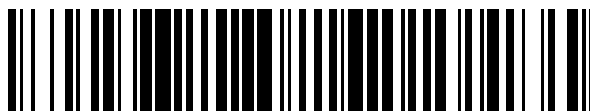


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 387 029**

51 Int. Cl.:

A61C 7/08 (2006.01)

A61C 7/00 (2006.01)

A61N 2/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05718894 .8**

96 Fecha de presentación: **21.03.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1871276**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.01.2008**

54 Título: **Aparato de ortodoncia**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.09.2012

73 Titular/es:
**DROR ORTHO-DESIGN LTD.
11 BASEL STREET
96144 JERUSALEM, IL**

72 Inventor/es:
NADAV, Orit

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 387 029 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

Aparato de ortodoncia

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere, en general, al campo de los aparatos de ortodoncia. Más específicamente, la presente invención se refiere a un procedimiento y aparato para un tratamiento de ortodoncia en el que pueden empujarse unos dientes individuales a lo largo de unas trayectorias predeterminadas de un elemento de alineamiento que se basan en un modelo numérico tridimensional compuesto de la dentición del paciente.

Antecedentes de la invención

10 Se conocen muchos dispositivos para alinear los dientes, e incluyen dispositivos que están permanentemente fijos con respecto a los dientes hasta que se completa el tratamiento, y dispositivos desmontables que se diseñan para usarse a tiempo parcial o la mayor parte del tiempo, día o noche. Los primeros se encuentran habitualmente en forma de soportes que se adhieren a los dientes individuales usando un adhesivo adecuado, y un alambre empuja los dientes hacia una posición final para efectuar el alineamiento. Los últimos se encuentran en forma de dispositivos que se ajustan en la cavidad intraoral de una forma tal que empuja los dientes en una dirección deseada, y que
15 pueden desmontarse y volver a ajustarse fácilmente por el paciente. La presente invención se refiere a tales dispositivos desmontables.

En una primera etapa para proporcionar tales dispositivos desmontables, se fabrica un modelo físico de yeso de la dentición del paciente. El procedimiento requiere tomar habitualmente una impresión de los dientes para formar un molde negativo de los dientes, en el cual se vierte y se endurece un material de yeso para proporcionar un modelo
20 positivo de los dientes. El modelo positivo es habitualmente bastante preciso en cuanto a sus dimensiones, y reproduce fielmente la anatomía de la cavidad intraoral del paciente.

Usando un modelo de este tipo, al que se hace referencia habitualmente como modelo de estudio, el ortodoncista es capaz de estudiar las características de la dentición del paciente y de idear un plan de tratamiento para corregir cualquier maloclusión u otro desalineamiento. Con el fin de idear un plan de este tipo, pueden producirse modelos
25 adicionales a partir del molde negativo original, y estos modelos, a los que se hace referencia como modelos de trabajo, pueden usarse para personalizar ciertos aparatos de ortodoncia de forma específica para el paciente. Por ejemplo, un modelo de trabajo de este tipo puede usarse para doblar y colocar los alambres con respecto a los dientes, y para soldar entonces los mismos en su lugar o con respecto a un dispositivo estacionario.

Habitualmente, tales aparatos comprenden un elemento activo que genera activamente unas fuerzas correctivas, y
30 un elemento pasivo que se diseña para permanecer estacionario, que sirve como un anclaje para el elemento activo. Tales elementos activos pueden comprender, por ejemplo, unos resortes que generan unas fuerzas ortodónticas sobre los dientes o fuerzas ortopédicas sobre las estructuras óseas maleables, y se colocan en el interior de un modelo de trabajo durante la fabricación del aparato. Idealmente, los resortes se colocan de tal modo que cada resorte se encontrará finalmente en un estado no sometido a tensión cuando el diente que éste está empujando ha
35 alcanzado la posición que se desea. Por lo tanto, esto depende en gran medida de la experiencia del técnico que está fabricando el aparato. Cuando se instala por primera vez en la cavidad intraoral, cada uno de los resortes se comprime por contacto con el diente correspondiente que se pretende mover mediante éste, en una cantidad que es una función de la desviación de la posición del diente con respecto a la posición deseada. Con el paso del tiempo, cada resorte desvía su diente designado, y al mismo tiempo libera la energía potencial almacenada del resorte.

40 En el documento US 2003/0198915, se describe un procedimiento para fabricar un aparato de ortodoncia que incluye unos resortes linguales. En primer lugar, un modelo de los dientes del paciente se moldea de la forma convencional. Una o más ranuras ideales se cortan a continuación en las superficies linguales de los dientes modelo. La ubicación de la base de la ranura refleja la posición deseada de estos dientes después del tratamiento. El aparato de ortodoncia se forma sobre el modelo usando las ranuras de referencia ideales sobre el diente para
45 colocar la porción de contacto del diente de cada resorte lingual.

Otros procedimientos hacen uso de un modelo digital de la dentición, en lugar de un modelo físico. Por ejemplo, en el documento US 5.975.893, se combinan filosofías de terapia basadas en alineador y procedimientos generación digital de imágenes/ creación rápida de prototipos accionada por ordenador, en los que se forma un conjunto que comprende una pluralidad de alineadores para un paciente. Cada conjunto de alineadores superior e inferior (cuando
50 se requiera) se usa durante un periodo de tiempo. Cada alineador en el conjunto desvía los dientes de un paciente hacia una oclusión ideal de forma más agresiva que el alineador previo, y habitualmente de 15 a 25 alineadores progresivos pueden usarse en un tratamiento. A lo largo de un periodo de tiempo, los posicionadores desviados secuencial y progresivamente mueven los dientes desde sus posiciones malocluidas iniciales hasta un estado casi terminado y corregido. Cada aparato alineador comprende en general una cubierta o bandeja en forma de U que
55 tiene un surco que se ajusta sobre los dientes. La bandeja se forma aspirando un material de lámina termoconformable sobre el modelo de escayola endurecido de nuevo de la dentición del paciente, usando calor, presión y una fuerza de vacío, de forma simultánea. Un primer conjunto de datos inicial que se corresponde con la dentición actual del paciente se determina usando una técnica de exploración. Se diseña un modelo digital final de la

dentición en su configuración deseada después del tratamiento. Se crean a continuación unos modelos digitales intermedios entre los modelos inicial y final, y se fabrican unos modelos dentales positivos a partir de los modelos digitales usando técnicas de creación rápida de prototipos. Se usa una máquina de moldeo a presión o de vacío convencional para producir los aparatos a partir de cada uno de los modelos dentales positivos. En el documento US 2002/0042038, un sistema y procedimiento implementados por ordenador implementan un plan de tratamiento dental, especificando un patrón de movimiento de los dientes usando una disposición ordenada bidimensional.

El documento US 2003/0190575 adopta un enfoque diferente, y emplea unos elementos alineadores de ortodoncia que pueden afianzarse a las aberturas en un aparato alineador desmontable para ejercer las fuerzas deseadas sobre los dientes seleccionados. Esto posibilita que los alineadores se usen en el tratamiento de algunos casos de ortodoncia. Además, los elementos alineadores pueden desmontarse o ajustarse, y posibilitan que las fuerzas se mantengan, se cambien o se reactiven a lo largo del curso del tratamiento.

El documento US-A-2003/0224311 da a conocer un aparato de ortodoncia con alambre incrustado de plástico elástico flexible transparente, conformado generalmente en forma de herradura para un arco superior o inferior de un paciente. Uno o más alambres flexibles se incrustan dentro de un lado lingual de una porción de plástico y que se extiende desde un área molar izquierda hasta un área molar derecha, mediante lo cual los alambres aplican una fuerza sobre el lado lingual de la mordida del paciente para corregir rápidamente la orientación de los dientes en la mordida del paciente.

Sumario de la invención

La invención proporciona un aparato de acuerdo con la reivindicación 1 a continuación.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato para mover uno o más dientes a un conjunto deseado de posiciones. Cada diente que ha de moverse se restringe para moverse a lo largo de unas trayectorias predeterminadas desde una posición inicial hasta una posición final, a la vez que se le empuja a hacer esto mediante un medio de inducción de fuerza adecuado. El medio de inducción de fuerza proporciona una fuerza motriz para inducir unos movimientos que incluyen traslaciones a lo largo de, y rotaciones alrededor de, los tres ejes ortogonales de un sistema de coordenadas cartesianas. Por supuesto, puede usarse cualquier otro sistema de coordenadas de referencia.

Por lo tanto, un aparato de ortodoncia para alinear uno o una pluralidad de dientes en la cavidad intraoral, que comprende una correspondiente o una pluralidad de células de guiado, estando la o cada célula de guiado adaptada para empujar un diente particular a lo largo de un trayecto predeterminado, en el que la o cada una de dichas células de guiado comprende un elemento de provisión de fuerza para empujar el diente correspondiente en una dirección correlacionada al menos en general con dicho trayecto, y una estructura de guiado adaptada para guiar el diente a lo largo de dicho trayecto cuando se actúa sobre el mismo por dicho elemento de provisión de fuerza.

Para cada una de dichas células de guiado, dicha estructura de guiado comprende un elemento de guiado unido a un extremo de aguas arriba y un extremo de aguas abajo de la célula, y el extremo de aguas abajo constituye preferentemente una parte de dicha estructura de guiado. El elemento de guiado se encuentra en una forma que es complementaria con un lugar geométrico de dicho trayecto predeterminado de al menos una cúspide de dicho diente, y comprende un segmento de arriba adaptado para hacer tope con dicha cúspide a medida que dicho diente se empuja a lo largo de dicho trayecto, y unas paredes laterales que penden de dicho segmento de arriba guían la cúspide del diente a lo largo de dicho trayecto.

Opcionalmente, el aparato comprende además unos elementos magnéticos para proporcionar un campo magnético adecuado en el interior de dicha célula de guiado. Los elementos magnéticos comprenden habitualmente un par de imanes opuestos montados en, o en una sola pieza con, dicha célula de guiado, y puede encontrarse cada uno en dicho extremo de aguas arriba y dicho extremo de aguas abajo.

El elemento de provisión de fuerza puede comprender al menos un resorte, habitualmente un resorte de lámina, en voladizo con respecto a dicho extremo de aguas arriba y que tiene un miembro de empuje en un extremo libre del mismo para hacer tope con una cara de dicho diente. El resorte está adaptado preferentemente para proporcionar una fuerza al menos en la dirección general de dicho trayecto y también hacia dicho segmento de arriba. Opcionalmente, el resorte está adaptado para proporcionar una fuerza sustancialmente constante al menos hasta que dicho diente alcanza dicho extremo de aguas abajo.

Alternativamente, el elemento de provisión de fuerza comprende un elemento desplazable, por ejemplo un elemento extensible, preferentemente un elemento inflable, que se ancla en un extremo del mismo al extremo de aguas arriba, y comprende una cara de presión u otra superficie de zona de contacto en el extremo libre del mismo, para proporcionar una fuerza sobre el diente se extiende o se infla cuando el elemento extensible. La fuerza que se proporciona mediante el elemento extensible puede controlarse de cualquier forma deseada, por ejemplo para ser constante, o pulsátil en cualquier frecuencia y amplitud deseadas, proporcionando unos beneficios a los dientes que se están tratando. Alternativamente, el elemento desplazable puede comprender un par de elementos magnéticos que proporcionan la fuerza motriz requerida a los dientes.

En una realización, el aparato fabricado preferentemente a partir de un material rígido o semirrígido adecuado, por ejemplo una resina acrílica o similar, se encuentra en forma de una bandeja en forma de U adaptada para ajustarse a lo largo de un arco de dicha cavidad intraoral. La bandeja comprende uno o una pluralidad de dientes de dichas células de guiado de acuerdo con el número y las disposiciones de los dientes de dicho arco que se requiere alinear con dicho aparato. Al menos una de dichas células de guiado está adaptada para empujar un diente en la dirección lingual. Alternativa o adicionalmente, al menos una de dichas células de guiado está adaptada para empujar un diente en la dirección bucal/ labial. La bandeja puede comprender opcionalmente, además, unas células estáticas adaptadas para ajustarse sobre los dientes, que no han de moverse y que son para mantener tales dientes en sus posiciones originales mientras que se alinean otros dientes mediante dichas células de guiado.

La estructura de guiado comprende una geometría interna que se obtiene a partir de una simulación numérica en 3D del movimiento de dicho diente hasta una posición final deseada.

Breve descripción de los dibujos

Con el fin de entender la invención y ver cómo puede ésta ponerse en práctica, a continuación se describirá una realización preferente, sólo a modo de ejemplo no limitante, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra de forma esquemática ilustra posiciones originales y finales de una pluralidad de dientes de una dentición.

La figura 2 es una vista isométrica de un diente que se desea mover de acuerdo con la invención.

La figura 3 ilustra la posición final del diente de la figura 2.

La figura 4 ilustra de forma esquemática un aparato para su uso con la dentición de la figura 1, de acuerdo con una primera realización de la invención.

Las figuras 5A, 5B, 5C ilustran en una vista en sección transversal una célula del aparato dental de acuerdo con la realización de la figura 4. La figura 5B se toma a lo largo de V-V en la figura 5A; la figura 5C se toma a lo largo de U-U en la figura 5B.

Las figuras 6A, 6B, 6C ilustran en una vista en sección transversal fragmentada la realización de la figura 5A que comprende un medio de generación de fuerza en forma de un resorte, en las que: la figura 6A - el diente está ausente; la figura 6B - el diente se encuentra en la posición original; la figura 6C - el diente se encuentra en la posición final.

Las figuras 7A, 7B, 7C ilustran en una vista en sección transversal fragmentada la realización de la figura 5A que comprende un medio de generación de fuerza en forma de un miembro inflable, en las que: la figura 7A - el diente está ausente; la figura 7B - el diente se encuentra en la posición original; la figura 7C - el diente se encuentra en la posición final.

La figura 8 ilustra de forma esquemática un aparato para su uso con la dentición de la figura 1, de acuerdo con la realización de las figuras 7A, 7B, 7C.

Las figuras 9A, 9B ilustran en una vista transversal en sección transversal una forma del medio inflable de las figuras 7A, 7B, respectivamente.

Las figuras 10A, 10B ilustran en una vista transversal fragmentada en sección transversal otra forma del medio inflable de las figuras 7A, 7B, respectivamente.

Las figuras 11A, 11B ilustran en una vista transversal lateral otra forma del medio inflable de las figuras 7A, 7B, respectivamente.

La figura 12 ilustra en una vista en sección parcial isométrica una segunda realización de la presente invención.

La figura 13 ilustra un diagrama de flujo útil al determinar la geometría interior de la célula de la realización de la figura 4.

La figura 14 ilustra un diagrama de flujo útil al determinar la geometría interior de la célula de la realización de la figura 7.

Descripción detallada de la invención

En cualquier arco dado de una cavidad intraoral, y haciendo referencia a la figura 1, puede ser necesario mover cada uno de una serie de dientes 100 en la dirección lingual, mientras que puede ser necesario mover otros de forma bucal/ labial, mientras que puede no requerirse mover otros.

Haciendo referencia a la figura 2, se ilustra un diente 100 a modo de ejemplo del arco incrustado en la encía 120 que tiene, definidos con respecto al mismo, unos ejes ortogonales locales **x**, **y** y **z**, y el centro u origen de los ejes ortogonales locales se indica en **S**. El eje **y** se alinea a lo largo de un eje 110 longitudinal arbitrario del diente, el eje **z** a lo largo de la dirección bucal/ lingual, y el eje **x** sustancialmente a lo largo de la dirección mesiodistal, aproximadamente. La figura 3 ilustra una posición deseada del diente 100, en la que para alcanzar esta posición, que se indica en 100', las traslaciones del diente a lo largo de al menos una parte de los ejes **x**, **y** y **z**, se combinan con la rotación del diente alrededor del eje 110 longitudinal, el par de fuerzas y la angulación de raíz, que se indican mediante las flechas **p**, **q**, y **r**, respectivamente (figura 2). Cualquier movimiento del diente 100 puede representarse mediante una combinación de las traslaciones a lo largo de los ejes **x**, **y** y **z** y las rotaciones alrededor de estos ejes, y puede idealizarse en términos de las rotaciones y las traslaciones de punto **S** para alcanzar el punto **S'**, por ejemplo.

En una primera realización de la presente invención, y haciendo referencia a la figura 4, se proporciona un aparato dental, designado en general como el aparato **210**, adaptado para alinear de forma simultánea una pluralidad de dientes. Por una pluralidad de dientes, se pretende indicar que al menos se actúa sobre al menos dos dientes, adyacentes uno a otro o separados uno de otro, o dispuestos en grupos, o que comprenden todos los dientes en el mismo arco de la cavidad intraoral mediante el aparato para efectuar el alineamiento. Por lo tanto, o bien la totalidad o bien una parte de los dientes puede moverse por el aparato **210**, y algunos dientes pueden moverse en la dirección lingual, mientras que otros pueden moverse en la dirección bucal/ labial. El aparato **210** se encuentra en forma de una bandeja **30** en forma de U que comprende una pluralidad de células **40** dinámicas o de guiado, cada una de las cuales está adaptada para empujar un diente **100** particular en una dirección particular y a lo largo de una trayectoria predeterminada hasta una posición **100'** final. La bandeja **30** puede también comprender unas células **295** estáticas para los dientes **290** que no se requiere mover.

Haciendo referencia a las figuras 5A, 5B y 5C, se ilustra una célula **40** de guiado a modo de ejemplo de la primera realización de la invención, adaptada para mover un diente **100** desde una posición inicial hasta una posición **100'** final. Una célula **40** de este tipo puede estar unida lateralmente a otra célula de guiado o a una célula **295** estática, tal como se indica en las líneas **296** discontinuas en la figura 5B, por ejemplo.

La célula **40** de guiado comprende una estructura **70** de guiado y un elemento o medio **50** de provisión de fuerza. La célula **40** de guiado tiene una abertura **41** (figura 6A) y está adaptada para ajustarse sobre el diente **100** que se desea mover a través de esta abertura, y guía el diente en la dirección deseada hasta la posición **100'** final, tal como se describe en mayor detalle en el presente documento. Con fines de aclaración, el diente **100** se mueve en la dirección que se indica mediante la flecha **A**, es decir, a lo largo de una dirección aproximadamente desde una primera cara **132** del diente hasta una segunda cara **134** del diente. La primera cara **132** puede ser una superficie lingual o una superficie bucal/ labial del diente y, por lo tanto, la segunda cara **134** puede ser una superficie bucal/ labial o una superficie lingual, respectivamente, con respecto a la célula **40**, dependiendo de si se desea mover el diente en general en las direcciones bucal o lingual, respectivamente.

La célula **40** comprende un extremo **42** de aguas arriba sustancialmente opuesto a la primera cara **132**, y que aloja y alinea el medio **50** de producción de fuerza según se requiera. La célula **40** comprende además un extremo **44** de aguas abajo que tiene una forma complementaria con la segunda cara **134** del diente **100** que es opuesta a la misma, y que se orienta en la posición deseada que se corresponde con la posición **100'**. Por lo tanto, cuando el diente **100** se mueve hasta la posición **100'**, la segunda cara **134** se encuentra en un contacto de acoplamiento con el extremo **44** de aguas abajo.

La estructura **70** de guiado comprende un elemento o porción **46** de alineamiento, unido en un extremo del mismo al extremo **42** de aguas arriba, y en el otro extremo del mismo al extremo **44** de aguas abajo. Tal como se ilustra mejor en la figura 5B, la porción de alineamiento comprende una sección transversal sustancialmente en el plano **x-y**, en la que el perfil interno de la misma es complementario con el perfil exterior de la sección transversal de la cúspide **160** del diente **100**, y se dispone de tal modo que la cúspide **160** se aloja en el interior de la porción de alineamiento. Además, la porción **46** de alineamiento se encuentra en una forma que es complementaria con el lugar geométrico del trayecto requerido de al menos la cúspide **160**, desde la posición original del diente **100** hasta la posición **100'** final. Este trayecto puede requerir que la cúspide **160** se traslade y gire unas cantidades moderadas con respecto a parte o la totalidad de los ejes, pero en particular que se traslade a lo largo del eje **z**. El trayecto puede diseñarse de tal modo que evite la colisión con los dientes adyacentes, por ejemplo, a medida que el diente se mueve entre las dos posiciones. Por lo tanto, la pared **47** de arriba de la porción de alineamiento está conformada de tal modo que hace tope con la parte de arriba de la cúspide **160**, mientras que las paredes laterales **48** de la porción **46** de alineamiento actúan como carriles o guías para guiar la cúspide a lo largo del trayecto deseado.

Los extremos **79** de las paredes laterales **48** es unen habitualmente de una forma suave a los extremos correspondientes de las paredes laterales de una célula adyacente.

La célula **40** se hace preferentemente a partir de un material compatible desde el punto de vista dental, y uno que es rígido o semirrígido, al menos lo bastante rígido para garantizar que la propia célula **40** no se deforma bajo la acción de la fuerza **F** o las fuerzas de reacción a la misma con respecto al diente **100**. Los materiales adecuados para la célula **40** incluyen, por ejemplo, una resina acrílica o similar.

Opcionalmente, y tal como se ilustra en las figuras 5B y 5C, cada célula **40** puede estar dotada de un campo magnético que potencia la respuesta del tejido y mejora el proceso biológico que acompaña el movimiento del diente **100**. Por lo tanto, unos imanes **72**, **74** de barra o placa pueden proporcionarse en el extremo **42** de aguas arriba y el extremo **44** de aguas abajo y orientarse de forma adecuada para proporcionar un campo magnético adecuado que penetra en el diente **100**, preferentemente sustancialmente a lo largo de la dirección **A**. Los imanes **72**, **74** pueden incrustarse en las paredes de la célula **40**, o pueden fijarse o adherirse a la misma. Alternativamente, en la matriz del material de la célula pueden estar comprendidas unas partículas magnetizadas adecuadas.

En una variación de la presente realización, el medio **50** de generación o de provisión de fuerza se encuentra en forma de un resorte **52** mecánico, tal como, por ejemplo, un resorte de lámina, en voladizo en un extremo del mismo con respecto al extremo **42** de aguas arriba, y que tiene un extremo libre **55** que comprende un miembro **56** de

empuje, tal como se ilustra en las figuras 6A, 6B y 6C. El miembro **56** de empuje puede encontrarse en forma de almohadilla o esfera, o preferentemente una placa, por ejemplo, y el resorte **52** se coloca en la célula **40** y está conformado de tal modo que empuja la primera cara **132** en la dirección deseada **A** de tal modo que alcanza la posición **100'**. Preferentemente, la dirección **A** se calcula de tal modo que las componentes de la fuerza **F** desarrolladas por el resorte **52** en las direcciones **x**, **y** y **z** son tales que proporcionan las traslaciones y rotaciones requeridas con respecto a los ejes **x**, **y** y **z**. Cuando se conoce la posición **100'** final del diente **100**, pueden determinarse el punto de aplicación y las magnitudes relativas de las fuerzas **F_x**, **F_y**, **F_z** que se requieren a lo largo del eje **x**, **y** y **z** y sus puntos de aplicación.

En la práctica, es habitualmente suficiente proporcionar una aproximación de la dirección **A**, de tal modo que la fuerza **F** que se proporciona mediante el resorte se encuentra en una dirección correlacionada en general con el trayecto deseado. Un ajuste continuo del trayecto del diente **100** se proporciona por la porción **46** de alineamiento, la cual está conformada de tal modo que mantiene la cúspide **160** y, por lo tanto, el diente **100**, moviéndose a lo largo de la dirección requerida. Por lo tanto, la fuerza de empuje **F** comprende preferentemente al menos una componente a lo largo del eje **z** que actúa sobre el diente **100** cerca de la línea de la encía, y también otra componente que actúa a lo largo de la dirección **x** y hacia el elemento **46** de alineamiento para mantener el diente por el trayecto correcto a lo largo del elemento **46** de alineamiento. En particular, una vez que el diente ha alcanzado la posición **100'**, pero la orientación del diente **100** no es adecuada, el empuje continuo por el resorte **52** de la segunda cara **134** contra el extremo **44** de aguas abajo asienta finalmente la segunda cara sobre el extremo **44** de aguas abajo para adoptar completamente la posición **100'**, girando adicionalmente el diente **100** alrededor del eje **q**, por ejemplo. Por lo tanto, el resorte **52** se diseña para proporcionar una fuerza de empuje aún incluso después de que el diente **100** llegue a la posición requerida **100'**. Alternativamente, el resorte **52** puede diseñarse para pasar a estar sustancialmente no sometido a tensión para cuando el diente **100** llega a la posición requerida **100'**, y éste puede ser el caso cuando la dirección **A** se calcula completamente para conseguir esta posición final.

Opcionalmente, una pluralidad de resortes puede estar comprendida en la célula **40**.

Preferentemente, el resorte **52** se diseña para proporcionar una fuerza sustancialmente constante, en términos de magnitud y dirección, al menos hasta que se alcanza esa posición **100'** por el diente **100**. Por consiguiente, el resorte **52** comprende unas características adecuadas, tal como unas altas propiedades de recuperación elástica, resistencia a deformación permanente, fuerza relativamente constante independiente de la extensión del resorte, y un bajo módulo de elasticidad. El resorte **52** puede fabricarse a partir de un metal adecuado, por ejemplo, y puede incluir aleaciones de níquel y titanio, tales como, por ejemplo, Nitinol.

Preferentemente, el resorte **52** está adaptado también para permitir que el aparato **210** se ajuste y se retire con respecto al diente **100** numerosas veces, y es por lo tanto ideal para su uso como un aparato de ortodoncia de uso diurno, y en particular uno de uso nocturno, en particular cuando la boca no se está usando para comer y beber, o posiblemente para hablar. Por consiguiente, el resorte **52** puede encontrarse en forma de un arco tal como se ilustra en la figura 6^a, de tal modo que cuando el diente **100** no está insertado en su interior, el miembro **56** de empuje se extiende hacia el extremo de aguas abajo, y cuando el diente está insertado, el resorte se comprime hacia un lado de tal modo que proporciona la fuerza requerida, tal como se describe anteriormente.

Alternativamente, en otra variación de la presente realización, y tal como se ilustra en las figuras 7A, 7B y 7C, el medio **50** de provisión de fuerza se encuentra en forma de un miembro extensible, en particular un miembro, elemento o medio **152** inflable, tal como, por ejemplo, un balón, un manguito inflable o similar, fijado en un lado **151** del mismo al extremo **42** de aguas arriba, y que tiene un extremo libre **155** que comprende una cara **156** de presión. El miembro **152** inflable está configurado para ser inflable desde una primera configuración desinflada tras la cual el miembro **152** inflable hasta una segunda configuración inflada. En la configuración desinflada, el miembro **152** inflable no presiona contra un diente **100** que se encuentra en la célula **40** y, de hecho, puede incluso no estar contacto con el mismo. Por otro lado, en la configuración inflada, el miembro **152** inflable se extiende y entra en contacto con la primera cara **132**, y proporciona una fuerza tal que empuja la primera cara **132** en la dirección deseada **A**, de tal modo que alcanza la posición **100'**. Preferentemente, la dirección **A** se calcula de tal modo que las componentes de la fuerza **F** desarrolladas por el miembro **152** inflable en las direcciones **x**, **y** y **z** son tales que proporcionan las traslaciones y rotaciones requeridas con respecto a los ejes **x**, **y** y **z**. Cuando se conoce la posición **100'** final del diente **100**, pueden determinarse el punto de aplicación y las magnitudes relativas de las fuerzas **F_x**, **F_y**, **F_z** que se requieren a lo largo del eje **x**, **y** y **z** y sus puntos de aplicación. Con el presente fin, el medio inflable puede diseñarse de tal modo que éste se inflará y se extenderá preferentemente a lo largo de una dirección predeterminada particular, supóngase la dirección **A**.

El medio **152** inflable puede comprender, por ejemplo, un balón separado o similar para cada célula **40**, y los balones de las células **40** adyacentes pueden estar opcionalmente interconectados. Opcionalmente, y tal como se ilustra en la figura 8, los medios **152** inflables de cada célula de cada grupo de células adyacentes en los lados bucal o lingual pueden estar interconectados, por ejemplo a través de unas líneas **160**, y cada una de las líneas **160** conectadas a una fuente **165** de fluido adecuada a través del colector **162** de distribución. Preferentemente, las líneas **162** están comprendidas en el interior del aparato **210'**, y pueden formarse, por ejemplo, como conductos en el interior de las paredes del aparato **210'**. Alternativamente, puede proporcionarse un único balón que tiene unos dedos separados que se proyectan en cada una de las células adecuadas **40** de un grupo de tales células en los

lados bucal o lingual para uno o más de dichos grupos.

Preferentemente, el colector **162** de distribución puede desconectarse con respecto a la fuente **165** de fluido y comprende una válvula **163** controlable adecuada. Por lo tanto, cuando el medio **152** inflable de cada célula se infla de forma adecuada, proporcionando la fuerza requerida para cada diente **100**, la fuente **165** de fluido puede desconectarse, lo cual es más confortable, por lo tanto, para el usuario, debido a que las líneas **160** se montan preferentemente o se forman en una sola pieza con respecto al aparato **210'** de una forma discreta. Opcionalmente, cuando el usuario desea retirar el aparato **210'**, la válvula **163** se abre, liberando la presión de fluido del medio inflable, la cual, por consiguiente, se desinfla a continuación. Alternativamente, el aparato **210'** puede volver a conectarse a la fuente **165** de fluido, y drenarse el fluido a su interior a partir del medio **152** inflable.

El medio **152** inflable accionado de forma neumática o hidráulica, y puede inflarse usando cualquier fluido adecuado, preferentemente aire u otro gas adecuado, o de hecho un líquido tal como, por ejemplo, agua. La fuente **165** de fluido puede comprender una fuente de fluido presurizado, y/o una bomba adecuada para presurizar el fluido en dichas líneas **160**. La presurización y despresurización del medio **152** inflable puede controlarse por una unidad de control electrónico adecuada (que no se muestra) accionada por el usuario.

Opcionalmente, la presión real que se proporciona al medio **152** inflable puede controlarse en cualquier número de formas. En un modo de funcionamiento, la presión al medio inflable se mantiene constante mientras que el usuario está usando el aparato **210'**. Por lo tanto, a medida que los dientes **100** se mueven y el medio inflable se expande, la presión inicialmente tendería a caer y, por lo tanto, la fuerza de empuje sobre los dientes caería también, asimismo. Manteniendo la presión constante, la fuerza sobre los dientes **100** se mantiene también constante. En otro modo de funcionamiento, la presión al medio inflable se controla de tal modo que la fuerza de empuje a los dientes se finaliza cuando los dientes lleguen a sus posiciones finales **100'**. En otro modo de funcionamiento, se hace que la presión al medio inflable varíe según se desee, por ejemplo en forma de impulsos periódicos, de tal modo que proporcionan una fuerza pulsante a los dientes. La amplitud y la frecuencia de las pulsaciones pueden controlarse de forma adecuada según se desee, preferentemente por medio de una unidad de control adecuada (que no se muestra), conectada de forma operativa a una bomba (que no se muestra). Una fuerza pulsante de este tipo proporciona beneficios a los dientes que se están tratando.

Opcionalmente, es posible también proporcionar una medida de la fuerza **F** ejercida sobre los dientes **100**, siendo la fuerza en general una función de la presión que se proporciona al medio **152** inflable cuando el área de contacto de la cara **156** de presión se mantiene constante. Esta capacidad puede usarse para proporcionar unos datos valiosos, que pueden cotejarse y usarse para varias aplicaciones, incluyendo, por ejemplo, determinar las condiciones óptimas para las fuerzas que van a aplicarse a los dientes.

En la práctica, y como con el resorte **52**, es habitualmente suficiente proporcionar una aproximación de la dirección **A**, de tal modo que la fuerza **F** que se proporciona mediante el medio **152** inflable se encuentra en una dirección correlacionada en general con el trayecto deseado. Un ajuste continuo del trayecto del diente **100** se proporciona por la porción **46** de alineamiento, la cual está conformada de tal modo que mantiene la cúspide **160** y, por lo tanto, el diente **100**, moviéndose a lo largo de la dirección requerida. Por lo tanto, la fuerza de empuje **F** comprende preferentemente al menos una componente a lo largo del eje **z** que actúa sobre el diente **100** cerca de la línea de la encía, y también otra componente que actúa a lo largo de la dirección **x** y hacia el elemento **46** de alineamiento para mantener el diente por el trayecto correcto a lo largo del elemento **46** de alineamiento. En particular, una vez que el diente ha alcanzado la posición **100'**, pero la orientación del diente **100** no es adecuada, el empuje continuo por el medio **152** inflable de la segunda cara **134** contra el extremo **44** de aguas abajo asienta finalmente la segunda cara sobre el extremo **44** de aguas abajo para adoptar completamente la posición **100'**, girando adicionalmente el diente **100** alrededor del eje **q**, por ejemplo. Por lo tanto, el medio **152** inflable puede diseñarse para proporcionar una fuerza de empuje aún incluso después de que el diente **100** llegue a la posición requerida **100'**, aumentando la presión para efectuar una expansión mayor del medio **152** inflable. Alternativamente, el medio **152** inflable puede diseñarse para cesar sustancialmente el empuje del diente **100** para cuando el diente **100** llega a la posición requerida **100'**, tal como, por ejemplo, limitando la presión y, por lo tanto, la expansión del medio de expansión y éste puede ser el caso cuando la dirección **A** se calcula completamente para conseguir esta posición final.

Preferentemente, el miembro **152** inflable se diseña para proporcionar una fuerza sustancialmente constante, en términos de magnitud y dirección, al menos hasta que se alcanza esa posición **100'** por el diente **100**. Por consiguiente, y haciendo referencia a las figuras 9A y 9B, el medio inflable puede encontrarse en forma de un balón **180** o similar y comprender una configuración de tipo acordeón, de tal modo que la expansión tiene lugar principalmente a lo largo del eje longitudinal **170** del balón. Opcionalmente, y tal como se ilustra en las figuras 11A y 11B el balón **180'** puede desviarse de tal modo que, cuando se infla, el balón se curva un poco en la dirección hacia arriba. Alternativamente, y tal como se ilustra en las figuras 10A y 10B, pueden formarse el borde **190** delantero u otras partes del balón **195**, con un espesor de pared más pequeño que el de otras partes **191** del mismo, de tal modo que puede ajustarse el inflado del balón y, por lo tanto, la dirección de la fuerza que se proporciona mediante la parte inflada del balón.

Además, el extremo **42** de aguas arriba puede construirse de tal modo que restringe la expansión del medio inflable en la medida de lo posible en una dirección deseada y, por lo tanto, puede comprender la forma que se ilustra en las

figuras 7A a 7C. En otras palabras, la parte **42'** del extremo **42** de aguas arriba cerca de la pared 47 de arriba puede estar considerablemente más cerca del diente 100, en su posición inicial, que otra parte 42" del extremo **42** de aguas arriba sobre el cual se fija el lado 151 del medio inflable.

5 Cuando el medio **152** inflable se encuentra en la configuración desinflada, esto permite que el aparato **210'** se ajuste y se retire con respecto al diente 100 según se desee, y es por lo tanto ideal para su uso como un aparato de ortodoncia de uso diurno, y en particular uno de uso nocturno, en particular cuando la boca no se está usando para comer y beber, o posiblemente para hablar.

10 Alternativamente, el medio inflable puede sustituirse por cualquier otro medio expansible o desplazable adecuado, cambiando lo que se deba cambiar, que sea desplazable desde una primera posición que se corresponde con la configuración desinflada del medio **152** inflable, hasta una posición extendida, que se corresponde con la configuración inflada del medio **152** inflable. El medio expansible puede comprender, por ejemplo, una disposición de émbolo capaz de desplazarse tal como se describe y, por lo tanto, la dirección y fuerza del émbolo con respecto al diente **100** puede controlarse. El émbolo puede accionarse por medio de un fluido tal como aire u otro gas, o agua u otro líquido y, por lo tanto, puede accionarse de forma hidráulica o neumática. Alternativamente, el émbolo puede ser accionarse por medios mecánicos, tal como por medio de un mecanismo de gato de tornillo y motor, o por medios eléctricos tal como un solenoide o similar. Alternativamente, el émbolo puede sustituirse por cualquier otro mecanismo o disposición que proporcione las configuraciones extendida y retraída requeridas. Por ejemplo, un medio expansible en forma de un elemento desplazable puede comprender un elemento magnético fijado a la primera cara **132** del diente. Un segundo elemento magnético puede proporcionarse entonces en la célula **40**, en el que los elementos magnéticos primero y segundo tienen polaridades similares orientadas entre sí, proporcionando una fuerza motriz magnética de repulsión que empuja el diente a lo largo de su trayecto. Opcionalmente, el segundo elemento magnético se encuentra en forma de un electroimán, la fuerza y dirección del cual puede controlarse para proporcionar una fuerza constante, una fuerza pulsante, y así sucesivamente.

25 La bandeja **30** puede sujetarse en una relación fija con el arco o interés en la cavidad intraoral en virtud de las fuerzas generadas por el medio de provisión de fuerza de una pluralidad de células **40**, que actúan de forma conjunta para sujetar la bandeja **30** firmemente contra los dientes **100**. Opcionalmente, la mandíbula a la que ha de ajustarse la bandeja **30** puede comprender una serie de dientes que no se requiere mover y, por lo tanto, la bandeja **30** puede comprender una cubierta **295** polimérica, que se corresponde con cada uno de tales dientes, que tiene una cavidad que está conformada para alojar y sujetar de forma elástica el diente estático. Las cubiertas **295** proporcionan de este modo unos puntos de anclaje para la bandeja **30**.

Opcionalmente, puede proporcionarse una parte de base (que no se muestra) para sujetar la bandeja **30** en relación con la cavidad intraoral en una relación fija. La parte de base puede adaptarse para asentarse o para ajustarse bajo el paladar o sobre el suelo de la boca entre la base de la lengua y el margen gingival de la encía, dependiendo de si el aparato **210** va a usarse con respecto al arco superior o inferior, respectivamente. Una parte de base de este tipo puede actuar como un punto de anclaje y proporciona un punto de referencia fijo, y puede formarse como una masa acrílica que tiene un perfil externo que es complementario con la parte de la cavidad intraoral en la que ésta está adaptada para ajustarse durante el uso del aparato. En la célula **40** que se ilustra en la figura 5C, el extremo **44** de aguas abajo puede estar unido a la parte de base. En otras células, en las que el extremo de aguas arriba se encuentra sobre el lado lingual, el extremo de aguas arriba puede estar unido a la parte de base. Opcionalmente, la bandeja **30** puede producirse en una sola pieza con una base de este tipo, o estos dos componentes pueden fabricarse por separado y adherirse o unirse de otro modo entre sí.

La geometría de la célula **40**, y en particular la de la parte **46** de alineamiento y el extremo **44** de aguas abajo, se diseña, y la célula **40** puede fabricarse usando un diseño de este tipo, tal como sigue.

45 Haciendo referencia a la figura 13, en una primera etapa **310**, se determina la estructura tridimensional (3D) de la dentición del paciente, incluyendo el diente **100** y los dientes adyacentes, y preferentemente la dentición completa de la mandíbula en la que se encuentra el diente **100**, y se proporcionan en forma digitalizada. Esto puede llevarse a cabo en cualquier número de formas. Por ejemplo, la cavidad intraoral puede explorarse, o puede generarse una imagen de la misma, usando la tecnología conocida en la técnica, incluyendo rayos X, CT, MRI, usando procedimientos de contacto directo, usando procedimientos sin contacto tales como, por ejemplo, los que emplean una sonda óptica. Alternativamente, se obtiene un molde negativo de los dientes de un paciente de una forma que se conoce bien en la técnica, y esta se usa para preparar un molde positivo adecuado para la exploración o generación de imágenes. Alternativamente, el propio modelo negativo se explora o se genera una imagen del mismo. Los datos dimensionales pueden estar asociados con una dentición completa, o ser de una dentición parcial, que comprende el diente **100**. La provisión de un conjunto **DS1** de datos digitalizados a partir de tal exploración o generación de imágenes se conoce también en la técnica y no se describirá adicionalmente a continuación. El conjunto **DS1** de datos digitalizados puede manipularse y, por lo tanto, permite que la siguiente etapa se realice usando un ordenador adecuado.

En la siguiente etapa **320**, el conjunto **DS1** de datos se manipula para proporcionar una disposición de dientes final que comprende un conjunto **DS2** de datos digitalizados final, en el que cada diente **100** se coloca en la posición **100'** deseada, por ejemplo tal como se describe en el documento US 5.975.893, los contenidos del cual se incorporan en

el presente documento en su totalidad. Esencialmente, los datos de 3D que se corresponden con los dientes individuales, **DST**, de la dentición explorada se separan uno de otro, y el usuario corrige la posición de los datos **DST** para cada diente en base a la apariencia visual, usando reglas o algoritmos, o de acuerdo con unas prescripciones que proporciona el ortodoncista.

- 5 En la siguiente etapa **330**, y en base al conjunto **DS1** de datos inicial y el conjunto **DS2** de datos final, se asigna el trayecto o trayectoria **DSP** en 3D entre las posiciones inicial y final de cada diente **100** y, de este modo, se determina. La trayectoria **DSP** en 3D puede adoptar la forma de una superficie que envuelve el lugar geométrico de las posiciones de la representación en 3D de cada diente **100** a medida que este se mueve desde la posición original hasta la posición **100'**. Esta trayectoria puede visualizarse también como la trayectoria "perforada en forma de túnel" en el espacio 3D por cada diente **100** por separado a medida que este se mueve hasta la posición **100'**. Una determinación de este tipo incluye asegurar que esta trayectoria no afectará adversamente a la disposición de los otros dientes en la dentición. Habitualmente, se llega a la posición **100'** final para cada diente por la trayectoria más corta posible, que consistente en permitir también que los otros dientes en el arco se muevan de una forma óptima.
- 10
- 15 En la etapa **325**, una parte de **DS2**, que se corresponde con la segunda cara **134** y a la que se hace referencia en el presente documento como **DS2P**, proporciona los datos de 3D y, por lo tanto, la geometría para el extremo **44** de aguas abajo para cada célula **40**. En la etapa **335** una parte de los datos **DSP** se corresponderá con la geometría interior de la porción **46** de alineamiento. La geometría del extremo **42** de aguas arriba puede construirse de acuerdo con el lugar en el que ha de colocarse el medio de provisión de fuerza, tal como el resorte **52** o el medio **152** inflable, por ejemplo, qué tipo de resorte o balón se necesita, y otros factores y consideraciones pueden tenerse en cuenta, para cada célula **40**. Una representación **DSU** digitalizada del extremo **42** de aguas arriba puede crearse de este modo para cada célula **40**, etapa **315**.
- 20

- 25 Los conjuntos **DS2P**, **DSPP**, **DSU** de datos para cada célula individual se integran entonces para proporcionar un conjunto **DSC** de datos representativo de la superficie interna de cada célula **40**. Para los dientes que no se requiere mover, los datos digitales que se corresponden con los mismos **DSM** en el conjunto **DS1** de datos original serán sustancialmente idénticos a aquellos en el conjunto **DS2** de datos digital final, y el conjunto **DSM** de datos se obtiene en la etapa **340**.

- 30 En la etapa **350**, los conjuntos **DSC** de datos para cada célula **40** y los conjuntos **DSM** de datos para los dientes que no se requiere mover (cuando tales dientes están comprendidos en el arco) se combinan para proporcionar un conjunto **DSCC** de datos que covers la geometría interna de la bandeja **30**, etapa **360**.

- La geometría de la superficie externa de cada célula **40** no es en general de una importancia particular, aparte de que ésta ha de ser suave e interferir mínimamente con la cavidad oral. Habitualmente, la célula **40** es de un espesor aproximadamente uniforme. Por lo tanto, la forma exterior de la bandeja **30** puede calcularse, por ejemplo, desplazando hacia fuera la superficie que define el **DSCC** un espesor deseado.
- 35 Es posible también proporcionar la ubicación del medio de provisión de fuerza, tal como un resorte **52** o medio **152** inflable, por ejemplo, en el interior de cada célula **40** usando los conjuntos de datos creado hasta este punto. Con el presente fin, puede crearse un programa adecuado que determina la dirección y el punto de aplicación de una fuerza con respecto al diente **100** de tal modo que proporcionará el desplazamiento requerido hasta la posición **100'**. Puede suponerse que la dirección de la fuerza, tal como se proporciona mediante el medio de provisión de fuerza, será constante. Alternativamente, la dirección de esta fuerza puede moverse a medida que el medio de provisión de fuerza, tal como un resorte, se extiende, o el medio inflable se infla en el interior de la célula **40**, y esto puede compensarse usando unas herramientas numéricas o matemáticas adecuadas. De acuerdo con el tipo de resorte o medio inflable usado, el programa puede determinar a continuación el punto **51** de anclaje del resorte en el interior de la célula **40**.
- 40

- 45 Por lo tanto, haciendo referencia a la figura 1, en primer lugar se mide la posición actual de los dientes **100**, y se determina la posición **100'** deseada para cada diente. Haciendo referencia a la figura 4, para cada diente **100** que se necesita mover, se diseña una célula **40** individual. Para los dientes **290** que no se requiere mover, puede diseñarse una célula **295** que tiene un extremo de aguas arriba y un extremo de aguas abajo que se corresponde con las caras bucal/ labial y lingual del diente y, por lo tanto, sin una parte de alineamiento.

- 50 El aparato **210** puede fabricarse entonces, usando, por ejemplo, procedimientos de mecanizado de CNC en los que la bandeja **30** puede producirse o bien indirectamente (por ejemplo, fabricando los moldes usando técnicas de CNC) o directamente mediante cualquier operación de eliminación de material adecuada aplicada a un material adecuado.

- Alternativamente, la bandeja **30** se fabrica usando otros procedimientos. Por ejemplo, la bandeja **30** puede fabricarse usando técnicas de creación rápida de prototipos, por ejemplo en base a una máquina de estereolitografía, tal como, por ejemplo, el modelo SLA-250/50 disponible de 3D Systems, Valencia, California. Un líquido o resina no endurecida se endurece para dar una forma en 3D que puede separarse del líquido o resina no endurecidos para formar un modelo positivo de la superficie interior de cada célula **40** y, cuando sea adecuado, también de la cubierta **295**, que ha alojado el conjunto **DSCC** de datos de 3D. Un molde para la superficie externa de
- 55

la bandeja **30** se produce de una forma similar a la que se describe para la superficie interior, cambiando lo que se deba cambiar, y se usan técnicas de inyección para proporcionar la bandeja **30** a partir de los modelos interior y exterior del mismo.

Una vez que se ha completado la bandeja **30**, los resortes **52** pueden montarse en cada célula **40** usando cualquier técnica adecuada. Alternativamente, las células **40** pueden formarse en una sola pieza con un medio de provisión de fuerza, tal como un resorte **52** en una sola pieza o un balón en una sola pieza o similar, cuando sea adecuado. Alternativamente, el medio de provisión de fuerza puede sostenerse de forma temporal en el modelo positivo a partir del cual se fabrica la bandeja **30**, y los resortes o el medio inflable, u otro medio expansible, se anclan en las células **40** correspondientes a medida que éste se moldea o se conforma con respecto a los modelos positivos.

Ha de observarse que, mientras que la geometría del extremo **44** de aguas abajo y la porción **46** de alineamiento, y de la totalidad de la superficie interior de cada célula **40**, se determinan ventajosamente usando procedimientos y técnicas de modelado numérico/ informático tal como se describe, es posible también proporcionar las geometrías tridimensionales requeridas mediante unas técnicas que no se basan en ordenador, incluyendo por ejemplo procedimientos manuales. A pesar de que se prefiere la creación del aparato de la invención, comenzando con el diseño del mismo, usando procedimientos numéricos/ informáticos frente a tales procedimientos manuales, ambos procedimientos se encuentran dentro del alcance de la invención.

Haciendo referencia a la figura 12, una segunda realización de la invención, comprende todos los elementos y características de la primera realización tal como se describe en el presente documento, con las siguientes diferencias, cambiando lo que se deba cambiar. En la segunda realización, el aparato, designado como **10**, está adaptado para actuar sobre un único diente. La posición del diente **100** se mide en primer lugar, y se determina la posición **100'** deseada para el diente, de una forma similar a la que se describe para un diente **100** individual en la primera realización, cambiando lo que se deba cambiar. Se diseña una célula **240** individual de una forma similar a la que se describe para la célula **40**, incluyendo un resorte, cambiando lo que se deba cambiar. Preferentemente, una célula **240** de este tipo comprende unas faldas **249** que se proyectan a partir de cada una de las paredes **248** laterales hacia las encías, y que se unen al extremo **242** de aguas arriba y el extremo **244** de aguas abajo, para encerrar completamente la parte expuesta del diente **100**, y evitar que entre materia extraña en la misma y que interfiera con el movimiento del diente.

Preferentemente, y tal como se ilustra en la figura 12, el aparato **10** puede comprender una parte de base en forma de un par de cubiertas **60** poliméricas, teniendo cada una una cavidad que está conformada para alojar y sujetar de forma elástica los dientes que son adyacentes al diente **100**. Las cubiertas **60** se adhieren a, o se fabrican en una sola pieza con, la célula **240**, de tal modo que alinean el extremo **244** de aguas abajo en relación con la posición **100'** deseada.

Tal como se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 14, la geometría interna de la célula **240** puede obtenerse de una forma similar a la que se describe para la primera realización, cambiando lo que se deba cambiar, con la diferencia de que, en la figura 14, se está diseñando una única célula **240**, mientras que en la figura 13 se está diseñando una de una pluralidad de células **40**. En la figura 14, se da a unas etapas similares a las que se muestran en la figura 13 unos números de referencia desplazados en 100, (por ejemplo, la etapa **410** es funcionalmente similar a la etapa **310**). Además, y en la etapa **480**, la geometría de las faldas **249** puede determinarse a partir de **DS1**, **DS2** y **DSP**, de tal modo que no interferirá con el movimiento del diente **100**, o con los dientes adyacentes, y una representación **DSS** digitalizada de las mismas se crea y se incorpora en el conjunto **DSC** de datos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato (210) de ortodoncia para alinear uno o una pluralidad de dientes en una cavidad intraoral, que comprende:

5 al menos una correspondiente o una pluralidad de células (40) de guiado, estando la o cada célula (40) de guiado adaptada para empujar un diente (100) particular a lo largo de un trayecto predeterminado hasta una posición (100') final, teniendo la célula (40) de guiado un extremo (42) de aguas arriba y un extremo (44) de aguas abajo, en el que la o cada una de dichas células (40) de guiado comprende:

 un elemento (50) de provisión de fuerza para empujar el diente correspondiente (100) en una dirección correlacionada al menos en general con dicho trayecto, y

10 en el que el aparato (210) de ortodoncia está **caracterizado porque** la o cada célula (40) de guiado comprende además una estructura (70) de guiado adaptada para guiar el diente (100) a lo largo de dicho trayecto cuando se actúa sobre el mismo por dicho elemento (50) de provisión de fuerza, comprendiendo la estructura de guiado una porción (46) de alineamiento unida a los extremos (42, 44) de aguas arriba y de aguas abajo de la célula (40), comprendiendo la porción (46) de alineamiento (a) una pared (47) de arriba
15 que hace tope con una parte de arriba de una cúspide (160) del diente (100), y (b) unas paredes laterales (48) adaptadas para actuar como guías para guiar la cúspide del diente (100) a lo largo de dicho trayecto.
2. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho extremo (44) de aguas abajo constituye una parte de dicha estructura (70) de guiado.
3. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha porción (46) de alineamiento se encuentra en una
20 forma que es complementaria con un lugar geométrico de dicho trayecto predeterminado de al menos la cúspide (160) de dicho diente (100).
4. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende unos elementos (72, 74) magnéticos para proporcionar un campo magnético adecuado en el interior de dicha célula (40) de guiado.
5. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dichos elementos (72, 74) magnéticos comprenden un
25 par de imanes opuestos montados en, o en una sola pieza con, dicha célula (40) de guiado.
6. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que cada uno de dichos imanes (72, 74) se encuentra en dicho extremo (42) de aguas arriba y dicho extremo (44) de aguas abajo.
7. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho elemento (50) de provisión de fuerza comprende al menos un resorte (52), en voladizo con respecto a dicho extremo (42) de aguas arriba y que tiene un miembro (56)
30 de empuje en un extremo libre del mismo para hacer tope con una cara (132) de dicho diente (100).
8. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho resorte es un resorte (52) de lámina.
9. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho resorte (52) está adaptado para proporcionar una fuerza al menos en la dirección general de dicho trayecto y también hacia dicha pared (47) de arriba.
10. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 7, en el que dicho resorte (52) está adaptado para proporcionar una
35 fuerza sustancialmente constante al menos hasta que dicho diente (100) alcanza dicho extremo (44) de aguas abajo.
11. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho elemento (50) de provisión de fuerza comprende al menos un elemento (152) extensible unido en un extremo del mismo a dicho extremo (42) de aguas arriba y que tiene una cara (156) de presión en un extremo libre del mismo para hacer tope con una cara (132) de dicho diente (100), siendo extensible dicho elemento (152) extensible desde una posición retraída hasta una posición extendida
40 al menos capaz de hacer tope con el diente (100).
12. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 11, en el que dicho elemento (152) extensible comprende un elemento (152) inflable.
13. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 12, en el que dicho elemento (152) extensible se encuentra en forma de un balón (180).
14. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho elemento (50) de provisión de fuerza comprende
45 al menos un elemento desplazable que tiene un elemento magnético unido a dicho extremo (42) de aguas arriba y que tiene un segundo elemento magnético que hace tope con una cara (132) de dicho diente (100), siendo desplazable dicho elemento desplazable desde una posición retraída hasta una posición extendida capaz de desplazar dicho diente (100).
15. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho elemento (50) de provisión de fuerza comprende
50 un elemento (152) extensible configurado para controlarse para ser pulsátil.

16. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que al menos una de dichas células (40) de guiado está adaptada para empujar el diente (100) en una dirección seleccionada del grupo que consiste en una dirección lingual y una dirección bucal/ labial.
- 5 17. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende unas células (295) estáticas adaptadas para ajustarse sobre los dientes (290), que no han de moverse y que son para mantener tales dientes (290) en sus posiciones originales mientras que se alinean otros dientes mediante dichas células (40) de guiado.
18. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicha estructura (70) de guiado comprende una geometría interna que se obtiene a partir de una simulación numérica en 3D del movimiento de dicho diente (100) hasta una posición (100') final deseada.
- 10 19. Un aparato de acuerdo con la reivindicación 1, fabricado a partir de un material seleccionado del grupo que consiste en: un material rígido, un material semirrígido y una resina acrílica.
20. Un aparato de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 19, en el que dicho aparato se encuentra en forma de una bandeja (30) en forma de U adaptada para ser ajustada a lo largo de un arco de dicha cavidad intraoral, en el que dicha bandeja (30) comprende dicha una célula o una pluralidad de dichas células (40) de guiado
- 15 de acuerdo con los dientes de dicho arco que se requiere alinear con dicho aparato.

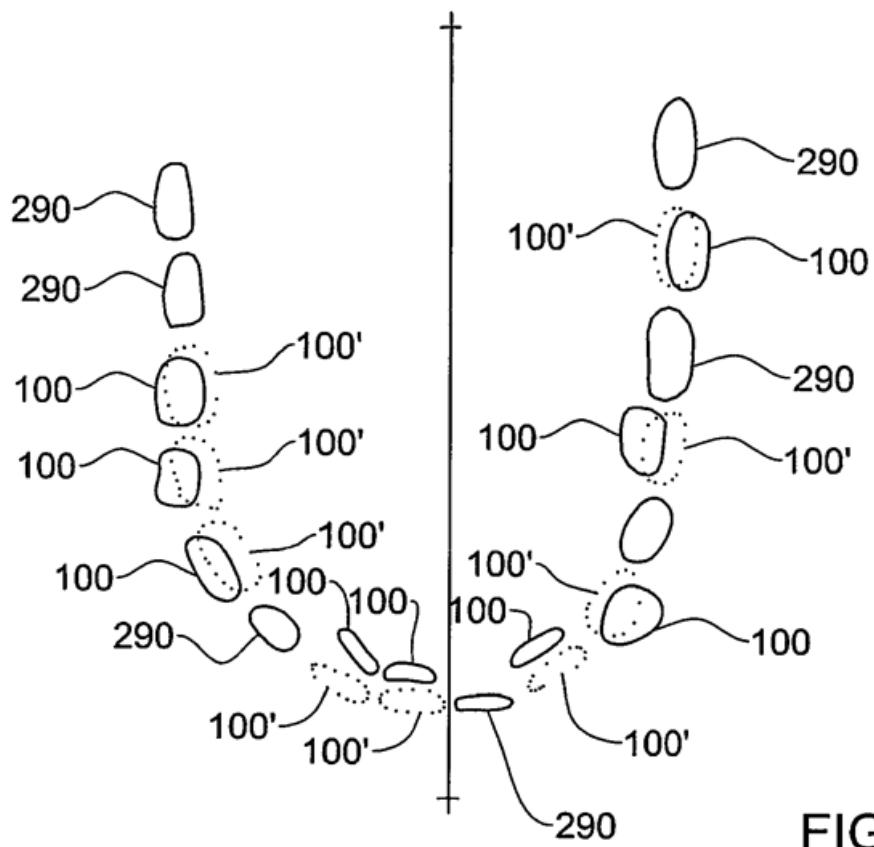


FIG. 1

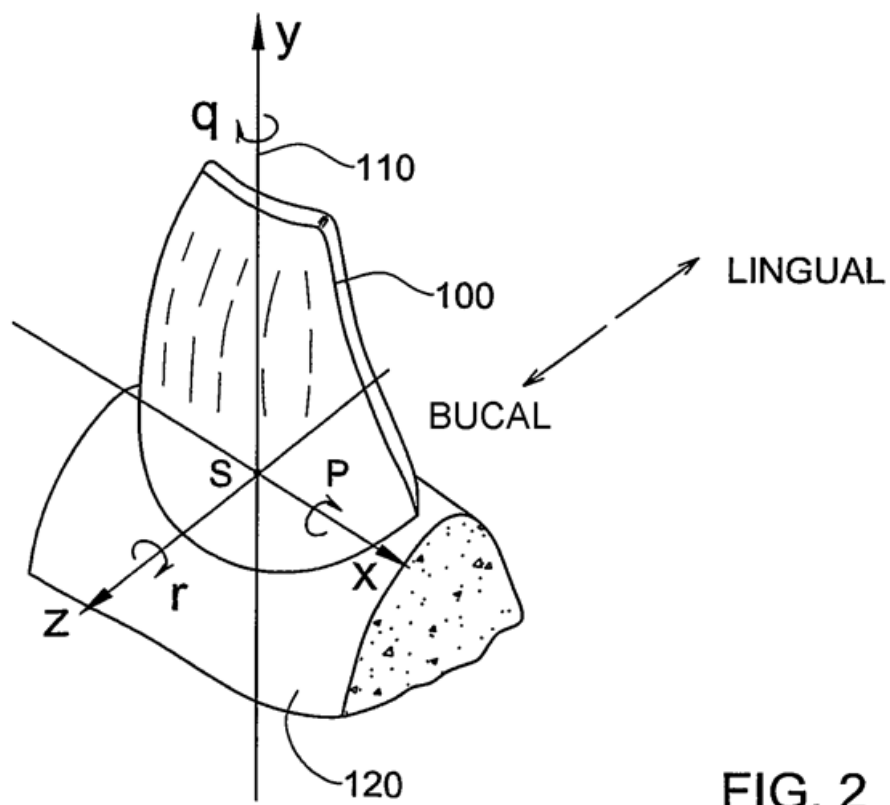


FIG. 2

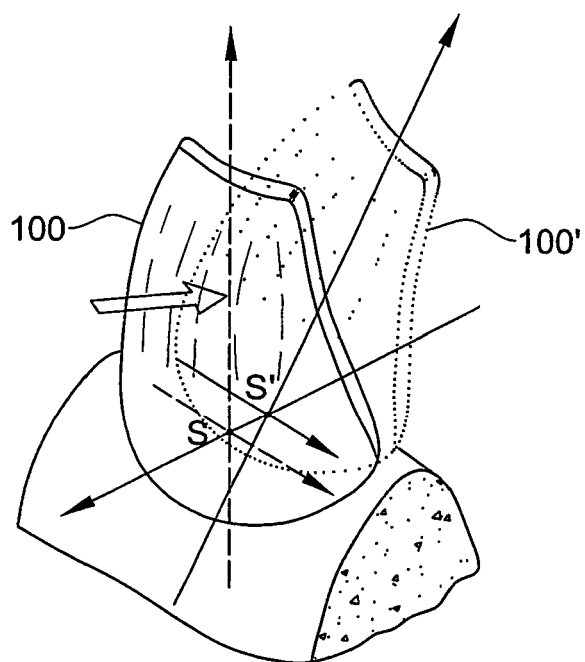


FIG. 3

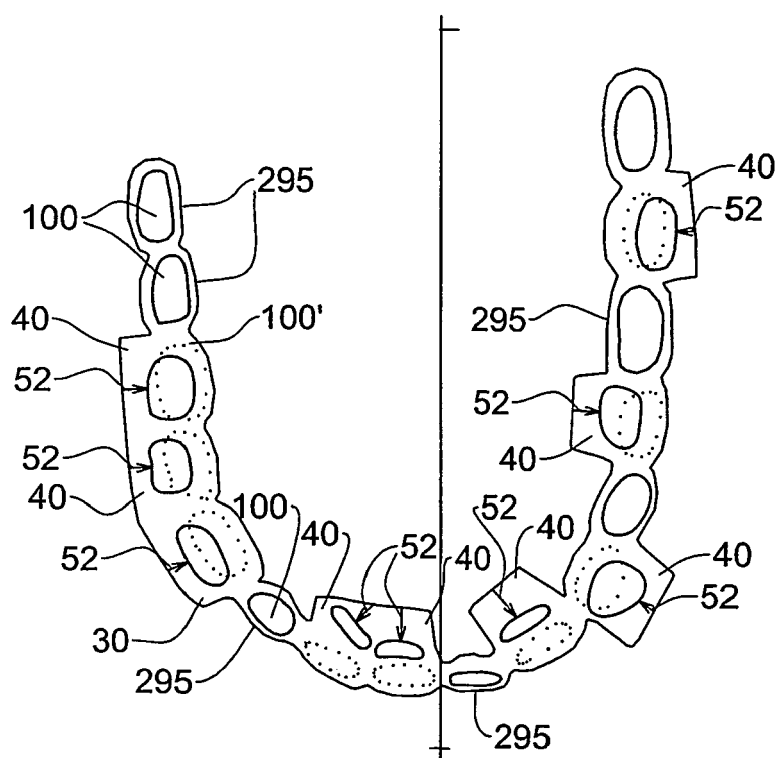


FIG. 4

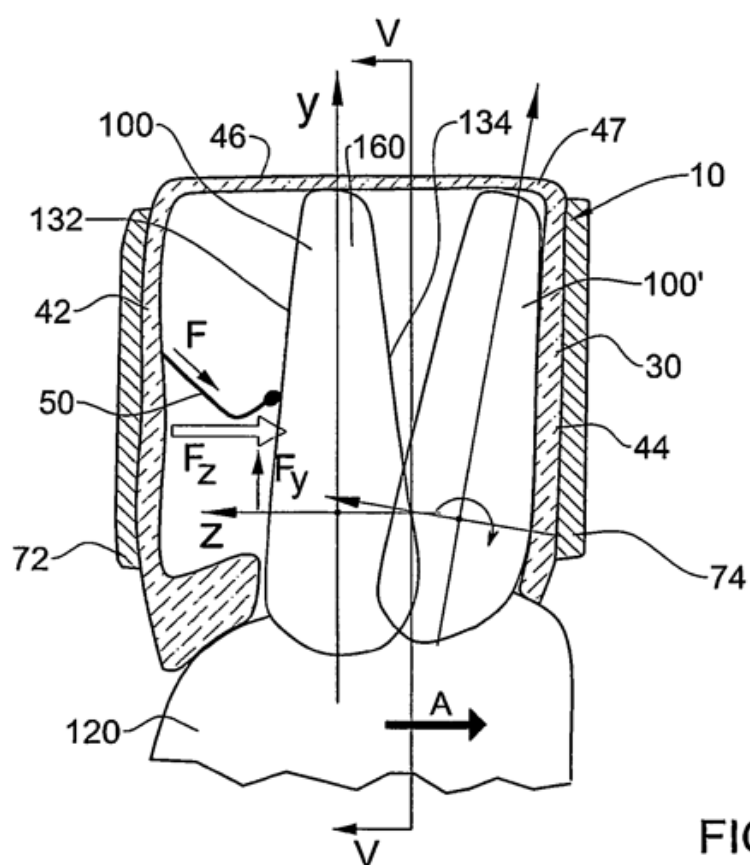


FIG. 5A

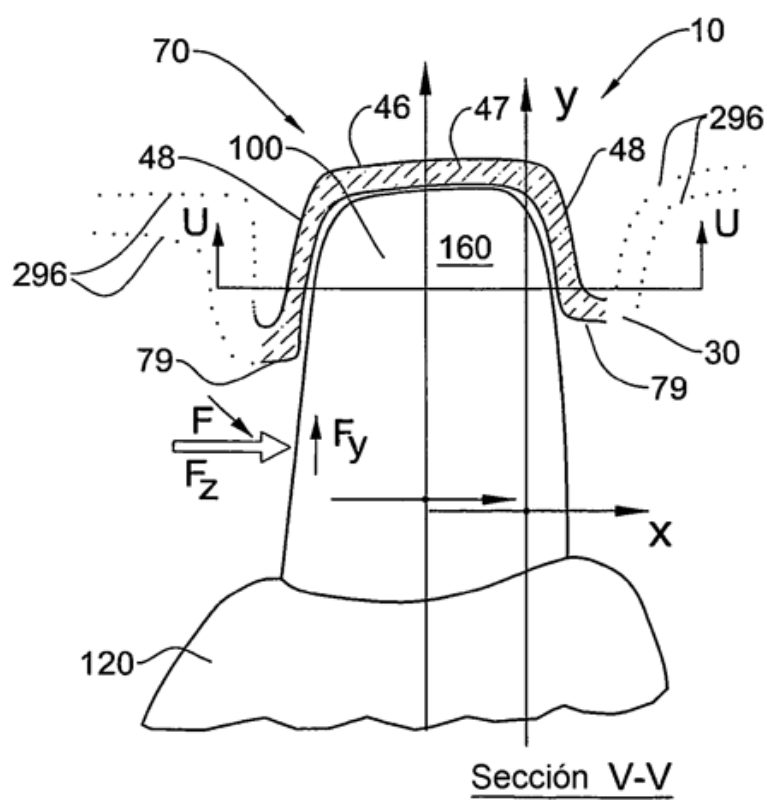
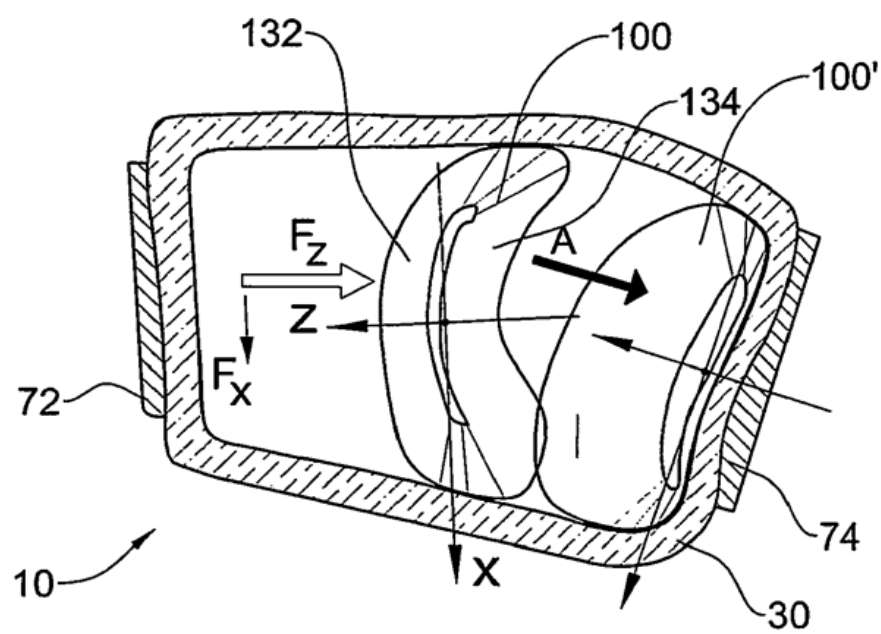


FIG. 5B



Sección U-U

FIG. 5C

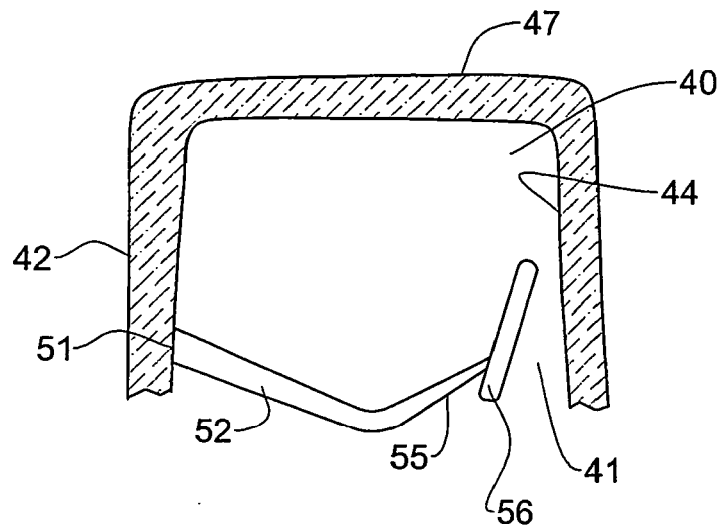


FIG. 6A

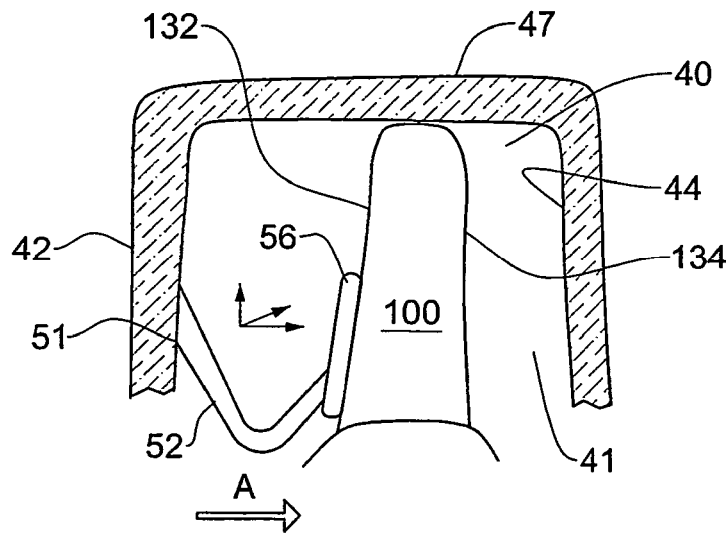


FIG. 6A

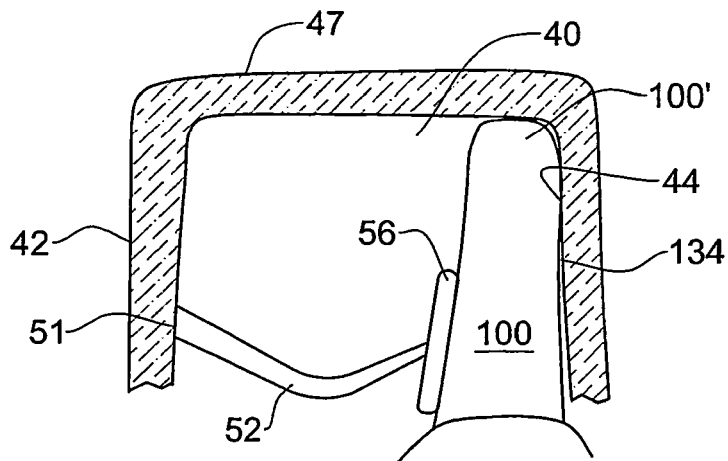


FIG. 6A

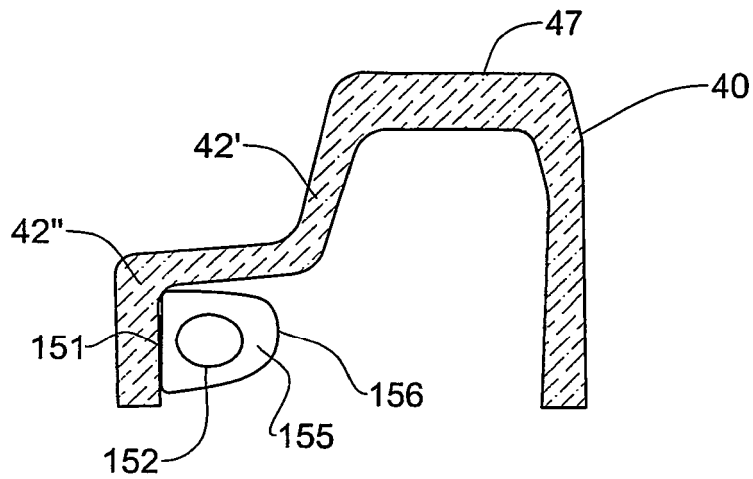


FIG. 7A

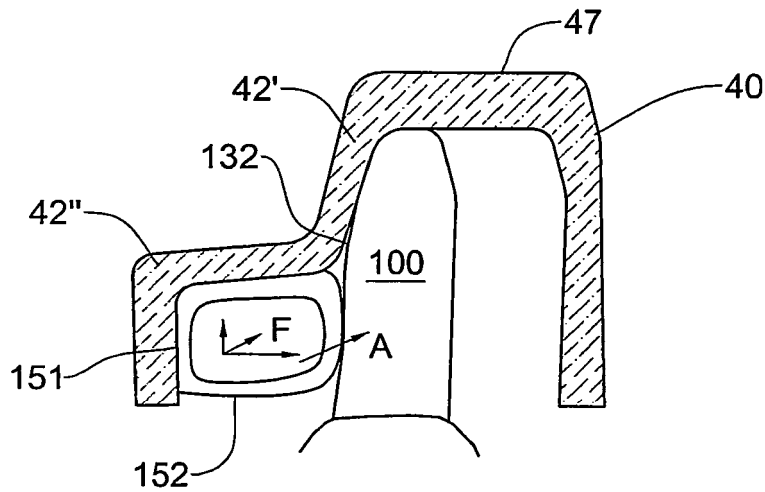


FIG. 7B

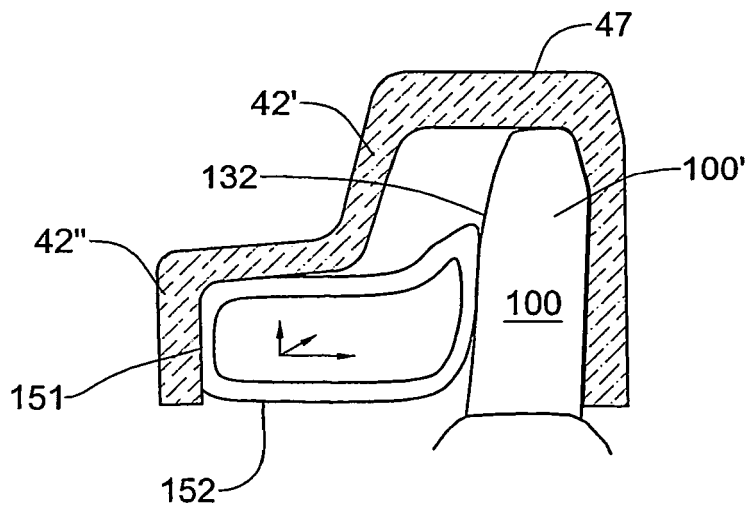


FIG. 7C

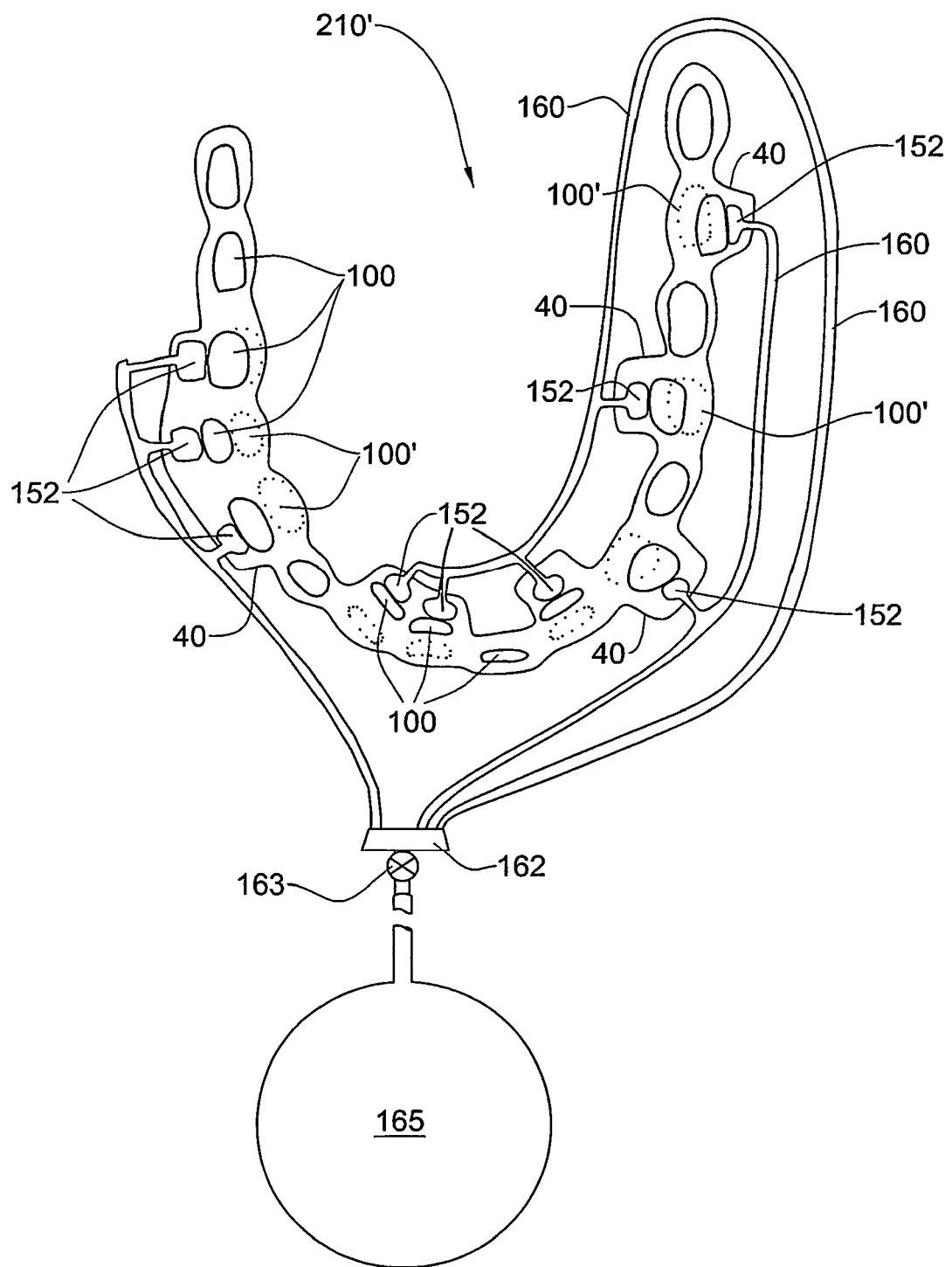


FIG. 8

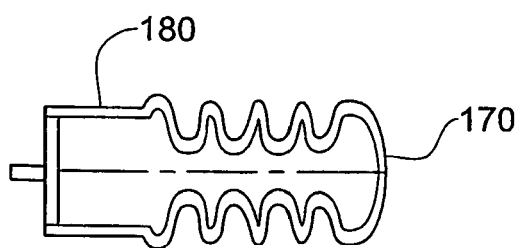


FIG. 9A

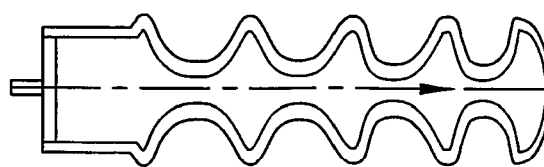


FIG. 9B

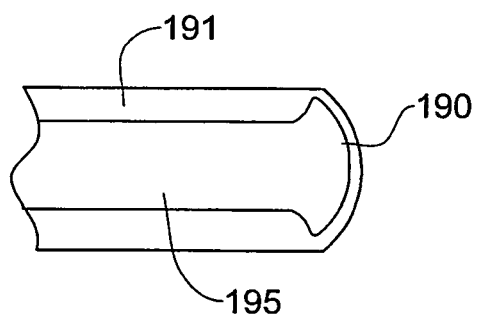


FIG. 10A

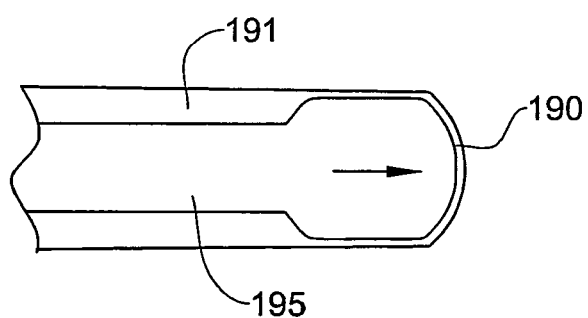


FIG. 10B

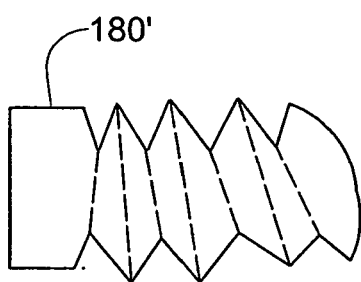


FIG. 11A

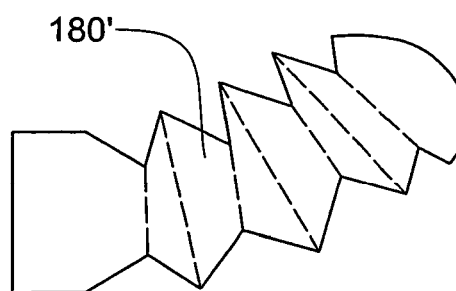


FIG. 11B

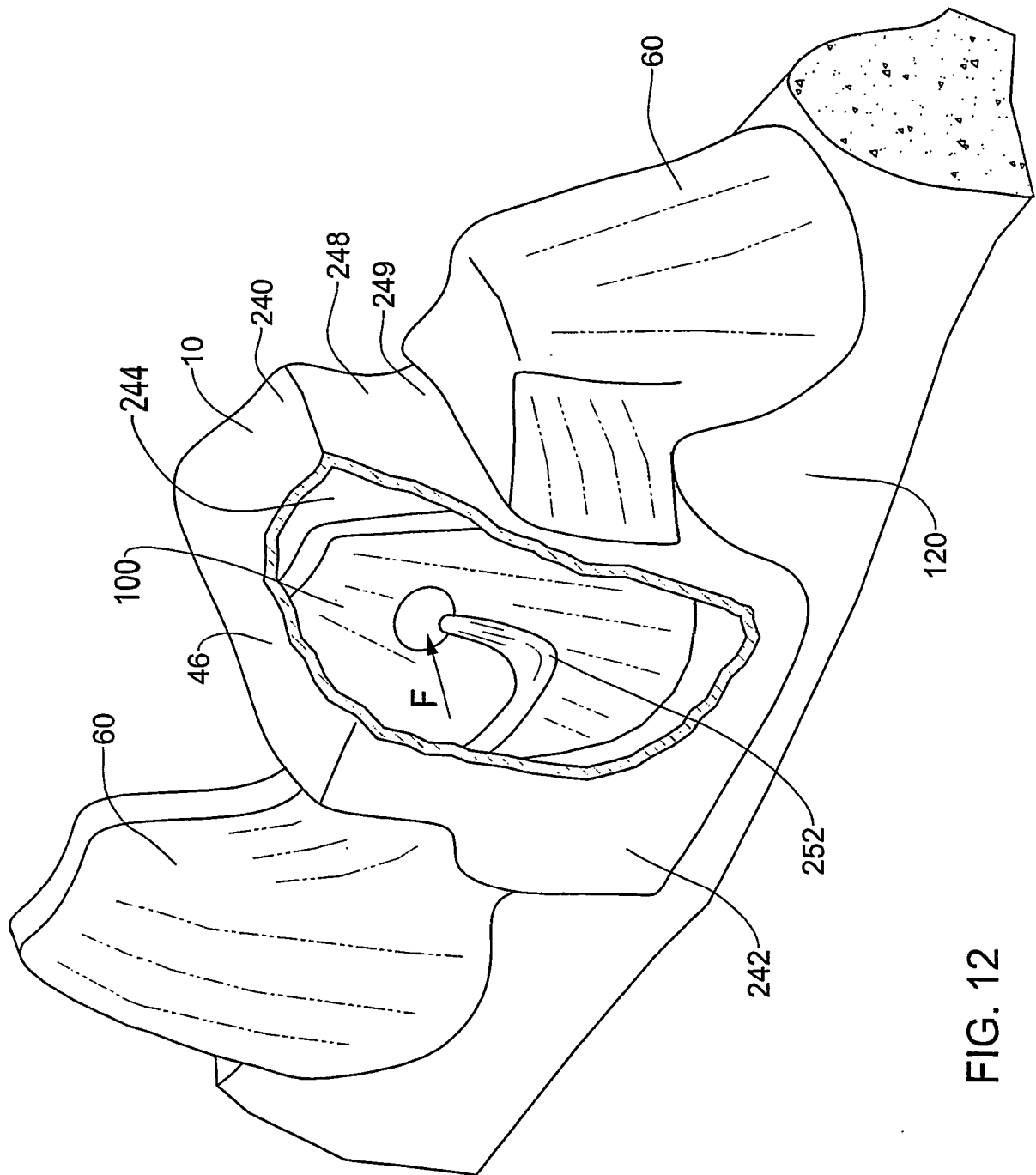


FIG. 12

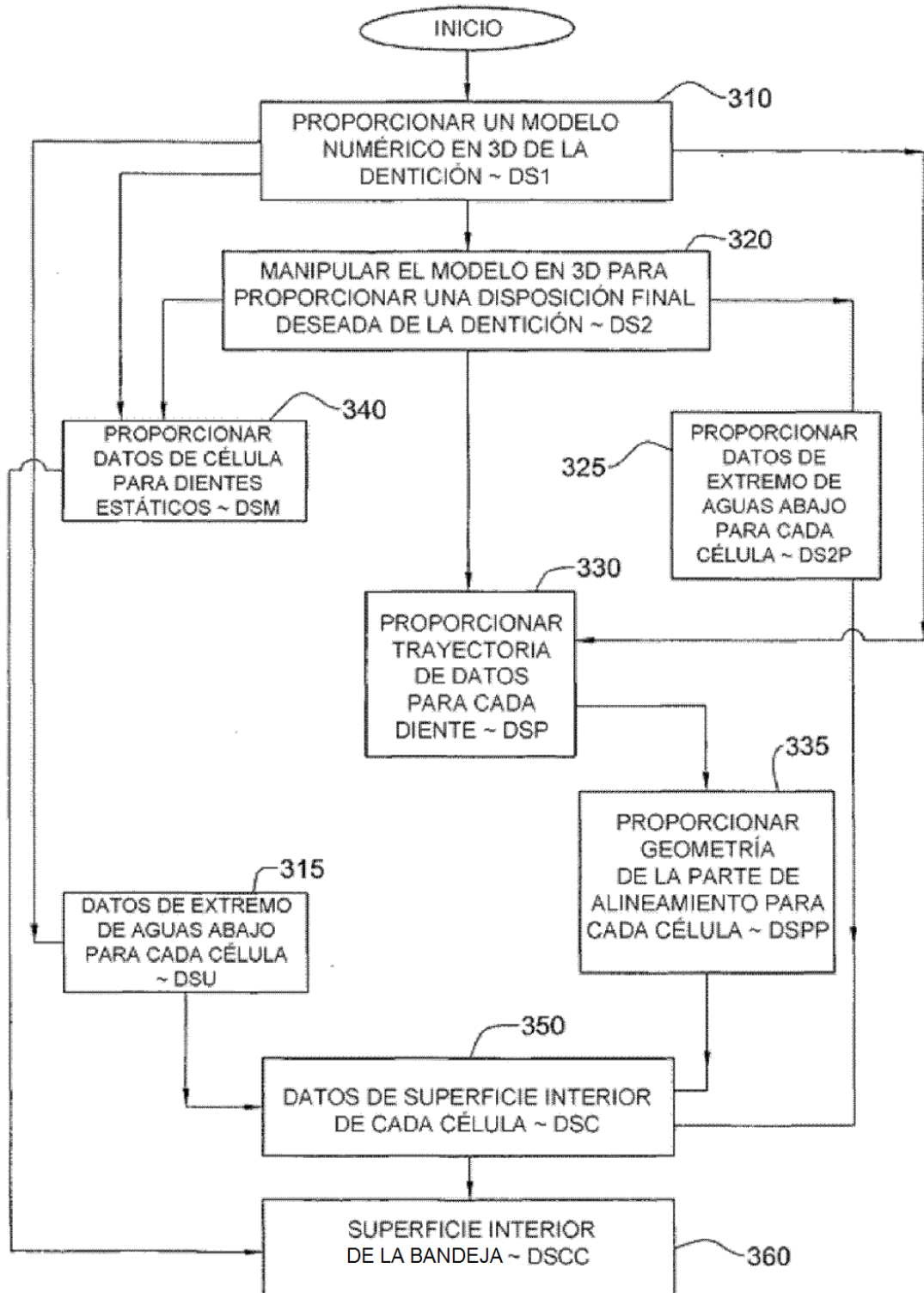


FIG. 13

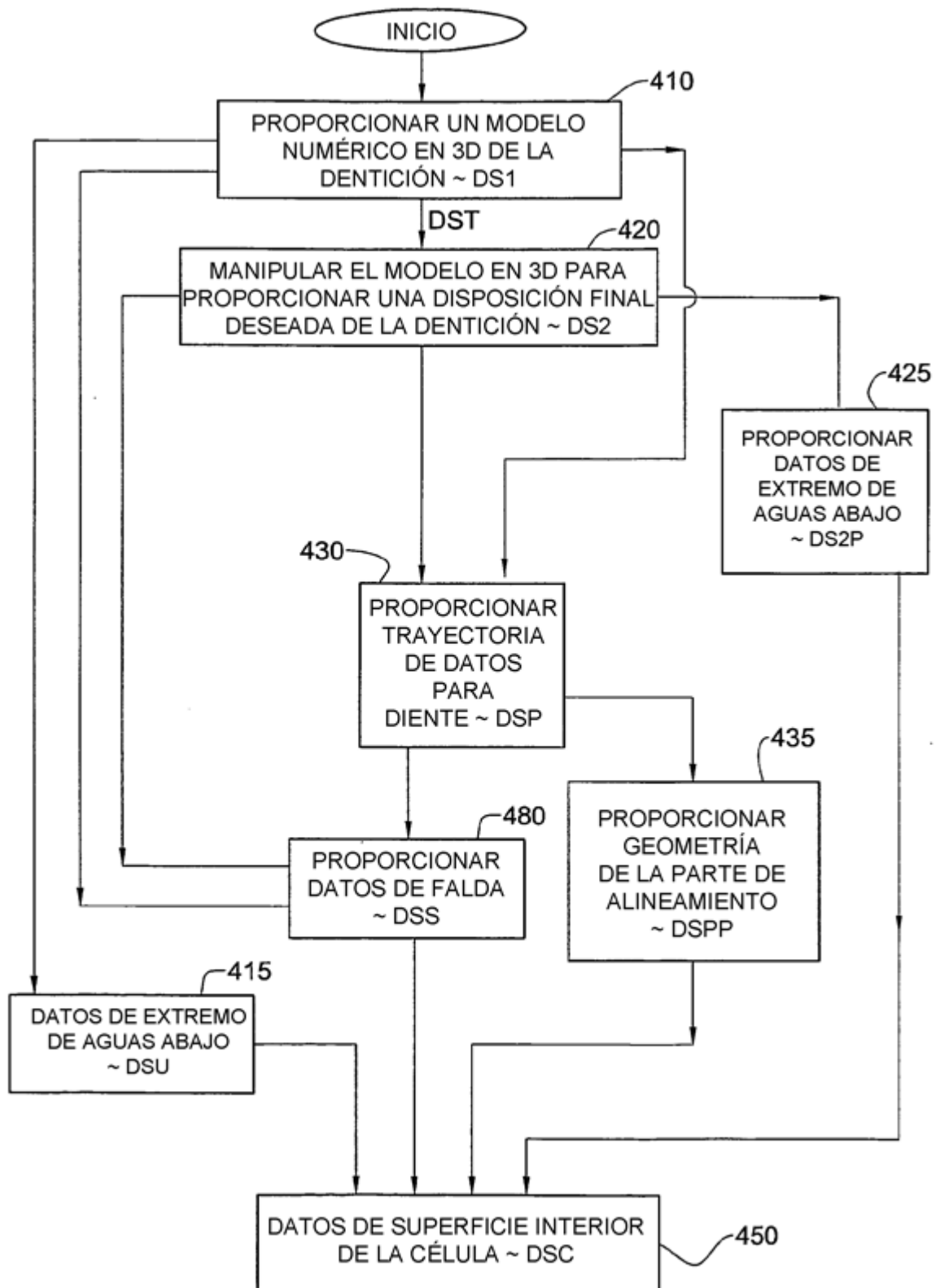


FIG. 14