

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 741 657**

51 Int. Cl.:

A61C 9/00 (2006.01)

A61C 7/08 (2006.01)

A61C 7/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.08.2007 PCT/US2007/018673**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2008 WO08024450**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.08.2007 E 07837267 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.05.2019 EP 2053984**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de alineadores ortodónticos**

30 Prioridad:

22.08.2006 US 823118 P
21.08.2007 US 842411

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2020

73 Titular/es:

HILLIARD, JACK KEITH (100.0%)
330 E. Highlands Drive
Lakeland, FL 33813, US

72 Inventor/es:

HILLIARD, JACK KEITH

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia

ES 2 741 657 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 fabricación de alineadores ortodónticos

5 CAMPO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento y sistema para fabricar alineadores ortodónticos, y más particularmente a un procedimiento para fabricar alineadores ortodónticos a partir de un conjunto de modelos sucesivos generados por computadora.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Los tratamientos de ortodoncia que utilizan alineadores de dientes poliméricos se han desarrollado en los últimos años para la corrección de los dientes malocluidos. Un análisis detallado de la historia y la evolución de dichas metodologías de tratamiento se proporciona en la solicitud de patente de los EE. UU. n.º 7.077.646 y en la solicitud de patente de los EE. UU. n.º 6.702.575, del presente inventor.

15

Además, los posicionadores de dientes para el tratamiento de ortodoncia de acabado se describen por Kesling en el documento Am. J. Orthod. Oral. Surg. 31:297 304 (1945) y 32:285 293 (1946). El uso de posicionadores de silicona para la realineación ortodóntica integral de los dientes de un paciente se describe en Warunek y col. (1989) J. Clin. Orthod. 23:694 700. Los retenedores de plástico transparente para el acabado y mantenimiento de las posiciones de los dientes están disponibles en el mercado en Raintree Essix, Inc., New Orleans, La. 70125, y Tru-Tain Plastics, Rochester, Minn. 55902. La fabricación de posicionadores de ortodoncia se describe en las patentes de los EE. UU. n.º 5.186.623; 5.059.118; 5.055.039; 5.035.613; 4.856.991; 4.798.534; y 4.755.139. El uso de dos o más aparatos formados al vacío para efectuar el tratamiento de ortodoncia se sugiere en Nahoum (1964) NY. State DJ. 30:385 390.

20

25

Otras publicaciones que describen la fabricación y el uso de posicionadores dentales incluyen Kleemann y Janssen (1996) J. Clin. Orthodon. 30:673 680; Cureton (1996) J. Clin. Orthodon. 30:390 395; Chiappone (1980) J. Clin. Orthodon. 14:121 133; Shilliday (1971) Am. J. Orthodontics 59:596 599; Wells (1970) Am. J. Orthodontics 58:351 366; y Cottingham (1969) Am. J. Orthodontics 55:23 31.

30

Kuroda y col. (1996) Am. J. Orthodontics 110:365 369 describe un procedimiento para escanear con láser un molde dental de yeso para producir una imagen digital del molde. Véase también la patente de los EE. UU. n.º 5.605.459.

35

Las patentes de los EE. UU. n.º 5.533.895; 5.474.448; 5.454.717; 5.447.432; 5.431.562; 5.395.238; 5.368.478; y 5.139.419, asignadas a Ormco Corporation, describen procedimientos para manipular imágenes digitales de dientes para diseñar aparatos de ortodoncia.

40

La patente de los EE. UU. n.º 5.011.405 describe un procedimiento para obtener imágenes digitales de un diente y determinar la posición óptima del soporte para el tratamiento de ortodoncia. El escaneo láser de un diente moldeado para producir un modelo tridimensional se describe en la patente de los EE. UU. n.º 5.338.198. La patente de los EE. UU. n.º 5.452.219 describe un procedimiento para escanear con láser un modelo de diente y fresar un molde de diente. La manipulación digital por computadora de los contornos dentales se describe en las patentes de los EE. UU. n.º 5.607.305 y 5.587.912. Las imágenes digitales computarizadas de la mandíbula se describen en la patente de los EE. UU. n.º 5.342.202 y 5.340.309. Otras patentes de interés incluyen las patentes de los EE. UU. n.º 5.549.476; 5.382.164; 5.273.429; 4.936.862; 3.860.803; 3.660.900; 5.645.421; 5.055.039; 4.798.534; 4.856.991; 5.035.613; 5.059.118; 5.186.623; y 4.755.139.

45

Para resumir brevemente este procedimiento, el plan de tratamiento de ortodoncia típicamente consiste en tomar un modelo de piedra de la maloclusión de un paciente, crear una exploración digital del modelo y generar un modelo virtual de la maloclusión como un archivo CAD que puede manipularse digitalmente por un técnico que trabaja en una terminal de computadora para crear una serie de disposiciones sucesivas de dientes. El modelo virtual también se puede obtener escaneando directamente la boca del paciente o escaneando una impresión de los dientes del paciente. Cada disposición de dientes representa un movimiento incremental de los dientes seleccionados en un plan prescrito para reorganizar secuencialmente los dientes malocluidos en una oclusión ideal que es el resultado final deseado. El técnico, utilizando la disposición inicial de dientes que representa los dientes malocluidos, crea cada disposición de dientes sucesiva haciendo "cortes" virtuales selectivos en una imagen CAD de la disposición de dientes. El técnico vuelve a colocar las porciones seleccionadas de la disposición en la siguiente disposición secuencial según el plan de tratamiento para crear la siguiente disposición. Desde la disposición reposicionada, el técnico crea la siguiente disposición y repite este procedimiento según se requiera para lograr la disposición ideal de dientes final. Una vez que los modelos virtuales se completan en el medio digital, se crean una serie correspondiente

50

55

60

de patrones físicos utilizando técnicas de creación rápida de prototipos. Luego se termoforma un conjunto de alineadores ortodónticos sucesivos como negativos de los patrones positivos al moldearlos sobre los patrones físicos, típicamente mediante el uso de una máquina de moldeo por vacío o de "succión hacia abajo".

- 5 Se ha puesto mucho énfasis en la capacidad de generar los alineadores a la vez y enviar el conjunto de alineadores directamente a un paciente en un solo paquete, incluidas las marcas e instrucciones para la secuencia y el momento oportunos de uso de cada uno de los alineadores. Percibido como un uso eficiente del tiempo y los recursos del ortodoncista, el paciente simplemente sigue las instrucciones y las marcas, y solo requiere visitas ocasionales al consultorio para supervisar el progreso del plan de tratamiento. La patente de los EE. UU. n.º 6.554.611 y la patente
10 de los EE. UU. n.º 6.398.548, asignada a Align Technology, Inc., de Santa Clara, CA, desvelan procedimientos para implementar los planes de tratamiento de esta manera.

- También se han desarrollado otros procedimientos para el tratamiento de maloclusiones con los alineadores de cubierta poliméricos en los que los alineadores poliméricos se fabrican en un laboratorio dental mediante la creación
15 rápida de prototipos de los modelos digitales, basados en el plan de tratamiento prescrito, en el que los alineadores se envían en pares al paciente o al consultorio del dentista. Los alineadores posteriores se envían en grupos de uno o dos hasta que se complete el plan de tratamiento. Este procedimiento está destinado a garantizar que los alineadores se apliquen en la secuencia adecuada y en los intervalos adecuados.

- 20 Si los alineadores se envían como un conjunto completo y marcado o se envían por correo en pares en los intervalos prescritos, los alineadores deben recortarse antes de enviarse para eliminar el exceso de material de las láminas poliméricas. Esto típicamente requiere un corte manual y/o una máquina de corte por láser para eliminar el exceso mientras el alineador formado aún se encuentra en el patrón estereolitográfico polimérico. Los costes de mano de obra para dichas operaciones de corte manual pueden ser relativamente costosos, y algunas compañías que
25 fabrican alineadores han optado por retirar partes de las operaciones de fabricación que requieren mucha mano de obra a países extranjeros en los que el coste de la mano de obra es significativamente más bajo, lo que las hace relativamente inaccesibles para el personal del consultorio dental y sus pacientes.

- Una complicación adicional de los procedimientos descritos anteriormente es que una vez que se fabrican los
30 alineadores, los patrones estereolitográficos se destruyen y el material se recicla para otros lotes de alineadores. Si bien esto puede considerarse un procedimiento de fabricación eficiente, en ocasiones es necesario acceder al conjunto original de patrones, por ejemplo, para crear un conjunto idéntico o una porción de un conjunto de alineadores. Por ejemplo, los alineadores en uso son removibles por el paciente, por razones de comodidad y sanidad. Además, los alineadores con fines estéticos están hechos de material polimérico transparente que es casi
35 invisible. Por lo tanto, no es inusual que los pacientes, muchos de los cuales son adolescentes y preadolescentes, puedan perder uno de sus alineadores y requieran un reemplazo. Bajo los procedimientos de fabricación existentes, el dentista no tiene acceso al patrón, por lo tanto, se debe volver a crear un nuevo patrón para fabricar el alineador. La ubicación de la planta de fabricación puede retrasar aún más el tiempo de reemplazo, y todo esto aumenta el coste de reemplazar un alineador perdido.

40

RESUMEN DE LA INVENCION

- La presente invención se refiere a un procedimiento para fabricar un conjunto sucesivo de patrones que representan etapas incrementales de un plan de tratamiento de ortodoncia, y luego enviar todos o una porción de los patrones
45 sucesivos al mismo tiempo al dentista. El dentista está provisto de una máquina de vacío para termoformar alineadores como impresiones negativas de los patrones de dientes positivos. Una lámina polimérica se calienta de modo que sea más resistente o flexible, se inserta en una máquina de formación al vacío y se succiona sobre el patrón positivo, formando una cubierta polimérica con cavidades con forma para recibir los dientes y con sesgo o colocación flexible al menos algunos de los dientes en alineación con las cavidades del alineador. Cuando se forma
50 el alineador y aún está en el patrón plástico estereolitográfico, se recortan las porciones en exceso del material polimérico del alineador usando herramientas manuales y/o una máquina de corte por láser.

- Al proporcionar un conjunto de patrones sucesivos al dentista, no se requiere que el fabricante forme los alineadores, y la labor que requiere mucho tiempo de recortar el exceso de plástico de las láminas de plástico de
55 termoformado se realiza en el consultorio del dentista. La fabricación de alineadores termoplásticos es un procedimiento muy simple que se realiza habitualmente en los consultorios dentales de todo el mundo. Raintree Essix, Inc., una subsidiaria de Dentsply, Inc., de York, PA, es la compañía más conocida en el mundo para enseñar a fabricar alineadores de ortodoncia termoplásticos. Los patrones incluyen un diseño específico en la base para adaptarse a un diseño específico en la máquina de termoformado para obtener la posición ideal para cada patrón. La
60 orientación ideal es determinada preferentemente por la computadora cuando el plan de tratamiento es implementado por el técnico en computación.

En una realización, la invención se refiere a un procedimiento para fabricar alineadores ortodónticos. El procedimiento incluye las etapas de proporcionar una máquina formadora de alineadores para formar alineadores a partir de láminas de plástico; adquirir una imagen de una dentición malocluida; crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida; determinar una disposición de dientes final que represente una disposición de
5 dientes objetivo y sobre la base de la disposición de dientes final, calcular un plan de tratamiento para volver a colocar la dentición malocluida desde la disposición inicial de los dientes a la final; manipular el modelo digital original para crear al menos un modelo digital sucesivo de al menos una disposición de dientes sucesiva en un formato digital; en un centro de servicio de ortodoncia, fabricar al menos un patrón sucesivo correspondiente a al menos uno de los modelos digitales sucesivos de disposiciones de dientes sucesivas, en el que cada patrón
10 representa una de las al menos una disposición de dientes sucesiva; enviar los al menos un patrón a la instalación de tratamiento de ortodoncia; y en la instalación de tratamiento de ortodoncia, fabricar al menos un alineador de ortodoncia a partir de las láminas de plástico termoformable como moldes negativos de los patrones sucesivos.

Una ventaja de la presente invención es que la implementación de CAD y otro trabajo informático pueden realizarse
15 en cualquier sitio remoto seleccionado, y los patrones dentales sucesivos generados en el mismo sitio o en un sitio totalmente separado como se desee.

Una ventaja de la presente invención es que la fabricación de los alineadores y todo el trabajo manual se puede realizar directamente en el consultorio del dentista.
20

Otras características y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción más detallada de la realización preferida, tomada en conjunto con los dibujos adjuntos que ilustran, a modo de ejemplo, los principios de la invención.

25 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un diagrama de flujo que muestra las etapas de la presente invención en general.

La figura 2 es una imagen CAD de los dientes y encías inferiores de un paciente producida por un sistema CAD.
30

La figura 3 es una imagen CAD con líneas y dimensiones de referencia.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

35 La industria de la ortodoncia generalmente ha centrado sus esfuerzos en suministrar el producto final, es decir, los alineadores ortodónticos secuenciales, al paciente y/o al dentista, en la forma final lista para usar. Como se describe más detalladamente a continuación, en la presente invención, los alineadores ortodónticos se fabrican en el consultorio del dentista o, como alternativa, en un laboratorio local conveniente. El dentista tendrá la capacidad de conservar la serie de patrones de cada paciente, por ejemplo, para reemplazar un alineador que se haya perdido o
40 dañado por el paciente. Además, será posible que el dentista fabrique más de un alineador en el mismo patrón de una serie. Por ejemplo, el termoplástico que tiene dos grados diferentes de elasticidad o dureza (durómetro) se puede usar para volver a colocar gradualmente los dientes comenzando con un material más suave, es decir, mayor elasticidad, y gradualmente aumentando el movimiento con material sucesivamente más duro, es decir, menor elasticidad, a medida que los dientes avanzan hacia la disposición del patrón. El alineador termoplástico de
45 elasticidad más ligera se haría primero, luego el alineador termoplástico más duro se haría segundo.

En una realización del procedimiento de la presente invención, el conjunto completo de patrones para tratar el caso de ortodoncia se proporciona al dentista en un solo envío, es decir, al mismo tiempo. El número de patrones plásticos secuenciales representa una secuencia de alineadores ortodónticos para implementar el plan de
50 tratamiento ortodóntico.

Con referencia a la figura 1, el procedimiento de la presente invención se describe de la siguiente manera: Inicialmente, se puede tomar una impresión de al menos una porción de la anatomía dental del paciente, por ejemplo, los dientes, las encías y el tejido blando de un paciente en el consultorio del ortodontista utilizando algún tipo de
55 PVS u otros materiales de impresión dental convencionales. Estas impresiones se usan luego para fabricar modelos de piedra convencionales u otros modelos físicos, en la etapa 101. Los modelos físicos se envían luego a un laboratorio dental o centro de servicio para su procesamiento. Como alternativa, las impresiones en sí mismas podrían servir como modelos físicos que se envían al centro de servicio. En cualquier caso, el centro de servicio recibe los modelos físicos del paciente y el formulario de prescripción de instrucciones del ortodontista y el caso se
60 registra en la base de datos del centro de servicio. En otra realización, los modelos físicos pueden procesarse en el consultorio del ortodontista, o en el consultorio de un dentista, sin tener que enviar los modelos físicos a un centro de servicios. Para los fines de esta descripción, la expresión laboratorio de centro de servicio debe interpretarse de

modo que incluya el consultorio del ortodoncista o el consultorio del dentista, y las dos expresiones pueden usarse indistintamente a menos que se indique lo contrario.

Los modelos o impresiones del paciente se someten luego a un procedimiento de escaneo y los datos resultantes de los arcos superior e inferior se almacenan en formato digital, en la etapa 102, para crear un modelo CAD de al menos una porción de la anatomía dental del paciente. En una realización alternativa de la invención, las porciones relevantes de la anatomía oral del paciente se pueden escanear directamente para crear el modelo digital en un formato adecuado para su visualización y manipulación a través de un sistema CAD, sin crear un modelo o impresión.

10

Los medios utilizados con más frecuencia para convertir un objeto físico real en código digital para imágenes tridimensionales, a saber, escaneo láser, así como otros procedimientos, primero producen lo que se conoce como una "nube de puntos". El software se esforzará por racionalizar la ubicación de los puntos que se sabe que están asociados con las características del objeto real con ese mismo punto ubicado en otras exploraciones obtenidas al escanear el objeto desde múltiples ángulos. Todos los puntos tomados de múltiples exploraciones desde diferentes ángulos ventajosos se solaparán e interpretarán, lo que permitirá al software crear una superficie compleja representada por una nube de aproximadamente medio millón de puntos individuales. A cada uno de los puntos se les asignan coordenadas específicas en un espacio tridimensional en relación con un punto de origen predeterminado en el modelo físico de piedra de los dientes del paciente. Debe entenderse que todos los puntos teóricamente caen sobre la superficie de la parte que se está fotografiando y al visualizar todos los puntos; se puede ver un tipo de imagen visual aproximada de la parte original en un monitor de computadora.

15

20

Se puede usar otro software disponible para un técnico de CAD para procesar aún más la nube de puntos en lo que se conoce como un verdadero modelo sólido que se puede manipular y modificar posteriormente utilizando el software de CAD de modelado de sólidos, en la etapa 103. La fig. 2 es un ejemplo de la imagen de CAD 15 resultante de los dientes del paciente. Sin embargo, algunas de las operaciones que un técnico de CAD debe realizar para procesar el caso de un paciente de ortodoncia se pueden realizar en la fase inicial de la nube de puntos.

25

30

Como una alternativa a las etapas 101 y 102 en la fig. 1, se puede usar una varita de escaneo manual, como, por ejemplo, el sistema Orametrix RTM, en el consultorio del ortodoncista para escanear directamente la anatomía oral del paciente. Los datos digitales resultantes se transmiten luego electrónicamente al centro de servicios de ortodoncia. De forma similar, es posible que los procedimientos de escaneo descritos anteriormente se refieran a escanear los canales negativos cóncavos directamente desde un conjunto de impresiones dentales. Esto requiere

35

algunos cambios en las técnicas de escaneo estándar, pero esta etapa es práctica. Existen claras ventajas en el escaneo directo de las impresiones, tales como: a. Las impresiones de alginato estándar pueden secarse y encogerse en el lapso de unos pocos días si no se almacenan con cuidado en toallas de papel mojadas. Si las impresiones de alginato se envían a un centro comercial de servicios de ortodoncia y han estado varios días en el envío, es posible que se produzcan cambios dimensionales. El polisiloxano, un material de impresión a base de ácido no algénico, niega estos problemas, pero es costoso, b. Actualmente, pocos consultorios de ortodoncia pueden justificar financieramente los equipos de escaneo e imagen láser, pero se sabe que los fabricantes de escáneres láser están considerando desarrollar unidades específicamente optimizadas para su uso en el consultorio. Dichas unidades pueden ser asequibles y, en ese caso, estas unidades pueden convertirse en algo común en el futuro. Se pueden tomar impresiones baratas de alginato en el consultorio y escanearlas inmediatamente antes de

40

que se produzca la contracción, c. Si el escaneo en el consultorio se convierte en algo común en el futuro, una de las ventajas que se puede disfrutar es que los datos escaneados se pueden transferir fácilmente a un centro comercial de servicios de ortodoncia a través de Internet. Actualmente también hay un surgimiento de equipos de escaneo por tomografía asistida por computadora (CAT) para odontología. Este equipo es más pequeño que las máquinas de escaneo por CAT de cuerpo entero que se ven típicamente en los hospitales, por ejemplo, y está optimizado para escanear solo la cabeza humana. La ortodoncia digital debe anticipar los procedimientos de tipo de escaneo CAT como un papel en el futuro de la obtención de imágenes dentales tridimensionales. Al igual que los datos escaneados con láser, los datos CAT se pueden convertir fácilmente en imágenes tridimensionales y, al igual que los datos escaneados, se pueden enviar a través de Internet a un centro de servicios de ortodoncia para su procesamiento.

55

En una realización de la presente invención, se establece un centro de servicios de ortodoncia para implementar la presente invención y para fabricar patrones de dientes sucesivos del orden de un médico para pacientes individuales. Un técnico que use el sistema actual usaría el conjunto de herramientas digitales con el fin de fabricar conjuntos de patrones de dientes, en el que cada patrón posterior en una serie vuelve a colocar los dientes ligeramente, avanzando hacia posiciones predeterminadas e ideales. Sin embargo, para los fines de la presente invención, el término "progresivo" no tiene que significar necesariamente que desvíe progresivamente los dientes de cada modelo.

60

Cuando un técnico analiza los modelos de un paciente visibles en el monitor de la computadora, el técnico verá imágenes que representan una maloclusión al comienzo del tratamiento o una oclusión parcialmente tratada. Dado que los modelos se pueden usar para generar una verdadera imagen tridimensional de la anatomía oral del paciente, el técnico puede rotar dinámicamente la topología dental para un examen detallado. El técnico puede ver a través de los dientes virtuales literalmente desde cualquier ángulo o punto ventajoso, incluyendo puntos ventajosos que serían anatómicamente imposibles para un paciente vivo, tal como observar desde la parte posterior de la boca o puntos ventajosos ocluidos por el hueso y el tejido.

10 Dado que el modelo existe en un espacio virtual tridimensional CAD, el técnico puede evaluar el caso y tomar medidas para cuantificar diversos criterios para el tratamiento, tal como la longitud del arco superior frente al inferior, el ancho del arco, el ancho intercanino, la morfología del arco, así como el grado de lazada abierta/profunda, relación molar, sobre chorro, curva de Spee y simetría. El técnico también puede observar los dientes primarios, deciduos, perdidos e impactados, y consultar los valores anatómicos estadísticos, todo ello a la luz de las instrucciones/prescripción del médico tratante. Por ejemplo, el software CAD puede ser utilizado por el técnico para dibujar cualquier número de líneas de referencia, líneas centrales y demás, como se muestra en la Fig. 3. La dentición puede ser interrogada al igual que cualquier modelo sólido puede dimensionarse con un software CAD. Como se representa en la Fig. 3, los splines bidimensionales y tridimensionales se pueden encadenar entre las características de las superficies escaneadas. El técnico puede ampliar y amplificar características particulares para el examen y la toma de decisiones. Cualquier número de características se puede dimensionar a partir de líneas de referencia especificadas por el técnico o en relación con otras características de la anatomía. En general, basándose en este procedimiento de medición y examen, un técnico puede posteriormente consultar y utilizar datos estadísticos conocidos de normas dentales anatómicas establecidas u otras normas, tal como el torque típico, la prominencia de la punta y los valores de forma de arco encontrados en pacientes de la misma edad, el sexo y las características étnicas. Todas estas actividades se llevan a cabo para llegar a una toma de decisiones óptima en la preparación para el diseño de un número de alineadores y auxiliares de alineador para lograr los objetivos de tratamiento, en la etapa 104.

En general, el técnico manipula el modelo CAD para crear una serie progresiva de alineadores con características para acomodar auxiliares de alineador en la etapa 105, para su uso secuencial durante el tratamiento de ortodoncia del paciente. El técnico que trabaja con el sistema CAD puede crear múltiples modelos virtuales que representan el movimiento incremental pero progresivo de los dientes entre la oclusión "como escaneada" y la oclusión final deseada. Además, el técnico puede usar el sistema CAD para mover dientes específicos según los objetivos del tratamiento a las posiciones deseadas, como se consideraría ideal al final de una fase específica de tratamiento para la cual se emplearán los auxiliares de alineador. Los movimientos realizados por el técnico de CAD pueden incluir la corrección de dientes individuales en términos de torque, punta, prominencia, rotación, movimiento corporal, y a un grado de intrusión y extrusión.

En la infraestructura de un centro comercial de servicios de ortodoncia que proporciona servicios basados en la presente invención, un técnico de CAD tomará una serie de decisiones con respecto a cómo se tratará exactamente un caso sobre la base de todas las herramientas analíticas a su disposición, incluyendo datos predeterminados tales como normas dentales estadísticas, junto con las instrucciones del ortodontista tratante. Por ejemplo, una vez que los alineadores se han diseñado y completado a un nivel virtual utilizando el modelo CAD, el conjunto modificado resultante de modelos se puede convertir de código manipulable CAD en código adecuado para operar máquinas de creación rápida de prototipos que utilizan procedimientos de litografía estéreo para producir patrones físicos duros. Los patrones producidos de esta manera a su vez sirven como patrones de succión hacia abajo para formar una serie de alineadores reales en la etapa 105.

Una vez que se produce una serie de patrones, los patrones pueden marcarse según el plan de tratamiento secuencial. Los patrones secuenciales de plástico se crean preferentemente en un sistema automatizado por computadora, que requiere personal mínimo para crear y enviar los patrones. Los patrones se crearían, moverían, por ejemplo, en una cinta transportadora, a un área de empaque, y se colocarían en un recipiente de envío compartimentalizado con la información de envío adecuada. El recipiente de envío se envía luego al dentista en la etapa 106. Los patrones de plástico son relativamente ligeros y se pueden enviar a un coste de envío razonable.

55 Cuando el consultorio del dentista recibe los patrones secuenciales, el dentista o el personal del dentista fabrica uno o más de los alineadores utilizando el procedimiento de "succión hacia abajo" de termoformado al vacío, en la etapa 107. El equipo y los suministros de termoformado (en particular, láminas de plástico termoformables) se mantienen en el consultorio del laboratorio o del dentista, y se pueden obtener fácilmente en Denstply/Raintree-Essix, Inc. Debe entenderse que los alineadores de termoformado a través del procedimiento de succión hacia abajo son un procedimiento ejemplar de fabricación de los alineadores, que no es novedoso. Otros procedimientos de fabricación de alineadores, incluidas las máquinas de termoformado de presión positiva, por ejemplo, una máquina de

termoformado de presión positiva fabricada por Great Lakes Orthodontics Ltd. y comercializada con el nombre comercial BIOSTAR™, y máquinas de presión de vacío positivo, también se contemplan para la fabricación de los alineadores dentro del alcance de la presente invención. El alineador correcto se puede insertar inmediatamente en la boca del paciente, y los siguientes varios alineadores proporcionados al paciente en ese momento. El número de
5 alineadores proporcionados al paciente a la vez puede variar, dependiendo del plan de tratamiento y del momento preferido del dentista entre los exámenes, pero típicamente habrá dos o tres de los alineadores proporcionados al paciente. Luego, el paciente regresa al consultorio del dentista en un intervalo predeterminado, por ejemplo, de seis a ocho semanas, para ser examinado, momento en el cual se le proporciona al paciente los siguientes varios alineadores en la secuencia de alineadores. Los alineadores se recortan y, preferentemente, se numeran
10 secuencialmente, en la etapa 108. Finalmente, el ortodoncista trata al paciente utilizando la serie de alineadores y auxiliares de alineador, como se analizó anteriormente, en la etapa 109.

En otro aspecto de la invención, la creación rápida de prototipos de los patrones se realiza en el consultorio del dentista, así como la fabricación. La tecnología de creación rápida de prototipos o impresión 3D se ha vuelto más
15 ampliamente disponible a medida que el coste de las impresoras 3D se ha vuelto más asequible y las impresoras 3D más compactas. Las máquinas especializadas de creación rápida de prototipos generan modelos de plástico utilizando datos digitales tales como los formatos CAD para construir un modelo capa por capa. Las capas de plástico se construyen endureciendo una resina fluida utilizando rayos láser o ultravioleta. En otras impresoras 3D, un cabezal de impresión emite partículas de plástico y se pega en capas para construir un modelo basado en un
20 archivo CAD. Los modelos terminados anteriormente estaban hechos de moldes de los dientes del paciente que luego se usaban para verter modelos de piedra, y el procedimiento llevaba varios días. Ahora se pueden hacer modelos similares en cuestión de varias horas, y en algunos casos en menos de una hora. En consecuencia, el procedimiento descrito anteriormente se modifica para incluir la fabricación de los patrones sucesivos basados en los datos digitales.

25 Además, en otra realización preferida, el procedimiento también incluye la planificación del tratamiento de ortodoncia virtual, es decir, el desarrollo del plan de tratamiento en una computadora o estación de trabajo basada en PC, que también se realiza en el consultorio dental. La planificación del tratamiento se realiza mediante la planificación personalizada del tratamiento de ortodoncia y el software de posicionamiento dental CAD/CAM. Usando esta
30 realización de la invención, el dentista u ortodoncista tiene la capacidad de proporcionar alineadores dentro de un marco de tiempo muy corto, por ejemplo, un tiempo de respuesta de veinticuatro a cuarenta y ocho horas, colocando todas las etapas del procedimiento dentro del consultorio del dentista/ortodoncista.

Además, en una realización alternativa de la presente invención, las cubiertas poliméricas pueden adaptarse para
35 acomodar auxiliares de alineador que aplican fuerzas terapéuticas en puntos predeterminados de los dientes.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a una realización preferida, los expertos en la materia entenderán que pueden realizarse diversos cambios y que pueden sustituirse equivalentes por elementos de los mismos sin apartarse del alcance de la invención. Además, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación
40 particular o material a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a la realización particular desvelada como el mejor modo contemplado para llevar a cabo esta invención, sino que la invención incluirá todas las realizaciones que estén dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para fabricar alineadores ortodónticos que comprende:
- 5 (i) proporcionar una máquina formadora de alineadores para formar alineadores a partir de láminas de plástico;
- (ii) adquirir una imagen (15) de una dentición malocluida en una instalación de tratamiento de ortodoncia;
- (iii) crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida;
- 10 (iv) determinar una disposición de dientes final que represente una disposición de dientes objetivo y sobre la base de la disposición de dientes final;
- (v) calcular un plan de tratamiento para volver a colocar la dentición malocluida desde la disposición inicial de los
- 15 dientes a la final;
- (vi) manipular el modelo digital original para crear al menos un modelo digital sucesivo de al menos una disposición de dientes sucesiva en un formato digital;
- 20 (vii) en un centro de servicios de ortodoncia, fabricar al menos un patrón sucesivo correspondiente a los al menos uno de los modelos digitales sucesivos de disposiciones de dientes sucesivas, en el que cada patrón representa una de las al menos una disposición de dientes sucesiva;
- (viii) enviar los al menos un patrón a la instalación de tratamiento de ortodoncia;
- 25 (ix) en la instalación de tratamiento de ortodoncia, fabricar al menos un alineador ortodóntico a partir de láminas de plástico como moldes negativos de los patrones sucesivos.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (ii) de adquirir una imagen (15) incluye las
- 30 etapas de:
- (ii-a) preparar un modelo de piedra de la dentición malocluida de un paciente; y
- (ii-b) escanear el modelo de piedra.
- 35 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la imagen (15) se basa en el modelo de piedra escaneada.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (vi) de manipular el modelo digital original
- 40 incluye
- (vi-a) crear una pluralidad de modelos digitales sucesivos de una pluralidad de disposiciones de dientes sucesivas en un formato digital, y opcionalmente que incluye además las etapas de
- 45 (vi-b) compartimentalizar la pluralidad de patrones sucesivos en un único paquete antes de enviar los patrones.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (vi) de manipular el modelo digital original incluye
- 50 (vi-a) crear una pluralidad de modelos digitales sucesivos de una pluralidad de disposiciones de dientes sucesivas en un formato digital, y
- en el que la etapa (vii) de fabricar incluye (vii-a) fabricar una pluralidad de patrones sucesivos de la pluralidad de disposiciones de dientes sucesivas.
- 55 6. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye además las etapas de compartimentalizar al menos un patrón sucesivo en un solo paquete antes de enviar los patrones.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa (ix) de fabricar alineadores ortodónticos
- 60 incluye:
- (ix-a) fabricar una serie de alineadores ortodónticos a partir de las láminas de plástico termoformables como moldes

negativos de los patrones sucesivos en menos de un conjunto completo de la pluralidad de patrones de dientes.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, que incluye además la etapa de (x) recortar una porción en exceso de la lámina de plástico de la serie de alineadores ortodónticos.

5

9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las etapas (ii)/(iii) de adquirir una imagen (15) de una dentición malocluida y crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida (15) incluye las etapas de:

(ii-1) escanear la dentición malocluida; y (ii-2) generar un modelo digital basado en la dentición escaneada, representándose el modelo digital en un formato adecuado para la visualización y la manipulación; en el que preferentemente el modelo digital produce una nube de puntos que tiene una pluralidad de puntos de datos que representan una superficie dental de un diente en la maloclusión, y cada punto de datos de la pluralidad de puntos de datos se asigna específicamente en el espacio tridimensional en relación con un punto de origen predeterminado en el modelo físico de piedra de los dientes del paciente; y opcionalmente que comprende además la etapa de procesar la nube de puntos en un modelo sólido, y manipular y modificar el modelo sólido utilizando un software CAD de modelado de sólidos: o

10 en el que las etapas (ii)/(iii) de adquirir una imagen (15) de una dentición malocluida y crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida (15) incluye las etapas de

20

(ii-5) tomar una impresión de al menos una porción de la dentición malocluida, y una porción de encías y tejido blando que rodea la dentición malocluida,

(ii-6) fabricar un modelo físico de al menos una porción de la dentición malocluida, y una porción de encías y tejido blando que rodea la dentición malocluida; y opcionalmente (ii-7) enviar el modelo físico a un laboratorio dental o centro de servicio para su procesamiento.

25

10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las etapas (ii)/(iii) de adquirir una imagen (15) de una dentición malocluida y crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida (15) incluye las etapas de:

30

(ii-5) tomar una impresión de al menos una porción de la dentición malocluida, y una porción de encías y tejido blando que rodea la dentición malocluida, y

(ii-7) enviar la impresión como un modelo físico a un laboratorio dental o centro de servicio para su procesamiento, y opcionalmente

35

(ii-8) recibir en el laboratorio dental o centro de servicio el modelo físico y una prescripción de un ortodoncista, y

(ii-9) introducir un conjunto de información asociada con la dentición malocluida del paciente en una base de datos del laboratorio dental o centro de servicio.

40

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las etapas (ii)/(iii) de adquirir una imagen (15) de una dentición malocluida y crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida (15) incluye las etapas de:

(ii-1) escanear la dentición malocluida; y (ii-2) generar un modelo digital basado en la dentición escaneada, representándose el modelo digital en un formato adecuado para la visualización y la manipulación;

45

en el que la etapa (ii-1) de escanear la dentición se realiza con una varita de escaneo manual en el consultorio de un ortodoncista; y el procedimiento incluye además las etapas de

50

(ii-7) transmitir electrónicamente al centro de servicios de ortodoncia los resultados de la exploración para su procesamiento.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las etapas (ii)/(iii) de adquirir una imagen (15) de una dentición malocluida y crear un modelo digital original basado en la imagen adquirida (15) incluye las etapas de:

55

(ii-5) tomar una impresión de al menos una porción de la dentición malocluida, y una porción de encías y tejido blando que rodea la dentición malocluida;

(ii-10) escanear los canales negativos cóncavos directamente de la impresión para obtener un modelo digital negativo de la dentición malocluida; y (ii-11) transmitir el modelo digital negativo a un laboratorio dental o centro de servicio para su procesamiento.

60

13. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la máquina formadora de alineadores se selecciona de entre un grupo que consiste en una máquina de vacío de termoformado, una máquina de termoformado de presión positiva y máquinas de presión de vacío positivo; y las láminas de plástico incluyen láminas poliméricas de
5 termoformado.

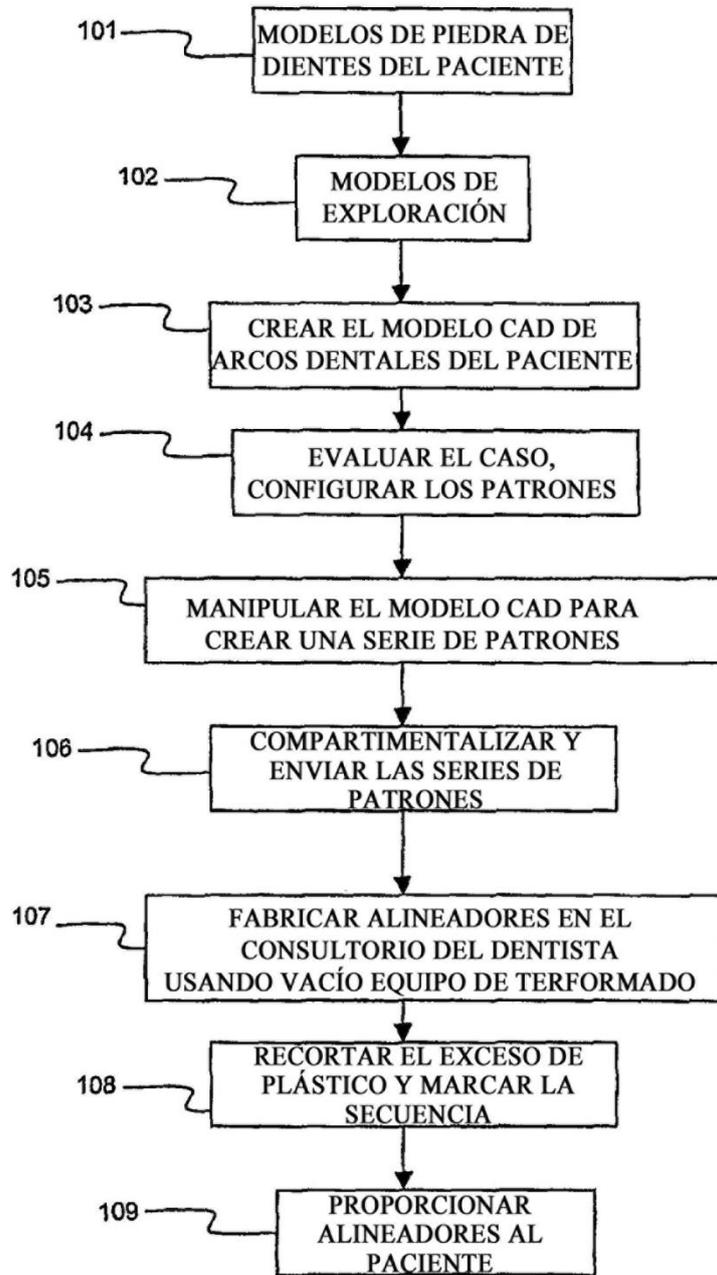


FIGURA 1

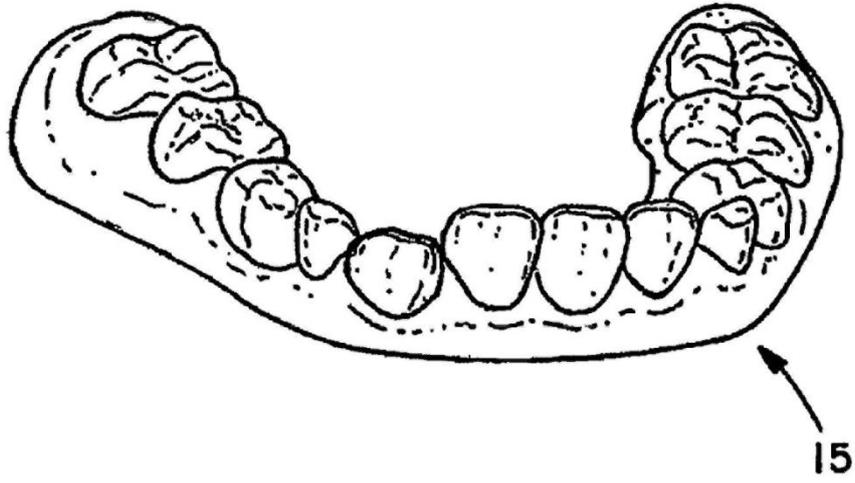


FIGURA 2

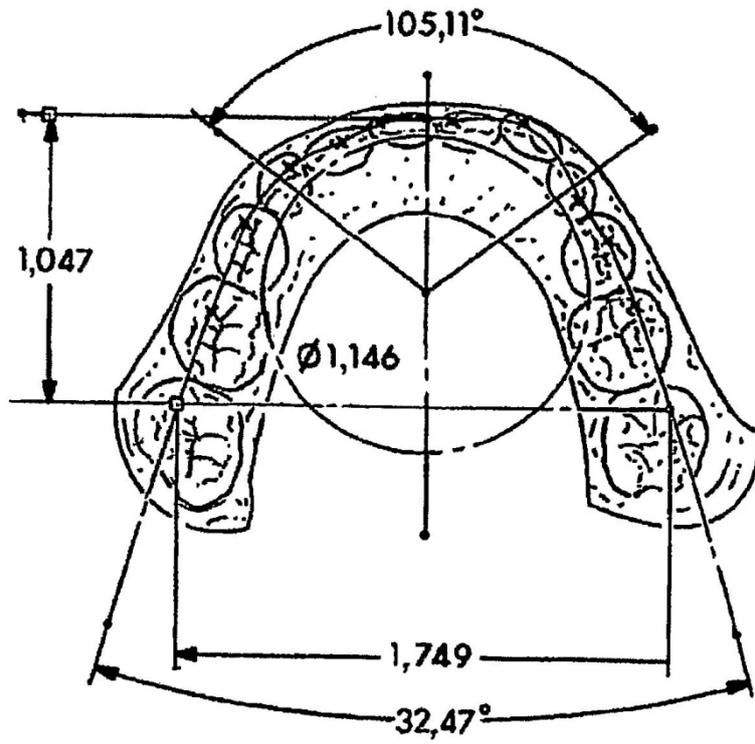


FIGURA 3