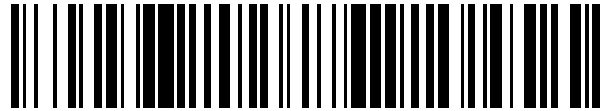


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 640 108**

51 Int. Cl.:

A61C 7/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.02.2008 PCT/US2008/054595**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.09.2008 WO08115654**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.02.2008 E 08743515 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 2129320**

54 Título: **Fijaciones activas para interactuar con un aparato dental de carcasa polimérica**

30 Prioridad:

19.03.2007 US 725790

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

31.10.2017

73 Titular/es:

**ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)
2560 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131, US**

72 Inventor/es:

**KUO, ERIC y
WU, FUMING**

74 Agente/Representante:

MILTENYI, Peter

ES 2 640 108 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

Fijaciones activas para interactuar con un aparato dental de carcasa polimérica

5 REFERENCIA CRUZADA A APLICACIONES RELACIONADAS

La planificación y fabricación de alineadores dentales, tal como un dispositivo de posicionamiento polimérico elástico de ejemplo, se describe en detalle en la patente americana 5.975.893 y en la solicitud PCT publicada WO 98/58596 que designa a los Estados Unidos, ambas tituladas "PROCEDIMIENTO Y SISTEMA PARA MOVER LOS DIENTES DE MANERA INCREMENTAL", las cuales han sido cedidas ambas al titular de la presente solicitud.

ANTECEDENTES: CAMPO

Las realizaciones que se describen aquí se refieren en general a la ortodoncia. Más concretamente, se refieren en general a dispositivos de fijación activa que interactúan con un aparato dental de carcasa polimérica para proporcionar fuerzas adicionales sobre la dentición de un paciente.

TÉCNICA ANTERIOR RELACIONADA

Los tratamientos ortodónticos implican reposicionar los dientes desalineados y mejorar las configuraciones de la mordida para mejorar la apariencia estética y la función dental. El reposicionamiento se realiza típicamente aplicando fuerzas controladas suaves a los dientes de un paciente durante un período de tiempo prolongado. Debido al limitado espacio dentro de la cavidad oral y a los extensos movimientos que deben experimentar algunos dientes, los dientes serán movidos a menudo a través de una serie de patrones intermedios para disponer correctamente los dientes. Por ejemplo, los molares pueden ser desplazados temporalmente hacia atrás (distalizados) para crear un espacio adecuado para el movimiento de los incisivos. De este modo, un solo paciente tratado con alineadores plásticos puede experimentar un promedio de 25-30 etapas de alineación antes de lograr la disposición final de dientes deseada.

Convencionalmente, el reposicionamiento de dientes se ha conseguido mediante lo que comúnmente se conoce como "correctores". Los correctores comprenden una variedad de aparatos tales como soportes, bandas, arcos, ligaduras y juntas tóricas. Después de unirse a los dientes, se requieren visitas periódicas con el dentista del tratamiento para ajustar los correctores. Esto implica instalar diferentes arcos que tienen diferentes propiedades inductoras de fuerza, y/o reemplazar o endurecer ligaduras existentes. Entre las visitas periódicas con el médico, puede requerirse que el paciente lleve aparatos complementarios, tales como bandas elásticas o arcos extraorales, para suministrar fuerzas adicionales o extraorales. Aunque los correctores convencionales son eficaces, su uso a menudo resulta un proceso tedioso, lleva mucho tiempo y requiere muchas visitas al consultorio médico. Además, desde el punto de vista del paciente, el uso de aparatos es desagradable, incómodo, presenta riesgo de retención de placa y hace difícil el cepillado, la aplicación de hilo dental y otros procedimientos de higiene dental. Adicionalmente, si los correctores se unen de manera fija a los dientes del paciente, los correctores no pueden quitarse cuando el paciente está comiendo.

Una alternativa a los correctores incluye el uso de aparatos de posicionamiento elásticos para realinear los dientes. Un aparato de este tipo puede estar constituido por una delgada capa de material elástico que generalmente se adapta a los dientes de un paciente, pero cada aparato está ligeramente desalineado con la configuración inicial del diente. La colocación de los aparatos de posicionamiento elásticos sobre los dientes aplica fuerzas controladas en lugares específicos para mover gradualmente los dientes a una nueva configuración. La repetición de este proceso con aparatos sucesivos que comprenden nuevas configuraciones mueve eventualmente los dientes a través de una serie de disposiciones intermedias hasta una disposición final deseada.

Como ejemplo, el documento US 514-5364, sobre el cual se basa la forma en dos partes de la reivindicación 1, describe unos cierres dentales que quedan sujetos de manera extraíble a los dientes en parte mediante unas pestañas que se acoplan en la muesca natural de los dientes y en parte por acoplamiento a unos botones adheridos a los dientes. Los cierres modificados para este fin también forman combinaciones para acoplarse a diferentes zonas de dientes para corregir varias oclusiones.

Además, del documento US 2003/019-8911 A1 también son conocidos un sistema y un procedimiento para reposicionar dientes del paciente que incluyen una fijación unida a un diente. La fijación tiene por lo menos un componente de recepción de fuerza para recibir una fuerza y un aparato para el reposicionamiento de una carcasa polimérica queda colocado en por los menos algunos de los dientes de la mandíbula del paciente, comprendiendo el aparato un componente de transmisión de fuerza para acoplarse al componente de recepción de fuerza para formar un lugar de acoplamiento para transmitir la fuerza y mover los dientes.

Además, US 2002/010-6604 describe un aparato de posicionamiento dental extraíble. El aparato funciona aplicando una fuerza a superficies específicas de los dientes o elementos dentales para provocar un movimiento directo. Se disponen unos dispositivos de fijación posicionados en los dientes o elementos dentales para proporcionar características físicas apropiadas.

Con la tecnología tradicional de alambres y soportes, el alambre se ata al soporte, de modo que la energía almacenada en el alambre durante el proceso de acoplamiento del alambre al soporte se libera y se convierte en movimiento ortodóntico del diente conforme el alambre vuelve a esta forma original sin distorsión. Las aleaciones de memoria de forma, por ejemplo, permiten que las distorsiones que se encuentran almacenadas en el alambre se liberen gradualmente durante largos períodos de tiempo.

El tratamiento utilizando dispositivos de posicionamiento elásticos extraíbles se produce durante incrementos de tiempo. Esto ocurre porque la plasticidad del dispositivo de posicionamiento elástico se limita típicamente a un período de menos de una semana. Es decir, la elasticidad del dispositivo de posicionamiento elástico se deteriora rápidamente durante un corto período de tiempo. Como tales, las fuerzas almacenadas dentro del aparato de posicionamiento elástico típicamente sólo pueden aplicarse eficazmente durante un período de aproximadamente dos semanas. Como resultado, se emplea un número significativo de dispositivos de posicionamiento elásticos utilizados en etapas durante un largo período de tiempo para proporcionar con eficacia un movimiento dental ortodóntico.

Además, en algunos casos, el tratamiento ortodóntico puede implicar movimientos dentales complejos o planes de tratamiento que requieren dispositivos o accesorios adicionales. Es decir, las fuerzas aplicadas por los dispositivos de posicionamiento elásticos extraíbles pueden no ser suficientes por sí solas para conseguir estos complejos movimientos dentales o planes de tratamiento. Por ejemplo, el dispositivo de posicionamiento elástico solo puede no ser capaz de aplicar fuerzas a las superficies de los dientes debido a la ubicación o a las características de la propia superficie del diente o de los dientes circundantes.

DESCRIPCIÓN

Por consiguiente, varias realizaciones de la presente invención describen aparatos y procedimientos para un dispositivo de fijación activa que interactúa con un aparato dental de carcasa polimérica. Específicamente, en una realización, se describe un dispositivo de fijación activa para interactuar con un aparato dental de carcasa polimérica. El dispositivo de fijación activa incluye un cuerpo de fijación de anclaje. Una superficie de unión está acoplada al cuerpo de fijación de anclaje, en el que la superficie de unión está configurada para anclar el cuerpo de fijación de anclaje a un elemento dental de la dentición de un paciente. De acuerdo con la invención, dos mecanismos activos de aplicación de una fuerza están acoplados al cuerpo de fijación de anclaje. Una zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica está acoplada al mecanismo activo de aplicación de fuerza. La zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica está configurada para quedar en contacto con los mecanismos activos de aplicación de fuerza y aplicar una fuerza generada por los mecanismos activos de aplicación de fuerza entre el elemento dental y el aparato dental de carcasa polimérica cuando el aparato dental de carcasa polimérica se aplica a los mecanismos activos de aplicación de fuerza.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama en alzado que muestra la relación anatómica de las mandíbulas de un paciente sobre la cual pueden moverse los dientes mediante el aparato de realizaciones de la presente invención.

La figura 2A ilustra con más detalle la mandíbula inferior del paciente de la figura 1 y proporciona una indicación general de cómo puede moverse un diente mediante el aparato de realizaciones de la presente invención.

La figura 2B ilustra la mandíbula de la figura 1 junto con un aparato dental de carcasa polimérica incremental que ha sido configurado de acuerdo con el aparato de realizaciones de la presente invención.

La figura 3A es una ilustración de un ejemplo de dispositivo de fijación activa 300A que es capaz de almacenar energía mecánica y liberar la energía mecánica en el tiempo para conseguir un tratamiento ortodóntico, de acuerdo con un ejemplo.

La figura 3B es una ilustración de un dispositivo de fijación activa que es capaz de almacenar energía mecánica y liberar la energía mecánica en el tiempo para conseguir un tratamiento ortodóntico, de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4A muestra una mandíbula inferior junto con un aparato dental de carcasa polimérica que ilustra la colocación de un dispositivo de fijación activa y una zona de contacto correspondiente sobre una superficie de un aparato dental de carcasa polimérica.

La figura 4B ilustra la interacción del dispositivo de fijación activa y el aparato dental de carcasa polimérica.

La figura 4C es una ilustración del dispositivo de fijación activa de la figura 3A unido a un diente en la orientación de las figuras 4A y 4B.

La figura 4D es una ilustración de la posible alineación entre un dispositivo de fijación activa que está unido a un diente y un aparato dental de cubierta polimérica.

La figura 4E es una ilustración de la interacción entre un dispositivo de fijación activa activado que tiene energía mecánica almacenada y un aparato dental de carcasa polimérica correspondiente a un diente en una posición inicial.

5 La figura 4F es una ilustración de la interacción entre el dispositivo de fijación activa y el aparato dental de carcasa polimérica de la figura 4B que corresponde a un diente en una posición intermedia.

La figura 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento para aumentar fuerzas generadas por un aparato dental de carcasa polimérica mediante el uso de un dispositivo de fijación activa.

10 La figura 6 es otro diagrama de flujo de un procedimiento para aumentar fuerzas generadas por un aparato dental de carcasa polimérica mediante el uso de un dispositivo de fijación activa.

La figura 7 es una ilustración de un dispositivo de fijación activa capaz de proporcionar fuerzas de rotación, de acuerdo con una realización de la presente invención.

Las figuras 8A-D son diagramas de dispositivos de fijación activa multidireccionales, de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

15 DESCRIPCIÓN DE LAS REALIZACIONES DE LA INVENCION

20 A continuación, se hará referencia en detalle a las realizaciones preferidas de la presente invención, aparatos y dispositivos de fijación activa que interactúan con aparatos dentales de carcasa polimérica para tratamiento ortodóntico, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos adjuntos. Aunque la invención se describirá conjuntamente con las realizaciones preferidas, se entenderá que no se pretende limitar la invención a estas realizaciones. Por el contrario, la invención pretende cubrir alternativas, modificaciones y equivalentes, que pueden quedar incluidos dentro del alcance de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas.

25 Además, en la siguiente descripción detallada de la presente invención, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, un experto en la materia reconocerá que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito con detalle métodos, procedimientos y componentes bien conocidos para no dificultar innecesariamente aspectos de la presente invención.

30 Por consiguiente, varias realizaciones de la presente invención describen dispositivos de fijación activa capaces de interactuar con aparatos dentales de carcasa polimérica para aplicar fuerzas utilizadas para un tratamiento ortodóntico. Como resultado, las realizaciones de la presente invención permiten conseguir lo anterior, y permiten, además, aplicar fuerzas controladas durante un período de tiempo grande cuando se utilizan con aparatos dentales de carcasa polimérica. Todavía otras realizaciones de la presente invención permiten conseguir lo anterior y permiten, además, utilizar un número reducido de aparatos dentales de carcasa polimérica en un tratamiento ortodóntico. Otros ejemplos no reivindicados permiten conseguir lo anterior y permiten, además, un movimiento complejo de dientes que antes no se podía obtener mediante el uso exclusivo de aparatos dentales de carcasa polimérica, lo cual mejora la eficacia general de un tratamiento ortodóntico.

40 SISTEMA PARA POSICIONAR DIENTES

45 Los tratamientos ortodónticos implican reposicionar dientes desalineados y mejorar configuraciones de mordida para mejorar el aspecto estético y la función dental. El reposicionamiento se realiza típicamente aplicando fuerzas controladas suaves a los dientes de un paciente durante un período de tiempo prolongado. Debido al limitado espacio dentro de la cavidad oral y a los extensos movimientos que deben experimentar algunos dientes, los dientes serán movidos a menudo a través de una serie de patrones intermedios para disponer correctamente los dientes. Por ejemplo, los molares pueden ser desplazados temporalmente hacia atrás (distalizados) para crear un espacio adecuado para el movimiento de los incisivos. De este modo, un solo paciente tratado con alineadores plásticos puede experimentar un promedio de 25-30 etapas de alineación antes de lograr la disposición final de dientes deseada.

55 Convencionalmente, el reposicionamiento de dientes se ha conseguido mediante lo que comúnmente se conoce como "correctores". Los correctores comprenden una variedad de aparatos tales como soportes, bandas, arcos, ligaduras y juntas tóricas. Después de unirse a los dientes, se requieren visitas periódicas con el dentista del tratamiento para ajustar los correctores. Esto implica instalar diferentes arcos que tienen diferentes propiedades inductoras de fuerza, y/o reemplazar o endurecer ligaduras existentes. Entre las visitas periódicas con el médico, puede requerirse que el paciente lleve aparatos complementarios, tales como bandas elásticas o arcos extraorales, para suministrar fuerzas adicionales o extraorales. Aunque los correctores convencionales son eficaces, su uso a menudo resulta un proceso tedioso y que lleva mucho tiempo y requiere muchas visitas al consultorio médico. Además, desde el punto de vista del paciente, el uso de aparatos es desagradable, incómodo, presenta riesgo de retención de placa y hace difícil el cepillado, la aplicación de hilo dental y otros procedimientos de higiene dental.

En realizaciones de la presente invención, el reposicionamiento de dientes puede realizarse con el uso de una serie de aparatos de posicionamiento elásticos extraíbles, denominados "alineadores". Dichos aparatos comprenden una carcasa fina de material polimérico elástico que generalmente se adapta a los dientes de un paciente, pero cada aparato está ligeramente desalineado de una configuración de diente inicial o inmediatamente anterior. La colocación del alineador elástico sobre los dientes aplica unas fuerzas controladas en lugares específicos para mover gradualmente los dientes hacia la nueva configuración. La repetición de este proceso con alineadores sucesivos que comprenden nuevas configuraciones eventualmente mueve los dientes a través de una serie de disposiciones intermedias hasta una disposición final deseada. De manera conveniente y ventajosa, los aparatos no se fijan y el paciente puede colocar y reemplazar los aparatos en cualquier momento durante el proceso de alineación.

La figura 1 es una ilustración de un cráneo 10, sobre el cual se realiza el reposicionamiento de los dientes con una serie de alineadores extraíbles, de acuerdo con una realización de la presente invención. El cráneo 10 incluye un maxilar o mandíbula superior 101 detallada de manera aproximada por el círculo discontinuo. Un conjunto de dientes superiores está asociado a la mandíbula superior 101. El cráneo 10 también incluye una mandíbula inferior o mandibular 100. Un conjunto de dientes inferiores está asociado a la mandíbula inferior 100. La mandíbula inferior 100 está articulada en una articulación 30 al cráneo 10. La articulación 30 se denomina articulación temporomandibular (ATM).

En una realización, se genera un modelo informático de mandíbulas 100 y 101. Una simulación por ordenador es capaz de modelar interacciones entre los dientes de las mandíbulas 100 y 101. La simulación por ordenador permite al sistema centrarse en movimientos que implican contactos entre dientes montados en las mandíbulas. La simulación por ordenador permite al sistema realizar relaciones de mandíbula realistas que son físicamente correctas cuando las mandíbulas 100 y 101 hacen contacto entre sí. El modelado de las mandíbulas 100 y 101 coloca los dientes individuales en una posición tratada.

Además, el modelo puede utilizarse para simular movimientos de mandíbula incluyendo movimientos protrusivos, movimientos laterales y movimientos "guiados por dientes" donde la trayectoria de la mandíbula inferior 100 va guiada por contactos de los dientes y no por los límites anatómicos de las mandíbulas 100 y 101. Los movimientos se aplican a una mandíbula, pero también pueden aplicarse a ambas mandíbulas. En base a la determinación de la oclusión, puede determinarse la disposición final de los dientes en las mandíbulas 100 y 101.

Como resultado, se genera un conjunto de inicial datos (IDDS) que representa una disposición de dientes inicial y un conjunto de datos digitales finales (FDDS) que representan una disposición de dientes final. En base tanto al IDDS como al FDDS, se define una pluralidad de conjuntos de datos digitales intermedios (INTDDSs) para corresponder a alineadores ajustados incrementalmente. Los INTDDS se definen utilizando técnicas para alinear dientes (por ejemplo, el procedimiento de arco estándar, etc.). A continuación, se produce un conjunto de alineadores de ajuste de posición incremental en base a los INTDDS y el FDDS. Los alineadores están diseñados para ir montados sobre los dientes y para reposicionar los dientes a cada una de las disposiciones dentales.

Haciendo referencia ahora a la figura 2A, la mandíbula inferior 100 de la figura 1 incluye una pluralidad de dientes, típicamente mostrado como 202, por ejemplo, y se da como una ilustración del reposicionamiento de dientes mediante el uso de un alineador, de acuerdo con un ejemplo. La mandíbula inferior 100 de la figura 2A incluye típicamente hasta dieciséis dientes en la pluralidad de dientes 202, para incluir el diente de ejemplo 202A. Las realizaciones de la presente invención son capaces de mover por lo menos un diente de la pluralidad de dientes 202 desde una posición inicial del diente hasta una disposición final del diente a través de una serie de etapas de alineación.

En la figura 2A se muestra un marco de referencia arbitrario, y se utiliza para describir cómo pueden moverse los dientes en la mandíbula inferior 100. Por ejemplo, el marco de referencia puede utilizarse para describir cómo se mueve el diente 202A. A través del diente de ejemplo 202A se dibuja una línea central arbitraria (CL). Con referencia a esta línea central, el diente asociado puede moverse en las direcciones ortogonales representadas por los ejes 204, 206 y 208. Tal como se muestra en la figura 2A, el eje 206 ilustra el movimiento del diente 202A entre las partes anterior y posterior de la mandíbula inferior 100. El eje 210 ilustra el movimiento de lado a lado del diente 202A en la mandíbula inferior 100. El eje 212 ilustra los movimientos hacia arriba y hacia abajo del diente 202A respecto a la mandíbula inferior 100. En la configuración de la figura 2A, la línea central corresponde al eje 204.

Además, la línea central puede girar alrededor del eje 208 (angulación de raíz) y 204 (rotación) tal como se indica mediante las flechas 210 y 212, respectivamente. También, el diente de ejemplo 202A puede girar alrededor del eje 206 (inclinación). Por lo tanto, pueden realizarse todos los movimientos de forma libre posibles del diente 202A.

Un paciente generalmente utiliza un alineador de reposicionamiento, que corresponde a una etapa de alineación determinada en un plan de tratamiento, hasta que el alineador ya no aplica suficientes fuerzas de reposición a los

dientes del paciente. Cuando un paciente coloca primero un alineador en sus dientes, el desalineamiento del alineador con los dientes aplicará unas fuerzas sobre los dientes en los puntos de contacto. Dentro del rango elástico del material del alineador, cuanto mayor sea la desalineación, más fuerte será la fuerza de reposición.

5 A medida que los dientes se mueven gradualmente hacia una disposición deseada para una etapa de alineación determinada y con el uso continuo de un alineador correspondiente, la desalineación entre los dientes y el alineador disminuye y la fuerza aplicada se reduce. Cuando los dientes alcanzan sustancialmente la configuración deseada asociada al alineador correspondiente, la fuerza puede aproximarse a cero. Es en este punto que ha terminado la vida útil de dicho alineador para aplicar la fuerza de reposición. Una vez que la biología dental se ha adaptado al
10 nuevo estado, el paciente puede avanzar a la siguiente etapa de alineación en el plan de tratamiento y comenzar a utilizar el siguiente alineador de reposicionamiento elástico sucesivo. El nuevo alineador aplicará unas fuerzas de reposición para mover los dientes a la siguiente disposición deseada correspondiente a la siguiente etapa de alineación, repitiendo el ciclo de desgaste del alineador.

15 En resumen, el primer alineador de una serie de alineadores tendrá una geometría seleccionada para reposicionar los dientes de un paciente de la disposición de dientes inicial a una primera disposición intermedia. Después de aproximarse o alcanzarse la primera disposición intermedia, se colocarán sucesivamente uno o más alineadores intermedios adicionales en los dientes, en los que dichos alineadores adicionales presentan unas geometrías seleccionadas para reposicionar los dientes progresivamente desde la primera disposición intermedia a través de
20 disposiciones intermedias sucesivas. El tratamiento se terminará colocando un alineador final en la boca del paciente, en el que el alineador final presenta una geometría seleccionada para reposicionar los dientes progresivamente de la última disposición intermedia a la disposición final del diente.

Haciendo referencia ahora a la figura 2B, se muestra un único alineador de ajuste 200 que puede utilizar el paciente con el fin de conseguir un reposicionamiento incremental de dientes individuales en la mandíbula inferior 100 de la figura 1, de acuerdo con una realización de la presente invención. El alineador 200 es uno de una serie de
25 alineadores de ajuste de posición incremental que puede llevar el paciente para realinear los dientes desde una disposición inicial hasta una disposición final. Para mayor brevedad y claridad, se muestra un alineador de ejemplo 200 para el reposicionamiento incremental de dientes en la mandíbula inferior 100; sin embargo, otras realizaciones son adecuadas para el uso de alineadores para el reposicionamiento de dientes en cualquiera o ambas mandíbulas superior e inferior de un paciente.

El alineador de ejemplo 200 comprende una carcasa polimérica que tiene una cavidad configurada para recibir y reposicionar los dientes de manera elástica desde una disposición del diente a una disposición del diente sucesiva.
35 La carcasa polimérica preferiblemente, pero no necesariamente, encaja sobre todos los dientes presentes en la mandíbula superior o inferior (por ejemplo, la mandíbula inferior 100). A menudo, sólo se reposicionará(n) cierto(s) diente(s), mientras que otros de los dientes proporcionarán una base o zona de anclaje para mantener el aparato de reposicionamiento en posición cuando se aplique la fuerza de reposicionamiento elástica contra el diente o los dientes a reposicionar.

40 En casos complejos, sin embargo, muchos o la mayor parte de los dientes serán reposicionados en algún punto durante el tratamiento. En tales casos, los dientes que se mueven también pueden servir de base o zona de anclaje para sujetar el dispositivo de reposicionamiento. Además, las encías y/o la paleta pueden servir de zona de anclaje, permitiendo así que todos o casi todos los dientes sean reposicionados simultáneamente. Normalmente, no se
45 proporcionarán alambres ni otros medios para sujetar el alineador en posición en los dientes. En algunos casos, sin embargo, será deseable o necesario proporcionar anclajes individuales en los dientes con receptáculos o aberturas correspondientes en el alineador 200 de manera que el alineador 200 pueda aplicar una fuerza hacia arriba sobre el diente que no sería posible en ausencia de dicho anclaje.

50 La planificación y fabricación de tales alineadores como dispositivo de posicionamiento polimérico elástico de ejemplo se describe en detalle en la patente americana nº 5.975.893 y en la solicitud PCT publicada WO 98/58596 que designa a los Estados Unidos y que está cedida al titular de la presente solicitud.

Los sistemas de alineadores preformados que emplean la tecnología descrita en la patente americana nº 5.975.893,
55 están disponibles en el mercado de Align Technology, Inc., Santa Clara, California, bajo el nombre comercial *Invisalign System*. Align Technology, Inc. es el titular de la presente solicitud. El sistema *Invisalign* se basa en diseñar y fabricar los alineadores que el paciente debe utilizar durante todo el tratamiento. El diseño de los alineadores se basa en un modelado por ordenador de una serie de disposiciones de diente sucesivas, y los alineadores individuales están diseñados para utilizarse en los dientes y para reposicionar los dientes a cada una de
60 las disposiciones dentales. Normalmente, el conjunto de alineadores que se diseña y se fabrica al principio del tratamiento es capaz de reposicionar con éxito los dientes hasta una disposición final deseada.

En realizaciones de la presente invención, pueden planificarse y fabricarse múltiples alineadores de cualquier tratamiento determinado al inicio del tratamiento. Como tal, al paciente se le pueden proporcionar, de este modo, lotes de alineadores como un solo paquete o sistema. El orden en el que se van a utilizar los alineadores se marcará claramente (por ejemplo, mediante una numeración secuencial) de modo que el paciente pueda colocar los alineadores en sus dientes a una frecuencia prescrita por el ortodoncista u otro profesional de tratamiento. A diferencia de los aparatos de ortodoncia, no es necesario que el paciente visite al profesional del tratamiento cada vez que se realiza un ajuste en el tratamiento. Aunque los pacientes querrán visitar periódicamente a sus profesionales de tratamiento para asegurar que el tratamiento va de acuerdo con el plan original, eliminando la necesidad de visitar el profesional de tratamiento cada vez que se haga un ajuste, esto permite que el tratamiento se lleve a cabo en muchas más etapas sucesivas, pero más pequeñas, mientras que todavía se reduce el tiempo empleado por el profesional de tratamiento con el paciente individual. Además, la capacidad de utilizar aparatos de carcasa polimérica que son más cómodos, menos visibles y extraíbles por el paciente, mejora en gran medida el cumplimiento, la comodidad y la satisfacción del paciente.

15 FIJACIONES ACTIVAS PARA LA APLICACIÓN DE FUERZAS EN APARATOS DENTALES DE CARCASA POLIMÉRICA

En todo el cuerpo de esta memoria, el uso de los términos "alineador" o "alineador dental" son sinónimo del uso de los términos "aparato" y "aparato dental" en términos de las aplicaciones dentales. Para fines de claridad, las realizaciones de la presente invención se describen a continuación en el contexto del uso y aplicación de aparatos dentales y, más específicamente, de "aparatos dentales de carcasa polimérica" o "aparatos dentales".

Las realizaciones de la presente invención son capaces de provocar el movimiento del diente mediante el uso de dispositivos de fijación activa. Los dispositivos de fijación activa son capaces de almacenar energía mecánica y liberar esa energía durante un periodo de tiempo cuando está en contacto con un aparato dental de carcasa polimérica. Además, otras realizaciones son capaces de redirigir la fuerza en una dirección diferente para permitir movimientos dentales adicionales de manera que el tratamiento ortodóntico global sea más eficaz. Como resultado, los dispositivos de fijación activada son capaces de liberar su energía almacenada durante un periodo de tiempo en forma de movimiento de dientes prolongado y controlado en un curso de tratamiento ortodóntico.

La figura 3A es una ilustración de un ejemplo de un dispositivo de fijación activa 300A que es capaz de almacenar energía mecánica y liberar la energía mecánica en el tiempo para conseguir un tratamiento ortodóntico, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo de la presente invención. El dispositivo de fijación activa 300A está unido a un elemento dental (por ejemplo, la superficie del diente) de la dentición de un paciente, por lo que el contacto entre el dispositivo de fijación activa 300A y un aparato dental de carcasa polimérica que lleva el paciente para un tratamiento ortodóntico activa el dispositivo de fijación activa 300A. Cuando se activa, el dispositivo 300A libera su energía mecánica almacenada en el tiempo en forma de movimiento de dientes controlado.

Tal como se muestra en la figura 3A, el dispositivo de fijación activa 300A comprende un cuerpo de fijación de anclaje 320. El cuerpo de fijación de anclaje 320 proporciona la base o estructura sobre la cual se constituye el dispositivo de fijación activa 300. Como tal, el cuerpo de fijación de anclaje 320 es capaz de quedar unido firmemente a un elemento dental (por ejemplo, la superficie de un diente). Es decir, el cuerpo de unión 320 actúa de base sustancialmente inamovible a partir de la cual pueden aplicarse fuerzas ortodónticas.

El dispositivo de fijación activa 300A también comprende una superficie de unión 310 que está acoplada al cuerpo de fijación de anclaje 320. La superficie de unión 310 está configurada para anclar el cuerpo de fijación de anclaje 320 al elemento dental. En una realización, un elemento unión está acoplado a la superficie de unión 310. En una realización, el elemento de unión comprende un adhesivo biocompatible. El elemento de unión está configurado para adherir la superficie de unión 310 al elemento dental. Por ejemplo, la superficie de unión 310 está configurada de manera que puede colocarse un adhesivo sobre la superficie de unión 310 con el fin de unir de manera fija el cuerpo de fijación de anclaje 320 al elemento dental, en una realización.

El dispositivo de fijación activa 300A también comprende un mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 que está acoplado al cuerpo de fijación de anclaje 320. En una realización, el mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 comprende una estructura flexible que se extiende desde el cuerpo de fijación de anclaje 320. El mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 es capaz de conferir flexibilidad al dispositivo de fijación activa 300A para que se almacene energía. Además, el mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 proporciona un punto de aplicación de fuerza entre el elemento dental y el aparato dental de carcasa polimérica, cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza 330.

En el presente ejemplo, el mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 se muestra como una estructura a modo de muelle solamente con fines de ilustración, y puede adoptar cualquier configuración o forma flexible. Por ejemplo, realizaciones del mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 comprenden las siguientes estructuras flexibles,

- pero no se limitan a éstas: alas, brazos, bucles, resortes, ranuras, protrusión, extensión, diseño de acordeón corrugado, muelle de par giratorio, etc. Más específicamente, el mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 es capaz de almacenar o absorber energía mecánica, cuando se activa mediante flexión, compresión o distorsión del mecanismo activo de aplicación de fuerza 330. Por ejemplo, cuando el mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 se deforma, se almacena energía mecánica. El mecanismo de aplicación de fuerza activado libera su energía mecánica almacenada volviendo a su extensión original. La activación y liberación de energía puede mejorarse aún más con un control de variación de temperatura, variación de iones, variación de energía luminosa y/o variación química en el entorno.
- En una realización, se utiliza un aparato dental de carcasa polimérica para deformar o comprimir y activar el mecanismo de aplicación de fuerza 330. Por ejemplo, la energía mecánica se almacena a medida que el aparato dental de carcasa polimérica queda atrapado sobre el diente que está acoplado al dispositivo de fijación activa 300A. La energía mecánica almacenada en el dispositivo de fijación activa 300A se libera de manera controlada en forma de movimiento de dientes controlado. Esto prolonga eficazmente la vida útil del aparato dental de carcasa polimérica. Por ejemplo, el aparato dental de carcasa polimérica es capaz de trabajar eficazmente durante un período de tiempo mayor cuando se utiliza el dispositivo de fijación activa 300A. Potencialmente, el uso del dispositivo de fijación activa 300A puede reducir el número de alineadores necesarios por tratamiento ortodóntico total.
- Tal como se muestra en la figura 3A, el dispositivo de fijación activa 300A comprende una zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica 340 que está acoplada al mecanismo activo de aplicación de fuerza 330. La zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica 340 está configurada para entrar en contacto con el aparato dental de carcasa polimérica, en un ejemplo. Como tal, el mecanismo activo de aplicación de fuerza 340 es capaz de aplicar una fuerza (por ejemplo, fuerza de distorsión) generada por el mecanismo activo de aplicación de fuerza 330 entre el elemento dental y el aparato dental de carcasa polimérica cuando el aparato dental de carcasa polimérica se aplica al mecanismo activo de aplicación de fuerza 330. En las realizaciones de la presente invención, las fuerzas generadas actúan para proporcionar todos los movimientos del diente correspondiente que incluye los siguientes movimientos, pero no se limita a éstos: traslación, inclinación, intrusión, extrusión, rotación, angulación, etc.
- La figura 3B es un diagrama que ilustra un ejemplo de dispositivo de fijación activa 300B, de acuerdo con una realización de la presente invención. En una realización, el dispositivo de fijación activa 300B proporciona más detalles al dispositivo de fijación activa 300A de la figura 3A. La presente realización ilustra una estructura N-U-N, tal como una estructura ondulada, para el dispositivo de fijación activa 300B. El dispositivo de fijación activa 300B comprende un material elástico (por ejemplo, metal, plástico, etc.) con una forma que puede ser comprimida para almacenar energía mecánica. En una realización, el dispositivo de fijación activa 300B comprende una delgada chapa metálica doblada en una estructura N-U-N.
- En particular, el dispositivo de fijación activa 300B comprende un cuerpo de fijación de anclaje 350. El cuerpo de fijación de anclaje 350 está configurado para proporcionar una base sustancialmente rígida a partir de la cual se aplican fuerzas. Tal como se muestra en la figura 3B, el cuerpo de fijación de anclaje 350 comprende todas o partes de la ranura central, U, de la estructura del dispositivo de fijación activa 300B.
- El dispositivo de fijación activa 300B también comprende una superficie de unión (no mostrada) acoplada al cuerpo de fijación de anclaje 350. Por ejemplo, la superficie de unión es la superficie subyacente por debajo del cuerpo de fijación de anclaje 350, en una realización. La superficie de unión está configurada para anclar el cuerpo de fijación 350 a un elemento dental de la dentición de un paciente. Es decir, la superficie de unión permite unir el cuerpo de fijación de anclaje 350 a la superficie del diente mediante un adhesivo dental.
- Tal como se muestra en la figura 3B, el dispositivo de fijación activa 300B comprende dos mecanismos de aplicación de fuerza 360 y 370. Los mecanismos de aplicación de fuerza 360 y 370 están acoplados al cuerpo de fijación de anclaje 350. Tal como se muestra en la figura 3B, cada uno de los mecanismos de aplicación de fuerza 360 y 370 comprende todo o parte de las correspondientes estructuras en N en forma de ala del dispositivo de fijación activa 300B. Cada uno de los mecanismos de aplicación de fuerza 360 y 370 es flexible y fácil de comprimir o doblar, y es capaz de almacenar o absorber energía mecánica cuando se activa. La activación se produce cuando el mecanismo de aplicación de fuerza correspondiente 360 o 370 se dobla, se comprime, se deforma, se distorsiona, etc. a partir de su forma original, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. La liberación de energía se consigue cuando el correspondiente mecanismo de aplicación de fuerza 360 o 370 vuelve a su forma original.
- Por ejemplo, el mecanismo de aplicación de fuerza 360, cuando se distorsiona hacia la base 350, aplica una fuerza en la dirección mostrada por la flecha de dirección 385. Por otra parte, el mecanismo de aplicación de fuerza 370, cuando se distorsiona hacia la base 350, aplica una fuerza en la dirección mostrada por la flecha de dirección 380. Tal como se muestra, la configuración del dispositivo de fijación activa 300B permite que las fuerzas generadas por

los mecanismos de aplicación de fuerza 360 y 370 sean en sentidos contrarios, en una realización. En otras realizaciones, el dispositivo de fijación activa está configurado para generar fuerzas mediante dos o más mecanismos de aplicación de fuerza que se aplican generalmente en direcciones iguales o diferentes. Uno o más de los mecanismos de aplicación de fuerza pueden activarse para generar fuerzas, tales como, fuerzas de traslación, fuerzas de rotación, fuerzas de distorsión, etc.

Además, cada uno de los mecanismos de aplicación de fuerza 360 y 370 comprende una zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica que está acoplada a su correspondiente mecanismo activo de aplicación de fuerza 360 o 370. Por ejemplo, la zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica 365 está acoplada al mecanismo activo de aplicación de fuerza 360. Más concretamente, cada una de las regiones de contacto del aparato dental de carcasa polimérica 360 y 370 está configurada para hacer contacto con un aparato dental de carcasa polimérica y aplicar una fuerza generada por el mecanismo activo aplicador de fuerza 360 o 370 correspondiente. La fuerza generada se aplica entre el correspondiente elemento dental y el aparato dental de carcasa polimérica cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza.

En una realización, el dispositivo de fijación activa 300B está configurado de tal manera que se utilizan uno o más aparatos dentales de carcasa polimérica para activar el mecanismo activo de aplicación de fuerza 360 o 370. Es decir, en general, el dispositivo de fijación activa 300B puede reutilizarse, de modo que una fuerza generada por el dispositivo de fijación activa 300B se aplica más de una vez entre uno o más aparatos dentales de carcasa polimérica y el diente sobre el cual está fijado el dispositivo de fijación activa 300B.

Las figuras 4A-F ilustran las interacciones de un dispositivo de fijación activa y un aparato dental de carcasa polimérica, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Específicamente, las figuras 4A-F ilustran el movimiento de un diente a través del uso de fuerzas generadas por el dispositivo de fijación activa de la figura 3A en el transcurso del tratamiento ortodóntico, de acuerdo con ejemplos ilustrativos.

Específicamente, la figura 4A muestra una mandíbula inferior 410 junto con un aparato dental de carcasa polimérica 420 que ilustra la interacción de un dispositivo de fijación activa 413 y un aparato dental de carcasa polimérica 420 con el fin de mover un diente 415 durante el tratamiento de ortodoncia, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo. El aparato dental de carcasa polimérica 420 está conformado para recibir y reposicionar elásticamente la dentición de un paciente, incluyendo el diente 415. Por ejemplo, el dispositivo de fijación activa puede utilizarse para reducir el espacio 419 entre un diente 413 y un diente 417, en una realización.

En particular, la figura 4A ilustra la colocación del aparato de fijación activa 413 en el diente 415. El dispositivo de fijación activa 413 se muestra de manera general como un recuadro negro en la figura 4A. Además, el aparato de fijación activa 413 está configurado para aplicar una fuerza entre el diente y el aparato dental de carcasa polimérica 420 cuando el aparato dental de carcasa polimérica 420 se acopla a un mecanismo activo de aplicación fuerza en el dispositivo de fijación activa 413.

Además, la figura 4A ilustra una zona de contacto 425 correspondiente acoplada al aparato dental de carcasa polimérica 425. La zona de contacto 425 se muestra de manera general como un recuadro en la figura 4A. Además, la zona de contacto 425 está configurada para permitir el contacto con el mecanismo activo de aplicación de fuerza del dispositivo de fijación activa 413 que está unido fijamente a un elemento dental del diente 415. El contacto se consigue cuando el aparato dental de carcasa polimérica va montado en la dentición del paciente que incluye el diente 415. En particular, el mecanismo activo de aplicación de fuerza aplica una fuerza entre el elemento dental del diente 415 y el aparato dental de carcasa polimérica 420 en la zona de contacto 425 cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza.

Como resultado, la interacción entre el dispositivo de fijación activa 413 y la zona de contacto 425 del aparato dental de carcasa polimérica 420 genera una fuerza combinada que puede estar orientada en cualquier dirección dependiendo de la configuración de la zona de contacto 425 y del dispositivo de fijación activa 413. Es decir, la fuerza generada puede ser una fuerza de traslación que mueva el diente 415 en una dirección hacia la parte posterior de la boca, una dirección hacia la parte anterior de la boca, una dirección lingual hacia la lengua, una dirección facial hacia el lado de la boca, una dirección extendiendo el diente, una dirección invadiendo el diente, etc., o cualquier combinación de estas direcciones. Las fuerzas de las fijaciones activas también pueden utilizarse para contrarrestar movimientos de efectos secundarios que pueden ser inherentes a ciertos tipos de movimientos de dientes planeados cuando se utiliza solamente el alineador solo como dispositivo generador de fuerzas ortodónticas. Por ejemplo, la adición de la fuerza de contra-vuelco al trasladar un diente utilizando la fijación activa puede ayudar a mantener vertical un diente que se mueve, ya que es posible un efecto secundario de inclinación cuando únicamente se utiliza el alineador solo.

La figura 4B ilustra la interacción del dispositivo de fijación activa 413 y la zona de contacto 425 del aparato dental de carcasa polimérica 420, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo. Tal como se muestra en la figura 4B, se ilustra una representación parcial del aparato dental de carcasa polimérica 420 que se muestra en la dentición del paciente. En particular, el aparato dental de carcasa polimérica 420 se muestra montado en el diente 420. Como ventaja, el aparato de fijación activa 413 de la presente realización no incorpora el uso de arcos como en aparatos convencionales. Como tal, el dispositivo de fijación activa 413 de las realizaciones de la presente invención no impide el uso del hilo dental y el cepillado de la dentición de un paciente, al igual que los dispositivos ortopédicos convencionales.

Además, la zona de contacto 425 del aparato dental de carcasa polimérica se muestra cubriendo el dispositivo de fijación activa 413. Es decir, el aparato dental de carcasa polimérica 420 se muestra acoplado al dispositivo de fijación activa 413. Más particularmente, la zona de contacto 425 está configurada para quedar en contacto con el dispositivo de fijación activa 413 de manera que se aplica una fuerza generada por el mecanismo de aplicación de fuerza del dispositivo de fijación activa 413 entre el diente 415 y el aparato dental de carcasa polimérica 420. De esta manera, la fuerza generada se utiliza para mover el diente 415. Por ejemplo, la fuerza generada puede utilizarse para acercar el diente 415 al diente 417 para reducir el espacio 419 en el curso del tratamiento ortodóntico.

La figura 4C es una vista en sección transversal del diente 415, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo. En particular, la figura 4C proporciona una ilustración del dispositivo de fijación activa 300B de la figura 3B que está unido al diente 415 tal como se describe en las figuras 4A y 4B, de acuerdo con un ejemplo. Tal como se muestra, el dispositivo de fijación activa 300B está acoplado al lado 435 del diente 415. Por ejemplo, en una realización, el lado 435 es el lado lingual del diente 415. Otras realizaciones son adecuadas para varias colocaciones del dispositivo de fijación activa 300B, para incluir el lado facial del diente 415, el lado oclusal, etc.

En particular, tal como se muestra en la figura 4C, el mecanismo de aplicación de fuerza en forma de ala 370, de la estructura en N, del dispositivo de fijación activa 300B, comprende una zona de contacto de la carcasa polimérica 375. La zona de contacto de la carcasa polimérica 375 está configurada para hacer contacto con el aparato dental de carcasa polimérica 420.

El dispositivo de fijación activa 300B está unido de manera fija al lado 435 del diente 415 utilizando un elemento de unión 430, tal como un adhesivo biocompatible, tal como se ha descrito anteriormente. El elemento de unión 430 está configurado para adherir el dispositivo de fijación activa 300B al elemento dental (por ejemplo, el lado 435) del diente 415, de manera que el dispositivo de fijación activa 300B queda unido de manera fija al diente 420.

La figura 4D es una vista en sección transversal del diente 415 junto con la adición de una superposición del aparato dental de carcasa polimérica 420, de acuerdo con un ejemplo ilustrativo. Tal como se muestra en la figura 4D, se muestra la alineación del aparato dental de carcasa polimérica 420 y el dispositivo de fijación activa 300B sin ninguna deformación del dispositivo de fijación activa 300B para ilustrar las posiciones y tamaños relativos del aparato dental de carcasa polimérica 420 respecto al dispositivo de fijación activa 300B.

En particular, el dispositivo de fijación activa 300B comprende una zona de recepción 445 que se muestra sobresaliendo del diente 415. La zona de recepción 445 comprende una cavidad en el aparato dental de carcasa polimérica 420 que es capaz de encerrar partes o todo el dispositivo de fijación activa 300B. Más particularmente, la zona de recepción 445 está configurada para alojar mecanismos de aplicación de fuerza en forma de ala 360 y 370 en estados inducidos por la fuerza y en estados relajados, en realizaciones de la presente invención, como se describirá a continuación en relación con las figuras 4E y 4F.

Específicamente, la anchura del aparato dental de carcasa polimérica 420 a lo largo de la línea A - A es menor que la anchura del diente 415 a lo largo de la línea A - A. Como tal, el aparato dental de carcasa polimérica 420 experimenta cierta deformación cuando el aparato 420 va montado en la dentición de un paciente. Esta deformación del aparato dental de carcasa polimérica 420 produce una fuerza ortodóntica que se utiliza para mover el diente 415. La fuerza ortodóntica del aparato dental de carcasa polimérica 420 se aplica por contacto superficial. Esta fuerza ortodóntica generada por el aparato dental de carcasa polimérica 420 se reduce con el tiempo debido a la elasticidad reducida. Es decir, el aparato dental de carcasa polimérica 420 se deforma permanentemente después de un período de tiempo.

Además, la zona receptora 445 del aparato dental de carcasa polimérica 420 se muestra más pequeña que el dispositivo de fijación activa 300B, en sus configuraciones originales. A medida que el dispositivo de fijación activa 300B se deforma para encajar dentro de la zona de recepción 445, se almacena energía mecánica en el dispositivo de fijación activa 300B. Por ejemplo, cuando el aparato dental de carcasa polimérica encaja en posición, se almacena energía mecánica en el dispositivo de fijación activa 300B. Como tal, a medida que se aumenta la diferencia de tamaño entre el dispositivo de fijación activa 300B, puede almacenarse más energía mecánica en el dispositivo de fijación activa 300B.

La zona de recepción 445 comprende una superficie de contacto 425 del aparato dental de carcasa polimérica 420, tal como se ha descrito anteriormente. La superficie de contacto 425 está configurada para quedar en contacto con el mecanismo de aplicación de fuerza del dispositivo de fijación activa 300B, tal como se mostrará en la figura 4E. Más específicamente, la superficie de contacto 425 está configurada para quedar en contacto con la zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica 375 que está acoplada al mecanismo de aplicación de fuerza en forma de ala 370 del dispositivo de fijación activa 300B.

En una realización, la zona de recepción 445 se extiende dentro de un cuerpo del aparato dental de carcasa polimérica 420. Es decir, la zona de recepción 445 y el dispositivo de fijación activa 300B son pequeños en comparación con el aparato dental de carcasa polimérica. En otra realización, la zona de recepción 445 se extiende más allá del cuerpo del aparato dental de carcasa polimérica 420, tal como se muestra en la figura 4D.

En otra realización, la zona de recepción 445 está coloreada con el fin de proteger el dispositivo de fijación activa 300B de la vista. En particular, la zona de recepción 445 es coloreada para proteger de la vista los mecanismos activos de aplicación de fuerza 360 y 370. De esta manera, se mantiene la característica imperceptible del aparato dental de carcasa polimérica 420.

La figura 4E es una vista en sección transversal del aparato dental de carcasa polimérica 420 montado en el diente 415.

El diente 415 se encuentra en una posición inicial que está desplazada desde una posición deseada. La figura 4E ilustra la interacción física entre el aparato dental de carcasa polimérica 420 y el dispositivo de fijación activa 300B dada su alineación en la figura 4D. Tal como se muestra, la alineación del aparato dental de carcasa polimérica 420 y el dispositivo de fijación activa 300B produce una deformación del dispositivo de fijación activa 300B cuando el aparato dental de carcasa polimérica 420 se encuentra montado en el diente 415. Es decir, el aparato dental de carcasa polimérica 420 se muestra acoplado al dispositivo de fijación activa 300B.

Para mover el diente 415 actúan dos fuerzas ortodóncicas. Una primera fuerza es generada por el aparato dental de carcasa polimérica 420. Una segunda fuerza es generada por el dispositivo de fijación activa 300B. Ambas fuerzas combinadas se muestran como fuerza ortodóncica 455.

Tal como se ha descrito anteriormente, la primera fuerza ortodóncica se genera por la deformación del aparato dental de carcasa polimérica 420. Específicamente, cuando va montado en la dentadura de un paciente, la deformación del aparato dental de carcasa polimérica 420 es visible por la deformación angular de la pared 437. Debido a que el diente 415 se encuentra en una posición inicial y desplazada cuando se monta por primera vez el aparato de carcasa polimérica 420, se produce una deformación en el lado izquierdo del aparato dental de carcasa polimérica 420. Por ejemplo, el área aislada B ilustra la deformación del aparato dental de carcasa polimérica 420 para encajar alrededor del diente 415. En particular, la pared 437 del aparato dental de carcasa polimérica 420 se desvía o se deforma formando un ángulo θ desde su posición original para encajar en el diente 415.

Además, se crea un espacio 450 debido a la alineación del aparato dental de carcasa polimérica 420, cuando está montado, respecto al diente 415. Esta primera fuerza ortodóncica procedente de un aparato dental de carcasa polimérica 420 actúa para mover el diente 415 de manera que el espacio 450 se reduce gradualmente a medida que el diente se desplaza hacia su nueva posición previamente programada.

La segunda fuerza ortodóncica es generada por el dispositivo de fijación activa 300B. Específicamente, el ala 370, como mecanismo activo de aplicación de fuerza, comprende una zona de contacto de aparato dental de carcasa polimérica 375, mostrada previamente en las figuras 4C y 4D. La zona de contacto 375 queda en contacto con el aparato dental de carcasa polimérica 420, cuando el aparato dental de carcasa polimérica 420 se acopla al ala 370, tal como se muestra en la zona aislada A. Como tal, la segunda fuerza ortodóncica se genera por la deformación del ala 370. La segunda fuerza ortodóncica procedente del dispositivo de fijación activa 300B también actúa para mover el diente 415 de manera que el espacio 450 se reduce gradualmente. La propiedad elástica del ala 370 seguirá aplicando la segunda fuerza ortodóncica entre el aparato dental de carcasa polimérica 420 y el diente 415 para proporcionar una fuerza ininterrumpida y prolongada para mover el diente 415. En particular, el ala 370 continuará aplicando la segunda fuerza ortodóncica mucho tiempo después de que haya terminado la aplicación de la primera fuerza ortodóncica del aparato dental de carcasa polimérica 420.

La figura 4F es una vista en sección transversal del aparato dental de carcasa polimérica 420 montado en el diente 415. El diente 415 se encuentra en una posición intermedia después de la aplicación de la fuerza ortodóncica combinada 455. La figura 4E ilustra la interacción física entre el aparato dental de carcasa polimérica 420 y el dispositivo de fijación activa 300B después de la aplicación de la fuerza ortodóncica combinada 455. En particular, el

diente 415 se ha movido de manera que el espacio 450, tal como se muestra en la figura 4E, es ahora sustancialmente reducido.

La primera fuerza ortodóncica procedente del aparato dental de carcasa polimérica 420 es sustancialmente inexistente debido en parte a la deformación sustancialmente permanente del aparato dental de carcasa polimérica 420 debido a sus propiedades elásticas (por ejemplo, propiedades plásticas) y al movimiento del diente 415. Tal como se muestra en la figura 4E, la zona aislada D ilustra que no hay contacto entre el aparato dental de carcasa polimérica 420 y el diente 415. Como tal, ya no se aplica la primera fuerza ortodóncica procedente del aparato dental de carcasa polimérica 420. Sin embargo, el aparato dental de carcasa polimérica 420 asegura que el diente 415 no se mueva más allá de los límites de la geometría de la carcasa existente, para que el siguiente aparato de la serie se ajuste apropiadamente.

Además, se sigue aplicando la segunda fuerza ortodóncica desde el aparato dental de carcasa polimérica 420, pero en un estado muy reducido. Tal como se muestra en la zona aislada C, la zona de recepción 445 del aparato dental de carcasa polimérica 420 se deforma y se hace más grande debido en parte a la aplicación de la segunda fuerza a medida que el ala 370 vuelve a su estado relajado. Sin embargo, tal como se muestra en la figura 4E, el ala 370 sigue en contacto con el aparato dental de carcasa polimérica 420 y continuará generando la segunda fuerza ortodóncica mientras la cavidad de la zona de recepción 445 siga siendo lo suficientemente pequeña para que el ala 370 se deforme. La segunda fuerza ortodóncica se detendrá sólo después de que la cavidad del área de recepción 445 se vuelva lo suficientemente grande como para contener toda la fijación activa 300B sin ninguna compresión. La aplicación de la segunda fuerza ortodóncica por la fijación activa 300B dura más tiempo que la aplicación de la primera fuerza ortodóncica por el aparato dental de carcasa polimérica 420.

La figura 5 es un diagrama de flujo de un procedimiento para aumentar las fuerzas generadas por un aparato dental de carcasa polimérica mediante el uso de un dispositivo de fijación activa. El ejemplo proporciona una adición a la fuerza aplicada por un aparato dental de carcasa polimérica. Como tales, las realizaciones de la presente invención son capaces de proporcionar fuerzas ininterrumpidas y prolongadas para mover uno o más dientes.

En 510, el ejemplo proporciona un mecanismo activo de aplicación de fuerza de un dispositivo de fijación para generar una fuerza ortodóncica. El dispositivo de fijación está anclado a un elemento dental de la dentición de un paciente. Por ejemplo, el dispositivo de fijación está anclado al diente de un paciente. Más particularmente, el mecanismo activo de aplicación de fuerza es capaz de almacenar energía mecánica y liberar la energía en el tiempo. En una realización, el mecanismo de aplicación de fuerza puede deformarse colocando por lo menos un aparato dental de carcasa polimérica sobre la dentición del paciente.

A modo de ilustración, la figura 4C muestra un dispositivo de fijación activa 300B que está anclado a un diente 415, en el que un mecanismo activo de aplicación de fuerza 370 genera una fuerza ortodóncica. Al variar el grado en el que se deforma el mecanismo activo de aplicación de fuerza 370 puede controlarse la aplicación de la fuerza ortodóncica. Es decir, cuanto mayor es el grado de deformación, mayor es la fuerza ortodóncica que se aplica. Por el contrario, una menor deformación da lugar a una menor fuerza ortodóncica que se aplica.

En una realización, se aplica un agente de unión al dispositivo de fijación para anclar el dispositivo de fijación al elemento dental. En particular, se aplica un agente de unión a una superficie de unión del dispositivo de fijación, de modo que el dispositivo de fijación está configurado para anclarse al elemento dental uniendo la superficie de unión al elemento dental.

En 520, el ejemplo aplica la fuerza ortodóncica entre las superficies de contacto de por lo menos un aparato dental de carcasa polimérica y el mecanismo activo de aplicación de fuerza. Es decir, para un aparato dental de carcasa polimérica, se hace contacto entre el aparato dental de carcasa polimérica y el mecanismo activo de aplicación de fuerza en la superficie de contacto. En particular, se hace contacto entre la superficie de contacto y una zona de mecanismo del aparato dental de carcasa polimérica del mecanismo activo de aplicación de fuerza. La zona de contacto de la carcasa polimérica está configurada para aplicar la fuerza ortodóncica entre el elemento dental y el aparato dental de carcasa polimérica. Como resultado, la fuerza ortodóncica se utiliza para reposicionar un diente que comprende el elemento dental cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza.

En un ejemplo, por lo menos un mecanismo de aplicación de fuerza está asociado a por lo menos un dispositivo de fijación para generar una fuerza ortodóncica combinada. Por ejemplo, se acopla un primer mecanismo de aplicación de fuerza a un primer dispositivo de fijación para generar una primera fuerza ortodóncica cuando se monta un aparato dental de carcasa polimérica. Además, se acopla un segundo mecanismo de aplicación de fuerza a un segundo dispositivo de fijación para generar una segunda fuerza ortodóncica. El primer y el segundo dispositivo de unión están acoplados a un diente de la dentición de un paciente, en un ejemplo. La primera y la segunda fuerza ortodóncica se combinan para generar la fuerza ortodóncica combinada que se aplica al diente. Por ejemplo, las

fuerzas combinadas generan fuerzas de traslación, rotación, distorsión, etc. en las realizaciones de la presente invención.

5 La figura 6 es un diagrama de flujo de un procedimiento para aumentar las fuerzas generadas para mover dientes. El ejemplo proporciona una adición a la fuerza aplicada por un aparato dental de carcasa polimérica. Como tal, las realizaciones de la presente invención son capaces de proporcionar fuerzas ininterrumpidas y prolongadas para mover uno o más dientes.

10 En 610, la presente realización proporciona un aparato dental de carcasa polimérica que está configurado para recibir y reposicionar de manera elástica la dentición de un paciente. En particular, el aparato dental de carcasa polimérica es de tipo que puede colocarse de manera extraíble sobre la dentición del paciente. Es decir, el aparato dental de carcasa polimérica comprende un canal cóncavo que se ajusta a por lo menos un diente cuando se coloca sobre la dentición del paciente. El aparato dental de carcasa polimérica es uno de una serie de dispositivos de ajuste de posición incremental utilizados por el paciente para realinear dientes desde una disposición inicial de diente hasta una disposición final de diente. Se da una descripción completa del uso y aplicación del aparato dental de carcasa polimérica en relación con la descripción del alineador 200 de la figura 2B.

20 En 620, el presente ejemplo proporciona una superficie de contacto que está acoplada al aparato dental de carcasa polimérica. La primera superficie de contacto está configurada para hacer contacto con un mecanismo activo de aplicación de fuerza que está fijado de manera fija a un elemento dental de un diente de la dentición del paciente. Tal como se ha descrito anteriormente con relación a la figura 5, el mecanismo activo de aplicación de fuerza aplica una fuerza entre la primera superficie de contacto y el aparato dental de carcasa polimérica cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza.

25 El mecanismo activo de aplicación de fuerza está acoplado a un cuerpo de fijación de anclaje. En particular, la presente realización proporciona una superficie de unión acoplada al cuerpo de fijación de anclaje, de manera que la superficie de unión está configurada para fijar el cuerpo de fijación de anclaje al elemento dental. Además, una zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica se acopla al aparato dental de carcasa polimérica en la presente realización. La zona de contacto está configurada para hacer contacto con una superficie de contacto del aparato dental de carcasa polimérica para aplicar la fuerza entre el elemento dental y el aparato dental de carcasa polimérica cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla a dicho primer mecanismo activo de aplicación de fuerza.

35 En una realización, por lo menos una superficie de contacto está asociada al aparato dental de carcasa polimérica que se utiliza para generar una fuerza ortodóntica combinada. Por ejemplo, una primera superficie de contacto está configurada para hacer contacto con un primer mecanismo aplicador de fuerza que está unido de manera fija a un primer elemento dental de un diente. También, una segunda superficie de contacto está configurada para hacer contacto con un segundo mecanismo activo de aplicación de fuerza fijado de manera fija a un segundo elemento dental del diente. El primer y el segundo mecanismo activo de aplicación de fuerza generan una fuerza ortodóntica combinada aplicada al diente. Por ejemplo, la primera y la segunda superficie de contacto están configuradas para generar una fuerza combinada que aplica una fuerza de traslación. En otro ejemplo, la primera y la segunda superficie de contacto están configuradas para generar una fuerza combinada que aplica una fuerza de rotación. Todavía en otro ejemplo, la primera y la segunda superficie de contacto están configuradas para generar una fuerza combinada que aplica fuerzas tanto de traslación como de rotación.

45 La figura 7 es una ilustración de un dispositivo de fijación activa 700 capaz de proporcionar fuerzas de momento de rotación. Anteriormente, el dispositivo de fijación activa de la figura 3A proporciona un movimiento de traslación de los dientes en una dimensión y en dos direcciones como máximo. Tal como se muestra en la figura 7, una combinación de dos de dichas fijaciones proporcionará tanto transición como rotación.

50 El dispositivo de fijación activa 700 comprende cuatro alas, tal como sigue: ala 710, ala 720, ala 730 y ala 740. Tal como se muestra en la figura 7, las alas 710, 720, 730 y 740 combinadas forman un dispositivo de fijación activa 700, en una realización. En otras realizaciones, las alas 710, 720, 730 y 740 pueden comprender una o más estructuras N-U-N, tal como en la estructura N-U-N de un dispositivo de fijación activa 300B, en algunas realizaciones. Por ejemplo, las alas 710 y 720 pueden comprender una primera estructura N-U-N, y las alas 730 y 740 pueden comprender una segunda estructura N-U-N.

60 Las fuerzas se generan comprimiendo por lo menos una de las alas 710, 720, 730 y 740. Tal como se muestra, la fuerza ortodóntica 750 puede generarse comprimiendo el ala 710 sola o en combinación con el ala 730. Por sí misma, la fuerza ortodóntica 750 produce una fuerza de traslación para mover un diente en una dirección. También, la fuerza ortodóntica 760 puede generarse comprimiendo el ala 740 sola o en combinación con el ala 720. Por sí misma, la fuerza ortodóntica 760 produce una fuerza de traslación para mover un diente en una dirección. Si la fuerza ortodóntica 750 es diferente de la fuerza ortodóntica 760, entonces las fuerzas combinadas generadas son

una fuerza de rotación 770. En un ejemplo, la fuerza 770 produce un movimiento de rotación de un diente que está acoplado al dispositivo de fijación activa 700.

Las figuras 8A-D son diagramas de dispositivos de fijación activa multidireccionales, de acuerdo con realizaciones de la presente invención. Los dispositivos de fijación de la figura 8A-D comprenden materiales elásticos (por ejemplo, metal o plástico). En una realización, los dispositivos de fijación de la figura 8A-D comprenden material plástico. El material plástico es transparente o translúcido, en una realización, de manera que los dispositivos de fijación activa siguen con las características de baja visibilidad del aparato dental de carcasa polimérica de realizaciones de la presente invención.

La figura 8A ilustra un dispositivo de fijación activa 800A que comprende ocho bloques de borde en forma de N, de acuerdo con una realización de la presente invención. Cada uno de los bloques de borde en forma de N proporciona máxima flexibilidad para el movimiento. La compresión de uno o más bloques en forma de N proporciona todas las fuerzas (por ejemplo, de translación, rotación, distorsión, etc.).

La figura 8B ilustra un dispositivo de fijación activa multidireccional 800B, de acuerdo con una realización de la presente invención. El dispositivo de fijación activa 800B comprende una estructura de bloque que comprende una ranura media 820, y unas ranuras laterales 830 y 835. La ranura media 820 y las ranuras laterales 830 y 835 proporcionan espacio para que el dispositivo de fijación activa 800B se doble y se comprima. Como tal, el dispositivo de fijación activa 800B proporciona un movimiento unidimensional en dos direcciones.

La figura 8C ilustra un dispositivo de fijación activa multidireccional 800C, de acuerdo con una realización de la presente invención. El dispositivo de fijación activa 800C es una combinación de dos o más dispositivos de fijación 800B. Es decir, el dispositivo de fijación activa 800C comprende una estructura de bloque que comprende unas ranuras intermedias 840 y 845, así como una ranura lateral 850 que está presente en todos los lados del dispositivo de fijación activa 800C. El dispositivo de fijación activa 800C proporciona un movimiento bidimensional en cuatro direcciones, y proporciona capacidad de rotación.

La figura 8D ilustra un dispositivo de fijación activa multidireccional 800D, de acuerdo con una realización de la presente invención. El dispositivo de fijación activa 800D ilustra el uso de otras formas distintas de bloques que pueden deformarse para generar fuerzas ortodóncicas. Tal como se muestra en la figura 8D, el dispositivo de fijación activa 800D comprende unas superficies redondeadas para crear superficies lisas. Es decir, el dispositivo de fijación activa 800D comprende una estructura redondeada que comprende unas ranuras intermedias 860 y 865, así como una ranura lateral 870 que rodea el dispositivo de fijación activa 800D. El dispositivo de fijación activa 800D proporciona un movimiento bidimensional en cuatro direcciones y proporciona capacidad de rotación.

Varios ejemplos muestran procedimientos para aumentar los efectos elásticos de aparatos dentales. Para fines de ilustración, pueden describirse procedimientos para aumentar los efectos elásticos de aparatos dentales, tal como se enumera a continuación.

Un procedimiento para mejorar los efectos elásticos de un aparato dental, que comprende: proporcionar un mecanismo activo de aplicación de fuerza de un dispositivo de fijación para generar una fuerza, en el que dicho dispositivo de fijación está configurado para anclarse a un elemento dental; y aplicar dicha fuerza entre el citado mecanismo de aplicación de fuerza y una superficie de contacto de un aparato dental de carcasa polimérica cuando dicho aparato dental de carcasa polimérica se acopla a dicho mecanismo activo de aplicación de fuerza.

Un procedimiento para mejorar los efectos elásticos de un aparato dental, que comprende: proporcionar un aparato dental de carcasa polimérica configurado para utilizarse sobre la dentición de un paciente; proporcionar una superficie de contacto acoplada a dicho aparato dental de carcasa polimérica, en el que dicha superficie de contacto está configurada para quedar en contacto con un mecanismo activo de aplicación de fuerza que está fijado de manera fija a un elemento dental, en el que dicho mecanismo de aplicación de fuerza aplica una fuerza entre dicho mecanismo activo de aplicación de fuerza y dicha superficie de contacto.

Más particularmente, se describe un procedimiento para mejorar los efectos de un aparato dental. Específicamente, el ejemplo dispone un mecanismo activo de aplicación de fuerza de un dispositivo de fijación. El mecanismo activo de aplicación de fuerza es capaz de generar una fuerza. Además, el dispositivo de fijación está configurado para anclarse a un elemento dental. También, el ejemplo proporciona la fuerza entre el mecanismo de aplicación de fuerza y una superficie de contacto de un aparato dental de carcasa polimérica. Más concretamente, la fuerza se aplica cuando el aparato dental de carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza.

En otro ejemplo, se describe un procedimiento para mejorar los efectos de un aparato dental. Específicamente, el presente ejemplo dispone un aparato dental de carcasa polimérica. El aparato dental está configurado para utilizarse

sobre la dentición de un paciente. Por ejemplo, el aparato dental de carcasa polimérica comprende un canal cóncavo que se adapta a por lo menos un diente cuando se coloca sobre la dentición del paciente. Además, se dispone una superficie de contacto, en la que la superficie de contacto está acoplada al aparato dental de carcasa polimérica. Es decir, la superficie de contacto está configurada para hacer contacto con un mecanismo activo de aplicación de fuerza que está unido de manera fija a un elemento dental de la dentición de un paciente. El mecanismo activo de aplicación de fuerza aplica una fuerza entre el mecanismo activo de aplicación de fuerza y la superficie de contacto. Más particularmente, el mecanismo de aplicación de fuerza aplica una fuerza entre el mecanismo activo de aplicación de fuerza y la superficie de contacto cuando la carcasa polimérica se acopla al mecanismo activo de aplicación de fuerza.

Por consiguiente, varias realizaciones de la presente invención describen dispositivos de fijación activa capaces de interactuar con aparatos dentales de carcasa polimérica para aplicar fuerzas utilizadas para el tratamiento ortodóntico. Como resultado, las realizaciones de la presente invención permiten conseguir lo anterior y prevén, además, la aplicación de fuerzas controladas durante un largo período de tiempo cuando se utilizan con aparatos dentales de carcasa polimérica. Todavía otras realizaciones de la presente invención permiten conseguir lo anterior y proporcionan, además, un número reducido de aparatos dentales de carcasa polimérica utilizados en el curso de un tratamiento ortodóntico. Otras realizaciones de la presente invención permiten conseguir lo anterior y proporcionan, además, un movimiento de dientes complejo que anteriormente no se podía obtener mediante el uso exclusivo de aparatos dentales de carcasa polimérica, lo que mejora la eficacia general de un tratamiento ortodóntico.

Aunque los procedimientos de ejemplos ilustrados en diagramas de flujo 500 y 600 muestran secuencias específicas y cantidad de etapas, la presente invención es adecuada para ejemplos alternativos. Por ejemplo, no se requieren todas las etapas que se prevén en el procedimiento. Además, a las etapas pueden añadirse etapas adicionales. Igualmente, las secuencias de etapas pueden modificarse dependiendo de la aplicación.

Se han descrito realizaciones, procedimientos y un sistema de la presente invención para aplicar películas delgadas a aparatos dentales de carcasa polimérica para mejorar la estética dental. Aunque la invención se describe junto con las realizaciones preferidas, se entiende que no se pretende limitar la invención a estas realizaciones. Por el contrario, la invención pretende cubrir alternativas, modificaciones y equivalentes, que pueden incluirse dentro del alcance de la invención tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Además, en la descripción detallada de la presente invención, se exponen numerosos detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión completa de la presente invención. Sin embargo, el experto en la materia reconocerá que la presente invención puede ponerse en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, no se han descrito con detalle métodos, procedimientos, componentes y circuitos bien conocidos para no dificultar innecesariamente aspectos de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo de fijación (300B) para interactuar con un aparato dental de carcasa polimérica (420), comprendiendo dicho dispositivo de fijación (300B):
- 5 un cuerpo de fijación de anclaje (350);
una superficie de unión (310) acoplada a dicho cuerpo de fijación de anclaje (350), estando configurada dicha superficie de unión (310) para fijar dicho cuerpo de fijación de anclaje (350) a un elemento dental (435);
un mecanismo activo de aplicación de fuerza (330) acoplado a dicho cuerpo de fijación de anclaje (350); y
10 una zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica (365) acoplada a dicho mecanismo activo de aplicación de fuerza (330), estando configurada dicha zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica (340) para hacer contacto con dicho aparato dental de carcasa polimérica (420) y aplicar una fuerza generada por dicho mecanismo activo de aplicación de fuerza (330) entre dicho elemento dental (435) y dicho aparato dental de carcasa polimérica (420) cuando dicho aparato dental de carcasa polimérica (420) se acopla a dicho mecanismo activo de aplicación de fuerza (330);
- 15 caracterizado por el hecho de que el dispositivo de fijación (300B) comprende dos mecanismos de aplicación de fuerza (360, 370) acoplados al cuerpo de fijación de anclaje (350), estando configurado el dispositivo de fijación (300B) para generar fuerzas a través de los dos mecanismos de aplicación de fuerza (360, 370) que se aplican en direcciones diferentes.
- 20 2. Dispositivo de fijación (300B) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende, además: un elemento de unión (430) acoplado a dicha superficie de unión (310), en el que dicho elemento de unión (430) está configurado para adherir dicha superficie de unión (310) al citado elemento dental (435).
- 25 3. Dispositivo de fijación (300B) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho mecanismo activo de aplicación de fuerza (330) comprende un muelle, un muelle de par giratorio, una estructura de ala (370) o una estructura corrugada.
- 30 4. Dispositivo de fijación (300B) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de los mecanismos de aplicación de fuerza (360, 370) comprende toda o una parte de una estructura en N en forma de ala del dispositivo de fijación (300B).
- 35 5. Dispositivo de fijación (300B) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada uno de los mecanismos de aplicación de fuerza (360, 370) comprende una zona de contacto del aparato dental de carcasa polimérica (365) acoplada a los mecanismos de aplicación de fuerza (360, 370).

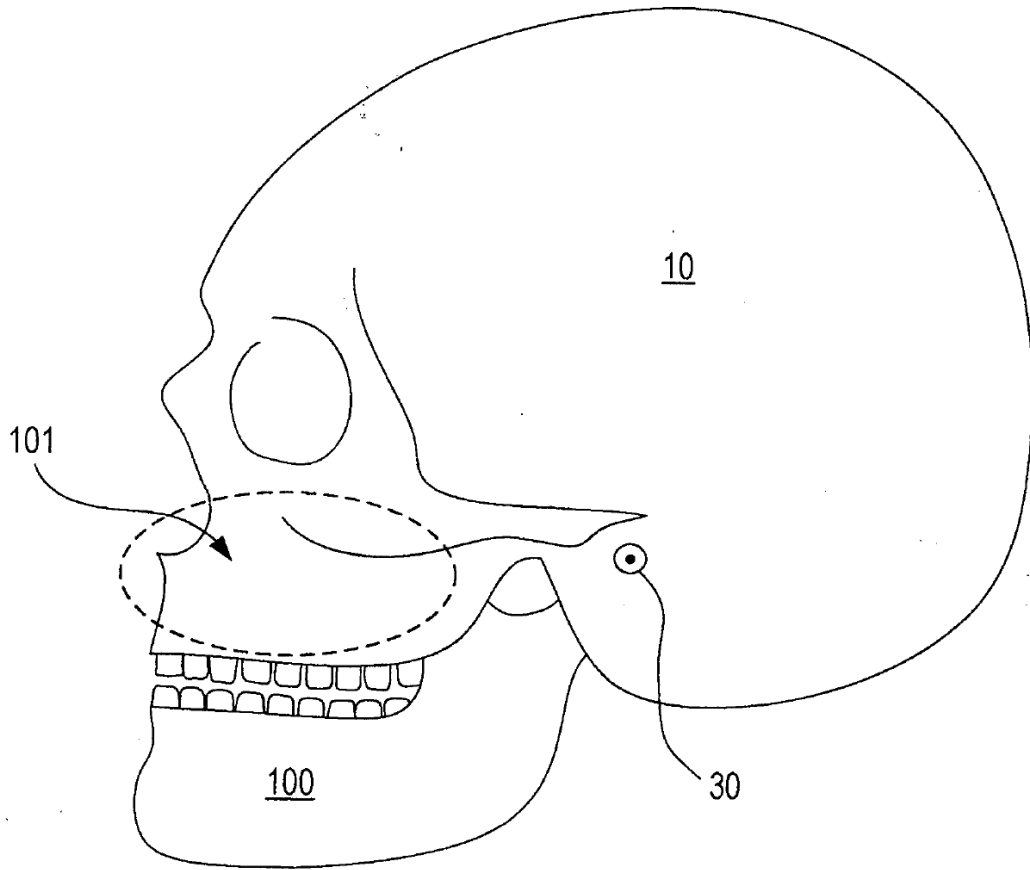


FIG. 1

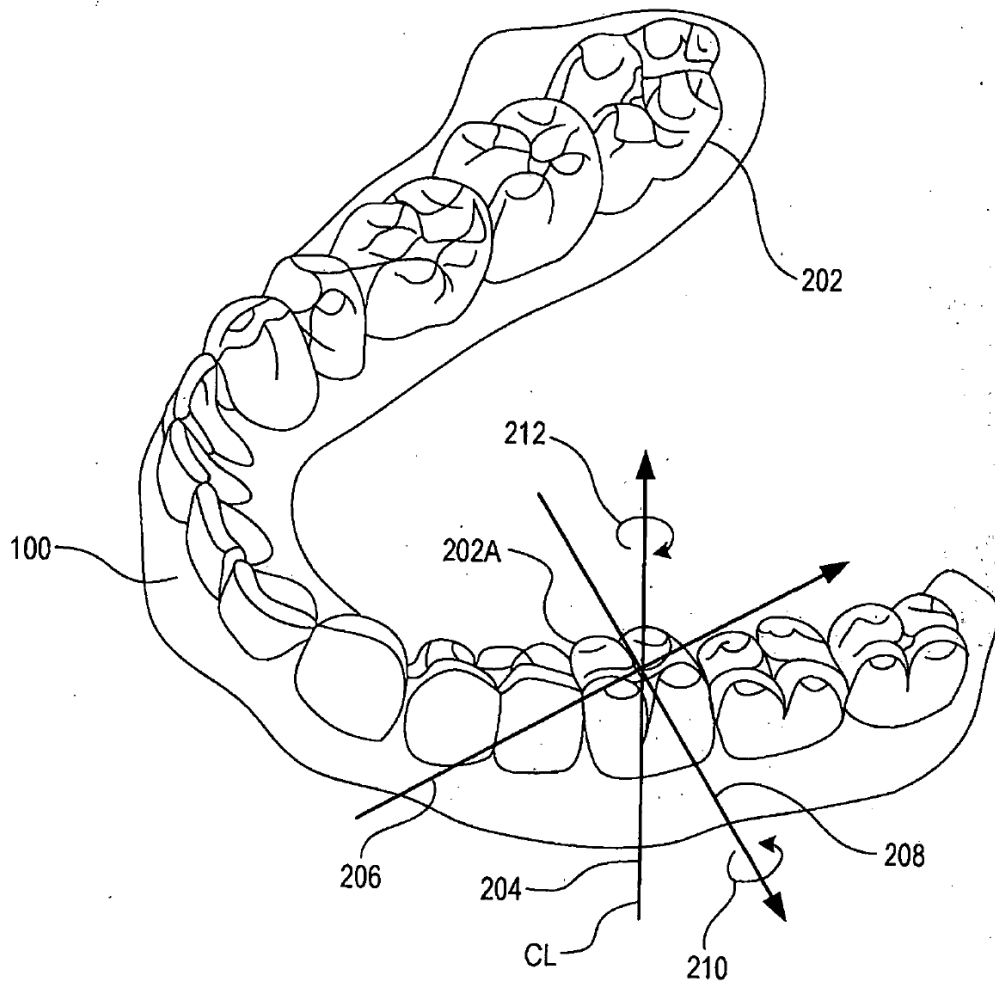


FIG. 2A

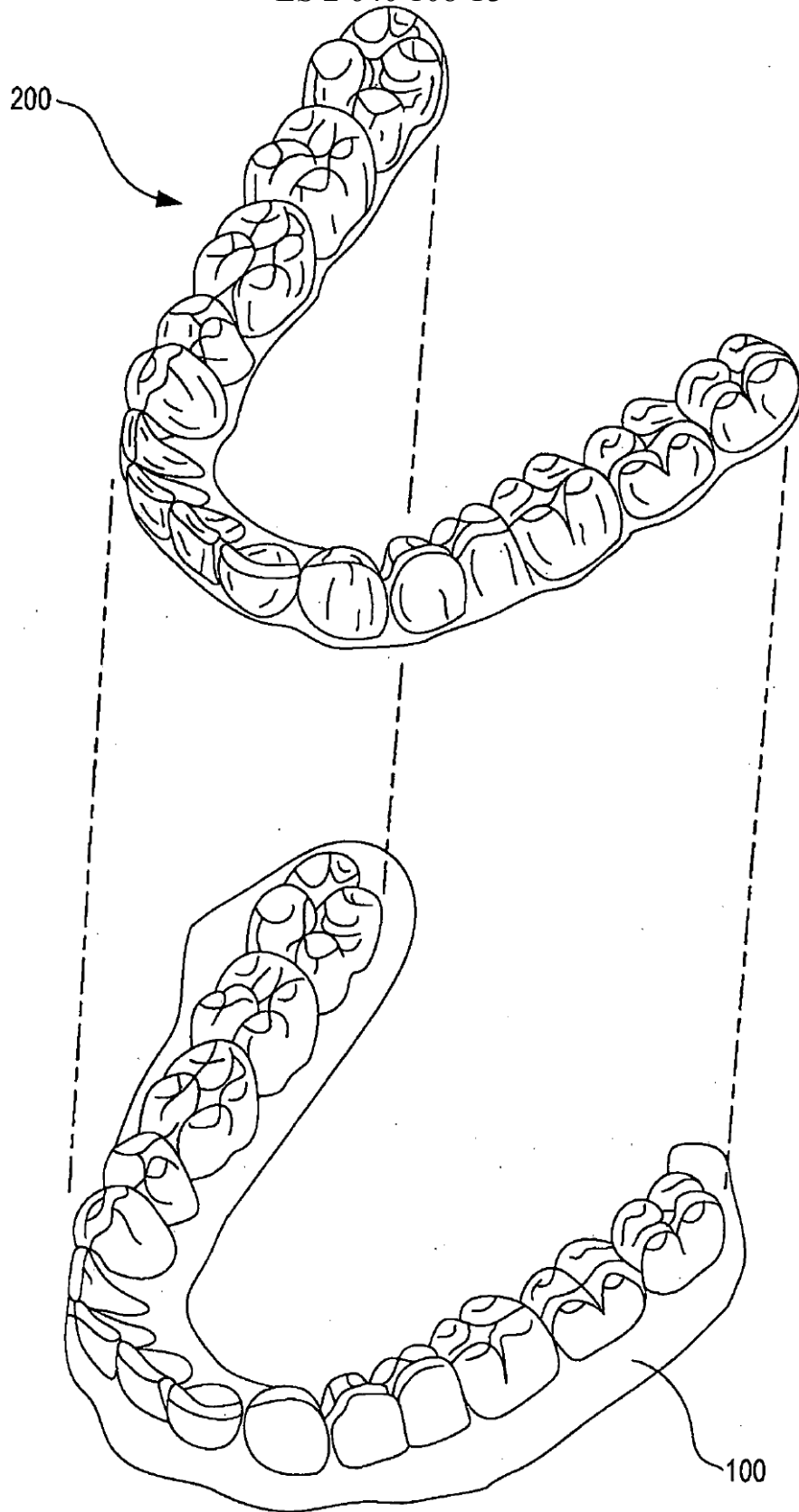


FIG. 2B

300A

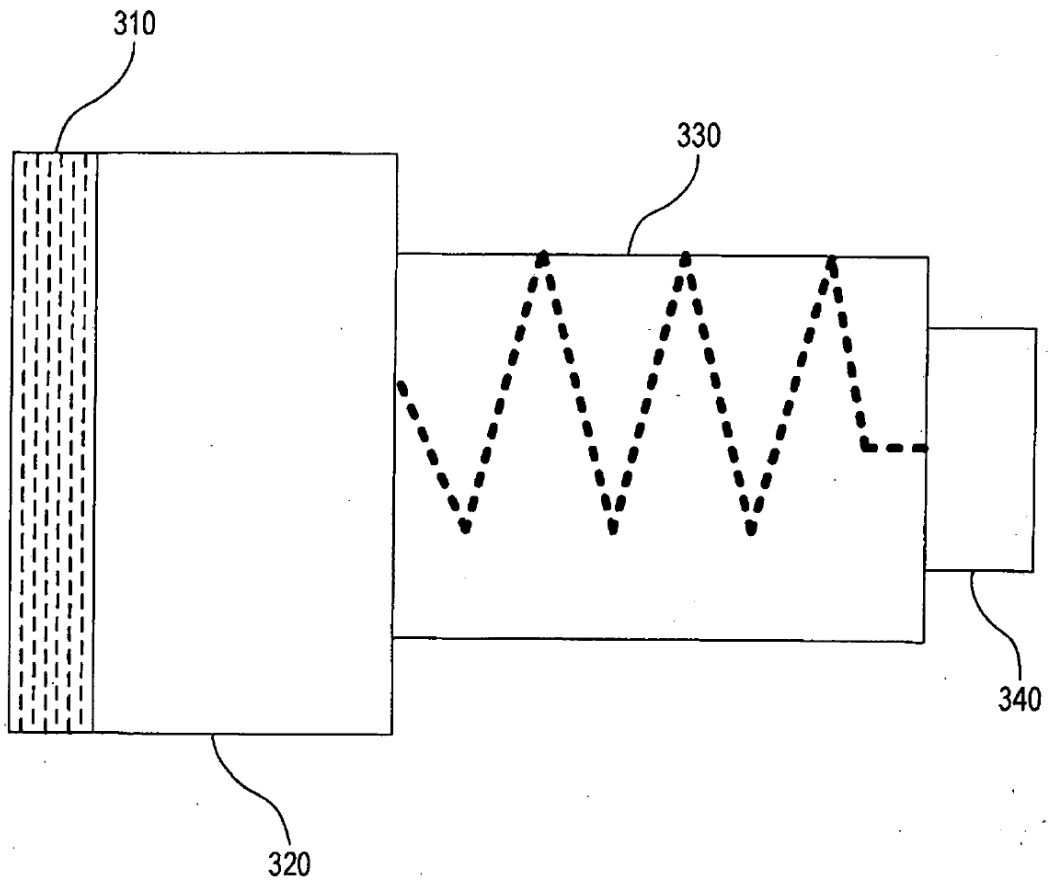


FIG. 3A

300B

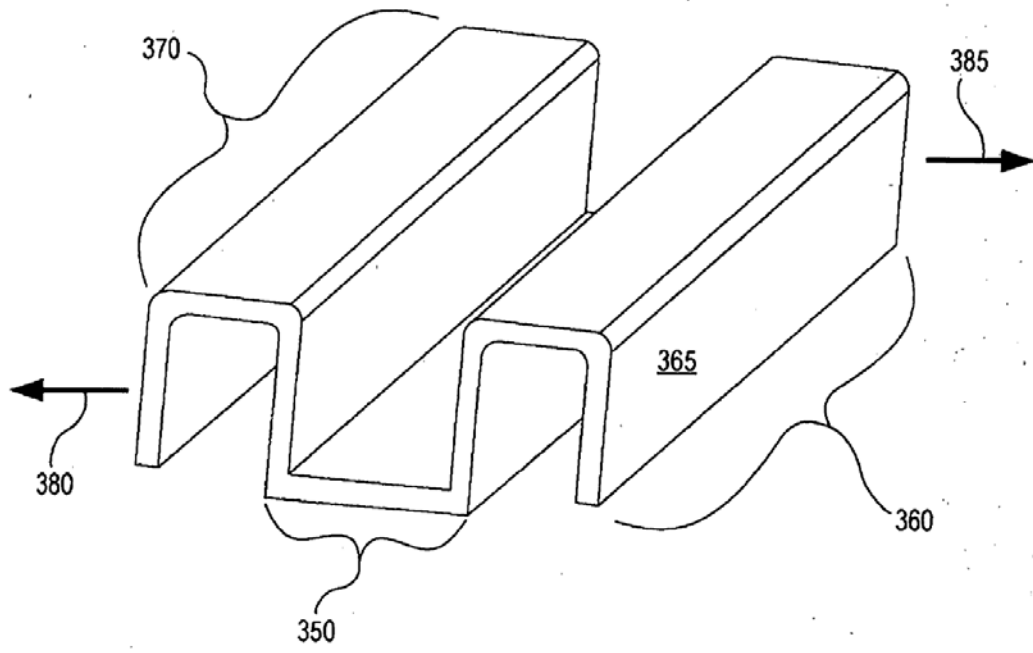


FIG. 3B

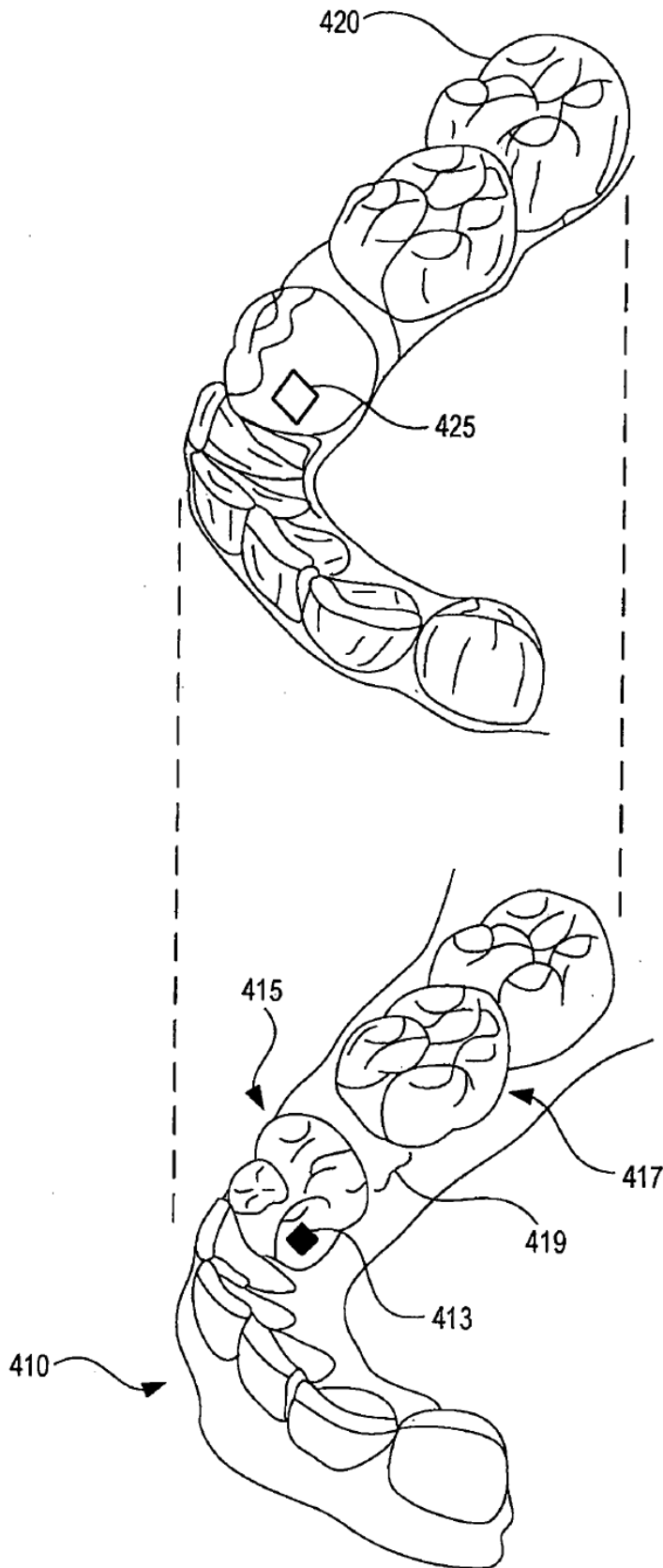


FIG. 4A

400B

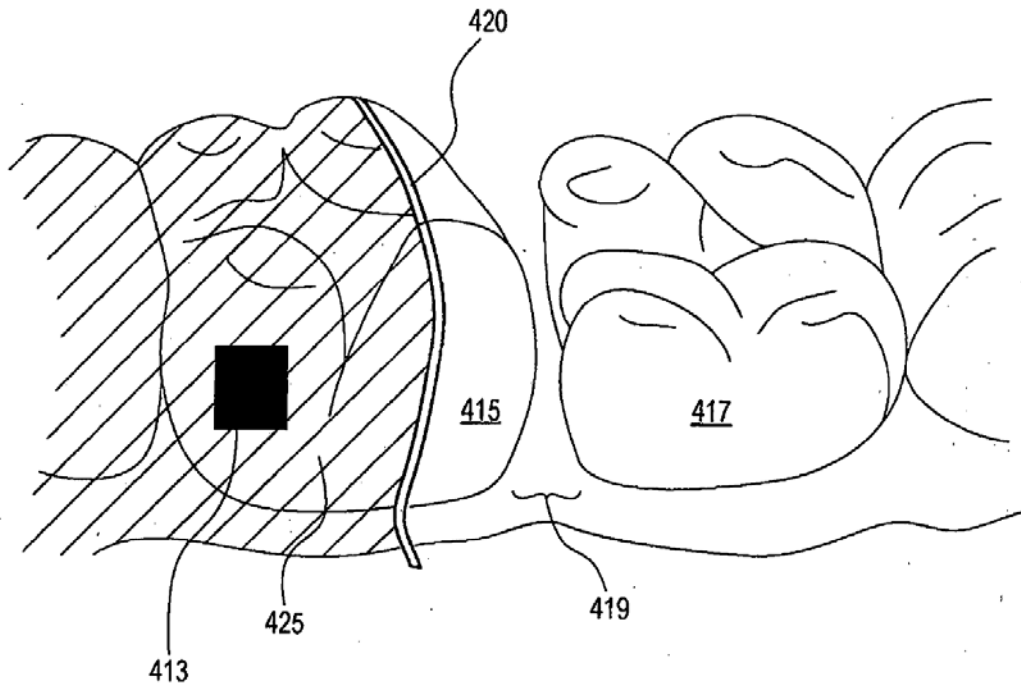


FIG. 4B

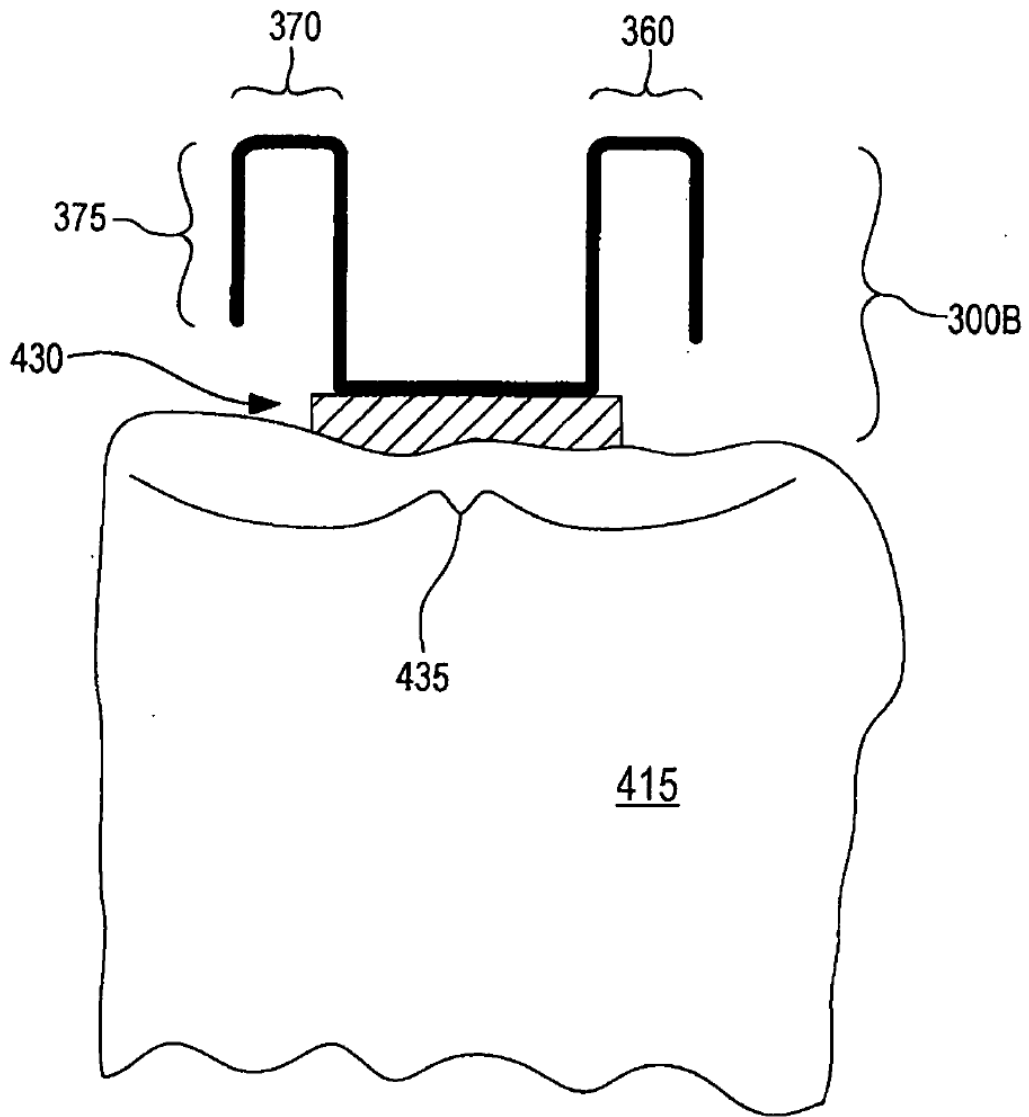


FIG. 4C

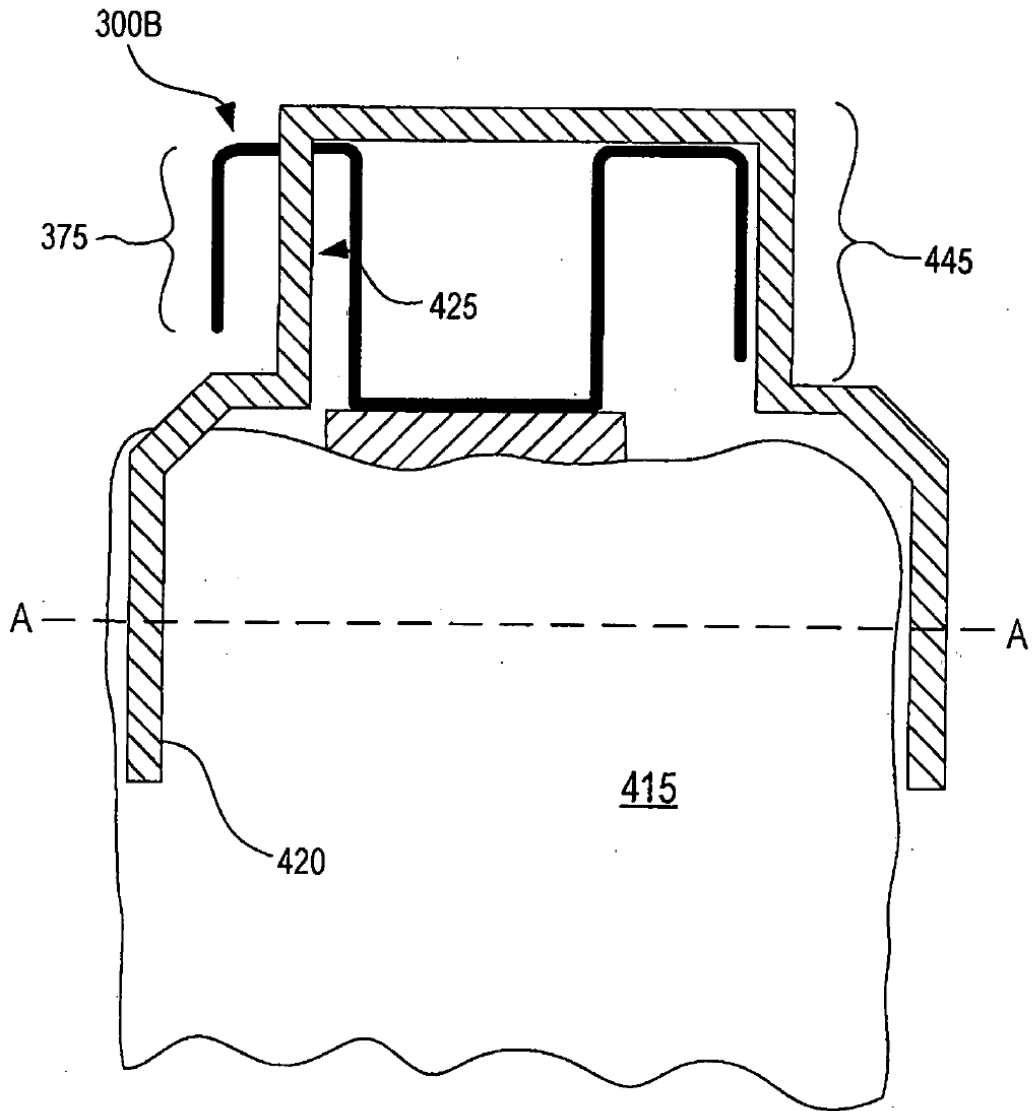


FIG. 4D

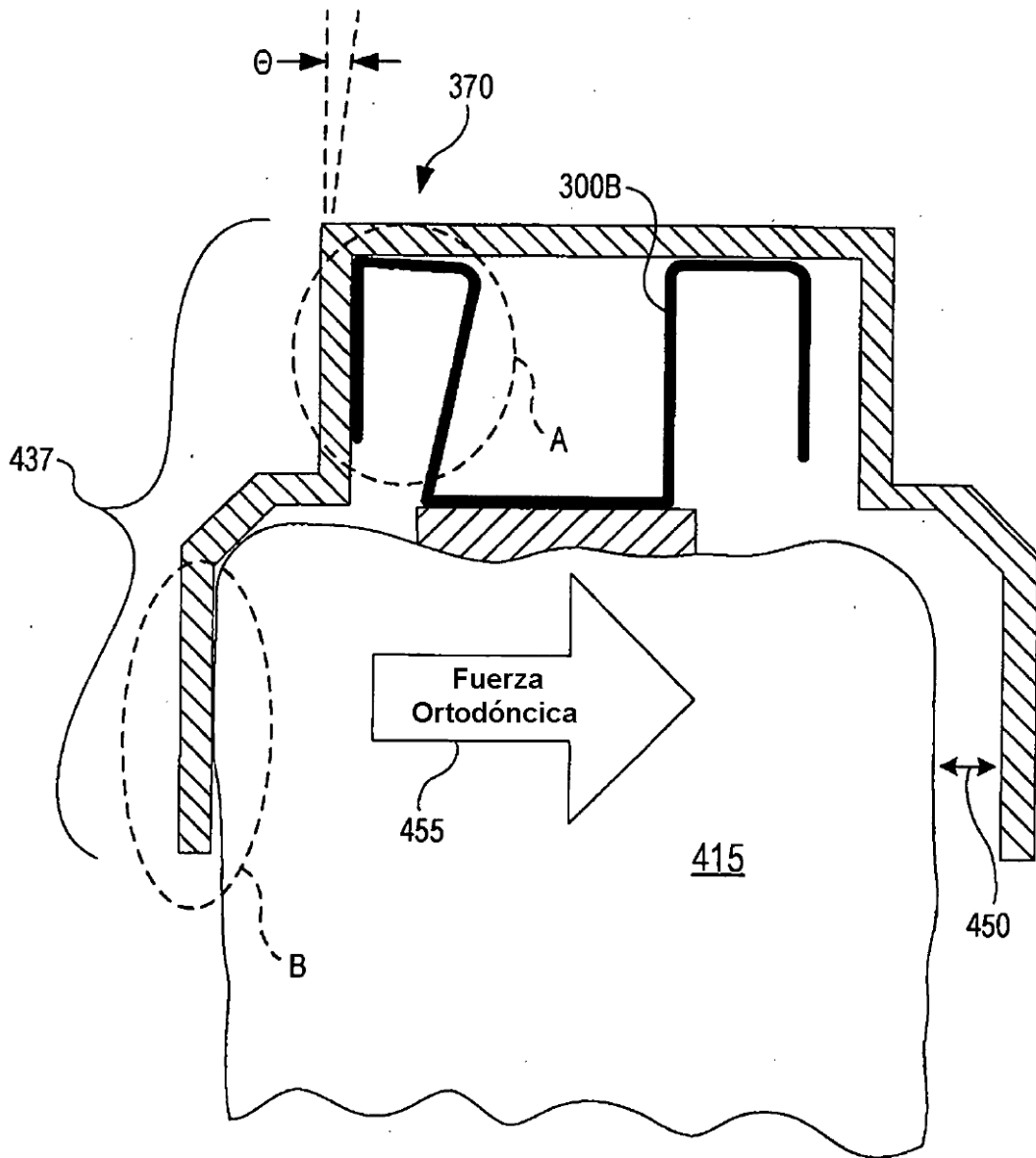


FIG. 4E

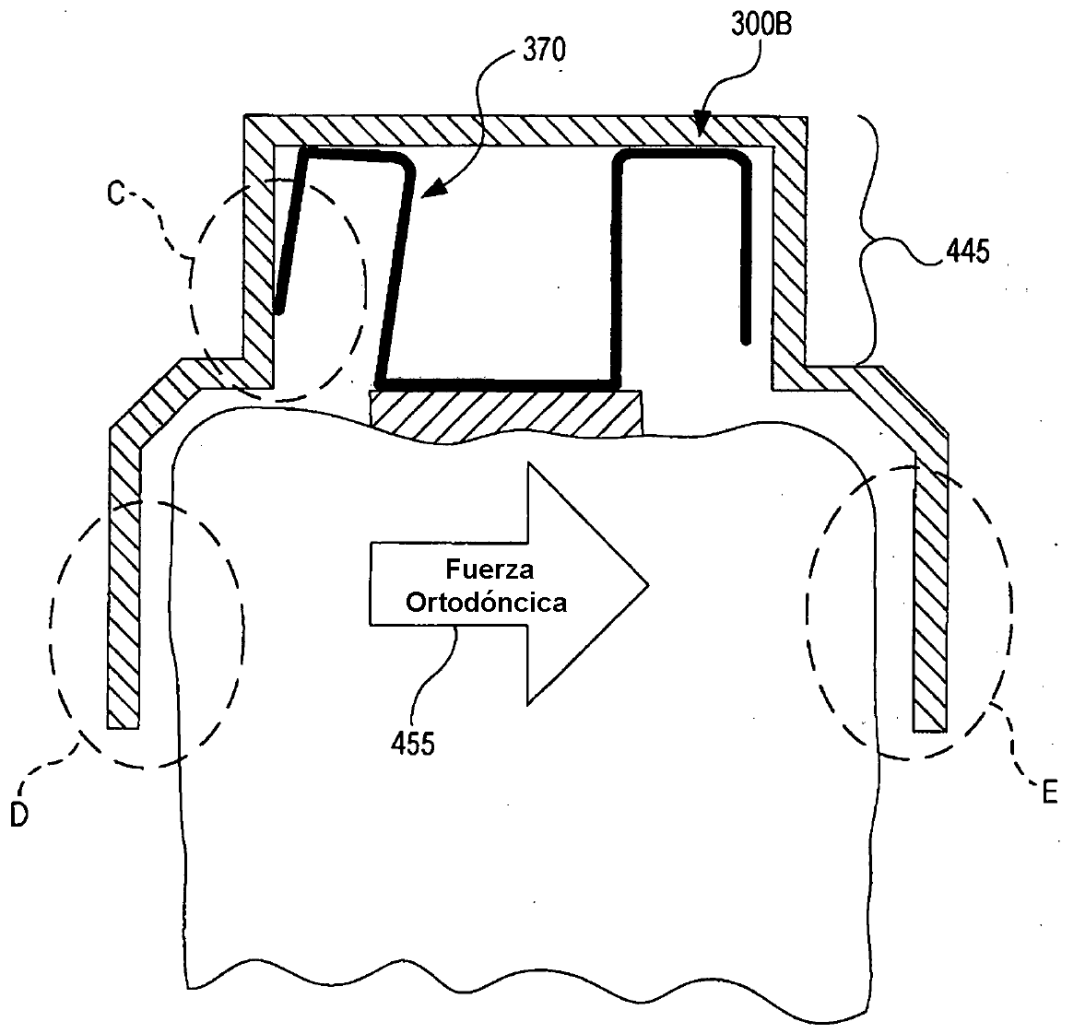


FIG. 4F

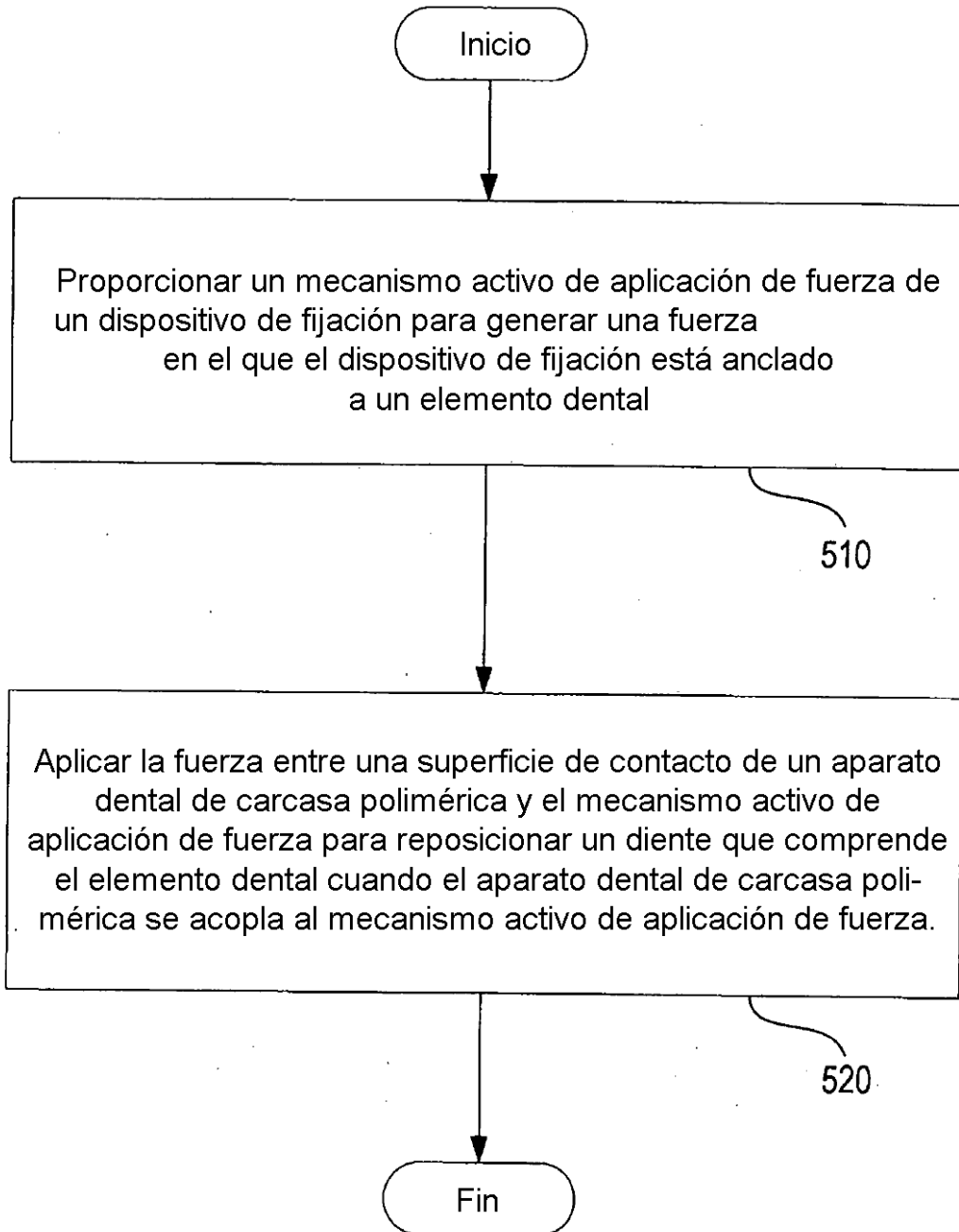


FIG. 5

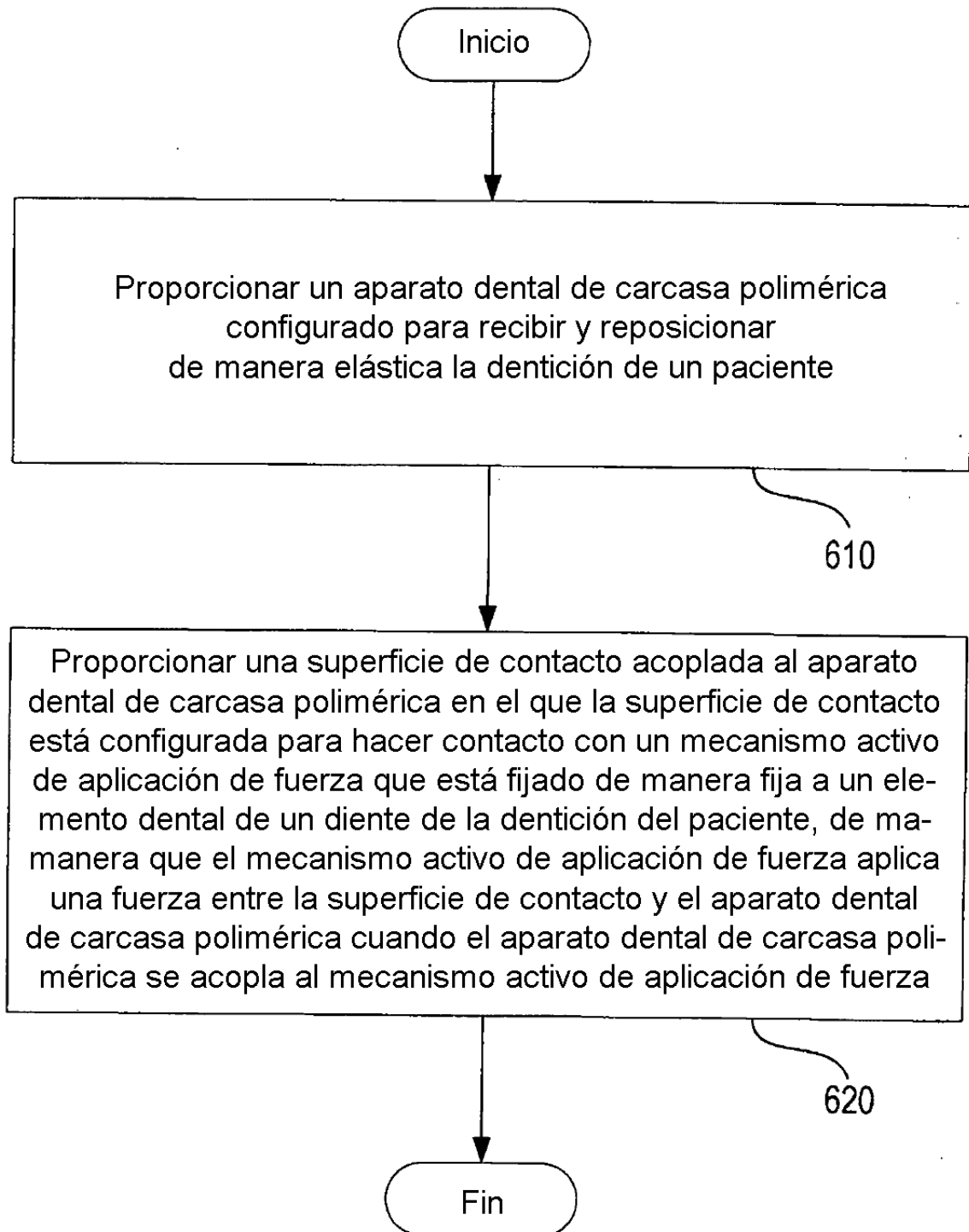


FIG. 6

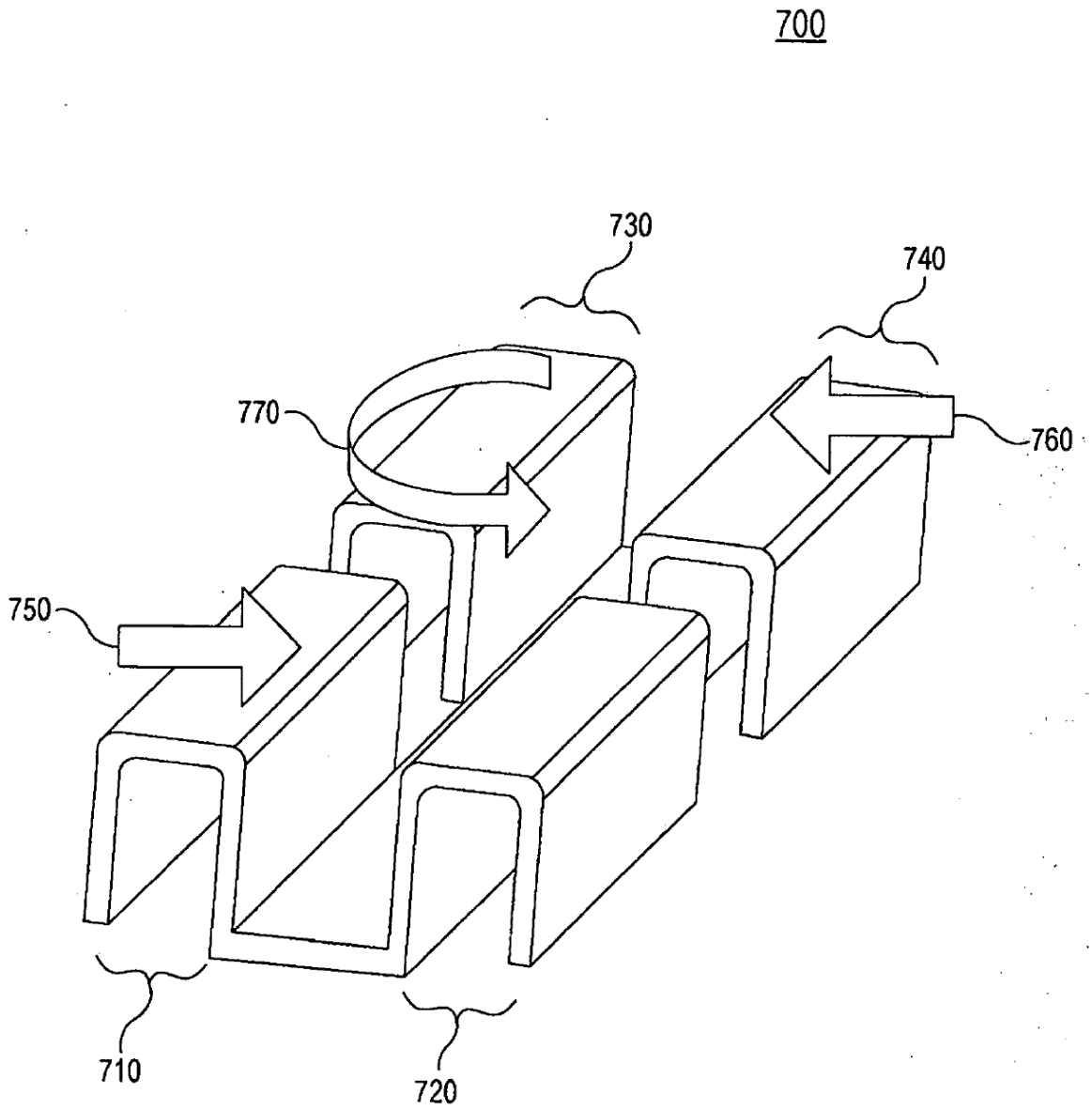


FIG. 7

800A

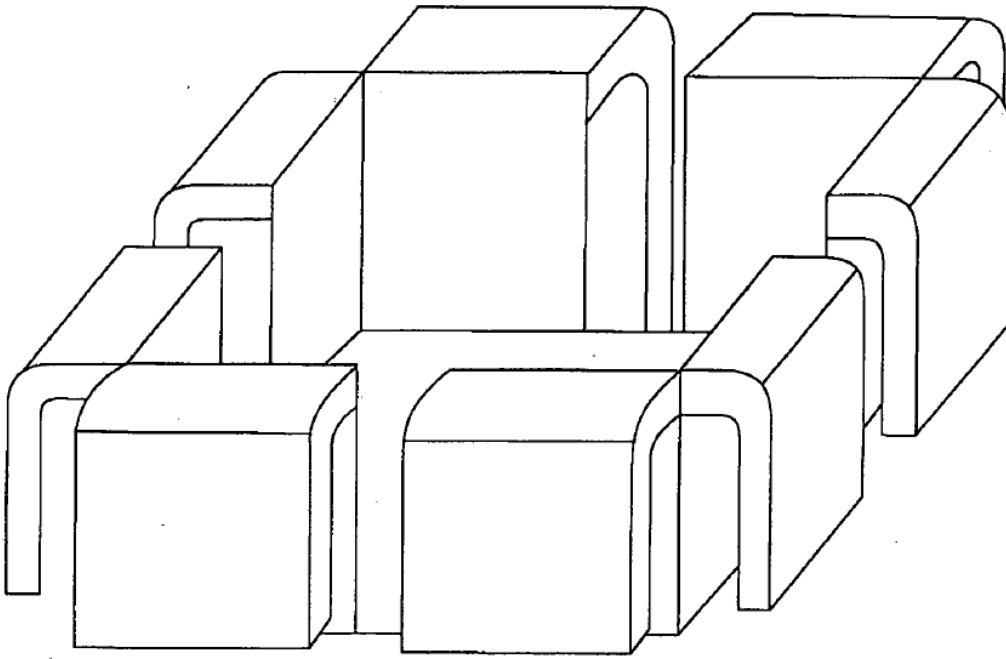


FIG. 8A

800B

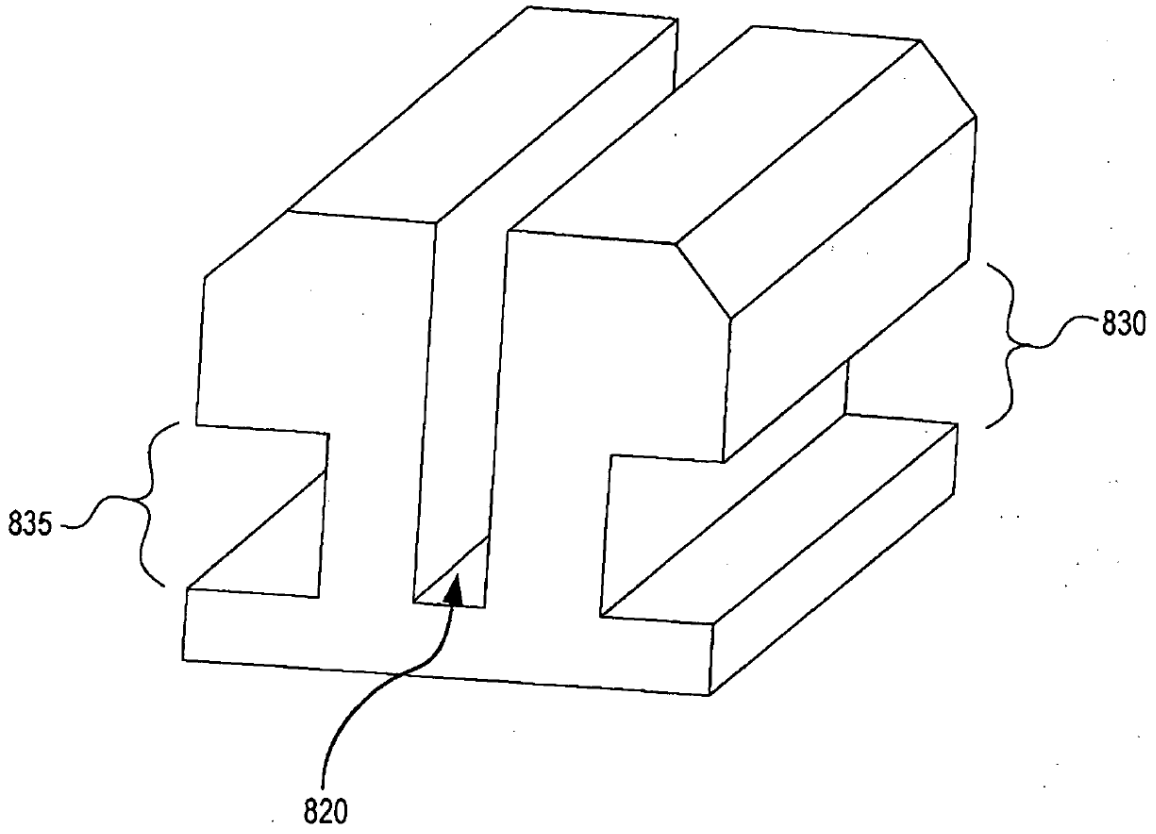


FIG. 8B

800C

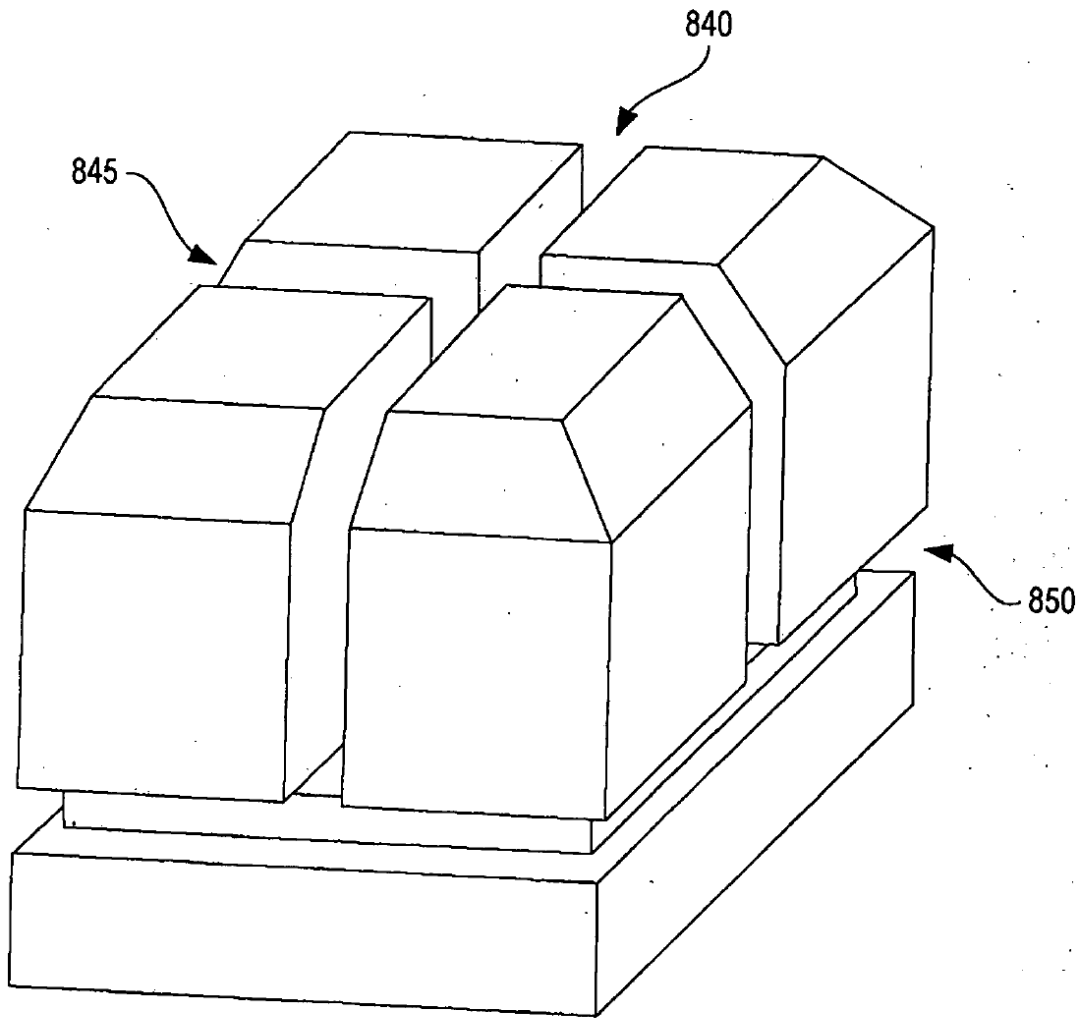


FIG. 8C

800D

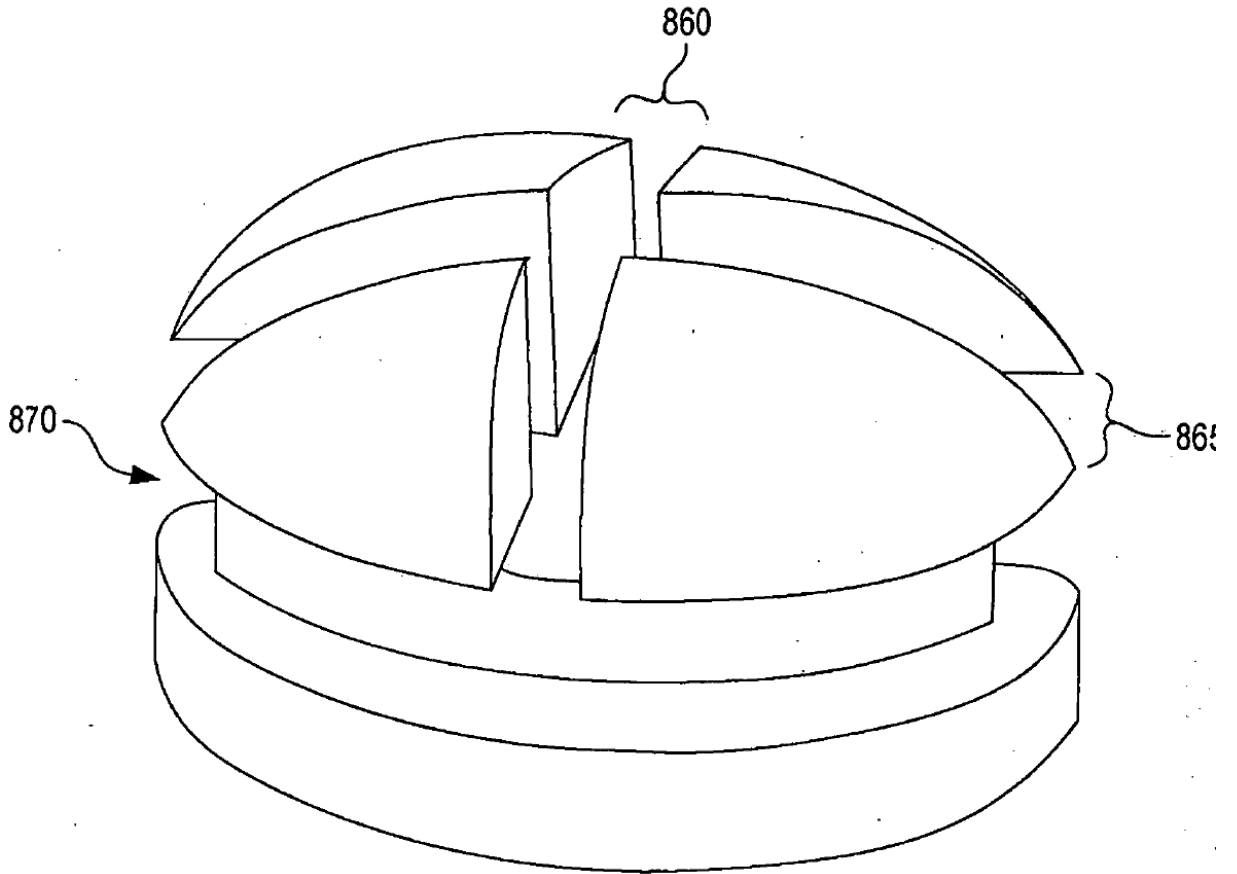


FIG. 8D