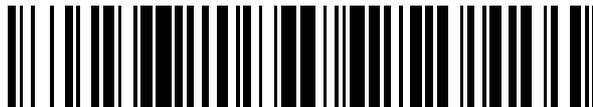


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 884**

51 Int. Cl.:

**A61C 7/08**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.04.2001 PCT/US2001/13217**

87 Fecha y número de publicación internacional: **01.11.2001 WO0180764**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.04.2001 E 01928821 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.09.2016 EP 1274363**

54 Título: **Sistemas para reposicionar dientes con aparatos que presentan rigidez variable**

30 Prioridad:

**25.04.2000 US 199649 P**

**25.04.2000 US 199650 P**

**14.07.2000 US 616830**

**14.07.2000 US 616222**

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

**23.12.2016**

73 Titular/es:

**ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)**

**2560 ORCHARD PARKWAY**

**SAN JOSE, CA 95131, US**

72 Inventor/es:

**PHAN, LOC X.;**

**CHISHTI, MUHAMMAD;**

**MILLER, ROSS J.;**

**VAN DEN BERG, H. ROBERT y**

**KUO, ERIC**

74 Agente/Representante:

**MILTENYI, Peter**

**ES 2 594 884 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**

Sistemas para reposicionar dientes con aparatos que presentan rigidez variable

## 5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Esta invención se refiere en general a un procedimiento para reposicionar dientes para utilizarse en un tratamiento de ortodoncia. En particular, esta invención se refiere al uso de aparatos de ortodoncia para producir los movimientos de los dientes. Más particularmente, esta invención se refiere al uso de una pluralidad de aparatos de reposicionamiento elásticos para producir dichos movimientos de los dientes.

Los tratamientos de ortodoncia implican el reposicionamiento de dientes mal alineados y la mejora de configuraciones de mordida para mejorar la apariencia estética y la función dental. El reposicionamiento de los dientes se lleva a cabo mediante la aplicación de fuerzas controladas a los dientes durante un período de tiempo prolongado. Esto se consigue convencionalmente con el uso de lo que se conoce comúnmente como "aparatos de ortodoncia". Los aparatos de ortodoncia comprenden una variedad de aparatos tales como "brackets", bandas, arcos de alambre, ligaduras, y tóricas. Después de unirse a los dientes, se requieren visitas periódicas con el ortodoncista para ajustar los aparatos. Esto implica la instalación de diferentes arcos de alambre que tienen diferentes propiedades inductoras de fuerza o mediante la sustitución o apriete de las ligaduras existentes. Entre visitas, puede requerirse que el paciente lleve aparatos suplementarios, tales como bandas elásticas o arco extraoral, para suministrar fuerzas adicionales o extraorales.

A pesar de que los aparatos convencionales son eficaces, a menudo suponen un proceso tedioso y lento que requiere muchas visitas a la consulta de los ortodoncistas. Por otra parte, desde la perspectiva de un paciente, son antiestéticos e incómodos. En consecuencia, se han desarrollado tratamientos de ortodoncia alternativos. Un enfoque particularmente prometedor se basa en el uso de aparatos de posicionamiento elásticos para realinear los dientes. Dichos aparatos comprenden una fina capa de material elástico que se adapta generalmente a los dientes de un paciente, pero queda ligeramente desalineada de la configuración inicial de los dientes. La colocación del posicionador elástico sobre los dientes aplica fuerzas controladas en posiciones específicas para mover gradualmente los dientes a la nueva configuración. La repetición de este proceso con aparatos sucesivos que comprenden nuevas configuraciones eventualmente mueve los dientes a través de una serie de configuraciones intermedias hasta una configuración final deseada. En la patente americana n° 5.975.893 y en la solicitud PCT publicada WO 98/58596 que designa los Estados Unidos y que está cedida al titular de la presente invención se da una descripción completa de un ejemplo de un aparato de posicionamiento polimérico elástico.

Además de su facilidad de uso, los aparatos de posicionamiento poliméricos generalmente son transparentes, proporcionando una apariencia estética mejorada, y aplican una fuerza substancial en los dientes, debido a la rigidez del aparato. La rigidez de un aparato de posicionamiento elástico es el resultado del módulo de los materiales de polímero termofomable de los cuales está realizado. Cuanto mayor es el módulo de los materiales, mayor es la rigidez del aparato. Cuando un paciente coloca dicho aparato sobre un grupo de dientes prescrito, uno o más de los dientes proporcionará una zona de base o de andaje para sujetar en posición el aparato de posicionamiento mientras que la rigidez del material de polímero aplicará una fuerza de reposicionamiento contra uno o una parte de los dientes restantes. Sin embargo, contra más rígido es el aparato, más difícil es deslizar el aparato desalineado sobre el diente y acoplar completamente las superficies apropiadas; el aparato a menudo tiene tendencia a desacoplarse o "saltarse". Asimismo, una vez que se ha asentado firmemente, es más difícil extraerlo. Además, un aparato rígido es menos tolerante en caso de una menor aceptabilidad del paciente. Si un paciente se quita el aparato durante un período de tiempo de tratamiento no prescrito, los dientes del paciente pueden moverse ligeramente fuera de la disposición de dientes planeada. Al intentar volver a aplicar el aparato, puede resultar demasiado rígido para adaptarse a las diferencias. En consecuencia, solamente pueden realizarse pequeños incrementos en el reposicionamiento de los dientes con cada aparato.

Por lo tanto, sería deseable disponer sistemas y procedimientos posicionadores de dientes que apliquen una fuerza apropiada a unos dientes seleccionados y que todavía superen las limitaciones de rigidez inherentes en el material de polímero. Asimismo, sería deseable reducir el número de posicionadores requeridos para un plan de tratamiento aumentando el tamaño de los pequeños incrementos de reposicionamiento en todo el plan. Además, sería deseable reducir el coste de una menor aceptabilidad del paciente reduciendo la necesidad de crear nuevos aparatos para la reanudación del tratamiento del paciente. Por lo menos algunos de estos objetivos se cumplirán mediante los diseños y procedimientos de la presente invención, los cuales se describen a continuación.

US-A-4.983.334 describe un procedimiento para realizar un aparato de ortodoncia de un acrílico elástico que contiene fibras de nailon incrustadas donde las fibras pueden disponerse en varios patrones dentro del acrílico elástico y las fibras actúan sobre el arco a través del acrílico elástico. El aparato puede utilizarse como posicionador de dientes, retén, férula o placa de base.

US-A-4.799.884 describe un aparato de ortodoncia dotado de un protector de hebilla, una placa oclusal, una pestaña lingual para los incisivos y unas ranuras para alojar los dientes posteriores. El material utilizado para formar el aparato puede tener un grado de dureza o blandura apropiado para la musculatura de un paciente particular.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

En un aspecto, la presente invención dispone un sistema tal como se indica en la reivindicación 1. La presente invención también dispone un procedimiento tal como se indica en la reivindicación 19.

Realizaciones de la presente invención proporcionan sistemas para reposicionar dientes desde una orientación de dientes inicial a una orientación de dientes final. El reposicionamiento se consigue con un sistema que comprende una serie de aparatos poliméricos configurados para recibir los dientes en una cavidad y reposicionar de manera incremental dientes individuales en una serie de etapas sucesivas. Esto se consigue aplicando una fuerza a superficies específicas de los dientes para producir un movimiento dirigido. Con el fin de aplicar dicha fuerza, uno o más de los dientes proporcionarán una zona de base o de anclaje para sujetar en posición el aparato de posicionamiento mientras que la rigidez del material polimérico aplicará una fuerza de reposicionamiento elástica contra uno o más de los dientes restantes. Sin embargo, dicha rigidez crea limitaciones en la facilidad de uso, aceptabilidad del paciente, y coste global de material, mano de obra de fabricación, y tiempo de tratamiento.

Para superar estas limitaciones, realizaciones de la presente invención utilizan aparatos de material polimérico u otro con partes de distinta rigidez, dureza o firmeza. Partes del aparato diseñadas para aplicar fuerzas específicas pueden tener módulos (rigideces) y/o durezas diferentes de otras partes. Alternativamente, los módulos elásticos y/o las durezas pueden variar de un aparato al siguiente en series sucesivas para cumplir varios objetivos de tratamiento. De este modo, los sistemas y procedimientos de la presente invención proporcionan el diseño y producción de tales aparatos de posicionamiento de múltiple rigidez en un tratamiento de ortodoncia. De manera similar, los dispositivos de la presente invención proporcionan aparatos de rigidez variable que pueden ser utilizados de manera independiente para otros fines aparte de reposicionamiento, tales como para retener dientes en una posición deseada. De este modo, la referencia en lo sucesivo a aparatos de reposicionamiento con partes que tienen rigidez diferente o variable no pretende limitar el alcance de la presente invención y se entiende que incluye aparatos del diseño descrito para otros fines.

En una realización, un aparato de reposicionamiento elástico comprende partes con diferentes módulos elásticos. Los módulos elásticos pueden utilizarse para expresar o describir la rigidez de un material o la resistencia de un material a una deformación elástica. Por lo tanto, el módulo elástico puede utilizarse en lo sucesivo para referirse a rigidez. Las diferentes partes de los aparatos generalmente también variarán en dureza. Más generalmente, las partes más rígidas serán más duras mientras que las partes menos rígidas serán más blandas. La dureza normalmente se mide como la lectura de un "durómetro" en la escala A o bien D. En la mayoría de los casos, unas realizaciones de la presente invención estarán más relacionadas con el módulo elástico del material ya que afectará a la fuerza aplicada a los dientes para mover los dientes o bien para agarrar o andar los dientes. En otros casos, sin embargo, la dureza del material puede ser más importante, por ejemplo, para evitar un trauma en zonas de tejido blando asociadas al aparato. El resto de la descripción y las reivindicaciones se refieren, en general, a materiales que tienen mayor y menor rigidez. Se apreciará que dicha terminología comprenderá también materiales que tienen mayor y menor dureza.

El módulo elástico de un material es la relación entre el incremento de esfuerzo unitario y un incremento de deformación unitaria dentro del límite elástico. Cuando un material se deforma dentro del límite elástico, los enlaces entre átomos adyacentes se estiran, pero no se rompen. La magnitud del módulo elástico es indicativa de las fuerzas de enlace atómico y molecular. Cuando el esfuerzo se alivia, el material vuelve a su forma original y la deformación es no permanente. Diferentes materiales pueden tener distintos módulos elásticos en base a sus estructuras moleculares. Algunos materiales, tales como ciertos polímeros, pueden producirse especialmente para que presenten diferentes módulos elásticos a la vez que conserven composiciones químicas similares (y aseguren de este modo la compatibilidad de materiales de diferentes módulos elásticos en una única estructura). Asimismo, el módulo elástico de un polímero u otro material puede aumentarse o, de otro modo, modificarse. Esto puede conseguirse añadiendo un polvo, tal como  $\text{CaCO}_3$ , talco,  $\text{TiO}_2$ , vidrio, diamante o un polvo de polímero, por nombrar algunos. Además, esto puede conseguirse insertando refuerzos estructurales tales como piezas metálicas, tiras, alambres, malla, entramados, redes, filamentos poliméricos, o similares. Además, el módulo elástico puede alterarse mediante procedimientos de postproducción, tales como disposición en capas, recubrimiento, interpenetración, tratamiento con diversos agentes químicos, y alteración de la temperatura, por nombrar unos pocos. En el aparato resultante, los módulos elásticos de las partes variables en general oscilarán entre 0,5 y 5 giga pascales (GPa), aunque en algunos casos partes del aparato podrían quedar fuera de este rango. El módulo elástico de una parte puede ser diferente de otra parte entre un 25% y un 600%, o más.

Los distintos módulos elásticos de diferentes partes de las carcasas del aparato dental de una realización de la presente invención existirán mientras el dispositivo está presente sobre los dientes en un entorno oral normal. Por lo tanto, diferentes partes de la carcasa del aparato aplicarán diferentes fuerzas a los dientes inmediatamente subyacentes, donde el nivel de fuerza depende de la geometría del dispositivo o de posiciones de los dientes (en relación con el diente o dientes subyacentes, que puede variar con el tiempo) y del módulo elástico de esa parte del dispositivo (que permanecerá constante en el tiempo en el entorno oral normal). La presente invención debe distinguirse de la que se describe en la solicitud también pendiente nº 09/250.962 (US-A-6183248) donde la rigidez de una carcasa del aparato dental puede variar con el tiempo al exponerse a un entorno no-oral, tal como una temperatura elevada o una osmolalidad variada. Es evidente que las carcasas del aparato dental de la presente invención que presentan diferentes partes con distinta rigidez también pueden incorporar zonas (incluyendo la totalidad del aparato) en las cuales puede inducirse un cambio de rigidez de acuerdo con las enseñanzas de la solicitud nº 09/250.962.

Partes de la carcasa de un aparato de reposicionamiento elástico pueden estar compuestas de material(es) que difieran en módulos elásticos y/o durezas a lo largo de un eje mesial-distal. Un eje mesial-distal puede definirse como un eje que sigue la línea de la encía o el arco dental. Por lo tanto, el aparato de recolocación elástico puede estar compuesto de partes con un menor módulo elástico que cubran los molares, por ejemplo, y partes con un mayor módulo elástico que cubran el resto de los dientes. En este ejemplo, las partes puede ser relativamente grandes, de modo que una parte puede recibir uno o varios los dientes, tales como molares contiguos. Esto puede utilizarse cuando uno o más dientes han de proporcionar una zona de andaje o de base para aplicar una fuerza de reposicionamiento contra otro diente o dientes. La parte del aparato que cubre los dientes de anclaje puede ser de una naturaleza relativamente flexible con un módulo elástico menor que la parte que cubre los dientes a reposicionar. Esto se debe a que las partes que cubren los dientes de anclaje pueden no necesitar aplicar fuerzas de reposicionamiento a los dientes que cubren; éstas simplemente pueden diseñarse para sujetar el aparato en posición. En consecuencia, puede no ser necesario un alto nivel de rigidez o firmeza. Sin embargo, puede apreciarse que las partes que cubren los dientes de andaje, de hecho, pueden requerir un material de mayor rigidez que otras partes, incluyendo partes que estén diseñadas para aplicar fuerzas de reposicionamiento. Por lo tanto, cualquier variación de rigidez o módulo elástico a lo largo de un eje mesial-distal está incluida en esta realización.

La introducción de tales partes o zonas con una mayor flexibilidad ofrece una utilidad en la facilidad de uso para el paciente. El paciente puede encontrar facilidad en la colocación del aparato con las partes más flexibles primero lo que puede guiar el aparato en la colocación de las partes más rígidas, ligeramente inadaptadas diseñadas para el reposicionamiento. Esta secuencia puede invertirse en la extracción del aparato. Del mismo modo, esta flexibilidad puede prever cualquier ligera diferencia en molde frente a aparato frente a geometría de la dentición lo que, de otra manera, puede hacer que la colocación y la extracción del aparato resulte más difícil. En algunos casos, un aparato generalmente mal colocado puede "saltar" o tener una tendencia a desacoplarse induso cuando está colocado correctamente en los dientes. El aumento de la flexibilidad puede reducir estas tendencias.

En otras realizaciones, las partes del aparato de recolocación elástico pueden variar de módulos elásticos a lo largo de ejes diferentes y/o adicionales. Por ejemplo, los módulos pueden variar a lo largo de un eje facial-lingual. Facial puede definirse como cerca de o hacia los labios o las mejillas, incluyendo los términos labial y bucal. Lingual puede definirse como cerca de o hacia la lengua. Por lo tanto, un eje facial-lingual puede describirse como un eje que sigue una línea radial o similar desde la lengua hacia los labios o las mejillas y viceversa. Del mismo modo, los módulos pueden variar a lo largo de un eje gingival-corona. Esto puede describirse como un eje sustancialmente vertical que sigue una línea desde la parte superior de la corona en el borde de la superficie oclusal de un diente hacia la línea o raíz gingival y viceversa. En una realización preferida, un aparato puede presentar una parte con un módulo elástico menor cubriendo las superficies oclusales de los dientes y una parte con un módulo elástico mayor cubriendo las superficies restantes de los dientes. Por lo tanto, los módulos pueden variar a lo largo de un eje facial-lingual y/o un eje gingival-corona, en función de los límites de las partes delimitadas. Este diseño puede incorporar una flexibilidad añadida al aparato a la vez que se mantienen las fuerzas de reposicionamiento adecuadas en las zonas más eficientes.

Además de variar la rigidez a lo largo de los ejes descritos anteriormente, los aparatos de la presente invención pueden variar en rigidez o dureza en el "grosor" del aparato. Normalmente, tales variaciones y rigidez en el grosor se obtienen disponiendo el dispositivo en capas, es decir, disponiendo capas de diferente rigidez o dureza sucesivamente en el molde utilizado para formar los aparatos, tal como se describe con más detalle a continuación. Por lo tanto, los aparatos pueden comprender carcasas que presenten una primera y una segunda parte, tal como se ha descrito anteriormente en general, donde cada una de las partes comprenden capas en una estructura laminar. Por lo general, por lo menos una de la primera y la segunda parte comprenderá una capa continua a lo largo del eje mesio-distal. La segunda capa y opcionalmente capas adicionales también pueden ser continuas a lo largo del eje mesio-distal, pero a menudo serán discontinuas, es decir, divididas en dos o más segmentos. Tales dispositivos en capas pueden proporcionar una variedad de beneficios. Por ejemplo, las capas formadas a partir de materiales más rígidos o más duros pueden utilizarse para acoplarse más firmemente a los dientes, mientras que las

capas menos rígidas o más blandas pueden utilizarse para proporcionar aceptabilidad y una mayor elasticidad. En una realización preferida particular, el aparato comprende una capa interior discontinua y una capa exterior continua. Por lo menos una parte de la capa interior está configurada para acoplarse a dientes individuales o grupos de dientes y será más rígida o más dura que la capa exterior. La capa exterior, que es menos rígida y, por lo tanto, más compatible, proporciona la elasticidad para mover los dientes entre sí, mientras que la capa interior más dura se acopla firmemente a los dientes para proporcionar un mejor agarre o anclaje sobre los dientes.

Puede apreciarse que el módulo elástico de las carcasas del aparato puede variar en cualquier número de partes delimitadas. Estas partes pueden ser de cualquier tamaño, forma, grosor, o dimensión. Por lo tanto, estas partes pueden recibir dientes enteros o pueden presentar un tamaño para cubrir sólo una parte de un diente o la superficie dental. Cuando las partes son relativamente grandes, puede dividirse un aparato, por ejemplo, en dos a cinco partes. Las partes adyacentes entre sí difieren en módulos elásticos, sin embargo, no todas las partes de un aparato pueden diferir entre sí, como en el caso de un aparato con partes alternas entre dos módulos. Cuando las partes son relativamente pequeñas, un aparato puede contener un número ilimitado de partes, que varíen a lo largo de cualquier eje o combinación de ejes.

Aparatos individuales puede estar configurados de manera que su cavidad de recepción del diente presente una forma o geometría que corresponda a una disposición de diente intermedio o final destinada a tal aparato. Por lo tanto, sucesivos aparatos individuales pueden tener una forma o geometría diferente de la del aparato inmediatamente anterior. Algunos o todos los aparatos individuales también pueden comprender una rigidez de material que difiera de la rigidez del aparato inmediatamente anterior. Además, cada aparato individual puede estar compuesto de partes con diferentes rigideces. Es evidente que, en algunos casos, los aparatos individuales en el sistema pueden no variar de rigidez de los aparatos anteriores o sucesivos, sino sólo en geometría. En otros casos, los aparatos individuales pueden variar sólo en rigidez (y no en geometría) en comparación con aparatos inmediatamente anteriores o posteriores. Por lo tanto, los sistemas de acuerdo con la presente invención pueden comprender aparatos que tengan una rigidez que varíe en el aparato y/o de un aparato al siguiente en la serie.

En una realización específica, un sistema de aparatos de reposicionamiento elásticos puede comprender aparatos individuales que tengan módulos elásticos uniformes en toda su área de contacto de los dientes donde los módulos diferirán entre los aparatos sucesivos utilizados en el transcurso de un tratamiento. El módulo elástico de un determinado aparato puede seleccionarse para que sea más adecuado para un tipo específico de movimiento de los dientes, tales como traslación, inclinación, enderezamiento de la raíz, rotación, extrusión, intrusión o una combinación de éstos. Por ejemplo, la traslación puede requerir 70-120 gm (0,69 - 1,18 N) de fuerza, mientras que la rotación sólo puede requerir 35-60 gm (0,34 - 0,59 N) de fuerza.

Por lo tanto, un aparato de posicionamiento elástico diseñado para la traslación de dientes puede necesitar tener un módulo elástico mayor que uno diseñado simplemente para rotar los dientes. Esto de nuevo se debe al hecho de que la rigidez del aparato es un factor crítico en la aplicación de una fuerza de reposicionamiento. En consecuencia, puede producirse una serie de aparatos para un plan de tratamiento en el que sucesivos aparatos diseñados para un movimiento dental específico puedan tener todos módulos elásticos sustancialmente similares. En el punto del plan de tratamiento en que se desea un tipo de movimiento de los dientes diferente, otros aparatos diseñados para el nuevo movimiento de los dientes pueden tener módulos elásticos sustancialmente similares entre sí, pero diferentes de los aparatos anteriores. Dicha secuencia puede repetirse en cualquier momento o puede continuar con nuevos módulos y movimientos de los dientes.

En una realización específica adicional, puede producirse uno o más dispositivos con un módulo elástico adecuadamente flexible para recibir y reposicionar elásticamente los dientes desde una disposición no prescrita a una disposición prescrita. Esto podría ser necesario en casos de una baja aceptabilidad del paciente. Si un paciente tuviera que quitarse un aparato durante un periodo de tiempo de tratamiento prescrito no deseado y/o prolongado, los dientes del paciente pueden moverse ligeramente fuera de la progresión de dientes prevista. Al intentar para volver a aplicar el aparato, un aparato que sea demasiado rígido puede no ser capaz de acomodar estas ligeras diferencias. Por lo tanto, puede producirse un aparato más flexible (pero que tenga una geometría idéntica) para este fin y puede incorporarse en el plan de tratamiento en cualquier punto dado en la serie de aparatos sucesivos. La capacidad para volver a la misma geometría es una ventaja ya que minimiza la necesidad de volver a planificar el protocolo de tratamiento.

En una realización de la presente invención, un sistema para reposicionar dientes desde una disposición de dientes inicial a una disposición de dientes sucesivos comprende una pluralidad de aparatos de regulación de la posición elásticos incrementales en los que por lo menos un aparato tiene la misma forma, pero diferente módulo elástico que un aparato inmediatamente anterior. En una realización específica, puede producirse una serie de aparatos adicionales con diferentes módulos elásticos para variar la posición de los dientes desde una disposición dental inicial a la siguiente disposición de dientes sucesivos en una progresión de disposiciones hacia la disposición final. Cada uno de los aparatos de la serie de la primera a la siguiente disposición de dientes sucesivos puede tener la

misma forma o geometría ya que el movimiento de los dientes representa un paso en el movimiento de los dientes. Sin embargo, la variación en los módulos elásticos puede permitir un paso o incremento más grande en el movimiento de los dientes que puede obtenerse con aparatos consistentes y rígidos. Por ejemplo, puede producirse un aparato con una disposición de dientes que esté sustancialmente desalineada de la disposición inicial. Los aparatos de alto módulo pueden no ser lo suficientemente flexibles como para permitir que el aparato encaje en los dientes en la disposición inicial. Sin embargo, puede producirse una serie de aparatos de la misma forma con mayores módulos elásticos, de relativamente bajos a adecuadamente altos. El paciente puede comenzar con el aparato de módulo elástico más bajo que puede ser el más flexible para encajar en los dientes. A medida que los dientes se recolocan, el paciente puede utilizar sucesivamente cada aparato en un módulo mayor hasta que los dientes se hayan ajustado a la disposición de dientes sucesivos. En ese momento, el paciente puede comenzar una nueva serie de aparatos con diferentes módulos y una forma para reposicionar los dientes a la disposición de la siguiente etapa en la progresión de reposicionamiento. La capacidad para reducir el número de diferentes geometrías de los aparatos requeridas para un solo curso de tratamiento puede proporcionar una reducción significativa del esfuerzo de planificación y costes de fabricación.

El módulo elástico de un aparato o partes de un aparato puede modificarse en un número de maneras diferentes. Para empezar, el módulo elástico puede determinarse por la elección de los materiales. Por ejemplo, los metales, en general, tendrán un módulo elástico mayor que los polímeros debido a la estructura atómica. Por ejemplo, los valores del módulo para los metales pueden oscilar entre 48 y 414 GPa, mientras que el módulo de los polímeros puede oscilar entre 0,5 y 35 GPa. Por lo tanto, será posible formar aparatos que tengan módulos que difieran en gran medida formando diferentes partes de metal(es) y polímero(s), o formando aparatos sucesivos de metales y polímeros. Normalmente, sin embargo, los aparatos comprenderán o consistirán en una carcasa de polímero formada de un solo polímero, múltiples polímeros, copolímeros, y similares, típicamente por termoformado y/o laminación. La rigidez de un polímero puede variarse dentro de un intervalo (típicamente entre 0,5 GPa y 5 GPa) variando la estructura molecular de las cadenas de polímero. Las cadenas de polímero con cadenas laterales obstruidas no pueden empaquetarse tanto como los que tienen cadenas laterales pequeñas. Por lo tanto, un polímero de este tipo puede tener más movimiento intermolecular y, por lo tanto, un módulo de carga elástico menor. La rigidez también puede variarse para controlar el grado de reticulación, así como la entidad de reticulación dentro de un polímero o copolímero. Además, alternativamente, pueden crearse diferentes módulos elásticos dentro de misma carcasa de polímero formando por capas o laminando los mismos o diferentes polímeros. Dos capas de un material de polímero unidos entre sí para formar un aparato integral, es decir, un aparato que tenga una estructura de carcasa monolítica donde las capas son resistentes a la deslaminación pueden tener un módulo elástico mayor que una sola capa de dicho material. En tercer lugar, pueden crearse diferentes módulos elásticos con una sola capa de un tipo de material de polímero mediante procedimientos de producción, tales como revestimiento, tratamiento con diversos agentes químicos, y alteración de la temperatura, por nombrar unos pocos.

Además, pueden producirse diferentes módulos elásticos formando materiales selectivamente reforzados y/o de tipo compuesto. Por ejemplo, un material de polímero puede reforzarse con estructuras tales como bandas, alambres, piezas, malla, celosías, redes, y similares. Estas estructuras pueden estar compuestas de cualquier material adecuado, en particular metales y aleaciones, pero incluyendo también filamentos de polímero, cables, trenzas, y similares. Del mismo modo, los materiales compuestos pueden comprender redes poliméricas interpenetrantes. Una red polimérica interpenetrante está formada por un material de base y un material adicional que penetre en el material de base para alterar sus propiedades mecánicas. Por ejemplo, el material de base (A) puede ser un policarbonato sólido. El material añadido (B) puede ser un polímero, un monómero líquido o un agente de reticulación que se deja interpenetrar y activar para formar una red de material compuesto. El compuesto (A + B) puede tener una rigidez que sea mayor que la suma de sus partes, (A) y (B). Además, puede dejarse que otro material (C) también interpenetre y se active para formar una nueva red de material compuesto. El compuesto (A + B + C) también puede tener una rigidez que sea mayor que la suma de sus partes, (A), (B) y (C). Con este procedimiento, puede formarse cualquier número de materiales compuestos proporcionando una amplia gama de propiedades mecánicas, específicamente rigideces. Además, varios de estos procedimientos de producción pueden proporcionar materiales con cambios graduales en los módulos elásticos. Por ejemplo, un recubrimiento expresamente irregular de un material de polímero puede proporcionar una mayor rigidez en zonas con revestimiento más grueso y menor rigidez en zonas con recubrimiento más delgado. Esto puede aplicarse a una serie de procedimientos de producción.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración en perspectiva de un aparato de la presente invención y ejes descriptivos.

La figura 2 ilustra un aparato con partes relativamente grandes que varían en módulo elástico a lo largo de un eje mesial-distal.

La figura 3 ilustra un aparato con partes más pequeñas que varían en módulo elástico en un patrón no simétrico a lo largo de un eje mesial-distal.

La figura 4 ilustra una realización de un aparato que varía en módulo elástico a lo largo de un eje mesial-distal en el que partes que cubren espacios proximales e interproximales son de módulos diferentes.

La figura 5 ilustra una variedad de partes de aparatos que varían en módulo elástico a lo largo de un eje mesial-distal.

5 La figura 6 es una ilustración en perspectiva de un aparato que varía en módulo elástico a lo largo de un eje facial-lingual.

La figura 7 ilustra una variedad de partes del aparato que varían en módulo elástico a lo largo de un eje facial-lingual.

10 La figura 8 es una ilustración en perspectiva de un aparato que varía en módulo elástico a lo largo de un eje gingival-corona.

La figura 9 ilustra una variedad de partes del aparato que varían en módulo elástico a lo largo de un eje gingival-corona.

La figura 10 ilustra una variedad de partes del aparato que varían en módulo elástico a lo largo de uno o más ejes descritos.

15 La figura 11 representa una serie de aparatos que difieren en módulo elástico a intervalos específicos durante todo un plan de tratamiento.

La figura 12 ilustra el uso de un aparato "fuera de lugar" en un plan de tratamiento prescrito.

La figura 13 ilustra el uso de una serie de aparatos con módulos elásticos que aumentan gradualmente y una geometría similar o idéntica en una serie de intervalos durante todo un plan de tratamiento.

20 La figura 14 ilustra un procedimiento de fabricación de un aparato de múltiples módulos.

La figura 15 ilustra un procedimiento de formación de capas para fabricar múltiples módulos.

La figura 16 ilustra un procedimiento adicional de formación de capas para fabricar un aparato de múltiples módulos.

La figura 17 ilustra un aparato en capas a modo de ejemplo, con partes cortadas.

La figura 18 es una vista en sección transversal según la línea 18-18 de la figura 17.

25

#### DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES ESPECÍFICAS

La presente invención presenta un sistema para reposicionar dientes incrementalmente utilizando una pluralidad de aparatos poliméricos discretos de flexibilidad variable, donde cada aparato reposiciona sucesivamente uno o más de los dientes del paciente en cantidades relativamente pequeñas. La flexibilidad puede definirse por el módulo elástico del material polimérico y puede variar en un aparato determinado o puede variar en una serie de aparatos de acuerdo con un plan de tratamiento ortodóncico prescrito.

30

Haciendo referencia a la figura 1, las partes de un aparato de recolocación elástico 100 pueden variar en módulo elástico a lo largo de un eje mesio-distal 101, un eje facial-lingual 102, un eje gingival-corona 103, o cualquier eje que se encuentre entre estos ejes representativos. Tal como se ha descrito anteriormente, un eje mesial-distal puede describirse como un eje que sigue la línea gingival o arco dental, un eje facial-lingual puede describirse como un eje que sigue una línea radial o similar desde la zona de la lengua hacia la zona de los labios o la mejilla, y un eje gingival-corona pueden describirse como un eje que sigue una línea sustancialmente vertical desde la corona de un diente hacia la línea o raíz gingival. Dichos ejes se definen para fines descriptivos y no pretenden limitar el alcance de la presente invención.

35

40

Tal como se muestra en la figura 2, las partes de un aparato de reposicionamiento elástico 100 pueden variar en módulo elástico mesial-distal. Para fines ilustrativos, las partes con un menor módulo elástico 110 están sombreadas para distinguir fácilmente las diferencias en módulo elástico en todo un dispositivo. En este ejemplo, el aparato 100 puede describirse como presentando tres partes. Dos partes cubren conjuntos contiguos de molares y comprenden un material elastomérico de un módulo elástico inferior 110 y, por lo tanto, se han sombreado. La parte que se encuentra entre estas partes es de un mayor módulo elástico 111 y, por lo tanto, no está sombreada. Todas las partes en esta realización son relativamente grandes de manera que las partes pueden recibir uno o más dientes, tales como molares, premolares, incisivos, y similares. Del mismo modo, partes no adyacentes pueden tener el mismo módulo elástico, tales como las dos partes de módulo elástico inferior 110, o pueden ser diferentes entre sí mientras se mantiene una diferencia entre la parte de módulo elástico superior 111. En otras palabras, un aparato 100 con tres partes distintas puede comprender dos o tres módulos elásticos.

45

50

Tal como se ilustra en la figura 3, tales partes pueden no ser simétricas y pueden no cubrir más de un diente. Partes con un menor módulo elástico 110 pueden alternarse de manera desigual a lo largo de un eje mesial-distal, tal como se muestra. Además, las partes adyacentes pueden ser de un tamaño tal que cubran sólo una parte de un diente o de una superficie dental. Haciendo referencia a la figura 4, las partes de menor módulo elástico 110 pueden estar presentes cubriendo la superficie facial o lingual de los dientes, mientras que las partes de mayor módulo elástico 111 pueden estar presentes cubriendo espacios proximales o interproximales. Esto puede ser ventajoso para proporcionar fuerzas de reposicionamiento, tales como fuerzas de traslación, en los lugares más eficientes para este tipo de movimiento. Al mismo tiempo, la flexibilidad se proporciona en partes que pueden estar menos implicadas en la aplicación de fuerza, permitiendo una mayor libertad y comodidad para el paciente.

55

60

Haciendo referencia a la figura 5, el módulo elástico de un aparato 100 puede variar con cualquier número de partes delimitadas y puede ser de cualquier tamaño, forma, grosor o dimensión, por nombrar unos pocos. Tales partes pueden ser de un tamaño para recibir todo un diente 115 o pueden ser del tamaño para cubrir sólo una parte de un diente. Por ejemplo, una parte elástica con un menor módulo elástico 110 puede dimensionarse para cubrir un espacio proximal o interproximal 116, incluyendo partes que cubran la línea gingival. Esto puede ser deseable para proporcionar comodidad a las encías al llevar el aparato, y también para aumentar el contacto del aparato con las regiones interproximales. En este caso, puede formarse un material más blando y más flexible más cerca de las regiones interproximales, lo que permite aplicar un mayor nivel de fuerza de reposicionamiento.

Las partes también pueden dimensionarse y disponerse para cubrir parte de una superficie facial 117, o dos o más de dichas partes pueden cubrir parte de una superficie facial 118, permitiendo que el módulo elástico varíe de manera mesial-distal en un solo diente. Además, la parte puede dimensionarse para cubrir una región aislada de una superficie facial 119. Tales realizaciones son una presentación limitada de los posibles tamaños, configuraciones y combinaciones de partes de módulo elástico variable en un aparato 100 de la presente invención. Tales posibilidades pueden ser ilimitadas.

Tal como se muestra en la figura 6, partes de un aparato de reposicionamiento elástico 100 pueden variar en módulo elástico facial-lingual. En esta realización, se muestra el aparato 100 que tiene una parte con un menor módulo elástico 110 que cubre una parte de las superficies oclusales de los dientes y una parte con un mayor módulo elástico 111 que cubre las superficies restantes de los dientes. Por lo tanto, el módulo elástico varía a lo largo de un eje facial-lingual. Tal diseño puede ser beneficioso para proporcionar fuerzas de reposicionamiento, tales como fuerzas de traslación, a lo largo los espacios proximales y/o interproximales que son las ubicaciones más eficientes para este tipo de movimiento. Al mismo tiempo, la flexibilidad se proporciona en partes que pueden estar menos involucradas en la aplicación de fuerza, las superficies oclusales. Esto puede permitir una mayor libertad y comodidad para el paciente a la vez que se mantienen unas fuerzas de reposicionamiento adecuadas.

Haciendo referencia a la figura 7, el módulo elástico de un aparato 100 de nuevo puede variar en cualquier número de partes delimitadas y puede ser de cualquier tamaño, forma, grosor o dimensión, por nombrar unos pocos. Una parte de menor módulo elástico 110 puede dimensionarse para cubrir sólo una parte de un diente. Por ejemplo, puede cubrir el centro de la superficie oclusal 125, cúspides o puntas de las cúspides alternas 126, o partes aisladas de cualquier cúspide o punta de cúspide determinada 127. Del mismo modo, una parte de menor módulo elástico 110 puede ser de un tamaño mayor para cubrir, por ejemplo, el margen exterior o cúspides bucales de un diente 128 o el margen interior o cúspides linguales de una agrupación de dientes contigua 129. Como antes, estas realizaciones son una presentación limitada de los posibles tamaños, configuraciones y combinaciones de diferentes partes del módulo elástico en un aparato 100 de la presente invención. Tales posibilidades pueden ser ilimitadas.

Tal como se muestra en la figura 8, partes de un aparato de reposicionamiento elástico 100 pueden variar de módulo elástico de modo corona-gingival. En esta realización, el aparato 100 se muestra que tiene una parte con un menor módulo elástico 110 que cubre las superficies oclusales de los dientes y una parte con un mayor módulo elástico 111 que cubre las superficies restantes de los dientes. Se trata de una representación modificada de la realización representada en la figura 6 en la que la parte de menor módulo elástico 110 cubriría parcialmente una parte de las superficies oclusales. En esta realización, la superficie oclusal está cubierta sustancialmente con el material de menor módulo elástico 110 por lo que puede considerarse que es uniforme, no variable, a lo largo de un eje facial-lingual. Puede describirse de una manera más apropiada como la variación a lo largo de un eje gingival-corona, ya que la parte de menor módulo elástico 110 puede extenderse sobre las cúspides de las coronas de los dientes. Por lo tanto, el material de menor módulo elástico 110 puede verse como situado en la punta de la región de la corona y varía a un material de mayor módulo elástico 111 hacia la línea o margen gingival. Además, un material de mayor módulo elástico 111 a lo largo de la línea o margen gingival puede mejorar la retención del dispositivo en los dientes. Esto también puede reducir la necesidad de dispositivos de unión para ayudar en la retención. En la solicitud también pendiente nº 09/454.278 (US-A-6309215) se da una completa descripción de dispositivos y procedimientos de fijación a modo de ejemplo para un aparato dental. Sin embargo, tales diferencias en los módulos se presentan únicamente con fines descriptivos y estas partes pueden variar en uno o varios ejes simultáneamente o en regiones aisladas de un aparato 100.

Puede apreciarse que las ventajas ofrecidas por un módulo elástico inferior a lo largo de las superficies oclusales, tal como se representa en la figura 6 y la figura 8, pueden aumentarse, además, eliminando el material de la carcasa en estas áreas. La eliminación de material puede formar una ventana de manera que cuando la carcasa está colocada sobre los dientes del paciente, partes de los dientes debajo de la ventana pueden quedar expuestas. En una realización preferida, una cubierta polimérica puede tener una pluralidad de ventanas en partes de las superficies oclusales del diente. En este caso, segmentos de la carcasa todavía pueden estar presentes a lo largo de las superficies facial y lingual de los dientes y a través de las regiones o espacios interdentes entre los dientes. La exposición de las superficies oclusales en tamaño y ubicación adecuados puede permitir la interdigitación de los

dientes superiores e inferiores. Esto también puede lograrse con la presencia de una o un pequeño número de ventanas más grandes en partes de las superficies oclusales de los dientes. En estos casos, pueden no estar presentes segmentos de la carcasa en todas las regiones o espacios interdentes entre los dientes. En cualquiera de los casos, la interdigitación de por lo menos partes de los dientes superiores e inferiores puede beneficiarse de orientaciones de diente y mandíbula, lo que conduce a un mejor tratamiento, aspecto, comodidad y por consiguiente aceptabilidad del paciente. Por lo tanto, estas ventanas pueden proporcionar los beneficios que ofrece un menor módulo elástico, de manera que la menor rigidez puede proporcionarse por la ausencia del material, a la vez que proporciona beneficios adicionales que se han descrito anteriormente.

Haciendo referencia a la figura 9, el módulo elástico de un aparato 100 de nuevo puede variar en cualquier número de partes delimitadas y puede ser de cualquier tamaño, forma, grosor o dimensión, por nombrar unos pocos. Una parte de menor módulo elástico 110 puede dimensionarse para que cubra sólo una parte de un diente a lo largo de este eje. Por ejemplo, éste puede cubrir la parte superior de las superficies linguales cerca de las cúspides de la corona 135, o una "franja" a medio camino a través de la superficie lingual de un diente 136. De igual manera, puede dimensionarse de modo que más de una "franja" pueda cubrir la superficie de un diente 137, como en el caso de una parte en el margen gingival y una parte cerca de las cúspides de la corona. Del mismo modo, una parte de menor módulo puede dimensionarse de manera que cubra una agrupación de dientes contiguos tal como, por ejemplo, las superficies bucales a lo largo del margen gingival 138. Como antes, dichas realizaciones son una presentación limitada de los posibles tamaños, configuraciones y combinaciones de partes de módulo elástico variable en un aparato 100 de la presente invención. Tales posibilidades pueden ser ilimitadas.

Tal como se ilustra en la figura 10, la variación en el módulo elástico en relación al tamaño, forma, ubicación, orientación, y eje, tal como se ha descrito anteriormente, puede combinarse en un solo aparato 100 para proporcionar una variedad ilimitada de diseños y configuraciones del aparato 100. En este ejemplo, las partes del aparato 100 varían de manera mesial-distal, tal como comparando la parte de menor módulo elástico 110 que cubre un grupo de incisivos con la parte de mayor módulo elástico 111 cubriendo el diente canino. Las partes también pueden variar de manera facial-lingual, tal como se representa por el recubrimiento parcial de las superficies oclusales de los molares 150 o la parte aislada de una cúspide o punta de cúspide 127 determinada. Del mismo modo, las partes pueden variar de manera corona-gingival, tal como las partes que cubren las superficies bucales a lo largo del margen gingival 138. Estas partes también varían de manera mesial-distal creando una varianza compuesta, ya que las partes adyacentes a estas áreas no son idénticas, como en la comparación de partes que cubren las superficies bucales a lo largo del margen gingival 138 con el diente adyacente 151 que tiene un recubrimiento parcial de la superficie oclusal de los molares 150. Las partes también pueden variar a lo largo de los tres ejes principales de manera simultánea. Esto puede apreciarse en la parte que cubre el centro de una superficie oclusal 125, que varía de manera facial-lingual, la cara lingual de un molar a lo largo del margen gingival 152, que varía de manera corona-gingival, y el molar adyacente cubierto uniformemente 153, que varía de manera mesial-distal respecto a las partes anteriores.

De acuerdo con la presente invención, los sistemas para reposicionar los dientes desde una disposición de dientes inicial a una disposición de dientes final pueden comprender una pluralidad de aparatos de ajuste de posición elásticos incrementales con diferentes módulos elásticos. Por lo tanto, además de las variaciones combinadas en un determinado aparato 100, tal como se ha descrito anteriormente, puede utilizarse una pluralidad de tales aparatos 100 con diferentes patrones de varianza de módulo elástico en un sistema para el reposicionamiento de los dientes a lo largo de una secuencia de disposiciones dentales. Esto puede ilustrarse a través de las figuras 2-10 con diferentes geometrías de dientes, visto como una serie de aparatos 100 para un único plan de tratamiento.

Alternativamente, tal como se muestra en la figura 11, las carcasas poliméricas de los aparatos 100 pueden tener módulos elásticos uniformes en toda su área de contacto de los dientes. En esta representación, cada aparato 100 difiere en forma o geometría de los dientes y representa una etapa en el plan de tratamiento general. Por lo tanto, se describen cinco etapas, ya que hay mostrados cinco aparatos 100. Los tres primeros aparatos 200, 201 y 202, respectivamente, pueden tener un módulo elástico uniforme seleccionado para un tipo específico de movimiento de los dientes. Por ejemplo, los aparatos 200, 201 y 202 pueden estar diseñados para traslación pura, lo que requiere un módulo elástico relativamente alto 111. Por lo tanto, los aparatos no están sombreados en la ilustración. En la etapa 4, puede ser deseable un tipo de movimiento de los dientes diferente, tal como de inclinación, que requiera un menor módulo elástico 110. Por lo tanto, los aparatos 203 y 204 pueden continuar la serie de diferente forma o geometrías de los dientes para crear tales movimientos, pero el módulo elástico puede diferir de los aparatos de la técnica anterior, 200, 201, y 202. Por lo tanto, estos aparatos están sombreados en la ilustración. El resto del plan de tratamiento puede presentar una serie similar de aparatos, incluyendo aparatos con módulos elásticos uniformes que difieran de los aparatos inmediatamente anteriores y/o cualquier aparato previamente presentado en la serie. Del mismo modo, una serie de este tipo también puede incluir aparatos con varianzas combinadas, tal como se ha descrito anteriormente.

Del mismo modo, tal como se muestra en la figura 12, puede prescribirse un plan de tratamiento con una serie de aparatos 100 que difieran en forma o geometría de los dientes, del cual se representan cuatro etapas, 210, 211, 212 y 213. Estos aparatos pueden tener cualquier módulo elástico que sea adecuado para la función prescrita. Del mismo modo, dichos aparatos pueden presentar una variación interna en el módulo elástico, descrito anteriormente, o pueden variar en su totalidad entre aparatos en todo el plan de tratamiento prescrito. Sin embargo, si un paciente suspendiera el uso de un aparato durante un período no prescrito de tiempo de tratamiento, tal como por ejemplo entre las etapas dos (aparato 211) y tres (aparato 212) mostrado en la figura 12, los dientes del paciente pueden moverse ligeramente fuera de la disposición de dientes prevista. Este paciente puede considerarse "fuera de lugar" en el que su disposición de dientes actual se ha desviado de la serie de disposiciones de dientes proyectadas, creándose una disposición de dientes no prescrita. Cuando se pretende aplicar el siguiente aparato sucesivo 212, éste puede ser demasiado rígido para dar cabida a estas pequeñas diferencias. Por lo tanto, puede producirse para este fin un nuevo aparato más flexible 214 y puede incorporarse en el plan de tratamiento. Dicho aparato 214 puede tener la misma forma o geometría de los dientes que el siguiente aparato sucesivo 212, pero puede tener un menor módulo elástico 110, representado por un sombreado. La mayor la flexibilidad puede permitir que el aparato 214 se ajuste a la disposición no prescrita y los dientes se reposicionen hacia una disposición en la que el siguiente aparato sucesivo 212 puede, por lo tanto, encajar. Un aparato 214 puede utilizarse en cualquier punto en la serie de aparatos sucesivos.

Tal como se muestra en la figura 13, una serie de aparatos incrementales, 300, 301, 302, 303, 304 y 305, puede producirse con diferentes módulos elásticos, ilustrado por la variación en el sombreado, para variar la posición de los dientes desde una disposición de dientes inicial a la siguiente disposición de dientes sucesiva en una progresión de disposiciones hasta la disposición final. La figura 13 ilustra dos etapas en dicha progresión. Un etapa o fase representa un cambio en la forma o la geometría de un aparato 100 para reposicionar los dientes en la siguiente disposición prescrita en una serie. Por lo tanto, los aparatos 300, 301, y 302 representan la primera etapa y tienen una forma y 303, 304, y 305 representan la segunda etapa y tienen una forma diferente. Los aparatos 300, 301 y 302, que representan la primera etapa pueden variar en módulos elásticos de más flexible (aparato 300) a más rígido (aparato 302). El paciente puede comenzar la secuencia de tratamiento con el aparato más flexible 300 de la primera etapa. Dicha flexibilidad puede permitir que un aparato con una geometría sustancialmente desalineada encaje en los dientes del paciente y aplique fuerzas de reposicionamiento. A medida que los dientes se mueven gradualmente hacia la disposición deseada, el paciente puede seguir con el siguiente aparato 301 en la primera etapa. Este aparato 301 puede ser más rígido que el aparato anterior 300. El paciente puede continuar por cualquier número de aparatos en una etapa. Al finalizar la etapa, el paciente puede repetir el proceso en la etapa dos, empezando con el aparato más flexible 303 y terminando con el aparato más rígido 305. El paciente puede continuar entonces por cualquier número de etapas hasta el punto final del tratamiento.

Este sistema puede proporcionar una serie de beneficios. En primer lugar, la variación en el módulo elástico a través de cada etapa puede permitir una etapa o incremento en el movimiento de los dientes más grande entre cada etapa que puede obtenerse con aparatos consistentes y rígidos. Dicha flexibilidad puede permitir que el aparato se ajuste sobre una disposición de dientes que se encuentre más desalineada mientras que el aumento de la rigidez a lo largo de cada etapa puede proporcionar suficientes fuerzas de reposicionamiento que no puedan obtenerse con aparatos muy flexibles. Estas etapas más grandes requieren un menor número de aparatos en una serie para tener un cambio de forma o geometría. En consecuencia, puede requerirse un menor número de moldes para formar tales aparatos, lo que disminuye los costes y tiempos de tratamiento para el paciente. Además, si el paciente llegara a quedar "fuera de lugar" al suspender el tratamiento, puede ser posible para el paciente reanudar el plan de tratamiento prescrito volviendo a entrar en el tratamiento en el inicio de la etapa o fase en la que el paciente abortó previamente. Este aparato puede ser lo suficientemente flexible como para encajar en los dientes en la disposición no prescrita y poco a poco variar la posición de los dientes durante toda la etapa según se ha prescrito originalmente. Esto también puede reducir el coste y el tiempo de tratamiento, dado que puede evitarse la fabricación y la instalación de un aparato flexible "fuera de lugar", tal como se ilustra en la figura 12.

El módulo elástico de un aparato o partes de un aparato de la presente invención puede determinarse mediante una serie de características de diseño, métodos, materiales y medios similares. En una realización preferida, el aparato puede comprender una carcasa polimérica que esté formada en un molde de la dentición de un paciente. Esto se realiza típicamente calentando un material de polímero termofomable y aplicando vacío o presión para formar el polímero en el molde. Alternativamente, puede utilizarse moldeo por reacción para producir un aparato. En lo sucesivo, la descripción pertenecerá al termofomado, sin embargo, estos conceptos y técnicas pueden aplicarse igualmente a moldeo por reacción o métodos similares y no suponen una limitación del alcance de la invención.

Para producir un aparato con módulo elástico uniforme, puede termofomarse una lámina de polímero 5 con un módulo elástico y un grosor específicos en un molde y recortarse para uso de los pacientes. Pueden producirse aparatos con diferentes módulos elásticos uniformes alterando una o más de tres variables: 1) tipo de polímero, 2) módulo elástico, 3) grosor. Para producir un aparato con partes de módulos elásticos diferentes puede utilizarse un número de técnicas. Haciendo referencia a la figura 14, pueden colocarse partes de láminas de polímero 400 en un

molde 401 en las áreas designadas y termoformarlas juntas en un dispositivo polimérico final. Cada parte de láminas 400 puede seleccionarse en base a las tres variables mencionadas anteriormente para proporcionar un módulo elástico deseado. Cada parte de láminas 400 puede colocarse entonces en el lugar deseado para cambios de módulo elástico en todo el aparato acabado. En la figura 14 se presentan tres partes, una primera lámina 402 situada en los molares del lado derecho, una segunda lámina 403 situada en los molares del lado izquierdo y una tercera lámina 404 situada en sobre el resto de los dientes. Las láminas 402 y 403 se representan presentando diferentes módulos elásticos unos respecto a otros y respecto a la lámina 404, tal como se muestra por gradaciones de sombra, sin embargo, dichas láminas 402, 403, pueden ser idénticas. Después del termoformado, puede aparecer un aparato acabado, tal como se ilustra en la figura 2.

Además, pueden crearse partes con diferentes módulos elásticos con el mismo polímero o material de polímeros diferentes mediante una formación por capas. Dos capas de un material de polímero unidas entre sí pueden tener un mayor módulo elástico que una sola capa de dicho material. Tal como se ilustra en la figura 15, puede colocarse una primera lámina 405 en los incisivos, caninos y premolares del molde 401 y puede colocarse una segunda lámina 406 sobre toda la dentición. Cada lámina puede ser igual o puede ser diferente en términos de cualquiera o todas las variables mencionadas anteriormente. Después del termoformado, un aparato acabado también puede aparecer como el que ilustra en la figura 2. En este caso, la carcasa que cubre los molares comprende una capa y el resto del aparato comprende dos capas formadas en una estructura aparato integral. Por lo tanto, las partes que cubren los molares pueden tener un módulo elástico, dependiendo de la combinación de materiales, menor que la parte restante. Sin embargo, es posible que una estructura de múltiples capas pueda tener un módulo elástico menor que una sola estructura de capas dependiendo de las variables mencionadas anteriormente. Por lo tanto, puede apreciarse que la técnica de formación de capas descrita puede proporcionar una variedad de módulos y los ejemplos indicados no pretenden limitar el alcance de la invención.

Del mismo modo, pueden crearse partes con diferentes módulos elásticos mediante un proceso de múltiples etapas de formación de capas. Haciendo referencia a la figura 16, puede termoformarse una primera lámina en toda la dentición de un molde 401 para formar un aparato de base 410. Partes que se desea que tengan un módulo elástico diferente 411, delimitadas por una línea discontinua, pueden cortarse y eliminarse del aparato de base 410 formado. Puede termoformarse entonces una segunda lámina 412 en toda la dentición. Esto puede resultar en una única capa de material en la parte de diferente módulo elástico 411 y una doble capa de material en las áreas restantes.

Puede apreciarse que pueden crearse aparatos con módulos elásticos diferentes y variables gradualmente por cualquier número de métodos de producción. Por ejemplo, un aparato de base 410 puede recubrirse en un área específica con una o más soluciones de polímeros para "construir" una parte del aparato para rigidez localizada. Tal construcción también puede ser gradual para un aumento más gradual en rigidez. Del mismo modo, un aparato de base 410 puede tratarse en áreas específicas con diversos agentes químicos para aumentar o reducir la rigidez localizada. Esto también puede incluir tratamientos que impliquen cambios de temperatura y otros métodos de alteración de fase. Del mismo modo, tales métodos pueden combinarse, incluyendo cualquiera o todos los métodos descritos anteriormente. Del mismo modo, estos métodos pueden utilizarse para los aparatos de módulo elástico uniforme.

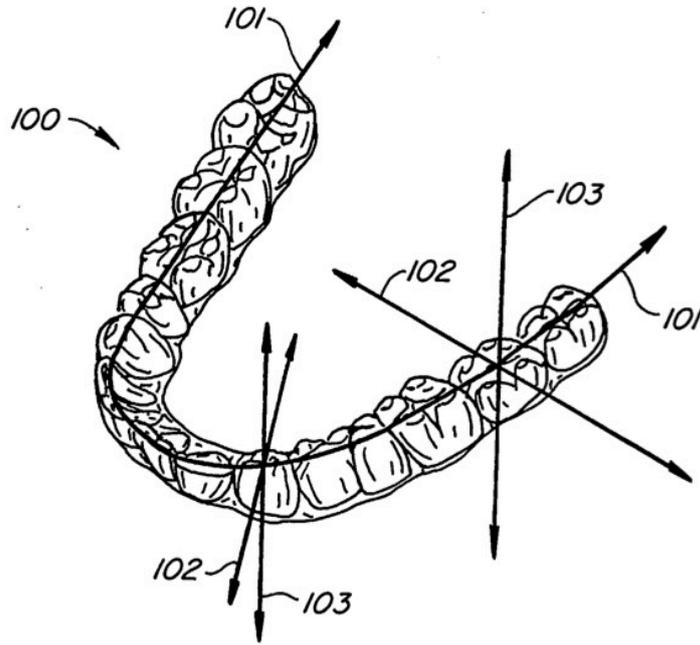
El proceso de fabricación que se ilustra en la figura 16 puede utilizarse para preparar una estructura de un aparato laminado preferido 500, tal como se ilustra en las figuras 17 y 18. Se forma una capa interior 502 de un material polimérico relativamente rígido y se moldea en un modelo de un diente positivo que representa la geometría del aparato deseado. Después de que se ha formado la capa 502, ésta puede ser segmentada en dos o más secciones que se ajustan a dientes individuales o grupos de dientes cuando el aparato se coloca en la mandíbula del paciente. Tal como se muestra en la figura 17, pueden formarse unos espacios entre las secciones individuales 506, cada uno de los cuales se ajusta y recibe un diente o grupo de dientes. Una capa exterior 508 es continua en el eje mesial-distal y cubre todos los segmentos 506 de la capa interior 502. Al proporcionar una capa interior 502 que tiene una mayor rigidez, puede conseguirse un agarre o anclaje firme de los dientes subyacentes. Además, al proporcionar una capa exterior 508 que es menos rígida o más compatible, la facilidad de retirar y reemplazar el aparato puede mejorarse significativamente. Por otra parte, la rigidez o fuerza de anclaje puede mejorarse sin tener que modificar al mismo tiempo la elasticidad global o efectiva del aparato que puede seleccionarse en función de las necesidades clínicas de los dientes en movimiento. Esto es, la elasticidad de la capa exterior puede seleccionarse para proporcionar una fuerza de movimiento de los dientes apropiada mientras que la de la capa interior puede seleccionarse para mejorar las características de asiento sobre el diente. En una realización específica, la aceptabilidad de la capa exterior 508 puede variarse a lo largo del eje mesio-distal con el fin de proporcionar diferentes fuerzas sobre los dientes, tal como se ha descrito de manera general anteriormente.

Aunque la invención anterior se ha descrito con cierto detalle a modo de ilustración y ejemplo, para fines de claridad en la comprensión, será evidente que pueden utilizarse varias alternativas, modificaciones y equivalentes y la descripción anterior no debe considerarse como una limitación en el alcance de la invención el cual viene definido por las reivindicaciones adjuntas.

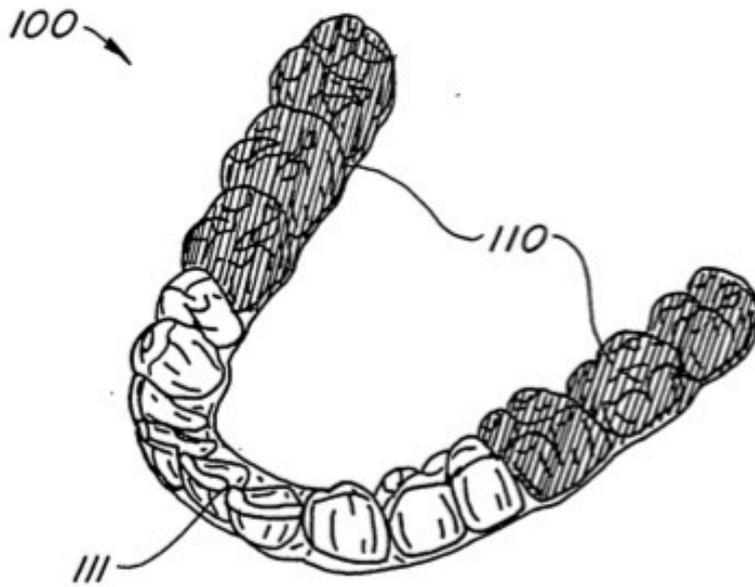
**REVINDICACIONES**

1. Sistema para reposicionar dientes desde una disposición de dientes a otra disposición de dientes, comprendiendo dicho sistema un conjunto de aparatos ajuste de posición incremental (100) que comprende unas carcacas que  
 5 presentan unas cavidades configuradas para recibir y reposicionar dientes, estando diseñados los aparatos para provocar que los dientes se muevan de manera incremental de una disposición de dientes a otra disposición de dientes cuando los aparatos se llevan en sucesión por un paciente, en el que la rigidez de por lo menos algunos de los aparatos son no uniformes en el aparato y las rigideces de partes de la carcaca geoméricamente correspondientes de por lo menos dos de dichos aparatos difieren entre sí, y  
 10 en el que las carcacas de dichas por lo menos dos de dicho conjunto de aparatos tienen la misma forma, consistiendo los aparatos en un material termofomable que es termofomado para producir el aparato; en el que por lo menos uno de dichos aparatos tiene una primera y una segunda parte de carcaca de diferente rigidez;  
 en el que la primera y la segunda parte de carcaca están configuradas cada una para recibir uno o más dientes;  
 15 comprendiendo el por lo menos un aparato capas de diferentes rigideces; en el que el por lo menos un aparato comprende una capa interior discontinua y una capa exterior continua, estando configurada por lo menos una parte de la capa interior para acoplarse a dientes individuales o grupos de dientes y siendo más rígida que la capa exterior.
- 20 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el conjunto comprende un primer, un segundo y un tercer aparato que presentan carcacas de la misma forma diseñadas para llevarse en sucesión y en el que la rigidez de partes de carcaca correspondientes del primer, el segundo y el tercer aparato aumenta del primer al tercer aparato.
- 25 3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera parte de carcaca se diferencia en rigidez de la segunda parte de carcaca a lo largo de un eje mesial-distal.
4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que la primera parte de carcaca se diferencia en rigidez de la segunda parte de carcaca a lo largo de un eje facial-lingual.
- 30 5. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera parte de carcaca se diferencia en rigidez de la segunda parte de carcaca a lo largo de un eje gingival-corona.
6. Sistema de acuerdo con la reivindicación 4 ó 5, en el que la primera parte de carcaca está diseñada para cubrir sustancialmente una superficie oclusional de un diente y la segunda parte de carcaca para cubrir sustancialmente el  
 35 resto del diente.
7. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además, una tercera parte de carcaca que tiene una tercera rigidez que difiere de la de la primera y segunda parte de carcaca.
- 40 8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la tercera parte de carcaca se encuentra situada adyacente a la primera parte de carcaca o la segunda parte de carcaca en una dirección mesial-distal, facial-lingual o gingival-corona.
9. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que por lo menos una de la primera y segunda parte de carcaca es continua a lo largo de un eje mesial-distal.  
 45
10. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que por lo menos una de la primera y segunda parte de carcaca es discontinua a lo largo de un eje mesial-distal.
- 50 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera y la segunda parte de carcaca presentan módulos elásticos en el rango entre 0,5 y 5 GPa.
12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la primera parte de carcaca tiene un primer módulo elástico que se diferencia de un segundo módulo elástico de la segunda parte de carcaca entre un 25% y un 600%.  
 55
13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que por lo menos una zona de por lo menos una dicha carcaca está compuesta de un material reforzado con una estructura seleccionada del grupo que consiste en piezas, tiras, alambres, mallas, enrejados y redes.
- 60 14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que el material reforzado comprende un polímero.
15. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la estructura comprende un metal o aleación.

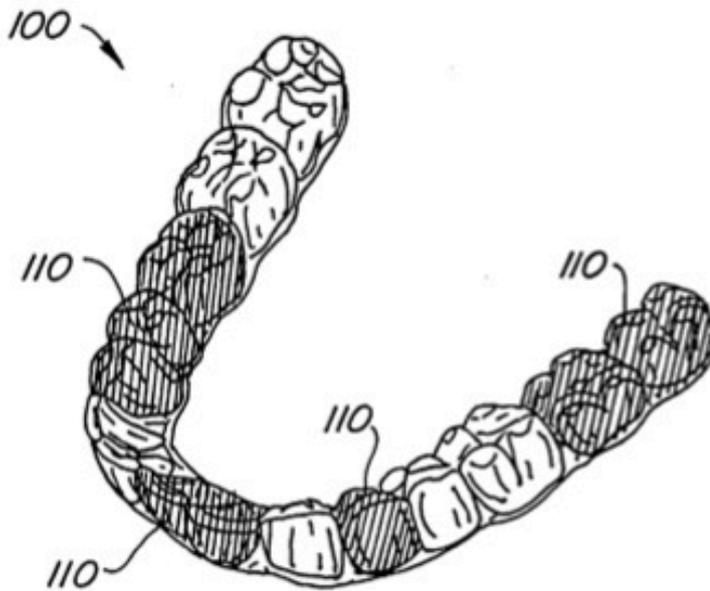
16. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13, en el que la estructura comprende un polímero.
17. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que una zona de la carcasa comprende un metal o aleación.
- 5 18. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en el que por lo menos una zona de la carcasa comprende una red interpenetrante.
- 10 19. Procedimiento para proporcionar un sistema para reposicionar dientes desde una disposición de dientes a otra disposición de dientes, comprendiendo el procedimiento diseñar un conjunto de aparatos de ajuste de posición incremental que comprenden carcacas que tienen unas cavidades formadas para recibir y posicionar dientes de manera que los aparatos del conjunto provocan que los dientes se muevan de manera incremental de una disposición de dientes a otra disposición de dientes cuando los aparatos se llevan en sucesión por un paciente, en el que el procedimiento comprende diseñar el conjunto de aparatos de manera que las rigideces de por lo menos algunos de los aparatos no son uniformes en el aparato y las rigideces de partes de carcaca geoméricamente correspondientes de por lo menos dos de dichos aparatos se diferencia entre sí en el que las carcacas de dichos por lo menos dos de dicho conjunto de aparatos están diseñadas para tener la misma forma, en el que los aparatos están realizados por termofomación de un material termofomable;
- 15 en el que por lo menos uno de dichos aparatos tiene primera y una segunda parte de carcaca de diferente rigidez; en el que la primera y segunda parte de carcaca están configuradas cada una para recibir uno o más dientes; en el que el por lo menos un aparato está formado disponiendo capas de diferentes rigideces sucesivamente en un molde utilizado para formar el aparato;
- 20 en el que el aparato está formado de una capa interior discontinua y una capa exterior continua, en el que por lo menos una parte de la capa interior está configurada para acoplarse a dientes individuales o grupos de dientes y es más rígida que la capa exterior.
- 25 20. Procedimiento de acuerdo con en la reivindicación 19, en el que las etapas se producen simultáneamente.
- 30 21. Procedimiento de acuerdo con en la reivindicación 19, en el que las etapas de formación se producen en sucesión.
22. Procedimiento de acuerdo con en la reivindicación 21, que comprende, además, eliminar material de la primera capa antes de la formación de la segunda capa.
- 35 23. Procedimiento de acuerdo con en la reivindicación 22, en el que la eliminación de material comprende separar secciones adyacentes de la primera capa de manera que dichas secciones separadas se adaptan a dientes individuales o grupos de dientes cuando el aparato se coloca sobre los dientes
- 40 24. Procedimiento de acuerdo con en la reivindicación 23, en el que la primera capa es más rígida que la segunda capa.
25. Procedimiento de acuerdo con en la reivindicación 19, en el que el conjunto está diseñado para comprender un primer, un segundo y un tercer aparato que tienen carcacas de la misma forma diseñadas para llevarse en sucesión y la rigidez de las partes de carcaca correspondientes está diseñada para aumentar del primer al tercer aparato.



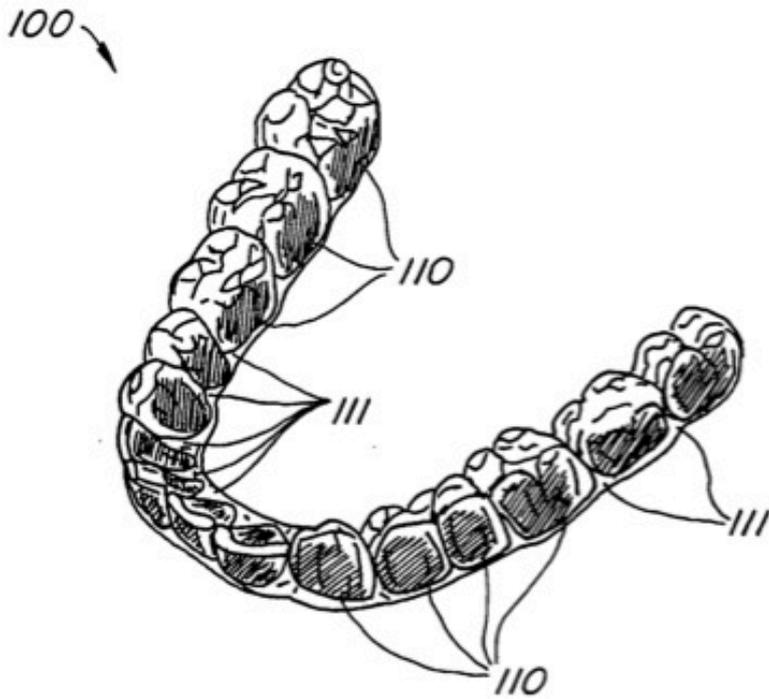
**FIG. 1.**



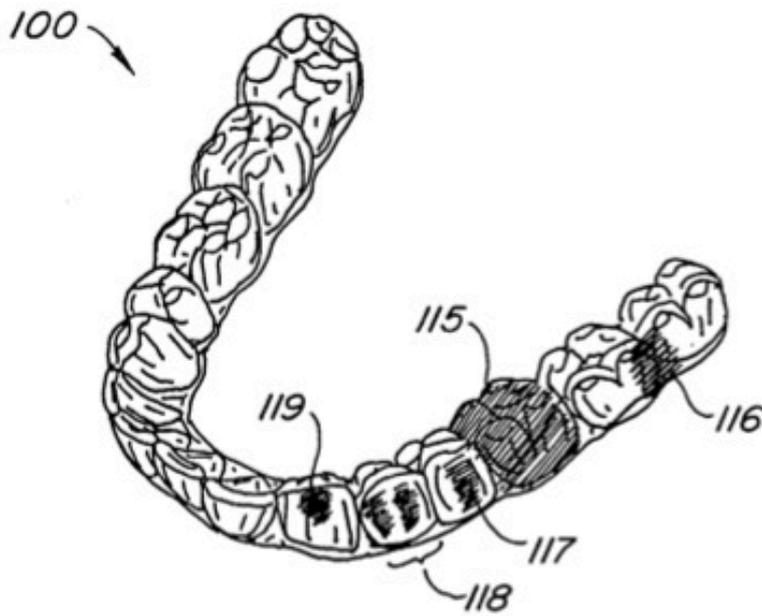
**FIG. 2.**



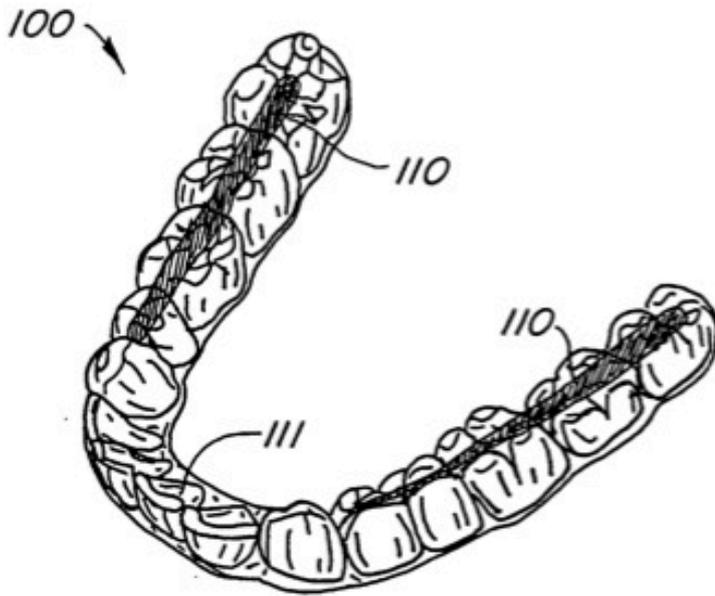
**FIG. 3.**



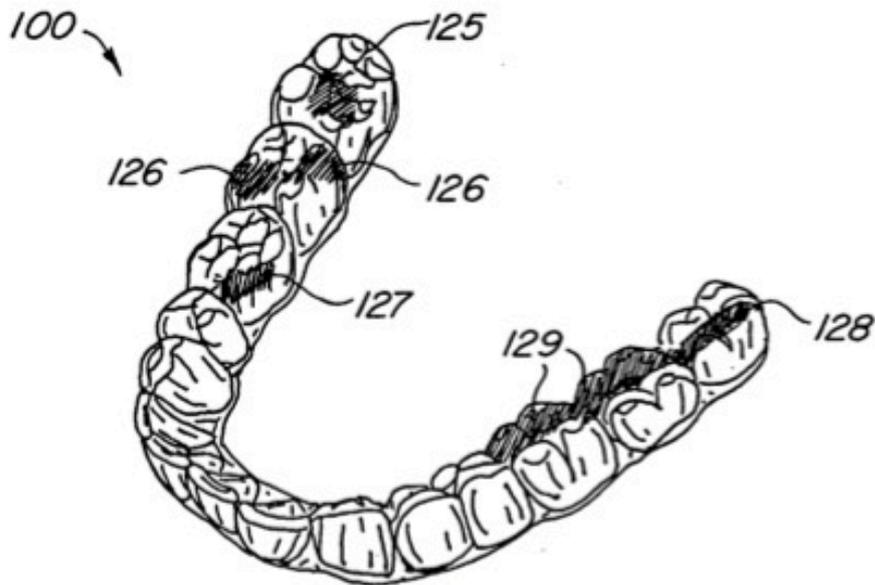
**FIG. 4.**



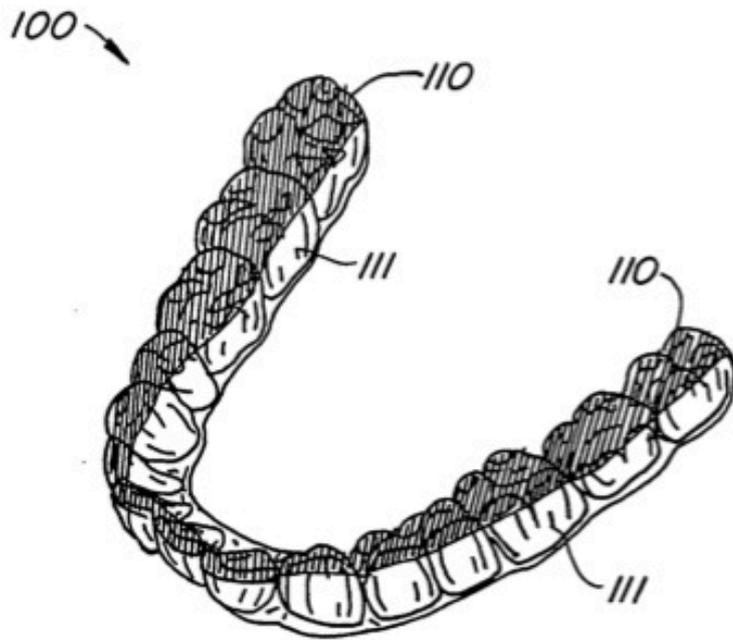
**FIG. 5.**



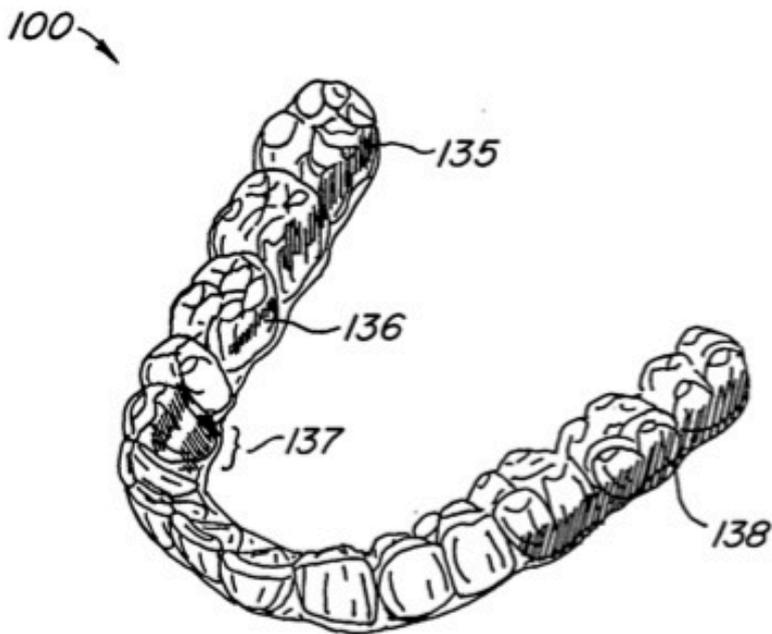
**FIG. 6.**



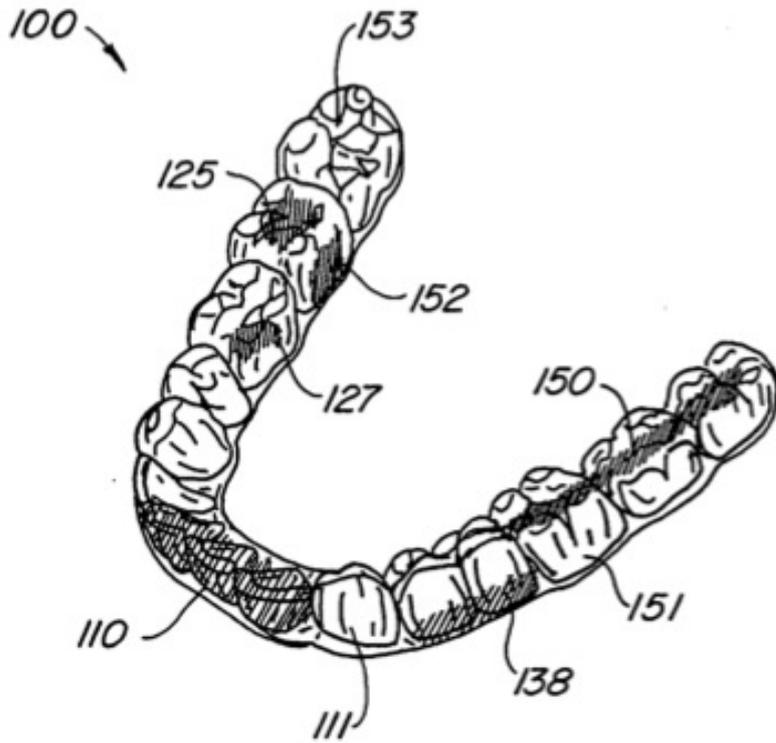
**FIG. 7.**



**FIG. 8.**



**FIG. 9.**



**FIG. 10.**

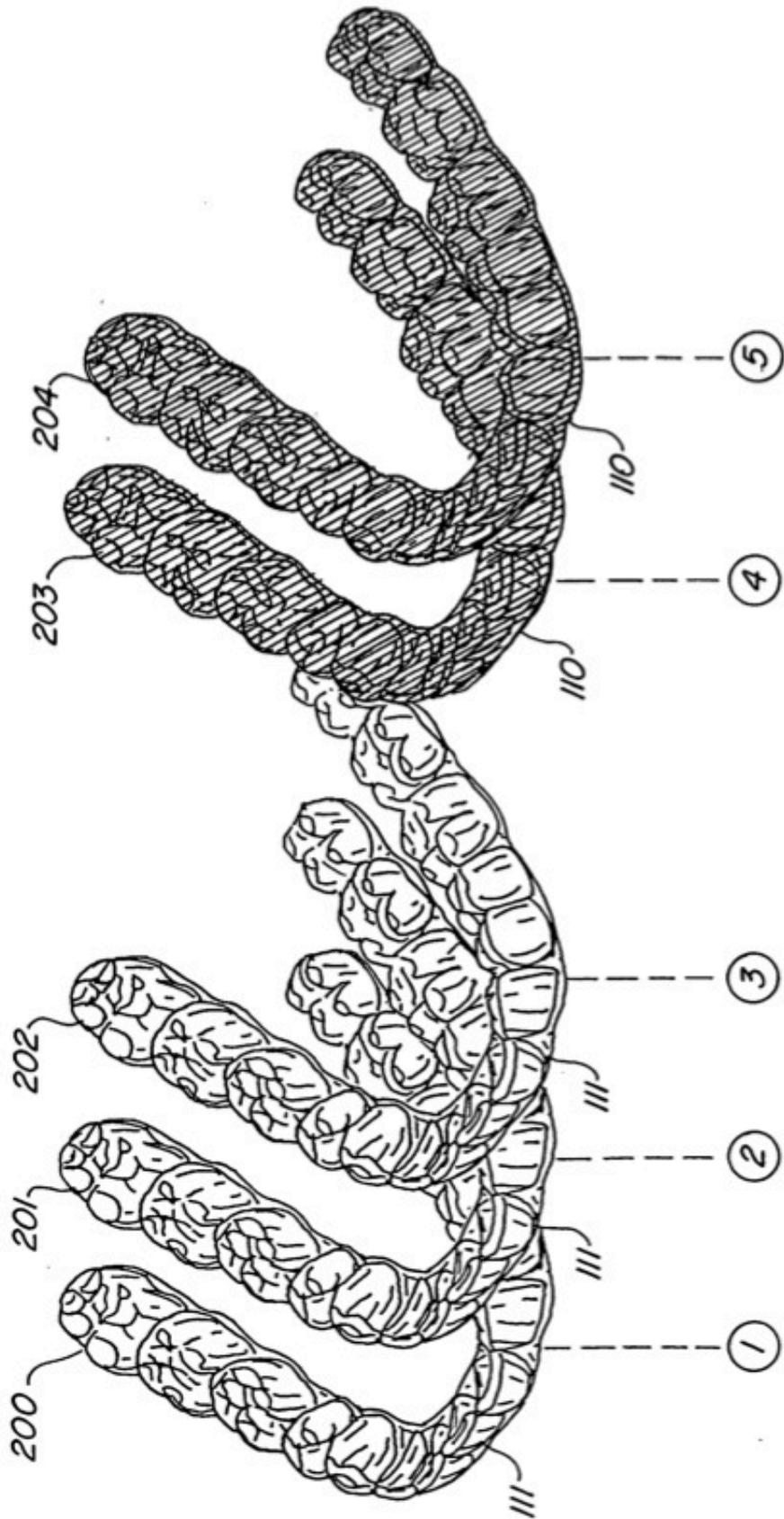


FIG. 11.

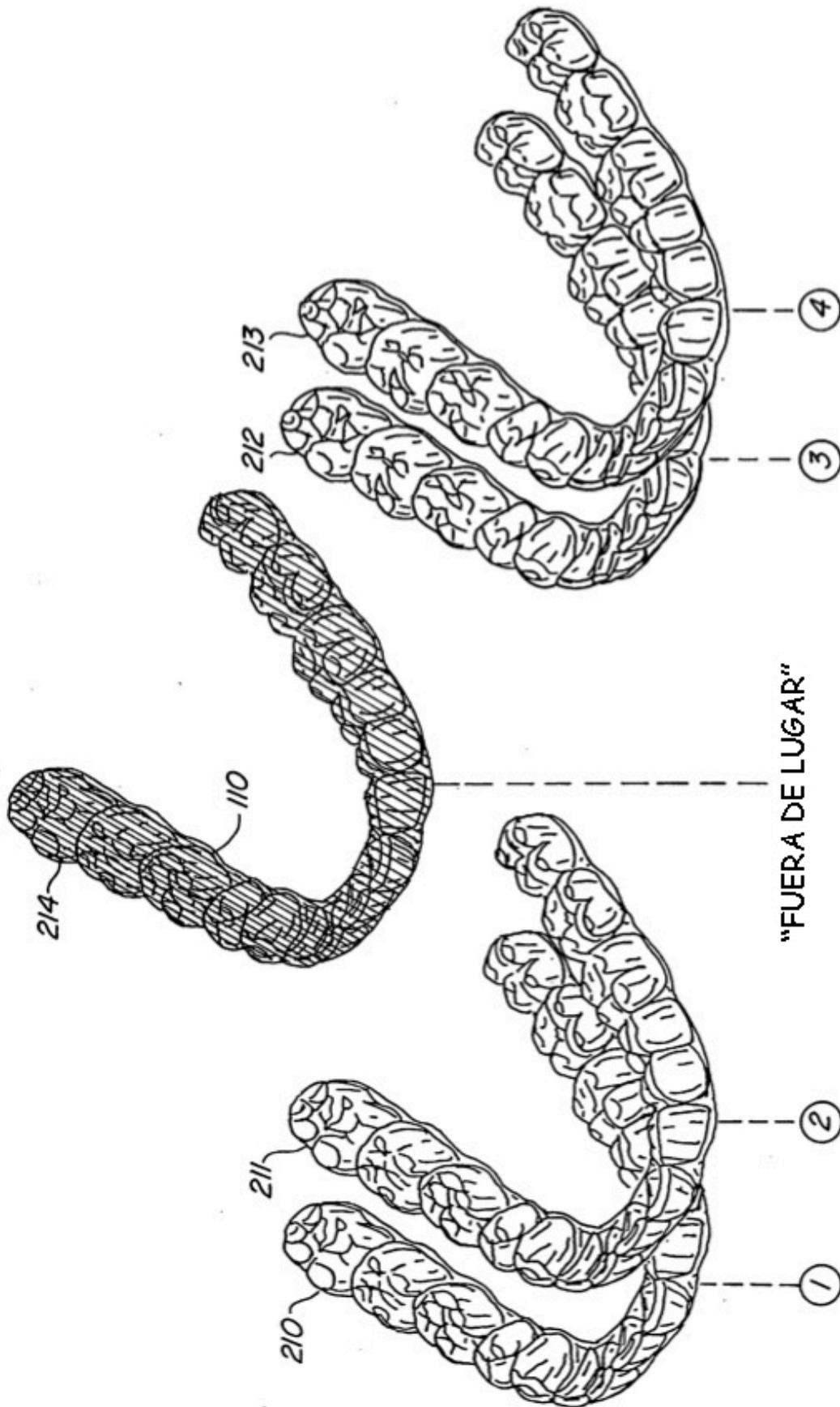


FIG. 12.

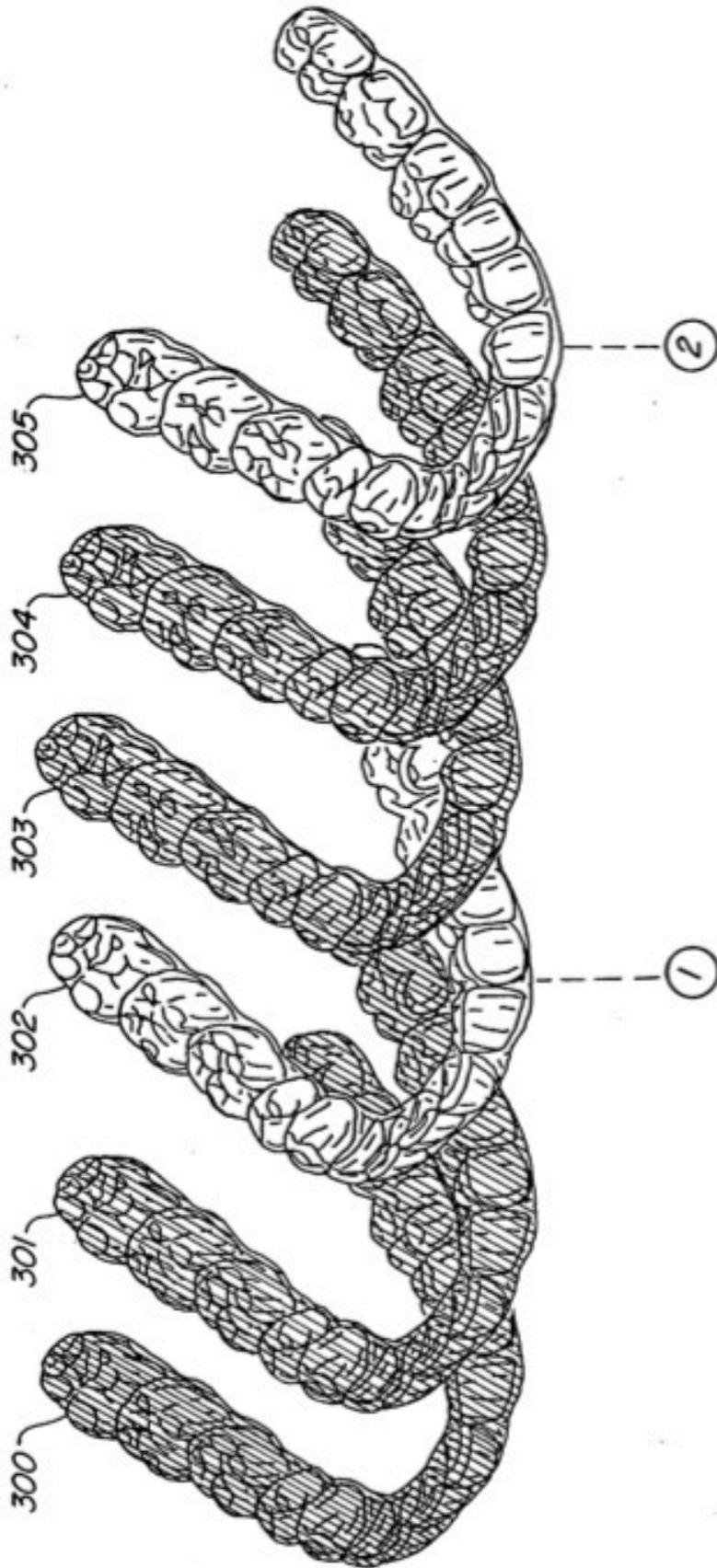
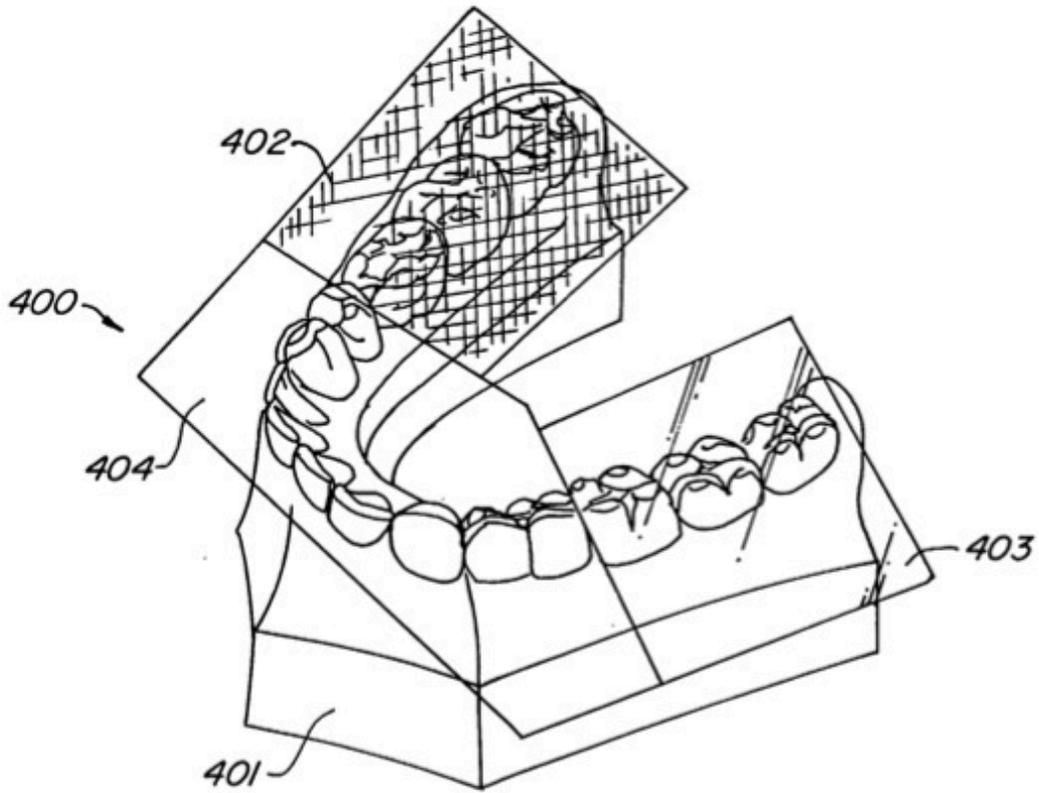
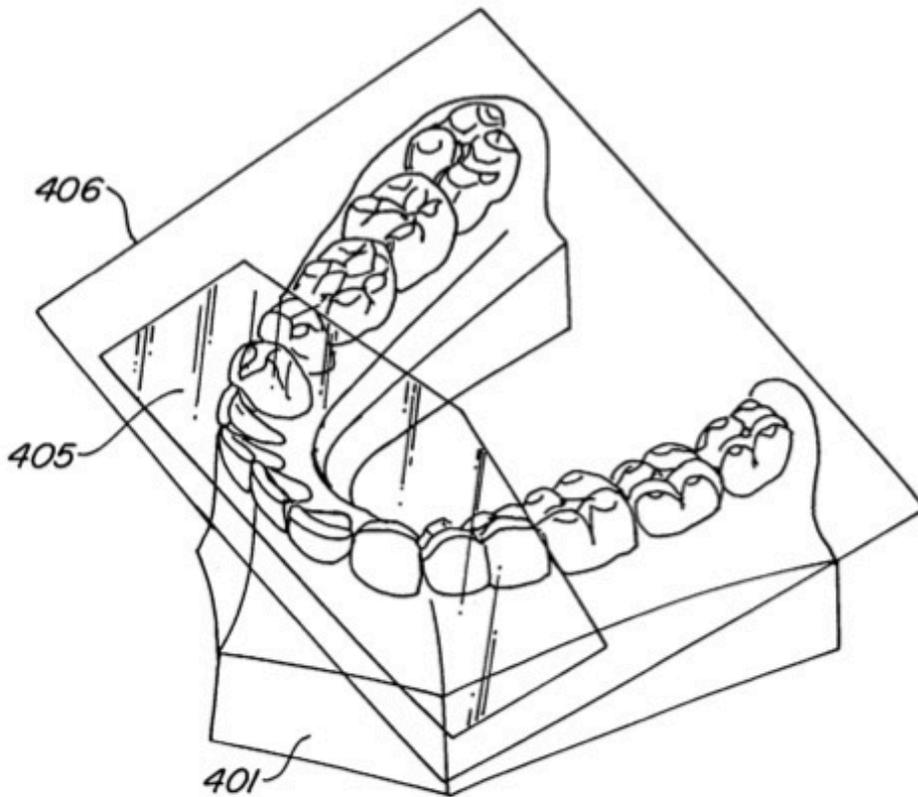


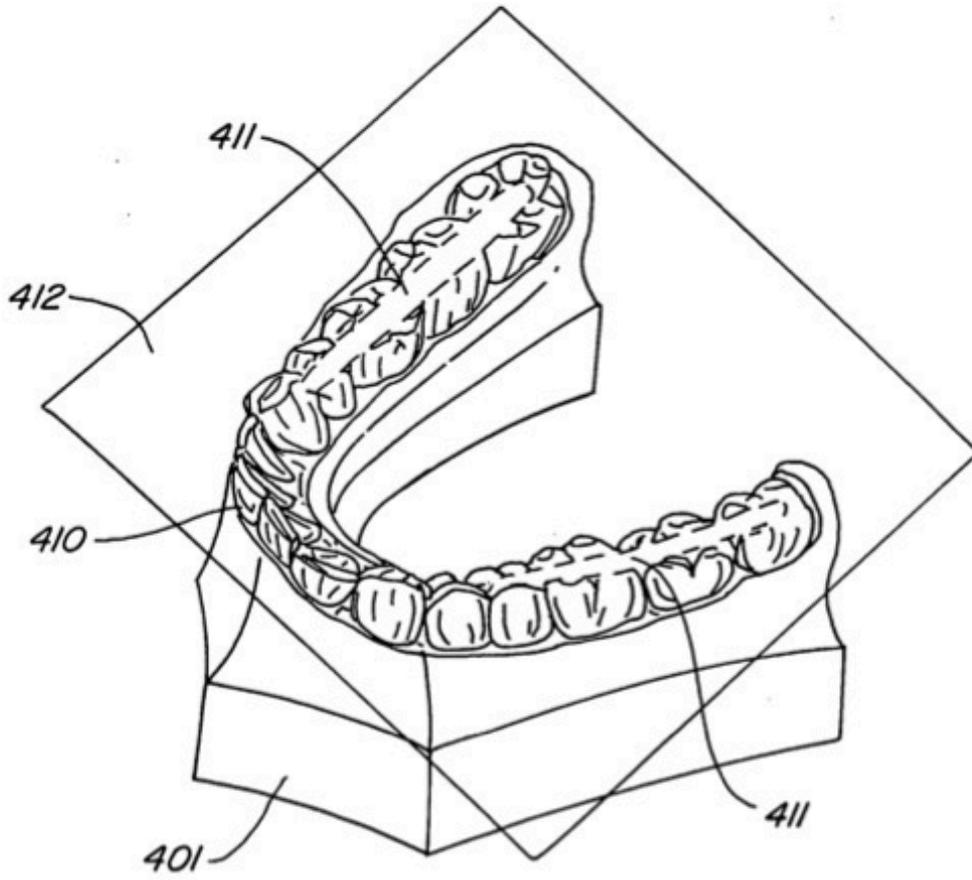
FIG. 13.



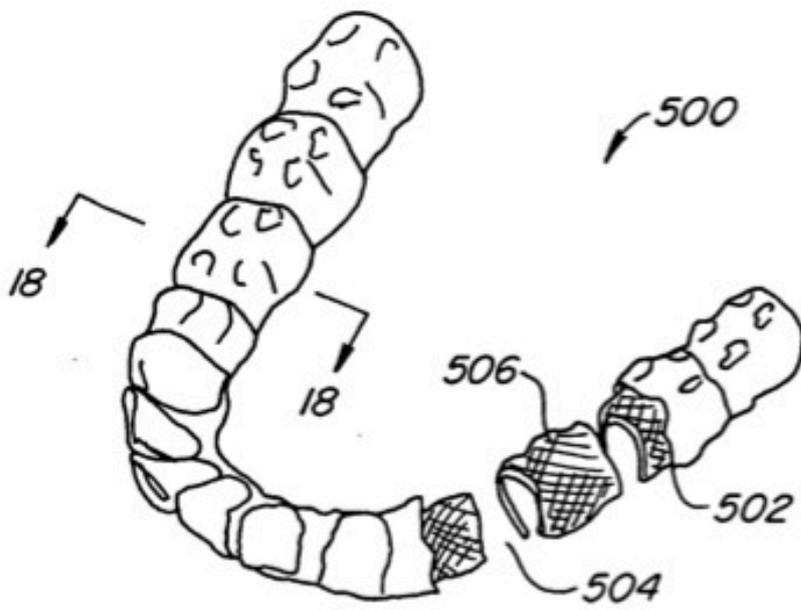
**FIG. 14.**



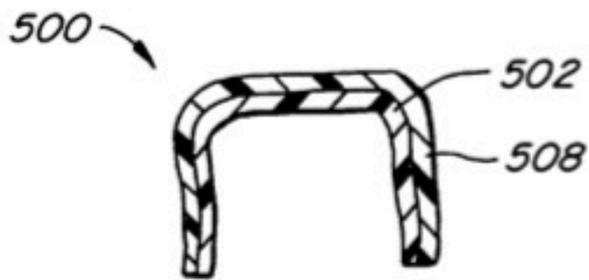
**FIG. 15.**



**FIG. 16.**



**FIG. 17.**



**FIG. 18.**