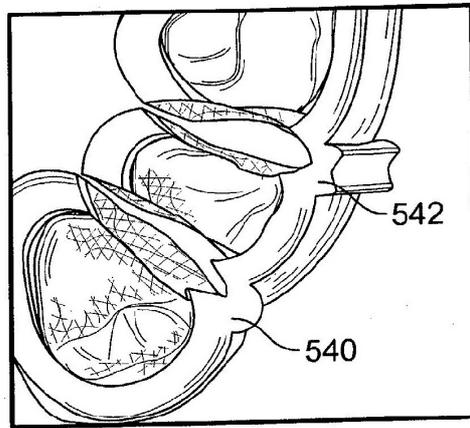


FIG. 24

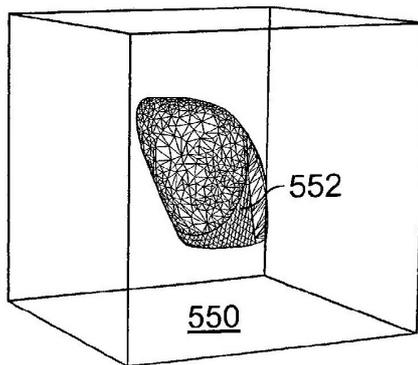


FIG. 25

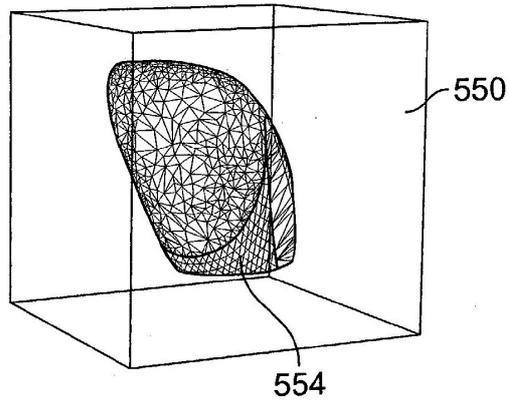


FIG. 26

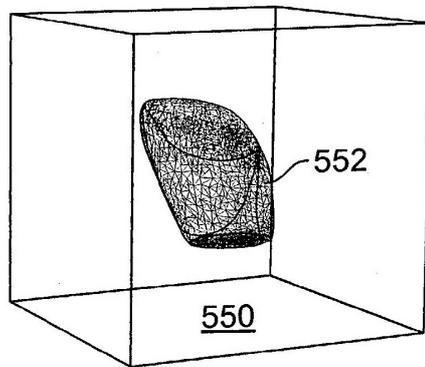


FIG. 27

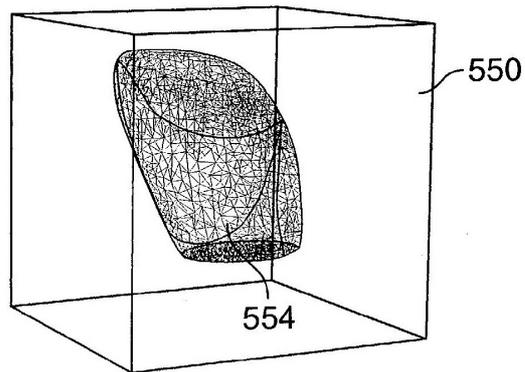


FIG. 28

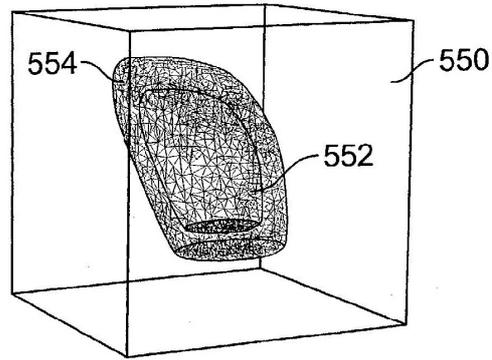


FIG. 29

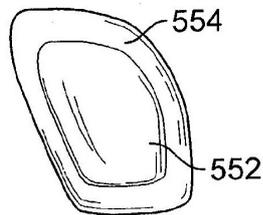


FIG. 30

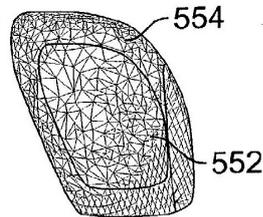


FIG. 31

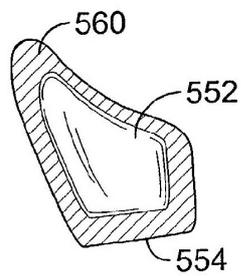


FIG. 32

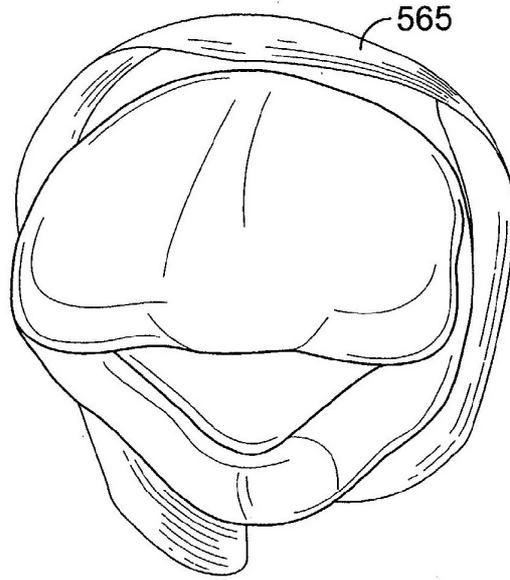


FIG. 33

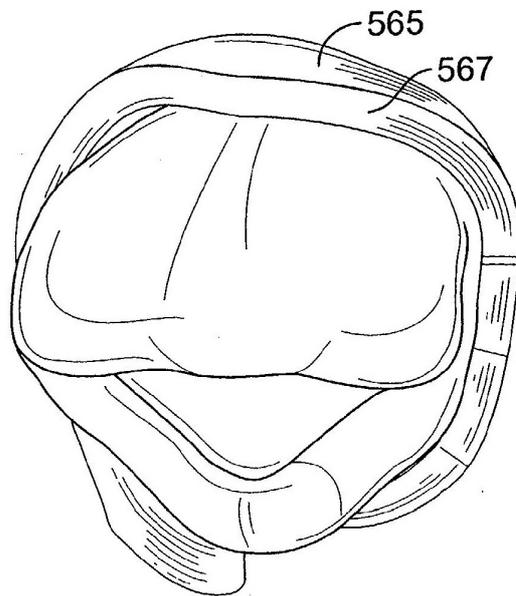


FIG. 34

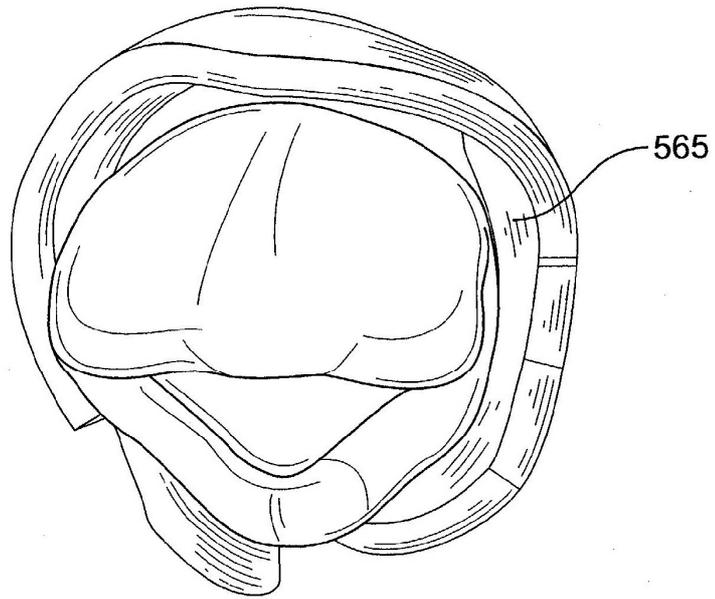


FIG. 35

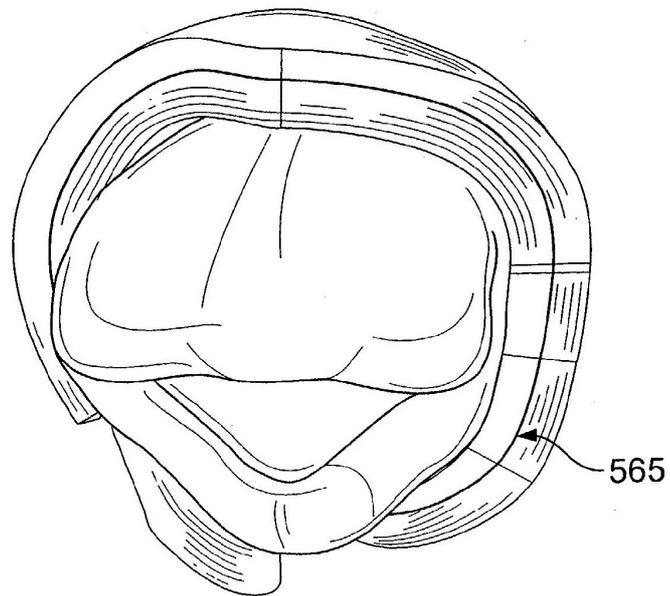


FIG. 36

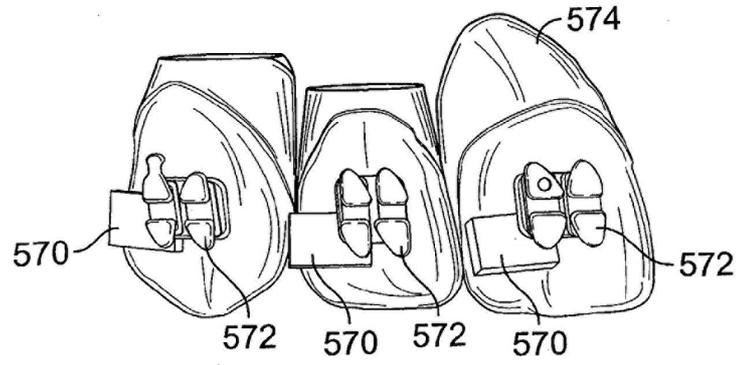


FIG. 37

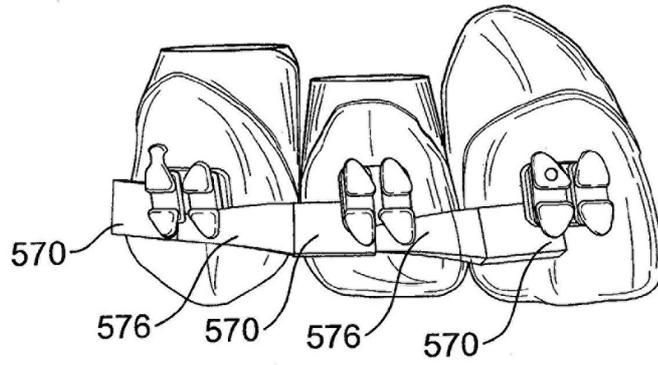


FIG. 38

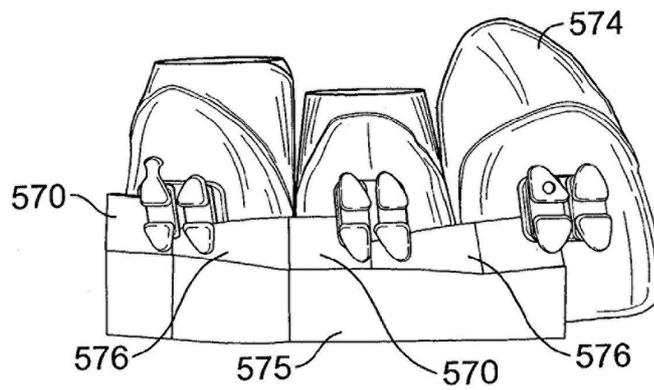


FIG. 39

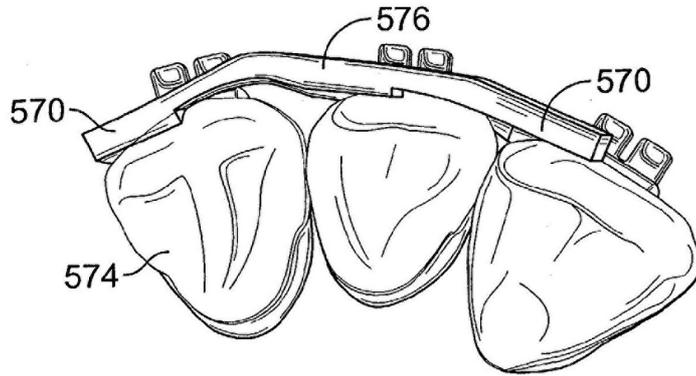


FIG. 40

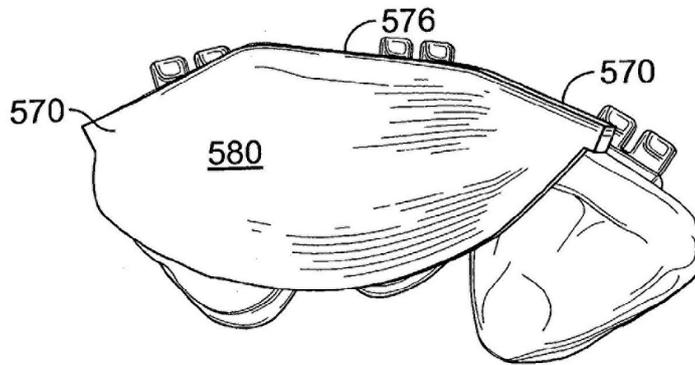


FIG. 41

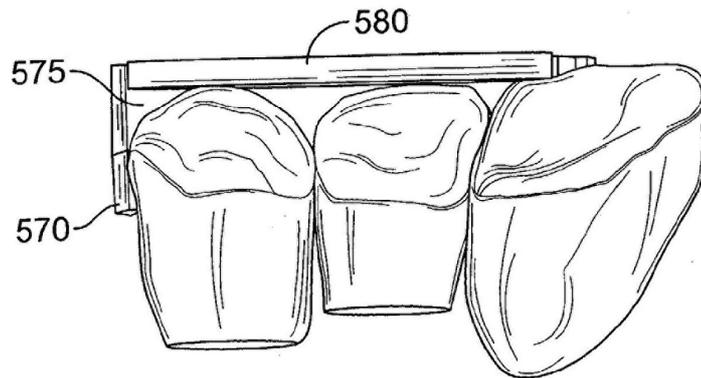


FIG. 42

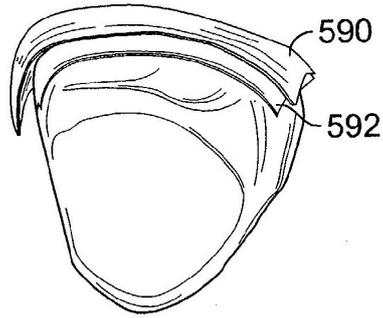


FIG. 43

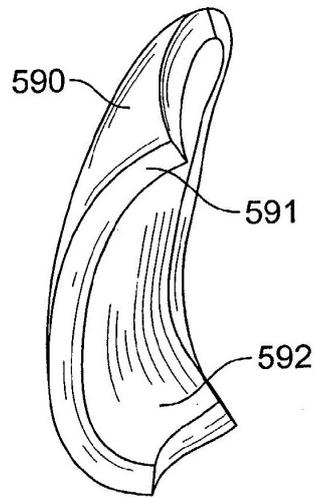


FIG. 44

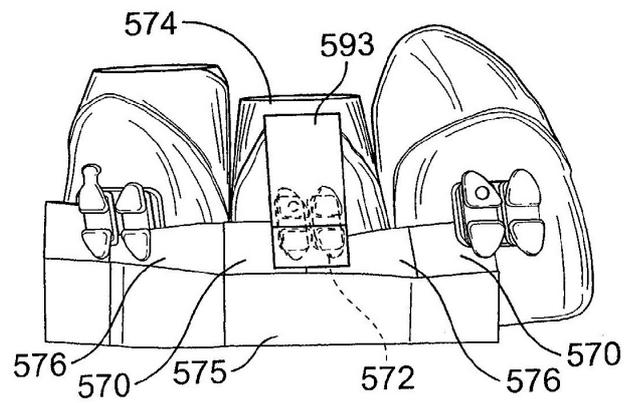


FIG. 45

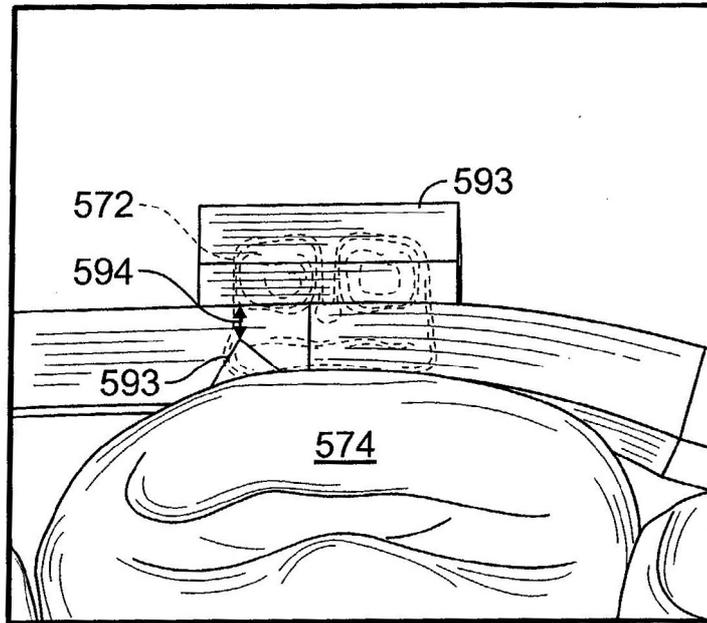


FIG. 46