

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 301**

51 Int. Cl.:

**A61C 7/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.05.2015 PCT/IB2015/000744**

87 Fecha y número de publicación internacional: **26.11.2015 WO15177629**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.05.2015 E 15726682 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2019 EP 3145439**

54 Título: **Procedimiento de formación de una funda ortodóntica sobre un molde con zonas debilitadas**

30 Prioridad:

**21.05.2014 US 201462001489 P**  
**19.05.2015 US 201514716601**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**24.02.2020**

73 Titular/es:

**ALIGN TECHNOLOGY, INC. (100.0%)**  
**2820 Orchard Parkway**  
**San Jose, CA 95134, US**

72 Inventor/es:

**WEBBER, PETER;**  
**TANUGULA, ROHIT;**  
**SAMBU, SHIVA y**  
**TJHIA, CRYSTAL**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 744 301 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

Procedimiento de formación de una funda ortodóntica sobre un molde con zonas debilitadas

### Campo técnico

5 Las realizaciones de la presente invención se refieren al campo de moldes de prototipado rápido y, en particular, a un molde rompible formado utilizando una técnica de prototipado rápido.

### Antecedentes

10 Para algunas aplicaciones, se forman fundas alrededor de moldes para conseguir un negativo del molde. Entonces se retiran las fundas de los moldes para utilizarlas también para diversas aplicaciones. Una aplicación ejemplar en la que se forma una funda alrededor de un molde y se utiliza después es la odontología correctiva o el tratamiento ortodóntico. En dicha aplicación, el molde es de un arco dental para un paciente y la funda es un alineador que se utilizará para alinear uno o más dientes del paciente.

15 Un reto con moldes utilizados para formar fundas es la posterior retirada de las fundas de los moldes. Con el fin de garantizar que una funda podrá retirarse de un molde sin dañar o deformar permanentemente la funda, pueden limitarse las formas y tipos de los elementos que están incluidos en el molde. Por ejemplo, los elementos con entalladuras importantes (que también se denominan inclinación negativa) y/o elementos complejos pueden perjudicar la retirada de la funda del molde.

El documento US 2008/0233528 A1 desvela un procedimiento para formar una bandeja de unión sobre un modelo de arco dental al que se fija un aparato de ortodoncia.

### Sumario de la invención

20 La invención se refiere a un procedimiento de formación de una funda sobre un molde rompible como se define en la reivindicación independiente 1.

### Breve descripción de los dibujos

La presente invención se ilustra a modo de ejemplo, y no de limitación, en las figuras de los dibujos adjuntos.

25 La **Figura 1** ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento de fabricación de un molde rompible, de acuerdo con una realización.

La **Figura 2** ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento de uso de un molde rompible para fabricar una funda, de acuerdo con una realización.

La **Figura 3A** ilustra una primera vista de una funda formada sobre un molde rompible, de acuerdo con una realización.

30 La **Figura 3B** ilustra una segunda vista de una funda formada sobre un molde rompible, de acuerdo con una realización.

La **Figura 4A** ilustra la primera vista de un la **Figura 3A** después de haberse retirado una primera sección del molde rompible de la funda, de acuerdo con una realización.

35 La **Figura 4B** ilustra la segunda vista de la **Figura 3B** después de haberse retirado la primera sección del molde rompible de la funda, de acuerdo con una realización.

La **Figura 5A** ilustra la primera vista de la **Figura 4A** después de haberse retirado una segunda sección del molde rompible de la funda, de acuerdo con una realización.

La **Figura 5B** ilustra la segunda vista de la **Figura 4B** después de haberse retirado la segunda sección del molde rompible de la funda, de acuerdo con una realización.

40 La **Figura 6A** ilustra la primera vista de la **Figura 5A** después de haberse retirado un resto del molde rompible de la funda, de acuerdo con una realización.

La **Figura 6B** ilustra la primera vista de la **Figura 6A** después de haberse cortado la funda, de acuerdo con una realización.

La **Figura 7A** ilustra un molde ejemplar de un arco dental con el elemento sujeto.

45 La **Figura 7B** ilustra un molde rompible ejemplar del arco dental de la **Figura 7A**.

La **Figura 8** ilustra un molde rompible ejemplar.

La **Figura 9** ilustra un molde rompible ejemplar.

La **Figura 10A** ilustra una primera vista de un molde rompible ejemplar de un arco dental con dientes apiñados.

La **Figura 10B** ilustra una segunda vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 10A**.

La **Figura 10C** ilustra una tercera vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 10A**.

5 La **Figura 11A** ilustra una primera vista de un molde rompible ejemplar de un arco dental con un diente inclinado hacia delante / hacia atrás.

La **Figura 11B** ilustra una segunda vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 11A**.

La **Figura 11C** ilustra una tercera vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 11A**.

La **Figura 11D** ilustra una cuarta vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 11A**.

10 La **Figura 12A** ilustra una primera vista de un molde rompible ejemplar de un arco dental con un diente ectópico.

La **Figura 12B** ilustra una segunda vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 12A**.

La **Figura 12C** ilustra una tercera vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 12A**.

La **Figura 13A** ilustra una primera vista de un molde rompible ejemplar de un arco dental con un diente fuera del arco.

15 La **Figura 13B** ilustra una segunda vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 13A**.

La **Figura 13C** ilustra una tercera vista del molde rompible ejemplar de la **Figura 13A**.

La **Figura 14** ilustra un diagrama de bloques de un dispositivo informático ejemplar, de acuerdo con realizaciones de la presente invención.

### **Descripción detallada**

20 En el presente documento se describen realizaciones de moldes rompibles y desviables y procedimientos de fabricación y uso de dichos moldes rompibles y desviables. Pueden diseñarse, fabricarse y utilizarse moldes rompibles y desviables que tienen una configuración segmentada. La configuración segmentada puede incluir múltiples secciones unidas por zonas debilitadas. Las zonas debilitadas pueden colocarse respecto a (por ejemplo, alrededor de) elementos con entalladuras o inclinaciones negativas. El molde también puede tener una configuración  
25 segmentada que incluye segmentos múltiples del cuerpo principal, en el que los segmentos están unidos entre sí por zonas debilitadas adicionales. Por ejemplo, un molde rompible o desvable puede seccionarse en dos o más secciones débilmente unidas, en el que una sección está sobre un primer lado de un elemento con una entalladura (por ejemplo, junto al elemento) y la segunda sección está sobre un segundo lado del elemento con la entalladura (por ejemplo, bajo el elemento). El molde rompible o desvable puede romperse o desviarse en las zonas debilitadas durante la formación de una funda sobre el molde rompible o después de que la funda se haya formado sobre el  
30 molde rompible (por ejemplo, durante la retirada de la funda del molde rompible o desvable). Las zonas debilitadas pueden romperse o desviarse ejerciendo una fuerza que es menor que una fuerza que haría que la funda se dañase o se deformase de manera permanente. De ese modo, las zonas debilitadas se romperán o desviarán antes de que la funda se deforme o se rompa. La rotura o desviación de las zonas debilitadas hace que el molde se separe al menos parcialmente en las secciones constituyentes (por ejemplo, completamente separado para un molde rompible o parcialmente separado para un molde desvable). En algunos casos, una o más secciones no puede/n separarse completamente de la funda y/u otras secciones del molde. Por ejemplo, una sección puede separarse en su mayor parte de otra sección, pero dejar un punto de conexión. Esto puede permitir una desviación y/o libertad adicional para la funda que va a retirarse sin daños. Cada una de las secciones puede retirarse entonces de la funda  
40 independientemente de las otras secciones.

El uso de un molde rompible o desvable de acuerdo con realizaciones en el presente documento permite que elementos complejos (por ejemplo, elementos con una textura de superficie rugosa), y/o elementos con entalladuras importantes se incorporen en fundas formadas. Por ejemplo, si el molde rompible o desvable es de un arco dental para un paciente y la funda es un alineador de ortodoncia que va a utilizarse para alinear uno o más dientes del  
45 paciente, entonces el molde rompible o desvable permite al alineador corregir problemas dentales tales como dientes muy apiñados, dientes inclinados hacia delante, dientes inclinados hacia atrás, dientes ectópicos, dientes fuera del arco, etc. El uso de un molde rompible o desvable también hace que la retirada de la funda del molde sea más fácil en otros casos. La funda también puede ser un retenedor de ortodoncia o una férula de ortodoncia a utilizar para al menos una de retención o colocación de uno o más dientes del paciente. El término alineador se utiliza en el presente documento para mencionar un alineador de ortodoncia, retenedor y/o férula que puede realizar una o más  
50 de alineación de dientes, retención de dientes y colocación de dientes. Sin el molde rompible o desvable, la capacidad para crear alineadores con elementos complejos que pueden facilitar la corrección de dichos problemas

dentales puede verse afectada. Asimismo, el uso de moldes rompibles o desviables como se describe en el presente documento permite que se coloquen elementos mejorados con entalladuras de moderadas a importantes sobre los dientes de un paciente (y se incluyan en el molde). Dichos elementos mejorados pueden facilitar la corrección dental permitiendo el tratamiento de diferentes y/o complejos problemas dentales. Además, el uso de moldes rompibles o desviables puede minimizar o eliminar el daño causado a fundas durante la retirada de los moldes de las fundas, reduciendo así una cantidad de producto desechado y, por tanto, el coste total.

Moldes rompibles y desviables de arcos dentales para la producción de alineadores de ortodoncia se describen con referencia a diversas realizaciones en el presente documento. Sin embargo, se entenderá que los moldes rompibles y desviables también pueden producirse para otros fines (por ejemplo, para moldear cualquier otro artículo de plástico deseado).

En el presente documento se analizan realizaciones con referencia a moldes rompibles, y a la formación de fundas sobre dichos moldes rompibles. Dichos moldes rompibles incluyen secciones que están separadas por una zona debilitada que puede romperse antes de la retirada de una funda de los moldes rompibles. Sin embargo, se entenderá que las realizaciones también se extienden a moldes desviables. Los molde desviables son sustancialmente similares a los moldes rompibles analizados en el presente documento, salvo que las zonas debilitadas pueden no romperse. Para dichas realizaciones, las zonas debilitadas pueden doblarse o desviarse durante la retirada de la funda del molde. Esta desviación de las zonas debilitadas puede permitir que se retire el molde desviable de la funda a pesar de elementos en el molde desviable que incluyen inclinación negativa o una entalladura. Por ejemplo, un facultativo puede ejercer una fuerza a una primera sección del molde desviable que desvíe una zona debilitada que conecta la primera sección a una segunda sección, haciendo así que la primera sección se separe parcialmente de la segunda sección. Esta fuerza puede hacer que la primera sección se retire o separe sustancialmente de la funda antes de que la segunda sección empiece a separarse de la funda. En consecuencia, se entenderá que todos los análisis de moldes rompibles en el presente documento también se aplican a moldes desviables.

La **Figura 1** ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento 100 de fabricación de un molde rompible, de acuerdo con una realización. En algunas realizaciones, una o más operaciones del procedimiento 100 se realiza/n mediante la lógica de procesamiento de un dispositivo informático. La lógica de procesamiento puede incluir hardware (por ejemplo, circuitería, lógica dedicada, lógica programable, microcódigo, etc.), software (por ejemplo, instrucciones ejecutadas por un dispositivo de procesamiento), firmware, o una combinación de los mismos. Por ejemplo, un módulo de modelado de moldes tal como el módulo de modelado de moldes 1450 de la **Figura 14** puede realizar una o más operaciones del procedimiento 100. Asimismo, una máquina de fabricación basada en instrucciones recibidas de lógica de procesamiento puede realizar algunas operaciones. Un usuario puede realizar alternativamente algunas operaciones (por ejemplo, basadas en la interacción del usuario con un módulo de modelado de moldes o programa de diseño).

En el bloque 105 del procedimiento 100, se determina una forma de un molde. En una realización, la forma se determina basándose en una exploración de un objeto a modelar. En el ejemplo de la ortodoncia, puede realizarse una exploración intraoral del arco dental de un paciente para generar un modelo virtual tridimensional (3D) del arco dental del paciente. Por ejemplo, puede realizarse una exploración completa de los arcos mandibulares y/o maxilares de un paciente para generar modelos virtuales 3D de los mismos. La exploración intraoral puede realizarse creando múltiples imágenes intraorales solapadas desde diferentes puestos de exploración y cosiendo después las imágenes intraorales entre sí para proporcionar un modelo virtual 3D compuesto. En otras aplicaciones, también pueden generarse modelos 3D virtuales basados en exploraciones de un objeto a modelar o basados en el uso de técnicas de diseño asistido por ordenador (por ejemplo, para diseñar el molde 3D virtual). Como alternativa, puede generarse un molde negativo inicial desde un objeto real a modelar. El molde negativo puede explorarse entonces para determinar una forma de un molde positivo que se producirá.

Haciendo referencia de nuevo al ejemplo de la ortodoncia, pueden generarse múltiples moldes diferentes para un único paciente. Un primer molde es un modelo del arco dental y/o los dientes del paciente tal como existen en la actualidad, y un molde final es un modelo del arco dental y/o los dientes del paciente después de la corrección de uno o más dientes y/o una mandíbula. Pueden modelarse múltiples moldes intermedios, cada uno de los cuales puede ser paulatinamente diferente a los moldes anteriores. Pueden formarse alineadores desde cada molde para proporcionar fuerzas para mover los dientes del paciente. La forma del molde final y cada molde intermedio puede determinarse calculando la progresión del desarrollo del diente durante el tratamiento de ortodoncia desde la colocación y orientación del diente inicial hasta la colocación y orientación del diente corregido. Cada molde puede utilizarse para fabricar un alineador que ejerza fuerzas a los dientes del paciente en una etapa particular del tratamiento de ortodoncia.

Puede diseñarse una funda para contener elementos (salientes, protuberancias, extremos, etc.) que no son naturales para la dentición del paciente. Estos elementos pueden facilitar la aplicación de fuerzas deseadas particulares para recolocar dientes o colocar la mandíbula. Estos elementos pueden estar incluidos en la forma del molde con el fin de fabricar la funda del alineador.

En algunos casos, un odontólogo puede formar sujeciones o elementos sobre algunos de los dientes de un paciente.

Estos elementos no naturales adicionales pueden utilizarse para facilitar que se ejerzan fuerzas particulares deseadas sobre los dientes del paciente para recolocar los dientes (por ejemplo, para girar y/o mover los dientes). Los elementos también pueden ejercer fuerzas para facilitar el movimiento mandibular. Estas sujeciones o elementos pueden incluir salientes, protuberancias, extremos, etc. pequeños, medianos y grandes que se forman de un material compuesto duro que se adhiere a los dientes del paciente. Dichos elementos pueden estar incluidos en la forma determinada del molde. Por ejemplo, estos elementos pueden colocarse antes de que se explore el arco dental del paciente y, por tanto, pueden reflejarse en un modelo virtual 3D del arco dental.

De manera adicional o alternativa, pueden añadirse elementos en un modelo (por ejemplo, un modelo 3D generado basándose en una exploración intraoral 3D de la mandíbula de un paciente u otro sitio dental). El molde rompible o desviable generado a partir del modelo incluiría entonces los elementos aunque dichos elementos no estén presentes en la boca del paciente. En consecuencia, pueden añadirse elementos antes o después de que se realice la exploración intraoral.

En el bloque 110, están identificados uno o más elementos de la forma determinada para el molde que tienen formas complejas y o entalladuras. En una realización, la lógica de procesamiento identifica dichos elementos. Por ejemplo, la lógica de procesamiento puede procesar un modelo virtual 3D para identificar todos los elementos con entalladuras que alcanzan algún umbral. El umbral puede ser una cantidad particular de entalladura (por ejemplo, 0,2 mm de entalladura, 0,4 mm de entalladura, 1,0 mm de entalladura, etc.). Asimismo, pueden utilizarse múltiples umbrales diferentes para identificar elementos que podrían ser problemáticos. De manera alternativa o adicional, un odontólogo puede identificar elementos complejos y/o elementos con entalladuras. Por ejemplo, el odontólogo puede resaltar o delinear dichos elementos en un modelo virtual 3D utilizando una herramienta de dibujo y/o una aplicación de diseño asistido por ordenador (por ejemplo, utilizando un módulo de modelado de moldes). Algunos ejemplos de elementos notables que podrían tener entalladuras que son suficientemente pronunciadas para causar problemas incluyen sujeciones colocadas por el odontólogo, dientes apiñados, dientes inclinados hacia delante, dientes inclinados hacia atrás, dientes ectópicos, dientes fuera del arco, etc.

En el bloque 115, se hace una determinación de cómo segmentar el molde 3D virtual para formar un molde rompible o desviable. En una realización, dicha determinación se hace mediante lógica de procesamiento. Por ejemplo, en el bloque 120 la lógica de procesamiento o un odontólogo pueden determinar dónde colocar las zonas debilitadas respecto a los elementos identificados potencialmente problemáticos, y puede dividir el molde 3D virtual en múltiples secciones que están unidas por las zonas debilitadas. En una realización, la lógica de procesamiento coloca una o más zonas debilitadas alrededor de un elemento problemático (por ejemplo, un elemento con una entalladura y/o una forma compleja) para que el elemento problemático se incluya en una sección distinta que el resto del molde. En un ejemplo sencillo, un molde puede dividirse en dos secciones, en el que una primera sección está sobre un primer lado del elemento y una segunda sección está frente a la primera sección respecto al elemento (por ejemplo, sobre un lado opuesto del elemento).

Pueden conseguirse zonas debilitadas basándose en al menos uno de una geometría debilitadora, parámetros de construcción debilitadora, o materiales que introducen debilitamiento. Por ejemplo, la resistencia de una zona debilitada puede controlarse modificando el largo, ancho, alto y/o número de estructuras de apoyo (por ejemplo, puntales de apoyo) que están incluidas en una zona debilitada. Las ubicaciones, dimensiones y resistencias de las zonas debilitadas pueden ser importantes para la función del molde rompible. En una realización, las zonas debilitadas deben diseñarse para soportar las fuerzas y tensiones del termoformado o formado a presión, siendo al mismo tiempo suficientemente débiles como para partirse al ser manipuladas por un técnico o manipulador robótico controlado por ordenador. Asimismo, las zonas debilitadas deben configurarse de manera que no afecten significativamente a una forma final de la funda (por ejemplo, causar imperfecciones o artefactos no deseados en una zona de la funda formada sobre la zona debilitada). Por ejemplo, la parte de la zona debilitada que interactuará con la funda puede ser sólida (por ejemplo, en el ejemplo de zona debilitada que incluye un corte o espacio que no se extiende a una superficie del molde rompible). Dicho de otro modo, la zona debilitada puede incluir un hueco o un corte en una sección transversal entre dos secciones en el molde rompible que se extiende a través de menos de una totalidad del molde rompible en la sección transversal. En otro ejemplo, un espacio o hueco entre dos secciones puede extenderse a la superficie del molde rompible que interactúa con la funda, pero el espacio puede ser suficientemente estrecho para no causar artefactos en la funda formada sobre el molde rompible.

En el bloque 125, la lógica de procesamiento o un técnico pueden determinar configuraciones para las zonas debilitadas que van a unirse a las secciones del molde. Esto puede incluir determinar las formas de las zonas debilitadas y las resistencias de las zonas debilitadas (por ejemplo, que controlan cuánta fuerza es necesaria para romper la zona debilitada) así como cómo va a debilitarse cada una de las zonas debilitadas. Por ejemplo, un tipo de zona debilitada es un corte que se extiende gran parte del camino a través del molde. El corte puede extenderse cerca de, pero no penetrar, una superficie superior del molde que entrará en contacto con una funda. Otro tipo de zona debilitada es un hueco que separa dos secciones con una o múltiples estructuras de apoyo que abarcan el hueco. Otro tipo de zona debilitada es una serie de perforaciones entre dos o más secciones. También son posibles otros tipos de zonas debilitadas.

En el bloque 128, se fabrica el molde rompible. En una realización, el molde rompible se fabrica basándose en un modelo virtual 3D del molde rompible. En una realización, el modelo virtual 3D incluye cada una de las secciones del

molde rompible así como las zonas debilitadas. En consecuencia, el molde rompible puede fabricarse como un único cuerpo uniforme con estas secciones y las zonas debilitadas incorporadas en el diseño del molde rompible. De manera alternativa o adicional, pueden introducirse una o más zonas debilitadas en el molde rompible y/o el molde rompible puede dividirse en una o más secciones por medio de un procedimiento de post-procesado. Por ejemplo, pueden formarse uno o más cortes, perforaciones, orificios, etc. en el molde rompible utilizando una sierra, un taladro, una cortadora láser, un cortador de plasma, un cuchillo, etc. después de haberse formado el molde rompible.

En una realización, el molde rompible se fabrica utilizando una técnica de fabricación de prototipado rápido. Un ejemplo de una técnica de fabricación de prototipado rápido es la impresión 3D. La impresión 3D incluye cualesquiera procesos de fabricación aditiva basados en capas. Una impresora 3D puede recibir una entrada del modelo virtual 3D del molde rompible (por ejemplo, como un archivo de diseño asistido por ordenador (CAD) o archivo imprimible en 3D tal como un archivo de estereolitografía (STL)), y puede utilizar el modelo virtual 3D para crear el molde rompible. La impresión 3D puede conseguirse utilizando un proceso aditivo, en el que se forman sucesivas capas en formas proscritas. La impresión 3D puede realizarse utilizando deposición por extrusión, unión de materiales granulares, laminación, fotopolimerización, u otras técnicas.

En una realización, la estereolitografía (SLA), también conocida como formación de imágenes sólidas por fabricación óptica, se utiliza para fabricar un molde SLA rompible. En SLA, el molde rompible se fabrica imprimiendo sucesivamente capas finas de un material fotocurable (por ejemplo, una resina polimérica) unas encima de otras. Una plataforma descansa en una bañera de un fotopolímero o resina líquida justo debajo de una superficie de la bañera. Una fuente de luz (por ejemplo, un láser ultravioleta) traza un patrón sobre la plataforma, curando el fotopolímero en el que la fuente de luz está dirigida, para formar una primera capa del molde rompible. La plataforma se baja gradualmente, y la fuente de luz traza un nuevo patrón sobre la plataforma para formar otra capa del molde rompible en cada incremento. Este proceso se repite hasta que el molde rompible está completamente fabricado. Cada capa puede tener un ancho de entre 25 micrómetros y 200 micrómetros. Una vez formadas todas las capas del molde rompible, el molde rompible puede limpiarse y curarse.

En una realización, el molde rompible o desviable se genera como múltiples moldes distintos que se unen después. En dicha realización, pueden fabricarse dos o más secciones como moldes distintos. Estos moldes distintos pueden unirse de una manera que les permita desviarse después unos de otros o separarse. De este modo, las intersecciones entre los moldes/secciones distintas pueden formar las zonas debilitadas. En un ejemplo, diferentes secciones se unen por un pegamento elástico o flexible para permitir la desviación. En otro ejemplo, diferentes secciones se unen por un pegamento relativamente débil que detendrá la fijación de las secciones entre sí cuando se ejerza suficiente fuerza (por ejemplo, durante la retirada de una funda del molde). En otro ejemplo, las diferentes secciones se entrelazan de tal manera que son separables cuando se ejerce una fuerza adecuada.

La **Figura 2** ilustra un diagrama de flujo para un procedimiento 200 de utilización de un molde rompible para fabricar una funda, de acuerdo con una realización. En el bloque 205 del procedimiento 200, se proporciona un molde rompible. El molde rompible puede haber sido fabricado de acuerdo con el procedimiento 100 de la **Figura 1**. El molde rompible incluye al menos dos secciones que están unidas por una zona debilitada. El molde rompible puede incluir cualquier número de secciones en una realización, y puede incluir zonas debilitadas en cada intersección de dos o más secciones. La colocación de zonas debilitadas y números de secciones puede ser alojar elementos en el molde rompible que tienen entalladuras o inclinación negativa.

En el bloque 210, se forma una funda sobre el molde rompible. En una realización, una lámina de material se forma a presión o se termoforma sobre el molde rompible. La lámina puede ser, por ejemplo, una lámina de plástico (por ejemplo, un termoplástico elástico). Para termoformar la funda sobre el molde rompible, la lámina de material puede calentarse a una temperatura a la que la lámina se vuelve maleable. Puede aplicarse presión al mismo tiempo a la lámina para formar la lámina ahora maleable alrededor del molde rompible. Una vez se enfría la lámina, tendrá una forma que se ajuste al molde rompible. En una realización, un agente de liberación (por ejemplo, un material antiadherente) se aplica al molde rompible antes de formar la funda. Esto puede facilitar la posterior retirada del molde rompible de la funda.

En el bloque 215, la funda puede marcarse y/o recortarse mientras sigue sobre el molde rompible. Por ejemplo, si el molde rompible es de un arco dental y la funda es un alineador de ortodoncia para alinear los dientes de un paciente, entonces puede identificarse y cortarse una línea de corte gingival (u otra línea de corte). Puede utilizarse una cortadora láser, un cortador de plasma, o un cortador mecánico (por ejemplo, una fresadora de cinco ejes) para cortar la línea de corte gingival u otra línea de corte. En una realización, el alineador no se corta hasta después de que la funda se retire del molde rompible. Como alternativa, el alineador puede cortarse antes de la retirada del molde rompible. Como alternativa, puede producirse algún recorte antes de la retirada del molde rompible de la funda y puede producirse un recorte adicional después de la retirada del molde rompible de la funda. El marcado de la funda puede incluir utilizar un láser para añadir una etiqueta tal como un número de serie o número de pieza a la funda.

En el bloque 220, el molde rompible se rompe en la una o más zonas debilitadas para hacer que al menos la primera sección del molde rompible se separe de la segunda sección del molde rompible. Pueden utilizarse diversas técnicas para romper las zonas debilitadas del molde rompible. En una realización, un usuario simplemente puede romper el

- molde rompible intentando retirar el molde rompible de la funda. Las zonas debilitadas pueden debilitarse de manera que las zonas debilitadas se rompan debido a que se ejerza fuerza antes de ejercerse suficiente fuerza para dañar o deformar la funda de manera permanente. En otra realización, pueden aplicarse ondas ultrasónicas al molde rompible para desarmar, desmenuzar o romper de otro modo las zonas debilitadas. Como alternativa, puede hacerse vibrar el molde rompible para romper las zonas debilitadas. En otro ejemplo, un elemento con un borde estanco o un borde de otra forma puede aplicarse a la estructura rompible (por ejemplo, en una zona debilitada) para quebrar, cortar o romper de otro modo una o más de las zonas debilitadas. El elemento puede ejercer una cantidad predeterminada de fuerza en una dirección o ángulo particular para romper las zonas debilitadas, por ejemplo. En otro ejemplo, las zonas debilitadas pueden quebrarse aplicando presión al molde rompible.
- 5
- 10 Si hay are múltiples zonas debilitadas, entonces todas las zonas debilitadas pueden romperse de manera aproximadamente simultánea (por ejemplo, en respuesta a una única aplicación de fuerza al molde rompible). Como alternativa, pueden romperse diferentes zonas debilitadas en momentos diferentes. Por ejemplo, una primera aplicación de fuerza puede romper un primer subconjunto de zonas debilitadas, y una segunda aplicación de fuerza puede romper un segundo subconjunto de zonas debilitadas.
- 15 En una realización, las zonas debilitadas se rompen después de que la funda se haya formado sobre el molde rompible (por ejemplo, durante el proceso de retirar el molde rompible de la funda). En otra realización, las zonas debilitadas se rompen durante el proceso de formar la funda sobre el molde rompible. Por ejemplo, las zonas debilitadas pueden quebrarse por la aplicación de presión utilizada para formar la funda sobre el molde. En otras realizaciones, algunas zonas debilitadas pueden romperse durante la formación de la funda, y otras zonas debilitadas del molde rompible pueden romperse después de haberse formado la funda.
- 20
- En el bloque 225, la primera sección del molde rompible se retira de la funda. Obsérvese que en algunos casos las operaciones del bloque 220 se combinan con las del bloque 225, de manera que la retirada de la primera sección de la funda hace que se rompa una zona debilitada. En el bloque 230, la segunda sección del molde rompible se retira de la funda. En el bloque 235, se hace una determinación de si sigue habiendo secciones adicionales del molde rompible en la funda. En caso afirmativo, entonces el procedimiento continúa al bloque 240 y cada una de las secciones adicionales se retira por separado de la funda.
- 25
- Entonces puede realizarse un procesado adicional de la funda, tal como cualquier corte más de la funda (por ejemplo, en una línea de corte gingival previamente marcada). Otro procesamiento adicional puede incluir pulir la funda, limpiar la funda, troquelar la funda, etc. Entonces la funda puede embalarse y enviarse.
- 30 Las **Figuras 3A-6B** ilustran una funda 310 en diversas etapas de fabricación, de acuerdo con una realización. La funda 310 es un alineador de ortodoncia que se colocará sobre un arco dental de un paciente para para recolocar los dientes y/o la mandíbula del paciente. La **Figura 3A** ilustra una primera vista 300 de la funda 310 formada sobre un molde rompible 305. La **Figura 3B** ilustra una segunda vista 302 de la funda 310 formada sobre el molde rompible 305. Como se muestra, el molde rompible 305 incluye tres secciones 315, 320, 325. La sección 320 está unida a la sección 325 por la zona debilitada 340. Las secciones 320 y 325 están unidas a la sección 315 por la zona debilitada 335. Como se muestra, el molde rompible 305 incluye un elemento 350 con una entalladura. En un molde ejemplar, este elemento podría evitar la retirada del molde de la funda. Sin embargo, el molde rompible 305 ilustrado puede retirarse de la funda 310 sin dañar la funda 310.
- 35
- La **Figura 4A** ilustra una primera vista 400, similar a la primera vista 300 de la **Figura 3A**, de la funda 310 después de haberse retirado una primera sección 325 del molde rompible 305 de la funda. La **Figura 4B** ilustra una segunda vista 402, similar a la segunda vista 302 de la **Figura 3B**, después de haberse retirado la primera sección 325 del molde rompible 305 de la funda 310. El molde rompible 305 se rompió en las zonas debilitadas 340 y 335, y la primera sección 325 se retiró sin dañar ni deformar la funda 310 (y, por tanto, no se muestra en las vistas 400 y 402).
- 40
- La **Figura 5A** ilustra una primera vista 500, similar a la primera vista 400 de la **Figura 4A**, de la funda 310 después de haberse retirado una segunda sección 320 del molde rompible 305 de la funda 310. La **Figura 4B** ilustra una segunda vista 502, similar a la segunda vista 402 de la **Figura 4B**, después de haberse retirado la segunda sección 320 del molde rompible 305 de la funda 305. Como se muestra, el molde rompible 305 se rompió en la zona debilitada 335, y la segunda sección 320 se retiró sin dañar ni deformar la funda 310 (y, por tanto, no se muestra en las vistas 400 y 402).
- 45
- 50 La **Figura 6A** ilustra a vista 600, similar a la vista 500 de la **Figura 5A**, de la funda 310 después de haberse retirado un resto del molde rompible de la funda 310. La **Figura 6B** ilustra a vista 602, similar a la vista 600 de la **Figura 6A**, de la funda 310 después de haberse cortado la funda 310 a lo largo de la línea gingival.
- La **Figura 7A** ilustra un molde 700 de un arco dental que tiene un cuerpo principal 705 con un elemento sujeto 710. El elemento sujeto 710 es grande y tiene una entalladura que podría hacer la retirada de una funda formada sobre el molde 700 difícil si no imposible.
- 55
- La **Figura 5B** ilustra un molde rompible ejemplar 750 del mismo arco dental de la **Figura 7A**. El molde rompible 750 incluye una primera sección 755 (por ejemplo, un cuerpo principal y una segunda sección sujeta 760 (por ejemplo,

un elemento que es similar al elemento sujeto 710 de la **Figura 7A**). Sin embargo, la segunda sección sujeta 760 se une a la primera sección 755 por medio de una zona debilitada 770 que incluye un hueco y dos estructuras de apoyo 770, 775 que abarcan el hueco. Durante la retirada del molde rompible 750 de una funda formada encima, las estructuras de apoyo 770, 775 se romperían, permitiendo que la primera sección 755 se retirase de la funda por separado de la segunda sección sujeta 760. Esto permite que el molde rompible 750 sea retirado de la funda sin dañar la funda.

La **Figura 8** ilustra otro molde rompible ejemplar 800. El molde rompible ejemplar 800 incluye un cuerpo principal 855 que se une a un elemento 860 por una zona debilitada 880. La zona debilitada incluye un hueco y tres estructuras de apoyo 870-880 que abarcan el hueco. Puede que la zona debilitada 880 no refleje un tamaño de una zona debilitada real. Por ejemplo, la zona debilitada 880 ilustrada aparece con un hueco ampliado con fines de ilustración. Sin embargo, el ancho de este hueco puede reducirse en algunas realizaciones.

La **Figura 9** ilustra otro molde rompible ejemplar 900. El molde rompible 900 ejemplar está dividido en una primera sección 955, una segunda sección 960 y una tercera sección 962. La primera sección 955 se une a la segunda y tercera secciones 960, 962 por medio de una primera zona debilitada 965 que incluye un hueco y múltiples estructuras de apoyo 970 que abarcan el hueco. La segunda sección 960 se une asimismo a la tercera sección 962 por una segunda zona debilitada 980 que incluye un hueco y múltiples estructuras de apoyo 985 que abarcan el hueco. Puede que las zonas debilitadas 965, 980 no reflejen los tamaños de las zonas debilitadas reales. Por ejemplo, las zonas debilitadas 965, 980 ilustradas aparecen con huecos ampliados con fines de ilustración. Sin embargo, el ancho de estos huecos puede reducirse en algunas realizaciones.

Como se ha indicado antes, hay múltiples afecciones dentales que tradicionalmente han sido difíciles de tratar utilizando alineadores de ortodoncia que recolocan dientes y/o una mandíbula de un paciente. Dichas afecciones dentales incluyen, a modo meramente enunciativo, dientes apiñados, dientes inclinados hacia delante, dientes inclinados hacia atrás, dientes ectópicos y dientes fuera del arco. Las **Figuras 10A-13C** ilustran diversos ejemplos de moldes rompibles que pueden utilizarse para formar fundas (por ejemplo, alineadores) para tratar dichas afecciones dentales.

La **Figura 10A** ilustra un molde ejemplar 1000 para un arco dental con dientes apiñados 1002. La **Figura 10B** ilustra un primer molde rompible ejemplar 1010 para el arco dental con dientes apiñados 1002. Una zona debilitada se coloca en la línea 1025 para dividir el molde rompible 1010 en múltiples secciones. En consecuencia, una sección del molde rompible 1010 que incluye los dientes apiñados 1002 podrá retirarse de una funda formada sobre el molde rompible separada de una o más otras secciones del molde rompible 1010. La **Figura 10C** ilustra un segundo molde rompible ejemplar 1020 para el arco dental con los dientes apiñados 1002. Las zonas debilitadas se colocan en las líneas 1030 y 1035 para dividir el molde rompible 1020 en múltiples secciones. En consecuencia, una sección del molde rompible 1020 que incluye los dientes apiñados 1002 podrá retirarse de una funda formada sobre el molde rompible separada de una o más otras secciones del molde rompible 1020. Moldes rompibles alternativos podrían incluir zonas debilitadas en cada una de las líneas 1025, 1030 y 1035, o en otros lugares para un efecto similar.

La **Figura 11A** ilustra un primer molde rompible ejemplar 1100 de un arco dental con un par de dientes inclinados hacia delante 1104, 1105 y un par de dientes inclinados hacia atrás 1106, 1107. La **Figura 11B** ilustra un segundo molde rompible ejemplar 1110 del arco dental con el par de dientes inclinados hacia delante 1104, 1105 y el par de dientes inclinados hacia atrás 1106, 1107. La **Figura 11C** ilustra un tercer molde rompible ejemplar 1120 del arco dental con el par de dientes inclinados hacia delante 1104, 1105 y el par de dientes inclinados hacia atrás 1106, 1107. La **Figura 11D** ilustra un molde convencional 1130 del arco dental con el par de dientes inclinados hacia delante 1104, 1105 y el par de dientes inclinados hacia atrás 1106, 1107. Cada de los moldes rompibles ejemplares 1100, 1110, 1120 utiliza zonas debilitadas colocadas de manera diferente. Por ejemplo, el molde rompible 1100 incluye zonas debilitadas colocadas en las líneas 1140, 1145. El molde rompible 1110 incluye una zona debilitada colocada en la línea 1135. El molde rompible 1120 incluye zonas debilitadas colocadas en las líneas 1150 y 1155. En los moldes rompibles ejemplares 1110, 1120, una sección del molde rompible 1110, 1120 que incluye los dientes inclinados hacia atrás 1106, 1107 podrá retirarse de una funda formada sobre el molde rompible separada de una o más otras secciones del molde rompible. Por ejemplo, en el molde rompible 1130, cada uno de los dientes inclinados hacia delante 1150, 1155 están contenidos en secciones distintas que pueden retirarse de la funda por separado de otras secciones del molde rompible. Moldes rompibles alternativos podrían incluir zonas debilitadas en dos o más de las líneas 1135, 1140, 1145, 1150 y 1155, o en otros lugares, para un efecto similar.

La **Figura 12A** ilustra un molde ejemplar 1200 de un arco dental con un diente ectópico 1204. La **Figura 12B** ilustra un primer molde rompible ejemplar 1210 del arco dental con el diente ectópico 1204. La **Figura 12C** ilustra un segundo molde rompible ejemplar 1220 del arco dental con el diente ectópico 1204. Para el molde rompible 1210, se coloca una zona debilitada en la línea 1230 para dividir el molde rompible 1210 en múltiples secciones. Para el molde rompible 1220, se coloca una zona debilitada en la línea 1225 para dividir el molde rompible 1210 en múltiples secciones. En consecuencia, una sección de cualquier molde rompible 1210, 1220 que incluye el diente ectópico 1204 podrá retirarse de una funda formada sobre el molde rompible separada de una o más otras secciones del molde rompible. Moldes rompibles alternativos podrían incluir zonas debilitadas en cada una de las líneas 1225 y 1230, o en otros lugares, para un efecto similar.

La **Figura 13A** ilustra un primer molde rompible ejemplar 1300 de un arco dental con un diente fuera del arco 1304. Dicha afección dental causa una funda que está creada para formarse alrededor de todos los dientes y entre el diente fuera del arco y otros dientes. En consecuencia, no pueden utilizarse moldes convencionales para formar fundas para arcos dentales que incluyen dientes fuera del arco en algunos casos. La **Figura 13B** ilustra un segundo molde rompible ejemplar 1310 del arco dental con el diente fuera del arco 1304. La **Figura 13C** ilustra un tercer molde rompible ejemplar 1320 del arco dental con el diente fuera del arco 1304. Para el molde rompible 1300, se coloca una zona debilitada en la línea 1325 para dividir el molde rompible 1300 en múltiples secciones. Para el molde rompible 1310, se coloca una zona debilitada en la línea 1335 para dividir el molde rompible 1310 en múltiples secciones. Para el molde rompible 1320, se coloca una zona debilitada en la línea 1330 para dividir el molde rompible 1320 en múltiples secciones. En consecuencia, una sección de cada uno de los moldes rompibles 1300, 1310, 1320 que incluye el diente fuera del arco 1304 podrá retirarse de una funda formada sobre el molde rompible separada de una o más otras secciones del molde rompible. Moldes rompibles alternativos podrían incluir zonas debilitadas en dos o más de las líneas 1325, 1330 y 1335, o en otros lugares, para un efecto similar.

La **Figura 14** ilustra una representación esquemática de una máquina en la forma ejemplar de un dispositivo informático 1400 dentro del cual hay un conjunto de instrucciones, para hacer que la máquina realice una cualquiera o más de las metodologías analizadas con referencia a la **Figura 1**. En realizaciones alternativas, la máquina puede conectarse (por ejemplo, por red) a otras máquinas en una Red de Área Local (LAN), una intranet, una extranet o Internet. Por ejemplo, la máquina puede conectarse por red a un aparato de prototipado rápido tal como una impresora 3D un aparato SLA. La máquina puede funcionar en calidad de un servidor o una máquina cliente en un entorno de red cliente-servidor, o como una máquina igual en un entorno de red P2P (o distribuida). La máquina puede ser un ordenador personal (PC), una tablet, una caja de conexión (STB), una agenda electrónica (PDA), un teléfono móvil, un dispositivo de red, un servidor, un router, un conmutador o puente, o cualquier máquina capaz de ejecutar un conjunto de instrucciones (secuencial o de otro modo) que especifiquen medidas a tomar por dicha máquina. Además, si bien solo se ilustra una única máquina, se interpretará que el término “máquina” también incluye cualquier conjunto de máquinas (por ejemplo, ordenadores) que ejecuten de manera individual o colectiva un conjunto (o múltiples conjuntos) de instrucciones para realizar una cualquiera o más de las metodologías analizadas en el presente documento.

El dispositivo informático 1400 ejemplar incluye un dispositivo de procesamiento 1402, una memoria principal 1404 (por ejemplo, memoria de solo lectura (ROM), memoria flash, memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM) tal como DRAM síncrona (SDRAM), etc.), una memoria estática 1406 (por ejemplo, memoria flash, memoria estática de acceso aleatorio (SRAM), etc.), y una memoria secundaria (por ejemplo, un dispositivo de almacenamiento de datos 1428), que se comunican entre sí por medio de un bus 1408.

El dispositivo de procesamiento 1402 representa uno o más procesadores de propósito general tales como un microprocesador, unidad central de procesamiento, o similar. Más en particular, el dispositivo de procesamiento 1402 puede ser un microprocesador de computación con conjunto de instrucciones complejas (CISC), microprocesador de computación con conjunto de instrucciones reducidas (RISC), microprocesador de palabra de instrucción muy larga (VLIW), procesador que implemente otros conjuntos de instrucciones, o procesadores que implementen una combinación de conjuntos de instrucciones. El dispositivo de procesamiento 1402 también puede ser uno o más dispositivos de procesamiento de propósito general tales como un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas programable por campo (FPGA), un procesador de señales digitales (DSP), procesador de red, o similar. El dispositivo de procesamiento 1402 se configura para ejecutar la lógica de procesamiento (instrucciones 1426) para realizar operaciones y etapas analizadas en el presente documento.

El dispositivo informático 1400 también puede incluir un dispositivo de interfaz de red 1422 para la comunicación con una red 1464. El dispositivo informático 1400 también puede incluir una unidad de pantalla de vídeo 1410 (por ejemplo, una pantalla de cristal líquido (LCD) o un tubo de rayos catódicos (CRT)), un dispositivo de entrada alfanumérica 1412 (por ejemplo, un teclado), un dispositivo de control de cursor 1414 (por ejemplo, un ratón), y un dispositivo de generación de señales 1420 (por ejemplo, un altavoz).

El dispositivo de almacenamiento de datos 1428 puede incluir un soporte informático de lectura (o, más específicamente, un soporte informático de lectura no transitorio) 1424 en el que se almacenen uno o más conjuntos de instrucciones 1426 que realicen una cualquiera o más de las metodologías o funciones descritas en el presente documento. Un soporte no transitorio se refiere a un soporte que nos sea una onda portadora. Las instrucciones 1426 también pueden encontrarse, completa o al menos parcialmente, dentro de la memoria principal 1404 y/o dentro del dispositivo de procesamiento 1402 durante la ejecución de las mismas por parte del dispositivo informático 1400, constituyendo la memoria principal 1404 y el dispositivo de procesamiento 1402 también soportes informáticos de lectura.

El soporte informático de lectura 1424 también puede utilizarse para almacenar uno o más modelos 3D virtuales y/o un módulo de modelado de moldes 1450, que pueden realizar una o más de las operaciones del procedimiento 100 descritas con referencia a la **Figura 1**. El soporte informático de lectura 1424 también puede almacenar una biblioteca de software que incluye procedimientos que designan un módulo de modelado de moldes 1450. Aunque el soporte informático de lectura 1424 aparece en una realización ejemplar como un único soporte, deberá considerarse que la expresión “soporte informático de lectura” incluye un único medio o múltiples medios (por

ejemplo, una base de datos centralizada o distribuida, y/o cachés y servidores asociados) que almacenen el uno o más conjuntos de instrucciones. También se interpretará que la expresión “soporte informático de lectura” incluye cualquier soporte que sea capaz de almacenar o codificar un conjunto de instrucciones para su ejecución por parte de la máquina y que haga que la máquina realice una cualquiera o más de las metodologías de la presente invención. En consecuencia, se interpretará que la expresión “soporte informático de lectura” incluye, sin limitación, memorias de estado sólido, soportes ópticos y magnéticos.

Se entenderá que la descripción anterior ha sido concebida para ser ilustrativa, y no restrictiva. Muchas otras realizaciones se pondrán de manifiesto con la lectura y comprensión de la descripción anterior. Aunque las realizaciones de la presente invención se han descrito con referencia a realizaciones ejemplares específicas, se reconocerá que la invención no se limita a las realizaciones descritas, sino al ámbito de las reivindicaciones adjuntas. En consecuencia, la memoria descriptiva y los dibujos deberán considerarse en un sentido ilustrativo en lugar de un sentido restrictivo. Por lo tanto, el ámbito de la invención debería determinarse con referencia a las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento que comprende:
  - 5 formar una funda (310) sobre un molde rompible (305), en el que una primera sección (325) del molde rompible se une a una segunda sección (320) del molde rompible por una o más zonas debilitadas (340);
  - romper el molde rompible en la una o más zonas debilitadas para permitir que la primera sección del molde rompible se separe al menos parcialmente de la segunda sección del molde rompible;
  - retirar la primera sección del molde rompible de la funda; y
  - retirar por separado la segunda sección del molde rompible de la funda,
  - 10 en el que el molde rompible comprende un molde de un arco dental para un paciente y la funda comprende al menos uno de un alineador de ortodoncia, un retenedor de ortodoncia o una férula de ortodoncia a utilizar para al menos una de alineación, retención o colocación de uno o más dientes del paciente.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el molde rompible comprende un molde impreso en 3D.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que formar la funda comprende al menos uno de termoformado o formado a presión de la funda sobre el molde rompible.
- 15 4. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende, además:
  - identificar al menos una de una entalladura o una zona compleja que se incluirá en el molde rompible;
  - determinar en qué lugar del molde rompible colocar la una o más zonas debilitadas respecto a al menos una de la entalladura o la zona compleja; y
  - formar el molde rompible.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la una o más zonas debilitadas se forman durante la formación del molde rompible.
6. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende, además:
  - procesar el molde rompible tras la formación del molde rompible para introducir la una o más zonas debilitadas en el molde rompible.
- 25 7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el molde rompible se rompe durante la formación de la funda sobre el molde rompible.
8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el molde rompible se rompe durante la retirada del molde rompible de la funda basándose en la aplicación de una fuerza umbral, en el que la fuerza umbral es una fuerza menor que una fuerza que dañaría o deformaría la funda de manera permanente.
- 30 9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el molde rompible comprende un elemento que tiene una entalladura, y en el que la primera sección está colocada en un primer lado del elemento y la segunda sección está colocada en un segundo lado del elemento.

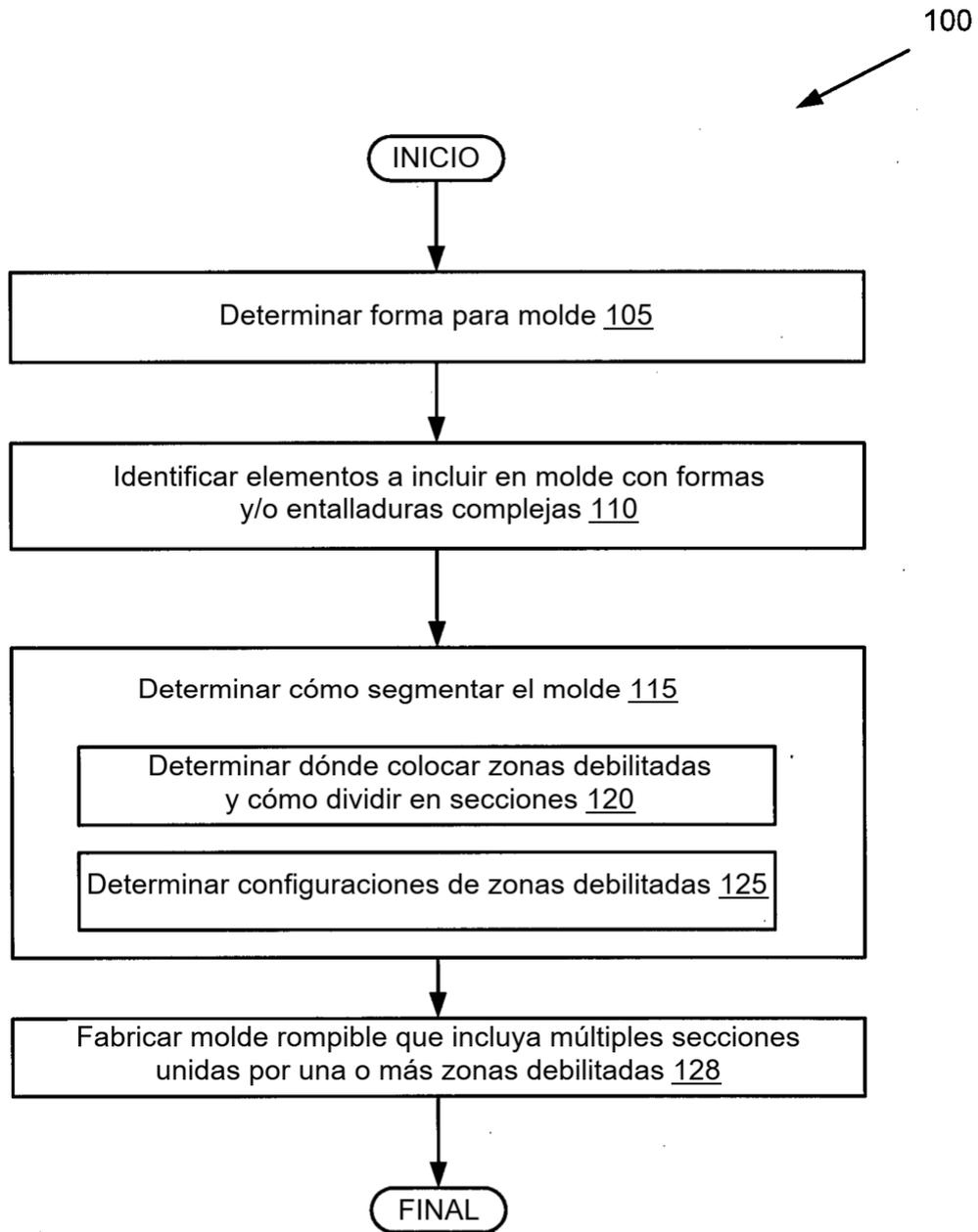


FIG. 1

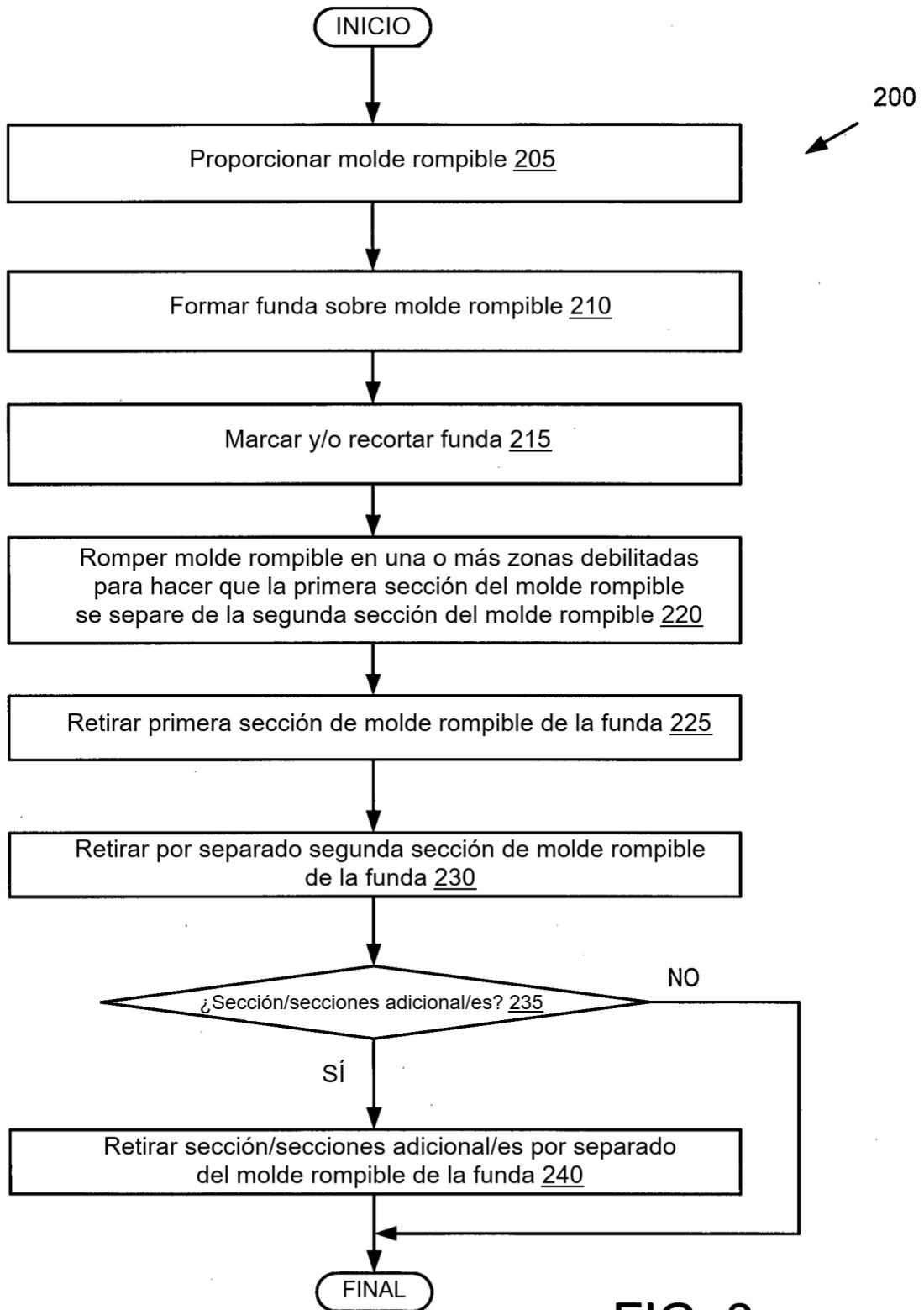


FIG. 2

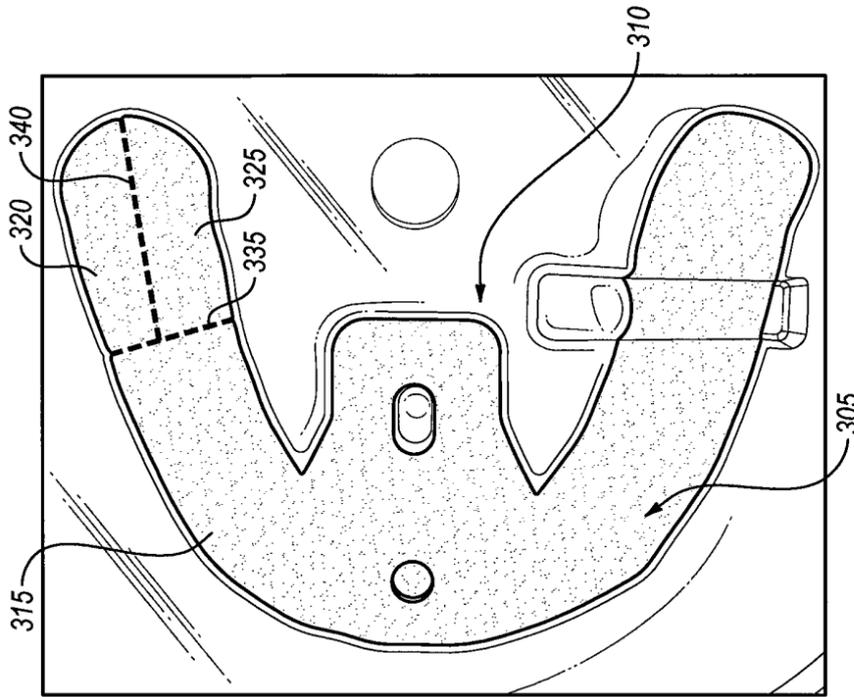


Fig. 3B

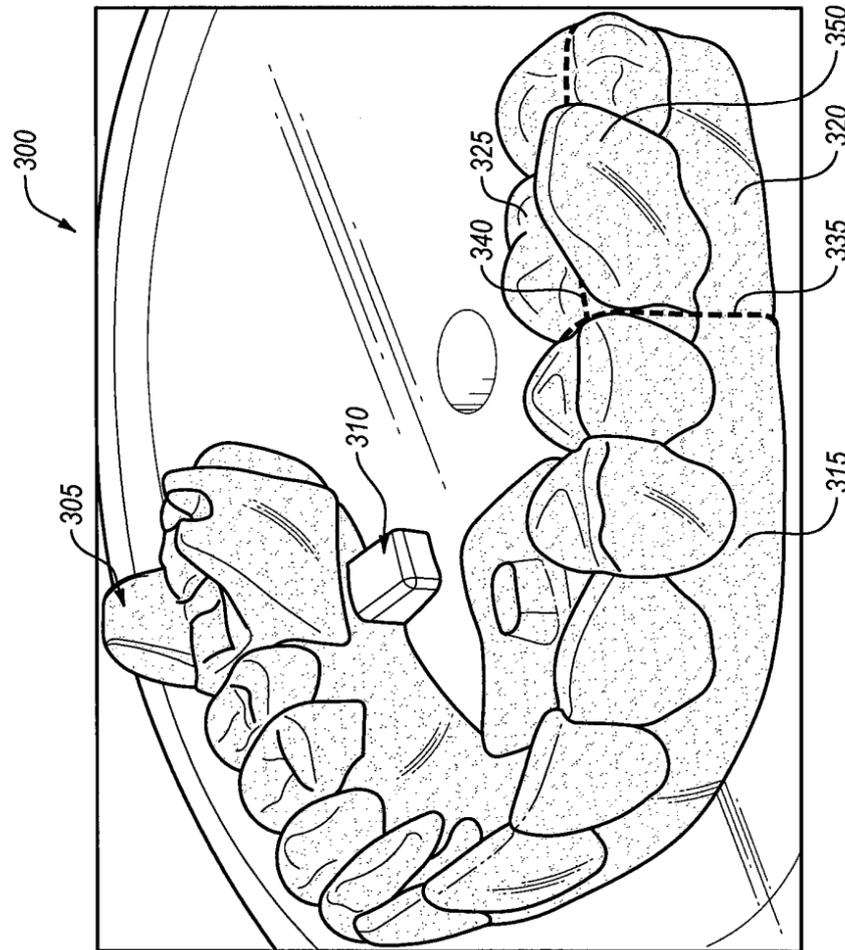


Fig. 3A

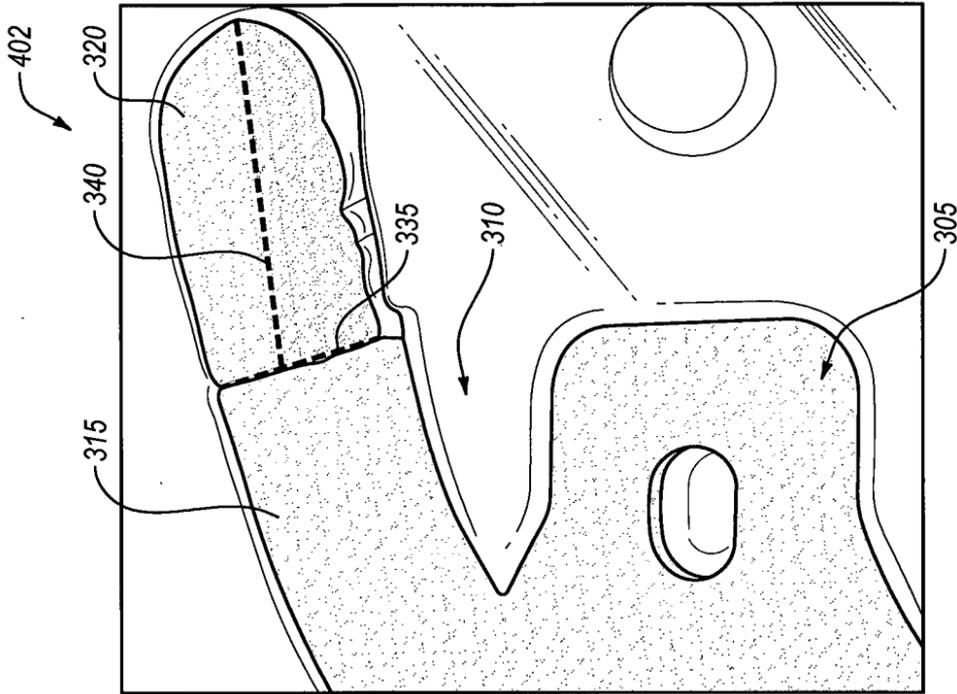


Fig. 4B

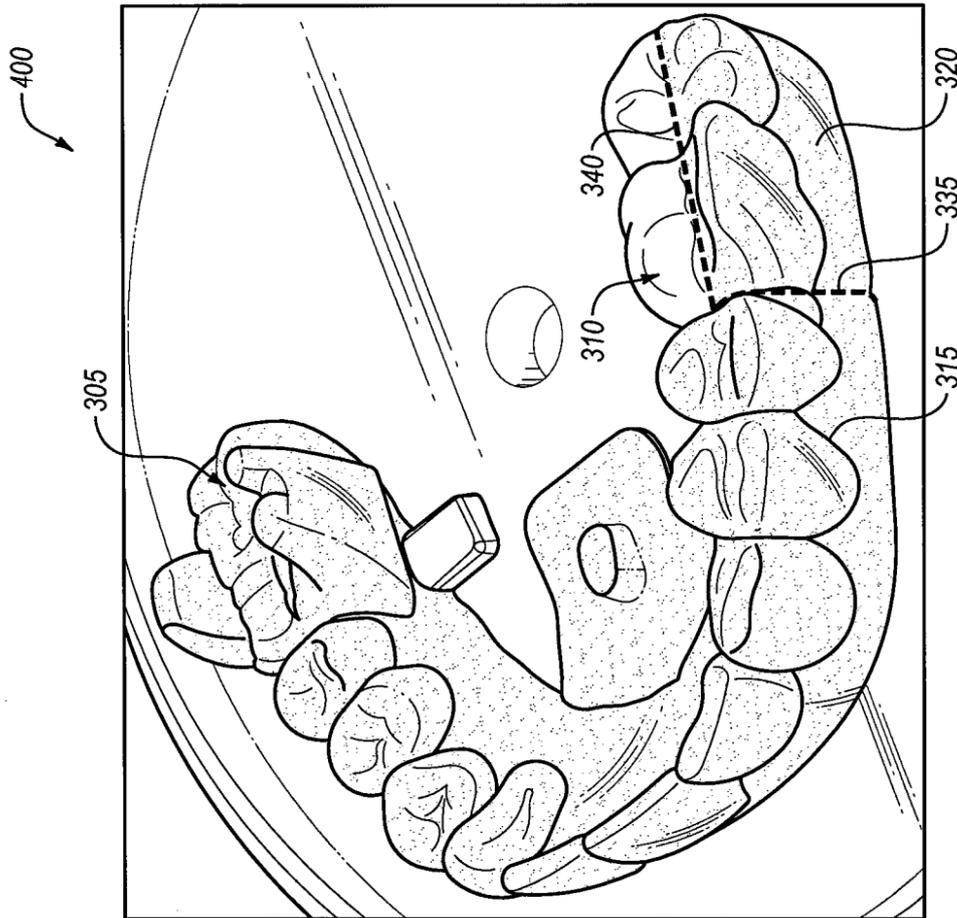


Fig. 4A

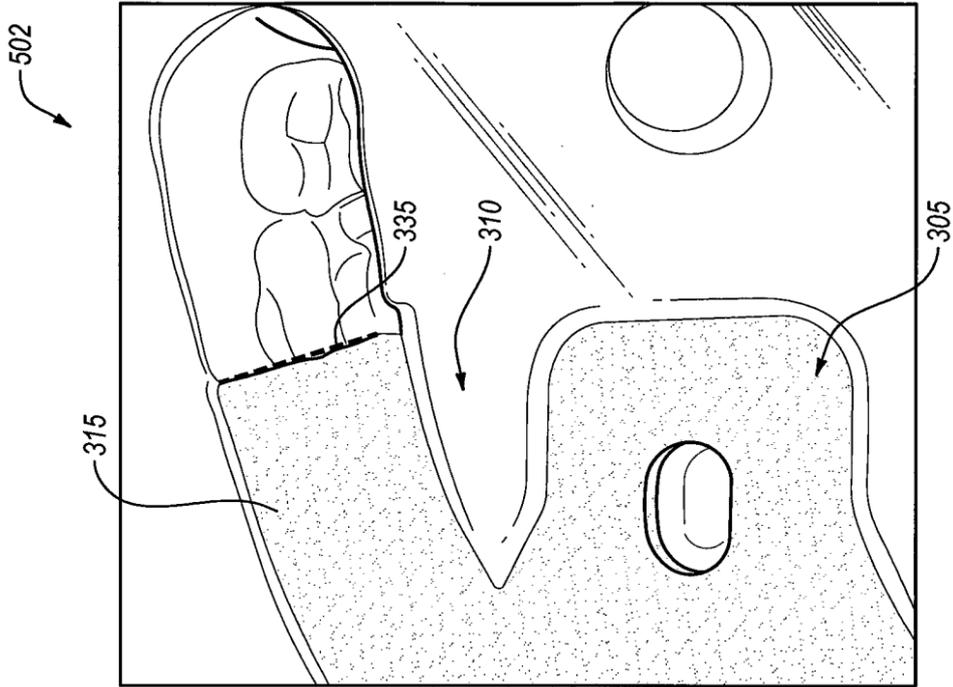


Fig. 5B

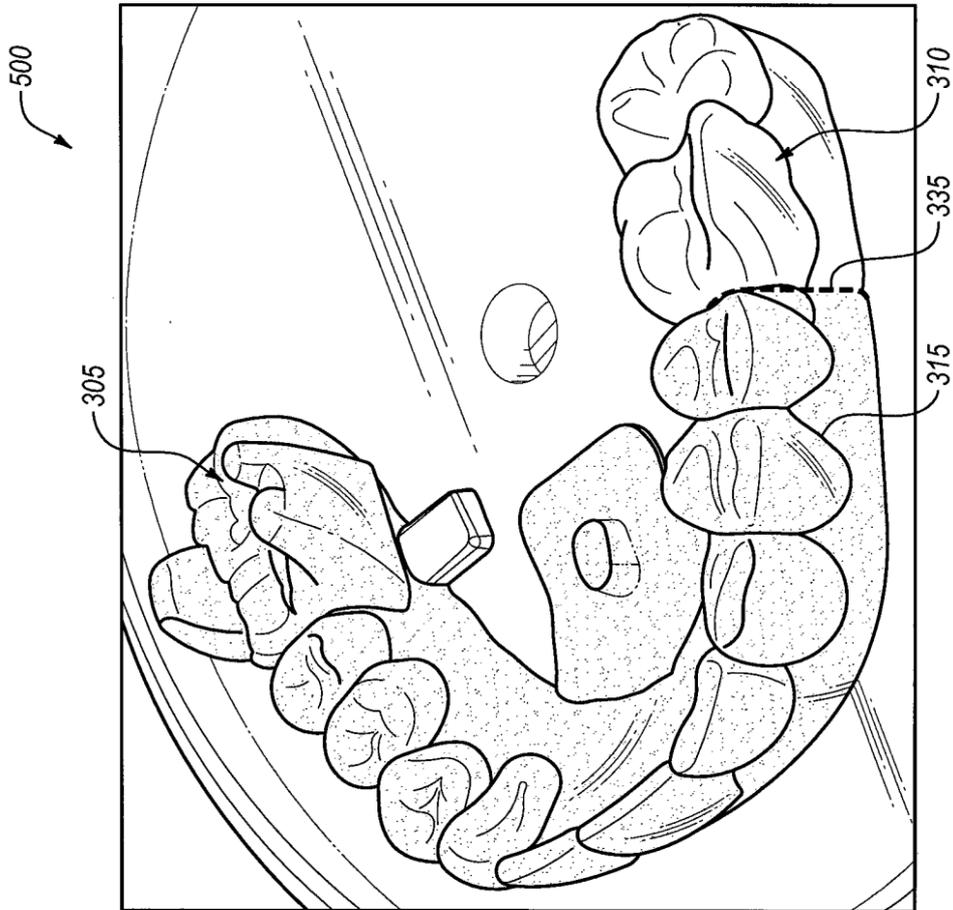
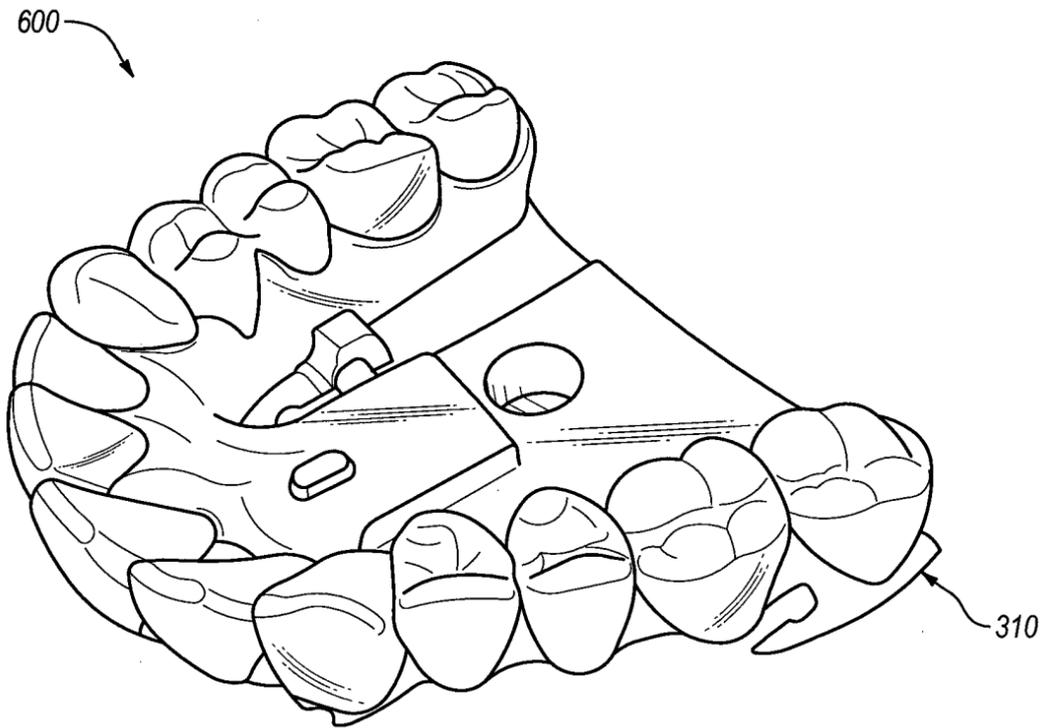
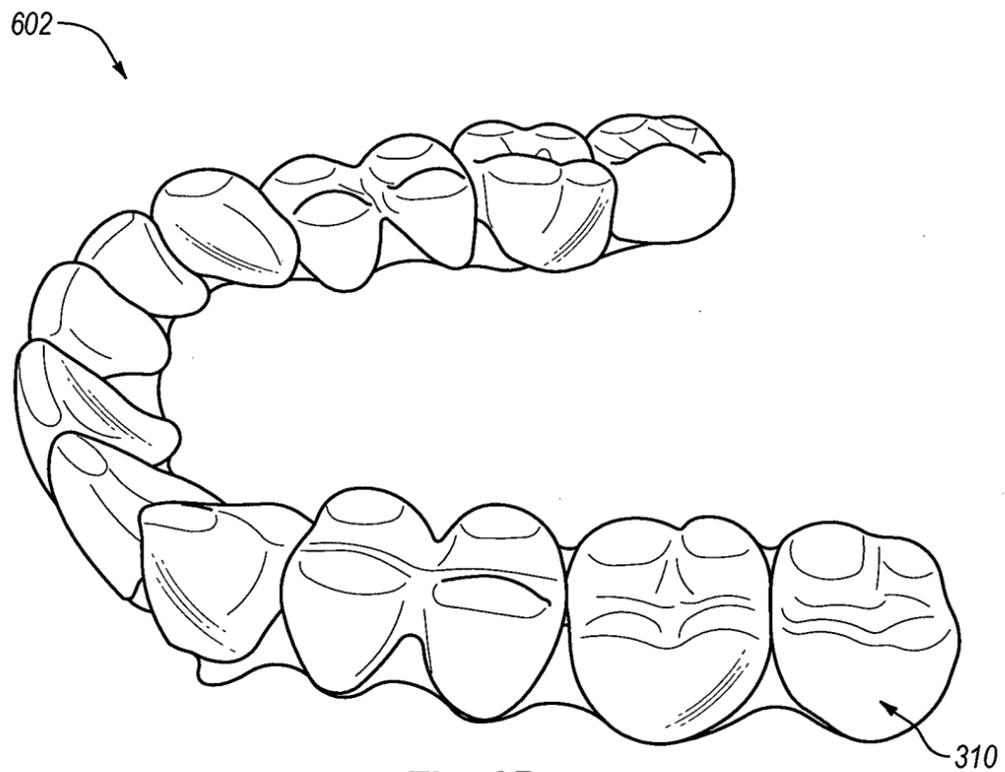


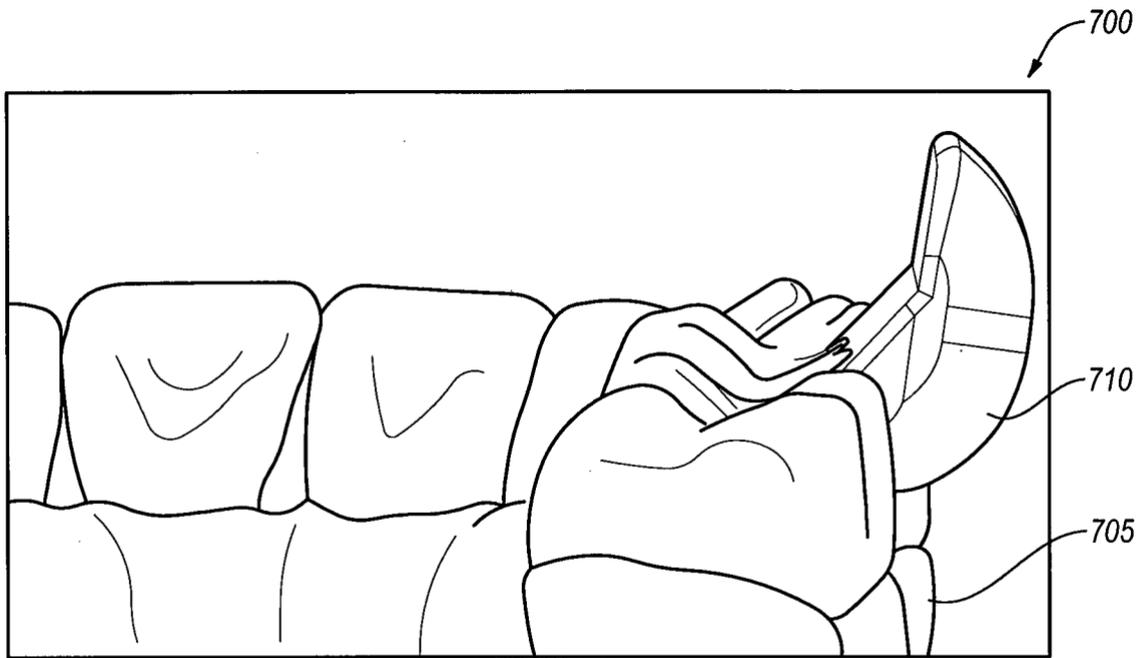
Fig. 5A



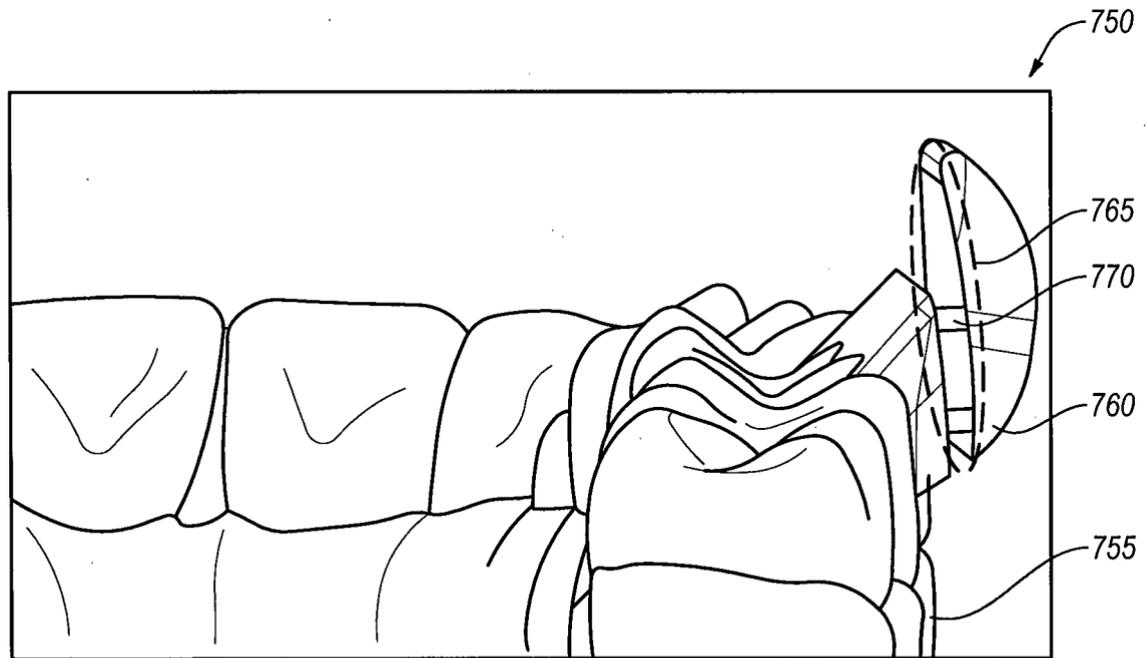
**Fig. 6A**



**Fig. 6B**



**Fig. 7A**



**Fig. 7B**

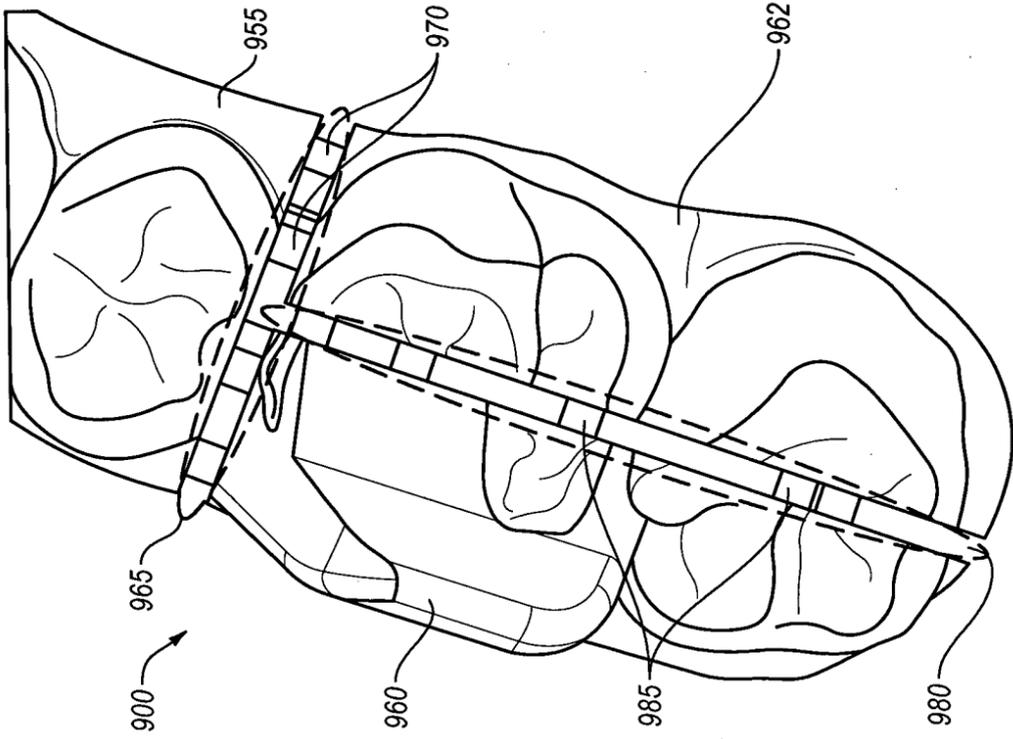


Fig. 9

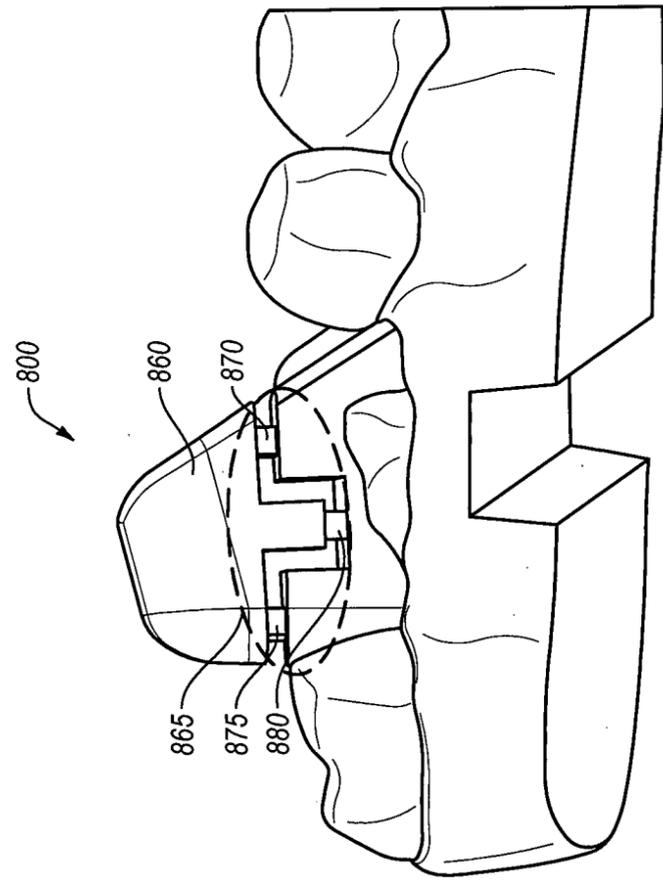


Fig. 8

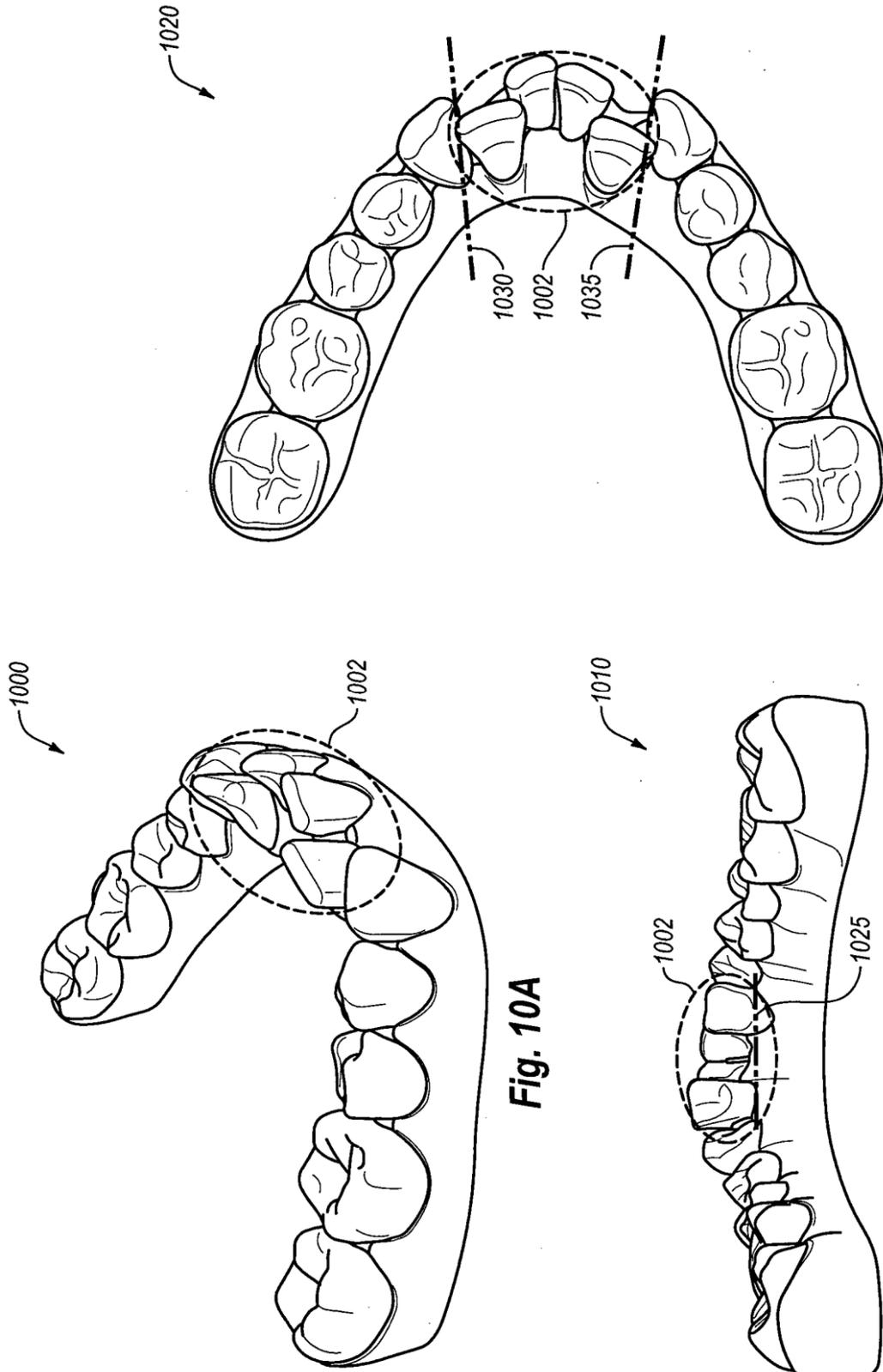


Fig. 10A

Fig. 10B

Fig. 10C

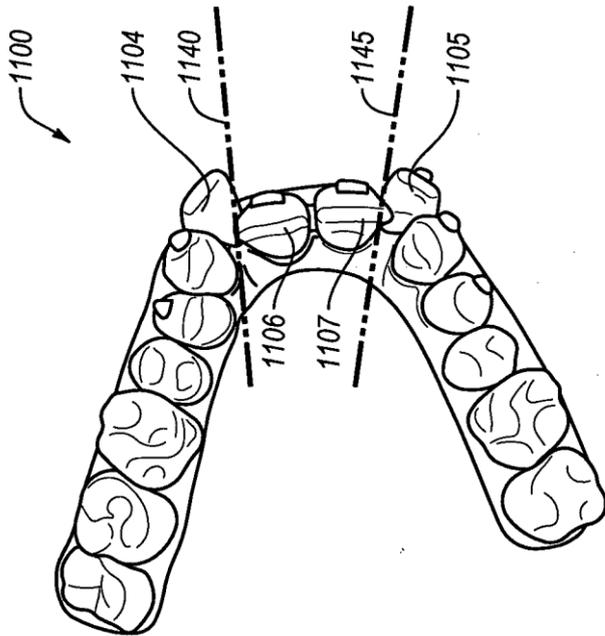


Fig. 11A

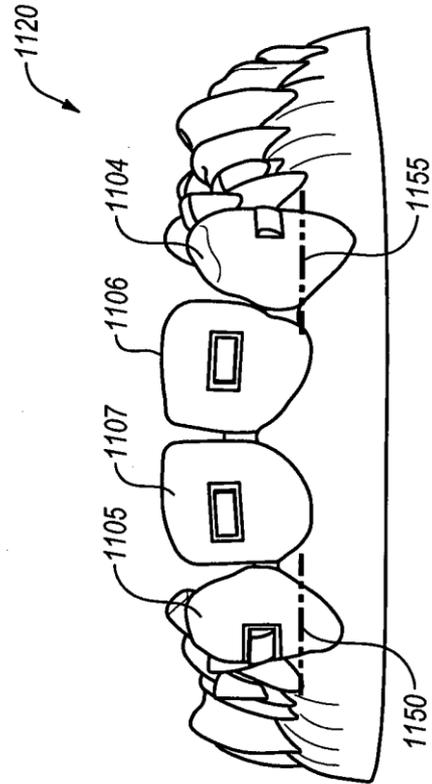


Fig. 11C

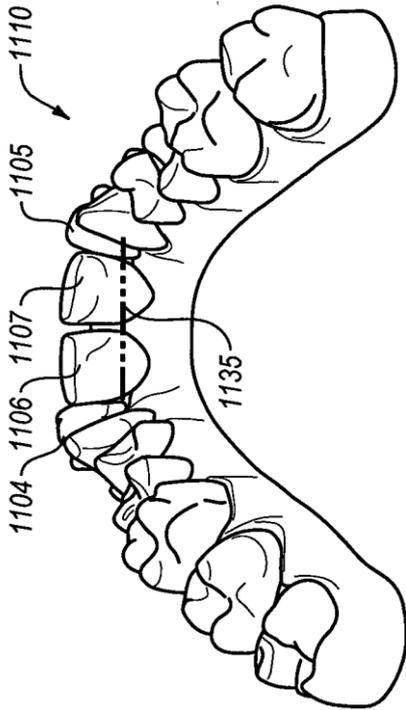


Fig. 11B

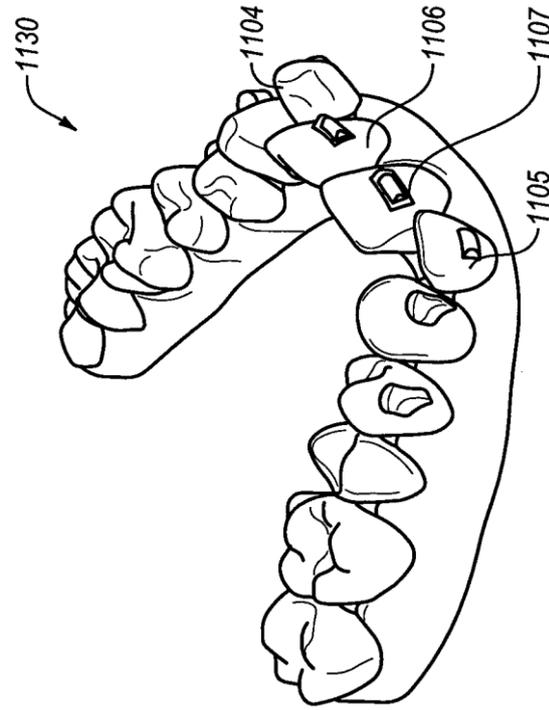
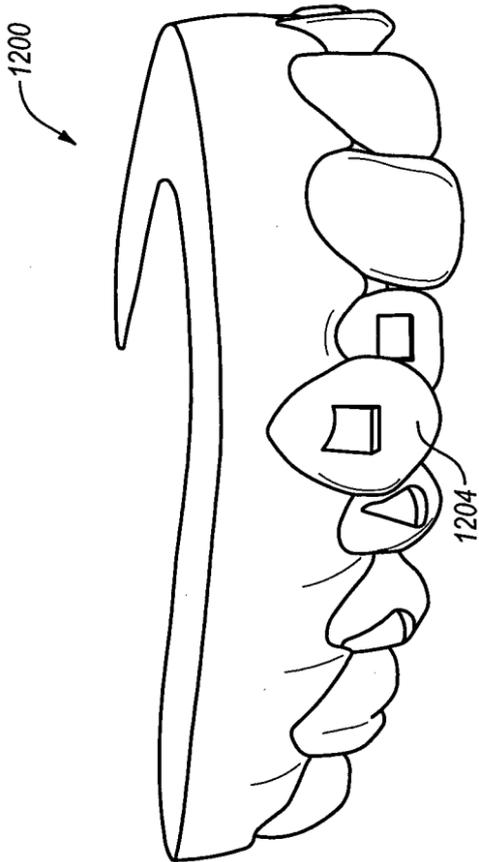
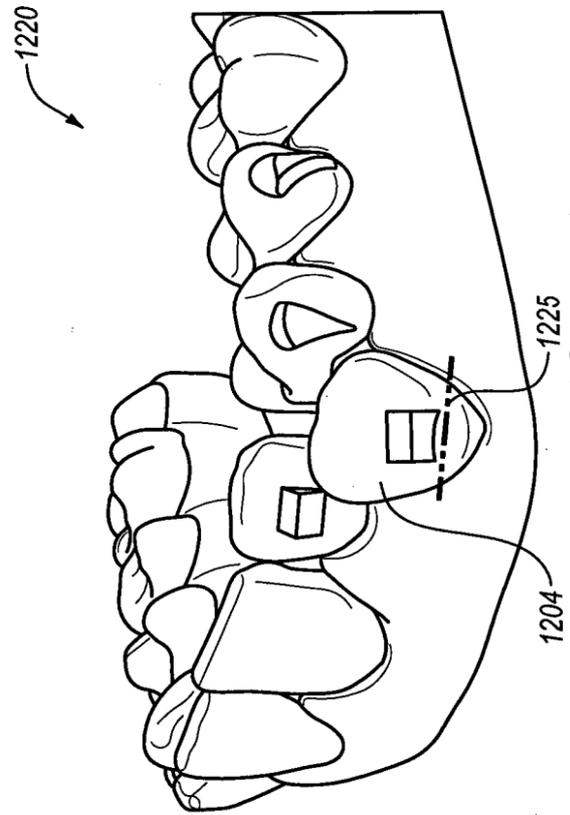


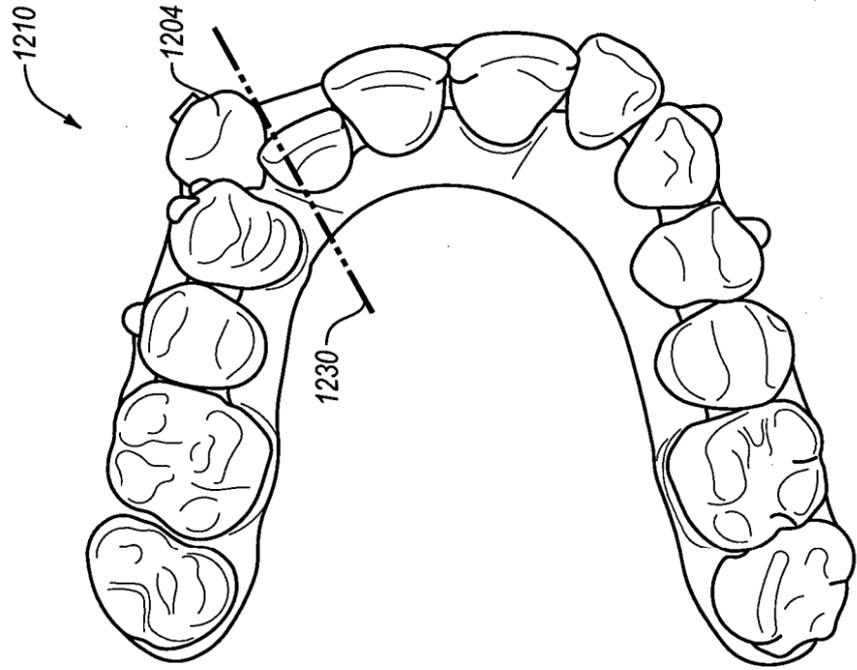
Fig. 11D



**Fig. 12A**



**Fig. 12C**



**Fig. 12B**

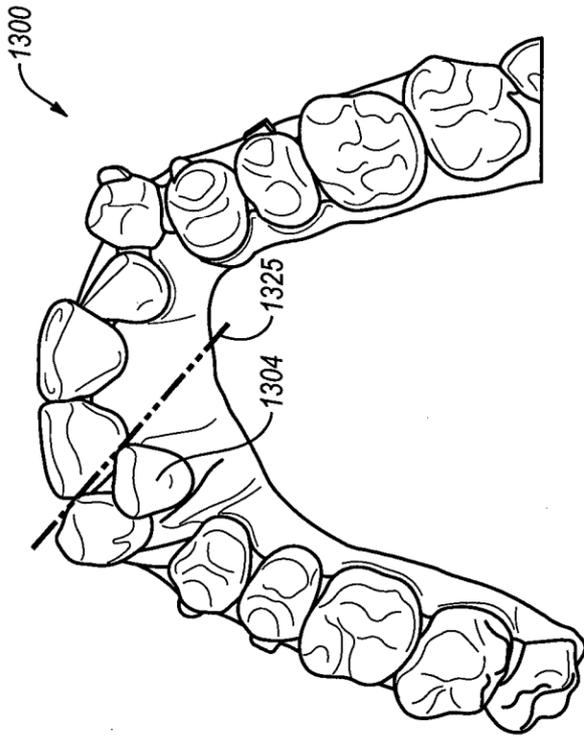


Fig. 13A

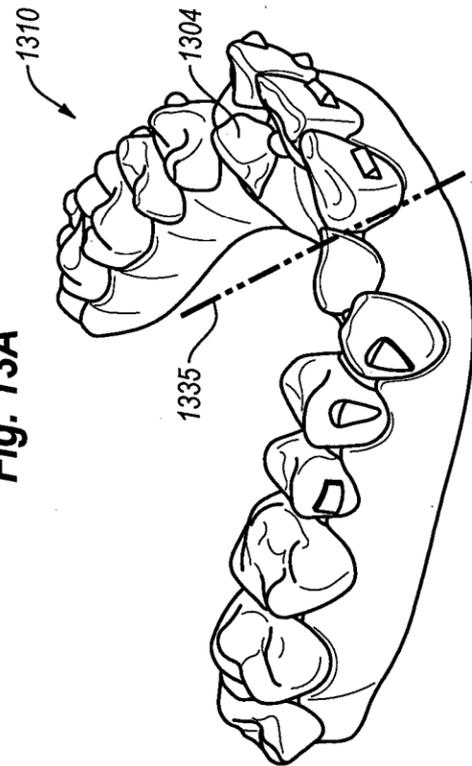


Fig. 13B

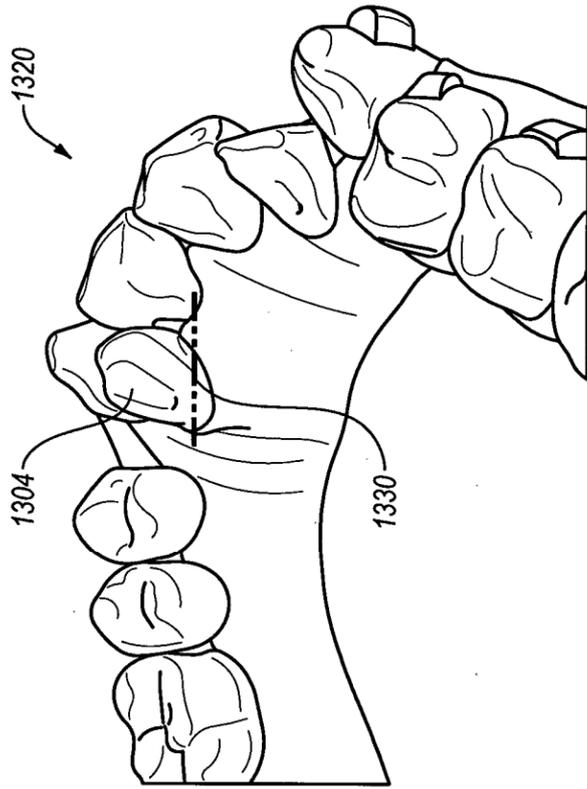


Fig. 13C

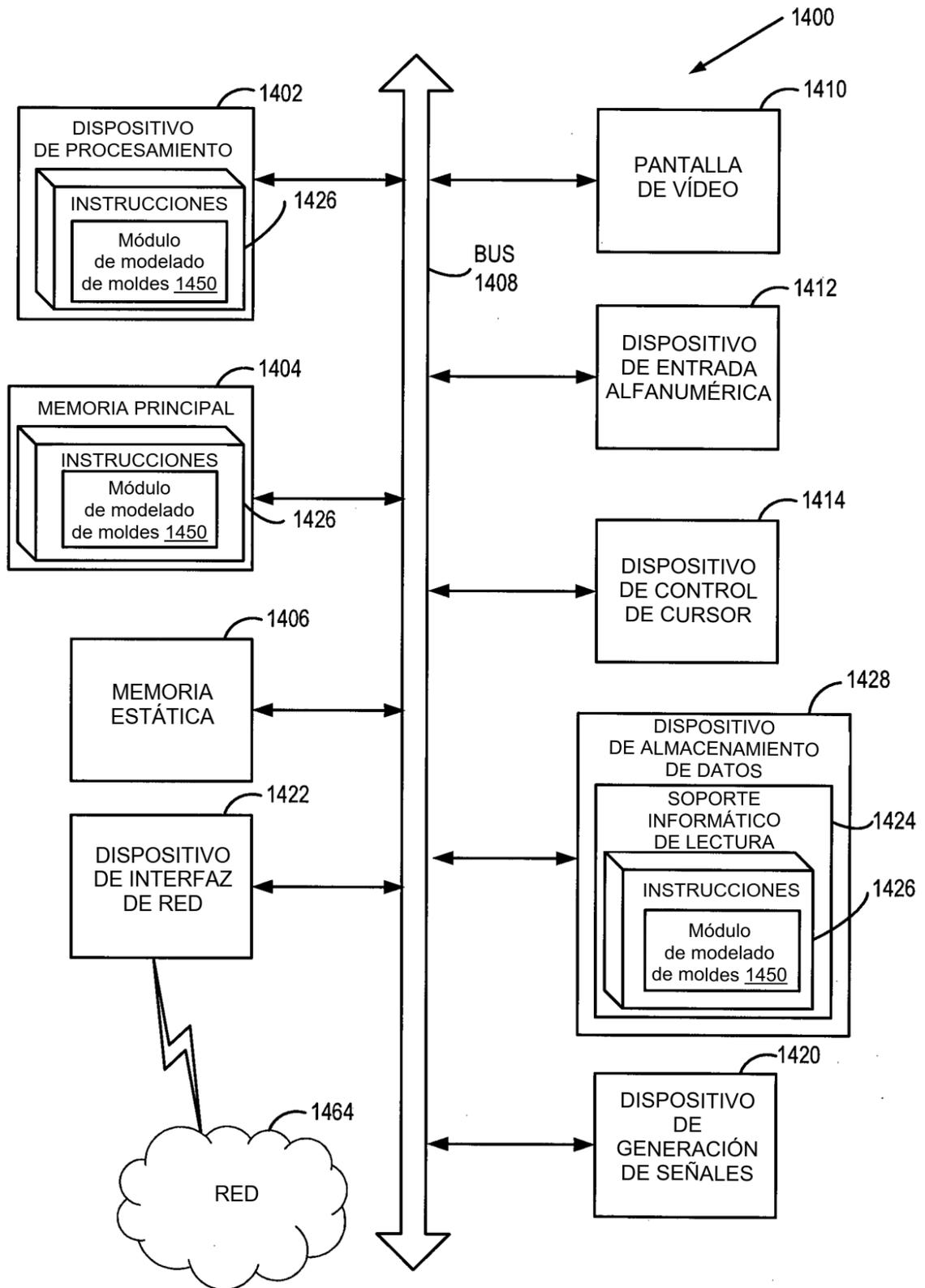


FIG. 14