

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 893 954**

51 Int. Cl.:

A61C 13/00 (2006.01)

A61C 5/77 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2016** **PCT/US2016/066777**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017** **WO17106419**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2016** **E 16820514 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.09.2021** **EP 3389552**

54 Título: **Moldes de restauración dental de una pieza**

30 Prioridad:

17.12.2015 US 201562268551 P

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

10.02.2022

73 Titular/es:

**3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY
(100.0%)**

**3M Center, Post Office Box 33427
St. Paul, MN 55133-3427, US**

72 Inventor/es:

**HANSEN, JAMES D.;
DINGELDEIN, JOSEPH C. y
DORUFF, MARY C.**

74 Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

ES 2 893 954 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

Moldes de restauración dental de una pieza

5 Campo técnico

Esta divulgación se refiere a restauraciones dentales.

Antecedentes

Una restauración dental, o un empaste dental, utiliza un material de restauración dental usado para mejorar la función, integridad y morfología de una estructura dental faltante o irregular. Por ejemplo, se puede usar una restauración dental para restaurar la estructura dental faltante debido a discrepancias congénitas, después de traumas externos o como parte de un tratamiento de restauración cuando hay caries dentales o deterioro dental.

La odontología restauradora incluye con frecuencia la perforación de la parte deteriorada de un diente infectado (comúnmente denominado “preparar” el diente) y, después, usar herramientas simples y un alto nivel de destreza para aislar, retraer, rellenar y perfilar la restauración terminada. Un aislamiento de calidad a través de un dique de caucho es engorroso y, con frecuencia, se omite a favor de un aislamiento menos eficaz mediante rollos de algodón, aumentando el riesgo de contaminación, lo que reduce la longevidad de la restauración. La retracción del tejido blando y duro incluye la manipulación de cuerdas, cuñas y bandas de matriz, y una técnica imperfecta puede resultar en contaminación, dificultad en el acabado y/o pulido en áreas interproximales, así como contactos mal adaptados.

Si bien los materiales de restauración de “empastes a granel” y las luces de curado de alta intensidad pueden facilitar un relleno relativamente rápido de cavidades profundas (p. ej., de 4-5 mm), muchas restauraciones pueden completarse en un solo tono ya que los profesionales sanitarios pueden no estar seguros del protocolo de estratificación correcto para múltiples tonos o tipos de material de restauración. Por último, con poca orientación geométrica disponible en un diente preparado, la creación del nivel de relleno final y la geometría de la superficie oclusal puede incluir un relleno excesivo con material de restauración dental, seguido de un proceso iterativo de rectificado y verificación del contacto del diente y la función de mordida en un paciente anestesiado. Este proceso puede tomar más tiempo para las restauraciones dentales y los errores aquí pueden resultar en sensibilidad dental y visitas de retorno para el ajuste.

El documento PCT/US-2015/064195 describe técnicas de restauración dental que incorporan el moldeo de material de restauración dental directamente en un diente ubicado dentro de la boca de un paciente.

El documento US-2013/0130202 A1 describe un método para formar un molde dental que comprende al menos una porción de molde bucal y al menos una porción de molde lingual.

El documento WO 2016/066552 A1 describe un método, un sistema y una interfaz de usuario para generar un diseño digital para su uso en la fabricación de una cubierta de molde para los dientes de un paciente, donde la cubierta de molde y los dientes juntos encierran un volumen para formar una restauración dental.

Resumen

La presente invención se refiere a una herramienta personalizada para formar una restauración dental en la boca de un paciente y a un proceso para elaborar la herramienta personalizada tal y como se define en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes mencionan realizaciones preferidas.

Esta descripción se refiere a técnicas de restauración dental que incorporan el moldeo de material de restauración dental directamente en un diente ubicado dentro de la boca de un paciente. Las técnicas descritas incluyen métodos para una restauración dental, herramientas personalizadas usadas para una restauración dental y técnicas para producir herramientas personalizadas para una restauración dental. Las técnicas descritas incluyen herramientas que proporcionan cavidades de molde personalizadas para un paciente individual. En algunos ejemplos, tales herramientas personalizadas pueden producirse usando técnicas de impresión 3D. En un ejemplo, esta descripción está dirigida a una herramienta personalizada para formar una restauración dental en la boca de un paciente que comprende un cuerpo de molde de una pieza que proporciona un ajuste personalizado con al menos un diente del paciente, incluyendo el cuerpo de molde de una pieza una porción oclusal que forma una superficie oclusal que se corresponde con una superficie oclusal del diente, una porción proximal mesial que forma una superficie proximal mesial que se corresponde con una superficie proximal mesial del diente, y una porción proximal distal que forma una superficie proximal distal que se corresponde con una superficie proximal distal del diente. El cuerpo de molde se configura para combinarse con el diente del paciente para formar una cavidad de molde que abarca la estructura dental faltante del diente. La porción oclusal, la porción proximal mesial y la porción proximal distal se basan en datos de escaneo tridimensional de la boca del paciente.

En otro ejemplo, esta descripción está dirigida a una herramienta personalizada para formar una restauración dental en la boca de un paciente, comprendiendo la herramienta personalizada un cuerpo de molde de una pieza que proporciona un ajuste personalizado con al menos un diente del paciente, incluyendo el cuerpo de molde de una pieza una porción incisal que se corresponde con una superficie incisal del diente, una porción proximal mesial que forma una superficie proximal mesial que se corresponde con una superficie proximal mesial del diente, y una porción proximal distal que forma una superficie proximal distal que se corresponde con una superficie proximal distal del diente. El cuerpo de molde se configura para combinarse con el diente del paciente para formar una cavidad de molde que abarca la estructura dental faltante del diente. La porción incisal, la porción proximal mesial y la porción proximal distal se basan en datos de escaneo tridimensionales de la boca del paciente.

En un ejemplo adicional, esta descripción está dirigida a un proceso de fabricación de una herramienta personalizada para formar una restauración dental de un diente dentro de la boca de un paciente, comprendiendo el proceso obtener datos de escaneo tridimensionales de la boca de un paciente, e imprimir tridimensionalmente una herramienta personalizada para formar la restauración dental del diente en base a los datos del escaneo tridimensional de la boca del paciente. La herramienta personalizada se conforma a las herramientas personalizadas descritas en los párrafos anteriores.

En un ejemplo adicional, esta descripción está dirigida a un proceso para obtener una herramienta personalizada para formar una restauración dental de un diente dentro de la boca de un paciente, comprendiendo el proceso obtener datos de escaneo tridimensional de la boca de un paciente, transmitir al menos una porción de los datos del escaneo tridimensional a una instalación de fabricación remota, recibir, de la instalación de fabricación remota, una herramienta personalizada para formar la restauración dental del diente en base a los datos de escaneo tridimensional de la boca del paciente. La herramienta personalizada se conforma a las herramientas personalizadas descritas en los párrafos anteriores.

En un ejemplo adicional, esta descripción está dirigida a un proceso de obtención de una herramienta personalizada para formar una restauración dental de un diente dentro de la boca de un paciente, comprendiendo el proceso obtener datos de escaneo tridimensional de la boca de un paciente, transmitir al menos una porción de los datos de escaneo tridimensionales a una instalación de fabricación remota, recibir, de la instalación de fabricación remota, un diseño para una herramienta personalizada para formar la restauración dental del diente en base a los datos de escaneo tridimensionales de la boca del paciente. La herramienta personalizada se conforma a las herramientas personalizadas descritas en los párrafos anteriores.

Los detalles de uno o más ejemplos de la presente descripción se establecen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características, objetivos y ventajas de la invención resultarán evidentes a partir de la descripción y de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos que muestran algunos ejemplos de la presente descripción

Las Figuras 1-6 ilustran una herramienta personalizada para formar restauraciones dentales de un diente en la boca de un paciente, incluyendo la herramienta personalizada un cuerpo de molde de una pieza que proporciona un ajuste personalizado con al menos un diente del paciente.

Las Figuras 7-9 ilustran una herramienta personalizada alternativa para formar restauraciones dentales de dos dientes adyacentes en la boca de un paciente, incluyendo la herramienta personalizada dos componentes emparejados del cuerpo de molde.

La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo técnico para formar una restauración dental en la boca de un paciente.

La Figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de entorno informático en el que una clínica y una instalación de fabricación comunican información a lo largo de un proceso de fabricación de herramientas personalizadas.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso llevado a cabo en la clínica según un ejemplo de esta descripción.

La Figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo informático cliente conectado a una instalación de fabricación a través de una red.

Descripción detallada

Si bien las técnicas convencionales de restauración dental incluyen con frecuencia etapas iterativas y se benefician de la significativa habilidad y experiencia de los profesionales sanitarios, esta descripción incluye técnicas que pueden utilizar moldes personalizados para facilitar la formación de restauraciones dentales dentro de la boca de un

paciente con mayor precisión y rapidez de lo que generalmente es posible usando técnicas convencionales de restauración dental.

Las técnicas descritas incluyen capturar una dentadura tridimensional de un paciente con un escáner intraoral o un escaneo de una impresión o modelo convencional. La herramienta personalizada para una restauración dental puede incluir un molde basado en la dentadura tridimensional (3D) del paciente. Las técnicas descritas pueden facilitar restauraciones dentales de alta calidad con requisitos de tiempo y habilidad reducidos en comparación con las técnicas convencionales de restauración dental.

Las Figuras 1-6 ilustran la herramienta personalizada 10 para formar una restauración dental del diente 102 en la boca de un paciente. En particular, la Figura 1 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 10, incluyendo el cuerpo 12 de molde de una pieza y el tapón 38. La Figura 2 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 10, así como una porción de la boca de un paciente antes de una restauración dental. La Figura 3 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 10 ensamblados dentro de la boca de un paciente para facilitar una restauración dental, y la Figura 4 ilustra una vista en sección transversal de la Figura 3. La Figura 5 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 10, así como una porción de la boca de un paciente después de la restauración dental con la herramienta personalizada 10. La Figura 6 ilustra la parte inferior de la herramienta personalizada 10, que incluye superficies que se corresponden con diversos lados del diente 102. En algunos ejemplos, la herramienta personalizada 10 puede representar un molde de carilla de un solo diente y/o puede usarse para reparar caries 104 dentro del diente 102.

Si bien la herramienta personalizada 10 se configura para facilitar las restauraciones dentales de un solo diente, la herramienta personalizada 10 es un mero ejemplo, y las técnicas descritas con respecto a la herramienta personalizada 10 pueden aplicarse fácilmente a herramientas personalizadas que facilitan la reparación de dos dientes o más de dos dientes, p. ej., incluyendo múltiples cuerpos de molde dentro de un único componente del cuerpo del molde.

La herramienta personalizada 10 incluye un cuerpo 12 de molde de una pieza, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 102. El cuerpo 12 de molde incluye, además, una superficie personalizada 15a opcional, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 101 y una superficie personalizada 15b opcional, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 103. Las superficies personalizadas 15a, 15b pueden, además, asegurar y alinear el cuerpo 12 de molde en su sitio dentro de la boca de un paciente para facilitar restauraciones dentales personalizadas precisas del diente 102. El cuerpo 12 de molde puede alinearse, además, con las encías 110 del paciente.

La herramienta personalizada 10 incluye, además, una abertura 36 de inyección para suministrar material de restauración dental en la cavidad de molde, que puede representar una carilla para el diente 102 y/o reparación de una estructura dental faltante representada por la cavidad 104. La abertura 36 está configurada para aceptar la inyección de un material de restauración dental para cavidades de molde adyacentes a las superficies oclusales 18. Tal y como se usa en la presente descripción, la expresión "superficie oclusal" puede referirse a la superficie de masticación de cualquier diente, incluyendo los dientes posteriores, así como las superficies incisales (p. ej., bordes incisales) de los dientes frontales. De esta manera, como se usa en la presente descripción, la expresión superficie oclusal no es indicativa de ningún diente o dientes en particular.

Después de la inyección de material de restauración dental en las cavidades de molde adyacentes, el tapón 38 se coloca de manera que la superficie 39 de la punta del tapón se coloque dentro de la abertura 36. El tapón 38 incluye, además, la superficie 39 de la punta del tapón que proporciona formas definidas que se corresponden con las superficies del diente reparado 102. Por ejemplo, la superficie 39 de la punta del tapón puede fabricarse en base a datos de escaneo digital.

La herramienta personalizada 10 se combina con el diente 102 para formar una cavidad de molde del cuerpo 12 de molde que abarca la estructura dental faltante del diente 102 y/o una carilla para el diente 102. Al colocar el cuerpo 12 de molde sobre el diente 102, el material de restauración dental puede colocarse en las cavidades del molde y adoptar la forma de la estructura dental faltante de la cavidad 104.

La reparación del diente 102 se produce al rellenar la cavidad del molde con el material de restauración dental después de colocar el cuerpo 12 de molde para que se alinee con el diente 102. La estructura dental faltante puede incluir cualquier porción del diente 102, incluyendo cualquier combinación de estructura dental interproximal, oclusal, facial y/o lingual. Una superficie interior del cuerpo 12 de molde incluye, cada una, una porción de una cavidad de molde que se corresponde con al menos una superficie exterior del diente 102 correspondiente, la al menos una superficie exterior puede incluir unas superficies facial, lingual, interproximal y/u oclusal del diente 102 correspondiente. En algunos ejemplos, las cavidades de molde pueden facilitar una restauración de carilla dental de las superficies facial, lingual, interproximal y/u oclusal del diente 102 correspondiente.

La herramienta personalizada 10 puede formarse en base a un modelo digital de los dientes y la boca de un paciente, que puede producirse con un escaneo 3D intraoral, tal como un escáner de múltiples canales. En un

ejemplo particular, la herramienta personalizada 10 puede diseñarse digitalmente usando software CAD, tal como software de modelado sólido basado en el modelo digital. La herramienta personalizada 10 se ha diseñado para ajustarse sobre el diente 102 (que puede representar, a manera de ejemplo, un molar) y una porción de los dientes colindantes 101, 103. Posteriormente, la estructura dental de los dientes 101, 102, 103 puede sustraerse digitalmente de un bloque de molde, así como de la abertura 36 de relleno. Alternativamente, una inversa de la estructura dental puede invertirse dentro del software para definir el bloque de molde. La abertura 36 de relleno puede estar ubicada en regiones del diente 102 que finalmente se retirarán en el proceso de preparación, p. ej., la cavidad adyacente 104. La abertura 36 de relleno puede dimensionarse para recibir una punta de una jeringa de material de restauración dental comercialmente disponible, para permitir la inyección del material de restauración dental durante el relleno.

Los componentes dentro del software CAD pueden convertirse en un formato de malla de puntos 3D u otro formato para facilitar la producción con una impresora 3D, una fresa CNC, procesos de fresado CAD/CAM o de cualquier otra manera. Las marcas de orientación (p. ej., una marca de color en los extremos distales de cada componente de herramienta) pueden aplicarse a los componentes de la herramienta para facilitar el ensamblaje. La producción puede incluir, opcionalmente, otras etapas tales como la de curado (p. ej., en una estufa UV), limpieza, p. ej., en solución alcohólica, y/o ensamblaje de varios componentes, pulido de superficies dentales, recubrimiento, tal como con un acrílico transparente para mejorar la visibilidad del área de restauración durante la inyección del material de restauración dental. Además, las superficies de los componentes de la herramienta que se espera que estén en contacto con el material de restauración dental podrían recubrirse, opcionalmente, con una capa de agente de liberación (p. ej., una capa delgada de vaselina).

Las Figuras 2-5 ilustran etapas de uso de la herramienta personalizada 10 para formar las restauraciones dentales del diente 102 en la boca de un paciente. La Figura 2 ilustra una porción de la boca del paciente que incluye los dientes 101, 102 y 103, así como las encías 110. El diente 102 incluye una cavidad 104 en la corona del diente 102. Como se ilustra, la cavidad 104 con caries puede haberse preparado previamente para la restauración dental retirando la estructura dental enferma, p. ej., mediante un taladrado u otra preparación de retirada del material dental dañado para facilitar la restauración dental usando la herramienta 10. En algunos ejemplos, se puede tomar una imagen 3D de la boca del paciente antes de retirar el material deteriorado del diente 102, ya que la forma del material deteriorado puede ayudar en el diseño de la herramienta personalizada 10 o se puede acortar el procedimiento de restauración utilizando datos de escaneo obtenidos en un momento anterior a la preparación del diente. En diferentes ejemplos, los datos de escaneo pueden haberse obtenido recientemente, tal como dentro de los últimos doce meses, o pueden haberse obtenido en un momento anterior, tal como un período mayor a un año, mayor a 5 años o incluso mayor a 10 años. Dichos datos de escaneo antiguos pueden mostrar el desgaste del diente a lo largo del tiempo y pueden facilitar la restauración para reparar dicho desgaste del diente. Los datos de escaneo de múltiples escaneos a lo largo del tiempo también pueden usarse para detectar el desgaste del diente y facilitar una restauración apropiada.

Un ejemplo de proceso de restauración para el diente 102 usando la herramienta personalizada 10 se describe de la siguiente manera. Como se muestra en la Figura 3, el cuerpo 12 de molde se coloca en su lugar sobre el diente 102 de manera que las porciones interproximales 16a, 16b se extiendan entre los dientes 101, 102, 103. El cuerpo 12 de molde proporciona una colocación personalizada y segura dentro de la boca del paciente. En varios ejemplos, dependiendo del diseño de la herramienta personalizada 10, el cuerpo 12 de molde puede colocarse en las caras lingual, oclusal y/o facial del diente 102.

Como se ilustra mejor en la Figura 4, el material 112 dental de restauración se coloca dentro de la cavidad del molde formada por el diente 102 y el cuerpo 12 de molde. Debido a que las preparaciones dentales pueden prepararse a una profundidad mayor a la profundidad de curado máxima recomendada para el material de restauración dental, o se desea un tono, una viscosidad u otra propiedad diferente del material de restauración en capas más profundas de la cavidad, opcionalmente, puede estratificarse una capa base de material de restauración dental en las porciones profundas de la preparación y fotocurarse el material de restauración dental, p. ej., con una luz de curado XL 3000. Los componentes de la herramienta 10, incluyendo el cuerpo 12 de molde y el tapón 38, pueden ser transparentes o translúcidos para facilitar el fotocurado. En tales ejemplos, el material 112 de restauración dental representa más de una capa de material de restauración dental.

En cualquier caso, después de la formación del material 112 dental de restauración dentro de las cavidades del molde formadas por el diente 102 y el cuerpo 12 de molde, el cuerpo 12 de molde se retira de la boca del paciente. Como se muestra en la Figura 5, la cavidad 104 ahora está rellena y la forma del relleno coincide con la superficie oclusal del diente 102. De esta manera, el cuerpo 12 de molde no solo proporciona un ajuste personalizado con la boca del paciente, sino que también proporciona una cavidad de molde personalizada para facilitar la reparación de la estructura dental faltante del diente 102 y/o la aplicación de una carilla en el diente 102.

El ajuste personalizado proporcionado por el cuerpo 12 de molde se describe con respecto a la Figura 6. Como se muestra en la Figura 6, el cuerpo 12 de molde de una pieza incluye superficies personalizadas para cada uno de los dientes 101, 102, 103. En particular, la superficie 15a se personaliza para encajar con el diente 101, la superficie 13 se personaliza para encajar con el diente 102, y la superficie 15b se personaliza para encajar con el diente 103. La

superficie 13 proporciona un ajuste personalizado para más de una superficie del diente 102. En particular, la superficie 13 incluye la superficie oclusal 32 que se corresponde con una superficie oclusal del diente 102, la superficie proximal distal 35 que se corresponde con una proximal distal del diente 102, la superficie 31 proximal mesial se corresponde con una proximal mesial del diente 102, la superficie facial 34 se corresponde con una superficie facial del diente 102 y la superficie lingual 33 se corresponde con una superficie lingual del diente 102. Cada una de las áreas de superficie 13 del cuerpo 12 de molde puede basarse en datos de escaneo tridimensional de la boca del paciente, así como en el diseño informático de una restauración dental del diente 102.

La superficie 35 proximal distal que se corresponde con una proximal distal del diente 102, la superficie 31 proximal mesial que se corresponde con una proximal mesial del diente 102 y la superficie lingual 33 que se corresponde con una superficie lingual del diente 102 pueden representar porciones de envoltura del cuerpo 12 de molde de una pieza ya que estas áreas del cuerpo 12 de molde pueden acoplarse con la superficie lingual del diente 102 para permitir que la herramienta personalizada 10 se ajuste a presión sobre el diente 102 para facilitar una colocación precisa de la herramienta personalizada 10 en el diente 102.

Como se puede ver en la Figura 5, la abertura 36 está, opcionalmente, colocada adyacente a la superficie oclusal 32 y a la superficie facial 34. Si bien la ubicación de la abertura 36 puede ajustarse en función de la ubicación de la abertura 36 de colocación de la cavidad de molde en la superficie 32 oclusal adyacente y/o superficie facial 34, generalmente, puede facilitar un acceso más fácil por parte del profesional sanitario durante un procedimiento de restauración dental que en otras posiciones. El facultativo también puede prescribir la ubicación de la abertura 36 antes del diseño del molde 12 como un área prevista para la acumulación de material excedente o la excavación de una estructura dental no deseada.

El ajuste personalizado del cuerpo 12 de molde puede servir, además, para aislar el diente 102 de la sangre, el fluido crevicular gingival o la saliva durante una restauración con material dental. Por ejemplo, unas porciones del cuerpo 12 de molde pueden emparejarse con las superficies de los dientes 101, 102, 103, así como la encía 110 para proteger la cavidad de molde de fluidos corporales tales como sangre, fluido crevicular gingival y saliva. Además, el cuerpo 12 de molde puede servir adicionalmente para retraer forzosamente las encías 110 y/o ayudar a separar los dientes 101, 102, 103 después de la inserción del cuerpo 12 de molde dentro de la boca del paciente. Por ejemplo, las porciones interproximales 16a, 16b del cuerpo 12 de molde pueden servir para separar forzosamente los dientes adyacentes 101, 102, 103. De esta manera, si bien la herramienta personalizada 10 puede basarse en un modelo tridimensional de la boca de un paciente, se pueden seleccionar diversas características de la herramienta personalizada 10 para modificar temporalmente las posiciones de las encías 110 y/o los dientes 101, 102, 103 durante un procedimiento de restauración.

Opcionalmente, el cuerpo 12 de molde puede configurarse, además, para proporcionar características, incluyendo superficies gingivales personalizadas que representan una matriz de aislamiento para una restauración dental. De esta manera, el cuerpo 12 de molde puede contener características que se extienden subgingivalmente o en un espacio interproximal oculto. Los datos para estas extensiones pueden basarse en promedios anatómicos o datos específicos del paciente, tales como rayos X, ecografías o IRM. La herramienta puede incorporar material elastomérico que puede diseñarse para un ajuste infradimensionado para crear un sello hermético contra una geometría real variable de la dentadura del paciente. La hidrofiliidad de los materiales usados también puede variar para repeler agua, saliva y otros fluidos alejándolos de la estructura dental que se está restaurando. Pueden incorporarse, asimismo, canales microfluídicos, accesorios de líneas de vacío y bloques de mordida.

Si bien la herramienta personalizada 10, que incluye el cuerpo 12 de molde de una pieza se describe con respecto a una única cavidad de molde para la reparación de un solo diente 102, las técnicas descritas con respecto a la herramienta personalizada 10 pueden aplicarse fácilmente a una herramienta personalizada configurada para facilitar la reparación de más de un diente mediante la formación de más de una cavidad de molde. En tales ejemplos, la herramienta personalizada 10 modificada puede incluir un cuerpo de molde de una pieza que incluya una segunda porción oclusal que forma una segunda superficie oclusal que se corresponde con una segunda superficie oclusal de un diente adyacente, tal como el diente 101, una segunda porción proximal mesial que forma una segunda superficie proximal mesial que se corresponde con una segunda superficie proximal mesial del diente adyacente, y una segunda porción proximal distal que forma una segunda superficie proximal distal que se corresponde con una segunda superficie proximal distal del diente adyacente. El cuerpo de molde de una pieza de la herramienta personalizada 10 modificada se puede configurar para combinarse con los dos dientes adyacentes, (p. ej., 101 y 102), para formar cavidades de molde separadas que abarcan la estructura dental faltante para cada uno de los dientes adyacentes.

Las Figuras 7-9 ilustran una herramienta 210 personalizada alternativa para formar restauraciones dentales de dos dientes adyacentes 120a, 120b (colectivamente, "dientes 120") en la boca de un paciente. En particular, la Figura 7 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 210, incluyendo un componente 211 de cuerpo de molde de una pieza y un miembro 219 de soporte. La Figura 8 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 210, así como una porción de la boca de un paciente. La Figura 9 ilustra los componentes de la herramienta personalizada 210 ensamblados dentro de la boca de un paciente para facilitar una restauración dental. Si bien la herramienta personalizada 210 está configurada para facilitar restauraciones dentales de dos dientes adyacentes, la

herramienta personalizada 210 es un mero ejemplo, y las técnicas descritas con respecto a la herramienta personalizada 210 pueden aplicarse con facilidad a herramientas personalizadas que facilitan la reparación de un solo diente o de más de dos dientes.

La herramienta personalizada 210 incluye un componente 211 de cuerpo de molde de una pieza, que incluye el primer cuerpo 212a de molde y el segundo cuerpo 212b de molde (colectivamente, "cuerpos 212 de molde"). Cada uno de los cuerpos 212 de molde proporciona un ajuste personalizado con al menos un diente del paciente. Como se muestra en la Figura 8, el cuerpo 212a de molde proporciona un ajuste personalizado con el diente 120a, y el cuerpo 212b de molde proporciona un ajuste personalizado con el diente 120b. El componente 211 de cuerpo de molde incluye, además, una superficie personalizada 215a opcional, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 126 y una superficie personalizada 215b opcional, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 128. Las superficies personalizadas 215a, 215b pueden, además, asegurar y alinear el cuerpo 212 de molde en su sitio dentro de la boca de un paciente para facilitar restauraciones dentales personalizadas precisas del diente 120. El componente 211 de cuerpo de molde puede alinearse, además, con las encías 110 del paciente.

Opcionalmente, los cuerpos 212 de molde pueden configurarse, además, para proporcionar características, incluyendo superficies gingivales personalizadas que representan una matriz de aislamiento para una restauración dental. De esta manera, los cuerpos 212 de molde pueden contener características que se extienden subgingivalmente o en un espacio interproximal oculto. Los datos para estas extensiones pueden basarse en promedios anatómicos o datos de rayos X del paciente. La herramienta puede incorporar material elastomérico que puede diseñarse para un ajuste infradimensionado para crear un sello hermético contra una geometría real variable de la dentadura del paciente. La hidrofiliidad de los materiales usados también puede variar para repeler agua, saliva y otros fluidos alejándolos de la estructura dental que se está restaurando. Pueden incorporarse, asimismo, canales microfluídicos, accesorios de líneas de vacío y bloques de mordida.

El ajuste personalizado de los cuerpos 212 de molde puede servir, además, para aislar los dientes 120 de la sangre o la saliva durante una restauración con material dental. Por ejemplo, unas porciones de los cuerpos 212 de molde pueden emparejarse con superficies de los dientes 120, 126, 128, así como la encía 110 para proteger la cavidad de molde de fluidos corporales tales como sangre y saliva. Además, los cuerpos 212 de molde pueden servir adicionalmente para retraer forzosamente las encías 110 y/o separar los dientes 120, 126, 128 después de la inserción del componente 211 de cuerpo de molde dentro de la boca del paciente. Por ejemplo, las porciones interproximales 216 de los cuerpos 212 de molde pueden servir para separar forzosamente los dientes adyacentes. De esta manera, si bien la herramienta personalizada 210 puede basarse en un modelo tridimensional de la boca de un paciente, se pueden seleccionar diversas características de la herramienta personalizada 210 para modificar temporalmente las posiciones de las encías 110 y/o los dientes 120, 126, 128 durante un procedimiento de restauración.

La herramienta personalizada 210 incluye, además, un componente 219 de cuerpo de soporte opcional. El componente 219 de cuerpo de soporte incluye el primer cuerpo 220a de soporte y el segundo cuerpo 220b de soporte (colectivamente, "cuerpos 220 de soporte"), que pueden acoplarse con, y proporcionan soporte para, los cuerpos 212 de molde por medio de conexiones de ajuste a presión. Por ejemplo, los cuerpos 220 de soporte pueden no proporcionar ninguna porción de las cavidades de molde, sino que pueden ayudar simplemente a asegurar el componente 211 de cuerpo de molde, incluyendo los cuerpos 212 de molde, en su sitio. Los cuerpos 220 de soporte incluyen elementos 221 de ajuste a presión que se emparejan con los elementos 213 de ajuste a presión correspondientes de los cuerpos 212 de molde.

Tanto el componente 211 de cuerpo de molde como el componente 219 de cuerpo de soporte pueden incluir superficies que se alineen con los dientes del paciente, así como con las encías 110 del paciente. Por ejemplo, como se ha descrito anteriormente, el cuerpo 212a de molde puede incluir características que se alinean con el diente 120 y el diente 126, mientras que el cuerpo 212b de molde puede incluir características que se alinean con el diente 120 y el diente 128. De la misma manera, el cuerpo 220a de soporte puede incluir características que se alinean con el diente 120 y el diente 126, mientras que el cuerpo 220b de soporte B puede incluir características que se alinean con el diente 120 y el diente 128. El componente 219 de cuerpo de soporte incluye, además, una superficie personalizada 225a opcional, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 126 y una superficie personalizada 225b opcional, que proporciona un ajuste personalizado con el diente 128. Las superficies personalizadas 225a, 225b pueden, además, asegurar y alinear los cuerpos 212 de molde en su sitio dentro de la boca de un paciente para facilitar restauraciones dentales personalizadas precisas de los dientes 120. El componente 219 de cuerpo de soporte puede alinearse, además, con las encías 110 del paciente. De esta manera, los cuerpos 212 de molde y los cuerpos 220 de soporte pueden proporcionar múltiples superficies personalizadas que se emparejan con las superficies correspondientes de los dientes 120, 126, 128, así como con las encías 110 del paciente. La combinación del componente 211 de cuerpo de molde y el componente 219 de cuerpo de soporte proporciona un ajuste seguro dentro de la boca del paciente para alinear con precisión los cuerpos 212 de molde con los dientes 120 con el fin de facilitar las restauraciones dentales de los dientes 120.

Si bien se describe que los cuerpos 220 de soporte no forman ninguna porción de la cavidad de molde, en otros ejemplos, los cuerpos 220 de soporte pueden modificarse fácilmente para combinarse con los cuerpos 212 de molde

para formar una o más cavidades de molde. En tales ejemplos, los cuerpos 220 de soporte modificados también deben considerarse cuerpos de molde.

Los cuerpos 212 de molde incluyen, además, aberturas 226a, 226b de inyección (colectivamente, “aberturas 226”) para suministrar material de restauración dental en las cavidades de molde. Las aberturas 226 están configuradas para aceptar la inyección de un material de restauración dental para cavidades de molde adyacentes a los dientes 120. Los cuerpos 212 de molde incluyen, además, aberturas 227a, 227b de ventilación (colectivamente, “aberturas 227 de ventilación”) para permitir que el aire y el exceso de material dental salgan de las cavidades de molde a medida que el material se inyecta a través de las aberturas 226 de relleno.

La herramienta personalizada 210 se combina con los dientes 120 para formar dos cavidades de molde distintas de los cuerpos 212 de molde. Las cavidades de molde de los cuerpos 212 de molde abarcan estructuras 121a, 121b dentales faltantes (colectivamente, “estructuras dentales 121”) de los dientes 120 y/o una carilla para uno o ambos dientes 120. Al colocar el componente 211 de cuerpo de molde sobre los dientes 120, el material de restauración dental puede colocarse en las cavidades del molde y adoptar la forma de estructuras dentales 121 y/o proporcionar una carilla en las superficies de los dientes 120.

La reparación de los dientes 120 se produce al rellenar las cavidades de molde con material de restauración dental después de colocar los cuerpos 212 de molde para que se alineen con los dientes 120. Opcionalmente, el material de relleno puede aplicarse en el diente y/o en la cavidad de molde antes de colocar los cuerpos 12 de molde para que se alineen con los dientes 102. En tales ejemplos, el proceso de asentar el cuerpo del molde forma el material de restauración con la forma deseada. Las estructuras 121 dentales faltantes pueden incluir cualquier porción de dientes 120, incluyendo cualquier combinación de estructura dental interproximal, oclusal, facial y/o lingual, aunque en el ejemplo de las Figuras 7-9, las estructuras 121 dentales faltantes se ilustran en el lado facial de los dientes 120. Una superficie interior de los cuerpos 212 de molde incluye, cada una, una porción de una cavidad de molde que se corresponde con al menos una superficie exterior del diente 120 correspondiente, la al menos una superficie exterior puede incluir unas superficies facial, lingual, interproximal y/u oclusal del diente 120 correspondiente. En algunos ejemplos, las cavidades de molde pueden facilitar una restauración de una carilla dental de las superficies facial, lingual, interproximal y/u oclusal del diente 120 correspondiente.

La herramienta personalizada 210 puede formarse en base a un modelo digital de los dientes y la boca de un paciente, que puede producirse con un escaneo 3D intraoral, tal como un escáner de múltiples canales. En un ejemplo particular, la herramienta personalizada 210 puede diseñarse digitalmente usando software CAD, tal como software de modelado sólido basado en el modelo digital. La herramienta personalizada 210 se ha diseñado para ajustarse sobre el diente 120 (que puede representar, a manera de ejemplo, un incisivo adyacente) y una porción de los dientes colindantes 126, 128. Posteriormente, la estructura dental de los dientes 120, 126, 128 puede sustraerse digitalmente de un bloque de molde, así como de las aberturas 226 de relleno y de las aberturas 227 de ventilación opcionales. Alternativamente, una inversa de la estructura dental puede invertirse dentro del software para definir el bloque de molde. Las aberturas 226 de relleno pueden ubicarse en regiones de la sección oclusal que se corresponden con regiones de los dientes que finalmente se retirarán en el proceso de preparación, p. ej., adyacentes a las cavidades de molde de los dientes 120. Las aberturas 226 de relleno pueden dimensionarse para recibir una punta de una jeringa de material de restauración dental comercialmente disponible, para permitir la inyección del material de restauración dental durante el relleno. Las aberturas 227 de ventilación pueden dimensionarse más pequeñas en diámetro que las aberturas 226 de relleno.

Dentro del modelo digital, el diseño del bloque de molde puede segmentarse en dos secciones (componente 211 de cuerpo de molde y componente 219 de cuerpo de soporte) para facilitar el ensamblaje eventual de los componentes de herramienta en los dientes sin interferencia geométrica. Dentro del modelo digital, pueden incluirse características de mango 229 añadidas al componente 211 de cuerpo de molde y al componente 219 de cuerpo de soporte para facilitar la sujeción de las porciones con un hemostato o pinzas de algodón durante la restauración dental usando la herramienta 210.

Los componentes dentro del software CAD pueden convertirse en un formato de malla de puntos 3D u otro formato para facilitar la producción con una impresora 3D, una fresa CNC, procesos de fresado CAD/CAM o de cualquier otra manera. Las marcas de orientación (p. ej., una marca de color en los extremos distales de cada componente de herramienta) pueden aplicarse a los componentes de la herramienta para facilitar el ensamblaje. La producción puede incluir, opcionalmente, otras etapas tales como la de curado (p. ej., en una estufa UV), limpieza, p. ej., en solución alcohólica, y/o ensamblaje de varios componentes, pulido de superficies dentales, recubrimiento, tal como con un acrílico transparente para mejorar la visibilidad del área de restauración durante la inyección del material de restauración dental. Además, las superficies de los componentes de la herramienta que se espera que estén en contacto con el material de restauración dental podrían recubrirse, opcionalmente, con una capa de agente de liberación (p. ej., una capa delgada de vaselina).

La Figura 10 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo técnico para formar una restauración dental en la boca de un paciente. En primer lugar, un profesional sanitario coloca un molde, tal como el cuerpo 12 de molde o el componente 211 del cuerpo de molde, sobre una porción de un diente del paciente (302). El diente contiene una

estructura dental faltante o bien se ha preparado para crear una estructura dental faltante, tal como se hace convencionalmente en el proceso de eliminación de caries. El cuerpo de molde se combina con el diente para formar una cavidad de molde que abarca la estructura dental faltante del diente. A continuación, un profesional sanitario inyecta un material de restauración dental dentro de la cavidad (304) de molde. El profesional sanitario permite que el material de restauración dental se cure (306) dentro de la cavidad de molde para reformar el diente, lo que puede incluir la aplicación de radiación actínica para curar el material de restauración dental. El profesional sanitario retira el molde del diente del paciente dejando la restauración dental con una forma definida por la cavidad de molde en el diente del paciente (308).

La Figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de entorno informático 340 en el que la clínica 344 y la instalación 348 de fabricación comunican información a través de un proceso de fabricación de la herramienta personalizada 10 y/o la herramienta personalizada 210 para el paciente 342. Inicialmente, un odontólogo de la clínica 344 genera una o más imágenes de una estructura dental del paciente 342 usando cualquier técnica de obtención de imágenes adecuada y genera datos 346 digitales de la estructura dental (p. ej., una representación digital de la estructura dental del paciente 342 y, opcionalmente, de tejidos bucales tales como las encías 110). Por ejemplo, el profesional sanitario puede generar imágenes de rayos X que pueden escanearse digitalmente. Alternativamente, el profesional sanitario puede capturar imágenes digitales de la estructura dental del paciente usando, por ejemplo, tomografía computarizada (TC) convencional, escaneo láser, escaneo intraoral, escaneos de TC de impresiones dentales, escaneos de férulas dentales vertidas a partir de impresiones, instrumentación de ultrasonido, obtención de imágenes por resonancia magnética (IRM) o cualquier otro método adecuado de adquisición de datos 3D. En algunas realizaciones, se pueden proporcionar las imágenes digitales usando un escáner intraoral portátil tal como el escáner intraoral que usa un muestreo de frente de onda activo desarrollado por Brontes Technologies, Inc. (Lexington, Ma) y descrito en la publicación PCT n.º WO 2007/084727 (Boerjes, y col.). Alternativamente, pueden utilizarse otros escáneres intraorales o sondas de contacto intraorales. Como otra opción, se pueden proporcionar datos 346 digitales de la estructura escaneando una impresión negativa de los dientes del paciente. Como otra opción adicional, se pueden proporcionar datos 346 digitales de la estructura obteniendo imágenes de un modelo físico positivo de los dientes del paciente o usando una sonda de contacto en un modelo de los dientes del paciente. El modelo usado para el escaneo se puede realizar, por ejemplo, moldeando una impresión de la dentadura de un paciente a partir de un material de impresión adecuado tal como alginato o polivinilsiloxano (PVS), vertiendo un material de moldeo (tal como yeso odontológico o resina epóxica) en la impresión, y dejando que el material de moldeo se endurezca. Puede usarse cualquier técnica de escaneo adecuada para escanear el modelo, incluyendo las descritas anteriormente. Otros métodos de escaneo posibles se describen en la patente con n.º de publicación US-2007/0031791 (Cinader y col.).

Además de proporcionar imágenes digitales escaneando las superficies expuestas de los dientes, es posible obtener imágenes de características ocultas de la dentadura, como las raíces de los dientes del paciente y las mandíbulas del paciente. En algunas realizaciones, los datos digitales de la estructura dental se forman proporcionando varias imágenes 3D de estas características y “uniéndolas” posteriormente. No es necesario proporcionar estas imágenes diferentes utilizando la misma técnica de obtención de imágenes. Por ejemplo, una imagen digital de las raíces de los dientes proporcionada con una TC puede integrarse con una imagen digital de las coronas dentales provista con un escáner de luz visible intraoral. En la patente US-6.845.175 (Kopelman, y col.) y en la patente con n.º de publicación US-2004/0029068 (Badura y col.) se describe la escala y el registro de imágenes dentales 2D con imágenes dentales 3D. Las patentes concedidas US-7.027.642 (Imgrund y col.) y US-7.234.937 (Sachdeva y col.) describen el uso de técnicas de integración de imágenes digitales proporcionadas a partir de varias fuentes 3D. Por consiguiente, el término “obtención de imágenes” tal como se utiliza en la presente memoria no se limita a la obtención de imágenes fotográficas normales de estructuras evidentes visualmente, sino que incluye la obtención de imágenes de estructuras dentales ocultas a la vista. La estructura dental puede incluir, pero no se limita a ello, cualquier porción de coronas y/o raíces de uno o más dientes de una arcada dental, encías, ligamentos periodontales, hueso alveolar, hueso cortical, implantes, coronas artificiales, puentes, carillas, dentaduras postizas, aparatos dentales o cualquier estructura que pueda considerarse parte de la dentadura antes, durante o después del tratamiento.

Para generar datos 346 digitales de la estructura dental, un ordenador debe transformar los datos sin procesar de los sistemas de obtención de imágenes en modelos digitales disponibles para usar. Por ejemplo, para los datos sin procesar que representan las formas de los dientes recibidos por un ordenador, los datos sin procesar suelen ser poco más que una nube de puntos en un espacio 3D. Típicamente, se dota de superficie a esta nube de puntos para crear modelos de objetos 3D de la dentadura del paciente, incluyendo uno o más dientes, tejido gingival, y otras estructuras orales circundantes. Para que estos datos sean útiles en el diagnóstico y tratamiento ortodóncico, el ordenador puede “segmentar” la superficie de la dentadura para producir uno o más modelos de objetos dentales 3D móviles y distintos que representan dientes individuales. El ordenador puede separar aún más estos modelos dentales de la encía en objetos separados. La segmentación permite que un usuario caracterice y manipule la disposición de los dientes como un conjunto de objetos individuales.

Después de generar datos 346 digitales de la estructura dental, la clínica 344 puede almacenar datos 346 digitales de la estructura dental dentro del historial clínico del paciente en una base de datos. La clínica 344 puede, por ejemplo, actualizar una base de datos local que tenga una pluralidad de historiales de pacientes. Alternativamente,

la clínica 344 puede actualizar remotamente una base de datos central (opcionalmente, dentro de la instalación 348 de fabricación) a través de la red 350. Después de almacenar los datos 346 digitales de la estructura dental, la clínica 344 comunica electrónicamente los datos 346 digitales de la estructura dental a la instalación 348 de fabricación. Alternativamente, la instalación 348 de fabricación puede recuperar los datos 346 digitales de la estructura dental de la base de datos central.

La clínica 344 también puede enviar los datos 347 de tratamiento que presentan información general relacionada con el diagnóstico y el plan de tratamiento de un profesional sanitario para el paciente 342 a la instalación 348 de fabricación. En algunos ejemplos, los datos 347 de tratamiento pueden ser más específicos. Por ejemplo, los datos 346 digitales de la estructura dental pueden ser una representación digital de la estructura dental del paciente 342, y el profesional sanitario de la clínica 344 puede revisar la representación digital e indicar las reparaciones deseadas, incluyendo ubicaciones para carillas, coronas o empastes para dientes individuales del paciente 342 antes de enviar los datos 346 digitales de la estructura dental a la instalación 348 de fabricación. El facultativo y la instalación de fabricación también pueden participar en un proceso iterativo para llegar al plan de tratamiento adecuado. Estas interacciones pueden estar facilitadas por comunicación digital, tal como a través del Portal de Gestión de Tratamiento ofrecido por 3M de Oral Care. La instalación 348 de fabricación puede estar ubicada en un emplazamiento externo o en la clínica 344.

Por ejemplo, cada clínica 344 puede incluir su propio equipo para la instalación 348 de fabricación de manera que un profesional sanitario clínico o un asistente pueda realizar en su totalidad un plan de tratamiento y un diseño digital, en el entorno clínico, usando un software instalado localmente. La fabricación puede realizarse asimismo en la clínica usando una impresora 3D (u otros métodos de fabricación aditiva). En otros ejemplos, una instalación de fabricación remota puede procesar los datos de análisis tridimensionales de un paciente y producir un modelo digital de un diseño para una herramienta personalizada para formar la restauración dental del diente en base a los datos de análisis tridimensionales de la boca del paciente. Después, la instalación de fabricación remota puede devolver el modelo digital de un diseño para una herramienta personalizada para formar la restauración dental del diente a la clínica 344.

Una impresora 3D permite la fabricación de características intrincadas de una herramienta personalizada o una representación física de la estructura dental del paciente 342 por impresión aditiva. La impresora 3D puede usar diseños digitales iterativos de la estructura dental original del paciente 342, así como una estructura dental deseada del paciente 342 para producir múltiples herramientas personalizadas y/o patrones de herramientas personalizados para producir la estructura dental deseada del paciente 342. La fabricación puede incluir un procesamiento posterior para eliminar la resina no curada y retirar las estructuras de soporte, o para ensamblar diversos componentes, que también pueden ser necesarios y que también podrían realizarse en un entorno clínico. Alternativamente, la fabricación puede realizarse por fabricación sustractiva, tal como fresas CAD/CAM.

La instalación 348 de fabricación usa los datos 346 digitales de la estructura dental del paciente 342 para construir la herramienta personalizada 10 y/o la herramienta personalizada 210 para reparar los dientes del paciente 342. En algún momento después, la instalación 348 de fabricación envía la herramienta personalizada 10 y/o la herramienta personalizada 210 a la clínica 344.

La Figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra el proceso 360 llevado a cabo en la clínica 344 según un ejemplo de esta descripción. Inicialmente, un profesional sanitario recopila en la clínica 344 la identidad del paciente y otra información del paciente 342 y crea un historial (362) del paciente. Como se describe, el historial del paciente puede estar ubicado dentro de la clínica 344 y, opcionalmente, configurado para compartir datos con una base de datos dentro de la instalación 348 de fabricación. Alternativamente, el historial del paciente puede estar ubicado dentro de una base de datos en la instalación 348 de fabricación a la que la clínica 344 puede acceder remotamente a través de la red 350 o dentro de una base de datos a la que tanto la instalación 348 de fabricación como la clínica 344 pueden acceder remotamente.

A continuación, los datos digitales 346 de la estructura dental del paciente 342 pueden generarse usando cualquier técnica adecuada (364) para crear de ese modo una estructura dental virtual. Los datos digitales 346 pueden comprender una imagen bidimensional (2D) y/o una representación tridimensional (3D) de la estructura dental.

En un ejemplo, se generan representaciones 3D de una estructura dental usando un escaneo por cone beam computerized tomography (tomografía computarizada de haz cónico - CBCT), tal como un dispositivo de obtención de imágenes dentales 3D i-CAT, que está disponible en Imaging Sciences International, LLC; 1910 N Penn Road, Hatfield, Pa. La clínica 344 almacena los datos 3D 346 (en forma de imágenes radiológicas) generados a partir del escáner CBCT en la base de datos ubicada dentro de la clínica 344 o, alternativamente, dentro de la instalación 348 de fabricación. El sistema informático procesa los datos digitales 346 del escáner CBCT, que pueden estar en forma de una pluralidad de cortes, para calcular una representación digital de la estructura dental que puede manipularse dentro del entorno de modelado 3D.

Si se usan imágenes (365) radiológicas 2D, entonces el profesional sanitario puede generar, además, datos (366) digitales 3D. Los datos 346 3D pueden producirse, por ejemplo, formando y, posteriormente, escaneando

digitalmente una impresión física o moldeo de la estructura dental del paciente 342. Por ejemplo, una impresión física o moldeo de los dientes del paciente 342 puede escanearse usando un escáner de luz visible, tal como un escáner OM-3R disponible en Laser Design, Inc. de Minneapolis, MN. Alternativamente, el profesional sanitario puede generar los datos 3D 346 del servicio oclusal mediante el uso de una exploración intraoral de los dientes del paciente 342 o datos dentales 3D existentes. En un ejemplo, puede usarse el método para formar un escaneo digital a partir de un moldeo o una impresión descrita en la patente US-8.491.306, titulada, "Registering physical and virtual tooth structures with pedestals". En los mismos ejemplos o en otros diferentes, pueden usarse técnicas para definir una superficie dental virtual y un sistema virtual de coordenadas dentales como se describe en la publicación de solicitud de patente n.º US-2013/0325431, titulada "Dental digital setups". En cualquier caso, los datos digitales se registran digitalmente dentro del entorno de modelado 3D para formar una representación digital compuesta de una estructura dental, que puede incluir las raíces de los dientes, así como las superficies oclusales.

En un ejemplo, las imágenes radiológicas 2D y los datos digitales 3D para la superficie oclusal de los dientes se registran al añadir primero marcadores de registro (p. ej., marcadores de referencia o un pedestal que tenga una geometría conocida) a la estructura dental del paciente 342 antes de generar tanto las imágenes radiológicas como el escaneo digital 3D. Después de eso, la representación digital de los marcadores de registro dentro de la imagen radiológica 2D y los datos digitales 3D pueden alinearse dentro de un entorno de modelado 3D usando las técnicas de registro descritas en la patente US-8.491.306.

En otro ejemplo, los datos digitales 3D de la estructura dental se generan combinando dos representaciones digitales 3D de la estructura dental. Por ejemplo, una primera representación digital 3D puede ser una imagen de resolución relativamente baja de las raíces obtenida con un escáner CBCT (p. ej., un dispositivo de obtención de imágenes dentales 3D i-CAT) y la segunda representación digital 3D puede ser una imagen de resolución relativamente alta de las coronas de los dientes obtenida con una TC industrial de una impresión o un escaneo de luz visible (p. ej., láser) de un moldeo de los dientes del paciente. Las representaciones digitales 3D pueden registrarse usando un programa de software que permite manipular las representaciones 3D dentro de un entorno informático (p. ej., el software Geomagic Studio, disponible en 3D Systems, Inc.; 333 Three D Systems Circle, Rock Hill, SC) o, alternativamente, pueden usarse técnicas de registro descritas en la patente US-8.491.306.

A continuación, un sistema informático que ejecuta un programa de modelado 3D representa la representación digital resultante de la estructura dental, incluyendo la superficie oclusal y, opcionalmente, la estructura radicular de los dientes del paciente. El software de modelado puede proporcionar una interfaz de usuario que permite al profesional sanitario manipular las representaciones digitales de los dientes en el espacio 3D con respecto a la representación digital de los dientes del paciente. Al interactuar con el sistema informático, el profesional sanitario genera información de tratamiento, tal como seleccionando áreas de reparación de los dientes del paciente 342 (367).

Una vez que el profesional sanitario ha terminado de transmitir información general relacionada con un diagnóstico y el plan de tratamiento dentro del entorno 3D, el sistema informático actualiza la base de datos asociada con el historial del paciente para registrar los datos 347 de tratamiento transmitiendo información general relacionada con un diagnóstico y un plan de tratamiento según lo especificado por el profesional sanitario (368). Después de eso, los datos 347 de tratamiento se transmiten a la instalación 348 de fabricación para que la instalación 348 de fabricación construya una o más herramientas personalizadas, tales como la herramienta personalizada 10 y/o la herramienta personalizada 210 (370).

Aunque se describen con respecto a un odontólogo ubicado en una clínica dental, un usuario remoto puede realizar una o más de las etapas descritas con respecto a la Figura 12, tal como un usuario ubicado en la instalación 348 de fabricación. Por ejemplo, el odontólogo solo puede enviar datos de imágenes radiológicas y una impresión o moldeo del paciente a la instalación 348 de fabricación, donde un usuario interactúa con un sistema informático para desarrollar un plan de tratamiento dentro de un entorno de modelado 3D. Opcionalmente, una representación digital del plan de tratamiento dentro del entorno de modelado 3D puede transmitirse después al odontólogo de la clínica 344, quien puede revisar el plan de tratamiento y bien enviar su aprobación de regreso o indicar los cambios deseados. Una opción adicional sería que la instalación de fabricación cree el diseño digital de la herramienta que después se devuelve a la clínica para su producción en el sistema en la clínica (p. ej., impresora 3D o fresado).

La Figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de un dispositivo 380 informático cliente conectado a la instalación 348 de fabricación a través de la red 350. En el ejemplo ilustrado, el dispositivo 380 informático cliente proporciona un entorno operativo para el software 382 de modelado. Como se ha descrito anteriormente, el software 382 de modelado presenta un entorno de modelado para modelar e ilustrar la representación 3D de los dientes del paciente 342. En la realización ilustrada, el software 382 de modelado incluye una interfaz 384 de usuario, un módulo 386 de cavidad de molde y un motor 388 de representación.

La interfaz 384 de usuario proporciona una graphical user interface (interfaz gráfica de usuario - GUI) que muestra visualmente la representación en 3D de los dientes del paciente 342. Además, la interfaz 384 de usuario proporciona una interfaz para recibir entradas del profesional sanitario 389 de la clínica 344 (Figura 11), p. ej., a través de un teclado y un dispositivo señalador, para manipular los dientes del paciente 342 dentro del modelo, p. ej., para

seleccionar porciones para su reparación y/o ajustar las superficies de una cavidad de molde que definen la superficie exterior reparada de los dientes del paciente 342, según lo provisto por la herramienta personalizada 10 y/o la herramienta personalizada 210.

5 El programa 382 de modelado puede ser accesible para la instalación 348 de fabricación a través de la interfaz 381 de red. El software 382 de modelado interactúa con la base 390 de datos para acceder a una variedad de datos, tales como datos 392 de tratamiento, datos 3D 394, relativos a la estructura dental del paciente 342, y datos 396 del paciente. La base 390 de datos puede representarse en una variedad de formas, incluyendo archivos de almacenamiento de datos, mesas de consulta o un database management system (sistema de gestión de bases de datos - DBMS) que se ejecuta en uno o más servidores de bases de datos. El sistema de gestión de bases de datos puede ser un sistema relacional (RDBMS), jerárquico (HDBMS), multidimensional (MDBMS), orientado a objetos (ODBMS u OODBMS) o object relational database management system (sistema de gestión de bases de datos relacional de objetos - ORDBMS). Por ejemplo, los datos pueden almacenarse dentro de una única base de datos relacional, tal como el servidor SQL de Microsoft Corporation. Aunque se ilustra como local con respecto al dispositivo 380 informático cliente, la base 390 de datos puede estar ubicada lejos del dispositivo informático cliente y acoplada al dispositivo informático cliente a través de una red pública o privada, p. ej., la red 350. Los datos 392 de tratamiento describen un diagnóstico y/o información de reparación de los dientes del paciente 342 seleccionados por el profesional sanitario 389 y colocados dentro del entorno de modelado 3D.

10 Los datos 396 del paciente describen un conjunto de uno o más pacientes, p. ej., el paciente 342, asociados con el profesional sanitario 389. Por ejemplo, los datos 396 del paciente especifican información general, tal como un nombre, una fecha de nacimiento y una historia dental, para cada paciente.

25 El motor 388 de representación accede y representa datos 3D 394 para generar la vista 3D presentada al profesional sanitario 389 por la interfaz 384 de usuario. Más específicamente, los datos 3D 394 incluyen información que define los objetos 3D que representan cada diente (opcionalmente incluyendo las raíces) y la mandíbula dentro del entorno 3D. El motor 388 de representación procesa cada objeto para representar una malla triangular 3D basándose en la perspectiva de visión del profesional sanitario 389 dentro del entorno 3D. La interfaz 384 de usuario muestra la malla triangular 3D representada al profesional sanitario 389 y permite al profesional sanitario 389 cambiar las perspectivas de visión y manipular objetos dentro del entorno 3D.

30 La patente US-8.194.067, titulada, "Planar guides to visually aid dental appliance placement within a three-dimensional (3D) environment" y la patente US-7.731.495, titulada, "User interface having cross section control tool for digital dentals", describen otros ejemplos para sistemas informáticos y software de modelado 3D que tienen interfaces de usuario que pueden usarse con las técnicas descritas en la presente descripción.

35 El dispositivo 380 informático cliente incluye el procesador 383 y la memoria 385 para almacenar y ejecutar el software 382 de modelado. La memoria 385 puede representar cualquier elemento de almacenamiento volátil o no volátil. Los ejemplos incluyen random access memory (memoria de acceso aleatorio - RAM), tal como synchronous dynamic random access memory (memoria de acceso aleatorio síncrona dinámica - SDRAM), read-only memory (memoria de sólo lectura - ROM), non-volatile random access memory (memoria de acceso aleatorio no volátil - NVRAM), electrically erasable programmable read-only memory (memoria de sólo lectura programable y borrrable eléctricamente - EEPROM) y memoria FLASH. Los ejemplos también pueden incluir un almacenamiento no volátil, tal como un disco duro, una cinta magnética, un medio de almacenamiento de datos magnético u óptico, un disco compacto (CD), un disco versátil digital (DVD), un disco Blu-ray y un medio de almacenamiento de datos holográficos.

40 El procesador 383 representa uno o más procesadores tales como un microprocesador de propósito general, un procesador diseñado especialmente, un application specific integrated circuit (circuito integrado específico de aplicación - ASIC), una field programmable gate array (matriz de puertas programables en campo - FPGA), una colección de lógicas distintas o cualquier tipo de dispositivo de procesamiento capaz de ejecutar las técnicas descritas en la presente descripción. En un ejemplo, la memoria 385 puede almacenar instrucciones de programa (p. ej., instrucciones de software) que son ejecutadas por el procesador 383 para llevar a cabo las técnicas descritas en la presente descripción. En otros ejemplos, las técnicas pueden ser ejecutadas por la circuitería programada específicamente del procesador 383. En estas u otras maneras, el procesador 383 se puede configurar para ejecutar las técnicas descritas en la presente descripción.

50 El dispositivo 380 informático cliente está configurado para enviar una representación digital de una estructura dental 3D de un paciente y, opcionalmente, datos 392 de tratamiento y/o datos 396 del paciente al ordenador 370 de la instalación 348 de fabricación a través de la red 350. El ordenador 370 incluye la interfaz 372 de usuario. La interfaz 372 de usuario proporciona una GUI que muestra visualmente la representación 3D del modelo digital de los dientes. Además, la interfaz 372 de usuario proporciona una interfaz para recibir entradas de un usuario, p. ej., a través de un teclado y un dispositivo señalador, para manipular los dientes de un paciente dentro de la representación digital de la estructura dental 3D del paciente.

65

El ordenador 370 puede configurarse, además, para determinar las dimensiones y las formas de una herramienta personalizada, estando las dimensiones y formas de la herramienta personalizada configuradas para proporcionar uno o más cuerpos de molde y cavidades de molde de reparación del uno o más dientes del paciente. El ordenador 370 puede proporcionar las dimensiones y formas de la herramienta personalizada al sistema 374 de fabricación automatizada para la producción de la herramienta personalizada.

El dispositivo 380 informático cliente y el ordenador 370 son meras representaciones conceptuales de un ejemplo de sistema informático. En algunos ejemplos, las funcionalidades descritas con respecto al dispositivo 380 informático cliente y/o el ordenador 370 pueden combinarse en un único dispositivo informático o distribuirse entre múltiples dispositivos informáticos dentro de un sistema informático. Por ejemplo, se puede usar una computación en la nube para el diseño digital de las herramientas personalizadas descritas en la presente descripción. En un ejemplo, las representaciones digitales de las estructuras dentales se reciben en un ordenador de la clínica, mientras que se usa un ordenador diferente, tal como el ordenador 370, para determinar las formas y dimensiones de una herramienta personalizada. Además, puede no ser necesario que ese ordenador diferente, tal como el ordenador 370, reciba la totalidad de los mismos datos para determinar formas y dimensiones. Las formas y dimensiones pueden determinarse, al menos en parte, en función del conocimiento derivado a través del análisis de casos históricos o modelos virtuales de casos ilustrativos, sin recibir una representación 3D completa del caso en cuestión. En tal ejemplo, los datos transmitidos entre el dispositivo 380 informático cliente y el ordenador 370, o usados de cualquier otra manera para diseñar una herramienta personalizada pueden ser significativamente menores que el conjunto de datos completo que representa un modelo dental digital completo de un paciente.

Se han descrito varios ejemplos. Los ejemplos descritos en esta descripción admiten modificaciones. Por ejemplo, se pueden fabricar herramientas personalizadas a partir de la geometría inicial del diente o de la geometría del diente optimizada digitalmente (p. ej., colmando lagunas en los datos, extrayendo y escalando los datos de bibliotecas de dientes, probando en un articulador virtual). Las herramientas pueden encajar con precisión en la estructura existente o pueden optimizarse para mover o posicionar selectivamente el tejido. Se pueden formar herramientas personalizadas sin información previa sobre dónde se retirará la estructura dental, tal como cuando no se conozca la extensión de la caries. Se pueden formar herramientas personalizadas para generar una estructura dental optimizada digitalmente que requerirá que el profesional sanitario retire estructura dental antes de la aplicación de la herramienta. Las herramientas pueden imprimirse o fresarse. Las herramientas se pueden hacer a partir de la gama completa de materiales impresos en 3D (resistencia, flexibilidad, translucidez, color). Las herramientas se pueden recubrir con una gama de agentes para optimizar la liberación, el acabado superficial y la transparencia óptica. Las herramientas pueden contener características para indicar o definir el nivel de relleno de diferentes materiales de restauración (tono, nivel de relleno, propiedades físicas). Las características físicas (elasticidad, rugosidad, transparencia, etc.) de las herramientas pueden variar en toda la herramienta para mejorar la capacidad de sellado, la fidelidad dimensional, la textura al material de restauración, el grado de curado del material, etc.). Las herramientas y/o los cuerpos de molde pueden interconectarse entre sí o con componentes convencionales (p. ej., bandas de matriz). Las herramientas se pueden usar dentro o fuera de la boca. El material de restauración puede inyectarse a través de unas aberturas en las herramientas, aplicarse en la estructura dental y/o en la herramienta antes de la aplicación de la herramienta, de manera que la aplicación se conforme al material. Las herramientas pueden ser degradables (p. ej., con disolventes/calor) para liberarse del material de restauración o permitir geometrías rebajadas y/o reducir las líneas de división. Las herramientas pueden ser plegables (desinflables, frangibles, etc.). Se pueden crear kits de herramientas específicas para el paciente y productos y cantidades asociados (p. ej., adhesivos, materiales de relleno y pulido seleccionados en función de las necesidades del paciente y/o preferencias del facultativo). Se puede usar una serie de herramientas secuencialmente en el proceso de rellenado directo para controlar las geometrías de múltiples capas de una restauración dental en un diente. Se pueden practicar escaneos dentales en la consulta de diagnóstico para facilitar la fabricación de herramientas personalizadas antes de una cita para una restauración dental. Las herramientas pueden fabricarse localmente o los datos de análisis digitales pueden enviarse a una ubicación remota para la producción.

Estos y otros ejemplos están dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta personalizada (10) para formar una restauración dental en la boca de un paciente, comprendiendo la herramienta personalizada:
5 un cuerpo (12) de molde que proporciona un ajuste personalizado con al menos un diente (102) del paciente, incluyendo el cuerpo (12) de molde una porción oclusal que forma una superficie oclusal que se corresponde con una superficie oclusal del diente o una porción incisal que se corresponde con la superficie incisal del diente, una porción proximal mesial que forma una superficie proximal mesial que se corresponde con una superficie proximal mesial del diente, y una porción proximal distal que forma una superficie proximal distal que se corresponde con una superficie proximal distal del diente,
10 en donde el cuerpo (12) de molde está configurado para combinarse con el diente (102) del paciente para formar una cavidad de molde que abarca la estructura dental faltante del diente, y en donde la porción oclusal o incisal, la porción proximal mesial, y la porción proximal distal se basan en datos de escaneo tridimensional de la boca del paciente, y
15 en donde la herramienta personalizada (10) incluye una abertura (36), caracterizada por que la herramienta personalizada incluye además un tapón (38), en donde el tapón (38) incluye una superficie (39) de punta y está configurado para colocarse de manera que la superficie (39) de punta se coloque dentro de la abertura (36) después de la inyección de material de restauración dental en la cavidad de molde, y en donde el cuerpo (12) de molde es un cuerpo (12) de molde de una pieza.
20
- 25 2. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, en donde la porción oclusal, la porción proximal mesial y la porción proximal distal están todas personalizadas para ajustarse alrededor de un diente (102) que recibe una restauración.
- 30 3. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, que incluye además una porción de envoltura que se acopla con una superficie lingual del diente (102) para permitir que la herramienta personalizada se ajuste a presión sobre el diente.
- 35 4. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, que incluye además una primera porción interproximal (16a) que incluye la superficie proximal mesial y una segunda porción interproximal (16b) que incluye la porción proximal distal.
- 40 5. La herramienta personalizada de la reivindicación 4, en donde la primera porción interproximal (16a) incluye una superficie proximal distal que se corresponde con una superficie proximal distal de un primer diente adyacente (101), y la segunda porción interproximal (16b) incluye una superficie proximal mesial que se corresponde con la superficie proximal mesial de un segundo diente adyacente (103).
- 45 6. La herramienta personalizada de la reivindicación 5, en donde la primera porción interproximal (16a) incluye una primera superficie gingival y la segunda porción interproximal (16b) incluye una segunda superficie gingival en donde la herramienta personalizada está configurada para retraer las encías del diente para la restauración del diente.
7. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, en donde el cuerpo de molde de una pieza comprende una superficie lingual que se corresponde con la superficie lingual del diente.
- 50 8. La herramienta personalizada de la reivindicación 1,
55 en donde el cuerpo (211) de molde de una pieza proporciona un ajuste personalizado para dos dientes adyacentes (120a, 120b) del paciente, incluyendo los dos dientes adyacentes el diente (120a) y un diente adyacente (120b), incluyendo el cuerpo (211) de molde de una pieza una segunda porción oclusal que forma una segunda superficie oclusal que se corresponde con una segunda superficie oclusal del diente adyacente (120b), una segunda porción proximal mesial que forma una segunda superficie proximal mesial que se corresponde con una segunda superficie proximal mesial del diente adyacente (120b), y una segunda porción proximal distal que forma una segunda superficie proximal distal que se corresponde con una segunda superficie proximal distal del diente adyacente (120b), y
60 en donde el cuerpo (211) de molde está configurado para combinarse con los dos dientes adyacentes (120a, 120b) del paciente para formar cavidades de molde separadas que abarcan una estructura dental faltante para cada uno de los dos dientes adyacentes.

9. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, en donde la porción oclusal, la porción proximal mesial, y la porción proximal distal se fabrican mediante procesos de impresión tridimensional o mediante procesos de fresado CAD/CAM.
- 5 10. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, en donde la porción oclusal, la porción proximal mesial, y la porción proximal distal forman juntas una superficie interna que se corresponde con la superficie externa del diente antes de la restauración.
- 10 11. La herramienta personalizada de la reivindicación 1, que comprende además un material de restauración dental ubicado dentro de la cavidad de molde.
- 15 12. La herramienta personalizada de la reivindicación 4, en donde la primera porción interproximal y la segunda porción interproximal están configuradas para ayudar a separar el primer diente adyacente y un segundo diente adyacente del diente que recibe la restauración y para aislar el diente que recibe la restauración de la sangre o saliva.
- 20 13. Un proceso de fabricación de la herramienta personalizada de cualquiera de las reivindicaciones 1-12 para formar una restauración dental de un diente dentro de la boca de un paciente, comprendiendo el proceso:
obtener datos de escaneo tridimensional de la boca de un paciente; y
imprimir tridimensionalmente la herramienta personalizada en base a los datos de escaneo tridimensional de la boca del paciente.

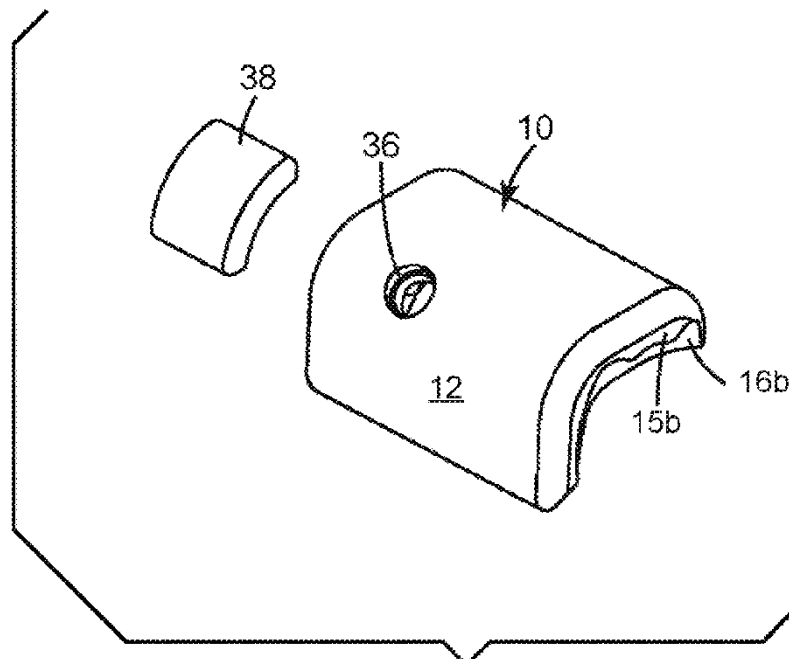


Fig. 1

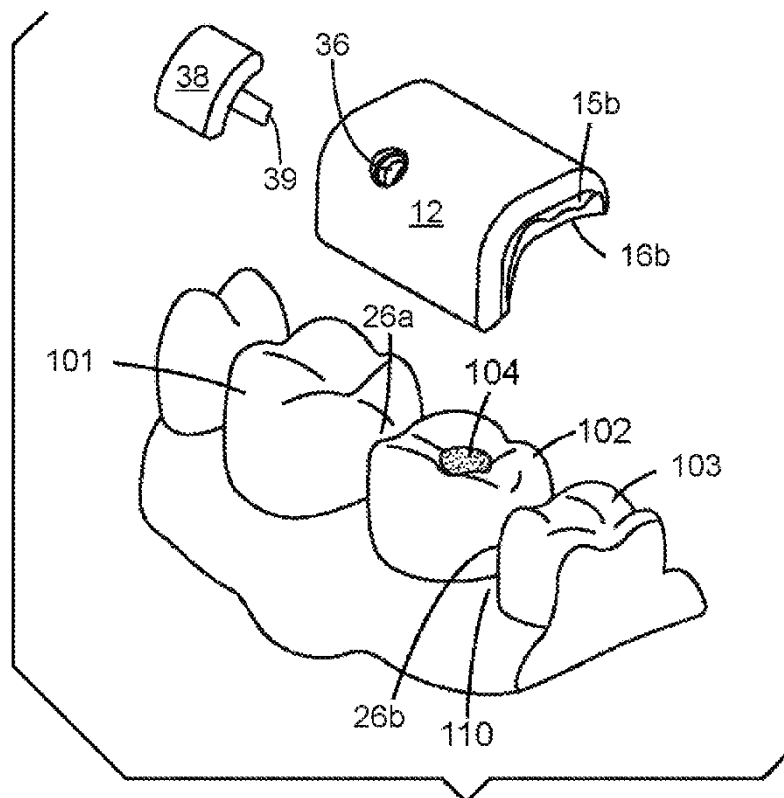


Fig. 2

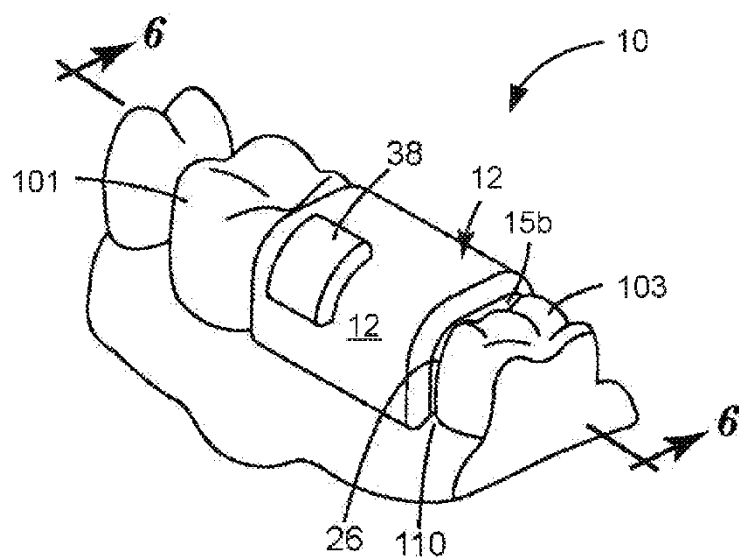


Fig. 3

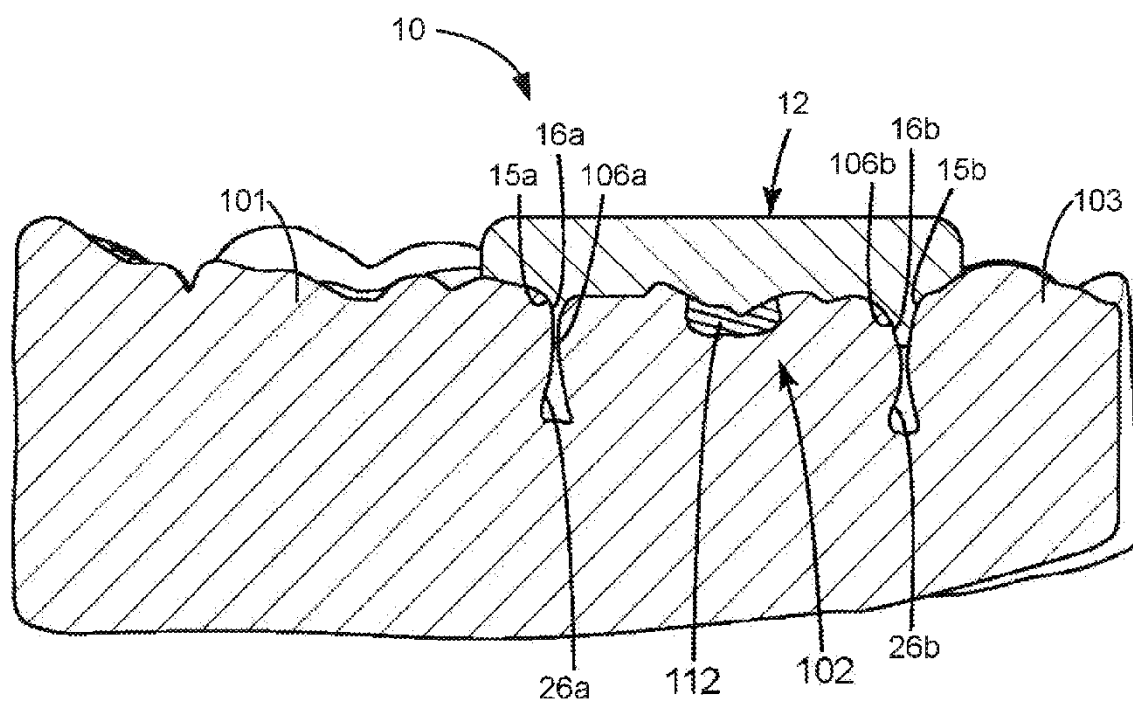


Fig. 4

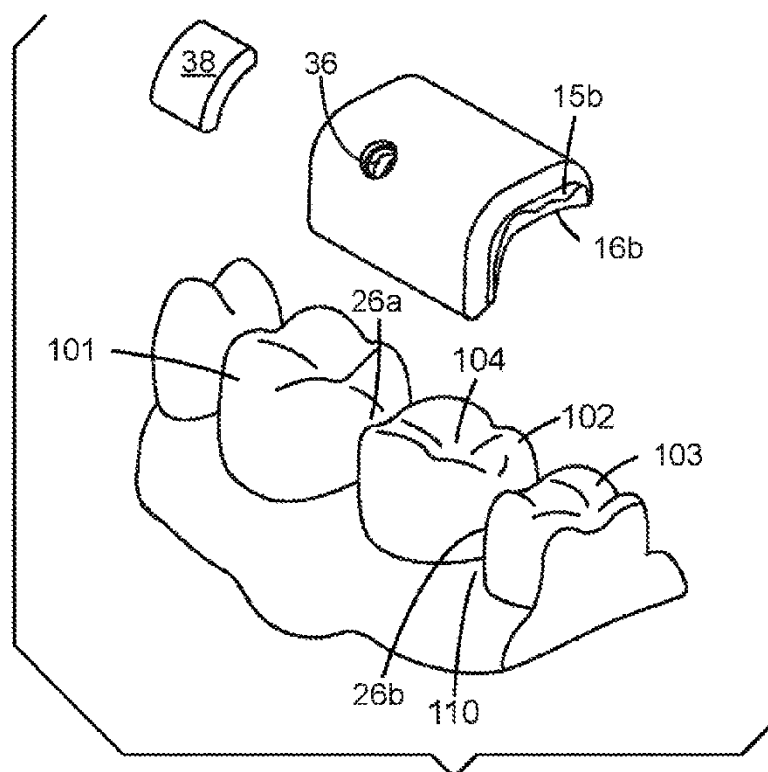


Fig. 5

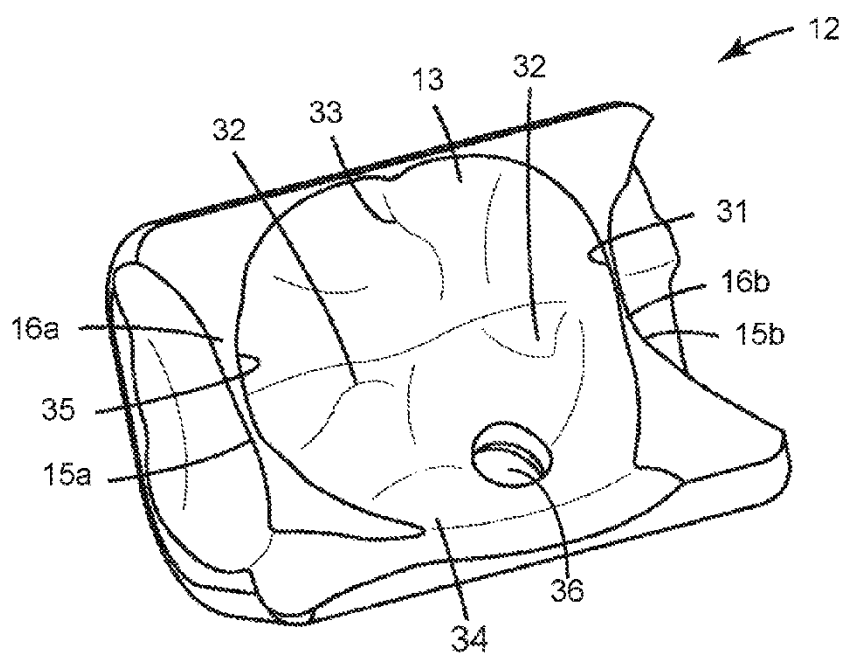


Fig. 6

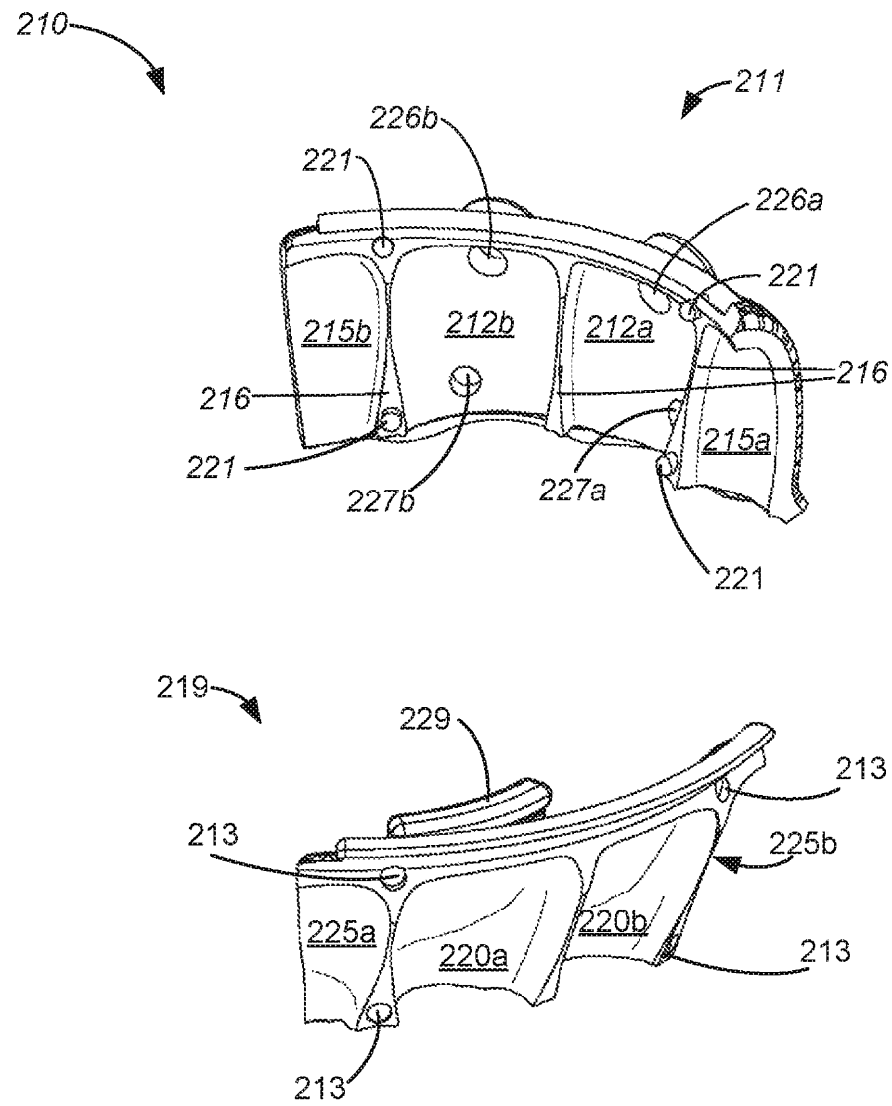


Fig. 7

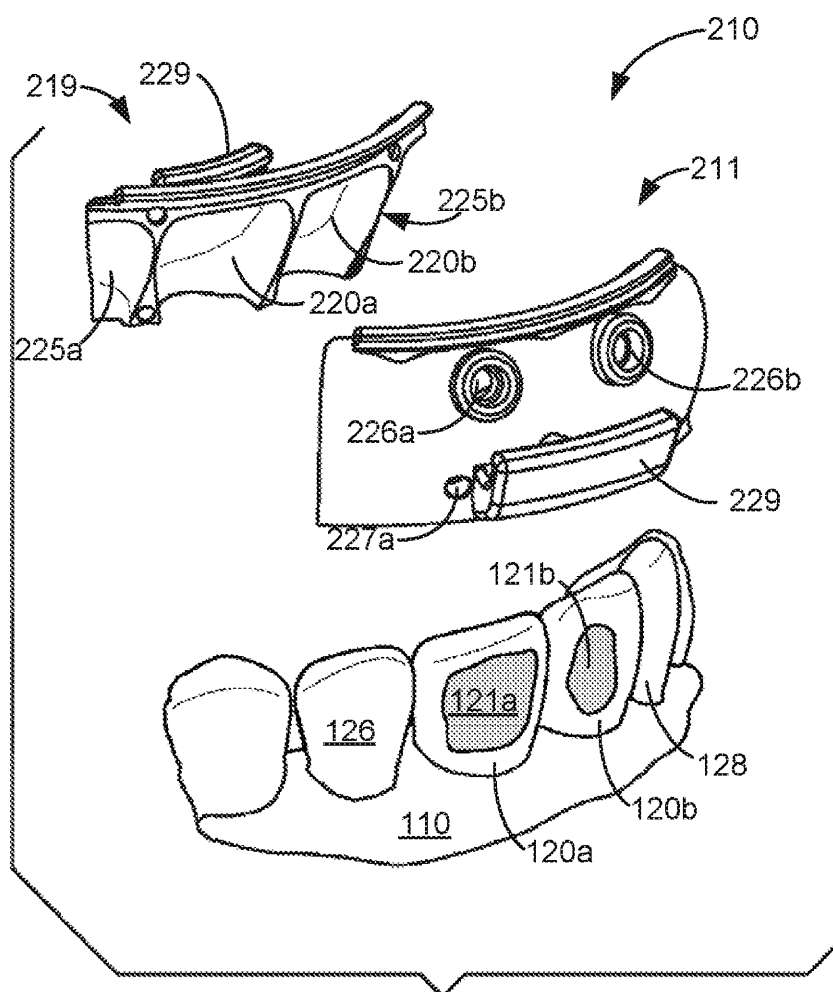


Fig. 8

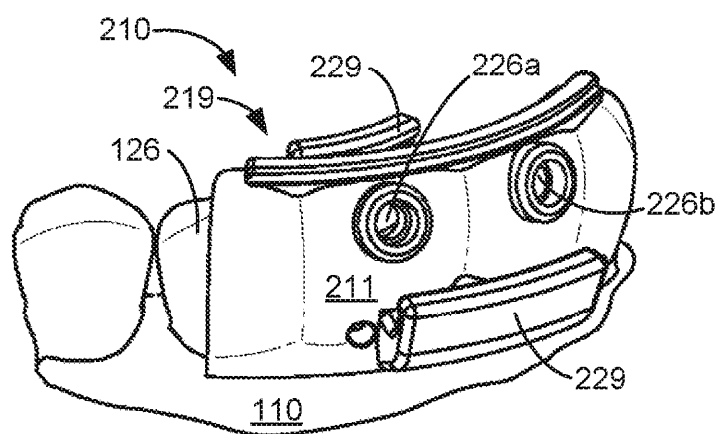


Fig. 9

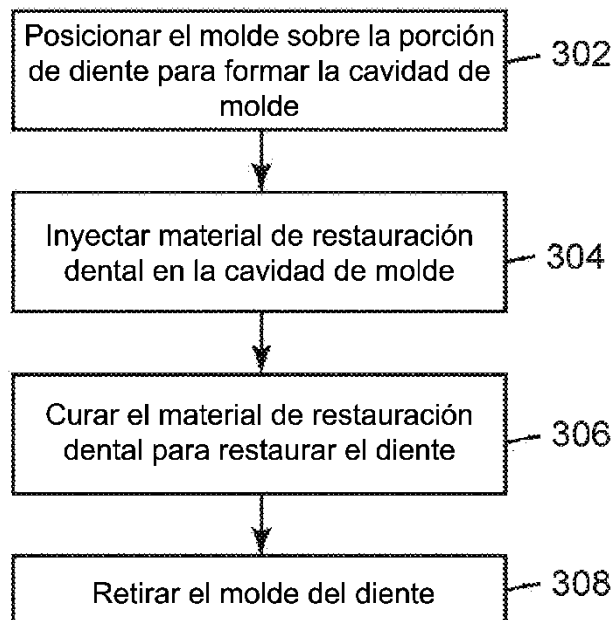


Fig. 10

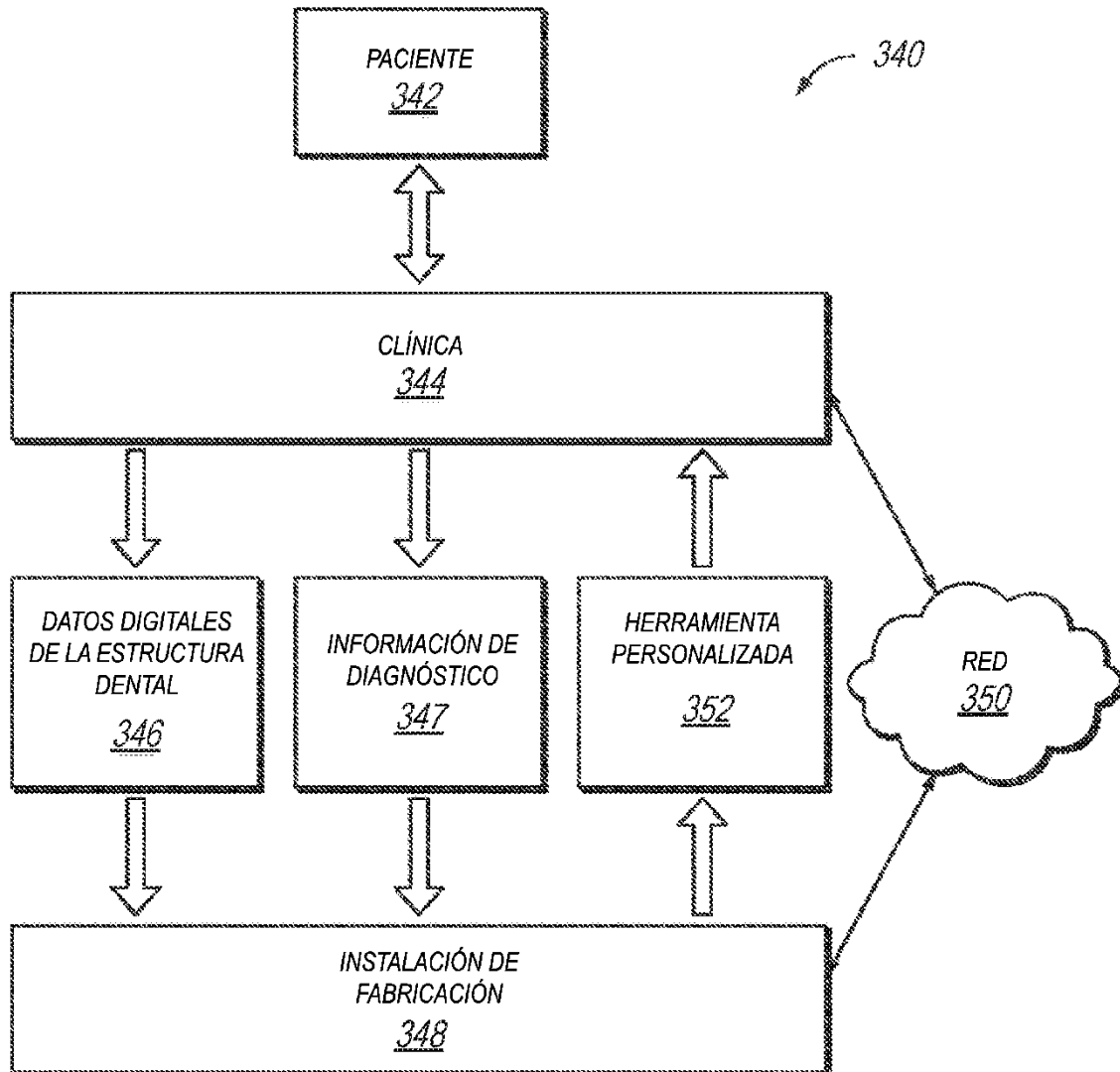


Fig. 11

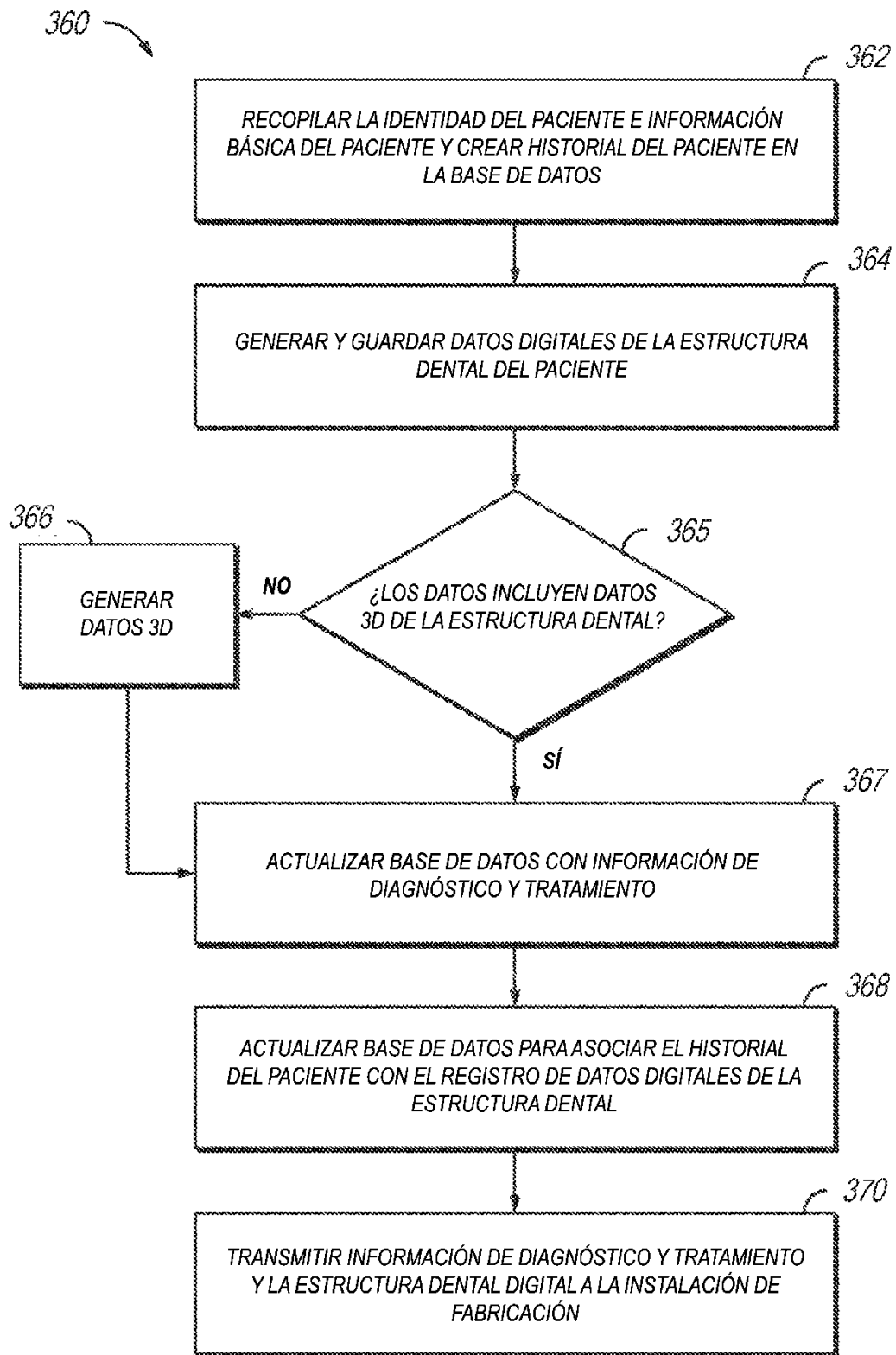


Fig. 12

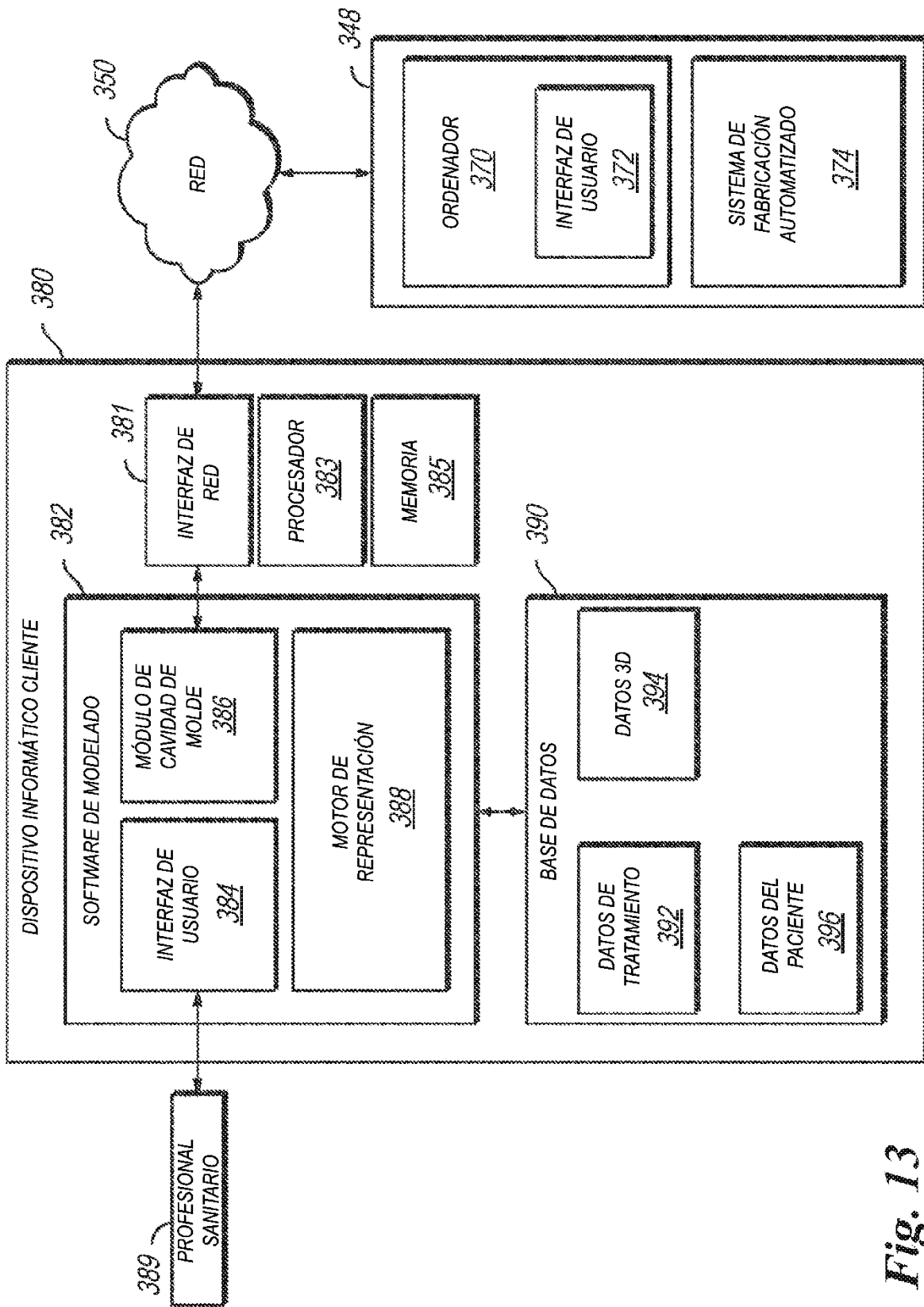


Fig. 13